

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В. Н. КАРАЗІНА

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО  
ПРОЕКТУВАННЯ в ГАЛУЗІ**

Методичні вказівки  
до практичних робіт для здобувачів вищої освіти  
другого (магістерського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти  
за спеціальністю G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)»

*Електронний ресурс*

**Рецензенти:**

**С. В. Петров** – кандидат технічних наук, доцент, заступник директора навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»;

**О. А. Пермяков** – доктор технічних наук, професор кафедри Технологія машинобудування та металорізальні верстати Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 11 від 25 червня 2025 року)*

С 34 **Системи** автоматизованого проектування в галузі : методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти за спеціальністю G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» [Електронний ресурс] / уклад. С. В. Романов. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 114 с.)

Дані методичні вказівки містять методика та практичне рішення задач з дисципліни та мають метою допомогти здобувачам більш глибоко осмислити й закріпити матеріал лекційного курсу, а також набути практичних навичок роботи в системах автоматизованого проектування SolidWorks, ТехноПро, та DelCAM for SolidWorks, їх використанні в конструкторсько-технологічному проектуванні виробів і технологічних процесів.

**УДК [621.9.04+ 004.925.8] (075.5)**

© Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна, 2025

© Романов С. В., уклад., 2025

## ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП	4
<b>Розділ 1. Двовимірне та тривимірне моделювання деталей та з'єднань</b>	
Практична робота №1 ВИВЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ПРИНЦИПІВ ТРИВИМІРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБІВ В САПР SOLIDWORKS	4
Практична робота №2 ПОБУДОВА ПЛОСКИХ ЕСКІЗІВ У <i>SOLIDWORKS</i>	13
Практична робота №3 СТВОРЕННЯ ПРОСТОЇ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ В <i>SOLIDWORKS</i>	20
Практична робота № 4 СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ТИПУ "КОРПУС " В <i>SOLIDWORKS</i>	26
Практична робота №5 СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ПО ПЕРЕТИНАХ В <i>SOLIDWORKS</i>	35
Практична робота №6. СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ТИПУ" ГОЙДАЛКА "В <i>SOLIDWORKS</i>	40
Практична робота №7 СТВОРЕННЯ ЗБІРКИ З ДЕКІЛЬКОХ ДЕТАЛЕЙ В <i>SOLIDWORKS</i>	54
Практична робота №8 СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ І КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ В <i>SOLIDWORKS</i>	66
Практична робота №9 ПОБУДОВА ПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ В <i>SOLIDWORKS</i>	80
<b>Розділ 2. Технологічна підготовка машинобудівного виробництва</b>	
Практична робота № 10 ДІАЛОГОВЕ ТА НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОПРО	84
Практична робота №11 АВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОПРО	85
Практична робота №12 ПРОЕКТУВАННЯ ОБРОБКИ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ ІЗ ЧПУ В DELCAM FOR SOLIDWORKS	98
Практична робота № 13 ПРОЕКТУВАННЯ ОБРОБКИ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ ІЗ ЧПУ В DELCAM FOR SOLIDWORKS	106
Рекомендована література	114

## ВСТУП

Основне завдання, яке розв'язує система SolidWorks – моделювання виробів з метою суттєвого скорочення періоду проектування та якнайшвидшого їх запуску у виробництво. Ці цілі досягаються завдяки можливостям:

- швидкого отримання конструкторської та технологічної документації, необхідності для випуску виробів (складальних креслень, специфікацій, деталіровок і т. д.);
- передачі геометрії виробів до розрахункових пакетів;
- передачі геометрії у пакети розробки керуючих програм для обладнання з ЧПУ;
- створення додаткових зображень виробів (наприклад, для складу каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації тощо. д.).

Основні компоненти SolidWorks – власна тривимірна система твердотілого моделювання та креслярсько-графічний редактор.

При першому знайомстві з системою SolidWorks здобувачі освіти вивчають в основному команди та прийоми моделювання двовимірних об'єктів та розробки креслень за аксонометричними проєкціями або натурними зразками.

Додатковий САМ модуль DelCAM for SolidWorks дозволяє проєктувати механічну обробку (токарну та фрезерну) моделі деталі, яка була попередньо створена в системі SolidWorks та отримувати управляючу програму для верстата з ЧПУ в автоматизованому режимі.

За допомогою пакету ТехноПро проєктується комплект технологічної документації механічної обробки заготовки в автоматизованому або автоматичному режимі

У методичних вказівках представлені індивідуальні завдання для практичних робіт з дисципліни САПР в галузі та приклади їх виконання.

Роботи можна виконувати в SolidWorks версії від 2008-2017 включно.

### Розділ 1. Двовимірне та тривимірне моделювання деталей та з'єднань

#### Практична робота №1

### ВИВЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ПРИНЦИПІВ ТРИВИМІРНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБІВ В САПР SOLIDWORKS

**Мета роботи** - вивчення загальних принципів побудови тривимірних моделей деталей і зборок в системі автоматизованого проєктування SolidWorks.

Проєктування виробів в SolidWorks складається з декількох етапів: вибір конструктивної площини для створення двовимірного ескізу, перетворення ескізу в твердотілий елемент, формування деталі з різних елементів, компонування створених деталей в збірку. При цьому гнучкі інструменти конструктора SolidWorks дозволяють змінювати значення будь-якого розміру, накладати взаємозв'язку на взаємне розташування об'єктів протягом усього процесу проєктування. Процес створення тривимірних моделей заснований на принципах додавання і зняття матеріалу, аналогічних методам реальних технологічних процесів.

#### Особливості інтерфейсу SolidWorks

Інтерфейс SolidWorks відповідає звичному графічному інтерфейсу програм сімейства Windows Microsoft. Стандартні функції Windows забезпечують роботу з файлами (створення, відкриття, збереження і ін.). Друк ескізів, 3D моделей з екрану і креслень в SolidWorks здійснюється на будь-якій пристрій графічного виведення (плотер, принтер), встановлене в операційній системі.

Проєктування в SolidWorks включає створення об'ємних моделей деталей і зборок з можливістю генерувати на їх основі робочі креслення. Створення нового документа в SolidWorks супроводжується вибором шаблону документа: Деталь, Збірка або Креслення. У разі вибору шаблонів Деталь або Збірка графічна область являє собою тривимірний простір.

Основними елементами інтерфейсу SolidWorks є: **меню, панелі інструментів, область**

**побудови, рядок стану** (Рисунок 1.1). Для наочного уявлення процесу проектування в SolidWorks існує **Дерево конструювання** або **Дерево побудови (FeatureManager)**. Воно реалізовано в стилі традиційного провідника Windows, зазвичай розташовується в лівій частині робочого вікна SolidWorks і являє собою послідовність конструктивних елементів, що утворюють деталь, а також додаткові елементи побудови (осі, площини). Дерево побудови містить повну інформацію про тривимірному об'єкті і динамічно пов'язане з областю побудови. У режимі збірки Дерево побудови відображає список деталей, що входять в збірку, а також необхідні сполучення деталей і збірок (Рисунок 1.1).

Основними функціями **Дерева конструювання (FeatureManager)** є:

- Вибір елементів на ім'я (після натискання лівої кнопки миші);
- Визначення і зміна послідовності, в якій створюються елементи;
- Відображення розмірів елемента, яке можна виконати, двічі натиснувши на ім'я елемента;
- Відображення і гасіння елементів деталі і компонентів збірки.

При побудові нової тривимірної моделі деталі в Дереві побудови за замовчуванням присутні наступні графічні елементи:

- Вихідна точка з нульовими початковими координатами;
- Три взаємно перпендикулярні площини: Спереду, Зверху, Праворуч.

Панель інструментів є налаштованим елементом інтерфейсу. Користувач має можливість встановлювати розташування панелей інструментів, їх відображення в залежності від типу документа.

Диспетчер команд - це контекстна панель інструментів, яка оновлюється автоматично в залежності від панелі інструментів, до якої потрібен доступ. При побудові деталі Диспетчер команд за замовчуванням містить панелі інструментів: Елементи і Ескіз, в режимі збірки - панелі інструментів Збірка і Ескіз.

Швидка настройка панелей інструментів і Диспетчера команд проводиться при натисканні правої кнопки миші на кордоні вікна відповідної панелі.

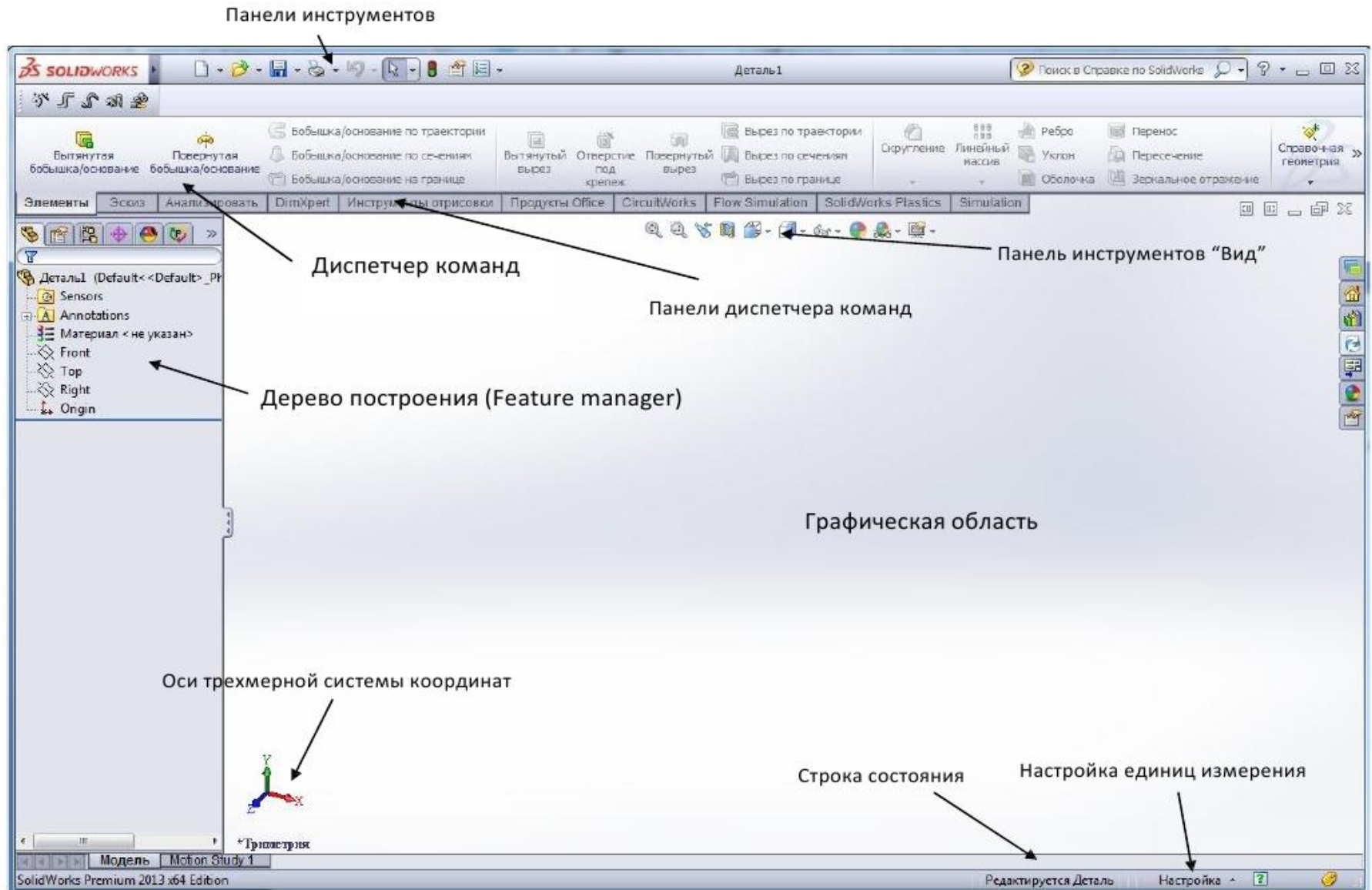
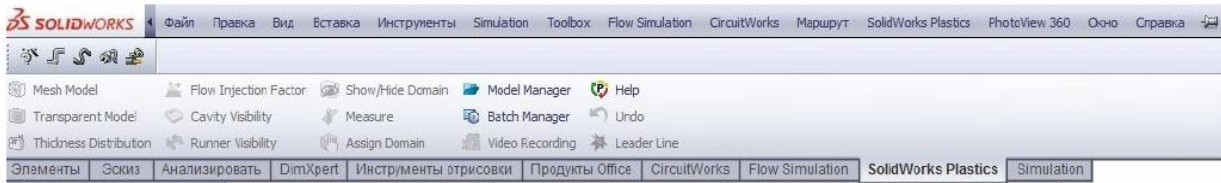


Рисунок 1.1. Загальний вигляд інтерфейсу *SolidWorks*

Верхнє меню містить команди SolidWorks в повному обсязі



При відсутності команди на панелі інструментів її завжди можна знайти через верхнє меню. У рядку стану в нижній частині вікна SolidWorks представлена інформація, пов'язана з виконуваною функцією.

Дія маніпулятора миші в SolidWorks відповідає стандартних функцій операційних систем сімейства Windows Microsoft. Вибір об'єктів (елементів в дереві побудови, поверхонь твердотільної моделі в області побудови, вибір об'єктів в плоскому ескізі) здійснюється при натисненні лівої кнопки миші. Натискання правої кнопки миші відповідає запуску спливаючого меню об'єкта.

Загальний принцип створення твердотільних об'єктів виражається наведеної послідовністю:

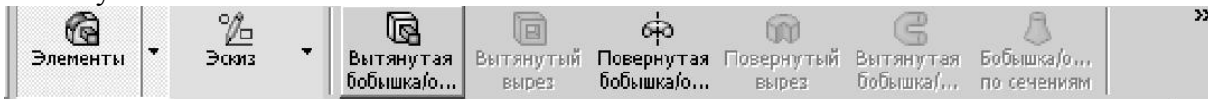
1. Вибір площини для побудови ескізу.
2. Побудова об'єктів плоского ескізу, проставлення розмірів, визначення взаємозв'язків.
3. Виконання дії над плоским ескізом, надання товщини плоским об'єктам ескізу (витягування, поворот і т.д.).

У режимі конструювання деталі виконаємо побудову простого циліндричного елемента методом витягнутої бобишки, і на прикладі розглянемо основні інструменти SolidWorks.

### Створення циліндричного твердотільного елемента

Для побудови моделі тривимірного циліндра слід виконати наступні дії :

1. Розпочати новий документ - деталь SolidWorks.
2. На панелі інструментів Елементи натиснути кнопку **Витягнута бобишка / основа**. При цьому буде активізована команда створення твердотільного елемента методом витягнутої бобишки.



3. Система запропонує вибрати одну з трьох початкових площин: **Спереду, Зверху, Праворуч** для побудови ескізів майбутнього тривимірного елемента.

4. Вибрати площину **Спереду** (вибір здійснюється по напису найменування площині). При цьому зображення на дисплеї зміниться таким чином, що площину **Спереду** буде звернена на користувача, перпендикулярно напрямку його погляду. Вибір площині для побудови ескізу може бути виконаний до активізації команди створення твердотільного елемента.

5. На панелі інструментів **Ескіз** інструментом **Окружність** побудувати окружність довільним радіусом з центром в вихідній точці з нульовими координатами.



6. Натиснути кнопку **Автоматичне нанесення розмірів** і, вибравши дугу окружності, змінити розмір у вікні на значення 100 мм.

7. Натиснути значок **Вихід з ескізу** у вікні Кут для вибору, щоб завершити ескіз, при цьому система автоматично запропонує вибір параметрів створюваного елемента **Витягнути** в вікні **Менеджера** властивостей (ліва частина екрану), а також в

графічній області буде відображатися попередній вигляд створюваного тривимірного елемента (Рисунок 1.2). У розділі **Напрямок 1** вікна Менеджера властивостей встановити параметр **Глибина** рівним 100 мм (Рисунок 1.2).

8. Натиснути **Enter**, або **Ok**, або значок прийняття елемента у вікні Кут (правий верхній кут екрану) для вибору в графічній області системи SolidWorks.

9. Зберегти деталь під ім'ям Деталь1.sldprt.

В результаті була побудована тривимірна модель циліндра з діаметром підстави 100 мм і висотою 100 мм. Побудований елемент відображається в графічній частині системи і динамічно пов'язаний з об'єктом в Дереві побудови під найменуванням Витягнути 1.

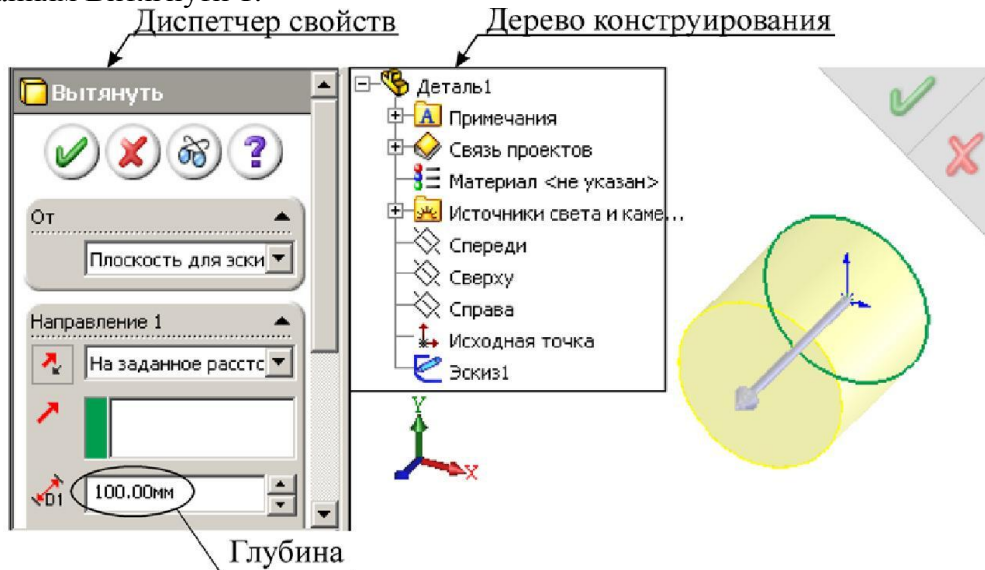


Рисунок 1.2. Визначення параметрів елемента Витягнути

### Зміна орієнтації виду

Для зміни орієнтації виду існує панель інструментів **Стандартні види** (Рисунок 1.3). Вона дозволяє вибрати один з шести стандартних видів : **Спереду**, **Ззаду**, **Зверху**, **Знизу**, **Праворуч**, **Зліва**, а також ізометричні проекції **Ізометрія**, **діаметрія**, **триметрія**. Орієнтації видів відповідають розташуванню трьох основних початкових площин: **Спереду**, **Зверху**, **Праворуч**. При виборі виду **Спереду** площину екрану монітора відповідає площині **Спереду**. Також панель **Стандартні види** дозволяє встановити вид **Перпендикулярно** напрямку погляду спостерігача. У цьому випадку попередньо необхідно вибрати плоску грань або площина, або циліндричну або конічну грань.

Встановити необхідний вид можливо і за допомогою спливаючого меню в лівому нижньому кутку графічного вікна (Рисунок 1.3). У цьому полі відображається поточна орієнтація виду і може бути задано кількість видів в графічній області: Один вид, Два виду або Чотири види.

## Панель інструментів “Вид”

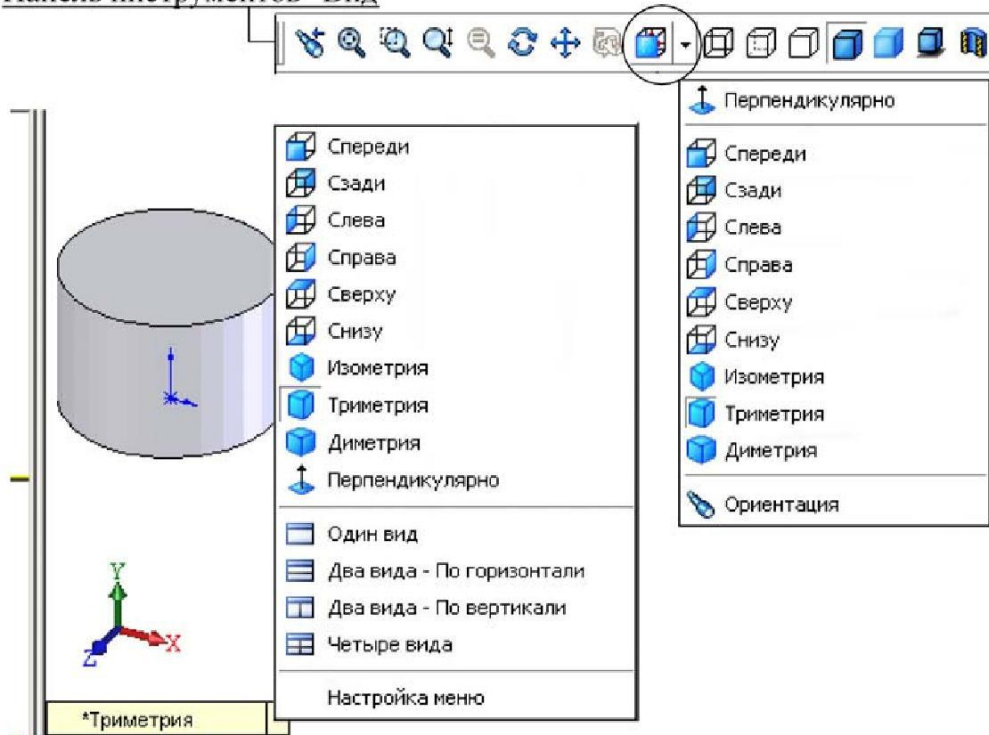


Рисунок 1.3. Інструменти зміни орієнтації виду

**Зміна масштабу, обертання і переміщення виду**

Команди зміна масштабу, обертання і переміщення виду містяться на панелі інструментів Вид (див. Рисунок 1.3).

Зміна масштабу вигляду виконується трьома основними командами:

– **Збільшити / Зменшити вид**



– **Збільшити елемент виду**



– **Змінити в розмір екрану**



Команда **Змінити** в розмір екрану змінює масштаб виду так, щоб модель, збірка або креслярський лист було видно повністю. Команди **Збільшити елемент виду** і **Збільшити / Зменшити** вид можуть бути успішно замінені зміною масштабу вигляду за допомогою колеса «скрол» миші. Поворот колеса миші назад відповідає збільшенню масштабу, поворот колеса миші вперед - зменшення масштабу виду. Під час обертання покажчик миші є центром зміни масштабу.

Обертання виду може бути виконано по команді **Обертати вид** або при натисканні середньої кнопки миші або колеса «скрол». В останньому випадку для повороту виду необхідно натиснути «скрол» і, не відпускаючи його, переміщати покажчик миші.

Переміщення деталі виконується по команді **Переміщати вид**. Переміщення виду може виконуватися також аналогічно повороту виду (переміщенням миші з натиснутих колесом прокрутки), утримуючи клавішу Ctrl.

Найбільш ефективно зміна параметрів виду моделі може бути досягнуто в разі спільного використання маніпулятора «миші» - його колеса прокрутки «скрол», а також кнопок панелі інструментів Вид.

**Редагування тривимірної моделі**

На базі побудованої заготовки циліндра була створена тривимірна модель корпусу розетки з'єднувача в SolidWorks (Рисунок 1.4). При побудові використовувалися елементи


### Витягнута бобишка / основа, Витягнутий виріз, Скруглення і Фаска.

Для відображення всіх розмірів моделі необхідно вибрати пункт **Показати розміри елемента** в папці **Примітки Дерева конструювання (Feature Manager)**.

Використання **Смуги відкату** дозволяє здійснювати повернення моделі в попередній стан. При цьому елементи, розташовані нижче **Смуги відкату**, будуть погашені (Рисунок 1.4).

Для редагування елементів тривимірної моделі слід активізувати контекстне меню (при натисканні правої кнопки миші відповідного елемента в Дереві конструювання). Використовуючи команди Редагувати визначення, користувач переходить в режим редагування елемента. Перехід в режим редагування ескізу здійснюється по команді **Редагувати ескіз** (рис 1.4).

Через контекстне меню можливо погасити або висвітитися відповідний елемент побудови, а також видалити елемент.

Для того щоб відобразити розміри конкретного елемента, потрібно двічі натиснути на його імені в Дереві конструювання. При цьому подвійне клацання на значенні відповідного керуючого розміру запускає вікно Змінити (Рисунок 1.5). Нове значення розміру, введеного в цьому вікні, має бути збережено натисканням Enter на клавіатурі або значка  у вікні Змінити. Для зміни тривимірної графіки необхідно перебудувати модель - команда **Перебудувати** .

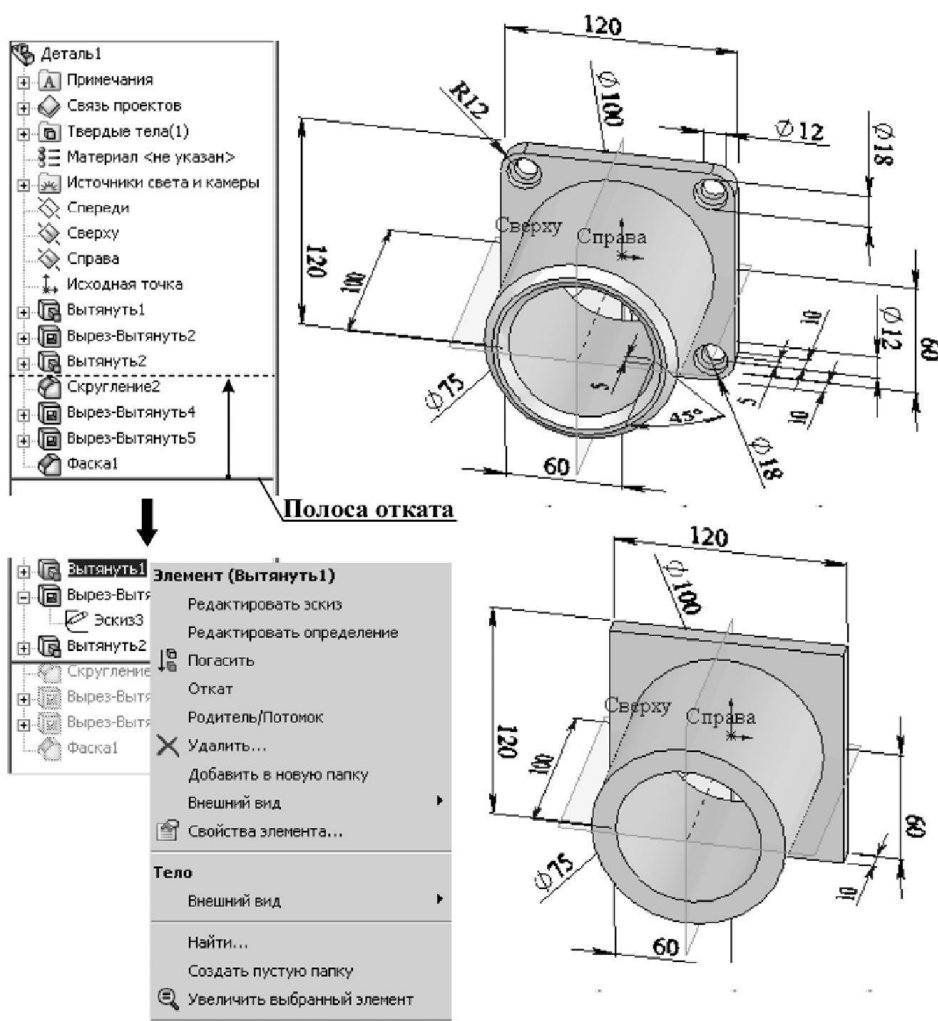


Рисунок 1.4. Тривимірна модель корпусу розетки з'єднувача

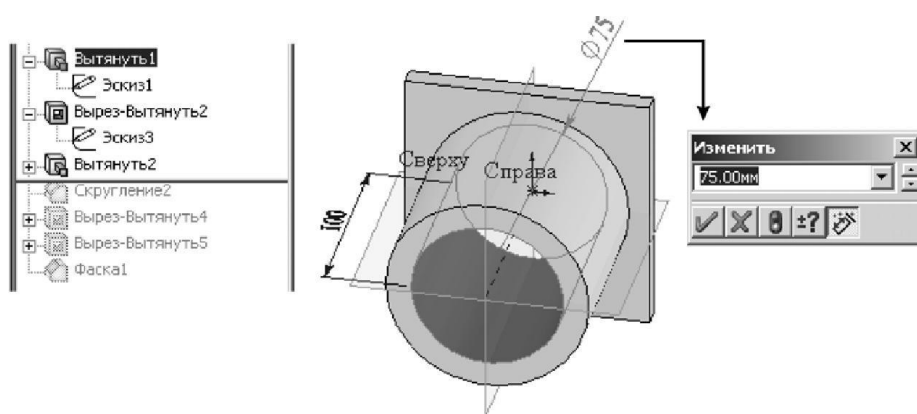


Рисунок 1.5. Зміна керуючого розміру елемента

### Способи відображення моделі і вибір елементів

При виборі елементів кожному об'єкту відповідає умовне позначення покажчика миші.

Всі елементи в SolidWorks можуть ставитися безпосередньо до тривимірної твердотільної моделі (межі, кромки, вершини), ескизу (лінії, точки, розмірні лінії та ін.), Елементів допоміжної геометрії (площини, осі).

Вид покажчика при виборі елемента тривимірної моделі може змінюватися таким чином:



– при виборі кромки;

– при виборі межі;

– при виборі вершини.

Елементи які обираються, виділяються суцільною лінією, що виділяється елемент (грань, вершина, кромка і т.д.) додатково динамічно підсвічується. Якщо вибір елемента зроблений (при натисненні лівої кнопки миші), то підсвічування фіксується.

Режим перегляду визначає уявлення тривимірної моделі в графічній області. Від способу відображення залежать можливості вибору елементів моделі (Рисунок 1.6).

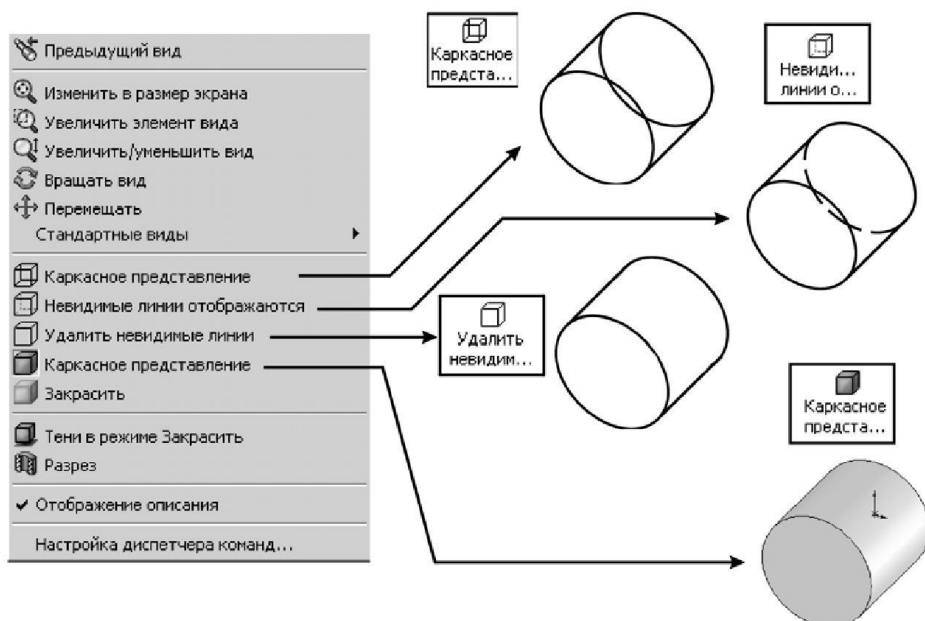


Рисунок 1.6. Панель команд видів і способи представлення моделі

Для Каркасного уявлення відображаються всі кромки моделі. Краї і вершини, що знаходяться за гранями моделі, відображаються як видимі і мають рівні можливості при виборі. При такому способі відображення, видимі і невидимі кромки рівнозначні.

При виборі способу Невидимі лінії відображаються всі кромки моделі, які неможливо побачити під обраним кутом, працювати не будуть або штриховий лінією (в залежності від настройки системи). Користувач може вибирати як видимі, так і невидимі кромки і вершини.

Для способу Приховати невидимі лінії все кромки, які неможливо побачити під обраним кутом, не відображаються. Вибирати можна тільки видимі кромки, вершини і межі.

Найбільш показовим способом відображення, що дає уявлення про форми і обсягів тривимірного об'єкту, є Зафарбований вид з каркасним поданням.

У розрізі документа деталі або збірки (команда) модель відображається таким чином, немов вона розрізана за допомогою зазначених площин і граней. При цьому відображається внутрішня конструкція моделі. Цей спосіб відображення дає наочне уявлення про внутрішній устрій деталей і зборок.

#### **Зміна оптичних властивостей об'єктів**

У SolidWorks існує можливість зміни оптичних властивостей (колір, прозорість і т.п.) окремих граней моделі, а також моделей деталей і зборок в цілому. Використання різних кольорів для тривимірних моделей дозволяє легко відрізнити їх один від одного в збірці.

Щоб змінити колір або оптичні властивості обраного об'єкта (межі, деталі, збірки), необхідно:

1. Вибравши об'єкт через **Дерево побудови** або в **Графічній області** побудови, запустити спливаюче меню (при натисканні правої кнопки миші), вибрати пункт меню **Зовнішній вигляд >> Колір**.
2. Вибрати потрібний колір у вікні **Колір і оптика**.
3. Зафіксувати зміни, натиснувши кнопку **Ok** або **Enter**.

#### **Практичне завдання**

1. Відповідно до виданого викладачем зображенням деталей виконати побудову тривимірних моделей деталей в SolidWorks.
2. Відповідно до завдання викладача перебудувати один з елементів деталі.
3. Змінити оптичні властивості деталей і спосіб відображення моделі за завданням викладача.
4. Виконати Розріз моделей деталей з метою відображення їх внутрішнього устрою.

## Практична робота №2 ПОБУДОВА ПЛОСКИХ ЕСКІЗІВ У *SOLIDWORKS*

**Мета роботи** - вивчення методів побудови плоских об'єктів ескізу, способів завдання розмірів і визначення взаємозв'язків об'єктів в системі автоматизованого проектування SolidWorks.

### Методичні вказівки

Елементи SolidWorks базуються на побудові двовимірних ескізів. Ескіз складається з деякого числа найпростіших геометричних об'єктів: відрізків, сплайнів, дуг і т.п., з'єднаних між собою. Побудова ескізів засноване на застосуванні різного роду інструментів малювання, створення взаємозв'язків і завдання розмірів.

### Визначення площині для побудови ескізу

При створенні нової деталі або збірки трьох основних площинах проекції в нарисній геометрії: горизонтальної, вертикальної і профільної в SolidWorks визначаються три відповідних площині: **Спереду**, **Зверху**, **Праворуч** (Рисунок 2.1). Орієнтація напрямки площин виконується по команді **Стандартні Види**. Якщо вибрано **Спереду** у вікні орієнтація, то напрям погляду користувача на екран буде перпендикулярно виду **Спереду**.

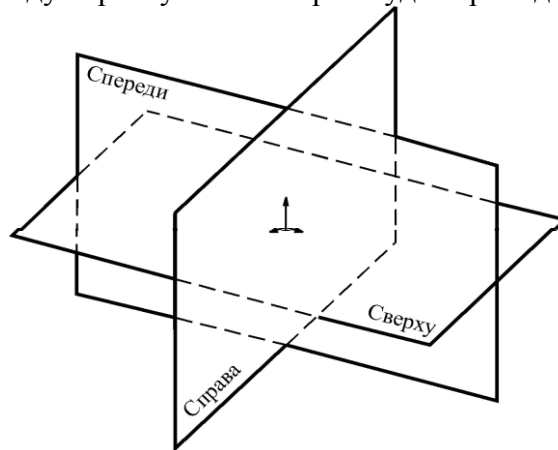


Рисунок 2.1. Основні площині SolidWorks : **Спереду**, **Зверху**, **Праворуч**

Плоский ескіз можна створювати:

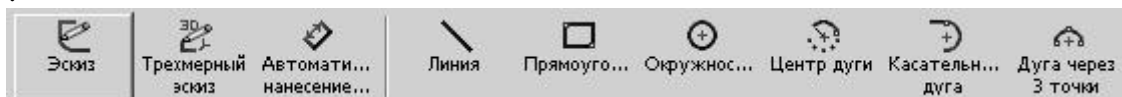
- На будь-якій площині за замовчуванням (**Спереду**, **Зверху** або **Праворуч**);
- Створеної інструментами **Довідкової геометрії** площині;
- Плоскій грані твердотілого об'єкту.

У SolidWorks існує можливість створювати тривимірні ескізи. Графічні об'єкти (тривимірні лінії, сплайни, точки) в таких ескізах розташовуються в тривимірному просторі і не пов'язані з певними площинами ескізів.

### Робота в режимі редагування ескізу

Для побудови двовимірного ескізу слід виконати команду

верхнього меню **Вставка >> Ескіз** або натиснути кнопку  **Ескіз** на панелі інструментів **Ескіз** :



Площина для побудови ескізу може бути обрана як до , так і після активації команди .

Для переходу в режим редагування вже існуючого ескізу слід виділити в Дереві конструювання необхідний об'єкт, запустити спливаюче меню (натисканням правої кнопки миші), викликати команду Редагувати ескіз (Рисунок 2.2, а) .

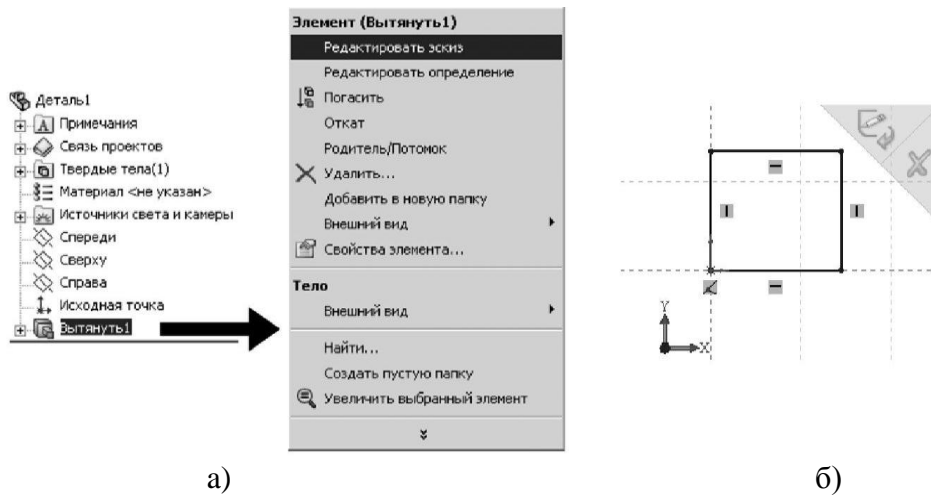


Рисунок 2.2. Перехід в режим редагування ескізу

Основною ознакою режиму редагування ескізу є характерний знак у вікні **Кут для вибору** графічної області побудови ( див . Рис . 2.2 , б ) .

Для виходу з режиму редагування ескізу слід виконати одну з команд ( рис . 2.3 ) : **Вихід з ескізу** , **Перебудувати** або **Скасування** ( без збереження змін ) у вікні **Кут для вибору** .

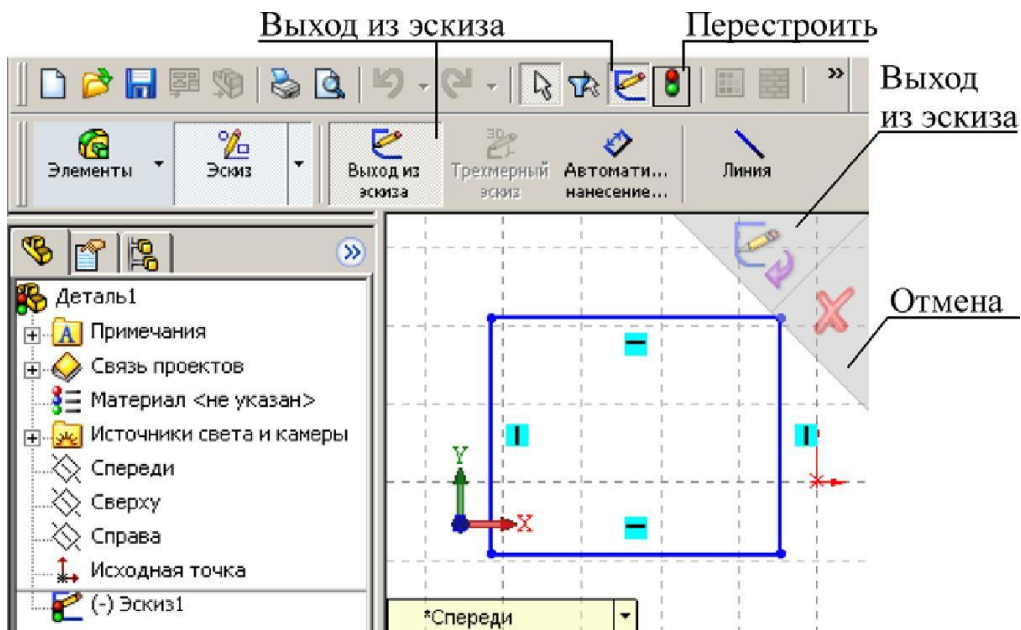


Рисунок 2.3 . Команди вийшли з них ескізу

### Елементи формування

При побудові плоских об'єктів ескізу (ліній, дуг, багатокутників і т.п.) використовуються так звані Елементи формування: лінії формування, покажчики, прив'язки ескізу і взаємозв'язку. Елементи формування динамічно показують, як елементи ескізу впливають один на одного.

Лінії формування - це пунктирні лінії, які з'являються у міру створення ескізу. Коли покажчик наближається до підсвічується мітках (вершин, середніх точок і т.п.), лінії формування використовуються в якості орієнтира в залежності від існуючих об'єктів ескізу (Рисунок 2.4).

При побудові об'єктів Вид покажчика змінюється в залежності від обраного інструменту малювання (дуга, окружність, лінія), а також в разі, якщо покажчик знаходиться на геометричній взаємозв'язку (перетину, точки) або на розмірі. Якщо при побудові

показчик відображає взаємозв'язок, вона автоматично додається до об'єкта.

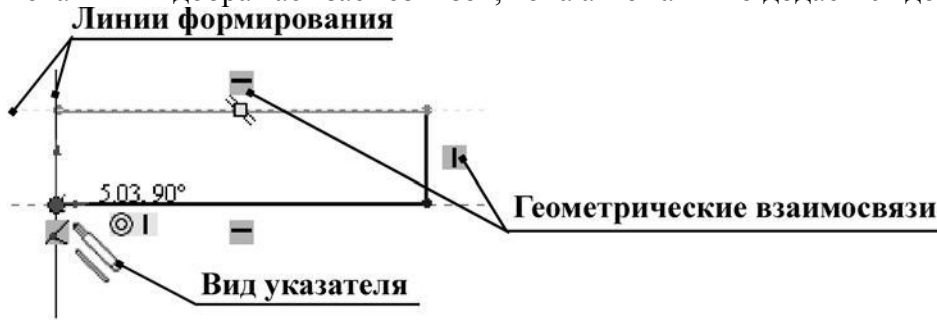


Рисунок 2.4 . Елементи формування об'єктів ескізу

Прив'язки ескізу існують за умовчанням. Під час малювання відображаються значки прив'язок ескізів.

Крім прив'язок ескізу можна відобразити значки, які представляють Взаємозв'язки між об'єктами ескізу. Під час малювання об'єктів відображають значки, що представляють Прив'язки ескізу, як тільки об'єкт ескізу побудований, з'являться Взаємозв'язки.

Об'єкти побудови плоского ескізу

Об'єкти побудови ескізу розташовані на панелі інструментів Ескіз або можуть бути активовані через верхнє меню по команді Інструменти >> Об'єкти ескізу. Всі властивості об'єктів діляться на три групи: тип (лінія, дуга, коло, еліпс), взаємозв'язку (горизонтальність, вертикальність) і геометричні параметри (координати, довжина, кут, діаметр). Властивості відображаються в менеджері властивостей при побудові об'єктів.

До основних плоским об'єктів, що використовуються при побудові ескізів, в SolidWorks відносяться:

- Лінії;
- Прямокутники;
- Окружності;
- Дуги;
- Багатокутники;
- Складні криві і фігури (еліпси, параболи, сплайни та ін.).

Існують два режими малювання плоских об'єктів в ескізах:

1. Режим «нажати-перетянути» - промальовування об'єкта починається при натисканні на першу точку і подальшому її перетягуванні, не відпускаючи кнопки миші, і закінчується, коли кнопку відпускають.

2. Режим «нажати-нажати» - промальовування об'єкта починається і закінчується при натисканні кнопки миші, промальовується об'єкт переміщенням між двома цими натисканнями.

Найбільш універсальним і часто використовуваним елементом для малювання плоских об'єктів в SolidWorks є Лінія. При використанні об'єкта Лінія в режимі «нажати-нажати» створюється ланцюжок сегментів - ламана лінія. Завершити побудова лінії віз

можна через контекстне меню, активізувавши команду Вибрати, або натиснувши клавішу Esc на клавіатурі.

Додатково в SolidWorks реалізована можливість переходу від прямої ламаної лінії до дотичній дузі без вибору відповідного інструменту. Для цього необхідно, починаючи малювати новий сегмент ламаної лінії від кінцевої точки попереднього відрізка, відвести курсор миші в бік, потім знову повернутися в кінцеву точку. При подальшому побудові формується динамічна дотична дуга (Рисунок 2.5). Автоматичний перехід від Лінії до Дотичній дузі виконується також при натисканні на клавіатурі латинської А.

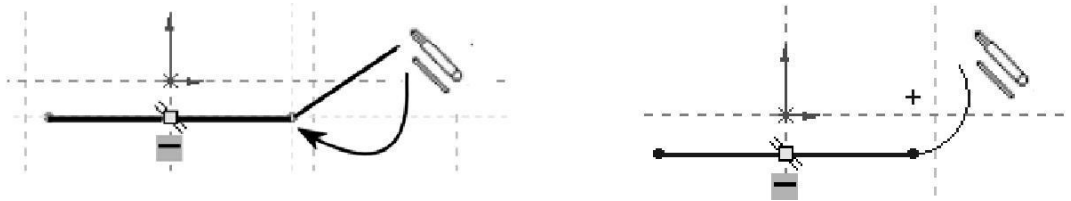


Рисунок 2.5 . Автоматичний перехід від лінії до дотичній дузі

Для побудови дуги в SolidWorks може бути використаний один з трьох інструментів:

1. Центр дуги - необхідно задати координати центру і однієї з крайніх точок, а потім зафіксувати кут дуги (третья точка) (Рисунок 2.6, а).
2. Дотична дуга - команда може застосовуватися для кінцевої точки існуючого об'єкта (Рисунок 2.6, б). Після її виконання між об'єктами автоматично встановлюється взаємозв'язок дотичній.
3. Дуга через три точки - вимагає вказівки двох крайніх точок дуги, а шляхом переміщення третьої встановлюється значення радіуса (Рисунок 2.6, в).

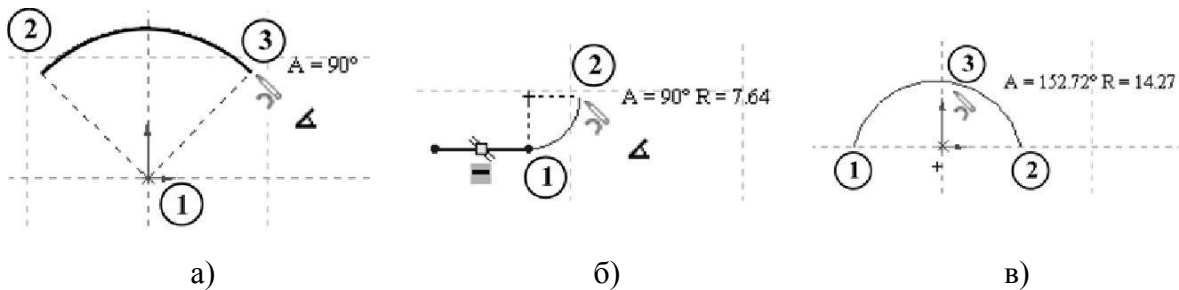


Рисунок 2.6. Методи побудови дуг

Для великого числа практичних завдань потрібно побудувати плавну криву лінію, що проходить через задані точки. Для цих цілей використовуються сплайни.

В *SolidWorks* сплайни є основним інструментів побудови складної геометрії ескізів і застосовуються при розробці дизайнпроектів оригінальних корпусів. Також сплайни можуть бути використані як «апроксимуюча крива» в інженерних задачах, де траєкторія зміни геометрії задається по певним математичним законом.

В *SolidWorks* використовується «Сплайн», кривизна якого контролюється розкидом контрольних точок. Управляти формою сплайна можна трьома способами:

- переміщенням вузла (Рисунок 2.7, а);
- змінюючи Радіальне напрямком дотичній - кут нахилу щодо координатної осі (Малюнок 2.7, б);
- змінюючи Величину дотичній - радіус кривизни в потрібній точці (Рисунок 2.7, в).

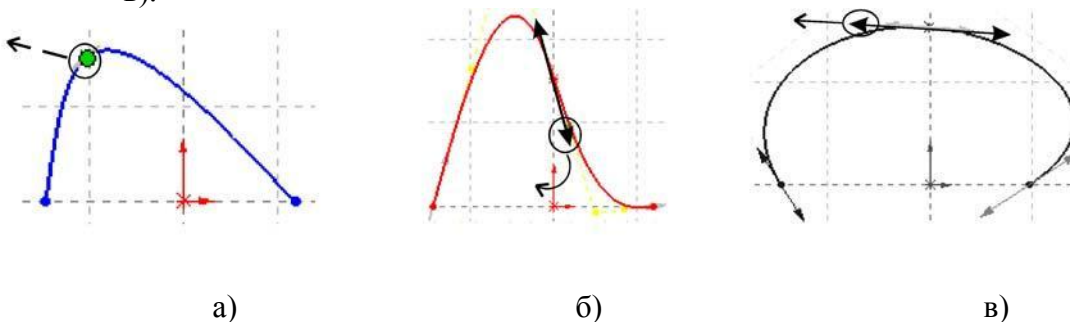


Рисунок 2.7. Способи управління формою сплайна

Побудова кіл, прямокутників, багатокутників в ескізах відповідає більшості графічних САПР для роботи з двомірною векторною графікою (AutoCad, КОМПАС). Детальний опис правил побудови і роботи з об'єктами ескізу міститься в [1], а також в

довідковій системі *SolidWorks*.

### Нанесення розмірів в двомірному ескізі

Геометричні об'єкти, побудовані в ескізі, мають бути визначені в просторі. Зрештою мають бути задані координати точок відповідних об'єктів (ліній, дуг, кіл). У режимі **Ескізу** положення об'єктів описується математично за рахунок нанесення розмірів, що управляють, або за рахунок накладення обмежень на розташування об'єктів.

Кожному розміру, що управляє, в *SolidWorks* відповідає окрема змінна. Визначивши об'єкту ескізу необхідний набір параметрів, усі побудовані елементи (лінії, дуги, кола, сплайни) можуть бути представлені у вигляді системи рівнянь. Програма автоматично перебудовує об'єкт відповідно до заданого значення розміру (усі зміни відображаються графічній області), що управляє.

За допомогою інструменту **Автоматичне нанесення розмірів** на панелі інструментів **Ескіз** можна нанести розміри для об'єктів ескізу. Для виконання команди вимагається спочатку виділити один або два об'єкти (лінії, точки, дуги, кола) і визначити положення розмірної лінії (Рисунок 2.8). Якщо лінії розташовані не паралельно, система самостійно визначить кутівий розмір. Аналогічно визначається діаметральний і радіальний розміри.

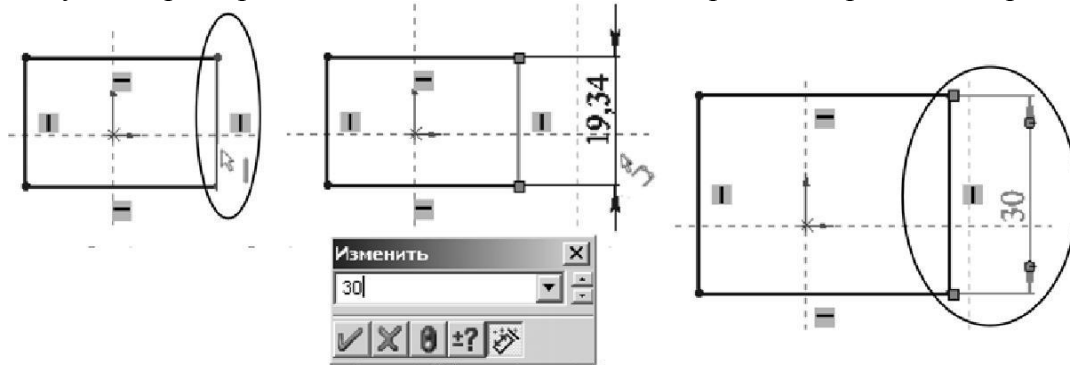


Рисунок 2.8. Проставлення розмірів об'єктів на плоскому ескізі

Розмір може бути встановлений як відносно існуючого об'єкту ескізу, включаючи **Вихідну точку** і допоміжні осьові лінії, так і відносно вже побудованих тривимірних елементів і їх ескізів.

Після того, як вибрані об'єкти і встановлено місце розташування розмірної лінії з'явиться діалогове вікно **Змінити**. Ввівши нове значення в цьому діалоговому вікні, можна змінити розмір (див. Рисунок 2.8).

Слід зазначити, що розмірні лінії розмірів, що управляють, нанесені на ескізах, не є обов'язковими розмірними лініями майбутнього креслення, хоча можуть бути туди перенесені автоматично. Проставлення розмірів в **Ескізі** є параметризацією геометричних об'єктів, тоді як розміри на кресленнях встановлюються відповідно до вимог стандартів єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

### Взаємозв'язки

Взаємозв'язки є обмеження на розташування плоских об'єктів ескізу. Основною метою додавання взаємозв'язків є зменшення числа розмірів, що управляють. На Рисунок 2.9 показані два варіанти визначення квадрата в ескізі, центр якого співпадає з **Вихідною точкою** ескізу.

У першому випадку (Рисунок 2.9, а) було виконано побудову об'єкту Прямокутник з подальшим завданням необхідних розмірів, включаючи розміри від сторін до **Вихідної точки** (всього чотири розміри).

У другому випадку (Рисунок 2.9, б) окрім прямокутника була побудована його діагональ за допомогою допоміжної **Осьової лінії**. Додано два взаємозв'язки: **Рівність суміжних сторін** прямокутника і **Середня точка** для діагоналі прямокутника і **Вихідної**

**точки.** Для повного визначення квадрата досить задати один розмір – довжину сторони.

Для додавання взаємозв'язку слід активізувати команду **Додати взаємозв'язок** на панелі інструментів **Ескіз** або відразу вибрати необхідний об'єкт або об'єкти ескізу (вибір декількох об'єктів виконується, утримуючи клавішу *Ctrl* на клавіатурі). Система самостійно визначає допустимі взаємозв'язки для вибраних об'єктів і пропонує вибрати одну з них. У вікні **Менеджер властивостей** слід натиснути відповідну піктограму (Збіг, Горизонтальний, Зафіксований і тому подібне).

Задане відносне положення об'єктів не може бути змінено до тих пір, поки взаємозв'язки не будуть видалені.

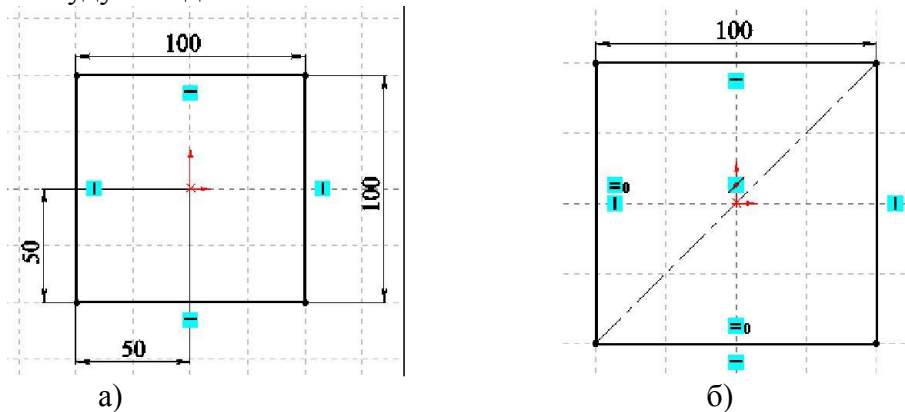


Рисунок 2.9. Способи визначення квадрата в ескізі

Для видалення взаємозв'язків необхідно виділити об'єкт(лінію або точку) і в списку **Існуючі взаємозв'язки** менеджера властивостей(Рисунок 2.10) видалити відповідний взаємозв'язок(клавішею *Delete* на клавіатурі).

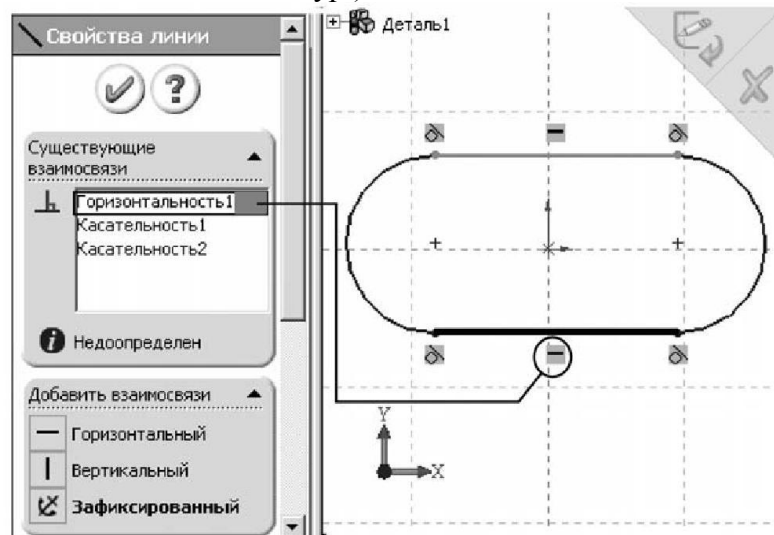


Рисунок 2.10. Відображення існуючих взаємозв'язків об'єкту ескізу

Велика кількість взаємозв'язків значно утрудняє процес виправлення помилок, оскільки для цього необхідно видаляти зайві взаємозв'язки. Щоб не захарачувати намальовані об'єкти значками взаємозв'язків, їх рекомендується відключити(верхнє меню **Вид >> Взаємозв'язку ескізу**). Видаляти взаємозв'язку в цьому випадку можливо через команду **Інструменти >> Взаємозв'язку >> Відобразити/видалити**.

## Статус ескізу

Ескіз може знаходитися в одному з трьох станів :

1. **Повністю визначений** - усі лінії і криві в ескізі, а також їх розташування однозначно описуються розмірами і(чи) взаємозв'язками. Колір об'єктів ескізу - чорний, в Дереві побудови такий ескіз відображається без будь яких значків.

2. **Перевизначений** - розміри або взаємозв'язки знаходяться в протиріччі або дублюють один одного. У перевизначеному ескізі графічні об'єкти, для яких не було знайдено рішення, мають червоний колір, об'єкти, що знаходяться в конфлікті один з одним, - жовтий. У Дереві побудови такий ескіз відображається зі значком " ".

3. **Недовизначений** - не визначені деякі розміри або взаємозв'язки, їх можна змінювати. Колір об'єктів ескізу - синій.

У Дереві побудови такий ескіз відображається зі значком "-". Створювати тривимірні об'єкти без помилок можливо як для повністю певних ескізів, так і для ескізів, які недовизначені. У останньому випадку це дає більше можливостей по моделюванню об'єктів, розміри і форма яких заздалегідь невідомі. Проте на стадії завершення проектування рекомендується ескізи повністю визначити(будь-які зміни в ескізах з повністю заданими параметрами будуть передбачуваними).

На Рисунку 2.11 показаний приклад повністю визначеного ескізу з проставленням розмірів і завданням необхідних взаємозв'язків.

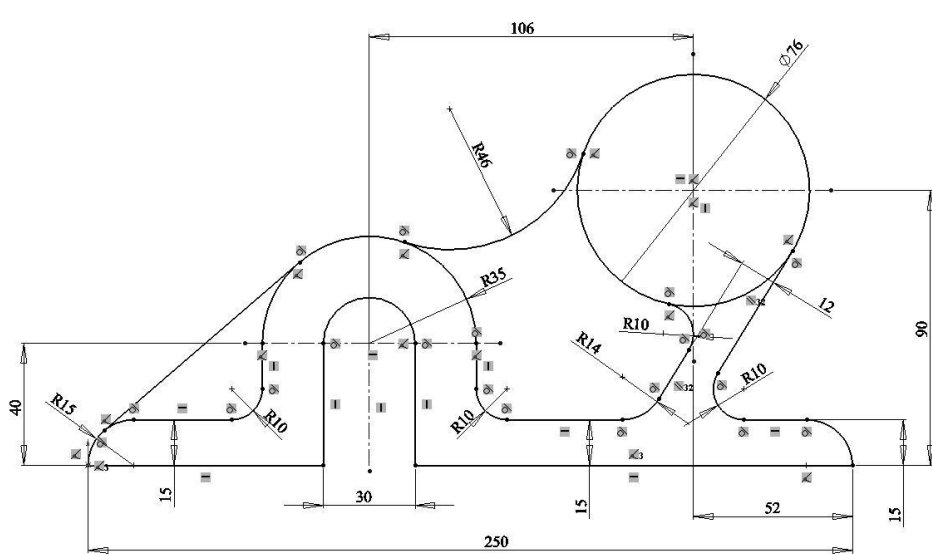


Рисунок 2.11. Повністю визначений ескіз

## Практичне завдання

1. Відповідно до виданого викладачем зображення плоского об'єкту виконати побудову визначеного ескізу в *SolidWorks*.

2. Визначити об'єкти ескізу мінімально можливою кількістю розмірів, використовуючи взаємозв'язки(за винятком взаємозв'язку **Зафіксувати**).

3. Відповідно до запропонованої викладачем послідовності виконати побудову тривимірної деталі. Ескізи елементів необхідно побудувати з базового ескізу і існуючих елементів методами перетворення і зміщення об'єктів.

4. Відредагувати запропонований викладачем ескіз, видаливши відповідні взаємозв'язки, додати нові управляючі розміри.

## Практична робота №3 СТВОРЕННЯ ПРОСТОЇ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ В SOLIDWORKS

**Мета:** Створення простої моделі основи із застосуванням інструментів ескізу - прямокутник, окружність, нанесенням розмірів, додаванням бобишки, вирізу, зміною елементів (додавання заокруглень, зміною розмірів).

### Необхідне обладнання та матеріали:


1. Персональний комп'ютер з операційною системою Windows.
2. Програма SolidWorks.
3. Методичні вказівки до практичних робіт.
4. Комплект індивідуальних завдань (в кінці даних методичних вказівок).

### Хід роботи:

1. Створення підстави.
2. Додавання бобишки.
3. Додавання вирізу.
4. Створення оболонки.

### Методичні вказівки по виконанню практичної роботи

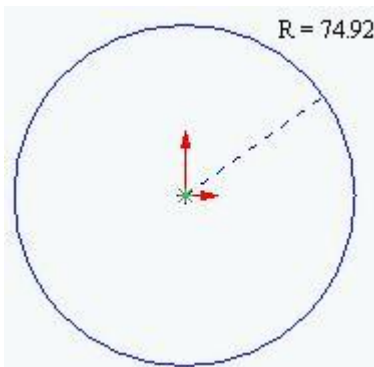
#### запуск SolidWorks

1. Натисніть кнопку **Пуск** на панелі завдань Windows.
2. Виберіть **Всі програми** -> **SolidWorks** ->  **SolidWorks**. З'явиться головне вікно SolidWorks.

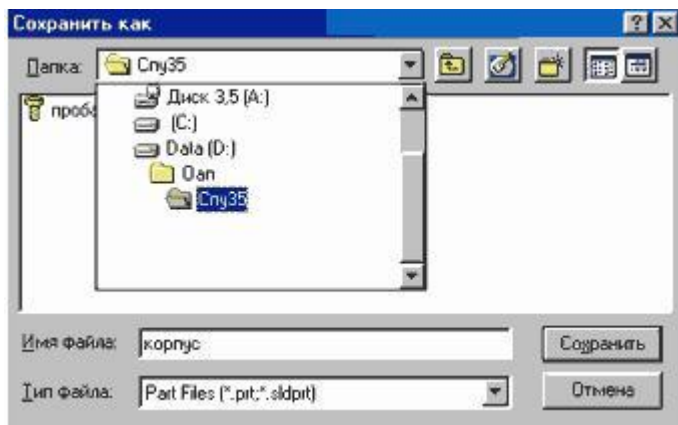
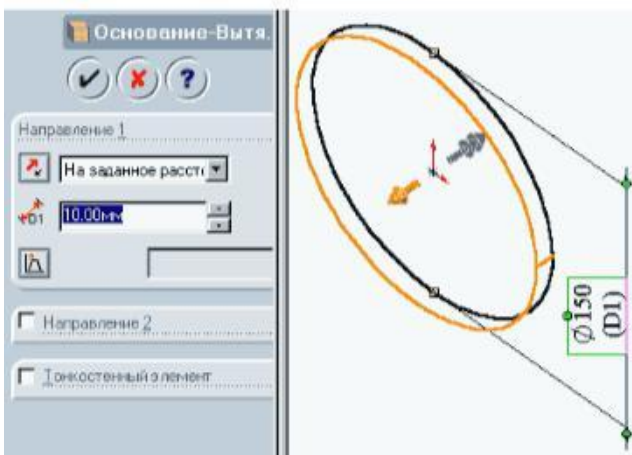
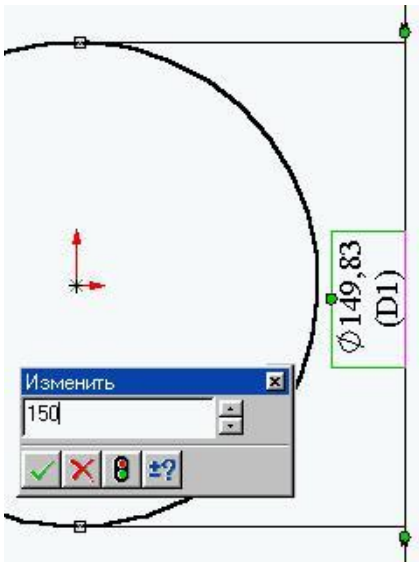
#### Створення документа нової деталі

1. Для створення нової деталі натисніть кнопку **Створити** на панелі інструментів або виберіть **Файл** -> **Новий**. З'явиться діалогове вікно **Новий документ SolidWorks**.
2. Виберіть вкладку **Шаблони** і в ній **Деталь\_ESKD**.
3. Натисніть **ОК**. З'явиться вікно нової деталі.
4. За замовчуванням в SolidWorks використовується CommandManager. При цьому основна панель інструментів розташовується вгорі і вона динамічно змінює свій вміст.

#### Креслення кола



1. Щоб відкрити двомірний ескіз натисніть кнопку "Ескіз" на панелі інструментів.
2. Виберіть інструмент "Коло" на панелі "Інструменти ескізу".
3. Перемістіть покажчик в графічну область і наведіть його на вихідну точку, при цьому покажчик змінить свій колір.



Windows.

3. Введіть ім'я "Корпус + № групи + №варіанта" і натисніть кнопку "Зберегти".

### Малювання бобишки.

1. Для створення додаткових елементів на деталі (Наприклад: бобишек або вирізів) можна малювати їх на гранях або площинах моделі, а потім витягати ескізи.
2. Натисніть на кнопку "Вибрати" на панелі інструментів "Ескіз", якщо вона ще не натиснута.

4. Натисніть на ліву кнопку миші і, переміщаючи покажчик вгору і вправо, намалуйте коло, поруч з покажчиком відображається радіус кола. Відпустіть ліву кнопку миші.

5. Натисніть на кнопку "Розмір" на панелі інструментів "Взаємозв'язки ескізу".

6. Натисніть на лінію кола, а потім натисніть в тому місці, де потрібно нанести розмір. Колір окружності зміниться з синього на чорний.

7. Для зміни розміру окружності двічі натисніть на значення розміру. З'явиться діалогове вікно "Змінити", поточний розмір виділено. Введіть ваш розмір і натисніть "Enter".

### Витяжка підстави.

1. Перший елемент в будь-якій деталі називається - підставою. Цей елемент створюється шляхом витяжки намальованою кола.

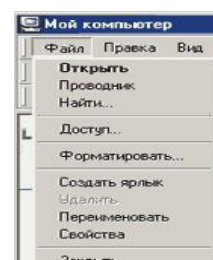
2. Натисніть кнопку "Витягнута бобишка-Підстава" на панелі інструментів "Елементи". З'явиться діалогове вікно "Підстава витягнути" на лівій панелі, а вид ескізу буде показаний в ізометрії.

3. У вікні групи "Направленіе1" виконайте наступні операції:

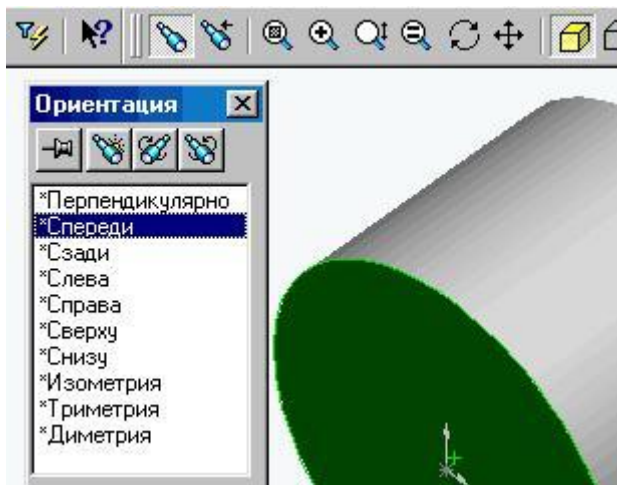
- Встановіть для параметра "Граничні умови" значення - "На задану відстань".
- Встановіть "Глибину" рівну вашому значенням за спрощеним варіантом.

### Збереження деталі.

1. Виберіть пункт меню "Файл" "Зберегти як", з'явиться діалогове вікно.
2. Для збереження файлу в своєму каталозі використовуйте кнопки огляду



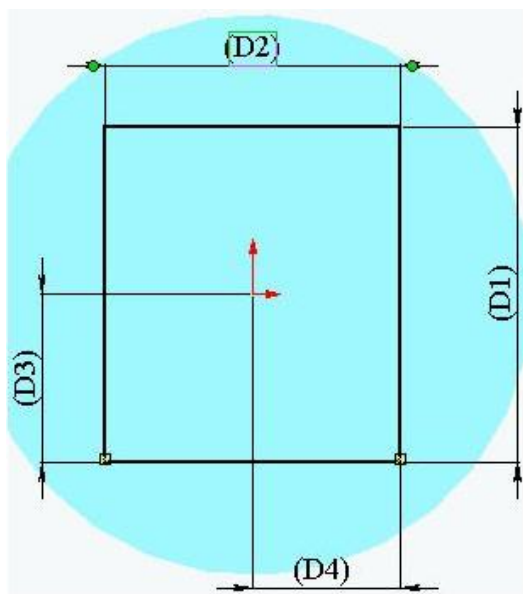
3. Натисніть на лицьову грань деталі для її вибору, грань змінить свій колір.
4. Натисніть кнопку ескіз для створення нового ескізу.



5. Для зручності роботи натисніть на кнопку "Орієнтація виду" і у вікні, виберіть пункт "Попереду". Ескіз розгорнеться до вас передньою площиною.
6. Натисніть кнопку прямокутник на панелі інструментів "Інструменти ескізу".
7. Натисніть ліву кнопку миші всередині кола і почніть переміщення покажчика для створення прямокутника, для завершення побудови - відпустіть ліву кнопку (причому прямокутник повинен бути цілком усередині кола).
8. Для однозначного визначення деталі,

необхідно нанести розміри. Натисніть кнопку "Розмір".

9. Натисніть на горизонтальну сторону прямокутника, потім натисніть в тому місці де буде розташовуватися розмірне число. У діалоговому вікні введіть розмір згідно з вашим варіантом.



10. Натисніть на вертикальну сторону прямокутника, потім натисніть в тому місці де буде розташовуватися розмірне число. У діалоговому вікні введіть розмір згідно з вашим варіантом.

11. Натисніть на горизонтальну сторону прямокутника, потім на центральну точку ескізу, а потім в тому місці, де буде розташовуватися розмірне число. У діалоговому вікні введіть необхідне число.

12. Натисніть на вертикальну сторону прямокутника, потім на центральну точку ескізу, а потім в тому місці, де буде розташовуватися розмірне число. У діалоговому вікні введіть необхідне число.

13. Якщо розмірів і взаємозв'язків в ескізі недостатньо для однозначного визначення розташування кожного елемента, він недоопределена і такі лінії виділені блакитним кольором. В результаті проставлення розмірів лінії ескізу повинні стати чорними, ескіз повністю визначений. Якщо розмірів більше, ніж необхідно, ескіз перевизначений і відображається червоним кольором.

14. Натисніть кнопку "Витягнута бобишка - підстава", з'явиться діалогове вікно "бобишками -4 витягнути".

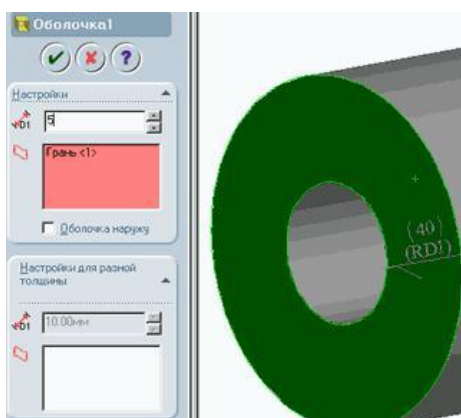
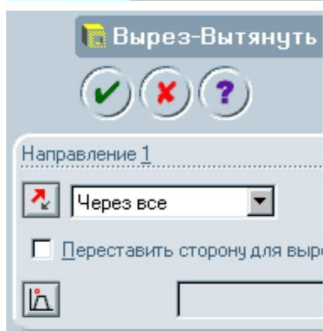
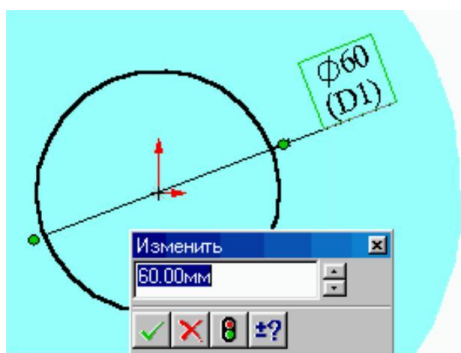
15. У вікні групи "Напрямок 1" виконайте наступні операції:  
 о Встановіть для параметра "Граничні умови" значення - "На заданий відстань".  
 Встановіть "Глибину" рівну вашому значенням за спрощеним варіантом.

16. Натисніть "ОК" для створення витяжки. Новий елемент "бобишками витягнути" з'явиться в дереві конструювання.

17. Побудовані елементи відображаються в дереві конструювання. Для зміни вже створеного елемента необхідно знайти його в дереві конструювання, клацнути по ньому правою кнопкою миші. Якщо в контекстному меню вибрати «Редагувати ескіз», то він буде відкритий і з'явиться можливість внести в нього зміни. Для виходу з ескізу необхідно віджати відповідну кнопку. Вибір в контекстному меню «Редагувати визначення» дозволяє змінити параметри створення елемента.

### Створення вирізу.

1. Натисніть на лицьову грань прямокутної бобишки для її вибору.
2. Натисніть кнопку ескіз для створення нового ескізу.
3. Для зручності роботи натисніть на кнопку "Орієнтація виду" і у вікні, виберіть пункт "Попереду". Ескіз розгорнеться до вас передньою площиною.
4. Натисніть кнопку окружність на панелі інструментів "Інструменти ескізу"

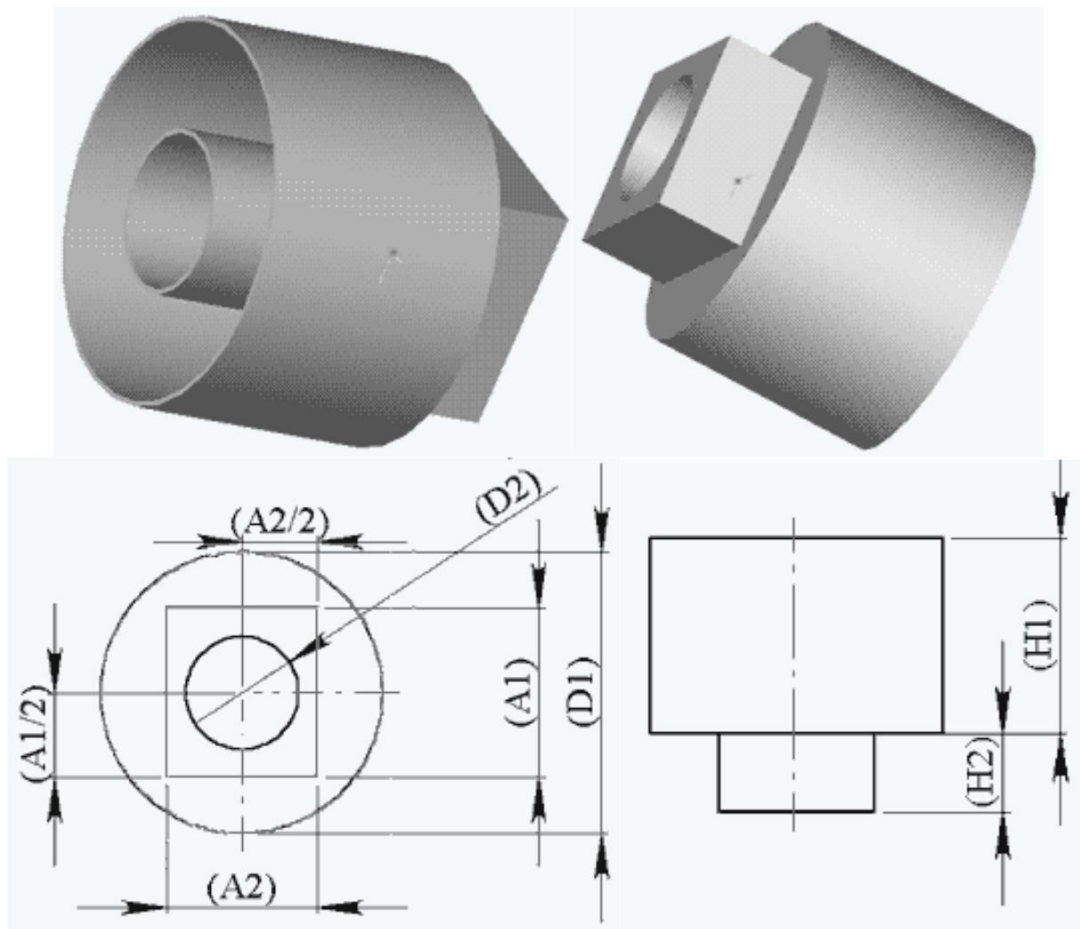


5. Намалюйте коло з центру бобики (при попаданні маркера на вихідну точку він змінить колір). Натисніть на кнопку розмір і вкажіть розмір діаметра окружності згідно з вашим варіантом.
6. Натисніть на кнопку "Витягнутий виріз" на панелі інструментів "Елементи". З'явиться діалогове вікно "Виріз витягнути".
7. У вікні групи "Напрямок 1" встановіть для параметра "Гранична умова" значення "Через все" і натисніть "ОК".
8. Для перегляду результатів натисніть кнопку "Обертати вид" і поверніть деталь.
9. Збережіть деталь, тепер це можна зробити натисканням на кнопку "Зберегти".

### Створення оболонки.

1. Поверніть деталь і виберете нижню площину або натисніть кнопку "Ззаду" панелі "Стандартні види".
2. Натисніть кнопку "Оболонка" на панелі інструментів "Елементи". З'явиться діалогове вікно "Оболочка1", у вікні групи параметри встановіть значення товщини згідно з вашим варіантом і натисніть "ОК".
3. Для перегляду результатів натисніть кнопку "Обертати вид" і поверніть деталь.
4. Збережіть деталь.

## Варіанти завдань.



Варіант	D1	H1	A1	A2	H2	D2	оболочка
1	50	190	30	20	10	10	1
2	60	180	35	25	20	15	1
3	70	170	40	30	30	20	1
4	80	160	45	35	40	25	1
5	90	150	50	40	50	30	1
6	100	140	55	45	60	35	2
7	110	130	60	50	70	40	2
8	120	120	65	55	80	45	2
9	130	110	70	60	90	50	2
10	140	100	75	65	100	55	2
11	150	90	80	70	110	60	3
12	160	80	85	75	120	65	3
13	170	70	90	80	130	70	3
14	180	60	95	85	140	75	3
15	190	50	100	90	150	80	3
16	200	100	100	120	50	30	2
17	210	120	120	100	60	50	2

Варіант	D1	H1	A1	A2	H2	D2	оболочка
18	220	140	110	110	70	80	2
19	230	200	150	140	80	70	2
20	250	100	130	100	90	60	2
21	150	100	100	80	100	40	2
22	160	120	50	60	100	40	2
23	170	130	50	70	60	30	2
24	180	140	40	60	80	20	2
25	200	150	60	80	50	50	2
26	300	160	70	90	200	60	1
27	260	170	120	100	70	80	1
28	280	200	160	120	80	100	4
29	300	250	180	150	50	120	4
30	310	300	200	160	80	100	4

## Практична робота № 4 СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ТИПУ "КОРПУС " В SOLIDWORKS

**Мета:** Створення моделі деталі типу "корпус" із застосуванням об'єктів ескізу: багатокутник, окружність, лінія, вісь, нанесенням розмірів, додаванням бобишки, вирізу, зміною елементів (додавання заокруглень, зміною розмірів).

### Необхідне обладнання та матеріали:

1. ПК (персональний комп'ютер з операційною системою Windows).
2. Програма SolidWorks.
3. Методичні вказівки по практичній роботі з комплектом індивідуальних завдань.

### Хід роботи:

1. Створення підстави.
2. Створення фланців.
3. Створення отворів.
4. Додавання заокруглень.

### Методичні вказівки по виконанню практичної роботи

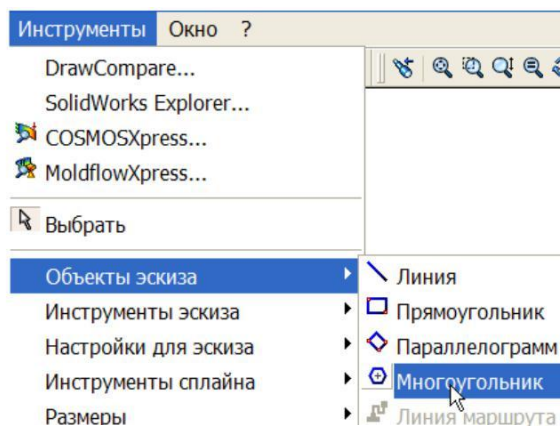
1. Запуск SolidWorks
2. Натисніть кнопку «Пуск» на панелі задач Windows.
3. Виберіть «Всі програми -> SolidWorks 2005 -> SolidWorks 2005». З'явиться головне вікно Solid Works.

#### Створення документа нової деталі

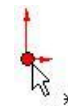
1. Для створення нової деталі натисніть кнопку "Створити" на панелі інструментів «Стандартна» або виберіть "Файл -> Новий". З'явиться діалогове вікно "Новий документ Solid Works".
2. Виберіть значок "Деталь"
3. Натисніть "ОК". З'явиться вікно нової деталі.

#### Створення ескізу основи

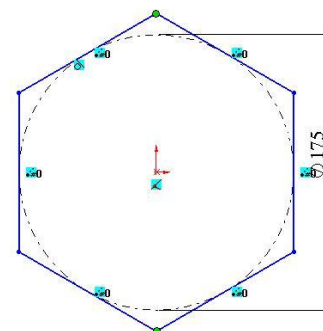
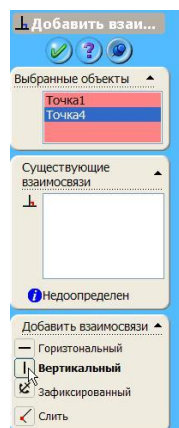
1. Щоб відкрити двомірний ескіз натисніть кнопку "Ескіз" на панелі інструментів «Ескіз».
2. Виберіть площину «Спереду».



3. Виберіть пункт головного меню "Інструменти - Об'єкти ескізу - Багатокутник".

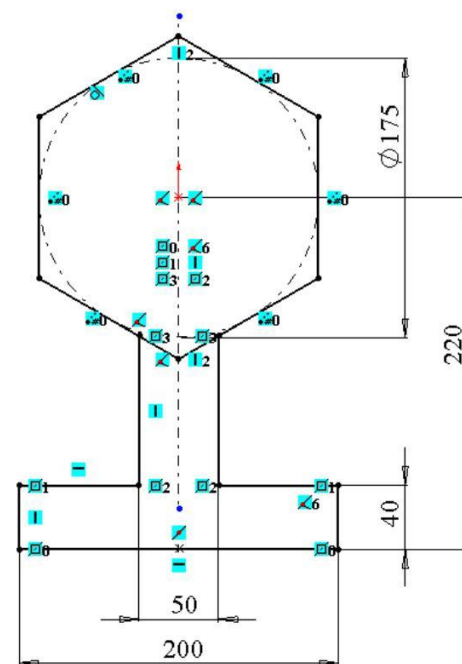
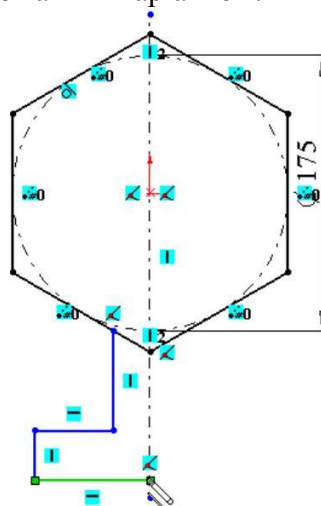


4. Перемістите вказівник в графічну область і наведіть його на вихідну точку.
5. Натисніть на ліву кнопку миші і, переміщуючи покажчик вертикально вгору, намалюйте багатокутник, поруч з покажчиком відображається радіус вписаного кола і кут, який повинен бути рівний  $90^\circ$ . Відпустіть ліву кнопку миші.
6. Натисніть на кнопку «Автоматичне нанесенні розмірів» на панелі інструментів "Ескіз".
7. Натисніть на лінію вписаного кола, а потім натисніть в тому місці, де потрібно нанести розмір. Проставте розмір D1 згідно вашого варіанту.
8. Для зміни розміру окружності двічі натисніть на значення розміру. З'явиться діалогове вікно "Змінити", поточний розмір виділено. Введіть ваш розмір і натисніть "Enter".
9. Для змінення масштабу зображення прокрутити коліско скролінгу миші.
10. Натисніть на кнопку «Додати взаємозв'язок». На ескізі виберіть верхню і нижню вершини, їх назви з'являться у вікні "Вибрані елементи". Виберіть взаємозв'язок - «Вертикальний» і натисніть "ОК".
11. Виберіть інструмент "Осьова лінія" і проведіть вертикальну осьову лінію через вихідну точку.
12. Виберіть інструмент "Лінія" і намалюйте половину нижньої частини основи з трьох відрізків. При цьому перша лінія не повинна починатися в точці перетину боку шестикутника і вписаного кола.
13. Натисніть на інструмент "Виберіть" і утримуючи кнопку "Ctrl" натисніть на три лінії і на осьову.
14. Потім натисніть на інструмент "Дзеркально відобразити об'єкти". Намальовані лінії відобразяться дзеркально щодо осьової.
15. Нанесіть розміри підстави згідно з вашим варіантом.



## Витяжка основи

1. Натисніть кнопку "Витягнута бобишка / підстава" на панелі інструментів "Елементи". З'явиться діалогове вікно "Витягнути" на лівій панелі, а вид ескізу буде показаний в ізометрії.
2. У вікні групи "Направлені" виконайте наступні операції: о Встановіть для параметра "Гранична умова" значення - "На задану відстань"
3. Встановіть "Глибину" рівну половині значення L3 за спрощеним варіантом.
4. Виберіть обидва контури (шестигранник та підстава) у вікні SolidWorks.
5. Натисніть "ОК" для створення витяжки. Новий елемент "Витягнути" з'явиться в дереві конструювання.

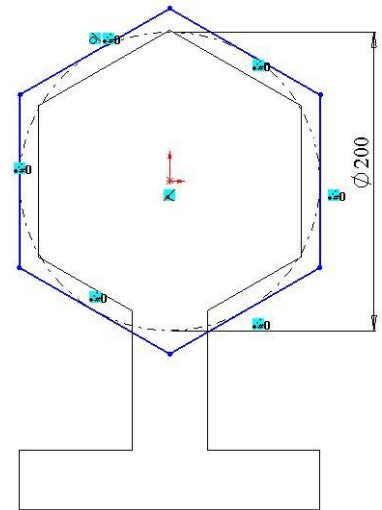


## Збереження деталі

1. Виберіть пункт меню "Файл -> Зберегти як", з'явиться діалогове вікно.
  2. Виберіть вашу папку.
  3. Введіть в якості імені файлу ваше прізвище і натисніть кнопку "Зберегти".
- Виконуйте збереження після кожного успішного етапу роботи.

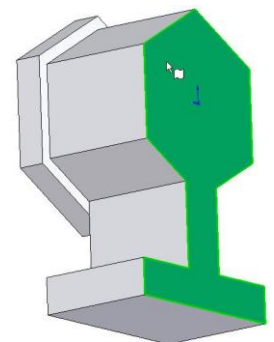
## Створення фланця

1. Для створення додаткових елементів деталі (наприклад - фланців) потрібно малювати їх ескізи на гранях або площинах моделі, а потім витягати ескізи.
  2. Натисніть на кнопку "Виберіть" на панелі інструментів "Ескіз", якщо вона ще не натиснута.
  3. Натисніть на лицьову грань деталі для її вибору, грань змінить свій колір на зелений.
  4. Натисніть кнопку «Ескіз» для створення нового ескізу
  5. Для зручності роботи натисніть пробіл, з'явиться панель "Орієнтація", в якій виберіть пункт "Перпендикулярно".
- Ескіз розгорнеться до вас передньою площиною.
6. Виберіть пункт меню "Інструменти - Об'єкти ескізу - Багатокутник".
  7. Переместіть покажчик в графічну область і наведіть його на вихідну точку.
  8. Натисніть на ліву кнопку миші і, переміщаючи покажчик вертикально вгору, намалюйте багатокутник, поруч з покажчиком відображається радіус вписаного кола і кут, який повинен бути рівний  $90^\circ$ . Відпустіть ліву кнопку миші.
  9. Натисніть на кнопку «Автоматичне нанесення розмірів» на панелі інструментів "Ескіз".
  10. Натисніть на лінію вписаного кола, а потім натисніть в тому місці, де потрібно нанести розмір.
  11. Натисніть на кнопку «Додати взаємозв'язок».
  12. На ескізі виберіть верхню і нижню вершини, їх назви з'являться у вікні "Вибрані елементи". Виберіть взаємозв'язок - «Вертикальний» і натисніть "ОК".
  13. Натисніть кнопку "Витягнута бобишка / підставу" на панелі інструментів "Елементи". З'явиться діалогове вікно "Витягнути" на лівій панелі.
  14. У вікні групи "Направлені1" виконайте наступні операції:
    - Встановіть для параметра "Гранична умова" значення - "На задану відстань".
    - Встановіть "Глибину" рівну вашому значенням за спрощеним варіантом.
  15. Натисніть "ОК" для створення витяжки. Новий елемент "Витягнути" з'явиться в дереві конструювання.

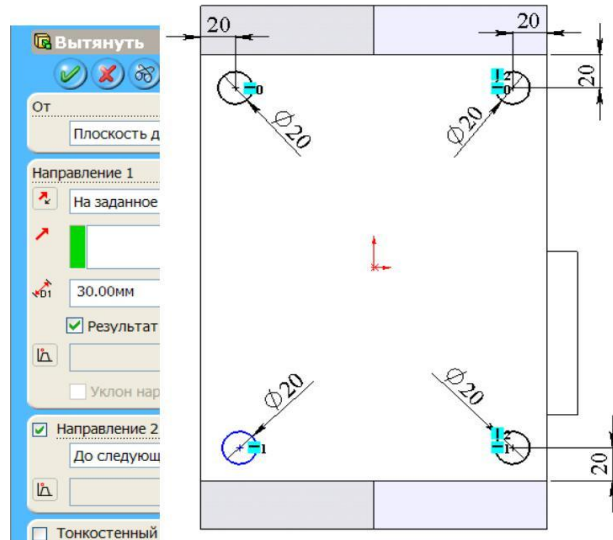
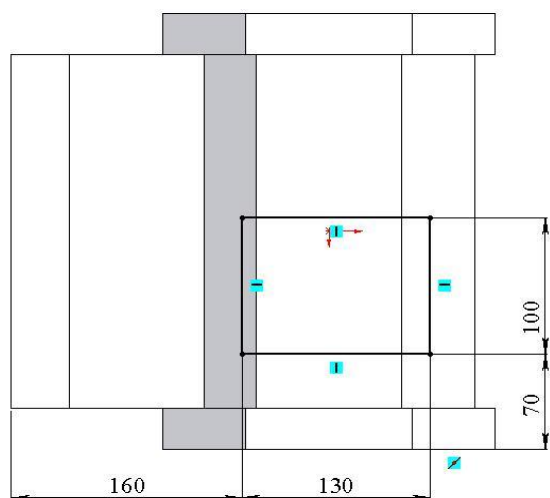


## Дзеркальне відображення основи

1. Виберіть задню площину (на малюнку звернена до вас) корпусу.
2. Увійдіть в пункт меню "Вставка - Масив / Дзеркало – Дзеркальне відображення".
3. У діалоговому вікні виберіть «Копіювати тіла», клацніть на деталі і натисніть "ОК".

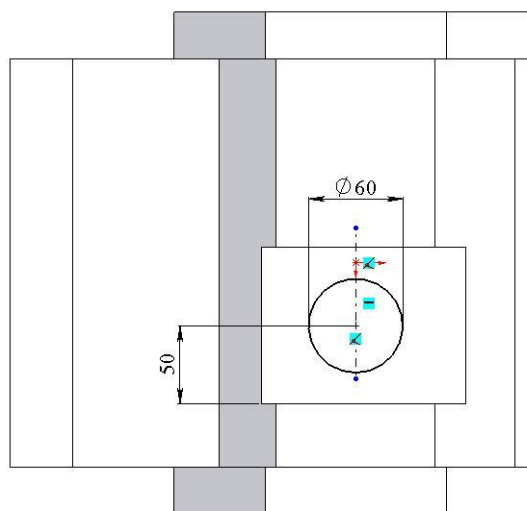
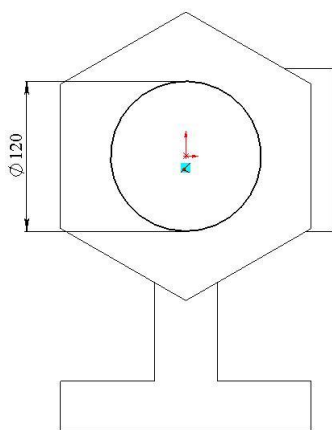


## Створення бокового фланця



1. Виберіть вертикальну грань шестикутника, встановіть орієнтацію виду - "перпендикулярно".
2. Створіть новий ескіз.
3. Намалуйте прямокутник, проставте розміри.
4. Виберіть "Витягнута бобишка / підставу", в параметрах "Напрями 1" виберіть "На задану відстань" і вкажіть розмір згідно з вашим варіантом.
5. В параметрах "Напрямок 2" виберіть «До наступної».
6. Натисніть кнопку "ОК".

## Створення отворів



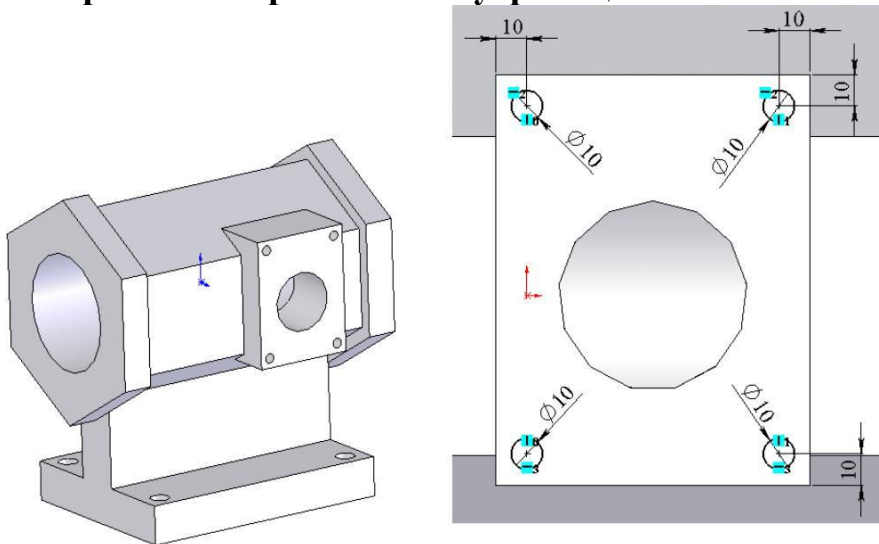
1. Виберіть площину одного з шестигранних фланців і створіть новий ескіз.
2. Намалуйте з вихідної точки окружність.
3. Проставте її розмір відповідно до заданого варіантом.
4. Виберіть "Витягнутий виріз", в параметрах "Напрямок 1" задайте гранична умова "Через все" і натисніть "ОК".
5. Виберіть передню площину бокового прямокутного фланця, створіть новий ескіз, виберіть інструмент «Осьова лінія», намалюєте осьову лінію, що проходить через вихідну точку.
6. Намалюйте коло, з центром, лежачим на осьовій лінії.

7. Проставте розміри відповідно до варіанта.
8. Виберіть "Витягнутий виріз", в параметрах "Напрямок 1", задайте гранична умова "До наступної" і натисніть "ОК".

### Створення отворів в основі

1. Виберіть нижню площину підстави корпусу.  
Створіть новий ескіз.
2. Намалюйте в кутах підстави окружності, як вказано на малюнку  
(розміри отворів першій-ліпшій нагоді однакові).
3. Поставте діаметр кіл рівний 20 мм.
4. Натисніть на кнопку "Додати взаємозв'язок".  
Виберіть центри двох кіл, розташованих одна під інший і задайте їм взаємозв'язок "Вертикальність".  
Повторіть цей крок з іншою парою кіл.  
При виборі іншої пари кіл не забувайте знімати виділення з попередньою
5. Аналогічним чином задайте взаємозв'язок "Горизонтальність" для кожної пари кіл, розташованих на одному рівні.
6. Поставте розміри від країв підстави, так як показано на малюнку.  
Ескіз визначений.
7. Виберіть "Витягнутий виріз", в параметрі "Гранична умова" задайте "До наступної" і натисніть "ОК".

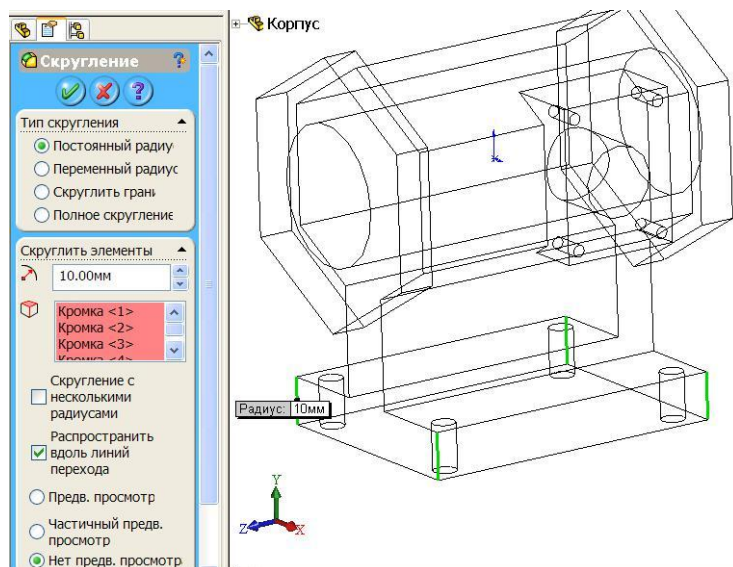
### Створення отворів в бічному фланці



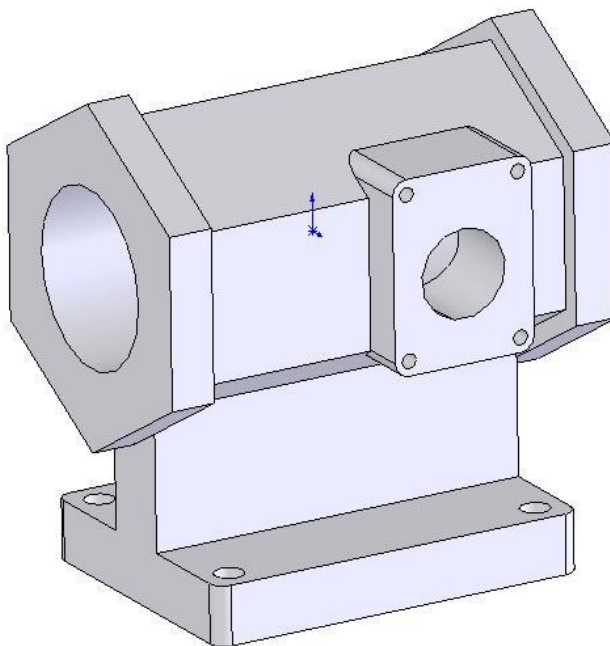
1. Виберіть передню площину бокового прямокутного фланця, створіть новий ескіз.
2. Аналогічно попередньому пункту виконайте чотири кола, як показано на малюнку (розміри отворів першій-ліпшій нагоді однакові)
3. Виберіть "Витягнутий виріз" в параметрі "Граничні умови" задайте "На задану відстань", розмір – 30 мм і натисніть "ОК".
4. В результаті роботи виходить деталь такого вигляду.

## Додавання заокруглень

1. Переводимо деталь в каркасне уявлення натиснувши кнопку «Каркасне представлення» на панелі інструментів «Вид».
2. Повертаємо її так, щоб було добре видно всі чотири кутових ребра нижньої основи деталі.
3. Натискаємо на кнопку "Виберіть" і утримуючи клавішу Ctrl виділяємо всі чотири ребра.
4. Натискаємо кнопку "Округлення" на панелі інструментів «Елементи», вказуємо параметр "Радіус", 10 мм і натискаємо кнопку "ОК".
5. Аналогічно виконуємо заокруглення для прямокутного бокового фланця.

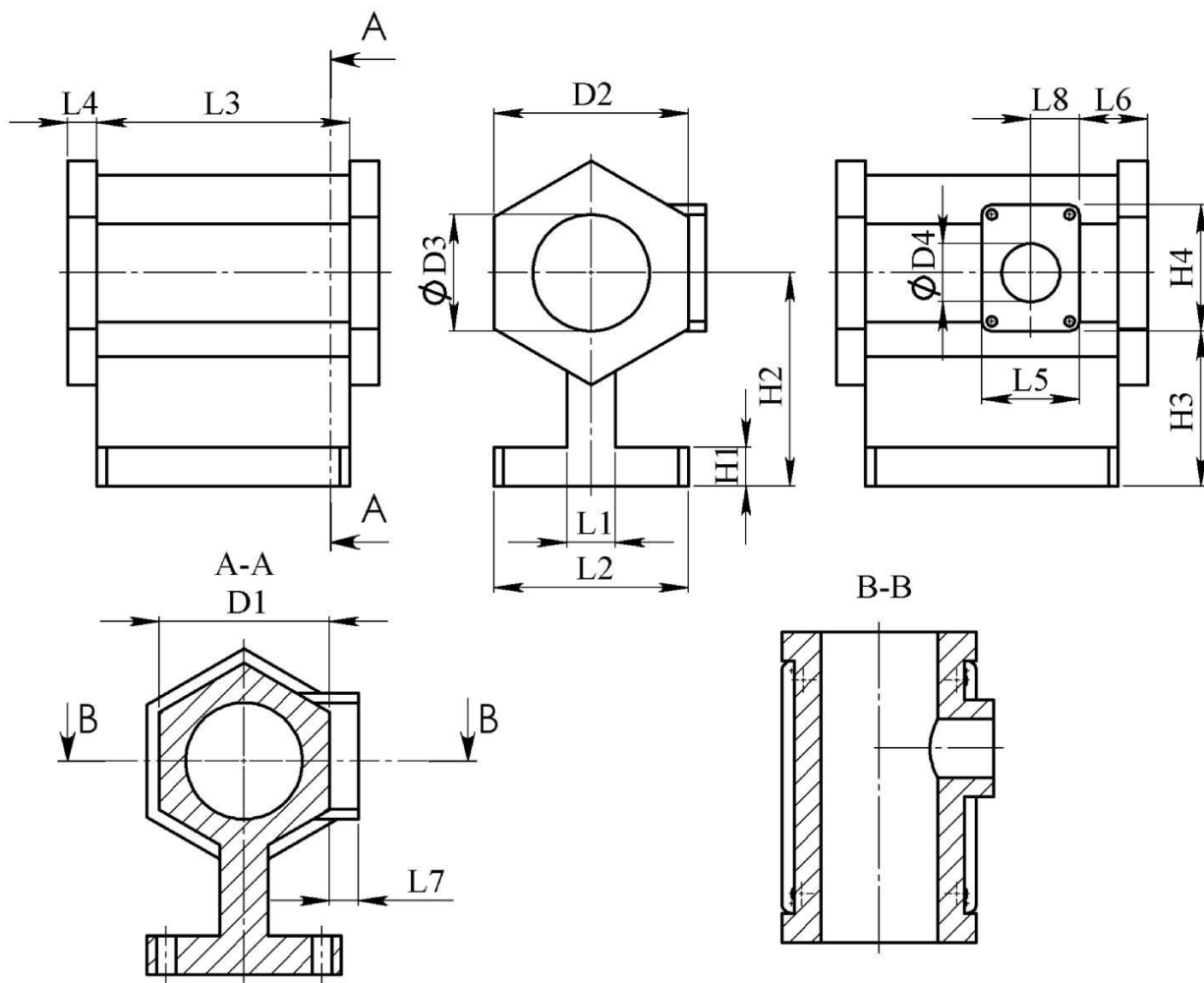


## Зовнішній вигляд деталі



## Варіанти завдань

Ескіз моделі з необхідними для побудови моделі розмірами



Таблиця вихідних значень за варіантами

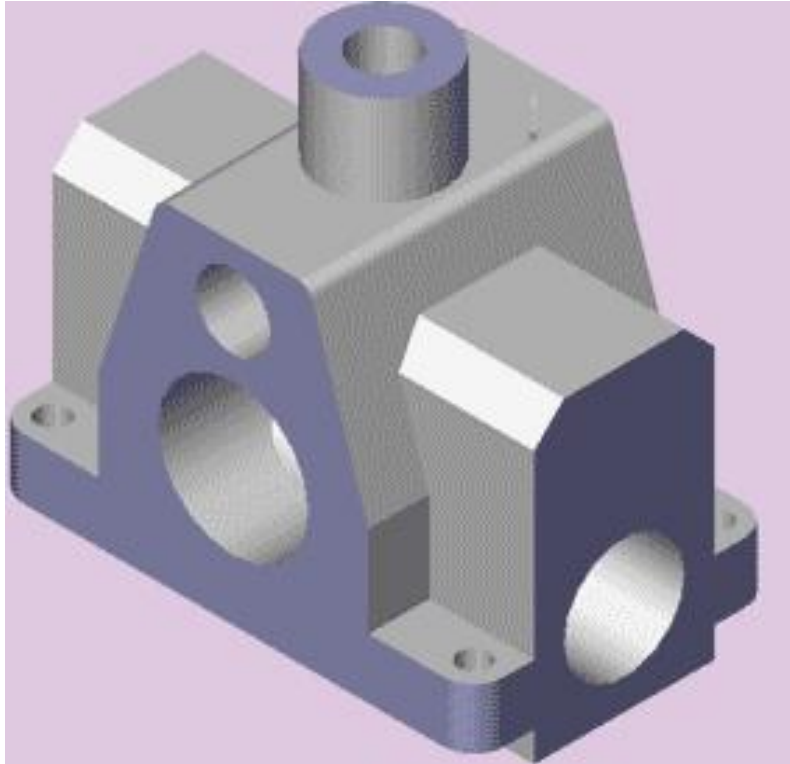
Варіант	D1	D2	D3	D4	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	H1	H2	H3	H4
1	150	175	100	35	30	200	180	20	60	60	20	30	30	160	125	80
2	160	185	110	50	35	205	200	25	70	65	25	35	35	170	135	90
3	170	195	120	60	40	210	220	30	80	70	30	40	40	180	145	100
4	180	205	130	70	45	215	240	35	90	75	35	45	45	190	155	110
5	190	215	140	80	50	220	260	40	100	80	40	50	50	200	165	120
6	200	225	150	90	55	225	280	45	110	85	45	55	55	210	175	130
7	210	235	160	100	60	230	300	50	120	90	50	60	60	220	185	140
8	220	245	170	110	65	235	320	55	130	95	55	65	65	230	170	150
9	230	255	180	80	70	240	340	60	140	100	60	70	70	240	205	160
10	240	265	190	100	75	245	360	65	150	105	65	75	75	250	185	170
11	250	275	200	140	80	250	380	70	160	110	70	80	80	260	225	180
12	260	285	210	150	85	255	400	75	170	115	75	85	85	270	210	190
13	270	295	220	120	90	260	420	80	180	120	80	90	90	280	190	200
14	280	305	230	170	95	265	440	85	190	125	85	95	95	290	200	210
15	290	315	240	180	100	270	460	90	200	130	90	100	100	300	210	220
16	160	190	100	40	20	190	160	20	60	60	15	30	30	180	125	70
17	170	200	110	50	25	200	200	25	70	65	20	35	35	190	135	80
18	180	190	120	60	30	205	220	28	80	70	30	40	40	200	145	90
19	190	210	130	70	35	210	240	30	90	75	25	45	45	210	160	100
20	200	230	140	80	40	220	260	36	100	80	35	50	50	220	170	110
21	210	230	150	90	45	230	280	30	110	85	40	55	55	230	175	120
22	220	250	160	100	50	235	300	40	120	90	45	60	60	240	180	130
23	230	270	170	90	55	240	320	50	130	95	45	65	65	250	185	140
24	240	280	180	120	60	248	330	60	140	100	50	70	70	260	190	150
25	250	290	190	130	65	250	340	70	150	105	50	75	75	270	200	160
26	260	300	200	130	70	260	350	80	160	110	55	80	80	280	210	170
27	270	320	200	150	75	220	360	90	170	115	60	85	85	290	220	180
28	280	320	210	140	80	240	370	80	180	120	65	90	90	300	230	190
29	290	330	220	130	85	250	380	70	190	125	70	95	95	310	240	200
30	300	240	230	120	90	260	400	60	200	130	75	100	100	320	250	210
31	165	185	115	50	35	205	200	25	70	65	25	35	35	170	135	90
32	175	195	125	60	40	210	220	30	80	70	30	40	40	180	145	100
33	185	205	135	70	45	215	240	35	90	75	35	45	45	190	155	110
34	195	215	145	80	50	220	260	40	100	80	40	50	50	200	165	120
35	205	225	155	90	55	225	280	45	110	85	45	55	55	210	175	130
36	215	235	165	100	60	230	300	50	120	90	50	60	60	220	185	140
37	225	245	175	110	65	235	320	55	130	95	55	65	65	230	170	150
38	235	255	185	80	70	240	340	60	140	100	60	70	70	240	205	160
39	245	265	195	100	75	245	360	65	150	105	65	75	75	250	185	170
40	255	275	210	140	80	250	380	70	160	110	70	80	80	260	225	180

**Зміст звіту:**

Створену модель показати викладачеві і зберегти в свою папку.

Файли необхідно зберігати до заліку або іспиту.

Для тих студентів, хто успішно впорався із завданням достроково, пропонується самим виконати модель за зразком, наведеним справа, задаючи власні розміри.



Практична робота №5.  
**СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ПО ПЕРЕТИНАХ В SOLIDWORKS**

**Мета:** Створення твердотілого елемента шляхом з'єднання профілів (елементу по перетинах).

**Необхідне обладнання та матеріали:**

1. ПК (персональний комп'ютер).
2. Операційна система Windows.
3. Програма SolidWorks.
4. Методичні вказівки до практичних робіт.
5. Комплект індивідуальних завдань.

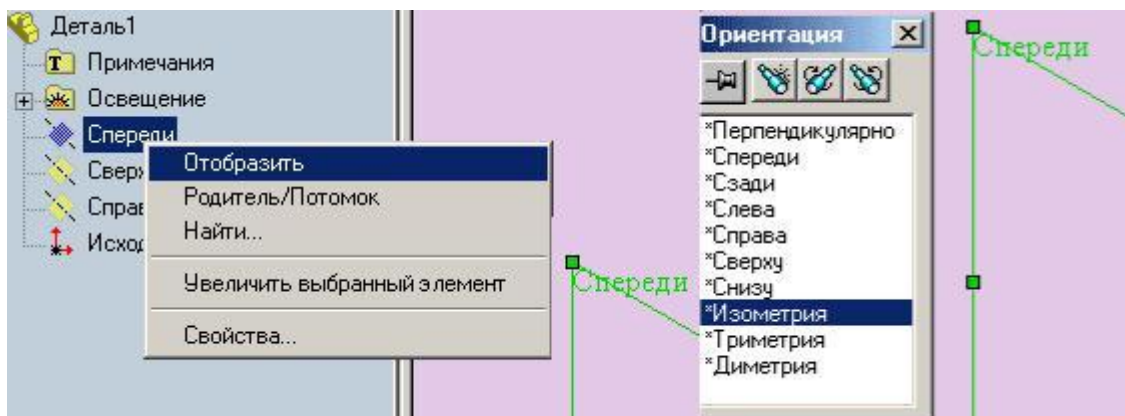
**Хід роботи:**

6. Створення площин
7. Малювання, копіювання і вставка профілів.
8. Створення елемента по перетинах.

**Створення площин.**

Елемент по перетинах - це основа, бобишка або виріз, створений шляхом з'єднання декількох поперечних перерізів або профілів.

1. Для створення нової деталі натисніть кнопку "Створити" на панелі інструментів або виберіть "Файл, створити". З'явиться діалогове вікно "новий документ Solid Works".
2. Відкрийте вкладку і виберіть значок "Деталь"
3. Натисніть "ОК". З'явиться вікно нової деталі.
4. Натисніть правою кнопкою миші на площину "Спереду" в "Дереві конструювання" і оберіть пункт "Відобразити" в контекстному меню. Для полегшення сприйняття площин оберіть "Орієнтацію виду" - "Ізометрія".

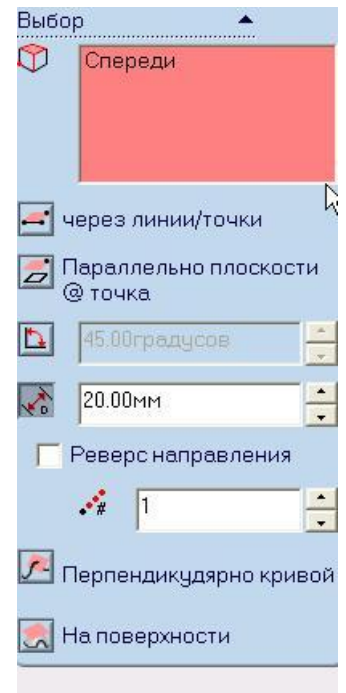
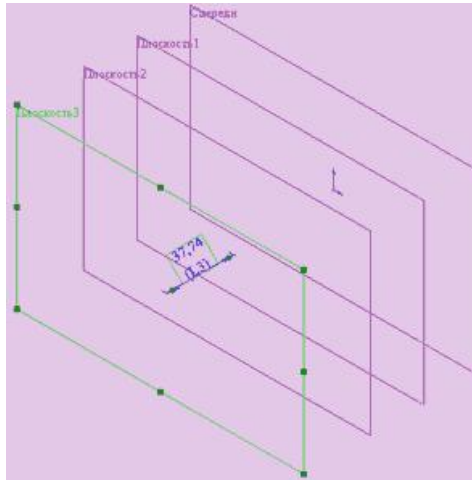


5. Увійдіть в пункт меню "Вставка" - "Довідкова геометрія" - "Площина". З'явиться вікно (як показано на малюнку). У діалоговому вікні встановіть "Відстань зсуву" рівне свого варіанту і натисніть "Готово". Нова площина створюється перед передній - "Площина 1".

6. Виберіть "Площина 1" і повторіть дії з пункту 6, створивши "Площина 2".

7. Можна створити площини копіюванням. Для цього виділіть "Площина 2" і утримуючи кнопку "Ctrl" на клавіатурі потягніть площину за кромку, створиться "Площина 3". Щоб змінити відстань до "Площини 3" двічі натисніть на неї, змініть розмір відповідно до вашим варіантом і натисніть на кнопку перебудувати.

8. Збережіть виконану роботу під іменем "pr 5".

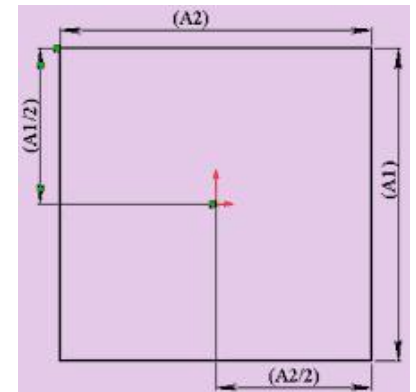
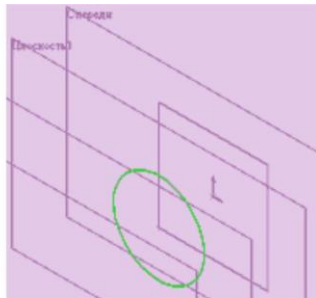
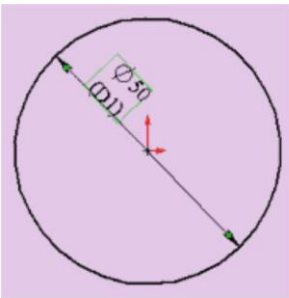


### Малювання ескізів профілів.

1. Натисніть на передню площину в "Дереві конструювання" або виберіть її в графічній області.

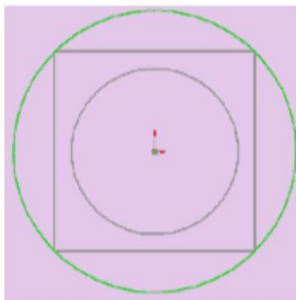
2. Відкрийте новий ескіз і намалуйте в цій площині квадрат за розмірами свого варіанту як показано на малюнку.

3. Вийдіть з ескізу (натисніть на кнопку або олівець в правому верхньому графічній області).



4. Оберіть "Площина 1" та відкрийте новий ескіз, в меню "Орієнтація виду" укажіть "Перпендикулярно". Намалуйте окружність з вихідної точки, поставте

діаметр відповідно до свого варіанту. Хоча здається що окружність малюється всередині квадрата насправді це не так, переконайтеся в цьому можна коли ви вийдете з ескізу і виберете "орієнтацію виду" - "Ізометрія".

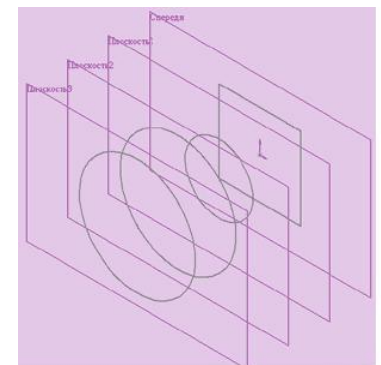


5. В "Площині 2" створіть ескіз окружності з центром в початковій точці, а радіус задайте таким чином, щоб він збігався з вершиною квадрата (уважно стежте за покажчиком мишки, при збігу він змінить свій колір).

6. Для того щоб створити ще один профіль скопіюємо ескіз з однієї площини в іншу

7. Оберем "Ескіз 3" в "Дереві конструювання" (клацнути по ньому


лівою кнопкою мишки при цьому рядок "Ескіз 3" підсвітиться



синім), потім увійти в пункт меню "Правка" - "Копіювати". Потім виділяємо "Площину 3" в Дереві конструювання або в графічній області і обираємо пункт "Правка" - "Вставити". Ескіз з'явиться в "Площині 3".

8. Збережіть деталь.

### Створення елемента по перетинах.

1. Натисніть кнопку "Елемент по перетинах"  на панелі

"Елементи" або оберіть пункт меню "Вставка" - "Основание" - "По сечениям".

2. В графічній області укажіть всі ескізи, натискаючи на ті місця в ескізах і в тій послідовності, як ви хочете їх з'єднати.

3. Назва ескізів відображається у вікні "Профіль". Якщо ви з'єднали ескізи не в той

4. Послідовності в якій треба, тоді можна скористатися кнопками зі стрілками "Вгору" та "Вниз", на попередньому зображенні

показується, як з'єднуються профілі. Якщо на попередньому зображенні видно, що з'єднуються не ті точки, то натисніть праву кнопку миші в графічній області та виберіть "видалити вибрані елементи" і повторіть вибір заново. Натисніть "ОК" для створення елемента.

5. Створіть ще одну площину, що відстоїть від передньої площини на відстані відповідно до свого варіанту, але включивши реверс напрямку.

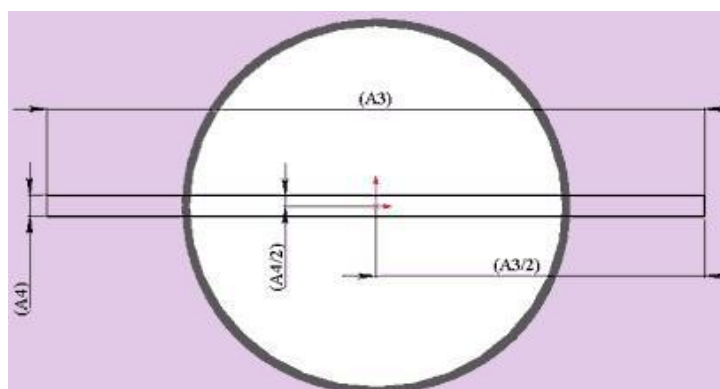
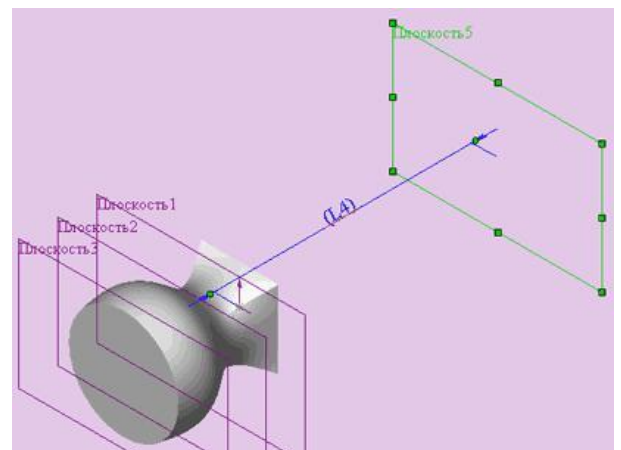
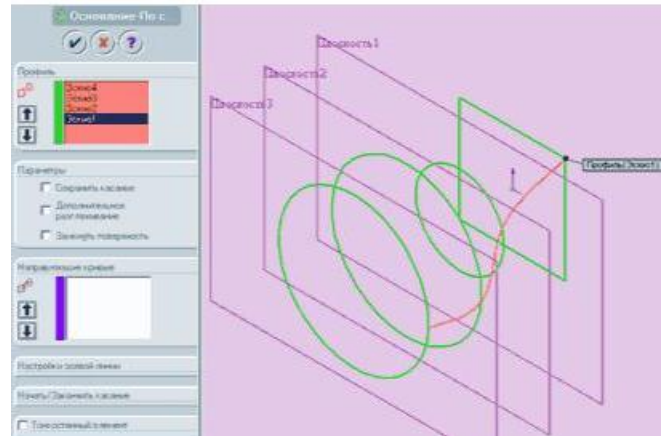
6. У новій площині створіть ескіз вузького прямокутника відповідно до своїх розмірів. Вийдіть з ескізу. Перейдіть в каркасне виділення об'єкта.

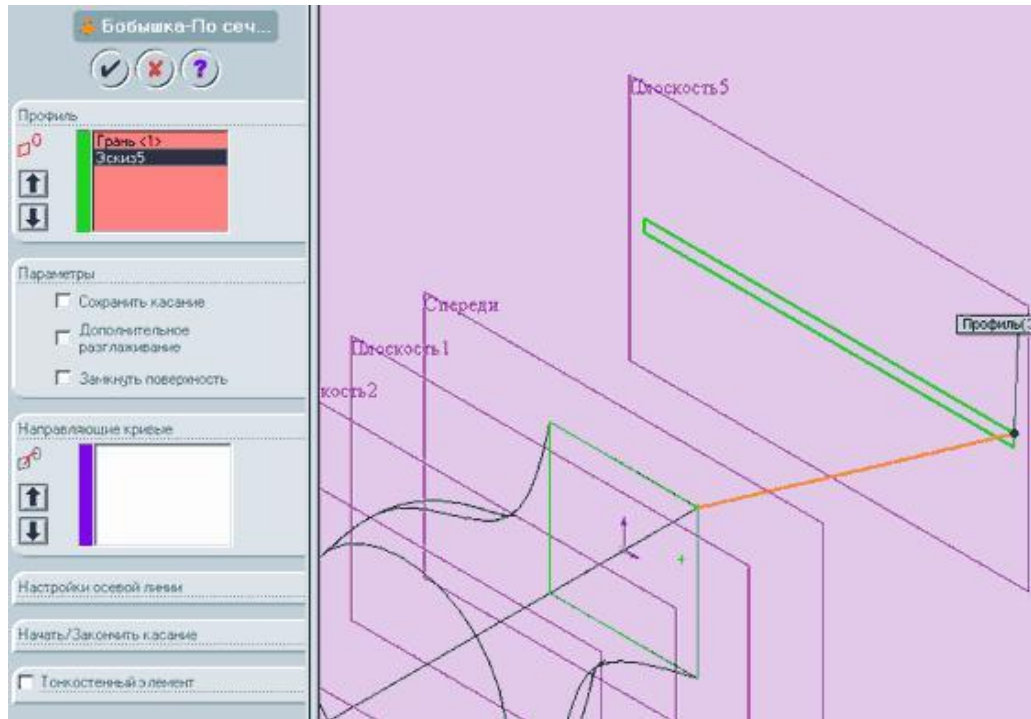
7. Виберіть "Орієнтацію виду" - "Ізометрія", натисніть кнопку "Елемент по перетинах" або "Вставка" - "бобишками" - "По перетинах".

8. Натисніть на ескізі прямокутника, він виділиться. Далі в дереві конструювання виберіть ескіз квадрата. На екрані має з'явитися попереднє зображення, відповідне малюнку. Якщо результат незадовільний, пересуньте сині точки, вони вказують попарно сполучення вершин.

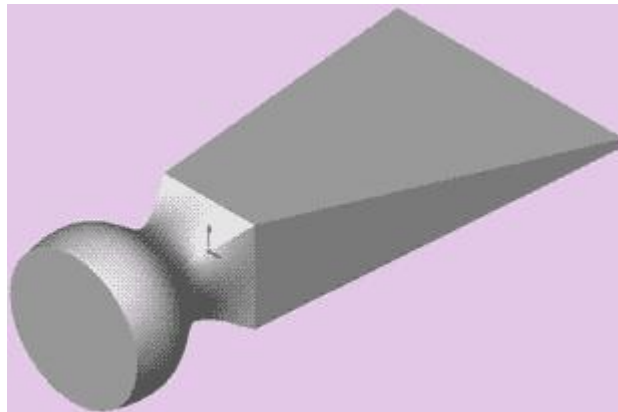
9. Натисніть на кнопку "ОК".

10. Збережіть деталь.





**Зовнішній вид деталі.**



**Варианти завдань.**

Варіант	L1	L2	L3	L4	A1	A2	D1	A3	A4
1	20	20	20	180	42	42	32	132	3
2	21	21	21	181	44	44	34	134	3
3	22	22	22	182	46	46	36	136	3
4	23	23	23	183	48	48	38	138	3
5	24	24	24	184	50	50	40	140	3
6	25	25	25	185	52	52	42	142	4
7	26	26	26	186	54	54	44	144	4
8	27	27	27	187	56	56	46	146	4
9	28	28	28	188	58	58	48	148	4
10	29	29	29	189	60	60	50	150	5
11	30	30	30	190	62	62	52	152	5
12	31	31	31	191	64	64	54	154	5

Варіант	L1	L2	L3	L4	A1	A2	D1	A3	A4
13	32	32	32	192	66	66	56	156	5
14	33	33	33	193	68	68	58	158	5
15	34	34	34	194	70	70	60	160	5
16	35	35	35	195	72	72	62	162	3
17	36	36	36	196	74	74	64	164	3
18	37	37	37	197	76	76	66	168	3
19	38	38	38	198	78	78	68	170	3
20	39	39	39	199	80	80	70	172	4
21	40	40	40	200	82	82	72	174	4
22	41	41	41	201	84	84	74	176	4
23	42	42	42	202	86	86	78	178	4
24	43	43	43	203	88	88	80	180	5
25	44	44	44	204	90	90	82	182	5
26	45	45	45	205	92	92	84	184	5
27	46	46	46	206	94	94	86	188	5
28	47	47	47	207	96	96	88	190	6
29	48	48	48	208	98	98	90	192	6
30	50	50	50	210	100	100	92	194	6
31	45	50	40	200	82	82	72	150	4
32	41	52	41	201	84	84	74	150	4
33	42	54	42	202	86	86	78	160	4
34	43	58	43	203	88	88	80	160	5
35	44	40	44	204	90	90	82	160	5
36	40	45	45	205	92	92	84	170	5
37	40	46	46	206	94	94	86	170	5
38	50	47	47	207	96	96	88	180	6
39	52	48	48	208	98	98	90	190	6
40	60	50	50	210	100	100	92	190	6

L1 - відстань від площини "Попереду" до "Площини 1".

L2 - відстань від "Площини 1" до "Площини 2".

L3 - відстань від "Площини 2" до "Площини 3"

L4 - відстань від площини "Попереду" до "Площини 4" (реверс включений).

A1 - сторона квадрату перетину.

A2 - сторона квадрату перетину.

D1 - діаметр окружності перетину..

A3 - сторона прямокутника перетину.

A4 - сторона прямокутника перетину.

## Практична робота №6. СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ТИПУ "ГОЙДАЛКА" В SOLIDWORKS

**Мета:** Створення моделі деталі типу "Гойдалка" із застосуванням різних інструментів ескізу, знайомство з взаємозв'язками і елементами ескізу.

### Необхідне обладнання та матеріали:

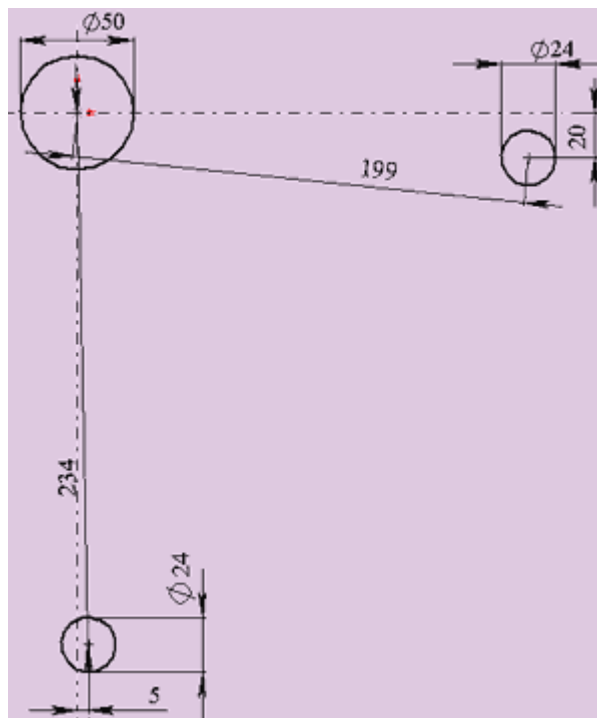
1. ПК (персональний комп'ютер з операційною системою Windows).
2. Програма SolidWorks.
3. Методичні вказівки до практичних робіт.
4. Комплект індивідуальних завдань.

### Хід роботи:

1. Створення підстави деталі.
2. Додавання бобишек і вирізів.
3. Додавання заокруглень.
4. Віддзеркалення половини деталі.

### Створення підстави.

1. Для створення нової деталі натисніть кнопку "Створити" на панелі інструментів або виберіть "Файл, створити". З'явиться діалогове вікно "новий документ Solid Works". Відкрийте вкладку і виберіть значок "Деталь". Натисніть "ОК". З'явиться вікно нової деталі.

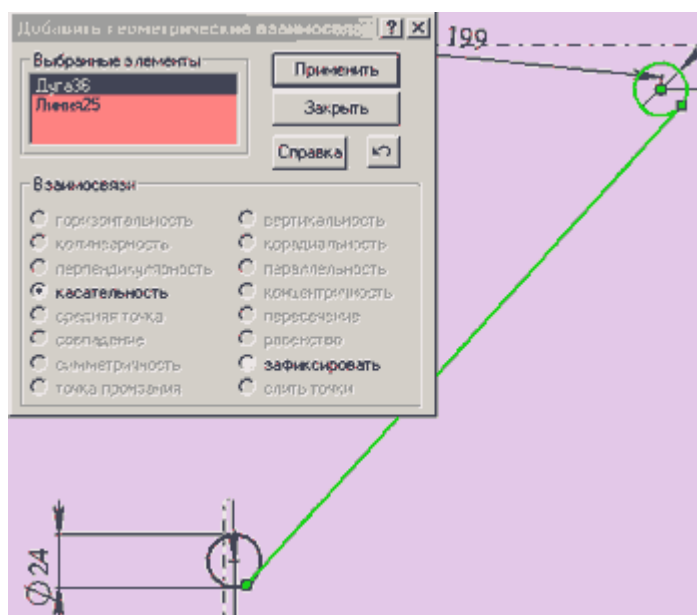


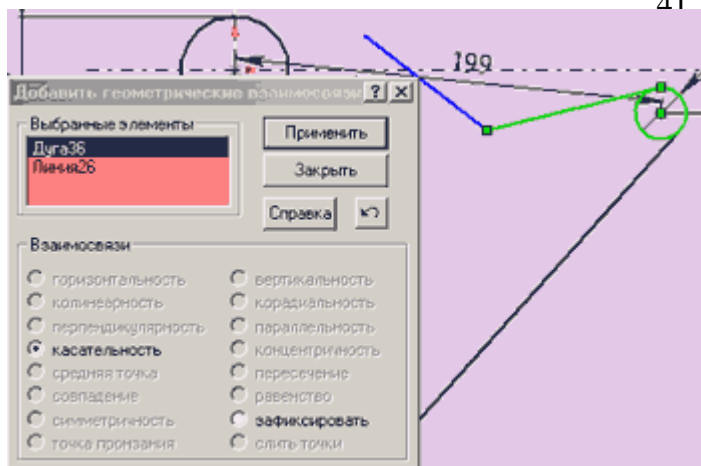
2. Щоб відкрити двомірний ескіз натисніть кнопку "Ескіз" на панелі інструментів.

3. Намалюйте три кола як показано на малюнку і поставте необхідні розміри. З початкової точки проведіть горизонтальну і вертикальну осьові лінії.

4. Використовуючи інструмент "Лінія" проведіть лінію між колами діаметром 24 мм.

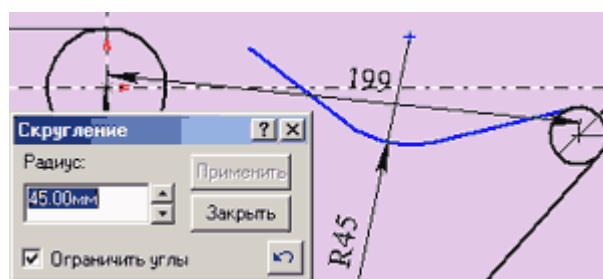
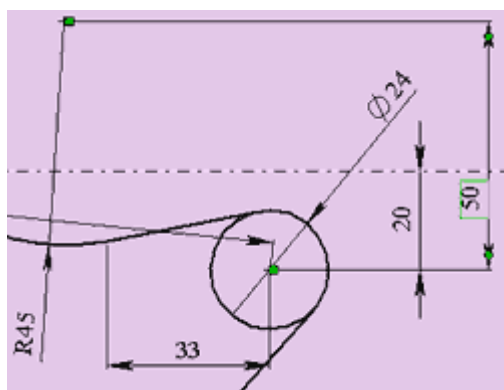
5. Виберіть інструмент "Додати взаємозв'язок", клацніть лівою кнопкою миші на кола і прямої, як показано на малюнку. Назви елементів з'являться у вікні "вибрані елементи". Задайте взаємозв'язок "дотичність" і натисніть "застосувати". Повторіть ці дії для другої окружності і прямої.





6. Побудуйте дві лінії, як показано на малюнку. Задайте взаємозв'язок "дотичність" для окружності діаметром 24 і найближчою до неї лінією, як показано на малюнку.

7. Використовуючи інструмент "скругление" на панелі "Інструменти ескізу" додайте скругление між лініями, радіусом 45. Для цього у вікні "Скруглення" задайте радіус, рівний 45 і клацніть спочатку по одній лінії, а потім по іншій.



8. Проставте розміри виконаного елемента ескізу так, як показано на малюнку. Розмір "33" ставиться від центру кола до точки сполучення прямої і дуги радіуса 45.

9. Побудуйте коло діаметром 40 з центром на вертикальній осової лінії, як показано на малюнку.

10. Побудуйте коло діаметром 10 і розташуйте її приблизно так, як на малюнку.

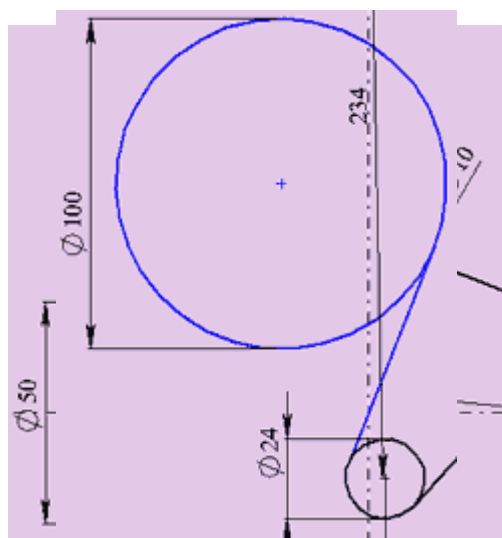
11. Задайте взаємозв'язок "дотичність" для наступних пар об'єктів:

- коло діаметром 40 і коло діаметром 50 мм.
- коло діаметром 40 і коло діаметром 10 мм.
- коло діаметром 10 і лінія, побудована в пункті б.

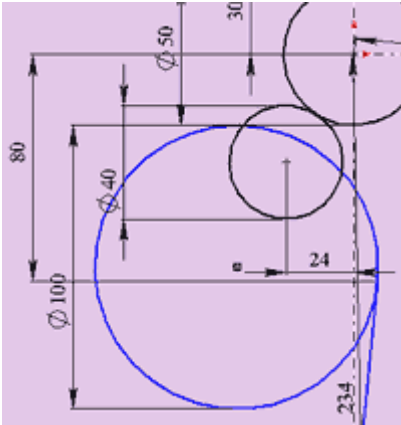
б.

12. Поставте розмір "30", як показано на малюнку.

13. Якщо в результаті всіх дій кінець прямої лінії не стосується окружності діаметром 10, задайте взаємозв'язок "збіг" між кінцевою точкою лінії і окружністю діаметром 10. Ескіз повинен прийняти вигляд, показаний на малюнку.

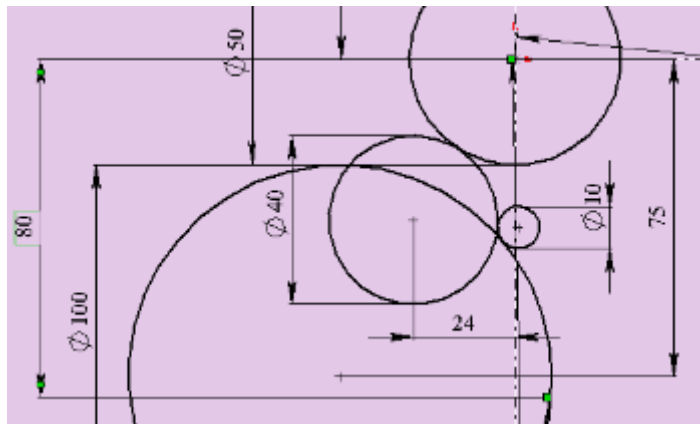


14. Намалуйте коло діаметром 100 приблизно так, як показано на малюнку.
15. Проведіть між нижньою окружністю діаметром 24 і окружністю діаметром 100 пряму лінію так, як показано на малюнку.
16. Задайте взаємозв'язку "дотичність" між парами елементів:
- Окр-ть діаметром 24 і пряма лінія;
  - Окр-ть діаметром 100 і пряма лінія.

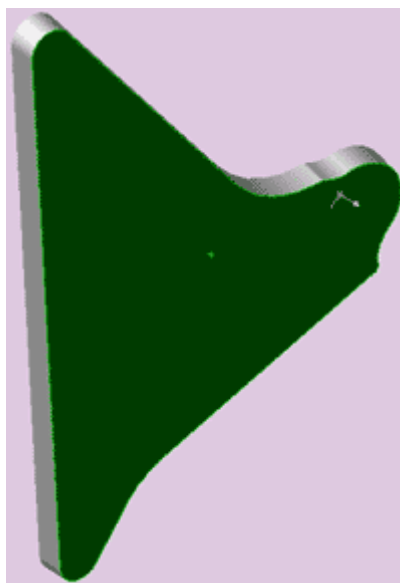
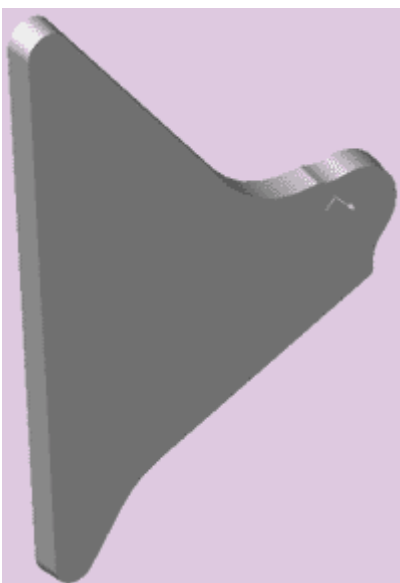
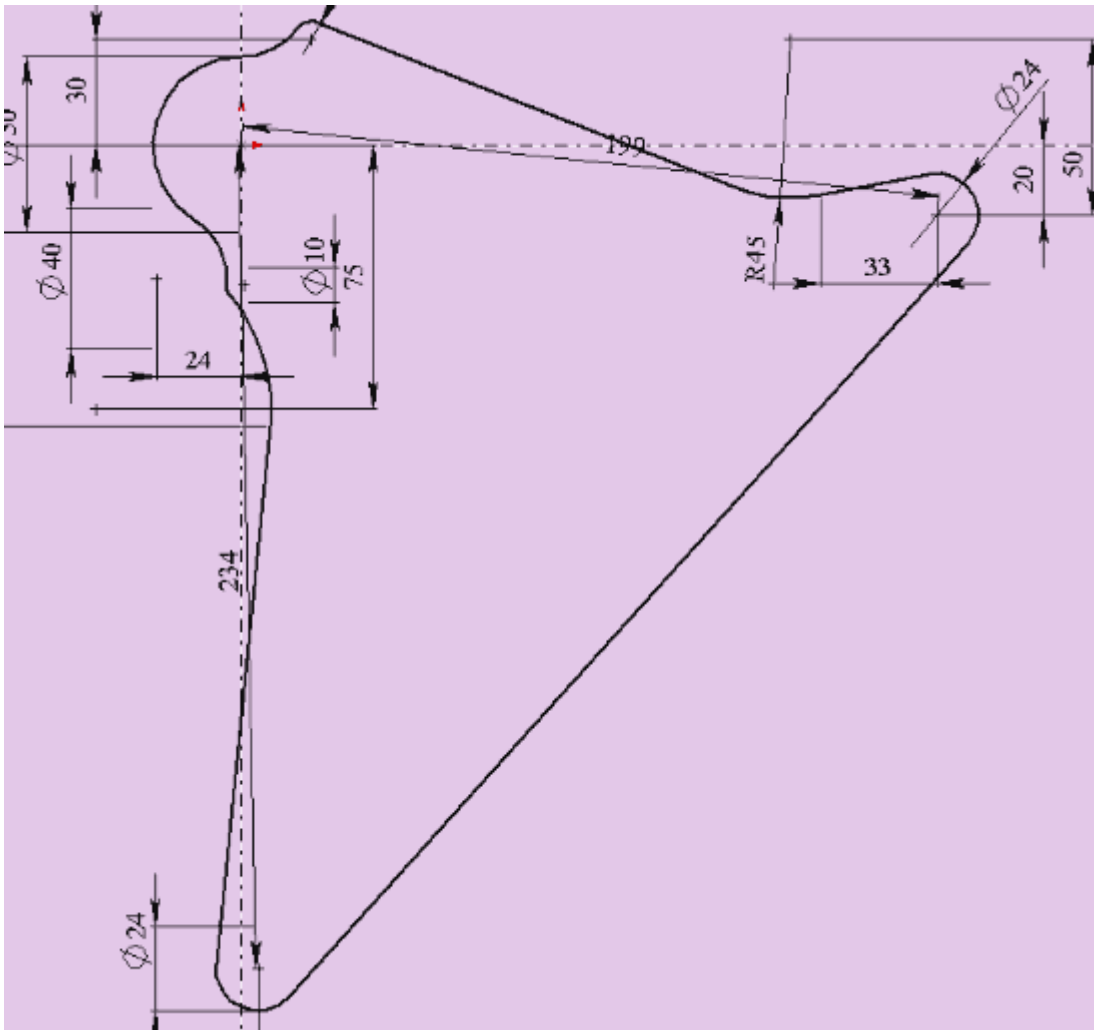


17. Поставте розмір "80" від початкової точки до точки сполучення коло діаметром 100 і прямої лінії.
18. Побудуйте коло діаметром 40 і задайте їй взаємозв'язок "дотичність" з окружністю діаметром 50. Поставте розмір "24" від вертикальної осьової до центру кола.

19. Поставте розмір "75" від початкової точки до центра кола діаметром 100.
20. Намалуйте коло діаметром 10 приблизно так, як показано на малюнку і задайте їй взаємозв'язку "дотичність" з колами діаметром 40 і 100.
- Особливо важливо малювати кола приблизно з тими числовими розмірами, які будуть вказані в подальшому при простановке розмірів. Тоді ескіз буде виконаний з найменшою кількістю помилок і буде виглядати так, як на малюнку.



21. За допомогою інструменту ескізу "Відсікти" приведіть зовнішній вигляд вашого ескізу до виду, показаному на малюнку. При обрізанні будьте уважні і обережні. Помилки виправляйте за допомогою кнопки "Скасувати введення". Ескіз після завершення обрізки повинен залишитися повністю певним (лінії ескізу чорного кольору).



На панелі "Елементи" натисніть кнопку "Витягнута бобишка / підставу". В параметрах "Напрями 1" вкажіть гранична умова "на задану відстань" і поставте розмір Н1, згідно з вашим варіантом. Увімкніть ухил і в параметрах "кут

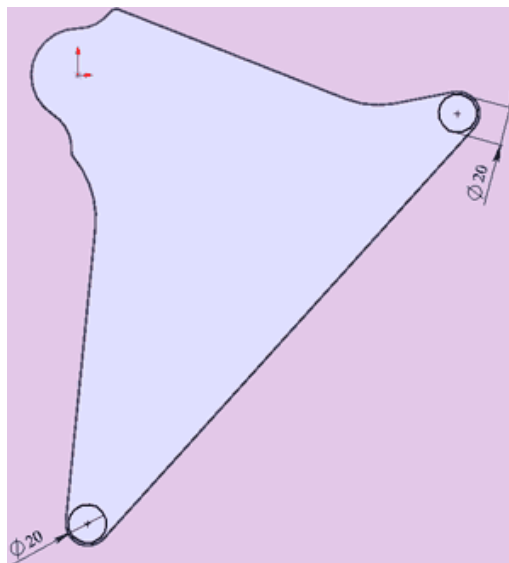
ухилу" вкажіть 5 градусів. Натисніть "ОК" і основа повинна прийняти вигляд, показаний на малюнку.

Додавання бобишек і вирізів.

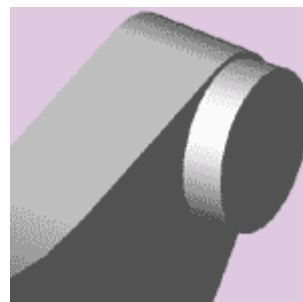
1. Виберіть верхню площину підстави, як показано на малюнку..

2.Откройте новий ескіз. Намалюйте дві окружності. Задайте діаметр кіл рівним 20 мм.

3.Задайте взаємозв'язку "концентричність" для окружності і дуги зовнішнього контуру деталі. Ескіз стане певним.

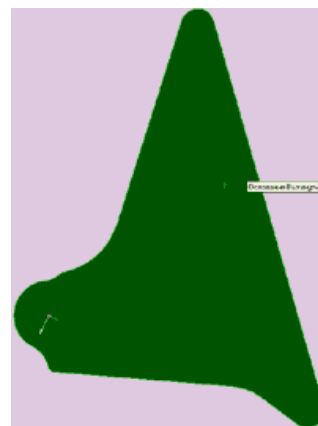


4.Використовуючи інструмент "бобишка витягнути", витягніть окружності на розмір H2 відповідно до вашим варіантом. Деталь набуде вигляду, показаний на малюнку.



5. Виберіть нижню площину підстави як показано на малюнку і відкрийте новий ескіз.

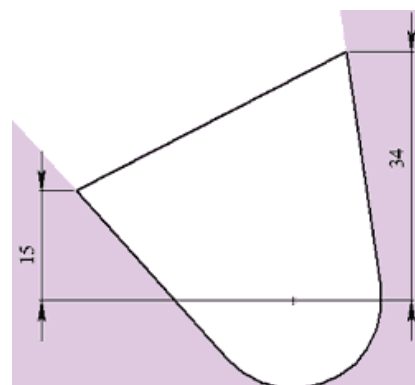
6. З випадного меню "Вид" виберіть пункти "Осі" і "Тимчасові осі". Це включить відображення осей кіл і дуг в ескізі і моделі.



7. Намалюйте коло деякого радіуса. Задайте взаємозв'язок "Збіг" центру кола і осі бобишки.

8. Задайте взаємозв'язок "Рівність" для дуги контуру підстави і кола (якщо ви випадково намалювали окружність дуже близького радіусу до радіусу дуги контуру, поки ескіз невизначеності інструментом "Вибрати" розтягніть окружність).

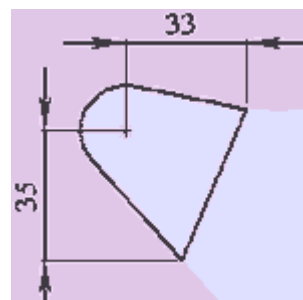
9. Намалюйте три лінії приблизно, так як показано на малюнку. Задайте черзі взаємозв'язок "щодо" між окружністю і бічними прямими. Проставте розміри як показано на малюнку.



10. Задайте взаємозв'язку "Збіг" між крайніми точками середньої прямої і лінією контуру деталі.

11. Інструментом ескізу "Відсікти" обріжте частина окружності як показано на малюнку.

12. Аналогічним чином намалюйте подібний ескіз на протилежному кінці підстави у інший бобишки. Вид його повинен відповідати малюнку.



13. Виберіть інструмент "Виріз - витягнути" і в діалоговому вікні в параметрах "Напрямок 1" задайте гранична умова "На задану відстань" і розмір H3, що відповідає вашому варіанту. Створюються вирізи, зовнішній вигляд яких повинен відповідати показаному на малюнку.



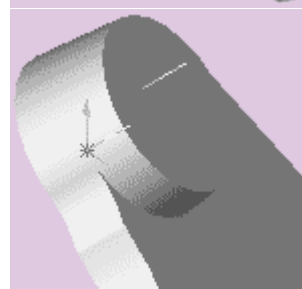
14. Знову виберіть верхню площину підстави.

15. Відкрийте новий ескіз. Намалюйте коло.

16. Задайте взаємозв'язку "Рівність" для окружності і дуги зовнішнього контуру деталі і "Збіг" для центру кола і початкової точки. Ескіз стане певним.

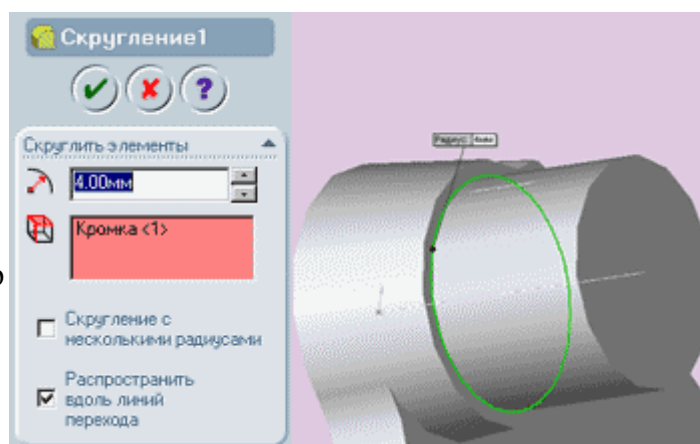
17. Використовуючи інструмент "бобишка витягнути", витягніть окружність на розмір H4

відповідно до вашим варіантом, задаючи в параметрах ухилу кут, рівний 5 градусів. Деталь набуде вигляду, показаний на малюнку.



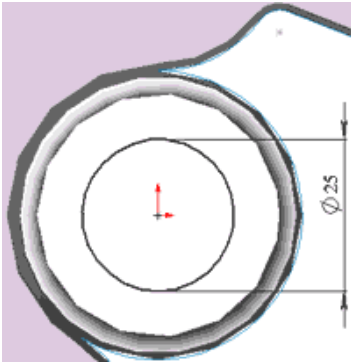
18. На верхній площині вийшла бобишки створіть новий ескіз, в якому намалюйте коло діаметром 40 мм з початкової точки, як показано на малюнку.

19. Використовуючи інструмент "бобишка витягнути", витягніть окружність на розмір H5 відповідно до вашим варіантом.



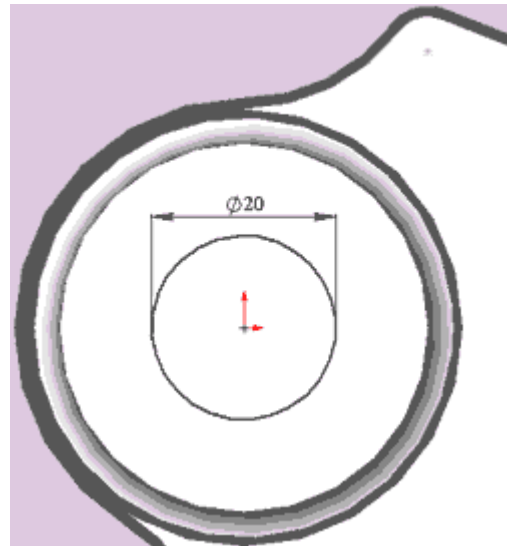
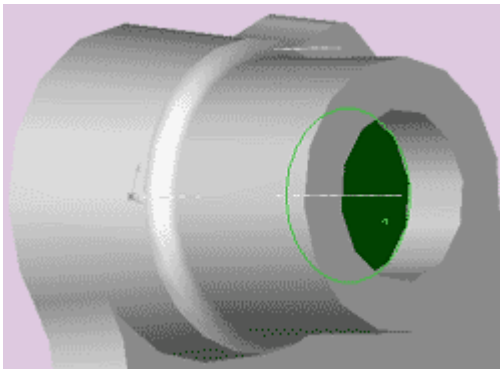
20. Інструментом "Вибрати" вкажіть на

нижню кромку бобишки (див. Малюнок), а потім виберіть "Скруглення" на панелі "Елементи". У вікні вкажіть радіус округлення дорівнює 4 мм і натисніть на кнопку "ОК".



21. На верхній площині вийшла бобишки створіть новий ескіз, в якому намалюйте коло діаметром 25 мм з початкової точки, як показано на малюнку.

22. Використовуючи інструмент "Виріз - витягнути", витягніть окружність на розмір Н6 відповідно до вашим варіантом.

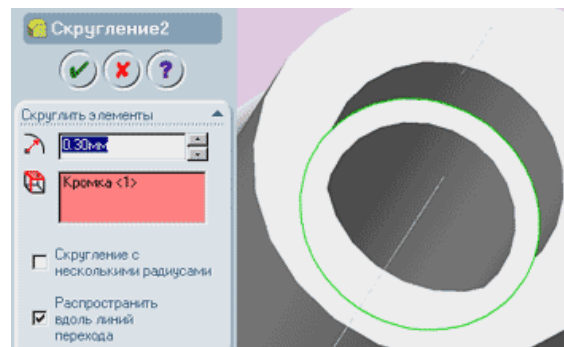


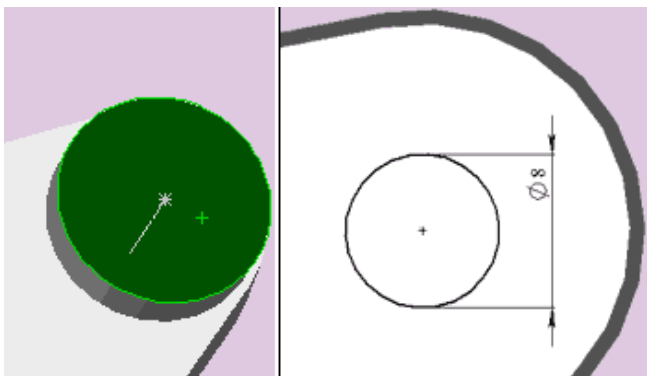
23. Виберіть площину дна отриманого вирізу як показано на малюнку і створіть в цій площині новий ескіз, в якому намалюйте коло діаметром 20 мм з початкової точки.

24. У діалоговому вікні інструменту "Виріз - витягнути" задайте параметр "напрямку 1" "через все"

25. У результаті виконаних операцій вийде наскрізне ступеневу отвір.

26. Інструментом "Вибрати" вкажіть на кромку сходинок вирізу, як показано на малюнку, потім виберіть інструмент "Скруглення" на панелі "Елементи" і у вікні вкажіть радіус округлення дорівнює 0.3 мм. Натисніть на кнопку "ОК".

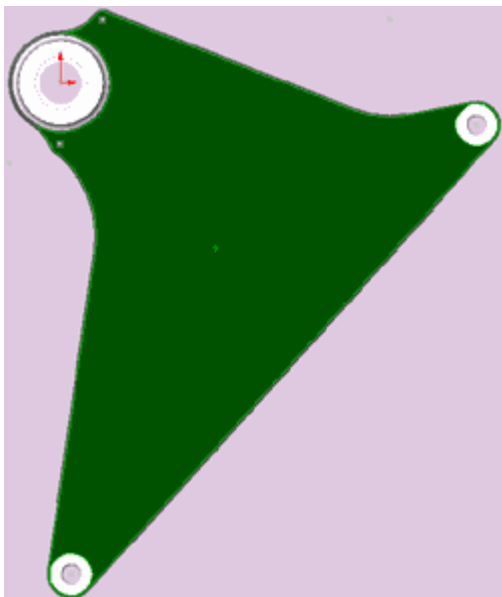




27. Вкажіть на верхню площину малої бобишки діаметром 20 мм і відкрийте новий ескіз в цій площині.

28. Намалюйте коло діаметром 8 мм і задайте взаємозв'язок "концентричність" між окружністю і зовнішньою кромкою кола бобишки. (Для зручності вказівки кромки можна включити режим "приховати невидимі лінії" на панелі "Вид")

29. Використовуючи інструмент "Виріз - витягнути", витягніть коло наскрізь з параметром "через все"



30. Виберіть внутрішню верхню кромку отриманий відчинив и натісніть на кнопку "Фаска" панелі "Елем".

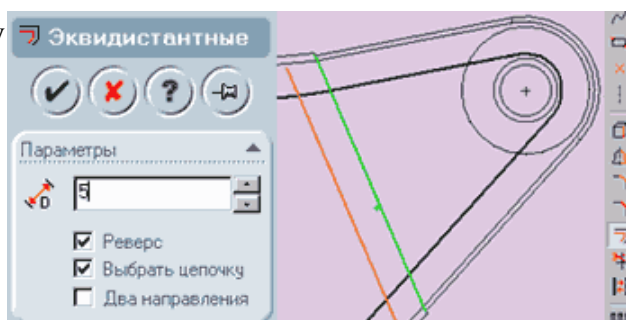
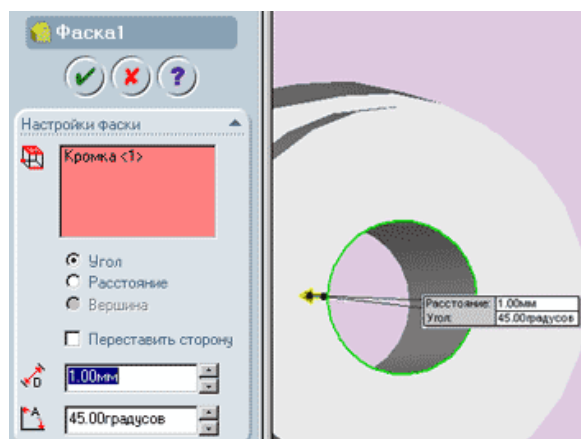
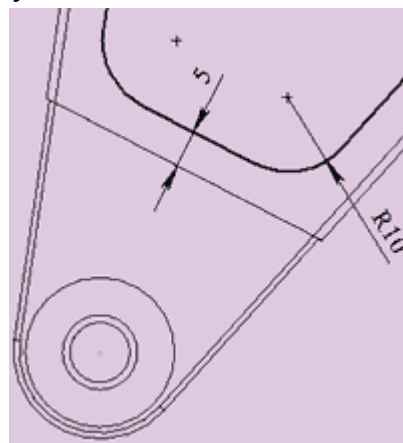
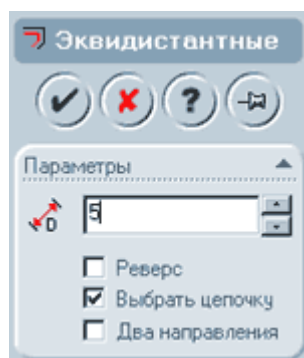
31. Встановіть розмір фаски рівним 1 мм и натісніть кнопку "ОК".

32. Виберіть верхню площину підстави (див. Малюнок) і відкрийте новий ескіз.

33. Не знімаючи виділення з площини, виберіть інструмент "Зсув об'єктів" на панелі "Інструменти ескізу".

34. У діалоговому вікні "Параметри" вкажіть відстань, що дорівнює 5 мм, реверс напрямки і натісніть кнопку "ОК".

35. У результаті описаних дій на ескізі утворилася замкнута лінія, рівновіддалених від зовнішнього контуру площині всередину на 5 мм.

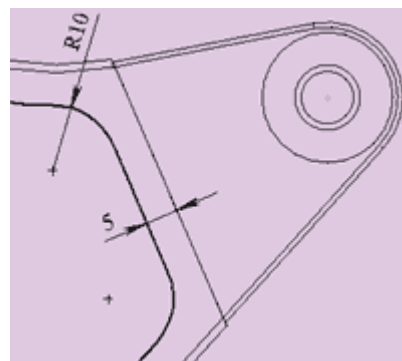


36. Натісніть кнопку "Каркасне представлення" на панелі "Вид" Зафарбування деталі зникне і модель набуде вигляду креслення.

37. Прокрутіть в район малої бобишки і виберіть інструмент "Зсув об'єктів" на панелі "Інструменти ескізу"

38. Виберіть кінцеву грань внутрішнього вирізу,

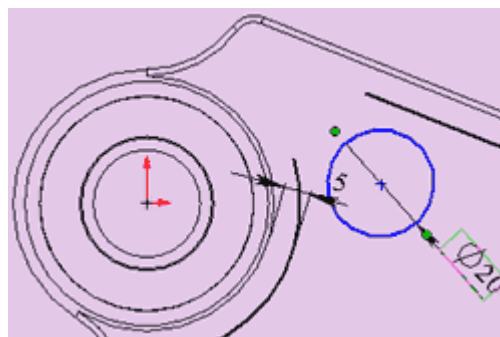
зроблену нами в пп. 7 - 13, яка показана на малюнку як права лінія з двох паралельних. Поводите мишкою і ви побачите, як за курсором переміщається копія обраної лінії. Змістіть копію лінії вліво і у вікні параметрів задайте відстань зсуву, рівне 5 мм так, як показано на малюнку справа.



39. За допомогою інструменту ескізу "скругление" скруглите радіусом 10 знову намальовану лінію і контурну еквідистанту

40. Зітріть утворилися в результаті заокруглення залишки старого контуру і ваш ескіз набуде вигляду, показаний на малюнку зліва.

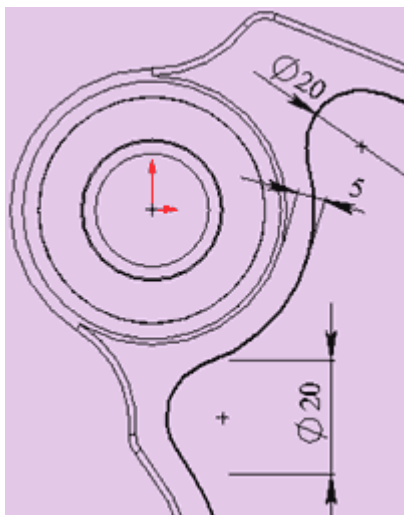
41. Методом, абсолютно аналогічним описаному в пп. 37-40 будуємо подібний ескіз зі скругленнями для другої малої бобишки діаметром 20 мм. Зображення результату побудови ви можете побачити на малюнку справа.



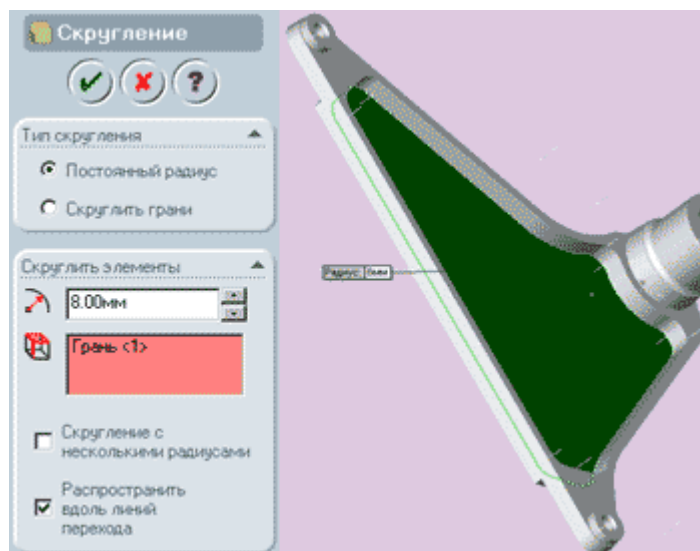
42. Тепер треба виконати заокруглення контуру

в районі великий бобишки. За допомогою інструменту "скругление" цього зробити не вдасться через наявність додаткових ліній довжиною менше радіуса заокруглення. Тому застосуємо альтернативний спосіб:

43. Намалюйте коло навколо великий бобишки діаметром на 5 мм більше її діаметра. Намалюйте коло діаметром 20 мм і задайте їй взаємозв'язку "дотичність" з прямою лінією і з окружністю навколо великий бобишки.

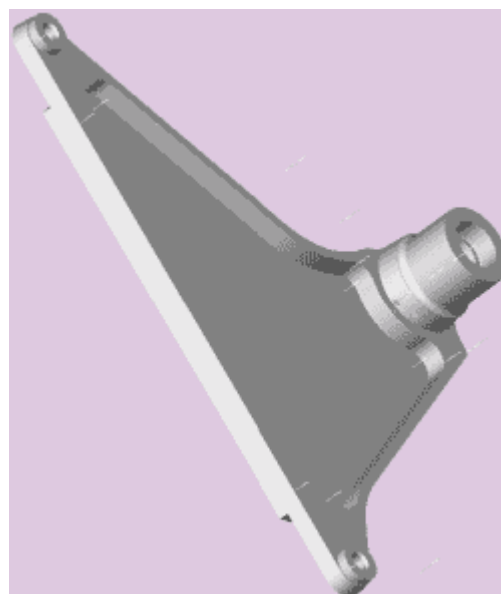


44. На второй стороне сделайте то-же самое. Подотрите ненужные остатки дополнительных линий и эскиз примет вид такой, как показано на рисунке.



45. Натисніть на кнопку "Виріз - витягнути" і задавши граничні умови "На задану відстань" і вказавши відстань H7 згідно з номером вашого варіанту витягніть отриманий контур.

46. Деталь набуде вигляду, зображений на малюнку.



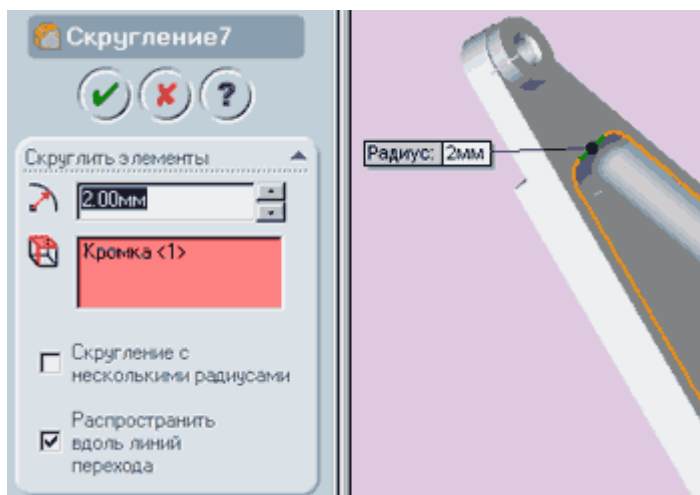
Додавання заокруглень.

1. Виберіть внутрішню грань порожнини вирізу, як показано на малюнку.

Натисніть на кнопку "Скруглення" і вкажіть параметри "постійний радіус" і "радіус = 8 мм"

3. Виберіть послідовно елементи внутрішньої кромки порожнини вирізу, як показано на малюнку.

4.



2

5.

6.

7.

4 мм.

Використовуючи інструмент "Скругление2" скруглите кромку на мм.

Виберіть верхню межу великий бобишки діаметром 40 мм.

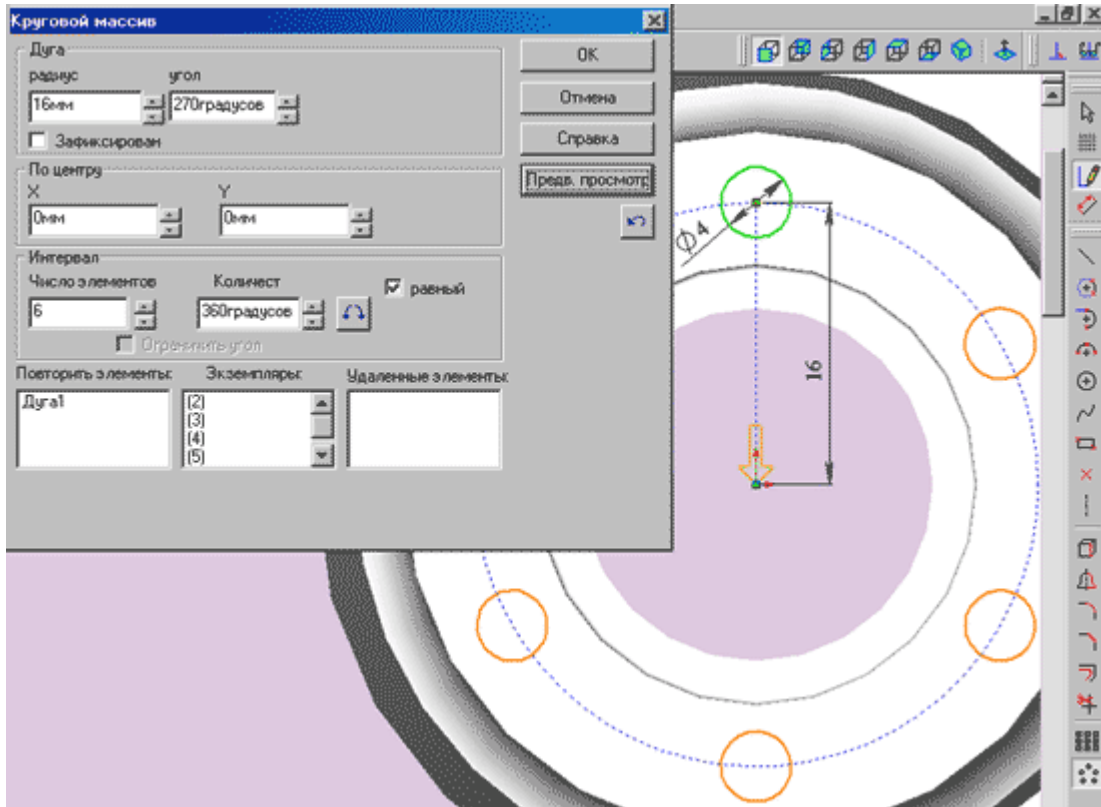
Натисніть кнопку "Ескіз" і створіть на обраної грані новий ескіз.

Намалюйте коло на торці бобишки. Задайте діаметр, рівний

8. Використовуючи інструмент "Додати взаємозв'язок" додайте взаємозв'язок "вертикальність" між центром окружності і початковою точкою.

9. Задайте розмір від початкової точки до центра кола рівний 16 мм.

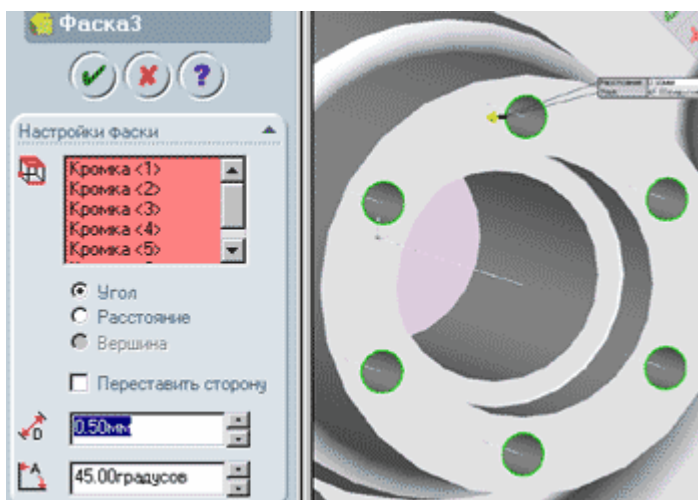
10. На панелі "Інструменти ескізу" натисніть кнопку "Круговий масив". Відкриється



діалогове вікно "кругової масив".

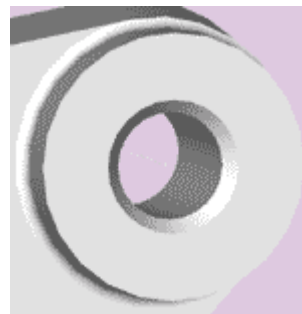
11. Виберіть тільки що намальовану окружність так, щоб вона з'явилася у вікні "повторити елементи".

12. Задайте параметр "число елементів" рівним 6 і всі інші параметри так, як показано на малюнку. Червоним кольором на вашому ескізі повинні бути побудовані ще 5 кіл, розташованих на одному радіусі з вихідної. Після того, як всі параметри введені, натисніть кнопку "ок".



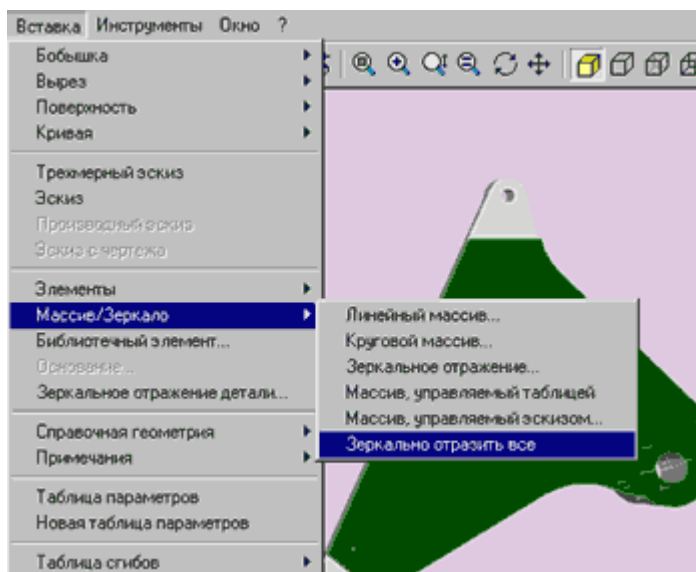
13. Натисніть на кнопку "Виріз витягнути" і зробіть витягнуті отвори на розмір Н8, згідно з вашим варіантом.
14. Виберіть кнопку "Фаска".
15. По черзі вказуючи лівою кнопкою миші на зовнішні кромки отворів добийтеся появи всіх крайок в поле списку об'єктів діалогового вікна "Налаштування фаски". Вкажіть відстань рівне 0.5 мм і кут 45 градусів і натисніть "ок".

16. Прокрутіть до малої бобишки, діаметром 20 мм.
17. Діючи аналогічно тому, як описано в підпункті 20 пункту 2 цього керівництва скруглите нижню кромку бобишки на відстань 1 мм. В результаті ваших дій скругление повинно вийти так, як показано на малюнку.
18. Повторіть ці маніпуляції для другої малої бобишки.



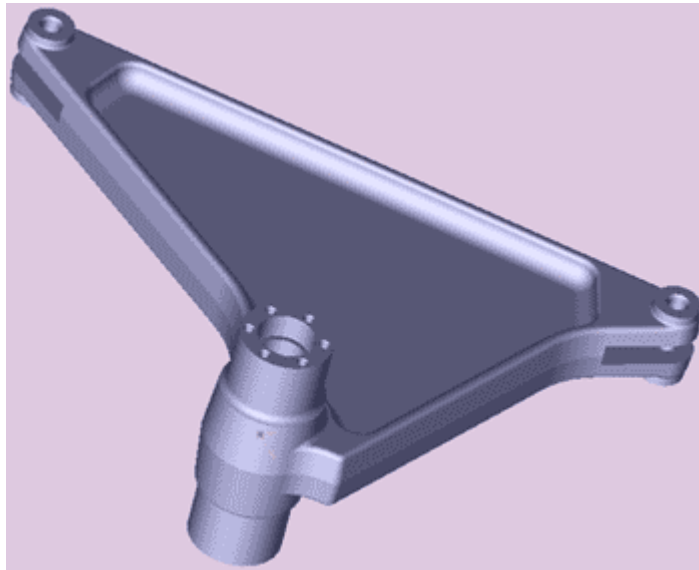
### Дзеркальне відображення половини деталі.

1. Виберіть задню площину деталі (на малюнку звернена до вас).
2. Виберіть пункт меню "Вставка" - "Масив / Дзеркало" - "Дзеркальне відображення".
3. Виберіть «Копіювати тіла» і клацніть мишкою на деталі.
4. Деталь прийме повністю закінчений вигляд, показаний на малюнку нижче.



### Варіанти завдань.

#### Зовнішній вигляд деталі.



Таблиця варіантів з поясненнями

Варіант	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
1	14	5	5	10	30	11	11	15
2	15	5	5	11	30	12	12	15
3	15	5	5	12	30	13	12	15
4	16	5	6	13	35	14	13	20
5	16	6	6	14	35	15	13	20
6	17	6	6	15	35	16	14	20
7	17	6	7	16	40	17	14	25
8	18	6	7	17	40	18	15	25
9	18	7	7	18	40	19	15	25
10	19	7	8	19	45	20	16	30
11	19	7	8	20	45	21	16	30
12	20	7	8	21	45	22	17	30
13	20	8	9	22	50	23	17	40
14	21	8	9	23	50	24	18	40
15	21	8	9	24	50	25	18	40
16	22	9	10	10	32	11	18	15
17	22	9	10	11	34	12	20	16
18	14	4	4	12	36	13	10	17
19	15	4	4	13	38	14	11	18
20	16	4	5	14	42	15	12	19
21	17	5	5	15	44	16	13	20
22	18	5	5	16	46	17	14	21
23	18	5	6	17	48	18	15	22
24	19	5	6	18	52	19	16	23
25	19	6	6	19	54	20	17	24
26	20	6	7	20	56	21	18	25
27	20	6	7	21	58	22	19	26

Варіант	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
28	21	6	7	22	55	23	20	26
29	21	7	8	23	60	24	21	27
30	22	7	8	24	62	25	22	28

H1 - Товщина підстави деталі

H2 - Висота витяжки для малих бобишек (діаметром 20 мм)

H3 - Глибина вирізів під малими бобишками.

H4 - Висота нижньої ступені великий бобишки

H5 - Висота верхнього ступеня великий бобишки

H6 - Глибина вирізу діаметром 25 мм у великій бобишками

H7 - Глибина витяжки складного внутрішнього контуру

H8 - Глибина витяжки для отворів кругового масиву

## Практична робота №7.

**СТВОРЕННЯ ЗБІРКИ З ДЕКІЛЬКОХ ДЕТАЛЕЙ В SOLIDWORKS**

**Мета:** Створення збірки з моделей деталей типу "корпус", "кільце", "вал" і "штифт".

**Необхідне обладнання та матеріали:**

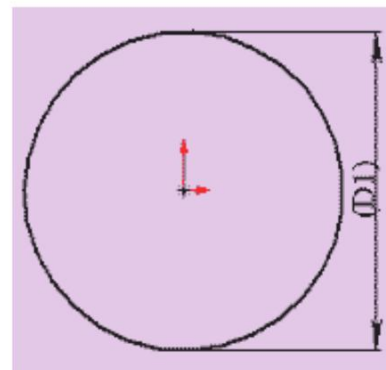
1. ПК (персональний комп'ютер з операційною системою Windows).
2. Програма SolidWorks.
3. Методичні вказівки до практичних робіт.
4. Комплект індивідуальних завдань.

**Хід роботи:**

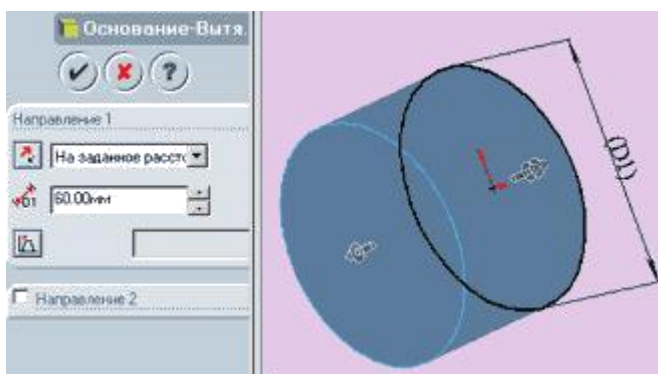
1. Створення моделі деталі типу "корпус".
2. Створення моделі деталі типу "кільце".
3. Створення моделі деталі типу "вал".
4. Створення моделі деталі типу "штифт".
5. Створення збірки.

**Створення моделі деталі типу "корпус".**

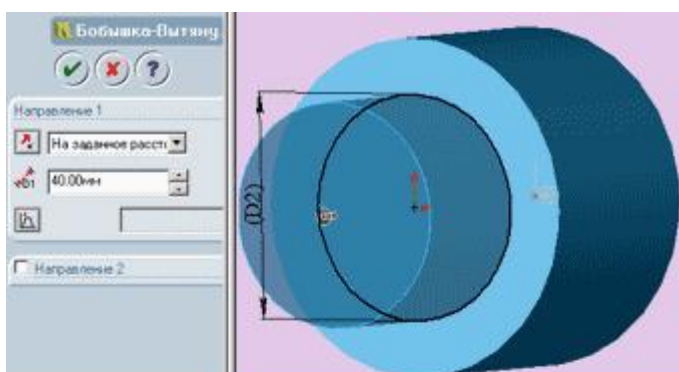
Зовнішній вигляд деталі типу "Корпус" показаний на малюнку.



1. Відкрийте нову деталь. Створіть новий ескіз.
2. З початкової точки намалуйте коло діаметра D1 згідно з вашим варіантом.
3. Ескіз повинен прийняти вигляд, показаний на малюнку.



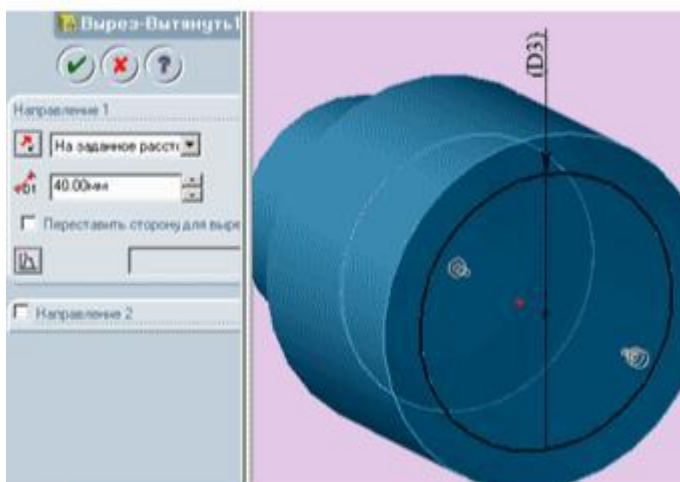
4. Натисніть кнопку "Підстава - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 60мм.



5. На торцевій площині отриманого циліндра створіть новий ескіз.

6. Намалуйте коло діаметра D2 згідно з вашим варіантом з центром в початковій точці.

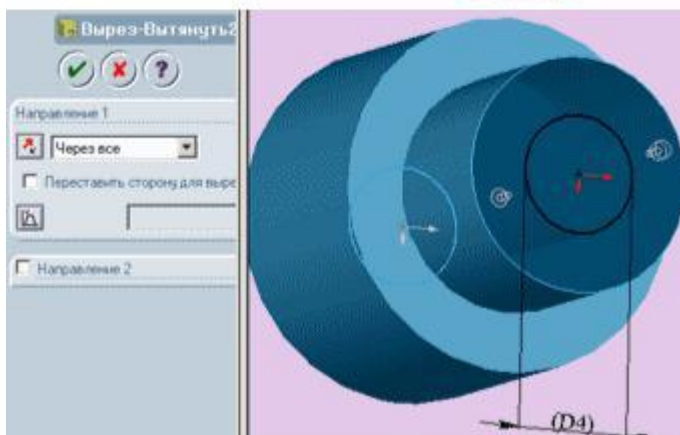
7. Натисніть кнопку "бобышками - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 40мм як показано на малюнку.



8. На протилежній торцевій площині великого циліндра діаметром D1 створіть новий ескіз

9. Намалуйте коло діаметра D3 відповідно до вашого варіанту з центром в початковій точці

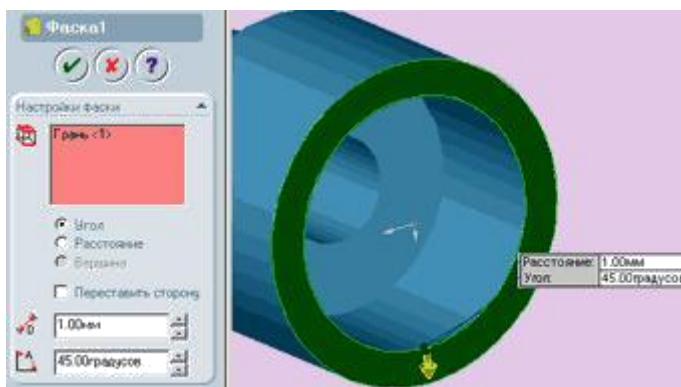
10. Натисніть кнопку "Виріз - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 40мм як показано на малюнку.



11. Поверніть деталь так, щоб вона була повернута до вас бобышкою діаметра D2

12. Створіть новий ескіз і намалуйте коло діаметра D4 згідно з вашим варіантом з центром в початковій точці

13. Натисніть кнопку "Виріз-витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметр "Через все" як показано на малюнку.



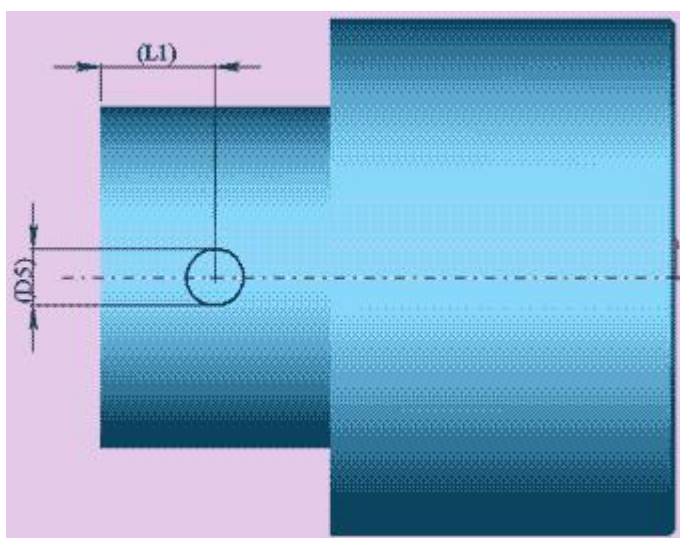
14. Тепер переверніть деталь вперед вирізом D3.

15. Виділіть передню грань як показано на малюнку.

16. Натисніть кнопку "Фаска" і встановіть параметри фаски так, як показано на малюнку: "відстань" = 1.00мм, "кут" = 45.00 градусів.

17. Натисніть кнопку "ОК".

18. У дереві конструювання виберіть площину "Справа" і створіть в ній новий ескіз.

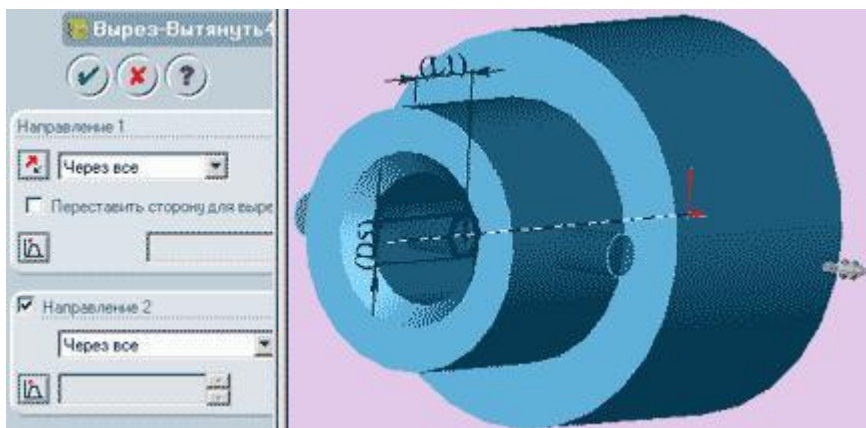


19. З початкової точки проведіть осьову лінію так, як показано на малюнку, при цьому задавши лінії взаємозв'язок "Горизонтальність", якщо вона не створилася автоматично.

20. Намалюйте коло на осової лінії приблизно так, як показано на малюнку.

21. Задайте центру кола і осової лінії взаємозв'язок "збіг", якщо вона не створилася автоматично.

22. Проставте розміри ескізу L1 і D5 згідно з вашим варіантом так, як показано на малюнку.



23. Натисніть кнопку "Виріз - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" і

"Напрямки 2" параметри

"Через все" як показано на малюнку

24. У результаті повинно вийти наскрізний отвір.

26. Знову поверніть деталь так, щоб вона була повернута до вас бобишкою діаметра D2

27. Виберіть кромку внутрішнього отвори і натисніть кнопку "Фаска"

28. Встановіть параметри

фаски так, як показано на малюнку:

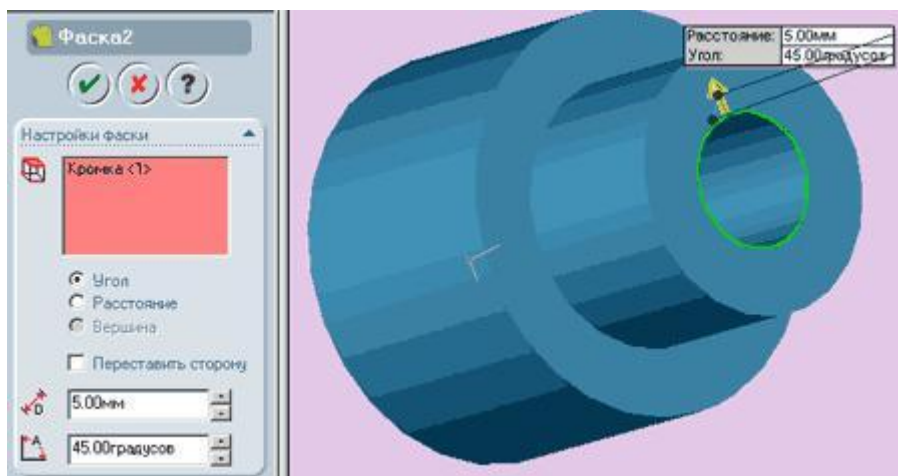
"Відстань" = 5.00мм,

"Кут" = 45.00 градусів.

29. Натисніть кнопку "ОК"

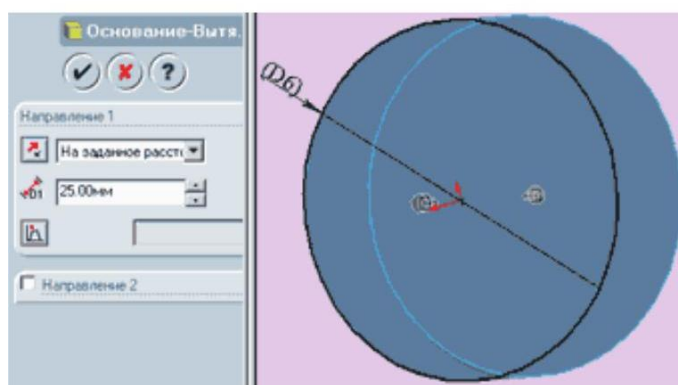
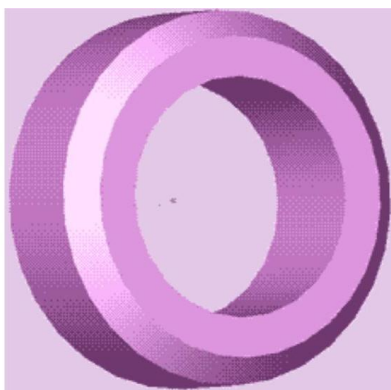
30. Збережіть деталь на диску під ім'ям "Корпус"

31. Закрийте деталь.



### Створення моделі деталі типу "кільце".

Зовнішній вигляд деталі типу "Кільце" показаний на малюнку.



1. Відкрийте нову деталь

2. Створіть новий ескіз.

3. З початкової точки намалуйте коло діаметра D6 згідно з вашим варіантом.

4. Натисніть кнопку "Підстава - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах

"Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 25мм.

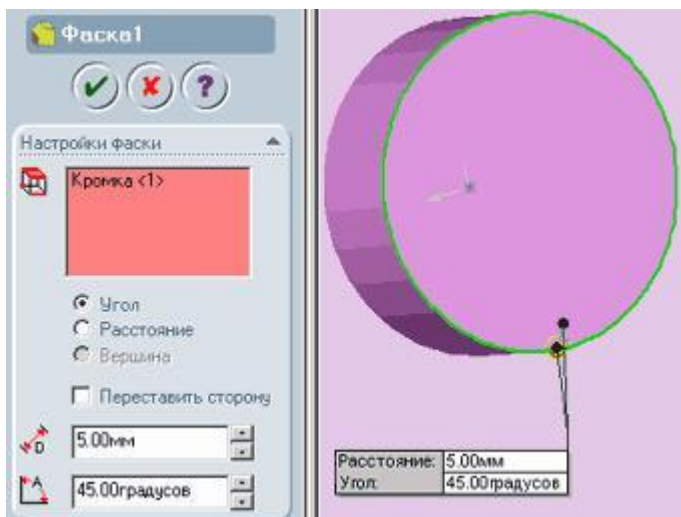
5. Виберіть зовнішню кромку і натисніть кнопку "Фаска"

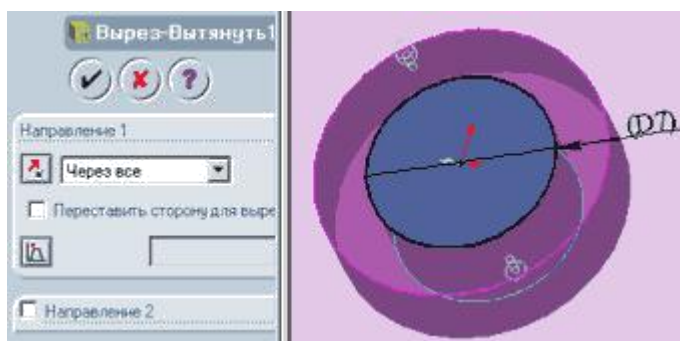
6. Встановіть параметри фаски так, як показано на малюнку:

"Відстань" = 5.00мм, "кут" = 45.00 градусів. Натисніть кнопку "ОК"

7. Поверніть деталь задньої гранню вперед. Виберіть цю грань і створіть на ній новий ескіз.

8. Намалуйте коло діаметра D7 згідно з вашим варіантом з центром в початковій точці

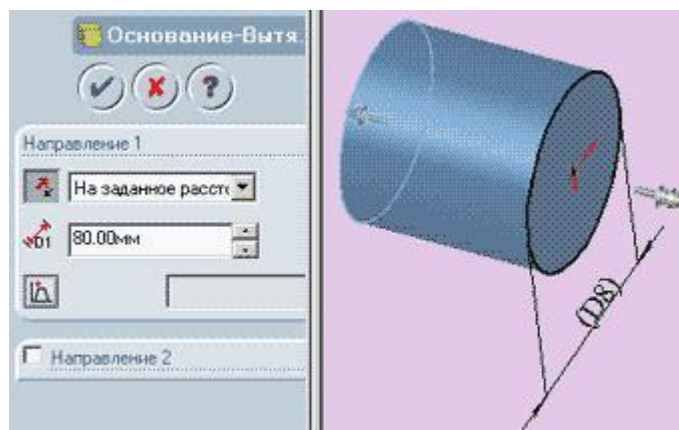




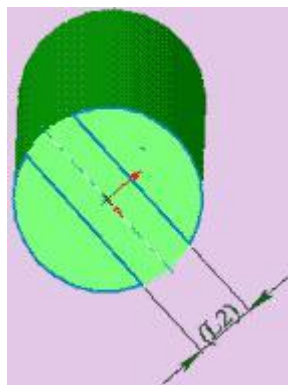
9. Натисніть кнопку "Виріз-втягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметр "Через все" як показано на малюнку.
10. Натисніть кнопку "ОК"
11. Збережіть деталь на диску під ім'ям "Кільце"
12. Закрийте деталь.

### Створення моделі деталі типу "вал".

Зовнішній вигляд деталі типу "Вал" показаний на малюнку.



1. Відкрийте нову деталь. Створіть новий ескіз.
2. З початкової точки намалюйте коло діаметра D8 згідно з вашим варіантом.
3. Натисніть кнопку "Підстава - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 80мм.
4. Ескіз повинен прийняти вигляд, показаний на малюнку.
5. Натисніть кнопку "ОК".

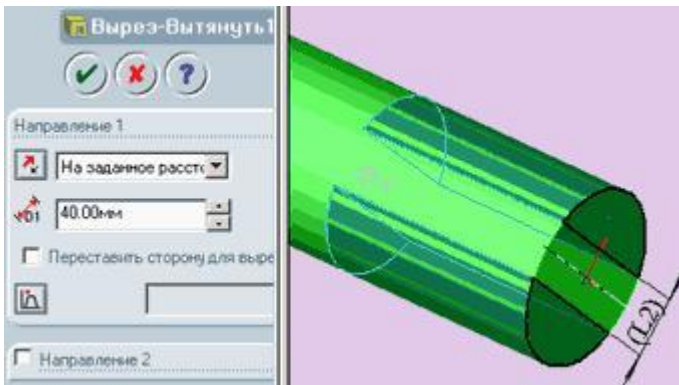


6. На торцевій площині отриманого циліндра створіть новий ескіз.
7. Намалюйте коло з центром в початковій точці.
8. Задайте окружності взаємозв'язок "корадіальність" з окружністю кромки циліндра.
9. Проведіть горизонтальну осьову лінію, збігається з початковою точкою.
10. Намалюйте горизонтальну лінію і задайте її кінців взаємозв'язок "збіг" з окружністю.
11. Утримуючи клавішу "Ctrl" виберіть щойно проведену горизонтальну лінію і осьову лінію і натисніть кнопку "Дзеркальне відображення".

відображення".

12. Поставте розмір L2 згідно з вашим варіантом між горизонтальними лініями.

13. Використовуючи інструмент "відсікти" відсіку частини окружності так, як показано на малюнках.



14. Натисніть кнопку "Виріз - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 40мм.

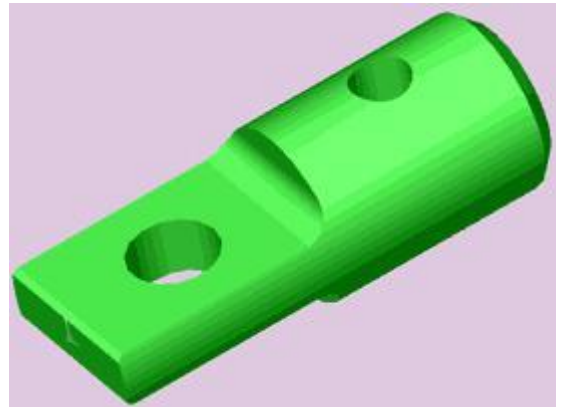
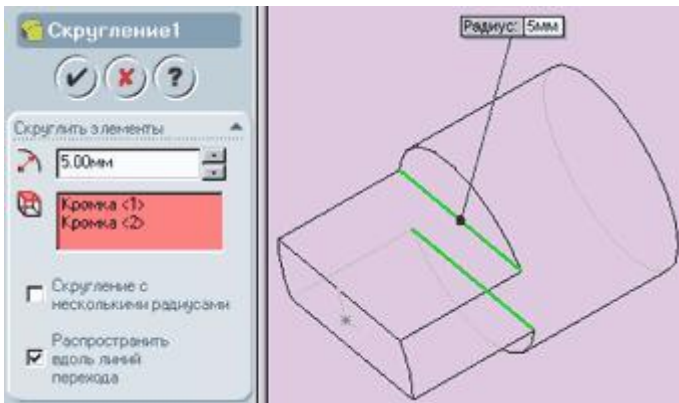
15. Натисніть кнопку "ОК".

16. На панелі інструментів "Вид" натисніть кнопку "Невидимі лінії пунктиром".

17. Розгорніть деталь так як показано на малюнку і виберіть 2 кромки між гранями витягнутого вирізу і перпендикулярної до них гранню циліндричного підстави.

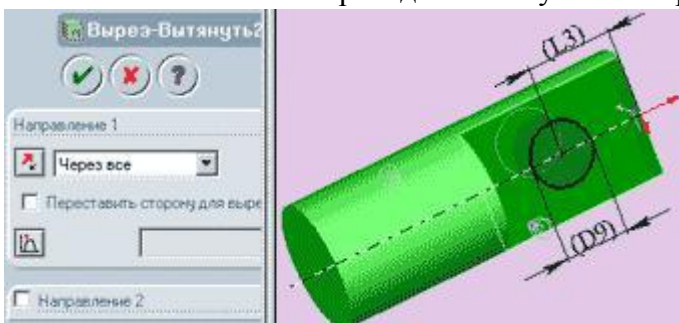
18. Натисніть кнопку "Скруглення" і задайте радіус округлення дорівнює 5 мм і інші параметри так, як показано на малюнку.

19. На панелі інструментів "Вид" натисніть кнопку "Зафарбувати"



20. Виберіть бічну площину вирізу і створіть в ній новий ескіз.

21. З початкової точки проведіть осьову лінію паралельно осі циліндра.

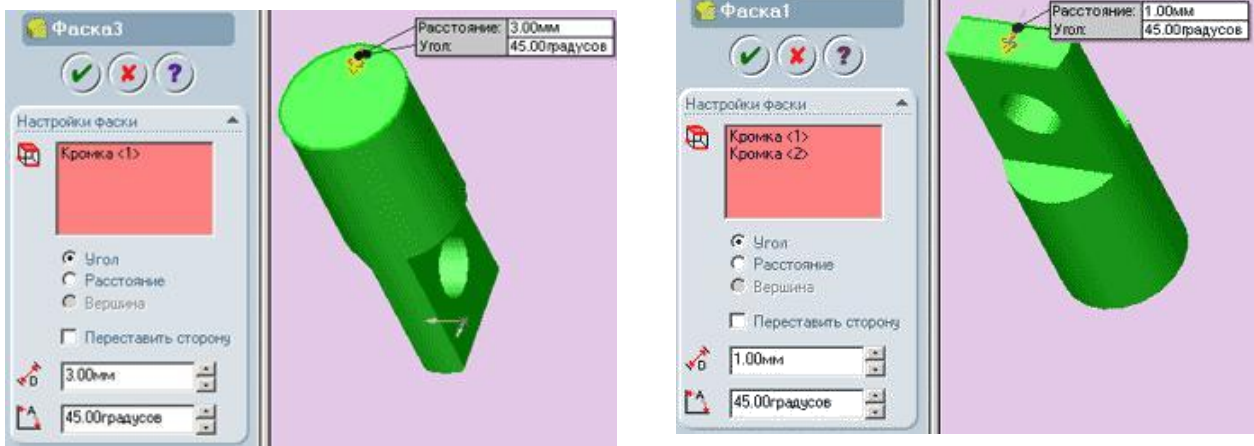


22. Намалюйте коло радіуса D9 згідно з вашим варіантом і задайте її центру взаємозв'язок "збіг" з осьовою лінією.

23. Поставте розмір L3 по вашому варіанту від краю деталі до центру кола.

24. Натисніть кнопку "Виріз - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметр "Через все" (див. Малюнок).

25. Поверніть деталь вирізаної частиною вперед і виберіть дві передні кромки так, як



показано на малюнку.

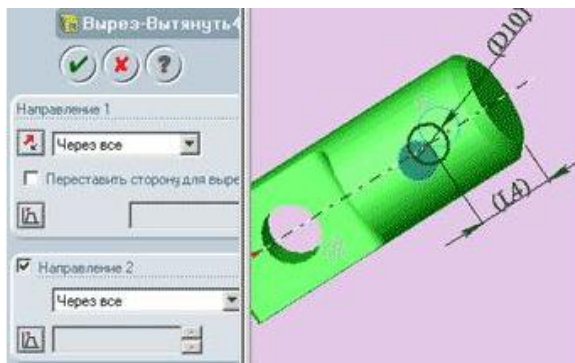
26. Натисніть кнопку "Фаска" і вкажіть в настройках фаски відстань рівне 1 мм і кут - 45 градусів. Натисніть кнопку "ОК".

27. Переверніть деталь задньої стороною і виберіть зовнішню кромку циліндра.

28. Натисніть кнопку "Фаска" і вкажіть в настройках фаски відстань рівне 3 мм і кут - 45 градусів. Натисніть кнопку "ОК".

29. У дереві конструювання виберіть площину "зверху" і відкрийте новий ескіз.

30. Из начальной точки проведите осевую линию параллельно оси цилиндра.



31. Намалюйте коло радіуса D10 згідно з вашим варіантом і задайте її центру взаємозв'язок "збіг" з осевою лінією.

32. Поставте розмір L4 по вашому варіанту від краю деталі до центру кола.

33. Натисніть кнопку "Виріз - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" і "Напрямки 2" параметри "Через все" (див. Малюнок).

34. Збережіть деталь на диску під ім'ям "вал".

35. Закрийте деталь.

### Створення моделі деталі типу "Штифт".

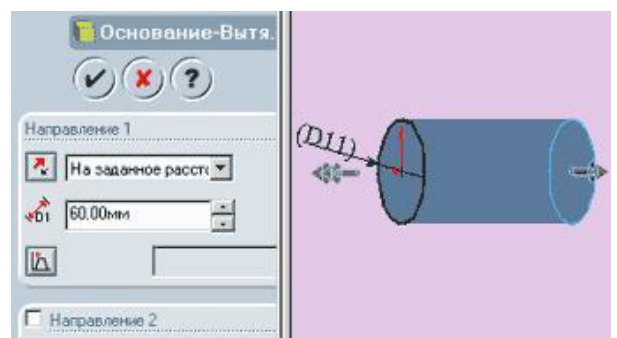
Зовнішній вигляд деталі типу "Штифт" показаний на малюнку.



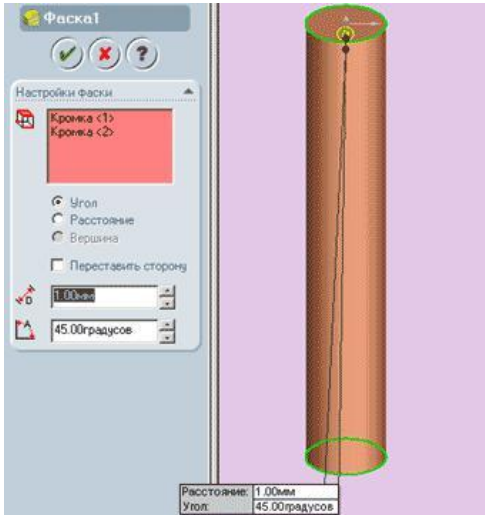
1. Відкрийте нову деталь. Створіть новий ескіз.

2. З початкової точки намалюйте коло діаметра D11 згідно з вашим варіантом.

3. Натисніть кнопку "Підстава - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 60мм.



4. Ескіз повинен прийняти вигляд, показаний на малюнку.



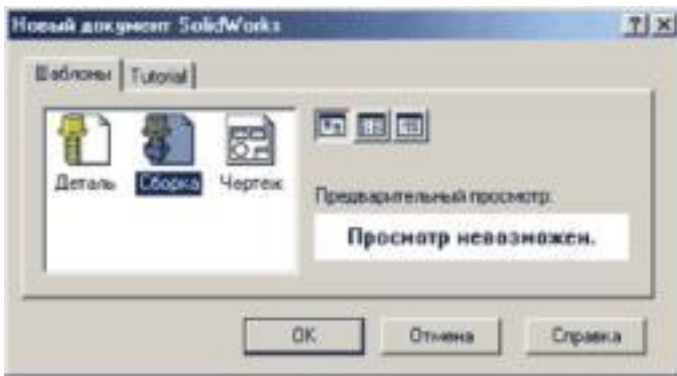
5. Розгорніть деталь так, як показано на малюнку і виберіть 2 крайні кромки циліндра.

6. Натисніть кнопку "Фаска" і вкажіть в настройках фаски відстань рівне 1 мм і кут - 45 градусів. Натисніть кнопку "ОК".

7. Збережіть деталь на диску під ім'ям "штифт".

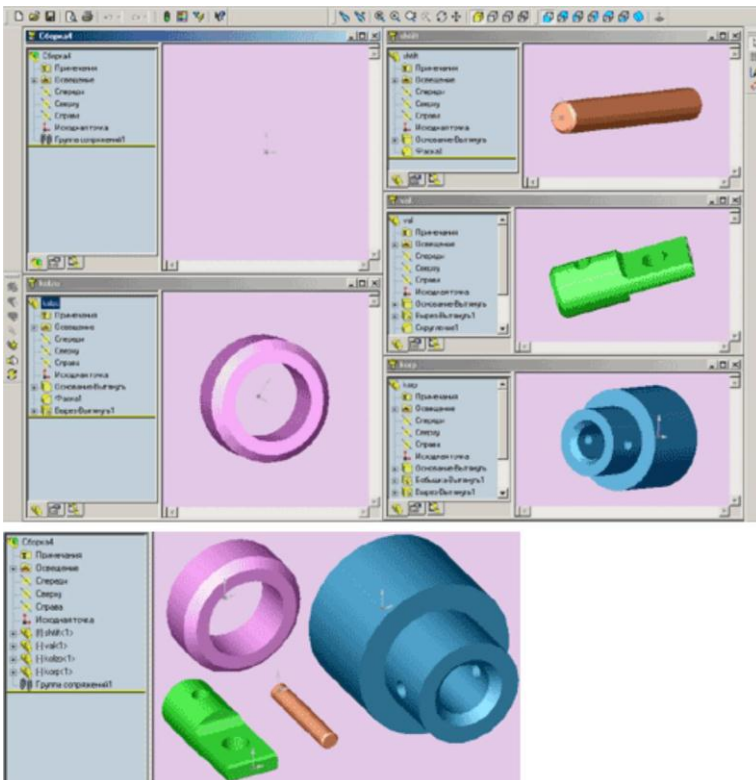
8. Закрийте деталь.

### Створення збірки.



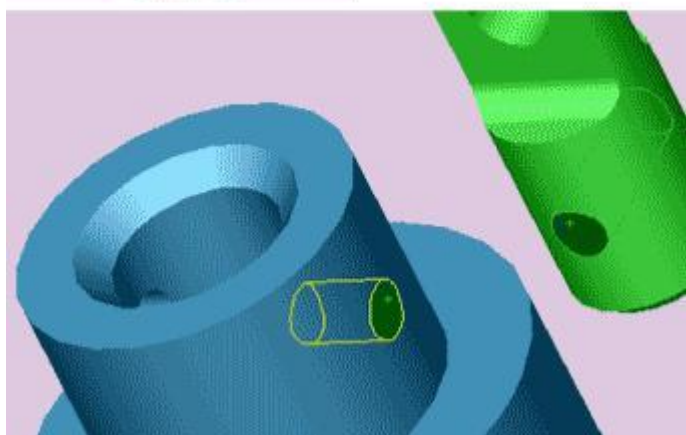
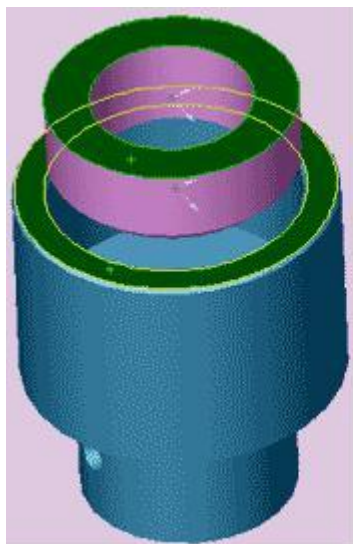
1. В пункті меню "Файл" виберіть "створити".

2. У діалоговому вікні виберіть шаблон "Збірка".



3. Не закриваючи вікна збірки послідовно відкрийте всі намальовані деталі: "Вал", "Корпус", "Кільце", "Штифт".

4. Натисніть на пункт меню "Вікно -> Показати вікна зверху вниз". Вікна розташуються так, як показано на малюнку.



5. Перетягніть по черзі кожну деталь в

вікно збірки. Закрийте вікна деталей і розгорніть вікно збірки на весь екран.

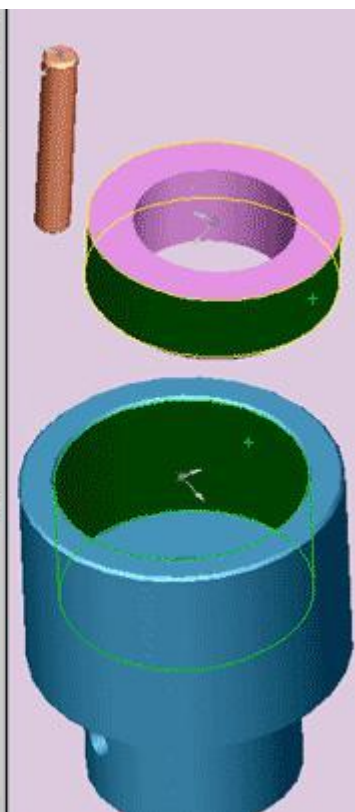
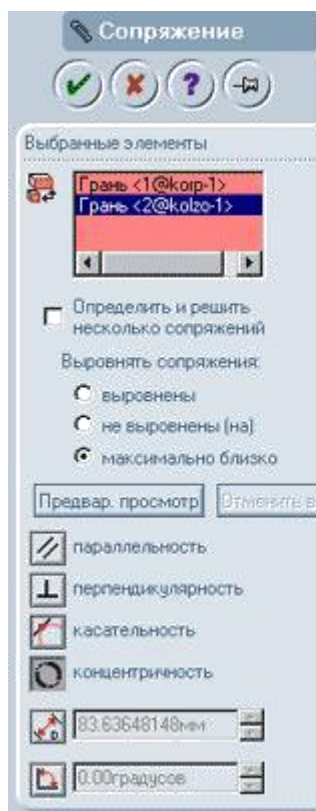
6. Вікно збірки тепер містить всі 4 деталі (див. Малюнок) і їх назви відображаються в дереві конструювання.

7. На панелі інструментів "Збірка" натисніть кнопку "Умови сполучення" (з зображенням скріпки). Відкриється діалог "Сполучення".

8. Робота з сполученнями багато в чому схожа на установку взаємозв'язків, і використовує подібні методи, такі як "концентричність", "паралельність", "збіг" та інші.

9. Зовнішній вигляд діалогу "Сполучення" показаний на малюнку.

10. Виберіть зовнішню поверхню кільця і внутрішню поверхню корпусу (див. Малюнок).



11. Призначте взаємозв'язок

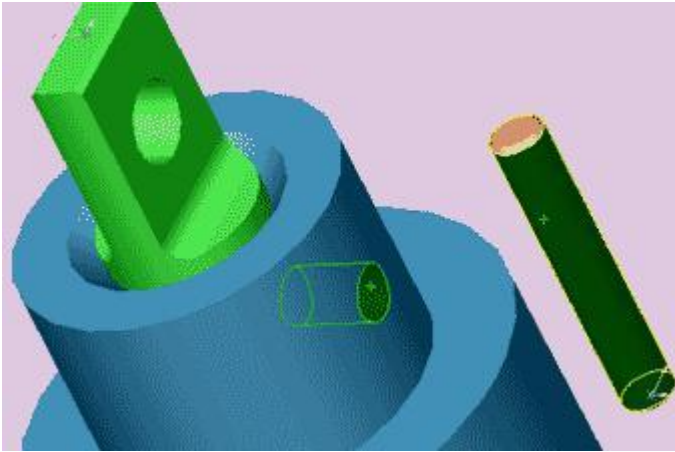
"Концентричність" і натисніть кнопку "ОК". Ви побачите як кільце переміститься і मिलить або під корпусом.

12. Знову натисніть кнопку "Умови сполучення".

13. Виберіть верхню площину кільця і верхню площину корпусу так, як показано на малюнку.

14. Задайте взаємозв'язок "Збіг" і натисніть кнопку "ОК". Кільце переміститься всередину корпусу.

15. Натисніть кнопку "Умови сполучення".



16. Переверніть збірку так, щоб було зручно вибрати внутрішні поверхні отворів у вузькій частині корпусу і в найширшій частині вала.

17. Задайте взаємозв'язок "концентрично" і натисніть кнопку "ОК". Вал переміститься так, що отвори стануть концентричними.

18. Натисніть кнопку "Умови сполучення".

19. Виберіть зовнішню поверхню вала і

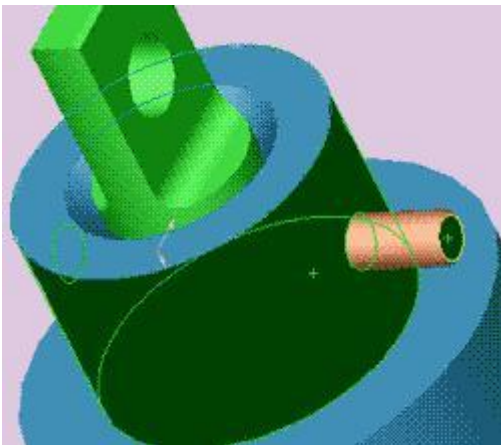
внутрішню поверхню отвору в корпусі, як показано на малюнку.

20. Задайте взаємозв'язок "концентрично" і натисніть кнопку "ОК". Вал переміститься всередину корпусу.

21. Натисніть кнопку "Умови сполучення".

22. Виберіть внутрішню поверхню

отвори в корпусі і зовнішню поверхню штифта як показано на малюнку.



23. Задайте взаємозв'язок "концентрично" і натисніть кнопку "ОК".

24. Натисніть кнопку "Умови сполучення".

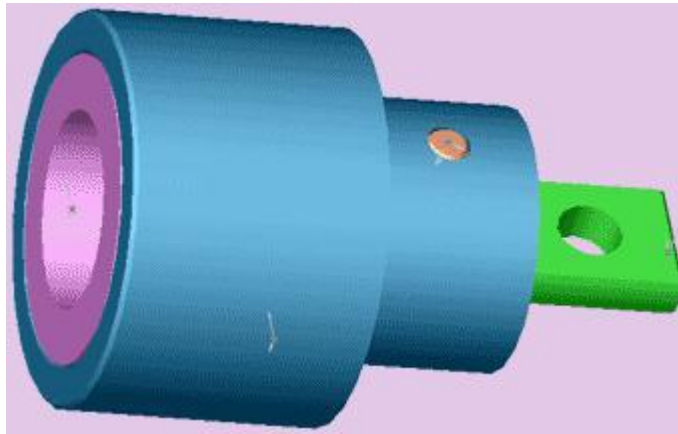
25. Виберіть зовнішню поверхню верхньої частини корпусу і торцеву поверхню штифта.

26. Задайте взаємозв'язок "щодо" і натисніть кнопку "ОК". Штифт переміститься всередину корпусу.

27. Створення збірки завершено.

### Варіанти завдань.

#### Зовнішній вигляд збірки.



Таблиця вихідних значень за варіантами.

Варіант	D1	D2	D3, D6	D4, D8	D5, D10, D11	D7	D9	L1	L2	L3	L4
1	90	60	70	30	10	45	15	20	10	20	20
2	95	65	75	35	10	50	15	20	10	20	20
3	100	70	80	40	10	55	15	20	15	20	20
4	105	75	85	45	10	60	15	20	15	20	20
5	110	80	90	50	15	65	20	20	20	20	20
6	115	85	95	55	15	70	20	20	20	20	20
7	120	90	100	60	15	75	20	20	25	20	20
8	125	95	105	65	15	80	20	25	25	25	15
9	130	100	110	70	15	85	20	25	30	25	15
10	135	105	115	75	20	90	20	25	30	20	15
11	140	110	120	80	20	95	20	25	35	25	15
12	145	115	125	85	20	100	25	25	35	25	15
13	150	120	130	90	20	105	25	25	40	25	15
14	155	125	135	95	20	110	25	25	40	25	15
15	160	130	140	100	20	115	25	25	45	25	15
16	165	135	145	105	21	120	20	26	46	26	20
17	170	140	150	110	22	125	27	27	47	27	14
18	175	145	155	115	23	130	28	28	48	28	16
19	180	150	160	120	24	135	29	29	49	29	18
20	185	155	165	125	25	140	30	20	50	18	20
21	190	160	170	130	26	145	31	20	51	18	20
22	195	165	175	135	27	150	32	20	52	17	20
23	200	170	180	140	28	155	20	20	53	15	20
24	205	175	185	145	29	160	34	34	54	34	16

Варіант	D1	D2	D3, D6	D4, D8	D5, D10, D11	D7	D9	L1	L2	L3	L4
25	210	180	190	150	30	165	35	35	55	35	18
26	215	185	195	155	31	170	36	36	56	36	20
27	220	190	200	160	26	175	31	20	57	18	20
28	225	195	210	165	21	180	20	24	58	18	24
29	230	200	215	170	20	185	20	20	59	20	20
30	235	205	220	175	20	190	20	20	60	40	20

Практична робота №8  
**СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ І КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ В SOLIDWORKS**

**Мета:** Створення моделі деталі типа тіло обертання по заданому паперовому кресленні і створення креслення деталі у векторному форматі.

Необхідне обладнання та матеріали:

1. ПК (персональний комп'ютер з операційною системою Windows).
2. Програма SolidWorks.
3. Методичні вказівки до практичних робіт.
4. Комплект індивідуальних завдань.

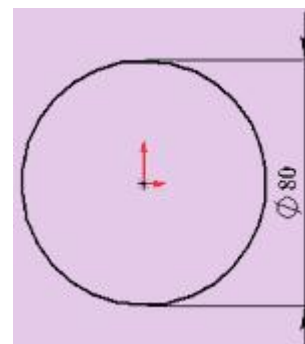
Хід роботи:

1. Створення моделі типового вала.
2. Створення заготовки для креслення.
3. Оформлення креслення.

Створення моделі типового вала

Вали для виконання роботи створюються за індивідуальними завданнями. У методичних вказівок наведено приклад створення моделі типового вала, що містить в собі елементи валів з індивідуальних завдань.

- Створення контурів вала.
- Створення вирізу на торці вала.
- Створення отвори в торці вала.
- Створення напівзамкненого вирізу.
- Створення наскрізного отвору.
- Створення масиву отворів.
- Створення паза.

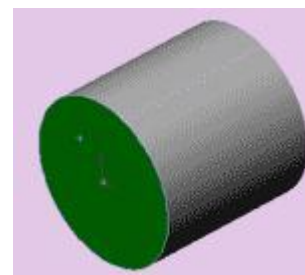


**Створення контурів вала.**

1. Відкрийте нову деталь на основі шаблону

«Деталь \_ESKD» (важливо, для цього у повинні бути встановлені відповідні шаблони). Створіть новий ескіз.

2. З початкової точки намалюйте коло діаметром 80мм.



3. Ескіз повинен прийняти вигляд, показаний на малюнку
4. Натисніть кнопку "Підстава - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 80мм.

5. На торцевій площині отриманого циліндра створіть новий ескіз.

Намалюйте коло діаметром 50мм з центром в початковій точці.

6. Натисніть кнопку "бобишками - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 70мм.

7. На протилежній торцевій площині великого циліндра діаметром 80 створіть новий ескіз 5. Намалюйте коло діаметром 60 з центром в початковій точці.

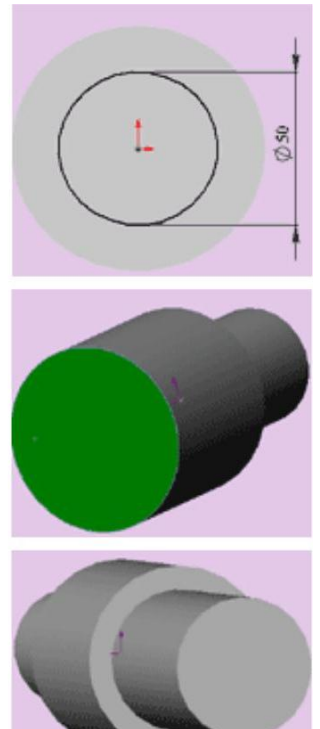
8. Натисніть кнопку "Підстава - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 90мм як показано на малюнку.

9. Поверніть деталь так, щоб вона була повернута до вас бобишкою діаметра 60 (см малюнок)

10. Створіть новий ескіз і намалюйте коло діаметром 40мм з центром в початковій точці

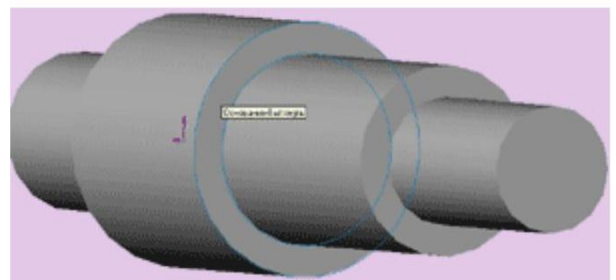
11. Натисніть кнопку "Підстава витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 70мм 6.

У вас повинен вийти чотириступеневий вал (див. Малюнок).



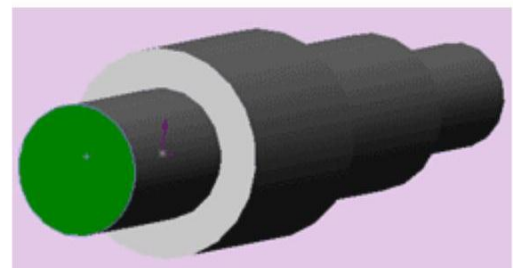
### Створення вирізу на торці вала

1. Далі приступимо до створення вирізів, отворів і пазів шпон.
2. Переверніть деталь вперед бобишкою 50мм.
3. Виділіть передню грань, як показано на малюнку.



### Створіть новий ескіз.

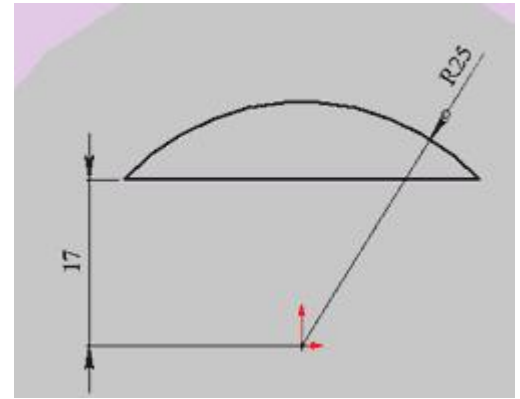
5. Намалюйте коло діаметром 50мм
6. Проведіть пряму лінію, задайте їй взаємозв'язок "горизонтальність" і розмір 17мм від початкової точки до лінії
7. Задайте кінців відрізка взаємозв'язок "Збіг" з окружністю.



8. Підріжте зайву частину окружності. В результаті ескіз повинен прийняти вигляд такий, як на малюнку.

Натисніть кнопку "Виріз-витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 60мм

5. На деталі з'явиться виріз (див малюнок)



### Створення отвори в торці вала

1. Виділіть ще раз торцеву площину бобишки і створіть в ній новий ескіз.

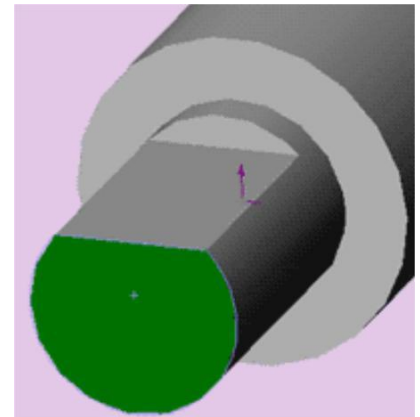
2. Створіть новий ескіз і намалюйте

коло діаметром 20мм з центром в початковій точці

3. Натисніть кнопку "Виріз витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах

"Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір 50мм

4. Вийде отвір в торці вала, як показано на малюнку.



### Створення напівзамкненого вирізу

1. Тепер займемося бобишкою діаметра 80мм. Нижче буде описано один з можливих способів створення напівзамкненого вирізу.

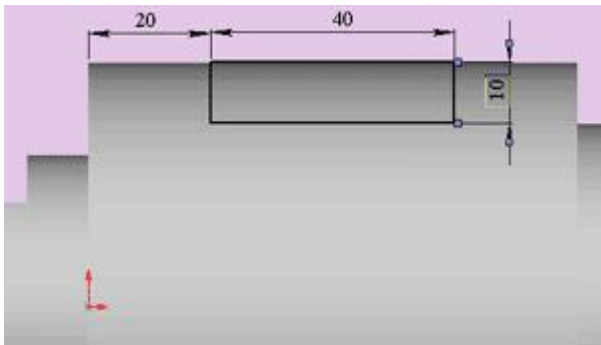
2. У дереві конструювання виберіть площину "справа"

3. Увійдіть в меню "Вставка -> Довідкова геометрія -> Площина".

Виберіть операцію "Змістити" і натисніть "далі" У діалоговому вікні задайте відстань, рівну половині діаметра бобишки по вашому варіанту.

4. В результаті в дереві конструювання з'явиться нова площина.

Виберіть її і створіть в ній новий ескіз.

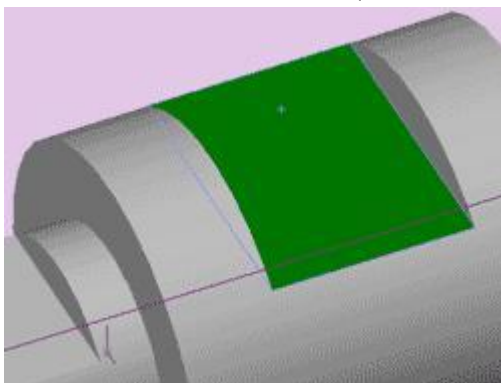


Намалюйте прямокутник, який зображає напівзамкнений виріз в плані і поставте його розміри приблизно так, як показано на малюнку. Верхній стороні прямокутника поставте взаємозв'язок "збіг" з верхнім контурам вала



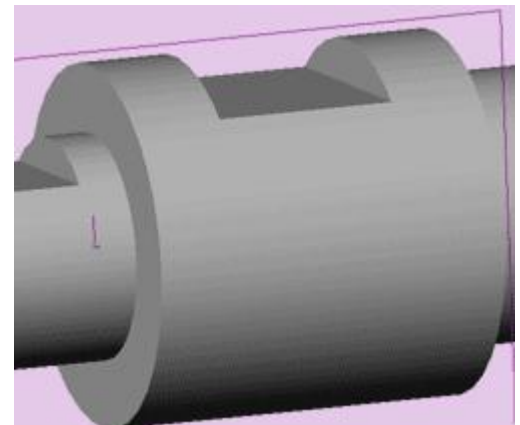
6. Натисніть кнопку "Виріз витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметр "Через все".

7. Ось що повинно вийти (див. Малюнок)

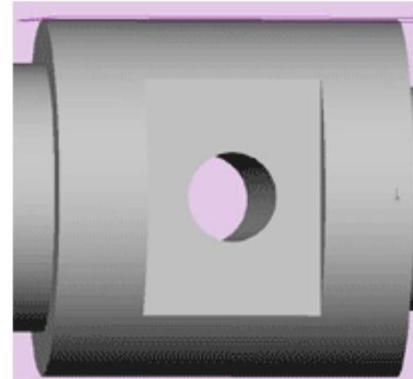
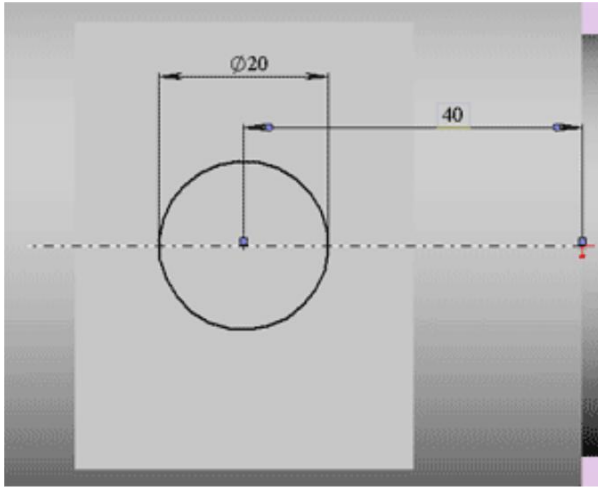


### Створення наскрізного отвору

1. Тепер виберіть внутрішню площину нашого напівзамкненого вирізу і відкрийте в ній новий ескіз.



1. Проведіть осьову лінію з початкової точки і задайте їй взаємозв'язок "вертикальність" або "горизонтальність" в залежності від розташування моделі
2. Намалуйте коло і задайте її центру взаємозв'язок "збіг" з осьовою лінією



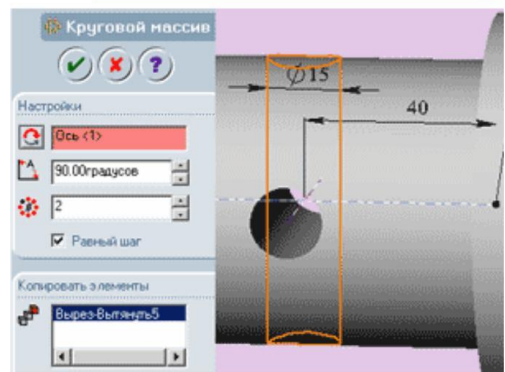
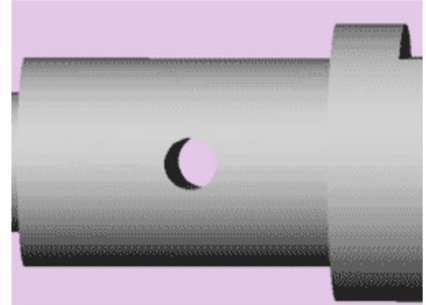
3. Задайте діаметр окружності і відстань від її центру до кордону бобишки (по вашому варіанту)
4. Натисніть кнопку "Виріз - витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметр "Через все".
5. Вийшло отвір см. На малюнку.

### Створення масиву отворів

1. Тепер намалюємо наскрізні отвори в бобишках діаметром 60мм.
2. У дереві конструювання виберіть площину "справа"
3. Створіть в ній новий ескіз
4. Проведіть осьову лінію з початкової точки і задайте їй взаємозв'язок "вертикальність" або "горизонтальність" в залежності від розташування моделі
5. Намалуйте коло і задайте її центру взаємозв'язок "збіг" з осьовою лінією
6. Поставте діаметр окружності і відстань від її центру до кордону бобишки (по вашому варіанту)

Натисніть кнопку "Виріз витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" і "Напрямки 2" параметр "Через все".

2. Увійдіть в меню "Вид" і включіть там пункт "Тимчасові осі". На моделі повинні з'явитися зображення осей.
3. Поверніть модель так, щоб було добре видно внутрішню частину щойно створеного отвори.



На панелі "Елементи" натисніть кнопку "Круговий масив".

2. Відкриється вікно завдання параметрів масиву.
3. Задайте в якості осі головну вісь вала, як об'єкт – внутрішню поверхню отвору.
4. Кут повороту задайте 90 градусів і число елементів – 2. Перевірте правильність по малюнку.

### Створення паза.

1. У дереві конструювання виберіть площину "зверху"
2. Увійдіть в меню "Вставка -> Довідкова геометрія -> Площина". Виберіть операцію "Змістити" і натисніть "далі" У діалоговому вікні задайте відстань, рівну половині діаметра бобишки по вашому варіанту.

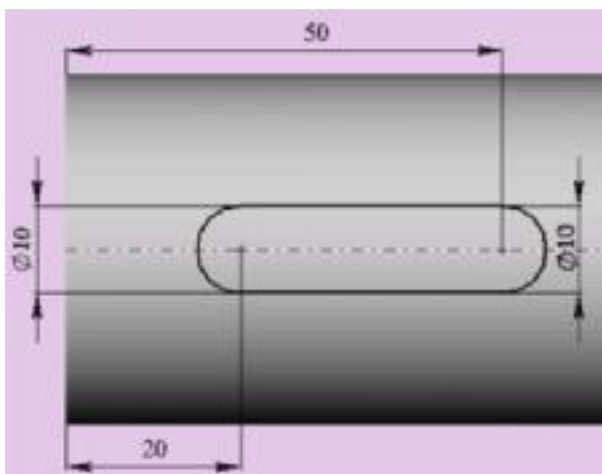


3. В результаті в дереві конструювання з'явиться нова площина. Виберіть її і створіть в ній новий ескіз.
4. Намалюйте шпонковий паз, задайте розміри.
5. При створенні ескізу використовуйте взаємозв'язку "збіг" центрів окружності і осьової лінії та "дотичність" вертикальних ліній паза і околиць. Підріжте зайві лінії для додання ескізу такого ж виду, як на малюнку.
6. Натисніть кнопку "Виріз витягнути" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Напрями 1" параметри "На задану відстань" і розмір по вашому варіанту

7. Одержаний шпонковий паз показаний на малюнку

### Збереження моделі

Збережіть вашу модель, дайте їй оригінальне ім'я.



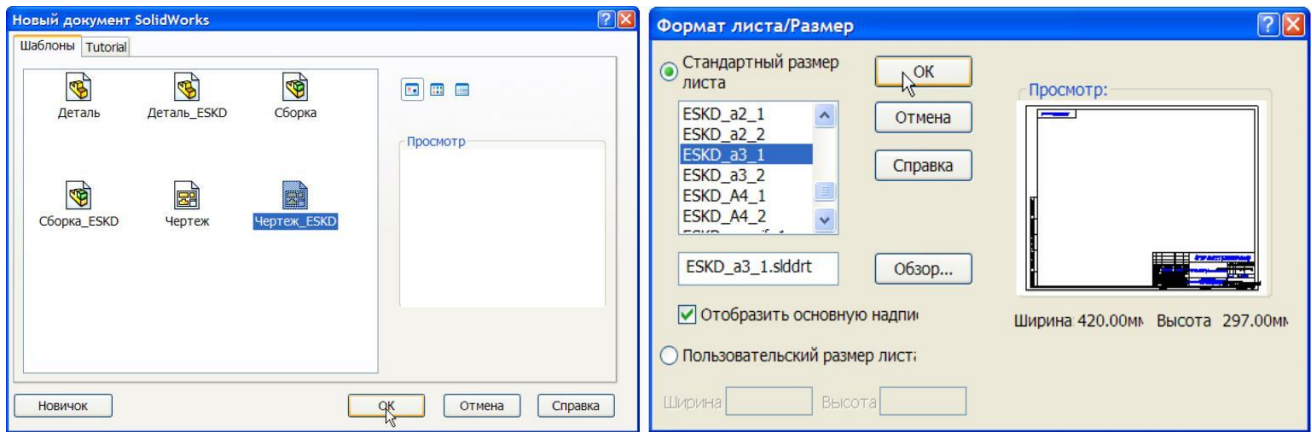
### Створення креслення деталі

1. Створіть новий документ на основі шаблону «Чертеж\_ESKD» (важливо, повинен бути встановлений відповідний шаблон).

2. Виберіть формат аркуша «ESKD\_A3\_1». Поставте галочку «Показати основний напис». Буде створено креслення формату А3, перший лист з основним написом відповідно до ЕСКД.

3. Якщо існує модель, то її креслення може бути створений автоматично. У діалоговому вікні «Вид моделі» виберіть деталь, на основі якої буде створено креслення. Якщо деталь в даний момент не відкрита в SolidWorks, то вкажіть її на диску, скориставшись кнопкою «Обзор».

4. У діалоговому вікні «Креслярський вид» виберіть вид «Зверху», який буде вставлений в креслення. Можна додати і інші види, але для вала, як правило, досить одного стандартного.



5. Орієнтація похідного виду залежить від напрямку проектування.

Для впорядкування розміщення видів на креслярському аркуші

похідний вид можна повернути на відповідний кут.

Ця процедура здійснюється за допомогою команди «Вирощують вид», представлені інструментом в панелі «Вид».

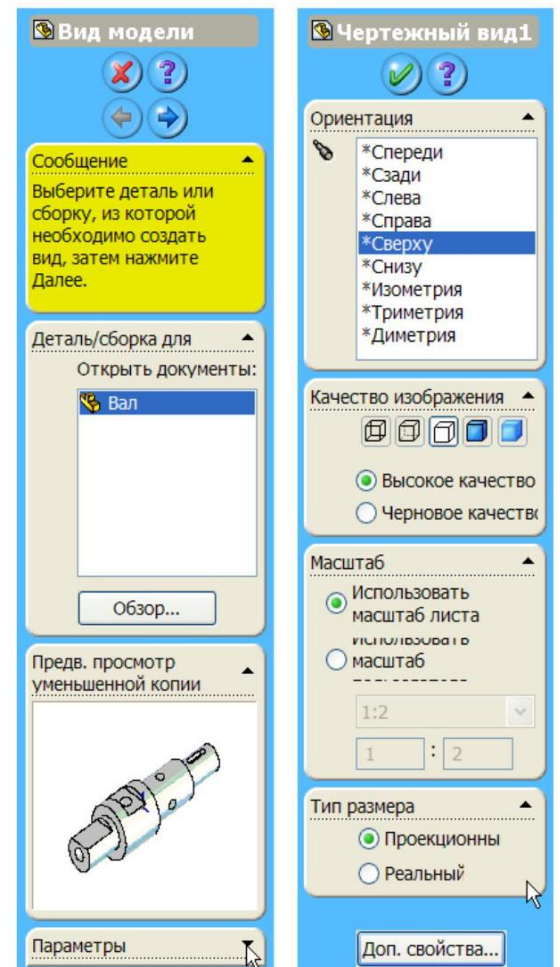
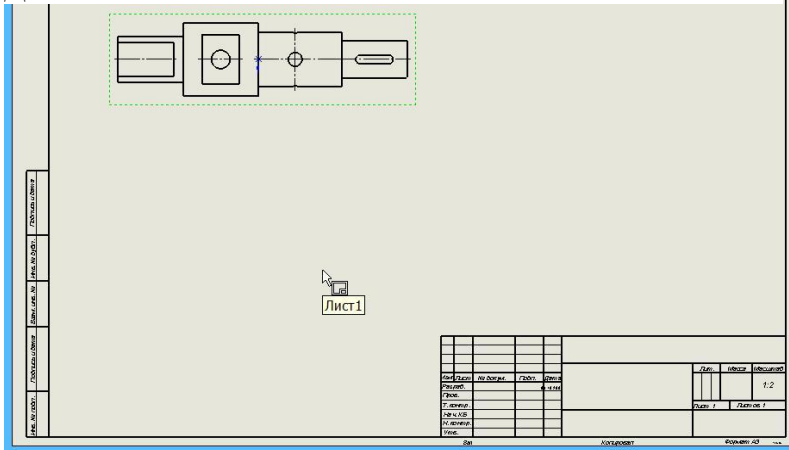
Поверніть вид «Зверху» горизонтально

6. Додавання осьових лінії здійснюється з

допомогою команди «Осьова лінія»,

представленої в меню «Вставка -> Примітки» (піктограма команди знаходиться -> на панелі Примітки).

Додайте осьові лінії.



Збережіть креслення.

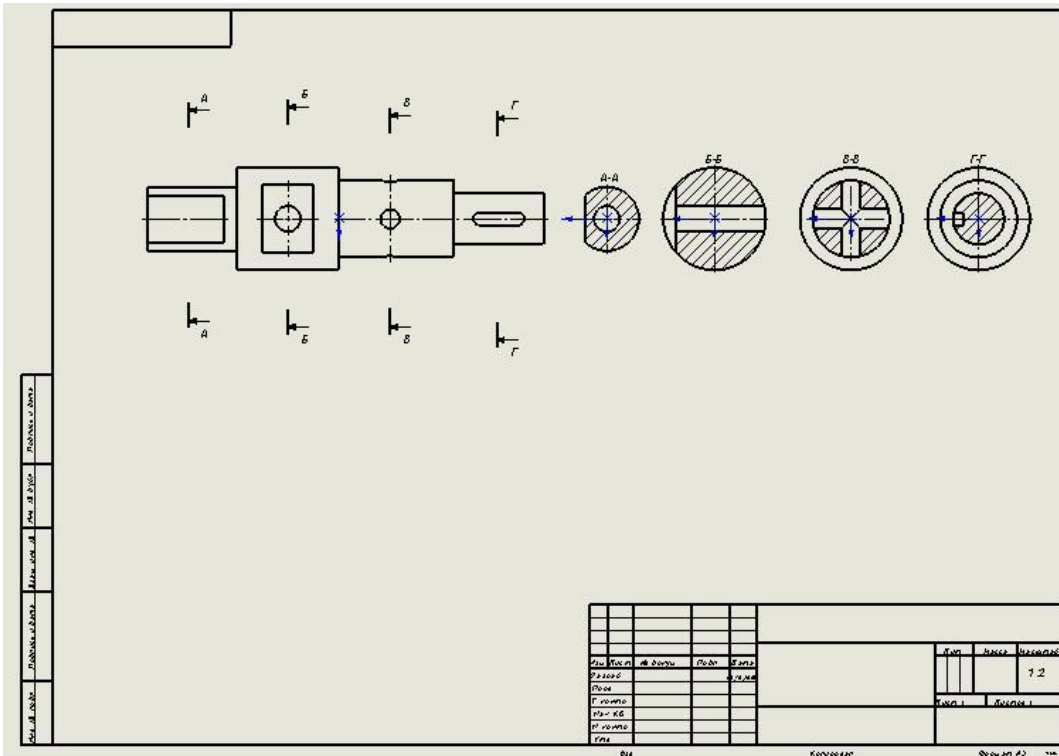
7. Додайте перетину. Для цього виберіть команду «Розріз» на панелі інструментів «Креслення». Проведіть січну площину на вигляді «Зверху».

У графічній області з'явиться прямокутник, що показує розміри майбутнього перетину, перемістіть його в зручне місце креслення.

8. Зверніть увагу на те, що поки не зруйнована проекційна зв'язок, перетину можна переміщати тільки по горизонтальній прямій лінії. Розташуємо перетину приблизно, потім їх можна посунути.

9. Додайте осьові лінії на перетинах з допомогою команди «Покажчик центру» на панелі інструментів «Креслення».

10. Відредагуйте штрихування. Для цього необхідно клацнути мишею на області штрихування і в діалоговому вікні вибрати параметри штрихування. Найбільш підходяща штрихування ANSI31 (Залізо Ки ...)
11. Позначення перетинів і січні площині можна переміщати.



12. Додайте розміри. Елементи моделі можуть бути додані в креслення автоматично. В меню «Вставка» вибираємо «Елементи моделі». Оскільки нами на моделі проставлялись тільки розміри, то в групі «Розміри» поставити галочку «Вибрати все», проти «Примітки» і «Довідкова геометрія», галочку зняти.

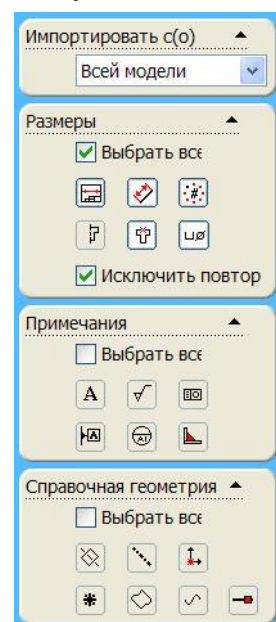
13. Вибрані розміри розносяться по видам і перетинах далеко не оптимальним способом. Крім того, їх розстановка не завжди відповідає задуму конструктора, його баченню розмірних ланцюгів. Розміри можна переміщати, в тому числі і з виду на вид, утримуючи клавішу Shift. При утриманні клавіші Ctrl відбувається копіювання розмірів

14.3 метою впорядкування розмірних ланцюгів, частина розмірів можна видалити, додавши відсутні. Але необхідно пам'ятати, що імпортовані з моделі розміри є керуючими, тобто при їх зміні міняються розміри креслення і моделі. Проставлені ж на кресленні вручну розміри є керованими, тобто довідковими. Упорядкуйте розміри і додайте відсутні.

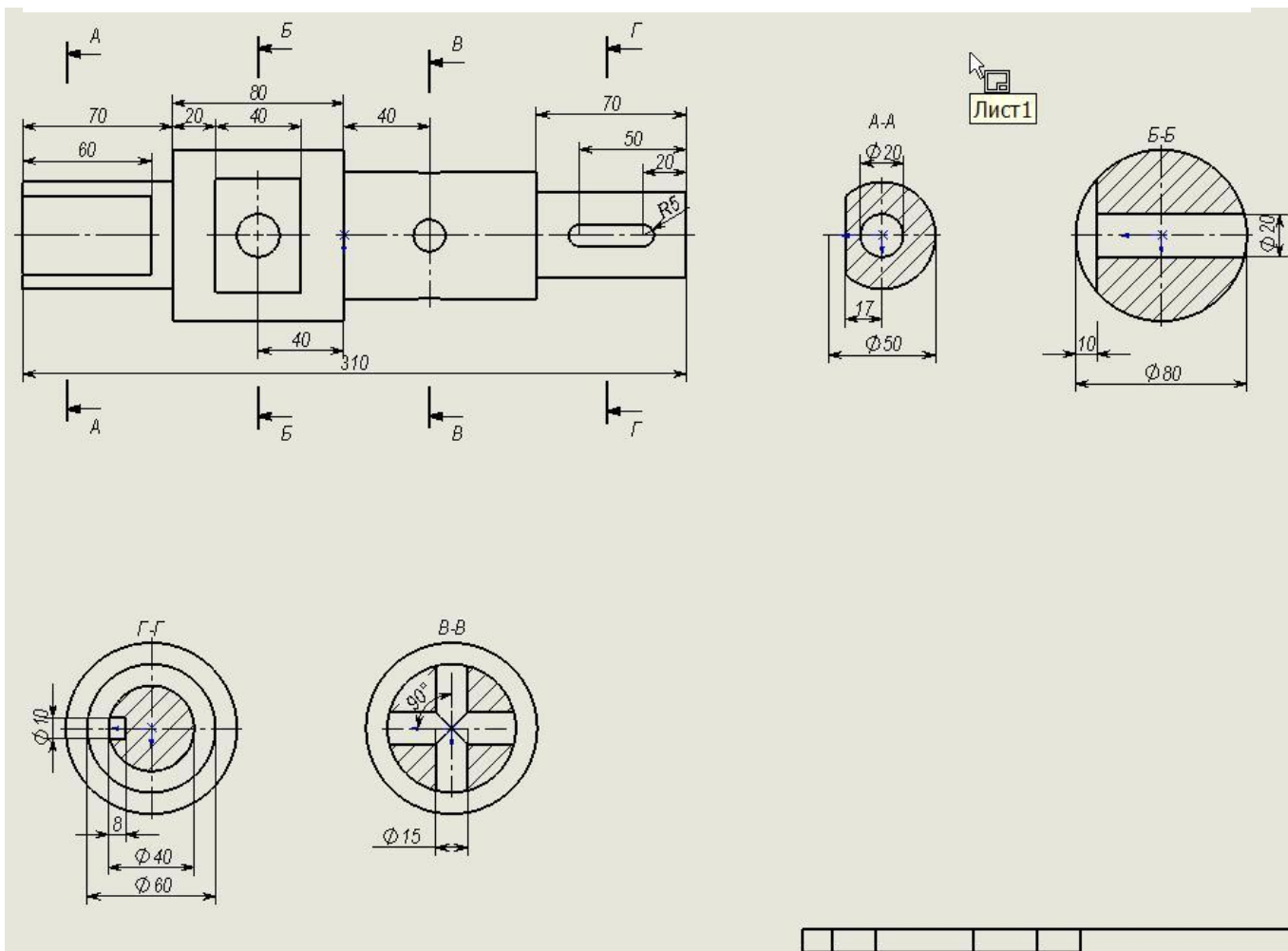
15. Простір листа зайнято неоптимальним способом - все перетину розташовані на одній горизонтальній лінії. Щоб перемістити перетин, розірвіть проекційну зв'язок. Для цього клацнути лівою клавішею на імені перетину

(які SolidWorks помилково називає розрізами), вибрати в головному меню «Інструменти ->Розстановка видів креслення -> Розрив проекційної зв'язку». Якщо такої команди в меню немає, їй потрібно включити: «Інструменти -> Налаштування -> Параметри».

У групі «Налаштування меню натисніть кнопку «Показати все». Досягніть оптимального розташування видів.



Результат повинен відповідати показаному на малюнку.



Для вказівки глибини осевого отвору створіть місцевий розріз.

У термінології SolidWorks це називається

«Виривши деталі».

Для цього задайте замкнуту кордон вириваючи

на початковому вигляді,

використовуючи

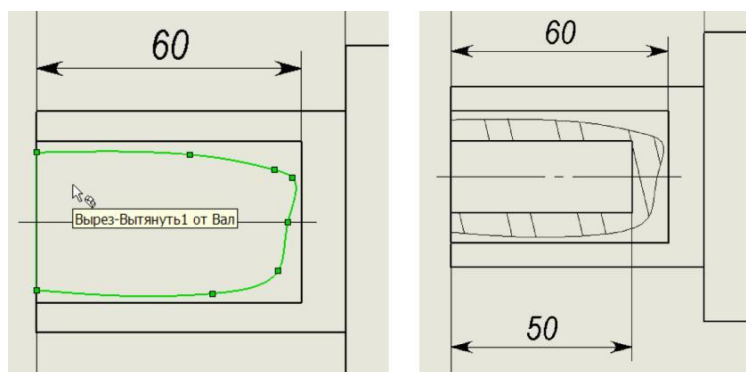
інструменти ескізу «Сплайн» і «Лінія».

Активізуйте команду «Виривши деталі».

Увімкніть параметр "Попередній

перегляд". Задайте положення січної площини в вікні «Глибина». Проконтролювати стан можна на перетинах, де становище січною площині відображається жовтою лінією.

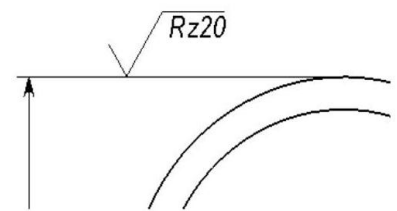
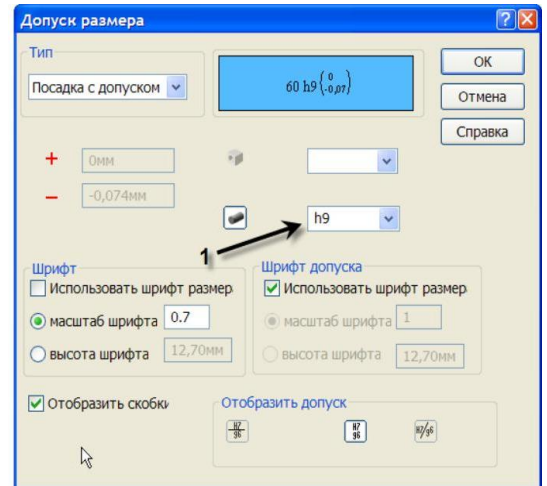
Натисніть ОК. Товщину кордону розрізу можна зменшити за допомогою команди «Товщина лінії» на панелі інструментів «Формат лінії». Додайте глибину отвору.



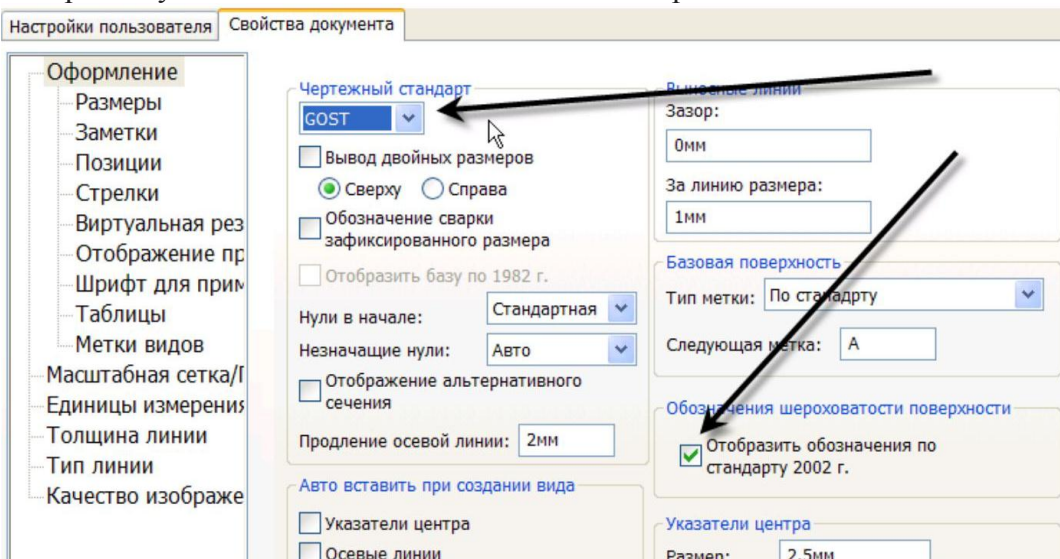
## Оформлення креслення

### 1. Точність виготовлення.

Для вказівки точності виготовлення в контекстному меню розміру виберіть «Властивості -> Допуск». Виберіть тип відображення допуску розміру, наприклад «Посадка з допуском». У вікні, по стрілці «1» - поле допуску вала, вибрати необхідне позначення. При цьому в полях для відхилень повинні з'явитися верхнє і нижнє відхилення. У групі «Шрифт» зняти галочку «Використовувати шрифт розміру» і встановити «Масштаб шрифту» рівним 0.7 (через точку). Поставити галочку «Показати дужки». Всі зміни відразу відображаються у вікні попереднього перегляду<sup>1</sup>. У разі необхідності можна вибрати інше оформлення. Деякі позначення відображається не зовсім звично, зокрема поле допуску отвору відображений в верхній частині.

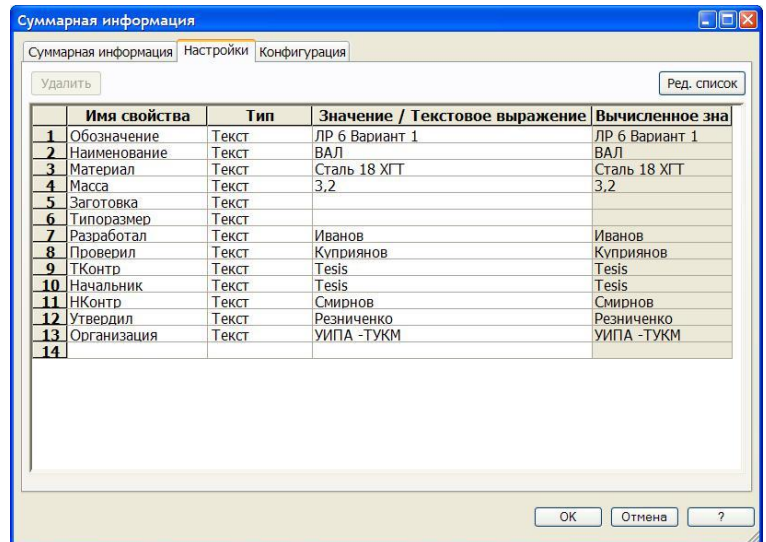


- Шорсткість. Для нанесення позначень шорсткості поверхні використовується кнопка «Шорсткість поверхні» на панелі «Примітки». Для відображення незазначеної шорсткості (в правому верхньому куті креслення) в настройках шорсткості необхідно поставити галочки «Використовувати для замітки» і «Додати позначення по ...». Для позначення шорсткості за новим стандартом необхідно в меню «Інструменти -> Параметри -> Властивості документа -> Оформлення» встановити прапорець проти «Показати позначення за стандартом 2002 г.»
- Відхилення форми. На панелі «Примітки» вибираються відхилення форми і позначення базових поверхонь для них.
- Оформлення технічних вимог. Для нанесення технічних вимог та інших написів використовується кнопка «Замітка» на панелі «Примітки».



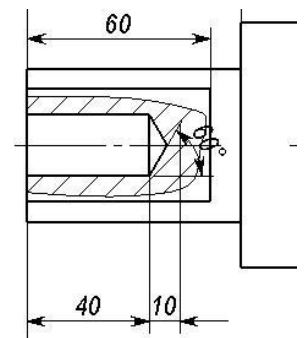
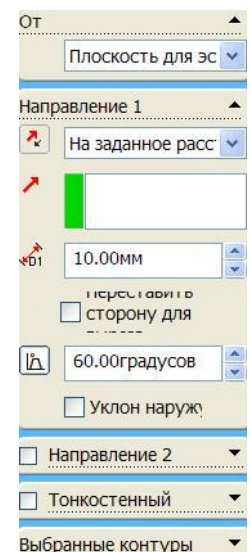
## Заповнення основної написи

1. Якщо деталь була створена на основі шаблону «Деталь ESKD», то основна напис заповнюється автоматично. Для цього треба заповнити відповідні поля в «Файл - > Властивості -> Настройки» для файлу моделі.
2. Основну напис можна редагувати і вручну. Для цього клацніть правою кнопкою миші на імені листа в дереві конструювання і в контекстному меню виберіть «Редагувати основний напис»



				ЛР 6 Вариант 1			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разрад.	Андреев					3,2	1:2
Проб.	Романов						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.	Морока				Сталь 18 ХГТ		
Утв.	Паненко				ХЭМК-ЭТ14		
				Копировал			
				Формат А3			

1. Між кресленням і моделлю існує асоціативний зв'язок. Це означає, що всі зміни моделі автоматично відображаються в кресленні і навпаки.
2. Для перевірки цього створимо конічне поглиблення в глухому отворі на лівому торці вала (існуюче отвір нетехнологічно). Відкрити модель вала. Створити ескіз на денці отвори. Створити коло і встановити їй взаємозв'язок «Колленіарність» з отвором. Створити виріз, надавши ухил 60 °.
3. Крім того, змінимо глибину отвору. Знайти елемент в дереві конструювання, по правій кнопці в контекстному меню вибрати «Редагувати визначення». Встановити глибину 40 мм замість 50. Збережіть деталь.
4. Перейдіть в креслення. Повторно вставте розміри з моделі. Креслення змінить вигляд і розміри. (Небезпечно вставляти заново розміри, тому що зроблені зміни в розстановці розмірів можуть не зберегтися). Перевірте правильність розстановки розмірів заново. Збережіть креслення.
5. Для асоціативної зв'язку важливо, щоб шлях до файлів креслення і моделі не змінювалися під час роботи. Тому слід зберігати ці файли в одній папці і не перейменовувати.

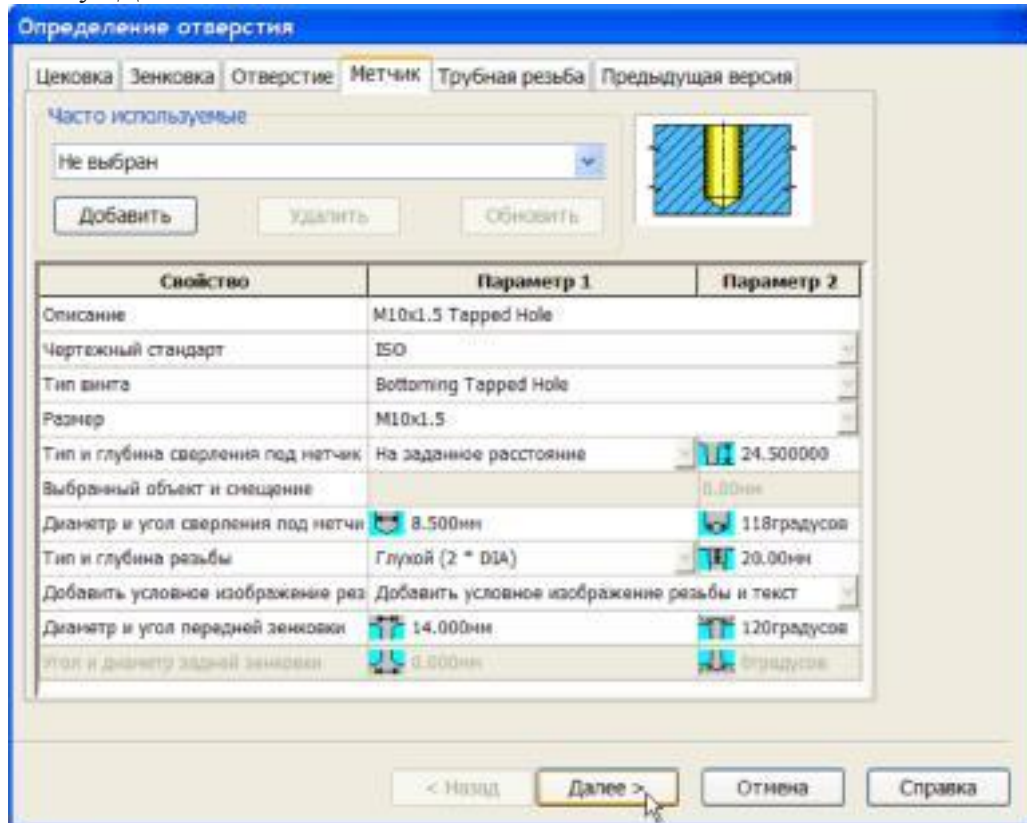




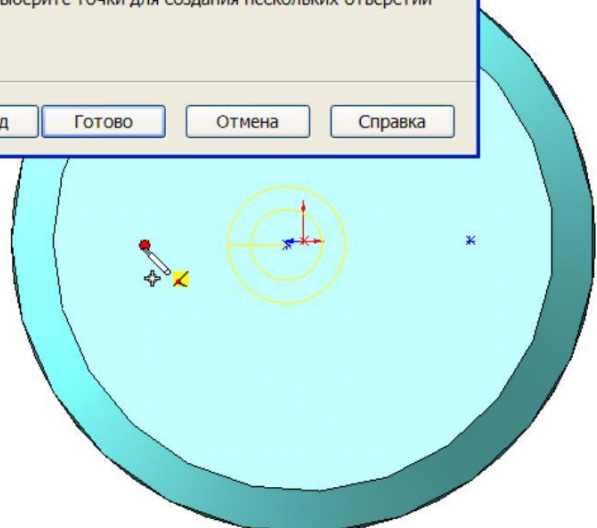
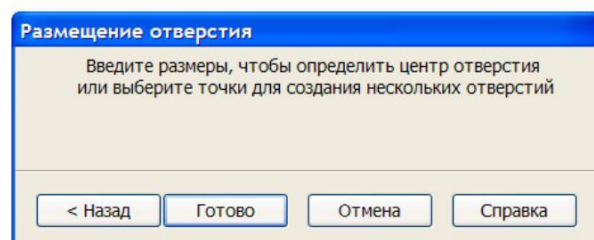
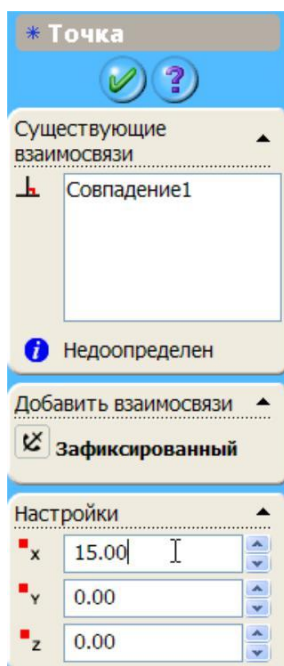
## Деякі зауваження щодо створенню особливих елементів деталей

### Отвори з різьбленням

1. Створюються за допомогою майстра «Отвір під кріплення» на панелі «Елементи». Необхідно встановити «Креслярський стандарт» ISO, «Розмір», «Тип і глибина свердління під мітчик», «Додати умовне зображення різьби і текст», «Діаметр і кут передньої зенковки». Натиснути кнопку «Далі»

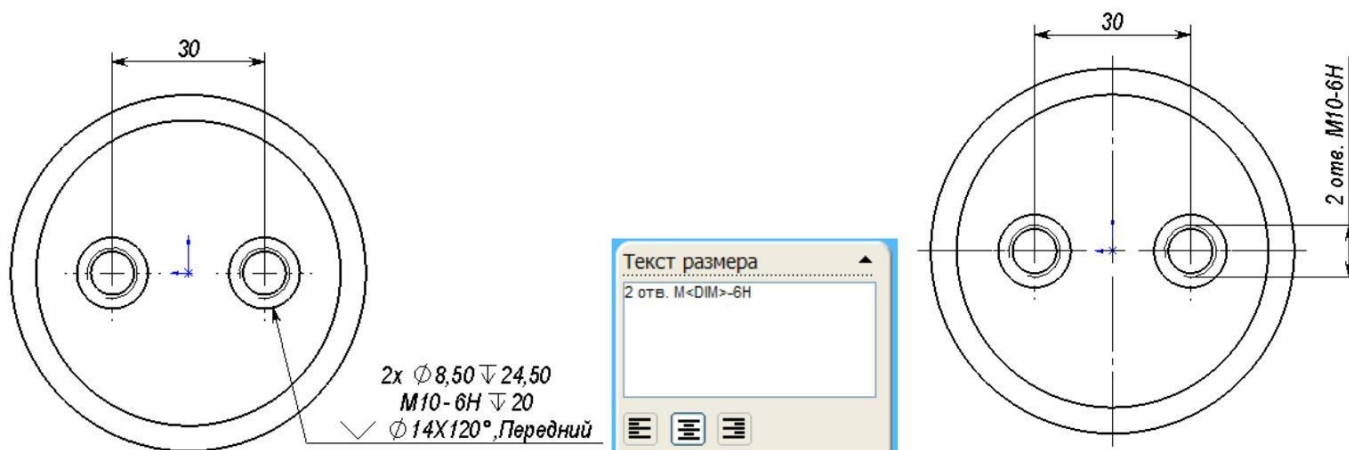
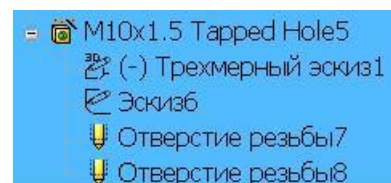


2. Необхідно вказати центр отворів мишею. При цьому координати центру кожного отвори задаються зліва в групі «Налаштування»



3. Надалі для зміни розміру отворів необхідно «Редагувати визначення», а для зміни положення - редагувати «Тривимірний ескіз», який задає положення центрів отворів.

4. При створенні креслення умовне позначення отвору вставляється абсолютно правильно. Якщо цього немає, то включити параметр «Умовні зображення різьби», представлений в меню «Інструменти - > Параметри -> Властивості документа -> Відображення приміток». А ось розмір не відповідає ГОСТу (зліва). Легше його видалити і вставити заново. Після ручного коректування в поле «Текст розміру» він виглядає задовільно (праворуч).

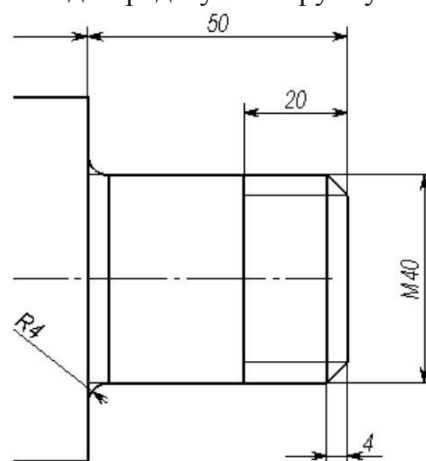
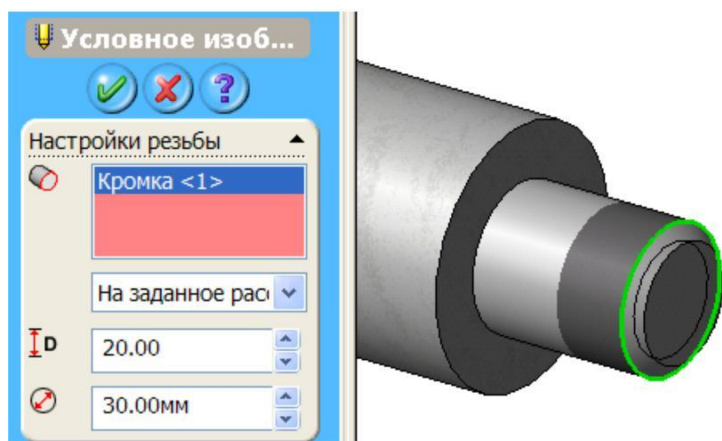


Умовне значення по-умолчанию  
ГОСТу

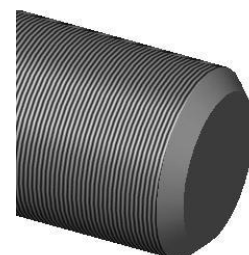
Умовне значення по

## Зовнішня різьба

1. Зовнішня різьба, як і внутрішня, створюється за допомогою умовних позначень і немає необхідності її моделювати. Вставка різьблення здійснюється через меню «Вставка -> Примітки -> Умовне зображення різьби». При цьому потрібно виділити кромку, на якій буде починатися різьблення, а в меню вказати її довжину і внутрішній діаметр. Умовне позначення різьби буде додано в креслення, але її розмір необхідно редагувати вручну



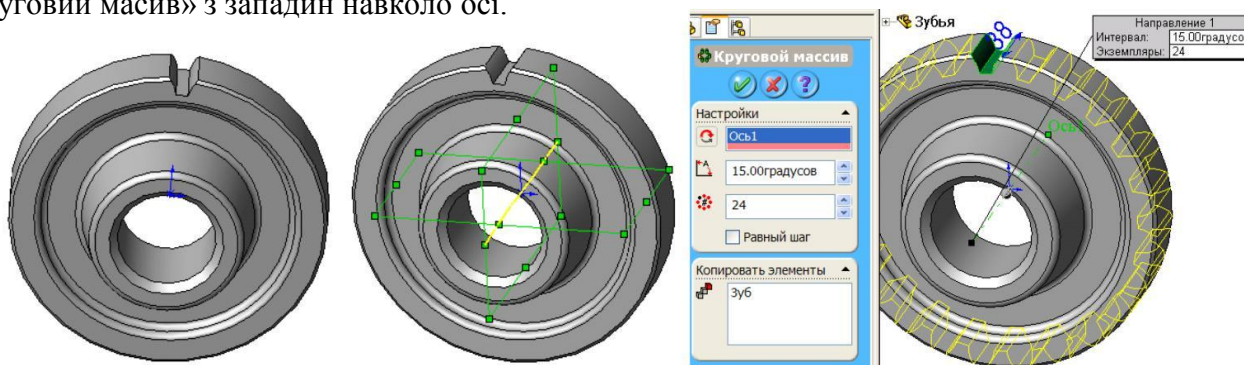
На 2. На моделі різьблення відображається іншим кольором (якщо не відображається, то встановить опцію «Зафарбовані умовні відображення різьблення» в «Інструменти -> Параметри -> Властивості документа -> Відображення приміток»). Є можливість наочно зобразити різьблення текстурою.



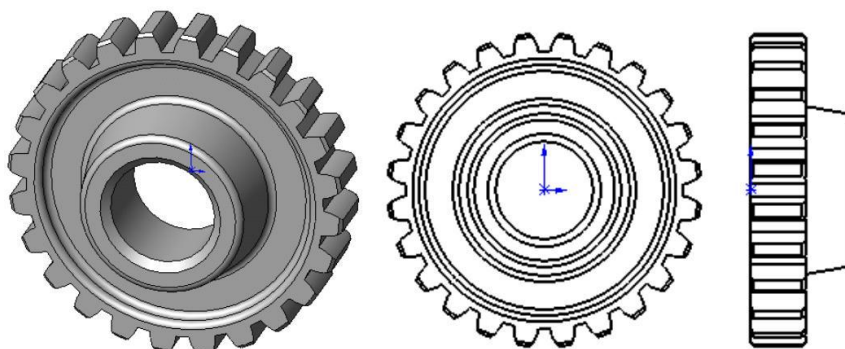
Для цього в контекстному меню елемента виберіть «Зовнішній вигляд -> Текстура». Підібравши параметри текстури, можна зробити її досить схожою на різьблення, особливо якщо ще й призначити матеріал деталі - сталь. текстура може бути нанесена на поверхню або елемент моделі, так що обмежити її область різьблення не вдасться. Та й на креслення текстура, природно, не перенесеться.

## Шліци і зуби

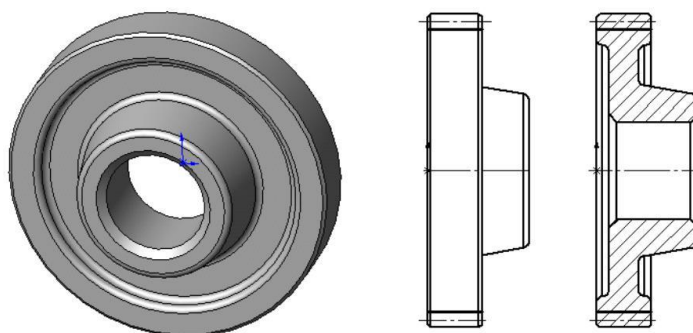
Шліци і зуби виглядають на моделі досить ефектно. Моделювання їх виконується в наступній послідовності: спочатку моделюється одна западина зуба (на торці малюється ескіз з формою западини і видавлюється уздовж осі деталі), створюється вісь деталі (за допомогою довідкової геометрії, на перетині двох стандартних площин), а потім елемент «Круговий масив» з западин навколо осі.



Недолік такого підходу: при створенні креслення на нього наноситься реальне зображення зубів, а не умовне по ГОСТ.



3. На практиці, як правило, немає необхідності моделювати шліци і зуби. Якщо потрібно відобразити їх по ГОСТу, то досить домалювати їх на кресленні. Негативним моментом є часте невідповідність автоматично одержуваних штриховок з таким «ручним» творчістю



## Практична робота №9 ПОБУДОВА ПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ В SOLIDWORKS

**Мета:** Створення різних конфігурацій деталі, використовуючи табличне представлення даних про розміри.

### Необхідне обладнання та матеріали:

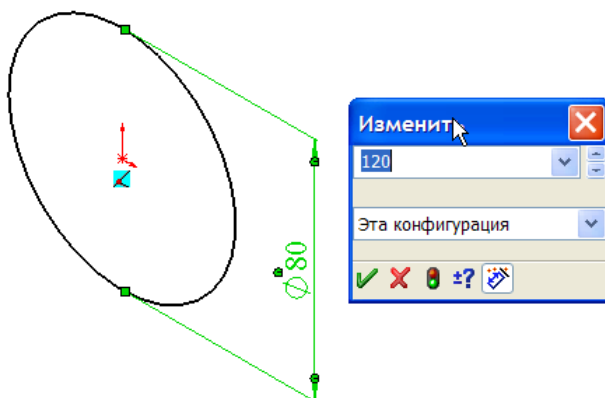
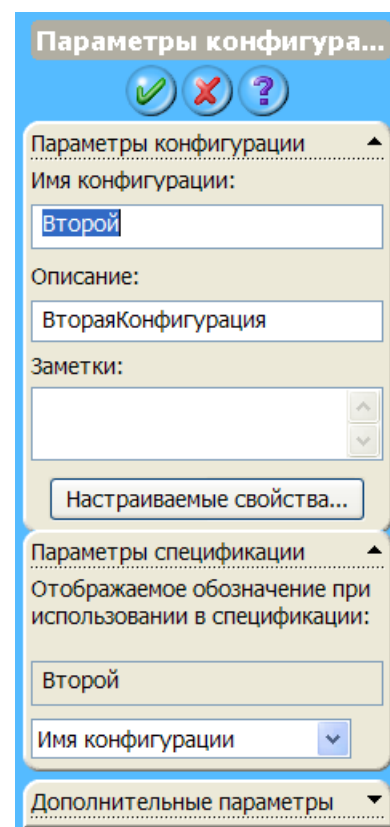
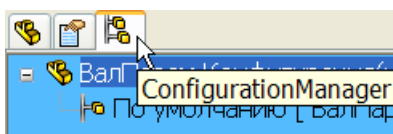
1. ПК (персональний комп'ютер з операційною системою Windows).
2. Програма SolidWorks.
3. Методичні вказівки до практичних робіт.
4. Комплект індивідуальних завдань.

### Хід роботи:

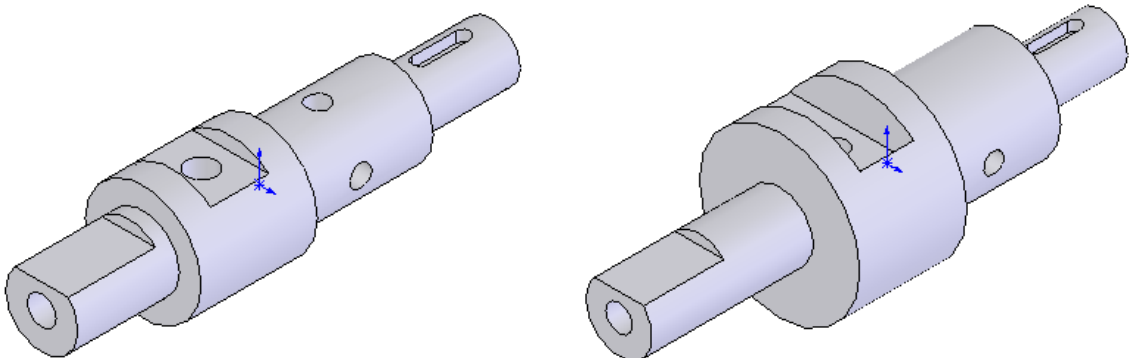
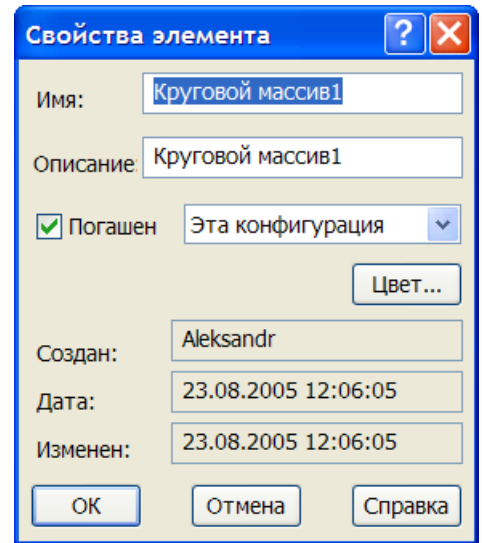
1. Створення декількох конфігурацій деталі.
2. Додавання таблиці параметрів.

### Створення декількох конфігурацій деталі

1. Відкрийте модель деталі, відповідно до завдання викладача.
2. Перейдіть на закладку «Менеджер конфігурацій» (біля закладки «Дерево конструювання»). Клацніть правою клавішею на назві деталі і в контекстному меню виберіть «Додати конфігурацію».
3. Дайте конфігурації ім'я і опис. Виберіть, щоб ім'я конфігурації використовувалося в специфікації.
4. Простежте, щоб у менеджері конфігурацій була активна створена конфігурація.
5. Перейдіть в «Дерево конструювання».
6. Перейдіть в один з ескізів, за якими створювалася тривимірна геометрія. Змініть розміри ескизу. При цьому виберіть опцію, щоб розміри змінювалися тільки в цій конфігурації.

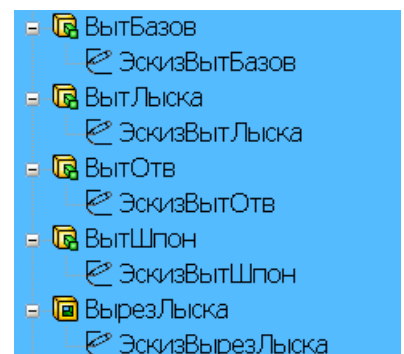


7. Зайдіть в меню «Редагувати визначення» елемента. Змініть довжину створення елемента. Простежте, щоб зміна стосувалася цієї конфігурації.
8. У контекстному меню елемента в дереві конструювання виберіть «Властивості». Поставте галочку проти слова «Погашено», виберіть «Ця конфігурація». Елемент буде приховано.
9. Змініть розміри на половині ескізів деталі, змініть визначення для половини елементів, сховайте деякі елементи. Деталь змініть вигляд і розміри.
10. Перейдіть в «Менеджер конфігурацій». Клацніть двічі на конфігурації за замовчуванням. З'явиться вихідна деталь. Клацніть на створеної вами другий конфігурації. З'явиться змінена деталь. SolidWorks дозволяє зберігати багато конфігурацій деталей в одному файлі.
11. Параметризація допускає обмежене редагування. Якщо ви погасите елемент, то ви погасите і всі залежні елементи, наприклад створені на його гранях. При зміні ескізів може бути створена неприпустима геометрія. Тому всі зміни повинні бути розумними.



### Додавання таблиці параметрів

1. Розміри конфігурацій можна задати у вигляді таблиці. Якщо конфігурацій багато, це більш зручно і наочно.
2. SolidWorks дає назви елементів самостійно, тому їх назви відрізняються тільки номерами. Оскільки в таблиці параметрів використовуються назви елементів з дерева конструювання, перейменуйте їх, давши оригінальні назви як елементам, так і ескізам. Це позбавить вас від плутанини в подальшому.



## 3. Створимо таблицю параметрів як окремий файл Excel.

Відкрийте програму Microsoft Excel.

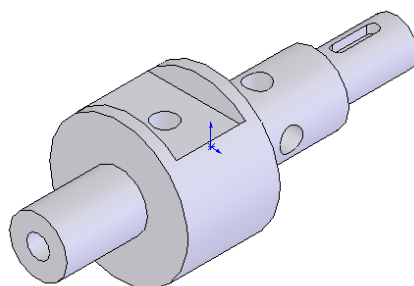
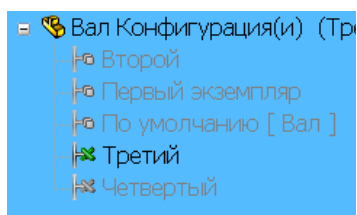
1. В першому стовчику (чарунки A2, A3 і т.д.) введіть імена конфігурацій, які потрібно створити. Залиште чарунку A1 порожній. В імені не можна використовувати символи прямої похилої риски (/) або @.
2. У першому рядку (чарунки B1, C1 і т.д.) введіть параметри, які необхідно контролювати.

Натисніть правою кнопкою миші на елемент (або розмір) і виберіть «Властивості». У діалоговому вікні необхідно скопіювати (Ctrl + C) ім'я елемента (для розмірів і компонентів слід копіювати «Повне ім'я»). Вставте (Ctrl + V) ім'я в клітинку з відповідним заголовком стовпця.

3. Введіть значення параметрів в чарунці таблиці. Якщо перед ім'ям елемента додати «\$ стан», то можна його погасити в поточному конфігурації («Пог» - погашений, «Непог» - не погашений).

		D1@ЭскизВытБазов	D1@ЭскизВырЛскОтв	D2@ЭскизВырЛскОтв	D3@ЭскизВырЛскОтв	D1@ЭскизВырОтвМас	
Третий	120	10	60	20	20	Пог	
Четвертый	200	30	20	30	30	Непог	

4. Збережіть таблицю.
5. Відкрийте документ моделі, в який необхідно вставити таблицю параметрів..
6. Виберіть «Вставка», «Таблиця параметрів». Виберіть «З файлу». Поставте галочку «Зв'язати з файлом». Це дозволить потім змінювати модель простим зміною даних в таблиці Excel. Виберіть «Огляд» і знайдіть таблицю Excel (\* .xls), натисніть кнопку «ОК».
7. В документі моделі з'явиться таблиця, замість меню і панелей інструментів SolidWorks з'являться меню і панелі інструментів Excel. Таблицю параметрів можна редагувати з SolidWorks. Внесіть необхідні зміни в таблицю параметрів. По закінченні редагування натисніть в будь-якому місці за межами таблиці, щоб її закрити.
8. З'явиться повідомлення, яке вказує імена всіх нових конфігурацій, створених за допомогою таблиці параметрів. Меню і панелі інструментів SolidWorks з'являться знову.
9. Для відображення змін, доданих за допомогою таблиці параметрів, натисніть на закладку «Менеджер Змін» у верхній частині вікна. Двічі натисніть на ім'я конфігурації або правою кнопкою миші натисніть на назву та виберіть «Показати конфігурацію».

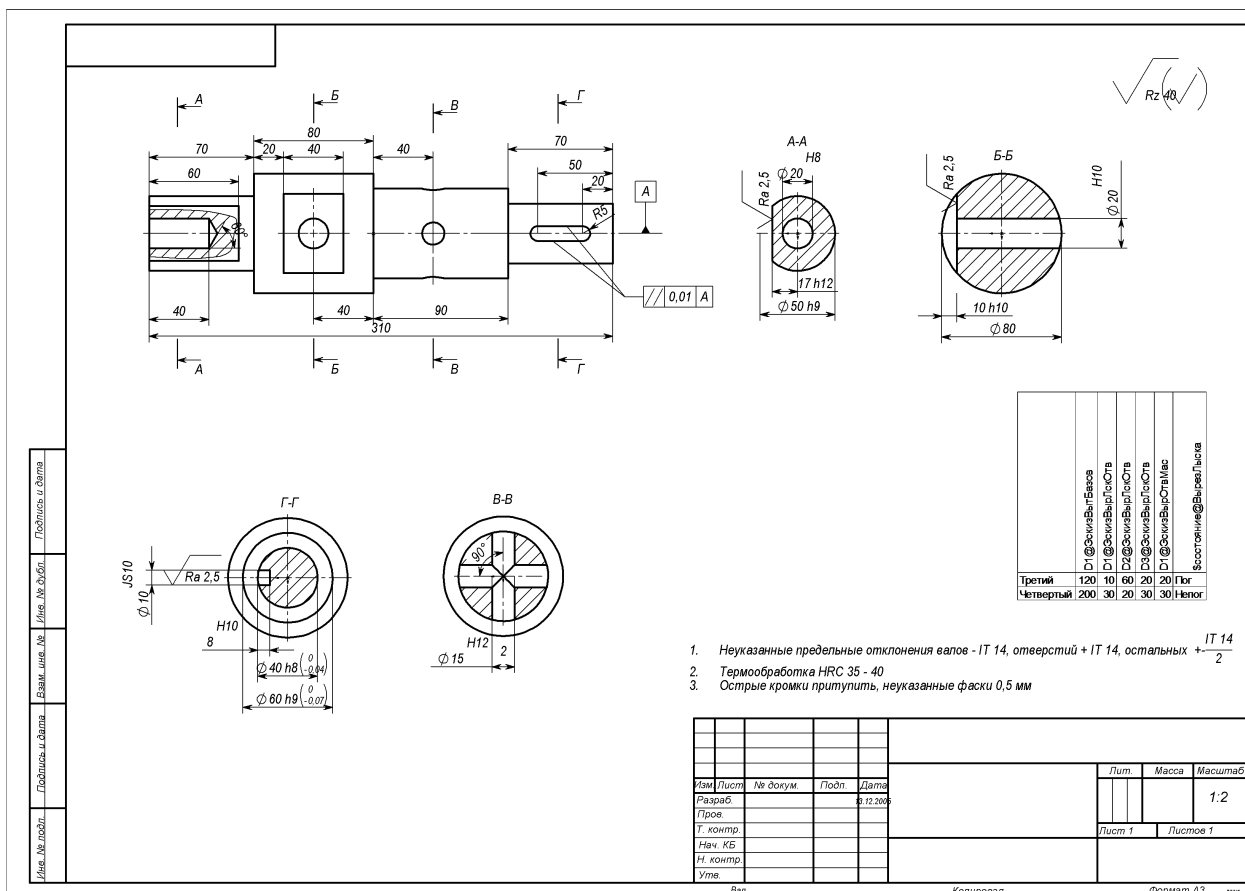


	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		D1@ЭскизВытБазов	D1@ЭскизВырЛскОтв	D2@ЭскизВырЛскОтв	D3@ЭскизВырЛскОтв	D1@ЭскизВырОтвМас	\$состояние@ВырезЛыска	\$БОЗОЗНАЧЕНИЕ	\$СОСТОЯНИЕ@КруговойМасОтв
2	Третий	120	10	60	20	20	Пог	\$C	
3	Четвертый	200	30	20	30	30	Непог	\$C	
4	Второй	120	20	40	30	15		\$C	Пог
5	Первый экз	80	20	40	10	15		\$C	
6	По умолчанию	80	20	40	10	15		\$D	
7									

10. Таблиця конфігурацій висвічується в дереві конструювання. При необхідності її редагування виберіть у контекстному меню «Редагувати таблицю в новому вікні».

При цьому SolidWorks запропонує додати в таблицю конфігурації, створені раніше вручну. Додайте їх.

11. Якщо в документі моделі для створення декількох конфігурацій використовується таблиця параметрів, то можна відобразити таблицю параметрів на кресленні цієї моделі. Таким чином, всі зміни можуть бути представлені на одному кресленні
12. Замість повних імен і значень, можна помітити розміри буквами або присвоїти їм короткі описові імена. Наприклад, замість «D1 @ ОснованиеВытянуть» в заголовку стовпця можна використовувати мітку, таку як «А» або «товщина», і відобразити цю мітку замість значення розміру на вигляді креслення (на прикладі креслення незроблене).
13. На кресленні деталі виберіть креслярський вид.
14. Виберіть «Вставка», «Таблиці», «Таблиця параметрів». З'явиться таблиця параметрів, яку можна перетягнути в потрібне місце на аркуші.
15. Збережіть модель та креслення.



## Розділ 2. Технологічна підготовка машинобудівного виробництва

### Практична робота №10

#### ДІАЛОГОВЕ ТА НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОПРО

**Мета:** Навчитися автоматизовано проектувати технологічні процеси, використовуючи діалогові можливості САПР ТП ТехноПро.

#### Необхідне обладнання та матеріали:

5. Персональний комп'ютер з операційною системою Windows.
6. Програма ТехноПро.
7. Методичні вказівки до практичних робіт.
8. Комплект індивідуальних завдань.

#### Хід роботи:

3. Складання плану обробки.
4. Додавання операцій.
5. Додавання переходів.
6. Введення режимів різання і норм часу.
7. Отримання технологічної документації.

#### Складання плану обробки

Спроекуємо технологічний процес обробки деталі стакан. Креслення деталі зображений на рисунку 1.

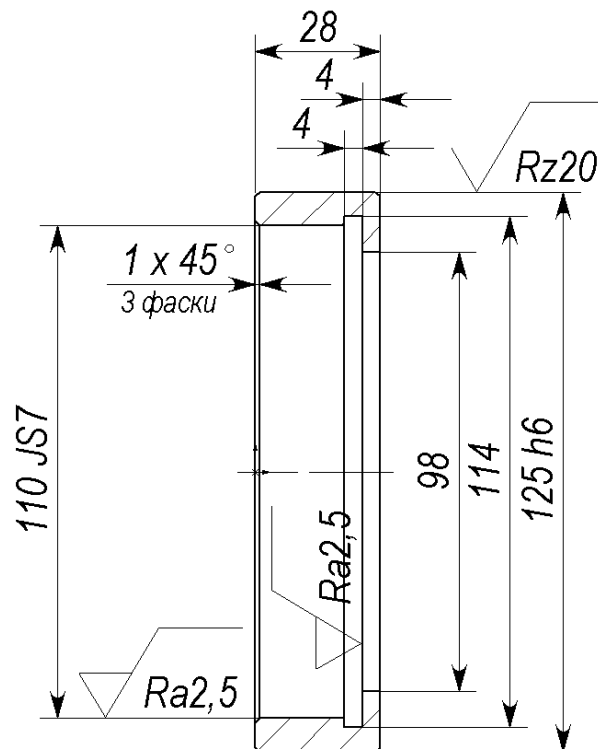


Рисунок 1 - Креслення деталі

Стакан є деталь класу «порожністі циліндри» з точними концентричними внутрішньої  $\varnothing 110\text{Js}7$  і зовнішньої  $\varnothing 125\text{h}6$  діаметральними поверхнями з шорсткістю  $Ra\ 2,5$ . Незазначені граничні відхилення по 14 квалітету. Незазначена шорсткість  $Rz\ 40$ . Матеріал деталі чавун СЧ 18. Матеріал зумовлює литу заготовку. Ця деталь вимагає підвищеної уваги до обробки точних діаметральні поверхонь, в іншому вона досить проста.

На початку проектування розробляється попередній технологічний маршрут обробки з переліком операцій, обладнання та номерів базових і оброблюваних поверхонь, які наносяться на кресленні деталі наскрізною нумерацією. Попередній технологічний маршрут обробки деталей

наведено в таблиці, поверхні деталей позначені на малюнку 2.

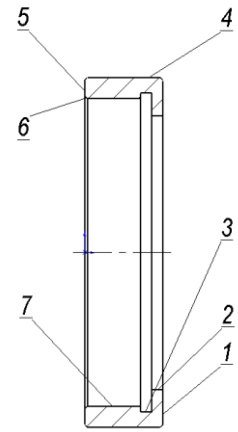


Рисунок 2 Позначення поверхонь

Таблиця - Технологічний маршрут обробки склянки

№ операції	Найменування операцій	Обладнання (модель)	Номера поверхонь	
			Базових	Які оброблюються
1	Токарна	1265	1, 4	2, 3, 5, 6, 7
2	Токарна	1A720	3, 7	1, 4
3	Безцентрово-шліфувальна	ВШ-392М	4	4
4	Алмазно-розточна	КК-1954	1,4	3, 7
5	Круглошліфувальна	ХШ180К12	3,7	4

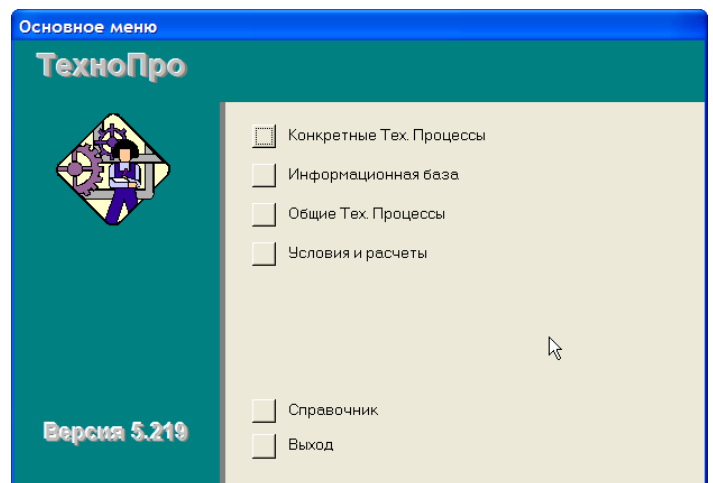
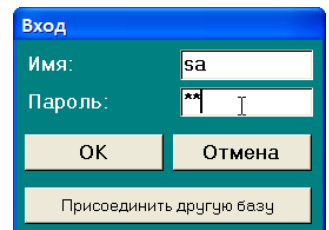
### Загальні відомості про систему ТехноПро

Система ТехноПро призначена для проектування операційних, маршрутно-операційних і маршрутних технологічних процесів (ТП), включаючи формування маршруту, операцій і переходів, з вибором устаткування, пристосувань, підбором інструментів, формуванням текстів переходів, розрахунком технологічних розмірних ланцюгів, режимів обробки і норм виготовлення.

Для запуску системи необхідно вибрати кнопку «Пуск» в Windows, потім потрібно вказати на пункт «Програми», в меню треба вказати на пункт «ТехноПро Навчальна», і з наступного меню вибрати пункт «ТехноПро».

При запуску на екрані з'являється форма входу в систему. Після введення імені «sa» (System Administrator) і такого ж пароля «sa», необхідно вибрати кнопку «ОК». На екрані з'явиться основне меню системи ТехноПро. Надалі через «Довідник -> Користувачі» необхідно створити свого користувача.

Система працює як додаток під MS Access. Дані проєктованих технологічних процесів накопичуються в файлах TehnoDat.mdt і TehnoTab.mdb. Саме їх необхідно зберігати для отримання резервної копії.

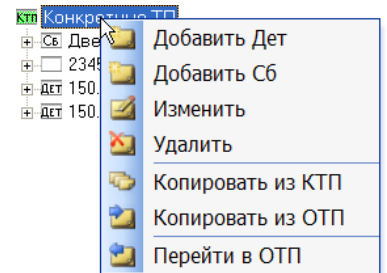


Натисніть кнопку «Конкретні Тех. Процеси» для доступу до бази даних, в якій проектуються технологічні процеси з подальшою видачею їх на друк.

### Додавання операцій

Для введення нового технологічного процесу поставити курсор миші на групу «Конкретні ТП» і натиснути праву кнопку миші, потім вибрати пункт «Додати Дет» з меню.

Справа на екрані з'явиться форма для заповнення відомостей про деталі, технологію виготовлення якої необхідно спроектувати. Обов'язковими для заповнення є поля «Позначення деталі» і «Найменування деталі».



Після заповнення відомостей про деталі поставити курсор миші на порожній простір у вікні дерева класифікації «Конкретні ТП» і натиснути ліву кнопку миші. У дереві з'явиться група з назвою вашої деталі.

Далі вибрати підгрупу «Деталь», відгалужується від цієї групи і натиснути праву кнопку миші. З меню, вибрати пункт «Додати». Справа відкриється порожня форма змісту операції. Заповніть найменування операції, цех, ділянку, робоче місце. Операції нумеруються автоматично.

Взять с чертежа	Взять из файла	Для остальных поверхностей:
...		Шероховатость Rz40 4
		Квалитет 14
Сведения1 Сведения2 Сведения3 В карты Характеристики Документы		
Наименование изделия	Трактор Т-151	
Обозначение сб. единиц		
Обозначение детали	151.37.126	
Наименование детали	Стакан	
Материал	СЧ 18 ГОСТ 1412-85	
Заготовка/Сортамент	Отливка	
Профиль и размеры	131 x 34	
Твердость детали	НВ 163..223	
Масса детали	0,62	Объем партии 1000
Масса заготовки	1,54	
Заказ		Предельная твердость 0
Не пересчитывать номер операций <input type="checkbox"/>		

Для призначення обладнання вибрати кнопку [...] зліва в поле «Б обладнання, ПР пристосування, М допом. матеріал ...». З'явиться вікно Інформаційної бази (ІБ). У вікні відкриється група «Обладнання». Використовуючи дерево класифікації ІБ, необхідно знайти необхідну підгрупу. Потім поставити курсор на потрібний текст і вибрати кнопку «Додати в ТП». Якщо в ІБ немає необхідного обладнання або моделі обладнання, то його можна ввести і додати в базу.

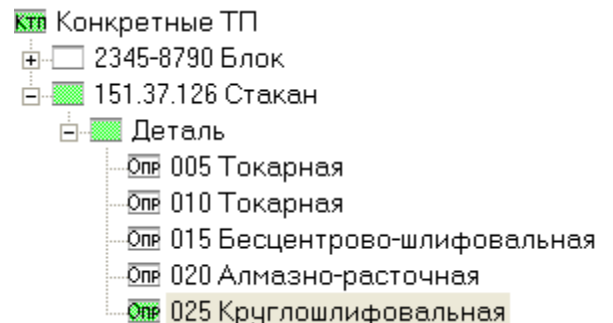
Аналогічно вводяться «Пристосування», «Допоміжні матеріали», «Шифри інструкцій», «МОР» і «Додаткові матеріали».

Після введення першої операції введіть всі наступні.

### Додавання переходів

Для додавання переходу необхідно в дереві класифікації КТП в контекстному меню операції вибрати пункт «Додати».

Справа в вікні відкриється форма опису переходу. Введення тексту вручну проводиться, утримуючи кнопку «Текст», при цьому текст не вноситься в інформаційну базу. Введення тексту переходу з інформаційної бази проводиться, утримуючи кнопку «Введення». Вікно бази відкривається вибором кнопки [...] на лівому краю поля.



У вікні Інформаційної бази необхідно знайти потрібну групу текстів переходів, поставити курсор на потрібний текст і вибрати кнопку «Додати в ТП».

Якщо в ІБ немає необхідного тексту переходу, то його потрібно додати в останню, порожній рядок у списку і передати в ТП.

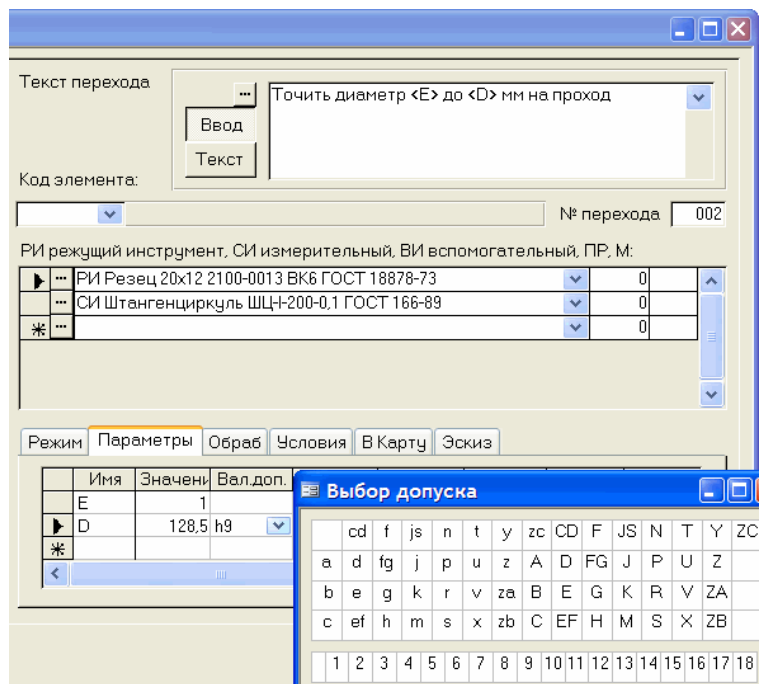
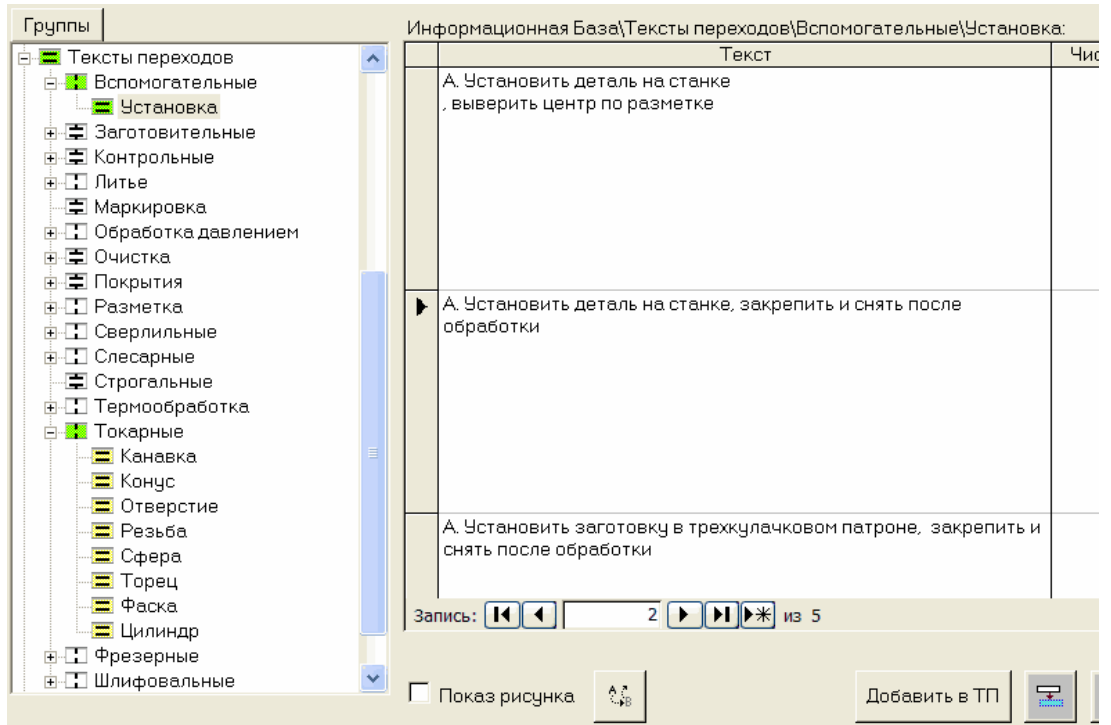
Для заповнення тексту необхідно перейти в режим його редагування, для цього треба вибрати кнопку «Текст». Заповнити текст переходу конкретними розмірами можна двома способами:

1. Вручну, набором з клавіатури цифр для заміни параметрів E і D.
2. Автоматично, вибором кнопки «Перерахувати». Виконання можливо, якщо задані параметри переходу. При завданні параметрів доцільно встановлювати допуск розмірів. Для цього необхідно два рази клацнути мишею у відповідному полі.

Необхідно відзначити, що після «Перерахунку» губляться всі зміни текстів переходів, введені з клавіатури, а також незаповнені операції. Запускати «Перерахунок» потрібно після введення всіх переходів і операцій проектованого ТП, і тільки в тому випадку, якщо не проводилося правок тексту вручну, що не рекомендується.

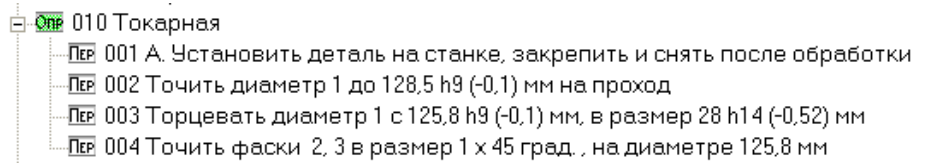
Поле «РІ ріжучий інструмент, СІ вимірювальний ...» заповнюється рядками з Інформаційної бази. Прийоми вибору інструментів з ІБ аналогічні прийомам, описаним в попередньому розділі при введенні обладнання та пристосування в операцію.

При відкритті ІБ проводиться автоматичний вхід в групу «різальні інструменти». Після вибору кнопки «Додати в ТП», для передачі ріжучого інструменту в ТП, вікно Інформаційної бази не закривається, а в дереві класифікації ІБ відкривається група «Вимірювальний інструмент», потім «Допоміжний інструмент», «Допоміжні матеріали», «Пристосування» і «Додаткові матеріали». У цих або інших групах ІБ можна вказувати необхідні рядки, вибираючи кнопку «Додати в ТП». Така автоматична послідовність



відкриття груп ІБ включається, тільки якщо при відкритті ІБ в списку оснащення переходу не було жодного рядка.

Для додавання наступного переходу необхідно повторити всі дії, описані вище. Для зміни порядку проходження



переходів в операції необхідно скористатися кнопками зі стрілками вгору, вниз розташованими зліва внизу вікна КТП.



### Введення режимів різання і норм часу

У закладці «Режим» переходу вводяться режими виконання робіт, будь-то механічна обробка, зварювання, пайка або інші.

В поле «Параметр» вводиться ім'я параметра режиму, в поле «Значення» вводиться числове значення параметра. Для спрощення введення імені параметра можна скористатися списком, що випадає.

При формуванні переходів внесіть основне Раз допоміжне Тв час їх виконання. Введення норм проводиться в закладку «Режими» переходу КТП:

Після введення чисел в кожне поле норми, ТехноПро виробляє підсумовування Раз Тв всіх переходів в операції. У цій же закладці можна ввести підготовчо-заклучний час ТПЗ.


РИ режущий инструмент, СИ измерительный, ВИ вспомогательный, ПР, М:	№	Кол-во
РИ Резец 20x12 2100-0013 BK6 ГОСТ 18878-73	0	0
СИ Штангенциркуль ШЦ-1-200-0,1 ГОСТ 166-89	0	0
* ...	0	0

Параметр:	Значение:	Текст:
t	3	
i	2	
S	0,34	
t	Глубина резания	
i	Кол-во проходов	
S	Подача	
V	Скорость резания	
N	Частота вращения	
P	Припуск на обработку	

Нормы	Работы	Параметры	Условия	Тип карты
Тшт:	4,43	% увеличения Тшт:		
Тпз:	25	Кол.одн.обр.дет. КОИД:		

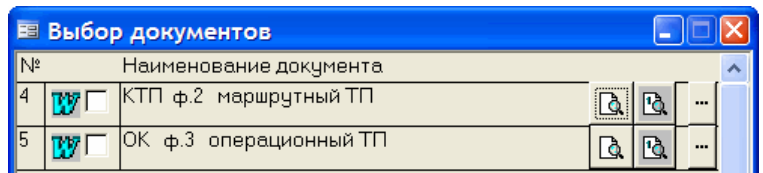
### Отримання технологічної документації

Для формування технологічних карт необхідно вибрати, розташовану справа внизу у вікні КТП, кнопку із зображенням принтера.


На екрані з'явиться меню доступних форм документів. Для формування документа необхідно вибрати кнопку , що знаходиться в рядку його опису. ТехноПро почне формувати документ для Microsoft Word.

Процес формування документа може зайняти кілька хвилин. Треба зачекати. Хід процесу формування документа відображається на індикаторі.

Сформованому документом автоматично присвоюється ім'я файлу і він зберігається в папці, зазначеної в поле «Шлях для готових документів ТП» в меню налаштування системи (по замовчуванні \\ TehnoProUcheba \ Docs \).

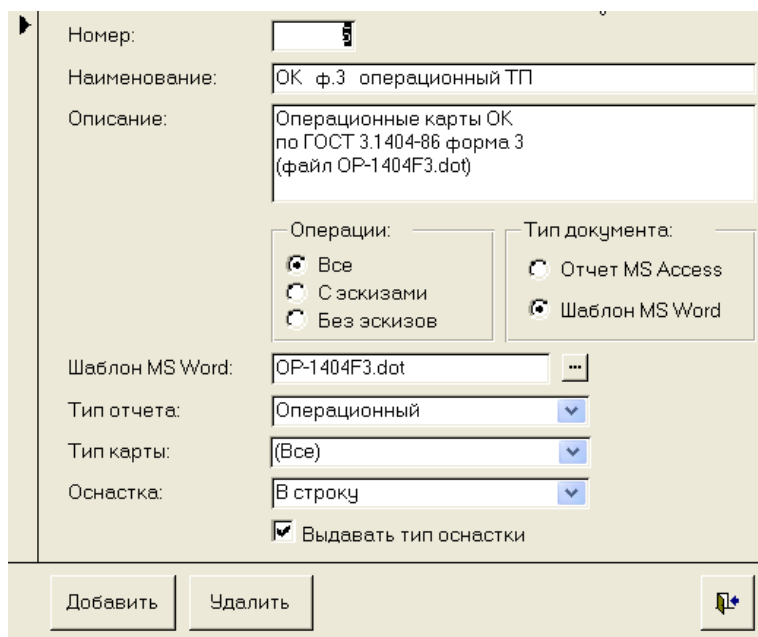


Відомості про всі сформованих документах автоматично вносяться в закладку «Документи» загальних відомостей про деталі. Це дозволяє швидко знайти, відкрити, переглянути, відредагувати, роздрукувати або видалити сформовані документи кожного ТП.

Для зміни форми технологічної карти необхідно вибрати кнопку  праворуч. Шаблон маршрутної карти по ГОСТ 3.1118-82 Форма 2 знаходиться в файлі МК-1118F2.dot. Шаблон операційної карти по ГОСТ 3.1404-86 Форма 3 знаходиться в файлі OP-1404F3.dot.

Необхідно отримати маршрутну і операційні карти

спроектованого технологічного процесу. Карти ескізів рекомендується заповнювати вручну, вставляючи накреслений ескіз в файл карти. Шаблон ескізної карти по ГОСТ 3.1105-84 Форма 7 знаходиться в файлі ES-1105F7.dot.



Номер:

Наименование:

Описание:

Операции:

- Все
- С эскизами
- Без эскизов

Тип документа:

- Отчет MS Access
- Шаблон MS Word

Шаблон MS Word:

Тип отчета:

Тип карты:

Оснастка:

Выдавать тип оснастки

## Практична робота № 11

**АВТОМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТЕХНОПРО**

**Мета:**"Навчитися кодувати поверхні деталі та проектувати технологічні процеси на основі групової технології в САПР ТП ТехноПро".

**Необхідне обладнання та матеріали:**

5. Персональний комп'ютер з операційною системою Windows та MS Access.
6. Програма ТехноПро.
7. Методичні вказівки щодо лабораторної роботи.
8. Набір індивідуальних завдань.

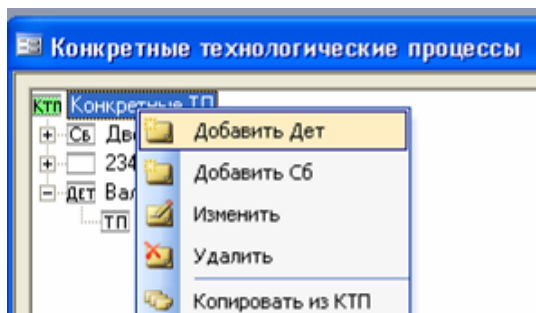
**Хід роботи:**

3. Опис конструкції деталі за допомогою кодування поверхонь.
4. Створення індивідуального технологічного процесу.

**Опис конструкції деталі за допомогою кодування**

Автоматичне проектування індивідуальних технологічних процесів (ТП) ґрунтується на інформації, внесеній до бази Загальних технологічних процесів (ОТП) системи ТехноПро.

1. Зайдіть у систему ТехноПро (ім'я sa, пароль sa), натисніть в основному меню опцію Конкретні ТП. У вікні з'явиться дерево ТП, в якому необхідно створити нову деталь, для цього клацніть правою кнопкою миші на піктограмі Конкретні ТП і виберіть Додати Дет.



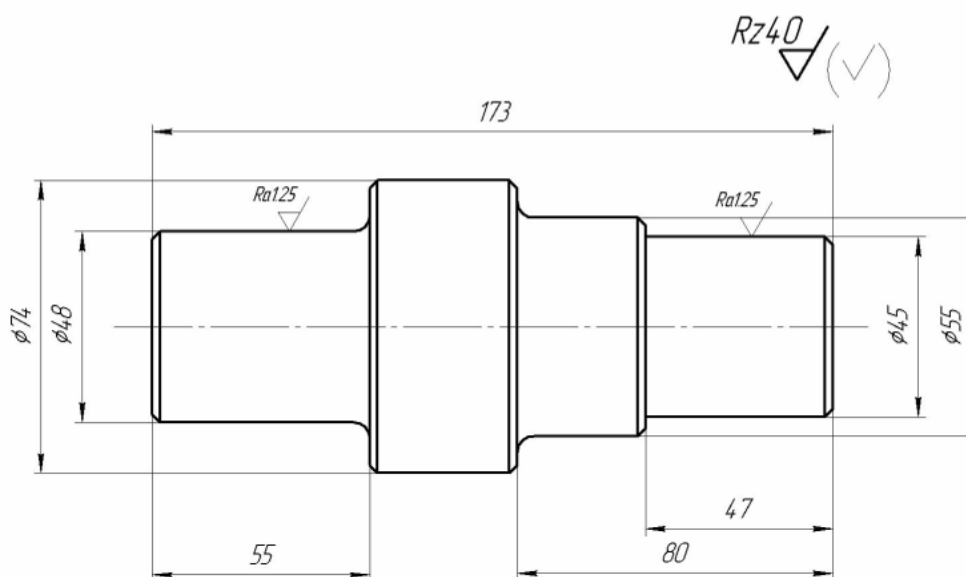
Після цього заповніть форму у правій частині екрана, де введіть:

- У полі Найменування деталі – номер варіанта;
- У полі Профіль та розміри – розміри прокату, для чого додайте до кожного торця 2 мм та до найбільшого діаметру 4 мм, що й буде габаритними розмірами (діаметр та довжина);
- У полі Маса деталі – масу деталі (приблизно);
- У полі Маса заготівлі – масу заготівлі (приблизно);
- Інші поля заповніть аналогічно малюнку:

Взять с чертежа		Взять из файла		Для остальных поверхностей:	
...				Шероховатость	Rz40 4
				Квалитет	12
Сведения1		Сведения2		Сведения3	
Наименование изделия		Пресс 10124ГШН			
Обозначение сб. единицы		0894			
Обозначение детали		Валик			
Наименование детали		00			
Материал		3 ГОСТ 14637-89			
Заготовка/Сортамент		Прокат			
Профиль и размеры					
Твердость детали		HRC 30..35			
Масса детали				Объем партии	1000
Масса заготовки				Предельная твердость	0
Заказ				Не пересчитывать номер операций <input type="checkbox"/>	

Після введення інформації клацніть на вільному місці у лівій частині вікна, після чого у дереві ТП з'явиться нова деталь «Валик 00»

Автоматичне проектування технологічного процесу необхідно виконати для наведеної нижче деталі. Розміри деталі кожного варіанта наведено в кінці методичних вказівок.



Неуказанные пр. откл. по h12

2. Закодуйте деталь, для чего:

- Клацніть у Дерево конструювання на компоненті Валик 00, потім на підпункті Деталь, у правій частині екрана з'являться дві закладки Елемент та Параметри.

- В закладці Елемент необхідно ввести дані, які описуватимуть поверхню.

Кодування поверхонь деталі проводиться для того, щоб програма могла розпізнавати поверхні та призначати порядок їх обробки. І тому деталь подумки розбивається на складові (торець, циліндр, фаска, паз, отвір тощо.), пов'язані між собою, тобто. стикаються. Принципи кодування поверхонь задаються залежно від трьох умов:

1. Вид поверхні (циліндрична, уступ, різьбова і т.д. і в залежності від цього параметра визначається перша цифра коду, наприклад, 01-торцева, 02-уступ;
2. Тип поверхні (права чи ліва, залежно від установки, з якою відбувається обробка);
3. Номер поверхні (01, 02, 03 тощо)



Тип поверхні деталі визначається її розташування щодо інших поверхонь деталі. Для тіл обертання тип поверхні визначається за розташуванням поверхні щодо розділової площини - праворуч від розділової площини тип дорівнює 01, зліва дорівнює 02.

Роздільна площина, що розділяє зовнішній контур деталі на праву і ліву сторони. Для визначення креслення деталі типу тіла обертання, положення розділової площини послідовно проглядаються діаметри поверхонь у напрямку праворуч наліво від торця деталі. Якщо діаметр наступної поверхні менше діаметра попередньої або дорівнює нулю, то площина, що їх розділяє, є розділовою.

Порядковий Номер поверхонь одного виду та типу деталі тіла обертання встановлений у послідовності обходу контуру в напрямку від площини розділової до торців деталі

Наприклад, для опису правого торця валу:

1. Клацніть у правому стовпці списку у першому осередку у верхній частині екрана;
2. У полі Вид зі спадаючого списку вибираємо нрТорцова;
3. У полі Тип вибираємо Права;
4. У полі Номер ставимо 01;
5. У полі Шорсткість ставимо Rz40;

6. У полі Сполучений поки немає ніяких поверхонь, тому що торцева поверхня – перша. З описом інших поверхонь, які з'являться у списку, необхідно буде вказати, яка поверхня з якою стикається (сполучається).

Поверхня описана. Зауважте, що у верхній частині екрана з'явився код поверхні. Для введення наступних поверхонь клацніть у списку у верхній частині екрана на наступній комірці (нижній), відкриється нова форма в закладці Елемент, яку заповніть таким же способом.

Наступний крок – завдання числових значень кожної поверхні.

1. Перейдіть на закладку Параметри, де з'явилися параметричні значення (Наприклад, для торцевої поверхні D – діаметр заготовки та Gb – лінійний розмір заготовки);
2. Введіть числові значення, якщо разом із позначенням допуску.

Имя	Значени	Вал.доп.	Отв.доп.	Верхний	Нижний	Квал.
D	78	h14		D	-0,74	14
GB	177			0	-1	14
*						

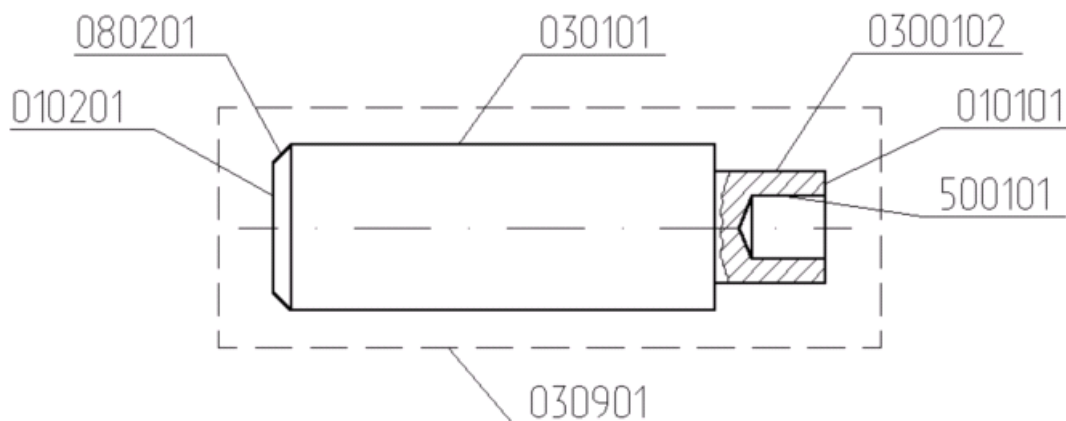
Кількість параметрів поверхонь нічим не обмежена, додавати параметри можна в нижньому порожньому рядку, поміченому праворуч зірочкою. Найменування параметра можна переглянути, клацнувши на ньому мишкою.

Список поверхонь для деталі «Валик» (не повний) виглядає так:

Код, наименование	Сопряжен
010101 nrТорцовая\правая\01	nrЦилиндрическая\правая\01
030101 nrЦилиндрическая\правая\01	nrТорцовая\правая\01
010102 nrТорцовая\правая\02	nrЦилиндрическая\правая\01
030102 nrЦилиндрическая\правая\02	nrТорцовая\правая\02
010103 nrТорцовая\правая\03	nrЦилиндрическая\правая\02
030103 nrЦилиндрическая\правая\03	nrТорцовая\правая\03
010201 nrТорцовая\левая\01	nrЦилиндрическая\правая\03
030201 nrЦилиндрическая\левая\01	nrТорцовая\левая\01
010202 nrТорцовая\левая\02	nrЦилиндрическая\левая\01
*	

**Сполученої** назвемо поверхню, розмір якої використовується для розрахунку припуску та кількості проходів при виконанні розміру оброблюваної поверхні.

Розглянемо пов'язані поверхні деталі типу «Вісь»:

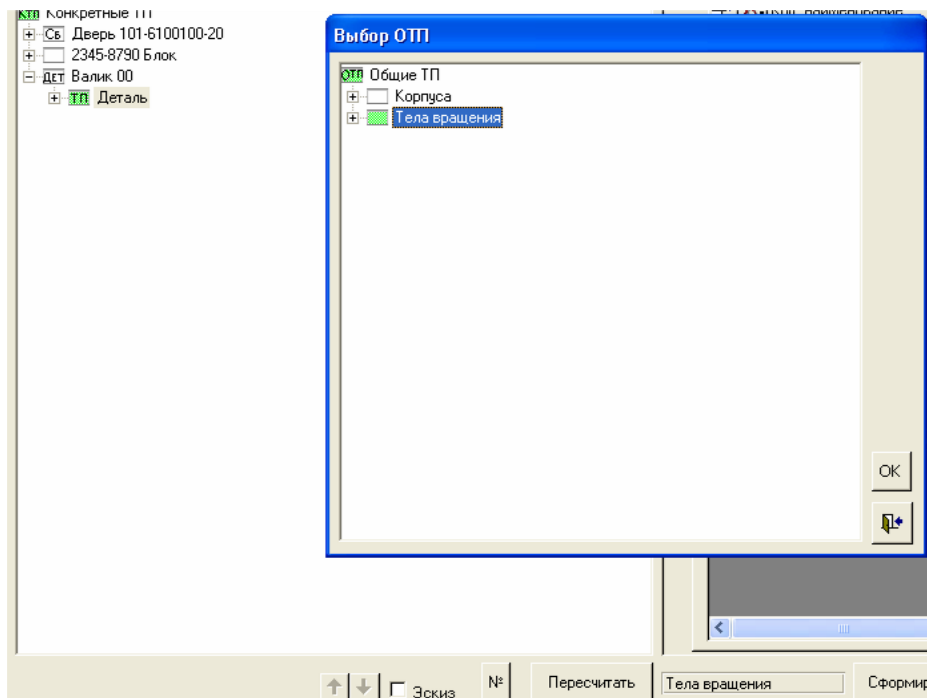


Для поверхні 030101 сполученої є поверхня заготовки 030901. Для поверхні 030102 сполученої є поверхня 030101. Для фаски 080201 сполученої є поверхня 030101, на якій вона знаходиться.

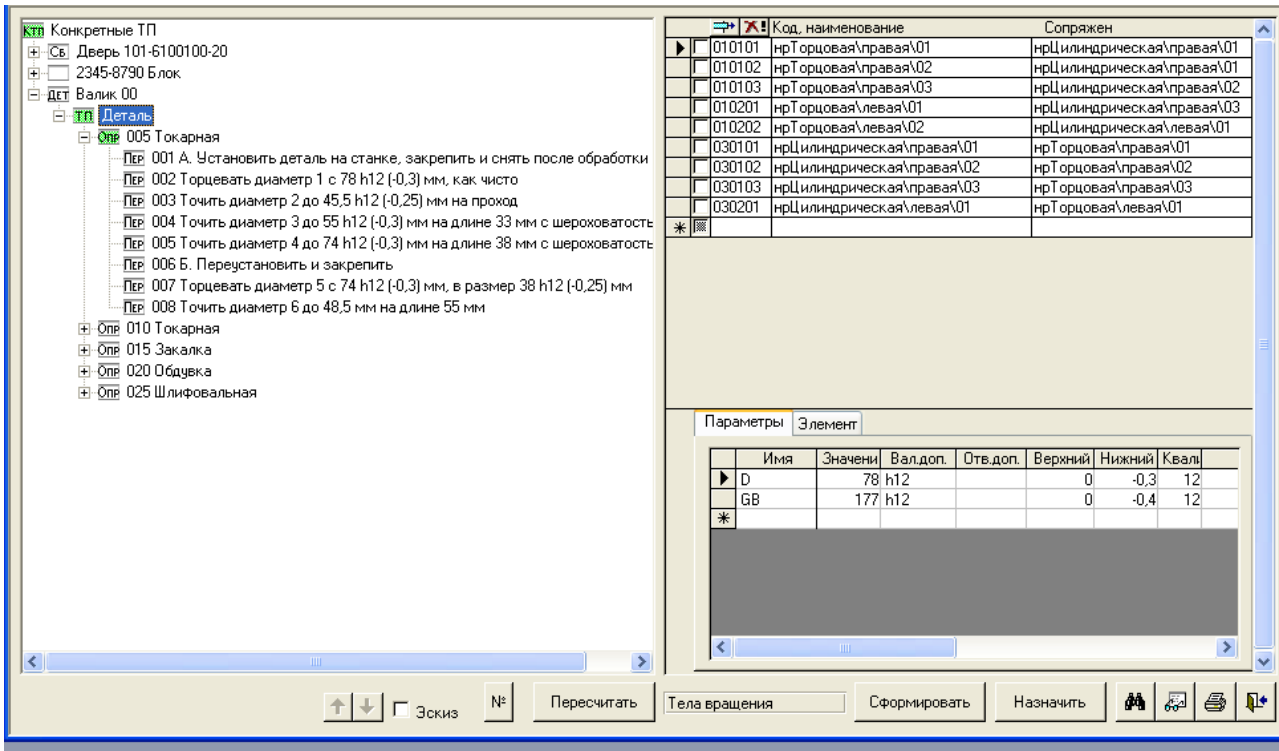
### Створення Індивідуального ТП

Тепер настав час наповнити наш техпроцес операціями та переходами, для чого:

1. Натисніть кнопку Призначити у нижній частині екрана та виберіть з дерева Тіла обертання та натисніть ОК.



2. Після цього натисніть кнопку Сформувати та зачекайте кілька секунд.
3. Технологічний процес сформовано. Результат на перший погляд вражає.



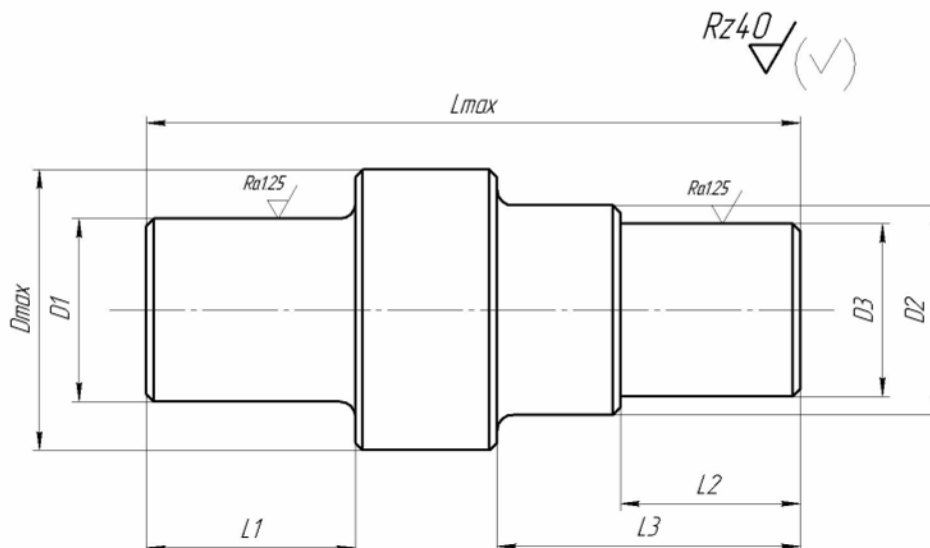
У конкретній технологічній процес можуть бути автоматично додані ті операції та переходи, які є у загальному технологічному процесі, призначеному для цієї деталі.

Під час автоматичного проектування ТП ТехноПро записує повідомлення про результати проектування журналу. Для виклику журналу на екран потрібно вибрати третю праворуч внизу кнопку у вигляді КТП.

Кожен рядок журналу містить відомості про виконані в Умовах розрахунки, перевірки, підбір обладнання. В журнал поміщаються повідомлення про нетехнологічність елементів конструкції (якщо в ОТП немає операцій та переходів обробки поверхні зазначеного коду), або про те, що не може бути досягнута необхідна точність та шорсткість виготовлення.

Для усунення таких повідомлень можна додати у ОТП операції та переходи, що дозволяють досягти необхідних параметрів якості, а можна в діалоговому режимі додати відсутні операції та переходи обробки у сформований ТП.

### Варіанти завдань



Таблиця вихідних значень за варіантами

№	L1	L2	L3	Lmax	D1	D2	D3	Dmax
1	57	49	82	173	50	57	47	77
2	63	54	90	190	55	63	52	85
3	69	59	99	209	61	69	57	93
4	76	65	109	230	67	76	63	102
5	83	72	120	253	73	83	69	113
6	92	79	132	279	81	92	76	124
7	101	87	145	306	89	101	83	136
8	111	95	160	337	97	111	92	150
9	122	105	176	371	107	122	101	165
10	134	116	193	408	118	134	111	182
11	60	51	86	182	53	60	49	81
12	66	57	95	200	58	66	54	89
13	72	62	104	220	64	72	60	98
14	80	68	115	242	70	80	66	108
15	88	75	126	266	77	88	72	118
16	96	83	139	293	85	96	79	130
17	106	91	153	322	93	106	87	143
18	117	100	168	354	102	117	96	158
19	128	110	185	389	113	128	106	173
20	141	121	203	428	124	141	116	191
21	66	57	95	200	58	66	54	89
22	72	62	104	220	64	72	60	98
23	80	68	115	242	70	80	66	108
24	88	75	126	266	77	88	72	118
25	96	83	139	293	85	96	79	130
26	106	91	153	322	93	106	87	143
27	117	100	168	354	102	117	96	158
28	128	110	185	389	113	128	106	173
29	141	121	203	428	124	141	116	191
30	155	133	223	471	136	155	128	210
31	72	62	104	220	64	72	60	98
32	80	68	115	242	70	80	66	108

## Практична робота № 12

**ПРОЕКТУВАННЯ ОБРОБКИ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ ІЗ ЧПУ В DELCAM FOR SOLIDWORKS**

**Мета:** Навчитися проектувати обробку корпусних деталей з отворами й колодязями на фрезерних верстатах із ЧПУ, включаючи верифікацію й створення керуючої програми.

**Хід роботи:**

1. Створення моделі деталі в SolidWorks.
2. Вибір обладнання й заготівки.
3. Розпізнавання оброблюваних елементів.
4. Проектування обробки.
5. Верифікація обробки.
6. Створення керуючої програми для верстата зі ЧПУ.

**Методичні вказівки по виконанню роботи****1. Введення**


Delcam for SolidWorks є САМ-системою, інтегрованою в програму тривимірного моделювання SolidWorks. Delcam for SolidWorks призначена для автоматичного створення керуючих програм для верстатів із ЧПУ. За допомогою Delcam for SolidWorks можна проектувати обробку для верстатів токарної й фрезерної груп, токарно-фрезерних верстатів.

Перевагами Delcam for SolidWorks над іншими САМ системами є:

- інтеграція з популярною системою SolidWorks, що дозволяє використовувати її інструменти 3D-моделювання;
- зручний і простий інтерфейс;
- швидкість створення програм обробки для верстатів.

**2. Створення моделі деталі в SolidWorks**

Першим етапом є створення моделі засобами SolidWorks. Отримана модель показана на рис. 1.

На другому етапі проводиться проектування обробки отриманої моделі. Для того щоб відобразити панель інструментів Delcam, необхідно включити дану панель у головному меню SolidWorks: **Вид/Панель інструментов**. Або, установивши курсор у будь-якому місці на панелі інструментів, увійти в контекстне меню кліком правої клавіші миші й включити панель інструментів Delcam. Крім того, доступ до інструментів Delcam можливий з панелі задач SolidWorks, і запускається кнопкою  (праворуч від вікна конструювання).

Якщо в панелі задач, головному меню й на панелі інструментів не присутні команди Delcam for SolidWorks, то потрібно підключити даний модуль, установивши в SolidWorks прапорці в **Інструменти/Добавлення/Delcam for SolidWorks**. Панель інструментів Delcam for SolidWorks (Рис. 4) містить необхідні кнопки. Кнопки використовуються в процесі проектування зліва направо. При наведенні курсору на кнопку зображається її призначення.

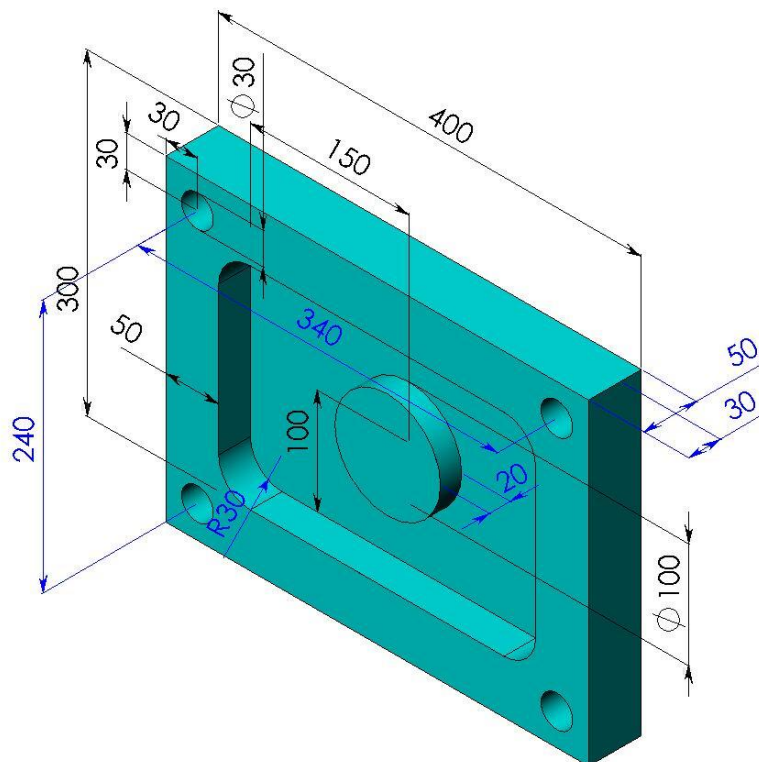
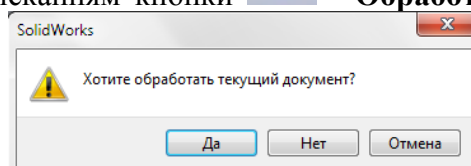


Рис. 3 Модель деталі

Проектування обробки починається натисканням кнопки  - **Обработать деталь**



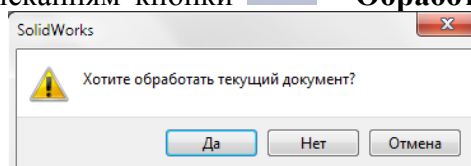

(рис. 2). Після натискання з'явиться діалог , у якому, вибравши позитивну відповідь, ми попадаємо в меню вибору шаблону обробки. Вибираємо **mm.asmdot** - фрезерна обробка з використанням розмірів у мм.



Рис. 4 Панель інструментів Delcam for SolidWorks

У головному меню й на стрічці інструментів (CommandManager) SolidWorks з'являються меню Delcam, а ліворуч над деревом конструювання поруч із трьома закладками SolidWorks повинна бути закладка  Delcam елементи. Також повинна з'явитися панель інструментів Delcam for SolidWorks.

### 3. Вибір обладнання й заготівки

Після вибору відповідного шаблону обробки попадаємо в меню властивостей заготівки, що складається із двох вкладок: **Ось заготовки** і **Заготовка**.

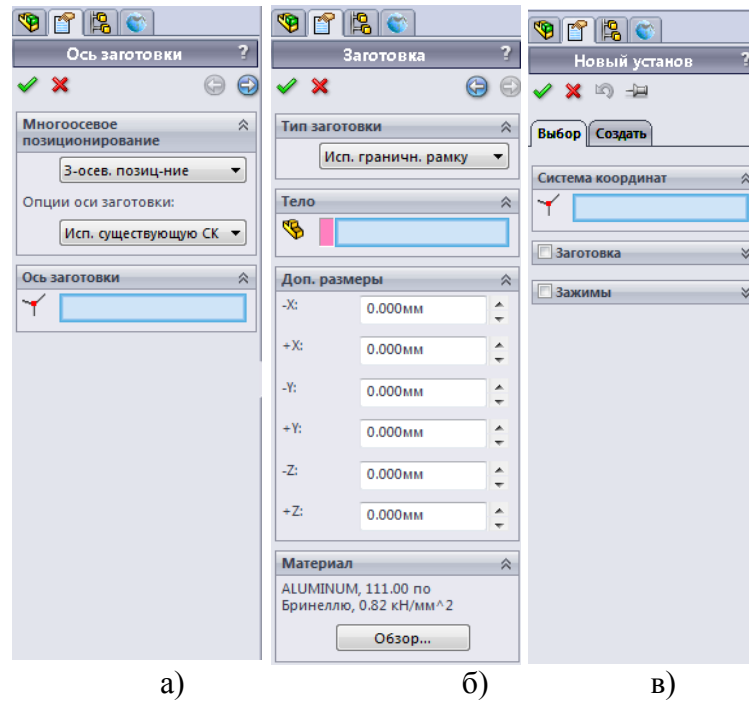



Рис. 5 Настоювання заготовки і установка

Перехід між вкладками здійснюється натисканням кнопок .

У вкладці **Ось заготовки** (Рис. 5а) за замовчуванням обрані **3-х осевое позиционирование** і **Использование существующей системы координат** – залишаємо всі як є. У вкладці **Заготовка** (Рис. 5б) у поле **Тип заготовки** вибираємо **Исп. граничн. рамку**. У поле **Тело** необхідно вказати деталь, навколо якої буде побудований паралелепіпед, з якого може бути виготовлена задана деталь. Для цього встановлюємо курсор миші в будь-якому місці на деталі й робимо клік лівою клавішею. При цьому деталь на екрані буде підсвічена рожевими кольорами, а навколо її утвориться прозорий паралелепіпед. Вкладка **Доп. размеры** дозволяє задати припуски зовні по кожній з координат паралелепіпида. Залиште нульові припуски.

Вибір типу заготовки **Использовать тело**, дозволяє задати заготовку з моделі, виконаної в CAD системі.

**Материал** (Рис. 5б) дозволяє вибрати матеріал. У списку матеріалів немає позначень за ГОСТ. Виберіть матеріал **СТАЛЬ-44XX**. Завершіть вибір параметрів заготовки, нажавши кнопку .

Панель керування Delcam повинна прийняти вид рис. 4.

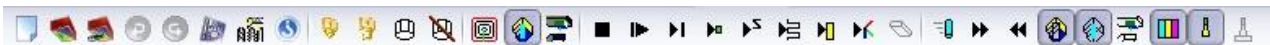


Рис. 6 Розширена панель інструментів Delcam for SolidWorks

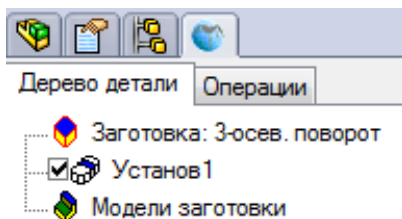


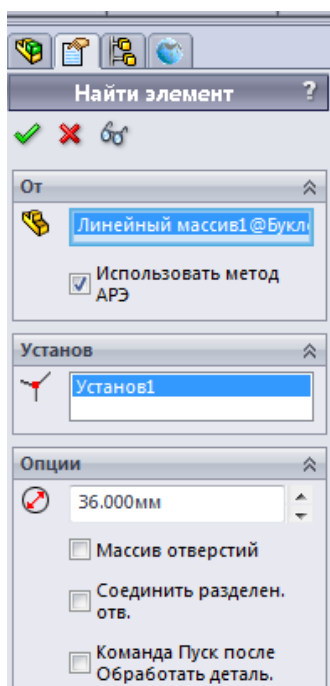
Рис. 7 Дерево деталі

Після цього програма запропонує створити новий установ (Рис. 5в) і вибрати або створити систему координат. Для цього, знаходячись у вкладці **Выбор**, вказуємо курсором миші вершину прямокутника деталі безпосередньо на самій деталі у вікні конструювання (це один зі способів). Завершіть створення установка, нажавши

кнопку . У дереві деталі Delcam з'явиться **Установ 1** (Рис. 5).

Обрані параметри залишаться збереженими для цієї деталі. Надалі при необхідності їх можна коректувати.

#### 4. Розпізнавання оброблюваних елементів




**Рис. 8 Пошук елементів для обробки**

Delcam for SolidWorks може автоматично розпізнати елементи моделі, для яких необхідна механічна обробка. Натисніть кнопку



**Найти элемент** на панелі інструментів Delcam for SolidWorks.

У діалоговому вікні, що з'явилося (Рис. 5) установіть галочку **Использовать метод APЭ** - автоматичне розпізнавання елементів.

Далі, необхідно за допомогою курсора миші у вікні конструювання вказати тверде тіло для розпізнавання елементів – клікнути на деталі. Якщо в деталі є отвори, то необхідно вказати їхній діаметр у діалозі **Опции**. Завершіть команду, нажавши кнопку . У дереві деталі (Рис. 7) з'являться розпізнані елементи.

Далі, нажміть на панелі Delcam




кнопку **Менеджер баз данных**, програмі необхідно вказати базу даних,

з якої будуть вибиратися набір інструментів, матеріал заготовки, режими різання, пристосування. Виберіть набір **Основные метрические** із вкладки **Выбрать набор** (Рис. 8).

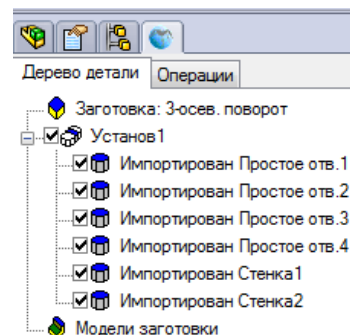
При необхідності, обрану базу можна скорегувати із цього ж

меню.

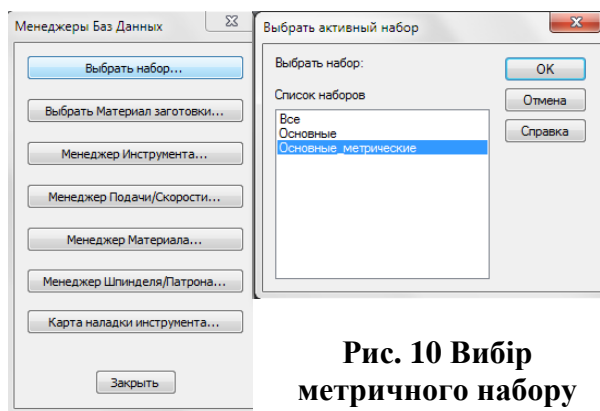
Елементи в дереві деталі можна видаляти, копіювати, перейменовувати. Якщо елемент

автоматично не розпізнався, його можна додати, вибравши команду  - **Новый элемент** на панелі інструментів Delcam.

Типи основних фрезерних елементів, які використовуються в CAD/CAM системах, показані на рис. 9.



**Рис. 9 Дерево деталі із знайденими елементами**



**Рис. 10 Вибір метричного набору**

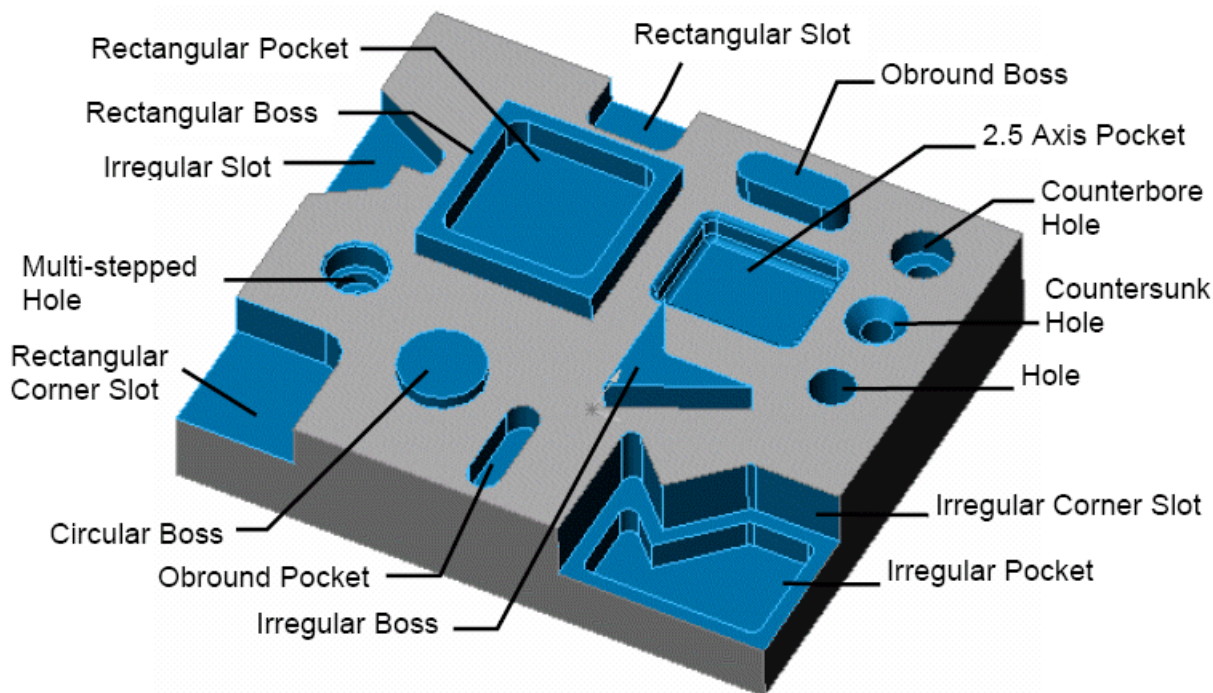



Рис. 11 Фрезерні елементи для обробки

## 5. Проектування й верифікація обробки

Основний етап проектування обробки - проектування послідовності операцій (переходів) і вибір інструмента й режимів різання в програмі Delcam for SolidWorks виробляється автоматично після розпізнавання елементів і приєднання бази даних. Перед початком верифікації обробки необхідно переконається, що всі переходи операції коректно відображені в дереві **Операції** (Рис. 10). Переходи, траєкторія для яких не спроектувалася, позначається знаком оклику червоного кольору.

Верифікація обробки й перерахування траєкторій проводиться натисканням кнопки **Пуск** на панелі інструментів Delcam for SolidWorks.

Для редагування переходу або їхньої послідовності необхідно клацнути на ньому правою клавішею й у контекстному меню вибрати відповідний пункт. Закладка **Редактировать атрибуты** дозволяє змінити параметри інструмента, режими різання, властивості постпроцесора й ін., **Редактировать элемент** дозволяє коректувати геометрію оброблюваного елемента (наприклад, додавати фаски, змінювати довжину обробки й т.п.). За допомогою закладки **Выберите инструмент** можна вибрати інший з магазину інструментів або змінити розміри обраного (ця ж опція доступна й у закладці **Редактировать атрибуты**). Закладка **Порядок операций** дозволяє змінити послідовність переходів обробки.

Крім того, змінити параметри траєкторії переміщення інструмента (стратегія обробки, підведення-відвід, висота гребінця, крок й ін.) можна з меню  **Параметры** на панелі інструментів Delcam.

Після ручного редагування переходів не слід заново запускати розпізнавання оброблюваних елементів і проектування обробки, тому що все буде перепроєктоване заново й зміни не збережуться.

Операция	&Элемент
центровка	Импортирован Просто...
центровка	Импортирован Просто...
центровка	Импортирован Просто...
центровка	Импортирован Просто...
сверло	Импортирован Просто...
сверло	Импортирован Просто...
сверло	Импортирован Просто...
сверло	Импортирован Просто...
черн. проход 1	Импортирован Стенка1
черн. проход 2	Импортирован Стенка1
чист.	Импортирован Стенка1

Для того, щоб візуально проконтролювати спроектовану обробку, в Delcam for SolidWorks вбудований потужний модуль по верифікації отриманої обробки. Кнопки панелі інструментів Delcam for SolidWorks, призначені для керування верифікацією обробки, показані на рис. 11.



Рис. 13 Панель налагоджування верифікації обробки

Можна управляти швидкістю перегляду, регулювати видимість матеріалу заготовки (рис. 12), різального інструменту, шпинделя, верстата, перевіряти зіткнення заготовки й інструмента в процесі обробки, провести порівняння отриманої після обробки деталі з первісною 3D моделлю й т.д.

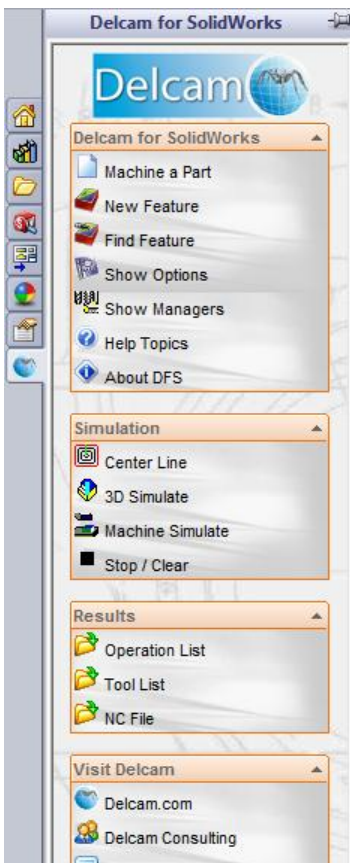


Рис. 15 Панель завдань

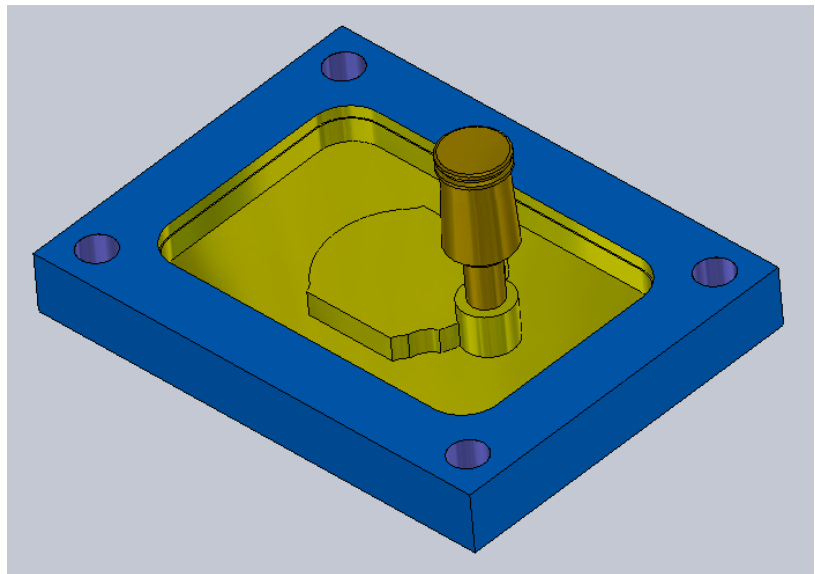


Рис. 14 Верифікація обробки

У випадку неправильної керуючої програми необхідно змінювати параметри переходів. *Наприклад, при зіткненні оправки із заготовкою необхідно збільшити виліт фрези.*

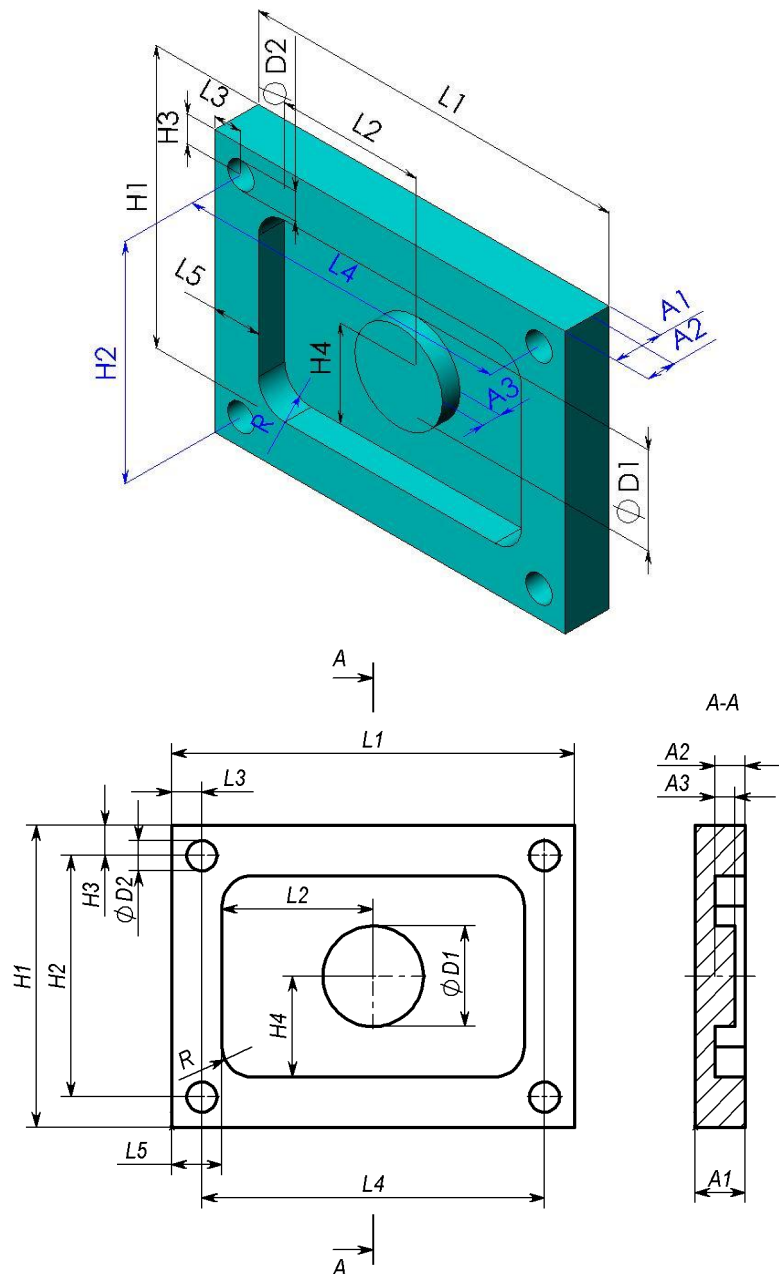
## 6. Одержання результатів обробки

Результати роботи програми у вигляді текстових документів доступні з меню Delcam на панелі завдань SolidWorks.

У документі **Operation List** (див. рис. 13) знаходиться список операцій обробки, **Tool list** - специфікація інструмента обробки, **NC File** - текст керуючої програми для верстата зі ЧПУ. Програма перетворить траєкторію руху інструмента в текстовий файл, і збереже його.

### Завдання

Спроекувати фрезерну обробку на верстаті із ЧПУ для заданої деталі.



Таблиця вихідних значень по варіантах

Варіант	H1	H2	H3	H4	L1	L2	L3	L4	L5	A1	A2	A3	D1	D2	R
1	300	240	30	100	400	150	30	340	50	50	30	20	100	30	30
2	360	288	36	120	480	180	36	408	60	60	36	24	120	36	36
3	420	336	42	140	560	210	42	476	70	70	42	28	140	42	42
4	480	384	48	160	640	240	48	544	80	80	48	32	160	48	48
5	540	432	54	180	720	270	54	612	90	90	54	36	180	54	54
6	600	480	60	200	800	300	60	680	100	100	60	40	200	60	60
7	660	528	66	220	880	330	66	748	110	110	66	44	220	66	66
8	270	216	27	90	360	135	27	306	45	45	27	18	90	27	27
9	240	192	24	80	320	120	24	272	40	40	24	16	80	24	24
10	210	168	21	70	280	105	21	238	35	35	21	14	70	21	21
11	180	144	18	60	240	90	18	204	30	30	18	12	60	18	18

Вариант	H1	H2	H3	H4	L1	L2	L3	L4	L5	A1	A2	A3	D1	D2	R
12	150	120	15	50	200	75	15	170	25	25	15	10	50	15	15
13	120	96	12	40	160	60	12	136	20	20	12	8	40	12	12
14	90	72	9	30	120	45	9	102	15	15	9	6	30	9	9
15	60	48	6	20	80	30	6	68	10	10	6	4	20	6	6
16	72	57,6	7,2	24	96	36	7,2	81,6	12	12	7,2	4,8	24	7,2	7,2
17	84	67,2	8,4	28	112	42	8,4	95,2	14	14	8,4	5,6	28	8,4	8,4
18	96	76,8	9,6	32	128	48	9,6	108,8	16	16	9,6	6,4	32	9,6	9,6
19	108	86,4	10,8	36	144	54	10,8	122,4	18	18	10,8	7,2	36	10,8	10,8
20	120	96	12	40	160	60	12	136	20	20	12	8	40	12	12
21	144	115,2	14,4	48	192	72	14,4	163,2	24	24	14,4	9,6	48	14,4	14,4
22	156	124,8	15,6	52	208	78	15,6	176,8	26	26	15,6	10,4	52	15,6	15,6
23	168	134,4	16,8	56	224	84	16,8	190,4	28	28	16,8	11,2	56	16,8	16,8
24	204	163,2	20,4	68	272	102	20,4	231,2	34	34	20,4	13,6	68	20,4	20,4
25	228	182,4	22,8	76	304	114	22,8	258,4	38	38	22,8	15,2	76	22,8	22,8
26	274	219	27	91	365	137	27	311	46	46	27	18	91	27	27
27	328	263	33	109	438	164	33	372	55	55	33	22	109	33	33
28	394	315	39	131	525	197	39	447	66	66	39	26	131	39	39
29	473	378	47	158	630	236	47	536	79	79	47	32	158	47	47
30	567	454	57	189	756	284	57	643	95	95	57	38	189	57	57
31	681	545	68	227	908	340	68	772	113	113	68	45	227	68	68
32	95	75	10	30	130	50	10	110	15	15	10	6	30	10	10
33	170	134,4	16,8	56	224	84	16,8	190,4	28	28	16,8	11,2	56	16,8	16,8
34	200	163,2	20,4	68	272	102	20,4	231,2	34	34	20,4	13,6	68	20,4	20,4
35	230	182,4	22,8	76	304	114	22,8	258,4	38	38	22,8	15,2	76	22,8	22,8
36	275	219	27	91	365	137	27	310	46	46	27	18	91	27	27
37	330	263	33	109	438	164	33	372	55	55	33	22	109	33	33
38	400	315	39	131	525	197	39	447	66	66	39	26	131	39	39
39	470	378	47	158	630	236	47	536	79	79	47	32	158	47	47
40	550	454	57	189	756	284	57	643	95	95	57	38	189	57	57

## Практична робота №13

**ПРОЕКТУВАННЯ ОБРОБКИ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ ІЗ ЧПУ В DELCAM FOR SOLIDWORKS**

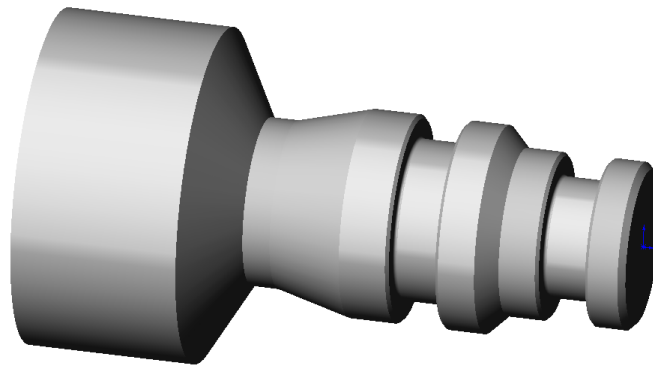
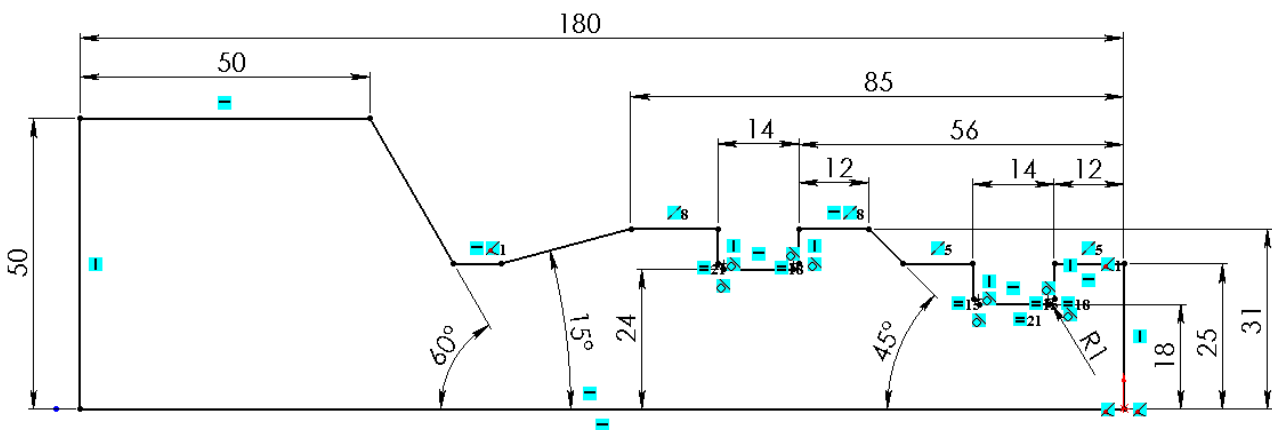
**Мета:** Навчитися проектувати обробку деталей тіл обертання на токарних верстатах із ЧПУ, включаючи верифікацію й створення керуючої програми.

**Хід роботи:**

7. Створення моделі деталі в SolidWorks.
8. Вибір обладнання й заготівки.
9. Розпізнавання оброблюваних елементів.
10. Проектування переходів різання й переміщень ріжучого інструменту.
11. Верифікація обробки.
12. Одержання керуючої програми для верстата із ЧПУ.

**Методичні вказівки по виконанню роботи****7. Створення моделі деталі в SolidWorks**

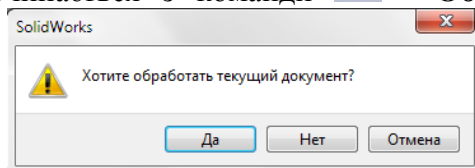
Першим етапом є створення моделі в SolidWorks. Отримана модель й ескіз поперечного переріза (без фасок) показані на малюнках 1 й 2. Деталі типу «тіла обертання» краще створювати, використовуючи елемент «Вращение».


**Рис. 16 Модель деталі****Рис. 17 Ескіз деталі з розмірами**


Якщо в панелі задач SolidWorks (праворуч вертикально), головному меню й на панелі інструментів (CommandManager) не присутні команди Delcam for SolidWorks, то потрібно

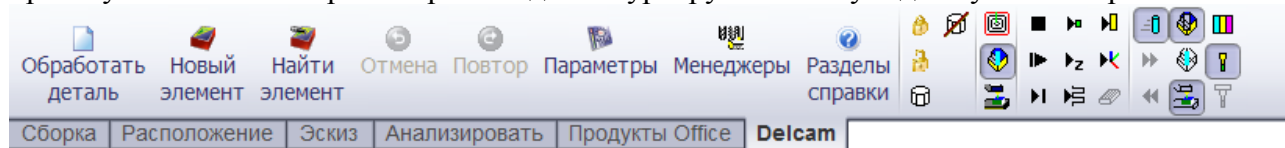
підключити даний модуль, установивши в SolidWorks прапорець в **Інструменти/Добавления/Delcam for SolidWorks**.

Проектування обробки починається з команди  - **Обработать деталь**. Після




натискання з'явиться діалог , у якому, вибравши позитивну відповідь, ми попадаємо в меню вибору шаблону обробки. Вибираємо **mm-turn.asmdot** – токарна обробка з використанням розмірів у мм.

У головному меню й на стрічці інструментів SolidWorks з'являються меню Delcam, а ліворуч над деревом конструювання поруч із трьома закладками SolidWorks повинна бути закладка  **Delcam элементы**. Також повинна з'явитися панель інструментів Delcam for SolidWorks (Рис. 4) яка містить наявні команди. Кнопки використовуються в процесі проектування зліва направо. При наведенні курсору на кнопку підсвічується її призначення.




**Рис. 18** Панель інструментів Delcam for SolidWorks

## 8. Вибір обладнання й заготівки

Після вибору відповідного шаблону обробки попадаємо в меню властивостей заготівки, що містить дві вкладки: **Ось заготовки** і **Заготовка**, (Рис. 4а, 4б). Перехід між вкладками здійснюється натисканням кнопок .

У вкладці **Ось заготовки** (Рис. 5а) за замовчуванням обрані **Токарное позиционирование** й **Использование существующей системы координат** – залишаємо всі як є. У поле вісь заготівки необхідно вказати розташування системи координат, у якій буде проводитися обробка.

Для цього потрібно в **Дереве конструирования FeatureManager**  вибрати (кликнувши мишею) одну із трьох площин конструювання – ту, котра перпендикулярна осі обертання заготівки (Рис. 5).

Якщо нас чомусь не влаштовує існуюча система координат, то можна створити нову, зробивши прив'язки до відповідних граней, кромки або вершин на поверхні деталі. Для цього в **Опциях оси заготовки** вибираємо **Создать ось заготовки** й вказуємо в меню, що з'явилося, потрібні грані, кромки, вершини по яких будуть зорієнтовані осі системи координат.

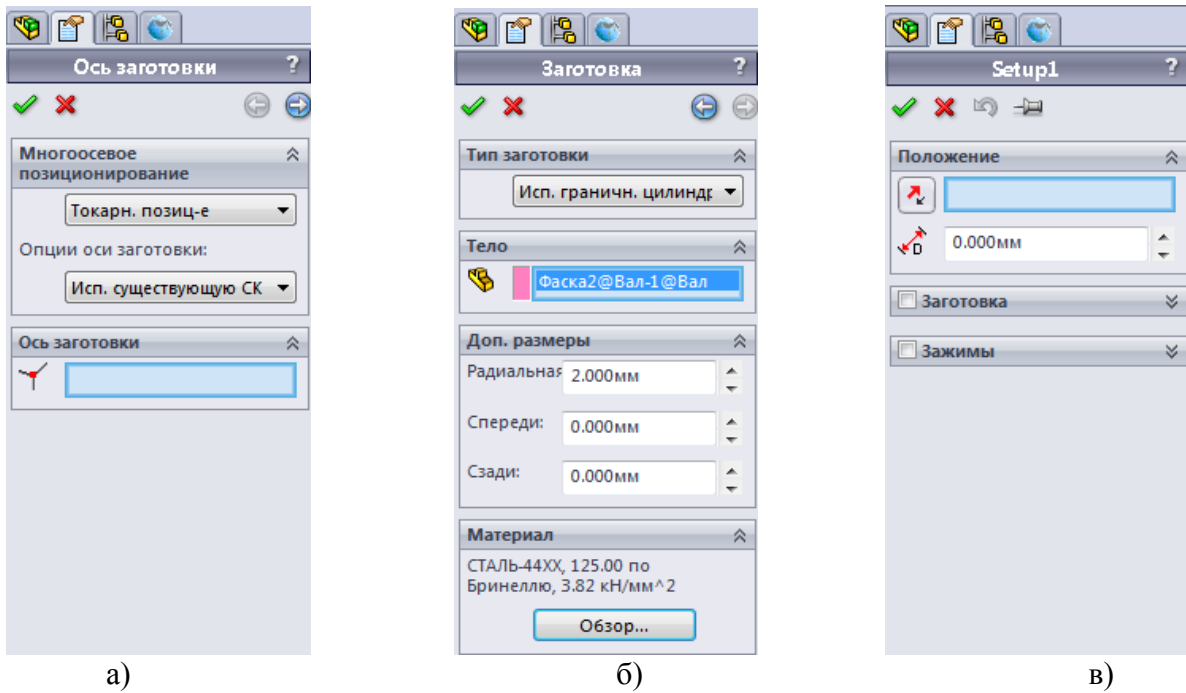


Рис. 4 Настроювання параметрів заготовки

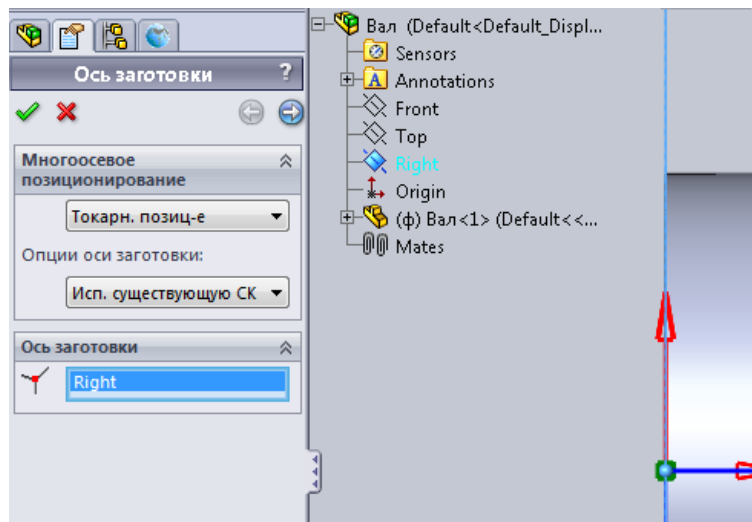

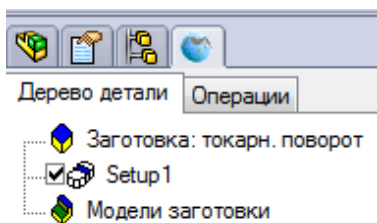


Рис. 5 Вибір осі заготовки

У вкладці **Заготовка** (Рис. 5б) у полі **Тип заготовки** вибираємо **Исп. гранич. цилиндр**. У поле **Тело** необхідно вказати деталь, навколо якої буде побудований цилиндр, з якого може бути виготовлена задана деталь. Для цього встановлюємо вказівник миші в будь-якому місці на деталі й робимо клік лівою клавішею миші. При цьому деталь на екрані буде підсвічена рожевими кольорами, а навколо її утвориться прозорий цилиндр. Вкладка **Доп. розміри** дозволяє задати зовнішні припуски по кожній із координат циліндра. Величина припуску може бути порядку (+2 мм).

Вибір типу заготовки **Использовать тело**, дозволяє задати заготовку з моделі, виконаної раніше в CAD системі й збереженої окремим файлом.


**Материал** (Рис. 5б) дозволяє вибрати матеріал. Виберіть матеріал **СТАЛЬ-40XX**. Заверште вибір параметрів заготовки, нажавши кнопку .



**Рис. 6 Створений установ**

Delcam з'явиться **Setup 1** (Рис. 6).

Обрані параметри залишаються збереженими для цієї деталі. Надалі при необхідності їх можна коректувати.


Після цього програма запропонує створити новий установ (Рис. 5в) і вибрати або створити систему координат. Для цього, перебуваючи у вкладці **Положение**, указуємо покажчиком миші безпосередньо на самій деталі у вікні конструювання грані, кромки або вершини, що визначають початок відліку системи координат на поточному установі. У нашому випадку зручно вказати один з торців деталі або площину конструювання, перпендикулярну осі обертання деталі (див. Рис. 5). Завершіть створення установка, нажавши кнопку .

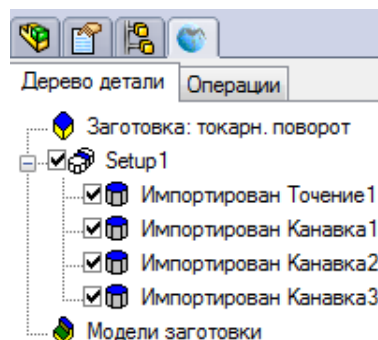
## 9. Розпізнавання оброблюваних елементів

Елементи для обробки можуть бути визначені Delcam for SolidWorks автоматично або додані користувачем вручну.

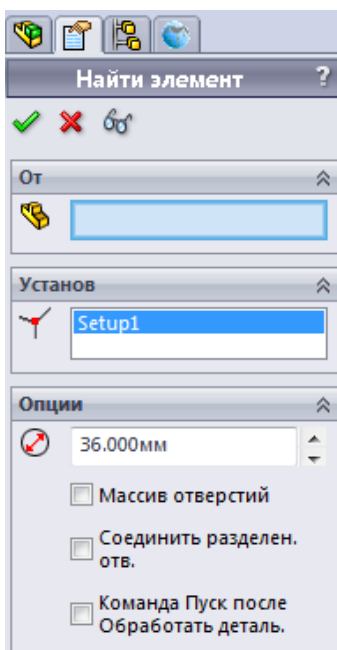
Для автоматичного розпізнавання натисніть кнопку  **Найти элемент** на панелі інструментів Delcam for SolidWorks.

У діалоговому вікні, що з'явиться (Рис. 7) необхідно заповнити поле **От** - указати тверде тіло для розпізнавання елементів. Для цього установіть покажчик миші у вікні конструювання на деталь у будь-якому місці й зробіть клік. Якщо в деталі є отвори, то необхідно вказати їхній діаметр у діалозі **Опции**. Завершіть команду,


нажавши кнопку . У дереві деталі (Рис. 8) з'являться розпізнані елементи.



**Рис. 8 Дерево деталі**



**Рис. 7 Автоматичний пошук елементів**

Далее, натиснувши на панелі Delcam кнопку  - **Менеджер баз данных**, необхідно вказати програмі базу даних з якої будуть

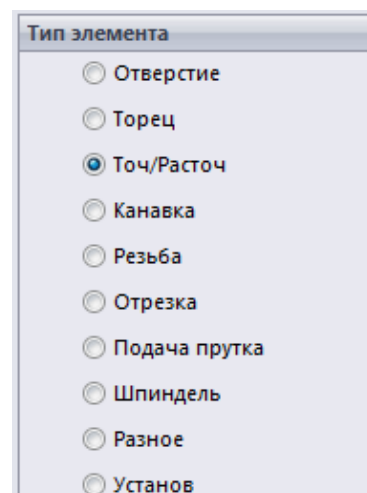
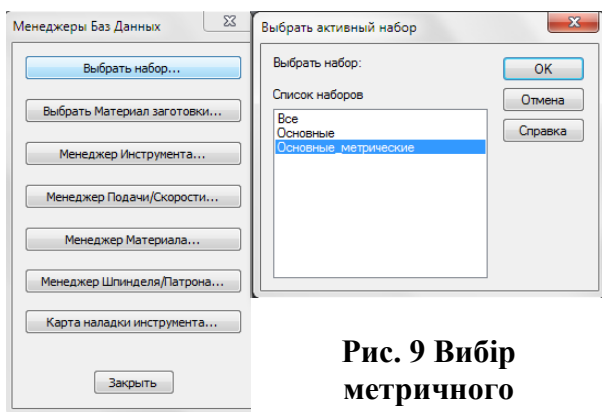
вибиратися набір інструментів, матеріал заготовки, режими різання, пристосування. Для цього потрібно вибрати

предустановлений набір **Основные метрические** із вкладки **Выбрать набор** (Рис. 9). При


необхідності, обрану базу можна скорегувати із цього ж меню.

Елементи в дереві деталі можна видаляти, копіювати, перейменовувати, редагувати. Якщо елемент автоматично не

**Рис. 9 Вибір метричного набору**



**Рис. 10 Токарні елементи**

розпізнався, його можна додати вручну, вибравши команду  - **Новый элемент** на панелі інструментів Delcam.

Основні токарні елементи (Рис. 10):

- **Отверстие** – обробка отворів;
- **Торец** – підрізування торця;
- **Точ/Расточ** – точіння зовнішньої й розточування внутрішньої поверхонь;
- **Канавка** – обробка різних канавок;
- **Резьба** – обробка різьбових поверхонь;
- **Отрезка** – відрізка обробленої деталі від пруткової заготовки.

Для ручного додавання переходу різання необхідно попередньо створити ескіз оброблюваної поверхні (Рис. 11). Оброблюваний контур виділений жовтогарячими кольором.

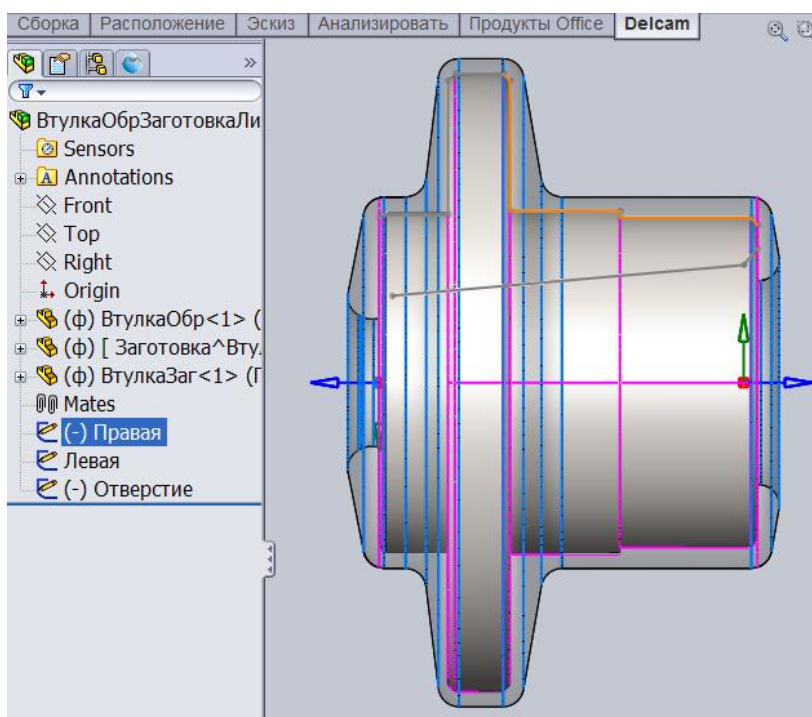




Рис. 11 Створений вручну контур для обробки зовнішньої поверхні

Рекомендується праву половину обробляти з одного, а ліву – з іншого установа. Для ручного додавання установа потрібно в меню **Новый элемент** вибрати **Установ** і завершити

Операция	&Элемент
↔ черн. проход 1	Импортирован Точение 1
чист.	Импортирован Точение 1
черн. проход 1	Импортирован Канавка 1
черн. проход 1	Импортирован Канавка 2
черн. проход 1	Импортирован Канавка 3
чист.	Импортирован Канавка 1
чист.	Импортирован Канавка 2
чист.	Импортирован Канавка 3

Рис. 12 Дерево операций (переходів)

команду, нажавши кнопку . У результаті з'явиться меню, показане на малюнку 4в. Подальші дії аналогічні тим, які ми розглянули


для першого установа. Кнопка  дозволяє змінити напрямок осі X. При токарській обробці рідко необхідно більше двох установів.

## 10. Проектування переходів різання, переміщень ріжучого інструменту й верифікація обробки

Основний етап проектування обробки - проектування послідовності переходів (вони називаються операції) і вибір інструмента й режимів різання в програмі Delcam for SolidWorks проводиться автоматично після розпізнавання елементів і приєднання бази даних. Перед початком верифікації обробки необхідно переконається, що всі переходи коректно відображені в дереві **Операції** (Рис. 12). Переходи, траєкторія для яких не спроектувалася, позначається знаком оклику червоного кольору.

Верифікація обробки і розрахунок траєкторій проводиться натисканням кнопки **Пуск** на панелі інструментів Delcam for SolidWorks.

Для редагування переходів і їхньої послідовності необхідно клацнути на ньому правою клавішею й у контекстному меню вибрати відповідний пункт. Закладка **Редактировать атрибуты** дозволяє змінити параметри інструмента, режими різання, властивість постпроцесора й ін. **Редактировать элемент** дозволяє коректувати геометрію оброблюваного елемента (наприклад, додавати фаски, змінювати довжину обробки й т.п.). За допомогою закладки **Выберите инструмент** можна вибрати інший з магазину інструментів або змінити розміри обраного (Рис. 13). Ця ж опція доступна й у закладці **Редактировать атрибуты**. Закладка **Порядок операций** дозволяє змінити послідовність обробки.

Крім того, змінити параметри траєкторії переміщення інструмента (стратегія обробки, підведення-відвід, висота гребінця, крок й ін.) можна з меню  **Параметры** на панелі інструментів Delcam.

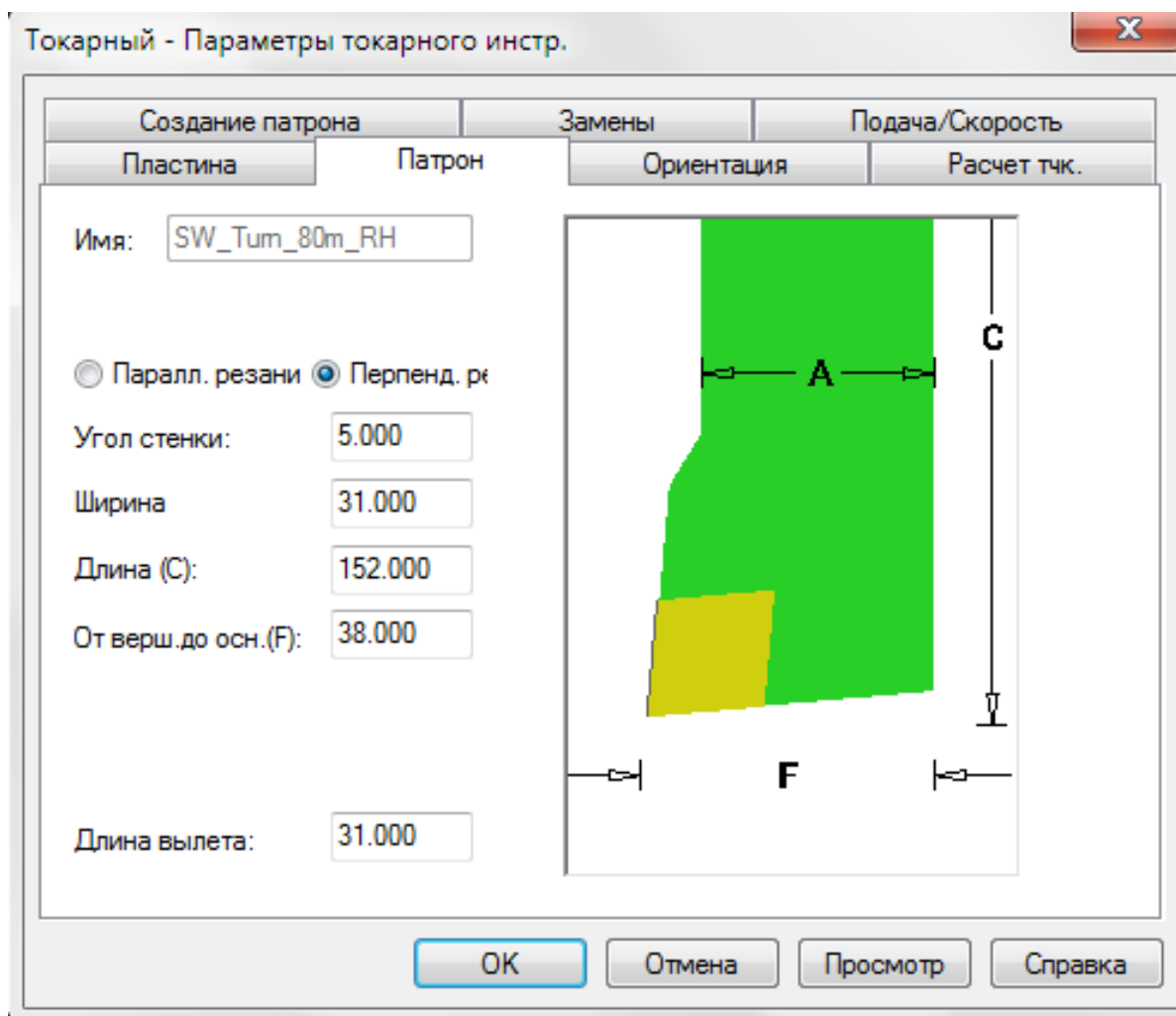
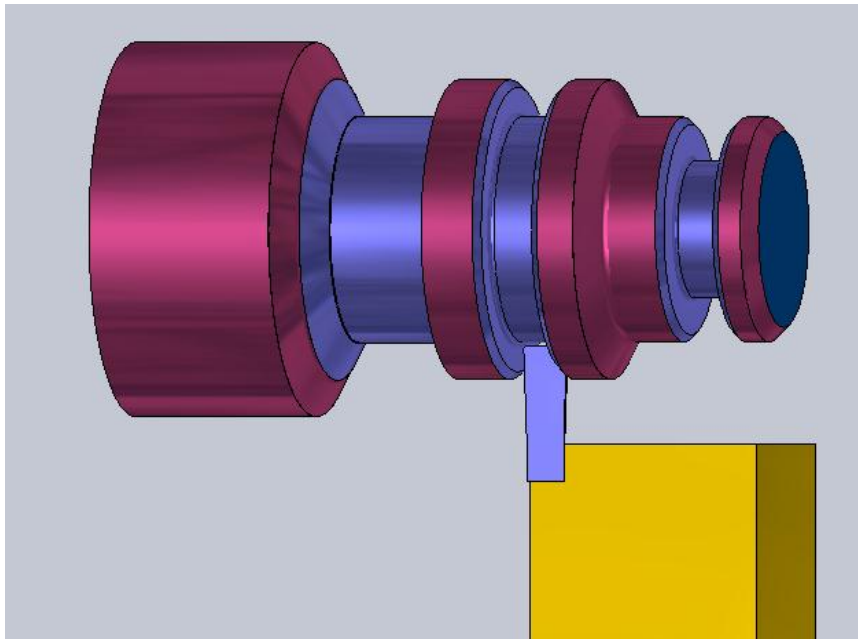
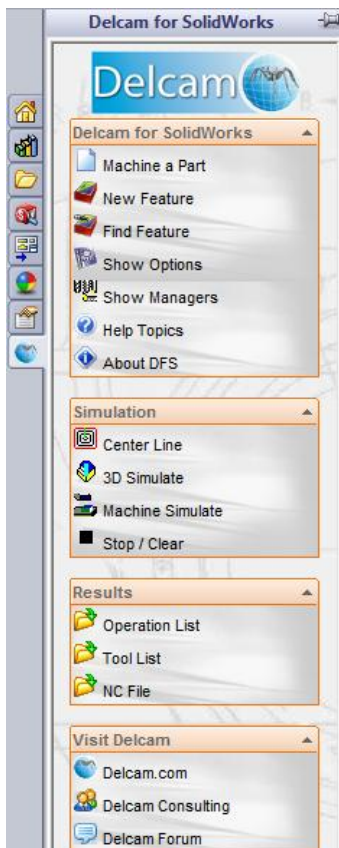


Рис. 13 Налаштування токарного різця

Після ручного редагування переходів не слід заново запускати розпізнавання оброблюваних елементів і проектування обробки, тому що все буде перепроєктованої заново й зміни не збережуться.



**Рис. 14** Верифікація обробки



**Рис. 15** Панель Delcam for SolidWorks

Для того, щоб візуально проконтролювати спроектовану обробку, в Delcam for SolidWorks вбудований потужний модуль по верифікації отриманої обробки (рис. 14).

Кнопки панелі інструментів Delcam for SolidWorks, призначені для керування верифікацією обробки, показані на рис. 3. Можна управляти швидкістю перегляду, регулювати видимість матеріалу заготовки, різального інструменту, шпинделя, верстата, перевіряти зіткнення заготовки й інструмента в процесі обробки, провести порівняння отриманої після обробки деталі з початковою 3D моделлю й т.д.

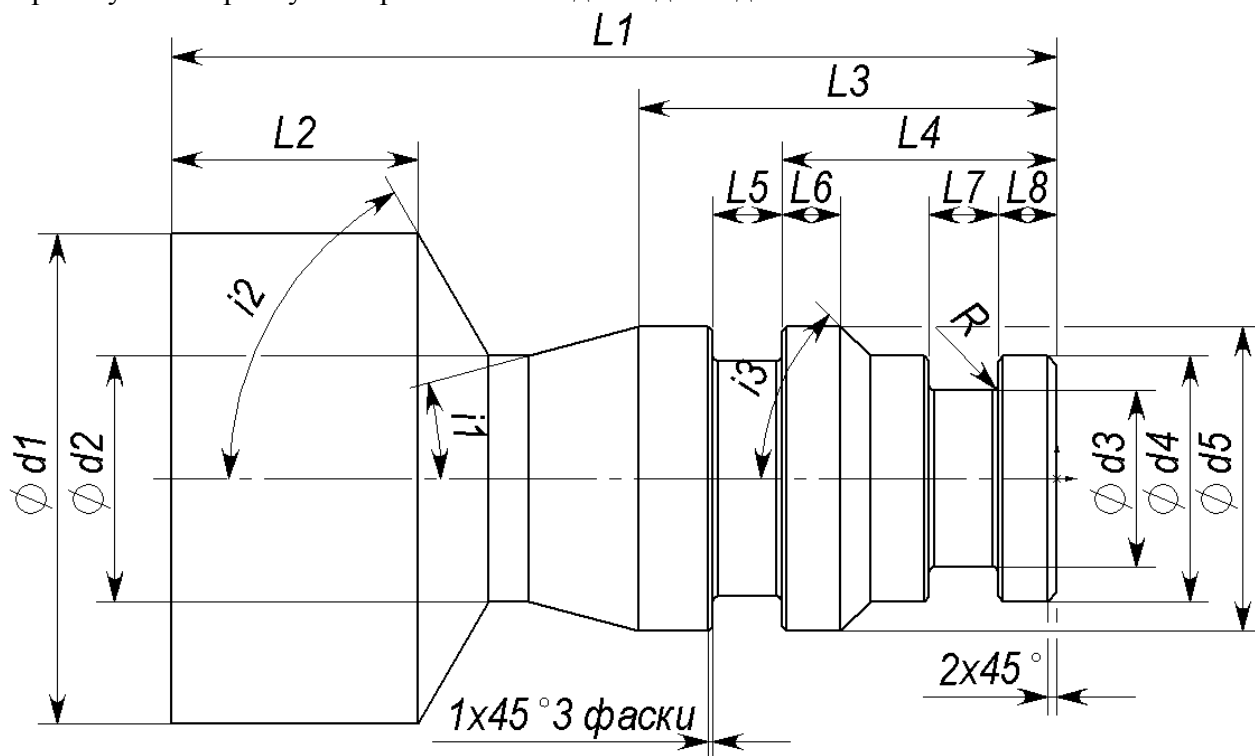
## 11. Одержання результатів обробки

Результати роботи програми у вигляді текстових документів доступні з меню Delcam на панелі задач SolidWorks.

У документі **Operation List** (див. Рис. 15) знаходиться список операцій обробки, **Tool list** - специфікація інструмента обробки, **NC File** - текст керуючої програми для верстата зі ЧПУ. Програма перетворить траєкторію руху інструмента в текстовий файл, і відкриє його.

## Завдання

Спроектувати обробку на верстаті із ЧПУ для заданої деталі.



Таблиця вихідних даних по варіантах

Варіант	d1	d2	d3	d4	d5	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	i1	i2	i3	R
1	50	30	18	30	40	90	25	45	30	7	6	7	6	10	60	30	1
2	55	35	23	35	45	115	25	55	36	8	7	8	8	15	45	45	1
3	60	40	28	40	50	110	25	65	42	9	8	9	10	20	30	60	1
4	65	45	33	45	55	120	25	75	48	10	9	10	12	10	60	30	1
5	70	50	38	50	60	130	25	85	54	11	10	11	14	15	45	45	1
6	75	55	43	55	65	140	25	95	60	12	11	12	16	20	30	60	1
7	80	60	48	60	70	150	30	100	66	13	12	13	18	10	60	30	1
8	85	65	53	65	75	170	30	105	72	14	13	14	20	15	45	45	1
9	90	70	58	70	80	170	30	110	78	7	14	7	22	20	30	60	2
10	95	75	63	75	85	180	30	115	84	8	15	8	24	10	60	30	2
11	100	80	68	80	90	190	30	120	90	9	16	9	26	15	45	45	2
12	105	85	73	85	95	200	30	125	96	10	17	10	28	20	30	60	2
13	110	90	78	90	100	210	30	130	102	11	18	11	30	10	60	30	2
14	115	95	83	95	105	220	30	135	108	12	19	12	32	15	45	45	2
15	120	100	88	100	110	230	30	140	114	13	20	13	34	20	30	60	2
16	125	105	93	105	115	240	30	145	120	14	21	14	36	10	60	30	2
17	130	110	98	110	120	250	30	150	126	7	22	7	38	15	45	45	2
18	135	115	103	115	125	260	30	160	132	8	23	8	40	20	30	60	2
19	140	120	108	120	130	270	40	170	138	9	24	9	42	10	60	30	2
20	145	125	113	125	135	280	40	180	144	10	25	10	44	15	45	45	2
21	150	130	118	130	140	290	40	190	150	11	26	11	46	20	30	60	2

Варіант	d1	d2	d3	d4	d5	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	i1	i2	i3	R
22	155	135	123	135	145	300	40	200	156	12	27	12	48	10	60	30	2
23	160	140	128	140	150	310	40	210	162	13	28	13	50	15	45	45	2
24	165	145	133	145	155	320	40	220	168	14	29	14	52	20	30	60	3
25	170	150	138	150	160	330	40	230	174	7	30	7	54	10	60	30	3
26	175	155	143	155	165	340	50	240	180	8	31	8	56	15	45	45	3
27	180	160	148	160	170	350	50	250	186	9	32	9	58	20	30	60	3
28	185	165	153	165	175	360	50	260	192	10	33	10	60	10	60	30	3
29	190	170	158	170	180	370	50	270	198	11	34	11	62	15	45	45	3
30	200	175	163	175	185	380	50	280	204	12	35	12	64	20	30	60	3
31	210	175	170	180	190	390	55	285	205	13	37	13	70	22	35	65	3

### Рекомендована література

#### Базова

1. Onwubolu G.C. Introduction to SolidWorks: A Comprehensive Guide with Applications in 3D Printing / G.C. Onwubolu // CRC Press, 2017. - 1193 p.
2. Keska Pawel. SolidWorks 2021: Part Modeling, Assemblies, and Drawings. – CADvantage, 2021. – 1586 p.
3. Verma G. SolidWorks 2017 Black Book / G. Verma, M. Weber // CAD/CAM/CAE Works, 2017. - 518 p.
4. Козяр М.М., Фещук Ю.В., Парфенюк О.В. Комп'ютерна графіка: SolidWorks: навчальний посібник, Ю.В. Фещук, О.В. Парфенюк. - Херсон: Олді-плюс, 2018. - 252

#### Допоміжна

1. CAD/CAM/CAE observer 2002-2022
2. Сайт компанії Dassault System SolidWorks. <http://www.solidworks.com>.

Електронне навчальне видання комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

**Романов Сергій Валерійович**

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО  
ПРОЕКТУВАННЯ в ГАЛУЗІ**

Методичні вказівки  
до практичних робіт для здобувачів вищої освіти  
другого (магістерського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти  
за спеціальністю G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 25.06.25. Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 5,73. Обсяг 7,714 Мб. Зам. № 326/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009  
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна