

## ЗМІСТ

	<i>Вступ</i>	3
1	<b>Геометричне моделювання технічних об'єктів у SolidWorks</b>	4
1.1	Загальний огляд SolidWorks	4
1.2	Основні функціональні можливості SolidWorks	5
1.3	Використання інтерфейсу	5
1.4.	Принципи побудови об'ємної моделі деталі. Ескізи	8
1.5	Проектування кріпильних деталей	20
2	<b>Основи збірки на прикладі опори підшипника</b>	24
3	<b>Основи створення кресленника деталі</b>	28
4	<b>Лабораторні роботи</b>	34
4.1	Побудова тримірних моделей в SolidWorks	34
4.2	Створення збірок. Стандартні, механічні та додаткові сполучення	38
	4.2.1. Специфікація	41
4.3	Оформлення креслеників у SolidWorks	43
5	<b>Індивідуальні завдання на лабораторні роботи</b>	54
	<b>Література</b>	69

## ВСТУП

---

Лабораторні роботи призначені для вивчення і набуття практичних навичок, пов'язаних із розробкою конструкторської документації в САПР SolidWorks відповідно до стандартів ЄСКД.

Виконання лабораторних робіт в САПР SolidWorks дасть можливість опанувати студентами основні принципи створення креслеників, ЄСКД, сформувані професійні компетентності:

- *фундаментальні інженерно-геометричні знання*, на базі яких можливе успішне вивчення конструкторсько-технологічних і спеціальних дисциплін, а також оволодіти новими знаннями в області комп'ютерної графіки, геометричного моделювання тощо;
- *здібності до просторового уявлення*, необхідного у виробничій і проектно-конструкторській діяльності;
- *здатність володіти* основними методами, способами і засобами, передачі інформації графічно, дотримуючись правил і положень ЄСКД;
- *здатність роботи з графічними програмними засобами САПР*, уміння читати і розроблювати конструкторську документацію, використовуючи знання нарисної геометрії і інженерної графіки.

Після виконання лабораторних робіт і опрацювання теоретичного курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» студенти повинні *знати*: основні функціональні можливості системи автоматизованого проектування SolidWorks; правила побудови ескізу та особливості застосування інструментів та взаємозв'язків в ескізі; операції з тривимірними об'єктами. Також студент повинен вміти розробляти зборки вузлів із окремих моделей деталей, використовувати правила взаємозв'язку між деталями, програмні можливості системи.

Лабораторні роботи виконуються студентами денної та заочної форми навчання.

# 1. ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ у SolidWorks

Кожний виріб перед безпосереднім процесом його виготовлення проходить ряд етапів проектування. Основні етапи твердотілого проектування в SolidWorks наступні:

- 1) побудова ескізу;
- 2) створення об'ємної моделі;
- 3) створення складальних одиниць;
- 4) генерація креслеників.

Ескізи є основою для створення тримірних твердотілих моделей деталей. Тому створення будь-якої деталі в SolidWorks, якою би простою, або складною вона не була, починається з викреслювання ескізу. Звичайно будують двомірний ескіз (плоский), приблизно так, як це роблять на аркуші паперу. В SolidWorks такі ескізи малюються на площині. За замовчуванням при створенні нової деталі дається три ортогональні (взаємно перпендикулярні) площини, що проходять через початок координат. Далі можна додавати будь-яку кількість площин, які мають необхідну орієнтацію в просторі. Але в деяких випадках зручно використовувати тримірний ескіз (у просторі), коли необхідно побудувати довгомірну деталь, наприклад, трубу, яка міняє свій напрямок у просторі, або зварену конструкцію, що складається із профілів певного перетину.

## 1.1. Загальний огляд SolidWorks

SolidWorks – потужний машинобудівний CAD пакет для твердотілого параметричного моделювання складних деталей і збірок. Це система конструювання, яка базується на параметричному геометричному ядрі Parasolid, створена спеціально для використання на персональних комп'ютерах під керуванням операційних систем Windows и Windows NT. Розробник – SolidWorks Corporation, США.

Процес моделювання починається з вибору конструктивної площини, в якій будується двомірний ескіз. У подальшому цей ескіз можна перетворити у тверде тіло. При створенні ескізу є доступ до повного набору геометричних побудов і операцій редагування. Ескіз конструктивного елемента може бути легко відредаговано у будь-який момент роботи над моделлю.

Основними формоутворюючими операціями у SolidWorks є команди додавання і зняття матеріалу. Система дозволяє:

- видавлювати контур із різноманітними кінцевими умовами, у тому числі на задану довжину або до вказаної поверхні;
- обертати контур навколо заданої осі;
- створювати тіло по заданому контуру зі використанням декількох твірних;
- видавлювати контур поздовж заданої траєкторії;
- будувати лінійні нахили на вибраних гранях моделі, площини в твердих тілах із завданням різної товщини;
- будувати округлення постійного і змінного радіусу;
- будувати фаски і отвори складної форми.

Важливою характеристикою системи є можливість отримувати розгортки спроектованих деталей з листового матеріалу. У разі необхідності до моделі, що знаходиться у розгорнутому стані, можуть бути додані нові міста згину і різні конструктивні елементи. Окрім проектування твердотілих моделей, SolidWorks підтримує і можливості поверхневого уявлення об'єктів. Можливо будувати поверхні від еквідистантних до обраних, а також здійснювати імпорт поверхонь з інших систем, використовуючи формат IGES.

## 1.2. Основні функціональні можливості SolidWorks

SolidWorks – це повнофункціональний додаток для автоматизованого проектування механіко-машинобудівного конструювання, який базується на параметричній об'єктно-орієнтованій методології. Це дозволяє легко отримати твердотілу модель із двомірного ескізу, використовуючи дуже прості і ефективні інструменти моделювання. Проте представлення виробу, що проектується не обмежується твердотілим моделюванням – у нашому розпорядженні є засоби асоціативного конструювання. Це означає, що можна створити прототип класів деталей, наприклад, що виготовляються штампуванням із листового матеріалу, а надалі використовувати параметричну модель при проектуванні форми заготовки. А також, пакет SolidWorks спрощує проектування порожнистих деталей, що виготовляються литтям або в прес-формах. За допомогою SolidWorks можна створювати параметричні поверхневі моделі.

## 1.3. Використання інтерфейсу

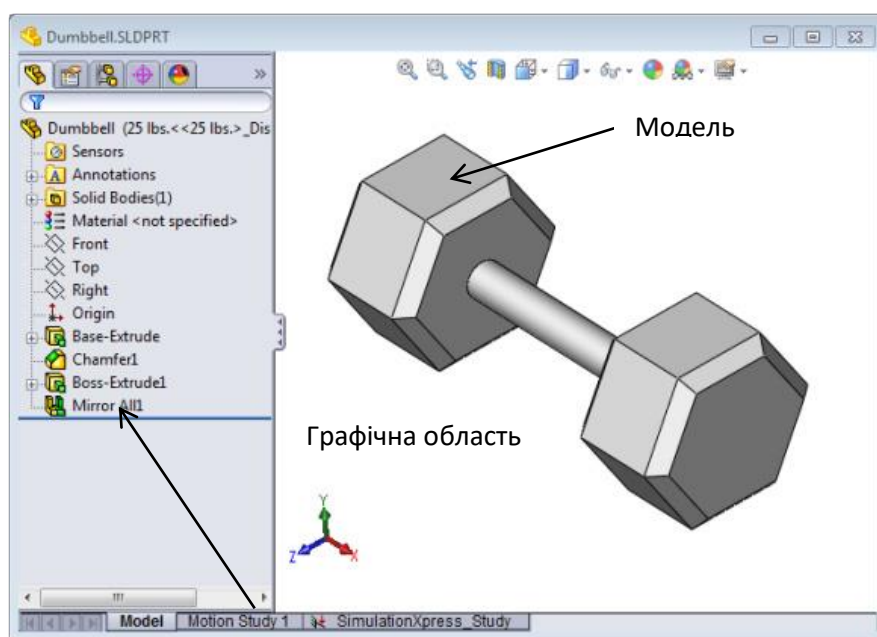
### Вікна програми SolidWorks

Вікна програми SolidWorks мають дві панелі. Перша панель утримує неграфічну інформацію, друга відображає графічне уявлення деталі, збірки або кресленника (рис. 1).

Ліва панель вікна утримує дерево конструювання FeatureManager, PropertyManager (Менеджер властивостей) и ConfigurationManager (Менеджер конфігурацій).

#### *Вправа для самопідготовки до лабораторної роботи:*

1. Натисніть на кожен вкладку в верхній частині лівої панелі і подивіться як зміниться склад вікна. Права панель – графічна область в якій можна створити і змінювати деталі, збірки або кресленики.
2. Погляньте на графічну область і зверніть увагу на те, як представлена гантель. Вона відображена в ізометричній проекції зафарбованою в кольорі. Це один із способів реалістичного відображення моделі.



Дерево конструювання **FeatureManager**

Рис. 1. Вікна програми SolidWorks

Одним із важливих елементів інтерфейсу є дерево конструювання, що розташовується зліва від графічної області (рис. 1).

Дерево конструювання Feature Manager – унікальна частина програми Solidworks, у якій візуально відображаються всі елементи деталі або збірки. У міру створення елементів вони додаються в дерево конструювання Feature Manager. У результаті дерево конструювання являє собою хронологічну послідовність операцій моделювання. Дерево конструювання Feature Manager надає також доступ до редагування наявних у ньому елементів (об'єктів). Зміна об'єкта впливає на пов'язані характеристики наступних побудов.

### Панелі інструментів

Стрічка стану головного вікна програми SolidWorks залежно від типу активного документу надає інформацію щодо:

- ✚ ім'я активного документа чи короткий опис пункту меню, або конструктивного елементу, на якому в даний час знаходиться курсив миші;
- ✚ поточні координати розташування курсиву;
- ✚ стан ескізу: перевизначено, визначено не повністю або повністю визначено.

### Склад головного меню

1. Файл (File) – виконання операцій з файлами.
2. Виправлення (Edit) – виконання операцій з об'єктами.
3. Вид (View) – зміна способу відображення об'єктів.
4. Вставка (Insert) – вставка об'єктів з інших програм.
5. Інструменти (Tools) –настроювання системи, інструменти для побудови.
6. Вікно – перехід між вікнами, зміна розташування вікон.
7. Допомога – одержання довідки про програму.

Панелі інструментів містять у собі команди побудови і редагування документа, згруповані за певною ознакою. Кнопки панелі інструментів – це гарячі клавіші команд, що найбільш часто використовуються. Можна встановлювати місцеположення панелі інструментів і відображати або не відображати їх в залежності від типу документа (деталь, збірка або кресленик). SolidWorks запам'ятовує для кожного типу документа, які панелі інструментів потрібно відобразити і в якому місці.



Рис.2. Кнопки панелі інструментів

Багато команд Solidworks виконуються за допомогою меню Property Manager (Менеджер властивостей). Вікно Property Manager (Менеджер властивостей) займає те ж положення па екрані, що й дерево конструювання Feature Manager, і відображається замість нього під час свого використання.

### Вправа для самопідготовки:

1. Виберіть **View, Toolbars** (Вид, панелі інструментів). Відобразиться список всіх панелей інструментів. Панелі інструментів із натиснутим відповідним значком, відміченими

галочками, стають видимі. Панелі інструментів, значки яких не натиснути або не відмічені галочкою, стають захованими.

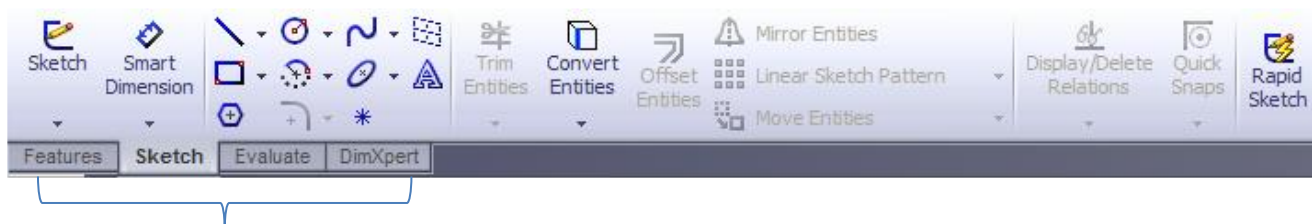
2. Включіть декілька панелей інструментів, щоб познайомитися з їх командами.

### CommandManager (Диспетчер задач)

CommandManager – це контекстна панель, яка обновлюється автоматично в залежності від панелі інструментів, до якої потрібен доступ.

За умовчанням вона має вбудовані панелі інструментів у залежності від типу документа.

Якщо натиснути кнопки в області управління CommandManager вона оновлюється і відображає панель інструментів (рис. 3). Наприклад, якщо натиснути кнопку **Sketch** (Ескіз) в області управління, у CommandManager з'являться інструменти ескізу.



Область управління

Рис. 3. Панель інструментів

### **Порада!**

**CommandManager** (Диспетчер команд) – використовуйте для доступу до кнопок панелі інструментів у центральній області, а також для економії місця в графічній області.

### Кнопки миші

Кнопки миші працюють наступним чином:

- **Ліва** – дозволяє вибирати елементи меню, об'єкти в графічній області, а також об'єкти в дереві конструювання FeatureManager;
- **Права** – дозволяє відображати контекстне меню;
- **Середня** – дозволяє обертати, переміщувати, змінювати масштаб деталі або збірки, а також переміщувати на кресленнику.

### Контекстне меню

Контекстні меню надають доступ до багатьох різних інструментів і команд у процесі роботи SolidWorks. При переміщенні курсиву по геометричним складовим моделі або по елементам дерева конструювання FeatureManager, або натиск правої кнопки миші на межу будь-якому елементові зі вікон SolidWorks, викликає меню передбачених йому команд. Таким чином, можна відкрити «меню додаткових команд», вибравши подвійні стрілки в меню, що направлені донизу. При виборі направлених донизу подвійних стрілок або при зупинці на них курсиву, меню розгортається, і відображаються додаткові елементи меню.

Контекстні меню надають найбільш ефективний спосіб роботи, при якому не потрібно витратити час на переміщення курсиву до основного меню або кнопкам панелі інструментів.

## 1.4. Принципи побудови моделі деталей.

### Ескізи

Процес моделювання в SolidWorks схожий на послідовність дій, що передбачають створення деталей зі використанням різних інструментів і верстатів.

Ескізи є основою для створення тривимірних твердотілих моделей деталей. Тому створення будь-якої деталі в SolidWorks, якою би простою або складною вона не була, починається з малювання ескізу. Звичайно використовується двовимірний ескіз (плоский), приблизно так, як це роблять люди на аркуші паперу. В SolidWorks такі ескізи малюються на площині. За замовчуванням при створенні нової деталі дається три взаємно ортогональні площини, що проходять через початок координат. Далі можна додавати будь-яку кількість площин, що мають необхідну орієнтацію в просторі. Але в деяких випадках зручно використовувати тривимірний ескіз (у просторі), коли необхідно побудувати довгомірну деталь, наприклад, трубу, що міняє свій напрямок у просторі, або зварену конструкцію, що полягає із профілів певного перетину.

### Основні принципи побудови ЕСКІЗІВ

Усі ескізи, як двовимірні, так і тривимірні, будуються на три взаємно ортогональних площинах Спереду, Зверху й Збоку (рис. 4). Первісний вибір тієї або іншої площини не має істотного значення. Дані площини дозволяють створювати тривимірні елементи деталі в трьох напрямках. Звичайно процес малювання ескізу починається з передньої площини. Крім того, можна створювати свої власні площини (навіть не ортогональні) і побудову ескізу починати з них.

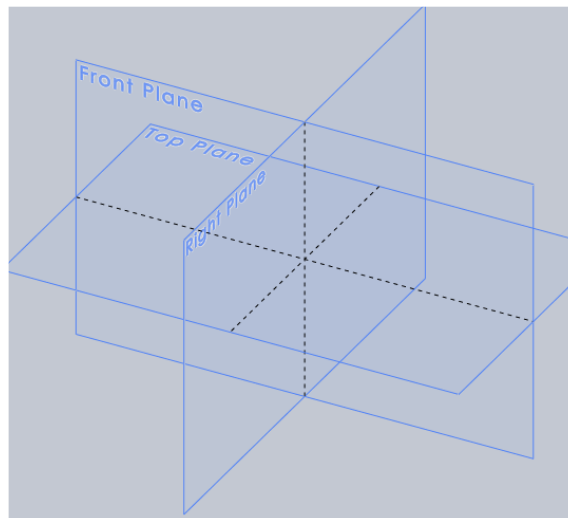


Рис. 4. Базові площини для створення ескізів

У кожному ескізі є своя вихідна точка, тому в деталі звичайно буває кілька вихідних точок. Коли ескіз відкритий, то неможна відключати відображення його вихідної точки. Вихідна точка відображається червоним кольором у відкритому ескізі й допомагає визначити координати точок ескізу.

---

### **Порада!**

Малювання будь-якого ескізу рекомендується починати із вихідної точки, тоді елементи ескізу автоматично здійснюють прив'язку до неї, і не потрібно додаткових взаємозв'язків для повного визначення ескізів.

---

Для орієнтації площини ескізу в просторі на екрані в графічній області завжди присутній значок тріади (системи координат).

### Увага!

1. При побудові ескізу необхідно стежити, щоб ескіз мав замкнений контур, і не відбувалося перетинання елементів ескізу.
2. SolidWorks допускає в одному ескізі наявність декількох замкнених контурів, при цьому формується багатотільна деталь. У цьому випадку при витягуванні ескізу програма попросить указати розташування матеріалу в контурах.
3. Якщо ескіз не буде складатися із замкненого, контуру, то при витягуванні програма буде інтерпретувати ескіз як тонкостінний елемент і попросить указати його товщину.
4. При створенні ескізів можна вирізати й вставляти, або копіювати й вставляти один чи більше об'єктів ескізу, як з одного ескізу в іншій, так і усередині одного ескізу.
5. У процесі малювання ескізу з'являються лінії формування, які працюють разом з покажчиками, прив'язками й взаємозв'язками, щоб графічно відобразити, як об'єкти ескізу впливають один на одного. *Лінії формування* – це пунктирні лінії, які з'являються під час створення ескізу. Коли покажчик наближається до висвітлених міток, наприклад, до середніх точок, лінії формування використовуються як орієнтира залежно від існуючих об'єктів ескізу.
6. Двовимірні ескізи можна створювати тільки в площинах або на існуючих гранях деталі, а тривимірні ескізи – у тривимірному просторі.

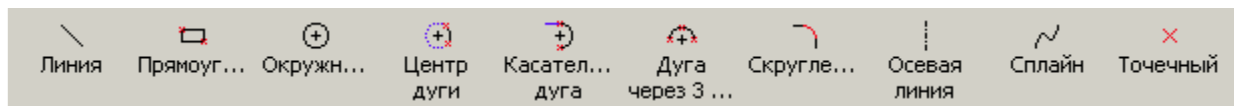





Рис.5. Панель інструментів «Інструменти ескізу»

На рисунку 5 показано **основні примітиви** для створення ескізів, серед яких:


**Лінія** –  горизонтальна чи вертикальна лінія. Може автоматично прив'язуватися до вузлів масштабної сітки, якщо включено параметр прив'язки до вузлів сітки.

**Дуга** –  з вказівкою центру.

**Еліпс** – Створює еліпс, використовуючи центральну точку, початкову точку і кінцеву.

**Дотичні дуги** –  створює дугу, дотичну до певного об'єкту ескізу.

**Дуга через три точки** –  створює дугу через три точки (початкову, кінцеву та середню).

**Коло** – 

**Прямокутники** – 

На рисунку 6 показана панель інструментів, що дає можливість визначати та переглядати взаємозв'язки ескізу.

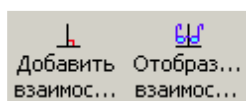






Рис. 6. Панель інструментів «Взаємозв'язки і види»



За допомогою інструментів на панелі інструментів «Взаємозв'язки ескізу» можна наносити розміри та визначати об'єкти ескізу. На панелі інструментів «Взаємозв'язки ескізу» і в меню **Інструменти, Розміри** – містяться інструменти для нанесення розмірів і додавання та видалення геометричних взаємозв'язків:

1. **Розмір**  – створює розміри. Тип розміру (між точками, лінійний, радіальний або кутовий) визначається вибраним елементом. При виборі **Інструменти, Розміри** – можна вибрати тип розміру: паралельний, горизонтальний або вертикальний. При натисканні на інструмент **Розмір** можна натиснути правою кнопкою миші в графічній області і вибрати тип розміру в контекстному меню.
2. **Додати взаємозв'язки**  – створює геометричні взаємозв'язки (наприклад, дотичність або перпендикулярність) між об'єктами ескізу або між об'єктами ескізу і площинами, осями, кромками, кривими або вершинами.
3. **Відобразити/Скрити взаємозв'язки**  – відображує взаємозв'язки, які були призначені для об'єктів ескізу вручну чи автоматично, а також дозволяє видалити взаємозв'язки, які більше не потрібні. Можна також виправити об'єкти за допомогою заміни визначеного посилання.
4. **Знайти рівні**  – відображає лінії, дуги однакової довжини або радіуса, а також дозволяє створити між об'єктами взаємозв'язки рівної довжини та радіуса.

---

### **Порада!**

Коричневі лінії формування показують, що взаємозв'язок додано автоматично; сині лінії формування показують, що взаємозв'язки не були додані.

---

Геометричні взаємозв'язки складаються з набору логічних операцій (правил), які визначають відношення (наприклад, торкання або перпендикулярність) між елементами ескізу моделі, площинами, осями, ребрами й вершинами. Відношенням можна пов'язати один елемент ескізу з іншим елементом ескізу або з ребром, граню, вершиною, початком координат, площиною і т.д. Ввести геометричний взаємозв'язок можна двома способами:

- використати автоматичні взаємозв'язки;
- вручну визначити взаємозв'язки між елементами ескізу.

### **Автоматичні взаємозв'язки**

Ескізне середовище Solidworks підтримує автоматичні взаємозв'язки між елементами ескізу. Це гарантує, що правила, що визначають взаємозв'язки між елементами, будуть автоматично застосовуватися при побудові ескізу. Автоматичні взаємозв'язки можуть також застосовуватися в режимі інтерактивного креслення.

### **Додавання взаємозв'язків**

Накласти взаємозв'язку на елементи ескізу можна вручну. При цьому можна вибирати їх із шістнадцяти типів геометричних взаємозв'язків, перерахованих нижче.

1. **Взаємозв'язок Horizontal (Горизонтальність)**. Цей взаємозв'язок перетворює виділений сегмент лінії в горизонтальний. Якщо виділено дві крапки, вони будуть вирівняні горизонтально.

2. **Взаємозв'язок Vertical (Вертикальність).** Цей взаємозв'язок перетворює виділений сегмент лінії у вертикальний. Якщо виділено дві крапки, вони будуть вирівняні вертикально.
3. **Взаємозв'язок Collinear (Коллинеарність).** Застосування цього взаємозв'язку приводить до того, що два виділені елементи розміщуються уздовж однієї лінії.
4. **Взаємозв'язок Coradial (Корадиальність).** Результатом застосування цьому взаємозв'язку будуть дві дуги, дві окружності або дуга й окружність рівні радіуси, що мають, і загальний центр.
5. **Взаємозв'язок Perpendicular (Перпендикулярність).** Два виділені сегменти ліній стають перпендикулярними один одному.
6. **Взаємозв'язок Parallel (Паралельність).** Два виділені сегменти ліній стають паралельними один одному.
7. **Взаємозв'язок Tangent (Торкання).** Результатом застосування цьому взаємозв'язку до виділеного сегмента лінії, дуги, сплайна, окружності або еліпса стане торкання іншої дуги, окружності, сплайна або еліпса.
8. **Взаємозв'язок Concentric (Концентричність).** Для двох виділених дуг, окружностей, крапки й дуги, крапки й окружності або дуги й окружності цей взаємозв'язок означає сполучення їх центрів.
9. **Взаємозв'язок Midpoint (Середня крапка).** Поміщає виділену крапку в положення середньої крапки зазначеної лінії.
10. **Взаємозв'язок Intersection (Перетинання).** Поміщає виділену точку в місце перетинання двох виділених елементів ескізу.
11. **Взаємозв'язок Coincident (Збіг).** Якщо цей взаємозв'язок застосувати до двох точок, вони стануть співпадаючими, а якщо до точки й лінії або точки й дуги — точка буде лежати на цій лінії або дузі.
12. **Взаємозв'язок Equal (Рівність).** Застосовується для того, щоб зробити два виділені сегменти лінії рівними по довжині. При накладенні цього взаємозв'язку на дві дуги, два кола або дугу й коло їх радіуси стають рівні.
13. **Взаємозв'язок Symmetric (Симетрія).** Зв'язок симетрії розташовує виділені елемент симетрично щодо зазначеної осі симетрії, так щоб вони перебували на однаковій відстані від неї.
14. **Взаємозв'язок Fix (Прив'язка).** Закріплює положення виділеного елемента щодо системи координат поточного ескізу. Положення кінцевих крапок закріплених ліній, дуг, кіл, сплайнів і еліптичних сегментів можна вільно міняти в межах елемента ескізу, якому вони належать.
15. **Взаємозв'язок Pierce (Прокол).** У результаті застосування цього взаємозв'язку побудована точка переноситься на виділену вісь, ребро або лінію в тому місці, де вони «проколюють» площину побудови. Ця точка може бути кінцевою точкою якого-небудь елемента ескізу.
16. **Взаємозв'язок Merge Points (Злити точки).** Використовується для об'єднання двох виділених точок або кінцевих точок.

### Вправа для самопідготовки:

1. Створіть нову деталь. Натисніть кнопку **New** (Створити) на панелі інструментів «**Standard**» (Стандартна). З'явиться діалогове вікно **New SolidWorks Document** (Новий документ SolidWorks ).
2. Перейдіть на вкладку **Tutorial**.
3. Натисніть значок **Part** (Деталь).
4. Натисніть кнопку **OK**, з'явиться вікно нової деталі.

### Основа

Для основи вимагається:

- площина ескізу **Front** (Спереду) (площина за умовчанням);
- профіль ескізу – двомірний прямокутник;
- тип елемента – витягнута бобишка.

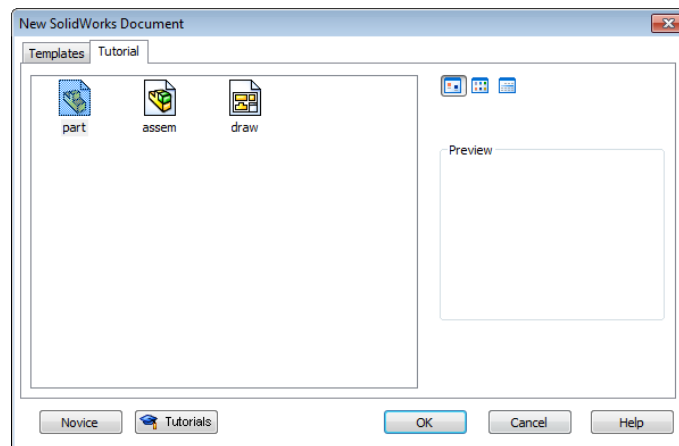


Рис. 7. Діалогове вікно *New SolidWorks Document*

### Відкриття ескізу

1. Виберіть площину **Front** (Спереду) на дереві конструювання FeatureManager.
2. Відкрийте двомірний ескіз. Натисніть кнопку **Sketch** (Ескіз) на панелі інструментів.

### Кут для вибору

Коли активними є багато команд SolidWorks, в правому верхньому куту графічної області відображається одне або декілька позначень. Ця область називається – **кут для вибору**.

Індикатор ескізу (рис. 8)



Рис. 8

Коли ескіз активний або відкритий, в кутку для вибору з'явиться позначення, яке схоже на зображення кнопки **Sketch** (Ескіз). Це слугує візуальним нагадуванням, що користувач працює над ескізом. Натиск на це позначення зберігає поточні зміни і закриває ескіз. Натиск на зображення червоного хрестика відмінює всі зміни і закриває ескіз.

Коли активні інші команди, в кутку для вибору відображається два значка (рис. 9): галочка і хрестик. Натиск галочки виконує поточну команду. Натиск на хрестик відмінює виконання команди.



Рис. 9

### Огляд вікна SolidWorks (рис. 10)

- Вихідна точка ескізу з'являється в центрі графічної області.

- У строчці стану в нижній частині екрану появиться напис **Editing Sketch1** (Редагується Ескіз 1).
- **Sketch1** (Ескіз 1) появиться в дереві конструювання FeatureManager.
- Строчка стану показує положення курсиву або інструмента ескізу відносно вихідної точки ескізу.

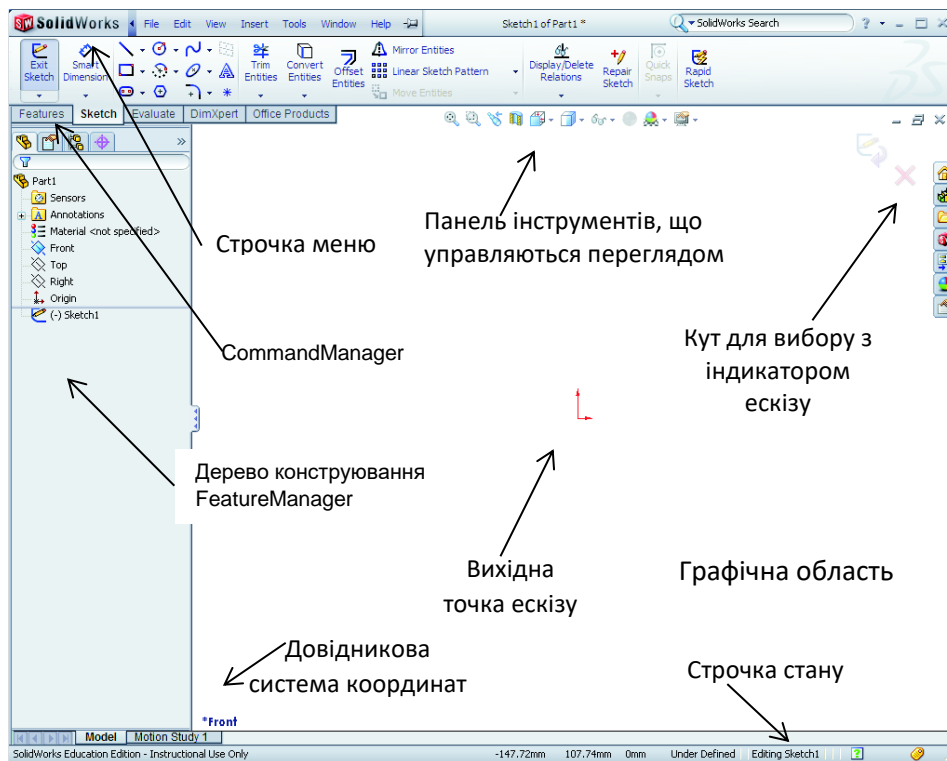


Рис. 10. Вікна SolidWorks

### Малювання прямокутника (рис. 11)

1. Натисніть на **Corner Rectangle** (Кутовий прямокутник) на панелі інструментів «Sketch» (Інструменти ескізу).
2. Натисніть на вихідну точку ескізу, щоб почати малювання прямокутника.
3. Перемістите курсив догори і вправо, щоб створити прямокутник.
4. Натисніть ще раз кнопку миші, щоб закінчити малювання прямокутника.

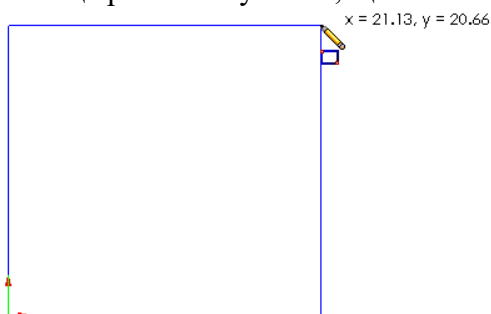



Рис. 11. Малювання прямокутника

### Додавання розмірів (рис. 12)

1. Натисніть кнопку **Smart Dimension** (Автоматичне нанесення розмірів)  на панелі інструментів «Dimensions/Relations» (Розміри/взаємозв'язки).

Курсив прийме вид – .

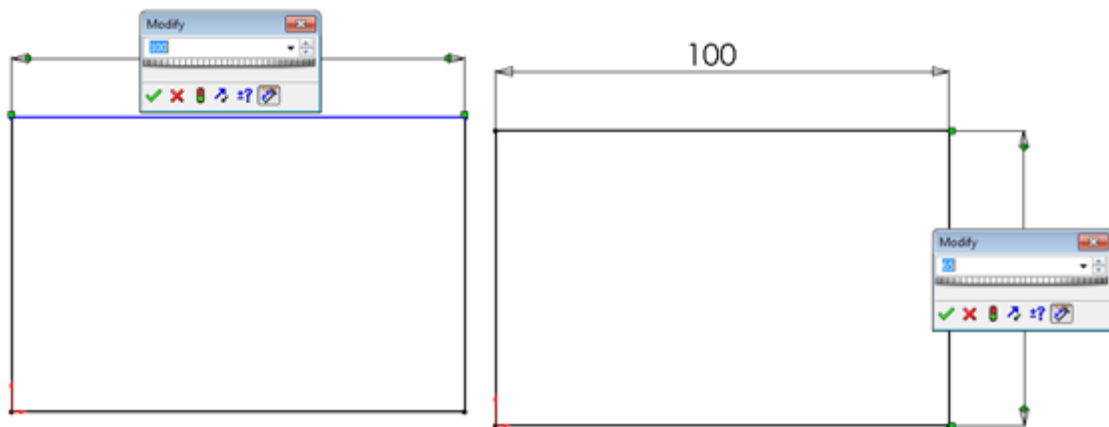




Рис. 12. Додавання розмірів

2. Натисніть на верхню лінію прямокутника.
3. Натисніть на текстову область над лінією, де вказано розмір. Появиться діалогове вікно **Modify** (Змінити).
4. Уведіть **100**. Натисніть на клавішу **Enter**.
5. Натисніть на праву сторону прямокутника.
6. Натисніть на текстову область розміру. Уведіть число **65**. Натисніть .

Верхній сегмент і вершини, залишилися відображені чорним кольором. У строчці стану в правому нижньому кутку вікна вказується, що ескіз повністю визначено.

### Внесення змін до значень розмірів (рис. 13)

Нові розміри – 100 мм x 60 мм. Змінити розміри.

1. Двічі натисніть на **65**. Появиться діалогове вікно **Modify** (Змінити).
2. Уведіть 60 в діалоговому вікні **Modify** (Змінити).
3. Натисніть .

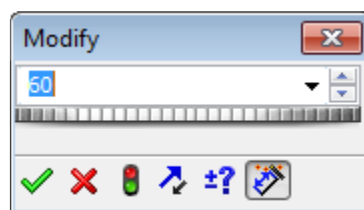


Рис. 13. Внесення змін до значення розмірів

### Витягування елемента «Основа» (рис. 15)

Перший елемент будь-якої деталі називається *Base Feature* (Основа). В цій вправі основа створюється на основі малювання нами прямокутника.

1. Натисніть кнопку **Extruded Boss/Base** (Витягнута бобишка/основа) на панелі інструментів «Features» (Елементи).

Появиться діалогове вікно PropertyManager **Extrude** (Витягнути).  
Орієнтація виду ескізу зміниться на «Триметрія».

**Порада!**

Якщо панель інструментів «Features» (Елементи) ми не бачимо (вона неактивна), управляти елементами можна за допомогою *CommandManager*.

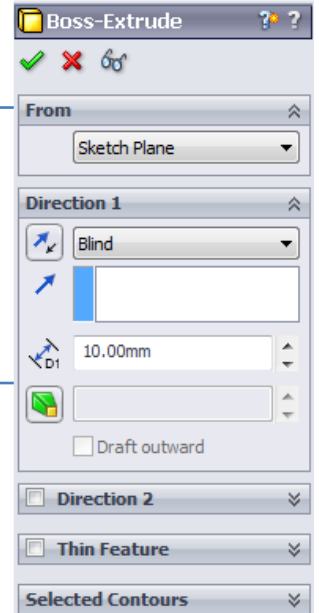



Рис. 14

2. Попередній перегляд графіки.

Попереднє зображення елемента відображається у відповідності до глибини, заданої за умовчанням. Відображаються маркери , які можна використовувати для перетаскування попереднього зображення на бажану глибину. Маркери виділені пурпурним кольором для активного напрямлення і сірим – для неактивного напрямлення.

Умовне позначення показує поточне значення глибини.

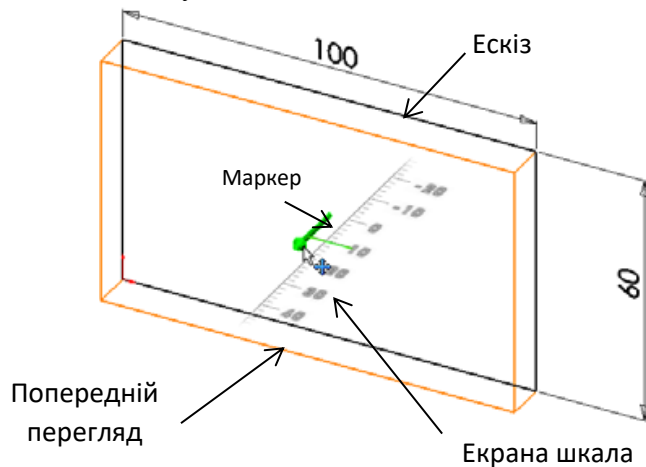



Рис. 15

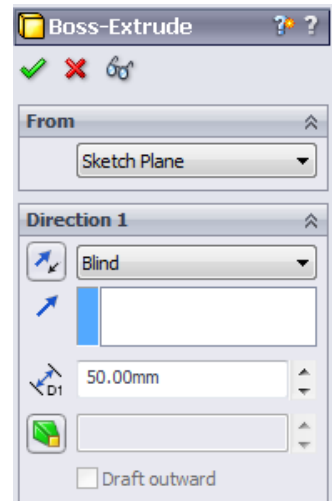
Курсив приймає вид . Якщо необхідно завершити створення елемента, натисніть праву кнопку миші. Якщо ні то, можна продовжити вносити додаткові зміни параметрів.


Наприклад, глибина витягування може змінюватись переміщенням динамічного маркера за допомогою миші або внесенням змін до значення параметру глибини у вікні PropertyManager (рис. ).

3. Налаштування витягнутого елемента змінити, як показано на рис. .

- гранична умова = **Blind** (На задану відстань);
-  (Глибина) = **50**

Рис. 16



4. Створіть витяжку. Натисніть кнопку **OK**  (рис. 17).  
Новий елемент **Boss-Extrude1** (Бобишка–Витягнути 1), відображається в дереві конструювання **FeatureManager**.

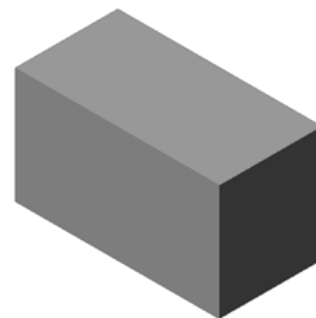


Рис. 17

### **Порада!**

Натисніть кнопку **OK** у вікні **PropertyManager** – один із способів виконання команди.

Другий спосіб – кнопки **OK/Cancel** (OK/Відміна) в кутку для вибору

в графічній області  .

Третій спосіб – контекстне меню, викликаємо натиском миші, у якому, окрім інших команд, є кнопка **OK**.

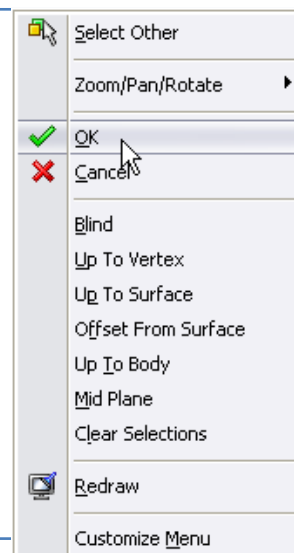



Рис. 18

5. Натисніть на знак плюса  рядом із записом **Extrude1** (Витягнути 1) в дереві конструювання **FeatureManager**.

Зверніть увагу на те, що **Sketch1** (Ескіз 1), який використовується для витяжки елемента, зараз відображається під даним елементом.

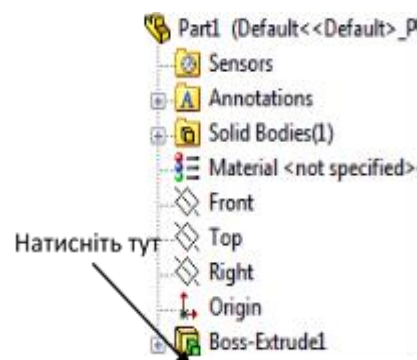



Рис. 19

### **Відображення виду** (рис. 20)

Змінити відображення виду. Натисніть кнопку **Hidden Lines Visible** (Невидимі лінії відображаються)  на панелі інструментів «View» (Вид).

Кнопки **Hidden Lines Visible** (Невидимі лінії відображаються) дозволяє виділяти скриті задні кромки коробки.

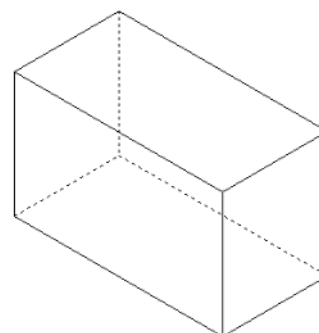



Рис. 20

### **Збереження зображення деталі**





1. Натисніть кнопку **Save** (Зберегти)  на панелі інструментів «Standard» (Стандартна) або виберіть **File, Save** (Файл, зберегти). Появиться діалогове вікно **Save As** (Зберегти як).

2. Уведіть **box** у якості імені файлу. Натисніть кнопку **Зберегти**. До імені файлу добавлено розширення **.sldprt**.

Файл збережено у поточний каталог. Можна вказати інший каталог, використовуючи кнопки огляду Windows.

### Заокруглення кутів деталі (рис. 21 – 24)

Заокруглити чотири кутові кромки **box** (коробки). Усі заокруглення мають однаковий радіус (10 мм). Створіть їх як єдиний елемент.

1. Виберіть **Fillet** (Заокруглення)  на панелі інструментів «Features» (Елементи). Появиться діалогове вікно PropertyManager **Fillet** (Заокруглення).
2. Уведіть **10** для вказівки **Radius** (Радіус).
3. Виберіть **Full preview** (Повний попередній перегляд). Інші параметри залишити без змін.
4. Натисніть на першу кутову кромку. Грані, кромки і вершини підсвічуються, якщо на них наводиться вказівник миші. При виділенні кромки появиться умовне позначення **Radius: 10mm** (рис.).
5. Визначити допустимі для виділення об'єкти. Зверніть увагу на те, які форми приймає вказівник: Кромка  : Грань  :  
Вершина  :
6. Натисніть на другу, третю і четверту кутову кромку.

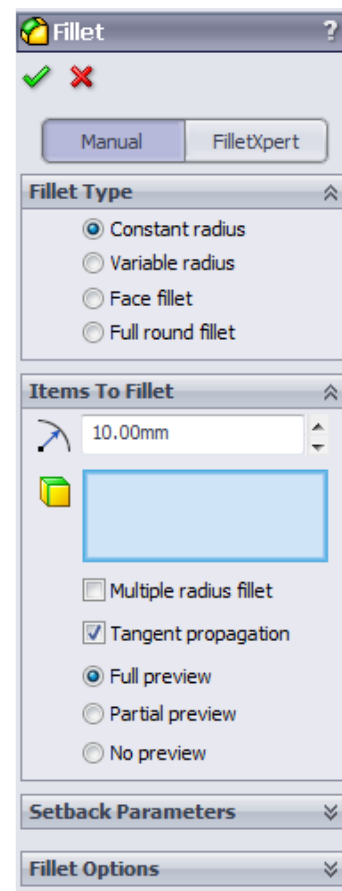


Рис. 21

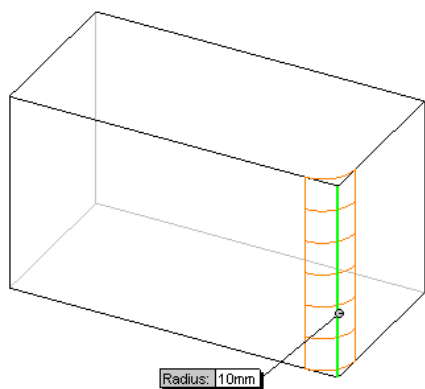


Рис. 22

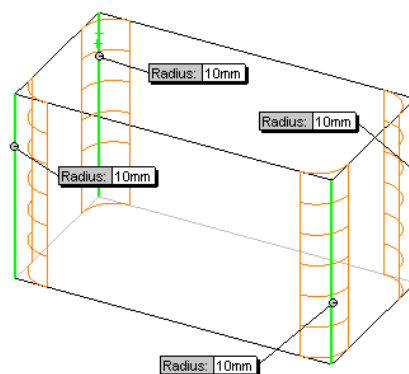




Рис. 23

### Увага!

Зазвичай умовне позначення появляється на *першій* вибраній кромці. Рисунок 23 було змінено, щоб показати умовне позначення на всіх чотирьох вибраних кромках. Це було зроблено для того щоб краще показати, які саме кромки необхідно виділити.



7. Натисніть кнопку **OK** . Fillet1 (заокруглення) з'явиться на дереві конструювання FeatureManager.
8. Натисніть кнопку **Shaded** (Зафарбувати)  на панелі інструментів «View» (Вид).

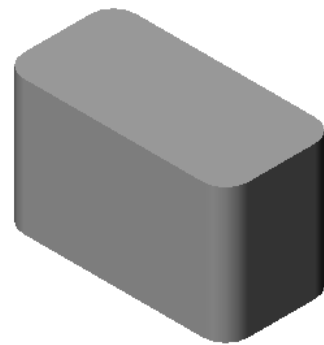




Рис. 24

### Створення порожнини в деталі (рис. 25–27)

Видалити верхню грань, використовуючи елемент «Shell» (Оболонка).

1. Виберіть **Shell** (Оболонка)  на панелі інструментів «Features» (Елементи). Появиться діалогове вікно PropertyManager **Shell** (Оболонка).
2. Уведіть **5** для вказівки **Thickness** (Товщина).
3. Натисніть на верхню грань (рис. 26).
4. Натисніть кнопку **OK**  (рис. 25).

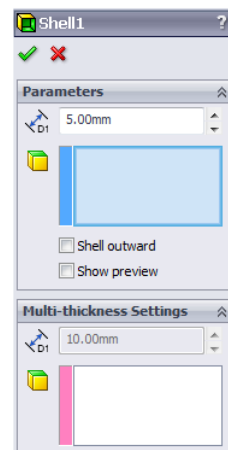


Рис. 25



Рис.26

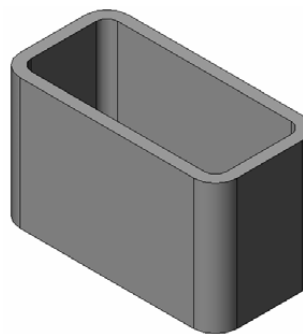




Рис. 27

### Елемент «втягнутий виріз» (рис. 28)

Елемент витягнутий виріз видаляє матеріал. Для виконання витягнутого вирізу вимагається:

- Площина ескізу – в цій вправі грань на правій стороні деталі;
- Профіль ескізу – двомірне коло.

### Відкриття ескізу (рис. 28)

1. Для вибору площини ескізу, натисніть на праву грань box (коробка).
2. Натисніть кнопку **Right** (Справо)  на панелі інструментів «Standard Views» (Стандартні види). Відображення виду *коробки* повернеться. Вибрана грань моделі буде повернута лицьовою стороною до вас.
3. Відкрийте двомірний ескіз. Натисніть кнопку **Sketch**  (Ескіз) на панелі інструментів Sketch (Ескіз).

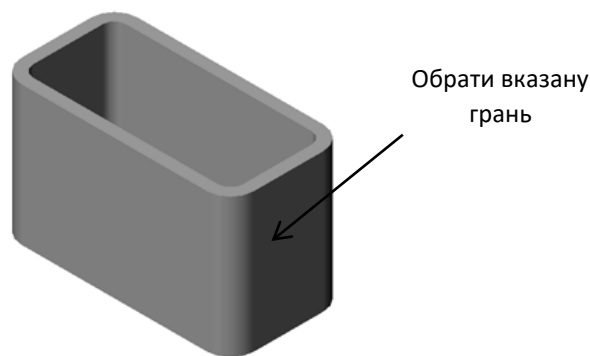



Рис.28

### Малювання кола (рис. 29)

1. Натисніть кнопку **Circle** (Коло)  на панелі інструментів «Sketch Tools» (Інструменти ескізу).
2. Укажіть курсивом місце, де буде розташовано центр кола. Натисніть ліву кнопку миші.
3. Перемістити курсив, щоб намалювати коло (рис. 29).
4. Натисніть ще раз кнопку миші, щоб закінчити малювання кола.

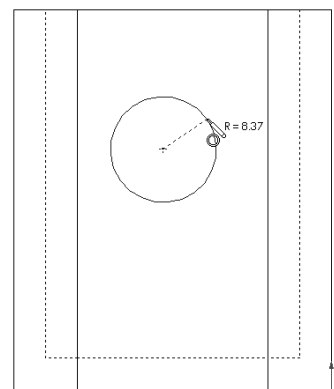



Рис. 29

### Зазначення розмірів кола

Вкажіть розміри кола, щоб визначити його діаметр і місцеположення (рис. 30).

1. Натисніть кнопку **Smart Dimension** (Автоматичне нанесення розмірів)  на панелі інструментів «Dimensions/Relations» (Розміри/взаємозв'язки).
2. Вкажіть значення діаметра. Натисніть на лінію кола. Натисніть на крайню ліву вертикальну кромку. Вкажіть область для тексту розміру в правому верхньому кутку. Введіть **10**.
3. Створіть горизонтальний розмір. Натисніть на лінію кола. Натисніть на крайню ліву вертикальну кромку. Вкажіть область для тексту розміру під нижньою горизонтальною лінією. Уведіть **25**.
4. Створіть вертикальний розмір. Натисніть на лінію кола. Натисніть на саму нижню горизонтальну лінію. Вкажіть область тексту розміру справа від ескізу. Уведіть **40**.

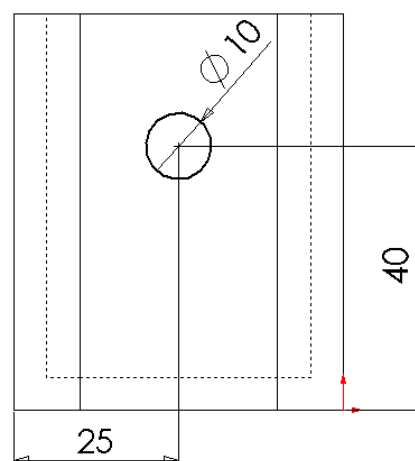




Рис. 30

### Витягування ескізу

1. Натисніть кнопку **Extruded cut** (Витягнутий виріз)  на панелі інструментів «Features» (Елементи). Появиться діалогове вікно PropertyManager **Extrude** (Витягнути) (рис. 31).
2. Виберіть **Through all** (Наскрізь) для граничної умови.
3. Натисніть .
4. Результат. Відобразиться елемент «Виріз».

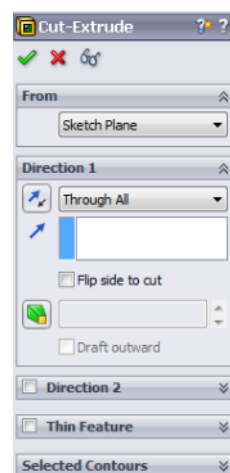


Рис. 31

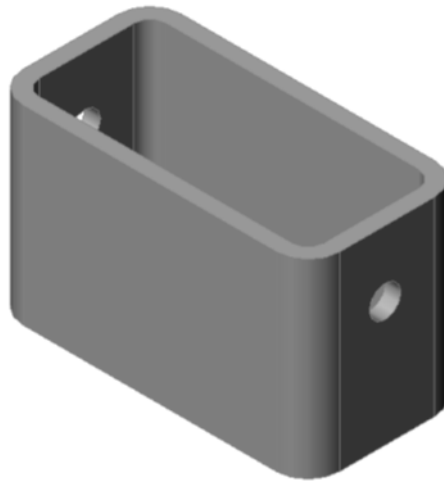



Рис. 32

### Обертання виду

Повернути відображення виду в графічній області, щоб подивитись на модель із різних сторін.

1. Повернути деталь у графічній області. Натисніть і утримуйте середню кнопку миші. Перемістите курсив донизу/угору або вліво/вправо. Вид буде динамічно обертатись.
2. Натисніть кнопку **Isometric** (Ізометрія)  на панелі інструментів «Standard Views» (Стандартні види).

### Збереження деталі

1. Натисніть кнопку **Save** (Зберегти) на панелі інструментів «Standard» (Стандартна).
2. Виберіть **File, Exit** (Файл, Вихід) в основному меню.

## 1.5. Проектування кріпильних деталей

### Вправа для самопідготовки

Створіть модель кріпильної деталі (наприклад, гвинт) switchplate. Деталь, що проектується може бути схожою (або ні) на деталь, що зображена на рисунку 33, 34.

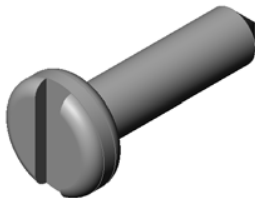


Рис. 33

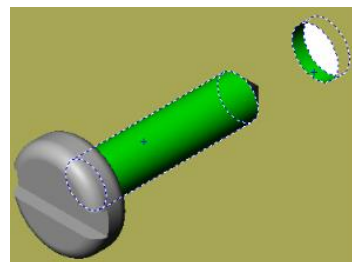


Рис. 34

### Вимоги до проекту

- Довжина кріпильної деталі повинна відповідати функціональним вимогам збірки.
- Деталь, що кріпиться
- Діаметр кріпильної деталі (гвинт) –  $0,85d$ , де  $d$  – діаметр отвору в деталі, що кріпиться;
- Голівка кріпильної деталі повинна бути більшою за отвір, що в деталі, яка кріпиться (розмір її береться за стандартом).

## Корисні поради

Кріпильні деталі практично завжди моделюються спрощено. І хоча більшість з них має нарізь, але на моделі вона не показується.

Для створення збірки можуть використовуватись кріпильні деталі ті, що раніше створенні в **Toolbox**.

У більшості випадках кріпильні деталі, наприклад, такі як болти, гвинти є стандартними. Toolbox надає можливість додавати до збірки стандартні деталі без необхідності їх моделювання (рис. 36).

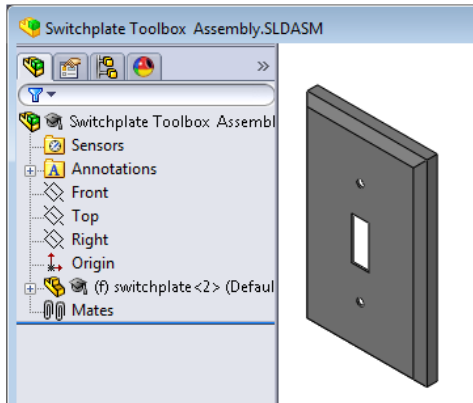


Рис. 35

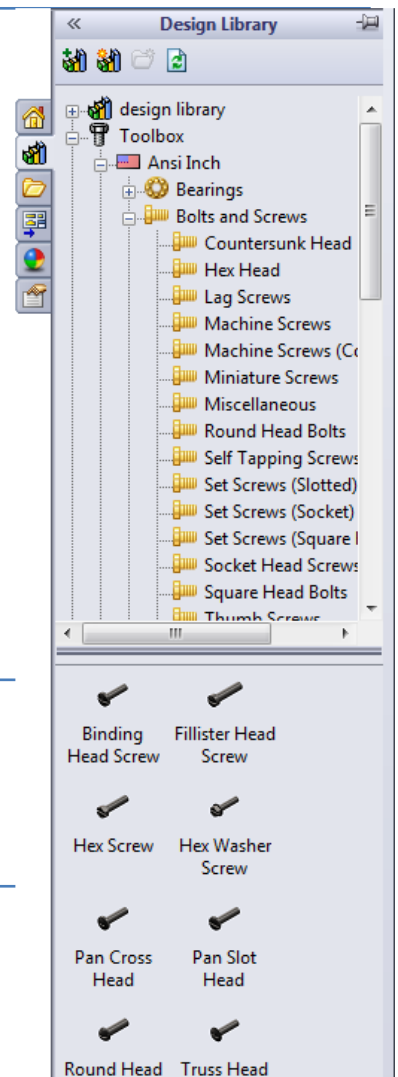


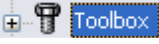
Рис. 36

## Увага!

Збірка – це документ у якому деталі збираються разом.

Провідник Toolbox – це розширення бібліотеки проектування, де розташовані усі доступні деталі Toolbox.

### Провідник Toolbox

Розкрийте провідник **Toolbox**  на вкладці бібліотеки проектування на панелі задач. Появиться Провідник Toolbox (рис. 36).



## Увага!

Провідник Toolbox – це розширення бібліотеки проектування, де розташовані усі доступні деталі Toolbox. Папки у Провіднику Toolbox відображаються як у стандартному Провіднику Windows.

### Вибір кріпильних деталей

Toolbox має широкий вибір різних кріпильних деталей. Вибір тих, що підходять є одним із найважливіших моментів Toolbox у створенні моделі.

Необхідно визначити розмір отворів, перед тим як підбирати кріпильні деталі й вбудовувати їх в отвір.

1. Виберіть **Smart Dimension** (Автоматичне нанесення розмірів)  на панелі інструментів «Dimensions/Relations» (Розміри/Взаємозв'язки) або кнопку **Measure** (Виміряти)  на

панелі інструментів «Tools» (Інструменти) і вибрати один ін. отворів на деталі, щоб виміряти розмір отвору.

2. У Провіднику Toolbox виберіть **ANSI Inch** (ANSI у дюймах), **Bolts and Screws** (Болти і гвинти), **Machine Screws** (Дрібні кріпильні гвинти) в дереві каталогів. Відобразяться типи дрібних кріпильних гвинтів, що підходять (рис. ).
3. Натисніть і утримуйте елемент **Pan Cross Head** (Підтайна голівка з хрестовидною шліцею).

### **Увага!**

При виборі кріпильних деталей потрібно враховувати не тільки розмір отвору в деталі та його розміри. Дуже важливо враховувати тип деталі, що кріпиться її функціональне призначення у збірці.

### **Розміщення кріпильної деталі в збірці**

1. Необхідно перемістити кріпильну деталь до деталі, що кріпиться.  
По мірі наближення кріпильної деталі до деталі, що кріпиться вона може бути досить великою.
2. Повільно переміщуйте кріпильну деталь у напрямленні отвору на деталі, що кріпиться до тих пір доки вона увійде в отвір.

Для збірки кріплення потрібно три спряження, щоб повністю визначити збірку:

- 1) спряження **Concentric** (Концентричність) між циліндричною граню кріпильної деталі і отвором деталі, що кріпиться (рис. 37, а);
- 2) створіть пряження **Coincident** (Співпадання) між задньою площиною грані кріплення і передньою площиною деталі (рис. 37, б);
- 3) спряження **Parallel** (Паралельність) між однією з граней у голівці (або шліці) кріплення і площиною верхньої грані деталі (рис. 37, в).

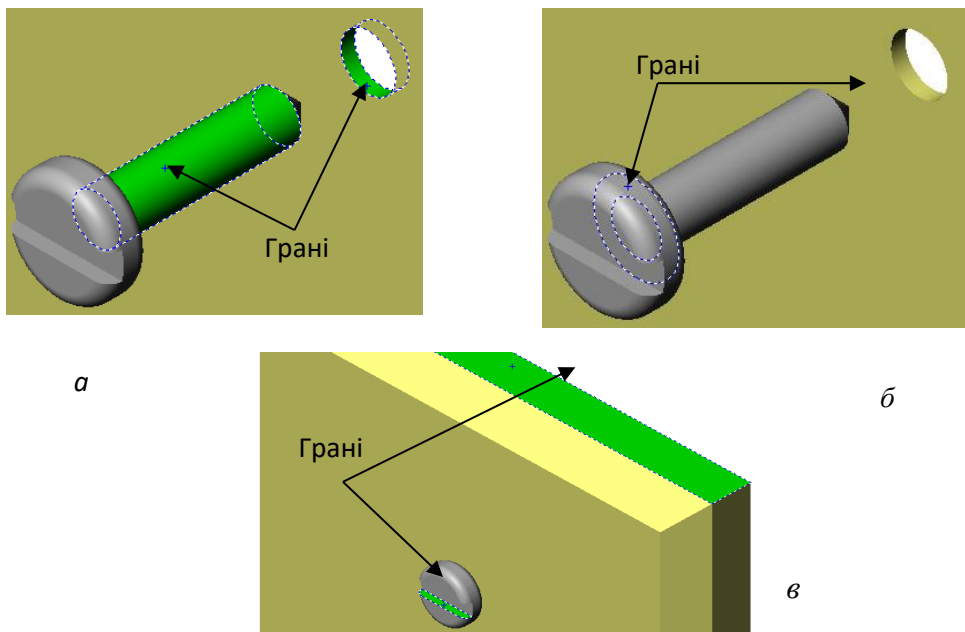


Рис. 37

### Увага!

Якщо на кріпленні або деталі відсутні грані, які вимагаються для спряження то паралельне спряження можна створити за допомогою довідникових площин, що підходять для цього у кожному компоненті.

Перемістити і опустити деталь потрібно, утримуючи ліву кнопку миші. Кнопку миші відпустіть, коли деталь буде правильно розташована.

Коли кріпильна деталь увійде в отвір, вона буде в ньому розташована, як це вимагає збірка, а також спряжена з поверхнею деталі, з якою вона суміщається. Але розмір кріпильної деталі може бути все ще великим для отвору.

3. Коли кріпильна деталь опиниться у потрібному місці, необхідно відпустити кнопку миші.

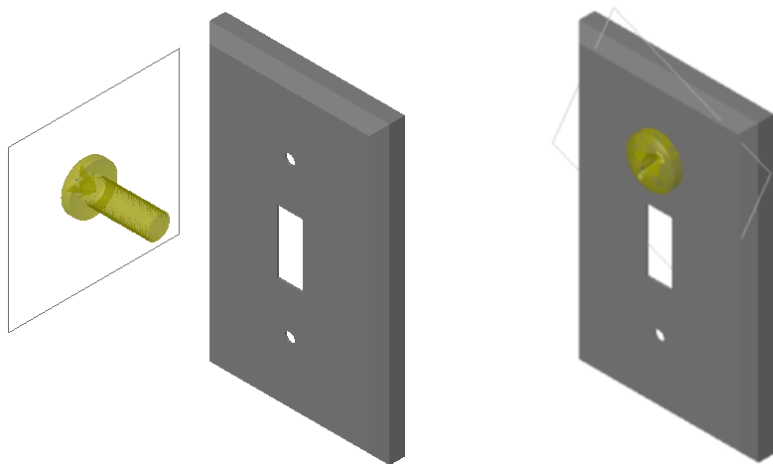



Рис. 38

Рис. 39

### Вкажіть властивості деталі Toolbox

Після того як кнопка миші буде відпущена, з'явиться вікно PropertyManager.

1. У разі необхідності змініть властивості кріпильної деталі, щоб її розміри підходили до розміру отвору.
2. Після змінення властивостей кріпильної деталі натисніть **ОК** .

Перша кріпильна деталь буде розташована в отворі.

4. Операція повторюється для інших кріпильних отворів. Для другої кріпильної деталі вже не прийдеється змінювати властивості. Toolbox запам'ятовує останні вибрані параметри.

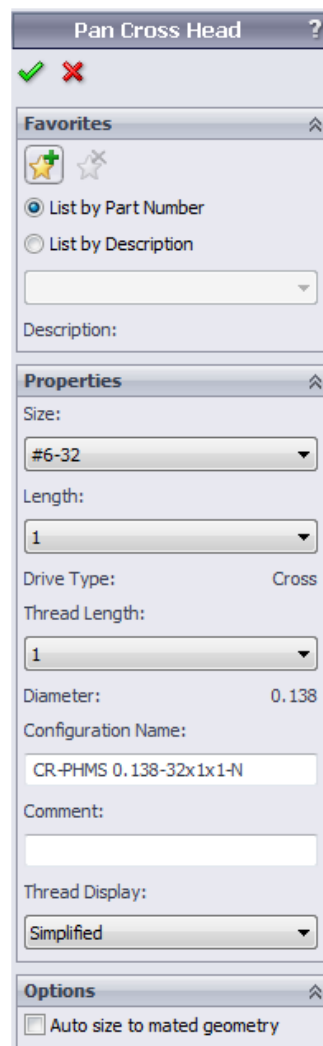


Рис. 40

## Відображення нарізі

Кріпильні деталі, такі як болти і гвинти, достатньо деталізовані, окрім цього вони дуже розповсюджені деталі. У більшості випадків не доводиться самостійно моделювати стандартні кріпильні деталі. Замість цього можна використовувати вже готові компоненти кріплення. Загальноприйнята практика наступна: дрібні деталі кріплення не відображаються на кресленнику, замість цього вказуються їх характеристики і спрощена форма. Є три режими відображення болтів і гвинтів:

- *Спрощений режим* – кріплення відображається зі мінімальною кількістю деталей. Це самий розповсюджений режим відображення. Спрощене відображення показує болти або гвинти, так немов на них нарізь відсутня (рис. 41).
- *Косметичний режим* – деякі деталі кріплення. Косметичний режим відображає стержень болта або гвинта і представляє розмір витків нарізі у вигляді тонких суцільних ліній (рис. 42).
- *Схематичний режим* – дуже детальний, який не часто використовується для відображення. Схематичний режим відображує болти або гвинти так, як вони виглядають насправді. Цей режим краще за все використовувати у випадках, коли проектується унікальна кріпильна деталь або описуються характеристики дуже незвичайного кріплення (рис. 43).



Рис. 41

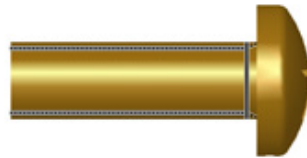


Рис. 42

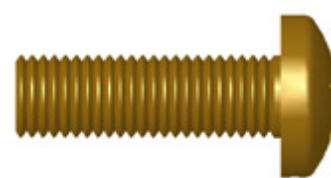


Рис. 43

## 2. ОСНОВИ ЗБІРКИ НА ПРИКЛАДІ ОПОРИ ПІДШИПНИКА

Щоб скріпити разом опору підшипника і корпус необхідно додати болти і шайби.

### Відкриття збірки

1. Відкрити розроблені моделі деталей, що входять до збірки «опора підшипника» і «корпус підшипника», які створено раніше. Ці деталі необхідно поєднати болтами (рис. 44).

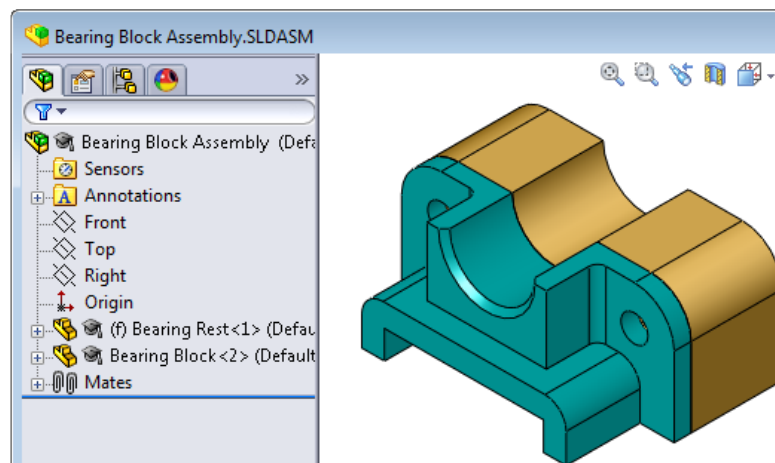


Рис.44

Наскрізнi отвори спроектованi таким чином, що болти можуть проходити наскрізь через них, при цьому вони залишаються нерухомими. Отвори у корпусі підшипника нарізні. Отвори мають внутрішню нарізь, інакше болт загвинчується у корпус підшипника.

Якщо поглянути уважно на отвори, то можна побачити, що отвори в опорі підшипника більші ніж отвори в корпусі підшипника. Незалежно від того, що отвори у корпусі відображаються разом із кількістю матеріалу необхідного для нарізання нарізі. Сама нарізь не відображається на моделі.

На креслениках нарізь зображується умовно.




Рис. 45

## Розміщення шайб

Шайби повинні бути розміщені перед болтом або гвинтом. Немає необхідності постійно використовувати при розміщення гвинтів. Але, якщо вимагається використання шайб, то вони повинні бути розміщені у збірці перед розміщенням гвинтів, болтів у збірці для створення коректних взаємозв'язків.

Шайби спрягаються з поверхнею деталі, а гвинти чи болти зі шайбами.

2. Розкрийте Провідник Toolbox  в панелі задач бібліотеки проектування.
3. В Провіднику Toolbox, виберіть **Ansi Inch** (Ansi в дюймах), **Washers** (Шайби), **Plain Washers (Type A)** – (Плоскі шайби (тип A)).
4. Натисніть і утримуйте **Preferred – Narrow Flat Washer Type A** (Звичайна – вузька плоска шайба типу A).
5. Повільно перемістите шайбу по напрямленню до одного із наскрізних отворів опори підшипника поки шайба не закріпиться на отворі.

Коли шайба закріпиться на отворі, вона буде закріплена і спряжена з поверхнями деталі, з якою вона з'єднується.  
Рис.

6. Коли шайба опиниться в потрібному положенні, відпустіть кнопку миші.

Після того як ви відпустите кнопку миші, появиться плаваюче вікно. В цьому вікні можна змінити властивості шайби.

7. Змініть властивості шайби для отвору 3/8 дюйма і натисніть **ОК**.

Шайба буде розміщена.

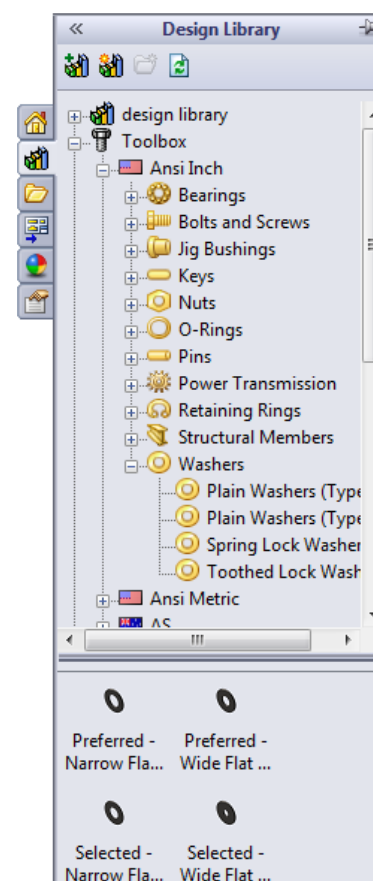


Рис. 46

## Примітка

За умовчанням розміри в SolidWorks задаються в дюймах (1" = 25,4 мм).

Зверніть увагу, що внутрішній діаметр більше 3/8 дюйма. У більшості випадків розмір шайби вказує на розмір болта або гвинта, який повинен через неї пройти, а не сам розмір шайби.



8. Розмістить шайбу на другий отвір.

9. Закрийте вікно PropertyManager **Insert Components** (Вставити компоненти).

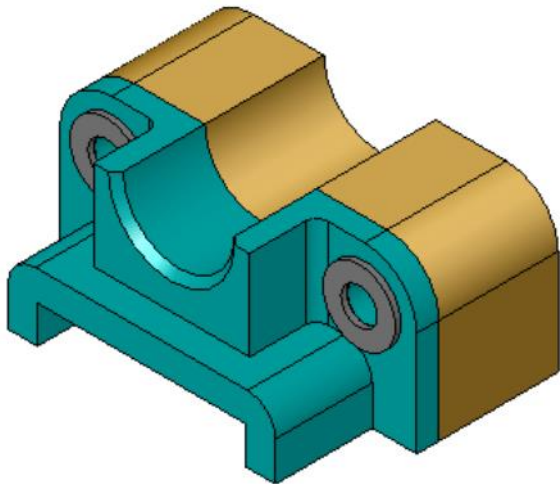


Рис. 47

### Розміщення болтів (гвинтів)

1. Виберіть **Ansi Inch** (Ansi у дюймах), **Bolts and Screws** (Болти і гвинти), **Machine** кріпильні **Screws** (Дрібні гвинти) у Провіднику Toolbox.
2. Перемістіть **Hex Screw** (Болт з шестигранною головкою) до однієї зі шайб, що розміщені раніше.
3. Вставте болт в отвір і відпустіть кнопку миші. Появиться вікно властивостей для шестиграних болтів.
4. Оберіть болт 3/8-24 довжиною, що підходить і натисніть **ОК**. Перший болт розміщено. Болт встановлює спряження з шайбою.
5. Розмістіть другий болт таким же чином.
6. Закрийте вікно PropertyManager **Insert Components** (Вставити компоненти).

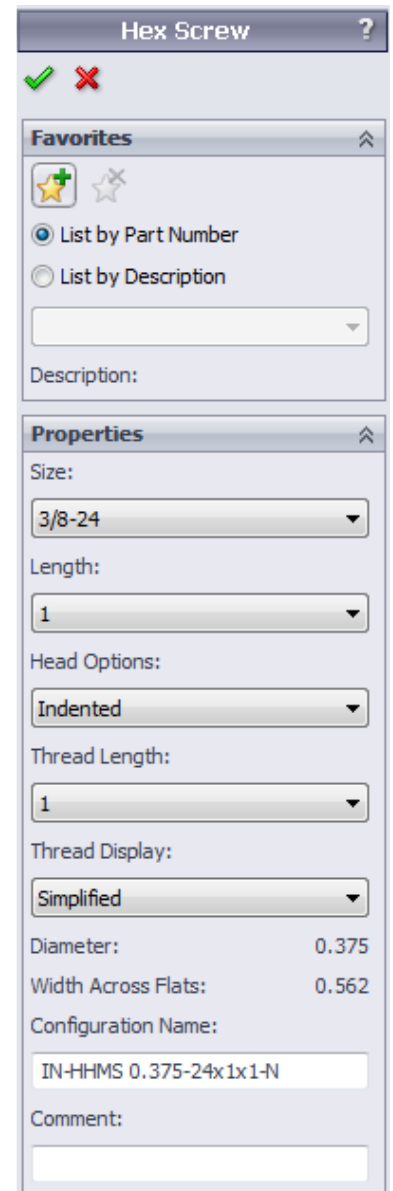


Рис. 48

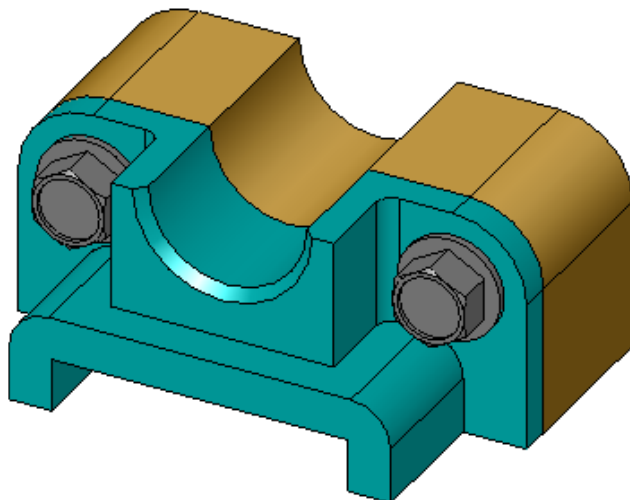


Рис. 49

## Перевірка розмірів болтів (гвинтів)

Перед розміщенням шайб і болтів, необхідно було виміряти глибину і діаметр отворів, а також товщину шайб.

Навіть, якщо розміри були виміряні, рекомендується завжди перевіряти чи входять болти, гвинти в отвір відповідно до функціонального призначення. Для цього є декілька способів: перегляд збірки у вигляді каркасного представлення; перегляд з різних кутів; використання інструмента **Measure** (Виміряти) або створення розрізу.

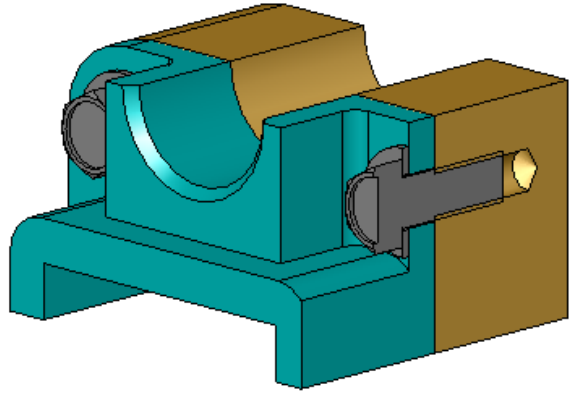





Рис. 50

Розріз дозволяє поглянути на збірку так, немов би її розпиляли (рис. 50).

1. Натисніть кнопку **Section View** (Розріз)  на панелі інструментів «View» (Вид). Появиться діалогове вікно PropertyManager **Section View** (Розріз).
2. Виберіть **Right** (Справо)  у якості **Reference Section Plane** (Довідникової площини перерізу).
3. Вкажіть 3,4175 (розмір у дюймах) для **Offset Distance** (відстань зміщення).
4. Натисніть кнопку **OK**. Надалі можна побачити частину збірки, відрізану прямо по центру одного зі гвинтів і побачити чи достатня довжина болта. Чи велика довжина болта, або мала?
5. Натисніть кнопку **Section View** (Розріз)  ще раз, щоб відключити відображення розтину.

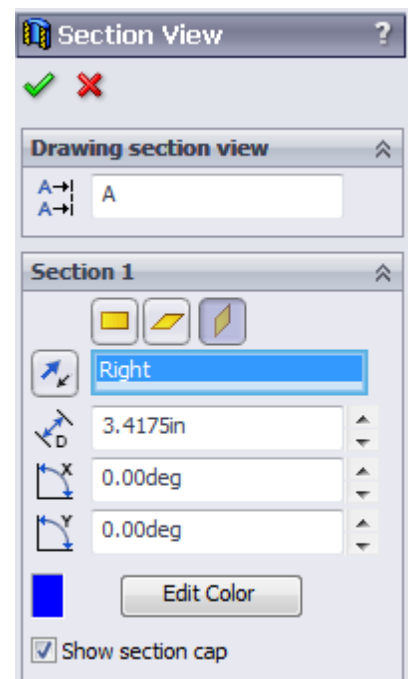


Рис. 51

## Змінення деталей Toolbox

Якщо болти (або інші деталі Toolbox) мають розміри, що не підходять, то можна змінити їх властивості.

1. Виберіть деталь для змінення її властивостей, натисніть праву кнопку миші і виберіть **Edit Toolbox Definition** (Редагувати визначення Toolbox). Появиться вікно PropertyManager з іменем деталі Toolbox. Це ж саме вікно, яке використовувалось для вказівки властивостей деталей Toolbox під час їх розміщення.
2. Змініть властивості деталі і натисніть кнопку ОК. Деталь Toolbox зміниться.

---

### Примітка

Після змінення деталей, необхідно перебудувати збірку.

---

## Додаткові матеріали для вивчення – додавання кріпильних деталей до збірки

У попередньому матеріалі нами розглянуто вправу на додавання шайби і болтів із використанням Toolbox. У цій збірці болти входили в глухі отвори. В цій вправі потрібно додати до збірки прості шайби, болти і гайки.

1. Відкрийте збірку Bearing Plate Assembly.
2. Спочатку додайте шайби (**Preferred - Narrow Flat Washer Type A** (звичайна – вузька плоска шайба типу А)) до наскрізних отворів на опорі підшипника. Отвір має діаметр 3/8-их дюйма.
3. Потім додайте стопорні шайби (**Regular Spring Lock Washer** (Звичайна пружина стопорна шайба)) до віддаленої сторони пластини.
4. Додайте 1-дюймові дрібні кріпильні гвинти з під тайною голівкою з хрестовидним шліцом. Розмістіть ці шайби на опорі підшипника.
5. Додайте **Regular Spring Lock Washer** (шестигранні гайки). Розмістіть їх на стопорних шайбах.
6. Використовуйте вивчені раніше прийоми, щоб переконатись, що кріпильні деталі мають необхідний для збірки розмір.

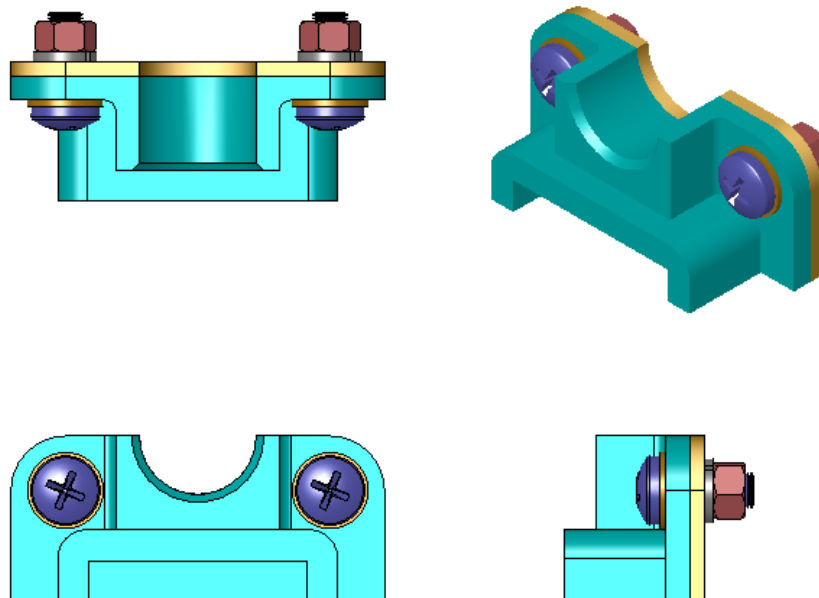


Рис. 52

### 3. ОСНОВИ СТВОРЕННЯ КРЕСЛЕНИКА ДЕТАЛІ

**SolidWorks** дозволяє досить просто генерувати кресленики деталей і вузлів, які створено в цьому середовищі. Кресленики підтримують двосторонній асоціативний зв'язок з 3D-моделями. При внесенні змін у моделі її кресленик автоматично модифікується у відповідності з ними. І навпаки, якщо користувач змінює будь-який розмір на кресленнику, це одразу ж відображається на 3D-моделі.

Усі кресленики виконуються у відповідності з ЄСКД (Єдина система конструкторської документації). Щоб швидко виконувати кресленики у відповідності з ДСТУ ISO, користувачеві

рекомендується встановити у SolidWorks шаблони форматів з основними написами розмірами від A0 до A4, а також бланки специфікацій.

## Вибір шаблону й аркуша кресленника

Для створення кресленника натисніть кнопку **Створити** панелі інструментів **Стандартна**. Відкриється діалогове вікно **Новий документ SolidWorks** в якому можна вибрати один зі шаблонів для створення нового документа деталі, збірки або кресленника деталі.

### **Увага!**

Шаблон кресленника – спеціальний тип файлів **SolidWorks** з розширенням drwdot, із виконаним і збереженим в них передбаченим налаштуванням. Шаблон кресленника утримує налаштування за умовчанням для відображення розмірів, стрілок розмірів, розмірних і виносних ліній, приміток інших видів.

## Вибір формату аркуша

1. Виберіть шаблон **Кресленник** і натисніть **ОК**.

Відкриється діалогове вікно **Формат аркуша/Розмір** (рис. 53).

В даному діалоговому вікні користувач може обрати один із стандартних або не стандартний розмір аркуша і файл основного напису, який буде використовуватись у кресленнику в якості формату.

В розділі **Стандартний розмір аркуша** діалогового вікна **Формат аркуша /Розмір** обрати формат **A3-аркуша 1** (формат A3, перший аркуш). Зовнішній вид і розміри обраного формату відобразяться при цьому в розділі **Перегляд**. Натисніть **ОК**.

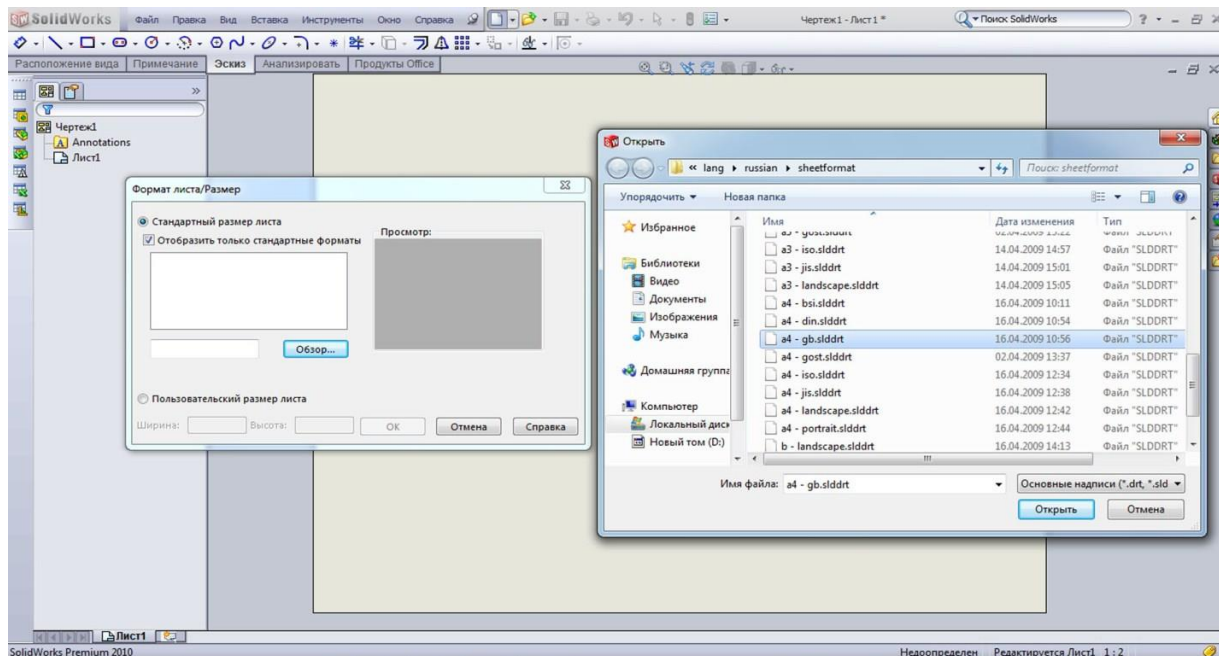


Рис. 53

У графічній області появиться новий кресленник і відобразиться вікно **Вид моделі** (рис. 54) Менеджера властивостей (Property Manager).

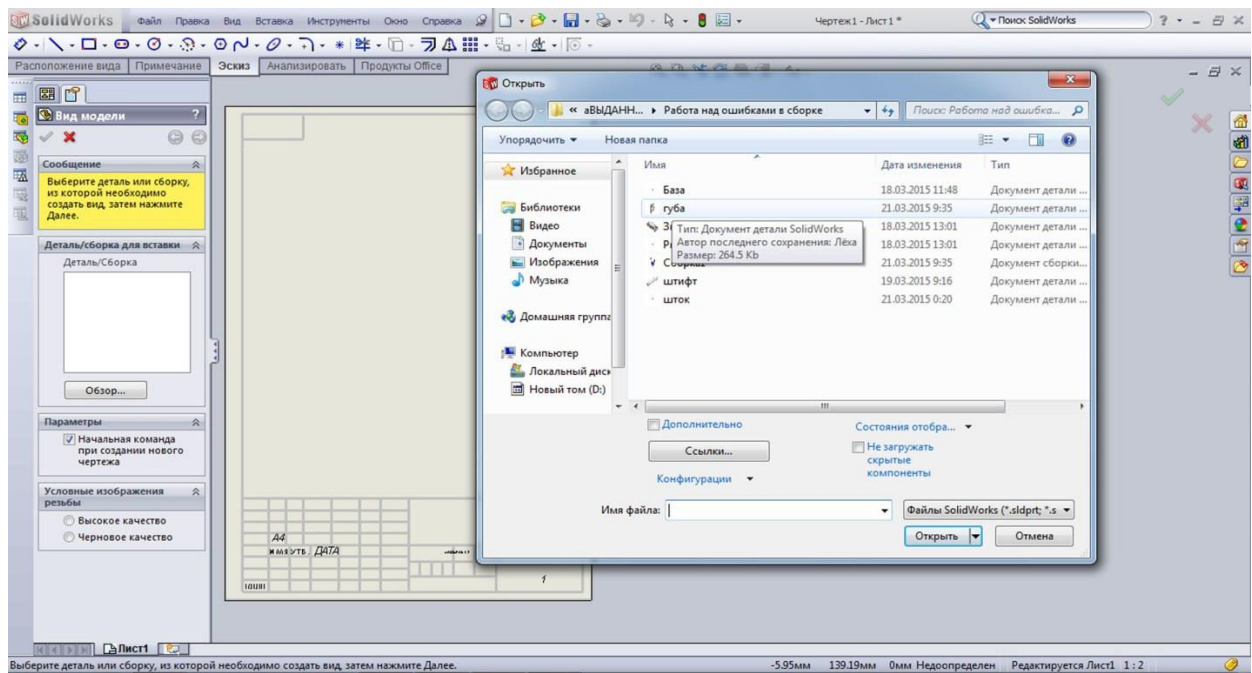


Рис. 54

### Увага!

Зверніть увагу, що в Менеджері властивостей (Property Manager) також присутнє повідомлення-підказка, виділена жовтим кольором, про те дії, які повинен виконати користувач для завершення команди.

2. Натисніть кнопку **Огляд**, знайдіть у провіднику Microsoft Windows деталь, наприклад **Накривка**, яка створена вами раніше, і обравши її, натисніть кнопку **Відкрити** для вставки моделі в кресленик.

3. Виконайте налаштування параметрів виду наступним чином:

- у розділі орієнтація оберіть **спереду** для вставки виду спереду моделі в кресленик;
- оберіть параметр **Попередній Перегляд** для відображення попереднього перегляду кресленика виду в графічній області;
- у розділі **Параметри** залиште параметр Авто-запуск проєкційного виду включеним для автоматичного запуску команди створення для виду **спереду** проєкційних видів (видів зліва, справа, зверху, знизу, ізометричних);
- у розділі **Якість зображення** натисніть кнопку **Сховати** невидимі лінії для того, щоб невидимі лінії на виду **Спереду** не були показані;
- у розділі **Масштаб** залиште вибраним параметр **Використовувати масштаб аркуша**. При створенні першого виду на кресленику система SolidWorks в залежності від габаритів моделі і розмірів обраного аркуша кресленика самі підбирає оптимальний масштаб для видів, які будуть розташовуватися на даному аркуші. Значення масштабу вказується в розділі Масштаб.

4. Створення кресленика у **SolidWorks** відбувається завдяки фіксації моделі у тому чи іншому положенні, а також відображенням її контурів.

Коли ми обираємо потрібну деталь з папки, у полі проектування кресленика з'являється рамка, яка при фіксації в потрібному місці перетворюється у головний вид деталі. Далі, при зміні курсору, з'являється наступна рамка, яка під собою несе вже проєкцію.

В залежності від того куди зміщуємо рамку, буде створено конкретний вид. Після кожної фіксації появляється новий вид, до натискання клавіші **Enter**. Після чого створення проєкцій даної деталі зупиняється.

Між видами за умовчанням появиться пунктирна лінія (проєкційний зв'язок), яка за умовчанням утримує види строго паралельно, перпендикулярно або під кутом 45°. Звільнення від цього зв'язку здійснюється натиском клавіші **Ctrl** і зміщенням проєкції (рис. 55)

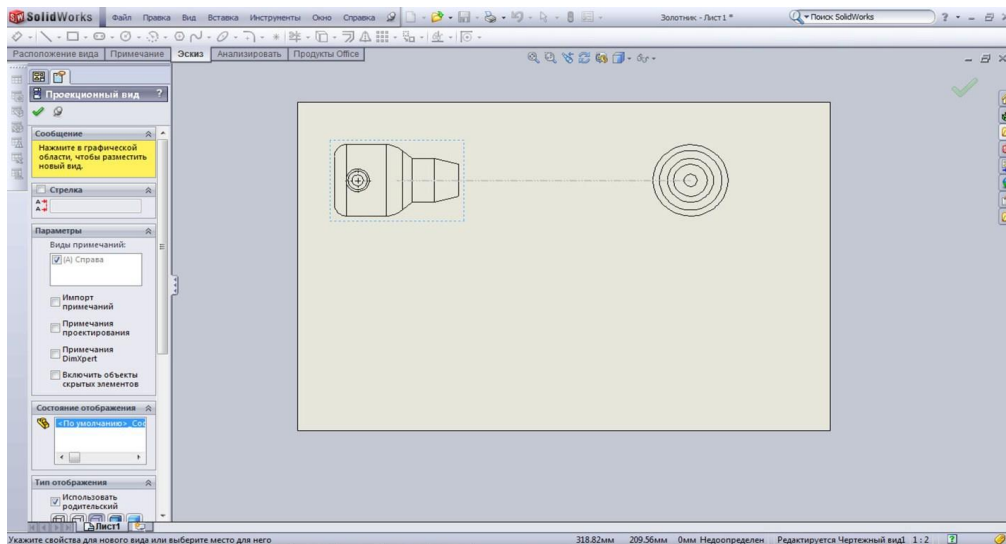


Рис. 55

### **Увага!**

Зміщення можна здійснювати тільки під час утворення проєкцій, до натискання клавіші **Enter**.

Такі маніпуляції зручно робити для створення загального виду деталі (ізометрії).

Слід відмітити, що головний вид визначається відповідно до положення моделі у просторі. Тому, щоб отримати необхідне положення слід звернути увагу на положення моделі, а саме, щоб вид який нам потрібен утворювався в площині XY (рис. 56)

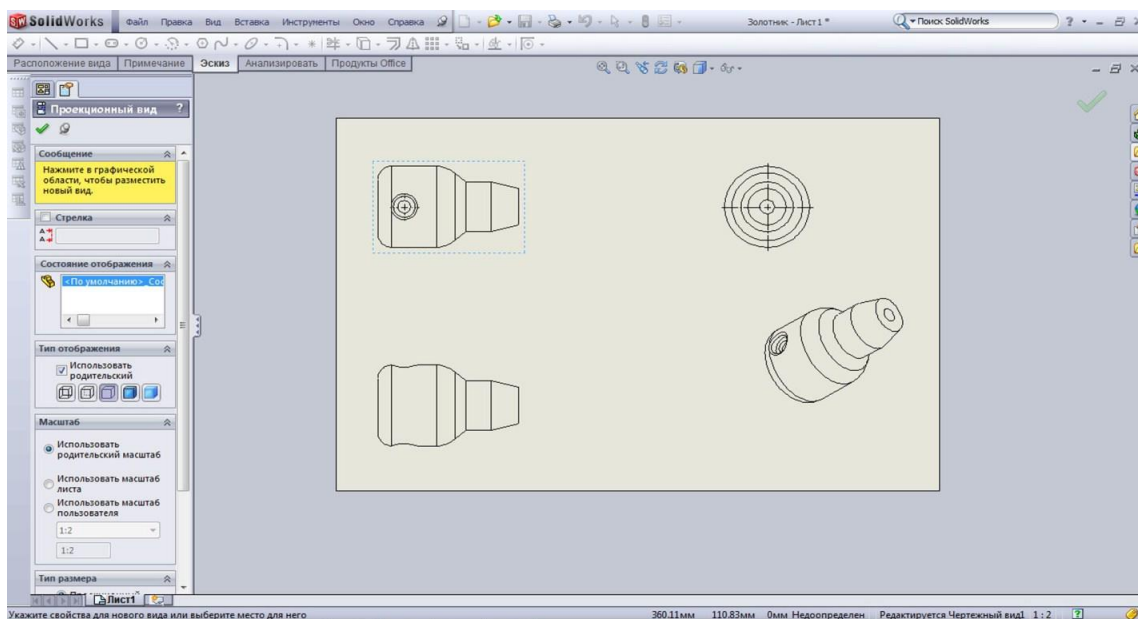


Рис. 56

У подальшому, змінення положення кожного виду можливе за допомогою розділу *Орієнтація* в менеджері властивостей. Це використовується у тому випадку, коли стандартних видів недостатньо для відображення всіх особливостей деталі (рис. 57).

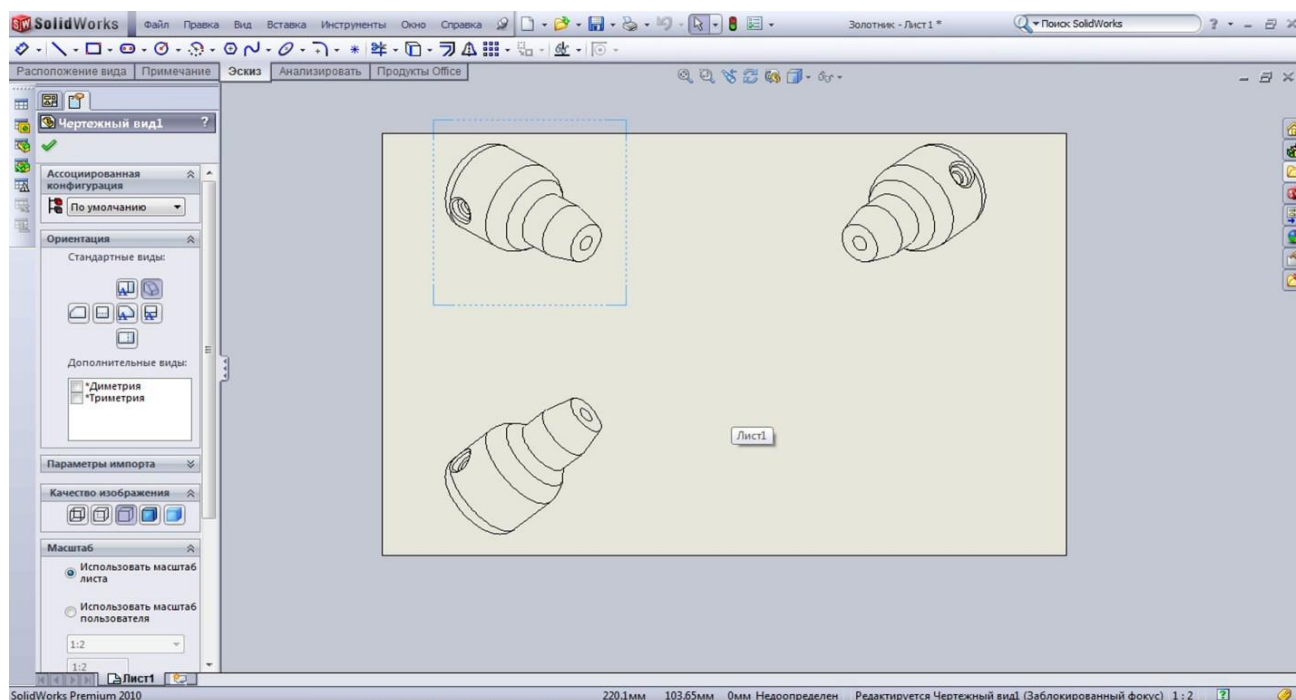


Рис. 57

Направляючись нижче до розділу *Тип відображення*, ми можемо задати умови для невидимих і видимих ліній або представити попередній вид моделі для кольорового друку (рис. 58).

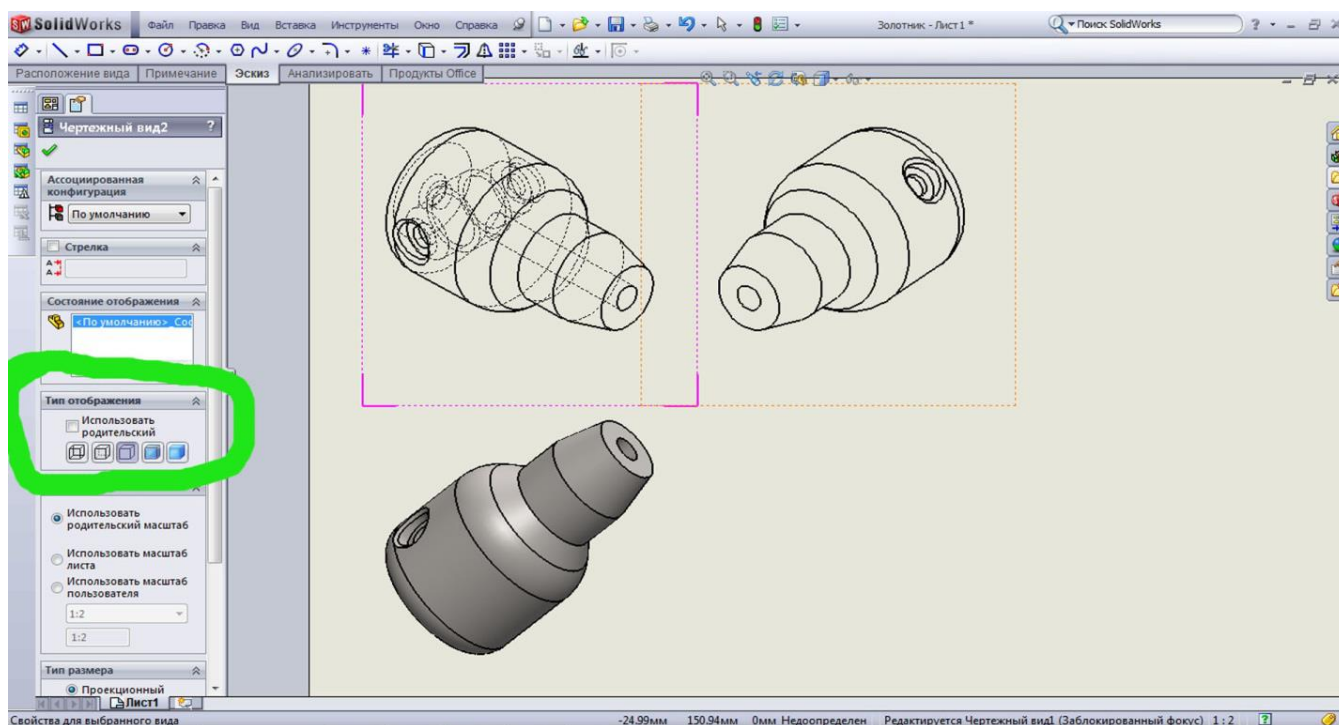


Рис. 58

Також можна здійснювати масштабування будь-якої проекції або головного виду, переходячи до потрібного розділу (рис. 59).

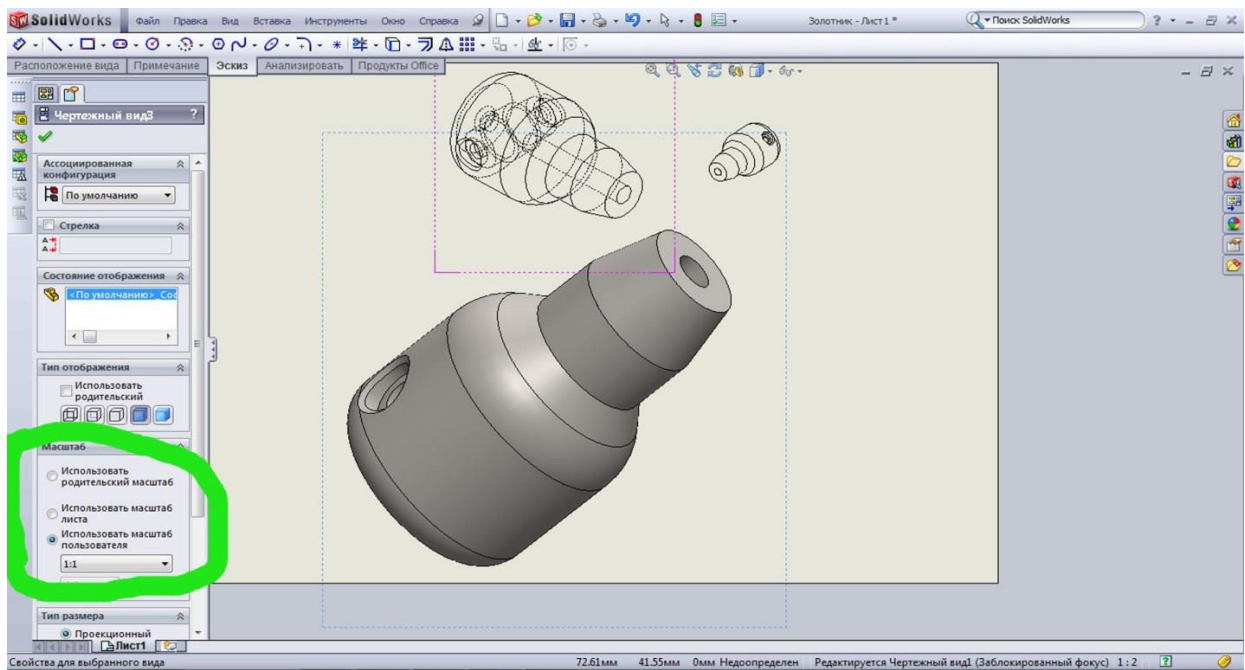


Рис. 59

Безумовно, перевага креслеників у SolidWorks – це можливість переміщувати проекції, і також головний вид. Це відбувається за принципом «родина – нащадок», інакше зміщення головного виду призводить до синхронної зміни положення проекції. У свою чергу проекції можна переносити виключно поздовж проекційної лінії (рис. 60).

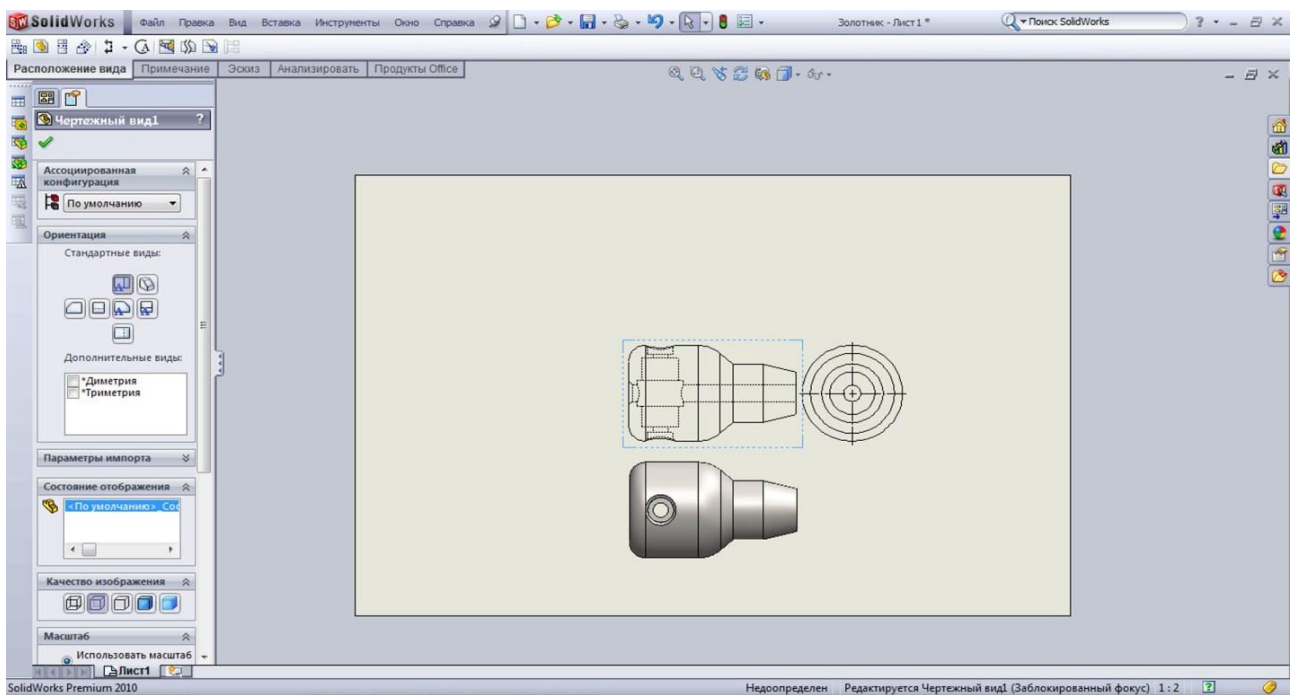


Рис. 60

Подальша побудова креслеників базується саме на цих принципах.



## 4. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

### 4.1. ПОБУДОВА ТРИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ В SolidWorks

**Тема:** Основи створення креслеників в SolidWorks. Тримірне моделювання

**Мета роботи:** формування: знань, умінь і навичок читати і розроблювати конструкторську документацію; здатності роботи з графічними програмними засобами САПР, використовуючи знання нарисної геометрії та інженерної графіки.

**Завдання:**

- ✓ побудувати тривимірні моделі деталей (не менше 5 шт.) за креслеником загального виду (варіант завдання відповідає номеру за списком у журналі).

**Послідовність виконання роботи:**

1) за креслеником загального виду визначити форму кожної оригінальної деталі, що входить до вузла;

2) встановити розміри деталей, для цього слід визначити коефіцієнт спотворення кресленика за формулою:

$$K = \frac{\text{дійсний розмір}}{\text{розмір за креслеником}};$$

$$\text{Наприклад, } K = \frac{120}{55} = 2,2$$

Таким чином, всі розміри, що ми вимірюємо на кресленику необхідно множити на коефіцієнт 2,2, округлюючи отримані значення до цілих чисел.

- 3) визначитись з проектом побудови моделі;
- 4) ознайомитись з основними положеннями ЄСКД, теоретичним матеріалом щодо створення моделі деталі з використанням інструментів SolidWorks;
- 5) побудувати моделі оригінальних деталей складальної одиниці, зберегти моделі деталей;
- 6) відповісти на контрольні запитання.

#### Методичні поради

У SolidWorks існує кілька базових прийомів, використовуючи які можна створити тривимірні деталі. Ці прийоми можуть бути альтернативними або доповнювати один одного в процесі проектування складної деталі. Програма SolidWorks надає конструкторові практично необмежені можливості для втілення своїх задумів. Ми розглянемо основні способи побудови тривимірних моделей, а вирішувати, яким з них користуватися в кожному конкретному випадку, повинен сам користувач.

#### Панель інструментів FEATURES (Елементи)

Панель інструментів Features (Елементи) містить у собі елементарні операції із тривимірними об'єктами. Потримайте курсор миші над кнопками панелі Features (Елементи), щоб довідатися призначення кнопки або натисніть на посилання, щоб перейти у відповідний розділ.

Тут представлені найбільше часто використовувані інструменти. З повним списком можна ознайомитися, зайшовши в меню Tools→Customize→Commands ("Інструменти"→"Настройки" – "Команди") і вибравши панель Features (Елементи).



Рис.61. Основні способи конструювання деталей






Рис. 62. Панель інструментів Features (Елементи)

Extruded Boss/Base (Витягнута бобышка/основа). На рисунку 63 представлена панель Менеджера властивостей при виконанні операції Extruded Boss/Base (Витягнута бобышка/основа). Потримайте курсор миші над елементами керування менеджера властивостей для того, щоб довідатися призначення кожного елемента.

Витягування ескізу можна представити як створення об'ємної фігури із плоскої шляхом витягування її контуру в напрямку осі "Z" із заповненням матеріалом об'єму, що вийшов. Так, наприклад, витягаючи коло ми одержуємо циліндр, із прямокутника одержуємо паралелепіпед і т. д.. При витягуванні елемента вказується "Гранична умова витягування". Доступні параметри залежать від обраного типу витягування.

**Напрямок витягування.** За замовчуванням програма пропонує зробити витягування в одному напрямку (**Direction1** (Направлення 1)) від площини вихідного ескізу. У граничних умовах площина вихідного ескізу називається "середньою поверхнею". Вихідний напрямок показується маркером.

Якщо вас не влаштовує вихідний напрямок витягування, то змінити його можна як за допомогою маркера, так і за допомогою кнопки  **Reverse direction** (Реверс направлення). Якщо вам необхідно витягнути ескіз у двох напрямках від середньої поверхні є два шляхи:

- вибрати граничну умову **Middle Plane** (От средней поверхности). При цьому модель витягається симетрично в обидва боки від середньої поверхні на відстань, задану параметром  **Depth** (Глибина);
- якщо необхідно витягнути бобышку на різну відстань у кожному напрямку, активізуйте прапорець **Dirrection 2** (Направлення 2) і виберіть для обох напрямків граничну умову **Blind** (На заданное расстояние). Уведіть потрібні відстані в полях **Depth** (Глибина)  для кожного напрямку.

**BLIND** (На задану відстань). Граничні умови задають умови закінчення витягування ескізу. У найпростішому випадку витягування проводиться від середньої поверхні до "середньої поверхні + глибина". Ця умова називається **Blind** (На задану відстань).

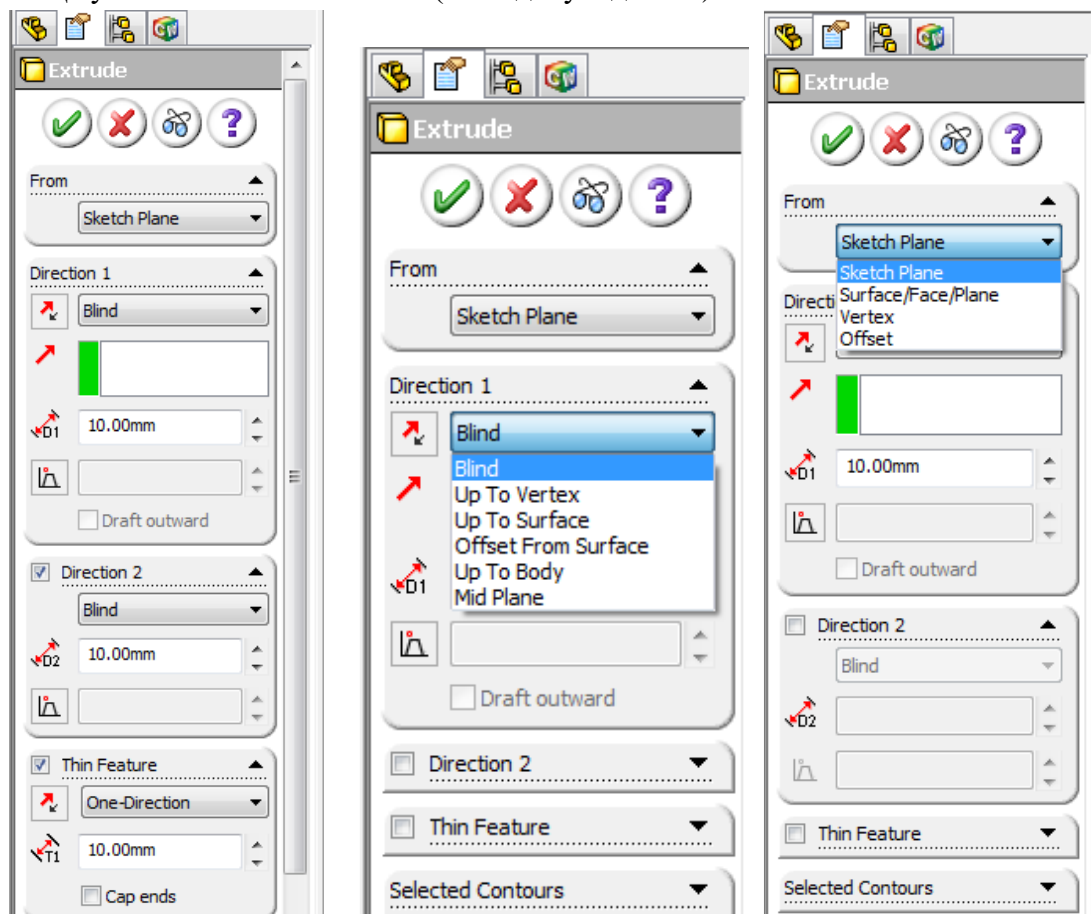


Рис. 63. Менеджер властивостей елемента *Extruded Boss/Base* (Витягнута бобишка/основа)

**UP TO VERTEX** (До вершини). Гранична умова **Up to Vertex** (До вершини) обмежує глибину витяжки перпендикуляром, проведеним із заданої вершини на напрямок витягування. Спробувати в роботі цю граничну умову можна, створивши ескіз у формі букви "П", витягнувши його на деяку відстань, а потім створивши ескіз на внутрішній поверхні "П" і витягнувши його «до вершини», указавши в якості останньої будь-яку протилежну вершину.

**UP TO SURFACE** (До поверхні). Гранична умова **Up to Surface** (До поверхні) працює практично так, як і умова **Up to Vertex** (До вершини), але на відміну від останньої торець бобишки впритул примикає до обраної поверхні.

Подібним чином працює й гранична умова **Offset from Surface** (На відстані від поверхні)". За допомогою цієї умови можна зупинити витяжку на деякій відстані від заданої поверхні. При цьому торець бобишки буде паралельний обраній поверхні.

**Through All** (Через все). Гранична умова **Through All** (Через усе) витягує елемент від площини ескізу через усю існуючу геометрію. Торець бобишки зрізується по перпендикуляру, опущеному із крайньої точки моделі на напрямок витягування.

**Mid Plane** (От средней плоскости). Гранична умова **Mid Plane** (От средней плоскости), як уже було сказано вище, витягує бобишку на однакові відстані в обох напрямках від площини ескізу.



**Draft** (Нахил). При використанні граничної умови **Draft** (Нахил) ескізи середньої поверхні й торця бобишки є подібними. При ухилі усередину ескіз торця бобишки виходить менше

ескізу основи, назовні – більше. Зовні це виглядає як усічена піраміда, або як усічений конус. Нахил задається в градусах між загальним напрямком витягування й бічною поверхнею.

**Thin Feature** (Тонкостінний елемент). Вибравши цю опцію ви створите бобишку, яка складається з тонкої стінки з відкритими торцями, але не заповненої матеріалом цілком. Товщина тонкостінного елемента задає товщину стінки.

"Тип" тонкостінного елемента визначає як саме будуть розташовуватися стінки елемента (рис. 64):

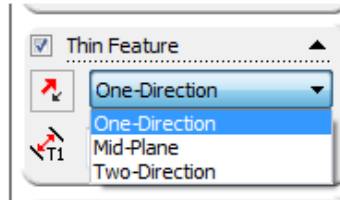


Рис. 64. Налаштування витягування при використанні опції *Thin Feature* (Тонкостінний елемент)

- **One-Direction** (В одному напрямлені) – зовнішня або внутрішня стінка елемента утворюється перетворенням подібності контуру вихідного ескізу назовні або усередину. Для перемикання між цими варіантами використовуйте кнопку "Реверс напрямлення".
- **Mid-Plane** (Від середньої площини) – перетворення подібності контуру вихідного ескізу ведеться у двох напрямках, на однакову відстань в обидві сторони.
- **Two-Direction** (Два напрямлення) – майже теж саме, що й Mid-Plane (Від середньої площини), але тепер можна задати свою товщину для кожного напрямку.

**Торцева пробка.** Торцева пробка дозволяє "закрити" відкриті торці тонкостінного елемента. Єдиний параметр "товщина пробки" задає товщину аркуша матеріалу, що використовується для пробки. Торцева пробка доступна при витягуванні основи.

### Лінійний масив

На рисунку 65 представлена панель Менеджера властивостей при виконанні операції **Linear pattern** (Лінійний масив) "Лінійний масив". Потримайте курсор миші над елементами керування менеджера властивостей для того, щоб довідатися призначення кожного елемента.

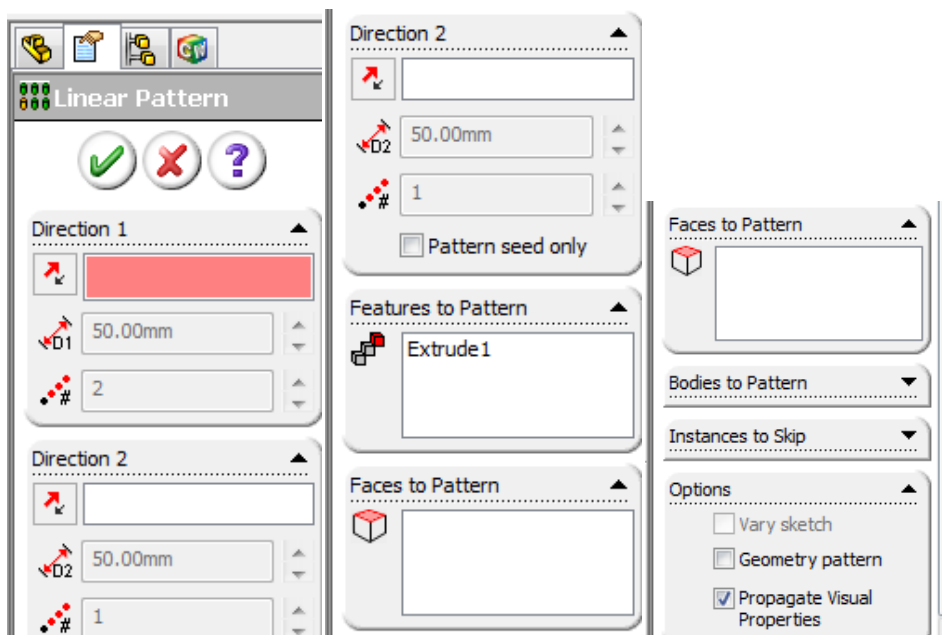


Рис. 65. Менеджер властивостей інструменту *Linear Pattern* (Лінійний масив)

Лінійний масив призначений для створення подібних геометричних об'єктів, розташованих на прямій, або на площині. Лінійний масив здійснює копіювання обраних об'єктів через певну відстань. Прикладом лінійного масиву може служити розташування вікон у багатоповерховому будинку або розташування ліхтарних стовпів уздовж дороги, шпал на залізниці і т.д.

У вікні групи **Direction 2** «Напрямок 2» є додатковий параметр **Pattern seed only** (Тільки вихідний елемент). Він дозволяє при створенні масиву у двох напрямках копіювати в другому напрямку тільки вихідний елемент і не копіювати копії елемента в напрямку 1.

Вікно **Instances to Skip** (Пропустіть екземпляри) служить для виключення з масиву деяких елементів.

## 4.2. СТВОРЕННЯ ЗБІРОК

### СТАНДАРТНІ, МЕХАНІЧНІ ТА ДОДАТКОВІ СПОЛУЧЕННЯ

**Тема:** Створення збірок. Стандартні, механічні та додаткові сполучення.


**Мета:** Вивчити основні інструменти та прийоми роботи в режимі збірки в SolidWorks. Основні особливості виконання креслеників загального виду і складальних креслеників за ЄСКД.

**Завдання:**

- створити збірку з моделей деталей розроблених на лабораторних роботах № 1-2.

**Послідовність виконання роботи:**



1. Запустіть SolidWorks, виберіть режим ЗБІРКА – . Тепер Ви можете імпортувати деталі для створення збірки. Деталі необхідні для створення даної збірки ви можете знайти в вашій папці, якщо необхідні деталі у вас відсутні, то створіть їх використовуючи методичні поради до попередньої лабораторної роботи.
2. За допомогою діалогового вікна ВСТАВИТИ КОМПОНЕНТ, яке знаходиться при запуску збірки зліва, додайте в документ **Основу** вашої складальної одиниці. Аналогічно додайте інші деталі. За допомогою інструменту ОБЕРТАННЯ ви можете розвернути деталі таким чином, щоб зручно було виконувати збірку.
3. Виберіть інструмент СПРЯЖЕННЯ встановіть деталі, для цього використайте спряження СПІВПАДАННЯ.

#### Методичні поради

SolidWorks дозволяє створювати збірки зі безлічі різних компонентів. Компонентами у збірках є окремі деталі або інші збірки, які ще називають **вузлами**. Усі збірки в SolidWorks мають розширення **.sldasm**. Розглянемо основні види збірок і принципи їх побудови.

Збірка "**знизу–вверх**" являє собою складання конструкції з готових деталей. Для побудови такої збірки деталі повинні бути заздалегідь спроектовані й збережені в окремих файлах. Конструкція або вузол збираються із цих деталей аналогічно реальному складанню. У процесі складання необхідно деталі помістити в тривимірний складальний простір і вказати умови їх з'єднання один з одним.



Рис. 66

При проектуванні збірки "зверху–вниз" спочатку створюється компоувальний ескіз збірки, а вже на його основі будуються окремі деталі. Дані деталі відразу є вбудованими в загальну збірку. Такий тип збірки зручний тим, що при зміні компоувального ескізу збірки автоматично змінюються розміри й конфігурації деталей, що її складають.

Шаблон **Збірки** відрізняється від шаблону **Деталь** присутністю в *Дереві Конструювання* рядка **Група сполучень (Mates)**. Тепер можна настроїти панель інструментів. Для цього необхідно вибрати команду меню **Інструменти | Настроювання | Панель інструментів** і поставити прапорець у рядку **Збірка(Assembly)**. Після цього панель інструментів **Збірка (Assembly)** з'явиться на екрані дисплея.

При створенні збірки в SolidWorks можна зафіксувати деталі, тобто зробити їх нерухомими в просторі. Зафіксована деталь чи ні можна довідатися по її імені в Дереві Конструювання:

- якщо напроти позначення деталі стоїть префікс **(f)**, то вона зафіксована, і її неможливо перемістити;
- якщо префікс має вигляд **(-)**, то деталь не зафіксована, і її положення у просторі не визначене.

**Перша деталь** складання автоматично є **зафіксованою**. Зафіксувати або звільнити деталь можна, якщо клацнути правою кнопкою миші по назві деталі в *Дереві Конструювання*.

Незафіксовані деталі в складальному просторі можна легко переміщати, нажавши кнопку **Перемістити компонент (Move Component)** на панелі інструментів **Збірка(Assembly)**

Обертати незафіксовані деталі дозволяє кнопка **Обертати (Rotate Component)**. Щоб зібрати деталі в єдину конструкцію, потрібно задати умови сполучення. Для цього на панелі інструментів **Збірка(Assembly)** необхідно активізувати кнопку **Умови сполучення(MATES)** (рис. 67).

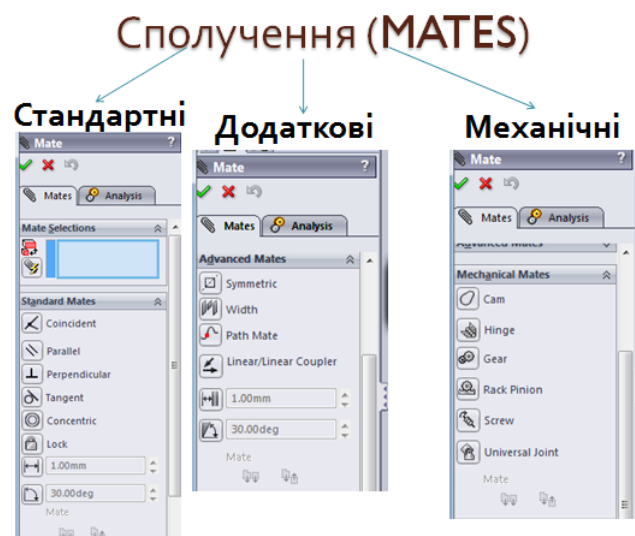
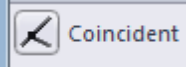

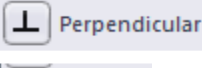

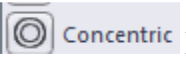

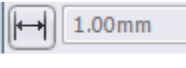
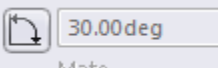

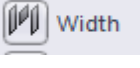
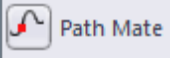
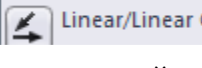
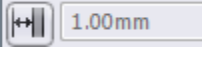


Рис.67. Сполучення для збірок Solidworks

У загальному випадку для створення збірок можна використовувати наступні види сполучень, які розташовуються в розділі **Стандартні сполучення (Standart MATES)**:

- 1)  **Збіг** – елементи деталей (осі, кромки, поверхні, грані) збігаються на нескінченності;
- 2)  **Паралельність** – вказує на паралельне розташування граней, поверхонь, кромок або осей деталей;
- 3)  **Перпендикулярність** – обрані елементи розташовуються під кутом  $90^\circ$ ;
- 4)  **Дотичність** – вказує на дотичність відзначених поверхонь, при цьому хоча б одна поверхня повинна бути неплоскою (сферична, циліндрична, конічна);
- 5)  **Концентричність** – забезпечує концентричне розташування циліндричних, конічних, сферичних поверхонь і кромок;
- 6)  **Заблокувати** – дозволяє прив'язати два компоненти збірки друг до друга, зберігаючи їх взаємне розташування й орієнтацію;
- 7)  **Відстань** – виділені поверхні, осі, кромки розташовуються на зазначеній відстані;
- 8)  **Кут** – виділені елементи розташовуються під деяким заданим кутом.

У вікні **Сполучення (Mates)** є розділ **Додаткові сполучення (Advanced)**. У цьому розділі доступні шість типів сполучень: **Симетричність**, **Ширина**, **Сполучення шляху**, **Лінійний/Лінійна муфта**, **Відстань** і **Кут**:

- 1)  **Симетричність** – дозволяє розташувати два схожі елементи симетрично відносно площини або плоскої грані. Використовувати це сполучення можна для наступних об'єктів: точки (вершина), лінії (кромки, осі), площини, плоскої грані, сфери однакових радіусів, циліндричні поверхні з однаковими радіусами;
- 2)  **Ширина** – дає можливість центрувати виступ деякої деталі по ширині канавки іншої деталі, що сполучається;
- 3)  **Сполучення шляху** – обмежує обрану точку на компоненті (звичайно яку-небудь вершину) відносно шляху, тобто деяка точка об'єкта може переміщуватися в збірці тільки по певному шляхові, який складається із кромок, кривих або елементів ескізу.
- 4)  **Лінійний/Лінійна муфта** – установлює взаємозв'язок між переміщенням одного компонента й переміщенням іншого компонента;
- 5)  **Відстань** – дозволяє створити сполучення, при якому деякий компонент збірки може переміщуватися у певному діапазоні відстаней від іншого компонента. Мінімальна й максимальна відстань вказується в спеціальних областях: **Максимальне значення** і **Мінімальне значення**;



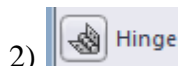
6) **Кут** – дозволяє створити сполучення, при якому необхідно ввести як компонент збірки може переміщуватися в певному діапазоні кутів від іншого компонента. Мінімальне й максимальне значення кута вказується в спеціальних областях – Максимальне значення і Мінімальне значення.

Два останні сполучення дозволяють фіксувати відстань і кут між компонентами збірки в певних межах при їхньому переміщенні відносно один одного.

#### Механічні сполучення:



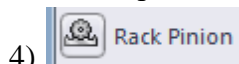
1) **Кулачок** – дозволяє встановити дотичне розташування або збіг поверхні якої-небудь деталі з поверхнею кулачка;



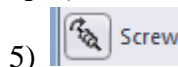
2) **Шарнір** – забезпечує обертання одного компонента збірки навколо осі іншого компонента, тобто моделюється робота з'єднання типу шарнір. Сполучення **Шарнір** тотожне одночасному завданню двох сполучень – **Концентричність** і **Збіг** (при цьому виключається переміщення поздовж осі);



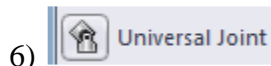
3) **Редуктор** – дозволяє здійснювати в збірці обертання двох компонентів (наприклад, зубчастих коліс) відносно один одного навколо обраної осі. Для такого сполучення необхідно вказати осі обертання й передаточне відношення в розділі **Пропорція**;



4) **Шестерня-Рейка** – організує таке взаємне сполучення між компонентами збірки, при якому лінійне переміщення однієї деталі (рейки) приводить до обертання іншої деталі (шестерні), і навпаки;



5) **Гвинт** – моделює відносне переміщення двох концентрично розташованих компонентів збірки аналогічно нарізному з'єднанню, тобто при обертанні однієї деталі відбувається лінійне переміщення іншої деталі з урахуванням заданого кроку;



6) **Універсальний шарнір** – це сполучення, при якому обертання одного компонента збірки (вхідного вала) навколо своєї осі приводить до обертання іншого компонента (вихідного вала) навколо своєї осі.

Після того як задані всі необхідні сполучення між деталями і зафіксовані деталі, які в реальній збірці залишаються нерухомими збірка вважається закінченою.

Показником правильно виконаного складання є відсутність конфліктних сполучень у *Дереві Конструювання* й можливість безперешкодного переміщення деталей, подібно руху в *реальному об'єкті*.

### 4.2.1. СПЕЦИФІКАЦІЯ У SolidWorks

**Тема:** Створення специфікацій за допомогою доповнення «SWR-Специфікація».

**Мета:** Навчитися користуватися основними інструментами програми «SWR-Специфікація».

#### Методичні поради

Програма Swr-Специфікація призначена для створення конструкторських специфікацій як на основі даних про виріб, що отримані з бази SWR-PDM або Solidworks, так і у вигляді незалежного



документа. Інтеграція з пакетом Solidworks дозволяє документу програми Swr-Специфікація одержувати дані з документів Solidworks і змінювати відповідно до цього власні дані, а також дані документа й кресленика Solidworks.

Функції програми Swr-Специфікація:

- читання даних з SWR-PDM;
- читання даних з Solidworks;
- запис даних в Solidworks;
- оформлення прочитаних даних;
- оновлення позицій на кресленику Solidworks;
- запис готового документа на диск.

Даний програмний продукт має всі можливості, необхідні для створення конструкторської специфікації по декільком бланкам, не тільки в режимі взаємодії з базою SWR-PDM і Solidworks, але й в режимі незалежного редагування.

Swr-специфікація надає інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який забезпечує швидкий і ефективний доступ до всіх основних функцій програмного продукту. У лівій частині вікна додатка розташовується дерево структури документа, що забезпечує навігацію по специфікації. У правій частині вікна додатка відображається бланк специфікації в режимі редагування або перегляду. Перемикання між режимами редагування й перегляду здійснюється за допомогою команд **Вид – Редагування** й **Вид – Перегляд**, кнопками (**Редагування**) і (**Перегляд**) панелі інструментів, а також командою **Вид – Перемкнути** головного меню або натисканням гарячої клавіші **Tab**.

Для того щоб збільшити зображення, виберіть команду **Вид – Збільшити** головного меню або натисніть кнопку (**Збільшити**) панелі інструментів. Для того щоб зменшити зображення, виберіть команду **Вид – Зменшити** головного меню або натисніть кнопку (**Зменшити**) панелі інструментів.

**Вікно "Структура документа"**. Дане вікно відображає структуру документа, що редагується, надаючи доступ до певних функцій, що містяться в дереві структури документа, а також забезпечуючи зручну навігацію по документу. Основні операції над об'єктами доступні через контекстне меню, яке викликається клацанням правої кнопки миші по об'єкту. Вміст контекстного меню залежить від типу об'єкта. Для того щоб сховати або показати дерево структури документа, зніміть або встановіть прапорець навпроти команди **Вид – Структура документа** головного меню. Кожний об'єкт у дереві структури документа має відповідну іконку:

**Підключення SWR-SP Add-In.** При установці програми Swr-Специфікація додаток SWR-SP Add-In устанавлюється й підключається автоматично. Для того щоб вручну підключити SWR-SP Add-In, виберіть команду **Інструменти–Додавання** головного меню Solidworks. У вікні, що відкрилося, устанавить прапорець **SWR-SP Add-In** і натисніть кнопку **ОК**.

**Читання/передача даних із Solidworks.** Якщо ви перебуваєте в програмі Swr-Специфікація, то для того щоб передати дані про виріб із Solidworks у програму Swr-Специфікація виберіть команду **Вставка–Прочитати** із збірки Solidworks головного меню, або натисніть кнопку (**Прочитати з збірки Solidworks**) панелі інструментів. Гарячої клавішею для цієї операції є **F5**. Слід зазначити, що дана команда недоступна в режимі перегляду документа.

**Відновлення позицій на кресленику Solidworks.** Для того щоб оновити позиції на кресленику, перебуваючи в Swr-Специфікація, виберіть команду **Вставка – Оновити** позиції на кресленику або натисніть кнопку (**Оновити позиції на кресленику**) панелі інструментів. Гарячою клавішею для цієї операції є **F7**. Для того щоб оновити позиції на кресленику, перебуваючи в Solidworks, відкрийте відповідний кресленик і виберіть команду SWR-SP – **Оновити позиції** головного меню.

**Робота з матеріалами.** Роботу з матеріалами в програмі Swg-Специфікація можна розділити на два процеси: роботу зі списком матеріалів (його створення, редагування, збереження, завантаження) і роботу із вставки/видаленню матеріалів у самій специфікації.

**Робота зі списками матеріалів.** Swg-специфікація дозволяє створювати списки матеріалів, редагувати властивості матеріалів, а також зберігати списки у файл. Для того щоб відкрити вікно редагування списку матеріалів, виберіть команду **Сервіс – Редагувати матеріали** головного меню.

**Робота з матеріалами в специфікації.** Для того щоб додати матеріал у документ специфікації, виберіть те виконання, у яке необхідно вставити матеріал (тобто, виділіть який-небудь рядок у розділі Матеріали або Деталі в таблиці), виберіть команду **Вставка – Вставити матеріал** головного або Вставити матеріал контекстного меню. У вікні, що відкрилося, виберіть потрібний матеріал і натисніть кнопку **ОК**.

### 4.3. ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ У SolidWorks

**Тема:** Побудова робочих креслеників оригінальних деталей за їх моделями.

**Мета:** вивчити основні інструменти та прийоми побудови основних видів, розтинів, редагування креслеників. Нанесення розмірів, допусків, граничних відхилень та шорсткості поверхонь на креслениках за ЄСКД.

**Завдання:**

- Створити робочі кресленики деталей за їх моделями.

#### Методичні поради

Оформлення креслеників зі створених моделей в SolidWorks відбувається в режимі **КРЕСЛЕНИК (DRAWING)**.

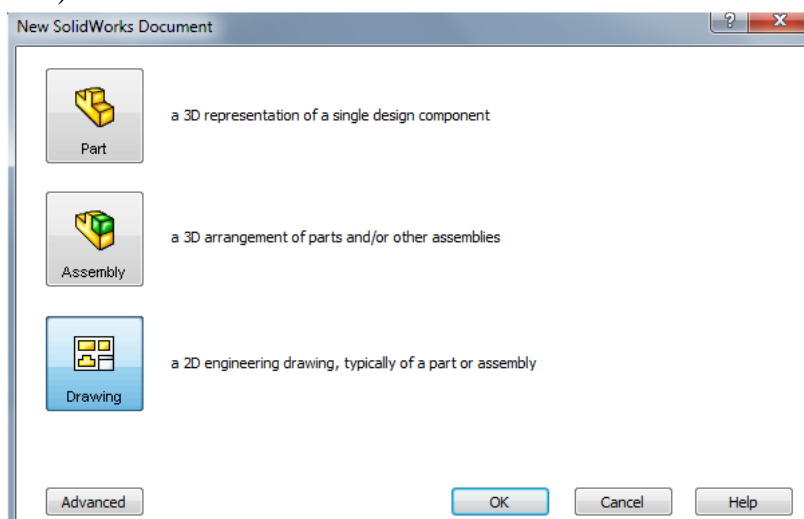
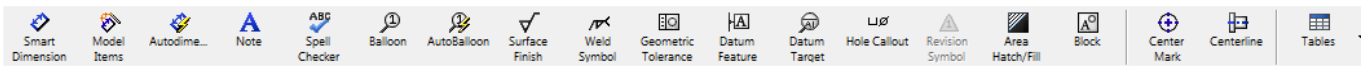


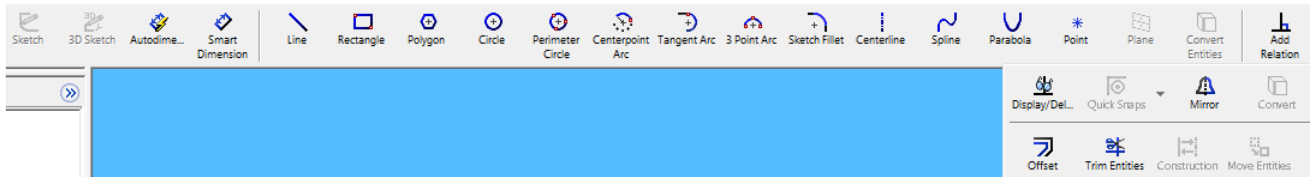
Рис. 68. Вибір режиму **Drawing** (Кресленик)

У даному режимі користувачу доступні наступні **основні** панелі інструментів для оформлення креслеників:

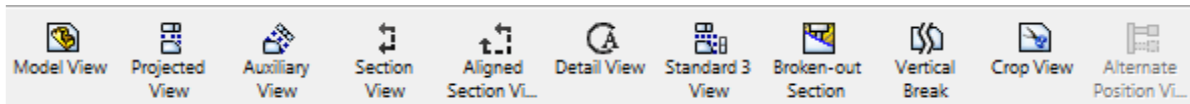
1. панель «АНОТАЦІЇ» (ANNOTATION)



## 2. панель «ЕСКИЗ» (SCETCH)



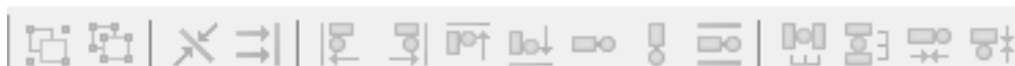
## 3. панель «КРЕСЛЕНИК» (DRAWING)



## 4. панель «ФОРМАТ ЛІНІЇ» (LINE FORMAT)



## 5. панель «ВИРІВНЮВАННЯ» (ALIGN)



## 5. панель «СЛОЇ» (LAYERS)



### Послідовність виконання роботи:

1. Запустіть SolidWorks. Створіть новий документ. Виберіть тип документу – КРЕСЛЕНИК (DRAWING).
2. Перед вами з'явиться стандартне вікно вибору формату аркуша для кресленника

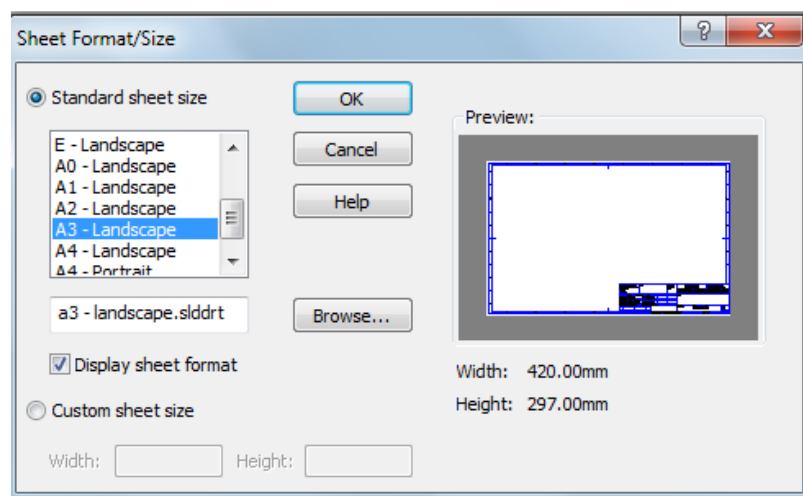


Рис. 69. Формат оформлення кресленника

Дане вікно складається з 3 блоків. **Перший** – блок вибору і перегляду параметрів аркуша: СТАНДАРТНИЙ ФОРМАТ АРКУША (STANDART SHEET SIZE), ПОКАЗАТИ ФОРМАТ АРКУША (DISPLAY SHEET FORMAT), СПЕЦІАЛЬНИЙ ФОРМАТ АРКУША (CUSTOM SHEET FORMAT). **Другий блок** – блок кнопок для затвердження чи відхилення вибору. Також у даному блоці є кнопка ОГЛЯД (BROWSE), котра дозволяє вибрати шаблон оформлення кресленника з іншого місця, відмінного від стандартного. Стандартна папка де розміщуються шаблони оформлення (\*.drt; \*.slddrt) – це ...SolidWroks/data. У дану папку користувач може для зручності добавляти власні шаблони оформлення. При цьому вони будуть відображатися відразу у вікні вибору формату аркуша. **Третій блок** – вікно попереднього перегляду листа.

Виберіть у вікні вибору формату аркуша – А3 Альбомна (A3 Landscape).

3. Зліва перед вами появиться МЕНЕДЖЕР ВЛАСТИВОСТЕЙ (Property Manager), у якому буде відображено вікно ВИД МОДЕЛІ (MODEL VIEW)

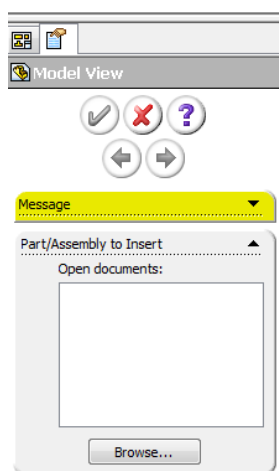


Рис. 70

Для початку роботи з цим інструментом потрібно загрузити у кресленник файл деталі. Для цього ми використаємо деталь створену у попередній лабораторній роботі.

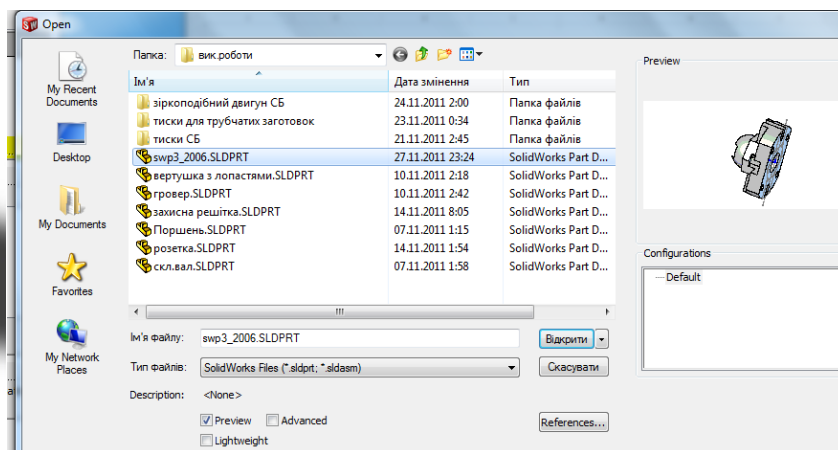
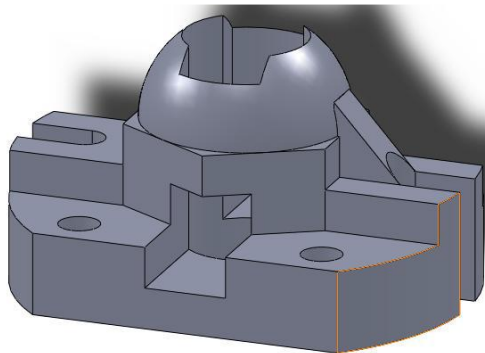


Рис. 71. Завантаження в кресленник деталі

4. Після загрузки файлу деталі система відразу перейде до створення проекційних видів. А вікно МЕНЕДЖЕРА ВЛАСТИВОСТЕЙ (PROPERTY MANAGER) зміниться, з'являться опції по настройці виду (рис. 72)

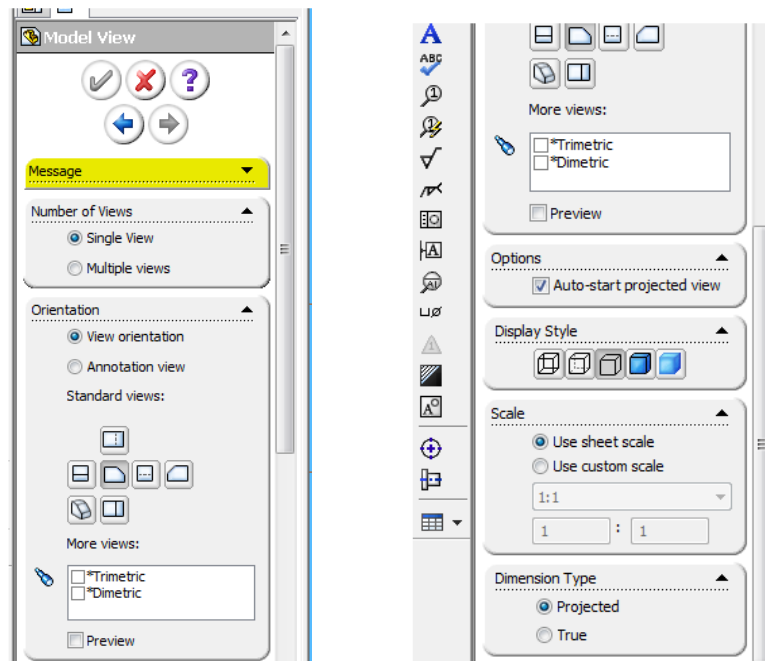
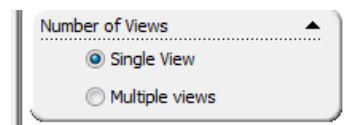


Рис. 72. Менеджер властивостей для налаштування деталей виду

Дане вікно розбите на 5 областей:

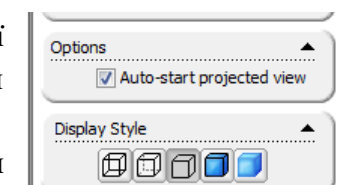
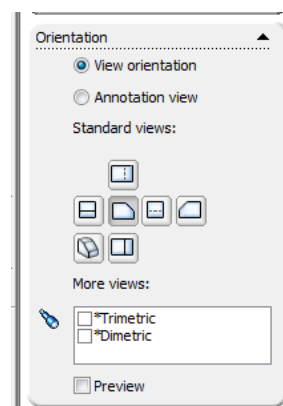
- 1) Кількість видів ( Number of views) – дає вибір користувачу для створення простого одного виду (Single view) чи декількох видів (Multiple views).
- 2) Орієнтація (Orientation) – панель вибору орієнтації деталі у створюваному проєкційному виді. Вибравши опцію **Орієнтація по виду**, знизу відобразиться область СТАНДАРТНІ ВИДИ (STANDART VIEWS), де можна вибрати один із 6 стандартних перпендикулярних проєкційних видів: спереду, ззаду, зліва, справа, зверху, знизу. Також можна обрати аксонометричні види. Потрібно зазначити, що дані види створюються відносно головних площин завантаженого проєкту. Тобто, наприклад, вид спереду може зовсім не співпадати з видом спереду необхідним для кресленника, бо представляє собою проєкцію деталі на площину СПЕРЕДІ.



Якщо ви виберете **Анотативний вид**, то система намагатиметься створити стандартні інженерні проєкційні види в незалежності від вихідної орієнтації моделі відносно площин ЗВЕРХУ, СПЕРЕДІ, СПРАВА.

- 3) ОПЦІЇ (OPTIONS) – АВТО-запуск проєкційних видів. Вибір даної опції дозволяє створювати зв'язані проєкційні види відразу після створення першого виду.

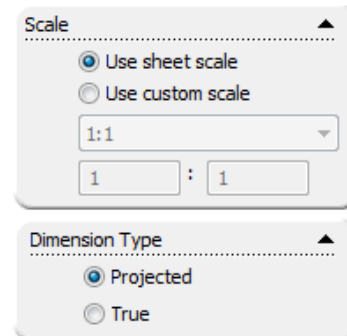
СТИЛЬ ВІДОБРАЖЕННЯ (Display Style) – спосіб відображення моделі на створюваному виді.



- 4) МАСШТАБ (SCALE) – вибір масштабу створюваного виду. Якщо вибрати опцію ІСП. МАСШТАБ ЛИСТА (Use sheet scale), то система автоматично підбере масштаб, що найкраще забезпечить розміщення необхідних проєкційних видів у просторі листа. Також користувач може сам вибрати необхідний йому масштаб креслення – ВИПРАВИТИ

**МАСШТАБ КОРИСТУВАЧА (Use custom Scale).** Масштаб обраний для виду завжди можна інтерактивно змінити, вибравши потрібний вид на аркуші.

**ТИП РАЗМІРІВ (DIMENSION TYPE)** – вибір типу відображення розмірів моделі. **ДІЙСНІ (True)** – будуть відображатися розміри тільки реальних елементів моделі, **ПРОЕКЦІЙНІ (Projected)** – розмір геометрії моделі згідно його проекції.



5. Виберіть вид ЗВЕРХУ (FRONT), масштаб – ВИП. **МАСШТАБ АРКУША (Use sheet scale)**, і клацніть у верхньому лівому куті аркуша. Розмістіть проекційний вид як показано на рис. 73.

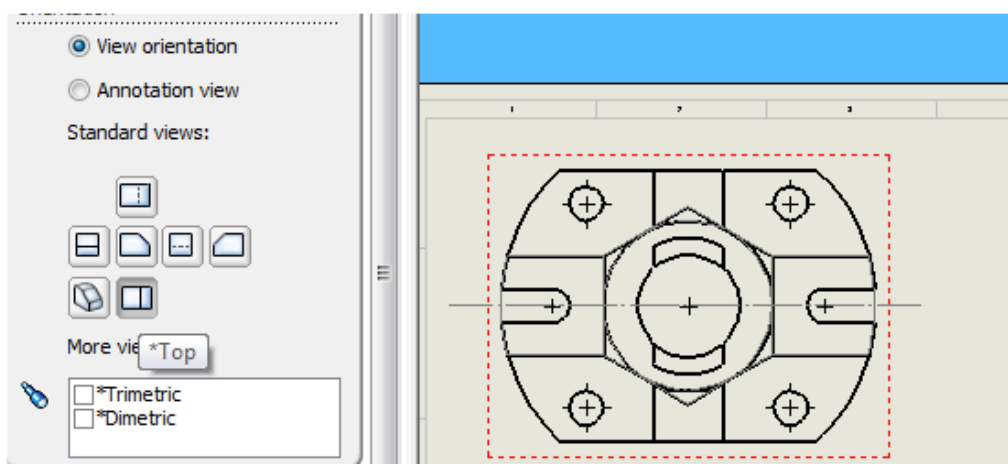


Рис. 73. Вид деталі зверху

6. Після того як ви створите перший вид, відразу запуститься інструмент **ПРОЕКЦІЙНИЙ ВИД (PROJECTED VIEW)** (рис. 74). Відвівши мишку вліво, вправо, вниз, вгору ви побачите новий вид, що проекційно зв'язаний з попереднім. Для розриву проекційного зв'язку потрібно натиснути і тримати клавішу **CTRL**. Якщо відвести мишку по діагоналі, то система запропонує відповідний аксонометричний вид. Відведіть мишку вгору і нажміть ліву клавішу. Створено новий проекційний вид, аналогічно створіть вид зліва, відвівши вправо мишку від другого виду (виду зверху). Для цього закрийте поточну команду і знову запустіть.

**ПРОЕКЦІЙНИЙ ВИД (Projected View)**, виберіть створений вид ЗВЕРХУ і відведіть курсор миші вправо. Завершіть все створенням ізометричного виду – рис. 75. Для створення ізометричного виду підберіть ту проекцію, котра дає найбільш наочне ізометричне зображення.

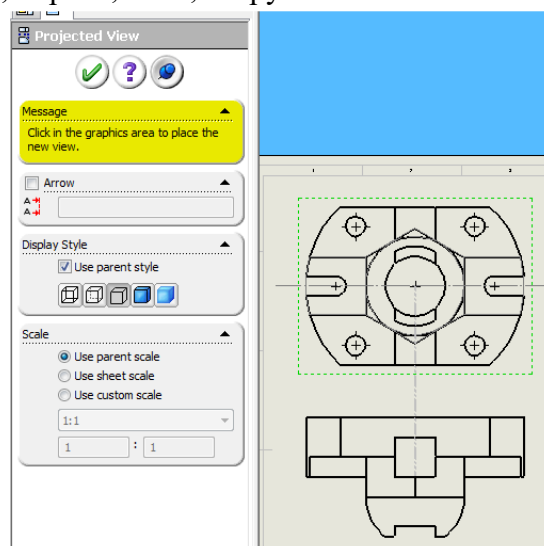


Рис. 74. Проекційний вид

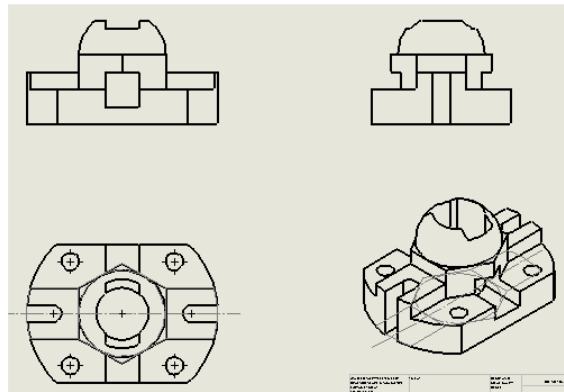
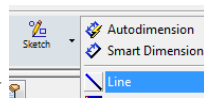


Рис. 75. Додавання на кресленку ізометричного виду деталі

7. Нарисуйте лінію для створення перерізу, для цього використайте команди створення ескізу.



Для створення лінії перерізу запустіть команду ЛІНІЯ (LINE). Виберіть побудовану лінію перерізу і запустіть команду ВИД ПО ПЕРЕРІЗУ (Section View). Клацніть на створений вид і зліва у МЕНЕДЖЕРІ ВЛАСТИВОСТЕЙ (Property Manager) видаліть назву виду. Перемістіть його уверх і розмістіть на аркуші. Видаліть непотрібний вже вид СПЕРЕДІ.

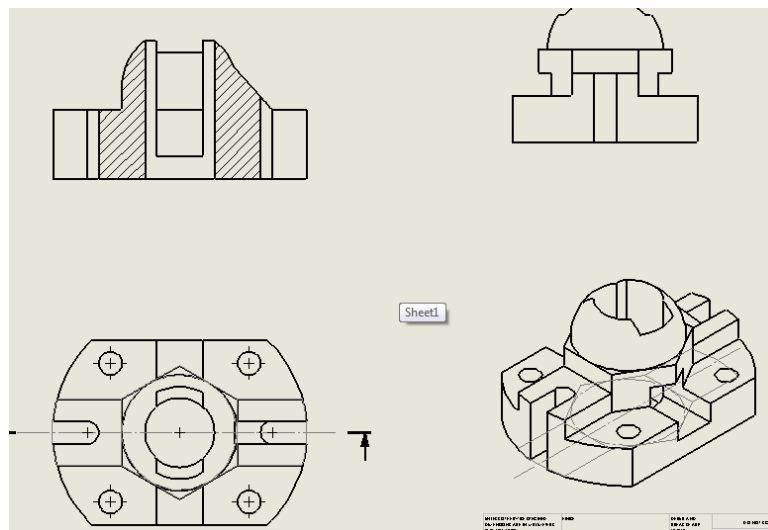


Рис. 76. Вигляд кресленка після видалення назви виду

Як бачимо всі види тепер не мають проекційних зв'язків. Для того щоб їх відновити перейдіть у дерево проекту. Там показано створені креслярські види (рис. 77).

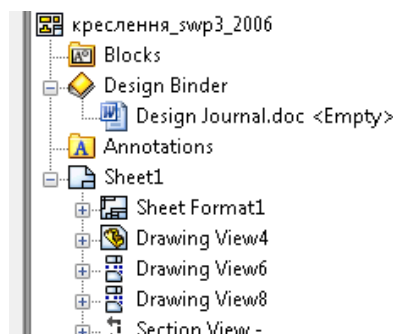


Рис. 77. Дерево проекту

Перший пункт – це АРКУШ 1 (Sheet 1). У документі кресленик у SolidWorks може міститися декілька аркушів з власним оформленням моделі, навіть декількох моделей. Креслярські види називаються так – КРЕСЛЯРСЬКИЙ ВИД 1 (Drawing View 1), КРЕСЛЯРСЬКИЙ ВИД 2 і т.д. Перерізи позначаються як ВИД ПО СІЧНІЙ (Section View), інші види мають назву, що відображає їх суть.

Для вирівнювання виду нажміть правою клавішею наприклад по ВИД ПО СІЧНІЙ і в контекстному меню виберіть пункт ВИРІВНЮВАННЯ (Alignment), де буде потрібно вибрати опцію горизонтального, вертикального вирівнювання по вихідній точці чи по центру. Також тут можна установити вирівнювання за замовчуванням чи розірвати проекційний зв'язок при вирівнюванні.

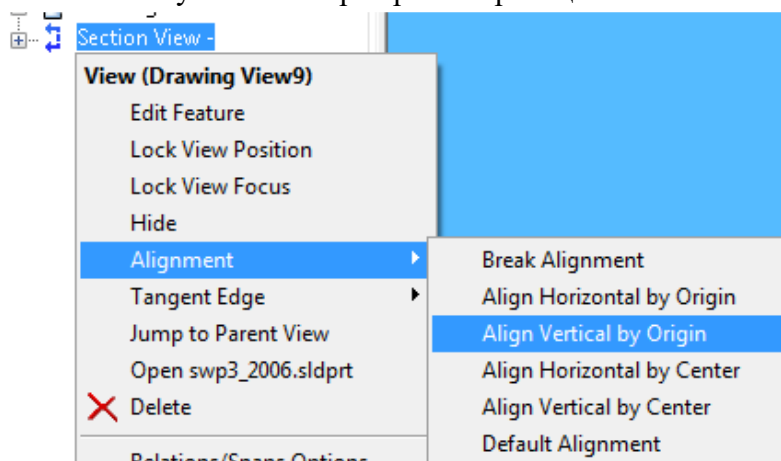


Рис. 78. Вирівнювання

Виберіть опцію ВИРІВНЯТИ ПО ВЕРТИКАЛІ ВИХ. ТОЧКА, після цього появиться спеціальна піктограма. Потім виберіть вид зліва. Система автоматично вирівняє види. Аналогічно вирівняйте види, що залишилися (рис. 79). Намагайтеся проекційно зв'язати всі види, щоб при переміщенні вони синхронно змінювали своє положення.

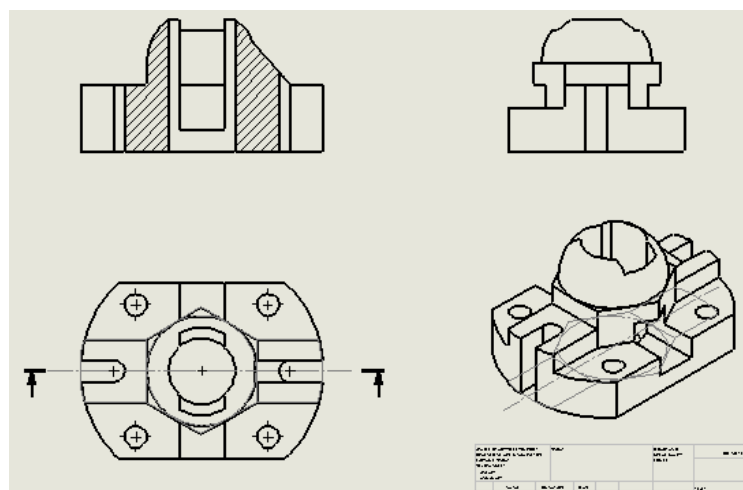


Рис. 79. Вигляд креслення з вирівняними видами

**8.** Виберіть на перерізі кромки, як показано на рисунку 80, і сховайте їх за допомогою контекстного меню – СХОВАТИ КРОМКУ (HIDE EDGE)



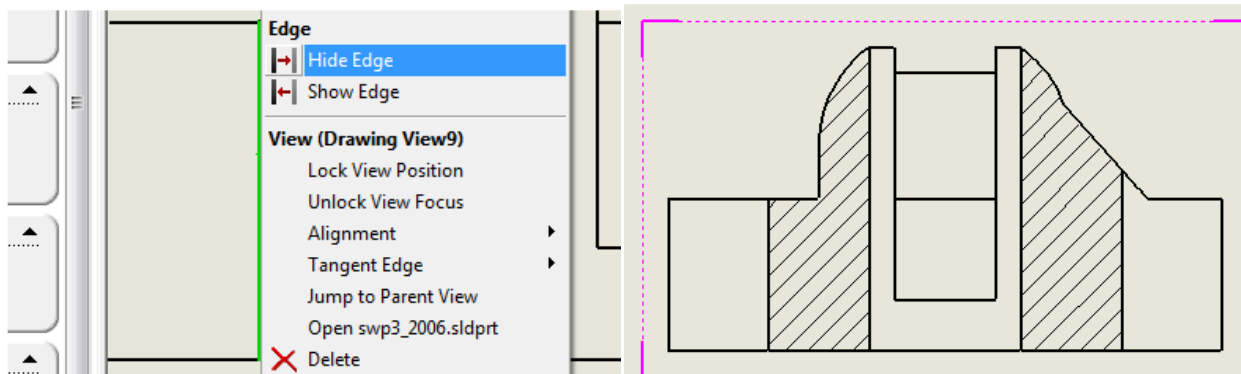


Рис. 80. Приховування кромки

9. Проведіть осьові лінії там, де проходять центри відкритих пазів (рис. 81). Використовуйте прив'язку осьових ліній до центрів кола.

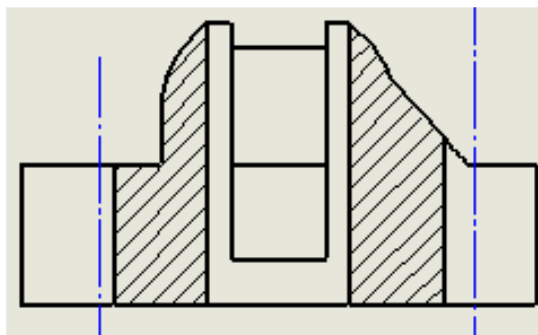


Рис. 81. Осьові лінії для центрів відкритих пазів

10. Створимо половину розрізу на виді зліва. Для цього за допомогою команди прямокутник нарисуйте замкнутий контур, який буде охоплювати праву частину виду – див. рис. 82.

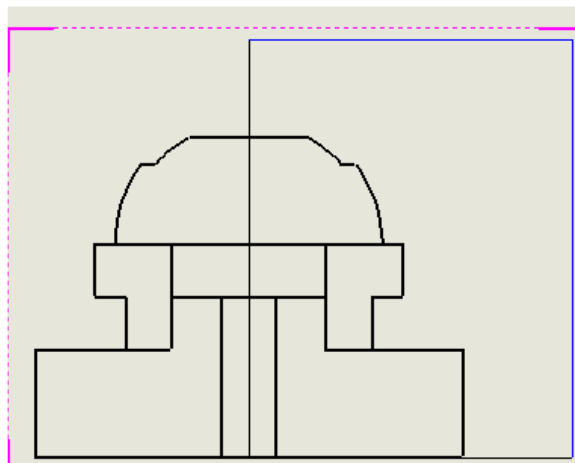
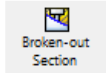


Рис. 82. Ескіз для виконання розрізу

Потім виберіть нарисований прямокутник і запустіть команду  **Вирив (Broken-out Section)**, де в параметрі ГЛИБИНА (DEPTH) необхідно указати кромку шестикутника, яка лежить в площині симетрії деталі (рис. 83). Або ще можна обрати дугу центрального отвору на виді зверху. Після цього проведіть на даному виді осьову лінію.

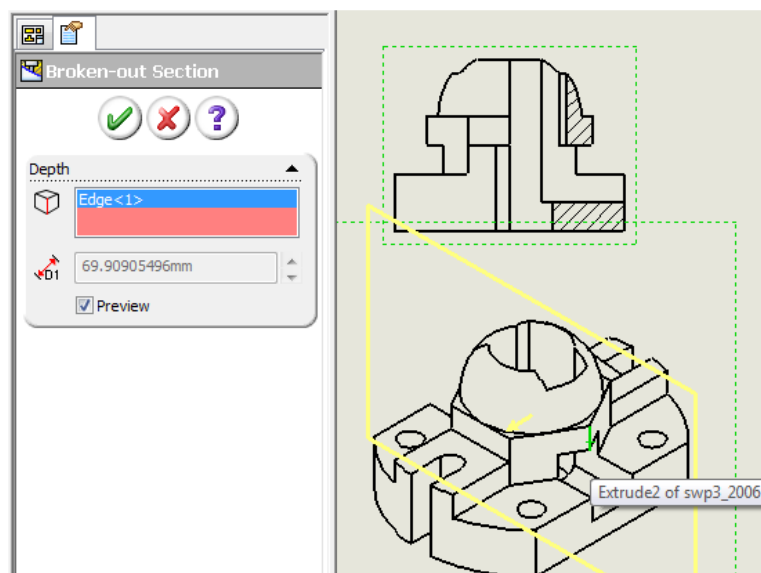


Рис. 83. Половина розрізу для виду зліва

11. Створіть на виді зліва ескіз, як на рисунку 84. І за допомогою команди ВИРИВ створіть місцевий розріз (рис. 84).

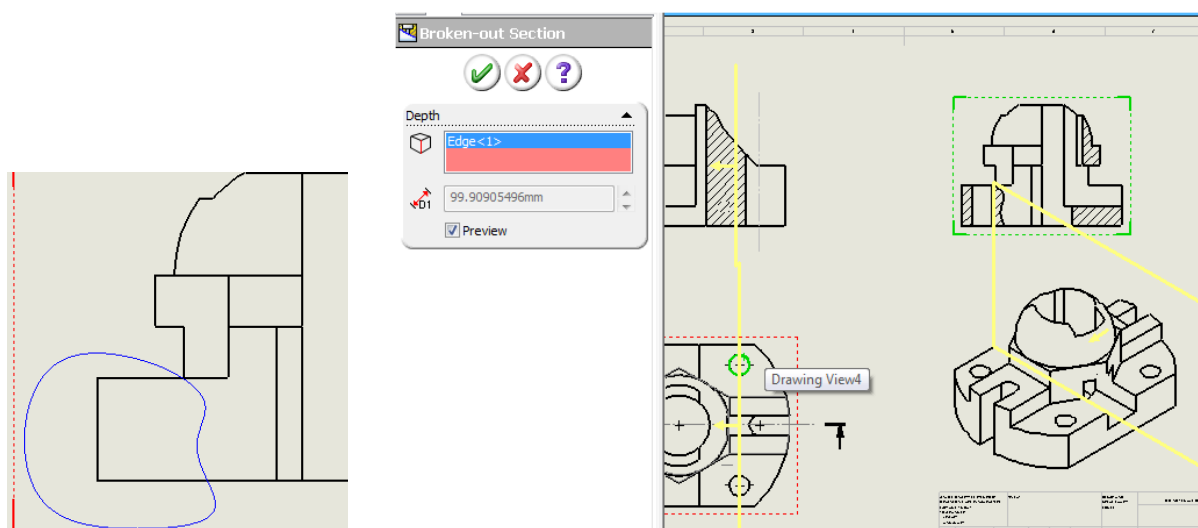

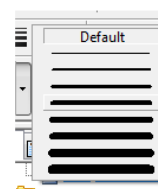


Рис. 84. Створення місцевого розрізу

12. Проведіть осьову лінію. Виставте їй необхідну товщину за допомогою панелі інструментів  ФОРМАТ ЛІНІЇ.



13. Створіть ще один розріз по площині А–А. Виведіть цей вид за поле аркуша. За допомогою МЕНЕДЖЕРА ВЛАСТИВОСТЕЙ (Property Manager) змініть назву виду на А–А. Підпишіть вид зліва за допомогою інструменту ПРИМІТКА (NOTE) з панелі АНОТАЦІЇ (Annotations).

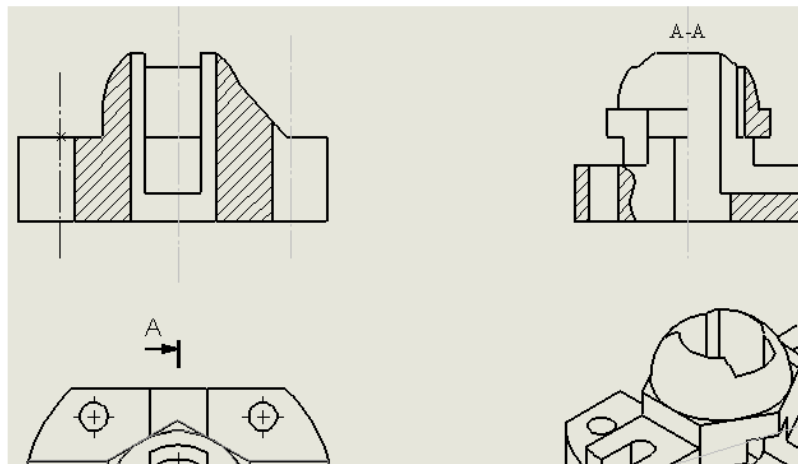



Рис. 85. Створення розрізу А-А

14. За допомогою інструменту  АВТОРОЗМІР (Smart Dimension) проставте розміри (рис. 86). Для перенесення розміру з виду на вид потрібно натиснути клавішу SHIFT, і не відпускаючи, вибрати розмір, перемістити його на інший вид, де він може відобразитися. Для зміни напрямку стрілок потрібно вибрати розмір і клацнути на маленьких кружках на кінцях стрілок(рис. 87).

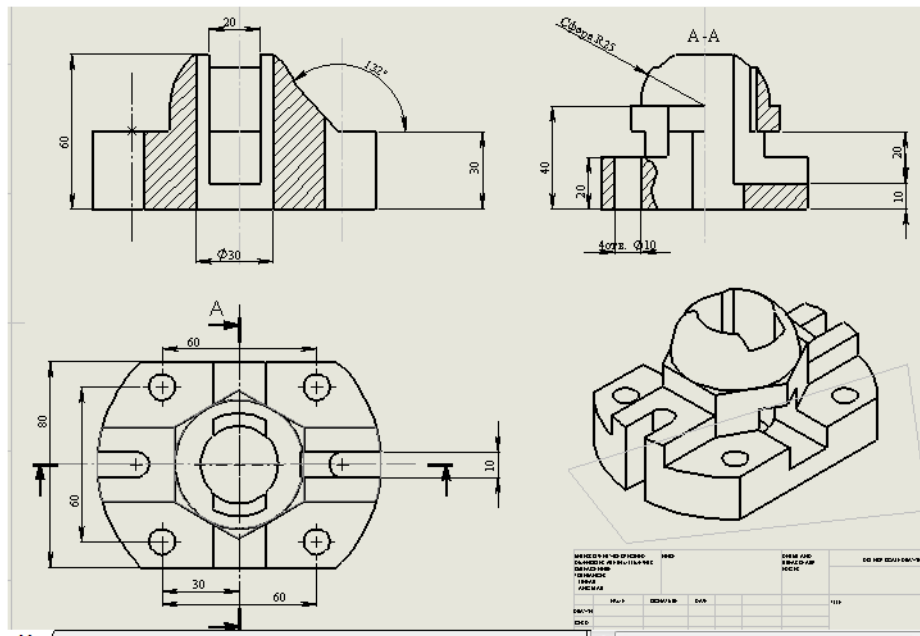
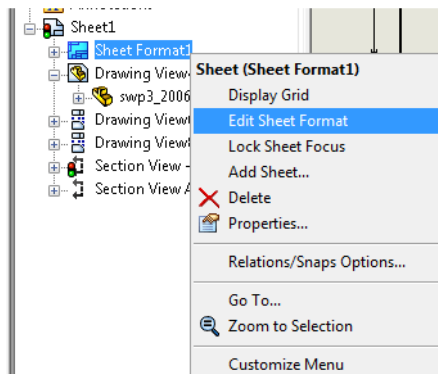


Рис. 86. Простановка розмірів інструментом АВТОРОЗМІР (Smart Dimension)



Рис. 87. Налаштування відображення стрілок

15. Підпишіть креслення. Для цього перейдіть в дерево проекту, виберіть там пункт ФОРМАТ АРКУША (Sheet Format), натисніть праву клавішу мишки і виберіть РЕДАГУВАТИ АРКУШ (Edit Sheet Format)



*Рис. 88. Редагування вмісту формату аркуша*

**16.** Перейшовши до редагування формату аркуша можна використовувати всі команди для створення ескізу і всі інструменти АНОТАЦІЇ (Annotation). Для підписування креслення використайте інструмент ПРИМІТКА (NOTE).

**17.** Збережіть виконану роботу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Анатолий Прерис. SolidWorks 2005/2006.– М. : Питер, 2006 – 528 с.
2. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Ануриев : в 3-х т. – [6-е изд., перераб. и доп.] – М. : Машиностроение, 1982. – Т.1.– 736 с.; Т. 2. – 584 с.; Т.3. – 576 с.
3. Бабулин Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей / Н. А. Бабулин. – М. : Высшая школа, 1987. – 319 с.
4. Баранова Л. А. Основы черчения / Л. А. Баранова, А. П. Панкевич. – М. : Высш. шк., 1982. – 351 с.
5. Быканова А. Ю., Старков А. В. Основы SolidWorks. Построение моделей деталей / Быканова А. Ю., Старков А. В.; учебно-методическое пособие. – Владивосток : ДВГТУ, 2009. – 120 с.
6. Градиль В. П. Справочник по Единой системе конструкторской документации / В. П. Градиль, А. К. Моргун, Р. А. Егосин; под ред. А. Ф. Раба. – Х. : Прапор, 1988. – 255 с.
7. Дударева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Дударева, С. Загайко. – Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
8. Единая система конструкторской документации / Госстандарт СССР. – М., 1988. – 275 с.
9. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей / Госстандарт СССР. – М., 1991. – 238 с.
10. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей различных изделий / Госстандарт СССР. – М., 1976. – 256 с.
11. Зубчатые передачи: Справочник; под ред. Е. Г. Гинзбурга. – Л. : Машиностроение, 1980.
12. Інженерна графіка: Довідник / В. М. Богданов, А. П. Верхола, Б. Д. Коваленко та ін.; за ред. А. П. Верхоли. – К. : Техніка, 2001. – 268 с.
13. Каплун С. А. SolidWorks. Оформление чертежей по ЕСКД / Каплун С. А., Худякова Т. Ф., Щекин И. В.; учебное пособие. – Издательство SolidWorks Russia, 2009. – 190 с.
14. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение: учебник для вузов / В. С. Левицкий. – М. : Высшая школа, 1988. – 351 с
15. Прохоренко В. П. SolidWorks 2005. Практическое руководство / Прохоренко В. П. – М. : Бином-Пресс, 2005. – 512 с.
16. Пивняк Г. Г., Франчук В.П. Концепция подготовки инженеров в виртуальных технологиях SolidWorks / Пивняк Г. Г., Франчук В. П.; учебно-методическое пособие. – Днепропетровск : Национальный горный университет, 2008. – 36 с
17. Прерис А. М. SolidWorks 2005/2006 / Прерис А. М.; учебный курс. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 528 с.
18. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. (+ CD-ROM) / [Алямовский А. А., Одинцов Е. В. и др.]. – БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.