

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КІБЕРНЕТИКИ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

## **ОСНОВИ РОБОТИ З СУЧАСНИМИ ІНТЕГРОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

### **Розділ 2. Основи твердотільного параметричного моделювання в системі SolidWorks**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт  
для студентів спеціальності  
напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-  
інтегровані технології»

*Рекомендовано Вченою Радою ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2017

Основи роботи з сучасними інтегрованими комплексами: Розділ 2. Основи твердотільного параметричного моделювання в системі SolidWorks: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронний ресурс] / Уклад.: С. В. Плашихін. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 85 с.

*Гриф надано Вченою Радою  
ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського ”  
(протокол № 10 від 27.11.2017 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

## **ОСНОВИ РОБОТИ З СУЧАСНИМИ ІНТЕГРОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

### **Розділ 2. Основи твердотільного параметричного моделювання в системі SolidWorks**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

для студентів спеціальності  
напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-  
інтегровані технології»

Укладач: Плашихін Сергій Володимирович, канд. техн. наук,  
доц.

Відповідальний редактор: Д. М. Складанний, канд. техн. наук, доц.

Рецензент: В.А. Потоскалов, канд. хім. наук, доц.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>4</b>
<b>Лабораторна робота №1</b>	
<b>Інтерфейс програмного комплексу SolidWorks та побудова</b>	
<b>графічних примітивів .....</b>	<b>5</b>
<b>Лабораторна робота №2</b>	
<b>Створення ескізу деталі в SolidWorks .....</b>	<b>11</b>
<b>Лабораторна робота №3</b>	
<b>Створення тривимірної моделі деталі в SolidWorks .....</b>	<b>25</b>
<b>Лабораторна робота №4</b>	
<b>Оформлення креслень у SolidWorks .....</b>	<b>37</b>
<b>Лабораторна робота №5</b>	
<b>Створення тривимірної моделі збірки в SolidWorks.....</b>	<b>64</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>81</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>82</b>

## ВСТУП

Основною метою курсу «Основи роботи з сучасними інтегрованими комплексами» є вдосконалення знань, вмінь і навичок у сфері застосування сучасних прикладних пакетів і систем проектування і моделювання технологічних процесів та обладнання. Студенти, які приступають до вивчення даного курсу, вже засвоїли курс «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка» і в достатній мірі володіють навичками традиційного креслення. Крім того, для успішного опанування курсу необхідні базові знання сучасних інформаційних технологій.

Лабораторні роботи виконуються згідно з навчальним планом підготовки бакалаврів напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Дане видання призначені для надання допомоги студентам денної форми навчання напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» у вивченні курсу «Основи роботи з сучасними інтегрованими комплексами». З цією метою у даному виданні наведений перелік тем, які студент повинен вивчити та за матеріалами яких виконуються лабораторні роботи, надані методичні вказівки з виконання цих робіт, наведені основні теоретичні положення з ілюстрацією на конкретних прикладах. Викладання і послідовність робіт відповідає лекційному курсу та матеріалу, що виведено на самостійне вивчення. При виконанні лабораторних робіт в якості програмного забезпечення застосовуються програмний комплекс SolidWorks. Виконання лабораторного практикуму орієнтовано на індивідуальну роботу.

# Лабораторна робота №1


## Інтерфейс програмного комплексу SolidWorks та побудова графічних примітивів



**Мета та основні завдання:** Ознайомитися з інтерфейсом SolidWorks. Сформувані у студентів початкові навички роботи у програмному комплексі SolidWorks.

**Завдання<sup>1</sup>** Вивчити основні елементи інтерфейсу програмного комплексу SolidWorks. Розглянути пункти меню Вставка, Інструменти. Налаштування Панелі інструментів.

### Короткі теоретичні відомості

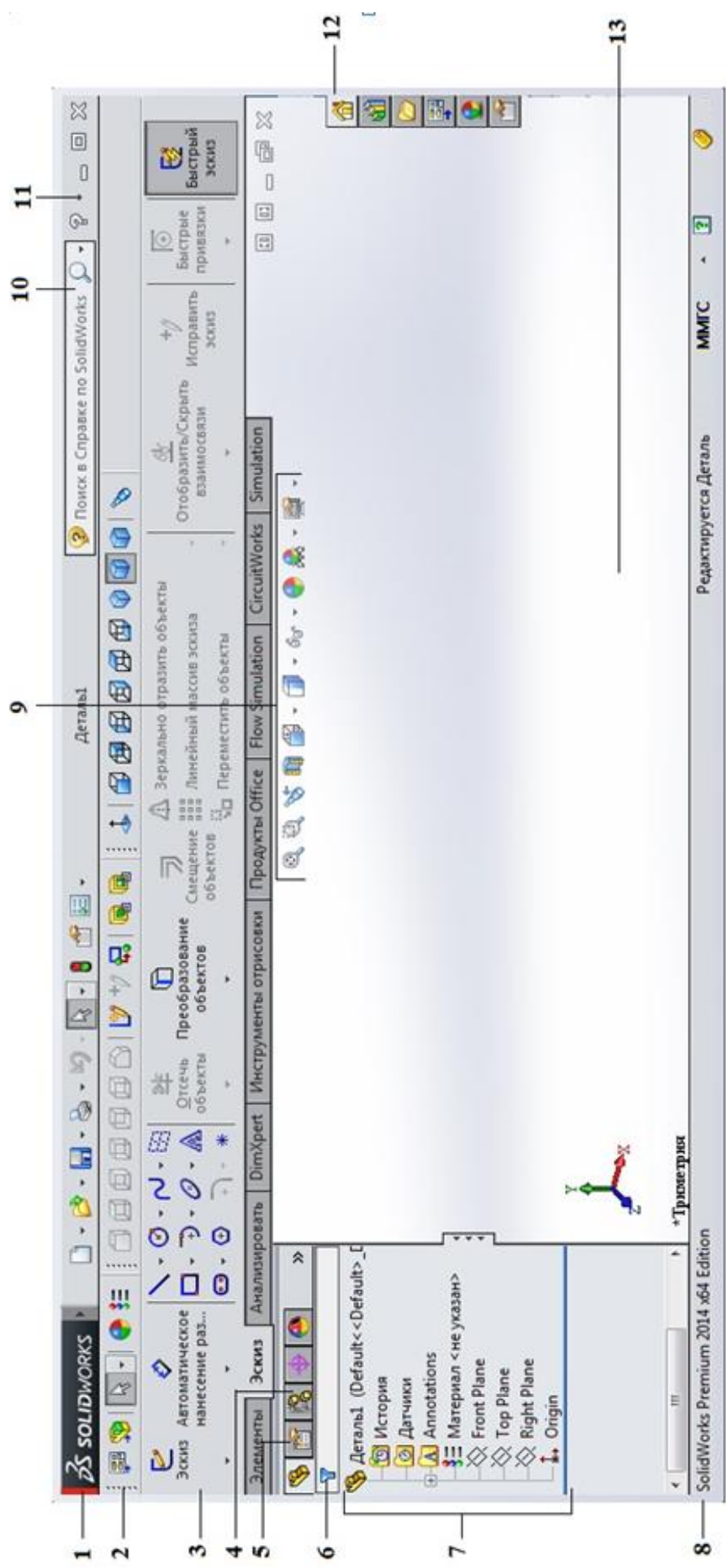
SolidWorks – це система автоматизованого проектування, що використовує знайомий користувачеві графічний інтерфейс Microsoft Windows. Цей легкий в освоєнні засіб дозволяє інженерам–проектувальникам швидко відображати свої ідеї в ескізі, експериментувати з елементами й розмірами, а також створювати моделі й креслення.

Запуск програми здійснюється натисканням по ярлику  на робочому столі або меню ПУСК→ПРОГРАМИ→SolidWorks.

Відразу після запуску SolidWorks відкривається інтерфейс (рис.1), де можна або Відкрити  існуючі файли деталей, збірок або креслень, або Створити  нові файли деталей, збірок і креслень.

---

<sup>1</sup> Відповіді на зазначені теоретичні питання занести в протокол при підготовці до виконання лабораторної роботи.



1 – Рядок меню; 2 – Панелі інструментів; 3 – Диспетчер команд; 4 – Configuration Manager (Менеджер конфігурації); 5 – Property Manager (Менеджер властивостей); 6 – Feature Manager (Фільтр дерева конструювання); 7 – Feature Manager (Дерево конструювання); 8 – Рядок стану; 9 – Панель інструментів керування перегляду; 10–Пошук SolidWorks; 11 – Спливаюче меню "Довідка"; 12 – Панель завдань; 13 – Графічна область

Рисунок 1.1 – Інтерфейс SolidWorks

Панелі інструментів. Кнопки панелі інструментів дають можливість швидкого доступу до часто використовуваних команд. Можна розмістити панелі інструментів так, як це буде зручно.

Для того, щоб відобразити або сховати окремі панелі інструментів необхідно вибрати меню Вид, Панелі інструментів або правою кнопкою миші натиснути на рамку вікна SolidWorks. З'явиться список всіх панелей інструментів. Панелі інструментів, відзначені галочкою, видні на екрані; а ті, які не відзначені, – сховані (рис. 1.2).

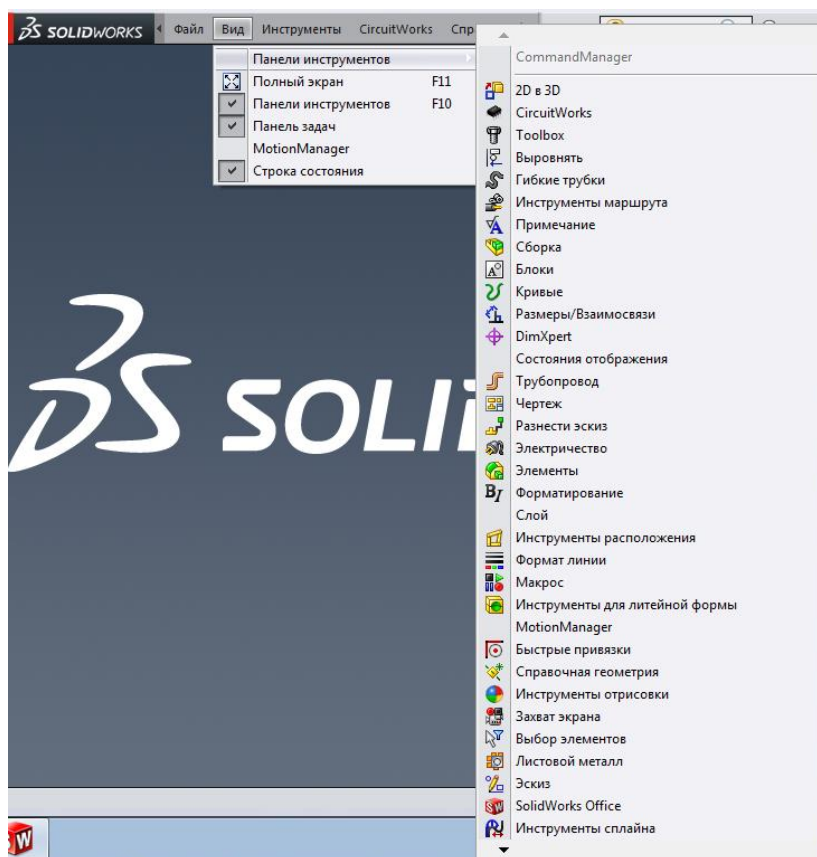


Рисунок 1.2 – Панелі інструментів SolidWorks

Налаштування Панелі інструментів. Для додавання й видалення командних кнопок для налаштування Панелі інструментів можна: перенести кнопки з однієї панелі інструментів на іншу; зробити копії кнопок і розмістити їх на декількох Панелях інструментів; видалити ті кнопки, які ніколи не будуть використатися; перегрупувати командні кнопки на Панелях інструментів.

Для налаштування команд на Панелі інструментів необхідно:

1. Вибрати Інструменти, Налаштування.
2. Натиснути на вкладку Команди (рис. 1.3).
3. Натиснути на кнопку й перетягнути її з діалогового вікна в інше місце на Панелі інструментів або в іншу Панель інструментів.
4. Для видалення кнопки з Панелі інструментів, натиснути на кнопку й перетягнути її з Панелі інструментів у Графічну область.
5. Щоб перегрупувати командні кнопки на Панелях інструментів, необхідно перенести кнопки з однієї Панелі інструментів на іншу.
6. Внести виправлення й натиснути ОК.

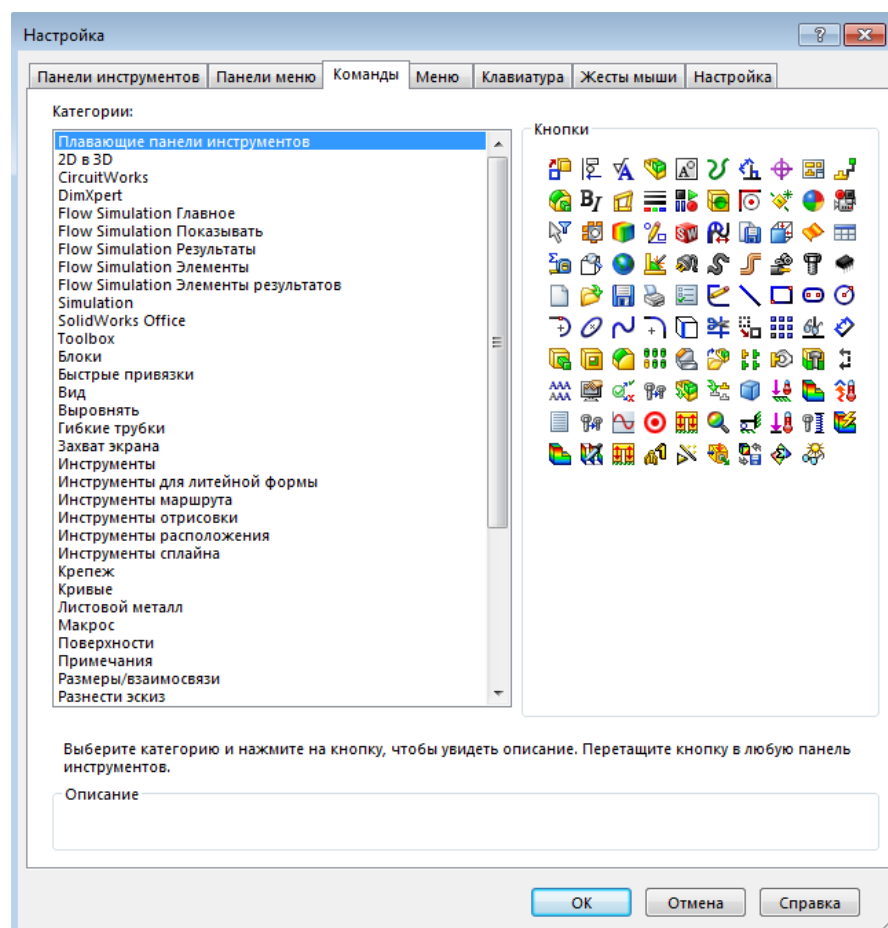


Рисунок 1.3 – Діалогове вікно «Настройка»

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури до даних методичних вказівок.

## **Опис лабораторних засобів та обладнання**

Лабораторна робота виконується на персональному комп'ютері стандарту IBM PC під керуванням операційної системи MS Windows зі стандартним пакетом MS Office та програмним комплексом SolidWorks.

## **Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи**

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні даної лабораторної роботи, наведені у додатку А.

## **Послідовність виконання роботи**

1. Відповідно до отриманого варіанту завдання в програмному комплексі SolidWorks виконати побудову наступних графічних примітивів:

- відрізок за заданими довжиною і кутом нахилу;
- прямокутник за заданими довжиною і висотою;
- дугу за заданими радіусом та початковим і кінцевим кутами;
- коло заданим діаметром, дотичне до вказаного елемента;
- еліпс за вказаними довжинами осей;
- правильний багатокутник із вказаною кількістю вершин і радіусом кола.

2. Продемонструвати результати роботи викладачу.

3. Оформити протокол лабораторної роботи.

## **Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту**

При оформленні звіту з лабораторної роботи до заздалегідь підготовленого протоколу (див. завдання до лабораторної роботи) додається:

- роздруковані аркуші з результатами виконаної роботи;
- опис по етапах порядку створення графічних примітивів.

## Контрольні запитання

1. Опишіть основні елементи інтерфейсу програмного комплексу SolidWorks та вкажіть їх місцезнаходження за замовчуванням. Перерахуйте основні панелі інструментів програмного комплексу SolidWorks.
2. Що таке панель "Диспетчер команд"? Де вона знаходиться в програмному комплексі SolidWorks?
3. Для чого використовується Feature Manager (Дерево конструювання)? Де воно знаходиться в програмному комплексі SolidWorks?
4. Як називається Панель вікна SolidWorks, на якій відображається візуальне уявлення деталей, збірок і креслень?
5. З яких елементів складається модель SolidWorks? Чим вони відрізняються між собою?

## **Лабораторна робота №2**

### **Створення ескізу деталі в SolidWorks**

**Мета та основні завдання:** Виробити у студентів уміння і навички побудови ескізів у програмному комплексі SolidWorks.

**Завдання<sup>1</sup>.** Розглянути основні принципи та способи побудови ескізів. Ознайомитися з командами "Дзеркальне відображення об'єктів" та "Промальовка масивів"; способи додавання округлень та фасок.

### **Короткі теоретичні відомості**

Ескізи є основою для створення тривимірних твердотільних моделей деталей. Тому створення будь-якої деталі в SolidWorks, якою би простою або складною вона не була, починається з рисування ескізу. Зазвичай використовується двовимірний ескіз (плоский), приблизно так, як це роблять люди на аркуші паперу. В SolidWorks такі ескізи рисуються 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.

Усі ескізи, як двовимірні, так і тривимірні, будуються на три взаємно ортогональних площинах Спереду, Зверху й Збоку (рис.2.1). Первісний вибір тієї або іншої площини не має істотного значення. Дані площини дозволяють створювати тривимірні елементи деталі в трьох напрямках.

---

<sup>1</sup> Відповіді на зазначені теоретичні питання занести в протокол при підготовці до виконання лабораторної роботи.

Звичайно, процес рисування ескізу починається з передньої площини. Крім того, можна створювати свої власні площини (навіть не ортогональні) і побудову ескізу починати з них.

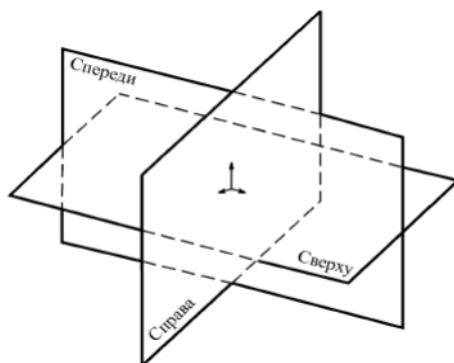


Рисунок 2.1 – Базові площини для створення ескізів

У кожному ескізі є своя вихідна точка, тому в деталі зазвичай буває кілька вихідних точок. Коли ескіз відкритий, то не можна відключати відображення його вихідної точки. Вихідна точка відображається червоним кольором у відкритому ескізі й допомагає визначити координати точок ескізу. Рисування будь-якого ескізу рекомендується починати із цієї точки, тоді елементи ескізу автоматично здійснюють прив'язку до неї, і не потрібно додаткових взаємозв'язків для повного визначення ескізів.

Створення будь-якої деталі починається з побудови ескізу, тому розгляд способів створення ескізів в SolidWorks починається з побудови простих ескізів. Прості ескізи, як правило, складаються з примітивів: відрізок, прямокутник, ромб, коло, овал, дуга багатокутники, складні криві і фігури (еліпси, параболи, сплайни і ін.), з'єднаних у замкнутий контур.

Простий ескіз можна створювати:

- на будь-якій площині за замовчуванням (Спереду. Зверху або Праворуч);
- на будь-якій площині, створеній інструментами Довідкової геометрії площини;
- плоскій грані твердотільного об'єкта.


Для побудови двовимірного ескізу необхідно виконати команду верхнього меню Вставка → Ескіз або натиснути кнопку Ескіз  на панелі інструментів Ескіз (рис. 2.2)



Рисунок 2.2 – Панель інструментів «Ескіз»

Дзеркальне відображення об'єктів. Команда дзеркального відображення об'єктів буває корисною тоді, коли необхідно спроектувати деталь, що має площину симетрії. У цьому випадку немає необхідності повністю рисувати ескіз, досить нарисувати його половину і дзеркально відобразити.

Послідовність застосування даної команди наступна:

- 1.Рисуються елементи ескізу.
2. Проводиться осьова лінія.
3. Здійснюється дзеркальне відображення вибраних елементів.

Для побудови дзеркального відображення ескізу необхідно на панелі інструментів Ескіз визвати команду "Дзеркально відобразити об'єкти" (рис. 2.3)

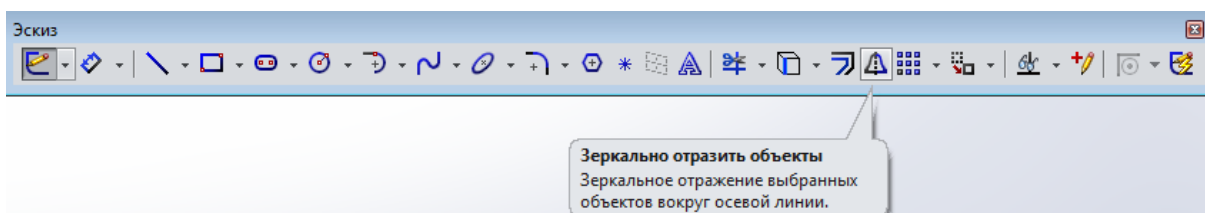


Рисунок 2.3 – Команда "Дзеркально відобразити об'єкти"

В Менеджері властивостей відобразиться діалогове вікно (рис. 2.4), в якому необхідно вибрати елементи для відображення та лінію, відносно якої необхідно відобразити вибрані елементи.

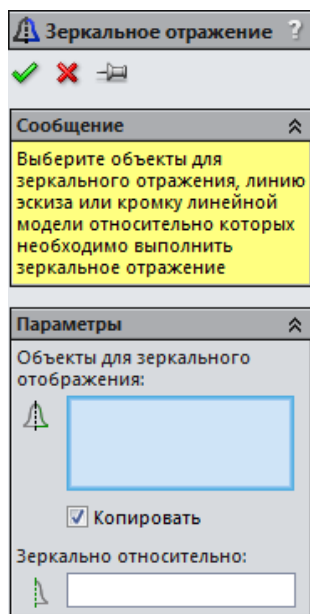




Рисунок 2.4 – Діалогове вікно "Дзеркальне відображення"

У полі "Дзеркально відносно" вказується осьова лінія. У вікні повинно з'явитися найменування лінії, наприклад Лінія 1. Далі в списку "Об'єкти для дзеркального відображення" вказуються послідовно всі елементи ескізу (крім осьової лінії). Щоб вибрати елементи для відображення необхідно натискати мишею по елементам ескізу і їхні імена будуть з'являтися в Менеджері властивостей у списку "Об'єкти для дзеркального відображення". При цьому самі елементи ескізу забарвляться в блакитний колір. По мірі вказівки елементів будуть з'являтися їх відображені образи. Для завершення Дзеркального відображення об'єкта в діалоговому вікні "Дзеркальне відображення" необхідно натиснути ОК .

Додавання округлення. Інструмент "Округлення" використовується для зрізання кута на перетині двох об'єктів ескізу, при цьому створюється дотична дуга. Даний інструмент доступний в 2D і 3D ескізах. Інструмент "Округлення" на панелі інструментів «Елементи» створює округлення на таких об'єктах, як кромки в деталях. Округлення можна виконувати з постійним або змінним радіусом. В останньому випадку для кожної пари відрізків, що необхідно округлити, вказується свій радіус.

Щоб виконати округлення двох відрізків необхідно на панелі інструментів "Ескіз" натиснути кнопку  "Округлення". В Менеджері властивостей з'явиться діалогове вікно "Округлення" (рис. 2.5), в якому можна задати радіус округлень, наприклад, 5 мм. Цей розмір задається в розділі "Параметри округлення". Задавши розмір, необхідно вказати два відрізки, кут між якими буде округлюватися.

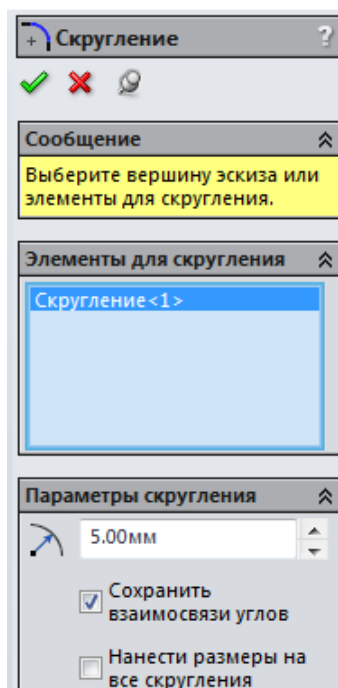



Рисунок 2.5 – Діалогове вікно "Округлення"

Додавання фаски. Інструмент "Фаска" застосовує обробку типу фаски до суміжних елементів в дво- і тривимірних ескізах. Даний інструмент доступний в 2D і 3D ескізах. Інструмент "Фаска" на панелі інструментів «Елементи» створює фаски на таких об'єктах, як кромки в деталях.

Щоб додати в ескіз фаску необхідно на панелі інструментів "Ескіз" натиснути кнопку  "Фаска". В Менеджері властивостей з'явиться діалогове вікно "Фаска", в якому є вкладка "Налаштування фаски" (рис. 2.6).

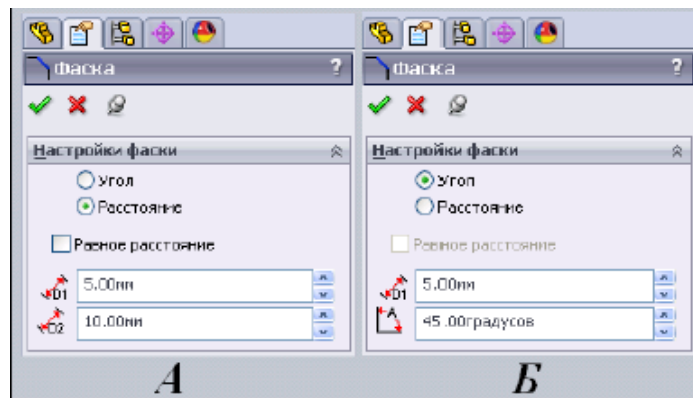


Рисунок 2.6 – Діалогове вікно "Фаска"

В налаштуваннях можна задати параметри фаски наступними способами:

– Якщо необхідно зробити фаску з рівними відстанями, тоді необхідно зробити активним режим "Відстань", встановити прапорець "Рівна відстань" і нижче у вікні задати цю відстань. Катети фаски в цьому випадку будуть однаковими.

– Якщо необхідно зробити фаску з різними відстанями, тоді необхідно зробити активним режим "Відстань", зняти прапорець "Рівна відстань" і нижче в двох вікнах задати відстані по горизонталі і вертикалі відповідно. Катети фаски в цьому випадку будуть неоднаковими (рис. 2.6 А).


– Якщо необхідно задати фаску за допомогою кута, тоді необхідно зробити активним режим "Кут" і нижче в двох вікнах задати розмір одного з катетів і кут нахилу фаски (рис. 2.6 Б).


#### Використання команд прорисовування масивів.

Команди прорисовування масивів призначені для швидкого виконання ескізів з багаторазово повторюваними елементами будь-якої форми. В SolidWorks розрізняють два види масивів – лінійний та круговий масив ескізу.

Лінійний масив. Лінійні масиви використовуються для створення копій, які можна розмістити на однаковій відстані уздовж однієї або двох траєкторій.


Щоб створити лінійний масив необхідно:

1. У відкритому ескізі вибрати "Лінійний масив"  (панель інструментів «Ескіз») або вибрати Інструменти → Інструменти ескізу → Лінійний масив.

2. У вікні PropertyManager в розділі "Елементи масиву" вибрати елементи ескізу для створення масиву .

3. Встановити значення для "Напрямок 1" (Вісь X).

4. Натисніть "Реверс напрямку" .

5. Вказати "Відстань"  між елементами ескізу.

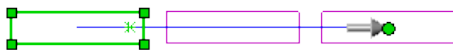
6. Вибрати "Розміщення розміру X", щоб відобразити розмір між об'єктами.

7. Встановіть "Кількість"  об'єктів ескізу.

8. Вибрати параметр "Показати кількість екземплярів", щоб відобразити кількість екземплярів в масиві.

9. Вказати "Кут" , який використовується для створення масиву елементів ескізу.

10. Змінити відстань і кут, перетягуючи обрану точку .





11. Повторити ці операції для "Напрямки 2" (Вісь Y). Також можна вибрати параметр "Розмір кута між осями", щоб відобразити розмір кута між масивами. Якщо обрана кромка моделі для визначення "Напрямки 1", то активується "Напрямок 2". В іншому випадку необхідно вибрати "Напрямок 2", щоб активувати його вручну.



12. Натиснути .




Круговий масив. Щоб створити круговий масив ескізів необхідно:


1. У відкритому ескізі натиснути Круговий масив  (панель інструментів "Ескіз") або вибрати Інструменти→Інструменти ескізу→Круговий масив.

2. У вікні PropertyManager в розділі "Елементи масиву" вибрати об'єкти ескізу для створення масиву .

3. У розділі "Параметри" виконати наступні дії:

a) Натиснути "Реверс напрямку" .

b) Для вибору центру масиву, що відрізняється від вихідної точки ескізу, в графічній області необхідно потягнути точку вибору . Також можна вказати значення в параметрах "Центр X"  і "Центр Y" .

c) Задати "Інтервал" , щоб вказати загальну кількість градусів у масиві.


d) Вибрати "Рівний крок", щоб елементи масиву розташовувалися на рівній відстані один від одного.


e) Вибрати "Розмір радіуса", щоб відобразити радіус кругового масиву.

f) Вибрати "Розміри кутового інтервалу", щоб відобразити розмір між екземплярами масиву.

g) Задати "Кількість"  масиву.

h) Вибрати параметр "Показати кількість екземплярів", щоб відобразити кількість екземплярів в масиві.

i) Задати "Радіус" , щоб визначити радіус масиву.

j) Задати "Кут" , щоб визначити кут, що вимірюється від центру обраних об'єктів до центру або вершини масиву.

4. Натиснути .

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури до даних методичних вказівок

### **Опис лабораторних засобів та обладнання**

Лабораторна робота виконується на персональному комп'ютері стандарту IBM PC під керуванням операційної системи MS Windows зі стандартним пакетом MS Office та програмним комплексом SolidWorks.

### **Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи**

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні даної лабораторної роботи, наведені у додатку А.

### **Послідовність виконання роботи**

1. Відповідно до отриманого варіанту завдання в програмному комплексі SolidWorks виконати побудову ескізу.
2. Продемонструвати результати роботи викладачу.
3. Оформити протокол лабораторної роботи.

### **Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту**

При оформленні звіту з лабораторної роботи до заздалегідь підготовленого протоколу (див. завдання до лабораторної роботи) додається:  
– роздруковані аркуші з результатами виконаної роботи.

#### *Приклад виконання лабораторної роботи.*

**Вихідні данні:** Необхідно побудувати ескіз плити, що зображений на рис. 2.7

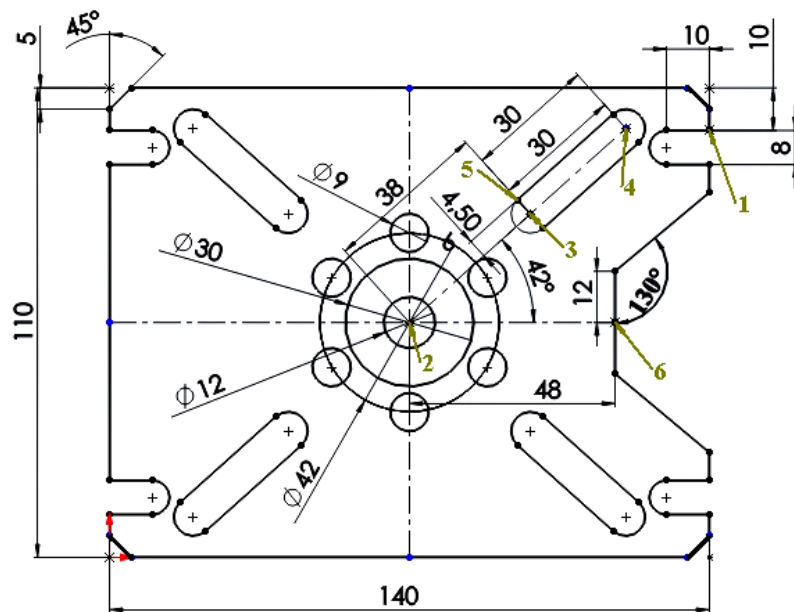





Рисунок 2.7 – Ескіз плити

Побудова ескізу:

1. Запустіть програмний комплекс SolidWorks.
2. Натисніть кнопку "Створити"  нові файли деталей, збірок і креслень.
3. Натисніть кнопку "Деталь" .
4. Натисніть в Дереві конструювання «Top Plane – "Вигляд зверху"».
5. Натисніть кнопку "Ескіз"  на панелі інструментів Ескіз.
6. Створення контуру основи плити почніть з креслення прямокутника будь-якого розміру (натиснувши кнопку цього інструменту), помістивши вершину одного з його кутів в початок координат (2 ребра, що примикають до початку координат, відразу забарвляться чорним кольором). Проставте розміри прямокутника відповідно до варіанту завдання (контури прямокутника стануть чорними, а статус ескізу – «Визначений»)
7. Створення системи координат ескізу. Накресліть вертикальну вісь симетрії натиснувши на кнопку "Осьова лінія" на панелі інструментів ескіз та кнопку "Прив'язка по середнім точкам" на панелі "Швидкі прив'язки" та підведіть мишку до верхньої горизонтальної сторони прямокутника (по середині сторони з'явиться жовта точка). Натисніть по цій точці лівою

кнопкою миші (ЛКМ) та проведіть вертикальну лінію до протилежної сторони прямокутника поки не з'явиться значок "Захват лінії" і натисніть ЛКМ. Аналогічно накресліть горизонтальну осьову лінію.

Натисніть інструмент "Точка" і кнопку "Прив'язка по середнім точкам" на панелі "Швидкі прив'язки". Підведіть мишку до перетину вертикальної та горизонтальної вісі і натисніть ЛКМ.

Виділіть обидві побудовані вісі, натисніть кнопку «Взаємозв'язок» і у вікні «Властивості» в полі «Взаємозв'язки» натисніть на кнопку «Перпендикулярність» і натисніть зелену галочку. Далі, виділіть обидві вісі і точку на їх перетині і у вікні властивостей натисніть кнопки «Перетин» і «ОК». (Перевірка дій: при одночасному виділенні обох осей в вікні «Існуючі взаємозв'язки» повинні стояти записи: перпендикулярність та перетин).

#### 8. Креслення правого верхнього кріпильного паза.

Поставте на правій стороні точку 1 (див. рис. 2.7) і покажіть її відстань від верхньої сторони (на рисунку – 10 мм).

Проведіть відрізок горизонтальної лінії з т.1 (підведіть мишку до точки, щоб з'явилася помаранчева точка під покажчиком (захоплення лінії), натисніть ЛКМ і проведіть горизонтальну лінію довільної довжини). Проставте її розмір (на рисунку – 10 мм).

Нижче і поруч із т.1 з будь-якої іншої точки правої сторони проведіть лінію, паралельну першій до місця, яке SolidWorks вкаже синім пунктиром, і задайте відстань між обома лініями (на малюнку – 8 мм).

З'єднайте ліві кінці ліній дугою сполучення: натисніть на кнопці "Дотична дуга", підведіть мишку до лівої точки однієї з двох сполучених ліній, натисніть ЛКМ і проведіть дугу в лівий кінець іншої лінії.

Відсічіть відрізок контуру, який закриває паз: натисніть на кнопку "Відсікти об'єкти", у вікні "Параметри" натисніть кнопку "Відсікти до найближчого", наведіть мишку до відрізка, який необхідно відсікти і натисніть ЛКМ.


### 9. Створення правого верхнього подовженого пазу.

З центру контуру плити т. 2 проведіть осьову лінію під кутом  $Q = 42^{\circ}$  до горизонталі (цифра – для прикладу) до контуру: натисніть на кнопку "Осьова лінія", підведіть мишку до вихідної точки 2 (вона забарвиться в помаранчевий колір), натисніть ЛКМ і проведіть вісь під довільним кутом; покажіть величину кута і скорегуйте його на заданий в вимірювальному вікні.

Розставте на вісі в місцях, що приблизно відповідають заданим, дві точки (3 і 4 – див. рис. 2.7) – центри дуг спряження країв паза (при відстеженні вісі стежте, щоб під мишкою була присутня помаранчева точка), і розставте задані відстані від центру (38 мм) і між точками (30 мм) відповідно індивідуальному завданню.

В точці 3 встановіть перпендикулярний відрізок до вісі, що дорівнює половині ширини паза: намалюйте з т.3 відрізок прямої, що приблизно перпендикулярний вісі, виділіть відрізок і вісь і накладіть на них зв'язок "Перпендикулярність", викликавши вікно зв'язків, потім натиснувши кнопку «Перпендикулярність» в полі «Додати зв'язки»); покажіть розмір відрізка (4,5 мм), скорегувавши його на необхідний. Виділіть відрізок і у вікні «Властивості» встановіть галочку в вікні "Допоміжна геометрія".

З верхньої точки 5 відрізка проведіть відрізок, паралельний осі заданого розміру: проведіть відрізок приблизно до перпендикуляра до т. 4 (30 мм) і накладіть на відрізок і вісь зв'язок "Паралельність" (відрізок стане чорного кольору).

Виділіть відрізок і вісь і натисканням кнопки "Дзеркальне відображення"  створіть другу кромку паза.

З'єднайте обидва кінці відрізків дугами сполучення, аналогічно сполученню країв кріпильного паза з 4-го підпункту 7 пункту – паз готовий: лінії його чорні, і статус ескізу – "Визначений".

#### 10. Креслення стикувального вирізу.

Проводиться аналогічно побудові паза з розміщенням на горизонтальній осі т. 6 на відстані від центру 2 – 48 мм (див. рис. 2.7), кресленням перпендикуляра в цій точці, завданням його величини 12 мм і зв'язку з горизонтальною віссю виду "Перпендикулярність", проведенням похилої кромки вирізу під заданим кутом  $130^{\circ}$  до вертикалі, дзеркальним відображенням побудованих елементів відносно горизонтальної вісі і вирізанням відрізків контуру і горизонтальної вісі всередині вирізу.

11. Симетричні елементи ескізу (наприклад, кріпильні пази по контуру плити – див. рис. 2.7) утворюються шляхом відображення вихідного елемента щодо відповідної вісі симетрії. Наприклад, лівий верхній паз виходить шляхом дзеркального відображення вихідного правого паза щодо вертикальної вісі шляхом виділення всіх елементів правого паза і вертикальної вісі з подальшим натисканням кнопки "Дзеркальне відображення".

#### 12. Креслення ескізу центрального отвору.

З центру контуру плити т. 2 будуємо коло заданого діаметру (12 мм): натисніть на кнопку "Окружность" на панелі "Ескіз", підведіть мишку до вихідної точки 2 (вона забарвиться в помаранчевий колір), натисніть ЛКМ і намалюйте коло та проставте розмір його діаметру.


#### 13. Креслення ескізу вирізу навколо центрального отвору.

З центру контуру плити т. 2 будуємо коло заданого діаметру (30 мм): натисніть на кнопку "Окружность" на панелі Ескіз, підведіть мишку до вихідної точки 2 (вона забарвиться в помаранчевий колір), натисніть ЛКМ і намалюйте коло та проставте розмір його діаметру.

#### 14. Створення симетричної групи круглих отворів інструментом "Круговий масив ескізу".


Створіть коло заданим діаметром (42 мм) на якому будуть розташовані центри масиву отворів і задайте його властивість "Допоміжна геометрія".

Накресліть коло малого діаметра (9 мм) (з центром в точці перетину вертикальної осьової лінії і кола діаметром 42 мм) і позначте його діаметр.

Виділіть велике (42 мм) і мале (9 мм) коло і натисніть на кнопку "Круговий масив" .

У вікні Параметри в полі "Реверс напрямлення" вкажіть точку, відносно якої буде створюватися масив (т.2) і замініть кількість отворів у полі «Кількість екземплярів» на необхідну (в прикладі – 6). Натисніть кнопку "Enter".

#### 15. Створення фасок на кутах ескізу плити.

Натисніть кнопку "Фаска"  на панелі "Ескіз" і в нижніх віконцях панелі встановіть відстань і кут з вашого варіанту. Натисніть ЛКМ на краях плити, утримуючи клавішу <Ctrl> та виділіть їх.

#### 16. Ескіз плити побудовано.

При оформленні звіту з лабораторної роботи до заздалегідь підготовленого протоколу (див. завдання до лабораторної роботи) додається:

- роздруковані аркуші з результатами виконаної роботи;
- опис по етапах порядку створення ескізу.

### **Контрольні запитання**

1. Які існують способи створення простого ескізу?
2. Перерахуйте основні елементи формування ескізу?
3. Які статуси ескізу існують? Чим вони відрізняються?
4. Для чого використовується інструмент "Округлення"?
5. Які існують види масивів? Для чого вони використовуються?

## Лабораторна робота №3

### Створення тривимірної моделі деталі в SolidWorks

**Мета та основні завдання:** Виробити у студентів уміння і навички побудови тривимірних твердотільних моделей у програмному комплексі SolidWorks.

**Завдання<sup>1</sup>.** Розглянути основні методи та команди побудови тривимірної моделі деталі. Ознайомитися з інструменти створення твердотільної геометрії в SolidWork. Побудова лінійних та кругових масивів.



### Короткі теоретичні відомості

Основні способи створення твердотільних елементів. В загальному випадку тривимірна твердотільна модель деталі в SolidWorks складається з безлічі «сконструйованих» елементів, або елементарних об'ємів. Найзагальнішими способами опису тривимірних об'єктів є табличні способи, в яких обмежуюча об'єм формують поверхня визначається масивом крапок з відомими координатами. Такий спосіб використовується в універсальних форматах файлів для зберігання інформації про тривимірні об'єкти. Для побудови об'ємів зручнішим є аналітичний спосіб: формують поверхні є результатом руху направляючих відрізків уздовж одного або декількох створюючих. До основних типів елементів в SolidWorks відносяться:

1. Витягування (рух по прямій лінії);
2. Обертання (рух по колу);
3. По траєкторії (рух уздовж довільної кривої);
4. По перетинах (рух декількох довільних створюючих уздовж декількох довільних направляючих).

---

<sup>1</sup> Відповіді на зазначені теоретичні питання занести в протокол при підготовці до виконання лабораторної роботи.

Витягнуті об'єкти. Операцію "Витягування" можна представити як процес переміщення нарисованого в ескізі контуру уздовж деякого відрізка (внаслідок переміщення кола буде одержаний циліндр). Щоб активізувати операцію, необхідно виконати команду на панелі інструментів "Витягнута Бобишка/Основа"  (для створення основи) або "Витягнутий Виріз"  (для створення вирізу в побудованому твердому тілі).

При побудові елемента методом "Витягування" в менеджері властивостей відображаються три складові у вигляді трьох панелей (рис.3.1):

- початкова умова для створення елемента (панель «Вид»);
- граничні умови;
- модифікації команди.

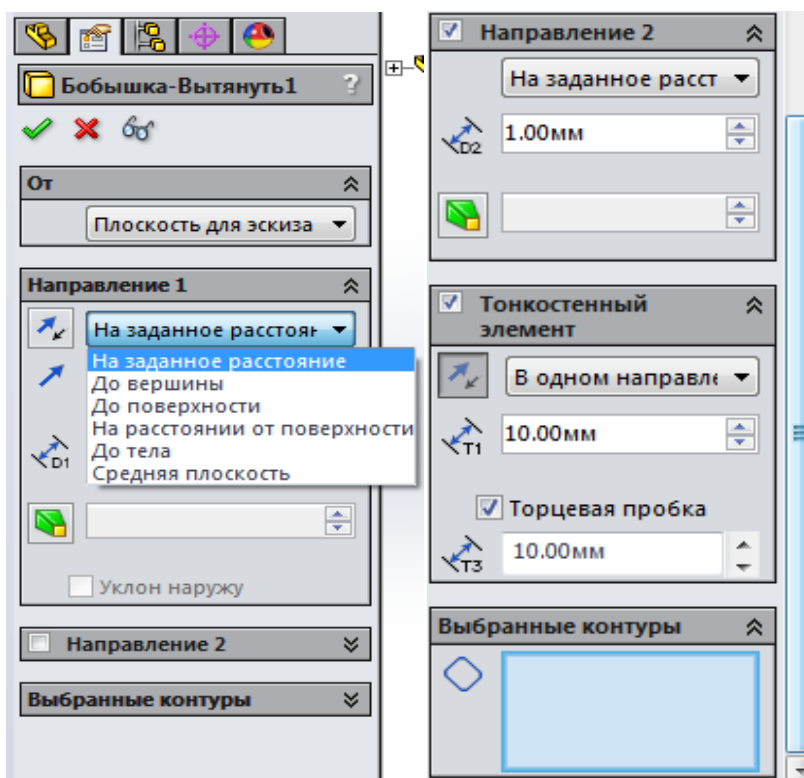


Рисунок 3.1 – Менеджер властивостей при виконанні команди "Витягнута Бобишка/Основа"

Комбінації цих складових призводять до того, що для одного і того ж ескізу будуть побудовані різні варіанти конструкцій твердого тіла. Як початкова умова для створення елемента можуть бути задані:

- площина ескізу;
- поверхня, грань, площина або вершина 3D моделі;
- зсув.

У першому випадку тверде тіло буде побудоване від площини, на якій знаходиться ескіз, в другому – від вибраного геометричного елемента, а в третьому – від умовної поверхні, зміщеної паралельно площині ескізу на задану відстань.

При виборі в якості початкової умови поверхонь, граней або площин контур елемента "Витягнута бобишка/основа" повинен повністю знаходитися в їх межах.

Граничні умови служать для визначення меж витягнутого елемента. Якщо уявити, що операція витягування виконується шляхом переміщення ескізу уздовж направленою відрізка, то роль його першої точки виконуватимуть початкові умови, а другої – граничні. Всього є вісім умов, які в якості початкової інформації повинні приймати або чисельні значення розмірів, або геометричні об'єкти:

1. *На задану відстань* – визначає межу витягнутого елемента шляхом явної вказівки глибини витягування (значення можна задавати в чисельному вигляді або перетягуванням мишкою стрілки-напряму).

2. *Через все* – ескіз витягується через всю існуючу геометрію.


3. *До наступної* – витягується елемент від площини ескізу до наступної поверхні, що затуляє весь профіль (наступна поверхня повинна належати батьківській деталі).

4. *До вершини* – ескіз витягується до розташованої паралельно площини, що проходить через задану вершину.

5. *До поверхні* – елемент заповнює область від площини ескізу до вибраної поверхні.

6. *На відстані від поверхні* – елемент заповнює область від площини ескізу до поверхні, рівновіддаленої від вибраної.


7. *До тіла* – будується елемент від площини ескізу до заданого тіла (використовується в багатотільних деталях, збірках, ливарних формах).

8. *Від середньої поверхні* – елемент створюється шляхом витягування ескізу на рівні відстані в обох напрямках від площини побудови ескізу. Обмежувати витяжку можна тільки в одному напрямі. Оскільки ескіз щодо площини побудови дозволяється витягувати в двох взаємно протилежних напрямках, застосовуються дві панелі інструментів "Напрямок 1" і "Напрямок 2". Змінити напрям витягування на протилежний можна, натиснувши кнопку "Реверс напрямку" , яка розташована зліва від списку, що розкривається.

Елементи обертання. Елементи обертання додають або видаляють матеріал шляхом повороту одного або декількох профілів навколо осьової лінії. Можна створювати "Обертання бобишки/основи", "Обертання вирізів" або "Обертання поверхні". Елементи обертання можуть бути твердотільними елементами, тонкостінними елементами або поверхнею.

При створенні тіл обертання існує декілька обмежень:

1. В ескізі повинна бути присутня мінімум одна лінія з властивістю допоміжна геометрія – вісь обертання;
2. Контур не може перетинати осьову лінію або торкатися її в ізольованій точці;
3. Контур повинен бути замкнутим (інакше буде створена тонкостінна деталь).

Інструмент "Обертання бобишка/основа"  надає три можливі варіанти побудови моделі: "Елемент обертання", "Тонкостінний елемент" і елемент, що побудований на основі замкнутих вибраних контурів ескізу (рис. 3.2).

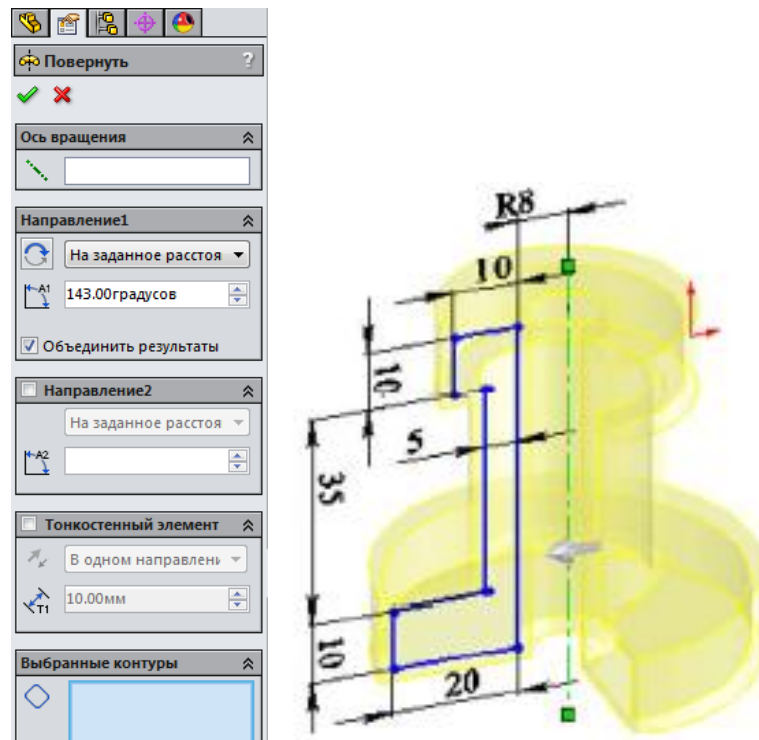


Рисунок. 3.2 – Побудова елемента "Обертання"


Ескіз поверненого елемента може складатися з одного або декількох замкнутих контурів, осей обертання, побудованих осьовою допоміжною лінією. Якщо в ескізі декілька осей, то вісь, навколо якої буде обертатися контур, необхідно вказати при побудові твердотільного елемента (при натисненні лівої кнопки миші).

При побудові елемента обов'язково повинні бути вказані напрям і кут повороту (рис. 3.2).

Тонкостінний елемент обертання застосовується в основному для створення оболонкових форм. Для тонкостінного елемента додатково потрібна вказівка напрямку і чисельного значення товщини (для цього варіанту не обов'язкова наявність замкнутого контуру). Варіант побудови тіла обертання на основі "Вибраних" контурів застосовується у разі, коли контур обертання вдається задати тільки у вигляді комбінації окремих складних фігур.

При виборі способу побудови твердого тіла методом обертання необхідно враховувати ступінь складності профілю ескізу. Спочатку

складність ескізу для елементів, одержаних обертанням, буде вищим. У загальному випадку, чим складніший ескіз, тим менша кількість конструктивних елементів знадобиться для побудови деталі, раціональніше будуть використані ресурси комп'ютера. Проте розробнику простіше контролювати процес побудови моделі, якщо ескізи будуть максимально спрощені (у ескізах не містяться дрібні конструкційні елементи: округлення і фаски).

Елемент по траєкторії. При використанні елементу "По траєкторії"  створюються основа, бобишка, виріз або поверхня шляхом переміщення контуру (профілю) по направляючій (маршруту). На відміну від елементів "Витягнута бобишка/основа" і "Повернена бобишка/основа" для побудови елементу "По траєкторії" необхідно виконати два ескізи: один ескіз із зображенням профілю, другий – із зображенням маршруту руху.

Основні правила побудови елементу "По траєкторії":

1. Профіль повинен бути замкнутим для основи або бобишки по траєкторії, для елементу поверхні по траєкторії профіль може бути замкнутим або розімкненим;
2. Як напрям може виступати розімкнена або замкнута крива;
3. Напрямок може бути множиною з намальованих кривих, що містяться в одному ескізі, кривою або безліччю кромek моделі;
4. Початкова точка напряму маршруту повинна лежати на площині профілю.

На рис.3.3 показаний приклад побудови тривимірної моделі заготовки методом "Витягнутої Бобишки/Основи" по "Траєкторії". Ескізи профілю і напряму побудовані на взаємно перпендикулярних площинах "Спереду" і "Зверху" відповідно.

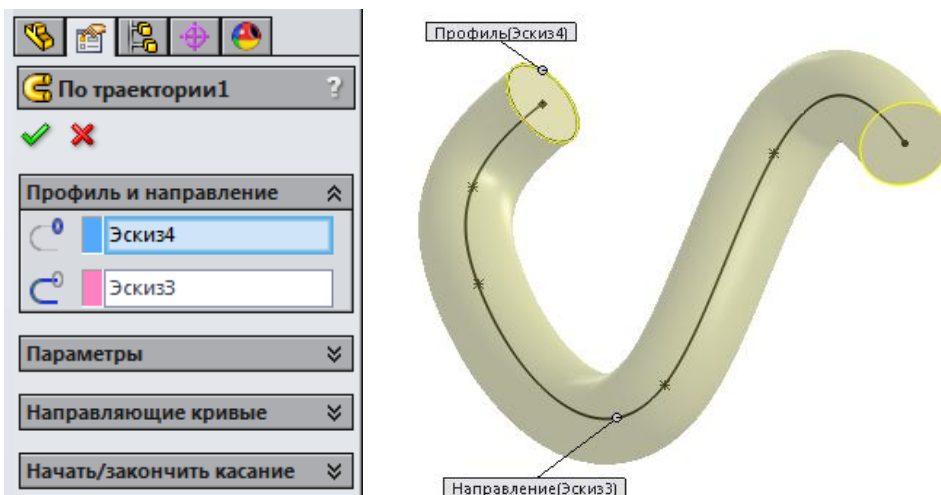



Рисунок 3.3 – Побудова елементу "По траєкторії"

Зміст вкладок "Параметри" і "Почати, закінчити торкання" елементу "По траєкторії" використовується для створення складної геометрії моделі. Опція "Направляючі криві" використовується для визначення ліній, що направляють профіль, коли він витягується уздовж маршруту.

Елементи по перетинах. Команда "По перетинах"  створює елемент шляхом побудови переходів між профілями (рис. 3.4). Елемент "По перетинах" може бути основою, бобишкою, вирізом або поверхнею. Для конструювання такого елемента необхідно не менше двох перетинів.

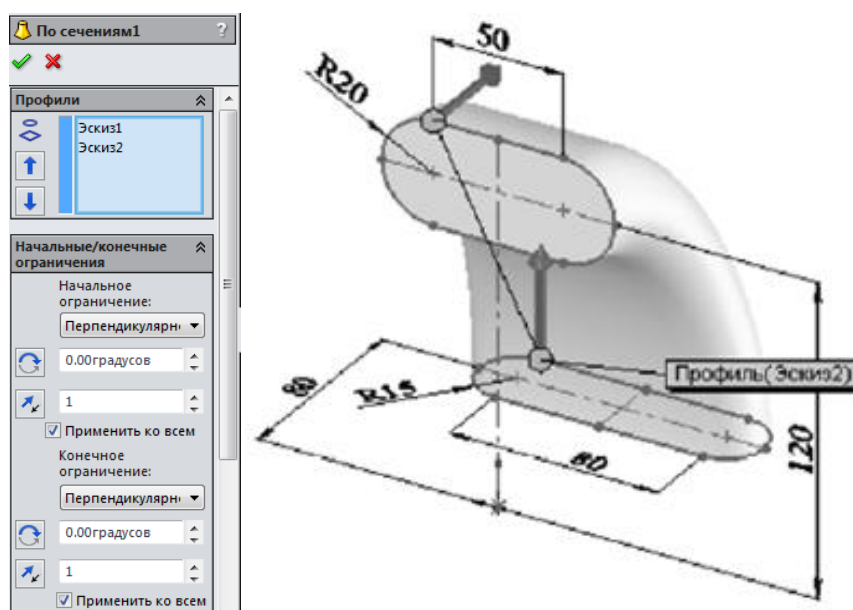




Рисунок 3.4 – Побудова елементу "По перетинах" з використанням початкових і кінцевих обмежень

У вікні "Профілі" необхідно вказати контури, які використовуються для створення елемента "По перетинах". В якості профілю можна застосовувати:

- плоскі ескізи на площинах тривимірного простору;
- грані (не обов'язково плоскі) раніше побудованої моделі або грані, створені лініями роз'єму, плоскими профілями або поверхнями;
- кромки існуючих елементів;
- точки ескізу (як крайні профілів).

Для твердотільного елемента "Бобишка/основа по перетинах" крайні профілі обов'язково повинні бути гранями моделі, плоскими ескізами або точками.

Елементи "По перетинах" будуються на основі порядку вибору профілю. Зміна порядку виконується за допомогою кнопок  і .

Обов'язковою складовою елементу "По перетинах" є направляюча крива. Навіть якщо направляюча крива не була побудована заздалегідь в окремому ескізі, її роль виконує уявна лінія, яка утворюється в процесі вибору перетинів і відображається в графічній області. Керувати віртуальною направляючою можливо переміщенням її кінцевих точок (рис. 3.4).


Для точної побудови тривимірної геометрії методом "По перетинах" використання направляючих кривих є обов'язковим. Основними вимогами до направляючої кривої є:

1. Направляюча має лежати у площині, яка перетинає площини перерізу;
2. Направляюча повинна перетинати профілі;
3. В якості направляючої можна використовувати лінії раніше створених об'єктів.

Елементи "По перетинах" є найбільш складними для побудови з усіх чотирьох аналітичних способів побудови трьохмірної геометрії в SolidWorks.

Побудова лінійних та кругових масивів. В загальному випадку будь-який масив заснований на початковому елементі. Процес проектування з використанням масивів компонентів складається з двох етапів:

1. Створюється базова частина деталі.
2. Тіло копіюється за допомогою відповідного інструменту з метою отримання геометрії, що залишилася.

Найпростішою формою створення тривимірного масиву є "Дзеркальне відображення" . Для дзеркального відображення необхідно виділити площину симетрії (будь-яка площина або грань моделі), а також елементи, грані або тверді тіла, які необхідно скопіювати (рис. 3.5).

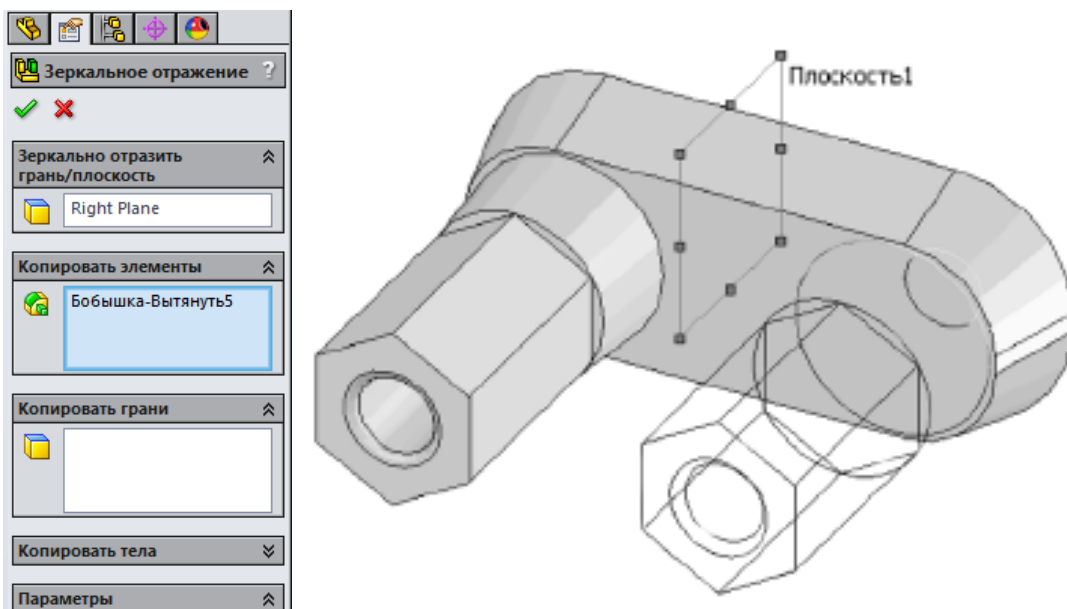


Рисунок 3.5 – Побудова елемента з використанням команди "Дзеркальне відображення"

Лінійний масив. Для створення лінійного масиву (рис. 3.6) необхідно:

1. Створити основу, а в ній елементи (бобишки або вирізи), які повинні повторюватися;
2. Виконати команду Вставка → Масив/Дзеркало → Лінійний масив;
3. Активізувавши графу "Копіювати елементи", вказати елементи, з яких повинен бути утворений масив;

4. Натиснути на кромку моделі або розмір, щоб вказати напрямок масиву або розмір для параметра "Перший напрямок" (використовують "Реверс" напрям, щоб змінити його на протилежний);

5. Ввести значення "Інтервалу" (відстань між відповідними точками на копіях) і "Числа елементів" масиву.

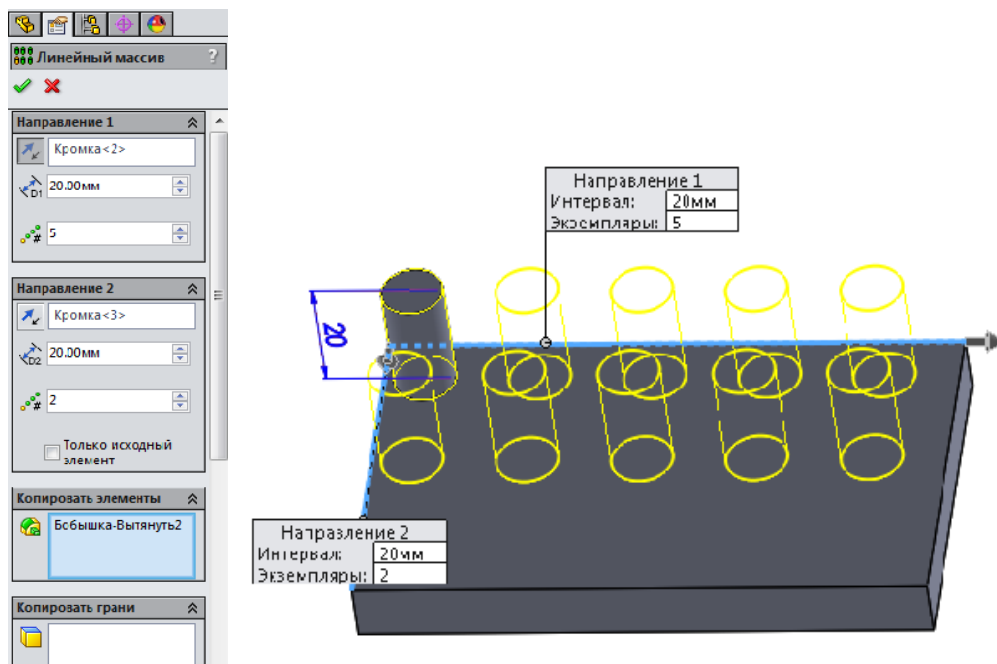


Рисунок. 3.6 – Побудова елемента з використанням команди "Лінійний масив"

Круговий масив. Для створення кругового масиву (рис. 3.7) необхідно:

1. Створити основу, а в ній елементи (бобишки, вирізи або отвори), які повинні повторюватися;

2. Створити вісь (можна використовувати тимчасову вісь) або використати існуючу лінійну кромку або вісь, навколо якої буде утворений масив;

3. Виконати команду Вставка → Масив/Дзеркало → Круговой масив;

4. В графі "Копіювати елементи" вказати на елемент (елементи), з якого створюється масив;

5. Вибирати вісь або кутовий розмір для визначення масиву;

6. Вказати "Інтервал" в градусах і "Число елементів";
7. Для направлення проти годинникової стрілки натиснути "Реверс";
8. Вибрати "Геометричний масив", якщо необхідно зробити точну геометричну копію граней і кромek вихідного елемента.

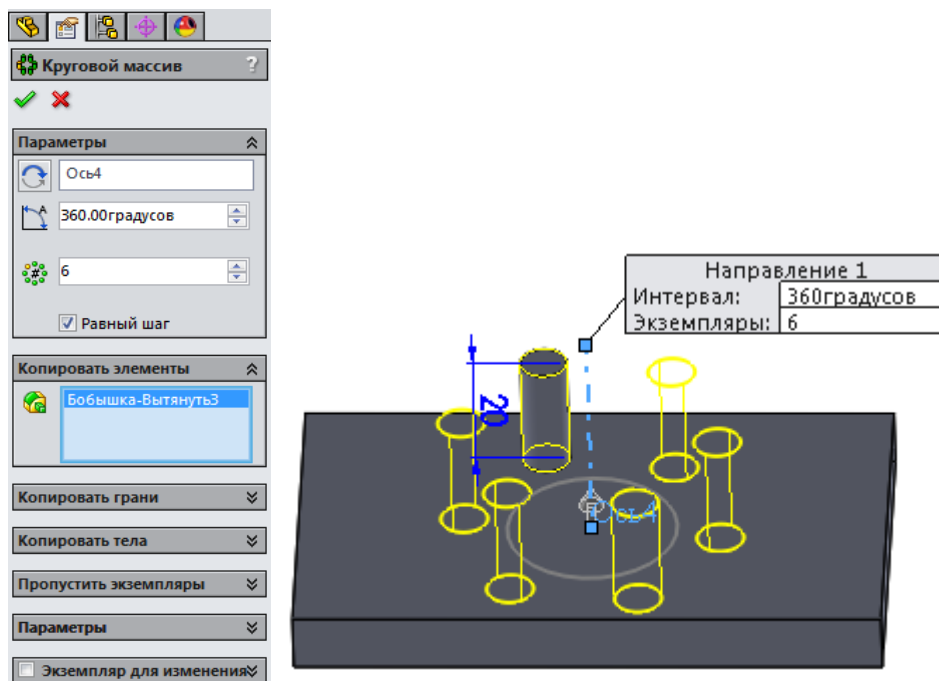


Рисунок 3.7 – Побудова елемента з використанням команди "Круговий масив"

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури до даних методичних вказівок

### **Опис лабораторних засобів та обладнання**

Лабораторна робота виконується на персональному комп'ютері стандарту IBM PC під керуванням операційної системи MS Windows зі стандартним пакетом MS Office та програмним комплексом SolidWorks.

### **Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи**

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні даної лабораторної роботи, наведені у додатку А.

## **Послідовність виконання роботи**

1. Відповідно до отриманого варіанту завдання в програмному комплексі SolidWorks виконати побудову тривимірної моделі деталі.
2. Продемонструвати результати роботи викладачу.
3. Оформити протокол лабораторної роботи.

## **Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту**

При оформленні звіту з лабораторної роботи до заздалегідь підготовленого протоколу (див. завдання до лабораторної роботи) додається:

- роздруковані аркуші з результатами виконаної роботи;
- опис по етапах порядку створення тривимірної моделі деталі.

## **Контрольні запитання**

1. Що таке тривимірна модель деталі? Чим відрізняється тривимірна модель від аксонометричної проекції деталі?
2. Перерахуйте основні типи елементів, які використовуються при створенні тривимірної моделі деталі?
3. Які обмеження накладаються при створенні тіл обертання?
4. Які основні правила для побудови елемента "По траєкторії"?
5. Сформулюйте основні етапи створення лінійного та кругового масивів?

## **Лабораторна робота №4**

### **Оформлення креслень у SolidWorks**

**Мета та основні завдання:** Набути навичок оформлення креслень в режим Drawing (Чертеж) програми Solidworks.

**Завдання<sup>1</sup>.** Побудова основних видів, розрізів, редагування креслення. Нанесення розмірів на кресленнях.

### **Короткі теоретичні відомості**

Тривимірною моделлю SolidWorks може бути створена у формі деталі, складальної одиниці і креслення. Деталі, складальні одиниці і креслення відображають одну й ту ж модель в різних документах.

Креслення створюються на основі шаблонів, що містять необхідні настройки, які включають тип стандарту, основний напис, шрифт, товщини ліній тощо, що використовуються за замовчуванням. Шляхи до шаблонів вказуються в розділі *Місцезнаходження файлів* діалогу *Налаштування користувача*

Файли шаблонів мають наступні розширення:

деталь . prtdot

збірка asmdot

чкреслення . drwdot, slddrt

Взаємозв'язок між деталями, складальними одиницями та кресленнями гарантує автоматичне коригування всіх взаємопов'язаних елементів моделі.

У SolidWorks підтримується виконання креслень відповідно до стандартів ЕСКД (ГОСТ), ANSI, ISO, JIS і ряду інших. Для оформлення креслярсько-конструкторської документації у повній відповідності до стандарту рекомендується використання налаштованих шаблонів.

---

<sup>1</sup> Відповіді на зазначені теоретичні питання занести в протокол при підготовці до виконання лабораторної роботи.

В Україні креслення виконуються відповідно до стандартів ЕСКД. Щоб швидко виконувати креслення відповідно до стандарту, рекомендується встановити в SolidWorks шаблони форматів від А1 до А4 з основними написами, а також бланки специфікацій.

### Створення креслення за допомогою діалогового вікна

#### New Document SolidWorks (Створення документа SolidWorks)

Після побудови 3D моделей деталей та вузлів необхідно створити двовимірні – 2D креслярські зображення, які є основою процесу проектування та виготовлення технічних виробів. В основному це обумовлено тим, що на таких кресленнях елементи виробів зображуються без спотворення – в натуральну величину.

Для створення креслень у Solidworks призначене спеціалізоване середовище — режим Drawing (Креслення), в якому є інструментарій, необхідний для створення і редагування креслярських видів, а також для додавання розмірів і приміток, що супроводжують креслення.

Щоб створити новий документ для роботи з двовимірним кресленням, необхідно викликати діалогове вікно New Solidworks Document (рис. 4.1), далі вибрати кнопку Drawing (Креслення), і клацнути на кнопці ОК.

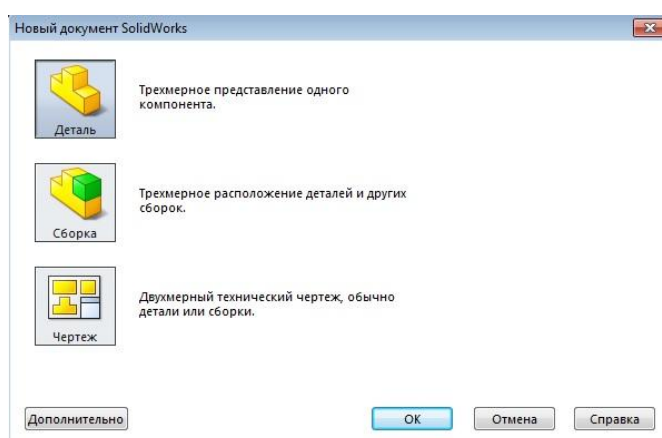


Рисунок 4.1 – Діалогове вікно New SolidWorks Document

Буде створений новий документ креслення, і на екрані з'явиться діалогове вікно Sheet Format/size (Формат аркуша / Розмір) (рис. 4.2).

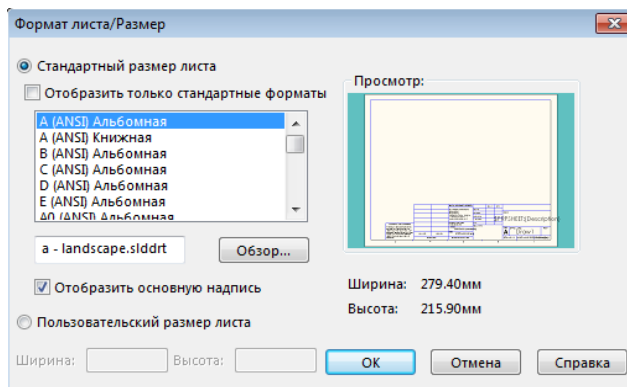


Рисунок 4.2 – Діалогове вікно Sheet Format/Size

У цьому вікні необхідно вибрати один з наявних шаблонів креслення. Програма створить новий документ креслення (рис. 4.3). Більшу частину площі екрану праворуч займає робоче поле креслення у вигляді формату A3, ліворуч від якого розміщується менеджер властивостей об'єктів, що створюються в документі креслення. Менеджер властивостей у різних своїх формах з'являється на екрані автоматично при створенні документа креслення та при створенні і редагуванні об'єктів на кресленні.

На панелі інструментів за допомогою миші необхідно натиснути кнопку Вид моделі, після чого з'явиться менеджер властивостей Model View (Вид моделі) (рис. 4.3).

Відображення менеджера властивостей та зміст його частин буде залежати від того, чи був відкритий в SolidWorks документ деталі або складальної одиниці, перед тим як почали створювати новий документ креслення.

В Solidworks існує два способи створення ескізів (двовимірних креслень):

- автоматична генерація креслярських видів (проекційних зображень) на основі 3D моделі деталі або вузла;
- створення креслярських видів як ескізів із набору ліній в режимі Drawing (Креслення).

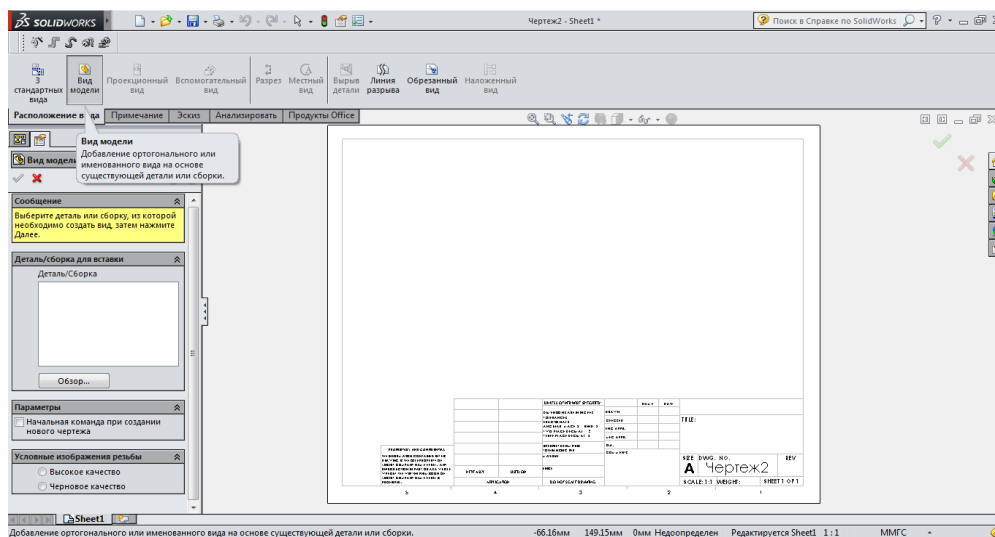



Рисунок 4.3 – Новый документ кресления з менеджером властивостей Model View (Вид моделі)

Після того як новий документ креслення для автоматичної генерації видів створили необхідно клацнути кнопку "Обзор" на менеджері властивостей (рис. 4.3).

Відкриється провідник (рис. 4.4), у якому необхідно вибрати деталь і відкрити її. Переміщенням курсору на робочому полі креслення розташуйте проекційні зображення деталі приблизно так як це показано на рис. 4.5. Кількість проекційних зображень Solidworks не обмежує. Натисніть ОК .

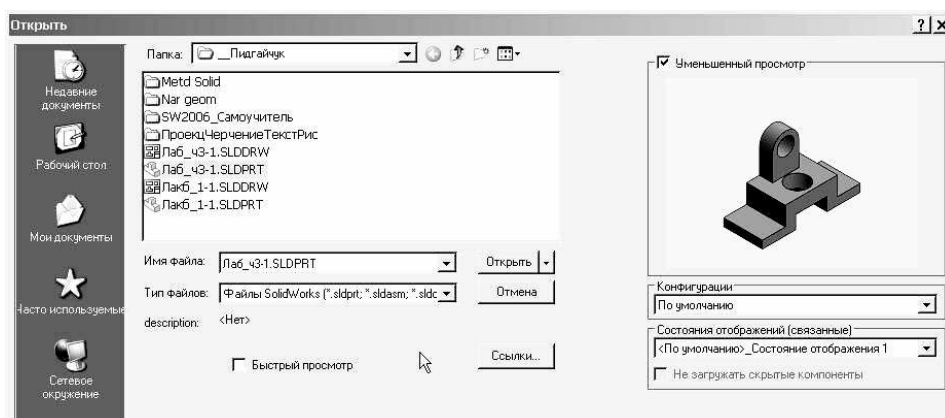


Рисунок 4.4 – Вікно провідника, в якому вибирають модель

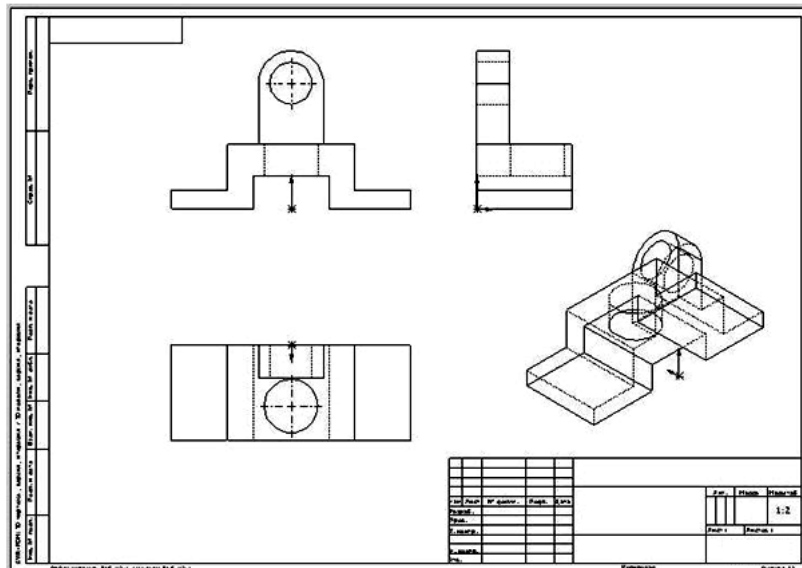


Рисунок 4.5 – Розташування проєкцій на робочому полі листа Solidworks

Для додавання нових креслярських видів та редагування вже створених у SolidWorks існує набір команд, панель інструментів з якими показана на рис 4.6. Підказка до змісту команди з'являється після підведення курсору до кнопки на панелі.

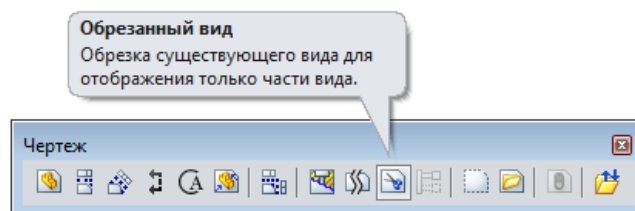
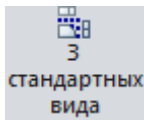


Рисунок 4.6 – Панель інструментів для створення та редагування видів і розрізів

Як правило, спочатку слід створити **стандартний креслярських вид**, наприклад вид зверху або вид спереду, а потім використовувати цей вид для отримання інших видів. Після того, як створено стандартний вид, від нього можна створювати інші види.

Розглянемо команди призначені для створення і редагування креслярських видів.

## Три стандартних креслярських види



Команда додає три стандартних креслярських зображення: вид спереду, вид зверху, вид зліва. Тип і орієнтація видів може бути за першим або за третім кутом. Орієнтація за першим кутом використовується у Європі та підтримується ЕСКД. Орієнтації видів встановлюється у вікні "Властивості листа" (рис. 4.7), що відкривається, якщо клацнути правою кнопкою миші на вільному місці листа (рис. 4.5) і вибрати пункт "Властивості".

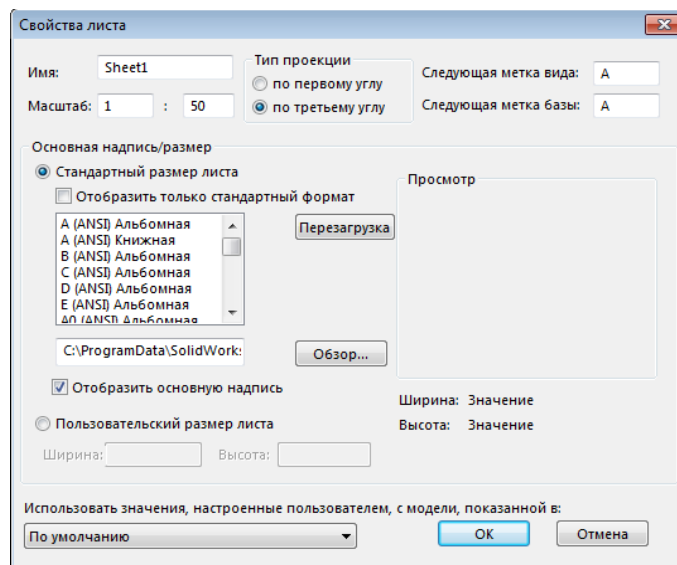


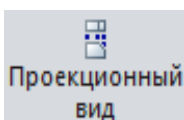
Рисунок 4.7 – Діалогове вікно "Властивості листа"

## Вид моделі



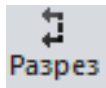
Команда використовується для створення основного виду креслення, від якого потім можна створювати проєкційні види. Основним видом моделі може бути такий як фронтальний вид або інші: вид зверху, вид зліва тощо.

## Проєкційний вид



Команда призначена для створення виду на основі існуючого (батьківського) виду. Цей вид створюється при проєктуванні ліній, перпендикулярних або направлених під кутом до батьківського виду. Отриманий вид буде ортогональним видом.

## Розріз



Розріз у SolidWorks створюється шляхом розрізання частини існуючого виду за допомогою площини і подальшого перегляду батьківського виду з напрямку, нормального до площини розрізу. Інструмент Section View (Розріз) можна використовувати для створення повного або половинчастого розрізу (рис. 4.8). Повний розріз визначається за допомогою одного відрізка лінії, половинчастий розріз — за допомогою трьох (рис 4.8).

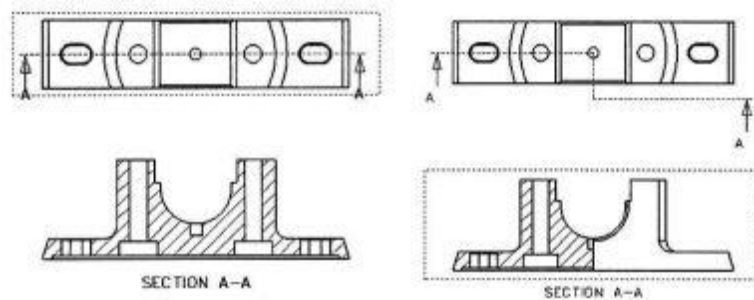



Рисунок 4.8 – Приклади повного і половинчастого розрізів

Для створення повного розрізу необхідно активувати вид, в якому потрібно створити лінію розрізу (лінія A\_A на рис.4.8). Під курсором з'явиться значок вигляду і відобразиться його рамка. Після цього необхідно натиснути на кнопці Section View (Розріз) в менеджері команд Drawing (Креслення). На екрані з'явиться менеджер властивостей Section View (Розріз), в якому буде запропоновано побудувати ескіз лінії для продовження створення розрізу. Після активування виду накресліть лінію, яка буде визначати положення площини розрізу. Як тільки буде заданий кінець лінії розрізу, розріз буде визначений і прикріплений до курсору. Необхідно вибрати точку в місці бажаного розташування розрізу на кресленні і натиснути ОК .

Якщо необхідно створити половинчастий розріз або складний ступінчастий розріз, необхідно побудувати всі відрізки ліній, які визначають січну площину, потім виділити їх і клацнути на кнопці Section View (Розріз) (рис. 4.6). Розріз буде побудований і прикріплений до

курсору. Після цього необхідно перемістити курсор і вказати точку на аркуші креслення для розміщення розрізу, натисніть ОК . Ім'я креслярського виду і масштабний коефіцієнт відобразяться під розрізом. Менеджер властивостей Section View (Розріз) залишиться активним, як показано на рис. 4.9. За допомогою прапорця Flip direction (Змінити напрямок) можна змінити напрямок розрізу. Зображення розрізу на аркуші креслення буде автоматично змінено.

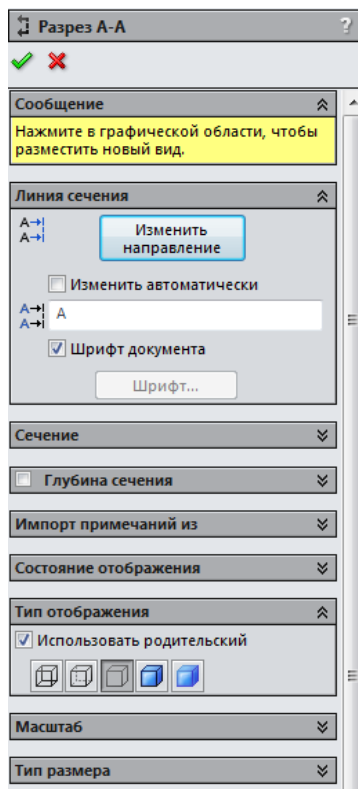


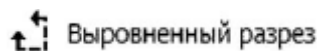
Рисунок 4.9 – Менеджер властивостей Section View (Розріз)

При створенні розрізу і розміщенні його на кресленні розріз вирівнюється відносно батьківського виду в напрямі стрілок на лінії розрізу. Якщо потрібно зняти це вирівнювання, то утримуйте клавішу Ctrl і перемістіть розріз в потрібне місце.

Тип штрихування, який за замовчуванням використовується в розрізі, залежить від матеріалу, призначеного для моделі.

В менеджері властивостей Section View (Розріз) існує ряд інших параметрів за допомогою яких можна створювати часткові розрізи і перерізи.

### Вирівняний розріз



Вирівняний розріз використовується для розрізання елементів, які розташовані під певним кутом по відношенню до головної площини розрізу. Вирівнювання розрізу полягає в повороті елементів навколо осі, нормальній до площині виду. Вісь, по якій вирівнюється елемент, лежить в площині розрізу.

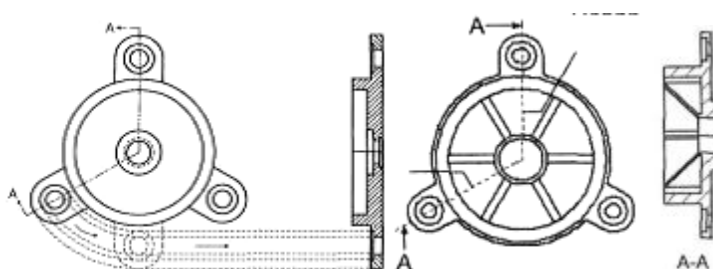
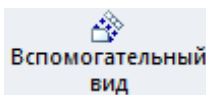


Рисунок 4.10 – Приклади вирівняних розрізів

Для створення вирівняного розрізу необхідно спочатку активувати вид. Далі клацнути на кнопці Aligned Section View (Вирівняний розріз) в менеджері команд Drawing (Креслення). Накреслити лінії, які визначають площину розрізу. Вирівняний розріз буде прикріплений до курсору. Необхідно додати його на аркуш креслення. Отриманий вид буде спроектований перпендикулярно до лінії розрізу, накресленої останньою на ескізі розрізу. Таким чином, щоб отримати вирівняний розріз, аналогічний показаному на рис. 4.10, похила лінія в ескізі розрізу повинна бути накреслена в першу чергу, і тільки за нею накреслити вертикальну лінію.

Можна використовувати більше двох ліній, що задають січні площини вирівняного розрізу. Для цього необхідно побудувати лінії розрізу перед викликом інструменту Aligned Section View (Вирівняний розріз).

## Допоміжний вид



Допоміжний вид утворюється при проектуванні на площину, паралельну до вказаної кромки існуючого виду

(рис. 4.11).

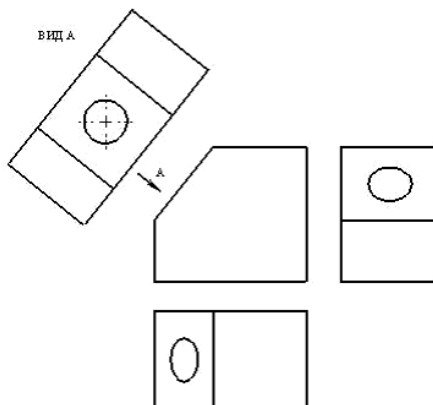
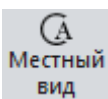


Рисунок 4.11 – Розташування допоміжного виду А

## Місцевий вид



Місцевий вид використовується для відображення частини існуючого виду. Для більш детального відображення обмеженого місця виду можна виділити його частину, збільшити і розмістити на кресленні як окремий вид (рис. 4.12). Масштаб місцевого виду можна змінювати.

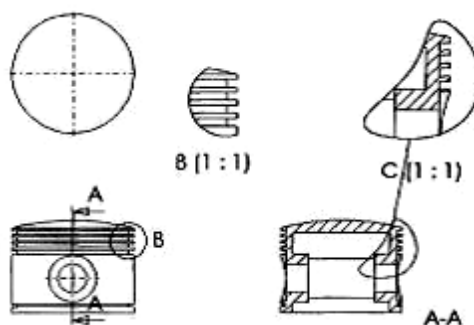
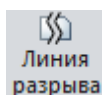


Рисунок 4.12 – Місцеві види, створені на основі існуючих видів

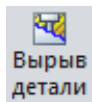
## Роз'єднаний вид



Роз'єднаний вид використовується для відображення компонента без його середньої частини. Цей вид застосовується для відображення компонентів, довжина яких велика по відношенню до

ширини. При цьому вид роз'єднується в горизонтальному або вертикальному напрямку таким чином, щоб креслення помістилося в заданій області.

### Вийнятий розріз



Вийнятий розріз використовується для видалення частини існуючого виду і відображення області моделі або складальної одиниці, яка знаходиться за віддаленою частиною. Цей тип розрізу створюється за допомогою замкненої лінії, пов'язаної з видом.

Щоб створити вийнятий розріз необхідно активувати вид, в якому необхідно створити вийнятий розріз. Для цього потрібно клацнути на кнопці Broken–out Section (Вийнятий розріз) в менеджері команд. На екрані з'явиться менеджер властивостей Broken–out Section (Вийнятий розріз) (рис. 4.13) та курсор сплайна. Повідомлення у менеджері запропонує побудувати замкнений сплайн, в межах якого буде створено зображення розрізу. Побудувати замкнену лінію можна за допомогою курсору сплайна. Якщо існує побудована раніше замкнена лінія, необхідно вибрати її перед клацанням на кнопці Broken–out Section (Вийнятий розріз). Ескіз, побудований для створення винесеного розрізу, зображений на рис. 4.14.

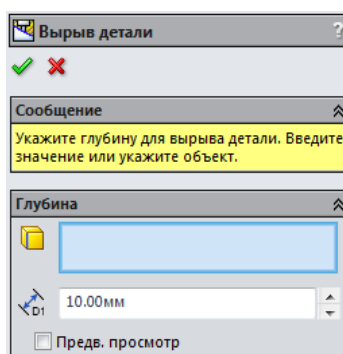


Рисунок 4.13 – Менеджер властивостей Broken–out Section (Вийнятий розріз)

Параметри вийнятого розрізу відображаються в менеджері властивостей Broken-out Section (Вийнятий розріз), як показано на рис. 4.13.

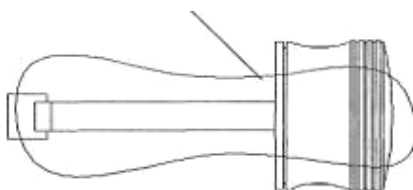


Рисунок 4.14 – Ескіз для створення вийнятого розрізу

Для встановлення глибини вийнятого розрізу можна вибрати геометрію, наприклад, кромку чи вісь на тому ж або на іншому, зв'язаному виді. Для вибору прихованої кромки зручно використовувати режим тривимірного креслярського виду, який запускається з панелі інструментів "Вид" (рис. 4.15.).

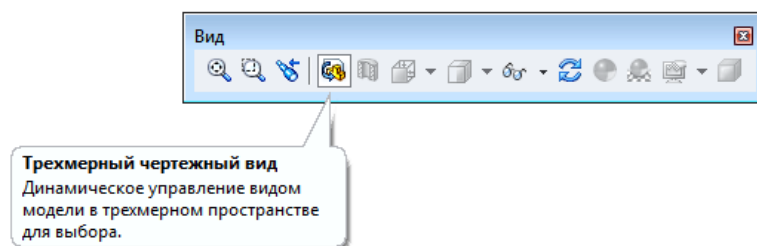
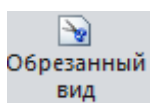


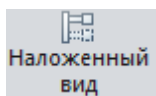
Рисунок 4.15 – Панель інструментів "Вид"

### Обрізаний вид



Обрізаний вид використовується для видалення країв існуючого виду, включеного в контур замкненої лінії ескізу. Частина виду, яка лежить в межах контуру, зберігається, а частина за межами контуру видаляється.

### Накладений вид




Накладений вид використовується для створення виду, в якому можна показати максимальний та мінімальний діапазони руху складальної одиниці. Основне положення складальної одиниці відображається на виді суцільною лінією, а накладений вид на тому ж креслярському виді відображається штриховими лініями.

## Редагування і зміна креслярських видів

У SolidWorks передбачені різні операції редагування і зміни видів. Можна змінити орієнтацію виду, масштаб виду, повернути вид або видалити його, скопіювати вид на інше креслення.

### Зміна орієнтації виду

Орієнтацією виду називається положення моделі відносно основних площин проєкцій, на які відбувається ортогональне проектування моделі. Відповідно до орієнтації види мають різні назви: вид спереду (фронтальний), вид зверху (горизонтальний), вид зліва (профільний).

Для зміни орієнтації необхідно вибрати вид. На екрані відобразиться менеджер властивостей Drawing View (Креслярський вид), розсувна панель якого View Orientation (Орієнтація) показана на рис. 4.16. Потрібно двічі клацнути на тій орієнтації виду, яку необхідно зробити поточною. Орієнтація обраного виду буде змінена. Після цього необхідно клацнути на кнопці ОК . При цьому всі похідні види також змінять свою орієнтацію.

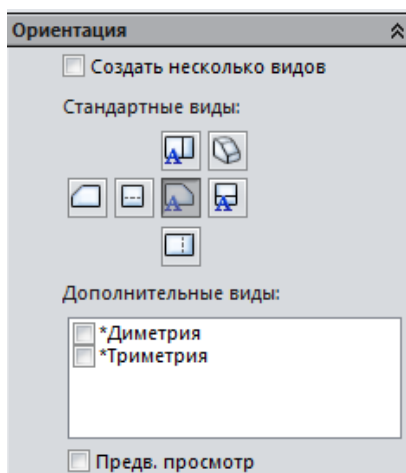


Рисунок 4.16 – Розсувна панель менеджера властивостей для вибору орієнтації виду

### Зміна масштабу видів

Для того щоб змінити масштаб виду необхідно виділити його і на менеджері властивостей (рис. 4.17) в розсувній панелі Scale (Масштаб) вибрати мітку Use custom scale (Використовувати масштаб користувача).

Вказати масштаб виду в полі введення. Зауважимо, що при зміні масштабу похідних видів масштаб вихідного виду не змінюється.

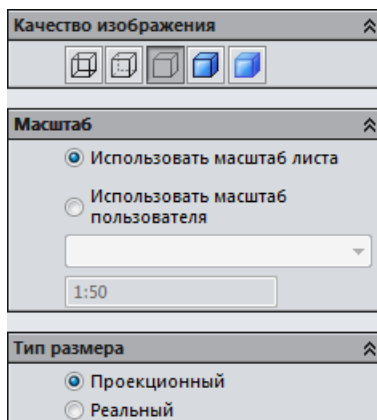



Рисунок 4.17 – Розсувна панель менеджера властивостей для вибору масштабу

### Видалення видів

Непотрібні види видаляються з листа креслення за допомогою дерева конструювання або безпосередньо з листа креслення. Необхідно вибрати вид, який слід видалити, в дереві конструювання, і викликати контекстне меню, в якому вибрати пункт Delete (Видалити). На екрані відобразиться діалогове вікно Confirm Delete (Підтвердити видалення). Клацнути на кнопці Yes (Так). Можна видалити вид, вибравши його безпосередньо на аркуші креслення і натиснувши клавішу Delete.

Однак, при видаленні початкового виду, за яким створювався розріз або місцевий вид, ім'я залежного виду як і початкового відображається в діалоговому вікні Confirm Delete (Підтвердити видалення). Якщо клацнути на кнопці Yes (Так), залежні види також будуть видалені.

### Поворот виду

SolidWorks надає можливість повертати вид в площині креслення. Для того щоб повернути креслярський вид потрібно виділити його і клацнути на кнопці  Rotate View (Обертати вид) на панелі інструментів View (Вид). На екрані відобразиться діалогове вікно Rotate Drawing View

(Обертання креслярського виду), яке показано на рис. 4.18. У ньому можна ввести значення кута повороту або динамічно обертати вигляд за допомогою миші. Якщо встановити прапорець *Dependent views update to change in orientation* (Оновити орієнтацію залежних видів), види, залежні від того що обертається, також змінять свою орієнтацію.

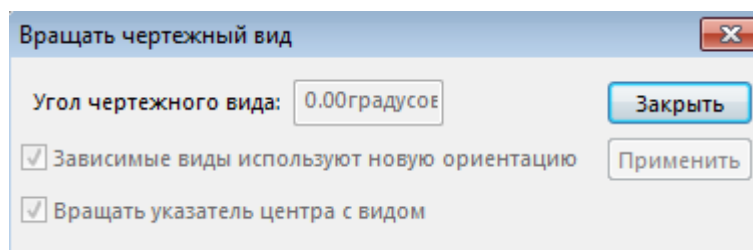


Рисунок 4.18 – Діалогове вікно Rotate Drawing View (Обертати креслярський вид)

### **Копіювання виду**

SolidWorks надає можливість копіювати і вставляти види на лист креслення. Необхідно вибрати вид, який слід скопіювати, і натиснути на клавіатурі **Ctrl + C**, клацнути будь-де на аркуші креслення, а потім натиснути **Ctrl + V** для вставки виду.

### **Зміна типу штрихування для розрізу**

Відомо, що при створенні розрізу деталі, або складальної одиниці, застосовується штрихування перерізів. Тип штрихування відповідає матеріалу, з якого виготовляється деталь. Вказаний матеріал зазначають в документі деталі. Якщо потрібно змінити тип штрихування не змінюючи матеріалу деталі необхідно клацнути мишею в розрізі на полі штрихування, після чого у менеджері властивостей *Area Hatch / Fill* (Штрихування / Заливка) з'являться розсувні панелі (рис. 4.19) для зміни параметрів штрихування.

Розсувна панель *Properties* (Властивості) (рис. 4.19) використовується для визначення типу та властивостей зразка штрихування. Деякі її параметри за замовчуванням недоступні, оскільки за замовчуванням до розрізу застосовуються зразки штрихування, залежні від

матеріалу. Для того щоб зробити доступними всі параметри необхідно зняти прапорець Material Crosshatch (Штрихування матеріалу). Далі встановити необхідні параметри: тип штрихів (DIN 201 медь), густину штрихів (1) та кут нахилу штрихів (0.00 градусів).

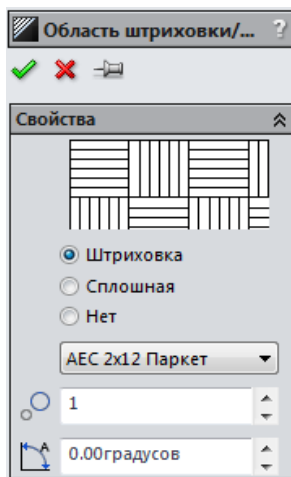


Рисунок 4.19 – Діалогове вікно Area Hatch/Fill (Штрихування/Заливка)

### Особливості штрихування на розрізі тонких стінок

У стандарті ЕСКД в розділі ГОСТ 2.305–68 "Види розрізи перерізи" є вимога не заповнювати штрихуванням обриси тонких стінок, які розрізані площиною паралельною до більшої грані тонкої стінки, так як показано на рис. 4.20.

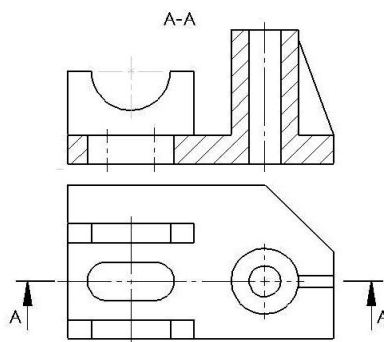


Рисунок 4.20 – Розріз по тонкій стінці

Реалізувати цю вимогу можливо за допомогою діалогового вікна Індикатор перерізу, записуючи до нього компоненти і ребра, які потрібно залишити нерозрізаними (рис. 4.21).

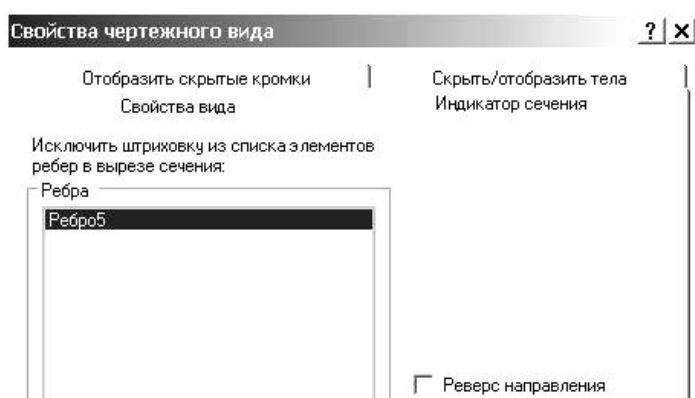






Рисунок 4.21 – Діалогове вікно Індикатор перерізу

Щоб отримати доступ до діалогового вікна "Індикатор перерізу" після створення розрізу треба натиснути правою кнопкою миші на розріз і вибрати Властивості. У діалоговому вікні вибрати вкладку "Індикатор перерізу". Вибрати в графічній області або дереві конструювання FeatureManager компоненти і ребра, які потрібно залишити нерозрізаними. Щоб видалити компонент із списку треба вибрати його повторно, або вибрати компонент у списку та натиснути клавішу Delete.

### Редагування ліній

Панель інструментів "Формат лінії" забезпечує інструменти для зміни зовнішнього вигляду окремих ліній, крайок, ребер і інших об'єктів ескізу на кресленні.

- |   |                  |   |                            |
|---|------------------|---|----------------------------|
|  | властивості шару |  | стиль лінії                |
|  | колір лінії      |  | Сховати/відобразити крайки |
|  | товщина лінії    |  | Режим відображення кольору |

Інформація про використання інструментів розміщена у довідковій системі SolidWorks.

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури до даних методичних вказівок

## **Опис лабораторних засобів та обладнання**

Лабораторна робота виконується на персональному комп'ютері стандарту IBM PC під керуванням операційної системи MS Windows зі стандартним пакетом MS Office та програмним комплексом SolidWorks.

### **Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи**

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні даної лабораторної роботи, наведені у додатку А.

### **Послідовність виконання роботи**

1. Завантажити програмний комплекс SolidWorks.
2. Розпочати нове креслення.
3. Виконати креслення деталі, створеної в лабораторній роботі №3, та наведеними рекомендаціями.
4. Продемонструвати результати роботи викладачу.
5. Оформити протокол практичної роботи. В протоколі відобразити хід виконання роботи та додати роздруківку побудованої деталі з виконаними розрізами на листі формату А3 зі стандартною рамкою, заповненим штампом та проставленими розмірами..

### **Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту**

При оформленні звіту з лабораторної роботи до заздалегідь підготовленого протоколу (див. завдання до лабораторної роботи) додається:  
– роздруковані аркуші з результатами виконаної роботи.

#### *Приклад виконання лабораторної роботи.*

1. Запустіть SolidWorks. Створіть новий документ. Виберіть тип документу – "ЧЕРТЕЖ" (DRAWING) (рис. 4.22).

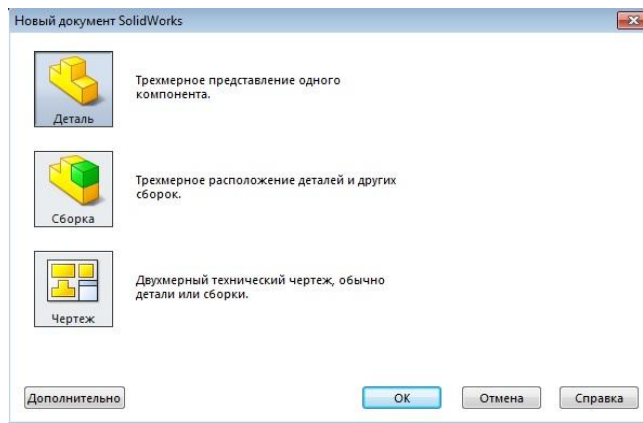


Рисунок 4.22 – Створення нового документу креслення

2. Перед вами з'явиться стандартне вікно вибору формату листа для креслення (рис.4.23).

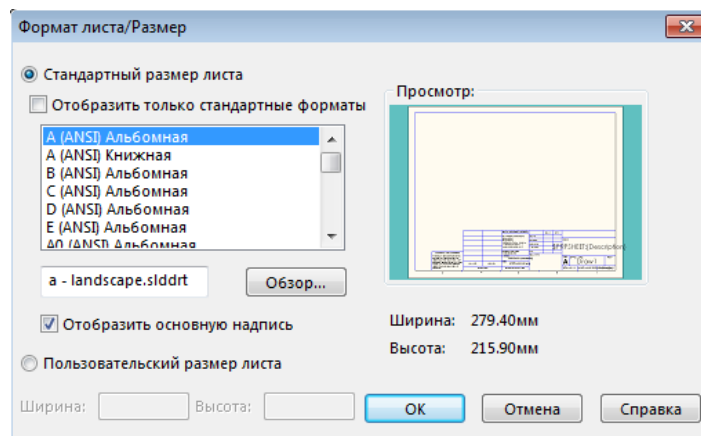


Рисунок 4.23 – Формат оформлення креслення

Дане вікно складається з 3 блоків. **Перший** – блок вибору і перегляду параметрів листа: "СТАНДАРТНЫЙ ФОРМАТ ЛИСТА" (STANDARD SHEET SIZE), "ПОКАЗАТЬ ФОРМАТ ЛИСТА" (DISPLAY SHEET FORMAT), "СПЕЦИАЛЬНЫЙ ФОРМАТ ЛИСТА" (CUSTOM SHEET FORMAT). **Другий блок** – блок кнопок для затвердження чи відхилення вибору. Також у даному блоці є кнопка "ОБЗОР" (BROWSE), котра дозволяє вибрати шаблон оформлення креслення 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 листа. **Третій блок** – вікно попереднього перегляду листа.

Виберіть у вікні вибору формату листа – "A3 Альбомная" (A3 Landscape).

3. Зліва перед вами з'явиться "МЕНЕДЖЕР СВОЙСТВ" (Property Manager), у якому буде відображено вікно "ВИД МОДЕЛИ" (MODEL VIEW) (рис. 4.24).

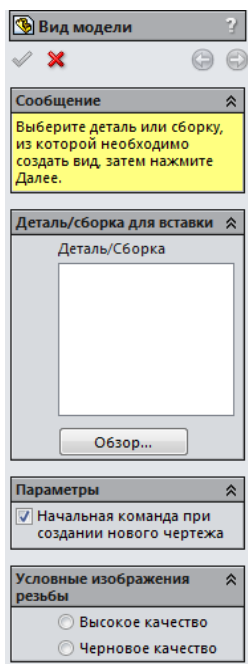


Рисунок 4.24 – Инструмент "ВИД МОДЕЛИ" (MODEL VIEW)

Для початку роботи з цим інструментом потрібно загрузити у креслення файл деталі. Для цього ми використаємо деталь, створену у лабораторній роботі №3 (рис. 4.25).

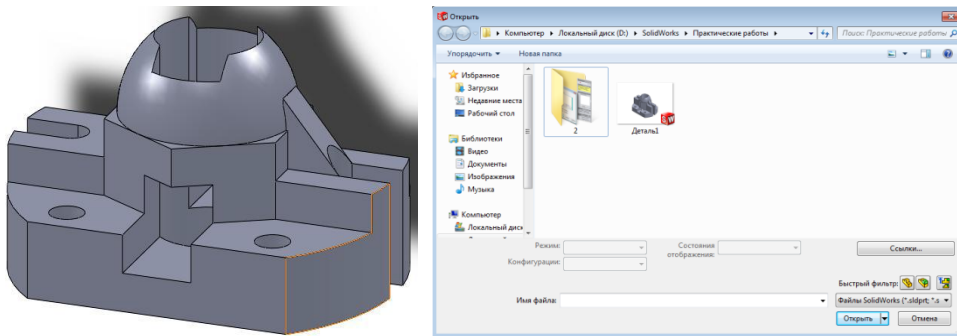


Рисунок 4.25 – Завантаження в креслення деталі

4. Після завантаження файлу деталі система відразу перейде до створення проєкційних видів. Вікно "МЕНЕДЖЕРА СВОЙСТВ" (PROPERTY MANAGER) зміниться. З'являться опції налаштування виду (рис. 4.26)

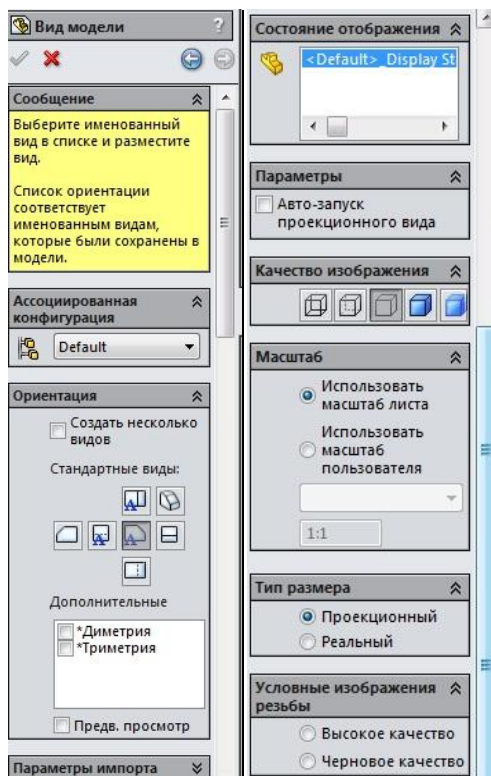


Рисунок 4.26 – Менеджер властивостей для налаштування деталей виду

Дане вікно розбите на 5 областей:

1) "Ориентация" (Orientation) – панель вибору орієнтації деталі у створюваному проєкційному виді. Обравши опцію "Ориентация по виду", знизу відобразиться область "СТАНДАРТНЫЕ ВИДЫ" (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 проекту. Тобто, наприклад, вид спереду може зовсім не співпадати з видом спереду необхідним для креслення, бо представляє собою проєкцію деталі на площину "СПЕРЕДИ".

Якщо ви виберете "Аннотативный вид", то система намагатиметься створити стандартні інженерні проекційні види в незалежності від вихідної орієнтації моделі відносно площин "СВЕРХУ", "СПЕРЕДИ", "СПРАВА".

2) "Параметры" (OPTIONS) – "АВТО–запуск проекционных видов". Вибір даної опції дозволяє створювати зв'язані проекційні види відразу після створення першого виду.

3) "Качество изображения" (Display Style) – спосіб відображення моделі на створюваному виді.

4) "Масштаб" (SCALE) – вибір масштабу створюваного виду. Якщо вибрати опцію "ИСПОЛЬЗОВАТЬ МАСШТАБ ЛИСТА" (Use sheet scale), то система автоматично підбере масштаб, що найкраще забезпечить розміщення необхідних проекційних видів у просторі листа. Також користувач може сам вибрати необхідний йому масштаб креслення – "ИСПОЛЬЗОВАТЬ МАСШТАБ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ" (Use custom Scale). Масштаб обраний для виду завжди можна інтерактивно змінити, вибравши потрібний вид на листі.

5) "Тип размера" (Dimension Type) – вибір типу відображення розмірів моделі. "Реальный" (True) – будуть відображатися розміри тільки реальних елементів моделі, "Проекционный" (Projected) – розмір геометрії моделі згідно його проекції.

5. Виберіть вид "СПЕРЕДИ" (FRONT), масштаб – "ИСПОЛЬЗОВАТЬ МАСШТАБ ЛИСТА" (Use sheet scale), і натисніть у верхньому лівому куті листа. Розмістіть проекційний вид як показано на рис. 4.27.

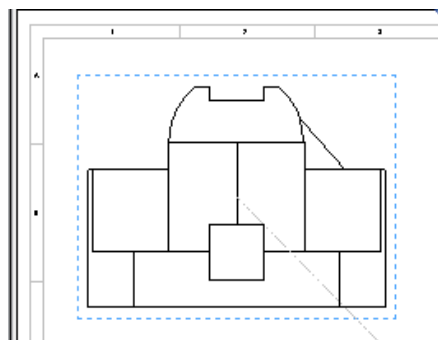


Рисунок 4.27 – Вид деталі спереду

6. Після того, як ви створите перший вигляд, відразу запуститься інструмент "ПРОЕКЦИОННЫЙ ВИД" (PROJECTED VIEW) (рис. 4.28). Відвівши мишку вліво, вправо, вниз, вгору ви побачите новий вид, що проєкційно зв'язаний з попереднім. Для розриву проєкційного зв'язку потрібно нажати і тримати клавішу CTRL. Якщо відвести мишку по діагоналі, то система запропонує відповідний аксонометричний вид. Відведіть мишку вгору і натисніть клавішу CTRL. Перемістить створений вид "СВЕРХУ" під видом "СПЕРЕДИ" і натисніть ліву клавішу. Створено новий проєкційний вид (рис. 4.28). Аналогічно створіть вид "СЛЕВА", відвівши вправо мишку від виду "СПЕРЕДИ" (рис. 4.28). Завершіть все створенням ізометричного виду. Для створення ізометричного вигляду підберіть ту проєкція, котра дає найбільш наглядне ізометричне зображення (рис. 4.28).

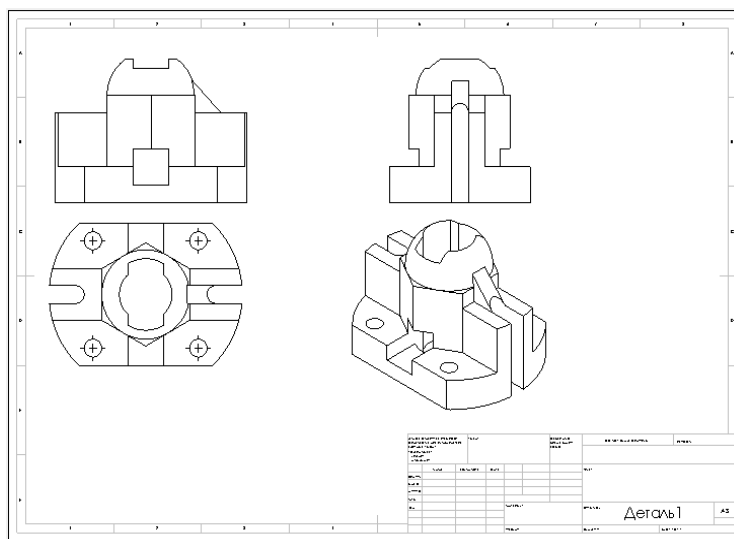


Рисунок 4.28 – Проекційні та ізометричні види деталі

Також створити проєкційні та ізометричний види можна за допомогою панелі задач натиснувши на вкладку "Палитра видів" (рис. 4.29)

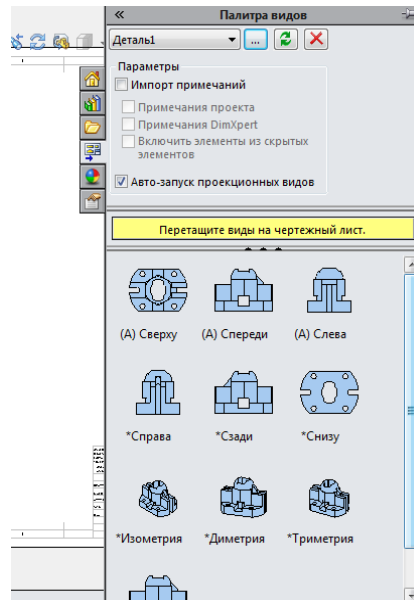



Рисунок 4.29 – Вкладка "Палитра видов" на панели задач

7. Проведіть лінію на виді "СВЕРХУ" для створення перерізу. Для цього використайте команди створення ескізу. Для створення лінії перерізу запустіть команду "ЛИНИЯ" (LINE). Виберіть побудовану лінію перерізу і запустіть команду "РАЗРЕЗ"  на панелі "Расположение вида". Клацніть на створений вид і видаліть назву виду. Перемістіть його верх і розмістіть на листі. Видаліть непотрібний вже вид "СПЕРЕДИ" (рис. 4.30).

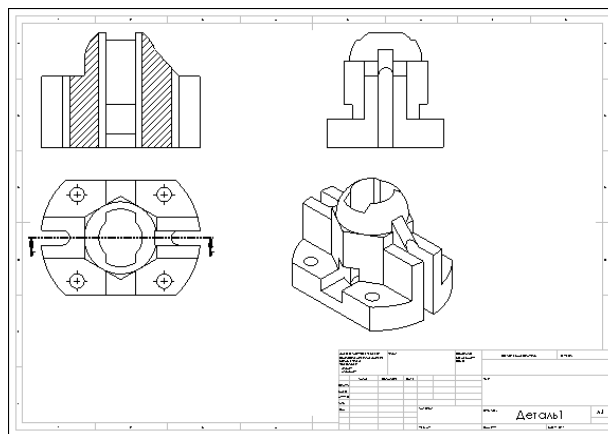


Рисунок 4.30 – Вигляд креслення після створення перерізу та видалення назви виду

8. Виберіть на перерізі кромки, як показано на рисунку 4.31, і сховайте їх за допомогою контекстного меню – "КАСАТЕЛЬНАЯ КРОМКА" – "НЕВИДИМІЕ ЛИНИ ПЕРЕХОДА"

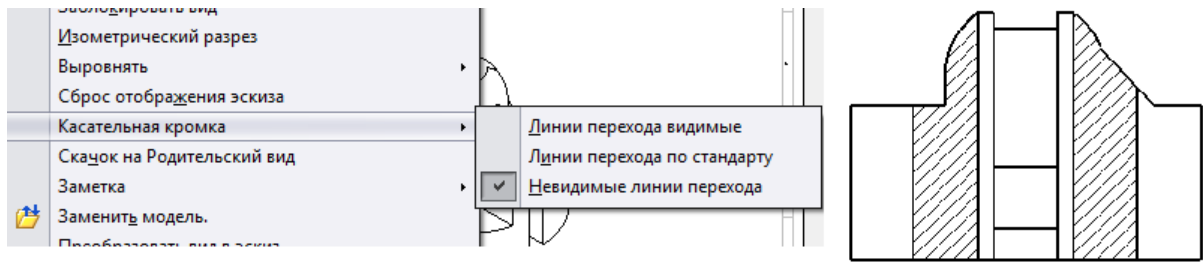


Рисунок 4.31 – Приховування кромки

9. Проведіть осьові ліній там, де проходять центри відкритих пазів (рис. 4.32). Використовуйте прив'язку осьових ліній до центрів кіл.

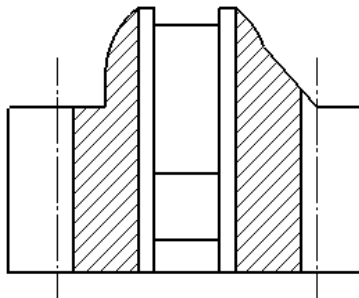


Рисунок 4.32 – Осьові лінії для центрів відкритих пазів

10. Створимо половину розрізу на виді "СЛЕВА". Для цього за допомогою команди прямокутник намалюйте замкнутий контур, який буде охоплювати праву частину виду (рис. 4.33).

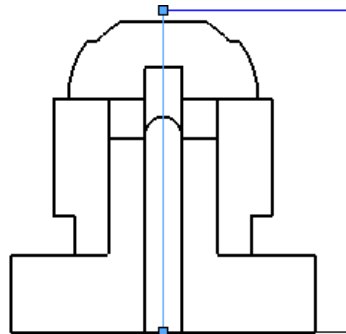



Рисунок 4.33 – Ескіз для виконання розрізу

Потім виберіть нарисований прямокутник і запустіть команду "ВЫРЫВ ДЕТАЛИ"  на панелі "Расположение вида", де в параметрі "ГЛУБИНА" (DEPTH) необхідно вказати кромку шестикутника, яка лежить в площині симетрії деталі (рис. 4.34). Або ще можна обрати дугу

центрального отвору на виді "СВЕРХУ". Після цього проведіть на даному виді осьову лінію.

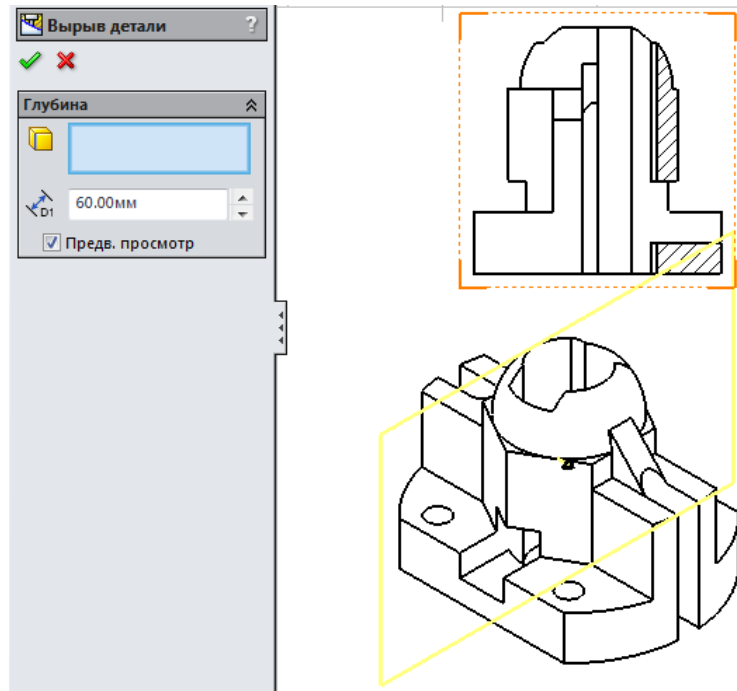


Рисунок 4.34 – Половина розрізу для вигляду "СЛЕВА"

11. Створіть на виді "СЛЕВА" ескіз, як на рис. 4.35 і за допомогою команди "ВЫРЫВ ДЕТАЛИ" створіть місцевий розріз.

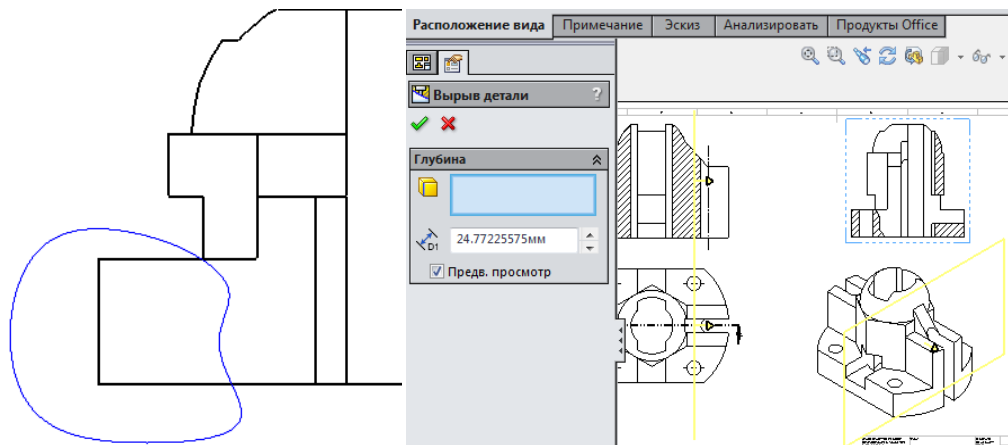


Рисунок 4.35 – Створення місцевого розрізу

12. Створіть ще один розріз по площині А-А (рис. 4.36). Виведіть цей вид за поле листа. За допомогою "МЕНЕДЖЕРА СВОЙСТВ" (Property Manager) змініть назву виду на А-А. Підпишіть вид зліва за допомогою інструменту "ЗАМЕТКА" (NOTE) з панелі "ЗАМЕТКИ".



## Лабораторна робота №5

### Створення тривимірної моделі збірки в SolidWorks

**Мета та основні завдання:** Виробити у студентів уміння і навички створення тривимірної моделі збірки у програмному комплексі SolidWorks.

**Завдання<sup>1</sup>.** Розглянути основні методи та команди побудови збірок. Ознайомитися з інструментами створення збірок в SolidWork. Умови спряження.

### Короткі теоретичні відомості

Збіркою називається документ, в якому деталі та інші збірки (вузли) поєднані один з одним в єдину конструкцію. Деталі й вузли збірки існують в документах окремо від збірки.

Вузол збірки – це документ збірки, що є частиною збірки великих розмірів. Збірку можна створювати, використовуючи проектування «знизу вгору», проектування «зверху – вниз» або комбінацію цих двох методів.

Деталі й вузли називають компонентами збірки.

Збірка "знизу-вверх" представляє 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 реальній збірці. У процесі збірки необхідно деталі помістити в тривимірний складальний простір і вказати умови їх з'єднання один з одним.

При проектуванні збірки "зверху-вниз" спочатку створюється компонувальний 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 компонувального ескізу збірки автоматично змінюються розміри й конфігурації деталей, що її складають.

---

<sup>1</sup> Відповіді на зазначені теоретичні питання занести в протокол при підготовці до виконання лабораторної роботи.

Щоб відобразити панель інструментів "Збірка" необхідно увійти в пункт меню "Інструменти" → "Налаштування", вибрати вкладку "Панель інструментів" і поставити галочку напроти слова "Збірка". Панель з'явиться на екрані рис. 5.1.



Рисунок 5.1 – Панель інструментів «Збірка»

Панель інструментів "Збірка" складається з таких команд: вставити компоненти; нова деталь; новий вузол; режим великої збірки; приховати/відобразити компоненти; змінити прозорість; змінити стан погашення; редагувати деталь; автокріплення; умови сполучення; перемістити компонент; замінити компоненти; вид з рознесеними частинами; ескіз з лініями рознесення; перевірка інтерференції компонентів та ін.

#### Порядок створення складальних одиниць.

При додаванні компонента в збірку файл деталі зв'язується з файлом збірки.

Компонент з'являється в збірці, проте дані про компонент залишаються у вихідному файлі деталі. Збірка оновлюється при внесенні будь-яких змін в деталь.

Щоб створити збірку, необхідно попередньо створити проект збірки в SolidWorks: меню "Файл" → "Новий" → "Збірка".

Для того щоб додати компоненти за допомогою меню необхідно:

1. Вибрати "Вставка", "Компонент", "З файлу". З'явиться діалогове вікно).

2. Знайти каталог, що містить документ деталі або вузла, який необхідно вставити в збірку, і вибрати документ. Для перегляду обраного компонента перед його вставкою виберіть параметр "Попередній

перегляд". Для вибору конфігурації, яку бажаєте використовувати, натиснути "Конфігурувати".

3. Вибрати "Відкрити". Якщо була натиснута кнопка "Конфігурувати", виберіть конфігурацію в списку і натисніть ОК.

Основним способом розміщення деталі або вузла в збірці є використання команди "Вставити компоненти", розташованої на панелі інструментів "Збірка". Після додавання до нового проекту перша деталь (збірка) автоматично набуде властивість "Зафіксований" (відображається значком «ф» в Дереві конструювання). Для правильної орієнтації компонентів в збірці принаймні один з її компонентів має бути зафіксований – відносно нього будуть розташовуватися інші компоненти збірки.

Щоб зафіксувати або звільнити компонент збірки, необхідно, вибравши компонент в графічній області або в Дереві конструювання (FeatureManager), в контекстному меню (при натисканні правої кнопки миші) активізувати команду "Зафіксувати" або "Звільнити".

Також для компонентів у Дереві конструювання можуть використовуватися наступні префікси: (–) недовизначений; (+) перевизначений; (?) не вирішений. Відсутність префікса означає, що положення компонента повністю визначене.

Дерево конструювання (FeatureManager) крім традиційних елементів (найменування збірки, папки "Примітка", початкових площин і Вихідної точки) для збірок відображає наступні об'єкти:

- компоненти збірки (вузли, окремі деталі, бібліотечні елементи);
- папку спряження;
- елементи збірки (вирізи або отвори) і масиви компонентів.

Будь-який компонент можна розгорнути або згорнути, щоб переглянути його детальний опис, натиснувши на знак поряд з ім'ям компонента.


У збірці можна використовувати один і той же компонент кілька разів. При кожному додаванні в збірку компонента число <n> у закінченні його імені в Дереві конструювання збільшується на одиницю.

Для завдання положення об'єкта в тривимірному просторі реалізовані команди "Перемістити компонент" і "Обертати компонент", які розташовуються на панелі завдань збірки. Зміна положення для вибраного об'єкту проводиться при натисканні та утриманні лівої кнопки миші. Більш простим і зручним способом вільного переміщення і обертання є спосіб з використанням маніпулятора миші: при «перетягуванні» миші, утримуючи ліву кнопку, виконується переміщення компонента, утримуючи праву кнопку миші – обертання компонента. Компоненти в збірці будуть переміщатися або обертатися тільки в межах ступенів свободи, визначених спряженнями (зафіксовані і повністю визначені об'єкти змінювати свого становища не можуть).

Після розміщення деталей і вузлів в збірці необхідно задати спряження між ними – геометричні взаємозв'язки між компонентами збірки.

В загальному випадку для створення збірок можна використовувати наступні види спряжень (рис. 5.2).

При додаванні спряжень слід визначити допустимі напрями лінійного або обертального руху компонентів. Послідовність, в якій додаються спряження в групу, значення не має, всі спряження розв'язуються одночасно.

Для створення спряжень необхідно активізувати команду "Умови спряження"  на панелі інструментів Збірки, вибрати поверхні деталей, що сполучаються, вказати тип спряження.

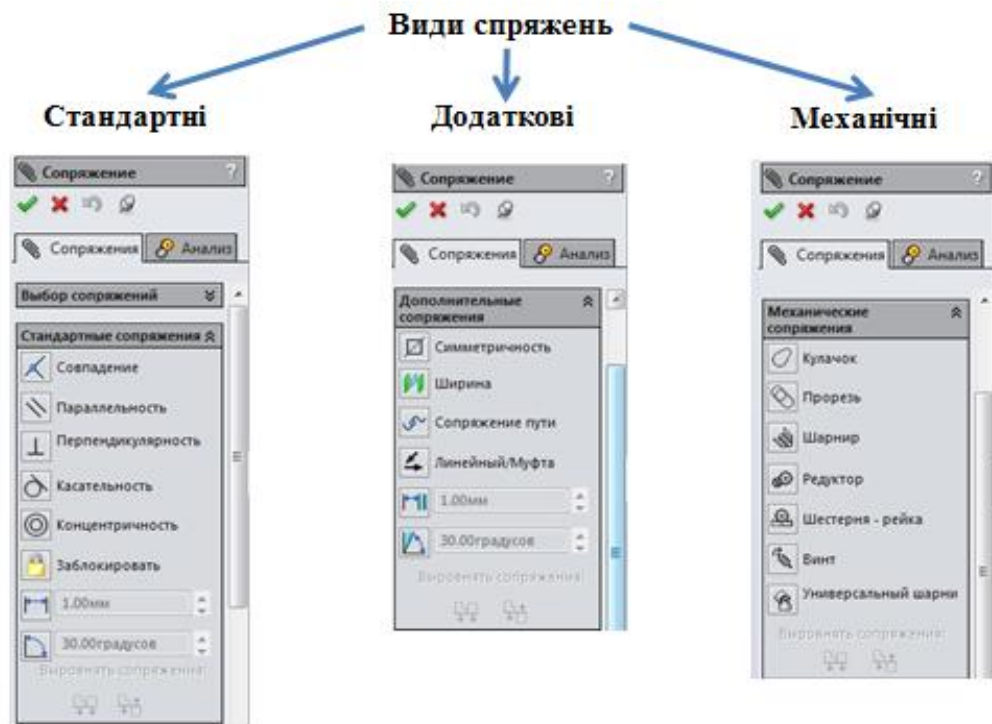


Рисунок 5.2 – Види спряжень для збірок Solidworks

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

Показником правильно виконаної збірки є відсутність конфліктних сполучень у Дереві Конструювання й можливість безперешкодного переміщення деталей.

З метою більш поглибленого вивчення теоретичних основ даної лабораторної роботи рекомендується використати конспект лекцій з курсу та список рекомендованої літератури до даних методичних вказівок.

### **Опис лабораторних засобів та обладнання**

Лабораторна робота виконується на персональному комп'ютері стандарту IBM PC під керуванням операційної системи MS Windows зі стандартним пакетом MS Office та програмним комплексом SolidWorks.

## Заходи безпеки під час виконання лабораторної роботи

Заходи безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні даної лабораторної роботи, наведені у додатку А.

### Послідовність виконання роботи

1. Відповідно до отриманого варіанту завдання в програмному комплексі SolidWorks виконати побудову тривимірної моделі збірки.
2. Продемонструвати результати роботи викладачу.
3. Оформити протокол лабораторної роботи.

### Обробка та аналіз результатів. Оформлення звіту

Приклад виконання лабораторної роботи.

**Вихідні дані:** Необхідно побудувати збірку, що зображена на рис. 5.3

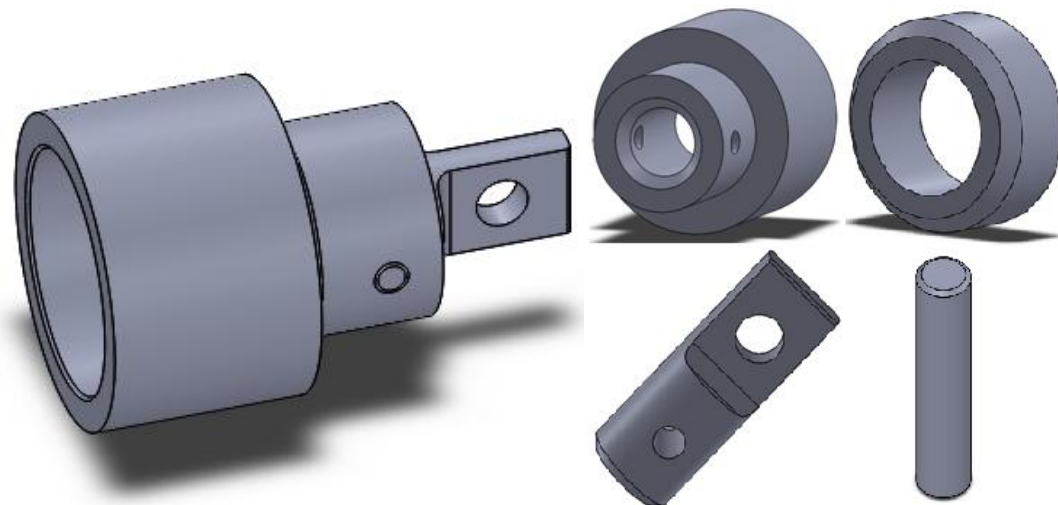




Рисунок. 5.3 – Модель збірки та деталі збірки

Створення документа нової деталі.

1. Запустіть програмний комплекс SolidWorks.
2. Натисніть кнопку "Створити"  нові файли деталей, збірок і креслень.
3. Натисніть кнопку "Деталь" .

## Створення моделі деталі типу "Корпус".

1. Щоб відкрити двомірний ескіз, натисніть кнопку "Эскиз" на панелі інструментів.
2. З початкової точки намалюйте коло діаметром D1 відповідно до вихідних даних Вашого варіанту.
3. Натисніть кнопку "Вытянутая бобышка" і витягніть Ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметри "На заданное расстояние" і розмір 60 мм.
4. На торцевій площині отриманого циліндра створіть новий ескіз.
5. Намалюйте коло діаметром D2, згідно з Вашим варіантом, з центром в початковій точці.
6. Натисніть кнопку "Вытянутая бобышка" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметри "На заданное расстояние" і розмір 40 мм.
7. На протилежній торцевій площині циліндра діаметром D2 створіть новий ескіз і намалюйте коло діаметром D4 з центром в початковій точці, відповідно до вихідних даних Вашого варіанту.
8. Натисніть кнопку "Вытянутый вырез" і витягніть Ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметр "Насквозь".
9. Натисніть кнопку "Фаска" і встановіть параметри фаски, діючи так, як показано на рис. 5.4.

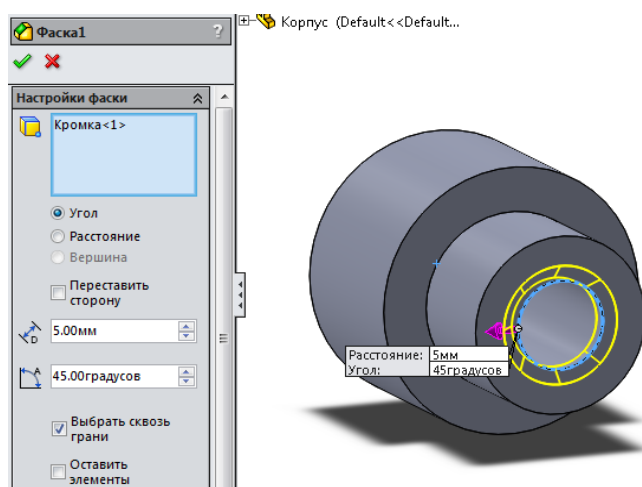


Рисунок 5.4 – Фаска 5 мм

10. На протилежній торцевій площині циліндра діаметром  $D1$  створіть новий ескіз і намалюйте коло діаметром  $D3$  з центром в початковій точці, відповідно до вихідних даних Вашого варіанту.

11. Натисніть кнопку "Вытянутый вырез" і витягніть Ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметри "На заданное расстояние" і розмір 40 мм.

12. Натисніть кнопку "Фаска" і встановіть параметри фаски, діючи так, як показано на рис. 5.5

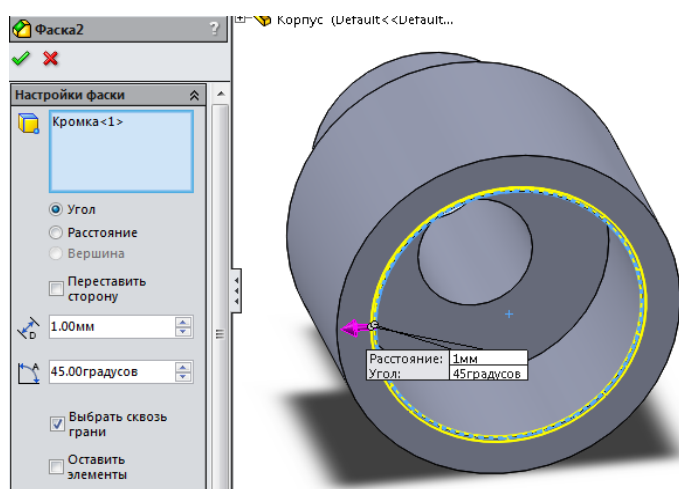


Рисунок 5.5 – Фаска 1 мм

13. У дереві конструювання виберіть площину "Справа" і створіть на ній новий ескіз.

14. З початкової точки проведіть осьову лінію так, як показано на рис. 4.6, при цьому задайте лінії взаємозв'язок "Горизонтальность", якщо вона не створилася автоматично.

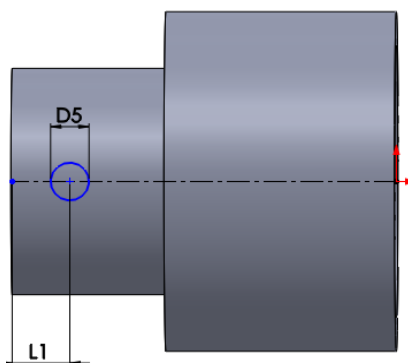


Рисунок 5.6 – Коло діаметром  $D5$

15. Намалюйте коло на осьовій лінії приблизно так, як показано на рис. 4.6.

16. Задайте центру кола і осьовій лінії взаємозв'язок "Совпадение", якщо він не створився автоматично.

17. Проставте розміри ескізу L1 і D5 відповідно до Вашого варіанту так, як показано на рис. 5.6.

18. Натисніть кнопку "Вытянутый вырез" і витягніть Ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" і "Направление 2" параметри "Насквозь".

19. Готова деталь представлена на рис. 5.7.

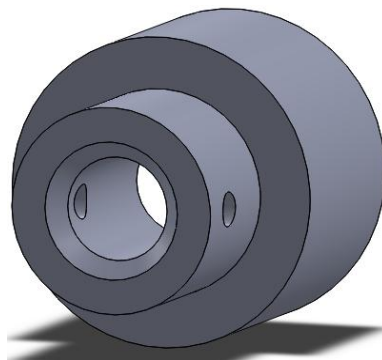


Рисунок 5.7 – Корпус

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

#### Створення моделі деталі типу "Кільце"

1. Відкрийте нову деталь.

2. Створіть новий ескіз.

3. З початкової точки намалюйте коло діаметром D6 відповідно до вихідних даних Вашого варіанту.

4. Натисніть кнопку "Вытянутая бобышка" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметри "На заданное расстояние", і розмір 25 мм.

5. Виберіть зовнішню кромку і натисніть кнопку "Фаска".

6. Встановіть параметри фаски: "Расстояние" = 5,00 мм, "Угол" = 45,00°. Натисніть кнопку "ОК".

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

8. Намалюйте коло діаметром D7 з центром в початковій точці відповідно до вихідних даних Вашого варіанту.

9. Натисніть кнопку "Вытянутый вырез" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметр "Насквозь" і натисніть "ОК".

10. Готова деталь представлена на рис. 5.8.

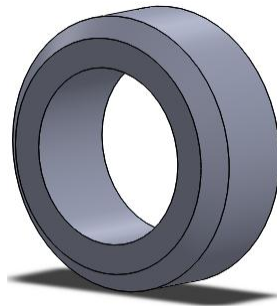


Рисунок – 5.8 Кільце

11. Збережіть деталь на диску під ім'ям "Кільце".

### Створення моделі деталі типу "Вал"

1. Відкрийте нову деталь.

2. Створіть новий ескіз.

3. З початкової точки намалюйте коло діаметром D8 відповідно до Вашого варіанту.

4. Натисніть кнопку "Вытянутая бобышка" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметри "На заданное расстояние" і розмір 80 мм і натисніть "ОК".

5. На торцевій площині отриманого циліндра створіть новий ескіз.

6. Намалюйте коло з центром в початковій точці.

7. Задайте колу взаємозв'язок "Корадиальность" з колом кромки циліндра.

8. Проведіть горизонтальну осьову лінію, що збігається з початковою точкою.

9. Намалюйте горизонтальну лінію так, щоб її кінці лежали на дузі кола.

10. Утримуючи клавішу "Ctrl", виберіть щойно проведені горизонтальну і осьову лінії і натисніть кнопку "Дзеркальне відображення".

11. Проставте розмір L2 відповідно до Вашого варіанту між горизонтальними лініями (рис. 5.9).

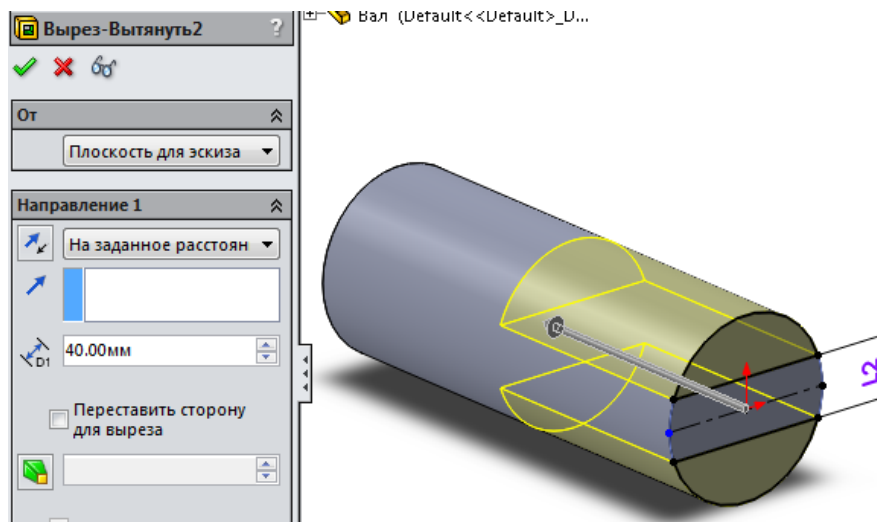


Рисунок 5.9 – Відсікання частини кола та витягування ескізу

12. Використовуючи інструмент "Отсечь объекты", відсічіть частини кола, діючи так, як показано на рис. 5.9.

13. Натисніть кнопку "Вытянутая бобышка" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметри "На заданное расстояние" і розмір 40 мм, і натисніть "ОК".

14. На панелі інструментів "Вид" натисніть кнопку "Невидимые линии" пунктиром (рис. 5.10).

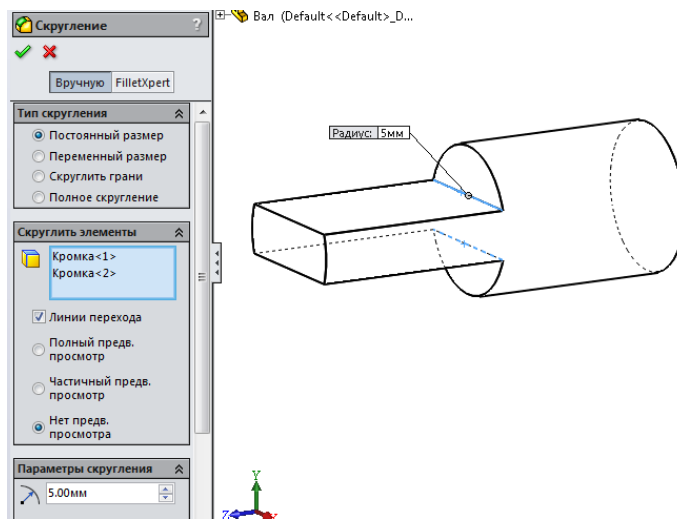


Рисунок 5.10 – "Невидимые линии"

15. Розверніть деталь так, як показано на рис. 5.10 і виберіть дві кромки між гранями витягнутого вирізу і перпендикулярній до них грані циліндричної основи.

16. Натисніть кнопку "Скругление" і задайте радіус заокруглення, рівний 5 мм, та інші параметри.

17. На панелі інструментів "Вид" натисніть кнопку "Закрасить".

18. Виберіть бічну площину вирізу і створіть на ній новий ескіз.

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

20. Намалуйте коло радіусом  $D9$  відповідно до вихідних даних Вашого варіанту і задайте його центру взаємозв'язок "Совпадение" з осьовою лінією.

21. Проставте розмір  $L3$  відповідно Вашому варіанту від краю деталі до центру кола.

22. Натисніть кнопку "Вытянутый вырез" і витягніть Ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметр "Насквозь" (рис. 5.11).

23. Поверніть деталь вирізаною частиною вперед і виберіть дві передні кромки.

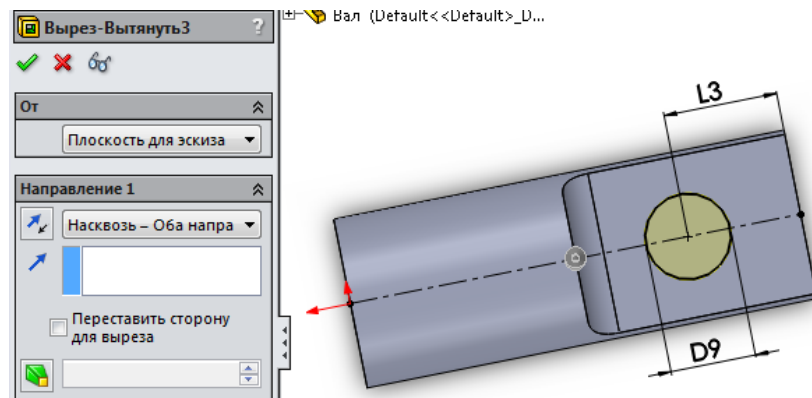


Рисунок 5.11 – Виріз кола діаметром D9

24. Натисніть кнопку "Фаска" і вкажіть в настройках фаски відстань, рівну 1 мм, і кут 45°. Натисніть кнопку "ОК".

25. Переверніть деталь задньою стороною і виберіть зовнішню кромку циліндра.

26. Натисніть кнопку "Фаска". Встановіть параметри фаски: "Расстояние" = 3,00 мм, "Угол" = 45,00°. Натисніть кнопку "ОК".

27. У дереві конструювання виберіть площину "Сверху" і відкрийте новий ескіз.

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

29. Намалюйте коло радіусом D10, відповідно до вихідних даних Вашого варіанту, і задайте його центру взаємозв'язок "Совпадение" з осьовою лінією.

30. Проставте розмір L4, відповідно до Вашого варіанту, від краю деталі до центру кола.

31. Натисніть кнопку "Вытянутый вырез" і витягніть ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" і "Направление 2" параметри "Насквозь".

32. Готова деталь представлена на рис. 5.12.



Рисунок 5.12 – Вал

33. Збережіть деталь на диску під ім'ям "Вал".

#### Створення моделі деталі типу "Штифт"

1. Відкрийте нову деталь.
2. Створіть новий ескіз.
3. З початкової точки намалюйте коло діаметром D11 відповідно до вихідних даних Вашого варіанту.
4. Натисніть кнопку "Вытянутая бобышка" і витягніть Ваш ескіз, вказавши в параметрах "Направление 1" параметри "На заданное расстояние" і розмір 70 мм.
5. Розверніть деталь таким чином, як показано на рис. 5.13, і виберіть дві крайні кромки циліндра.
6. Натисніть кнопку "Фаска". Встановіть параметри фаски: "Расстояние" = 1,00 мм, "Угол" = 45,00°. Натисніть кнопку "ОК".
7. Готова деталь представлена на рис. 5.13.



Рисунок 5.13 – Штифт

8. Збережіть деталь на диску під ім'ям "Штифт".

### Створення збірки

1. В пункті меню "Файл" виберіть "Создать".
2. У діалоговому вікні виберіть шаблон "Сборка".
3. Послідовно, не закриваючи вікно збірки, додайте всі намальовані деталі: "Корпус", "Кільце", "Вал", "Штифт".
4. Вікно збірки тепер містить всі 4 деталі (рис. 5.14) і їх назви відображаються в дереві конструювання.

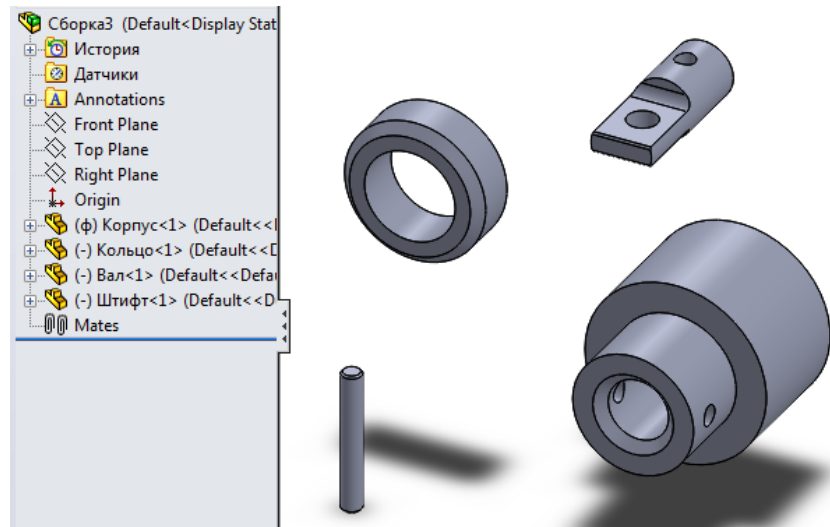


Рисунок 5.14 – Вікно збірки

5. На панелі інструментів "Сборка" натисніть кнопку "Условия сопряжения" (із зображенням скріпки). Відкриється діалогове вікно "Сопряжения".
6. Виберіть зовнішню поверхню кільця і внутрішню поверхню корпусу.
7. Призначте взаємозв'язок "Концентричность" і натисніть кнопку "ОК". Ви побачите, як кільце переміститься і встане над або під корпусом.
8. Знову натисніть кнопку "Условия сопряжения".
9. Виберіть верхню площину кільця і верхню площину корпусу та задайте взаємозв'язок "Совпадение" і натисніть кнопку "ОК". Кільце переміститься всередину корпусу.
10. Натисніть кнопку "Условия сопряжения".

11. Переверніть збірку таким чином, щоб зручніше було вибирати внутрішні поверхні отворів у вузькій частині корпусу і в найширшій частині вала.

12. Задайте взаємозв'язок "Концентричность" і натисніть кнопку "ОК". Вал повинен переміститися таким чином, щоб отвори були концентричними.

13. Натисніть кнопку "Условия сопряжения".

14. Виберіть зовнішню поверхню вала і внутрішню поверхню отвору в корпусі.

15. Задайте взаємозв'язок "Концентричность" і натисніть кнопку "ОК". Вал переміститься всередину корпусу.

16. Натисніть кнопку "Условия сопряжения".

17. Виберіть внутрішню поверхню отвору в корпусі і зовнішню поверхню штифта.

18. Задайте взаємозв'язок "Концентричность" і натисніть кнопку "ОК".

19. Натисніть кнопку "Условия сопряжения".

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

21. Задайте взаємозв'язок "Касательность" і натисніть кнопку "ОК". Штифт переміститься всередину корпусу.

22. Кінцевий вигляд збірки представлений на рис. 5.15.

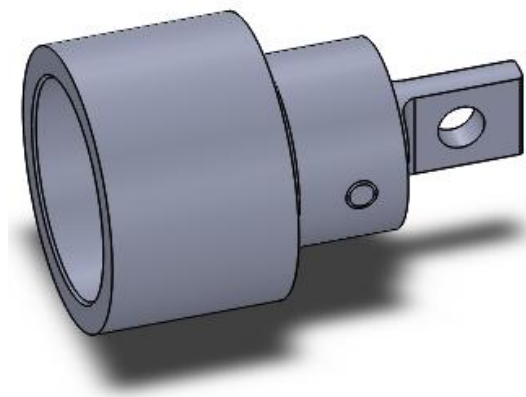


Рисунок 5.15 – Готова деталь

При оформленні звіту з лабораторної роботи до заздалегідь підготовленого протоколу (див. завдання до лабораторної роботи) додається:

- роздруковані аркуші з результатами виконаної роботи;
- опис по етапах порядку створення тривимірної моделі збірки.

### **Контрольні запитання**

1. Яким чином можна створити файл збірки ?
2. Яким чином можна додати в файл збірки нову деталь?
3. В чому різниця сполучень?
4. Яким чином можна додавати сполучення деталей збірки?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.,В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. Solid Works 2007/2008. Компьютерное проектирование в инженерной практике – СПб.: БХВ–Петербург, 2008. – 1040 с.
2. Дударева Н.Ю., Загайко С.А., SolidWorks 2009 для начинающих, Издат.: БХВ–Петербург 2009, 448 с.
3. Дударева Н.Ю., Загайко С.А., SolidWorks 2011 на примерах, Издат.: БХВ–Петербург, 2011, 544с.
4. Прерис А. М. SolidWorks 2005/2006. Навчальный курс — Питер, 2006 г. — 528 с.
5. Расширенное моделирование деталей. SolidWorks 2010, Издат.: Dassault Systems SolidWorks Corporation, 2009, 341 с.
6. Дударева, Н. Ю. Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. — СПб.: БХВ–Петербург, 2011 г. — 416 с.
7. Основные элементы SolidWorks (SolidWorks 2010), Издат.: Dassault Systems SolidWorks Corporation, 2009, 550с.

# ДОДАТКИ

## Додаток А

### **Заходи безпеки під час виконання лабораторних робіт**

Цикл лабораторних робіт з дисципліни «Основи роботи з сучасними інтегрованими комплексами» виконуються в комп'ютерному класі кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів хіміко-технологічного факультету, де розміщені персональні комп'ютери. Обладнання живиться електричним струмом напругою 220 В. Тому при виконанні лабораторних робіт слід дотримуватися заходів безпеки наступних інструкцій.

### **ІНСТРУКЦІЯ**

#### **з техніки безпеки при навчанні студентів на ПЕОМ в учбових лабораторіях кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів хіміко-технологічного факультету**

1. Знання і суворе дотримання цих правил є обов'язковим для всіх осіб, допущених до роботи на ПЕОМ. Доведення їх до кожного зі студентів підтверджується особистим підписом кожного з них у контрольному листі з техніки безпеки. Особи, які не одержали такого інструктажу та не поставили підпис у контрольному листі з техніки безпеки, до роботи на ПЕОМ не допускаються.

2. Всі роботи в учбових лабораторіях кафедри кібернетики ХТП проводяться лише з дозволу викладача або співробітника кафедри.

3. Під час проведення занять в учбовій лабораторії не повинні знаходитися сторонні особи, в тому числі студенти інших груп. Студенти не повинні самовільно залишати учбову лабораторію під час занять.

4. При роботі на ПЕОМ треба пам'ятати, що в них використовується напруга, небезпечна для життя.

5. Всі особи, працюючі в учбових лабораторіях кафедри КХТП повинні бути ознайомлені з правилами надання першої медичної допомоги при ураженні електричним струмом.

6. Перед вмиканням ПЕОМ кожен з працюючих повинен отримати дозвіл викладача або співробітника кафедри.

7. У випадках виникнення короткого замикання, горіння, диму, вогню в апаратурі, пристрій необхідно негайно вимкнути з мережі та доповісти викладачеві або співробітникам кафедри. Самостійні дії по усуненню пошкодження забороняються.

8. У випадку виходу з ладу обладнання або програмного забезпечення, що зумовлені іншими причинами, доповісти викладачеві або співробітникам кафедри. Вимикати апаратуру при цьому не дозволяється. Самостійні дії по усуненню пошкодження забороняються.

9. Працюючі в учбових лабораторіях кафедри кібернетики ХТІ несуть майнову та адміністративну відповідальність за збереження та використання обладнання, наданого для їх праці.

10. Категорично забороняється:

- самостійно вмикати та вимикати тумблери на щитку електроживлення;
- не санкціоновано вмикати електрообладнання;
- приносити та вмикати своє обладнання та пристрої, встановлювати власне програмне забезпечення;
- залишати без нагляду увімкнені пристрої та лабораторію;
- пересувати обладнання та комплектуючі;
- підключати та відключати інформаційні кабелі та кабелі живлення;
- використовувати власні носії інформації без дозволу викладачів або співробітників кафедри;
- знаходитись в учбовій лабораторії у верхньому одязі.

11. Після закінчення занять обладнання не вимикається. Робоче місце має бути прибрано працюючим та перевірене викладачем чи співробітником кафедри.

## **ІНСТРУКЦІЯ**

### **про міри пожежної безпеки у лабораторіях, учбових та робочих приміщеннях кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів хіміко-технологічного факультету**

1. Всі студенти повинні знати та ретельно виконувати «Загальні правила пожежної безпеки в НТУУ «КПІ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО».
2. Завідуючий кафедрою та завідуючий лабораторією відповідають за забезпечення пожежної безпеки всіх приміщень кафедри та за справність протипожежного обладнання та сигналізації.
3. Все електричне обладнання, яке знаходиться в лабораторіях та приміщеннях кафедри, повинно мати заземлення.
4. В усіх приміщеннях повинно дотримуватись чистоти, не займати приміщення непотрібними меблями, обладнанням та матеріалами.
5. Всі двері основних та додаткових виходів утримувати у стані швидкого відкривання.
6. Зберігання та використання горючих та легкоспалахуючих рідин у приміщеннях кафедри забороняється.
7. Ремонт електричного обладнання проводити у строгій відповідності з правилами пожежної безпеки.
8. Всі електрозахисти повинні знаходитися у закритому положенні, не займаними сторонніми предметами.
9. Коридори, проходи, тамбури, евакуаційні виходи та підходи до першочергових засобів пожежогасіння, а також комунікаційні ніші повинні бути постійно вільними, чистими та нічим не зайнятими.
10. Відповідальні особи перед закриттям приміщень повинні ретельно оглянути їх, забезпечити прибирання виробничих відходів, перевірити якість перекриття води, газу, відключити напругу електромережі, перевірити стан пожежної сигналізації та засобів пожежогасіння.

11. Від усіх приміщень мати два комплекти ключів. Один комплект здавати черговому, а інший – зберігати в певному місці, яке відомо обслуговуючому персоналу.

12. Студенти повинні знати та ретельно виконувати «Загальні правила техніки безпеки в НТУУ «КП», про що вони ставлять свій підпис у відповідному контрольному листі з техніки безпеки перед початком проведення циклу лабораторних робіт. Студенти, які не пройшли інструктаж і не поставили підпис у контрольному листі, до роботи не допускаються.