

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО ДИЗАЙНУ: КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

**Навчальний посібник**

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології  
проекування обладнання хімічної інженерії»  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Укладачі: В.В. Косенко, М.А. Бишко, О.О. Семінський

Електронне мережне навчальне видання

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2023

Рецензент

*Слободянюк І.В.*, кандидат технічних наук, доцент,  
кафедра конструювання машин КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний  
редактор

*Степанюк А.Р.*, кандидат технічних наук, доцент

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 8 від 02.06.2023 р.)  
за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету  
(протокол № 6 від 29.05.2023 р.)*

У посібнику описано інструментарій, необхідний для ефективного конструювання обладнання з використанням системи автоматизованого проектування Autodesk Inventor 2024, приділено увагу відомостям щодо налаштування і початку роботи з системою, пояснені підходи до оформлення конструкторської документації.

Посібник призначений для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» може бути також корисним іншим здобувачам інженерних напрямів підготовки, а також широкому колу стейкхолдерів, зацікавлених у впровадженні сучасних комп'ютерних систем проектування.

Реєстр. № НП 22/23-739. Обсяг 8,4 авт. арк.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056  
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

## ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	4
1. ПОЧАТОК РОБОТИ З AUTODESK INVENTOR	5
1.1 ПРОЦЕДУРА РЕЄСТРАЦІЇ НА САЙТІ КОМПАНІЇ AUTODESK І ВСТАНОВЛЕННЯ ПРОГРАМИ	5
1.2 НАЛАШТУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ	13
1.3 НАЛАШТУВАННЯ ПРОЕКТУ	22
1.4 СТВОРЕННЯ НОВИХ ФАЙЛІВ	28
2. ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОКУМЕНТАЦІЯ	31
2.1 ІНТЕРФЕЙС	31
2.2 AUTODESK INVENTOR В РЕЖИМІ «SKETCH» («ЕСКІЗ»)	33
2.3 ПАНЕЛІ ІНСТРУМЕНТІВ ШАБЛОНУ «PART STANDARD»	48
2.4 ПАНЕЛІ ІНСТРУМЕНТІВ ШАБЛОНУ «PART SHEET METAL»	69
2.5 РОЗДІЛ «РОБОЧІ ЕЛЕМЕНТИ»	81
2.6 РОЗДІЛ «МАСИВИ»	88
3. СКЛАДАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ	94
4. СТАНДАРТНІ ВИРОБИ	111
5. ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	113
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ І РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	139
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	140

## ВСТУП

Autodesk Inventor це потужний інструмент для конструювання обладнання і створення технічної документації, який дозволяє розробникам інженерних рішень створювати 3D–моделі деталей та складання, проводити механічний аналіз конструкцій, оперувати листовим матеріалом і зварюванням тощо, розроблений одним з лідерів у цьому сегменті індустрії. Відтак, вивчення Autodesk Inventor протягом десятирічч залишається важливим елементом фахової підготовки студентів, які здобувають вищу освіту за технічними напрямками підготовки.

Даний навчальний посібник призначений для допомоги в опануванні інструментарієм і підходами до роботи з найновішою на цей час версією Autodesk Inventor 2024. Наведені у посібнику відомості дозволять студентам навчитися створювати реалістичні 3D–моделі, складання та технічну документацію, які необхідні для забезпечення конструкторських робіт. Опрацювання даного посібника допоможе ефективно використовувати Autodesk Inventor 2024 для розробки власних проектів та розвитку своєї кар'єри в галузі інженерії, дизайну та виробництва.

Розглянутий у навчальному посібнику матеріал відповідає лекційному курсу дисципліни «Основи комп'ютерного дизайну», який входить до нормативної частини підготовки бакалаврів за спеціальністю «Галузеве машинобудування». Також представлений посібник може бути корисним усім здобувачам інженерних спеціальностей, а також широкому колу зацікавлених осіб, які хочуть оволодіти основами роботи у Autodesk Inventor.

## 1. ПОЧАТОК РОБОТИ З AUTODESK INVENTOR

### 1.1. ПРОЦЕДУРА РЕЄСТРАЦІЇ НА САЙТІ КОМПАНІЇ AUTODESK І ВСТАНОВЛЕННЯ ПРОГРАМИ

Процедура реєстрації на сайті компанії Autodesk та встановлення програми Autodesk Inventor може бути дещо складною для початківців. Отже, нижче наведено детальний план кроків, які допоможуть користувачеві успішно пройти цей процес:

1. Відкрити сайт компанії Autodesk, введіть адресу [Autodesk Education Community Resources | Autodesk](https://www.autodesk.com/education/communities/resources) у веб-браузері. Натиснути на кнопку "Sign in" або <https://accounts.autodesk.com/Authentication/>, розташовану у верхньому правому куті сторінки.

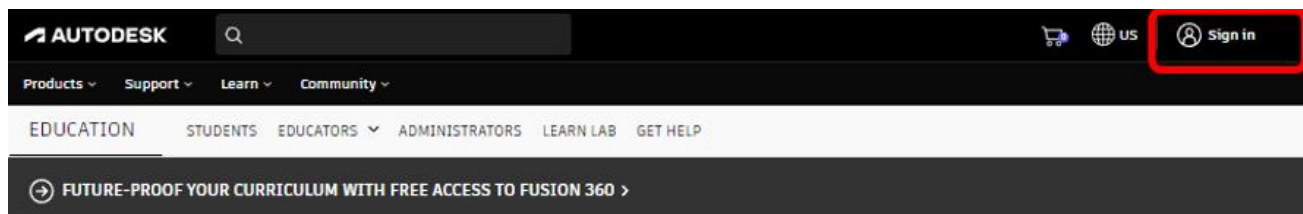


Рисунок 1. Вікно офіційного сайту компанії Autodesk

2. Вибрати опцію "Create Account", яка з'явиться на екрані. Після цього, ввести свої персональні дані (ім'я, прізвище, електронна пошта та пароль). При створенні пароля необхідно дотримуватися вимог щодо довжини, складності та безпеки.

Sign in



Email

name@example.com

NEXT

NEW TO AUTODESK? [CREATE ACCOUNT](#)

Рисунок 2. Вікно авторизації

Create account



First name

Last name

Email

Confirm email



Password

I agree to the [Autodesk Terms of Use](#) and acknowledge the [Privacy Statement](#).

CREATE ACCOUNT

ALREADY HAVE AN ACCOUNT? [SIGN IN](#)

Рисунок 3. Вікно створення акаунту

3. Підтвердити свій обліковий запис через електронну пошту, яку надіслала компанія Autodesk. Для цього перейдіть у свою електронну пошту та відкрийте лист від Autodesk. Слідуйте інструкціям, щоб підтвердити свій обліковий запис.

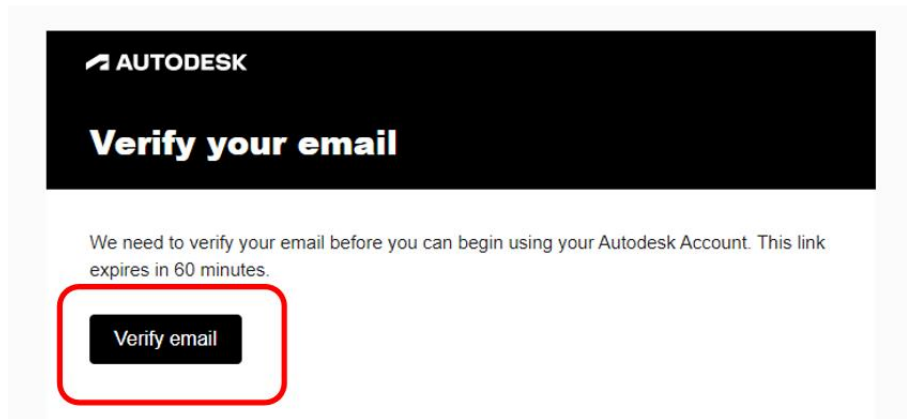


Рисунок 4. Вікно підтвердження поштової адреси

4. Після того, як ви підтвердили свій обліковий запис, поверніться на сайт Autodesk <https://accounts.autodesk.com/Authentication/> та введіть свої дані для входу в особистий кабінет.

5. На сторінці [Get Products](#) спільноти Autodesk Education натисніть кнопку [Get educational access](#).

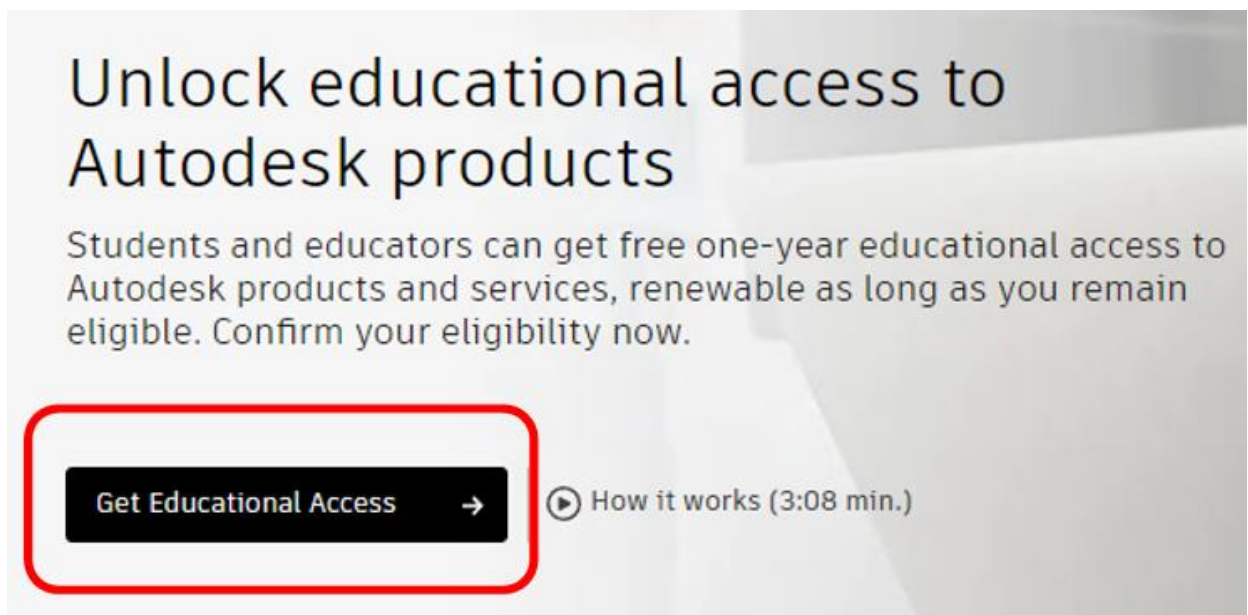


Рисунок 5. Вікно отримання навчального доступу

6. Дотримуйтеся вказівок на екрані, щоб ввести основну інформацію про свій навчальний вкладки і себе. Коли буде запропоновано вибрати освітню роль, виберіть один із наведених нижче варіантів.

- Виберіть елемент **Студент**, щоб використовувати програмне забезпечення на своєму особистому пристрої.
- Виберіть **Викладач**, якщо ви плануєте використовувати це програмне забезпечення зі студентами.

## Перевірте правильність наведеної нижче інформації й натисніть Підтвердити

Усі поля мають бути точно заповнені, щоб підтвердити ваше право на освітній доступ до продуктів Autodesk. Дякуємо, що допомогли нам надати інструменти Autodesk для законного освітнього використання по всьому світу.

### Електронна пошта

Неправильна електронна адреса? [Оновити адресу](#)

### Ім'я

### Прізвище

### Освітня роль

### Країна або регіон вашого навчального закладу

### Тип установи

### Назва навчального закладу

### Дата народження

Будь ласка, вкажіть дати зарахування та випуску. Ця інформація не впливає на ваше право на освітній доступ до продуктів Autodesk.

### Дата зарахування

### Дата закінчення навчання

Рисунок 6. Вікно введення персональних даних

- Завантажте копію документації, виданої вам вашим навчальним закладом (наприклад, квитанцію про навчання або студентський квиток, посвідчення працівника) як доказ того, що ви відвідуєте, викладаєте або працюєте в [кваліфікованому навчальному закладі](#)

## Необхідна додаткова документація

Будь ласка, завантажте копію документації, виданої вам вашим навчальним закладом (наприклад, квитанцію про навчання або студентський квиток, посвідчення працівника) як доказ того, що ви відвідуєте, викладаєте або працюєте в кваліфікованому навчальному закладі

У вас є 14 днів, щоб завантажити свою документацію


Документ повинен містити:

1. Ваше повне юридичне ім'я (Володимир Косенко)  
*Примітка: Ім'я в документі, який ви подаєте, має збігатися з цим.*
2. Назва навчального закладу, в якому ви зарековені або працюєте (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»)  
*Примітка: назва навчального закладу в документі, який ви подаєте, повинна збігатися з цим.*
3. Дата в межах поточного навчального семестру.

До бажаних документів відносяться:

- Стенограма
- Лист-підтвердження, виданий школою
- Копія студентського квитка (посвідчення особи з фотографією не потрібно)

Підтримувані типи файлів: JPEG, PDF, PNG, GIF

 **Перетягніть документи сюди або перегляньте**

**Помилка:** Якщо завантажений документ занадто нечіткий для читання, не показує ваше повне та юридичне ім'я або показує ім'я, відмінне від того, яке ви використовували для цього облікового запису Autodesk, ви не зможете завершити процес підтвердження. Будь ласка, не включайте в документ будь-яку конфіденційну інформацію, таку як номери соціального страхування або банківські реквізити. Переконайтеся, що вся конфіденційна інформація затемнена, перш ніж завантажувати документ.

ПРЕДСТАВИТИ >

Скасувати

Служби ідентифікації на базі SheerID Поширені запитання про SheerID

## Приклади бажаних документів



**Шкільна стенограма**  
Стенограма з повним ім'ям студента, назвою школи та датою



**Лист-підтвердження, виданий школою**  
Фірмовий бланк школи з повним ім'ям студента або викладача, назвою школи та датою



**Ідентифікатор навчального закладу**  
Посвідчення особи з повним ім'ям студента або викладача, назвою навчального закладу та датою; фотографією не потрібно

## Рисунок 7. Вікно прикріплення документів які підтверджують персональні данні

- Щойно дані облікового запису буде надіслано і ви отримаєте підтвердження дійсності документу ( може зайняти 2 тижні ). Перейдіть на сторінку з [Autodesk Education & Student Access | Autodesk](#) (рис. 8) або натисніть на кнопку у верхньому меню на сайті Autodesk (рис. 9) Support>Downloads>[Students and educators](#), а потім оберіть " Inventor Professional " зі списку продуктів. Натисніть “Get product” під програмою (рис. 8).

Filter by: All products (45) Platform: Windows, macOS, Linux, iOS, Android Sort by: Featured A - Z











<b>Tinkercad</b> Simple 3D design and 3D printing app Platform:  <b>Get product</b>	<b>Fusion 360</b> Software or Browser Access Cloud-based CAD, CAM, CAE, and PCB software. Continue for access, then install Fusion 360 (multiple languages available) or run Fusion 360 from <a href="https://fusion.online.autodesk.com">fusion.online.autodesk.com</a> Platform:    <b>Get product</b>	<b>Revit</b> Plan, design, construct, and manage buildings with powerful tools for Building Information Modeling. Platform:  <b>Get product</b>	<b>Revit</b> Revit Generative Design Note: this product requires Autodesk Revit 2021. Quickly generate design alternatives based on your goals, constraints, and inputs to give you higher-performing options for data-driven decision making. Platform:  <b>Get product</b>
<b>AutoCAD</b> Software for 2D and 3D CAD. Includes access to AutoCAD Architecture, Electrical, Mechanical, Map3D, MEP, Plant 3D and AutoCAD Raster Design Platform:  <b>Get product</b>	<b>AutoCAD for Mac</b> Software for 2D and 3D CAD Platform:  <b>Get product</b>	<b>AutoCAD Web</b> Draft, annotate, and add field data to your drawings online via your web browser or mobile device. Access and edit DWG files, and quickly collaborate with AutoCAD users on designs. Platform:  <b>Get product</b>	<b>Inventor Professional</b> Professional-grade product design and engineering tools for 3D mechanical design, simulation, visualization and documentation Platform:  <b>Get product</b>
<b>3ds Max</b>	<b>Maya</b>	<b>Advance Steel</b>	<b>Alias AutoStudio</b>

Рисунок 8. Вікно вибору програмного забезпечення Autodesk

- Натисніть “Get product” під програмою Inventor Professional зі сторінки [Students and educators](#). Для цього натисніть на кнопку у верхньому меню на сайті Autodesk Support>Downloads>[Students and educators](#), а потім оберіть "Inventor" зі списку продуктів. Перейдіть на сторінку завантаження та натисніть на кнопку "Download", щоб розпочати завантаження програми.

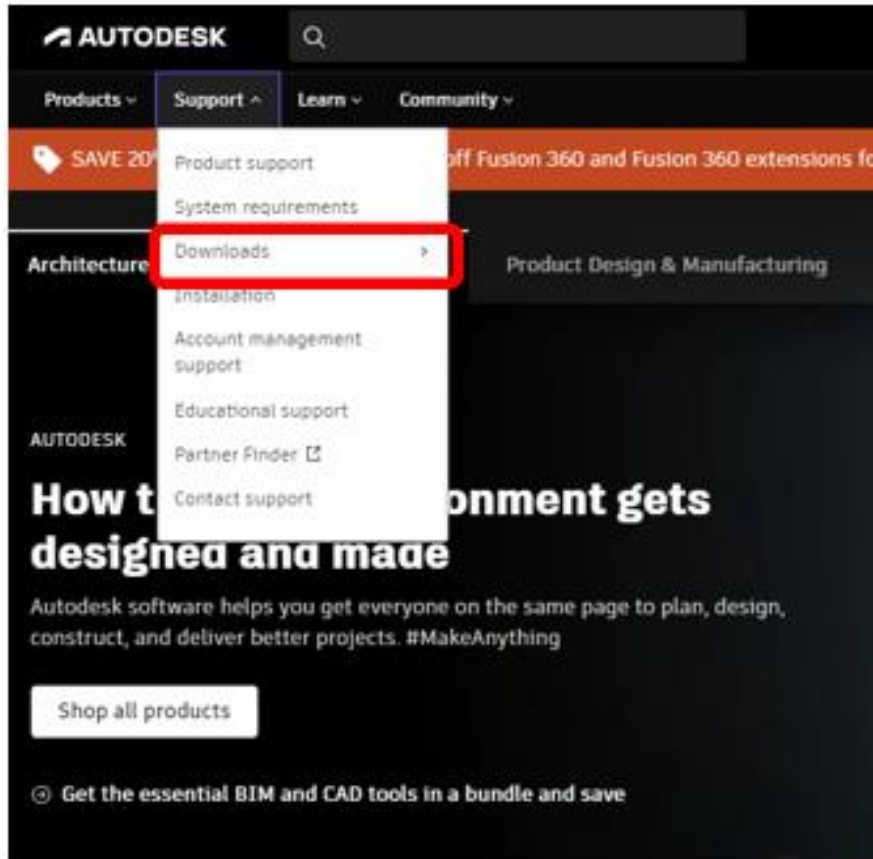


Рисунок 9. Вікно для завантаження програмного забезпечення

- Оберіть відповідну версію програми для своєї операційної системи. Наприклад, якщо ви працюєте на «Windows», виберіть версію програмного забезпечення «2024», та мову.

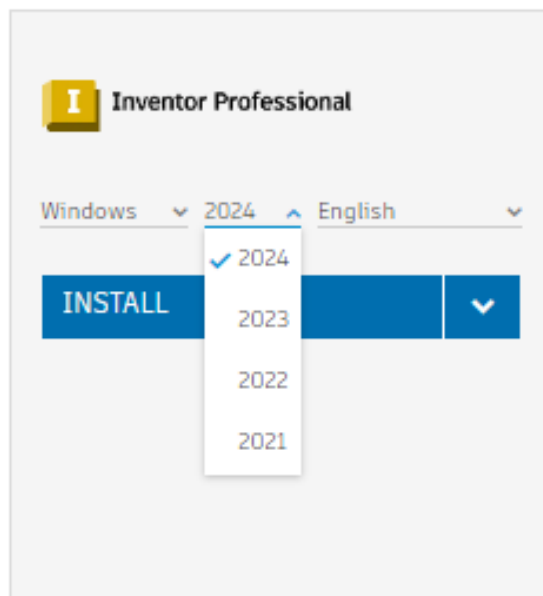


Рисунок 10. Вікно вибору операційної системи, мови та версії

- Дочекайтеся завершення завантаження програми та запустіть її інсталяцію.

- Запустіть програму (рис.11)

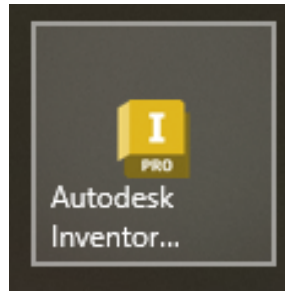


Рисунок 11. Ярлик Autodesk Inventor

- Авторизуйтеся «Sign in with your Autodesk ID»

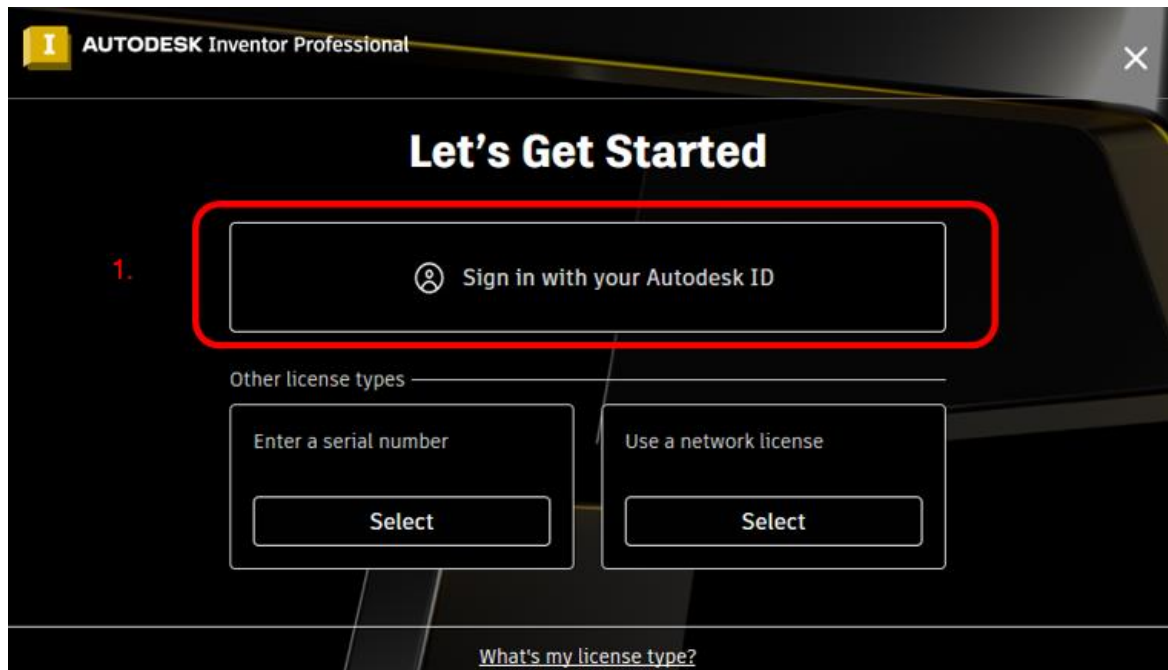


Рисунок 11. Вікно входу в Autodesk Inventor

## 1.2. НАЛАШТУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ

1. Відкрийте «Application Options» рис.12

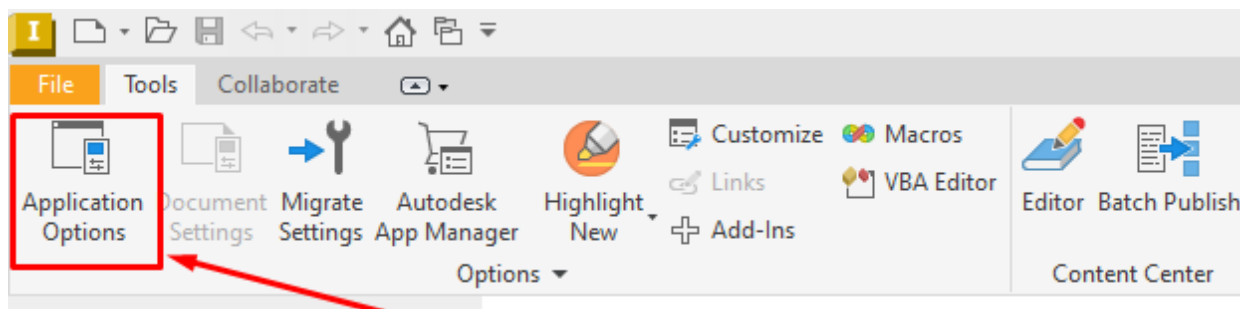


Рисунок 12. Розташування пункту «Application Options» в стрічці вкладок

2. У відкритшомуся вікні у розділі «General» внесемо наступні зміни:

- User name (Ім'я користувача) ( Ваше П.І.Б. приклад: Косенко В.В.)

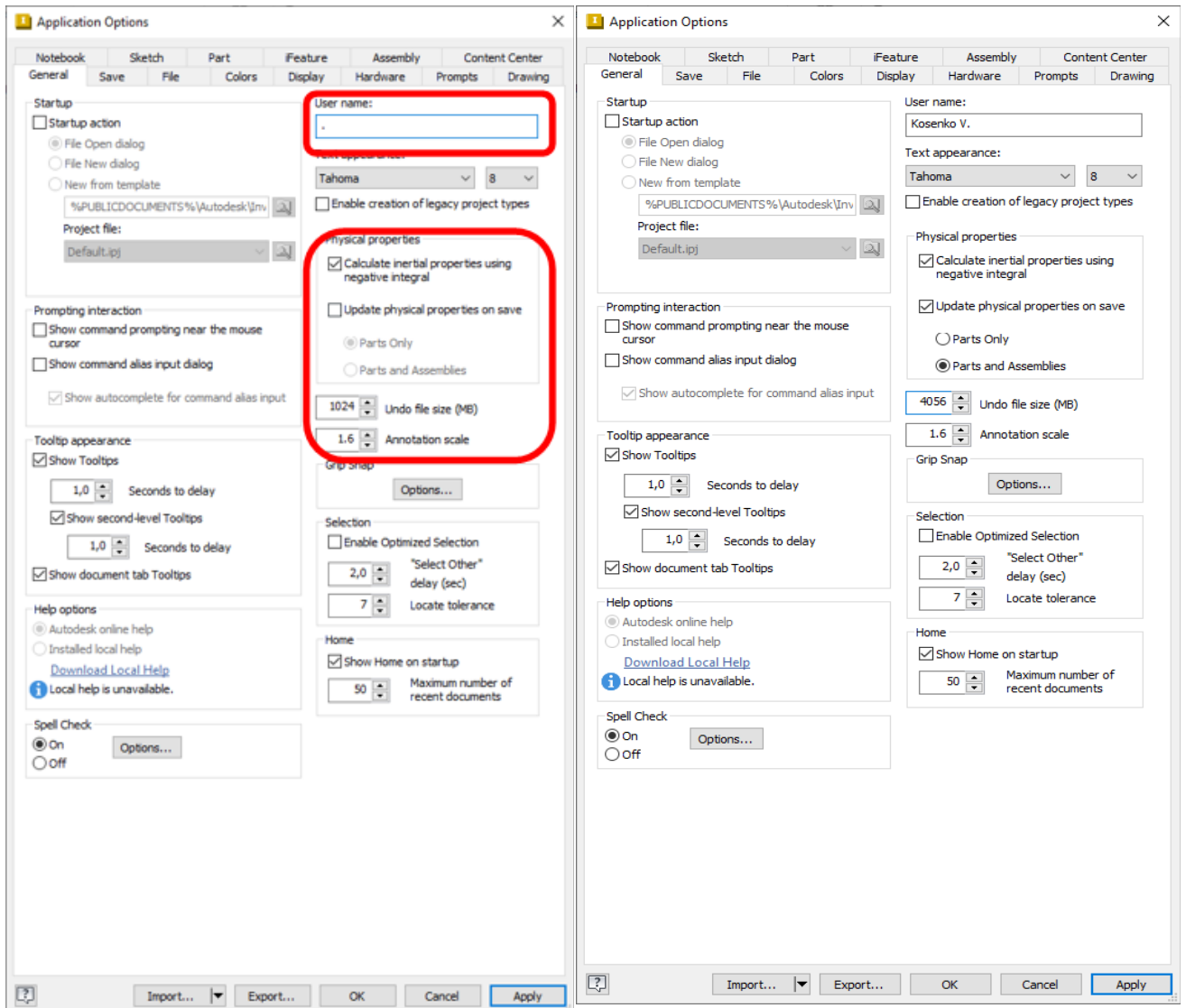
встановлює ім'я користувача для нотаток та інших функцій.

- Physical Properties (Фізичні властивості) обираємо «Update physical properties on save» Оновлення фізичних властивостей під час збереження після чого обираємо «Parts and Assemblies»( "Деталі та складання")

- Annotation scale (Масштаб анотацій) змінюємо на «1,6»

- Undo file size змінюємо на «4056» (Скасувати розмір файлу)

Установлює розмір тимчасового файлу, який відстежує зміни в моделі або кресленні, щоб можна було скасувати дії. Для великих або складних моделей і креслень збільште розмір цього файлу, щоб забезпечити достатню пропускну здатність для скасування. Введіть розмір у мегабайтах або клацніть стрілку вгору чи вниз, щоб вибрати розмір. Щоб отримати найкращі результати, збільшуйте або зменшуйте розмір файлу з кроком 4 мегабайти.



а)

б)

Рисунок 13. Вікно загальних налаштувань

**3.** У розділі «Save» внесемо наступні зміни:

- Mass Property Update( Масове оновлення властивостей) відповідає за оновлення фізичних властивостей.Обираємо «Yes» і «Save»
- Save Reminder Timer (Таймер нагадування про збереження) виставляємо на зручний для час наприклад змінюємо на 5 хвилин.

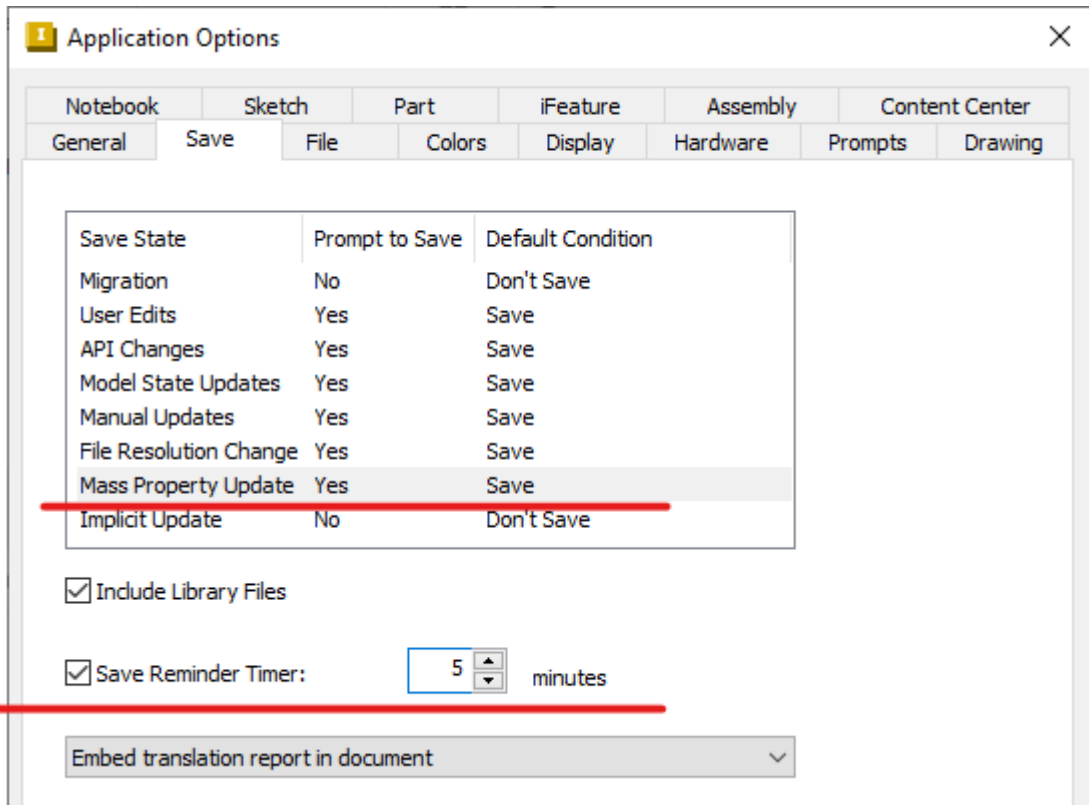
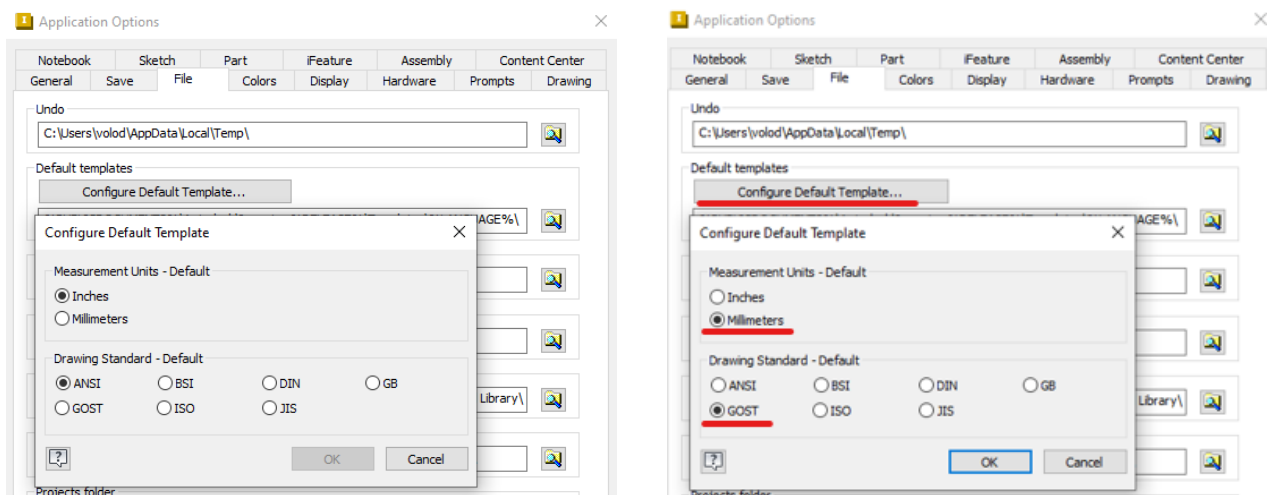


Рисунок 14. Вікно налаштування збереження

4. У розділі «File» внесемо наступні зміни:

- У підрозділі Default templates (Шаблони за замовчуванням) натискаємо Configure Default Templates (Налаштувати шаблони за замовчуванням) відкриває діалогове вікно (рис.15,а) де ви можете вказати одиниці вимірювання та стандарти креслення за замовчуванням (рис.15,б).



а)

б)

Рисунок 15. Вікно налаштування файлів

5. У розділі «Colors» внесемо наступні зміни (даний розділ по бажанню):

- У підрозділі UI Theme (Тема інтерфейсу) оберемо Dark (темну) тему оформлення.
- Після чого натисніть «Apply».

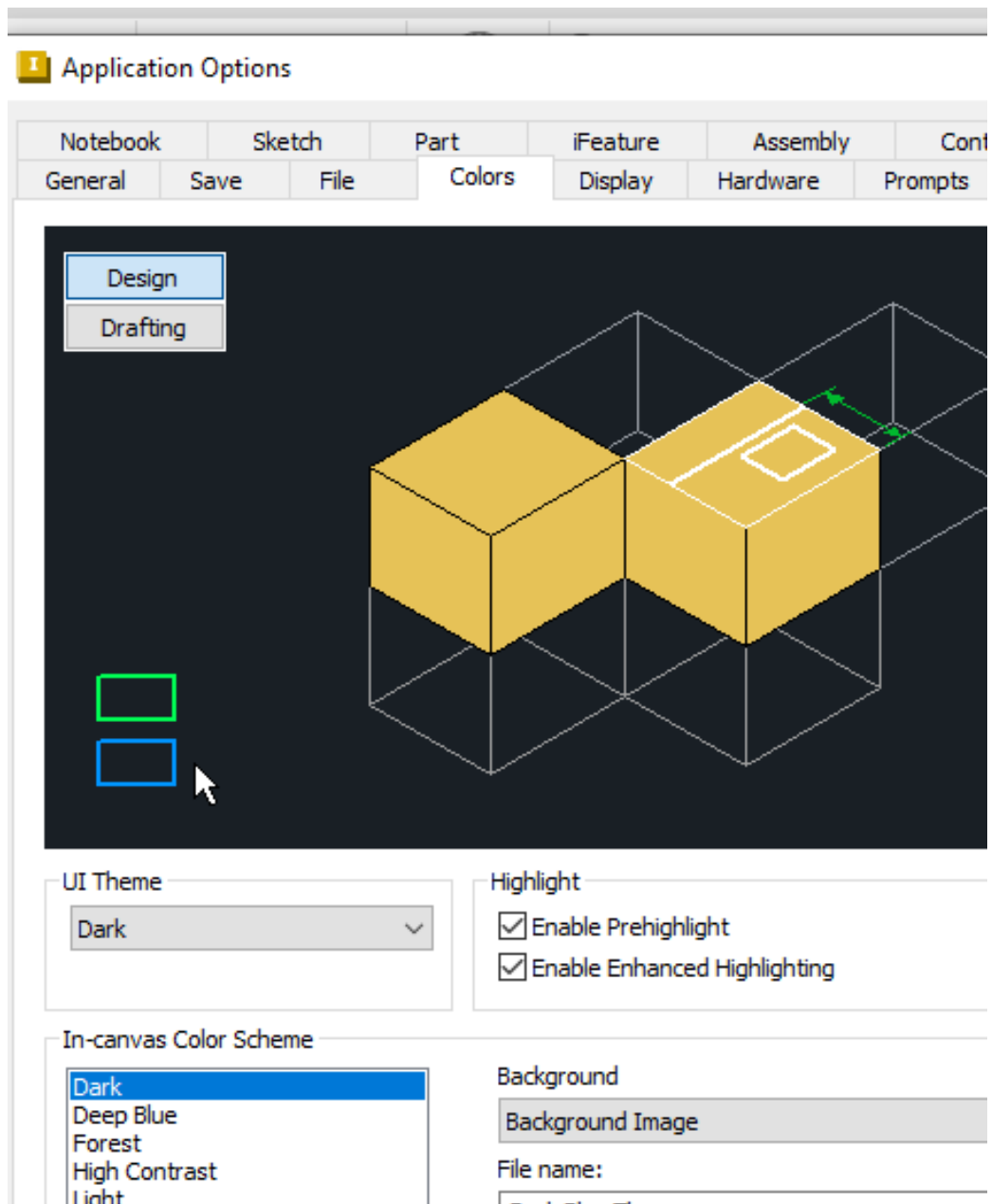


Рисунок 16. Вікно налаштування кольорів

6. У розділі «Display» внесемо наступні зміни:
  - У підрозділі «Appearance» обираємо «Use application settings» (Використовувати параметри програми) дозволяє вказати, чи використовувати налаштування відображення параметрів програми під час відкриття документа, а також у додаткових вікнах або поданнях документа. Після чого натискаємо «Settings...»

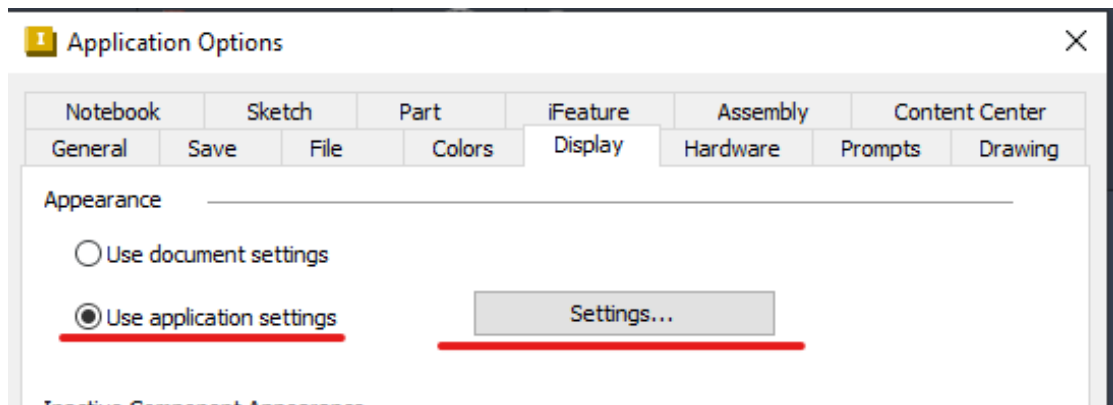


Рисунок 17. Вікно налаштування дисплею

- У вікні, що відкрилося обирати «One color» у вікні поруч обирати чорний колір
- У підрозділі «Visual style» обирати «Shaded with edges» після чого натиснути ОК.

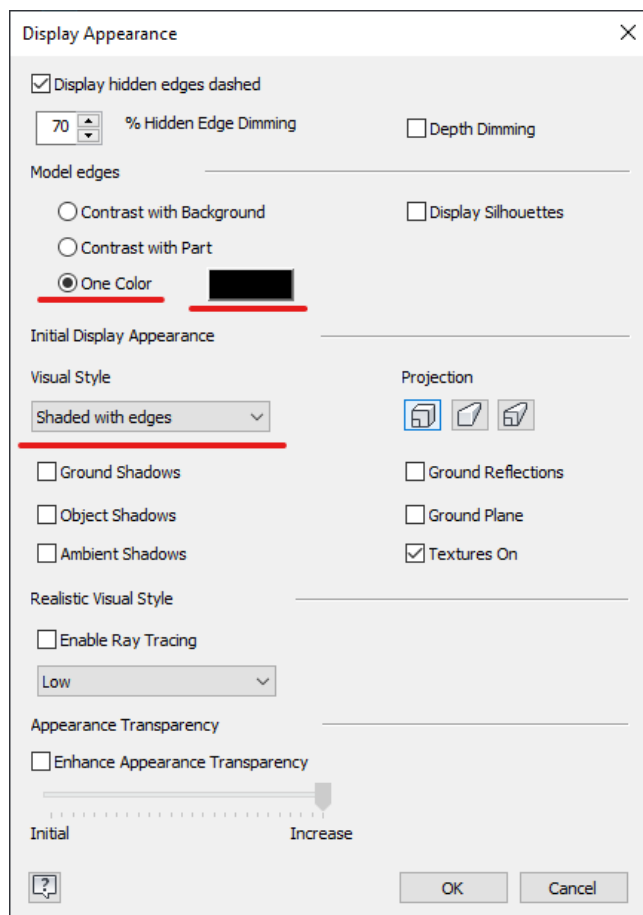


Рисунок 18. Вікно налаштування зовнішнього вигляду

- У підрозділі «Zoom Behavior» (Налаштування масштабування) Установіть або зніміть цей прапорець, щоб змінити напрямок масштабування (відносно руху миші) або центр масштабування (відносно курсору або екрану).
- Відкриємо підрозділ «ViewCube» (Оглядовий куб)

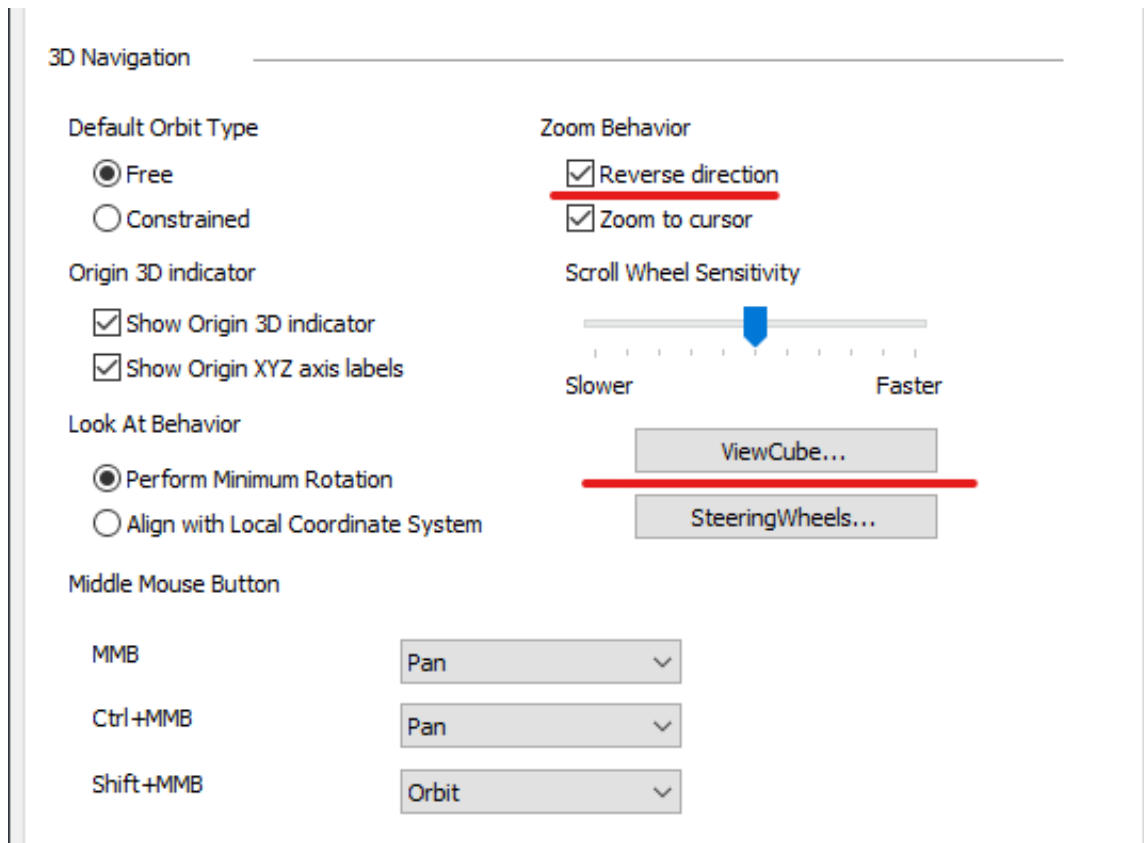


Рисунок 19. Вікно налаштування 3Д навігації

- У підрозділі «ViewCube» переходимо до «Default View Plane» і клацніть стрілку, що розкривається «Front view Plane» обираємо «XZ(+Y)»

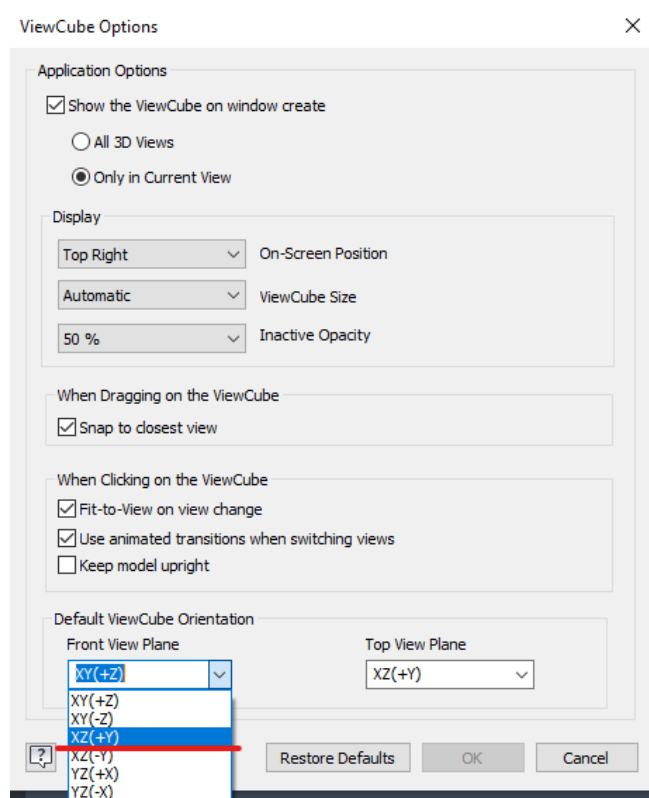


Рисунок 20. Вікно налаштування Оглядовий куб

- Middle Mouse Button (Середня кнопка миші)

Клацніть стрілку, що розкривається, щоб призначити середню кнопку миші для Zoom (масштабування), Pan (панорамування) або Orbit (орбіти).

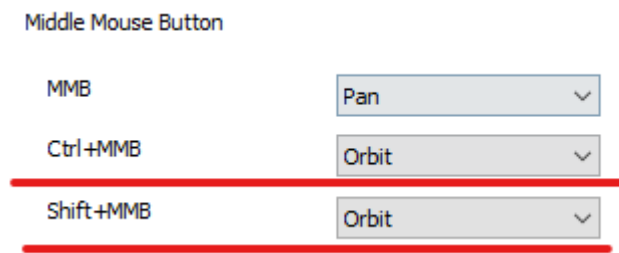


Рисунок 21. Вікно налаштування середньої кнопки миші

- У розділі «Drawing» внесемо наступні зміни:
- Default Drawing File Type (Тип файлу креслення за замовчуванням)

Задає тип файлу креслення за замовчуванням (.idw або .dwg) під час створення креслення за допомогою кнопки «create drawing view» (створити креслення) на панелі інструментів швидкого доступу. Обираємо «.idw»

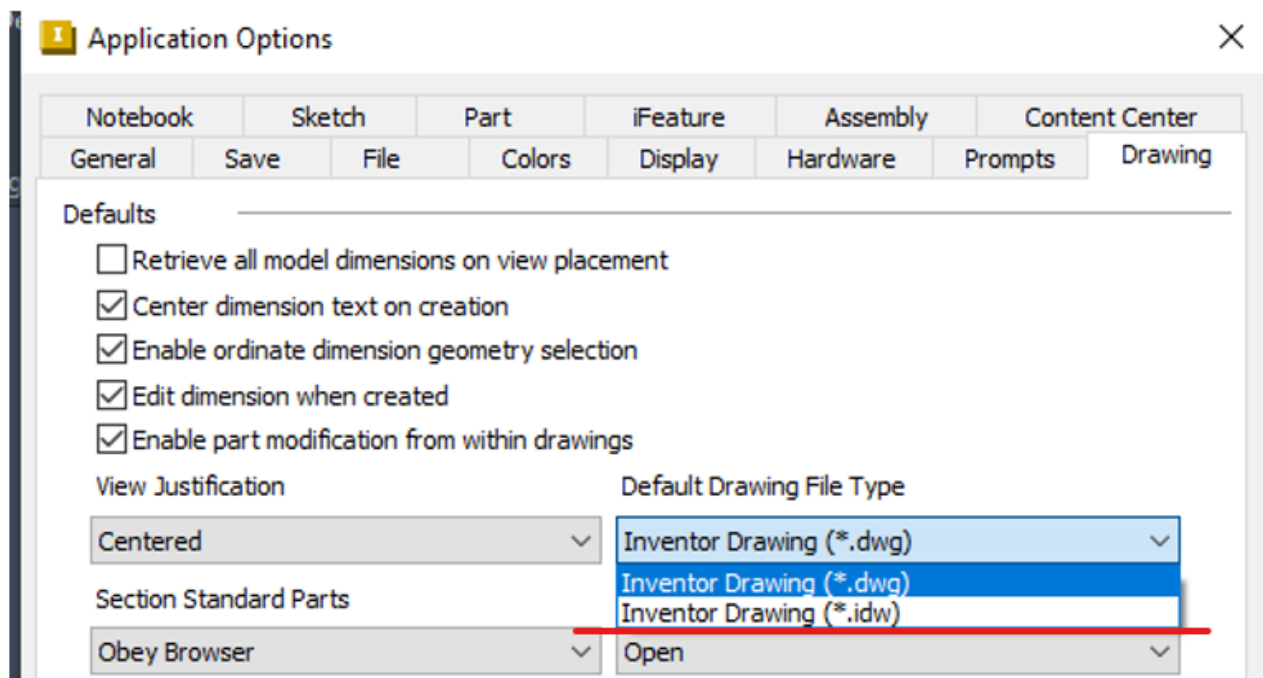


Рисунок 22. Вікно вибору типу файлів кресленням за замовчуванням

7. У розділі «Sketch» внесемо наступні зміни:
- У підрозділі «Constraint Settings» натискаємо «Settings...»
  - У відкритому вікні установити прапорець «Display Coincident Constraints in Sketch» Відобразити збігаються обмеження в ескізі. Відображає піктограму збігу обмежень, коли обмеження створюється.

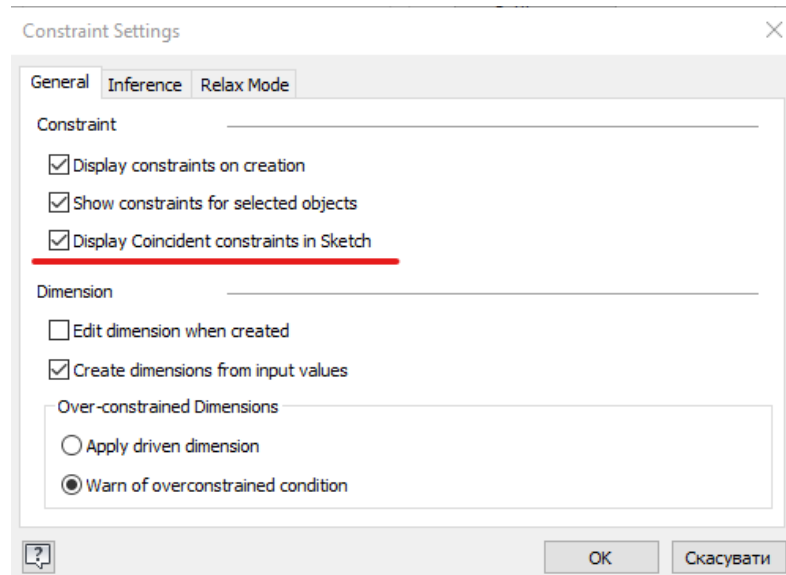


Рисунок 23. Вікно налаштування обмежень

- У підрозділі «Display» установіть прапорець «Grid lines»(Лінії сітки) Задає відображення ліній сітки в ескізах та «Coordinate system indicator» (Індикатор системи координат) Задає відображення системи координат для площини ескізу.

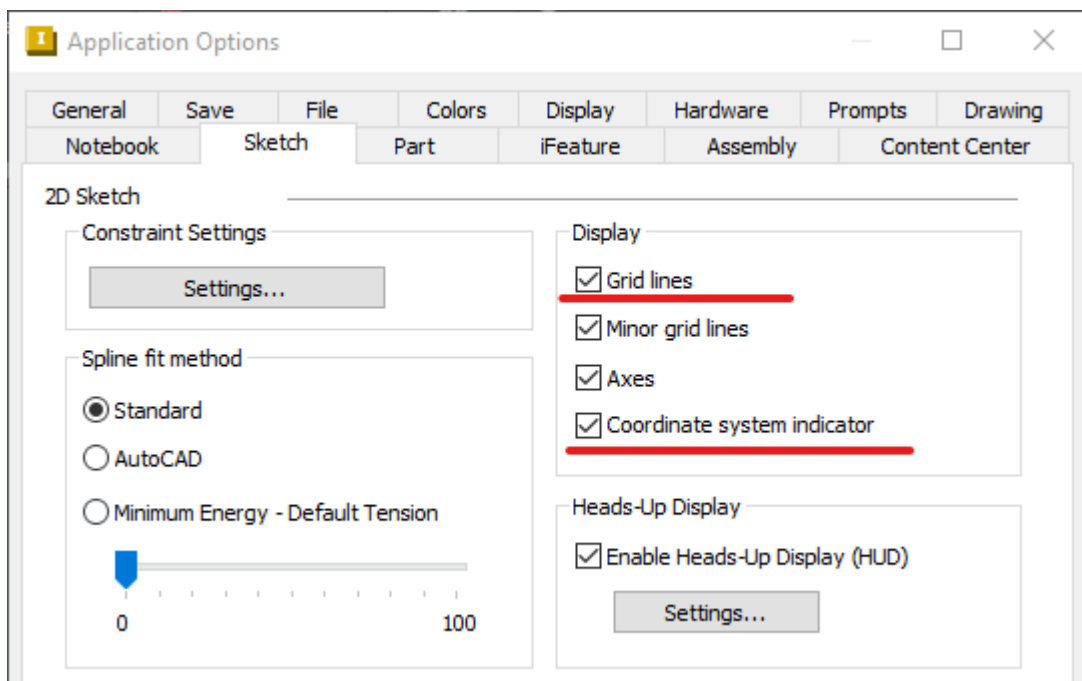


Рисунок 24. Вікно налаштування ексізів

8. У розділі «Assembly» внесемо наступні зміни:
  - установіть прапорець «Place and ground first component at origin»(Розмістити та зафіксувати перший компонент на початок координат) Вказує, чи потрібно зафіксувати перший компонент, розміщений у складанні, на початок

координат. Якщо цей прапорець знято, перший розміщений компонент не фіксується.

- Після чого натискаємо «Apply» в нижньому правому куті екрану.

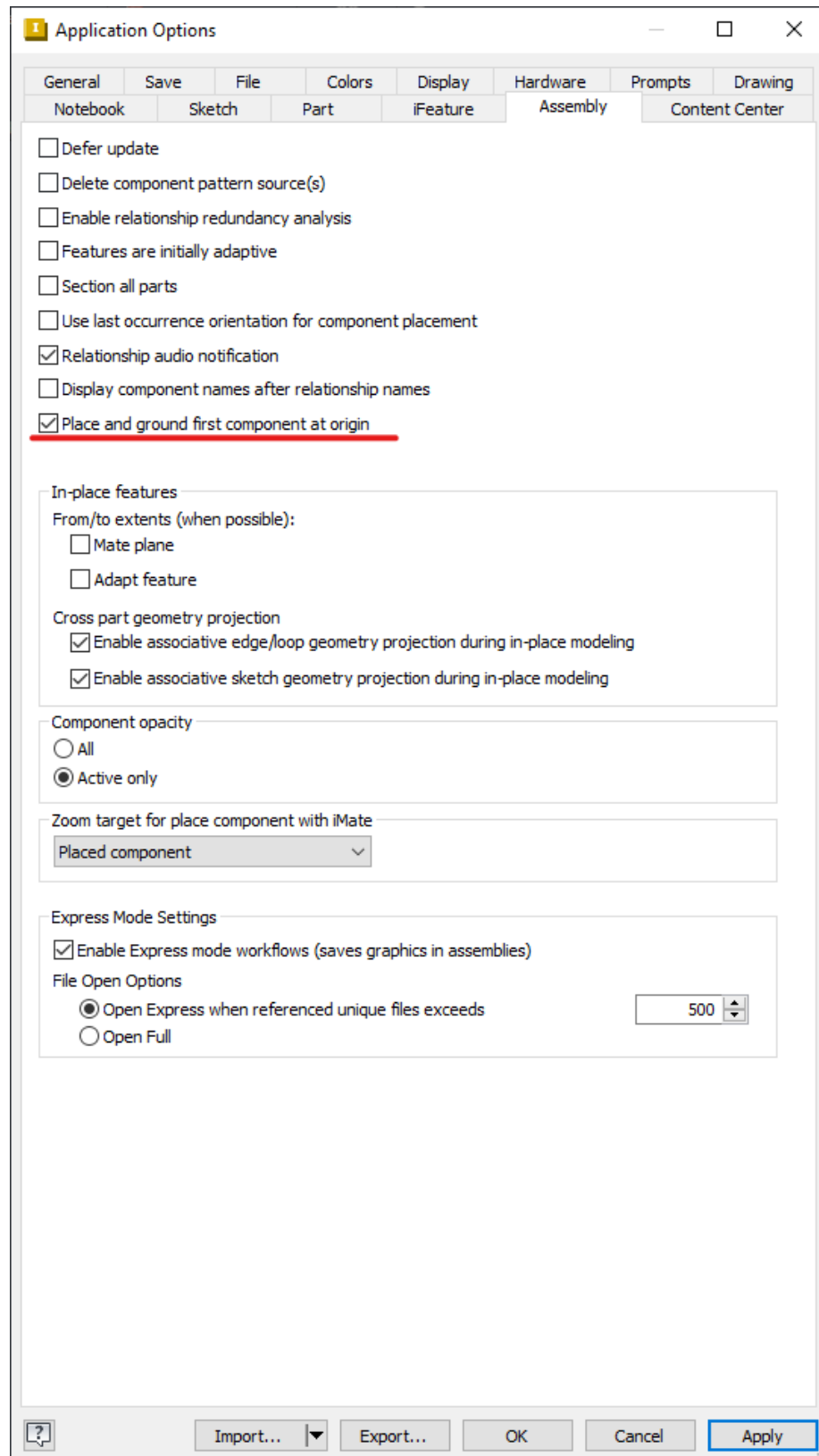


Рисунок 25. Вікно налаштування складання

### 1.3. НАЛАШТУВАННЯ ПРОЕКТУ

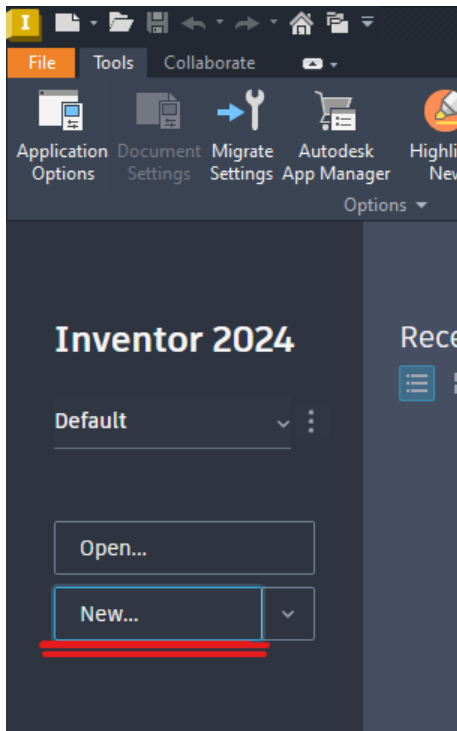
Для ефективної роботи з Autodesk Inventor в навчальному закладі, необхідно дотримуватися правильної організації файлів та папок. Оскільки програма розрахована на командну роботу, усі файли та папки повинні зберігатися в одному місці – у папці проекту. Це дозволяє не тільки зберігати всі об'єкти разом, але і швидко знаходити потрібні файли.

Один з головних принципів роботи з Autodesk Inventor – це ідеологія асоціативного зв'язку між файлами в цифровому прототипі. Це означає, що зміна будь-якого об'єкта в проекті автоматично впливає на всі інші об'єкти, які з ним пов'язані. Це дозволяє легко проводити необхідні зміни в моделі, кресленні, складальнику та розрахунках, що значно спрощує роботу над проектом.

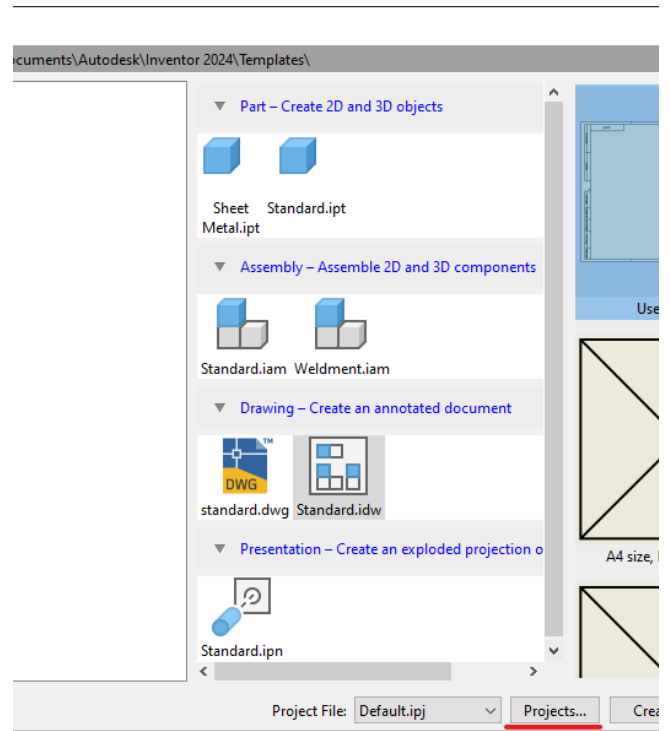
Для того, щоб використовувати можливості програми Inventor на повну потрібно створити файл проекту з розширенням \*.ipj. У цьому файлі зберігається інформація про розташування всіх об'єктів, які були використані в процесі проектування. Крім того, завдяки використанню проекту можна прискорити роботу над цифровим прототипом використовуючи налаштування бібліотек, додаткових користувацьких папок, за рахунок використання стилів та матеріалів.

Таким чином, для успішної роботи з Autodesk Inventor в навчальному закладі необхідно використовувати файл проекту та правильно організувати файли та папки в ньому. Це дозволить не тільки зберігати всі об'єкти разом, але і швидко знаходити потрібні файли.

Для того, щоб розпочати створення нового проекту в Autodesk Inventor, необхідно виконати декілька простих кроків. Перш за все, потрібно вибрати кнопку «New...» в боковому меню команд (рис. 26.а) у новому вікні виберіть кнопку «Projects...»(рис. 26.б) або у меню File (Файл) > Manage (Керування) > Projects (Проекти), як показано на рис. 27. Після цього користувач буде направлений у вікно "Projects", де він зможе створити новий проект, відкрити наявний або налаштувати проект (рис.28).



а



б

Рисунок 26. Вікно створення нових проектів співіб перший

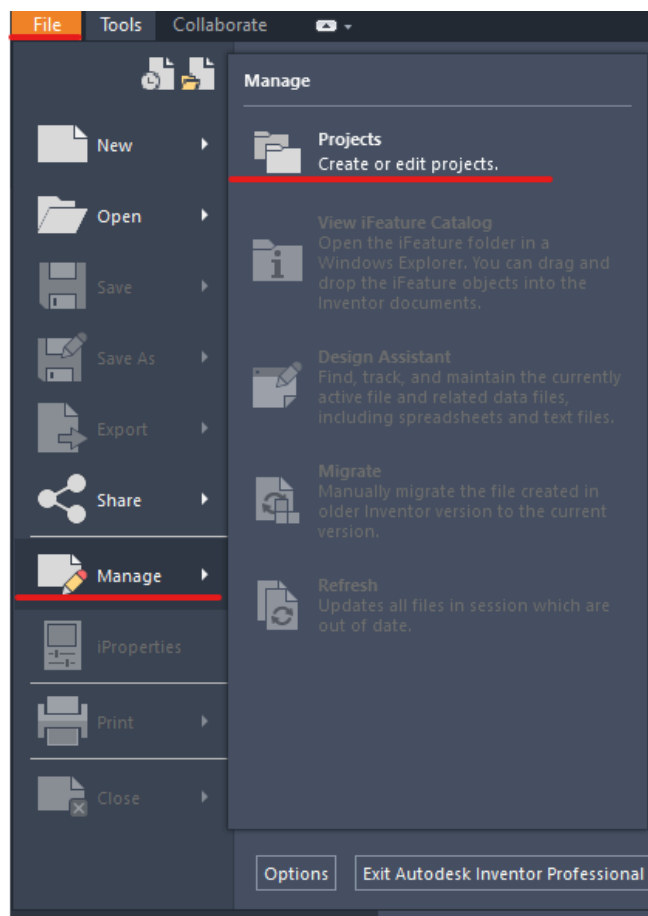


Рисунок 27. Вікно створення нових проектів співіб другий

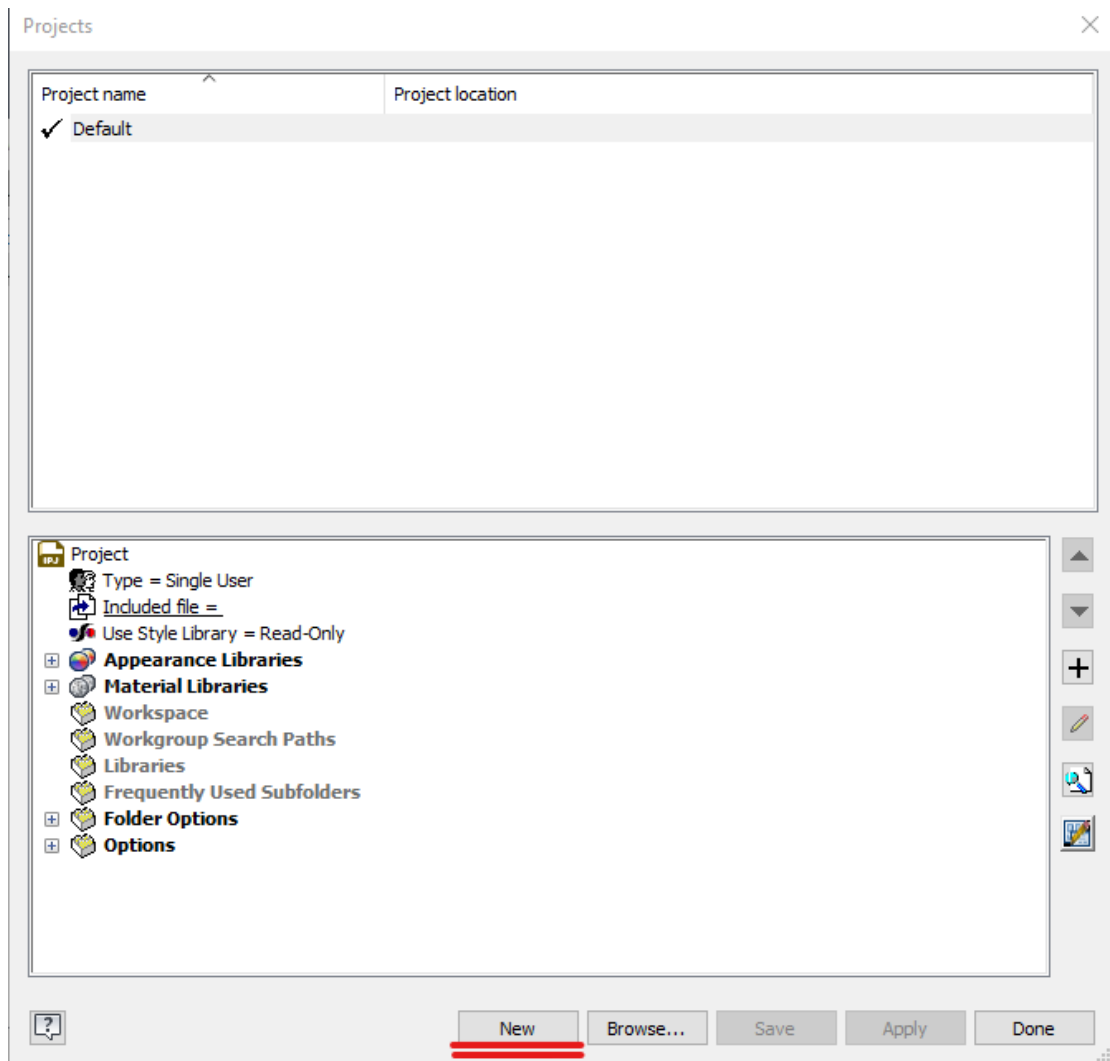


Рисунок 28. Вікно налаштування проекту

Вікно Projects поділене на дві частини (рис.28). Верхня частина містить список проектів, які раніше були створені, а відмітка біля назви проекту показує, який проект в даний момент активний. Для вибору проекту зі списку, користувачу необхідно двічі клацнути лівою кнопкою миші на назві потрібного проекту.

Нижня частина вікна містить детальні характеристики вибраного проекту, такі як місце розташування проекту, кількість користувачів, наявність бібліотек та інші налаштування, що були зроблені раніше.

В разі необхідності створення нового проекту, необхідно натиснути кнопку "New" у вікні «Inventor project wizard» майстра проектів виконайте одну з таких дій (рис. 29) і натисніть "Next":

- Виберіть “New Single User Project” (Створити одно користувачький проект).

- Виберіть «Select New Vault Project» (Створити проект Vault).

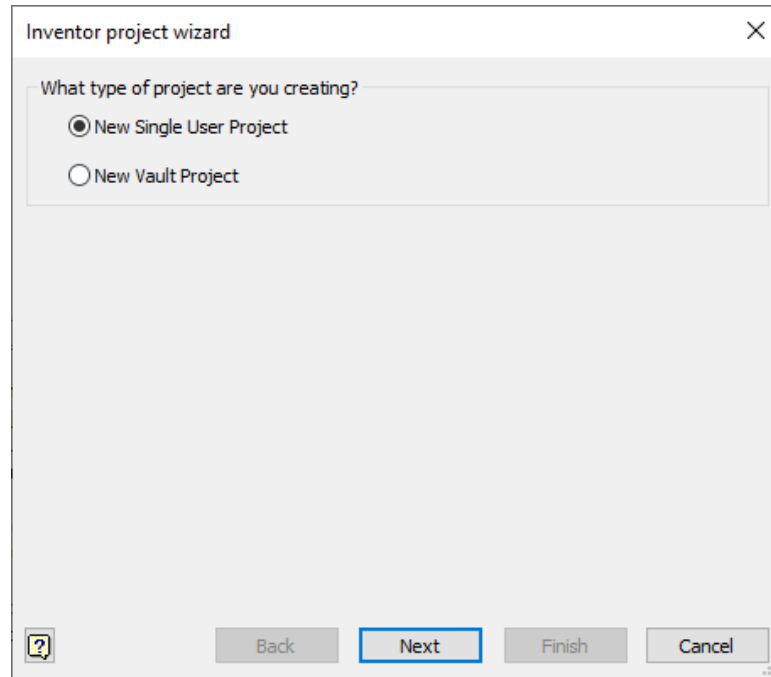



Рисунок 29. Вибір типу проекту

Обравши одну з попередніх дій і натиснувши "Далі" у користувача відкривається нове вікно (рис.30) виберіть ім'я проекту «Name» і задайте розташування проекту в папці «Project (workspace) folder» (Робочий простір).

Для пошуку раніше створеного проекту (рис.28) необхідно використовувати кнопку «Browse»(Переглянути) (рис.28). Після цього відкриється вікно, в якому можна вибрати необхідну папку з проектом та натиснути "Done"(Готово).

Переконайтеся, що ви створили нову порожню папку для розміщення проекту. За замовчуванням, під час створення проекту за допомогою Майстра

створення проектів, створюється нова папка для файлу проекту  (.IPJ). Однак, ви можете вибрати іншу папку для розміщення проекту. Важливо переконатися, що обрана папка є порожньою, щоб уникнути втрати або перезаписування важливих файлів.

У наступному вікні виберіть наявні бібліотеки, додайте їх у проект і натисніть "Finish" (Закінчити).

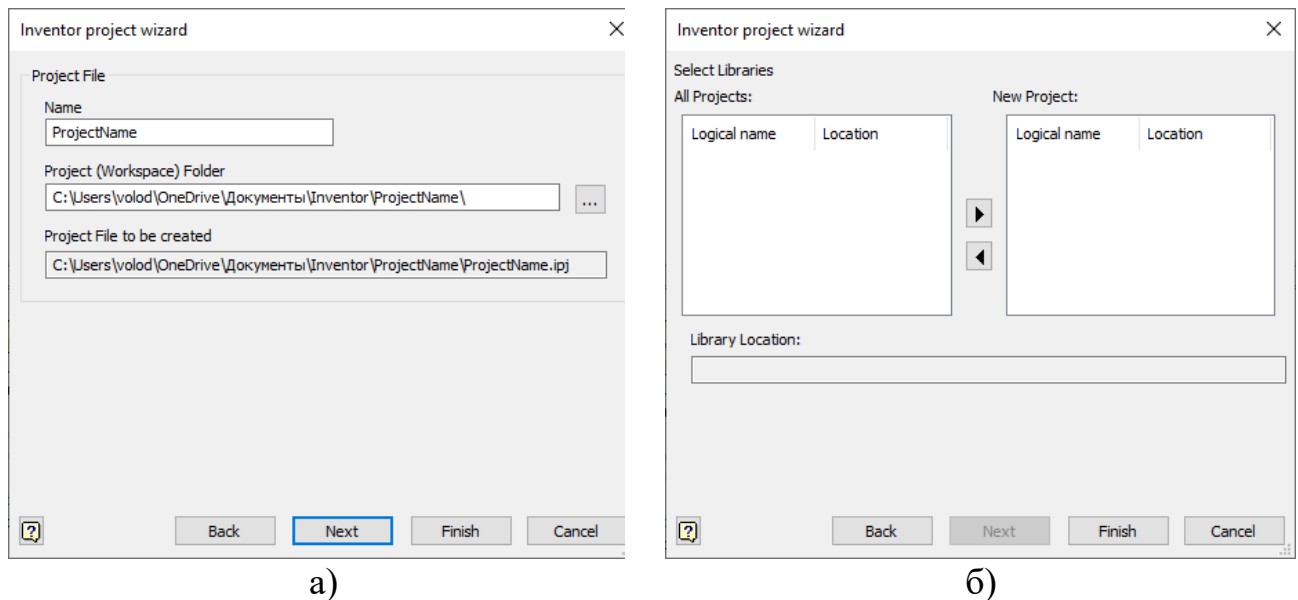


Рисунок 30. Вікно назви та розміщення проекту та бібліотек

Після створення «Project» (Проекту). Перейдемо до його налаштування у нижньому вікні внесемо зміни у меню «Folder Options» (Параметри папки):

- Templates (Шаблони) натискаємо правою кнопкою миші у відкритому вікні натискаємо Edit (Редагувати)(рис.32)
- У вікні змінимо посилання для зберігання файлу на папку проекту (**обов'язково** перед слешем має бути точка) внесемо такі зміни в усі розділи меню «Folder Options» (Параметри папки)
  - Templates «.\Templates\en-US\»
  - Design Data «.\Design Data\»
  - Presets «.\Presets\»
  - Content Center Files «.\Content Center Files\R2024\»

Усі проекти зберігаються в одному місці, що забезпечує зручний доступ до них та сприяє командній роботі над проектом.

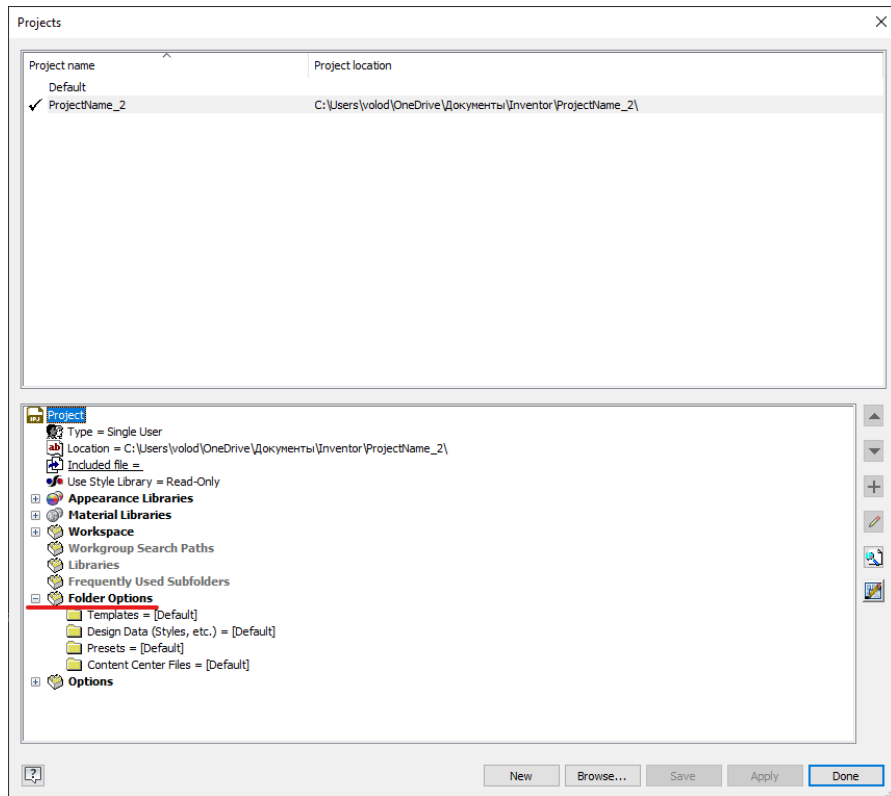


Рисунок 31. Вікно налаштування параметрів папки

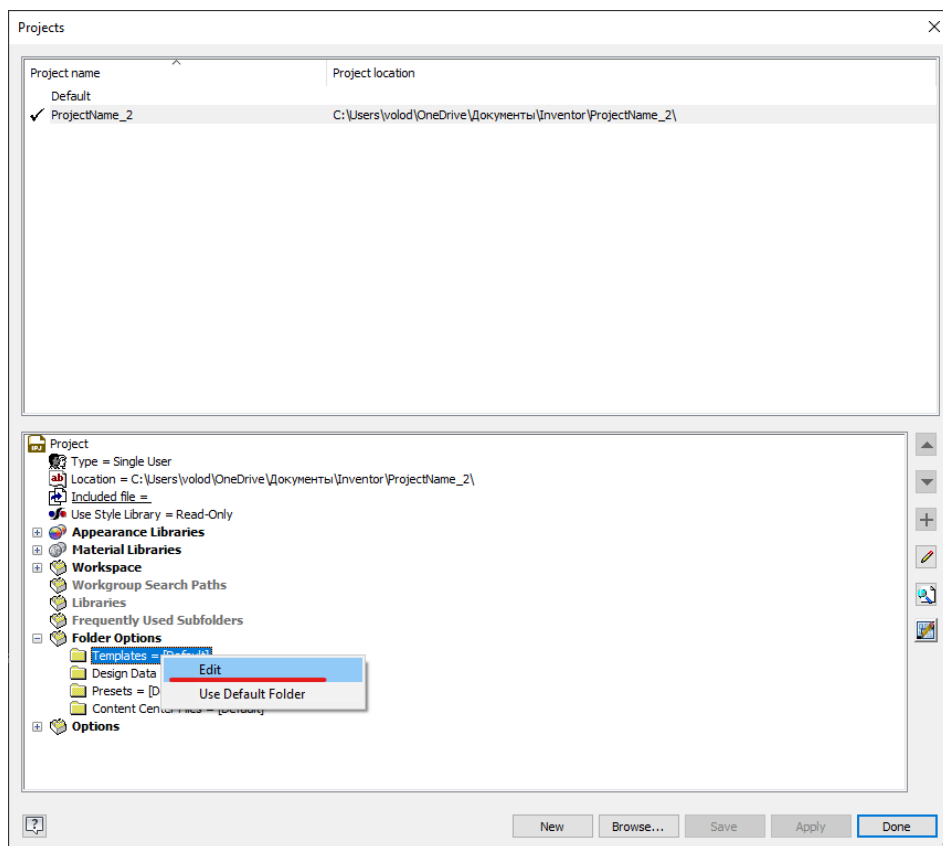


Рисунок 32. Вікно редагування налаштування параметрів папки

## 1.4. СТВОРЕННЯ НОВИХ ФАЙЛІВ

Для створення нового файлу ви можете виконати наступні дії:

1. Натисніть на значок "New" на стрічці команд (Рис.33.).

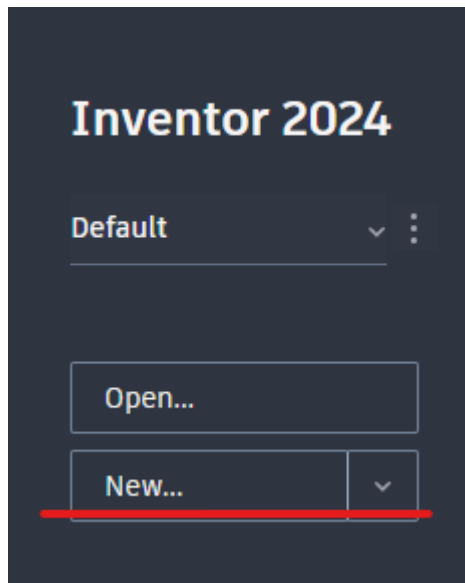


Рисунок 33 Створення нового файлу

2. Відкриється вікно із шаблонами стандартів (Рис.34), яке поділено на 3 частини:
  - У лівій частині міститься список шаблонів метричних і британських одиниць вимірювання.
  - У середній частині відображаються шаблони в залежності від вибраних одиниць вимірювання, згідно призначення і стандартів країн, в яких використовуються, а саме:
    - Шаблони з деталями «Part»( Деталь):
      - Sheet metal (Листовий метал) – створення 3D–деталі виготовленого з листового металу однакової товщини, який можна розгорнути;
      - Standard (Стандартний) – створення 2D і 3D деталей, які складені з одного або декількох тіл;
    - Шаблони складення «Assembly» (складення):
      - Mold Design (Конструкція прес–форми) – створення спеціального 3D – складання прес–форм для лиття під тиском однієї або декількох пластикових деталей;
      - Standard (Стандартний) – створення збірок конструкцій з

точно припасованих деталей, які були створені в шаблонах деталей;

- Weldment (Зварювання) – створення складених конструкцій з деталей, які з'єднуються методом зварювання;
- Шаблони креслень «Drawing» (Креслення) з розширеннями:
  - \*.dwg та \*.idw – ці формати призначені для створення конструкторської документації на основі 3D деталей, складальників, які містять вигляди, проекції та виносні елементи також розширення \*.dwg дозволяє відкривати креслення в Autodesk AutoCAD;
  - Шаблон для створення презентацій і схем збірок «Presentation» (Презентація).

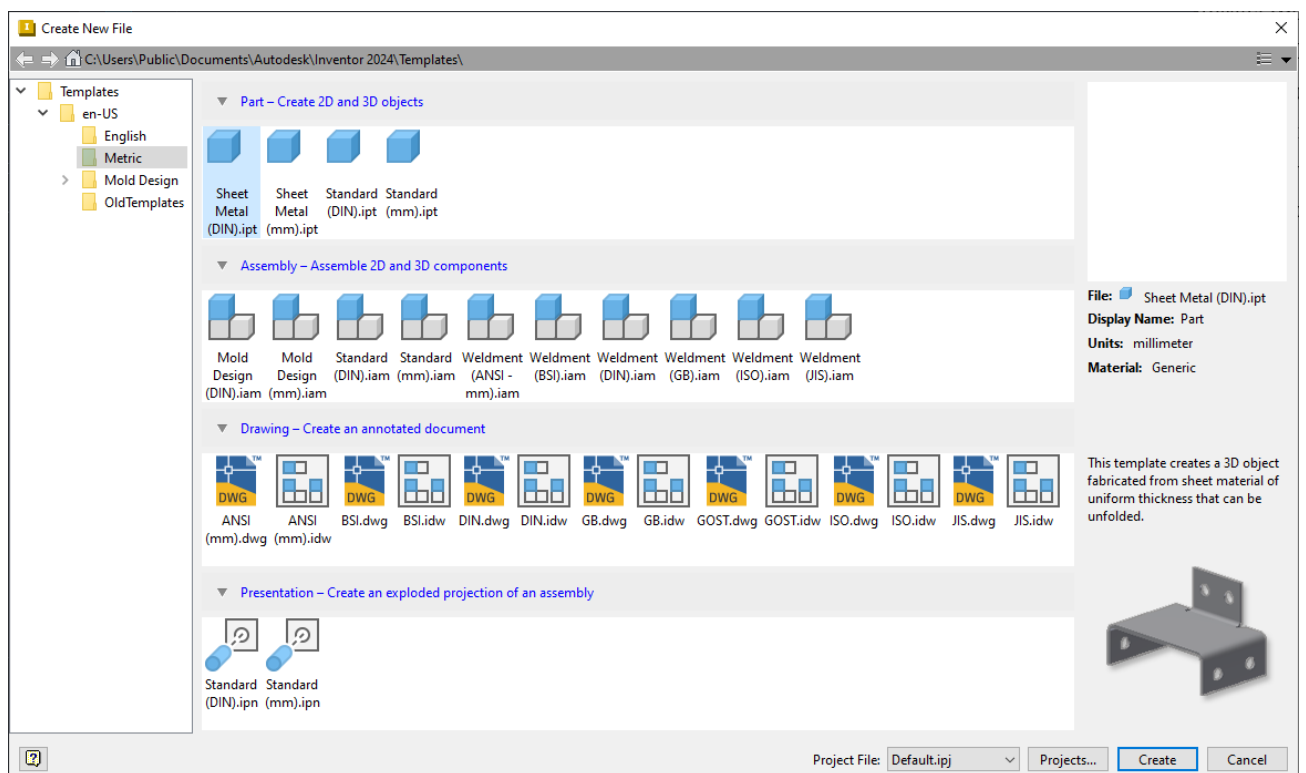


Рисунок 34 Відкриється вікно із шаблонами стандартів

3. Після вибору шаблону в центральній частині вікна можна вказати розташування нового файлу та його ім'я. Для цього треба вибрати папку, в яку потрібно зберегти файл, або створити нову папку за допомогою кнопки «New Folder» (Нова папка). Потім вказати ім'я файлу та натиснути кнопку «Create» (Створити). Відкриється нове вікно зі створеним файлом.

4. Після чого можна починати створювати або редагувати модель. Для цього на сторінці програми з'явиться нова вкладка з іменем створеного файлу. Зверніть увагу на те, що після створення файлу він автоматично відкриється в

режимі редагування.

5. Після закінчення редагування потрібно зберегти файл. Для цього достатньо виконати команду «File» (Файли) – «Save» (Зберегти) або натиснути кнопку Save у стрічці команд.

6. Якщо необхідно зберегти файл під іншим іменем, виконуємо команду «File» (Файли) – «Save As» (Зберегти як) та вказуємо нове ім'я файлу та розташування збереження.

7. Щоб закрити файл, можна виконати команду «File» (Файли) – «Close»(Закрити) або натиснути кнопку «Close»(Закрити) на стрічці команд. При закритті файлу програма автоматично перейде до вкладки з наступним за розкладкою відкритим файлом, якщо такий є.

8. Якщо потрібно вийти з програми, виконуємо команду «File» (Файли) – «Exit»(Вихід) або натискаємо кнопку «Exit»(Вихід) на стрічці команд. Перед виходом з програми можна зберегти всі відкриті файли. Для цього виконуємо команду «File» (Файли) – «Save All»(«Зберегти все»).

## 2. ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОКУМЕНТАЦІЯ

### 2.1 ІНТЕРФЕЙС

Розглянемо інтерфейс Autodesk Inventor та його інструментарій. У інтерфейсі змінюються лише панелі інструментів, які розташовуються в стрічці команд, залежно від завантаженого шаблону. На (Рис. 35) показано інтерфейс програми Autodesk Inventor.

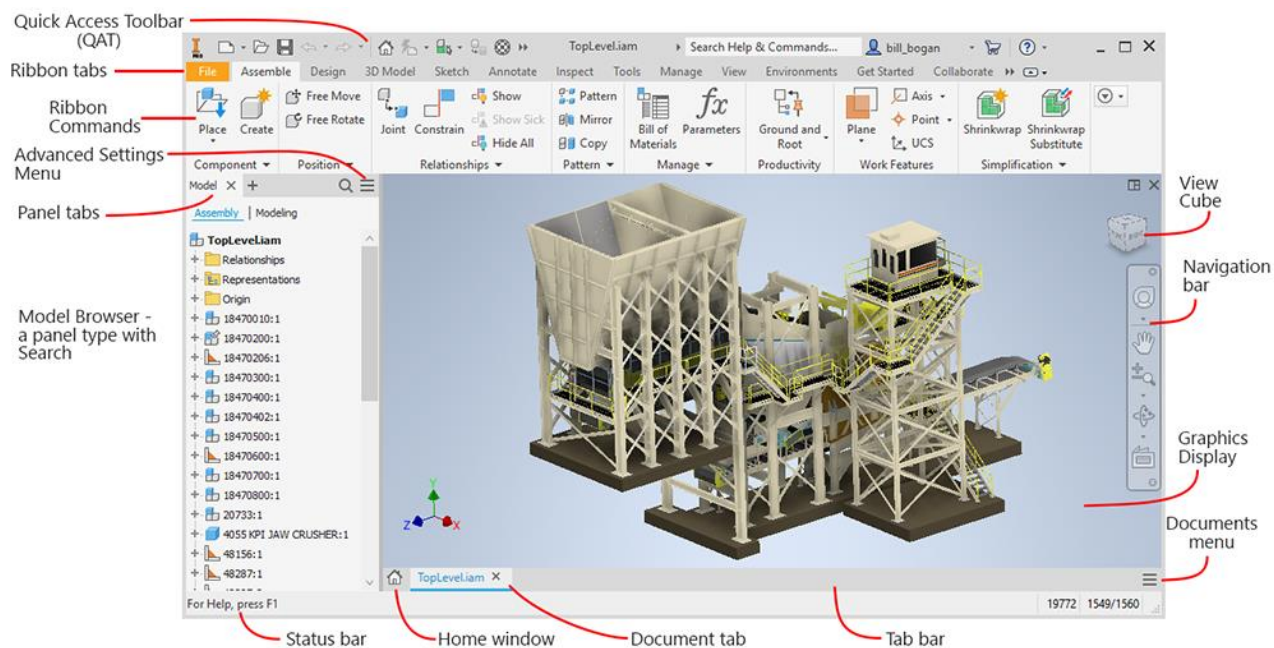


Рисунок 35 Інтерфейс програми Autodesk Inventor

«Quick Access Toolbar» (Панель швидкого доступу) – швидкий доступ до невеликого набору команд (можлива адаптація).

«Ribbon tabs» (Вкладки стрічки) – доступ до команд і середовищ.

«Ribbon commands» (Команди на стрічці) – доступ до команд, пов'язаних із типом активного документа.

«Panel tabs» (Вкладки панелей) – на панелях відображається вміст, що відноситься до активного документа. Панель можна закріпити в будь-якому вікні програми.

«Advanced Settings Menu» (Меню додаткових параметрів) – доступ до додаткових параметрів для активної панелі.

«Model Browser» (Оглядач моделі) – це панель, що містить компонент, креслення або схему, над якою ведеться робота в активному вікні. Оглядач можна закріпити в будь-якому вікні або використовувати в плаваючому

режимі. Незалежно від типу документа, якщо оглядач моделі закритий, у верхньому лівому кутку графічного вікна відображається значок. Оберіть його, щоб відобразити доступні панелі оглядача для активного документа. Або використовуйте такий спвісіб.

На стрічці виберіть панель «View»(Вид), панель «Windows» (Вікна), «User Interface»(Користувацький інтерфейс).

Встановіть або зніміть прапорець «Model browser» (Оглядач моделі), щоб відобразити або приховати оглядач.

Оглядач можна закріпити в будь-якому вікні Inventor.

«Status bar» (Рядок стану) – елемент інтерфейсу в нижній частині основного вікна програми. Він вказує наступну операцію, яка потрібна активній команді.

«Home Window» (Вікно "Домашня") – компактна вкладка, що забезпечує доступ до головного вікна.

«Document tab» (Вкладка «Документ») – вкладка для кожного відкритого документа.

«Tab bar» (Панель вкладок) – доступ до вкладок для всіх відкритих документів (відображається або в основному, або в додатковому вікні програми).

«Documents menu» (Меню "Документи") – доступ до команд "Упорядкувати", "Мозаїка" і "Перемикання" (тут також можна закрити деякі або всі документи).

«Graphics Display» (Графічне відображення) – область, у якій відображається модель, схема або креслення.

«Navigation bar» (Панель навігації) – доступ до інструментів для навігації у вікнах програми.

«ViewCube» (Видовий куб) – доступ до додаткових можливостей орієнтації виду.

## 2.2 AUTODESK INVENTOR В РЕЖИМІ «SKETCH» («ЕСКІЗ»)

Для створення ескізу, виконуємо такі кроки: спочатку, на вкладці «3D model» (3D модель) або на вкладці «Sketch» (Ескіз), натискаємо на кнопку «Start 2D Sketch» (створити 2D ескіз). Після цього, ми отримуємо зображення трьох перпендикулярних площин (XY, YZ і ZX), серед яких ми вибираємо ту, на якій будемо ескіз. Вибір площини можна здійснити натисканням лівої кнопки миші (ЛКМ) або в дереві побудови, зі списку, що з'являється після того, як обрали папку «Origin» (Початок), як показано на рис. 36.

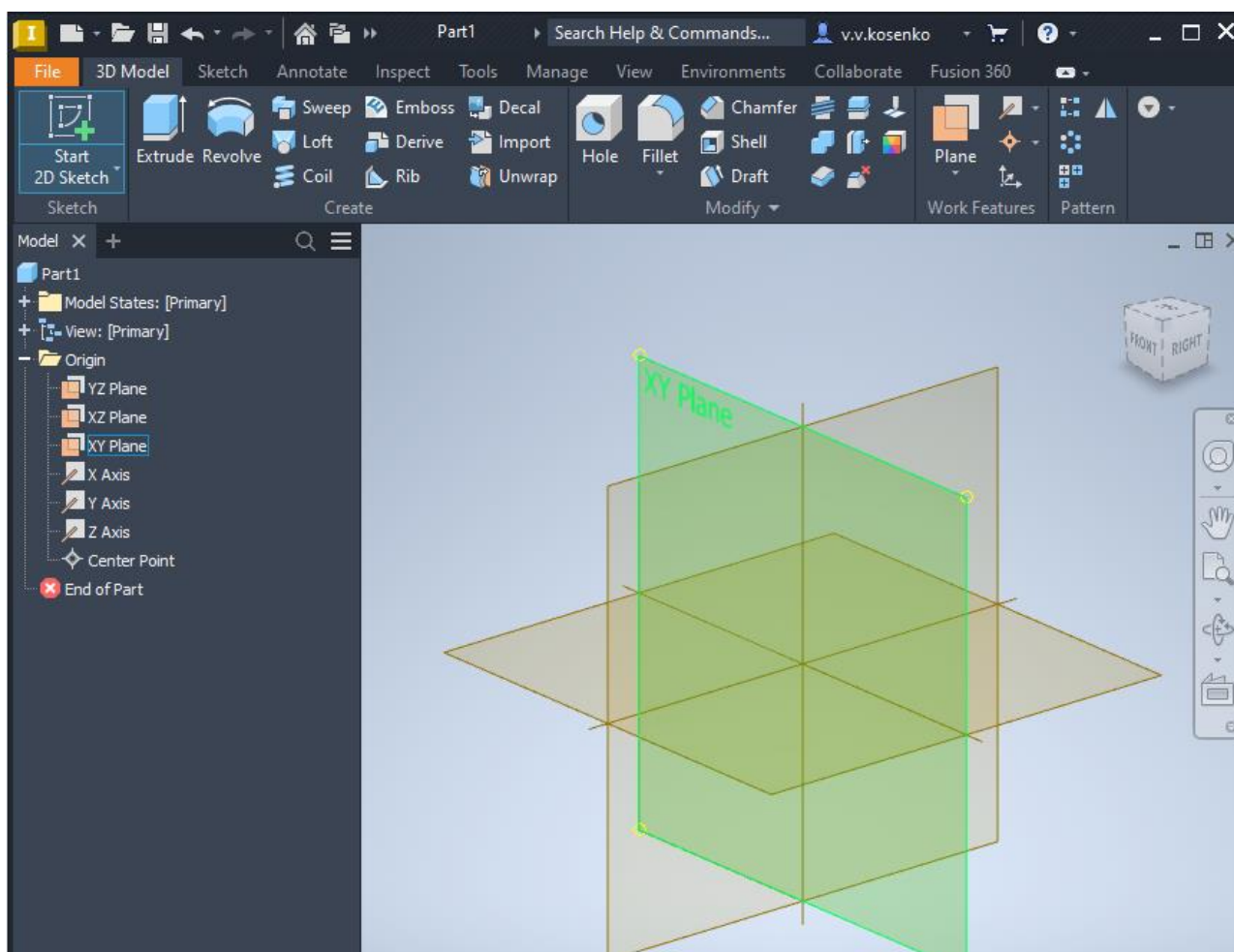


Рисунок 36. Вибір площини для створення 2D ескізу

Після вибору площини, вона переходить у ортогональне положення щодо погляду користувача, що означає, що вона паралельна до екрану монітора. Це дозволяє зручно виконувати геометричну побудову ескізу. Якщо користувач обрав значок ескізу на вкладці «3D model» (3D модель), то автоматично відкриється вкладка «Sketch» (Ескіз) в стрічці команд (рис. 37). Для виконання ескізу можна використовувати різні графічні примітиви, які містяться в палітрі

«Create» (Створити). Усі доступні команди зображено на рис. 37.

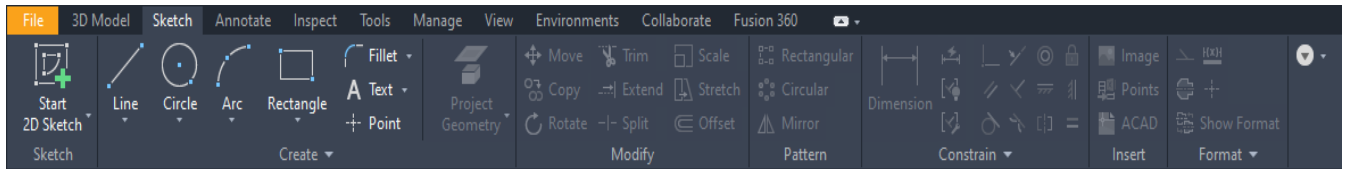


Рисунок 37. Вікно Autodesk Inventor в режимі Sketch (Ескіз)

Ескіз є одним з найважливіших етапів при проектуванні деталі. Щоб побудувати точний ескіз, необхідно дотримуватися певних правил.


Перш за все, ескіз повинен бути замкнутим і не мати вільних кінців або перетинів. Крім того, ескіз повинен бути геометрично зв'язаним з точкою початку координат. Це можна забезпечити, якщо проставити розмір між точкою початку координат та будь-якою точкою на геометричному об'єкті ескізу. Також, якщо точка початку координат буде початковою точкою відрізка, центром кола або дуги.


Після побудови ескізу необхідно визначити його параметри. При нанесенні розмірів, ескіз стає параметричним. Якщо необхідно, параметри можна змінити, що автоматично змінить ескіз та деталь.

При задаванні розмірів ескізу, спочатку необхідно задати усі геометричні залежності між елементами ескізу (точками, відрізками, дугами тощо), а потім задавати розміри. Геометричні залежності, такі як горизонтальність чи вертикальність, можуть накладатися автоматично. Інші залежності можна накласти в меню «Constrain» (Залежності).

Важливо дотримуватися цих правил при створенні ескізу, щоб забезпечити його точність та можливість його подальшого використання при проектуванні деталі. Пам'ятайте, що правильно побудований ескіз значно полегшує подальшу роботу з деталлю.

### Робота з функціями Create (Створити)

 «Line» (Відрізок) – будує відрізок по 2-х точках. При затисканні лівої кнопки миші можна будувати дуги.

 «Spline control vertex» (Сплайн керуюча вершина) – дозволяє побудувати криві на основі вказаних управляючих вершин.



«Spline Interpolation» (Сплайн інтерполяція) – побудова кривої через вказані точки.



«Equation Curve» (Крива по формулі) – побудова кривої на основі математичних залежностей.



«Bridge Curve» (Замкнуту криву) – створення гладкої неперервної кривої між 2-ма іншими вибраними кривими.



«Circle Center point» (Коло з центру) – створення кола по центру і радіусу.



«Circle Tangent» (Коло по дотичним) – створення кола дотичного до 3-х відрізків.



«Ellipse» (Еліпс) – створення еліпса з використанням центральної точки, малої і великої вісей.



«Arc Three Point» (Дуга по 3-х точках) – побудова дуги по крайніх і середній точці.



«Arc Tangent» (Дуга дотична) – побудова дотичної дуги до кривої / відрізка по 2-х точках, перша з яких кінцева точка кривої / відрізка.



«Arc Center Point» (Дуга з центру) – побудова дуги по 3-х точках центральній, початку і кінцевій точках.



«Rectangle Two Point» (Прямокутник по 2-х точках) – побудова по 2-х протилежних точках на діагоналі.



«Rectangle Three Point» (Прямокутник по 3-х точках) – побудова з використанням 3-х точок, для визначення довжини, напрямку і ширини.



«Rectangle Two Point Center» (Прямокутник по 2-х точках і центру) – побудова по 2-х точках по центру і точці на куті прямокутника.



«Rectangle Three Point Center» (Прямокутник по 3-х точках і центру)

– побудова по центру, середині сторони і точці на куті.



«Slot Center to Center» (Паз від центру до центру) – побудова пазу, який визначається відстанню між по 2–ма точками які є центрами дуг і 3–ою точкою, яка задає радіус цих дуг.



«Slot Overall» (Паз загальний) – побудова лінійного пазу, довжина якого визначається відстанню між серединами дуг і 3–ю точкою, яка задає радіус цих дуг.



«Slot Center Point» (Паз центральна точка) – побудова по центру паза, центру дуги і радіусу дуги.



«Slot Three Point Arc» (Паз Дуга по 3–х точках) – будується як дуга по 3–х точках, а 4–та точка задає радіус.



«Slot Center Point Arc» (Паз центр дуги) – центр дуги, початок і кінець, а 4–та точка задає радіус.



«Polygon» (Многокутник) – будується по центру і вершині або середині сторони, в залежності від того вписаний чи описаний многокутник.



«Fillet» (Скруглення) – побудова скруглення заданого радіуса, на куті або 2–х відрізках.



«Chamfer» (Фаска) – побудова фаски по довжині катета і куту або довжинах катетів на 2–х непаралельних відрізках



«Text» (Текст) – додавання тексту в активний ескіз.



«Geometry text» (Текст по лінії) – написання тексту по траєкторії (лінія і дуга), крім сплайну.



«Create Block» (Створити блок) – створення ескізного блоку на основі вибраної 2D геометрії



«Project Geometry» (Проекція геометрії) – проєцювання ребер,

вершин, робочих елементів, контурів і кривих існуючих об'єктів на обрану площину.



«Project Cut Edges» (Проецювання ребер) – дозволяє проецювати ребра моделі, яка пересікає активну ескізну площину, на ескіз.



«Project Flat Pattern» (Sheet Metal Parts) – проецювання розгортки (деталі з листового металу) дозволяє перетворювати 3D–моделі деталей з листового металу в плоскі розгортки, які можуть бути використані для виробництва та обробки.



«Project to 3D Sketch» (Проецювання на 3D ескіз) проецювання геометрії з активного 2D –ескіза на обрані грані 3D моделі.



«Project DWG Geometry» (Проецювання DWG геометрії) дозволяє імпортувати геометрію з інших програм, що працюють з форматом DWG, та спроектувати її у програмі Inventor. Данна функція допомагає інженерам і проектувальникам легше і швидше працювати зі збереженням точності даних.

Будь–який ескіз можна редагувати до і після використання його в елементі. Можна змінювати розміри, обрізати або подовжувати криві, створювати сполучення ескізу, додавати та видаляти залежності, а також перетягувати криві, змінюючи форму ескізу та керувати положенням ескізів.

### **Робота зі зміною геометрії**



«Move» (Перемістити) дозволяє переміщувати об'єкти на ескізі з однієї точки в іншу. Це дуже корисна функція, оскільки вона дозволяє легко коригувати розташування об'єктів, які можуть бути розташовані неправильно в ескізі.



«Copy» (Копіювати) дозволяє створювати копії об'єктів на ескізі. Це корисно, коли потрібно швидко створити кілька однакових об'єктів, або коли потрібно створити декілька версій одного об'єкту, щоб перевірити різні варіанти дизайну.



«Rotate» (Поворот) дозволяє повертати об'єкти на ескізі навколо заданої точки. Це корисна функція, оскільки вона дозволяє легко вирішувати проблеми з розташуванням об'єктів, які можуть бути розташовані під різними кутами. Крім того, ця функція дозволяє легко вирішувати проблеми з точністю розташування об'єктів, що може бути важко зробити вручну.



«Trim» (Обрізка) дозволяє обрізати криву або геометрію до найближчої кривої, що перетинається, або до меж обраної геометрії. При цьому створюється залежність суміщення між кінцевою точкою обрізаної кривої та обмежувальними кривими. У 3D-моделюванні можна обрізати криві до точки перетину з гранню, робочою площиною або поверхнею.



«Extend» (Подовжити) дозволяє подовжити криву або геометрію до найближчої пересічної кривої або до меж обраної геометрії. При цьому також створюється залежність суміщення між кінцевою точкою подовженої кривої та обмежувальними кривими. У 3D-моделюванні можна подовжити криві до перетину з гранню, робочою площиною або поверхнею.



«Split» (Поділ) дозволяє розділити обрану криву на дві частини зі збереженням її розмірів. У 2D-ескізі розділення виконується до найближчої кривої, що перетинається. Обидва сегменти поділу успадковують залежності вихідного елемента, такі як залежність горизонтальності, вертикальності, паралельності, перпендикулярності та колінеарності. Залежності рівності та симетричності при необхідності видаляються. У 3D-ескізі команда "Поділ" дозволяє розділити лінію, дугу або сплайн на дві частини до перетину з гранню, робочою площиною або поверхнею. Це корисно, коли потрібно змінити форму або розміри деталі. Після розділення, кожен сегмент можна редагувати окремо і змінювати їхні залежності.



«Scale» (Масштабування) – дозволяє змінювати розміри елементів в обох напрямках одночасно. За допомогою цієї функції можна зменшувати або збільшувати розміри елементів з точністю до необхідного значення.



«Stretch» (Розтягнути) – дозволяє вибрати один або кілька елементів та розтягнути їх у вказаному напрямку. Це дуже корисна функція для збільшення розмірів елементів у відношенні до їх початкових розмірів.



«Offset» (Зміщення) – дозволяє переміщувати вибрані елементи в будь-якому напрямку. Це дуже корисна функція для створення зміщень, які необхідні для побудови складних моделей. Для того, щоб використати цю функцію, необхідно просто вибрати елементи та перетягнути їх у бажаному напрямку.

### **Робота з розмірами**

Розміри є важливими елементами моделювання, що дозволяють визначити розміри кривих, відстаней, радіусів, діаметрів та кутів в 2D та 3D ескізах. Використання автоматичних розмірів та обмежень допомагає автоматизувати процес роботи з розмірами, що значно зменшує час та ризик помилок. Функція зміни способу відображення розмірів у рядку стану активного ескізу дозволяє вибрати відображення розмірів у вигляді обчислюваного значення, імені параметра або виразу.



«Dimension» (Розміри) – дозволяють додавати виміри до 2D і 3D ескізів, що робить процес моделювання більш точним та продуктивним. У 2D ескізах, розміри можуть бути додані для визначення розмірів кривих, відстаней між точками, радіусів, діаметрів, кутів тощо. Це дозволяє точно визначити розміри деталей, забезпечити їх відповідність заданим вимогам та стандартам, а також спростити процес підготовки креслень. У 3D ескізах, розміри дозволяють задати розміри 3D моделей, включаючи відстані між точками, радіуси, діаметри, кути тощо. Вони також дозволяють виконувати функції автоматичного підгонки, щоб забезпечити відповідність моделі заданим розмірам та стандартам. З використанням розмірів, можна проводити аналіз та змінювати розміри 3D моделей на підставі розрахунків та вимог, що дозволяє ефективно виконувати проектування та моделювання.



«Automatic Dimensions and Constraints» (Автоматичні розміри та обмеження) – дозволяє автоматично визначати розміри та розміщувати їх на ескізах або моделях для подальшої роботи з ними. Це дуже зручна функція, яка допомагає значно скоротити час та знизити помилки при визначенні розмірів елементів. У 2D–ескізі розміри можуть бути встановлені автоматично на відстані між точками, довжині ліній або дуг, радіусі кола або дуги, куті між лініями або дугами. Розміри можуть бути виміряні як в міліметрах, так і в інших одиницях вимірювання. У 3D–моделях автоматичні розміри допомагають визначити відстані між елементами, довжини ліній, радіуси дуг та кола, а також кути між елементами. Розміри можуть бути встановлені між точками, поверхнями та гранями моделі. Автоматичні розміри дозволяють не тільки значно зменшити час, необхідний для встановлення розмірів, але й допомагають знизити ризик помилок та покращити точність розмірів.

#### Зміна способу відображення розмірів



Рисунок 38 Зміна способу відображення розмірів

В активному ескізі виберіть один зі значків відображення розмірів у рядку стану.

«Value» (Значення) – відображення розмірів ескізу у вигляді обчислюваного значення.


«Name»(Ім'я) – відображення розмірів ескізу у вигляді імені параметра.


«Expression»(Вираз) – відображення розмірів ескізу у вигляді заданого параметричного виразу.

«Tolerance» (Допуск) – відображення розмірів ескізу із заданими допусками.

«Precise Value» (Точне значення) – відображення розмірів ескізу у вигляді значення без урахування налаштувань точності.

## Робота з геометричними залежностями

 «Show All Constraints» (Показати всі залежності) відповідає за відображення залежностей під час створення ескізів і геометрії. Залежності являють собою зв'язки між різними елементами моделі, наприклад, між лініями, колами, точками тощо. Вони дають змогу задавати розміри та відстані між елементами, а також встановлювати обмеження на їхнє переміщення та зміну форми.

 «Constraint Settings» (Налаштування залежності) дає змогу вибрати, які залежності мають відображатися в процесі створення ескізу або геометрії. В Inventor залежності відображаються при створенні, але після завершення поточної команди і виконання графічних змін вони автоматично приховуються. При виборі відповідного налаштування залежності можуть відображатися для обраних об'єктів.

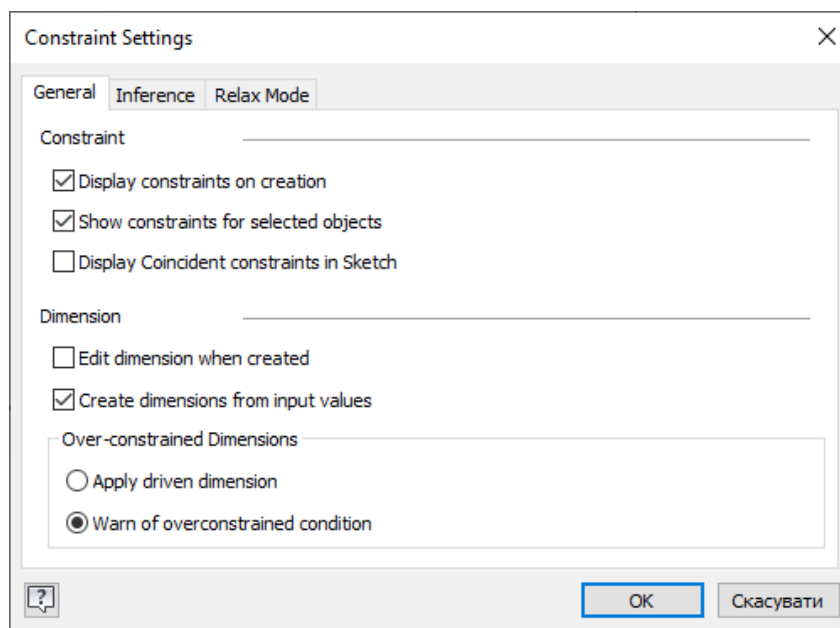



Рисунок 39 Меню налаштування залежності

## Залежності

 «Coincident Constraint» (Залежність суміщення) дає змогу накласти залежність між двома точками або пов'язати одну точку з кривою в 2D– або 3D–ескізі. Жовта точка на екрані вказує на наявність залежності суміщення. Під час наведення курсору на цю точку відображається символ залежності, який

вказує на відповідну геометрію. Зелена точка означає, що залежність суміщення налаштована на видалення під час перетягування в режимі скасування.

Важливо враховувати, що залежність суміщення створюється автоматично в кінцевих точках кривих, побудованих під час виконання команди "Відрізок". Пов'язана залежністю точка може перебувати поза кривою або її продовженням. Після суміщення з кривою точка може розташовуватися на останній довільно, переміщаючись по ній, якщо інші геометричні та розмірні залежності не обмежують це переміщення.

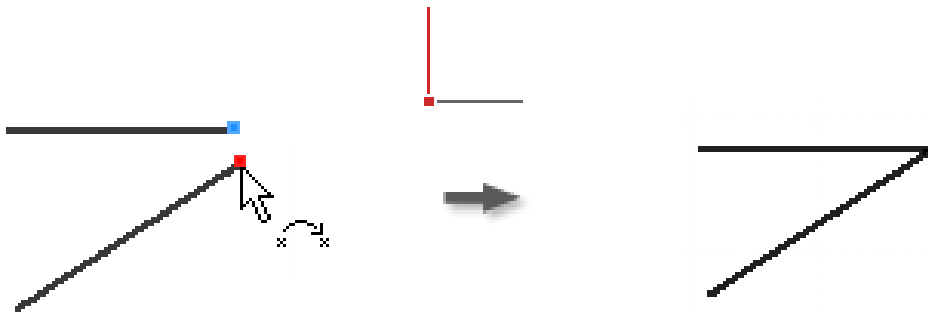


Рисунок 40 Залежність суміщення



«Collinear Constraint» (Накладання залежності колінеарності) дозволяє встановити залежність між двома відрізками або віссю еліпса так, щоб вони були колінеарними. Це означає, що ці відрізки або вісі еліпса будуть лежати на одній прямій. Це корисно при створенні ескізів та моделей, де потрібно зберегти геометричну точність.

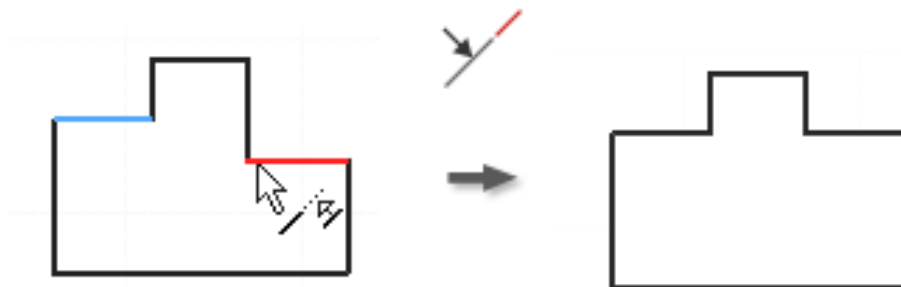


Рисунок 41 Залежність колінеарності



«Face Constraint» (Додавання залежності на грані) дозволяє встановити залежність між геометричним об'єктом (точкою, відрізком, дугою або сплайном) та плоскою або криволінійною гранню. Це дозволяє забезпечити точність та взаємозв'язок між об'єктами на моделі.

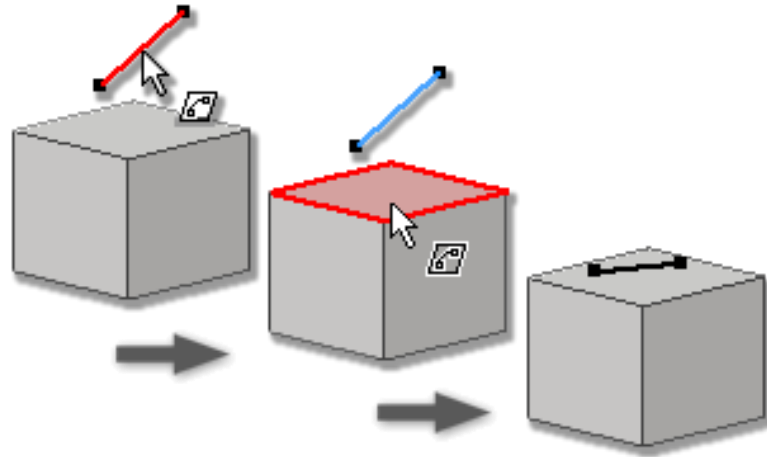



Рисунок 42 Додавання залежності на грані


 «Concentric Constraint (2D Sketches)» (Залежність концентричності (2D ескіз)) дозволяє накладати залежність концентричності на дві дуги, кола або еліпси в 2D-ескізах. Це призведе до того, що початок координат цих кривих буде суміщений. В результаті, коли ви змінюєте розмір або форму одного з цих елементів, інший також зміниться відповідно, залишаючись концентричним. Ця функція може бути корисною при створенні 2D-малюнків з декількома дугами, колами або еліпсами, де необхідно зберігати їхню взаємну концентричність.

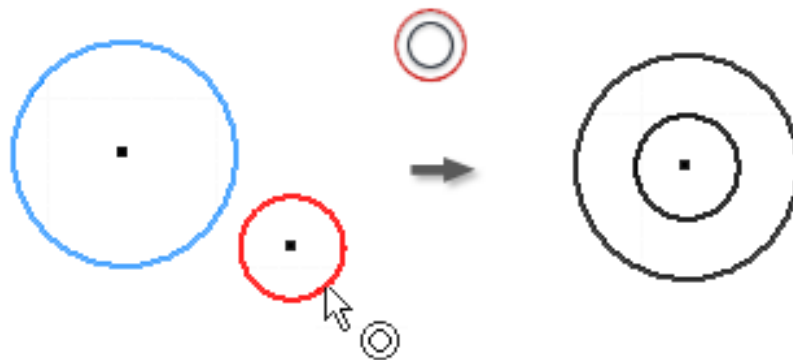



Рисунок 43 Залежність концентричності


 «Fix Constraint» (Фіксація) дозволяє зафіксувати точки і криві на ескізі в їх поточному положенні відносно системи координат. Це означає, що якщо ви перемістите або повернете систему координат ескізу, то зафіксовані точки і криві будуть переміщуватися разом з нею.

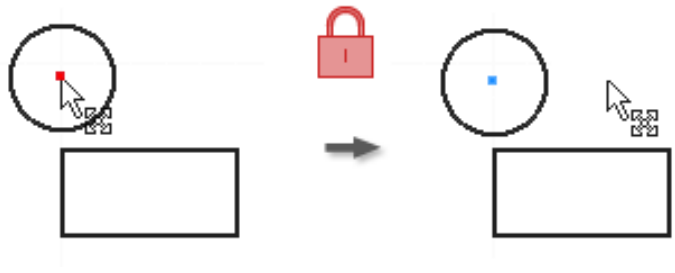



Рисунок 44 Залежність фіксація

 «Parallel Constraint» (Залежність паралельності) дозволяє зробити вибрані лінії, криві або вісі еліпсів паралельними одна одній, що дозволяє вирішувати задачі з налаштуванням паралельного розміщення геометричних елементів у 2D– та 3D–ескізах.

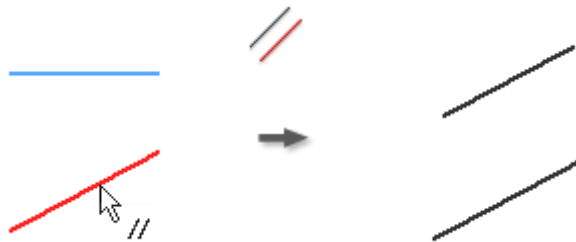


Рисунок 45 Залежність паралельності



 «Perpendicular Constraint» (Залежність перпендикулярності) встановлює перпендикулярний кут між вибраними лініями, кривими або вісями еліпсів, що дозволяє вирішувати задачі з налаштуванням перпендикулярного розміщення геометричних елементів у 2D– та 3D–ескізах.



Рисунок 46 Залежність перпендикулярності

 «Parallel X, Y, or Z Constraint (3D Sketches)» (Застосування залежності паралельності для вісей X, Y або Z (3D–ескізи)) – використовується для розміщення геометричних об'єктів паралельно до обраної вісі (X, Y або Z) в

3D-ескізах. Це дозволяє створювати симетричні форми та полегшує процес розміщення об'єктів відносно заданої вісь.

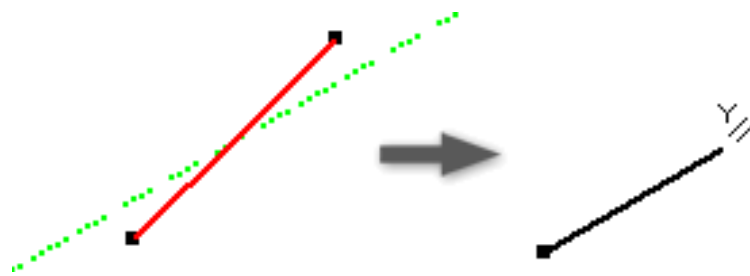


Рисунок 47 Застосування залежності паралельності для вісей X, Y або Z (3D-ескізи)



«Parallel with XY, YZ, or XZ Plane Constraint (3D Sketches)»

(Застосувати паралель з обмеженням площин XY, YZ або XZ (3D-ескізи)) дозволяє розташувати обраний геометричний об'єкт паралельно до базової площини ху, уz або хz в 3D-моделі. Для застосування цього обмеження в активному 3D-ескізі необхідно вибрати один з параметрів, що відповідає бажаній площині. Потім необхідно вибрати лінію, криву або сплайн, який потрібно розмістити паралельно до цієї площини. Якщо потрібно, можна вибрати більше об'єктів для застосування цього обмеження.

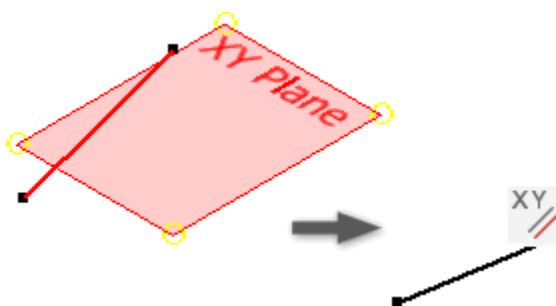


Рисунок 48 Застосувати паралель з обмеженням площин XY, YZ або XZ (3D-ескізи)



«Horizontal or Vertical Constraint (2D Sketches)» (Залежності

горизонтальності або вертикальності (2D-ескізи)) використовується для того, щоб обмежити лінії, вісі еліпсів або пари точок у 2D-ескізах, можна застосувати горизонтальне або вертикальне обмеження. Горизонтальне обмеження змушує елементи розташовуватися паралельно вісі X системи координат, а вертикальне – паралельно вісі Y системи координат.

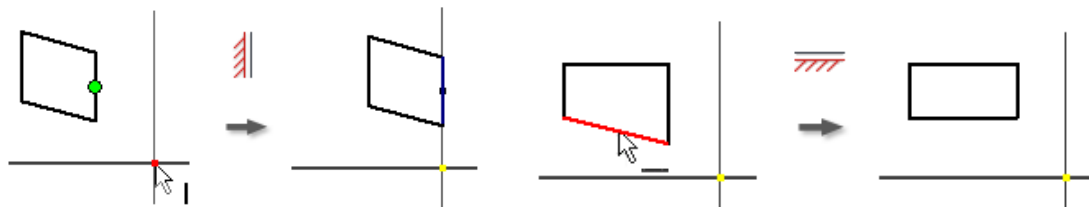



Рисунок 49 Залежності горизонтальності або вертикальності (2D–ескізи)

 «Tangent Constraint» (Дотична залежність) дозволяє обмежити дві криві так, щоб вони торкнулися одна одної в заданій точці. В залежності від типу ескізу (2D або 3D), обмеження можна застосовувати до різних типів кривих. Для 2D–ескізів дотичні можна встановити між лініями, колами, дугами та еліпсами. У 3D–ескізах дотичні можна встановити між сплайнами та будь-якою іншою геометрією в ескізі, включаючи ребро моделі.

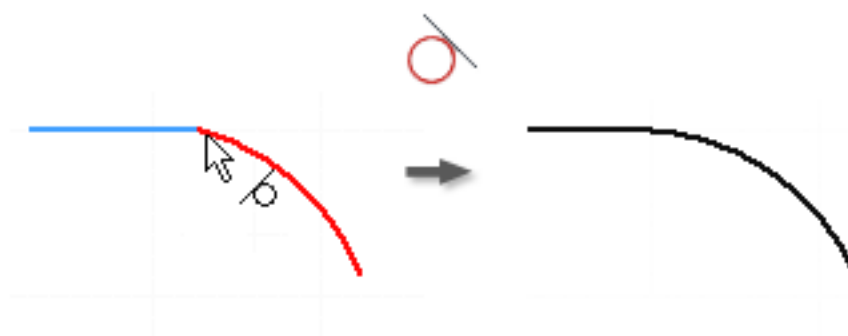



Рисунок 50 Дотична залежність

 «Smooth(G2) (2D Sketches)» (Згладжування (G2)(2D Ескіз)) обмеження використовується для створення плавної кривизни між двома елементами в ескізі, забезпечуючи неперервність другого похідного на межі з'єднання. Це дозволяє створювати більш естетичні та привабливі моделі з точнішими кривими.

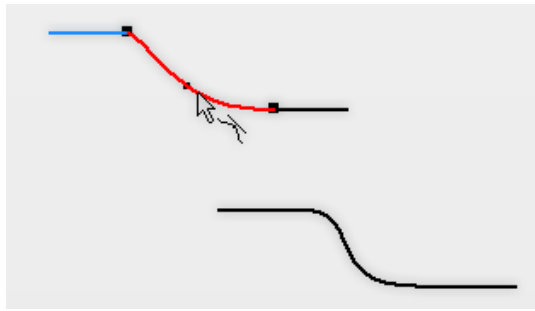



Рисунок 51 Згладжування (G2)(2D Ескіз)

 «Symmetric Constraint (2D Sketches)» (Симетричне обмеження (2D ескізи)) дозволяє розташувати вибрані лінії або криві пропорційно відносно обраної вісі симетрії. Це корисно для створення дзеркально відображеної форми. При накладенні залежності симетричності на вибрані елементи змінюється їх орієнтація, прив'язана до обраної вісі симетрії.

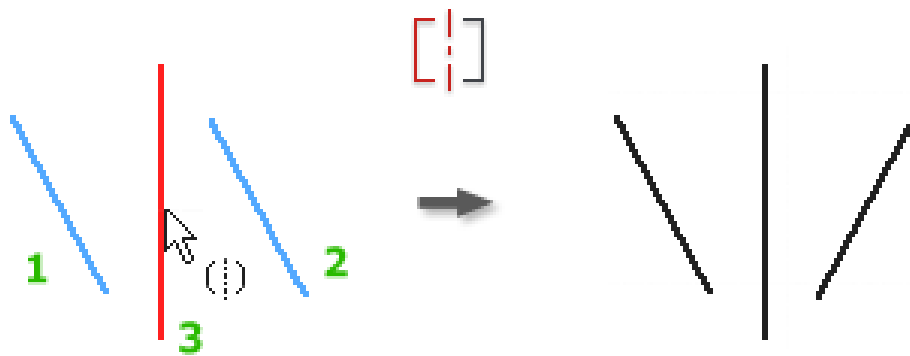



Рисунок 53 Симетричне обмеження (2D ескізи)

 «Equal Constraint» (Обмеження рівності) дозволяє забезпечити однаковий розмір або довжину між двома геометричними елементами в ескізі. Це може бути корисно при створенні симетричних деталей або вирівнюванні розмірів декількох елементів.

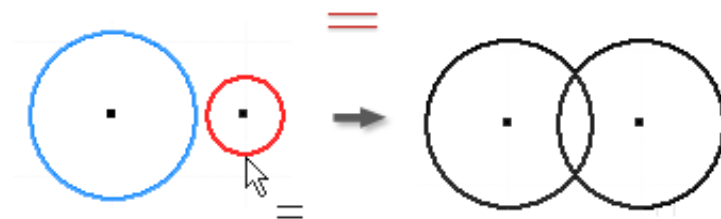


Рисунок 54 Обмеження рівності

## 2.3 ПАНЕЛІ ІНСТРУМЕНТІВ ШАБЛОНУ «PART STANDARD»

Панель властивостей та її налаштування

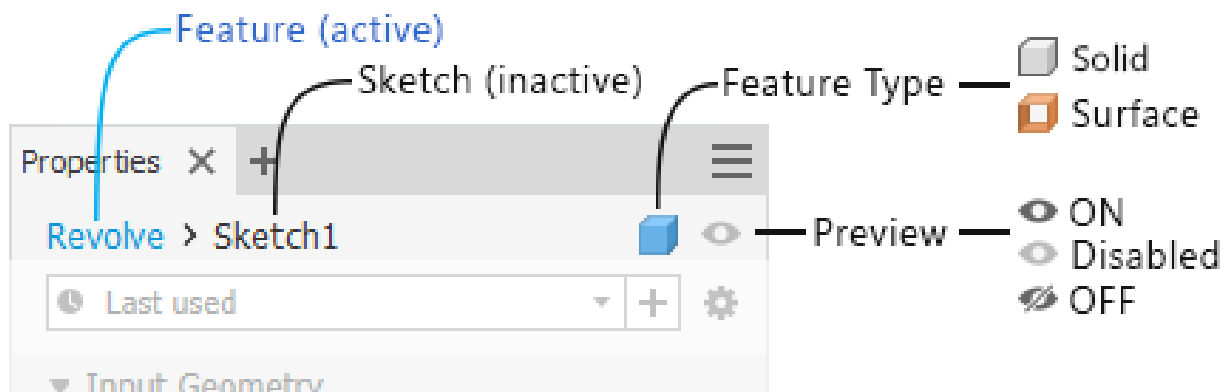


Рисунок 55 Панель властивостей та її налаштування

«Feature type» (Тип характеристики) у процесі створення конструкційних моделей, важливо визначити тип функції елемента, який буде використовуватися в проекті. Тип функції визначає, які опції будуть доступні у панелі властивостей, яка керує параметрами елемента. У програмі для створення моделей можна використовувати деякі з них:

■ «Solid» (Суцільний елемент) цей тип елемента створює суцільний елемент з відкритого або закритого профілю. Для базових елементів, вибір відкритого профілю не доступний за замовчуванням.

■ «Surface» (Поверхневий елемент) цей тип елемента створює поверхневий елемент з відкритого або закритого профілю. Елемент функціонує як конструктивна поверхня, на якій закінчуються інші елементи, або як інструмент для створення роз'ємної деталі чи розділення деталі на кілька тіл. Проте, вибір поверхні недоступний для складних спіралей або примітивів.

👁️ «Preview» (Попередній перегляд) – це функціонал, який дозволяє перемикати видимість попереднього перегляду елемента під час його редагування або редагування ескізу. Під час редагування ескізу, вибрані області або контури попередньо переглядаються в каркасі, що дозволяє користувачам бачити візуальні зміни, які вони вносять до моделі.

«feature (active)» функція (активна).

«Sketch (inactive)» Ескіз (неактивний)

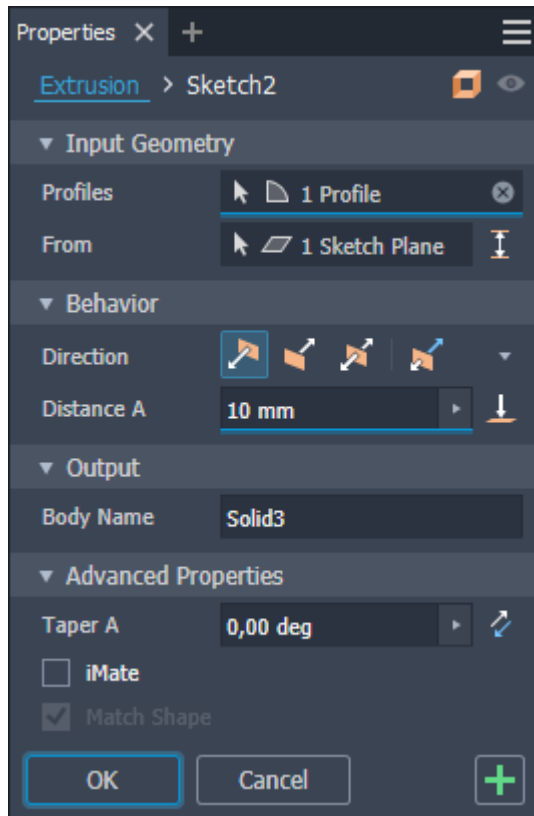


Рисунок 56 Панель інструментів

### Input Geometry (вибір геометрії)


«Profiles» (Профілі) – інструмент вибору профілю ввімкнений за замовчуванням. Під час створення видавлювання доступні такі параметри:

- «One profile» (Один профіль) – якщо в ескізі є тільки один замкнений профіль, він вибирається автоматично.
- «Multiple profiles» (Кілька профілів) – виберіть профілі або області, що визначають необхідне видавлювання або тіло.

Для елементів деталі в якості контуру можна скористатися загальним ескізом.

Щоб вручну надати доступ до ескізу, виконайте такі дії.

Для відображення вузла ескізу в оглядачі оберіть значок "плюс" поруч з елементом, що містить ескіз, який потрібно використовувати.

Оберіть значок ескізу правою кнопкою миші та виберіть  «Share sketch» (Загальний доступ до ескізу). Будь-який ескіз, який використовується в декількох елементах, автоматично стає загальним і може використовуватися для створення видавлювань в інших елементах деталі. Це зручно, коли

необхідно повторно використовувати один і той самий ескіз для створення різних елементів.

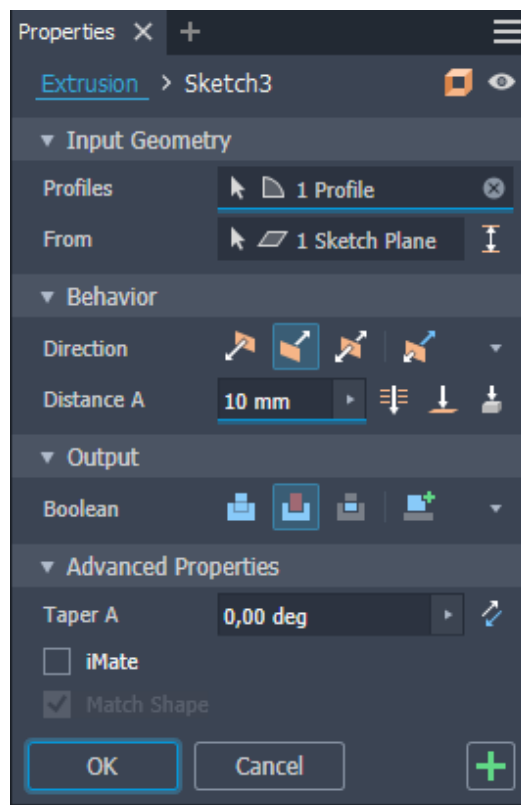


Рисунок 57 Вибір геометрії

«From» (Від) за замовчуванням встановлює початок видавлювання від площини ескізу. Якщо потрібно змінити початкову площину, в полі "Від" слід натиснути кнопку "X" для відміни вибору і вказати нову площину. Допустимі значення включають робочі площини, площини ескізу і плоскі грані.




«Between» (Між) використовується для видавлювання форми між двома гранями. Спочатку потрібно вибрати грані "Від" і "До", а потім вибрати тип виведення. Ескіз не обов'язково повинен розміщуватися на одній з цих граней.





«Extend face to end feature» (Подовження грані до кінцевого елемента) автоматично активується, якщо об'єкт, вказаний за допомогою параметра "Від", не перетинається з видавленим профілем. Цей параметр можна також включити або відключити вручну.


### **Behavior (Побудова)**

Налаштуйте параметри в розділі побудова, вибравши з доступних варіантів:

 «Direction: Default» (Напрямок: за замовчуванням), видавлювання виконується тільки в одному напрямку. Кінцева грань видавлювання розташовується паралельно площині ескізу.


 «Flipped Direction» (Змінити напрямок) видавлювання в бік, протилежний значенню параметра "Напрямок".


 «Symmetric» (Симетрично): видавлювання в протилежних напрямках щодо площини ескізу з використанням половинного значення «Distance A» (відстані A) в кожному з напрямків.

 «Asymmetric» (Асиметрично): видавлювання в протилежних напрямках щодо площини ескізу з використанням значень двох Distance A, B (Відстаней: A і B). Необхідно ввести значення для кожної відстані. Клацніть на кнопку, щоб змінити напрямок видавлювання з використанням зазначених значень.


«Distance A» (Відстань A): глибина видавлювання, вимірювана між початковою і кінцевою площинами. Глибина видавлювання вводиться в числовому полі діалогового вікна, після чого в графічній області з'являється зразок нового елемента. За допомогою переміщення маніпулятора можна змінювати значення.


«Distance B» (Відстань B): глибина, вимірювана в додатковому напрямку. Відображається при виборі параметра "Асиметрично".


 «Through All» (Наскрізь): видавлювання профілю крізь усі елементи та ескізи в заданому напрямку. За допомогою переміщення ребра профілю видавлювання відбивається з будь-якого боку площини ескізу. Функція "Об'єднання" недоступна для цього методу.


 «To» (До): під час видавлювання деталей можна вибрати обмежувальну точку, вершину, грань чи площину

У розділі «Output» (Вихідні дані) для видавлювання елементів можна використовувати різні логічні операції, залежно від потреб користувача і характеру проекту. Нижче наведені можливі варіанти логічних операцій:

 «Join» (Об'єднання) – ця операція додає об'єм видавленого елемента до іншого елемента або тіла, що знаходиться поруч. Цей метод зручно використовувати, коли потрібно об'єднати декілька елементів в одне тіло, або додати об'єм до існуючого тіла. Проте в складальні цей метод недоступний.

 «Cut» (Вирізання) – ця операція видаляє об'єм видавленого елемента з іншого елемента або тіла. Вона зручно використовується для створення вирізів у вже існуючих тілах, або для видалення зайвих деталей з моделі.

 «Intersect» (Перетин) – ця операція створює новий елемент з об'єму перетину видавленого елемента та іншого елемента. При цьому зберігається тільки та частина матеріалу, яка входить у загальний обсяг. Цей метод зручно використовувати для створення нових форм та зручного поєднання різних елементів.

 «New Solid» (Нове тіло) – дозволяє створювати окреме тіло у файлі деталі, в якому вже є інші тверді тіла. Кожне тіло складається з незалежних елементів, що не пов'язані з іншими тілами. При необхідності тіло можна перейменувати. Якщо в файлі деталі присутні кілька тіл, їх можна вибрати за допомогою інструменту вибору Тіла в розділі Виведення.

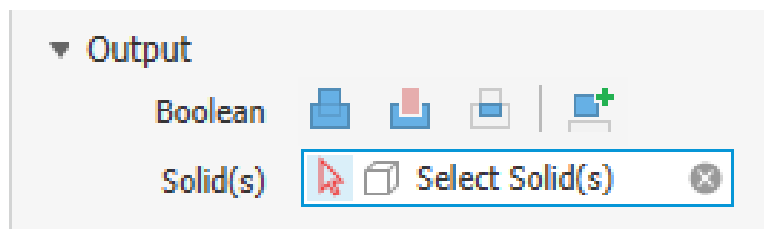


Рисунок 58 Вихідні дані

## Розділ **Advanced Properties** (Додаткові властивості)

Розділ «Advanced Properties» (Додаткові властивості) надає користувачам можливість налаштувати більше параметрів, щоб краще відповідати їх потребам. Нижче наведено кілька можливих опцій:

- «Taper A» (Конус A) – цей параметр вказує на кут нахилу конуса відносно площини ескізу. Значення може бути від 0 до 180 градусів, що дозволяє налаштовувати конуси під будь-які потреби. Крім того, користувач може вказати кут для обох напрямків відносно площини побудов.

- «iMate» – цей параметр дозволяє розмістити конструктивну пару на замкнутому контурі, наприклад, на видавленому циліндрі, елементі обертання або відкритому отворі. Autodesk Inventor вибере замкнутий контур, який буде використовуватися з найбільшою ймовірністю для розміщення конструктивної пари. Зазвичай для однієї деталі потрібно вставити одну або дві конструктивні пари.

- «Match Shape» (Форма збігу) – якщо у файлі деталі використовується розімкнутий профіль, цей параметр дозволяє повторити форму. Користувач може вказати, чи потрібно повторювати форму, і вибрати сторону для збереження. Це корисна опція для тих випадків, коли потрібно повторювати форму на кількох частинах деталі або для створення симетричних елементів.

## Функції панелі інструментів Create (Створити)

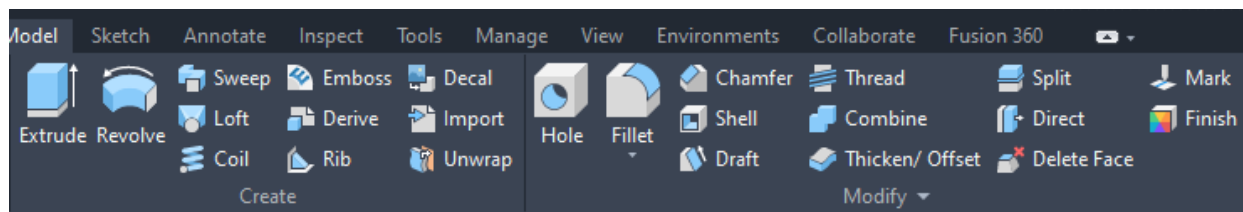


Рисунок 59 Панелі інструментів шаблону деталь



«Extrude» (Видавлювання) – дозволяє створювати тривимірні об'єкти шляхом видавлювання двовимірних профілів вздовж третьої вісі. Для визначення параметрів елемента, який має бути видавлений, використовується панель властивостей. При роботі з панеллю властивостей слід дотримуватися послідовності зверху вниз, оскільки параметри, вибрані в одному розділі, визначають доступні параметри в наступному розділі. Extrude (Видавлювання) функція викликається та використовується панель властивостей для визначення параметрів елемента. При роботі з панеллю властивостей слід дотримуватися послідовності зверху вниз, оскільки параметри, вибрані в одному розділі, визначають доступні параметри в наступному розділі.

Якщо в ескізі тільки один контур, він виділяється автоматично. В іншому випадку виберіть профіль ескізу.

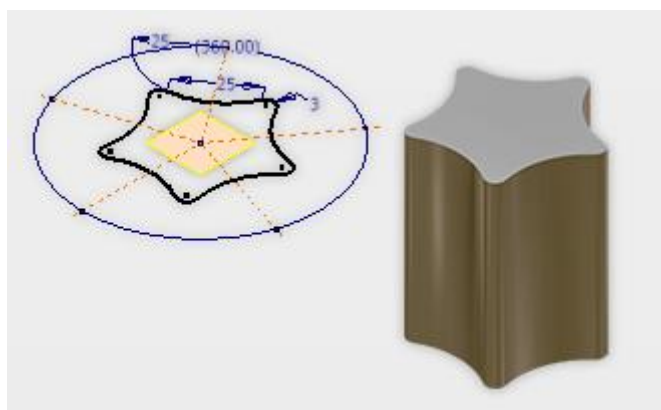


Рисунок 60 Візуалізація видавлювання



«Revolve» (Обертання) є однією з основних операцій моделювання в 3D-програмах. Вона використовується для створення обертових форм, таких як циліндри, конуси та інші об'єкти, які можуть бути виготовлені шляхом обертання профілю навколо вісі. Ця функція дозволяє створювати складні форми, які було б складно або неможливо виготовити іншим способом. Вона є

основним інструментом для виготовлення таких виробів, як круглі труби, валики, колеса та інші об'єкти тіла обертання. Крім того, функція дозволяє ефективно використовувати матеріал та зменшити відходи при виготовленні обертових форм, оскільки зменшується необхідна кількість матеріалу, який необхідно зрізати чи забракувати. Отже, функція є важливим інструментом для проектування та виготовлення різних обертових форм, які використовуються в різних галузях, таких як машинобудування, виробництво меблів, будівництво, дизайн та інші.

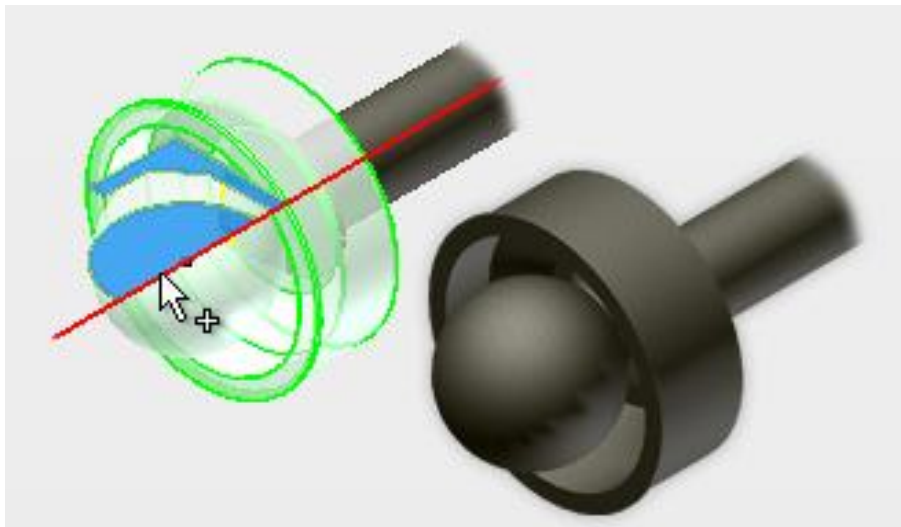






Рисунок 61 Візуалізація обертання

 «Sweep» (Зсув) використовується для створення складних форм, моделювання траєкторій руху інструментів або проектування шнеків. Вона дозволяє переміщувати форму-тіла вздовж заданої траєкторії, враховуючи можливість закручування форми-тіла. Таким чином, можна створювати складні геометричні об'єкти з різними формами та траєкторіями руху.

Виберіть орієнтацію:

 «Follow Path» (За траєкторією)

 «Fixed» (Фіксований)

 «Aligned» (З вирівнюванням)

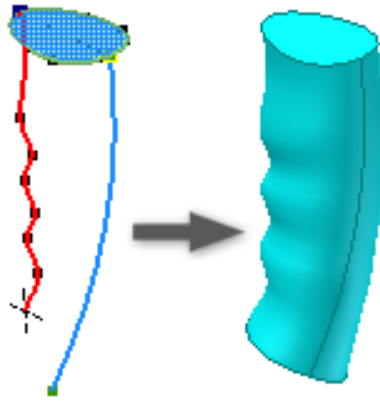


Рисунок 62 Візуалізація зсуву

Якщо відбувається збій під час розрахунку зсуву, можна спробувати видалити сполучення форм-тіла або додати сполучення. Крім того, можна використовувати команду (Спіраль), щоб створити асоціативну вісь, яку можна вибрати як вектор напрямку в узгодженому зсуві.



«Loft» (Лофт) дозволяє створювати плавні 3D-моделі з декількох профілів. Щоб створити лофт-об'єкт, потрібно вибрати декілька профілів, які будуть складатися з секцій, і застосувати до них різноманітні трансформації, такі як обертання, масштабування, зміщення тощо.

У діалоговому вікні Лофт можна вибрати перерізи, які будуть включені в лофт-об'єкт. Для цього на вкладці Криві необхідно вибрати ескізні профілі, грані об'єктів або точки, які будуть використовуватися для побудови перетину. На вкладці Умови можна визначити граничні умови для кінцевих секцій і крайніх рейок. Це дозволяє контролювати форму лофт-об'єкта в місцях з'єднання з іншими поверхнями. На вкладці Перехід точки відображення можна визначити, як відрізки однієї секції відображаються на відрізки секції до і після неї.

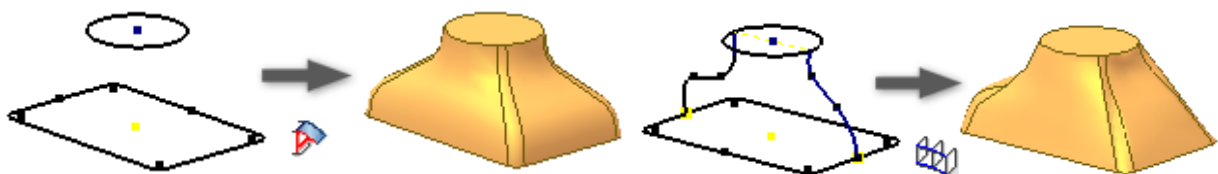


Рисунок 63 Візуалізація операції лофт



«Coil» (Спіраль) дозволяє побудувати профіль поперечного перерізу пружини за допомогою ескізу та вибрати вісь обертання. Функція дозволяє

задати тип виведення на панелі властивостей пружини, зокрема вибрати тип "Тверде тіло", щоб створити твердотільний елемент на основі розімкнутого або замкнутого перерізу. Крім того, функція надає можливість створювати набори параметрів для часто використовуваних елементів спіралі.

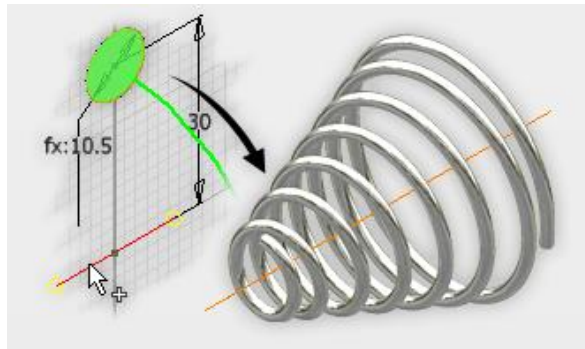


Рисунок 64 Візуалізація операції спіраль



«Emboss» (Рельєф) дозволяє підняти або заглибити профіль відносно поверхні моделі на задану глибину і в заданому напрямку. Рельєфна область може забезпечити поверхню для наклейки або фарбування. Заглиблена рельєфна область може забезпечити зазор для іншого компонента в збірці.



«Derive» (Похідна) дозволяє створювати похідні компоненти з базових компонентів, використовуючи деталі, вузли, листовий метал або зварне з'єднання. В результаті отримується Складання, яка може містити похідні деталі, вузли та інші компоненти. Користувач може вибирати геометрію, яку потрібно додати, відняти або виключити з отриманого похідного компонента.

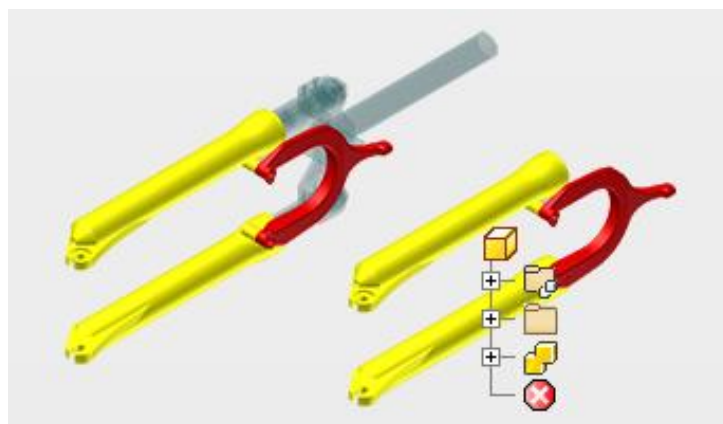


Рисунок 65 Візуалізація операції похідна



«Rib» (Створення ребер) дозволяє створювати опорні форми для моделювання об'ємних тіл. Ребра можуть бути створені з профілю, який може

бути відкритим або закритим, та зазначеної товщини. Ребра можуть бути паралельні до площини ескізу або нормальні до неї. Для створення ребер задається площина ескізу та створюється геометрія профілю за допомогою команд на вкладці Ескіз.

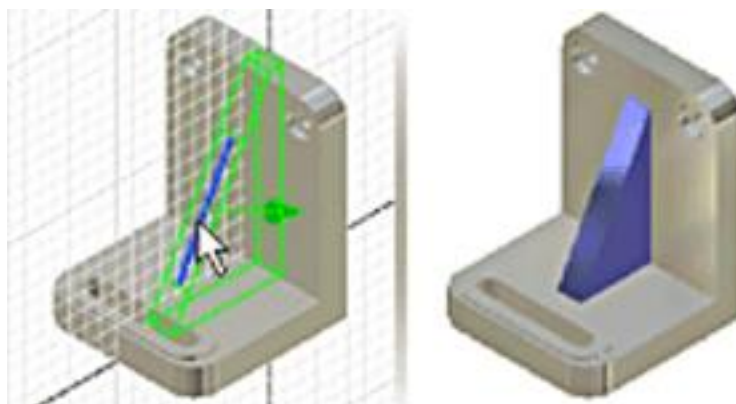



Рисунок 66 Візуалізація операції Створення ребер

 «Decal» (Етикетка) призначена для створення графічних елементів для нанесення на деталі або поверхні 3D-моделі. Ця функція дозволяє користувачам додавати зображення до своїх моделей для позначення деталей, реклами, брендів тощо.

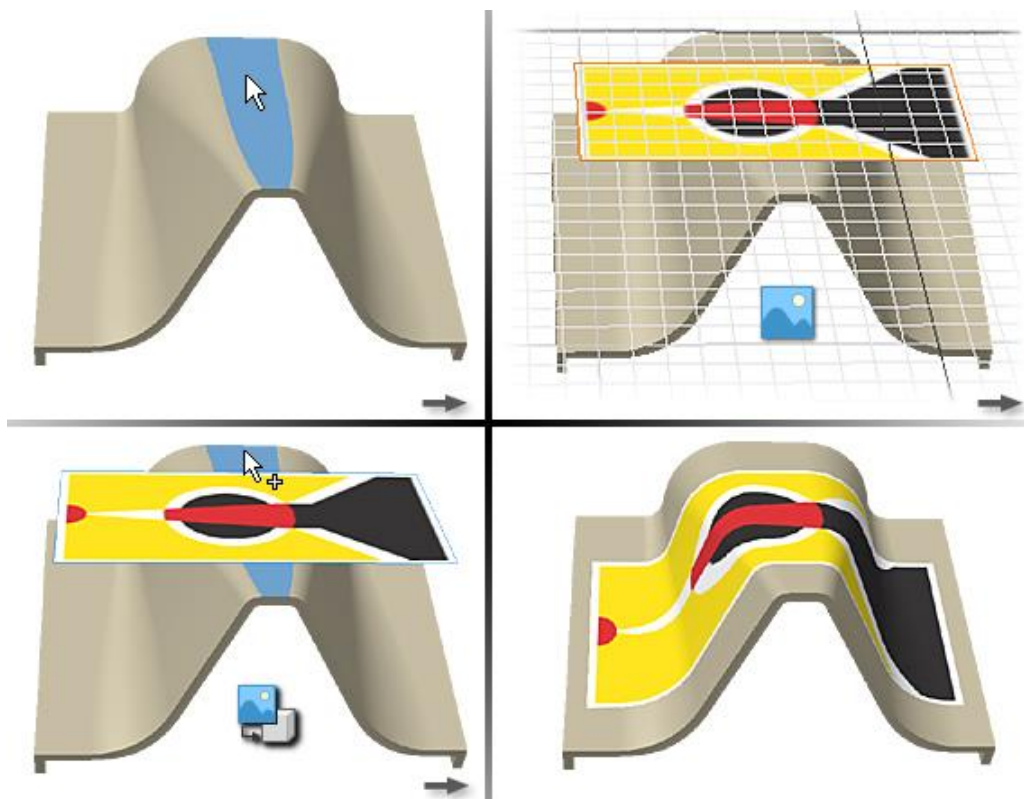


Рисунок 67 Візуалізація операції Етикетка

 «Importing» (Імпортувати) дозволяє імпортувати файли різних

форматів, які можуть бути еталонною моделлю або конвертованою моделлю AnyCAD. Еталонна модель зберігає посилання на вихідний файл і дозволяє відслідковувати і оновлювати зміни в файлі в міру його внесення. З імпортованою конвертованою моделлю можна працювати незалежно від вихідного файлу, що корисно, якщо потрібно створити нову конструкцію на основі імпортованої моделі. Операція "Перетворити модель" створює нові файли Inventor, які не пов'язані з вихідним файлом. Це корисно, якщо потрібно модифікувати імпортовану модель для нової конструкції. Однак, зміни в оригінальному файлі після імпорту не впливають на імпортовану модель, і навпаки.

Імпортування збірок дозволяє зберегти структуру вузлів і під вузлів вихідного файлу. Під час імпортування створюються базові елементи в Inventor, які представляють геометрію і топологію у вихідному файлі. Команди Inventor можна використовувати для коригування базових елементів і додавання нових елементів до дерева елементів Inventor, але початкове визначення базових елементів не можна змінити.

Імпорт вибіркового компонентів можливий лише для деяких форматів файлів, і дозволяє імпортувати лише ті частини, які потрібні для підвищення продуктивності. Це корисно, якщо не потрібно імпортувати всю модель.

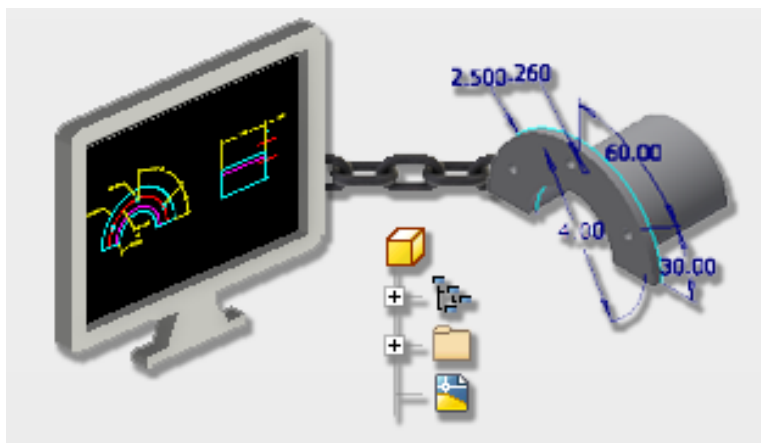


Рисунок 68 Візуалізація операції Імпортувати



«Unwrap» (Розгорнути) дозволяє розгорнути одну або кілька суміжних граней, які не можна вирівняти за допомогою команди "Розгорнути" або "Вирівняти листовий метал". Наприклад, це корисно для розгортання

тканини або штампованих об'єктів.

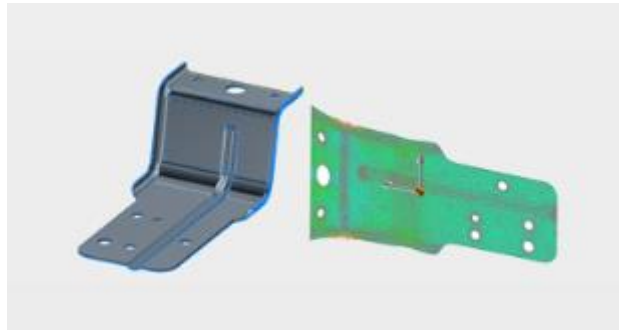


Рисунок 69 Візуалізація операції Розгорнути



«Hole» (Отвір) дозволяє швидко створювати отвори з вказанням розмірів, точки свердління та інших параметрів, за допомогою панелі властивостей. Значення параметрів можна редагувати на панелі властивостей, на полотні або перетягуванням маніпулятора параметра функції. Колір значення на панелі властивостей змінюється на червоний, якщо значення невірне, і на чорний, якщо значення правильне. Крім того, для позиціонування отворів можна використовувати існуючі параметри та розміри, вибравши "Вибрати розмір елемента" у стрілки параметра розміру. Під час редагування ескізу можна використовувати команди, які створюють, проектують або дублюють центри отворів. Елементи керування попереднього перегляду доступні як під час редагування елемента, так і під час редагування ескізу.

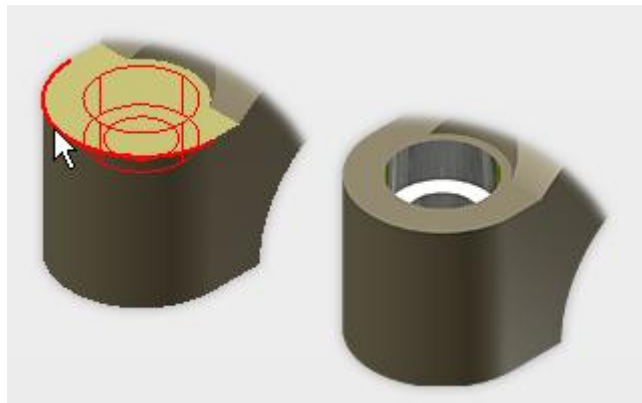


Рисунок 70 Візуалізація операції отвір



«Fillet» (Галтель або скруглення граней) дозволяє легко додавати скруглення або сполучення до вибраних ребер в малюнку. Ця функція особливо корисна в проектуванні об'єктів, де потрібно зменшити гострі кути між ребрами або з'єднати їх. Крім можливості додавати сполучення з постійним радіусом (1),

ви можете використовувати відстань (2) або змінний радіус (3) як окремий елемент або разом (рис.71). Ви можете легко перемикатися між різними типами сполучень та встановлювати пріоритет вибору за допомогою палітри інструментів. Ця функція є незамінною для тих, хто займається проектуванням об'єктів, оскільки дозволяє швидко та ефективно додавати сполучення та скруглення до вибраних ребер. Завдяки цьому ви зможете зменшити гострі кути та з'єднати ребра, що дозволить вам створювати більш якісні та естетичні проекти.

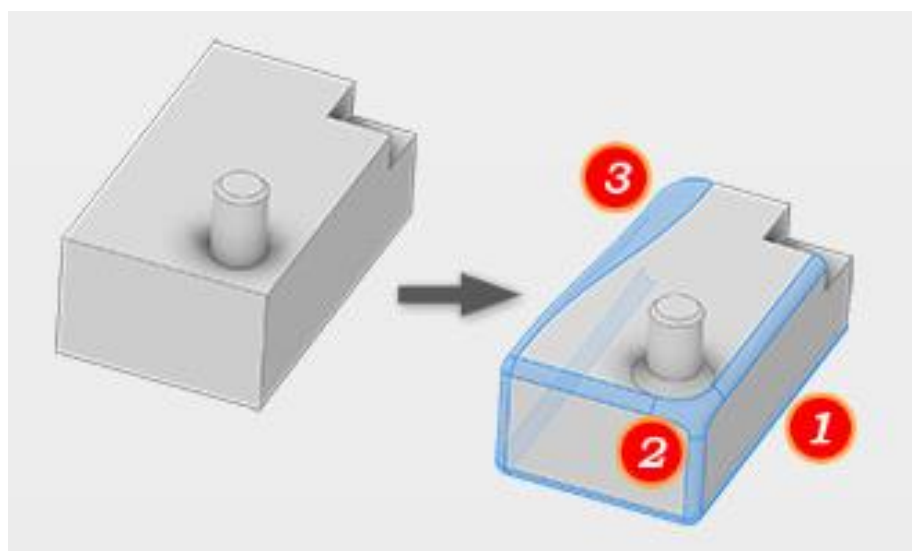



Рисунок 71 Візуалізація операції Галтель або скруглення граней

 «Face fillets» (сполучення граней) є одним з методів створення з'єднання між двома гранями. За допомогою цього методу грані несуміжних деталей змінюються для створення з'єднання з потрібним радіусом. Радіус з'єднання визначається відстанню між двома гранями і дотичним до вибраних граней. Це означає, що радіус буде залежати від форми граней, які об'єднуються. Якщо грані мають гостру кутову форму, то радіус буде меншим, ніж якщо грані мають закруглену форму. Face fillets використовуються в різних галузях, наприклад в машинобудуванні, авіаційній та кораблебудуванні, для з'єднання деталей та збільшення міцності з'єднання.

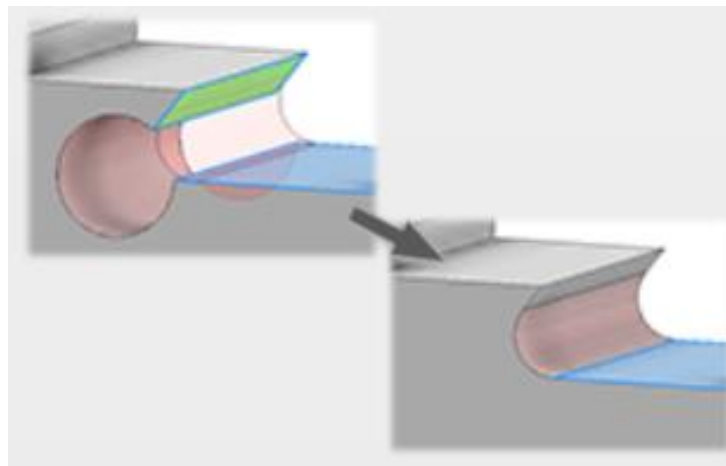



Рисунок 72 Візуалізація операції сполучення граней

 «Full Round Fillet» (Повне кругове сполучення граней) додає сполучення чи скруглення для трьох суміжних граней. Суміжні грані змінюються для створення сполучення. Радіус сполучення визначається відстанню між гранями і є дотичним до вибраних граней.

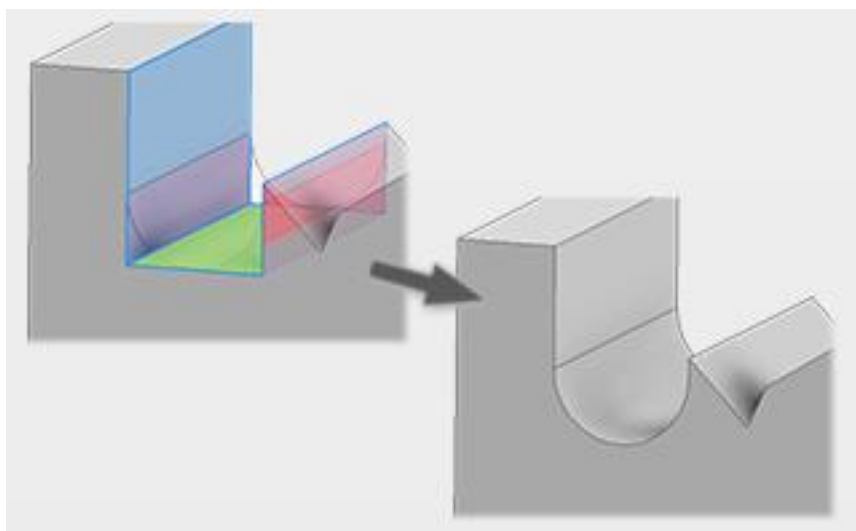



Рисунок 73 Візуалізація операції повне кругове сполучення граней

 «Chamfer» (Фаска) – це один з методів створення кромки для деталей, який полягає в тому, що кромки деталей обробляються спеціальним інструментом для відшліфування або видалення матеріалу з краю деталі. Цей метод використовується для зменшення різких кутів на поверхні деталі, що знижує ризик пошкодження деталі під час монтажу. При створенні фасок можна вказати розмір, наприклад, одну довжину, довжину і кут або дві довжини, залежно від вимог до конкретної деталі.

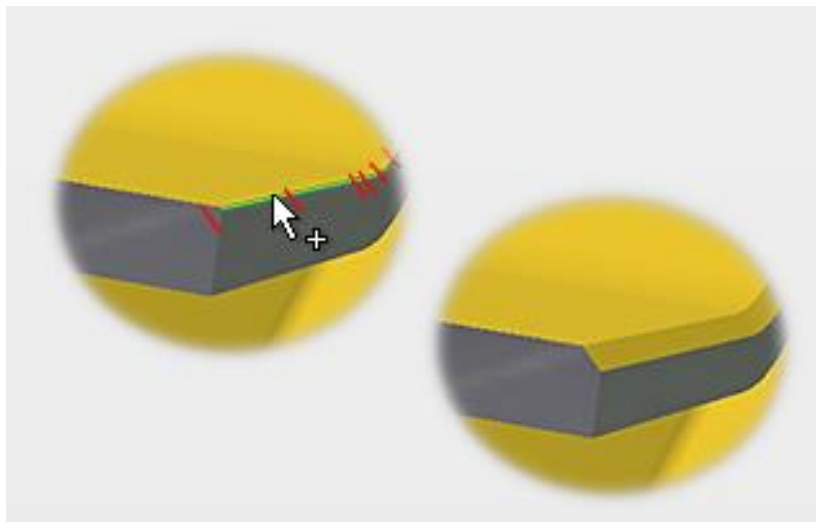


Рисунок 74 Візуалізація операції фаска



«Shell» (Оболонка) – це процес видалення матеріалу з внутрішньої частини деталі, щоб створити порожню оболонку зі стінками заданої товщини. Для створення оболонки в Inventor необхідно виділити грані, які потрібно видалити, використовуючи функцію "Видалити грані" на вкладці Оболонка діалогового вікна Оболонка. Поверхні деталі, які не вибрані для видалення, стануть стінками оболонки. Є два типи напрямку границі оболонки: всередину і зовні. Якщо вказати напрямок всередину, стінка оболонки буде зміщуватись всередину деталі, а зовнішня стінка вихідної деталі стане зовнішньою стінкою оболонки. Якщо вказати напрямок зовні, стінка оболонки буде зміщуватись назовні деталі, а зовнішня стінка вихідної деталі стане внутрішньою стінкою оболонки. Також можна вибрати напрямок по обидва боки, що зміщує стінку оболонки на однакову відстань до внутрішньої і зовнішньої сторін деталі та додає половину товщини оболонки до товщини деталі. Товщина застосовується рівномірно до стінок оболонки, а значення товщини можна використовувати в таблиці параметрів, виділивши значення в полі і обравши правою кнопкою миші. Також можна використовувати функцію "Осадка" для нахилу поверхні або витягування деталі з форми.

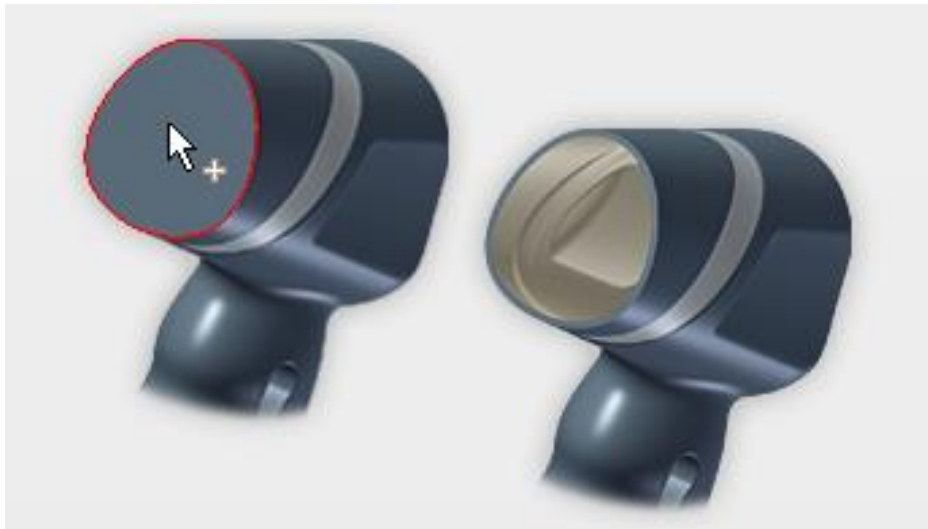



Рисунок 75 Візуалізація операції оболонка

 «Draft» (Нахил грані) – це функція, яка визначає кут нахилу для конкретної грані деталі. Кут нахилу грані включає грані, які є дотичними до цієї грані. Крім того, можна визначити кут нахилу для декількох суміжних дотичних граней або для фіксованої грані. Ця функція важлива при проектуванні та виробництві складних деталей, де потрібно враховувати нахил граней для правильного монтажу та з'єднання з іншими частинами. Крім того, нахил грані може бути важливим параметром для визначення стійкості деталі під час експлуатації.

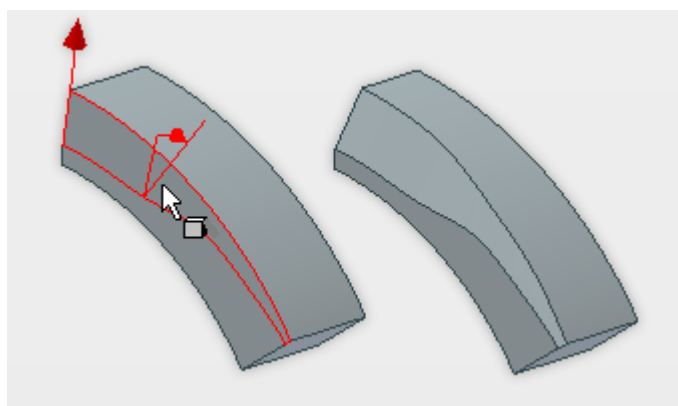



Рисунок 76 Візуалізація операції нахил грані

 «Thread» (Різьба) дозволяє створювати зовнішні елементи різьби в програмах для 3D-моделювання. На відміну від створення отворів з різьбою, для цієї функції потрібно вибрати одну або кілька граней, які відповідають заданому типу (циліндричний або конічний) та примикають один до одного. Для встановлення параметрів різьби можна скористатися набором попередньо

встановлених значень, або вказати їх вручну. Зокрема, потрібно задати тип різьби, номінальний розмір (діаметр), шаг, клас та глибину нарізання різьби. Для створення неповної різьби на гранях можна вибрати грань, що розташована поруч з ребром, де починається різьба. Крім того, можна задати довжину та зміщення різьби на вибраних гранях. Якщо необхідно, можна сховати графічне відображення різьби в моделі

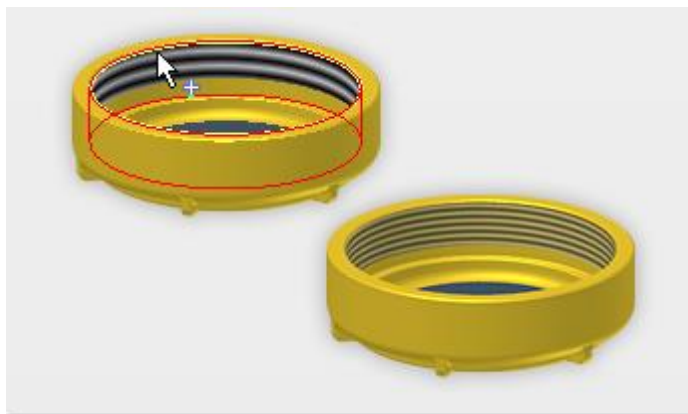


Рисунок 77 Візуалізація операції різьба



«Combine» (Комбінування) дозволяє об'єднати два або більше тверді тіла в одне. Це може бути корисно в процесі створення складних 3D-моделей, коли потрібно об'єднати окремі частини в одну. Користувач може вибрати базове тверде тіло та інші тверді тіла, які будуть додані до базового тіла. Далі користувач може вибрати операцію об'єднання: додавання об'єму твердих тіл, віднімання об'єму від базового тіла або знаходження перетину між базовим тілом та обраними тілами. Крім того, користувач може зберегти тверде тіло як окремий об'єкт за допомогою параметру "Keep Toolbody", якщо він більше не потрібен для подальших об'єднань.

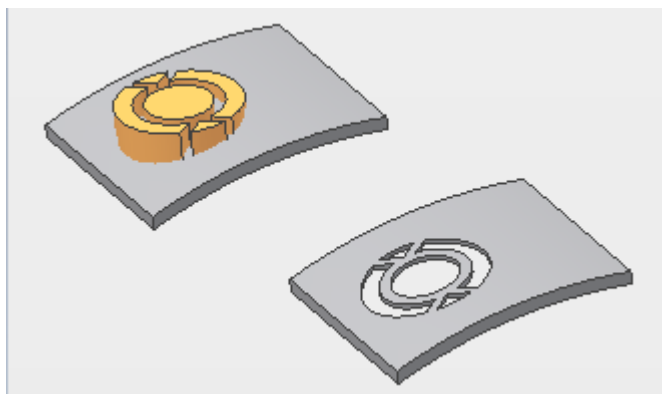


Рисунок 78 Візуалізація операції комбінування



«Thicken/Offset» (Потовщення/зсув) дозволяє додавати або видаляти товщину поверхням деталі, створювати зміщені поверхні від поверхонь або деталі, або створювати нове тверде тіло. За допомогою цієї функції можна створити зміщену поверхню від поверхні або деталі, вказати напрям і товщину зміщення, а також вибрати тип результату: «Join», «Cut», «Intersect» або «New Solid». Також можна налаштувати розрахунок наближень, створити вертикальні поверхні та вибрати багато інших параметрів для зміни топології деталі. Ця функція дуже корисна для моделювання деталей з різними товщинами, створення зміщених поверхонь та вирівнювання геометрії.

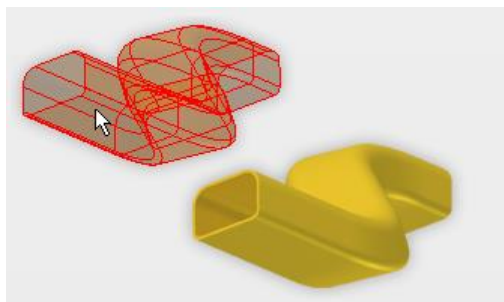


Рисунок 79 Візуалізація операції потовщення/зсув



«Split» (Розділення) використовується для розділення твердого або поверхневого тіла на декілька частин. За допомогою цієї функції можна розділити тверде тіло на частини за допомогою 2D чи 3D ескізів, площин чи поверхонь. Функція дозволяє зберігати виділений скетч після застосування, а також визначати сторону, яку слід зберегти після розділення. Split також може бути використана для видалення однієї сторони твердого тіла, або для розділення твердого тіла на дві окремі частини. Файли, створені з використанням функції Split, можуть бути непов'язані між собою або з оригінальним файлом.

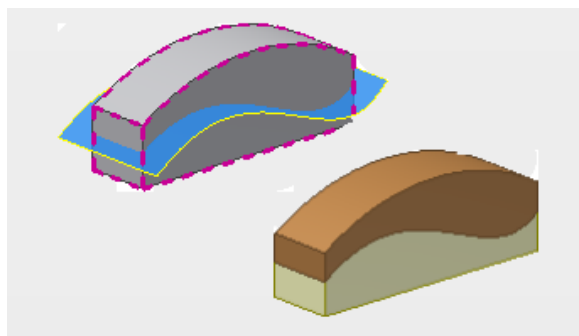


Рисунок 80 Візуалізація операції розділення



«Direct Edit» (Пряме редагування) використовується для редагування моделей в програмі Inventor, а також імпортованих твердих моделей без історії. Ця функція надає користувачеві можливість виконувати такі дії як переміщення, масштабування, обертання твердих тіл та їх поверхонь. При виконанні змін за допомогою Direct Edit автоматично створюються параметри, які можуть бути контрольовані у вікні параметрів. Функція також надає міні-панель з інструментами редагування та директ-маніпулятор, що використовується для модифікації моделі. Direct Edit дозволяє легко вносити зміни до існуючих моделей, не порушуючи їх історію.

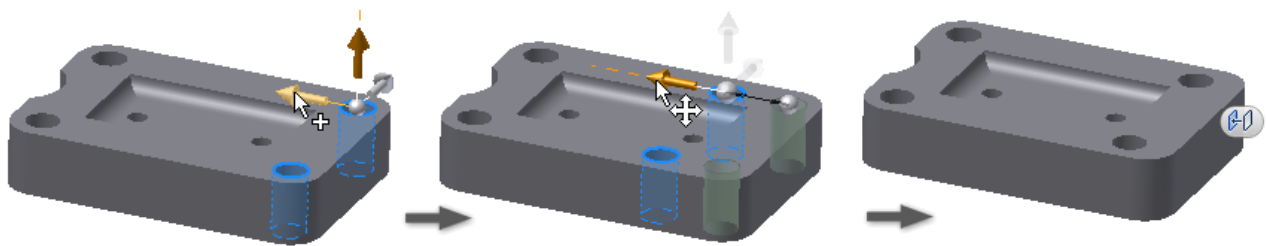


Рисунок 81 Візуалізація операції пряме редагування



«Delete Face» (Видалення граней) використовується для видалення однієї або декількох граней з моделі деталі. Користувач може виділити грані для видалення в графічному вікні, а також може ввести координати граней в командному рядку. Також можна використовувати опцію Heal Remaining Faces, яка автоматично розширює сусідні грані до перетину з видаленими гранями для заповнення відкритих областей. Функція дозволяє видаляти окремі грані, а також ділянки, що складаються з декількох граней.

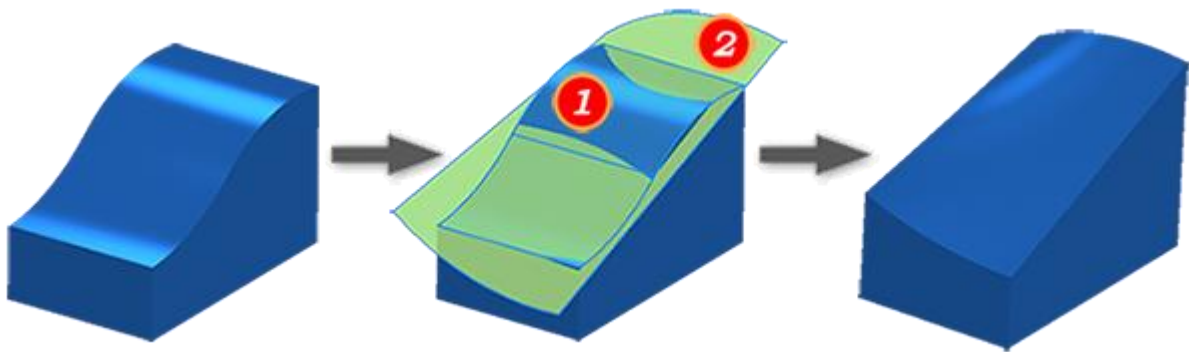


Рисунок 82 Візуалізація операції Видалення граней



«Mark» (Маркування) функція дозволяє додавати маркування,

гравіювання та вирізання лазером на поверхні деталі. Завдяки цій функції можна додавати текст та геометрію на поверхню об'єкта, яка підходить для маркування, з можливістю вибору способу проектування або огортування геометрії. Маркування можна експортувати в форматі DXF/DWG разом з інформацією про шари. Важливо знати, що функція не підтримується для багатотілових деталей і не можна використовувати кастомні стилі, створені до версії R2023, якщо не існує файлу mark.xml у папці Design Data.

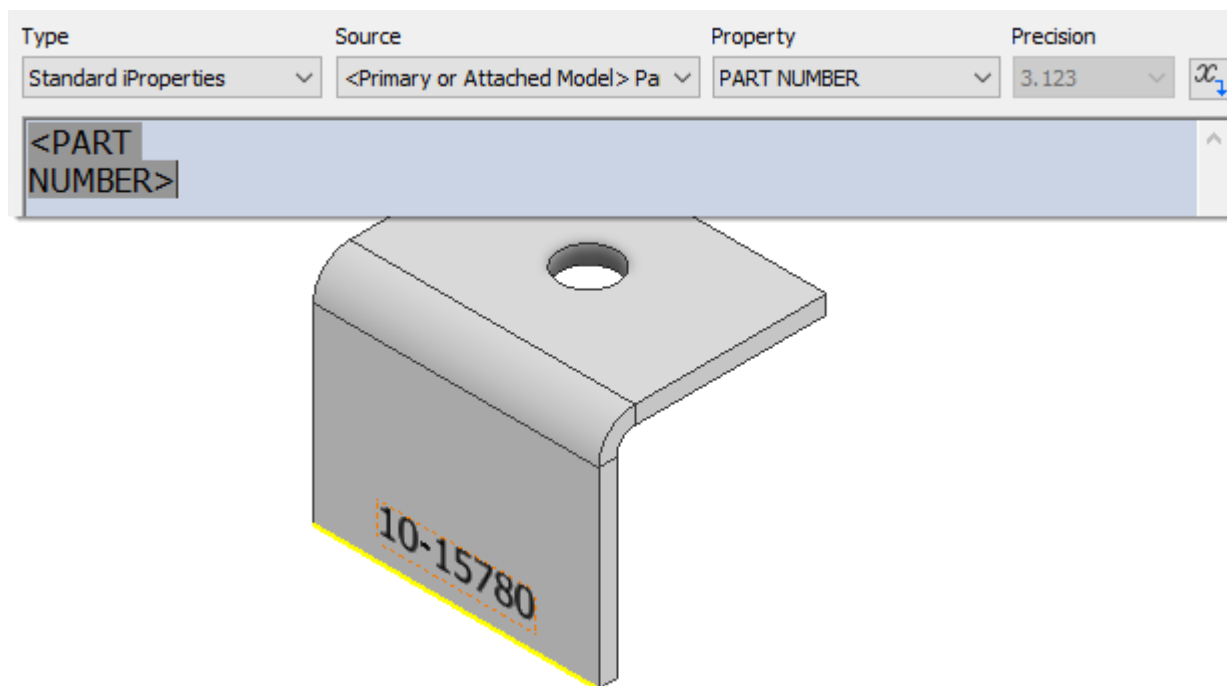


Рисунок 83 Візуалізація операції Маркування

## 2.4 ПАНЕЛІ ІНСТРУМЕНТІВ ШАБЛОНУ «PART SHEET METAL»

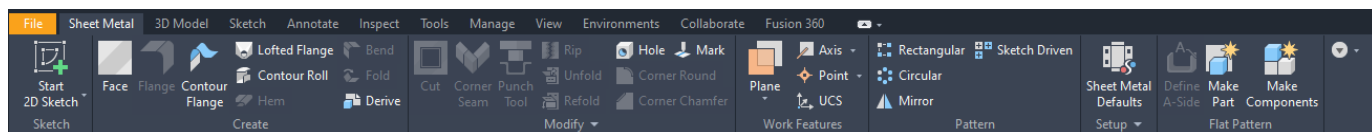



Рисунок 84 Панелі інструментів шаблону листового металу

 «Face» (Грань) – дозволяє створювати грані з ескізів на листовому металі або створювати нові тіла шляхом додавання глибини до профілю ескізу. При створенні таких граней автоматично створюється згин, якщо одна лінія контуру співпадає з існуючими кромками листового металу. Використання функції є ефективним способом створення деталей з листового металу та швидкого моделювання нових тіл з бажаною формою та розмірами.

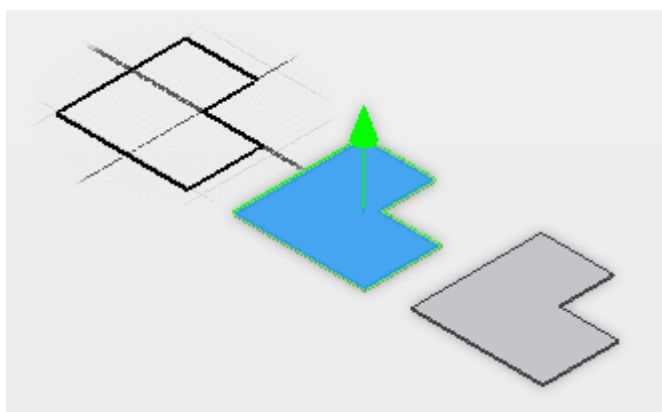



Рисунок 85 Візуалізація операції грань

 «Flange» (Фланець) – дозволяє створювати фланці вздовж краю або петлі, або ідентичній існуючій поверхні. Можна задати глибину і кут фланця, а також визначити місце його створення в середині або зовні існуючих граней. Функція також має опцію автоматичного з'єднання кутів фланців та можливість створення симетричних фланців за допомогою команди дзеркала. Використання цієї функції корисно для створення компонентів металевих конструкцій, оскільки вона надає можливість вказувати кут згину, радіус згину, положення згину відносно вибраного краю, а також ширину фланця. Функція працює як з ребрами, так і з поверхнями, що дозволяє з легкістю створювати необхідні компоненти.

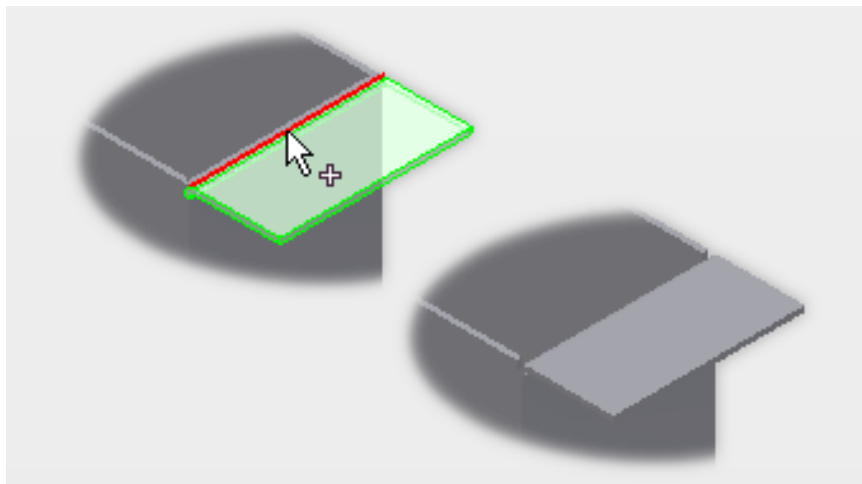


Рисунок 86 Візуалізація операції фланець



«Contour Flange» (Створити контурний фланець) – дозволяє створювати фланці з відгином на основі заданого контуру і встановлювати їх розміри, форму, кількість ребер і інші параметри згину. Загалом, функція «Contour Flange» спрощує та прискорює процес проектування та виробництва листових металевих деталей, дозволяючи точно налаштовувати параметри фланця.

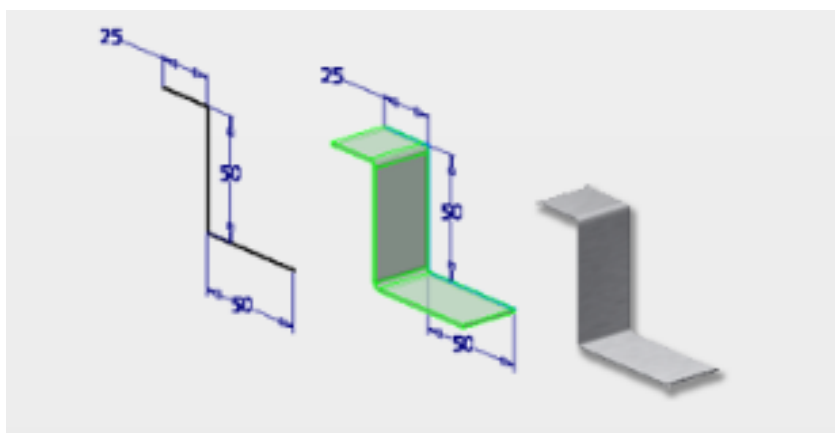


Рисунок 87 Візуалізація операції створити контурний фланець



«Lofted flange» (Рельєфний фланець) – призначена для створення перехідних форм зі ескізів профілів для виготовлення зігнутих фланців з листового металу. За допомогою функції можна також редагувати згин та зону згину. Крім того, ви можете налаштувати параметри згину і зони згину вже після їх створення.

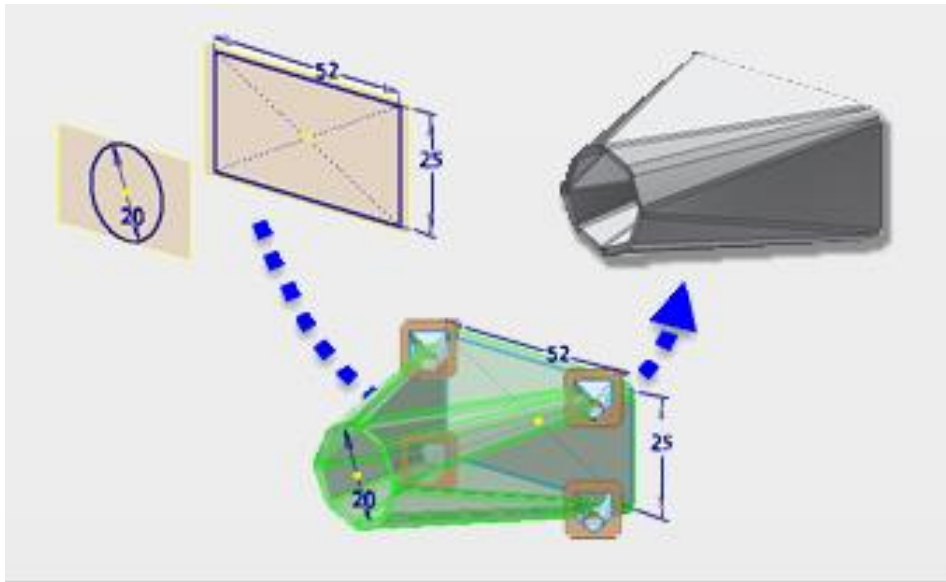


Рисунок 88 Візуалізація операції Створити контурний фланець



«Contour Rolls» (Контурне обертання) – перетворює гострі кути в деталі на згини з використанням заданого радіусу згину. Контурні лінії ролів мають унікальний тип об'єкту та розміщуються на окремому шарі креслення, що сприяє підготовці детальних креслень. Можна створювати дзеркальні або радіальні контурні роли, а також застосовувати розгортку, щоб продовжити моделювання на розгорнутій моделі. Функція дозволяє створювати профілі, що складаються з ліній, дуг, сплайнів та еліптичних дуг, і їх обертати для створення контурних ролів.

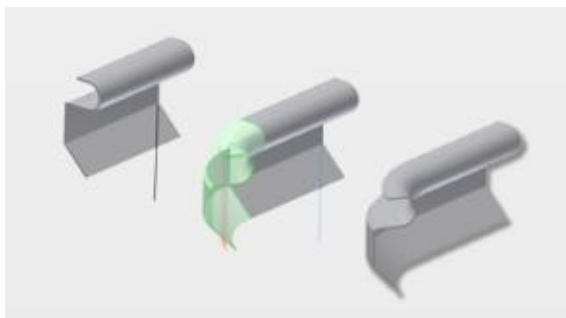


Рисунок 89 Візуалізація операції контурне обертання



«Hem» (Кайма) – призначена для додавання однієї або декількох шарів матеріалу вздовж краю грані або фланцю. Кайма забезпечує жорсткість дизайну або забезпечує гладку, закруглену зовнішню крайку на деталі, що допомагає уникнути гострих країв. Ця функція надає можливість створення одинарних, подвійних, трубчастих та каплевидних кайм. Можна вказати

ширину, відстань від краю, довжину, радіус і кут згину кайми. Ця функція допомагає покращити якість і міцність виробів з листового металу.

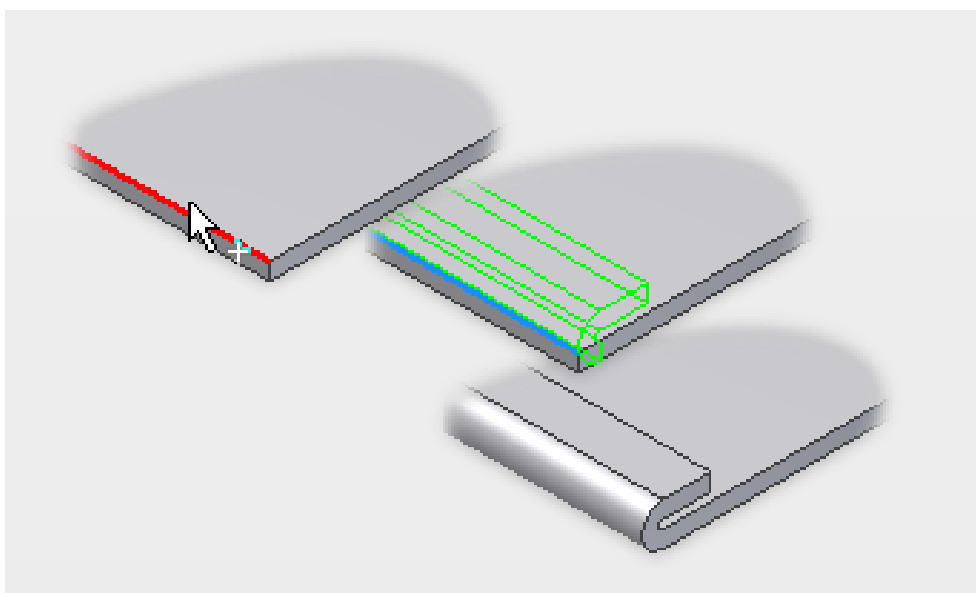
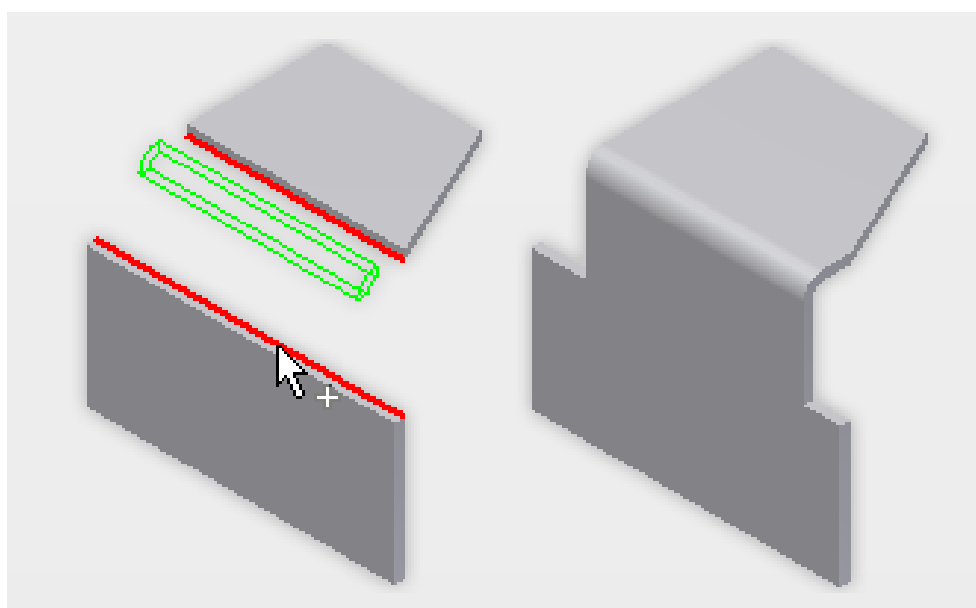



Рисунок 90 Візуалізація операції кайма



«Bend» (Згин) – призначена для роботи зі згинами на листовому металі. Вона дозволяє додавати, редагувати згини, а також об'єднувати плоскі грані, які не торкаються одна одної. За допомогою параметрів радіусу згину та товщини матеріалу, визначених для стилю листового металу, ви можете додавати матеріал до моделі. Функція також дозволяє змінювати налаштування листового металу, такі як спосіб розгортки, налаштування полегшення згину між гранями та інші. Згин можна редагувати, видаляти та повертати до налаштувань за замовчуванням.



## Рисунок 91 Візуалізація операції згин

 «Fold» (Згорнути) – ця функція використовується для створення згину на поверхні з металу, який формується вздовж прямої лінії згину, яка закінчується на краях поверхні. Завдяки функції згину можна створити деталь з металу без додавання нових матеріалів до дизайну. Функцію можна використовувати для згинання різних поверхонь, що дозволяє створювати складні деталі з металу з високою точністю.

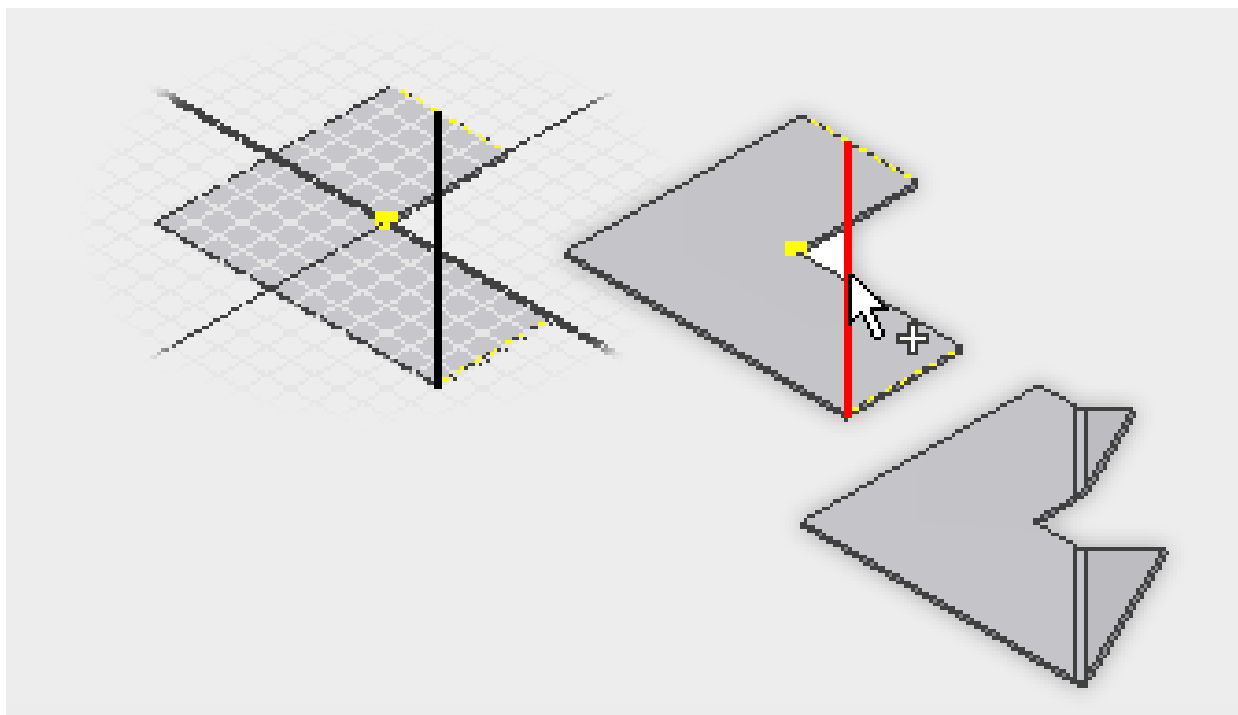



Рисунок 92 Візуалізація операції згорнути

 «Derive» (Створення похідної деталі або складання) – дозволяє створити похідну деталь або складання з існуючих частин, збірок, деталей з листового металу або зварної конструкції. Вихідний елемент називається базовим компонентом, а похідні компоненти можуть містити частини, під-складання та похідні деталі. За допомогою функції можна вибрати геометрію, яку потрібно додавати, виключати або використовувати як базу для похідних компонентів. Функція корисна, коли необхідно створити нову частину, яка повністю або частково базується на існуючій компоненті, щоб уникнути повторення вже існуючих елементів та прискорити процес створення нової деталі або складання.

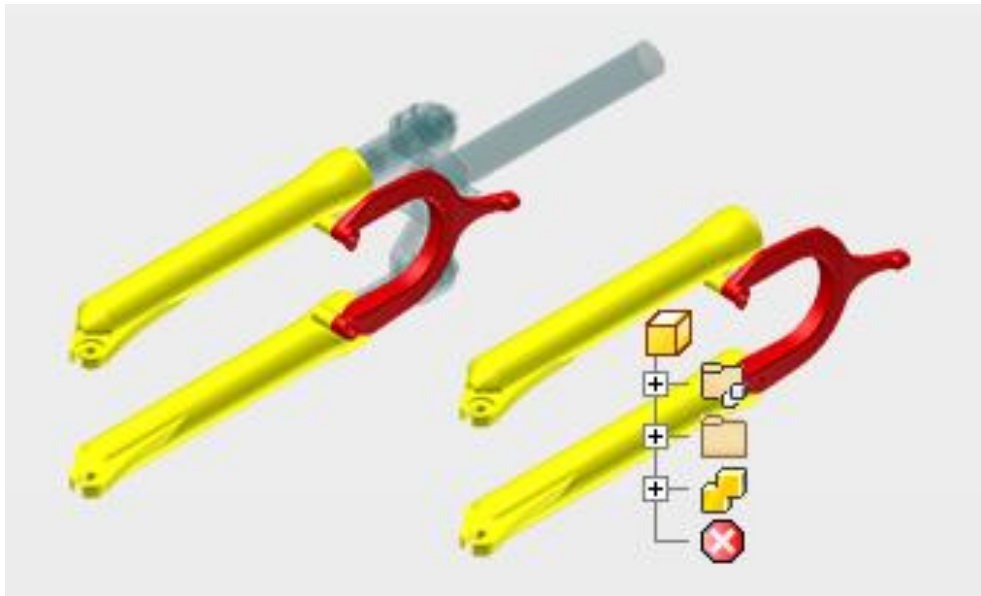


Рисунок 93 Візуалізація операції створення похідної деталі або складання



«Cut» (Виріз) – призначений для роботи з вирізами на листовому металі. Дозволяє задавати звичайні вирізи або вирізи через згини. Також ця функція дозволяє проектувати розгорнуту геометрію в ескізі для подальшого вирізання. Для створення профілю ескіза, який буде використовуватися для вирізання по згинах, корисно мати проєктовану геометрію на розгорнутій поверхні. Ця функція проєктує розгорнуту поверхню разом з лініями згинів, які можна використовувати для вимірювання ескізу. За допомогою цієї функції можна також вирізати профілі на листовому металі з заданим напрямом, глибиною, товщиною та з урахуванням розмірів.

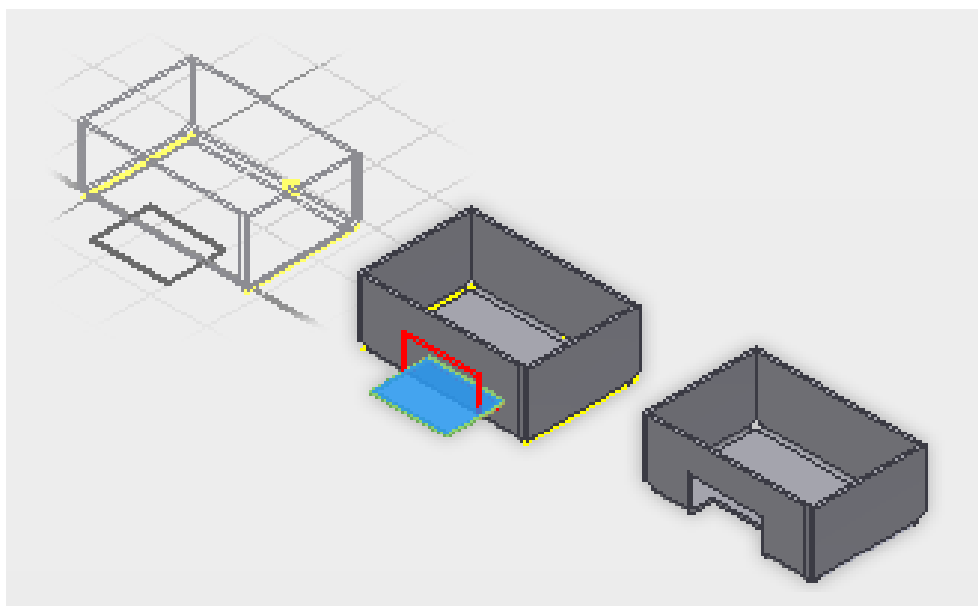


Рисунок 94 Візуалізація операції виріз



«Corner Seam» (Кутове з'єднання) – призначена для роботи з кутовими швами у листових металевих виробках. Вона дозволяє створювати або розривати існуючі кутові шви між поверхнями листового металу. За допомогою Corner Seam або Auto-Miter можна створювати кутовий шов з трьома згинами. Це дозволяє з'єднувати поверхні, які перетинаються або знаходяться в одній площині. Ця функція дозволяє використовувати різні типи швів та налаштовувати їх параметри, такі як відстань між поверхнями або розміри згинів. Також можна створювати кутові шви вручну із двох фланців, які не перетинаються. Якщо виріб є конвертованим в листовий метал, можна використовувати Corner Seam Rip для відкриття кутового шва між гранями. Після цього потрібно вручну зробити згини та видалити зайвий матеріал. Після розрізання виробу слід нанести згини на внутрішні грані, щоб зробити його плоским.

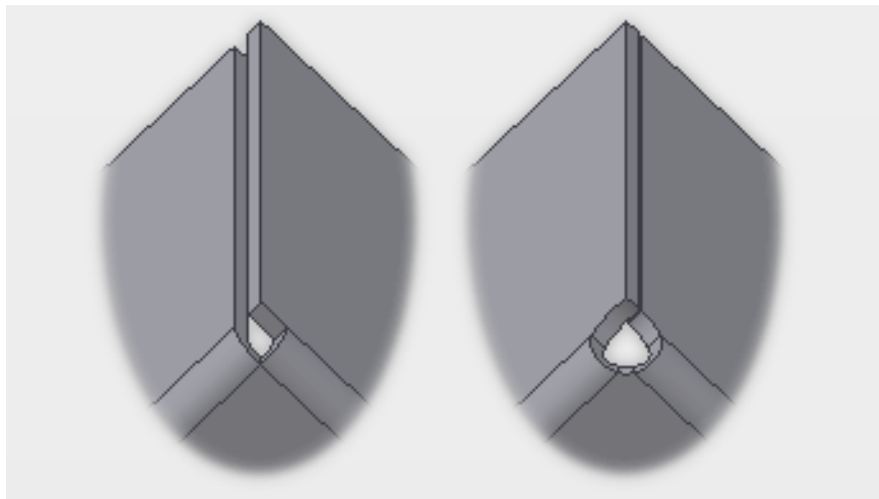


Рисунок 95 Візуалізація операції кутове з'єднання



«Punch Tool» (Пуансонний інструмент) – дозволяє використовувати штампувальні інструменти для виготовлення отворів та вирізання форм у листових металевих деталях. Інструмент повинен мати визначену одну центральну мітку, а листові металеві деталі – одну або більше невикористаних центральних міток. Після вибору інструменту зі списку доступних форм, користувач може налаштувати його положення та розміри відносно деталі, а також вибрати опції для розгорнутої деталі. Функція дозволяє виготовляти

зруби, отвори та інші форми в листових металевих деталях шляхом проставляння позначок на них.

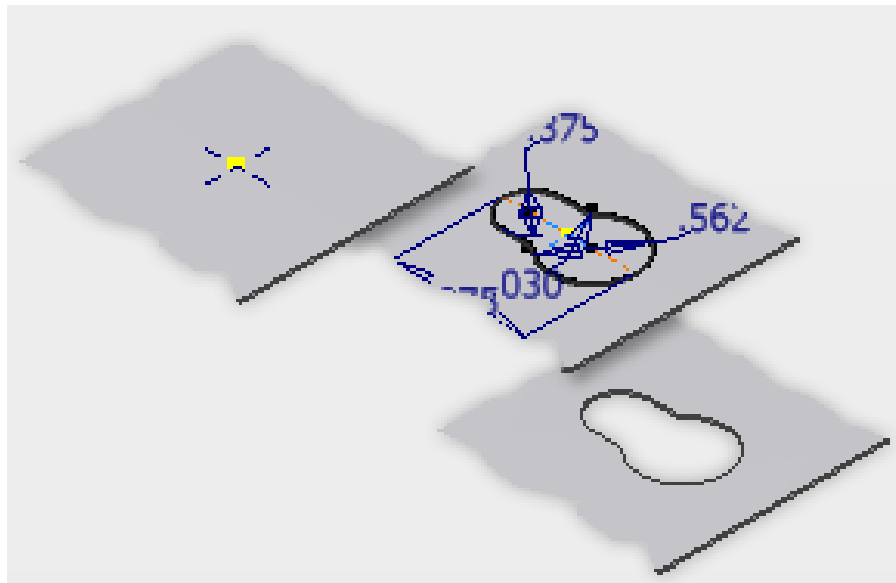


Рисунок 96 Візуалізація операції пуансонний інструмент



«Rip» (Розріз) – призначена для створення розрізу на замкнутих профілях листового металу для подальшої їх розгортки. Розріз може бути створений з однієї точки на ребрі або з двох точок на протилежних ребрах. Також можна видалити всю обрану грань. Функція спрощує процес створення деяких складних елементів листового металу, зокрема з фланцем по перерізу. Розміщення "Rip" можна визначати в будь-якому місці в історії моделі. Одна модель листового металу може містити кілька функцій "Rip". Проте, функція не виконує розрізу через отвори, вирізи, тиснення або інші формовані елементи, які перебувають на шляху розрізу.

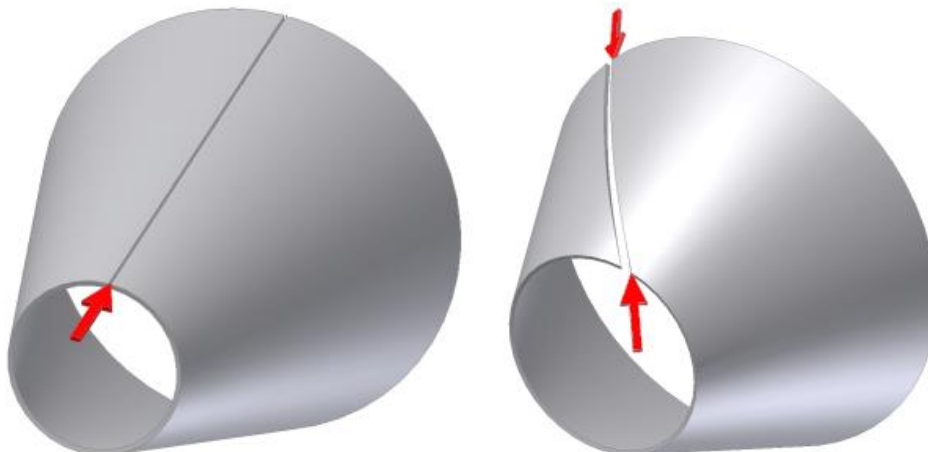


Рисунок 97 Візуалізація операції розріз



«Unfold» (Розгортання) – дозволяє розгорнути деталі зі складними формами зі складених станів для подальшого моделювання. За допомогою цієї функції можна вказати площину або поверхню, відносно якої буде виконано розгортання, а також вибрати необхідні згини та додати або видалити згини для отримання необхідної розгортки. Крім того, можна відобразити батьківський ескіз для елементів, що розгортаються, що полегшує накладання розмірів на деталі. Важливою умовою коректної роботи функції є наявність лише одного тіла в деталі. Якщо в деталі є кілька тіл, слід скористатися іншими командами для розділення деталі на окремі тіла.

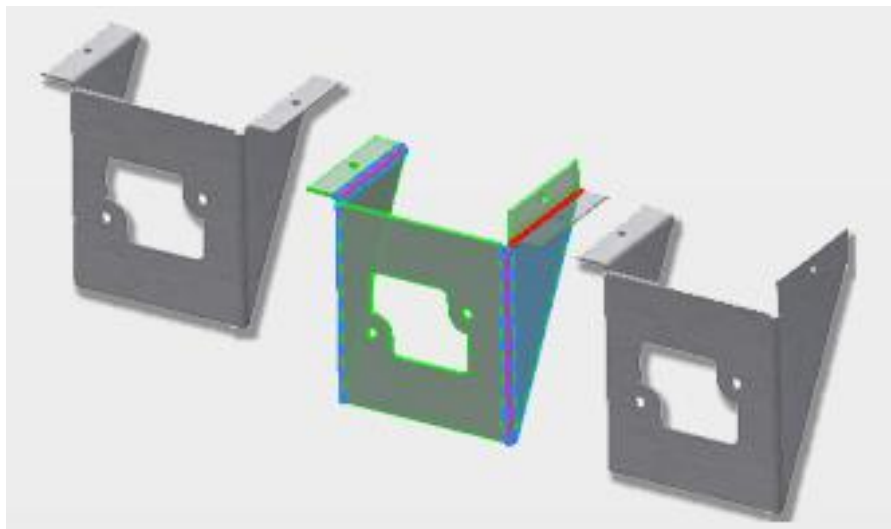


Рисунок 98 Візуалізація операції розгортання



«Refold» (Повторне згинання) дозволяє повернути згорнутий елемент або валик в початкове положення. За допомогою цієї функції можна згинати елементи листового металу відносно площини або валики відносно вісі розгортки. Результатом є відновлення геометрії елемента, який був розміщений на згинах або валиках моделі в розгорнутому стані. Функція надає кілька методів згинання, включаючи вибір за контекстом, автоматичний вибір та загальний метод. Крім того, є можливість додавання або видалення згинів та валиків після перевірки результуючої геометрії. Дана функція є важливим інструментом для моделювання та розробки виробів з листового металу.

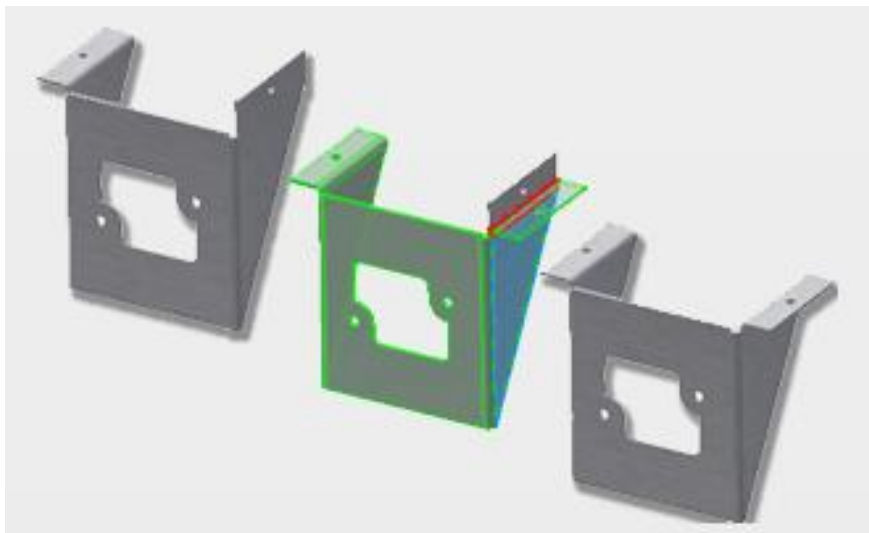


Рисунок 99 Візуалізація операції повторне згинання



«Hole» (Отвір) – дозволяє створювати отвори в моделі за вибраними геометричними елементами, такими як точки. Крім простих отворів, можна створити різьбові, конусні і конусно–різьбові отвори з використанням таблиці різьб. Також можна задавати допуски для розмірів отворів та вказувати їхнє місце, таке як ценковка або зенкерування. За допомогою цієї функції можна створити точні отвори з визначеними параметрами, що спрощує процес моделювання та підвищує точність створюваної моделі.

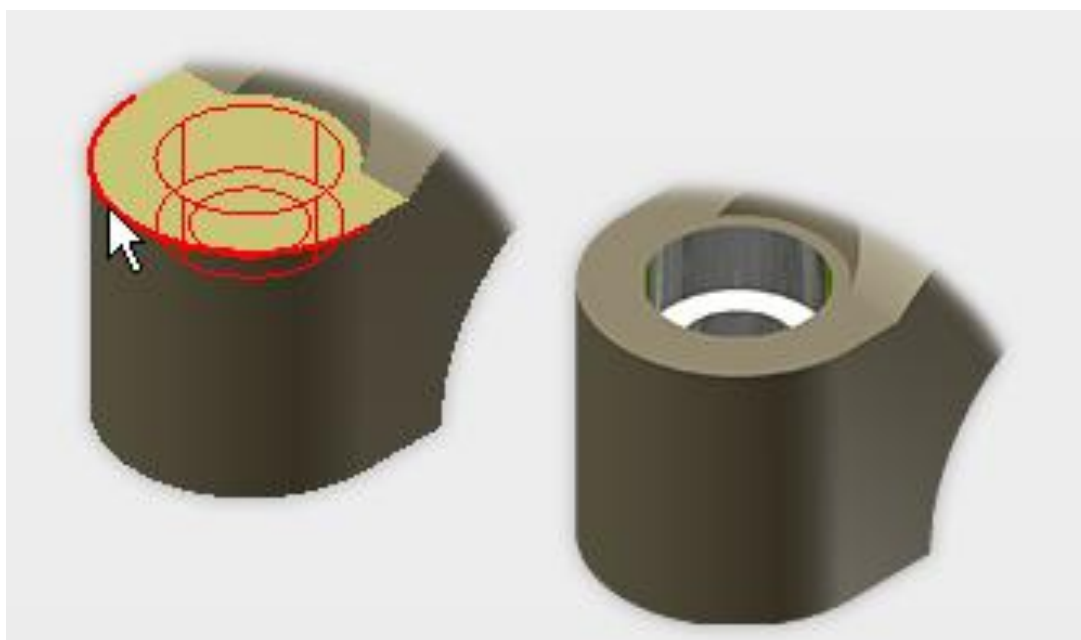


Рисунок 100 Візуалізація операції отвір



«Corner Round» (Закруглення кутів) – використовується для створення кутових закруглень на листових металевих деталях. За допомогою

цієї функції можна створювати закруглення як зовнішніх, так і внутрішніх кутів з різними радіусами. Кожне створене закруглення є одним елементом. Для використання функції необхідно вибрати необхідні кути та задати радіус, а також визначити, чи будуть обрані окремі кути чи всі кути елемента.

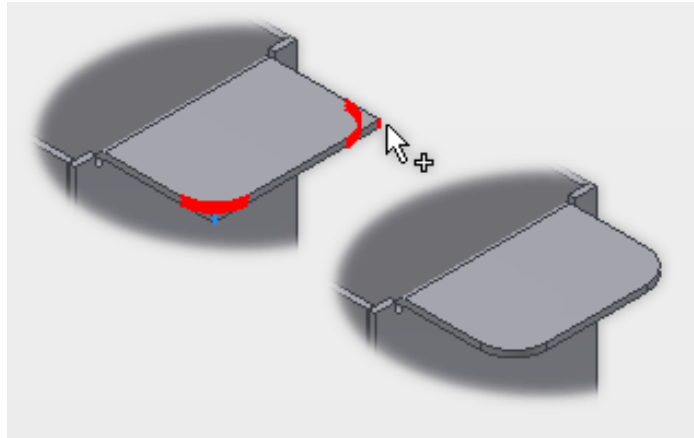



Рисунок 101 Візуалізація операції закруглення кутів

 «Corner Chamfer» (кутова фаска) – призначена для видалення гострих кутів з металевих деталей. Користувач може вибрати тип фаски, використовуючи відстань, відстань та кут або дві відстані. Можна застосувати фаску до одного або декількох кутів деталі. Для створення кутової фаски з однаковою відстанню від країв, користувач може вибрати опцію "One Distance" та вказати необхідну відстань. Якщо користувач хоче вказати відстань та кут фаски, він може використовувати опцію "Distance and Angle" та ввести необхідні параметри. Опція "Two Distances" дозволяє вказати різні відстані для кожної кромки вибраного кута.

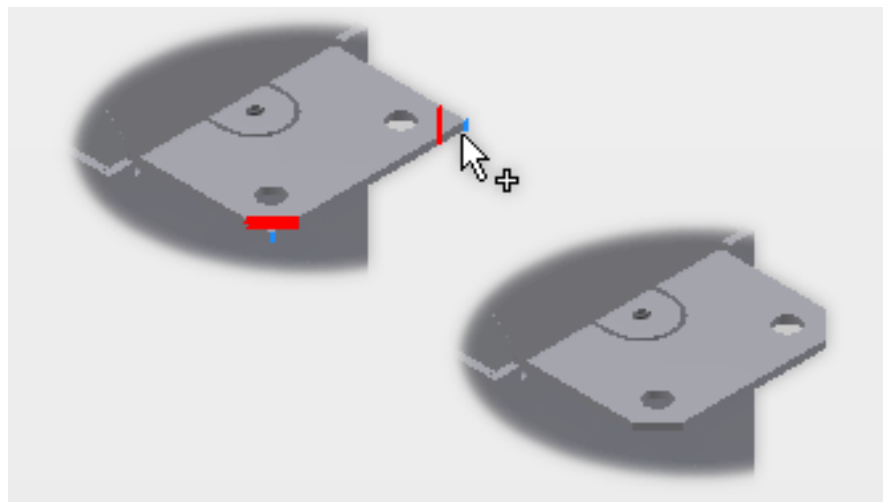


Рисунок 102 Візуалізація операції кутова фаска



«Mark» (Маркування) – функція дозволяє додавати маркування, гравіювання та вирізування лазером на поверхні деталі. Завдяки цій функції можна додавати текст та геометрію на поверхню об'єкта, яка підходить для маркування, з можливістю вибору способу проектування або огортування геометрії. Маркування можна експортувати в форматі DXF/DWG разом з інформацією про шари. Важливо знати, що функція не підтримується для багатотільних деталей і не можна використовувати кастомні стилі, створені до версії R2023, якщо не існує файлу mark.xml у папці Design Data.

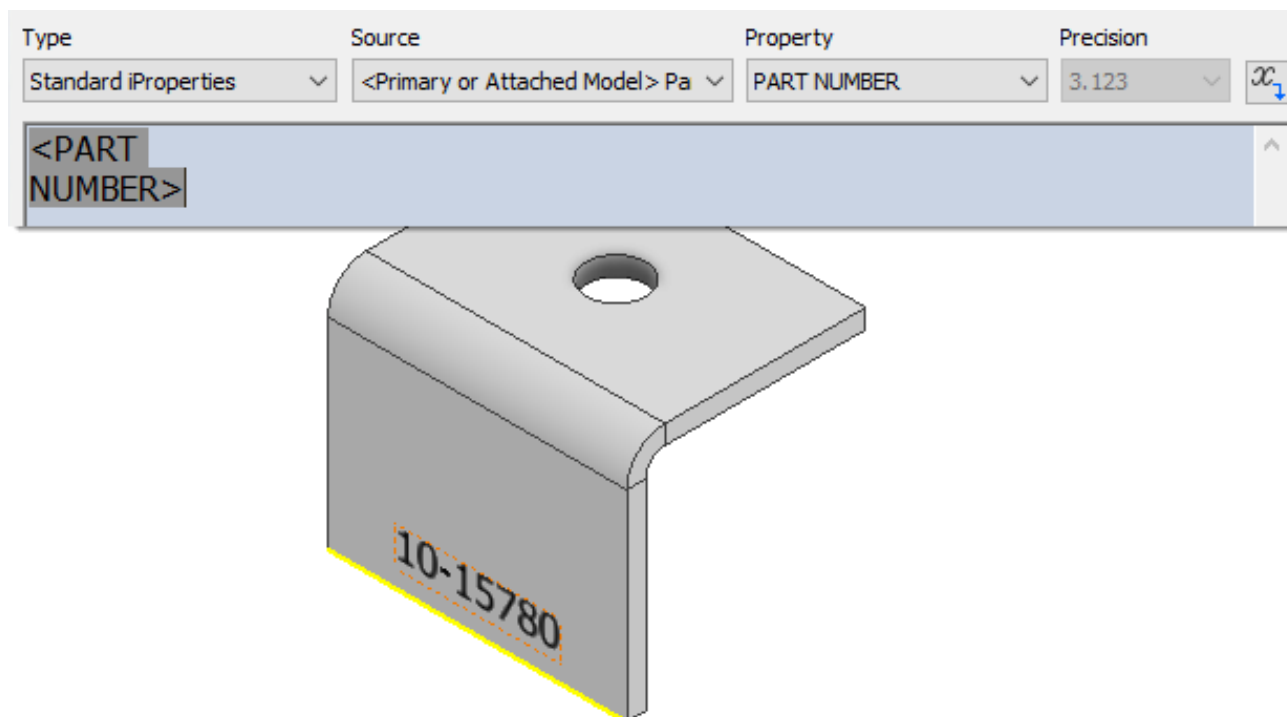


Рисунок 103 Візуалізація операції Маркування



«Sheet Metal Defaults» (функції листовий метал за замовчуванням) дозволяє встановити правила для роботи з листовим металом в Autodesk Inventor. Зокрема, користувач може вибрати правила для матеріалу, розгортання, товщину листа та інші опції. Ці правила можуть бути вибрані з уже існуючих або створені користувачем за необхідності. Функція дозволяє також вказати товщину листа, яка відрізняється від значення, встановленого в правилах для роботи з листовим металом. Крім того, можна використовувати цю функцію для управління товщиною окремих частин в багато-тільному елементі.

## 2.5 РОЗДІЛ «РОБОЧІ ЕЛЕМЕНТИ»

В даному розділі ми будемо досліджувати функціонал, пов'язаний зі створенням робочих елементів у програмі. За допомогою цих елементів можна створювати деталі та складання. Важливо відзначити, що робочі елементи деталей та складань мають свої відмінності.

Також у цьому розділі будуть розглянуті можливості створення робочих площин у деталях та складаннях. Робоча площина у деталі є нескінченною допоміжною площиною, пов'язаною з конструктивним елементом, тоді як у складаннях вона опирається на наявний компонент.

Тож, приступаючи до вивчення даного розділу, ми отримаємо детальну інформацію про створення робочих елементів та робочих площин, що дозволить нам ефективно працювати з програмою.



«Plane» (Площина) – дозволяє створювати допоміжні площини за допомогою вибраних об'єктів. Для того, щоб визначити площину, необхідно вибрати вершини, ребра або грані, які будуть використовуватися для конструкції площини. Ця функція дозволяє швидко та зручно створювати плоскості в просторі для подальшої роботи з ними. Наприклад, площина може бути використана для розміщення на ній нових елементів конструкції, або для проведення різних операцій з наявними елементами.



«Offset from Plane» (Зміщення від площини) – дозволяє створити робочу площину паралельну до вибраної грані з вказаною відстанню між ними. Для цього необхідно вибрати потрібну грань та перемістити її на потрібну відстань відносно робочої площини. Значення відстані можна ввести в поле редагування.



«Parallel to Plane Through Point» (Паралельна площині через точку) – дозволяє створити робочу площину паралельну до обраної точки, грані або площини, що проходить через точку. Необхідно вибрати площину або робочу площину та будь-яку точку в будь-якому порядку. Система координат робочої площини походить від обраної площини.



«Midplane Between Two Planes» (Середня площина між двома площинами) – створює робочу площину посередині двох площин або поверхонь. Для цього вибираються дві паралельні площини або робочі площини. Нова робоча площина орієнтована до системи координат і має таку саму нормаль зовнішньої поверхні, як перша вибрана площина.



«Midplane of Torus» (Серединна площина тора) – створює робочу площину через центр або серединну площину тора. Для використання необхідно виділити тор.



«Angle to Plane Around Edge» (Кут до площини навколо краю) – створює робочу площину під кутом 90 градусів від грані або площини деталі. Виберіть грань або площину деталі та будь-який край або лінію паралельну грані. Введіть бажаний кут у вікні редагування.



«Three Points» (Три точки) – дозволяє створити робочу площину, проходячи через три точки: кінцеві, середні, перетини або робочі точки. Ви можете вибрати будь-які три точки, навіть робочі точки, щоб створити робочу площину. Позитивна Вісь X спрямована від першої точки до другої точки. Позитивна Вісь Y перпендикулярна до позитивної вісі X через третю точку.



«Two Coplanar Edges» (Дві співпадаючі грані) – створює робочу площину через дві робочі вісі, ребра або лінії, які знаходяться в одній площині. Виберіть дві робочі вісі, ребра або лінії, які знаходяться в одній площині. Позитивна вісь X спрямована вздовж першого вибраного ребра.



«Tangent to Surface Through Edge» (Дотична до поверхні через край) – створює робочу площину через край та дотичну до криволінійної поверхні. Оберіть криволінійну грань та лінійний край у будь-якому порядку. Вісь X визначається лінією дотику до поверхні. Позитивна Вісь Y визначається від вісі X до краю.



«Tangent to Surface Through Point» (Дотична до поверхні через точку) – створює робочу площину через кінцеву точку, середину або робочу точку та

дотичну до кривої поверхні. Виберіть криву грань та кінцеву точку, середину або робочу точку. Вісь X визначається лінією дотику до поверхні. Позитивна вісь Y визначається від вісі X до точки.



«Tangent to Surface and Parallel to Plane» (Дотична до поверхні, паралельна площині) – створює робочу площину, що дотикається до кривої поверхні та паралельна до площини. Для створення робочої площини потрібно вибрати криву поверхню та плоску поверхню або робочу площину будь-яким порядком. Нова система координат робочої площини виводиться з обраної площини. Цей метод також може бути використаний для створення робочої площини, яка дотикається до поверхні або площини, що є нормальною до площини.



«Normal to Axis Through Point» (Нормаль до вісі через точку) – дозволяє створити робочу площину, перпендикулярну до ребра або робочої вісі та проходить через кінцеву точку, серединну точку або робочу точку. Спочатку вибирається ребро або Вісь, а потім точка, в якій повинна проходити робоча площина. Положення позитивної вісі X визначається від перетину площини та вісі до точки. Далі задається напрямок позитивної вісі Y.



«Normal to Curve at Point» (Нормаль до кривої в точці) – створює робочу площину, яка перпендикулярна до кривої та проходить через вершину, середину ребра, точку ескізу або робочу точку. Необхідно вибрати нелінійне ребро або криву ескізу (дугу, коло, еліпс або сплайн) та вершину, середину ребра, точку ескізу або робочу точку на кривій. Нова робоча площина перпендикулярна до кривої та проходить через обрану точку.

### **Створення робочої площини через вісь**

За допомогою створення робочих вісей можна побудувати лінію, яка буде прив'язана до інших об'єктів. В програмі є декілька способів створення робочих вісей залежно від обраної геометрії. Наприклад, робочу вісь можна створити паралельно до лінії через точку або через дві точки, збігаючись з вісі кола чи еліпса тощо. Кожен з цих методів має свої особливості та застосування. У

даному розділі посібника ми розглянемо детальніше кожен із способів створення робочих вісей і вчимося їх використовувати.



«Axis» (Вісь) – дозволяє створювати побудовану лінію, яка параметрично пов'язана з іншими об'єктами. Для створення вісі необхідно вибрати краї, лінії, площини або точки, через які пройдёт Вісь. При цьому побудована лінія пов'язується з обраними об'єктами параметрично.



«On Line or Edge» (На лінії або ребрі) – створює вісь, яка колінеарна з лінійним ребром або лінією ескізу. Виберіть лінійне ребро або 2D або 3D лінію ескізу. Нова побудована вісь колінеарна з обраним об'єктом та проходить через його середину.



«Parallel to Line Through Point» (Паралельно прямій, що проходить через точку) – дозволяє створити робочу вісь, яка проходить через задану точку та паралельна до лінійного ребра. Спочатку необхідно вибрати точку на ребрі, обравши кінцеву точку, середину, точку на малюнку або робочу точку, а потім вибрати лінійне ребро чи лінію на ескізі. Нова робоча вісь буде проходити через вказану точку та бути паралельною вказаному ребру.



«Through Two Points» (Створення робочої вісі через дві точки) – дозволяє створити робочу вісь, що проходить через дві точки: кінцеві точки, точки перетину, серединні точки, точки креслення або робочі точки. Оберіть дві потрібні точки та виконайте команду. (У складанні неможливо вибрати серединні точки.) Позитивний напрямок нової робочої вісі орієнтується від першої точки до другої.





«Intersection of Two Planes» (Перетин двох площин) – дозволяє створити робочу вісь, яка збігається з перетином двох площин. Необхідно вибрати дві непаралельні робочі площини або плоскі поверхні. Вісь, яка буде створена, буде направлена вздовж лінії перетину площин від першої до другої.



«Normal to Plane Through Point» (Нормаль до площини, що проходить через точку) – дозволяє створювати робочу вісь, яка проходить через задану точку та перпендикулярна до площини. Для цього потрібно вибрати площину


та точку на ній.


 «Through Center of Circular or Elliptical Shape» (Наскрізний центр круглої або еліптичної форми) – дозволяє створити вісь, яка збігається з основною віссю фігури, такої як коло, еліпс або заокруглення. Для цього потрібно виділити край цієї фігури. Вісь, що буде створена, збігається з центральною віссю цієї фігури і буде проходити через її центр.

 «Through Revolved Face or Feature» (Через грань чи елемент обертання) – створює робочу вісь, що збігається з віссю обертання грані. Для використання цієї функції виберіть грань, що була створена обертанням. Результатом буде нова робоча вісь, яка збігається з віссю обертання.

### **Створення робочої точки**

Створення робочих точок у програмі Autodesk Inventor дозволяє визначити точки в просторі, які будуть використовуватись при створенні складних моделей. Для створення робочих точок в програмі необхідно вибрати потрібний тип точки і натиснути на потрібну геометрію або обрати її зі списку. Зокрема, можна створювати робочі точки на вершинах, серединах ребер, перетині трьох робочих площин або площинних граней, а також на інших геометричних об'єктах. Також можна створювати робочі точки на перетині площини або поверхні та лінії чи вісі, на центрі тора, на центрі сфери та інших об'єктах. Однак, у деяких випадках створення робочих точок можливе тільки в окремих типах файлів та обмежується певними параметрами.

 «Point» (Точка) – створює точку у конструкції, яка параметрично прив'язується до інших об'єктів. Для створення робочої точки можна обрати вершини моделі, перетини ребер і вісей або перетини трьох непаралельних поверхонь або площин. У складаннях недоступні вбудовані робочі елементи і не можна вибрати серединні точки.

 «On Vertex, Sketch Point, or Midpoint» (Створення Робочих точок на вершині, точці ескізу або середині лінії) – дозволяє створювати Робочі точки на

вершинах, точках ескізів або в середині ліній або лінійних ребер. Виберіть потрібну вершину, точку ескізу або кінцеву / серединну точку лінії або лінійного ребра, і програма автоматично створить нову Робочу точку в цьому місці.



«Intersection of Three Planes» (Перетин трьох площин) – дозволяє створювати робочу точку на перетині трьох робочих площин або плоских поверхонь. Для створення робочої точки необхідно вибрати три робочі площини або плоскі поверхні. У складаннях робочі елементи недоступні. Робоча точка буде розміщена в точці перетину вибраних площин або поверхонь.



«Intersection of Two Lines» (Перетин двох ліній) – створює робочу точку в точці перетину двох ліній. Оберіть будь-які дві лінії, включаючи лінійні краї, 2D або 3D лінії ескізу та робочі вісі. В результаті ви отримаєте робочу точку у точці перетину двох обраних ліній.



«Intersection of Plane/Surface and Line» (Перетин площини/поверхні та лінії) – дозволяє створювати робочу точку на перетині площини або робочої площини із робочою віссю або лінією. Ви можете вибрати площину або робочу площину, а також робочу вісь або лінію. Або ж виберіть поверхню та лінію ескізу, пряму край або робочу вісь. Ця опція доступна тільки для частини.



«Center Point of Loop of Edges» (Центральна точка контуру грані) створює робочу точку на будь-якій замкнутій грані. Спочатку виберіть з контекстного меню Loop Select. Потім виберіть одну грань з замкнутим контуром.




«Center Point of Torus» (Центральна точка тора) – створює робочу точку через центр, або серединну площину, тора. Для цього необхідно вибрати тор. Робоча точка буде розташована в точці, що проходить через центр тора або серединну площину.




«Center Point of Sphere» (Центральна точка сфери) – дозволяє створити робочу точку у центрі сфери. Для цього необхідно вибрати сферу.


Таким чином, створюється нова робоча точка, яка може бути використана як посилання для інших об'єктів у моделі.

 «Grounded Point» (Базовая точка) – використовується для створення жорстко закріпленої робочої точки в деталі. Вона залишається фіксованою в просторі незалежно від змін у геометрії моделі. Це дозволяє створювати точки, які можна використовувати як опору для інших елементів моделі, наприклад, для розташування отворів або інших деталей.


## 2.6 РОЗДІЛ «МАСИВИ»

### Загальні налаштування масивів

 «Pattern Individual Features» (Масив окремих елементів) дозволяє створювати повторювані елементи, застосовуючи вже існуючі особливості тіла або поверхні, що дає можливість швидко створювати складні геометрії без повторення ручного введення параметрів.

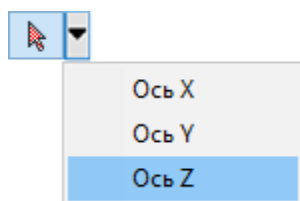
 «Pattern a Solid» (Масив твердого тіла) дозволяє створювати повторювані елементи, включаючи особливості, які неможливо створити окремо. Також можна включати робочі особливості та поверхневі особливості, але ця функція недоступна в складаннях.

У графічному вікні або у браузері виберіть одну або декілька особливостей або тіл для включення в шаблон. Для деталей ви також можете вибрати робочі особливості та поверхневі особливості для включення в шаблон.

У мульти-тілі використовуйте «Solid Selector» (Обрати тіло) , щоб вибрати тіло, до якого буде застосовано функція. Ця функція дозволяє створювати деталі з більш складними геометричними формами з декількох окремих тіл. Користувач може вибрати тіло, до якого буде застосовано візерунок, а також задати тип і параметри візерунку.

Функція Align підтримує вирівнювання виділених об'єктів у вигляді патерну рядків та колонок шляхом вказання наступних параметрів:

«Траєкторія» можна використати 2D– або 3D–відрізок, дугу, сплайн, усічений еліпс, ребро або вісь координат. Контур траєкторії може бути відкритим або замкненим.



«Path» визначає напрям для додавання об'єктів і використовується для створення нових об'єктів вздовж вказаного шляху. Напрямок вибирається за допомогою стрілки, яка виходить з точки вибору шляху. Шлях може бути двовимірною або тривимірною лінією, дугою, сплайном, вирізаній еліпсом, ребром, циліндричною поверхнею або віссю

початку координат. Шлях може бути відкритим або замкненим.



«Flip» (Перевернути) дозволяє змінити напрямок вибраних об'єктів.



«Midplane» (Середня площина) використовується для створення масиву, де копії розміщуються з обох боків від початкового елемента. Для прямокутних масивів можна використовувати Midplane окремо для кожного напрямку (Напрямок 1, Напрямок 2). Для використання функції необхідно вказати відстань між копіями, кількість копій в кожному напрямку та початковий елемент. Можна також вказати зміщення початкової точки масиву відносно початкового елемента. Функція дозволяє створювати різноманітні геометричні масиви, що прискорює проектування та моделювання.



«Count» (Кількість) вказує кількість елементів для кожного напрямку (Напрямок 1, Напрямок 2). Значення повинно бути більшим за нуль. Наприклад, цю функцію можна використовувати для підрахунку кількості деталей в ланцюжку або кількості вхідних даних в таблиці. Вона допомагає ефективно керувати даними та проводити аналіз числових значень.



«Length» (Відстань) вказує відстань між вузлами чи об'єктами у шаблоні. Задати можна додатні та від'ємні значення. Від'ємні значення створюють шаблон у зворотному напрямку.

«Distance, Spacing, or Curve Length» (Дистанція, інтервал або довжина кривої) Визначає, як вимірюється довжина: загальна відстань колонки або рядка, відстань між елементами або довжина кривої, що буде вмонтована рівномірно в обраний відрізок. Значення повинно бути більше за нуль.


Якщо необхідно створити масив для твердого об'єкту, спочатку потрібно вибрати операцію, яку застосовувати:



«Join» (Об'єднати) з'єднує створений масив з вибраним твердим об'єктом. Об'єднує тіла в єдине тверде тіло.



«Create New Bodies» (Створити нові тіла) Створює шаблон, що складається з кількох окремих твердих тіл.

 «More» (Більше) дозволяє встановити початкові точки напрямів, метод обчислення та орієнтацію елементів:


- «Direction 1 and Direction 2» (Напрямок 1 та Напрямок 2)

«Start» (Початок) використовується для вказання початкової точки (За потреби масив можна розпочати з будь-якої точки на графічному вікні). Якщо використовується замкнутий контур для траєкторії масиву, необхідно вказати початкову точку.

- Метод «Optimized» (Оптимізований) створює ідентичні копії обраних об'єктів шляхом розміщення їх на шляху масиву. Цей метод є найшвидшим з трьох, але не може створювати об'єкти, які перекриваються або елементи, що перетинають грані, відмінні від граней вихідних елементів.

- Метод «Identical» (Ідентичний) також створює ідентичні копії обраних об'єктів, але використовує різний алгоритм обчислення, який можна використовувати, коли метод "Оптимізований" неможливо застосувати.

- Метод «Adjust» (До налаштування) дозволяє створювати копії вибраних об'єктів з різними розмірами та формами, враховуючи параметри, що визначаються користувачем. Цей метод є найбільш ресурсоемним і використовується, коли потрібно створити копії об'єктів з різною формою або розмірами.

 «Rectangular Pattern» (Прямокутний масив) – використовується для повторення функцій або тіл та їхнього розміщення в прямокутному, вздовж шляху або в обидва боки від початкової функції. Це дозволяє ефективно створювати складні геометрії з повторюваними деталями. Користувач може задати кількість копій, розміщення, розміри та інші параметри. Функція працює з окремими функціями, тілами або повними складними моделями.

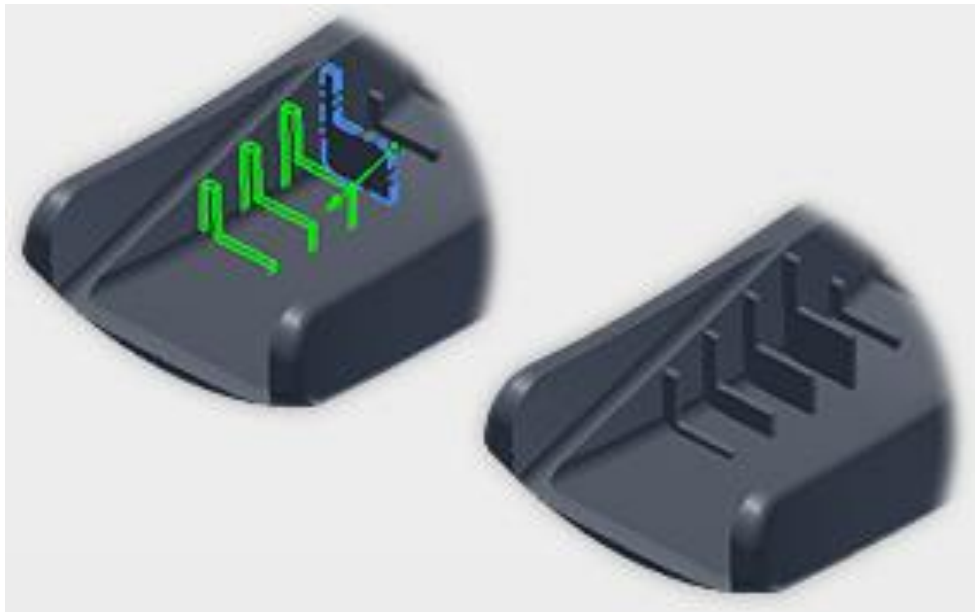



Рисунок 104 Візуалізація операції прямокутний масив

 «Circular Pattern» (Круговий масив) дозволяє розмістити копії вибраних фігур чи тіл у формі кола або дуги. Функція дублює вибрані фігури і розміщує їх у вказаній кількості та зазначеному проміжку між ними на коловій або дуговій траєкторії. Дана функція дозволяє задавати кутову кількість копій та кутовий інтервал між ними, а також розміщувати копії по різних вісях.

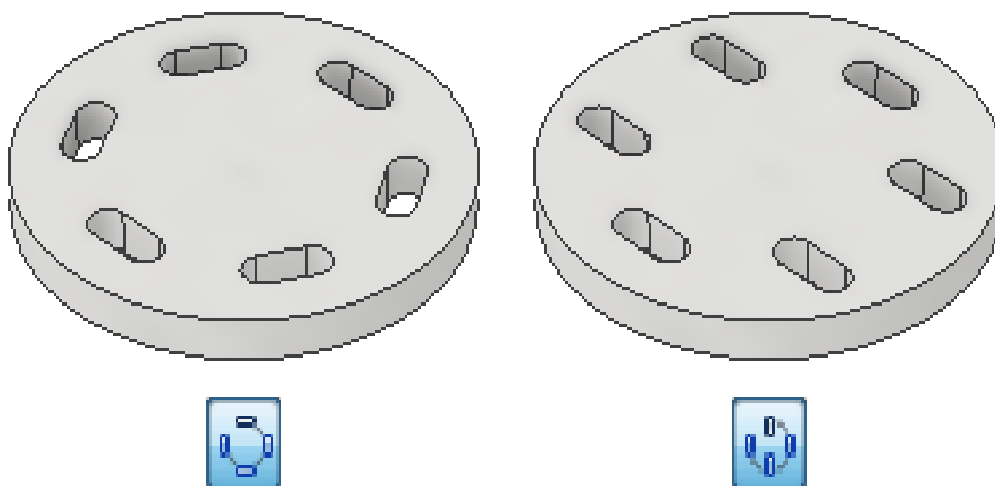






Рисунок 105 Візуалізація операції круговий масив

 «Angle» (Кут) використовується для створення копій геометричних об'єктів з вказаною кутовою відстанню між ними. Якщо ви обираєте метод позиціонування Incremental, то кут задає кутову відстань між копіями. Якщо ви вибираєте метод позиціонування Fitted, то кут визначає загальну площу, яку займає шаблон. Якщо ввести від'ємне значення кута, то шаблон буде створено в

зворотному напрямку.

Дозволяє вибрати один з двох варіантів орієнтації: "Обертальна" та "Фіксована". Якщо вибрати "Обертальну"  орієнтацію, тоді тіло або набір особливостей буде змінювати орієнтацію під час руху навколо вісі. Якщо вибрати "Фіксовану"  орієнтацію, тоді орієнтація тіла або набору особливостей буде ідентична орієнтації батьківського вибору під час руху навколо вісі. Крім того можна вибрати "Базову точку" і вершину або точку для повторного визначення базової точки фіксованого шаблону.

 «Sketch Driven Pattern» (Масив за ескізом) дозволяє створювати масиви з деталей або тіл на 2D або 3D точках креслення. Вона дублює одну чи декілька деталей або тіл та розміщує отримані копії у шаблоні, що визначається точками креслення. Можна задати напрямок шаблону, відстань між деталями або тілами, а також змістовні точки креслення, на основі яких буде виконуватись шаблон. Крім того можна використовувати параметри для керування кількістю елементів у шаблоні.

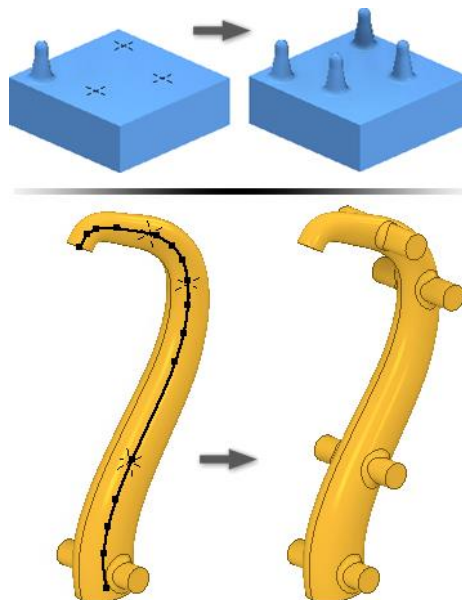




Рисунок 106 Візуалізація операції масив за ескізом

«Mirror» (Дзеркало) створює зворотну копію одного або декількох елементів, усього тіла або нового тіла на рівній відстані від площини. Для площини віддзеркалення використовується робоча площина або існуюча площина.

Варіанти використання функції:

- у файлі деталі натиснути на вкладку «3D Model», потім в панелі «Pattern» обрати «Mirror» (Віддзеркалити) ;
- у файлі складання обрати вкладку "Assemble", потім в панелі «Pattern» обрати «Mirror» (Віддзеркалити) .

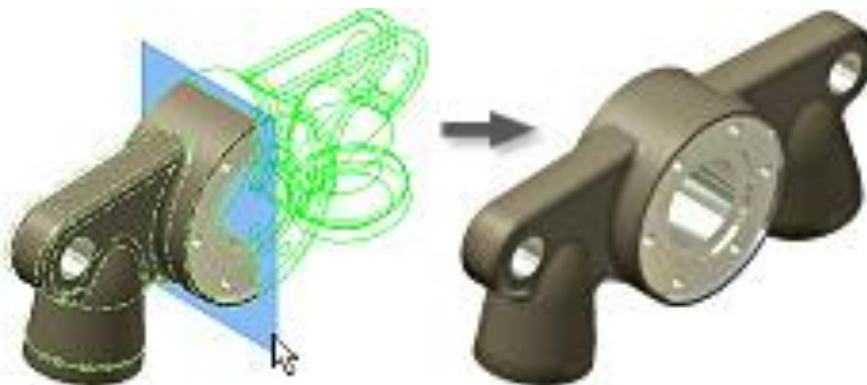


Рисунок 107 Візуалізація операції віддзеркалити

### 3. СКЛАДАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ

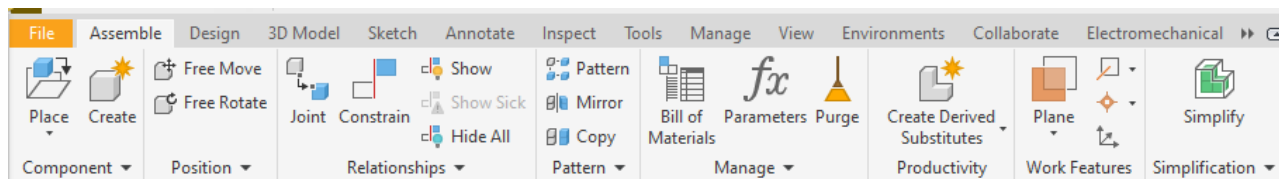


Рисунок 108 Панелі інструментів складальні елементи



«Place Components» (Розмістити компоненти) дозволяє додавати компоненти в складання, незалежно від того, чи це компоненти з програми Inventor, чи з інших CAD-систем. Ця функція дозволяє вибирати необхідний компонент, вказувати його орієнтацію і розміщувати його у потрібному місці графічного вікна.



Рисунок 109 Візуалізація операції розмістити компоненти



«Free Move» (Вільний рух) – використовується для пересування окремих компонентів в будь-якому лінійному напрямку в площині перегляду. Команда Free Move відображає відносини між компонентами у вигляді еластичної стрічки. Значки відображають тип відносин. Якщо виникають конфлікти відносин, відображається символ помилки. Функція Free Move дозволяє зручно коригувати розміщення окремих компонентів в складанні без необхідності від'єднувати їх від інших компонентів чи змінювати відносини між ними.

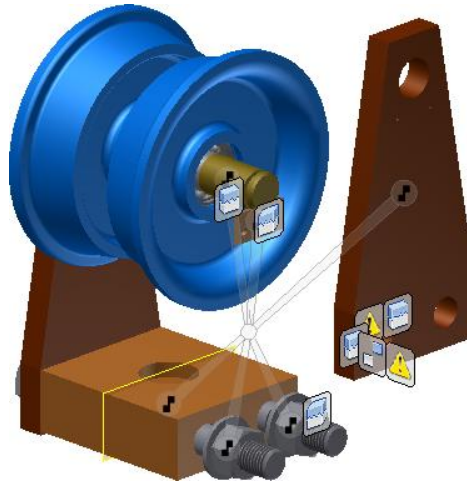


Рисунок 110 Візуалізація операції вільний рух



«Free Rotate» (Вільне обертання) – використовується для обертання окремих компонентів в складанні. З її допомогою можна змінювати орієнтацію компонентів в будь-якому напрямку. Це корисно, наприклад, коли потрібно відрегулювати положення компонента для того, щоб він краще взаємодівав з іншими елементами складання.

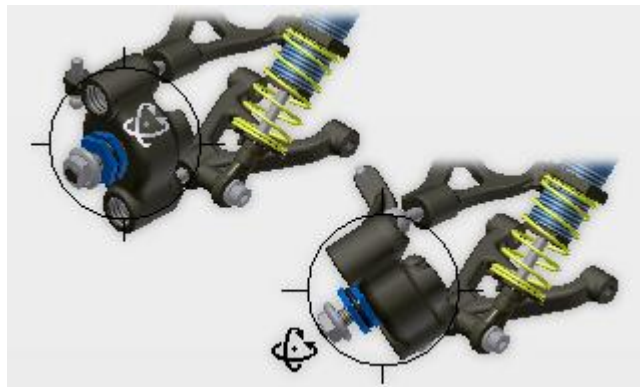


Рисунок 111 Візуалізація операції вільне обертання



«Grip Snap» (Захоплення за точками) – дозволяє переміщувати або обертати компонент за допомогою опорної геометрії. Це дозволяє здійснювати точні переміщення та обертання компонентів у складних складаннях, використовуючи відомі геометричні точки як посилання.



Рисунок 112 Візуалізація операції захоплення за точками



«Joint» (З'єднання) – використовується для визначення та управління з'єднаннями між компонентами у механічних складаннях. Кожен тип з'єднання повністю визначає місцезнаходження та рух вибраних компонентів. Ви можете вибрати кінцеву, середню або центральну точку геометрії для визначення з'єднання. Також можна встановити умови відносин з'єднання за допомогою Lock та Protect. Найбільш поширеним типом з'єднання є Rigid, який фіксує компонент та прибирає всі ступені свободи. Зварні та болтові з'єднання є прикладами Rigid з'єднань. Для розміщення з'єднання між двома компонентами у складанні використовують команду Joint на вкладці Assemble, в групі Relationships.

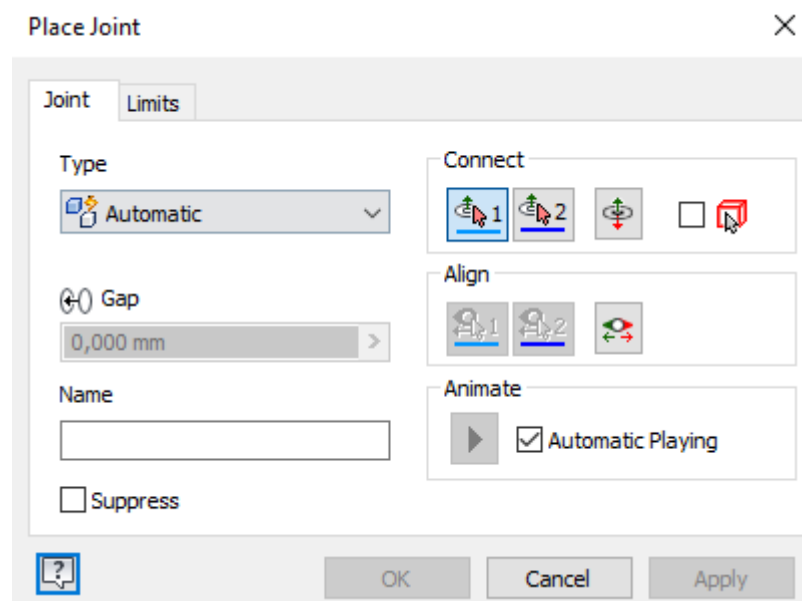


Рисунок 113 Меню з'єднання



«Automatic» (Автоматичний) – режим визначення типу з'єднання для деталей у монтажі. При використанні цієї функції, програма автоматично визначає тип з'єднання між вибраними компонентами, використовуючи інформацію про їх початкові точки (origin). Якщо обрані точки знаходяться на круговій траєкторії, то встановлюється обертове з'єднання (Rotational), якщо на циліндричній – циліндричне (Cylindrical), якщо на сферичній – кульове (Ball). У всіх інших випадках застосовується жорстке з'єднання (Rigid).



«Rigid» (Жорстке з'єднання) – ця функція позиціонує компонент та прибирає всі ступені свободи. Використовуйте цей тип з'єднання для компонентів, які не рухаються. Зварні та болтові з'єднання є прикладами жорсткого з'єднання.



Рисунок 114 Візуалізація жорсткого з'єднання



«Rotational» (Обертове з'єднання) – це функція, яка встановлює компонент в певне положення і визначає один ступінь вільності обертання. Підтримуються користувацькі обмеження. Застосовується для елементів, які можуть обертатися навколо однієї вісі. Прикладами обертових з'єднань є шарніри та обертові рукоятки.

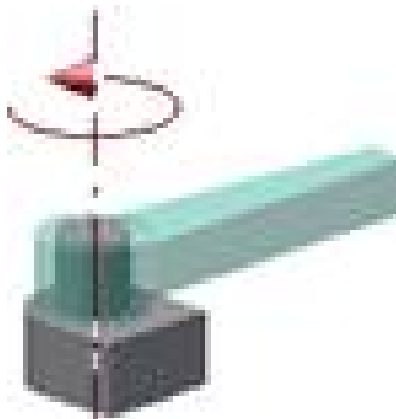


Рисунок 115 Візуалізація обертове з'єднання



«Slider» (Повзунок) – функція використовується для визначення та управління з'єднанням між компонентами, яке дозволяє компонентам рухатися лише вздовж однієї лінії, тобто забезпечує трансляційну вільність однієї компоненти. Вона часто застосовується для моделювання з'єднання, наприклад, муфти, що дозволяють одній частині рухатися вздовж вісі іншої, при цьому не дозволяючи жодним іншим рухам.



Рисунок 116 Візуалізація з'єднання повзунок



«Cylindrical» (Циліндричне) використовується для з'єднання двох деталей, одна з яких може обертатись навколо вісі, що проходить через другу деталь. Прикладом цього може бути вал, який розташований в отворі.



Рисунок 117 Візуалізація циліндричного з'єднання



«Planar» (площина) – використовується для позиціонування компонента на пласкій поверхні, визначеній користувачем. Вона встановлює дві трансляційні та одну поворотну ступені свободи, перпендикулярні до лінійних ступенів свободи. Компонент може обертатися або ковзати по площині. Функція підтримує користувацькі обмеження.



Рисунок 118 Візуалізація з'єднання площина



«Ball» (Шарове з'єднання) призначена для розміщення деталі і задання вільності повороту в трьох напрямках. Вона використовується для з'єднання двох деталей, коли потрібно надати їм повну вільність руху одна відносно іншої. Прикладом такого з'єднання є кульковий шарик у гнізді.

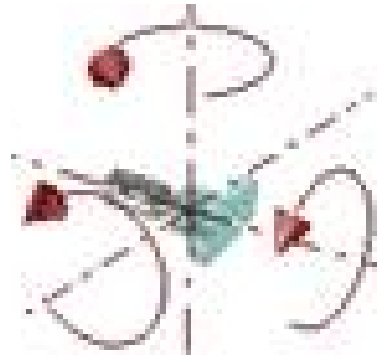


Рисунок 119 Візуалізація шарового з'єднання



«Gap value» (Величина зазору) – визначає відстань між з'єднувальними компонентами. Використовується, коли необхідно створити зазор між компонентами, щоб вони не торкалися один одного. Наприклад, у виробництві автомобілів використовують зазори між частинами двигуна, щоб забезпечити місце для розширення внаслідок різних температурних умов.

Поле «Name» (Назва) дозволяє створити унікальну назву для з'єднання в браузері. Користувач може ввести назву самостійно або залишити поле пустим, тоді буде автоматично створено ім'я за замовчуванням. Ця функція дозволяє користувачам легко ідентифікувати з'єднання між компонентами у конструкції.

«Suppress» (Приховати) відповідає за тимчасове вимкнення вибраного з'єднання в збірці, щоб воно не впливало на поведінку або результати моделювання. Вимкнення з'єднання може бути корисним у випадках, коли

необхідно змінити конфігурацію або дослідити вплив інших з'єднань на даний компонент.



«First origin» (початкова точка) – вибирає кінцеві точки, серединні точки та центральні точки для першого компонента. Перша вибрана компонента переміщується до другої вибраної компоненти.



«Second origin» (кінцева точка) – призначена для вибору кінцевих точок, серединних точок і центральних точок на другому компоненті, між якими буде встановлюватись з'єднання. Після вибору першої та другої точки, компоненти будуть з'єднані залежно від обраного типу з'єднання.



«Flip component» (Перевернути компонент) – змінює напрямок компоненту на протилежний. Наприклад, якщо компонент був спрямований вправо, то після застосування функції його напрямок буде спрямований вліво. Це може бути корисно для зміни орієнтації компонента відносно іншого компонента або вісі.



«Pick part first» (Спочатку виберіть деталь) – використовується для обмеження вибірки геометрії до одного компонента. Вона корисна тоді, коли компоненти розташовані близько один до одного або частково перекриваються. Якщо включити цю опцію, можна вибрати тільки один компонент, з яким потрібно взаємодіяти, що дозволяє уникнути непотрібних помилок в процесі вибірки геометрії. Для повернення до звичайного режиму вибору необхідно зняти прапорець з цього параметру.



«First alignment» (Початкова точка вирівнювання). – використовується для вибору вектора напрямку, граней або ребер на першому компоненті при створенні з'єднання між двома компонентами. Він використовується для визначення напрямку з'єднання та його орієнтації відносно першого компонента.



«Second alignment» (кінцева точка вирівнювання) дозволяє вибрати напрямок вектора на другому компоненті для вирівнювання з першим компонентом.



«Invert alignment» (Інвертувати вирівнювання) – призначена для зміни напрямку вектора орієнтації компонента при використанні функції "First alignment" або "Second alignment". Якщо вектор спрямований навпаки від бажаного напрямку, то ця функція дозволяє його змінити на потрібний.



«Animate» (Анімація) – дозволяє відтворити поведінку сполучення на рухомій компоненті в графічному вікні. Наприклад, якщо створено сполучення між двома деталями і задано їх рух, можна використовувати функцію Animate, щоб відобразити цей рух у вигляді анімації в графічному вікні.



«Constrain» (Обмеження) – використовується для створення зв'язку між двома компонентами в складанні. Вона дозволяє вибрати тип зв'язку (наприклад, зміщення, поворот, обмеження вісі), визначати обмеження для цього зв'язку і установлювати межі допустимих переміщень і обертань для компонентів в межах цього зв'язку. Таким чином, вона допомагає забезпечити правильне розташування компонентів в складанні і зменшує кількість рухомих ступенів вільності між ними.

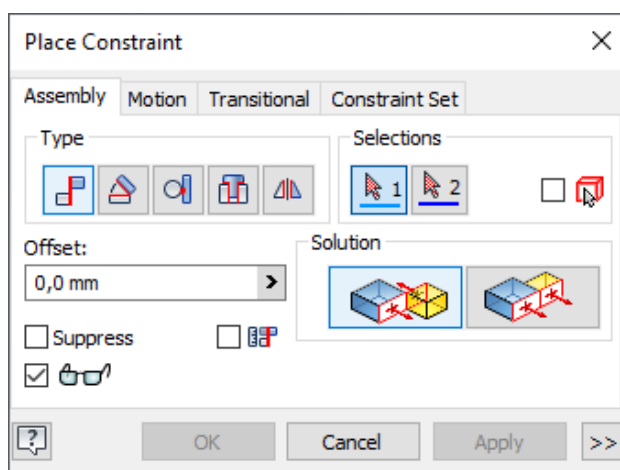


Рисунок 120 Меню обмеження вкладка складання

Поле «Assembly Tab» (Вкладка складання) використовується в програмах для створення та редагування 3D-моделей для складання деталей в комплексні механізми та агрегати. За допомогою цієї функції можна забезпечити точне

розташування та зв'язок між різними деталями в складеній конструкції. Вона дозволяє застосовувати обмеження та зв'язки між деталями, що дозволяє точно визначити їхню взаємодію під час руху або прикладання зусиль. Також Assembly Tab дозволяє створювати адаптивні деталі, які можуть змінювати свій розмір або форму при застосуванні обмежень.



«Mate» (З'єднання). – встановлює компоненти один поруч із одним з їх поверхнями рівно вздовж одне одного. Це дозволяє забезпечити фіксовану позицію компонентів один відносно одного, зменшуючи на один ступінь лінійного переміщення і на два ступені кутового обертання між плоскими поверхнями.



«Mate constraints» (Взаємне положення) – встановлює взаємне положення вибраних поверхонь одна до одної так, щоб вони були паралельними та збігались. Ця функція призначена для видалення одного ступеня лінійного зміщення та двох ступенів кутового обертання між плоскими поверхнями. Крім того, вона підтримує налаштування обмежень та відпочивального положення, які можуть бути задані користувачем.



«Flush constraint» (Обмеження на прилягання) – призначена для вирівнювання компонентів поруч один з одним з гладкою поверхнею. Вона позиціонує вибрані грані, криві або точки так, щоб вони були вирівняні з поверхневими нормаллями, що вказують у одному напрямку. Підтримує задання користувачем обмежень і позиції спокою.



«Angle constrain» (Кутове обмеження) – встановлює кутове положення між двома компонентами, з фіксованою відстанню між ними. Це дозволяє визначити точку обертання для компонентів і зменшує один ступінь вільності в обертанні або два ступені вільності в обертанні плоских поверхонь.



«Directed Angle» (Спрямований кут). – визначає кут між двома векторами та задає напрям вектора, який використовується для розрахунку кута. При цьому застосовується правило правої руки. Не підтримує обмеження та задання початкової позиції.



«Undirected Angle» (Неспрямований кут) – дозволяє задати кут між двома компонентами без обмежень на орієнтацію. Це дозволяє вирішити ситуацію, коли орієнтація компонентів змінюється під час створення обмеження. Крім того, функція підтримує задання обмежень на рух та режим спокою.



«Explicit Reference Vector» (Явний опорний вектор) – дозволяє явно визначити напрям вектора Z-вісі (методом векторного добутку) шляхом додавання третього вибору до процесу вибору. Це дозволяє уникнути ситуацій, коли функція Angle Constraint переходить до альтернативного рішення під час перетягування компонентів або встановлення зв'язку між ними. Цей варіант є настройкою за замовчуванням і підтримує задання обмежень та позиції спокою.



«Tangent constraint» (Дотичне обмеження) – призначена для забезпечення контакту між об'єктами в точці дотику. Вона застосовується до поверхонь, площин, циліндрів, сфер та конусів. При застосуванні функції забезпечується дотик в точці дотику, причому дотик може бути як всередині, так і зовні кривої, залежно від напрямку обраної нормалі поверхні. Тангенціальна фіксація видаляє один ступінь лінійного пересування. Між циліндром та площиною вона видаляє один ступінь лінійної свободи та один ступінь кутової свободи.



«Inside» (Всередині) – позиціонує перший вибраний елемент всередині другого вибраного елемента в точці дотику. Підтримує обмеження, задані користувачем, та початкову позицію.

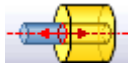


«Outside» (Зовні) – позиціонує компонент зовні від другого в точці дотику.

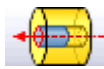


«Insert constraint» (Обмеження вставки) – встановлює компоненти один в одного з використанням конструктивних елементів, наприклад, болтів або штифтів, що входять в отвори або отвори зі шпильками. Вона поєднує функцію Mate constraint між плоскими поверхнями та Mate constraint між вісями

двох компонентів. Конкретно Insert constraint позиціонує шийку болта в отвір, забезпечуючи її вирівнювання з отвором, а нижня частина головки болта має контакт з плоскою поверхнею. Після встановлення зберігається один ступінь вільності в обертанні.



«Opposed» (Протилежний) – змінює напрямок з'єднання (Mate direction) між двома компонентами на протилежний. Вона дозволяє змінити з'єднання між компонентами, які вже були з'єднані за допомогою функції Mate constraint. Підтримується вказування меж і позиції за замовчуванням користувача.



«Aligned» (Вирівняти) – визначається як налаштування напрямку з'єднання між компонентами виходячи з напрямку вибраної грані або вісі другого вибраного компонента. Вона дозволяє обрати напрямок з'єднання для компонентів та налаштувати обмеження та базові положення.

Поле "Selection" дозволяє вибрати геометрію на двох компонентах, які потрібно змістити разом. Ви можете вибрати одну або кілька кривих, площин або точок, щоб визначити, як властивості компонентів взаємодіють між собою.

Ця функція дозволяє побачити геометрію, до якої застосовано обмеження. Панель кольорів на кожній кнопці вибору відповідає кольору вибраної геометрії. Якщо ви допустили помилку в виборі геометрії, щоб виправити це, просто натисніть відповідну команду вибору і виберіть іншу геометрію.



«First Selection» (Перший вибір) Вибирає криві, площини або точки на першій компоненті. Щоб завершити перший вибір, натисніть кнопку Другий вибір або виберіть другу поверхню у графічному вікні. Перший вибір показується у тому ж кольорі, що й смужка на кнопці вибору у графічному вікні.



«Second Selection» (Другий вибір) Вибирає криві, площини або точки на другій компоненті. Другий вибір показується у тому ж кольорі, що й смужка на кнопці вибору у графічному вікні.



«Third Selection» (Третій вибір) Доступний для обмеження кута з явно заданою векторною зміною. Вибирає поверхню, лінійну кромку, робочу

площину або робочу Вісь. Третій вибір показується у тому ж кольорі, що й смужка на кнопці вибору у графічному вікні.



«Pick part first» (Спочатку виберіть деталь) – ця функція використовується для обмеження вибірки геометрії до одного компонента. Вона корисна тоді, коли компоненти розташовані близько один до одного або частково перекриваються. Якщо включити цю опцію, можна вибрати тільки один компонент, з яким потрібно взаємодіяти, що дозволяє уникнути непотрібних помилок в процесі вибірки геометрії. Для повернення до звичайного режиму вибору необхідно зняти прапорець з цього параметру.



«Show Preview» (Показати прев'ю) – ця функція відображує ефект обмеження на обрані геометричні об'єкти. Після вибору двох об'єктів, недостатньо обмежених об'єктів автоматично переміщуються у забезпечені положення. За замовчуванням, попередній перегляд включений. Відмітьте прапорець, щоб вимкнути попередній перегляд. Якщо будь-який з компонентів є адаптивним, обмеження не відображаються у попередньому перегляді.

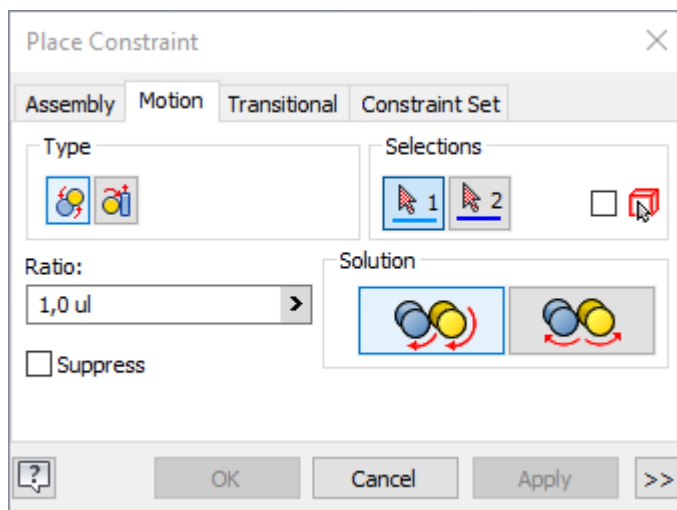


Рисунок 121 Меню обмеження вкладки Переміщення

Функція Motion Tab (Вкладка Переміщення) використовується для створення рухових обмежень між компонентами складання. Вона дозволяє задавати рух між компонентами та контролювати відкриті ступені свободи. Рухові обмеження не конфлікують з позиційними обмеженнями, розмірними адаптивними деталями або з переміщеними компонентами. Рухові обмеження

відображаються у браузері, і при наведенні курсору на відповідний запис, обмежені компоненти підсвічуються на графічній панелі.



«Rotation constraint» (Обмеження обертання) використовується для вказівки обертання між двома складовими частинами моделі з вказаним відношенням. Зазвичай вона використовується для моделювання підшипників, зубчастих коліс та шківів, де необхідно вказати взаємодію обертання між деталями з певним коефіцієнтом передачі.

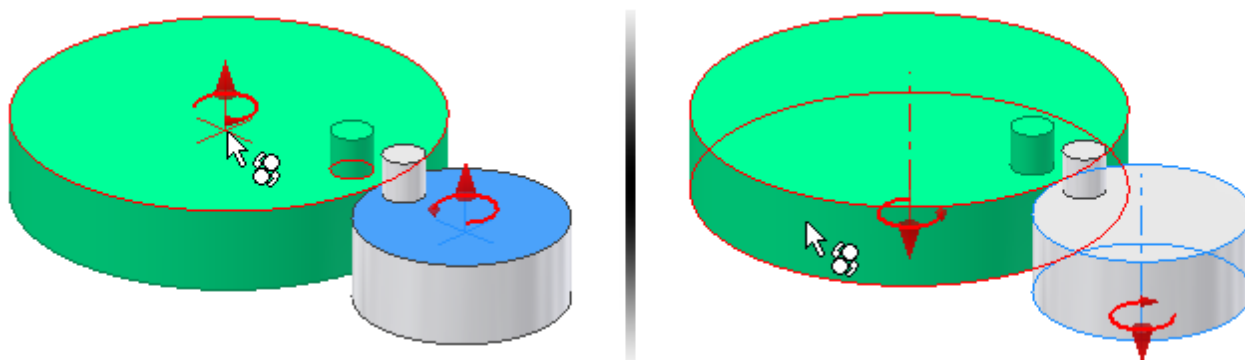


Рисунок 122 Візуалізація обмеження обертання



«Rotation–Translation constraint» (Залежність перетворення обертального руху в поступальний) визначає, що перший вибраний компонент обертається відносно переміщення іншого компонента з вказаною дистанцією. Ця функція зазвичай використовується для відображення плоского руху, такого як рейка та шестерня. Вона дозволяє задати співвідношення між рухом по довжині та обертанням, що дозволяє точніше відтворити рух компонентів в складанні.

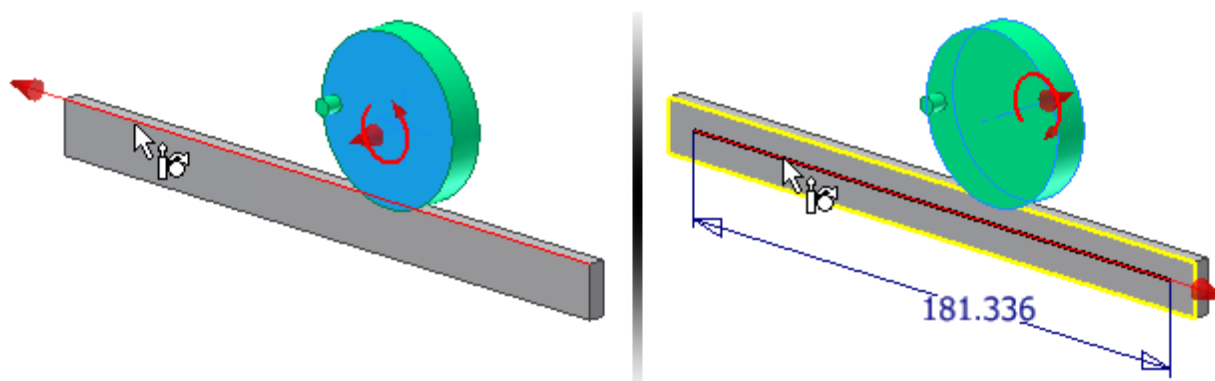


Рисунок 123 Візуалізація залежність перетворення обертального руху в поступальний

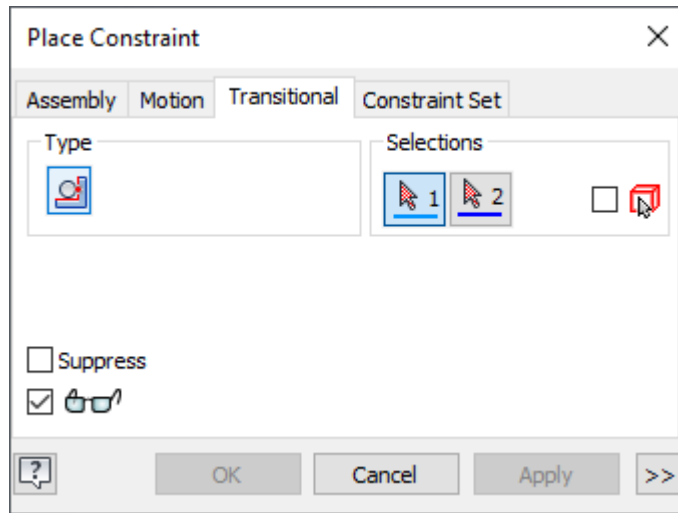


Рисунок 124 Меню обмеження вкладка перехідна

Поле Transitional Tab (Вкладка Перехідна) служить для встановлення транзитивних зв'язків між частинами деталі. Зазвичай, такі зв'язки використовуються для з'єднання циліндричної поверхні з іншими поверхнями деталі, наприклад, кулачка в пазі. Транзитивний зв'язок зберігає контакт між поверхнями при переміщенні деталі вздовж відкритих ступенів свободи. У вікні браузера відображаються всі встановлені транзитивні зв'язки, які підсвічуються при наведенні курсора на них.

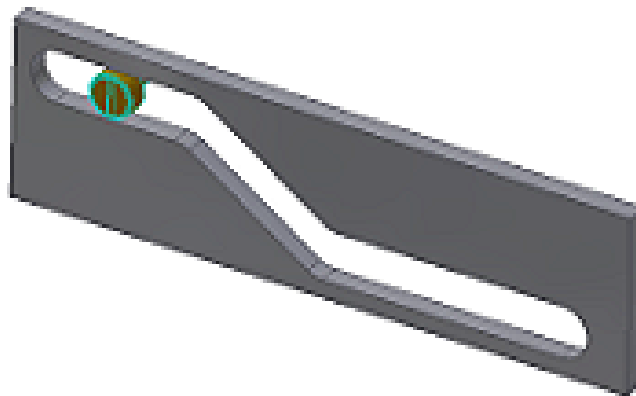


Рисунок 125 Візуалізація транзитивний зв'язок

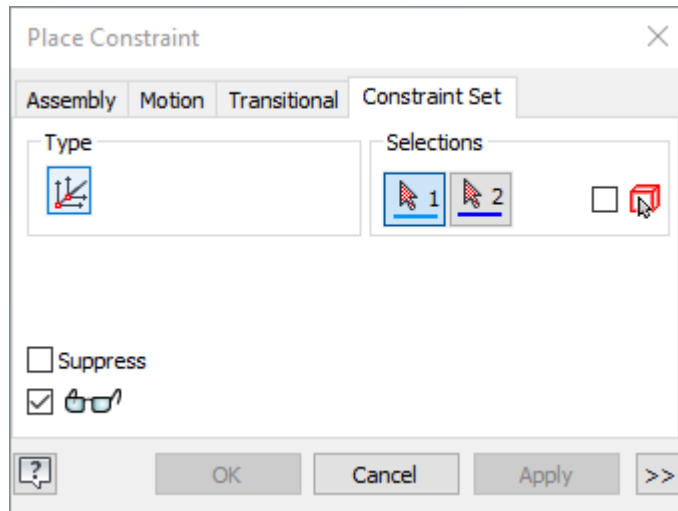



Рисунок 126 Меню обмеження вкладка набір обмежень

Поле Constraint Set (Набір обмежень) використовується для обмеження рухів між двома системами координат (UCS) для деталей або складання. Завдяки цьому, можна задавати спільну систему координат, яка утримує взаємне положення об'єктів відносно один одного. Ця функція корисна, коли необхідно визначити точне положення однієї частини відносно іншої або для створення багатьох обмежень в одній групі, яку можна застосувати до кількох деталей. За допомогою Constraint Set можна також забезпечити стійкість складання при відкритті гнучких деталей.

 «Show» (Показати) в програмі служить для відображення графічних символів, які показують зв'язки між обраними компонентами. Це допомагає користувачам легко визначати взаємозв'язки між різними частинами складного об'єкту. Після виконання команди Show на вибраних компонентах з'являються символи, які вказують на тип та характер зв'язку між ними. При наведенні курсору на символ можна переглянути деталі з'єднання. Крім того, можна використовувати контекстне меню для виконання дій з обраними компонентами.

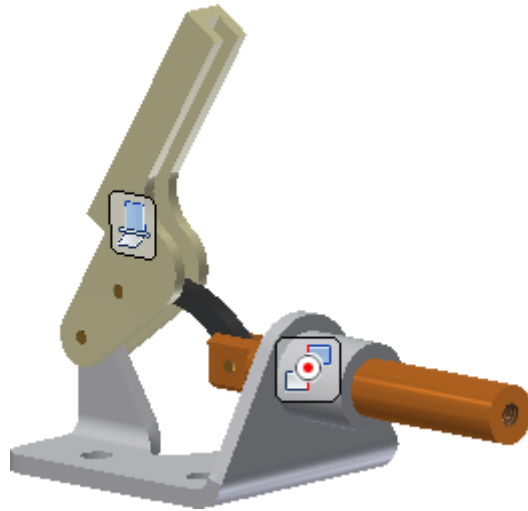



Рисунок 127 Відображення графічних символів

 «Show Sick» (показати проблемні зв'язки) – використовується для відображення проблемних зв'язків між вибраними компонентами. Коли ви застосуєте обмеження між компонентами, з'являються графічні символи, які показують, що між компонентами існує зв'язок. Якщо зв'язок здоровий, то символ має зелений колір. Якщо зв'язок нездоровий, то символ має червоний колір. Функція Show Sick дозволяє швидко знайти та виправити проблемні зв'язки між компонентами в складній моделі.

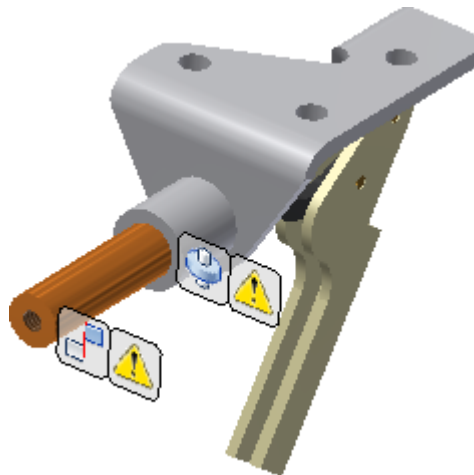




Рисунок 128 Показати проблемні зв'язки

 «Hide All» (Приховати всі зв'язки) – використовується для того, щоб приховати всі зображення графічних залежностей між компонентами моделі. Наприклад, якщо на моделі забагато залежностей і вони перекриваються один з одним, це може зробити модель менш зрозумілою і складною для редагування.

Тому використання функції Hide All може допомогти зробити модель більш зрозумілою, особливо при роботі з великою кількістю компонентів.

 «Assemble» (Зібрати) команда використовується для створення складальних обмежень. Складальні обмеження забезпечують збереження положення компонентів один відносно одного. Спочатку обирається геометрія першого компонента, який змінює своє положення, потім геометрія другого компонента, який залишається на місці, і, нарешті, тип обмеження.

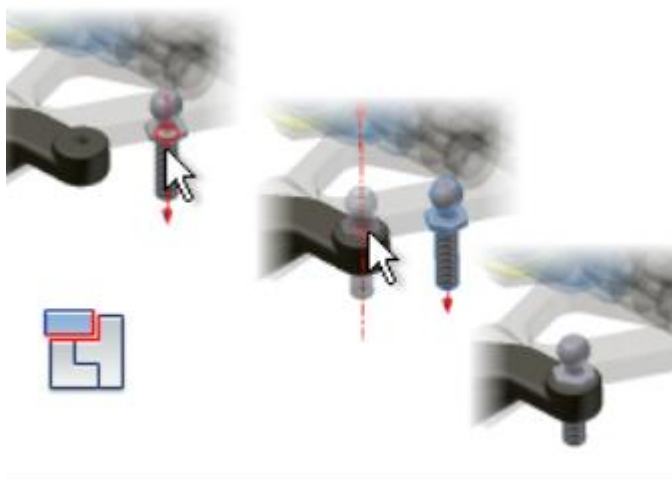



Рисунок 129 Візуалізація команди зібрати

 «Bill of Materials» (Специфікація матеріалів) – ця функція використовується для створення специфікації деталей (BOM – Bill of Materials), яка містить перелік всіх компонентів, необхідних для складання виробу або механізму. У BOM можна вказати кількість та характеристики кожної деталі, що допомагає забезпечити правильне складання виробу і відповідну перевірку наявності необхідних компонентів. Функція також дозволяє відображати BOM в таблиці з можливістю сортування, перенумерування та редагування властивостей.

## 4. СТАНДАРТНІ ВИРОБИ

Стандартні вироби – це компоненти, які містяться в бібліотеці Content Center, і які можна вставляти в монтаж вручну за допомогою стандартних методів розміщення. Вони можуть бути вставлені як стандартні або користувацькі частини. Для доступу до бібліотек Content Center необхідно їх встановити і дозволити використання в активному проекті. Для ручного розміщення компонентів в діалоговому вікні "Place from Content Center" необхідно вимкнути кнопку AutoDrop або утримувати клавішу ALT та натиснути кнопку ОК або двічі клацнути на сімействі для вставки.

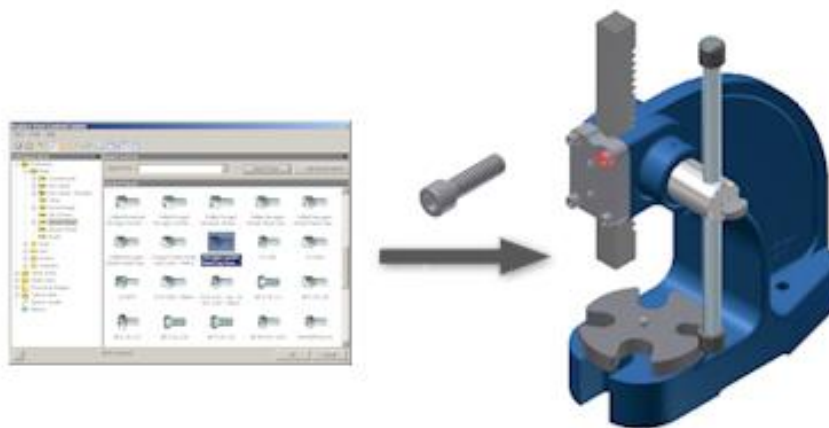


Рисунок 130 Меню стандартних виробів



«Place from Content Center» (Вставити з Бібліотеки компонентів) – дозволяє вставляти компоненти з Content Center до збірок (assembly) у форматі стандартної деталі. Користувач може знайти потрібну деталь, вибрати її параметри та розмір, ввести додаткові параметри і вставити до складання. Якщо деталь має особливі параметри, користувач може ввести їх у відповідному полі. Крім того, він може зберегти деталь як стандартну деталь у Content Center, яка потім може бути використана в інших проектах.

«Family Reference» (Родинний довідник) призначена для вибору конкретного елемента родини елементів з Content Center, який потрібно вставити в модель або замінити існуючий елемент. Вона надає можливість вибрати потрібний розмір, форму або параметри елемента з родини, що зберігається в бібліотеці Content Center. Це дозволяє користувачеві швидко і легко вставляти стандартні елементи у свої проекти, замість проектування їх з

нуля.

«As Custom» (Як користувачка) дозволяє розмістити вибраний елемент як налаштовувану деталь, що можна зберегти окремо від вихідного файлу Content Center.

«As Standard» (Як стандартна) дозволяє розмістити вибраний елемент як стандартну частину складання, доступну для використання в інших проектах.

«Use iMates» дозволяє використовувати iMates компонента з центру вмісту для позиціонування його в збірці.

«Replace All» (Замінити все) дозволяє замінити всі екземпляри вибраної частини в збірці на інший екземпляр з центру вмісту.

## 5. ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

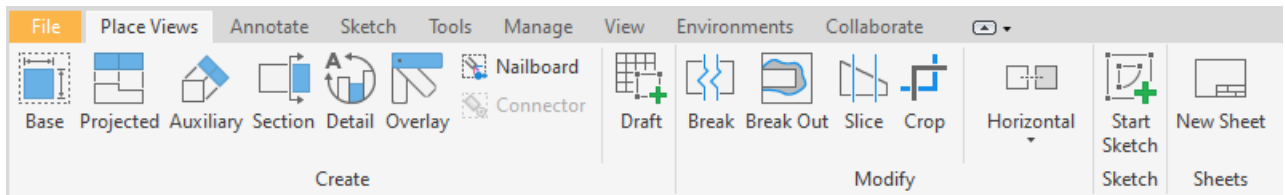



Рисунок 131 Панелі інструментів шаблону креслення ЄСКД

 «Base» (базовий вид) – використовується для створення та редагування перспективи моделі. Зазвичай базова перспектива використовується як основа для створення інших видів та перспектив моделі. Після створення базової перспективи можна редагувати її властивості та параметри, такі як стиль відображення (приховані лінії, приховані лінії без зміни зображення тощо) та вибрати необхідний тип представлення моделі (наприклад, згідно з певним положенням моделі).

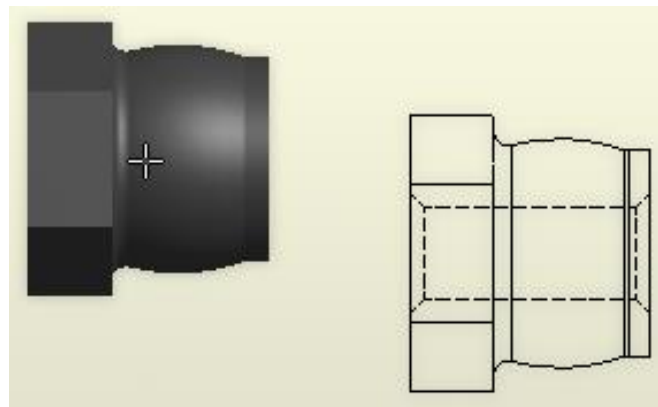



Рисунок 132 Візуалізація операції базовий вид

 «Projected» (Проекція) – використовується для створення проєкційних видів (ортогональних та аксонометричних) на основі базового виду. Зазвичай, проєктовані види створюються в першу чергу для подальшого детальнішого розгляду деталі чи складання. За допомогою команди можна створити декілька проєктованих видів одночасно, вони будуть вирівнюватися відносно базового виду та отримувати його масштаб та налаштування відображення. Також за допомогою команди можна налаштувати спадкування налаштувань різання, обрізки, розриву тощо з базового виду.

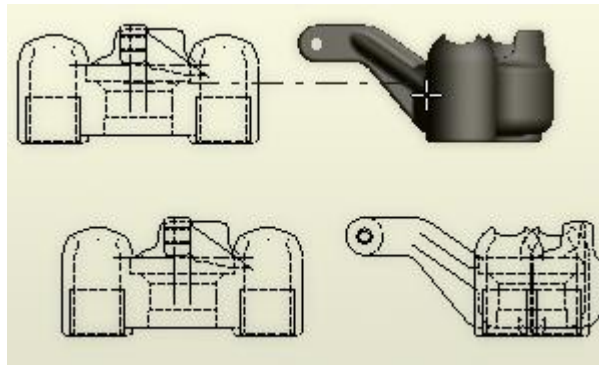


Рисунок 133 Візуалізація операції проєкція



«Auxiliary» (Допоміжний) – використовується для створення вторинних видів з базового виду шляхом проєктування від краю або лінії в батьківському виді. Вторинні види використовуються для зображення деталі з іншого кута зору, що не зображений в базовому виді, що може бути корисним для розуміння геометрії деталі. Ця функція дозволяє створювати вторинні види, які будуть взаємно перпендикулярні або паралельні до вибраного краю або лінії.

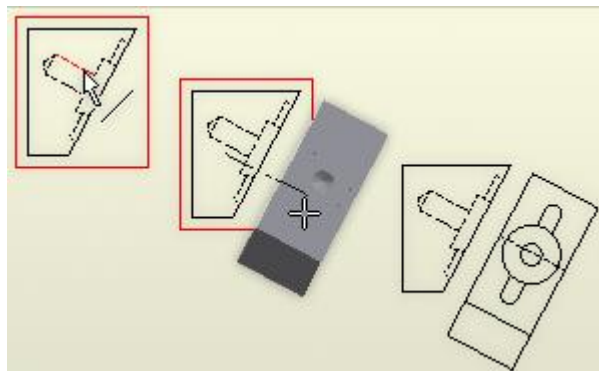


Рисунок 134 Візуалізація операції допоміжний



«Section» (Розріз) використовується для створення секційного перерізу моделі, що може бути використано при проєктуванні та аналізі будь-якої конструкції. Вона дозволяє створювати переріз моделі вздовж заданої лінії та відображати його в окремому вигляді. За допомогою цієї функції можна здійснювати перевірку міцності та деформаційної стійкості конструкції вздовж різних напрямків, а також визначати геометричні характеристики конструкції, такі як площа перерізу, момент інерції тощо.

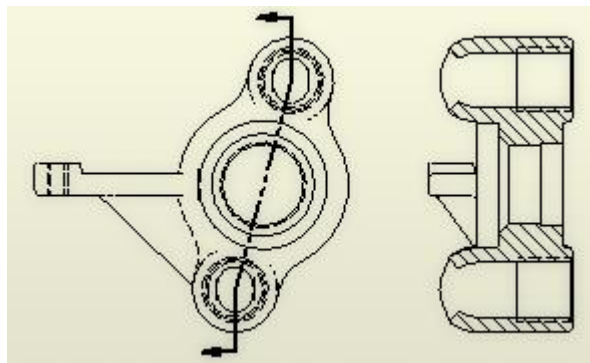


Рисунок 135 Візуалізація операції секційного перерізу моделі



«Detail» (Детальніше виноска) використовується в інженерному проектуванні для створення більш детальних зображень деяких частин деталі або механізму, які потребують уваги. Вона дозволяє збільшувати масштаб зображення для кращого розуміння конструкції, а також може допомогти у виявленні помилок або недоліків в деталях. Функція дозволяє створити окремий вид зображення з детальною інформацією, яка може бути корисною для вирішення проблем в деталях конструкції або взаємозв'язку деталей між собою.

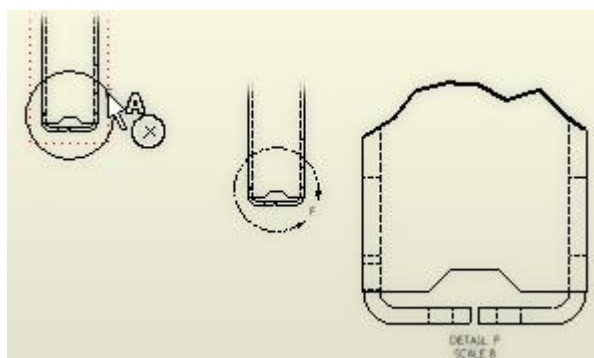


Рисунок 136 Візуалізація операції детальніше



«Overlay Views» (Накладені види) використовується для створення в перегляді креслення позиційних представлень складання, які відображають складання у різних положеннях в одному виді. Також можна створити накладені види, щоб підкреслити певні деталі або компоненти, відображаючи їх як повні лінії або затінені, тоді як решта компонентів відображаються пунктиром. Цей метод не потребує позиційного представлення для створення накладеного виду. Для цього використовуються додаткові представлення моделі.

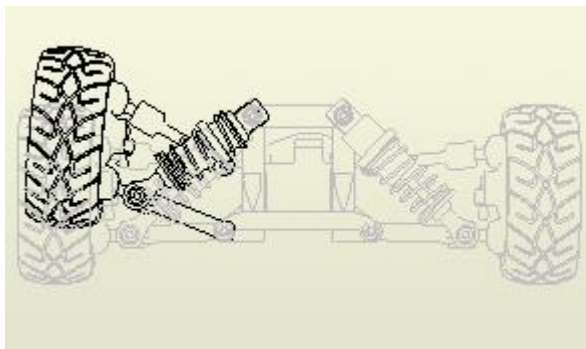


Рисунок 137 Візуалізація операції накладені види



«Nailboards» (Розкладка кабелів та проводів на плоскості) – дозволяє інженеру бачити, як кабелі та проводи прокладені та підключені до приладів та інших елементів системи. Це важливий інструмент для документування та проектування електричних систем та дротових пучків. За допомогою цієї функції інженер може створювати та змінювати кабельні маршрути, розміщувати кабелі та проводи, визначати довжини, редагувати властивості та створювати звіти. Крім того, ця функція дозволяє контролювати відображення кабелів та пучків проводів, налаштовувати відображення елементів кабельних систем та створювати вигляди на кресленнях.



«Draft View» (Перегляд ескізів) – використовується для створення та редагування ескізів (sketches), які використовуються в кресленнях (drawings) та моделях (models). Вона дозволяє створювати порожні поля (empty) візуалізації, які можуть містити кілька ескізів. За допомогою функції Draft View можна збільшувати та масштабувати ескізи, що є корисною функцією для редагування деталей у малюнках та моделях. Також можна копіювати та вставляти візуалізації з одного малюнка або моделі в інший. У цілому, Draft View забезпечує зручний інтерфейс для редагування ескізів та їх візуалізацій.

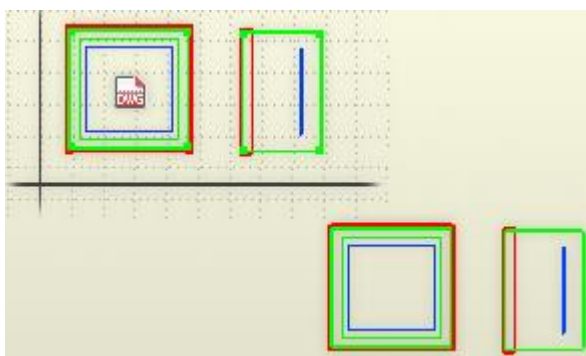


Рисунок 138 Візуалізація операції перегляд ескізів



«Break» (Розріз) – використовується в програмах для проектування та моделювання, щоб відобразити області інтересу на компоненті та розділити перегляд на регіони без значних деталей. Наприклад, якщо компонент є дуже великим або має декілька областей з незначними деталями, використання Break View дозволяє показати важливі деталі, а інші області розділити на окремі регіони. Також ця функція дозволяє редагувати позицію і вигляд ліній розмірів, що проходять через регіони Break View.

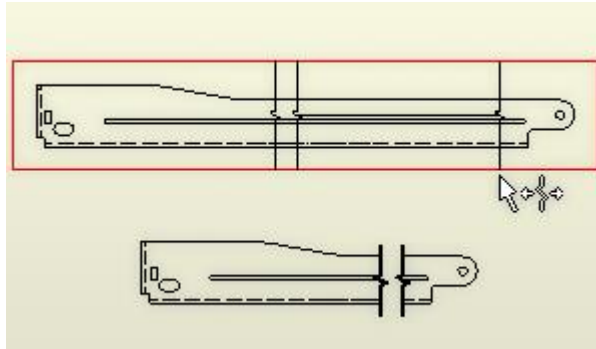


Рисунок 139 Візуалізація операції розріз



«Break Out» (Місцевий розріз) є інструментом в програмі для створення технічних креслень. Вона дозволяє видалити частину області на існуючому кресленні для того, щоб відкрити затемнені або скриті деталі. Наприклад, ви можете використовувати цю функцію для показу внутрішніх деталей якогось механізму або конструкції, які були приховані на початковому кресленні. Для створення "Breakout" ви повинні вибрати існуюче креслення та задати обмеження області, з якої ви хочете зробити "Breakout". Далі, вам необхідно визначити глибину "Breakout" та налаштувати відображення деталей всередині вирізаної області.

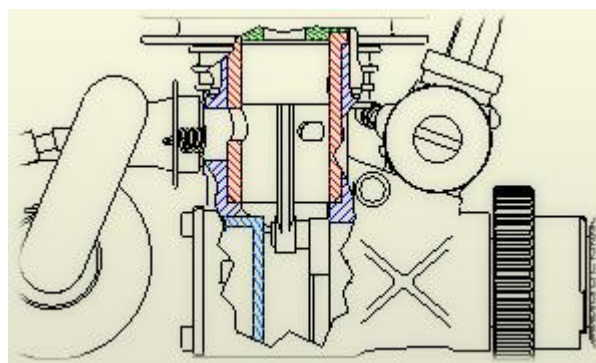


Рисунок 140 Візуалізація операції місцевий розріз



«Slice view» (Операція зрізу) – використовується в програмі Autodesk Inventor для роботи з операціями зрізу. Вона дозволяє показувати частини креслення як зріз або нульову глибину. Наприклад, в кресленні ви можете показати зріз продукту вашого клієнта або навпаки. Профіль різі або геометрія лінії зрізу складається з пов'язаної геометрії ескізу в обраному вихідному виді. Операція зрізу виконується в обраному цільовому виді. Для роботи з цією функцією потрібно налаштувати компоненти та ескізи для підтримки зрізу.

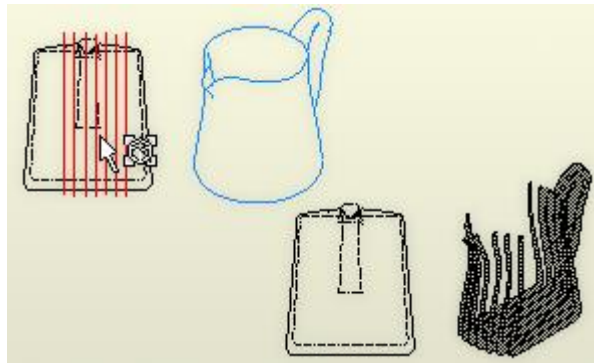


Рисунок 141 Візуалізація операції операція зрізу



«Crop» (Вирізання) – дозволяє обмежити відображення певною межею. Наприклад, якщо на вашому кресленні є деталі, які ви не хочете відображати, ви можете скористатися функцією Crop View, щоб обмежити відображення лише необхідною частиною малюнку. Функція дозволяє також зберігати певні фрагменти малюнку для подальшого використання, а також виконувати інші операції з обмеженням відображення.

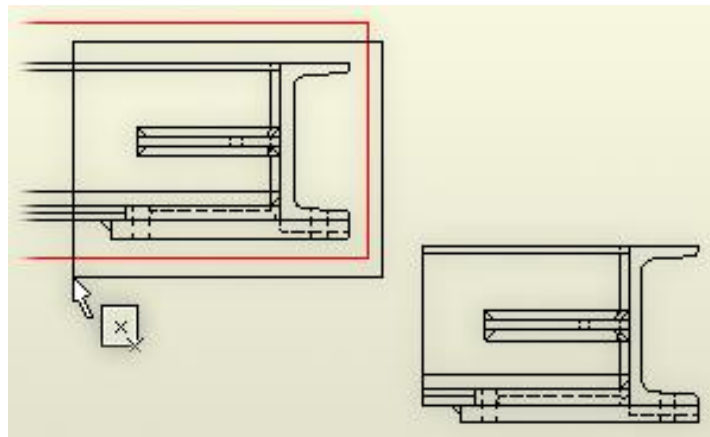


Рисунок 142 Візуалізація операції вирізання



«To Align and Rotate Drawing Views» (Вирівнювання та обертання виглядів креслення) – дозволяє змінювати орієнтацію залежних виглядів (dependent views) щодо їх батьківських виглядів (parent views). Зазвичай залежні вигляди створюються з вирівнюванням до батьківського вигляду та успадковують його орієнтацію. За допомогою цієї функції можна змінювати вирівнювання або орієнтацію виглядів на малюнку. Залежний вигляд може бути переміщений лише в межах його обмежень. Якщо батьківський вигляд переміщується, залежний вигляд переміщується також, щоб зберегти своє вирівнювання.

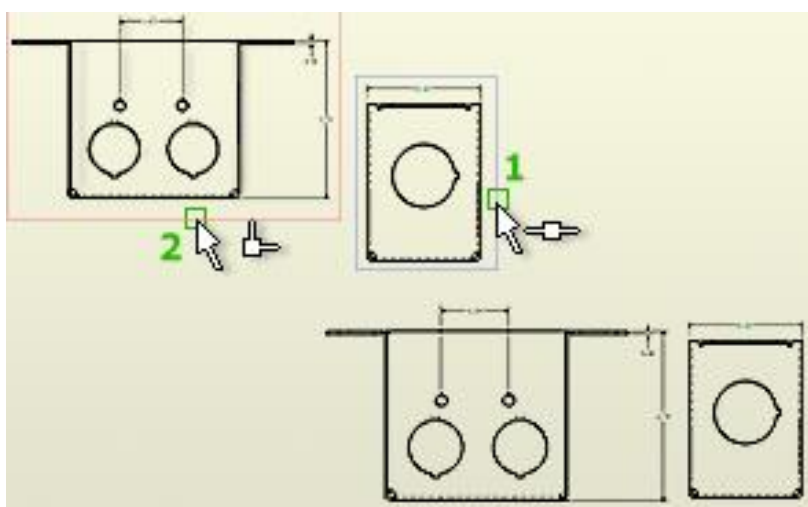


Рисунок 143 Візуалізація операції вирівнювання та обертання виглядів креслення



«New sheet» (Новий лист) – призначений для автоматизації створення нових креслень з використанням заздалегідь налаштованих аркушів та форматів аркушів. Вона дозволяє створити новий аркуш з вже налаштованими параметрами відповідно до вимог вашої компанії, що зменшує час та зусилля, потрібні для налаштування нових аркушів вручну.

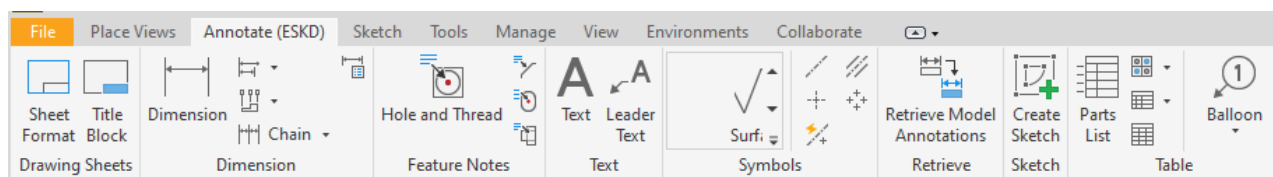


Рисунок 144 Панелі інструментів шаблону креслення ЄСКД

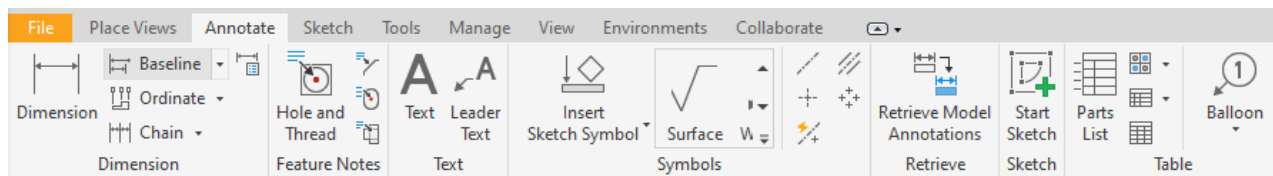





Рисунок 145 Панелі інструментів шаблону креслення

 «Sheet Format» (Формат аркуша) – ця функція в ЄСКД кресленнях використовується для визначення розміру аркуша та елементів на аркуші. Вона дозволяє змінювати розмір аркуша, додавати, змінювати або видаляти елементи на аркуші, такі як рамку, заголовок, розширення та інші. Крім того, функція надає можливість створювати аркуші з власними розмірами, орієнтацією та іншими параметрами. Вона дозволяє інженерам точно визначити розміри аркуша, відповідність формату, додавати додаткові елементи та розширення, що забезпечує належний вигляд інженерної документації.

 «Title Blocks» (Основний напис) – використовується для редагування властивостей документу, що містить креслення згідно з вимогами стандарту ДСТУ 2.104–2006. В титульному блоку автоматично заповнюються деякі поля, наприклад, автор, назва креслення, і т.ін. Якщо ви змінюєте будь-яке з цих полів, властивості креслення також змінюються. Функція також дозволяє додавати власні поля та відображати додаткові титульні блоки на аркуші креслення. Користувач може відредагувати існуючі блоки та додати нові поля за необхідності. Всі ці дії відповідають вимогам стандарту ДСТУ 2.104–2006.

 «Dimension» (Розмір) – дозволяє додавати розміри до ортографічних видів креслень. Щоб додати розмір для певного елемента геометрії, користувач повинен вибрати його в графічному вікні, потім перетягнути розмір до бажаного місця. Для додавання різних типів розмірів користувач може використовувати різні команди контекстного меню, яке відображається після натискання правої кнопки миші на вибраному елементі. Після вибору необхідного типу розміру користувач може розмістити його відповідно до своїх потреб. Для зручності створення лінії керівництва, користувач може

утримувати клавішу CTRL на клавіатурі, щоб забезпечити прив'язку лінії керівництва кроком в 15°.



«Baseline» (Базова лінія) – дозволяє додавати виміри між кількома елементами на малюнку. Для того, щоб використовувати функцію Baseline, необхідно вибрати певну кількість елементів на малюнку та натиснути на кнопку Baseline. Програма автоматично додасть вимір між кожною парою елементів, які ви вибрали.



«Baseline Set» (Налаштування базової лінії) – дозволяє додавати виміри між кількома елементами на малюнку, але вона дає користувачеві більше контролю над розміщенням вимірів. Після вибору кнопки Baseline Set, необхідно вибрати елементи, які потрібно виміряти, а потім вказати точку, де буде розміщена основна лінія виміру. Після цього можна додавати виміри до обраних елементів з використанням створеної основної лінії.

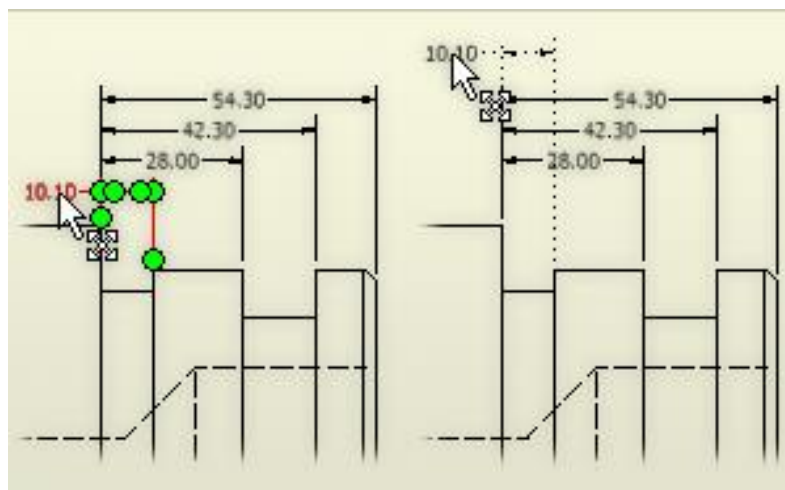


Рисунок 146 Візуалізація операції налаштування базової лінії



«Ordinate» (Ординатні розміри) – додавання одночасно кількох ординатних (значення відстані від базової лінії до об'єкту) розмірів на кресленні. Для того щоб додати розмір, спочатку виберіть точку визначення базової лінії на кресленні. Потім виберіть геометрію, яку необхідно розмістити по ординатах і встановіть розміри на малюнку, вказавши точку позначення на геометрії.



«Ordinate Set» (Ординатний набір) – додавання одночасно кількох розмірів на кресленні, які мають спільну базову лінію. Для того щоб додати

розмір, спочатку виберіть точку визначення базової лінії на кресленні. Потім виберіть геометрію, яку необхідно розмістити по ординатах і встановіть розміри на , вказавши точку позначення на геометрії. Також можна налаштувати параметри розмірів, такі як положення, напрямок, початкова точка тощо.

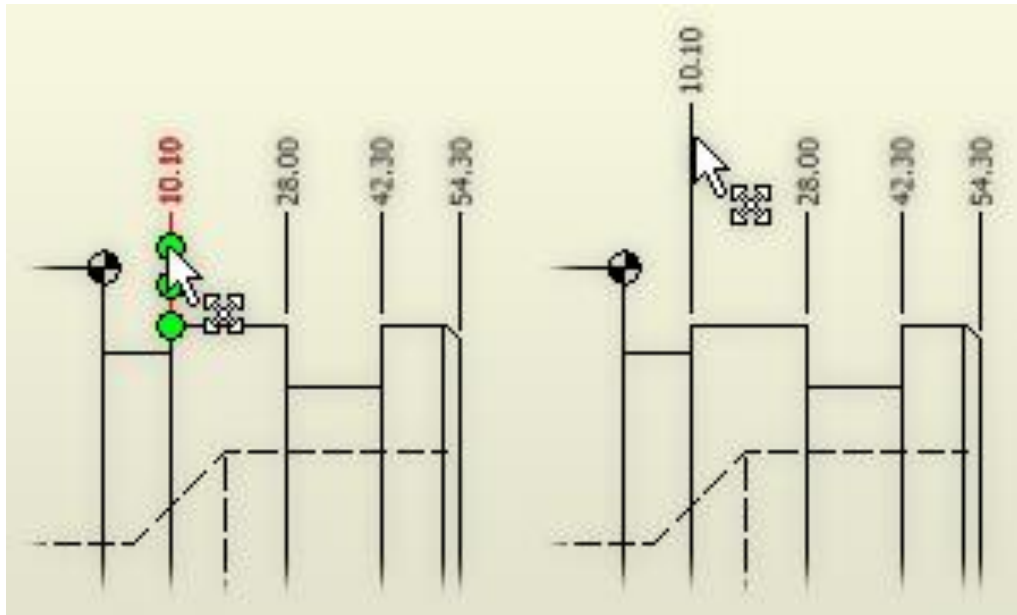





Рисунок 147 Візуалізація операції ординатний набір

 «Chain» (Ланцюжок) – використовується для створення ланцюжка зв'язаних розмірів на послідовних елементах геометрії. Наприклад, вимірювання відстані між послідовними отворами у дверях або вікнах. Для використання цієї функції потрібно вибрати геометрію, вказати місця розмітки та встановити значення.

 «Chain Set» (Набір Ланцюжків) – використовується для створення набору зв'язаних ланцюжків розмірів для різних елементів геометрії. Наприклад, розміри кількох отворів у різних частинах площини або поверхні. Для використання цієї функції також потрібно вибрати геометрію, вказати місця розмітки та встановити значення.

 «Arrange» (Розташувати) – дозволяє вирівняти розміри на кресленні, а саме відрегулювати взаємне розташування розмірів у відповідності до вимог малюнку креслення. Для цього потрібно виділити потрібні розміри у кресленні та використати функцію "Arrange". Крім того, для розмірів, розташованих на

одній вісі в одному виді, можна використати опцію "Contour Entity", щоб вирівняти їх за контуром об'єкту.

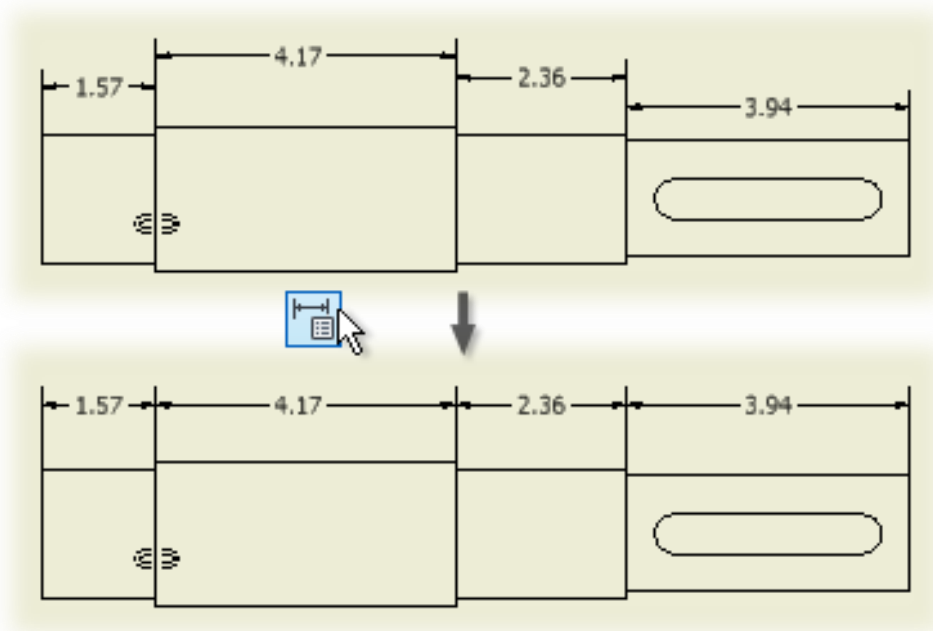


Рисунок 148 Візуалізація операції Розташувати



«Hole and Thread» (Отвір та Різьба) – призначена для додавання нотаток про отвори та різьблення на кресленнях. Вона дозволяє вибрати краї, де розташовані отвори або різьблення, та додавати до них відповідні нотатки. Це допомагає інженерам та майстрам зрозуміти, де саме потрібно розмістити отвори або різьблення на виробі, щоб він міг виконувати своє призначення. Також це дозволяє більш точно передавати інформацію між різними ділянками виробничого процесу.

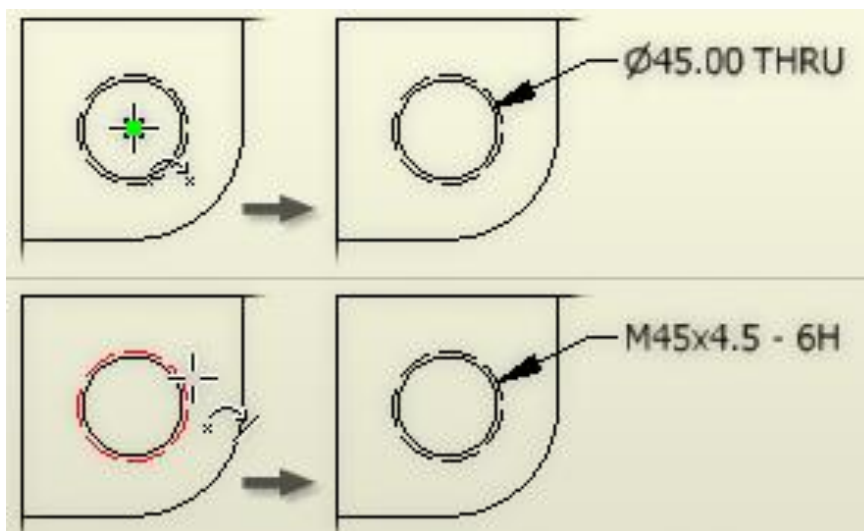


Рисунок 149 Візуалізація операції отвір та різьба



«Chamfer» (Фаска) – дозволяє додавати на креслення нотатки про фаски. За допомогою цієї команди можна вказати відстань і кут фаски, а також вказати ребро, до якого фаска повинна бути застосована. Щоб додати нотатку про фаску, потрібно вибрати команду "Фаска" на панелі "Анотації", вибрати на моделі або в ескізі ребро, до якого потрібно застосувати фаску, вибрати ребро для розрахунку фаски, та вказати місце розміщення нотатки на кресленні. Крім того, можна додатково відформатувати нотатку згідно потреби. Після створення нотатки про фаску, її можна переміщувати на кресленні, щоб змінити її положення.

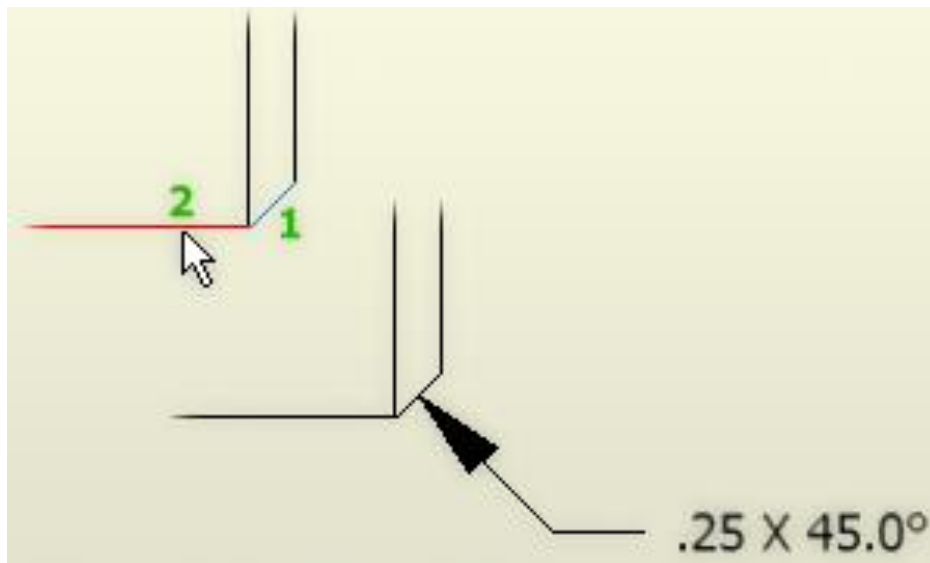


Рисунок 150 Візуалізація операції фаска



«Punch note» (Інформація про отвір) – для створення та редагування нотаток на малюнках деталей або складних конструкцій, що містять отвори або вирізи. Нотатка містить відомості про розміри, напрямок, кут і глибину отвору, а також може містити символи та текст. Завдяки функції редагування отворів користувач може змінювати текст, виміри, символи, точність та допустиму похибку, що дозволяє більш точно відображати вимоги до деталі або конструкції. Для редагування нотаток на отворах користувач може використовувати контекстне меню, або перейти до діалогового вікна редагування, де можна внести необхідні зміни.

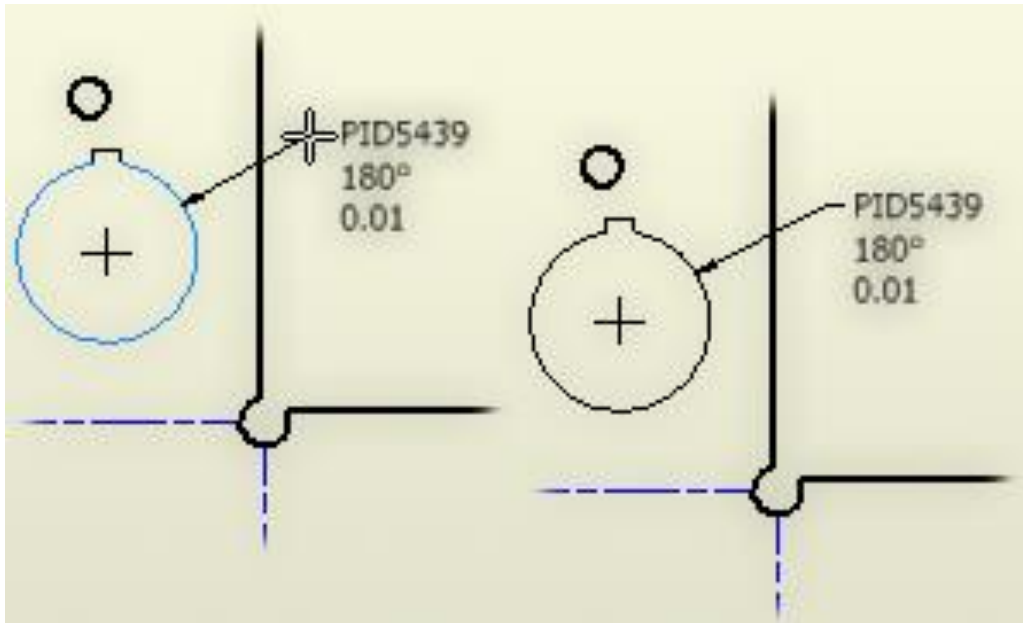


Рисунок 151 Візуалізація операції інформація про отвір



«Bend note» (Інформація про згин) – використовується для анотування деталей, які складаються з згинів (або кривих) на кресленні інженерної документації. За допомогою цієї функції можна додати на креслення відповідні заміри, символи, технічні вимоги, точність та іншу детальну інформацію про згин.

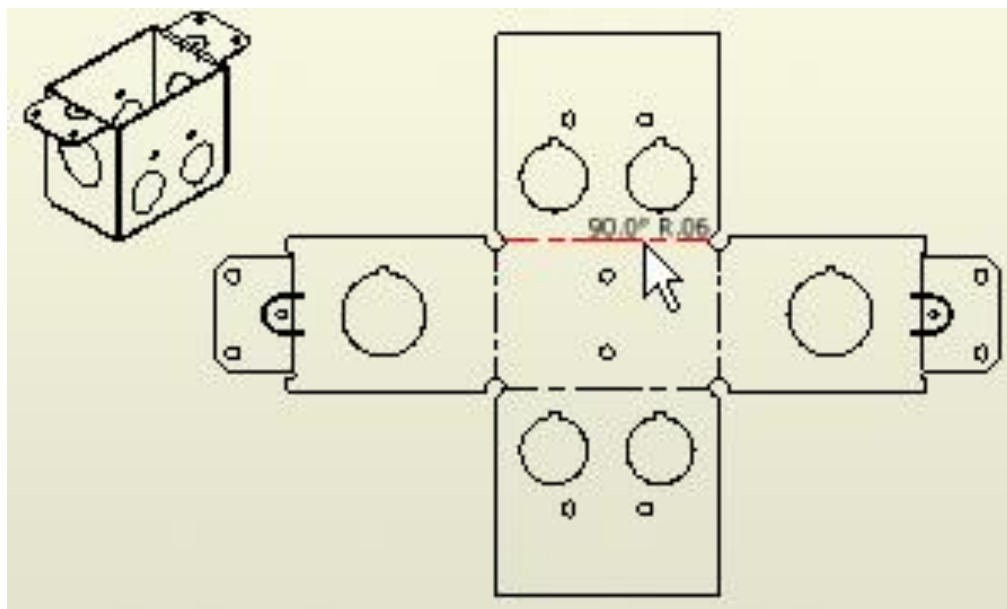


Рисунок 152 Візуалізація операції інформація про згин

**A** «Text» (Текст) – дозволяє додавати нотатки або текстові блоки на малюнки, які можуть містити різну інформацію, наприклад, виміри, примітки або описи. Крім того, він надає можливість змінювати формат тексту, додавати

символи та параметри, щоб доповнити вміст нотатки. Функція також дозволяє змінювати типовий формат тексту за допомогою стилів тексту або зміни стандарту креслення.

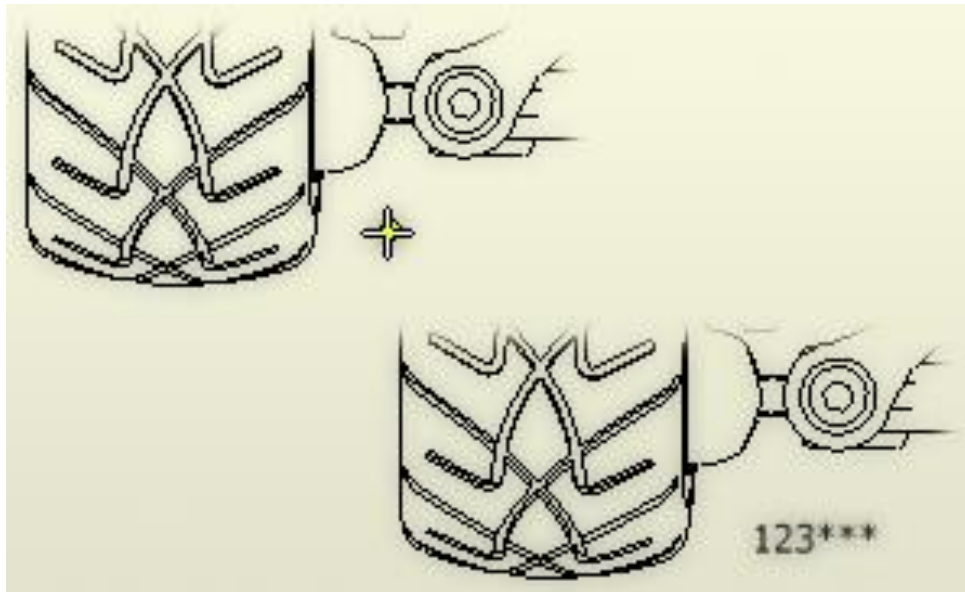


Рисунок 153 Візуалізація операції текст

↖ A «Leader Text» (текста на виносці) (стандарт ЕСКД) – використовується для додавання тексту на виносці в кресленні. Це особливо корисно для позначення технічних вимог, які не можуть бути зазначені на геометрії, або для додавання коментарів та інструкцій. Використання виносок дозволяє зменшити зайвий текст на кресленні та зробити його більш зрозумілим для читачів. Крім того, використання виносок забезпечує автоматичне оновлення тексту, якщо властивості змінюються.

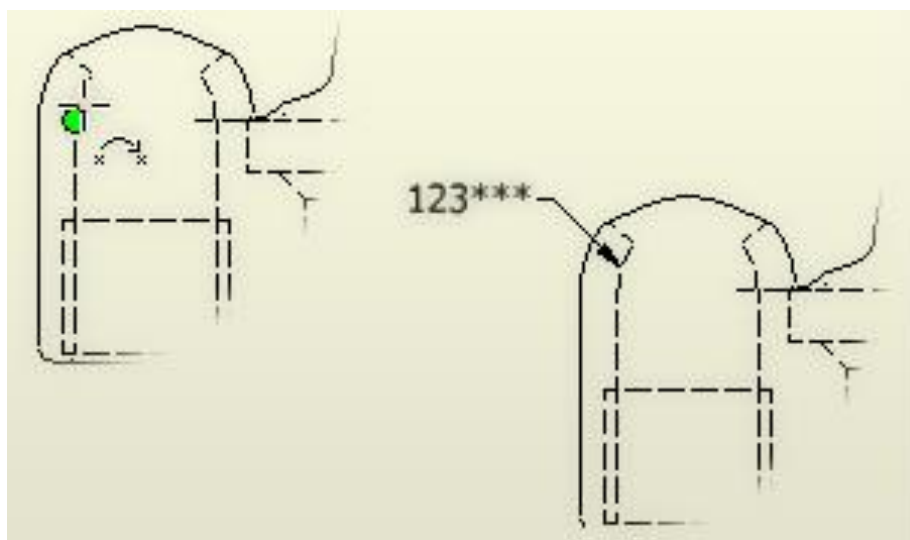


Рисунок 154 Візуалізація операції текст на виносці

√ «Surface» (Шорсткість поверхні) – дозволяє визначити текстуру поверхні та розмістити анотації на кресленні згідно зі стандартами ЄСКД. Анотації можна розміщувати в будь-якому місці на кресленні, такому як пусті місця на аркуші, елементи креслення, лінії розмірів, центральні мітки та інші символи. Для додавання інформації про текстуру поверхні на креслення використовуються стандартні символи, які можна вибрати зі списку або ввести вручну.

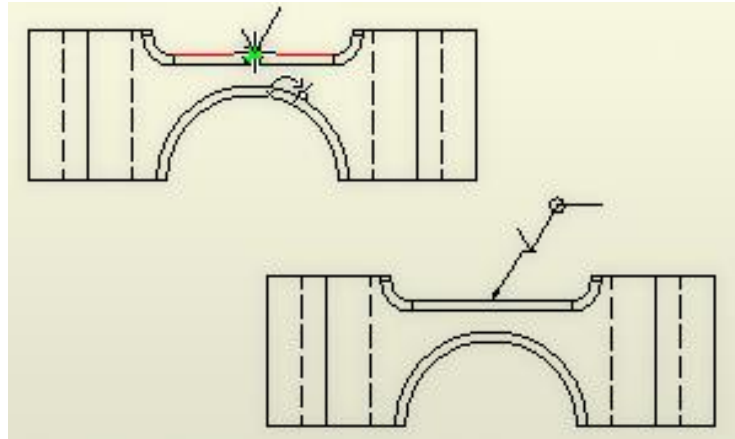


Рисунок 155 Візуалізація операції шорсткість поверхні

↙ «Welding Symbol» (Символ зварювання) – використовується для додавання символу зварювання на креслення, щоб ідентифікувати тип зварювання, який потрібно застосувати у певному місці на кресленні. Символ зварювання може містити різну інформацію, таку як тип зварювання, його положення та технічні вимоги. Це допомагає інженерам та робітникам у виробництві правильно зрозуміти вимоги до зварювання та його розміщення на деталях чи виробках.

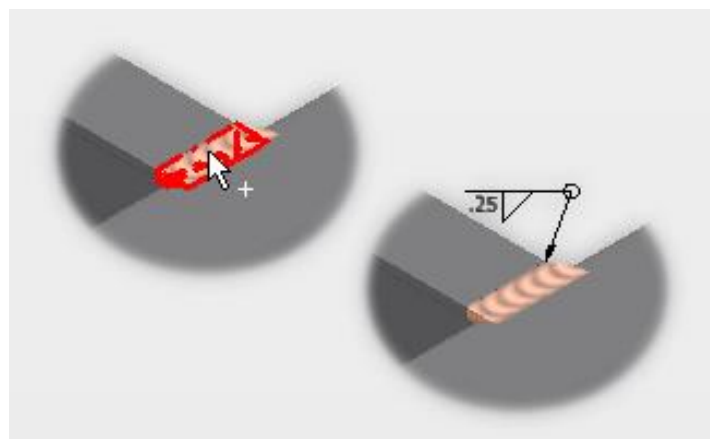


Рисунок 156 Візуалізація операції символ зварювання



«Soldering Symbol» (Припайка) – призначена для додавання та редагування символів паяння на кресленнях за стандартом ЄСКД. Вона дозволяє ідентифікувати тип припайки для використання у певному місці на кресленні та розмістити анотації над та під опорною лінією, а відмітки поєднуються з місцем припайки за допомогою лінії–вказівника. З цією функцією можна додавати та видаляти символи паяння, а також редагувати їх, щоб зробити креслення більш інформативними та зрозумілими для інженерів та технічних працівників.



«Unidentified Surface Texture» (невизначене значення текстури поверхні) – використовується для визначення текстури поверхні всіх деталей без специфічного визначення текстури поверхні. За допомогою цієї функції можна вказати характеристики текстури поверхні, згідно зі стандартами ЄСКД, які відображаються в анотації в правому верхньому куті листа, без вказівки на конкретну деталь малюнка. Це дозволяє інженерам швидко та ефективно зазначати текстуру поверхні всіх деталей на кресленні.



«Gluing Symbols» (Склеювання) – допомагає додавати символи склеювання на кресленнях, щоб ідентифікувати тип склеєвого з'єднання, який слід використовувати у певному місці на кресленні. За допомогою цієї функції можна вказати всі вимоги, які стосуються склеювання, такі як тип клею, тиск, час висихання тощо. Анотації з'являються над і під референс–лінією, а лінії вказують на місце, де потрібно здійснювати склеювання. З цією функцією можна додавати, редагувати та видаляти символи склеювання відповідно до ЄСКД–стандарту.



«Stitching Symbols» (Зшивання) – дозволяє інженерам зрозуміти, який тип з'єднання повинен бути використаний для з'єднання деталей. Позначення може з'являтися над або під лінією посилання, а лінія вказівника вказує на місце зшивання. Функція дозволяє додавати або редагувати символи зшивання, включаючи необхідну інформацію про шви, таку як тип шва, розмір і розміщення. Також можна відмітити необхідні вимоги для шва. За допомогою

функції **Stitching Symbols** інженери можуть зробити креслення більш зрозумілим для інших фахівців.



«**Stitching by Staples Symbols**» (зшивання за допомогою скоб) – дозволяє інженерам додавати та редагувати символи для з'єднання деталей з використанням скоб. Це допомагає візуалізувати, які саме деталі потрібно з'єднувати, а також вказувати, які саме параметри потрібно враховувати при з'єднанні. Це дозволяє покращити якість технічної документації та зменшити можливі помилки під час виробництва.

① «**Marking Symbol**» (Маркувальний символ) – використовується для додавання анотацій з відміткою вимог до креслення. Вона дозволяє інженерам вказувати необхідні технічні вимоги до елементів на кресленні, які потрібно позначити символом. Ця функція дозволяє створювати анотації, що містять текстові описи, вказівки щодо вимог та методів позначення. Такі символи допомагають зрозуміти інформацію на кресленні та полегшують процес розробки та виробництва. З їх допомогою інженери можуть ефективно спілкуватися зі своїми колегами та клієнтами та забезпечити точність та якість роботи.




«**Stamping Symbol**» (Штампувальний символ) – дозволяє додавати анотації зі штампуванням на креслення. Ці символи є посиланням на технічні вимоги і з'являються у формі трикутника з супровідним текстом. Такі символи допомагають зрозуміти, які дії потрібно виконати з конкретним елементом на кресленні. Наприклад, на кресленні можуть бути вказані необхідність збирання деталі з певними вимогами щодо взаємного положення або вказано, що деталь потрібно виготовити з певного матеріалу або з певною обробкою.



«**Surface Covering**» (Покриття поверхні) – призначена для додавання анотацій та символів на малюнки відповідно до ДСТУ стандарту, що використовується в інженерній галузі. **Surface Covering Symbols** слугують для відображення поверхонь, які потребують покриття, з використанням пунктирної кривої з відступом. Це дозволяє інженерам надавати детальну

інформацію про покриття поверхні. Функція також дозволяє редагувати та видаляти символи покриття поверхонь на малюнках.

 «Datum Identifier» (Опорна поверхня) – використовується для позначення опорних поверхонь та точок на кресленні, що використовуються як відлікові позначення для вимірювань розмірів та розташування деталей. Вона дозволяє додавати символи опорних поверхонь перпендикулярно до видимих ліній, центральних ліній або ліній розмірів. Це допомагає забезпечити точність та однозначність вимірювань на кресленні.

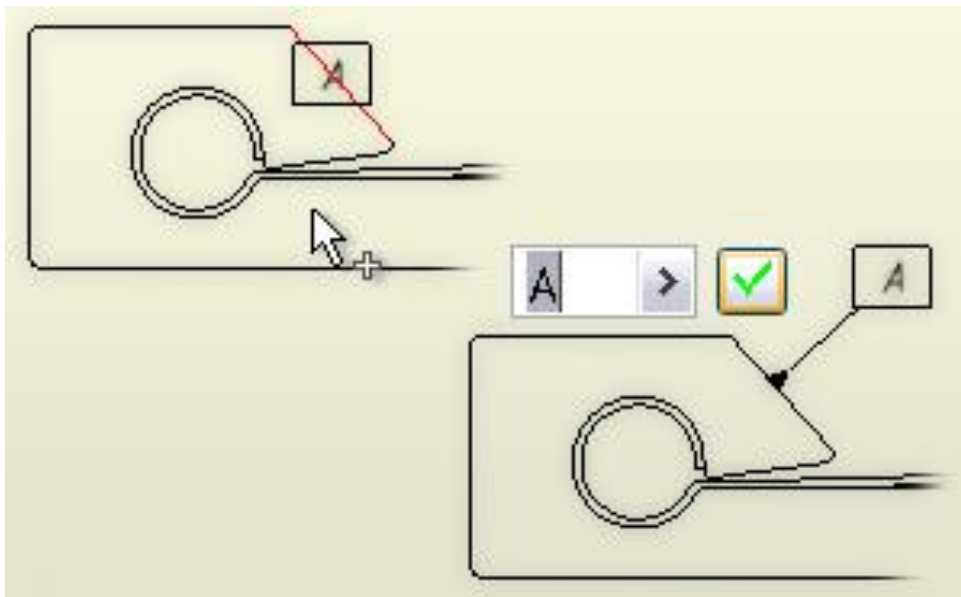



Рисунок 157 Візуалізація операції опорна поверхня

 «Retrieve Model Annotations» (Отримання анотацій моделі у кресленні) – дозволяє отримати розміри моделі, а також текстові та графічні анотації, які були створені для моделі. Вона дозволяє інженерам ефективно працювати з моделями у кресленнях, що може значно зменшити час, необхідний для створення креслень. Зокрема, ця функція дозволяє автоматично отримувати розміри моделі при створенні креслення, а також дозволяє видаляти анотації з креслення, якщо вони більше не потрібні.





«Hole Tables» (Таблиці з отворами) – використовується для створення таблиць отворів у кресленні. Така таблиця містить інформацію про розташування та розмір отворів у певному виді на кресленні. Для додавання таблиці отворів до виду, то для кожного обраного отвору створюється тег і відповідний рядок додається до таблиці. Також в таблицю можуть бути включені інші властивості, пов'язані з отворами, наприклад, вирізи, які виконуються на одній грані з отвором, або отвори, які входять до шаблонів. Функція Hole дозволяє швидко створити таблицю отворів у кресленні, що спрощує роботу із проектуванням.

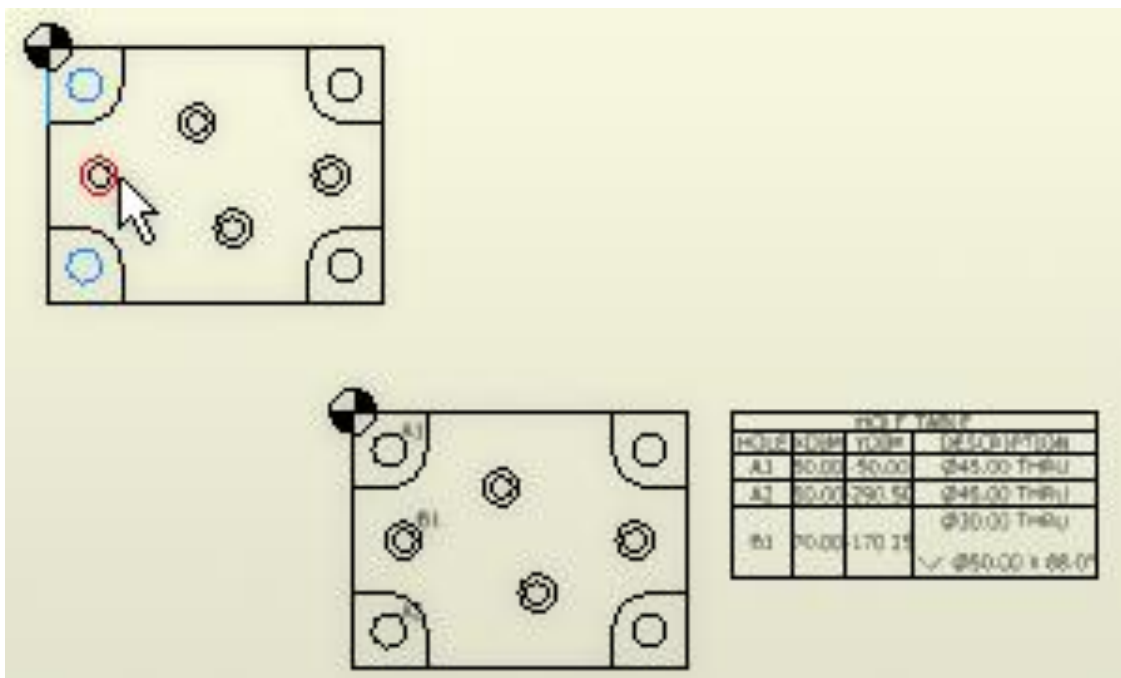


Рисунок 160 Візуалізація операції Таблиці з отворами



«Revision Table» (Таблиця змін) – використовується для створення таблиці ревізій в кресленні, що дозволяє відстежувати зміни, внесені до креслення в процесі роботи над ним. В цій таблиці можна вказати дату, номер ревізії, опис змін тощо. Це допомагає забезпечити точність та взаєморозуміння між різними учасниками проекту та зберігати історію змін креслення.

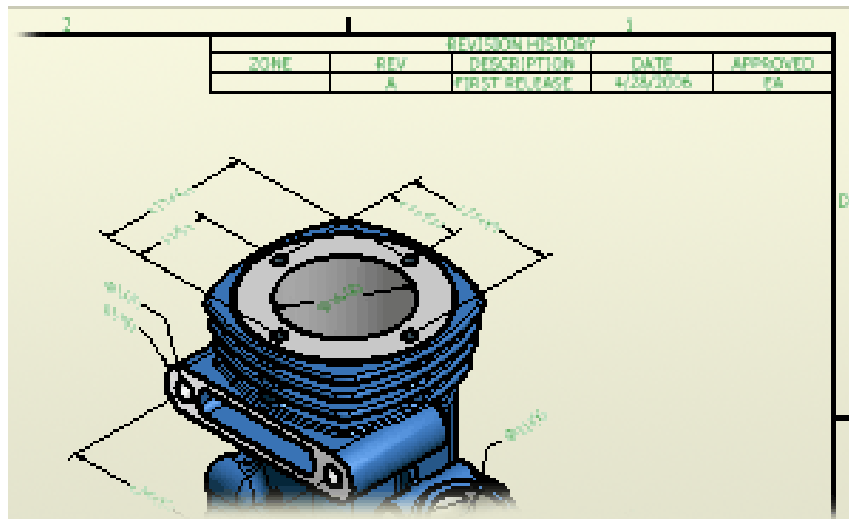


Рисунок 161 Візуалізація операції таблиця змін



«General Table» (Загальна таблиця) – використовується для створення таблиці в кресленні, яка містить будь-яку інформацію, яка може бути розміщена в табличному вигляді, наприклад, список матеріалів, список компонентів, специфікації, тощо. За допомогою цієї функції можна задати кількість рядків та стовпців таблиці, а також вибрати стиль та шар, на якому буде розміщена таблиця. Після створення таблиці можна вводити необхідні дані та форматовувати її згідно потреб користувача.



«Balloons» (Підписи до елементів) – використовується для додавання нумерації деталей або елементів на кресленнях. Їх можна додавати до окремих деталей або елементів, щоб вказати їх місце на кресленні та забезпечити послідовність нумерації. Вони також можуть використовуватися для забезпечення посилання на певні деталі в списку деталей. Функція Balloons дозволяє вибрати різні параметри нумерації та налаштувати їх відображення на кресленнях.

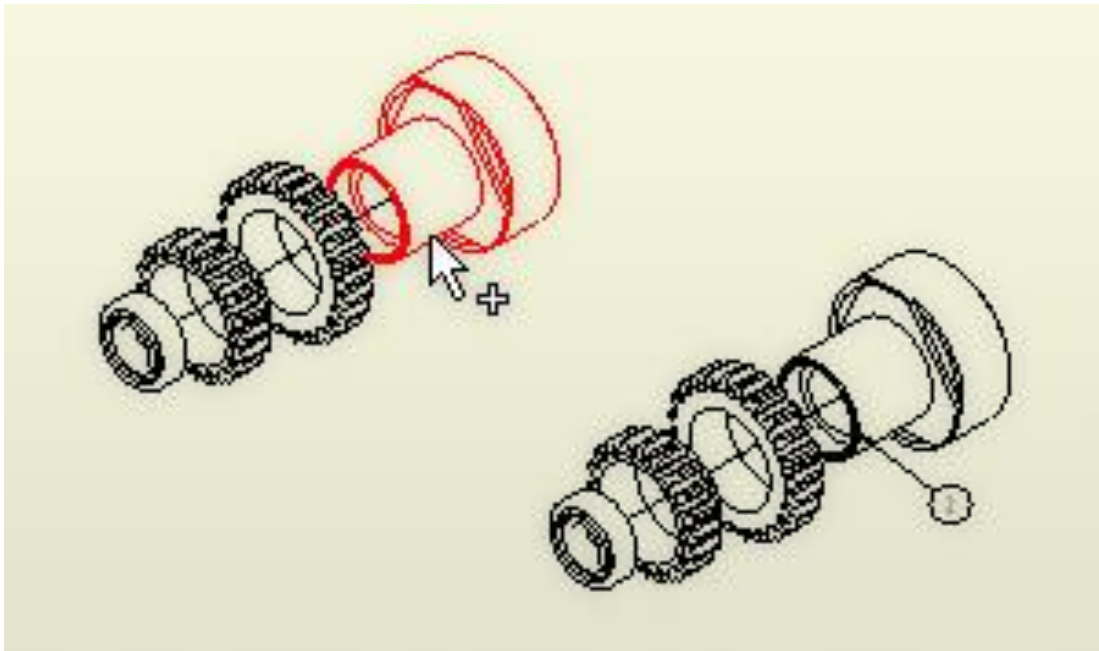


Рисунок 162 Візуалізація операції підписи до елементів



«Automatically add balloons» (Автоматичні підписи до елементів) – використовується для автоматичного додавання підписів з номерами до вибраних компонентів на кресленні. Це допомагає зробити креслення більш зрозумілими та організованими. За допомогою цієї функції можна додавати підписи окремо до кожної частини, які згодом можна буде знайти у збірці частин, які входять до складу виробу. Також ця функція дозволяє додавати підписи до декількох компонентів одночасно, що зекономить час при підготовці креслення.

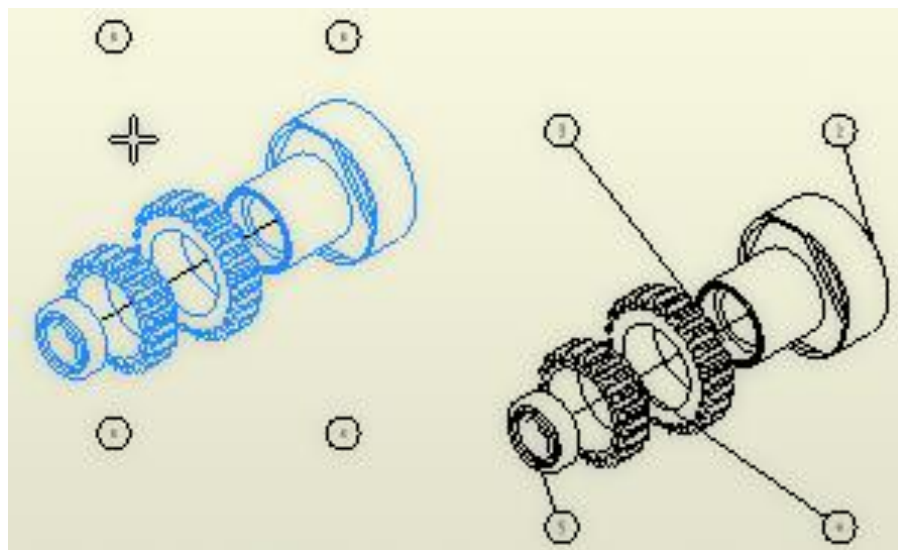


Рисунок 163 Візуалізація операції автоматичні підписи до елементів



«Caterpillars» (Умовний шов) використовується для додавання зварних з'єднань до геометрії в кресленні. Тип, розмір, кут і інші параметри гусениці визначаються стилем зварного шва. За допомогою цієї функції можна створювати зварні гусениці, які автоматично оновлюються з фігурою моделі. Крім того, за необхідності можна вручну змінювати параметри гусениці. Функція дозволяє змінювати сторону гусениці, відображувати її не на всій довжині краю, а також редагувати параметри після створення гусениці.

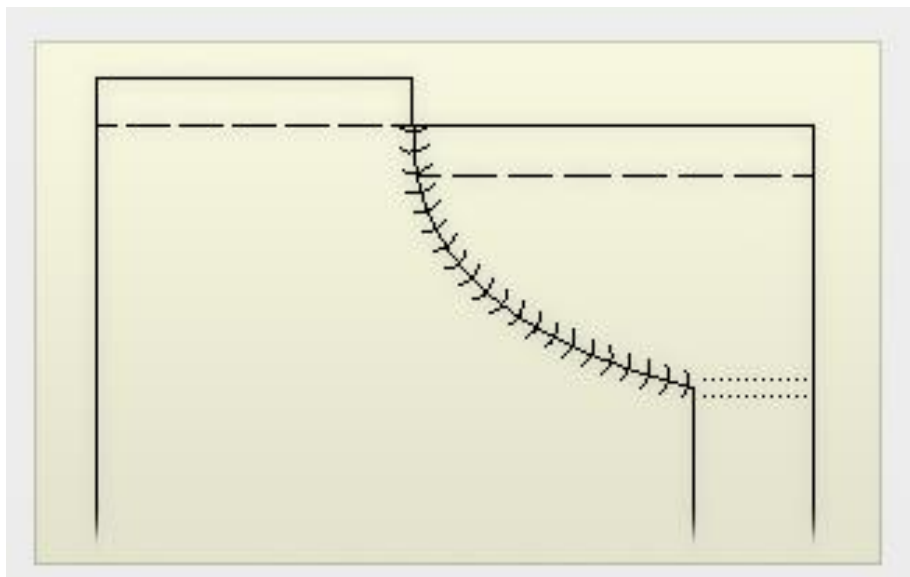


Рисунок 164 Візуалізація операції умовний шов



«End Fill» (позначення зварного шва) – використовується для додавання 2D анотацій з позначення закінчення зварного шва на геометрії у кресленні. Розмір та інші форматування визначаються стилем зварного шва. Якщо в моделі вже є такі позначення, то можна скопіювати їх до креслення. Функція дозволяє вибрати тип, розмір, шаблон або колір заповнення для закінчення зварного шва. Крім того, можна створити власний шаблон для закінчення зварного шва. Якщо потрібно редагувати вже існуюче позначення, то його можна вибрати та змінити параметри на панелі налаштувань.

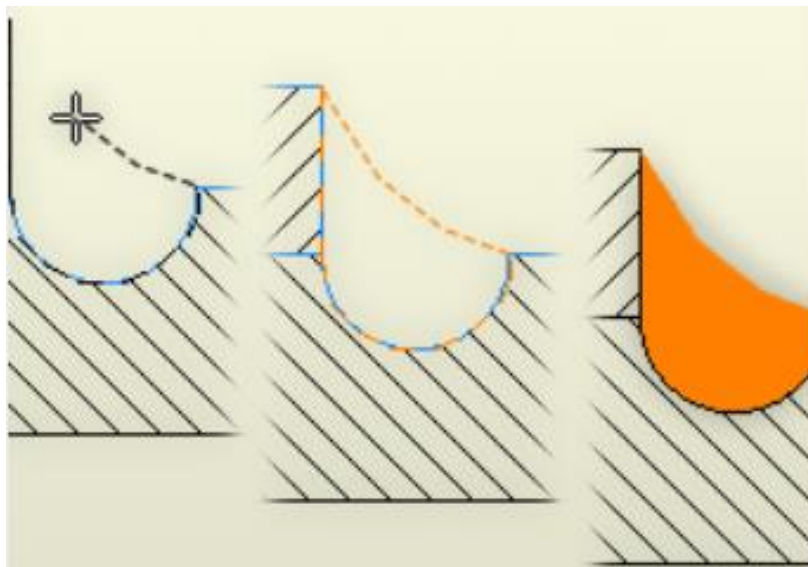


Рисунок 165 Візуалізація операції позначення зварного шва

⊕.1 «Feature Control Frame» (Допуск форми та розташування) – використовується для додавання символу управління ознаками на креслення. Цей символ містить інформацію про допустимі відхилення форми, розміру, орієнтації та інших характеристик деталі або складової. Крім того, символ управління ознаками може вказувати на необхідність використовувати конкретні методи виробництва для виготовлення деталі, наприклад, використовувати точність шліфування або виключно обробку. Ця функція є важливою для інженерів, які працюють зі складними виробами, щоб забезпечити, що деталі будуть виготовлені з відповідною точністю та відповідно до вимог інженерних креслень.

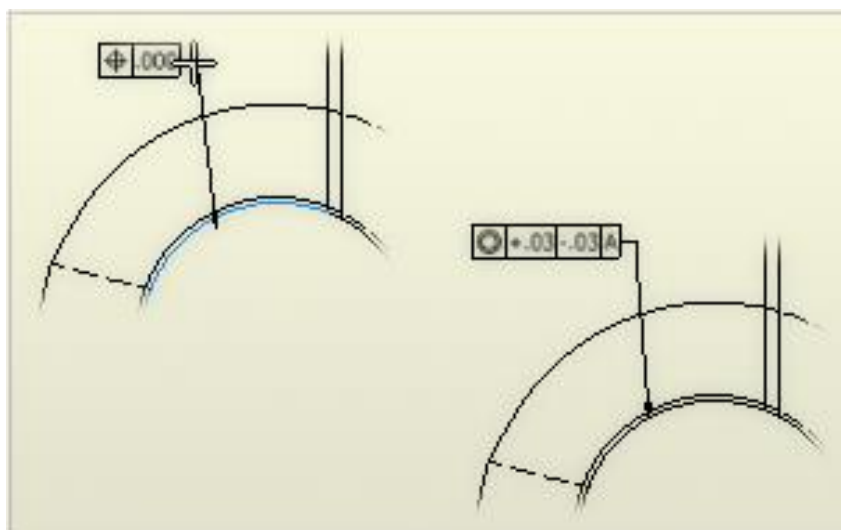


Рисунок 166 Візуалізація операції допуск форми та розташування



«Feature Identifier» (Позначення поверхні) – дозволяє додавати символи ідентифікації особливостей на креслення. Ці символи можуть використовуватися для позначення геометричних особливостей, таких як отвори, різьблення, виступи та горби. Вони можуть бути додані як з лінією-вказівником до особливості, так і без неї. Додавання символів ідентифікації особливостей забезпечує зрозумілість креслення та полегшує роботу з ним для інших користувачів.

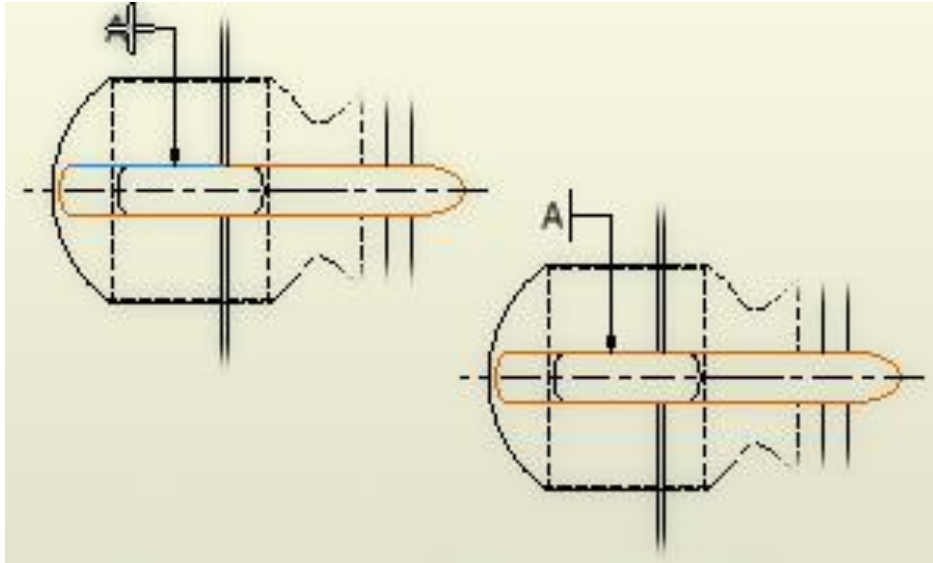


Рисунок 167 Візуалізація операції позначення поверхні



«Datum target symbol» (нанесення позначення ділянки бази) – використовується для позначення ідентифікаційних точок на кресленнях, що вказують на геометричні елементи, до яких буде відноситись деякий розмір або толеранс. Зазвичай це використовується для забезпечення точності і взаємозамінності деталей під час виробництва. Наприклад, якщо деталь має дві паралельні грані, до яких мають застосовуватись певні розміри, то можна використовувати "datum target symbol", щоб показати, що розмір вимірюється відносно цих граней.

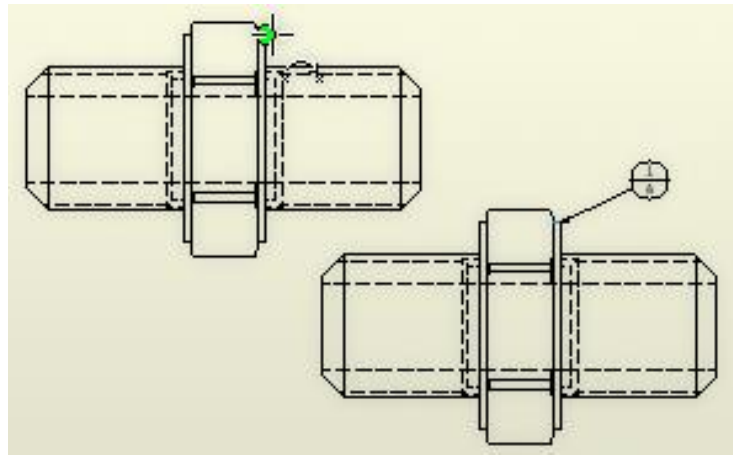


Рисунок 168 Візуалізація операції нанесення позначення ділянки бази



«Edge Symbol» (Символ країв) – використовується для додавання символу до краю або ребра об'єкта на кресленні. Цей символ може мати лінію вказівника для показу напрямку краю або ребра, а також додаткові позначення, які можуть індикувати додаткові вимоги щодо краю або ребра (наприклад, вимоги щодо засобу обробки, заточування, тощо). У властивостях символу можна вибрати позицію, вибрати тип позначення (залежно від того, які краї або ребра мають бути позначені), встановити атрибути символу та значення, і зберегти параметри символу як шаблон для майбутнього використання.

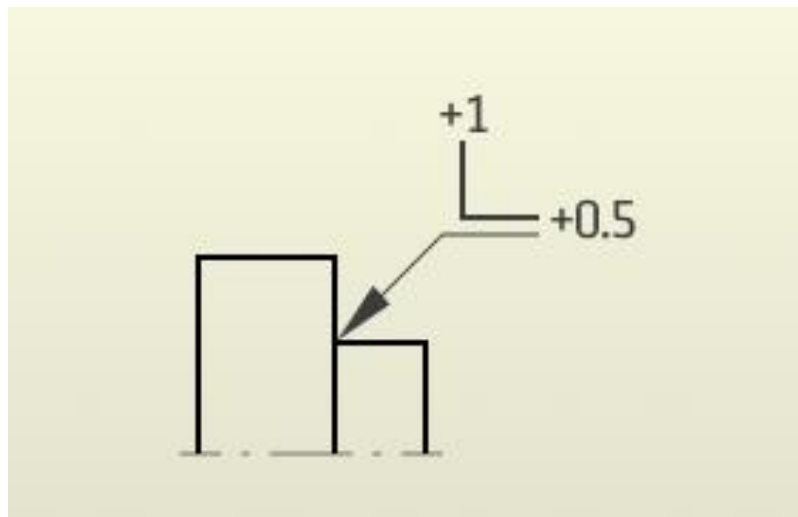


Рисунок 169 Візуалізація операції символ країв

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ І РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Autodesk. Autodesk Inventor 2023 Help [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2024/ENU/>.
2. YouTube–канал Autodesk Inventor [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/@AutodeskMFG>.
3. YouTube–канал Молодий Інженер [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.youtube.com/@junior\\_engineer](https://www.youtube.com/@junior_engineer)
4. Autodesk Inventor на форумі [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://forums.autodesk.com/t5/inventor/ct-p/70>
5. Kishore T. Learn Autodesk Inventor 2018 Basics: 3D Modeling, 2D Graphics, and Assembly Design (1st ed. 2017.) / Kishore., 2017. – (Berkeley, CA: Apress).
6. Dogra S. Autodesk Inventor 2022: A Power Guide for Beginners and Intermediate / Dogra., 2021. – 790 с.
7. ДСТУ ISO 10209–1:2009 Документація технічна на вироби. Словник термінів. Частина 1. Технічні кресленики. Загальні терміни та види креслеників (ISO 10209–1:1992, IDT)

## Контрольні питання

1. Яка команда відповідає за відкриття нового файлу в Autodesk Inventor?
  - a) Ctrl + N
  - b) File → New
  - c) Edit → New
  - d) View → New
  
2. Які типи файлів можна створити в Autodesk Inventor?
  - a) креслення, деталі та складання
  - b) Текстові документи та презентації
  - c) Фотографії та відео
  - d) Архівні файли
  
3. Яка команда відповідає за збереження файлу в Autodesk Inventor?
  - a) Ctrl + S
  - b) File → Save
  - c) Edit → Save
  - d) View → Save
  
4. Який режим роботи дозволяє редагувати окремі елементи в збірці?
  - a) Режим редагування деталі
  - b) Режим редагування складання
  - c) Режим редагування чертежа
  - d) Режим редагування конфігурації
  
5. Які інструменти можна використовувати для створення ескізів?
  - a) Лінії, дуги, кола, овали, сплайни
  - b) Кнопки, поля введення, меню
  - c) Вікна, вкладки, панелі інструментів
  - d) Текстові поля, таблиці, списки

6. Що таке геометрична залежність в Autodesk Inventor?

- a) Положення елемента в просторі
- b) Зв'язок між елементами, який встановлюється автоматично
- c) Інструкція для комп'ютера
- d) Стратегія проектування

7. Які команди відповідають за перетворення елементів в Autodesk Inventor?

- a) Move, Rotate, Scale
- b) Переміщення, Обертання, Масштабування
- c) Зміщення, Обертання, Поворот
- d) Пересування, Обертання, Збільшення

8. Яка команда відповідає за додавання нового матеріалу в Autodesk Inventor?

- a) New Material
- b) Manage Materials
- c) Add Material
- d) Edit Material

9. Які інструменти можна використовувати для побудови ескізу в Autodesk Inventor?

- a) Create (Створити)
- b) Annotate (Анотувати)
- c) Manage (Керувати)
- d) Analyze (Аналізувати)

10. Які вимоги необхідно дотримуватися при створенні ескізу в Autodesk Inventor?

- a) Ескіз повинен бути замкнутим і не мати вільних кінців або перетинів.
- b) Необов'язково забезпечувати геометричний зв'язок з точкою початку

координат.

- c) Розміщення точки початку координат не має значення.
- d) Ескіз не повинен мати залежностей між його елементами.

11. Як можна змінити параметри ескізу в Autodesk Inventor?

- a) Це неможливо, ескіз є незмінним.
- b) Це можна зробити тільки за допомогою кодування.
- c) Якщо ескіз стає параметричним, параметри можна змінити, що автоматично змінить ескіз та деталь.
- d) Параметри ескізу можна змінити тільки в режимі побудови.

12. Які геометричні залежності можна накладати на ескіз в Autodesk Inventor?

- a) Тільки горизонтальність та вертикальність.
- b) Тільки накладання розмірів.
- c) Геометричні залежності можуть накладатися автоматично, а інші можна накласти в меню Constrain/Залежності.
- d) Ескіз не може мати геометричних залежностей.

13. Який інструмент в Autodesk Inventor можна використовувати для створення витяжки?

- a) Sweep (Витягування)
- b) Extrude (Видавлювання)
- c) Revolve (Обертання)
- d) Loft (Зшивання)

14. Який геометричний зв'язок необхідно встановити для ескізу з точно визначеними розмірами?

- a) Горизонтальність
- b) Вертикальність
- c) Зв'язок з точкою початку координат

d) Рівнобедреність

15. Як називається процес нанесення розмірів на ескіз?

- a) Параметризація
- b) Геометризація
- c) Деталювання
- d) Екструзія

16. Які правила повинні дотримуватися при створенні ескізу?

- a) Ескіз повинен бути замкнутим і не мати вільних кінців або перетинів \*
- b) Ескіз повинен бути відкритим і мати перетини
- c) Ескіз повинен мати неправильну форму
- d) Ескіз повинен бути створений на новому листі

17. Як називається параметричний ескіз?

- a) Євклідовий
- b) Кінематичний
- c) Закріплений
- d) Незалежний

18. Що потрібно зробити, щоб ескіз змінив колір?

- a) Нанести розміри
- b) Зберегти файл
- c) Додати текст
- d) Нічого не потрібно робити, колір зміниться автоматично при створенні

ескізу

19. Як називається палітра, за допомогою якої виконується ескіз?

- a) Build
- b) Create
- c) Edit

d) Analyze

20. Яка команда відповідає за задання розмірів ескізу?

a) Dimension

b) Extrude

c) Mirror

d) Pattern

21. Яка команда в Autodesk Inventor відповідає за створення розмірів на ескізі?

a) "Extrude"

b) "Revolve"

c) "Sketch Dimension"

d) "Sweep"

22. Що таке параметричне моделювання в Autodesk Inventor?

a) Моделювання з використанням фотографій

b) Моделювання, що використовує створення 3D моделей з реальних об'єктів

c) Моделювання, яке дозволяє змінювати розміри та інші параметри моделі

d) Моделювання, яке використовує віртуальну реальність

23. Яка команда в Autodesk Inventor відповідає за створення поверхонь?

a) "Extrude"

b) "Revolve"

c) "Sweep"

d) "Surface"

24. Який режим редагування в Autodesk Inventor дозволяє змінювати геометрію об'єкта без втрати історії моделювання?

a) Direct Editing

- b) Parametric Editing
- c) Freeform Editing
- d) Mesh Editing

25. Яка команда в Autodesk Inventor відповідає за створення деталі?

- a) "Part"
- b) "Assembly"
- c) "Sketch"
- d) "Extrude"

26. Яка команда в Autodesk Inventor відповідає за створення складання?

- a) "Part"
- b) "Assembly"
- c) "Sketch"
- d) "Extrude"

27. Яка команда в Autodesk Inventor відповідає за створення лінії на ескізі?

- a) "Point"
- b) "Line"
- c) "Spline"
- d) "Circle"

28. Яка команда в Autodesk Inventor відповідає за створення круга на ескізі?

- a) "Point"
- b) "Line"
- c) "Spline"
- d) "Circle"

29. Яка команда в Autodesk Inventor відповідає за створення площини на

ескізі?

- a) "Plane"
- b) "Line"
- c) "Spline"
- d) "Circle"

Відповіді на контрольні питання:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
b	a	b	a	a	b	b	b	a	a	c	c	a	c	c

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
a	d	d	b	a	c	c	d	a	a	b	b	d	a