

Міністерство освіти та науки України
Запорізький національний технічний університет

Кафедра ПЗ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи
з дисципліни «CAD/CAM/CAE-системи у проектуванні та
виробництві наукоємної продукції»
для студентів за спеціальністю
122 «Комп'ютерні науки»
усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «CAD/CAM/CAE-системи в проектуванні та виробництві наукоємної продукції» для студентів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», усіх форм навчання. / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М.Гладкова - Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 56 с.

Укладачі: А. В. Пархоменко, к.т.н., доцент кафедри ПЗ,
О. М. Гладкова асистент кафедри ПЗ.

Рецензент: Г. М. Шило, к.т.н., доцент кафедри ІТЕЗ.

Відповідальний
за випуск: С.О. Субботін, д.т.н., професор кафедри ПЗ.

Затверджено
на засіданні кафедри
Програмних засобів
Протокол № 11
від 6 червня 2017 р.

ЗМІСТ

1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ	4
1.1 Робота з моделям	4
1.1.1 Типи файлів.....	4
1.1.2 Діалогові вікна.....	5
1.1.3 Менеджер меню.....	6
1.1.4 Робота з декількома моделями	7
1.2 Створення макрокоманд	9
1.2.1 Створення макросів в Creo Parametric 2.0	9
1.2.2 Способи виклику макросів	12
1.2.3 Приклад створення макросу для побудови шестигранної гайки	13
1.2.5 Виконання макросу	25
1.3 Побудова тонколистових деталей.....	28
1.3.1 Приклад побудови монтажного кута.....	28
1.4 Створення складання	46
1.4.1 Способи сполучення компонентів складання.....	46
1.4.2 Перегляд і редагування параметрів компонентів складання	49
2 САМОСТІЙНА РОБОТА.....	53
Контрольні запитання	55
Література.....	56

1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Типовий сценарій роботи в Сгео:

- Запустити Сгео.
- Створити або вибрати робочу папку, вказавши папку з поточним проектом.
- Зазвичай одна папка відповідає крупному вузлу або агрегату.
- Відкрити або створити об'єкт(и) Сгео, який відноситься до проекту.
- ...
- Зберегти змінені об'єкти.
- Вийти з Сгео.
- Після завершення роботи над проектом, очистити старі версії проекту.

1.1 Робота з моделями

1.1.1 Типи файлів

В системі PTC Сгео Parametric 2.0 можна створювати, редагувати файли різних типів з наступними розширеннями:

- PRT – файли деталей, які містять тривимірні моделі, котрі складаються з різних елементів;
- ASM – файли складань, які зберігають як інформацію про складання так і самі тримірні деталі;
- DRW – файли двовимірних креслень;
- SEC – файли ескізів, які зберігають двомірні неасоціативні ескізи, які імпортовані в процесі ескізування;
- FRM – файли форматів;
- CEM – файли компоновок;
- DGM – файли діаграм (схем);
- LAY – файли блокнотів;
- REP – файли звітів.

Слід зазначити, що при збереженні моделі її попередня версія не видаляється, а тому новій моделі привласнюється більш високий індекс (prt1, prt2, prt3, і. т. д.). За замовченням система відкриває останню модель (з найбільшим індексом).

1.1.2 Діалогові вікна

Використовуючи діалогові вікна користувач має можливість маніпулювати моделями, встановлювати опції, створювати елементи і зберігати їх. Усі діалогові вікна системи можна розділити на основні (general) і моделі (model).

Основні діалогові вікна служать для виконання загальних функцій збереження, перегляду і організації запитів. Елементами таких вікон можуть бути: заголовки, вкладки, перемикачі, кнопки, текстові поля, списки, зображення, . Покажемо нижче одне з можливих основних діалогових вікон (рис. 1.1).

Діалогові вікна моделей дають можливість створювати й змінювати геометрію моделі. В даних вікнах у користувача запитується властивості елементів, котрі повинні обов'язково вказуватися для повного визначення елементів, та необов'язкові, які відповідають за виконання додаткових операцій.

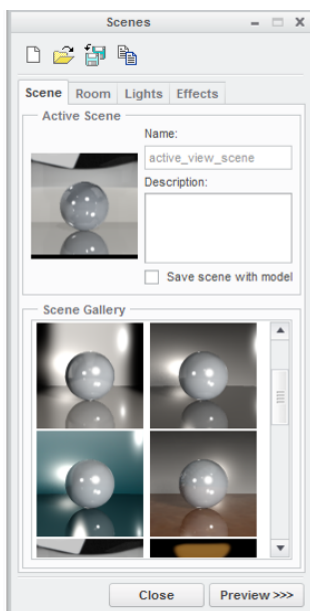


Рисунок 1.1 – Приклад діалогового вікна

На наступному рисунку (рис. 1.2) зображено діалогове вікно моделі, яке відповідає за створення різьбового виступу.

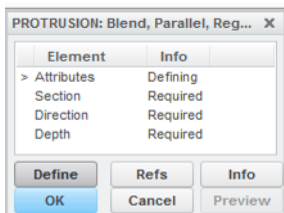


Рисунок 1.2 – Діалогове вікно моделі

Кнопки діалогових вікон моделі виконують наступні функції:

- Define (Задати) – дозволяє визначати або змінювати вибрані в діалоговому вікні елементи;
- Refs (Прив'язки) – дозволяє відображати зовнішні прив'язки вибраного елемента;
- Info (Дані) – генерує список властивостей створюваного елемента;
- OK – завершує визначення елементів, створює елемент чи об'єкт моделі;
- Cancel (Скасувати) – дозволяє відмінити теперішній елемент чи об'єкт;
- Preview (Попередній перегляд) – дозволяє переглянути геометрію перед завершенням визначення елемента.

1.1.3 Менеджер меню

Менеджер (диспетчер) меню являє собою список меню, котрий з'являється в правій частині екрану, при створенні, зміні чи дублюванні геометрії моделі.

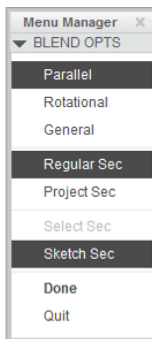


Рисунок 1.3 – Менеджер меню

При виборі пункту меню можуть викликатися наступні підменю списку. Дане каскадне меню відображається до тих пір, поки всі опції не будуть обрані.

1.1.4 Робота з декількома моделями

Під час роботи з системою в одній сесії можна мати декілька моделей (кожне вікно містить по одній моделі). Тобто працюючи з однією моделлю, можна звертатися до іншої моделі, але по черзі переходячи з одного активного вікна на інше.

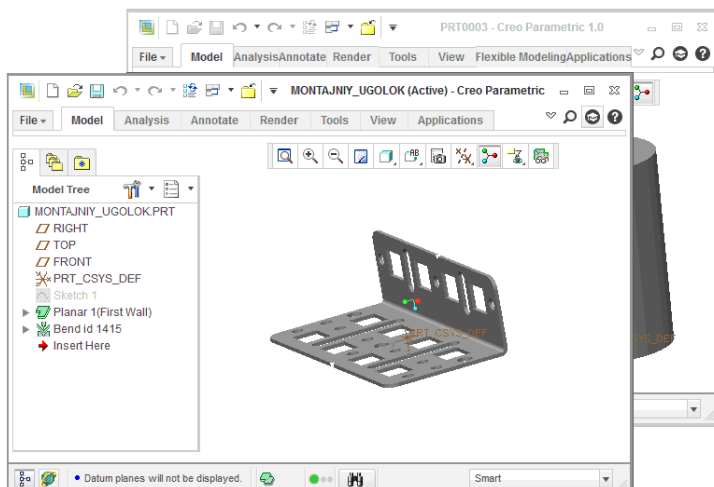


Рисунок 1.4 – Робота з декількома вікнами

Ця особливість полегшує роботу на екрані при моделюванні деталей, складань механізму чи при створенні креслення. При цьому кожне нове вікно нібито накладається одне на одне. Нове вікно має ту ж саму структуру що і попереднє: меню вкладок з групами інструментів, робочу (графічну) область, дерево моделі, та область повідомлень.

Для роботи з такими вікнами слугує група інструментів **Window (Вікно)** із вкладки стрічкового меню **View(Вид)** (рис. 1.5).

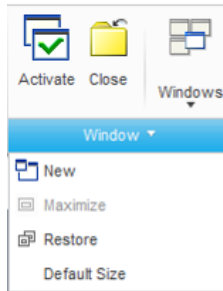


Рисунок 1.5 – Група інструментів для роботи з вікнами

Використовуючи інструменти даної групи, можна створювати нове вікно **New (Створити)**, розгортати на весь екран **Maximize (Розгорнути)** та встановлювати стандартний розмір вікна **Default Size (Розмір за замовчуванням)**, закривати вікно **Close (Закрити)** і переходити від одного до іншого, обравши його в списку **Windows (Вікна)**.

1.2 Створення макрокоманд

Часто під час проектування виробів, деталей чи механізмів, різні конструкції складання моделей цих об'єктів вміщують в собі однотипні нестандартні деталі, котрих немає в бібліотеках. Побудова моделей таких деталей “вручну” забирає у проектувальника значний дорогоцінний час, що значно вповільнює процес розробки моделі складань. У такому разі дуже зручно створювати макрос, який прискорить створення подібних деталей. Користувачеві під час проектування моделей цих деталей залишається лише запустити макрос натисненням поєднання клавіш чи вибрати його піктограму з групи інструментів, та вказати характерні для даного типу деталей параметри, підтвердивши їх.

1.2.1 Створення макросів в Creo Parametric 2.0

В додатку Creo Parametric існує два способи створення клавіатурних макросів (гарячих клавіш) – макрокоманд (**Mapkeys**).

Першим варіантом створення є використання опції **Mapkeys** з меню **File (Файл) → Options (Опції) → Environment (Середовище) → Mapkeys Settings... (Настройки макросів...)**. В даному випадку створення макросів спрощене до мінімуму завдяки використанню двох діалогових вікон **Mapkeys(Макроси)** та **Record Mapkeys(Запис Макросів)** (рис. 1.6).

Діалогове вікно **Mapkeys** перераховує кожен макрокоманду, котра знаходиться в сесії і вміщує опис виконаних нею функцій. Дане діалогове вікно дозволяє:

- визначати нові гарячі клавіші;
- переглядати, змінювати та видаляти існуючі гарячі клавіші;
- виконувати гарячі клавіші, вибираючи їх зі списку;
- зберігати гарячі клавіші в файл конфігурації.

Вікно **Mapkeys** містить наступні кнопки керування:

- **New (Створити)** – визначення нової гарячої клавіші;
- **Modify (Змінити)** – зміна гарячої клавіші, вибраної в списку;
- **Run (Виконати)** – запуск гарячої клавіші, вибраної в списку;
- **Delete (Видалити)** – видалення гарячої клавіші, вибраної в списку;

- **Save (Зберегти)** – збереження гарячої клавіші в файлі конфігурації – config.pro;
- **Changed (Змінени)** – збереження гарячих клавіш, змінених в даному сеансі;
- **All (Все)** – збереження усіх гарячих клавіш.

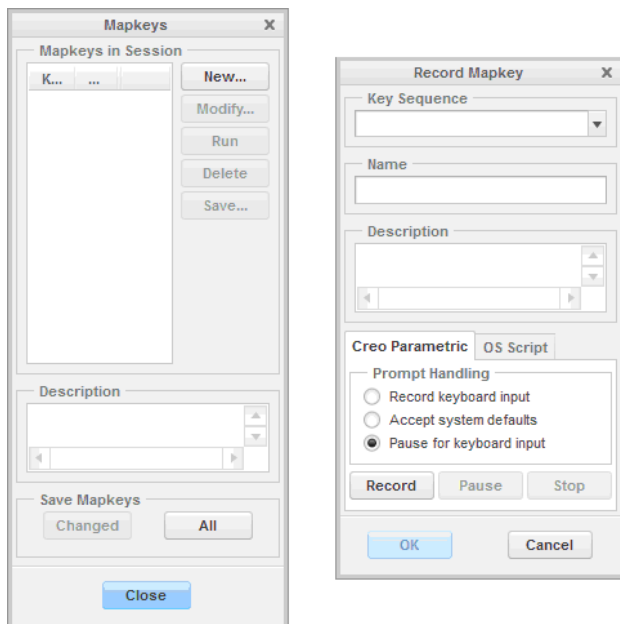


Рисунок 1.6 – Діалогові вікна Mapkeys та Record Mapkeys

Діалогове вікно **Record Mapkeys** використовується для визначення гарячих клавіш, для введення назви і опису гарячої клавіші, та запису виконаних операцій для подальшого їх повторення при виклику макросу. Дане вікно містить поля для введення поєднання клавіш – **Key Sequence**, назви макросу – **Name**, його опису – **Description**, а також вкладки **Creo Parametric** з кнопками керування запису та **OS Script**.

Використовуючи вкладку **Creo Parametric** можна записувати виконані операції (команди), та створювати підказки для користувача. Для цього призначені наступні кнопки керування:

- **Record (Запис)** – почати запис;

- **Pause (Пауза)** – пауза для створення підказки з вказівкою щодо введення параметрів;

- **Stop (Зупинити)** – зупинити запис.

Prompt Handling (Обробка вводу) дає можливість налаштовувати спосіб обробки підказок системою під час виконання макрокоманд:

- **Record keyboard input (Запис вводу з клавіатури)** – запис вводу з клавіатури при визначенні гарячої клавіші і використання його при виконанні макрокоманди;

- **Accept system defaults (Прийняти значення за замовченням)** – прийняти значення системи за замовчуванням при виконанні макрокоманди;

- **Pause for keyboard input (Пауза для введення з клавіатури)** – зробити паузу для введення з клавіатури при виконанні макрокоманди.

Користуючись вкладкою **OS Script (Скрипт ОС)** можна записувати макрокоманди, що виконують сценарій і команди операційної системи іншим способом ніж команди **Creo Parametric**.

Для створення нової макрокоманди, викликавши вікно **Record Mapkeys** за допомогою кнопки **New**, потрібно задати поєднання клавіш, її назву та опис у відповідні поля: **Key Sequence**, **Name**, та **Description**, і далі натиснути клавішу **Record** для запису послідовності дій.

Другим, більш важким способом створення макросу є додання вже існуючого макросу до сесії, чи написання нового, без використання інструментів **Creo Parametric**. Для цього необхідно скопіювати готовий код макросу в файл конфігурації – config.pro, або дописати код нового макросу в кінець даного файлу та зберегти зміни у файлі. Потім загрузити створений макрос в Creo Parametric, скориставшись імпортуванням даного конфігураційного файлу (**File (Файл) → Options (Опції) → Configuration Editor (Редактор конфігурацій) → Import/Export (Імпорт/Експорт) → Import configuration file (Імпортувати конфігураційний файл)**) (рис. 1.7).

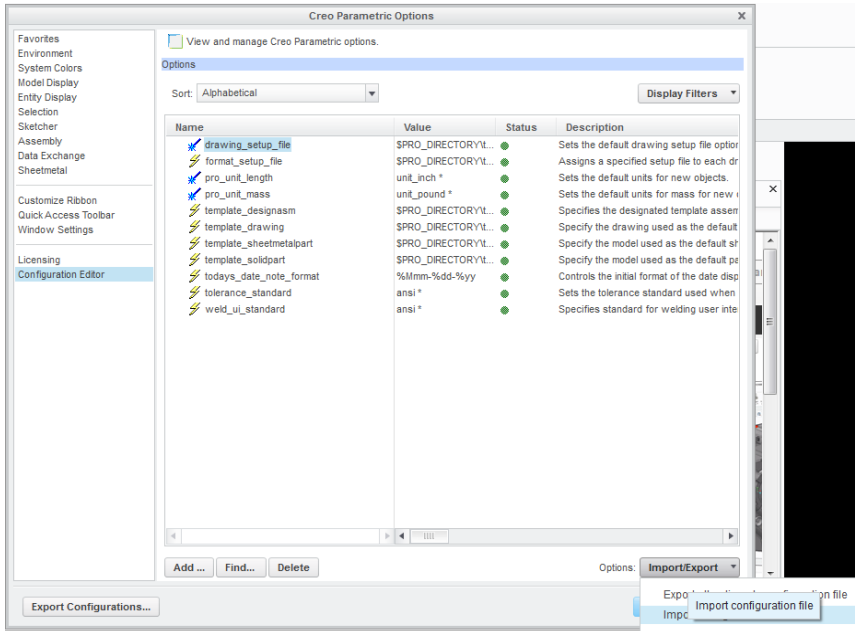


Рисунок 1.7 – Імпорт конфігураційного файлу

1.2.2 Способи виклику макросів

Створені макроси в Creo Parametric можна викликати наступними способами:

- Під час роботи в Creo Parametric, ввівши поєднання клавіш з клавіатури для автоматичного запуску виконання макросу.

- Вибрати піктограму макросу в групі інструментів. Для цього необхідно додати на групу інструментів кнопку відповідного макросу (**File (Файл) → Options (Опції) → Customize Ribbon (Налаштувати стрічку) → Markkeys (Макроси)**) (рис. 1.8).

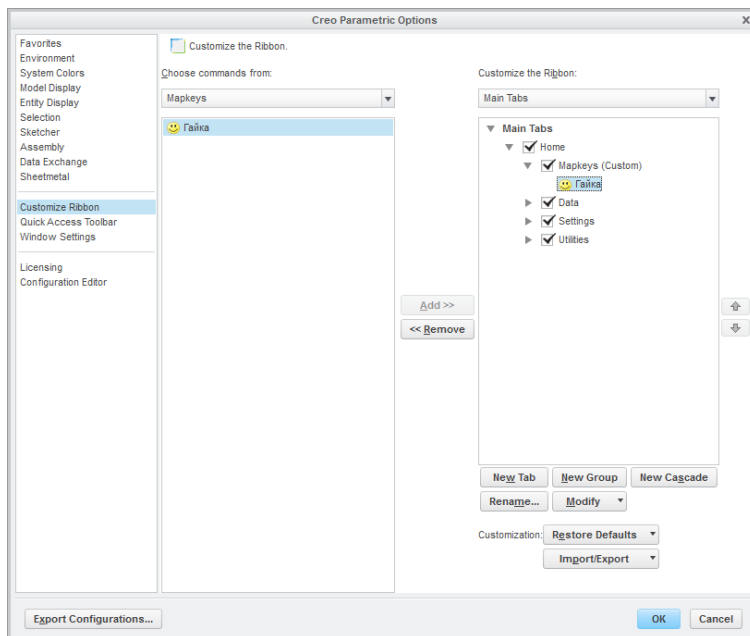


Рисунок 1.8 – Додання піктограми макросу в групу інструментів

1.2.3 Приклад створення макросу для побудови шестигранної гайки

Розглянемо в якості прикладу створення макросу для побудови гайки, котра буде використана нами у складанні запобіжника.

Розробку даного макросу можна поділити на три етапи:

- створення твердотільної моделі гайки;
- побудова фасок;
- побудова різьби.

Для створення нового макросу необхідно виконати наступні дії:

1. Відкривши додаток Creo Parametric 2.0 в головному меню системи обрати пункт **File (Файл)→Options (Опції)**. В вікні, що з'явилося, обрати зі списку пункт **Environment (Середовище)** та

справа у вікні натиснути на кнопку **Mapkeys Settings... (Настройки макросів...)**.

2. Для створення нового макросу натиснути на кнопку **New... (Створити...)**. В наступному вікні **Record Mapkey (Запис макросу)** встановити параметри (див. рис. 1.9). У поле **Key Sequence (Послідовність клавіш)** вести послідовність клавіш, для виклику макросу. В поле **Name (Найменування)** задати його ім'я. У поле **Description (Опис)** ввести короткий опис. Опція **Pause for keyboard input (Пауза для введення з клавіатури)** вказує на те, що виконання макросу буде супроводжуватися паузами з запитом від користувача введення з клавіатури необхідних параметрів.

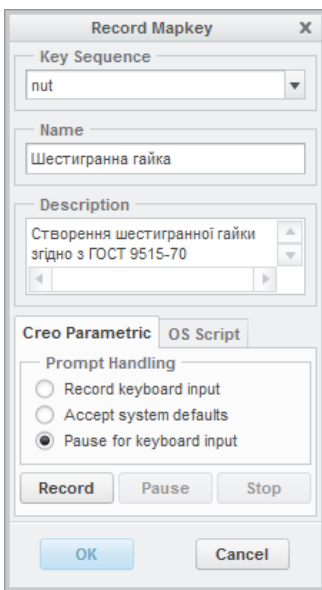


Рисунок 1.9 – Вказані параметри для створюваного макросу

Для створення самого макросу (усіх дій, які він повинен виконувати) необхідно виконати наступні дії:

1. Почати запис дій, натиснувши у вікні **Record Mapkey (Запис макросу)** кнопку **Record (Запис)**. Створити новий файл **File (Файл) → New (Створити)** та задати у вікні **New** наступні параметри: **Type (Тип): Part (Деталь); Sub-type (Підтип): Solid (Тверде тіло)**. Для

того, щоб користувач міг під час роботи з макросом сам вводити назву файлу, створити діалог з підказкою про необхідність введення назви. Для цього потрібно натиснути на кнопку **Pause (Пауза)** у вікні **Record Macro (Запис макросу)**, та у вікні що з'явилося **Resume Prompt (Підказка Виклику)**, записати наступний запис: “У поле Name введіть назву створюваного файлу та натисніть для продовження на кнопку «Відновити».”, і натиснути на кнопку **OK** (рис. 1.10). Далі ввівши в поле **Name** назву файлу – put, відновити запис натиском на кнопку **Resume (Відновити)** вікна **Record Macro**. Натиснути на кнопку **OK** вікна **New**.

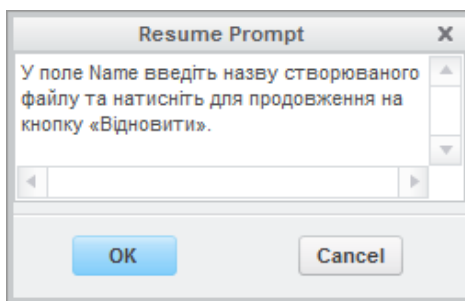


Рисунок 1.10 – Вікно для введення повідомлень користувачеві

2. Обрати з групи інструментів **Datum (Опорні елементи)** вкладки **Model (Модель)** інструмент **Sketch (Ескіз)** . Натиснути на кнопку **Pause (Пауза)** у вікні **Record Macro (Запис макросу)**, і у вікно підказок **Resume Prompt (Підказка Виклику)** записати запис “Вкажіть площину для ескізу. Для продовження натисніть на кнопку «Відновити».”, натиснути на кнопку **OK**. Обравши площину **FRONT**, у вікні **Record Macro (Запис макросу)** натиснути на кнопку **Resume (Відновити)**. Після чого натиснути на **Sketch (Ескізу)** та відобразити полотно для ескізу паралельно екрану натиснувши на **Sketch View (Вибір ескізу)** .

3. Для побудови ескізу в групі інструментів **Sketching (Ескіз)** обрати інструмент **Palette (Палітра)** . У відкритому вікні **Sketcher Palette (Палітра середовища ескізу)** навівши курсор миші на шестикутник **6-Sided Hexagon (6-сторонній шестикутник)** на вкладці **Polygons (Полігони)**, затискаючи ліву клавішу миші перетягнути його на ескіз. Далі створити підказку, натиснувши на кнопку **Pause (Пауза)** вікна **Record Macro**, та у вікні **Resume Prompt (Підказка Виклику)**

записати запис: *“Перемістіть центр шестикутника в необхідне місце. Для продовження натисніть на кнопку «Відновити».”*, і натиснути на кнопку **ОК**. Далі перемістити шестикутник так, щоб його центр співпадав з перетином осей (рис. 1.11), та у вікні **Record Mapkey** натиснути **Resume (Відновити)**.

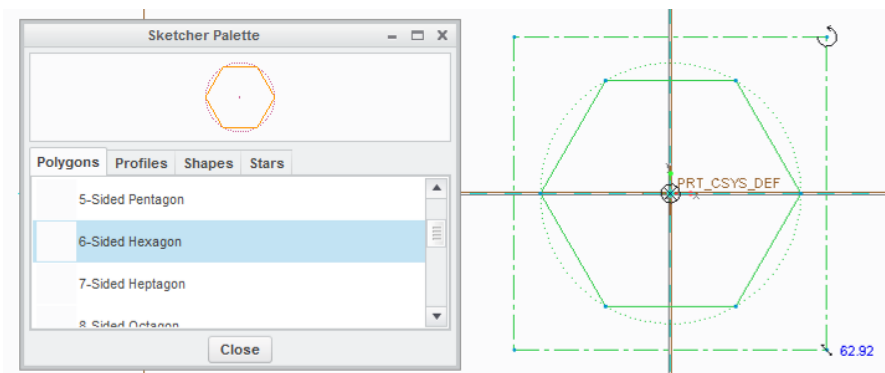


Рисунок 1.11 – Побудова шестикутника

Знов створити підказку, натиснувши на кнопку **Pause (Пауза)** вікна **Record Mapkey**, та у вікні **Resume Prompt (Підказка Виклику)** записати запис *“Встановіть необхідний розмір сторони шестикутника. Для продовження натисніть на кнопку «Відновити».”*, і натиснути на кнопку **ОК**. Далі вказати розмір сторони шестикутника 4мм. (рис. 1.12).

У вікні **Record Mapkey** натискаємо **Resume (Відновити)**. Натиснемо галочку ☒ на панелі **Перемістити та змінити розмір** зверху для підтвердження вказаних параметрів. Закриємо вікно **Sketcher Palette** натиснувши на кнопку **Close (Закрити)**.

4. В групі інструментів **Sketching (Ескіз)** вибирати інструмент **Circle (Коло)** . Створити підказку натиском кнопки **(Pause)** у вікні **Record Mapkey**. Написати у вікні **Record Mapkey** запис: *“Вкажіть у якості центра кола центр шестикутника та зробіть клік віддалено від центру. Натисніть на кнопку «Відновити».”* та натиснути на кнопку **ОК**. Вказати центр для кола і зробити клік для його побудови подалі від центру. Відновити запис дій натиснувши кнопку **Resume (Відновити)**. Далі знову натиснути паузу **(Pause)** у вікні **Record Mapkey**, та у вікні підказки **(Resume Prompt)** вписати *“Задайте діаметр кола та натисніть на кнопку «Відновити» для*

продовження.”, натиснути на кнопку **ОК**. Встановити необхідний діаметр 3,141мм. (рис. 1.13).

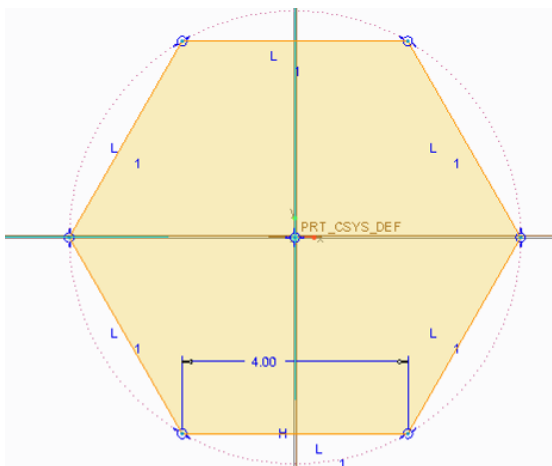


Рисунок 1.12 – Побудований шестикутник

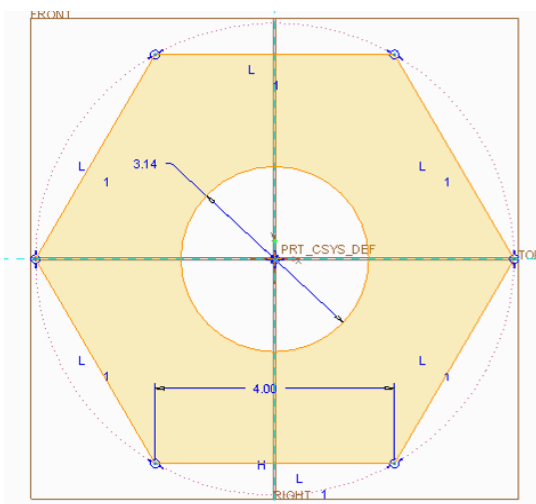


Рисунок 1.13 – Побудоване коло для отвору

Знову відновити запис натисненням на кнопку **Resume (Відновити)**. Завершити побудову нашого ескізу, натискаючи на кнопку **OK** . Отримаємо ескіз гайки (рис. 1.14).

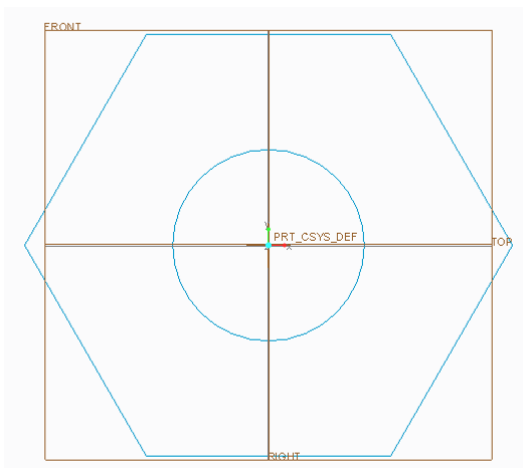


Рисунок 1.14 – Ескіз гайки

5. Вибрати операцію **Extrude (Витягнути)**  з групи інструментів **Shapes (Форми)** для витягування ескізу. Натиснувши на паузу (кнопка **Pause**) у вікні **Record Mapkey**, ввести у вікно **Resume Prompt (Підказка Виклику)** запис: “Встановіть необхідну глибину витягування. Для продовження натисніть на кнопку «Відновити».”, та натиснути **OK**. У панелі елементу вписати глибину рівну 3,2 мм. (рис. 1.15). Після того, як встановлено глибину, натиснути на **Resume (Відновити)** у вікні для запису. І далі завершити витягування натиснувши піктограму . Результатом буде побудована модель гайки без фаски і вирізу різьби (рис. 1.16).



Рисунок 1.15 – Завдання глибини витягування ескізу

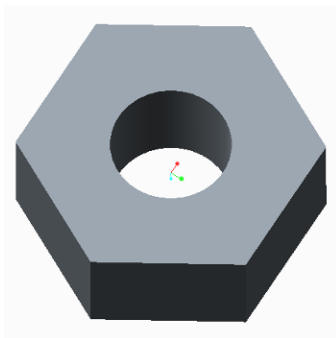


Рисунок 1.16 – Побудована модель гайки без фаски і вирізу різьби

6. Для побудови фаски обрати операцію **Revolve (Обертати)**



з групи інструментів **Shapes (Форми)**. Далі викликати контекстне меню правою клавішею миші, та обрати команду **Define Interval Sketch...(Визначити внутрішній профіль ескізу...)**. Натиснувши на паузу (кнопка **Pause**), ввести підказку для користувача: *“Вкажіть площину для побудови ескізу фаски та натисніть кнопку «Відновити» для продовження.”*, після чого натиснути на **OK**. Вказати кліком лівою клавішею миші на площину **TOP**, та натиснувши на кнопку для відновлення запису (**Resume**), натиснути на кнопку **Sketch(Ескіз)** для підтвердження. Потім відобразити паралельно екрану обрану площину **Sketch View (Вибір ескізу)** .

7. Знову зробити паузу (кнопка **Pause**) для створення підказки. Цього разу вписати наступний запис: *“Побудуйте ескіз для вирізу фаски обертанням і натисніть кнопку «Відновити» для продовження.”*. Підтвердивши запис натиском на кнопку **OK**, побудувати наступний ескіз (рис. 1.17) за допомогою інструменту **Line Chain (Цикл ліній)** з групи інструментів **Sketching**. Далі відновити запис натиснувши кнопку **Resume** у вікні **Record Mapkey**, та підтвердити побудований ескіз, натиснувши піктограму .

8. Далі зробити ще одну підказку, натиснувши на кнопку **Pause (Пауза)** у вікні **Record Mapkey**, та ввівши наступний текст у вікно **Resume Prompt(Підказка Виклику)**: *“Оберіть вісь обертання. Для продовження натисніть на кнопку «Відновити».”*. Закривши вікно підказки натиском на кнопку **OK** оберіть центральну вертикальну вісь, та відновіть запис (кнопка **Resume**).

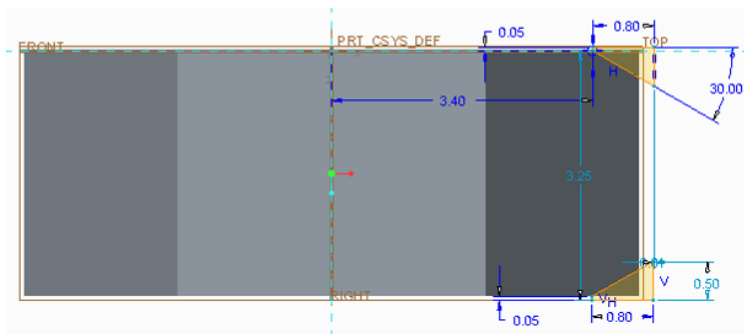


Рисунок 1.17 – Ескіз для побудови фаски

Після чого вкажіть обертання з вирізом матеріалу, обравши на панелі параметрів (рис. 1.18) відповідну піктограму , та радіус обертання на 360 градусів. Після завершення операції обертання  буде отримано гайку з фаскою (рис. 1.19).



Рисунок 1.18 – Введені параметри для обертання з вирізом матеріалу

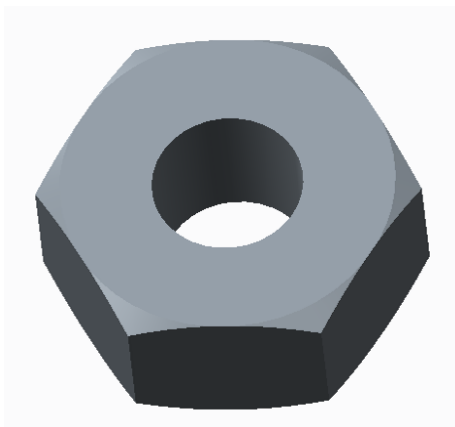


Рисунок 1.19 – Модель гайки з фаскою

9. Для побудови вирізу різьби обрати інструмент **Helical Sweep (Протягування по спіралі)**  з групи інструментів **Shapes (Форми)**. Далі в контекстному меню перейти на опцію **Define Interval Helix Profile...** (**Визначити внутрішній профіль спіралі...**). У вікні **Record Mapkey** натиснути паузу (**Pause**) і вписати запис: *“Оберіть площину для побудови вирізу різьби. Для продовження натисніть на кнопку «Відновити».”*. Після натиснення на кнопку **OK** вказати площину **TOP**, відновити запис (**Resume**) і натиснути на кнопку **Sketch** вікна **Sketch (Ескіз)**. Далі змінити стиль відображення моделі на стиль **Hidden Line (Показати сховані лінії)**, та натиснувши на **Sketch View (Вибір ескізу)**  відобразити модель паралельно екрану.

10. Знову зробити паузу (кнопка **Pause**) і вписати текст: *“Побудуйте лінію для завдання глибини та довжини вирізу різьби. Щоб продовжити натисніть «Відновити».”*. Після натиснення на кнопку **OK** накресліть лінію як показано на рис. 1.20, і відновивши запис (**Resume**) завершіть побудову ескізу . Тепер зробивши паузу ще раз, натиском кнопки **Pause** у вікні **Record Mapkey** зробити наступну підказку: *“Вкажіть вісь для обертання спіралі. Натисніть кнопку «Відновити» для продовження.”*, та натиснути на **OK**. Потім відновити запис **Resume**.

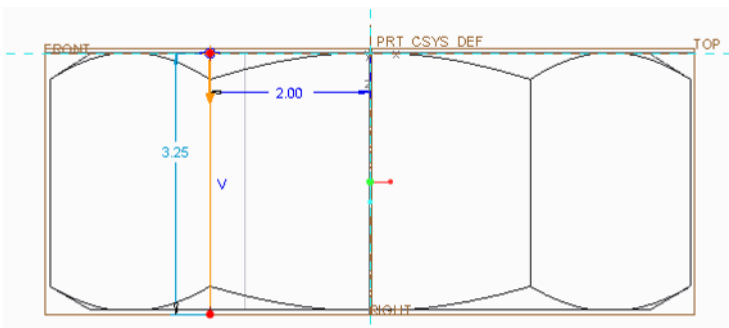


Рисунок 1.20 – Ескіз для завдання глибини та довжини спіралі

11. Перейти до побудови ескізу протягування спіралі, обравши на панелі параметрів операції протягування спіралі піктограму **Create or edit sweep section (Створити або редагувати перетин протягування)** . Далі зробити підказку, натиснувши на кнопку

Pause у вікні **Record Mapkey**, і вписавши запис: “Накресліть ескіз для протягування по спіралі. Для продовження натисніть кнопку «Відновити».”, та закрити вікно натисненням кнопки **OK**. Після чого накреслити подібний ескіз (див. рис. 1.21), користуючись інструментами групи **Sketching**, та відновити запис (кнопка **Resume**) і завершити побудову ескізу .

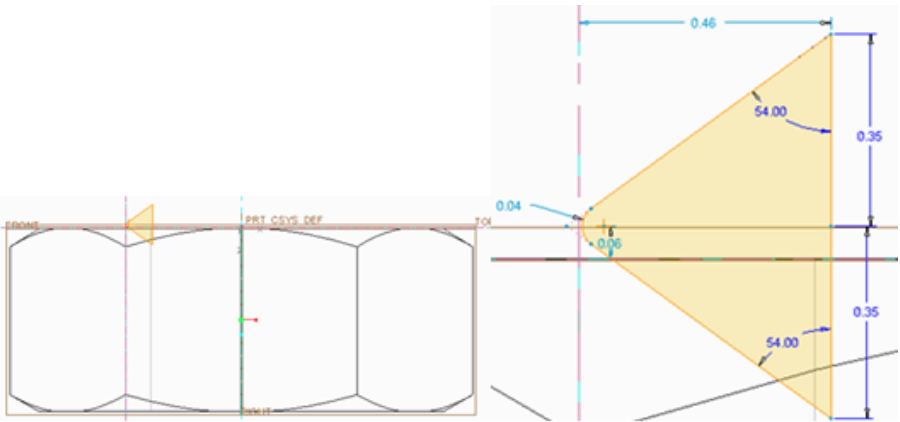


Рисунок 1.21 – Побудова ескізу для протягування по спіралі

12. Звернути увагу на те щоб піктограма , котра вказує на значення вирізати матеріал чи ні була натиснутий (тобто з вирізом матеріалу). Далі, зробивши паузу (кнопка **Pause**), вписати текст: “Вкажіть крок та напрям протягування спіралі. Для продовження натисніть «Відновити».”, і натиснути **OK**. Вказати необхідні параметри, у якості кроку задати 0,7мм. Після відновити запис (**Resume**), та завершити побудову . Потім обрати стиль відображення **Shading** (Заливання). Рисунок результатуючої шестигранної гайки зображено нижче. (рис. 1.22).

13. Далі для збереження виконаємо команди **File (Файл)→Save (Зберегти)**. Для того щоб користувач міг сам вказати місце зберігання, знову користуючись кнопкою **Pause (Пауза)** вікна **Record Mapkey**, викликаємо вікно **Resume Prompt (Підказка Виклику)**. Запишемо до нього: “Вкажіть місце зберігання. Для продовження натисніть на «Відновити».”. Далі натиснемо **OK**. Для підтвердження, та вкажемо у вікні **Save Object (Зберегти Об’єкт)** вкажемо потрібний каталог.

Відновимо запис, натиснувши на **Resume (Відновити)** та закриємо вікно **Save Object** натисненням на кнопку **OK**, і потім сам файл: **File (Файл) → Close (Закрити)**.

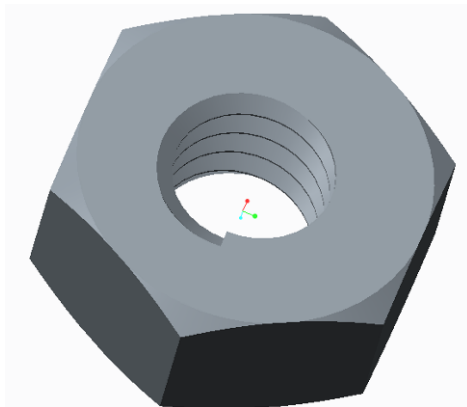


Рисунок 1.22 – Отримана

14. Тепер можна зупинити запис. Натиснемо у вікні **Record Macro (Запис макросу)** спочатку кнопку **Stop (Зупинити)**, а потім **OK** і у вікні **Macros (Макроси)** кнопку **Save...(Зберегти...)** та збережемо макрос у конфігураційний файл – config.pro, котрий як правило знаходиться в каталозі типу C:\Users\NameUser\Documents\. Після цього можна закрити вікно **Macros (Макроси)** на кнопку **Close (Закрити)**.

Макрос створено.

1.2.4 Додання створеного макросу до групи інструментів

Для додавання піктограми створеного макросу в групу інструментів необхідно виконати:

1. Перейти до налаштування групи інструментів (**File (Файл) → Options (Опції) → Customize Ribbon (Налаштувати стрічку)**).
2. У списку **Customize the Ribbon (Налаштувати стрічку)** обрати **Main Tabs (Головні вкладки)**. Створити нову групу (кнопка **New Group**) в даному списку, та скориставшись командою **Rename** з контекстного меню перейменувати її назву на – «**Макроси**».

3. Далі зі списку команд (**Choose commands from – Вибрати команди з**) вибрати категорію **Mapkeys (Макроси)**. Знайти створений макрос та перетягти його за допомогою миші до створеної групи (рис. 1.23).

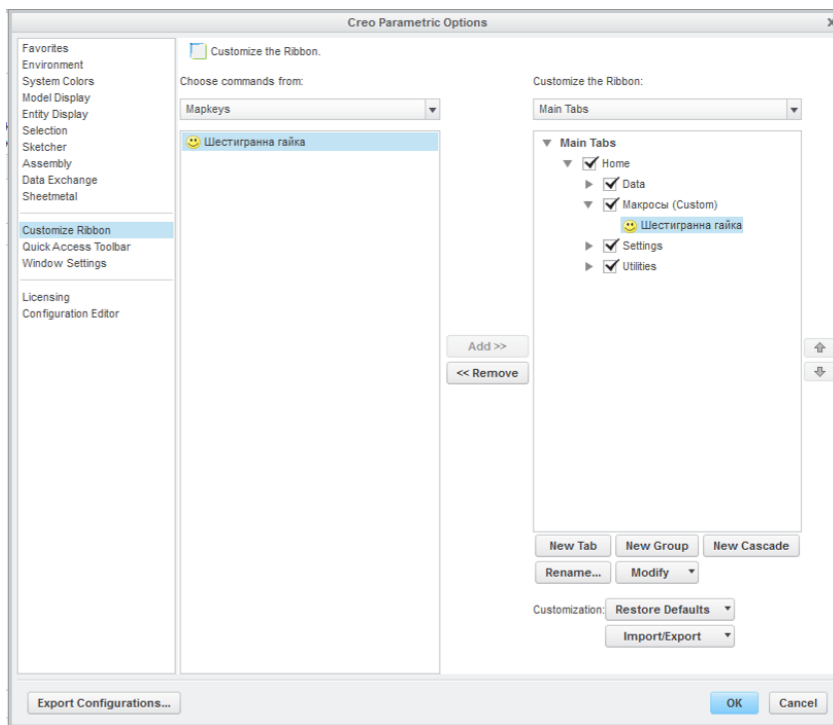


Рисунок 1.23 – Додання піктограми макросу до групи інструментів

4. Для зміни іконки на кнопці, обравши доданий до групи макрос, можна скористатися наступним списком команд з **Modify (Змінити)**:

- Paste Button Image – вставити зображення з буферу;
- Choose Button Image – змінити зображення, обравши його зі списку існуючих;
- Edit Button Image – редагувати власноруч зображення в редакторі іконок.

5. Підтвердити виконані зміни, натиснувши на кнопку **OK**.

В результаті виконаних дій кнопку макросу буде додано до основного меню (рис. 1.24).

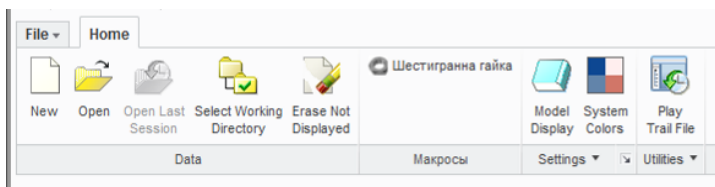


Рисунок 1.24 – Додана кнопка до вкладки Home

1.2.5 Виконання макросу

Для виконання створеного макросу необхідно лише викликати його, натиснувши поєднання клавіш **put**, або обравши на вкладці **Home** піктограму макросу **Шестигранна гайка**. В результаті буде визвано вікно з підказкою (рис. 1.25).

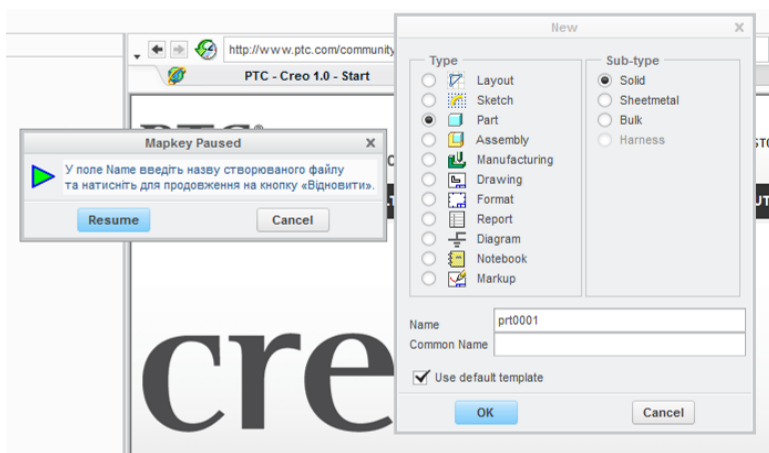


Рисунок 1.25 – Вікно підказки для користувача

Виконуючи вказане у підказках, можна побудувати твердотіlnу модель необхідної шестигранної гайки.

Особливу увагу варто приділяти побудові різьби, зокрема ескізу для протягування спіралі з вирізом.

Для побудови гайки, котра слугує для кріплення основи утримувача вставки плавкої ДВП4-1 до корпусу приладу, при виконанні даного макросу потрібно ввести наступні параметри:

- назва для створеного файлу – `gayka.prt`
- розмір сторони шестикутника – 7мм;
- діаметр вписаного кола в шестикутник – 9мм;
- висота гайки – 1,5мм;
- ескіз для фаски (рис. 1.26);

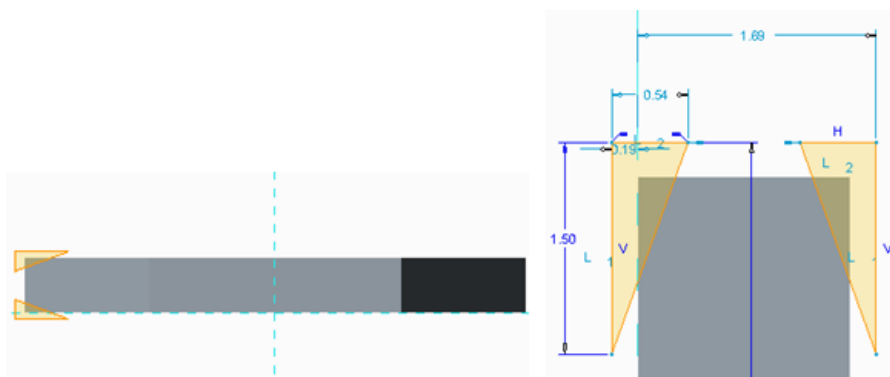


Рисунок 1.27 – Побудова ескізу для фаски

- ескіз для завдання глибини та довжини вирізу різьби (рис. 1.28);

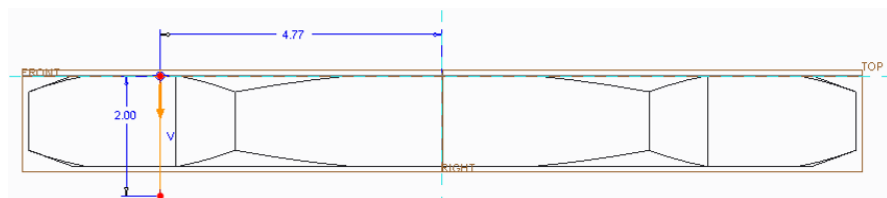


Рисунок 1.28 – Завдання глибини та довжини вирізу різьби

- ескіз перетину для протягування по спіралі (рис. 1.29);

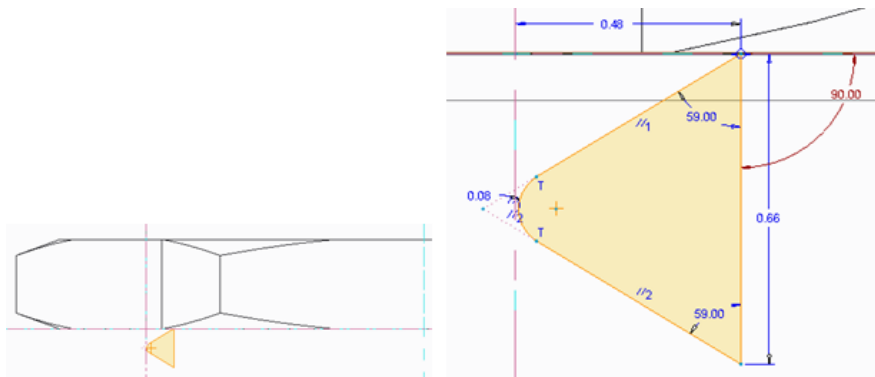


Рисунок 1.29 – Ескіз перетину для протягування по спіралі

- шаг різьби – 0.5;
- різьба – правостороння.

Результатом виконання макросу з введеними вказаними параметрами буде наступна шестигранна гайка (рис. 1.30).

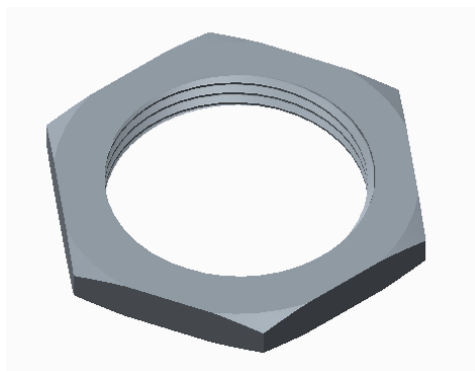


Рисунок 1.30 – Твердотільна модель шестигранної гайки

1.3 Побудова тонколистових деталей

1.3.1 Приклад побудови монтажного кута

Використовуючи креслення, зображене на рис. 1.31, побудуємо модель монтажного кута SP 4597.000.

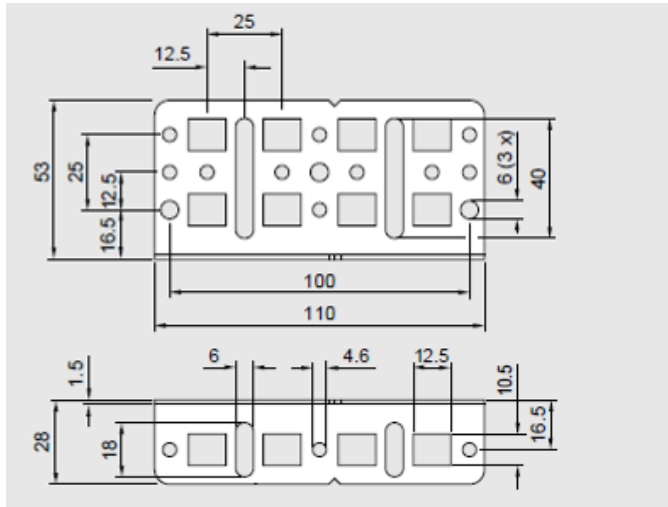


Рисунок 1.31 – Креслення монтажного кута SP 4597.000

Спочатку створимо тонколистову деталь, використавши команду **New (Створити)** з вкладки **File (Файл)**. Задамо у відкритому вікні наступні параметри (рис. 1.32):

- **Type (Тип):** Part (Деталь);
- **Sub-type (Підтип):** Sheetmetal (Листова деталь);
- **Name (Ім'я):** montagniy_ugolok.

Далі оберемо раніше створений нами шаблон збережений на дискові, вказавши його місце знаходження, використавши для цього кнопку **Browse...(Перегляд...)**, та підтвердимо вказані параметри натиснувши на кнопку **OK** (рис. 1.33).

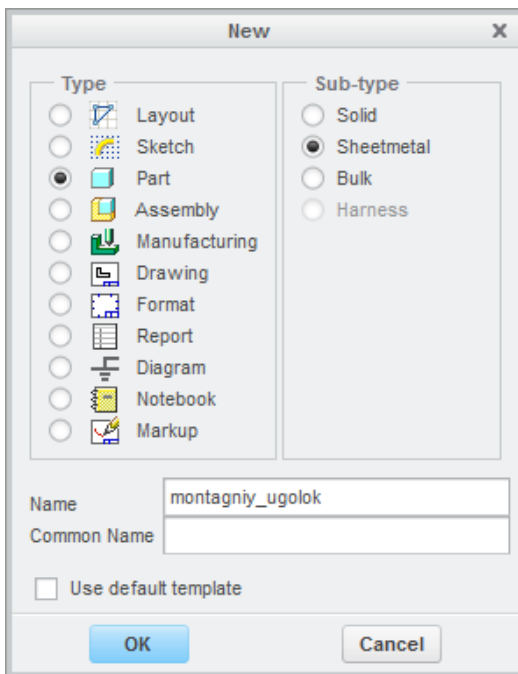


Рисунок 1.32 – Завдання типу деталі

Створимо плоску стінку, котра буде слугувати заготовкою для монтажного кута. Для цього оберемо з групи інструментів **Shapes (Форми)** вкладки **Model (Модель)** інструмент **Plane (Плоска)** . Щоб перейти до створення ескізу, виділимо курсором миші фронтальну площину (FRONT) та відобразимо її паралельно екранові, вибравши **Sketch View (Вид ескізу)**  з панелі команд графічного вікна.

Користуючись інструментом **Corner Rectangle (Кутовий прямокутник)**  із випадаючого списку **Rectangle (Прямокутник)** групи інструментів **Sketching (Створення ескізу)** вкладки **Sketch (Ескіз)** побудуємо прямокутник та скориставшись інструментом **Circular (Скруглення)**  заокруглимо кути прямокутника, задавши радіус скруглення 5мм. (рис. 1.34).

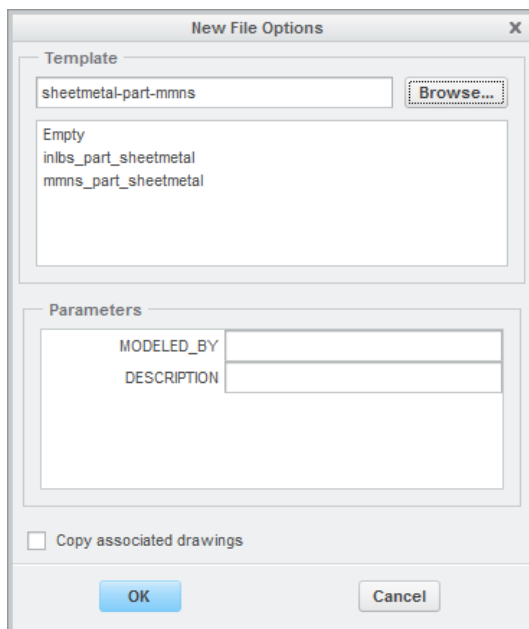


Рисунок 1.33 – Вибір шаблону

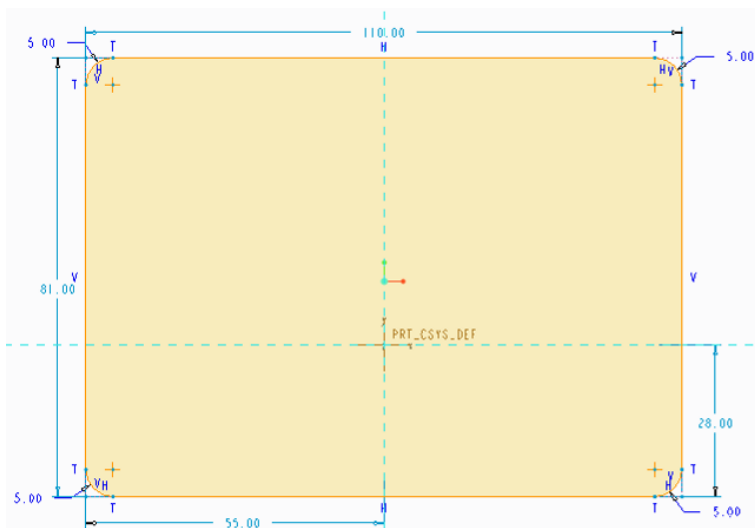


Рисунок 1.34 – Прямокутник з заокругленими кутами

Далі побудуємо два кутові вирізи на створеному ескізі (рис. 1.37). Для цього поставимо вертикальну вісь на відстані 5мм від центральної вертикальної вісі, скориставшись інструментом **Centerline (Осьова лінія)**  (рис. 1.35). За допомогою інструментів **Line Chain (Ланцюг ліній)**  і **Delete Segment (Видалений сегмент)**  побудуємо самі кутові вирізи (рис. 1.36 а, б).

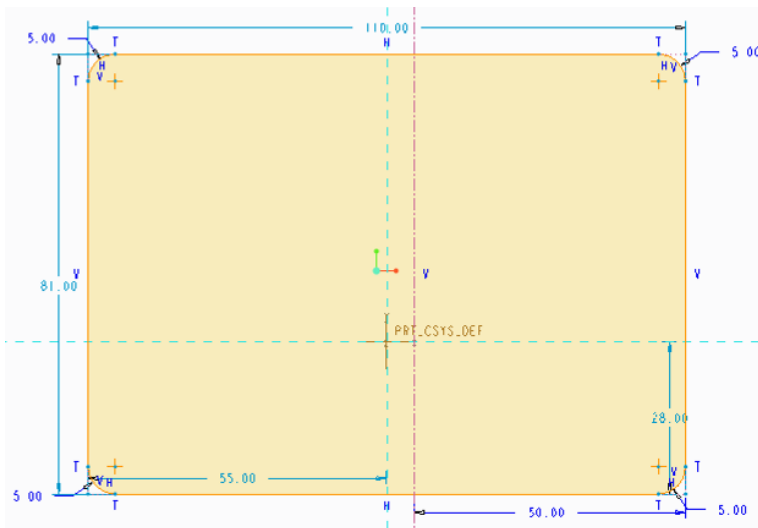
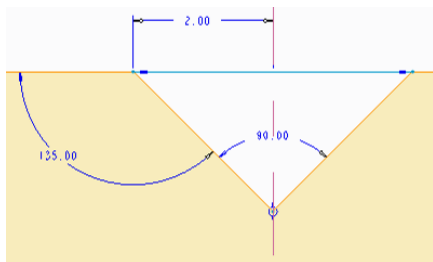
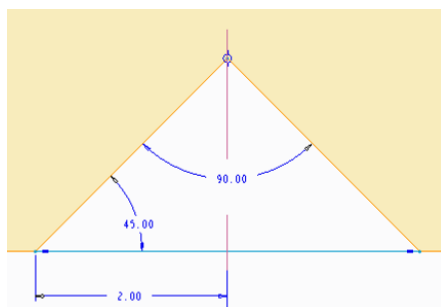


Рисунок 1.35 – Побудова вертикальної вісі



а) верхній



б) нижній

Рисунок 1.36 – Кутові вирізи

По завершенню побудови ескізу **ОК**  вкажемо висоту витягування 1.5 мм. (рис. 1.38) та натиснемо на піктограму . Результат побудованої плоскої стінки показано на рис. 1.39.

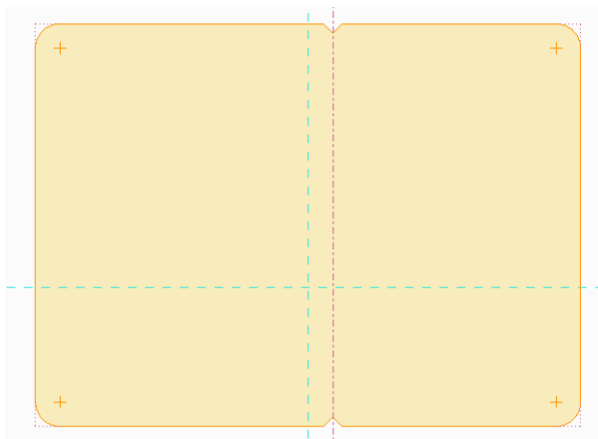


Рисунок 1.37 – Побудовані кутові вирізи

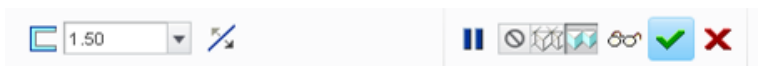


Рисунок 1.38 – Панель завдання параметрів операції побудови плоскої стінки



Рисунок 1.39 – Результат виконання операції побудови плоскої стінки

Виріжемо необхідні отвори в побудованій плоскій деталі. Для цього будемо використовувати операцію **Extrude (Витягнути)**  з

групи інструментів **Forms (Форми)**. Після вибору вказаної операції у якості площини для побудови ескізу оберемо верхню площину деталі (рис. 1.40). Перейшовши до ескізу (натиснувши **Sketch View (Вид ескізу)** ) , побудуємо прямокутник **Corner Rectangle (Кутовий прямокутник)**  та вкажемо його місцезнаходження (рис. 1.41).

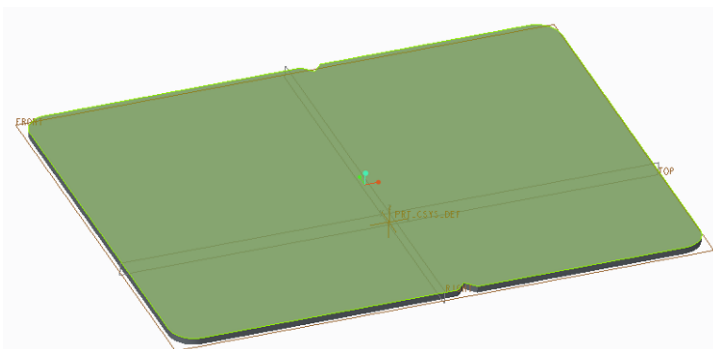


Рисунок 1.40 – Вибір площини деталі

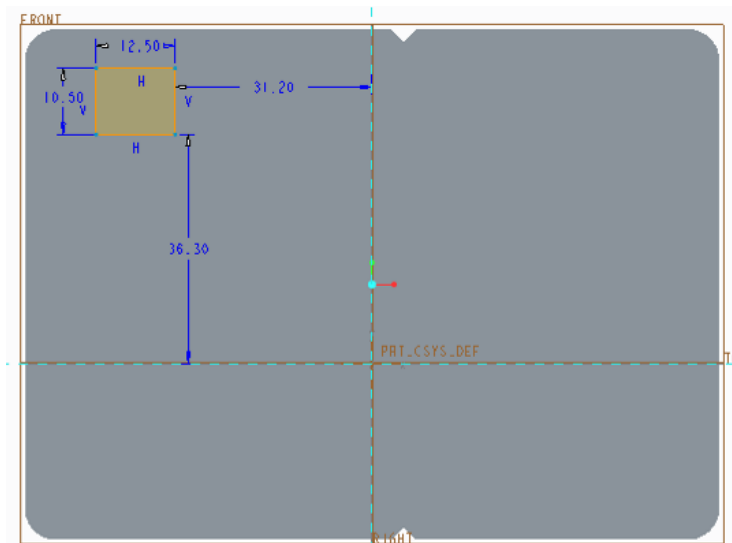


Рисунок 1.41 – Побудова прямокутника для отвору

Завершивши побудову ескізу **ОК** , вкажемо у вікні завдання параметрів операції видавлювання наступні параметри (рис. 1.42) та натиснемо піктограму  для підтвердження виконання операції.



Рисунок 1.42 – Панель з заданими параметрами операції витягування

Результат операції витягування з видаленням матеріалу показано нижче на рис. 1.43.

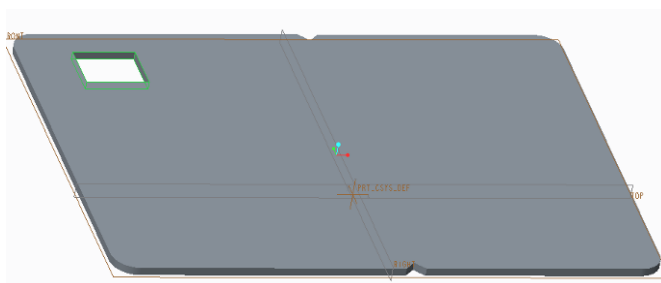


Рисунок 1.43 – Побудований отвір

Для збільшення кількості отворів скористаємося масивом. Виділимо побудований отвір в дереві моделі (позначений як Extrude1) та визвемо контекстне меню, натиснувши праву клавішу миші, у якому й оберемо операцію **Pattern...(Масив...)**.

Вкажемо тип розміщення елементів масиву на ескізних точках, обравши у вікні параметрів зі списку **Point (Точка)** (рис. 1.44). Задамо площину для внутрішнього ескізу, скориставшись командою **Define Internal Sketch...** (Задати внутрішній ескіз...) з контекстного меню, викликаного натисненням правої клавіші миші в робочій області (графічному вікні). Задамо площину для побудови ескізу (рис. 1.45).

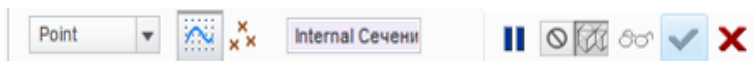


Рисунок 1.44 – Завдання типу розміщення компонентів масиву

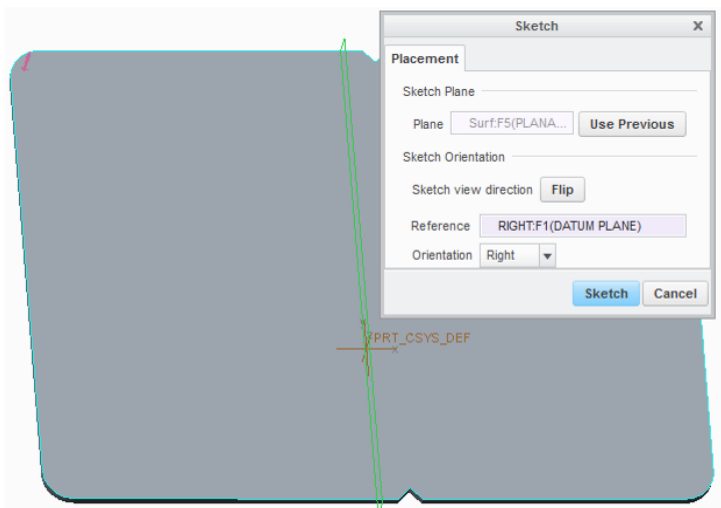


Рисунок 1.45 – Завдання площини

Використовуючи інструмент **Point (Точка)**  з групи інструментів **Datum (Опорний елемент)** поставимо 5 точок, котрі будуть центрами розміщення компонентів масиву (рис. 1.46).

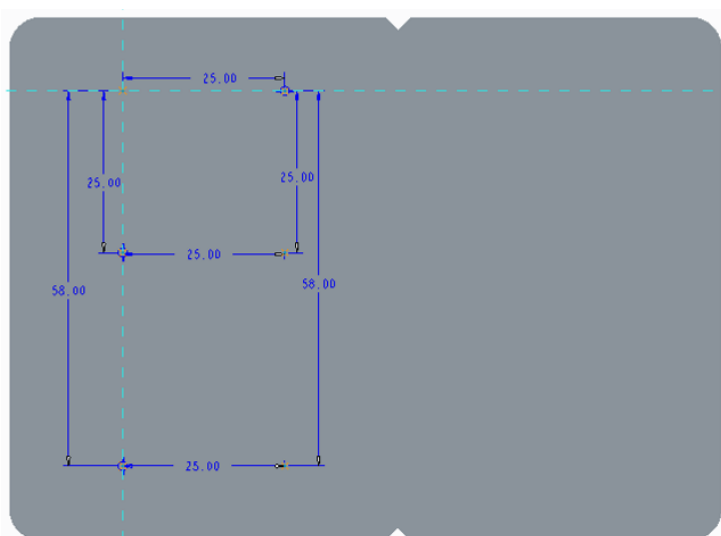


Рисунок 1.46 – Простановка точок для розміщення елементів масиву

Після завершення побудови ескізу **ОК**  розміщення точок центрів компонентів масиву, та побудови самого масиву , отримаємо наступну плоску побудову (рис. 1.47).

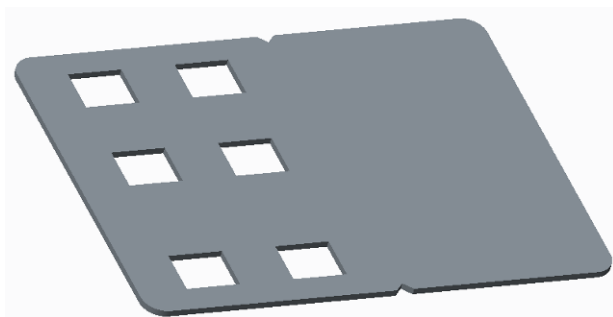


Рисунок 1.47 – Результат побудови масиву з прямокутних отворів

Аналогічним чином побудуємо наступні 5 отворів радіусом 4.6мм. Для їх побудови використаємо операцію **Extrude** (Витягнути) .

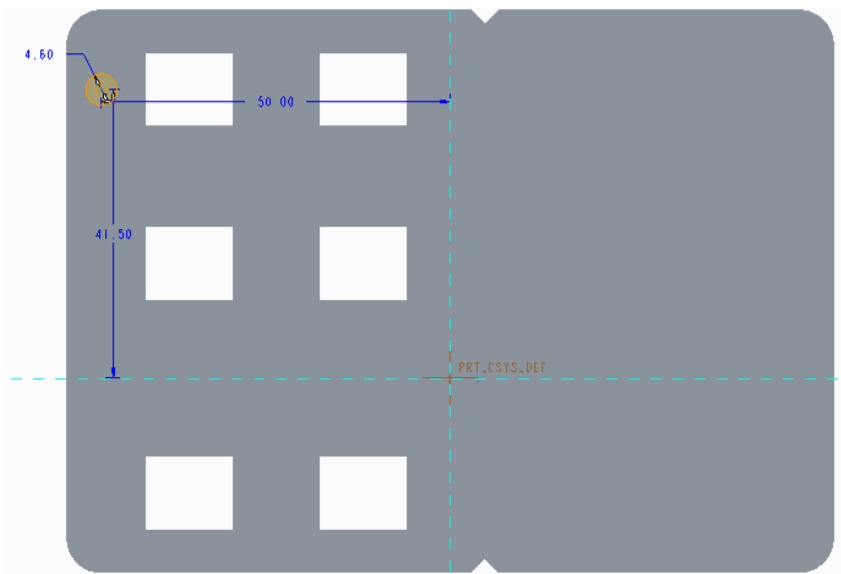


Рисунок 1.48 – Побудова ескізу кола для витягування з видаленням матеріалу

Побудуємо ескіз кола (**Center and Point (Центр та точка)** ) радіусом 4.6мм на тій же площині, що і минулого разу, та виконаємо витягування з видаленням матеріалу  (рис. 1.48 – 1.49).

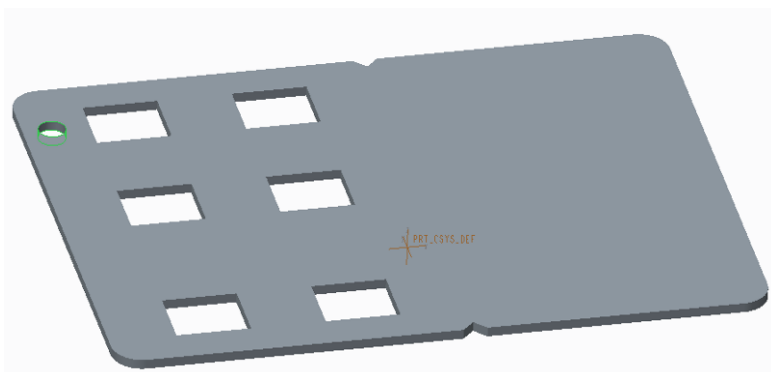


Рисунок 1.49 – Побудований отвір радіусом 4,6мм

Далі виділивши побудований отвір в дереві моделі побудуємо масив, задавши **точкове** розміщення ще 4 компонентів масиву на ескізіві використавши інструмент **Point (Точка)**  (рис. 1.50 – 1.53).

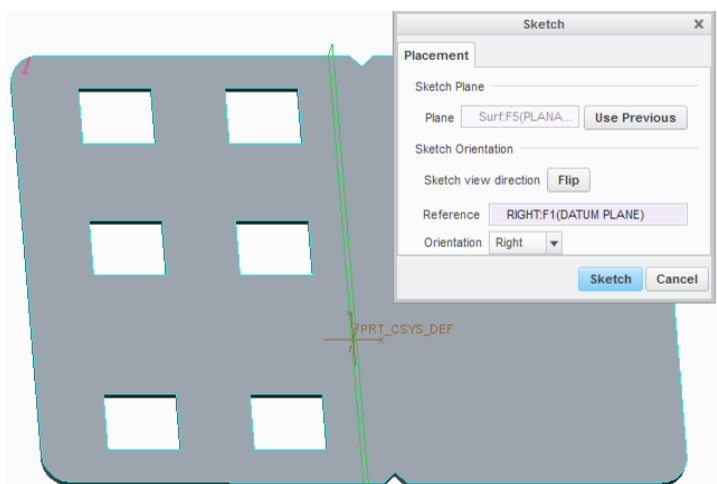


Рисунок 1.50 – Вибір площини розміщення елементів масиву

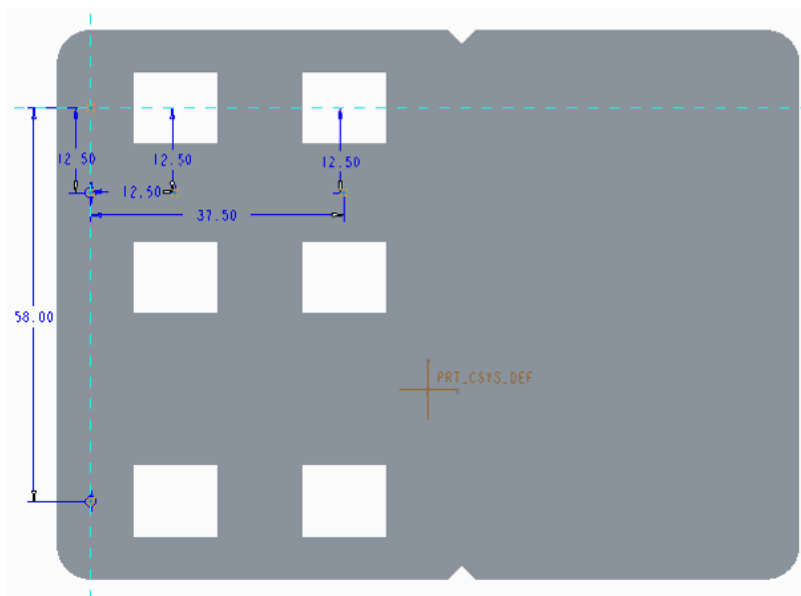


Рисунок 1.51 – Побудова точок центрів отворів радіусом 4,6мм

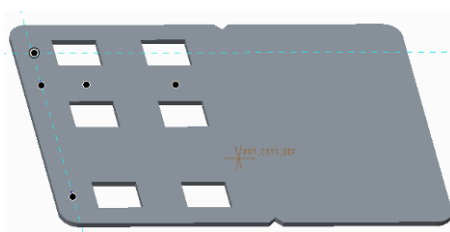


Рисунок 1.52– Перегляд розміщення центрів точок елементів масиву

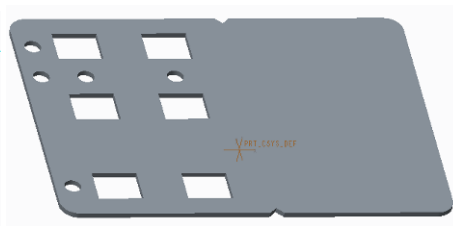


Рисунок 1.53 – Побудовані отвори з використанням масиву

Знову використовуючи операцію **Extrude (Витягнути)**  для побудови трьох отворів. Обравши дану операцію перейдемо до побудови ескізу, вказавши верхню площину нашої деталі (рис. 1.54).

Для побудови ескізу будемо використовувати інструменти **Center and Point (Центр та точка)**  для побудови кіл, **Line Chain (Ланцюг ліній)**  для з'єднання двох кіл дотичними та **Delete**

Segment (Видалення сегменту)  для видалення не потрібних дуг кола. Процес побудови ескізу показано на рисунках нижче (рис. 1.55 – 1.57).

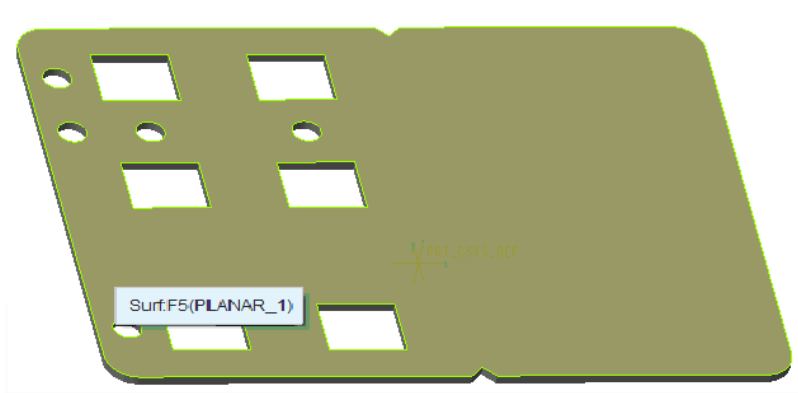


Рисунок 1.54 – Вибір площини для побудови ескізу для витягування з видаленням матеріалу

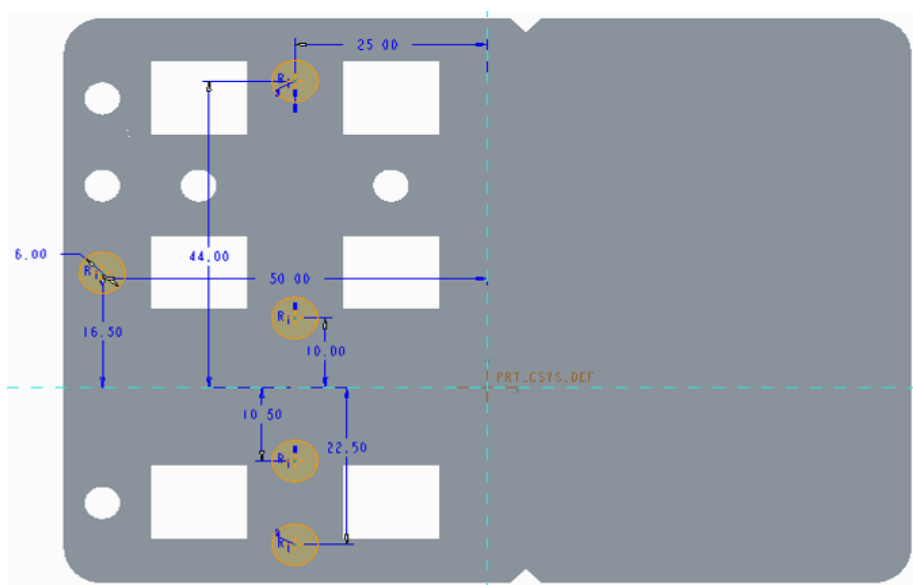


Рисунок 1.55 – Побудова кіл радіусом 6мм.

Після завершення побудови ескізу **OK**  вкажемо ті ж самі параметри витягування, що і при побудові попередніх отворів, та завершимо  операцію витягування з видаленням матеріалу. Побудовані отвори показано на рисунку нижче (див. рис. 1.58).

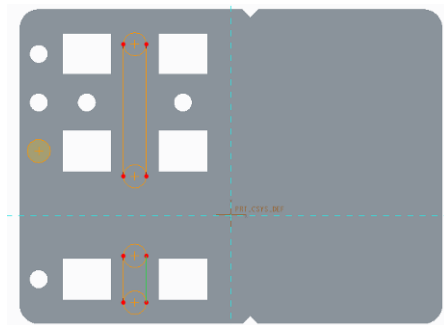


Рисунок 1.56 – З'єднання кіл дотичними

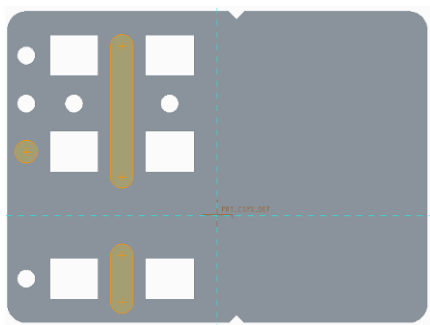


Рисунок 1.57 – Отриманий ескіз

Тепер можна відобразити побудовані вирізи на іншу половину плоскої деталі. Щоб виконати дану операцію, виділимо в дереві моделі усі побудовані нами отвори (рис. 1.59) та обравши в випадаючому списку групи інструментів **Editing (Правка)** вкладки **Model (Модель)** операцію **Mirror (Дзеркальне відображення)** , вкажемо площину **RIGHT** для відображення (рис. 1.60). Після натиснення на кнопку , отримаємо (див. рис. 1.61).

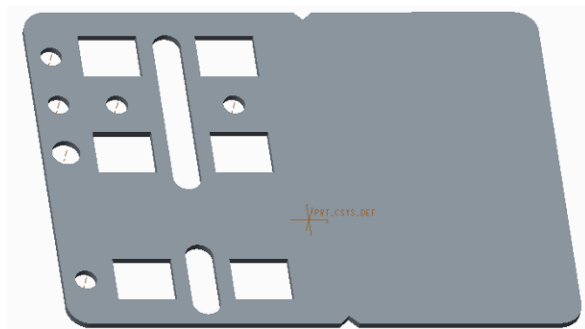


Рисунок 1.58 – Отримані вирізи

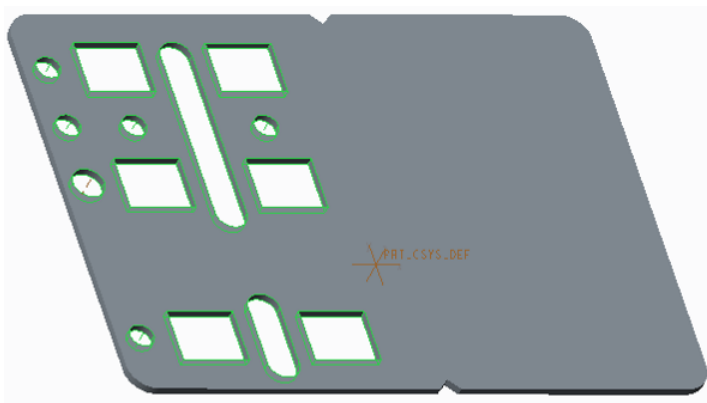


Рисунок 1.59 – Виділення отворів для відображення

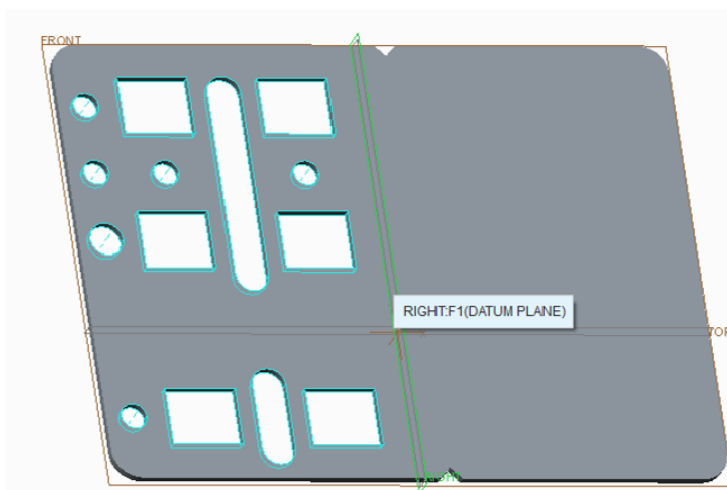


Рисунок 1.60 – Вибір площини відображення

Побудуємо 4 останні отвори використавши для цього операцію витягування **Extrude (Витягнути)**  та вказавши у параметрах видалення матеріалу . Для побудови ескізу кіл (рис. 1.62) радіусом 4,6мм і кола – 6мм., застосуємо інструмент **Center and Point (Центр та точка)** .

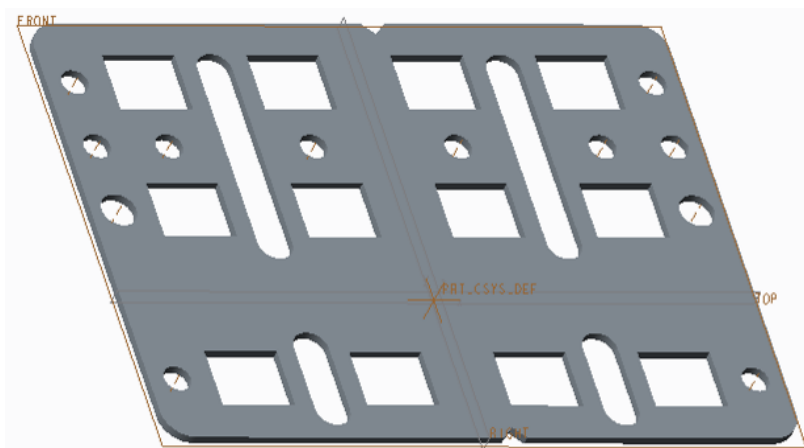


Рисунок 1.61 – Результат операції відображення

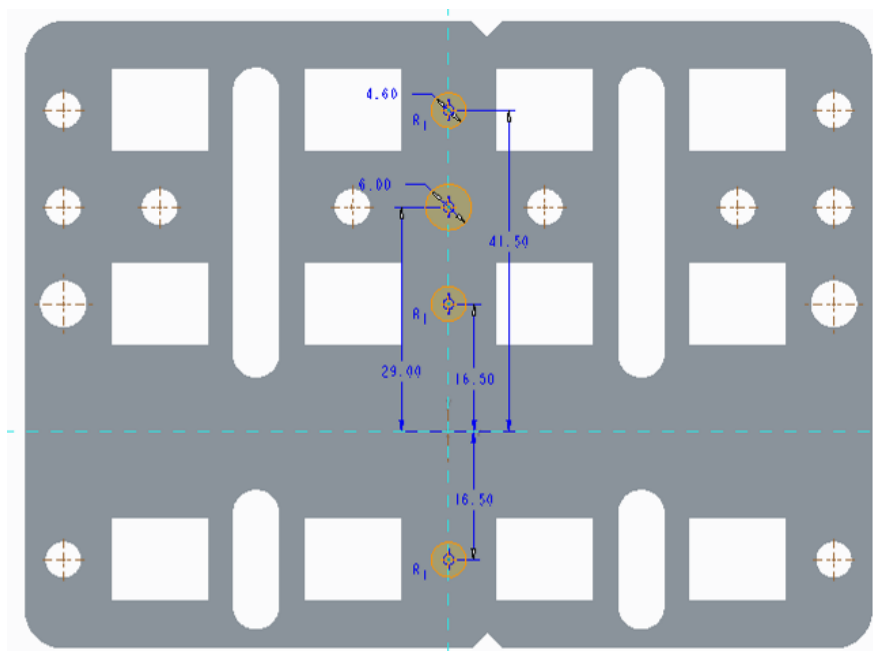


Рисунок 1.62 – Ескіз побудови кіл

В результаті отримали наступну заготовку плоскої деталі (див. рис. 1.63).

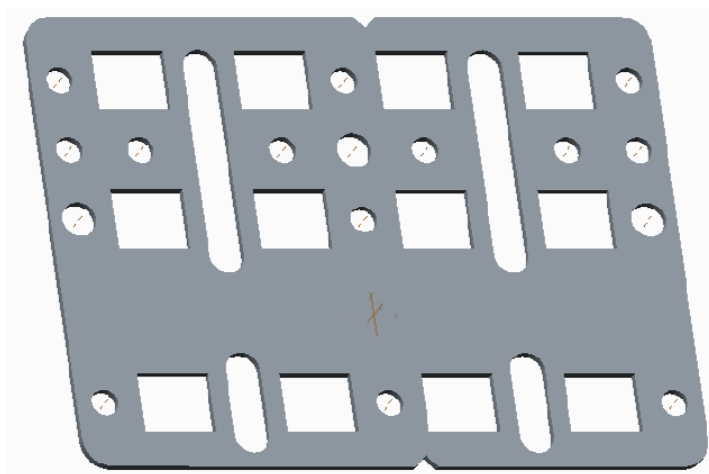


Рисунок 1.63 – Ескіз побудови кіл

Для того щоб отримати з неї необхідний нам монтажний кут, потрібно провести операцію **Bend (Згин)**  із випадаючого списку **Bend (Згин)** групи інструментів **Engineering (Проектування)** вкладки **Model (Модель)**. Обравши вказану операцію, спочатку побудуємо лінію для згину вказавши кликом лівої клавіші миші на площину деталі, та розтягнувши зелені маркери прив'язок до протилежних країв деталі (див. рис. 1.64).

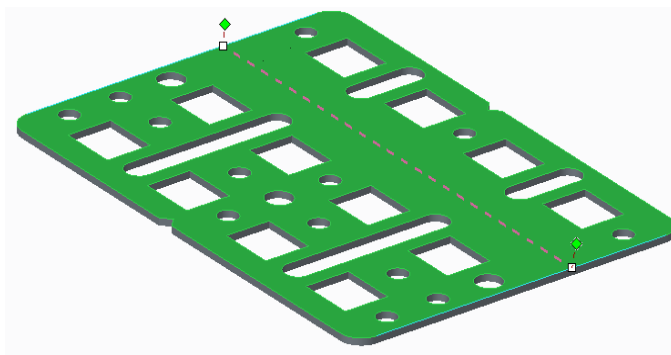


Рисунок 1.64 – Побудова лінії згину

Далі перенесемо нові утворені зелені маркери прив'язок до правого краю заготовки та вкажемо відстані лінії відносно одного з країв плоскої деталі (рис. 1.65, 1.66).

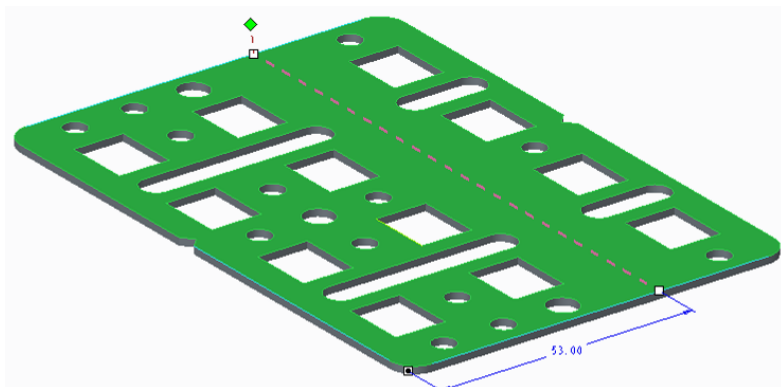


Рисунок 1.65 – Встановлення відстані від краю до лінії згину з однієї сторони

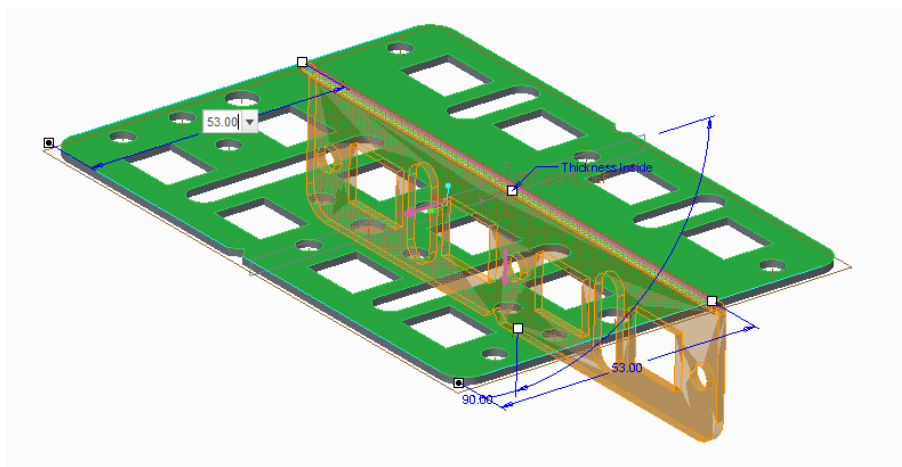


Рисунок 1.66 – Встановлення відстані від краю до лінії згину з іншої сторони

Вкажемо радіус та інші параметри згину (рис. 1.67). Стрілками вкажемо напрямок згинання (рис. 1.68). Після виконання усіх перелічених операцій отримаємо наступний монтажний куток (рис. 1.69).

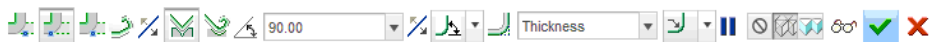


Рисунок 1.67 – Панель параметрів для операції згинання

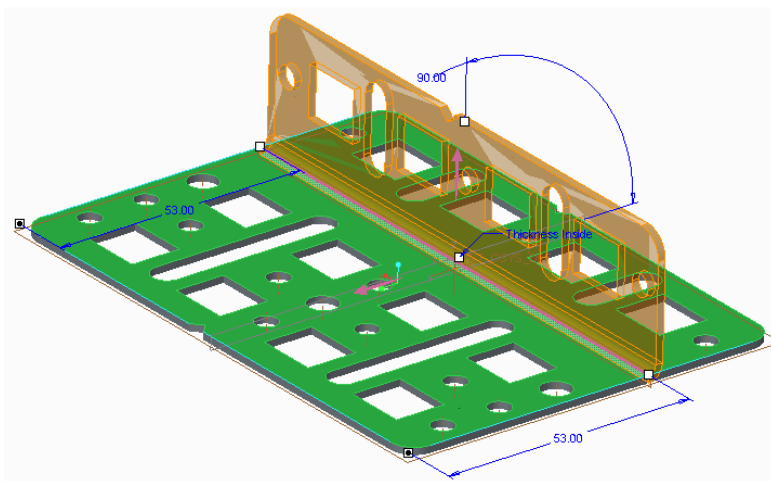


Рисунок 1.68 – Вибір напрямку згинання

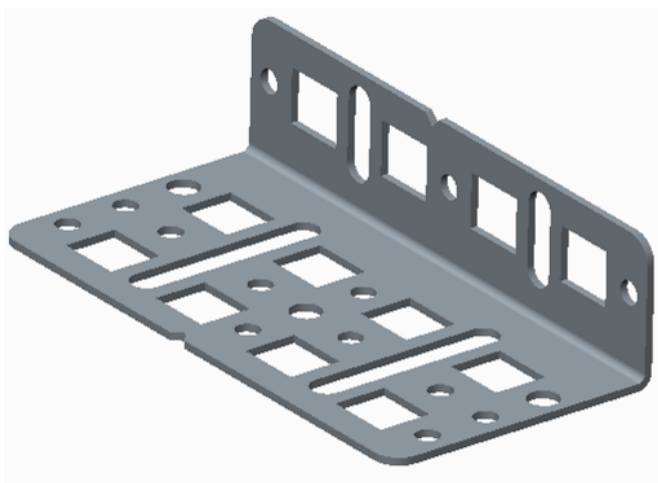


Рисунок 1.69 – Отримана модель монтажної куточки

Збережемо отриманий монтажний куточок за допомогою команди **Save (Зберегти)**.

1.4 Створення складання

1.4.1 Способи сполучення компонентів складання

Більшість деталей, що виробляється, представляють собою не окрему деталь, а сукупність компонентів.

Кожен компонент при додаванні до складання спочатку має шість мір свободи - три переміщення (по X, Y і Z осям) і три обертання (довкола X, Y і Z.). Коли ми використовуємо жорсткі прив'язки, такі як Mate (Спрягти), Insert (Вставити), Align (Вирівняти), то компонент, що сполучається, позбавляється всіх своїх мір свободи і жорстко фіксується в складанні.

Існують такі базові Жорстких прив'язок:

- Automatic (Автоматично);
- Insert (Вставити);
- Fix(Зафіксувати);
- Mate (Спрягти);
- Coordinate System (Координатна система);
- Align (Вирівняти);
- Default (За замовчанням).

Більш проста побудова з'єднань компонентів є використання прив'язки Automatic (Автоматично). Якщо ви спрягаєте компоненти з використанням цієї прив'язки, то вам достатньо вказати посилання на об'єктах що спрягаються і система сама визначить до якого типу жорстких прив'язок це можна віднести.

Існує динамічне складання - метод сполучення компонентів, при якому вони зберігають одну або більш мір свободи.

Первинні з'єднання, або так звані «м'які» прив'язки, дозволяють створювати з'єднання, які можуть бути приведені в рух для наочної ілюстрації роботи механізму і його аналізу. Наприклад, Ви можете створити з'єднання Slider (Повзун) між циліндром двигуна і поршнем, таким чином, поршень зможе переміщатися усередині циліндра.

Ви можете створити наступних типів Первинних з'єднань (Joint constrains):

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Rigid (Жорстке); | 6. Ball (Сферичний); |
| 2. Pin (Штифт); | 7. Weld (Зварка); |
| 3. Slider (Повзун); | 8. Bearing (Підшипник). |
| 4. Cylinder (Циліндр); | |
| 5. Planar (Плоский); | |

На рисунку 1.70 представлена стрічкова вкладка **Component Placement (Розміщення компонента)**, яка з'являється при додаванні нового компонента до складання, або редагуванні параметрів компонента складання.

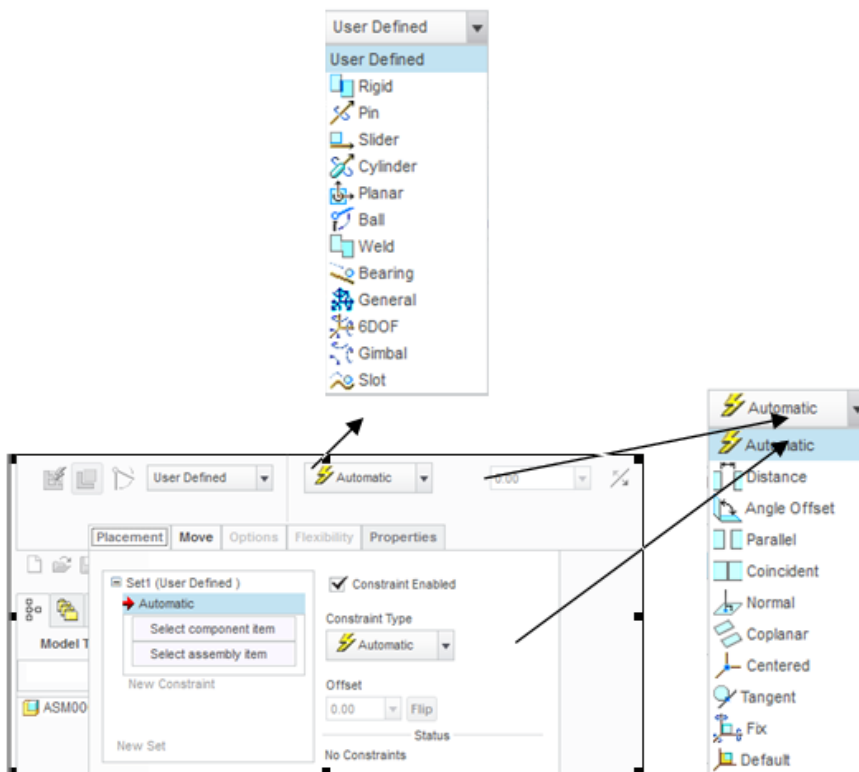


Рисунок 1.70 – Вкладка розміщення компонента у складанні

У таблиці 1.1 описані типи Первинних з'єднань, кількість мір свободи для кожного типу з'єднання та прив'язки, які необхідно створити при додаванні компонента у складання за допомогою вибраного типу з'єднання.

Таблиця 1.1 – Типи з'єднань

Тип з'єднання	Міра свободи переміщення	Міра свободи обертання	Необхідні прив'язки
Pin (Штифт)	0	1	2 вісі або кромки та 2 площини, опорних точок або вершин
Slider (Повзун)	1	0	2 вісі або кромки та 2 площини
Cylinder (Циліндр)	1	1	2 вісі або кромки
Planar (Плоский)	2	1	2 площини
Ball (Сферичний)	0	3	2 опорних точки або вершини
Weld (Зварка)	0	0	1 опорна точка та 1 вісь або кромка
Bearing (Підшипник)	1	3	2 системи координат

У даному розділі ми будимо розглядати тільки з'єднання Cylinder (Циліндр) та Slider (Повзун) на прикладі побудови динамічного складання моделі запобіжника.

З'єднання **Slider (Повзун)** потребує визначити дві прив'язки, які обмежать міру свободи компонента відносно однієї вісі. Прив'язки наступні:

– **Axis alignment** (Вирівнювання вісі) - вісі, які система накладе один на одного, і уздовж яких компонент переміщатиметься. Накладення цієї прив'язки дуже схоже на жорсткі прив'язки Align (Вирівняти) - стосовно осей, і Insert (Вставити).

У якості прив'язки можна використовувати Вісі, Лінійні кромки, Циліндричні поверхні.

– **Rotation reference** (Поворот) - Плоскість або плоскі поверхні, які система встановить паралельно один одному (із зазором або без) і які обмежуватимуть компонент в його обертанні відносно осі. Накладення цієї прив'язки дуже схоже на жорсткі прив'язки Align (Вирівняти) - стосовно плоскості, і Mate (Сполучити).

З'єднання **Cylinder (Циліндр)** потребує визначити тільки одну прив'язку, яка обмежить міру свободи компонента відносно вісі. Ця прив'язка наступна:

– **Axis alignment** (Вирівнювання вісі) - вісі, які система накладе один на одного, і уздовж яких компонент переміщатиметься. Накладення цієї прив'язки дуже схоже на жорсткі прив'язки Align (Вирівняти) - стосовно осей, і Insert (Вставити).

Використовується для того, щоб дати можливість компоненту, що сполучається, одночасно обертатися довкола вказаної осі і переміщатися в осьовому напрямі. Прикладом такого з'єднання може послужити гайка яка закручується на болт.

1.4.2 Перегляд і редагування параметрів компонентів складання

При додаванні компонента до складання, для того, щоб обертати и переміщувати його в необхідне положення, можна використовувати поєднання таких клавіш:

- СКМ – масштабування;
- Shift + СКМ – перетягування усього складання;
- Ctrl + Alt + СКМ – обертання компонента;
- Ctrl + Alt + ПКМ – перетягування компонента;
- Ctrl + Alt + ЛКМ – перетягування компонента відносно того, де був зроблений клік ЛКМ.

Або на самому компоненті, що додається до складання, є елементи 3D перетягування (див. рис. 1.71). Щоб виділити елементи, необхідно навести на нього курсор миші і затиснувши ЛКМ рухати компонент.

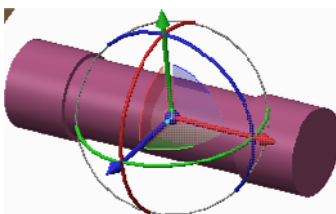


Рисунок 1.71 – Елементи 3D перетягування

Стрілочки – вибрав одну зі стрілочок, це дозволить перетягувати компонент в указаному напрямі.

Кільця – вибрав одне із кілець, це дозволить обертати компонент по колу, яке було вибране.

Площини – виберіть площину, що дозволить переміщувати компонент у напрямки стрілок між якими ця площина знаходиться.

Клікніть по шару у центрі, це дозволить переміщувати компонент у довільному напрямі.

Якщо компонент вже доданий до складання, а необхідно змінити його положення або прив'язку, то для цього необхідно у **Дереві моделі (Model Tree)** вибрати ЛКМ компонент, який хочете редагувати та натиснути на ПКМ. З випадаючого меню вибрати пункт ***Edit Definition (Правити визначення)*** (див. рис. 1.72).

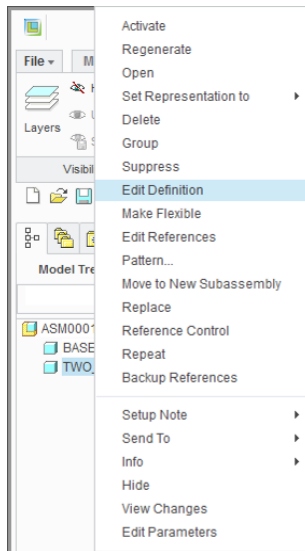


Рисунок 1.72 – Випадаюче меню компонента у Дереві моделі

Відкриється стрічкова вкладка **Component Placement (Розміщення компонента)**, де можна перевизначити положення компонента у складанні. Далі розкрийте вкладку **Placement (Розміщення)** на стрічці **Component Placement (Розміщення компонента)**, де можна бачити всі з'єднання, які були створені раніше. Ці з'єднання можна зовсім видалити, для цього виділіть ЛКМ з'єднання, яке необхідно видалити, і затисніть ПКМ поки не з'явиться спливаюче меню, у якому виберіть ***Delete (Видалити)***, як зображено

на рисунку 1.73. У цій же вкладці можна змінити тип обмеження (*Constraint Type*). Деякі типи обмежень представлені у таблиці 1.2.

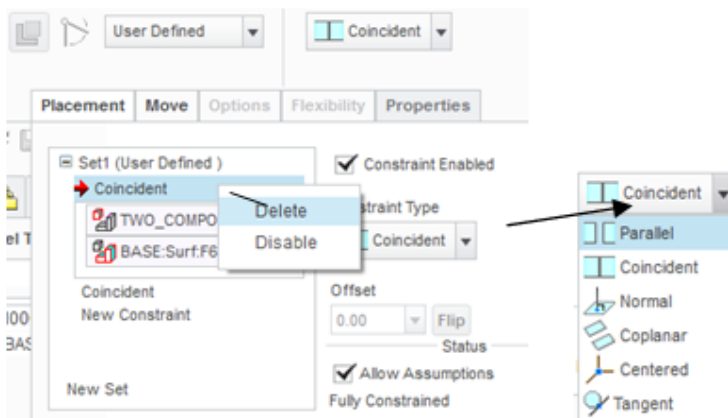


Рисунок 1.73 – Редагування з'єднань компонента

У тому випадку, якщо треба просто перевизначити посилання на об'єкт, то для цього розкрийте необхідне з'єднання і видаліть (Remove) те посилання, яке хочете змінити (див. рис. 1.74). Після вкажіть нове посилання на об'єкті, замість видаленого.

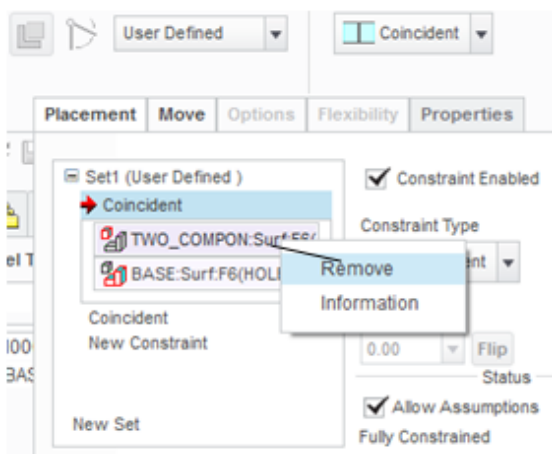


Рисунок 1.74 – Видалення посилання на об'єкт

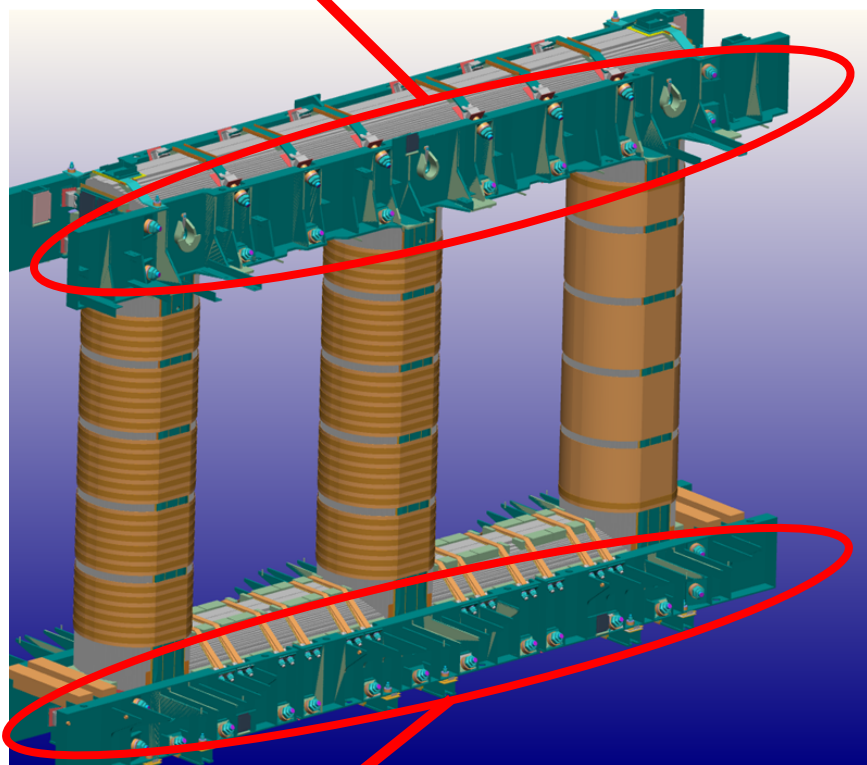
Таблиця 1.2 – Типи обмежень

Тип	Опис
Parallel (Паралельно)	Встановлює обмеження так, що при будь якому русі компонента дві вибрані поверхні залишаються паралельно одна одній.
Coincident (Співпадаючий)	Два обраних посилення (поверхні або вісі) стають співпадаючими і рухаються відносно цих посилень.
Normal (Нормаль)	Посилення на компонент, що додається (поверхні або вісі) розміщується по нормалі до посилення у складанні.
Tangent (Дотична)	Два обраних посилення (поверхні або вісі) розміщуються дотично один до одного.

2 САМОСТІЙНА РОБОТА

Необхідно спроектувати 3D модель балки ярмової електричного трансформатора. На рисунку 2.1 зображена модель остова 4-го габариту. Ярмові балки є складовою частиною остова та служать для його опресування.

Верхня ярмова балка



Нижня ярмова балка

Рисунок 2.1 – Модель остова 4-го габариту

Використовуйте отримані в ході виконання лабораторних робіт навички та теоретичні відомості даних методичних вказівок. Спроектуйте окремі деталі балки ярмової, для цього: виконайте самостійні завдання відповідно зі своїм варіантом в таблиці 2.1. Створіть складальні одиниці «кронштейн» та «балка ярмова». Всі файли з кресленнями окремих деталей та складальні креслення кронштейна та балки ярмової знаходяться у викладача.

Таблиця 2.1 – Завдання до самостійної роботи

Номер варіанту	Позначення	Назва
1	723371.013	Сегмент
2	743663.002	Скоба
3	712261.003	Бобишка
4	741173.580-004	Пластина
5	741173.580-023	Пластина
6	741173.580-024	Пластина
7	741176.842-008	Пластина
8	741212.552-022	Косинка
9	741231.244	Пластина
10	741245.134	Стінка
11	741331.302-081	Ребро
13	741331.302-097	Ребро
14	741363.536-001	Пластина
15	745311.013-03	Скоба
16	746112.699-73	Куток

Зміст звіту

1. Завдання згідно з варіантом.
2. Детальний опис послідовності виконання роботи.
3. Результати проектування.
4. Висновки.
5. Відповіді на контрольні запитання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Основна послідовність дій при проектуванні деталі у Cgeo?
2. Яке розширення мають файли тривимірних моделей, складання та двовимірною креслення?
3. Чи можна працювати з декількома моделями одночасно?
4. Що таке макрос і для чого він потрібен?
5. Які способи обробки вводу можливі при записі макросу?
6. Як імпортувати макрос до Cgeo?
7. Способи виклику макросу?
8. При яких випадках необхідно натискати кнопку Pause при створенні макрокоманд?
9. Послідовність дій при додаванні піктограми створеного макросу в групу інструментів.
10. Скільки мір свободи має деталь при додаванні його до складання?
11. Назвіть базові Жорсткі прив'язки.
12. Основні типи Первинних з'єднань та розкрийте їх зміст.
13. За допомогою яких клавіш обертати и переміщувати деталь при додаванні до складання ?
14. Як можна редагувати розміщення деталі у складанні?
15. Типи обмежень у складанні?

ЛІТЕРАТУРА

1. Якунин В.И. Разработка геометрических моделей и чертежей деталей на базе системы CAD/CAM PRO,ENGINEER: Учебное пособие / В.И. Якунин, В.А. Зубков, В.Н. Тимофеев и др., под редакцией В.А. Зубкова, Москва: 2008, 217 с.
2. Arras, Peter. Course BASIC MCAD. - Lessius, campus De Nayer 2011.- 276 pp.
3. Arras, Peter. Course MCAD Advanced. - Lessius, campus De Nayer, 2011. – 127 pp.
4. Creo Parametric. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: . http://www.pro-technologies.ru/product/Creo_Parametric/.
5. Shih, Randy H. Parametric Modeling with Creo Parametric 1.0 / Randy H.Shih. – SDC Publisher: Stepher Schroff, 2011. - 432 pp.
6. Минеев, М. А. Pro/Engineer Wildfire 2.0/3.0/4.0: самоучитель (+ DVD-ROM)/ М. А. Минеев. – М.: Наука и техника, 2008. – 352 с.
7. Пархоменко А. В. Автоматизоване проектування електронних засобів в середовищах CREO та ALTIUM DESIGNER: Навчальний посібник / А. В. Пархоменко, А. В. Притула, В. М. Кришук. – Запоріжжя : Дике поле, 2016. – 250 с.
8. Разработка геометрических моделей и чертежей деталей на базе системы CAD/CAM Pro/Engineer. Часть 1. / под ред. В.А.Зубкова.- М.: МГИУ, 2008. - 216 с.
9. Степанов, Н. В. Pro/Engineer 2000i: курс пользователя / Н.В. Степанов, А.А.Голованов. – М.: Компьютер Пресс, 2001.- 272 с.