

Лабораторна робота 2

Побудова плоских ескізів

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

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

Визначення площині для побудови ескизу

При створенні нової деталі або збірки трьох основних площинах проекції в нарисній геометрії: **горизонтальної, вертикальної і профільної** в *SolidWorks* визначаються три відповідних площині: **Front, Top, Right** (рис. 2.1). Орієнтація напрямки площин виконується по команді **Standard Views** [1].

Якщо ви обрали **Front** у вікні орієнтація, то напрям погляду користувача на екран буде перпендикулярно увазі **Front**.

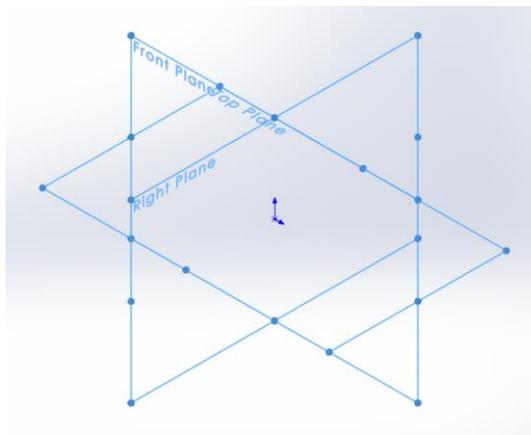


Рисунок 2.1 – Основні площини *SolidWorks*:
Front, Top, Right

Плоский ескіз можна створювати:

- на будь-якій площині за замовчуванням (**Front, Top** або **Right**);
- створеної інструментами **Reference Geometry** площині;
- плоскій грані твердотілого об'єкту.

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

Робота в режимі редагування ескізу

Для побудови двомірного ескізу слід виконати команду верхнього меню **Insert >> Sketch** або натиснути кнопку  **Sketch** на панелі інструментів **Sketch**.

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

Для переходу в режим редагування вже існуючого ескізу слід виділити в **FeatureManager** необхідний об'єкт, запустити спливаюче меню (натисканням правої кнопки миші), викликати команду  **Edit Sketch** (рис. 2.2).

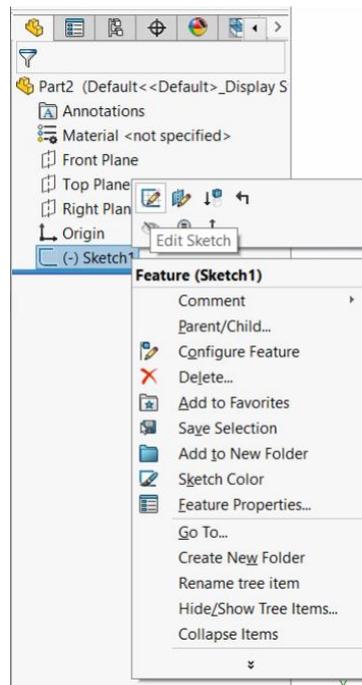


Рисунок 2.2 – Перехід в режим редагування ескізу

Основною ознакою режиму редагування ескізу є характерний знак у вікні **Кут для вибору** графічної області побудови.

Для виходу з режиму редагування ескізу слід виконати одну з команд:  **Exit Sketch**,  **Rebuild**, або **Скасування** (без збереження змін) у вікні **Кут для вибору**.

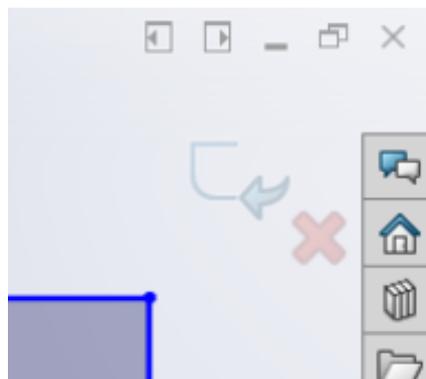


Рисунок 2.3 – Команди вийшли з них ескізу

Елементи формування

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

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

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

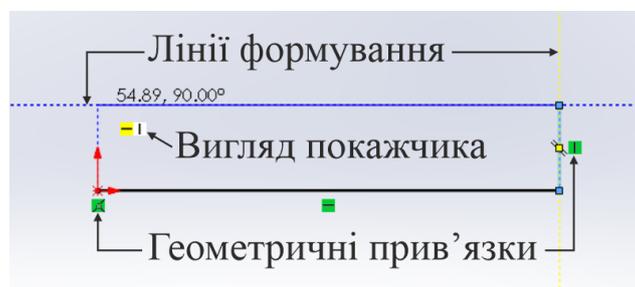


Рисунок 2.4 – Елементи формування об'єктів ескізу

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

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

Об'єкти побудови плоского ескізу

Об'єкти побудови ескізу розташовані на панелі інструментів **Sketch** або можуть бути активовані через верхнє меню по команді **Tools >> Sketch Entities** (Об'єкти ескізу). Всі властивості об'єктів діляться на три групи: тип (лінія, дуга, окружність, еліпс), взаємозв'язки (горизонтальність, вертикальність) і геометричні параметри (координати, довжина, кут, діаметр). Властивості відображаються в **PropertyManager** при побудові об'єктів.

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

- лінії;
- прямокутники;
- окружності;
- дуги;

- багатокутники;
- складні криві і фігури (еліпси, параболи, сплайни та ін.).

Існують два режими проектування плоских об'єктів в ескізах:

1. Режим «натиснути-перетягнути» – проектування об'єкта починається при натисканні на першу точку і подальшому її перетягуванні, не відпускаючи кнопки миші, і закінчується, коли кнопку відпускають.
2. Режим «натиснути-натиснути» – проектування об'єкта починається і закінчується при натисканні кнопки миші, проектується об'єкт переміщенням між двома цими натисканнями.

Найбільш універсальним і часто використовуваним елементом для проектування плоских об'єктів в *SolidWorks* є **Line** (Лінія). При використанні об'єкта **Line** в режимі «натиснути-натиснути» створюється ланцюжок сегментів – ламана лінія. Завершити побудова лінії можна через спливаюче меню, активізувавши команду **Вибрати** (Select), або натиснувши клавішу *Esc* на клавіатурі.

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

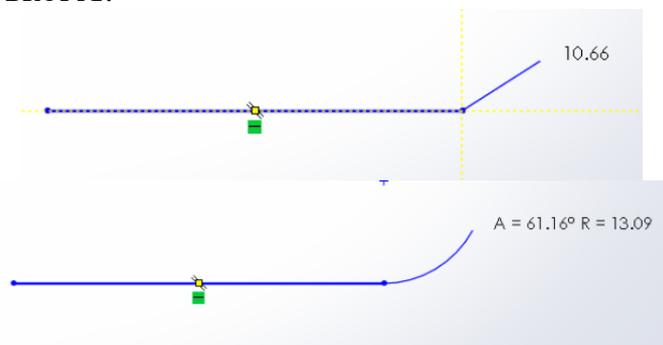


Рисунок 2.5 – Автоматичний перехід від лінії до дотичної дуги

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

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

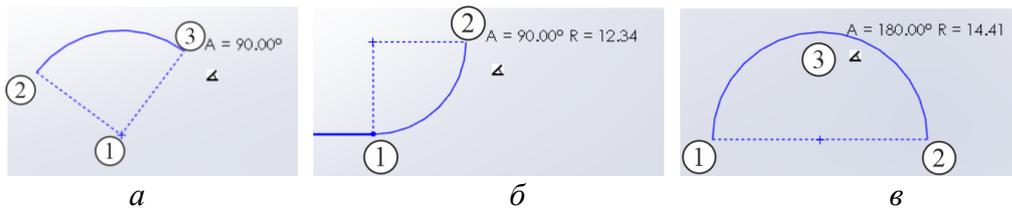


Рисунок 2.6 – Методи побудови дуг

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

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

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

- переміщенням вузла (рис. 2.7, а);
- змінюючи **Радіальний напрямок дотичної** – кут нахилу щодо координатної осі (рис. 2.7, б);
- змінюючи **Величину дотичної** – радіус кривизни в потрібній точці (рис. 2.7, в).

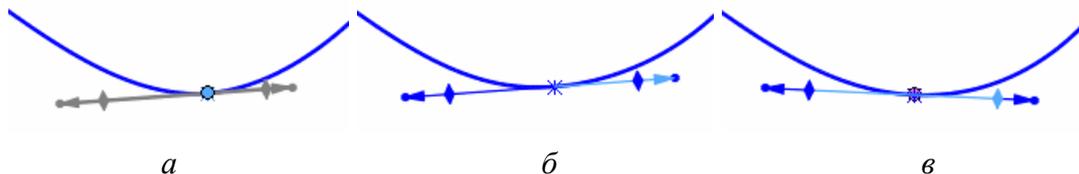


Рисунок 2.7 – Способи управління формою сплайна

Побудова кіл, прямокутників, багатокутників в ескізах відповідає більшості графічних САПР для роботи з двомірною векторною графікою. Детальний опис правил побудови і роботи з об'єктами ескізу міститься в [2], а також в довідковій системі *SolidWorks*.

Нанесення розмірів в двомірному ескізі

Геометричні об'єкти, побудовані в ескізі, повинні бути визначені в просторі. В кінцевому підсумку повинні бути задані координати точок відповідних об'єктів (ліній, дуг, кіл). У режимі **Sketch** положення об'єктів описується математично за рахунок нанесення керуючих розмірів або за рахунок накладення обмежень на розташування об'єктів.

Кожному керівнику розміром в *SolidWorks* відповідає окрема змінна. Визначивши об'єкту ескізу необхідний набір параметрів, всі побудовані елементи (лінії, дуги, кола, сплайни) можуть бути представлені у вигляді

системи рівнянь. Програма автоматично перебудовує об'єкт відповідно до заданого значенням керуючого розміру (всі зміни відображаються в графічній області).

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

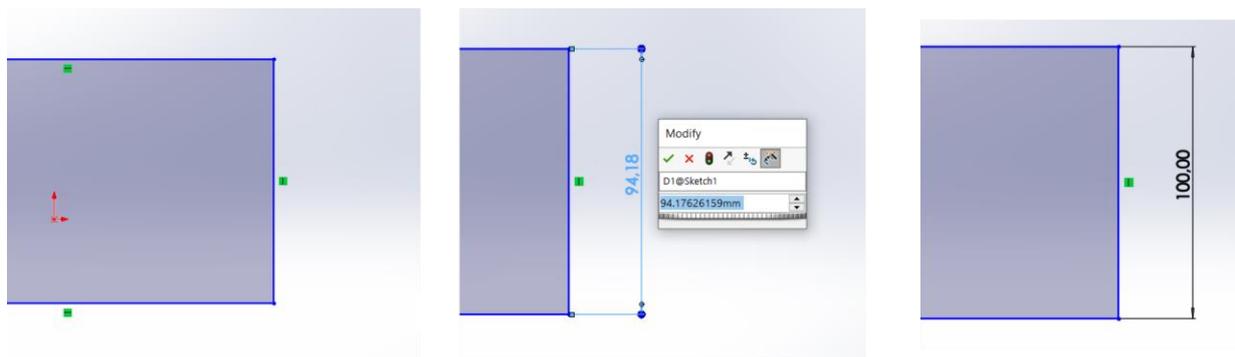


Рисунок 2.8 – Проставлення розмірів об'єктів на плоскому ескізі

Розмір може бути встановлений як щодо існуючого об'єкта ескізу, включаючи **Origin** і допоміжні осьові лінії, так і щодо вже побудованих тривимірних елементів і їх ескізів.

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

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

Взаємозв'язки

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

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

У другому випадку (рис. 2.9, б) крім прямокутника була побудована його діагональ за допомогою допоміжної **Centerline** (Осьовий лінії).

Додано два взаємозв'язки: **Equal** (Рівність) суміжних сторін прямокутника і **Середня точка** для діагоналі прямокутника і **Вихідної точки**. Для повного визначення квадрата досить задати один розмір – довжину сторони.

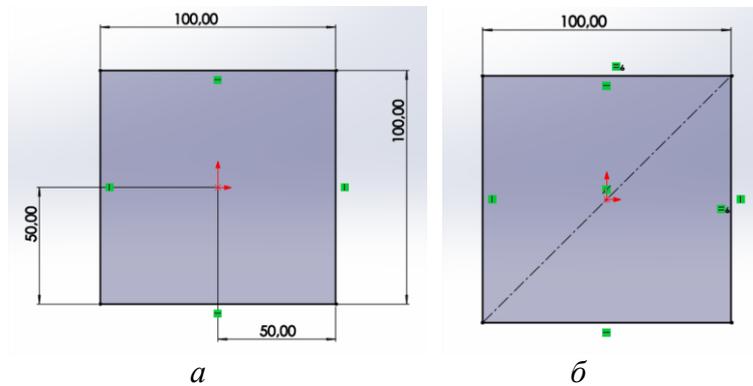


Рисунок 2.9 – Способи визначення квадрата в ескізі

Для додавання взаємозв'язку слід активізувати команду **Add Relations** (Додати взаємозв'язок) на панелі інструментів **Sketch** або відразу вибрати необхідний об'єкт або об'єкти ескізу (вибір декількох об'єктів виконується, утримуючи клавішу *Ctrl* на клавіатурі). Система самостійно визначає допустимі взаємозв'язки для обраних об'єктів і пропонує вибрати один з них. У вікні **PropertyManager** слід натиснути відповідну піктограму (**Coincident** (Збіг), **Horizontal** (Горизонтальний), **Fix** (Зафіксований) і т.п.).

Заданий відносно положення об'єктів не може бути змінено до тих пір, поки взаємозв'язку не будуть видалені.

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

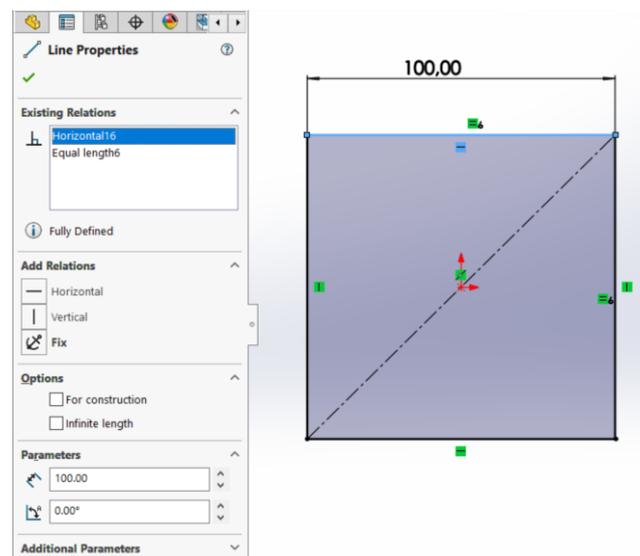


Рисунок 2.10 – Відображення існуючих взаємозв'язків об'єкта ескізу

Велика кількість взаємозв'язків значно ускладнює процес виправлення помилок, так як для цього необхідно видаляти зайві взаємозв'язку. Щоб не захащувати намальовані об'єкти значками взаємозв'язків, їх рекомендується відключити (верхнє меню **View** (Вигляд) >> **Sketch Relations** (Взаємозв'язки ескізу). Видаляти взаємозв'язку в цьому випадку можливо через команду **Tools** >> **Relations** >> **Display/Delete** (Показати / видалити).

Статус ескізу

Ескіз може перебувати в одному з трьох станів:

1. **Повністю визначений** – все лінії і криві в ескізі, а також їх розташування однозначно описуються розмірами і (або) взаємозв'язками. Колір об'єктів ескізу – чорний, в **FeatureManager** такої ескіз відображається без будь-яких значків.

2. **Перевизначений** – розміри або взаємозв'язки знаходяться в протиріччі або дублюють один одного. У перевизначення ескізі графічні об'єкти, для яких не було знайдено рішення, мають червоний колір, об'єкти, що знаходяться в конфлікті один з одним, – жовтий. У **FeatureManager** такої ескіз відображається із позначкою «+».

3. **Недовизначений** – не визначені деякі розміри або взаємозв'язки, їх можна змінювати. Колір об'єктів ескізу – синій. У **FeatureManager** такої ескіз відображається із позначкою «-».

Створювати тривимірні об'єкти без помилок можливо як для повністю визначених ескізів, так і для ескізів, які недовизначені. В останньому випадку це дає більше можливостей з моделювання об'єктів, розміри і форма яких заздалегідь невідомі. Однак на стадії завершення проектування рекомендується ескізи повністю визначити (будь-які зміни в ескізах з повністю заданими параметрами будуть передбачуваними).

На рис. 2.11 показаний приклад повністю певного ескізу з проставлянням розмірів і завданням необхідних взаємозв'язків.

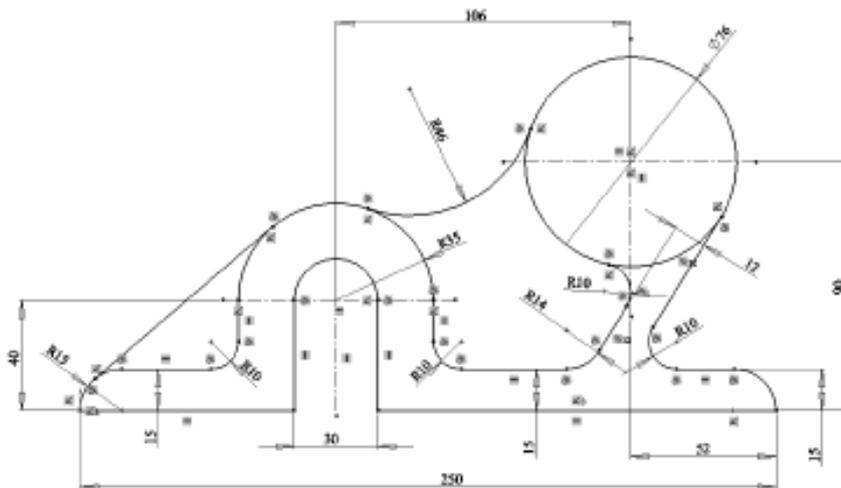


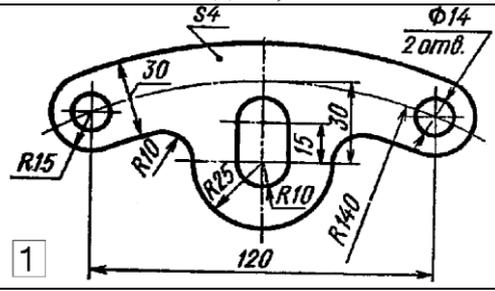
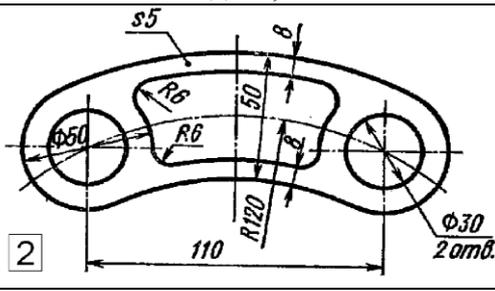
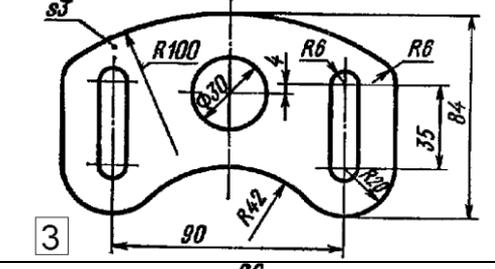
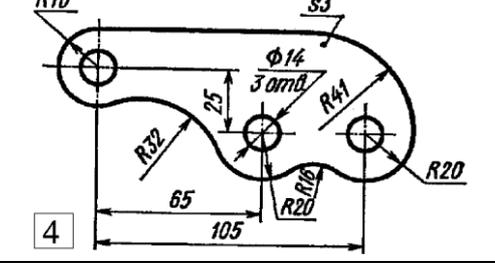
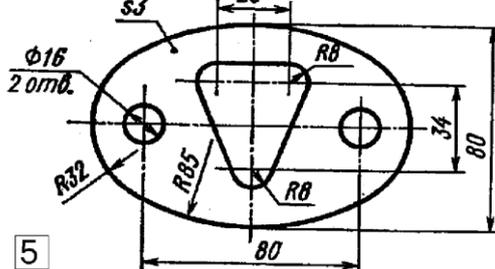
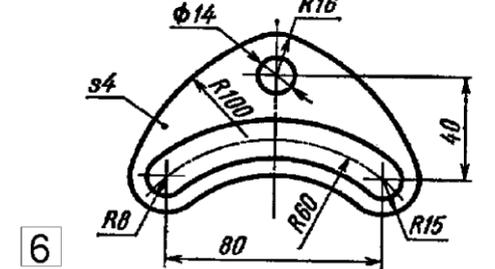
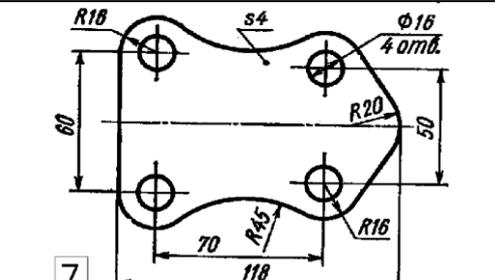
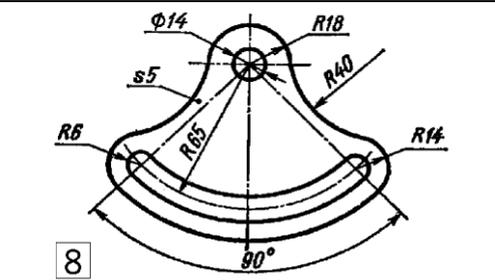
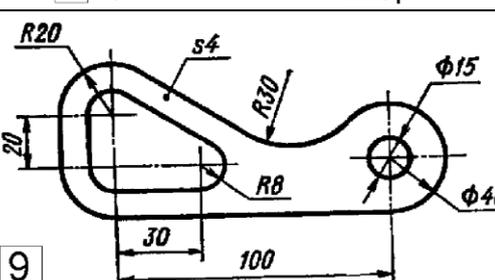
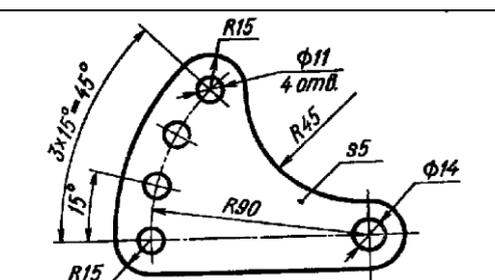
Рисунок 2.11 – Повністю визначений ескіз

Практична робота 2

Створення ескізу

Завдання: Відповідно до виданого зображення плоского об'єкта (Таблиця 2.1) виконати побудову повністю певного ескізу в *SolidWorks*.

Таблиця 2.1 – Моделі для практичної роботи

| № | Модель, мм | № | Модель, мм |
|---|---|----|--|
| 1 |  | 2 |  |
| 3 |  | 4 |  |
| 5 |  | 6 |  |
| 7 |  | 8 |  |
| 9 |  | 10 |  |

Закінчення таблиці 2.1

| № | Модель, мм | № | Модель, мм |
|----|------------|----|------------|
| 11 | | 12 | |
| 13 | | 14 | |
| 15 | | 16 | |