

**Міністерство науки і освіти України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного**

ЮЛІЯ ХОЛОДНЯК

***КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ
ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ***

***Навчально-методичний посібник
з виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»***

**Мелітополь
2021**

УДК [004.94:62](075.8)
Х71

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради механіко-технологічного факультету Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного
Протокол №3 від 10 листопада 2020 р.*

Рецензенти:

О. В. Строкань – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного;

О. А. Дереза – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та комп'ютерного проектування імені проф. В.М. Найдиша. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного.

Холодняк Ю. В.

Комп'ютерне проектування промислових виробів:
навчально-методичний посібник з виконання практичних робіт /
Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – 152 с.

У навчально-методичному посібнику наведено опис практичних робіт з комп'ютерного проектування промислових виробів, які виконуються в Таврійському державному агротехнологічному університеті імені Дмитра Моторного. У кожній роботі наведені мета роботи, стислі теоретичні відомості, вказівки до виконання контрольного прикладу та самостійної роботи, а також питання для самоконтролю.

Зміст видання відповідає освітньо-професійній програмі підготовки бакалаврів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка».

ЗМІСТ

Побудова базових тривимірних моделей засобами SolidWorks.....	4
Побудова тривимірних моделей складної конфігурації засобами SolidWorks	21
Побудова тривимірних моделей з використанням витягування по перерізам та по траєкторії.....	33
Побудова просторових каркасних моделей.....	48
Моделювання складних деталей з використанням професіональних інструментів 3d-моделювання.....	58
Створення тривимірної моделі виробу з листового металу	76
Моделювання глобоїдної черв'ячної передачі в середовищі SolidWorks	95
Моделювання зубчастої циліндричної прямозубої передачі в середовищі SolidWorks.....	108
Побудова складальних одиниць засобами SolidWorks.....	116
Створення специфікацій за допомогою доповнення «SWR-специфікація».....	133
Список літератури	151

ПОБУДОВА БАЗОВИХ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS

Методичні вказівки до практичної роботи № 1

Мета роботи: навчитися визначати послідовність дій при побудові тривимірних моделей деталей методом видавлювання; отримати практичні навички побудови деталей складної форми засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Інструменти побудови тривимірних моделей в SolidWorks.

Послідовність дій при створенні елементів операцією видавлювання.

Послідовність дій при створенні вирізів операцією видавлювання.
Алгоритм побудови лінійних та радіальних масивів тривимірних об'єктів засобами SolidWorks.

2.3 Рекомендована література

1. Дударева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2010. Петербург: БХВ-Петербург, 2011. - 416 с.
2. Зиновьев Д. Основы моделирования в SolidWorks: . М.: ДМК Пресс, 2016. – 240 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Деталлю в SolidWorks називається тривимірний об'єкт, який складається з деякої кількості елементів. Елементи – це окремі геометричні форми, які в поєднанні утворюють деталь. Основні формотворчі елементи – бобишки і вирізи будуються на базі плоских ескізів. Інші елементи – оболонки, скруглення, фаски перетворюють вже існуючу 3D модель.

Основні способи створення твердотілих елементів

У загальному випадку тривимірна твердотіла модель деталі в SolidWorks складається з безлічі «сконструйованих» елементів, або елементарних об'ємів. Найбільш загальними способами опису тривимірних об'єктів є табличні способи, в яких поверхня визначається масивом точок з відомими координатами. Такий спосіб використовується в універсальних форматах файлів для зберігання інформації про тривимірні об'єкти.

Для побудови моделей зручнішим є аналітичний спосіб: поверхні є результатом руху відрізків уздовж однієї або декількох твірної.

До основних типів елементів в SolidWorks відносяться:

- витягування (рух по прямій лінії);
- обертання (рух по колу);
- за траєкторією (рух уздовж довільної кривої);
- за перетинами (рух кількох довільних твірних уздовж декількох довільних напрямних).

Відповідно до цих типів можуть бути виконані бобишки (виступаючі частини деталі) і вирізи.

До додаткових елементів відносяться скруглення, фаски, оболонки та ін. Крім того, для створення елементів твердотілої геометрії можуть використовуватися масиви елементів - лінійні і кругові, а також дзеркальні копії елементів.

Додатково в SolidWorks реалізовані операції по перетворенню тривимірної геометрії деталі: деформація, масштабування, гнучкі та інші. Ці операції виконуються з одним елементом і замінюють процес створення складної геометрії.

Іншим додатковим типом операцій є булеві операції. Вони виконуються з двома і більше елементами і необхідні для об'єднання елементів в єдиний об'єкт методами логічного вирахування або складання твердих тіл. Твердотілі моделі в SolidWorks можна створювати одним із зазначених способів.

Кінцевий результат не буде залежати від обраного способу, однак для кращого розуміння і зручності редагування рекомендується виконувати модель аналогічно технологічному процесу її виготовлення. Якщо обробку валу передбачається вести за допомогою токарних операцій, то і модель слід отримувати методом обертання контуру.

Витягнуті об'єкти

Операцію витягування можна уявити як процес переміщення побудованого в ескізі контуру уздовж деякого відрізка (внаслідок переміщення кола буде отримано циліндр). Для того, щоб активізувати операцію, необхідно виконати команду на панелі інструментів **Витягнутая бобышка/Основание** (для створення твердого тіла) або **Витянутый Вырез** (для створення вирізу в побудованому твердому тілі).

При побудові елемента методом витягування в менеджері властивостей відображаються три складові у вигляді трьох панелей:

- початкові умови для створення елемента;
- граничні умови;
- модифікації команди.

Комбінації цих складових призводять до того, що для одного і того ж ескізу будуть побудовані різні варіанти конструкцій твердого тіла.

В якості початкової умови для створення елемента можуть бути задані:

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

- зміщення.

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

При виборі в якості початкової умови поверхонь, граней або площин контур елемента **Вытянутая бобышка/Основание** повинен повністю перебувати в їх межах.

Граничні умови служать для визначення меж витягнутого елемента.

Всього є вісім умов, які в якості вихідної інформації повинні приймати або чисельні значення розмірів, або геометричні об'єкти:

1. **На заданное расстояние** - визначає межу витягнутого елемента шляхом явної вказівки глибини витягування (значення можна задавати в чисельному вигляді або перетягуванням мишкою стрілки витягування на попередньому вигляді).

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

3. **До следующего** - витягується елемент від площини ескізу до наступної поверхні.

4. **До вершины** - ескіз витягується до розташованої паралельно площині, що проходить через задану вершину.

5. **До поверхности** - елемент заповнює область від площини ескізу до обраної поверхні.

6. **На расстоянии от поверхности** - елемент заповнює область від площини ескізу до поверхні, еквідистантній обраній.

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

8. **Средняя плоскость** - елемент створюється шляхом витягування ескізу на рівну глибину в обох напрямках від площини побудови ескізу.

Основними модифікаціями команди **Вытянутая бобышка/Основание** є:

Створення багатотільних деталей. Якщо прапорець **Результат слияния** зняти, то базовий елемент та елемент, ескіз якого побудований на одній з поверхонь базового, будуть являти собою різні тверді тіла.

Напрямок видавлювання. За замовчуванням SolidWorks виконує витяжку контуру елемента перпендикулярно площині ескізу, проте

можна вказати довільний кут нахилу вектора видавлювання за допомогою двомірного або тривимірного ескізу.

Кут нахилу при видавлюванні ескізу. При наявності ухилу результуючий елемент матиме звуження або розширення (замість циліндра виходить конус, паралелепіпеда - піраміда і т.д.).

Тонкостінний елемент. Тонкостінні витягнуті елементи можна створювати на основі як замкнутих, так і незамкнутих ескізів. Ця операція вимагає вказівки напрямку зсуву ескізу (всередину або назовні) для створення порожнини всередині елемента, а також величини зсуву в кожному напрямку.

Торцева пробка. Відображається лише в разі створення тонкостінного елемента, ескіз якого є замкнутим контуром. Якщо цей прапорець встановлено, то на двох кінцях витягнутого тонкостінного елемента створюються межі.

3.2 Контрольний приклад

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі та у фронтальній площині створіть новий ескіз.

Побудуйте три кола як показано та поставте розміри відповідно до рис. 1. З початкової точки проведіть горизонтальну і вертикальну осьові лінії.

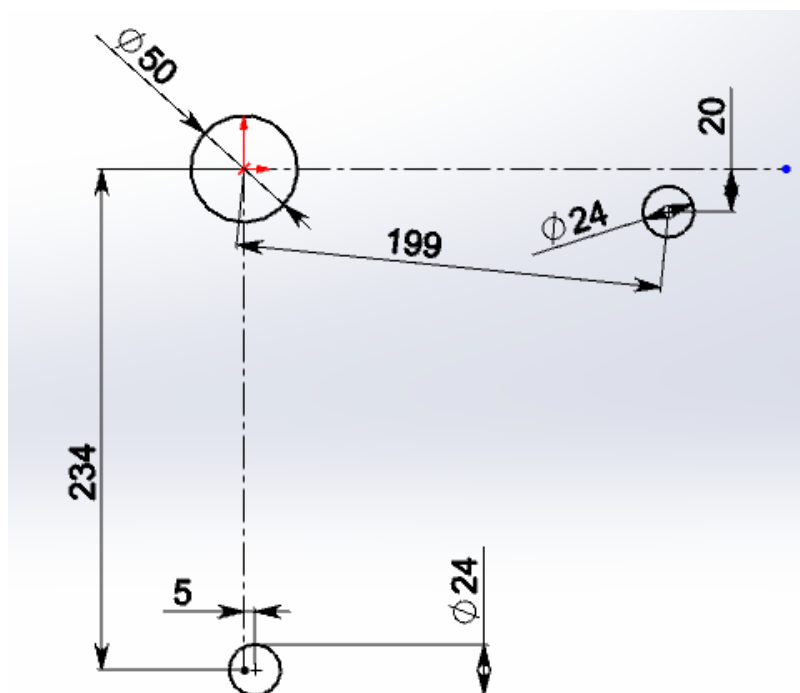


Рис. 1. Побудова вихідного ескізу

Проведіть лінію, дотичну до кола діаметром 24 мм та побудуйте дві лінії, як показано на рис. 2. Задайте взаємозв'язок **Касание** для кола діаметром 24 мм і найближчої до неї прямої лінії.

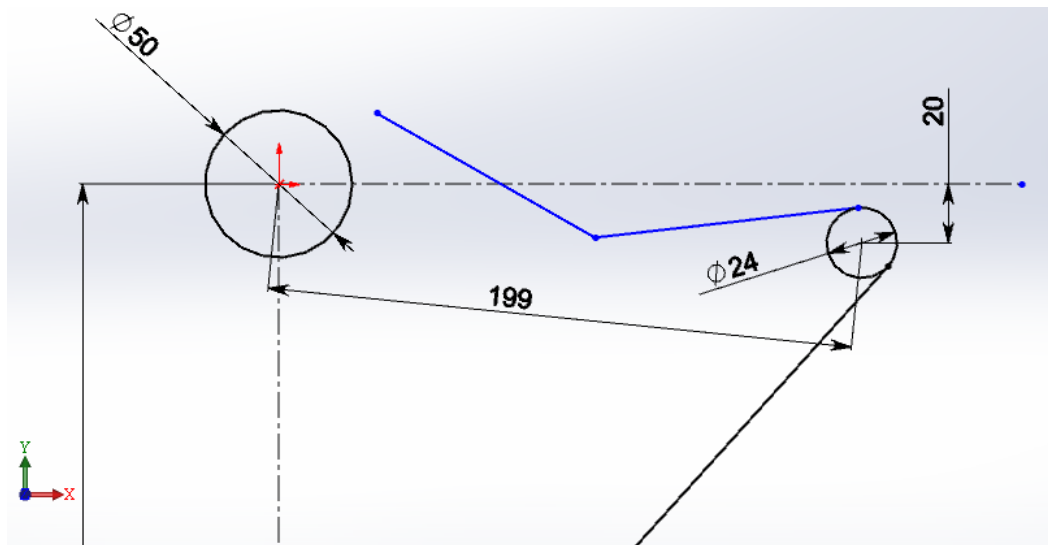


Рис. 2. Додавання взаємозв'язків

Додайте округлення радіусом 45 мм між побудованими лініями та проставте розміри виконаного елемента ескізу так, як показано на рис. 3. Лінійний розмір із значенням «33» поставте від центру кола до точки сполучення прямої і дуги радіуса 45 мм.

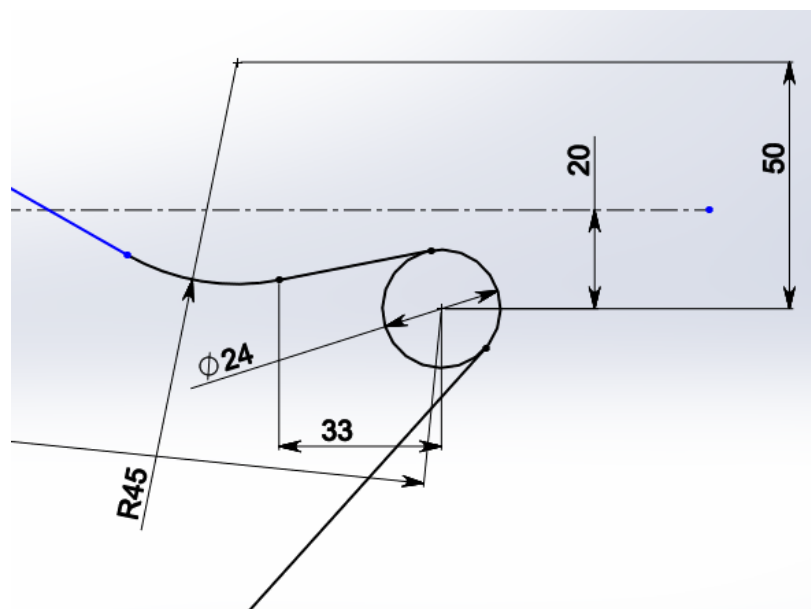


Рис. 3. Побудова скруглення

Побудуйте кола діаметром 40 мм з центром на вертикальній осьовій лінії та коло діаметром 10 мм, розташоване, як показано на рис. 4.

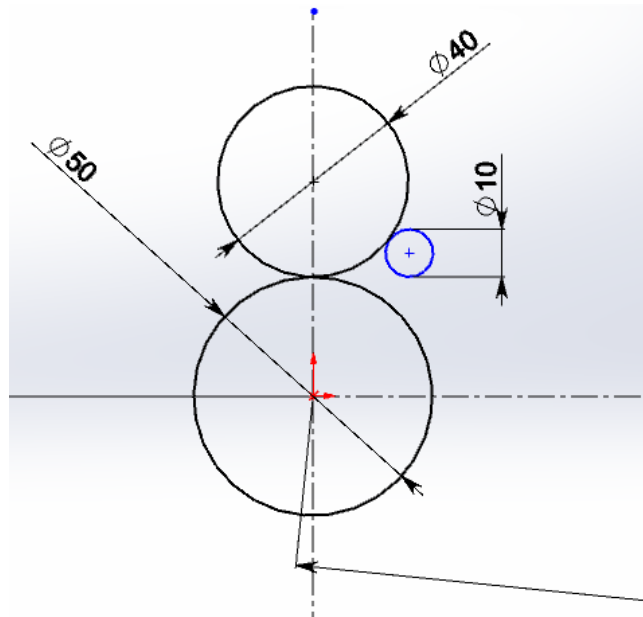


Рис. 4. Побудова фрагменту ескізу

Задайте взаємозв'язок **Касание** для наступних пар об'єктів:

- коло діаметром 40 мм і коло діаметром 50 мм;
- коло діаметром 40 мм і коло діаметром 10 мм;
- коло діаметром 10 мм і лінія, побудована раніше.

Між центрами кіл діаметром 40 мм та 10 мм поставте лінійний вертикальний розмір 30 мм (рис. 5).

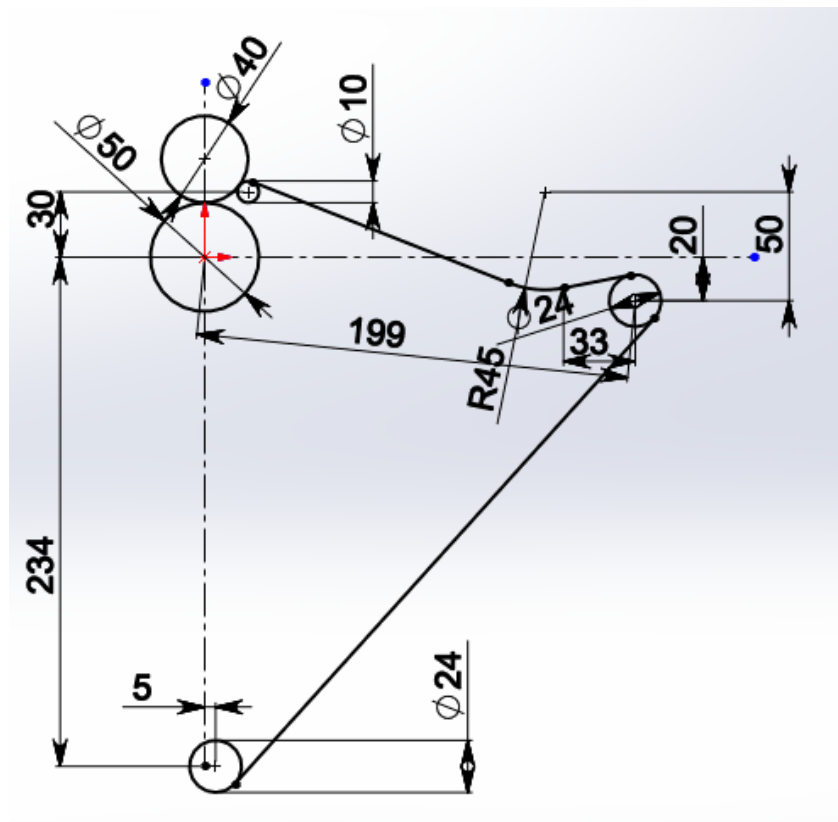


Рис. 5. Побудова допоміжних кіл

Побудуйте коло діаметром 100 мм приблизно так, як показано на рис. 6. Проведіть між нижнім колом діаметром 24 мм і колом діаметром 100 мм пряму лінію, дотичну до цих кіл.

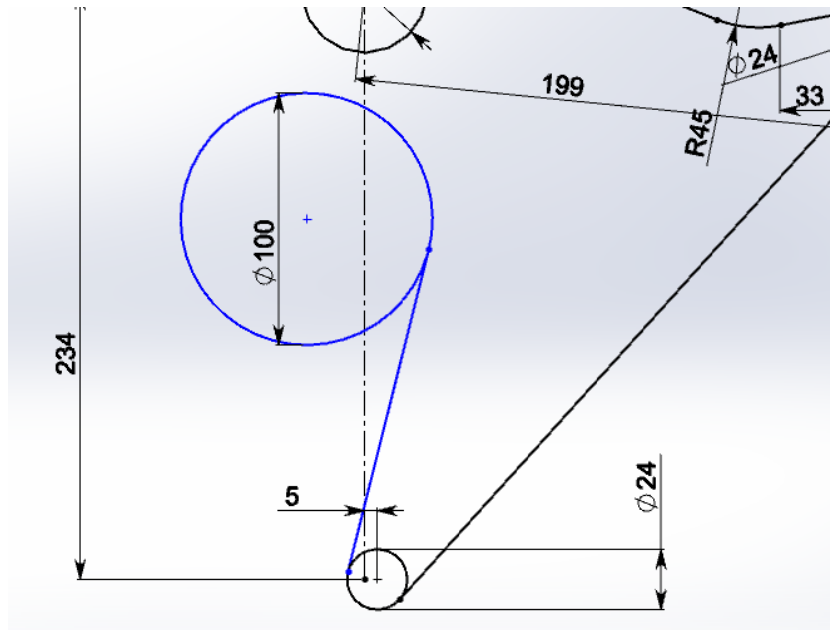


Рис. 6. Побудова допоміжних прямих ліній

Поставте розмір «80» від початкової точки до точки сполучення кола діаметром 100 мм з прямою лінією.

Побудуйте коло діаметром 40 мм, дотичне до кола діаметром 50 мм. Поставте розмір «24» від вертикальної осьової до центру кола.

Поставте розмір «75» від початкової точки до центра кола діаметром 100 мм (рис. 7).

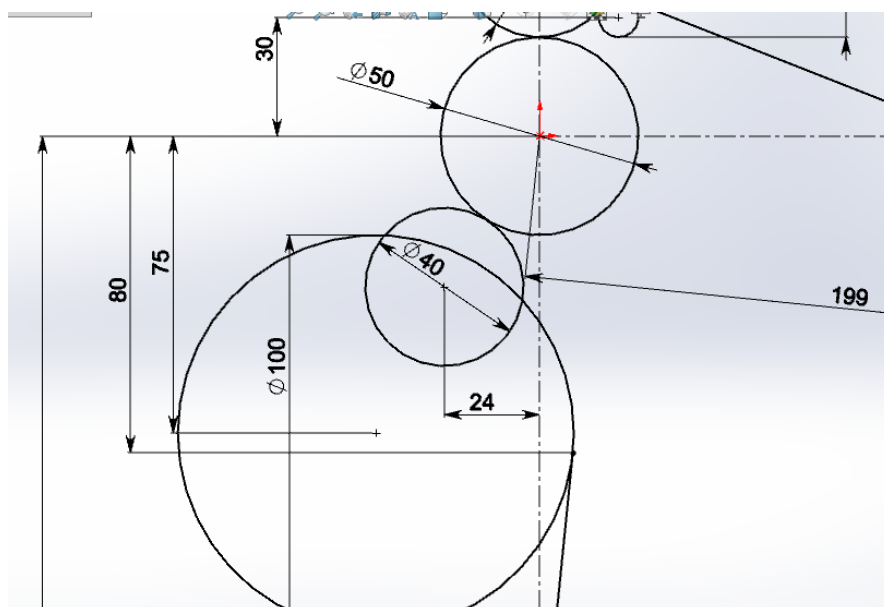


Рис. 7. Нанесення розмірів

Побудуйте коло діаметром 10 мм, дотичне з колами діаметром 40 мм та 100 мм, приблизно так, як показано на рис. 8.

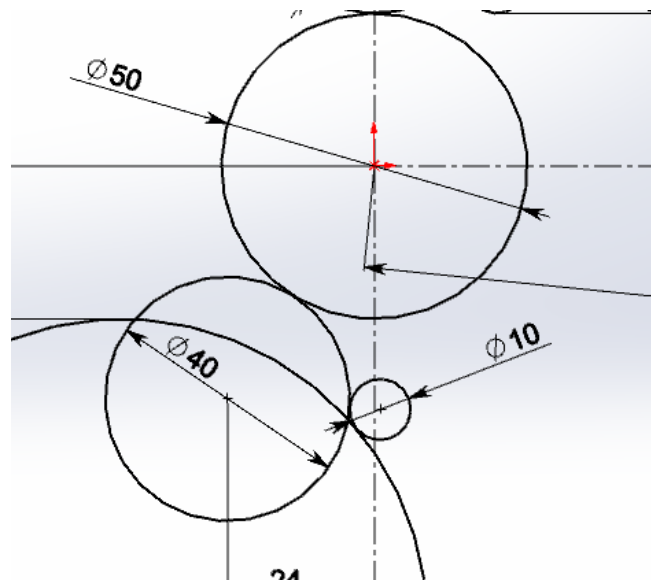


Рис. 8. Побудова дотичних кіл

За допомогою інструмента відсікання утворіть контур, зображений на рис. 9. Після завершення обрізки ескіз повинен залишитися повністю визначеним (лінії ескізу мають бути чорного кольору).

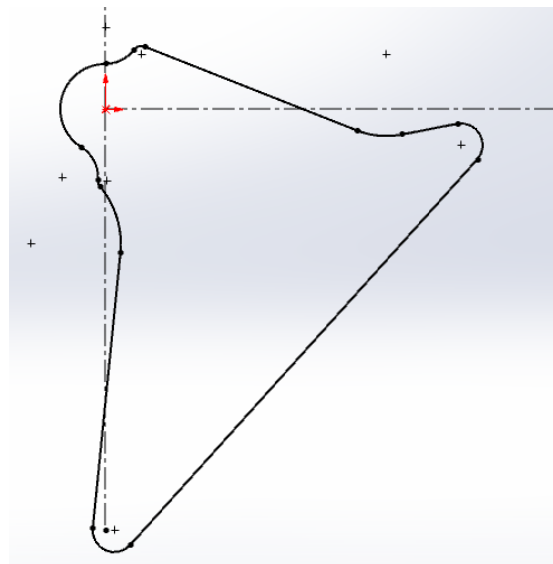


Рис. 9. Побудований ескіз

Створіть витягнуту бобишку. В параметрах **Направление 1** вкажіть граничну умову **На заданное расстояние** та поставте розмір **Н1**, згідно з вашим варіантом (табл. 1). Увімкніть функцію **Уклон** і встановіть значення 5 градусів.

Виділіть верхню грань створеного тіла і створіть новий ескіз. Побудуйте два кола, концентричних з зовнішнім контуром деталі, діаметром 20 мм (рис. 10).

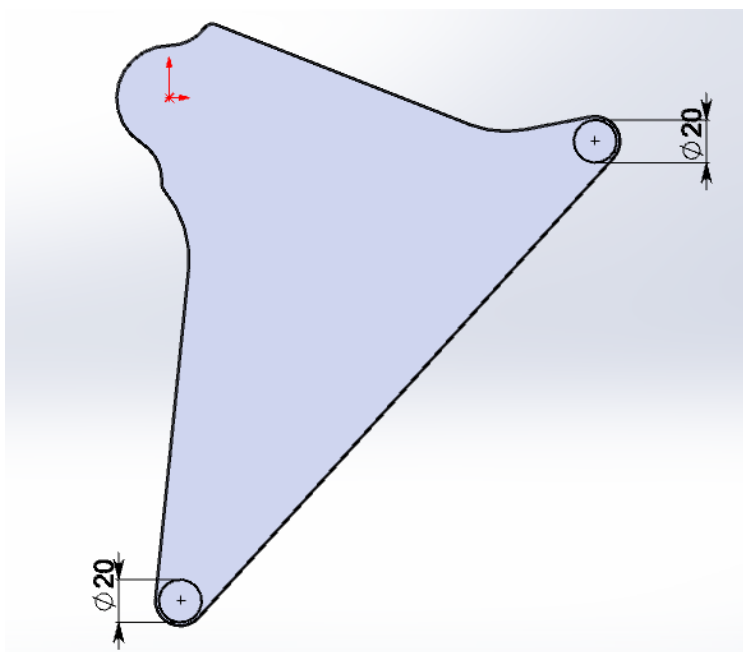


Рис. 10. Побудова концентричних кіл

Витягніть отриманий ескіз на відстань **Н2** відповідно до вашого варіанту. На нижній грані створеного тіла побудуйте ескізи, показані на рис. 11.

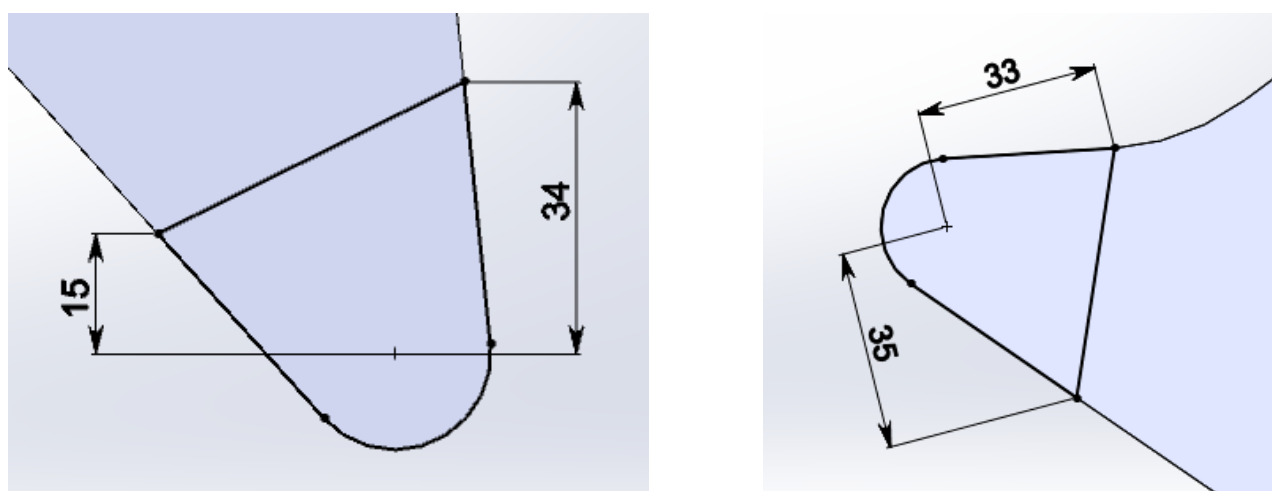


Рис. 11. Побудова ескізів для створення вирізів

З отриманих ескізів створіть витягнутий виріз на відстань **Н3**, що відповідає вашому варіанту.

Створіть бобишку висотою **Н4** відповідно до варіанту, задаючи в параметрах ухилу кут, рівний 5 градусів (рис. 12).

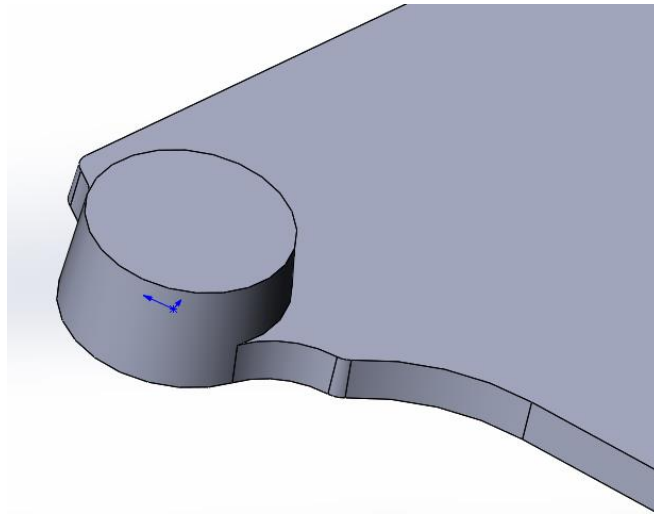


Рис. 12. Створення бобишки

На верхній грані отриманої бобишки створіть ескіз – коло діаметром 40 мм, та витягніть його на відстань **H5**. Виконайте скруглення кромки, що утворилася між бобишками радіусом 4 мм (рис. 13).

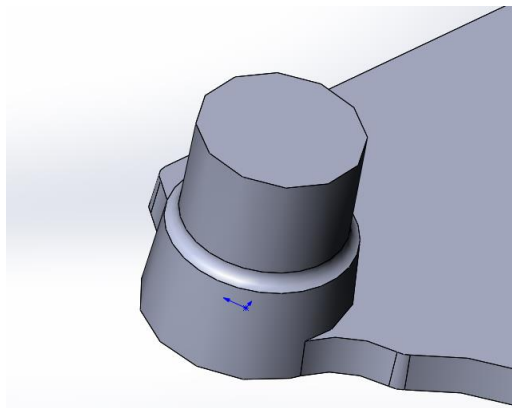


Рис. 13. Побудова скруглення

Створіть виріз – коло діаметром 25 мм на глибину **H6** (рис. 14).

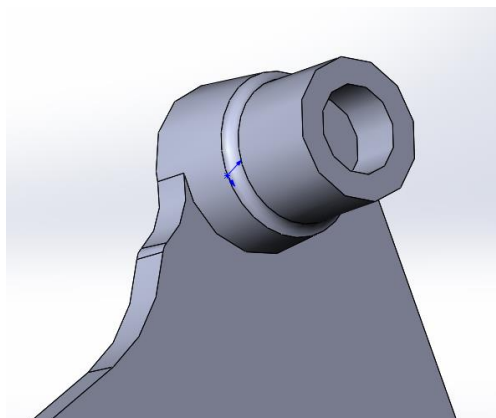


Рис. 14. Побудова вирізу

Від площини дна отриманого вирізу створіть наскрізний виріз – коло діаметром 20 мм. Кромку вирізу скругліть на 0,3 мм.

На двох бобишках, які залишилися, створіть наскрізні вирізи – кола діаметром 8 мм (рис. 15).

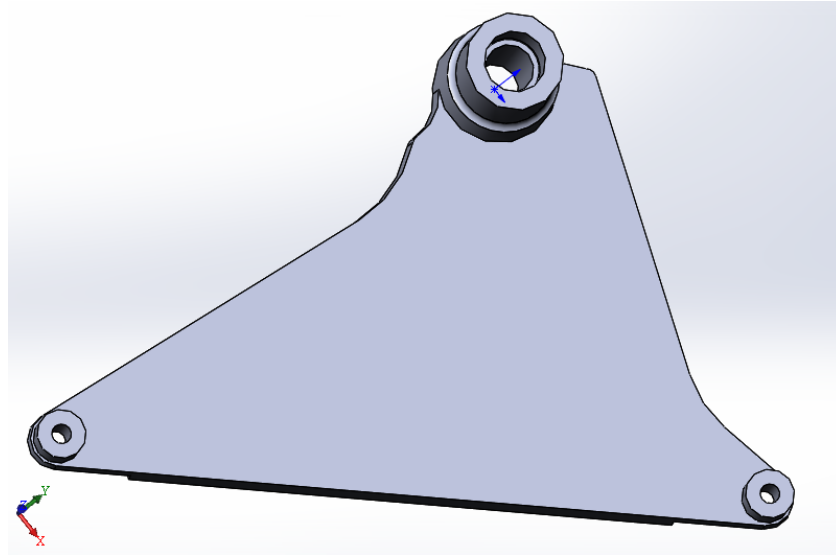


Рис. 15

На кромках отриманих отворів створіть фаски 1 мм.

На верхній гарні деталі створіть новий ескіз та виберіть інструмент **Смещение объектов** на панелі **Инструменты эскиза**. Задайте відстань зсуву 5 мм та вкажіть зовнішній контур деталі (рис. 16). У результаті описаних дій на ескізі утвориться замкнена лінія, рівновіддалена від зовнішнього контуру площині всередину на 5 мм.

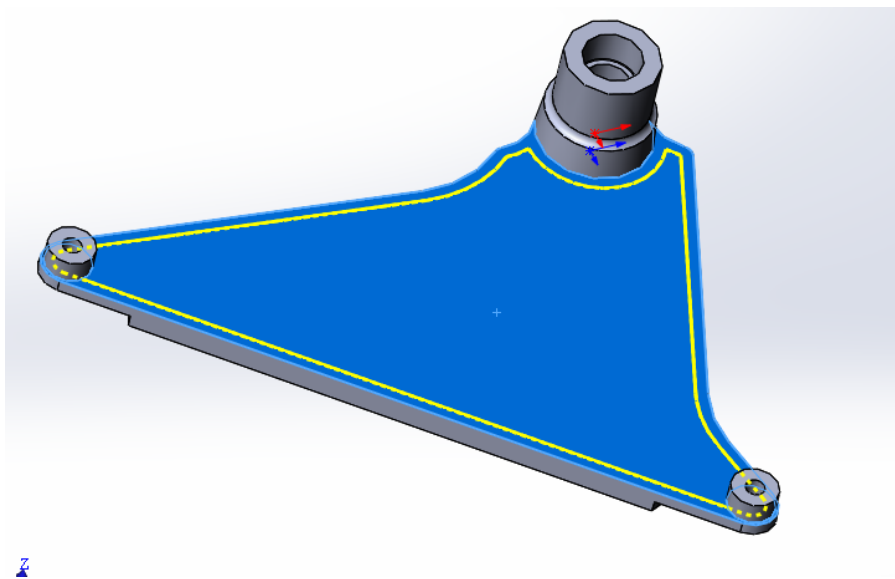


Рис. 16. Створення лінії, рівновіддаленої від зовнішнього контуру

Натисніть кнопку **Каркасное представление** на панелі **Стиль отображения**. Зафарбування деталі зникне і модель набуде вигляду кресленика.

Збільшіть область малої бобишки і виберіть інструмент **Смещение объектов**. Виділіть грань та змістіть копію лінії вліво, у вікні параметрів задайте відстань зсуву, рівну 5 мм (рис. 17).

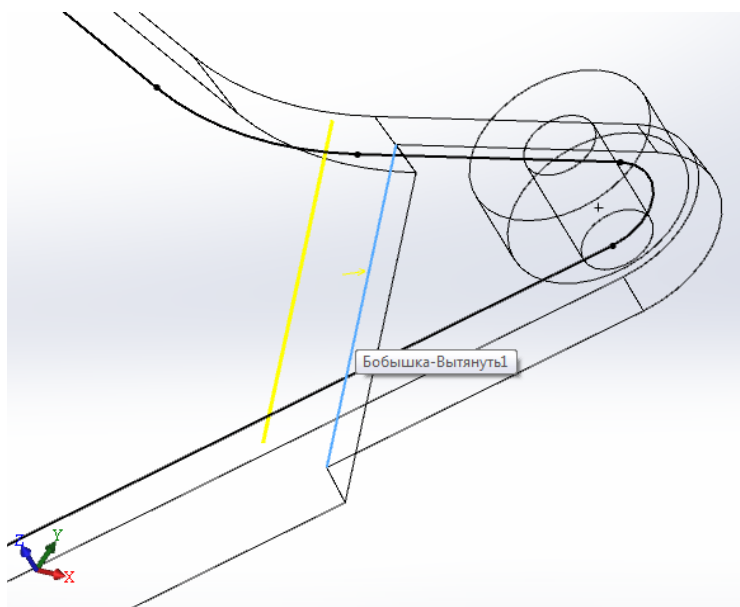


Рис. 17. Побудова еквідистантної прямої

Скругліть побудовану лінію та контурну еквідистанту радіусом 10 мм. Залишки контуру видаліть відповідно до рис. 18. Аналогічно створіть контур біля іншої бобишки.

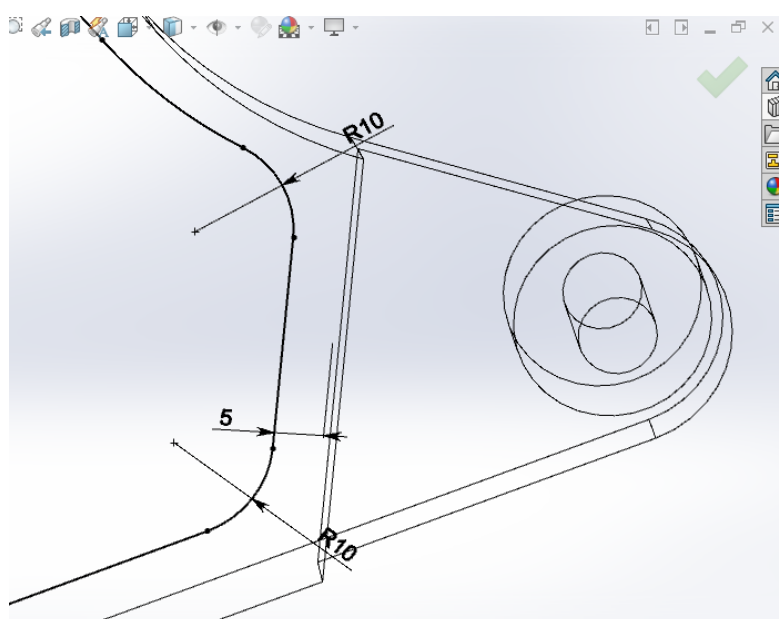


Рис. 18. Побудова ескізу для вирізу

Виконайте скруглення контуру в районі великої бобишки. За допомогою інструменту **Скругление** цього зробити не вдасться через наявність додаткових ліній довжиною менше радіуса заокруглення. Тому застосуйте альтернативний спосіб, етапи якого показано на рис. 19.

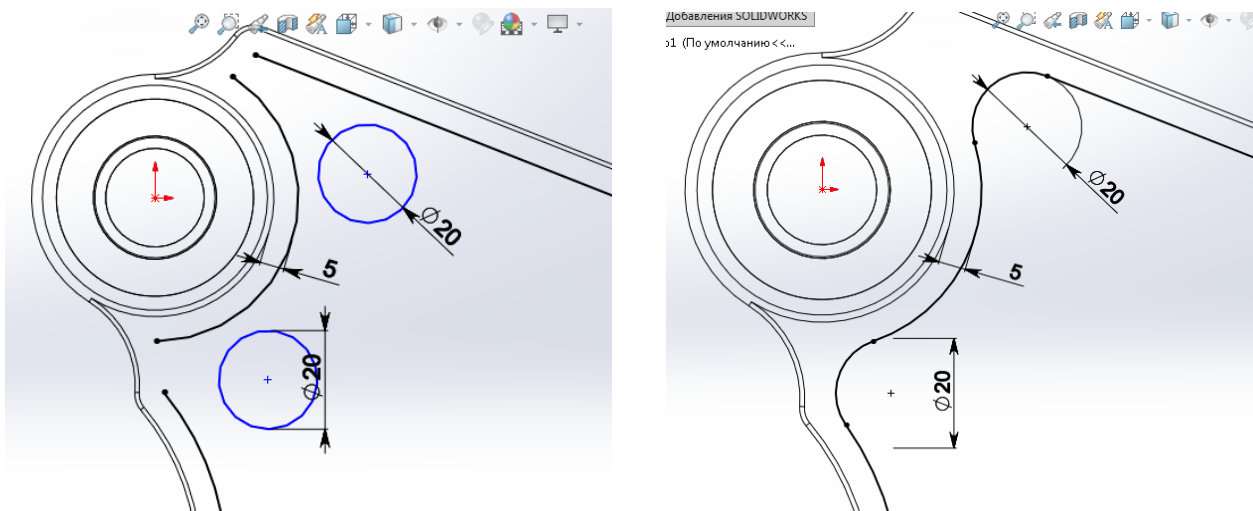


Рис. 19. Покрокова побудова скруглень

Використайте отриманий контур для створення вирізу на відстань **H7** згідно з номером варіанту (рис. 20).

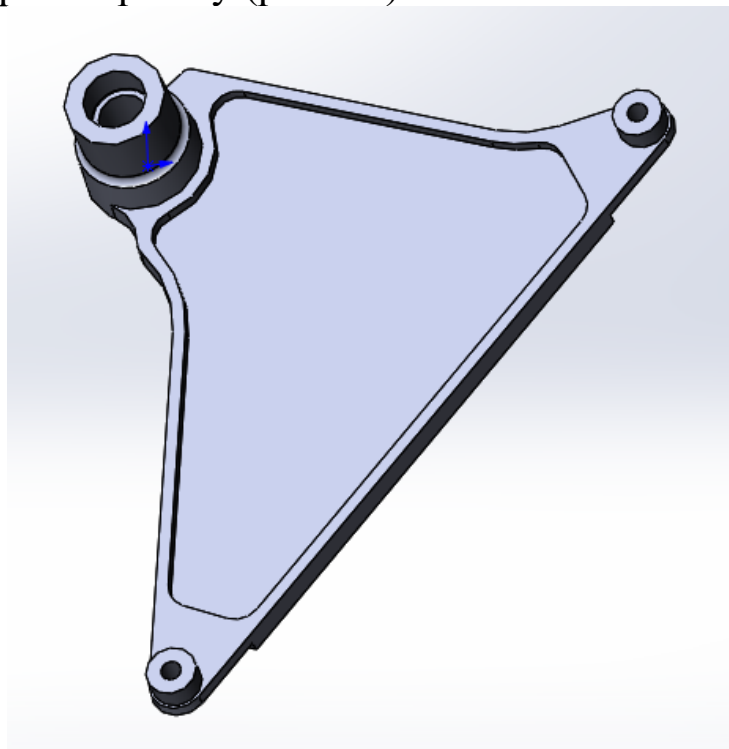


Рис. 20. Проміжний результат моделювання

Скругліть нижню кромку отриманого вирізу радіусом 8 мм, а верхню – радіусом 2 мм.

Виділіть верхню межу бобишки діаметром 40 мм та створіть на ній ескіз – коло діаметром 4 мм на відстані 16 мм від центру бобишки (рис. 21).

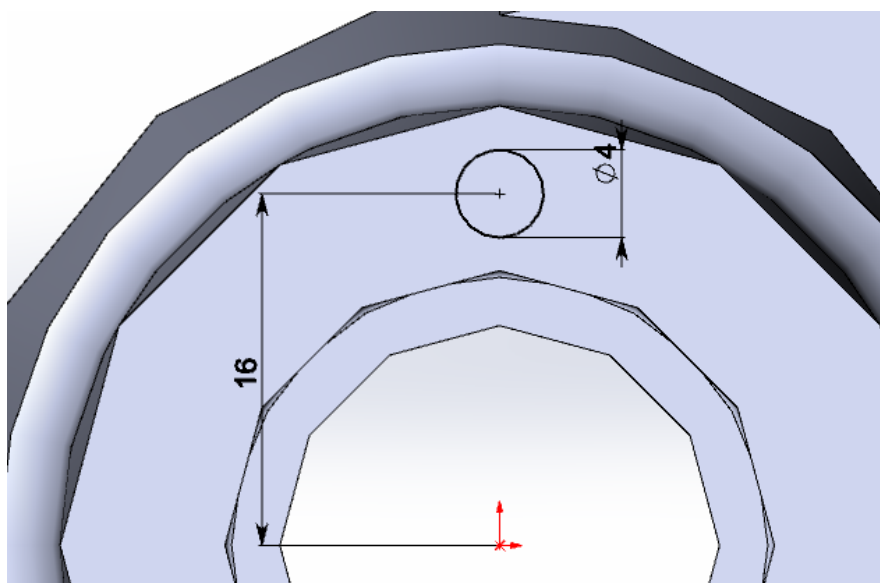


Рис. 21. Побудова ескізу для створення вирізу

З побудованого кола створіть круговий масив з 6 елементів. Побудований ескіз використайте в якості профілю для побудови вирізу на відстань **H8** згідно з вашим варіантом. На кромках вирізів створіть фаски довжиною 0,5 мм і кутом 45 градусів.

Створіть дзеркальну копію деталі, як показано на рис. 22.

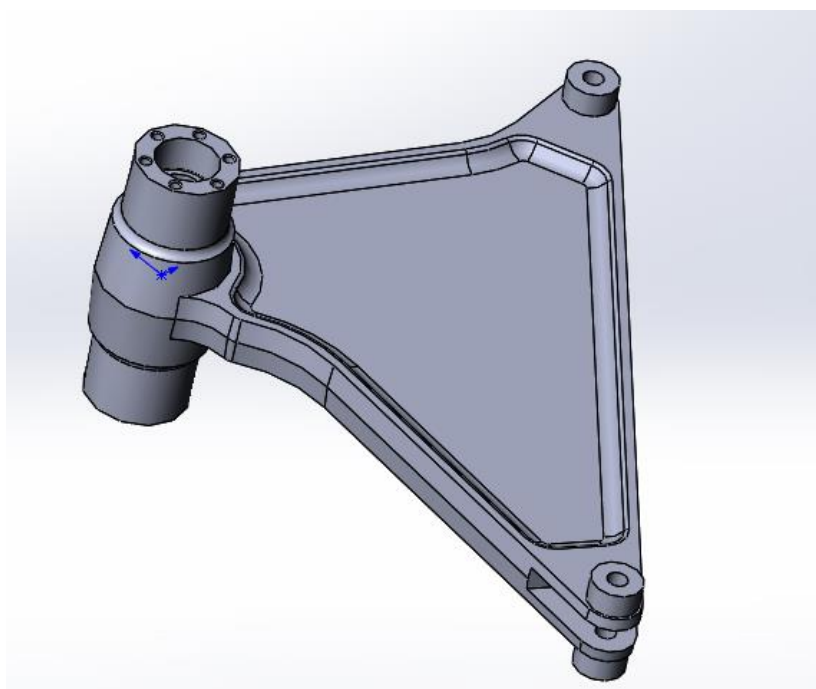


Рис. 22. Побудована тривимірна модель

3.3 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з індивідуальним варіантом (табл. 1).

Таблиця 1. Варіанти для самостійної роботи

Варіант	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н6	Н7	Н8
1	14	5	5	10	30	11	11	15
2	15	5	5	11	30	12	12	15
3	15	5	5	12	30	13	12	15
4	16	5	6	13	35	14	13	20
5	16	6	6	14	35	15	13	20
6	17	6	6	15	35	16	14	20
7	17	6	7	16	40	17	14	25
8	18	6	7	17	40	18	15	25
9	18	7	7	18	40	19	15	25
10	19	7	8	19	45	20	16	30
11	19	7	8	20	45	21	16	30
12	20	7	8	21	45	22	17	30
13	20	8	9	22	50	23	17	40
14	21	8	9	23	50	24	18	40
15	21	8	9	24	50	25	18	40
16	16	5	6	14	30	14	13	15
17	16	5	6	15	30	15	13	15
18	17	5	7	16	30	16	14	15
19	17	6	7	17	35	17	14	20
20	18	6	7	18	35	18	15	20
21	18	6	8	19	35	19	15	20
22	19	6	8	20	40	20	16	25
23	19	7	8	21	40	21	16	25
24	20	7	6	14	40	22	17	25
25	20	7	6	15	30	14	13	30

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Що являють собою конструктивні елементи при створенні твердотілих об'єктів у середовищі SolidWorks?

2. Чому операції побудови твердотільної моделі мають бути максимально наближеними до реального технологічного процесу виготовлення деталі?

3. Опишіть алгоритм при створенні деталі операцією видавлювання.

4. Які модифікації існують для операції видавлювання?

5. Опишіть варіанти завдання умов вихідної інформації при створенні деталі операцією видавлювання.

6. Опишіть алгоритм при створенні вирізу операцією видавлювання.

ПОБУДОВА ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS

Методичні вказівки до практичної роботи № 2

Мета роботи: навчитися визначати послідовність дій при побудові тривимірних моделей складної конфігурації; отримати практичні навички побудови деталей складної форми засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Створення бобишки обертанням профілю навколо осі.

Створення тривимірної моделі методом витягування профілю по криволінійній траєкторії.

Створення тривимірної моделі методом завдання елементів по перетинах без напрямної кривої.

Створення тривимірної моделі методом завдання елементів по перетинах з напрямною кривою.

2.3 Рекомендована література

1. Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.

2. Зиновьев Д. Основы моделирования в SolidWorks. М.: ДМК Пресс, 2016. – 240 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Елементи, утворені операцією обертання, додають або видаляють матеріал шляхом повороту одного або декількох профілів навколо осьової лінії. Можна створювати елементи **Повернутая бобышка/основание**, **Повернутый вырез** або **Повернутая поверхность**. Повернений елемент може бути тверdotілим елементом, тонкостінним елементом або поверхнею.

При створенні тіл обертання існує кілька обмежень:

- в ескізі має бути присутня мінімум одна лінія з властивістю допоміжна геометрія - вісь обертання;

- контур не може перетинати осьову лінію або торкатися її в ізольованій точці;

- контур повинен бути замкнутим (інакше буде створена тонкостінна деталь).

Інструмент **Повернутая бобышка/основание** надає три можливих варіанти побудови моделі: **Элемент вращения**, **Тонкостенный элемент** і елемент, побудований на основі замкнутих обраних контурів ескізу.

Ескіз повернутого елемента може складатися з одного або декількох замкнутих контурів, осей обертання, побудованих осьових допоміжних ліній. Якщо в ескізі кілька осей, то вісь, навколо якої буде повертатися контур, необхідно вказати при побудові тверdotілого елемента. При побудові елемента обов'язково повинні бути вказані напрям та кут повороту.

Тонкостінний елемент обертання застосовується в основному для створення оболонкових форм. Для тонкостінного елемента додатково виникне потреба у вказівках напряму і чисельного значення товщини (для цього варіанту не обов'язкова наявність замкнутого контуру).

Варіант побудови тіла обертання на основі вибраних контурів застосовується в разі, коли контур обертання вдається поставити тільки у вигляді комбінації окремих складних фігур.

При виборі способу побудови твердого тіла методом обертання необхідно враховувати ступінь складності профілю ескізу. Спочатку складність ескізу для елементів, отриманих обертанням, буде вище.

У загальному випадку, чим складніше ескіз, тим менша кількість конструктивних елементів знадобиться для побудови деталі, більш раціонально будуть використані ресурси комп'ютера. Однак розробнику простіше контролювати процес побудови моделі, якщо ескізи будуть максимально спрощені (в ескізах не містяться дрібні конструкційні елементи: заокруглення і фаски).

При використанні елемента **По траєктории** створюються основа, бобышка, виріз або поверхня шляхом переміщення контура (профілю) по направляючій (маршруту). На відміну від елементів **Вытянутая бобышка/основание** та **Повернутая бобышка/основание** для побудови елемента **По траєктории** необхідно виконати два ескізи: один ескіз із зображенням профілю, другий - із зображенням маршруту руху.

Основні правила побудови елемента **По траєктории**:

1. Профіль повинен бути замкнутим для основи або бобышки по траєкторії, для елемента поверхні по траєкторії профіль може бути замкнутим або розімкнутим.

2. В якості прямої кривої може виступати розімкнута крива або замкнута.

3. Напрямок може бути безліччю з побудованих кривих, які розташовані в одному ескізі, або однією з безлічі крайок моделі.

4. Початкова точка напряму маршруту повинна лежати на площині профілю.

Зміст вкладок **Параметры** і **Начать касание** елемента по траєктории використовується для створення складної геометрії моделі. Опція **Направляющие кривые** використовується для визначення ліній, напрямних профілю, коли він витягується уздовж маршруту. Приклад використання напрямних кривих - створення елемента із змінним профілем.

Повний опис цих складових міститься в довідковій системі SolidWorks.

3.2 Контрольний приклад

Проаналізуйте деталь «Рульове колесо» (рис. 1):

- центром деталі є елемент «маточина», що є поверхнею обертання;
- другий елемент «обід» також представляє поверхню обертання і співвісний з маточиною;
- маточину і обід об'єднують три елементи «спиця», які необхідно побудувати як поверхні «по траєкторії».

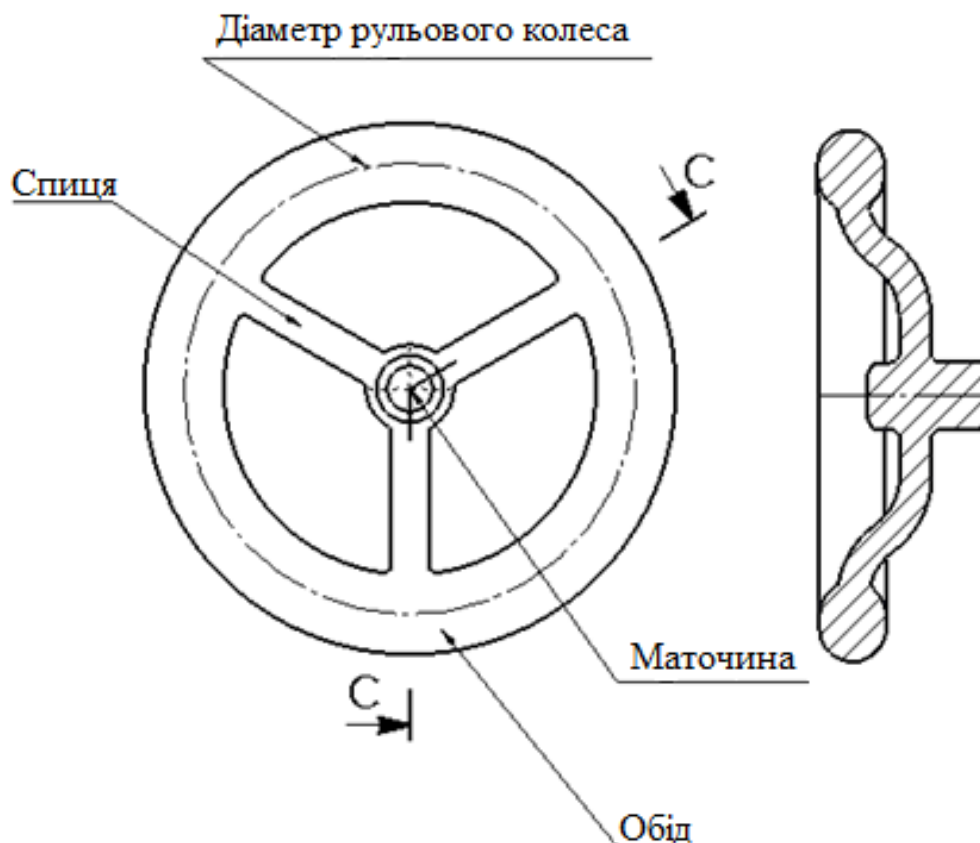


Рис. 1. Складові частини деталі «Рульове колесо»

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі та збережіть документ під назвою «Рульове колесо». Для створення маточини виберіть площину **Справа**. З точки початку координат створіть прямокутник з розмірами 45x12,5 мм. Після цього виділіть праву вертикальну сторону і натисніть **Вспомогательная геометрия**. Тип лінії зміниться: суцільна товста лінія стане штрихпунктирною.

Побудуйте на лівій стороні прямокутника дугу, а потім обріжте непотрібні відрізки інструментом **Отсечь объекты** (рис. 2).

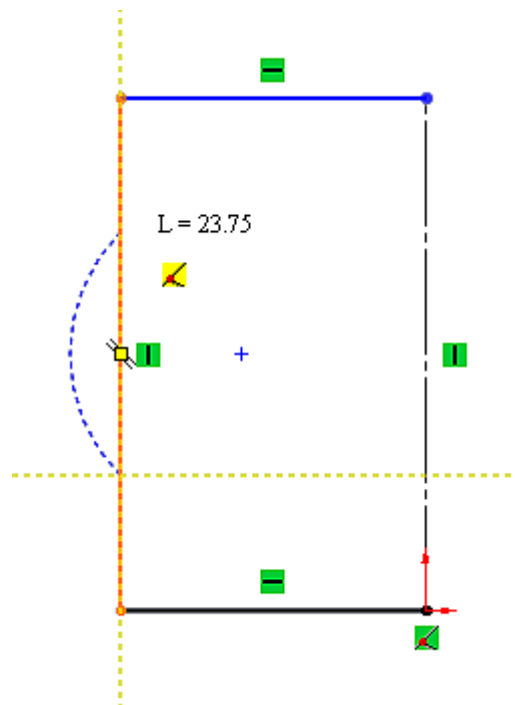


Рис. 2. Побудова ескізу

Побудовані об'єкти можна відобразити щодо лінії симетрії з метою скорочення часу на побудову таких же об'єктів. Виконайте простановку розмірів відповідно до рис. 3. Ескіз маточини буде повністю визначений.

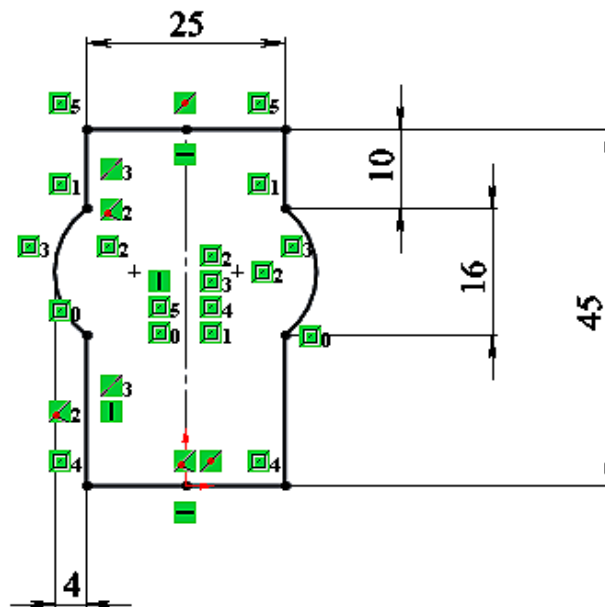


Рис. 3. Завершення побудови ескізу

Вийдіть з ескізу та методом обертання створіть бобишку. Вкажіть осьову лінію, щодо якої ескіз при повороті на 180° , утворює тіло поверхні обертання (рис. 4). Ескіз не повинен перетинати вісь обертання. Якщо ескіз розімкнутий, то буде створено тонкостінний об'єкт.

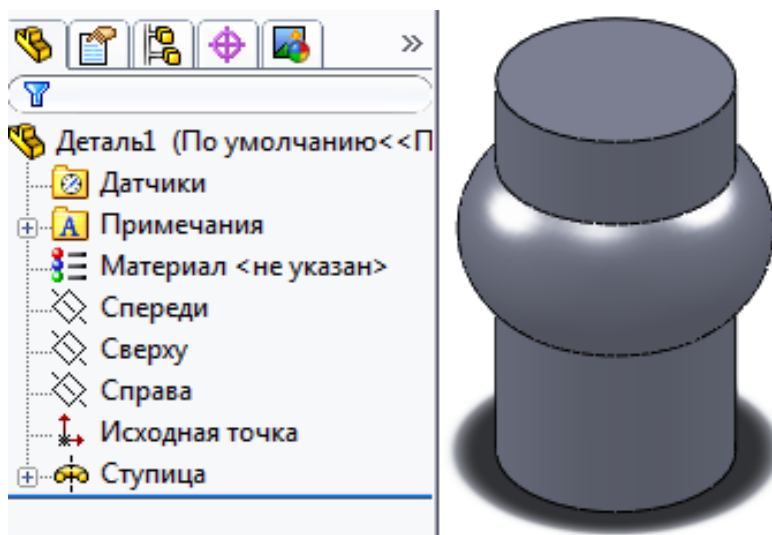


Рис.4. Створення тіла обертання

Виконайте заокруглення двох ребер (кромки) радіусом 5 мм.

Обід колеса створюється за допомогою інструменту **Повернутая бобышка** шляхом повороту на 360° відповідного профілю. Для цього в площині **Справа** необхідно створити ескіз відповідно до рис. 5.

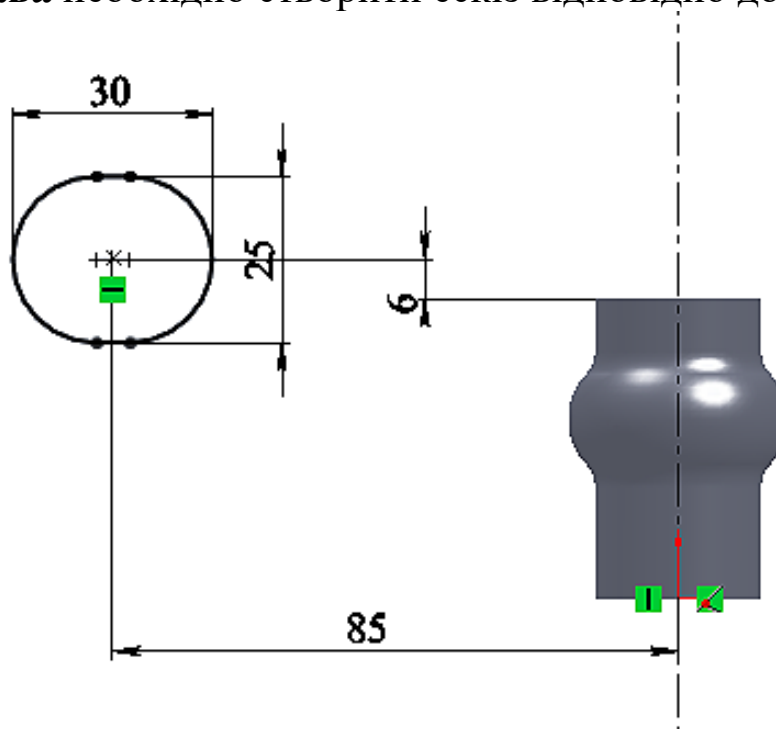


Рис. 5. Побудова ескізу елемента «Обід»

Виконайте побудову обода методом обертання (рис. 6).



Рис. 6. Побудова елемента «Обода»

За допомогою елемента «Спиця» раніше побудовані маточина і обід будуть об'єднані в єдиний твердотілий об'єкт. Для цього необхідно в площині **Справа** створити ескіз траєкторії (рис. 7), а в площині **Спереди**, виконати ескіз профілю. Після чого інструментом **Бобышка по траектории** створити елемент «Спиця». Ескіз траєкторії представлений двома відрізками прямої і двома дотичними дугами кіл.

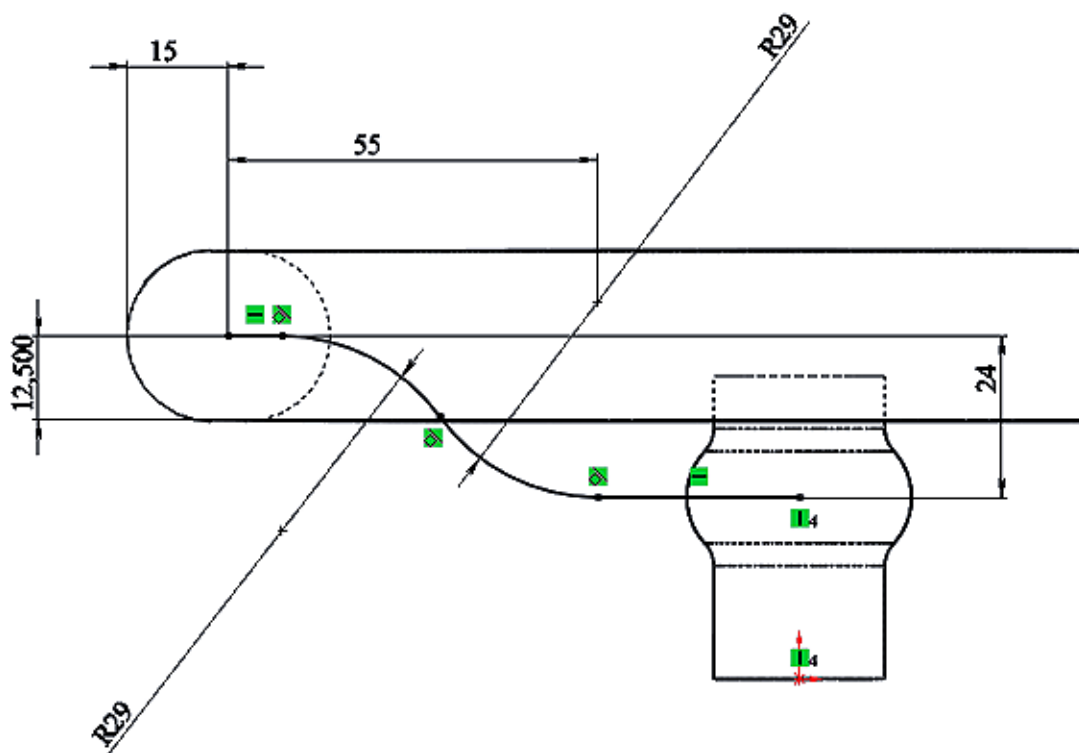


Рис. 7. Побудова ескізу, що є траєкторією руху

Для створення профілю спиці використовуйте площину **Спереди**. Створіть новий ескіз з використанням інструменту **Еліпс** з розмірами осей 12 мм та 14 мм (рис. 8). Центр еліпса повинен збігатися з крайньою точкою раніше побудованого ескізу траєкторії. Після проставлення необхідних розмірів ескіз буде повністю визначений. Вийдіть з ескізу.

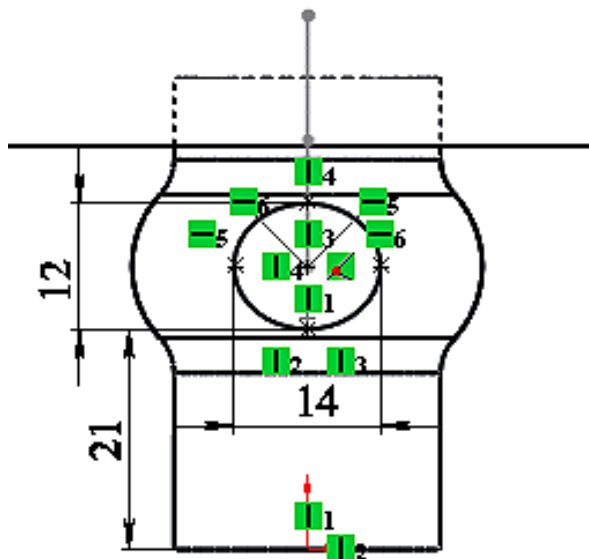


Рис. 8. Побудова ескізу, що є профілем елемента «Спиця»

За допомогою команди **Бобышка по траектории** виконайте побудову елемента «Спиця». За допомогою кругового масиву побудуйте дві копії елемента «Спиця» (рис. 9).

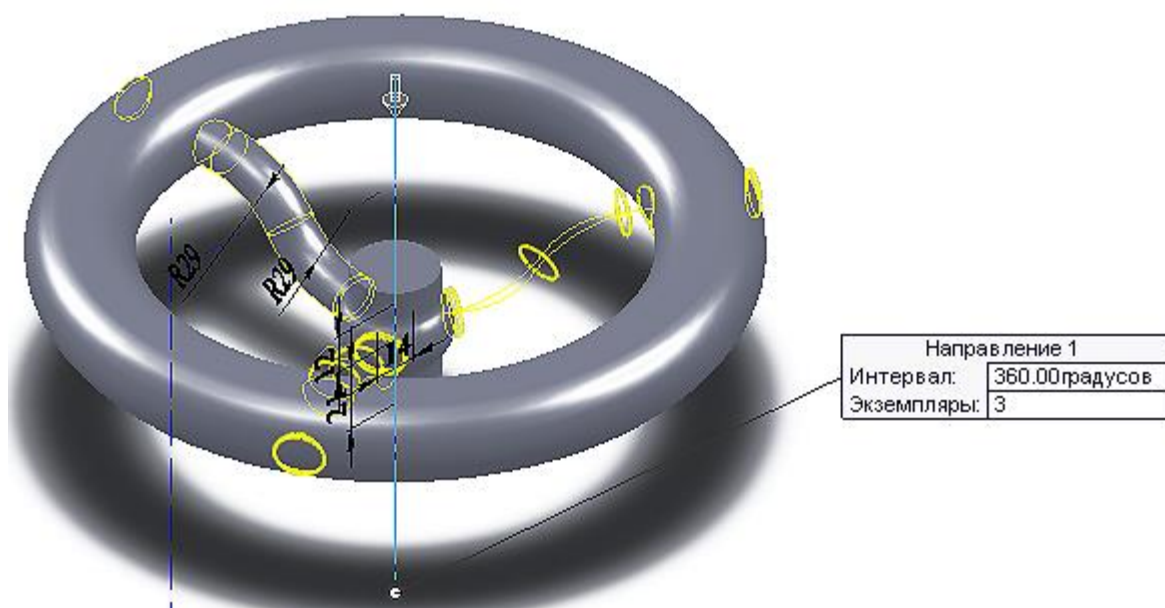


Рис. 9. Побудова елементів «Спиця»

Додайте заокруглення радіусом 3 мм шести крайок між елементами «Спиця», «Маточина» та «Обід» (рис. 10). Виконайте фаску розміром 4x2 мм на елементі «Маточина».

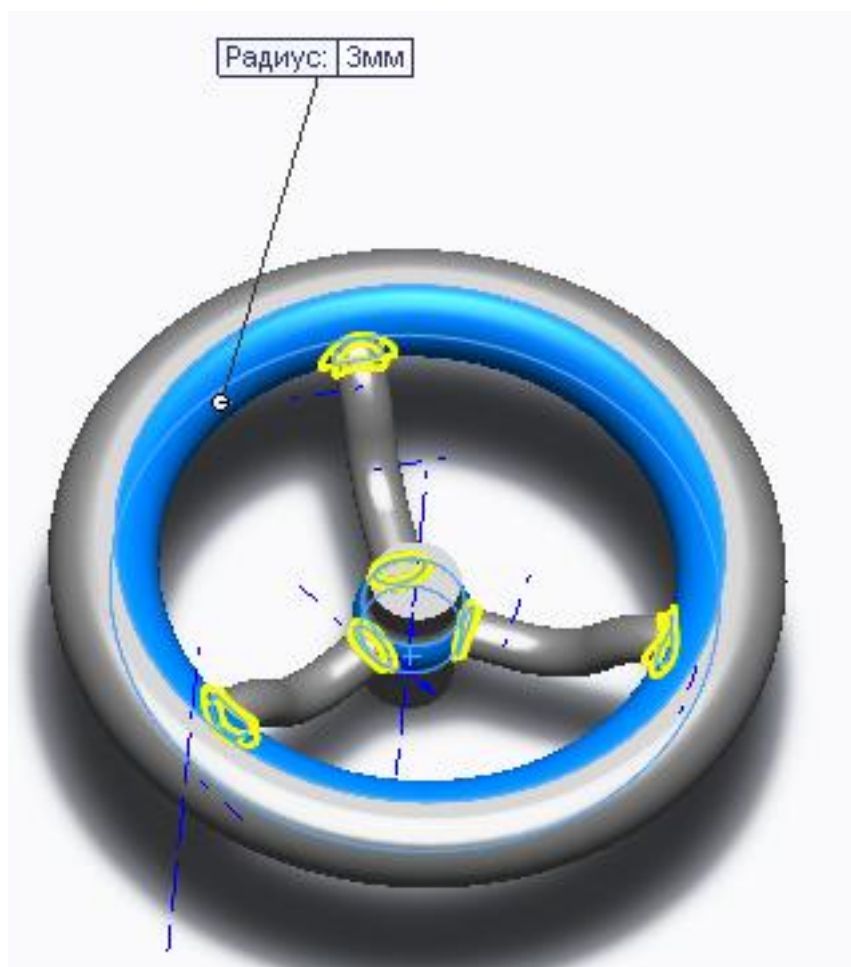


Рис. 10. Побудована деталь рульового колеса

3.3 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з креслеником, наведеним на рис. 11 та індивідуальним варіантом (табл. 1).

Таблиця 1. Індивідуальні варіанти для самостійної роботи

Варіант	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н6
1	70	400	370	328	44	3
2	65	380	350	304	46	4
3	60	420	390	346	42	3
4	75	400	370	322	40	4

Варіант	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н6
5	60	380	355	306	44	3
6	65	420	385	330	46	4
7	70	410	380	334	42	3
8	50	390	360	310	40	4
9	55	380	345	292	44	3
10	60	400	375	325	46	4
11	70	380	390	322	42	3
12	65	420	370	306	40	4
13	60	400	355	330	44	3
14	75	380	385	334	46	4
15	60	420	380	310	42	3
16	65	410	360	292	40	4
17	70	390	345	320	44	3
18	50	380	375	306	46	4
19	55	400	370	330	44	3
20	60	400	350	334	44	3
21	60	400	380	325	46	4
22	75	380	360	322	42	3
23	60	420	345	306	40	4
24	65	400	375	330	44	3
25	70	380	370	334	46	4

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Опишіть алгоритм побудови елемента методом обертання.
2. Які типи об'єктів можуть створюватися методом обертання?
3. Вкажіть основні параметри, які доступні при виконанні операції обертання.
4. Скільки ескізів необхідно для побудови елемента операцією обертання?
5. Чи можливо при конанні операції обертання використовувати незамкнутий ескіз?
6. Які мінімальна кількість ескізів необхідна для побудови операції **По траектории**?
7. Якій вимозі щодо розміщення мають відповідати ескізи, які використовуються для операції **По траектории**?
8. Назвіть основні правила побудови елемента **По траектории**.

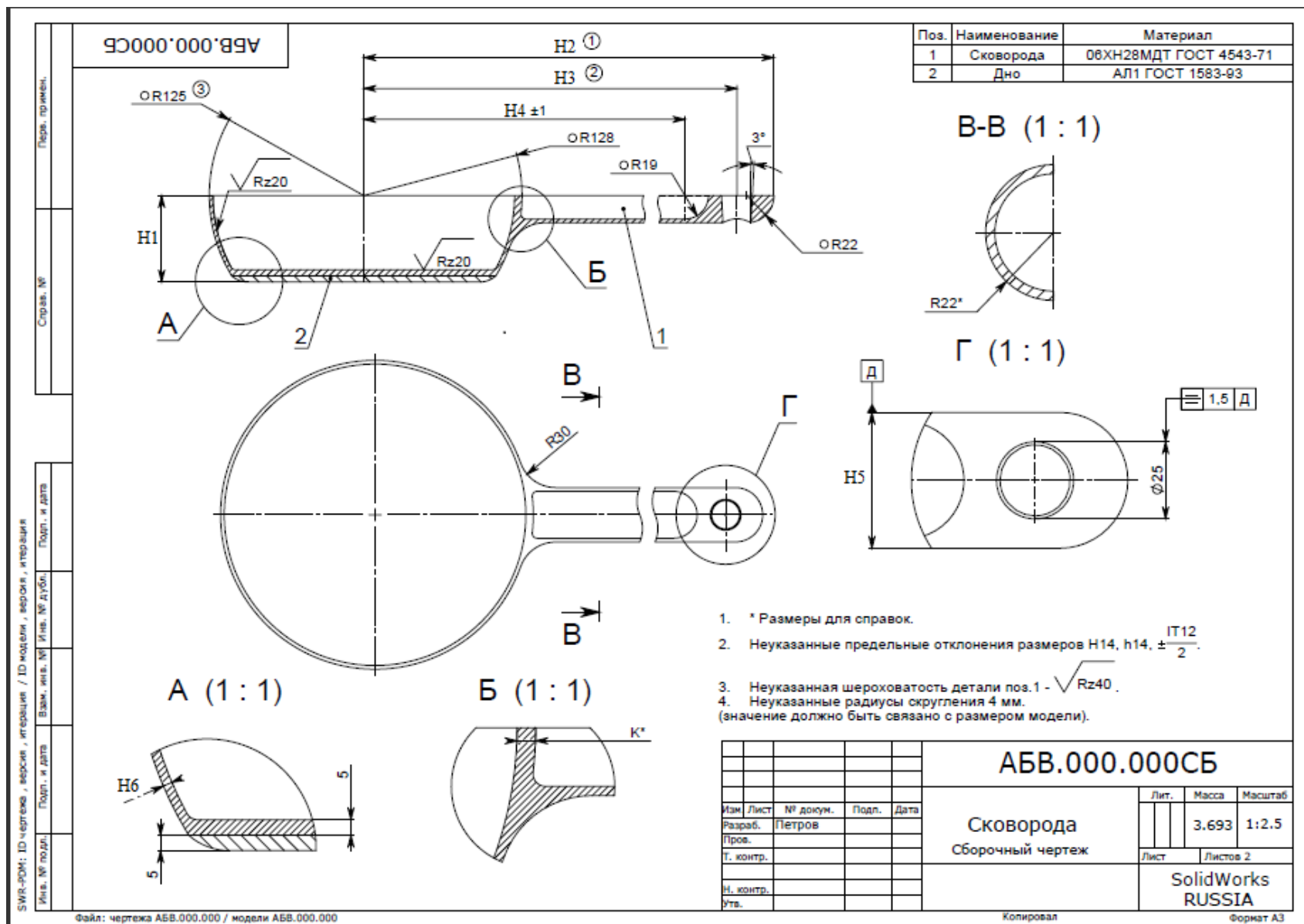


Рис. 11. Завдання для самостійної роботи

ПОБУДОВА ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИТЯГУВАННЯ ПО ПЕРЕРІЗАМ ТА ПО ТРАЄКТОРІЇ

Методичні вказівки до практичної роботи № 3

Мета роботи: навчитися визначати послідовність дій при побудові тривимірних моделей методом витягування по перерізам та по траєкторії; отримати практичні навички побудови деталей складної форми засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Методи побудови та види допоміжних площин.

Методи побудови деталей складної конфігурації.

Створення елементів витягуванням за напрямними кривими.

Правила побудови напямної кривої.
Створення елементів, витягнутих по траєкторії.

2.3 Рекомендована література

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
2. Зиновьев Д. Основы моделирования в SolidWorks. М.: ДМК Пресс, 2016. – 240 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Команда **По сечениям** створює елемент шляхом побудови переходів між профілями. Елемент по перетинах може бути основою, бобишкою, вирізом або поверхнею. Для конструювання такого елемента необхідно не менше двох перетинів.

У вікні параметрів **Профили** необхідно вказати контури, які використовуються для створення елемента по перетинах. В як соті профілю можна використовувати:

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

Для твердотілого елемента бобишками або основа по перетинах крайні профілі обов'язково повинні бути гранями моделі, плоскими ескізами або точками.

Елементи по перетинах будуються на основі порядку вибору профілю. Можливо змінити порядок профілів лівою кнопкою миші.

Обов'язковою складовою елемента **По сечениям** є напямна крива. Навіть якщо напямна крива не була побудована заздалегідь в окремому ескізі, її роль виконує віртуальна лінія, яка утворюється в процесі вибору перетинів і відображається в графічній області. Управляти віртуальною направляючою можливо переміщенням її кінцевих точок лівою кнопкою миші.

Для точної побудови тривимірної геометрії методом **По**

сеченням використання напрямних кривих є обов'язковим. Основними вимогами до напрямної кривої є:

- напрямна повинна лежати в площині, яка перетинає площини перетину;
- напрямна повинна перетинати профілі;
- в якості направляючої можна використовувати лінії раніше створених об'єктів.

Елементи **По сеченням** є найбільш складним для побудови з усіх чотирьох аналітичних способів побудови тривимірної геометрії в SolidWorks. Повний опис параметрів елемента **По сеченням** міститься в довідковій системі SolidWorks.

Елементи **По сеченням** можуть бути використані при розробці оригінальних корпусів і лицьових панелей електронних приладів зі складним дизайном, а також для створення елементів з геометрією, що змінюється за певними заданими законами.

Фаски і заокруглення відносяться до дрібних конструкційних елементів деталей. У загальному випадку результатом роботи відповідних інструментів **Фаска** і **Скругление** є зміна форми кромки тривимірної моделі.

Інструмент **Фаска** створює скіс на обраних крайках, гранях або вершині. Вікно властивостей містить параметри вибору об'єктів (кромки, вершини або грані), а також завдання типу визначення фаски і необхідні розміри. Найбільш часто використовуваним типом є визначення відстані і кута фаски

Інструмент **Скругление** створює округлену внутрішню або зовнішню грань на деталі. Можна скруглити кромки, грані або петлі.

Загальні правила при створенні скруглень:

- великі скруглення слід будувати раніше малих;
- необхідні ухили в тривимірній моделі (ливарні деталі) слід виконувати перед скругленнями;
- дрібні заокруглення виконувати в найостаннішу чергу;
- необхідно використовувати єдину операцію **Скругление** з однаковим радіусом для декількох крайок.

З точки зору розробника додавання заокруглень сприяє естетичній привабливості виробу. Скруглення також попереджають появу небажаних концентрацій напруги і дозволяють уникнути гострих граней.

Скруглення змінного радіуса є одним з методів створення складної геометрії деталі.

3.2 Контрольний приклад

Вертушка (рис. 1) представляє собою циліндричне тіло із сьома лопастями сферичної форми.

Габаритні розміри вертушки:

- зовнішній діаметр – 76 мм;
- діаметр циліндричної серцевини – 32 мм;
- висота циліндра – 14 мм;
- товщина циліндра – 1 мм;
- діаметр осьового отвору – 10 мм;
- зовнішній радіус кривини лопасті в основі – 22 мм;
- внутрішній радіус кривини лопасті в основі – 40 мм;
- зовнішній радіус кривини лопасті по краю – 32 мм;
- внутрішній радіус кривини лопасті по краю – 40 мм;
- зсув краю лопасті від осі вертушки – 5 мм;
- розмах лопасті в основі – 10 мм

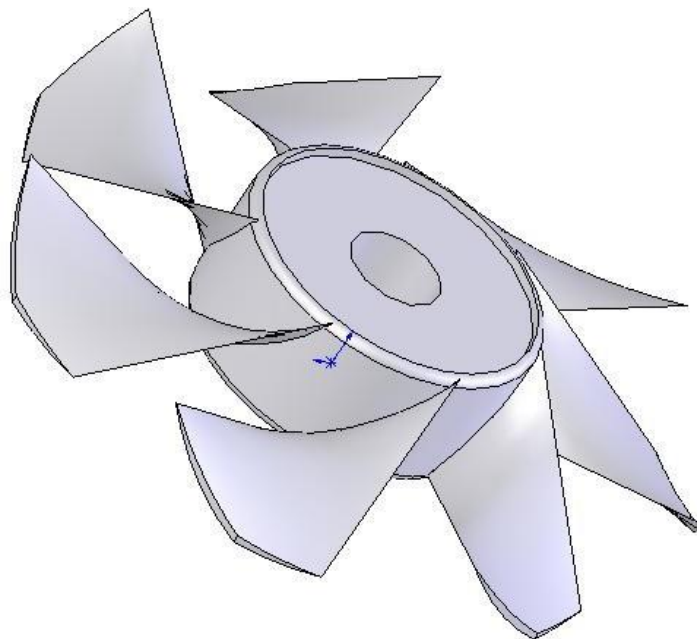


Рис. 1. Модель «вертушка»

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі. Виберіть площину для створення ескізу та створіть новий ескіз, (наприклад, **Спереди**).

Побудуйте ескіз основи – коло діаметром 32 мм. Проставте розміри і повністю визначте ескіз, прив'язавши центр кола до вихідної точки моделі (рис. 2). Витягніть ескіз на 14 мм.

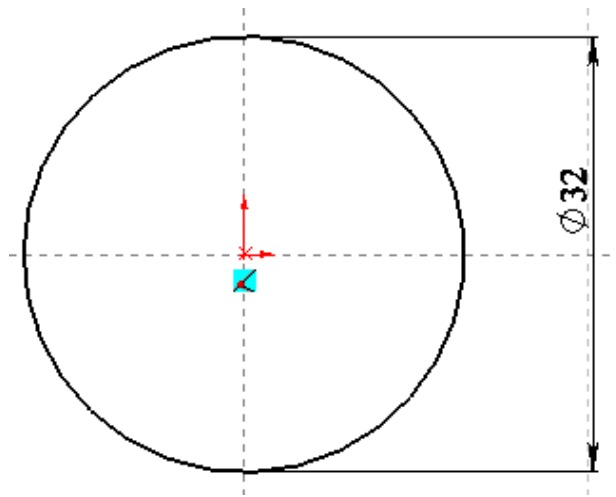


Рис. 2. Ескіз циліндричної основи

Скругліть кромки радіусом 1 мм за допомогою інструменту **Скругление** (рис. 3).

Для подальшого створення моделі необхідно додати довідкову геометрію. Для цього потрібно перейти по таким пунктам меню **Вставка - Справочная геометрия - Оси**.

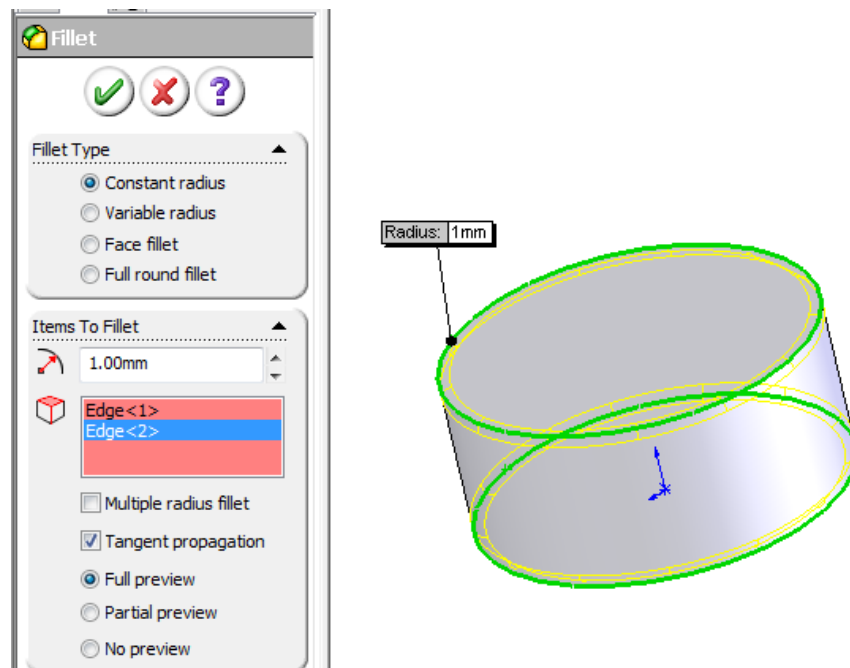


Рис. 3. Скруглення циліндричних кромок

У налаштуваннях нової вісі вкажіть опцію **Цилиндрическая / коническая поверхность**, а потім вкажіть бокову поверхню основи. Затвердіть створення нової вісі (рис. 4).

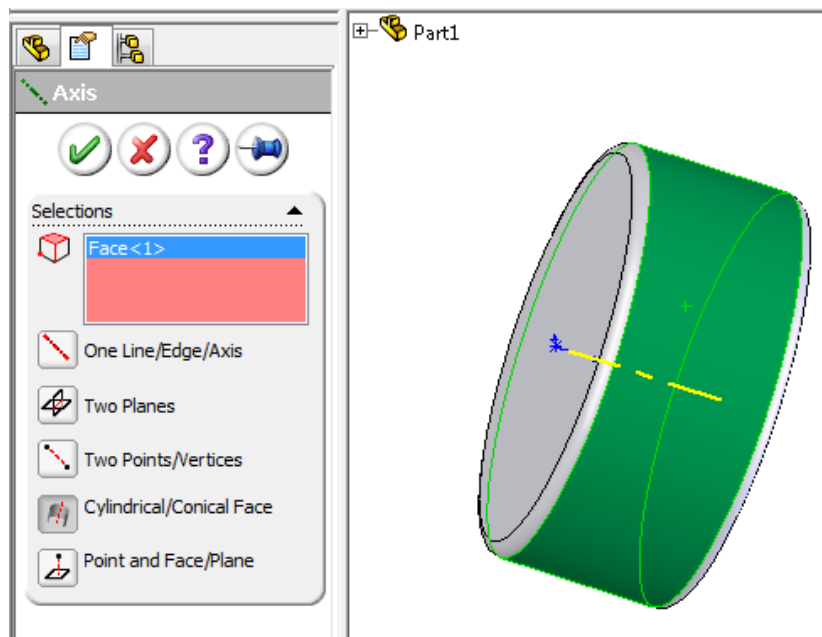


Рис. 4. Створення довідкової вісі

Створіть дві додаткові площини для побудови ескізів лопасті. Для цього виберіть в меню **Вставка - Справочная геометрия – Плоскость**. Виберіть одну з площин, яка перпендикулярна до основи циліндра, наприклад, площина **Справа**. Виберіть налаштування **Расстояние смещения** та задайте відстань – 15 мм (рис. 5).

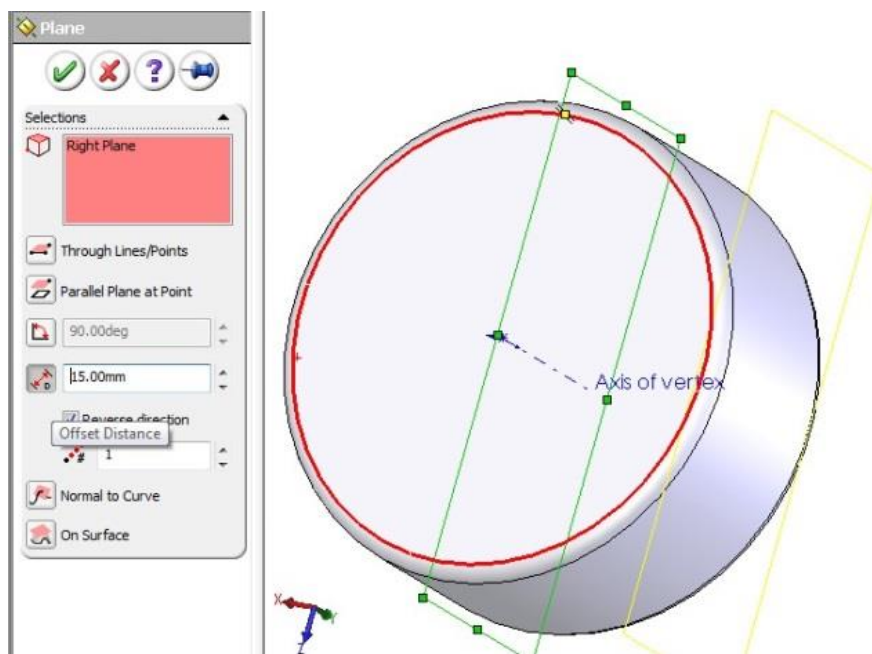


Рис. 5. Створення додаткової площини

Створіть аналогічно ще одну площину, що зміщена відносно вихідної на 35 мм (рис. 6). Першу площину назвіть «Основа лопасті», другу – «Край лопасті».

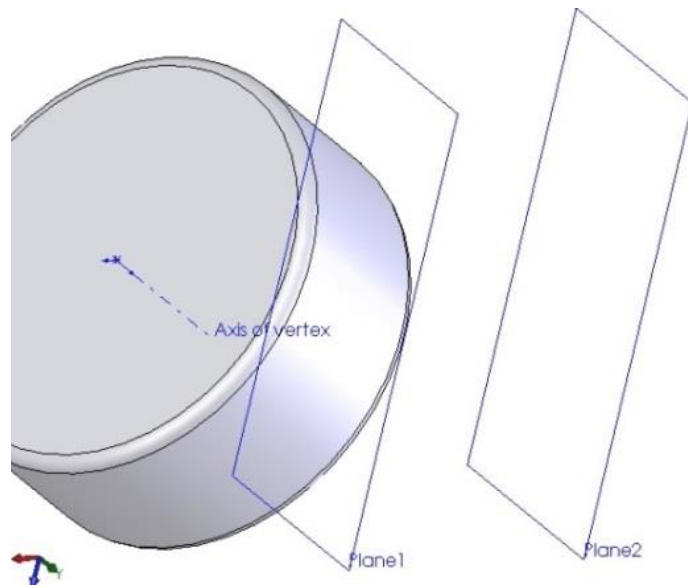


Рис. 6. Додаткова площина

Виберіть площину «Основа лопасті» та побудуйте на ній наступний ескіз відповідно до рис. 7.

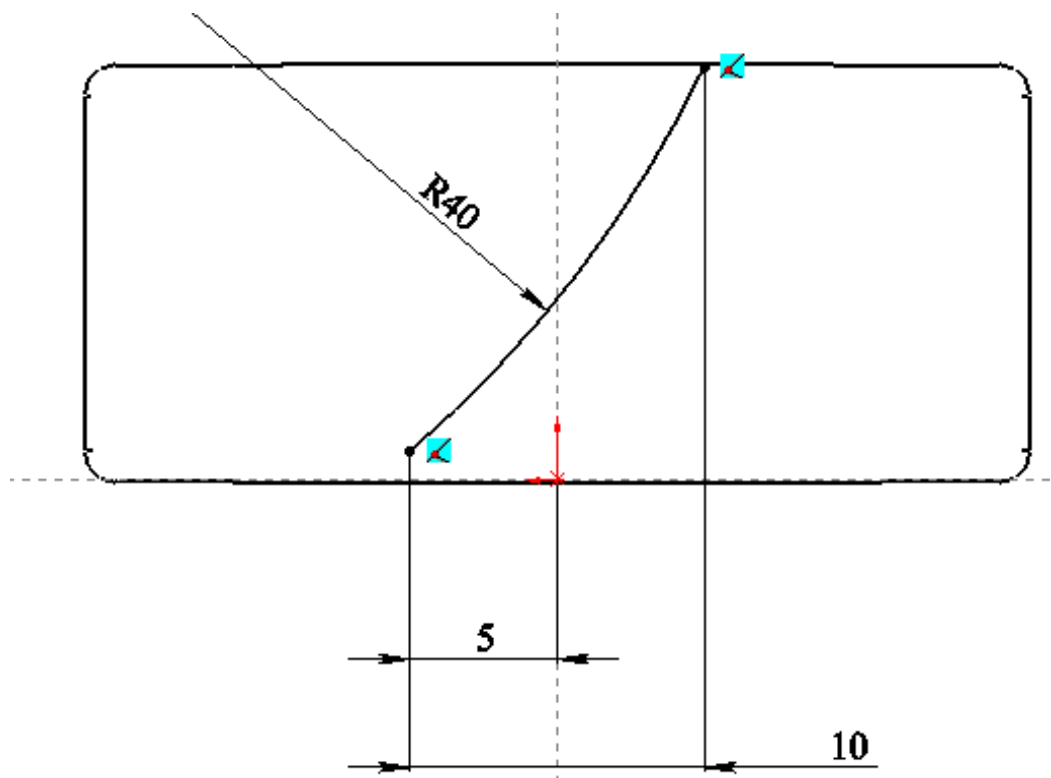


Рис. 7. Ескіз основи лопасті

Крайні точки необхідно прив'язати до кромки циліндра та до скруглення на циліндрі.

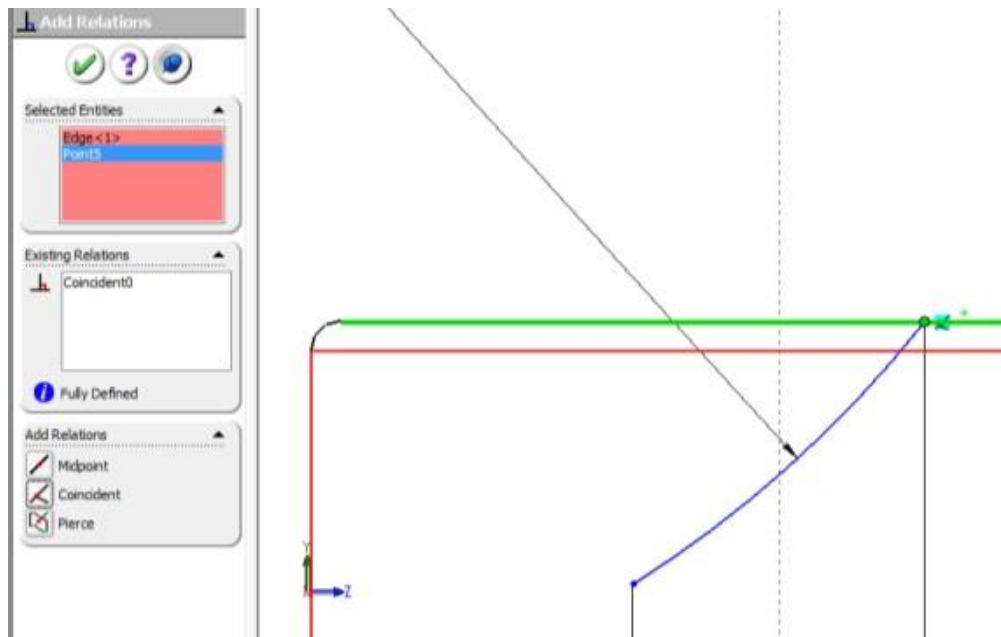


Рис. 8. Прив'язування крайніх точок ескізу

У цьому ж ескізі нарисуйте ще одну дугу, що проходить через крайні точки дуги. Введіть радіус дуги 22 мм (рис. 9). Назвіть ескіз як «Переріз основи».

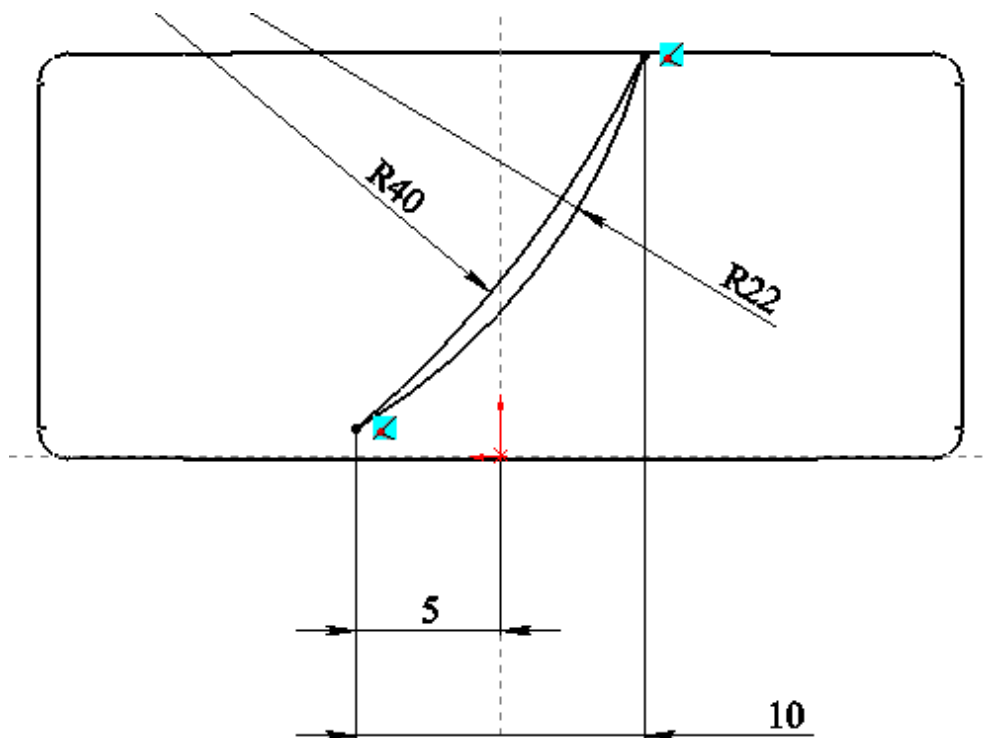


Рис. 9. Ескіз «Переріз основи»

Створіть новий ескіз на площині «Край лопасті». Для цього спочатку проведіть дугу через 3 точки (рис. 10).

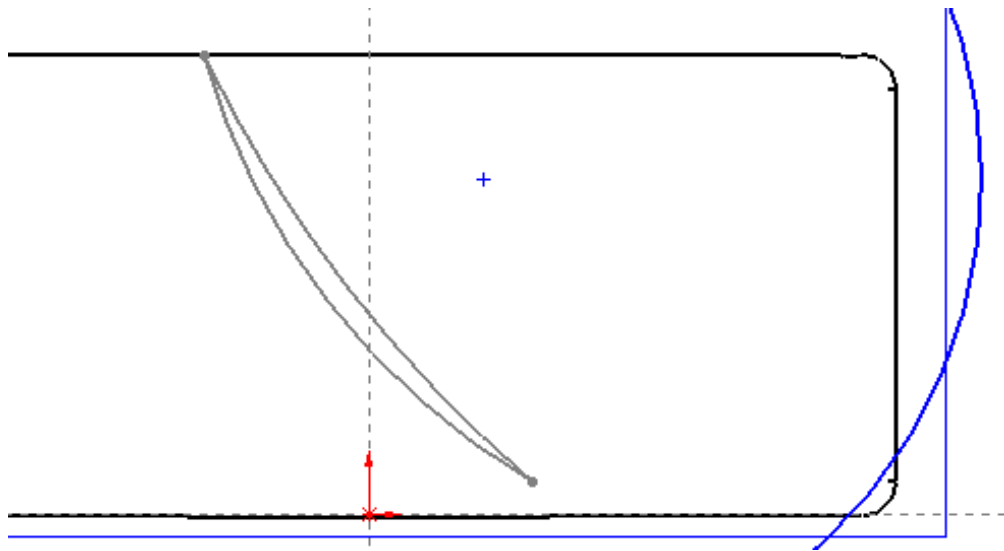


Рис. 10. Проведення дуги на площині «Край лопасті»

Добавте наступні взаємозв'язки (рис. 11):

- нижня точка дуги має співпадати з нижньою точкою ескізу на попередній площині;
- центр даної дуги має бути вертикальний з нижньою точкою попереднього ескізу;
- верхня точки дуги має бути горизонтальна верхній точці попереднього ескізу;
- радіус дуги – 40 мм.

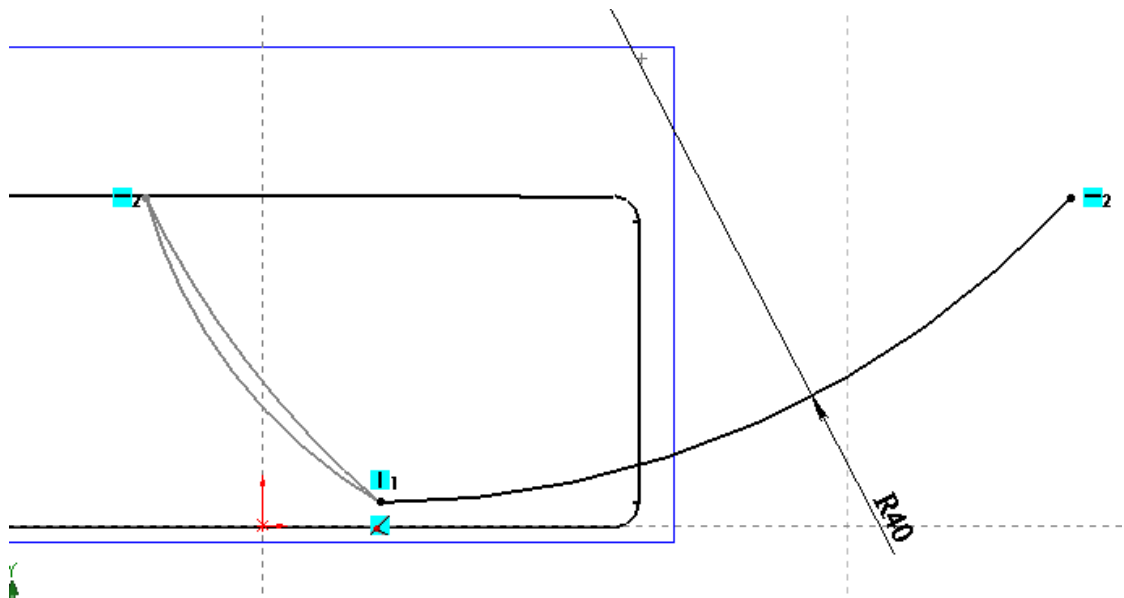


Рис. 11. Визначення положення дуги

Далі через крайні точки побудованої дуги проведіть дугу радіусом 32 мм (рис. 12).

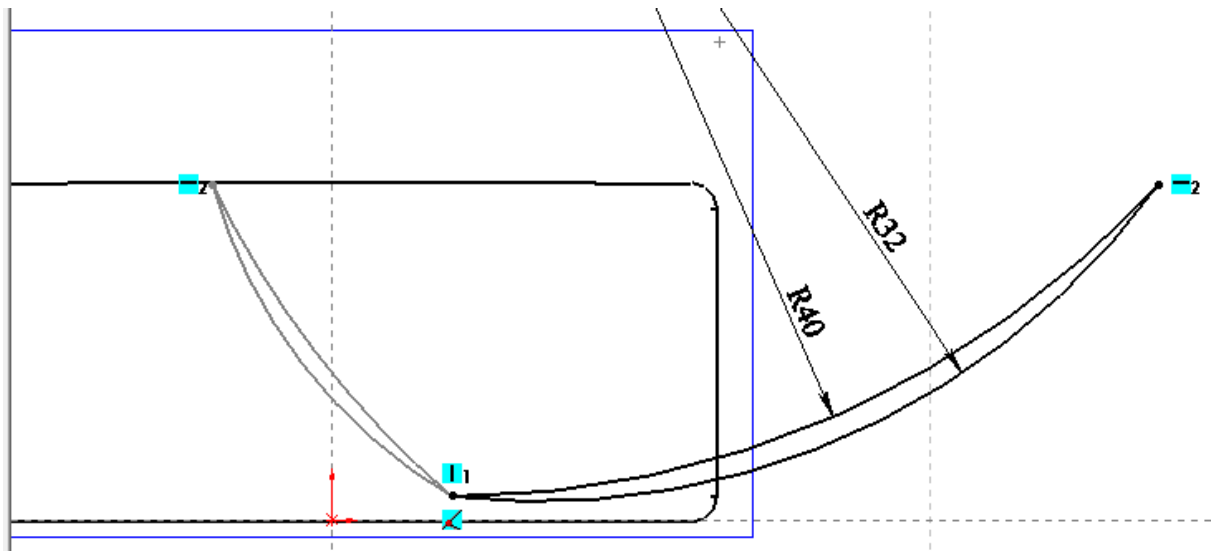


Рис. 12. Ескіз другого перерізу лопасті

Виберіть інструмент **Бобышка по сечениям** та задайте в якості перетинів створені раніше ескізи (рис. 13).

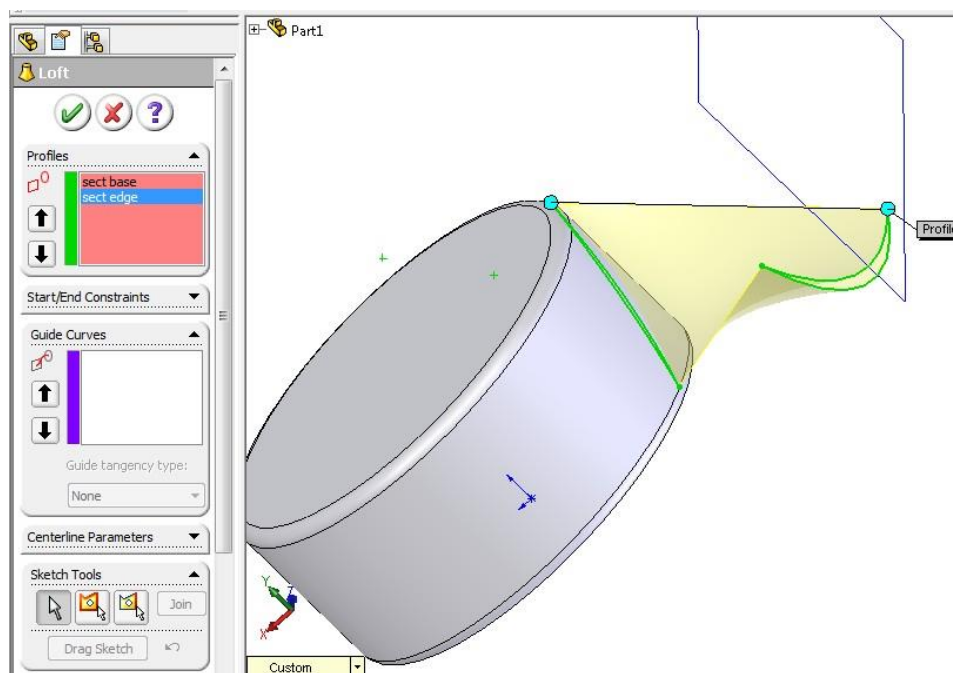


Рис. 13. Результат створення лопасті шляхом витягування по траєкторії

За допомогою інструменту **Круговой массив элементов** створіть копії лопасті. Кількість елементів масиву – 7, кут заповнення – 360° , вісь обертання – додатково створена вісь (рис. 14).

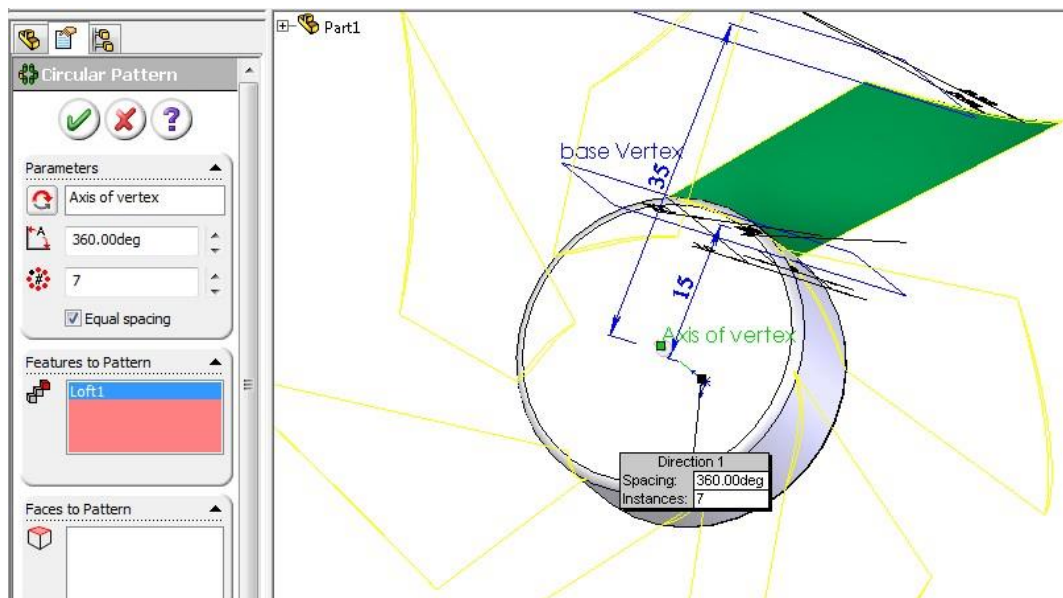


Рис. 14. Розмноження лопатей з використанням кругового масиву

Вертушка встановлюється у циліндричний корпус діаметром 76 мм. Для цього запусить інструмент **Витянутий виріз** і виберіть одну з основ циліндра. Побудуйте ескіз, зображений на рис. 15. Зробіть виріз **Через все в обох напрямленнях**. При необхідності поміняйте сторону для вирізу.

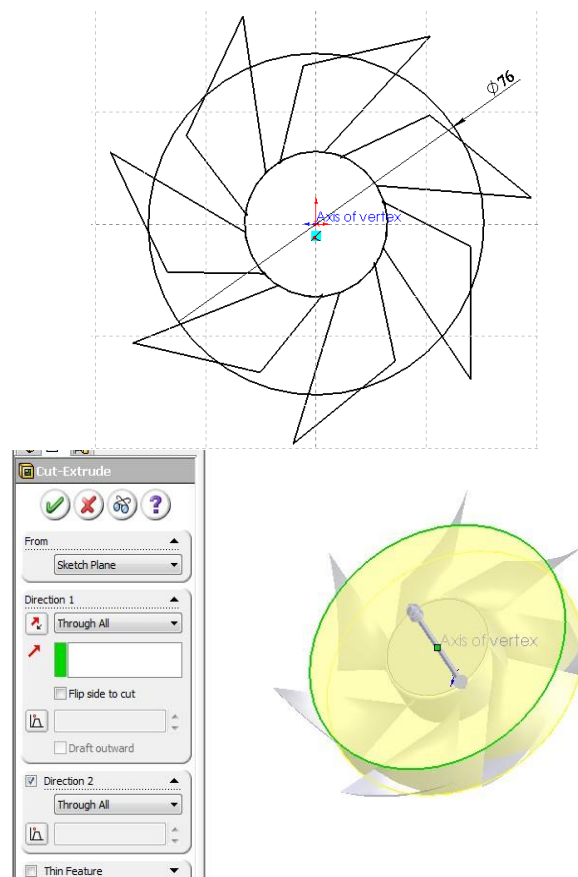


Рис. 15. Виріз діаметром 76 мм у вертушці

Створимо внутрішній отвір. Для цього запустіть інструмент **Вытянутый вырез**. Виберіть за площину ескізу одну з основ циліндра і нарисуйте коло, яке еквідистанта зміщено від кола циліндра на 1 мм (рис. 16).

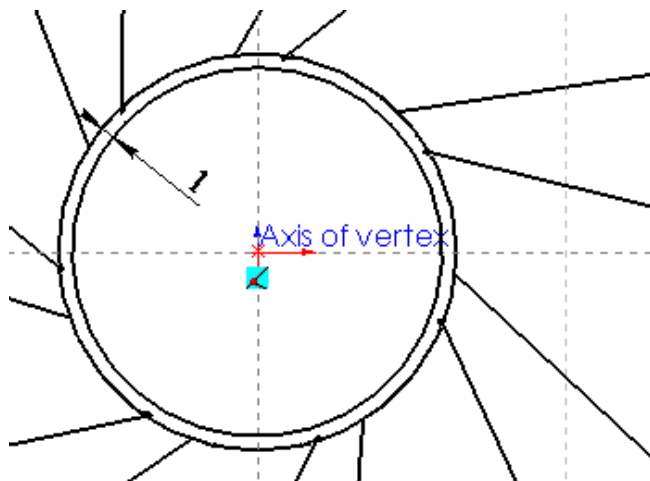


Рис. 16. Ескіз еквідистантного внутрішнього вирізу

У налаштуваннях вирізу задайте: **Направление - смещение от поверхности**, **Грань** – відповідна основа циліндру, **Смещение** – 1 мм (рис. 17).

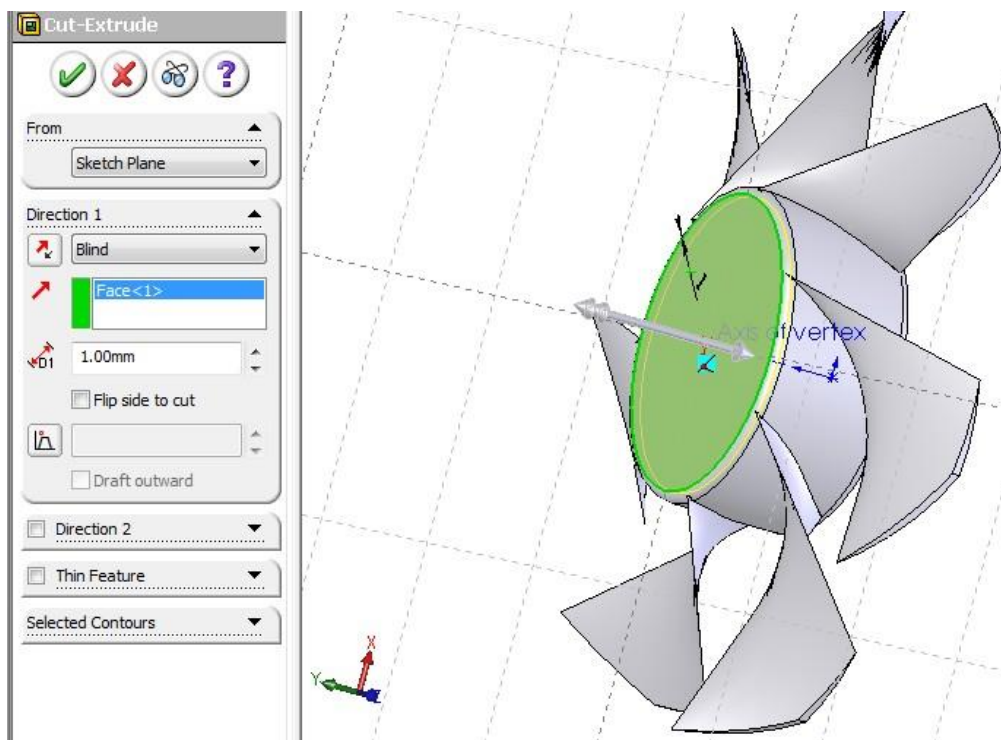


Рис. 17. Еквідистантний внутрішній виріз

Створіть осьовий отвір діаметром 10 мм. Кінцевий результат побудови на рис. 18.

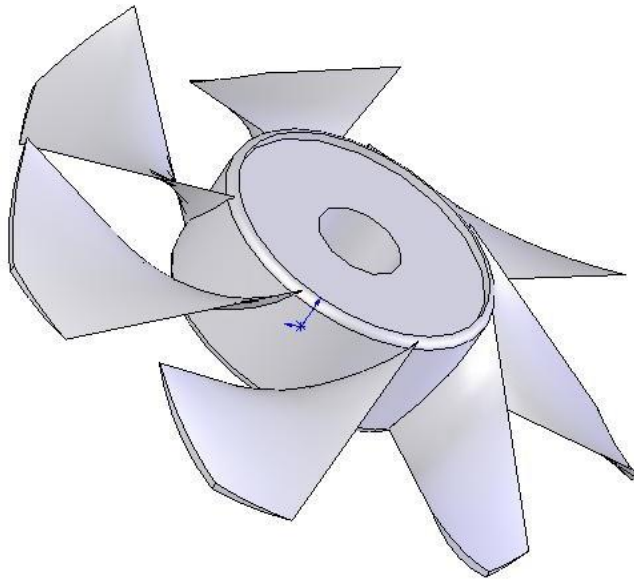


Рис. 18. Тривимірна твердотільна модель вертушки

3.3 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з креслеником, наведеним на рис. 19 та індивідуальним варіантом (табл. 1).

Таблиця 1. Індивідуальні варіанти для самостійної роботи

Варіант	D1	D2	D3	D4	D5	H1	H2	H3	H4
1	225	180	97	65	20	282	288	240	25
2	222	176	100	70	24	280	292	236	30
3	228	182	96	60	22	276	282	230	28
4	230	180	92	65	25	286	294	250	36
5	220	174	90	56	20	284	296	246	24
6	226	172	96	60	24	278	288	242	30
7	224	178	97	62	22	282	290	236	35
8	230	180	94	60	25	280	286	238	25
9	225	182	92	64	26	278	284	234	28
10	228	186	98	68	22	276	282	240	32
11	225	176	96	65	20	280	282	250	25
12	222	182	92	56	24	276	294	246	30
13	228	180	90	60	22	286	296	242	28
14	230	174	96	62	25	284	288	236	36
15	220	172	97	60	20	278	290	238	24

16	226	178	94	64	24	282	286	234	30
17	224	180	92	68	22	280	284	240	35
18	230	182	98	65	25	278	282	240	25
19	225	186	97	70	26	276	288	236	28
20	228	180	100	60	22	282	292	230	32
21	226	180	98	60	26	278	290	236	35
22	224	178	97	62	22	276	286	238	25
23	230	180	100	60	20	280	284	234	28
24	225	182	94	64	24	276	282	240	32
25	228	186	92	68	22	286	282	250	25

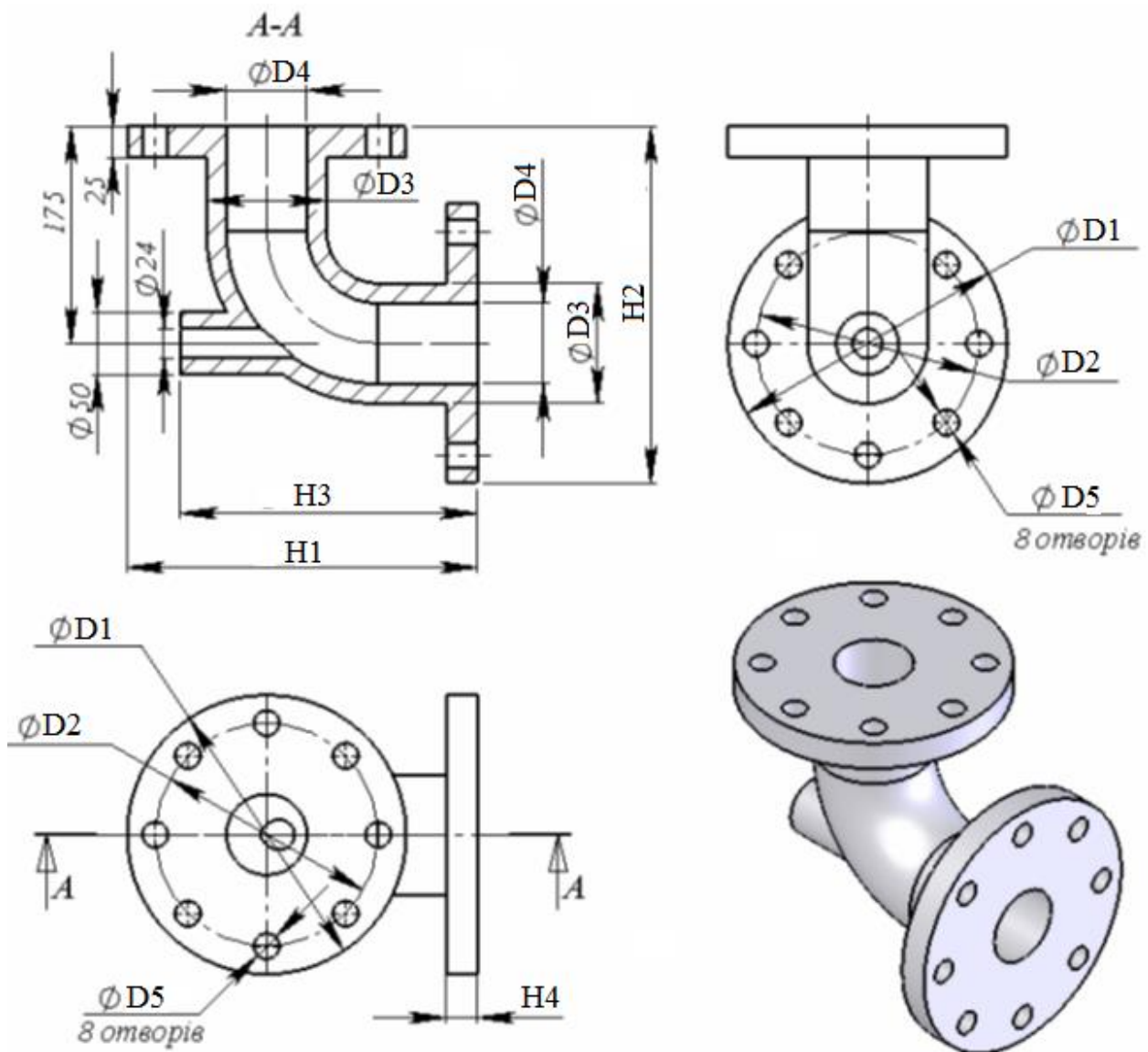


Рис. 19. Завдання для самостійної роботи

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Опишіть алгоритм побудови елемента **По сечениям**.
2. Які типи об'єктів можуть створюватися методом **По сечениям**?
3. Скільки ескізів необхідно для побудови елемента операцією обертання?
4. Вкажіть основні вимоги до прямої кривої при виконанні операції **По сечениям**.

ПОБУДОВА ПРОСТОРОВИХ КАРКАСНИХ МОДЕЛЕЙ

Методичні вказівки до практичної роботи № 4

Мета роботи: навчитися визначати послідовність дій при побудові тривимірних моделей деталей методом витягування уздовж тривимірної траєкторії; отримати практичні навички побудови деталей просторової закономірної форми засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Інструменти побудови тривимірних ескізів.
Відмінності між двовимірним і тривимірним ескізом.
Двовимірні побудови в тривимірному просторі.

Система координат в тривимірному ескізі.
Види допоміжних кривих в Solid Works.
Послідовність дій при створенні об'єднаних кривих.
Створення та налаштування спіралеподібних кривих.

2.3 Рекомендована література

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
2. Дударева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2010. Петербург: БХВ-Петербург, 2011. - 416 с.
3. Зиновьев Д. Основы моделирования в SolidWorks. М.: ДМК Пресс, 2016. – 240 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Для використання ряду інструментів роботи з тривимірними моделями необхідно застосовувати додаткові елементи побудови: осі, площини, точки, що не належать до жодного елемента або ескізу моделі.

Для побудови подібних об'єктів в SolidWorks використовуються інструменти довідкової геометрії: площина, вісь, система координат, точка, посилання на пару.

Найбільш часто при створенні твердотілої тривимірної моделі використовуються інструменти **Площина** і **Ось**. Додаткові площини застосовуються в елементах по траєкторії і по перетинах.

Осі необхідні для створення кругових масивів елементів. Всі створені як об'єкти довідкової геометрії будуть відображатися як в графічній області та в дереві побудови.

Для інструментів **Площина** і **Ось** необхідно вказати спосіб створення довідкової площини (при натисканні відповідної піктограми) і вибрати в графічній області об'єкти, на базі яких площина буде побудована. В якості об'єктів можуть виступати раніше створені площини, лінії, точки, елементи ескізів, криві і поверхні.

Правила побудови тривимірних моделей деталей

До тривимірних параметричних моделей, які можуть бути

побудовані засобами SolidWorks, можна віднести:

- оригінальні деталі виробів;
- типові покупні вироби (електрорадіоелементи, корпусу, кріпильні деталі);
- стандартні вироби (кріплення).

Процес побудови тривимірних моделей деталей слід починати з найбільш великих конструктивних елементів, поступово видаляючи матеріал або додаючи більш дрібні елементи. Розробку складових конструкцій, які не беруть участі в створенні інших елементів (наприклад, фаски, скруглення, кріпильні отвори та ін.), необхідно перенести на останні етапи моделювання. Якщо виріб має одну або кілька площин симетрії, більш доцільно (і менш трудомістко) змоделювати лише частину конструкції, а решту отримати методом дзеркального відображення.

Модель, що складається з декількох елементів, може бути побудована в різному порядку їх слідування, а також різними методами.

3.2 Контрольний приклад

Приклад 1. Створіть модель, показану на рис. 1. Розміри моделі наведені на тому же рисунку. Особливістю моделі є те, що вона трубчаста з криволінійною формою лінії на якій розташовані центри кіл, що утворюють поверхню деталі.

Каркас стільця створюється витягуванням профілю уздовж тривимірної траєкторії. Траєкторія будується в середовищі тривимірних ескізів. Тому треба увійти в середовище побудови тривимірних ескізів і створити ескіз 3D-траєктории. З урахуванням симетрії, досить зобразити ліву половину 3D-траєктории.

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі. Створіть площину, перпендикулярну 3D-траєктории. Створіть профіль витягування, вибравши створену площину в якості ескізної.

Витягніть профіль уздовж траєкторії за допомогою параметра **Тонкостенный элемент**. Створіть дзеркальне зображення щодо площини **Спереди**.

Створіть площину на відстані 40 мм від площини **Спереди** та встановіть ізометричний вигляд моделі.

Виберіть пункт меню **Вставка - 3D-эскиз** для того, щоб увійти в середовище редагування 3D-эскизів. Запуститься середовище

редагування 3D-ескізів, а початок координат ескізу буде відображено червоним кольором. Праворуч угорі в області побудов з'явиться область підтвердження. Інструменти для побудови ескізів теж стануть доступні.

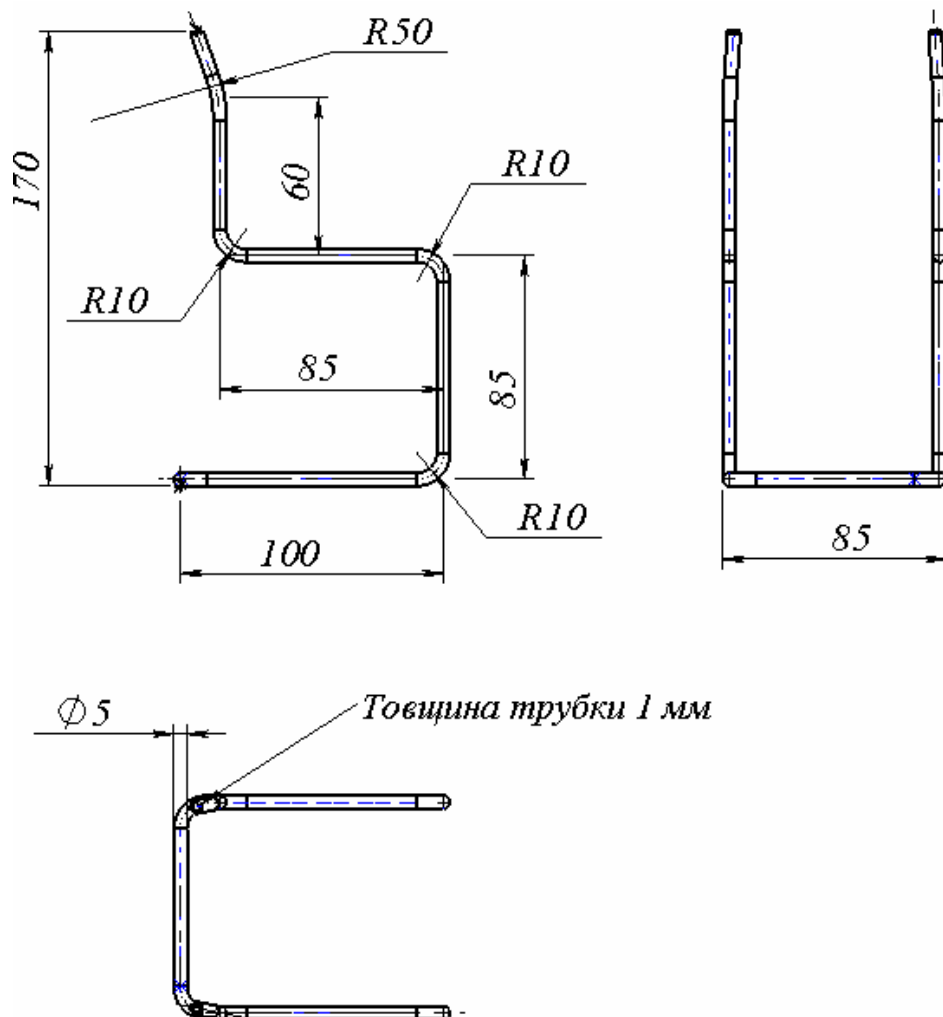


Рис. 1. Види та розміри моделі до практичного заняття

Викличте інструмент побудови ліній. Стандартний курсор зміниться на курсор лінії. Напис XY, виведений поряд з курсором, говорить про те, що побудова буде виконуватися в площині XY. Перша лінія, яку необхідно побудувати, лежить у площині ZX. Тому варто перемкнути площину побудови.

Двічі натисніть клавішу **Tab**, щоб перейти в площину ZX. Наведіть курсор на початок координат. Коли курсор буде зафарбований жовтим кольором, натисніть й утримуйте ліву кнопку миші. У першій точці створюваної лінії буде виведений просторовий маркер, що показує напрямки осей X, Y, Z.

Перетягніть курсор у напрямку осі Z. При цьому буде створена

лінія в напрямку Z. Відпустіть ліву кнопку миші, коли значення довжини лінії дорівнюватиме 40.

Перемістіть курсор у кінцеву точку першої лінії. Коли курсор стане жовтим, натисніть й утримуйте ліву кнопку миші. Перетягніть курсор у напрямку X. Відпустіть ліву кнопку миші, коли значення довжини лінії, виведене над курсором дорівнюватиме 100.

Наведіть курсор на кінцеву точку другої лінії. Коли курсор прив'яжеться до цієї точки, натисніть та утримуйте ліву кнопку миші. Натисніть клавішу **Tab**, щоб перейти в площину XY. Перетягніть курсор у напрямку Y. Відпустіть ліву кнопку миші, коли значення довжини лінії буде 85.

Аналогічно створіть інші елементи ескізу і додайте зв'язки та розміри. Ескіз, що маєте отримати наведено на рис. 2.

Додайте зв'язок **Совпадение** між верхньою точкою тривимірного ескізу й площиною. Завершіть побудову ескізу.

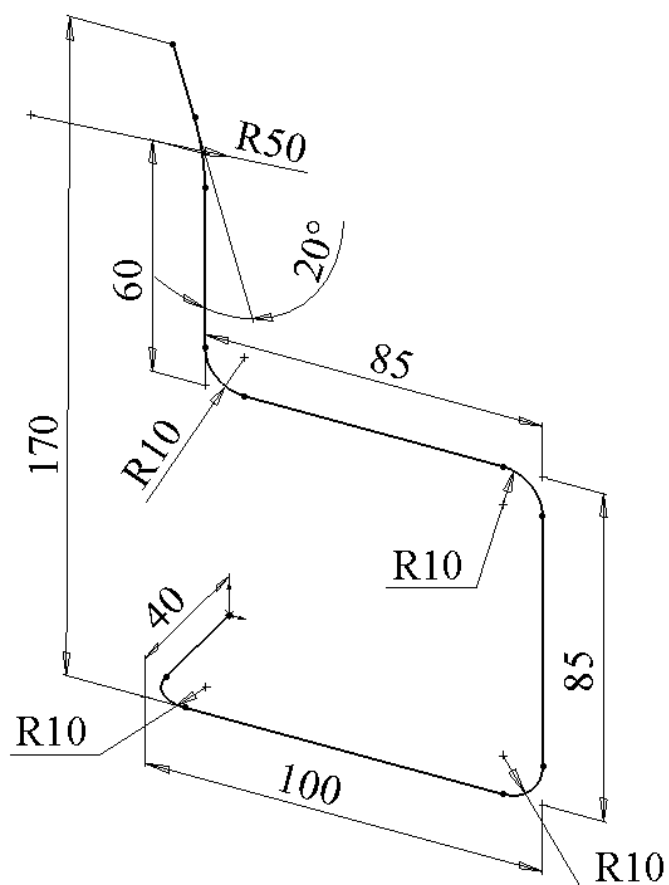


Рис. 2. Ескіз тривимірної траєкторії

Виберіть площину **Спереди** як основу ескізу та увійдіть в режим створення ескізу. Оскільки площина перпендикулярна 3D-траєкторії, нам не треба створювати довідкову площину.

Створіть коло діаметром 5 мм, яке буде використовуватися в якості профілю для створення бобики. Завершіть побудову ескізу.

Вийдіть із ескізного середовища.

Створіть тонкостінний елемент з товщиною стінки 1 мм.

Приклад 2. Створіть модель пружини, показаної на рис. 3. Розміри пружини: висота 72,5 мм, розмір гаку 10 мм, діаметр пружини 50 мм, діаметр дроту 7 мм.

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі. Клацніть на кнопки **Винтовые и спиральные** у менеджері команд. Виберіть площину **Спереди** та створіть новий ескіз.

Накресліть коло діаметром 50 мм (діаметр пружини). Встановіть ізометричний вигляд і закрийте середовище редагування ескізів. На екрані з'явиться менеджер властивостей гвинтових кривих, а в області побудов буде відображений попередній вигляд гвинтової кривої з параметрами за замовчуванням.

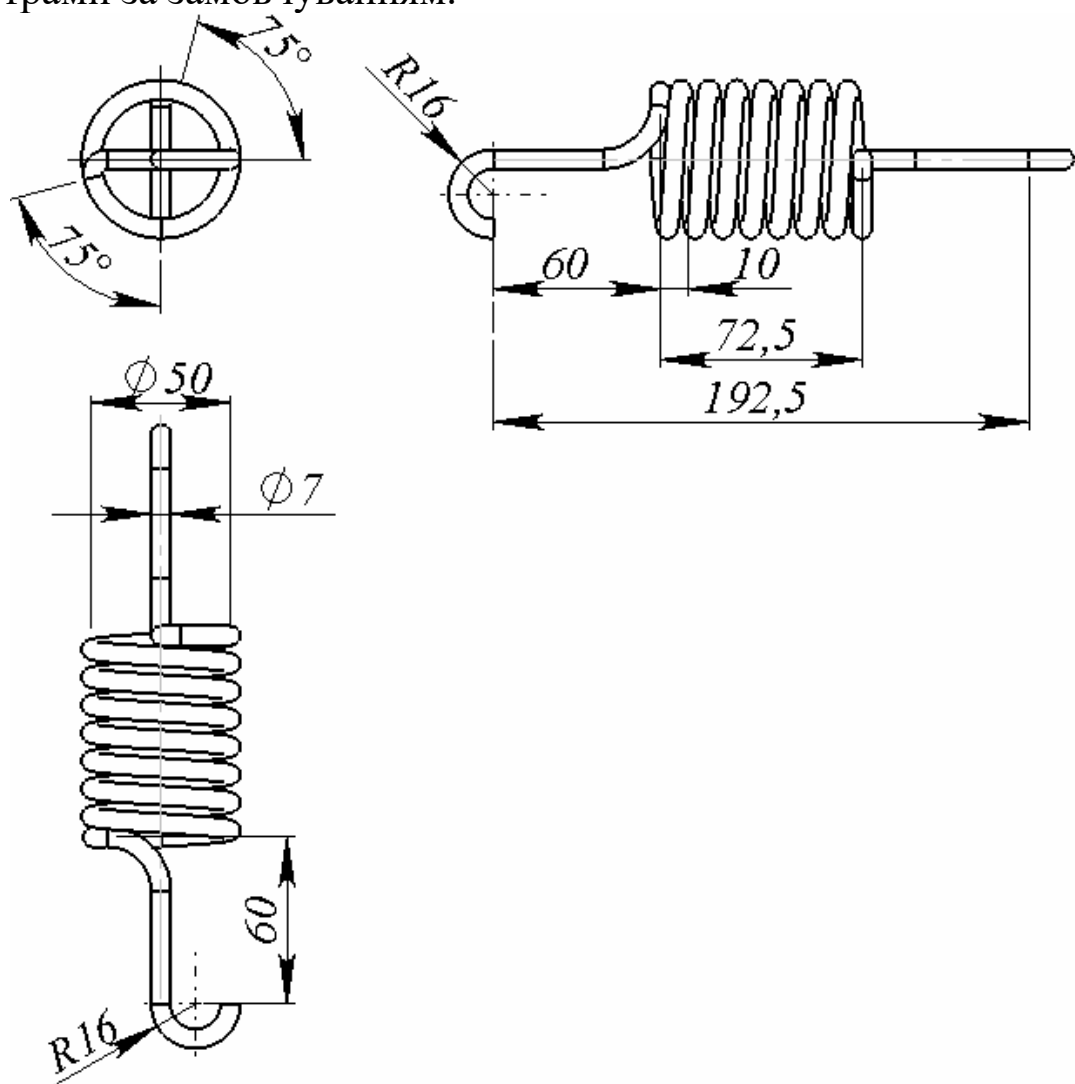


Рис. 3. Кресленик пружини

Виберіть параметр **Высота и шаг** у списку **Тип**. Встановіть значення висоти пружини 72,5 мм і значення кроку 10 мм. Крок не може бути меншим за діаметр дроту. Зверніть увагу, що гвинтова крива обновляється автоматично у разі зміни параметрів.

Встановіть нульовий початковий кут пружини й клацніть на кнопці **ОК** у менеджері властивостей гвинтових кривих.

Виберіть площину **Спереди** як площину для створення ескізу та увійдіть в середовище редагування ескізів. Перший ескіз правого гачка пружини складається із двох дуг. Створіть дугу, як показано на рис. 4. Встановіть зв'язок **Точка пронзання** між нижньою кінцевою точкою першої дуги та гвинтовою кривою. Додайте інші розміри та зв'язки, щоб повністю визначити ескіз (рис. 4, а).

Вийдіть із ескізного середовища. Після створення першого ескізу правого гачка пружини на площині **Справа** створіть другий ескіз гачка (рис. 4, б).

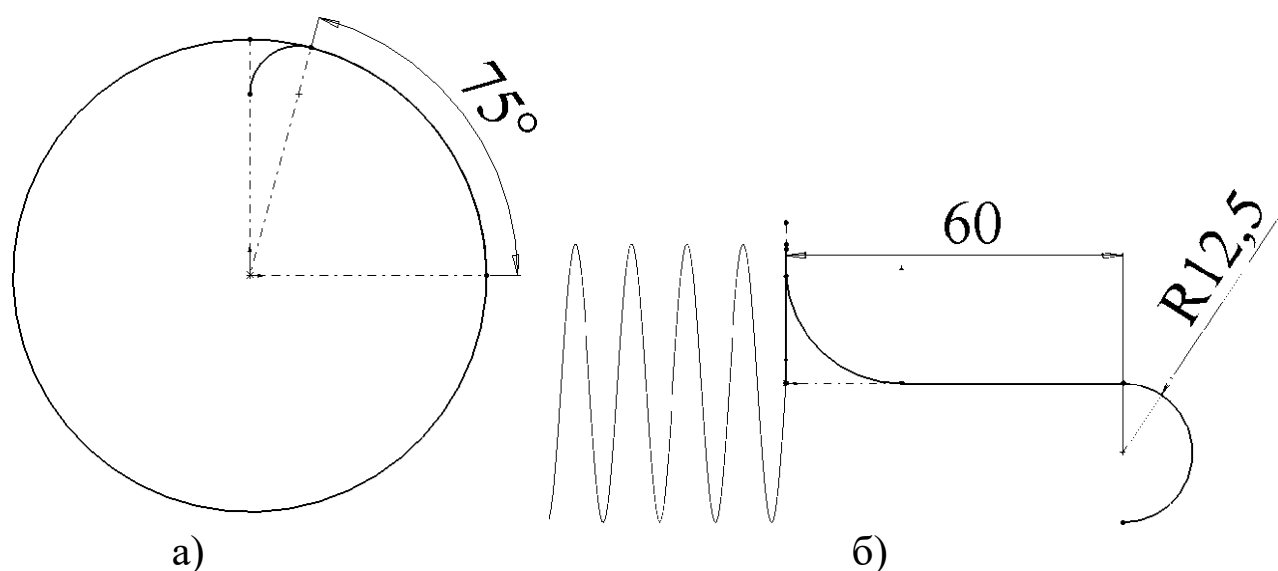


Рис. 4. Створення ескізів

Встановіть зв'язок **Точка пронзання** між верхньою дугою та попереднім ескізом, а також лівою кінцевою точкою лівої дуги поточного ескізу.

Додайте зв'язок **Касательний** між лівою дугою поточного ескізу та верхньою дугою попереднього ескізу. Додайте зв'язки і розміри до поточного ескізу (рис. 4, б).

Аналогічно створіть ескіз лівого гачка пружини. Траєкторія витягування пружини після створення гвинтової кривої і двох гачків на кінцях показана на рис. 5.

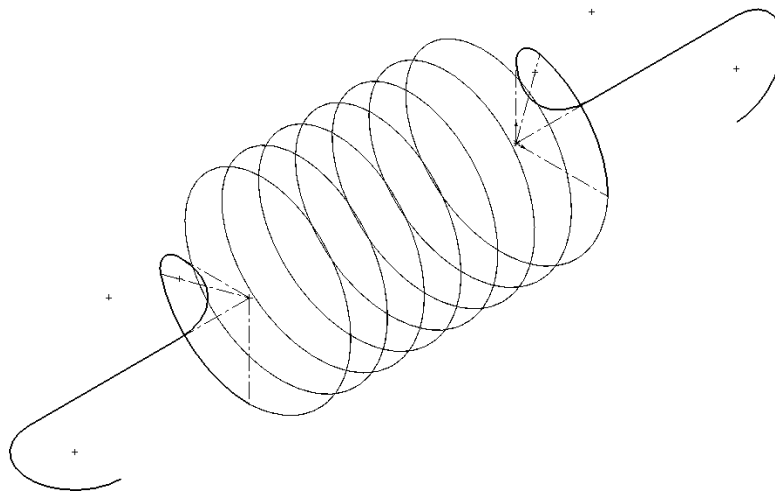


Рис. 5. Траекторія витягування пружин

Після створення всіх необхідних ескізів і гвинтової кривої потрібно їх об'єднати в одну криву. Клацніть на кнопці **Объединенная кривая** у менеджері команд або виберіть пункт меню **Вставка - Кривая - Объединенная**. На екрані з'явиться менеджер властивостей об'єднаних кривих та область підтвердження.

Виділіть обидва кінцеві гачки пружини та гвинтову криву та клацніть на кнопці **ОК** у менеджері властивостей композитних кривих.

Створіть площину, перпендикулярну траєкторії в кінцевій точці правого гачка пружини. В цій площині створіть ескіз та накресліть профіль пружини. Додайте зв'язок **Точка пронзания** між центром кола та композитною кривою. Додайте необхідні розміри до ескізу.

Вийдіть із ескізного середовища. Профіль і траєкторія для витягування показані на рис. 5, а.

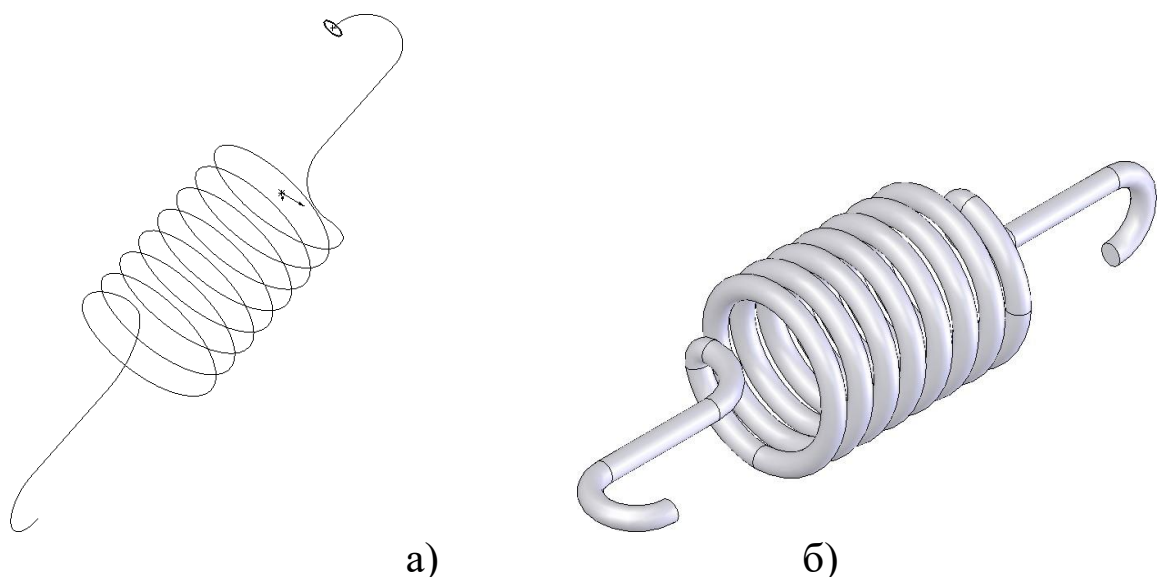


Рис. 5. Створення моделі пружини

Витягніть профіль уздовж траєкторії. Результат моделювання представлено на рис. 5, б.

3.3 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з креслеником, наведеним на рис. 6 та індивідуальним варіантом (табл. 1).

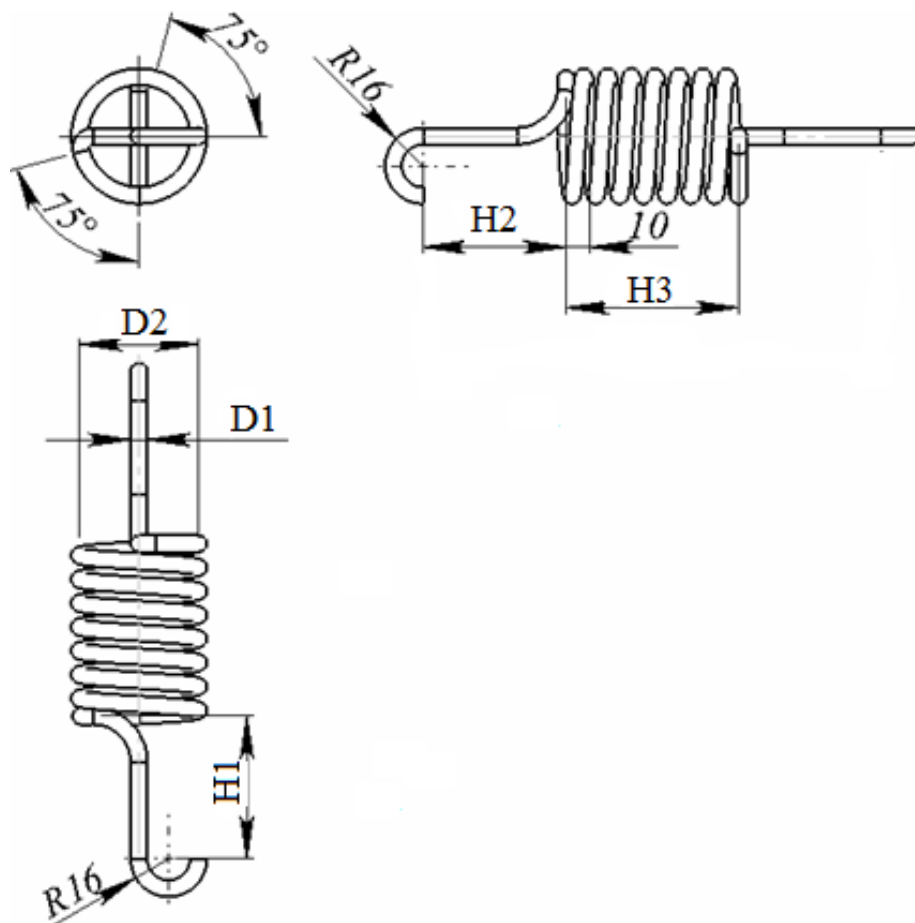


Рис. 6. Кресленик моделі для самостійної роботи

Таблиця 1. Індивідуальні варіанти для самостійної роботи

Варіант	D1	D2	H1	H2	H3
1	5	44	40	50	68
2	5,5	50	50	70	72
3	6	56	60	80	74
4	6,5	60	70	40	76
5	7	42	80	55	80
6	7,5	48	40	65	70
7	8	54	50	55	68

8	5	56	60	45	70
9	6,5	62	70	60	74
10	7	42	80	80	76
11	5	50	60	50	72
12	5,5	56	70	70	74
13	6	60	80	80	76
14	6,5	42	40	40	80
15	7	48	50	55	70
16	7,5	54	60	65	68
17	8	56	70	55	70
18	5	62	80	45	74
19	6,5	42	40	60	76
20	7	44	50	80	68
21	6,5	56	60	55	72
22	7	62	70	65	74
23	5	42	80	55	76
24	5,5	50	40	45	80
25	6	56	50	60	70

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Яке призначення має тривимірний ескіз?
2. Яким чином при створенні тривимірного ескізу можна змінити напрям площини?
3. Якими діями із плоского тривимірного ескізу можна отримати об'ємну твердотільну модель?
4. Яке призначення мають тимчасові осі?
5. Яким чином в середовищі SolidWorks можна створити лінійний масив?

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОФЕСІОНАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Методичні вказівки до практичної роботи № 5

Мета роботи: вивчити інструменти для створення оболонок та різноманітних отворів; закріпити практичні навички побудови складних тривимірних моделей засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Що являє собою елемент «оболонка».

Опишіть послідовність дій при створенні оболонки в SolidWorks.

Зв'язок між радіусом округлення та товщиною оболонки.

Види отворів під кріплення, доступні для створення в SolidWorks. Опишіть способи створення отворів в SolidWorks.

2.3 Рекомендована література

1. Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.
2. Афанасьев Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов / [Афанасьев Б.А. и др.]; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. М.: Москва, 2000. – 640 с.
3. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Створення оболонки — це процес видалення матеріалу з моделі, результатом якого є модель, порожня усередині, що й має стінки заданої товщини. При виконанні цієї операції також видаляються одна або кілька виділених граней моделі. Якщо ви не виділите ні однієї грані для видалення, результатом буде закрита порожня модель. Стінкам можна надавати різну товщину. Оболонка створюється за допомогою інструмента **Оболочка**.

Для виклику цього інструмента клацніть на кнопці **Оболочка** на панелі **Елементи**. В результаті буде запропоновано виділити грані, які слід вилучити. Необхідно виділити одну або кілька граней, призначених для видалення. Виділені грані будуть підсвічені зеленим кольором, а їх імена з'являться в області виділення **Удалить грани**. Також необхідно задати товщину стінок за допомогою лічильника **Товщина** і клацнути на кнопці **ОК** у менеджері властивостей.

Якщо товщина оболонки перевищує радіус скруглення, то скруглення не стане частиною оболонки, так як у результаті утворюються гострі кромки. Те ж саме відноситься до створення фасок. Грані, виділені для видалення, можуть бути плоскими або вигнутими. Але можливість створення оболонки шляхом видалення вигнутої грані залежить від того, наскільки геометрія цієї грані дозволяє забезпечити задану товщину стінок і задовольняє іншим

геометричним умовам. Якщо потрібно створити оболонку на зовнішній стороні моделі, установите прапорець **Оболонка назовні**.

Вбудована евристика команди створення оболонки в Solidworks дозволяє програмі визначити, яка кількість матеріалу повинна бути вилучена в залежності від геометричних умов. Тому програма не стане видаляти матеріал у тих місцях, де це неможливо з геометричних міркувань. У Solidworks можливо попередньо переглядати вид оболонки. Для того, щоб побачити попередній вид оболонки, установіть прапорець **Показувати попередній перегляд** на панелі **Параметри**.

Інструмент **Отверстие под крепеж**, або майстер отворів, служить для створення стандартних отворів: розцикованих, розенкованих, висвердлених, різьбових отворів і отворів із трубною різьбою. З його допомогою можна також створювати отвори з довільними параметрами наступних видів: розцикований висвердлений отвір, висвердлений отвір із зустрічним свердлінням, розцикований отвір, простий отвір, простий висвердлений отвір, конічний отвір і конічний висвердлений отвір.

Усі параметри отворів, включаючи параметри обмеження, можна змінювати, у тому числі вже після створення отворів. Задати місце розташування отвору в цьому майстру можна двома способами.

Перший спосіб - указати потрібне місце заздалегідь. У цьому випадку, перед викликом майстра, необхідно виділити грань або площину, на якій ви плануєте помістити отвір. Грань може бути плоска або зігнута. Виділивши грань, клацніть на кнопці **Отверстие под крепеж** на панелі **Элементы**. Відкриється діалогове вікно **Определение отверстия**. У графічній області буде показано попередній вигляд отвору. Якщо ви зміните параметри або тип отвору, то й попередній вигляд отвору зміниться відповідним чином.

При створенні масиву з різьбових отворів умовне графічне зображення різьби показується тільки для батьківського екземпляра масиву, у всіх же інших воно відсутнє. Для того, щоб забезпечити умовним зображенням різьби інші екземпляри, скористайтеся менеджером властивостей **Текстура**.

Отвір, створений за допомогою майстра отворів, складається із двох ескізів. Перший з них - це ескіз точки розміщення, а другий - ескіз профілю отвору. Якщо ви виділите площину розміщення перед тем, як викликати діалогове вікно **Определение отверстия**, то створений ескіз буде двовимірним. Якщо замість того щоб

заздалегідь виділяти площину, вказати точку розміщення після виклику **Определение отверстия**, то результируючий ескіз буде тривимірним.

3.2 Контрольний приклад

Приклад 1.

Створіть тривимірну модель розетки, кресленик якої зображено на рис. 1.

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі. В площині **Спереди** створіть новий ескіз. Побудуйте контур, зображений на рис. 2.

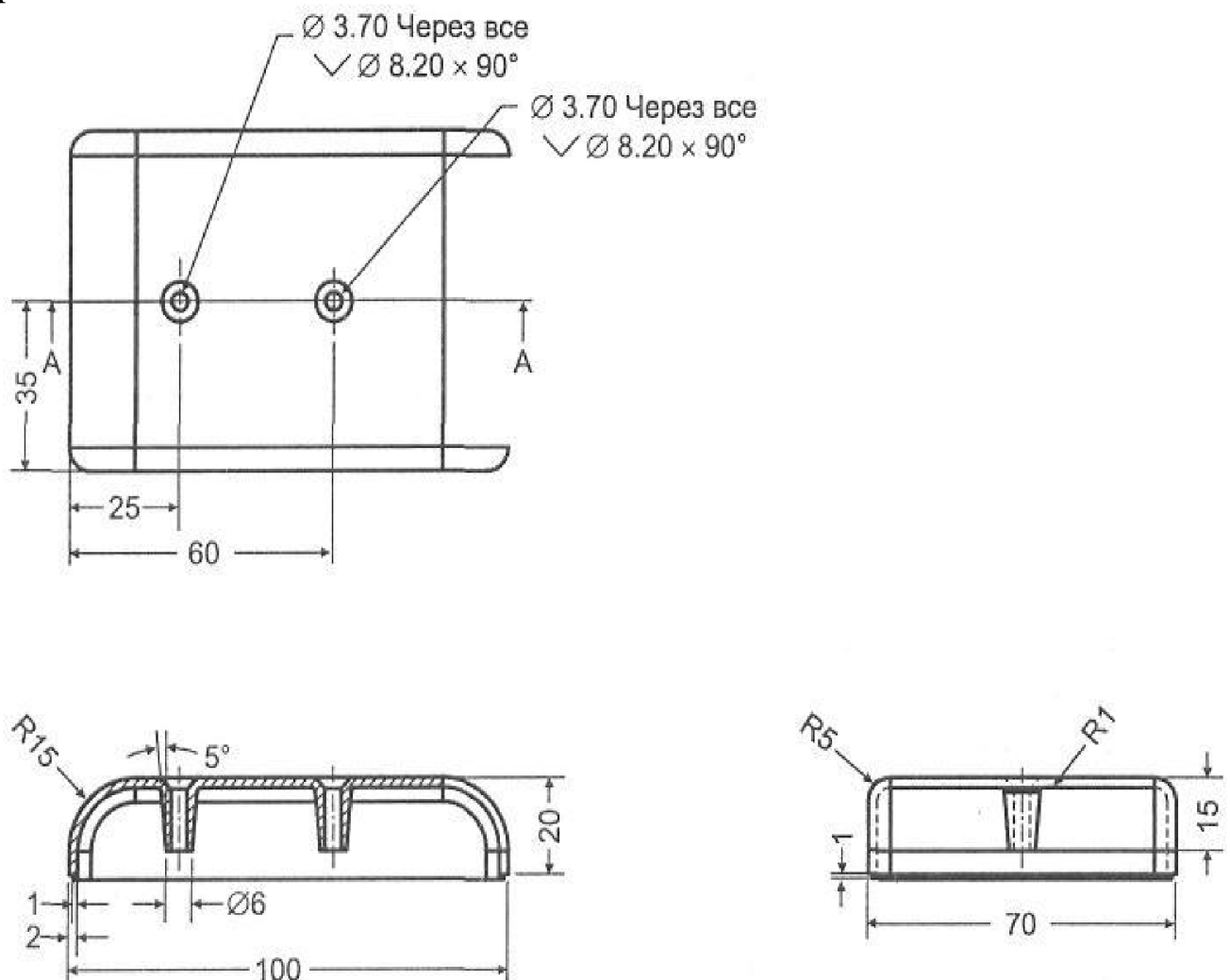


Рис. 1. Кресленик розетки

Створіть основу моделі, шляхом витягування ескізу (рис. 2) на 20 мм за допомогою інструменту **Вытянутая бобышка**.

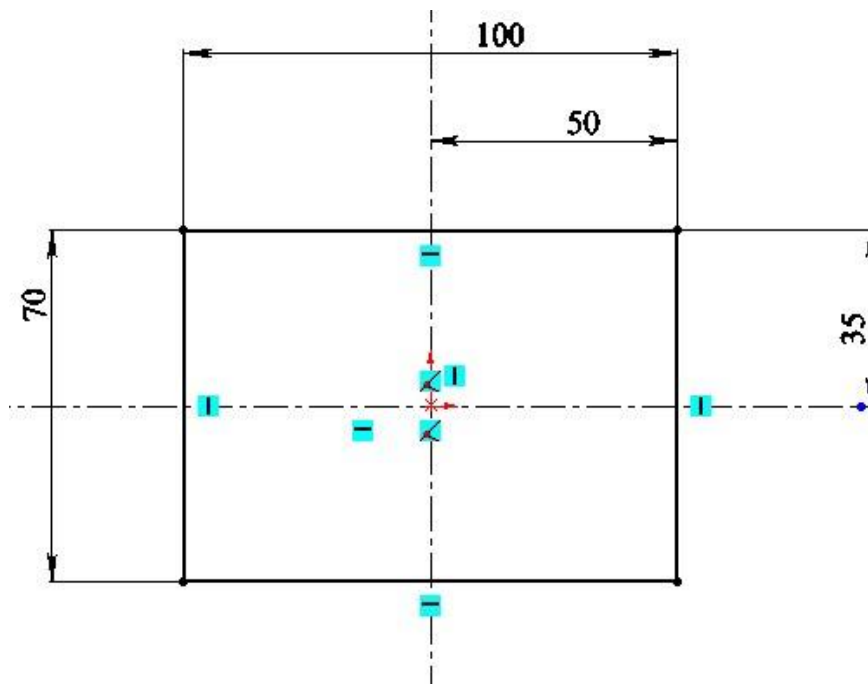


Рис. 2. Створення ескізу основи розетки

Скругліть два протилежні верхні ребра моделі радіусом 15 мм, використовуючи інструмент **Скругление** (рис. 3).

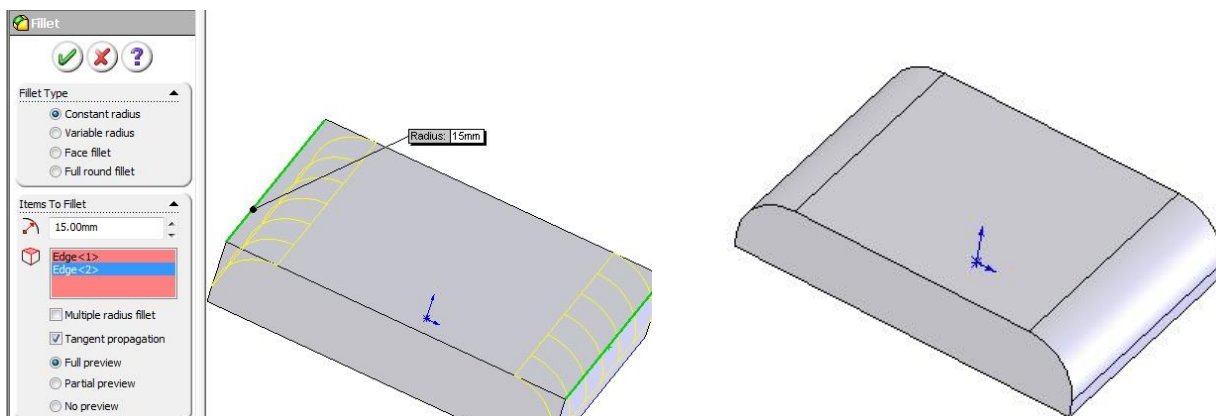


Рис. 3. Скруглення ребер розетки

Аналогічно скругліть 2 інших верхніх ребра (в повну довжину з радіусами попередніх скруглень) деталі радіусом 5 мм (рис. 4).

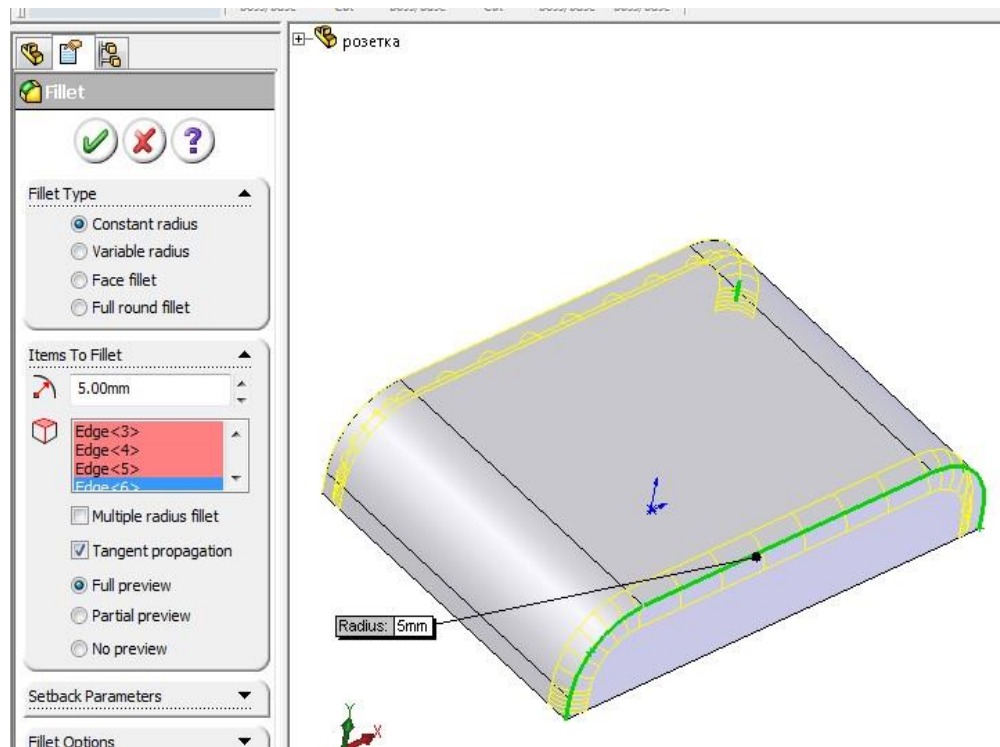


Рис. 4. Скруглення довгих кромки радіусом 5 мм

Створіть оболонку з моделі за допомогою інструменту **Оболочка** з панелі інструментів **Елементи**. У вікні вибору граней зліва укажіть грані, які необхідно прибрати: нижня основа, одна грань-скруглення та грань, що їх з'єднує (рис. 5). У найпершому полі - товщина оболонки, вкажіть 2 мм.

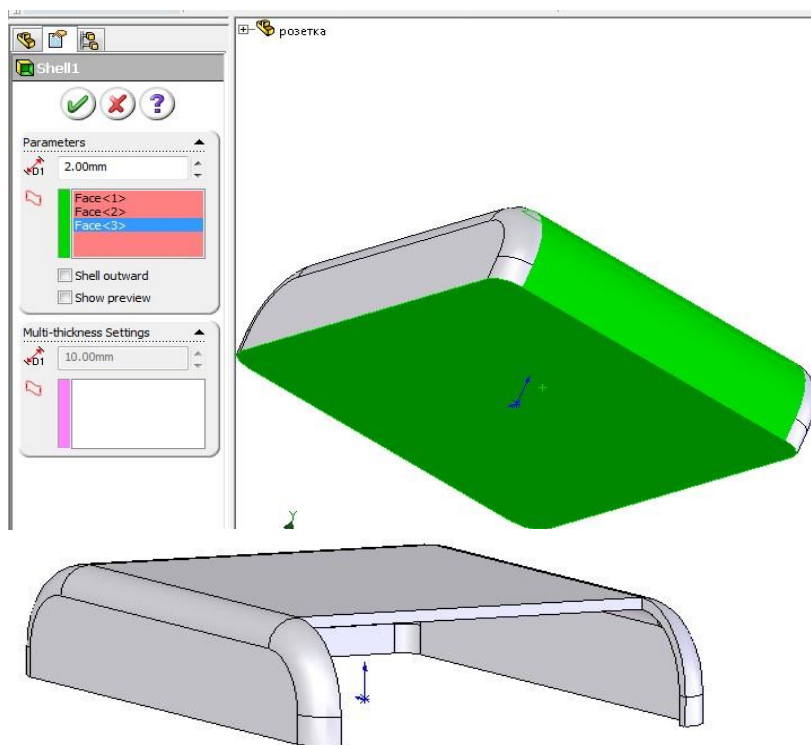


Рис. 5. Створення оболонки

Створіть витягнуті елементи під кріпильні отвори. Для цього створіть додаткову площину на відстані 15 мм від внутрішньої грані моделі. Площина має бути розташована всередині оболонки.

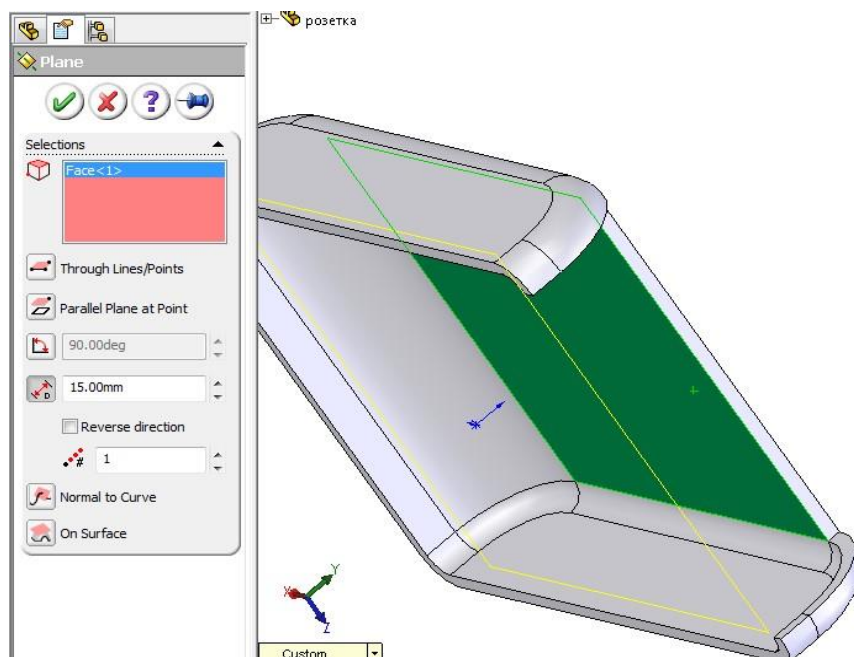


Рис. 6. Створення додаткової площини

Використовуючи інструмент **Витягнута бобышка** створіть витягнуті елементи на основі нижченаведеного ескізу (рис. 7).

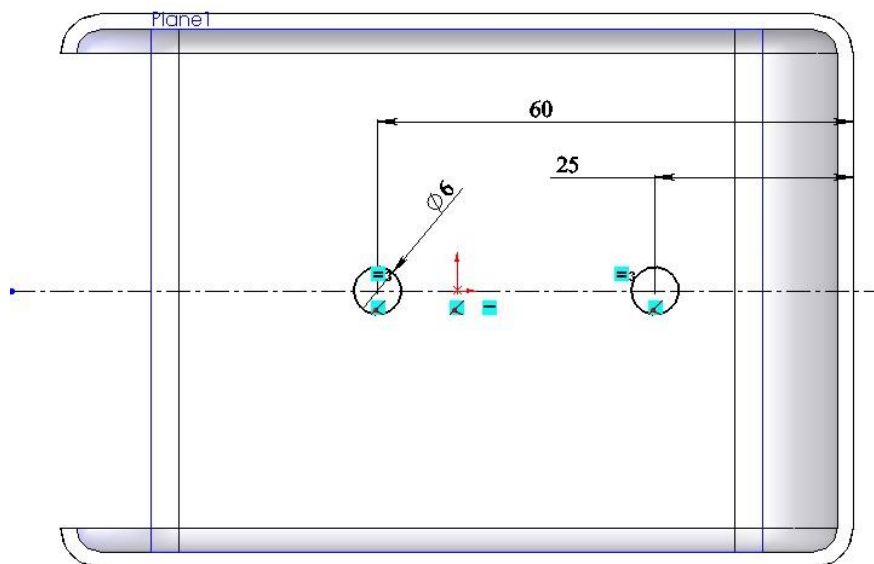


Рис. 7. Ескіз для подальшого витягування

Ескіз витягніть, використовуючи опцію **До наступної**, також задайте в налаштуваннях кут нахилу 5 градусів назовні (рис. 7).

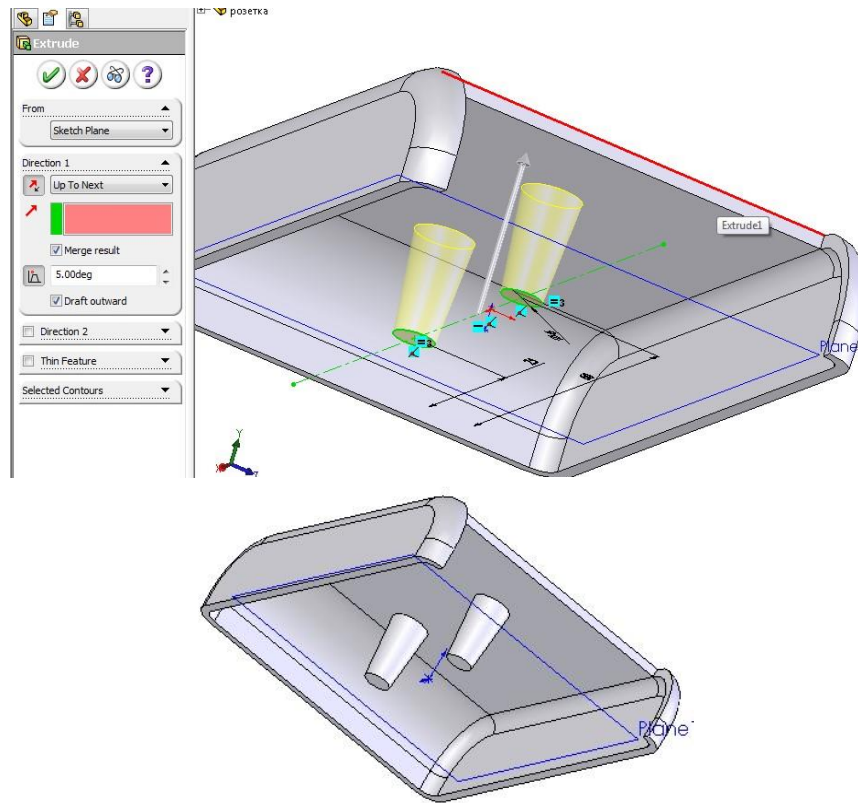


Рис. 7. Використання налаштування **Уклон** при витягуванні стійок

Створимо кріпильний отвір з різьбою М 3.5 з плоскою головкою. Поверніть модель, виберіть верхню грань і запусіть інструмент **Отверстие под крепеж**. У вікні **Определение отверстия** виберіть **Зенковка**.

У даному ж вікні нижче у першому списку для налаштування виберіть **ANSI metric**. Нижче у списку виберіть **Болт с плоской головкой (Flat head screw – B18.6.7M)**. Установіть далі розмір різьби М 3.5, а граничну умову **Через все** (рис. 8).

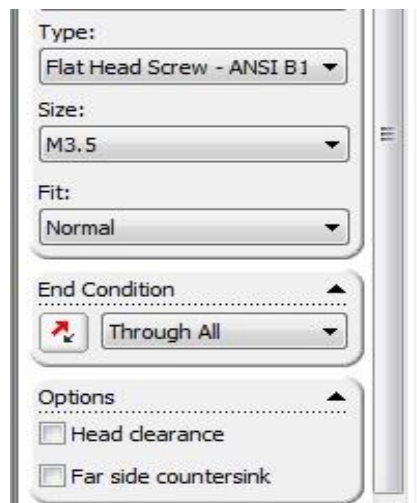


Рис. 8. Налаштування деталей створюваного отвору

Перейдіть у даному діалоговому вікні на вкладку **Позиція** і перед вами появиться ескізне середовище, в якому необхідно відмітити точки на основі яких будуть будуватися отвори. Також необхідно проставити розміри в ескізі (рис. 9) або використовуючи інструмент **Взаємосвязи** зробити центри отворів концентричними з колами циліндричних витягнутих елементів.

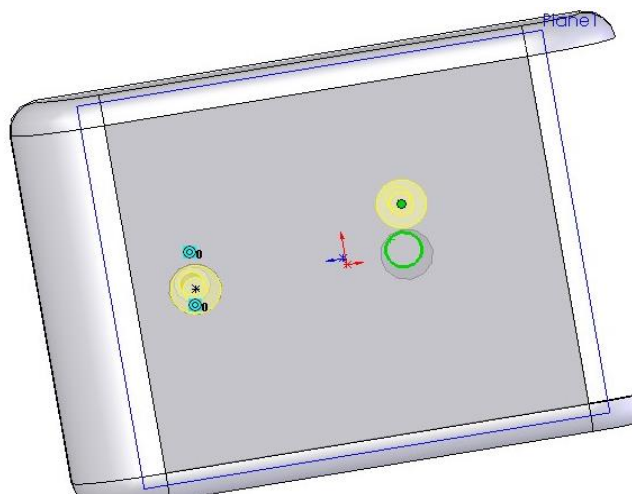


Рис. 9. Положення отворів

Завершіть створення отвору, затвердивши ескіз і сам твердотільний елемент. Результат на рис. 10.

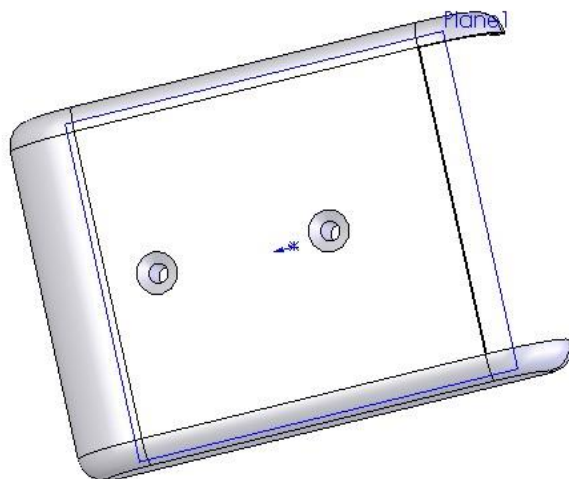


Рис. 10. Отвори, що створенні при використанні майстра отворів

Скругліть місця з'єднання циліндричних частин з основою радіусом 1 мм.

Запустіть інструмент **Вытянутая бобышка**. В якості площини ескізу виберіть нижню основу деталі. За допомогою інструменту **Преобразовать объекты**, спроектуйте внутрішні кромки моделі на

поточній площині у ескізі. Всю кромку можна вибрати, використовуючи такий прийом: навести на кромку, вибрати її і нажати на праву клавішу мишки. Далі вибрати **Выбрать касательную** (рис. 11).

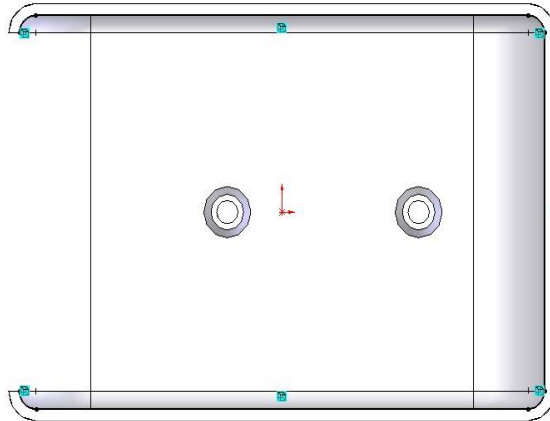


Рис. 11. Використання інструменту **Преобразовать объекты**

У налаштуваннях витягування перейдіть в панель **Тонкостенный элемент**. У полі **Направление 1** задайте **Расстояние** – 2, а в полі **Тонкостенный элемент: Толщина** – 1. Результат моделювання показано на рис. 12.

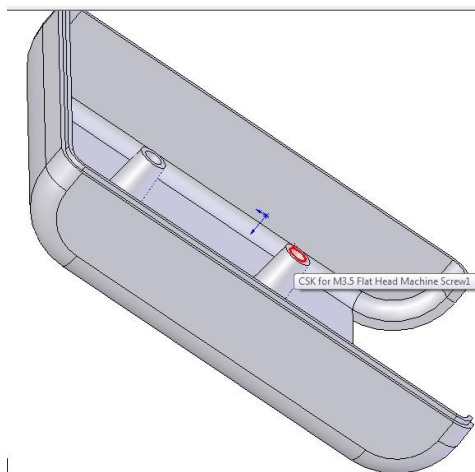


Рис. 12. Побудована модель розетки

Завдання 2. Захисна решітка (рис. 13), виготовлена із дроту, являє собою ряд концентричних кіл, що утворюють сферичну поверхню. Решітка кріпиться по периметру корпусу вентилятора за допомогою саморізів.

Габаритні розміри решітки такі:

- діаметр дроту (D1) – 1,50 мм;

- відстань між сусідніми отворами (H1) – 72 мм;
- висота ґрат (H2) – 10 мм;
- відстань між концентричними колами (H3) – 10 мм;
- кількість кіл - 4;
- діаметр кріпильної скоби (D2) – 6 мм.

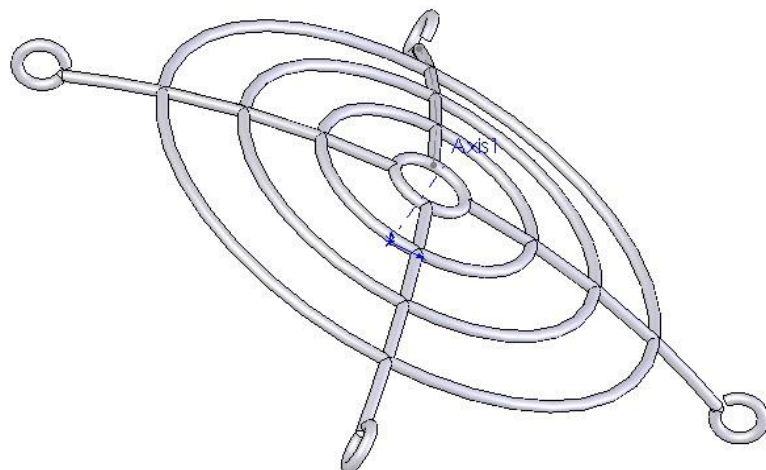


Рис. 13. Модель захисної решітки

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі. В площині **Спереди** створіть новий ескіз.

Побудуйте ескіз, зображений на рис. 14. Використайте інструмент **Дуга через центр**. Центр дуги не має співпадати з вихідною точкою ескізу. Додайте такі взаємозв'язки: вихідна точка і правий край дуги – горизонтально, центр дуги і вихідна точка – вертикально.

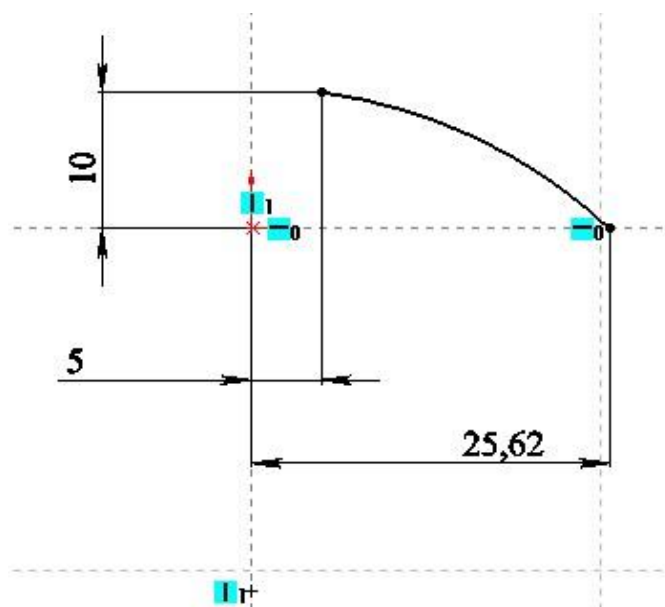


Рис. 14. Побудова ескізу

Перейменуйте створений ескіз на «Дуга». Так як один і той же ескіз не може використовуватися відразу в декількох елементах, то продублюйте ескіз. Для цього наведіть курсор мишки на ескіз «Дуга» в дереві конструювання, натисніть **Ctrl-C**, потім виберіть площину, в якій побудовано ескіз «Дуга», і копіюйте ескіз за допомогою **Ctrl-V**. Додатково буде створено ескіз. Назвіть його «Допоміжна дуга».

Зайдіть в ескіз «Допоміжна дуга», змініть радіус дуги. Зробіть дугу у цьому ескізі конструктивною геометрією. А потім додайте їй взаємозв'язок з дугою з ескізу «Дуга» - **Корадиальність**. За допомогою взаємозв'язків **Совпадение** зробіть допоміжну дугу рівною основній (співпадиння крайніх точок).

Створіть тривимірну дугу. Тривимірна дуга створюється на основі траєкторії дуги і її поперечного перерізу. Поперечний переріз лежить у площині перпендикулярній траєкторії. Спочатку створіть додаткову площину, використовуючи опцію **По нормали к кривой** (рис. 15).

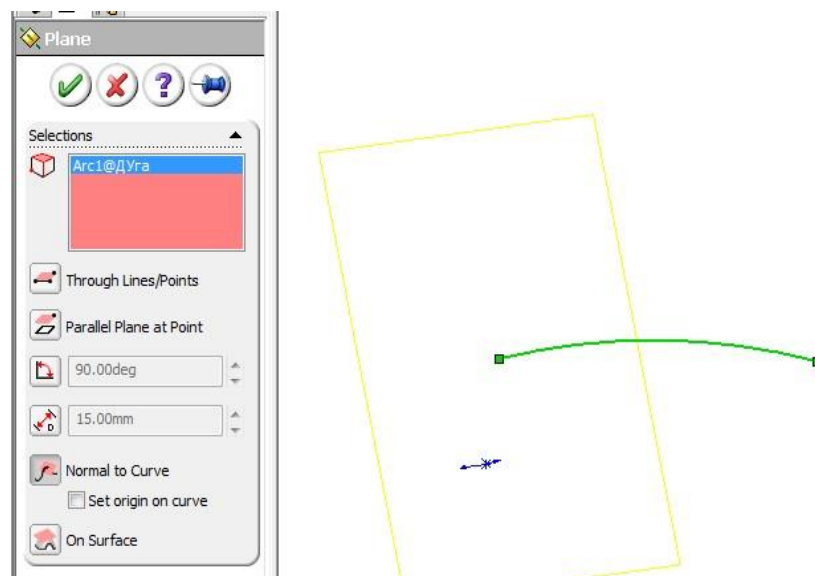


Рис. 15. Створення площини, що нормальна до кривої

У створеній площині нарисуйте ескіз – коло діаметром 1,5 мм прив'язавши його центр до кінцевої точки дуги.

Запустіть інструмент **Вытягивание по траектории**. В якості шляху укажіть дугу, ескіз для протягування – ескіз з побудованим колом (рис. 16).

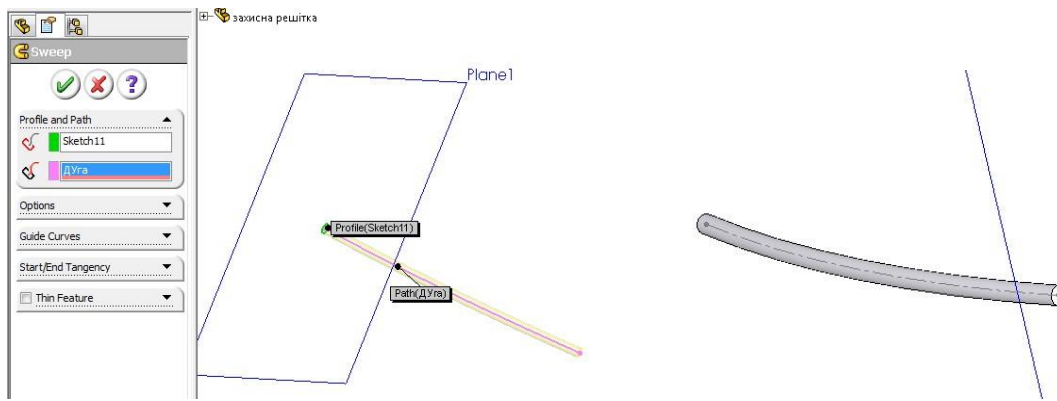


Рис. 16. Створення витягування

Створіть скобу кріплення вибравши одну з площин, що проходить через центр однієї з основ витягнутого елемента. Ескіз зображено на рис. 17. Коло ескізу і верхня точка витягнутого елемента мають співпадати. Центр кола має бути визначений за допомогою взаємозв'язку **Точка пронзання**.

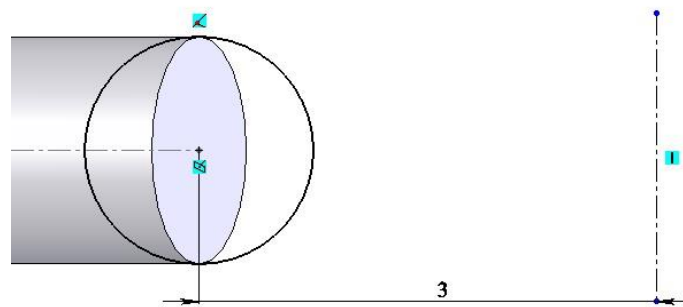


Рис. 17. Ескіз для створення скоби

Створіть елемент шляхом обертання на 330 градусів. Результат показано на рис. 18.

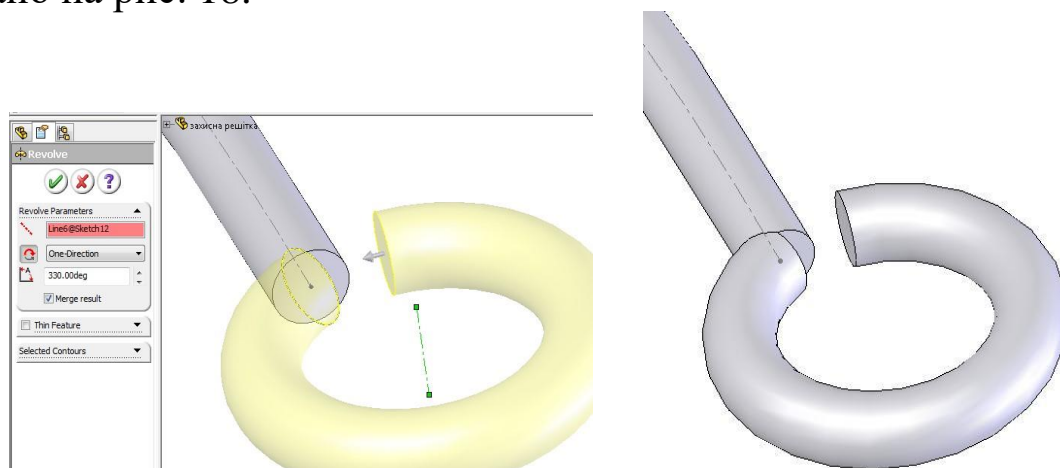


Рис. 18. Побудована модель скоби

Завершіть скруглення за допомогою елемента **Повернута бобышка**. Для цього виберіть за площині ескізу торець витягнутого елемента і там нарисуйте ескіз на рис. 19. Ескіз поверніть на 90 градусів.

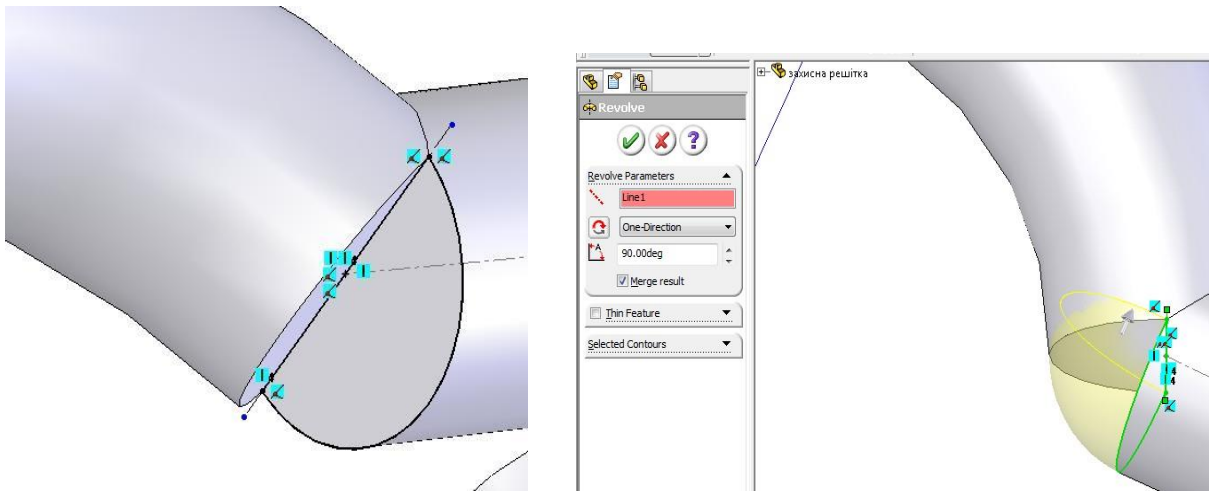


Рис. 19. Плавне з'єднання скоби з попереднім елементом

Добавте скруглення по лінії стику витягування зі скобою радіусом 0,5 мм.

Створіть захисну решітку, що складається з 4 концентричних кіл, які знаходяться на відстані 10 мм. Розмістіть ці кола на вихідній дузі. Центр крайнього кола має співпадати з вільним початком дуги, а центри інших кіл – лежати на дузі. Проставте діаметри кіл та розміри між колами (рис. 20).

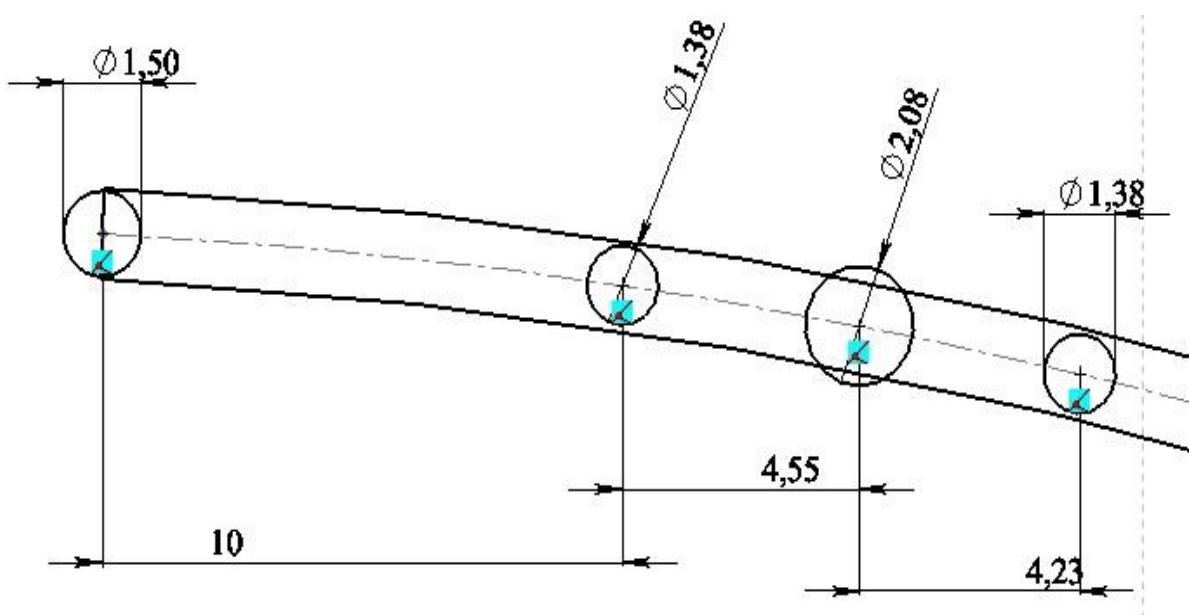


Рис. 20. Ескіз для створення решітки

За допомогою інструменту **Уравнение** добийтесь, щоб всі кола дорівнювали діаметру першого, а відстані між колами були рівні між першим і другим колом (рис. 21).

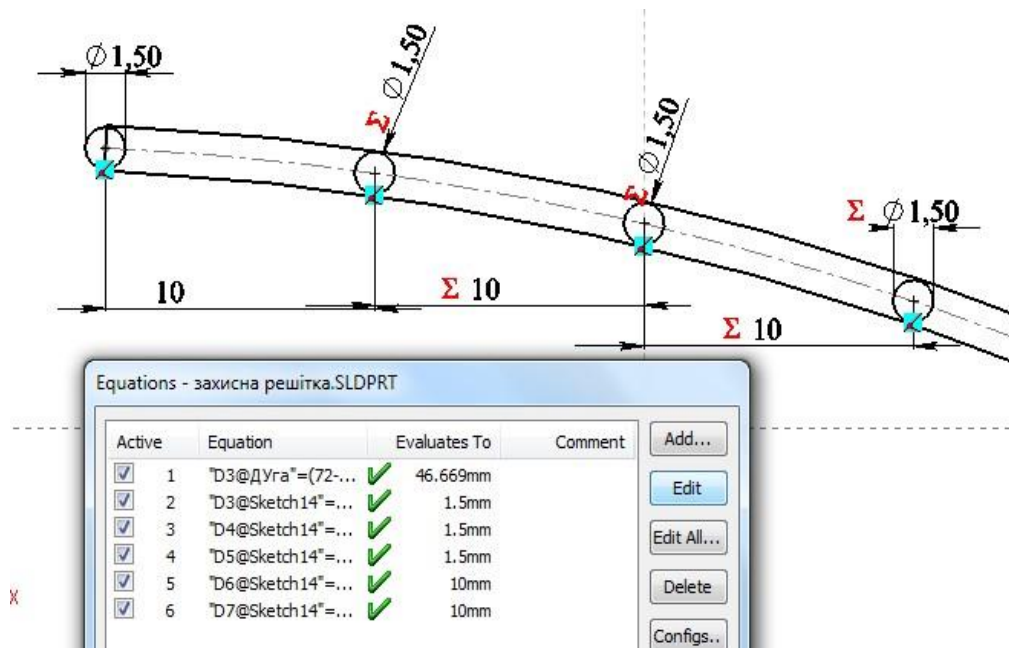


Рис. 21. Рівняння для визначення ескізу решітки

Для побудови траєкторії необхідно створити додаткову площину паралельну до площини, що проходить через центр лівого кола та протилежний край дуги.

Побудуйте на створеній площині, що проходить через вільний край моделі, ескіз траєкторії (рис. 22). Коло має бути прив'язане центром до вихідної точки моделі, а дугою до центра 1-го з 4 кіл.

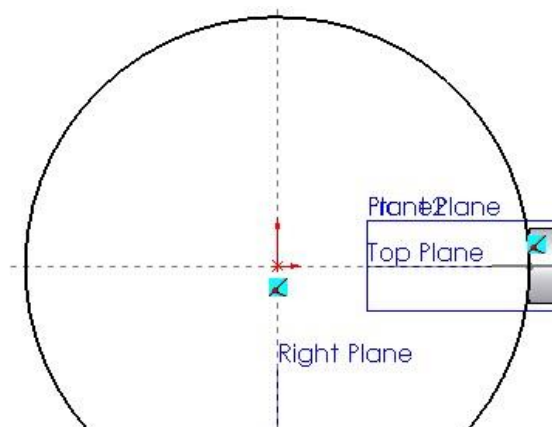


Рис. 22. Ескіз траєкторії

Назвіть ескіз «Траєкторія». На основі побудованих ескізів створіть бобишку по траєкторії (рис. 23).

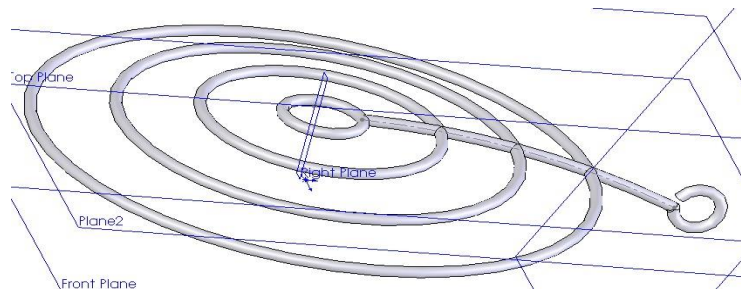


Рис. 23. Створення основної частини решітки

Створіть додаткову вісь, щоб можна було використати елемент **Круговой массив**. Ця вісь має проходити через центр концентричних кіл і бути перпендикулярною до площини, в якій знаходиться траєкторія. Вона створена на основі перетину двох площин – **Сверху** и **Справа** (рис. 24).

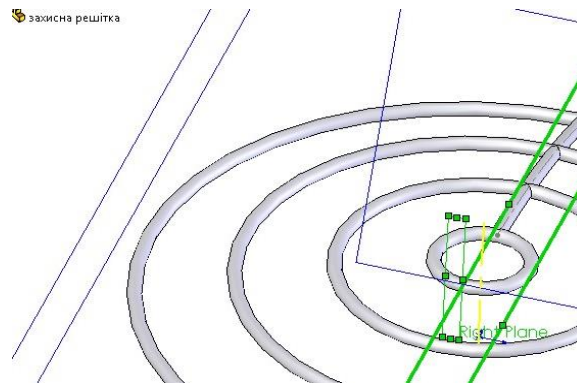


Рис. 24. Визначення допоміжної вісі для кругового масиву

Запустіть інструмент **Круговой массив** та виберіть елемент по траєкторії, скобу і з'єднання цих елементів. Виставте кількість елементів – 4, як вісь кругового масиву виберіть створену щойно вісь. (рис. 25).

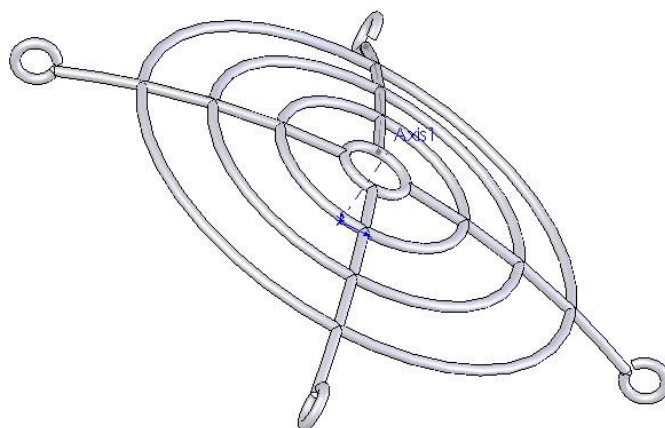


Рис. 25. Кінцева модель захисної решітки

3.3 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з індивідуальним варіантом (табл. 1).

Таблиця 1. Індивідуальні варіанти для самостійної роботи

Варіант	D1	D2	H1	H2	H3
1	1,2	5	66	8	10
2	1,5	6	68	9	11
3	1,8	7	70	10	12
4	2,0	5	72	11	9
5	1,2	6	74	12	10
6	1,5	7	76	13	11
7	1,8	5	66	8	12
8	2,0	6	68	9	9
9	1,2	7	70	10	10
10	1,5	5	72	11	11
11	1,8	6	74	12	12
12	2,0	7	76	13	9
13	1,2	5	66	8	10
14	1,5	6	68	9	11
15	1,8	7	70	10	12
16	2,0	5	72	11	9
17	1,2	6	74	12	10
18	1,5	7	76	13	11
19	1,8	5	66	8	12
20	2,0	6	68	9	9
21	1,2	7	70	10	10
22	1,5	5	72	11	11
23	1,8	6	74	12	12
24	2,0	7	76	13	9
25	1,2	5	66	8	10

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. За допомогою якого інструмента створюється оболонка в SolidWorks?
2. Чим відрізняється оболонка від тонкостінного елемента?
3. Охарактеризуйте види отворів, які можна створити за допомогою майстра отворів в SolidWorks?
4. Чи можна змінювати параметри отворів після їх створення?
5. Чи можна змінювати розташування отворів після їх створення?
6. Опишіть послідовність дій для призначення точного розташування отвору.

СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ ВИРОБУ З ЛИСТОВОГО МЕТАЛУ

Методичні вказівки до практичної роботи № 6

Мета роботи: навчитися визначати послідовність дій при побудові тривимірних моделей деталей з листового металу; отримати практичні навички моделювання базових крайок; та крайок під кутом, додавання і згинання виступу, додавання вирізу по згину створення кресленика деталі з листового металу в системі автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Моделювання базової крайки.
Додавання крайки під кутом.

Додавання нових згинів.

Моделювання елемента ребро–крайка і редагування його профілю в ескізі.

Додавання і згинання виступу.

Додавання вирізу по згину.

Згортання і розгортання згину.

Створення закритого кута.

2.3 Рекомендована література

1. Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.

2. Афанасьев Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов / [Афанасьев Б.А. и др.]; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. М.: Москва, 2000. – 640 с.

3. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Гнуттям називається операція, в результаті якої заготовка набуває необхідної форми (конфігурації) і розміру за рахунок розтягування зовнішніх шарів металу і стискання внутрішніх. І тільки шари металу, які знаходяться уздовж осі заготовки, зберігають після вигинання свої первинні розміри. Гнуття листового металу, виконане за допомогою листозгинальних механізмів, дозволяє обійтися без зварювального шва при виробництві об'єкта. Сучасні комп'ютеризовані згинальні комплекси дозволяють отримувати листові деталі складної форми з великою кількістю згинів. Згинання листового металу дозволяє виготовити профілі складного перерізу завдовжки 2 000 мм. Проте для підготовки виробництва виробу складної конфігурації потрібне попереднє розроблення моделі запланованого об'єкта.

В SolidWorks існує два основні способи створення деталей з листового матеріалу:

- проектування деталей безпосередньо з листового матеріалу;
- конструювання тривимірної деталі як твердого тіла, а потім

перетворення її в деталь із листового матеріалу.

Перед проектуванням деталей з листового матеріалу необхідно активізувати панель інструментів **Листовой металл** у меню **Инструменты - Настройка - Панели инструментов**, встановивши прапорець **Листовой металл**.

Створення деталей із плоского стану.

Такий спосіб створення листового матеріалу зручно використовувати, коли основною є конфігурація розгорнення, і саме її розміри найбільш важливі при конструюванні деталі. На основі ескізу розгорнення будується тверде тіло - твердотільне розгорнення. У загальному випадку це тіло має вигляд фігурного тривимірного листа. Потім на плоскій поверхні твердотільного розгорнення створюється ескіз, у якому рисуються лінії згину. При виході з ескізу, розгорнення згинається згідно із цими лініями. Створення деталей з листового металу в зігнутому стані. Такий спосіб проектування використовується, коли відомо, як повинна виглядати деталь у зігнутому стані. Розгорнення в цьому випадку має другорядне значення.

Незалежно від зовнішнього вигляду деталі її побудова починається зі створення ескізу базової крайки. Цей ескіз являє собою певний контур, який перетворюється в базову крайку деталі після натискання кнопки **Базовая кромка/выступ**. При виконанні цієї команди деталь позначається як деталь із листового металу, при цьому у вікні **Базовая кромка** задається товщина листа, допуск згину й спосіб зняття напруг. Базова крайка повинна бути першим елементом при створенні нової деталі з листового металу. До того ж у деталі з листового металу в SolidWorks може бути тільки один елемент, позначений як базова крайка.

Дерево конструювання FeatureManager

Елемент **Базовая кромка** створює наступні нові елементи в дереві конструювання FeatureManager:

Листовой металл – містить параметри згину за умовчанням, включаючи радіус згину, допуск згину і тип зняття напруження. Щоб редагувати, натисніть правою кнопкою миші на **Листовой металл** і в контекстній панелі інструментів оберіть **Редактировать элемент**.

Базовая кромка – означає перший твердотільний елемент деталі з листового металу. Для того, щоб відредагувати параметри елемента «Базовая кромка», натисніть правою кнопкою миші на елемент **Базовая кромка** і в контекстній панелі інструментів оберіть

Редактировать элемент.

Плоский массив – розпрямляє деталь з листового металу. **Плоский массив** за умовчанням погашений, оскільки деталь знаходиться в зігнутому стані. Щоб розпрямити деталь, натисніть правою кнопкою миші на елемент **Плоский массив** і в контекстній панелі інструментів оберіть **Высветить**.

При створенні деталі з листового металу зазвичай проектується деталь в згорнутому стані. Це дозволяє зберегти загальний задум проекту і розміри готової деталі.

Для створення деталі з листового металу накресліть незамкнутий профіль і скористайтесь елементом **Базовая кромка** для створення тонкостінного елемента і згинів.

3.2 Контрольный пример

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі. На панелі інструментів **Листовой металл** натисніть кнопку **Базовая крайка/выступ**.

Оберіть передню площину з метою відображення ескізу на ній.

Накресліть профіль і нанесіть на нього розміри (рис. 1) відповідно до свого варіанта (табл. 1). Накресліть осьову лінію через центр (початкову точку) ескізу. Додайте взаємозв'язок між вертикальними лініями: **Эскиз - Добавить взаимосвязь - Равенство**.

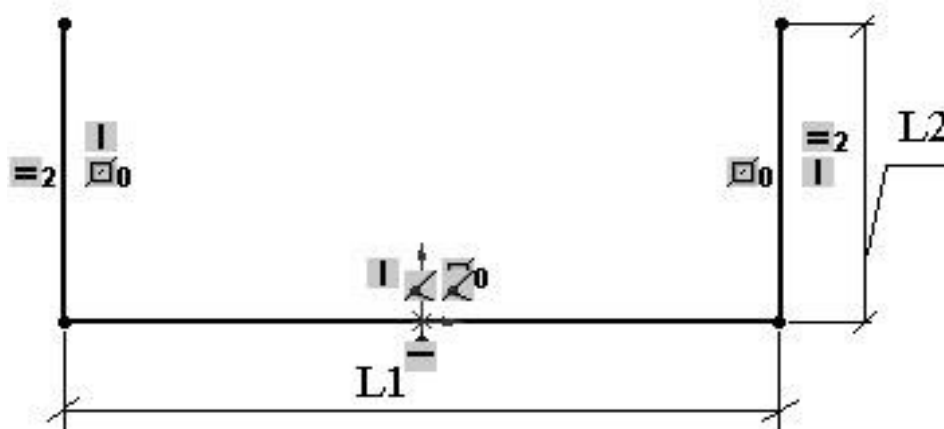


Рис. 1. Побудова вихідного ескізу

Вийдіть із ескізу і збережіть його. У **PropertyManager** в розділі **Направление 1** задайте наступні параметри:

- оберіть **На заданное расстояние** для параметра **Граничное условие**;

- для параметра **Глубина** встановіть значення **L3**.

У вікні групи **Настройки листового метала** задайте наступні параметри:

- для параметра **Толщина** встановіть значення **n** (табл. 1);

- для параметра **Радиус сгиба** встановіть значення **r**.

Натисніть на кнопку **ОК** і збережіть побудову.

Натисніть кнопку **Вытянутый вырез** і оберіть нижню грань. Накресліть коло і нанесіть на нього розмір **R**. Центр кола має співпадати з середньою точкою крайки (рис. 2).

Закрийте ескіз та у вікні **PropertyManager** оберіть **Связать с толщиной** в розділі **Направление 1** (рис. 3).

Увімкніть каркасне відображення моделі.

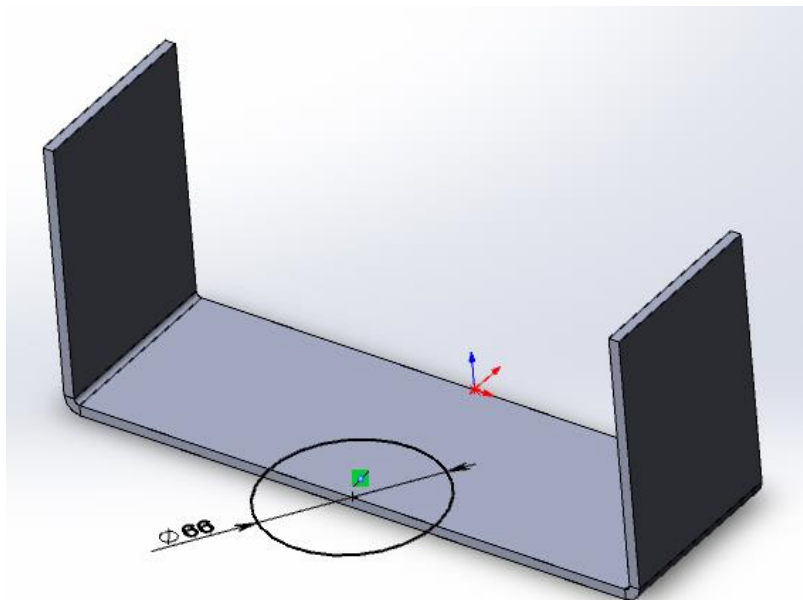


Рис. 2. Побудова вирізу на нижній грані

На панелі інструментів **Листовой металл** виберіть команду **Кромка под углом**. Оберіть внутрішню вертикальну кромку, щоб створити площину ескізу, перпендикулярну вибраній крайці, з вихідною точкою в найближчій кінцевій точці крайки. Переконайтеся, що була вибрана верхня частина крайки.

Оберіть на панелі **Стандартные виды** режим відображення **Снизу** та і збільшіть масштаб вихідного ескізу. Починаючи від вихідної точки, створіть ескіз відповідно до рис. 3:

- за допомогою панелі інструментів **Эскиз** накресліть горизонтальну лінію довжиною **L4** (табл. 1);

- за допомогою панелі інструментів **Эскиз** накресліть дотичну

дугу радіусом **R1**;

- накресліть пряму лінію довжиною **L5** дотичну до дуги радіусом **R1**.

Нанесіть розміри на створений ескіз.

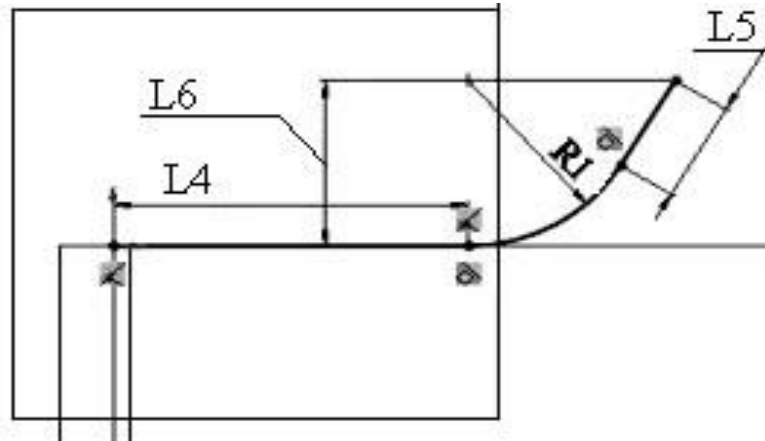


Рис. 3. Ескіз для побудови крайки під кутом

За допомогою панелі інструментів **Вид** оберіть для об'єкта каркасне зображення. Вийдіть з режиму створення ескизу та змодельуйте крайку під кутом (рис. 4).

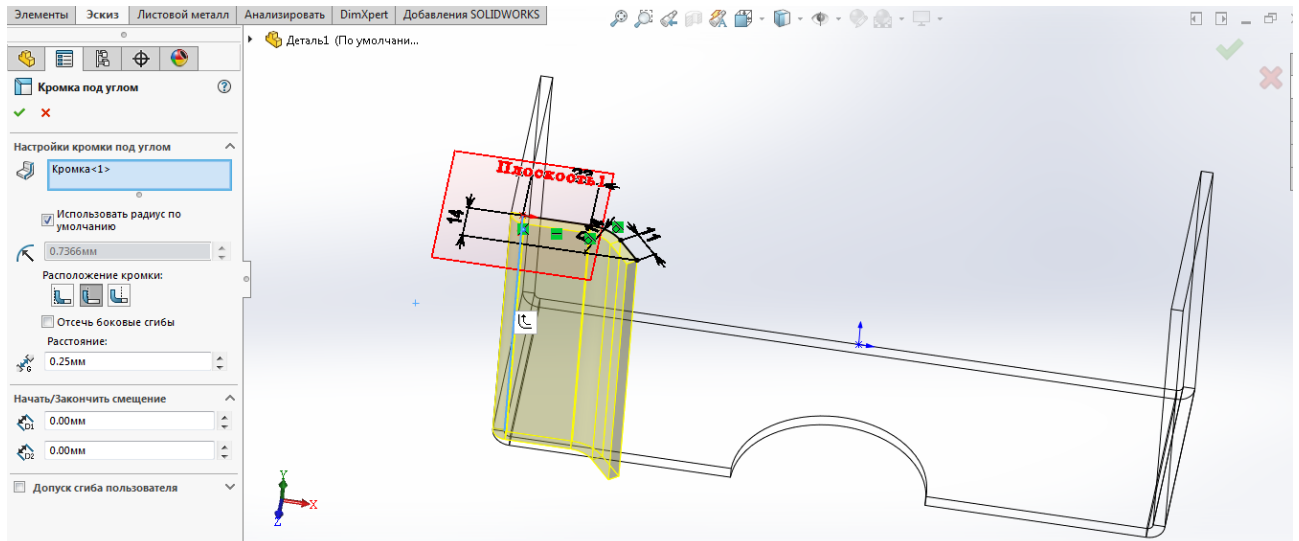


Рис. 4. Завдання параметрів крайки під кутом

У вікні **Кромка под углом** визначте елемент, який необхідно розповсюдити (новостворений ескіз). При налаштуванні крайки під кутом у вікні **Расположение кромки** оберіть **Материалом наружу** та натисніть **ОК**.

В результаті крайка під кутом буде поширена по зв'язаних крайках (межах) до вирізу (рис. 5).

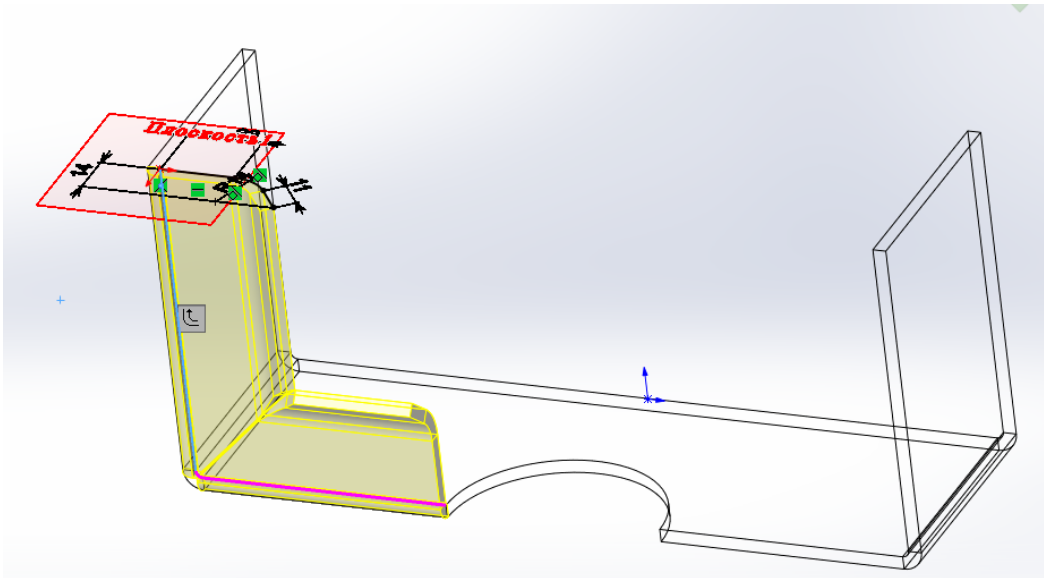


Рис. 5. Поширення крайки на сусідні сторони

За допомогою панелі **Вид** зафарбуйте модель та збережіть модель.

Поставте деталь у положення **Вид ззади** та збільшіть масштаб правого кута задньої грані моделі. На панелі інструментів **Ескиз** активуйте кнопку **Зеркально відобразити** і для дзеркального відображення площини / грані визначте одну з тильних плоских граней (рис. 6).



Рис. 6. Налаштування грані для дзеркального відображення тіла

У вікні **Копіювати тіла** укажіть тіло з листового металу (рис. 7).

Розгорніть **Mirror** в дереві конструювання для того, щоб проглянути нові згини для дзеркально відбитої геометрії.

Створіть ребро-крайку, використовуючи параметри редагування профілю ескизу і зміщення: на панелі інструментів **Листою метал** натисніть кнопку **Ребро-кромка** та оберіть кромку відповідно до рис. 8. Перетягніть ребро-крайку і натисніть на неї.

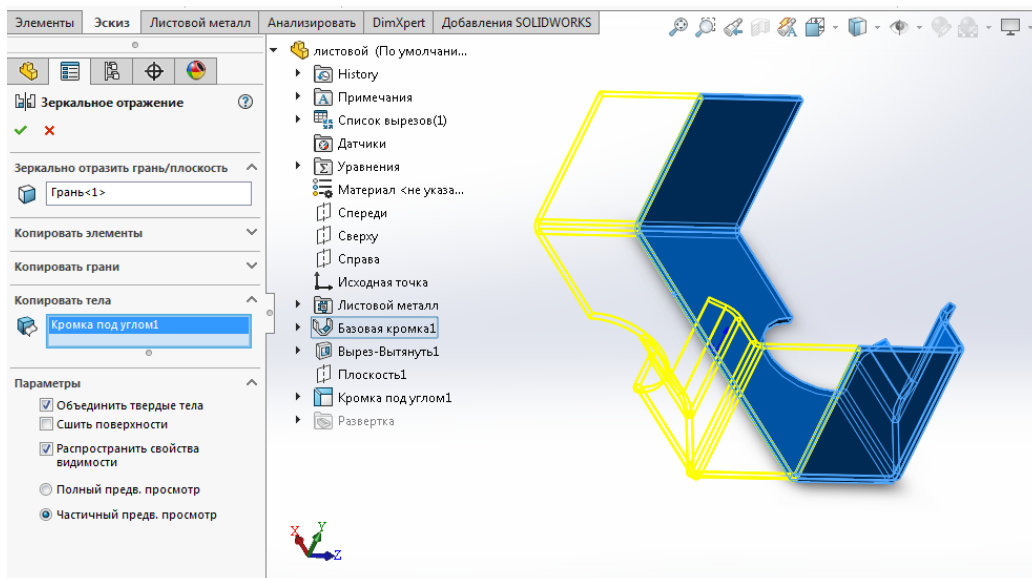


Рис. 7. Дзеркальне відображення тіла

У вікні **PropertyManager** виконайте такі дії:

- у розділі **Длина фланца** вкажіть для довжини значення рівне **k**;
- у розділі **Расположение фланца** оберіть матеріал назовні та змістіть кромку на величину рівну **m**;
- у вікні групи **Настройки кромки** оберіть **Редактировать профиль кромки**, щоб відобразилося діалогове вікно **Эскиз профиля**.

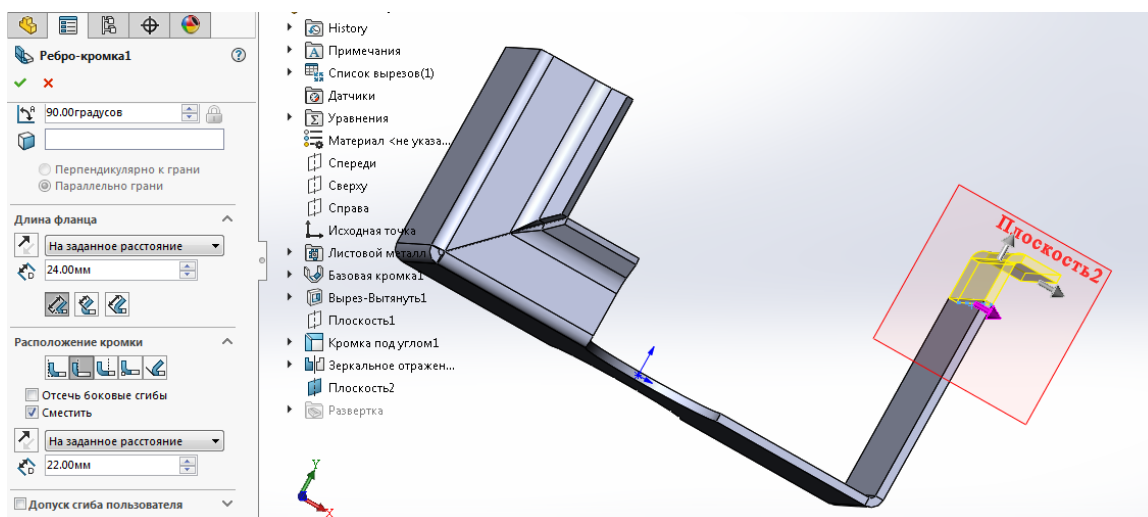


Рис. 8. Створення ребра-крайки

Оберіть кінцеві точки на базовій кромці (внутрішньому ребрі) і перетягніть їх до центру, як показано на рис. 9. Натисніть кнопку **Автоматическое нанесение размеров** і нанесіть розміри на ребро-крайку (відстань від крайнього ребра моделі до грані ребра-крайки з кожної сторони має дорівнювати **f**). Натисніть **ОК**.

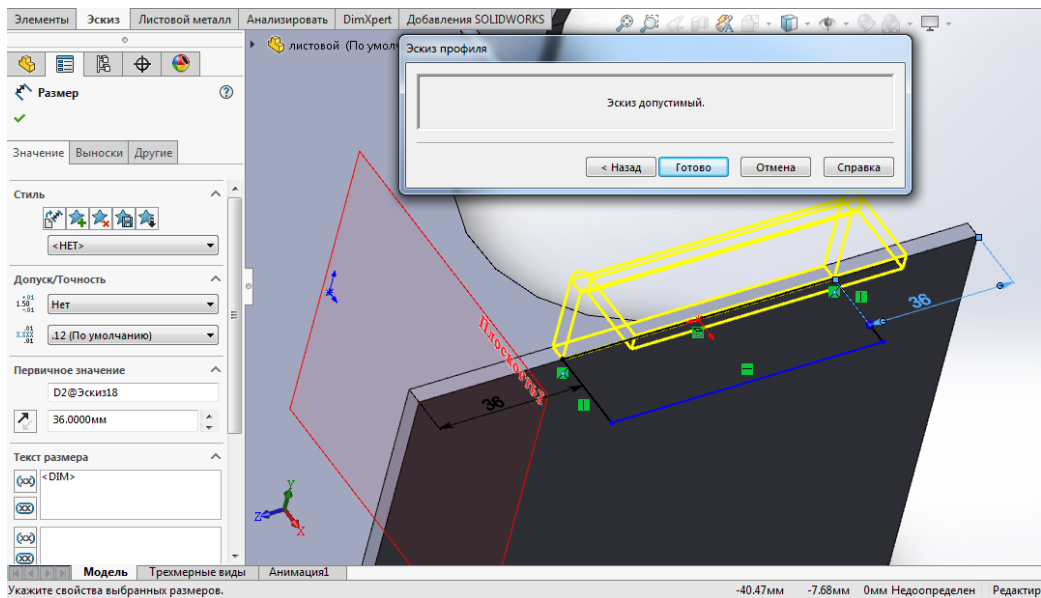


Рис. 9. Завдання кінцевих точок на базовій країці

Створіть дзеркальне відображення тіл з листового металу і вибраних елементів листового металу. Для дзеркального відображення елемента ребро–крайка використайте площину **Справа** (рис. 10).

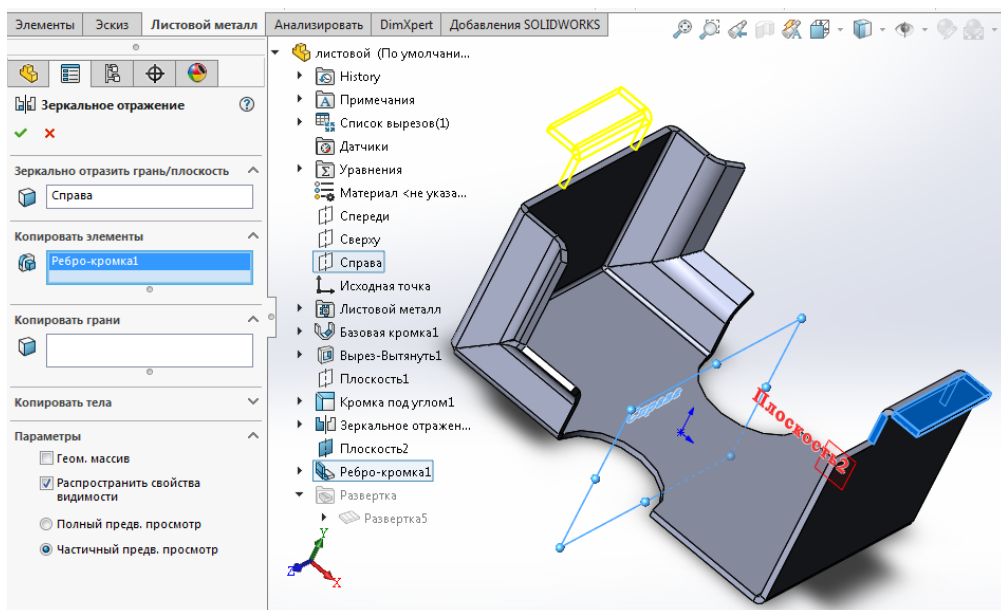


Рис. 10. Створення дзеркальної копії ребра-крайки

На панелі інструментів **Элементы** натисніть кнопку **Зеркально отразить**, розгорніть дерево конструювання і виконайте в ньому такі операції:

- у розділі **Зеркально отразить грань/плоскость** для дзеркального відображення оберіть праву площину;
- у розділі **Копировать элементы** оберіть у дереві **Ребро–**

кромка1 для дзеркального відображення елементів. ОК.

Оберіть крайку, як показано на рис. 11 та на панелі інструментів **Листовой металл** натисніть кнопку **Базовая крайка/Выступ**. На обраній грані відкриється ескіз.

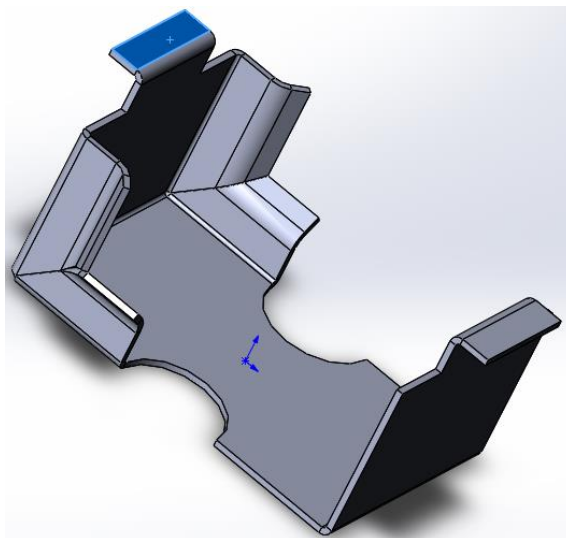


Рис. 11. Завдання площини для створення ескізу

Накресліть чотирикутник так, щоб одна з його граней співпала з верхньою гранню ребра–крайки (рис. 12). Нанесіть розміри на чотирикутник так, щоб бічні грані знаходилися на відстані w від ребра–крайки і були v мм у довжину (рис. 12).

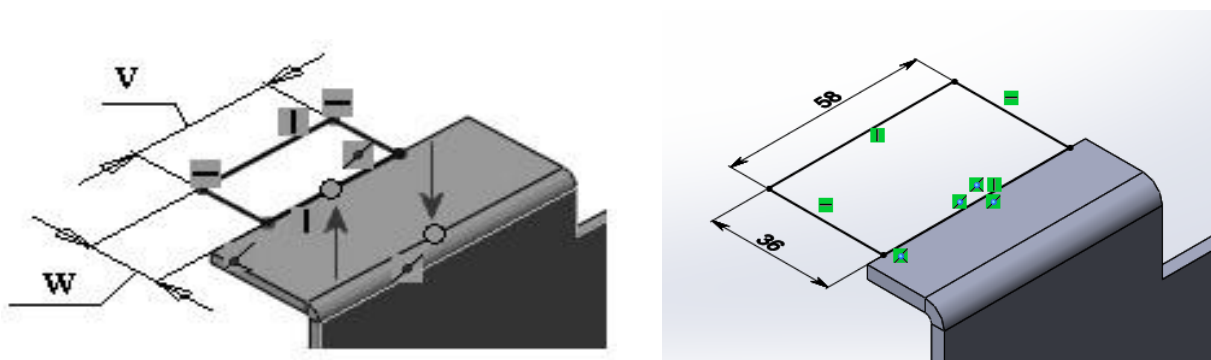


Рис. 12. Побудова ескізу для створення ребра-крайки

Додайте взаємозв'язок типу збігу між середньою точкою однієї з довгих ліній чотирикутника і ребром–крайкою. Вийдіть з ескізу і збережіть новостворені елементи.

На панелі інструментів **Листовой металл** оберіть верхню грань виступу. Оберіть **Нарисованные линии сгибов** та накресліть горизонтальну лінію будь–якої довжини. Нанесіть розмір, відповідно до рис. 13.

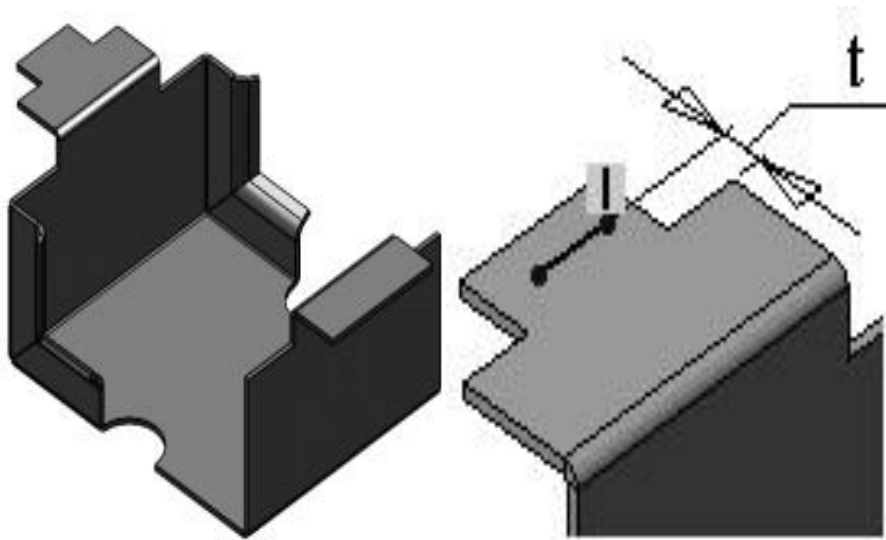


Рис. 13. Побудова ескізу для нанесення ліній згинання

У вікні PropertyManager у вікні групи **Настройки сгиба**:

- оберіть грань з ескізом під лінією згину як зафіксовану грань (рис. 14);
- оберіть параметр **Материалом наружу**;
- встановіть в параметрі **Угол сгиба** значення рівне **90°**;
- оберіть **Использовать радиус по умолчанию**.

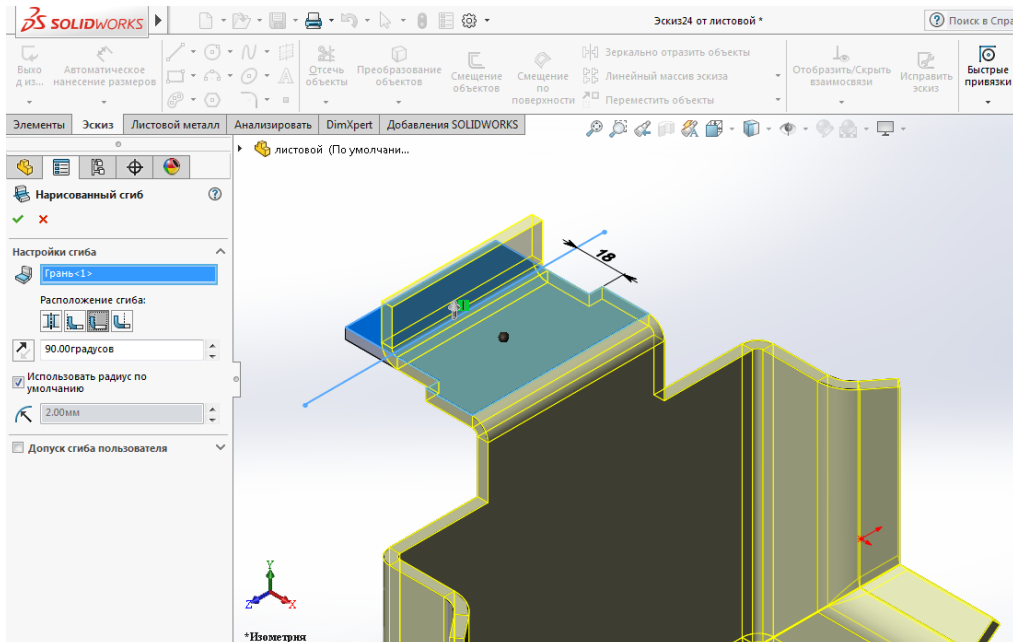


Рис. 14. Призначення зафіксованої грані

Для того, щоб зробити виріз по згину, необхідно розгорнути тільки той згин, по якому планується моделювання вирізу. Розгортання тільки одного згину приведе до кращої швидкодії системи.

На панелі інструментів **Листовой металл** оберіть кнопку **Разогнуть** та у графічній області оберіть грань і згин, як показано на рис. 15 для параметрів **Зафиксированная грань** та **Разогнуть**.

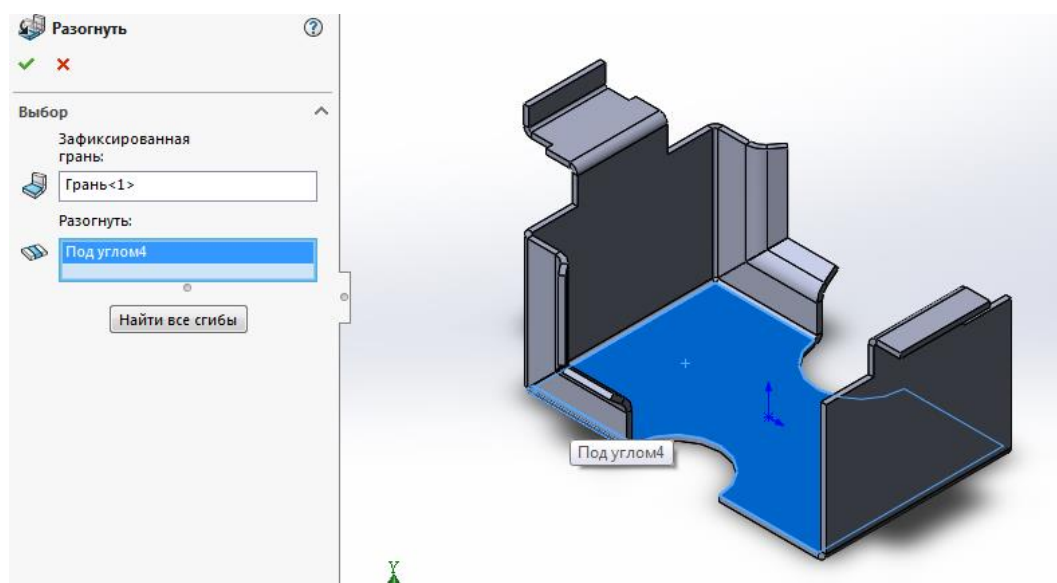


Рис. 15. Завдання параметрів згину

Далі створіть виріз по згину. На панелі інструментів **Элементы** натисніть кнопку **Вытянутый вырез** та оберіть грань, показану на рис. 16. Натисніть на панелі інструментів **Стандартные виды** режим **Перпендикулярно**.

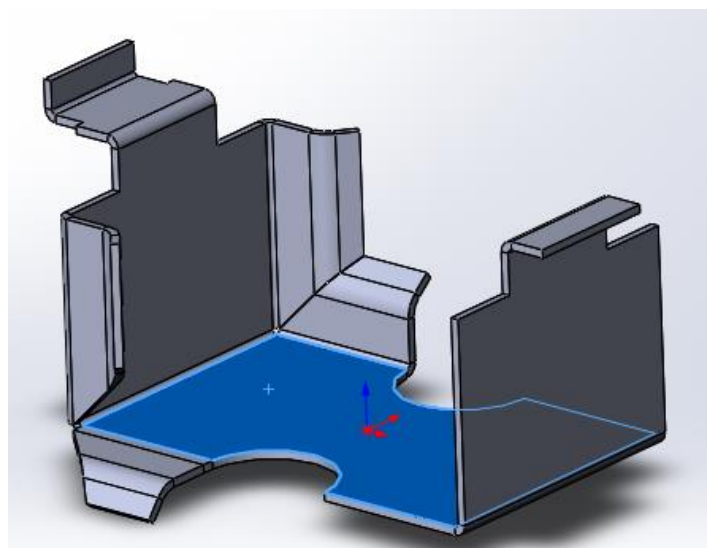


Рис. 16. Призначення площини для створення вирізу

Накресліть чотирикутник і нанесіть на нього розміри, потім додайте колінеарний зв'язок між кромкою чотирикутника і ребром-кромкою, як показано на рис. 17.

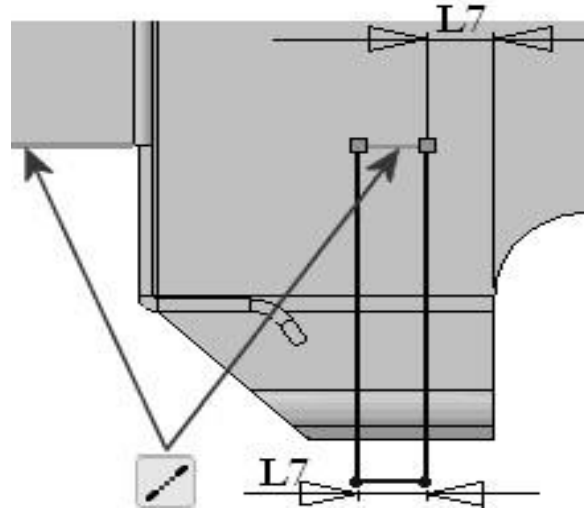


Рис. 17. Побудова ескізу для створення вирізу

У вікні властивостей в розділі **Направление 1** оберіть наскрізний тип граничної умови та натисніть **ОК**. Призначте деталі ізометричне положення та знову зігніть згин у згорнутий стан.

На панелі інструментів **Листоной металл** натисніть кнопку **Согнуть** для того, щоб додати усі незігнені згини до списку **Согнуть сгибы**. У вікні **PropertyManager** натисніть **Найти все сгибы** та натисніть **ОК** (рис. 18).

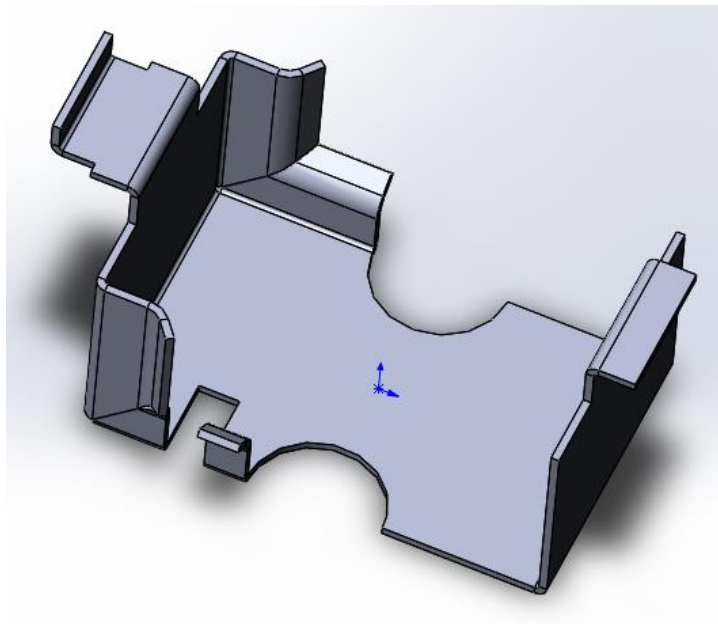


Рис. 18. Результат моделювання

Розглянемо, як додати закритий кут до однієї із сторін базової крайки. Закритий кут витягує крайку так, щоб відстань між двома крайками зменшилася.

Для того, щоб створити закритий кут, спочатку додайте ребро–крайку до базової крайки. Для цього на панелі інструментів **Листової металл** натисніть кнопку **Ребро–кромка** та оберіть наступні параметри:

- у розділі «**Настройка кромки**» задайте крайку, як показано на рис. 19;

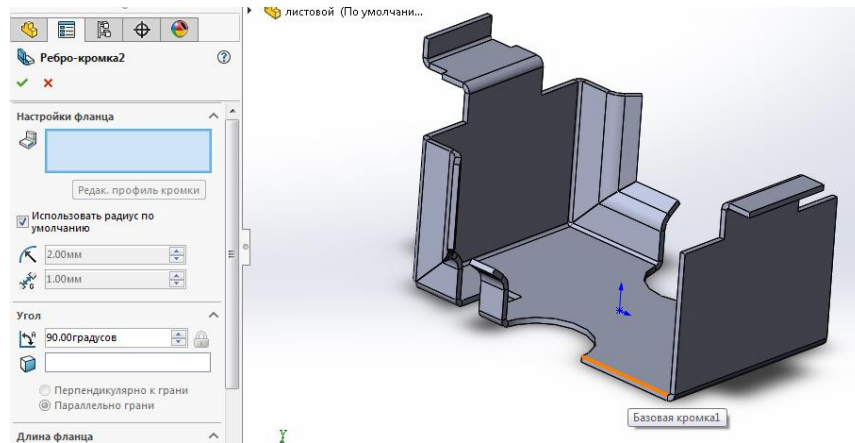


Рис. 19. Призначення вихідної крайки

- у розділі **Угол** укажіть значення кута крайки рівне 75° ;
- у розділі **Длина фланца** для параметрів граничної умови встановіть значення **На заданное расстояние**, якщо попередній перегляд обернений донизу, оберіть **Реверс направления**;
- встановіть параметр довжини ребра – крайки так, щоб проектоване ребро утворило прямий кут з ребром L2 (рис. 20).

Оберіть **Тип снятия напряжения пользователя** і переконайтеся, що у відповідному полі вибраний прямокутний тип.

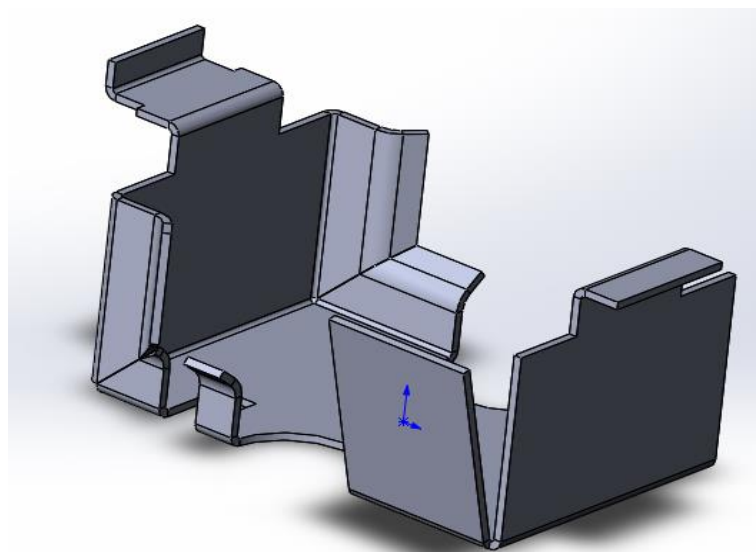


Рис. 20. Результат створення крайки

Додайте закритий кут шляхом витягування грані, суміжної з новоствореним ребром–крайкою під кутом. Для цього на панелі інструментів **Листо́вой метал** натисніть кнопку **Закрытый угол (Угол)** та оберіть ребро базової крайки (рис. 21). Для операції **Удлинить грани** задайте тип кута **Стык**.

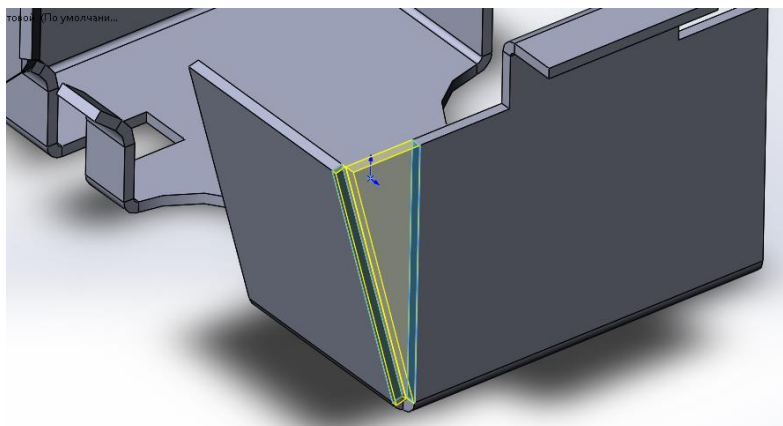


Рис. 21. Додавання закритого кута

Можна розгорнути відразу усі згини на деталі з листового металу. На панелі інструментів **Листо́вой метал** оберіть **Развертка**. Це рівнозначно відображенню елемента **Плоский–Массив**, який був створений за допомогою елемента **Базовая кромка**. З’явиться розгорнута деталь з листового металу з відображенням усіх ліній згину (рис. 22).

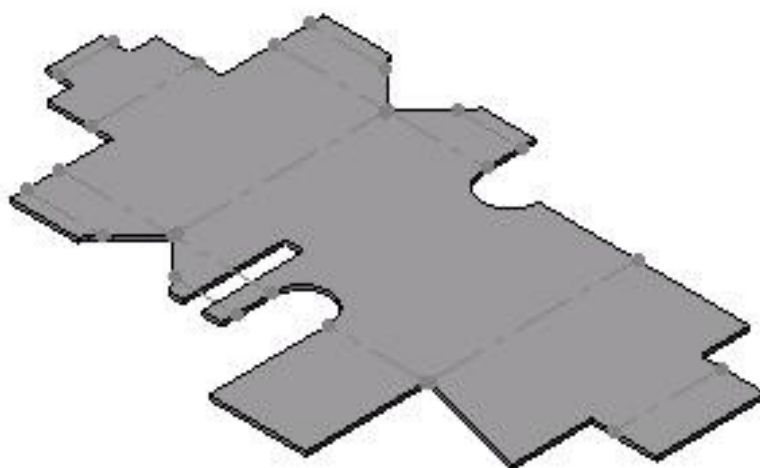


Рис. 22. Розгортка побудованої деталі

Щоб знову зігнути деталь, натисніть кнопку **Развертка** ще раз.

Для того, щоб створити кресленик деталі з листового металу, необхідно розпочати з ізометричного вигляду згорнутої моделі, а

потім додати вигляд розгорнутої моделі.

На панелі інструментів **Стандартная** натисніть кнопку **Параметры** та у вкладці **Настройки пользователя** оберіть **Чертежи**.
Задайте **Тип отображения** у вікні групи **Линии перехода в новых чертежных видах** **Отображать линии перехода**.

Для того щоб відкрити лист кресленика, на панелі інструментів **Стандартная** натисніть кнопку **Создать чертеж из детали/сборки**.

Перетягніть ізометричний вигляд з палітри виглядів у верхній правий кут листа (рис. 23). У вікні властивостей у полі масштабу оберіть **Использовать масштаб пользователя**, в налаштуваннях користувача в списку введіть значення **1:3**.

Додайте вигляд розгорнутої моделі. При створенні деталі з листового металу до списку **Ориентация вида** автоматично додається вигляд плоского масиву.

На панелі інструментів **Чертёж** натисніть **Вид модели** та у вікні властивостей виконайте такі дії:

- активуйте палітру виглядів;
- у розділі **Ориентация**, а саме у полі додаткових видів, оберіть **(A) Плоский массив (Снизу)**;
- у полі масштабу вкажіть масштаб користувача;
- оберіть **Настройка пользователя** у списку і вкажіть значення **1:3**.

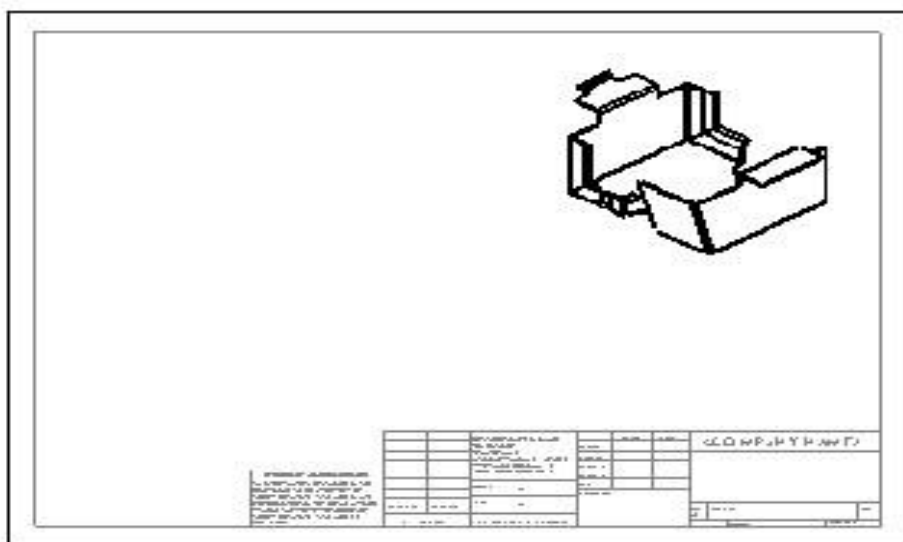


Рис. 23. Створення кресленика

Натисніть у будь-якому місці листа для нанесення розмірів на зображення (рис. 24).

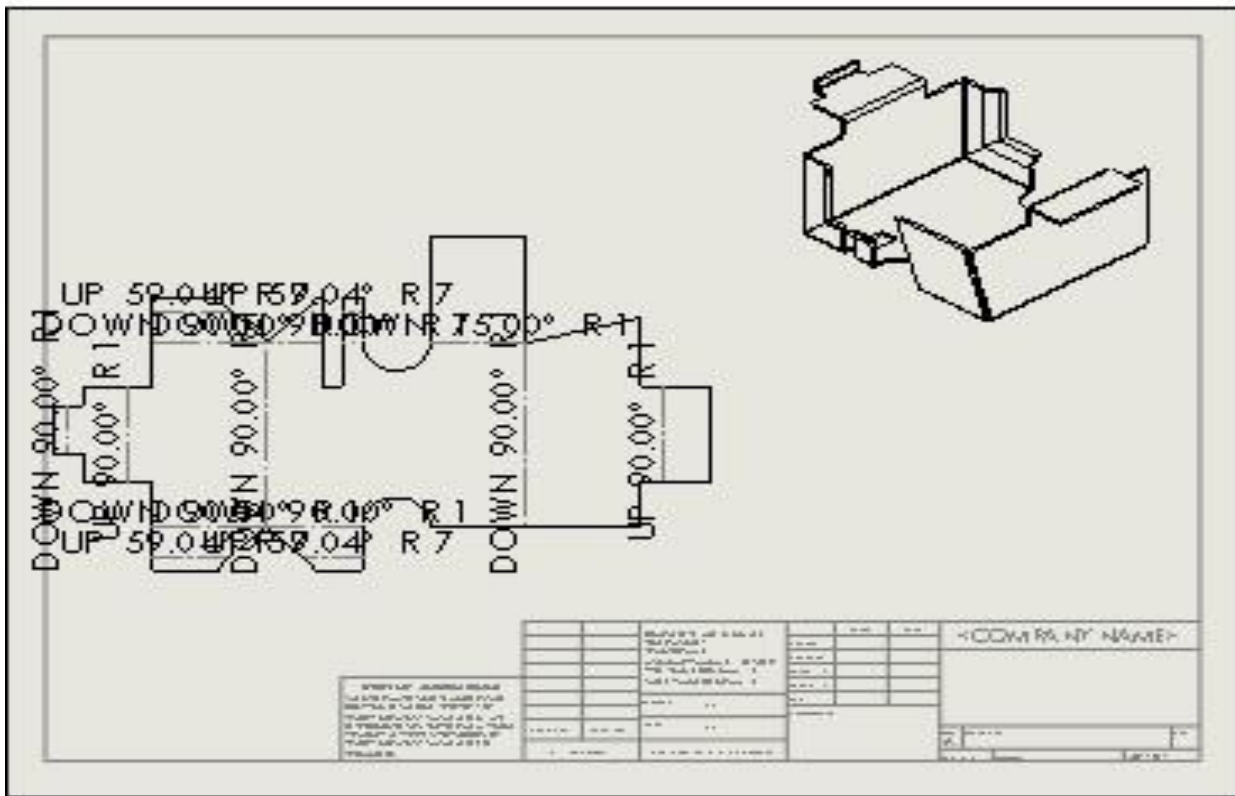


Рис. 24. Кресленик деталі з листового металу

3.3 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з індивідуальним варіантом (табл. 1).

Таблиця 1. Варіанти для самостійної роботи

Варіант	L1	L2	L3	n	r	R	L4	R1	L5	L6	k	m	f	w	v	t	L7
1	180	80	75	3	1	15	20	10	6	10	30	15	36	20	40	10	14
2	200	100	80	3	1	22	25	12	8	12	35	18	38	25	60	12	16
3	210	100	85	4	2	25	28	14	8	14	40	20	42	28	56	14	18
4	190	100	70	4	1	20	22	11	7	11	33	13	34	23	50	11	15
5	170	70	75	3	1	20	18	9	5	9	28	17	35	22	45	11	12
6	240	120	90	4	2	30	30	18	10	18	48	20	43	35	70	17	23
7	150	65	60	2	1	15	15	8	4	8	25	10	20	18	37	9	10
8	185	83	78	3	1	18	20	10	7	10	33	17	38	22	41	11	13

Варіант	L1	L2	L3	n	r	R	L4	R1	L5	L6	k	m	f	w	v	t	L7
9	205	105	85	4	1	25	25	13	7	13	38	20	40	30	62	15	17
10	210	95	83	3	2	24	26	14	6	14	42	20	38	28	50	14	16
11	186	98	72	3	1	23	22	12	7	12	30	15	30	25	46	12	14
12	174	74	74	3	1	21	17	9	5	9	29	18	35	24	45	12	13
13	230	110	80	4	2	30	25	15	10	15	45	20	43	34	60	17	22
14	155	68	58	2	1	17	15	8	6	8	26	12	22	20	36	10	10
15	182	82	72	3	1	18	20	10	7	10	38	18	34	24	42	12	12
16	200	90	80	3	1	23	23	12	7	12	36	17	37	26	50	13	15
17	215	95	75	3	1	26	25	11	8	11	38	18	40	30	54	15	17
18	165	78	65	2	1	20	14	8	4	8	24	11	22	24	38	12	11
19	175	72	70	3	1	23	20	10	7	10	31	16	33	28	40	14	12
20	220	100	70	4	2	33	23	14	11	14	44	22	45	36	58	18	20
21	180	80	75	3	1	15	20	10	6	10	30	15	36	20	40	10	14
22	185	84	78	3	1	18	20	10	7	10	33	17	38	22	41	11	13
23	210	97	83	3	2	24	26	14	6	14	42	20	38	28	50	14	16
24	172	72	72	3	1	21	17	9	5	9	29	18	35	24	45	12	13
25	155	66	57	2	1	17	15	8	6	8	26	12	22	20	36	10	10

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Чому при створенні деталі з листового металу зазвичай її проєктують у згорнутому стані?
2. За допомогою яких дій в середовищі SolidWorks створюють тонкостінні елементи і згини?
3. Які елементи формуються у дереві конструювання при використанні елемента «базовая кромка»?
4. Опишіть алгоритм додавання крайки під кутом.
5. Яким чином можна дзеркально відобразити згини деталей з листового металу?
6. Які дії необхідно виконати для створення ребра–крайки у середовищі SolidWorks?
7. Опишіть алгоритм додавання виступу на деталі з листового металу.
8. Яким чином можна реалізувати згинання виступу деталі з листового металу у середовищі SolidWorks?
9. Яка існує особливість при моделюванні вирізу по згину деталі з листового металу?
10. Опишіть алгоритм додавання закритого кута до однієї із сторін базової крайки.
11. Чи можна розгорнути відразу усі згини на деталі з листового металу? Обґрунтуйте відповідь за допомогою прикладу.
12. Чи можна автоматично створити креслення, спираючись на тверdotілий об'єкт у середовищі SolidWorks? Обґрунтуйте відповідь.

МОДЕЛЮВАННЯ ГЛОБОЇДНОЇ ЧЕРВ'ЯЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS

Методичні вказівки до практичної роботи № 7

Мета роботи: навчитися визначати послідовність дій при створенні складнопрофільного об'єкту; отримати практичні навички моделювання складнопрофільних об'єктів в системі автоматизованого проектування SolidWorks на прикладі створення глобоїдної черв'ячної передачі.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Методи побудови та види допоміжних площин.
Методи побудови деталей складної конфігурації.

Створення елементів витягуванням за напрямними кривими.

Алгоритм побудови об'єднаної кривої.

Створення елементів, витягнутих по траєкторії з використанням прямої кривої.

2.3 Рекомендована література

1. Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.

2. Афанасьев Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов / [Афанасьев Б.А. и др.]; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. М.: Москва, 2000. – 640 с.

3. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Глобоїдна передача – зубчасто–гвинтова передача, набуває все більшого поширення завдяки високій навантажувальній здатності, що обумовлена одночасним зачепленням великого числа зубів (4–7) і сприятливим розташуванням ліній контакту.

При роботі глобоїдної передачі створюється рідинний або напіврідинний режим тертя, при якому контактні поверхні зубів колеса і витків черв'яка повністю або більшою частиною розділені стійким шаром мастила. Середні і потужні глобоїдні передачі за однакових розмірів зі звичайною черв'ячною передачею здатні передавати в 3–5 разів більшу потужність і, навпаки, за такої самої передаваної потужності розміри і маса глобоїдної передачі виявляються значно меншими.

До недоліків глобоїдної передачі належать: складне виготовлення і складання порівняно зі звичайними черв'ячними передачами; робота в напруженому тепловому режимі і необхідність у штучному охолодженні. Найефективніше застосування такої передачі – робота з великими навантаженнями, при розробленні компактного та легкого обладнання.

3.2 Контрольний приклад

В системі SolidWorks створіть новий файл деталі. Оберіть площину **Спереди**.

Накресліть контур проєктованої моделі (рис. 1). Нанесіть розміри на профіль відповідно до свого варіанта (табл. 1).

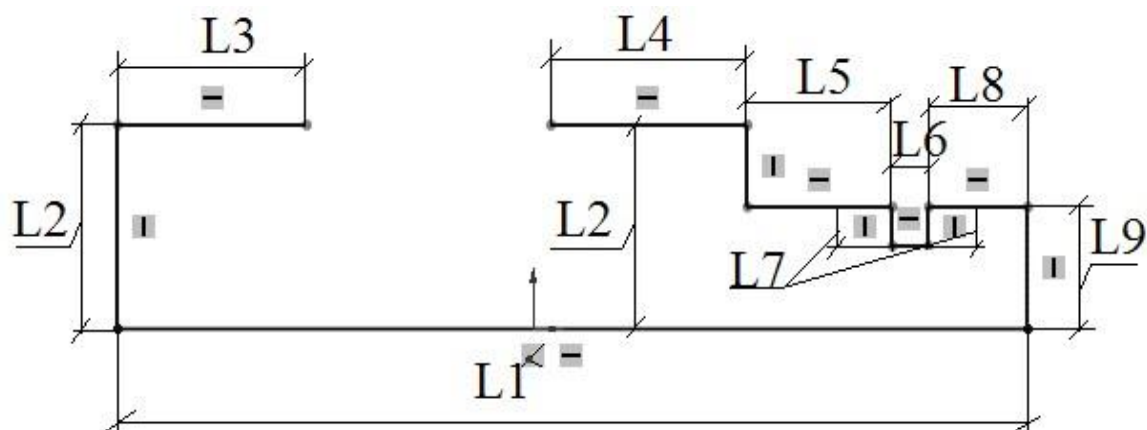


Рис. 1. Вихідний ескіз

Оберіть на панелі інструментів **Ескиз** інструмент **Дуга через три точки** (радіус дуги див. у табл. 1) і закріпіть профіль. Створіть об'єкт обертання.

В менеджері властивостей у вікні **Параметри елемента-повернуть** оберіть лінію основи профілю як напрямну (рис. 2).

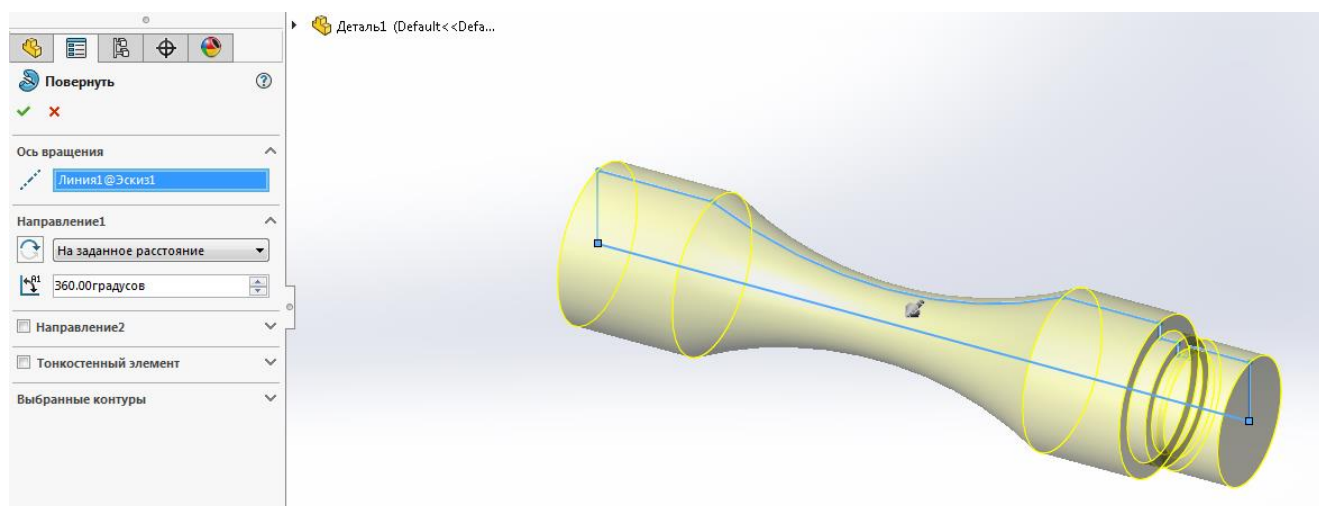


Рис. 2. Створення об'єкта обертання

Оберіть на панелі інструментів **Елементи** об'єкт **Фаска** і нанесіть фаску на торець більшого радіуса з розмірами: кут 45° , відстань 3 мм.

Нанесіть фаски на торець меншого діаметра. У вікні властивостей **Налаштування фаски** оберіть грань, на яку необхідно нанести фаски з розмірами: кут 45° , відстань 1 мм.

У дереві побудови оберіть площину Спереди і створіть ескіз – лінію, як показано на рис. 3. Вийдіть з ескізу.

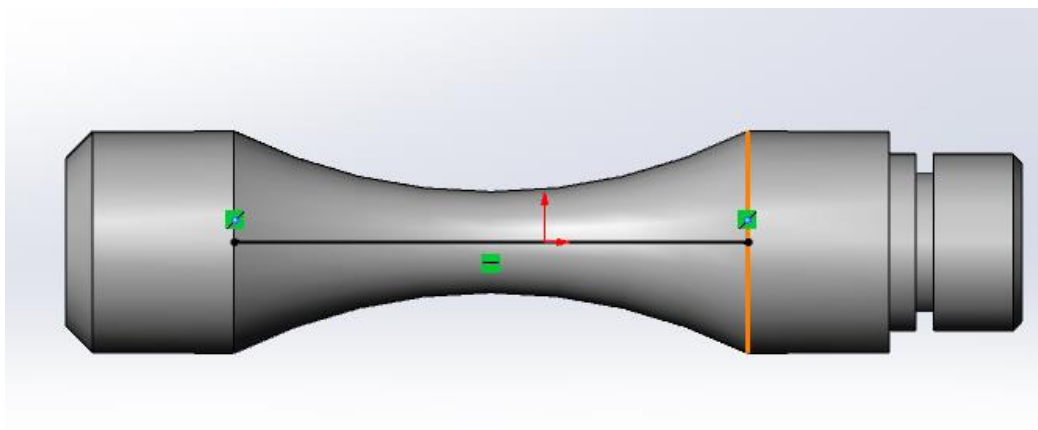


Рис 3. Побудова ескізу для допоміжної поверхні

У дереві побудови оберіть передню площину і проведіть перпендикулярну лінію довжиною 25 мм, як показано на рис. 4. Вийдіть з ескізу.

Оберіть на панелі інструментів **Поверхности** команду **Поверхность по траектории** та у **PropertyManager** у вікні **Профіль и направление** оберіть лінію довжиною 25 мм як профіль, а горизонтальну лінію як напрям.

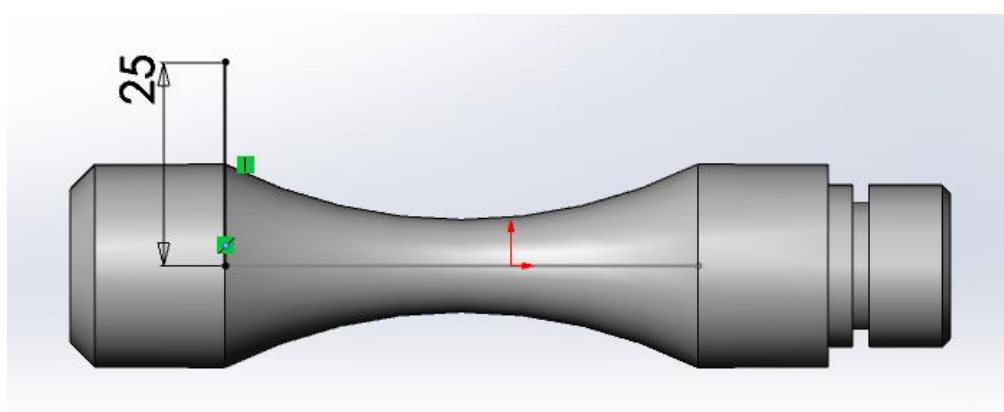


Рис. 4. Побудова профілю допоміжної поверхні

У **PropertyManager** у вікні **Параметры** оберіть **Указать величину скручивания** на 10 обертів (рис. 5).

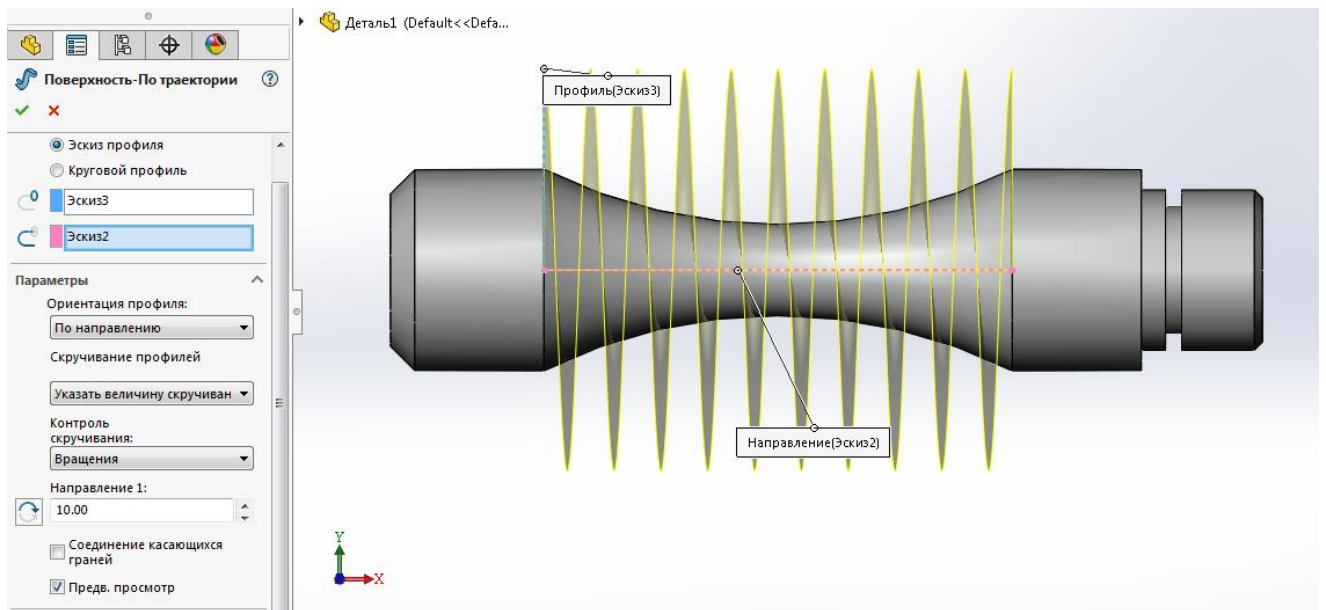


Рис. 5. Призначення параметрів допоміжної площини

Оберіть на панелі інструментів **Эскиз** команду **Преобразование объектов - Эскиз вдоль линии пересечения тел**. В PropertyManager у вікні **Выбрать объекты** оберіть грані, як показано на рис. 6.

Приховайте гвинтову поверхню.

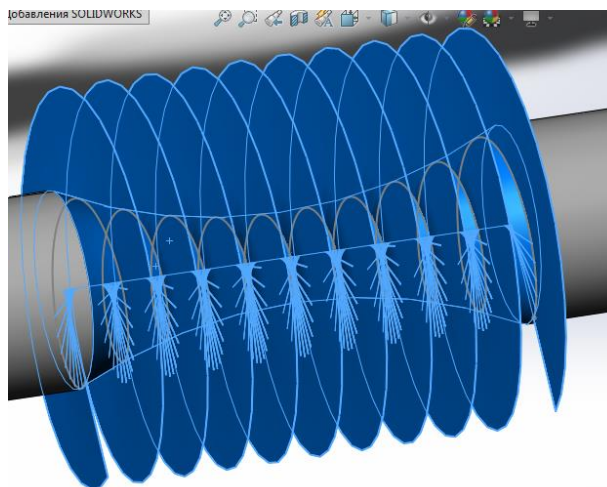


Рис. 6. Побудова гвинтової поверхні

Виділіть грань, на якій моделювали фаску на відстань 3 мм та на панелі інструментів **Поверхности** оберіть **Справочная геометрия – Плоскость**. Призначте нову площину (що з'явилася в результаті перетворень) в початкову точку спірального контура (рис. 7).

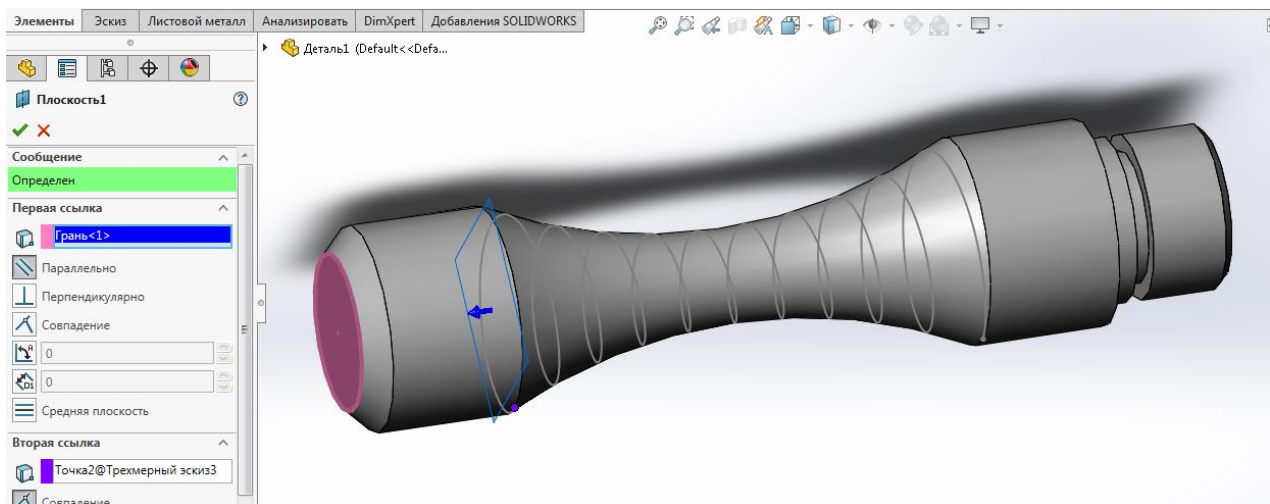


Рис. 7. Призначення першої допоміжної площини

Знову виділіть ту саму грань і призначте площину в кінцеву точку спірального контуру (рис. 8).

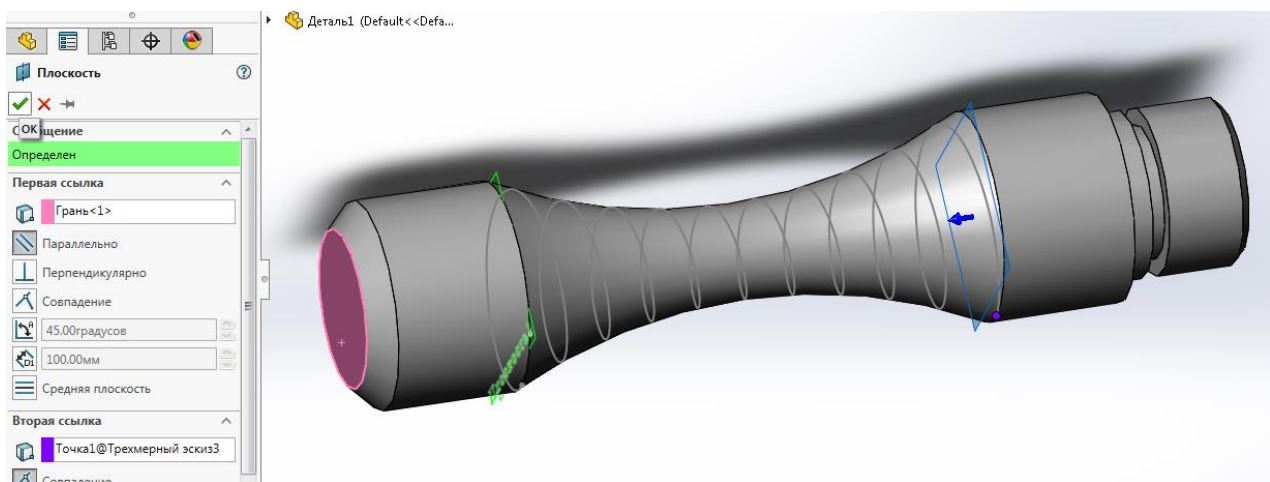


Рис. 8. Призначення другої допоміжної площини

Оберіть на панелі інструментів **Эскиз** об'єкт **3D эскиз** і приховайте гвинтову грань.

Назначте положення деталі **Слева** та в дереві побудови оберіть **Эскиз 3D**. Виділіть **Плоскость 1** та створіть новий ескиз. Поверніть деталь в положення **Слева** та оберіть команду **Слайн**. З вихідної точки проведіть відрізок. Викривіть його та додайте по черзі вертикальний і горизонтальний взаємозв'язок на дотичні сплайну (рис. 9).

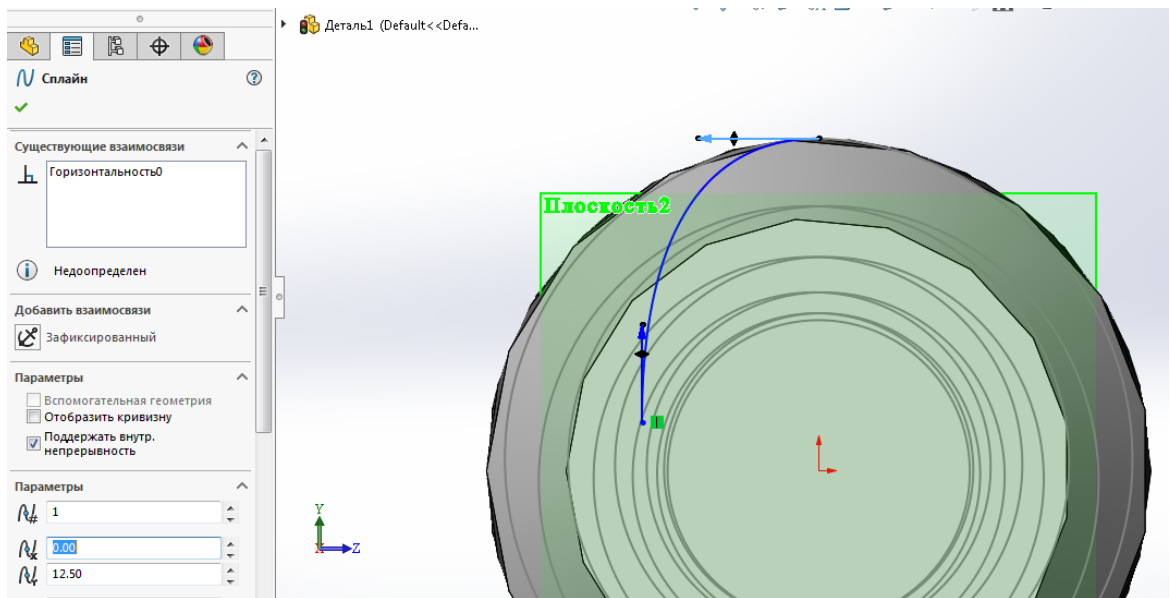


Рис. 9. Побудова сплайну

Новостворена евольвента має бути продовженням гвинтової лінії, а не перетинати її. Нанесіть розміри на ескіз відповідно до рис. 10.

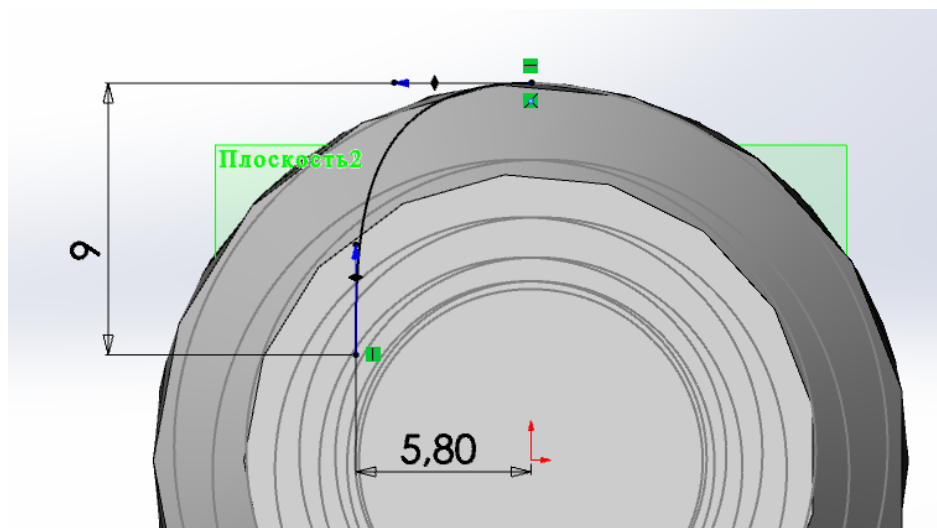


Рис. 10. Побудова евольвенти

Поверніть деталь в положення ізометрії, виділіть **Плоскость 2** та оберіть команду **Эскиз**. Виділіть евольвенту на площині 1, на панелі елементів **Эскиз** оберіть **Преобразование объектов** та виділіть сплайн, розташований в площині 1.

На панелі елементів **Эскиз** оберіть **Осевая линия** і проведіть перпендикуляр до верхньої точки евольвенти накресленої на площині 2 і на панелі елементів **Эскиз** оберіть команду **Зеркально отразить объекты**.

У PropertyManager у вікні **Параметры** оберіть евольвенту як

об'єкт для дзеркального відображення та оберіть перпендикулярну осьову лінію як лінійний об'єкт, відносно якого необхідно зробити дзеркальне відображення (рис. 11).

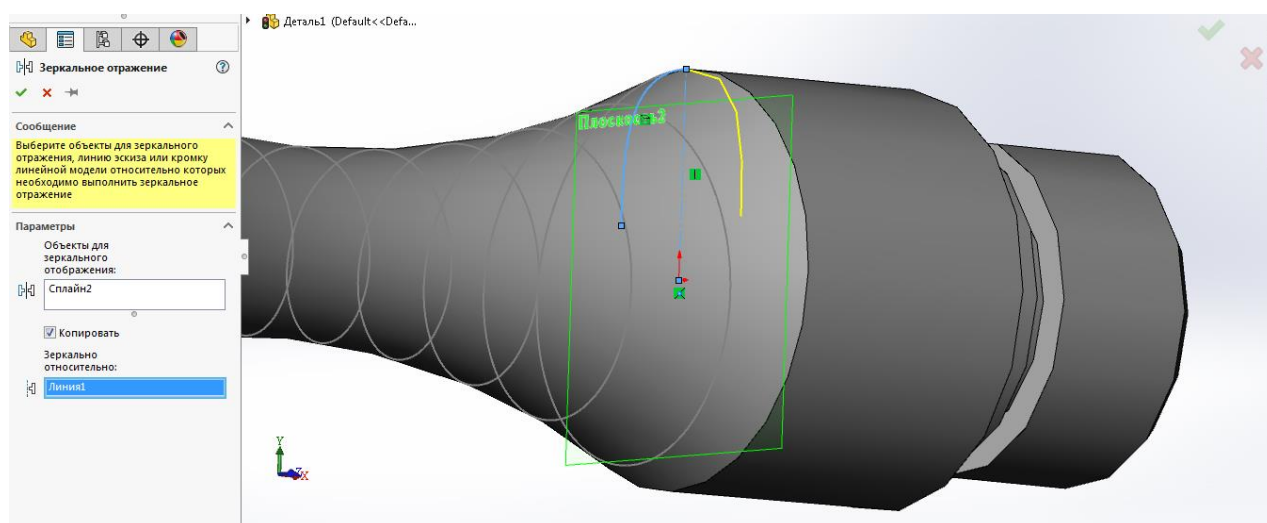


Рис. 11. Побудова евольвенти на площині 2

На панелі інструментів **Эскиз** оберіть **Отсечь объекты** та виконайте обрізання об'єкту відповідно до рис. 12.

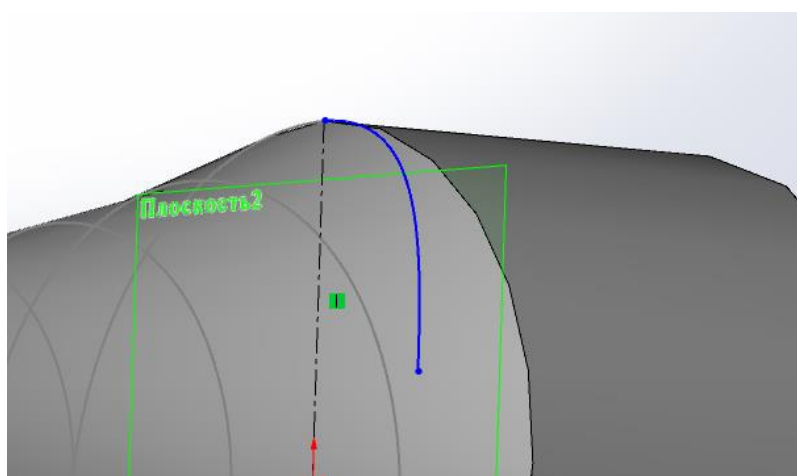


Рис. 12. Відсікання контуру

Поверніть деталь в положення ізометрії, оберіть інструмент **Поверхности - Кривые - Объединенная кривая**. У вікні **Соединить объекты** оберіть евольвенту на площині 1, евольвенту на площині 2 і гвинтову лінію (як показано на рис. 13). Приховайте додаткові площини 1 і 2 (у дереві побудов).

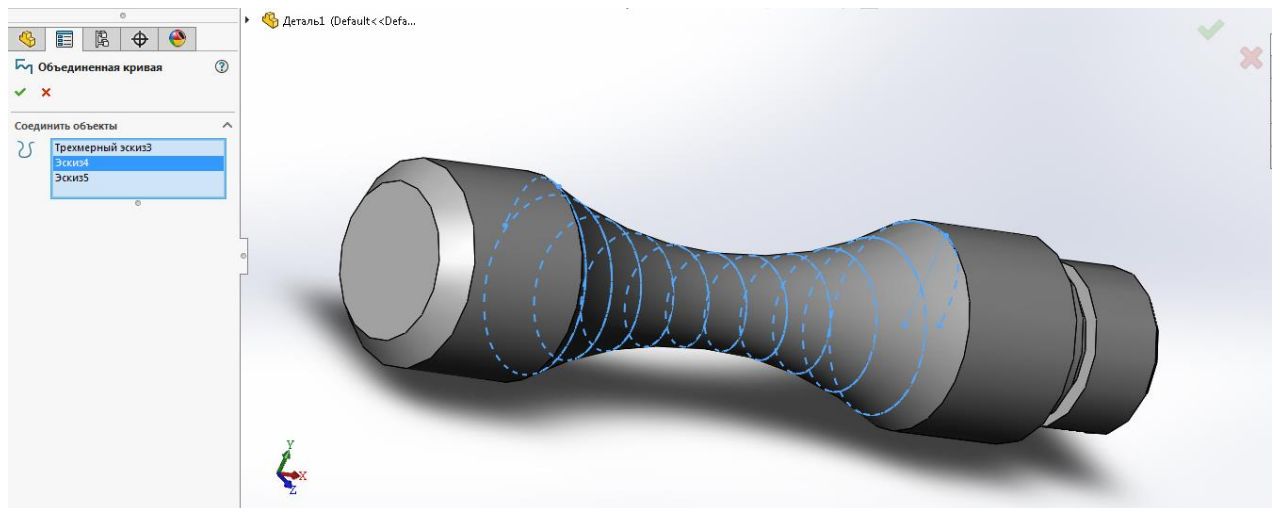


Рис. 13. Створення допоміжної кривої лінії

Оберіть на панелі інструмент **Справочная геометрия - Плоскость**. В PropertyManager у вікні **Первая Справочная** оберіть евольвенту, накреслену на площині 2. З'явиться площина, яку необхідно перетворити в горизонтальне положення шляхом натиснення на крайню точку евольвенти (рис. 14).

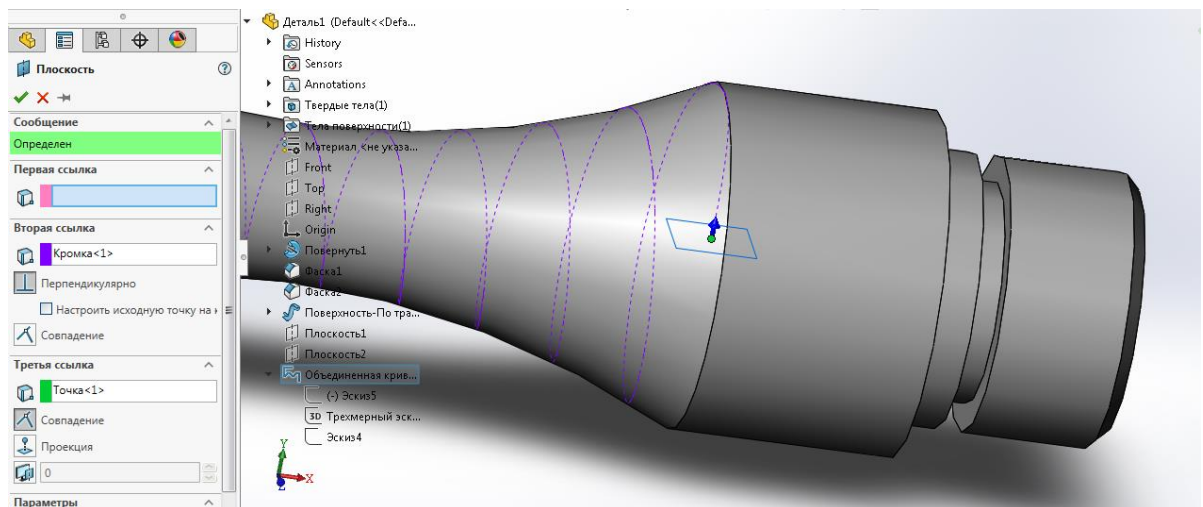


Рис. 14. Створення допоміжної площини

У дереві побудови оберіть новостворену площину. Побудуйте ескіз, як показано на рис. 15.

Оберіть верхню точку та в PropertyManager у вікні **Параметры** введіть такі параметри $X = 0$, $Y = 3$. У вікні **Существующие взаимосвязи** автоматично відображено збіги. Вручну додайте взаємозв'язок **Зафиксированный ОК**.

Проведіть аналогічні дії з нижньою точкою ескізу $X = 0$; $Y = -1,18$. Між побудованими точками побудуйте осьову лінію.

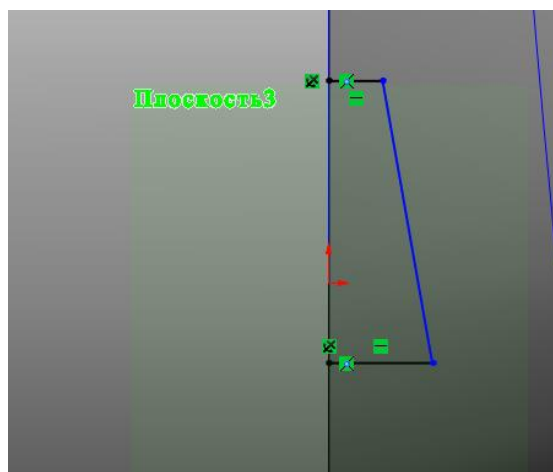


Рис. 15. Побудова ескізу

Відповідно до рис. 16 нанесіть розміри 2 і 0,125 мм.

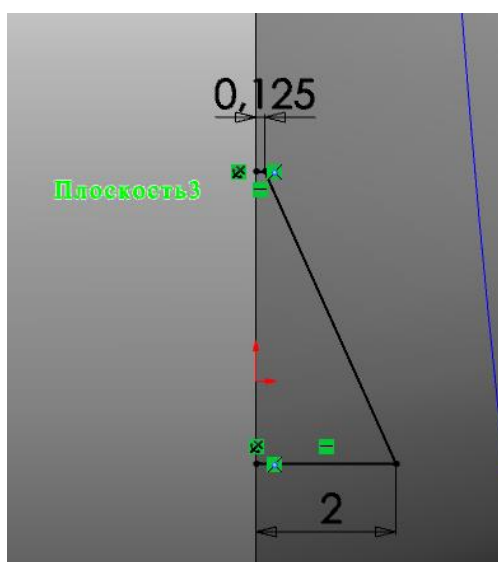


Рис. 16. Нанесення розмірів

На панелі інструментів **Эскиз** оберіть команду **Зеркально отразить объекты**. У вікні **Объекты** для зеркального отражения вкажіть три прямі лінії новоутвореного ескізу. У вікні **Зеркально относительно** вкажіть осьову лінію на ескізі. Вийдіть з ескізу.

Поверніть деталь в положення ізометрії та на панелі інструментів **Элементы** оберіть **Бобышка/Основание по траектории**. У вікні **Профиль и направление** оберіть новоутворений ескіз як профіль, а об'єднаний профіль як напрямок.

У вікні **Параметры** оберіть тип вирівнювання маршруту за напрямком вектору в дереві конструювання оберіть площину **Справа** (рис. 17).

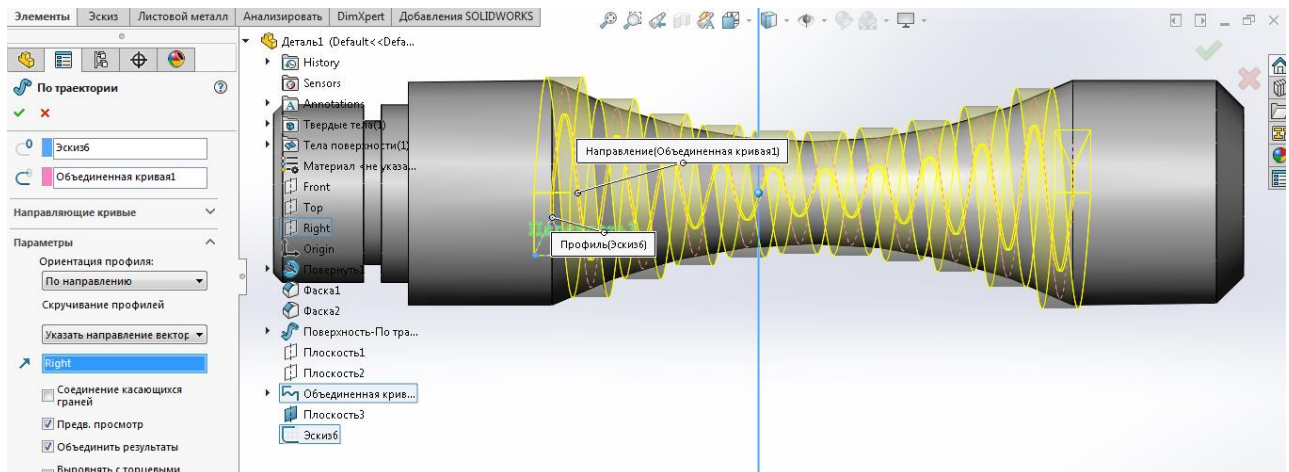


Рис. 17. Створення елемента Бобышка/Основание по траектории

Створіть ескіз на грані циліндра меншого діаметра. Побудуйте вертикальну осьову лінію, що проходить через центр кола. Накресліть коло радіусом $(L9-2 \text{ мм})$ та центром у початку координат.

За межами деталі накресліть коло $R = 2,3 \text{ мм}$ та перенесіть його на торцеву грань деталі. На панелі інструментів **Эскиз** оберіть **Зеркально отразить объекты** і відбийте перенесене коло відносно осі (відстань між центрами малих кіл $5,5 \text{ мм}$, відстань між центрами кола радіусом $(L9-2 \text{ мм})$ і колом радіусом $R = 2,3 \text{ мм}$ дорівнює $(L9-1,5 \text{ мм})$.

Накресліть ще одне коло (центр – вісь XY) з центра діаметром $(L9+1 \text{ мм})$ (рис. 18).

На панелі інструментів «Эскиз» оберіть **Отсечь объекты** → Перетворіть ескіз до такого вигляду (рис. 19).

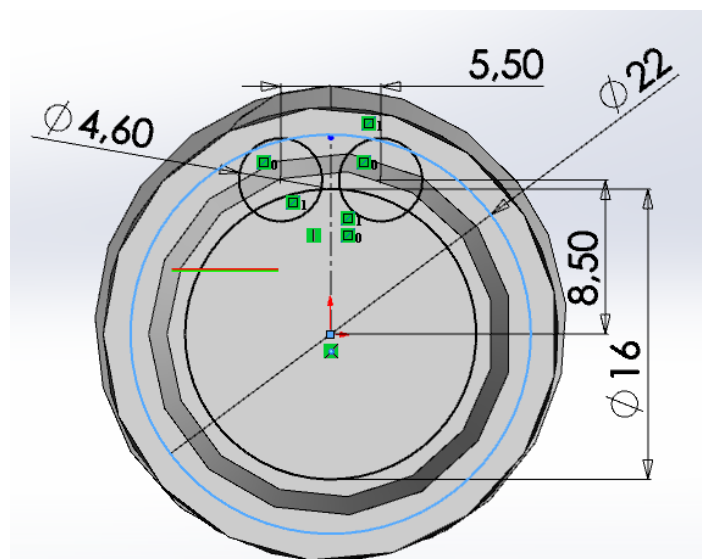


Рис. 18. Побудова ескізу

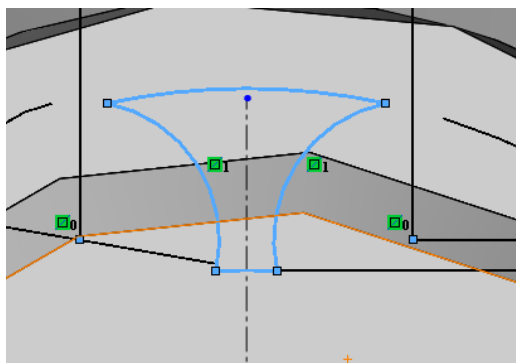


Рис. 19. Контур для створення вирізу

Додайте скруглення величиною 0,2 мм. Поверніть деталь в положення ізометрії та на панелі інструментів **Елементи** оберіть **Вытянутый вырез** на глибину L8 мм.

Оберіть **Круговой массив** (у реверсі напрямку вкажіть циліндричну поверхню, кількість екземплярів **z** з табл. 1).

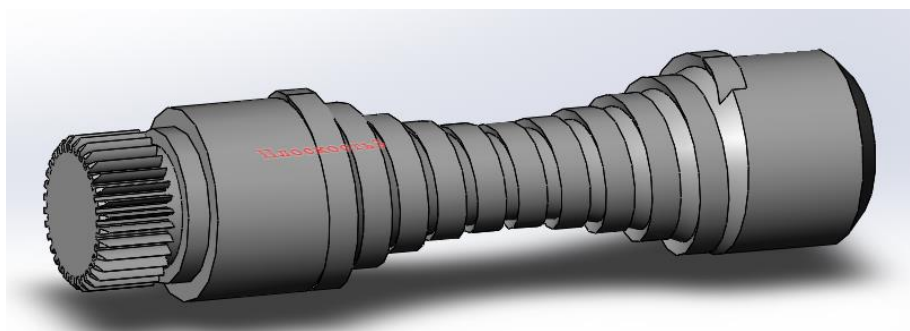


Рис. 20. Результат моделювання

3.3 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з індивідуальним варіантом (табл. 1).

Таблиця 1. Варіанти для самостійної роботи

Варіант	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	R	z
1	110	12,5	25	15	5	1	1,5	14	11	70	33
2	100	13	20	13	3	1	2	12	9	65	30
3	105	12	23	14	4	1	1,7	13	10	68	31
4	107	12,5	21	14	3	2	2	10	10	65	32
5	95	13	12	11	3	1,5	1	11	10	60	30
6	125	13,5	30	20	7	1,5	2	12	12,5	75	34
7	120	14	22	18	6	1,5	1,5	15	13	78	40
8	115	14	20	20	5	1	2	13	12	70	34

Варіант	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	R	z
9	90	12	10	10	4	1	1	10	11	65	33
10	103	13,5	18	12	2	1	1,5	11	13	67	35
11	112	12,5	26	16	5	1	1,5	13	10	71	33
12	102	13	21	13	3	1	2	11	9	67	31
13	107	12	24	13	4	1	1,7	12	9	67	32
14	109	12,5	22	14	3	2	2	11	11	63	33
15	97	13	13	13	3	1,5	1	10	10	62	30
16	123	13,5	29	20	7	1,5	2	10	12	72	33
17	122	14,5	24	17	6	1,5	1,5	15	13,5	75	39
18	117	14	21	21	5	1	2	11	11	64	34
19	94	12,5	12	10	4	1	1	10	11,5	65	33
20	106	14,5	19	13	2	1	1,5	11	12,5	67	35
21	102	13	18	15	3	1	2	12	9	65	30
22	128	13,5	28	22	7	1,5	2	12	12,5	75	34
23	94	12	12	12	4	1	1	10	11	64	33
24	100	13	20	14	3	1	2	11	9	67	31
25	108	12,5	19	16	3	2	2	10	10	65	32

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Яким чином у середовищі SolidWorks можна створити гвинтову поверхню?
2. Яка роль додаткових площин у проектуванні складнопрофільних об'єктів у середовищі SolidWorks?
3. Чому при проектуванні профілю глобоїдної передачі необхідно об'єднати гвинтову лінію і евольвенти?
4. Опишіть алгоритм конструктивного моделювання профілю прямого зуба передачі.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗУБЧАСТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПРЯМОЗУБОЇ ПЕРЕДАЧІ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS

Методичні вказівки до практичної роботи № 8

Мета роботи: навчитися самостійно моделювати зубчасті циліндричні прямозубі передачі в середовищі SolidWorks; закріпити вміння створення складань в середовищі SolidWorks, навчитися передавати механічний рух від одного об'єкту до іншого.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 1) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 2) стислий конспект вивчених питань;
- 3) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Методи побудови та види допоміжних площин.

Методи побудови деталей складної конфігурації.

Створення елементів витягуванням за напрямними кривими.

Алгоритм побудови об'єднаної кривої.

Створення елементів, витягнутих по траєкторії з використанням прямої кривої.

2.3 Рекомендована література

1. Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.

2. Афанасьев Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов / [Афанасьев Б.А. и др.]; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. М.: Москва, 2000. – 640 с.

3. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Контрольний приклад

Побудуйте упорну стінку з посадочними валами для зубчастої передачі (рис. 1) з розмірами відповідними до варіанта.

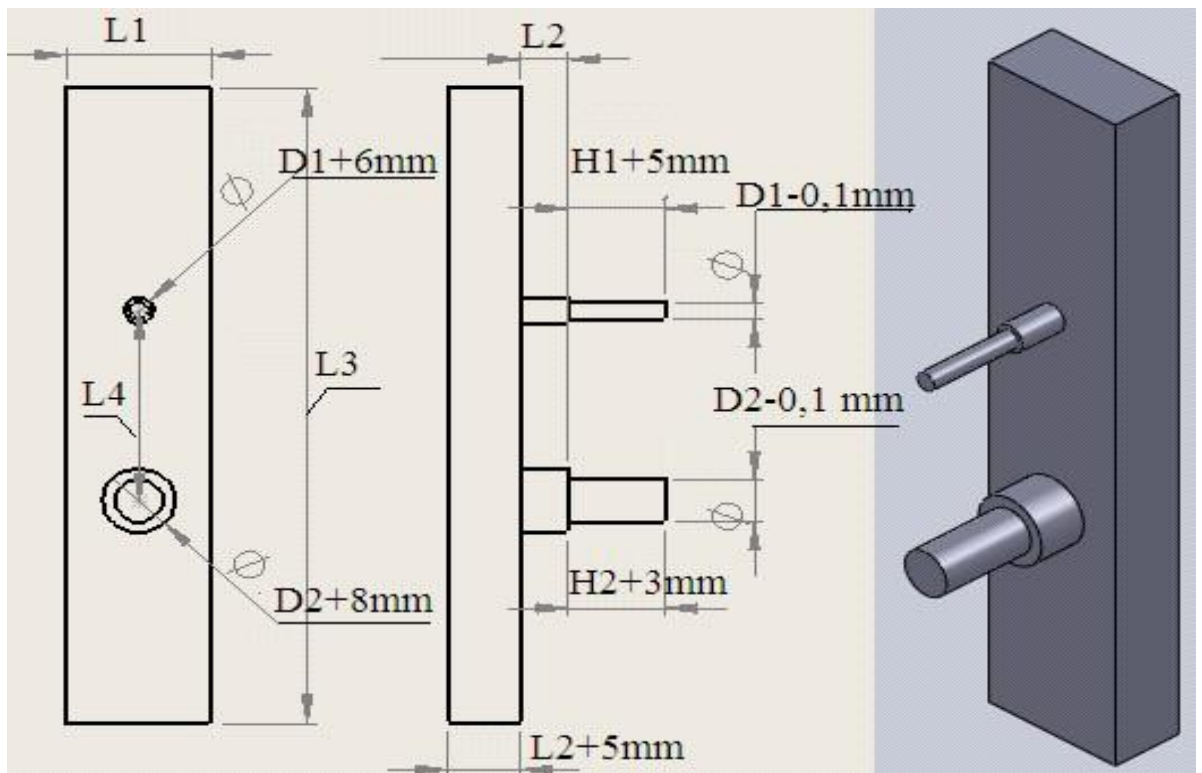


Рис. 1. Схема розташування посадочних валів

У новому файлі побудуйте ведене колесо радіусом R1, завтовшки H1 і з посадочним отвором діаметром D1 (рис. 2).

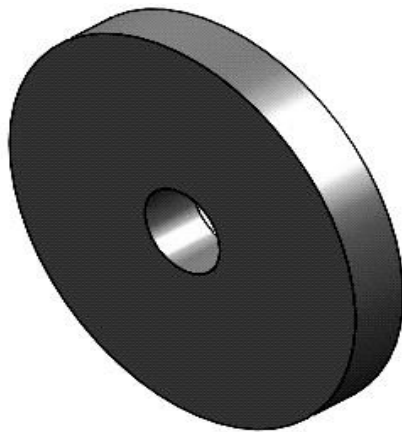


Рис.2. Модель веденого колеса

Поставте деталь в положення **Спереди**. Для конструктивної побудови профілю зуба прямозубого циліндричного колеса накресліть ескізи двох кіл: $R3 = (R2-2)$ мм, $R4 = (R2+1)$ мм, проведіть перпендикулярну осьову лінію з центра колеса і накресліть коло R5 мм для конструктивного визначення кривини евольвенти.

Дзеркально відобразіть коло R5 відносно осьової лінії, скориставшись панеллю інструментів **Ескиз - Зеркально отразить**. Вирівняйте розміри ескізу відповідно до рис. 3.

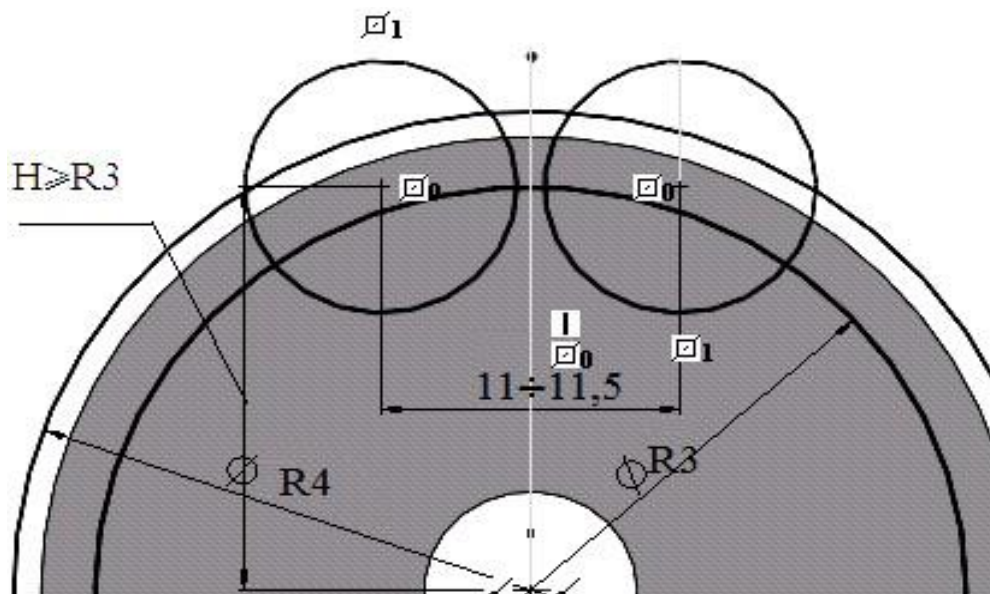


Рис.3. Побудова ескізу

Відсічіть зайві контури, скориставшись панеллю інструментів **Ескиз - Отсечь объекты**. Округліть перехід між трохойдою і

евольвентою на величину рівну $0,1 \div 0,3$ мм та отримайте контур, зображений на рис. 4.

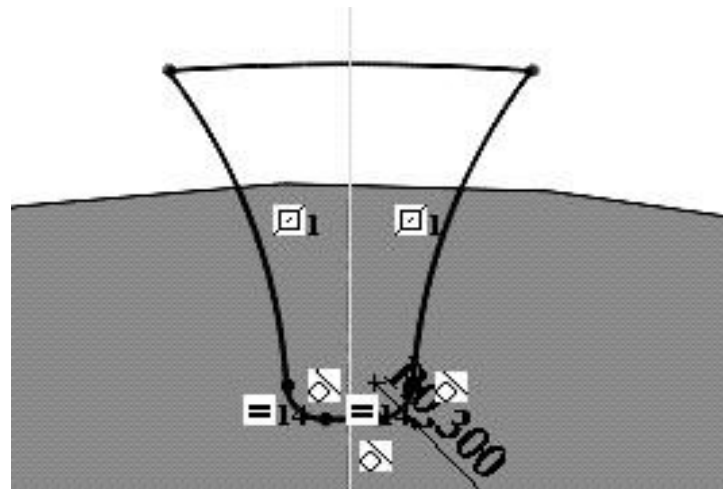


Рис. 5. Побудований контур ескізу

За допомогою команди **Вытянутый вырез** на панелі інструментів **Элементы** зробіть видавлювання створеного контуру наскрізь. Оберіть **Круговой массив** та у реверсі напрямку вкажіть циліндричну поверхню, кількість екземплярів $z1$. Збережіть колесо (рис. 5).

Аналогічно побудуйте ведуче зубчасте колесо радіусом $R2$ мм, завширшки $H2$ мм і посадочним отвором діаметром $D2$ мм. Кількість зубів дорівнює $z2$. Збережіть колесо.

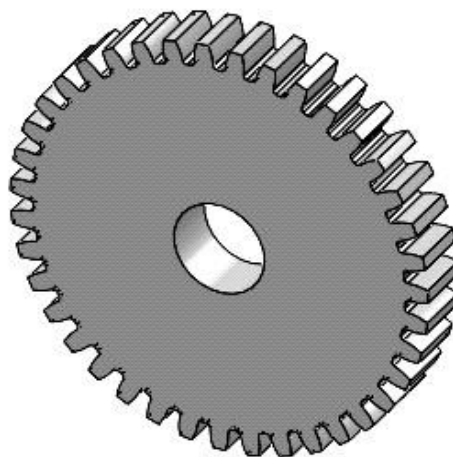


Рис. 5. Тривимірна модель зубчатого колеса

Створіть новий документ **Сборка**. За допомогою команди **Сборка - Вставить компоненты** виберіть усі створені об'єкти. Там же оберіть команду **Условия сопряжения** і як об'єкти для

сполучення оберіть:

- поверхню посадочного отвору і відповідну поверхню валу;
- торцеву поверхню зубчастого колеса (вигляд ззаду) і торцеву поверхню упорної площини на валу (для кожного колеса) (рис. 6).

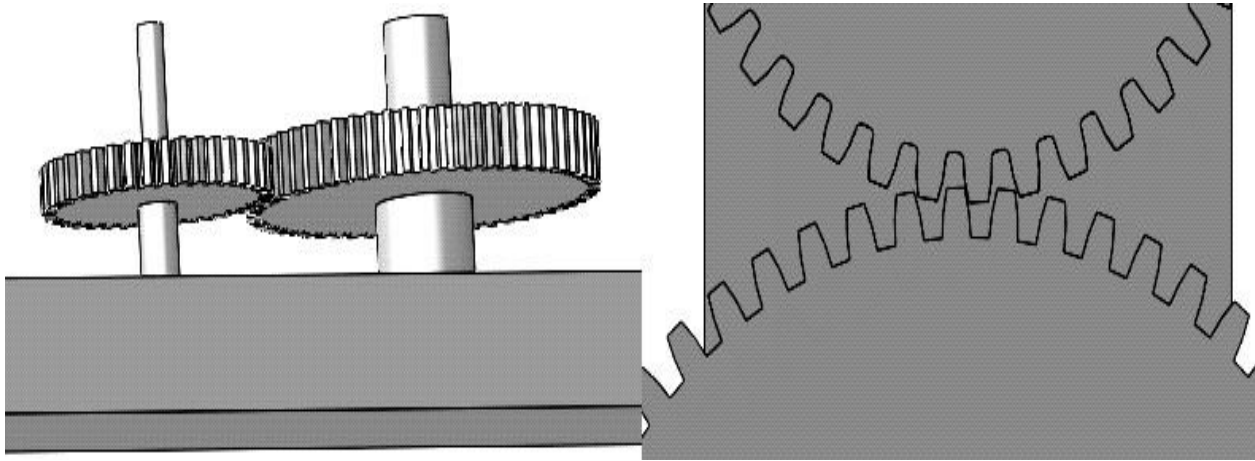


Рис. 6. Моделювання складальної одиниці

Для того щоб зубчасті колеса передавали рух від одного до іншого, необхідно створити ряд взаємозв'язків.

У дереві побудови приховайте елемент (стінку), на яку кріпляться прямозубі зубчасті колеса (рис. 7).

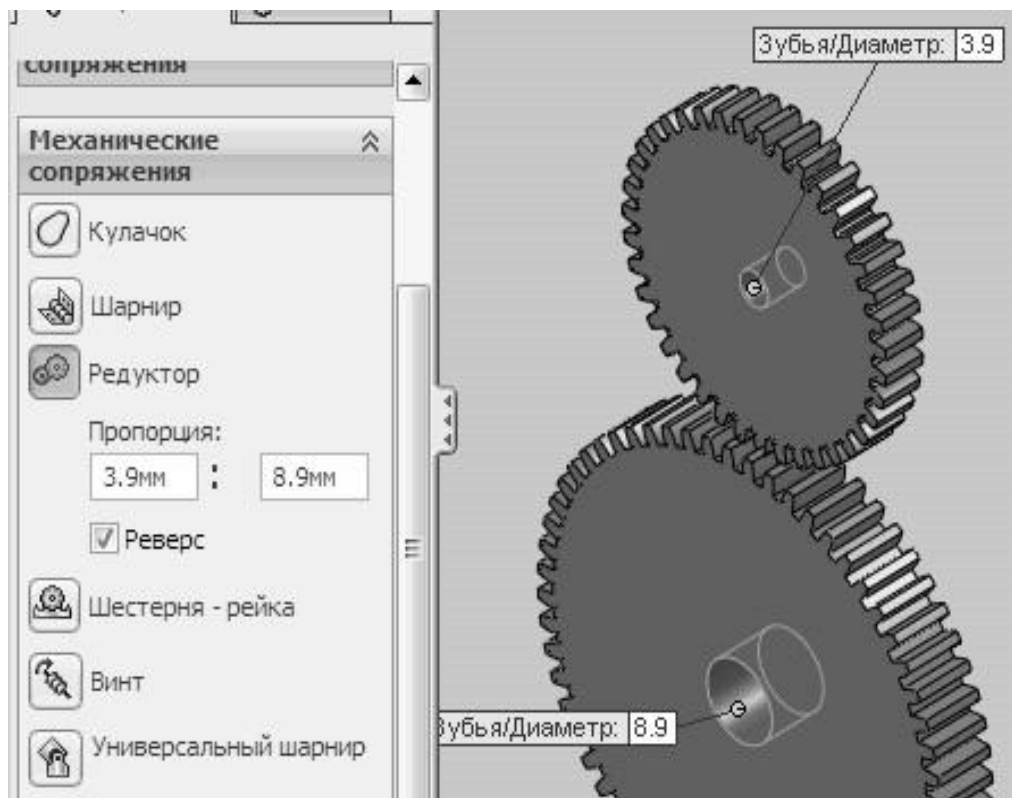


Рис. 7. Створення взаємозв'язків між зубчастими колесами

На панелі інструментів **Сборка** оберіть команду **Условия сопряжения**. У менеджері властивостей у вікні **Механические сопряжения** оберіть сполучення редуктора і вкажіть по черзі посадочні отвори ведучого і веденого колеса. Тепер колеса передають обертальний рух.

На панелі інструментів **Внешние виды/Сцены** оберіть матеріал виробу відповідно до технологічного процесу виготовлення зубчастих коліс і корпусів, у механізмах яких застосовуються зубчасті колеса. У цій роботі матеріал прямозубих циліндричних коліс – шліфувана сталь, матеріал стінки – алюміній з насічками. Збережіть складання.

Для дослідження правильності руху в моделі складання необхідно додати взаємозв'язок між бічною (торцевою) гранню стінки і площиною **Сверху** ведучого колеса з умовою стандартного сполучення під кутом 0° (рис. 8).

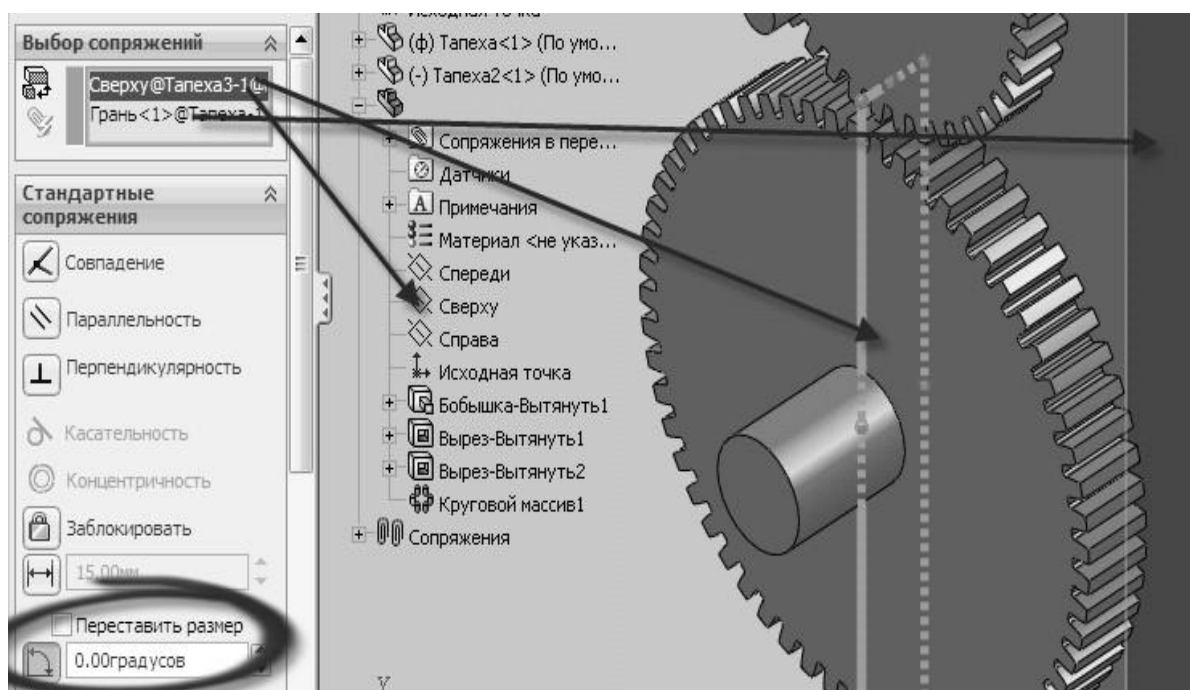


Рис. 8. Завдання додаткових сполучень

Відеоряд робитимемо за допомогою вкладки **Исследование движения**, розташованої ліворуч знизу графічного вікна.

Основну частину цієї вкладки займає лінійка часу з відмітками в секундах: «0 сек», «2 сек»,... На лінійці часу сірою лінією відмічено, в якому місці анімації ми знаходимося. Перейшовши у вкладку **Исследование Движения** розпочинаємо роботу з прапорцем, що відповідає ведучому колесу і пересуваємо його на відмітку, що

відповідає шістнадцятій секунді, саме за цей час ведуче колесо робитиме повний оберт (360°).

Для завдання кута повороту колеса розпочинаємо роботу з кутовою умовою сполучення. На кожні дві секунди задаємо рівне значення кута повороту шляхом пересування прапорця відповідного сполучення під кутом (рис. 9).



Рис. 9.

Запустіть анімаційний ролик.

3.2 Самостійна робота

Виконайте побудову деталі згідно з індивідуальним варіантом (табл. 1).

Таблиця 1. Варіанти для самостійної роботи

Варіант	L1	L2	L3	L4	D1	D2	R1	R2	H1	H2	Z1	Z2
1	30	10	150	44,5	4,1	10,1	18	27,5	5	7	39	60
2	15	10	100	50	6	8	20	32	15		55	87
3	40	15	90	40	4,2	10,2	18	24	8	40	60	
4	50	20	80	48	5	7	20	30	10	51	83	
5	20	9	55	30	3	6	14	18	7	17	25	
6	30	8	98	50	8	10	19	31	12		55	87
7	25	15	96	50	8	12	20	32	10	12	54	86
8	50	9	100	46	6	9	18	29	5	7	38	59
9	33	7	63	35	3	5	16	21	6		17	25
10	40	15	120	55	7	12	25	32	12	12	61	87
11	30	12	70	51	5	7	21	32	9		56	88
12	35	8	94	44,5	4,6	10,8	20	25,5	7	7	40	61
13	33	11	77	40	4,5	11	19	23	8		43	62

14	20	9	110	49	4	6	18	31	12	54	86	
15	40	8	120	50	8	13	20	32	11,5	55	87	
16	55	14	135	55	9	15	23	34	14	61	92	
17	30	15	65	40	6	10	18	24	8	10	45	60
18	35	12	100	48	5	8	20	30	10	12	52	85
19	45	8,5	88	45	7	10	19	26	10	39	60	
20	27	14	93	42	6	12	20	24	9	9	49	80
21	28	10	140	44,5	4,1	10,1	18	27,5	5	7	38	60
22	17	11	90	50	6	8	20	32	15	55	87	
23	18	8	60	30	3	6	14	18	7	7	17	25
24	38	16	110	55	7	12	25	32	12	12	61	87
25	40	15	80	40	4,2	10,2	18	24	8	8	40	60

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Чи можливо у середовищі SolidWorks отримати рівномірне розповсюдження одного елемента по всій заданій поверхні?
2. Яким чином у середовищі SolidWorks можна забезпечити передачу руху від одного елемента до іншого?
3. Які механічні сполучення можна змодельовати у середовищі SolidWorks?
4. З якою метою в середовищі SolidWorks проводять дослідження руху елементів у механізмах?
5. Яке значення має кутова умова сполучення при дослідженні руху двох компонентів?

ПОБУДОВА СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS

Методичні вказівки до практичної роботи № 9

Мета роботи: навчитися визначати послідовність дій при побудові тривимірних моделей складальних одиниць; отримати практичні компонування складальних одиниць та побудови їх сполучень засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 4) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 5) стислий конспект вивчених питань;
- 6) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Види проектування складальної одиниці.

Принцип створення складальної одиниці «зверху донизу».

Принцип створення складальної одиниці «знизу до верху».

Види розміщення компонентів складальної одиниці.
Типи сполучень між частинами складальної одиниці.
Інтерференція і конфлікти між компонентами складальної одиниці.
Використання спрощень при проектуванні складальних одиниць.

2.3 Рекомендована література

- 1 Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.
- 2 Афанасьев Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов / [Афанасьев Б.А. и др.]; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. М.: Москва, 2000. – 640 с.
- 3 Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Складанням називається документ, в якому деталі і інші складання пов'язані одна з одною в єдину конструкцію. Складальну одиницю можна створювати, використовуючи проектування «знизу вгору», проектування «зверху вниз» або комбінацію цих двох методів.

Файл складання в SolidWorks (розширення *.SLDASM) не містить в собі опис геометрії деталей. Без повного комплексу складових деталей, складань (вузлів), типових бібліотечних елементів файл складання є порожнім документом. Додавання компонента в складання створює зв'язок між ними. Зміни в компоненті складання автоматично відбиваються на складанні.

У загальному випадку складальний виріб являє собою багаторівневу деревоподібну структуру. Файл складання, як і реальний виріб, може включати не тільки окремі деталі, а також і інші складання (вузли). Рівень вкладеності при цьому не обмежений. Складання виробу в SolidWorks виконується відповідно до принципу технологічної декомпозиції: складові вузли можуть збиратися окремо від інших елементів конструкції.

Реальний виробничий процес складається з трьох етапів:

- Установка базової деталі або складальної одиниці.
- Вибір і попередня орієнтація деталі (складальної одиниці), яка приєднується щодо базової.
- Виконання сполучень, з'єднання.

Загальний принцип створення складальної моделі за методом «знизу вгору» повністю відповідає зазначеному процесу складання. Попередньо необхідно побудувати тривимірні моделі деталей, а потім об'єднати їх в єдину конструкцію шляхом накладення обмежень на просторове положення об'єктів.

При проектуванні «зверху вниз» тривимірні моделі деталей розробляються в контексті однієї збірки на основі геометричних елементів інших деталей. Відповідно до даного методу спочатку створюване складання є вихідною інформацією для виконання подальшого деталювання.

Комплексне використання обох методів дозволяє вести розробку окремих елементів конструкції (деталей, складальних одиниць) в контексті вже створеного складання (що складається з готових компонентів). При такому підході значно полегшується завдання прив'язок елементів один до одного і забезпечується параметричний зв'язок між ними. Якщо розміри або положення однієї з деталей змінюються, то всі пов'язані з нею елементи моделі будуть також автоматично скориговані.

Розміщення компонентів складальної одиниці

Попередньо необхідно створити проект складання в SolidWorks. Основним способом розміщення деталі або вузла в складанні є використання команди **Вставить компоненти**, розташованої на панелі інструментів **Сборка**. Після додавання до нового проекту перша деталь (складання) автоматично придбає властивість **Зафіксований** (відображається значком «ф» в дереві конструювання).

Для правильної орієнтації компонентів в складанні принаймні один з її компонентів повинен бути зафіксований - щодо нього будуть розташовуватися решта компонентів складання.

Для того, щоб зафіксувати або звільнити компонент збірки, слід, вибравши компонент в графічній області або в дереві конструювання, в контекстному меню (при натисканні правої кнопки миші) активізувати команду **Зафіксувати** або **Освободити**.

Також для компонентів в дереві конструювання можуть

використовуватися такі префікси: (-) недовизначений; (+) перевизначений; (?) не вирішений. Відсутність префікса означає, що положення компонента повністю визначено.

Дерево конструювання крім традиційних елементів (найменування збірки, приміток, початкових площин і вихідної точки) для збірок відображає наступні об'єкти:

- **Компоненты сборки** (вузли, окремі деталі, бібліотечні елементи);

- Папку **Сопряжения**;

- **Элементы сборки** (вирізи або отвори) і масиви компонентів.

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

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

Для завдання положення об'єкту в тривимірному просторі реалізовані команди **Переместить компонент** і **Вращать компонент**, які розташовуються на панелі **Сборка**. Зміна положення для обраного об'єкта проводиться при натисканні та утриманні лівої кнопки миші. Більш простим і зручним способом вільного переміщення і обертання є спосіб з використанням маніпулятора миші: при «перетягуванні» миші, утримуючи ліву кнопку, виконується переміщення компонента, утримуючи праву кнопку миші - обертання компонента. Компоненти в складанні будуть переміщатися або обертатися тільки в межах ступенів свободи, визначених сполученнями (зафіксовані і цілком визначені об'єкти змінювати свого положення не можуть).

Сполучення в складаннях

Після розміщення деталей і вузлів в складанні необхідно задати сполучення між ними - геометричні взаємозв'язки між компонентами складання. При додаванні сполучень слід визначити допустимі напрямки лінійного або обертального руху компонентів. Послідовність, в якій додаються сполучення в групу, значення не має, все сполучення вирішуються одночасно.

Для створення сполучень необхідно активізувати команду **Сопряжения** на панелі інструментів **Сборка**, вибрати поверхні, що сполучаються, та вказати тип сполучення.

Системою підтримуються наступні типи сполучень.

Совпадение - вибрані елементи деталей (осі, кромки, поверхні, грані) збігаються на нескінченності.

Параллельность - вибрані елементи однаково спрямовані і знаходяться на постійній відстані один від одного.

Перпендикулярность - вибрані елементи розташовуються під кутом 90° один до одного.

Касательность - вибрані елементи дотичні один до одного (як мінімум один елемент повинен бути циліндричним, конічним або сферичним).

Концентричность - концентричне розташування циліндричних, конічних, сферичних поверхонь і кромок.

Расстояние - вибрані елементи розташовані на вказаній відстані.

Угол - вибрані елементи розташовані під заданим кутом.

Якщо в списку **Сопряжения** присутні принаймні два найменування, то нижче у вкладці **Стандартные сопряжения** система автоматично запропонує найбільш підходящі сполучення для даного набору виділених компонентів, а на екрані з'явиться панель інструментів, дублююча ці елементи управління.

Стандартні сполучення застосовуються тільки для стандартних поверхонь (площина, циліндр, конус та ін.), а для більш складних потрібно вирівнювання щодо допоміжної геометрії.

Інтерференція і конфлікти між компонентами

Одна зі складових відпрацювання виробу на технологічність - його перевірка на збирання: фізичні тіла при їх переміщенні не можуть мати області перетину. При використанні властивості **Стандартное перетаскивание** не враховується інтерференція об'єктів (можлива ситуація накладання об'єктів). Для вирішення такого завдання в SolidWorks реалізовані два параметра в режимі переміщення і обертання компонентів.

Определение конфликтов. Найбільш часто використовувана функція даного параметра - обмеження руху обраного об'єкта при першому торканні з іншими елементами складання (якщо встановлено прапорець **Остановить при конфликте**). Цей параметр корисний при перевірці можливості установки деталі в складання.

Физическая динамика - дозволяє побачити реалістичний рух компонентів складання. Всі деталі ототожнюються з абсолютно пружними тілами і при спробі зміщення або повороту одного з них виконується спроба повторити кінематику рухів всього механізму,

описану безліччю сполучень (тобто відбувається переміщення або обертання всього ланцюжка порушених компонентів в межах допустимих ступенів свободи).

У складному складанні іноді важко візуально визначити, де компоненти перетинаються один з одним. За допомогою інструменту **Перевірка інтерференції** можна визначити і відобразити інтерференцію між компонентами. Після вибору параметрів і налаштування слід натиснути кнопку обчислити.

Виявлені інтерференції перераховані у вікні **Результати**. Обсяг інтерференції відображається праворуч від кожного списку. У найпростішому випадку користувач має можливість вибрати відповідну інтерференцію, при цьому в графічній області вона буде виділена червоним кольором.

3.2 Контрольний приклад

Побудуйте модель складальної одиниці верстатних тисків (рис. 1).

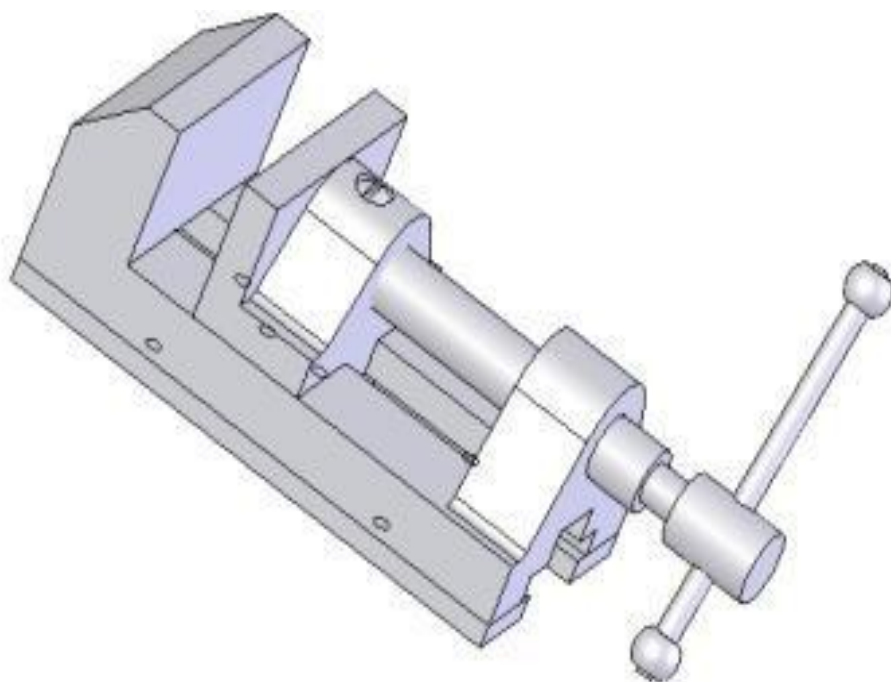


Рис. 1. Складальна одиниця верстатних тисків

Попередньо створіть файли деталей (основа, затискач, плита, ручка, наконечник та гвинти), які складають тиски, згідно з креслениками, наведеними на рис. 2-5.

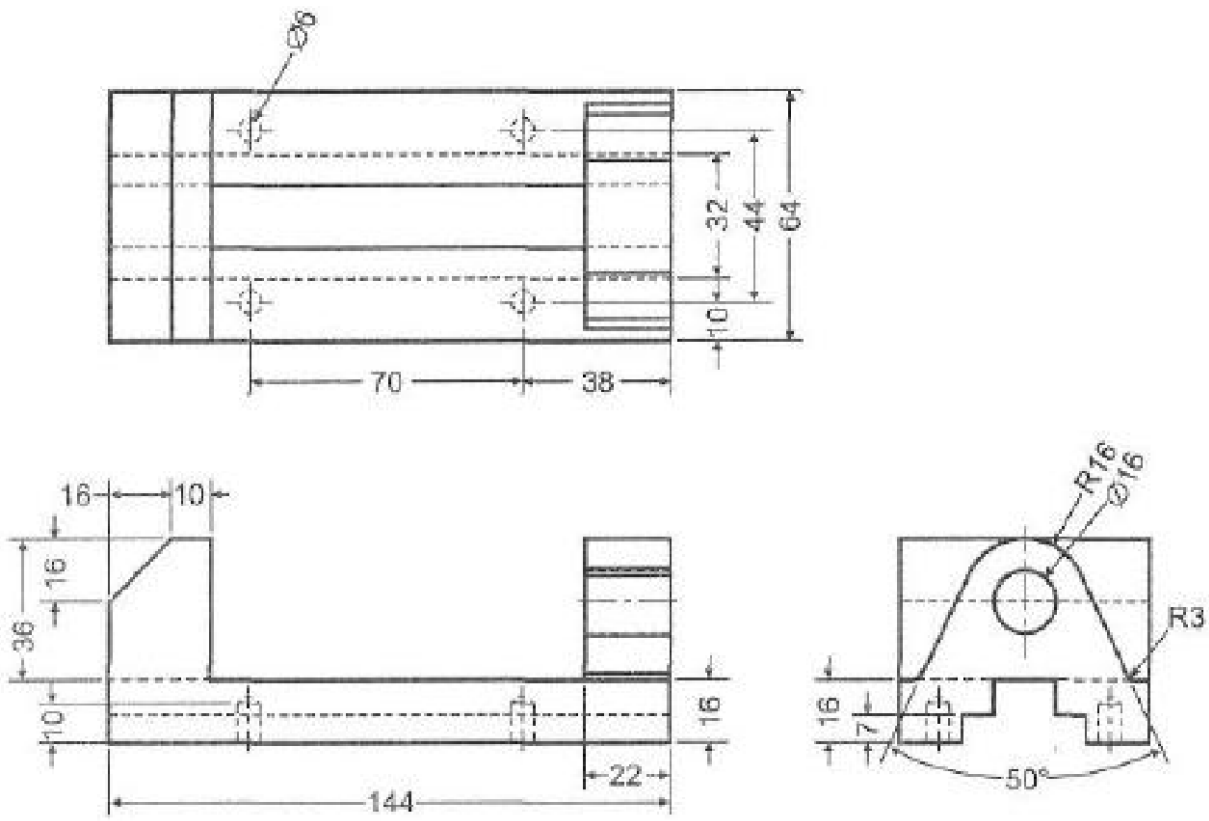


Рис. 2. Кресленик основи тисків

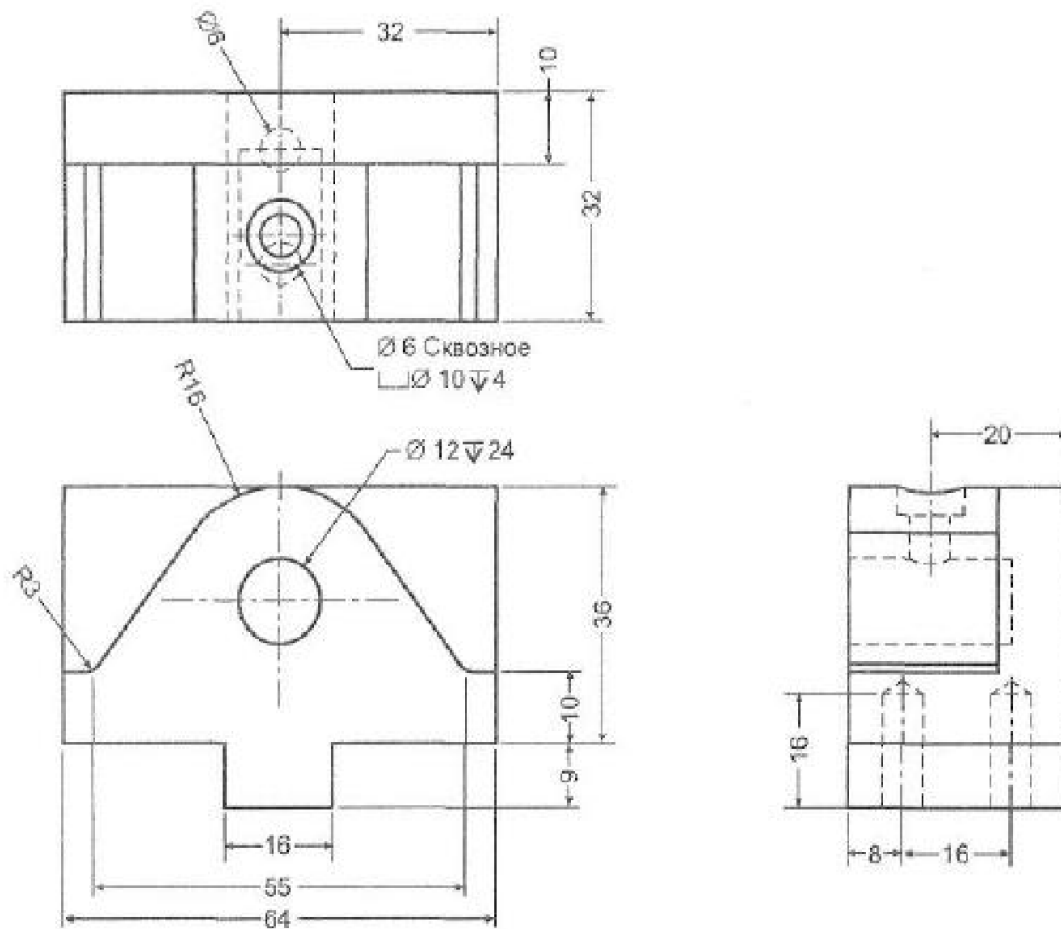


Рис. 3. Кресленик рухомого затискача

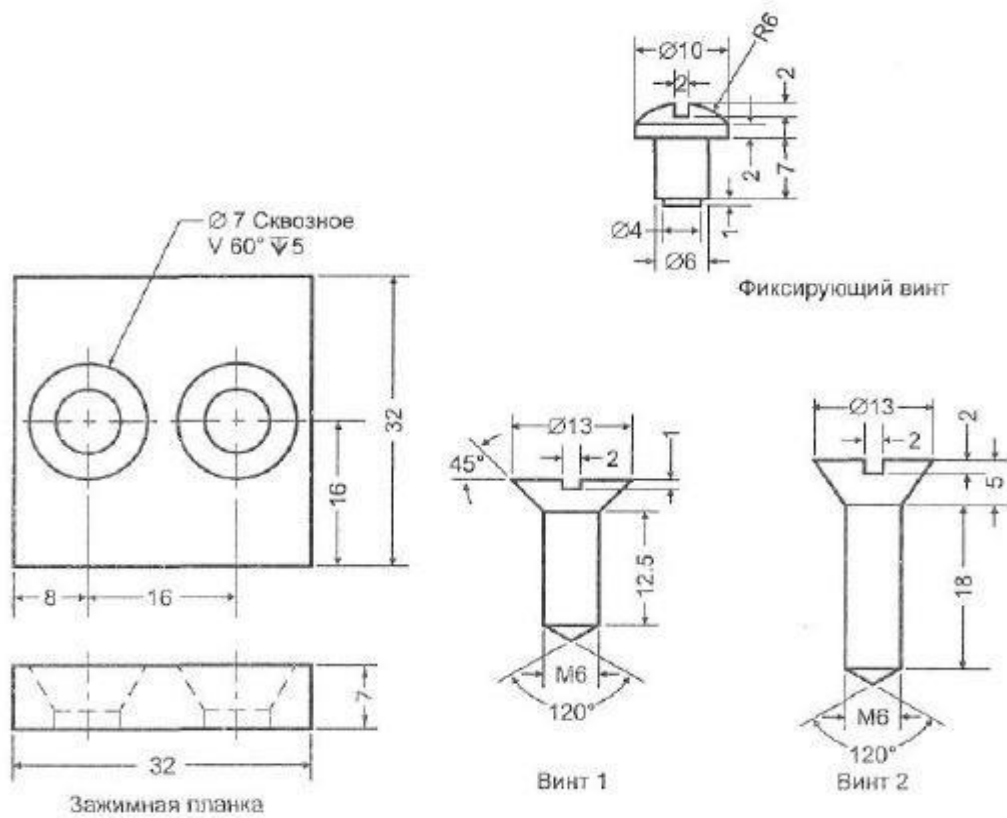


Рис. 4. Кресленик плиты та гвинтів

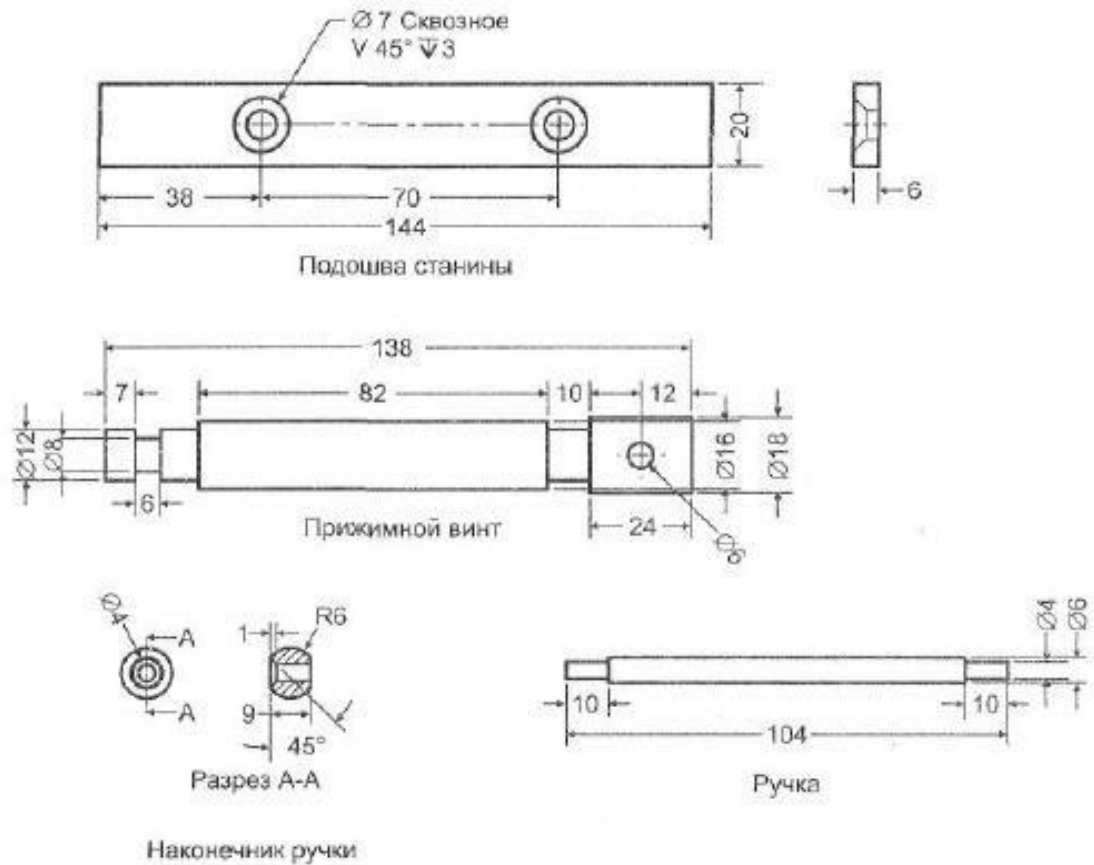


Рис. 5. Кресленик прижимного гвинта, ручка та наконечника

За допомогою діалогового вікна **Вставити компонент** додайте в документ основу тисків (рис. 6). Аналогічно додайте губки. За допомогою інструменту **Врацение** розверніть деталі таким чином, щоб зручно було виконувати складання.

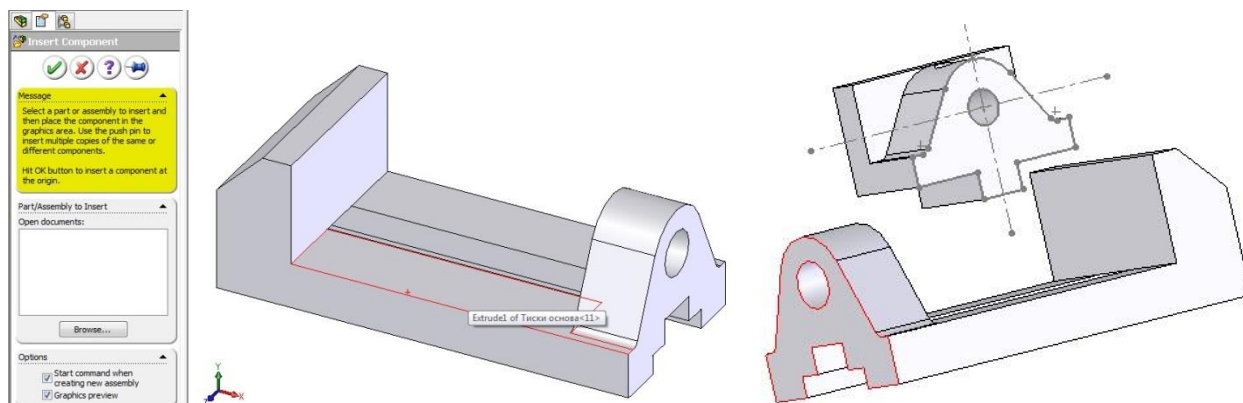


Рис. 6. Імпорт в документ збірки перших деталей

Виберіть інструмент **Сопряжения** та встановіть губки тисків нижньою основою на направляючі основи (рис. 7). Для цього використайте сполучення **Совпадение**.

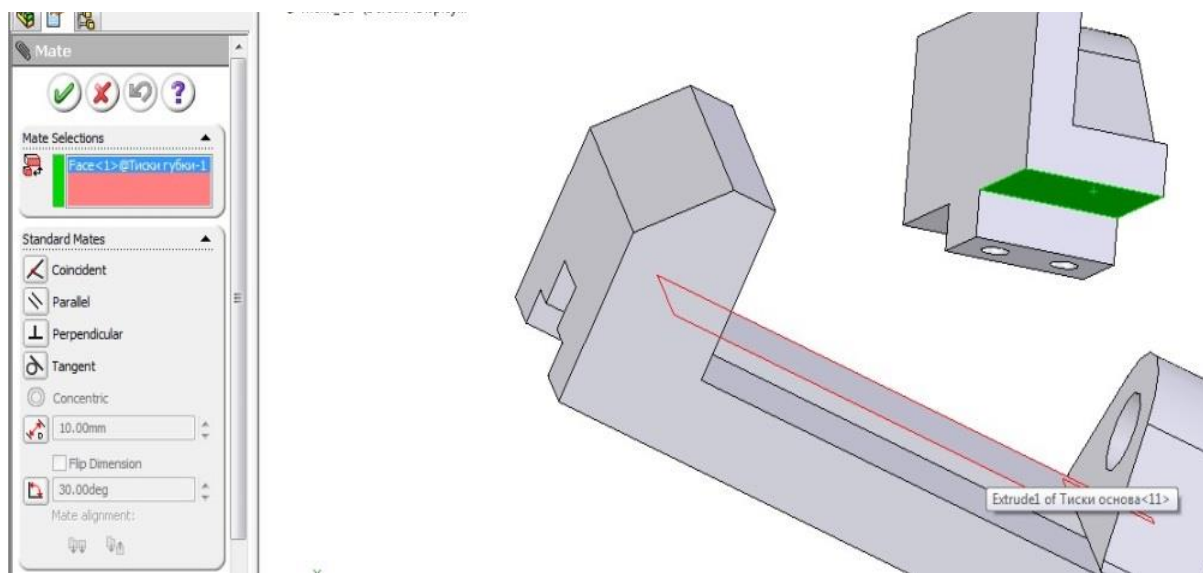


Рис. 7. Використання сполучення **Совпадение**

Далі аналогічним чином вирівняйте губки відносно внутрішнього пазу основи. За допомогою взаємозв'язку **Совпадение** виберіть бокову грань нижнього виступу губок і внутрішню поверхню відповідної сторони паза (рис. 8).

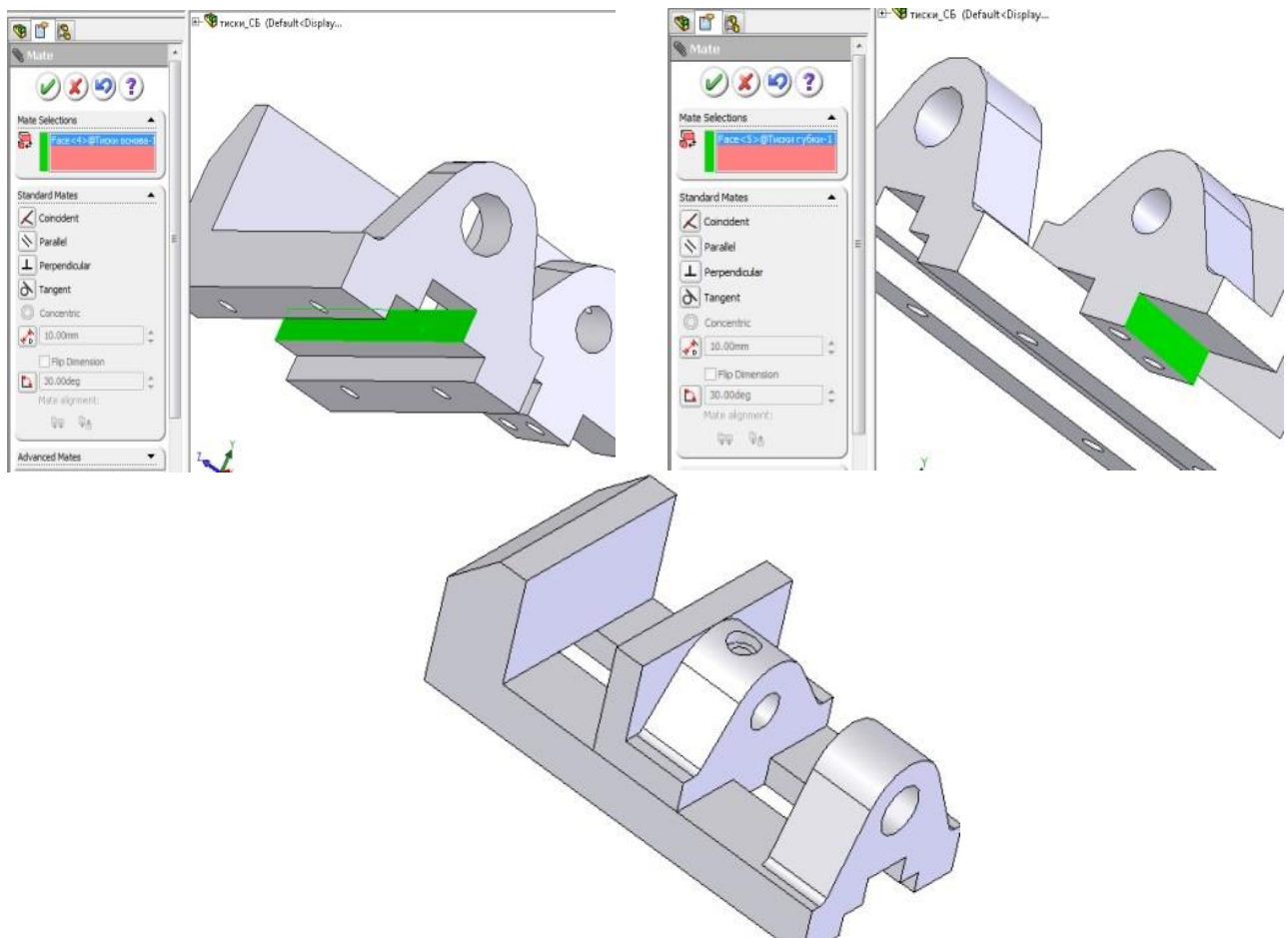


Рис. 8. Вирівнювання рухомого затискача

Після визначення цих взаємозв'язків спробуйте перемістити губки. Вони зможуть переміщатися виключно вздовж нижньої площини. Це означає, що губки мають одну ступінь свободи. При повному визначенні положення деталі вона є нерухомою. Але для механізму нас задовольняє таке взаєморозташування губок і основи. Далі ми визначимо можливе переміщення губок.

Добавте притискний гвинт до збірки (рис. 9).

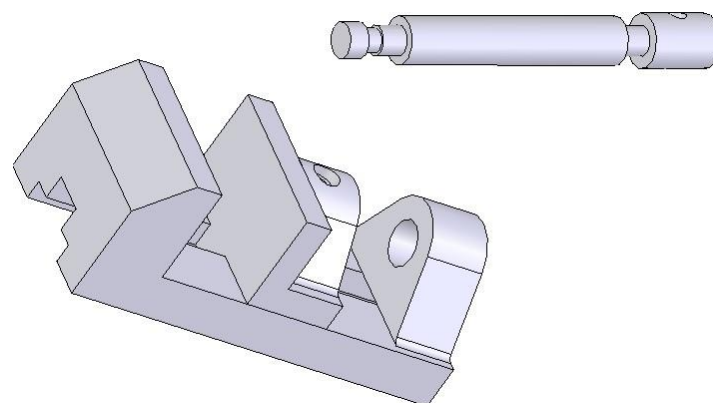


Рис. 9. Додавання до збірки притискного гвинта

За допомогою взаємозв'язку **Совпадение** вирівняйте торцеву поверхню меншого кінцевого циліндра гвинта з поверхнею отвору в губках (рис. 10). Далі за допомогою взаємозв'язку **Концентричность** розташуйте середню частину гвинта в направляючому отворі основи (рис. 11).

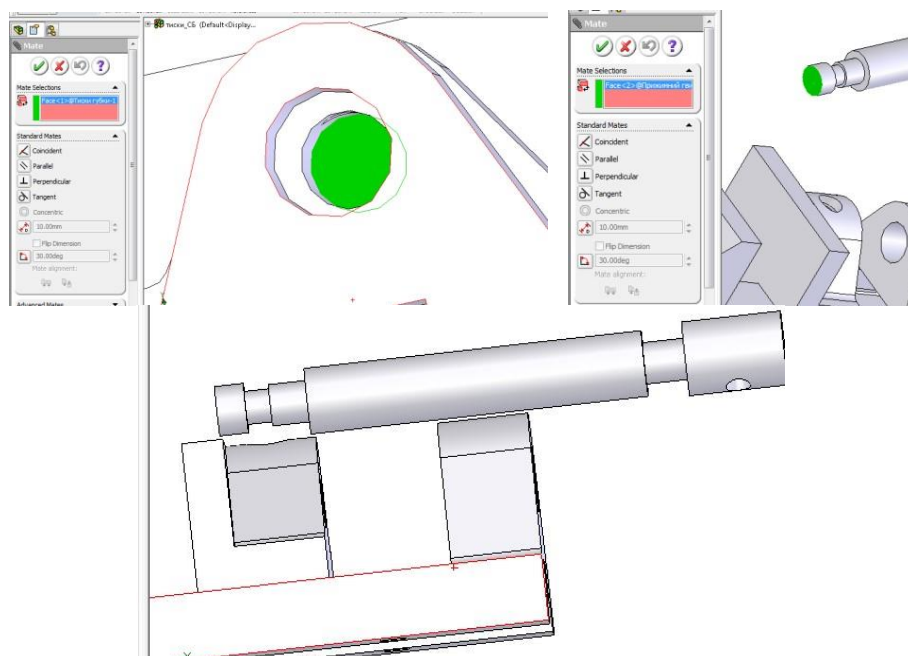


Рис. 10. Розташовування притискного гвинта

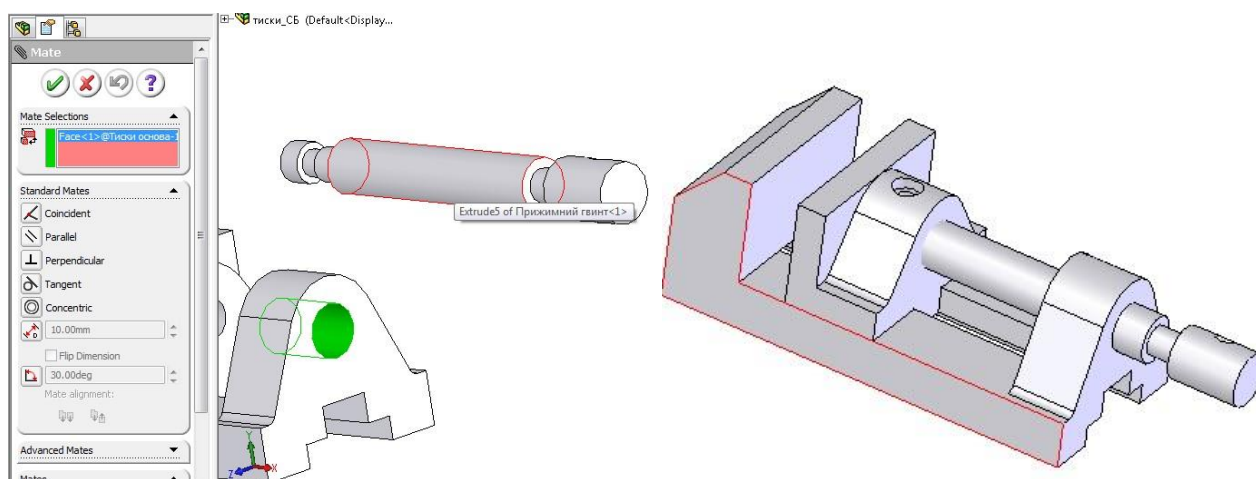


Рис. 11. Остаточне визначення положення притискного гвинта

Створіть взаємозв'язок, що не буде фіксувати положення механізму, але обмежить його пересування вздовж направляючих. Для цього в розділі **Расширенные сопряжения** виберіть взаємозв'язок **Расстояние** та вкажіть відстань 20 мм, мінімальна відстань 0. Гранями для створення взаємозв'язку є задня поверхня губок і відповідний упор на основі (рис. 12).

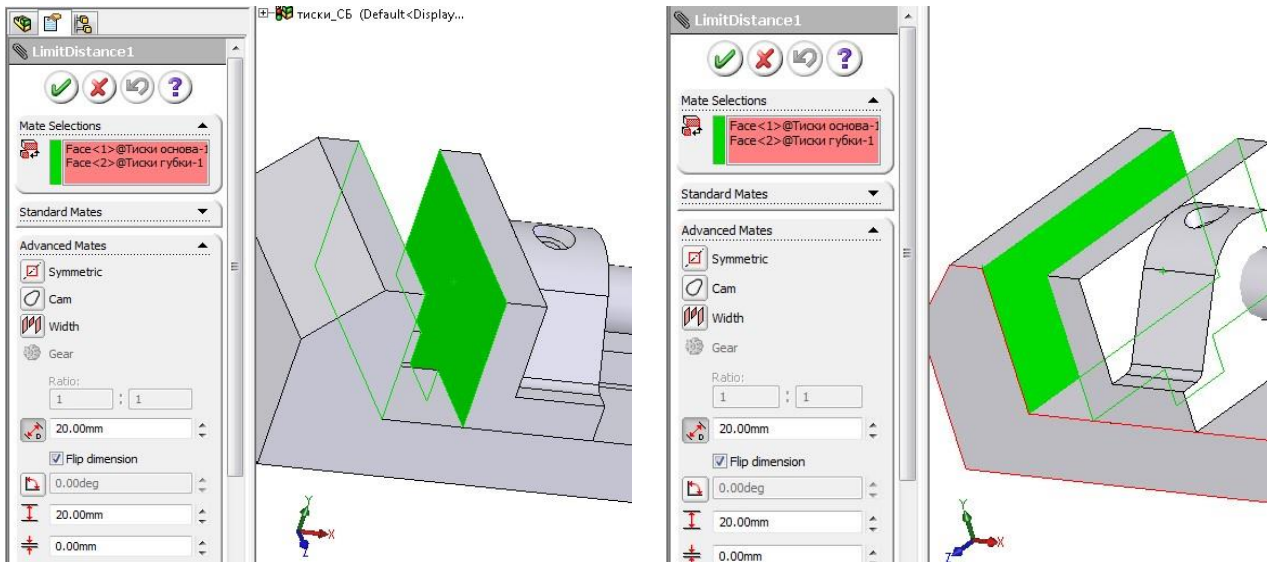


Рис. 12. Застосування сполучення **Расстояние**

Добавте в збірку затискну планку. Сполучіть її з нижньою поверхнею губок. Для цього спочатку за допомогою сполучення **Совпадение** вирівняйте планку по нижній грані губок (рис. 13) (квадратна грань з циліндричними отворами має співпадати з нижньою поверхнею губок). Далі вирівняйте планку її отворами з з'єднувальними отворами в губках, використовуючи взаємозв'язок **Концентричность**.

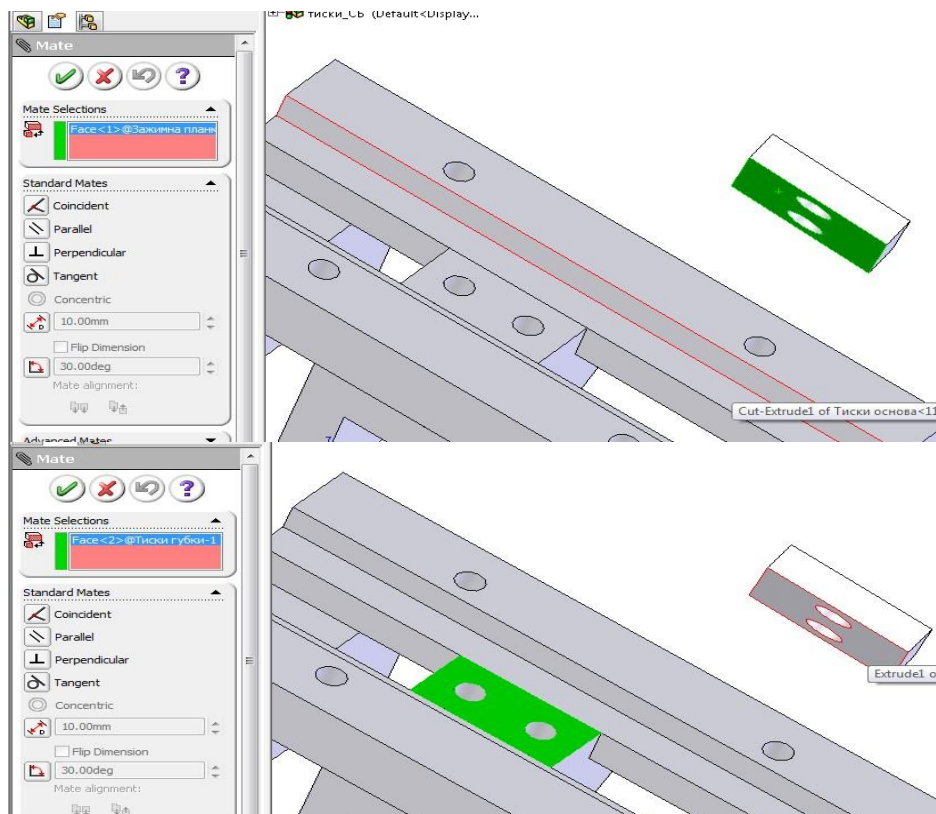


Рис. 13. Вирівнювання затискну планки по її отворах

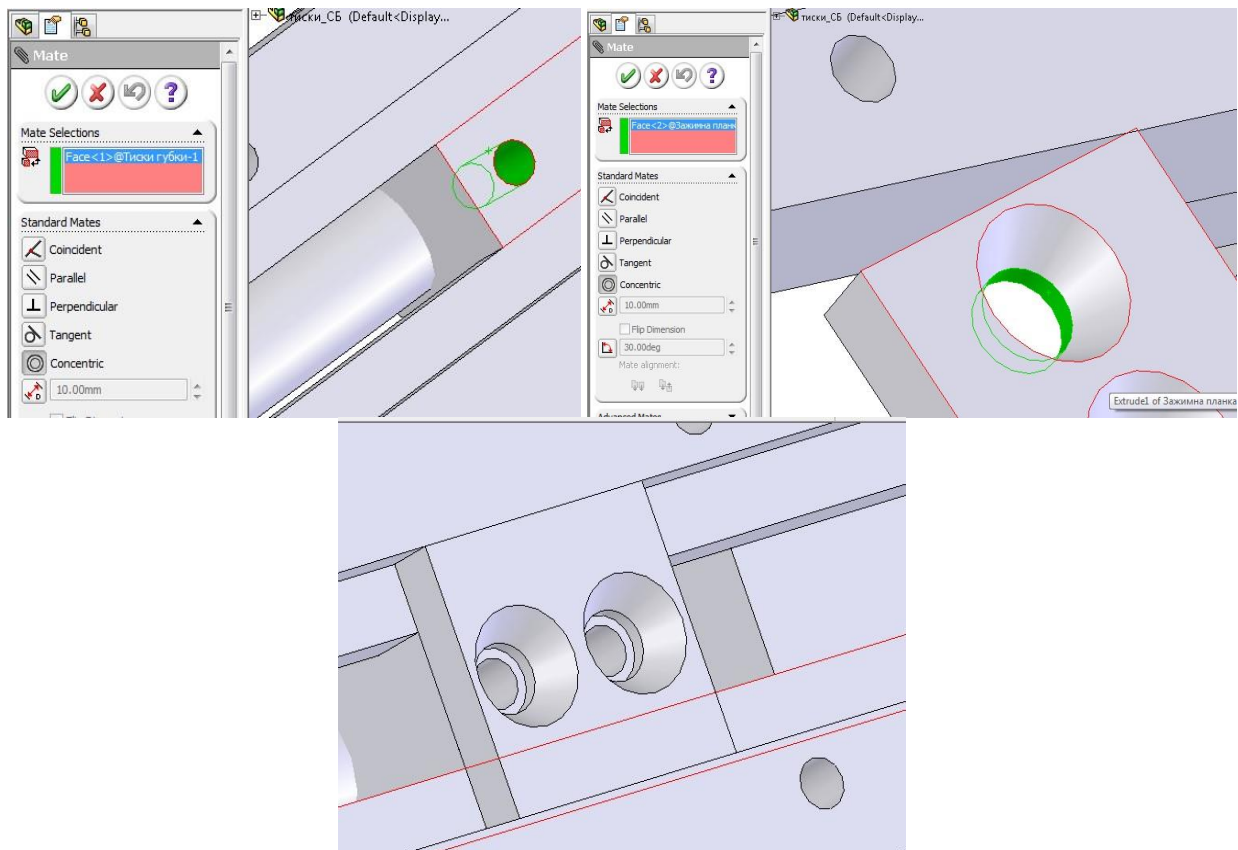


Рис. 14 Вирівнювання затискної планки по її отворах

Добавте двічі Гвинт 2 до складальної одиниці. Використайте сполучення **Концентричность** і **Совпадение** для установки гвинтів у їхні отвори. Для вирівнювання гвинтів по поверхні використайте верхню площину шляпки гвинта (рис. 15).

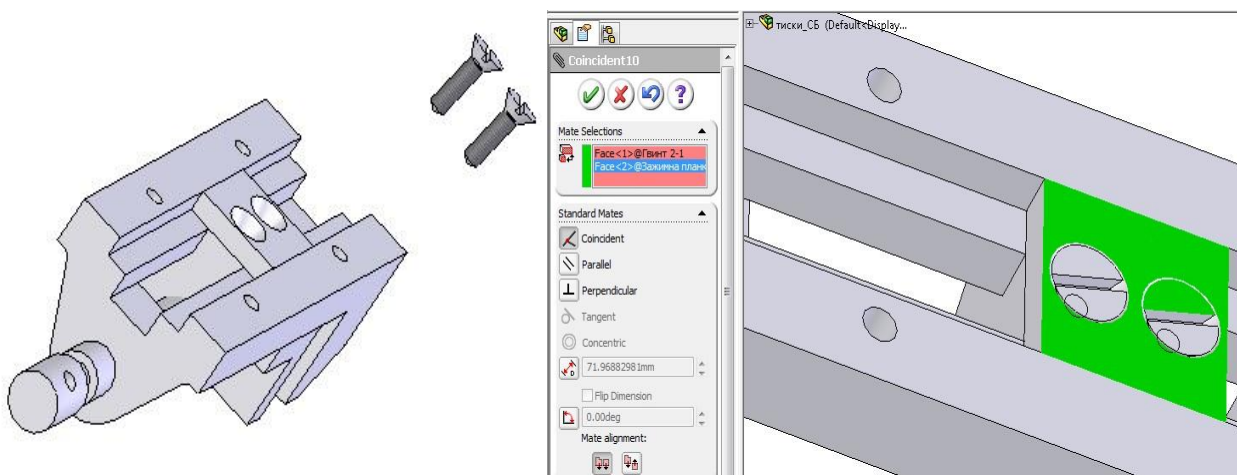


Рис. 15. Установка гвинтів в отвори

Добавте до складання дві підшви станини та чотири гвинти 1. Аналогічно до попереднього пункту розташуйте на свої місця додані елементи (рис. 16).

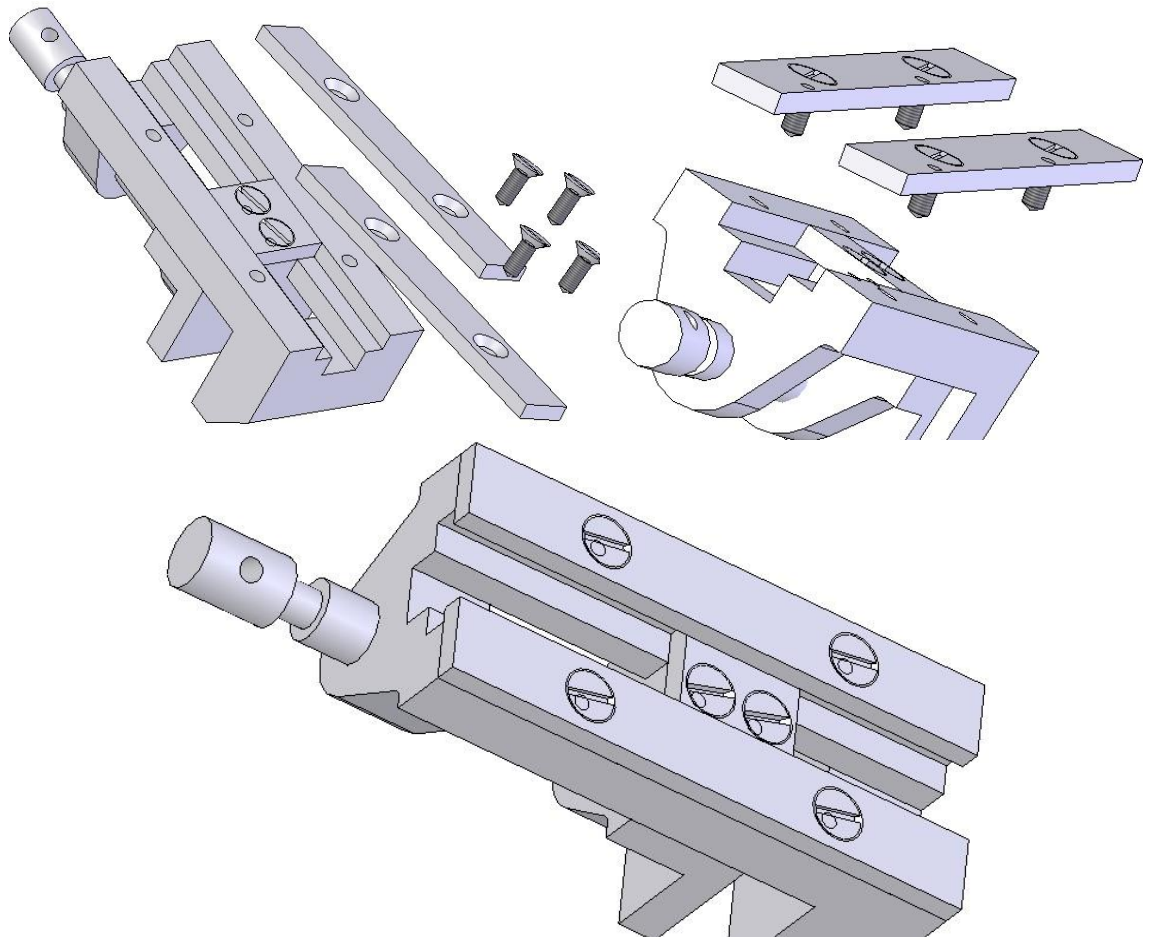


Рис. 16. Додавання в збірку нових деталей

Добавте в складання фіксуючий гвинт. За допомогою взаємозв'язку **Концентричность** і **Совпадение** вставте його у верхню дугову поверхню губок для закріплення притискного гвинта (рис. 17). Для вирівнювання гвинта по поверхні в отворі, використайте нижню плоску поверхню шляпки, яка має співпадати з уступом в губках.

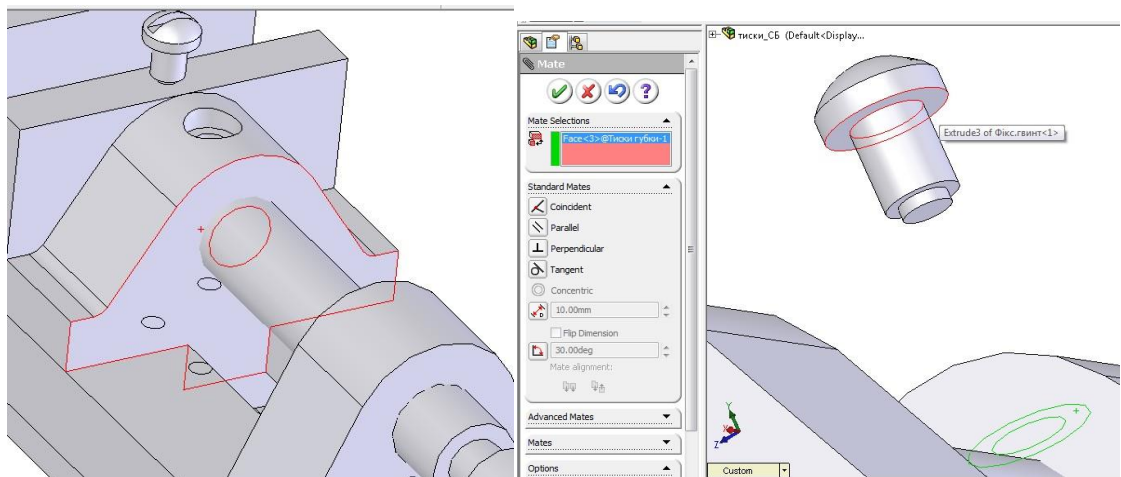


Рис. 17, а. Визначення положення фіксуючого гвинту в збірці

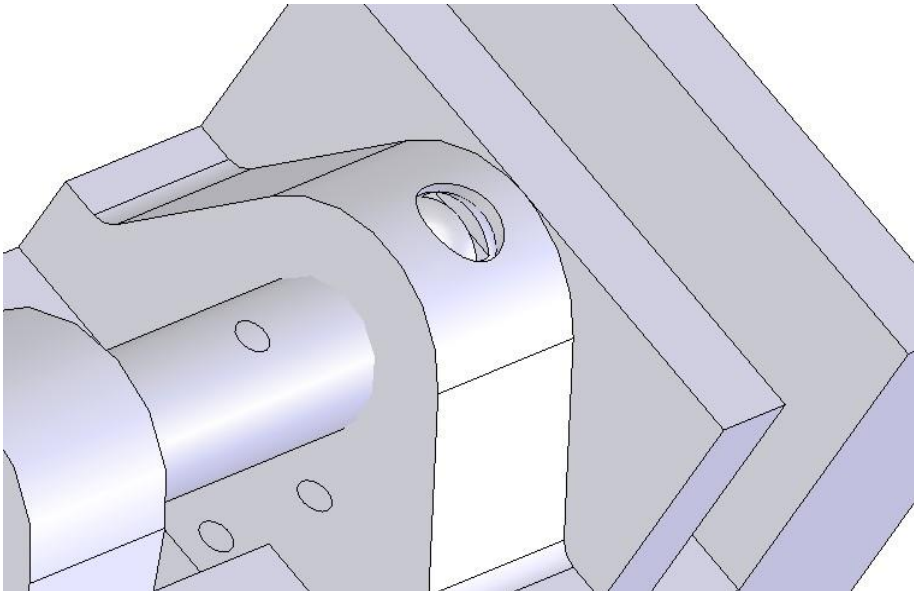


Рис. 17, б. Визначення положення фіксуючого гвинта в збірці

Самостійно додайте до складання ручку і наконечник ручки.

3.3 Самостійна робота

Створіть складальну одиницю тисків для трубчастих заготовок (рис. 18). Складові деталі створіть відповідно до креслеників, зображених на рис. 20-21.

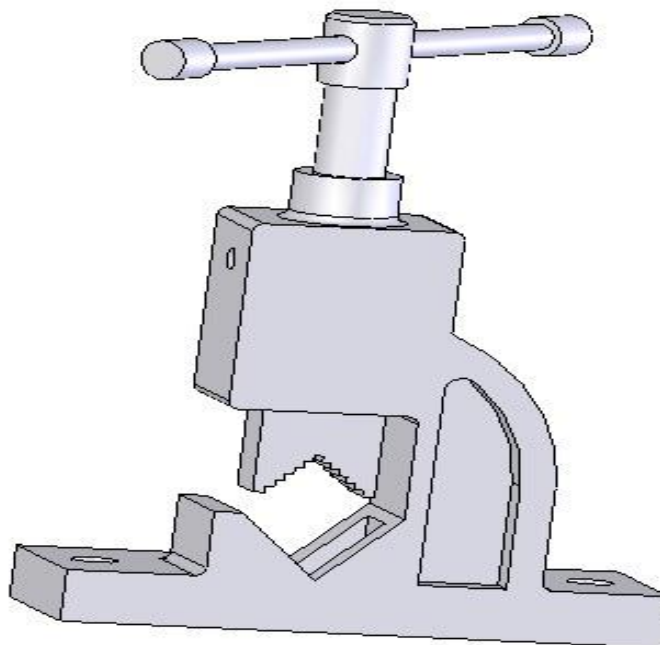
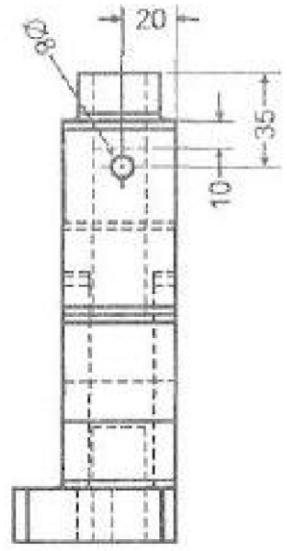
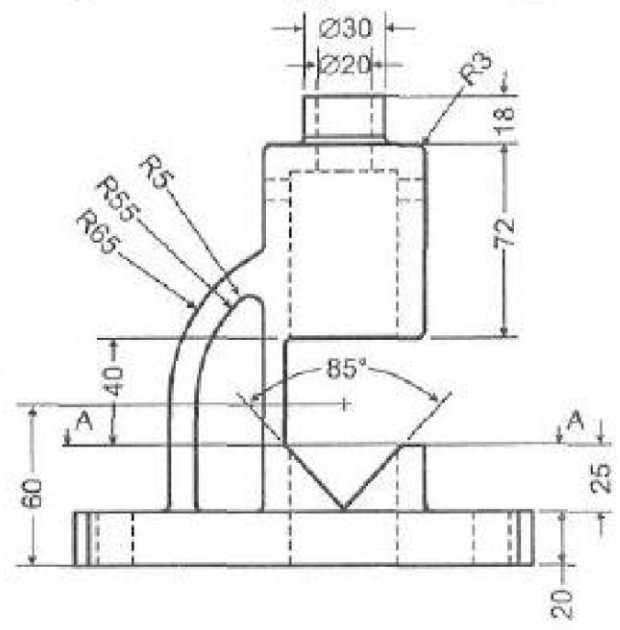
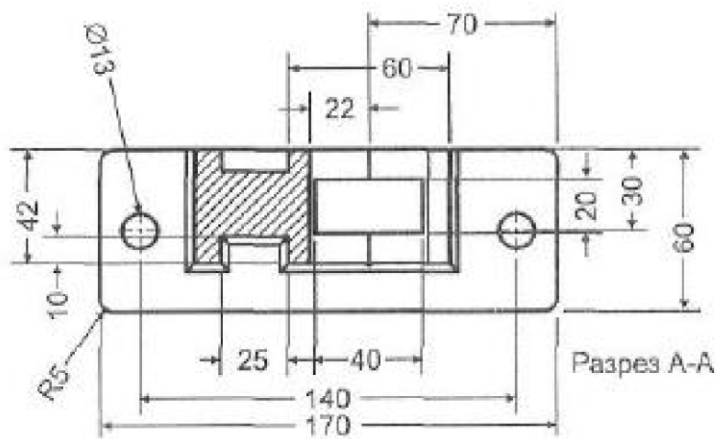


Рис. 19. Тиски для трубчастих заготовок



Радиус Скругления = 3 мм,
если не обозначено

Рис. 20. Корпус тисків

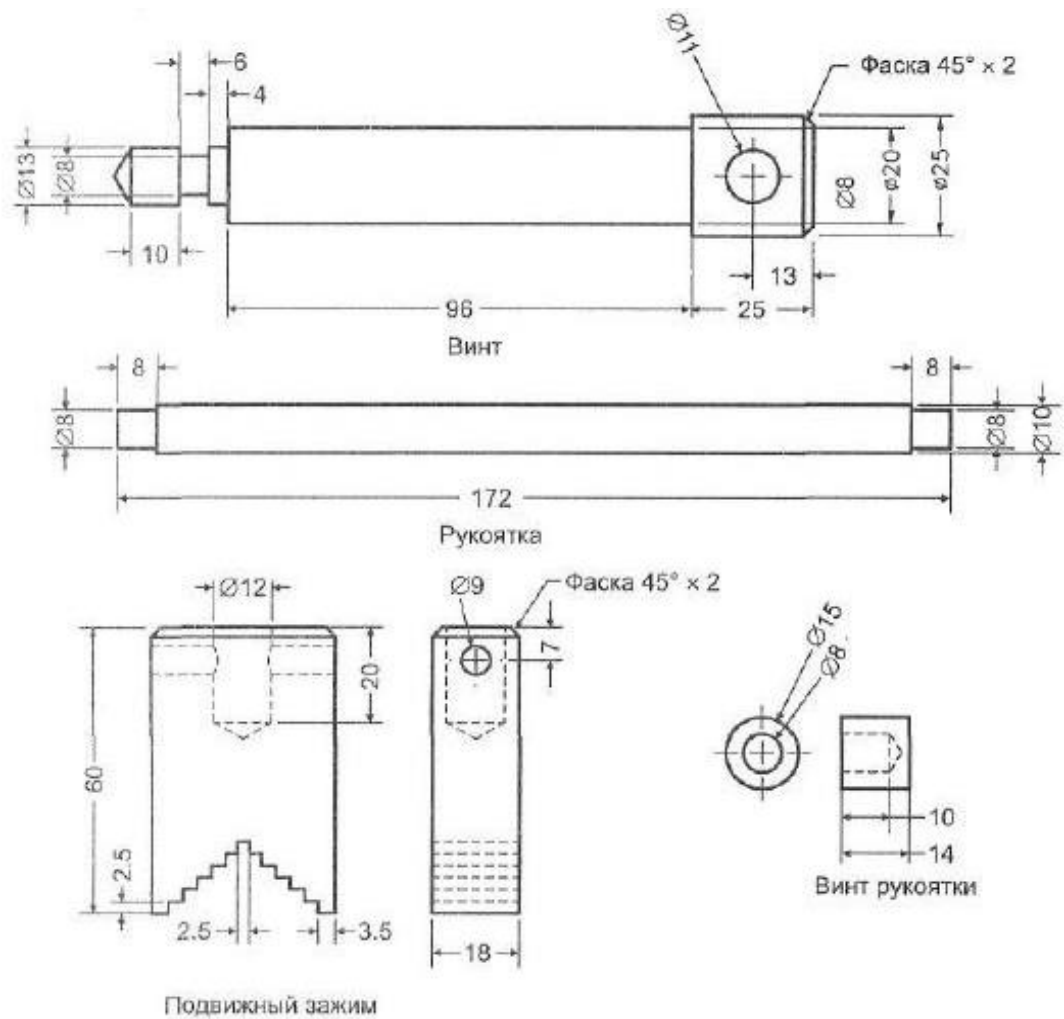


Рис. 21. Деталі тисків

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Опишіть загальний алгоритм створення складання у середовищі SolidWorks?
2. Охарактеризуйте основні інструменти для розміщення компонентів складальної одиниці в SolidWorks.
3. Як інструменти дозволяють уникнути конфліктів при створенні складання?

СТВОРЕННЯ СПЕЦИФІКАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОПОВНЕННЯ «SWR-СПЕЦИФІКАЦІЯ»

Методичні вказівки до практичної роботи № 10

Мета роботи: опанувати методи складання специфікації для складального креслення; отримати практичні навички складання специфікації для складального креслення засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks.

1. Порядок виконання роботи

1. Виконати завдання для самопідготовки до роботи.
2. Виконати контрольний приклад. Результат виконання кожного завдання необхідно представити викладачеві.
3. Виконати завдання самостійної роботи. Результат виконання самостійної роботи представити викладачеві.
4. Оформити звіт виконаної практичної роботи.
5. Оформлений звіт повинен бути представлений викладачеві і захищений протягом тижня.

2. Вказівки для самопідготовки

2.1 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до заняття студент повинен вивчити питання щодо особливостей використання системи автоматизованого проектування SolidWorks для проектування промислових виробів та занести у звіт наступні дані:

- 7) номер практичної роботи, тему та мету роботи;
- 8) стислий конспект вивчених питань;
- 9) заготовку звіту з практичної роботи (записати умову завдань та залишити вільне місце для запису отриманого результату).

2.2 Питання для самопідготовки

Визначення та зміст документу «специфікація».
Вимоги до оформлення специфікацій.
Опишіть структуру специфікації.

Вкажіть функції додатку Swr-специфікація.

Опишіть послідовність дій для підключення додатку Swr-специфікація до системи SoolidWorks.

2.3 Рекомендована література

1. Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.

2. Афанасьев Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов / [Афанасьев Б.А. и др.]; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. М.: Москва, 2000. – 640 с.

3. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

3. Вказівки до виконання роботи

3.1 Теоретичні відомості

Специфікація є основним конструкторським документом. Форму бланків специфікації наведено на рисунках 5.1, 5.2.

Згідно з ГОСТ 2.108 у загальному випадку специфікація складається з розділів, які розташовують у такій послідовності:

- 1) документація;
- 2) комплекси;
- 3) складальні одиниці;
- 4) деталі;
- 5) стандартні вироби;
- 6) інші вироби;
- 7) матеріали;
- 8) комплекти.

Наявність тих чи інших розділів обумовлюється складом специфікованого виробу. Назва кожного розділу, яку підкреслюють, має вигляд заголовка у графі «Найменування».

До розділу «Документація» заносять основний комплект конструкторських документів специфікованого виробу (крім його специфікації), відомості експлуатаційних документів і відомості документів для ремонту, а також документи основного комплекту, які записують у специфікацію неспеціфикованих складових частин

(деталей), крім їх робочих креслень.

У цьому розділі спочатку записують документи на специфіковані вироби, потім документи на неспецифіковані складові частини. Порядок запису документів у межах позначення виробу відповідає послідовності, в якій вони перелічені в ГОСТ 2.102.

В розділі «Комплекси», «Складальні одиниці» і «Деталі» записують комплекси, складальні одиниці і деталі, які входять в специфікований виріб. Запозичені складальні одиниці і деталі записують у відповідний розділ в першу чергу в порядку зростання їх позначень.

В розділ «Стандартні вироби» записують вироби в наступній черзі, застосовані за: державними, міжнародними стандартами; галузевими стандартами; стандартами підприємств.

В межах кожної категорії стандартів запис виконують за групами виробів, об'єднаних за їх функціональним значенням (наприклад, підшипники, фланці і т.п.). В межах кожної групи записують в алфавітному порядку найменування виробу, в межах кожного найменування - в черзі зростання позначення стандарту, а в межах кожного позначення стандарту - в черзі зростання головного параметра або розмірів виробу. Стандартні кріпильні деталі (болти, гайки і т.п.) потрібно записувати в цьому розділі специфікації, виділивши їх в окрему групу, після груп загальномашинобудівних виробів.

В розділ «Інші вироби» заносять вироби, застосовані за технічними вимогами. Запис виробів виконують за однорідними групами; в межах кожної групи - в алфавітному порядку найменування виробу, а в межах кожного найменування виробу - в черзі зростання головних параметрів або розмірів виробів.

У розділ «Матеріали» заносять всі матеріали, які входять в специфікований виріб. Матеріали записують згідно з ГОСТ 2.108 за видами. В межах кожного виду матеріали записують в алфавітному порядку найменування, а в межах кожного найменування - згідно зі зростанням розмірів або других технічних характеристик. Матеріали (лаки, фарби, клей, електроди і т.п.), затрати яких не можуть бути визначені конструктором, в цей розділ не записуються, а зазначення згідно з їх застосуванням вказують в технічних вимогах на кресленні.

У розділ «Комплекти» заносять відомість експлуатаційних документів, відомість документів для ремонту і застосовані згідно з конструкторськими документами комплекти, які входять у

специфікований виріб, а також упаковка для цього виробу.

Графи – це вертикальні стовпці специфікації.

У графі «Формат» зазначають розміри форматів за ГОСТ 2.301, на яких виконані креслення деталей чи інші конструкторські документи, позначення яких записують у графі «Позначення». Якщо документ виконаний на кількох листах різних форматів, то у графі

«Формат» проставляють зірочку, а в графі «Примітка» перелічують усі формати в порядку їх збільшення. Цю графу не заповнюють для документів, записаних у розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби»,

«Матеріали». Для деталей, на які не випущено креслень, у графі зазначають: «БК».

У графі «Поз.» проставляють порядкові номери складових частин, які безпосередньо входять у специфікований виріб, дотримуючись послідовності, в якій вони записані у специфікації. Для розділів «Документація» та «Комплекти» графу не заповнюють.

У графі «Позначення» зазначають:

- у розділі «Документація» - позначення записуваних документів;

- у розділах «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі» та «Комплекти» - позначення основних конструкторських документів на записувані в ці розділи вироби, а для деталей, на які не випущені креслення, - присвоєне їм позначення.

У розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби» та «Матеріали» графу «Позначення» не заповнюють. Якщо для виготовлення стандартного виробу випущено конструкторську документацію, то в графі «Позначення» записують позначення випущеного конструкторського документа.

У графі «Найменування» записують:

- у розділі «Документація» для документів, які входять до основного комплекту документів на специфікований виріб, - лише найменування документів (наприклад, «Складальне креслення», «Габаритне креслення», «Технічні умови»);

- у розділах «Складальні одиниці», «Деталі» - найменування виробів відповідно до основного напису на їхніх основних конструкторських документах, а для деталей, на які не випущені креслення, - їх найменування і матеріал, а також розміри, потрібні для виготовлення;

- у розділі «Стандартні вироби» - найменування та позначання виробів відповідно до стандартів на них;

- у розділі «Інші вироби» - найменування і умовне позначення виробів згідно з документами на їх поставку з зазначенням позначень цих документів.

У розділі «Матеріали» - позначення матеріалів, установлені стандартами або технічними умовами на ці матеріали. Якщо записують ряд виробів і матеріалів, які відрізняються розмірами та іншими даними, але застосовуються за одним документом (і записуються в специфікацію після позначення цього документа), то допускається загальну частину найменування цих виробів або матеріалів з позначенням зазначеного документа записувати в кожному листі специфікації один раз у вигляді загального найменування (заголовка); для кожного з таких виробів і матеріалів під загальним найменуванням записують лише їх параметри та розміри; цим спрощенням не допускається користуватись у тому разі, коли основні параметри чи розміри виробу позначають лише одним числом або літерою; для цих випадків запис виконують так:

Шайби ГОСТ 18123

Шайба 3

Шайба 8 і тощо.

У графі «Кільк.» зазначають:

- для складових частин виробу, що записуються у специфікації, - кількість їх на один специфікований виріб;

- у розділі «Матеріали» - загальну кількість матеріалів на один специфікований виріб із зазначенням одиниць вимірювання; одиниці вимірювання допускається записувати в графі «Примітка»;

- у розділі «Документація» графу не заповнюють.

У графі «Примітка» вказують додаткові данні для планування і організації виробництва.

Після кожного розділу специфікації залишають кілька вільних рядків для додаткових записів (залежно від стадії розроблення, обсягу записів тощо). Допускається резервувати також номери позицій, які проставляють у специфікації, заповнюючи резервні рядки.

Специфікації допускається поєднувати зі складальним кресленням, розміщення на листі формату А4 (ГОСТ 2.301). У цьому разі специфікацію розміщують над основним написом і заповнюють у тому порядку і за тією формою, що й специфікацію, виконану на окремих листах. Поєднаному документу присвоюють позначення

основного конструкторського документа (без доповнення літер СК), тобто специфікації. Основний напис виконують за ГОСТ 2.104 5.

Програма Swr-Специфікація призначена для створення конструкторських специфікацій як на основі даних про виріб, отримані з бази SWR-PDM або Solidworks, так і у вигляді незалежного документа. Інтеграція з пакетом Solidworks дозволяє документу програми SwrСпецифікація одержувати дані з документів Solidworks і змінювати відповідно до цього власні дані, а також дані документа й креслення Solidworks.

Функції програми Swr-Специфікація:

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

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

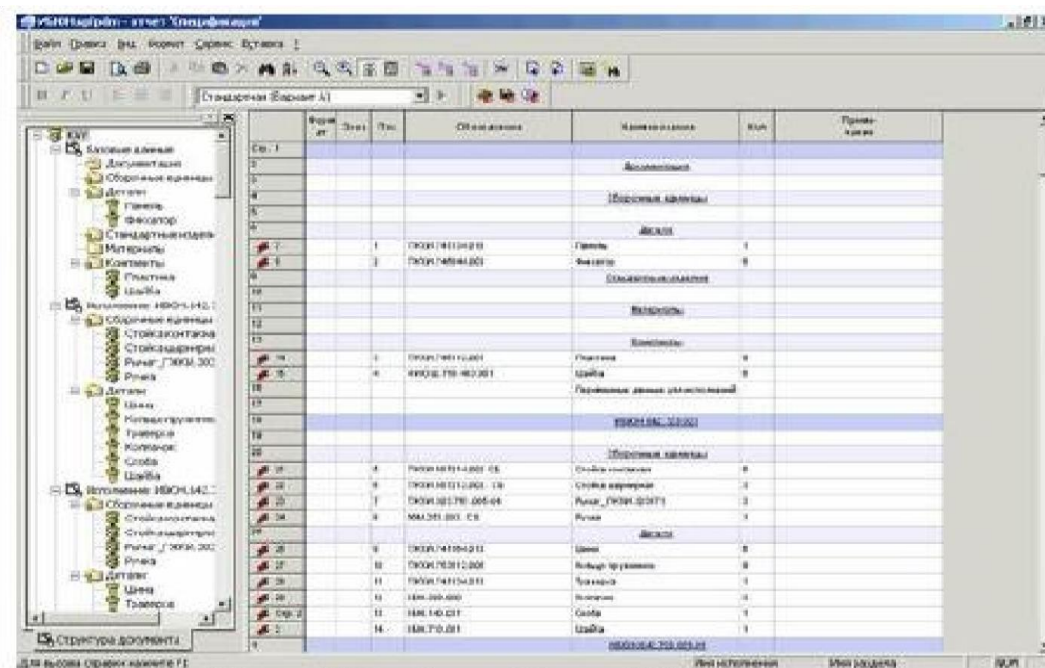


Рис. 1. Інтерфейс програми Swr-специфікація

Swr-специфікація надає інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який забезпечує швидкий і ефективний доступ до всіх основних функцій

програмного продукту. У лівій частині вікна додатка розташовується дерево структури документа, що забезпечує навігацію по специфікації. У правій частині вікна додатка відображається бланк специфікації в режимі редагування або перегляду. Перемикання між режимами редагування й перегляду здійснюється за допомогою команд **Вид – Редактирование** й **Вид – Просмотри**, кнопками **(Редактирование)** і **(Просмотр)** панелі інструментів, а також командою **Вид – Переключить** головного меню або натисканням гарячої клавіші **Tab**.








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

Вікно **Структура документа** (рис. 2) відображає структуру документа, що редагується, надаючи доступ до певних функцій, що містяться в дереві структури документа, а також забезпечуючи зручну навігацію по документу. Основні операції над об'єктами доступні через контекстне меню, яке викликається клацанням правої кнопки миші по об'єкту. Вміст контекстного меню залежить від типу об'єкта. Для того щоб сховати або показати дерево структури документа, зніміть або встановіть прапорець навпроти команди **Вид – Структура документа** головного меню. Кожний об'єкт у дереві структури документа має відповідну іконку.

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

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

Каждый объект в дереве структуры документа имеет соответствующую иконку:

-  – исполнение или базовые данные;
-  – сборка;
-  – детали;
-  – сборочный чертёж;
-  – раздел:
 - Документация;
 - Комплексы;
 - Сборочные единицы;
 - Детали;
 - Стандартные изделия;
 - Прочие изделия;
 - Материалы;
 - Комплекты;
-  – документация;
-  – корзина.

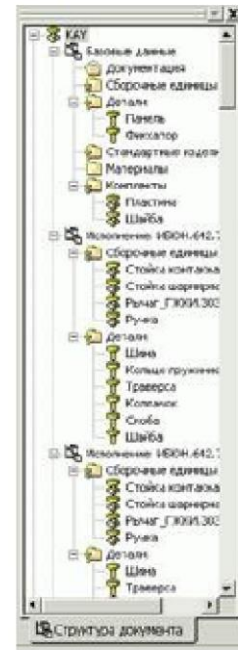


Рис. 2. Вікно Структура документа

Для того щоб обновити позиції на кресленні, перебуваючи в Swr-Спецификация, виберіть команду **Вставка – Обновить позиции на чертеже** або натисніть кнопку (**Обновить позиции на чертеже**) панелі інструментів. Гарячою клавішею для цієї операції є **F7**. Для того щоб обновити позиції на кресленні, перебуваючи в Solidworks, відкрийте відповідне креслення й виберіть команду **SWR-SP – Обновить позиции** головного меню.

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

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

Для того щоб додати матеріал у документ специфікації, виберіть те виконання, у яке необхідно вставити матеріал (тобто, виділіть якийнебудь рядок у розділі *Материалы* або *Детали* в таблиці), виберіть команду **Вставка – Вставить материал** головного або **Вставить материал** контекстного меню. У вікні, що відкрилося, виберіть потрібний матеріал і натисніть кнопку **ОК**.

3.2 Контрольний приклад

Створіть специфікацію верстатних тисків, складальну одиницю яких створено попередньому занятті.

В системі SolidWorks створіть новий файл кресленика. Перед вами появиться стандартне вікно вибору формату листа для креслення (рис. 3).

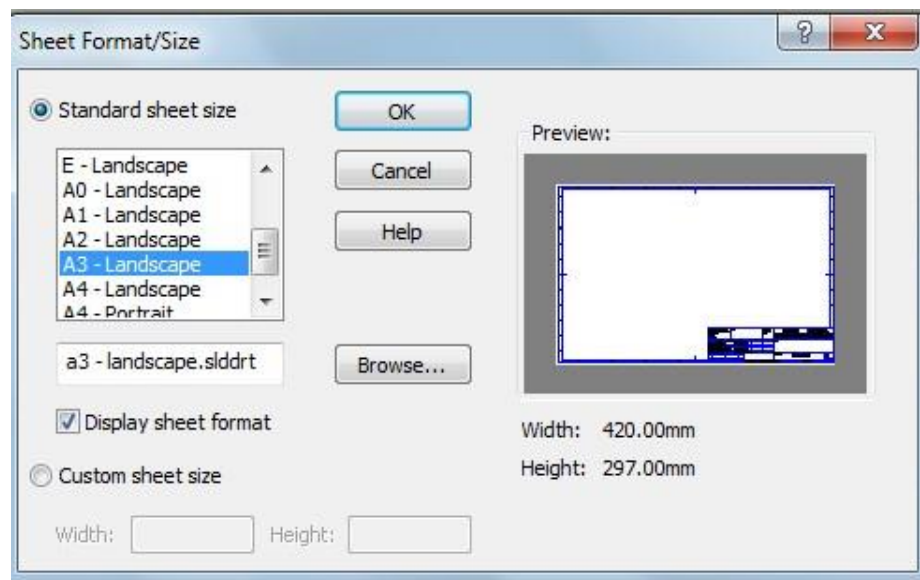


Рис. 3. Вибір формату листа

Виберіть у вікні вибору формату листа – **A3_ГОСТ Альбомная (A3 Landscape)**. Зліва перед вами появиться менеджер властивостей, у якому буде відображено вікно **Вид моделі**.

Завантажте у документ складання «Верстатні тиски» (рис. 4).

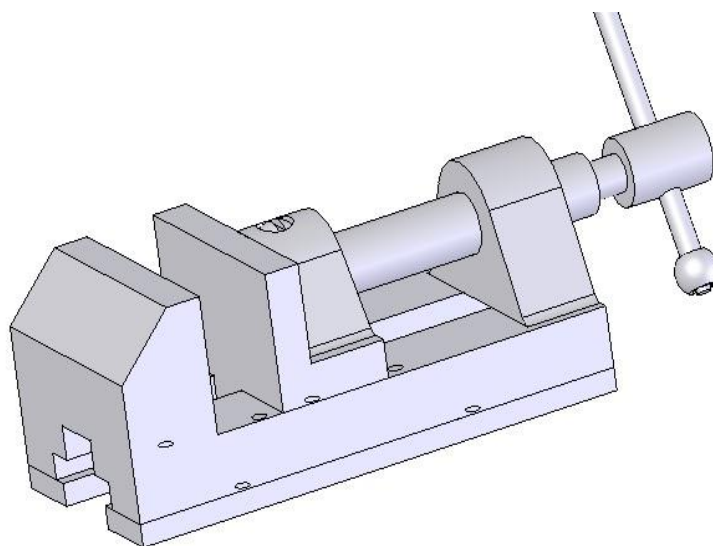


Рис. 4. Модель збірки тисків

Створіть чотири стандартних види в кресленнику (див. рис. 5)

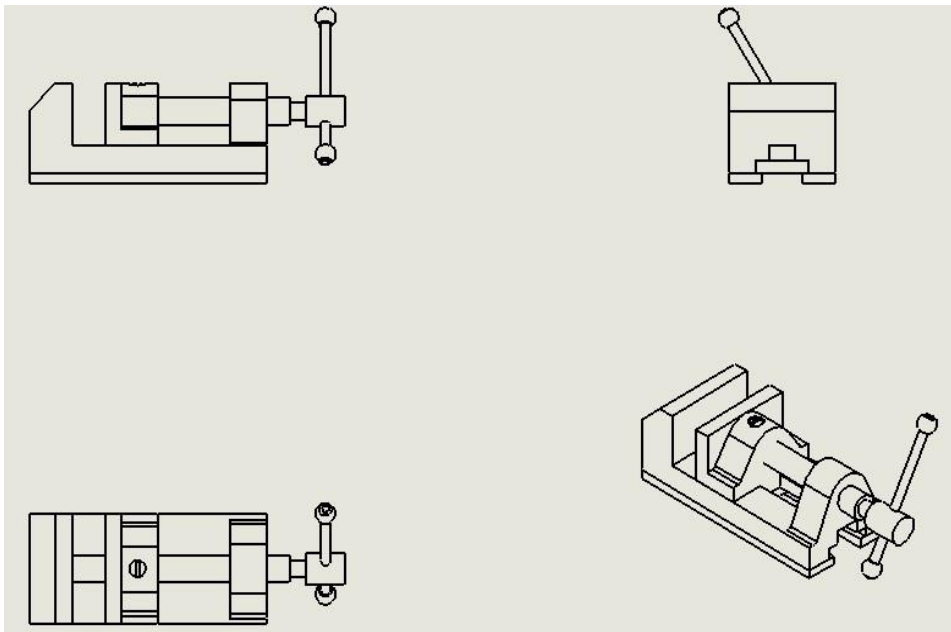


Рис. 5. Стандартні види для імпортованого в кресленник складання

За допомогою інструменту **Вырыв детали** створіть розріз на виді **Спереди**, так щоб він перетинав нижні гвинти, якими кріпляться притискні планки. Результат показаний на рис. 6. При створенні розрізу використовуйте попередній перегляд.

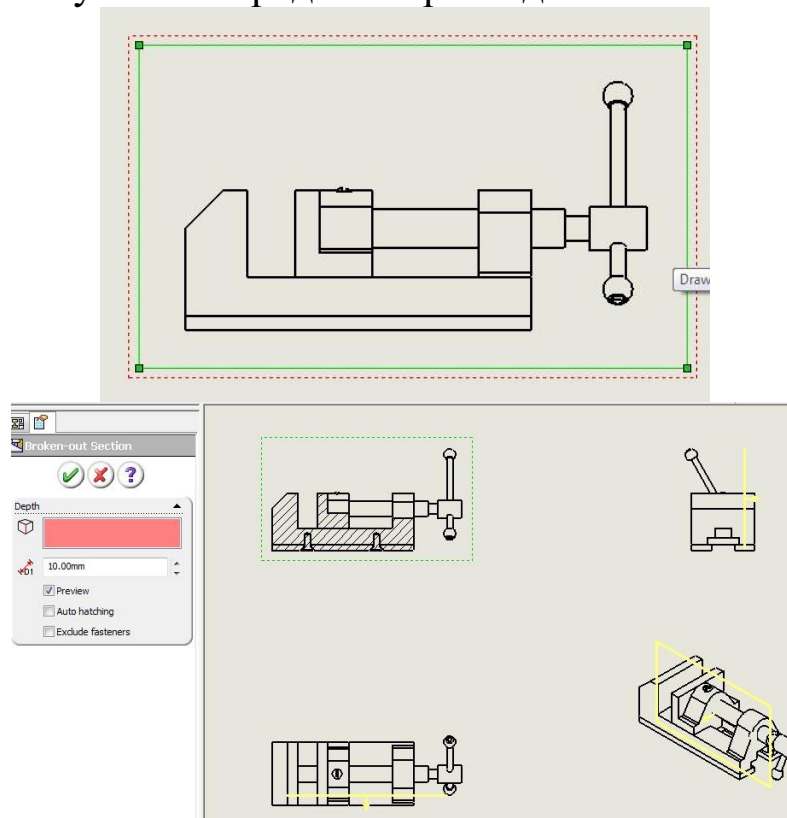


Рис. 6. Створення розрізу деталі за допомогою інструменту **Вырыв детали**

Виберіть створений розріз та натисніть праву клавішу мишки. Перейдіть до пункту **Свойства (Properties)** (рис. 7).

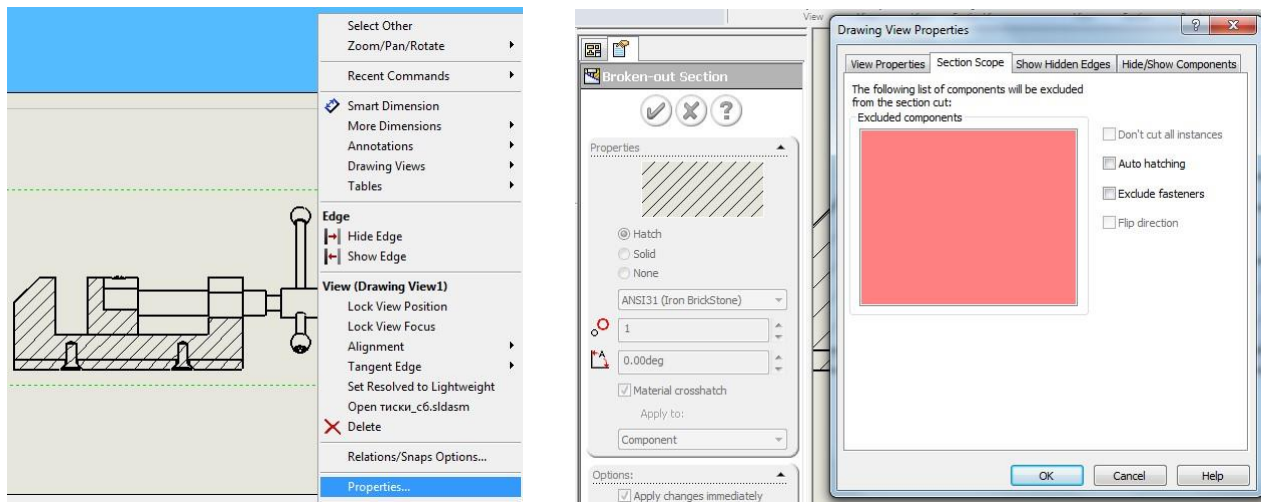


Рис. 7. Властивості створеного розрізу

Перед вами появиться вікно з чотирма вкладками:

Параметры просмотра (View Properties) – загальні налаштування перегляду. Тут показано яка конфігурація збірки зображена на виді та стан відображення, а також прикріплений стандартний список матеріалів (**Bill of Material**)

Исключить из сечения (Section Scope) – деталі, які в перерізі не будуть штрихуватися.

Показать скрытые кромки (Show Hidden Edges) – перелік деталей, що будуть показані з прихованими кромками та лініями.

Показать/Скрыть компонент (Hide/Show Component) - занесені до даного списку компоненти не відображаються на даному креслярському виді.

Занесіть у червоне поле на закладці **Исключить из сечения** два гвинти, що потрапили в переріз (рис. 8).

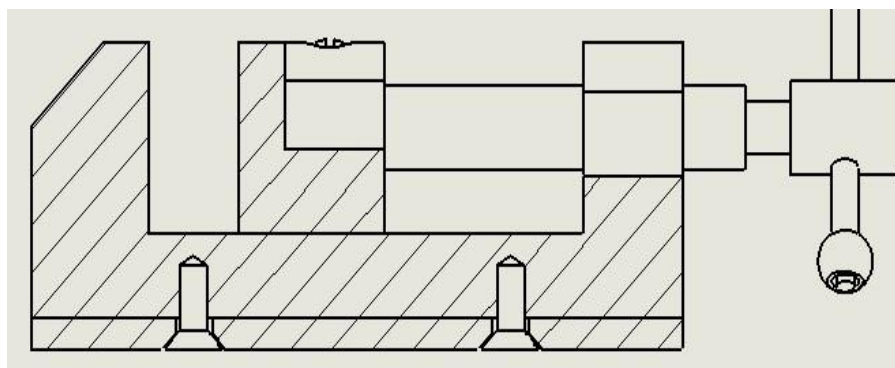


Рис. 8. Головный вид кресления збірки

Перед простановкою позицій необхідно правильно налаштувати їх вигляд. Для цього перейдіть з головного меню до **Инструменты - Параметры (Tools - Options)**. У параметрах перейдіть на закладку **Свойства документа - Позиции (Document Properties - Balloons)** (рис. 9).

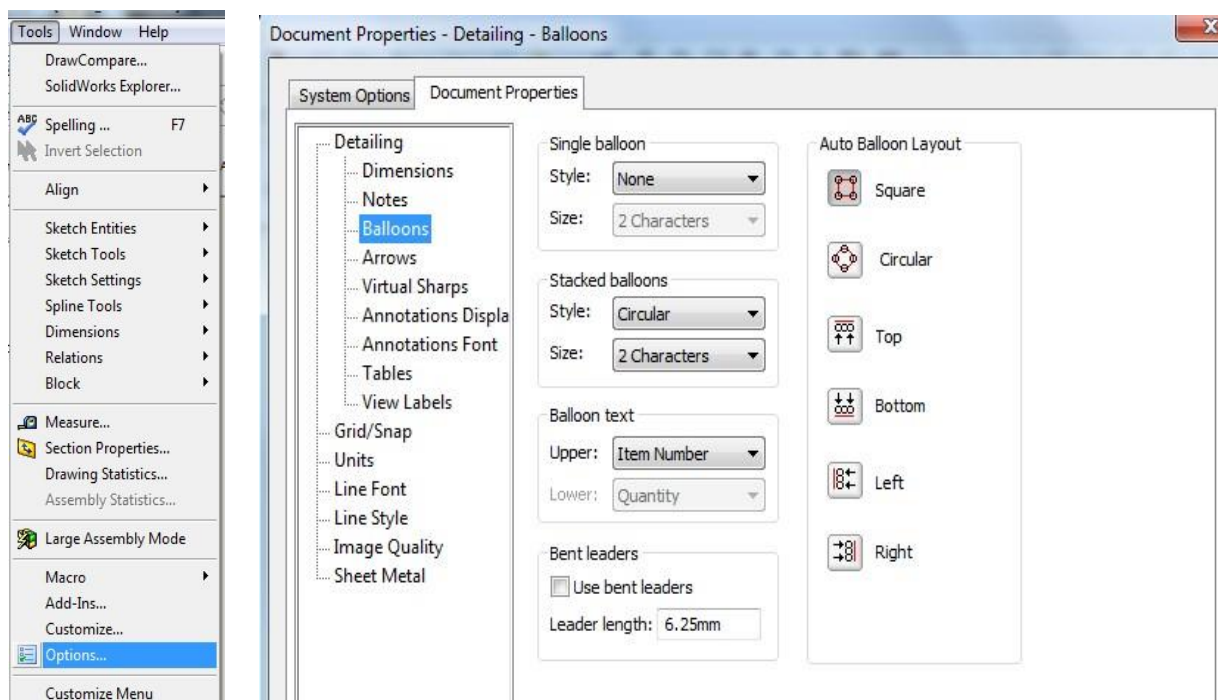


Рис. 9. Налаштування вигляду позицій на кресленні

Для групи **Позиции**:

- у розділі **Одна позиция (Single Balloon)** для параметра **Стиль (Style)** – **Нет (None)**;
- у розділі **Группа позиций (Stacked Balloon)** для параметра **Стиль (Style)** – **Подчеркнутый (Underline)**;
- у розділі **Текст Позиции (Balloon Text)** для параметра **Верхний (Upper)** – **Настройка (Custom)**;
- у розділі **Выноски с полкой (Bent leaders)** – **Использовать Выноски с полкой (Use bent leaders)**.

Запустіть інструмент **Позиции (Balloon)** і клацаючи всередині області, що належить деталі, поставте позиції на кресленику (рис. 10). Збережіть документ під назвою «Гиски складальний кресленик».

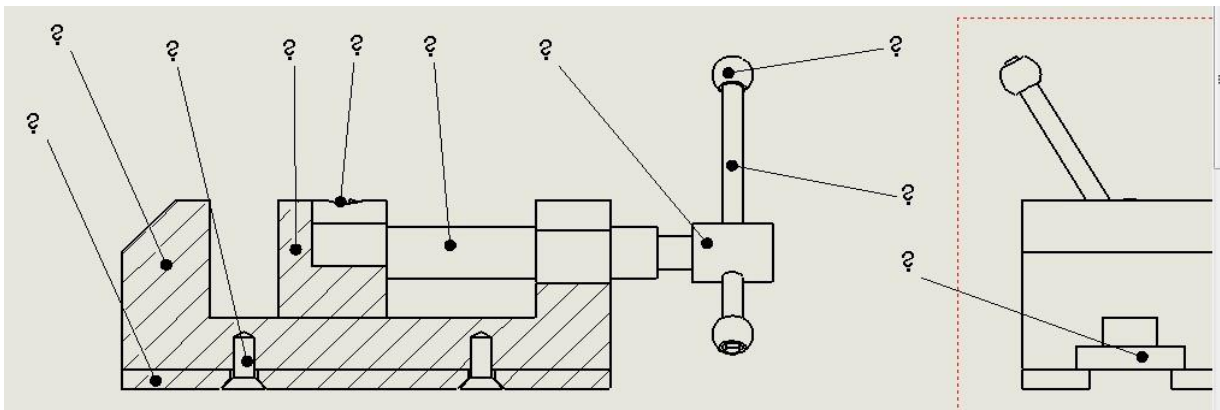


Рис. 10. Простановка позицій на кресленні збірки

Відкрийте файл складання та перейдіть до властивостей документа. Заповніть їх аналогічно як показано на рис. 11. У полі **Разраб.** введіть свою фамілію і ініціали. У полі **Обозначение** замість значення **1789** введіть номер своєї залікової книжки.

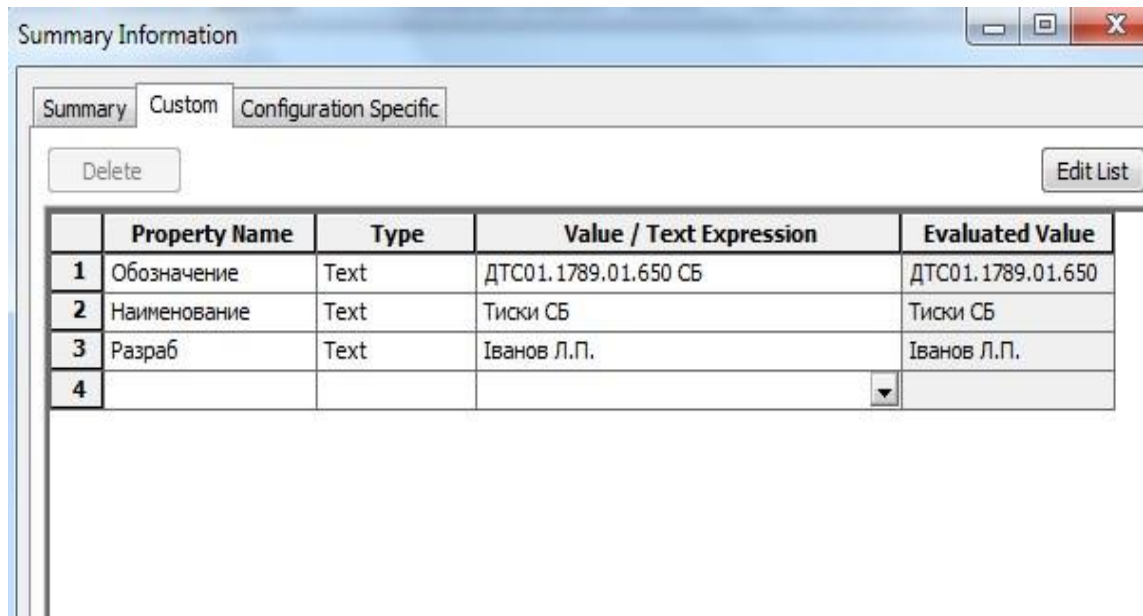


Рис. 11. Запис властивостей складання

Аналогічно заповніть властивості деталей згідно таблиці 1. Властивість **Маса** необхідно зв'язати з внутрішньою змінною SolidWorks **Маса (Mass)** (рис. 12). У полі **Обозначение** замість значення **1789** введіть номер своєї залікової книжки.

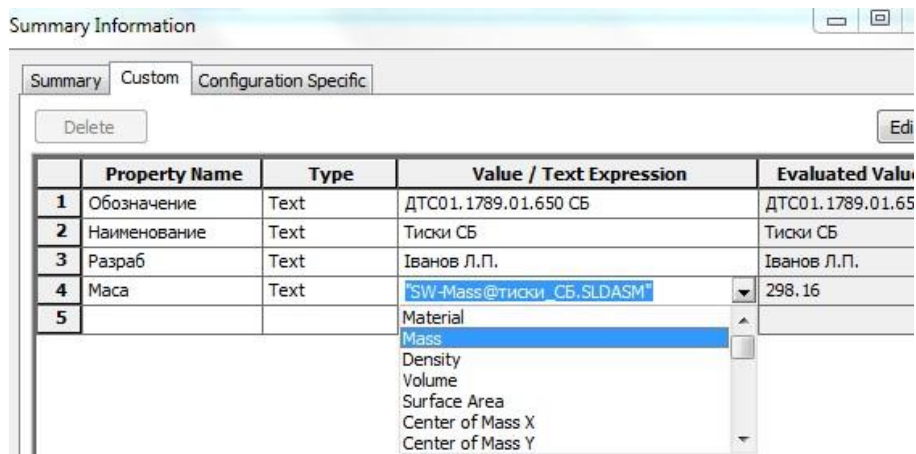


Рис. 12. Заповнення властивостей деталей

Таблиця 1. Властивості деталей

	Обозначение	Наименование	Маса	Разраб.
Основа	ДТС01.1789.01.650	Основа тиски	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Губки	ДТС01.1789.01.651	Губки	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Підшва станини	ДТС01.1789.01.652	Підшва	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Притискний гвинт	ДТС01.1789.01.655	Гвинт притискний	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Ручка	ДТС01.1789.01.656	Ручка	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Наконечник ручки	ДТС01.1789.01.657	Наконечник	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Затискна планка	ДТС01.1789.01.661	Планка затискна	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Фікс. гвинт	ДТС01.1789.01.668	Гвинт спеціальний, фіксує	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Гвинт 1	ДТС01.1789.01.669	Гвинт М6-12 ГОСТ7035-88	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ
Гвинт 2	ДТС01.1789.01.670	Гвинт М6-14 ГОСТ7346-85	«Связать со свойством»	Ваше ПІБ

Тепер все підготовлено до створення специфікації і далі буде розглянуто роботу з спеціальною програмою для автоматизації створення специфікацій.

Програма «SWR-Специфікація» є додатком до пакета Solidworks і призначена для заповнення конструкторських специфікацій, створених на основі збірок Solidworks. Може використовуватися разом з SWR PDM, а також автономно.

Спільна робота з пакетом Solidworks дозволяє документу «SWR-Специфікація» відслідковувати зміни в документах Solidworks і змінювати в відповідності із цим власні дані. Побудова специфікації розглядається на прикладі тисків, за умови, що збірка й креслення на них вже готові.

Підключіть додаток SWR-SP Add-In у меню **Инструменты - добавления (Tools - Addins)** (рис. 13).

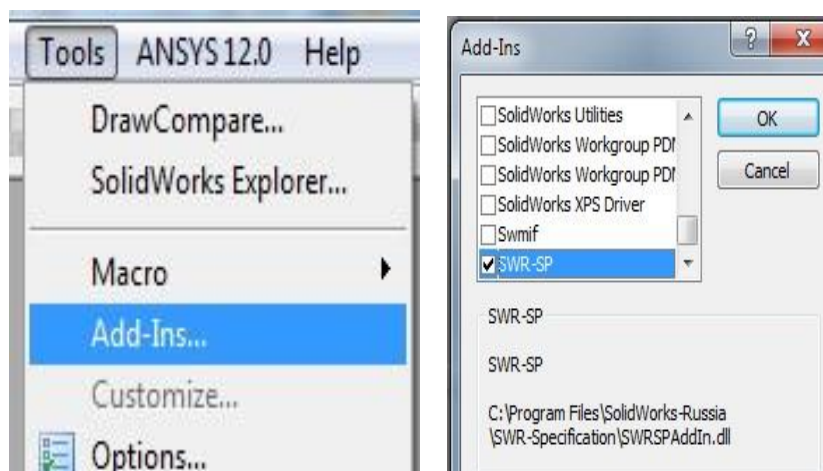


Рис. 13. Включення додатка **SWR-SP Addin**

Відкрийте складання з верстатними тисками та виберіть у головному меню SWR-SP **Передать данные в спецификацию**.

У діалоговому вікні вкажіть конфігурацію **Default (По умолчанию)**, виключивши інші конфігурації.

Відкриється програма **SWR-Спецификация**. Тепер деталі додані в розділ специфікації - **Детали**, у розділ **Сборочные единицы** пусто, тому що підскладання відсутні. Для них автоматично додані номери позицій (рис. 14).

формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Детали		
		1	ДТС01.1789.01.65 2	Підшва	2	
		2	ДТС01.1789.01.67 0	Гвинт М6-14 ГОСТ7346-85	2	
		3	ДТС01.1789.01.66 1	Планка зажимна	1	
		4	ДТС01.1789.01.65 5	Гвинт прижимний	1	
		5	ДТС01.1789.01.65 1	Губки	1	
		6	ДТС01.1789.01.65 0	Основа тиски	1	
		7	ДТС01.1789.01.66 9	Гвинт М6-12 ГОСТ7035-88	4	
		8	ДТС01.1789.01.65 7	Накінецьник	2	
		9	ДТС01.1789.01.65 6	Ручка	1	
		10	ДТС01.1789.01.66 8	Гвинт спеціальний, фіксуєчий	1	

Рис. 14. Імпорт інформації про деталі складальної одиниці у програму SWR-Спецификация

Деталям були привласнені атрибути **Наименование** і **Обозначение** з певними значеннями. Тепер ці значення записані у відповідні ячейки **SWR-Спецификации**.

Для інших деталей у стовпці **Наименование** за замовчуванням написано ім'я файлу деталі.

Рядки, отримані читанням з Solidworks, називаються автоматичними. Є можливість виправити в специфікації будь-який автоматичний рядок (гніздо), увівши із клавіатури нове значення або відредагувавши старе. При виконанні запису в Solidworks, у властивостях компонента збірки з'явиться нове значення того або іншого атрибута.

Натисніть на кнопку **Сортировать** на панелі інструментів Головна або виберіть у меню **Сервис - Сортировать** для сортування рядків в порядку зростання позначень.

Рядки відсортовані, тепер необхідно відобразити позиції в порядку зростання їх значень.

Натисніть кнопку **Форматировать** на панелі інструментів Главная. Вікно редагування тепер відповідає, тому що показане на рис. 15.

	формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
5							
6					<u>Детали</u>		
7							
8			1	ДТС01.1789.01.650	Основа тиски	1	
9			2	ДТС01.1789.01.651	Губки	1	
1			3	ДТС01.1789.01.652	Підшова	2	
1			4	ДТС01.1789.01.655	Гвинт прижимний	1	
1			5	ДТС01.1789.01.656	Ручка	1	
1			6	ДТС01.1789.01.657	Накінецьник	2	
1 4			7	ДТС01.1789.01.661_00 0	Планка зажимна	1	
1 5			8	ДТС01.1789.01.668	Гвинт спеціальний, фіксуючий	1	
1 6			9	ДТС01.1789.01.669	Гвинт М6-12 ГОСТ7035-88	4	
1 7			10	ДТС01.1789.01.670	Гвинт М6-14 ГОСТ7346-85	2	
18							
19					<u>Стандартные изделия</u>		
20							
21					<u>Материалы</u>		

Рис. 15. Відформатоване вікно редагування

Після заповнення рядків специфікації запишіть дані в Solidworks. Щоб записати дані в Solidworks натисніть кнопку **Записать в сборку Solidworks**.

Можна в Solidworks внести зміни в специфікацію, редагуючи вікно властивостей. Потім перейти в специфікацію й зчитати дані з Solidworks.

У розділ **Материали** можна додавати різні матеріали (мастило, ґрунтовки, пластмаси й ін.) використовуючи бібліотеку. Для того, щоб додати матеріал у специфікацію:

- клацніть правою кнопкою миші на ячейці із заголовком **Материали** виберіть **Вставить материал**. Відкриється діалогове вікно **Список материалов: Material.dat** (рис. 16), в якому розташована бібліотека матеріалів;

- виберіть **Материали, Неметаллы, Смазочные материалы, Пластмассы, Смазки - ЦИАТИМ-202 ГОСТ 11110-75**.

Мастило потрапить у розділ **Материали** і йому автоматично буде привласнена відповідна позиція.

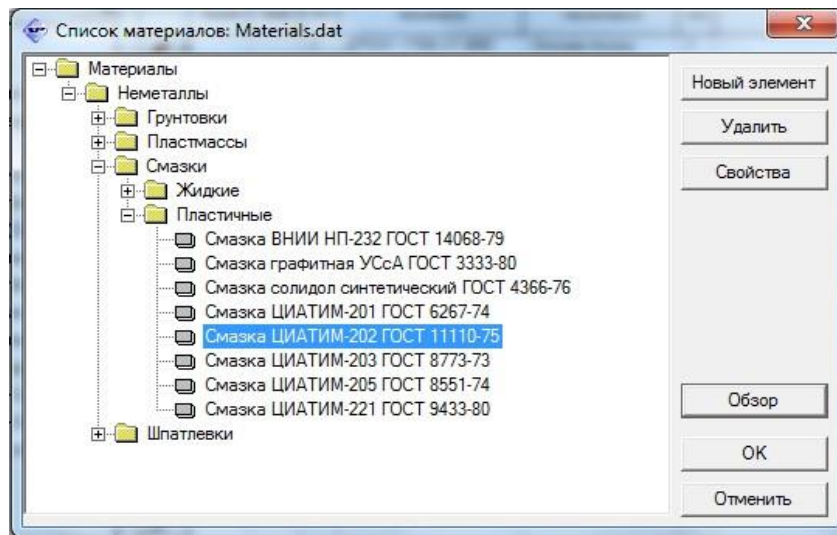


Рис. 16. Додавання мастила в специфікацію

Збережіть специфікацію та інші документи, які редагувалися.

3.3 Самостійна робота

Створіть специфікацію тисків для трубчастих заготовок, складальну одиницю яких було створено на попередньому практичному занятті.

4. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- короткий зміст питань, винесених на самопідготовку до практичної роботи;
- результат виконання контрольного прикладу;
- результат виконання самостійної роботи.

5. Контрольні питання

1. Опишіть загальний алгоритм створення специфікації засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks?
2. Опишіть послідовність дій при додаванні до специфікації матеріалу.
3. Як виконати сортування даних у специфікації?
4. Як виконати імпорт інформації про деталі складальної одиниці у програму SWR-Спецификация?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Дударева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2010. Петербург: БХВ-Петербург, 2011. - 416 с.
- 2 Зиновьев Д. Основы моделирования в SolidWorks. М.: ДМК Пресс, 2016. – 240 с.
- 3 Прерис А.М. SolidWorks 2012: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.
- 4 Афанасьев Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: учеб. для вузов / [Афанасьев Б.А. и др.]; Под общ. ред. А.А. Полунгяна. М.: Москва, 2000. – 640 с.
- 5 Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. [Алямовский А.А. и др.]; Под общ. ред. А.В. Собачкина. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
- 6 Веселовська Г.В. Комп'ютерна графіка / Веселовська Г.В., Ходаков В.Є, Веселовський В.М. - Херсон.: ОЛДІ - плюс, 2008. - 584 с.
- 7 Huei-Huang Lee. Machanics of Meterials Labs with SolidWorks Simulation 2014 / 2014. – 278 с.

Навчальне видання

Холодняк Юлія Володимирівна

***КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ
ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ***

***Навчально-методичний посібник
з виконання практичних робіт***

Надруковано з оригіналів макетів замовника
Підписано до друку 26.05.2021 р. формат 60x84 1/16
Папір офсетний. Наклад 100 примірників.
Замовлення №

Видано ПП Верескун В.М.
Видавничо – поліграфічний центр «Люкс»
м. Мелітополь, вул. М. Грушевського, 10 тел.: т. 0619 (44-45-11)
свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виробників
і розповсюджувачів видавничої продукції від 11.06.2002 р.
серія ДК №1125