

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Інженерної механіки та комп'ютерного
проектування»



СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ТИПУ «ВИРВА»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

з дисципліни «Інформаційні технології в виробництві»

для здобувачів ступеня вищої освіти
«Бакалавр» зі спеціальностей 122
«Комп'ютерні науки»
денної форми навчання

Запоріжжя, 2024

Створення моделі деталі типу «Вирва».

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Інформаційні технології в виробництві» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки». Запоріжжя, ТДАТУ. 2024. 20 с.

Розробник: Водяницький І.О., асистент

Рецензент: Мацулевич О.Є., к.т.н., доцент

Схвалено на засіданні кафедри «Інженерна механіка та комп'ютерне проектування»

Протокол № 4 від 19 листопада 2024 року

Завідувач кафедри ІМКП

доц. _____ Олександр ВЕРШКОВ

Схвалено методичною комісією механіко-технологічного факультету

Протокол № 4 від 19 листопада 2024 року

Голова доц. _____ Олена ДЕРЕЗА

© Водяницький І.О.

© ТДАТУ, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	5
1.1 Загальні вказівки до виконання роботи	5
1.2 Вимоги до оформлення самостійного завдання.....	5
2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	6
3 СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ТИПУ «ВИРВА»	8
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	19
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	20

ВСТУП

Предмет навчальної дисципліни «Інформаційні технології в виробництві» є однією з базових дисциплін і присвячена вивченню автоматизованих систем проектування, які вирішують увесь комплекс задач пов'язаних з технічною підготовкою виробництва нових виробів. Системи автоматизованого проектування конструкторської документації дозволяють створити математичну модель виробу та імітувати його роботу. Ці системи використовують при проектуванні технологічного оснащення. За допомогою систем інженерних розрахунків розраховують характеристики міцності виробу.

Метою викладання дисципліни «Інформаційні технології в виробництві» є ознайомлення здобувачів з методами формалізації процесу проектування, способами використання інформаційних технологій для автоматизації проектних і конструкторських робіт. Курс дає розроблювачеві САПР, що не є фахівцем у конкретній області інженерної діяльності, необхідний мінімум знань, що забезпечує можливість спілкування з фахівцями, використовуючи САПР, формулювати постановку завдань і розробляти САПР як цілісну інформаційну систему.

Завданнями дисципліни є вивчення загальних положень, моделей та методик автоматизованого проектування складних виробів та технологій.

Обов'язковою складовою частиною підготовки здобувачів за курсом ««Інформаційні технології в виробництві» є виконання індивідуальних завдань, що сприяють закріпленню знань, отриманих при вивченні відповідних розділів курсу та інших загальноінженерних дисциплін.

У даних вказівках представлені методичні рекомендації щодо виконання завдання для самостійної роботи здобувачів з дисципліни ІТВ та приклад його розв'язання.

1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1.1 Загальні вказівки до виконання роботи

Найважливішою складовою частиною вивчення дисципліни є формування навичок вирішення практичних завдань, пов'язаних з автоматизацією створення проєктно-конструкторської документації.

Виконання розроблених завдань дозволить закріпити засвоєння теоретичної частини дисципліни та систематизувати отримані знання; сформувати уміння та навички самостійної розумової праці та буде сприяти розвитку самостійного мислення.

Система автоматизованого проєктування призначена для автоматизації технологічного процесу проєктування виробу, результатом якого є комплект проєктно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проєктування. Оскільки завдання автоматизованого проєктування дуже складні, то, як правило, САПР є спеціалізовані системи, що створюються для вирішення вузьких завдань однієї галузі. В результаті знайомства з сучасними методиками комп'ютерного проєктування здобувачі повинні

знати:

- загальну схему процесу автоматизованого проєктування, а також відомості щодо координації проєктних робіт при створенні технічних об'єктів і систем;

- основні задачі, методи, моделі і алгоритми автоматизації конструкторського і технологічного проєктування; особливості використання САПР при проєктуванні виробів в машинобудуванні;

вміти:

- виконувати аналіз предметної області й обґрунтовувати доцільність придбання або розробки САПР;

- здійснювати вибір типових та розробку прикладних видів всіх компонентів САПР, організовувати “діалог” в САПР;

- працювати з підсистемами конструкторського, технологічного проєктування, що використовуються підприємствами;

- налаштовувати інтерфейс користувача САПР;

- виконувати аналіз та синтез технічних об'єктів при автоматизованому проєктуванні.

1.2 Вимоги до оформлення самостійного завдання

Сформувати архів з деталлю у форматі ітр з метричною системою одиниць вимірювання та звіт з результатами побудови моделі Пуансон. В назві архіву вказати ПІБ та номер групи. Архів завантажити у звіт з

практичного завдання на освітньому порталі.

2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок і комп'ютерне проектування базується на програмному забезпеченні. Програми для моделювання, проектування і розрахунку механічних систем в середовищі систем автоматизованого проектування (САПР): AutoCAD, SOLIDWORKS, Autodesk Inventor для проектування деталей будь-якої складності.

Сучасні проектувальні системи, які часто називають CAD (Computer-Aided Design), включають кілька рівнів, кожен з яких забезпечує різні функціональні можливості та ступінь інтеграції.

Сучасні проектувальні системи охоплюють широкий спектр функціональних можливостей, від базових 2D-креслень до комплексного управління життєвим циклом продукту і виробничими процесами. Кожен рівень таких систем спрямований на оптимізацію певних аспектів проектування, виробництва та управління, що дозволяє інженерам і дизайнерам ефективніше створювати, аналізувати і виготовляти продукцію. Вибір відповідного рівня проектувальної системи залежить від конкретних потреб і завдань, які стоять перед користувачем або організацією.

Система Inventor призначена для твердотілого параметричного проектування, орієнтована на розробку великих збірок із сотнями й тисячами деталей, має розвинену бібліотеку стандартних елементів. Створення 3D-моделей можливо видавлюванням, обертанням, по перетинах, по траєкторіях, з яких можна отримати 2D-креслення. Є можливість автоматична перевірка кінематики та розмірів деталі з урахуванням положення деталей у збірці. Асоціативні зв'язки задаються не шляхом опису операцій із параметрами й рівнянь, а безпосередньо визначенням форми й положення компонентів, що доволі зручно для роботи конструкторів.

Підсистема двовимірної (2D) графіки в Autodesk Inventor є важливою складовою, яка дозволяє створювати і редагувати 2D-ескізи, які використовуються як основа для подальшого тривимірного моделювання. Ця підсистема забезпечує широкі можливості для створення точних і детальних креслень, необхідних для виготовлення і документування виробів.

Використання параметричних змінних для визначення розмірів та властивостей елементів ескізу дозволяє легко змінювати модель. Для автоматичного розрахунку розмірів на основі введених параметрів

використовуються математичні формули.

Підсистема двовимірної графіки в Autodesk Inventor є фундаментальною для процесу моделювання, забезпечуючи гнучкість і потужність при створенні та редагуванні геометричних форм. Тісний зв'язок між 2D-ескізами та 3D-моделями дозволяє ефективно переходити від концепції до готового виробу.

Autodesk Inventor - це програма 3D САПР для створення і вивчення поведінки цифрових прототипів виробів і деталей. Використовується в основному в [машинобудуванні](#). В комплект входить декілька продуктів: Autodesk Inventor Suite, Autodesk Inventor Routed Systems Suite (проектування кабельних і трубопровідних систем, в том числі для розводки складних ділянок трубопроводів, електричних кабелів і проводів), Autodesk Inventor Simulation Suite (засоби моделювання руху і аналізу навантажень, які спрощують вивчення поведінки виробу в реальних умовах ще на стадії проектування).

Твердотіла модель деталі формується в Inventor на основі інформації, закладеної у ескізах, що мають просту форму й підтримують постійний зв'язок з ними. Моделювання проводиться за допомогою динамічного майстра ескізів з інтерактивним визначенням інтелектуальних профілів, що будуються з використанням ліній, дуг і сплайнів. Ескізи зберігають свої властивості незалежно від того, де використовуються їхні фрагменти, що дозволяє користувачам перетаскувати елементи ескізів у реальному часі відповідно до раніше встановлених правил їх включення в складання.

Під час моделювання деталей та створення збірок доступні різні методи та підходи, які можуть вплинути на продуктивність. Підхід до моделювання визначає кількість входжень, складність геометрії, способи завдання залежностей та способи створення збірок. З метою відповідності цілям продуктів та проектування зазвичай використовуються змішані методи.

3 СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ТИПУ «ВИРВА»

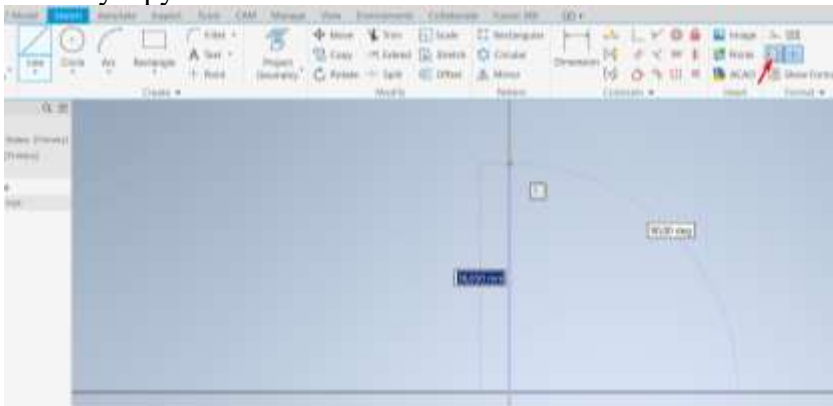
Мета та завдання: Створення моделі деталі із застосуванням інструментів ескизу - лінія, коло, дуга; нанесенням розмірів, додаванням бобишки, вирізу, зміною елементів (додавання заокруглень, зміною розмірів), додавання обмежень, використання симетрії, зсуву.

Створення документа нової деталі

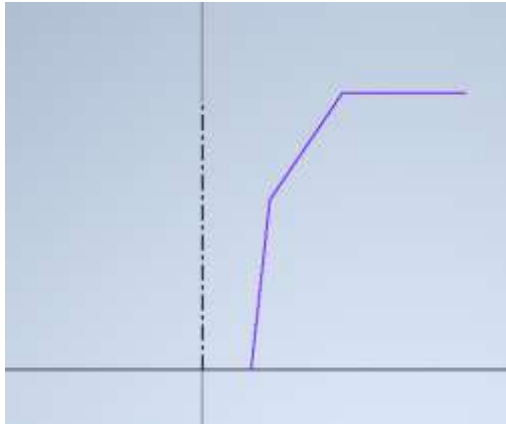
1. Для створення нової деталі натисніть кнопку **Create New File** на панелі інструментів. З'явиться діалогове вікно створення нового документу, виберіть шаблон деталі **Standard.ipt**.
2. Натисніть **Create**. З'явиться вікно нової деталі.

Побудова ескизу

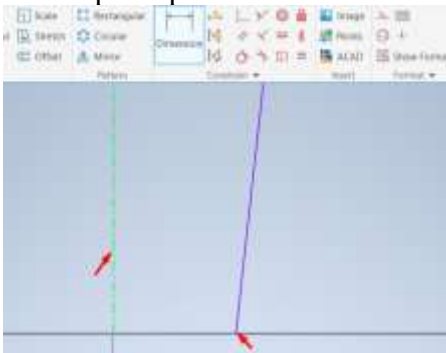
1. Щоб відкрити двовірний ескіз, натисніть кнопку **Start 2D Sketch** на панелі інструментів. Виберіть площину **XY Plane**.
2. Для початку побудови моделі виберіть інструмент **Line**, натисніть кнопку осової лінії, з початкової точки проведіть лінію вертикально угору.



3. Виберіть інструмент **Line**, вимкніть кнопку осової лінії, побудуйте ескіз згідно рисунка.



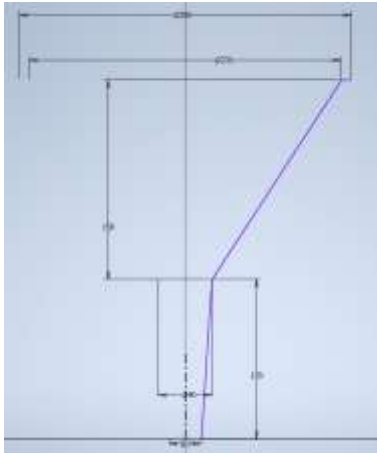
4. Проставте розміри згідно варіанта. Виберіть інструмент розмірів **Dimension**, натисніть початкову точку побудови, потім осьову лінію, винесіть розмір вниз.



5. Натиснувши на розмірне число, змініть на розмір за варіантом.



6. Проставте розміри на всіх ділянках моделі.



Накладання обмежень

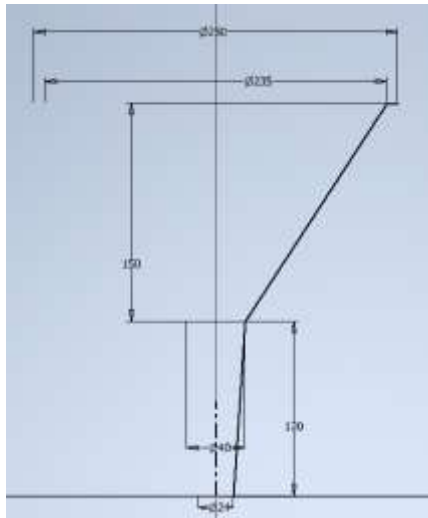
1. Для визначення ескізу накладіть горизонтальне обмеження. Підніміть вгору нижню точку ескізу.



2. Виберіть лівою кнопкою миші інструмент горизонтального обмеження, нижню точку ескізу й нижню точку осьової лінії.



3. По завершенні операції отримайте повністю визначений ескіз (колір ескіу зміниться на чорний).

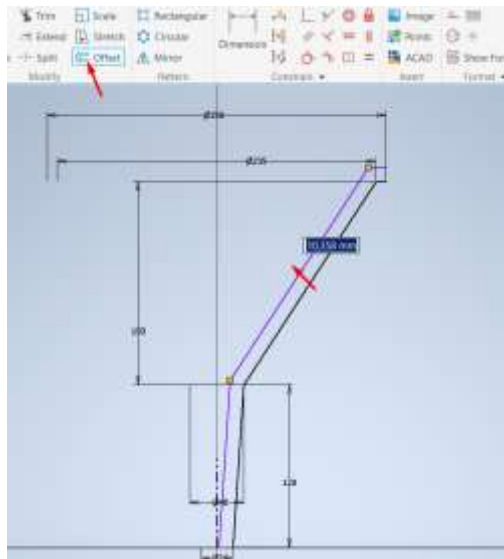


Побудова стінки вирви

1. Для побудови стінки вирви виберіть інструмент зсуву **Offset**. Він дублює вибрану геометрію ескізу та динамічно зміщує її відносно оригіналу.

2. При активній команді **Offset** виберіть контур ескізу й потягніть в бік розташування стінки моделі.

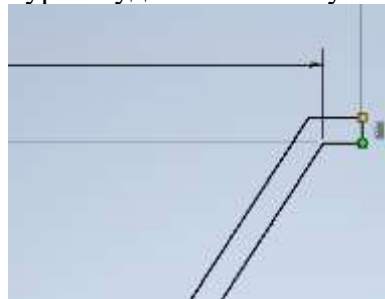
3. У з'явившомуся вікні вкажіть розмір товщини стінки згідно варіанту (5 мм).



4. При необхідності підтягніть лінію ескізу до горизонтальної осі.

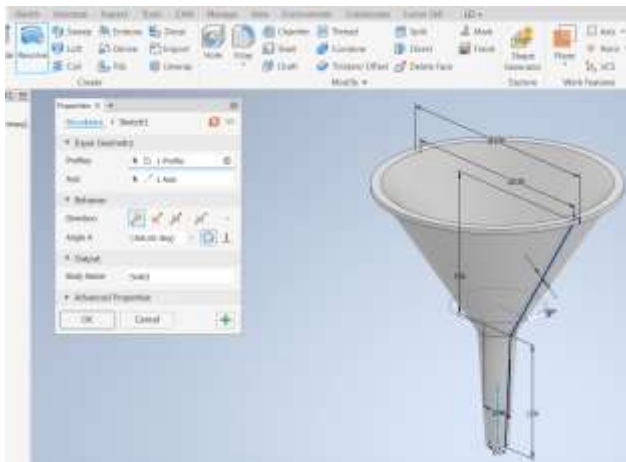


5. Інструментом **Line** закрийте контур побудованого ескізу.

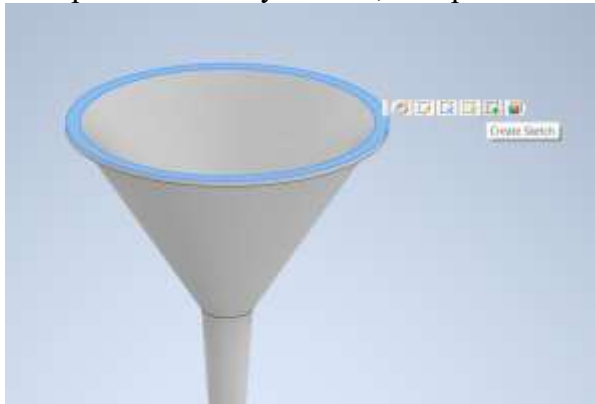


Побудова моделі виври

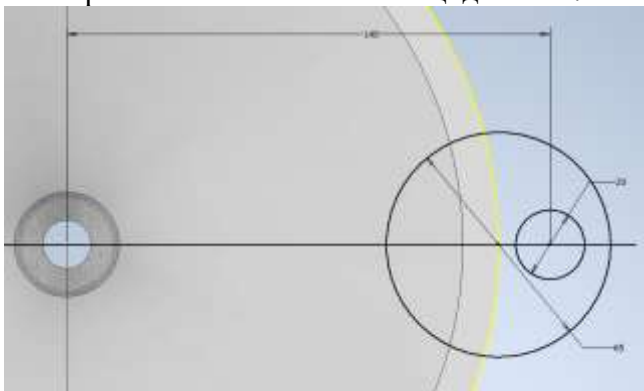
1. Виберіть інструмент **Revolve**, побудуйте модель, вказавши кут **Angle A** 360 deg.



2. Виберіть верхню площину моделі, створіть новий ескіз.

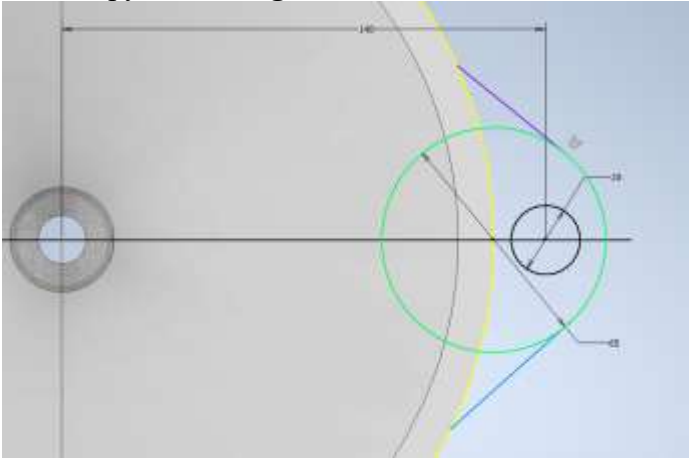


3. Побудуйте два кола на горизонтальній осі X: діаметром 65 мм з вихідної точки на зовнішньому діаметрі й діаметром 20 мм на відстані 140 мм. Задайте горизонтальне обмеження щодо осі X.

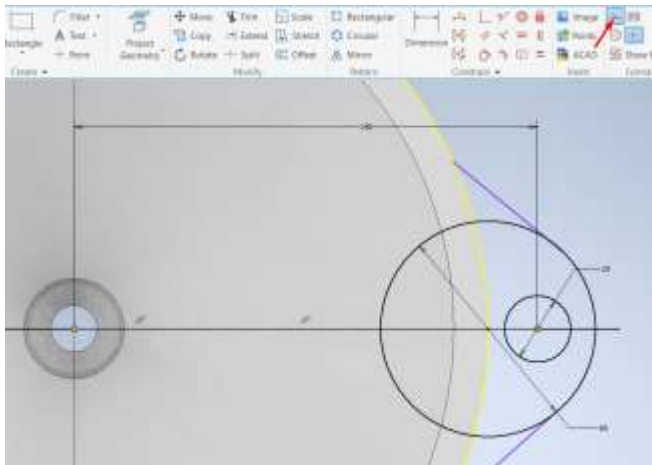


4. Побудуйте дві лінії, дотичні до кола діаметром 65 мм,

використавши інструмент **Tangent**.

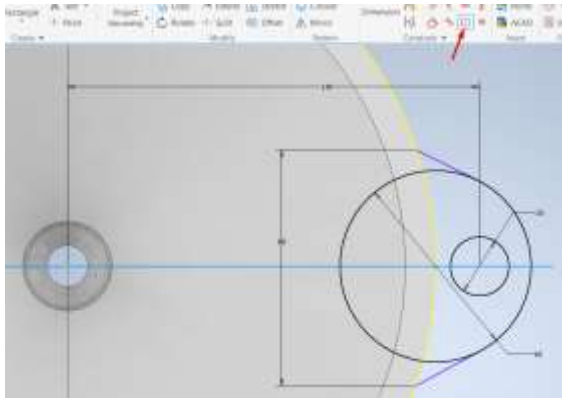


5. Змініть вибрану геометрію ескізу - побудуйте лінію між центром вирви й центром кола діаметром 20 мм, використавши інструмент **Construction**.

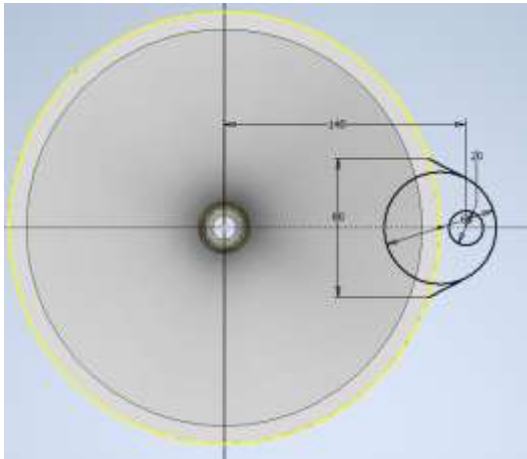


6. Нанесіть розмір між дотичними й вкажіть 80 мм.

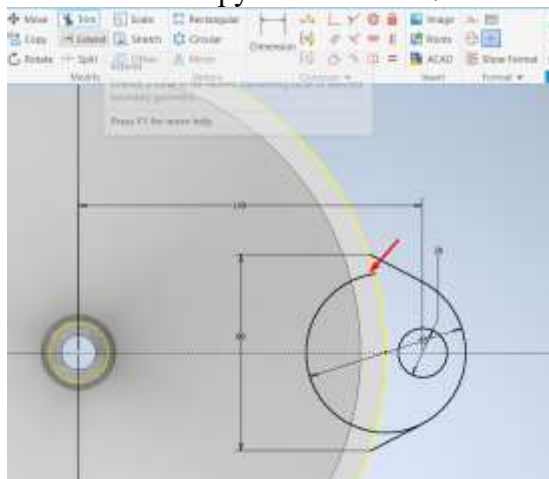
7. Виберіть інструмент **Symmetric**, натисніть по черзі на дотичні, потім на побудовану осьову лінію. Дотичні будуть симетрично розташовано відносно осьової лінії.



8. Отримаємо повністю визначений ескіз.

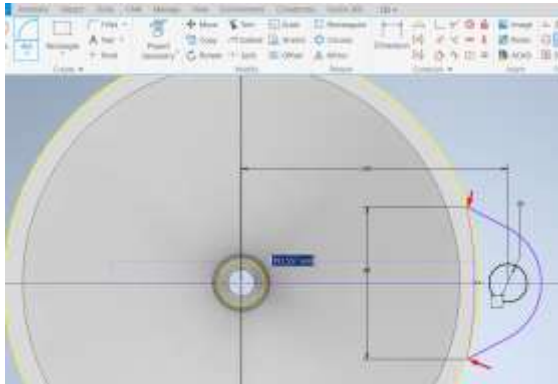


9. Видаліть зайві лінії інструментом **Trim**.

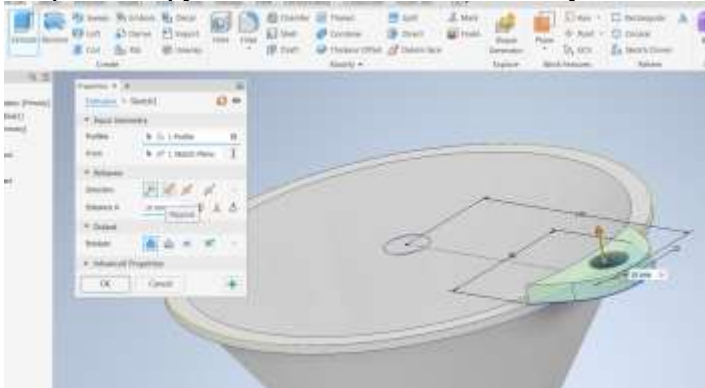


10. Виберіть інструмент **Arc** й побудуйте дугу з центром у

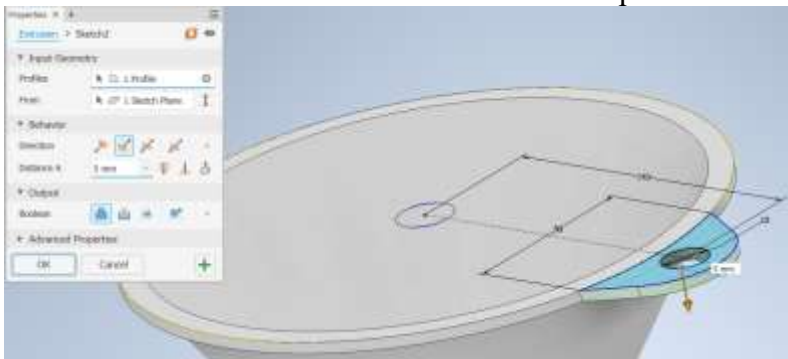
вихідній точці й між точками дотичних, які лежать на зовнішньому діаметрі вирви.



11. Виберіть інструмент **Extrude**, виділіть побудований ескіз.

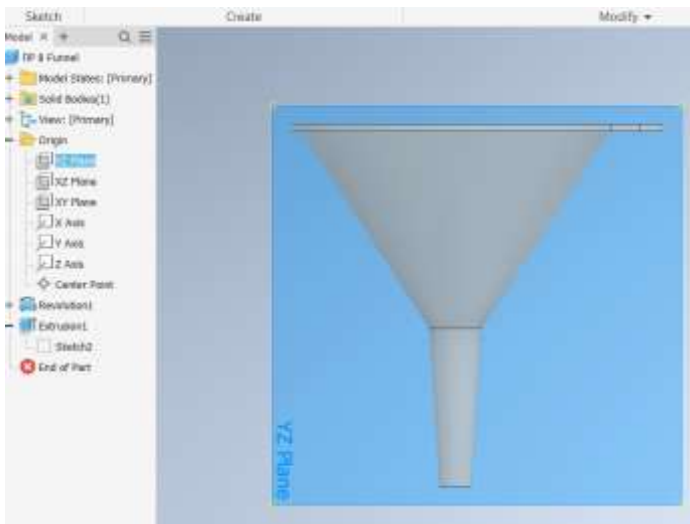


12. У вікні **Direction** змініть напрям, натиснувши **Flipped**, у вікні **Distance A** встановіть числове значення за вашим варіантом.

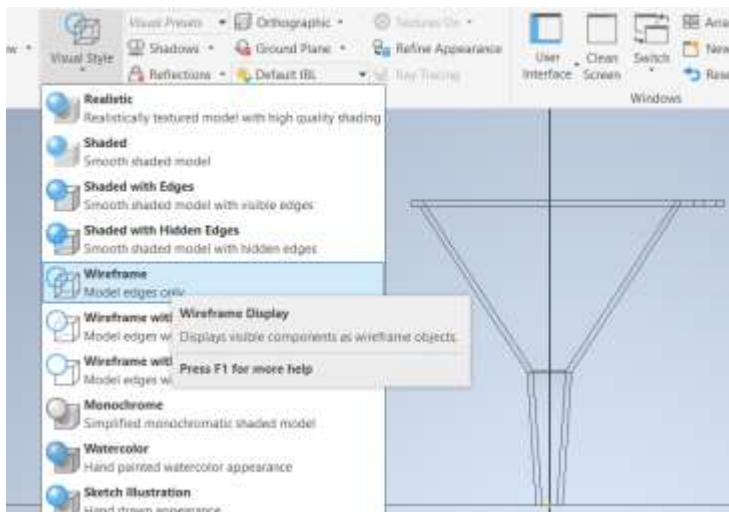


Побудова скося вирви

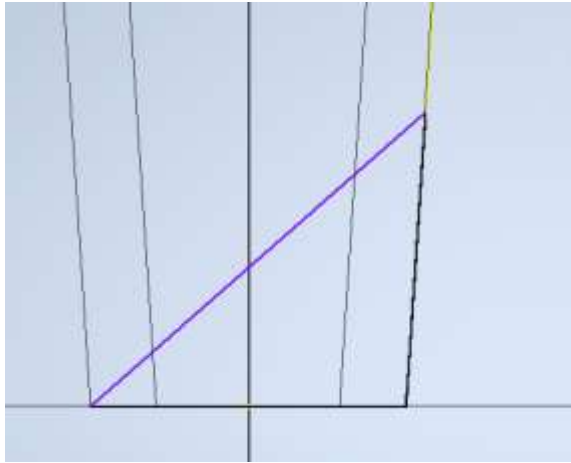
1. Виберіть вид справа, площину YZ, створіть новий ескіз.



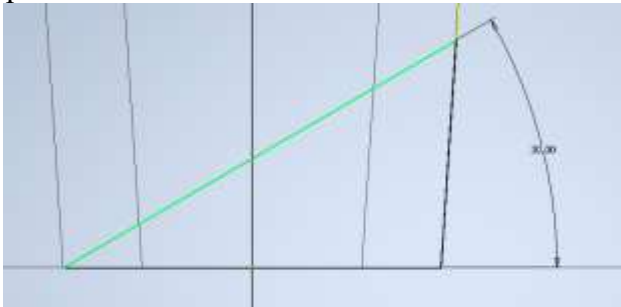
2. Перейдіть у каркасний вигляд для зручності.



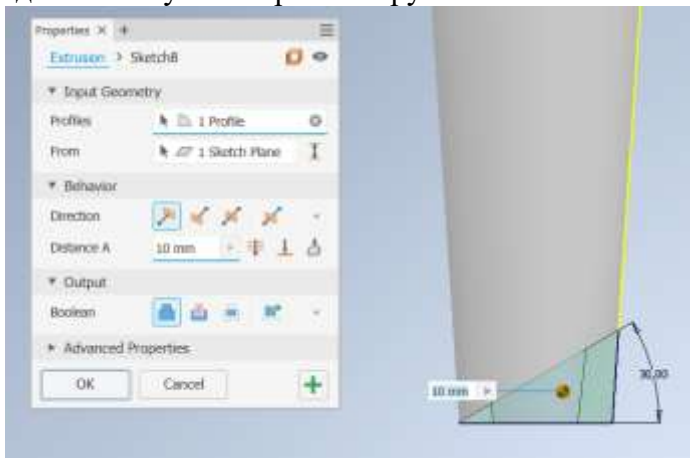
3. Побудуйте інструментом **Line** трикутник.



4. Нанесіть кутовий розмір 30°, при необхідності застосуйте інструмент горизонтального обмеження.

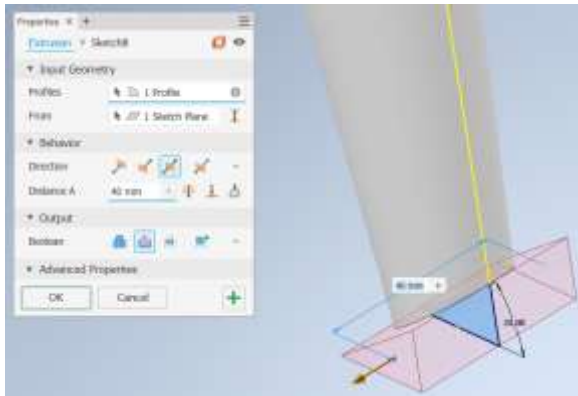


4. Вийдіть з ескізу й виберіть інструмент **Extrude**.



5. У вікні **Direction** задайте напрям **Symmetric**, у вікні **Distance A** встановіть 40 мм.

6. У вікні **Boolean** виберіть **Cut**. Натисніть OK.



7. Виберіть колір моделі. Виберіть зручний вигляд моделі, зробіть скриншот з екрану, завантажте у звіт.



Зовнішній вигляд деталі

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Призначення інструментів залежностей в Autodesk Inventor.
2. Як в Autodesk Inventor додати залежність горизонтальності?
3. Для чого в Autodesk Inventor застосовується інструмент Trim?
4. Як в Autodesk Inventor побудувати додаткову площину?
5. Опишіть алгоритм побудови моделі по перетинам.
6. Як в Autodesk Inventor задати колір моделі?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Деталі машин. Використання сучасних CAD/CAE систем у розрахунках деталей машин до виконання лабораторних робіт з дисципліни: навч. посіб. / О. В. Даниленко, І. І. Верба. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 53 с
2. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Х. : ХДУХТ, 2017. 120 с.
3. Казак І.О. Сучасні методи проєктування. Конспект лекцій. К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. 65 с.
4. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК: навчальний посібник / С. Л. Міранцов, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко, Є. В. Мішура, О. С. Ковалевська. Краматорськ : ДДМА, 2011. 152 с.
5. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проєктування промислових виробів: навчально-методичний посібник з виконання практичних робіт / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – 152 с.
6. ДСТУ 3321-2003. Система конструкторської документації.
7. ДСТУ 2391:2010 Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять.
8. Основи проєктування в Autodesk Inventor. URL: <https://autocad-lessons.com/uk/osnovy-proektuvannia-v-autodesk-inventor/>
9. Autodesk Inventor CAM. URL: <https://help.autodesk.com/view/INVCAM/2020/ENU/?guid=GUID-0147901D-B997-429A-A590-2A6A06219E4A>