

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/**.*/ БК*.2024
------------------------------------	---	--

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «__» _____ 20__р.
№ __

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для проведення практичних занять з вибіркової дисципліни

«Сучасні CAD / CAM / CAE-технології і методи швидкого прототипування»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки та робототехніки

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри
робототехніки, електроенергетики
та автоматизації
ім. проф. Б.Б.Самотокіна
протокол від «__» __ 20__
№ __

Розробники: зав. кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б.Самотокіна к.т.н., доцент Громовий О.А.,
старший викладач каф механічної інженерії Отаманський В.В.,
асистент каф. механічної інженерії Плисак М.М.

Житомир
2024 рік

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/*** ** */ ВК*,**-2024
------------------------------------	---	---

Громовий О.А., Отаманський В.В., Плисак М.М. Методичні рекомендації для проведення практичних занять з вибіркової навчальної дисципліни «Сучасні CAD/CAM/CAE-технології і методи швидкого прототипування» для здобувачів вищої освіти – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 126 с.

Методичні рекомендації розроблено у відповідності до робочої навчальної програми дисципліни «Сучасні CAD/CAM/CAE-технології і методи швидкого прототипування» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр», «магістр». Цикл практичних робіт призначений для освоєння теоретичного матеріалу; розвитку у студентів просторової уяви; набуття практичних умінь і навичок. Вивчення предмету супроводжується детальними поясненнями створення проектів засобами тривимірної графіки: моделювання об'ємних об'єктів, застосування матеріалів, освітлення, камер та візуалізація.

Розробники:

Громовий Олексій Андрійович

Отаманський Валентин Владиславович

Плисак Микола Миколайович

Рецензенти:

к.т.н., доцент, зав. кафедри МІ

к.т.н., доцент кафедри Р,Е та А

Мельник О.Л.

Гуменюк А.А.

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б.Самотокіна. Протокол від «__» _____ 20__ р. № __

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/**:*/ ВК:**-2024
------------------------------------	---	--

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Практична робота №1. Створення облікового запису AUTODESK.	
Запуск програми Fusion 360. Ознайомлення з елементами інтерфейсу Fusion 360.....	6
Практична робота №2. Панель інструментів Sketch (Ескіз).	
Створення і робота з ескізами на площині.....	11
Практична робота №3. Побудова складних ескізів на площині.....	20
Практична робота №4. Твердотіле моделювання.....	24
Практична робота №5. Лінійні та кругові масиви.....	33
Практична робота №6. Побудова тривимірної моделі деталі по траєкторії та перетинам.....	39
Практична робота №7. Виконання 3D моделей простих деталей.....	44
Практична робота №8. Виконання 3D моделей ливарних деталей.....	55
Практична робота №9-10. Моделювання корпусу дистанційного пульта керування.....	68
Практична робота №11. Візуалізація корпусу дистанційного пульта керування.....	89
Практична робота №12. Збірки в середовищі Autodesk Fusion 360.	
Збірка трьохкулачкового самоцентрувального патрону.....	93
Практична робота №13-14. Створення збірок на основі креслення вузлів.....	105
Практична робота №15. Анімація.....	115
Практична робота №16. Створення анімації збірки.....	123
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	125

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/*** ** */ ВК*,**-2024
------------------------------------	---	---

ВСТУП

Autodesk Fusion 360 – це САПР нового покоління. Програмний продукт являє собою засіб 3D-проектування та розробки виробів на основі облачних технологій, у якому поєднуються можливості спільної роботи, цифрового проектування та механічної обробки в одному пакеті. Fusion 360 дозволяє швидко і без праці виробляти проектні ідеї за допомогою першої в світі інтегрованої платформи, охоплюючи всі етапи від розробки концепції до стадії виробництва.

Основні можливості Autodesk Fusion 360:

- Тривимірне моделювання, CAD: сплайнове, твердотільне, параметричне та сітчасте моделювання;
- Рендер – Створюйте фотореалістичні зображення за допомогою Fusion 360, скориставшись усією потужністю хмарних серверів Autodesk. Скористайтеся величезною бібліотекою доступних матеріалів, наприклад напівпрозорі пластики, дерево, метал, скло та композити. Редагуйте існуючі матеріали та підлаштовуйте їх під ваш проект. Налаштуйте параметри камери, такі як фокусна відстань, глибина різкості, тип освітлення та навколишнє середовище;
- Креслення – З легкістю визначте основний та додаткові види вашого виробу, вкажіть розміри, допуски та анотації, пов'язані з асоціативним зв'язком з вихідною 3D-моделлю. Завдяки цьому, будь-які наступні зміни автоматично позначаються на кресленні, таким чином вам не доведеться створювати його заново. Експортуйте креслення на локальний комп'ютер у форматах DWG або PDF та допрацюйте їх, якщо необхідно, у AutoCAD;
- Анімація – Створіть анімацію для вашого збирання, використовуючи гнучкі інструменти налаштування камери, переходів, появи/зникнення деталей, ручного або автоматичного вибуху збирання, інформаційних текстових виносів і т.д. Поділіться анімацією, попередньо експортувавши її в MP4 відеоролик.;
- Кінематичний аналіз – дізнайтеся, як поводитиметься збірка в реальності, активувавши всі з'єднання в середовищі Motion Study. Встановіть порядок та

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/****.*/ ВК*.*/-2024
------------------------------------	---	---

спосіб взаємодії рухомих з'єднань та оцініть підсумкову картину кінематики. Перегляньте анімацію динамічного руху або програйте її в реверсі

- Кінцево-елементні розрахунки, CAE - використовуйте інструменти інженерного аналізу, щоб виявити найуразливіші місця майбутнього продукту та виправити їх на стадії проектування. Доступні міцнісний та модальний аналіз, розрахунок теплообміну та втомної міцності;

- 3D-друк – підготуйте вашу модель для друку на 3D-принтері, попередньо переглянувши структуру майбутнього виробу, внісши ряд уточнень до друку та автоматично створивши мережу підтримуючих платформ для поверхонь, що нависають. Друк 3D-моделей виконується через ряд програмних утиліт, що включає Autodesk® Print Studio на базі Spark, за допомогою якої ви можете безпосередньо працювати з 3D-принтером Autodesk Ember™. Крім цього також доступні принтери

Type A Machines, Dremel, MakerBot, Ultimaker та ін.;

- Підготовка керуючих програм для верстатів, CAM – Fusion 360 використовує те ж САМ-ядро, що й у HSMWorks та Inventor HSM™. Завдяки цьому можна швидко отримати оптимальні траєкторії фрези, що знижують зношування різального інструменту і виконують чудову обробку поверхні виробу. Доступні всі необхідні інструменти фрезерування: підтримка великої кількості фрез, обробка плоских поверхонь, пазів, уступів, зачищення поверхні тощо. Підтримуються 2х,

2.5х, 3х та 5ти координатні верстати.

Практична робота №1

Створення облікового запису AUTODESK. Запуск програми Fusion 360.

Ознайомлення з елементами інтерфейсу Fusion 360

Перед початком роботи у програмі **Fusion 360** необхідно створити студентський обліковий запис на офіційному сайті **AUTODESK** – <https://www.autodesk.com>. Для цього перейдіть у вкладку **Support – Downloads – Students and educators** (<https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=featured&filters=individual>). На даній сторінці натисніть **Sign in**, і оберіть **Create account** (рис.1.1).

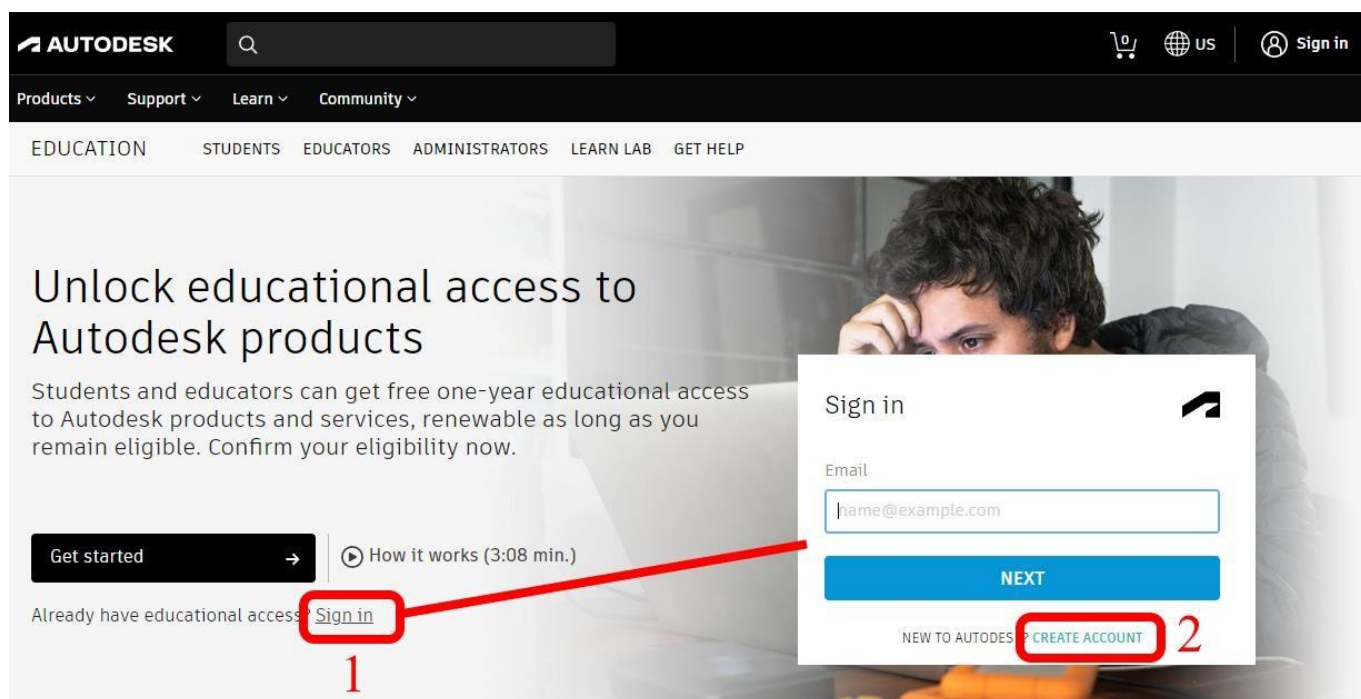


Рис. 1.1. Сайт AUTODESK

Далі необхідно покроково ввести данні, які необхідні для реєстрації студентського облікового запису. Реєструвати обліковий запис слід на пошту Житомирської політехніки (Наприклад: grup_pip@ztu.edu.ua, де: [grup](#) – ваша група, [pip](#) – ваші ініціали). Також при реєстрації слід вводити достовірні данні, так як пізніше необхідно підтвердити вашу особу і те що ви дійсно є студентом

Житомирської політехніки за допомогою скану або фотографії вашого студентського квитка. Приклад реєстрації показано на рисунку 1.2.

Крок 1

Крок 2

Крок 3

Крок 4

Рис. 1.2. Створення облікового запису AUTODESK

Після успішного створення облікового запису на сторінці **Support – Downloads – Students and educators** (<https://www.autodesk.com/education/edusoftware/overview?sorting=featured&filter=s=individual>) нажимаємо клавішу **GET STARTED**. У відкритимому вікні необхідно завантажити скан або фотографію документу, що підтверджує вашу особу і те що ви дійсно є студентом Житомирської політехніки (студентський квиток). Приклад на рисунку 1.3.

Рис. 1.3. Сторінка підтвердження вашої особи

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/***:***/ ВК*,**-2024
------------------------------------	---	---

Після отримання листа на пошті з підтвердженням системою вашої особи (підтвердження може прийти одразу або на протязі 1-2 тижнів), повторно натисніть клавішу **GET STARTED** і введіть свою пошту і пароль. Якщо все пройшло успішно, то вам надано доступ до завантаження безкоштовних студентський продуктів компанії **AUTODESK** в тому числі і програми **Fusion 360**.



Рис. 1.4. Завантаження програми Fusion 360

Елементи інтерфейсу Fusion 360

Вікно Fusion 360 (рис. 1.5) містить робочу зону, провідник, панель інструментів та інша елементи інтерфейсу.

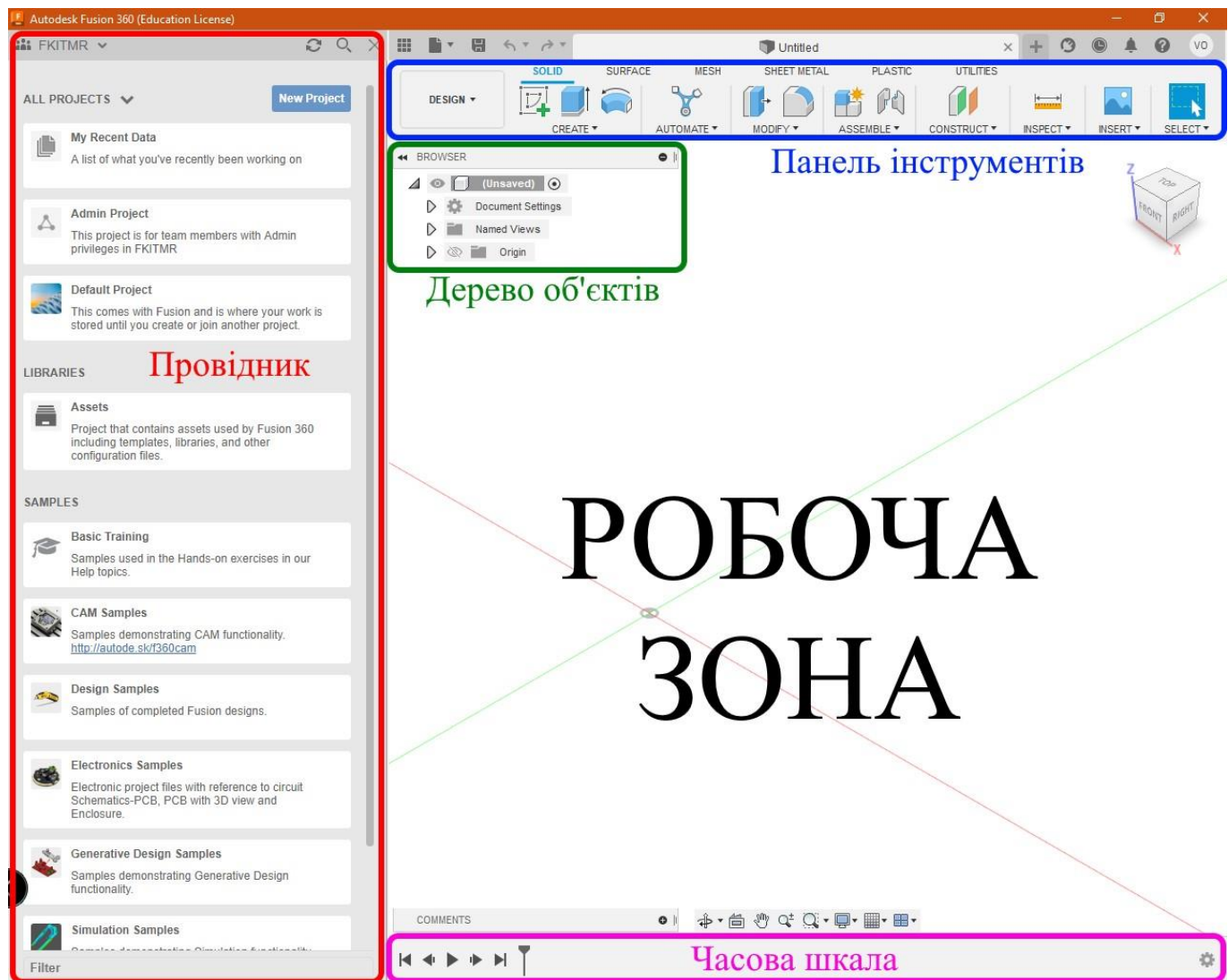


Рис. 1.5. Інтерфейс Fusion 360

У верхній частині вікна програми розташоване головне меню, а під ним – панель інструментів.

Для швидкого доступу до основних інструментів існують гарячі клавіші. Розшифрування наведено на. рисунку 1.6. Також усередині програми праворуч від інструмента написано відповідна клавіша. Зверніть увагу: гарячі клавіші працюють тільки на англійській розкладці.

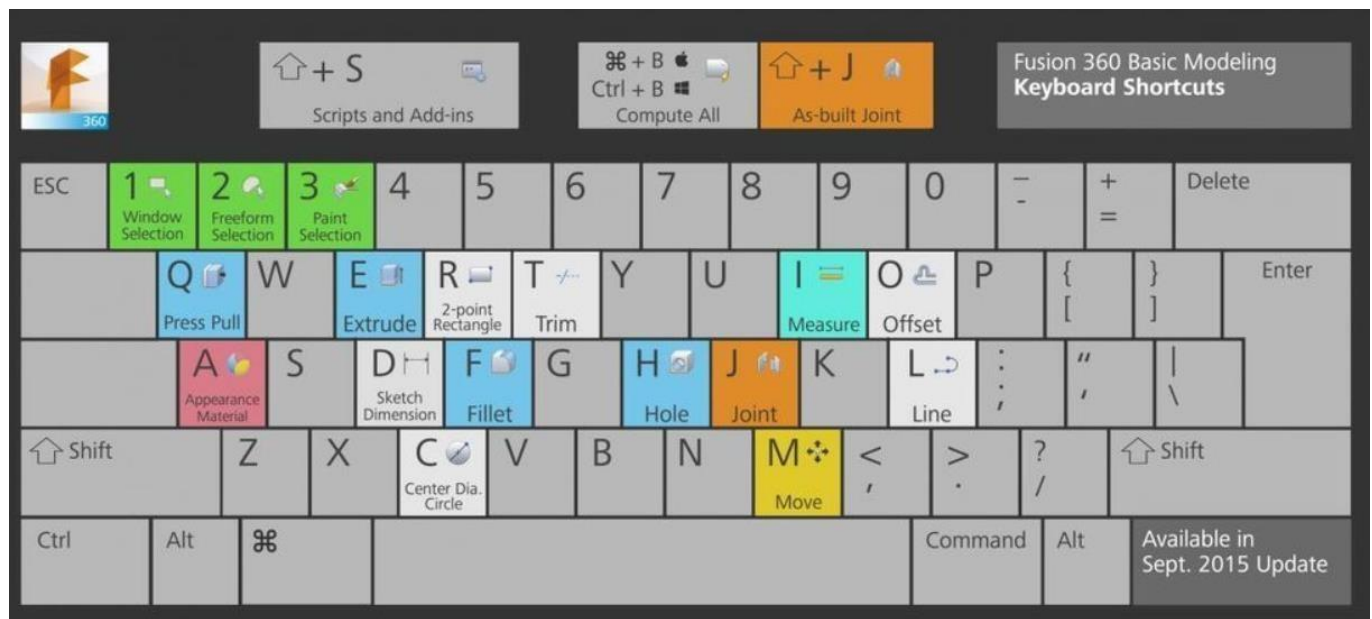


Рис. 1.6. Гарячі клавіші Fusion 360

Навігація у Fusion 360 здійснюється декількома різними способами, включаючи ViewCube (рис. 1.7), панель навігації, або за допомогою маніпуляторів (наприклад миші).

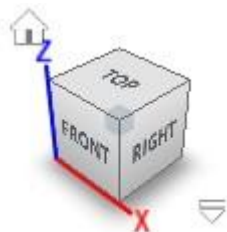


Рис. 1.7. ViewCube

Обертання камери – Shift+СКМ;

Масштабування сцени – скролл колесом миші або Ctrl+Shift+СКМ;

Переміщення сценою – СКМ;

Інвертувати напрям зумування можна в налаштуваннях: Preferences → General → Reverse zoom direction;

Default Orbit type з того ж розділу General – відповідає за прив'язку до осі або вільне обертання;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/**: ** */ ВК*,**-2024
------------------------------------	--	---

Constrained Orbit – обертання навколо світового нуля (точки сходження осей);

Free Orbit – вільне обертання навколо двох осей - X і Y;

Pan, Zoom, Orbit Shortcuts – тут можна вибрати попередні налаштування навігації або залишитися у Fusion-пресеті.

Додаткові опції навігаційної панелі:

Look At – після натискання можна вибрати елемент сцени та подивитися на нього, вирівняним у площині екрану;

Fit – вирівнює в'юпорт, щоб відобразити всю модель;

Display Settings – включає різні параметри відображення, у тому числі шейдинг, колір заднього фону, вид камери;

Enter Full Screen – перейти в повноекранний режим – Ctrl+Shift+F;

Grid & Snap – відображення сітки та функції прив'язок;

Multiple View – режим розділеного в'юпорту. У цьому режимі можна міняти межі вікон перетягуванням;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/***:***/ ВК*,**-2024
------------------------------------	---	--

Практична робота №2

Панель інструментів Sketch (Ескіз). Створення і робота з ескізами на площині

Мета роботи: Ознайомитись з інструментарієм для побудови ескізів на площині в середовищі AUTODESK FUSION 360.

У Fusion 360 ви можете використовувати інструмент Sketch для створення профілів, які визначають тверді, поверхневі та м'які тіла.

Sketch (ЭСКИЗ) – це геометрія, з якої починається створення 3D-моделі.

Ескізи складаються з двовірної геометричної форми (ліній, кіл, дуг, точок або сплайнів), створеної на площині або існуючої плоскій грані 3D-моделі. При створенні ескізів потрібно додавати розміри взаємозв'язки та обмеження до геометричних елементів ескізу, щоб закріпити його на місці.

Для створення ескізу вибираємо на інструментальній панелі Create Sketch (див. рис. 2.1), після цього виберемо одну з існуючих площин.



Рис. 2.1. Create Sketch

Можна помітити, що інструментальна панель змінилася, в ній з'явилися інструменти створення геометричних форм (див. рис. 2.2).



Рис. 2.2. Панель інструментів Sketch

Розглянемо меню «CREATE» – створити. Можна помітити, що, якщо довго тримати курсор на якомусь інструменті, з'являється пояснення (рис. 2.3).

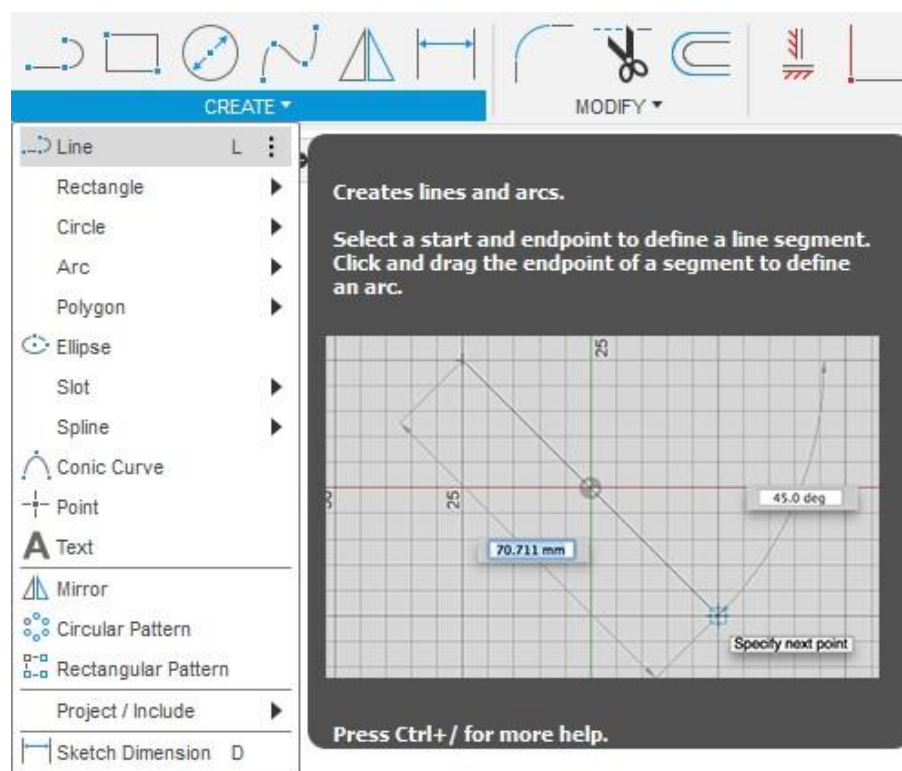


Рис. 2.3. Пояснення роботи інструменту

Стисло розглянемо основні інструменти

Line – лінія, що будується по двох точках, може бути заданий розмір або кут. Перемикання між кутом/розміром – клавіша TAB.

Rectangle – прямокутник, існують три типи побудови: по двох крайніх точках, по центральній точці та крайній, по трьох крайніх точках.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/*** ** */* ВК*,**-2024
----------------------------	---	---

Для розуміння роботи наступних інструментів наведіть курсор на інструмент, що цікавить, і прочитайте підказку. **Circle** – коло.

Arc – дуга.

Polygon – багатокутник.

Ellipse –

еліпс. **Slot** –

прорізь.

Spline – сплайн.

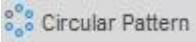
Conic Curve – конічна крива.

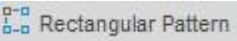
Point – точка.

Text – текст.

Інструменти **Mirror** та **Pattern** дозволяють створювати копії існуючої геометрії.

Mirror  – дзеркально відобразити, необхідно вибрати геометрію, яку ви хочете відобразити, та лінію симетрії.

Circular Pattern  – масив обраних елементів ескізу по дузі або колу. Необхідно вибрати геометрію для масиву, точку обертання, вказати кількість та крок.

Rectangular Pattern  – масив обраних елементів вздовж лінії. Необхідно вибрати геометрію для масиву, напрямок, вказати кількість та крок.

Sketch Dimension  – універсальний інструмент для проставлення розмірів: лінійні розміри, діаметри та радіуси, кути. Для створення розміру натисніть на геометрію, що цікавить, після цього підтвердіть створення розміру, клацнувши ще раз лівою кнопкою миші.

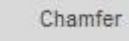
Після створення розміру його можна змінювати, двічі клацнувши його значення.

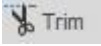
Інструменти **Modify** дозволяють змінювати наявну геометрію (див. рис. 2.4).



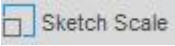
Рис. 2.4. Інструменти Modify

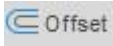
Fillet  – дозволяє створити заокруглення між двома лініями. Для створення виберіть дві лінії (не обов'язково перетнуті), або виберіть кут між двома лініями.

Chamfer  - створює фаску між двома лініями. Для створення виберіть дві лінії або кут між двома лініями.

Trim  та **Extend**  – дозволяють відрізати або подовжити об'єкт до перетину з іншим об'єктом.

Break  – розбиває елемент ескізу на два або більше, там де він перетинає інші елементи.

Sketch Scale  – масштабування ескізу чи частини ескізу щодо точки.

Offset  – зміщує контур на заданій відстані від нього, для створення виберіть контур або окремий об'єкт, після цього вкажіть відстань, на яку буде зміщено новий контур.

Constraints (обмеження)

Constraints (обмеження) – дозволяють задавати зв'язки між об'єктами, наприклад паралельність або горизонтальність (рис. 2.5). Constraints нерозривно пов'язані з розмірами, тому часто використовуються спільно і іноді можуть взаємозамінювати один одного.

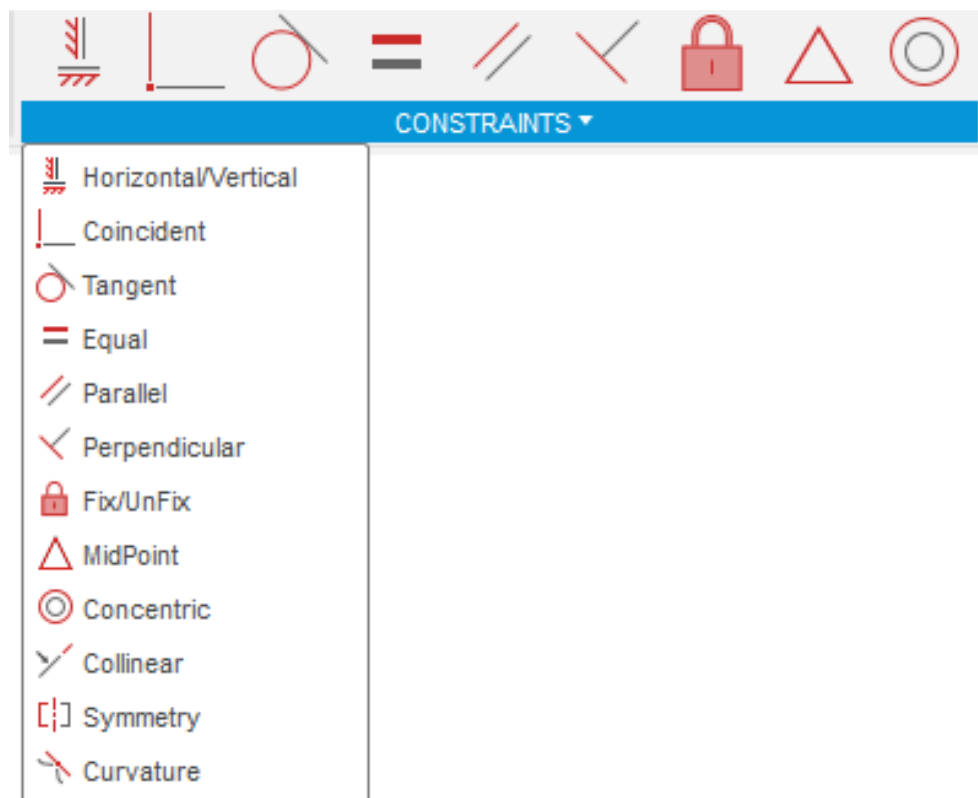


Рис. 2.5. Інструменти Constraints

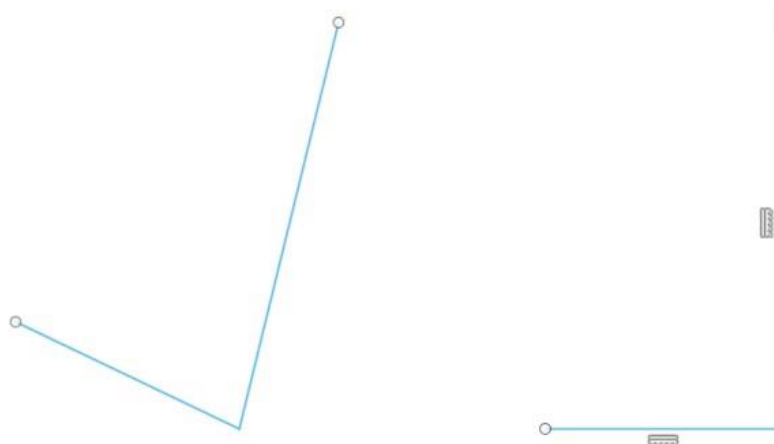
Horizontal/Vertical

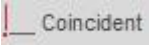


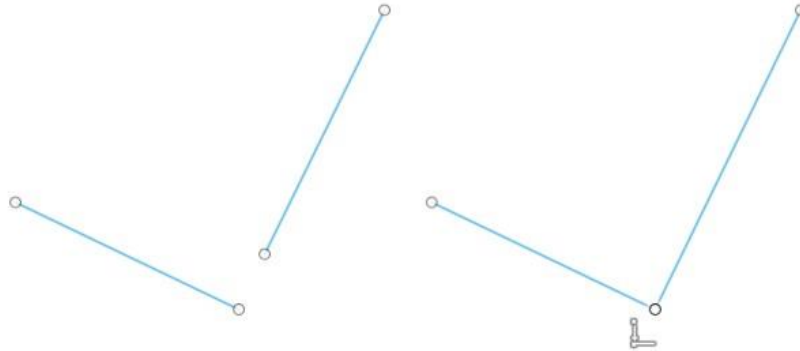
— команда

«Горизонтальний

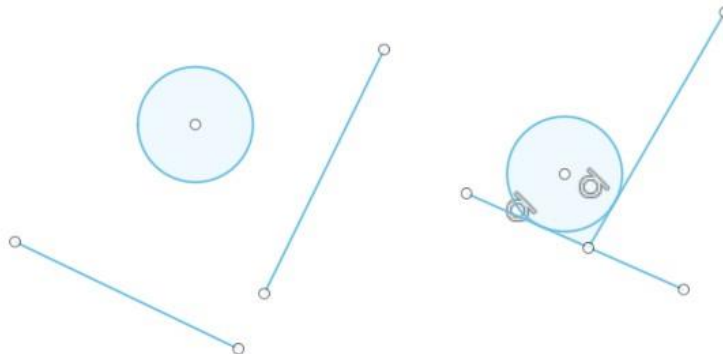
/вертикальний» обмежує одну лінію або дві точки на горизонтальній або вертикальній осі, залежно від того, що ближче до поточного вирівнювання.

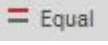


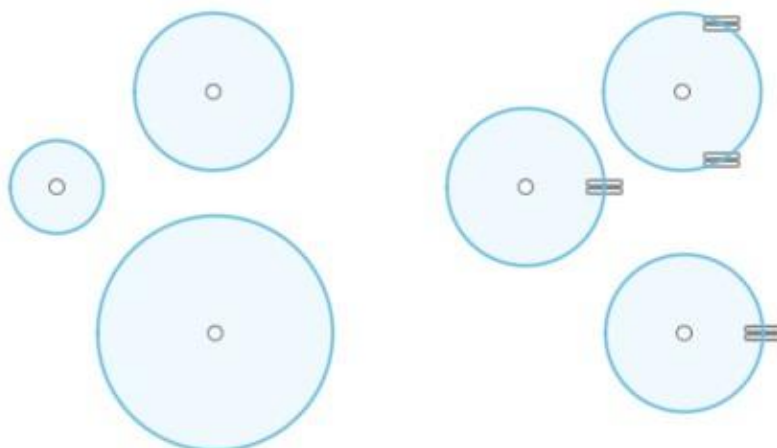
Coincident  – команда «Збіг» обмежує положення двох точок або точки та лінії чи кривої разом. Це може бути точка, прив'язана вздовж лінії, дві точки, прив'язані одна до одної, або точка, прив'язана вздовж кривої.



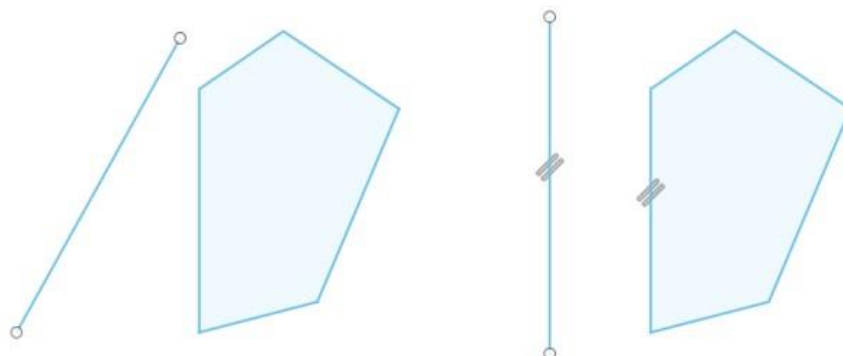
Tangent  – команда «Дотична» обмежує криву та інший об'єкт так, щоб вони торкалися в одній точці, але ніколи не перетиналися.



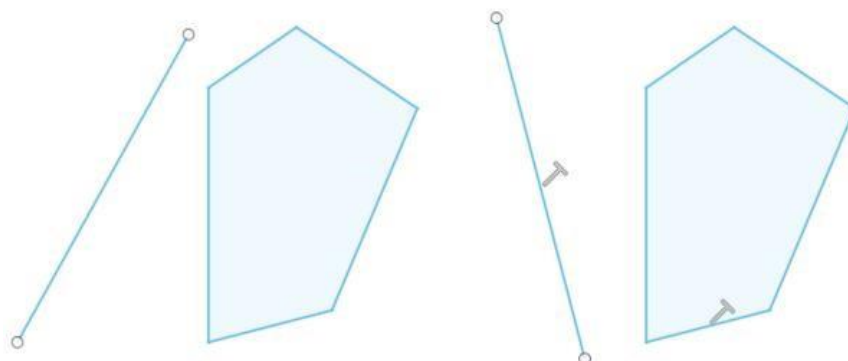
Equal  – команда «Рівність» обмежує подібні об'єкти таким чином, щоб їхні розміри були однаковими. Коли розмір одного об'єкта змінюється, інші також змінюються.



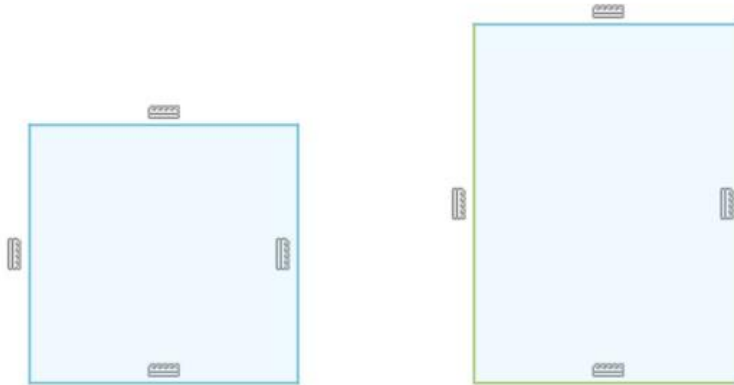
Parallel  — команда «Паралельно» обмежує дві лінії таким чином, щоб вони простягалися в одному напрямку й ніколи не перетиналися.



Perpendicular  — команда «Перпендикуляр» обмежує два об'єкти так, щоб вони лежали перпендикулярно (під кутом 90 градусів) один до одного.



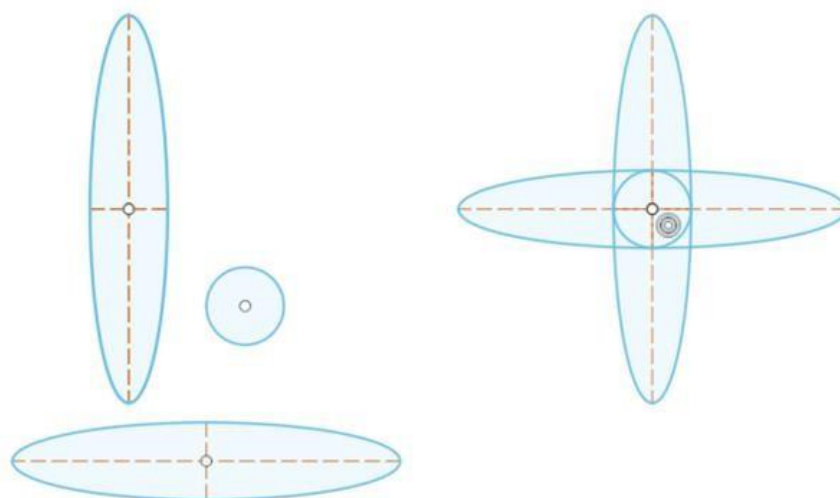
Fix/UnFix  Fix/UnFix – команда «Блокувати / розблокувати» фіксує розмір і розташування точки або об'єкта.



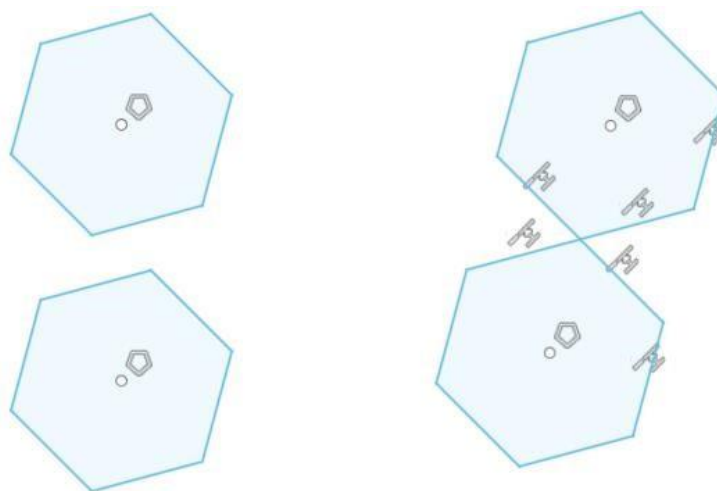
Midpoint  MidPoint – команда «Середня точка» прив'язує точку або об'єкт до середини іншого об'єкта.

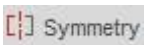


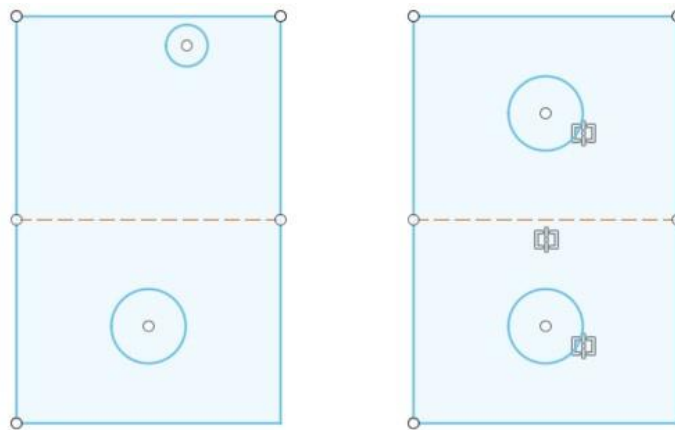
Concentric  Concentric – команда «Концентричність» обмежує дві або більше дуг, кіл або еліпсів однією центральною точкою.



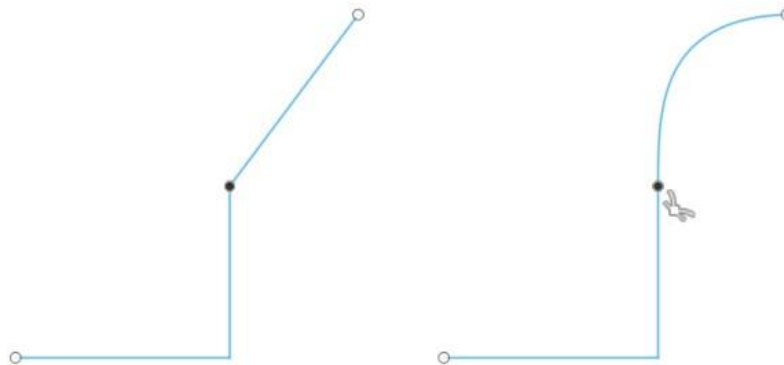
Collinear  — команда «Колінеарність» обмежує два або більше об'єктів так, щоб вони мали спільну лінію. Це може бути лінія та прямокутник, де лінія та одне ребро прямокутника лежать уздовж однієї лінії.



Symmetry  — команда «Симетрія» обмежує два або більше об'єктів, щоб вони були симетричними (ідентичними один одному відносно спільної осі).



Curvature  — команда «Кривина» обмежує два або більше об'єктів для створення плавної безперервної кривизни між ними.



Завдання для самостійного виконання

Побудувати ескіз, який зображено на рисунку 2.6. При побудові ескізу використовувати інструменти **Line** (лінія), **Circle** (коло), **Arc** (дуга), **Polygon** (багатокутник), **Slot** (прорізь). Проставити всі необхідні розміри та обмеження щоб визначити положення ескізу відносно початку координат (червона точка). При правильному виконанні ескізу і визначенні його положення на площині всі його лінії повинні бути чорного кольору.

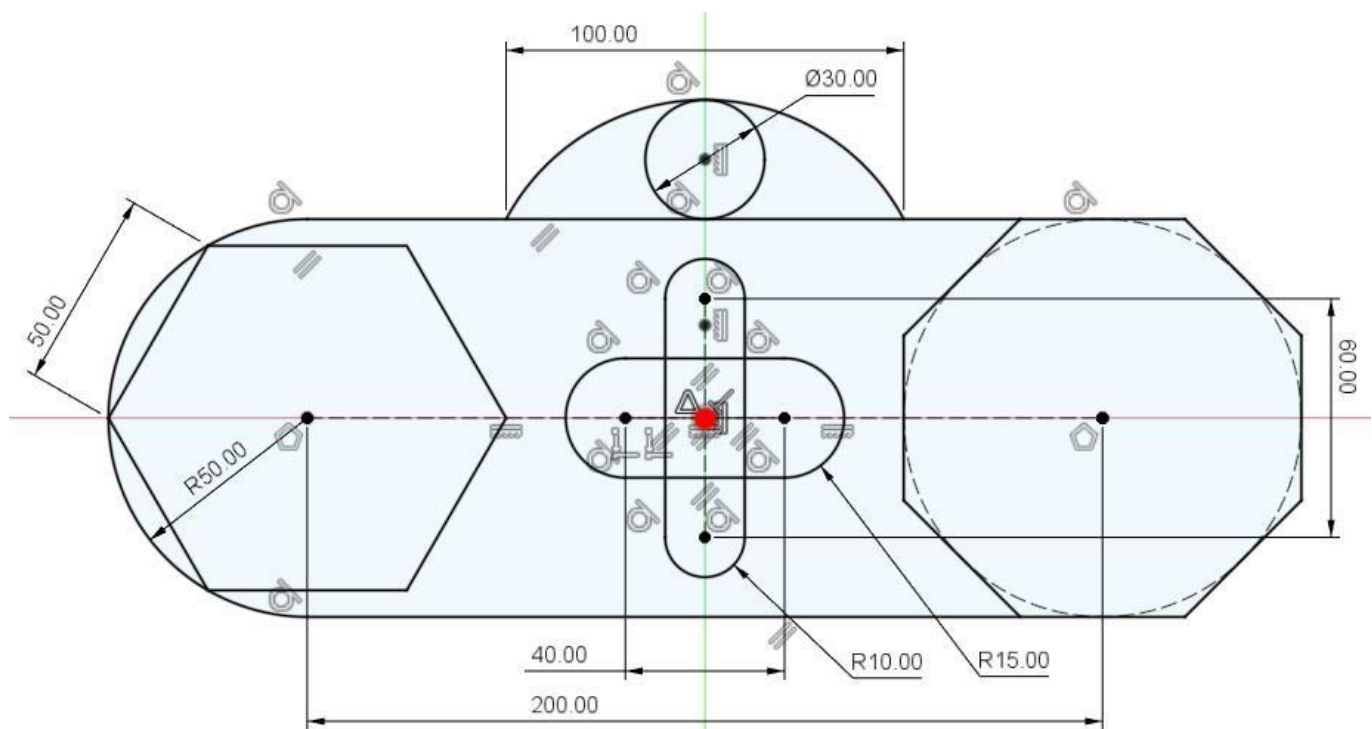


Рис. 2.6. Ескіз

Практична робота №3

Побудова складних ескізів на площині

Мета роботи: Поглибити навички побудови ескізів на площині в середовищі AUTODESK FUSION 360.

Завдання №1 для самостійного виконання

Побудувати ескіз, який зображено на рисунку 3.1. При побудові ескізу використовувати інструменти **Line** (лінія), **Rectangle** (прямокутник), **Circle** (коло), **Arc** (дуга), **Polygon** (багатокутник), **Text** (текст). Проставити всі необхідні розміри та обмеження щоб визначити положення ескізу відносно початку координат (червона точка). Вдовж дуги за допомогою інструмента **Text** (текст) нанести напис в якому вказати групу та прізвище. Шрифт – Times New Roman, вирівнювання – по середині, розмір шрифту підібрати такий, щоб текс

заповнив всю довжину дуги. При правильному виконанні ескізу і визначенні його положення на площині всі його лінії повинні бути чорного кольору.

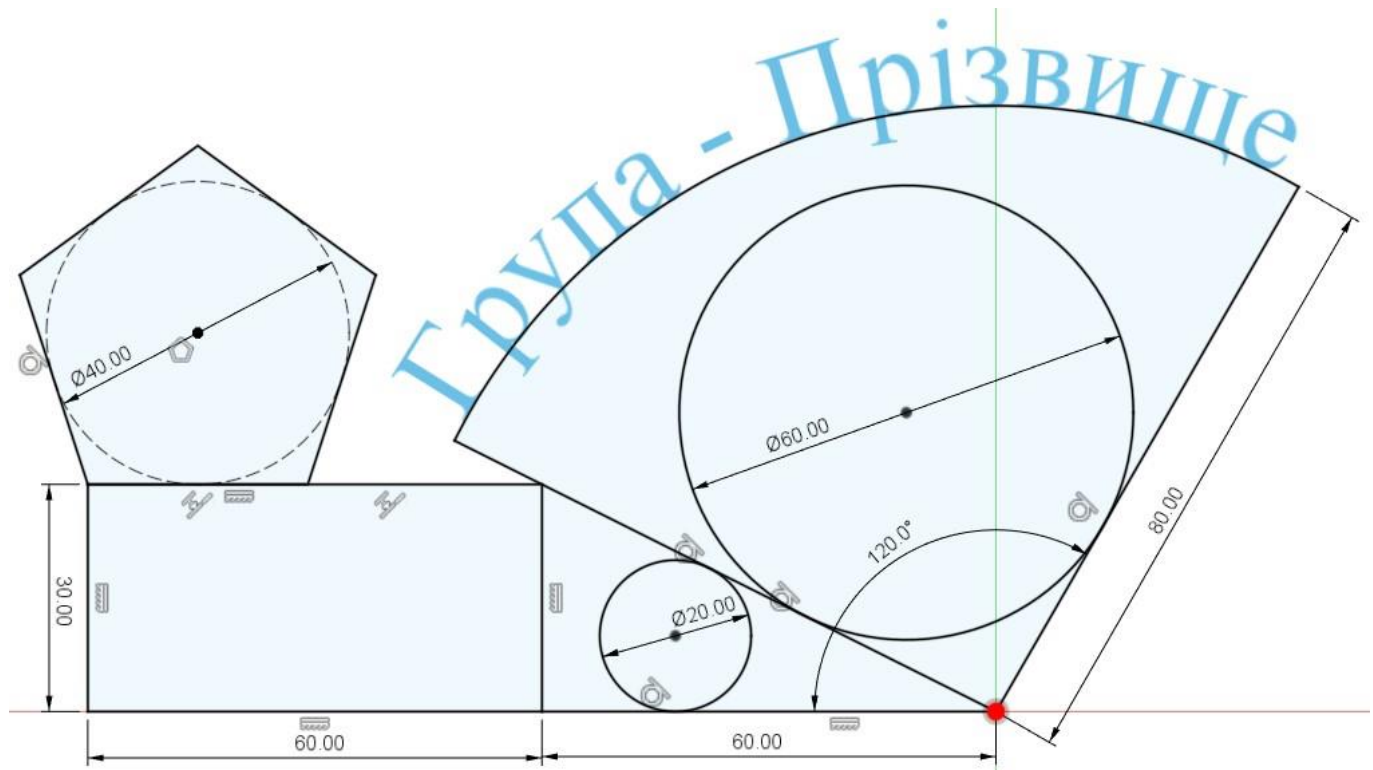


Рис. 3.1. Ескіз (завдання №1)

Завдання №2 для самостійного виконання

Побудувати ескіз, який зображено на рисунку 3.3. При побудові ескізу використовувати інструменти **Line** (лінія), **Circle** (коло), **Ellipse** (еліпс), **Text** (текст).

У центрі ескізу знаходяться два концентричні кола. Побудувати перше (внутрішнє) коло d50 за допомогою інструменту **Circle** (коло) а друге (зовнішнє) коло за допомогою інструменту **Offset**  (зміщення контуру).

Проставити всі необхідні розміри та обмеження щоб визначити положення ескізу відносно початку координат (червона точка).

При побудові ескізу спочатку зобразити внутрішні елементи однієї половини ескізу та зовнішні однієї четверті. Скориставшись інструментом

Mirror (дзеркальне відображення) відобразити спочатку четверть ескізу, і наступним кроком половину ескізу (рис. 3.2).

Вздовж верхньої та нижньої горизонтальних ліній за допомогою інструмента **Text** (текст) нанести напис в якому вказати групу та прізвище. Шрифт – Times New Roman, вирівнювання – по середині, розмір шрифту підібрати такий, щоб текст заповнив всю довжину лінії. При правильному виконанні ескізу і визначенні його положення на площині всі його лінії повинні бути чорного кольору (рис. 3.3).

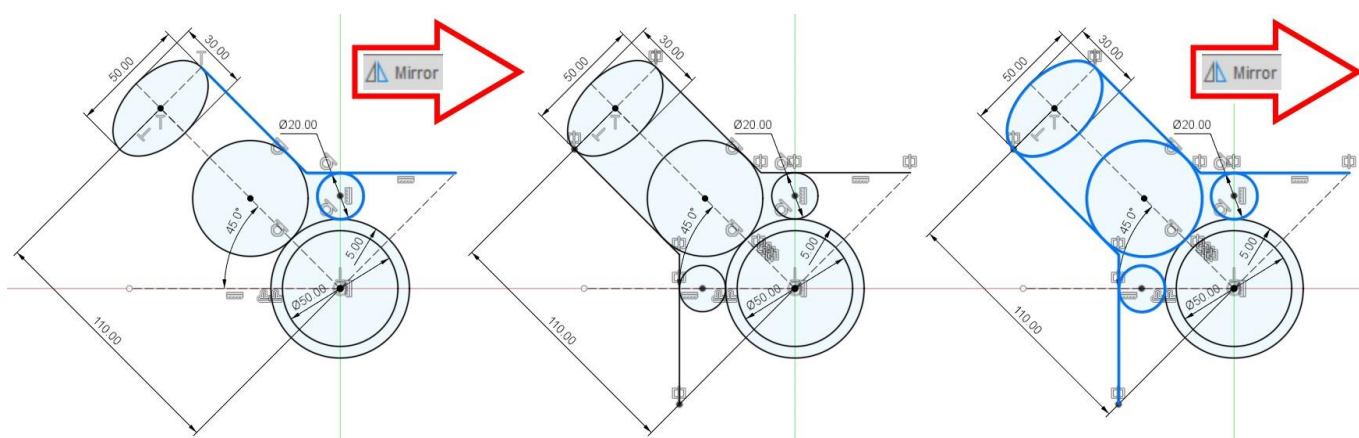


Рис. 3.2. Послідовність дзеркального відображення елементів ескізу

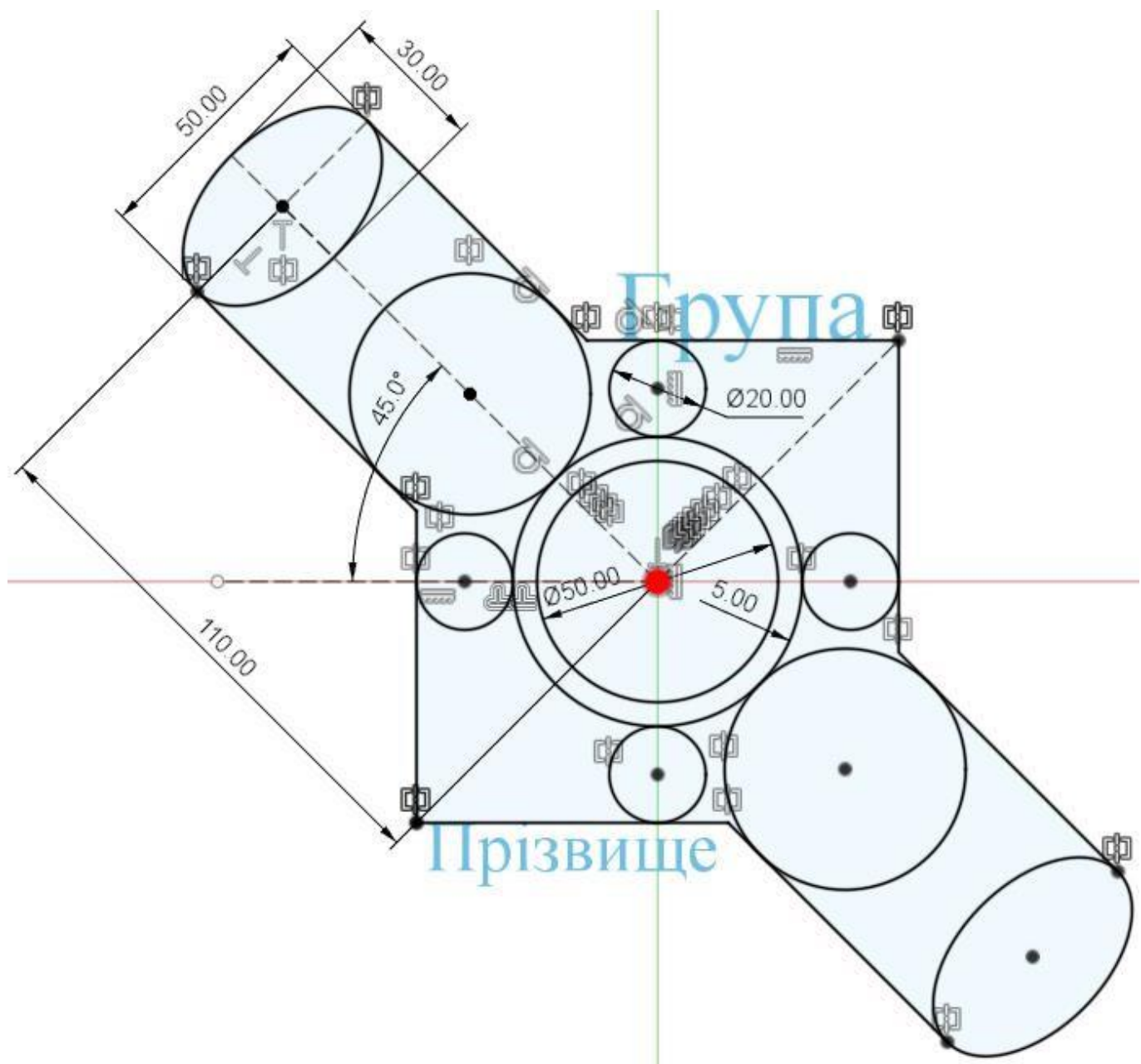
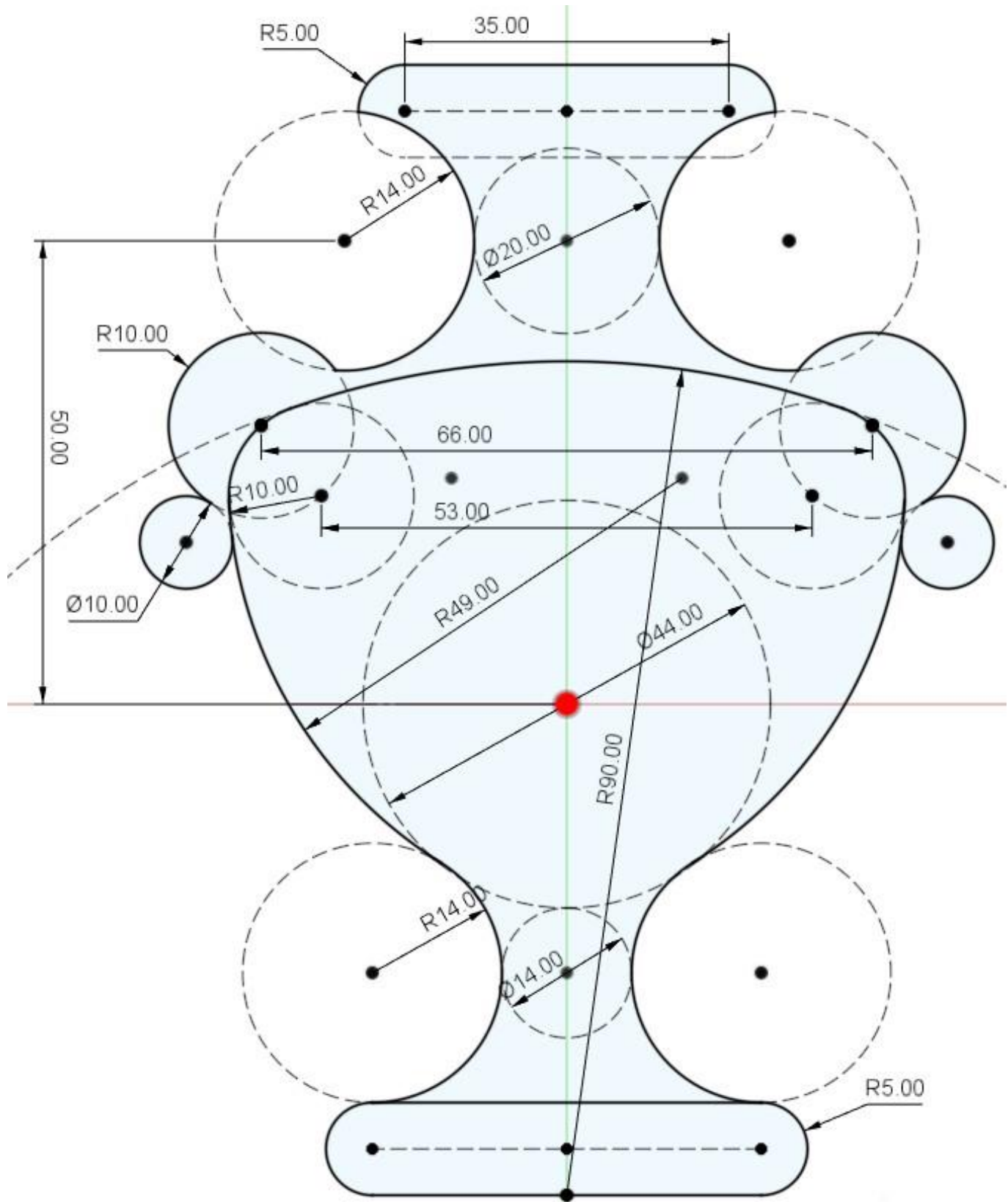


Рис. 3.3. Ескіз (завдання №2)

Завдання №3 для самостійного виконання (підвищеної складності)

Побудувати ескіз, який зображено на рисунку 3.4. Проставити всі необхідні розміри та обмеження щоб визначити положення ескізу відносно початку координат (червона точка). При правильному виконанні ескізу і

визначенні його положення на площині всі його лінії повинні бути чорного кольору.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.02/***:***/ ВК*,**-2024
------------------------------------	--	--

Рис. 3.4. Ескіз (завдання №3)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

Практична робота №4

Твердотіле моделювання

Мета роботи: Ознайомитись з інструментарієм для побудови примітивних 3D твердих тіл та тіл на основі створених ескізів на площині в середовищі AUTODESK FUSION 360.

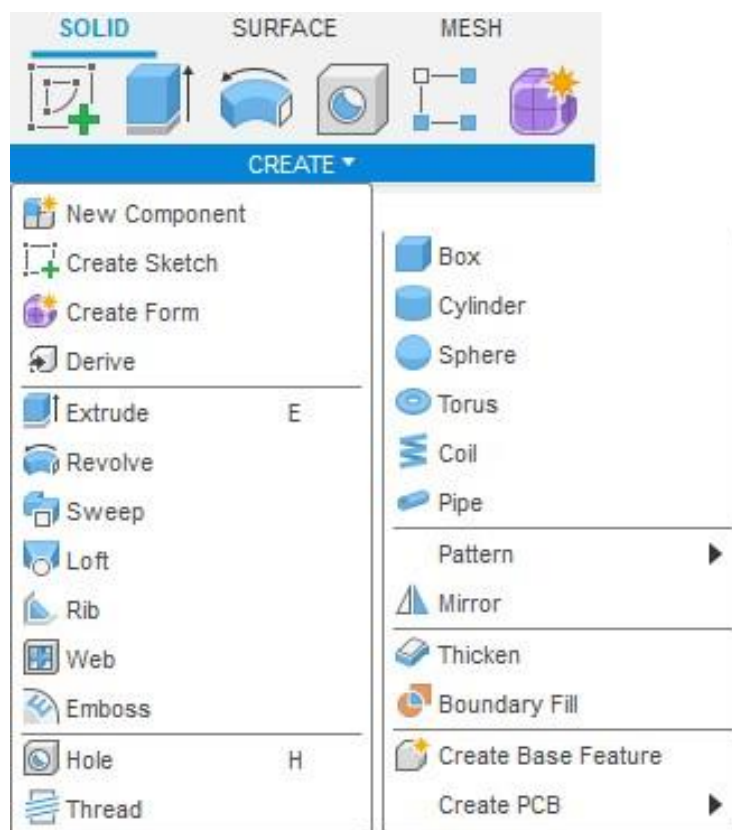
Вкладка Solid містить традиційні інструменти твердотілого моделювання та підтримує як параметричний, так і твердотільний режими моделювання. Інструменти твердотілого моделювання можна використовувати для створення та зміни тривимірних твердих тіл із ескізів або примітивів.

Якщо ваша конструкція вимагає рухливості, ви можете визначити з'єднання та рух між різними компонентами.

Меню CREATE

Почнемо з меню «CREATE» на інструментальній панелі твердотілого моделювання «SOLID» (рис. 4.1).

Рис.



4.1. Меню «CREATE»

Примітиви (**Box; Cylinder; Sphere; Torus; Coil; Pipe**) дозволяють створити тіла без створення ескізів. Для створення примітиву виберіть потрібний примітив, потім виберіть опорну площину і задайте розміри у вікні. Розглянемо з прикладу тора (рис.4.2).

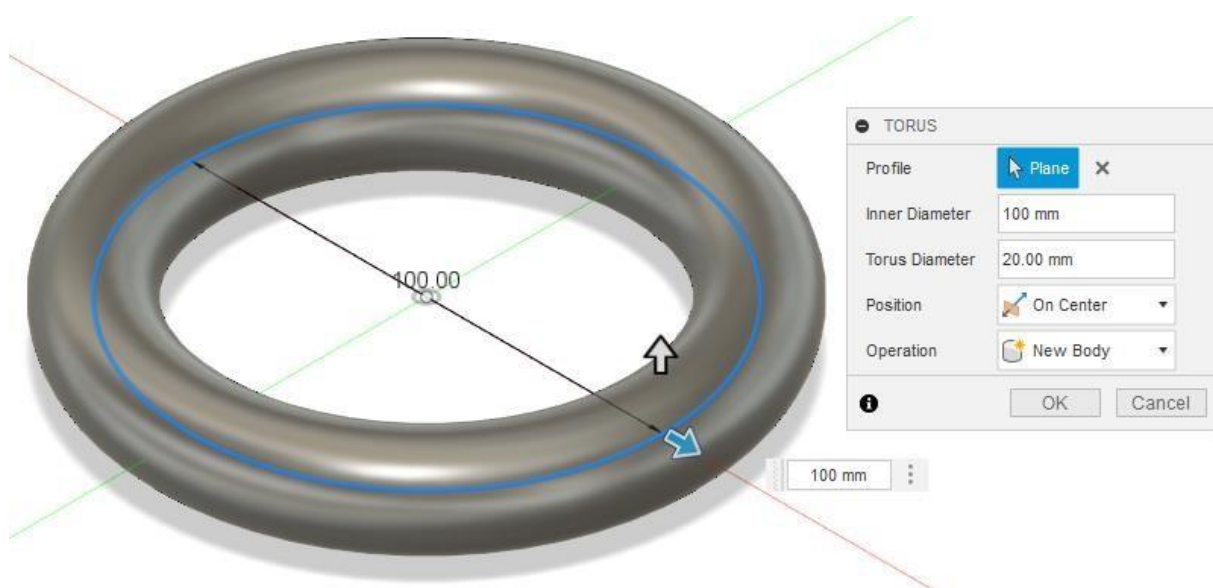
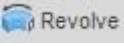


Рис. 4.2. Побудова примітиву Torus

Всі примітиви будуються подібно, спочатку вибираємо опорну площину, потім задаємо розміри.

Основні операції будь-якого тривимірного моделювання створюються на основі попередньо підготовленої геометрії **Sketch**.

Extrude  – дозволяє видавлювати/видаляти матеріал за нормаллю до вибраного ескізу.

Revolve  – видавлює/видаляє матеріал, обертаючи ескіз щодо вибраної осі.

Sweep  – видавлює/видаляє матеріал, переміщуючи ескіз профілю по ескізу траєкторії (необхідно два взаємно ортогональні ескізи).

Loft  – видавлює/видаляє матеріал, з'єднуючи два віддалені один від одного ескізи (необхідно два ескізи).

Приклад виконання операції **Extrude** представлено на рисунку 4.3. Напроти напису Profile вибирається один або кілька ескізів, які потрібно видавити. Operation – дозволяє вибрати тип видавлювання. Також на малюнку видно, що є вибір між Body і Component. Component – може брати участь у збірці та містити у собі кілька Body.

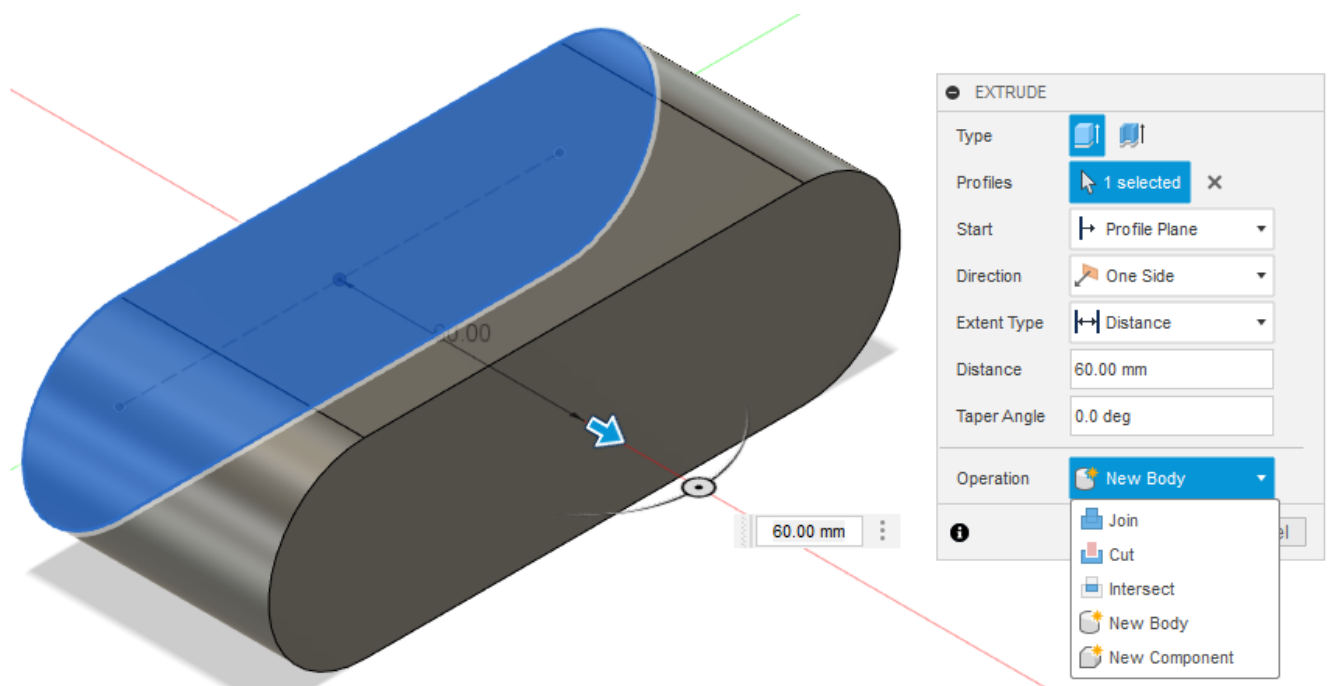
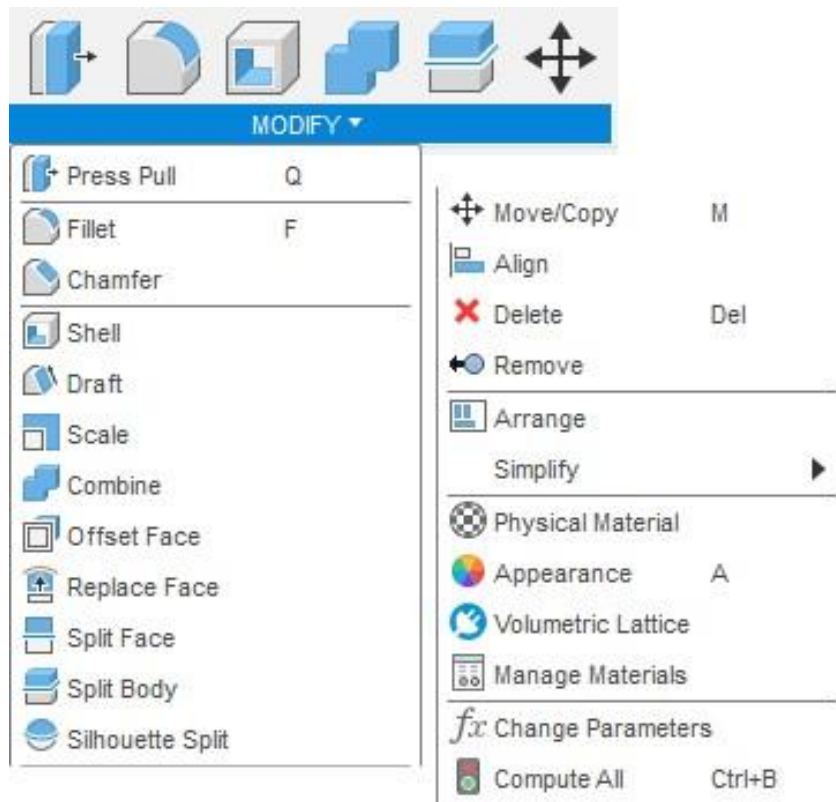


Рис.

Рис. 4.3. Операція Extrude

Меню MODIFY

MODIFY дозволяє змінювати створену раніше твердотільну геометрію (рис. 4.4).



4.4. Меню «MODIFY»

Press Pull – змінює розмір граней, тіл, заокруглень, фасок, отворів та іншої геометрії. Точна поведінка залежить від обраної геометрії. Ви можете створити заокруглення або радіус на кромках, створити екструзії з ескізів та зміщувати існуючі грані.

Fillet – округлює кромки твердого тіла, додаючи матеріал до внутрішніх кромок та видаляючи матеріал із зовнішніх кромок. Можна використовувати команду **Press Pull** для зміни існуючих округлень.

Chamfer – скошує кромки твердого тіла, додаючи матеріал до внутрішніх кромок та видаляючи матеріал із зовнішніх кромок. Можна використовувати команду **Press Pull** для зміни існуючих фасок.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ БК2.х-2022
------------------------------------	---	--

Shell – створює тонкостінне тверде тіло, видовбуючи його внутрішню частину. Ви можете використовувати її для видалення матеріалу із внутрішньої частини твердого тіла, створюючи порожнину зі стінками заданої товщини. Зміщувати стінки твердого тіла усередину, назовні або в обох напрямках. Створити порожнє тверде тіло або видалити грані, щоб сформувати отвір.

Draft – застосовує фіксований або роздільний кут повороту плоских граней на твердому тілі.

Scale – збільшує чи зменшує розмір твердих тіл.

Combine – з'єднує, розрізає чи перетинає тверді тіла.

Завдання для самостійного виконання

Побудувати деталь креслення якої зображено на рисунку 4.5. Детальна покрокова послідовність побудови деталі наведена нижче, але за бажанням студент може самостійно побудувати деталь з об'єднанням декількох кроків в один, для пришвидшення побудови і мінімізації використовуваних інструментів. При побудові звертати увагу на визначеність ескізів.

Рис.

МВС.2017.000.000-01		Креслення		Масштаб		1:1	
				Лист	Маса	Архив 1	Архив 1
ЖДТУ зр. МС-128М		Копія		Формат А3			
Знак		№ докум.		Підп.		Дата	
Розроб.		Оптимізацій		07.09		07.09	
Перев.		Мельник		03.09		03.09	
Н. конпр.		Мельник		04.09		04.09	
Затв.		Степан		05.09		05.09	

Technical drawing of a mechanical part, showing multiple views (front, top, and section A-A) and dimensions. The drawing includes a title block with the following information:

- Document Number: МВС.2017.000.000-01
- Scale: 1:1
- Format: А3
- Author: Мельник
- Reviewer: Мельник
- Approval: Степан
- Issue Date: 05.09

The drawing shows a complex mechanical part with various features and dimensions:

- Front View: Shows a base with a central hole of diameter $\Phi 30$ and a top flange with a diameter of $\Phi 110$. The base has a width of 60 and a height of 30. The top flange has a thickness of 10 and a central hole of diameter $\Phi 50$. The part is symmetrical about a vertical axis.
- Top View: Shows a circular base with a diameter of $\Phi 110$ and a central hole of diameter $\Phi 30$. The base has a width of 60 and a height of 30. The top flange has a diameter of $\Phi 50$ and a thickness of 10. The part is symmetrical about a vertical axis.
- Section A-A: Shows a cross-section of the part, revealing internal features. The base has a width of 60 and a height of 30. The top flange has a diameter of $\Phi 110$ and a thickness of 10. The central hole has a diameter of $\Phi 30$. The part is symmetrical about a vertical axis.

4.5. Креслення деталі

1. На площині XY (зверху) створіть SKETCH (ескіз) Початок координат повинен знаходитися в центрі ескізу.. За допомогою інструменту Extrude витягнути створений ескіз на відстань **20 мм** (рис. 4.6).

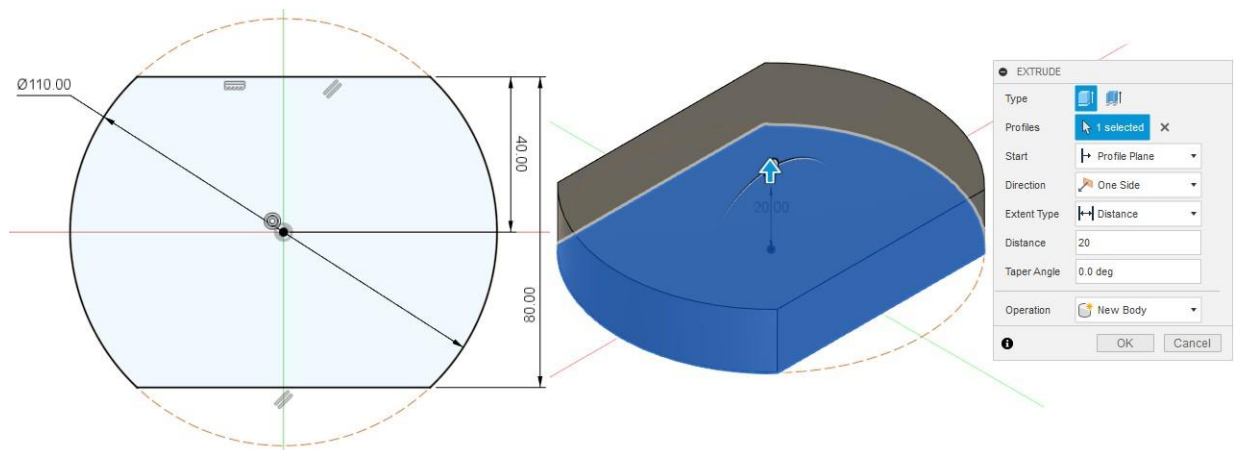


Рис. 4.6. Ескіз №1 та його видавлювання

2. На верхній грані створеної основи побудуйте ескіз. Даний ескіз містить два контури (шестикутник у центрі і прямокутні ділянки по боках), які потрібно видавити на різні відстані. За допомогою інструмента Extrude витягніть контур шестикутника на висоту 20 мм та натисніть ОК. Ще раз виберіть створений ескіз для витягування контурів зліва і справа шестикутника на висоту 10 мм (рис. 4.7).

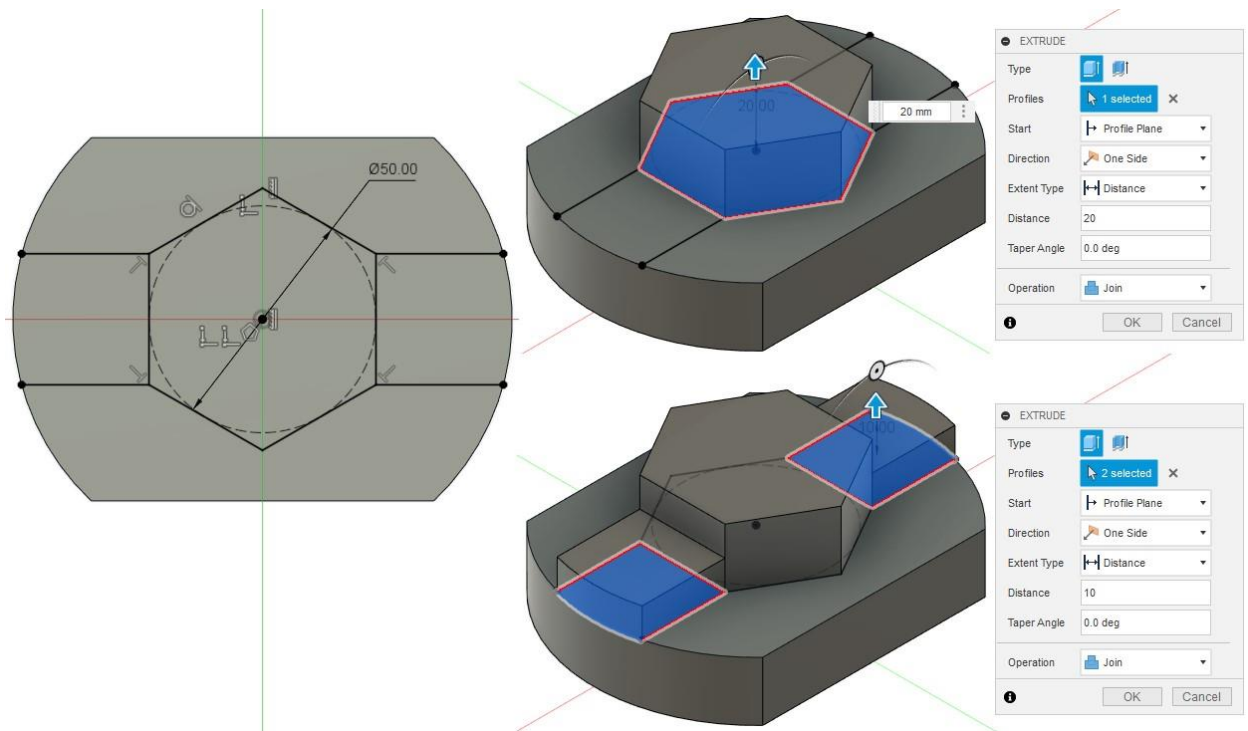


Рис. 4.7. Ескіз №2 та його видавлювання

3. На верхній грані шестикутника побудуйте ескіз (рис. 4.8). За допомогою інструмента Revolve оберніть створений ескіз навколо центральної лінії.

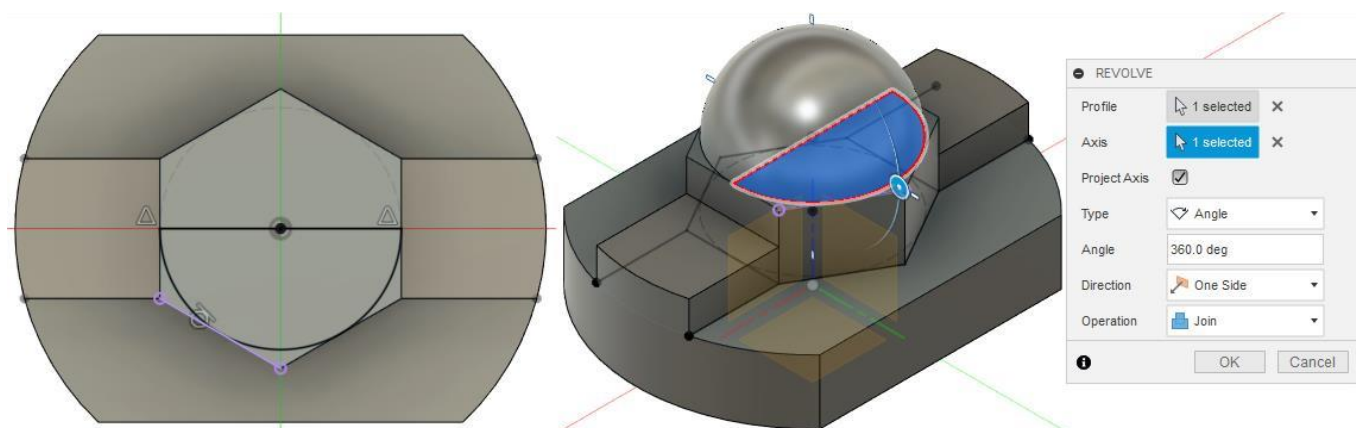


Рис. 4.8. Ескіз №3 та його обертання

4. Для побудови ребра з правої сторони деталі створіть ескіз на площині XZ (спереду). За допомогою інструменту Extrude витягніть створений ескіз симетрично площини ескізу на загальну відстань 10 мм (рис. 4.9).

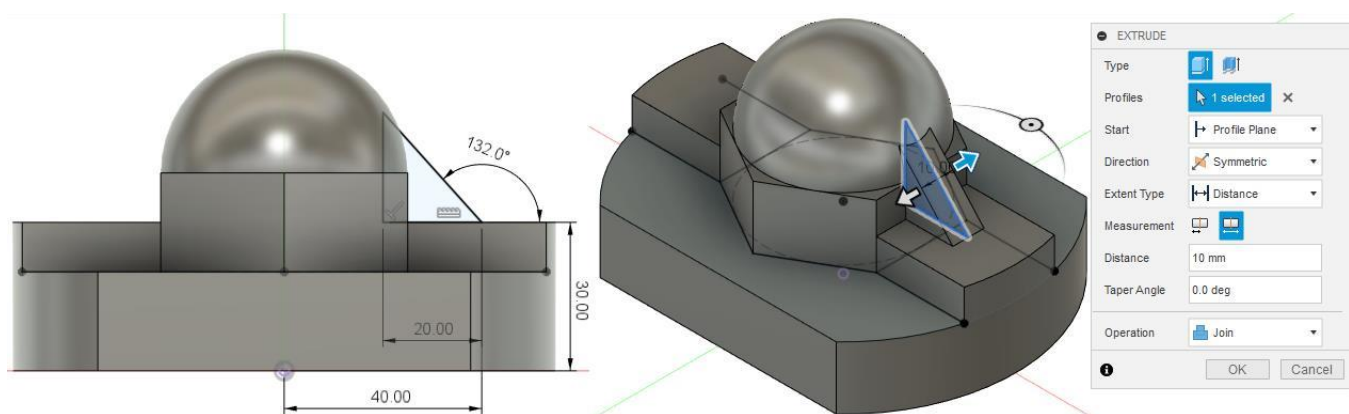


Рис. 4.9. Ескіз №4 та його видавлювання

5. Центральний отвір діаметром 30 мм, 4 отвори діаметром 10 мм та прорізи знаходяться в одній площині та проходять через тіло всієї деталі. Тому на нижній грані деталі створюємо ескіз (рис. 4.10). За допомогою інструменту Extrude виріжте всі контури ескізу наскрізь.

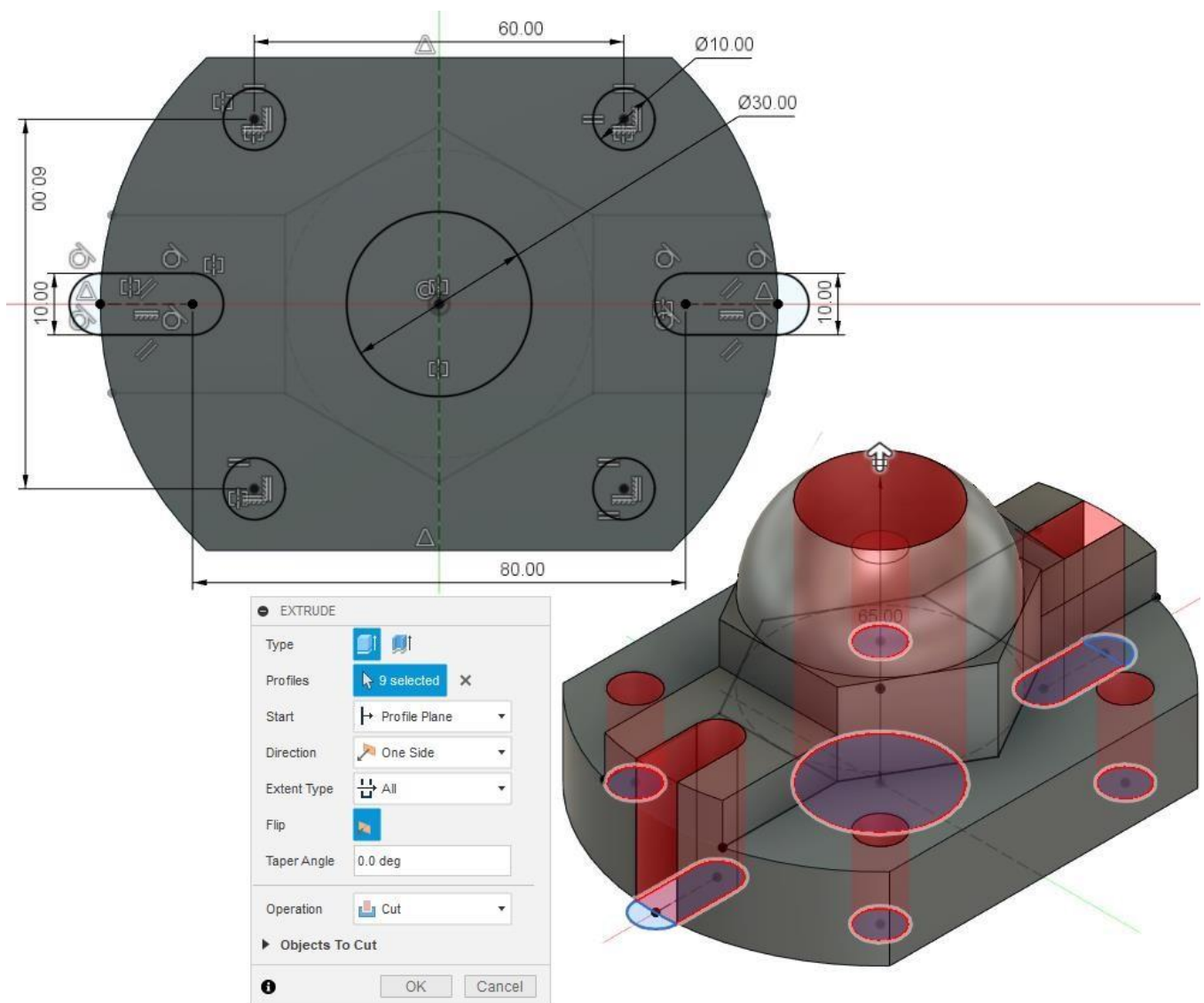


Рис. 4.10. Ескіз №5 та його вирізання

6. На боковій грані деталі створіть ескіз квадрату та за допомогою інструменту Extrude виріжіть квадратний отвір наскрізь (рис. 4.11).

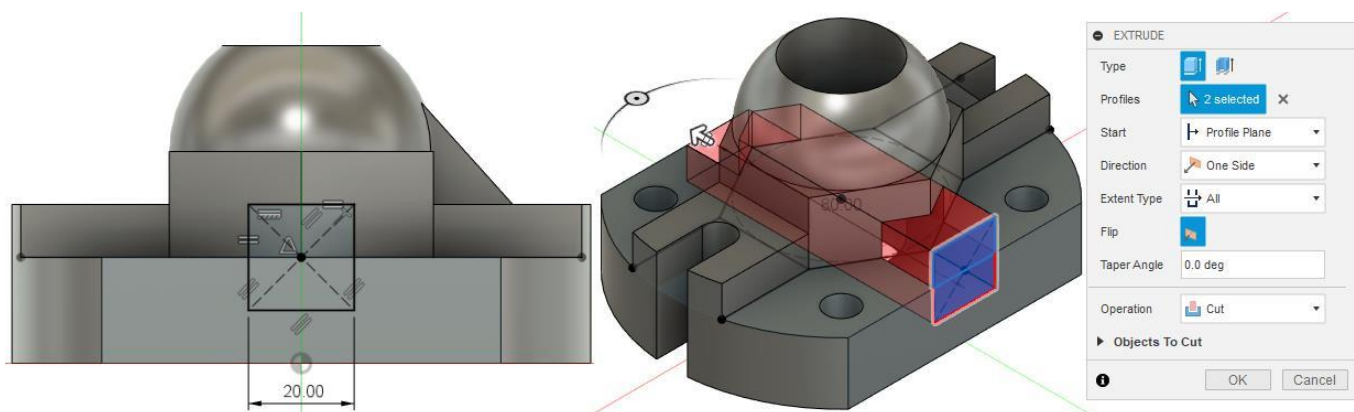


Рис. 4.11. Ескіз №6 та його вирізання

7. Для побудови прорізи створимо ескіз на нижній грані деталі. У налаштуваннях для вирізання прорізи задайте зміщення площини початку вирізу на -20 мм, та глибину вирізання наскрізь або -40 мм (рис. 4.12).

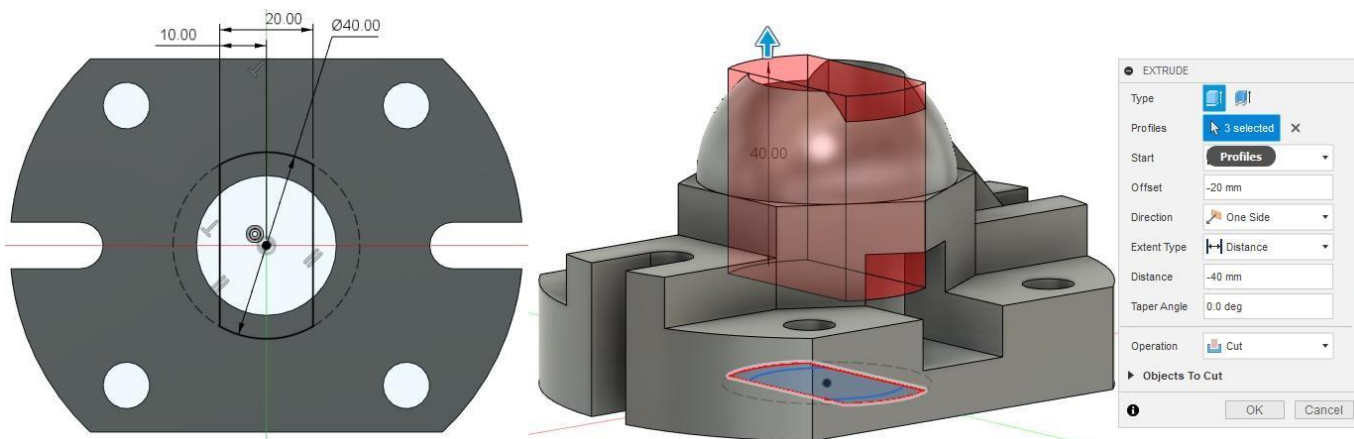


Рис. 4.12. Ескіз №7 та його вирізання

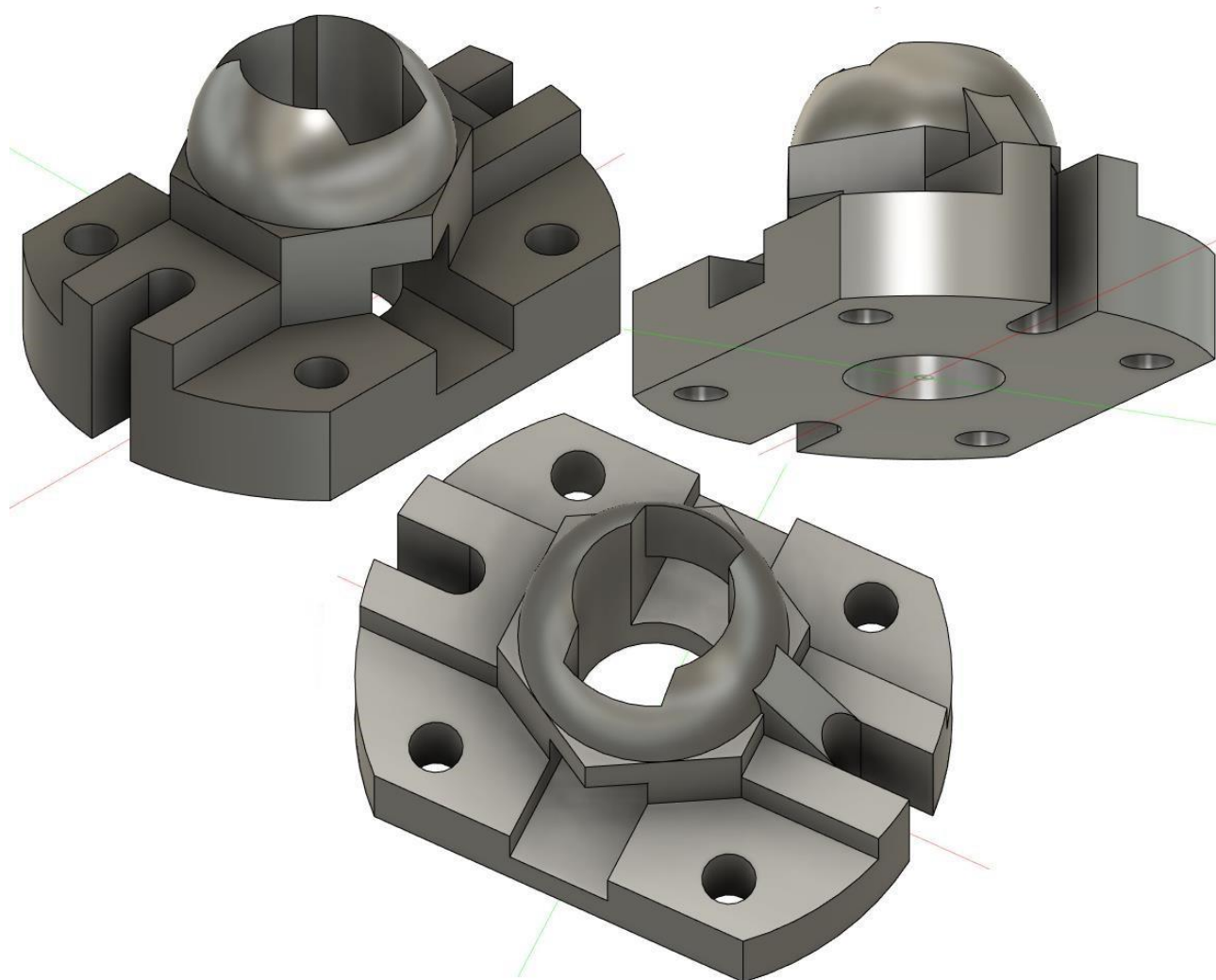
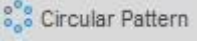


Рис. 4.13. Готова деталь
Практична робота №5

Лінійні та кругові масиви

Мета роботи: Ознайомитись з 2D та 3D інструментарієм для побудови лінійних та кругових масивів в середовищі AUTODESK FUSION 360.

Лінійні масиви можна використовувати для створення кількох екземплярів одного або кількох елементів, які можна розмістити на однаковій відстані вздовж однієї або двох траєкторій. Круговий масив – це безліч елементів, розташованих по колу. FUSION 360 дозволяє виконувати лінійні –  Rectangular Pattern «Rectangular

Pattern» та кругові  «Circular Pattern» масиви як на рівні ескізів «SKETCH», так і на рівні твердих тіл «SOLID».

При виконанні даної практичної роботи буде розглянуто виконання масивів як на рівні ескізів так і на рівні твердих тіл.

Завдання 1 (Лінійний масив) Послідовність виконання завдання

1. Згідно свого варіанту (таблиця 5.1) на площині «XY» побудувати ескіз прямокутника з заданими розмірами. За допомогою інструмента  «Extrude» - видавити створений ескіз на 5 мм.

2. На верхній грані створіть новий ескіз. Відступивши від верхнього та лівого країв на 10 мм побудувати контур майбутнього отвору (рис. 5.1), профіль якого задано за варіантом (рис.5.4).

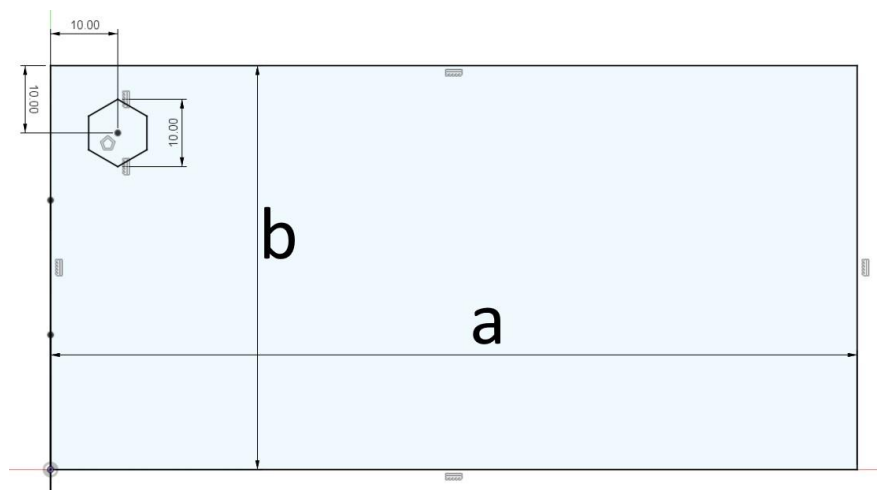
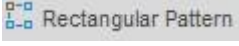


Рис. 5.1. Побудова ескізу

3. Скористайтесь інструментом  «Rectangular Pattern» - лінійний масив панелі інструментів «SKETCH», щоб зробити масив отвору по горизонталі (вздовж сторони «а») з кроком 20 мм. Кількість елементів підібрати самостійно так, щоб заповнити місце по всій довжині.

4. За допомогою інструмента  «Extrude» - вирізати створений ескіз. Результат вирізання зображено на рисунку 5.2.



Рис. 5.2. Видавлювання контуру

5. Скориставшись інструментом  «Rectangular Pattern» - лінійний масив панелі інструментів «**SOLID**» створіть масив отворів вздовж іншої сторони прямокутника з кроком 20 мм. Кількість елементів підібрати самостійно.



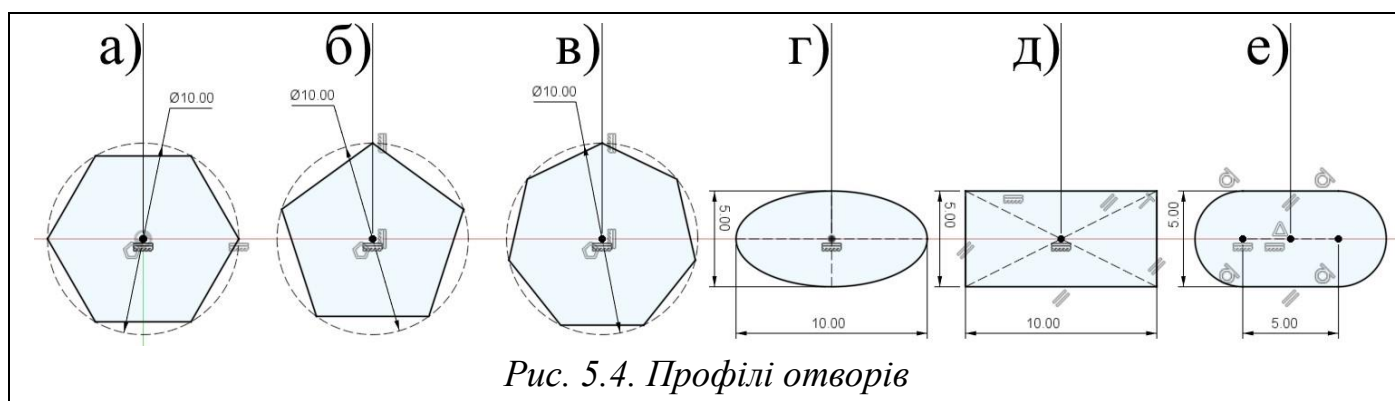
Рис. 5.3. Приклад виконаного завдання

Таблиця 5.1. – Варіанти завдань

Варіант	Ширина пластини – а, мм	Висота пластини – b, мм	Профіль для масиву за рис. 5.4
1.	60	220	а)
2.	80	200	б)
3.	100	180	в)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	--	--

4.	120	160	г)
5.	140	140	д)
6.	60	120	е)
7.	80	100	а)
8.	100	80	б)
9.	120	60	в)
10.	140	40	г)
11.	60	40	д)
12.	80	60	е)
13.	100	80	а)
14.	120	100	б)
15.	140	120	в)
16.	60	140	г)
17.	80	160	д)
18.	100	180	е)
19.	120	200	а)
20.	140	220	б)
21.	60	60	в)
22.	80	80	г)
23.	100	100	д)
24.	120	120	е)
25.	140	140	а)
26.	60	100	б)
27.	80	120	в)
28.	100	140	г)
29.	120	160	д)
30.	140	180	е)



Завдання 2 (Круговий масив) Послідовність виконання завдання

1. Згідно свого варіанту (таблиця 5.2) обрати і побудувати ескіз (рис. 5.5) з вказаними з вказаними у таблиці розмірами і кількістю елементів для масиву. При побудові контуру ескізу використати інструмент  «Circular Pattern» - круговий масив панелі інструментів «SKETCH».

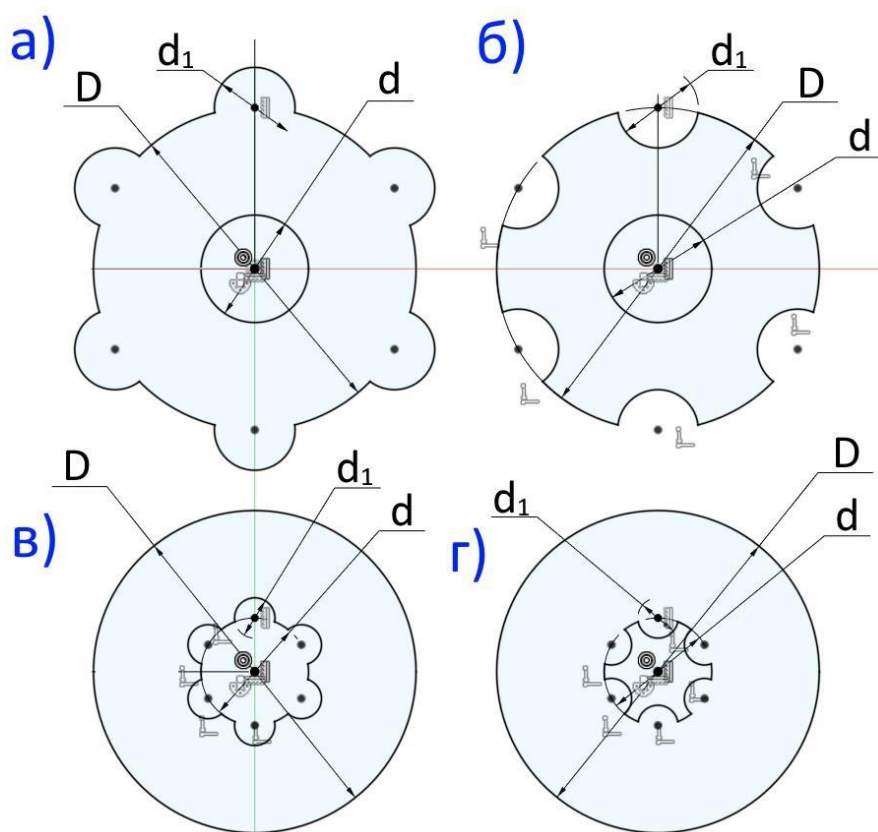


Рис. 5.5. Контур деталі

2. За допомогою інструмента  «Extrude» - видавити створений ескіз на 10 мм. Результат видавлювання зображено на рисунку 5.6.

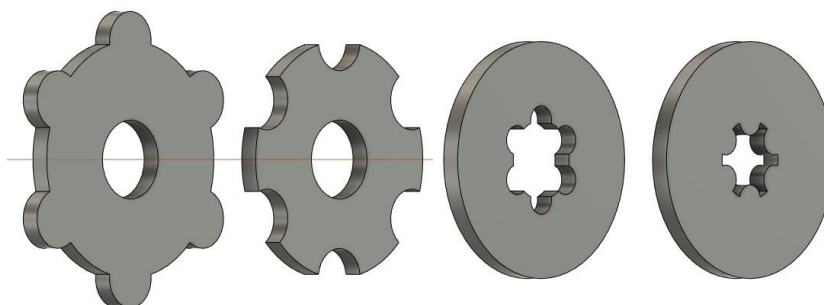


Рис. 5.6. Видавлювання контуру

3. На передній грані отриманого елемента побудувати ескіз прорізи. Форму (рис. 5.7) та розміри прорізи прийняти за варіантом.

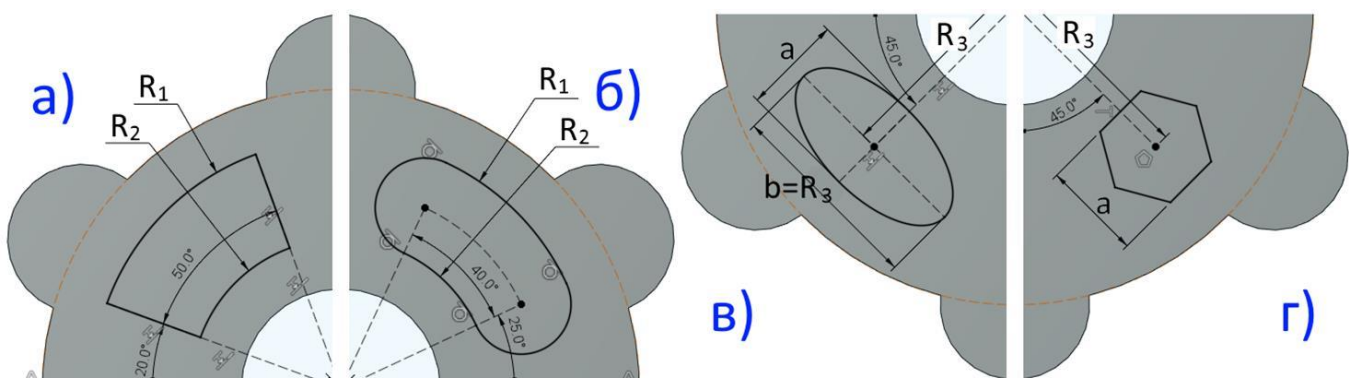


Рис. 5.7. Вид та розміри прорізи

4. За допомогою інструмента  «Extrude» - вирізати створений ескіз наскрізь. Приклад результату вирізання зображено на рисунку 5.8.

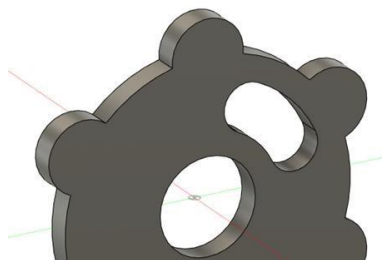


Рис. 5.8. Прорізь

5. Скориставшись інструментом  «Circular Pattern» - круговий масив панелі інструментів «**SOLID**» створіть вказану по варіанту кількість прорізів з рівним кроком між ними. Приклад налаштувань зображено на рисунку 5.9.

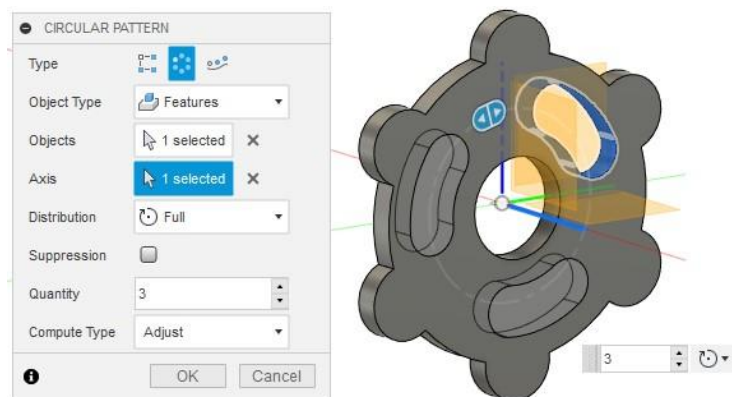


Рис. 5.9. Круговий масив прорізі

Таблиця 5.2. – Варіанти завдань

№ в.	Ескіз по рис. 5.5	D, мм	d, мм	d ₁ , мм	Кількість елементів	Ескіз по рис. 5.7	R ₁ , мм	R ₂ , мм	R ₃ , b мм	a, мм	Кількість елементів
1.	а	120	10	30	6	а	50	20			4
2.	б	120	20	25	5	а	40	25			4
3.	в	120	30	5	4	а	45	25			4
4.	г	120	40	10	6	а	35	30			3
5.	а	120	10	25	5	б	50	20			3
6.	б	120	20	30	4	б	40	25			3
7.	в	120	30	10	6	б	45	30			2
8.	г	120	40	5	5	б	35	30			2
9.	а	130	10	30	4	в			35	30	2
10.	б	130	20	25	6	в			35	20	4
11.	в	130	30	5	5	в			35	20	4
12.	г	130	40	10	4	в			35	30	4
13.	а	130	10	25	6	г			35	30	3
14.	б	130	20	30	5	г			35	20	3
15.	в	130	30	10	4	г			35	20	3
16.	г	130	40	5	6	г			35	30	2
17.	а	140	10	35	5	а	50	20			2
18.	б	140	20	30	4	а	40	25			2
19.	в	140	30	5	6	а	45	25			4
20.	г	140	40	10	5	а	35	30			4
21.	а	140	10	30	4	б	50	20			4
22.	б	140	20	35	6	б	40	25			3
23.	в	140	30	5	5	б	45	30			3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	---

24.	г	140	40	10	4	б	55	30			3
25.	а	150	10	35	6	в			35	30	2
26.	б	150	20	30	5	в			35	20	2
27.	в	150	30	10	4	в			35	20	2
28.	г	150	40	5	6	в			35	30	4
29.	а	150	10	30	5	г			35	30	3
30.	б	150	20	35	4	г			35	20	2

Практична робота №6

Побудова тривимірної моделі деталі по траєкторії та перетинам

Мета роботи: Ознайомитись інструментарієм для побудови 3D-моделі деталі по траєкторії та перетинам в середовищі AUTODESK FUSION 360.

На цій практичній роботі розглядається побудова деталей складної конфігурації, котрі можна створити за допомогою інструментів  «Sweep» витягувати по траєкторії та  «Loft» витягувати по перерізам.

При використанні інструменту «Sweep» створюється елемент, бобишка, виріз або поверхня шляхом переміщення профілю по траєкторії згідно з такими правилами:

- Профіль основи повинен бути замкнутим для отримання твердоті лої деталі; для елемента поверхні по траєкторії профіль може бути замкнутим або розімкнутим;
- В якості напрямку може виступати розімкнута крива або замкнута;
- Напрямок може бути заданим безкінечною кількістю кривих, що містяться в одному ескізі, кривої або безліччю ребер моделі;
- Шлях повинен перетинати площину профілю;
- Ні переріз, ні траєкторія, ні отриманий в результаті елемент не можуть самоперехрещуватися;

Основний принцип побудови елементів з використанням інструменту «Loft» по перерізам полягає в плавному з'єднанні профілів перетину деталі, котрі

розміщуються на різних площинах. Профілі повинні бути замкнутими, а площини з профілями повинні бути розміщені на деяких відстанях один від одного (паралельно або під кутом).

При побудові «**Loft**» по перерізам обов'язково повинна бути напрямна крива. Якщо напрямна крива не була побудована в окремому ескізі, її роль виконує віртуальна крива, котра утворюється при виборі профілів в процесі побудови елемента. В якості напрямної кривої може виступати додатково побудована крива, яка перетинає профілі, або осьова лінія.

Завдання 1 («Sweep» витягувати по траєкторії) Послідовність виконання завдання

1. На площині «XY» побудувати переріз згідно свого варіанту (таблиця 6.1). Центр перерізу повинен співпадати з початком системи координат.
2. На площині «YZ» побудувати траєкторію для видавлювання згідно свого варіанту (таблиця 6.1).
3. Скориставшись інструментом  «**Sweep**» витягніть створений переріз вздовж траєкторії.

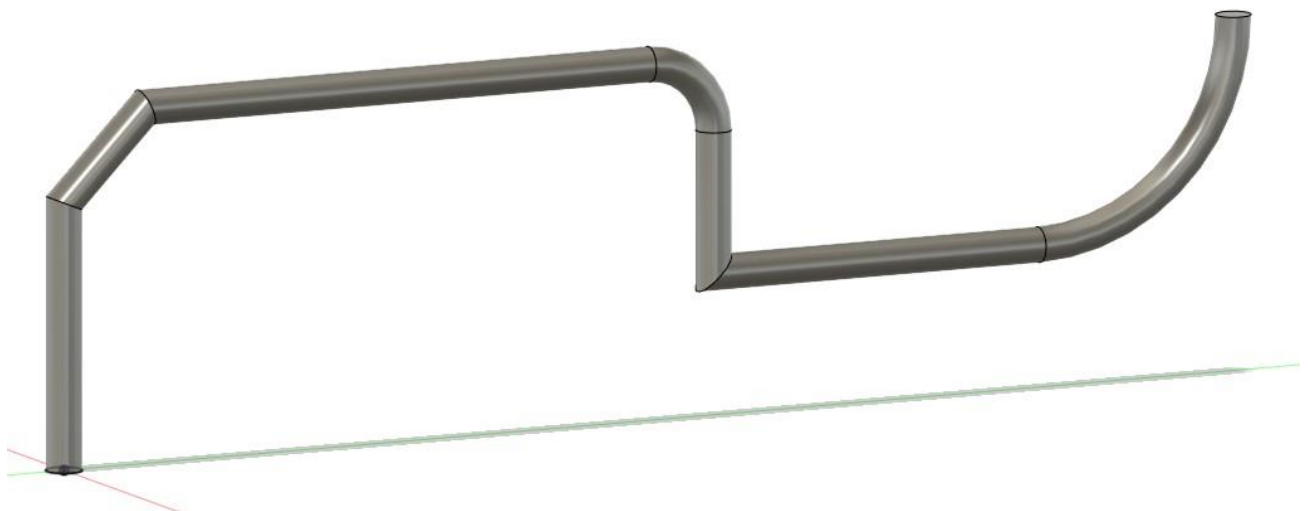
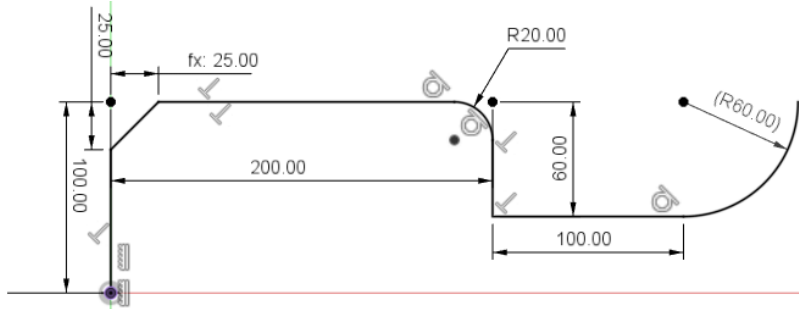
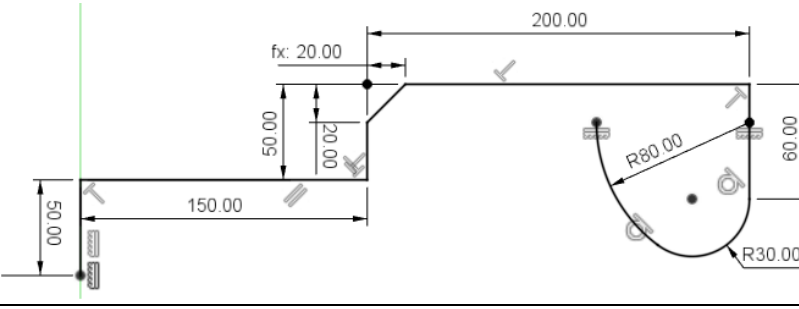
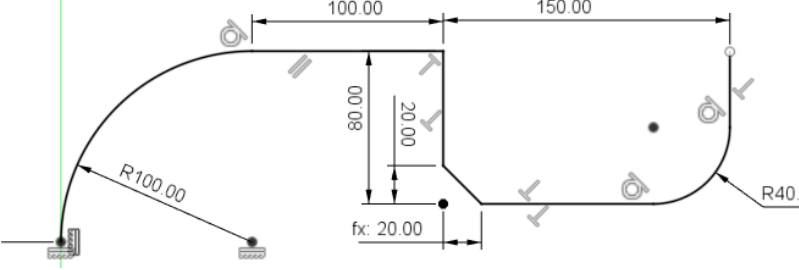
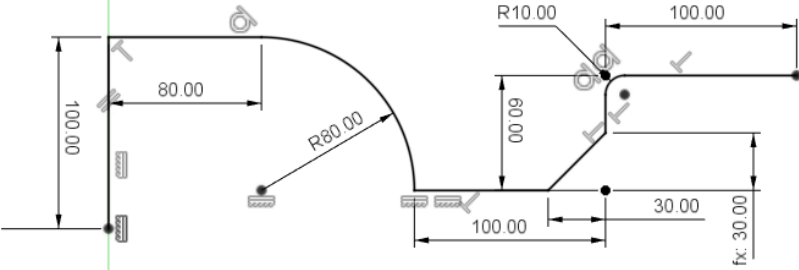
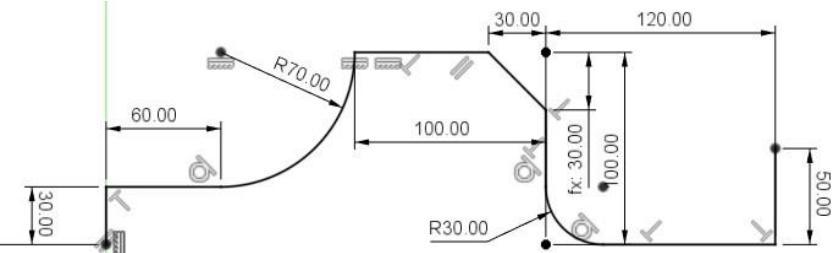
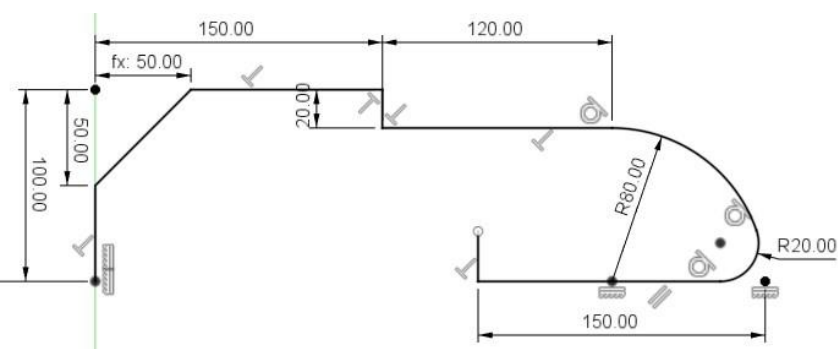


Рис. 6.1. Приклад виконаного завдання

Таблиця 6.1. – Варіанти завдань

№ в.	Тип перетину	Діаметр кола, сторона квадрата або діаметр описаного кола для багатокутника	Трасекторія
1.	Коло	20	
2.	Квадрат	25	
3.	Шестикутник	30	
4.	П'ятикутник	35	
5.	Трикутник	40	
6.	Коло	25	
7.	Квадрат	30	
8.	Шестикутник	35	
9.	П'ятикутник	40	
10.	Трикутник	20	
11.	Коло	30	
12.	Квадрат	35	
13.	Шестикутник	40	
14.	П'ятикутник	20	
15.	Трикутник	25	
16.	Коло	35	
17.	Квадрат	40	
18.	Шестикутник	20	
19.	П'ятикутник	25	
20.	Трикутник	30	
21.	Коло	40	
22.	Квадрат	20	
23.	Шестикутник	25	

24.	П'ятикутник	30	
25.	Трикутник	35	
26.	Коло	15	
27.	Квадрат	16	
28.	Шестикутник	17	
29.	П'ятикутник	18	
30.	Трикутник	19	

Завдання 2 («Loft» витягувати по перерізам) Послідовність

виконання завдання

1. За допомогою інструмента  «Offset Plane» - зміщена площина, який знаходиться на панелі інструментів «**SOLID**», створіть спочатку одну а потім другу площину, котрі будуть паралельними базовій площині «XY». Відстань між площинами прийняти згідно свого варіанту (таблиця 6.2).
2. На площині «XY» побудувати перетин 1 згідно свого варіанту (таблиця 6.2). Центр перетину – співпадає з початком системи координат.
3. На створеній площині 1 (середня площина) побудуйте перетин 2 згідно свого варіанту.
4. На створеній площині 2 (верхня площина) побудуйте перетин 3 згідно свого варіанту.
5. За допомогою інструмента  «**Loft**» послідовно оберіть побудовані перетини та створіть твердотілу деталь (рис. 6.2).

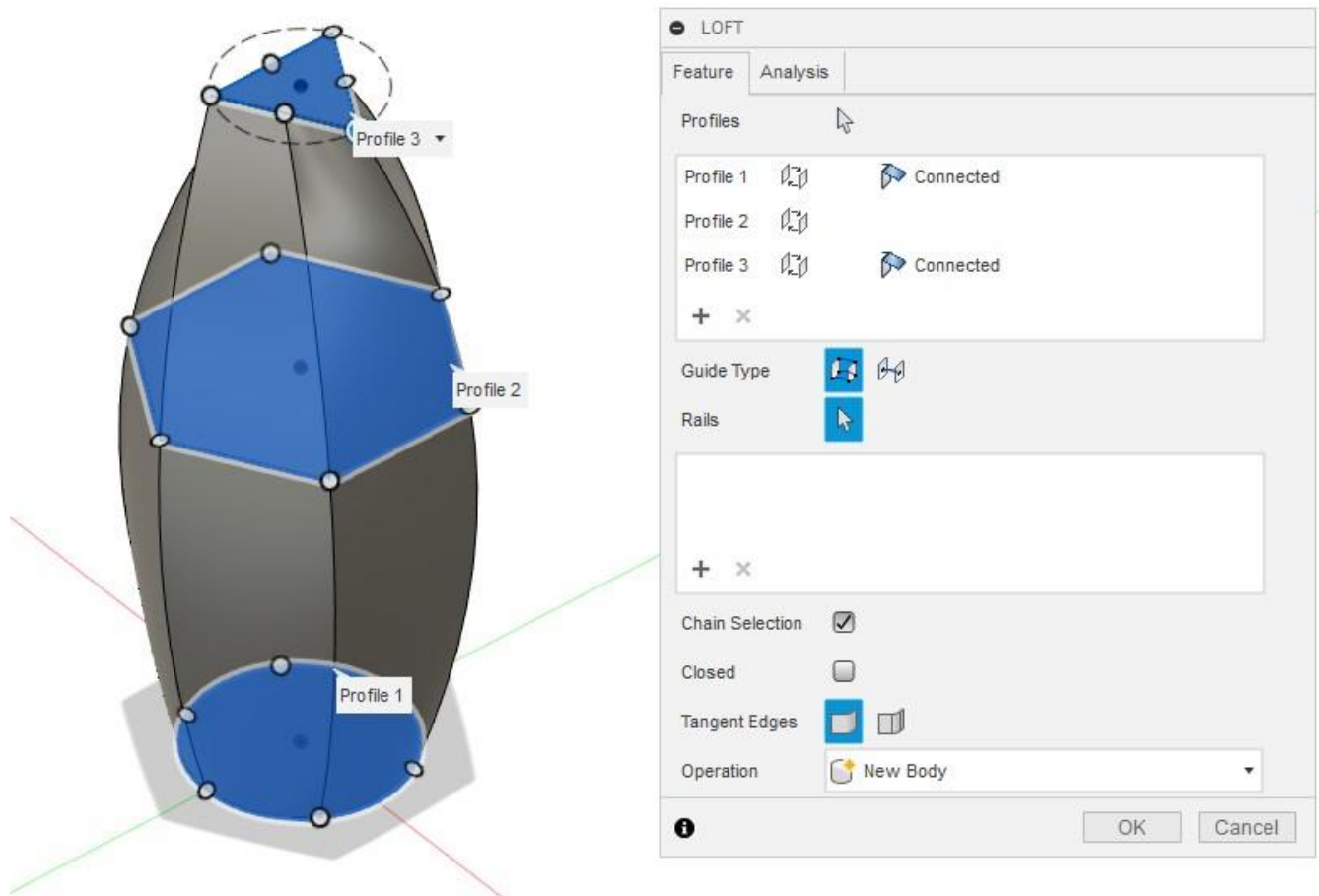


Рис. 6.2. Приклад виконаного завдання

Таблиця 6.2. – Варіанти завдань

№ в.	Відстань між перетинами		Перетин 1 Розмір: діаметр кола, сторона квадрата або діаметр описаного кола для багатокутника		Перетин 2 Розмір: діаметр кола, сторона квадрата або діаметр описаного кола для багатокутника		Перетин 3 Розмір: діаметр кола, сторона квадрата або діаметр описаного кола для багатокутника	
	1-2	2-3	тип	розмір	тип	розмір	тип	розмір
1.	25	65	шестикутник	10	коло	10	трикутник	30
2.	35	60	трикутник	12	квадрат	15	коло	20
3.	45	55	коло	14	п'ятикутник	20	шестикутник	10
4.	55	50	квадрат	16	шестикутник	10	п'ятикутник	30
5.	65	45	п'ятикутник	18	трикутник	15	квадрат	20
6.	20	40	шестикутник	20	коло	20	трикутник	10
7.	30	35	трикутник	22	квадрат	10	коло	30
8.	40	30	коло	24	п'ятикутник	15	шестикутник	20
9.	50	25	квадрат	26	шестикутник	20	п'ятикутник	10

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

10.	30	50	п'ятикутник	28	трикутник	10	квадрат	30
11.	25	20	шестикутник	30	коло	15	трикутник	20
12.	35	25	трикутник	10	квадрат	20	коло	10
13.	45	30	коло	12	п'ятикутник	10	шестикутник	30
14.	55	35	квадрат	14	шестикутник	15	п'ятикутник	20
15.	65	40	п'ятикутник	16	трикутник	20	квадрат	10
16.	20	45	шестикутник	18	коло	10	трикутник	30
17.	30	50	трикутник	20	квадрат	15	коло	20
18.	40	55	коло	22	п'ятикутник	20	шестикутник	10
19.	50	60	квадрат	24	шестикутник	10	п'ятикутник	30
20.	60	65	п'ятикутник	26	трикутник	15	квадрат	20
21.	25	45	шестикутник	28	коло	20	трикутник	10
22.	35	50	трикутник	30	квадрат	10	коло	30
23.	45	55	коло	10	п'ятикутник	15	шестикутник	20
24.	55	60	квадрат	12	шестикутник	20	п'ятикутник	10
25.	65	65	п'ятикутник	14	трикутник	10	квадрат	30
26.	20	20	шестикутник	16	коло	15	трикутник	20
27.	30	25	трикутник	18	квадрат	20	коло	10
28.	40	30	коло	20	п'ятикутник	10	шестикутник	30
29.	50	35	квадрат	22	шестикутник	15	п'ятикутник	20
30.	60	40	п'ятикутник	24	трикутник	20	квадрат	10

Практична робота №7

Виконання 3D моделей простих деталей

Мета роботи: Розвинути просторове уявлення, сформувати навички побудови 3D моделей деталей на основі креслень в середовищі AUTODESK FUSION 360.

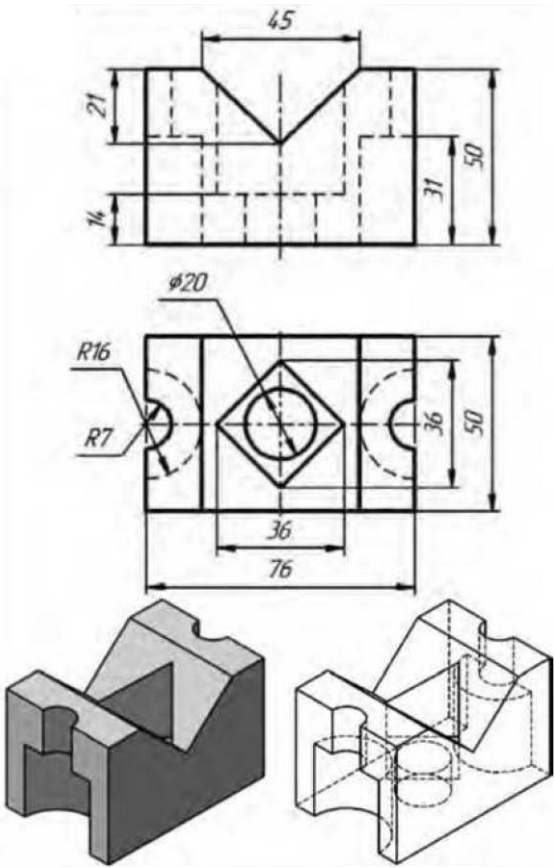
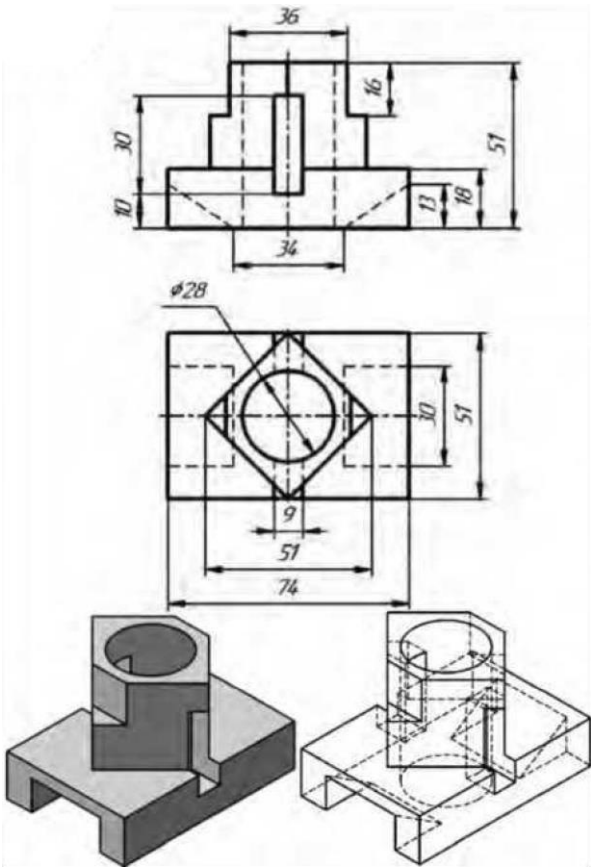
Вказівки до виконання роботи

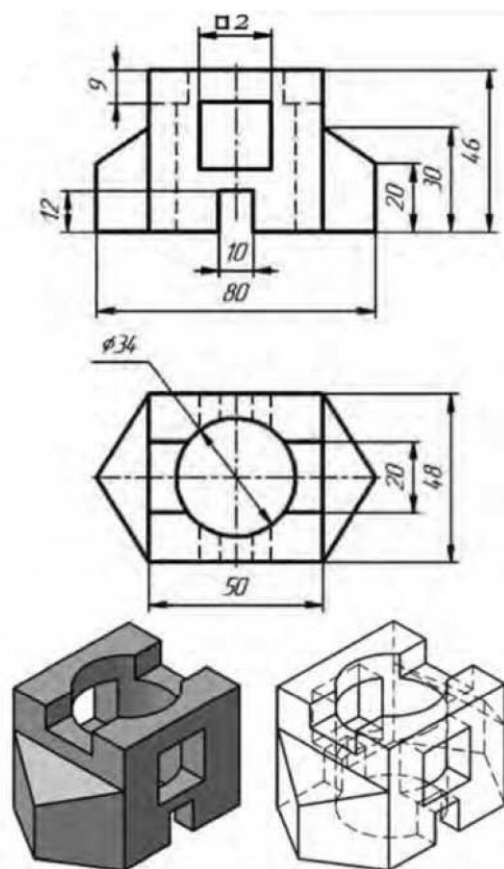
В кожному варіанті приведені два види заданої деталі – головний вид і вид зверху, вказані розміри всіх його елементів. Крім того, для полегшення читання

креслення деталі приведені і його тривимірні зображення – одне в кольорі, а друге у каркасному представленні. На кресленні і в каркасному представленні невидимі лінії деталі зображені у вигляді пунктирних ліній.

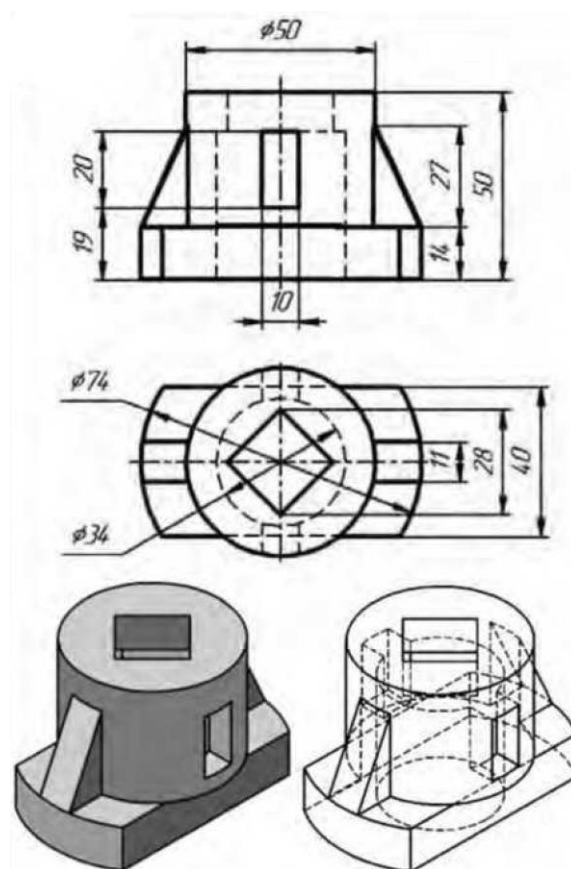
У відповідності з вказаним варіантом виконати 3D модель деталі за допомогою засобів AUTODESK FUSION 360. Одержана деталь і повинна повністю відповідати завданню.

Варіанти завдань

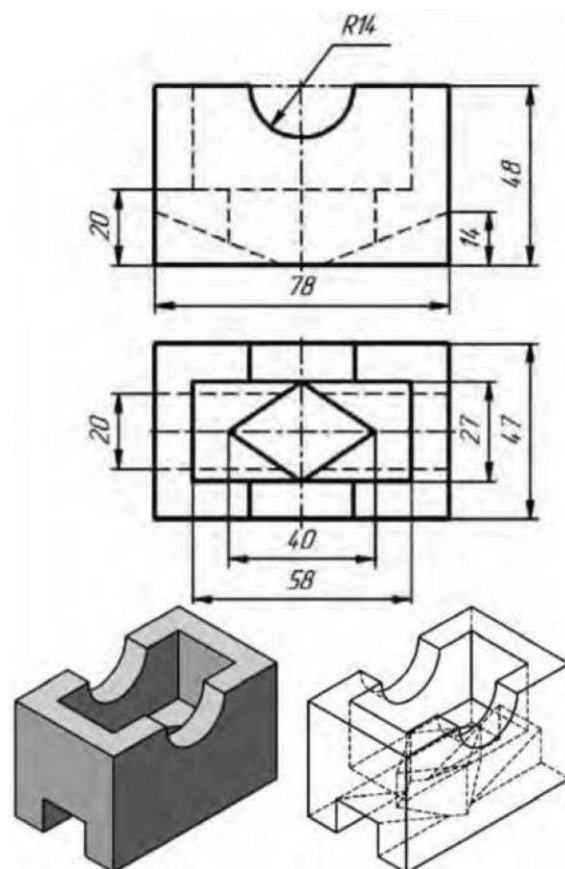
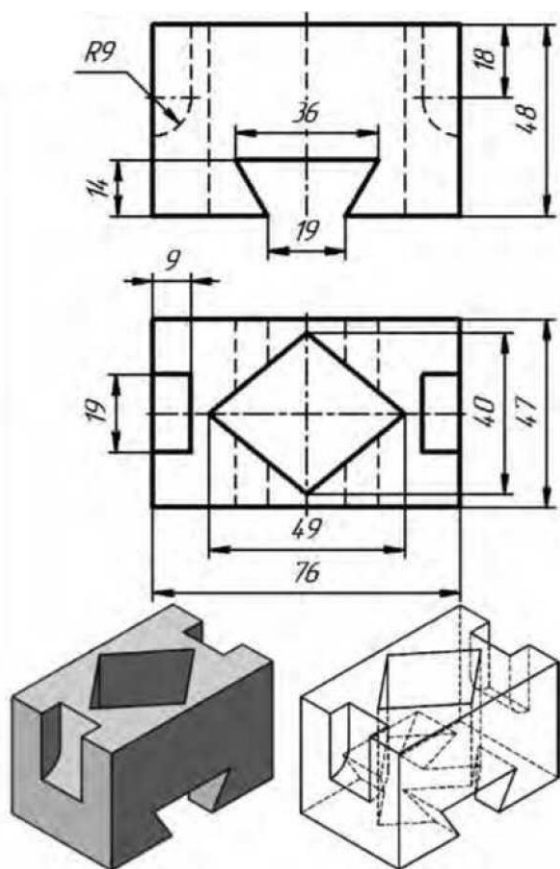
Варіант 1	Варіант 2
	
Варіант 3	Варіант 4



Варіант 5

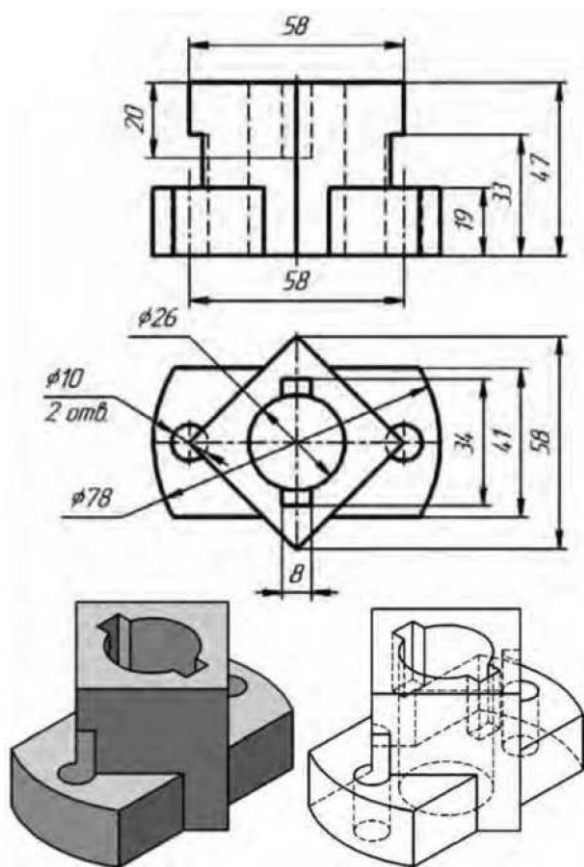


Варіант 6

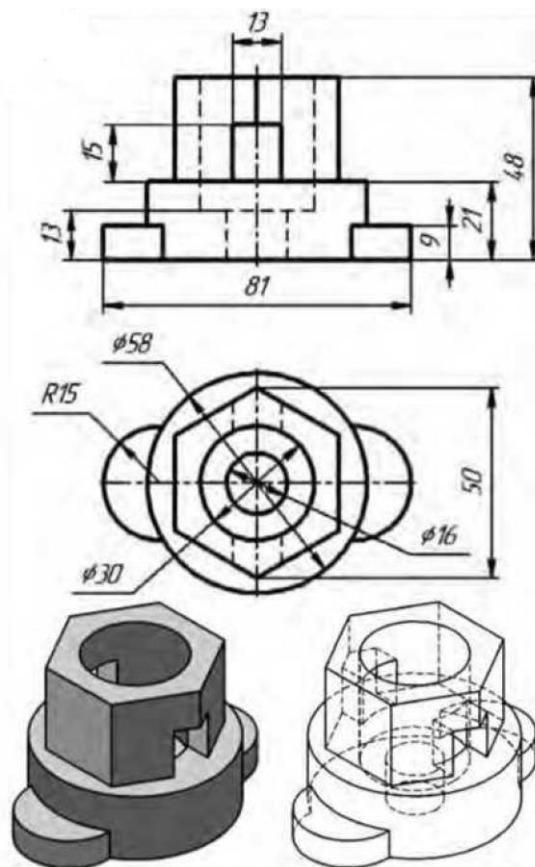


Варіант 7

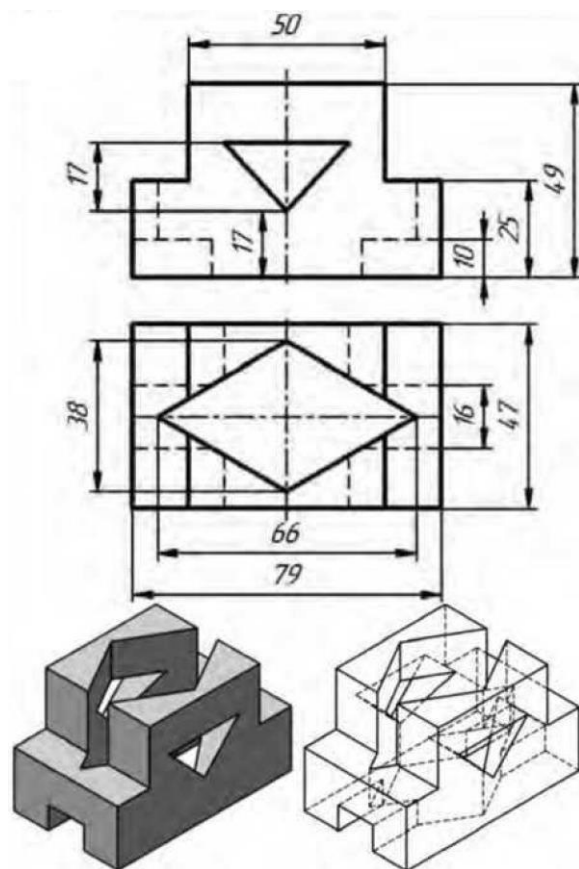
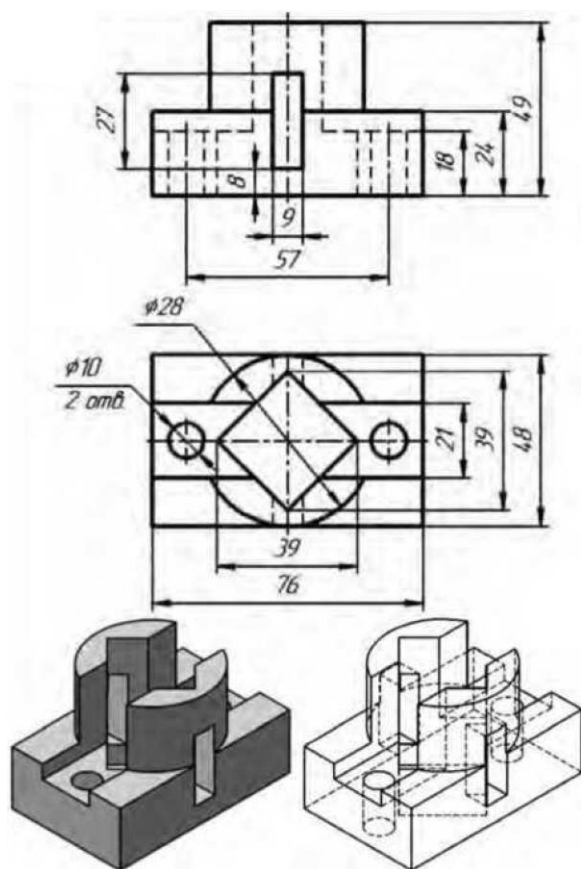
Варіант 8



Варіант 9

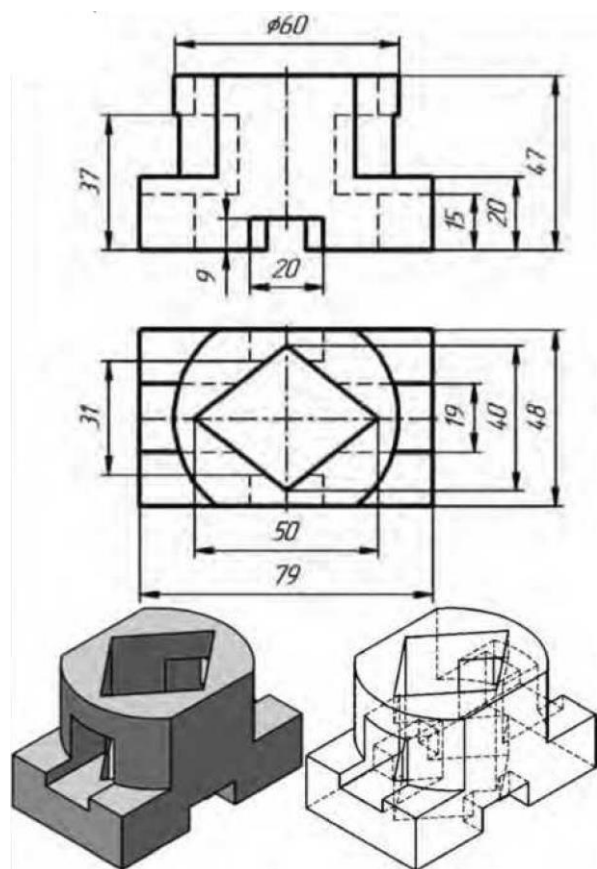


Варіант 10

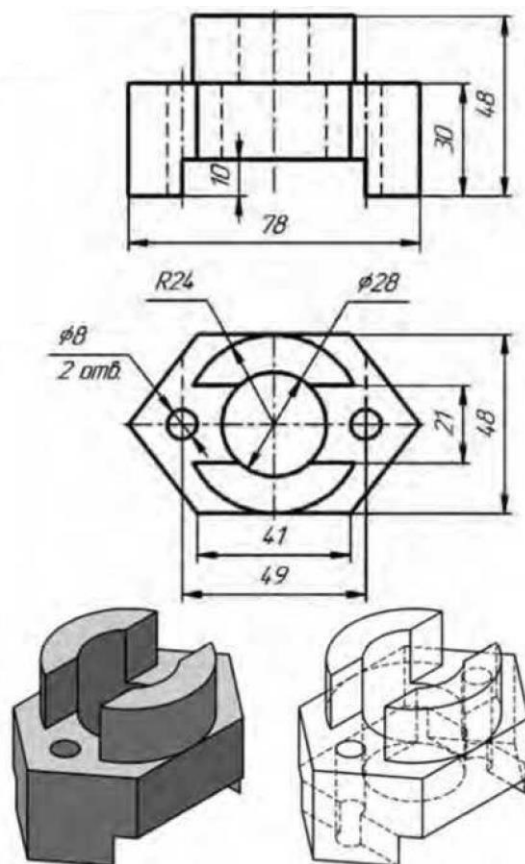


Варіант 11

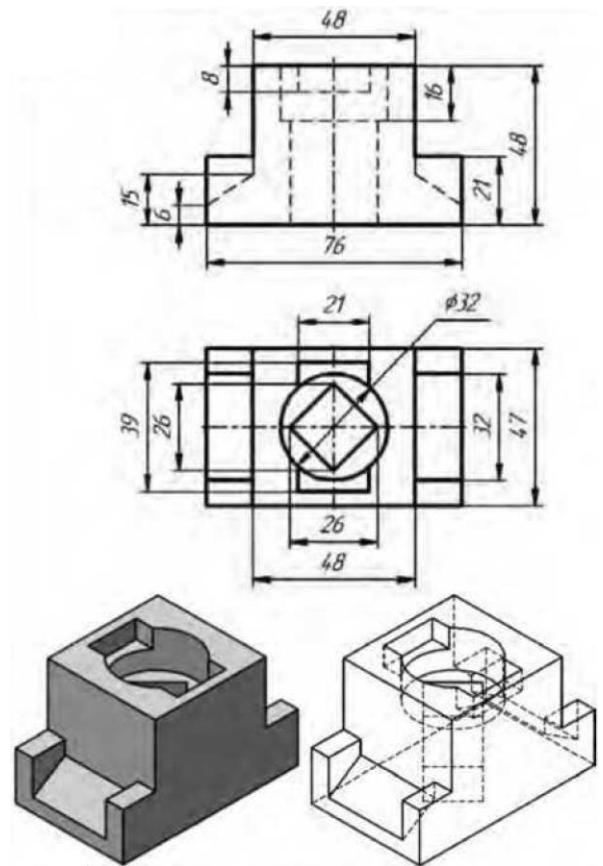
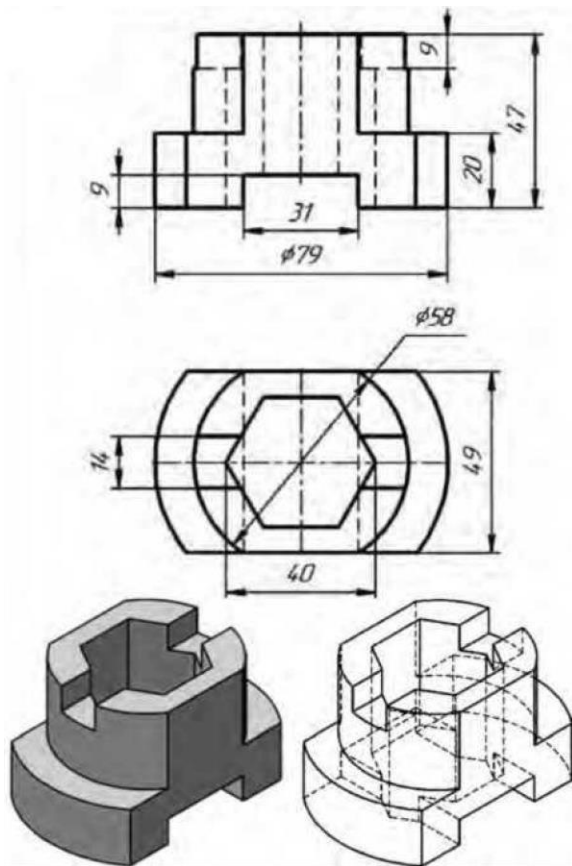
Варіант 12



Варіант 13

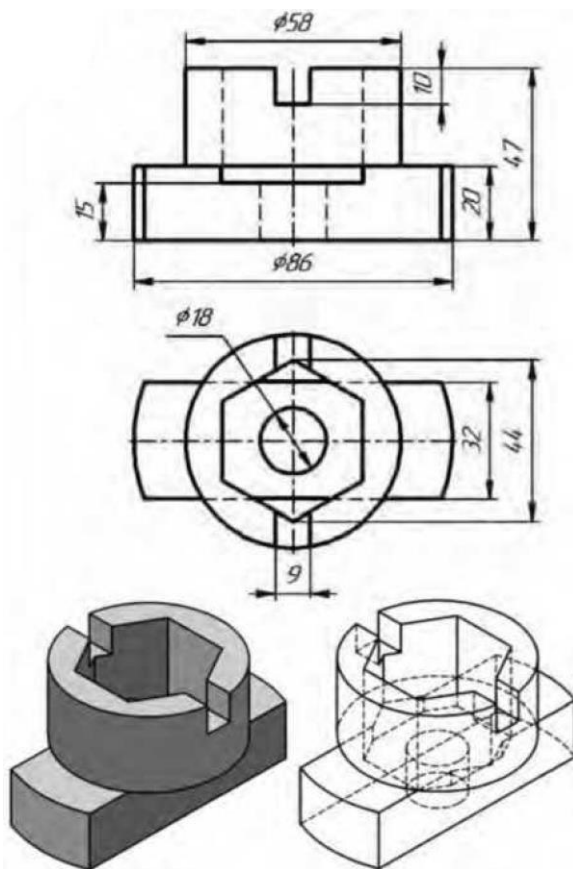


Варіант 14

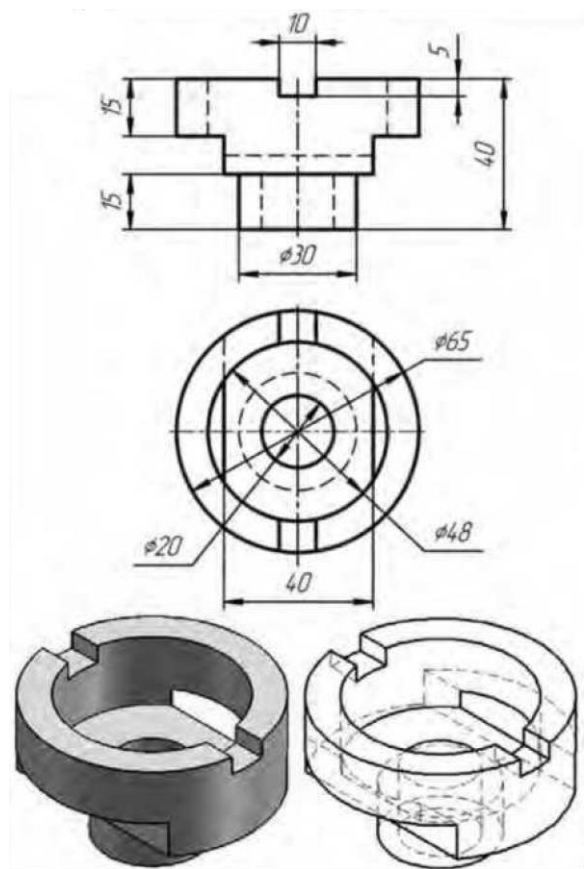


Варіант 15

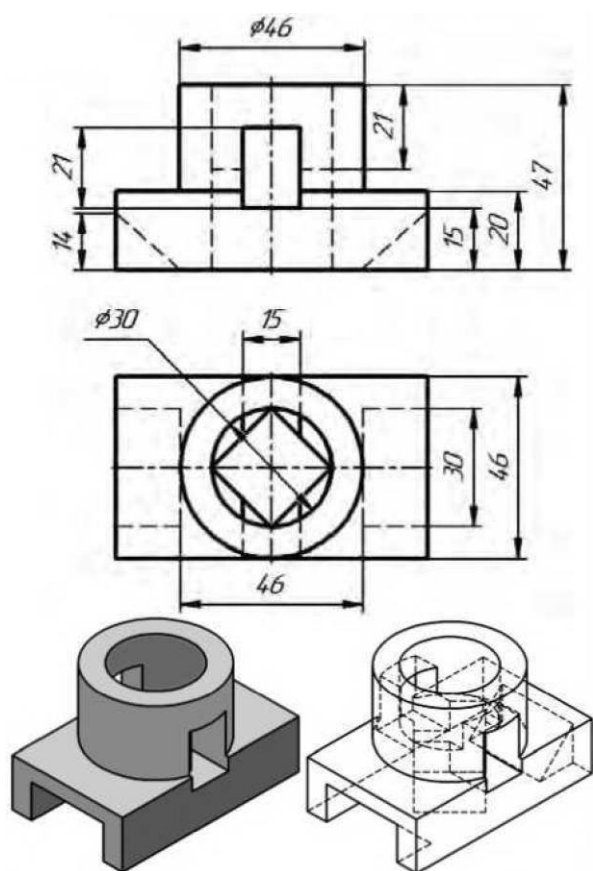
Варіант 16



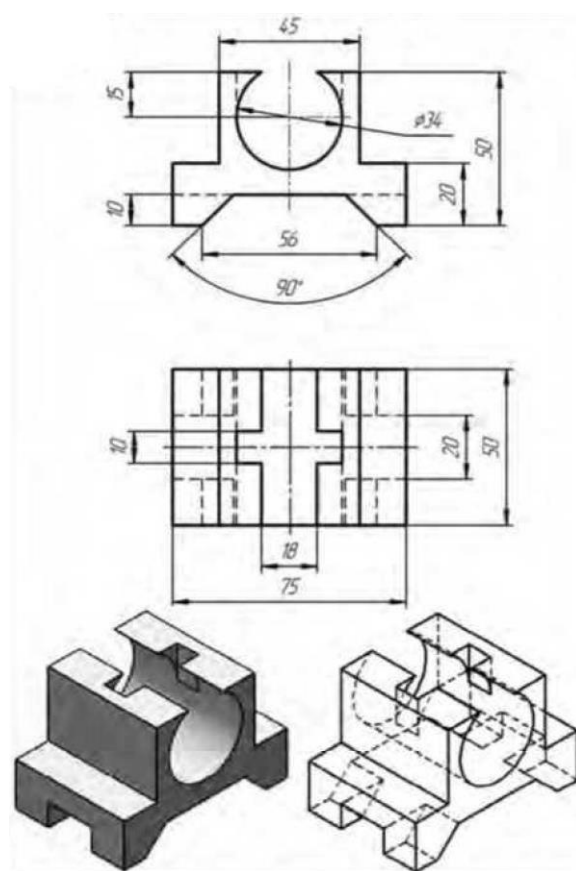
Варіант 17



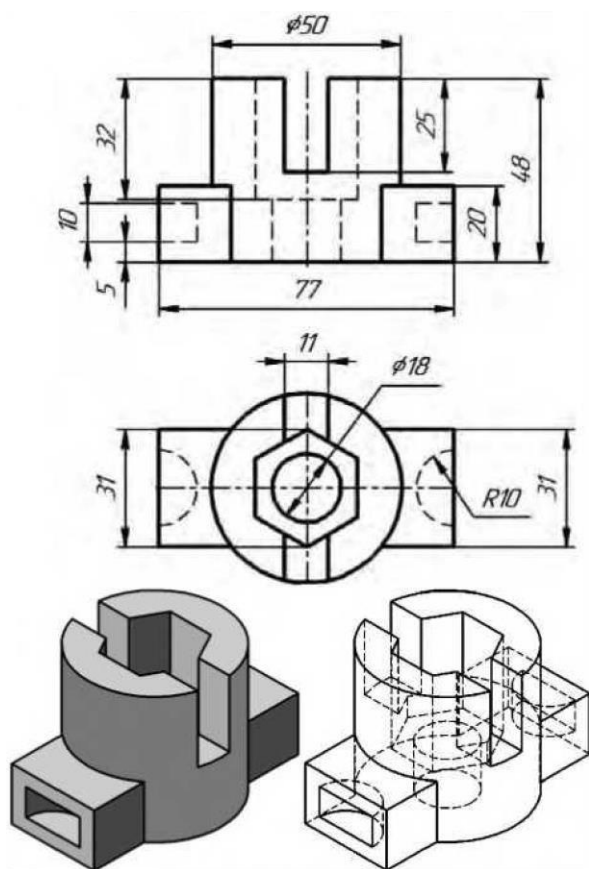
Варіант 18



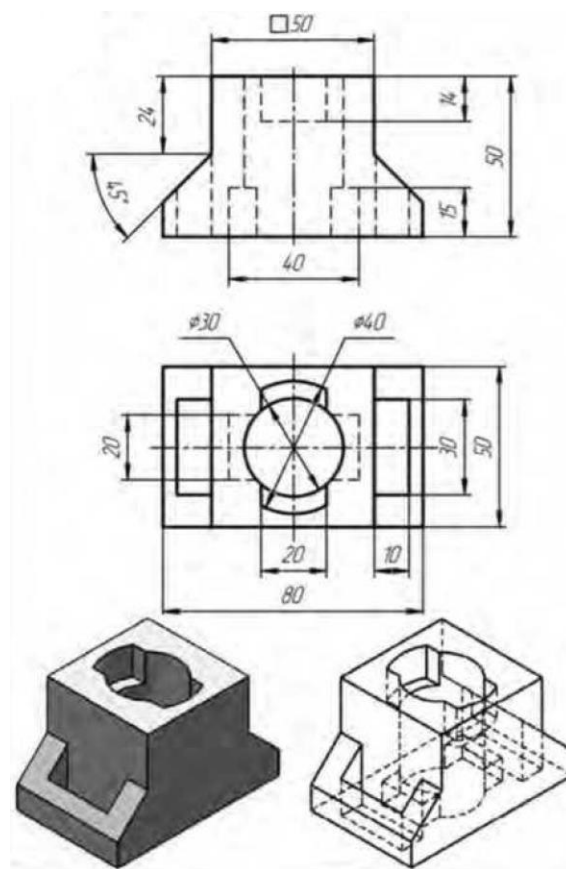
Варіант 19



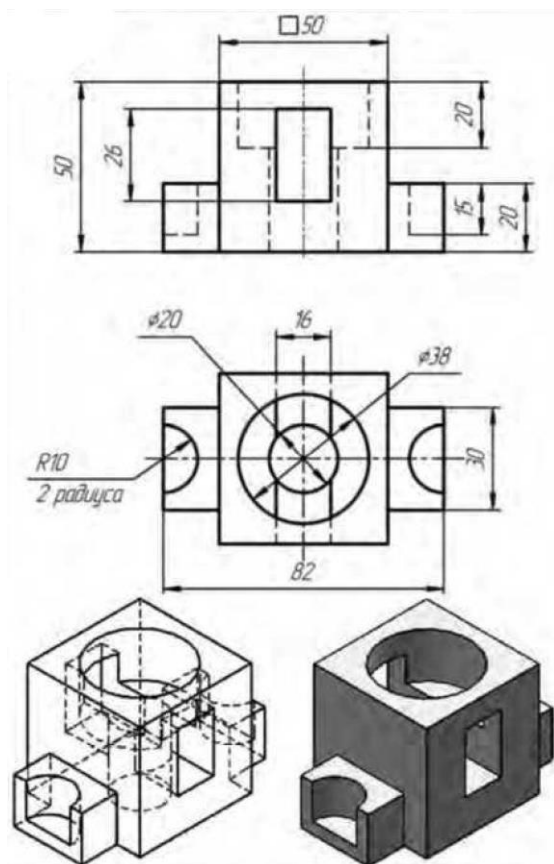
Варіант 20



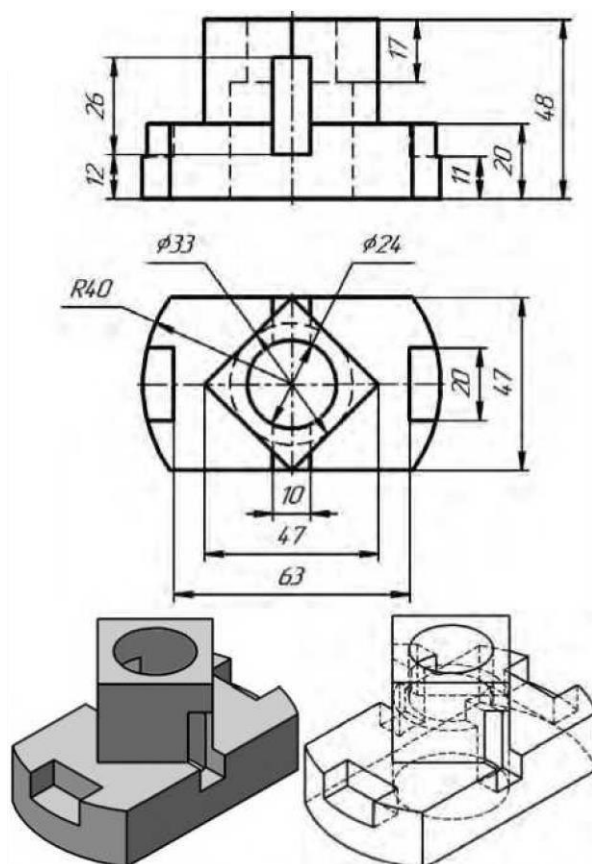
Варіант 21



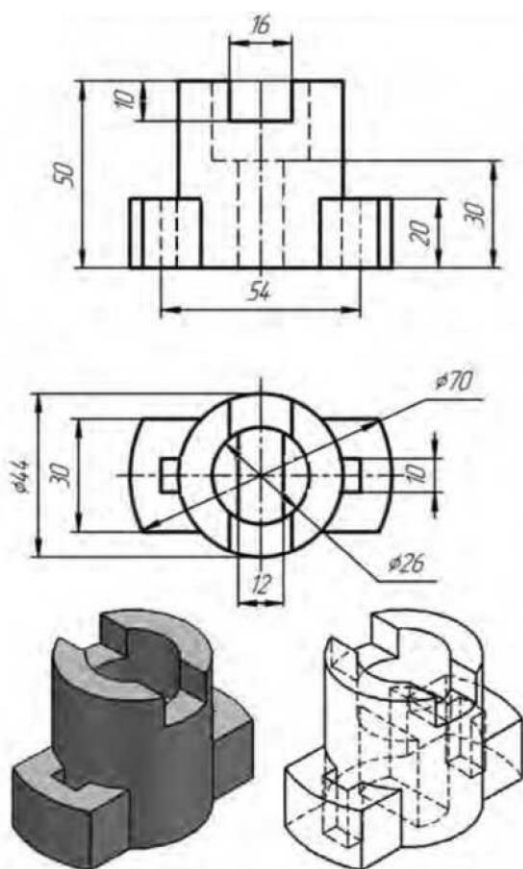
Варіант 22



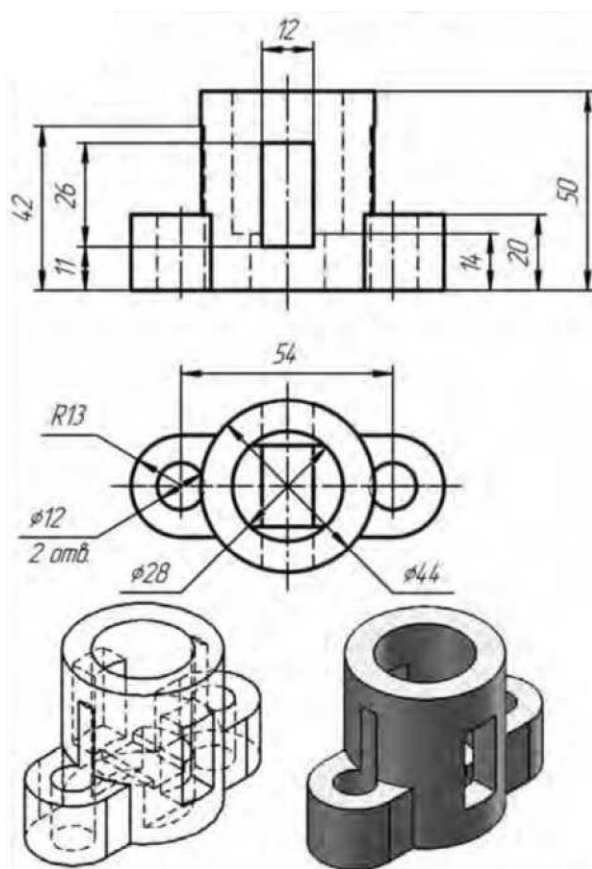
Варіант 23



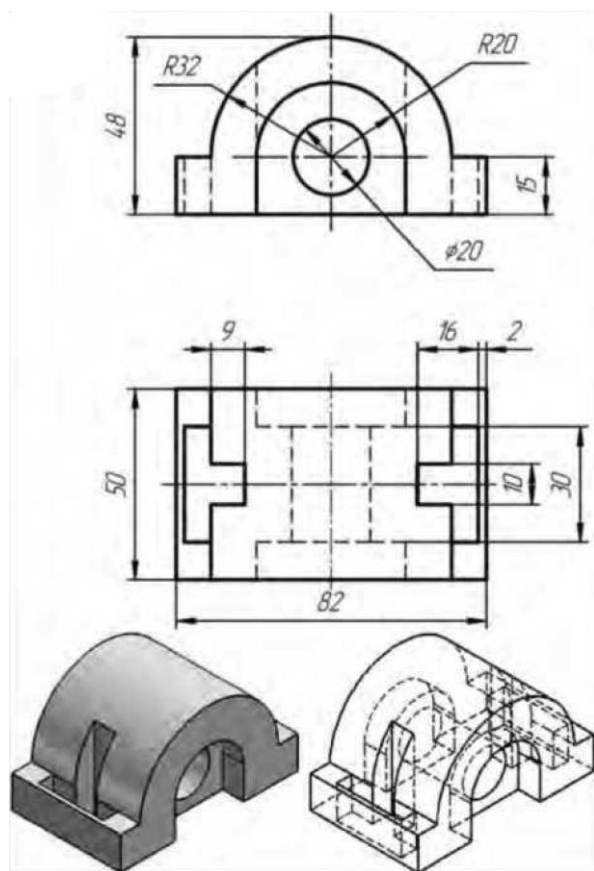
Варіант 24



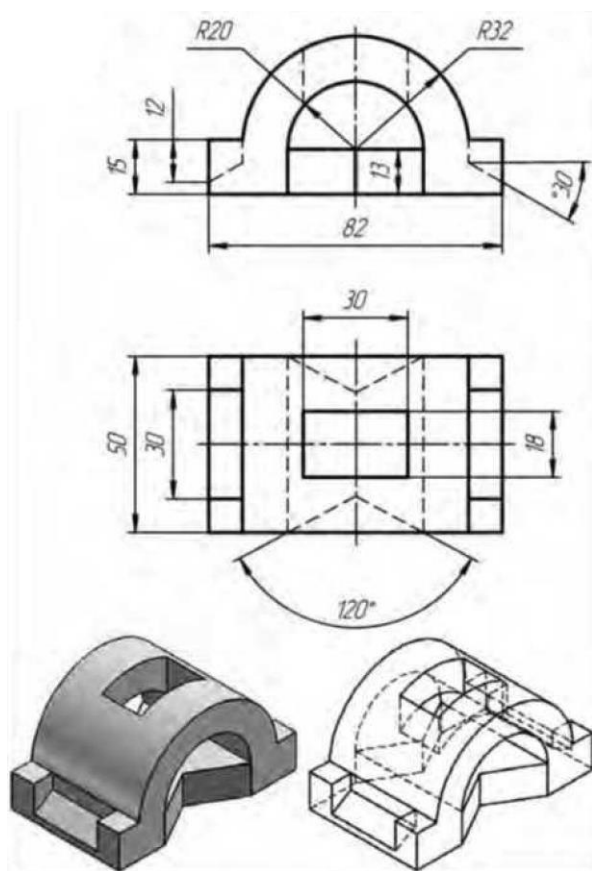
Варіант 25



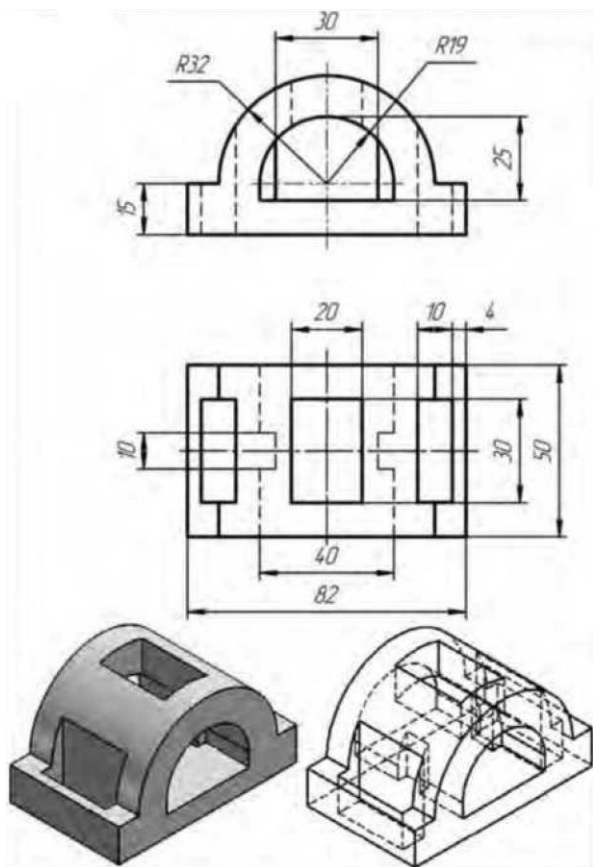
Варіант 26



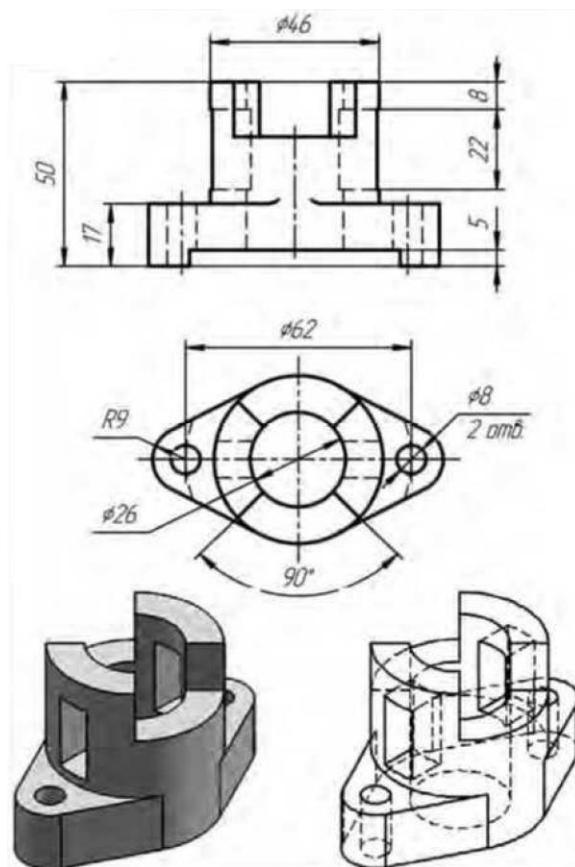
Варіант 27



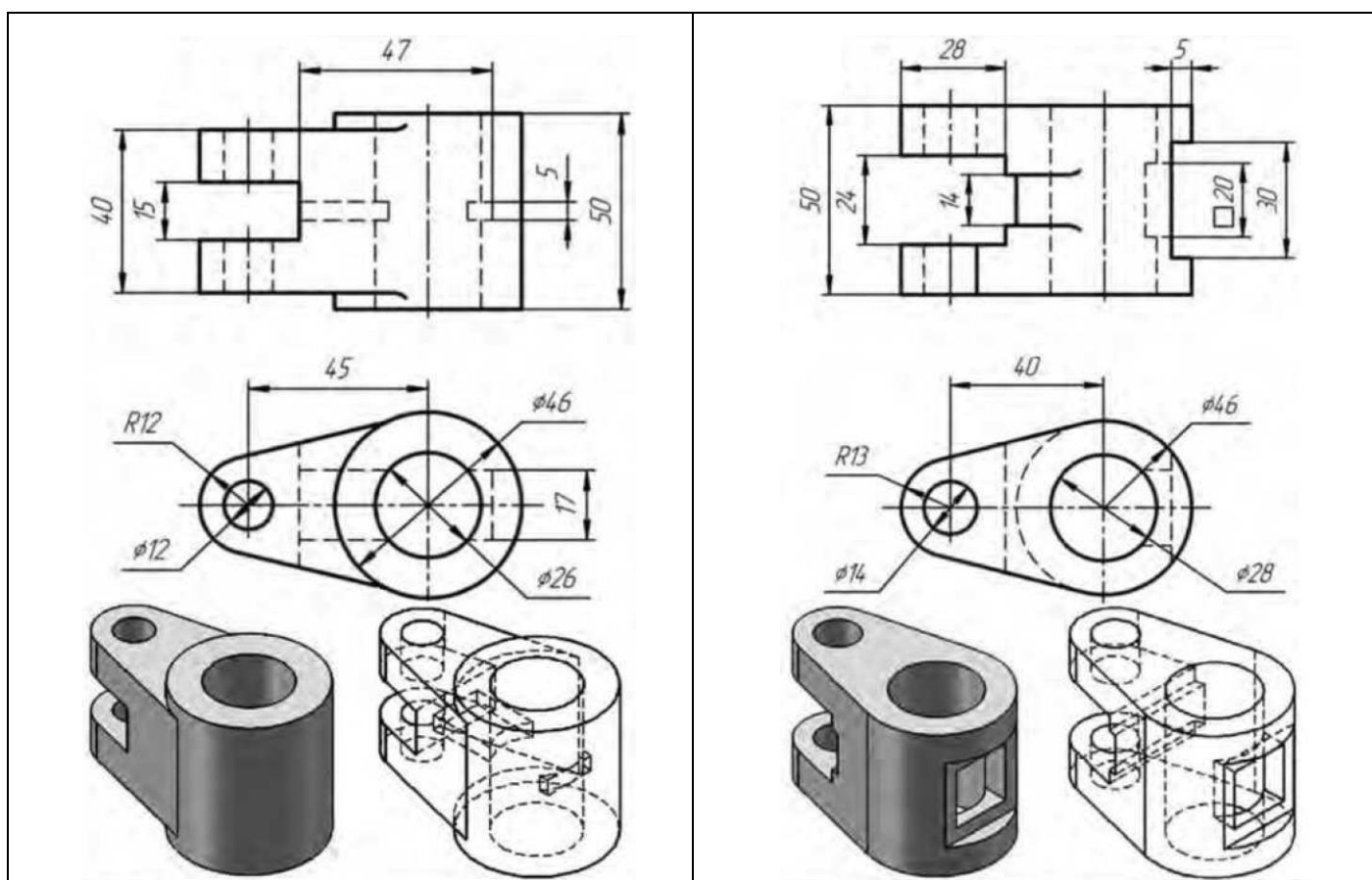
Варіант 28



Варіант 29



Варіант 30



Приклад виконання завдання

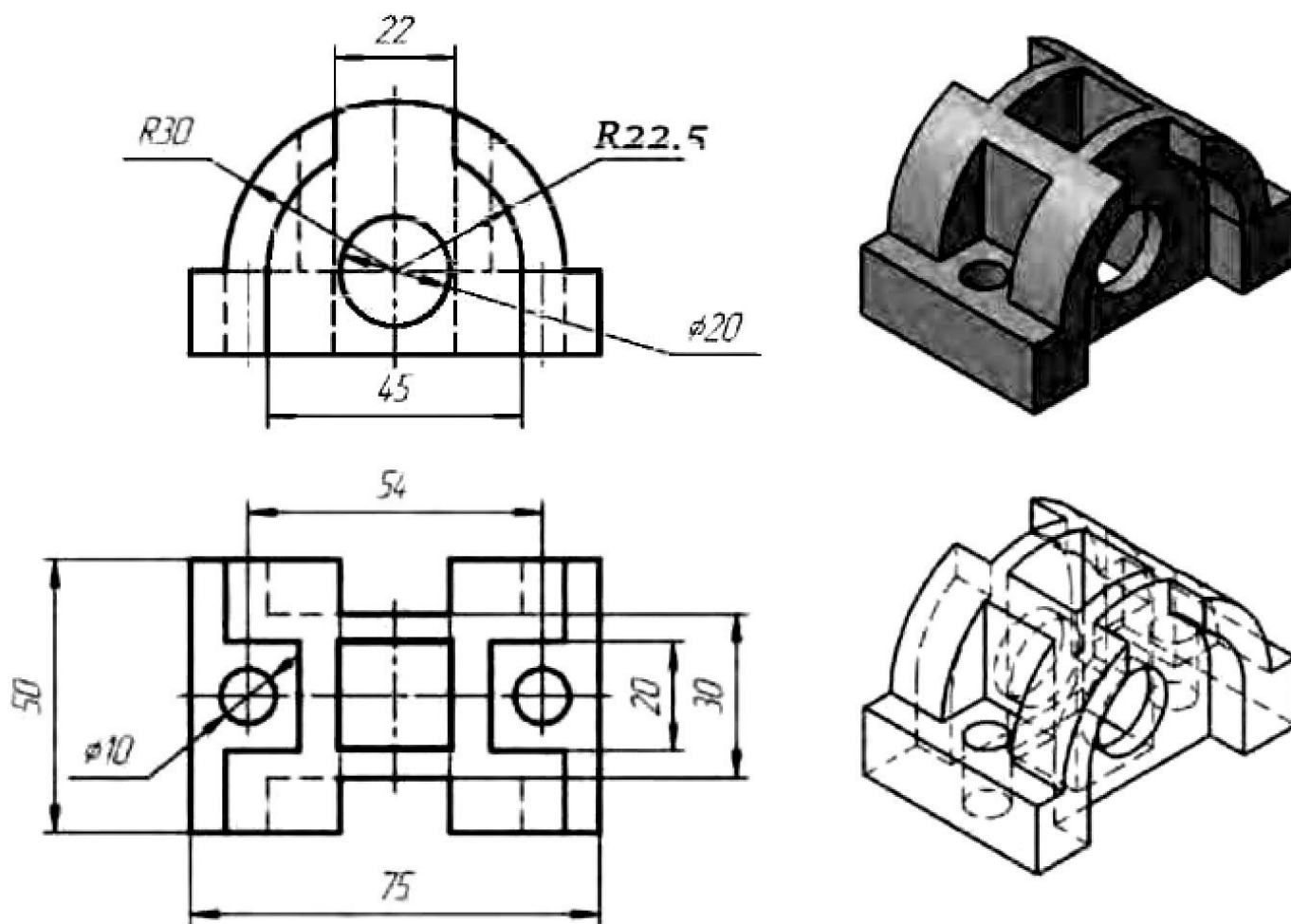


Рис.7.1. Завдання для прикладу

1. Моделювання взятої для прикладу деталі краще починати з побудови ескізу її фронтальної частини на площині **YZ**.

Будуємо контур фронтальної частини деталі. Початок координат краще розміщувати в центрі кола. У даному випадку одразу можна накреслити коло отвору, так як воно проходить наскрізь через всю деталь.

Проставляємо всі необхідні розміри і взаємозв'язки. Отриманий ескіз повинен бути чорним, тобто визначеним на площині ескізу (рис 7.2).

За допомогою інструменту  «Extrude» витягуємо створений ескіз на всю ширину – 50 мм (рис 7.2). Ескіз краще витягувати симетрично в дві сторони. Це спростить виконання прив'язок наступних ескізів.

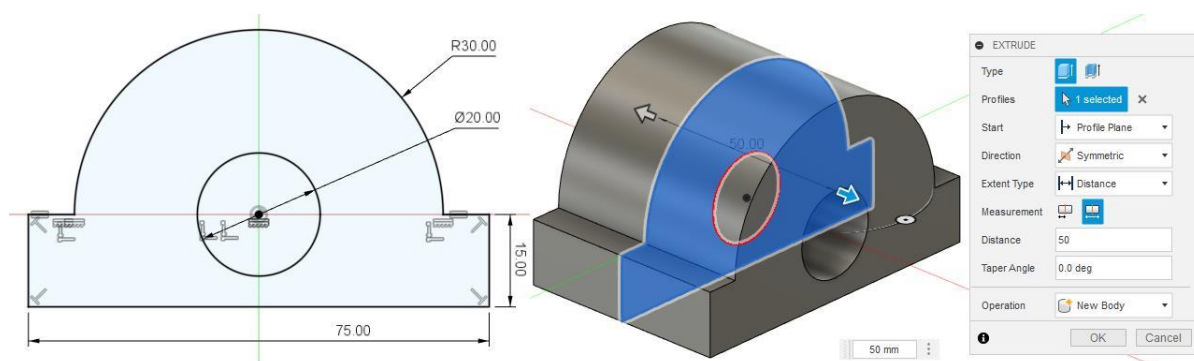


Рис.7.2. Ескіз 1 та його витягування

2. Далі побудуємо фронтальний виріз деталі. Для цього на передній грані деталі створимо ескіз (рис 7.3).

За допомогою інструменту  «Extrude» створюємо виріз (рис 7.3).

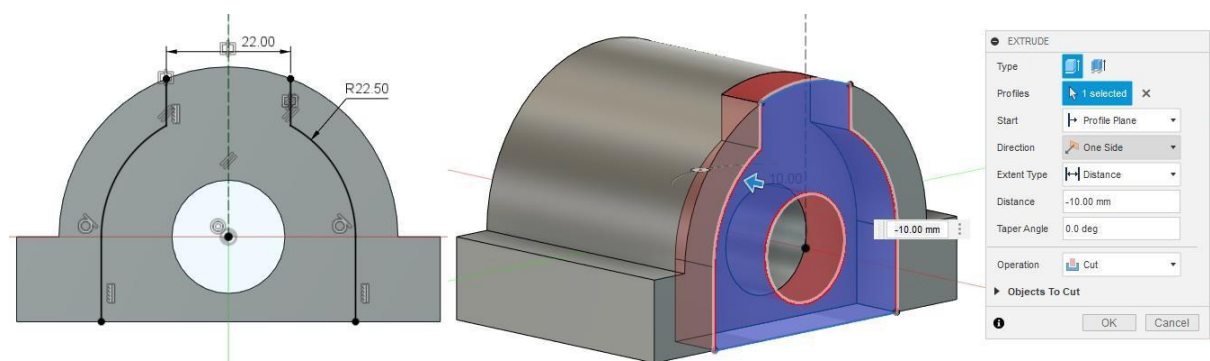


Рис.7.3. Ескіз 2 та його вирізання

3. Щоб не повторювати побудову ескізу з тилової сторони деталі, скористаємося інструментом  «Mirror» для дзеркального відображення вирізу відносно площини YZ (рис 7.4).

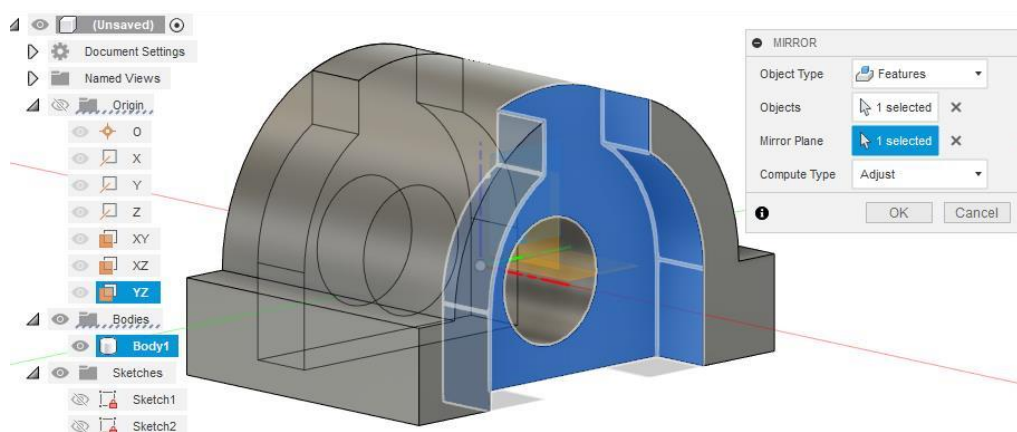


Рис.7.4. Дзеркальне відображення вирізу

4. На верхній площині виступу побудуємо ескіз (рис. 7.5) згідно розмірам креслення, для вирізання пазів (рис. 7.5).

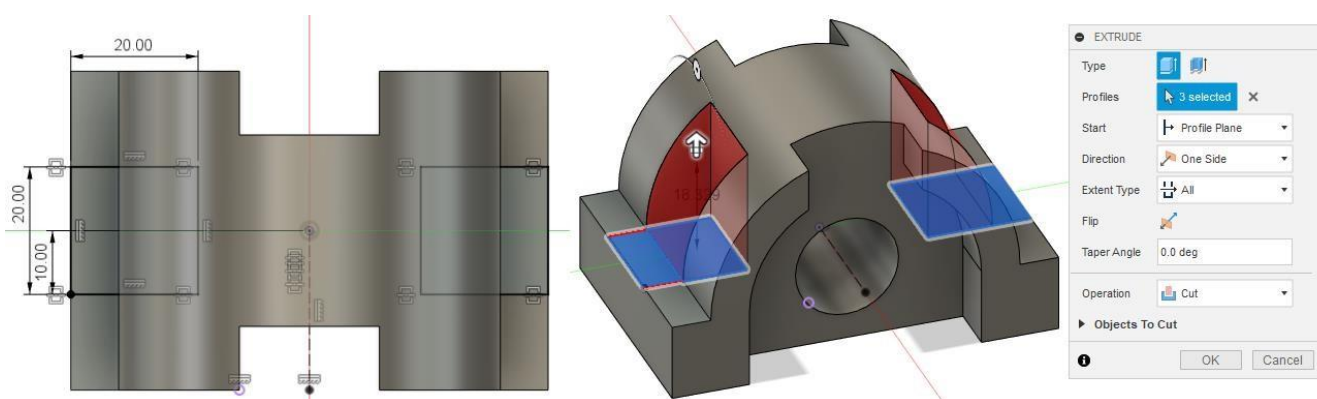


Рис.7.5. Ескіз 3 та його вирізання

5. Так як центральний квадрат 22 на 22 та два бокових отвори $\varnothing 10$ лежать в одній площині і є наскрізними, то будуємо їх ескіз на нижній грані деталі (рис. 7.6). Проводимо їхнє вирізання і отримаємо готову деталь (рис. 7.7).

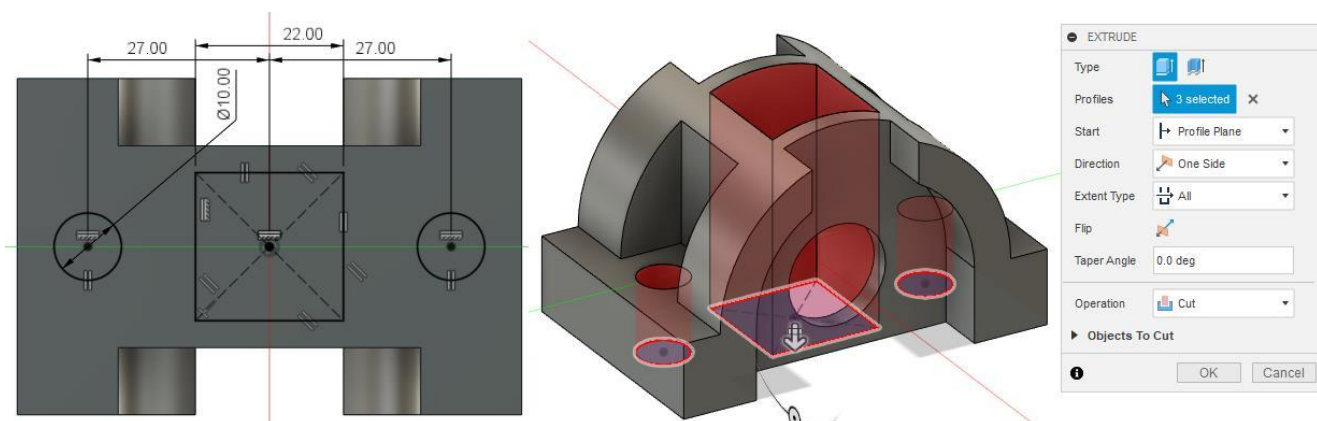


Рис.7.6. Ескіз 4 та його вирізання

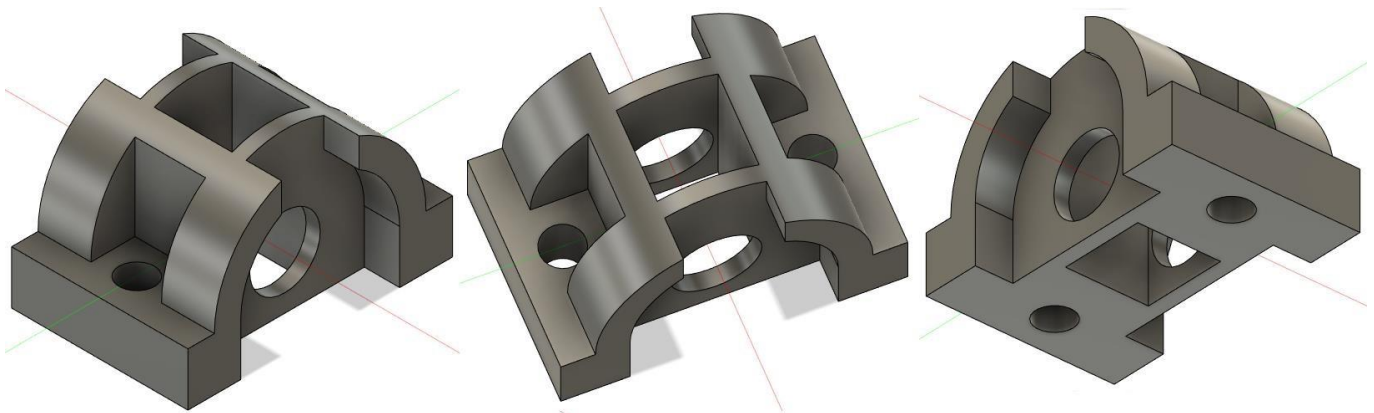


Рис.7.7. Готова деталь
Практична робота №8

Виконання 3D моделей ливарних деталей

Мета роботи: Продовжити розвиток просторової уяви, формування вмінь і навичок побудови 3D моделей деталей на основі креслень в середовищі AUTODESK FUSION 360.

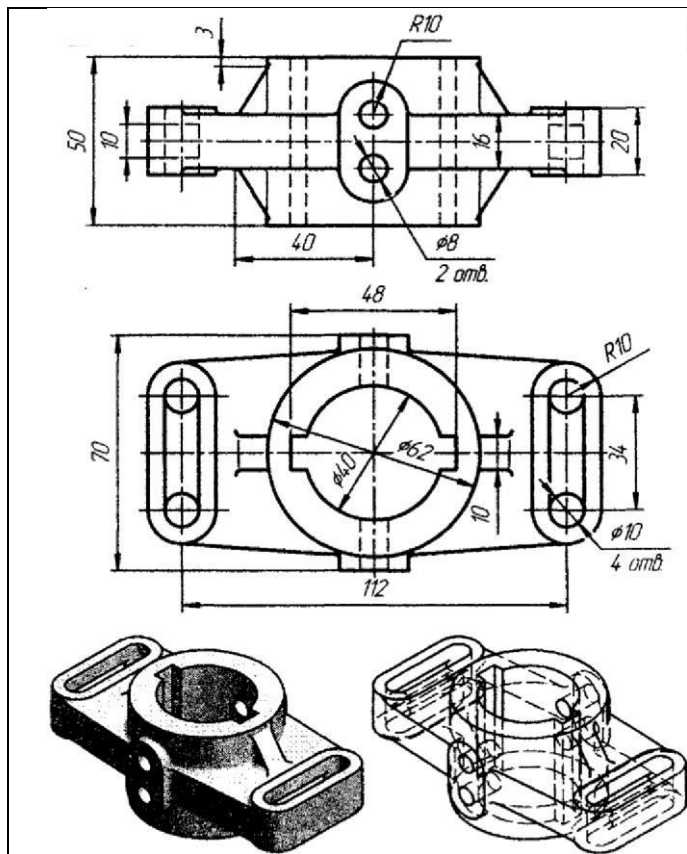
Вказівки до виконання роботи

В кожному варіанті приведені два види заданої деталі – головний вид і вид зверху, вказані розміри всіх його елементів. Крім того, для полегшення читання креслення деталі приведені і його тривимірні зображення – одне в кольорі, а друге у каркасному представленні. На кресленні і в каркасному представленні невидимі лінії деталі зображені у вигляді пунктирних ліній.

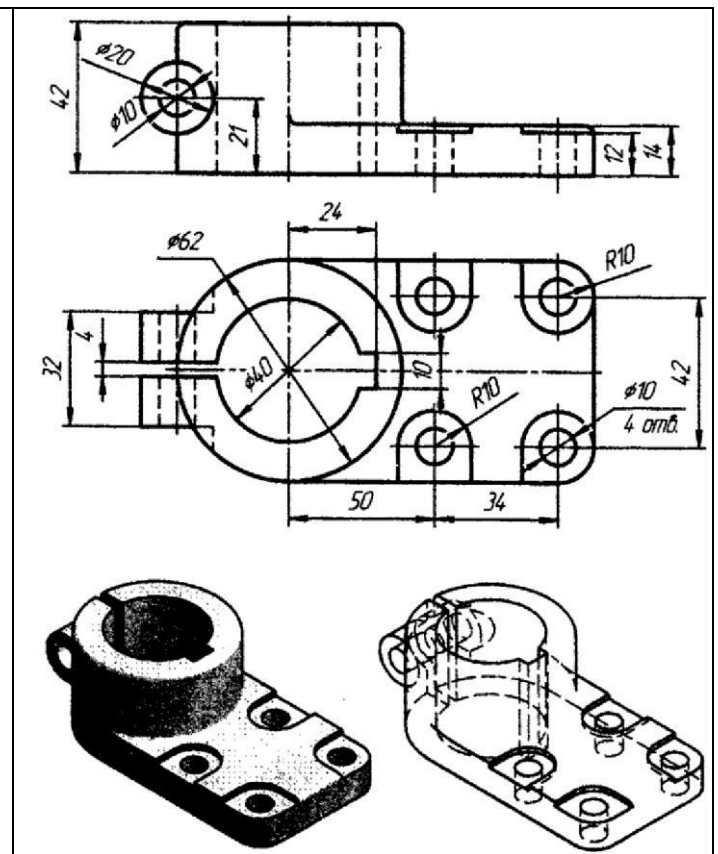
У відповідності з вказаним варіантом виконати 3D модель деталі за допомогою засобів AUTODESK FUSION 360. Одержана деталь і повинна повністю відповідати завданню.

Варіанти завдань

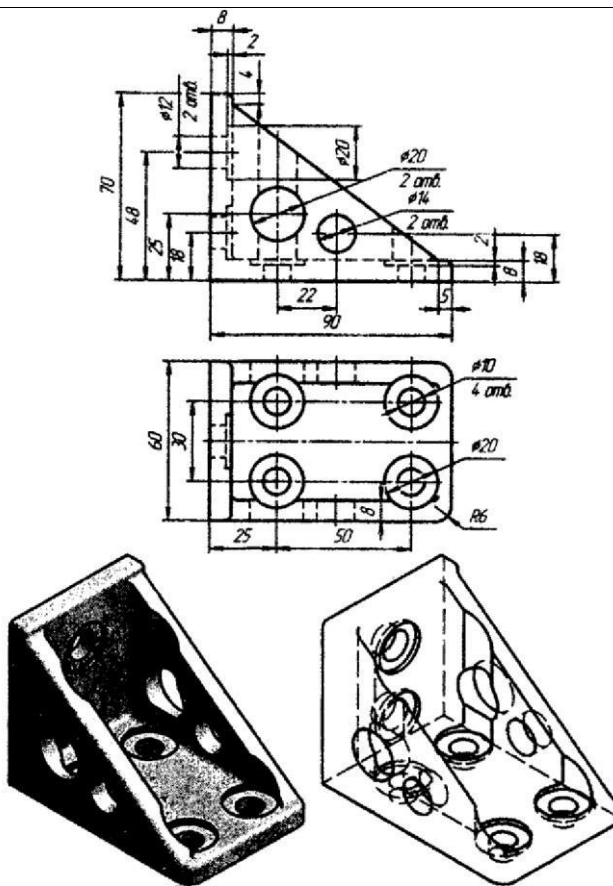
Варіант 1	Варіант 2
-----------	-----------



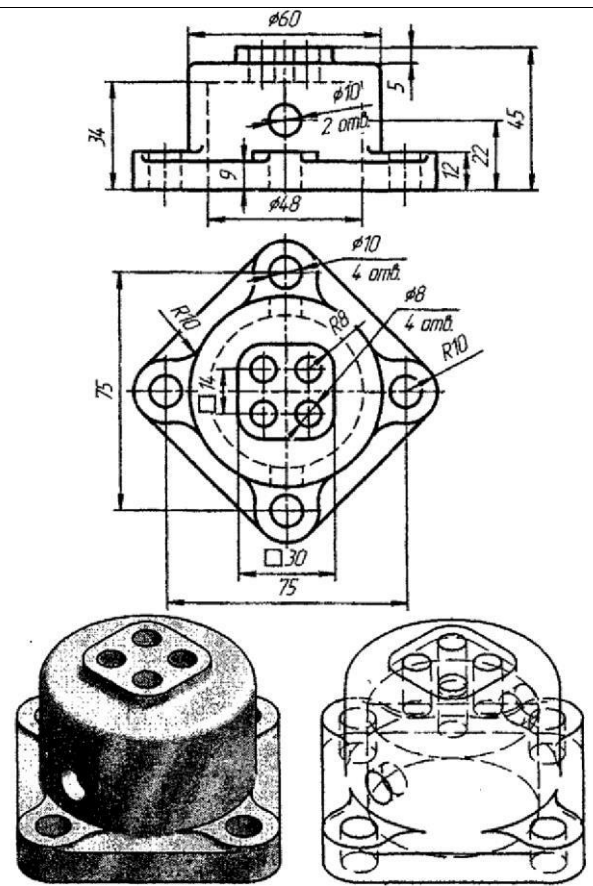
Варіант 3



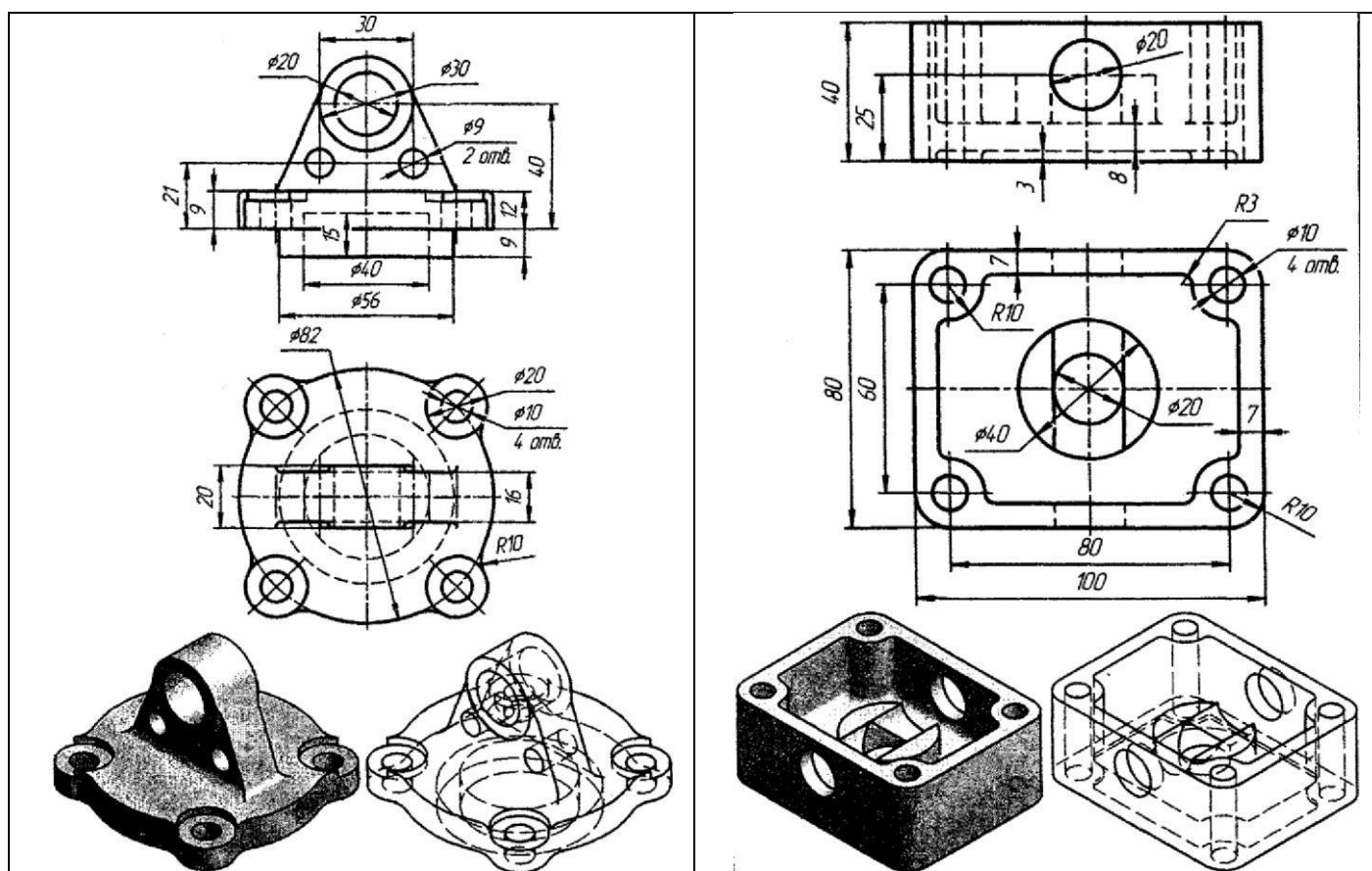
Варіант 4



Варіант 5

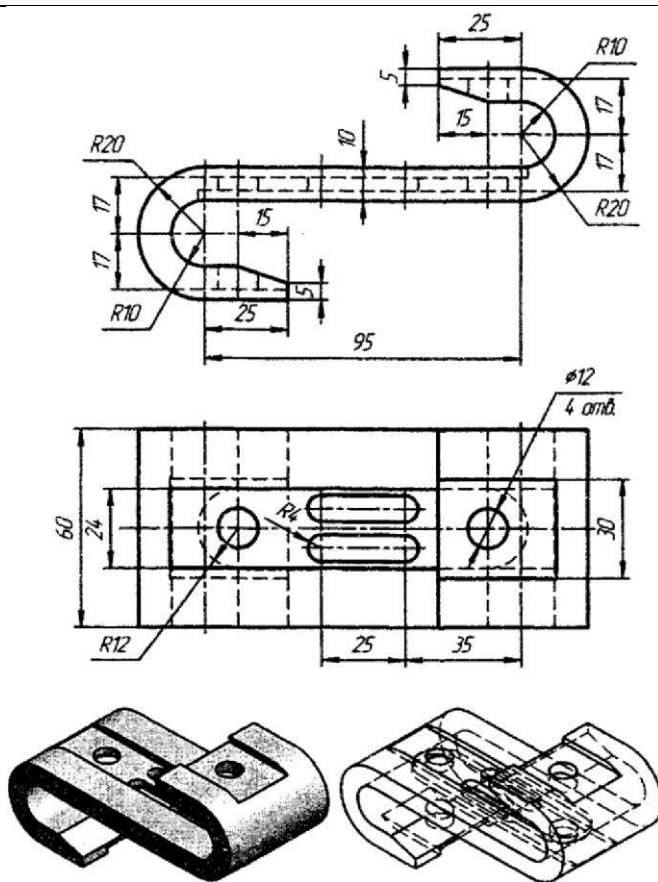


Варіант 6

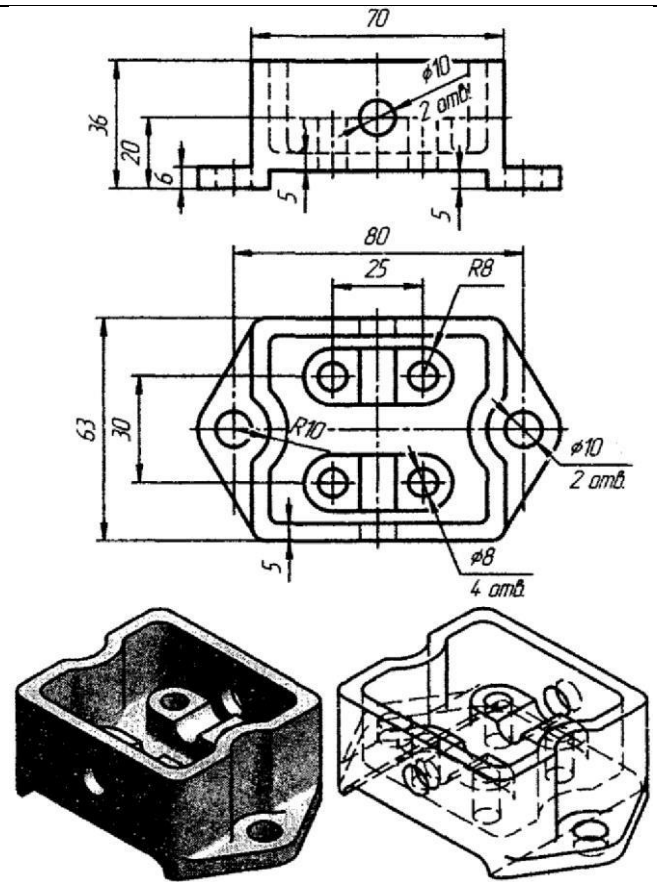


Варіант 7

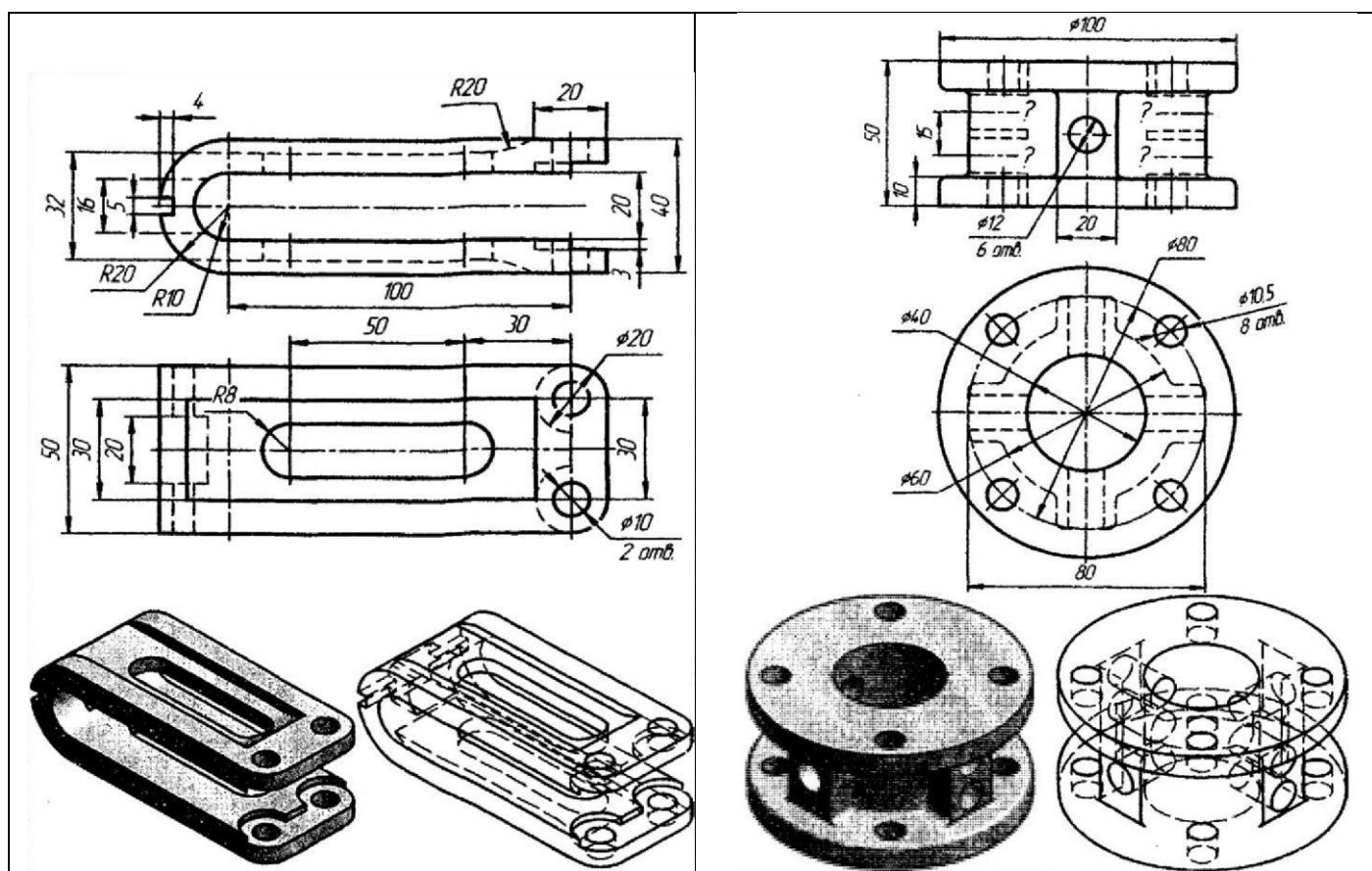
Варіант 8



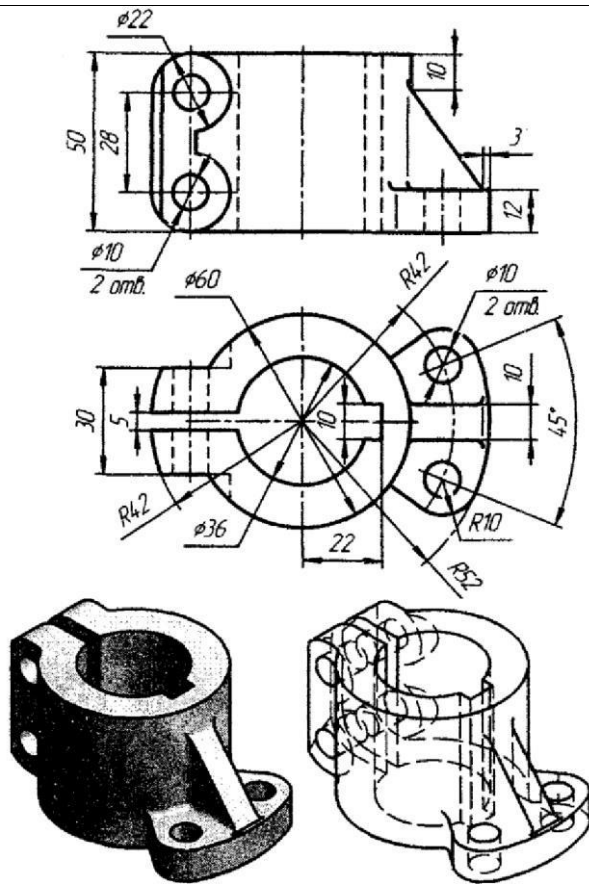
Варіант 9



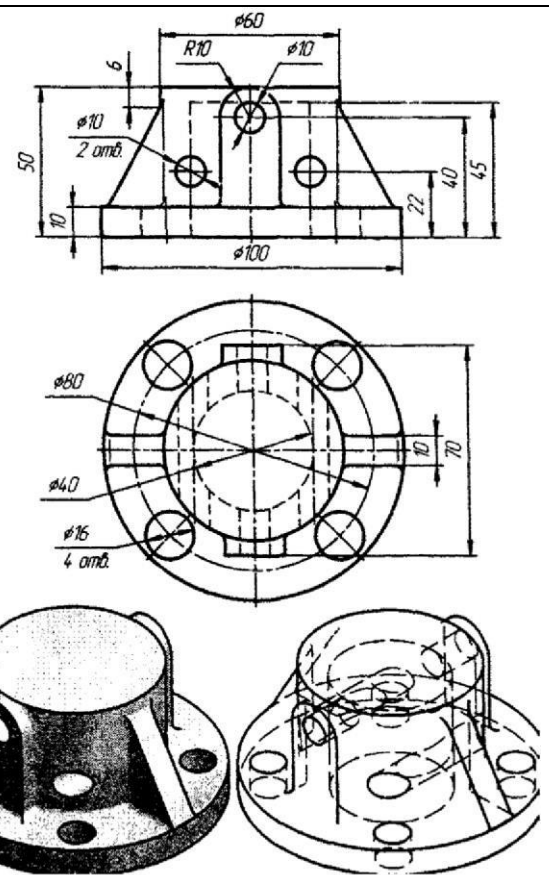
Варіант 10



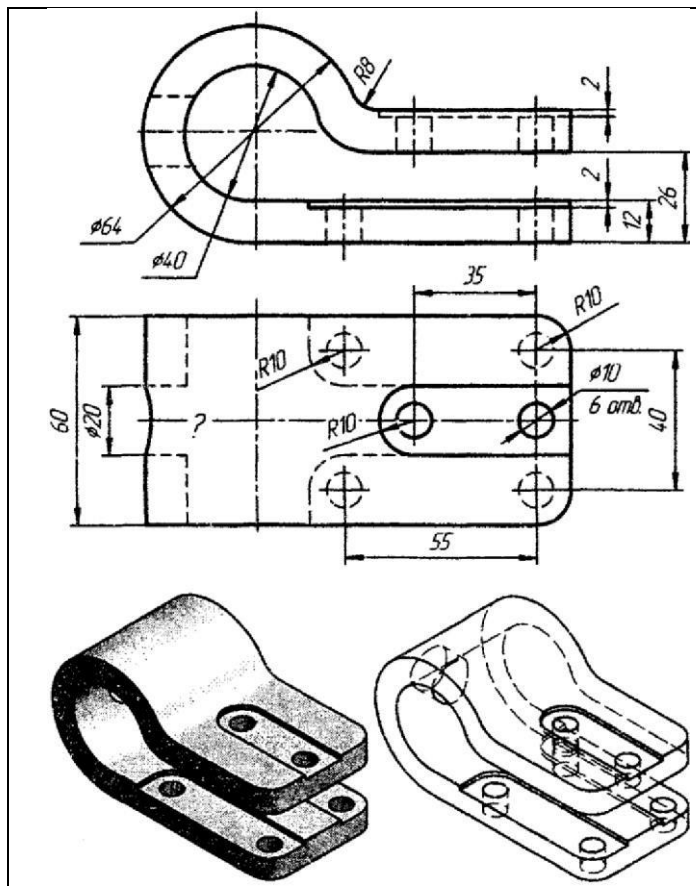
Вариант 12



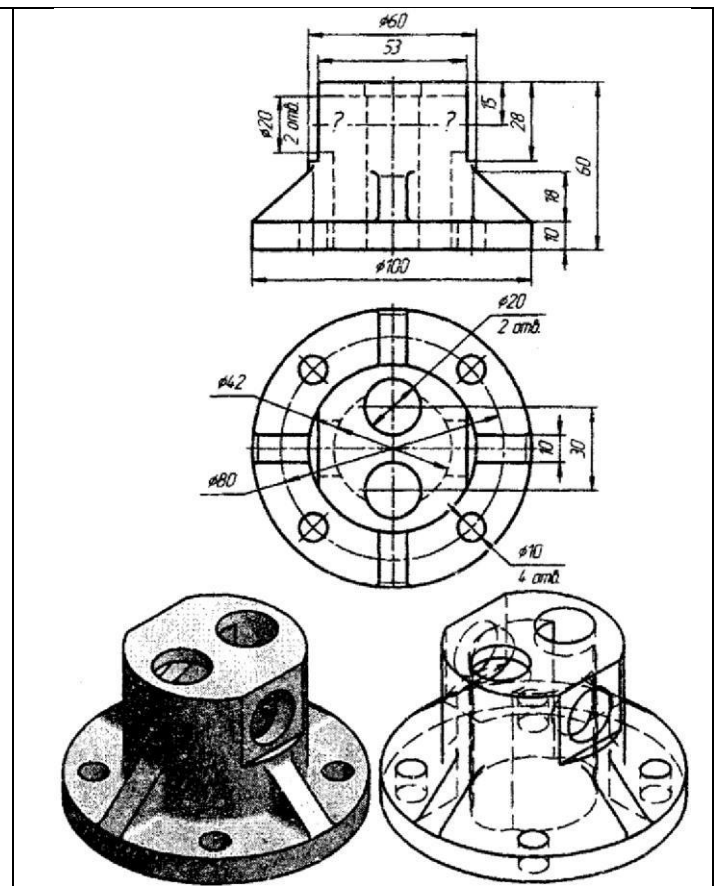
Варіант 13



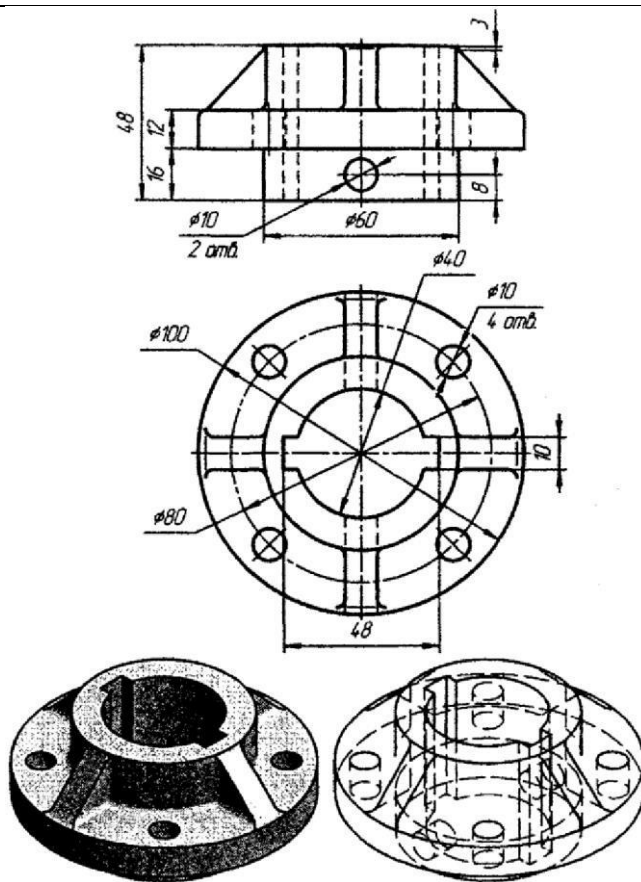
Варіант 14



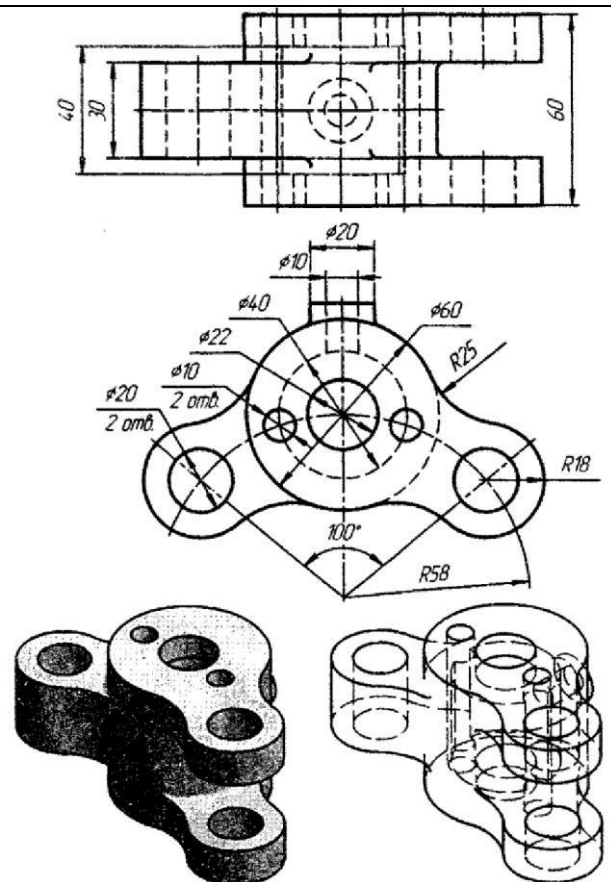
Варіант 15



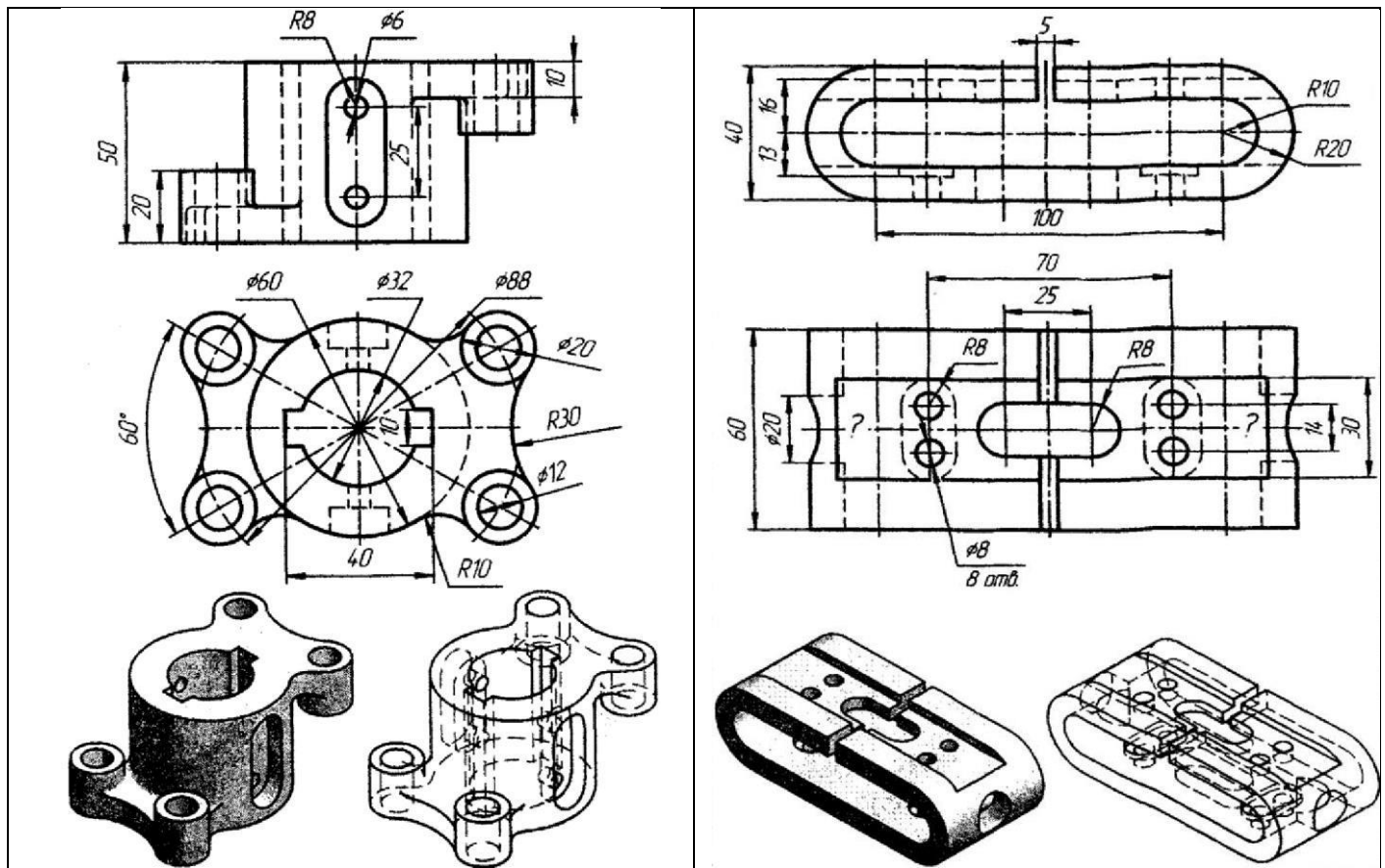
Варіант 16



Варіант 17

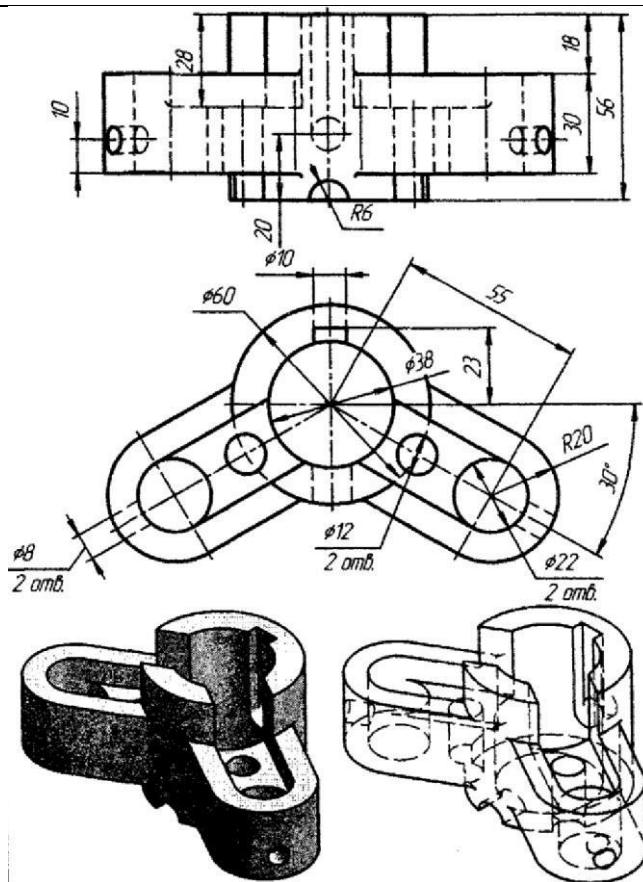


Варіант 18

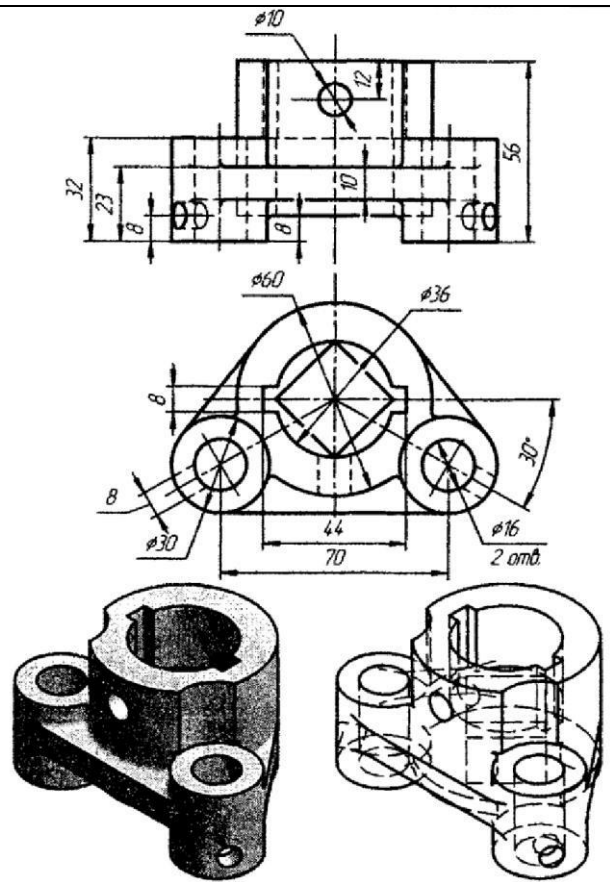


Варіант 19

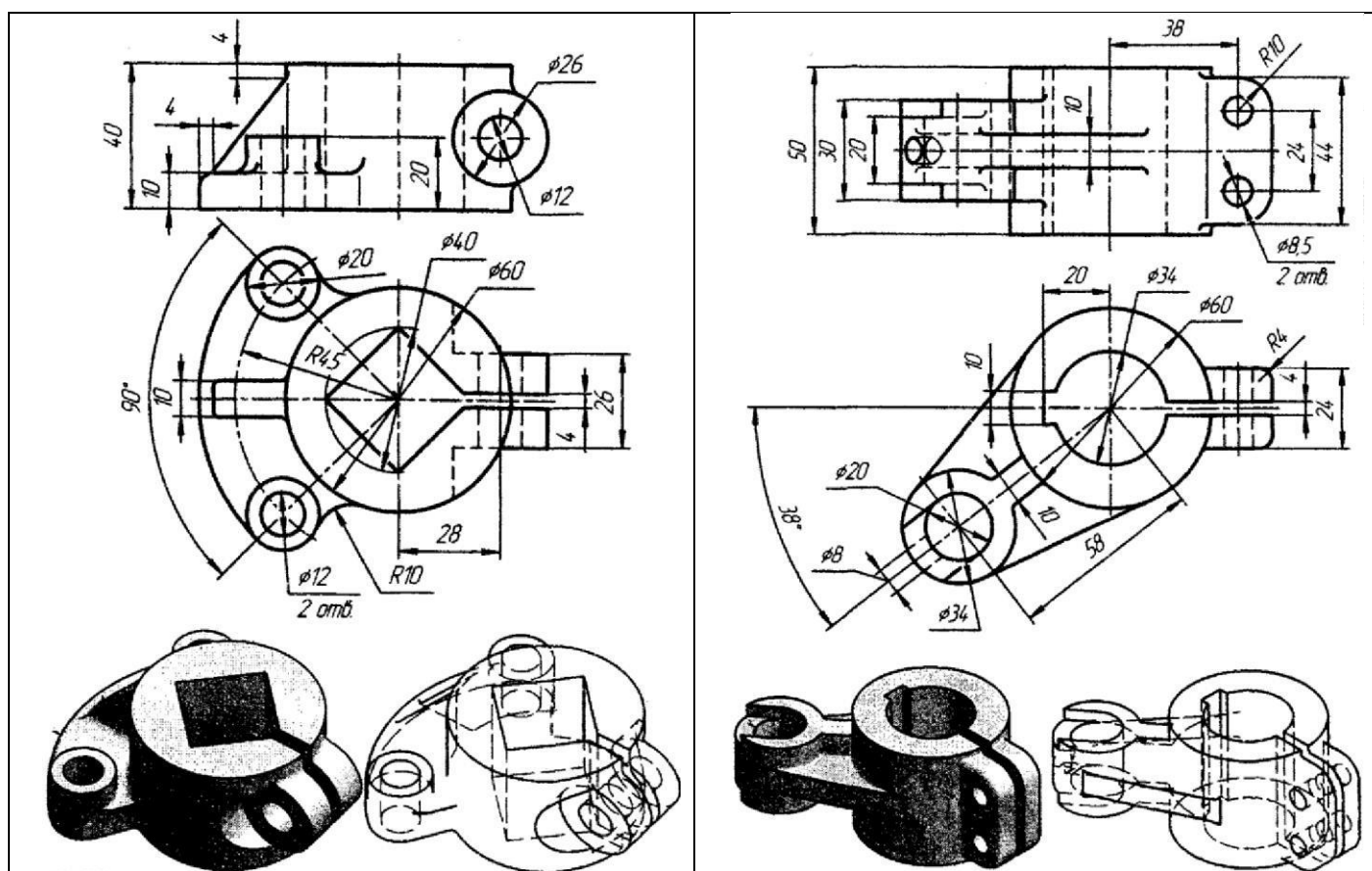
Варіант 20



Варіант 21

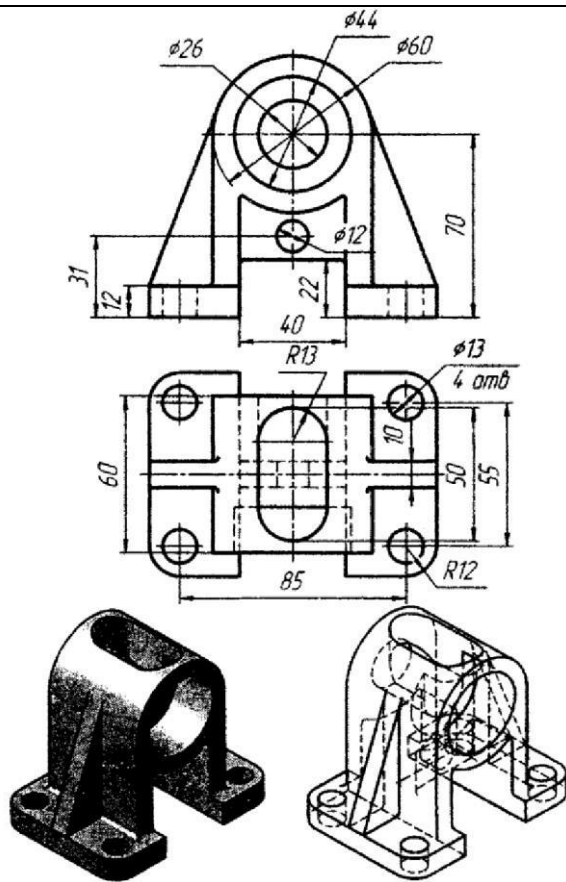


Варіант 22

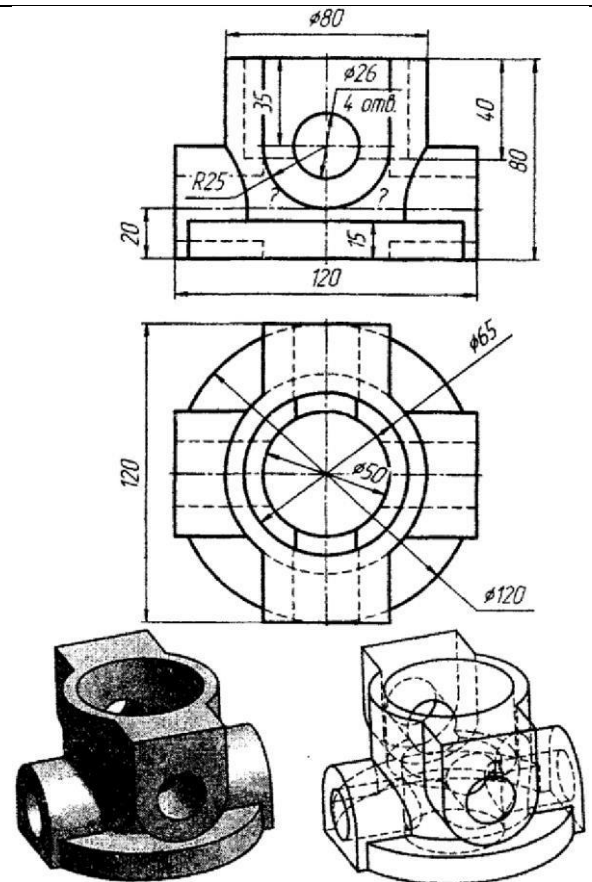


Варіант 23

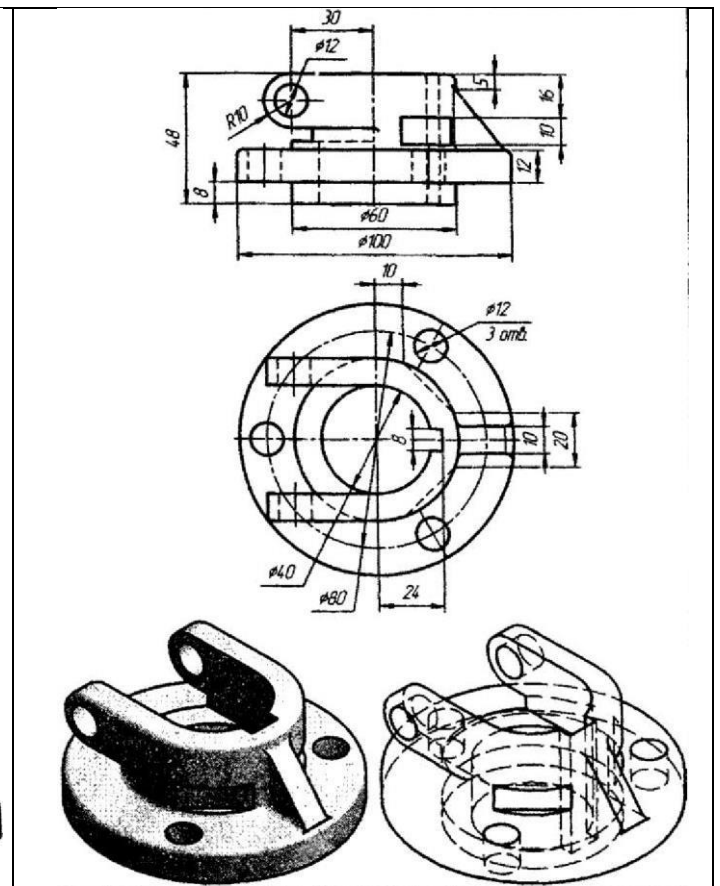
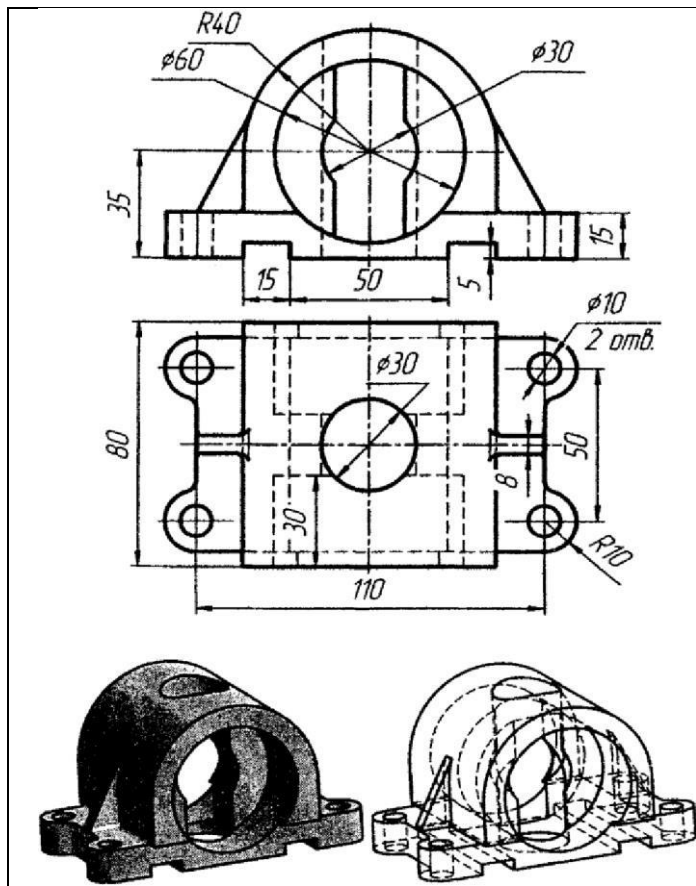
Вариант 24



Варіант 25

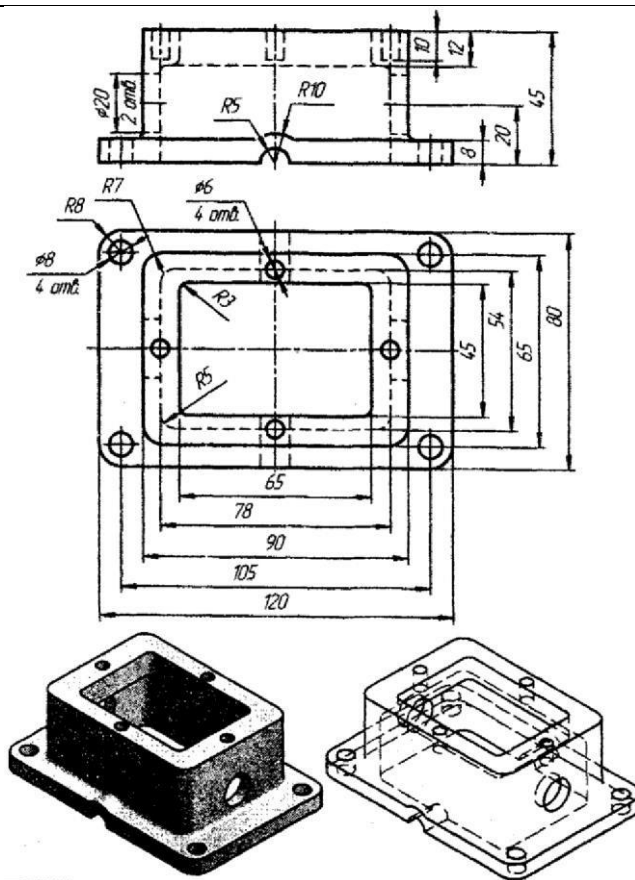


Варіант 26

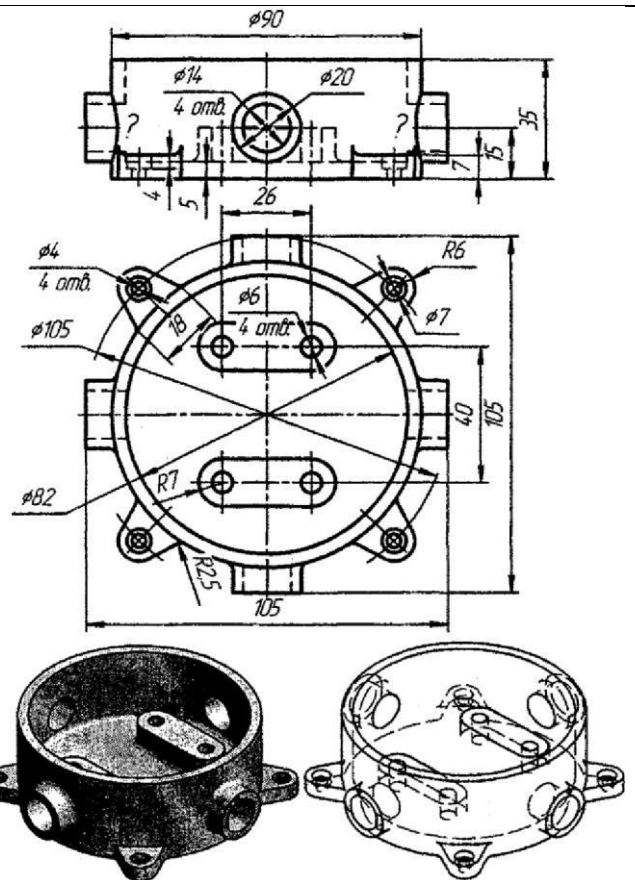


Варіант 27

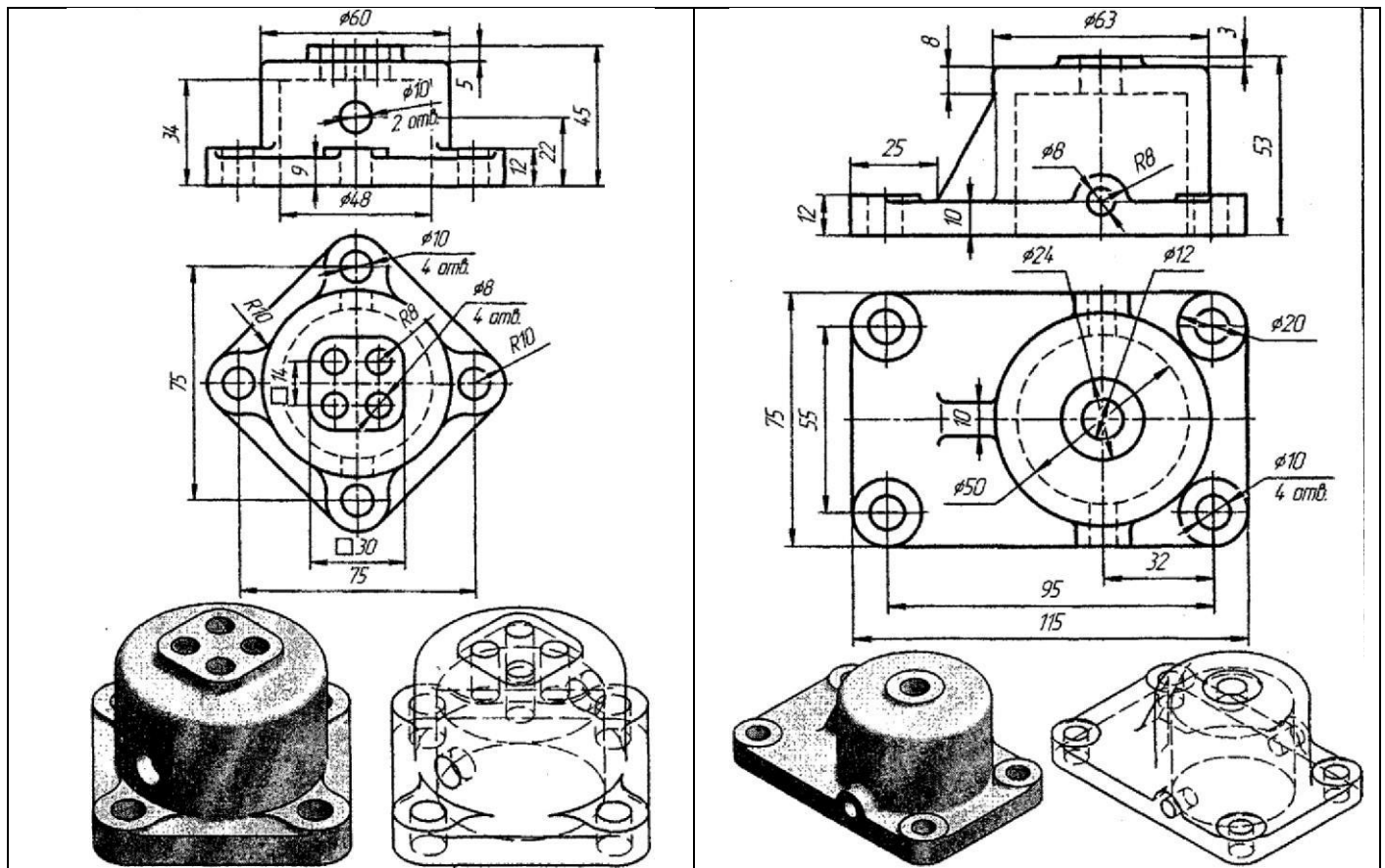
Варіант 28



Варіант 29



Варіант 30



Приклад виконання завдання

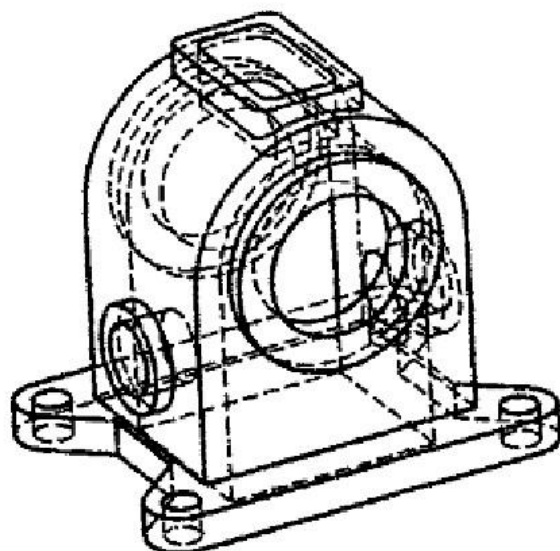
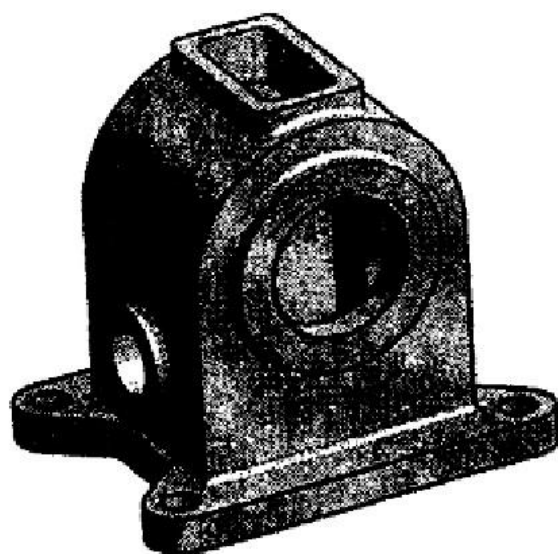
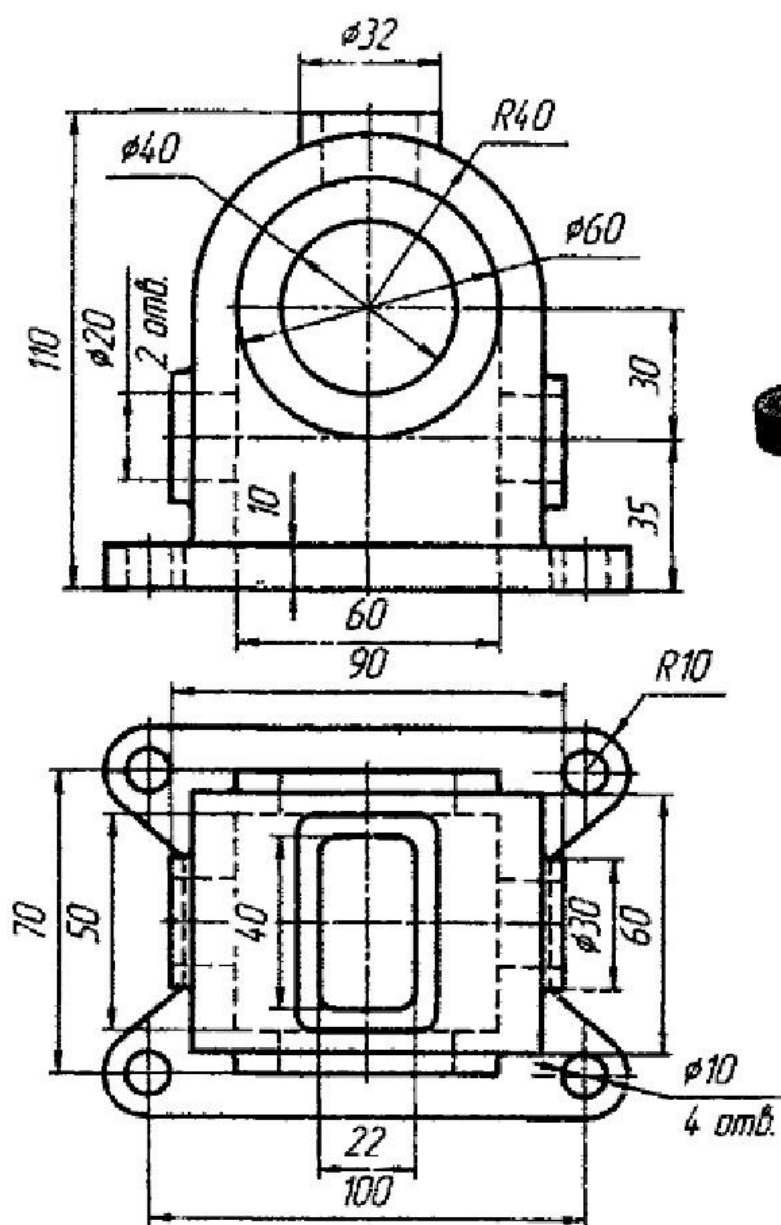


Рис.8.1. Завдання для прикладу

1. Моделювання взятої для прикладу деталі краще починати з побудови ескізу її основи на площині XY .

Будуємо контур основи деталі. Початок координат краще розміщувати в центрі основи. У даному випадку одразу можна накреслити коло 4-х отворів $d10$.

Проставляємо всі необхідні розміри і взаємозв'язки. Отриманий ескіз повинен бути чорним, тобто визначеним на площині ескізу (рис 8.2).

За допомогою інструменту  «Extrude» витягуємо створений ескіз вгору на 10 мм (рис 8.2)..

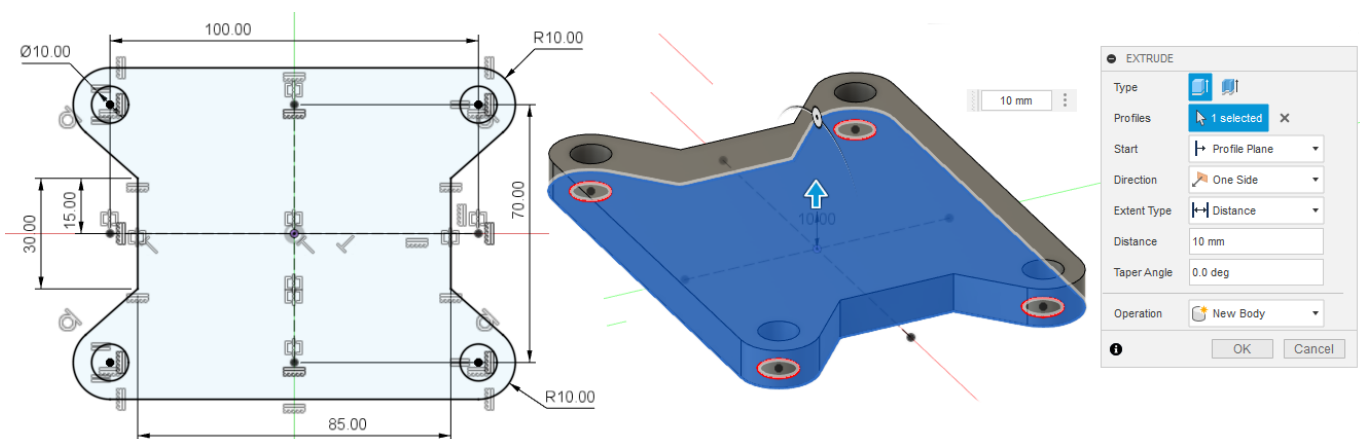


Рис.8.2. Ескіз 1 та його витягування

2. Далі побудуємо зовнішню поверхню верхньої частини деталі. Для цього створюємо ескіз зовнішнього контуру на площині XZ. На ескізі одразу можна відобразити центральний отвір, так як він є наскрізним.

За допомогою інструменту  «Extrude» витягуємо створений ескіз симетрично в дві сторони на ширину – 60 мм (рис 8.3).

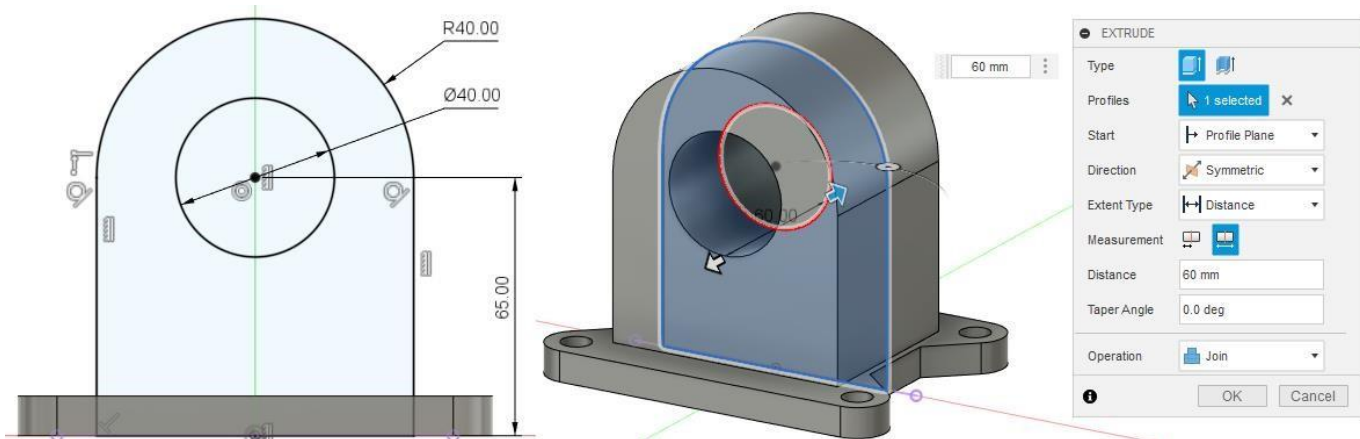


Рис.8.3. Ескіз 2 та його витягування

3. Побудуємо ескіз для створення внутрішньої порожнини деталі. Для цього створюємо ескіз внутрішнього контуру на площині XZ.

За допомогою інструменту  «Extrude» робимо виріз симетрично в дві сторони на ширину – 50 мм (рис 8.4).

4. Створимо круглу бобишку на фронтальній стороні деталі. Та відзеркалено

її на тильну сторону (рис. 8.5)

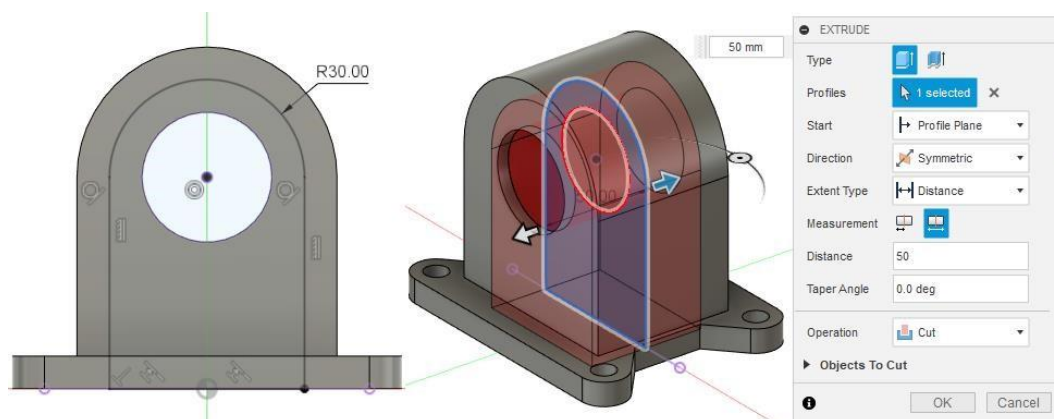


Рис.8.4. Ескіз 3 та його вирізання

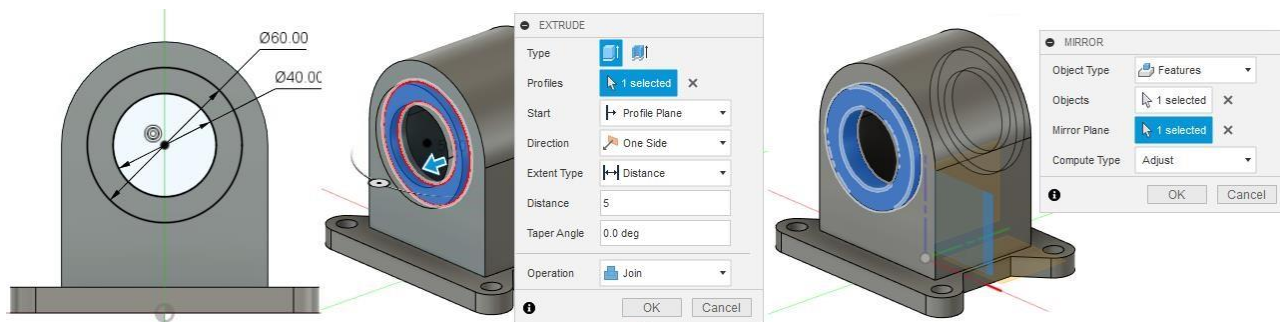


Рис.8.5. Ескіз 4, його витягування та віддзеркалення на тильну сторону

5. Аналогічно 4-му пункту зробимо круглу бобишку на правій стороні деталі, та відзеркалено її на ліву сторону деталі. В середині бобишки створимо ескіз кола D20 та проріжемо наскрізь для отримання бічних отворів (рис. 8.6).

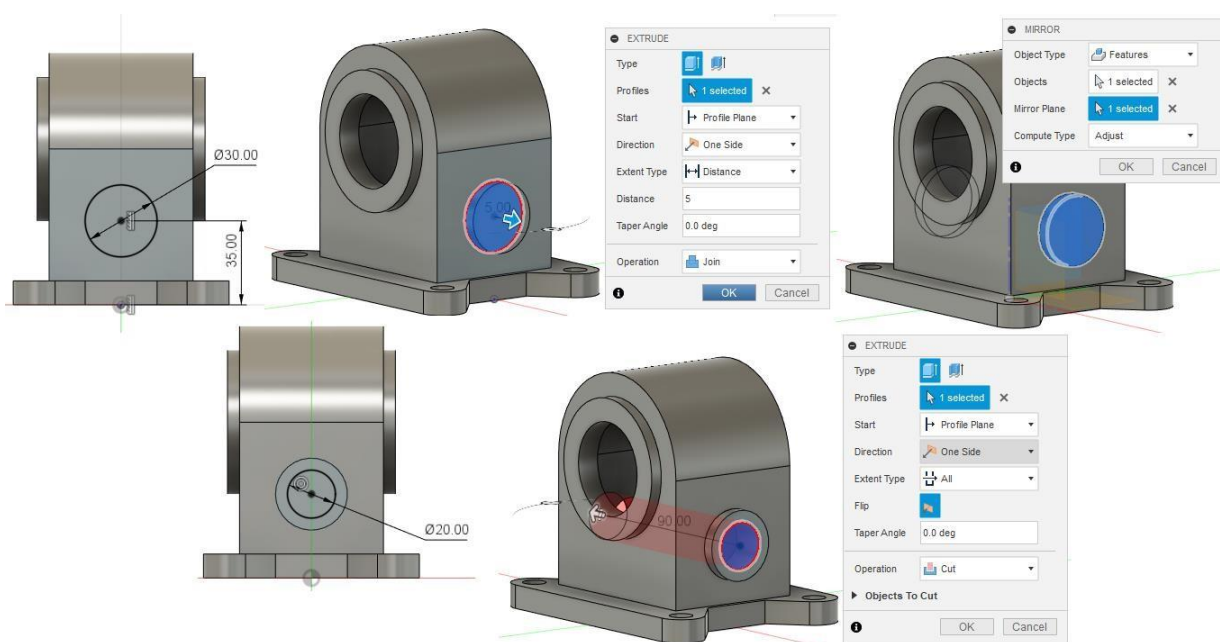


Рис.8.6. Створення бокових бобишек

6. Створимо прямокутну бобишку на вершині деталі. Для цього за допомогою інструменту  «Offset Plane» побудуємо допоміжну площину на відстані 110 мм від площини XY (рис. 8.7).

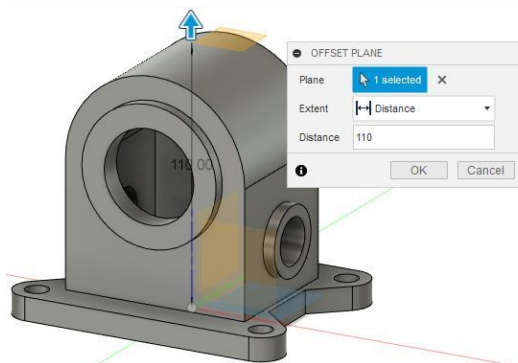


Рис.8.7. Створення допоміжної площини

7. На створеній площині будуємо зовнішній та внутрішній контур бобишки. Витягуємо створений ескіз до зовнішньої поверхні деталі (рис. 8.8).

Далі скориставшись ще раз створеним ескізом виріжимо наскрізний отвір у деталі (рис. 8.8).

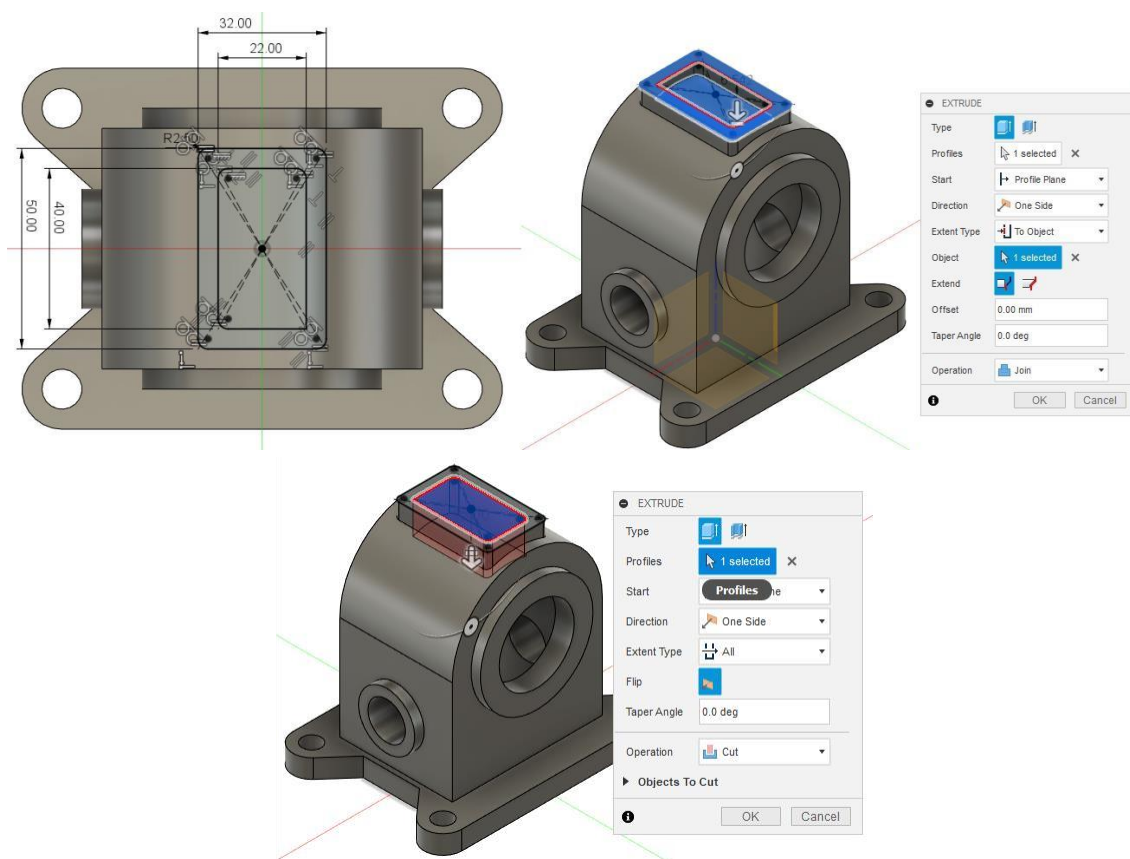


Рис.8.8. Створення верхньої бобишки та отвору.

8. За допомогою інструмента  «Fillet» робимо округлення біля основи, і всіх бобишек деталі радіусом 2.5 мм.

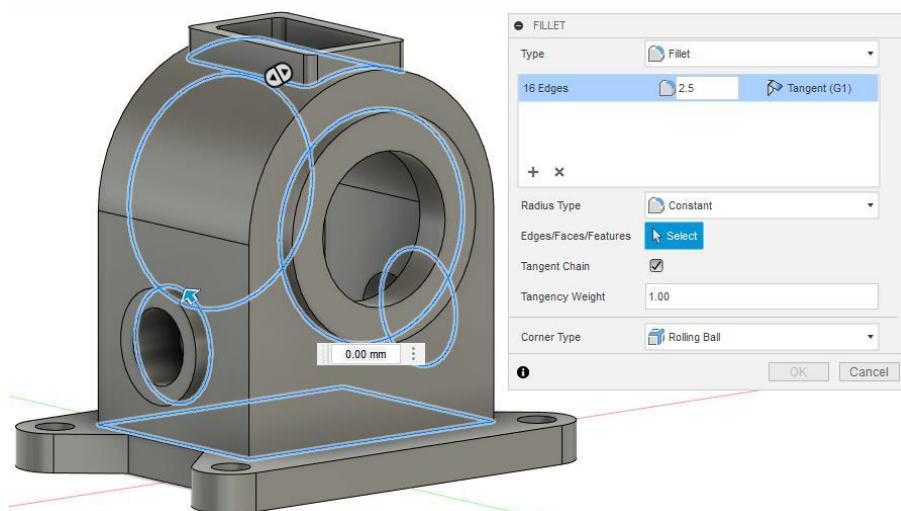


Рис.8.9. Округлення кромки

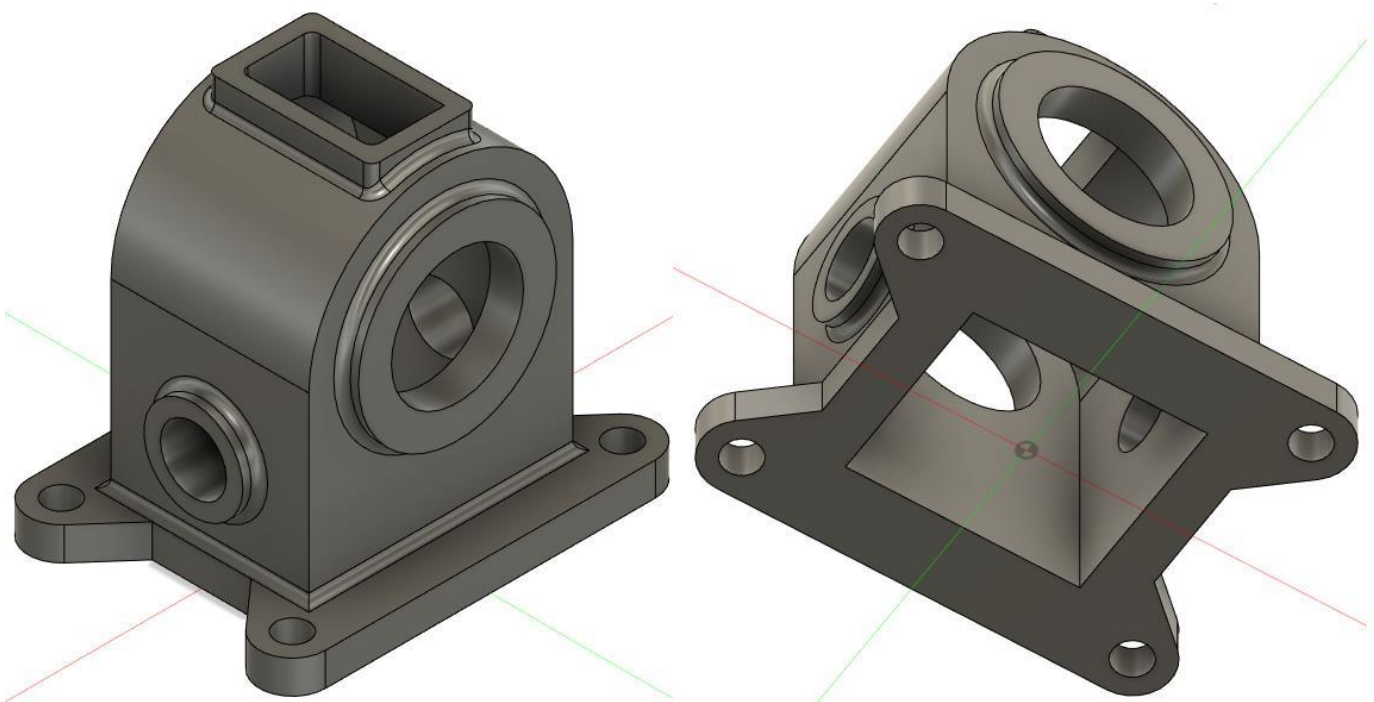


Рис.8.10. Готова деталь

Практична робота №9-10

Моделювання корпусу дистанційного пульта керування

Мета роботи: На основі здобутих у попередніх практичних роботах навичок побудови 3D моделей деталей перейти до виконання промислового завдання з проектування корпусу дистанційного пульта керування в середовищі AUTODESK FUSION 360.

У цій практичній роботі буде розглянуто проектування корпусу для невеликого пульта дистанційного керування. Це двокомпонентна конструкція з отвором для роз'єму micro USB та двома кнопковими перемикачами.

Розділимо завдання на три частини: 1. Проектування корпусу, який складається з двох кришок; 2. Проектування м'якої петлі між кришками; 3.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

Проектування клямки. Для виконання даного завдання відводиться 2 практичні роботи.

Вказівки до виконання роботи Частина 1 проектування зовнішнього вигляду корпусу (Практична робота №9)

Перший ескіз дозволить нам створити основну частину корпусу. Ескіз створюється на верхній поверхні вихідної точки. Цей ескіз зазвичай посиляється на розміри існуючої друкованої плати та компонентів, проте можна спроектувати корпус, а потім спроектувати компонування електроніки. На цьому етапі ескіз включає тільки лінії та центральні прямокутники (рис 9.1. а). Заокруглення будуть додані пізніше. Ескіз повністю прив'язаний до вихідної точки, що є гарною практикою, оскільки надалі набагато простіше посилатися на інші елементи.

Примітка: кнопки також були додані до цього ескізу, і будуть використовуватиметься пізніше в моделі.

Потім профіль цього ескізу видавлюється на 8 мм, щоб створити першу половину нашого корпусу (рис 9.1. б). В результаті буде створено новий корпус, який стане верхньою частиною конструкції.

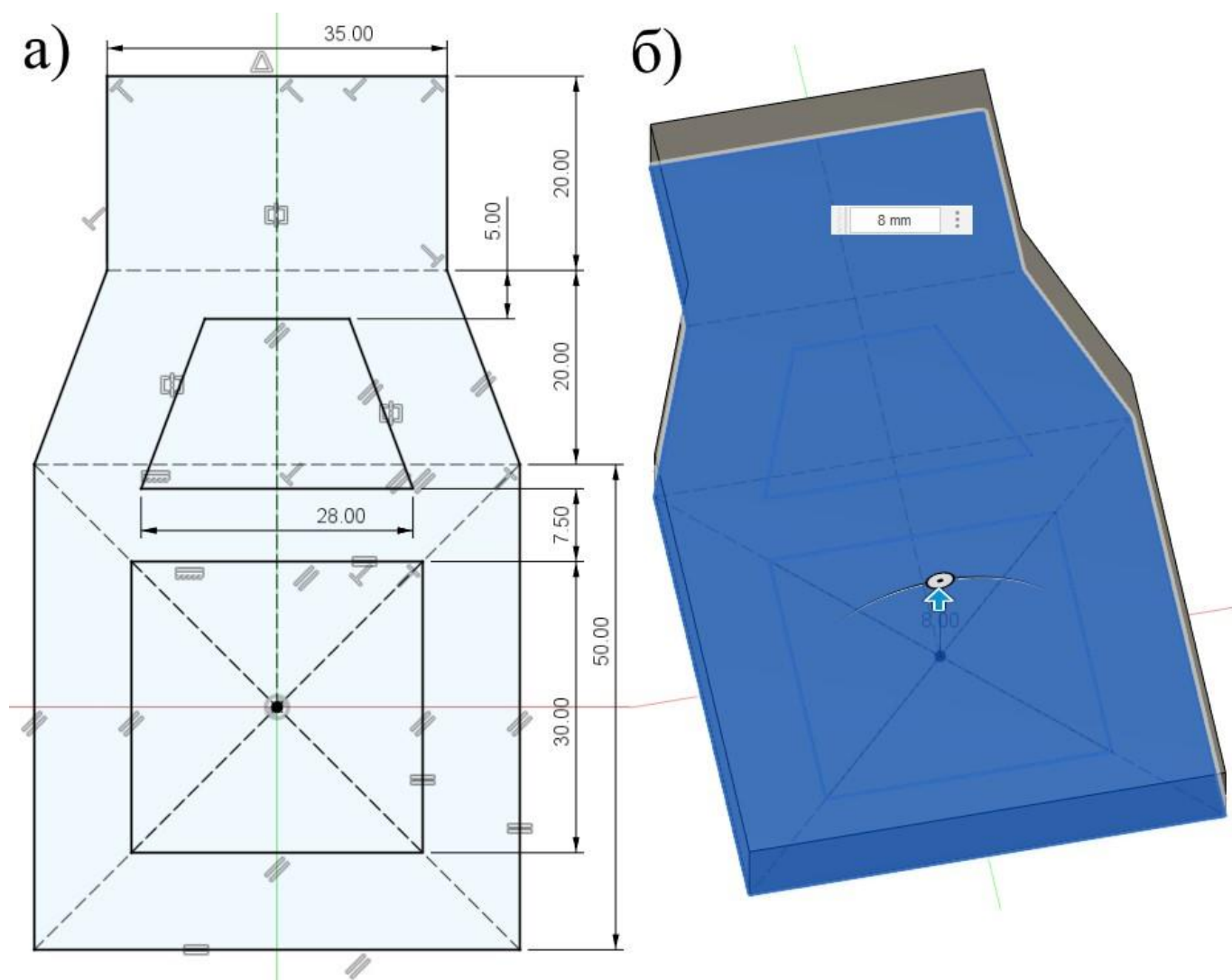


Рис.9.1. Ескіз основного корпусу та його видавлювання

Тепер можна додати заокруглення та фаски, щоб корпус був естетично привабливий, зручний в експлуатації та зносостійкий. Усього були використані заокруглення з трьома радіусами різного розміру; 10 мм по двох найближчих краях, 30 мм по чотирьох середніх краях і 5 мм по далеких краях. На додаток до периметра верхнього краю додається фаска 3 мм (рис.9.2).

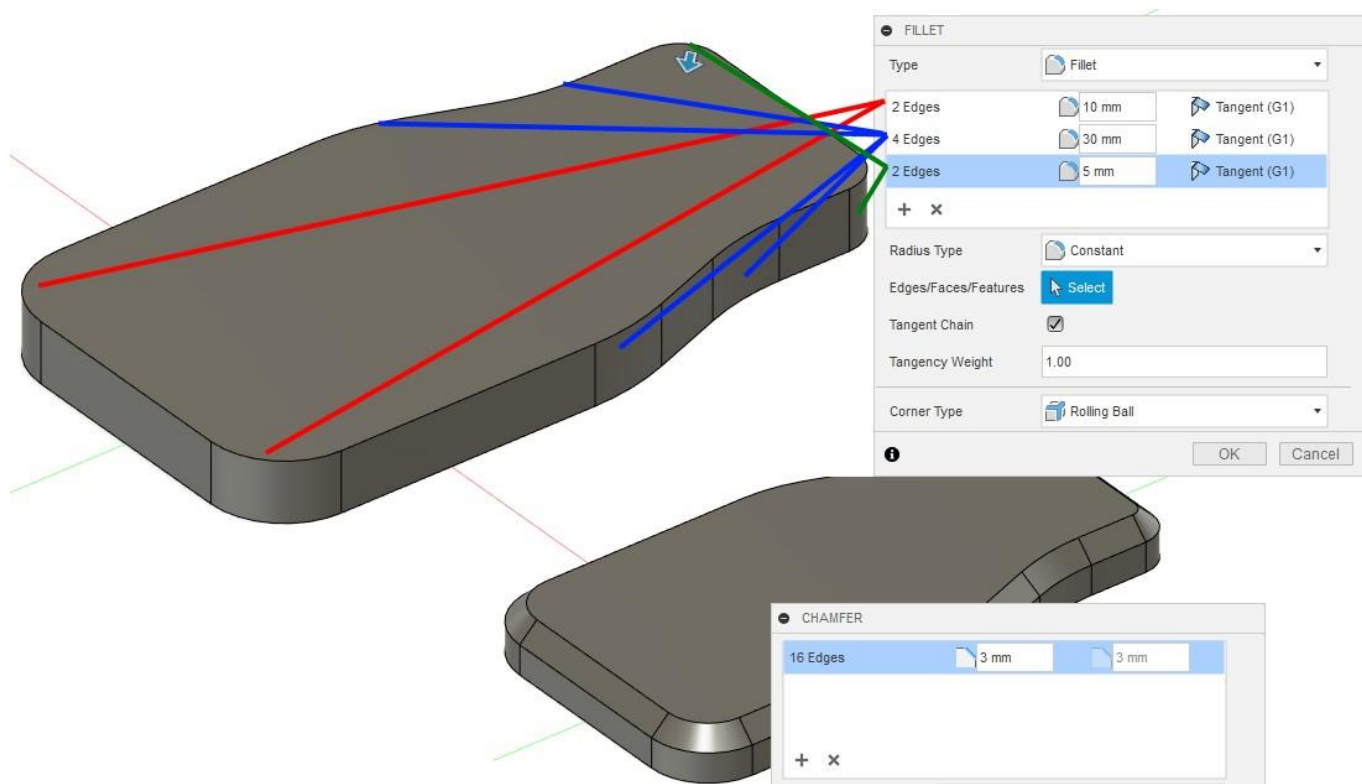


Рис.9.2. Додавання округлень та фасок

Другу частину корпусу можна видавити вниз на 8 мм. Можна використовувати нижню грань першої частини для профілю без створення нового ескізу. Тут важливо вибрати New Body для операції, Fusion за умовчанням вибере Join, який просто додасть матеріал у верхню половину корпусу.

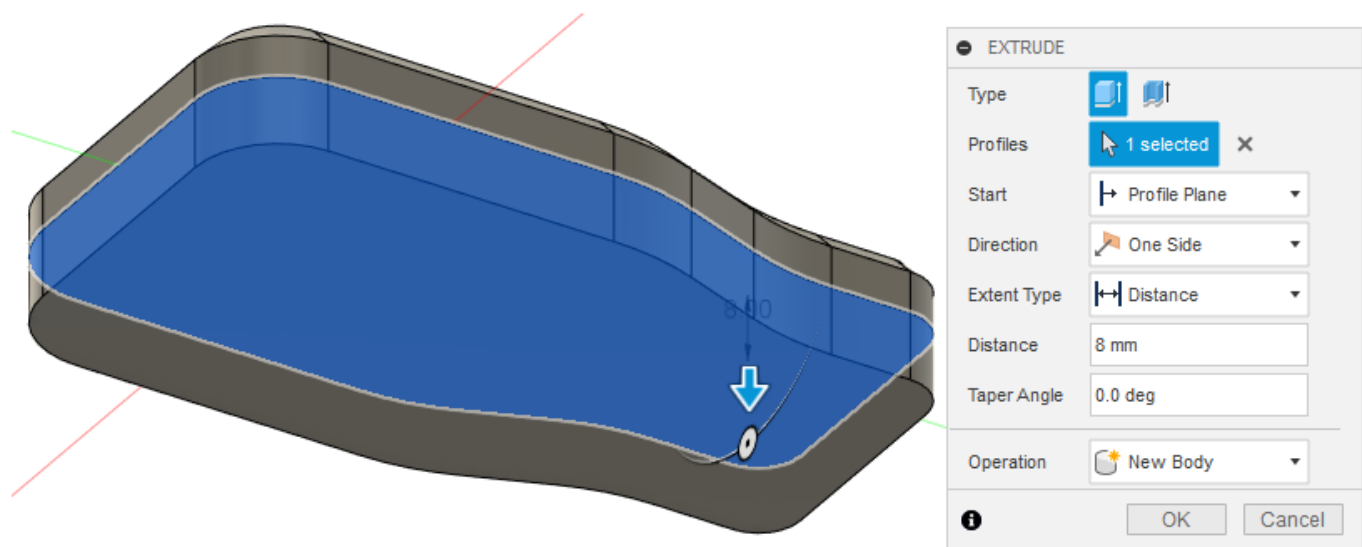


Рис.9.3. видавлювання нижньої частини корпусу

Тепер ми маємо дві окремі деталі, які складають наш корпус. Потім до нижньої частини 2 корпусу додається ще фаска 1 мм.

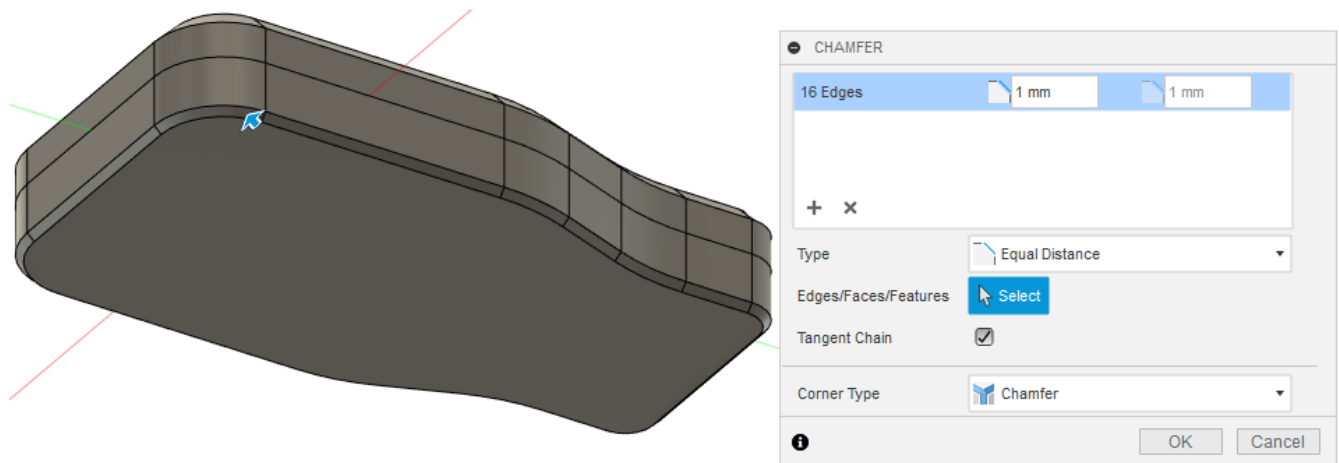


Рис.9.4. Додавання фаски до нижньої частини корпусу

Наступним кроком буде створення порожнини всередині двох тіл, яка міститиме друковану плату та електроніку. Зараз обидва тіла є повністю твердими.

За допомогою інструмента Shell оберіть грані, які необхідно видалити і задайте товщину стінки 2,4 мм, щоб створити порожнину всередині корпусу. На рисунку 9.5 показано, що робить інструмент Shell. Може знадобитися приховати одне тіло, щоб можна було вибрати грань іншого і навпаки. Це можна зробити, клацнувши правою кнопкою миші по тілу та вибравши «Приховати».

Тепер у нас є порожнина всередині корпусу, в якій достатньо місця для збирання нашої друкованої плати. Використання Shell інструменту є набагато ефективнішим способом моделювання корпусу, особливо при створенні складніших конструкцій.



Рис.9.5. Створення порожнини корпусу

Наступним етапом проектування корпусу є вирізання місця для кнопок. Профіль для них було створено на першому ескізі, тому необхідно включити його видимість. Використайте інструмент Extrude для створення отворів для кнопок. Замість вказівки відстані можна використовувати параметр «Extent — All», який видаляє все, що блокує шлях профілю (рис. 9.6).

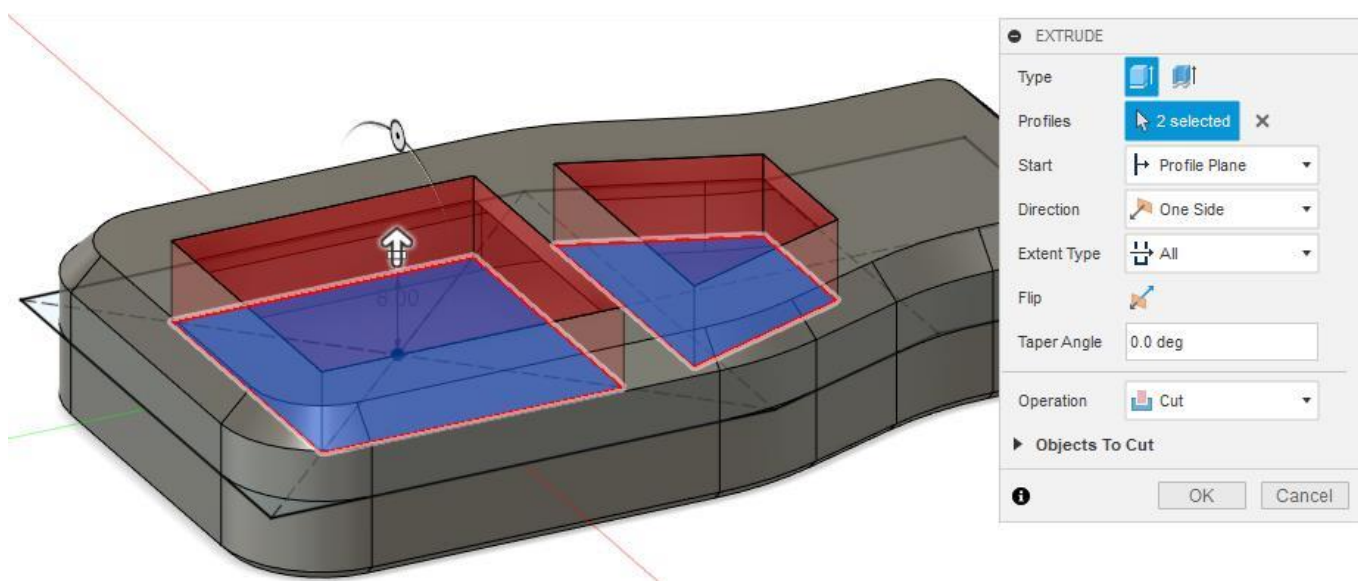


Рис.9.6. Вирізання отворів для кнопок

Далі необхідно додати заокруглення до гострих кутів отворів. 2.5 мм заокруглення для всіх ребер.

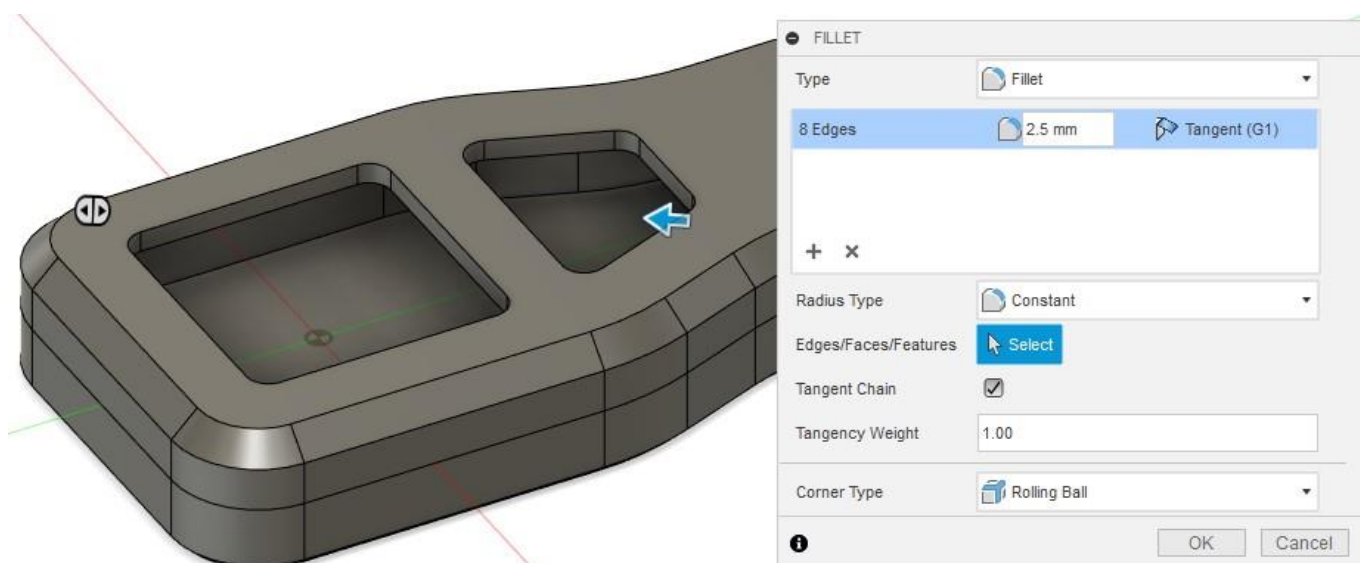


Рис.9.7. Заокруглення ребер отворів

Верхню поверхню верхньої половини корпусу тепер можна використовувати як площину створення ескізу кнопок. Також можна спроектувати існуючу геометрію в новий ескіз, що значно заощадить час. Крім того, спроектована геометрія оновить зміни, внесені до деталі. Наприклад, якщо розмір кнопки буде змінено в першому ескізі, то і кнопки автоматично оновляться зі змінами зміни.

Щоб кнопка помістилася в отвір необхідно її внутрішній контур зробити менше на 0.5 мм. Зовнішній край кнопки був зміщений на 2,5 мм, який стане основним корпусом двох кнопок (як показано на рис. 9.8).

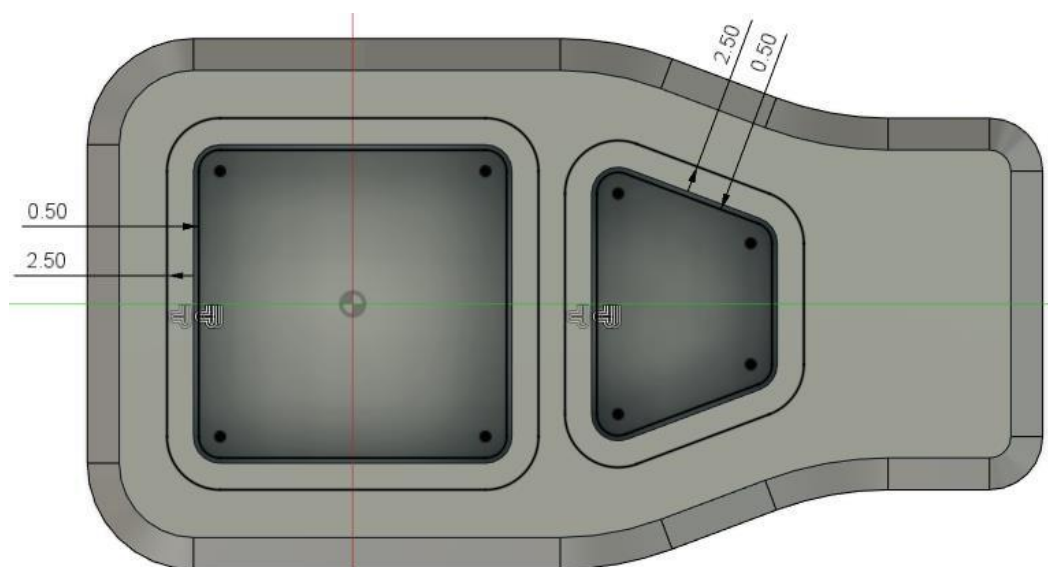


Рис.9.8. Контури кнопок

Внутрішня частина кнопок може бути видавлена вниз. Оскільки кнопки виготовляються окремо з використанням гнучкого матеріалу, вони створені як Нове тіло (New Body). Відстань, яка використовується для видавлювання, становить 2 мм, що дозволяє вбудовувати тіло у виріз для кнопки, створеного раніше.

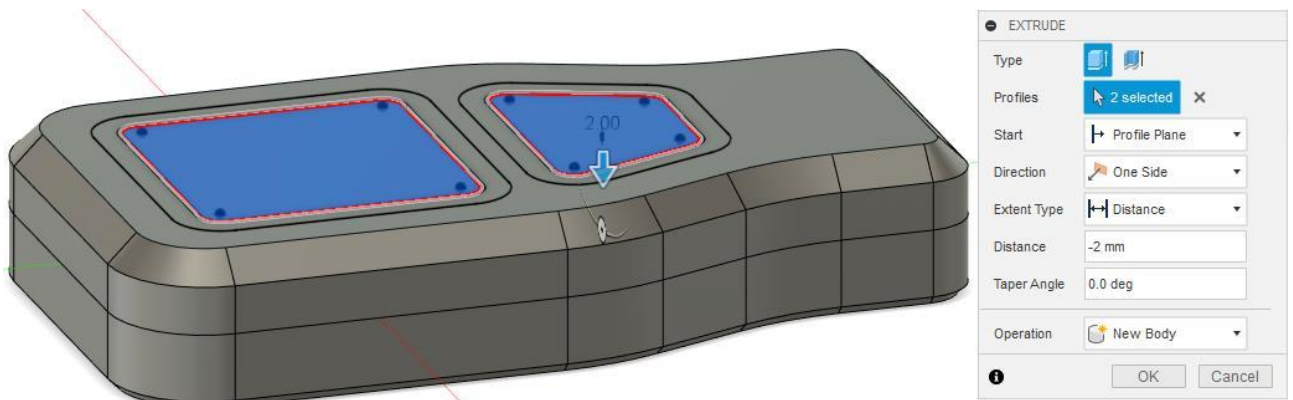


Рис.9.9. Видавлювання внутрішнього контуру кнопки

Використайте ескіз повторно, щоб видавити профіль на 2 мм для тіла основної кнопки. Ця операція Видавлювання (Extrude Cut) повинна приєднатися до основи щойно створених кнопок, однак це призведе до того, що кнопки будуть приєднані до верхньої частини корпусу. Щоб запобігти цьому, видимість верхньої частини корпусу можна вимкнути під час операції видавлювання, а потім знову переключити на видиму після завершення (рис. 9.10).

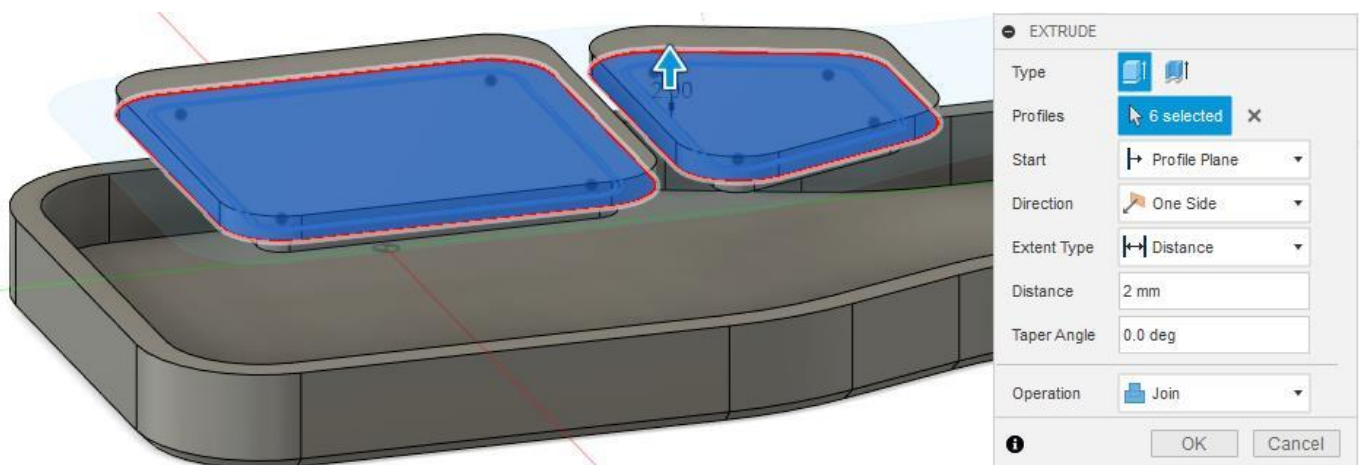


Рис.9.10. Видавлювання зовнішнього контуру кнопки

Деякі естетичні особливості можна додати до зовнішніх профілів кнопок. У цьому випадку використовується проста фаска 1,5 мм.

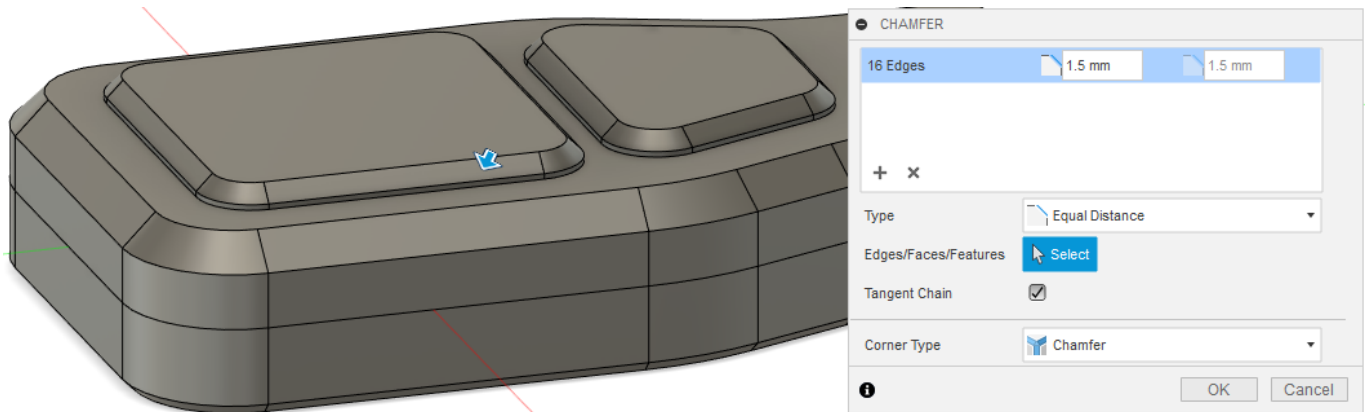


Рис.9.11. Фаски на кнопках

На рисунку 9.12 показано отриманий результат у розрізі.

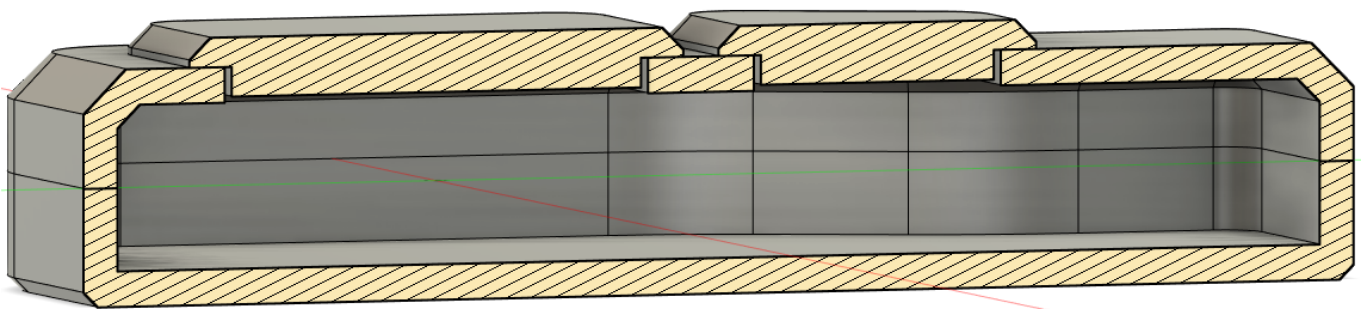


Рис.9.12. Корпус у розрізі

Далі створимо конструкцію монтажних виступів для електричної плати пульта керування. Основне призначення цієї частини – зафіксувати друковану плату та електронні компоненти. Щоб надійно закріпити друковану плату всередині корпусу, виступи використовуються як точка кріплення для фіксації плати.

Для цієї конструкції були вибрані саморізи, як просте та економічне рішення, що використовується для вкручування в отвори для кріплення друкованої плати. Використовуватимуться гвинти М2,5, тому отвори повинні бути трохи менше гвинта (розмір 0,25 мм — хороше правило), щоб різьблення могло врізатися в монтажні виступи. Для додаткової міцності та жорсткості доданий додатковий матеріал до бокових стінок. Це також спрощує виготовлення та забезпечує кращу поверхню моделі, оскільки зменшуються проблеми з деформацією під час виготовлення.

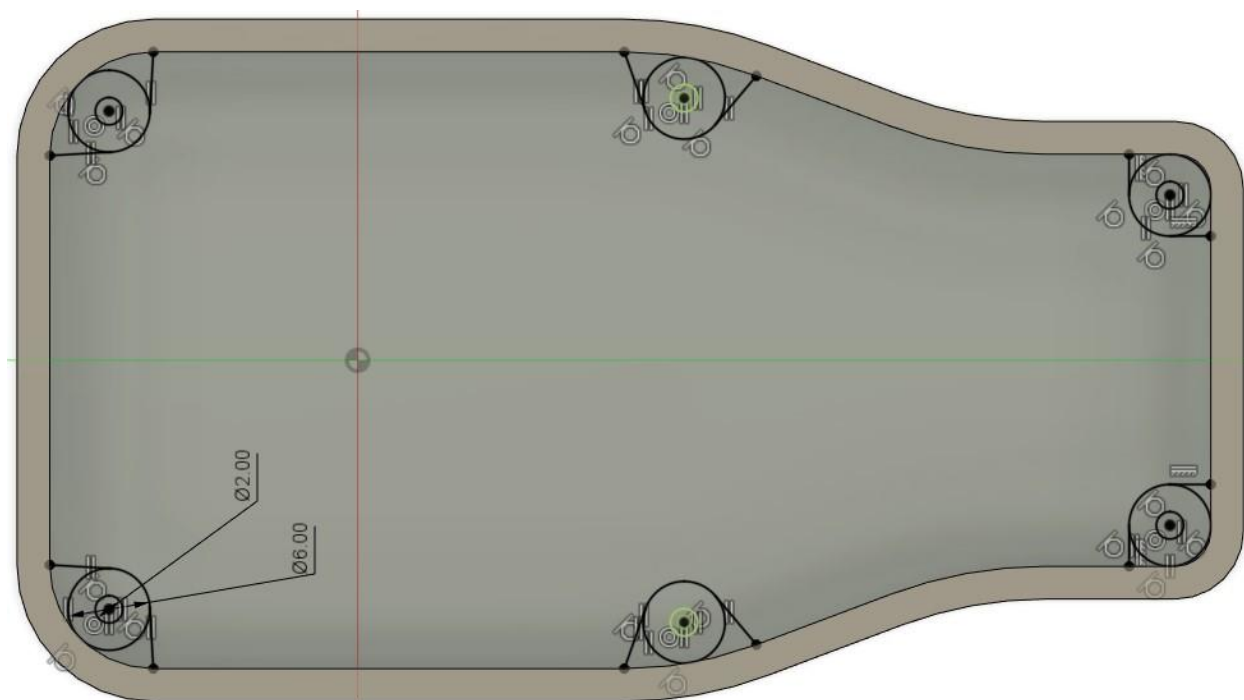


Рис.9.13. Ескіз кріплень для плати

Тепер профілі можна видавити на 2 мм для створення отворів (рис. 9.14). Вимкнення профілю отвору з вибору створює монтажну поверхню та отвір за один раз.

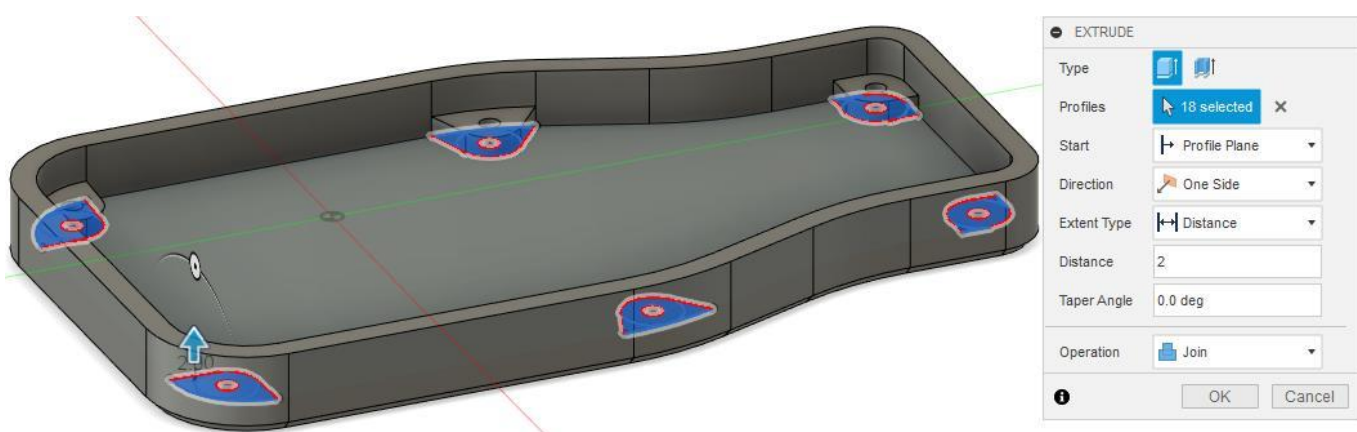


Рис.9.14. Видавлювання кріплень для плати

Щоб обидві половини корпусу збігалися, додамо виступ. Це допомагає з вирівнюванням, зменшуючи ймовірність проміжків між половинками і крім того, значно збільшує жорсткість конструкції.

Щоб створити губу, верхню частину необхідно приховати. Потім можна створити ескіз зверху стіни нижніх секцій, змістивши лінію на 1,6 мм від внутрішнього краю. Потім використовується вирізання, щоб врізатися в стінку на 2,5 мм, створюючи поглиблену частину виступу.



Рис.9.15. Зміщення контуру вирізання виступу

Ті самі кроки застосовуємо до іншої половини корпусу, цього разу за допомогою зміщення ескізу 1,2 мм і видавлювання на 2 мм (рис. 9.16). Знову ж таки, використовується допуск 0,5 мм (нижня половина має виріз 2,5 мм, а верхня має видавлювання 2 мм, залишаючи зазор 0,5 мм між двома кромками).

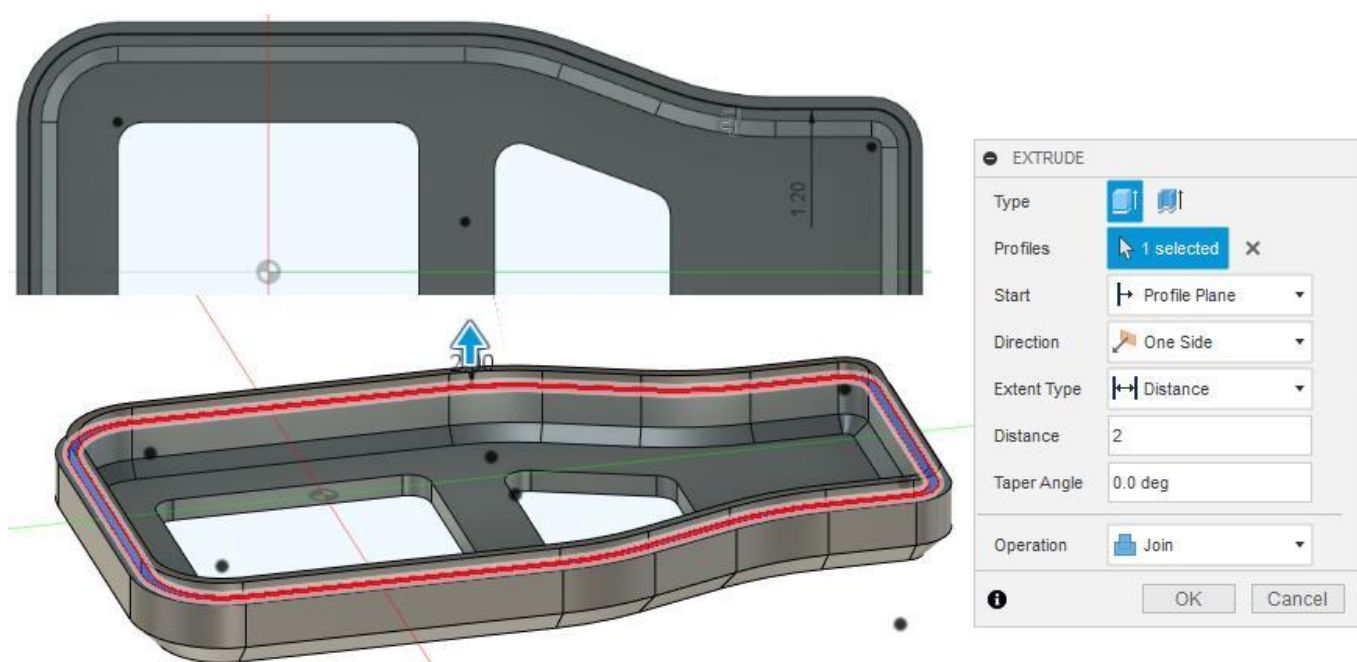


Рис.9.16. Зміщення контуру видавлювання виступу

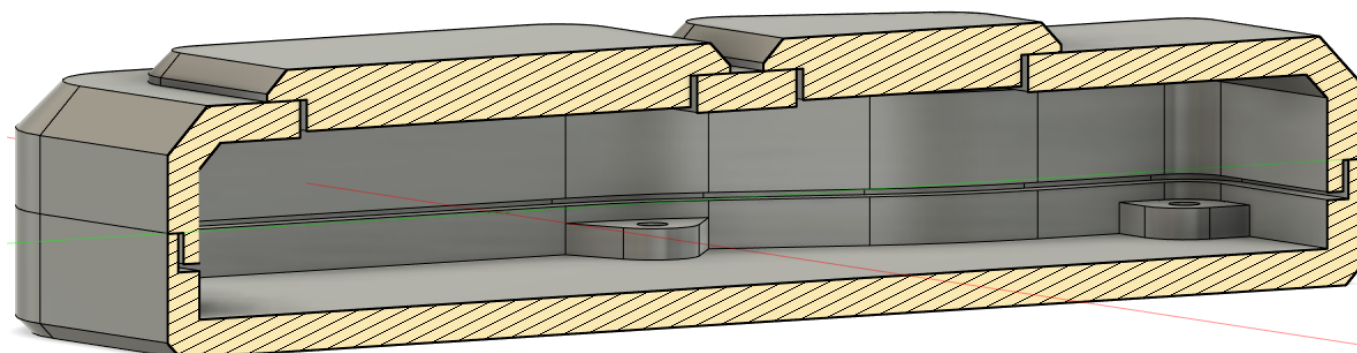


Рис.9.17. Вид у розрізі, що показує з'єднання

Наступним етапом проектування корпусу є додавання вирізу для роз'єму micro USB. Використовується базовий центральний прямокутник із достатнім зазором для підключення кабелю. Розміри ескізу наведено на рисунку 9.18.

Потім вирізається профіль через дві половини корпусу.

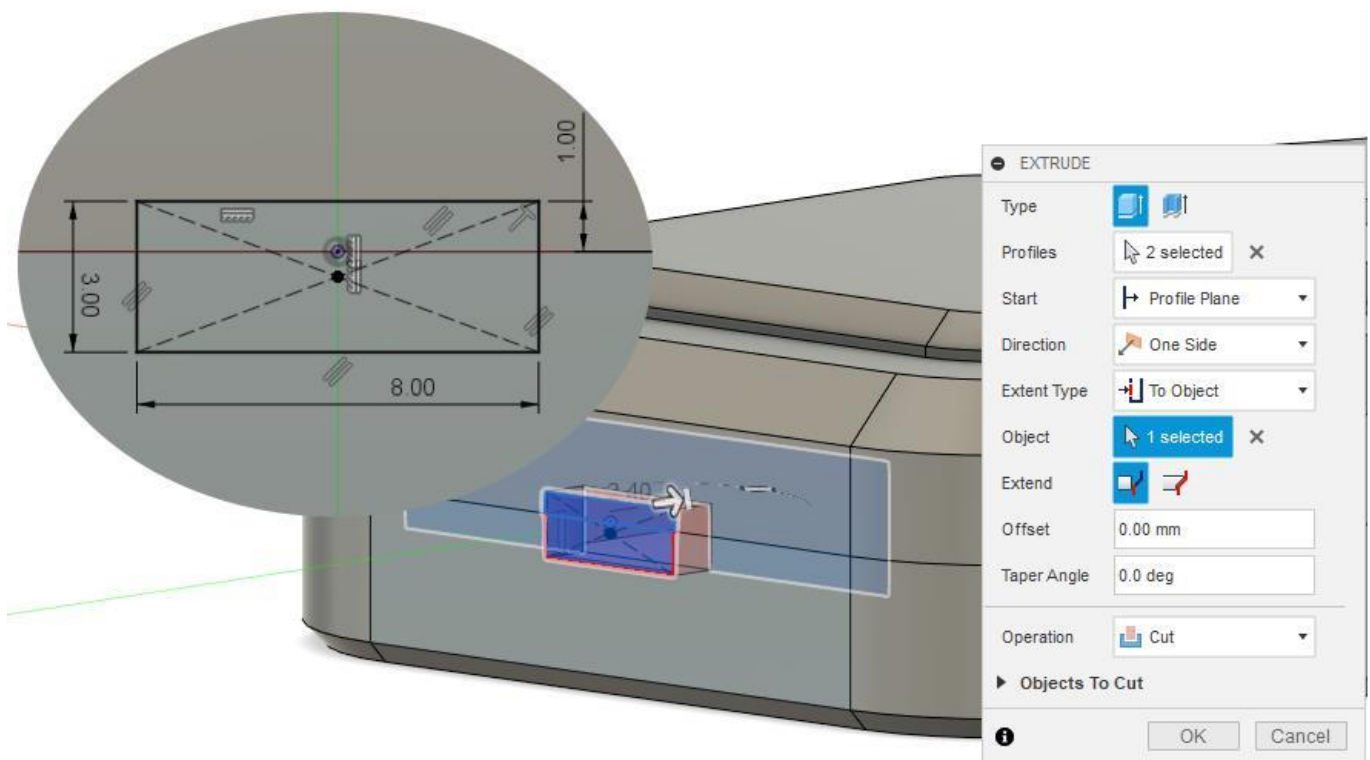


Рис.9.18. Виріз USB - роз'ємну

Заокруглення (0.25 мм) додаються для поліпшення зовнішнього вигляду вирізу та зниження внутрішньої напруги.

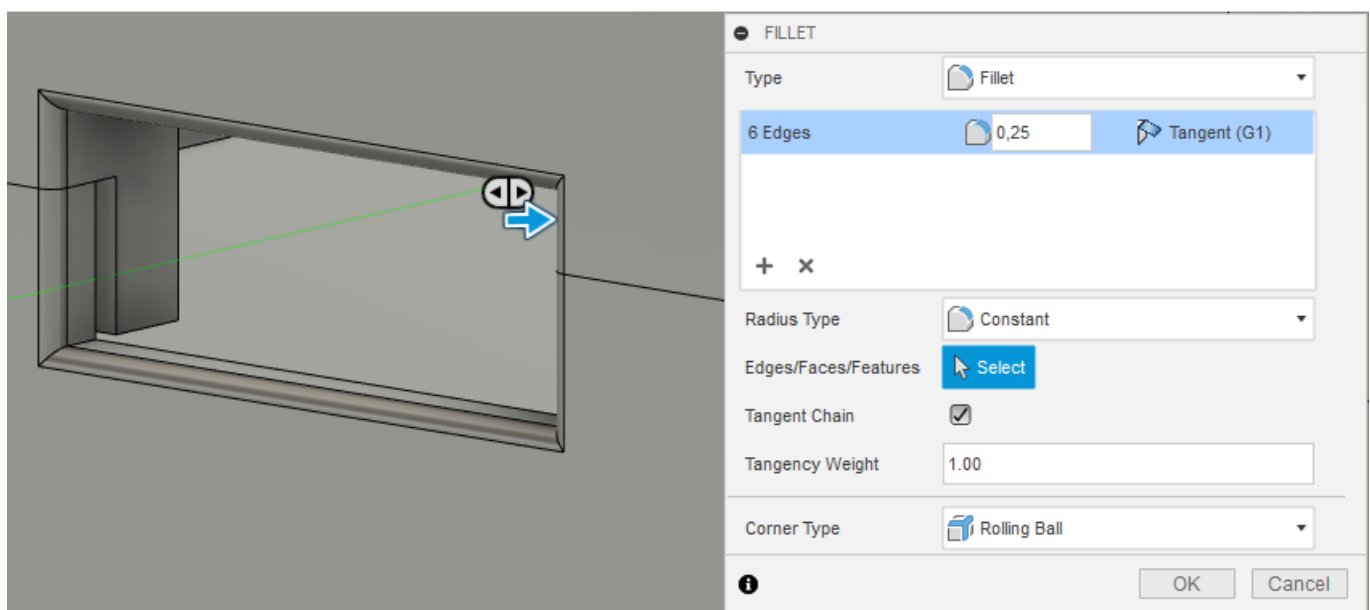


Рис.9.19. Заокруглення кромки USB - роз'ємну

Перша частина робот виконана. Збережіть роботу під назвою (Корпус пульта керування).

Частина 2 проектування фіксаторів, петлі корпусу та нанесення логотипу (Практична робота №10)

Для з'єднання двох половин корпусу будемо використовувати вирізи з фіксаторами (рис. 9.20). Така конструкція є найбільш поширеним з'єднанням і складається з виступу на одній стороні і вирізу на іншому кінці. Після того, як деталі вставлені одна в одну, гачок фіксує з'єднання.

Використання фіксаторів для виробів, надрукованих на 3D-принтері, є корисним, оскільки воно дозволяє легко збирати деталі без необхідності використання інших компонентів.

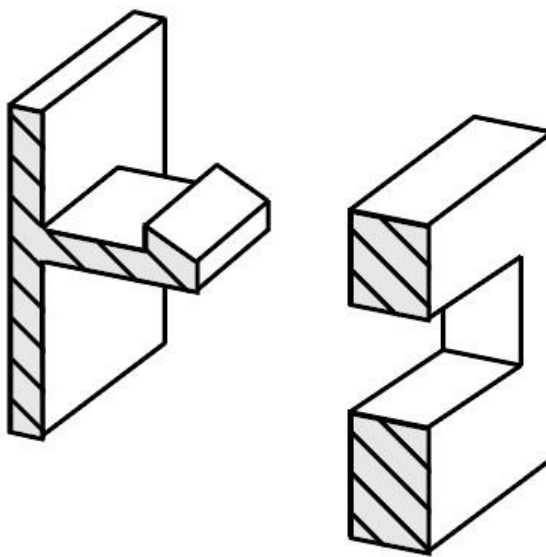


Рис.9.20. Схема з'єднання

Найефективніший метод створення елемента із замиканням - це почати з прорізу паза. Для цієї конструкції використовується простий прямокутний профіль, в який замикається гачок. Необхідно створити тільки одне з'єднання, що замикається, так як потім його можна скопіювати по краю корпусу, що заощадить час і спростить внесення змін в конструкцію.

Перший ескіз створено на внутрішній стороні верхньої частини корпусу, як показано на рисунку 9.21. Використовується простий прямокутник розміром 2,5 x 6 мм зі зміщенням від верхньої стінки на 0,75 мм.

Примітка. При проектуванні внутрішньої грані стає важко побачити геометрію, оскільки інша стіна закриває вигляд. Щоб спростити побудову цього ескізу, можна використовувати параметр «Зріз» в інструментах ескізу, щоб створити часовий розріз деталі.

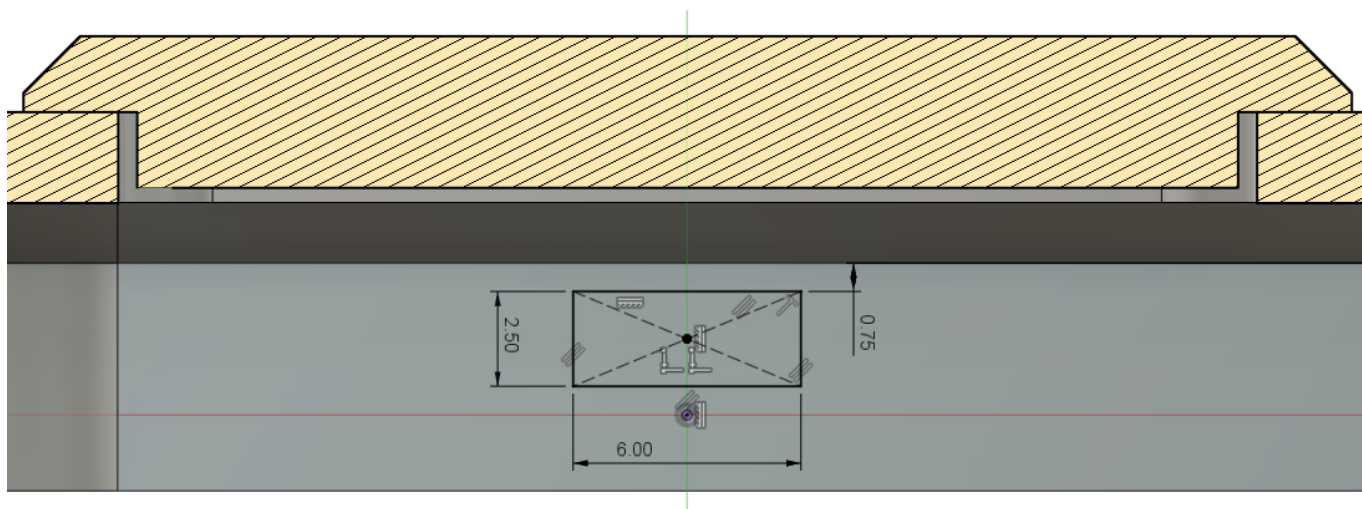


Рис.9.21. Ескіз прорізи

Видавлюємо створений профіль, щоб створити проріз для гачка. Вирізи робимо глухими на глибину 1.6 мм (тільки частково врізатися в стінку), що забезпечує оптимальний дизайн, оскільки виріз не видно зовні (рис. 9.22).

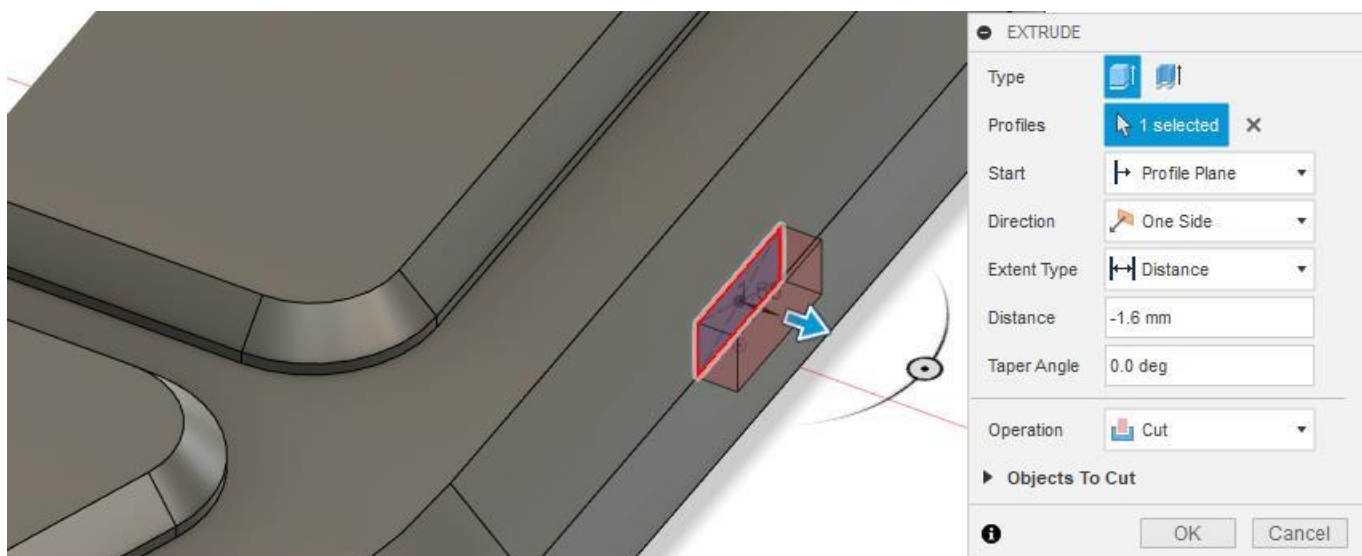


Рис.9.22. Вирізання прорізи

Наступний крок - створення фіксатора. Можна послатися на виріз із попереднього кроку, щоб переконатися, що гачок та виїмка ідеально поєднуються. Використовується допоміжна площина Midplane, яка дозволяє створити ескіз у центрі вирізу (рис. 2.23).

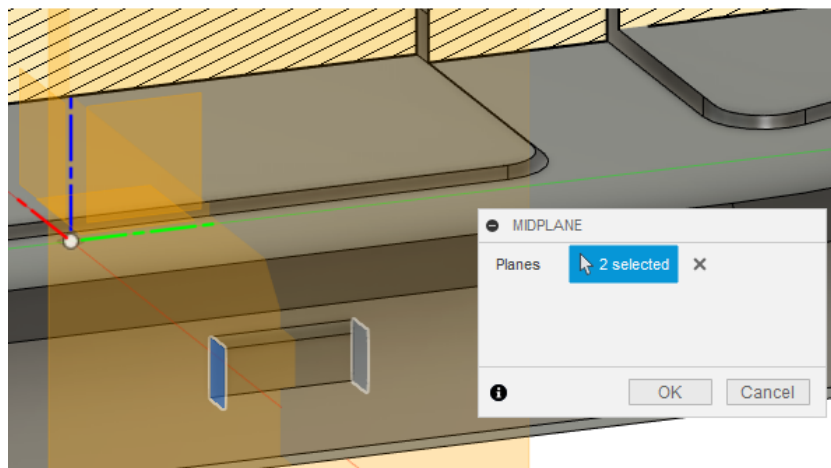


Рис.9.23. Створення допоміжної площини

Тепер на цій робочій площині можна створити ескіз гака (рис. 9.24). Знову ж таки, опція Slice використовувалася, щоб показати цю частину під час підготовки ескізу.

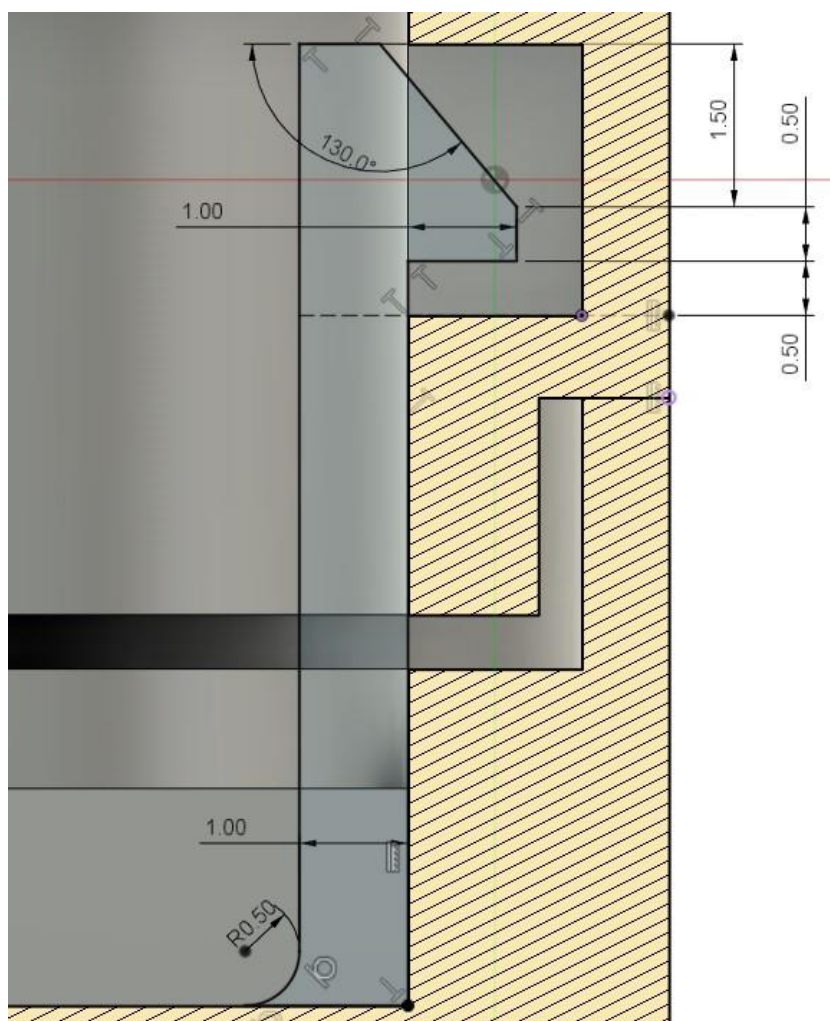


Рис.9.24. Ескіз профілю гачка

Важливо залишити невеликий зазор, щоб врахувати неточності друку. Для цього дизайну було вибрано 0,5 мм. Видавлюємо профіль гака на відстань 5 мм. Збільшення цієї ширини додасть міцності конструкції.

Ескіз розташований у середині порожнини, тому використовуємо симетричне видавлювання. Верхня частина корпусу була прихована, щоб гарантувати, що вона не з'єднається із нижньою частиною при видавлюванні.

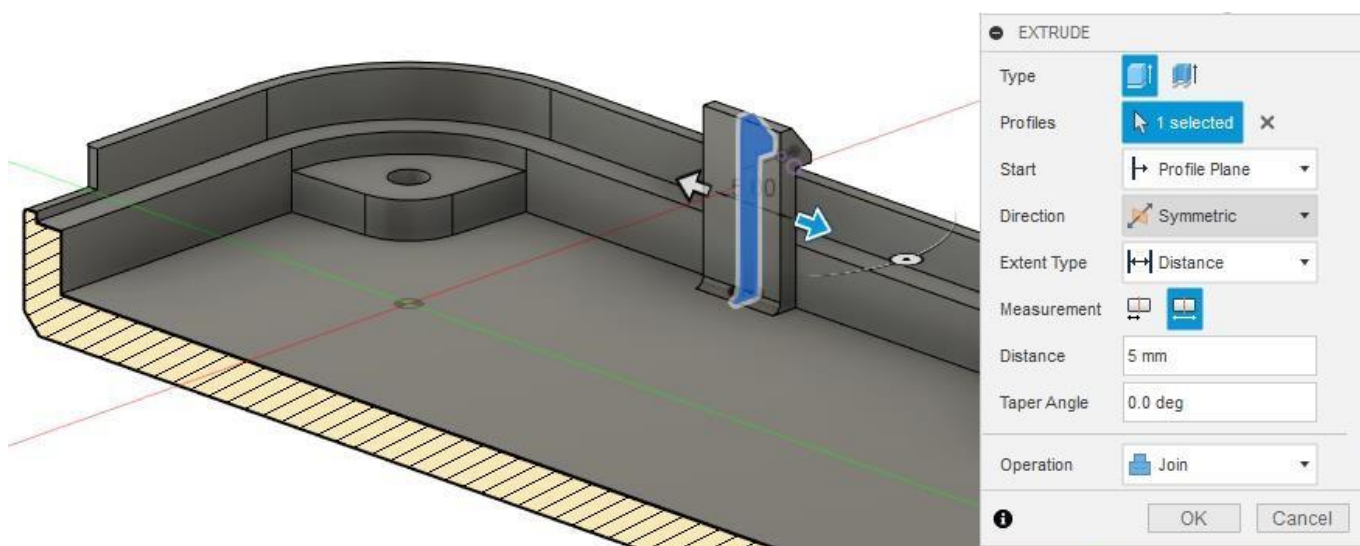


Рис.9.25. Видавлювання профілю гака

Тепер з'єднання з однією клямкою готове, проте для фіксації цієї деталі по всьому периметру потрібно ще кілька з'єднань. Команда Pattern (Шаблон) може бути використана для ефективного створення кількох копій клямок, без необхідності створення будь-яких нових ескізів. Інструмент Тип шаблону (Pattern of Path

 Pattern on Path) використовується для створення декількох копій одного гачка та порожнини по вказаній траєкторії.

Встановіть тип шаблону Features, та у об'єктах «Objects» оберіть попередньо створену прорізь та гак. Потім вибирається шлях «Path», яким повинні слідувати копії елементів, визначається кількість екземплярів – 2 шт., та крок між ними – 54,5 мм. Також важливо встановити Орієнтацію на Напрямок (Path Direction), щоб усі гаки були перпендикулярні до грані, на якій вони знаходяться. Результат зображено на рисунку 9.26.

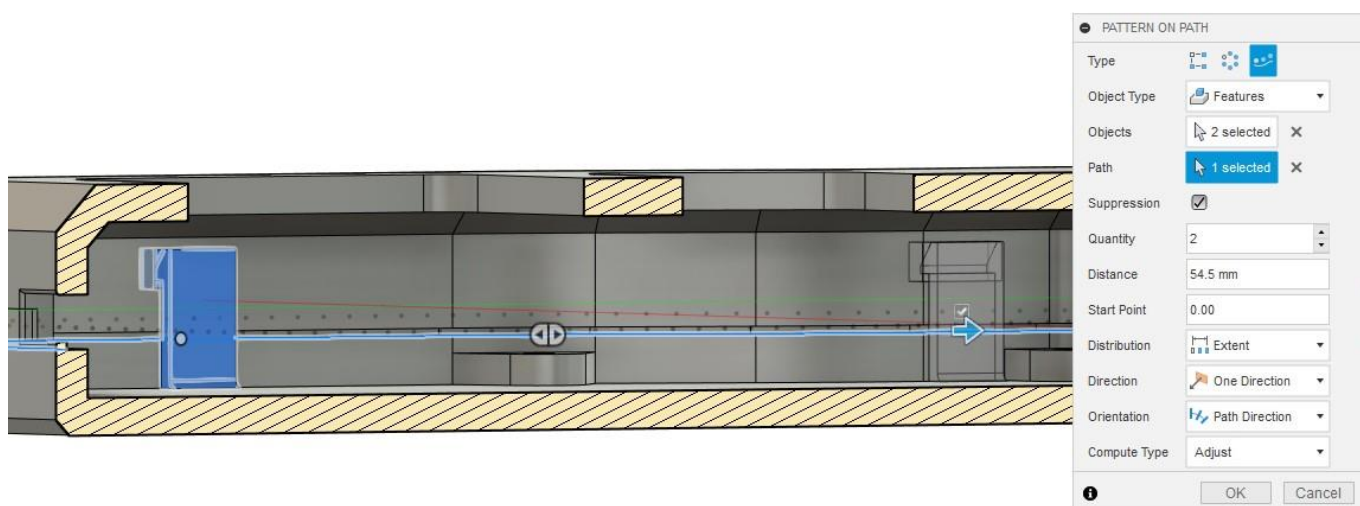


Рис.9.26. Копіювання фіксаторів по периметру

Для побудови фіксаторів з іншого боку корпусу використовується комбінація інструментів Pattern on Path & Mirror. Спочатку створюється шаблон, а потім використовується інструмент "Дзеркало", щоб відобразити фіксатори з іншого боку, в результаті чого виходить ідеально симетричний дизайн (рис. 9.27).

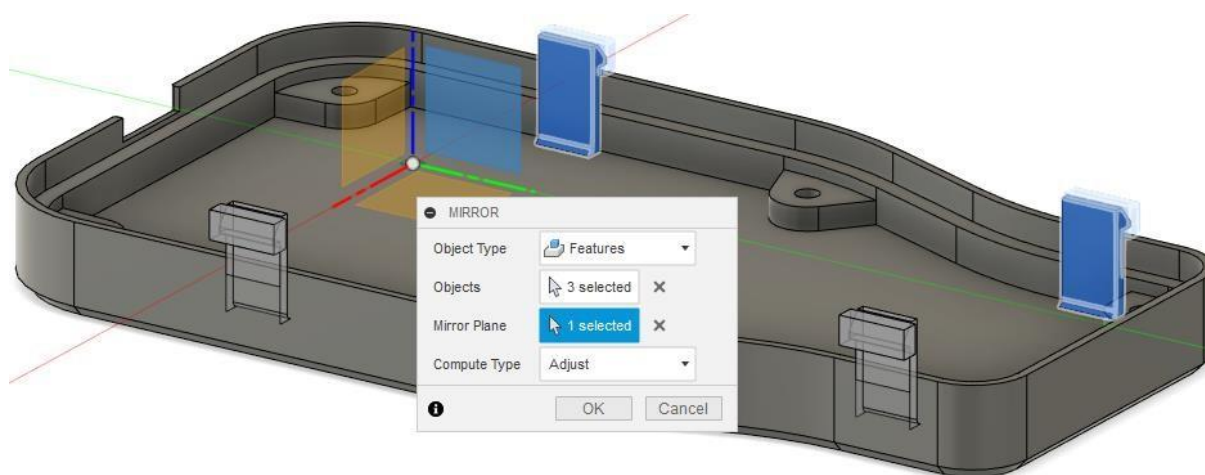


Рис.9.27. Віддзеркалення фіксаторів

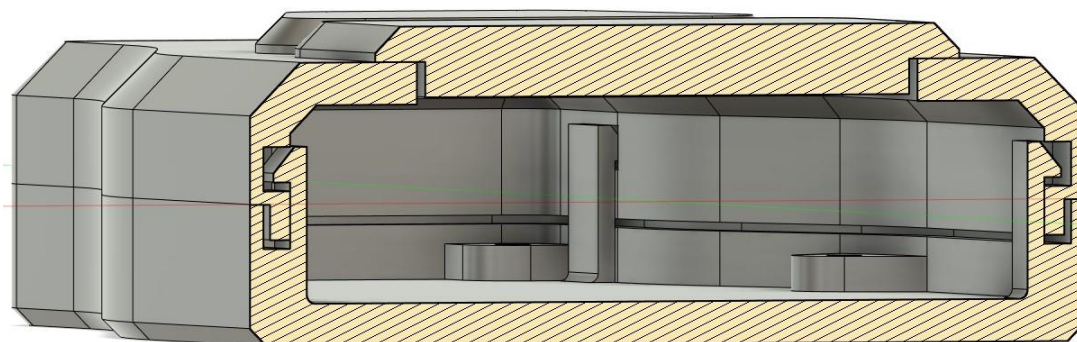


Рис.9.28. Кінцевий результат побудови фіксаторів

Нанесіть на нижній грані корпусу логотип Житомирської Політехніки. Розміри логотипу для побудови ескізу наведено на рисунку 9.29. Шрифт напису «Corbel», розмір шрифту підібрати самостійно, так щоб закінчення кожного рядка напису лежали на одній вертикальній лінії (рис. 9.30). Під логотипом зробіть підпис вашої групи та ПІБ у форматі: «grup_рів ПРИЗВИЩЕ Ім'я По Батькові».

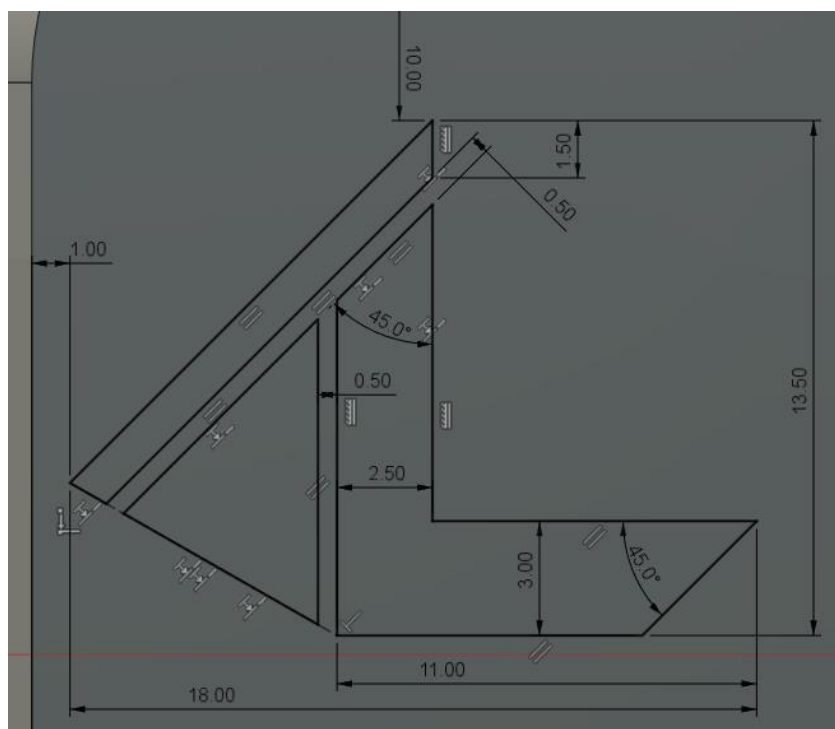


Рис.9.29. Розміри логотипу



Рис.9.30. Загальний вигляд ескізу

Зробіть заглиблення створеного логотипа на 0,2 мм (рис. 9.31).



Рис.9.31. Видавлювання логотипу

Збережіть роботу під попередньою назвою: «**Корпус пульта керування**».

Розробка м'якої петлі, яка буде з'єднувати 2 половини корпусу.

Для подальшої роботи збережіть копію файлу під новою назвою: «**Розгортка корпусу пульта керування**». І далі продовжимо працювати у створеній копії.

Перший етап – орієнтувати обидві половини корпусу так, щоб їх можна було легко виготовити (наприклад надрукувати на 3Д принтері). Важливо переконатися,

що обидві нижні грані знаходяться в одній площині. Це усуває необхідність підтримки, яка також призводить до поганої якості поверхні після видалення.

За допомогою інструмента Move "Переміщення" (рис. 9.32) можна встановити верхню половину корпусу у правильне положення, готове до додавання м'якої петлі. Кнопки корпусу також вибираються, щоб забезпечити їхнє правильне розташування відносно іншої половини корпусу.

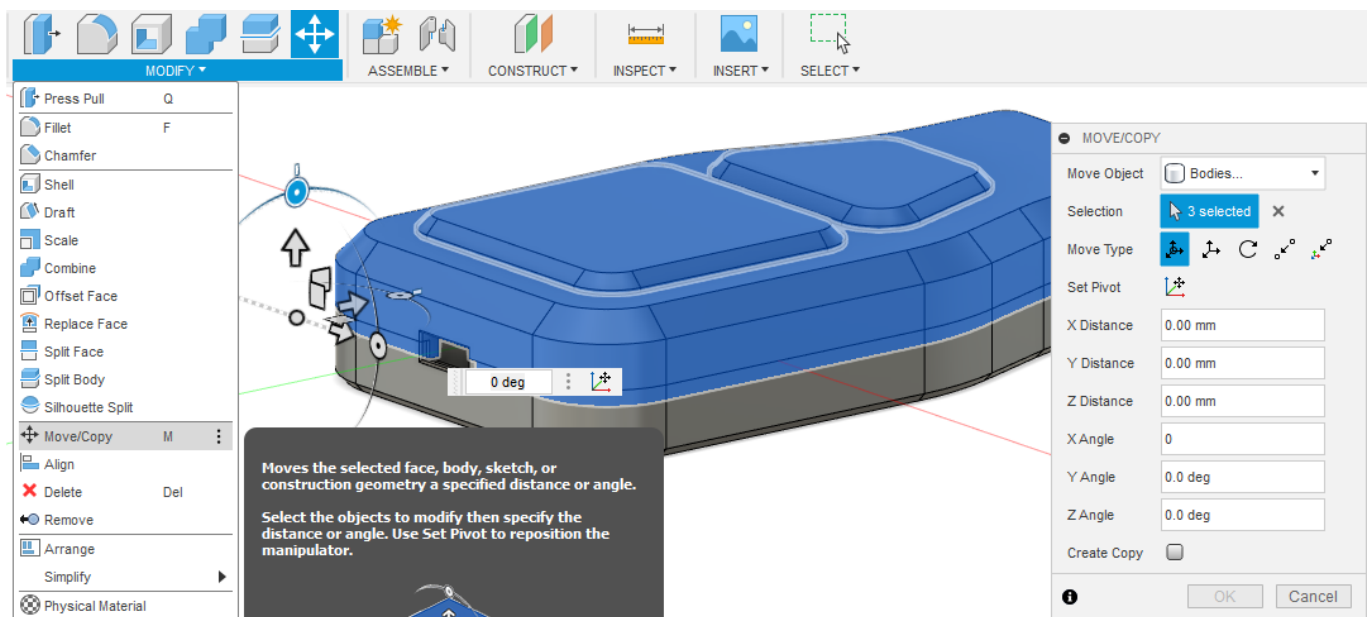


Рис.9.32. Переміщення верхньої частини корпусу

Оптимальна відстань між двома частинами корпусу 7 мм. Відстань менше 5 мм не рекомендується через дуже малий радіус вигину, що створює сильніше навантаження під час руху. Також для розміщення нижніх граней на одній площині необхідно зробити зміщення по вісі Z на -4 мм (рис. 9.33).

Після виконання операції необхідно впевнитися у вірному положенні частин корпусу, а саме відстані між ними 7 мм та у тому, що вони лежать на одній площині.

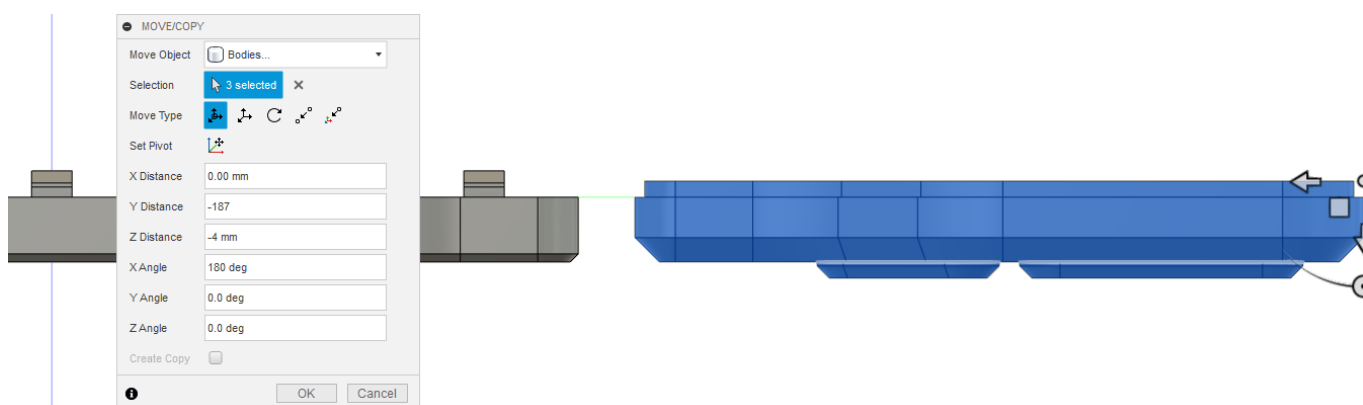


Рис.9.33. Кінцеве положення частин корпусу

Наступний етап - створення ескізу, необхідного для видавлювання м'якої петлі. Якщо корпус моделювався симетрично щодо центру з вихідної точки, можна використовувати вихідну робочу площину. Якщо ця площина не знаходиться всередині деталі, можна використовувати середню площину для побудови ескізу. Для цього запустіть інструмент «Середня площина» (Midplane) з меню «Побудувати» (Construct) і виберіть дві грані, це створить нову робочу площину по середині між вибраних граней.

Тепер на цій площині можна створити ескіз, прив'язавши краї деталей корпусу за допомогою обмеження співпадіння (coincident constraint). Це забезпечить автоматичне оновлення ескізу під час переміщення будь-якої частини корпусу. Найбільш ефективним перерізом петлі є переріз 1 мм, що звужується до 0,6 мм для основної петлі (рис. 9.34).

Це дає хорошу міцність з боків і дозволяє контролювати вигин петлі. Коли петля закривається, зовнішня поверхня розтягується, а внутрішня поверхня стискається. Щоб врахувати це, найкраща конструкція петлі має велику довжину кривої на зовнішній поверхні та коротку внутрішню поверхню.

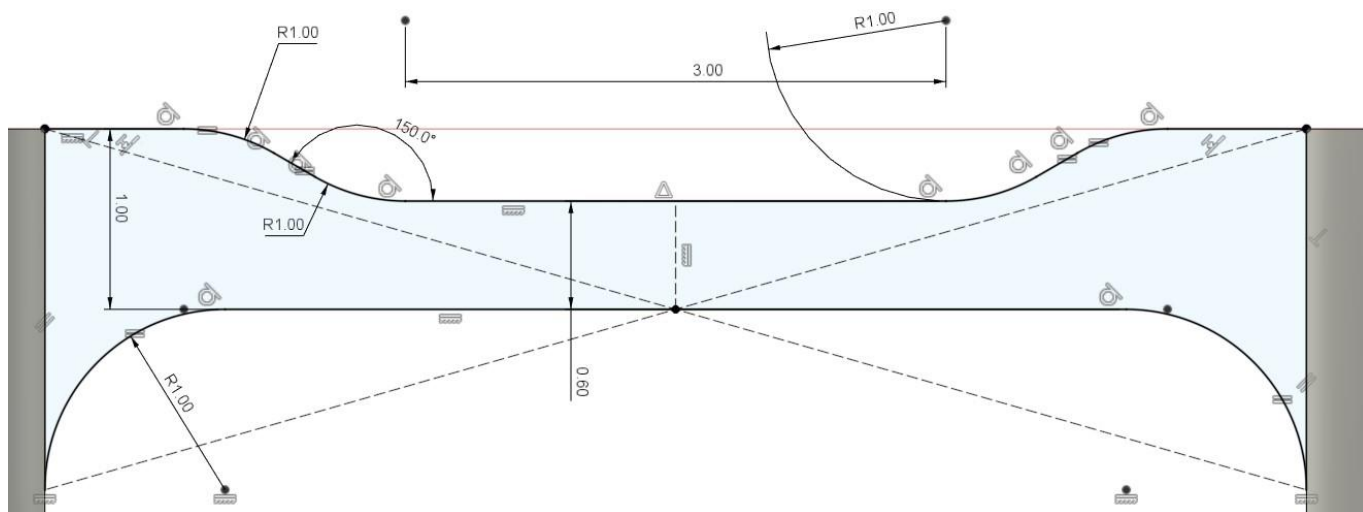


Рис.9.34. Ескіз перерізу петлі

Ескіз завершено і його можна видавлювати, щоб сформувати тіло петлі. Операція Join була використана для того, щоб модель була роздрукована як єдина деталь.

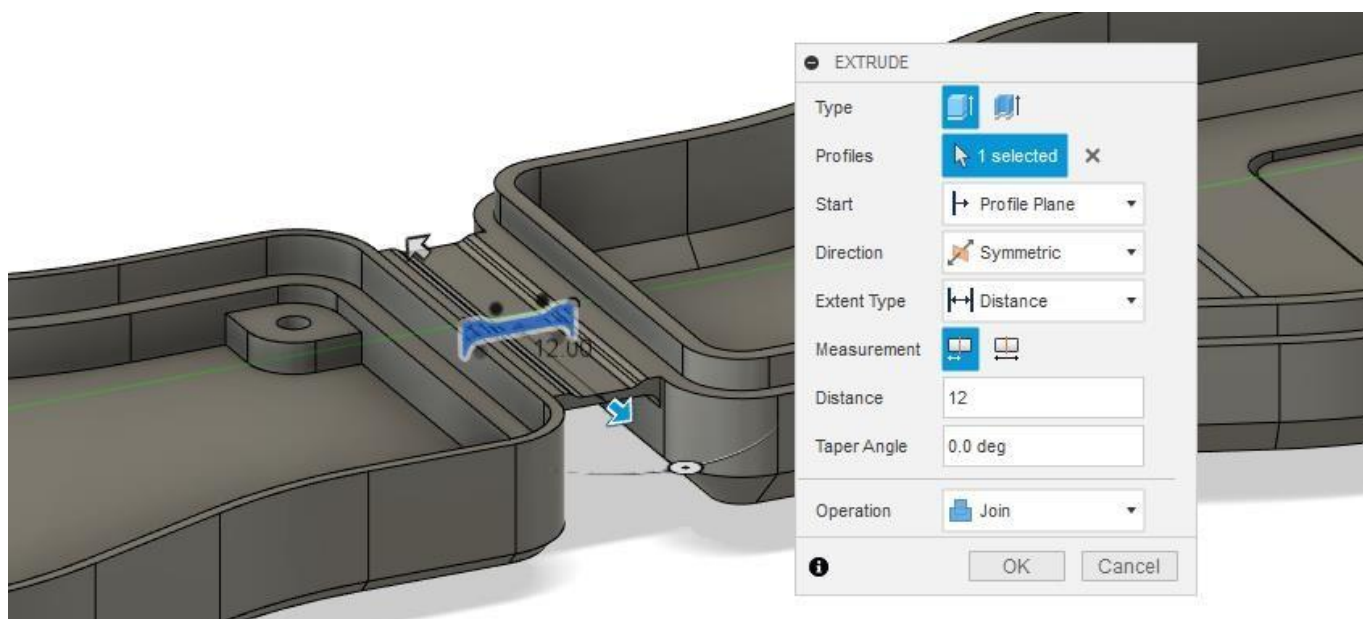


Рис.9.35. Видавлювання петлі

Завершена модель корпусу пульта дистанційного керування, яка підготовлена до 3Д друку на принтері зображена на рисунку 9.36.

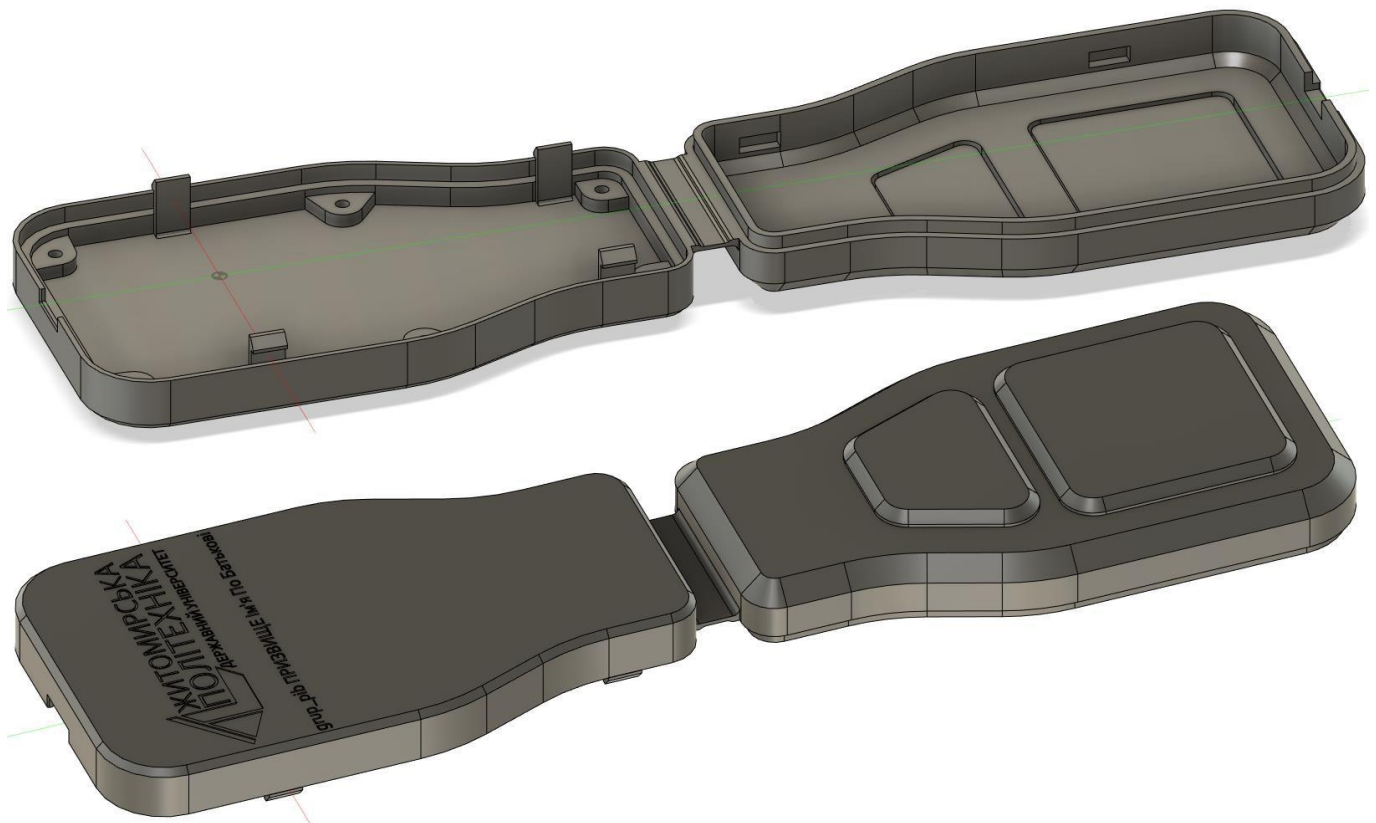


Рис.9.36. Модель корпусу пульта дистанційного керування

Практична робота №11

Візуалізація корпусу дистанційного пульта керування

Мета роботи: Провести візуалізацію (рендермнг) спроектованого у попередніх практичних роботах корпусу дистанційного пульта керування в середовищі AUTODESK FUSION 360.

Рендеринг – це процес створення фотореалістичного зображення шляхом об'єднання інформації про геометрію, камеру, текстуру, освітлення та затінення за допомогою комп'ютерної програми. Ви можете використовувати візуалізовані зображення для передачі зовнішнього вигляду та функцій конструкцій (див. рис. 11.1).

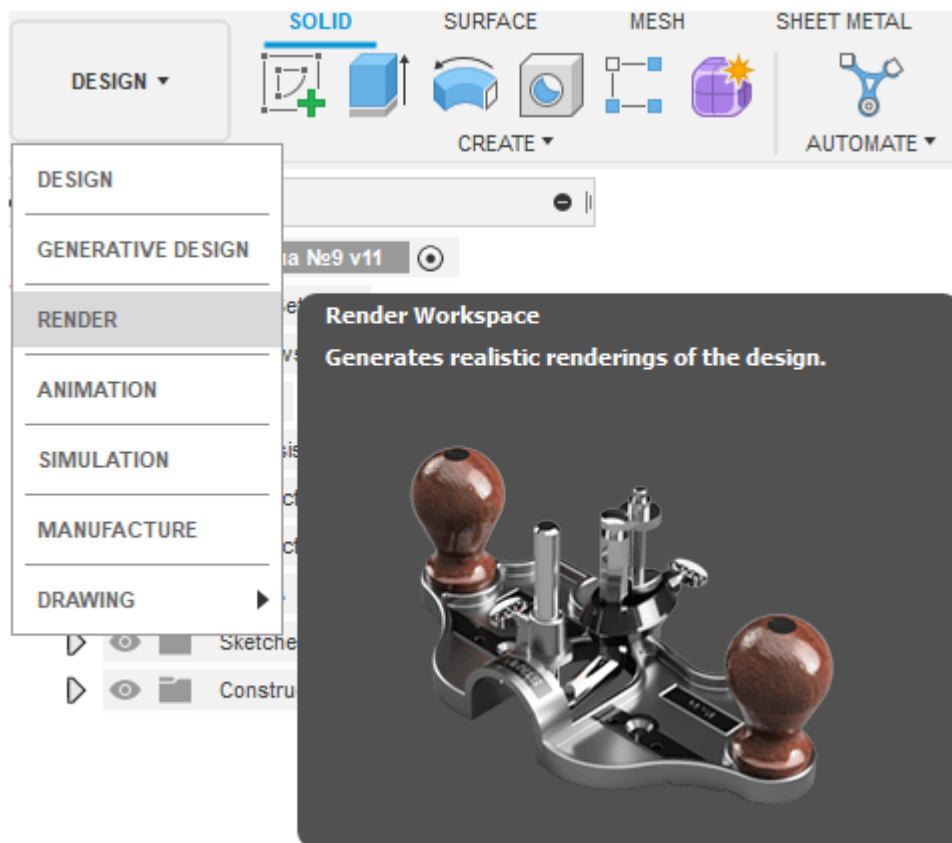
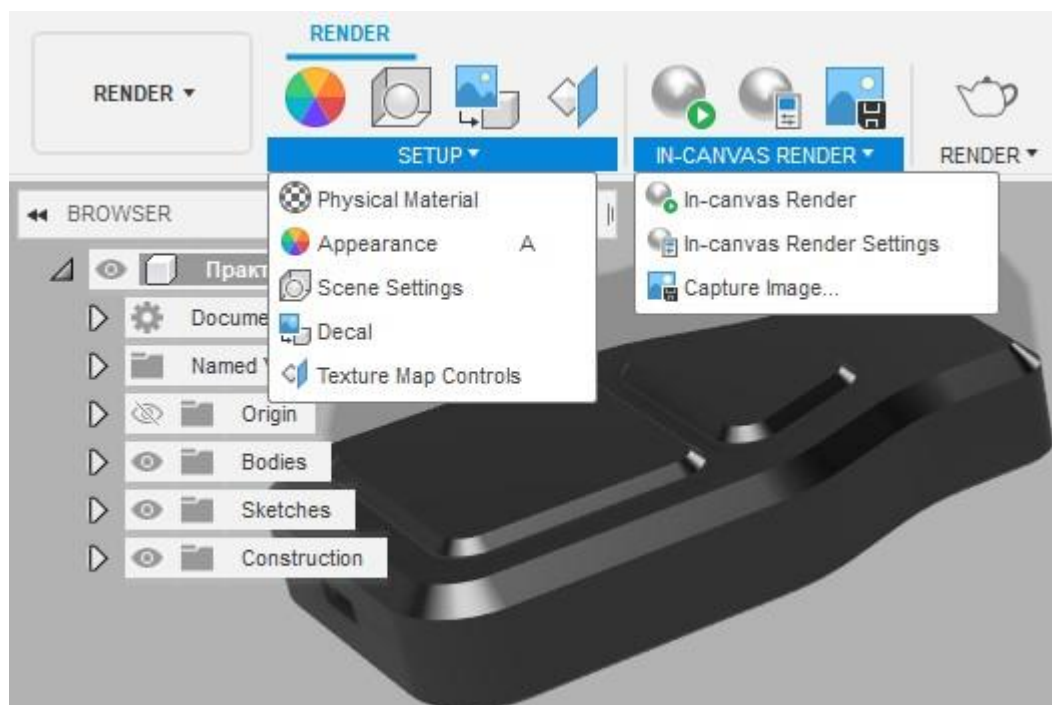


Рис.11.1. Рендеринг у AUTODESK FUSION 360

Після натискання клавіші рендер «RENDER» ми потрапляємо у вікно рендерингу, яке зображено на рисунку 11.2.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
----------------------------	---	---

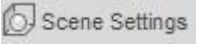
Рис.11.2. Вікно рендерингу AUTODESK FUSION 360

Нам доступні наступні інструменти:

Appearance  — відображає матеріал, який ви використовуєте на деталі. Зовнішні прояви розділені за типами, кожен тип має унікальні властивості.

Визначення зовнішнього вигляду включають такі властивості, як колір, візерунки, зображення текстур та карти рельєфу. Ці властивості поєднуються, щоб забезпечити унікальний зовнішній вигляд. Зовнішній вигляд, наданий матеріалу, є одним з активів визначення матеріалу. Ви можете використовувати ресурси зовнішнього вигляду, щоб перевизначити зовнішній вигляд, призначений матеріалу. Наприклад, якщо матеріал із сталі виглядає як метал, замініть зовнішній вигляд на зовнішній вигляд обробки, такий як хромування, анодування або фарба.

Зовнішній вигляд ділиться на такі категорії як скло, метал, пластик та дерево. Категорії містять різні типи пов'язаних між собою проявів. Наприклад, категорія метал містить такі типи як алюміній, бронза та сталь. Кожен тип матеріалу має унікальні специфічні властивості зовнішнього вигляду.

Scene settings  — керує освітленням, кольором фону, наземними ефектами та камерою у вашому рендері. Settings (рис. 11.3), Environment Library (рис. 11.4).

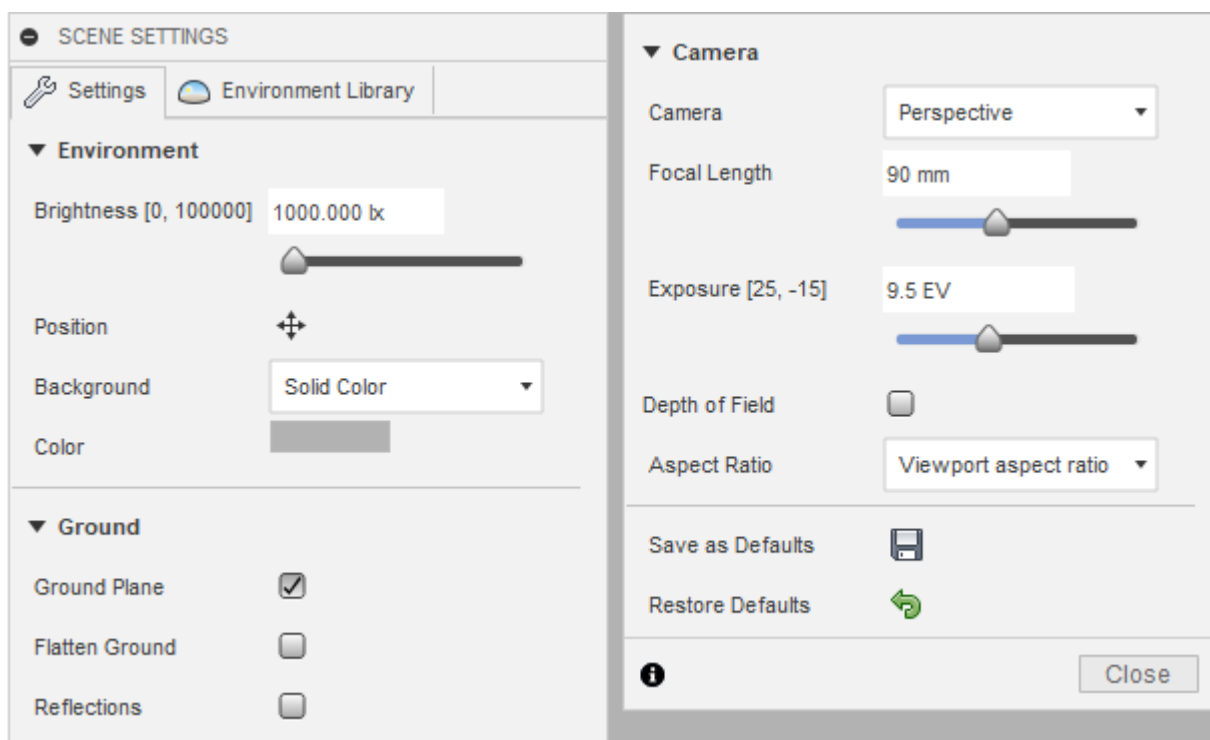


Рис.11.4. Вікно Scene settings, вкладка Settings

Lighting

Висвітлення використовує налаштування навколишнього середовища. Виберіть стиль оточення у списку, що розкривається. Це встановлює експозицію та поворот щодо освітлення. Використовуйте повзунки для налаштування.

Brightness – керує інтенсивністю світла від стилю.

Position – керує положенням та обертанням вогнів освітлення.

Background – задає оточення, щоб використовувати зображення (Environment) або суцільний колір (Solid Color) для вибору кольору. **Ground effects**

Ground Plane – відображає площину, яка буде землею на зображенні. Допускаються тіні на землі та відображення, якщо ця опція увімкнена.

Flatten Ground – дозволяє створити «текстуровану» площину, де зображення довкільля відображається як текстура.

Reflections – відображення об'єктів на зображенні відображаються на площині землі.

Roughness – доступно, коли включено відображення. Контролює різкість відбиття.

Camera settings

Camera – встановлення камери на ортогональний чи перспективний вигляд.

Focal Length – встановлює фокусну відстань, ввівши числове значення або використовуючи повзунок.

Exposure – встановлює експозицію камери.

Depth of Field – глибина різкості включається, якщо це потрібно. Глибина різкості відображається лише при включеному трасуванні променів. Виберіть об'єкт Центру фокусування. Встановіть розмір розмиття, ввівши числове значення або використовуючи повзунок.

Aspect Ratio – визначає співвідношення сторін для робочої сфери рендерингу.

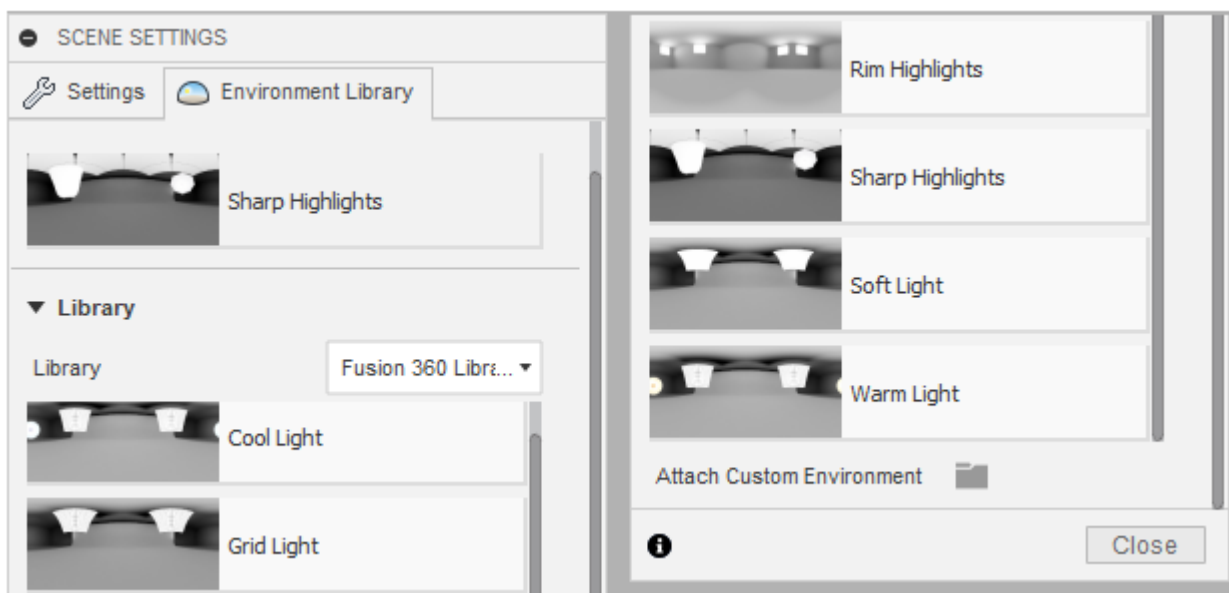


Рис.11.4. Вікно *Scene settings*, вкладка *Environment Library*

Current Environment – відображає у стилі навколишнє середовище.

Library – виберіть стиль освітлення з бібліотеки. Деякі стилі потрібно завантажити, перш ніж вони будуть застосовані.

Attach Custom Environment – дозволяє вибрати стиль користувача. Типи файлів, що підтримуються: EXR, HDR, PIC, RGBE, XYZE.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

Практична робота №12

Збірки в середовищі AUTODESK FUSION 360. Збірка трьохкулачкового самоцентрувального патрону

Мета роботи: Ознайомитись з інструментарієм створення збірок в середовищі AUTODESK FUSION 360, провести складання трьохкулачкового самоцентрувального патрону для токарного верстата та візуалізувати готову збірку.

Збірка - це набір компонентів, які функціонують як єдина конструкція. Для визначення взаємозв'язків між компонентами у проекті можна використовувати інструменти положення, з'єднання та руху.

Оскільки для збірок немає спеціального типу файлів, кожна може містити:

- єдиний компонент, що складається з тіл без будь-яких сполук або руху між ними;
- складання компонентів та підкомпонентів із встановленими між ними з'єднаннями та рухом.

Якщо ви збираєтеся створити збірку, то найкраще:

- 1) Використовуйте команду New Component для створення компонентів на початку процесу проектування, перш ніж розпочинати створення геометрії (рис. 12.1).
- 2) Створюйте ескізи та тіла всередині компонента, до якого вони належать із самого початку.

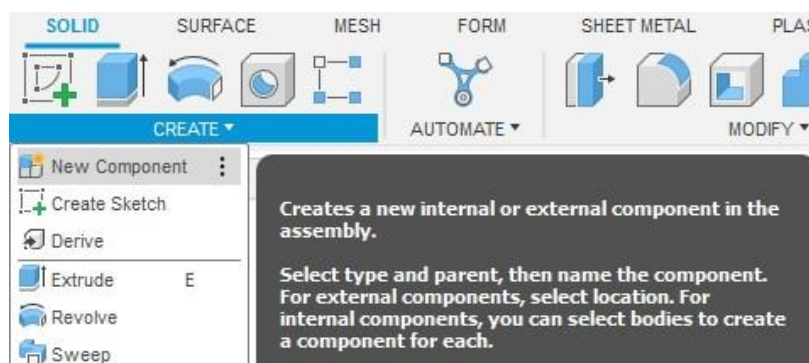


Рис.12.1. Створення нових компонентів

Цей робочий процес допомагає підтримувати «чисту» історію проектування для кожного компонента та налаштовує компоненти таким чином, щоб їх легко було повторно використовувати в інших проектах.

New Component – дозволяє створювати нові компоненти або робити компоненти з існуючих тіл.

Joint – поєднує компоненти зв'язками. Для створення з'єднання необхідно вказати опорні об'єкти (ребра, точки, площини). У складання за допомогою Joint можуть брати участь лише компоненти.

Joint Origin – розміщує початок координат на компоненті, що використовується зв'язку компонентів.

Rigid Group – збирає вибрані компоненти в одну групу, щоб вони переміщалися як один об'єкт.

Tangent Relationship – створює дотичний зв'язок між гранню на тілі одного компонента та набором з'єднаних граней на тілі іншого компонента в межах збірки.

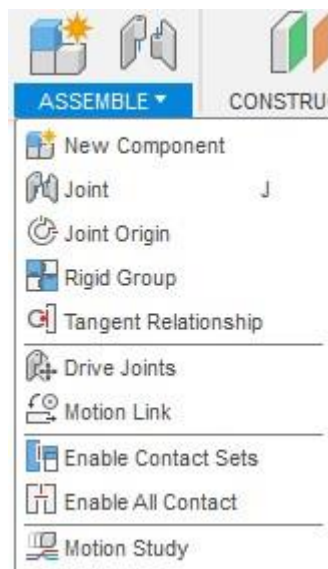


Рис.12.2. Інструменти збирання «ASSEMBLE»

Drive Joints – змінює кут повороту або значення відстані для вибраного з'єднання.

Motion link – співвідношення між ступенями свободи вибраних з'єднань. Наприклад, зубчасте зачеплення.

Enable Contact Iets – активує аналіз контактів між компонентами наборів контактів. Якщо набори контактів не встановлено, визначте їх за допомогою команди New Contact Sets.

New Contact Sets – встановлює аналіз контактів між вибраними компонентами. Контактні набори запобігають проходженню деталей один через одного.

Завдання для самостійного виконання

Створити збірку трьохкулачкового самоцентрувального патрону для токарного верстата Деталі для збірки завантажити з освітнього порталу «Житомирської політехніки», або отримати у викладача. *Короткий опис конструкції*

Три салазки кулачків 1 з'єднані з трьома кулачками 2 та одночасно переміщуються за допомогою диска 3 за архімедовою спіраллю. У витки цієї спіралі входять виступи салазок кулачків. На звороті диска нарізане конічне колесо, з яким з'єднані три конічних зубчастих колеса 4. При повороті ключем одного з них повертається і конічне колесо диска 3 і за допомогою спіралі переміщає по пазах

корпусу патрона одночасно і рівномірно всі три кулачки; залежно від обертання у той чи інший бік кулачки наближаються чи віддаляються від центру, відповідно затискаючи чи звільняючи деталь. Кулачки виготовляють зазвичай триступневими, підвищеної зносостійкості з загартуванням.

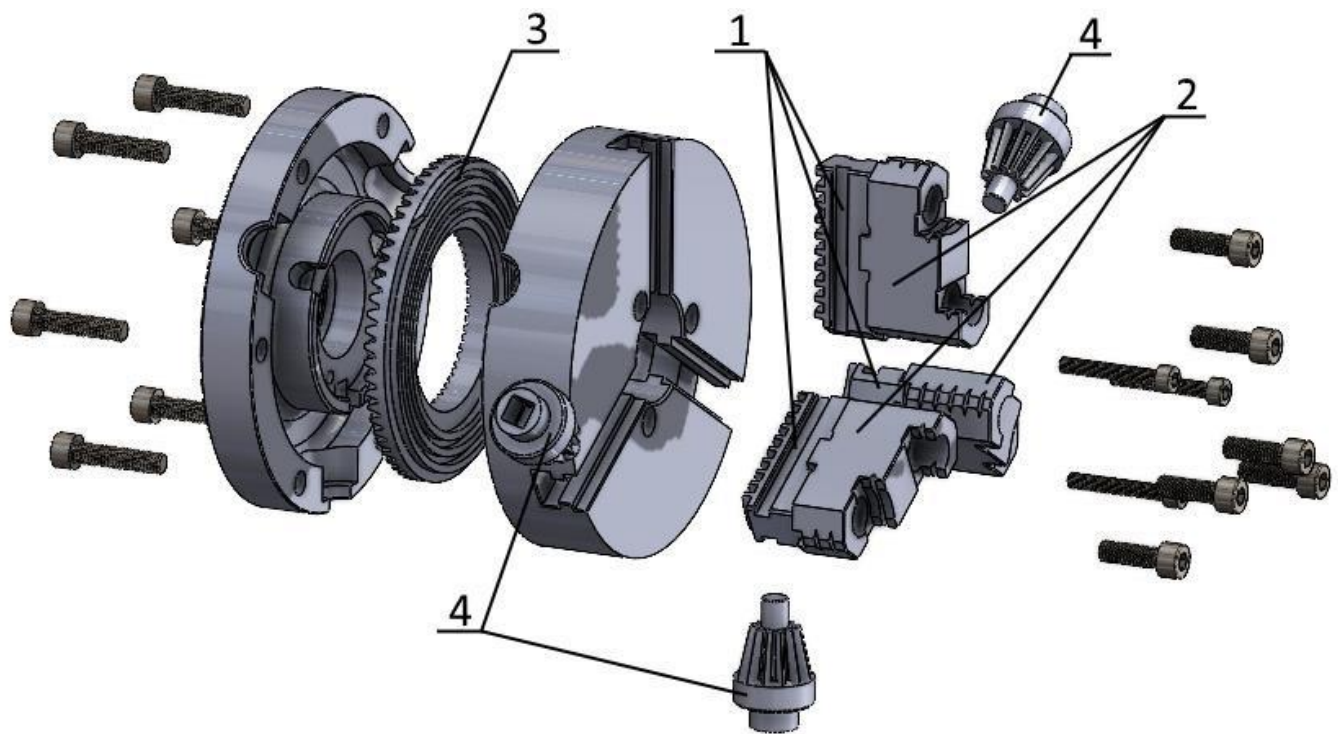


Рис.12.3. Конструкція трьохкулачкового патрону

Послідовність виконання роботи

1. Завантажте файли деталей збірки з освітнього порталу «Житомирської політехніки», або отримайте у викладача.
2. Запустіть FUSION 360 і за допомогою команди «**Upload...**» у меню «**File**» завантажити всі деталі в окрему папку хмарного сховища програми.
3. Відкрийте файл під назвою «5. Планшайба». Це буде перша деталь у збірки відносно якої будемо задавати взаємозв'язки з іншими деталями.

У дереві побудови знайдіть тіло деталі і створіть компонент збірки з цього тіла натиснувши клавішу «Create Components From Bodies» (рис. 12.4)

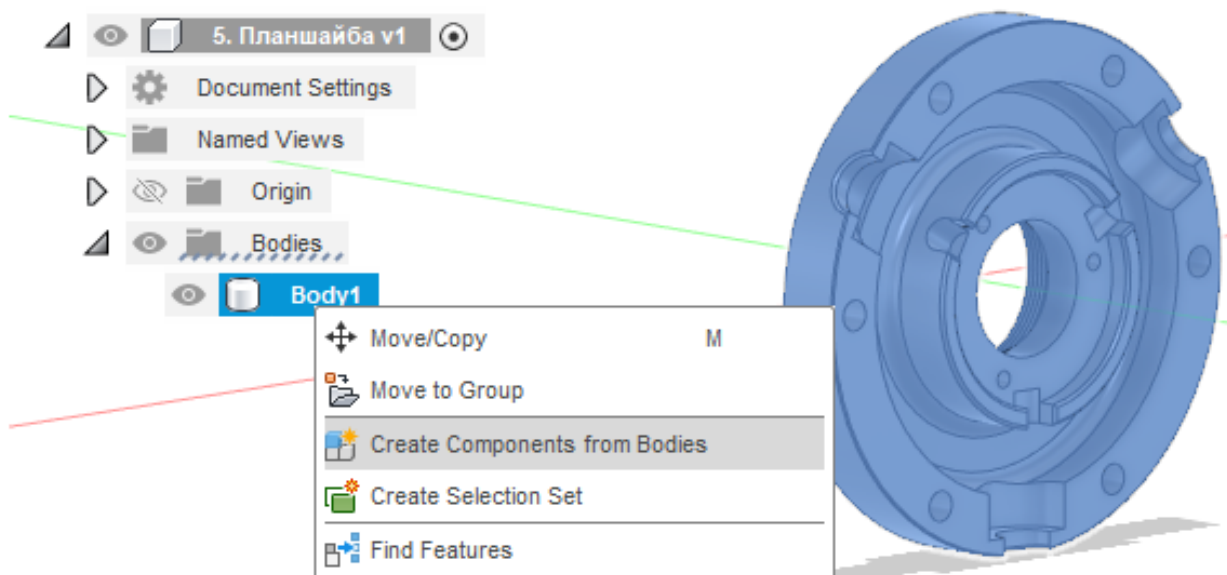


Рис.12.4. Створення компонента збірки із тіла

Майже у будь-якій збірці повинна бути деталь, яка буде нерухомою відносно початку координат збірки (виконувати роль «фундаменту»). Саме таку функцію буде виконувати деталь «Планшайба». Натисніть правою клавішею миші на назву компоненту і оберіть «Ground» (фіксація) як показано на рисунку 12.5. Для зручності можна змінити назву компонента «Component1» на назву «Планшайба».



Рис.12.5. Фіксація відносно системи координат збірки

Збережіть збірку у новому файлі під назвою «Патрон»

Натисніть правою клавішею миші на назву збірки і оберіть «Capture Design History». Це додасть часову панель знизу вікна у якій буде відображатися вся історія зміни прив'язок у збірці, що є дуже зручним (рис. 12.6).

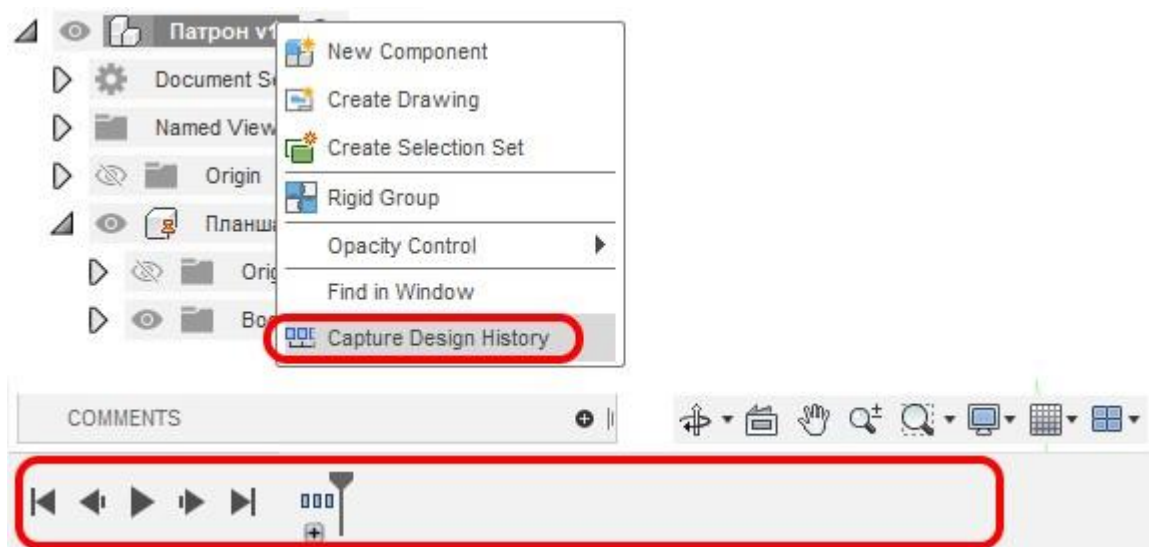


Рис.12.6. Capture Design History

4. Вставимо у нашу збірку наступну деталь. Для цього відкрийте панель даних і знайдіть робочу папку з деталями (рис. 12.7).

Для додавання нових компонентів у збірку достатньо за допомогою миші переміщувати їх з робочої парки у робочу зону.

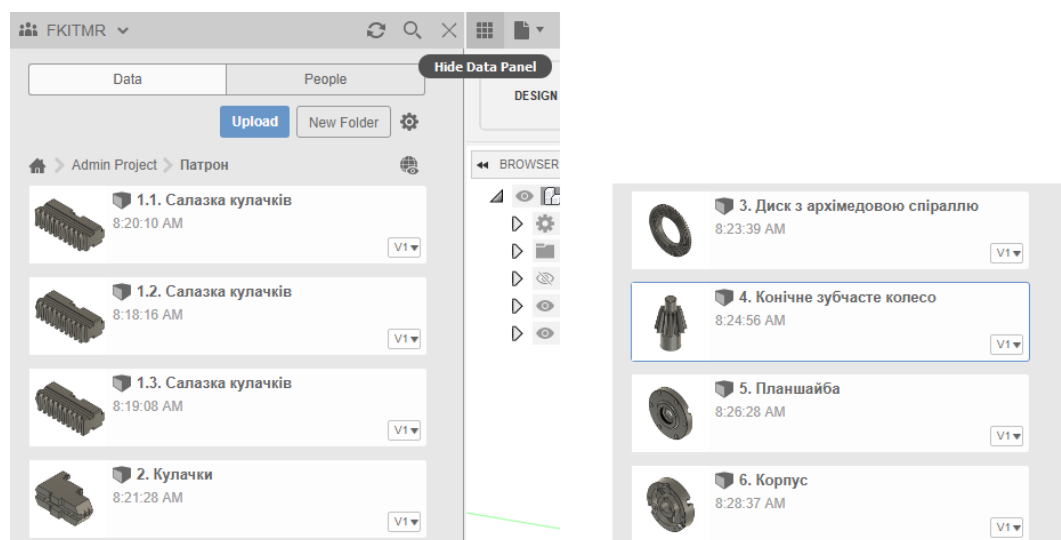


Рис.12.7. Панель даних

Перетягніть у збірку деталь під назвою «4. Конічне зубчасте колесо». Для визначення положення зубчастого колеса відносно планшайби скористайтесь інструментом з'єднання «Joint» . Оберіть точку на торці зубчастого колеса і точку на торці напівотвору планшайби, як показано на рисунку 12.8. У вікні

налаштування перейдіть у вкладку рух «Motion» і оберіть «Revolute» відносно вісі Z (рис. 12.9). Система автоматично відобразить анімацію обертання шестерні, яка надасть вам можливість впевнитися у правильності прикладених взаємозв'язків.

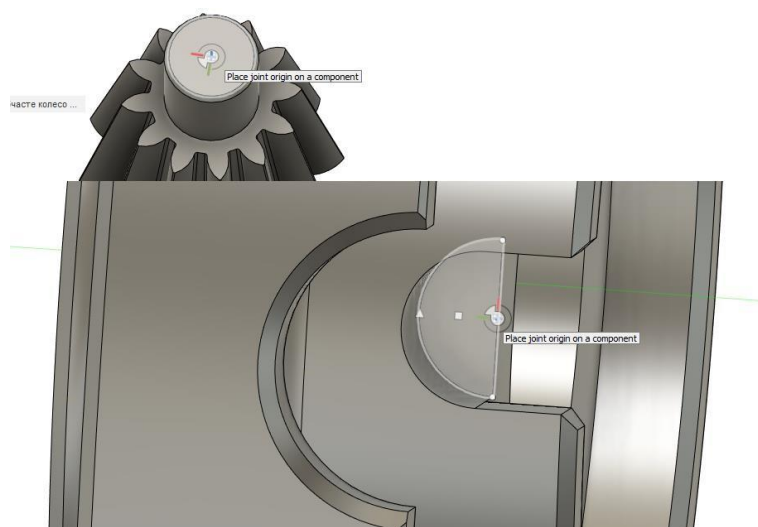


Рис.12.8. Точки для накладання взаємозв'язків

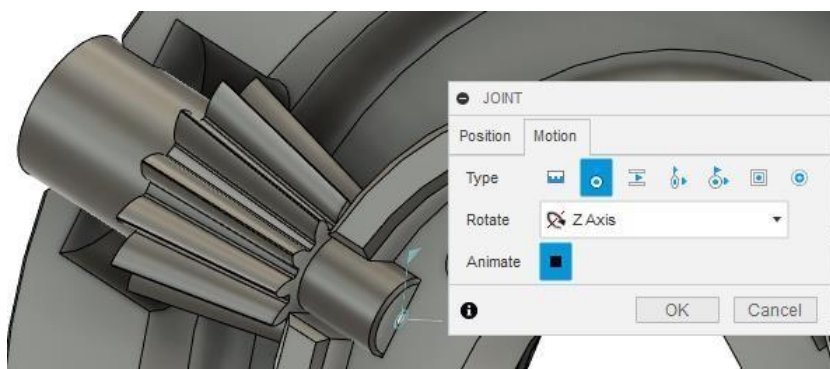


Рис.12.9. Налаштування взаємозв'язків

У конструкції патрону використовуються 3 таких шестерні. Тому додайте ще 2 шестерні і аналогічним чином прив'яжіть їх до інших двох напівотворів планшайби (рис 12.10).

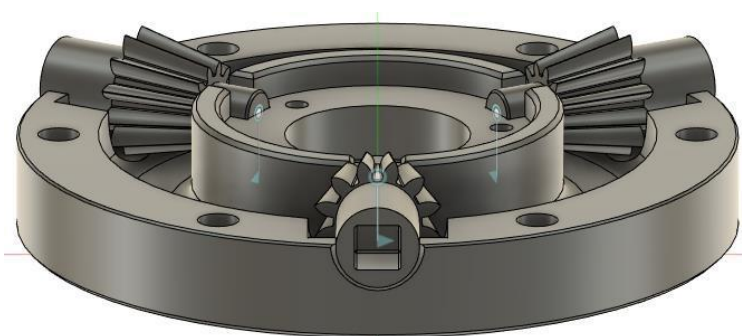


Рис.12.10. Планшайба з шестернями

5. Додайте наступну деталь «3. Диск з архімедовою спіраллю». За допомогою інструменту «Joint»  визначить відносне положення центральної точки диску і центральної точки планшайби. Підберіть осьову відстань між точками так, щоб зубці конічних коліс ледь торкались до зубців диска, як зображено на рисунку 12.11 (у прикладі ця відстань 7 мм, але якщо обрати інші центральні точки, то у відстань може бути інша). У вікні налаштування перейдіть у вкладку рух «Motion» і оберіть «Revolute» відносно вісі Z

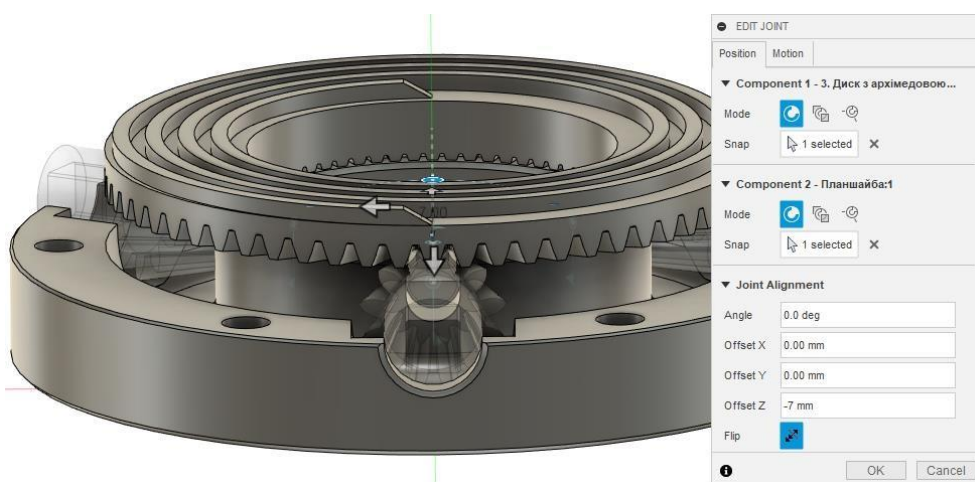


Рис.12.11. Планшайба

За допомогою інструмента «Interference» панелі інструментів «UTILITES» можна перевірити взаємне проникнення тіла шестерні і тіла диска. Якщо таке проникнення має місце (як показано на рис. 12.12) треба збільшити відстань між планшайбою і диском, якщо ні, то можливо навіть спробувати зменшити або залишити як є.

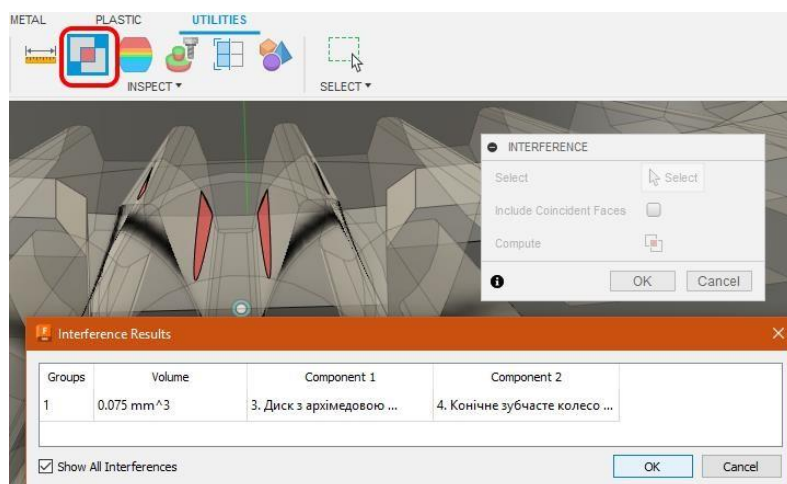


Рис.12.12. Перевірка інтенференції

Інструмент «Motion Link»  дозволить створити реалістичне зачеплення і передачу обертів від шестерні до диска. Для цього оберіть точку обертання шестерні і точку обертання диска. Шестерня має 12 зубців, а диск 62 зубці. Передаточне число дорівнює $62/12=5,17$. Тобто за один повний оберт шестерні 360° , диск провертається на $360/5,17=69,68^\circ$. Данні параметри і задамо у налаштуваннях.

Аналогічно додайте взаємозв'язки руху для двох інших шестерень. Результат – при обертанні будь-якої шестерні диск обертається і навпаки.

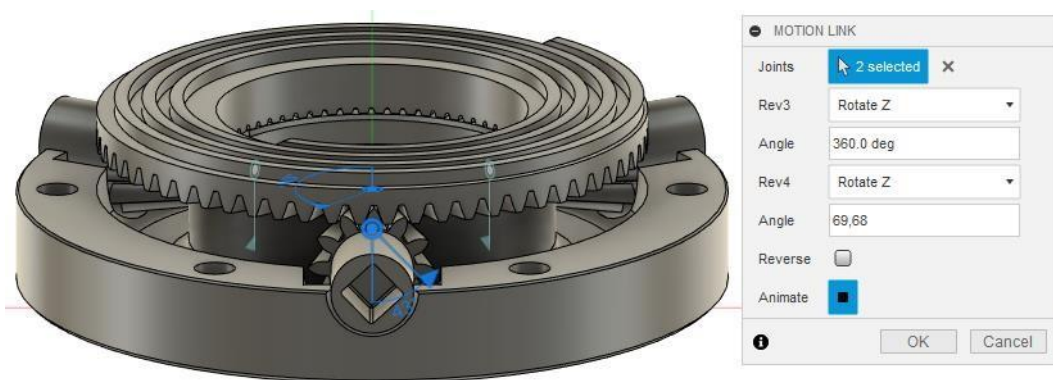


Рис.12.13. Налаштування кінематики обертання

6. Додайте до збірки наступну деталь «6. Корпус». За допомогою інструменту

«Joint»  визначить відносне положення центральної точки корпусу і центральної точки планшайби. Задайте кут повороту корпусу - 60° , щоб напівотвори для шестерні корпусу співпали з отворами – планшайби. Далі перейдіть у вкладку рух «Motion» і оберіть «Rigid» - корпус нерухомий відносно планшайби (рис. 12.14).

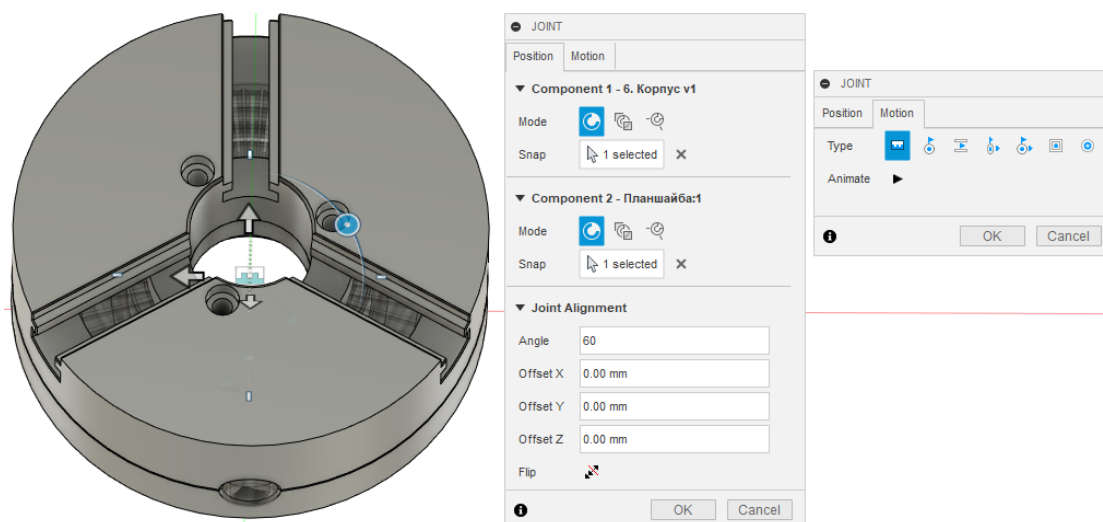


Рис.12.14. Додавання корпусу

7. Далі додамо до збірки салазки кулачків. Як було зазначено у описі конструкції патрону: 3 кулачки повинні рухатися рівномірно від центра або до центра. Для забезпечення цього руху внутрішній диск має паз виконаний по архімебовій спіралі. Відповідно і салазки кулачків також виконані по архімедовій спіралі. Крім того пази на салазках виконані зі зміщенням в осьовому напрямку, так як вони розміщуються по колу (рис. 12.15) і кожна салазка кулачка повинна займати своє положення.

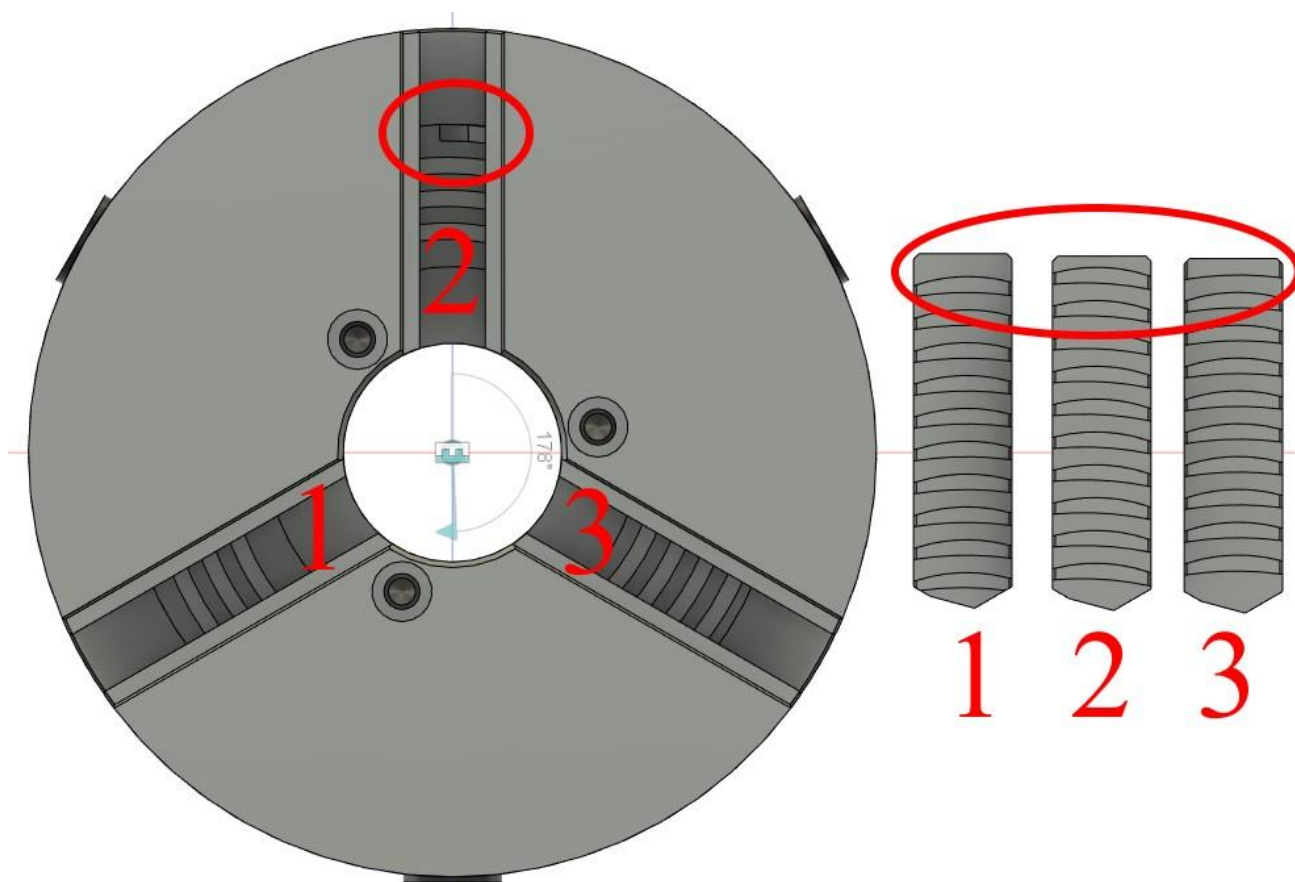


Рис.12.15. Розміщення салазок кулачків

Для визначення положення кулачків відносно корпусу патрону можна використати точку на верхній плоскій грані кулачка та центральну точку корпусу патрона. У прикладі кулачок було повернуто на 90 градусів і зміщено на 2 мм. У налаштуваннях руху задано «**Slider**» вздовж вісі Y. Приклад наведено на рис. 12.16.

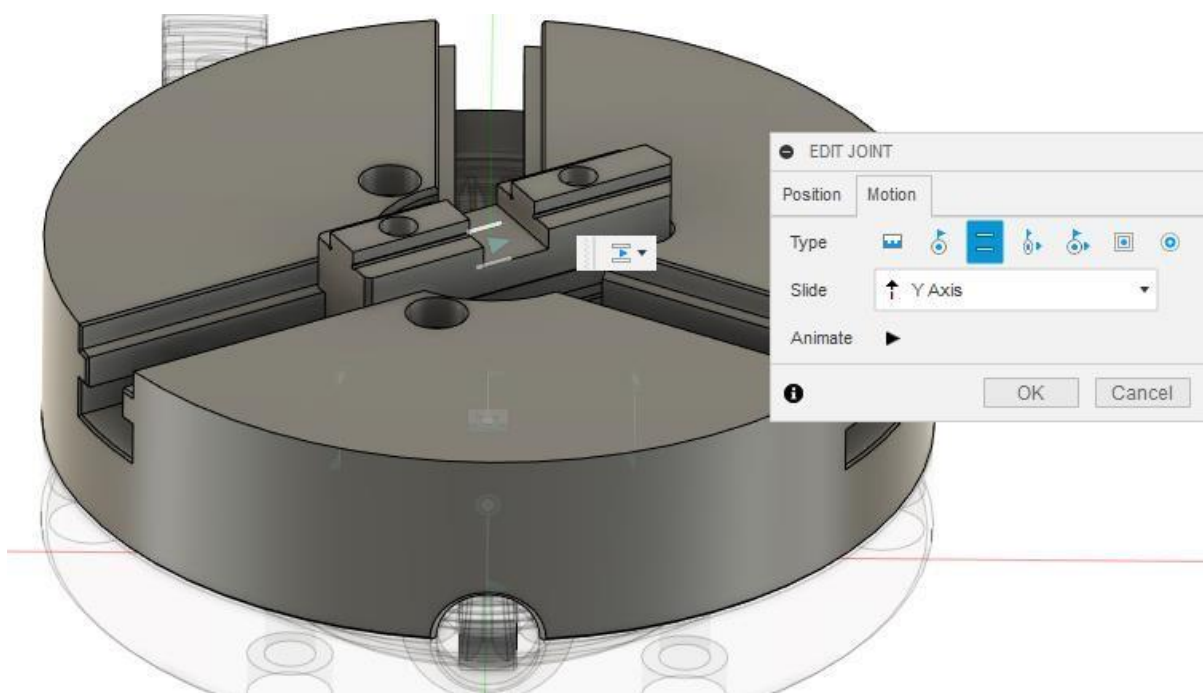


Рис.12.16. Встановлення кулачка

Інструмент «Motion Link»  дозволить створити реалістичне зачеплення і перетворення обертів диска у лінійне переміщення салазок кулачків. Для цього оберіть точку обертання диска та переміщення салазок. Крок архімедової спіралі – 6 мм. Тобто за один повний оберт диска 360° , салазки лінійно переміщуються у радіальному напрямку на 6 мм. Данні параметри і задамо у налаштуваннях (рис. 12.17).

Аналогічно визначте положення та додайте взаємозв'язки руху для двох інших салазок кулачків. Результат – при обертанні будь-якої шестерні салазки кулачків рівномірно переміщуються у радіальному напрямку.

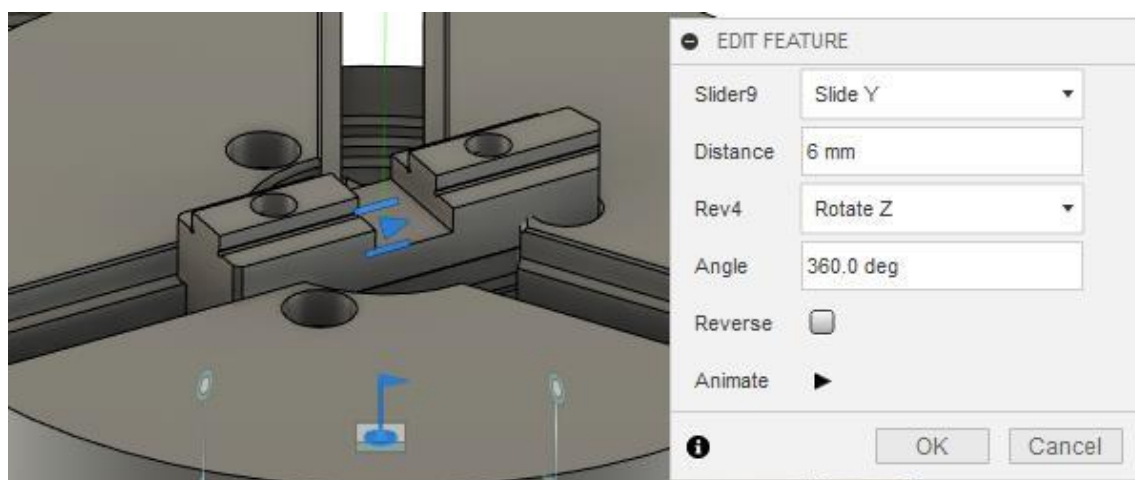


Рис.12.17. Налаштування кінематики переміщення

8. Додайте до збірки три деталі під назвою «2. Кулачки» та визначить їх положення відносно салазок кулачків (приклад рис. 12.18). У вкладці «Motion» використайте налаштування «Rigid».

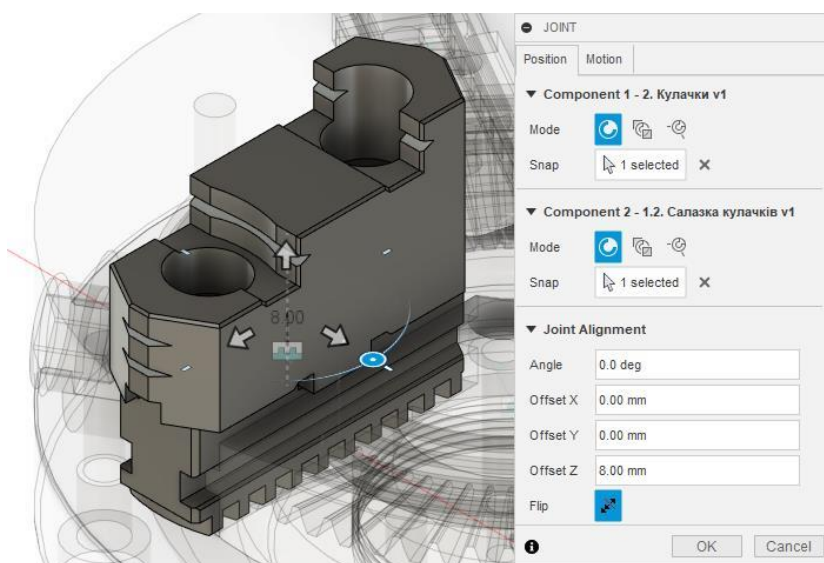


Рис.12.18. Визначення положення кулачків

9. Кулачки пригвинчуються до салазок кулачків гвинтами М8х25, тому додайте до збірки 6 гвинтів (по 2 на кожний кулачок) та визначить їх положення у отворах.

Аналогічно корпус з планшайбою з'єднуються за допомогою 3-ох спереду і 6-ти позаду гвинтами М8х35. Також додайте до збірки і збережіть готове завдання (рис. 12.19).

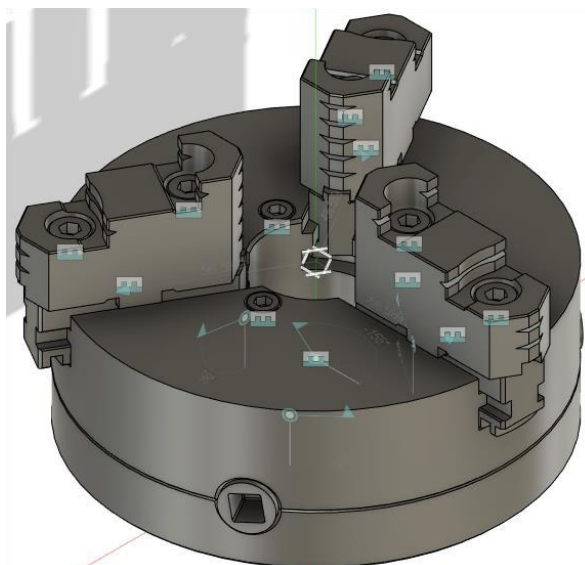


Рис.12.19. Готова збірка патрона

Як додаток до основного завдання необхідно відрендерити зображення створеної збірки трьохкулачкового патрону. Налаштування довільні. Приклад рендерингу наведено на рисунку 12.20

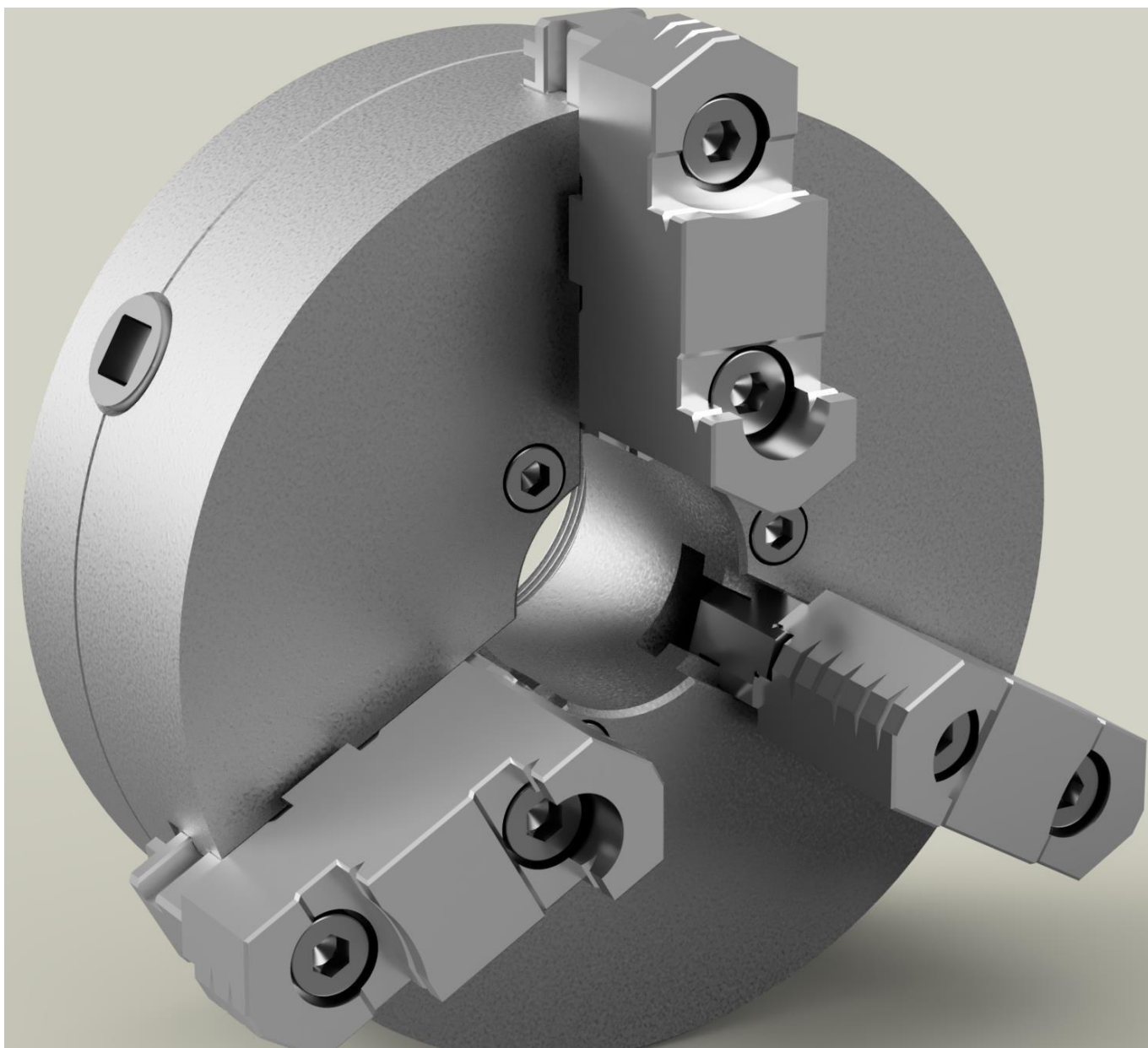


Рис.12.20. Рендеринг збірки

Практична робота №13-14

Створення збірок на основі креслення вузлів

Мета роботи: Продовжити розвиток просторової уяви, формування вмінь і навичок побудови 3D збірок різних вузлів машин на основі креслень в середовищі AUTODESK FUSION 360.

Завдання для самостійного виконання

На основі складального креслення визначити масштаб і самостійно побудувати деталі для збірки, після чого зі створених деталей скласти збірку.

Обойма (варіанти 1, 6, 11, 16, 21, 26)

Короткий опис: Обойма застосовується в вантажопідйомних механізмах. Трос (на кресленні не показано) вантажопідйомного механізму охоплює блок поз. 3 у котрий запресована змінна втулка поз. 8. Блок поз. 8 обертається на вісі поз. 6. В середині вісі наявні канали, які через отвір закритий гвинтом поз. 11, заповнені густим мастилом. Опорою вісі поз. 6 є втулка поз. 1, яка з'єднує вісь поз. 7 з підвіскою поз. 2 та обертається навколо цієї вісі. В різьбовий отвір підвіски поз. 2 загвинчується вантажопідйомний гак (на кресленні не показаний).

Таблиця 13.1. – Специфікація (Обойма)

Поз.	Найменування	Кількість
	Деталі	
1	Вилка	1
2	Підвіска	1
3	Блок	1
4	Кільце	2
5	Планка	1
6	Вісь	1
7	Вісь	1
8	Втулка	1
	Стандартні вироби	
9	Гвинт А.М4х16.58 ГОСТ 1491-80	2
10	Гвинт М10х16.58 ГОСТ 1477-93	4
11	Гвинт М12х14.58 ГОСТ 1477-93	1

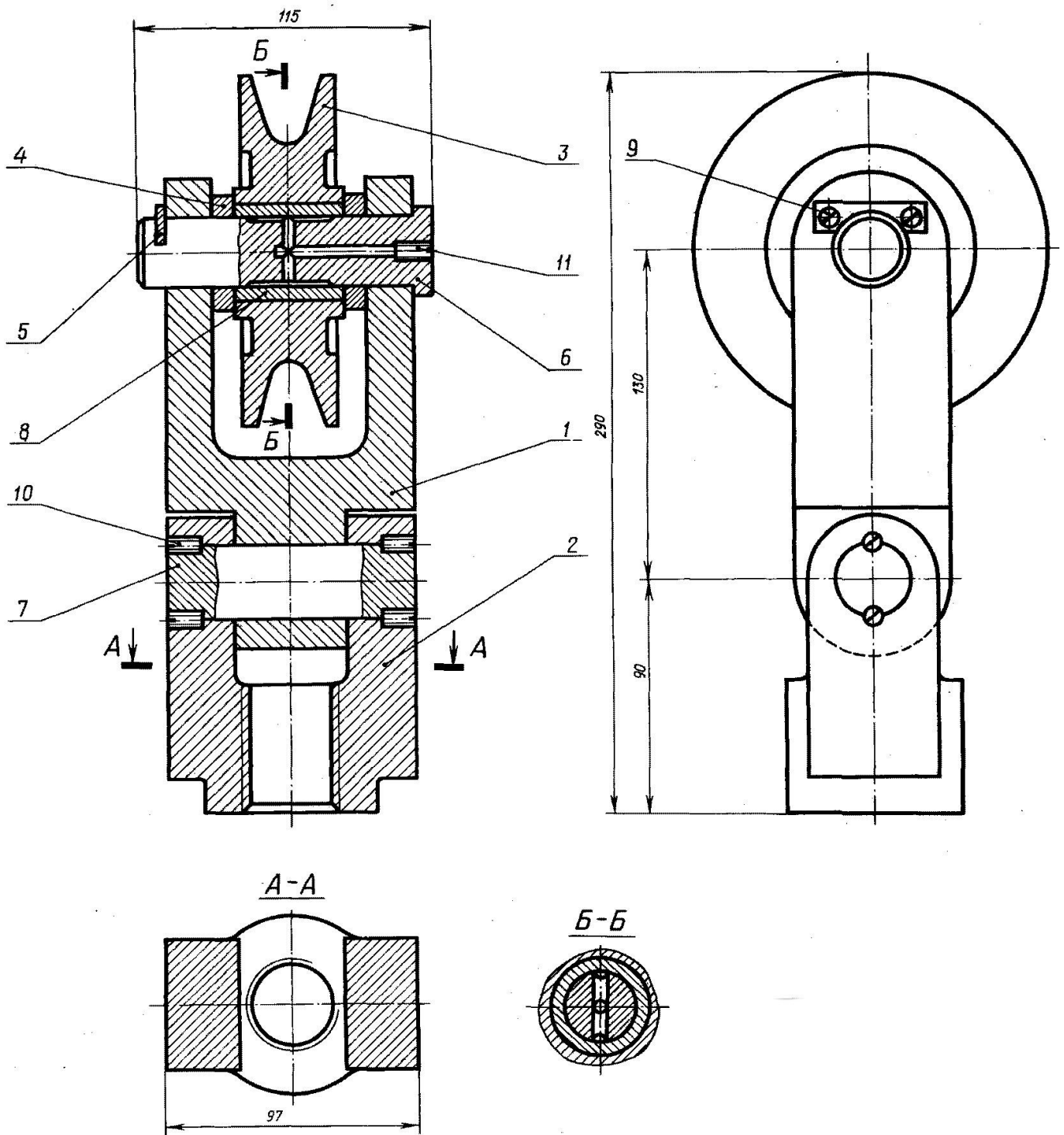


Рис.13.1. Обойма (складальне креслення)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	--	--

Тиски (варіанти: 2, 7, 12, 17, 22, 27)

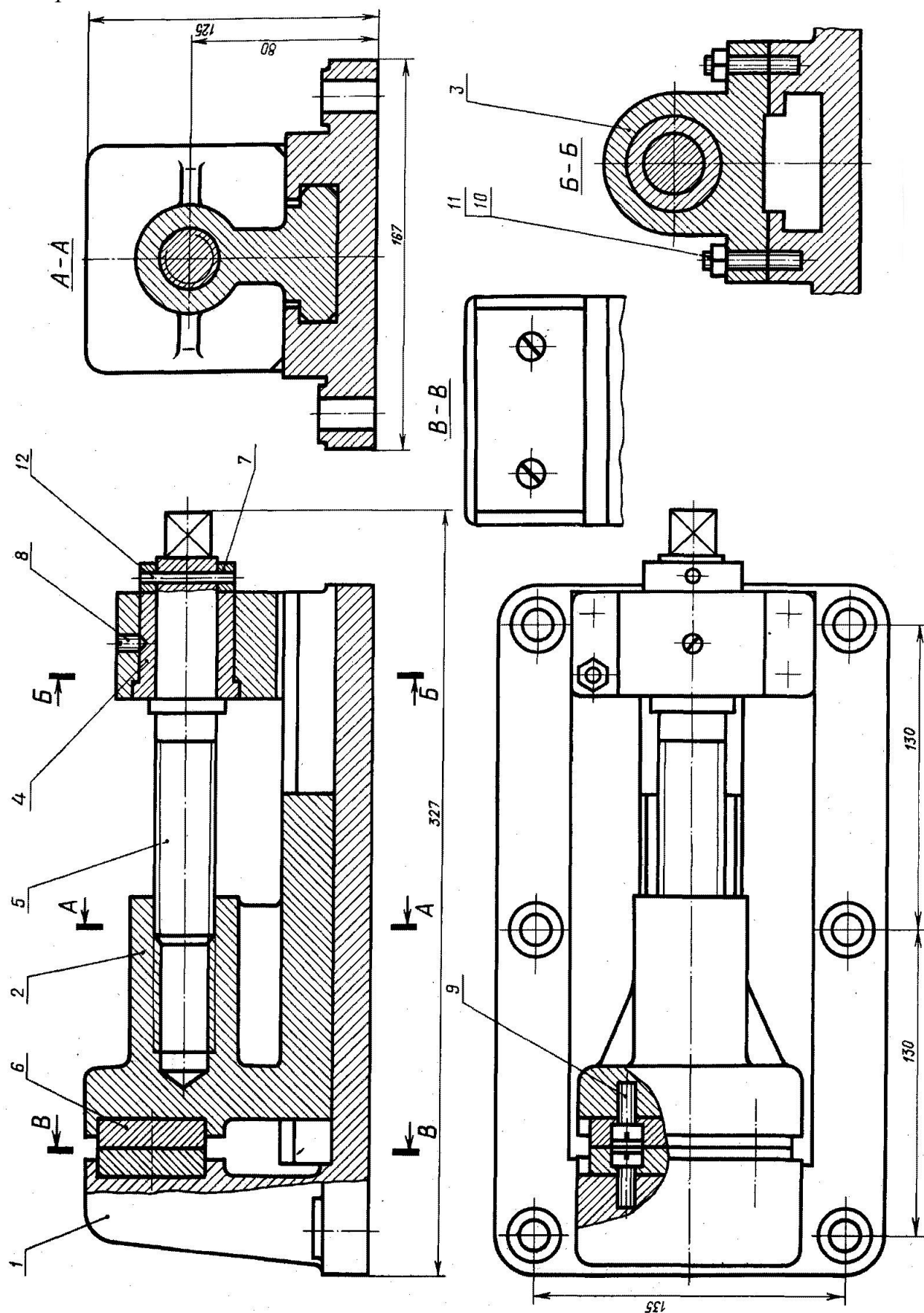
Тиски представленої конструкції служать для закріплення оброблюваних деталей на металорізальних верстатах.

Тиски встановлюються на столі стругального або фрезерного верстата і закріплюються шістьма болтами (на кресленні не показані). Оброблювану деталь розміщують між двома пластинами поз. 6. Гвинт поз. 5, який має прямокутну різь, утримується від вістового переміщення кільцем поз. 7 та штифтом поз. 12. Щоб втулка поз. 4 не оберталася навколо своєї вісі, встановлено гвинт поз. 8. При обертанні гвинта поз. 5 рухома губка поз. 2 буде переміщуватися по напрямному пазу корпусу поз. 1, затискаючи пластинами оброблювальну деталь.

Таблиця 13.2. – Специфікація (Тиски)

Поз.	Найменування	Кількість
	Деталі	
1	Корпус	1
2	Губка рухома	1
3	Підшипник	1
4	Втулка	1
5	Гвинт	1
6	Пластина	2
7	Кільце	1
	Стандартні вироби	
8	Гвинт М8х12.58 ГОСТ 1476-93	1
9	Гвинт А.М8х20.58 ГОСТ 1491-80	4
10	Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70	4
11	Шпилька М8х30.58 ГОСТ 22034-76	4
12	Штифт 4h8х40 ГОСТ 3128-70	1

Короткий опис:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	---

Рис.13.2. Тиски (складальне креслення)

Ролик регульований (варіанти: 3, 8, 13, 18, 23, 28)

Роликові пристрої застосовуються при транспортуванні листового металу, який перекатується по роликам.

Корпус поз. 1 закріплюється на рамі машини чотирма болтами (рама та болти на кресленні не показані).

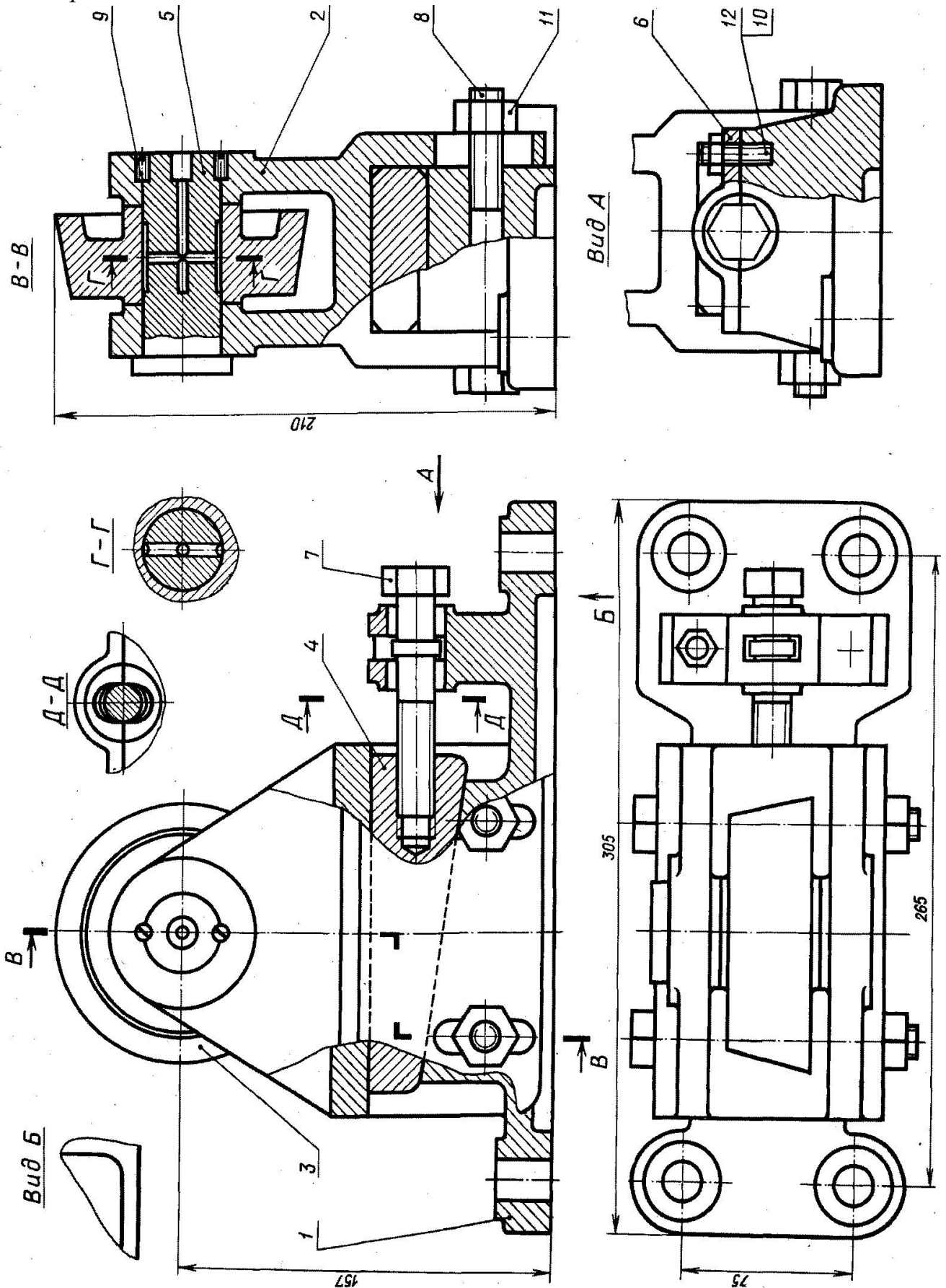
При обертанні гвинта поз. 7 клин поз. 4 буде ковзати по нахиленій площині корпуса, в результаті чого стійка поз. 2 з роликом поз. 3 буде підніматися або опускатися. Після встановлення ролика на потрібному рівні стійку закріплюють болтами поз. 8 і гайками поз. 11. Ролик обертається на вісі поз. 5, яка фіксується на стійці гвинтами поз. 9.

До поверхонь ролика і вісі, що ковзають одна по одній, по отворах та спеціальним канавкам в вісі потрапляє густе мастило з маслянки. Маслянка пресується в отвір вісі поз. 5 (на кресленні не показана).

Таблиця 13.3. – Специфікація (Ролик регульований)

Поз.	Найменування	Кількість
	Деталі	
1	Корпус	1
2	Стійка	1
3	Ролик	1
4	Клин	1
5	Вісь	1
6	Кришка	1
7	Гвинт М20	1
8	Болт М16	2
	Стандартні вироби	
9	Гвинт М6х16.58 ГОСТ 1477-93	2
10	Гайка М12.5 ГОСТ 5915-70	2
11	Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70	2
12	Шпилька М12х25.58 ГОСТ 22034-76	2

Короткий опис:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

Рис.13.3. Ролик регульований (складальне креслення)

Тиски (варіанти: 4, 9, 14, 19, 24, 29)

Тиски призначені для закріплення оброблюваних деталей на фрезерних і стругальних верстатах.

Корпус поз. 1 прикріплюють до столу верстата чотирма болтами, які входять в прорізі основи корпусу (на кресленні болти не показані). Деталь що оброблюється закладають між двома суміжними пластинами поз. 4, одна з яких прикріплена гвинтами поз. 8 до корпусу, друга – до рухомої губки поз. 2. Ходовий гвинт поз. 3, який має прямокутну різь правого напрямлення, фіксується від осьового переміщення бортиками, які впираються в торці отворів корпусу поз.1 і кришки поз. 5. При переміщенні рухомої губки вліво оброблювальна деталь затискається між пластинами. Щоб губка не піднімалася до неї знизу болтами поз. 7 прикріплені дві напрямні планки поз. 6.

Таблиця 13.4. – Специфікація (Тиски)

Поз.	Найменування	Кількість
	Деталі	
1	Корпус	1
2	Губка рухома	1
3	Гвинт	1
4	Пластина	2
5	Кришка	1
6	Планка	1
	Стандартні вироби	
7	Болт М10х24.58 ГОСТ 7805-70	4
8	Гвинт А.М8х25.58 ГОСТ 1491-80	4
9	Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70	4
10	Шпилька М8х20.58 ГОСТ 22034-76	4

Короткий опис:

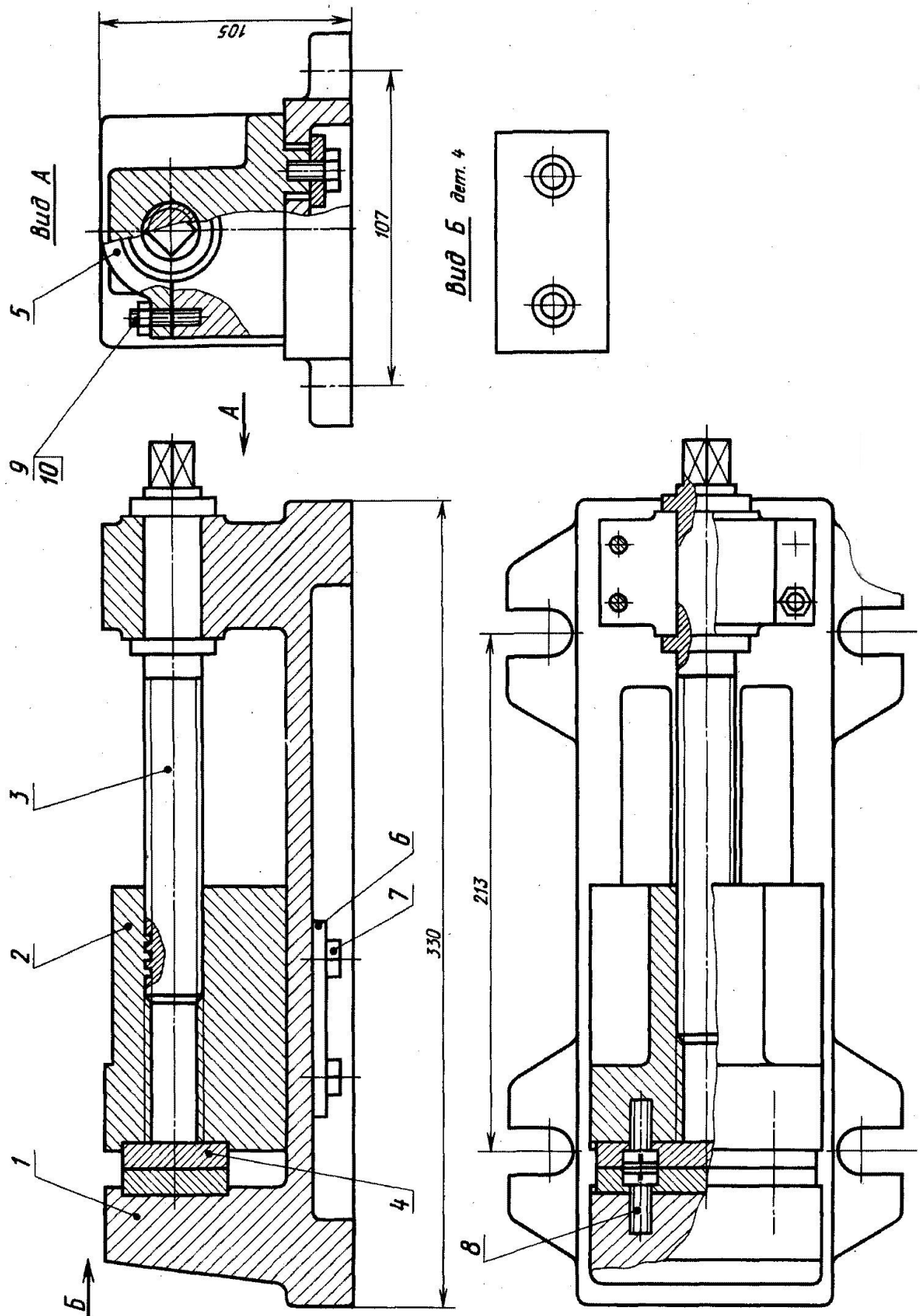


Рис.13.4. Тиски (складальне креслення)

Ролики напрямні (варіанти: 5, 10, 15, 20, 25, 30)

Напрямні ролики застосовуються в різних транспортних пристроях для переміщення листового матеріалу та виробів з нього.

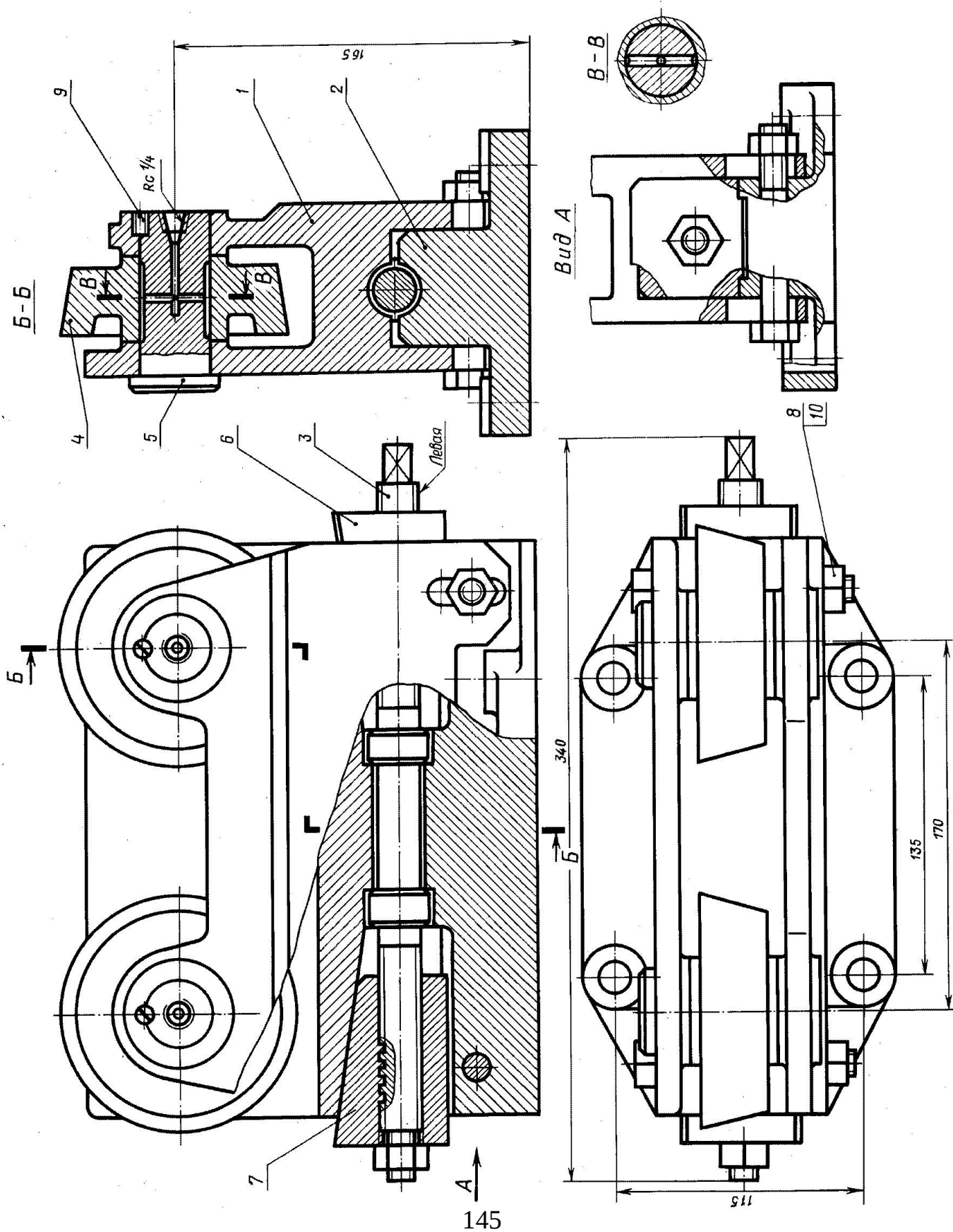
Опора поз. 1 з роликами поз. 4 може підніматися або опускатися за допомогою клинів поз. 6 та поз. 7. Клини з'єднані гвинтом поз. 3 з правою і лівою прямокутними різьбами. При обертанні гвинта клини зближуються, піднімаючи опору з роликами до гори. При обертанні гвинта в зворотному напрямку опора буде опускатися. Після встановлення роликів на необхідному рівні її фіксують болтами поз. 8 і гайками поз. 10. Вісі поз. 5 фіксуються гвинтами поз. 9.

До поверхонь ролика і вісі, що ковзають одна по одній, по отворах та спеціальним канавкам в вісі потрапляє густе мастило з маслянки. Маслянки прикручуються в різьбові отвори осей поз. 5 (на кресленні не показана).

Таблиця 13.3. – Специфікація (Ролик регульований)

Поз.	Найменування	Кількість
	Деталі	
1	Опора	1
2	Корпус	1
3	Гвинт	1
4	Ролик	2
5	Вісь	2
6	Клин	1
7	Клин	1
	Стандартні вироби	
8	Болт М6х105.58 ГОСТ 7798-70	2
9	Гвинт М10х16.58 ГОСТ 8878-84	2
10	Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70	3

Короткий опис:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

Рис.13.5. Ролики напрямні (складальне креслення)

Практична робота №15

Анімація

Мета роботи: Ознайомитись з інструментарієм створення анімації в середовищі AUTODESK FUSION 360 та створити анімацію складання трьохкулачкового самоцентрувального патрону для токарного верстата.

Анімація дозволяє створювати автоматичні або ручні рознесені види, а також мати контроль над унікальною анімацією деталей та складання. Анімація може використовуватися для оцінки та представлення проектів, функціональних можливостей проекту, включаючи операції складання чи ремонту.

Storyboards (Розкадрування) – це набір «уявлень» та дій на тимчасовій шкалі (рис. 15.1).

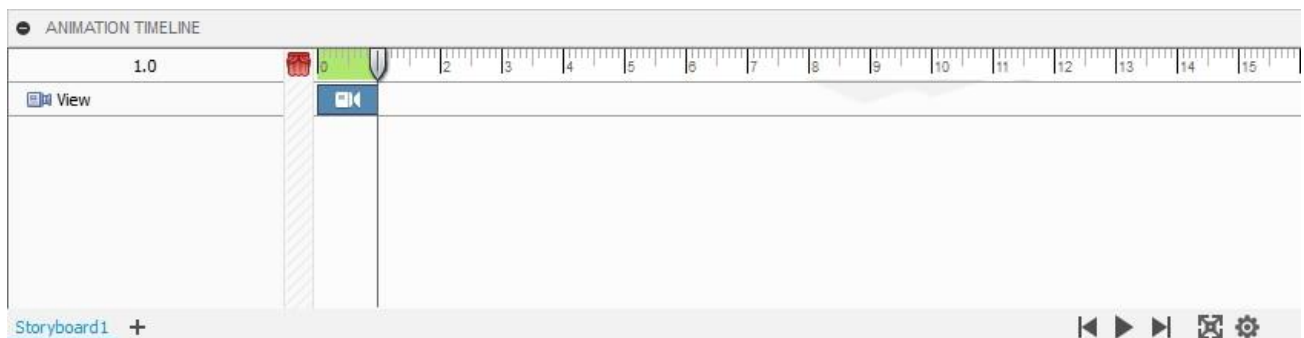


Рис.15.1. Часова шкала

Властивості розкадрування включають:

Назва розкадрування відображається як текст, заголовок. Ви можете змінити імена розкадровок за замовчуванням. Тривалість розкадрування відповідає загальному часу дій, що створюють анімацію розкадрування.

Actions (Дії) – це візуальне уявлення компонента, що трансформується у певний момент часу. Додайте дії до розкадрування, щоб створити анімацію для моделі. Потім для кожної дії змініть час початку та/або закінчення, щоб налаштувати цю дію.

Коли повзунок відтворення знаходиться на часовій шкалі в позитивному моменті часу, дії захоплюються та можуть бути відредаговані. На часовій шкалі відображаються всі дії, включені до вибраного розкадрування. Коли повзунок відтворення знаходиться в момент часу 0 або в порожній зоні (порожня зона – ліворуч від шкали часу), дії не записуються, але виконані перетворення виконуються. Це особливо корисно для налаштування сцени під час підготовки до анімації.

Панель інструментів Анімація «ANIMATION» зображена на рисунку 15.2.

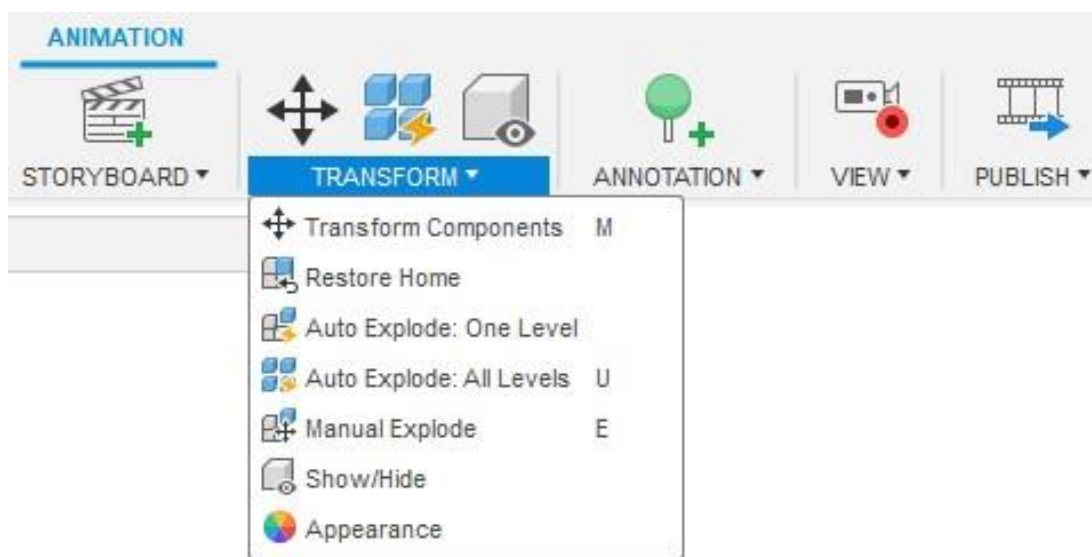
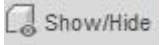
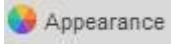


Рис.15.2. Панель інструментів Анімація «ANIMATION»

- Transform Components  Transform Components – переміщує обраний компонент на вказану відстань і/або повертає на вказаний кут. Рухи фіксуються на часовій шкалі для створення анімації руху;
- Restore Home  Restore Home – Автоматично переміщує компоненти назад у вихідне положення;
- Auto Explode: One Level  Auto Explode: One Level – розбиває дочірні компоненти першого рівня збірки;
- Auto Explode: All Level  Auto Explode: All Levels – розбиває всі рівні збірки, аж до найнижчого.
- Manual Explode  Manual Explode – дозволяє вручну вибрати компоненти та визначити вісі, уздовж яких вони мають розгортатися;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

- Show/Hide  — миттєво вимикає або вмикає видимість компонентів у сцені. Можливо налаштувати плавне вимикання/вмикання;
- Appearance  — Налаштування зовнішнього вигляду елементів. Має перевагу над кольором призначеним із фізичного матеріалу. Не впливає на інженерні властивості. Щоб застосувати перетягніть вид із діалогового вікна до тіла або компонента.

Завдання для самостійного виконання

1. Перша дією буде обертання патрону навколо своєї вісі. Встановіть повзунок часової шкали на 2 секунди. У дереві побудови оберіть збірку «Патрон» і за допомогою інструмента «Transform Components»  задайте кут повороту навколо вісі Y 360°.

2. Наступним кроком зімітуємо викручування гвинтів, які кріплять кулачки. Встановіть повзунок часової шкали на 4 секунди. Для цього оберіть один з гвинтів і за допомогою інструмента «Transform Components»  задайте кут повороту навколо вісі обертання гвинта -360° і лінійне переміщення від патрону 100 мм (рис. 15.3). Переконайтесь, що час початку дії 2 с. і кінець 4 с. Повторіть дію з іншими 5-ма гвинтами.

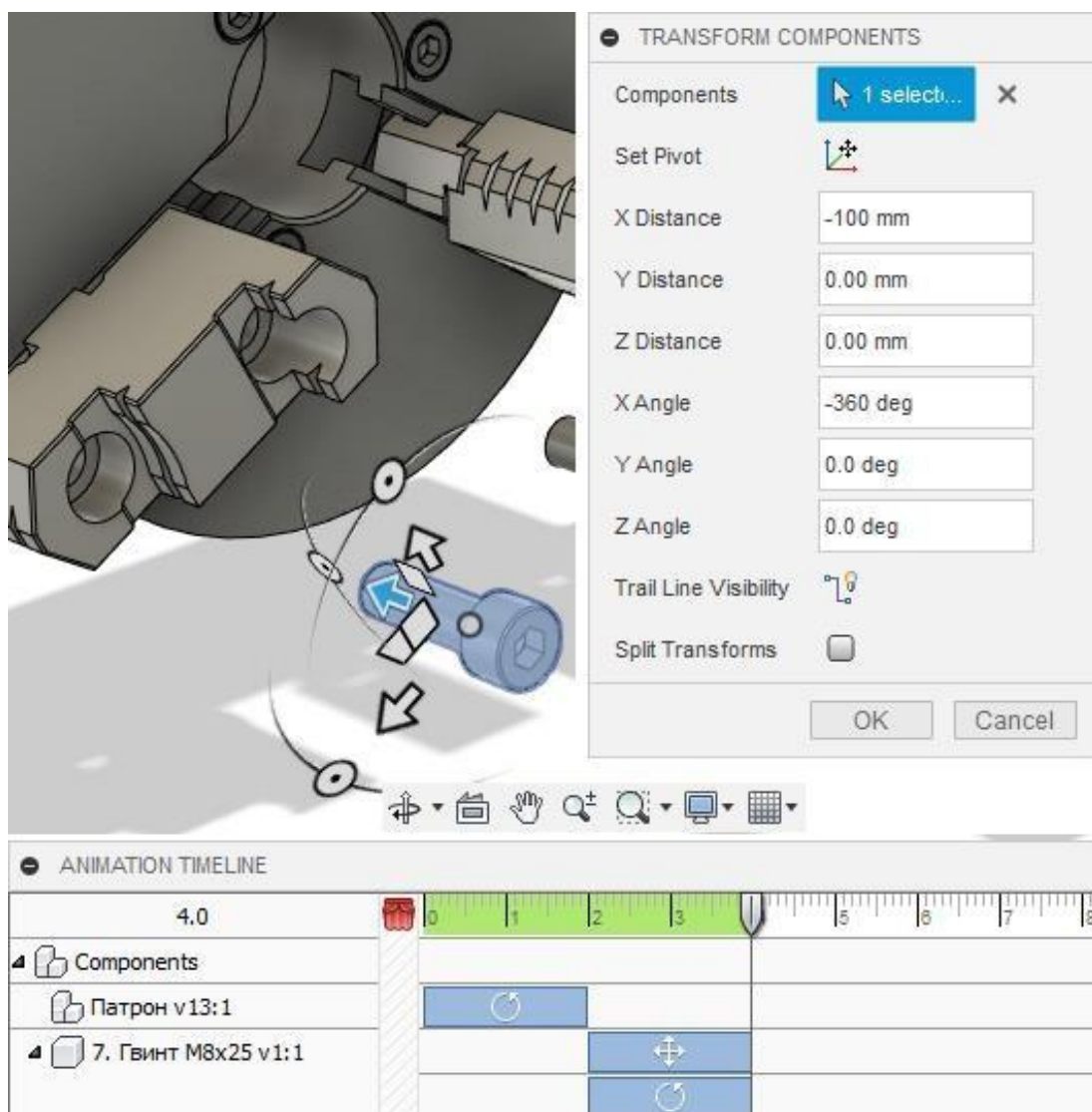


Рис.15.3. Вкручування гвинтів кулачків

3. Починаючи з 4-ї секунди зробіть плавне затухання гвинтів кулачків за допомогою інструмента «Show/Hide» . Оберіть всі 6 гвинтів і в налаштуваннях задайте «Duration», час початку 4 с., кінця – 5 с. (рис. 15.4).

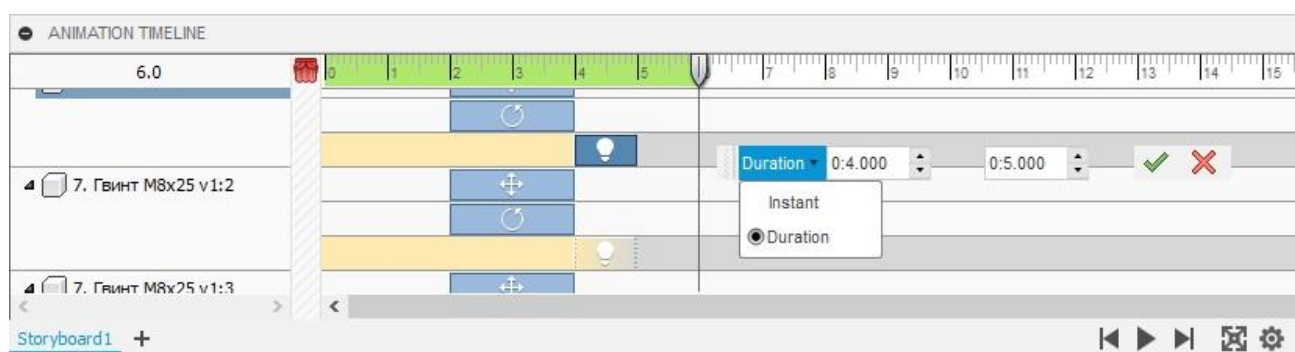


Рис.15.4. Налаштування затухання гвинтів

4. Оберіть 3 кулачка і за допомогою інструмента «Transform Components»

 **Transform Components** лінійне переміщення від патрону 100 мм (рис. 15.5).
Переконайтесь, що час початку дії 4 с. і кінець 6 с.

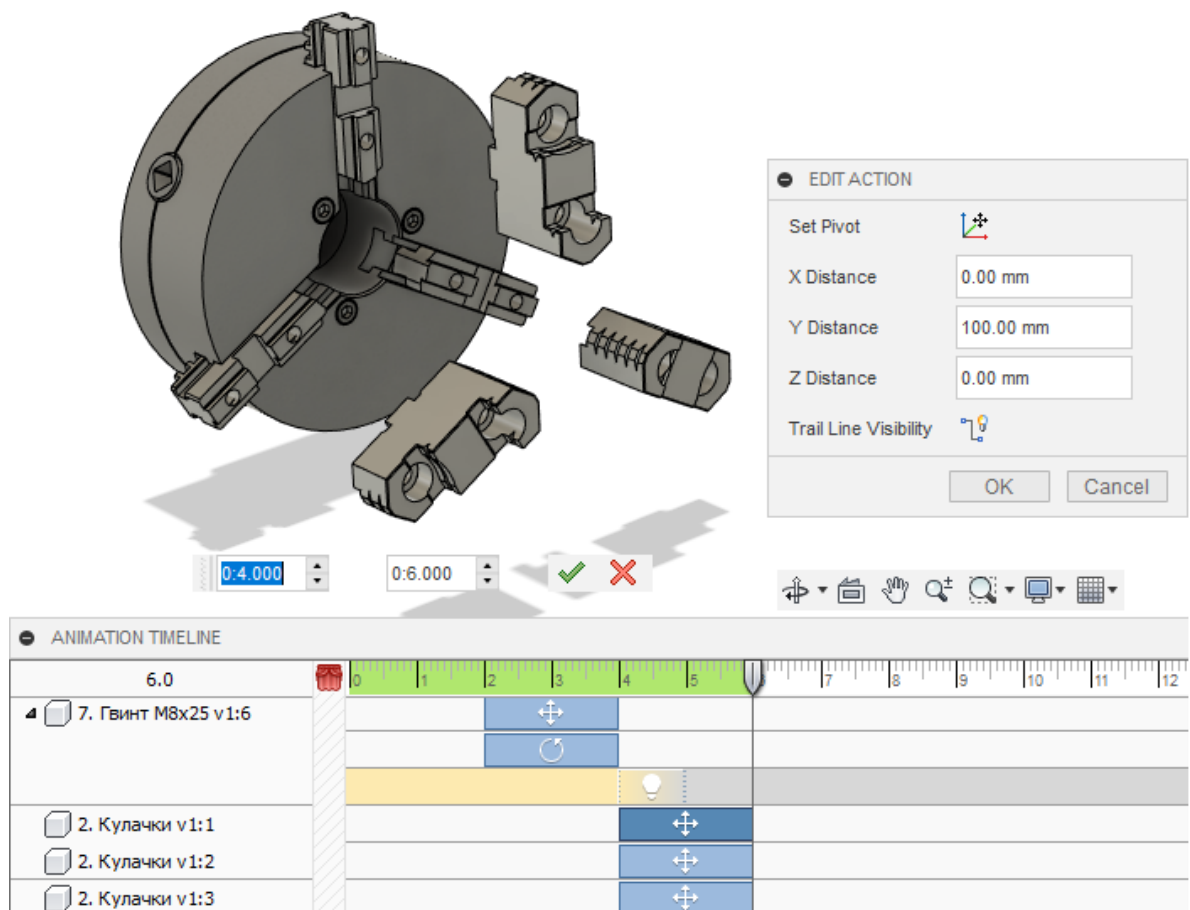


Рис.15.5. Переміщення кулачків

5. Оберіть одну з 3-х салазок кулачків і за допомогою інструмента «Transform

Components»  **Transform Components** лінійне переміщення в радіальному напрямку від патрону на 50 мм (рис. 15.6). Налаштуйте час початку дії 5 с. і кінець 7 с. Повторіть дію з двома іншими саладками.

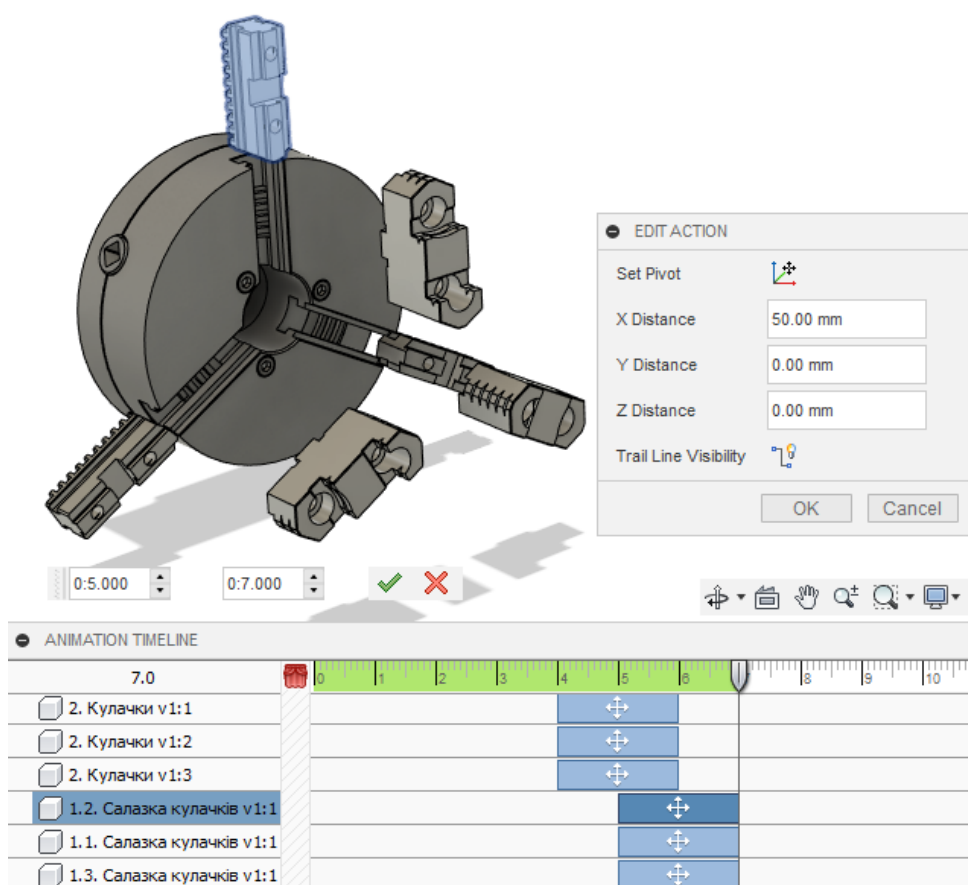
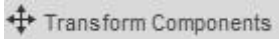


Рис.15.6. Переміщення салазок кулачків

6. Зробіть плавне затухання 3-х кулачків та їх салазок за допомогою інструмента «Show/Hide» . Налаштування задайте «Duration», час початку 7 с., кінця – 8 с.

7. Викручування гвинтів, які кріплять корпус патрону до планшайби. Для цього оберіть один з 3-х гвинтів і за допомогою інструмента «Transform Components»  задайте кут повороту навколо вісі обертання гвинта - 360° і лінійне переміщення від патрону -100 мм (рис. 15.7). Час початку дії 7 с. і кінець 8 с.

Повторіть дію з іншими 2-ма гвинтами.

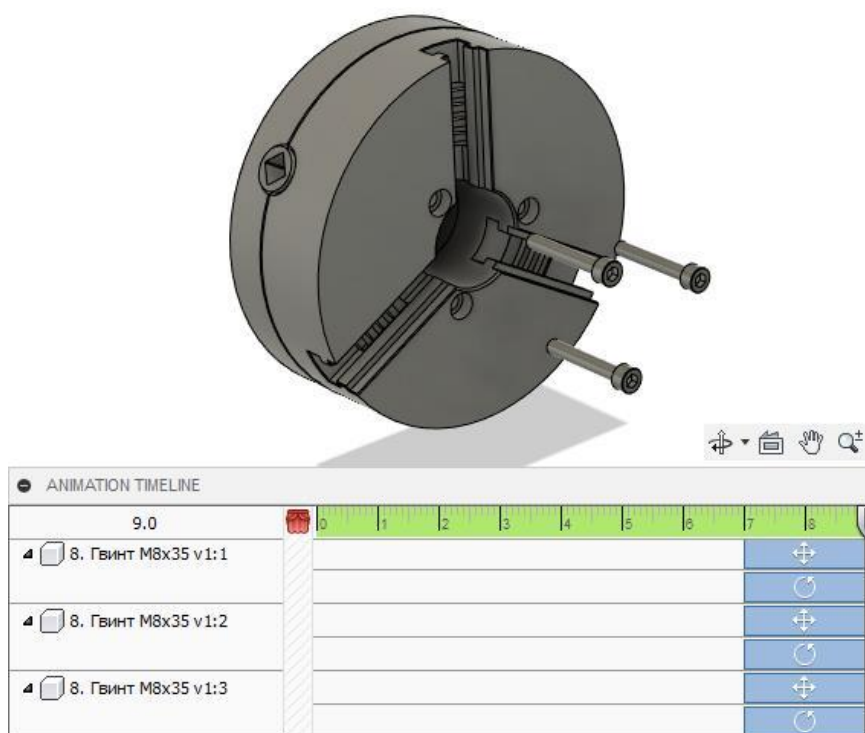


Рис.15.7. Викручування гвинтів корпусу

8. Плавне згасання гвинтів починаючи з 9-ї секунди і закінчуючи 10-ю секундою. Одночасно з цим, починаючи з 9-ї секунди і до 11 секунди, переміщення корпусу патрону на 100 мм від планшайби (рис. 15.8).

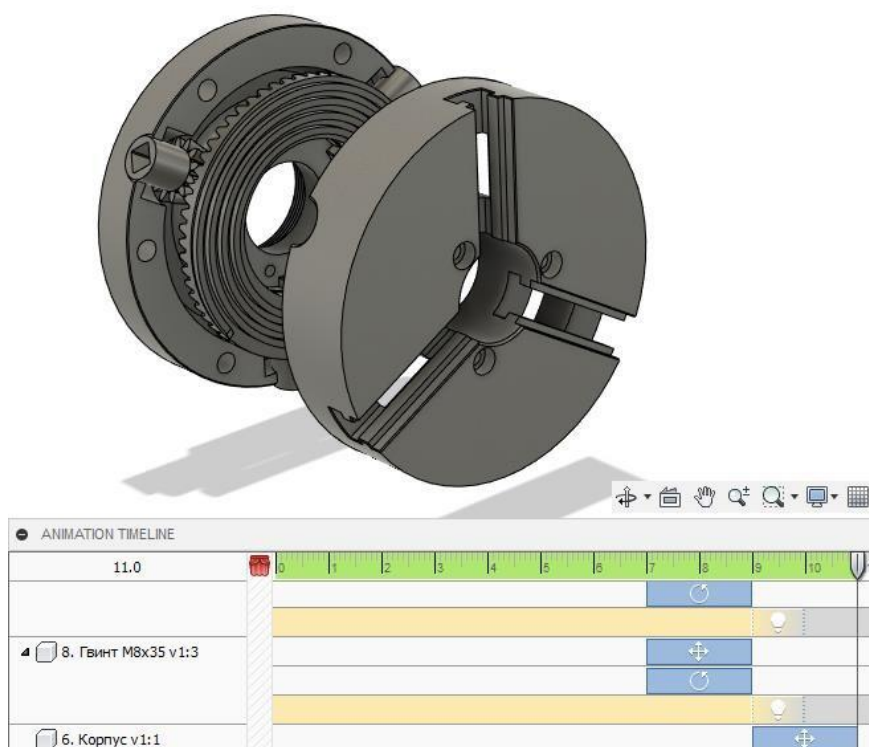


Рис.15.8. Переміщення корпусу

9. Плавне затухання корпусу починаючи з 11-ї секунди і закінчуючи 12-ю секундою. Одночасно з цим, починаючи з 11-ї секунди і до 13 секунди, переміщення диску з архімедовою спіраллю на -50 мм від планшайби та переміщення планшайби від конічних шестерень на 50 мм (рис. 15.9).

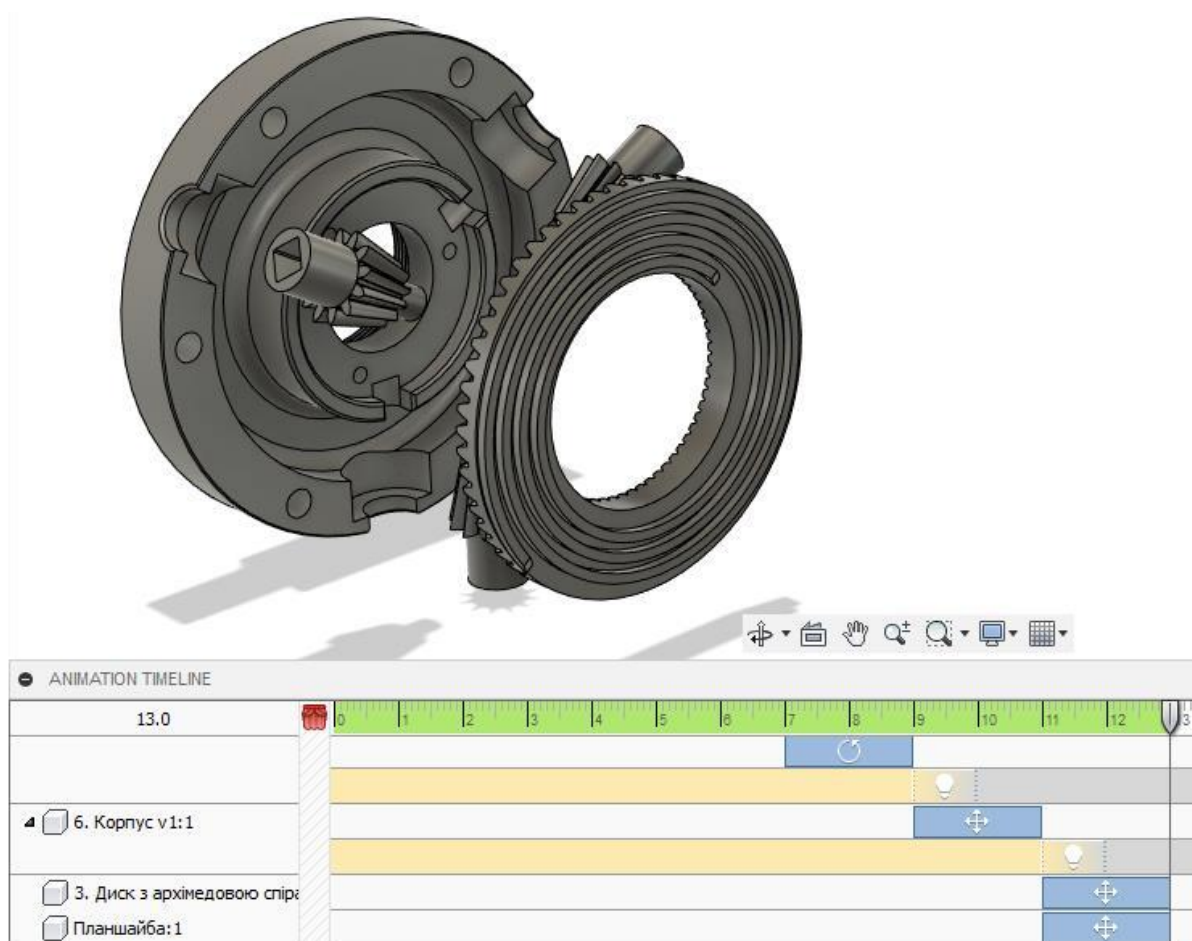


Рис.15.9. Переміщення диску та планшайби

10. Останнім кроком розбирання патрону виконайте плавне затухання всіх елементів починаючи з 13 секунди і закінчуючи 14-ю секундою.

Примітка:

Якщо під час виконання всіх попередніх дій, якщо ви переміщували збірку у робочому вікні, то ці переміщення зберігаються з самого верху на часовій шкалі (рис. 15.10) і будуть виконуватися і відображатися на анімації.

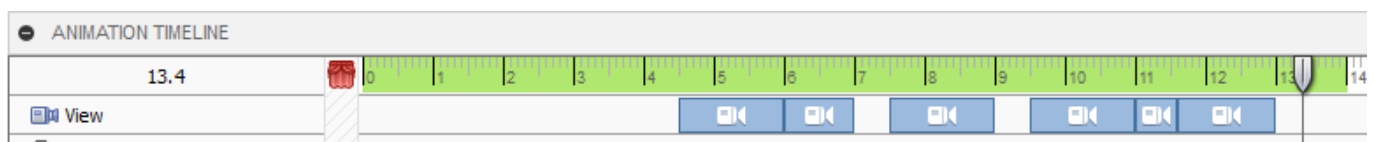


Рис.15.10. Візуалізація на часовій шкалі.

Щоб данні переміщення не виглядали хаотичним, то по чергово видаліть всі «View».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	---

Для гарного оформлення візуалізації встановіть повзунок часової шкали на початок і масштабуйте збірку на все робоче вікно. Далі перемістіть повзунок на 7 секунду і зменшіть масштаб патрону. Таким чином створиться новий «View» з поступовим зменшенням масштабу. Відредагуйте час початку 4 секунди і закінчення 7 секунд.

Починаючи з 8-ї по 12-у секунду зробіть плавне збільшення масштабу.



Натисніть клавішу «Play» і перегляньте результат виконаної роботи.

Якщо все гарно вийшло, то за допомогою інструмента «Publish Video»



збережіть анімацію у форматі AVI високої якості і розширення у робочу папку. Далі завантажте на свій комп'ютер і скиньте на перевірку викладачу.

Приклад виконаної роботи можна переглянути за посиланням:
<https://drive.google.com/file/d/1aWRdk-U7Li3k2sb4XQF1dNuy6EQiJKF5/view?usp=sharing>

Практична робота №16

Створення анімації збірки

Мета роботи: Створити анімацію складання/розбирання збірки з практичної роботи №12-14 в середовищі AUTODESK FUSION 360.

Завдання для самостійного виконання

На основі завдання, яке виконувалось на практичному занятті №13-14 створ анімацію покрокового розбирання/складання збірки. Для більшого уявлення роботи і порядку розбирання/складання вузла повторно ознайомтесь з коротким описом.

Варіанти завдань:

Обойма (варіанти 1, 6, 11, 16, 21, 26)

Короткий опис: Обойма застосовується в вантажопідйомних механізмах. Трос (на кресленні не показано) вантажопідйомного механізму охоплює блок поз. 3 у

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	---

котрий запресована змінна втулка поз. 8. Блок поз. 8 обертається на вісі поз. 6. Всередині вісі наявні канали, які через отвір закритий гвинтом поз. 11, заповнені густим мастилом. Опорою вісі поз. 6 є втулка поз. 1, яка з'єднує вісь поз. 7 з підвіскою поз. 2 та обертається навколо цієї вісі. В різьбовий отвір підвіски поз. 2 загвинчується вантажопідйомний гак (на кресленні не показаний). **Тиски (варіанти: 2, 7, 12, 17, 22, 27)**

Короткий опис: Тиски представленої конструкції служать для закріплення оброблюваних деталей на металорізальних верстатах.

Тиски встановлюються на столі стругального або фрезерного верстата і закріплюються шістьма болтами (на кресленні не показані). Оброблювану деталь розміщують між двома пластинами поз. 6. Гвинт поз. 5, який має прямокутну різь, утримується від вістового переміщення кільцем поз. 7 та штифтом поз. 12. Щоб втулка поз. 4 не оберталася навколо своєї вісі, встановлено гвинт поз. 8. При обертанні гвинта поз. 5 рухома губка поз. 2 буде переміщуватися по напрямному пазу корпуса поз. 1, затискаючи пластинами оброблювальну деталь.

Ролик регульований (варіанти: 3, 8, 13, 18, 23, 28)

Короткий опис: Роликові пристрої застосовуються при транспортуванні листового металу, який перекатується по роликам.

Корпус поз. 1 закріплюється на рамі машини чотирма болтами (рама та болти на кресленні не показані).

При обертанні гвинта поз. 7 клин поз. 4 буде ковзати по нахиленій площині корпуса, в результаті чого стійка поз. 2 з роликом поз. 3 буде підніматися або опускатися. Після встановлення ролика на потрібному рівні стійку закріплюють болтами поз. 8 і гайками поз. 11. Ролик обертається на вісі поз. 5, яка фіксується на стійці гвинтами поз. 9.

До поверхонь ролика і вісі, що ковзають одна по одній, по отворах та спеціальним канавкам в вісі потрапляє густе мастило з маслянки. Маслянка пресується в отвір вісі поз. 5 (на кресленні не показана).

Тиски (варіанти: 4, 9, 14, 19, 24, 29)

Короткий опис: Тиски призначені для закріплення оброблюваних деталей на фрезерних і стругальних верстатах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ БК2.х-2022
------------------------------------	---	---

Корпус поз. 1 прикріплюють до столу верстата чотирма болтами, які входять в прорізі основи корпусу (на кресленні болти не показані). Деталь що оброблюється закладають між двома суміжними пластинами поз. 4, одна з яких прикріплена гвинтами поз. 8 до корпусу, друга – до рухомої губки поз. 2. Ходовий гвинт поз. 3, який має прямокутну різь правого напрямлення, фіксується від осьового переміщення бортиками, які впираються в торці отворів корпусу поз.1 і кришки поз. 5. При переміщенні рухомої губки вліво оброблювальна деталь затискається між пластинами. Щоб губка не піднімалася до неї знизу болтами поз. 7 прикріплені дві напрямні планки поз. 6.

Ролики напрямні (варіанти: 5, 10, 15, 20, 25, 30)

Короткий опис: Напрямні ролики застосовуються в різних транспортних пристроях для переміщення листового матеріалу та виробів з нього.

Опора поз. 1 з роликами поз. 4 може підніматися або опускатися за допомогою клинів поз. 6 та поз. 7. Клини з'єднані гвинтом поз. 3 з правою і лівою прямокутними різьями. При обертанні гвинта клини зближуються, піднімаючи опору з роликами до гори. При обертанні гвинта в зворотному напрямку опора буде опускатися. Після встановлення роликів на необхідному рівні її фіксують болтами поз. 8 і гайками поз. 10. Вісі поз. 5 фіксуються гвинтами поз. 9.

До поверхонь ролика і вісі, що ковзають одна по одній, по отворам та спеціальним канавкам в вісі потрапляє густе мастило з маслянки. Маслянки прикручуються в різьбові отвори осей поз. 5 (на кресленні не показана).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Getting started for absolute beginners [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/courses/>
2. Product documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=GUID-1C665B4D-7BF7-4FDF-98B0-AA7EE12B5AC2>
3. Forums Fusion 360 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	--	--

<https://forums.autodesk.com/t5/fusion-360/ct-p/1234>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	---	--

ГРОМОВИЙ Олексій
ОТАМАНСЬКИЙ Валентин
ПЛИСАК Микола

Промисловий дизайн і проектування в хмарному середовищі Autodesk Fusion 360

Методичні рекомендації для проведення практичних занять

Автор

О.А. Громовий
В.В. Отаманський
М.М. Плисак

Редактор

В.В. Отаманський

Технічне редагування

О.А. Громовий

Комп'ютерний набір та верстка

В.В. Отаманський

Макетування

М.М. Плисак

Підписано до друку _____ формат 1/16 Папір
офсетний. Гарнітура Таймс. Умовн. друк. арк.
Електронне видання

Редакційно-видавничий відділ державного університету

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/Б/ ВК2.х-2022
------------------------------------	--	--

«Житомирська політехніка»

Адреса: «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005