



Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного
господарства та природокористування

Кафедра будівельних, дорожніх і меліоративних машин

02-01-565М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних завдань та самостійної роботи з дисципліни
«САПР технологічних процесів»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Створення і експлуатація машин та обладнання»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
усіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних завдань та самостійної роботи з дисципліни «САПР технологічних процесів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Створення і експлуатація машин та обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Лук'янчук О. П. – Рівне : НУВГП, 2024. – 43 с.

Укладач: Лук'янчук О. П., доцент кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин.

Розглянуто та рекомендовано на засіданні кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин. Протокол № 2 від 17.09.2024 р.

Відповідальний за випуск: Тхорук Є. І., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин.

Керівник групи забезпечення спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ОПП «Створення і експлуатація машин та обладнання»: Тхорук Є. І.

© О. П. Лук'янчук, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ.....	3
№1. Інтерфейс системи, підготовка керуючих програм при фрезерній обробці деталей у FeatureCAM	5
№2. Підготовка керуючих програм при токарній обробці деталей у FeatureCAM	14
№3. Підготовка керуючих програм при фрезерно-токарній обробці деталей у FeatureCAM	27
№4. Інтерфейс системи, підготовка керуючих програм при токарній і фрезерній обробках деталей у SolidCAM	36
Рекомендовані джерела інформації.....	43

Вступ

Однієї з особливостей сучасного розвитку машинобудівного виробництва є постійний ріст обсягів і складності проектних робіт у сфері технологічної підготовки виробництва (ТПП). У цих умовах найважливішим напрямком удосконалювання ТПП є її автоматизація, заснована на використанні різних систем автоматизованого проектування (САПР).

Вивчення дисципліни “САПР технологічних процесів” включає курс лекцій, практичні заняття та самостійну роботу.

Мета практичних занять – отримати практичні навички роботи в сучасних САПР технологічних процесів виробництва машин та обладнання галузі.

Виготовлення обладнання з використанням верстатів ЧПУ (числового програмного керування) дозволяє розширити спектр виконуваних завдань, прискорює час виготовлення продукції, збільшує автоматизацію виробництва і скорочує терміни виготовлення деталей і оснастки на 50%. Для виконання обробки на таких верстатах використовуються САД-САМ системи. Чим простіше інтерфейс САМ-програми, тим ефективніше і швидше дозволяє інженеру-програмісту створити автоматизовану технологію обробки деталі і керуючої програми (УП) для верстата з ЧПУ. Зараз є велика кількість комп'ютерних програм. Але більшість з них має однакові або схожі функції, що ускладнює їх вибір. Інтерфейс програми повинен бути інтуїтивно зрозумілий, тобто максимально простий в оформленні і функціях. На виробництві це скорочує будь-які дефекти технології в процесі підготовки серійного виробництва.

Основні представники CAD/CAM: ADEM, Alphacam, ArtCAM, BobCAD-CAM, CAM-TOOL, CAMWorks, CATIA, CimatronE, Creo, DCAMCUT, Edgcam, ESPRIT, FeatureCAM, GibbsCAM, GO2cam, HSMWorks, hyperMILL, Mastercam, NCG CAM, NX, PartMaker, PEPS, PowerMILL, SharpCam, SolidCAM, SprutCAM, SurfCAM, Tebis, Tehtran, TopSolid, VISI, VisualMILL, WorkNC, ZW3D.

FeatureCAM – це CAM-система для швидкої підготовки керуючих програм, заснована на розпізнаванні типових елементів (під визначення «типові елементи», «features»), потрапляють такі геометричні об'єкти деталі, як: отвори, кишені, канавки, бобишки, стінки і т.д.). Дана система призначена для складання керуючих програм для широкої гами верстатів: токарних, фрезерних, токарно-фрезерних, верстатів і обробних центрів різного типу. В основі системи лежить можливість автоматичного розпізнавання типових елементів твердотільної моделі і автоматична обробка цих елементів із застосуванням закладеної в систему технологічної бази знань. Це дозволяє звести до мінімуму можливі помилки при програмуванні, викликані людським фактором, і скоротити час підготовки керуючих програм для складних деталей до декількох хвилин.

SolidCAM – це комплексна CAM-система, призначена для програмування верстатів із ЧПК у SolidWorks. Система SolidCAM, яка використовує революційну технологію iMachining, повністю вбудовується в систему SolidWorks, зберігаючи водночас повну асоціативність між траєкторією руху інструмента та моделлю SolidWorks. Всі операції, необхідні для оброблення деталі, можуть бути визначені, розрахунки та перевірені у вікні SolidWorks, без виходу з параметричного середовища побудови складового вузла. Усі дво- та тривимірні геометрії, які використовуються для проектування переходів, зберігають повну асоціативність із конструкцією моделі SolidWorks. За будь-якої зміни моделі SolidWorks автоматично оновлюються всі певні в системі CAM операції.

Практична робота №1

Тема. Інтерфейс системи, підготовка керуючих програм при фрезерній обробці деталей у FeatureCAM.

Мета. Отримати практичні навички створення керуючих програм на прикладі системи «FeatureCAM». Створення простих елементів, генерування виведення траекторії обробки деталі.

1.1. Теоретичні відомості

Інтерфейс системи

Інтерфейс FeatureCAM містить безліч традиційних елементів Windows, таких як панелі інструментів, діалоги, контекстні меню і майстри. (рис. 1).

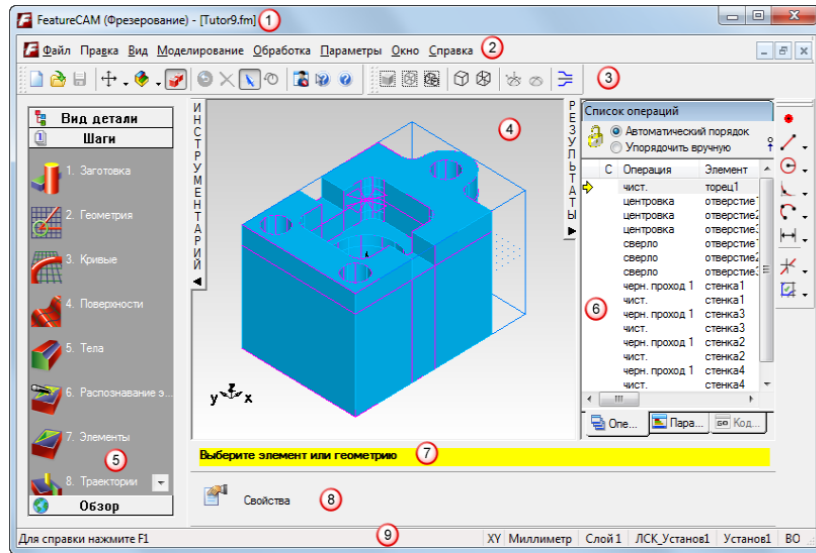


Рис. 1. Інтерфейс FeatureCAM

- 1 - панель Тема
- 6 - вікно Результати
- 2 - панель Меню
- 7 - панель Допомога. Жовта панель підказки дає покрокові інструкції.
- 3 - Панелі інструментів

8 - Панель редагування елемента / геометрії

4 - Графічне вікно

9 - Рядок стану

5 - Вікно Інструментарій з панелями Кроки, Вид, Деталі, Огляд

Як і в інших програмах Windows, ви можете сказати FeatureCAM, що потрібно зробити, декількома способами:

- Вибрати кнопку на панелі інструментів;
- Вибрати опцію в меню;
- Вибрати опцію з контекстного меню;
- Натиснути клавішу швидкого виклику.

Права кнопка миші відображає контекстне меню. Меню змінюється залежно від того, де в програмі ви перебуваєте. Також можуть бути доступними спільні команди і функції, які застосовуються в даній області.

Фрезерування.

Створення нового файлу.

При запуску FeatureCAM відкривається Майстер Нового проекту.

Виберіть Новий файл в Майстрі Нового проекту і натисніть на кнопку Далі.

Виберіть Тип - Фрезерна операція.

Виберіть Одиниці виміру (Дюйми або Міліметри).

(Можна вибрати одиниці виміру за замовчуванням пізніше, вибравши в меню Параметри> Параметри проекту.)

Натисніть ОК.

Визначення заготівлі

Заготівля - це вихідний матеріал, з якого ріжеться деталь. Коли ви створюєте нову деталь, відкривається сторінка Розміри майстра Заготівля. Це дозволяє визначити форму і розміри заготовки, матеріал заготовки, нульову точку програми і систему координат для моделювання.

На сторінці Розміри майстра Заготівля:

Введіть Товщину 1 (25 мм).

Введіть Ширину 4 (100 мм).

Введіть Довжину 5 (120 мм).

Натисніть Готово.

Натисніть ОК, щоб прийняти значення за замовчуванням майстра Заготівля.

Створення елементів.

Цей крок показує, як створити елементи Отвір і Прямокутна кишень.

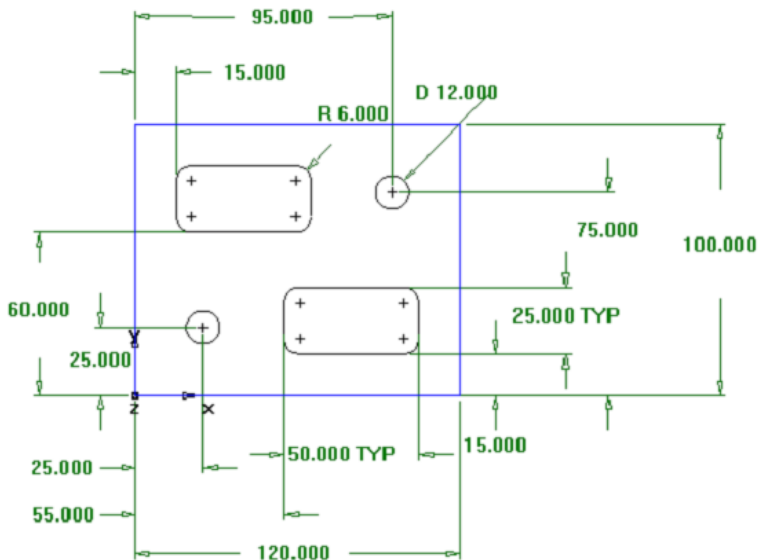


Рис. 2.

Створіть елемент Отвір.

Натисніть на крок Елементи  на панелі Кроки.

У майстра Новий елемент виберіть Отвір в розділі За розмірами і натисніть Далі.

Введіть Діаметр 12 мм і натисніть Далі.

Введіть становище центру отвори: X 25 мм і Y 25 мм; і натисніть Далі.

Відкриється сторінка Стратегії. Ця сторінка управляє типами операцій, використовуваних для різання елемента. Операції за замовчуванням для елемента Отвір - центрування і свердління. Якщо отвір має фаску, за замовчуванням фаска різеться в операції центрування.

Погодьтеся з настройками стратегії за замовчуванням, натиснувши Далі.

Сторінка Операції показує зведення операцій для різання елемента, автоматично вибрані інструменти, подачі і швидкості.

З кнопки-меню Готово виберіть опцію Готово .

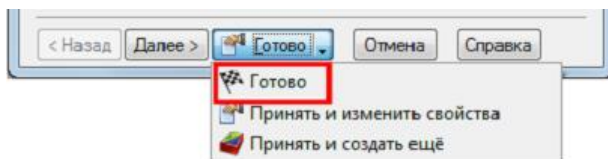


Рис. 3.

Створіть елемент Прямокутна кишеня.

Натисніть на крок Елементи  на панелі Кроки.

У майстра Новий елемент в розділі За розмірами виберіть Прямокутна кишеня і натисніть Далі.


Погодьтеся з розмірами за умовчанням, натиснувши Далі.

Введіть для положення кишені $X = 18$ мм, $Y = 60$ мм, $Z = 0$ мм і натисніть Далі.

Сторінка Стратегії показує, що створені чорнова і чистова операції.

Натисніть на кнопку Готово.

Використовуйте крок Елементи  для створення другого Отвори з діаметром 12 мм, розташованого в $X = 95$ мм і $Y = 75$ мм.

Використовуйте крок Елементи , щоб створити інший елемент Прямокутна кишеня з такими ж розмірами, що і перший, але розташований в $X = 55$ мм, $Y = 15$ мм.

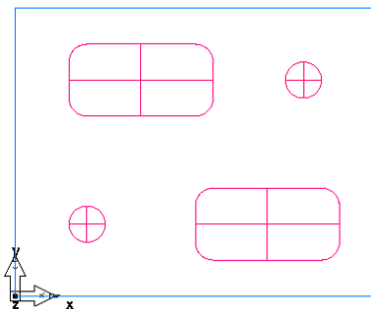


Рис. 4.


Виберіть Файл> Зберегти та збережіть проект

Перегляд деталі

Щоб переглянути деталь з різних сторін, можна вибрати один із стандартних вбудованих видів. Ці опції доступні на панелі інструментів Стандартна:



Рис. 5.

Щоб змінити вигляд на ізометричний, натисніть на кнопку Ізометричний  на Стандартній панелі інструментів.

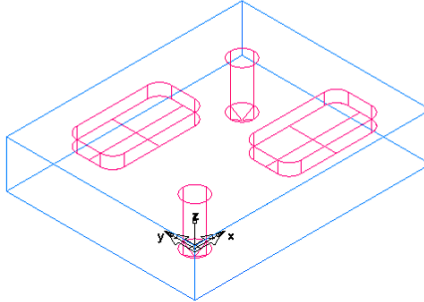




Рис. 6.

Щоб змінити вигляд на вигляд спереду, в кнопці-меню Основний вид  натисніть на кнопку Спереду .

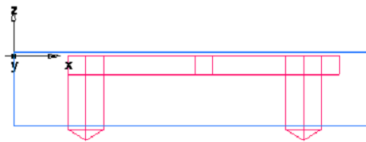
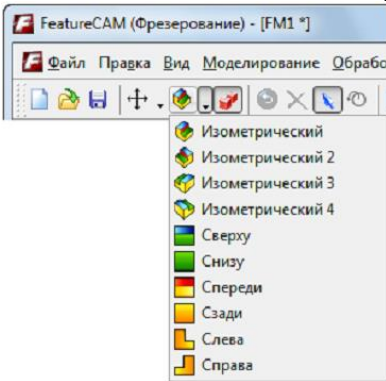


Рис. 7.



Імітація траєкторій


Тепер ви створили елементи, а FeatureCAM автоматично:
Вибирає найбільш підходящі інструменти та операції;
Рекомендує стратегії обробки;
Обчислює швидкості і подачі;
Генерує траєкторії і створює коди УП.
Щоб переглянути імітацію траєкторій:

Виберіть крок Траєкторії  на панелі Кроки. Він викличе панель інструментів Імітація.



Рис. 8.

Натисніть на кнопку 3D імітація , а потім натисніть Пуск  для запуску імітації. Якщо з'явиться діалогове вікно Параметри автопорядка, натисніть ОК, щоб його закрити. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.

Відображає 3D візуалізацію процесу різання. Натисніть на кнопку До наступної операції . Це покаже операцію центрування.

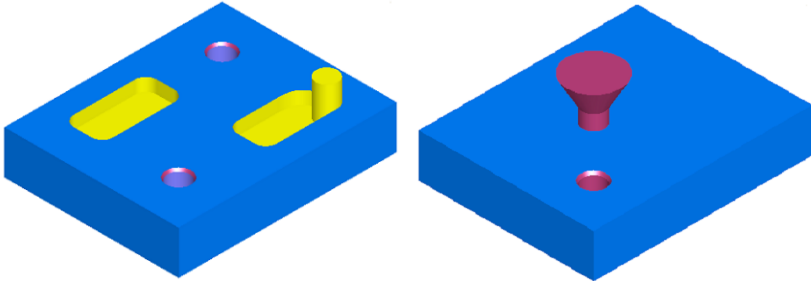




Рис. 9.

Повторіть крок, щоб переглянути кожну наступну операцію, до тих пір, поки не закінчите імітацію.

Натисніть Приховати імітацію . Це видаляє панель інструментів Імітація.

Порядок операцій обробки

Вкладка Операції в вікні Результати показує всі операції, необхідні для обробки елементів. Жовтий значок попередження  поряд з операцією показує потенційну проблему для цієї операції. В даному випадку, якщо ви побачили якісь попередження, ігноруйте їх.

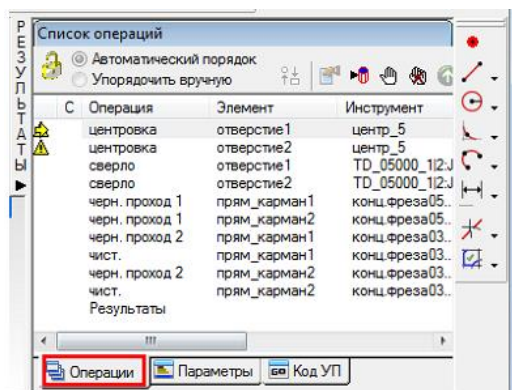


Рис. 10.

Автоматичний порядок операцій

Ви можете управляти автоматичним порядком операцій за допомогою правил або шаблонів операцій.


Виберіть опцію Автоматичний порядок у вкладці Операції. Вона забезпечує правила автоматичного впорядкування, що застосовуються до операцій.

Змініть автоматичне упорядкування, щоб згрупувати разом операції, що використовують однаковий інструмент.

Натисніть на кнопку Опції автопорядку .

У діалозі Правила чергування операцій виберіть Скоротити зміну інструменту, зніміть вибір з усіх інших опцій і натисніть ОК.

Запустіть імітацію для деталі.


Виберіть крок Траєкторії  на панелі Кроки.

Він викличе панель інструментів Імітація.

Натисніть на кнопку 3D імітація .

Натисніть на кнопку Пуск .

Якщо з'явиться діалогове вікно Параметри автопорядка, натисніть ОК, щоб його закрити. Зверніть увагу, що спочатку імітація виконує всі центрування, потім все свердління, а потім чорнове і чистове фрезерування кишень.

Натисніть на кнопку Стоп , коли імітація виконана, щоб вийти з режиму імітації.


Змініть автоматичне упорядкування, щоб зрушити чистові операції в кінець списку.

Натисніть на кнопку Опції автопорядку .

У діалозі Правила чергування операцій виберіть Чистові останніми, зніміть вибір з усіх інших опцій і натисніть ОК.

Це змінить порядок операцій в Списку операцій.

Запустіть імітацію для деталі.

На панелі інструментів Імітація натисніть на кнопку Пуск .


Чистові різи для двох кишень тепер виконуються останніми.

Натисніть на кнопку Стоп , коли імітація закінчена.

Змініть автоматичний порядок так, щоб він відповідав елементів на панелі Вид деталі.

Натисніть на кнопку Опції автопорядку .

Зніміть вибір з усіх опцій і натисніть ОК.

Відкрийте панель Вид деталі, натиснувши на . У дереві містяться всі встановив і елементи, які були створені.

Натисніть на елемент прям_карман2 в вузлі Установ1 і потягніть його вгору над отвір 2.

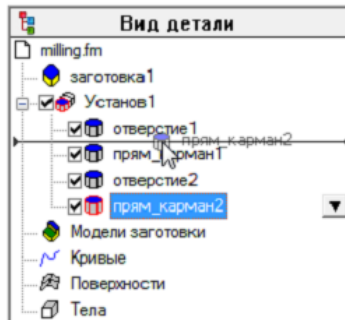




Рис. 11.

Запустіть імітацію для деталі.

На панелі інструментів Імітація натисніть на кнопку Пуск . Друга кишеня тепер ріжеться як другий елемент. Натисніть Стоп .

Завдання для самостійного виконання

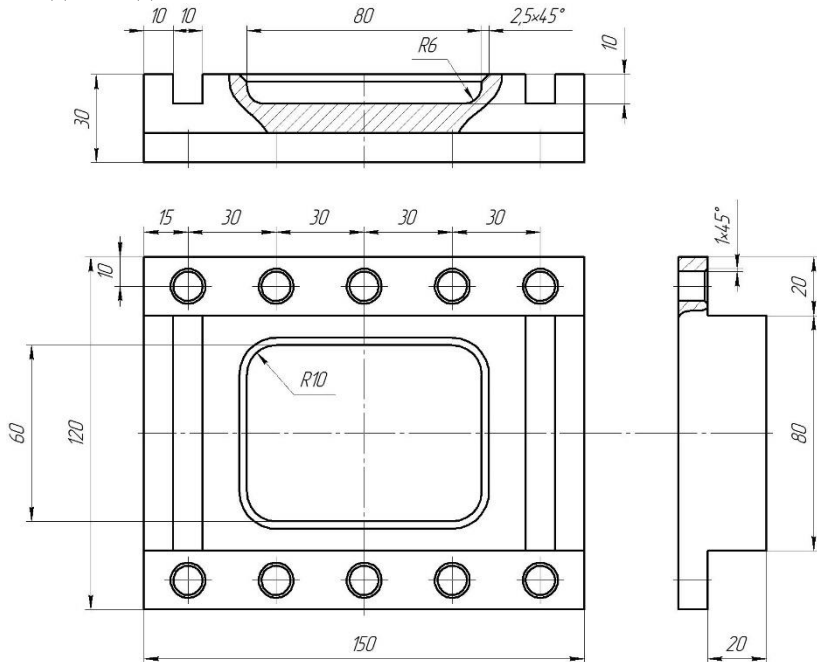


Рис. 12.

1.2. Порядок виконання

1. Запуск програми «FeatureCAM».
2. Ознайомлення зі структурою інтерфейсу і послідовністю роботи в програмі «FeatureCAM».
3. Виконання завдання за прикладом в п.1.1.
5. Створення звіту в електронному вигляді.
6. Захист роботи.

1.3. Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення програми «FeatureCAM»?
2. Якими інструментами може здійснюватися фрезерування деталі?
3. Який порядок вибору інструменту?
4. Що представляє імітація виготовлення?

Практична робота №2

Тема. Підготовка керуючих програм при токарній обробці деталей у FeatureCAM.

Мета. Отримати практичні навички створення керуючих програм на прикладі системи «FeatureCAM». Створення простих елементів, генерування виведення траєкторії обробки деталі

2.1 Теоретичні відомості

Токарна обробка

Запустіть FeatureCAM. Створіть новий файл.

Визначення заготовки

Заготівля - це вихідний матеріал, з якого ріжеться деталь. За замовчуванням Майстер заготовки (сторінка Розміри) відкривається відразу, як тільки ви створили новий проект. Це дозволяє задати форму і розміри заготовки, матеріал заготовки, нульову точку програми і систему координат для моделювання.

На сторінці Розміри майтра Заготівля:

Введіть НД (зовнішній діаметр) 100 мм.

Введіть Довжину 125 мм.

Введіть ВД (внутрішній діаметр) 0 мм.

У кнопці-меню Готово виберіть опцію Прийняти і змінити властивості.

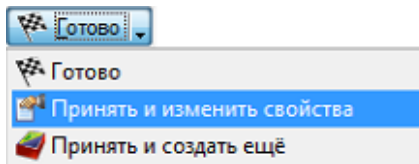


Рис. 13.

Відкриється діалог Властивості заготовки.

У діалозі Властивості заготовки введіть для Z 1.5 мм і натисніть ОК.

Підготовчі кроки

Підготовчі кроки визначають систему координат і набір інструментів.

У меню виберіть Параметри> Режим введення для точіння> 3D

(XYZ), щоб активувати введення координат значеннями X, Y і Z.

У меню виберіть Обробка> Признач набір інструменту, щоб відкрити діалог Вибрати активний набір.

Виберіть опцію Все в Списку наборів і натисніть ОК.

Щоб відобразити всю деталь:

Натисніть на кнопку-меню Обертання виду , щоб відобразити меню Вид. Натисніть Все в центр .

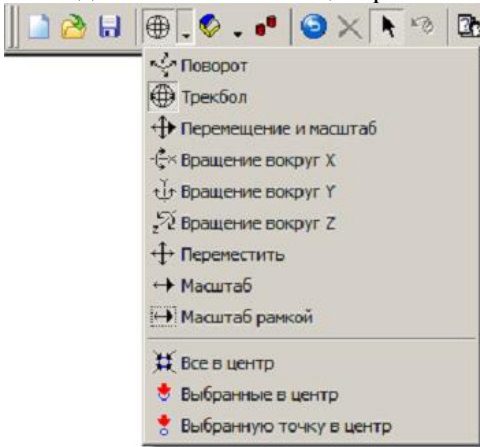


Рис. 14.

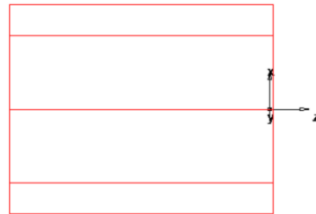


Рис. 15.

Визначення геометрії

Створіть дві лінії:

Натисніть на крок Геометрія  на панелі Кроки. Це відкриває діалог Інструменти побудови геометрії.

Виберіть опцію Створити кілька і натисніть на кнопку Лінія по двох точках. Це відкриває панель інструментів Редагування елемента / геометрії.

Створіть дві лінії, які визначають зовнішній профіль, за допомогою панелі Редагування елемента / геометрії:

Для точки 1 введіть XYZ 1: X 50 мм, Y 0, Z -88 мм.

Для точки 2 введіть XYZ 2: X 25 мм, Y 0, Z -88 мм.

Натисніть Enter. У графічному вікні з'явиться лінія.



Рис. 16.

Створіть другу лінію:

Для точки 1 введіть XYZ 1: X 25 мм, Y 0, Z -88 мм.

Для точки 2 введіть XYZ 2: X 25 мм, Y 0, Z 0.

Натисніть Enter для створення другої лінії.

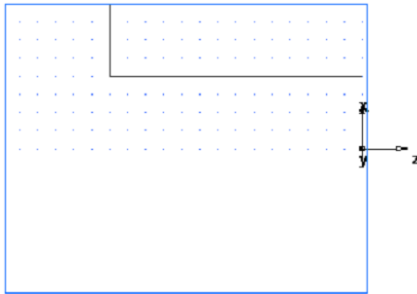



Рис. 17.

Створіть фаску, щоб обрізати лінії.

Натисніть на крок Геометрія  на панелі Кроки.

У діалозі Інструменти побудови геометрії в списку опцій Скруглення натисніть на кнопку Фаска.

На панелі Редагування елемента / геометрії введіть:

Ширина 6 мм.

Висота 0.25 (6 мм).

Розмістіть вказівник поряд з місцем розташування фаски. Фаска встане на місце.




Рис. 18.

Клацніть мишею, щоб вставити фаску в геометрію. Фаска автоматично обрізає лінії.

Для обробки деталі необхідно конвертувати ці три окремі лінії в єдину криву (об'єднати криву).

Виберіть крок Криві  на панелі Кроки.

У діалозі Створення ліній виберіть кнопку Вибір ділянок кривої .

У графічному вікні клацніть по точкам 1, 2 і 3. Кожен сегмент лінії змінює колір, коли його обрали.

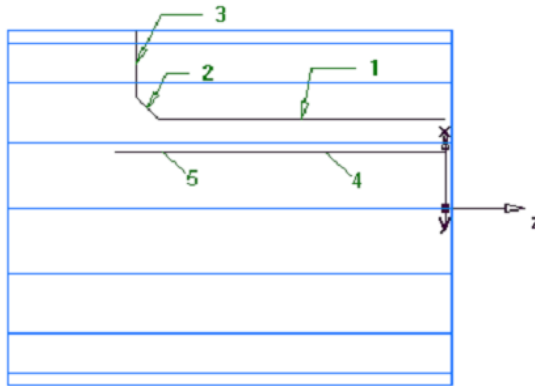



Рис. 19.

На панелі Редагування елемента / геометрії назвіть криву *точіння* і натисніть Enter.

Створіть третю лінію, яка буде використовуватися для створення елемента Розточування.

Натисніть на крок Геометрія  на панелі Кроки.

У діалозі Інструменти побудови геометрії натисніть на кнопку Лінія по 2 точкам .

На панелі Редагування елемента / геометрії:


Для точки 1 введіть XYZ 1: X 16 мм, Y 0, Z 0.

Для точки 2 введіть XYZ 2: X 16 мм, Y 0, Z -94 мм.

Натисніть Enter.

Щоб об'єднати криву для розточування:

Виберіть крок Криві  на панелі Кроки.

У діалозі Створення ліній виберіть кнопку Вибір ділянок кривої .

У графічному вікні клацніть по точкам 4 і 5 (ви вибираєте одну і ту ж лінію двічі).

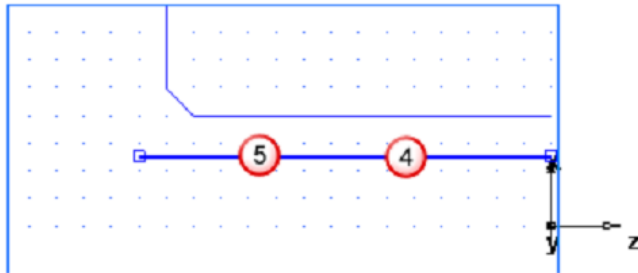



Рис. 20.

На панелі Редагування елемента / геометрії назвіть криву розточування і натисніть Enter.

Створення елементів

Виберіть кнопку 2D токарні профілі  на панелі інструментів Режим відображення, щоб включити спрощене 2D уявлення деталі.

В меню Вид> Панелі інструментів виберіть опцію Режим відображення, щоб показати панель Режим відображення, якщо вона не була відображена.


Створіть елемент Точіння.

Натисніть на крок Елементи  на панелі Кроки.

Якщо у вас є модуль точіння / Фрезерування, то майстер Новий елемент запитас вас про те, який тип елемента потрібно створити. Виберіть опцію Точіння і натисніть Далі.

Виберіть Точіння в розділі Від кривої і натисніть Далі.

В поле Крива виберіть Точіння зі списку.

Натисніть на кнопку Вибрати криву  для графічного вибору кривої. Діалог згорнеться, щоб не загороджувати графічне вікно.

Натисніть на криву, яку ви раніше назвали точіння.

В даному конкретному випадку для вибору доступні два об'єкти: лінія і крива. Всякий раз, коли потрібно роз'яснити вибір, FeatureCAM відкриває діалог Вибір.

У діалозі Вибір виберіть точіння і натисніть ОК.

У кнопці-меню Готово виберіть опцію Прийняти і створити ще, щоб продовжити створення елементів.

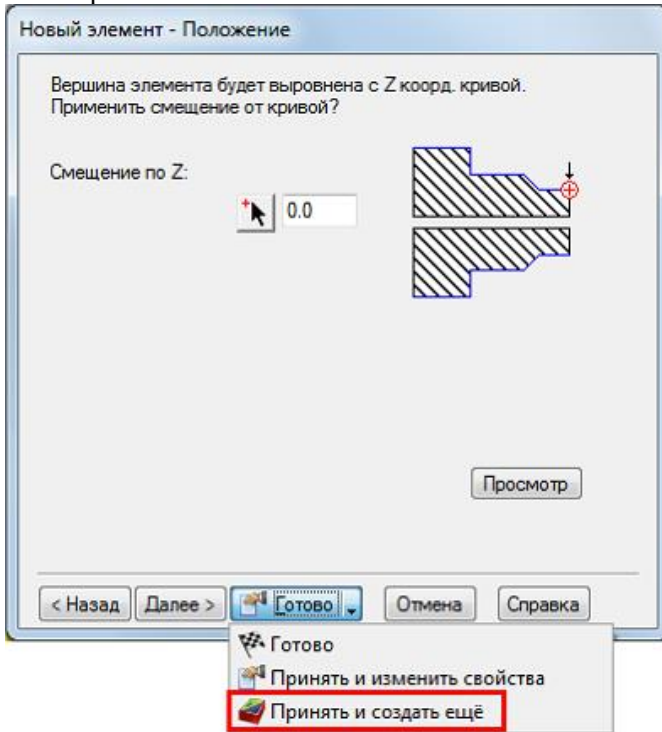


Рис. 21.

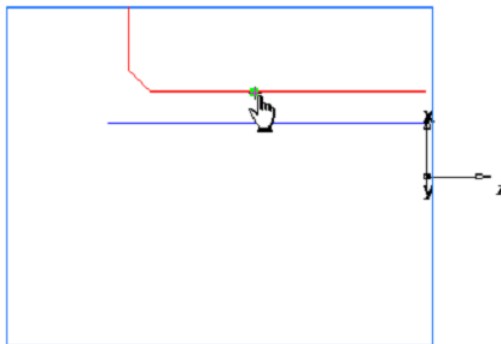


Рис. 22.

Створіть елемент Торець.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння і натисніть Далі.

У розділі За розмірами виберіть Торець і натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Введіть Товщину 1,5 мм.

Введіть Зовнішній діаметр 100 мм.

Введіть Внутрішній діаметр 0.

Натисніть Далі.

Натисніть Прийняти та створити ще.

Створіть елемент Отвір.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння і натисніть Далі.

У розділі За розмірами виберіть Отвір і натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Введіть Глибину 94 мм.

Введіть Діаметр 24 мм.

Натисніть Далі.

На сторінці Положення введіть для Z 0.

Натисніть Прийняти та створити ще.

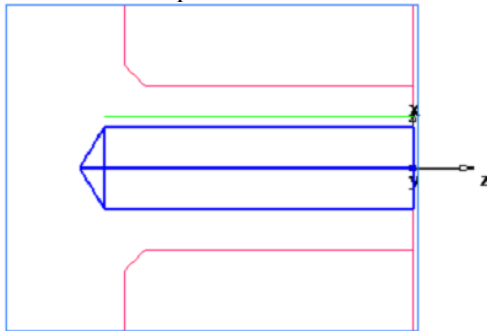


Рис. 23.

Створіть елемент Розточування, використовуючи той же метод, що і для створення елемента Точіння. Використовуйте криву з назвою розточування.

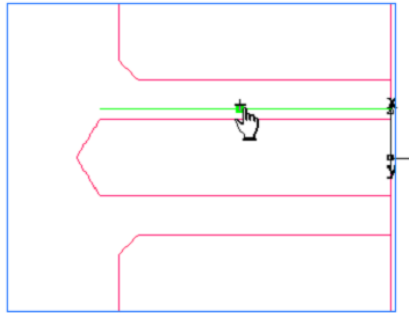


Рис. 24.

Створіть елемент Канавка.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння і натисніть Далі.

У розділі За розмірами виберіть Канавка і натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Виберіть Положення ВД.

Виберіть Орієнтацію вісь X.

Введіть Діаметр 31 мм.

Введіть Глибину 3 мм.

Введіть Ширину 6 мм.

Залиште інші настройки на 0.

Натисніть Далі.

На сторінці Положення введіть для Z -75 мм.

Натисніть Прийняти та створити ще.

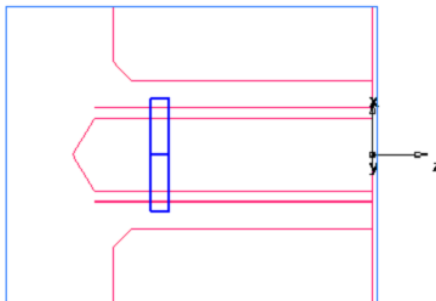


Рис. 25.

Створіть елемент Різьба.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння і натисніть Далі.

У розділі За розмірами виберіть Різьба і натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Виберіть опцію Вибрати стандартні.

Виберіть НД.

В поле Позначення виберіть М50-15 для метричних одиниць.

Натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Виберіть Різьблення Праву.

Введіть Довжину різьби 24 мм.

Натисніть Далі.

Натисніть Прийняти та створити ще.

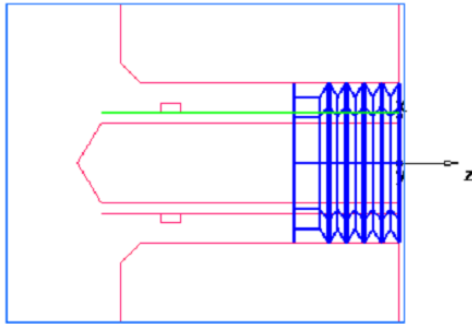


Рис. 26.

Створіть елемент Відрізка.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння і натисніть Далі.

У розділі За розмірами виберіть Відрізка і натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Введіть Діаметр 100 мм.

Введіть Внутрішній діаметр 0.

Введіть Ширину 3 мм.

Натисніть Далі.

На сторінці Положення введіть Z -112 мм.

Натисніть Готово.

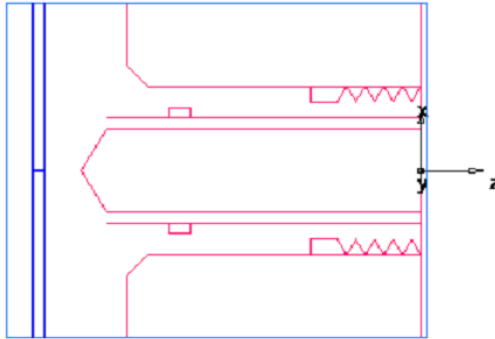


Рис. 27.


Перегляд деталі


Ви працювали в 2D вигляді.

Щоб переглянути деталь з різних сторін, можна вибрати один із стандартних вбудованих видів. Ці опції доступні на панелі інструментів Стандартна:



Рис. 28.

Щоб повернутися до 3D виду моделі, натисніть на кнопку 2D токарні профілі  на панелі інструментів Режим відображення.

Натисніть на кнопку Ізометричний вид  на Стандартної панелі інструментів.

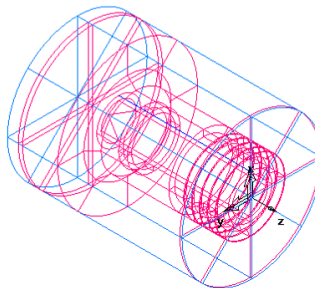



Рис. 29.

Зафарбуйте деталь.

Відкрийте панель Вид деталі і виберіть расточка1 під вузлом Установ1.

Натисніть на кнопку Зафарбувати вибрані об'єкти  на панелі інструментів Режим відображення.

Виберіть резьба1 на панелі Вид деталі.

Натисніть знову на кнопку Зафарбувати вибрані об'єкти .

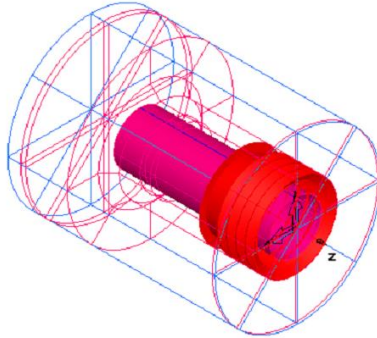



Рис. 30.

Натисніть на кнопку Прибрати зафарбовування всього  на панелі інструментів Режим відображення, щоб повернутися до каркасному виду.

Імітація траєкторій

Тепер ви створили елементи, а FeatureCAM автоматично:

Вибирає найбільш підходящі інструменти та операції;

Рекомендує стратегії обробки;

Обчислює швидкості і подачі;

Генерує траєкторії і створює коди УП.

Щоб переглянути імітацію траєкторій:




Виберіть крок Траєкторії  на панелі Кроки. Він викличе панель інструментів Імітація.



Рис. 31.

Натисніть на кнопку 3D імітація , а потім натисніть Пуск  для запуску імітації. Якщо з'явиться діалогове вікно Параметри автопорядка, натисніть ОК, щоб його закрити. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.

Відображає 3D візуалізацію процесу різання. За замовчуванням при різанні або свердління внутрішнього діаметра деталі відображається вид 3/4. Ви можете керувати цією налаштуванням, вибравши в меню Параметри> Імітація 2D / 3D зафарбована.

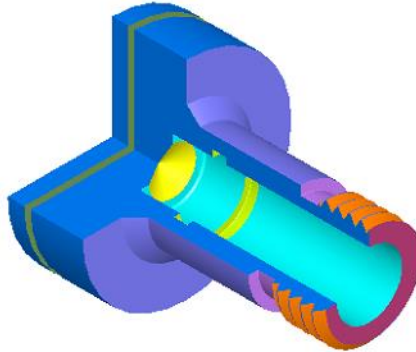


Рис. 32.

Натисніть на кнопку До наступної операції . Це відобразить операцію створення торця.

Повторіть крок 2, щоб переглянути кожну операцію, поки деталь не буде оброблена повністю.

Натисніть Приховати імітацію . Це видаляє панель інструментів Імітація.

Завдання для самостійного виконання

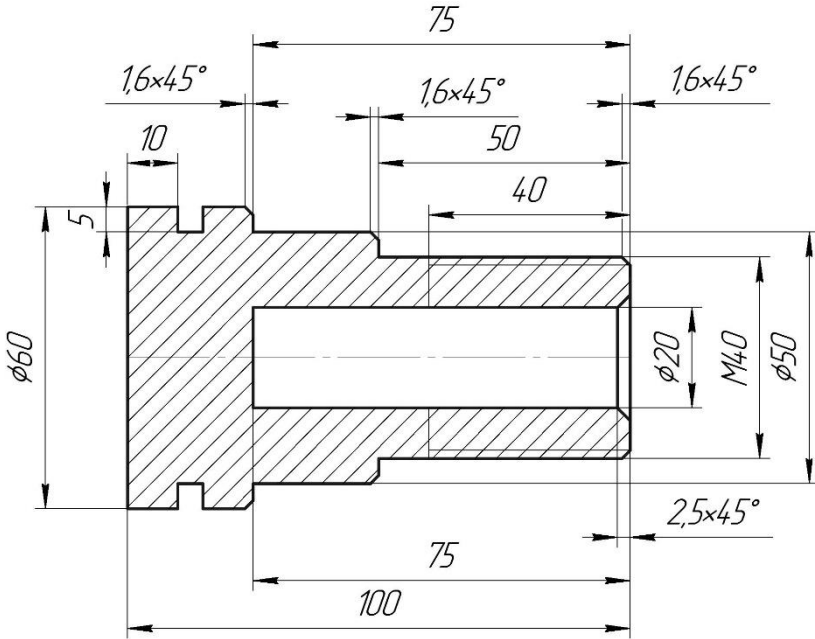


Рис. 33.

2.2. Порядок виконання

1. Запуск програми «FeatureCAM».
2. Ознайомлення із послідовністю роботи в програмі «FeatureCAM».
3. Виконання завдання за прикладом в п.2.2.
4. Виконання завдання за рис. 33.
5. Створення звіту в електронному вигляді.
6. Захист роботи.

2.3. Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення майстра заготівель?
2. Якими інструментами може здійснюватися виготовлення деталі?
3. Який порядок створення переходів обробки?
4. Що представляє собою керуюча програма?

Практична робота №3

Тема. Підготовка керуючих програм при фрезерно-токарній обробці деталей у FeatureCAM.

Мета. Отримати практичні навички створення керуючих програм на прикладі системи «FeatureCAM». Створення простих елементів, генерування виведення траєкторії обробки деталі

3.1. Теоретичні відомості

Токарно-фрезерна обробка

Запустіть FeatureCAM. Створіть новий файл, але виберіть в якості Типу Точіння / Фрезерування.

Підготовчі кроки

Визначають заготовку, систему координат і вид.

На сторінці Розміри (дюйми) майстра Заготівля:

Виберіть форму Кругла.

Введіть НД (зовнішній діаметр) 3.

Введіть Довжину 2.

Введіть ВД (внутрішній діаметр) 0.


У кнопці-меню Готово виберіть кнопку Прийняти та змінити властивості.


В меню Вид  виберіть Все в центр .

У меню виберіть Параметри> Режим введення для точіння> Діаметр (DZ), щоб активувати введення координат значеннями діаметра і Z.

Визначення геометрії

Накресліть три лінії:

Виберіть крок Геометрія  на панелі Кроки. Це відкриває діалог Інструменти побудови геометрії.

Виберіть опцію Створити кілька і натисніть на кнопку Безперервна лінія . Це відкриває панель інструментів Редагування елемента / геометрії.

Щоб створити дві лінії, які визначають зовнішній профіль, на панелі Редагування елемента / геометрії

Для точки 1 введіть для DZ 1: D 2.5, Z ÷: 0.

Для точки 2 введіть для DZ 2: D 2.5, Z 1,5.

Натисніть Enter, щоб створити лінію.

Створіть другу лінію зі значеннями:

Для точки 2 введіть для DZ 2: D 2.75, Z -1.5.

Натисніть Enter, щоб створити другу лінію.

Створіть третю лінію зі значеннями:

Для точки 2 введіть для DZ 2 значення D 2.75, Z -2.

Натисніть Enter, щоб створити третю лінію.

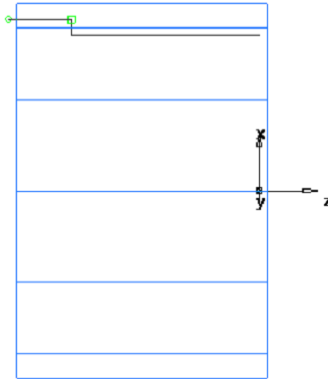




Рис. 34.

Створіть Скруглення, щоб обрізати лінії.

Виберіть крок Геометрія  на панелі Кроки.

У діалозі Інструменти побудови геометрії в списку опцій Скруглення натисніть на кнопку Кутове Скруглення .

На панелі Редагування елемента / геометрії введіть радіус (R) 0.125.

Розмістіть вказівник в кутку між першою і другою лініями і клацніть для створення заокруглення. Скруглення автоматично обрізає лінії.

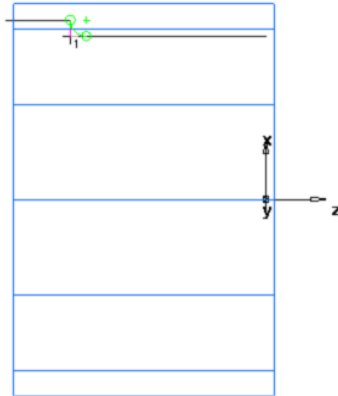


Рис. 35.

Для обробки деталі необхідно об'єднати криві.

Виберіть крок Криві  на панелі Кроки.

У діалозі Створення ліній виберіть кнопку Вибір ділянок кривої .

У графічному вікні клацніть спочатку по першій, а потім по третій лінії.

На панелі Редагування елемента / геометрії назвіть криву точіння і натисніть Enter.

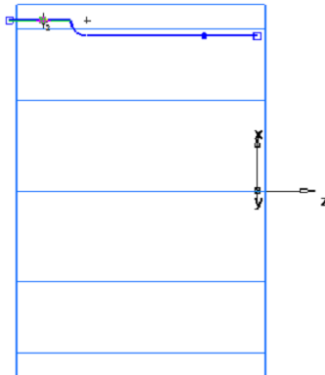


Рис. 36.

Створення елементів

Натисніть на кнопку 2D токарні профілі на панелі інструментів Режим відображення, щоб включити 3D уявлення деталі.


Створіть елемент Точіння.

Натисніть на крок Елементи  на панелі Кроки.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння і натисніть Далі.

Виберіть Точіння в розділі Від кривої і натисніть Далі.

В поле Крива виберіть Точіння зі списку.

Натисніть на кнопку Вибрати криву  для графічного вибору кривої. Діалог згорнеться, щоб не загороджувати графічне вікно.

Натисніть на криву, яку ви раніше назвали точіння.

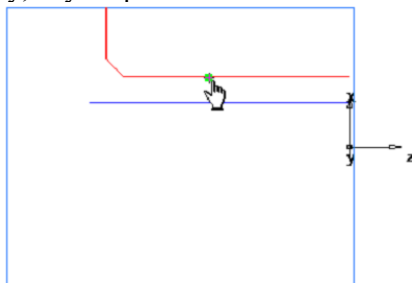



Рис. 37.

У діалозі Вибір виберіть точіння і натисніть ОК.

Перегляд деталі

На Стандартній панелі інструментів виберіть кнопку Ізометричний вид .

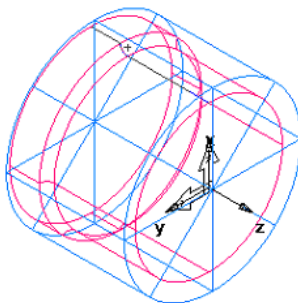




Рис. 38.

Якщо відображено 2D уявлення деталі, натисніть на кнопку 2D токарні профілі  на панелі інструментів Режим відображення.

Зафарбуйте деталь:

Відкрийте панель Вид деталі і виберіть точення під вузлом Установ1.

Натисніть на кнопку Зафарбувати вибрані об'єкти  на панелі інструментів Режим відображення.

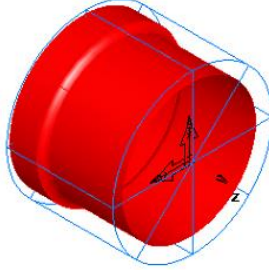




Рис. 39.

Натисніть на кнопку Прибрати зафарбовування всього  на панелі інструментів Режим відображення, щоб повернутися до каркасного виду.

В меню Основні види  виберіть опцію Зверху.

Створення трьох радіальних отворів на грані

Щоб повернутися до 2D вигляду моделі, натисніть на кнопку 2D токарні профілі  на панелі інструментів Режим відображення.

Створіть отвір.

Натисніть на крок Елементи  на панелі Кроки.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння / Фрезерування і натисніть Далі.

У розділі За розмірами виберіть Отвір і натисніть Далі.

У діалозі Розміри:

Введіть Фаску 0.0.

Введіть Глибину 1.0.

Введіть Діаметр 0.25.

Натисніть Прийняти та створити ще.

Створіть масив з елемента:

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння / Фрезерування і натисніть Далі.

В поле З елемента виберіть Масив і натисніть Далі.

Виберіть тільки що створене отвір і натисніть Далі.

Виберіть Радіально в площині ХУ установка і натисніть Далі.

На сторінці Масив - Розміри:

Введіть Число 3.0.

Введіть Діаметр 2.0.


Введіть Інтервальний кут 120.


Введіть Кут 60.

Натисніть Готово.

Натисніть кнопку Скасувати.

Подивіться на 3D каркасне відображення деталі:

Натисніть на кнопку 2D токарні профілі  на панелі інструментів
Режим відображення, щоб включити 3D уявлення деталі.

Натисніть на кнопку Ізометричний вид  на Стандартної панелі інструментів.

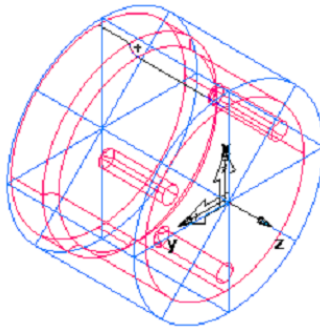



Рис. 40.

Гравірування грані

Створення тексту гравіювання.

Створіть криву.

Виберіть крок Криві  на панелі Кроки.

У діалозі Створення ліній виберіть кнопку Майстер створення кривих .

У Майстрі створення кривих:

Виберіть Інші методи як метод побудови.

Виберіть Текст.

Натисніть Далі.

На сторінці Гравіювання тексту налаштуйте властивості тексту.

У стоці Текст введіть TURNMILL.

Виберіть Форма - Лінійна.

Введіть становище X 0.0, Y -0.045, Z 0.0.

Введіть Кут -90.

Виберіть Вирівнювання - Центр.
Введіть Масштаб: X 0.4, Y 0.4.
Натисніть на кнопку Шрифт.
Виберіть Шрифт Machine Tool Gothic.
Введіть Розмір 72.
Натисніть ОК.
Натисніть Готово, щоб закрити майстер.

Створіть елемент канавки.
Виберіть текст TURNMILL (крива 1) в графічному вікні.

Натисніть на крок Елементи  на панелі Кроки.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння / Фрезерування і натисніть Далі.

В поле Від кривої виберіть Канавка і натисніть Далі.

На сторінці Крива натисніть Далі (оскільки ви вибрали текст за крок 2а).

На сторінці Положення натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Введіть Ширину 0.0625.

Введіть Глибину 0.02.

Виберіть Торець.

Виберіть Проста (Гравіювання).

Натисніть Готово.

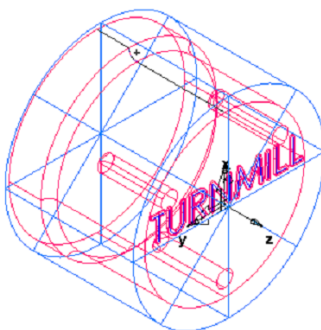


Рис. 41.

Створення трьох пазів

Створіть елемент Паз:

Натисніть на крок Елементи  на панелі Кроки.

У майстра Новий елемент виберіть опцію Точіння / Фрезерування і натисніть Далі.

У розділі За розмірами виберіть Паз.

Виберіть Створити масив з цього елемента.

Натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Введіть Довжину 1,0.

Введіть Ширину 0,5.

Введіть Глибину 0,25.

Натисніть Далі.

На сторінці Масиви виберіть радіальний навколо осі повороту і натисніть Далі.

На сторінці Положення:

Введіть Кут В 90.

Введіть Радіус 1,25.

Введіть Z 0,25.

Натисніть Далі.

На сторінці Розміри:

Введіть Число 3.

Введіть Інтервальний кут 120.

Натисніть Готово.

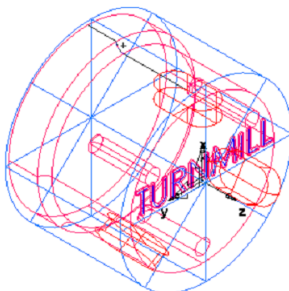





Рис. 42.

Імітація траєкторій

Щоб переглянути імітацію траєкторій:

Виберіть крок Траєкторії  на панелі Кроки. Він викличе панель інструментів Імітація.

Натисніть на кнопку 3D імітація , а потім клацніть по кнопці Пуск  для запуску імітації. Якщо з'явиться діалогове вікно Параметри автопорядка, натисніть ОК, щоб його закрити. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.

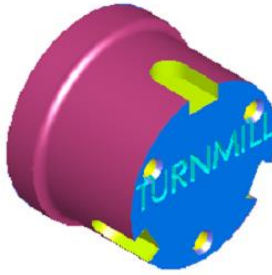



Рис. 43.

Зверніть увагу, як точно імітуються траєкторії, включаючи повороти деталі.

Натисніть Приховати імітацію . Це видаляє панель інструментів Імітація.

3.2. Порядок виконання

1. Запуск програми «FeatureCAM».
2. Ознайомлення із послідовністю роботи в програмі «FeatureCAM».
3. Виконання завдання за прикладом в п.3.1.
4. Створення звіту в електронному вигляді.
5. Захист роботи.

3.3. Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення імітації процесу обробки?
2. Якими інструментами може здійснюватися обробка деталі?
3. Який порядок створення заготовки деталі?
4. Що представляє собою вікно переходів?

Практична робота №4

Тема. Інтерфейс системи, підготовка керуючих програм при токарній і фрезерній обробках деталей у SolidCAM.

Мета. Отримати практичні навички створення керуючих програм на прикладі системи «SolidCAM». Створення простих елементів, генерування виведення траєкторії обробки деталі

4.1. Теоретичні відомості

Керуюча програма може бути створена за допомогою модуля автоматичного проєктування для програми SolidWorks – SolidCAM. Для цього попередньо створюється 3-D модель в SolidWorks. Габаритні розміри 150×65мм, матеріал – Сталь45 ГОСТ 1055-88. Заготовка деталі виготовляється із металевого круглого прокату $\varnothing 150$.

Призначення Сталі 45: деталі, які експлуатуються протягом тривалого часу (при температурах, що не перевищують 350°C); деталі, експлуатація яких потребує високої стійкості до стирання.

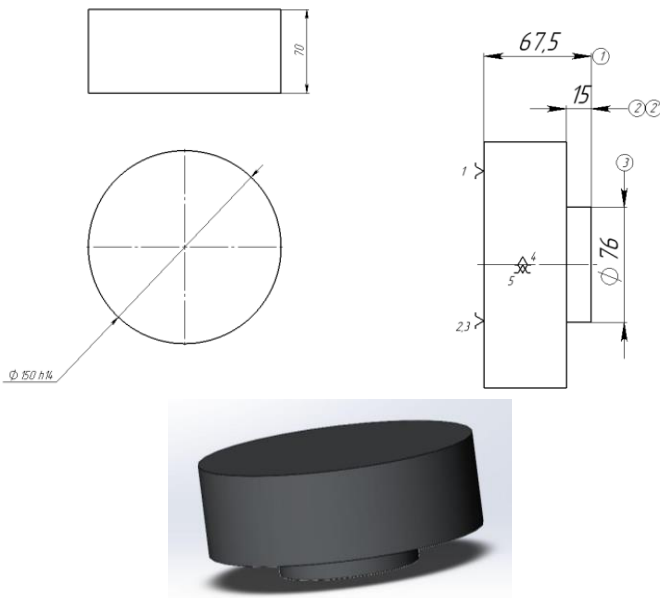


Рис. 4.1. Ескіз та 3-D модель заготовки

Для прикладу буде створено код програми для оброблення поверхонь фрезеруванням та точінням.

Найпершим етапом при створенні САМ проекту є вибір верстату із тих, що представлені в модулі.

Для проектування коду програми операційних переходів точіння та фрезерування спочатку необхідно було налаштувати деякі параметри модуля. Для точіння та фрезерування ці налаштування відрізняються. Зокрема вибором системи координат заготовки та обробленої деталі.

Щоб створити заготовку для переходів точіння необхідно обрати поверхню обертання та вибрати де саме знаходиться «нуль» деталі, а також форму заготовки. Її можна вибрати серед стандартних конфігурацій, що представлені у випадяючому списку або завантажити модель заготовки заздалегідь збережену у форматі *.STL. Потім потрібно додати всі необхідні та заздалегідь пораховані припуски і зберегти систему координат, що утворилася. Даний модуль автоматично розпізнає контури деталі у контурах заготовки.

Щоб створити заготовку для переходів фрезерування потрібно піти іншим шляхом. Поверх моделі деталі треба створити модель заготовки, що відповідає усім розмірам спроектованої спершу заготовки для якої вже пораховані всі припуски на оброблення. Потім для вибору системи координат потрібно вибрати поверхню обертання або площину, що належить конфігурації саме заготовки. В даному випадку система також автоматично розпізнає поверхні деталі.

Після етапу створення заготовки та прив'язки системи координат треба вибрати відповідний перехід у вкладці «Переходи». Для точіння доступні переходи: Торцювання, Точіння, Свердління, Нарізання різьби, Проточка канавок, Точіння канавок під кутом, Відрізання, Ручне точіння, Трохоїдне точіння.



Рис. 4.2. Переходи для точіння

Для фрезерування відповідно існують свої операційні переходи серед яких: Фрезерування плоскої поверхні, Фрезерування профільної поверхні, Фрезерування закритого пазу, Свердління, Фрезерування зі змінною глибиною, Фрезерування різьби, Контурне 3-D фрезерування,

Фрезерування відкритого пазу, Фрезерування Т-подібного пазу, Фрезерування нахиленої поверхні.

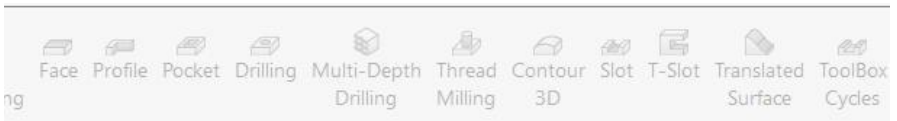


Рисунок 4.3 Переходи для фрезерування

Після вибору необхідного переходу програма вимагає налаштувати такі параметри як вибір геометрії, тобто контуру деталі, що необхідно обробити, параметри інструменту, в які входять не тільки його геометрія а також режими різання як для чорнових переходів, так і для чистового оброблення, вибір поверхні безпеки, траєкторії оброблення та параметри відходу інструменту, а також величину припуску, що знімається зі один робочий хід інструменту та багато інших.

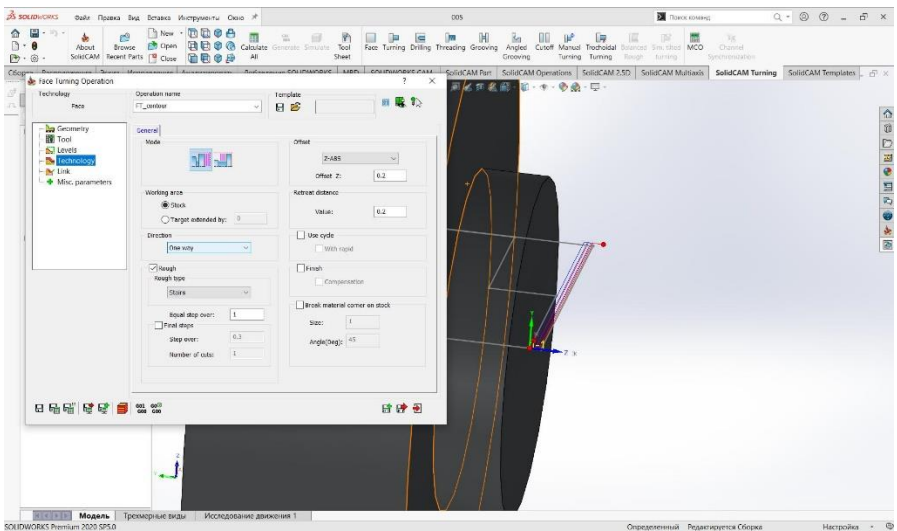


Рис. 4.4. Налаштування параметрів для точіння

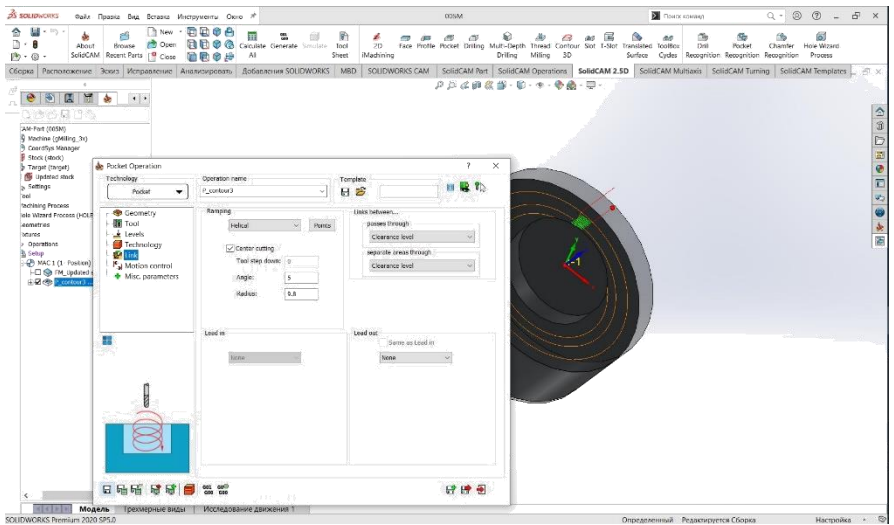


Рис. 4.5. Налаштування параметрів для фрезерування

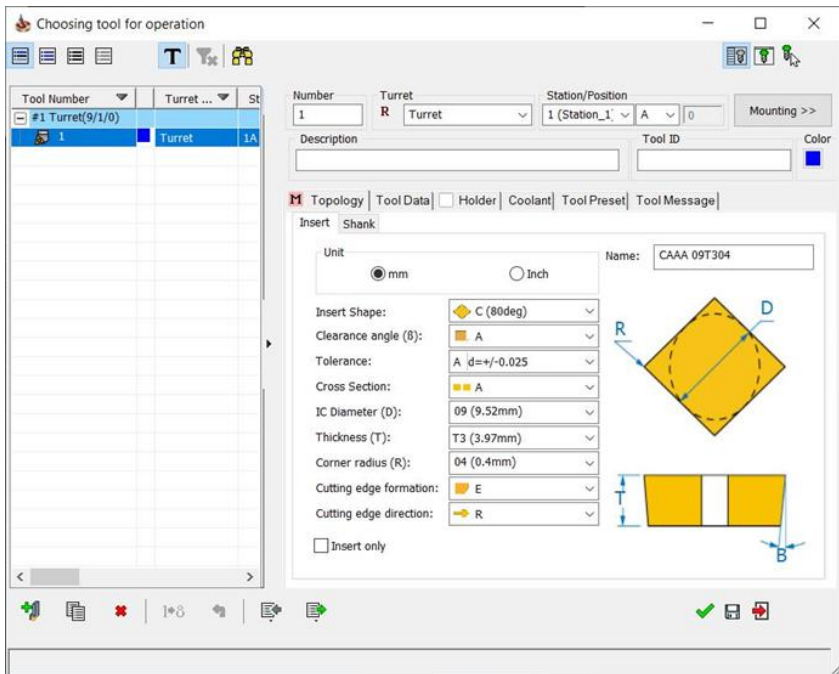


Рис. 4.6. Параметри інструменту

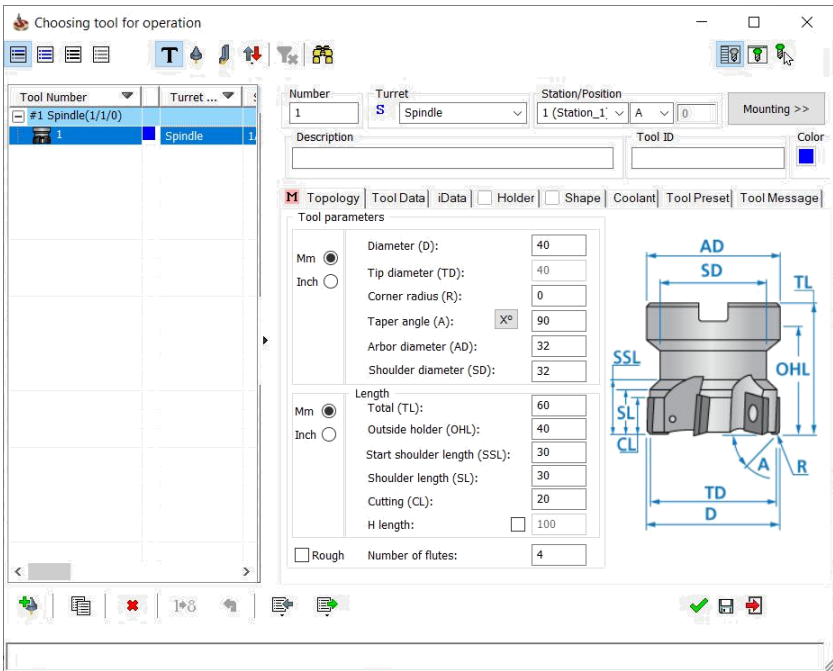


Рис. 4.7. Параметри інструменту

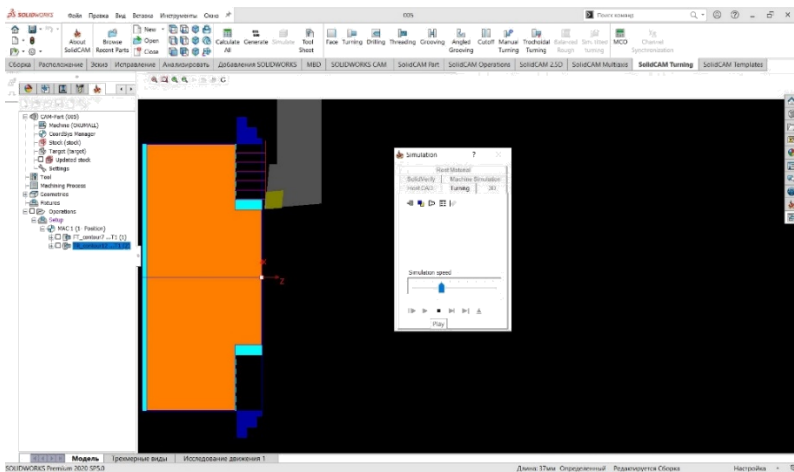


Рис. 4.8. Візуалізація токарних переходів

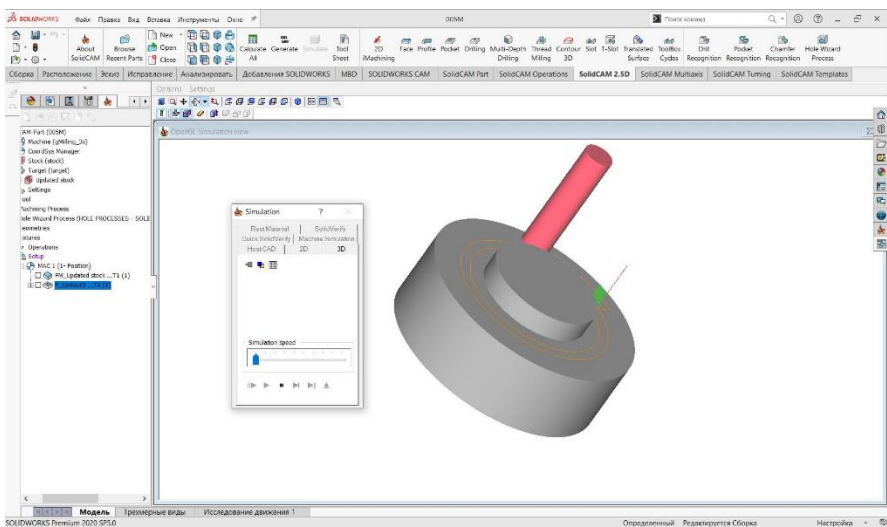


Рис. 4.9. Візуалізація фрезерних переходів

Після налаштування необхідних параметрів, модуль SolidCAM дає можливість провести візуалізацію спроектованих переходів. Це дає змогу оцінити чи правильно було обрано всі параметри, що необхідно було встановити.

Після оцінки вірності переходів можна створити автоматично керуючу програму для реалізації цих переходів на верстатів з ЧПУ. Програма створює файл у форматі *.TXT або *.NC, в якому записано G-код.

Таким чином ми маємо змогу оцінити об'єм та структуру керуючої програми для переходів точіння та фрезерування.

4.2. Порядок виконання

1. Запуск програми «SolidCAM».
2. Ознайомлення із послідовністю роботи в програмі «SolidCAM».
3. Виконання завдання за прикладом в п.4.1.
4. Створення звіту в електронному вигляді.
5. Захист роботи.

4.3. Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення програми «SolidCAM»?
2. Якими інструментами може здійснюватися виготовлення деталі?
3. Який порядок перенесення моделі деталі?
4. Що представляє імітація виготовлення?

Рекомендовані джерела інформації

1. Яковенко І. Е., Пермяков О. А., Фесенко А. В. Технологічні основи машинобудування : навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. 421 с.
2. Featurecam. URL: <http://www.autodesk.com.ua/index.php/prohrany/featurecam>
3. SOLIDWORKS Web Help.