

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут технологій

Підготовка керуючих програм у системі DELCAM FeatureCAM

Методичні вказівки

до лабораторних занять з обов'язкової дисципліни

«САПР верстатів і інструментів»

для студентів за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування

денної форми навчання

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
«Автомобільного транспорту та
галузевого машинобудування»
Протокол № 10
від 18.05.2018 р.

Чернігів ЧНТУ 2018

Підготовка керуючих програм у системі DELCAM FeatureCAM. Методичні вказівки до лабораторних занять з обов'язкової дисципліни «САПР верстатів та інструментів» для студентів за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування денної форми навчання / Укл.: Кологойда А.В. Чернігів: ЧНТУ, 2018. – 143 с.

Укладач:

Кологойда Антоніна Вікторівна,
старший викладач

Відповідальний за випуск:

Кологойда Антоніна Вікторівна,
старший викладач кафедри «Автомобільний транспорт та галузеве машинобудування»

Рецензент:

Следнікова Олена Сергіївна
кандидат технічних наук,
доц. каф. «Автомобільний транспорт та галузеве машинобудування»

ВСТУП

Методичні вказівки до лабораторних занять з курсу «САПР верстатів та інструментів» призначені для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю «Галузеве машинобудування».

Дисципліна «САПР верстатів та інструментів» належить до циклу професійної підготовки, вона базується на попередніх знаннях з фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін, зокрема таких, як «Металообробне обладнання», «Деталі машин», «Вища математика», «Основи САПР», тощо.

Дисципліна ставить своїми задачами ознайомлення студентів спеціальності з системами автоматизованого проектування (САПР) для подальшого їх використання при вирішенні конструкторських завдань, наприклад при проектуванні верстатів та інструментів. Студенти повинні зрозуміти загальні принципи побудови та функціонування САПР, а також знати засоби, необхідні для проектування верстатів та інструментів. Придбати базові знання з загальних принципів роботи і тенденцій розвитку сучасних систем автоматизованого проектування за допомогою обчислювальної техніки; вміти користуватись найбільш поширеними вітчизняними і зарубіжними системами САПР.

Коротка довідка про програмне забезпечення Delcam

Компанія Delcam була заснована в 1977 році в Кембриджському університеті. В 1997 компанія стала акціонерним товариством, а її постійний розвиток обумовлений попитом програмного забезпечення. На даний час компанія є найбільшим розробником програмного забезпечення для моделювання та виробництва продукції. Програмне забезпечення Delcam використовується більш ніж у 45000 організацій і більш ніж в 80 країнах світу.

Компанія Delcam є однією з провідних світових виробників прогресивних CAD/CAM рішень для обробляючої промисловості. Програмне забезпечення компанії Delcam охоплює всі сфери виробництва, починаючи з моделювання та закінчуючи контролем точності готового виробу, представляючи повністю автоматизовані CAD/CAM рішення для підтримки та забезпечення принципу «від концепції до реальності».

Одним з основних представників програмного забезпечення Delcam є пакет PowerShape – сучасний пакет моделювання з твердотільним та поверхневим моделюванням. Поверхнeve моделювання є найбільш сильною стороною пакету PowerShape. Пакет автоматично пропонує найбільш відповідний спосіб побудови поверхні. У той же час у користувача на будь-якому етапі зберігається можливість самостійно задати необхідний йому спосіб і параметри побудови.

Delcam PowerMill – пакет для підготовки високоефективних керуючих програм для фрезерних верстатів з ЧПК. Він дозволяє підвищити продуктивність верстатів і, одночасно з цим, досягти найвищої якості при виготовленні деталей і оснащення. Delcam PowerMill традиційно вважається кращою системою підготовки керуючих програм для фрезерної обробки виробів складної форми.

Delcam PowerInspert – система контролю точності за допомогою 3-координатних контрольно-вимірювальних машин і маніпуляторів. Поєднуючи переваги широкого спектру можливостей і простоти у використанні, він дозволяє контролювати складні деталі методом порівняння їх з вихідними

комп'ютерними моделями, створеними в CAD-системі. Delcam PowerInspect дозволяє контролювати як складні поверхні вільної форми (показуючи відхилення будь-яких вимірних точок від комп'ютерної моделі), так і геометричні елементи правильної форми, контролювати оснащення, сканувати прототипи для створення комп'ютерних моделей.

Delcam ArtCAM – це програмний пакет для просторового моделювання і механообробки, який дозволяє автоматично генерувати просторові моделі з плоского малюнка і отримувати по ним вироби на верстатах з ЧПК. ArtCAM пропонує потужний, легкий у використанні набір засобів моделювання, який надає дизайнерові свободу при створенні складних просторових рельєфів.

Потужним представником сімейства програмних продуктів фірми Delcam, є система FeatureCAM. Це система підготовки керуючих програм, заснована на автоматичному розпізнаванні типових елементів. Технологія автоматичного розпізнавання елементів обробки стала надзвичайно популярною серед замовників малого і середнього бізнесу, дозволяючи зробити розробку програм для верстатів з ЧПК настільки швидкою і простою, наскільки це можливо.

У лінійці програмного забезпечення Delcam є спеціалізоване рішення для взуттєвої промисловості – Delcam Crispin, яке дозволяє вирішувати завдання з опрацювання дизайну, декорування і виготовлення всіх типів взуття. Також, компанія Delcam пропонує спеціалізоване рішення для стоматологів. Це рішення базується на відкритій системі, яка складається з двох модулів. Delcam DentCAD – спеціалізована система моделювання зубних мостів і коронок. Delcam DentMill – спеціалізована система для виготовлення зубних мостів і коронок на верстатах з ЧПК.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №1

ТОКАРНА ОБРОБКА В DELCAM FEATURECAM

1.1 Мета заняття

Ознайомитися з можливостями системи DELCAM FeatureCAM. Навчитись створювати керуючі програми для обробки деталей точінням.

1.2 Короткі теоретичні відомості

1.2.1 Загальний інтерфейс програми DELCAM FeatureCAM

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

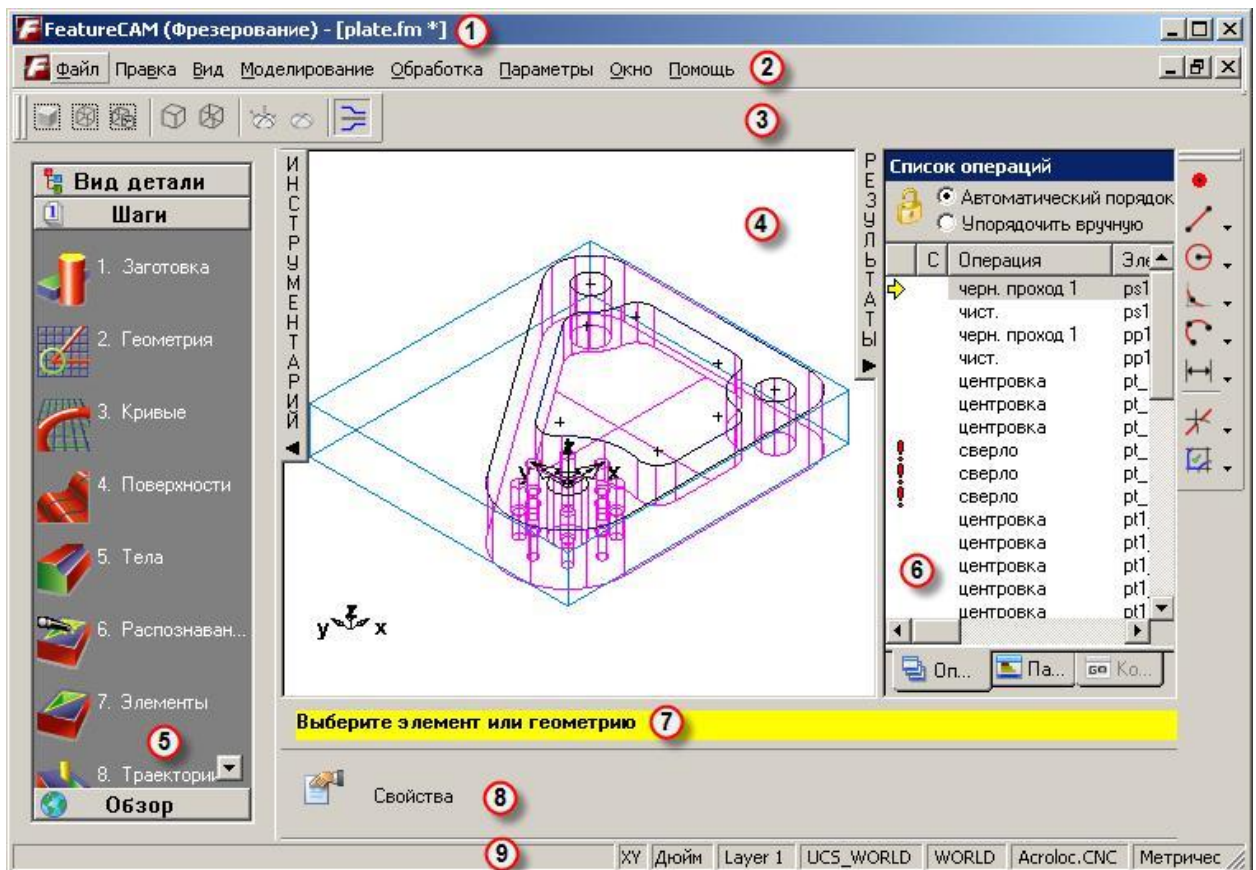


Рисунок 1.1. – Загальний вигляд робочого вікна FeatureCAM

- 1 – панель «Заголовок»;
- 2 – панель «Меню»;
- 3 – Панель інструментів;
- 4 – Графічне вікно;

- 5 – вікно Інструментарій з панелями «Шаги», «Вид детали» і «Обзор»;
- 6 – вікно результати;
- 7 – панель «Помощь», жовта панель підказки зображує покрокові інструкції для виконання вибраної команди;
- 8 – панель «Редактирование элемента/геометрии»;
- 9 – строка стану.

Як і в інших програмах Windows, у FeatureCAM викликати необхідну команду можна декількома способами:

- вибрати кнопку на панелі інструментів;
- вибрати опцію з меню;
- вибрати опцію з контекстного меню;
- натиснути клавішу швидкого виклику.

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

1.2.1. Панель «Вид детали»



Рисунок 1.2 – Панель «Вид детали»

Панель «Вид детали» надає ієрархічний вигляд деталі. Для кожного етапу є список елементів, що входять в цей етап. У цьому виді ви можете вибирати, показувати, приховувати або змінювати елементи. Якщо натиснути на об'єкт в списку, справа у кромки з'явиться трикутник. Натисніть на нього,

щоб відкрити меню операцій, які можна виконати над цим об'єктом. Можна також змінити порядок елементів або тимчасово включити або виключити елементи з генерування траєкторії. Якщо ви відкидаєте вибір будь-якого з об'єктів, прибравши прапорець, елемент буде тимчасово виключений з траєкторій. Ця функція корисна для налагодження траєкторій.


Знайомство з основними можливостями системи та особливостями використання команд проведемо на прикладі створення типової деталі.

1.3 Приклад створення типової деталі токарної обробки

Даний приклад показує, як створити кілька простих елементів, згенерувати та вивести траєкторії, що використовуються для обробки деталі.

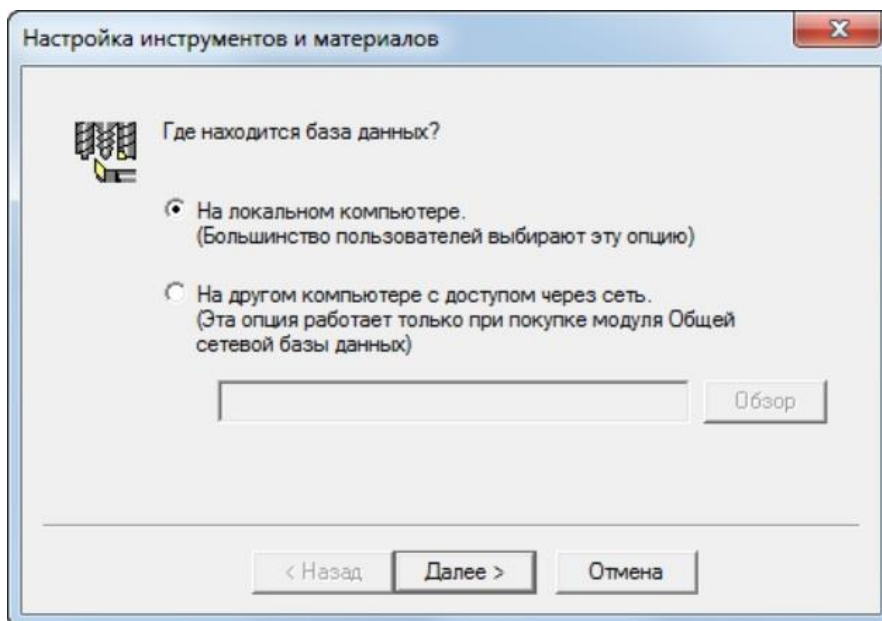
1.3.1. Перший запуск FeatureCAM

1. У меню Пуск виберіть Все программы > FeatureCAM > FeatureCAM.

✓ Також можливо запустити програму подвійним натисненням на значок  FeatureCAM на робочому столі.

При першому виклику FeatureCAM запускається програма для створення баз даних інструментів і матеріалів.

2. Натисніть ОК для початку створення конфігурацій. Це викличе діалог Настройка инструментов и материалов.



3. Щоб створити локальну базу даних, виберіть На локальному комп'ютері.

Якщо ви хочете, щоб декілька комп'ютерів користувалися однією і тією ж інформацією про інструменти та матеріали:

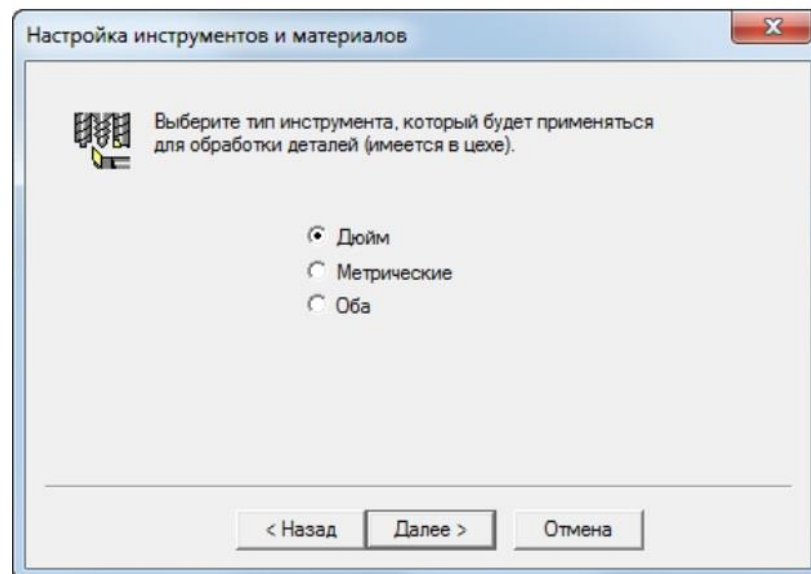
- Виберіть На другому комп'ютері з доступом через сеть.
- Натисніть кнопку Обзор та використовуйте діалог Расположение базы данных для вибору папки, де будет розташовуватись база даних.

✓ Вам необхідно спочатку створити в мережі папку бази даних, а потім скопіювати туди порожню базу даних MDB з диска FeatureCAM. База даних за замовчуванням створюється за допомогою MS Access, а доступ до неї отримується за допомогою драйвера бази даних MS Jet. Ви можете використовувати різні типи баз даних, такі як MS SQL Server.

✓ Вам може знадобитися модуль Общая сетевая база данных для використання цієї опції.

4. Натисніть Далее.

5. Виберіть инструменты для загрузки:



Дюйм – завантажує тільки дюймові інструменти.

Метричний – завантажує тільки метричні інструменти.

Обидва – завантажує і метричні, і дюймові інструменти.

6. Натисніть Далее.

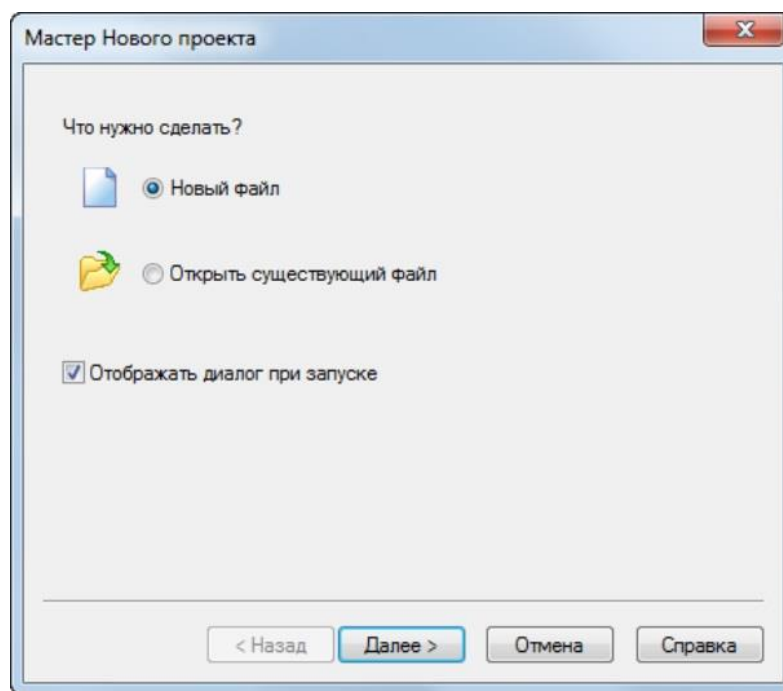
7. Якщо ви вибрали завантаження обох типів, вам буде запропоновано вибрати тип, який використовується частіше. Виберіть Дюйм або Метричеський та натисніть Далее.

8. Натисніть Готово для ініціалізації бази даних.

- ✓ База даних інструментів визначає набір інструментів, що використовує FeatureCAM для виконання операцій обробки. Для покращення результатів використовуйте Менеджер інструмента (у меню Обработка), для налаштування бази даних, яка б відображала всі інструменти на вашому підприємстві.

1.3.2. Створення нового файлу

1. При запуску FeatureCAM відкривається Мастер Нового проекта.



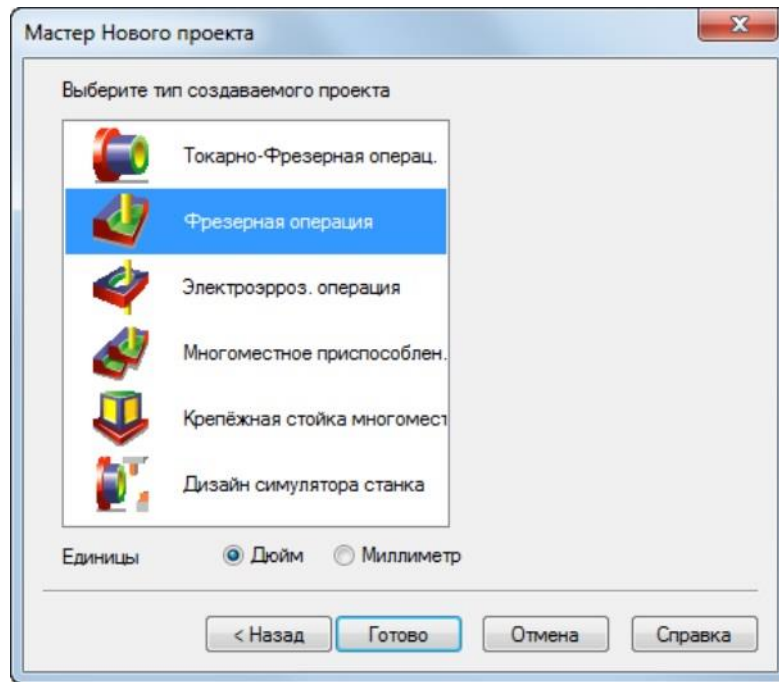
1. Виберіть Новый файл у вікні Мастер Нового проекта та натисніть на кнопку Далее.

2. Виберіть Тип – Точение Точение/Фрезерование або Точение.

3. Виберіть Единицы измерения (Дюймы або Миллиметры).

– Можна вказати одиниці вимірювання за замовчуванням пізніше, вибравши у меню Параметры > Параметры проекта.

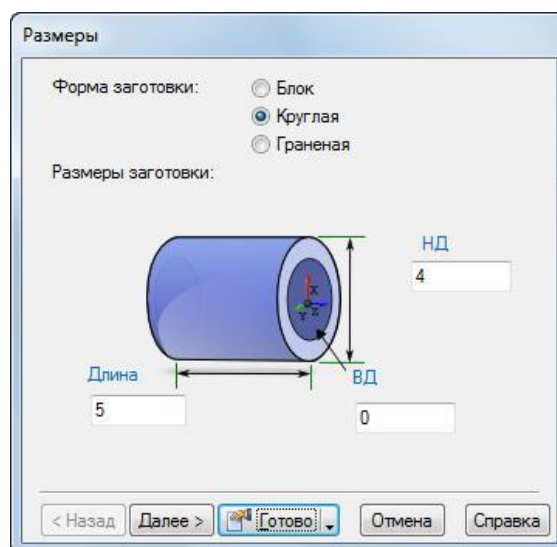
4. Натисніть ОК.



1.3.3. Визначення заготовки

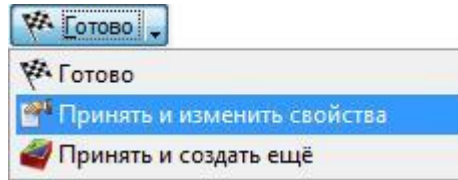
Заготовка – це вихідний матеріал, з якого виготовляється (у даному випадку виточується) деталь. За замовчуванням *Мастер заготовки* (сторінка *Размеры*) відкривається відразу, при створенні нового проекту. Це дозволяє задати форму і розміри заготовки, матеріал заготовки, нульову точку програми і систему координат для моделювання.

1. На сторінці *Размеры* майстра *Заготовка*:



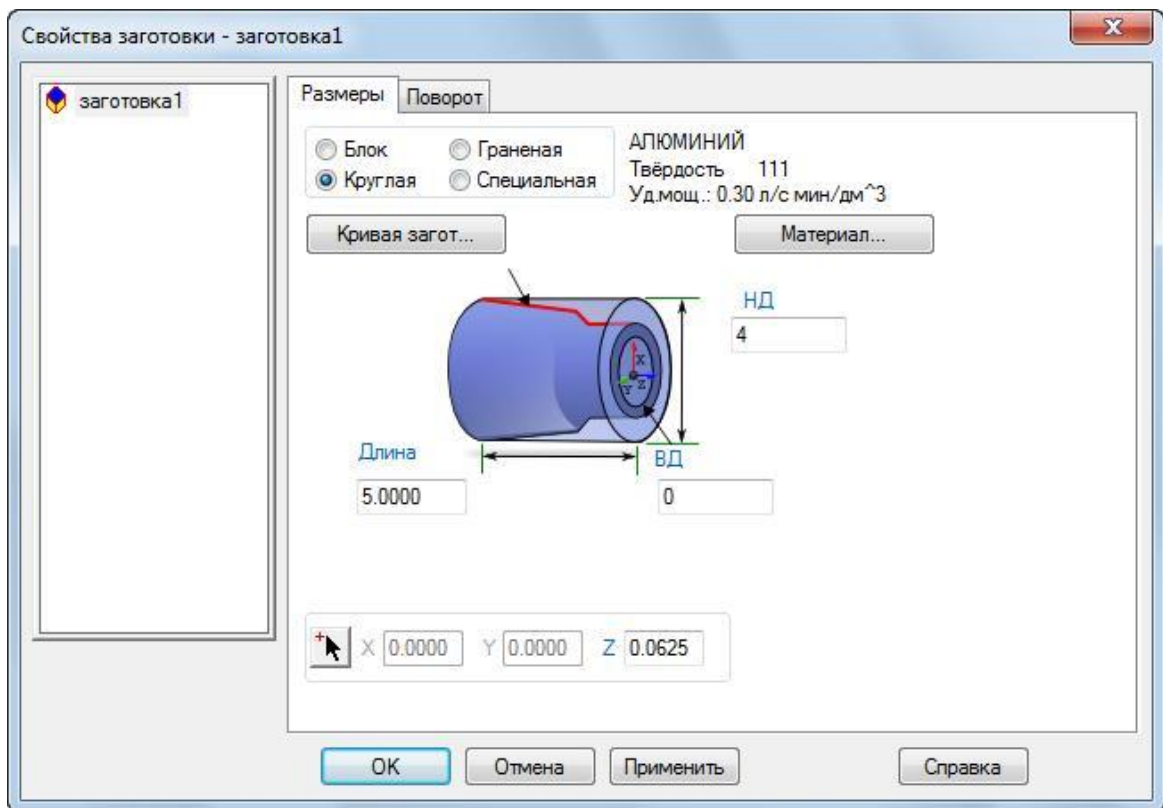
- Введіть НД (зовнішній діаметр) 100 мм.
- Введіть Длину 125 мм.

- Введіть ВД (внутрішній діаметр) 0 мм.
- У кнопці-меню Готово виберіть опцію Принять и изменить свойства.



Відкриється діалог Свойства заготовки.


2. В діалогі Свойства заготовки введіть для Z 1.5 мм і натисніть ОК.

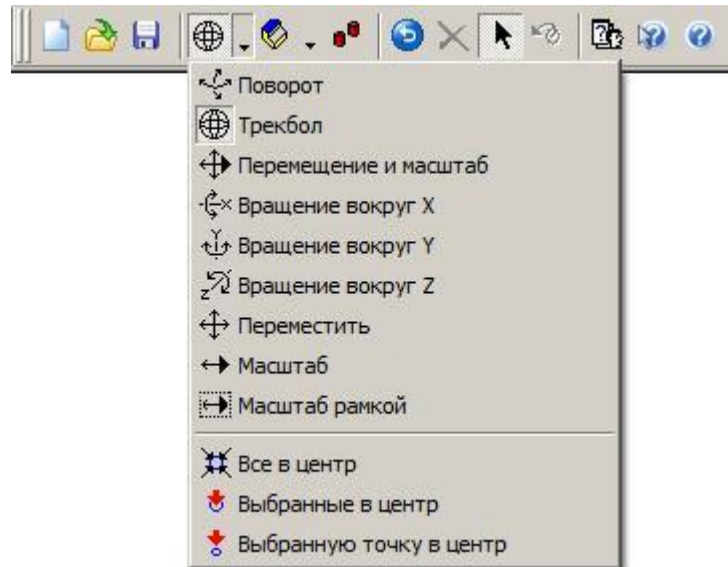



1.3.4. Підготовчі кроки

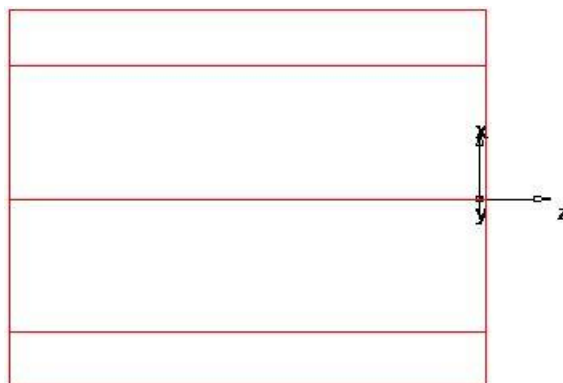
Підготовчі кроки визначають систему координат і набір інструментів.

1. У меню оберіть Параметры > Режим ввода для точения > 3D (XYZ), для активації введення координат X, Y і Z.
2. У меню оберіть Обработка > Задать набор инструмента, для відкриття діалогу Выбрать активный набор.
3. Оберіть опцію Все в Списке наборов і натисніть ОК.
4. Для відображення всієї деталі:

- Натисніть на кнопку-меню *Вращение вида* , для відображення меню *Вид*:

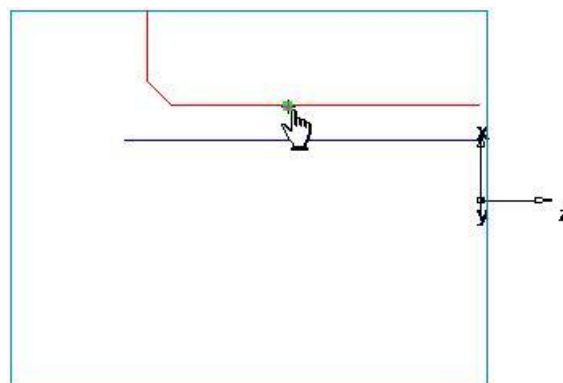


- Натисніть *Все в центр* .



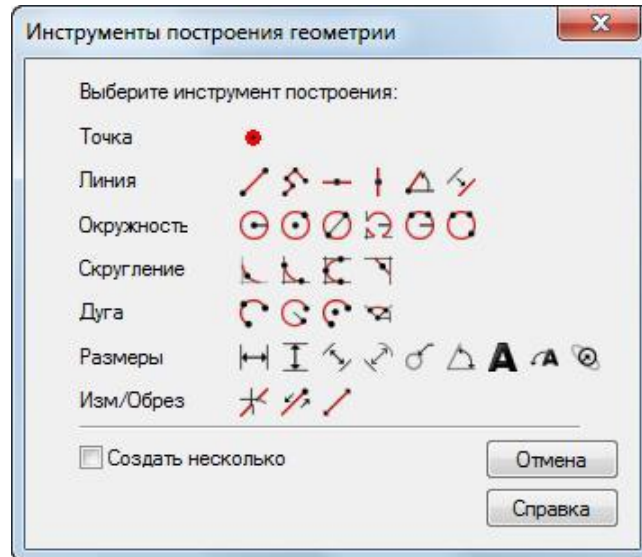
1.3.5. Визначення геометрії


Цей розділ показує, як проектувати деталь.

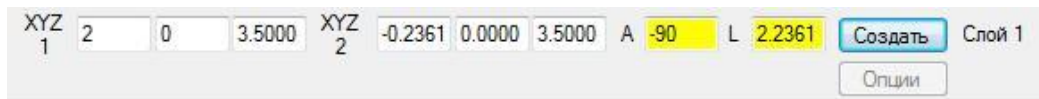


1. Створіть дві лінії:

– Натисніть на шаг Геометрия  на панелі Шаги. Це відкриває діалог Инструменты построения геометрии.



– Виберіть опцію Создать несколько і натисніть на кнопку Линия по двум точкам . Це відкриває панель інструментів Редактирование элемента/геометрии.

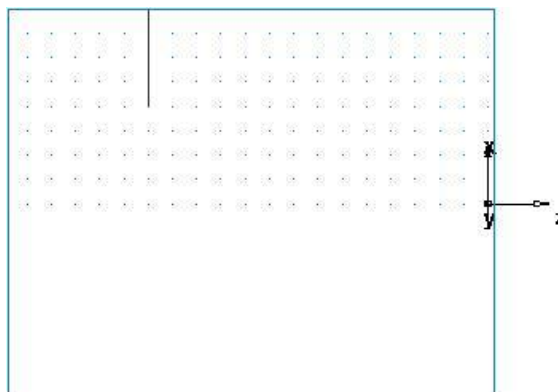


– Створіть дві лінії, які визначають зовнішній профіль, за допомогою панелі Редактирование элемента/геометрии:

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. В графічному вікні відобразиться лінія.

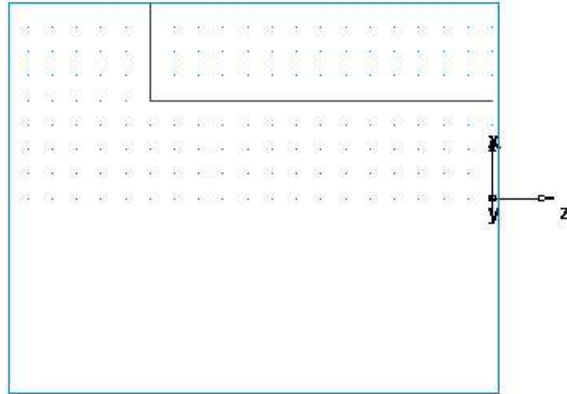


– Створіть другу лінію:

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.



2. Створіть фаску, щоб обрізати лінії.

Натисніть на шаг Геометрия  на панелі Шаги.

– В діалозі Инструменты построения геометрии у списку опції Скругление натисніть на кнопку Фаска .

– На панелі Редактирование элемента/геометрии введіть:

– Ширина 6 мм.

– Высота 6 мм.

– Розташуйте курсор поряд з розташуванням фаски. На цьому мвсці-утвориться Фаска.



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

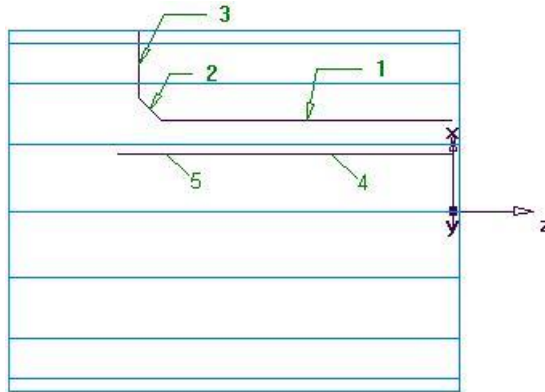
3. Для обробки деталі необхідно конвертувати ці три окремі лінії в єдину криву (об'єднати криву).

– Виберіть шаг Кривые  на панелі Шаги.

- В діалозі Создание линий виберіть кнопку Выбор участков кривой





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



- На панелі Редактирование элемента/геометрии задайте ім'я кривої «точіння» та натисніть Enter.

4. Створіть третю лінію, яка буде використовуватись для створення елемента Расточка.


- Натисніть на шаг Геометрия  на панелі Шаги.

- В діалозі Инструменты построения геометрии натисніть на кнопку Линия по 2 точкам .

- На панелі Редактирование элемента/геометрии:

- 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.

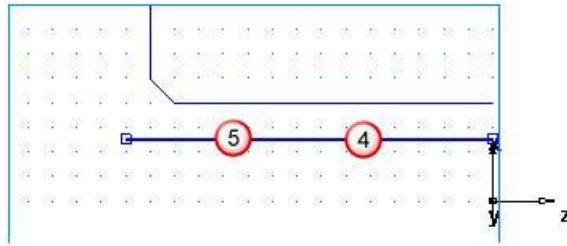
5. Щоб об'єднати криву для розточення:

- Виберіть шаг Кривые  на панелі Шаги.

- В діалозі Создание линий виберіть кнопку Выбор участков кривой



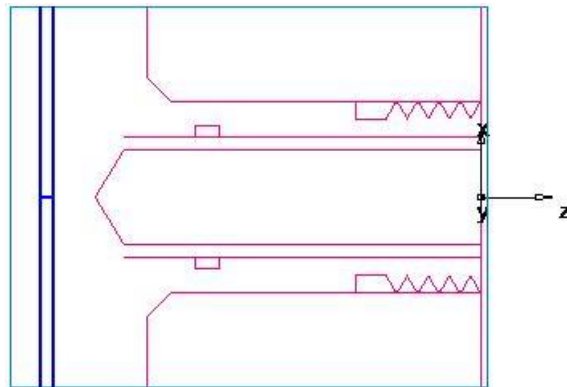
– У графічному вікні клацніть по точкам 4 і 5 (ви обираєте одну і ту ж лінію двічі).




На панелі *Редактирование элемента/геометрии* задайте ім'я кривої «розточка» та натисніть Enter.

1.3.6. Створення елементів

Цей розділ показує, як створювати токарні елементи.



1. Виберіть кнопку *2D токарные профили*  на панелі інструментів *Режим отображения*, щоб увімкнути спрощене 2D представлення деталі.

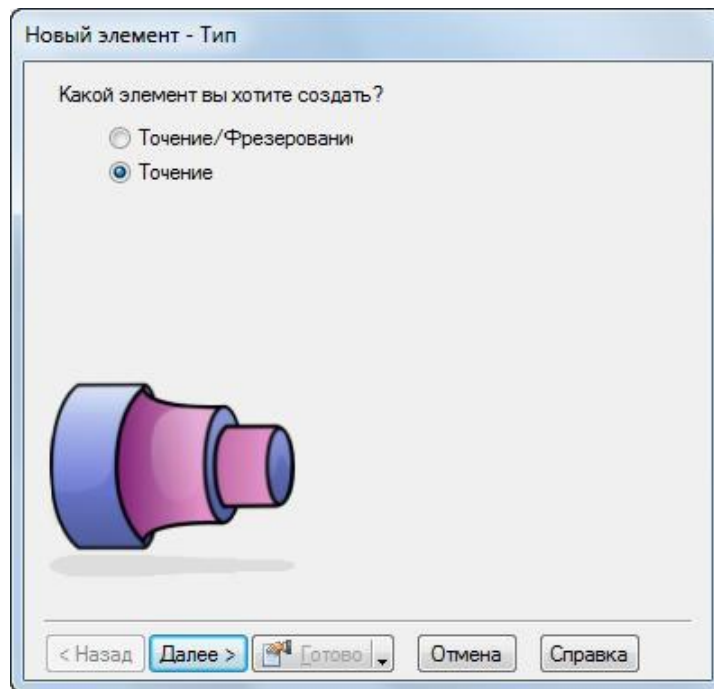


✓ В меню *Вид > Панелі інструментів* виберіть опцію *Режим отображения*, для відображення панелі *Режим отображения*, якщо вона була відсутня.


2. Створіть елемент точіння.

– Натисніть на шаг *Элементы*  на панелі *Шаги*.

– Якщо у вас є модуль Точения/Фрезерования, то мастер Новый элемент запитає вас про те, який тип елемента необхідно створити. Виберіть опцію Точение і натисніть Далее.



- Виберіть Точение у розділі От кривой і натисніть Далее.
- У поле Кривая виберіть Точение із списку.

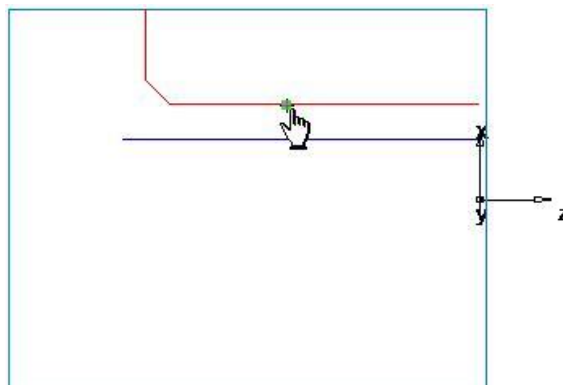
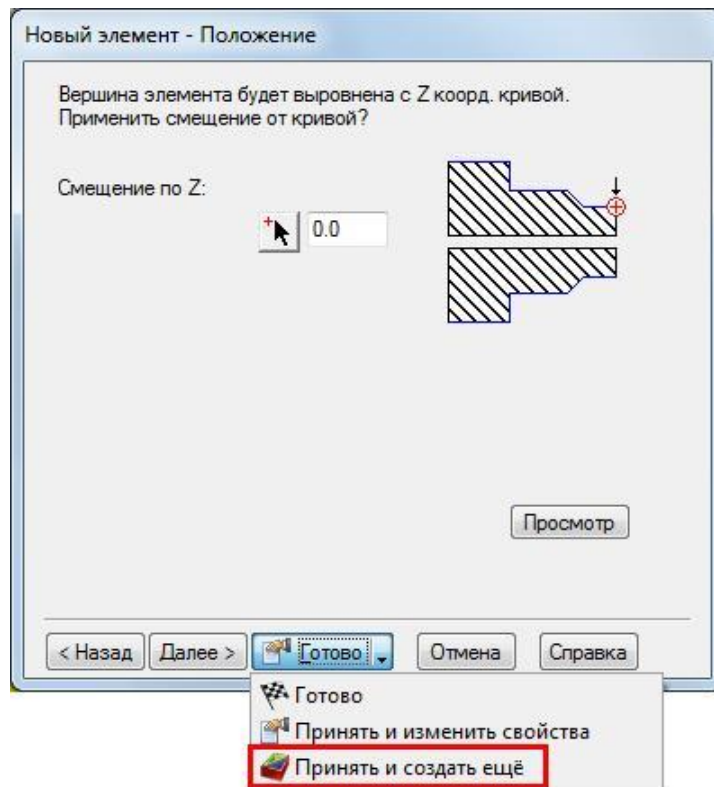
Натисніть на кнопку Выбрать кривую  для графічного вибору кривої. Діалог згорнеться, щоб не загороджувати графічне вікно.

Натисніть на криву, яку ви раніше назвали точіння.

В даному конкретному випадку для вибору доступні два об'єкти: лінія і крива. Завжди, коли необхідно пояснити вибір, FeatureSAM відкриває діалог Выбор.

В діалозу Выбор виберіть точіння і натисніть ОК.

– В кнопці-меню Готово виберіть опцію Принять и создать ещё, щоб продовжити створення елементів.



3. Створіть елемент торець.

– У майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение і натисніть Далее.

– У розділі По размерам виберіть Торец і натисніть Далее.

– На сторінці Размеры:

Введіть Толщину 1,5 мм.

Введіть Наружный диаметр 100 м.

Введіть Внутренний диаметр 0.

Натисніть Далее.

– Натисніть Принять и создать ещё.

4. Створіть елемент отвір.

– У майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение і натисніть Далее.

– У розділі По размерам виберіть Отверстие і натисніть Далее.

– На сторінці Размеры:

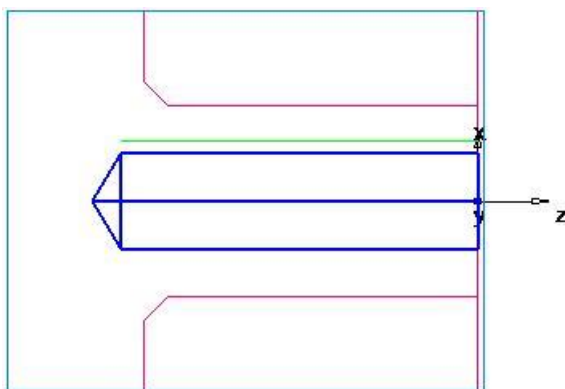
Введіть Глубину 94 мм.

Введіть Диаметр 24 мм.

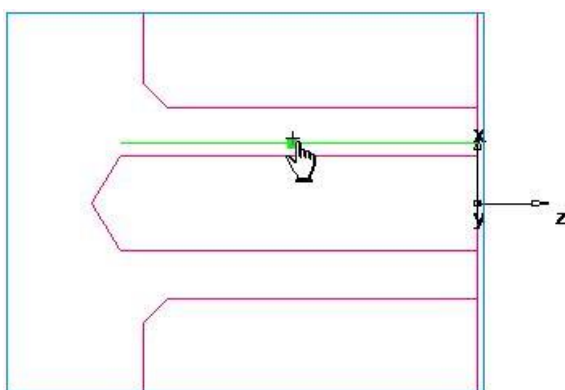
Натисніть Далее.

– На сторінці Положение введіть для Z 0.

– Натисніть Принять и создать ещё.



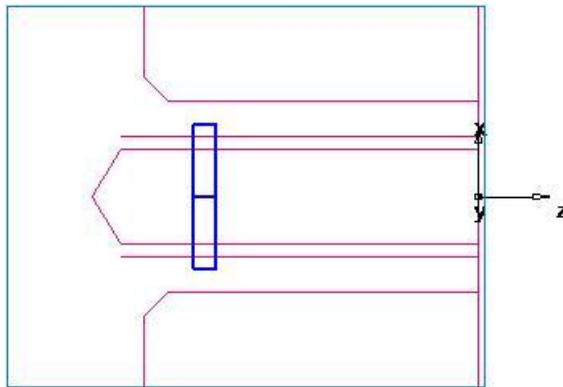
5. Створіть елемент розточування, використовуючи той же метод, що і для створення елемента точіння. Використовуйте криву з назвою розточування.



6. Створіть елемент канавка Канавка.

– У майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение і натисніть Далее.

- У розділі По размерам виберіть Канавка і натисніть Далее.
- На сторінці Размеры:
Виберіть Положение ВД.
Виберіть Ориентацию ось X.
Введіть Диаметр 31 мм.
Введіть Глубину 3 мм.
Введіть Ширину 6 мм.
Залиште інші налаштування рівними 0.
Натисніть Далее.
- На сторінці Положение введіть для Z -75 мм.
- Натисніть Принять и создать ещё.

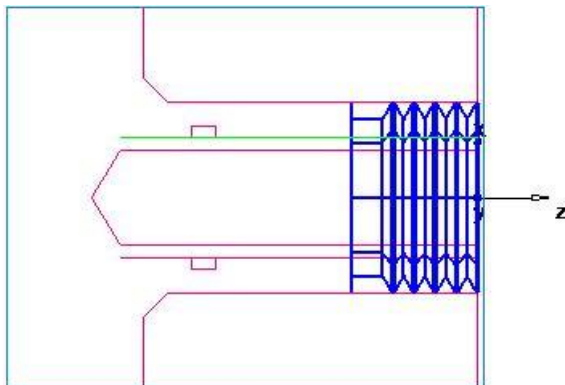


7. Створіть елемент різь.

- У майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение і натисніть Далее.
- У розділі По размерам виберіть Резьба і натисніть Далее.
- На сторінці Размеры:
Виберіть опцію Выбрать стандартные.
Виберіть НД.
У полі Обозначение виберіть М50-15.
Натисніть Далее.
- На сторінці Размеры:
Виберіть Резьбу Правую.
Введіть Длину резьбы 24 мм).

Натисніть Далее.

– Натисніть Принять и создать ещё.



8. Створіть елемент відрізання.

– У майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение і натисніть Далее.

– У розділі По размерам виберіть Отрезка і натисніть Далее.

На сторінці Размеры:

Введіть Диаметр 100 мм.

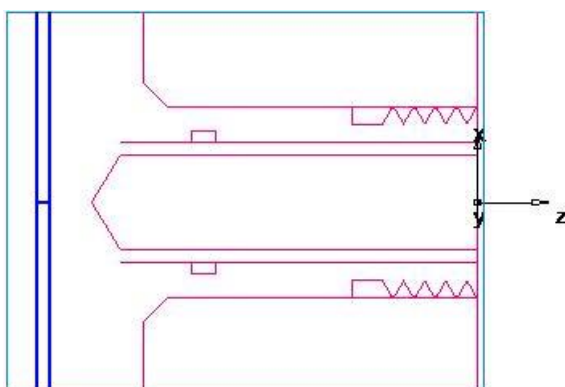
Введіть Внутренний диаметр 0.

Введіть Ширину 3 мм.

Натисніть Далее.

– На сторінці Положение введіть Z -112 мм.


– Натисніть Готово.




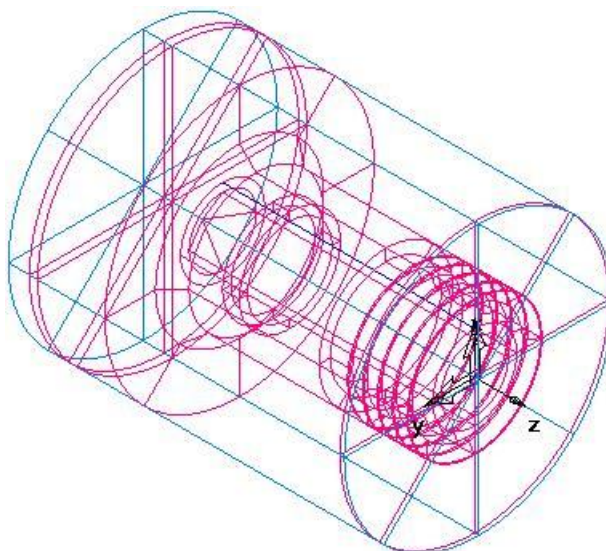
1.3.7. Перегляд деталі

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




1. Щоб повернутись до 3D виду моделі, натисніть на кнопку 2D токарные профили  на панелі інструментів Режим отображения.

2. Натисніть на кнопку Изометрический вид  на Стандартной панелі інструментів.



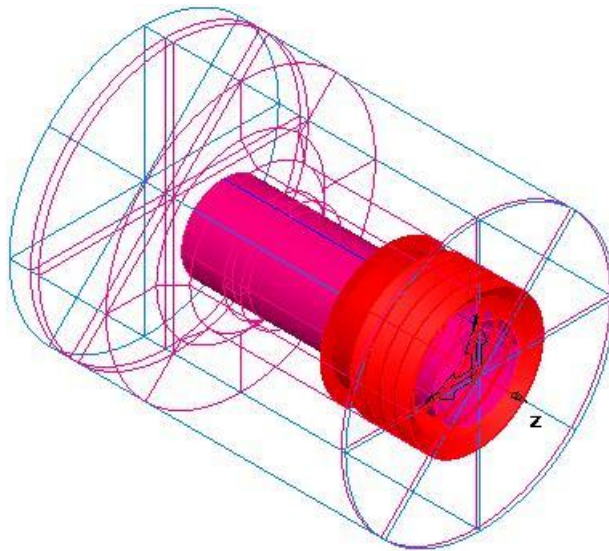
3. Зафарбуйте деталь.


– Відкрийте панель Вид детали і виберіть расточка1 под узлом Установ1.

– Натисніть на кнопку Закрасить выбранные объекты  на панелі інструментів Режим отображения.

– Виберіть резьба1 на панелі Вид детали.

– Натисніть знову на кнопку Закрасить выбранные объекты .




4. Натисніть на кнопку Убрати зафарбування всього  на панелі інструментів Режим отобразження, щоб повернутись до каркасного вигляду.

1.3.8. Імітація траєкторій



Після створення вами елементів FeatureCAM автоматично:

- Вибирає найбільш підходящі інструменти та операції;
- Рекомендує стратегії обробки;
- Обчислює швидкості і подачі;
- Генерує траєкторії і створює коди КП.

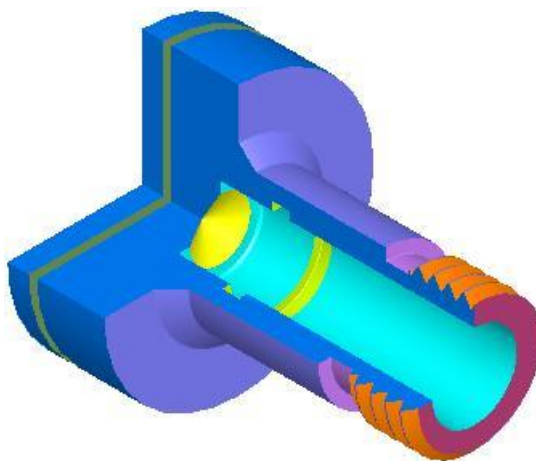
Щоб переглянути імітацію траєкторій:


1. Виберіть шаг Траєкторії  на панелі Шаги. Він відкриє панель інструментів Імітація.




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

Відображає 3D візуалізацію процесу різання. За замовчуванням при то-чінні або свердлінні внутрішнього діаметра деталі відображається вид 3/4. Ви можете керувати цим налаштуванням, вибравши в меню Параметри > Імітація 2D/3D зафарбована.



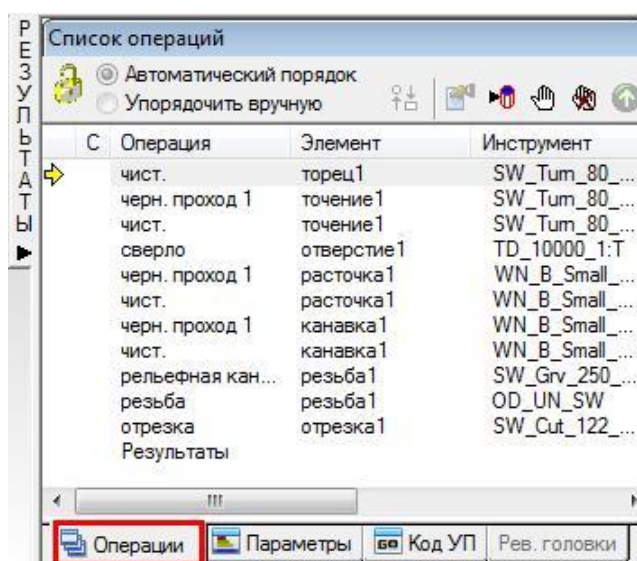
✓ Якщо вид 3/4 не відображається, виберіть в меню Параметры > Имитация > Круглая заготовка опцию Вид 3/4, а потім натисніть ОК, для закриття діалогу. Натисніть на кнопку Пуск  на панелі інструментів Имитация, щоб побачити зміни.


3. Натисніть на кнопку До следующей операции . Це відобразить операцію створення торця.

4. Повторіть крок 3, щоб переглянути кожну операцію, поки деталь не буде оброблена повністю.

5. Натисніть Скрыть имитацию . Це видаляє панель інструментів Имитация.

1.3.9. Порядок операцій обробки



Вкладка Операции у вікні Результаты показує всі операції, необхідні для обробки елементів. Жовтий значок попередження  поруч з операцією

показує потенційну проблему для цієї операції. В даному випадку, якщо ви побачили якісь попередження, ігноруйте їх


Ви можете керувати автоматичним порядком операцій за допомогою правил або шаблонів операцій. Більш детально розглянемо це питання у лабораторній роботі №3

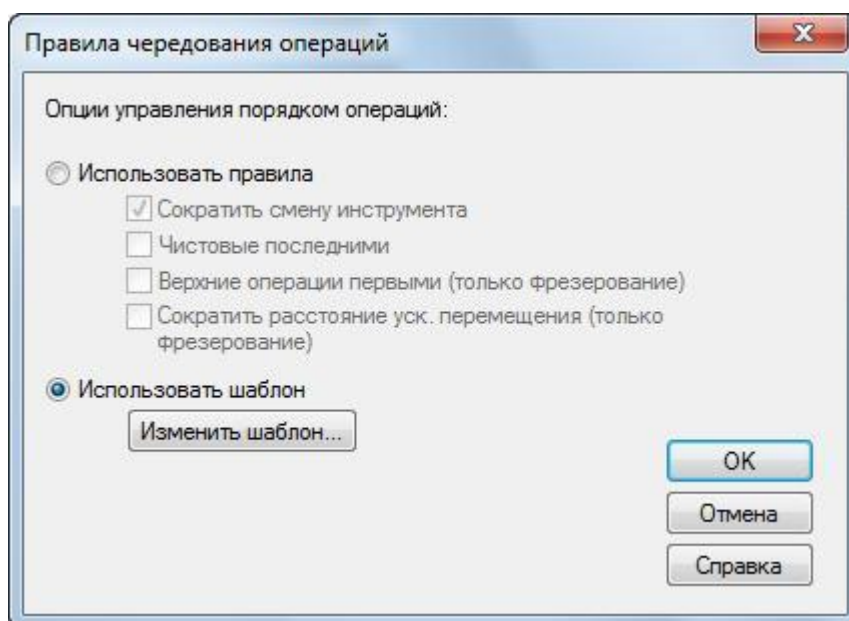
Цей розділ змінює автоматичне упорядкування шляхом зміни шаблону Токарной операции.

Щоб змінити шаблон

1. Виберіть опцію Автоматический порядок у вкладці Операции. Вона забезпечує правила автоматичного впорядкування, що застосовуються до операцій.

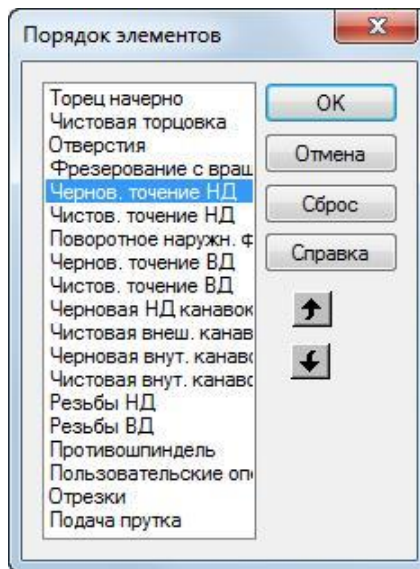
2. Змініть автоматичне упорядкування, щоб згрупувати разом операції, що використовують однаковий інструмент.


- Натисніть на кнопку Опции автопорядка .
- У діалогові Правила чередования операций виберіть Использовать шаблон.



- Натисніть Изменить шаблон.

3. У діалогові Порядок элементов:






- Виберіть Черновое точение НД.
- Натискайте  доти, поки Черновое точение НД не опиниться нижче Чистового точения ВД.

- Натисніть OK, щоб закрити діалог Порядок элементов.

4. Натисніть OK, щоб закрити діалог Правила чередования операций.

5. Запустіть імітацію для деталі.

- Виберіть шаг Траектории  на панелі Шаги. Він викличе панель інструментів Имитация.

- Натисніть на кнопку 3D имитация , а потім клацніть по кнопці Пуск  для запуску імітації.

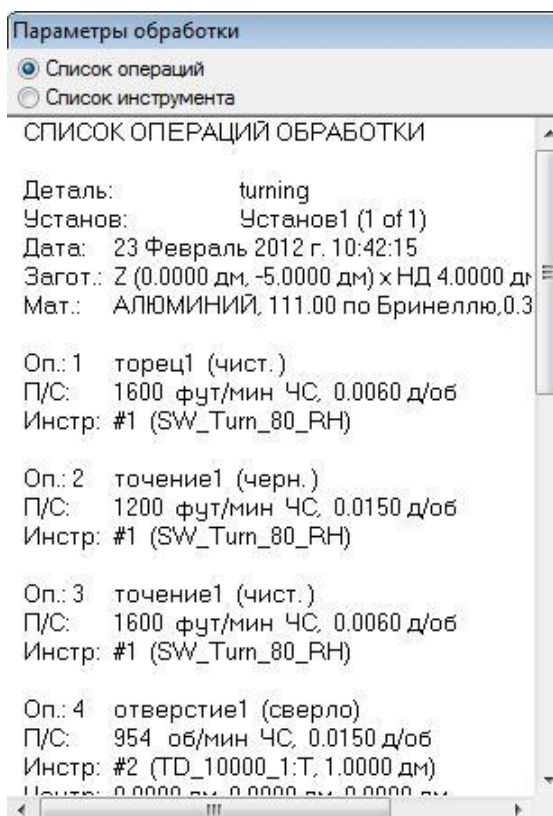
Зверніть увагу, що під чистове і чистове обробка зовнішнього діаметру тепер виконується після того, як сверлиться отвір.

- Натисніть на кнопку Стоп , коли імітація буде виконана, для виходу з режиму імітації.

1.3.10. Відомості про проект (Точіння)

Поряд з візуалізацією обробки деталі імітація також створює загальні списки інструменту і операцій. Вибір інструменту заснований на базі інструментів. Можна роздрукувати всю цю інформацію для використання в якості технологічної карти оператора.

1. Натисніть на вкладку Параметры у вікні Результаты, щоб показати Список операций обработки.



Цей лист можна переглянути за допомогою смуг прокрутки.

2. Виберіть опцію Список инструмента у верхній частині вкладки Параметры, щоб зобразити лист СПЕЦИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА ОБРАБОТКИ. Він містить всі інструменти, що використовуються для створення деталі, на базі вибраного набору.


- ✓ Доступна можливість надрукувати цю документацію через опцію меню Файл > Печать.

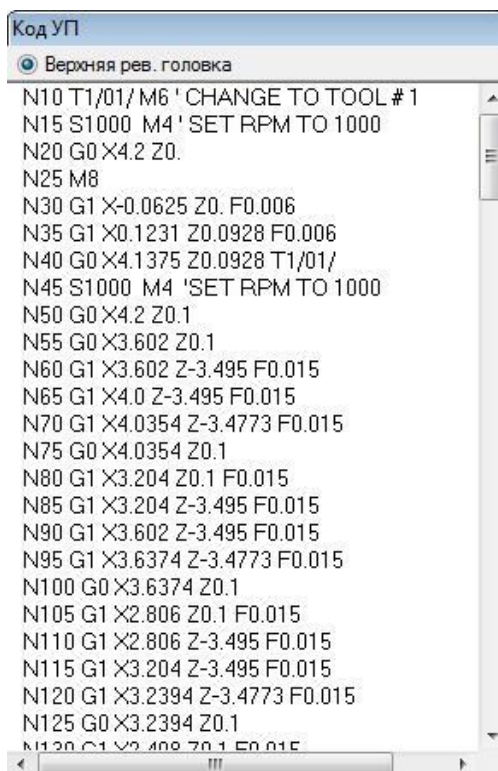
1.3.11. Створення коду КП (Точіння)

FeatureCAM генерує код КП для виготовлення деталей на верстатах з ЧПК. Ви можете згенерувати код КП після того, як імітували деталь, тобто після обчислення траєкторій.



1. Виберіть шаг Код УП на панелі Шаги. Це відкриє діалог Код УП.

2. Натисніть на кнопку Просмотр кода УП  для створення Кода УП.



```
Код УП
Верхняя рев. головка
N10 T1/01/ M6 ' CHANGE TO TOOL # 1
N15 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N20 G0 X4.2 Z0.
N25 M8
N30 G1 X-0.0625 Z0. F0.006
N35 G1 X0.1231 Z0.0928 F0.006
N40 G0 X4.1375 Z0.0928 T1/01/
N45 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N50 G0 X4.2 Z0.1
N55 G0 X3.602 Z0.1
N60 G1 X3.602 Z-3.495 F0.015
N65 G1 X4.0 Z-3.495 F0.015
N70 G1 X4.0354 Z-3.4773 F0.015
N75 G0 X4.0354 Z0.1
N80 G1 X3.204 Z0.1 F0.015
N85 G1 X3.204 Z-3.495 F0.015
N90 G1 X3.602 Z-3.495 F0.015
N95 G1 X3.6374 Z-3.4773 F0.015
N100 G0 X3.6374 Z0.1
N105 G1 X2.806 Z0.1 F0.015
N110 G1 X2.806 Z-3.495 F0.015
N115 G1 X3.204 Z-3.495 F0.015
N120 G1 X3.2394 Z-3.4773 F0.015
N125 G0 X3.2394 Z0.1
N130 G1 X2.408 Z0.1 F0.015
```

1.3.12. Зміна постпроцесора

Для зміни постпроцесора:

1. Виберіть в меню Обработка > Постпроцессор. Відкриється діалог Постпроцессор.

2. Натисніть Обзор, щоб переглянути доступні постпроцесори.

Папкою за замовчуванням для постпроцесорів є C:\Program Files\Delcam\FeatureCAM\Examples\Posts.

3. Виберіть постпроцесор і натисніть Открыть.

Новий постпроцесор зображено у полі Файл ЧПУ.



4. Натисніть ОК для виходу з діалогу Постпроцессор і використання нового постпроцесора; Натисніть Отмена, щоб вийти з діалогу та початковий постпроцесор.

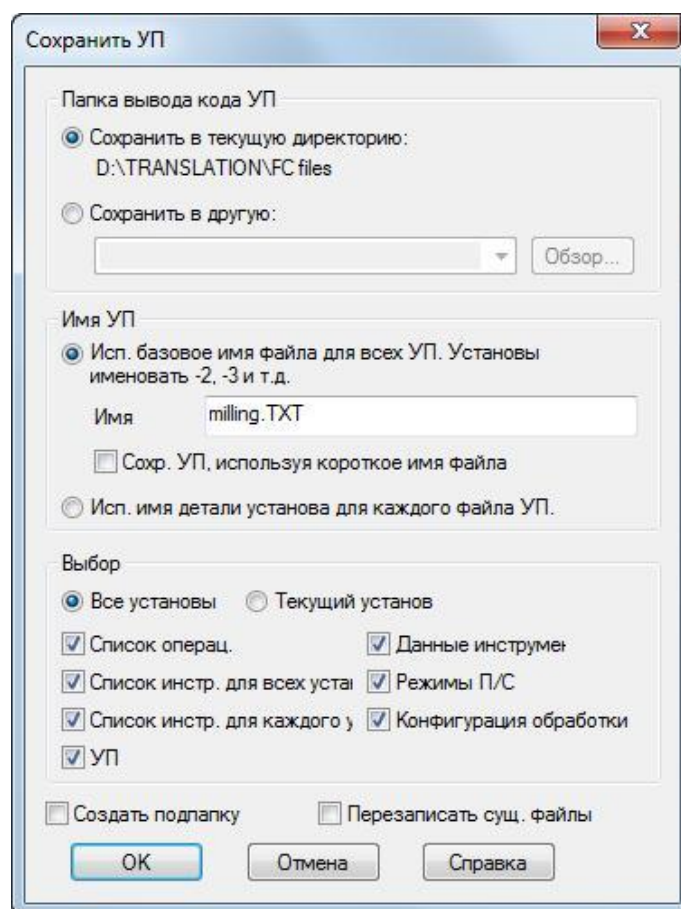
5. Виберіть шаг Траектории  на панелі Шаги.

6. Запустіть імітацію деталі, щоб заново згенерувати код КП.

1.3.13. Збереження коду КП

Щоб зберегти куруючу програму:

1. Виберіть шаг Код УП  на панелі Шаги. Це відкриє діалог Код УП.
2. Натисніть на кнопку Сохранить УП  у діалогу Код УП.
3. У діалогу Сохранить УП прийміть ім'я файлу за замовчуванням і папку, і натисніть ОК.



1.4 Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі Delcam FeatureCAM створити необхідні елементи токарної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата з ЧПК.

Головною метою даного завдання є вивчення основних команд панелі інструментів «Геометрія», «Криві», «Елементи» та «Траєкторії». В процесі

виконання роботи студент повинен навчитись створювати елементарні контури та розглянути всі можливі елементи токарної обробки та методи їх визначення. Вміти налаштовувати імітацію обробки деталі та генерувати код керуючої програми.

Варіанти завдань наведено у додатку А, ст. 90.

Приклад виконання завдання наведено у додатку Е, ст. 107.

1.5 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Тема та мета заняття.
2. Індивідуальне завдання.
3. Розробка керуючої програми токарної обробки:
 - вигляд та розміри заготовки;
 - елементи та контури для генерування керуючої програми;
 - операції та їх основні характеристики;
 - код керуючої програми;
 - модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

1.6 Контрольні запитання

1. Опишіть основні елементи інтерфейсу DELCAM FeatureCAM.
2. База даних інструменту. Методи створення та використання бази даних на одному або декількох робочих місцях.
3. Визначте методи введення координат при побудові геометричних примітивів, зверніть увагу на особливості використання кожного з методів.
4. Опишіть команди доступні на панелі інструментів «Геометрія» та особливості їх використання.
5. Варіанти створення елементів траєкторії, перерахуйте можливі елементи для операції точіння.
6. Постпроцесор – задачі та вибір.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №2

ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНА ОБРОБКА В DELCAM FEATURECAM

2.1 Мета заняття

Вивчити можливості системи DELCAM FeatureCAM при комбінуванні токарних та фрезерних операцій. Навчитись створювати керуючі програми для обробки однієї деталі точенням та фрезеруванням за один установ.

2.2 Приклад створення типової деталі токарно-фрезерної обробки

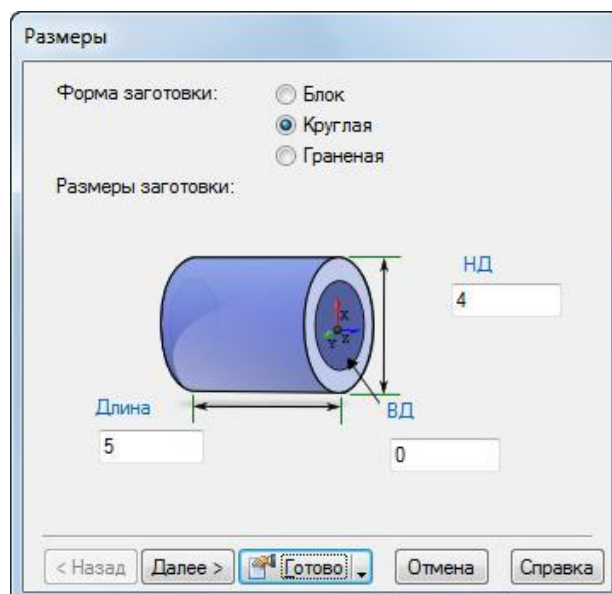
Даний приклад знайомить студентів зі створенням деталей для токарних верстатів з можливістю фрезерування. Методами поєднання токарних та фрезерних операцій та створення фрезерних елементів на торці деталі та зовнішньому діаметрі.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1, однак у якості типу обробки необхідно вибирати *Точение/Фрезерование*, одиниці вимірювання – дюйми.

2.2.1. Підготовчі кроки

Підготовчі кроки визначають заготовку, систему координат і вид.

1. На сторінці *Размеры* майстра *Заготовка*:



Виберіть форму Круглая.

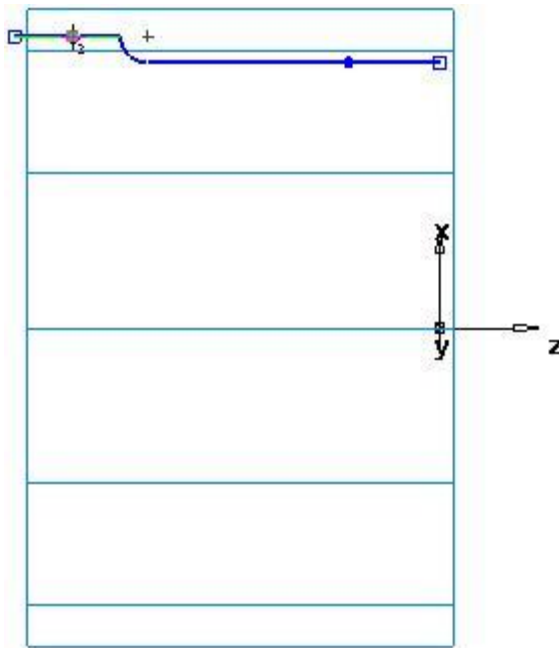
- Введіть НД (зовнішній діаметр) 3.
- Введіть Длину 2.
- Введіть ВД (внутрішній діаметр) 0.
- В кнопці-меню Готово виберіть кнопку Готово.

2. В меню Вид  виберіть Все в центр .


3. В меню виберіть Параметры > Режим ввода для точения > Диаметр (DZ), щоб активувати введення координат значеннями Діаметра и Z.

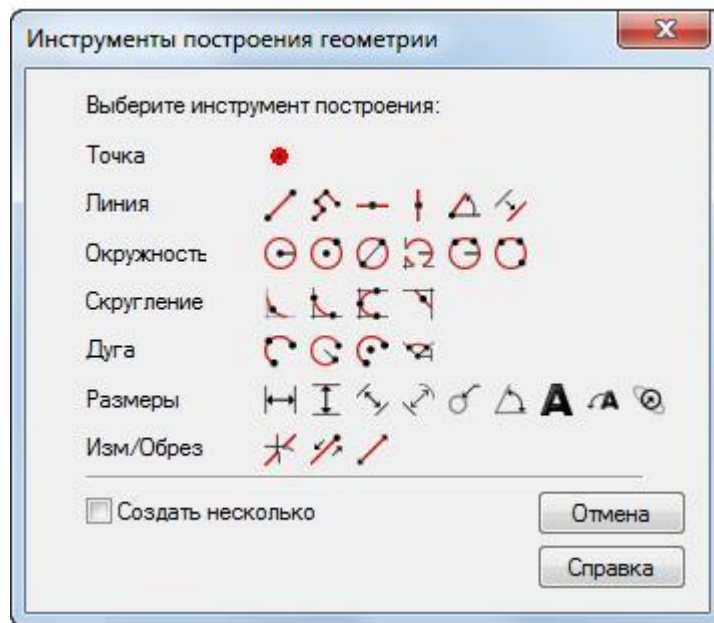
2.2.2. Визначення геометрії

Цей розділ показує, як проектувати деталь.



1. Накреслити три лінії:

- Виберіть шаг Геометрия  на панелі Шаги. Це відкриває діалог Инструменты построения геометрии.



Виберіть опцію Создать несколько та натисніть на кнопку Нерывная линия . Відкриється панель інструментів Редактирование элемента/геометрии.



– Для створення двох ліній, які визначають зовнішній профіль, на панелі Редактирование элемента/геометрии:

Для точки 1 введіть D/Z 1: D 2.5, Z 0.

Для точки 2 введіть D/Z 2: D 2.5, Z -1.5.

Натисніть Enter, щоб створити лінію.

– Створіть другу лінію зі значеннями:

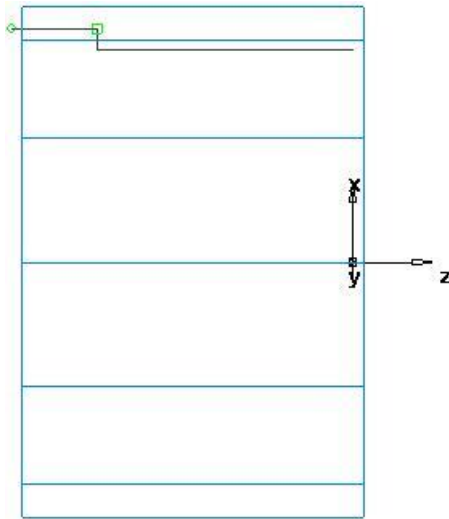
Для точки 2 введіть D/Z 2: D 2.75, Z -1.5.

Натисніть Enter, щоб створити другу лінію.



– Створіть третю лінію со значеннями:

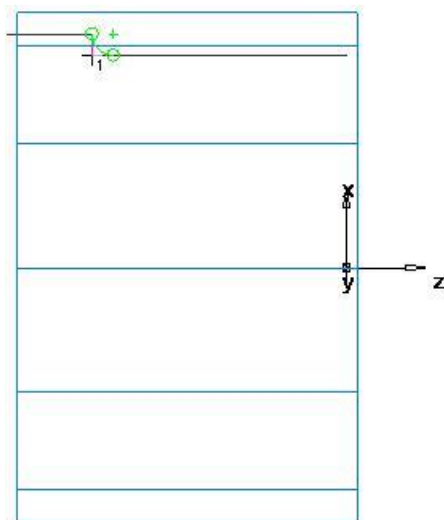
Для точки 2 введіть D/Z 2 значення D 2.75, Z -2.

Натисніть Enter, щоб створити третю лінію.



2. Створіть заокруглення, з метою обрізання ліній.

- Виберіть шаг Геометрия  на панелі Шаги.
- В діалозу Инструменты построения геометрии у списку опцій Скругление натисніть на кнопку Угловое скругление .
- На панелі Редактирование элемента/геометрии введіть радіус (R) 0.125.
- Розташуйте курсор миші в куті між першою і другою лініями і клацніть для створення заокруглення. Заокруглення автоматично обрізає лінії.



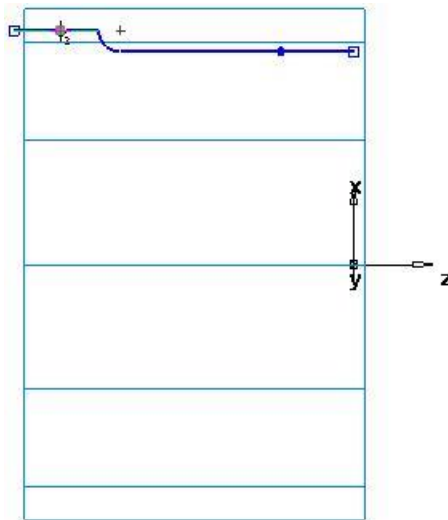
3. Для обробки деталі необхідно поєднати криві.

- Виберіть шаг Кривые  на панелі Шаги.

- В діалозі Создание линий виберіть кнопку Выбор участков кривой

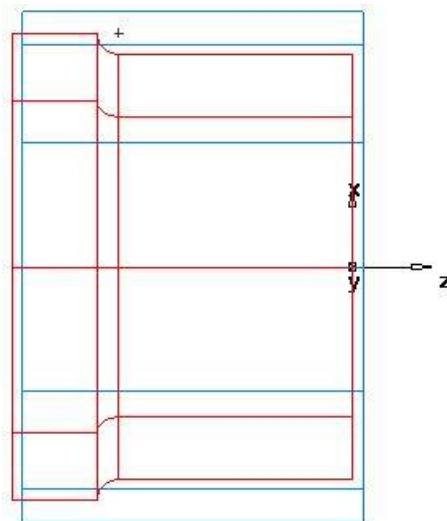



- В графическом вікні клацніть спочатку по першій, а потім по третій лінії.
- На панелі Редактирование элемента/геометрии вкажіть ім'я кривої «точіння» і натисніть Enter.

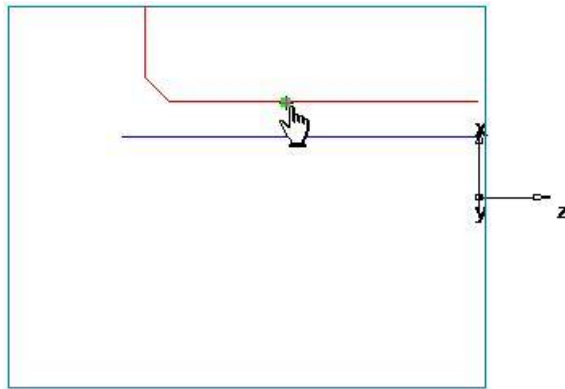



2.2.3. Створення елементів


Цей приклад показує, як створювати токарні елементи.



1. Натисніть на кнопку 2D токарные профили  на панелі інструментів Режим отображения, щоб увімкнути 3D вигляд деталі.
2. Створіть елемент Точение.



- Натисніть на шаг Элементы  на панелі Шаги.
- В майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение і натисніть Далее.
- Виберіть Точение у розділі От кривой і натисніть Далее.
- У поле Кривая виберіть Точение із списку.


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

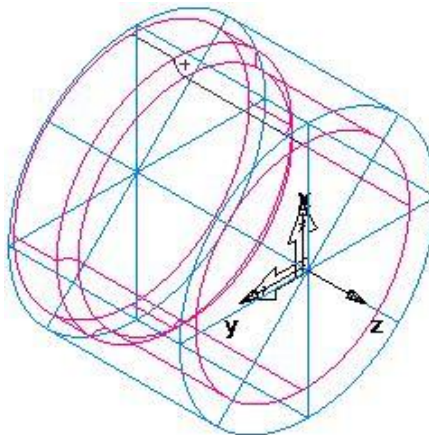
Натисніть на криву, яку ви раніше назвали точіння.


У діалогу Выбор виберіть точіння і натисніть ОК.

- Натисніть Готово.

2.2.4. Перегляд деталі


1. На Стандартной панелі інструментів виберіть кнопку Изометрический вид .

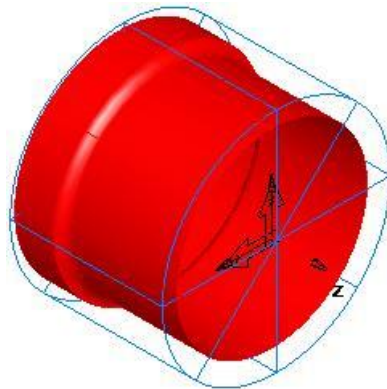



✓ Якщо відображено 2D вигляд деталі, натисніть на кнопку 2D токар-
ные профили  на панелі інструментів Режим отображения.



2. Зафарбуйте деталь:

– Відкрийте панель Вид детали і виберіть точение1 під узлом Уста-
нов1.

– Натисніть на кнопку Закрасить выбранные объекты  на панелі інструментів Режим отображения.

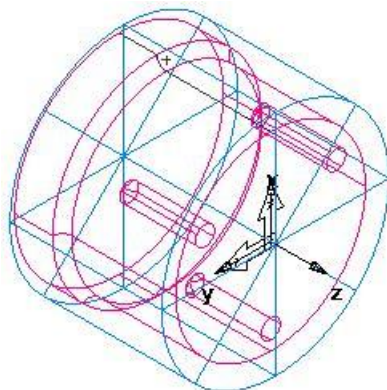



– Натисніть на кнопку Убрать закраску всего  на панелі інструментів Режим отображения, щоб повернутись до каркасного вигляду.

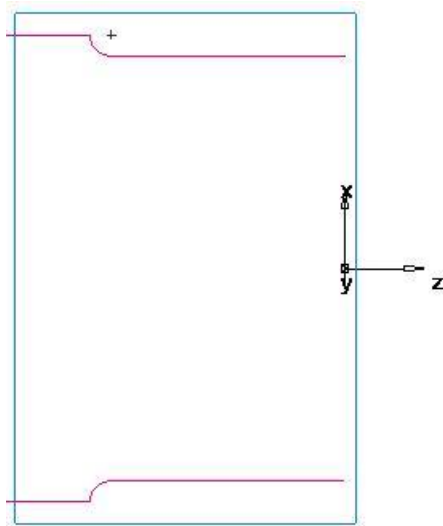
3. Для зміни виду на вигляд згори, серед кнопок меню Основной вид  натисніть на кнопку Сверху .

2.2.5. Створення трьох радіальних отворів на грані


Цей розділ показує, як додати три отвори до деталі.



1. Щоб повернутись до 2D вигляду моделі, натисніть на кнопку 2D то-
карные профили  на панелі інструментів Режим отображения.



2. Створіть отвір.

- Натисніть на шаг Элементы  на панелі Шаги.
- В майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение/Фрезерование і натисніть Далее.
- У розділі По размерам виберіть Отверстие і натисніть Далее.
- В діалогу Размеры:
Введіть Фаску 0.0.
Введіть Глубину 1.0.
Введіть Диаметр 0.25.
- Натисніть Принять и создать ещё.


3. Створіть масив з елемента:


- В майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение/Фрезерование і натисніть Далее.
- У полі Из элемента виберіть Массив і натисніть Далее.
 - Виберіть тільки що створений отвір і натисніть Далее.
 - Виберіть Радиально в плоскости XY установка і натисніть Далее.
 - На сторінці Массив - Размеры:
Введіть Число 3.0.
Введіть Диаметр 2.0.
Введіть Интервальный угол 120.

Введіть Угол 60.

- Натисніть Готово.
- Натисніть Отмена.

4. Перегляньте 3D каркасне відображення деталі:

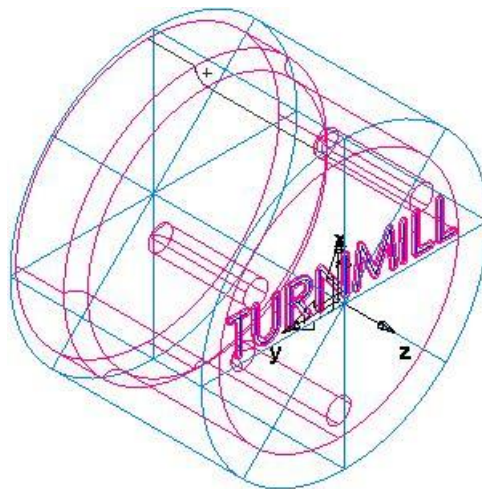
– Натисніть на кнопку 2D токарные профили  на панелі інструментів Режим отображения, щоб увімкнути 3D відображення деталі.

– Натисніть на кнопку Изометрический вид  на Стандартной панелі інструментів.


2.2.6. Гравірування грані

Цей розділ показує, як гравірувати деталь за допомогою:

- Створення тексту гравірування.
- Створення елемента Канавка.

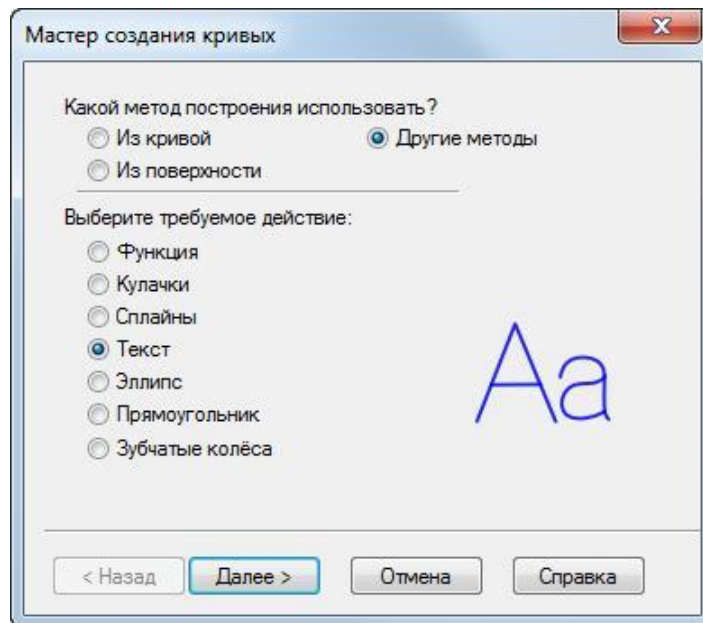


1. Створіть криву.

- Виберіть шаг Кривые  на панелі Шаги.
- В діалозі Создание линий виберіть кнопку Мастер создания кривых



- В Майстрі создания кривых:

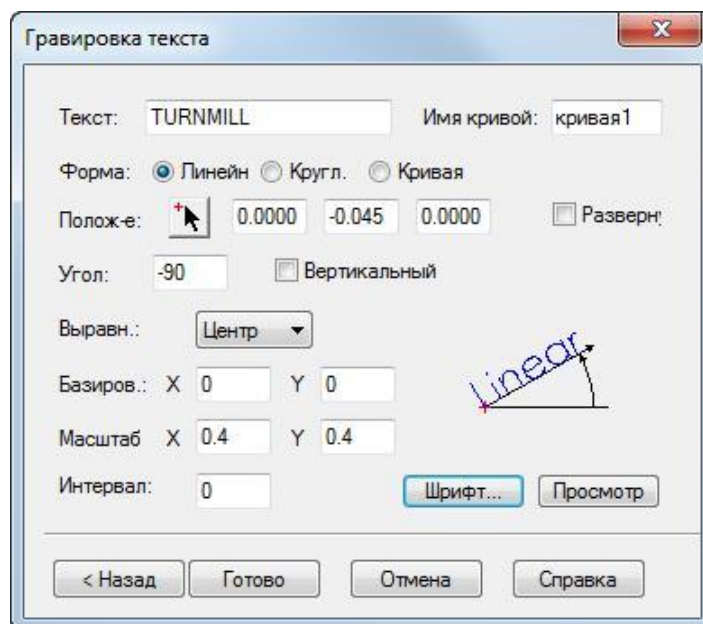


Виберіть Другие методы у якості методу побудови.

Виберіть Текст.

Натисніть Далее.

– На сторінці Гравировка текста налаштуйте властивості тексту.



У строчці Текст введіть TURNMILL.

Виберіть Форма – Линейная.

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

Введіть Угол -90.

В списку Выравнивание виберіть Центр.

Введіть Масштаб: X 0.4, Y 0.4.

Натисніть на кнопку Шрифт, щоб відкрити діалог Шрифт.

У списку Шрифт виберіть Machine Tool Gothic.

Введіть Размер 72.

Натисніть ОК, щоб закрити діалог.

Натисніть Готово, щоб закрити майстер.

2. Створіть елемент Канавка.

– Виберіть текст TURNMILL (крива 1) у графічному вікні.

– Натисніть на шаг Элементы  на панелі Шаги.

– В майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение/Фрезерование і натисніть Далее.

– У полі От кривой виберіть Канавка і натисніть Далее.

– На сторінці Кривая натисніть Далее (оскільки ви вибрали текст за крок 2а).

– На сторінці Положение натисніть Далее.

– На сторінці Размеры:

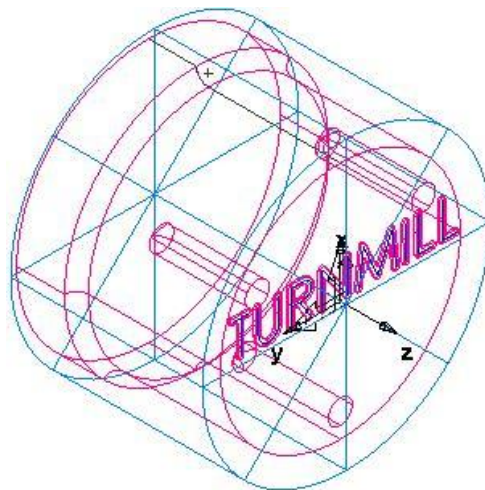
Введіть Ширину 0.0625.

Введіть Глубину 0.02.

Виберіть Торец.

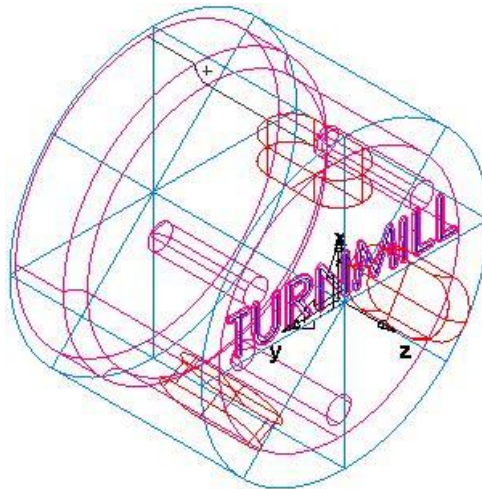
Виберіть Простая (Гравировка).

– Натисніть Готово.




2.2.7. Створення трьох пазів

Цей розділ показує, як додати три паза на деталь для фрезерування.



1. Створіть елемент Паз:

- Натисніть на шаг Элементы  на панелі Шаги.
- В майстрі Новый элемент виберіть опцію Точение/Фрезерование і натисніть Далее.
- У розділі По размерам виберіть Паз.
- Виберіть Создать массив з цього елемента, і натисніть Далее.
- На сторінці Размеры:
 - Введіть Длину 1,0.
 - Введіть Ширину 0,5.
 - Введіть Глубину 0,25.
- Натисніть Далее.
- На сторінці Массивы виберіть Радиальный вокруг оси поворота і натисніть Далее.
- На сторінці Положение:
 - Введіть Угол В 90.
 - Введіть Радиус 1,25.
 - Введіть Z 0,25.
- Натисніть Далее.

– На сторінці Размеры:


Введіть Число 3.



Введіть Интервальный угол 120.

– Натисніть Готово.

2.8. Імітація траєкторій

Чтобы просмотреть имитацию траекторий:


1. Виберіть шаг Траектории  на панелі Шаги. Він викличе панель інструментів Імітація.

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



Траєкторії імітуються точно, включаючи повороти деталі.

- ✓ Для імітації токарно-фрезерних траєкторій необхідно вибрати Файл ЧПУ для верстату, який підтримує токарну обробку інструментом з приводом, в іншому випадку з'явиться повідомлення про помилку.

3. Натисніть Скрыть имитацию . Це закриває панель інструментів Імітація.

2.3 Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі Delcam FeatureCAM створити необхідні елементи токарно-фрезерної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата.

Основною метою даного завдання є вивчення додаткових команд панелі інструментів «Геометрія», «Криві», «Елементи» та «Траєкторії». В процесі виконання роботи студент повинен навчитись більш вільно використовувати набір команд панелі інструментів «Геометрія», створювати контури різної конфігурації за допомогою майстра. Вміти створювати елементи фрезерування та масиви на їх базі.

Варіанти завдань наведено у додатку Б, ст. 93.

Приклад виконання завдання наведено у додатку Е, ст. 107.

2.4 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Тема та мета заняття.
2. Індивідуальне завдання.
3. Розробка керуючої програми токарно-фрезерної обробки:
 - вигляд та розміри заготовки;
 - елементи та контури для генерування керуючої програми;
 - операції та їх основні характеристики; код керуючої програми;
 - модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

2.5 Контрольні запитання

1. Методи створення заокруглень та фасок на контурі деталі.
2. Які елементи фрезерування можна створити без створення контуру.
3. Методика створення та розташування масивів фрезерних елементів.
4. Дайте визначення поняттю контур. Обґрунтуйте необхідність їх створення. Типи контурів, методи їх створення.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №3

2.5D-ФРЕЗЕРУВАННЯ В DELCAM FEATURECAM

3.1 Мета заняття

Вивчити можливості DELCAM FeatureCAM по створенню елементів деталей що оброблюються у режимі 2.5D-фрезерування. Навчитись створювати керуючі програми.

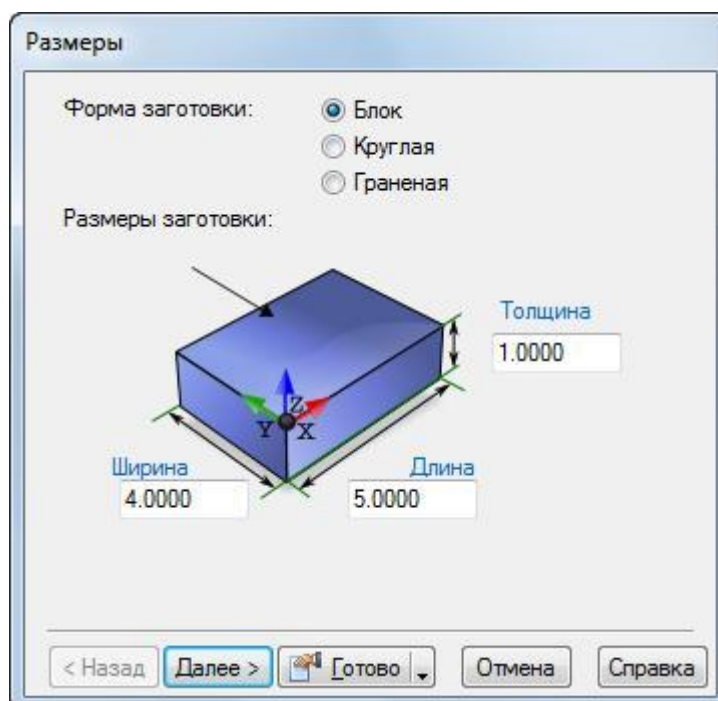
3.2 Приклад створення типової деталі 2.5D-фрезерної обробки

Даний приклад показує як створити декілька простих елементів, згенерувати траєкторії, що використовуються для обробки деталі та вивести їх. А також пояснює основні принципи та методи керування порядком операцій.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1, однак у якості типу обробки необхідно вибирати Фрезерная операция, одиниці вимірювання – міліметр.

3.2.1. Визначення заготовки

На сторінці Размеры майстра Заготовка:

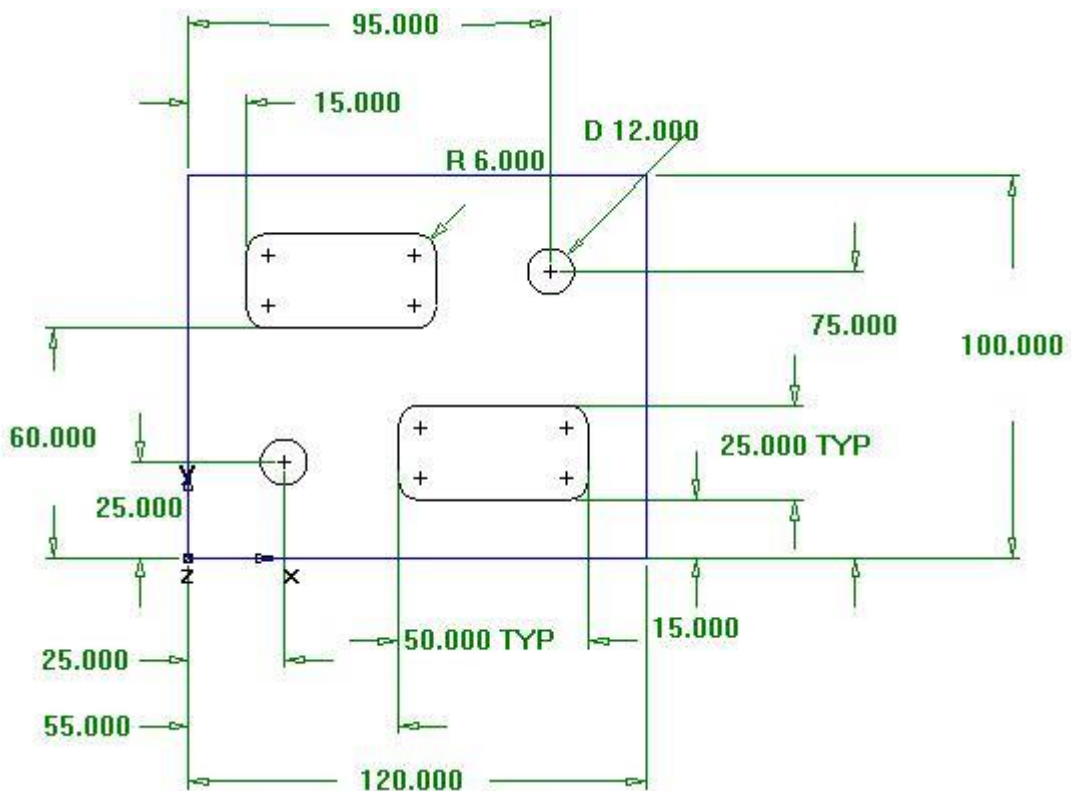


- Введіть Толщину 1 (25 мм).
- Введіть Ширину 4 (100 мм).
- Введіть Длину 5 (120 мм).
- Натисніть Готово.


2. Натисніть ОК, щоб прийняти значення за замовчуванням майстра Заготовка.

3.2.2. Створення елементів

Цей крок показує, як створити елементи Отверстие і Прямоугольный карман.



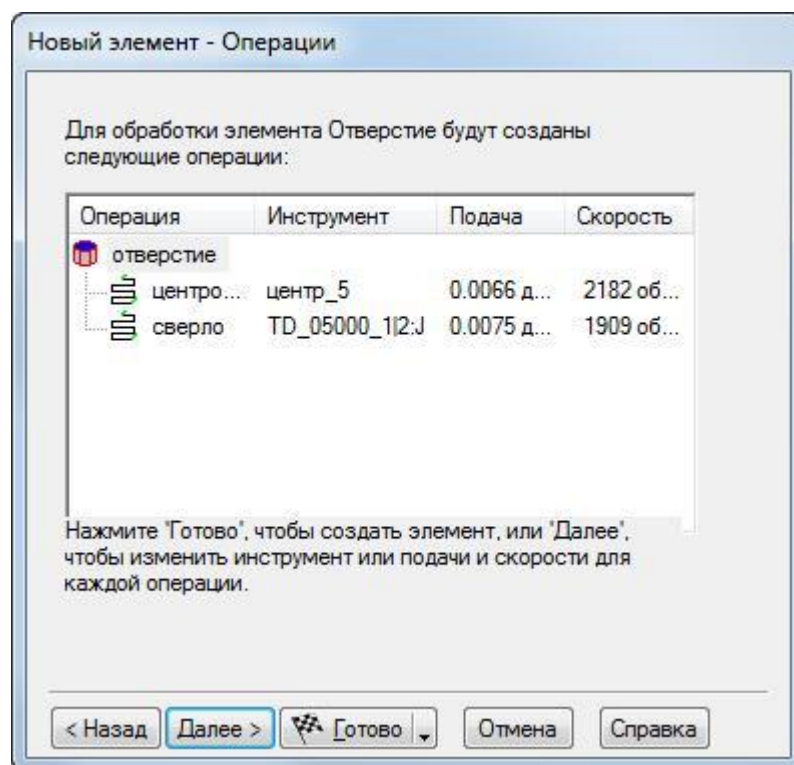
1. Створіть елемент Отверстие.

- Натисніть на шаг Элементы  на панелі Шаги.
- В майстрі Новый элемент виберіть Отверстие у розділі По размерам і натисніть Далее.
- Введіть Диаметр 12 мм і натисніть Далее.
- Введіть положення центру отвору: X 25 мм і Y 25 мм; і натисніть Далее.

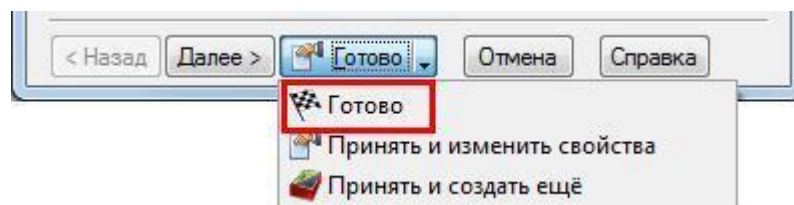
– Відкриється сторінка Стратегии. Ця сторінка керує типами операцій, що використовуються для різання елемента. Операції за замовчуванням для елемента Отвір – центрування і свердління. Якщо отвір має фаску, за замовчуванням фаска ріжеться в операції центрування.

– Підтвердить налаштування стратегії за замовчуванням, натиснувши кнопку Далее.

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



Із кнопки-меню Готово виберіть опцію Готово .

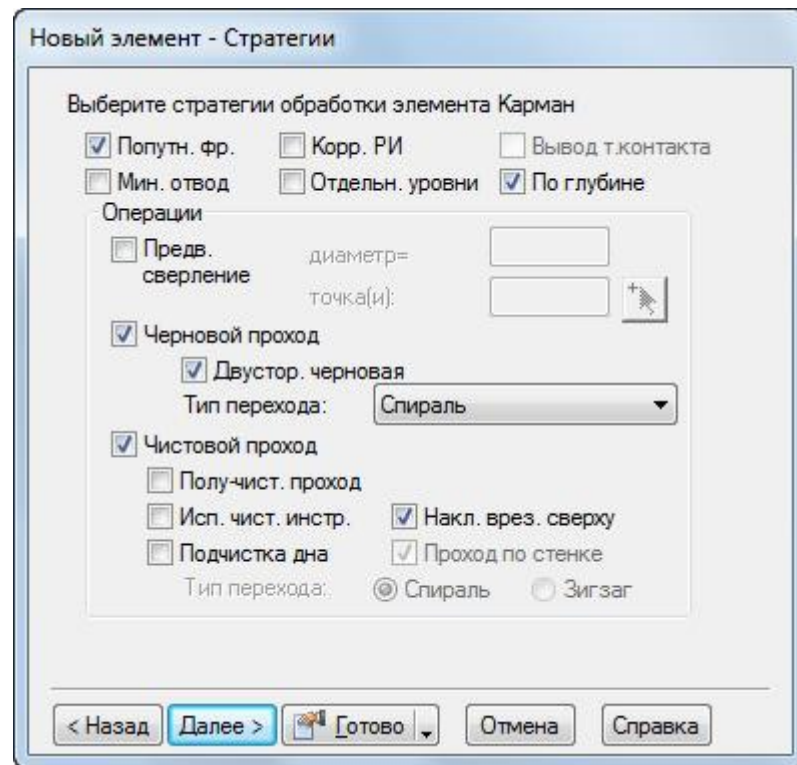


2. Створіть елемент Прямоугольный карман.


– Натисніть на шаг Элементы  на панелі Шаги.


- В майстрі Новый элемент у розділі По размерам виберіть Прямоугольный карман і натисніть Далее.
- Погодьтесь з розмірами за замовчуванням, натиснувши Далее.
- Введіть для положення кармана X 15 мм, Y 60 мм, Z 0 мм і натисніть Далее.

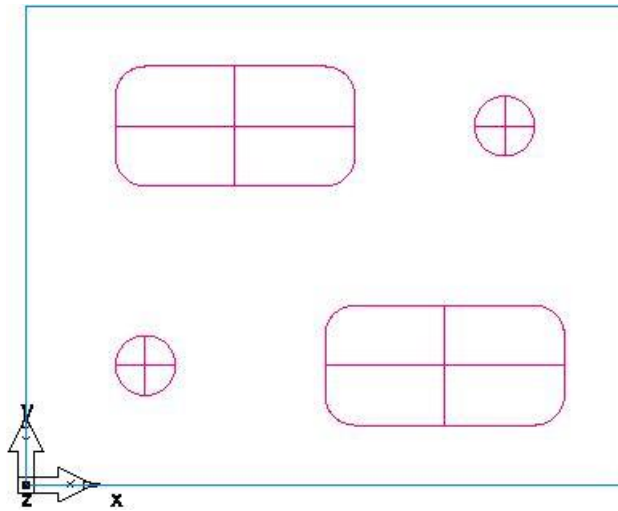
Сторінка Стратегии показує, що створені чорнова і чистова операції.



- Натисніть на кнопку Готово.

3. Використовуйте шаг Элементы  для створення другого отвору з діаметром 12 мм, зо розташовується: X=95 мм і Y=75 мм.

4. Використовуйте шаг Элементы , щоб створити ще один прямокутний карман з такими ж розмірами, що і перший, але розташований в X=55 мм, Y=15 мм.




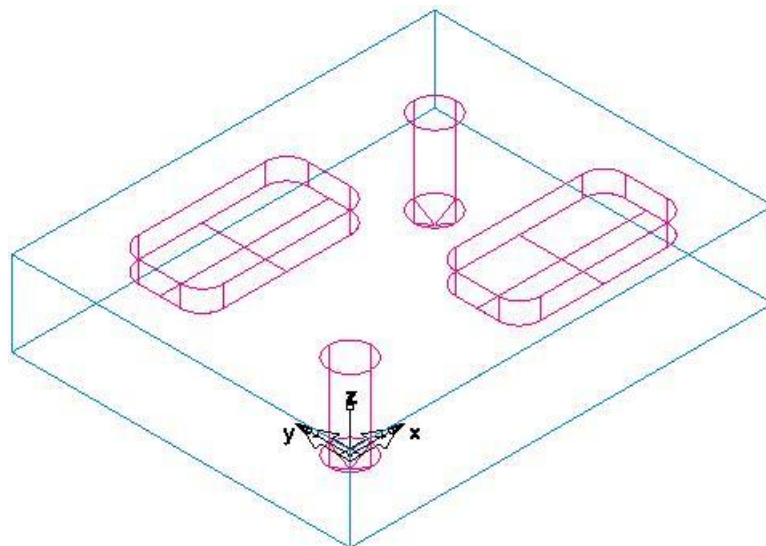
5. Виберіть Файл > Сохранить та збережіть проект як milling.fm.

3.2.3. Перегляд деталі

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

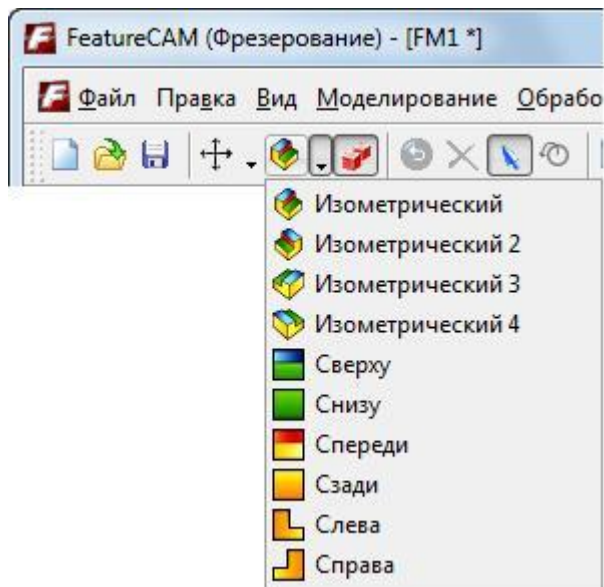


Щоб змінити вигляд на ізометричний, натисніть на кнопку Изометрический  на Стандартной панелі інструментів.

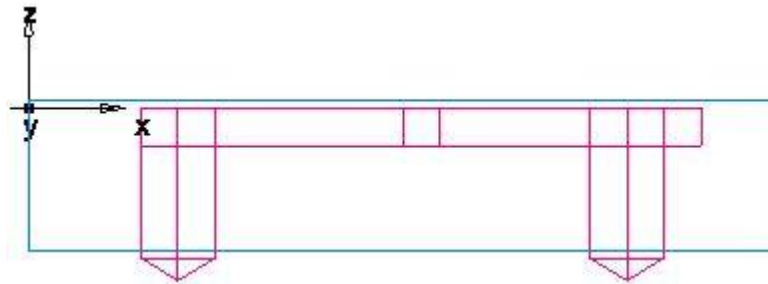



2. Щоб змінити вигляд на вид спереду, у кнопці-меню Основной вид





Натисніть на кнопку Спереди .



3. Натисніть на кнопку Изометрический  для повернення до ізометричного вигляду.



3.2.4. Імітація траєкторій

Після того як ви створили елементи, FeatureCAM автоматично вибирає найбільш підходящі інструменти та операції; рекомендує стратегії обробки; обчислює швидкості і подачі; генерує траєкторії і створює коди УП.

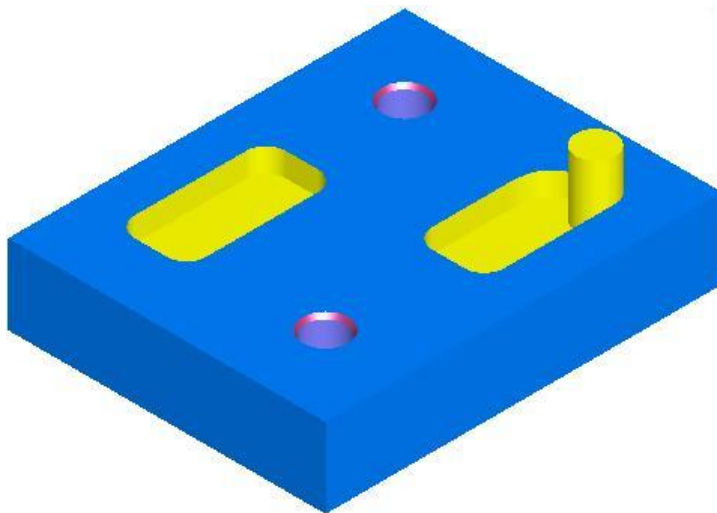
Щоб переглянути імітацію траєкторій:


1. Виберіть шаг Траектории  на панелі Шаги. Він викличе панель інструментів Имитация.




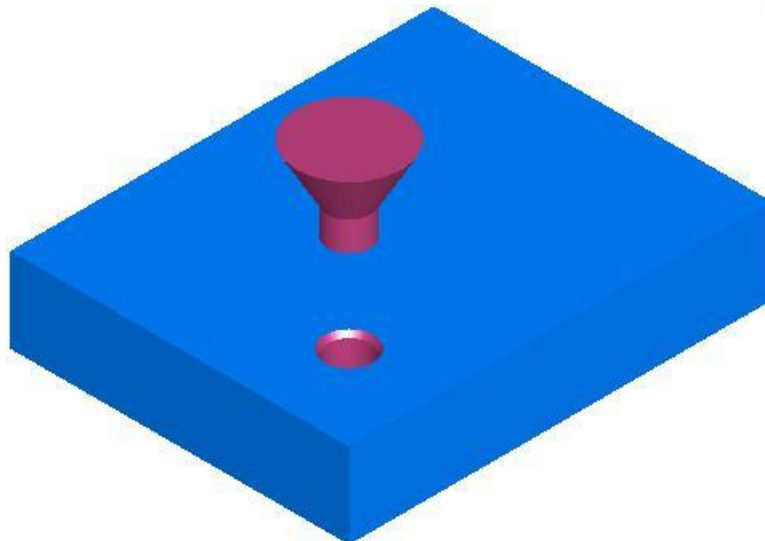
2. Натисніть на кнопку 3D імітація , а потім натисніть Пуск  для запуску імітації. Якщо з'явиться діалог Опції автопорядка, Натисніть ОК, для його закриття. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.

Відображається 3D візуалізація процесу різання.



- ✓ Якщо при імітації інструменти показані сірим, виберіть в меню Параметры > Імітація > Общие опцію Цвета інструмента, а потім натисніть ОК, щоб закрити діалог. Таким чином інструменти відображаються різними кольорами, і можна бачити, які елементи обробляються кожним з інструментів. Натисніть на кнопку Пуск  на панелі інструментів Імітація, щоб переглянути зміни.


3. Натисніть на кнопку До следующей операции  це покаже операцію центрування.

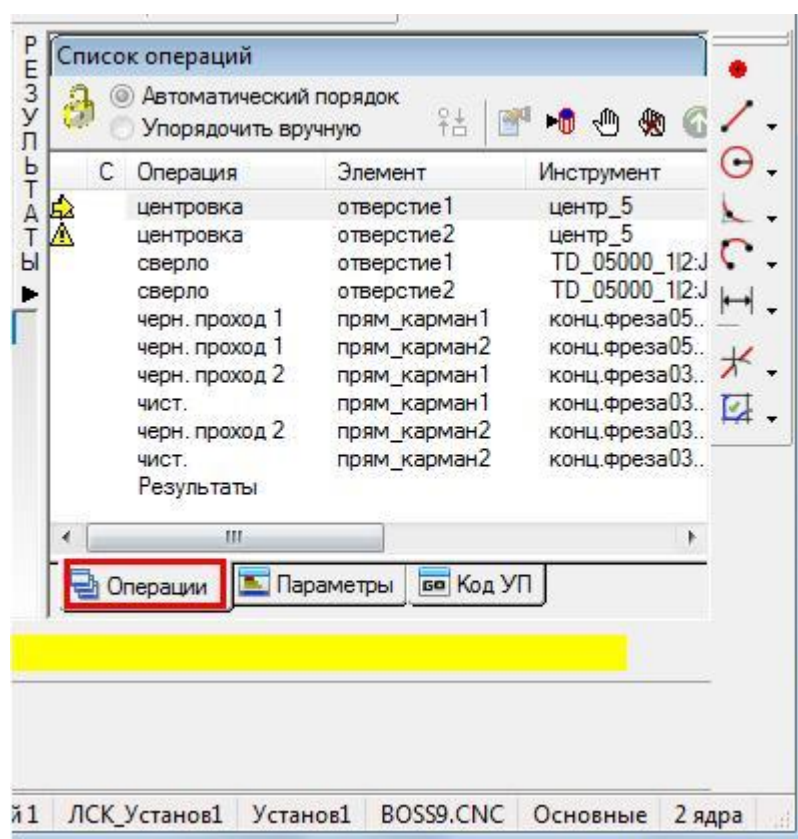


4. Повторіть крок 3, щоб переглянути кожну наступну операцію, доти, поки не закінчите імітацію.

5. Натисніть Сховати імітацію . Це видаляє панель інструментів Імітація.

3.2.5. Порядок операцій обробки

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




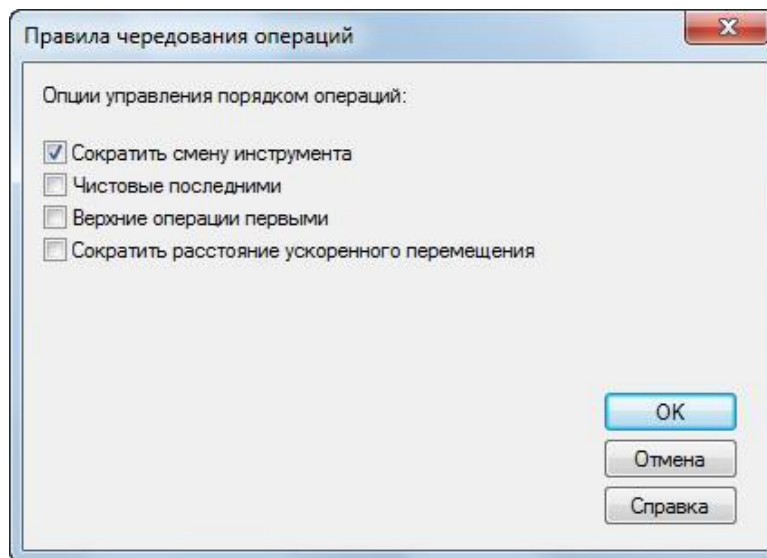
3.2.5.1 Автоматичний порядок операцій

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

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

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

- Натисніть на кнопку Опции автопорядка .
- У діалозі Правила чередования операций виберіть Сократить смену инструмента, зніміть вибір зі всіх інших опцій та натисніть ОК.



3. Запустіть імітацію для деталі.

- Виберіть шаг Траектории  на панелі Шаги. Він викличе панель інструментів Імітація.
- Натисніть на кнопку 3D імітація .
- Натисніть на кнопку Пуск .

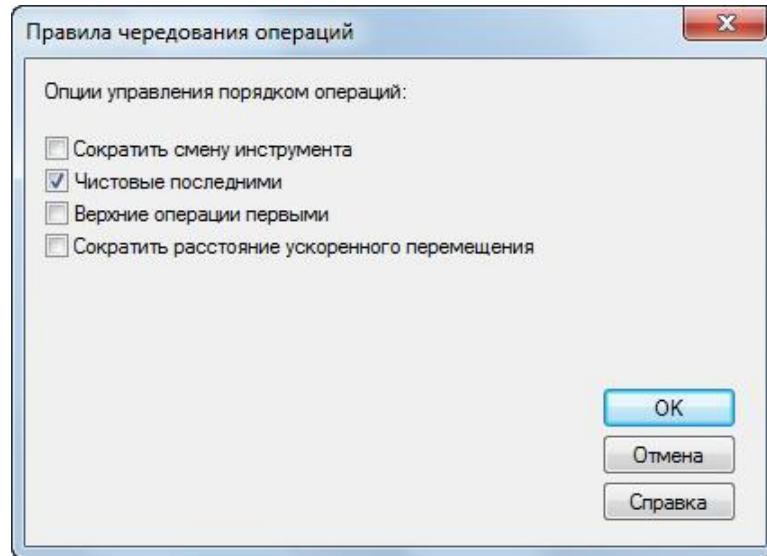
Якщо з'явиться діалог Опции автопорядка, натисніть ОК, щоб закрити його. Зверніть увагу, що спочатку імітація виконує всі центрування, потім все свердління, а потім чорнове і чистове фрезерування кишень.

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

4. Змініть автоматичне упорядкування, щоб перемістити чистові операції в кінець списку.


- Натисніть на кнопку Опции автопорядка .

- В діалогові Правила чередования операций виберіть Чистовые последние, зніміть вибір з усіх інших опцій і натисніть ОК.



Це змінить порядок операцій в Списке операций.

5. Запустіть імітацію для деталі.

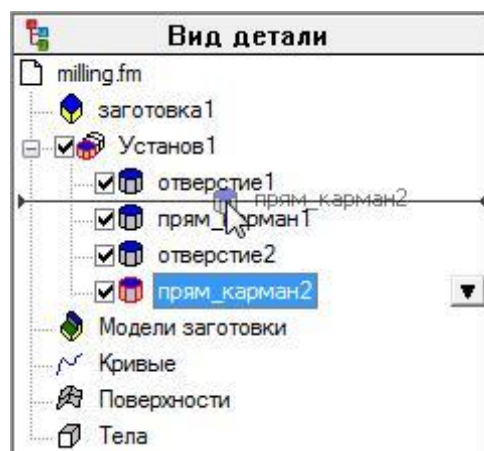
- На панелі інструментів Імітація натисніть на кнопку Пуск .

Чистові операції для двох карманів тепер виконуються останніми.


- Натисніть Стоп  коли імітація закінчена.

6. Змініть автоматичний порядок так, щоб він відповідав елементам на панелі Вид детали.

- Натисніть на кнопку Опции автопорядка .




- Зніміть вибір зі всіх опцій і натисніть ОК.

– Відкрийте панель *Вид детали*, натиснувши на . У дереві відображаються всі установи і елементи, які були створені.

– Натисніть на елемент *прям_карман2* в узлі *Установ1* і потягніть його догори над *отверстие2*.

7. Запустіть імітацію для деталі.

– На панелі інструментів *Імітація* натисніть на кнопку *Пуск* . Другий карман тепер ріжеться як другий елемент.

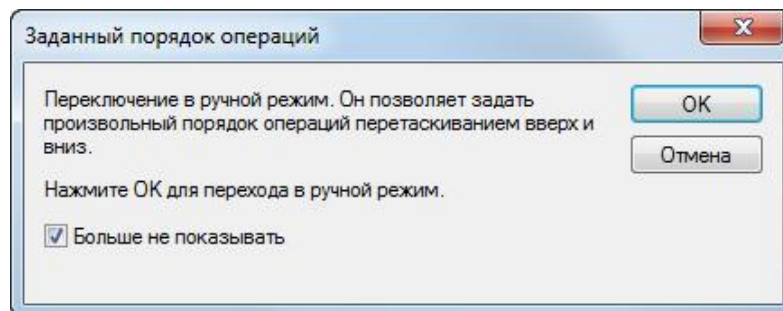
– Натисніть *Стоп* .

3.2.5.2 Опції ручного упорядкування

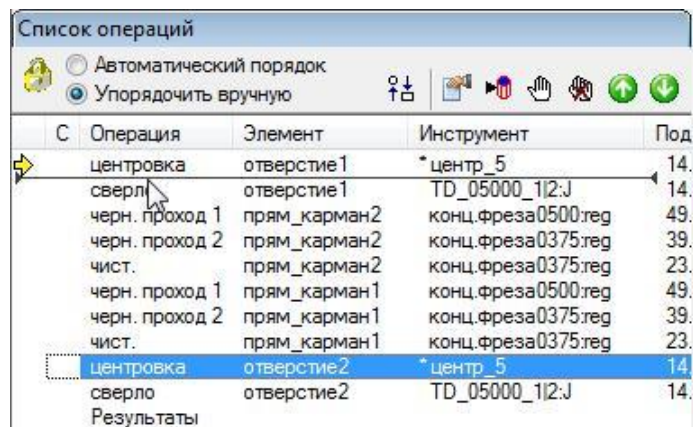
Автоматичний порядок операцій визначається набором правил. Також можна задати точний порядок операцій вручну.

1. Виберіть опцію *Упорядочить вручную* у вкладці *Операции*.

2. У діалозу *Заданный порядок операций* виберіть *Больше не показывать* і натисніть *ОК*.



3. Виберіть операцію *центровка* для *отверстие2* зі списку і потягніть її вгору та розташуйте над операцією *сверло* для *отверстие1*.



Список операций

Автоматический порядок
 Упорядочить вручную

| С | Операция | Элемент | Инструмент | Под |
|---|----------------|--------------|--------------------|-----|
| | центровка | отверстие1 | *центр_5 | 14. |
| | сверл | отверстие1 | TD_05000_1 2:J | 14. |
| | черн. проход 1 | прям_карман2 | конц.фреза0500:reg | 49. |
| | черн. проход 2 | прям_карман2 | конц.фреза0375:reg | 39. |
| | чист. | прям_карман2 | конц.фреза0375:reg | 23. |
| | черн. проход 1 | прям_карман1 | конц.фреза0500:reg | 49. |
| | черн. проход 2 | прям_карман1 | конц.фреза0375:reg | 39. |
| | чист. | прям_карман1 | конц.фреза0375:reg | 23. |
| | центровка | отверстие2 | *центр_5 | 14. |
| | сверло | отверстие2 | TD_05000_1 2:J | 14. |
| | Результаты | | | |

4. Запустіть імітацію для деталі.


– На панелі інструментів Імітація натисніть на кнопку Пуск .

Імітація виконує операції в новому порядку.

– Натисніть Стоп , коли імітація закінчиться.

5. Виберіть Автоматический порядок для повернення до автоматичного упорядкування.

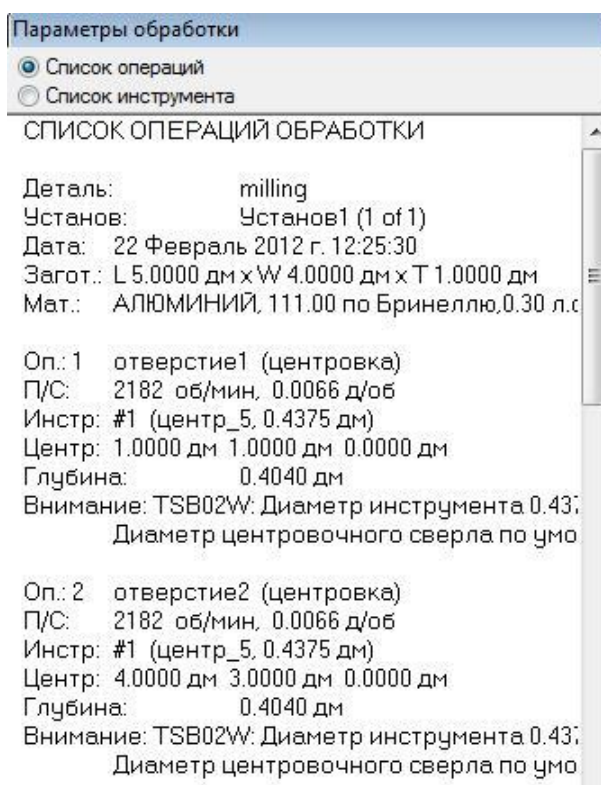
6. Натисніть ОК, щоб закрити діалог Правила чередования операций.

✓ Якщо ви хочете стерти імітацію і прибрати панель інструментів Імітація, натисніть Скрыть имитацию .

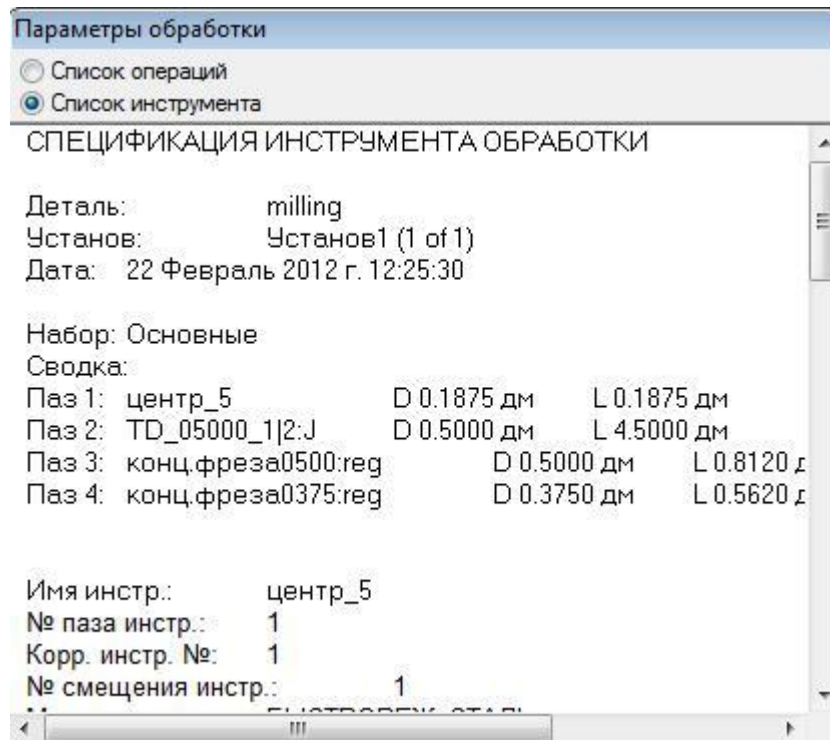
3.2.6. Відомості про проект

Поряд з візуалізацією обробки деталі імітація також створює повні списки інструменту і операцій. Вибір інструментів здійснюється на базі інструментів. Можна роздрукувати всю цю інформацію для використання в якості технологічної карти оператора.

Натисніть на вкладку Параметры у вікні Результаты, щоб відобразити Список операций обработки.



2. Виберіть опцію Список инструмента у верхній частині вкладки Параметры, щоб показати аркуш СПЕЦИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА ОБРАБОТКИ. Він містить всі інструменти, які використовуються для створення деталі, на основі обраного набору.

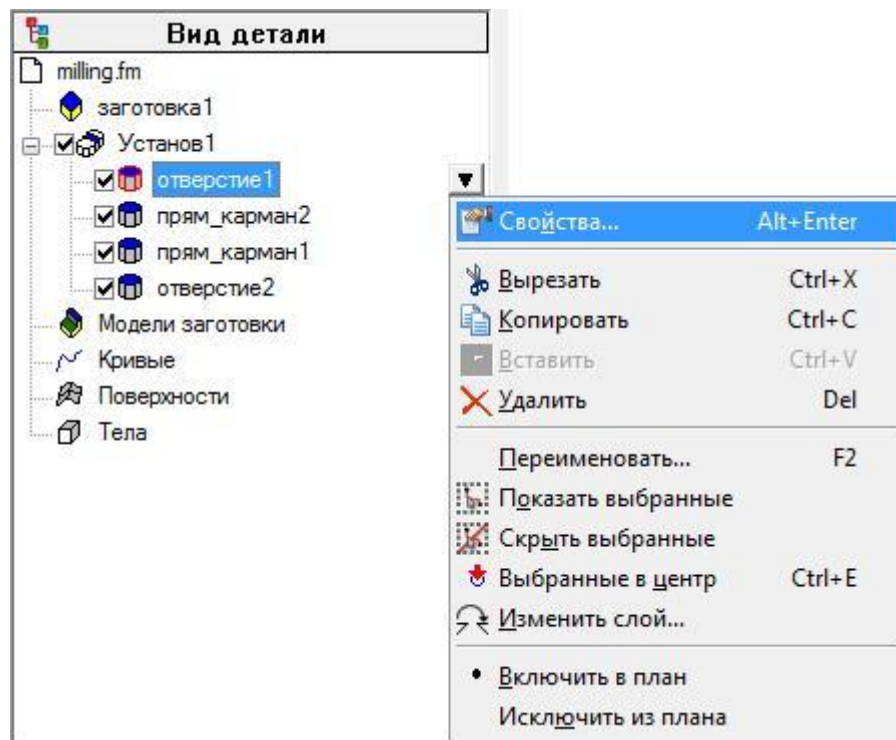


✓ Цю документацію можна роздрукувати за допомогою команди: Файл > Печать.

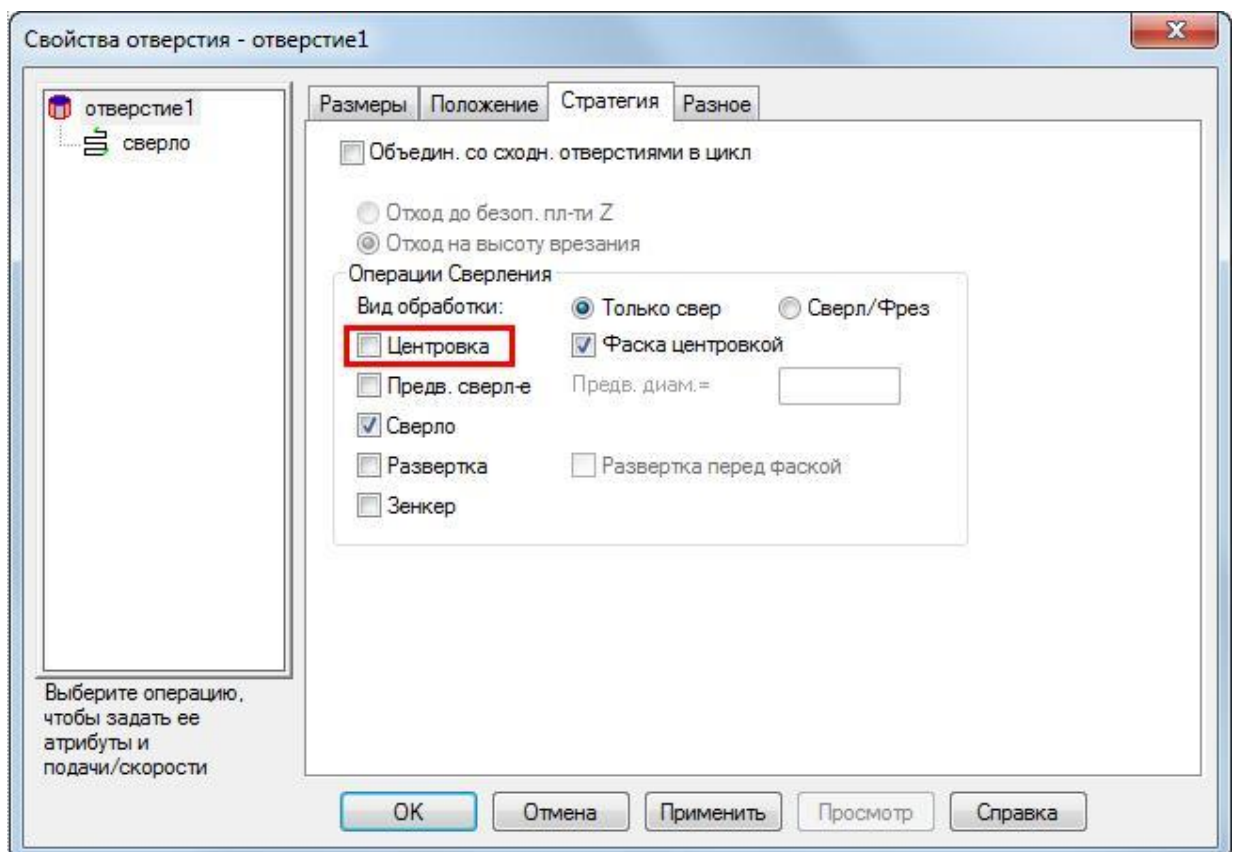
3.2.7. Керування стратегіями

Можна керувати стратегіями, що використовуються у виготовленні деталі, з діалогу властивостей.


1. Відкрийте панель Вид детали.
2. Клацніть правою кнопкою по елементу отверстие1 у вузлі Установ1 і виберіть опцію Свойства.





3. У діалогу Свойства:




- Виберіть вкладку Стратегия
- Зніміть вибір з опції Центровка
- Натисніть OK.

4. Виберіть шаг Траектории  на панелі Шаги.

5. На панелі інструментів Имитация Натисніть на кнопку 3D имитация , а потім Пуск  для запуску імітації.

✓ Тепер в першому отворі немає центрування. Якщо переглянути список операцій, то можна помітити, що тепер там тільки одна операція центрування. FeatureCAM оптимізує процес виготовлення деталі, але ви керуєте ступенем автоматичної оптимізації.

6. Натисніть Скрыть имитацию . Це видалить панель інструментів Имитация.

3.2.8. Створення коду керуючої програми (КП)

FeatureCAM генерує код КП для виготовлення деталей на верстатах з ЧПК. Ви можете згенерувати код КП після того, як імітували деталь, тобто після обчислення траєкторій.


1. Виберіть шаг Код УП  на панелі Шаги. Це відкриє діалог Код УП.

2. Натисніть на кнопку УП  для створення кода КП.

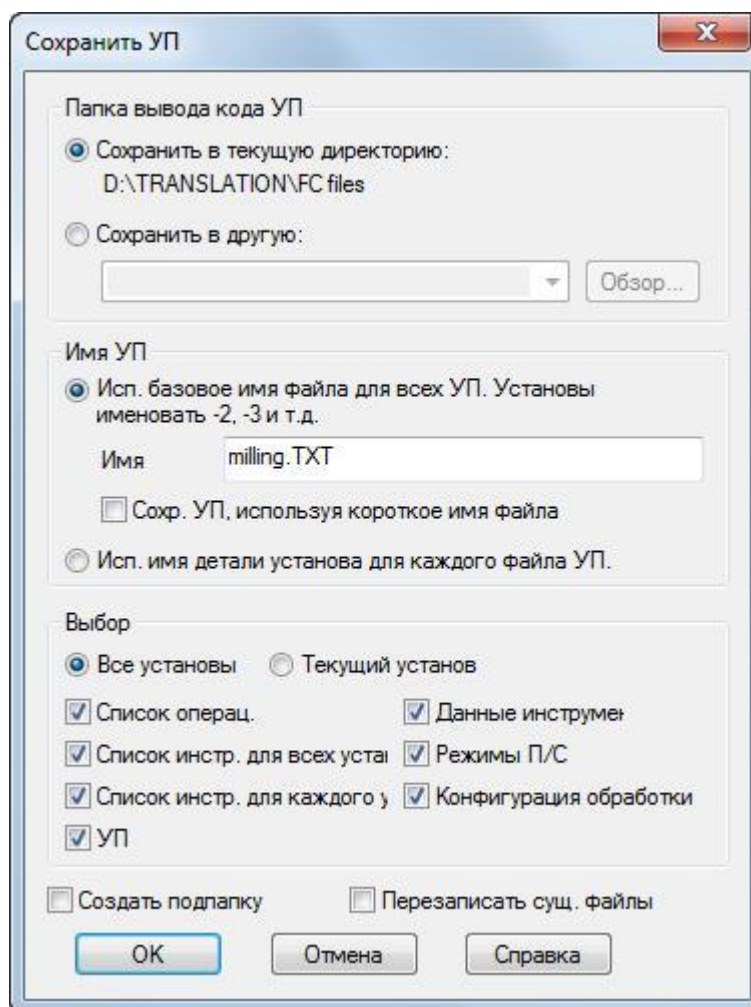
3.9. Карта налаштування інструмента

Щоб змінити положення інструментів в пристрої зміни інструмента:

1. Виберіть шаг Код УП  на панелі Шаги. Це відкриє діалог Код УП.

2. Натисніть на кнопку Карта наладки инструмента  Це відобразить Карту наладки инструмента, що показує поточний порядок інструментів.

3. У діалогому Сохранить УП прийміть ім'я файлу та папку за замовчуванням, і натисніть ОК.



3.3 Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі Delcam FeatureCAM створити необхідні елементи фрезерної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата з ЧПК.

Основною метою даного завдання є вивчення команд панелі інструментів «Елементи» для фрезерної операції. В процесі виконання роботи студент повинен навчитись керувати стратегією обробки певних елементів, змінювати порядок операцій та розташування інструменту, керувати опціями автоупорядкування. Знати та вміти створювати елементи фрезерування та масиви на їх базі.

Варіанти завдань наведено у додатку В, ст. 96.

Приклад виконання завдання наведено у додатку Е, ст. 107.

3.4 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Тема та мета заняття.
2. Індивідуальне завдання.
3. Розробка керуючої програми фрезерної обробки:
 - вигляд та розміри заготовки;
 - елементи та контури для генерування керуючої програми;
 - операції та їх основні характеристики;
 - код керуючої програми;
 - модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

3.5 Контрольні запитання

1. Які елементи фрезерування можна створити без попереднього створення контурів.
2. Призначення та особливості використання елементів: стінка, виступ, канавка, карман.
3. Опишіть методи зміни порядку операцій.
4. Опцій авто налаштування.
5. Керування стратегіями обробки.
6. Обґрунтуйте необхідність та методику зміни постпроцесору.
7. Яким чином можна отримати інформацію про проект.
8. Методи збереження коду керуючої програми.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №4

3.5D-ФРЕЗЕРУВАННЯ В DELCAM FEATURECAM

4.1 Мета заняття

Ознайомитися з методикою створення різних типів поверхонь у системі DELCAM FeatureCAM. Навчитись створювати керуючі програми для обробки складних поверхонь.

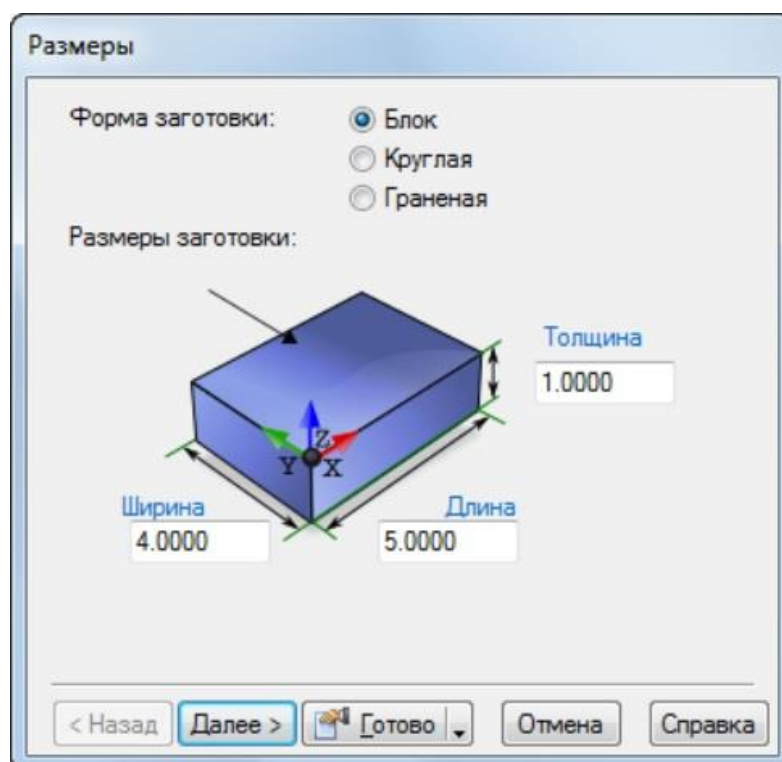
4.2 Приклад створення типової деталі 3.5D-фрезерної обробки

Даний приклад знайомить студентів методикою моделювання 3D поверхонь, та їх обробкою за допомогою елементів фрезерування поверхонь. Визначенням операцій обробки та їх атрибутів.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1, однак у якості типу обробки необхідно вибирати *Фрезерование*, одиниці вимірювання – дюйми.

4.2.1. Визначення заготовки

1. На сторінці *Размеры* майстра *Заготовка*:

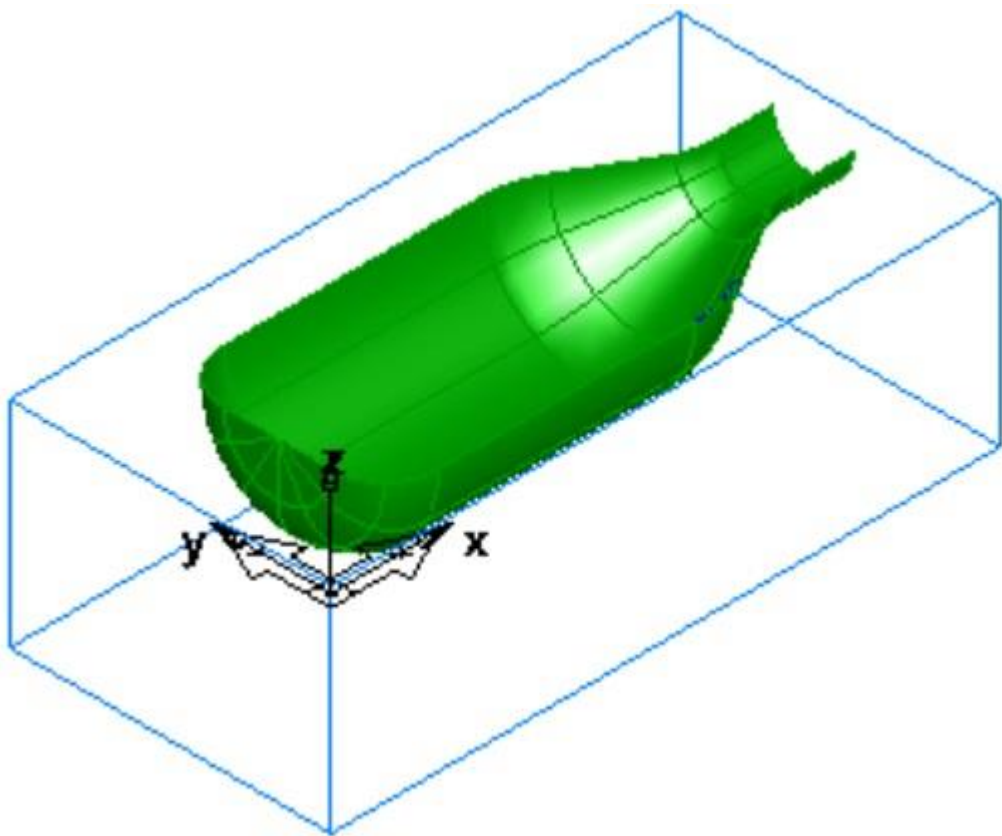


- Введіть Толщину 2.
- Введіть Ширину 3.
- Введіть Длину 6,25.
- Натисніть Готово.

2. Натисніть ОК, для прийняття значень за замовчування у діалоговому вікні Свойства заготовки.

4.2.2. Визначення геометрії



Цей розділ показує, як проектувати деталь.

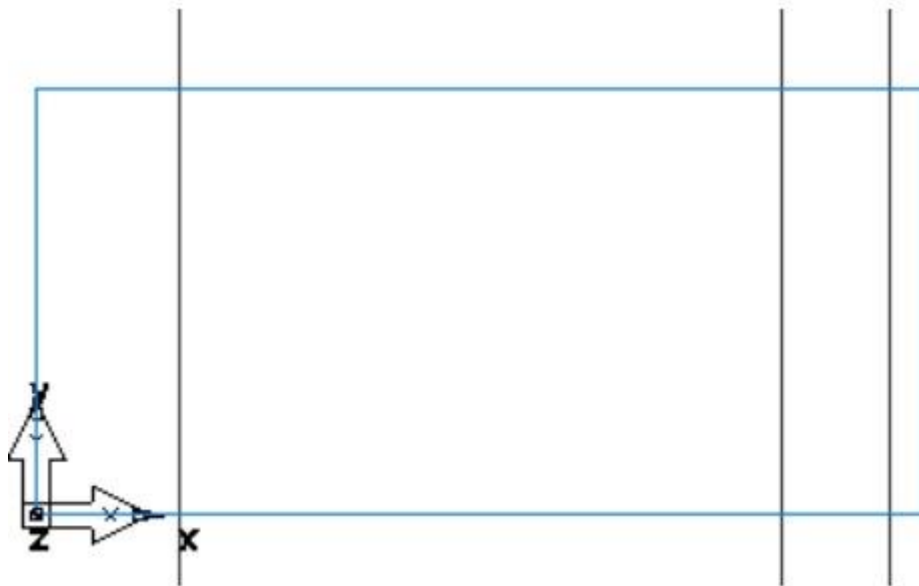


1. У меню виберіть Вид > Панелі інструментів, у розділі Панелі інструментів:



- Виберіть Дополнительная.
- Виберіть Геометрия.
- Натисніть ОК.

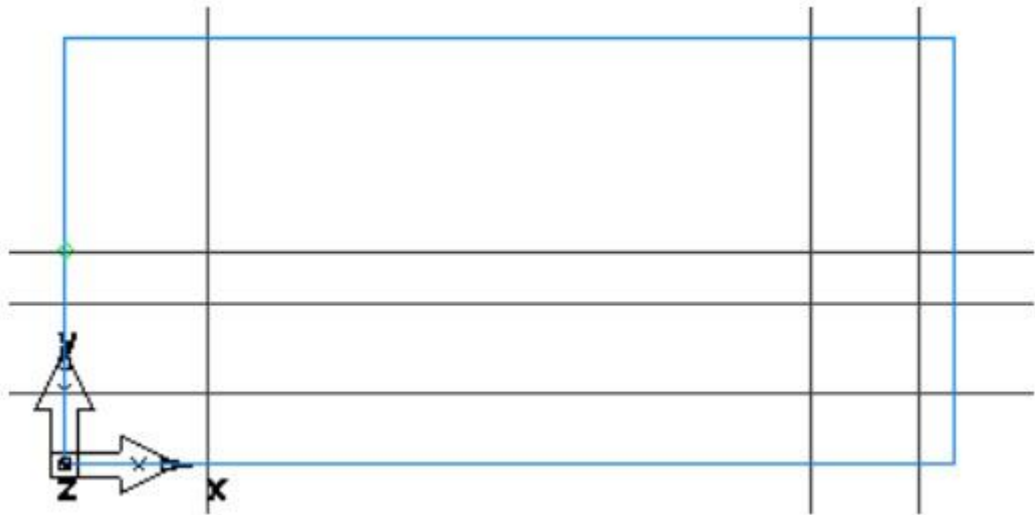
2. Створіть три вертикальні лінії

- На панелі інструментів Геометрия виберіть Вертикальная  у меню Линия .
- На панелі Редактирование элемента/геометрии введіть для XYZ X 1, Z 0 і натисніть Enter.
- Створіть другу лінію, вказавши для XYZ X 5.25, Z 0, і натисніть Enter.
- Створіть третю лінію, вказавши для XYZ X 6, Z 0, і натисніть Enter.





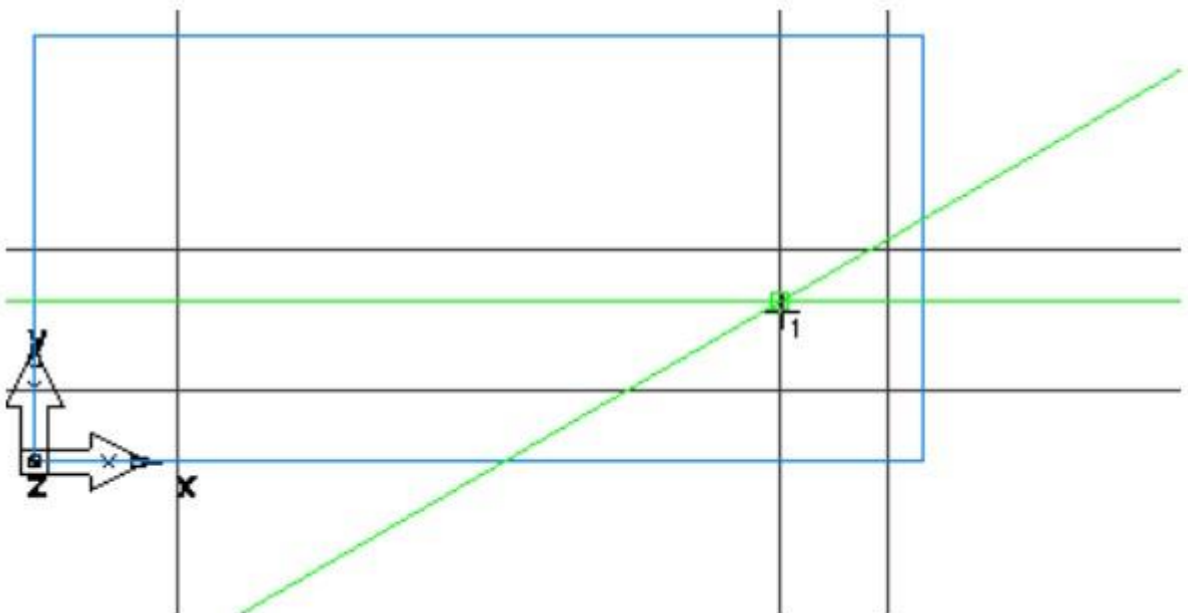
3. Створіть три горизонтальні лінії:

- На панелі інструментів Геометрия виберіть Горизонтальная  у меню Линия .
- Введіть для XYZ Y 0.5, Z 0 і натисніть Enter.
- Створіть другу лінію, вказавши для XYZ Y 1.125, Z 0, і натисніть Enter.
- Створіть третью лінію, вказавши для XYZ Y 1.5, Z 0, і натисніть Enter.





4. Створіть лінію через точку:

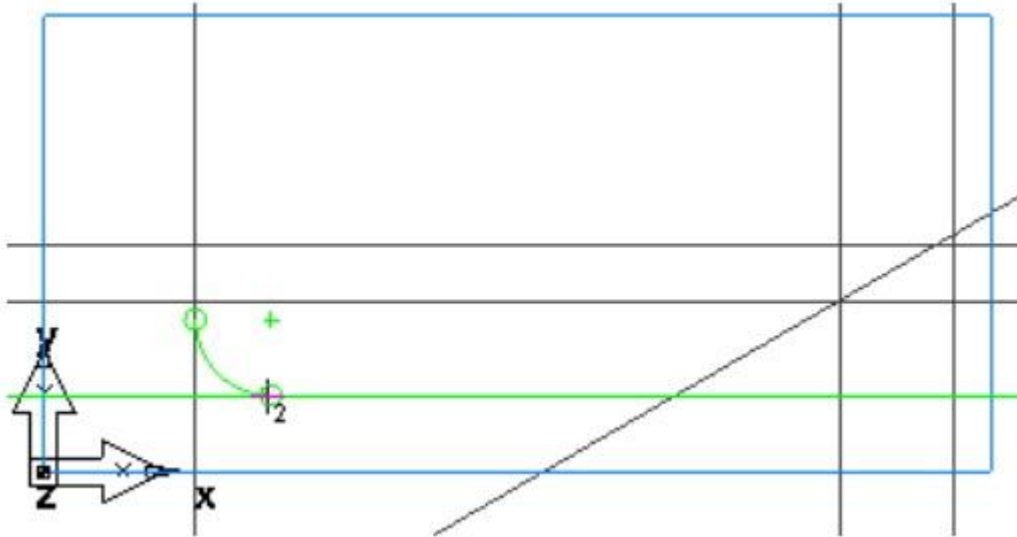
- На панелі інструментів *Геометрия* виберіть *Точка*, *Угол*  у меню *Линия* .
- На панелі *Редактирование элемента/геометрии* введіть кут $\angle 30$.
- В графічному вікні клацніть у точку перетину другої горизонтальної і другої вертикальної ліній у точці 1, щоб створити лінію через точку.



5. Створіть дуги.

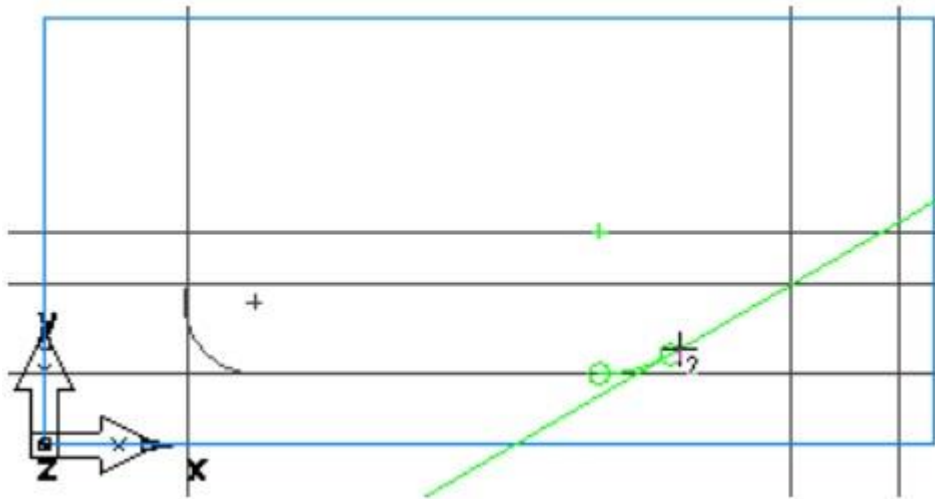
- На панелі інструментів *Геометрия* виберіть *2 точки*, *Радиус*  у меню *Дуга* .

- На панелі *Редактирование элемента/геометрии* введіть радіус R 0.5 і клацніть по вертикальній лінії поруч з точкою 2 і по горизонтальній лінії поруч з точкою 3.

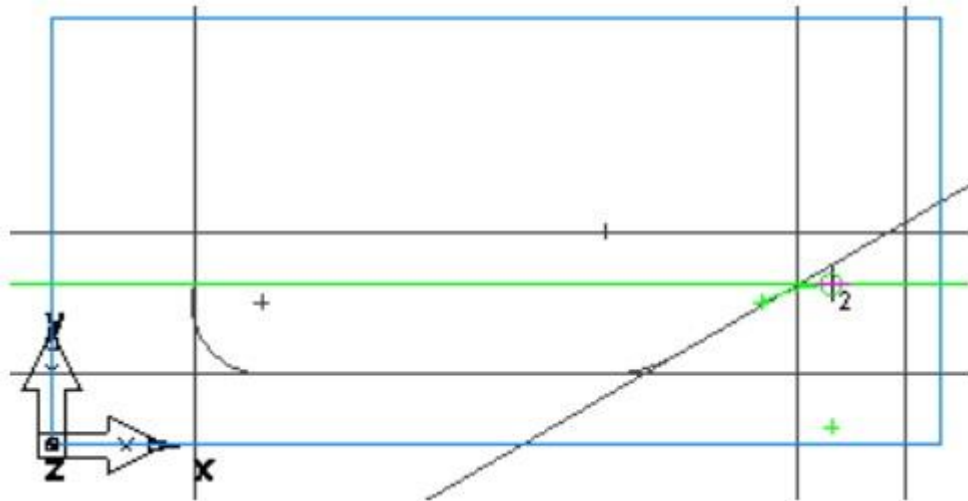


- Створіть другу дугу:


- На панелі *Редактирование элемента/геометрии* введіть радіус R 1.0 і клацніть по горизонтальній лінії поруч з точкою 4 і по похилій лінії поруч з точкою 5.



- Створіть третью дугу, клацнувши по похилій лінії поруч з точкою 6 і горизонтальній лінії поруч з точкою 7.

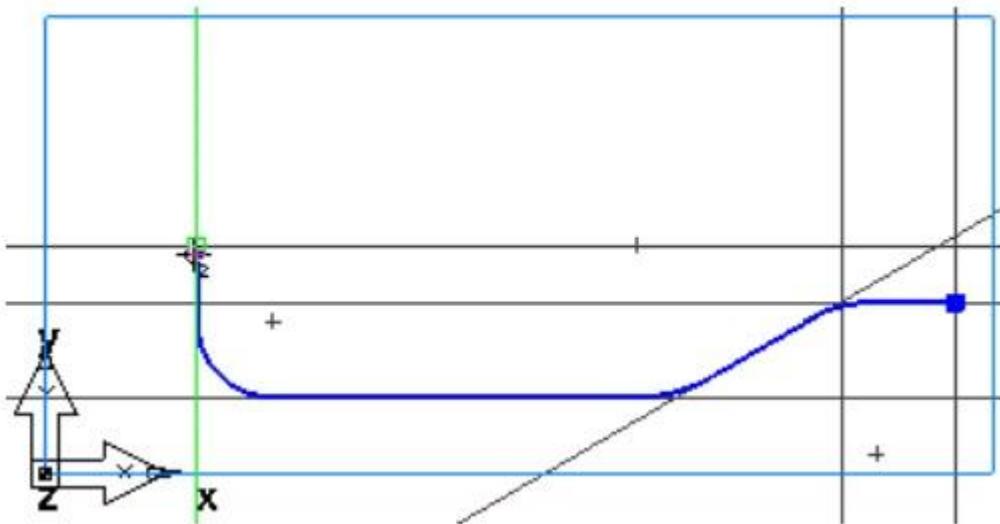


6. Для обробки деталі необхідно об'єднати криві.


- Виберіть шаг Кривые  на панелі Шаги.
- У діалогові Создание линий виберіть кнопку Выбор участков кривой

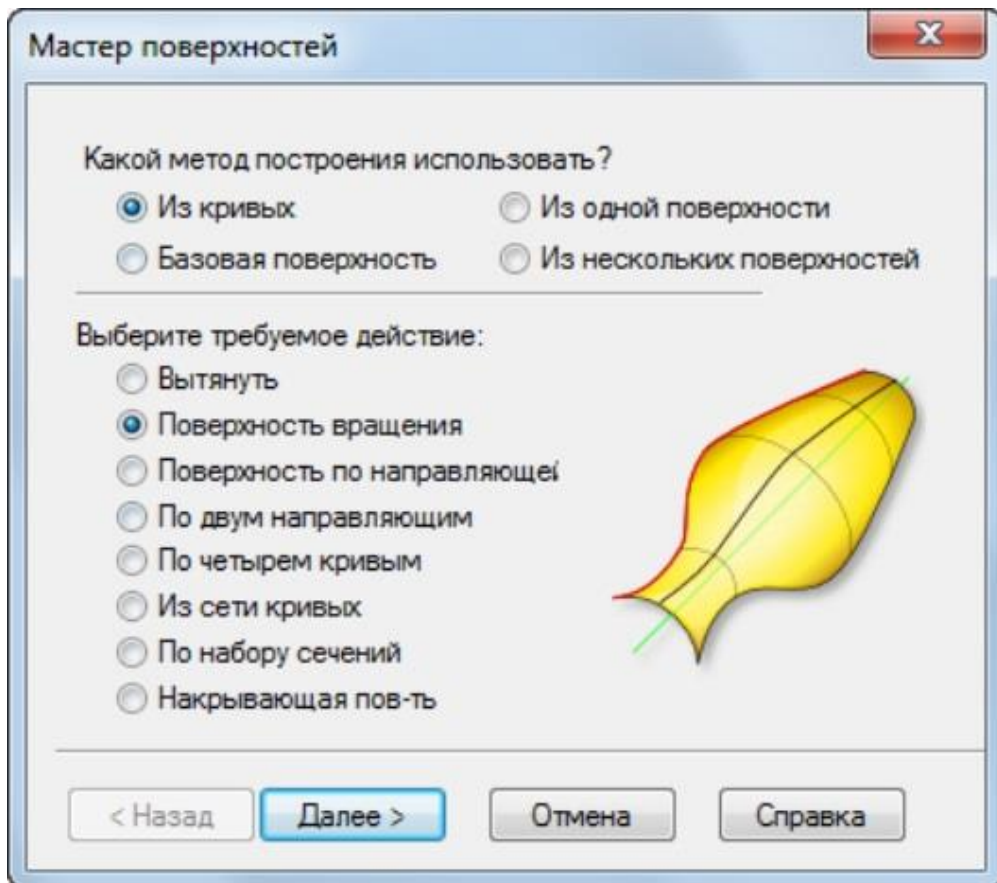


- Клацніть на перетині вертикальної та горизонтальної ліній у точці 8 і на перетині вертикальної та горизонтальної ліній у точці 9.

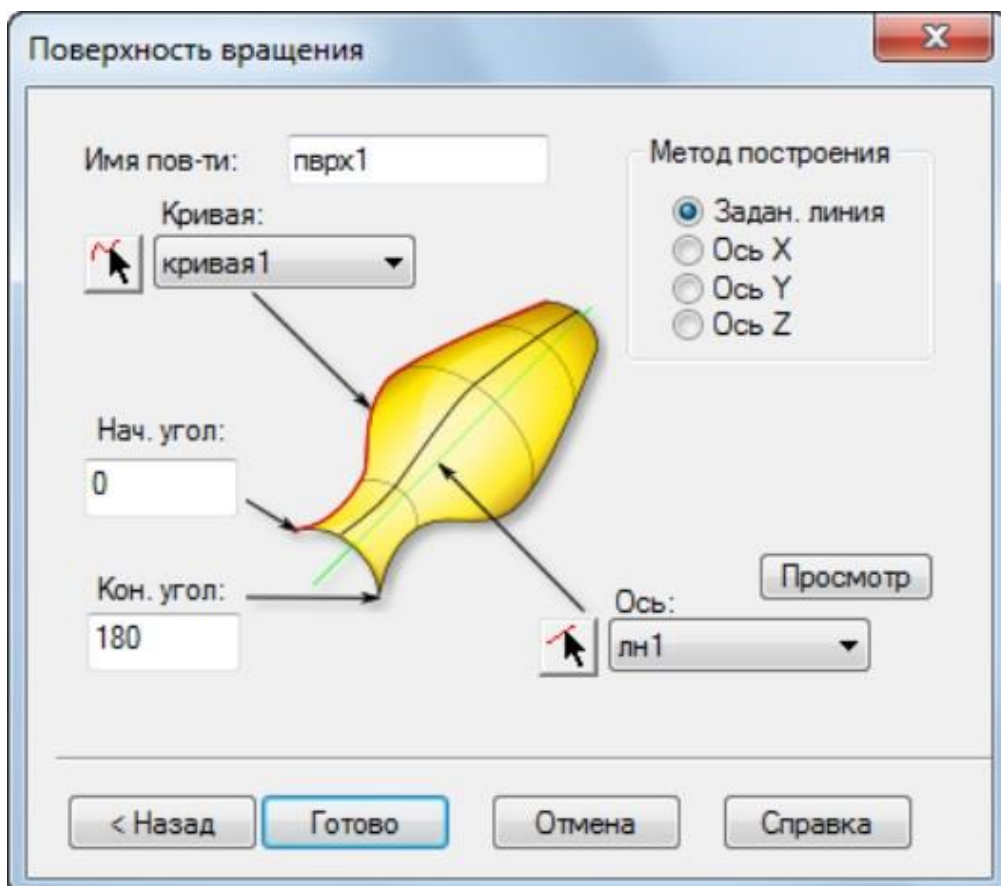



4.2.3. Створення поверхні пляшки

1. Виберіть крок Поверхности  на панелі Шаги.
2. У Мастере поверхностей виберіть Поверхность вращения і натисніть Далее.



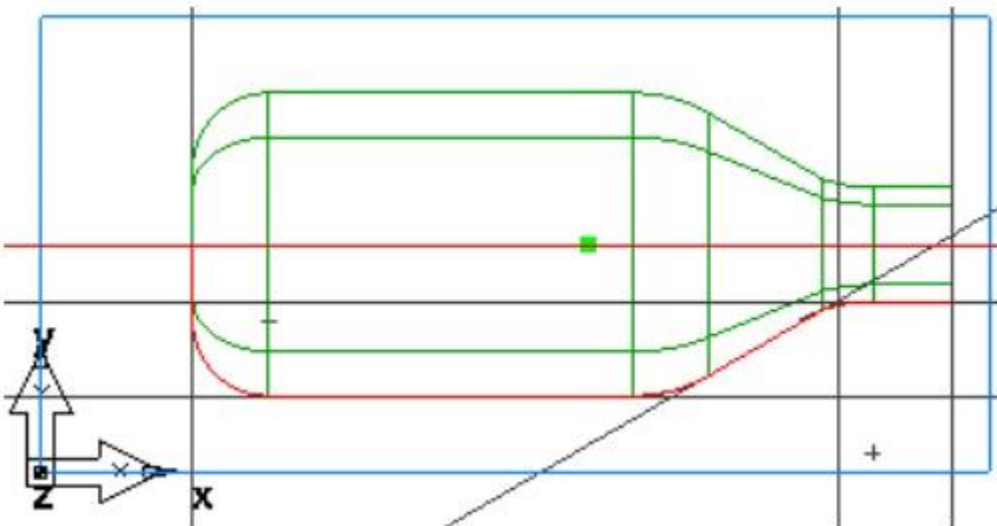
3. На сторінці Поверхность вращения:




- Введіть Начальный угол 0.
- Введіть Конечный угол 180.
- FeatureCAM автоматично вибирає створену криву у полі Кривая.
- У полі Ось натисніть на кнопку Выбрать линию  і виберіть горизонтальну лінію поруч з точкою 1.

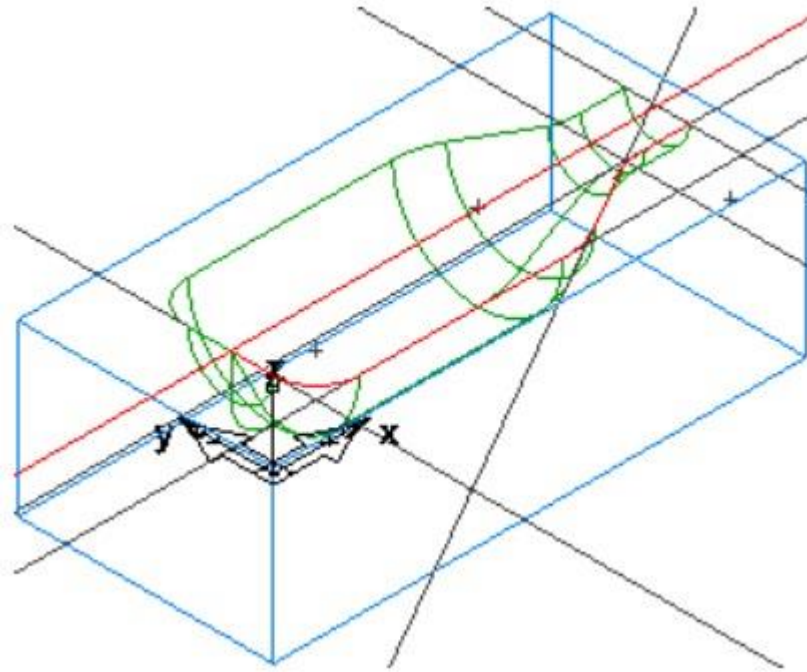


Натисніть Готово.



4.2.4. Перегляд деталі

1. Щоб змінити вид на ізометричний, натисніть на кнопку Изометрический  на Стандартной панелі інструментів.



2. Керувати відображенням деталі можна за допомогою панелі Параметри просмотра.

– Виберіть у меню Параметри > Просмотр. Відкриється діалог Параметри просмотра.

– Виберіть опцію Только границы поверхностей і натисніть Применить.



Це відобразить поверхні тільки як їх зовнішні контури. Ніяких додаткових ліній всередині поверхні зображено не буде. Це робить відображення великих моделей набагато більш швидким.



– Зніміть вибір з опції Только границы поверхностей і натисніть Применить.

Це покаже поверхні з лініями всередині поверхні. Це допомагає візуалізації, але для великих моделей це може викликати уповільнення відображення деталі.

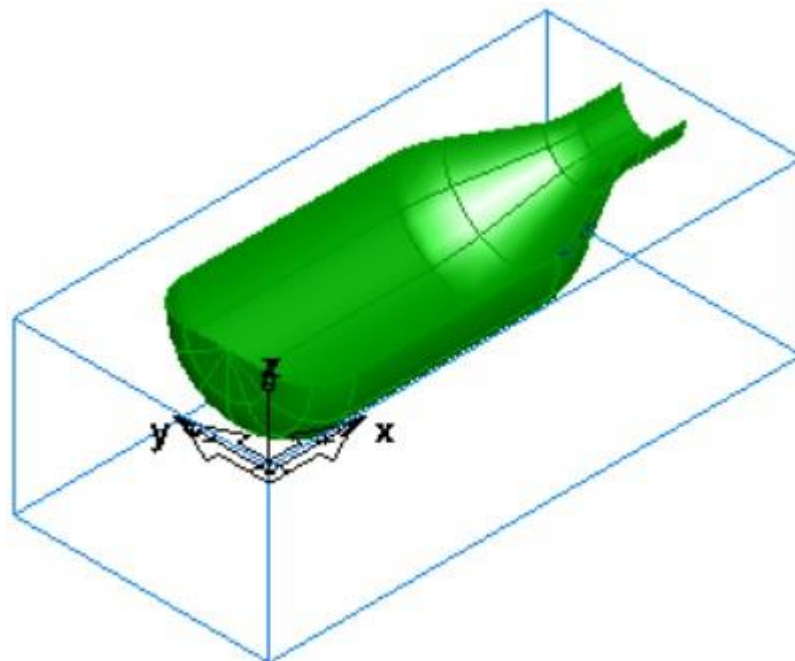
– Введіть Четкость поверхности Каркас 20 і натисніть Применить.

Це відобразить більше ліній у поверхні. Зменшення значення Четкости поверхности покращує якість відображення, проте це може сповільнити графіку.

3. У меню Скрыть  на панелі інструментів Дополнительная натисніть на кнопку Скрыть всю геометрию .


4. У меню Показать  на панелі інструментів Дополнительная натисніть на кнопку Показать все поверхности .

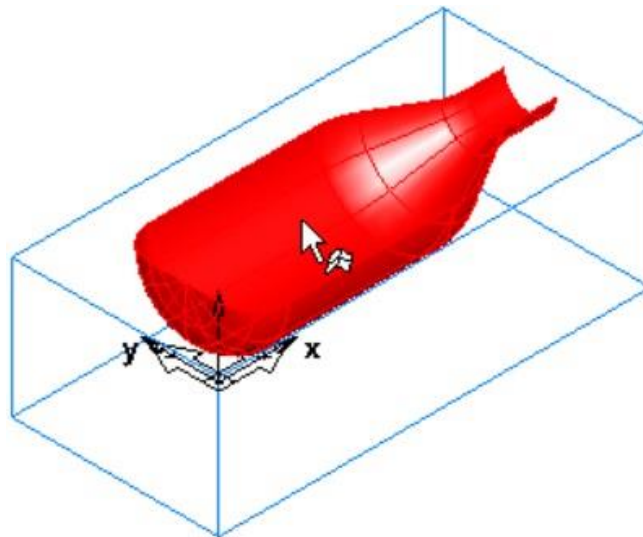
5. Натисніть на кнопку Закрасить  на Стандартной панелі інструментів, щоб закрасити деталь.



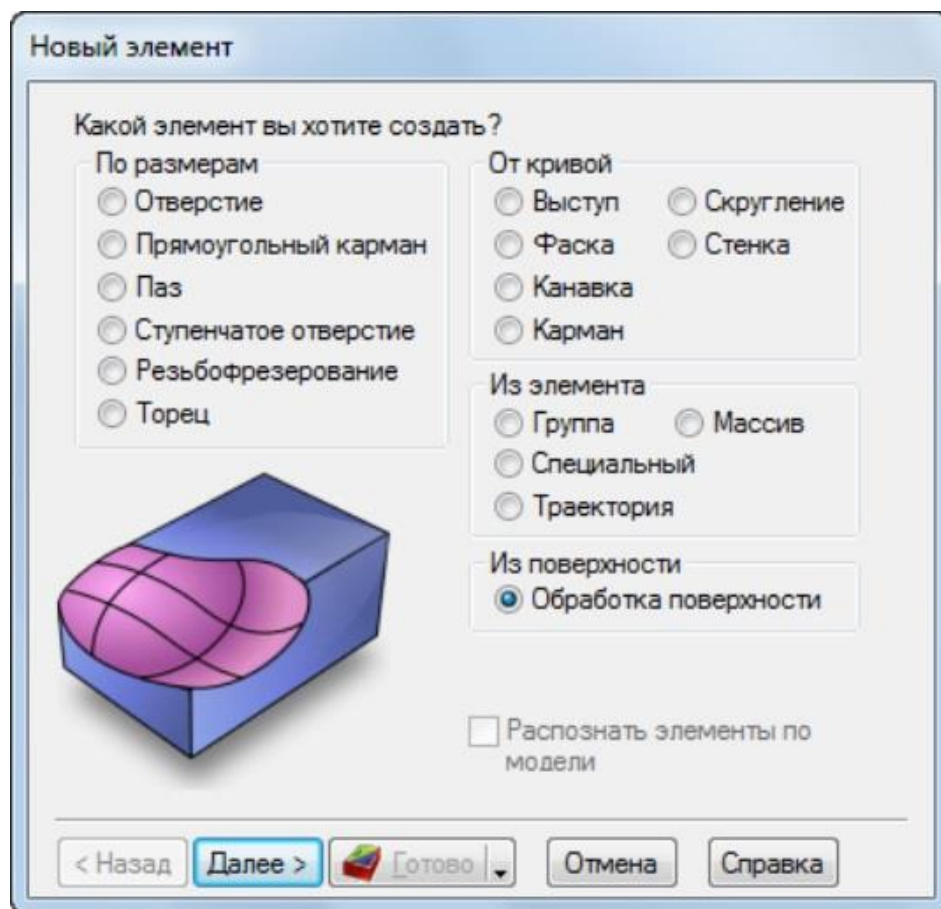
4.2.5. Створення елемента Обработка поверхности

Даний розділ показує, як створювати елементи поверхні. Та після їх створення послідовність генерування траєкторій для декількох поверхонь, використовуючи набір 3D стратегій.

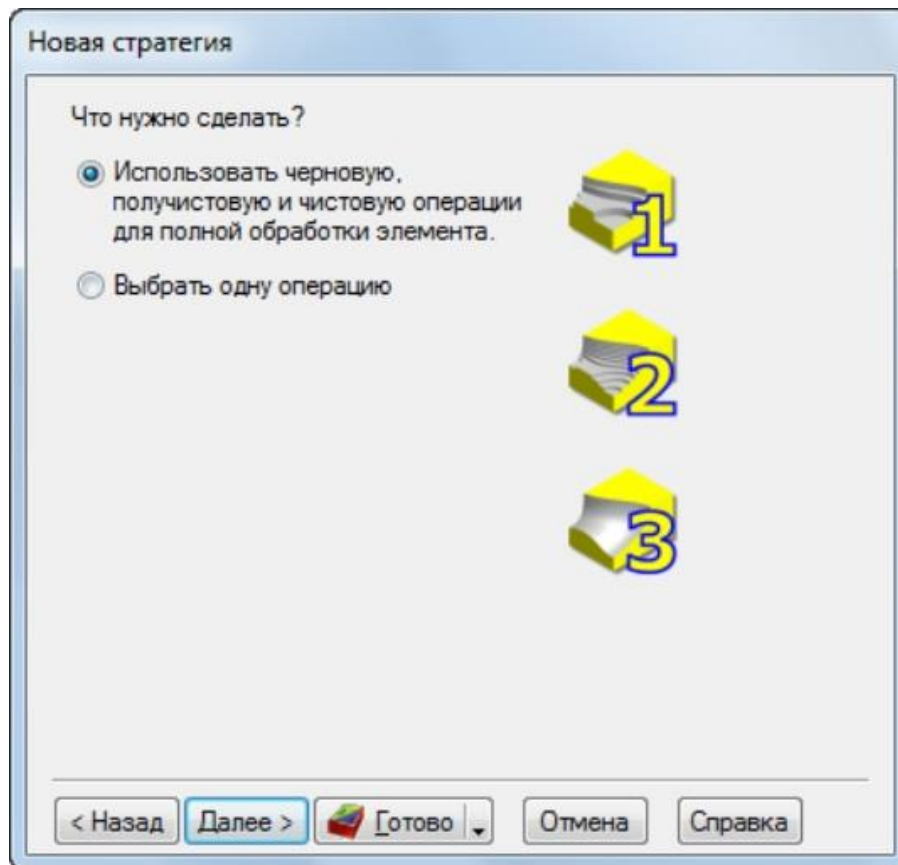
1. На панелі інструментів Стандартная натисніть на кнопку Выбор  та виберіть поверхность (пврх1). Обраний об'єкт стає червоним.



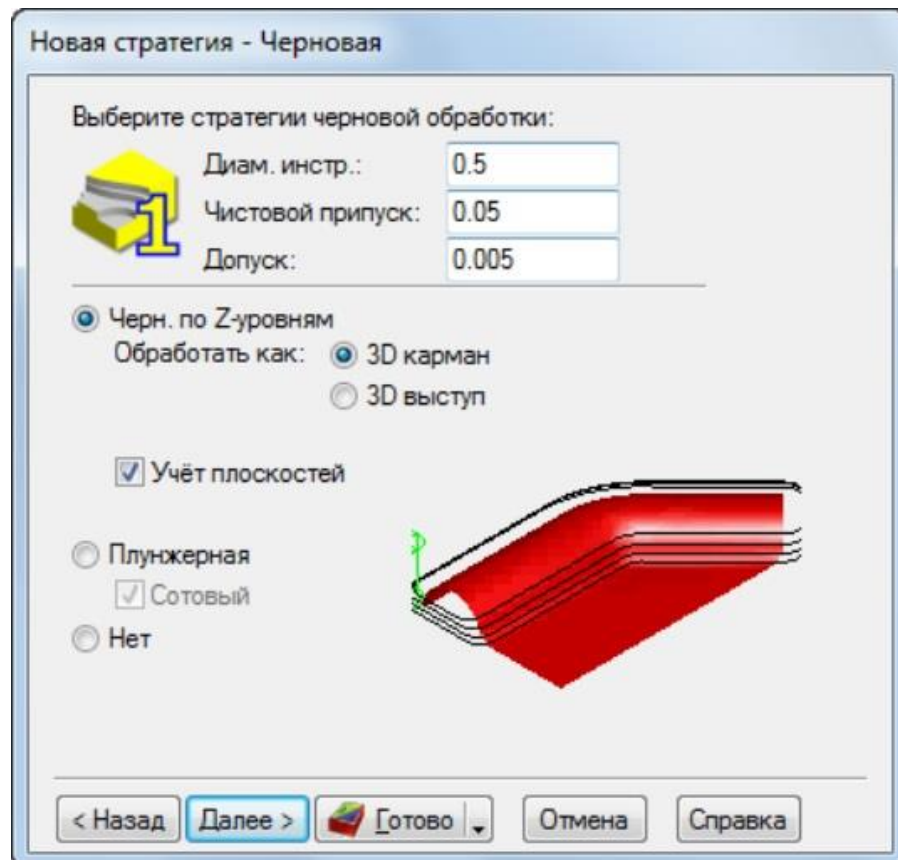
2. Виберіть крок Элементы на панелі Шаги.
3. В майстрі Новый элемент у розділі Из поверхности виберіть опцію Обработка поверхности та натисніть Далее.



4. На сторінці Поверхность деталі натисніть Далее.
5. На сторінці Новая стратегия виберіть опцію Выбрать черновую, лучистовую и чистовую... та натисніть Далее.

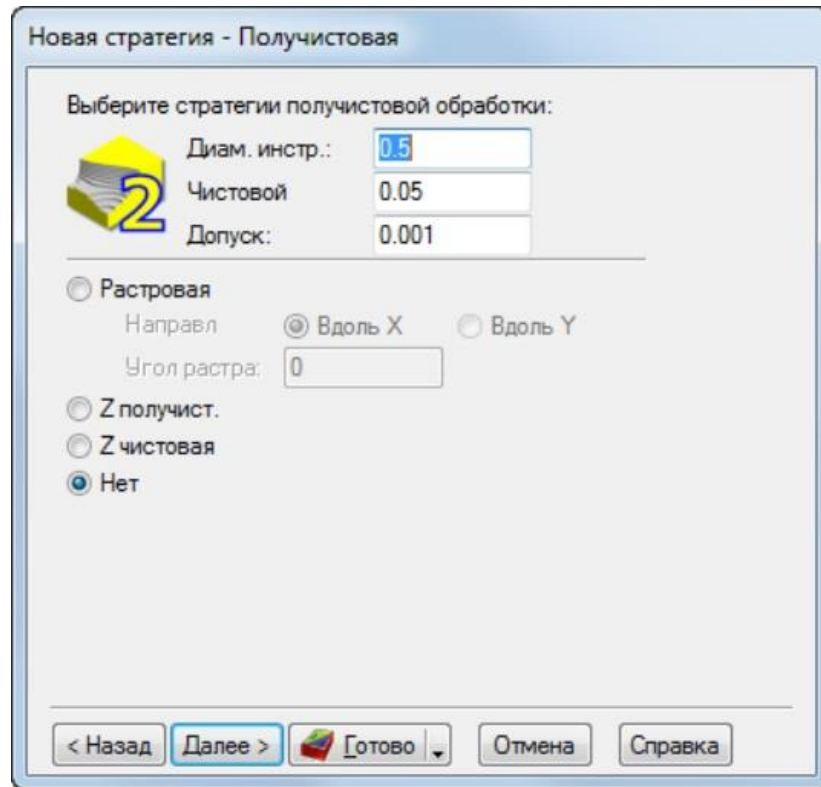


6. На сторінці Черновая:

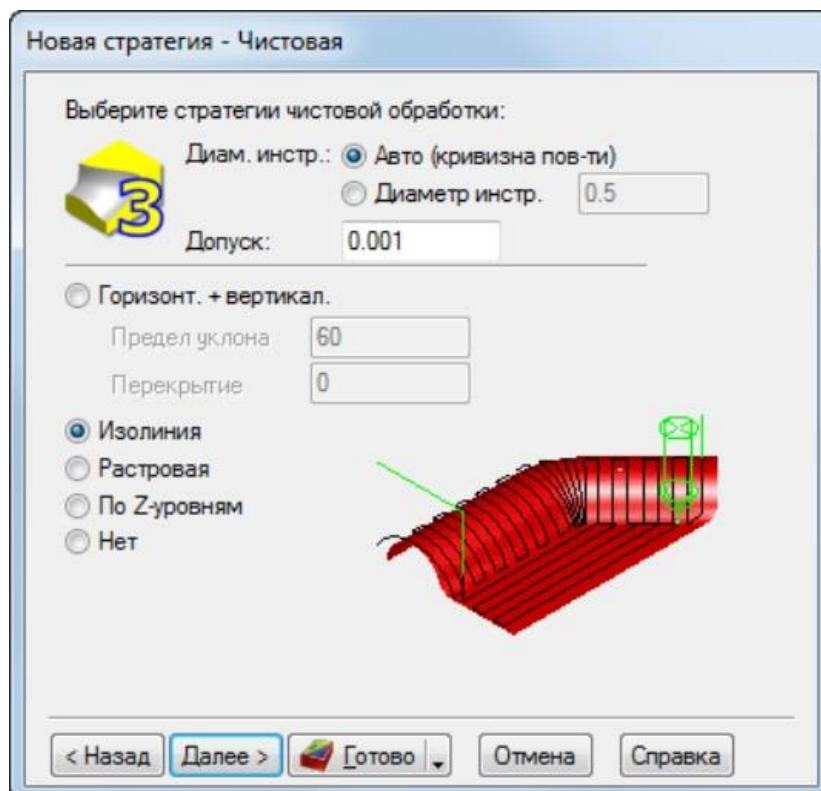


– Виберіть опцію Черновая по Z-уровням.

- Виберіть Обработать как 3D карман.
 - Натисніть Далее.
7. На сторінці Получистовая виберіть Нет і натисніть Далее.



8. На сторінці Чистовая виберіть Изолиния.





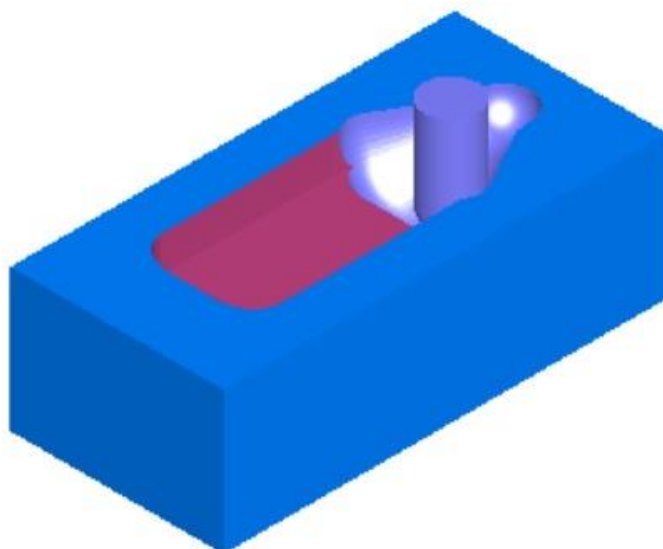
9. Натисніть на кнопку Готово.

4.2.6. Імітація траєкторій


Щоб подивитись імітацію траєкторії:

1. Виберіть крок Траєктории  на панелі Шаги. Він відкриє панель інструментів Імітація.

2. Натисніть на кнопку 3D імітація , та клацніть по кнопці Пуск  для запуску імітація. Якщо з'явиться вікно Опции автопорядка, натисніть ОК, для його закриття. Це приймає опції упорядкування за замовчуванням.



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

3. Натисніть Скрить імітацію . Це скриває панель інструментів Імітація.

4.3 Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі Delcam FeatureCAM створити необхідні елементи фрезерної обробки, визначити перелік і послідовність операції та згенерувати код керуючої програми для верстата з ЧПК.

Основною метою даного завдання є вивчення допоміжних можливостей створення елементів геометрії, та методів створення поверхонь. В процесі виконання роботи студент повинен навчитись створювати елементи обробки поверхонь. Вміти налаштовувати режими обробки для досягнення необхідної якості деталі.

Варіанти завдань наведено у додатку Г, ст. 99.

Приклад виконання завдання наведено у додатку Е, ст. 107.

4.4 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Тема та мета заняття.
2. Індивідуальне завдання.
3. Розробка керуючої програми фрезерної 3,5D обробки:
 - вигляд та розміри заготовки;
 - елементи та контури для генерування керуючої програми;
 - операції та їх основні характеристики;
 - код керуючої програми;
 - модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

4.5 Контрольні запитання

1. Особливості створення вертикальних, горизонтальних ліній. Команди редагування геометрії. Створення еліпсу та інших складних контурів.
2. Опишіть методи створення поверхонь DELCAM FeatureCAM.
3. Опишіть методику створення елемента обробки поверхні.
4. Поясніть особливості використання та різницю обробки поверхні при режимі 3D карман, та 3D виступ.
5. Поясніть різницю при використанні режиму обробки контуру по ізолінії, растрову та Z-рівням.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №5

ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНА ОБРОБКА В DELCAM FEATURECAM

5.1 Мета заняття

Вивчити можливості системи DELCAM FeatureCAM при роботі у режимі електроерозійна обробка. Навчитись створювати керуючі програми для електроерозійної обробки.

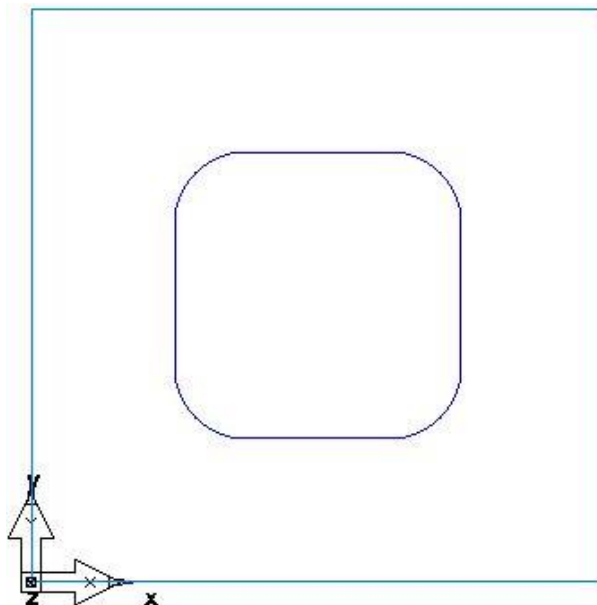
5.2 Приклад створення типової деталі електроерозійної обробки


Даний приклад знайомить студентів методикою моделювання 3D поверхонь, та їх обробкою за допомогою елементів фрезерування поверхонь. Визначенням операцій обробки та їх атрибутів.

Вхід до системи та налаштування початкових параметрів здійснюється за методикою наведеною у лабораторній роботі №1. У якості типу обробки необхідно вибирати *Электроэрозионную операцию*, одиниці вимірювання – дюйми. У якості заготовки вибрати блок з товщиною 0,5, шириною – 4, та довжиною – 4.

5.2.1. Створення профілю

Даний крок визначає профіль обробки.

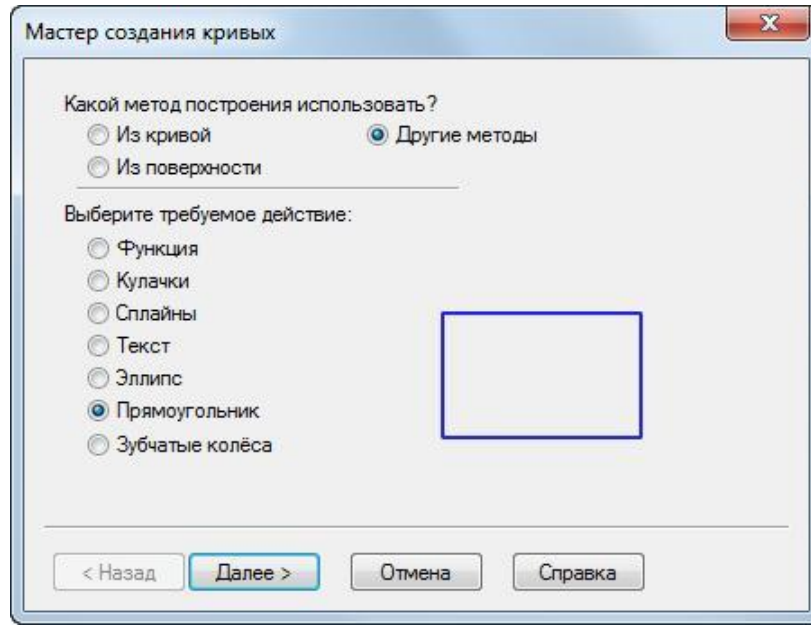


1. Оберіть крок Кривые  на панелі Шаги.

2. У діалогові Создание линий оберіть кнопку Мастер создания кривых



3. У Мастере создания кривых:

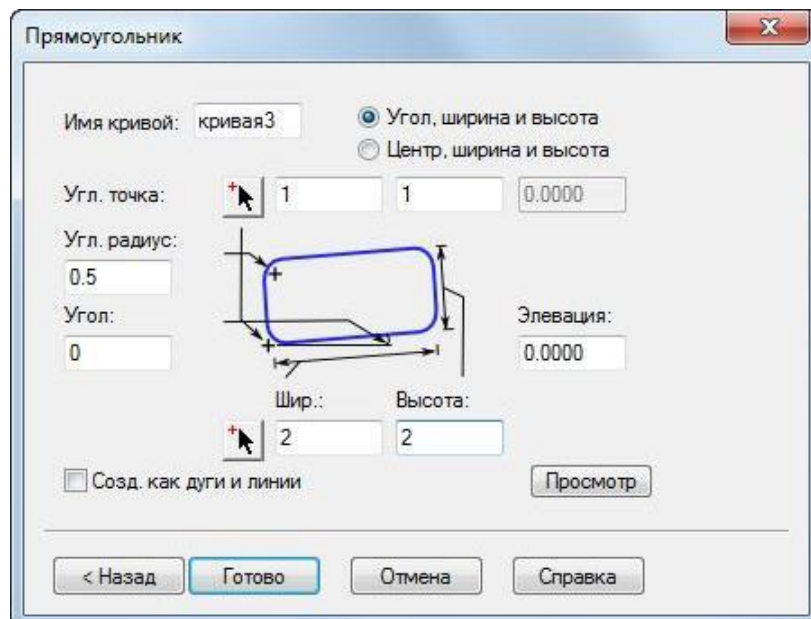


– Оберіть метод побудови як Другие методы.

– Оберіть побудову Прямоугольника.

– Натисніть Далее.


4. На сторінці Прямоугольник:

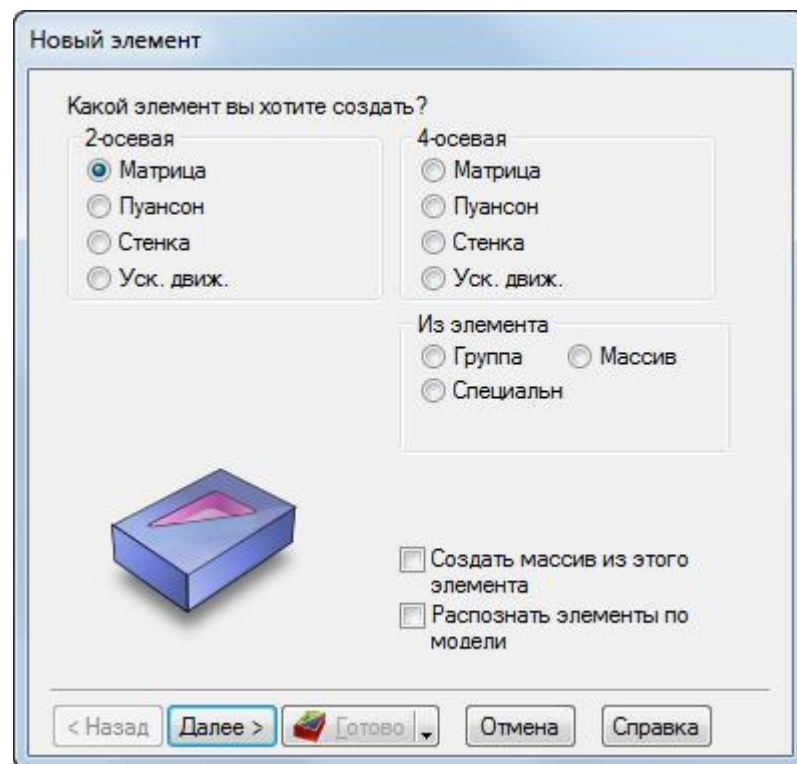



- Оберіть Угол, ширина и высота.
- Введіть кутову точку **1, 1, 0**.
- Введіть кутовий радіус **0.5**.
- Введіть Ширину **2.0**.
- Введіть Высоту **2.0**.
- Натисніть Готово.

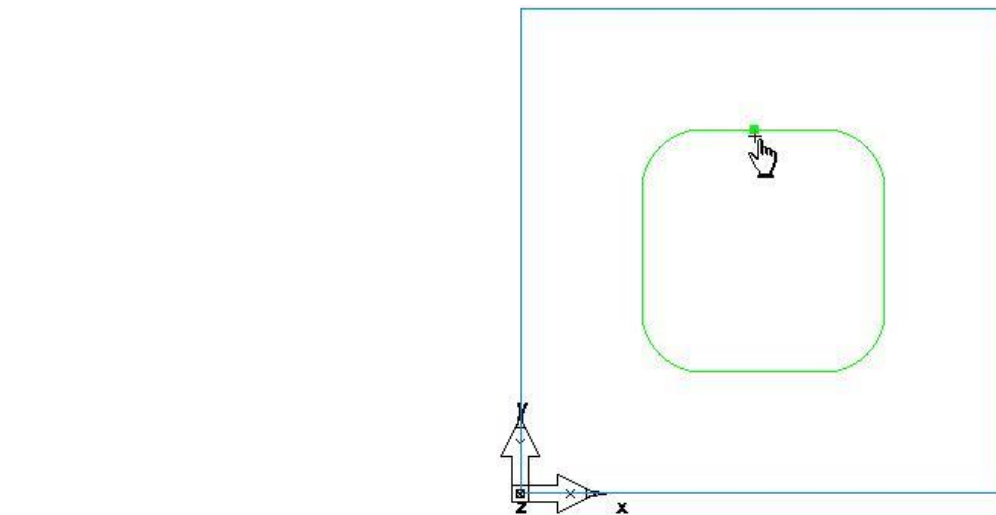
5.2.2 Створення елемента електроерозійної обробки

Даний розділ пояснює, як створити елемент ЕЕО.

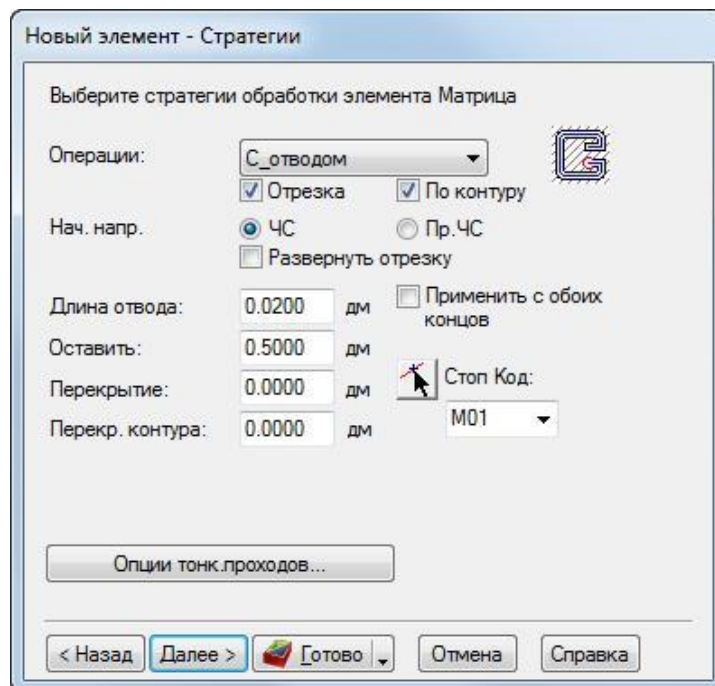
1. Натисніть на крок Элементы  на панелі Шаги.
2. У майстрі Новый элемент оберіть опцію Матрица у розділі 2-осевая і натисніть Далее.



3. На сторінці Кривые натисніть на кнопку Выбрать кривую или геометрический объект  і оберіть криву, яка щойно була створена, а потім натисніть Далее.



4. На сторінці Положение натисніть Далее.
5. На сторінці Размеры введіть Толщину **0.5** і натисніть Далее.
6. На сторінці Начало натисніть Далее.
7. На сторінці Стратегии:



- У полі Операции оберіть С_отводом.
- Оберіть Отрезка.
- Оберіть опції По контуру.
- Натисніть Готово.

5.2.3. Імітація траєкторії ЕЕО


Ви створили елементи, а FeatureCAM автоматично:


- Обирає найбільш оптимальні інструменти і операції;
- Рекомендує стратегії обробки;
- Розраховує швидкості та подачі;
- Генерує траєкторії та створює коди КП.



Для перегляду імітації траєкторій:


1. Оберіть шаг Траєктории  на панелі Шаги. Він викличе панель інструментів Імітація.

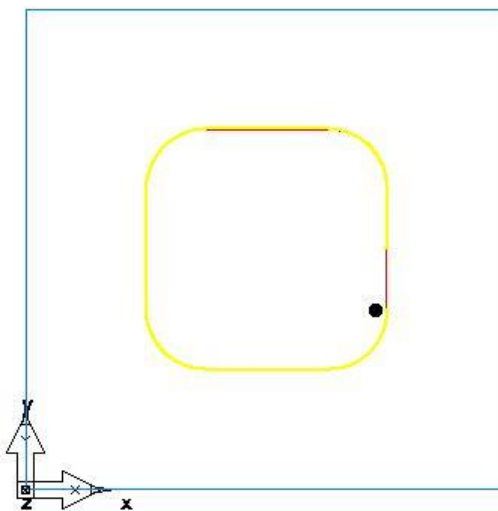



2. Натисніть на кнопку 2D имитация  на панелі інструментів Імітація.

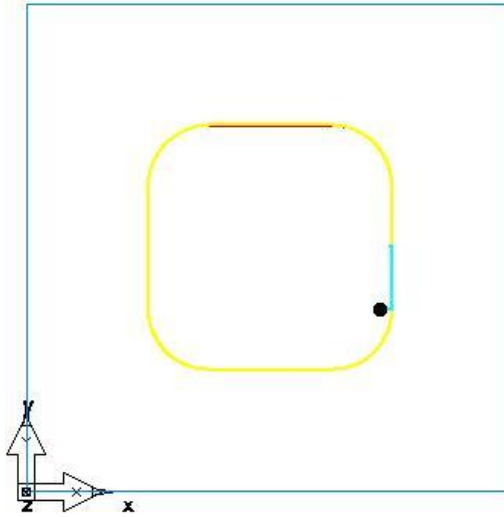
3. Перемістіть слайдер Скорость имитации  на середину, щоб уповільнити імітацію.


4. В кнопці-меню Імітація  оберіть кнопку До следующей операции  для перегляду операції з відведенням. Якщо з'явиться діалог Опции автопорядка, натисніть ОК, для його закриття.

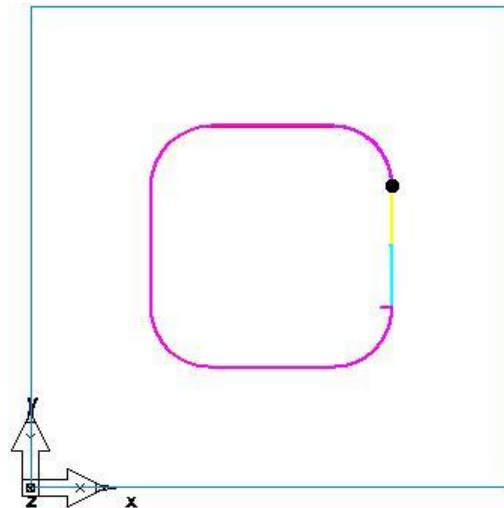
✓ Якщо необхідно уповільнити імітацію, перемістіть слайдер Скорость имитации  вліво.




5. Ще раз натисніть кнопку До следующей операции , щоб побачити операцію відрізки.



6. Натисніть на кнопку До следующей операции , щоб побачити кінцеву операцію по контуру.




7. Натисніть Скрыть имитацию .

5.2.4. Створення коду КП

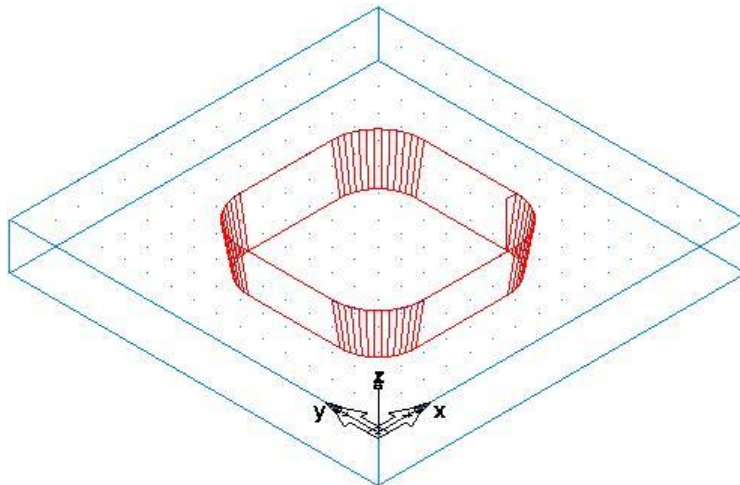
FeatureCAM генерує код КП для виготовлення деталей на верстатах з ЧПК. Ви можете згенерувати код КП після того, як імітували деталь, тобто після розрахунку траєкторій.


1. Оберіть крок Код УП  на панелі Шаги. Це відкриє діалог Код УП.

2. Натисніть на кнопку Просмотр кода УП  для створення коду КП.

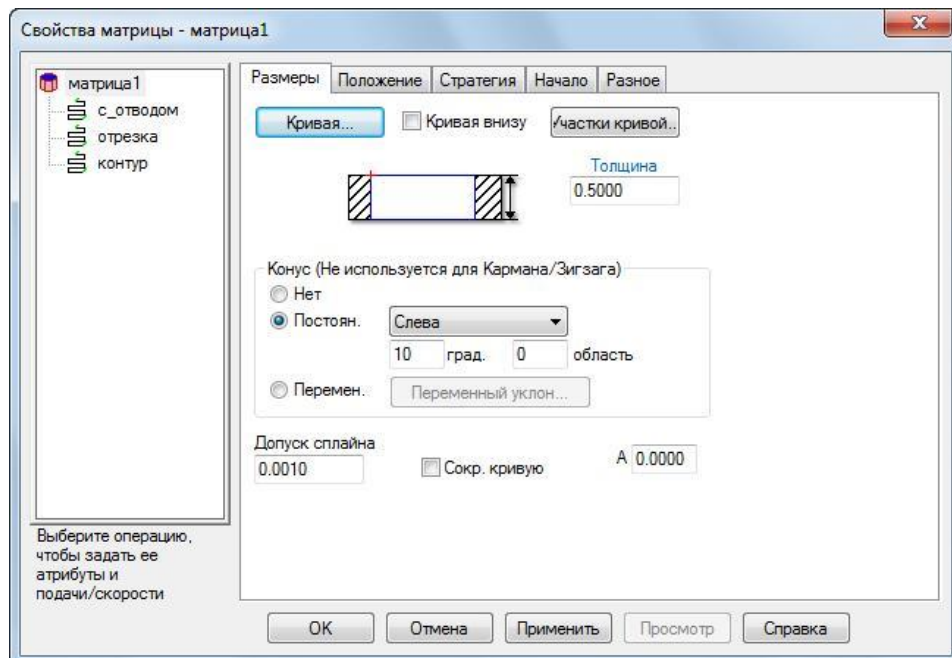
5.2.5. Добавление угла конусности

Даний приклад показує, як додати ухил на деталь ЕЕО.





1. Відкрийте панель Вид детали, оберіть елемент матрица1 в вузлі Установ1 і натисніть на кнопку Свойства  на панелі інструментів Редактирование элемента/геометрии.


2. В діалозу Свойства для матрицы1:

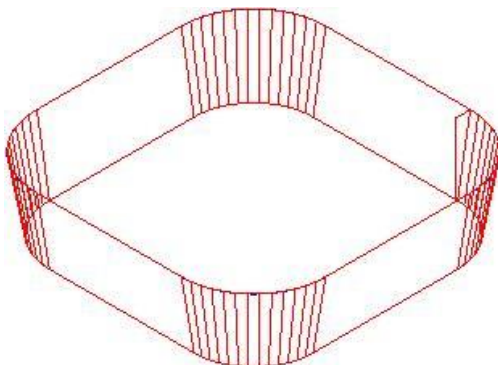


- Оберіть Постоянный.
- Оберіть тип конусу Слева.
- Введіть Град. 10 у якості кута нахилу.
- Натисніть Применить.

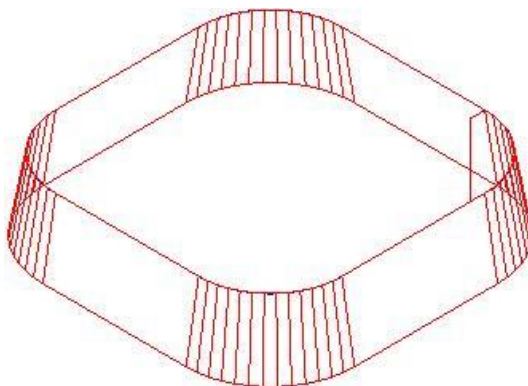
3. Натисніть на кнопку Скрыть заготовку  в меню Скрыть  на Дополнительной панелі інструментів.



4. Натисніть на кнопку Изометрический вид  на Стандартной панелі інструментів.





5. Поверніться в діалог Свойства, встановіть тип конуса Справа і натисніть Применить.

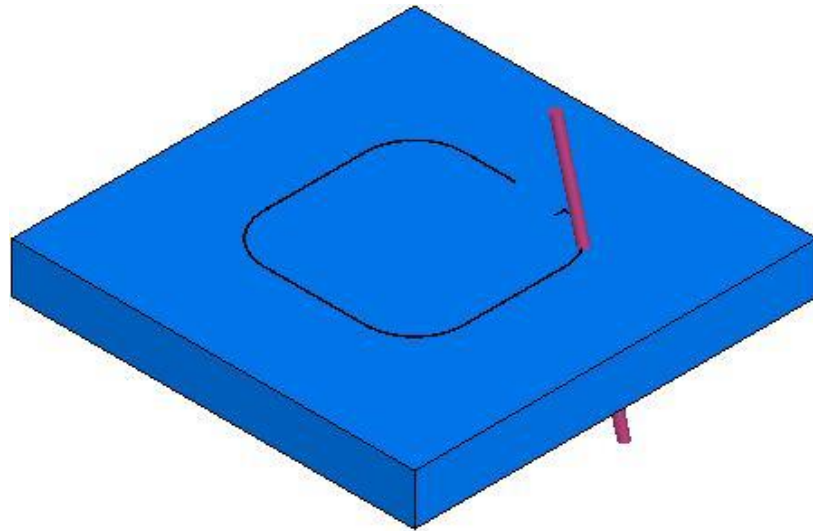



6. Змініть тип конуса знову на Слева і натисніть ОК, щоб закрити діалог Свойства.

7. Оберіть шаг Траектории  на панелі Шаги.

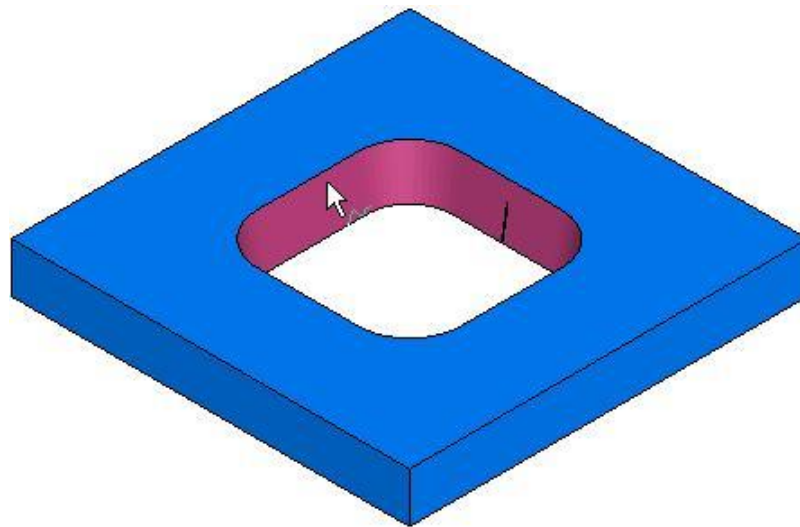
8. Натисніть на кнопку 3D имитация , потім натисніть на кнопку Пуск .


Оскільки це елемент-матриця, то мається на увазі, що область всередині кривої буде видалена.





9. Натисніть на кнопку *Выбор*  на *Стандартной* панелі інструментів.

10. Клацніть по заготовці в області всередині кривої. FeatureCAM видасть цю частину заготовки.



11. Натисніть *Скрыть имитацию* .

12. В меню *Показать*  на *Дополнительной* панелі інструментів натисніть на кнопку *Показать заготовку* .

5.3 Завдання до лабораторного заняття

Згідно з індивідуальним варіантом, у системі Delcam FeatureCAM створити контур деталі електроерозійної обробки.

Основною метою даного завдання є вивчення різних методів створення контурів, у тому числі стандартних кривих. Вивчити особливості створення елементів ЕЕО, визначити основні відмінності при створенні елементів типу «Пуансон» та «Матриця». Вміти налаштовувати імітацію обробки деталі та генерувати код керуючої програми, а також видаляти зайві елементи після обробки.

Варіанти завдань наведено у додатку Д, ст. 103.

Приклад виконання завдання наведено у додатку Е, ст. 107.

5.4 Вимоги до звіту про виконання практичного заняття

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Мета заняття.
2. Індивідуальне завдання
3. Розробка керуючої програми електроерозійної обробки
 - вигляд та розміри заготовки;
 - елементи та контури для генерування керуючої програми;
 - операції та їх основні характеристики;
 - код керуючої програми;
 - модель деталі.
4. Висновки за лабораторним заняттям.

5.5 Контрольні запитання

1. Опишіть можливі варіанти створення контурів DELCAM FeatureCAM.
2. Поясніть особливості створення елементів ЕЕО типу «Пуансон» та «Матриця».
3. Визначить необхідність створення ухилів на деталі, поясніть особливості роботи команди.
4. Визначить методи відображення деталі, опишіть послідовність приховування зайвих елементів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. FeatureCAM 2016 R2. Reference Help 2359 p.
2. FeatureCAM 2015 R3. Getting Started (Feature-based CAM software for mills, multi-tasking lathes and wire EDM) 86 p.
3. Доля В.М. Програмування, введення та відпрацювання управляючих програм для верстатів з ЧПУ та РТК: Навчальний посібник. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2004. – 169 с.
4. Програмування верстата з ЧПУ : методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту бакалавра для студентів спеціальностей 7.05050201 «Технології машинобудування», 7.05050302 «Інструментальне виробництво» / уклад. В. М. Доля. – Х. : НТУ «ХПІ», 2013. – 65 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Технологічні основи програмування для верстатів з ЧПК» призначений для студентів Машинобудівного коледжу ДДМА за напрямом підготовки 050503 «Машинобудування», спеціальністю 5.05050302 Технологія обробки матеріалів на верстатах та автоматичних лініях (133 Галузеве машинобудування). Краматорськ 2016.
6. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ. / Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск, ТПУ, 2011. - 143 с.
7. Сафин, В.Н. Основы программирования фрезерных станков с ЧПУ: учебное пособие к лабораторным работам / В.Н. Сафин – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 34 с.
8. Мирошин Д. Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ: учебное пособие / Д. Г. Мирошин, Т. В. Шестакова, О. В. Костина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. 79 с.
9. <https://www.autodesk.com/products/featurecam/overview>

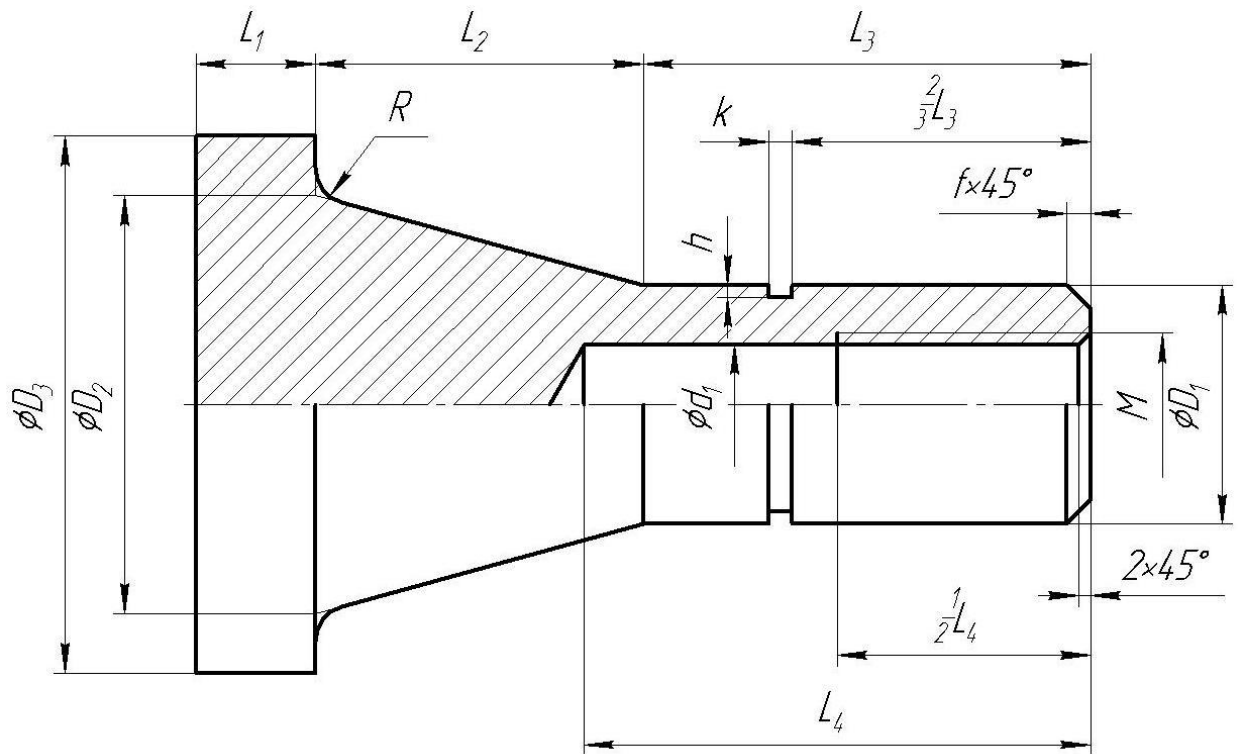
ДОДАТОК А

Варіанти завдань до лабораторної роботи №1

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 180 мм, діаметром 90 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 1,5 мм.

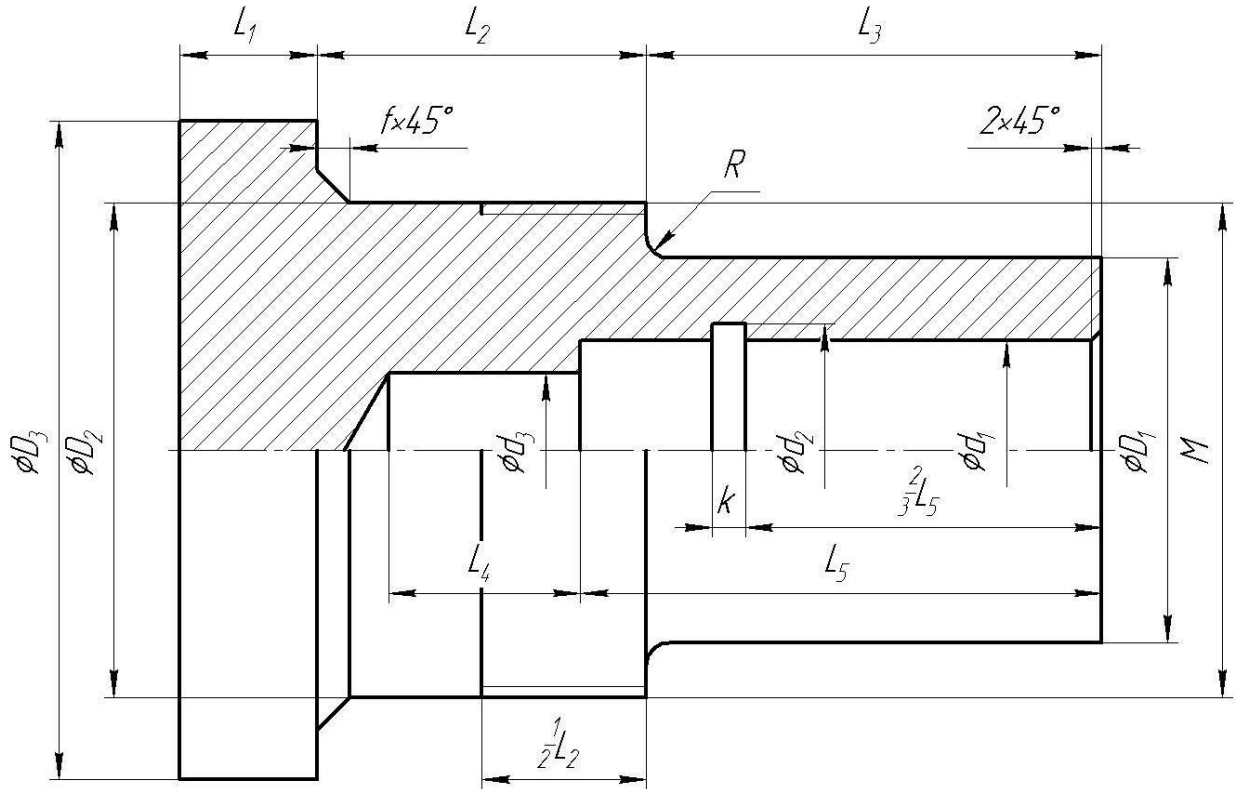


| № вар. | L_1 , мм | L_2 , мм | L_3 , мм | L_4 , мм | M , мм | D_1 , мм | D_2 , мм | D_3 , мм | d_1 , мм | h , мм | k , мм | f , мм | R , мм |
|--------|------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 20 | 55 | 75 | 85 | 22 | 40 | 70 | 90 | 20 | 2 | 4 | 4 | 6 |
| 4 | 25 | 45 | 80 | 90 | 24 | 50 | 75 | 90 | 22 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 7 | 20 | 50 | 70 | 80 | 26 | 60 | 80 | 90 | 24 | 3 | 4 | 5 | 2 |
| 10 | 15 | 60 | 75 | 80 | 24 | 45 | 75 | 90 | 22 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 13 | 25 | 50 | 70 | 70 | 22 | 55 | 80 | 90 | 20 | 4 | 4 | 4 | 3 |

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 200 мм, діаметром 100 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 2 мм.

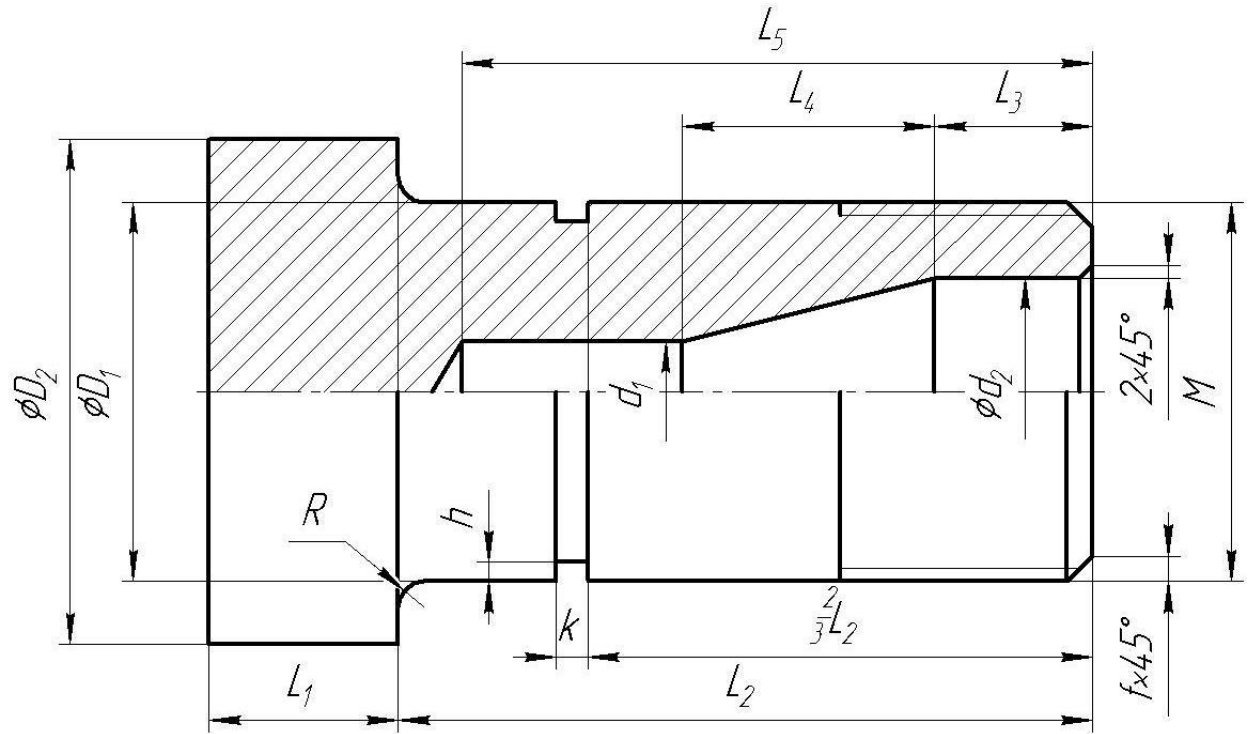


| № вар. | L ₁ , мм | L ₂ , мм | L ₃ , мм | L ₄ , мм | L ₅ , мм | M, мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | D ₃ , мм | d ₁ , мм | d ₂ , мм | d ₃ , мм | R, мм | f, мм | k, мм |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|
| 2 | 25 | 60 | 80 | 35 | 96 | 80 | 70 | 80 | 100 | 40 | 46 | 18 | 4 | 4 | 3 |
| 5 | 25 | 70 | 70 | 30 | 72 | 75 | 60 | 75 | 100 | 38 | 44 | 35 | 2 | 6 | 3 |
| 8 | 35 | 80 | 50 | 40 | 66 | 85 | 65 | 85 | 100 | 44 | 48 | 40 | 3 | 5 | 4 |
| 11 | 30 | 65 | 70 | 45 | 69 | 72 | 60 | 72 | 100 | 50 | 54 | 38 | 2 | 6 | 4 |
| 14 | 30 | 55 | 80 | 50 | 78 | 80 | 60 | 80 | 100 | 35 | 39 | 24 | 4 | 4 | 2 |

Розробити програму токарної обробки для верстата з ЧПК.

Заготовка: циліндр довжиною 180 мм, діаметром 80 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 1 мм.



| № вар. | L_1 , мм | L_2 , мм | L_3 , мм | L_4 , мм | L_5 , мм | M , мм | D_1 , мм | D_2 , мм | d_1 , мм | d_2 , мм | R , мм | f , мм | h , мм | k , мм |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| 3 | 30 | 110 | 25 | 40 | 100 | 60 | 60 | 80 | 16 | 32 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 6 | 35 | 115 | 30 | 20 | 95 | 50 | 50 | 80 | 14 | 25 | 6 | 3 | 3 | 4 |
| 9 | 25 | 120 | 35 | 30 | 110 | 55 | 55 | 80 | 12 | 25 | 8 | 2 | 2 | 3 |
| 12 | 30 | 120 | 20 | 40 | 115 | 60 | 60 | 80 | 18 | 30 | 5 | 5 | 2 | 3 |
| 15 | 35 | 110 | 15 | 30 | 90 | 55 | 55 | 80 | 20 | 28 | 6 | 2 | 2 | 4 |

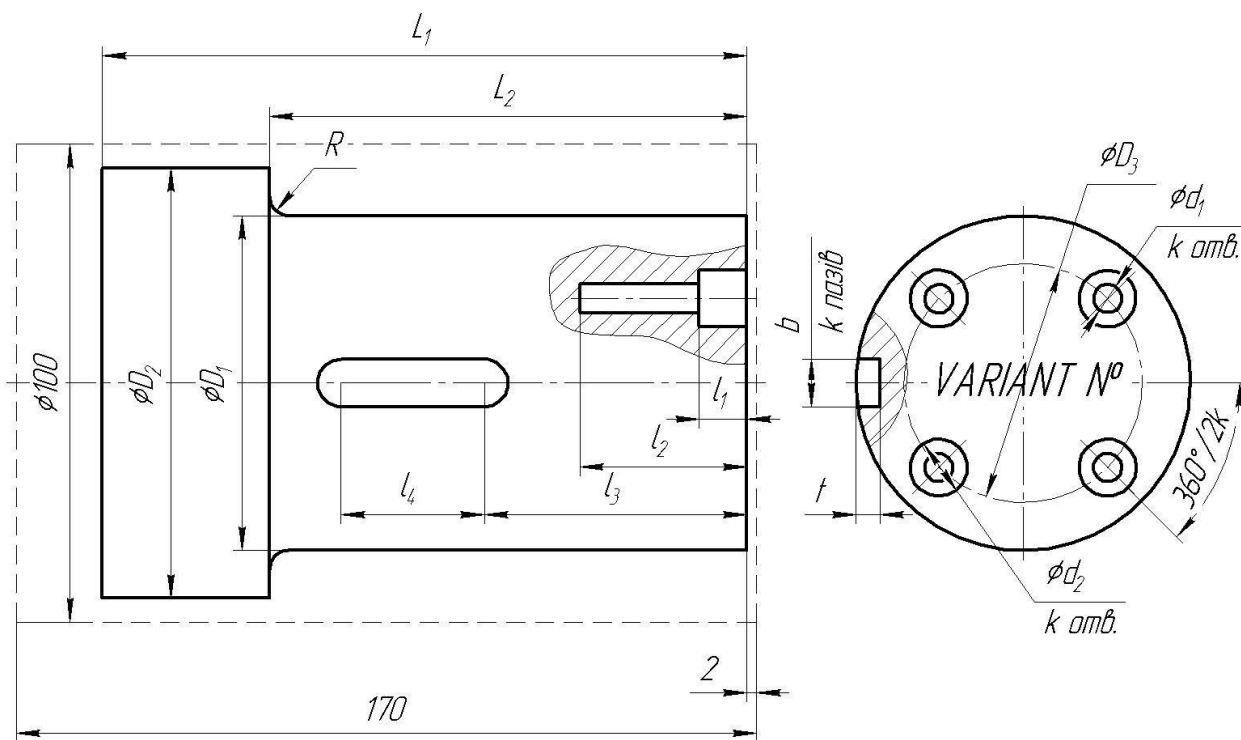
ДОДАТОК Б

Варіанти завдань до лабораторної роботи №2

Розробити програму токарно-фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри заготовки та величина припуску по торцю зображено на рисунку штриховою лінією.

Формат та розмір шрифту, а також кут нахилу текстової строки необхідно вибирати довільно, з умови найбільш раціонального заповнення торцевої поверхні деталі. Тобто при створенні тестової строки необхідно уникати перетину тексту з отворами, а також вибирати розмір шрифту та його масштаб таким чином, щоб отримати максимально великий текстовий напис.

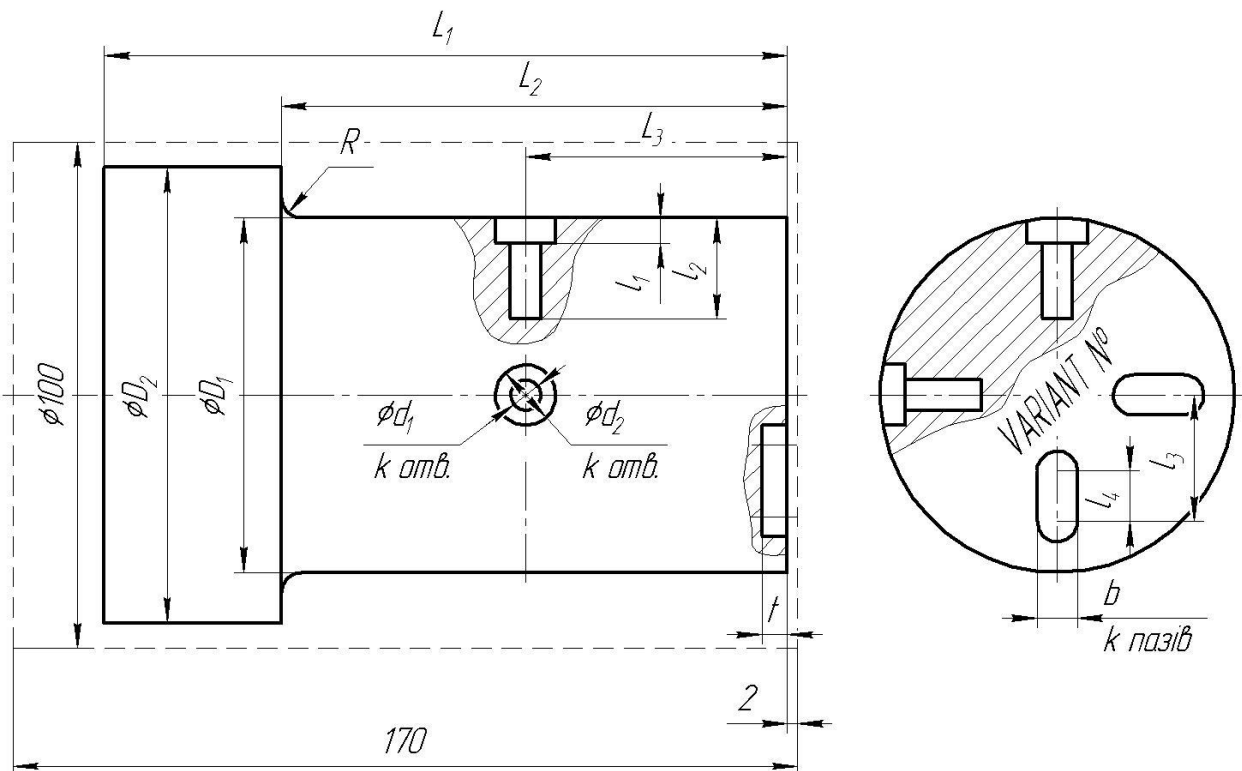


| № вар. | L ₁ , мм | L ₂ , мм | l ₁ , мм | l ₂ , мм | l ₃ , мм | l ₄ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | D ₃ , мм | d ₁ , мм | d ₂ , мм | b, мм | t, мм | k, мм | R, мм |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 135 | 100 | 10 | 35 | 55 | 30 | 70 | 90 | 50 | 6 | 12 | 10 | 5 | 4 | 4 |
| 4 | 150 | 120 | 8 | 30 | 40 | 25 | 75 | 95 | 55 | 8 | 16 | 10 | 6 | 3 | 6 |
| 7 | 140 | 115 | 12 | 25 | 35 | 40 | 80 | 95 | 48 | 10 | 14 | 12 | 7 | 5 | 5 |
| 10 | 130 | 110 | 8 | 20 | 40 | 20 | 65 | 80 | 40 | 4 | 12 | 14 | 8 | 3 | 4 |
| 13 | 125 | 105 | 5 | 25 | 45 | 25 | 70 | 95 | 50 | 8 | 14 | 10 | 5 | 6 | 7 |

Розробити програму токарно-фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри заготовки та величина припуску по торцю зображено на рисунку штриховою лінією.

Формат та розмір шрифту, а також кут нахилу текстової строки необхідно вибирати довільно, з умови найбільш раціонального заповнення торцевої поверхні деталі. Тобто при створенні тестової строки необхідно уникати перетину тексту з отворами, а також вибирати розмір шрифту та його масштаб таким чином, щоб отримати максимально великий текстовий напис.

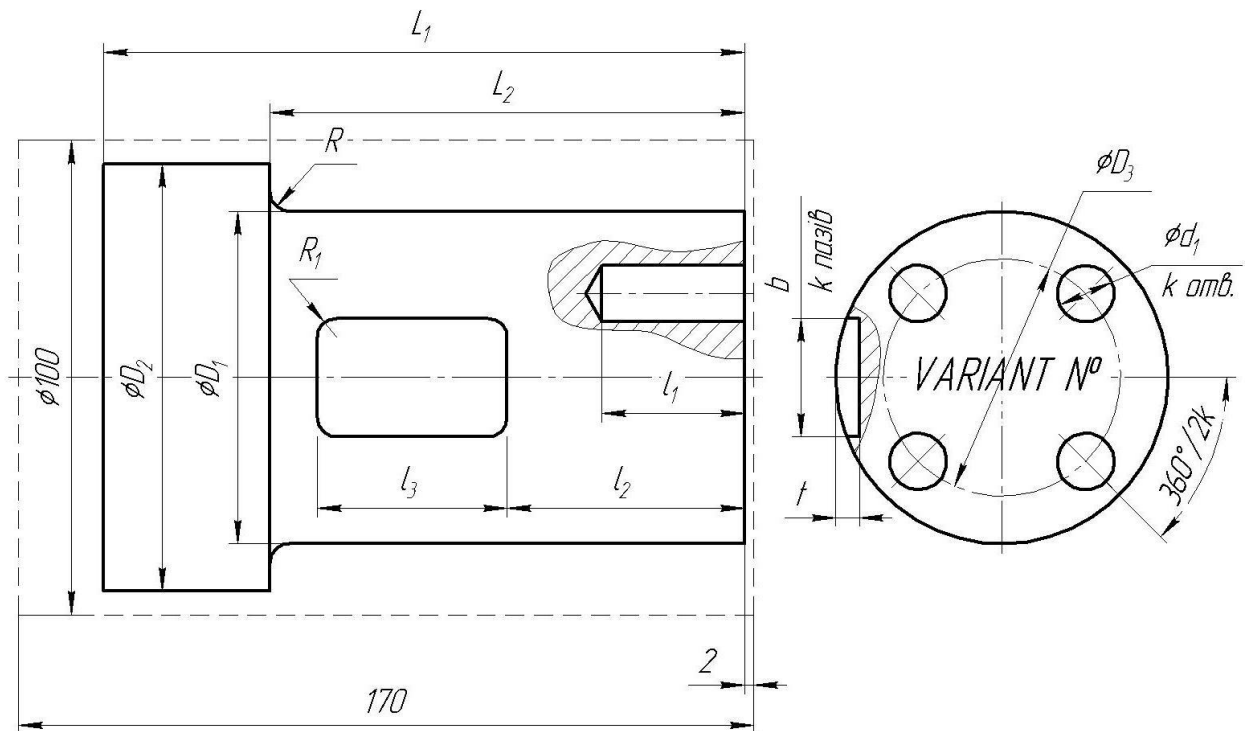


| № вар. | L ₁ , мм | L ₂ , мм | L ₃ , мм | L ₁ , мм | L ₂ , мм | L ₃ , мм | L ₄ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | d ₁ , мм | d ₂ , мм | b, мм | t, мм | k, мм | R, мм |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | 135 | 100 | 55 | 10 | 30 | 25 | 10 | 70 | 90 | 6 | 12 | 8 | 5 | 4 | 4 |
| 5 | 150 | 120 | 40 | 8 | 30 | 30 | 15 | 75 | 95 | 8 | 16 | 10 | 6 | 3 | 6 |
| 8 | 140 | 115 | 55 | 12 | 25 | 32 | 10 | 80 | 95 | 10 | 14 | 12 | 7 | 5 | 5 |
| 11 | 130 | 110 | 40 | 8 | 20 | 25 | 10 | 65 | 80 | 4 | 12 | 10 | 5 | 3 | 4 |
| 14 | 125 | 105 | 45 | 5 | 25 | 30 | 12 | 70 | 95 | 8 | 14 | 6 | 4 | 6 | 7 |

Розробити програму токарно-фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри заготовки та величина припуску по торцю зображено на рисунку штриховою лінією.

Формат та розмір шрифту, а також кут нахилу текстової строки необхідно вибирати довільно, з умови найбільш раціонального заповнення торцевої поверхні деталі. Тобто при створенні тестової строки необхідно уникати перетину тексту з отворами, а також вибирати розмір шрифту та його масштаб таким чином, щоб отримати максимально великий текстовий напис.



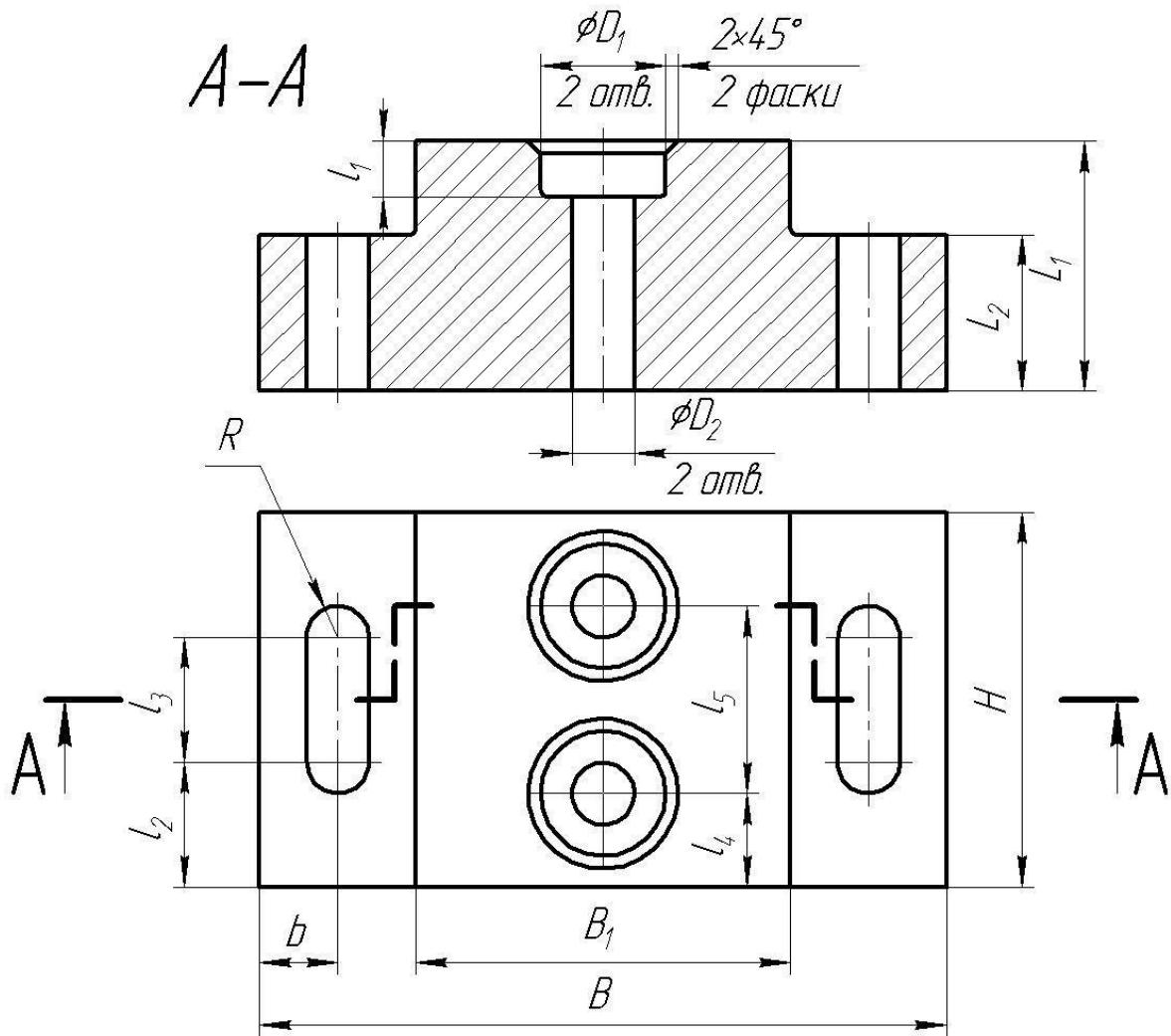
| № вар. | L ₁ , мм | L ₂ , мм | l ₁ , мм | l ₂ , мм | l ₃ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | D ₃ , мм | d ₁ , мм | b, мм | t, мм | k, мм | R, мм | R ₁ , мм |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| 3 | 135 | 100 | 35 | 50 | 35 | 70 | 90 | 50 | 12 | 20 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 6 | 150 | 120 | 30 | 40 | 50 | 75 | 95 | 55 | 8 | 25 | 6 | 3 | 6 | 6 |
| 9 | 140 | 115 | 25 | 35 | 40 | 80 | 95 | 48 | 10 | 18 | 7 | 5 | 5 | 4 |
| 12 | 130 | 110 | 20 | 40 | 45 | 65 | 80 | 40 | 14 | 22 | 8 | 3 | 4 | 5 |
| 15 | 125 | 105 | 25 | 45 | 30 | 70 | 95 | 50 | 8 | 15 | 5 | 6 | 7 | 3 |

ДОДАТОК В

Варіанти завдань до лабораторної роботи №3

Розробити програму фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри та форму заготовки вибирати з умови забезпечення необхідних параметрів деталі. Обробку по зовнішньому контуру не передбачати. Обробку верхньої плоскої поверхні здійснювати з припуском 2 мм.

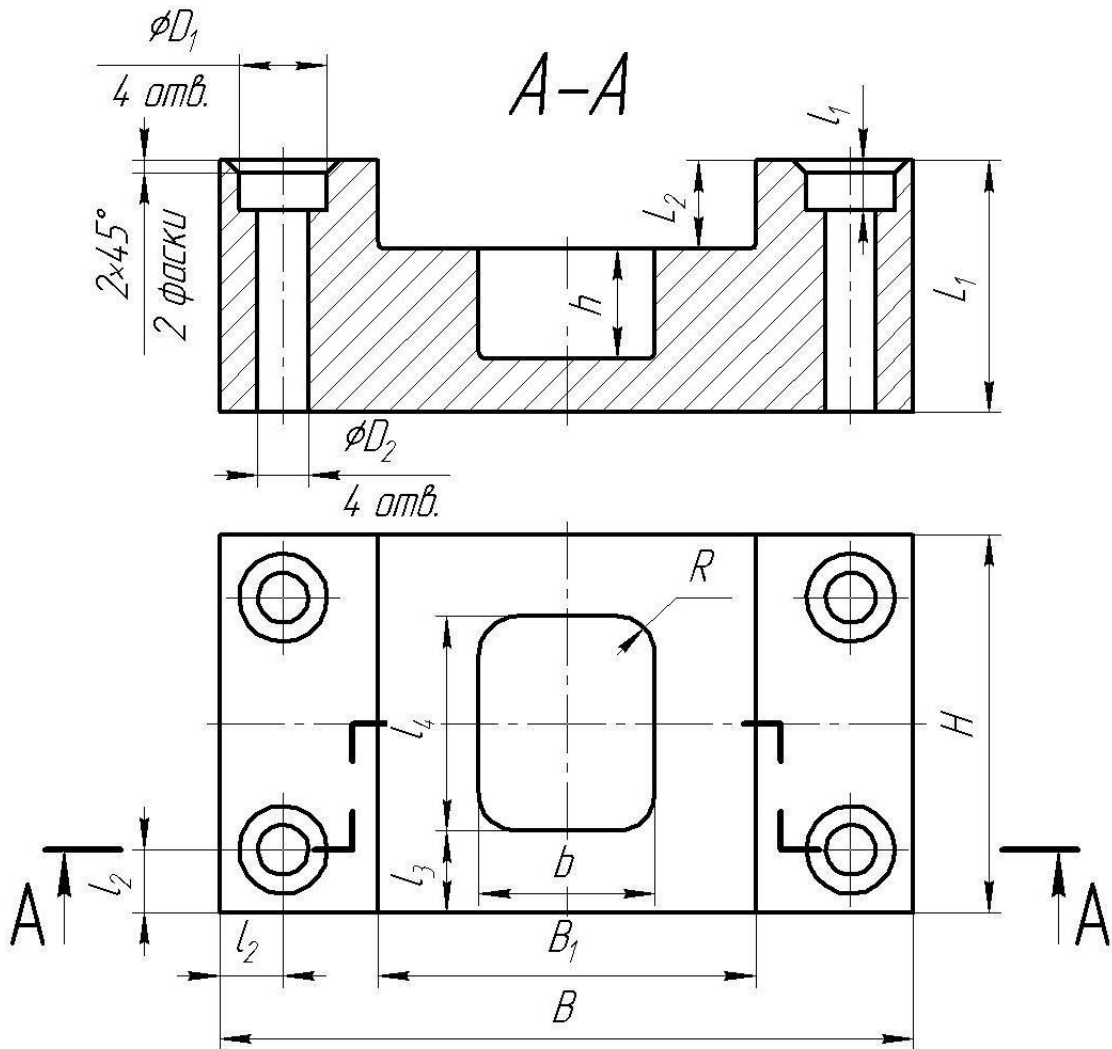


Невказані радіуси R1

| № вар. | H, мм | B, мм | B ₁ , мм | L ₁ , мм | L ₂ , мм | I ₁ , мм | I ₂ , мм | I ₃ , мм | I ₄ , мм | I ₅ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | b, мм | R, мм |
|--------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|
| 1 | 60 | 110 | 60 | 40 | 25 | 9 | 15 | 30 | 15 | 30 | 20 | 10 | 12,5 | 5 |
| 4 | 70 | 120 | 65 | 60 | 30 | 12 | 15 | 40 | 17,5 | 35 | 24 | 12 | 15 | 7 |
| 7 | 75 | 130 | 70 | 60 | 35 | 15 | 15 | 40 | 17,5 | 40 | 26 | 14 | 15 | 8 |
| 10 | 80 | 140 | 60 | 70 | 30 | 10 | 30 | 35 | 15 | 50 | 24 | 12 | 20 | 10 |
| 13 | 85 | 150 | 50 | 75 | 40 | 14 | 20 | 30 | 20 | 45 | 22 | 10 | 25 | 12 |

Розробити програму фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри та форму заготовки вибирати з умови забезпечення необхідних параметрів деталі. Обробку по зовнішньому контуру не передбачати. Обробку верхньої плоскої поверхні здійснювати з припуском 2 мм.

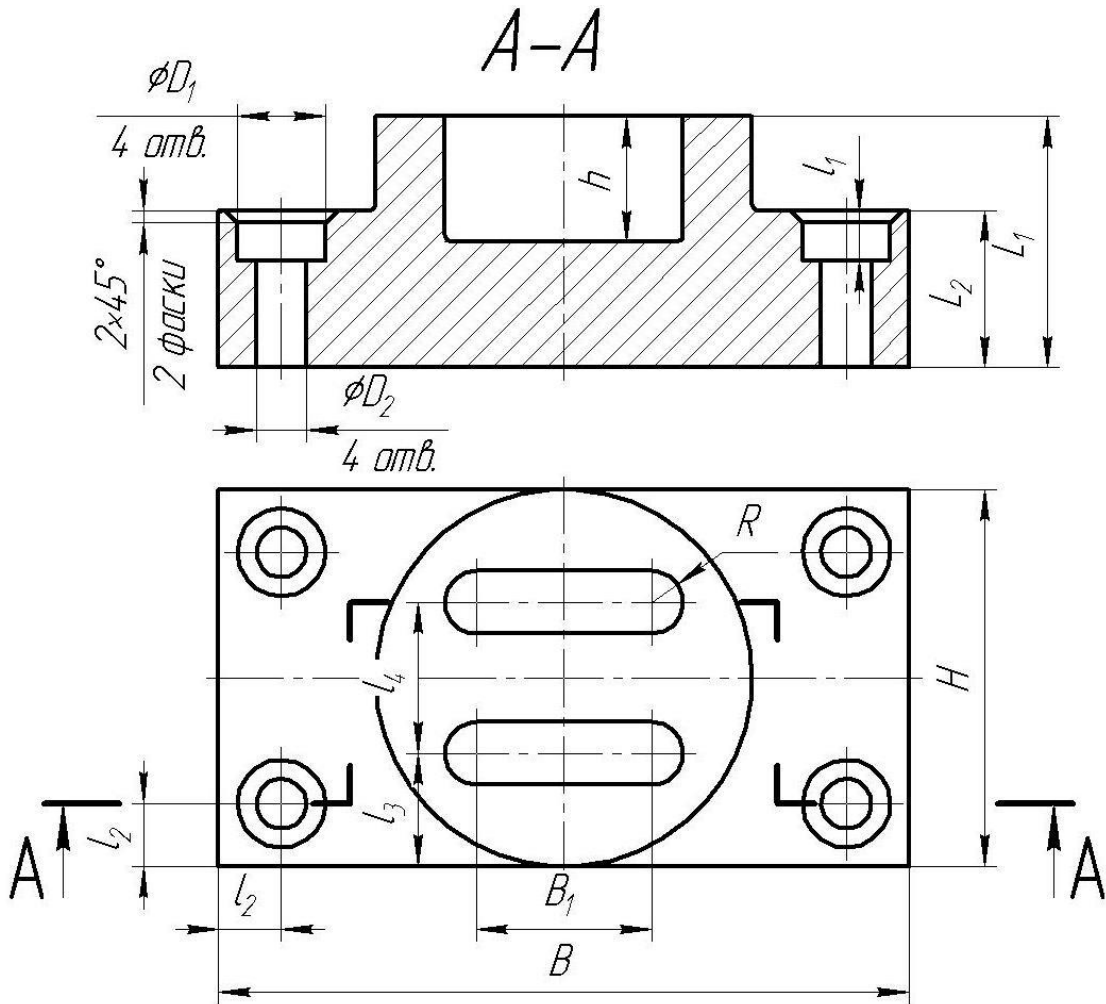


Невказані радіуси $R1$

| № вар. | H, мм | B, мм | B ₁ , мм | L ₁ , мм | L ₂ , мм | l ₁ , мм | l ₂ , мм | l ₃ , мм | l ₄ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | b, мм | h, мм | R, мм |
|--------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|
| 2 | 60 | 110 | 60 | 40 | 15 | 8 | 10 | 18 | 24 | 14 | 8 | 30 | 18 | 6 |
| 5 | 70 | 120 | 65 | 60 | 20 | 15 | 12 | 15 | 40 | 20 | 12 | 25 | 15 | 5 |
| 8 | 75 | 130 | 70 | 60 | 25 | 10 | 15 | 17,5 | 40 | 22 | 14 | 35 | 18 | 8 |
| 11 | 80 | 140 | 60 | 70 | 25 | 20 | 17 | 15 | 50 | 24 | 12 | 20 | 20 | 4 |
| 14 | 85 | 150 | 75 | 75 | 30 | 20 | 17 | 22,5 | 40 | 22 | 10 | 40 | 25 | 7 |

Розробити програму фрезерної обробки для верстата з ЧПК.

Розміри та форму заготовки вибирати з умови забезпечення необхідних параметрів деталі. Обробку по зовнішньому контуру не передбачати. Обробку верхньої плоскої поверхні здійснювати з припуском 2 мм.



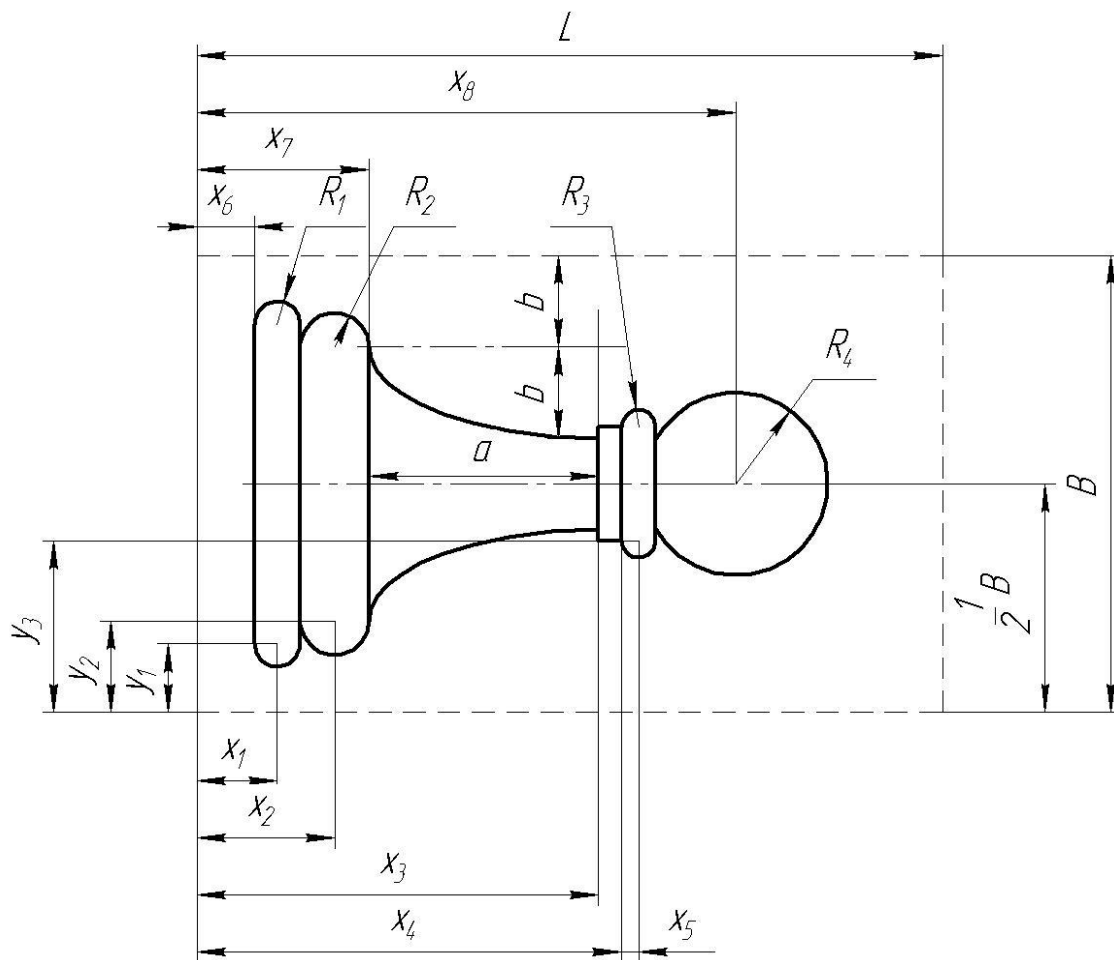
Невказані радіуси $R1$

| № вар. | H, мм | B, мм | B ₁ , мм | L ₁ , мм | L ₂ , мм | l ₁ , мм | l ₂ , мм | l ₃ , мм | l ₄ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | h, мм | R, мм |
|--------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|
| 3 | 60 | 110 | 28 | 40 | 25 | 9 | 12 | 18 | 24 | 14 | 8 | 20 | 5 |
| 6 | 70 | 120 | 30 | 60 | 20 | 12 | 15 | 15 | 40 | 20 | 12 | 15 | 7 |
| 9 | 75 | 130 | 32 | 60 | 25 | 15 | 15 | 17,5 | 40 | 22 | 14 | 18 | 8 |
| 12 | 80 | 140 | 20 | 70 | 25 | 10 | 17 | 15 | 50 | 24 | 12 | 20 | 10 |
| 15 | 85 | 150 | 25 | 75 | 30 | 14 | 17 | 22,5 | 40 | 22 | 10 | 25 | 12 |

ДОДАТОК Г

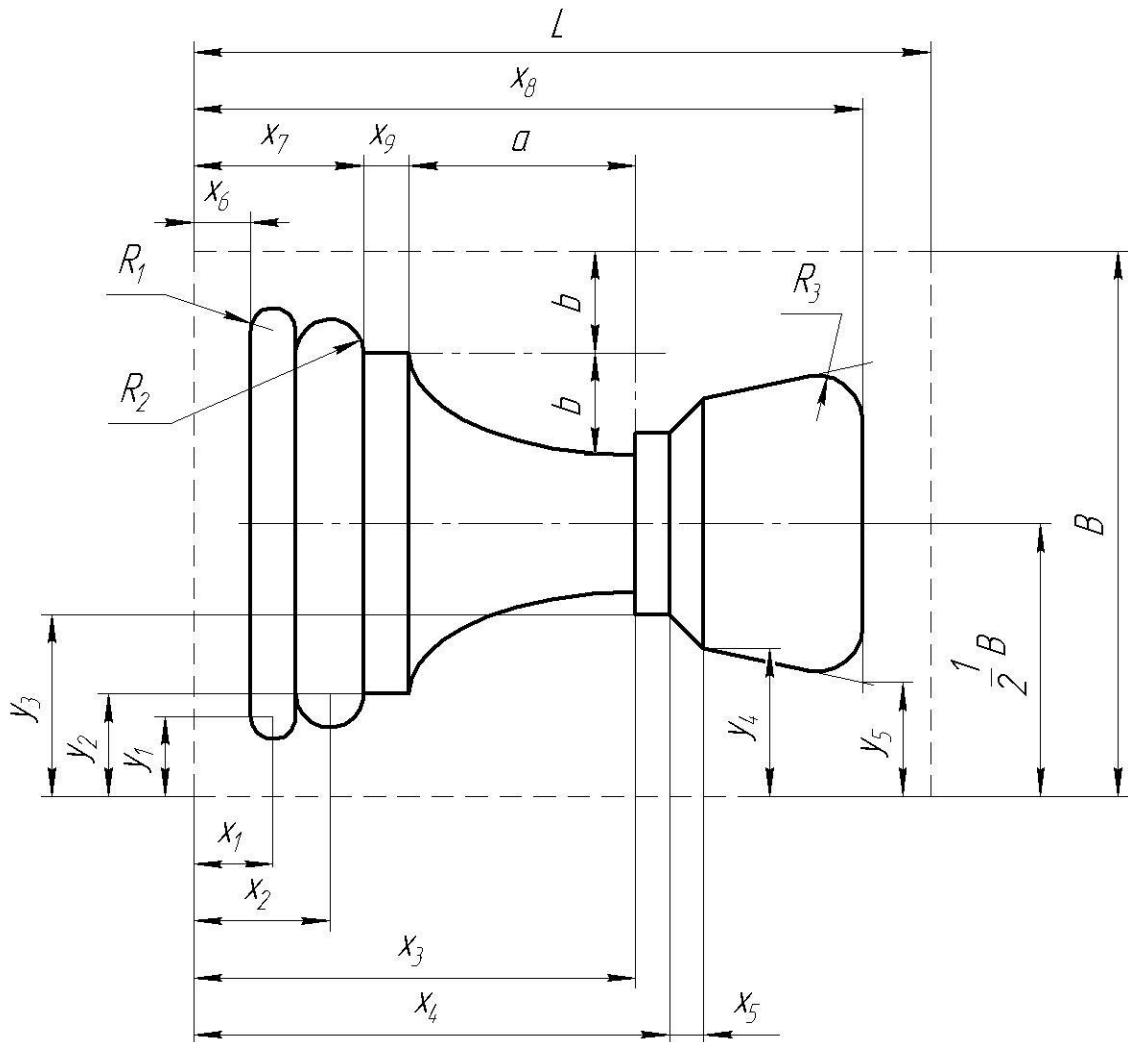
Варіанти завдань до лабораторної роботи №4

Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури. Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



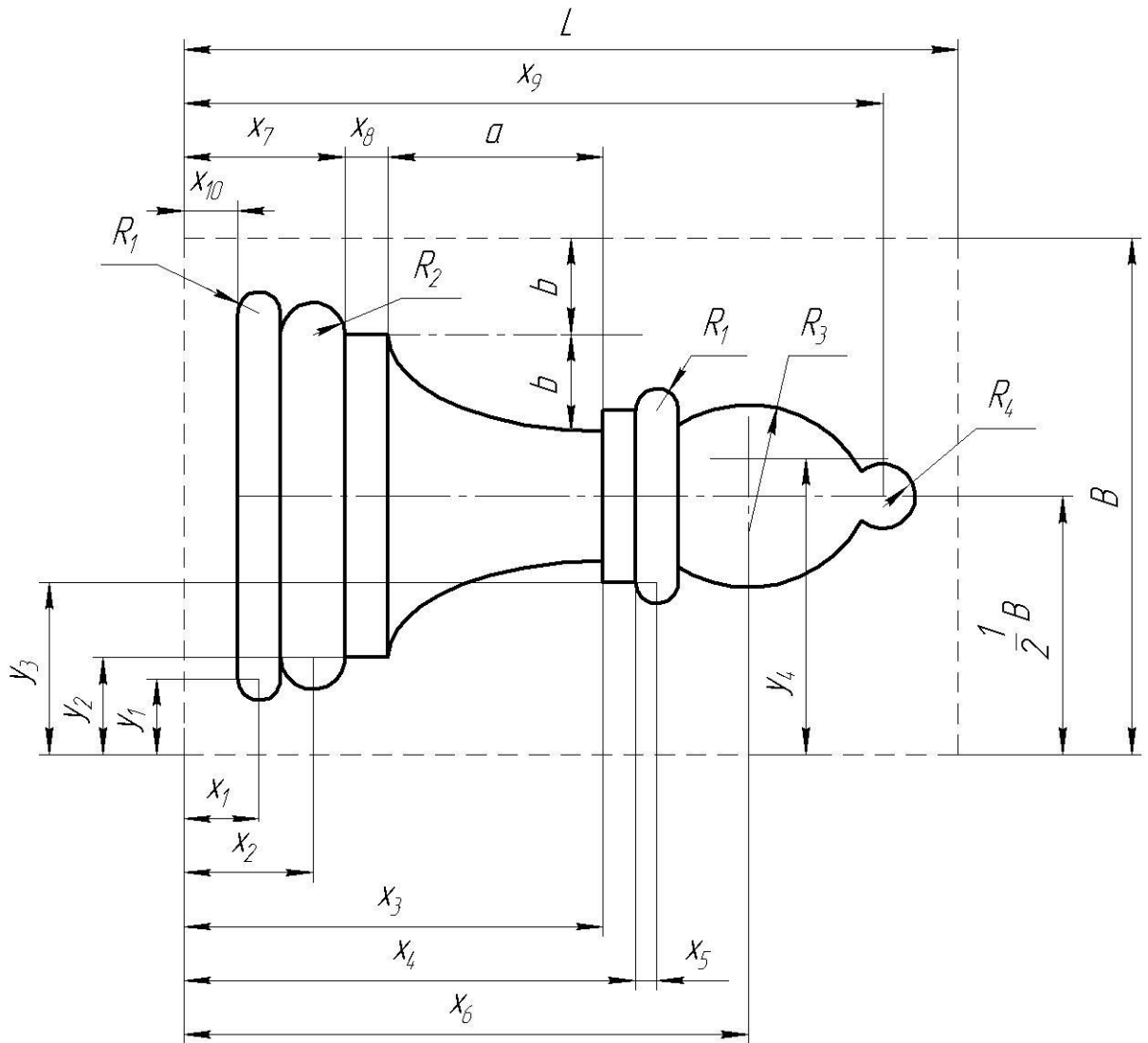
| № вар. | B, мм | L, мм | Розміри еліпсу, мм | | x ₁ , мм | x ₂ , мм | x ₃ , мм | x ₄ , мм | x ₅ , мм | x ₆ , мм | x ₇ , мм | x ₈ , мм | y ₁ , мм | y ₂ , мм | y ₃ , мм | R ₁ , мм | R ₂ , мм | R ₃ , мм | R ₄ , мм |
|--------|-------|-------|--------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | a | b | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | 165 | 50 | 20 | 17,5 | 30 | 87,5 | 92,5 | 3,75 | 12,5 | 37,5 | 117,5 | 15 | 20 | 37,5 | 5 | 7,5 | 3,75 | 20 |
| 5 | 80 | 130 | 40 | 16 | 14 | 24 | 70 | 74 | 3 | 10 | 30 | 94 | 12 | 16 | 30 | 4 | 6 | 3 | 16 |
| 9 | 60 | 100 | 30 | 12 | 10,5 | 18 | 52,5 | 55,5 | 2,25 | 7,5 | 22,5 | 70,5 | 9 | 12 | 22,5 | 3 | 4,5 | 2,25 | 12 |
| 13 | 40 | 65 | 20 | 8 | 7 | 12 | 35 | 37 | 1,5 | 5 | 15 | 47 | 6 | 8 | 15 | 2 | 3 | 1,5 | 8 |

Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури.
Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



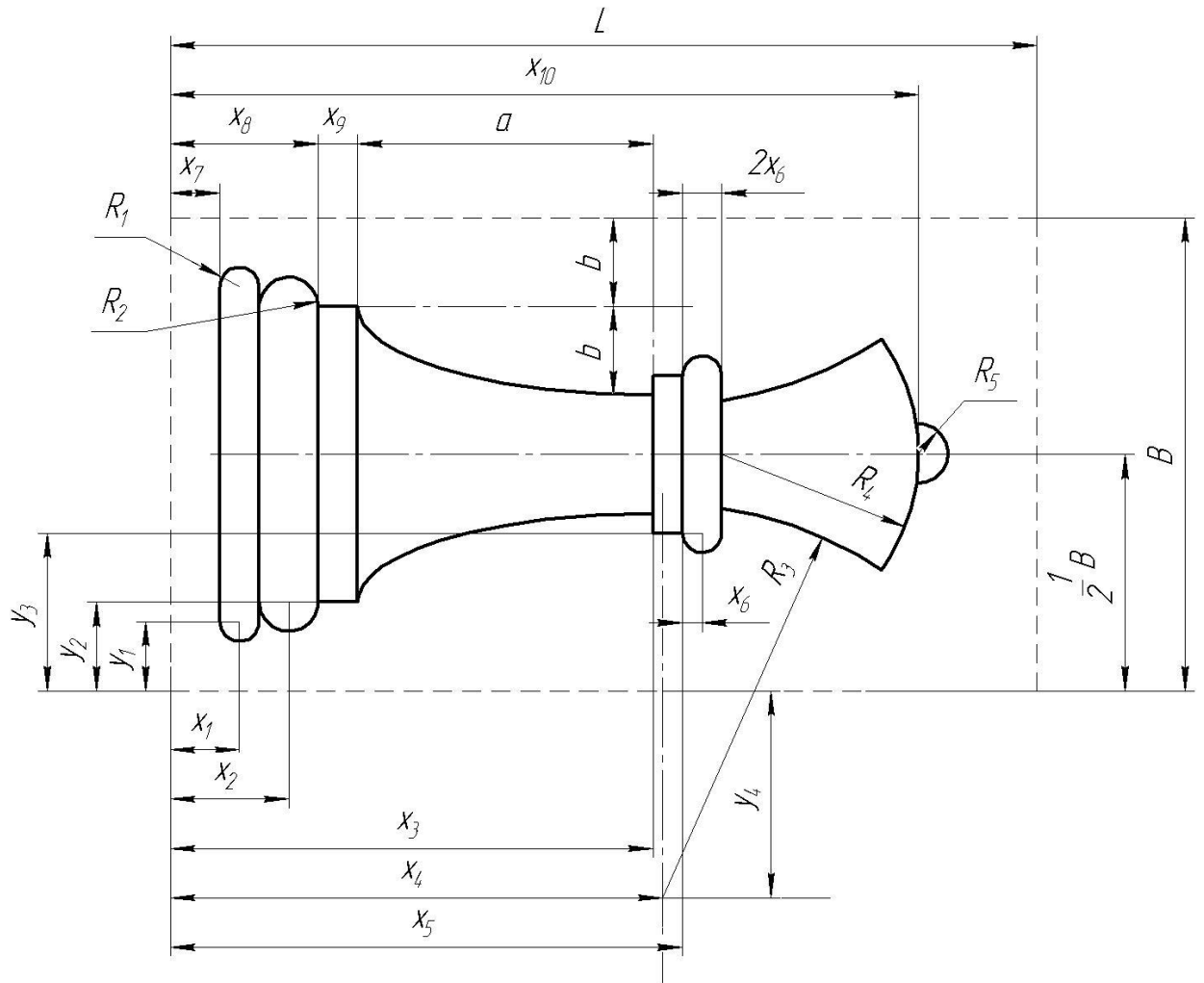
| № вар. | В, мм | L, мм | Розміри еліпсу, мм | | x ₁ , мм | x ₂ , мм | x ₃ , мм | x ₄ , мм | x ₅ , мм | x ₆ , мм | x ₇ , мм | x ₈ , мм | x ₉ , мм | y ₁ , мм | y ₂ , мм | y ₃ , мм | y ₄ , мм | y ₅ , мм | R ₁ , мм | R ₂ , мм | R ₃ , мм |
|--------|-------|-------|--------------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | а | б | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 120 | 165 | 50 | 22,5 | 17,5 | 30 | 97,5 | 105 | 7,5 | 12,5 | 37,5 | 147,5 | 10 | 17,5 | 22,5 | 40 | 32,5 | 25 | 5 | 7,5 | 10 |
| 6 | 96 | 130 | 40 | 18 | 14 | 24 | 78 | 84 | 6 | 10 | 30 | 118 | 8 | 14 | 18 | 32 | 26 | 20 | 4 | 6 | 8 |
| 10 | 72 | 100 | 30 | 13,5 | 10,5 | 18 | 58,5 | 63 | 4,5 | 7,5 | 22,5 | 88,5 | 6 | 10,5 | 13,5 | 24 | 19,5 | 15 | 3 | 4,5 | 6 |
| 14 | 48 | 65 | 20 | 9 | 7 | 12 | 39 | 42 | 3 | 5 | 15 | 59 | 4 | 7 | 9 | 16 | 13 | 10 | 2 | 3 | 4 |

Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури.
Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



| № вар. | B, мм | L, мм | Розміри еліпсу, мм | | x ₁ , мм | x ₂ , мм | x ₃ , мм | x ₄ , мм | x ₅ , мм | x ₆ , мм | x ₇ , мм | x ₈ , мм | x ₉ , мм | x ₁₀ , мм | y ₁ , мм | y ₂ , мм | y ₃ , мм | y ₄ , мм | R ₁ , мм | R ₂ , мм | R ₃ , мм | R ₄ , мм |
|--------|-------|-------|--------------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | a | b | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 120 | 180 | 50 | 22,5 | 17,5 | 30 | 97,5 | 105 | 5 | 131,25 | 37,5 | 10 | 162,5 | 12,5 | 17,5 | 22,5 | 40 | 68,75 | 5 | 7,5 | 30 | 7,5 |
| 7 | 96 | 144 | 40 | 18 | 14 | 24 | 78 | 84 | 4 | 105 | 30 | 8 | 130 | 10 | 14 | 18 | 32 | 55 | 4 | 6 | 24 | 6 |
| 11 | 72 | 108 | 30 | 13,5 | 10,5 | 18 | 58,5 | 63 | 3 | 78,75 | 22,5 | 6 | 97,5 | 7,5 | 10,5 | 13,5 | 24 | 41,25 | 3 | 4,5 | 18 | 4,5 |
| 15 | 48 | 72 | 20 | 9 | 7 | 12 | 39 | 42 | 2 | 52,5 | 15 | 4 | 65 | 5 | 7 | 9 | 16 | 27,5 | 2 | 3 | 12 | 3 |

Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури.
 Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.

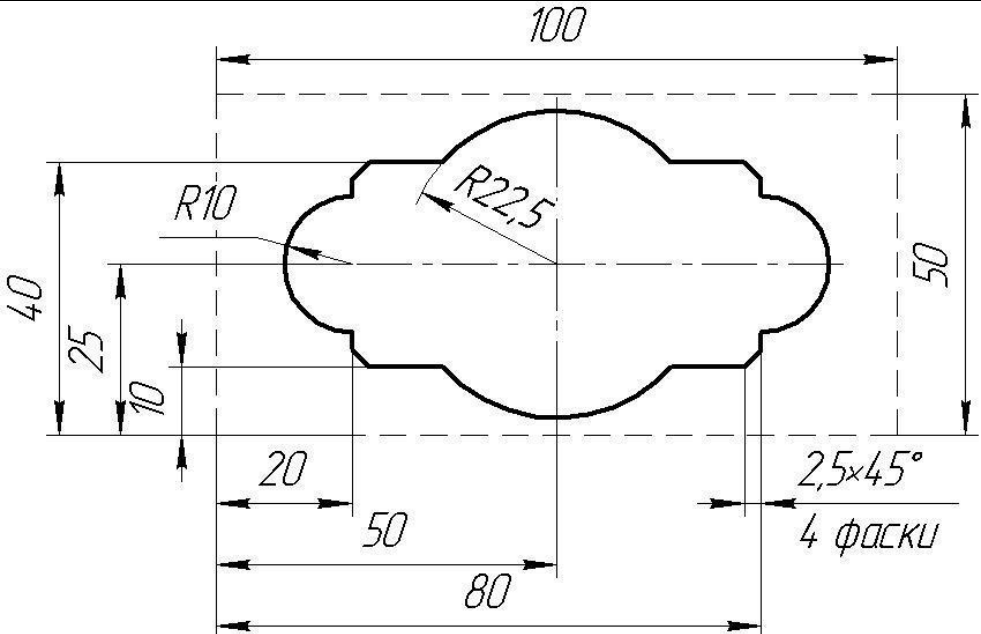
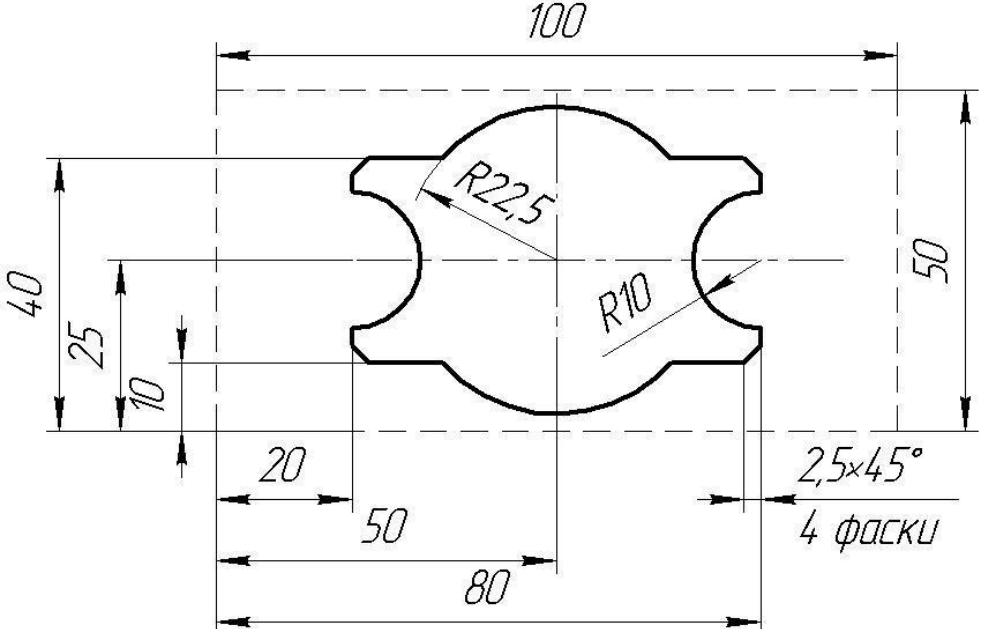


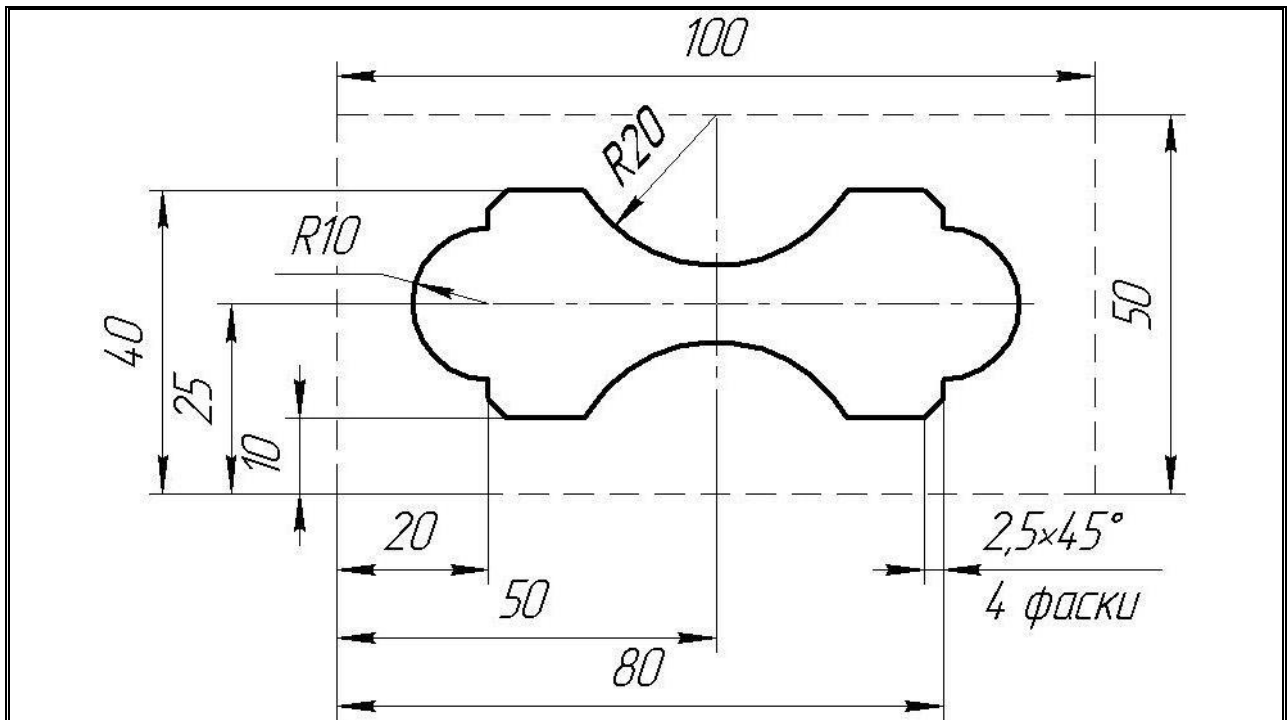
| № вар. | B, MM | L, MM | Розміри еліпсу, MM | | x ₁ , MM | x ₂ , MM | x ₃ , MM | x ₄ , MM | x ₅ , MM | x ₆ , MM | x ₇ , MM | x ₈ , MM | x ₉ , MM | x ₁₀ , MM | y ₁ , MM | y ₂ , MM | y ₃ , MM | y ₄ , MM | R ₁ , MM | R ₂ , MM | R ₃ , MM | R ₄ , MM | R ₅ , MM |
|--------|-------|-------|--------------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | a | b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 120 | 220 | 75 | 22,5 | 17,5 | 30 | 122,5 | 125 | 130 | 5 | 12,5 | 37,8 | 10 | 190 | 17,5 | 22,5 | 40 | 52,5 | 5 | 7,5 | 100 | 50 | 7,5 |
| 7 | 96 | 176 | 60 | 18 | 14 | 24 | 98 | 100 | 104 | 4 | 10 | 30 | 8 | 152 | 14 | 18 | 32 | 42 | 4 | 6 | 80 | 40 | 6 |
| 11 | 72 | 132 | 45 | 13,5 | 10,5 | 18 | 73,5 | 75 | 78 | 3 | 7,5 | 22,5 | 6 | 114 | 10,5 | 13,5 | 24 | 31,5 | 3 | 4,5 | 60 | 30 | 4,5 |
| 16 | 48 | 88 | 30 | 9 | 7 | 12 | 49 | 50 | 52 | 2 | 5 | 15 | 4 | 76 | 7 | 9 | 16 | 21 | 2 | 3 | 40 | 20 | 3 |

ДОДАТОК Д

Варіанти завдань до лабораторної роботи №5

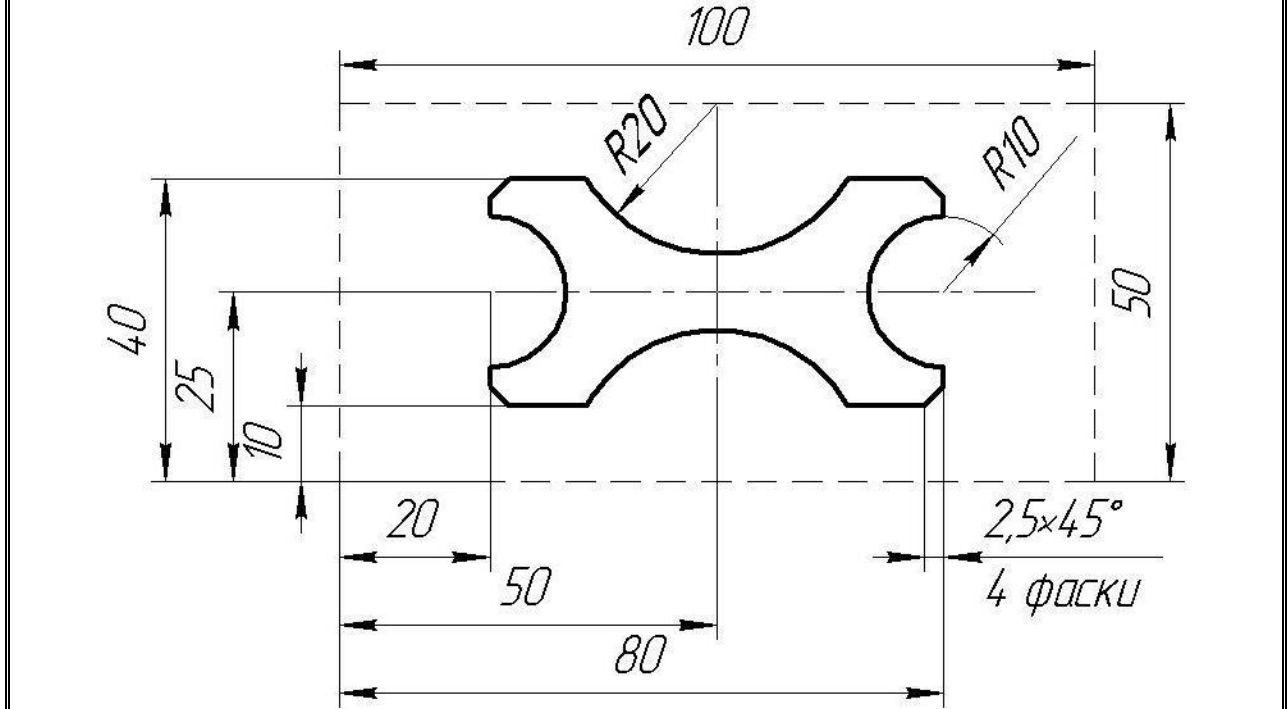
Довжина та ширина заготовки вказані штриховою лінією, товщина є індивідуальною для кожного варіанту.

| | |
|--|---|
|  | |
| <p>1 Створити матрицю зображеної форми. Товщина заготовки 5 мм. Кут: лівий, 5°.</p> | <p>2 Створити пуансон зображеної форми. Товщина заготовки 5 мм. Кут: правий, 5°.</p> |
|  | |
| <p>3 Створити матрицю зображеної форми. Товщина заготовки 7 мм. Кут: лівий, 7°.</p> | <p>4 Створити пуансон зображеної форми. Товщина заготовки 7 мм. Кут: правий, 7°.</p> |



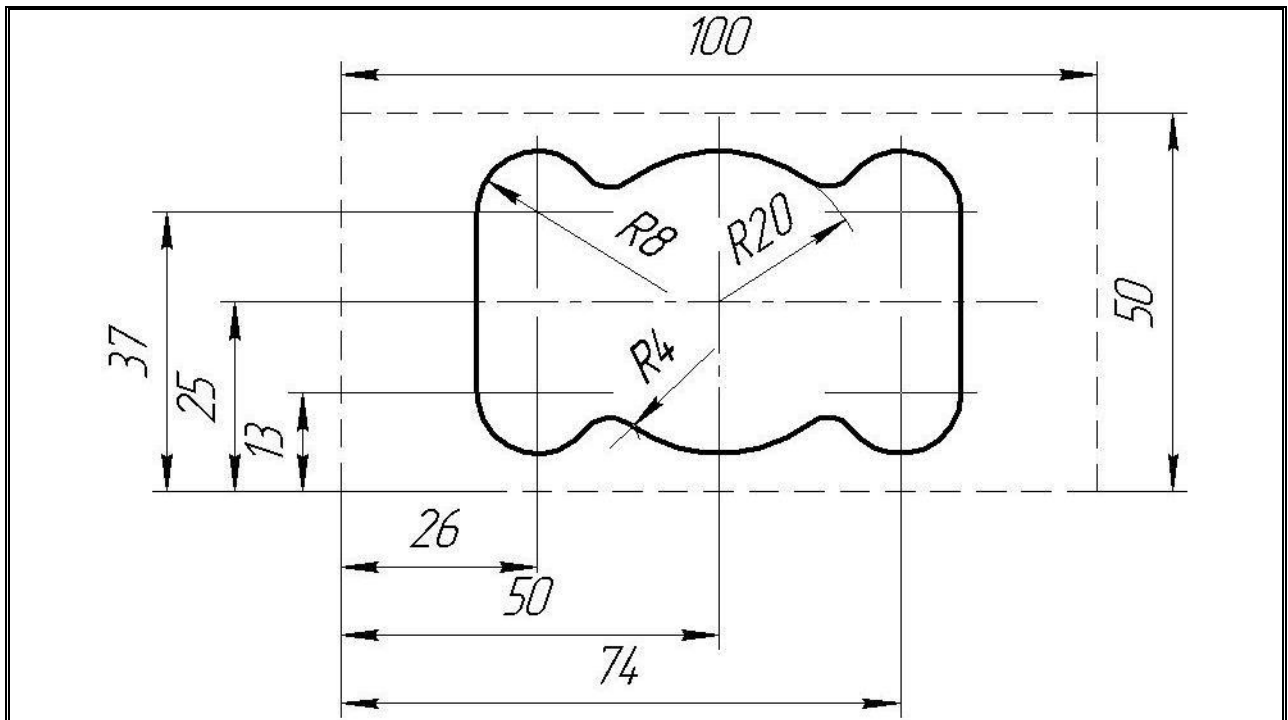
5 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: лівий, 5°.

6 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: правий, 5°.



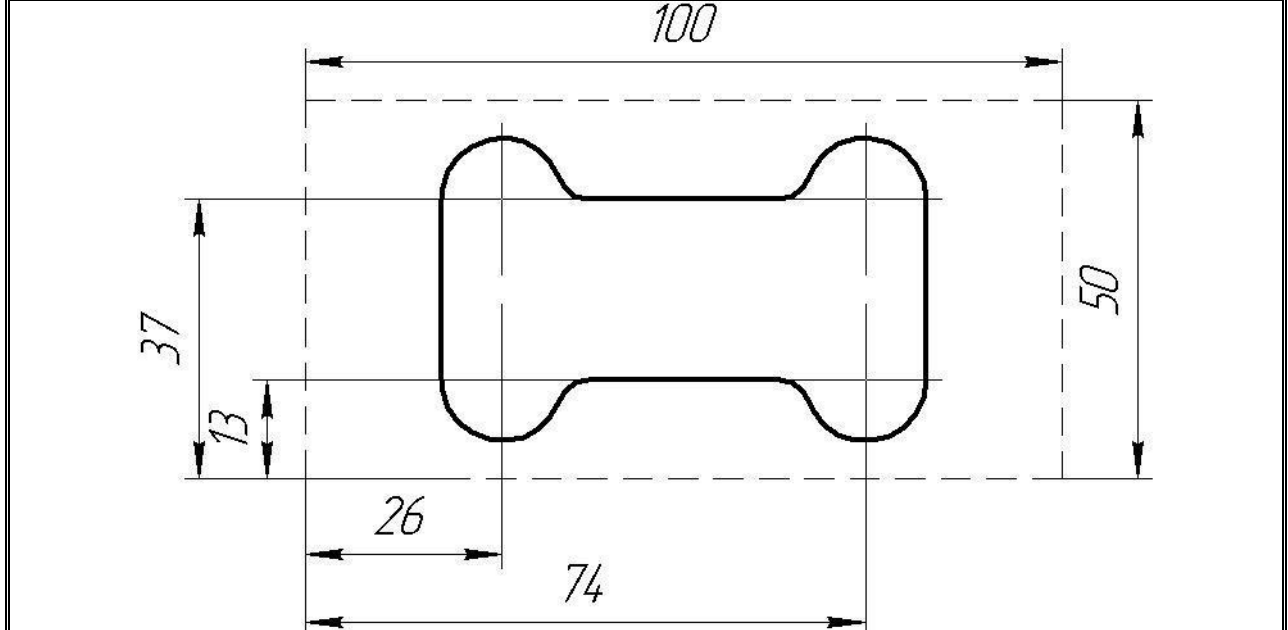
7 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: лівий, 10°.

8 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: правий, 10°.



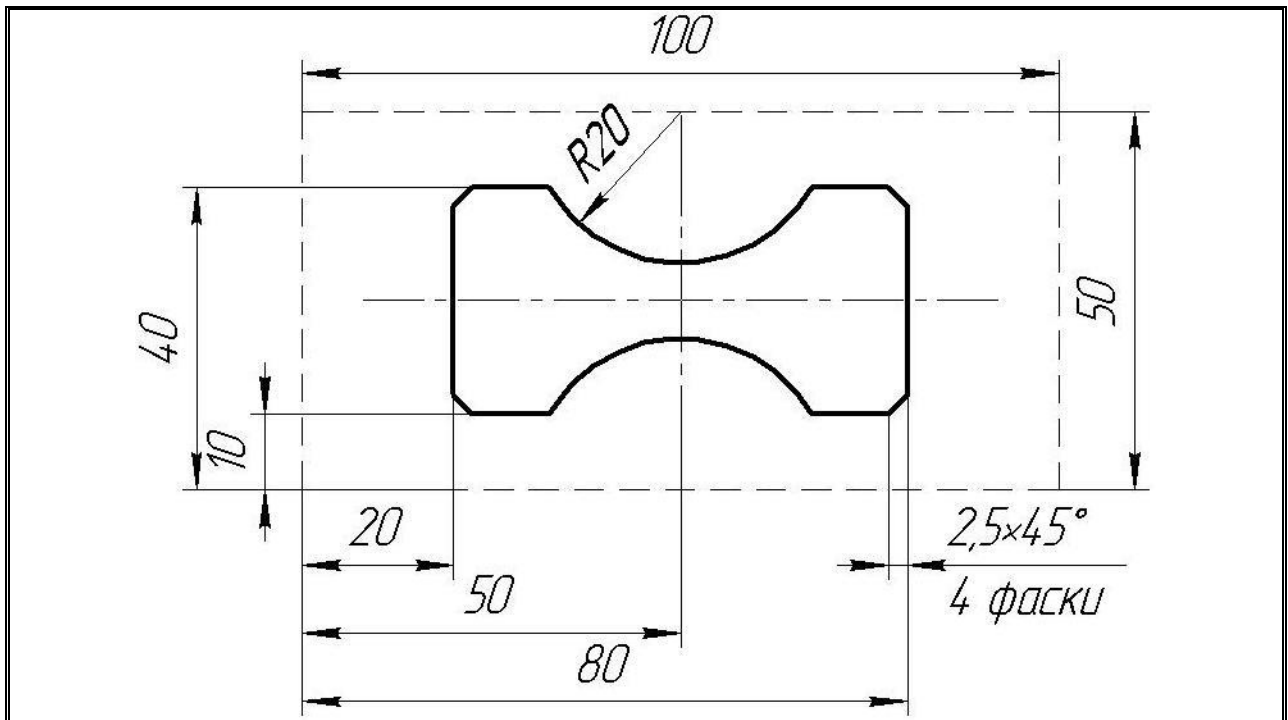
9 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 5 мм.
Кут: лівий, 10^0 .

10 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 5 мм.
Кут: правий, 10^0 .



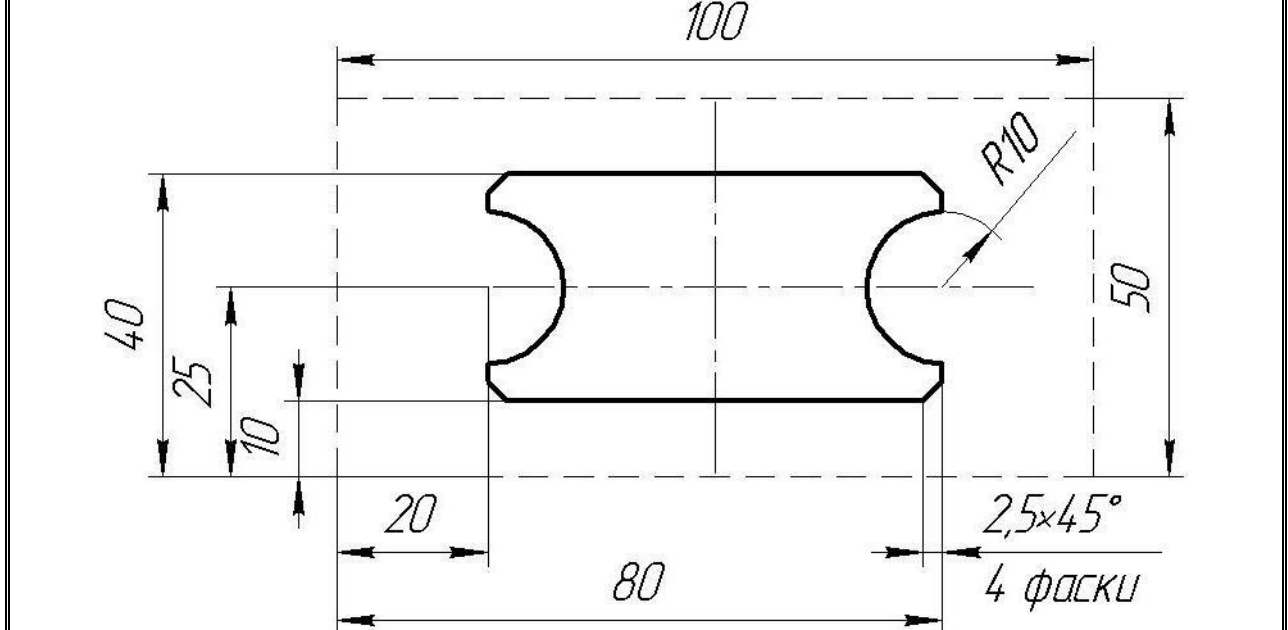
11 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 7 мм.
Кут: лівий, 10^0 .

12 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 7 мм.
Кут: правий, 10^0 .



13 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: лівий, 7°.

14 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 10 мм.
Кут: правий, 7°.



15 Створити матрицю зображеної форми.
Товщина заготовки 8 мм.
Кут: лівий, 10°.

16 Створити пуансон зображеної форми.
Товщина заготовки 8 мм.
Кут: правий, 10°.

ДОДАТОК Е

Приклад виконання та оформлення лабораторних робіт

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №1

ТОКАРНА ОБРОБКА У СИСТЕМІ DELCAM FEATURECAM

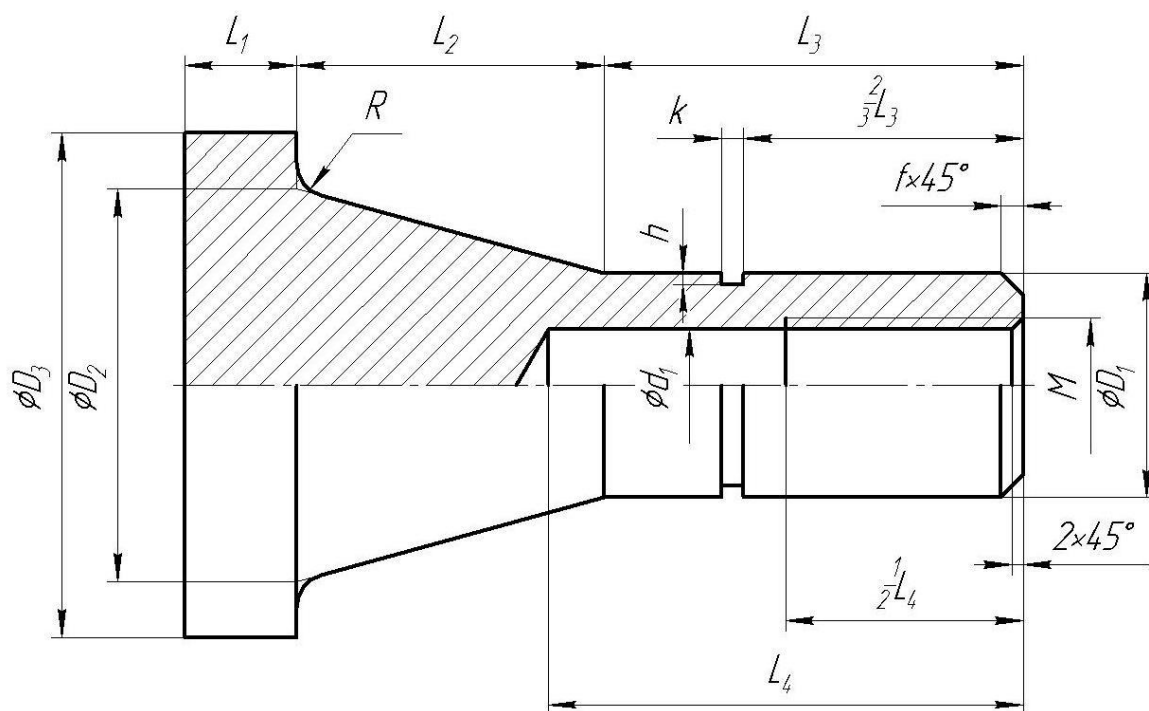
1.1 Мета заняття

Ознайомитися з основними принципами роботи в системі Delcam FeatureCAM. Вивчити методику створення керуючих програм для верстатів з ЧПК при токарній обробці деталей.

1.2 Індивідуальне завдання

Заготовка: циліндр довжиною 180 мм, діаметром 90 мм.

Обробку по зовнішньому діаметру найбільшої ступені не передбачати, обробку торця здійснювати з припуском 1,5 мм.



| № вар. | L_1 , мм | L_2 , мм | L_3 , мм | L_4 , мм | M , мм | D_1 , мм | D_2 , мм | D_3 , мм | d_1 , мм | h , мм | k , мм | f , мм | R , мм |
|--------|------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 20 | 55 | 75 | 85 | 22 | 40 | 70 | 90 | 20 | 2 | 4 | 4 | 6 |

| | | | | |
|----------------------------------|------------|----------|------------------|------|
| ЧНТУ 05.00.01 | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Да- |
| Разраб. | Велборн Д. | | | |
| Провер. | Бакстер П. | | | |
| Реценз. | | | | |
| Н. | | | | |
| Утверд. | | | | |
| Лабораторна робота №1 | | | Лит. | Лист |
| | | | | 3 |
| | | | ММБн-1977 | |

1.3 Розробка керуючої програми токарної обробки

Згідно з індивідуальним варіантом завдань, у якості заготовки для виготовлення валика вибираємо циліндр довжиною 180 мм, діаметром 90 мм. Для забезпечення підрізання торця з припуском 1,5 мм, координати правого торця заготовки приймаємо рівними: $x=0$, $y=0$, $z=1,5$ мм. (рис. 1.1).

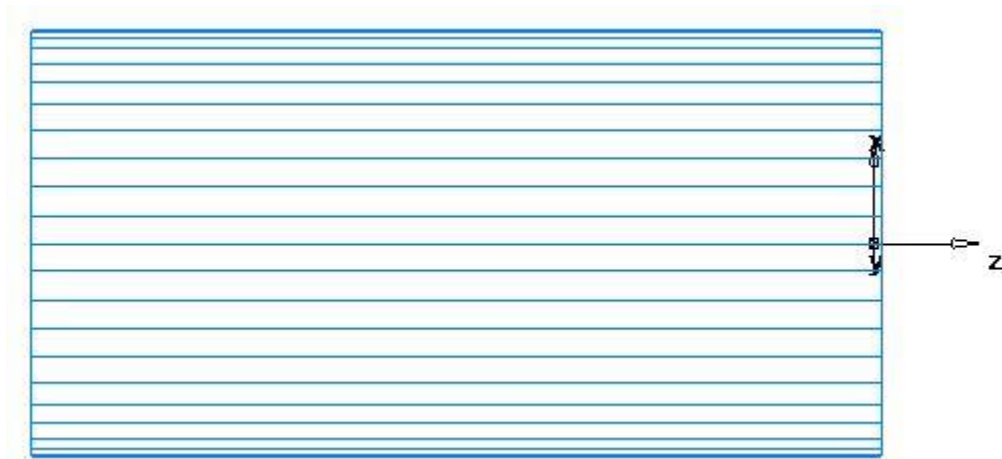


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд заготовки

Для забезпечення необхідної конфігурації деталі створюємо вихідні контури та відповідні елементи обробки, з використанням типу обробки «точіння» (рис. 1.2).

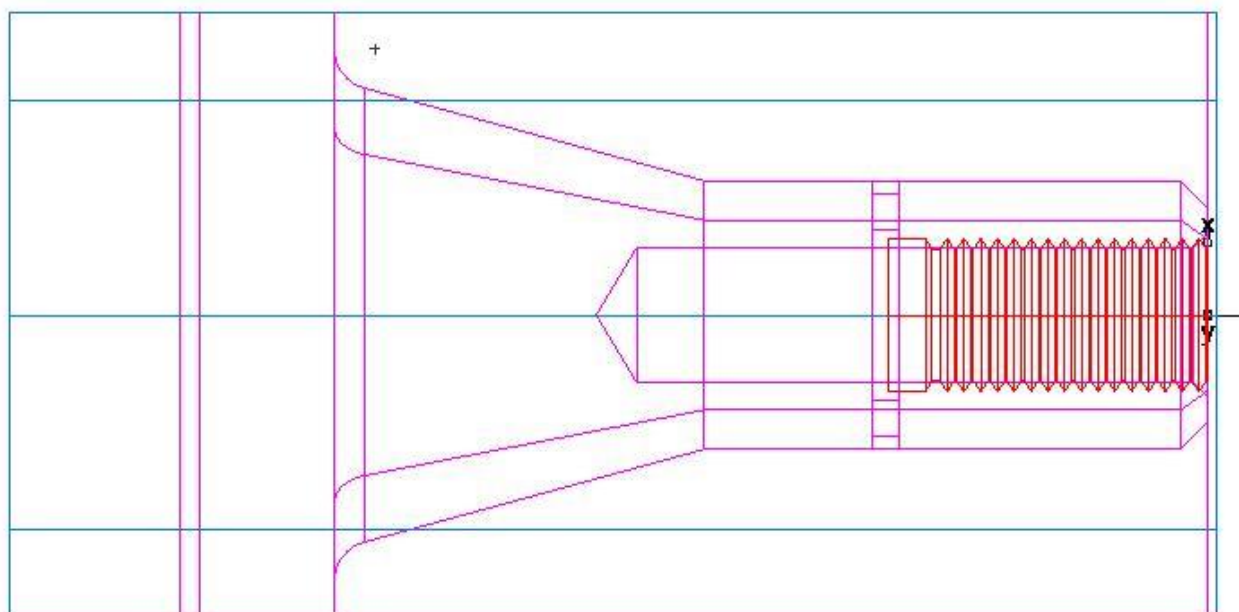


Рисунок 1.2 – Елементи та контури для генерування керуючої програми

| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата |
|----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |

ЧНТУ 15.00.03

Арк

4

Операції та основні її характеристики необхідні для виготовлення валу:

| | |
|--|--|
| <p>Деталь: Токар v1 Установ: Установ1 (1 of 1) Дата: 3 Ноябрь 2017 г. 11:32:05 Время: 6:36.4 Загот.: Z (0.000 мм, -180.000 мм) x НД 90.000 мм Мат.: СТАЛЬ-50ВХХ, 125.00 по Бринеллю, 3.82 кН/мм²</p> | <p>п.: 5 отверстие1 (фаска) П/С: 223 об/мин ЧС, 0.233 мм/об Инстр: #3 (кон.зенкер90:1250, 31.750 мм) Центр: 0.000 мм 0.000 мм 0.000 мм Глубина: 12.000 мм, Диаметр: 24.000 мм Время: 0:32.8</p> |
| <p>Оп.: 1 торец1 (чист.) П/С: 246 м/мин ЧС, 0.152 мм/об Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH) Время: 0:23.5</p> | <p>Оп.: 6 резьба1 (рельефная канавка) П/С: 170 м/мин ЧС, 0.381 мм/об Инстр: #4 (WN_B_Grv_187_RH) Время: 0:18.9</p> |
| <p>Оп.: 2 turn1 (черн.) П/С: 170 м/мин ЧС, 0.381 мм/об Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH) Время: 2:13.0</p> | <p>Оп.: 7 резьба1 (резьба: внутр.) П/С: 2780 об/мин ЧС, 2.500 мм/об Инстр: #5 (ID_Metric_WN_52) Другое: Шаг: 2.500 мм, Глубина: 1.624 мм Время: 0:31.5</p> |
| <p>Оп.: 3 turn1 (чист.) П/С: 246 м/мин ЧС, 0.152 мм/об Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH) Время: 0:38.5</p> | <p>Оп.: 8 канавка1 (черн.) П/С: 170 м/мин ЧС, 0.381 мм/об Инстр: #6 (SW_Grv_125_RH) Время: 0:16.9</p> |
| <p>Оп.: 4 отверстие1 (сверло) П/С: 357 об/мин ЧС, 0.388 мм/об Инстр: #2 (TD_M2000:T, 20.000 мм) Центр: 0.000 мм 0.000 мм 0.000 мм Глубина: 91.009 мм Другое: Шаги: 5, Цикл: Глуб. сверление Другое: Шаги: 20.000 мм 20.000 мм 20.000 мм Время: 1:04.5</p> | <p>Оп.: 9 канавка1 (чист.) П/С: 246 м/мин ЧС, 0.152 мм/об Инстр: #6 (SW_Grv_125_RH) Время: 0:05.6</p> |
| | <p>Оп.: 10 отрезка1 (отрезка) П/С: 246 м/мин ЧС, 0.152 мм/об Инстр: #7 (SW_Cut_3m_RH) Время: 0:30.9</p> |

Керуюча програма для верстату з ЧПК:

| | |
|---|---|
| <p>N10 T1/01/ M6 ' CHANGE TO TOOL # 1 N15 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000 N20 G0 X3.7795 Z0. N25 M8 N30 G1 X-0.0625 Z0. F0.006 N35 G1 X0.1487 Z0.1056 F0.006 N40 G0 X3.717 Z0.1056 T1/01/ N45 S1000 M4 'SET RPM TO 1000 N50 G0 X3.7795 Z0.143 N55 G0 X3.1512 Z0.143 N60 G1 X3.1512 Z-5.1142 F0.015 N65 G1 X3.5433 Z-5.1142 F0.015 N70 G1 X3.5711 Z-5.1003 F0.015 N75 G0 X3.5711 Z0.143 N80 G1 X2.7591 Z0.143 F0.015 N85 G1 X2.7591 Z-5.0496 F0.015 N90 G3 X3.0543 Z-5.1142 I3.0543 K-4.9131 N95 G1 X3.1512 Z-5.1142 F0.015 N100 G1 X3.179 Z-5.1003 F0.015 N105 G0 X3.179 Z0.143 N110 G1 X2.3669 Z0.143 F0.015 N115 G1 X2.3669 Z-4.4171 F0.015 N120 G1 X2.6664 Z-4.966 F0.015 N125 G3 X2.7591 Z-5.0496 I3.0543 K-4.9131 N130 G1 X2.7869 Z-5.0357 F0.015</p> | <p>N135 G0 X2.7869 Z0.143 N140 G1 X1.9748 Z0.143 F0.015 N145 G1 X1.9748 Z-3.6982 F0.015 N150 G1 X2.3669 Z-4.4171 F0.015 N155 G1 X2.3948 Z-4.4032 F0.015 N160 G0 X2.3948 Z0.143 N165 G1 X1.5827 Z0.143 F0.015 N170 G1 X1.5827 Z-2.9793 F0.015 N175 G1 X1.9748 Z-3.6982 F0.015 N180 G1 X2.0026 Z-3.6843 F0.015 N185 G0 X2.0026 Z0.143 N190 G1 X1.2471 Z0.143 F0.015 N195 G1 X1.2471 Z-0.0064 F0.015 N200 G1 X1.5621 Z-0.1638 F0.015 N205 G2 X1.5827 Z-0.1887 I1.5123 K-0.1887 N210 G1 X1.6105 Z-0.1748 F0.015 N215 G0 X1.6105 Z0.1181 N220 G0 X1.0303 Z0.0965 T1/01/ N225 S1000 M4 'SET RPM TO 1000 N230 G1 X1.5565 Z-0.1666 F0.006 N235 G2 X1.5748 Z-0.1887 I1.5123 K-0.1887 F0.0018 N240 G1 X1.5748 Z-2.9798 F0.006 N245 G1 X2.6588 Z-4.9671 F0.006 N250 G3 X3.0543 Z-5.1181 I3.0543 K-4.9131</p> |
|---|---|

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <p>ЧНТУ 15.00.03</p> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 5 |

N255 G1 X3.4808 Z-5.1181 F0.006
 N260 G1 X3.692 Z-5.0125 F0.006
 N265 G0 X3.7795 Z-5.0125
 N270 G0 X9.8425 Z4.9213 T2/02/ ' CHANGE
 TO TOOL # 2
 N275 S357 M4 ' SET RPM TO 357
 N280 G0 X0. Z0.1772
 N285 G0 X0. Z0.1181
 N290 G1 X0. Z-0.7874 F0.0153
 N295 G0 X0. Z0.1181
 N300 G0 X0. Z-0.6693
 N305 G1 X0. Z-1.5748 F0.0153
 N310 G0 X0. Z0.1181
 N315 G0 X0. Z-1.4567
 N320 G1 X0. Z-2.3622 F0.0153
 N325 G0 X0. Z0.1181
 N330 G0 X0. Z-2.2441
 N335 G1 X0. Z-3.1496 F0.0153
 N340 G0 X0. Z0.1181
 N345 G0 X0. Z-3.0315
 N350 G1 X0. Z-3.583 F0.0153
 N355 G0 X0. Z0.1181
 N360 G0 X9.8425 Z4.9213 T3/03/ ' CHANGE
 TO TOOL # 3
 N365 S223 M4 ' SET RPM TO 223
 N370 G0 X0. Z0.1772
 N375 G0 X0. Z0.1181
 N380 G1 X0. Z-0.4724 F0.0092
 N385 G0 X0. Z0.1181
 N390 G0 X9.8425 Z4.9213 T4/04/ ' CHANGE
 TO TOOL # 4
 N395 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
 N400 G0 X0.5244 Z0.1772
 N405 G0 X0.5244 Z-1.798
 N410 G1 X0.7686 Z-1.798 F0.015
 N415 G0 X0.5244 Z-1.798
 N420 G0 X0.5244 Z-1.8701
 N425 G1 X0.9042 Z-1.8701 F0.015
 N430 G0 X0.5244 Z-1.8701
 N435 G0 X0.5244 Z-1.798
 N440 G1 X0.7686 Z-1.798 F0.015
 N445 G1 X0.9042 Z-1.8372 F0.015
 N450 G0 X0.5244 Z-1.8372
 N455 G0 X0.5244 Z-1.8701
 N460 G1 X0.9042 Z-1.8701 F0.015
 N465 G1 X0.9042 Z-1.8372 F0.015
 N470 G0 X0.5244 Z-1.8372
 N475 G0 X0.5244 Z0.1692
 N480 G0 X9.8425 Z4.9213 T5/05/ ' CHANGE
 TO TOOL # 5
 N485 S2780 M4 ' SET RPM TO 2780
 N490 G0 X0.5322 Z0.2623
 N495 G0 X0.7917 Z0.1904
 N500 G33 X0.7917 Z-1.7434 F0.098425
 N505 G0 X0.5322 Z-1.7434
 N510 G0 X0.5322 Z0.2623
 N515 G0 X0.8103 Z0.1853
 N520 G33 X0.8103 Z-1.7485 F0.098425
 N525 G0 X0.5322 Z-1.7485
 N530 G0 X0.5322 Z0.2623

N535 G0 X0.8258 Z0.181
 N540 G33 X0.8258 Z-1.7528 F0.098425
 N545 G0 X0.5322 Z-1.7528
 N550 G0 X0.5322 Z0.2623
 N555 G0 X0.8391 Z0.1773
 N560 G33 X0.8391 Z-1.7565 F0.098425
 N565 G0 X0.5322 Z-1.7565
 N570 G0 X0.5322 Z0.2623
 N575 G0 X0.8507 Z0.1741
 N580 G33 X0.8507 Z-1.7597 F0.098425
 N585 G0 X0.5322 Z-1.7597
 N590 G0 X0.5322 Z0.2623
 N595 G0 X0.8611 Z0.1712
 N600 G33 X0.8611 Z-1.7626 F0.098425
 N605 G0 X0.5322 Z-1.7626
 N610 G0 X0.5322 Z0.2623
 N615 G0 X0.8704 Z0.1686
 N620 G33 X0.8704 Z-1.7652 F0.098425
 N625 G0 X0.5322 Z-1.7652
 N630 G0 X0.5322 Z0.2623
 N635 G0 X0.8788 Z0.1663
 N640 G33 X0.8788 Z-1.7675 F0.098425
 N645 G0 X0.5322 Z-1.7675
 N650 G0 X0.5322 Z0.2623
 N655 G0 X0.8866 Z0.1641
 N660 G33 X0.8866 Z-1.7697 F0.098425
 N665 G0 X0.5322 Z-1.7697
 N670 G0 X0.5322 Z0.2623
 N675 G0 X0.8937 Z0.1621
 N680 G33 X0.8937 Z-1.7717 F0.098425
 N685 G0 X0.5322 Z-1.7717
 N690 G0 X0.5322 Z0.2623
 N695 G0 X0.8937 Z0.1621
 N700 G33 X0.8937 Z-1.7717 F0.098425
 N705 G0 X0.5322 Z-1.7717
 N710 G0 X0.5322 Z0.2623
 N715 G0 X9.8425 Z4.9213 T6/06/ ' CHANGE
 TO TOOL # 6
 N720 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
 N725 G0 X1.811 Z-1.94
 N730 G1 X1.4252 Z-1.94 F0.015
 N735 G0 X1.811 Z-1.94
 N740 G0 X1.811 Z-1.9646
 N745 G1 X1.4252 Z-1.9646 F0.015
 N750 G0 X1.811 Z-1.9646
 N755 G0 X1.811 Z-1.9685 T6/06/
 N760 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
 N765 G1 X1.4173 Z-1.9685 F0.006
 N770 G0 X1.811 Z-1.9685
 N775 G0 X1.811 Z-1.936
 N780 G1 X1.4173 Z-1.936 F0.006
 N785 G1 X1.4173 Z-1.9685 F0.006
 N790 G0 X3.7635 Z-1.9685
 N795 G0 X9.8425 Z4.9213 T7/07/ ' CHANGE
 TO TOOL # 7
 N800 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
 N805 G0 X3.7795 Z-6.0236
 N810 G1 X3.0205 Z-6.0236 F0.006
 N815 G0 X3.1189 Z-6.0236
 N820 G1 X2.2614 Z-6.0236 F0.006

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

N825 G0 X2.3598 Z-6.0236
N830 G1 X1.5024 Z-6.0236 F0.006
N835 G0 X1.6008 Z-6.0236
N840 G1 X0.7433 Z-6.0236 F0.006
N845 G0 X0.8417 Z-6.0236

N850 G1 X-0.0157 Z-6.0236 F0.003
N855 G0 X3.7795 Z-6.0236
N860 G0 X9.8425 Z4.9213
N865 M02

У результаті моделювання обробки за запропонованим кодом керуючої програми отримаємо деталь (рис. 1.3)

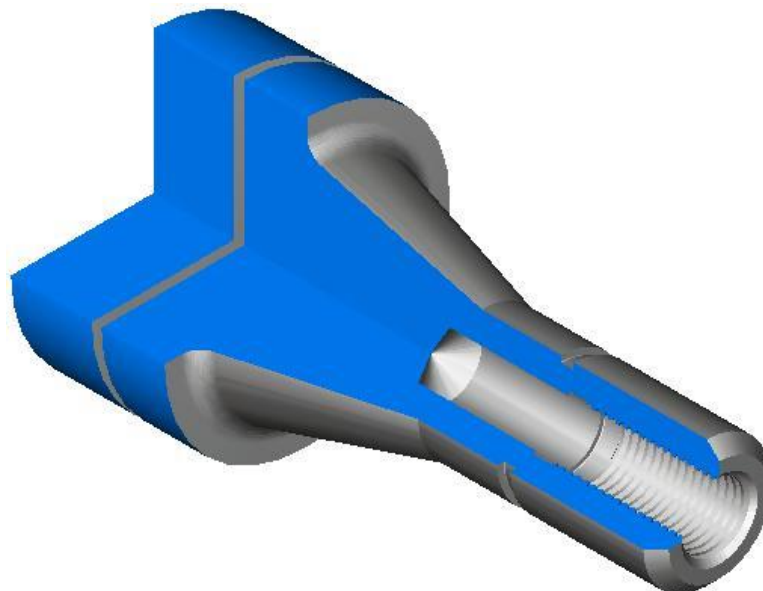


Рисунок 1.3 – Модель обробленої деталі

1.4 Висновки виконання лабораторного заняття

Вивчили основні принципи роботи в системі Delcam FeatureCam. Ознайомились з ідеологією та послідовністю створення керуючих програм для верстатів з ЧПК. Побудували профіль валика та згенерували для нього керуючу програму.

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

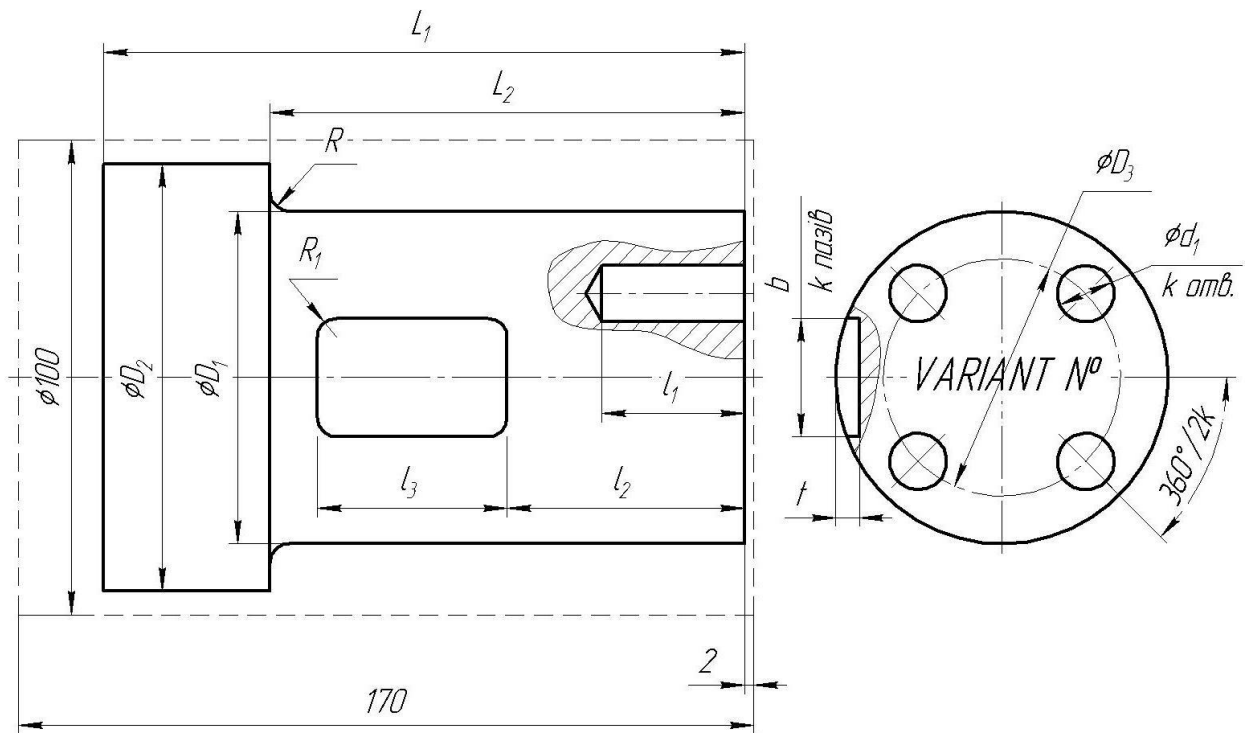
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №2

ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНА ОБРОБКА В DELCAM FEATURECAM

2.1 Мета заняття

Вивчити можливості системи DELCAM FeatureCAM при комбінуванні токарних та фрезерних операцій. Навчитись створювати керуючі програми для обробки однієї деталі точінням та фрезеруванням за один установ.

2.2 Індивідуальне завдання



| № вар. | L ₁ , мм | L ₂ , мм | L ₁ , мм | L ₂ , мм | L ₃ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | D ₃ , мм | d ₁ , мм | b, мм | t, мм | k, мм | R, мм | R ₁ , мм |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| 9 | 140 | 115 | 25 | 35 | 40 | 80 | 95 | 48 | 10 | 18 | 7 | 5 | 5 | 4 |

| | | | | |
|--------------------------|------------|----------|-------|--------|
| ЧНТУ 09.00.02 | | | | |
| Изм. | Лис. | № докум. | Подп. | Да- |
| Разраб. | Велборн Д. | | | |
| Провер. | Бакстер П. | | | |
| Реценз. | | | | |
| Н. | | | | |
| Утверд. | | | | |
| Лабораторна робота №2 | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | 8 | |
| ММБн-1977 | | | | |

1.3 Розробка керуючої програми токарної обробки

Згідно з індивідуальним варіантом завдань, у якості заготовки для виготовлення деталі вибираємо циліндр довжиною 170 мм, діаметром 100 мм. Для забезпечення підрізання торця з припуском 2 мм, координати правого торця заготовки приймаємо рівними: $x=0$, $y=0$, $z=2$ мм. (рис. 1).

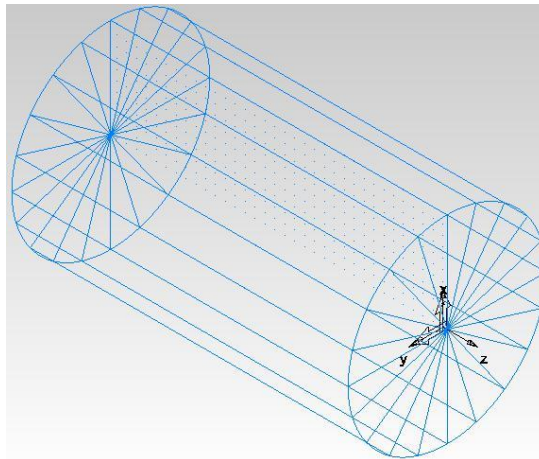


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд заготовки

Для забезпечення необхідної конфігурації деталі створюємо вихідні контури та відповідні елементи обробки, з використанням типу обробки «точіння» та «точіння-фрезерування» (рис. 2.2).

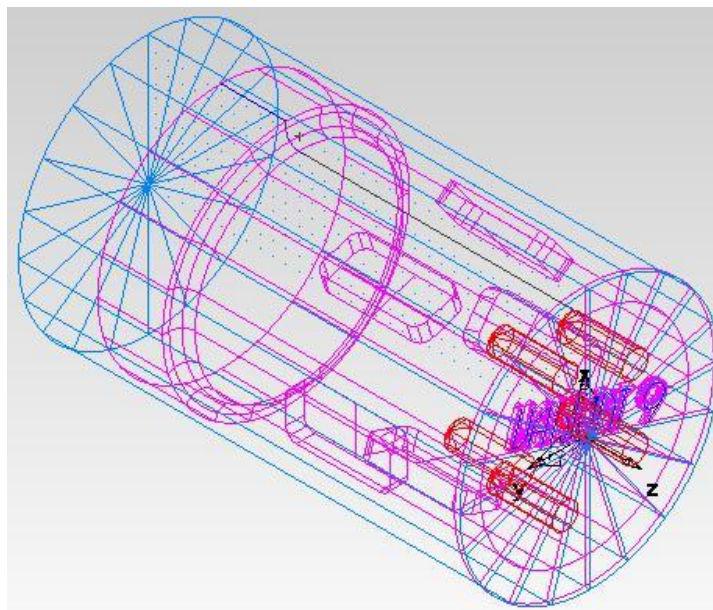


Рисунок 2.2 – Елементи та контури для генерування керуючої програми

Операції та основні її характеристики необхідні для виготовлення валу:

Деталь: FM2

Установ: Установ1 (1 of 1)

Дата: 15 Май 2018 г. 14:06:02

Время: 52:40.5

Загот.: Z (0.000 мм, -170.000 мм) x НД
100.000 мм

Мат.: СТАЛЬ-15XX, 111.00 по Бринеллю,
3.82 кН/мм²

Оп.: 1 торец1 (чист.)

П/С: 335 м/мин ЧС, 0.152 мм/об

Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH)

Время: 0:22.2

Оп.: 2 turn1 (черн.)

П/С: 231 м/мин ЧС, 0.381 мм/об

Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH)

Время: 1:22.2

Оп.: 3 turn1 (чист.)

П/С: 335 м/мин ЧС, 0.152 мм/об

Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH)

Время: 0:48.5

Оп.: 4 прям_карман1 (черн.1)

П/С: 873 об/мин, 236 мм/мин (0.135
мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM1500:рег-повор. X,
15.000 мм)

Глубина: 7.000 мм

Другое: Шаг: 4.995 мм

Время: 1:21.9

Мощн.: 0.52 (расч. 0.52) кВт

Оп.: 5 прям_карман1 (черн.1)

П/С: 873 об/мин, 236 мм/мин (0.135
мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM1500:рег-повор. X,
15.000 мм)

Глубина: 7.000 мм

Другое: Шаг: 4.995 мм

Время: 1:10.7

Мощн.: 0.52 (расч. 0.52) кВт

Оп.: 6 прям_карман1 (черн.1)

П/С: 873 об/мин, 236 мм/мин (0.135
мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM1500:рег-повор. X,
15.000 мм)

Глубина: 7.000 мм

Другое: Шаг: 4.995 мм

Время: 1:10.7

Мощн.: 0.52 (расч. 0.52) кВт

Оп.: 7 прям_карман1 (черн.1)

П/С: 873 об/мин, 236 мм/мин (0.135
мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM1500:рег-повор. X,
15.000 мм)

Глубина: 7.000 мм

Другое: Шаг: 4.995 мм

Время: 1:10.7

Мощн.: 0.52 (расч. 0.52) кВт

Оп.: 8 прям_карман1 (черн.1)

П/С: 873 об/мин, 236 мм/мин (0.135
мм/зуб.)

Инстр: #2 (конц.фрезаM1500:рег-повор. X,
15.000 мм)

Глубина: 7.000 мм

Другое: Шаг: 4.995 мм

Время: 1:11.6

Мощн.: 0.52 (расч. 0.52) кВт

Оп.: 9 прям_карман1 (черн.2)

П/С: 2182 об/мин, 236 мм/мин (0.054
мм/зуб.)

Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X,
6.000 мм)

Глубина: 7.000 мм (в 2 шагах,
3.500 мм кажд.)

Др.: Шаг: 1.998 мм

Время: 1:07.3

Мощн.: 0.10 (расч. 0.10) кВт

Оп.: 10 прям_карман1 (чист.)

П/С: 2619 об/мин, 184 мм/мин (0.035
мм/зуб.)

Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X,
6.000 мм)

Глубина: 7.000 мм

Другое: Шаг: 0.750 мм

Время: 0:34.9

Прибл. кВт: 0.06

Оп.: 11 прям_карман1 (черн.2)

П/С: 2182 об/мин, 236 мм/мин (0.054
мм/зуб.)

Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X,
6.000 мм)

Глубина: 7.000 мм (в 2 шагах,
3.500 мм кажд.)

Др.: Шаг: 1.998 мм

Время: 0:56.9

Мощн.: 0.10 (расч. 0.10) кВт

Оп.: 12 прям_карман1 (чист.)

П/С: 2619 об/мин, 184 мм/мин (0.035
мм/зуб.)

Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X,
6.000 мм)

Глубина: 7.000 мм

Другое: Шаг: 0.750 мм

Время: 0:34.9

Прибл. кВт: 0.06

Оп.: 13 прям_карман1 (черн.2)

П/С: 2182 об/мин, 236 мм/мин (0.054
мм/зуб.)

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 10 |

Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X, 6.000 мм)
Глубина: 7.000 мм (в 2 шагах, 3.500 мм кажд.)
Др.: Шаг: 1.998 мм
Время: 0:56.9
Мощн.: 0.10 (расч. 0.10) кВт

Оп.: 14 прям_карман1 (чист.)
П/С: 2619 об/мин, 184 мм/мин (0.035 мм/зуб.)
Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X, 6.000 мм)
Глубина: 7.000 мм
Другое: Шаг: 0.750 мм
Время: 0:34.9
Прибл. кВт: 0.06

Оп.: 15 прям_карман1 (черн.2)
П/С: 2182 об/мин, 236 мм/мин (0.054 мм/зуб.)
Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X, 6.000 мм)
Глубина: 7.000 мм (в 2 шагах, 3.500 мм кажд.)
Др.: Шаг: 1.998 мм
Время: 0:56.9
Мощн.: 0.10 (расч. 0.10) кВт

Оп.: 16 прям_карман1 (чист.)
П/С: 2619 об/мин, 184 мм/мин (0.035 мм/зуб.)
Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X, 6.000 мм)
Глубина: 7.000 мм
Другое: Шаг: 0.750 мм
Время: 0:34.9
Прибл. кВт: 0.06

Оп.: 17 прям_карман1 (черн.2)
П/С: 2182 об/мин, 236 мм/мин (0.054 мм/зуб.)
Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X, 6.000 мм)
Глубина: 7.000 мм (в 2 шагах, 3.500 мм кажд.)
Др.: Шаг: 1.998 мм
Время: 0:56.9
Мощн.: 0.10 (расч. 0.10) кВт

Оп.: 18 прям_карман1 (чист.)
П/С: 2619 об/мин, 184 мм/мин (0.035 мм/зуб.)
Инстр: #3 (конц.фрезаM0600:рег-повор. X, 6.000 мм)
Глубина: 7.000 мм
Другое: Шаг: 0.750 мм
Время: 0:35.8
Прибл. кВт: 0.06

Оп.: 19 отверстие1 (центровка)
П/С: 833 об/мин, 0.210 мм/об

Инстр: #4 (центр_M2000-0800-повор. Z, 10.200 мм)
Центр: 0.000 мм 24.000 мм 0.000 мм
Глубина: 9.905 мм
Время: 0:19.5

Оп.: 20 отверстие1 (центровка)
П/С: 833 об/мин, 0.210 мм/об
Инстр: #4 (центр_M2000-0800-повор. Z, 10.200 мм)
Центр: -22.825 мм 7.416 мм 0.000 мм
Глубина: 9.905 мм
Время: 0:06.6

Оп.: 21 отверстие1 (центровка)
П/С: 833 об/мин, 0.210 мм/об
Инстр: #4 (центр_M2000-0800-повор. Z, 10.200 мм)
Центр: -14.107 мм -19.416 мм 0.000 мм
Глубина: 9.905 мм
Время: 0:06.6

Оп.: 22 отверстие1 (центровка)
П/С: 833 об/мин, 0.210 мм/об
Инстр: #4 (центр_M2000-0800-повор. Z, 10.200 мм)
Центр: 14.107 мм -19.416 мм 0.000 мм
Глубина: 9.905 мм
Время: 0:06.6

Оп.: 23 отверстие1 (центровка)
П/С: 833 об/мин, 0.210 мм/об
Инстр: #4 (центр_M2000-0800-повор. Z, 10.200 мм)
Центр: 22.825 мм 7.416 мм 0.000 мм
Глубина: 9.905 мм
Время: 0:07.0

Оп.: 24 отверстие1 (сверло)
П/С: 850 об/мин, 0.206 мм/об
Инстр: #5 (TD_M1000:J-повор. Z, 10.000 мм)
Центр: 0.000 мм 24.000 мм 0.000 мм
Глубина: 28.004 мм
Другое: Шаги: 3, Цикл: Глуб. сверление
Другое: Шаги: 10.000 мм 10.000 мм 10.000 мм
Время: 0:27.8

Оп.: 25 отверстие1 (сверло)
П/С: 850 об/мин, 0.206 мм/об
Инстр: #5 (TD_M1000:J-повор. Z, 10.000 мм)
Центр: -22.825 мм 7.416 мм 0.000 мм
Глубина: 28.004 мм
Другое: Шаги: 3, Цикл: Глуб. сверление
Другое: Шаги: 10.000 мм 10.000 мм 10.000 мм
Время: 0:15.0

Оп.: 26 отверстие1 (сверло)
П/С: 850 об/мин, 0.206 мм/об
Инстр: #5 (TD_M1000:J-повор. Z, 10.000 мм)
Центр: -14.107 мм -19.416 мм 0.000 мм
Глубина: 28.004 мм

| | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

ЧНТУ 15.00.03

Арк

11

Другое: Шаги: 3, Цикл: Глуб. сверление
Другое: Шаги: 10.000 мм 10.000 мм 10.000 мм
Время: 0:15.0

Оп.: 27 отверстие1 (сверло)
П/С: 850 об/мин, 0.206 мм/об
Инстр: #5 (TD_M1000:J-повор. Z, 10.000 мм)
Центр: 14.107 мм -19.416 мм 0.000 мм
Глубина: 28.004 мм
Другое: Шаги: 3, Цикл: Глуб. сверление
Другое: Шаги: 10.000 мм 10.000 мм 10.000 мм
Время: 0:15.0

Оп.: 28 отверстие1 (сверло)
П/С: 850 об/мин, 0.206 мм/об

Инстр: #5 (TD_M1000:J-повор. Z, 10.000 мм)
Центр: 22.825 мм 7.416 мм 0.000 мм
Глубина: 28.004 мм
Другое: Шаги: 3, Цикл: Глуб. сверление
Другое: Шаги: 10.000 мм 10.000 мм 10.000 мм
Время: 0:15.4

Оп.: 29 канавка3 (паз)
П/С: 5200 об/мин, 41 мм/мин (0.004 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фрезаM0100:reg-повор. Z, 1.000 мм)
Глубина: 2.000 мм
Другое: Шаги: 2
Время: 33:55.5
Мощн.: 0.00 (расч. 0.00) кВт

Частина керуючої програми для верстату з ЧПК:

N10 T1/01/ M6 ' CHANGE TO TOOL # 1
N15 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N20 G0 X4.1732 Z0.
N25 M8
N30 G1 X-0.0625 Z0. F0.006
N35 G1 X0.1487 Z0.1056 F0.006
N40 G0 X4.1107 Z0.1056 T1/01/
N45 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N50 G0 X4.1732 Z0.1181
N55 G0 X3.748 Z0.1181
N60 G1 X3.748 Z-5.5431 F0.015
N65 G1 X3.937 Z-5.5431 F0.015
N70 G1 X3.9648 Z-5.5291 F0.015
N75 G0 X3.9648 Z0.1181
N80 G1 X3.4528 Z0.1181 F0.015
N85 G1 X3.4528 Z-4.523 F0.015
N90 G3 X3.4808 Z-4.5236 I3.4808 K-4.362
N95 G1 X3.6777 Z-4.5236 F0.015
N100 G2 X3.748 Z-4.5588 I3.6777 K-4.5588
N105 G1 X3.7759 Z-4.5449 F0.015
N110 G0 X3.7759 Z0.1181
N115 G1 X3.1575 Z0.1181 F0.015
N120 G1 X3.1575 Z-4.362 F0.015
N125 G3 X3.4528 Z-4.523 I3.4808 K-4.362
N130 G1 X3.4806 Z-4.5091 F0.015
N135 G0 X3.4806 Z0.1181

N140 G0 X3.1496 Z0.1181 T1/01/
N145 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N150 G1 X3.1496 Z-4.362 F0.006
N155 G3 X3.4808 Z-4.5276 I3.4808 K-4.362
N160 G1 X3.6777 Z-4.5276 F0.006
N165 G2 X3.7402 Z-4.5588 I3.6777 K-4.5588
N170 G1 X3.7402 Z-5.5431 F0.006
N175 G1 X3.9514 Z-5.4374 F0.006
N180 G0 X4.1732 Z-5.4374
N185 G0 X9.8425 Z4.9213 T2/02/ ' CHANGE TO TOOL # 2
N190 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N195 G0 X4.1732 Z-5.6299
N200 G1 X3.3354 Z-5.6299 F0.006
N205 G0 X3.4339 Z-5.6299
N210 G1 X2.4976 Z-5.6299 F0.006
N215 G0 X2.5961 Z-5.6299
N220 G1 X1.6598 Z-5.6299 F0.006
N225 G0 X1.7583 Z-5.6299
N230 G1 X0.822 Z-5.6299 F0.006
N235 G0 X0.9205 Z-5.6299
N240 G1 X-0.0157 Z-5.6299 F0.003
N245 G0 X4.1732 Z-5.6299
N250 G0 X9.8425 Z4.9213
N255 M02...

У результаті моделювання обробки за запропонованим кодом керуючої програми отримаємо деталь (рис. 2.3)

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|---------------|-----|
| | | | | | ЧНТУ 15.00.03 | Арк |
| | | | | | | 12 |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 2.3 – Модель обробленої деталі

2.4 Висновки виконання лабораторного заняття

Вивчили основні принципи роботи в системі Delcam FeatureCam. Ознайомились з ідеологією та послідовністю створення керуючих програм для верстатів з ЧПК. Побудували профіль валика та згенерували для нього керуючу програму.

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|---------------|-----|
| | | | | | ЧНТУ 15.00.03 | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №3

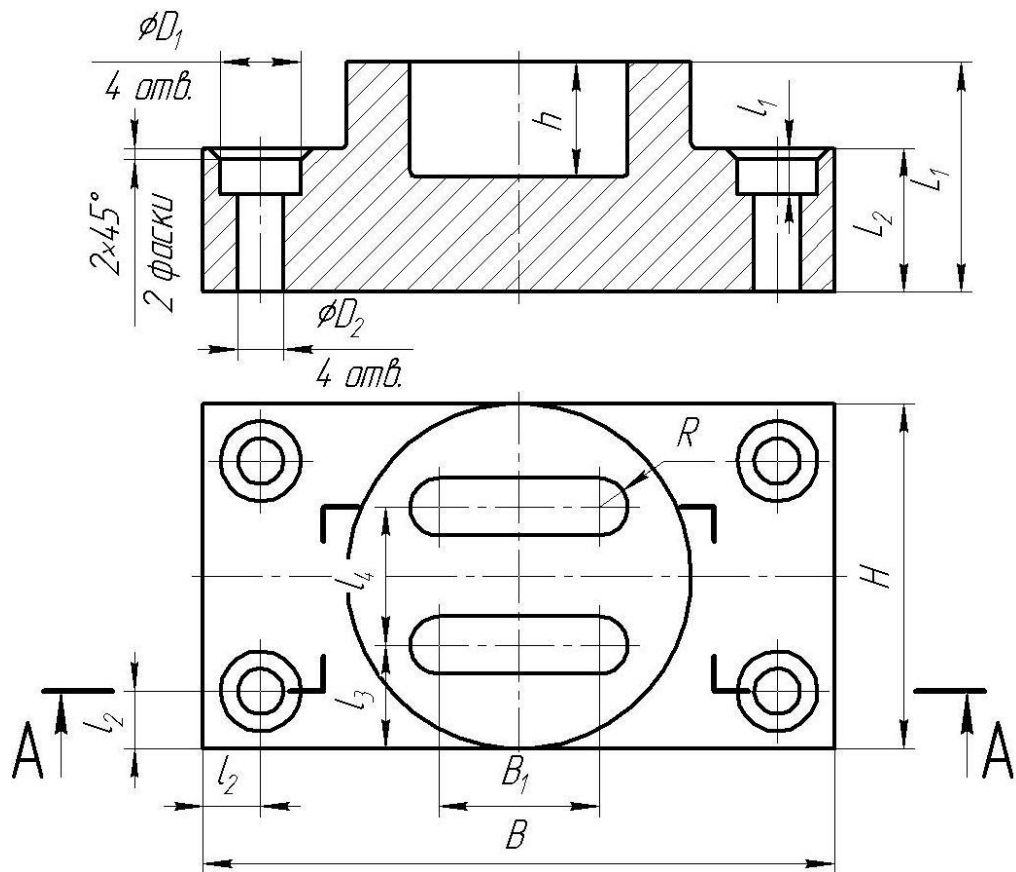
ФРЕЗЕРНА ОБРОБКА У СИСТЕМІ DELCAM FEATURECAM

3.1 Мета заняття

Ознайомитися з основними принципами роботи в системі Delcam FeatureCam. Вивчити методику створення керуючих програм для верстатів з ЧПК при фрезерній обробці деталей.

3.2 Індивідуальне завдання

Розробити керуючу програму для обробки зображеної деталі.



| № вар. | H, мм | B, мм | B ₁ , мм | L ₁ , мм | L ₂ , мм | l ₁ , мм | l ₂ , мм | l ₃ , мм | l ₄ , мм | D ₁ , мм | D ₂ , мм | h, мм | R, мм |
|--------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|
| 15 | 85 | 150 | 25 | 75 | 30 | 14 | 17 | 22,5 | 40 | 22 | 10 | 25 | 12 |

| | | | | |
|--------------------------|------------|----------|-------|--------|
| ЧНТУ 15.00.03 | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Да- |
| Разраб. | Велборн Д. | | | |
| Провер. | Бакстер П. | | | |
| Реценз. | | | | |
| Н. | | | | |
| Утверд. | | | | |
| Лабораторна робота №3 | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | 14 | |
| ММБн-65-89 | | | | |

3.3 Розробка керуючої програми фрезерної обробки

Згідно з індивідуальним варіантом завдань, у якості заготовки для виготовлення деталі вибираємо паралелепіпед довжиною 150 мм, шириною 85 мм, товщиною 77 мм (загальна висота деталі та припуск на обробку верхньої площини 2 мм). Для полегшення позиціонування та визначення подальших розмірів, а також для забезпечення обробки верхньої поверхні з припуском 2 мм, положення заготовки приймаємо рівними: $x=0$, $y=0$, $z=2$ мм. (рис. 3.1).

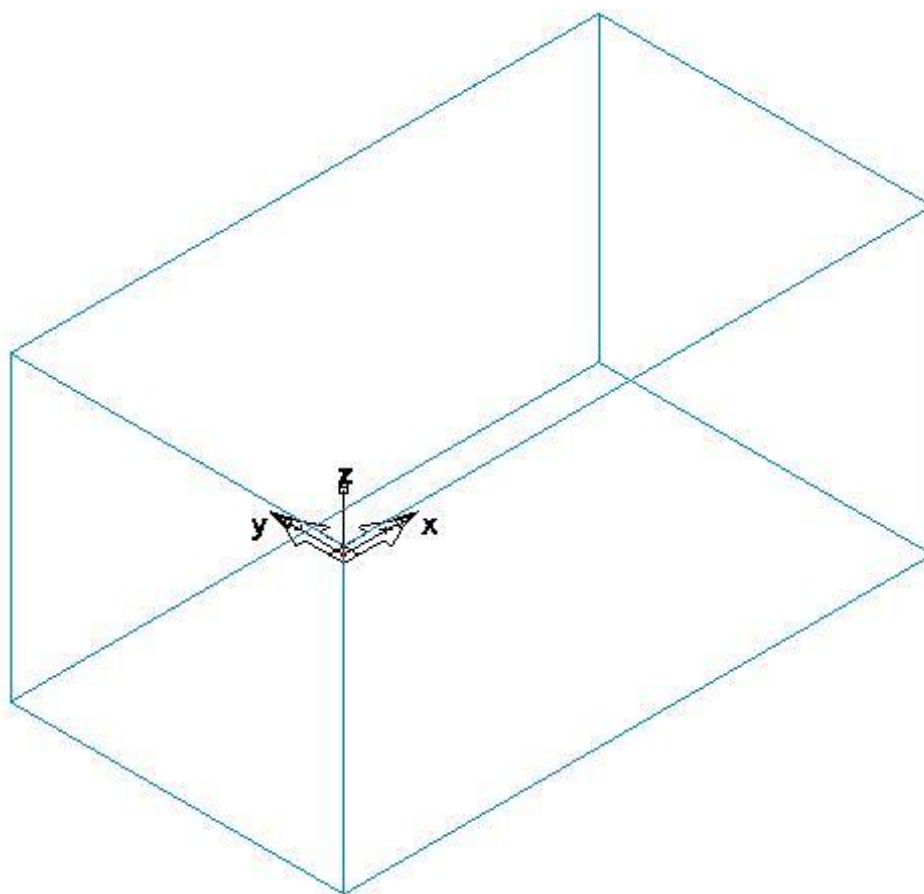


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд заготовки

Для забезпечення необхідної конфігурації деталі створюємо вихідні контури та відповідні елементи обробки (рис. 3.2).

Инстр: #3 (конц.фрезаM2100:рег, 21.000 мм)
Глубина: 25.000 мм (в 2 шагах, 12.500 мм кажд.)
Др.: Шаг: 6.993 мм
Время: 5:55.4
Мощн.: 0.68 (расч. 0.68) кВт

Оп.: 8 паз1 (чист.)
П/С: 582 об/мин, 95 мм/мин (0.082 мм/зуб.)
Инстр: #3 (конц.фрезаM2100:рег, 21.000 мм)
Глубина: 25.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 0:53.1
Прибл. кВт: 0.19

Оп.: 9 ступ_отв1:s-1 (черн.1)
П/С: 783 об/мин, 122 мм/мин (0.078 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 4.329 мм
Время: 3:05.7
Мощн.: 0.47 (расч. 0.47) кВт

Оп.: 10 ступ_отв1:s-1 (чист.)
П/С: 940 об/мин, 95 мм/мин (0.051 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 0:50.8
Прибл. кВт: 0.11

Оп.: 11 ступ_отв1:s-1 (черн.1)
П/С: 783 об/мин, 122 мм/мин (0.078 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 4.329 мм
Время: 2:55.7
Мощн.: 0.47 (расч. 0.47) кВт

Оп.: 12 ступ_отв1:s-1 (чист.)
П/С: 940 об/мин, 95 мм/мин (0.051 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 0:50.8
Прибл. кВт: 0.11

Оп.: 13 ступ_отв1:s-1 (черн.1)

П/С: 783 об/мин, 122 мм/мин (0.078 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 4.329 мм
Время: 2:55.8
Мощн.: 0.47 (расч. 0.47) кВт

Оп.: 14 ступ_отв1:s-1 (чист.)
П/С: 940 об/мин, 95 мм/мин (0.051 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 0:50.8
Прибл. кВт: 0.11

Оп.: 15 ступ_отв1:s-1 (черн.1)
П/С: 783 об/мин, 122 мм/мин (0.078 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 4.329 мм
Время: 2:55.7
Мощн.: 0.47 (расч. 0.47) кВт

Оп.: 16 ступ_отв1:s-1 (чист.)
П/С: 940 об/мин, 95 мм/мин (0.051 мм/зуб.)
Инстр: #4 (конц.фрезаM1300:рег, 13.000 мм)
Глубина: 14.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 0:51.4
Прибл. кВт: 0.11

Оп.: 17 ступ_отв1:c-1 (чист.)
П/С: 767 об/мин, 48 мм/мин (0.062 мм/зуб.)
Инстр: #5 (фаска0312, 20.637 мм)
Глубина: 5.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 1:51.1
Прибл. кВт: 0.00

Оп.: 18 ступ_отв1:c-1 (чист.)
П/С: 767 об/мин, 48 мм/мин (0.062 мм/зуб.)
Инстр: #5 (фаска0312, 20.637 мм)
Глубина: 5.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 1:40.8
Прибл. кВт: 0.00

Оп.: 19 ступ_отв1:c-1 (чист.)
П/С: 767 об/мин, 48 мм/мин (0.062 мм/зуб.)

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

Инстр: #5 (фаска0312, 20.637 мм)
Глубина: 5.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 1:40.9
Прибл. кВт: 0.00

Оп.: 20 ступ_отв1:с-1 (чист.)
П/С: 767 об/мин, 48 мм/мин (0.062 мм/зуб.)
Инстр: #5 (фаска0312, 20.637 мм)
Глубина: 5.000 мм
Другое: Шаг: 1.250 мм
Время: 1:41.4
Прибл. кВт: 0.00

Оп.: 21 ступ_отв1:s-2 (черн.1)
П/С: 1203 об/мин, 92 мм/мин (0.038 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм (в 5 шагах, 6.200 мм кажд.)
Др.: Шаг: 2.115 мм
Время: 8:38.2
Мощн.: 0.08 (расч. 0.08) кВт

Оп.: 22 ступ_отв1:s-2 (чист.)
П/С: 1443 об/мин, 72 мм/мин (0.025 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм
Другое: Шаг: 0.794 мм
Время: 0:25.3
Прибл. кВт: 0.11

Оп.: 23 ступ_отв1:s-2 (черн.1)
П/С: 1203 об/мин, 92 мм/мин (0.038 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм (в 5 шагах, 6.200 мм кажд.)
Др.: Шаг: 2.115 мм
Время: 8:28.1
Мощн.: 0.08 (расч. 0.08) кВт

Оп.: 24 ступ_отв1:s-2 (чист.)
П/С: 1443 об/мин, 72 мм/мин (0.025 мм/зуб.)

Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм
Другое: Шаг: 0.794 мм
Время: 0:25.3
Прибл. кВт: 0.11

Оп.: 25 ступ_отв1:s-2 (черн.1)
П/С: 1203 об/мин, 92 мм/мин (0.038 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм (в 5 шагах, 6.200 мм кажд.)
Др.: Шаг: 2.115 мм
Время: 8:28.1
Мощн.: 0.08 (расч. 0.08) кВт

Оп.: 26 ступ_отв1:s-2 (чист.)
П/С: 1443 об/мин, 72 мм/мин (0.025 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм
Другое: Шаг: 0.794 мм
Время: 0:25.3
Прибл. кВт: 0.11

Оп.: 27 ступ_отв1:s-2 (черн.1)
П/С: 1203 об/мин, 92 мм/мин (0.038 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм (в 5 шагах, 6.200 мм кажд.)
Др.: Шаг: 2.115 мм
Время: 8:28.1
Мощн.: 0.08 (расч. 0.08) кВт

Оп.: 28 ступ_отв1:s-2 (чист.)
П/С: 1443 об/мин, 72 мм/мин (0.025 мм/зуб.)
Инстр: #6 (конц.фреза0250:high+, 6.350 мм)
Глубина: 31.000 мм
Другое: Шаг: 0.794 мм
Время: 0:26.1
Прибл. кВт: 0.11

Керуюча програма для верстату з ЧПК

:

.N10G70G94G75G90
'FM1 11-14-2017'
'торец1'
'TOOL NUMBER:1'
'SPINDLE RPM:640'

N35G0X0.Y0.T1M6
N40S640
N45X7.4805Y0.2557
N50Z0.1969M8
N55G1Z0.F25.5

N60X-1.575
N65Y2.0865
N70X7.4805
N75G0Y0.2557Z1.063
N80Z0.1969

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 18 |

N85G1Z0.F25.5
 N90X-1.575
 N95Y2.0865
 N100X7.4805
 N105G0Z1.063
 'выступ1'
 'TOOL NUMBER:2'
 ' SPINDLE RPM:200'
 N125G0X0.Y0.T2M6
 N130G94F1.5S200
 N135X5.7927Y5.4207
 N140Z0.1181
 N145G1Z-1.1811F1.5
 N150X6.0055Y4.3414F3.0
 N155G2X6.9055Y2.5756I2.9
 528J1.6732
 N160G1X7.6537Y1.7692
 N165Y1.5772
 N170X6.9055Y0.7709
 N175G2X6.0055Y-
 0.995I2.9528J1.6732
 N180G1X5.7927Y-2.0742
 N185X4.6213Y-2.0193
 N190X5.0349Y-1.0
 N195G3X5.0349Y4.3465I2.9
 528J1.6732
 N200G1X4.6213Y5.3657
 N205X2.6368Y5.0668
 N210X3.4681Y4.3465
 N215G2X3.4681Y-
 1.0I2.9528J1.6732
 N220G1X2.6368Y-1.7204
 N225X0.1128Y-2.0742
 N230X-0.1Y-0.995
 N235G2X-
 1.0Y0.7709I2.9528J1.6732
 N240G1X-1.7482Y1.5772
 N245Y1.7692
 N250X-1.0Y2.5756
 N255G2X-
 0.1Y4.3414I2.9528J1.6732
 N260G1X0.1128Y5.4207
 N265X1.2842Y5.3657
 N270X0.8706Y4.3465
 N275G3X0.8706Y-
 1.0I2.9528J1.6732
 N280G1X1.2842Y-2.0193
 N285X3.2688Y-1.7204
 N290X2.4375Y-1.0
 N295G2X2.4375Y4.3465I2.9
 528J1.6732
 N300G1X3.2688Y5.0668
 'выступ1'
 .N310G94F2.3
 N315X2.0001Y4.8965F2.3
 N320X2.9528Y4.3465
 N325G2X2.9528Y-
 1.0I2.9528J1.6732F3.5
 N330G1X2.0001Y-1.55F2.3
 N335X3.9054
 N340X2.9528Y-1.0

N345G2X2.9528Y4.3465I2.9
 528J1.6732F3.5
 N350G1X3.9054Y4.8965F2.3
 N355G0Z1.063
 'паз1'
 'TOOL NUMBER:3'
 ' SPINDLE RPM:485'
 N375G0X0.Y0.T3M6
 N380G94F2.4S485
 N385X3.2874Y0.876
 N390Z0.1181
 N395G1Z0.0012F2.4
 N400X2.4606Z-0.0693
 N405X3.2874Z-0.1398
 N410X2.4606Z-0.2102
 N415X3.2874Z-0.2807
 N420X2.4606Z-0.3512
 N425X3.2874Z-0.4217
 N430X2.4606Z-0.4921
 #1
 N440G1X3.4449F4.8
 N445G3X3.4449Y0.8957I3.4
 449J0.8858
 N450G1X2.4606
 N455G3X2.4606Y0.876I2.46
 06J0.8858
 \$
 =#1
 N470G1X3.2874
 N475X2.4606Z-0.5614F2.4
 N480X3.2874Z-0.6319
 N485X2.4606Z-0.7024
 N490X3.2874Z-0.7728
 N495X2.4606Z-0.8433
 N500X3.2874Z-0.9138
 N505X2.4606Z-0.9843
 =#1
 N515G1
 'паз1'
 .N525G94F4.8
 N530X2.5271Y0.8394F3.8
 N535G3X2.6019Y0.8268I2.6
 019J1.0541F1.9
 N540G1X3.4449F3.8
 N545G3X3.4449Y0.9449I3.4
 449J0.8858F1.9
 N550G1X2.4606F3.8
 N555G3X2.4606Y0.8268I2.4
 606J0.8858F1.9
 N560G1X2.72F3.8
 N565G3X2.7948Y0.8394I2.7
 2J1.0541F1.9
 N570G1X2.8613Y0.876F3.8
 N575G0Z1.063
 'паз1'
 .N585G94F2.4
 N590X3.2874Y2.4508
 N595Z0.1181
 N600G1Z0.0012F2.4
 N605X2.4606Z-0.0693
 N610X3.2874Z-0.1398
 N615X2.4606Z-0.2102

N620X3.2874Z-0.2807
 N625X2.4606Z-0.3512
 N630X3.2874Z-0.4217
 N635X2.4606Z-0.4921
 #1
 N645G1X3.4449F4.8
 N650G3X3.4449Y2.4705I3.4
 449J2.4606
 N655G1X2.4606
 N660G3X2.4606Y2.4508I2.4
 606J2.4606
 \$
 =#1
 N675G1X3.2874
 N680X2.4606Z-0.5614F2.4
 N685X3.2874Z-0.6319
 N690X2.4606Z-0.7024
 N695X3.2874Z-0.7728
 N700X2.4606Z-0.8433
 N705X3.2874Z-0.9138
 N710X2.4606Z-0.9843
 =#1
 N720G1
 'паз1'
 .N730G94F4.8
 N735X2.5271Y2.4142F3.8
 N740G3X2.6019Y2.4016I2.6
 019J2.6289F1.9
 N745G1X3.4449F3.8
 N750G3X3.4449Y2.5197I3.4
 449J2.4606F1.9
 N755G1X2.4606F3.8
 N760G3X2.4606Y2.4016I2.4
 606J2.4606F1.9
 N765G1X2.72F3.8
 N770G3X2.7948Y2.4142I2.7
 2J2.6289F1.9
 N775G1X2.8613Y2.4508F3.8
 N780G0Z1.063
 'ступ_отв1'
 'TOOL NUMBER:4'
 ' SPINDLE RPM:783'
 N800G0X0.Y0.T4M6
 N805G94F2.4S783
 N810X0.5413Y0.6693
 N815Z-1.063
 N820G1Z-1.1799F2.4
 N825X0.7972Z-1.202
 N830X0.5413Z-1.2241
 N835X0.7972Z-1.2462
 N840X0.5413Z-1.2683
 N845X0.7972Z-1.2904
 N850X0.5413Z-1.3125
 N855X0.7972Z-1.3346
 N860X0.5413Z-1.3567
 N865X0.7972Z-1.3788
 N870X0.5413Z-1.4009
 N875X0.7972Z-1.423
 N880X0.5413Z-1.4451
 N885X0.7972Z-1.4671
 N890X0.5413Z-1.4892
 N895X0.7972Z-1.5113

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 19 |

N900X0.5413Z-1.5334
N905X0.7972Z-1.5555
N910X0.5413Z-1.5776
N915X0.7972Z-1.5997
N920X0.5413Z-1.6218
N925X0.7972Z-1.6439
N930X0.5413Z-1.666
N935X0.7972Z-1.6881
N940X0.5413Z-1.7102
N945X0.7972Z-1.7323
N950G3X0.7972Y0.6693I0.6
693J0.6693F4.8
N955G1
'ступ_отв1'
.N965G94F4.8
N970X0.7619Y0.803F3.8
N975G3X0.6291Y0.8418I0.6
61J0.7048F1.9
N980G3X0.6291Y0.8418I0.6
693J0.6693
N985G3X0.5841Y0.8247I0.6
693J0.6693
N990G3X0.5112Y0.7072I0.6
518J0.7012
N995G1X0.5739Y0.584F3.8
N1000G0Z1.063
'ступ_отв1'
.N1010G94F2.4
N1015X5.1083Y0.6693
N1020Z-1.063
N1025G1Z-1.1799F2.4
N1030X5.3642Z-1.202
N1035X5.1083Z-1.2241
N1040X5.3642Z-1.2462
N1045X5.1083Z-1.2683
N1050X5.3642Z-1.2904
N1055X5.1083Z-1.3125
N1060X5.3642Z-1.3346
N1065X5.1083Z-1.3567
N1070X5.3642Z-1.3788
N1075X5.1083Z-1.4009
N1080X5.3642Z-1.423
N1085X5.1083Z-1.4451
N1090X5.3642Z-1.4671
N1095X5.1083Z-1.4892
N1100X5.3642Z-1.5113
N1105X5.1083Z-1.5334
N1110X5.3642Z-1.5555
N1115X5.1083Z-1.5776
N1120X5.3642Z-1.5997
N1125X5.1083Z-1.6218
N1130X5.3642Z-1.6439
N1135X5.1083Z-1.666
N1140X5.3642Z-1.6881
N1145X5.1083Z-1.7102
N1150X5.3642Z-1.7323
N1155G3X5.3642Y0.6693I5.
2362J0.6693F4.8
N1160G1
'ступ_отв1'
.N1170G94F4.8
N1175X5.3288Y0.803F3.8

N1180G3X5.1961Y0.8418I5.
228J0.7048F1.9
N1185G3X5.1961Y0.8418I5.
2362J0.6693
N1190G3X5.1511Y0.8247I5.
2362J0.6693
N1195G3X5.0781Y0.7072I5.
2187J0.7012
N1200G1X5.1409Y0.584F3.8
N1205G0Z1.063
'ступ_отв1'
.N1215G94F2.4
N1220X0.5413Y2.6772
N1225Z-1.063
N1230G1Z-1.1799F2.4
N1235X0.7972Z-1.202
N1240X0.5413Z-1.2241
N1245X0.7972Z-1.2462
N1250X0.5413Z-1.2683
N1255X0.7972Z-1.2904
N1260X0.5413Z-1.3125
N1265X0.7972Z-1.3346
N1270X0.5413Z-1.3567
N1275X0.7972Z-1.3788
N1280X0.5413Z-1.4009
N1285X0.7972Z-1.423
N1290X0.5413Z-1.4451
N1295X0.7972Z-1.4671
N1300X0.5413Z-1.4892
N1305X0.7972Z-1.5113
N1310X0.5413Z-1.5334
N1315X0.7972Z-1.5555
N1320X0.5413Z-1.5776
N1325X0.7972Z-1.5997
N1330X0.5413Z-1.6218
N1335X0.7972Z-1.6439
N1340X0.5413Z-1.666
N1345X0.7972Z-1.6881
N1350X0.5413Z-1.7102
N1355X0.7972Z-1.7323
N1360G3X0.7972Y2.6772I0.
6693J2.6772F4.8
N1365G1
'ступ_отв1'
.N1375G94F4.8
N1380X0.7619Y2.8108F3.8
N1385G3X0.6291Y2.8497I0.
661J2.7126F1.9
N1390G3X0.6291Y2.8497I0.
6693J2.6772
N1395G3X0.5841Y2.8325I0.
6693J2.6772
N1400G3X0.5112Y2.7151I0.
6518J2.7091
N1405G1X0.5739Y2.5918F3.
8
N1410G0Z1.063
'ступ_отв1'
.N1420G94F2.4
N1425X5.1083Y2.6772
N1430Z-1.063
N1435G1Z-1.1799F2.4

N1440X5.3642Z-1.202
N1445X5.1083Z-1.2241
N1450X5.3642Z-1.2462
N1455X5.1083Z-1.2683
N1460X5.3642Z-1.2904
N1465X5.1083Z-1.3125
N1470X5.3642Z-1.3346
N1475X5.1083Z-1.3567
N1480X5.3642Z-1.3788
N1485X5.1083Z-1.4009
N1490X5.3642Z-1.423
N1495X5.1083Z-1.4451
N1500X5.3642Z-1.4671
N1505X5.1083Z-1.4892
N1510X5.3642Z-1.5113
N1515X5.1083Z-1.5334
N1520X5.3642Z-1.5555
N1525X5.1083Z-1.5776
N1530X5.3642Z-1.5997
N1535X5.1083Z-1.6218
N1540X5.3642Z-1.6439
N1545X5.1083Z-1.666
N1550X5.3642Z-1.6881
N1555X5.1083Z-1.7102
N1560X5.3642Z-1.7323
N1565G3X5.3642Y2.6772I5.
2362J2.6772F4.8
N1570G1
'ступ_отв1'
.N1580G94F4.8
N1585X5.3288Y2.8108F3.8
N1590G3X5.1961Y2.8497I5.
228J2.7126F1.9
N1595G3X5.1961Y2.8497I5.
2362J2.6772
N1600G3X5.1511Y2.8325I5.
2362J2.6772
N1605G3X5.0781Y2.7151I5.
2187J2.7091
N1610G1X5.1409Y2.5918F3.
8
N1615G0Z1.063
'ступ_отв1'
'TOOL NUMBER:5'
'SPINDLE RPM:767'
N1635G0X0.Y0.T5M6
N1640G94F0.9S767
N1645X0.5598Y0.6693
N1650Z-1.063
N1655G1Z-1.378F0.9
N1660X0.5335Y0.6159F1.9
N1665G3X0.5541Y0.5601I0.
6089J0.612F0.9
N1670G3X0.5541Y0.5601I0.
6693J0.6693
N1675G3X0.5878Y0.5331I0.
6693J0.6693
N1680G3X0.6468Y0.5252I0.
6265J0.5978
N1685G1X0.6932Y0.5624F1.
9

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 20 |

| | | |
|---|---|---|
| N1690G0X5.1267Y0.6693Z1.063 | N1910X0.7099Z-1.7942 | N2215X0.7099Z-2.2065 |
| N1695Z-1.063 | N1915X0.6287Z-1.8012 | N2220X0.6287Z-2.2135 |
| N1700G1Z-1.378F0.9 | N1920X0.7099Z-1.8082 | N2225X0.7099Z-2.2205 |
| N1705X5.1005Y0.6159F1.9 | N1925X0.6287Z-1.8152 | N2230G3X0.7099Y0.6693I0.6693J0.6693F3.6 |
| N1710G3X5.1211Y0.5601I5.1758J0.612F0.9 | N1930X0.7099Z-1.8222 | N2235G1X0.6287 |
| N1715G3X5.1211Y0.5601I5.2362J0.6693 | N1935X0.6287Z-1.8292 | N2240X0.7099Z-2.2263F1.8 |
| N1720G3X5.1547Y0.5331I5.2362J0.6693 | N1940X0.7099Z-1.8362 | N2245X0.6287Z-2.2333 |
| N1725G3X5.2137Y0.5252I5.1935J0.5978 | N1945X0.6287Z-1.8432 | N2250X0.7099Z-2.2403 |
| N1730G1X5.2601Y0.5624F1.9 | N1950X0.7099Z-1.8502 | N2255X0.6287Z-2.2473 |
| N1735G0X0.5598Y2.6772Z1.063 | N1955X0.6287Z-1.8572 | N2260X0.7099Z-2.2543 |
| N1740Z-1.063 | N1960X0.7099Z-1.8643 | N2265X0.6287Z-2.2613 |
| N1745G1Z-1.378F0.9 | N1965X0.6287Z-1.8713 | N2270X0.7099Z-2.2683 |
| N1750X0.5335Y2.6238F1.9 | N1970X0.7099Z-1.8783 | N2275X0.6287Z-2.2754 |
| N1755G3X0.5541Y2.5679I0.6089J2.6199F0.9 | N1975X0.6287Z-1.8853 | N2280X0.7099Z-2.2824 |
| N1760G3X0.5541Y2.5679I0.6693J2.6772 | N1980X0.7099Z-1.8923 | N2285X0.6287Z-2.2894 |
| N1765G3X0.5878Y2.541I0.6693J2.6772 | N1985X0.6287Z-1.8993 | N2290X0.7099Z-2.2964 |
| N1770G3X0.6468Y2.533I0.6265J2.6057 | N1990X0.7099Z-1.9063 | N2295X0.6287Z-2.3034 |
| N1775G1X0.6932Y2.5703F1.9 | N1995X0.6287Z-1.9133 | N2300X0.7099Z-2.3104 |
| N1780G0X5.1267Y2.6772Z1.063 | N2000X0.7099Z-1.9203 | N2305X0.6287Z-2.3174 |
| N1785Z-1.063 | N2005X0.6287Z-1.9273 | N2310X0.7099Z-2.3244 |
| N1790G1Z-1.378F0.9 | N2010X0.7099Z-1.9343 | N2315X0.6287Z-2.3314 |
| N1795X5.1005Y2.6238F1.9 | N2015X0.6287Z-1.9413 | N2320X0.7099Z-2.3384 |
| N1800G3X5.1211Y2.5679I5.1758J2.6199F0.9 | N2020X0.7099Z-1.9483 | N2325X0.6287Z-2.3454 |
| N1805G3X5.1211Y2.5679I5.2362J2.6772 | N2025X0.6287Z-1.9554 | N2330X0.7099Z-2.3524 |
| N1810G3X5.1547Y2.541I5.2362J2.6772 | N2030X0.7099Z-1.9624 | N2335X0.6287Z-2.3594 |
| N1815G3X5.2137Y2.533I5.1935J2.6057 | N2035X0.6287Z-1.9694 | N2340X0.7099Z-2.3665 |
| N1820G1X5.2601Y2.5703F1.9 | N2040X0.7099Z-1.9764 | N2345X0.6287Z-2.3735 |
| N1825G0Z1.063 | N2045G3X0.7099Y0.6693I0.6693J0.6693F3.6 | N2350X0.7099Z-2.3805 |
| 'ступ_отв1' | N2050G1X0.6287 | N2355X0.6287Z-2.3875 |
| 'TOOL NUMBER:6' | N2055X0.7099Z-1.9822F1.8 | N2360X0.7099Z-2.3945 |
| 'SPINDLE RPM:1203' | N2060X0.6287Z-1.9892 | N2365X0.6287Z-2.4015 |
| N1845G0X0.Y0.T6M6 | N2065X0.7099Z-1.9962 | N2370X0.7099Z-2.4085 |
| N1850G94F1.8S1203 | N2070X0.6287Z-2.0032 | N2375X0.6287Z-2.4155 |
| N1855X0.6287Y0.6693 | N2075X0.7099Z-2.0102 | N2380X0.7099Z-2.4225 |
| N1860Z-1.6142 | N2080X0.6287Z-2.0172 | N2385X0.6287Z-2.4295 |
| N1865G1Z-1.7311F1.8 | N2085X0.7099Z-2.0243 | N2390X0.7099Z-2.4365 |
| N1870X0.7099Z-1.7381 | N2090X0.6287Z-2.0313 | N2395X0.6287Z-2.4435 |
| N1875X0.6287Z-1.7451 | N2095X0.7099Z-2.0383 | N2400X0.7099Z-2.4506 |
| N1880X0.7099Z-1.7521 | N2100X0.6287Z-2.0453 | N2405X0.6287Z-2.4576 |
| N1885X0.6287Z-1.7591 | N2105X0.7099Z-2.0523 | N2410X0.7099Z-2.4646 |
| N1890X0.7099Z-1.7661 | N2110X0.6287Z-2.0593 | N2415G3X0.7099Y0.6693I0.6693J0.6693F3.6 |
| N1895X0.6287Z-1.7731 | N2115X0.7099Z-2.0663 | N2420G1X0.6287 |
| N1900X0.7099Z-1.7802 | N2120X0.6287Z-2.0733 | N2425X0.7099Z-2.4704F1.8 |
| N1905X0.6287Z-1.7872 | N2125X0.7099Z-2.0803 | N2430X0.6287Z-2.4774 |
| | N2130X0.6287Z-2.0873 | N2435X0.7099Z-2.4844 |
| | N2135X0.7099Z-2.0943 | N2440X0.6287Z-2.4914 |
| | N2140X0.6287Z-2.1013 | N2445X0.7099Z-2.4984 |
| | N2145X0.7099Z-2.1083 | N2450X0.6287Z-2.5054 |
| | N2150X0.6287Z-2.1154 | N2455X0.7099Z-2.5124 |
| | N2155X0.7099Z-2.1224 | N2460X0.6287Z-2.5194 |
| | N2160X0.6287Z-2.1294 | N2465X0.7099Z-2.5265 |
| | N2165X0.7099Z-2.1364 | N2470X0.6287Z-2.5335 |
| | N2170X0.6287Z-2.1434 | N2475X0.7099Z-2.5405 |
| | N2175X0.7099Z-2.1504 | N2480X0.6287Z-2.5475 |
| | N2180X0.6287Z-2.1574 | N2485X0.7099Z-2.5545 |
| | N2185X0.7099Z-2.1644 | N2490X0.6287Z-2.5615 |
| | N2190X0.6287Z-2.1714 | N2495X0.7099Z-2.5685 |
| | N2195X0.7099Z-2.1784 | N2500X0.6287Z-2.5755 |
| | N2200X0.6287Z-2.1854 | N2505X0.7099Z-2.5825 |
| | N2205X0.7099Z-2.1924 | N2510X0.6287Z-2.5895 |
| | N2210X0.6287Z-2.1994 | |

| | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| N2515X0.7099Z-2.5965 | N2810G3X0.7135Y0.726I0.6 | N3090X5.2768Z-2.0383 |
| N2520X0.6287Z-2.6035 | 923J0.6988F1.4 | N3095X5.1956Z-2.0453 |
| N2525X0.7099Z-2.6106 | N2815G3X0.7135Y0.726I0.6 | N3100X5.2768Z-2.0523 |
| N2530X0.6287Z-2.6176 | 693J0.6693 | N3105X5.1956Z-2.0593 |
| N2535X0.7099Z-2.6246 | N2820G3X0.6738Y0.741I0.6 | N3110X5.2768Z-2.0663 |
| N2540X0.6287Z-2.6316 | 693J0.6693 | N3115X5.1956Z-2.0733 |
| N2545X0.7099Z-2.6386 | N2825G3X0.6445Y0.7278I0. | N3120X5.2768Z-2.0803 |
| N2550X0.6287Z-2.6456 | 6716J0.7067 | N3125X5.1956Z-2.0873 |
| N2555X0.7099Z-2.6526 | N2830G1X0.6389Y0.6962F2. | N3130X5.2768Z-2.0943 |
| N2560X0.6287Z-2.6596 | 8 | N3135X5.1956Z-2.1013 |
| N2565X0.7099Z-2.6666 | N2835G0Z1.063 | N3140X5.2768Z-2.1083 |
| N2570X0.6287Z-2.6736 | 'ступ_отв1' | N3145X5.1956Z-2.1154 |
| N2575X0.7099Z-2.6806 | .N2845G94F1.8 | N3150X5.2768Z-2.1224 |
| N2580X0.6287Z-2.6876 | N2850X5.1956Y0.6693 | N3155X5.1956Z-2.1294 |
| N2585X0.7099Z-2.6946 | N2855Z-1.6142 | N3160X5.2768Z-2.1364 |
| N2590X0.6287Z-2.7017 | N2860G1Z-1.7311F1.8 | N3165X5.1956Z-2.1434 |
| N2595X0.7099Z-2.7087 | N2865X5.2768Z-1.7381 | N3170X5.2768Z-2.1504 |
| N2600G3X0.7099Y0.6693I0. | N2870X5.1956Z-1.7451 | N3175X5.1956Z-2.1574 |
| 6693J0.6693F3.6 | N2875X5.2768Z-1.7521 | N3180X5.2768Z-2.1644 |
| N2605G1X0.6287 | N2880X5.1956Z-1.7591 | N3185X5.1956Z-2.1714 |
| N2610X0.7099Z-2.7145F1.8 | N2885X5.2768Z-1.7661 | N3190X5.2768Z-2.1784 |
| N2615X0.6287Z-2.7215 | N2890X5.1956Z-1.7731 | N3195X5.1956Z-2.1854 |
| N2620X0.7099Z-2.7285 | N2895X5.2768Z-1.7802 | N3200X5.2768Z-2.1924 |
| N2625X0.6287Z-2.7355 | N2900X5.1956Z-1.7872 | N3205X5.1956Z-2.1994 |
| N2630X0.7099Z-2.7425 | N2905X5.2768Z-1.7942 | N3210X5.2768Z-2.2065 |
| N2635X0.6287Z-2.7495 | N2910X5.1956Z-1.8012 | N3215X5.1956Z-2.2135 |
| N2640X0.7099Z-2.7565 | N2915X5.2768Z-1.8082 | N3220X5.2768Z-2.2205 |
| N2645X0.6287Z-2.7635 | N2920X5.1956Z-1.8152 | N3225G3X5.2768Y0.6693I5. |
| N2650X0.7099Z-2.7706 | N2925X5.2768Z-1.8222 | 2362J0.6693F3.6 |
| N2655X0.6287Z-2.7776 | N2930X5.1956Z-1.8292 | N3230G1X5.1956 |
| N2660X0.7099Z-2.7846 | N2935X5.2768Z-1.8362 | N3235X5.2768Z-2.2263F1.8 |
| N2665X0.6287Z-2.7916 | N2940X5.1956Z-1.8432 | N3240X5.1956Z-2.2333 |
| N2670X0.7099Z-2.7986 | N2945X5.2768Z-1.8502 | N3245X5.2768Z-2.2403 |
| N2675X0.6287Z-2.8056 | N2950X5.1956Z-1.8572 | N3250X5.1956Z-2.2473 |
| N2680X0.7099Z-2.8126 | N2955X5.2768Z-1.8643 | N3255X5.2768Z-2.2543 |
| N2685X0.6287Z-2.8196 | N2960X5.1956Z-1.8713 | N3260X5.1956Z-2.2613 |
| N2690X0.7099Z-2.8266 | N2965X5.2768Z-1.8783 | N3265X5.2768Z-2.2683 |
| N2695X0.6287Z-2.8336 | N2970X5.1956Z-1.8853 | N3270X5.1956Z-2.2754 |
| N2700X0.7099Z-2.8406 | N2975X5.2768Z-1.8923 | N3275X5.2768Z-2.2824 |
| N2705X0.6287Z-2.8476 | N2980X5.1956Z-1.8993 | N3280X5.1956Z-2.2894 |
| N2710X0.7099Z-2.8546 | N2985X5.2768Z-1.9063 | N3285X5.2768Z-2.2964 |
| N2715X0.6287Z-2.8617 | N2990X5.1956Z-1.9133 | N3290X5.1956Z-2.3034 |
| N2720X0.7099Z-2.8687 | N2995X5.2768Z-1.9203 | N3295X5.2768Z-2.3104 |
| N2725X0.6287Z-2.8757 | N3000X5.1956Z-1.9273 | N3300X5.1956Z-2.3174 |
| N2730X0.7099Z-2.8827 | N3005X5.2768Z-1.9343 | N3305X5.2768Z-2.3244 |
| N2735X0.6287Z-2.8897 | N3010X5.1956Z-1.9413 | N3310X5.1956Z-2.3314 |
| N2740X0.7099Z-2.8967 | N3015X5.2768Z-1.9483 | N3315X5.2768Z-2.3384 |
| N2745X0.6287Z-2.9037 | N3020X5.1956Z-1.9554 | N3320X5.1956Z-2.3454 |
| N2750X0.7099Z-2.9107 | N3025X5.2768Z-1.9624 | N3325X5.2768Z-2.3524 |
| N2755X0.6287Z-2.9177 | N3030X5.1956Z-1.9694 | N3330X5.1956Z-2.3594 |
| N2760X0.7099Z-2.9247 | N3035X5.2768Z-1.9764 | N3335X5.2768Z-2.3665 |
| N2765X0.6287Z-2.9317 | N3040G3X5.2768Y0.6693I5. | N3340X5.1956Z-2.3735 |
| N2770X0.7099Z-2.9387 | 2362J0.6693F3.6 | N3345X5.2768Z-2.3805 |
| N2775X0.6287Z-2.9457 | N3045G1X5.1956 | N3350X5.1956Z-2.3875 |
| N2780X0.7099Z-2.9528 | N3050X5.2768Z-1.9822F1.8 | N3355X5.2768Z-2.3945 |
| N2785G3X0.7099Y0.6693I0. | N3055X5.1956Z-1.9892 | N3360X5.1956Z-2.4015 |
| 6693J0.6693F3.6 | N3060X5.2768Z-1.9962 | N3365X5.2768Z-2.4085 |
| N2790G1 | N3065X5.1956Z-2.0032 | N3370X5.1956Z-2.4155 |
| 'ступ_отв1' | N3070X5.2768Z-2.0102 | N3375X5.2768Z-2.4225 |
| .N2800G94F3.6 | N3075X5.1956Z-2.0172 | N3380X5.1956Z-2.4295 |
| N2805X0.7266Y0.6967F2.8 | N3080X5.2768Z-2.0243 | N3385X5.2768Z-2.4365 |
| | N3085X5.1956Z-2.0313 | N3390X5.1956Z-2.4435 |

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

| | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| N3395X5.2768Z-2.4506 | N3695X5.2768Z-2.8406 | N3975X0.6287Z-1.8993 |
| N3400X5.1956Z-2.4576 | N3700X5.1956Z-2.8476 | N3980X0.7099Z-1.9063 |
| N3405X5.2768Z-2.4646 | N3705X5.2768Z-2.8546 | N3985X0.6287Z-1.9133 |
| N3410G3X5.2768Y0.6693I5. | N3710X5.1956Z-2.8617 | N3990X0.7099Z-1.9203 |
| 2362J0.6693F3.6 | N3715X5.2768Z-2.8687 | N3995X0.6287Z-1.9273 |
| N3415G1X5.1956 | N3720X5.1956Z-2.8757 | N4000X0.7099Z-1.9343 |
| N3420X5.2768Z-2.4704F1.8 | N3725X5.2768Z-2.8827 | N4005X0.6287Z-1.9413 |
| N3425X5.1956Z-2.4774 | N3730X5.1956Z-2.8897 | N4010X0.7099Z-1.9483 |
| N3430X5.2768Z-2.4844 | N3735X5.2768Z-2.8967 | N4015X0.6287Z-1.9554 |
| N3435X5.1956Z-2.4914 | N3740X5.1956Z-2.9037 | N4020X0.7099Z-1.9624 |
| N3440X5.2768Z-2.4984 | N3745X5.2768Z-2.9107 | N4025X0.6287Z-1.9694 |
| N3445X5.1956Z-2.5054 | N3750X5.1956Z-2.9177 | N4030X0.7099Z-1.9764 |
| N3450X5.2768Z-2.5124 | N3755X5.2768Z-2.9247 | N4035G3X0.7099Y2.6772I0. |
| N3455X5.1956Z-2.5194 | N3760X5.1956Z-2.9317 | 6693J2.6772F3.6 |
| N3460X5.2768Z-2.5265 | N3765X5.2768Z-2.9387 | N4040G1X0.6287 |
| N3465X5.1956Z-2.5335 | N3770X5.1956Z-2.9457 | N4045X0.7099Z-1.9822F1.8 |
| N3470X5.2768Z-2.5405 | N3775X5.2768Z-2.9528 | N4050X0.6287Z-1.9892 |
| N3475X5.1956Z-2.5475 | N3780G3X5.2768Y0.6693I5. | N4055X0.7099Z-1.9962 |
| N3480X5.2768Z-2.5545 | 2362J0.6693F3.6 | N4060X0.6287Z-2.0032 |
| N3485X5.1956Z-2.5615 | N3785G1 | N4065X0.7099Z-2.0102 |
| N3490X5.2768Z-2.5685 | 'ступ_отв1' | N4070X0.6287Z-2.0172 |
| N3495X5.1956Z-2.5755 | .N3795G94F3.6 | N4075X0.7099Z-2.0243 |
| N3500X5.2768Z-2.5825 | N3800X5.2936Y0.6967F2.8 | N4080X0.6287Z-2.0313 |
| N3505X5.1956Z-2.5895 | N3805G3X5.2804Y0.726I5.2 | N4085X0.7099Z-2.0383 |
| N3510X5.2768Z-2.5965 | 593J0.6988F1.4 | N4090X0.6287Z-2.0453 |
| N3515X5.1956Z-2.6035 | N3810G3X5.2804Y0.726I5.2 | N4095X0.7099Z-2.0523 |
| N3520X5.2768Z-2.6106 | 362J0.6693 | N4100X0.6287Z-2.0593 |
| N3525X5.1956Z-2.6176 | N3815G3X5.2407Y0.741I5.2 | N4105X0.7099Z-2.0663 |
| N3530X5.2768Z-2.6246 | 362J0.6693 | N4110X0.6287Z-2.0733 |
| N3535X5.1956Z-2.6316 | N3820G3X5.2114Y0.7278I5. | N4115X0.7099Z-2.0803 |
| N3540X5.2768Z-2.6386 | 2386J0.7067 | N4120X0.6287Z-2.0873 |
| N3545X5.1956Z-2.6456 | N3825G1X5.2058Y0.6962F2. | N4125X0.7099Z-2.0943 |
| N3550X5.2768Z-2.6526 | 8 | N4130X0.6287Z-2.1013 |
| N3555X5.1956Z-2.6596 | N3830G0Z1.063 | N4135X0.7099Z-2.1083 |
| N3560X5.2768Z-2.6666 | 'ступ_отв1' | N4140X0.6287Z-2.1154 |
| N3565X5.1956Z-2.6736 | .N3840G94F1.8 | N4145X0.7099Z-2.1224 |
| N3570X5.2768Z-2.6806 | N3845X0.6287Y2.6772 | N4150X0.6287Z-2.1294 |
| N3575X5.1956Z-2.6876 | N3850Z-1.6142 | N4155X0.7099Z-2.1364 |
| N3580X5.2768Z-2.6946 | N3855G1Z-1.7311F1.8 | N4160X0.6287Z-2.1434 |
| N3585X5.1956Z-2.7017 | N3860X0.7099Z-1.7381 | N4165X0.7099Z-2.1504 |
| N3590X5.2768Z-2.7087 | N3865X0.6287Z-1.7451 | N4170X0.6287Z-2.1574 |
| N3595G3X5.2768Y0.6693I5. | N3870X0.7099Z-1.7521 | N4175X0.7099Z-2.1644 |
| 2362J0.6693F3.6 | N3875X0.6287Z-1.7591 | N4180X0.6287Z-2.1714 |
| N3600G1X5.1956 | N3880X0.7099Z-1.7661 | N4185X0.7099Z-2.1784 |
| N3605X5.2768Z-2.7145F1.8 | N3885X0.6287Z-1.7731 | N4190X0.6287Z-2.1854 |
| N3610X5.1956Z-2.7215 | N3890X0.7099Z-1.7802 | N4195X0.7099Z-2.1924 |
| N3615X5.2768Z-2.7285 | N3895X0.6287Z-1.7872 | N4200X0.6287Z-2.1994 |
| N3620X5.1956Z-2.7355 | N3900X0.7099Z-1.7942 | N4205X0.7099Z-2.2065 |
| N3625X5.2768Z-2.7425 | N3905X0.6287Z-1.8012 | N4210X0.6287Z-2.2135 |
| N3630X5.1956Z-2.7495 | N3910X0.7099Z-1.8082 | N4215X0.7099Z-2.2205 |
| N3635X5.2768Z-2.7565 | N3915X0.6287Z-1.8152 | N4220G3X0.7099Y2.6772I0. |
| N3640X5.1956Z-2.7635 | N3920X0.7099Z-1.8222 | 6693J2.6772F3.6 |
| N3645X5.2768Z-2.7706 | N3925X0.6287Z-1.8292 | N4225G1X0.6287 |
| N3650X5.1956Z-2.7776 | N3930X0.7099Z-1.8362 | N4230X0.7099Z-2.2263F1.8 |
| N3655X5.2768Z-2.7846 | N3935X0.6287Z-1.8432 | N4235X0.6287Z-2.2333 |
| N3660X5.1956Z-2.7916 | N3940X0.7099Z-1.8502 | N4240X0.7099Z-2.2403 |
| N3665X5.2768Z-2.7986 | N3945X0.6287Z-1.8572 | N4245X0.6287Z-2.2473 |
| N3670X5.1956Z-2.8056 | N3950X0.7099Z-1.8643 | N4250X0.7099Z-2.2543 |
| N3675X5.2768Z-2.8126 | N3955X0.6287Z-1.8713 | N4255X0.6287Z-2.2613 |
| N3680X5.1956Z-2.8196 | N3960X0.7099Z-1.8783 | N4260X0.7099Z-2.2683 |
| N3685X5.2768Z-2.8266 | N3965X0.6287Z-1.8853 | N4265X0.6287Z-2.2754 |
| N3690X5.1956Z-2.8336 | N3970X0.7099Z-1.8923 | N4270X0.7099Z-2.2824 |

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

N4275X0.6287Z-2.2894
N4280X0.7099Z-2.2964
N4285X0.6287Z-2.3034
N4290X0.7099Z-2.3104
N4295X0.6287Z-2.3174
N4300X0.7099Z-2.3244
N4305X0.6287Z-2.3314
N4310X0.7099Z-2.3384
N4315X0.6287Z-2.3454
N4320X0.7099Z-2.3524
N4325X0.6287Z-2.3594
N4330X0.7099Z-2.3665
N4335X0.6287Z-2.3735
N4340X0.7099Z-2.3805
N4345X0.6287Z-2.3875
N4350X0.7099Z-2.3945
N4355X0.6287Z-2.4015
N4360X0.7099Z-2.4085
N4365X0.6287Z-2.4155
N4370X0.7099Z-2.4225
N4375X0.6287Z-2.4295
N4380X0.7099Z-2.4365
N4385X0.6287Z-2.4435
N4390X0.7099Z-2.4506
N4395X0.6287Z-2.4576
N4400X0.7099Z-2.4646
N4405G3X0.7099Y2.6772I0.
6693J2.6772F3.6
N4410G1X0.6287
N4415X0.7099Z-2.4704F1.8
N4420X0.6287Z-2.4774
N4425X0.7099Z-2.4844
N4430X0.6287Z-2.4914
N4435X0.7099Z-2.4984
N4440X0.6287Z-2.5054
N4445X0.7099Z-2.5124
N4450X0.6287Z-2.5194
N4455X0.7099Z-2.5265
N4460X0.6287Z-2.5335
N4465X0.7099Z-2.5405
N4470X0.6287Z-2.5475
N4475X0.7099Z-2.5545
N4480X0.6287Z-2.5615
N4485X0.7099Z-2.5685
N4490X0.6287Z-2.5755
N4495X0.7099Z-2.5825
N4500X0.6287Z-2.5895
N4505X0.7099Z-2.5965
N4510X0.6287Z-2.6035
N4515X0.7099Z-2.6106
N4520X0.6287Z-2.6176
N4525X0.7099Z-2.6246
N4530X0.6287Z-2.6316
N4535X0.7099Z-2.6386
N4540X0.6287Z-2.6456
N4545X0.7099Z-2.6526
N4550X0.6287Z-2.6596
N4555X0.7099Z-2.6666
N4560X0.6287Z-2.6736
N4565X0.7099Z-2.6806
N4570X0.6287Z-2.6876
N4575X0.7099Z-2.6946

N4580X0.6287Z-2.7017
N4585X0.7099Z-2.7087
N4590G3X0.7099Y2.6772I0.
6693J2.6772F3.6
N4595G1X0.6287
N4600X0.7099Z-2.7145F1.8
N4605X0.6287Z-2.7215
N4610X0.7099Z-2.7285
N4615X0.6287Z-2.7355
N4620X0.7099Z-2.7425
N4625X0.6287Z-2.7495
N4630X0.7099Z-2.7565
N4635X0.6287Z-2.7635
N4640X0.7099Z-2.7706
N4645X0.6287Z-2.7776
N4650X0.7099Z-2.7846
N4655X0.6287Z-2.7916
N4660X0.7099Z-2.7986
N4665X0.6287Z-2.8056
N4670X0.7099Z-2.8126
N4675X0.6287Z-2.8196
N4680X0.7099Z-2.8266
N4685X0.6287Z-2.8336
N4690X0.7099Z-2.8406
N4695X0.6287Z-2.8476
N4700X0.7099Z-2.8546
N4705X0.6287Z-2.8617
N4710X0.7099Z-2.8687
N4715X0.6287Z-2.8757
N4720X0.7099Z-2.8827
N4725X0.6287Z-2.8897
N4730X0.7099Z-2.8967
N4735X0.6287Z-2.9037
N4740X0.7099Z-2.9107
N4745X0.6287Z-2.9177
N4750X0.7099Z-2.9247
N4755X0.6287Z-2.9317
N4760X0.7099Z-2.9387
N4765X0.6287Z-2.9457
N4770X0.7099Z-2.9528
N4775G3X0.7099Y2.6772I0.
6693J2.6772F3.6
N4780G1
'ступ_отв1'
.N4790G94F3.6
N4795X0.7266Y2.7046F2.8
N4800G3X0.7135Y2.7338I0.
6923J2.7067F1.4
N4805G3X0.7135Y2.7338I0.
6693J2.6772
N4810G3X0.6738Y2.7489I0.
6693J2.6772
N4815G3X0.6445Y2.7357I0.
6716J2.7146
N4820G1X0.6389Y2.7041F2.
8
N4825G0Z1.063
'ступ_отв1'
.N4835G94F1.8
N4840X5.1956Y2.6772
N4845Z-1.6142
N4850G1Z-1.7311F1.8

N4855X5.2768Z-1.7381
N4860X5.1956Z-1.7451
N4865X5.2768Z-1.7521
N4870X5.1956Z-1.7591
N4875X5.2768Z-1.7661
N4880X5.1956Z-1.7731
N4885X5.2768Z-1.7802
N4890X5.1956Z-1.7872
N4895X5.2768Z-1.7942
N4900X5.1956Z-1.8012
N4905X5.2768Z-1.8082
N4910X5.1956Z-1.8152
N4915X5.2768Z-1.8222
N4920X5.1956Z-1.8292
N4925X5.2768Z-1.8362
N4930X5.1956Z-1.8432
N4935X5.2768Z-1.8502
N4940X5.1956Z-1.8572
N4945X5.2768Z-1.8643
N4950X5.1956Z-1.8713
N4955X5.2768Z-1.8783
N4960X5.1956Z-1.8853
N4965X5.2768Z-1.8923
N4970X5.1956Z-1.8993
N4975X5.2768Z-1.9063
N4980X5.1956Z-1.9133
N4985X5.2768Z-1.9203
N4990X5.1956Z-1.9273
N4995X5.2768Z-1.9343
N5000X5.1956Z-1.9413
N5005X5.2768Z-1.9483
N5010X5.1956Z-1.9554
N5015X5.2768Z-1.9624
N5020X5.1956Z-1.9694
N5025X5.2768Z-1.9764
N5030G3X5.2768Y2.6772I5.
2362J2.6772F3.6
N5035G1X5.1956
N5040X5.2768Z-1.9822F1.8
N5045X5.1956Z-1.9892
N5050X5.2768Z-1.9962
N5055X5.1956Z-2.0032
N5060X5.2768Z-2.0102
N5065X5.1956Z-2.0172
N5070X5.2768Z-2.0243
N5075X5.1956Z-2.0313
N5080X5.2768Z-2.0383
N5085X5.1956Z-2.0453
N5090X5.2768Z-2.0523
N5095X5.1956Z-2.0593
N5100X5.2768Z-2.0663
N5105X5.1956Z-2.0733
N5110X5.2768Z-2.0803
N5115X5.1956Z-2.0873
N5120X5.2768Z-2.0943
N5125X5.1956Z-2.1013
N5130X5.2768Z-2.1083
N5135X5.1956Z-2.1154
N5140X5.2768Z-2.1224
N5145X5.1956Z-2.1294
N5150X5.2768Z-2.1364
N5155X5.1956Z-2.1434

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 24 |

N5160X5.2768Z-2.1504
 N5165X5.1956Z-2.1574
 N5170X5.2768Z-2.1644
 N5175X5.1956Z-2.1714
 N5180X5.2768Z-2.1784
 N5185X5.1956Z-2.1854
 N5190X5.2768Z-2.1924
 N5195X5.1956Z-2.1994
 N5200X5.2768Z-2.2065
 N5205X5.1956Z-2.2135
 N5210X5.2768Z-2.2205
 N5215G3X5.2768Y2.6772I5.
 2362J2.6772F3.6
 N5220G1X5.1956
 N5225X5.2768Z-2.2263F1.8
 N5230X5.1956Z-2.2333
 N5235X5.2768Z-2.2403

N5240X5.1956Z-2.2473
 N5245X5.2768Z-2.2543
 N5250X5.1956Z-2.2613
 N5255X5.2768Z-2.2683
 N5260X5.1956Z-2.2754
 N5265X5.2768Z-2.2824
 N5270X5.1956Z-2.2894
 N5275X5.2768Z-2.2964
 N5280X5.1956Z-2.3034
 N5285X5.2768Z-2.3104
 N5290X5.1956Z-2.3174
 N5295X5.2768Z-2.3244
 N5300X5.1956Z-2.3314
 N5305X5.2768Z-2.3384
 N5310X5.1956Z-2.3454
 N5315X5.2768Z-2.3524
 N5320X5.1956Z-2.3594

N5325X5.2768Z-2.3665
 N5330X5.1956Z-2.3735
 N5335X5.2768Z-2.3805
 N5340X5.1956Z-2.3875
 N5345X5.2768Z-2.3945
 N5350X5.1956Z-2.4015
 N5355X5.2768Z-2.4085
 N5360X5.1956Z-2.4155
 N5365X5.2768Z-2.4225
 N5370X5.1956Z-2.4295
 N5375X5.2768Z-2.4365
 N5380X5.1956Z-2.4435
 N5385X5.2768Z-2.4506
 N5390X5.1956Z-2.4576
 N5395X5.2768Z-2.4646
 N5400G3X5.2768Y2.6772I5.
 Y0.M2

У результаті моделювання обробки за запропонованим кодом керуючої програми отримаємо деталь (рис. 3.3)

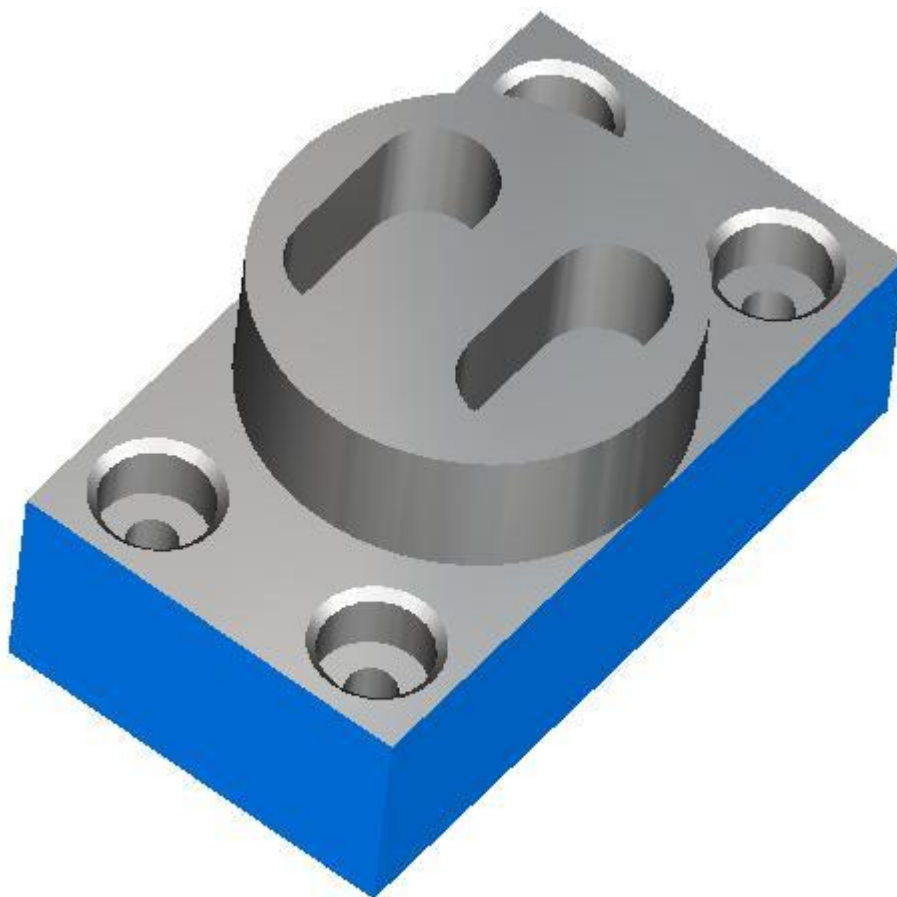


Рисунок 3.3 – Модель обробленої деталі

3.4 Висновки виконання лабораторного заняття

Вивчили основні принципи роботи в системі Delcam FeatureCam. Ознайомились з ідеологією та послідовністю створення керуючих програм для верстатів з ЧПК. Визначили всі елементи деталі та згенерували керуючу програму для її виготовлення.

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №4

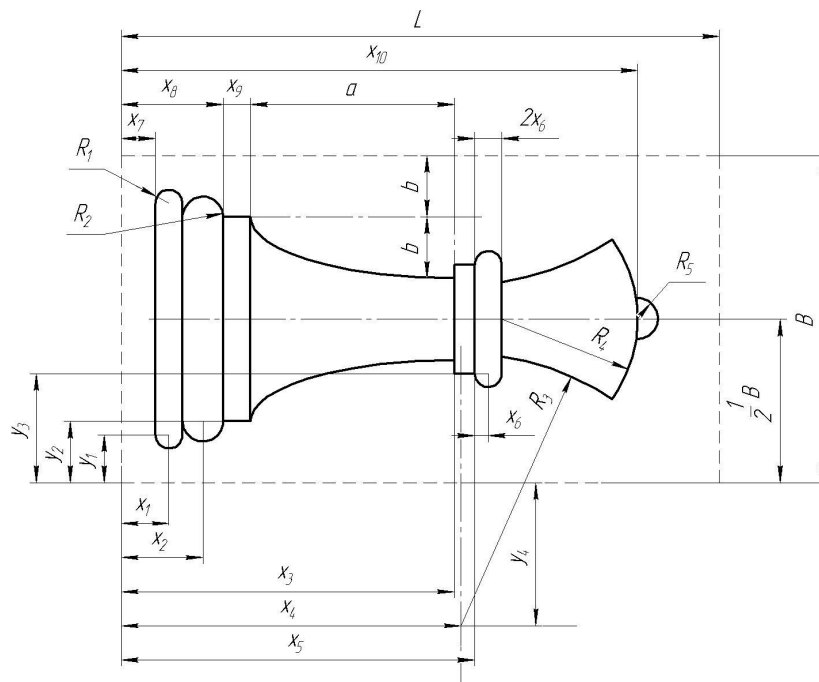
3.5D-ФРЕЗЕРУВАННЯ В DELCAM FEATURECAM

4.1 Мета заняття

Ознайомитися з методикою створення різних типів поверхонь у системі DELCAM FeatureCAM. Навчитись створювати керуючі програми для обробки складних поверхонь.

4.2 Індивідуальне завдання

Створити ливарну-форму для виготовлення об'ємної шахової фігури. Довжина та ширина заготовки вказані на рисунку, висоту вибирати рівною половині ширини.



| № вар. | В, мм | L, мм | Розміри еліпсу, мм | | x ₁ , мм | x ₂ , мм | x ₃ , мм | x ₄ , мм | x ₅ , мм | x ₆ , мм | x ₇ , мм | x ₈ , мм | x ₉ , мм | x ₁₀ , мм | y ₁ , мм | y ₂ , мм | y ₃ , мм | y ₄ , мм | R ₁ , мм | R ₂ , мм | R ₃ , мм | R ₄ , мм | R ₅ , мм |
|--------|-------|-------|--------------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | a | b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 120 | 220 | 75 | 22,5 | 17,5 | 30 | 122,5 | 125 | 130 | 5 | 12,5 | 37,8 | 10 | 190 | 17,5 | 22,5 | 40 | 52,5 | 5 | 7,5 | 100 | 50 | 7,5 |

| | | | | |
|--------------------------|------------|----------|-------|--------|
| ЧНТУ 03.00.04 | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Да- |
| Разраб. | Велборн Д. | | | |
| Провер. | Бакстер П. | | | |
| Реценз. | | | | |
| Н. | | | | |
| Утверд. | | | | |
| Лабораторна робота №4 | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | 27 | |
| ММБн-65-89 | | | | |

4.3 Розробка керуючої програми фрезерної обробки

Згідно з індивідуальним варіантом завдань, у якості заготовки для виготовлення деталі вибираємо паралелепіпед довжиною 220 мм, шириною 120 мм, товщиною 60 мм. Для полегшення позиціонування та визначення подальших розмірів, положення заготовки приймаємо рівними: $x=0$, $y=0$, $z=0$ мм. (рис. 4.1).

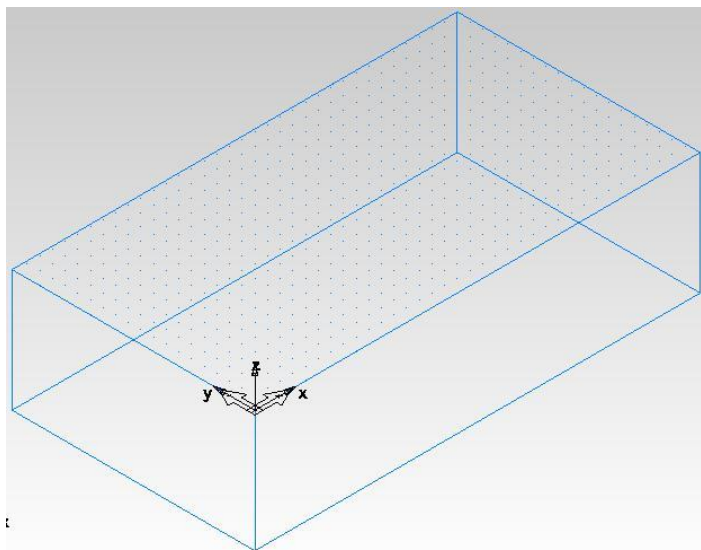


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд заготовки

Для забезпечення необхідної конфігурації деталі створюємо вихідні контури та відповідні елементи обробки (рис. 4.2).

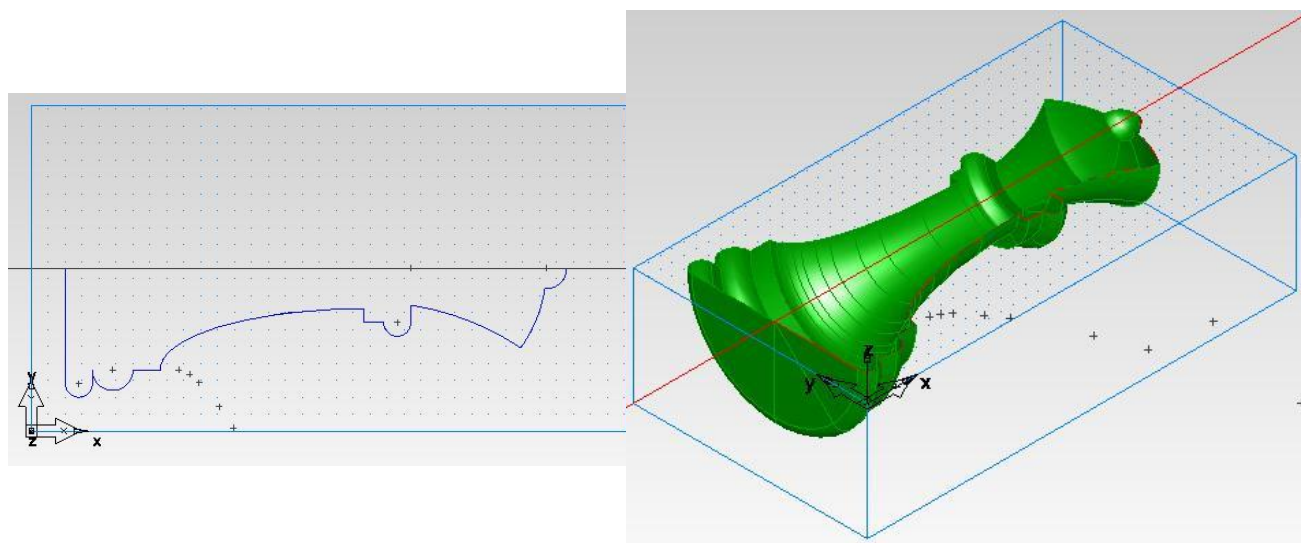


Рисунок 4.2 – Елементи та контури для генерування керуючої програми

| | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

Операції та основні її характеристики необхідні для виготовлення валу:

Деталь: FM1
 Установ: Установ1 (1 of 1)
 Дата: 2 Май 2018 г. 12:47:33
 Время: 1:43:54.2
 Загот.: L 176.000 мм x W 96.000 мм x T 48.000 мм
 Мат.: СТАЛЬ-15XX, 111.00 по Бринеллю, 3.82 кН/мм²

Оп.: 1 пврх_фрез2 (черн.1, слой z)
 П/С: 1637 об/мин, 236 мм/мин (0.072 мм/зуб.)
 Инстр: #1 (конц.фрезаM0800:reg, 8.000 мм)
 Глубина: 8.000 мм
 Другое: Шаг: 2.664 мм
 Припуск: 1.250 мм, Допуск: 0.100 мм
 Время: 16:12.1

Оп.: 2 пврх_фрез2 (чист.2, изолиния)
 П/С: 1964 об/мин, 368 мм/мин (0.047 мм/зуб.)
 Инстр: #2 (конц.фрезаVM0800:4reg, 8.000 мм)
 Другое: Шаг: 0.250 мм
 Припуск: 0.000 мм, Допуск: 0.025 мм
 Время: 1:27:34.4

Керуюча програма для верстату з ЧПК (скорочено):

| | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------|
| .N10G70G94G75G90 | N130X5.5305Y1.9296Z- | N305X5.3248Y1.7227 |
| 'FM1 5-2-2018' | 0.2895 | N310X5.1269Y1.8142 |
| 'пврх_фрез2' | N135X5.2179Y1.8912Z- | N315X5.1221Y1.8163 |
| 'TOOL NUMBER:1' | 0.315 | N320X5.1173Y1.8183 |
| 'SPINDLE RPM:1637' | N140X5.2208Y1.8926F9.3 | N325X4.9834Y1.8723 |
| N35G0X0.Y0.T1M6 | N145X5.2238Y1.894 | N330X4.7341Y1.8522 |
| N40S1637 | N150X5.4217Y1.9883 | N335X4.6777Y1.872 |
| N45X5.5305Y1.9296 | N155X5.4225Y1.9887 | N340X4.6752Y1.8728 |
| N50Z0.1181M8 | N160X5.4233Y1.9891 | N345X4.6727Y1.8736 |
| N55G1X5.2179Y1.8912Z0.09 | N165X5.4286Y1.8897 | N350X4.6179Y1.8897 |
| 26F4.6 | N170X5.4233Y1.7897 | N355X4.673Y1.9062 |
| N60X5.5305Y1.9296Z0.0672 | N175X5.3836Y1.8106 | N360X4.6758Y1.9071 |
| N65X5.2179Y1.8912Z0.0417 | N180X5.3763Y1.8144 | N365X4.6785Y1.908 |
| N70X5.5305Y1.9296Z0.0162 | N185X5.3688Y1.8179 | N370X4.926Y1.9971 |
| N75X5.2179Y1.8912Z- | N190X5.214Y1.8895 | N375X4.9283Y1.998 |
| 0.0093 | N195X5.2159Y1.8904 | N380X4.9306Y1.9989 |
| N80X5.5305Y1.9296Z- | N200X5.2179Y1.8912 | N385X5.1286Y2.0811 |
| 0.0347 | N205X4.9834Y1.8723 | N390X5.1311Y2.0822 |
| N85X5.2179Y1.8912Z- | N210X4.9388Y1.8903 | N395X5.1335Y2.0833 |
| 0.0602 | N215X4.9615Y1.8985 | N400X5.3315Y2.1777 |
| N90X5.5305Y1.9296Z- | N220X4.9662Y1.9002 | N405X5.3336Y2.1787 |
| 0.0857 | N225X4.9709Y1.9021 | N410X5.3358Y2.1798 |
| N95X5.2179Y1.8912Z- | N230X5.1688Y1.9843 | N415X5.4842Y2.2592 |
| 0.1112 | N235X5.1737Y1.9864 | N420X5.4861Y2.2602 |
| N100X5.5305Y1.9296Z- | N240X5.1786Y1.9886 | N425X5.488Y2.2613 |
| 0.1366 | N245X5.3766Y2.083 | N430X5.5655Y2.307 |
| N105X5.2179Y1.8912Z- | N250X5.3809Y2.0851 | N435X5.5683Y2.3002 |
| 0.1621 | N255X5.3852Y2.0873 | N440X5.6084Y2.1631 |
| N110X5.5305Y1.9296Z- | N260X5.5029Y2.1502 | N445X5.6314Y2.0266 |
| 0.1876 | N265X5.506Y2.1396 | N450X5.6387Y1.8897 |
| N115X5.2179Y1.8912Z- | N270X5.527Y2.0151 | N455X5.6314Y1.7528 |
| 0.2131 | N275X5.5336Y1.8897 | N460X5.6084Y1.6163 |
| N120X5.5305Y1.9296Z- | N280X5.527Y1.7643 | N465X5.5683Y1.4793 |
| 0.2385 | N285X5.506Y1.6398 | N470X5.5655Y1.4726 |
| N125X5.2179Y1.8912Z- | N290X5.5029Y1.6291 | N475X5.4881Y1.5182 |
| 0.264 | N295X5.3347Y1.7178 | N480X5.4859Y1.5195 |
| | N300X5.3298Y1.7203 | N485X5.4837Y1.5207 |

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |

N490X5.2858Y1.6251
N495X5.2833Y1.6263
N500X5.2808Y1.6275
N505X5.0829Y1.719
N510X5.0805Y1.7201
N515X5.0781Y1.7211
N520X4.8802Y1.8008
N525X4.8779Y1.8017
N530X4.8757Y1.8025
N535X4.7341Y1.8522
N540G0X1.5964Y1.606Z0.98
43
N545Z0.1181
N550G1X1.4438Y1.8815Z0.0
926F4.6
N555X1.5964Y1.606Z0.0672
N560X1.4438Y1.8815Z0.041
7
N565X1.5964Y1.606Z0.0162
N570X1.4438Y1.8815Z-
0.0093
N575X1.5964Y1.606Z-
0.0347
N580X1.4438Y1.8815Z-
0.0602
N585X1.5964Y1.606Z-
0.0857
N590X1.4438Y1.8815Z-
0.1112
N595X1.5964Y1.606Z-
0.1366
N600X1.4438Y1.8815Z-
0.1621
N605X1.5964Y1.606Z-
0.1876
N610X1.4438Y1.8815Z-
0.2131
N615X1.5964Y1.606Z-
0.2385
N620X1.4438Y1.8815Z-
0.264
N625X1.5964Y1.606Z-
0.2895
N630X1.4438Y1.8815Z-
0.315
N635X1.3689Y1.84F9.3
N640X1.3448Y1.8259
N645X1.3214Y1.8108
N650X1.2297Y1.7489
N655Y2.0306
N660X1.3215Y1.9686
N665X1.3444Y1.9538
N670X1.368Y1.94
N675X1.4586Y1.8897
N680X1.4438Y1.8815
N685X1.7018Y1.8897
N690X1.701Y1.8894
N695X1.7002Y1.889
N700X1.5537Y1.8209
N705X1.537Y1.8128

N710X1.5206Y1.8041
N715X1.4197Y1.7483
N720X1.3996Y1.7365
N725X1.3801Y1.7239
N730X1.2811Y1.657
N735X1.2597Y1.6418
N740X1.2391Y1.6255
N745X1.1402Y1.543
N750X1.1324Y1.5364
N755X1.1248Y1.5297
N760Y2.2495
N765X1.1374Y2.2381
N770X1.1503Y2.2271
N775X1.2416Y2.152
N780X1.2611Y2.1367
N785X1.2812Y2.1224
N790X1.3802Y2.0555
N795X1.3993Y2.0432
N800X1.419Y2.0317
N805X1.5179Y1.9767
N810X1.5347Y1.9677
N815X1.5518Y1.9594
N820X1.7003Y1.8905
N825X1.701Y1.8901
N830X1.7018Y1.8897
N835X1.9695Y1.8983
N840X1.9779Y1.8952
N845X1.9863Y1.8923
N850X1.9938Y1.8898
N855X1.9867Y1.8874
N860X1.9778Y1.8843
N865X1.969Y1.8811
N870X1.7711Y1.8052
N875X1.7577Y1.7998
N880X1.7444Y1.7939
N885X1.5979Y1.7258
N890X1.5845Y1.7193
N895X1.5714Y1.7124
N900X1.4705Y1.6565
N905X1.4545Y1.6471
N910X1.4388Y1.6371
N915X1.3399Y1.5702
N920X1.3227Y1.5579
N925X1.3063Y1.5449
N930X1.2073Y1.4624
N935X1.1901Y1.4473
N940X1.1737Y1.4312
N945X1.133Y1.389
N950X1.1272Y1.3828
N955X1.1215Y1.3765
N960X1.0739Y1.3702
N965X1.0468Y1.3656
N970X1.0199Y1.3593
N975Y2.4201
N980X1.0471Y2.4137
N985X1.0747Y2.4092
N990X1.1216Y2.403
N995X1.1281Y2.3958
N1000X1.1348Y2.3887
N1005X1.183Y2.3392

N1010X1.1996Y2.3232
N1015X1.217Y2.3081
N1020X1.3082Y2.233
N1025X1.3238Y2.2207
N1030X1.3399Y2.2093
N1035X1.4389Y2.1424
N1040X1.4542Y2.1326
N1045X1.4699Y2.1234
N1050X1.5689Y2.0683
N1055X1.5823Y2.0612
N1060X1.596Y2.0545
N1065X1.7444Y1.9856
N1070X1.7577Y1.9797
N1075X1.7711Y1.9743
N1080X1.9691Y1.8984
N1085X1.9693
N1090X1.9695Y1.8983
N1095X2.2931Y1.9086
N1100X2.3617Y1.8906
N1105X2.34Y1.8852
N1110X2.336Y1.8842
N1115X2.332Y1.8831
N1120X2.1835Y1.8419
N1125X2.1759Y1.8397
N1130X2.1683Y1.8373
N1135X2.0198Y1.7879
N1140X2.0132Y1.7856
N1145X2.0065Y1.7831
N1150X1.8086Y1.7073
N1155X1.7985Y1.7032
N1160X1.7886Y1.6988
N1165X1.6421Y1.6307
N1170X1.632Y1.6258
N1175X1.6222Y1.6206
N1180X1.5213Y1.5647
N1185X1.5093Y1.5577
N1190X1.4976Y1.5502
N1195X1.3986Y1.4833
N1200X1.3858Y1.4741
N1205X1.3734Y1.4643
N1210X1.2744Y1.3819
N1215X1.2615Y1.3705
N1220X1.2492Y1.3584
N1225X1.2086Y1.3162
N1230X1.1994Y1.3063
N1235X1.1908Y1.2961
N1240X1.1741Y1.2755
N1245X1.1557Y1.2747
N1250X1.1373Y1.2728
N1255X1.0878Y1.2662
N1260X1.049Y1.2585
N1265X1.0114Y1.246
N1270X0.9619Y1.226
N1275X0.952Y1.2217
N1280X0.9422Y1.2172
N1285X0.9233Y1.2272
N1290X0.9192Y1.2294
N1295X0.915Y1.2315
N1300Y2.5471
N1305X0.926Y2.5525

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |

N1310X0.9368Y2.5582
N1315X0.9432Y2.5618
N1320X0.9523Y2.5576
N1325X0.9614Y2.5538
N1330X1.0109Y2.5336
N1335X1.049Y2.5209
N1340X1.0884Y2.5132
N1345X1.1379Y2.5066
N1350X1.156Y2.5048

N1355X1.1741Y2.504
N1360X1.1911Y2.4831
N1365X1.2003Y2.4723
N1370X1.21Y2.4619
N1375X1.2582Y2.4124
N1380X1.2706Y2.4004
N1385X1.2836Y2.389
N1390X1.3749Y2.3139
N1395X1.3866Y2.3048

N1400X1.3987Y2.2962
N1405X1.4976Y2.2293
N1410X1.5091Y2.2219
N1415X1.5209Y2.215
N1420X1.6199Y2.16
N1425X1.6299Y2.1547
N1430X1.6402Y2.1497
N1435X1.7886Y2.0807
N1440X1.7986Y2.0763

У результаті моделювання обробки за запропонованим кодом керуючої програми отримаємо деталь (рис. 4.3)

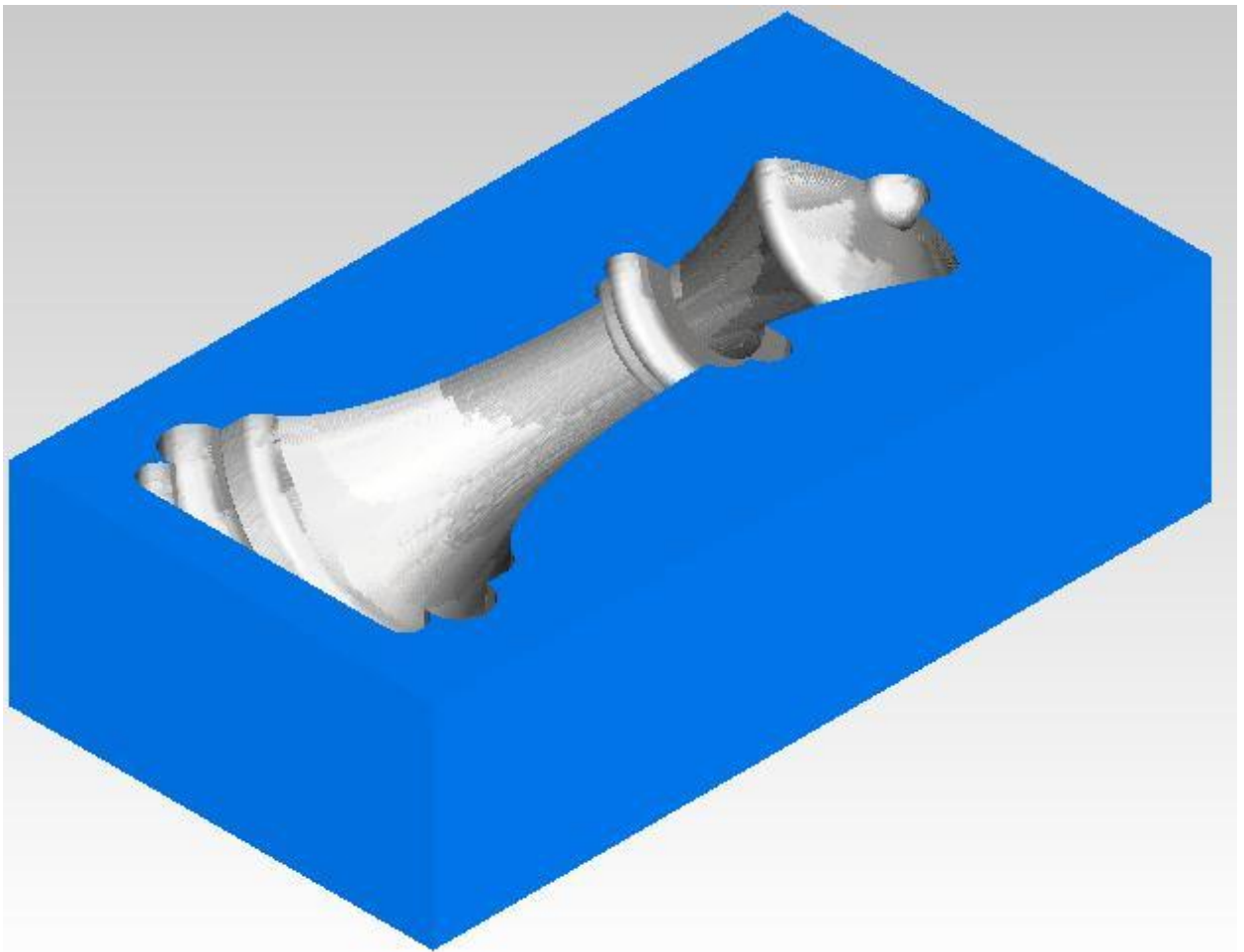


Рисунок 4.3 – Модель обробленої деталі

4.4 Висновки виконання лабораторного заняття

Вивчили основні принципи роботи в системі Delcam FeatureCam. Ознайомились з ідеологією та послідовністю створення керуючих програм для верстатів з ЧПК. Визначили всі елементи деталі та згенерували керуючу програму для її виготовлення.

| | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

ЧНТУ 15.00.03

Арк

31

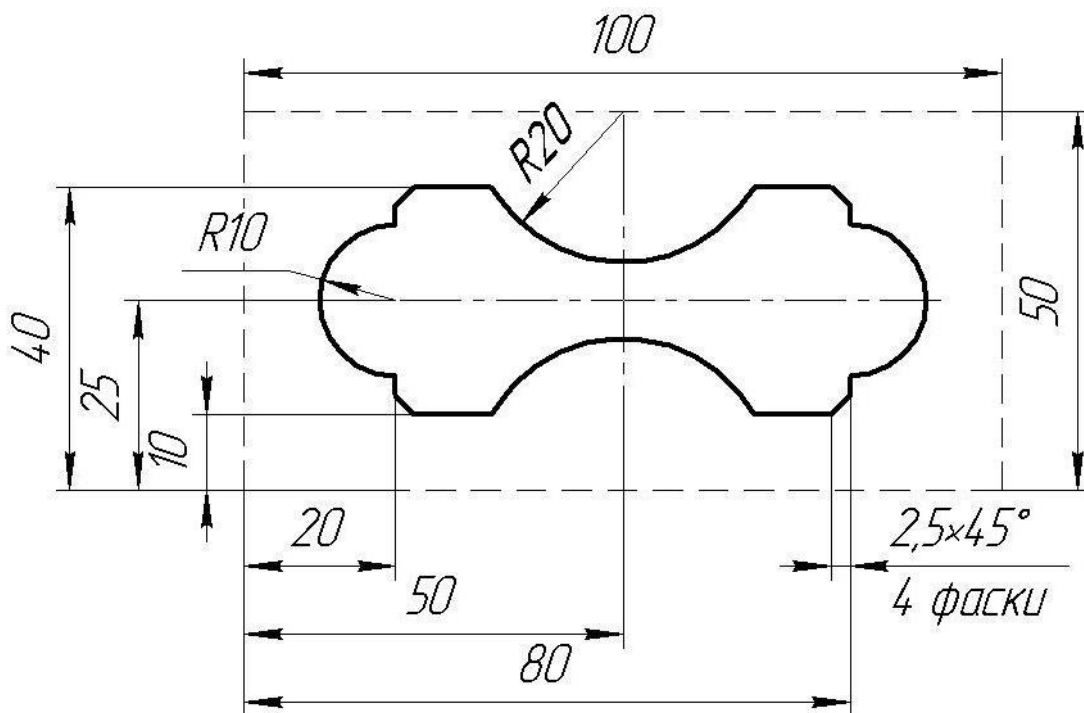
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №5
ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНА ОБРОБКА У СИСТЕМІ DELSCAM
FEATURECAM

5.1 Мета заняття

Ознайомитися з основними принципами роботи в системі Delcam FeatureCam. Вивчити методику створення керуючих програм для верстатів з ЧПК при електроерозійному вирізанні контурів.

5.2 Індивідуальне завдання

Розробити керуючу програму для створення матриці зображеної конфігурації. Габаритні розміри заготовки вказані штриховою лінією.



Товщина заготовки 10 мм.

Кут: лівий, 5°.

| | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|--------------|------------|----------------------------------|-------------|---------------|
| | | | | | ЧНТУ 05.00.05 | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Да- | Лабораторна робота №5 | | |
| Разраб. | Велборн Д. | | | | | | |
| Провер. | Бакстер П. | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | |
| Н. | | | | | | | |
| Утверд. | | | | | ММБн-1977 | | |
| | | | | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | | | 32 | |

5.3 Розробка керуючої програми фрезерної обробки

Згідно з індивідуальним варіантом завдань, у якості заготовки для виготовлення деталі вибираємо паралелепіпед довжиною 100 мм, шириною 50 мм, товщиною 10 мм (рис. 5.1).

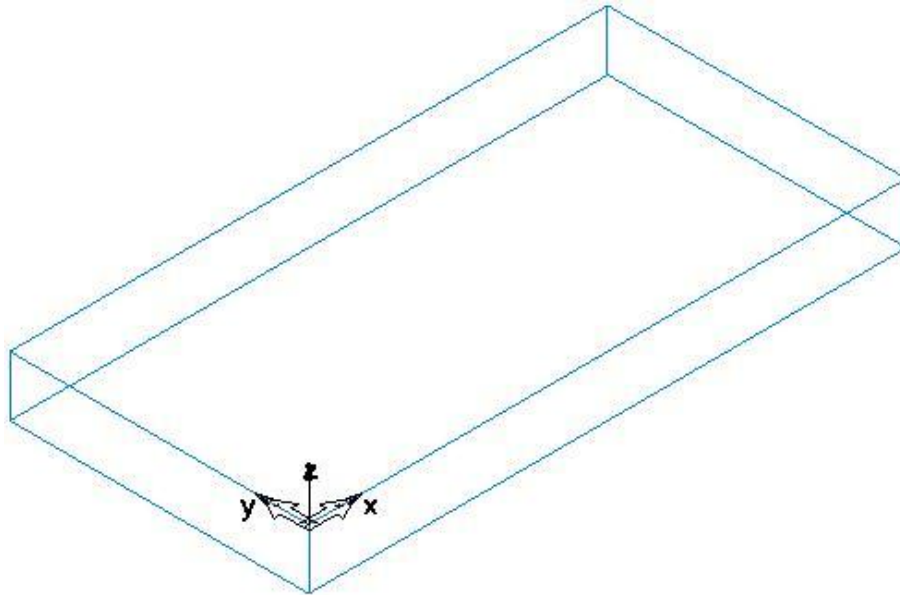


Рисунок 5.1 – Загальний вигляд заготовки

Для забезпечення необхідної конфігурації деталі створюємо вихідні контури та відповідні елементи обробки (рис. 5.2).

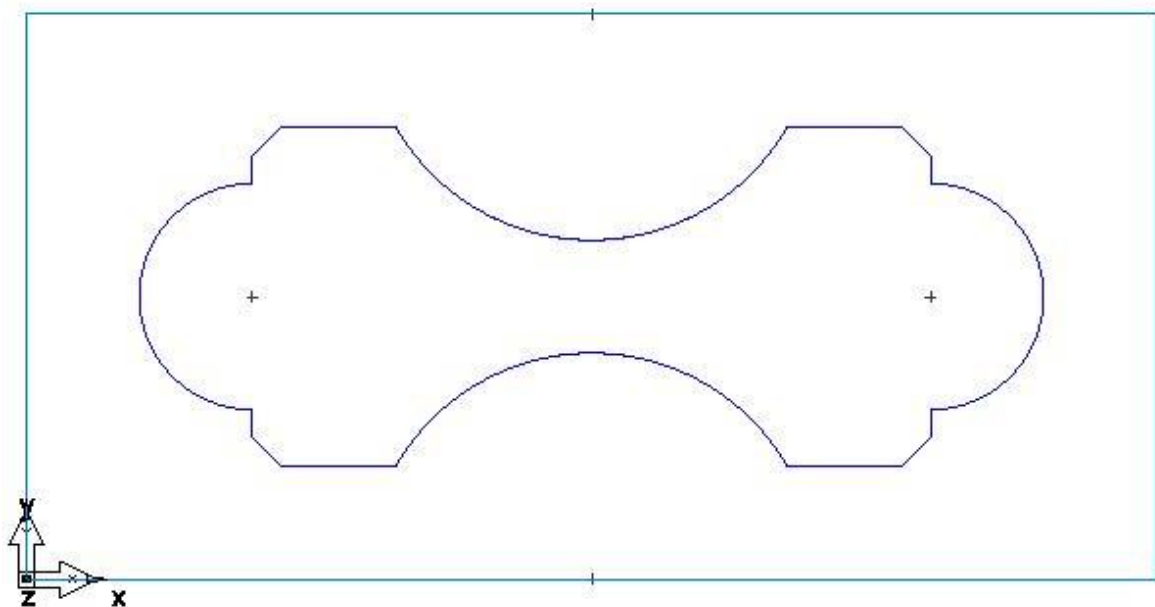


Рисунок 5.2 – Елементи та контури для генерування керуючої програми

| | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

Операції та основні її характеристики необхідні для виготовлення валу:

СПИСОК ОПЕРАЦІЙ ОБРАБОТКИ

Деталь: FM1

Установ: Установ1 (1 of 1)

Дата: 16 Ноябрь 2017 г. 12:37:09

Загот.: L 100.000 мм x W 50.000 мм x T 10.000 мм

Усл.: СТАЛЬ-50ВХХ, Типовой - 0.0100 дм, Неизвестн.

Общая верхняя длина: 681.937 мм

Общая нижняя длина: 662.145 мм

Оп.: 1 матрица1 (с_отводом)

Толщина: 10.000 мм

Конус: Постоян., Слева, 5 град., 0 обл. уклона

Начальная точка: 67.321 мм 37.000 мм

Число проходов: 3

Длина верхнего реза: 612.948 мм

Длина нижнего реза: 594.795 мм

Оп.: 2 матрица1 (отрезка)

Толщина: 10.000 мм

Конус: Постоян., Слева, 5 град., 0 обл. уклона

Начальная точка: 57.321 мм 26.096 мм

Число проходов: 3

Длина верхнего реза: 68.989 мм

Длина нижнего реза: 67.349 мм

Керуюча програма для верстату з ЧПК:

```
"( name: FM1 date: 11-16-2017 );"  
"( ON OFF IP HP MA SV V SF C WT WS WP WC);"  
"C010 = 000 000 000 000 00 00 00 0000 00 000 000 000 000;"  
"C011 = 000 000 000 000 00 00 00 0000 00 000 000 000 000;"  
"C012 = 000 000 000 000 00 00 00 0000 00 000 000 000 000;"  
"C013 = 000 000 000 000 00 00 00 0000 00 000 000 000 000;"  
"C014 = 000 000 000 000 00 00 00 0000 00 000 000 000 000;"  
"C015 = 000 000 000 000 00 00 00 0000 00 000 000 000 000;"  
"H010 = +00000000 H011 = +00000000 H012 = +00000000;"  
"H013 = +00000000 H014 = +00000000 H015 = +00000000;"  
"N10 G29;"  
"N15 G54 G90 G92 X2.65041 Y1.45669 U0 V0 Z0;"  
"N20 G01 G42 G51 Y1.5748 A5.0;"  
"N25 X3.05118;"  
"N30 X3.14961 Y1.47638;"  
"N35 Y1.37795;"  
"N40 G02 Y0.59055 I0. J-0.3937;"  
"N45 G01 Y0.49213;"  
"N50 X3.05118 Y0.3937;"  
"N55 X2.65041;"  
"N60 G03 X1.28659 I-0.68191 J-0.3937;"  
"N65 G01 X0.88583;"  
"N70 X0.7874 Y0.49213;"  
"N75 Y0.59055;"  
"N80 G02 Y1.37795 I0. J0.3937;"  
"N85 G01 Y1.47638;"  
"N90 X0.88583 Y1.5748;"  
"N95 X1.28659;"  
"N100 G03 X2.19909 Y1.21562 I0.68191 J0.3937;"  
"N105 G01 G40 G50 X2.25673 Y1.0274 A0.;"
```

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|---------------|-----|
| | | | | | ЧНТУ 15.00.03 | Арк |
| | | | | | | 34 |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | |

"N110 G41 G52 X2.19909 Y1.21562 A5.0;"
 "N115 G02 X1.28659 Y1.5748 I-0.23058 J0.75288;"
 "N120 G01 X0.88583;"
 "N125 X0.7874 Y1.47638;"
 "N130 Y1.37795;"
 "N135 G03 Y0.59055 I0. J-0.3937;"
 "N140 G01 Y0.49213;"
 "N145 X0.88583 Y0.3937;"
 "N150 X1.28659;"
 "N155 G02 X2.65041 I0.68191 J-0.3937;"
 "N160 G01 X3.05118;"
 "N165 X3.14961 Y0.49213;"
 "N170 Y0.59055;"
 "N175 G03 Y1.37795 I0. J0.3937;"
 "N180 G01 Y1.47638;"
 "N185 X3.05118 Y1.5748;"
 "N190 X2.65041;"
 "N195 G40 G50 Y1.45669 A0.;"
 "N200 G42 G51 Y1.5748 A5.0;"
 "N205 X3.05118;"
 "N210 X3.14961 Y1.47638;"
 "N215 Y1.37795;"
 "N220 G02 Y0.59055 I0. J-0.3937;"
 "N225 G01 Y0.49213;"
 "N230 X3.05118 Y0.3937;"
 "N235 X2.65041;"
 "N240 G03 X1.28659 I-0.68191 J-0.3937;"
 "N245 G01 X0.88583;"
 "N250 X0.7874 Y0.49213;"
 "N255 Y0.59055;"
 "N260 G02 Y1.37795 I0. J0.3937;"
 "N265 G01 Y1.47638;"
 "N270 X0.88583 Y1.5748;"
 "N275 X1.28659;"
 "N280 G03 X2.19909 Y1.21562 I0.68191 J0.3937;"
 "N285 G01 G40 G50 X2.25673 Y1.0274 A0.;"
 "N290 G42 G51 X2.19909 Y1.21562 A5.0;"
 "N295 G03 X2.65041 Y1.5748 I-0.23058 J0.75288 M01;"
 "N300 G01 G40 G50 Y1.45669 A0.;"
 "N305 G41 G52 Y1.5748 A5.0;"
 "N310 G02 X2.19909 Y1.21562 I-0.68191 J0.3937;"
 "N315 G01 G40 G50 X2.25673 Y1.0274 A0.;"
 "N320 G42 G51 X2.19909 Y1.21562 A5.0;"
 "N325 G03 X2.65041 Y1.5748 I-0.23058 J0.75288;"
 "N330 G01 G40 G50 Y1.45669 A0.;"
 "N335 M02;"
 "%;"

| | | | | | | |
|----|-----|----------|--------|------|----------------------|-----|
| | | | | | <i>ЧНТУ 15.00.03</i> | Арк |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

У результаті моделювання обробки за запропонованим кодом керуючої програми отримаємо деталь (рис. 5.3)

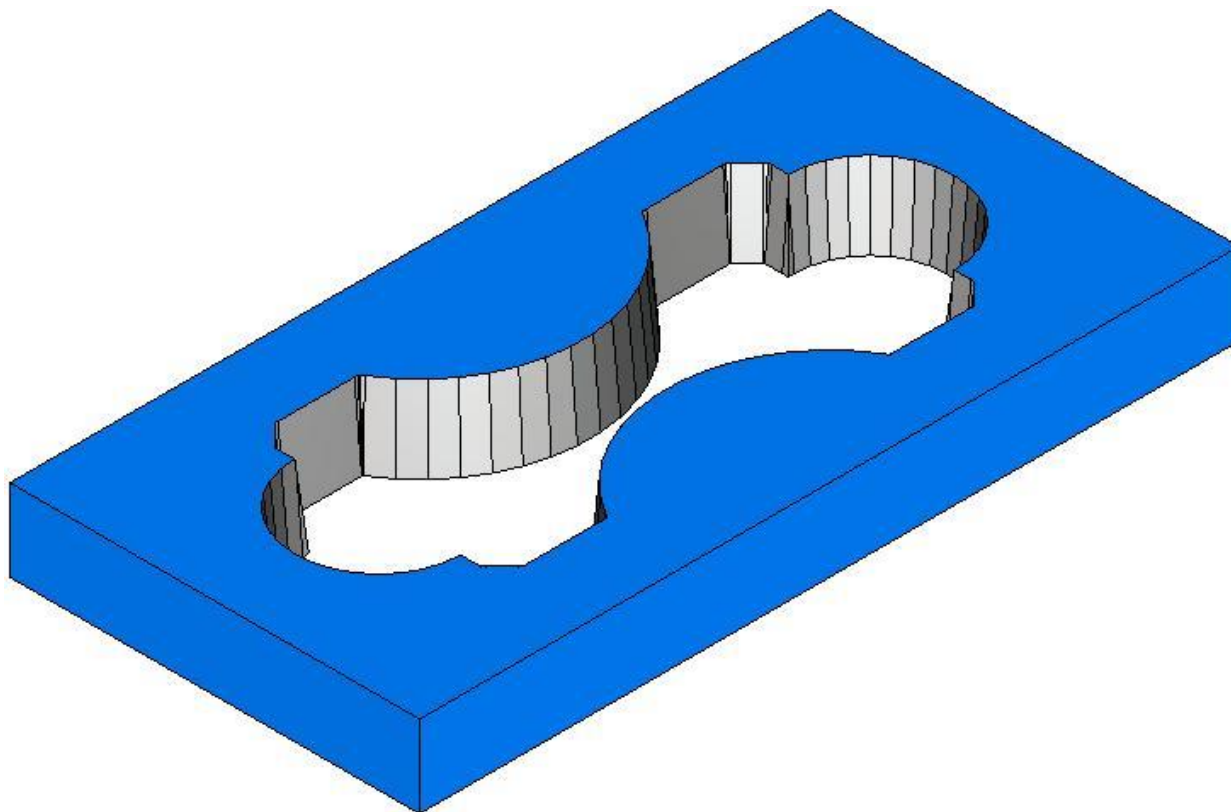


Рисунок 5.3 – Модель обробленої деталі

5.4 Висновки виконання лабораторного заняття

Вивчили основні принципи роботи в системі Delcam FeatureCam. Ознайомились з ідеологією та послідовністю створення керуючих програм для верстатів з ЧПК. Визначили всі елементи деталі та згенерували керуючу програму для її виготовлення.

ЗМІСТ

| | |
|---|-----------|
| ВСТУП | 3 |
| Коротка довідка про програмне забезпечення Delcam | 4 |
| ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №1 ТОКАРНА ОБРОБКА В DELCAM FEATURECAM..... | 6 |
| 1.1 Мета заняття | 6 |
| 1.2 Короткі теоретичні відомості | 6 |
| 1.3 Приклад створення типової деталі токарної обробки | 8 |
| 1.4 Завдання до лабораторного заняття | 30 |
| 1.5 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття | 31 |
| 1.6 Контрольні запитання..... | 31 |
| ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №2 ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНА ОБРОБКА В DELCAM FEATURECAM..... | 32 |
| 2.1 Мета заняття | 32 |
| 2.2 Приклад створення типової деталі токарно-фрезерної обробки..... | 32 |
| 2.3 Завдання до лабораторного заняття | 45 |
| 2.4 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття | 45 |
| 2.5 Контрольні запитання..... | 45 |
| ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №3 2.5D-ФРЕЗЕРУВАННЯ В DELCAM FEATURECAM..... | 46 |
| 3.1 Мета заняття | 46 |
| 3.2 Приклад створення типової деталі 2.5D-фрезерної обробки | 46 |
| 3.3 Завдання до лабораторного заняття | 62 |
| 3.4 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття | 63 |
| 3.5 Контрольні запитання..... | 63 |
| ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №4 3.5D-ФРЕЗЕРУВАННЯ В DELCAM FEATURECAM..... | 64 |
| 4.1 Мета заняття | 64 |
| 4.2 Приклад створення типової деталі 3.5D-фрезерної обробки | 64 |
| 4.3 Завдання до лабораторного заняття | 77 |

| | |
|--|-----|
| 4.4 Вимоги до звіту про виконання лабораторного заняття | 78 |
| 4.5 Контрольні запитання..... | 78 |
| ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №5 ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНА ОБРОБКА В DELCAM FEATURECAM..... | 79 |
| 5.1 Мета заняття | 79 |
| 5.2 Приклад створення типової деталі електроерозійної обробки | 79 |
| 5.3 Завдання до лабораторного заняття | 87 |
| 5.4 Вимоги до звіту про виконання практичного заняття..... | 88 |
| 5.5 Контрольні запитання..... | 88 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА | 89 |
| ДОДАТОК А Варіанти завдань до лабораторної роботи №1..... | 90 |
| ДОДАТОК Б Варіанти завдань до лабораторної роботи №2 | 93 |
| ДОДАТОК В Варіанти завдань до лабораторної роботи №3 | 96 |
| ДОДАТОК Г Варіанти завдань до лабораторної роботи №4 | 99 |
| ДОДАТОК Д Варіанти завдань до лабораторної роботи №5..... | 103 |
| ДОДАТОК Е Приклад виконання та оформлення лабораторних робіт..... | 107 |