

# ОСНОВЫ 3D ОБРАБОТКИ

*Обучающая программа для начинающих*



Октябрь 2010

2 • ОСНОВЫ 3D ОБРАБОТКИ

**Mastercam® X5 Основы 3D обработки**

Дата: Октябрь 2010

Copyright © 2010 CNC Software, Inc.— Все права защищены.

Выпуск: Октябрь 2010

Программное обеспечение: Mastercam X5

Номер раздела: X5-PDF-TUT-3M

**Условия использования**

Использование этого документа оговорено в лицензионном соглашении конечного пользователя Mastercam. Копия лицензионного соглашения включена в пакет Mastercam и является его неотъемлемой частью. С лицензионным соглашением конечного пользователя можно ознакомиться здесь :

[www.mastercam.com/legal/licenseagreement/](http://www.mastercam.com/legal/licenseagreement/)

# Содержание

---

<b>Введение .....</b>	<b>7</b>
▶ Цели обучения .....	8
▶ Перед началом работы .....	9
▶ Если вы нуждаетесь в дополнительной помощи .....	11
▶ Дополнительная документация .....	12
 <b>Обработка коннектора .....</b>	 <b>13</b>
<b>1. Перед созданием траекторий .....</b>	<b>14</b>
▶ Цели урока.....	15
▶ Шаг 1: Выбор определения станка .....	15
▶ Шаг 2: Определение заготовки .....	16
▶ Шаг 3: Создание групп траекторий .....	18
<b>2. Черновая обработка кармана .....</b>	<b>21</b>
▶ Цели урока.....	22
▶ Шаг 1: Сверление отверстий.....	22
▶ Шаг 2: Черновая обработка кармана .....	28
▶ Шаг 3: Черновая обработка паза.....	32
▶ Шаг 4: Черновая дообработка кармана .....	37
<b>3. Чистовая обработка кармана .....</b>	<b>42</b>
▶ Цели урока .....	43
▶ Шаг 1: Чистовая обработка плоскости кармана.....	43

▶ Шаг 2: Чистовая обработка паза .....	46
<b>4. Обработка внешнего контура детали.....</b>	<b>50</b>
▶ Цели урока.....	51
▶ Шаг 1: Черновая обработка внешнего контура.....	51
▶ Шаг 2: Чистовая обработка внешнего контура .....	56
▶ Шаг 3: Сверление отверстия в плане Front (Спереди) .....	59
<b>5. Добавление надписей .....</b>	<b>62</b>
▶ Цели урока.....	63
▶ Шаг 1: Проекционная траектория.....	63
▶ Шаг 2: Создание надписи траекторией контур .....	67
<b>6. Бэкплот и верификация траекторий.....</b>	<b>71</b>
▶ Цели урока.....	72
▶ Шаг 1: Просмотр всех траекторий.....	72
▶ Шаг 2: Верификация всех траекторий.....	73
<b>7. Постпроцессирование траекторий.....</b>	<b>75</b>
▶ Цели урока.....	76
▶ Шаг 1: Постпроцессирование всех операций.....	76
▶ Передача файлов NC на станок .....	79
<b>Обработка держателя инструмента.....</b>	<b>80</b>
<b>1. Перед созданием траектории .....</b>	<b>81</b>
▶ Цели урока.....	82
▶ Шаг 1: Назначение определения станка .....	82
▶ Шаг 2: Определение заготовки .....	83

<b>2. Черновая обработка детали .....</b>	<b>85</b>
▶ Цели урока.....	86
▶ Шаг 1: Черновая обработка детали.....	86
▶ Шаг 2: Создание траектории Leftover (Дообработка чистовая) .....	92
<b>3. Получистовая обработка детали .....</b>	<b>95</b>
▶ Цели урока.....	96
▶ Шаг 1: Создание траектории Surface Finish Blend (Поверхностная чистовая сглаженная).....	96
▶ Шаг 2: Создание траектории Surface Finish Parallel Steep (Чистовая параллельная крутая) .....	100
▶ Шаг 3: Копирование и редактирование операции .....	102
<b>4. Чистовая обработка детали .....</b>	<b>105</b>
▶ Цели урока.....	106
▶ Шаг 1: Создание траектории Swept 3D (Криволинейная 3D).....	106
▶ Шаг 2: Создание второй траектории Swept 3D .....	110
▶ Шаг 3: Создание траектории Flowline (Потоковая) .....	113
<b>5. Просмотр и верификация траекторий .....</b>	<b>117</b>
▶ Цели урока.....	118
▶ Шаг 1: Просмотр всех траекторий.....	118
▶ Шаг 2: Верификация всех траекторий.....	120
<b>6. Постпроцессирование траекторий.....</b>	<b>121</b>
▶ Цели урока.....	122
▶ Шаг 1: Постпроцессирование всех операций.....	122
▶ Передача файлов NC на станок .....	125

**Заключение .....**

**125**

## ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии рассмотрено применение фрезерных траекторий для обработки деталей, ранее созданных в Mastercam. Цель заключается в обеспечении общего обзора нескольких, доступных вам траекторий. Выбранные опции и параметры предназначены для стартового обучения. После выполнения представленных в учебном пособии примеров вы сможете начать более глубокое изучение всех возможностей и особенностей Mastercam.

Создаваемые траектории иллюстрируют возможные решения для обработки деталей с использованием 3D траекторий – в основном поверхностные операции обработки. Вместе с тем есть много решений для обработки представленных в пособии деталей или похожих на них деталей. Целью данного руководства является предоставление только основных понятий, которые вы сможете затем расширить. После завершения уроков откорректируйте свой план обучения в зависимости от необходимых вам в работе навыков и знаний.

Создание траекторий представляет собой пошаговый процесс, соответствующий представленным в учебном пособии действиям. Более полную информацию можно найти в справочной и другой документации, которая устанавливается вместе с Mastercam.

# Цели обучения

- Открытие нескольких файлов, выбор определения станка по умолчанию, создание границ заготовки
- Создание и переименование групп траекторий
- Создание черновых операций фрезерной обработки
- Создание получистовых операций обработки для безопасного перехода между черновыми и чистовыми операциями обработки. Целью создания операций является получение равномерного припуска перед чистовыми операциями обработки
- Создание чистовых операций обработки для получения изделия с окончательными размерами
- Копирование операций, изменение параметров и регенерация операций
- Назначение параметров траекторий черновой, получистовой и чистовой обработки
- Просмотр движений инструмента, определение узловых точек траекторий и временных характеристик обработки
- Верификация траекторий с отображением на дисплее процесса удаления материала
- Постпроцессирование операций и создание файла NC (УП в кодах конкретной СЧПУ); при необходимости просмотр/редактирование кодов и сохранение файла NC



# Перед началом работы

Данное учебное пособие из серии для начинающих. Серия даёт знания об общих функциях Mastercam, а также обучает основным навыкам работы с Mastercam. Другие обучающие серии включают:

- *Focus Series*: Серия ориентирована на изучение конкретных функций Mastercam, например, FBM Drill и учит основным и дополнительным навыкам.
- *Exploring Series*: Обучение одному из продуктов Mastercam, например Mill, Solids или Wire.

Серии учебников Mastercam постоянно дополняются и становятся доступны после их завершения. Для дополнительной информации контактируйте с вашим местным реселлером Mastercam.



Важно: Цвета экрана на учебных картинках расширяют качество изображения; они могут не соответствовать вашим установкам в Mastercam.

---

## Общие требования

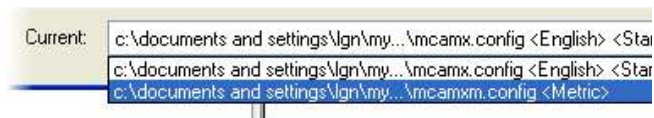
У всех обучающих программ есть следующие общие требования::

- Вы должны знать операционную систему Windows®.
- Обучающие программы не могут использоваться с Mastercam Demo/Home Learning Edition (HLE). Формат файлов Demo/HLE file (EMCX) отличается от формата файлов коммерческих версий Mastercam (MCX) и основные функции Mastercam, такие как преобразование файлов и постпроцессирование, недоступны.
- Поскольку каждый урок в обучающей программе основывается на уровне знаний предыдущего урока, мы рекомендуем, чтобы вы завершали их по порядку.
- У вас должно быть установлено место Mastercam X5 Design или выше для завершения большинства примеров из *Getting Started* (начальной) серии.
- Обучающая программа *Основы 2D обработки* требует, чтобы было установлено место Mill Entry или Router Entry. Обучающие программы других серий могут потребовать и высокий уровень лицензирования.
- Обучающая программа *Основы 3D обработки* требует, чтобы было установлено место Mill Level 3 or Router Pro.
- Файлы деталей могут быть вместе с обучающей программой. Они могут быть сохранены в том же каталоге, что и обучающая программа или в любом другом каталоге по вашему усмотрению.
- Вы должны установить в Mastercam'е метрические единицы измерения, следующий раздел включает команды для их установки.

## Подготовка к работе

Перед началом работы выполните следующие действия:


- 1 Запустите Mastercam, используя следующие методы:
  - ♦ Дважды кликните на иконку Mastercam'а на рабочем столе.
  - или
  - ♦ Запустите Mastercam из меню Windows Start.
- 2 Выберите метрический конфигурационный файл:
  - a Выберите **Settings (Настройки), Configuration (Конфигурация)** в меню Mastercam.



- b В выпадающем списке меню **Current (Текущий)** выберите **..mcamxm.config <Metric>**.
  - c Нажмите **ОК**.

# Если Вы нуждаетесь в дополнительной помощи

Есть много способов получить справку Mastercam, включая следующие:

- *Mastercam Help*—Доступен Mastercam Help если вы выберете **Help, Contents** из Mastercam меню или нажмёте клавиши [**Alt+H**] на вашей клавиатуре. Кроме того, в большинстве диалоговых окон есть кнопка  которая открывает контекстное описание.
- *Online help*—Вы можете искать информацию или задавать вопросы на WEB форуме Mastercam, расположенном по адресу [www.emastercam.com](http://www.emastercam.com). Вы можете также найти разнообразную информацию, включая многие видео-материалы по адресу [www.mastercam.com](http://www.mastercam.com) и [www.mastercamedu.com](http://www.mastercamedu.com).
- *Mastercam Reseller*—Ваш региональный реселлер Mastercam может помочь вам ответить на многие вопросы о Mastercam.
- *Technical Support*—CNC Software's Technical Support department (860-875-5006 или [support@mastercam.com](mailto:support@mastercam.com)) открыт для справок с понедельника по пятницу с 8:00 до 17:30 по USA Eastern Standard Time.
- *Documentation feedback*—Вы можете свои вопросы адресовать непосредственно в Отдел Технической документации, используя адрес электронной почты [techdocs@mastercam.com](mailto:techdocs@mastercam.com).
- *Mastercam University*—CNC Software поддерживает Mastercam University, в деле создания инструментов для «online» обучения с более чем 180 видео материалами, для того чтобы вы могли поддерживать свои знания на должном уровне. Для большей информации о Mastercam University, пожалуйста контактируйте с вашим Authorized Mastercam Reseller, вы можете также посетить сайт [www.mastercamu.com](http://www.mastercamu.com), или связаться с нами по адресу [training@mastercam.com](mailto:training@mastercam.com).

# Дополнительная Документация

Вы можете найти обширную информацию об использовании Mastercam в каталоге \Documentation, который формируется при инсталляции Mastercam:

- *Mastercam X5 Installation Guide*
- *Mastercam X5 Administrator Guide*
- *Mastercam X5 Quick Start*
- *Mastercam X5 Reference Guide*
- *Mastercam X5 Transition Guide*
- *Mastercam X5 Quick Reference Card*
- *Mastercam X5 Wire Getting Started Guide*
- *Version 9 to X Function Map*
- *Mastercam X5 NCI & Parameter Reference*
- *Mastercam X5 Post Debugger User's Guide*

# Раздел 1

## Обработка коннектора

## У Р О К 1

# Перед созданием траекторий

Перед созданием траекторий обработки детали вы должны выбрать определение станка. Определение заготовки создаёт визуальное представление о ней. Создание групп траекторий и их названия помогают вам организовать их порядок и сохранить логическую последовательность обработки детали. Все эти темы рассматриваются в данном уроке.

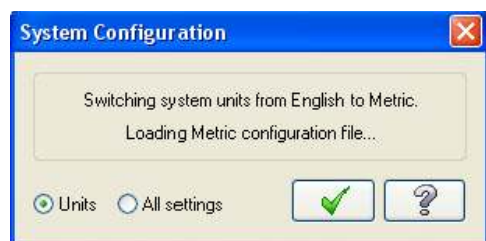
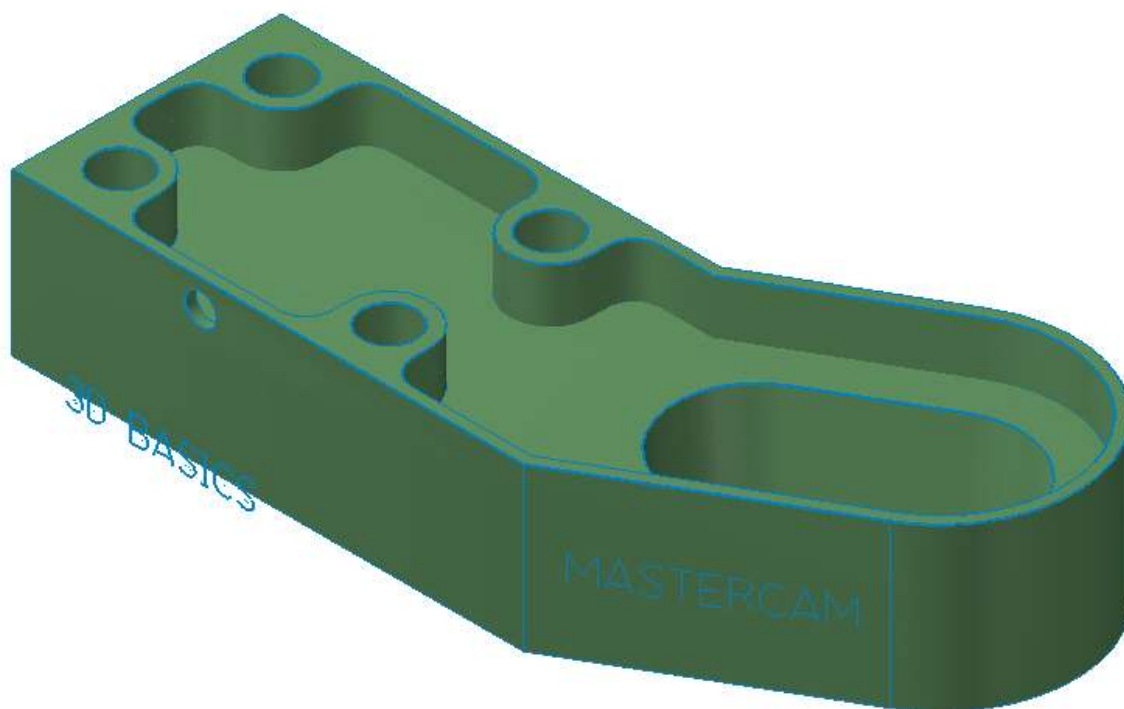
# Цели урока

- Открытие файла и выбор определения станка.
- Определение заготовки.
- Переименование группы траекторий.

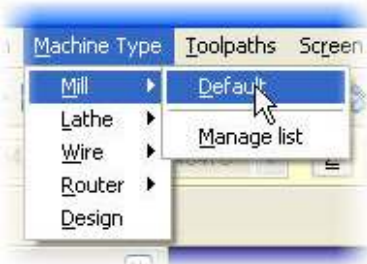
## Шаг 1: Выбор определения станка

Траектории относятся к той или иной машинной группе и могут быть объединены в несколько отдельных групп траекторий. Машинная группа создаётся автоматически как только вы выбрали определение станка. В данном упражнении вам предстоит выбрать определение станка.

- 1 Откройте файл `Basic_3D_Machining_Part1_Start.MCX-5`, который сопровождает данное учебное пособие.



- 2 Нажмите **ОК**, если система потребует переключиться на метрический конфигурационный файл.



- 3 Выберите **Machine Type (Тип станка)**, **Mill (Фрезерование)**, **Default (По умолчанию)**.

В Mastercam вы должны выбрать определение станка перед созданием любой траектории. Определение станка содержит описание возможностей станка и его особенностей.

---

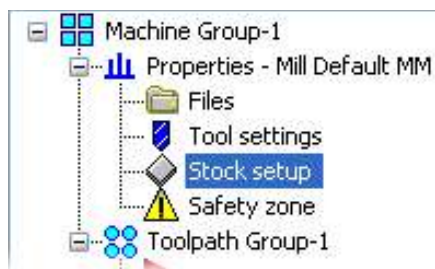
*Замечание: При открытии файлов Mastercam с траекториями обработки автоматически загружается ассоциативное определение станка.*

---

- 4 Выберите **File (Файл)**, **Save As (Сохранить как)**, и сохраните файл под другим именем. Это защитит оригинальный файл от перезаписи.

## Шаг 2: Определение заготовки

Определение заготовки позволит использовать её для визуализации обработки. Заготовка поможет при расчёте траекторий, её можно будет использовать при просмотре траекторий или при верификации. Данное упражнение поможет определить заготовку для вашей детали.



- 1 В Toolpath Manager (Менеджер операций), выберите **Stock setup (Настройка заготовки)**. При необходимости нажмите на значок [+] перед Properties (Свойства) и откройте список.

Откроется диалоговое окно Machine Group Properties (Свойства станочной группы) на закладке Stock Setup (Настройка заготовки).

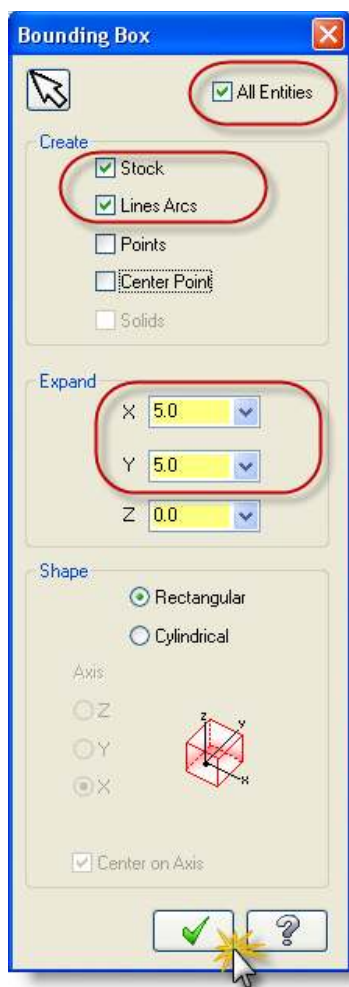




- 2 Нажмите на кнопку **Bounding box (Ограничивающий контур)**.

Откроется диалоговое окно Bounding Box (Ограничивающий контур).

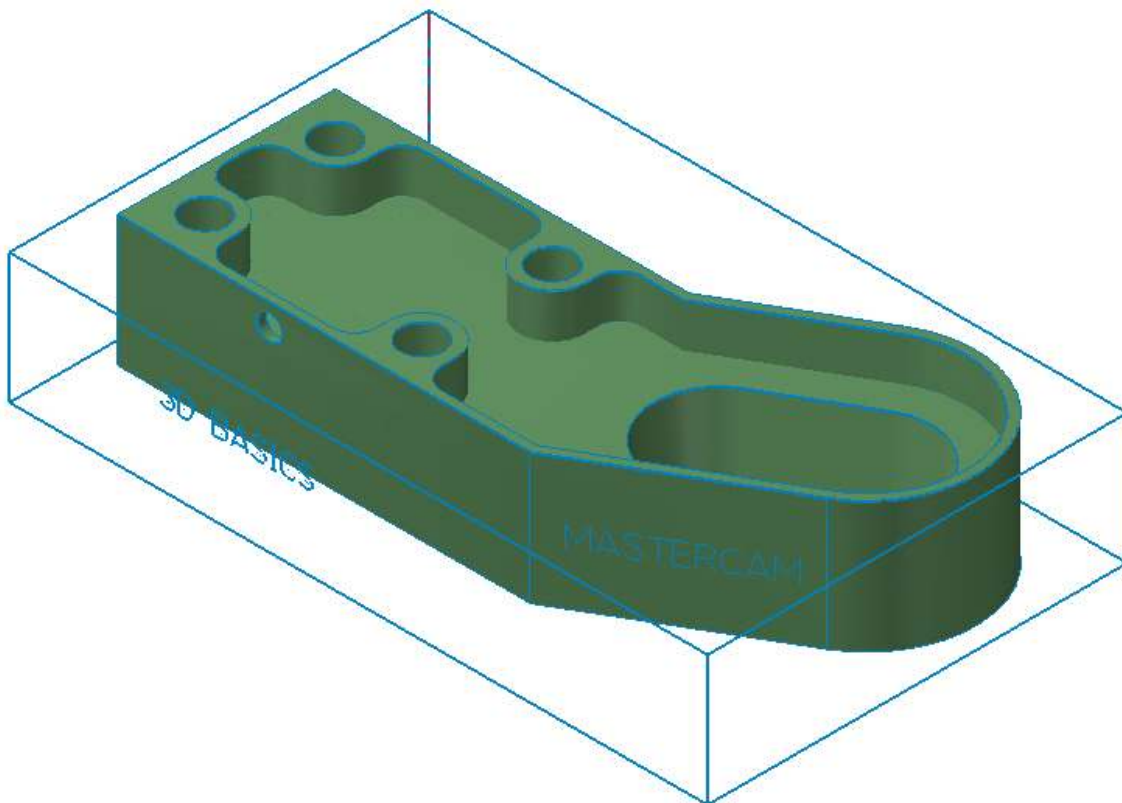
Функция предоставляет быстрый и удобный способ для определения заготовки по внешним границам геометрии.



- 3 Установите опции и параметры как показано на картинке и нажмите **ОК**.



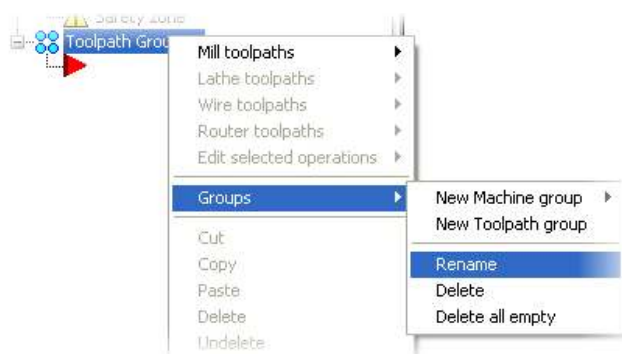
- 4 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Machine Group Properties (Свойства станочной группы).
- 5 Нажмите на клавиатуре [**Alt+F1**] или выберите в меню правой кнопки мыши **Fit (в размер окна)**.



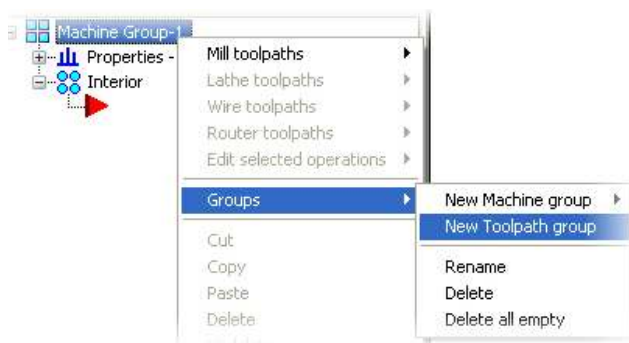
- 6 Выберите **File (файл), Save (Сохранить)** или нажмите на кнопку **Save (Сохранить)**.

### *Шаг 3: Создание групп траекторий*

Группы траекторий помогают в организации логической последовательности операций обработки. Хорошо организованный порядок траекторий делает понятным процесс обработки детали для любого пользователя. В следующем упражнении показан процесс создания и переименования групп траекторий.



- 1 В Toolpath Manager (Менеджер операций) нажмите правой кнопкой мыши на **Toolpath Group-1**, и выберите **Groups (Группы)**, **Rename (Переименовать)**.
- 2 Введите название **Interior** и нажмите [**Enter**].

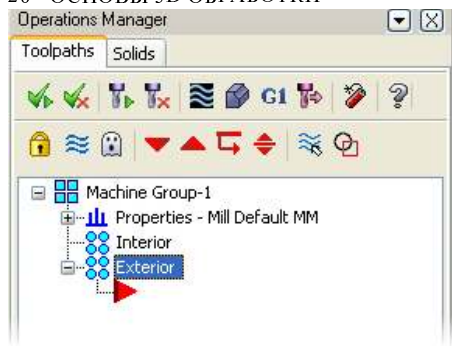


- 3 В Toolpath Manager (Менеджер операций) нажмите правой кнопкой мыши на **Machine Group-1**, выберите **Groups (Группы)**, **New Toolpath Group (Новая группа траекторий)**.

Новая группа траекторий называется Toolpath Group-1. При создании второй группы траекторий без переименования первой, новая группа будет называться Toolpath Group-2.



**Совет:** Кликнув правой кнопкой мыши на имя станочной группы, вы сможете создать в дереве новую группу траекторий на том же уровне, что и группа траекторий под названием **Interior**. Если вы кликните правой кнопкой мыши на группу **Interior**, то вы сможете создать подгруппу, входящую в группу **Interior**.



- 4 Переименуйте новую группу в **Exterior** и нажмите [**Enter**].

Дерево в Toolpath Manager (Менеджер операций) будет выглядеть так, как показано на картинке.

---

*Замечание: Если создаётся вторая группа траекторий, то вы не сможете сразу ввести её имя, поэтому вернитесь и повторите действия, описанные в первом пункте данного упражнения.*

---



- 5 Выберите **File (Файл)**, **Save (Сохранить)** или нажмите кнопку **Save (Сохранить)**.

## У Р О К 2

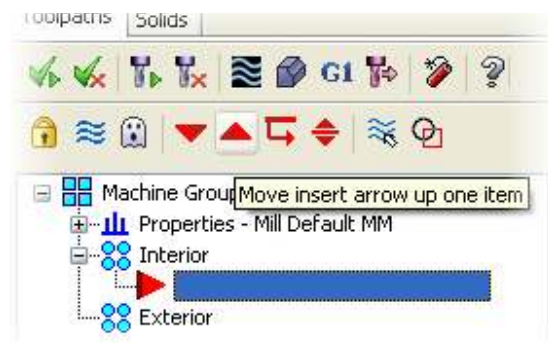
# Черновая обработка кармана

Первые траектории обработки обычно удаляют большую часть материала. Этот процесс называется черновой обработкой детали. В данном уроке рассматриваются несколько черновых траекторий обработки. Они включают сверление отверстий, черновую обработку внутреннего кармана, черновую обработку внутреннего паза, а также черновую дообработку внутренней части детали.

# Цели урока

- Создание траектории сверления (включая выбор точек сверления, выбор инструмента и настройку параметров и режимов обработки).
- Создание высокоскоростных и поверхностных траекторий черновой обработки.
- Создание высокоскоростной черновой траектории дообработки остатков материала (включая сглаживание траектории).

## Шаг 1: Сверление отверстий



- 1 В Toolpath Manager (Менеджер операций) нажмите кнопку **Move insert arrow up one item** (Стрелка вверх на 1 пункт).

Менеджер операций должен выглядеть так, как показано на картинке.

Сейчас вы установили стрелку в том месте, где в дальнейшем будет добавлена траектория обработки.



- 2 Нажмите правой кнопкой мыши в графическом окне и выберите в появившемся меню пункт **Isometric (WCS) (Изометрия (РСК))**.

Возможно что вам будет необходимо разместить деталь в центре графического окна, чтобы полностью увидеть её. Самый простой путь – это нажать правой кнопкой мыши в графическом окне и выбрать в появившемся меню **Fit (В размер окна)** или нажать на клавиатуре [Alt+F1]. Для уменьшения масштаба отображения используйте клавиши [Alt+F2]. Вы также можете использовать кнопки fit (в размер окна)/zoom (приблизить)/unzoom (отдалить) на панели инструментов View Manipulation.



- 3 Выберите **Toolpaths (Траектории), Drill (Сверление)**.

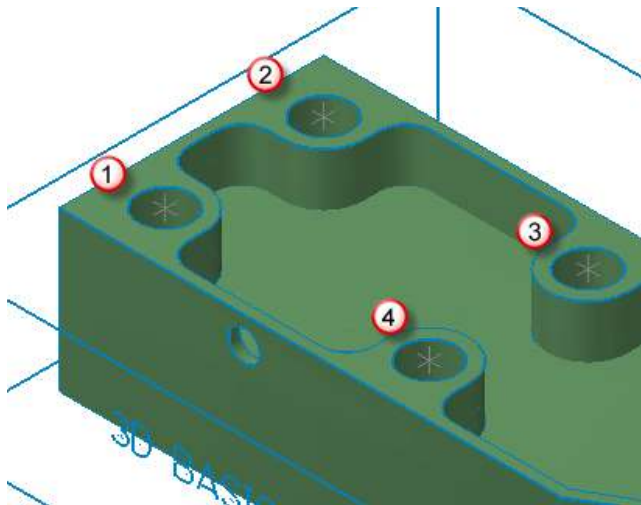


- 4 Нажмите **ОК**, когда система попросит ввести имя управляющей программы в окне Enter new NC name (Введите новое название УП).

По умолчанию отображается имя, под которым вы сохранили файл. При необходимости вы можете изменить имя файла NC.



- 5 Используйте в диалоговом окне Drill Point Selection (Выбор точек сверления) опцию по умолчанию **Select drill point position in the graphics screen (Выбор позиции точки сверления с графического экрана)**.

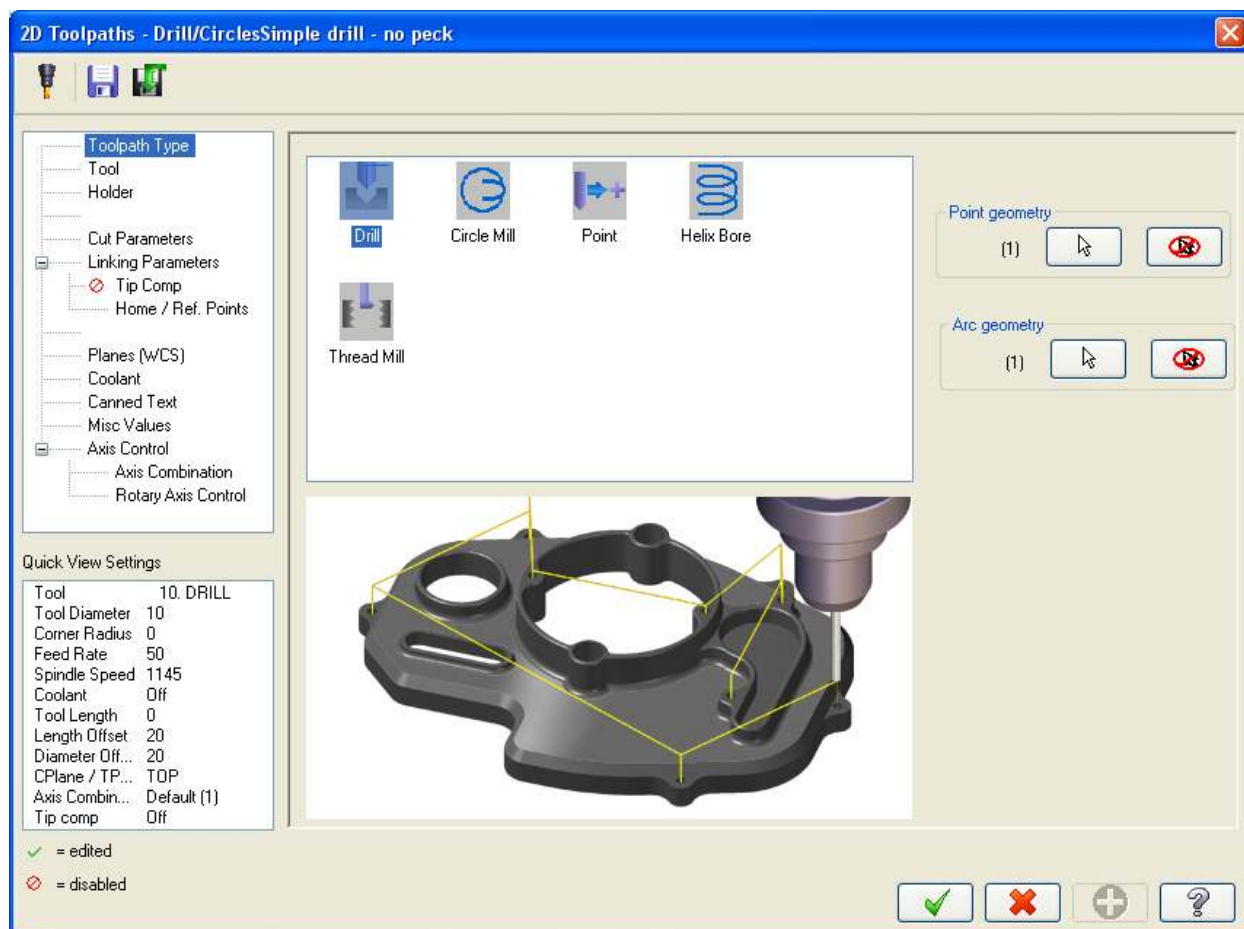


- 6 Выберите центральные точки четырёх окружностей, как показано на картинке. При выборе точек следите за значком автокурсора (см. ниже).



- 7 В диалоговом окне Drill Point Selection (Выбор точек сверления) нажмите **ОК**.  
Откроется диалоговое окно 2D Toolpaths (2D траектории) на странице Toolpath Type (Тип траектории). Drill (Сверление) уже выбрано в качестве типа траектории. (Не нажимайте **ОК**, пока не закончите ввод параметров на всех страницах.)

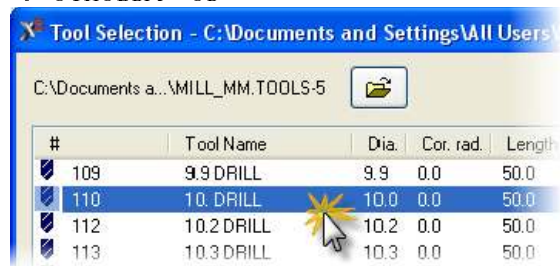




- 8 Выберите страницу **Tool (Инструмент)** в дереве в левой части диалогового окна.

Select library tool...

- 9 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.  
Откроется библиотека, которая была определена в свойствах станочной группы.

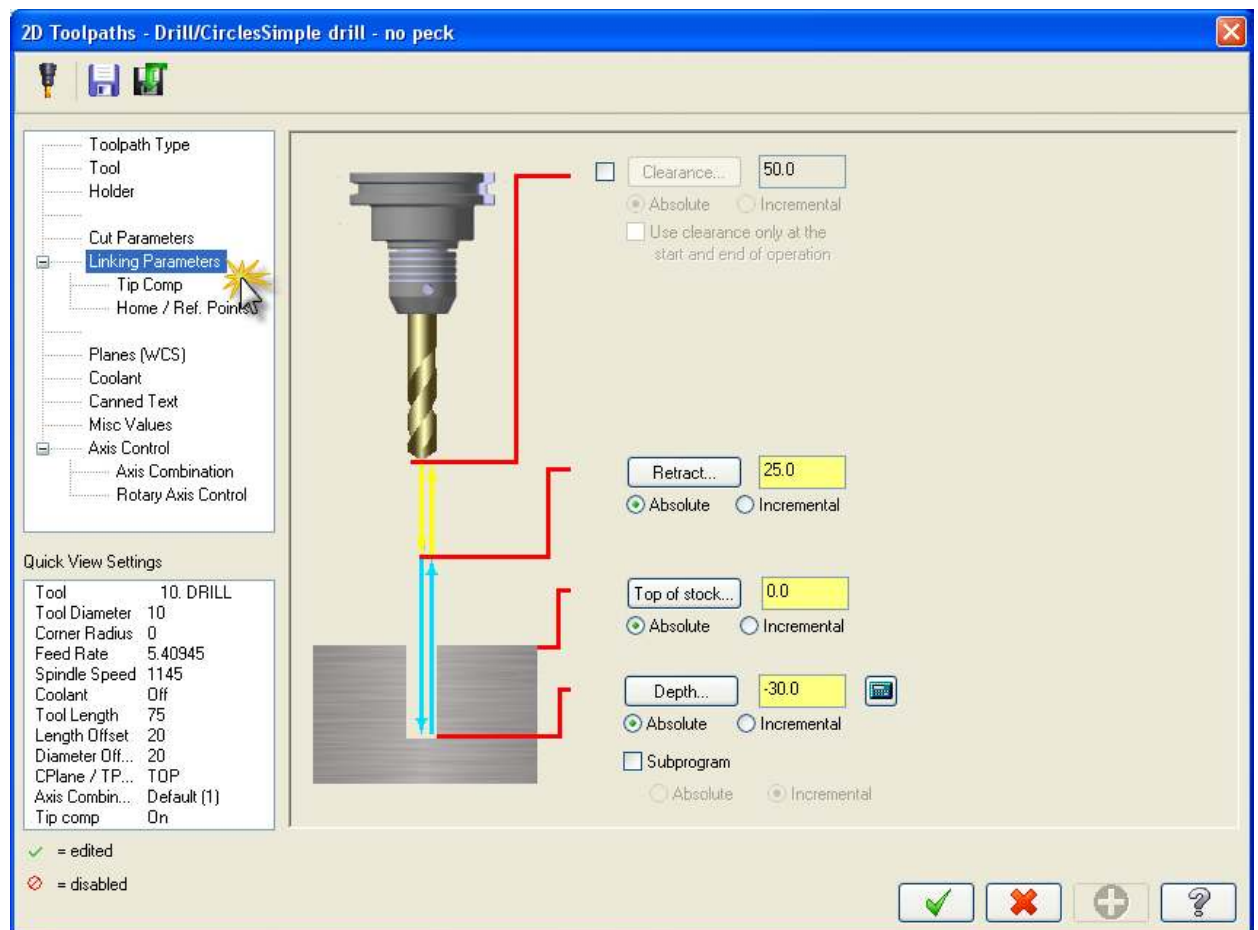


- 10 Выберите сверло диаметром 10mm и нажмите **ОК**.



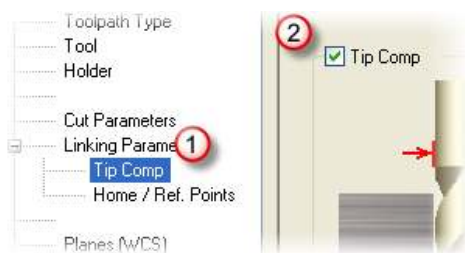
Совет: Для упражнения использованы настройки по умолчанию. Скорость резания и подачи, номер инструмента и другие параметры должны быть изменены в соответствии с возможностями оборудования и инструмента.

- 11 Выберите страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)**.

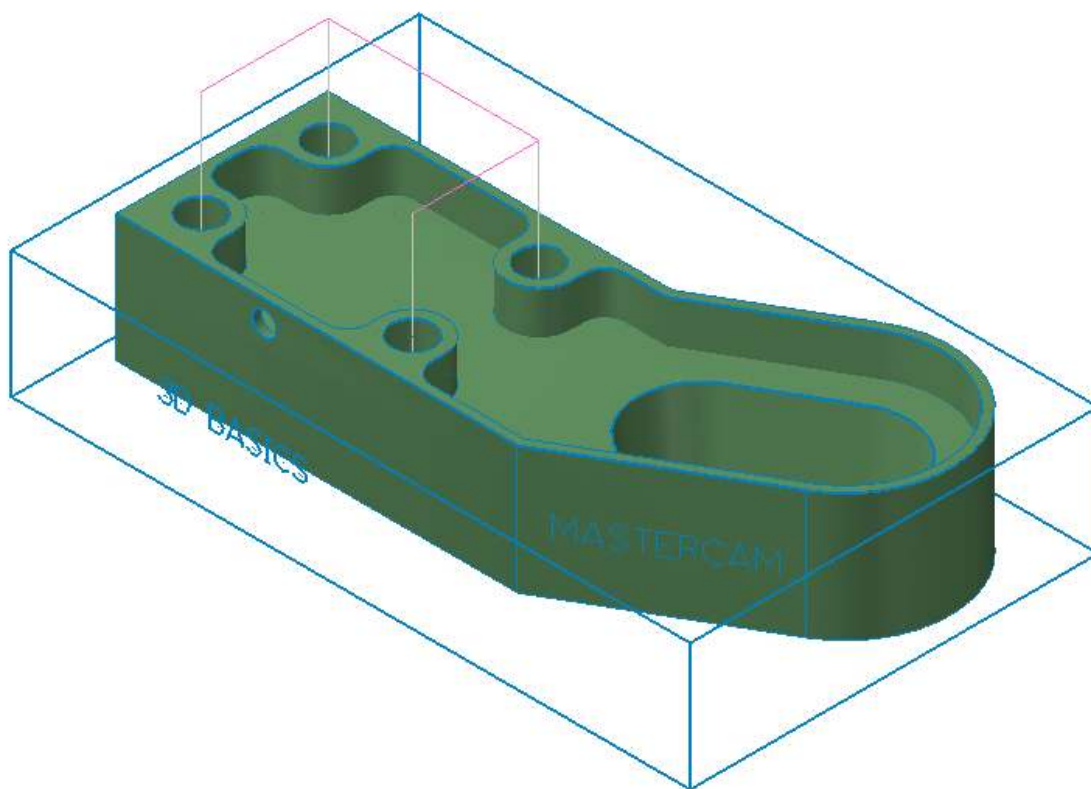


11

Данные значения определяют глубину обработки, верх заготовки, а также высоту, на которой будет перемещаться инструмент на ускоренной подаче.



- 12 Выберите страницу **Tip Comp (Компенсация кромки)**. Активизируйте опцию, как показано на картинке. В качестве параметров используйте параметры по умолчанию.
- 13 Нажмите **ОК** в диалоговом окне 2D Toolpath (2D траектории) и сгенерируйте операцию сверления.



13

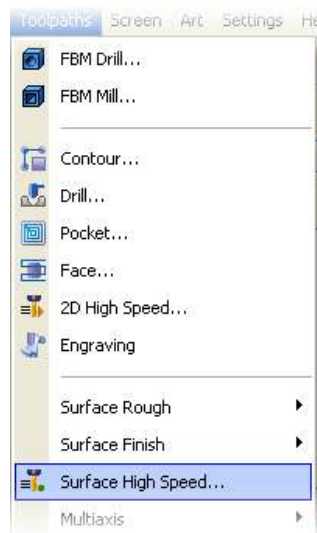


- 14 Нажмите кнопку **Toggle display on selected operations (Переключение блокировки отображения выбранных операций)**. При необходимости выберите операцию Drill/Counterbore.

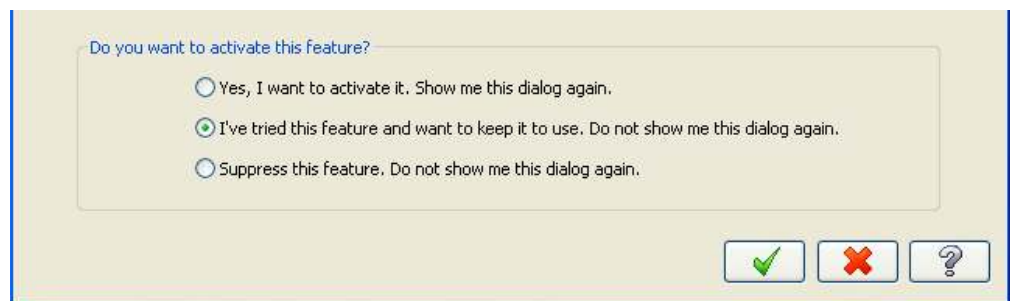
Отключите отображение траектории на дисплее. Выполните этот шаг после создания каждой операции, чтобы отображение траекторий не мешало при выборе геометрии для последующих операций обработки.

15 Сохраните файл.

## Шаг 2: Черновая обработка кармана



- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface High Speed (Поверхностная ВСО траектория)**.
- 2 Если откроется диалоговое окно **New 3D Advanced Toolpath Refinement Feature! (Новая функция оптимизации 3D траекторий!)** выберите опцию активизации функции. Затем нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно.



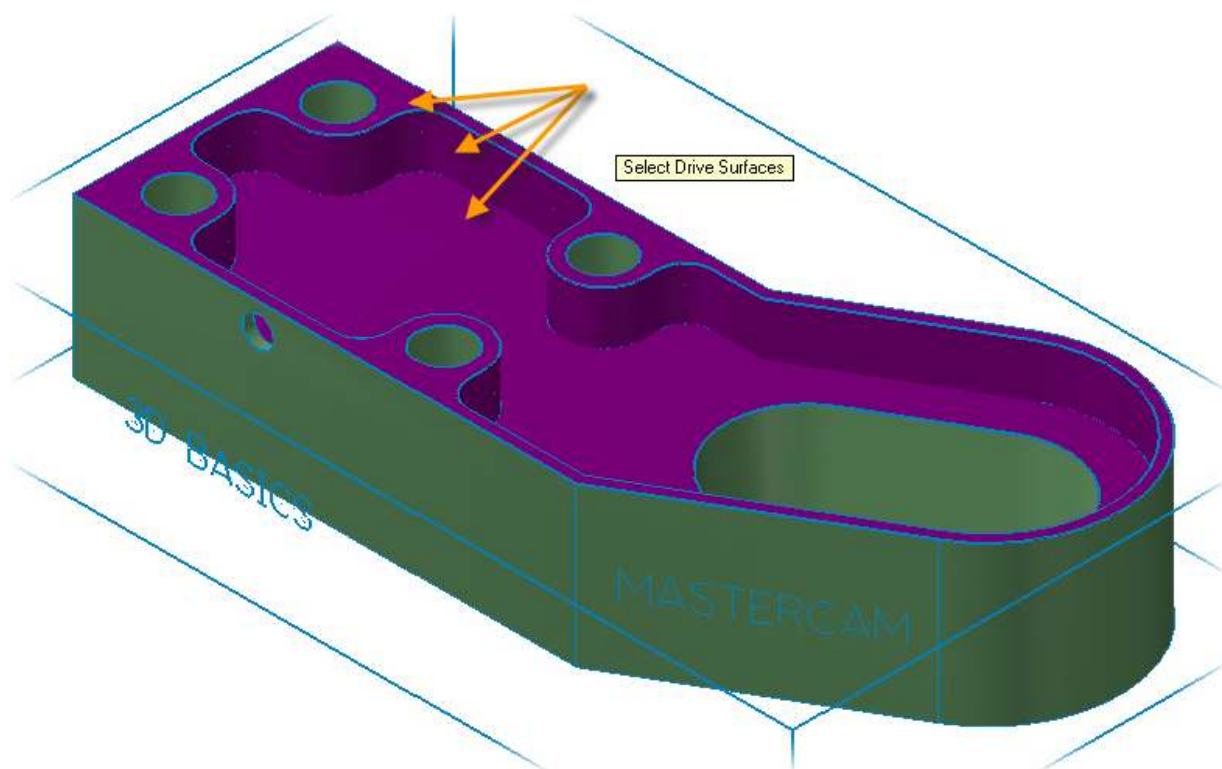
2

---

*Замечание: Это диалоговое окно предоставляет возможность использовать функцию оптимизации траекторий. Данная функция используется для настройки перемещений инструмента с целью получения отличной чистоты поверхностей.*

---

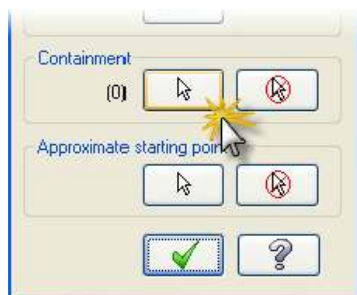
- 3 Следите за подсказкой в графическом окне и выберите поверхности, как показано на картинке.



3

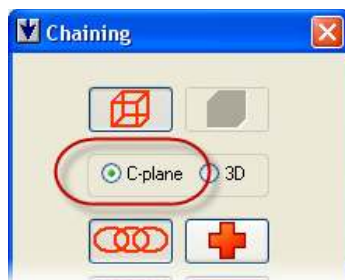


4 Нажмите клавишу [Enter] или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.



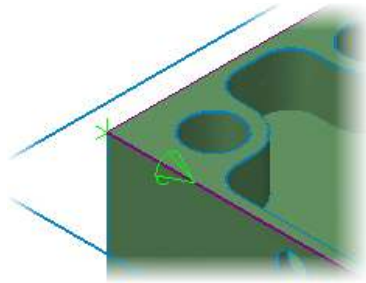
5 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности) в разделе Containment (Ограничение).

Откроется диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).

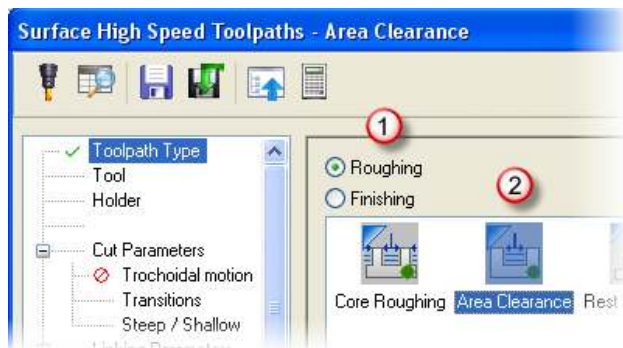


6 Активизируйте опцию **C-plane** (Конструкционный план).

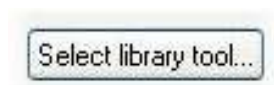
Опция ограничивает выбор цепочки в плоскости, параллельной текущему конструкционному плану.



- 7 Выберите цепочку на верхней плоскости детали, как показано на картинке. Выбирается замкнутая цепочка любым направлением.
- 8 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки) и вернитесь в диалоговое окно Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).
- 9 Нажмите **ОК**.  
В диалоговом окне Surface High Speed toolpaths (Поверхностные ВСО траектории) откроется страница Toolpath Type (Тип траектории).

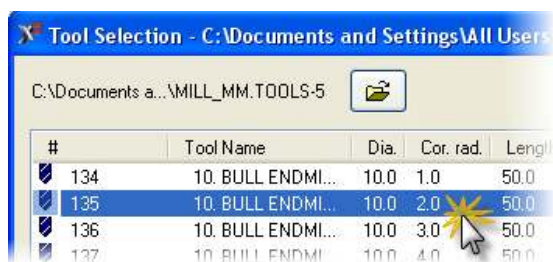


- 10 Выберите **Roughing (Черновая)** и нажмите на траекторию **Area Clearance (Очистка области)**.
- 11 Нажмите на страницу **Tool (Инструмент)** в левой верхней части диалогового окна.

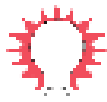


- 12 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**. Откроется метрическая библиотека инструментов по умолчанию.



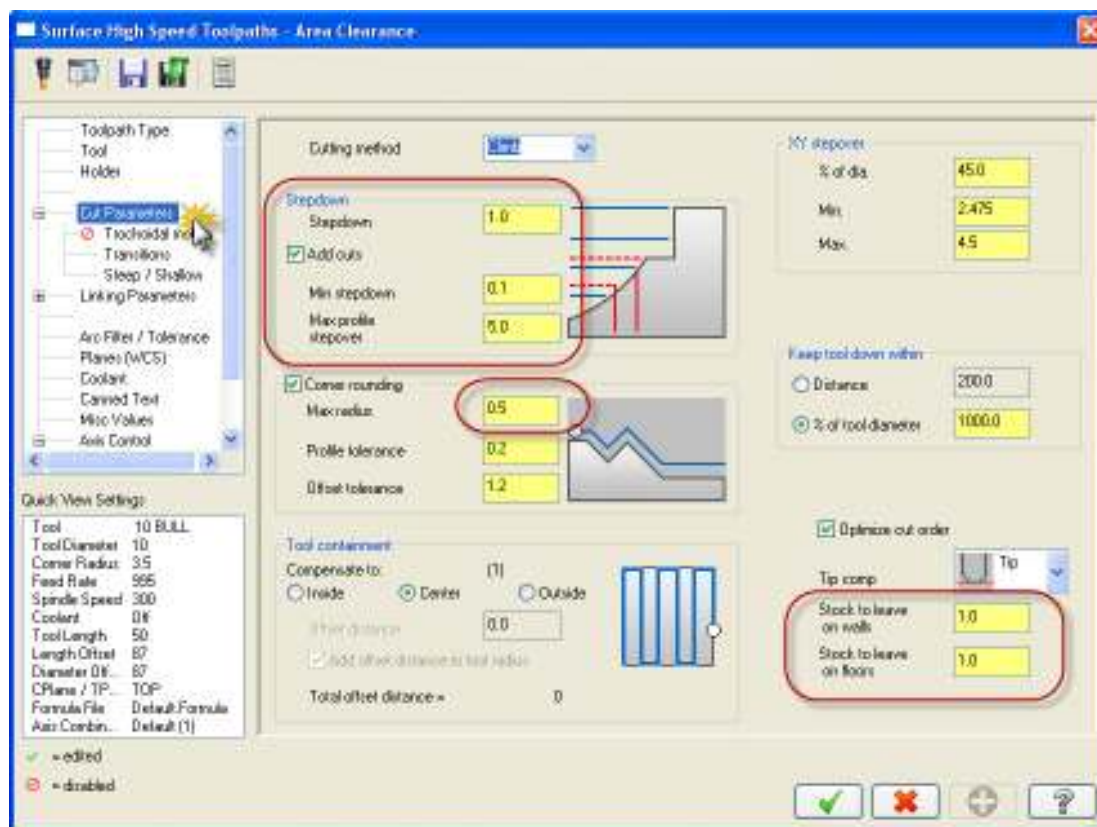


- 13 Выберите концевую фрезу диаметром 10мм с радиусом 2мм и нажмите **ОК**.

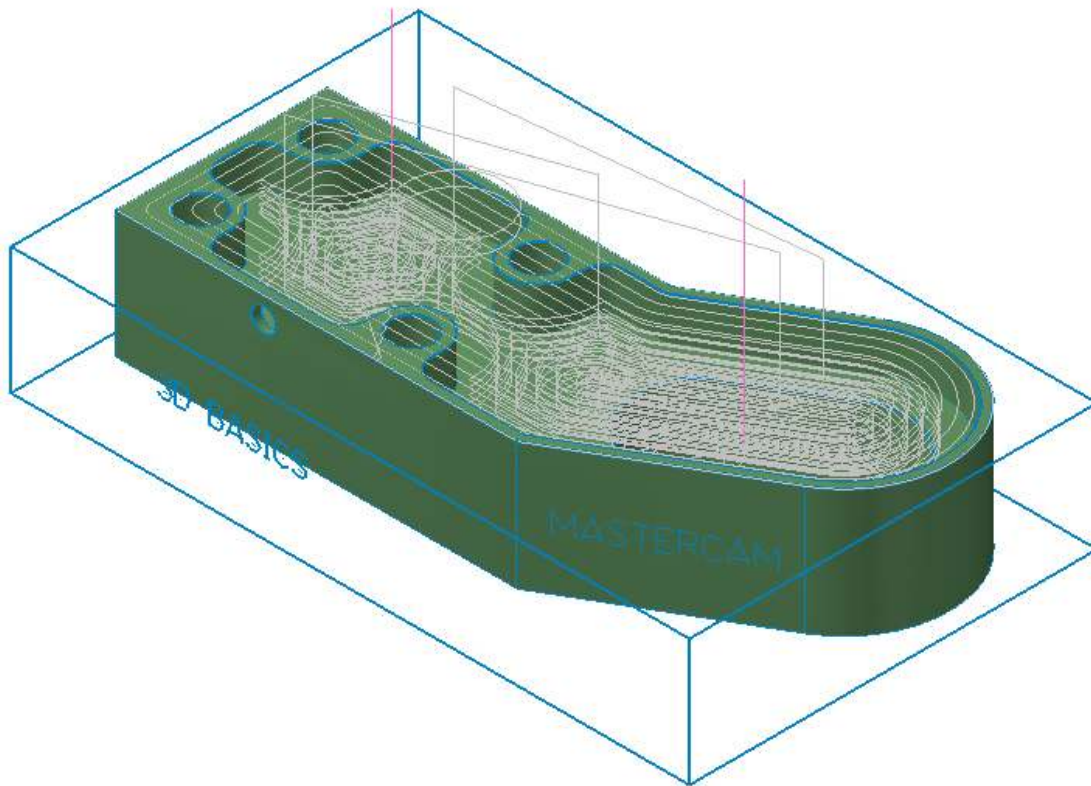


Совет: Настройте параметры фильтрации в правой части диалогового окна, чтобы ограничить просмотр только необходимых типов инструментов.

- 14 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**. Установите параметры, как показано на картинке.

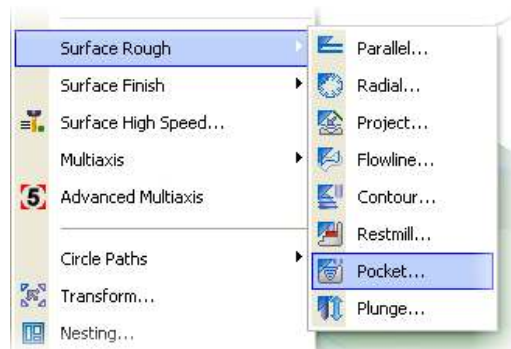


- 15 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию.



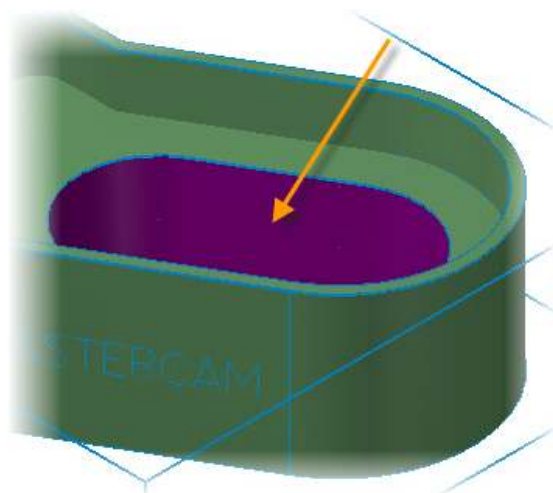
- 16 Отключите отображение траектории в графической области.
- 17 Сохраните файл детали.

### *Шаг 3: Черновая обработка паза*

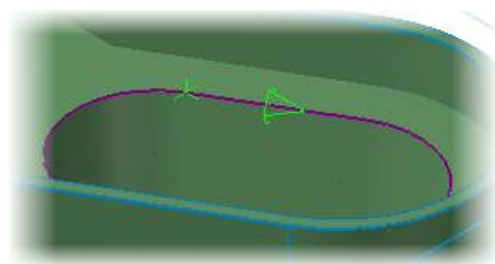


- 1 Выберите в главном меню **Toolpaths (Траектории)**, **Surface Rough (Черновые поверхностные)**, **Pocket (Карманная черновая)**.





- 2 Следите за запросом и выберите поверхности, как показано на картинке.
- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.
- 4 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** в разделе Containment (Ограничение) в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).
- 5 Активизируйте опцию **C-plane** (Конструкционный план).



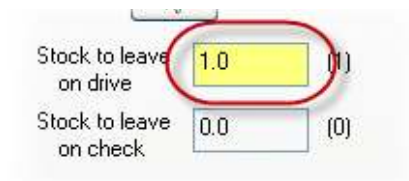
- 6 Выберите замкнутую цепочку на верхней плоскости паза, как показано на картинке.
- 7 Нажмите **OK** в окне Chaining (Выбор цепочки).
- 8 Нажмите **OK** в диалоговом окне Toolpaths/surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно Surface Rough Pocket (Поверхностная черновая карман) на странице Toolpath parameters (Параметры траектории).



- 9 Выберите из списка инструментов концевую фрезу диаметром 10мм с радиусом 2мм.

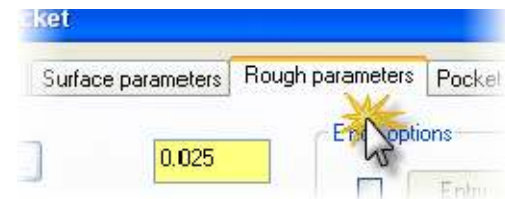


- 10 Нажмите на страницу **Surface parameters** (Поверхностные параметры).

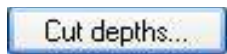


- 11 Установите значение 1 мм в окне **Stock to leave on drive** (Припуск на обрабатываемых поверхностях).

Используйте в качестве остальных параметров на этой странице параметры по умолчанию.

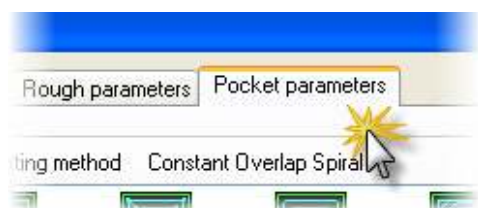
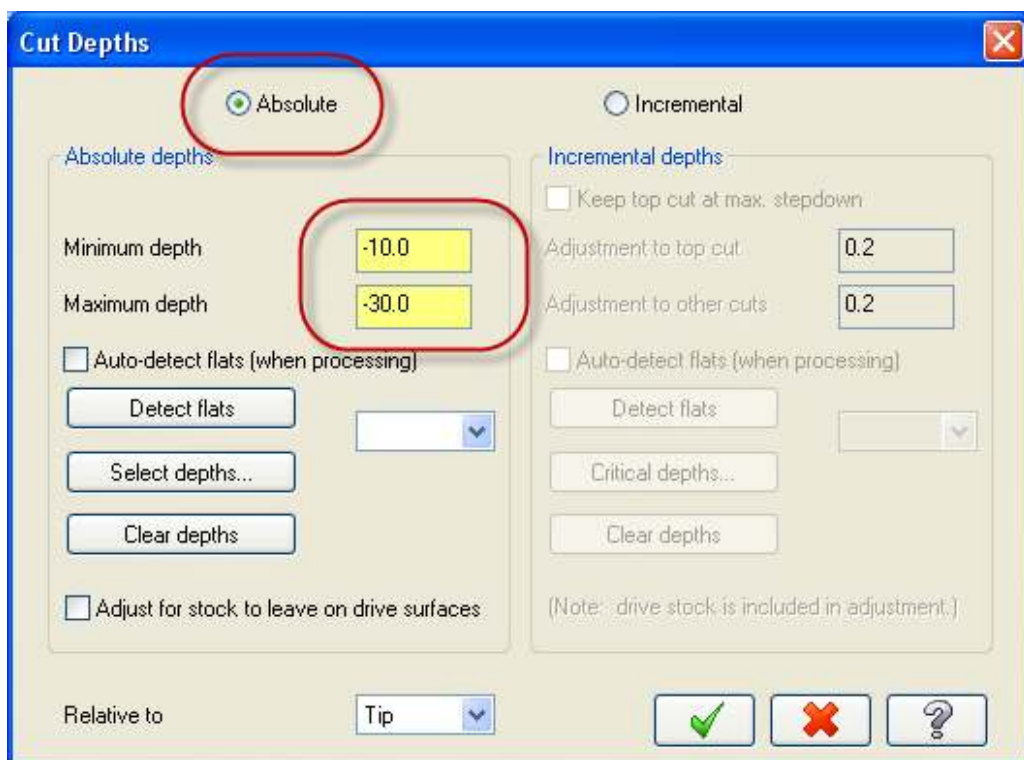


- 12 Нажмите на страницу **Rough parameters** (Черновые параметры).

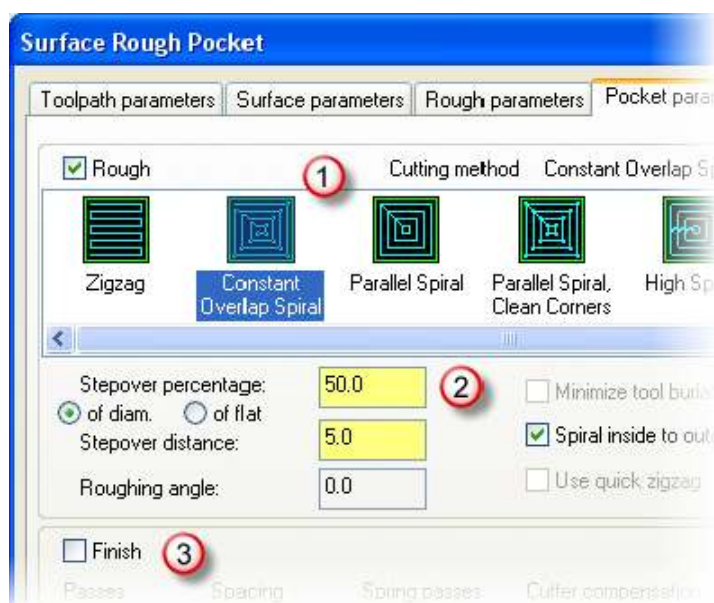


- 13 Нажмите кнопку **Cut Depths** (По глубине...).

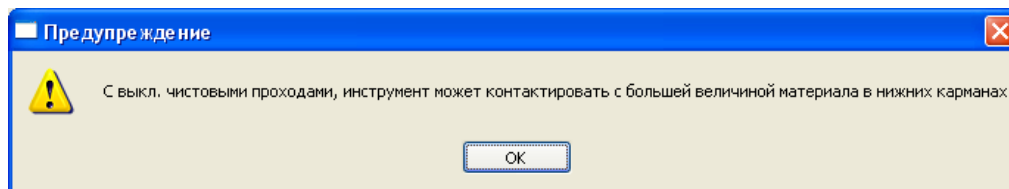
- 14 Установите параметры, показанные на картинке и нажмите **ОК**.



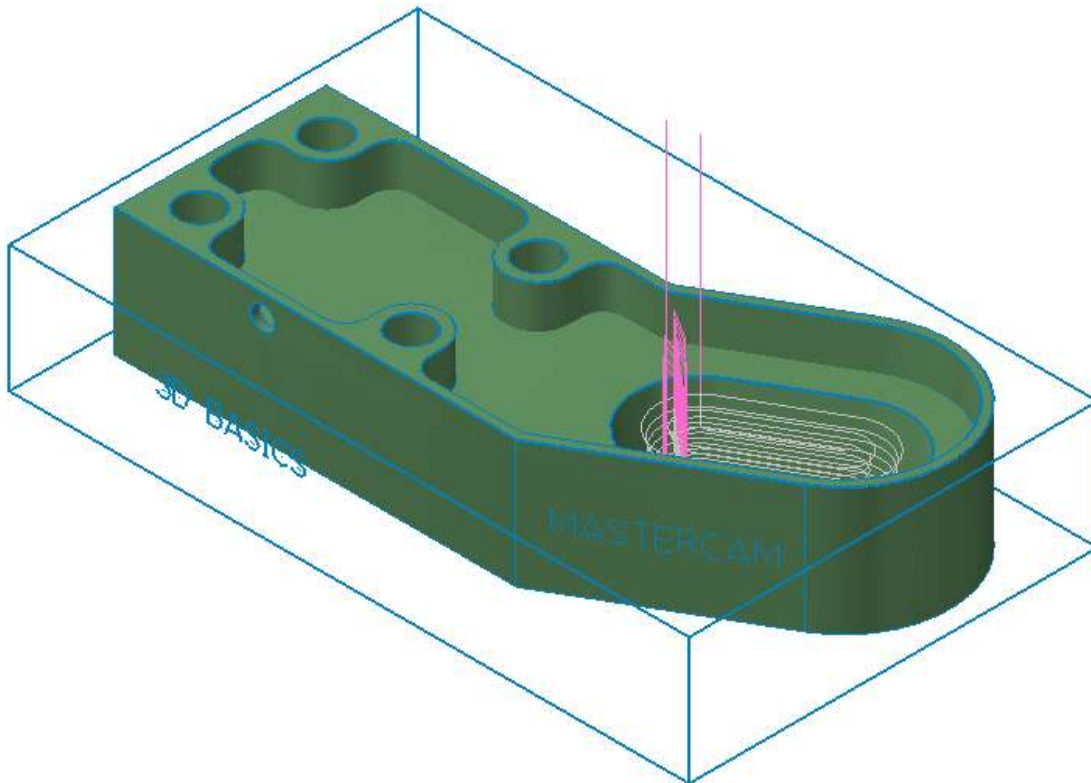
- 15 Нажмите на страницу **Pocket parameters (Параметры кармана)**.
- 16 Нажмите в окне Метод на **Constant Overlap Spiral (Спираль с постоянным перекрытием)**, установите параметры, показанные на картинке, и нажмите **ОК**.



- 17 На экране появится предупреждение о том, что чистовые проходы отключены. Нажмите **ОК** для продолжения.



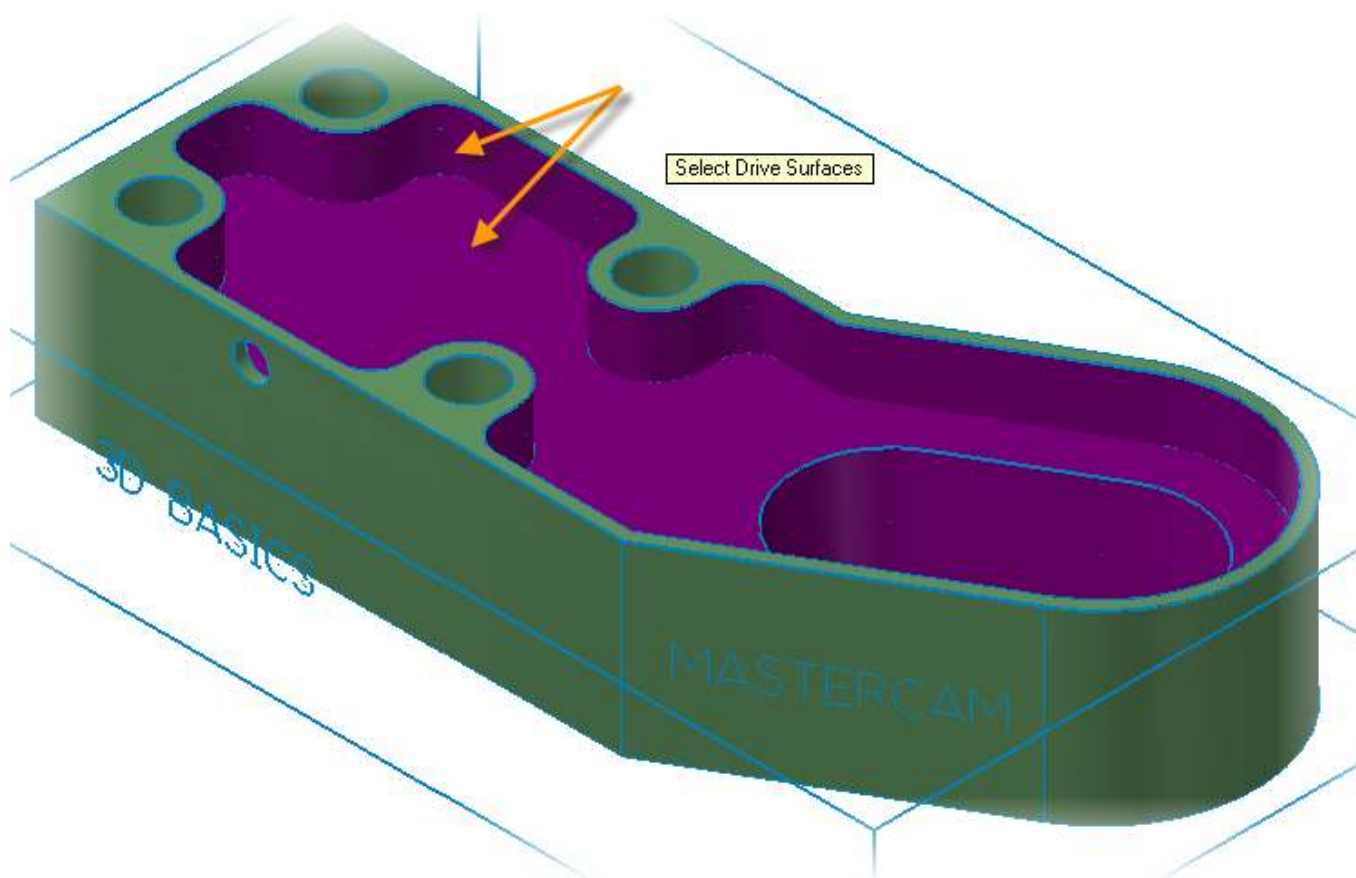
- 18 Система сгенерирует траекторию rough pocket (черновая карманная) на основе выбранной геометрии.



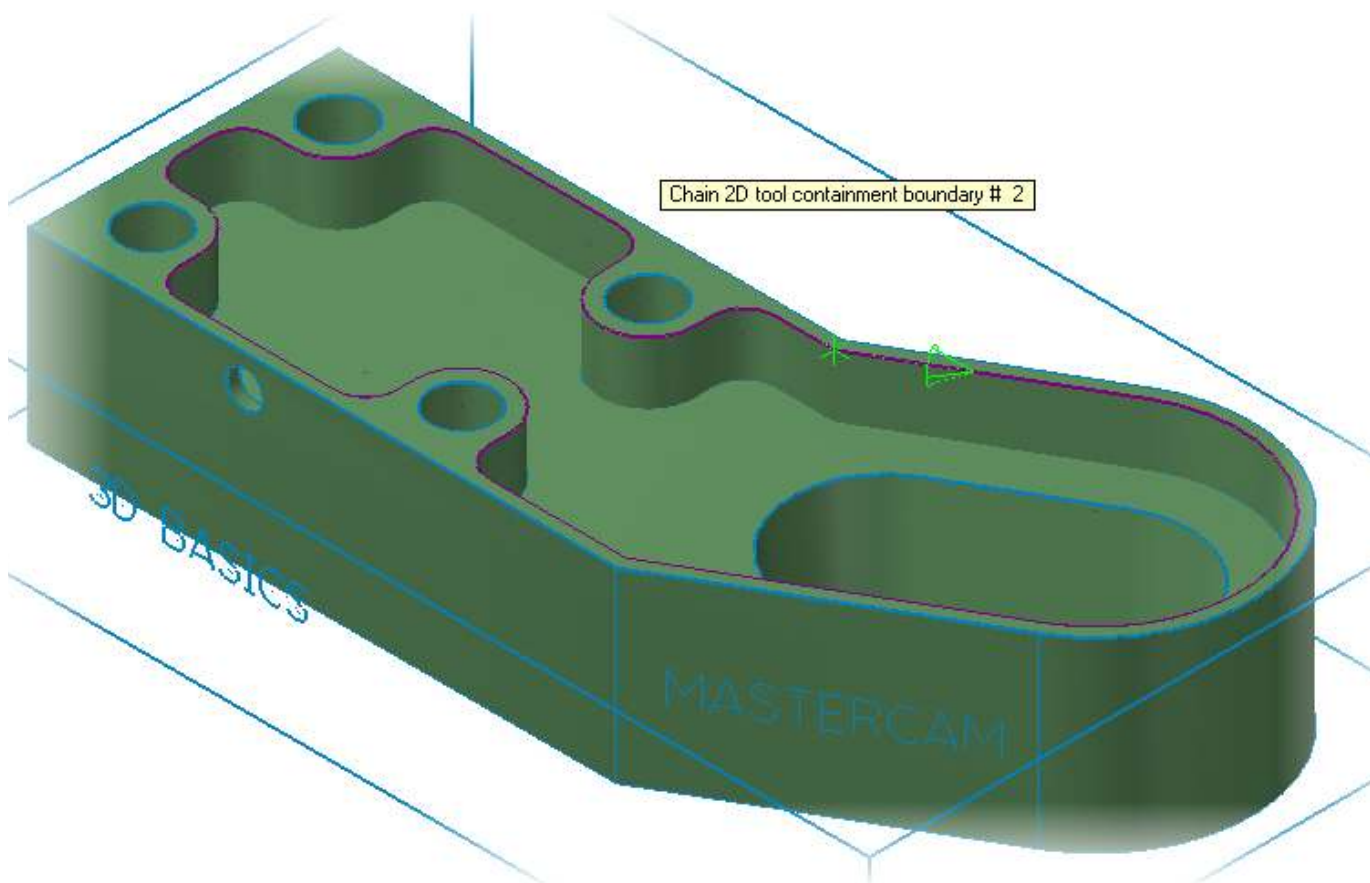
- 19 Отключите отображение траектории в графической области.
- 20 Сохраните файл детали.

## Шаг 4: Черновая дообработка кармана

- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface High Speed (Поверхностная ВСО траектория)**.
- 2 Выберите обрабатываемые поверхности, которые показаны на картинке.

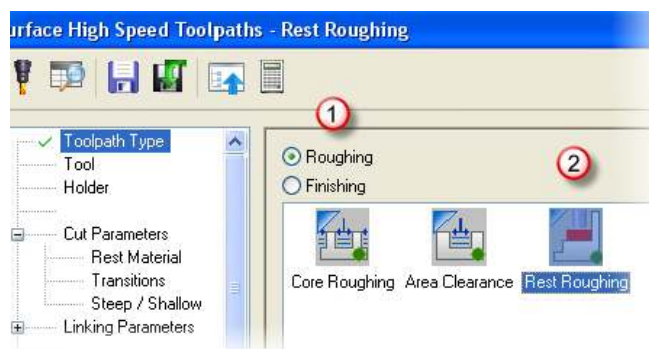


- 3 Нажмите **[Enter]** или **End Selection (Конец выбора)**.
- 4 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** в разделе **Containment (Ограничение)** в диалоговом окне **Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности)**.  
Откроется диалоговое окно **Chaining (Выбор цепочки)**.
- 5 Активизируйте опцию **C-plane (Конструкционный план)**.
- 6 Выберите замкнутый контур, показанный на картинке.



- 7 Нажмите **ОК** в окнах Chaining (Выбор цепочки) и Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности).

Откроется диалоговое окно Surface High Speed toolpaths (Поверхностные ВСО траектории).



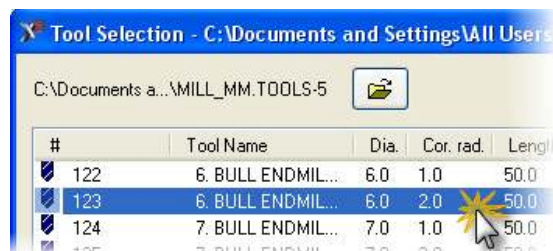
- 8 На странице **Toolpath Type (Тип траектории)** выберите **Roughing (Черновая)** и **Rest Roughing (Черновая дообработка)**.

- 9 Выберите страницу **Tool (Инструмент)**.

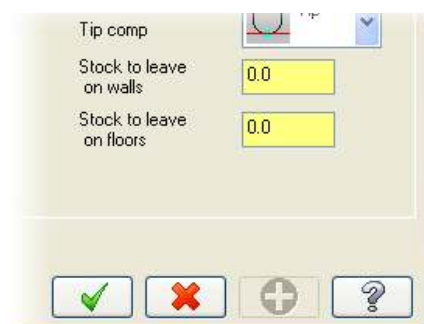


Select library tool...

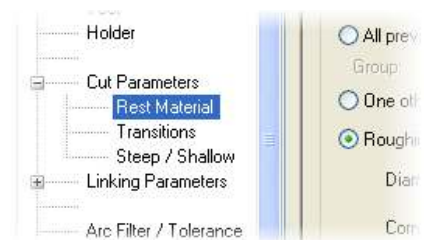
- 10 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**. Откроется библиотека «по умолчанию» которая определена в свойствах машинной группы.



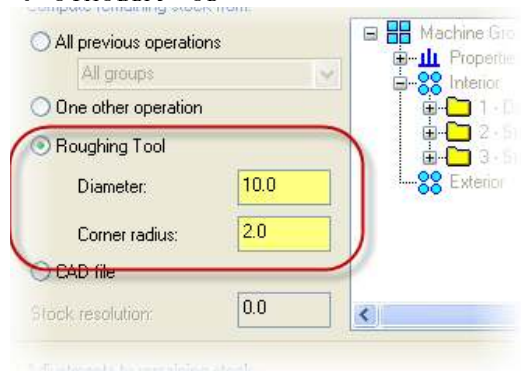
- 11 Выберите концевую фрезу диаметром 6мм с угловым радиусом 2мм и нажмите **ОК**.



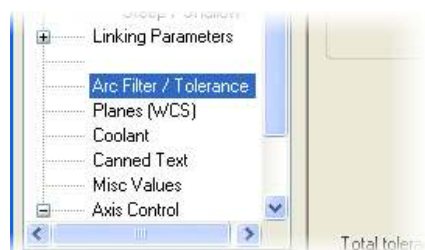
- 12 Выберите страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**.  
Установите припуск на стенках и припуск на дне.



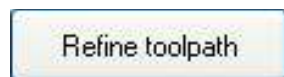
- 13 Выберите страницу **Rest Material (Остаточный материал)**.  
Если необходимо, нажмите плюсики перед страницей Cut Parameters (Параметры обработки), чтобы увидеть вложенные страницы.



- 14 Выберите опцию **Roughing Tool (Черновой инструмент)** и установите значения, показанные на картинке.



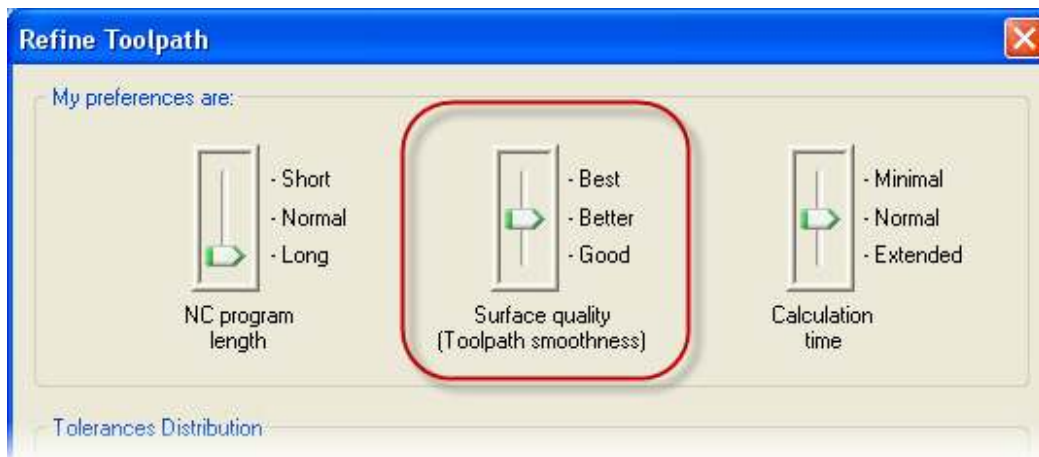
- 15 Выберите страницу **Arc Filter/Tolerance (Фильтр дуг/Точность)**.



- 16 Нажмите кнопку **Refine toolpath (Сгладить обработку)**.

Откроется диалоговое окно Refine Toolpath (Оптимизация траектории).

- 17 Переместите ползунок в разделе Surface quality (Качество поверхности) и установите **Better (Лучше)**.

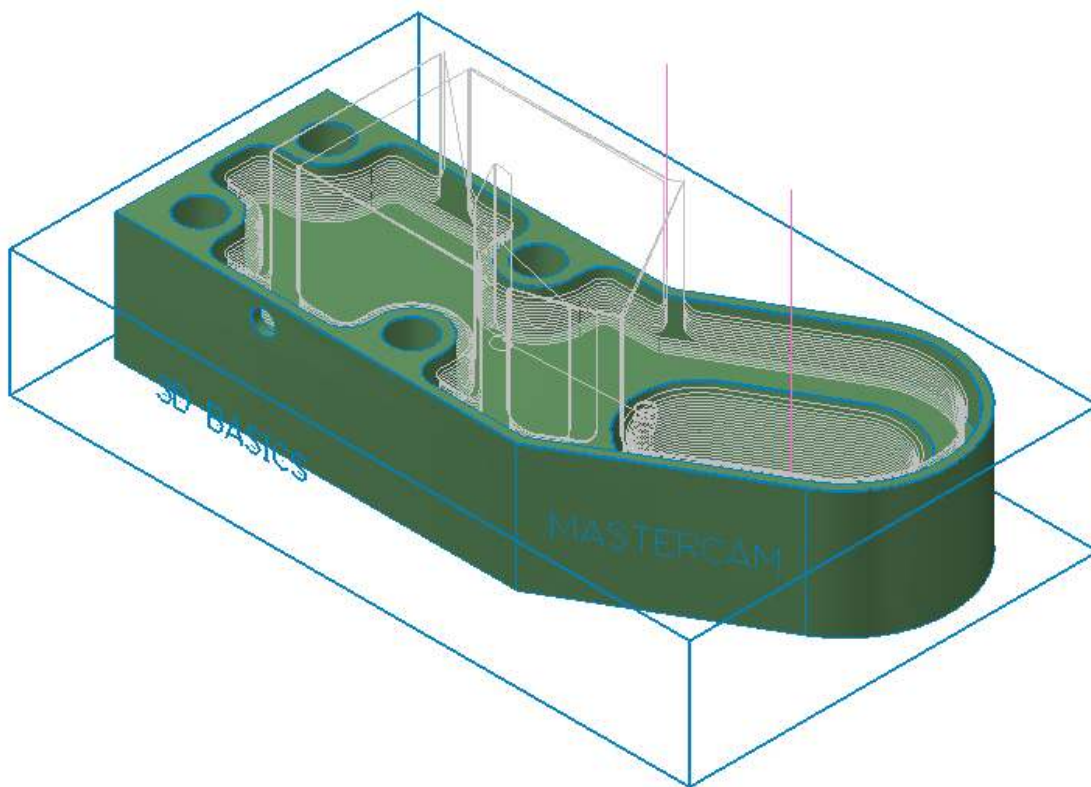


*Замечание: Перемещая ползунок, вы можете быстро изменить параметры в диалоговом окне. Используйте файл справки для дополнительной информации.*

- 18 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Refine Toolpath (Оптимизация траектории).



- 19 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Surface High Speed Toolpath (Поверхностные ВСО траектории).
- 20 Сгенерируйте траекторию rest roughing (черновая дообработка).



- 21 Отключите отображение траектории в графической области.
- 22 Сохраните файл детали.

## У Р О К 3

# Чистовая обработка кармана

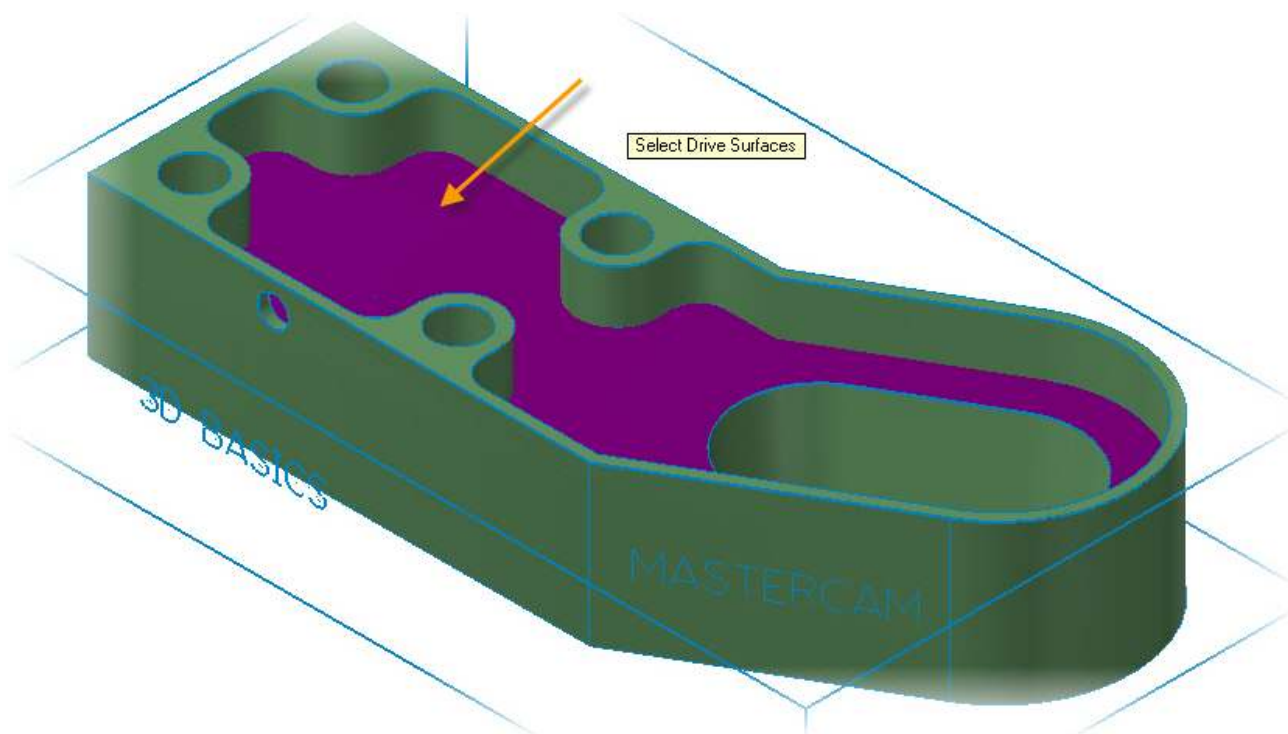
После черновых операций обработки, как правило, должна быть выполнена чистовая обработка детали. Чистовые операции удаляют оставшийся припуск при одновременном повышении качества поверхности. Чтобы достичь желаемого качества обработки, в данном уроке при создании траекторий необходимо использовать высокую точность, малое значение шага, а также инструменты меньшего диаметра.

# Цели урока

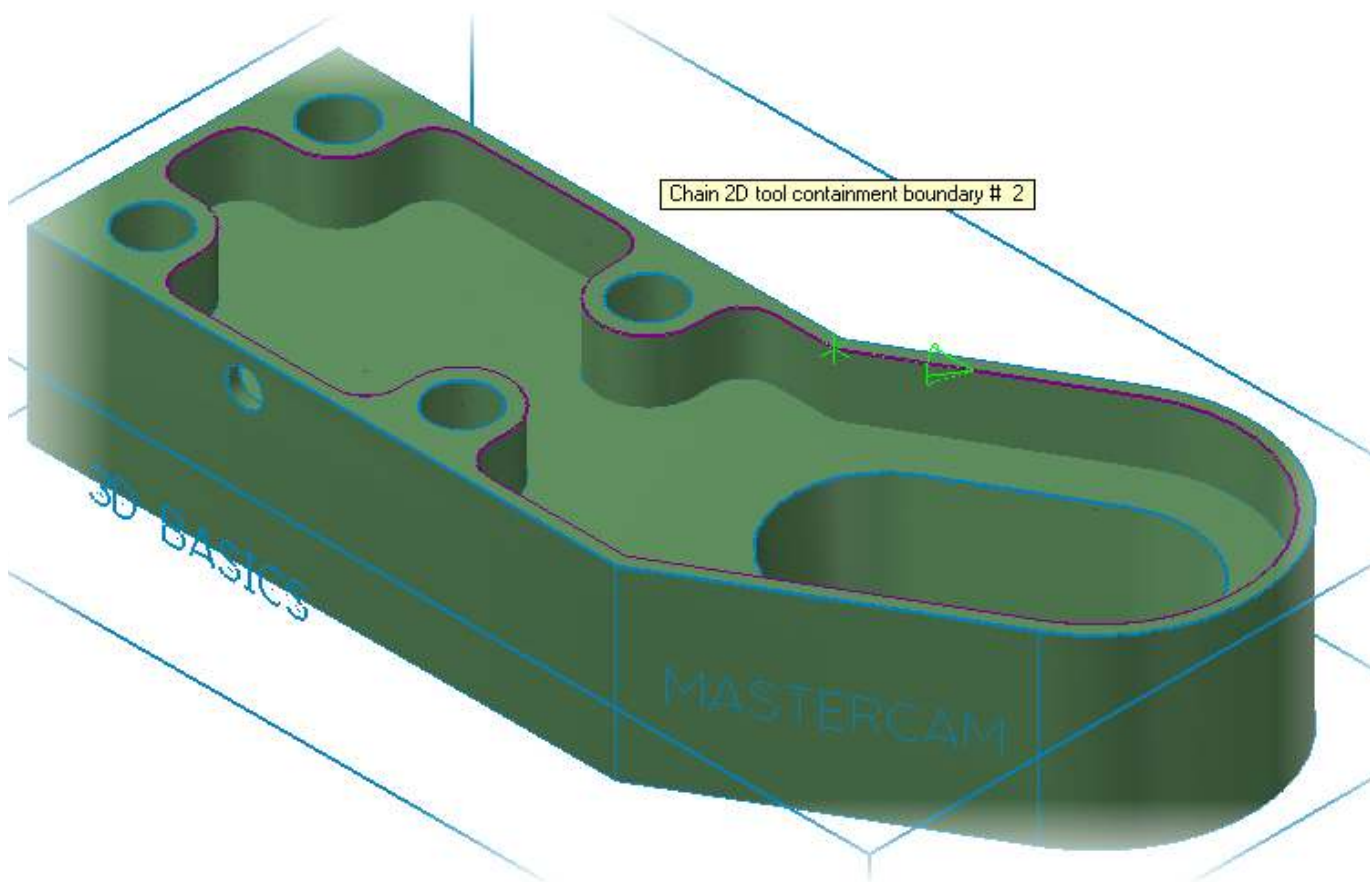
- Создание чистовой операции обработки кармана.
- Создание чистовой операции обработки паза.

## *Шаг 1: Чистовая обработка плоскости кармана.*

- 1 В главном меню выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface High Speed (Поверхностная ВСО траектория)**.  
Появится запрос select Drive Surfaces (выбор обрабатываемых поверхностей).
- 2 Выберите поверхности, как показано на картинке.



- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection** (Конец выбора).
- 4 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** в разделе Containment (Ограничение) в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).
- 5 Активизируйте опцию **C-plane (конструкционный план)**.
- 6 Выберите замкнутый контур на верхней грани детали, как показано на картинке.



- 7 Нажмите **ОК** в окнах Chaining (Выбор цепочки) и Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности).

Откроется диалоговое окно Surface High Speed toolpaths (Поверхностные ВСО траектории) на странице Toolpath Type (Тип траектории).

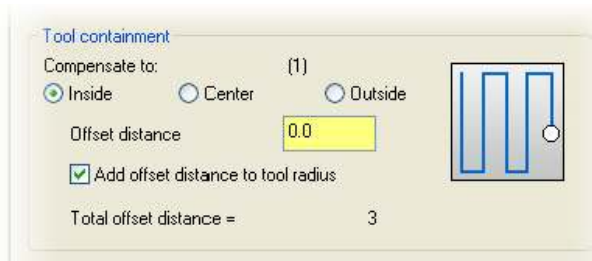


- 8 На странице Toolpath Type (Тип траектории) выберите **Finishing (Чистовая)** и **Horizontal Area (Горизонтальная область)**.

Траектория Horizontal Area (Горизонтальная область) предназначена для быстрой обработки плоских поверхностей детали.

- 9 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.

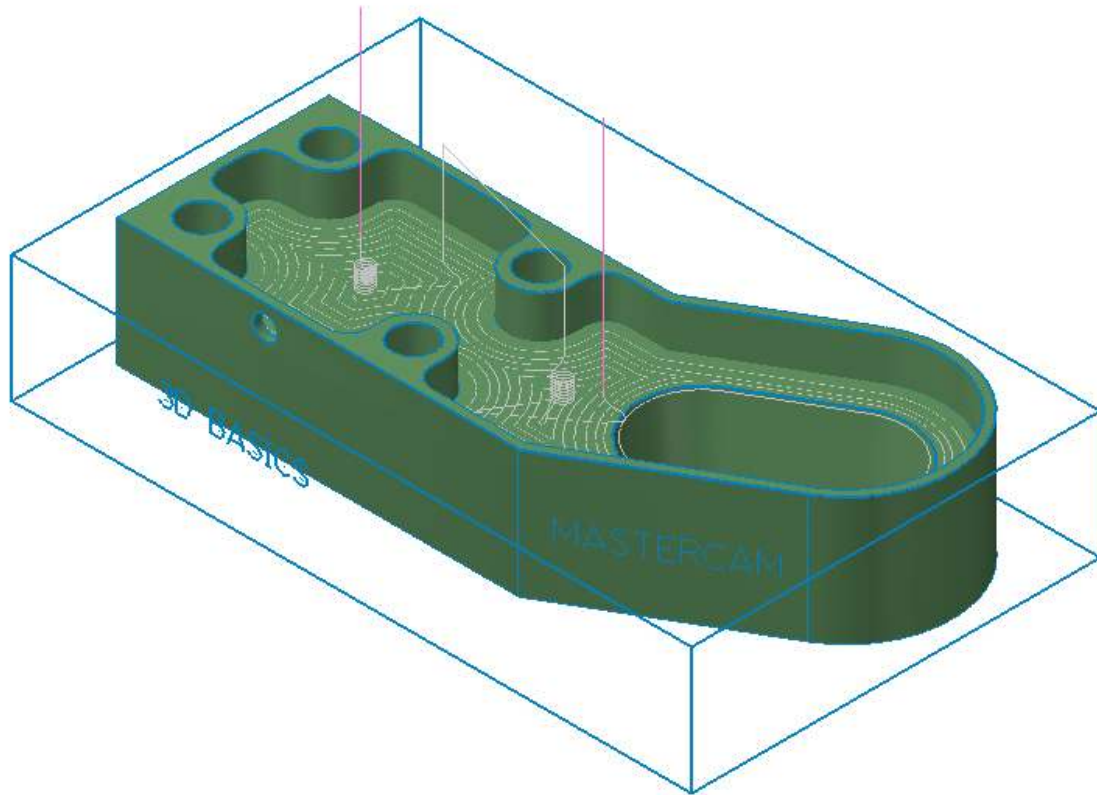
- 10 В списке инструментов выберите концевую фрезу диаметром 6мм с угловым радиусом 2мм.



- 11 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**. В разделе tool containment (ограничение инструмента) установите параметры, показанные на картинке.
- 12 Перейдите на страницу **Arc Filter/Tolerance (Фильтр дуг/точность)**.
- 13 Нажмите кнопку **Refine Toolpath (Сгладить обработку)**.
- 14 Переместите ползунок в разделе Surface quality (Качество поверхности) на **Best (Лучшее)**.

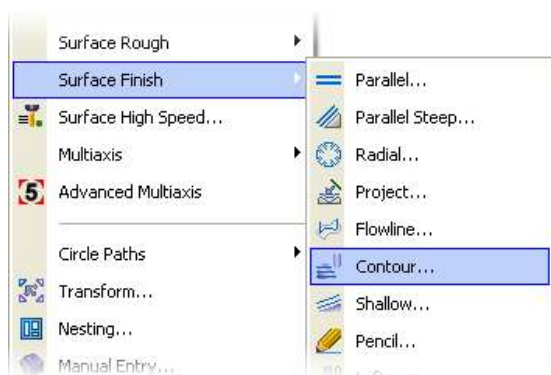


- 15 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Refine Toolpath (Оптимизация траектории).
- 16 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Surface High Speed Toolpath (Поверхностные ВСО траектории) и сгенерируйте траекторию обработки плоскости.

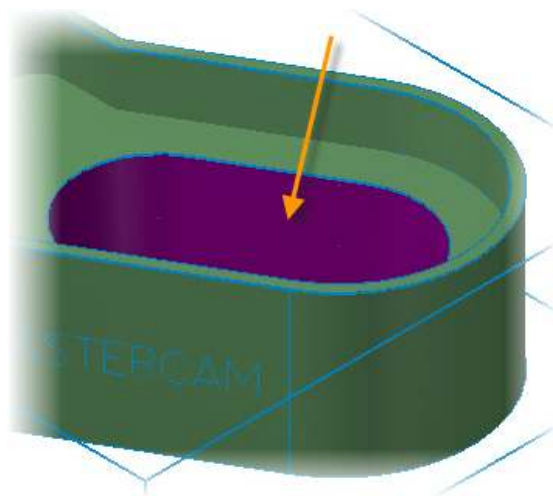


- 17 Отключите отображение траектории в графическом окне.
- 18 Сохраните ваш файл детали.

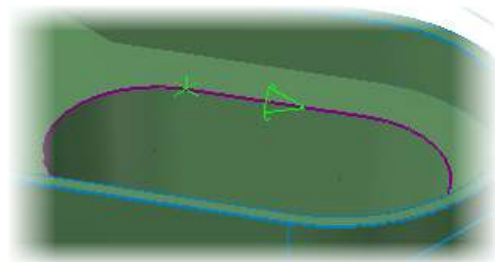
## *Шаг 2: Чистовая обработка паза*



- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface Finish (Чистовые поверхностные)**, **Contour (Контурная)**.

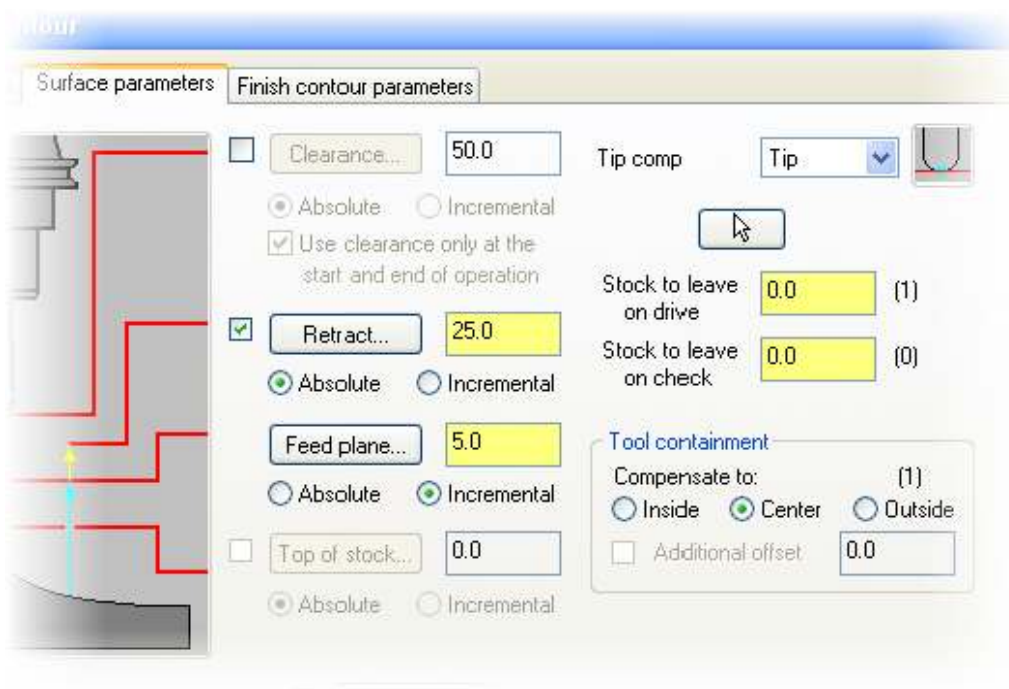


- 2 Укажите обрабатываемые поверхности, как показано на картинке.
- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.
- 4 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** в разделе Containment area (Ограничение) в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).
- 5 Активизируйте опцию **C-plane (Конструкционный план)**.



- 6 Выберите замкнутую цепочку, как показано на картинке.
- 7 Нажмите **ОК** в окнах Chaining (выбор цепочки) и Toolpaths/surface selection (Выбор траектории, поверхности).  
Откроется диалоговое окно Surface Finish Contour (Поверхностная чистовая контурная) на закладке Toolpath parameters (Параметры траектории).
- 8 В списке инструментов выберите концевую фрезу диаметром 6мм с угловым радиусом 2мм.
- 9 Перейдите на закладку **Surface parameters (Поверхностные параметры)**. Установите параметры, как показано на картинке.

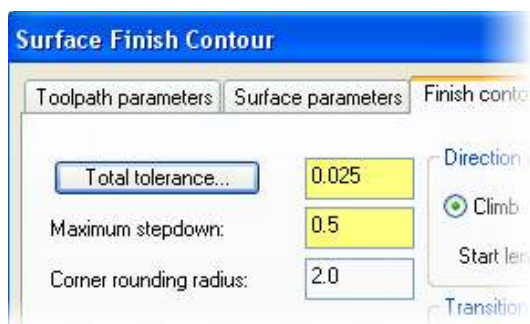




*Замечание: Установите абсолютное значение для Retract (Отвод) для обеспечения безопасного перемещения инструмента между проходами.*



10 Нажмите на закладку **Finish contour parameters** (Чистовые контурные параметры).



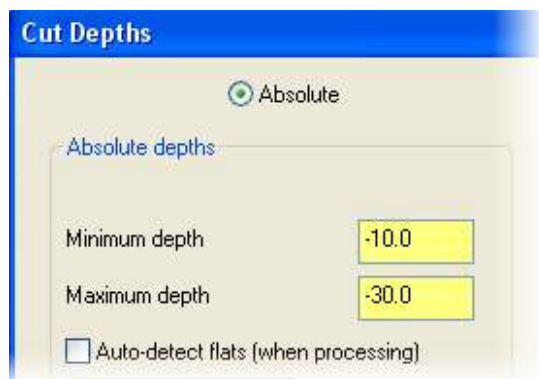
11 Установите параметры, показанные на картинке.

12 Нажмите кнопку **Total tolerance** (Общая точность).

13 Переместите ползунок в разделе Surface quality (Качество поверхности) на Best (Лучшее) и нажмите **ОК**.

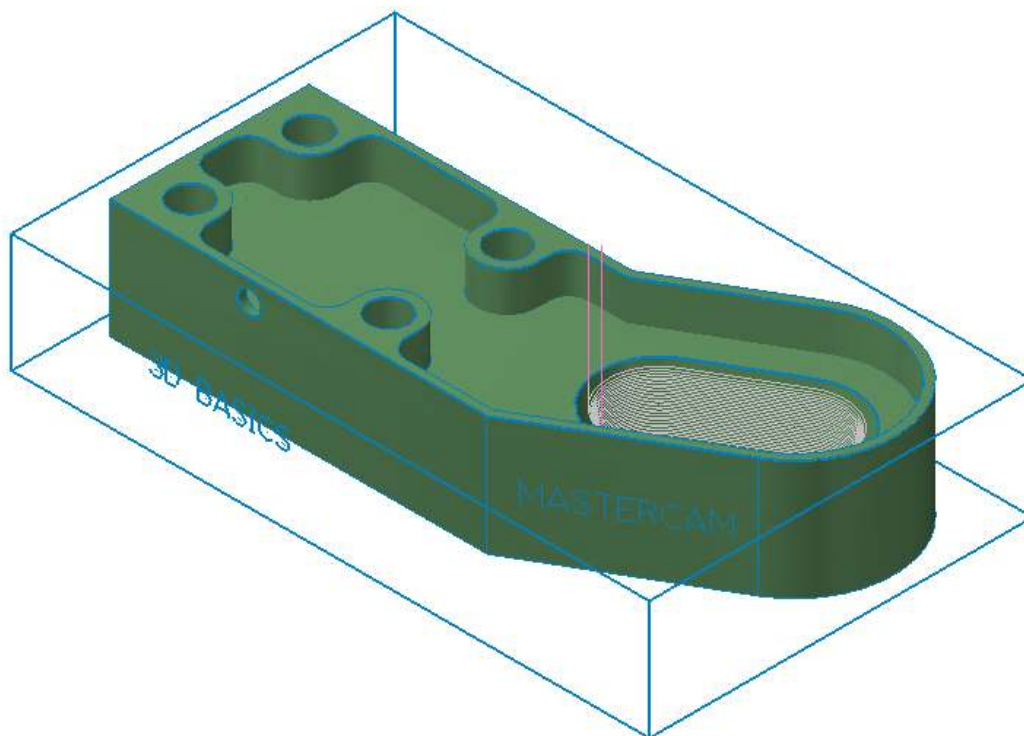


- 14 Нажмите кнопку **Cut Depths (По глубине)**.



- 15 Установите параметры, показанные на картинке и нажмите **ОК**.

- 16 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Surface Finish Contour (Поверхностная чистовая контурная) и сгенерируйте траекторию чистовой обработки паза.



- 17 Отключите отображение траектории в графическом окне.
- 18 Сохраните ваш файл детали.

## У Р О К 4

# Обработка внешнего контура детали

Для обработки внешнего контура детали потребуется создать две траектории – черновую и чистовую. В этом уроке вам предлагается создать обе траектории, а также создать траекторию сверления отверстия, используя для этого другую инструментальную плоскость.

# Цели урока

- Создание ВСО траектории Core Roughing (Основная выборка).
- Создание траектории Surface Finish Contour (Поверхностная чистовая контурная).
- Создание операции сверления в плане Front (Спереди).

## Шаг 1: Черновая обработка внешнего контура



- 1 Выберите группу траекторий **Exterior**.

Нажмите на значок (-) перед группой траекторий Interior чтобы свернуть эту группу траекторий.

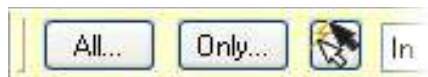


- 2 Нажмите на значок **Position insert arrow after selected operation or after selected group** (Поместить стрелку после выбранной операции или группы).

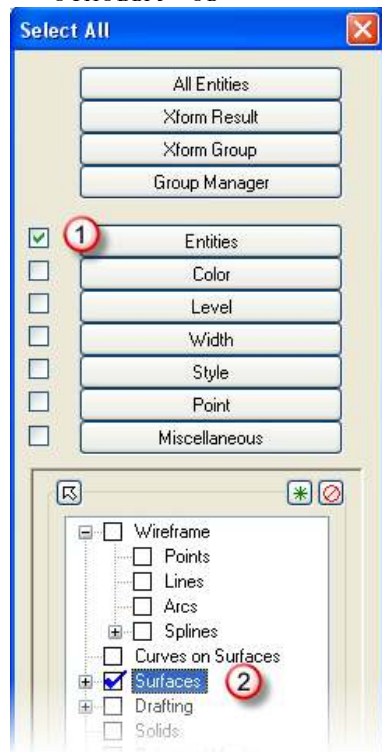
Стрелка вставки операции разместится в группе Exterior.

Перемещение стрелки обеспечит создание траекторий в группе Exterior. Организация траекторий является важным моментом, когда количество операций растёт.

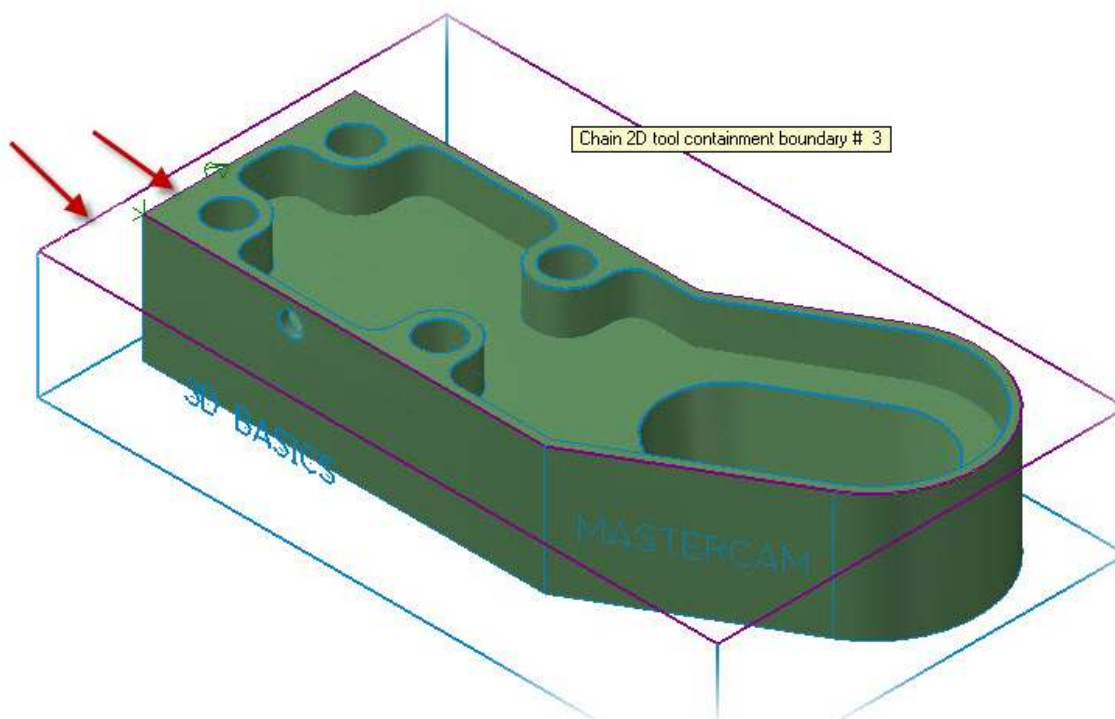
- 3 Выберите **Toolpaths** (Траектории), **Surface High Speed** (Поверхностная ВСО траектория).



- 4 Нажмите кнопку **All (Все)** на панели инструментов General Selection (Общий выбор).

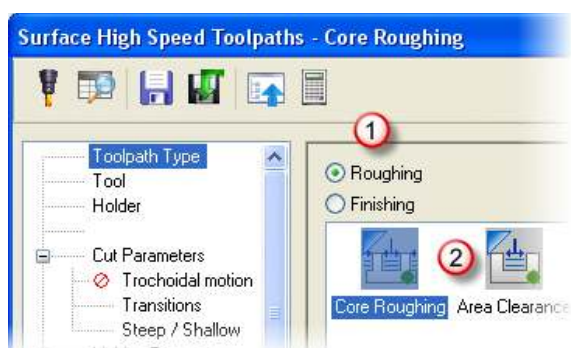


- 5 Выберите **Entities (Элементы)** и установите галочку напротив **Surfaces (Поверхности)**, как показано на картинке.
- 6 Нажмите **OK** в диалоговом окне Select All (Выбрать все).
- 7 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)** на панели инструментов General Selection (Общий выбор).
- 8 Нажмите кнопку **Select (выбор)** в разделе Containment (Ограничение) в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).
- 9 Активизируйте опцию **C-plane (Конструкционный план)**.
- 10 Выберите две замкнутые цепочки в качестве границ, как показано на картинке. Одна цепочка элементов находится на верхней грани детали, вторая на верхней грани заготовки, созданной в ходе урока 1.

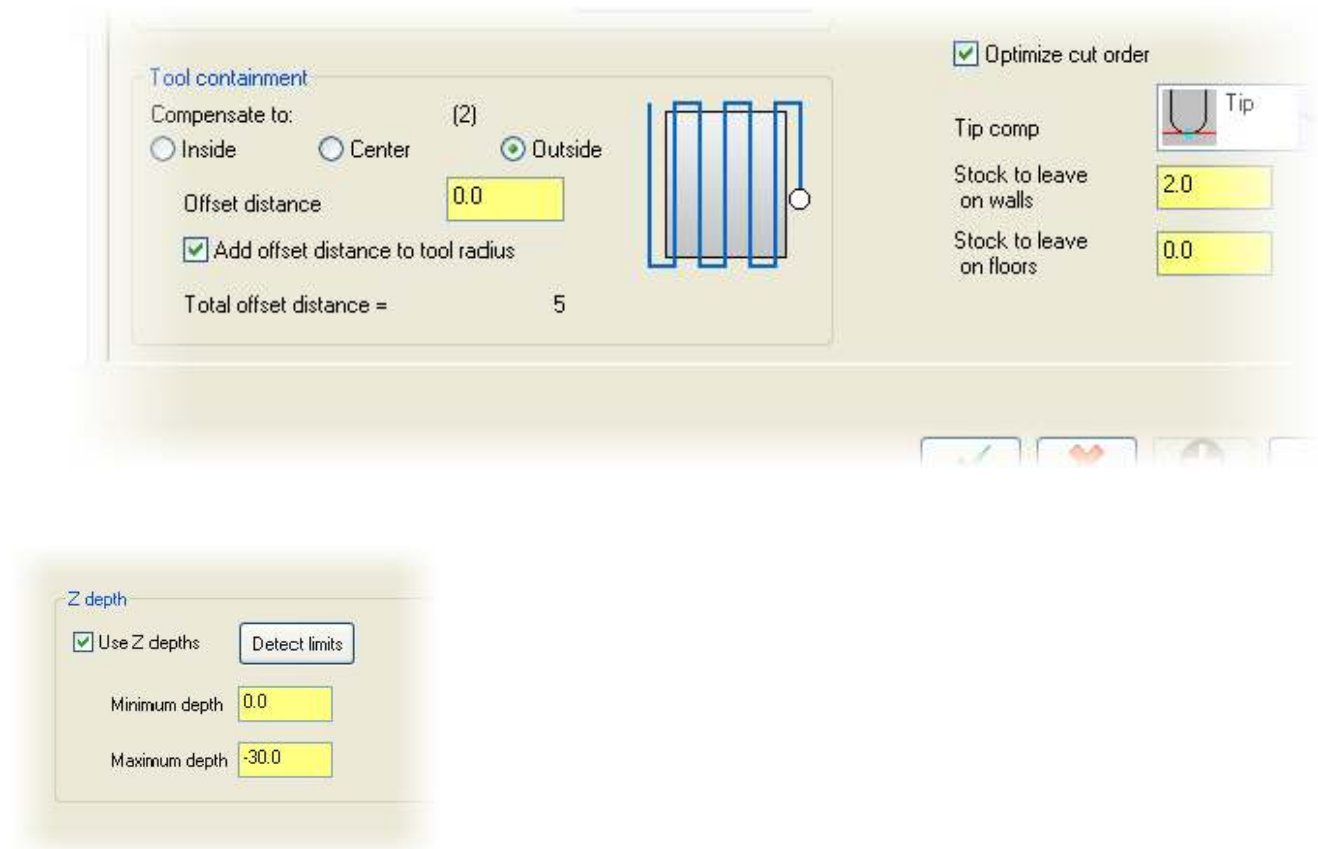


- 11 Нажмите **ОК** в окнах Chaining (Выбор цепочки) и Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности).

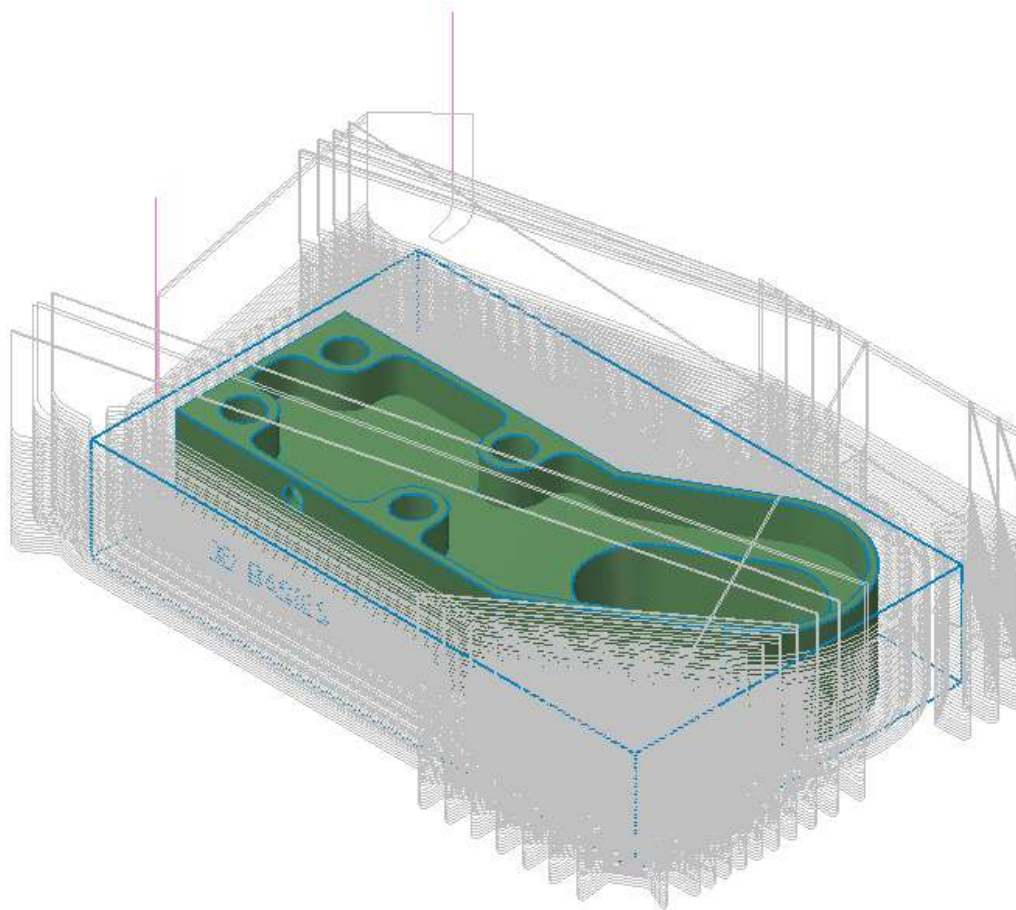
Откроется диалоговое окно Surface High Speed toolpaths (Поверхностные ВСО траектории) на странице Toolpath Type (Тип траектории).



- 12 Выберите **Roughing (Черновая)** и **Core Roughing (Основная выборка)**.
- 13 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.
- 14 Выберите из списка концевую фрезу диаметром 10мм с угловым радиусом 2мм.
- 15 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**. Установите tool containment (Ограничение инструмента) и значения stock to leave (припуск) как показано на картинке.



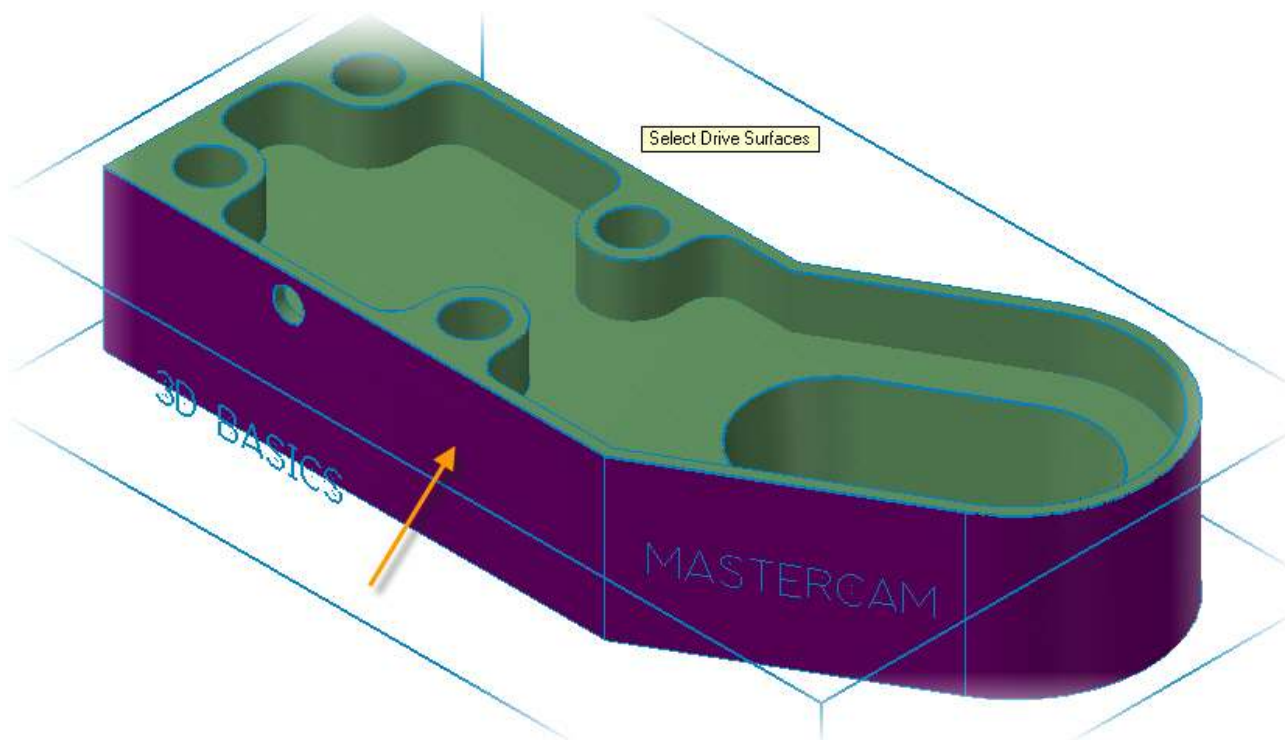
- 16      Перейдите на страницу **Steep/Shallow (Крутой/Пологий)**. Установите значения, показанные на картинке.  
  
При необходимости нажмите на значок [+] перед страницей **Cut Parameters (Параметры обработки)**, чтобы увидеть подстраницы.
  
- 17      Нажмите **ОК** в диалоговом окне Surface High Speed Toolpath (Поверхностные ВСО траектории) и сгенерируйте траекторию.



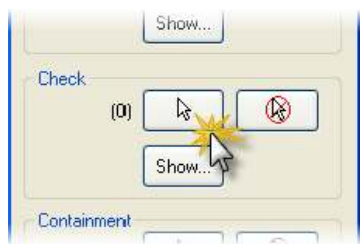
- 18 Отключите отображение траектории в графическом окне.
- 19 Сохраните ваш файл детали.

## *Шаг 2: Чистовая обработка внешнего контура*

- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface Finish (Поверхностные чистовые)**, **Contour (Контурная)**.
- 2 Выберите поверхности, показанные на картинке.

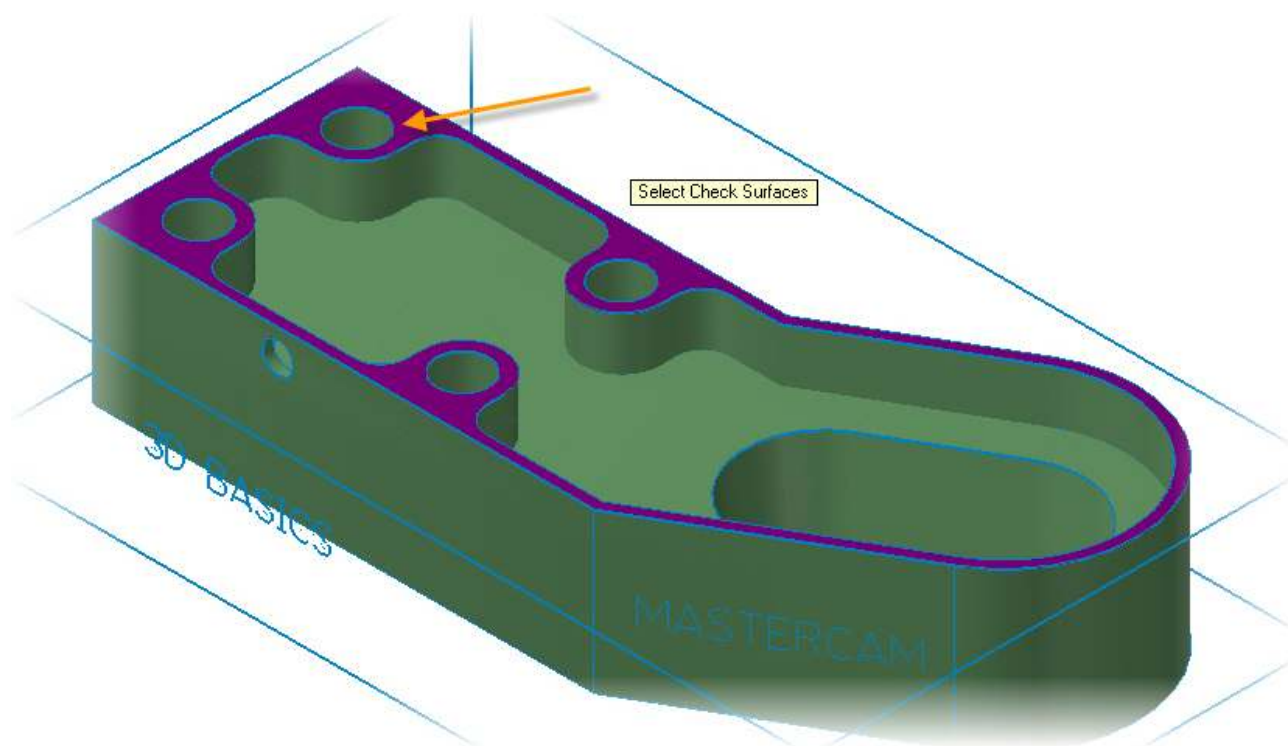


- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.



- 4 Нажмите на кнопку **Select (Выбор)** в разделе Check Surfaces (Контрольные поверхности) в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).
- 5 Выберите поверхность, показанную на картинке.

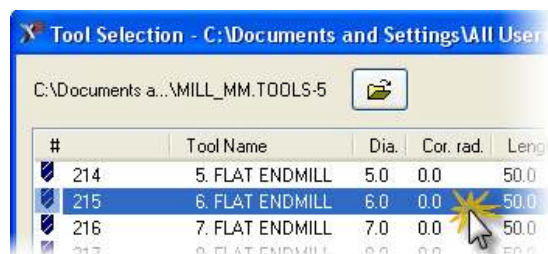




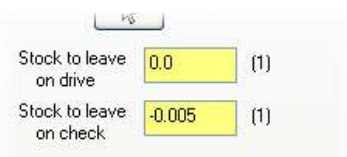
- 6 Нажмите [Enter] или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.
- 7 Нажмите **OK** в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).

Select library tool...

- 8 Нажмите на кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.

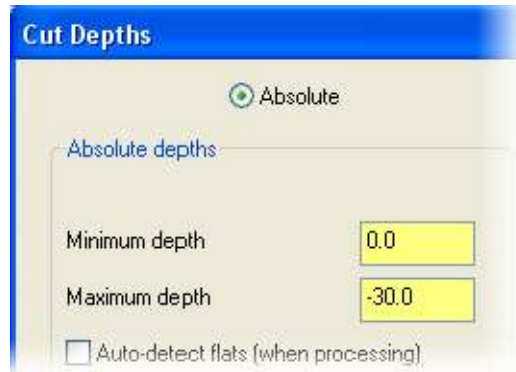


- 9 Выберите концевую фрезу диаметром 6mm и нажмите **OK**.

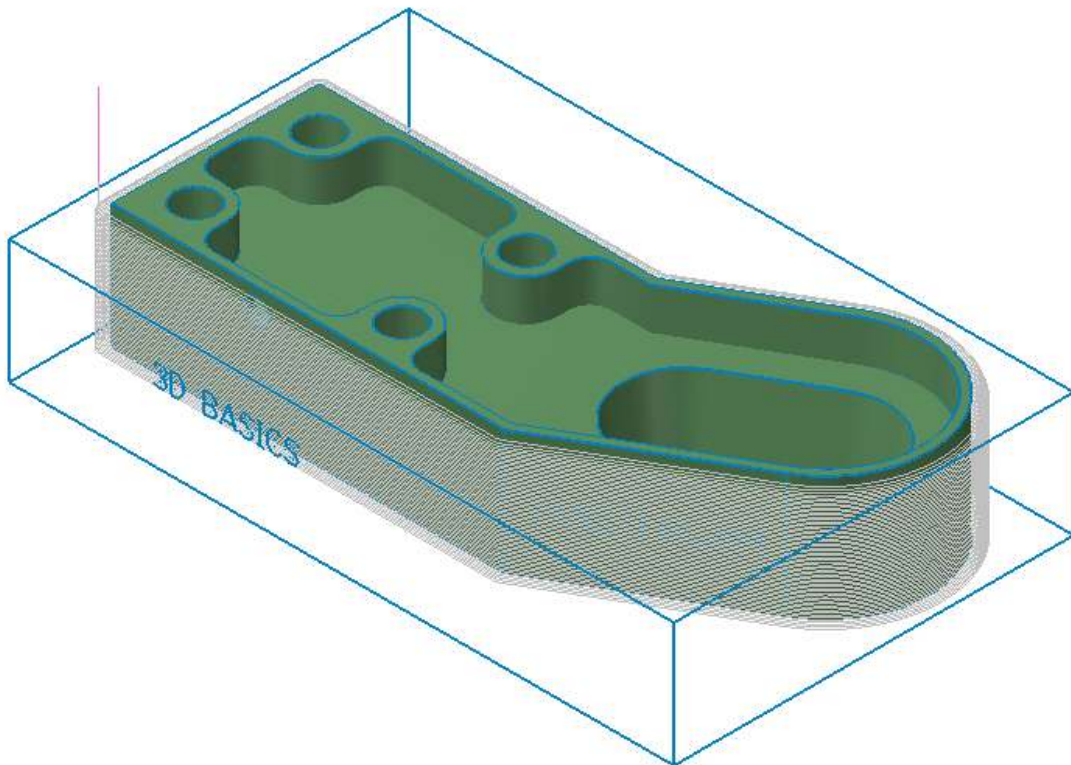


- 10 Нажмите на закладку **Surface parameters (Поверхностные параметры)** и установите значения stock to leave (припуск) как показано на картинке.
- 11 Нажмите на закладку **Finish contour parameters (Чистовые контурные параметры)**.

- 12 Нажмите кнопку **Total tolerance (Общая точность)**.
- 13 Переместите ползунок в разделе Surface quality (Качество поверхности) на Best (Лучшее) и нажмите **ОК**.
- 14 Нажмите кнопку **Cut Depths (По глубине)**.



- 15 Установите значения, показанные на картинке и нажмите **ОК**.
- 16 Нажмите **ОК** в диалоговом окне траектории и сгенерируйте операцию чистовой обработки наружного контура.



- 17 Отключите отображение траектории в графическом окне.
- 18 Сохраните ваш файл детали.

## Шаг 3: Сверление отверстия в плане Front (Спереди)

### Planes

- 1 Нажмите на кнопку **Planes (Планы)**, расположенную в нижней части экрана на панели Status (Состояние).

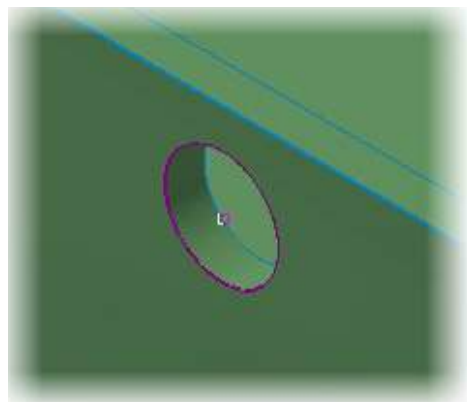


- 2 Выберите из списка план **Front (WCS) (Спереди(РСК))**.  
Выбор плана установит новый конструкционный и инструментальный план.

- 3 Выберите **Toolpaths (Траектории), Drill (Сверление)**.

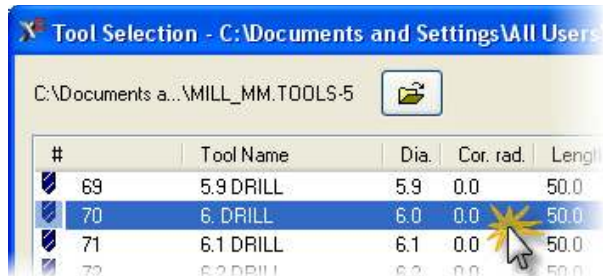


- 4 Используйте для задания точки сверления опцию по умолчанию **Select drill point position in the graphics screen (Выбор позиции точки сверления с графического экрана)**.

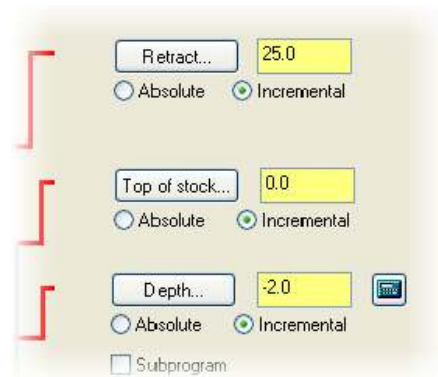


- 5 Выберите центр окружности, как показано на экране.

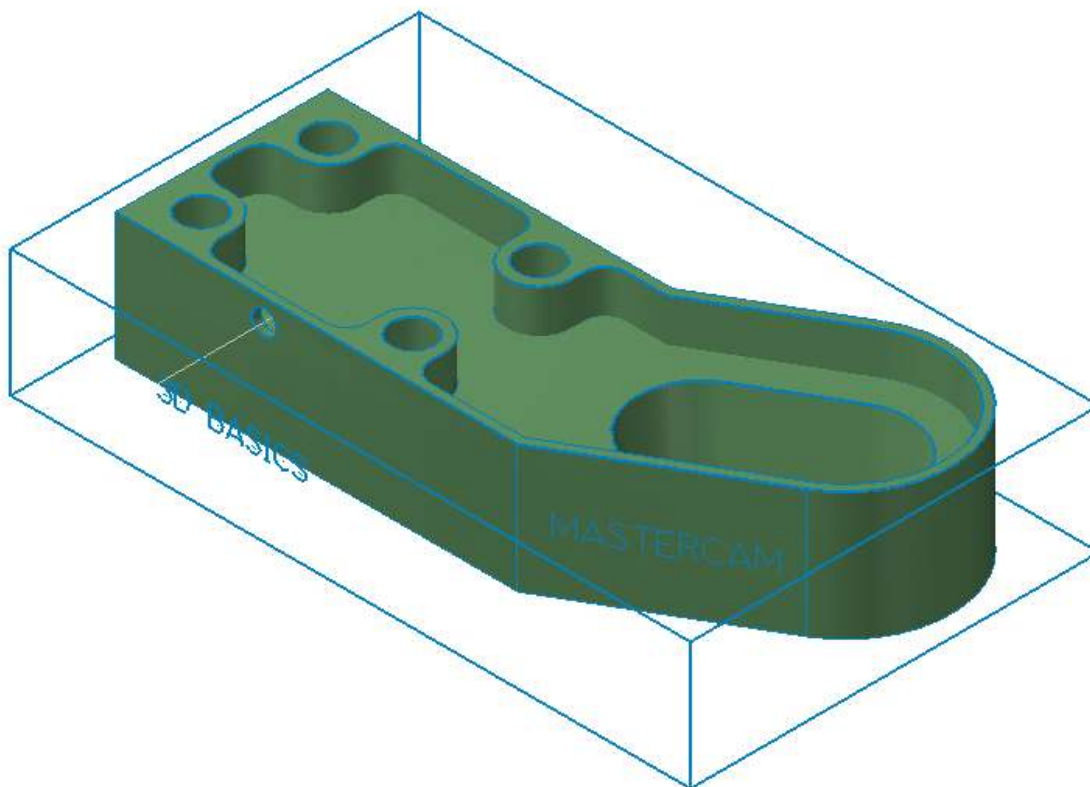
- 6 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Drill Point Selection (Выбор точек сверления).  
Откроется диалоговое окно 2D Toolpaths (2D траектории) на странице Toolpath Type (Тип траектории). Тип Drill (Сверление) уже выбран.
- 7 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.
- 8 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.



- 9 Выберите из списка сверло диаметром 6мм и нажмите **ОК**.



- 10 Перейдите на страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)** и введите значения, показанные на картинке.
- 11 Перейдите на страницу **Tip Comp (Компенсация кромки)**. Установите значок **Tip Comp (Комп. кромки)** и активизируйте функцию. В качестве параметров используйте значения по умолчанию.
- 12 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию сверления.



- 13 Отключите отображение траектории в графическом окне.
- 14 Сохраните ваш файл детали.

## У Р О К 5

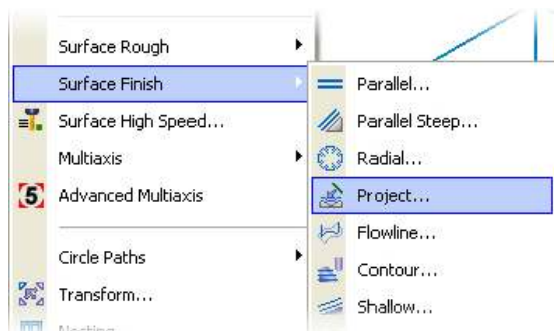
# Добавление надписей

После создания траекторий деталь может быть обработана с желаемым качеством. Далее могут быть созданы дополнительные траектории для гравировки цифр и букв, нарезания резьбы в отверстиях или для любой другой обработки. Этот урок включает два метода создания траекторий для гравировки на детали надписей.

# Цели урока

- Создание траектории Surface Finish Project (Чистовая поверхностная проекционная) для обработки надписи в плане Front (Спереди).
- Создание траектории Contour (Контурная) для обработки надписи в пользовательском плане.

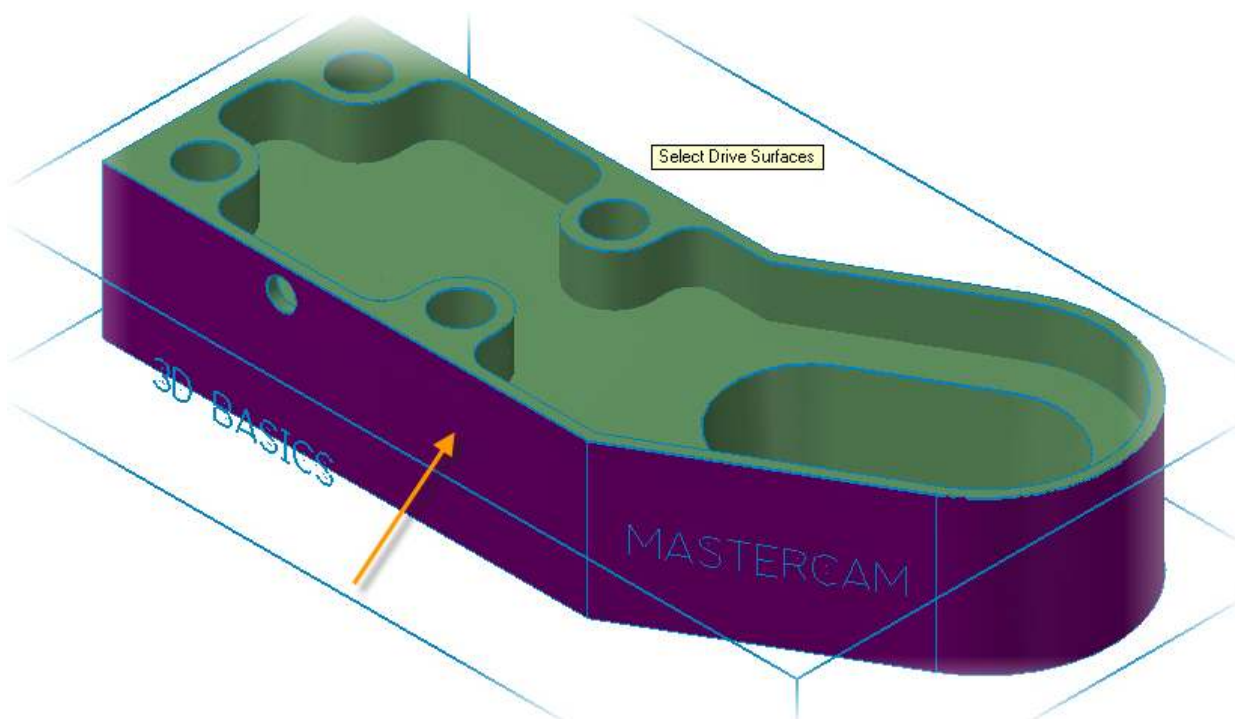
## Шаг 1: Проекционная траектория



- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории), Surface Finish (Чистовые поверхностные), Project (Проекционная)**.

Конструкционный и инструментальный план должен быть установлен Front (Спереди) в предыдущем упражнении. Если это не так, установите снова.

- 2 Выберите поверхности, показанные на картинке.

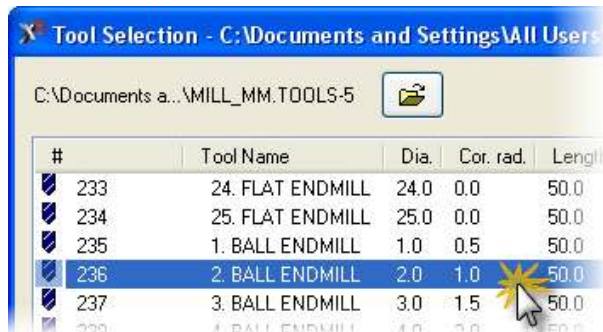




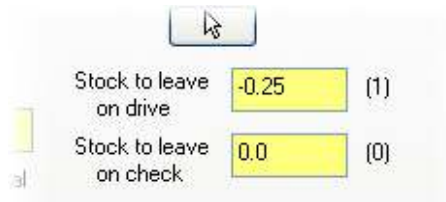
- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.
- 4 Нажмите **OK** в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно Surface Finish Project (поверхностная чистовая проекционная) на закладке toolpath parameters (Параметры траектории).



- 5 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.



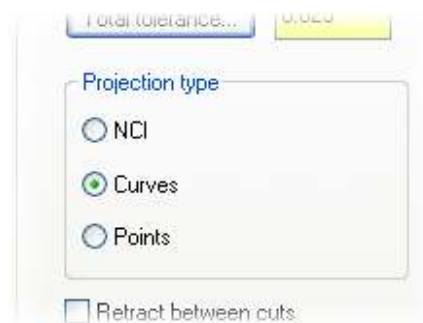
- 6 Выберите из списка сферическую фрезу диаметром 2мм и нажмите **OK**.



- 7 Нажмите на закладку **Surface parameters (Поверхностные параметры)** и установите значение stock to leave (припуск) как показано на картинке.

Отрицательный припуск создаст траекторию ниже поверхности. Надпись будет выгравирована на детали.

- 8 Нажмите на закладку **Finish project parameters (Чистовые проекционные параметры)**.



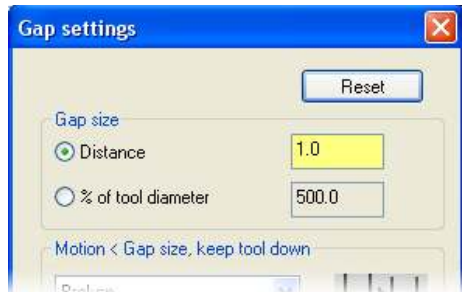
- 9 Установите Projection type (Тип проекции) на **Curves (Кривые)**.



- 10 Нажмите на кнопку **Total tolerance (Общая точность)**.
- 11 Переместите ползунок в разделе Surface quality (Качество поверхности) на Best (Лучшее) и нажмите **ОК**.



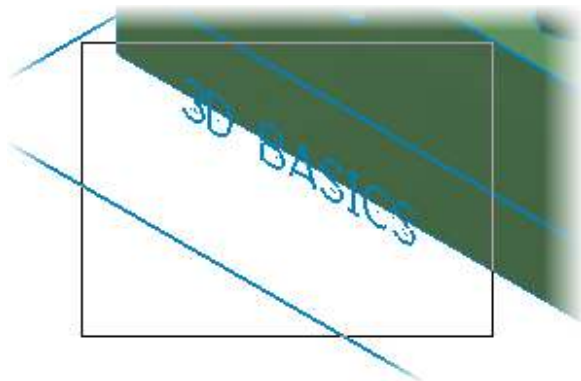
- 12 Нажмите на кнопку **Gap Settings (Зазоры)**.



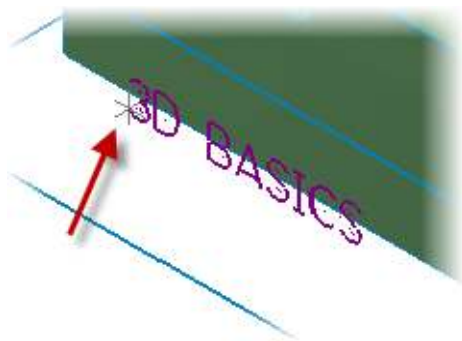
- 13 Установите значение **Distance (Расстояние)** в окне Gap settings (Настройки зазора) как показано на картинке.
- 14 Нажмите **ОК**.
- 15 Нажмите **ОК** в окне Surface Finish Project (Чистовые проекционные параметры).  
Откроется диалоговое окно выбора цепочки.



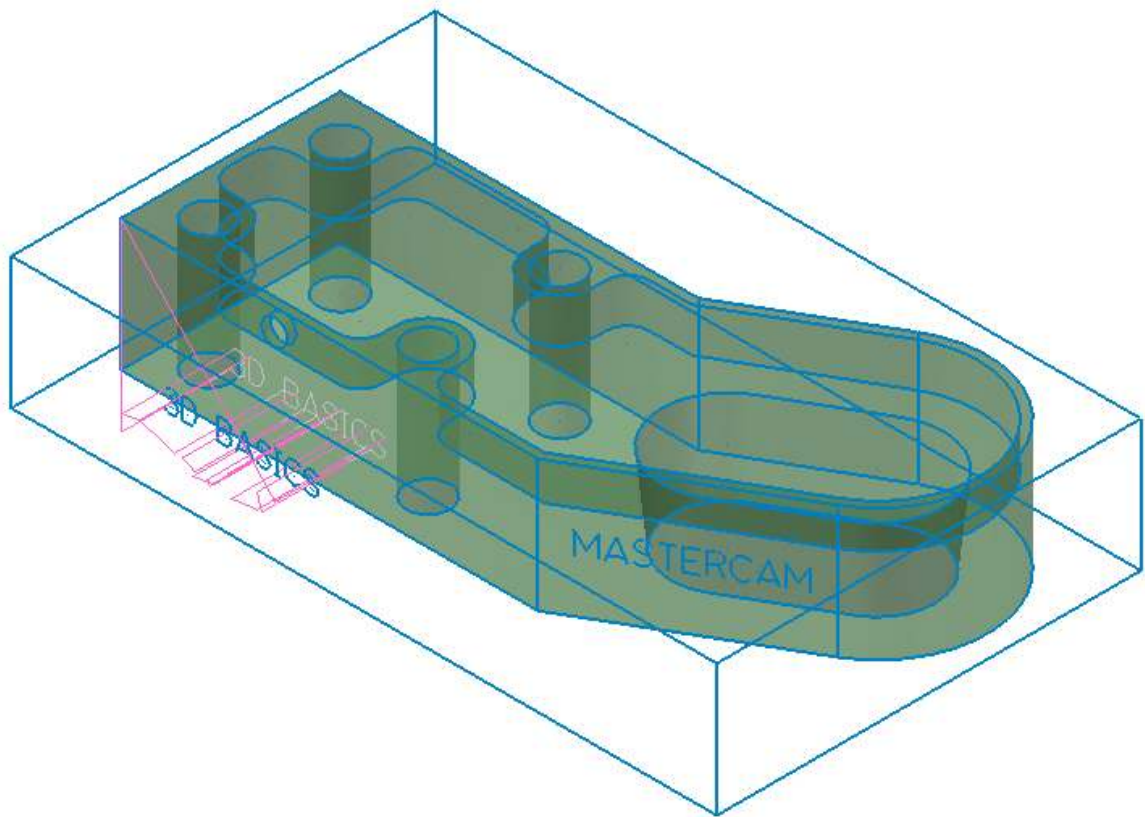
- 16 Нажмите кнопку опции выбора геометрии **Window (Окно)**.



- 17 Выберите кривые, которые будут использоваться в качестве геометрии. Нажмите левую кнопку мыши и удерживайте её, перемещая курсор на экране.
- 18 Захватите окном выделения необходимую геометрию (см. картинку) и отпустите левую кнопку мыши.



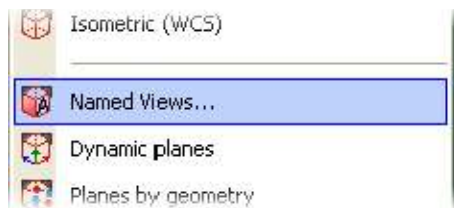
- 20 Когда будет предложено указать приблизительную начальную точку траектории, нажмите на конечную точку цифры 3 в нижней левой части (см. картинку).
- 21 Нажмите **ОК** и создайте траекторию.



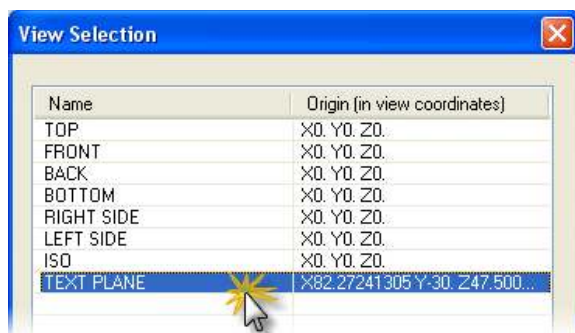
- 22 Отключите отображение траектории на экране.
- 23 Сохраните ваш файл детали.

## Шаг 2: Создание надписи траекторией Контур

- 1 Нажмите кнопку **Planes (Планы)** на линейке статуса в нижней части окна Mastercam.



- 2 Выберите из списка **Named Views (Виды с именами)**.  
Откроется диалоговое окно View Selection (Выбор вида).



- 3 Выберите план под названием **Text Plane**. Нажмите **ОК** и установите новый план.
- 4 Выберите **Toolpaths (Траектории), Contour (Контур)**.
- 5 Нажмите кнопку опции выбора геометрии **Window (Окно)**.
- 6 Выберите окном слово Mastercam в плоскости Text Plane.



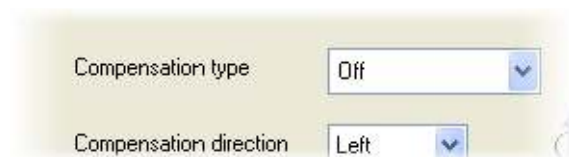
- 7 Когда будет предложено указать приблизительную начальную точку траектории, нажмите на конечную точку буквы М в нижней левой части.
- 8 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно выбора цепочки.  
Откроется диалоговое окно 2D Toolpath (2D траектории) на странице Toolpath Type (Тип траектории).
- 9 Выберите страницу **Tool (Инструмент)**.

- 10 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.

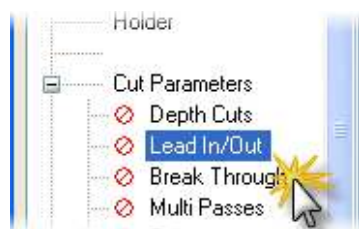


- 11 Выберите сферический инструмент диаметром 1 мм и нажмите **ОК**.

- 12 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**.

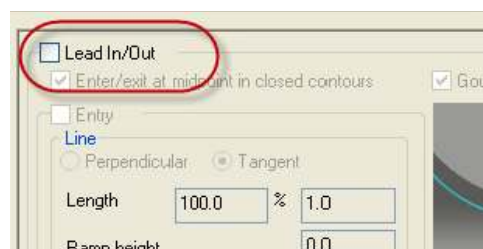


- 13 Установите тип компенсации на **Off (Выкл.)**.



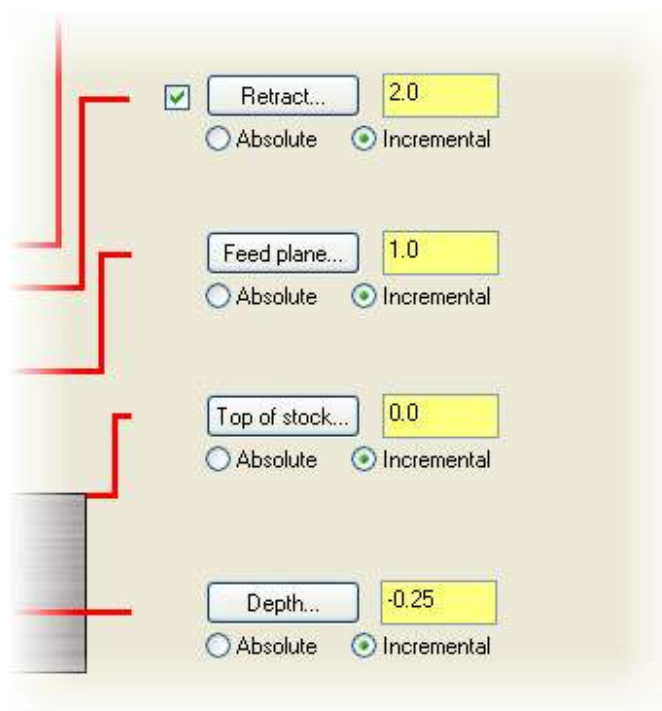
- 14 Перейдите на страницу **Lead In/Out (Подвод/Отвод)**.

При необходимости откройте вложенные страницы, нажав значок **[+]** напротив страницы Cut Parameters (Параметры обработки).



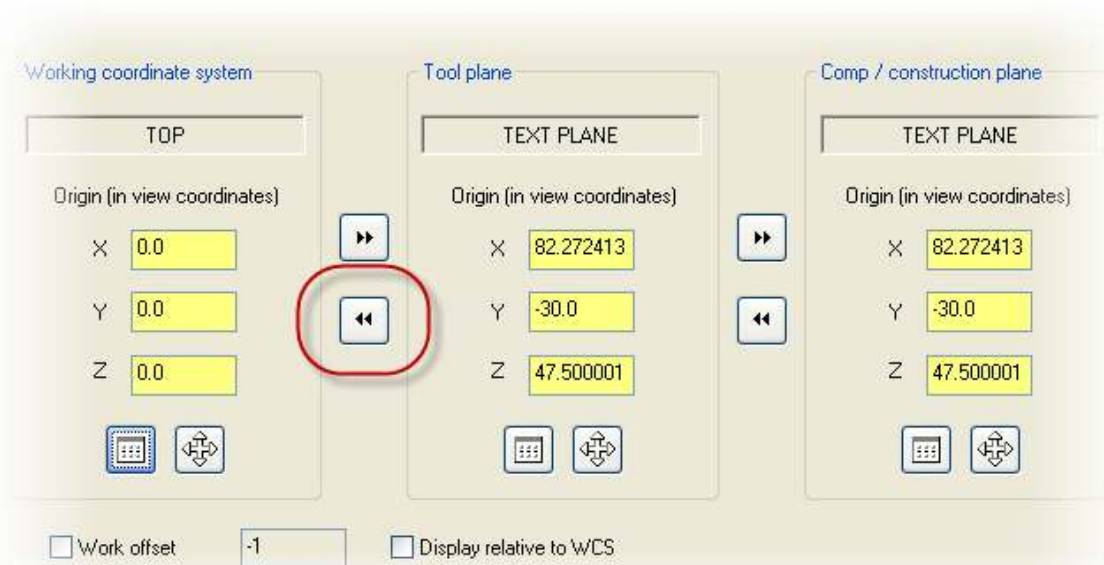
- 15 Отключите опцию lead in/out (Подвод/Отвод).

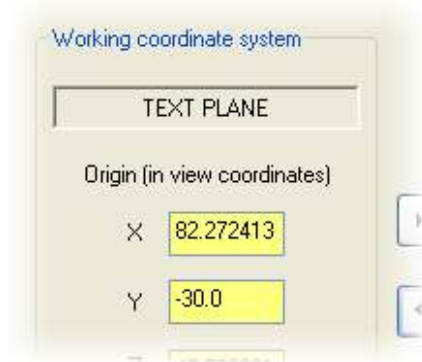
- 16 Перейдите на страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)** и установите значения, показанные на картинке.



17 Перейдите на страницу **Planes (WCS)** (Планы (РСК)).

18 Нажмите кнопку **Copy to WCS** (Копировать в РСК).

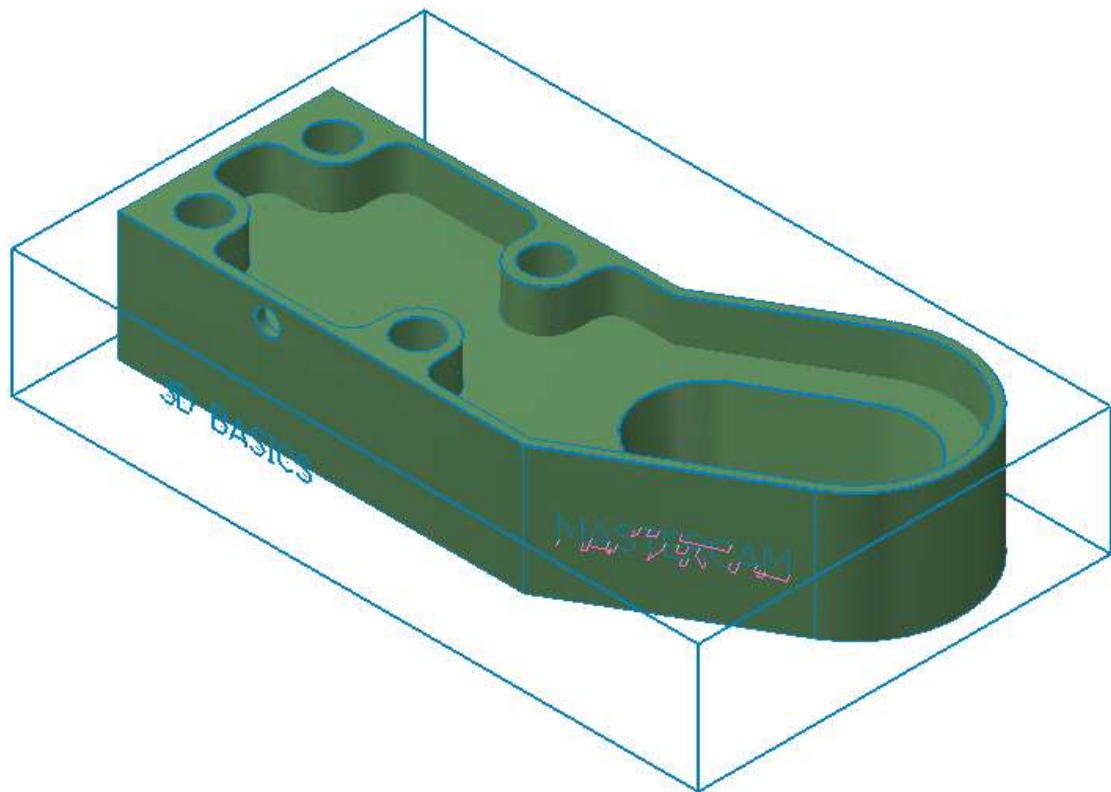




19 Рабочая система координат изменится.

Нажмите кнопку **Help (Справка)** для дополнительной информации по работе с Рабочей Системой Координат.

20 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию обработки.



21 Отключите отображение траектории на экране.

22 Сохраните ваш файл детали.

## УРОК 6

# Бэкплот и Верификация траекторий

После завершения создания траекторий, их можно просмотреть в Бэкплот или верифицировать. Этот процесс позволяет просматривать и проверять траектории до обработки детали на станке с ЧПУ.

# Цели урока

- Просмотр всех траекторий.
- Верификация всех траекторий.

## Шаг 1: Просмотр всех траекторий



- 1 В Менеджере траекторий нажмите кнопку **Select all operations (Выбрать все операции)**.  
Напротив всех операций появится зелёный значок.



- 2 В Менеджере операций нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэклот выбранных операций)**.  
Появится диалоговое окно Бэклот и линейка функции.



- 3 В диалоговом окне Бэклот нажмите кнопки **Display tool (Показать инструмент)** и **Display rapid moves (Показать ускоренные перемещения)**.  
Эти опции отображают на дисплее изображение инструмента и ускоренные перемещения.





Совет: Для настроек можно использовать и другие кнопки в диалоговом окне. Например, можно нажать кнопку **Options (Опции)** и открыть диалоговое окно Backplot Options (Опции бэкплота). Это диалоговое окно позволяет настроить различные параметры, например такие как отображение инструмента, отображение держателя инструмента, цвет траектории. Установка опции Cleanup screen on Tool change (Очистка экрана при смене инструмента) рекомендуется при просмотре большого количества операций.



- 4 Используйте кнопки и ползунок на линейке функции Бэкплот при просмотре траекторий. Нажмите кнопку **Play (Запуск)** для начала просмотра перемещений инструмента.  
  
Нажмите кнопку **Help (Справка)** на линейке функции и получите дополнительную информацию о каждой из кнопок или опций.



- 5 Когда закончите, нажмите кнопку **ОК** в диалоговом окне backplot (бэкплот) и выйдите из функции.



Совет: Отображение на экране легко настраивается. Используйте кнопку Справка для детальной информации о кнопках, полях и опциях в диалоговых окнах Backplot (Бэкплот) и Options (Опции).

## Шаг 2: Верификация всех траекторий



- 1 Убедитесь, что в Менеджере траекторий выбраны все операции и нажмите кнопку **Verify selected operations (Верификация выбранных операций)**.  
  
Откроется диалоговое окно Verify (Верификация).



- 2 В диалоговом окне Verify (Верификация) нажмите кнопку **Machine (Обработать)**.  
  
Следите за верификацией, заготовкой и визуализацией обработки.

---

Совет: Используйте кнопки, поля и элементы управления в диалоговом окне Verify (Верификация) чтобы настроить и управлять процессом проверки траекторий. Нажмите кнопку **Help (Справка)** для дополнительной информации.

---

После процесса верификации деталь должна выглядеть, как показано на картинке внизу.



## У Р О К 7

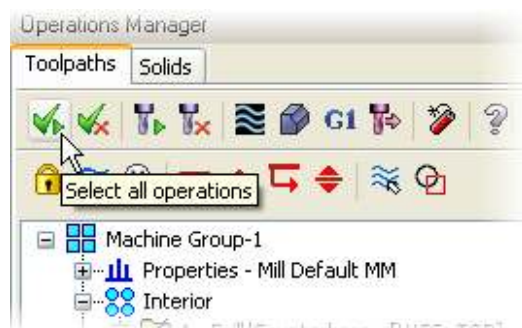
# Постпроцессирование траекторий

Траектории должны быть пропущены через постпроцессор, чтобы получить управляющую программу для вашего станка. Этот процесс обычно называется постпроцессированием. Этот урок поможет вам выбрать необходимые операции для постпроцессирования и запустить процесс. Передача управляющей программы в СЧПУ станка является последним шагом в процессе подготовки траекторий обработки в Mastercam.

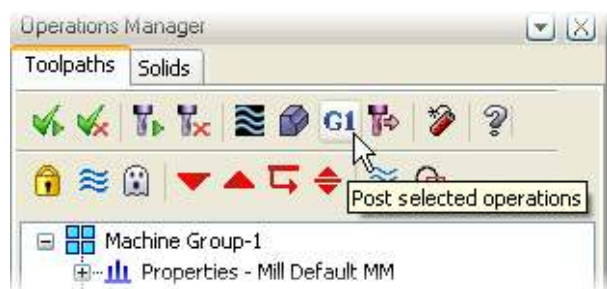
# Цели урока

- Постпроцессирование всех операций и создание файла NC.

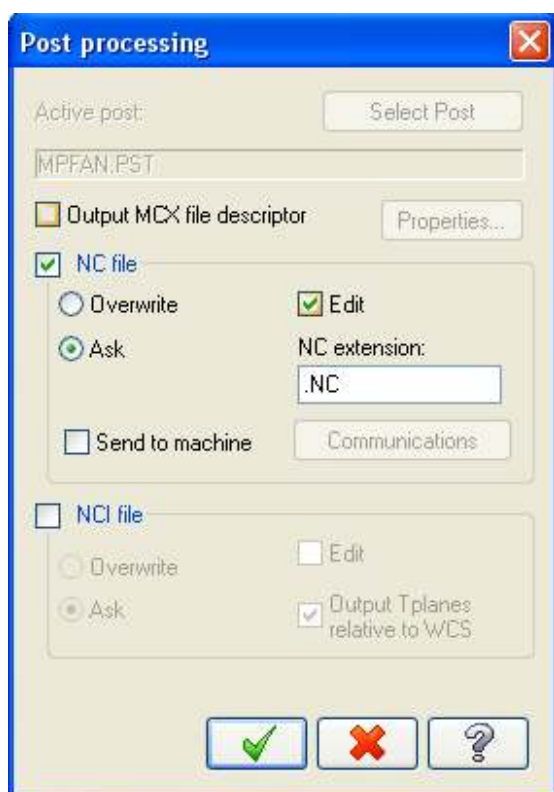
## *Шаг 1: Постпроцессирование всех операций*



- 1 В Toolpath Manager (Менеджер операций), нажмите кнопку **Select all operations (Выбрать все операции)**.



- 2 Нажмите кнопку **Post selected operations (Постпроцессирование выбранных операций)**.  
Откроется диалоговое окно Post processing (Постпроцессирование).



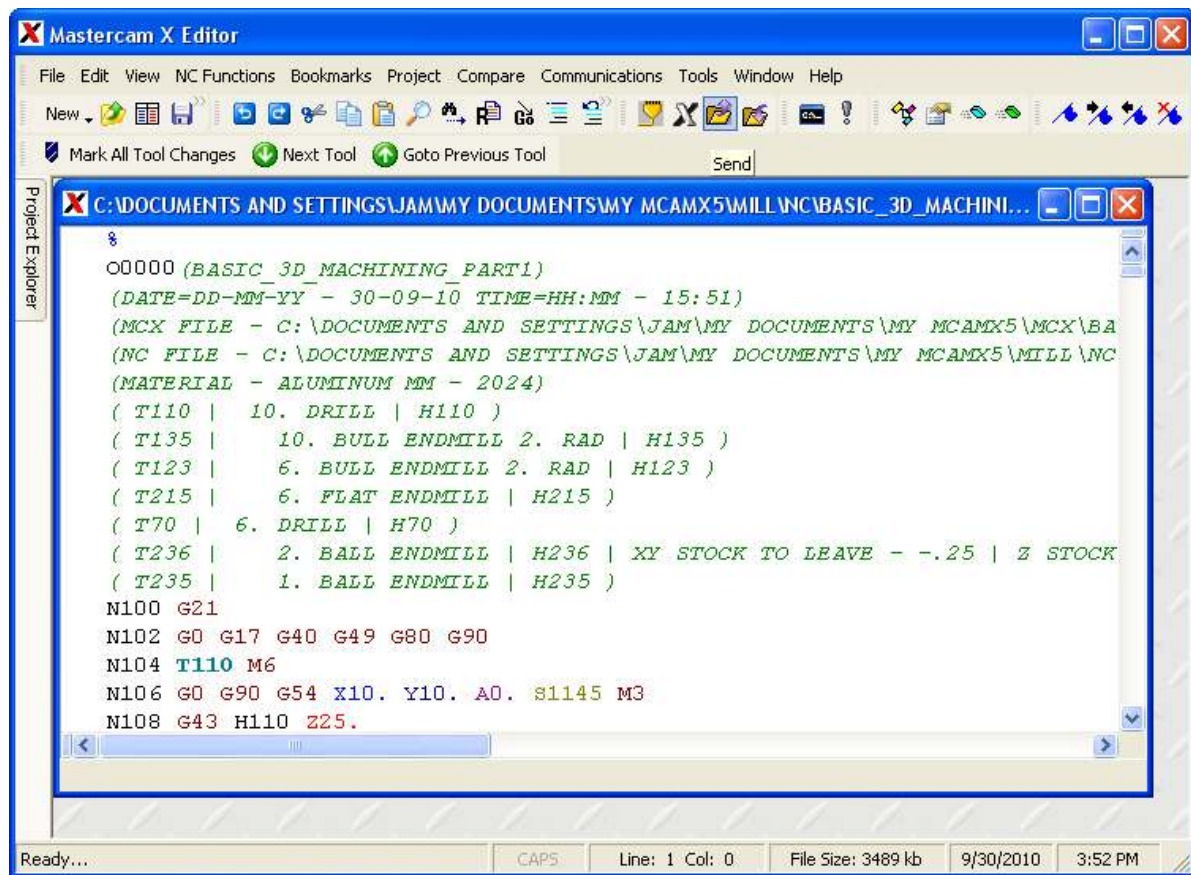
- 3 Установите опции постпроцессирования как показано на картинке.
- 4 Нажмите **ОК**.  
Откроется диалоговое окно Save As (Сохранить как...).
- 5 Нажмите кнопку **Save** и сохраните файл NC в директорию по умолчанию с рекомендованным именем файла.

---

*Замечания:*

- Постпроцессирование может занять несколько минут. Когда процесс будет завершён, файл NC будет загружен в ваш редактор по умолчанию. Данная обучающая программа использует редактор Mastercam для отображения текста УП.
  - Получение правильного файла управляющей программы NC для вашего станка зависит от правильной настройки файла определения станка, файла определения стойки управления (СЧПУ) и файла .PST. Для дополнительной информации о файлах определения станка, стойки управления и постпроцессировании обратитесь к документации, поставляемой вместе с Mastercam:
    - Mastercam Help
    - Mastercam X5 Reference Guide (choose Reference Guide from the Mastercam Help menu)
    - Mastercam NCI & Parameter Reference Guide (in the Documentation folder under your Mastercam installation folder)
- 

- 6 Откроется выбранный вами редактор (в данном случае, редактор Mastercam), и код вашей управляющей программы (файл NC) появится на экране (см. картинку).



7. Пройдите по тексту файла NC и убедитесь, что каждая строка кода соответствует вашим ожиданиям. При необходимости отредактируйте код и сохраните файл.

# Передача файлов NC на станок

---



Важно: Этот учебник основан на машинном определении по умолчанию (Mastercam Mill Default machine definition) и предназначен только для учебных целей. Здесь нет пошаговых процедур, чтобы получить NC код и передать его в ваш станок, т.к. определение станка и постпроцессор для станка являются настраиваемыми и, скорее всего, отличаются от определения станка, использованного в данном учебнике. Ниже приводится общее описание того, как файл NC передаётся в станок и систему ЧПУ.

---

После того, как файл NC получен, отредактирован и сохранён вы можете настроить коммуникационную программу для передачи файла в станок. Это делается в соответствии с процедурами производителя станка и системы ЧПУ.

После того как система ЧПУ будет готова принять файл NC, отконфигурируйте ваш редактор или коммуникационную программу с системой ЧПУ. Для этого обратитесь к вашей документации коммуникационной программы.

Затем передайте файл NC в систему ЧПУ станка в соответствии с документацией производителя станка и системы ЧПУ. Как только будет настроен процесс коммуникации, процесс приёма/передачи кода файла NC в основном будет управляться системой ЧПУ вашего станка.

Обратитесь к местному дилеру Mastercam для настройки определения вашего станка, постпроцессора, а также для их поддержки.

## Раздел 2

# Обработка держателя инструмента



## У Р О К 1

# Перед созданием траектории

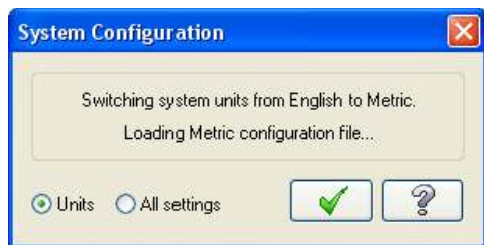
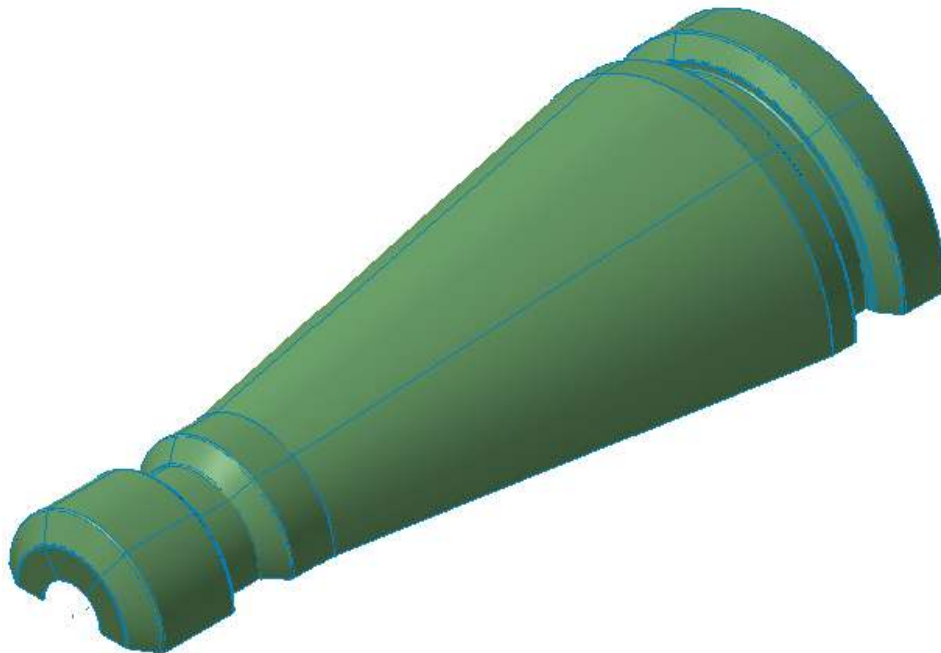
Перед созданием траектории вы должны выбрать определение станка. Определение заготовки создаёт визуальное представление о том, как заготовка размещается на станке. В этом уроке рассматриваются данные темы.

# Цели урока

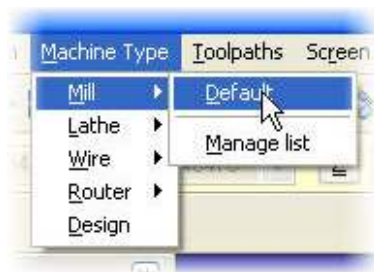
- Открыть файл детали и назначить определение станка.
- Определить заготовку, которая будет использована при обработке детали.

## *Шаг 1: Назначение определения станка*

- 1 Откройте файл Basic\_3D\_Machining\_Part2\_Start.MCX-5, который сопровождает данное учебное пособие.



- 2 Нажмите **ОК**, если будет предложено перейти в метрическую конфигурацию.



- 3 Выберите **Machine Type (Тип станка)**, **Mill (Фрезерование)**, **Default (По умолчанию)** и задайте определение станка по умолчанию.

В Mastercam вы должны выбрать определение станка перед созданием любой траектории. Определение станка содержит описание возможностей станка и его особенностей.

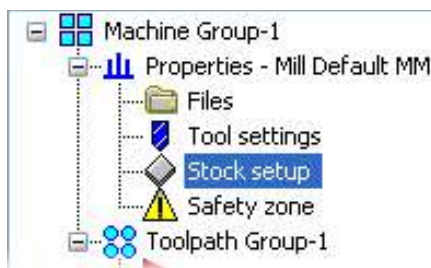
---

*Замечание: При открытии файлов Mastercam с траекториями обработки автоматически загружается ассоциативное определение станка.*

---

- 4 Выберите **File (Файл)**, **Save As (Сохранить как..)** и сохраните ваш файл детали под другим именем. Это сохранит оригинальный файл от перезаписи.

## Шаг 2: Определение заготовки



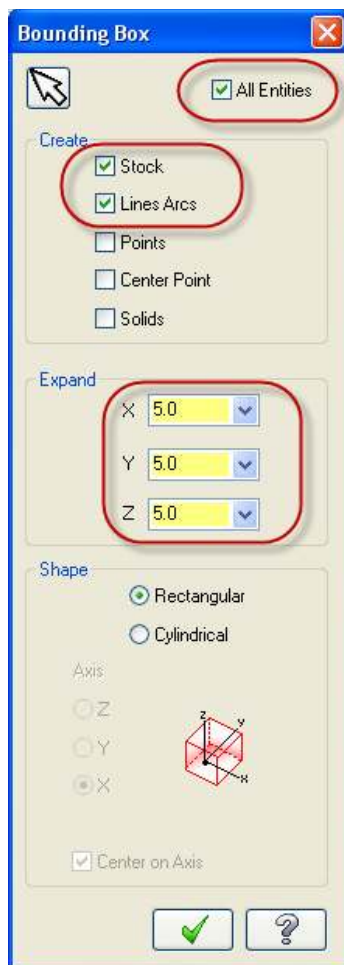
- 1 В Менеджере операций выберите **Stock setup (Настройка заготовки)**. При необходимости нажмите на значок [+], чтобы открыть список свойств станочной группы.

Диалоговое окно Machine Group Properties (Свойства станочной группы) откроется на странице Stock Setup (Настройка заготовки).



- 2 Нажмите на кнопку **Bounding box (Ограничивающий контур)**.  
Откроется диалоговое окно Bounding Box (Ограничивающий контур).

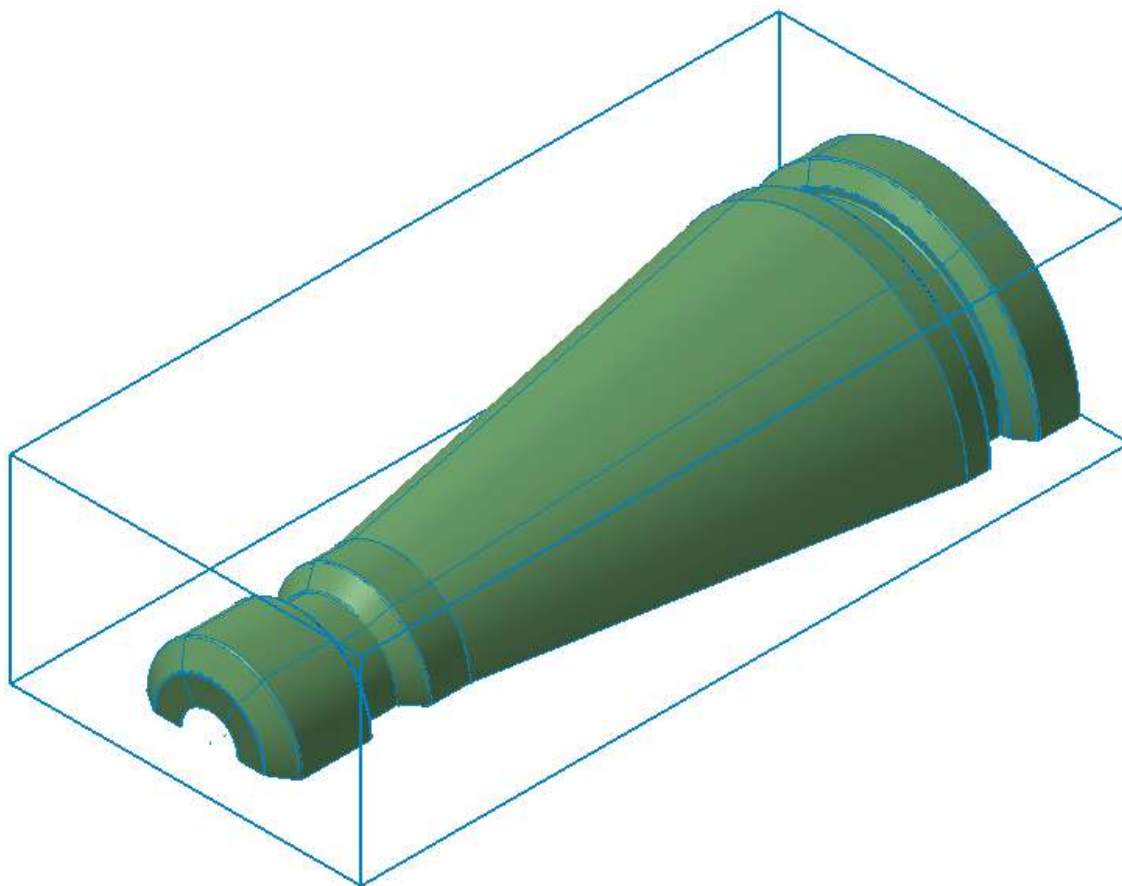
Ограничивающий контур является быстрым и удобным методом создания заготовки вокруг внешней границы геометрии.



- 3 Установите опции и параметры, показанные на рисунке, и нажмите **ОК**.



- 4 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Machine Group Properties (Свойства станочной группы).
- 5 Нажмите, при необходимости, кнопки **[Alt+S]** чтобы закрасить геометрию.
- 6 Нажмите **[Alt+F1]** – соответствует команде **Fit (В размер окна)**.



7 Выберите **File (Файл)**, **Save (Сохранить)** или нажмите на конопку **Save (Сохранить)**.

## У Р О К 2

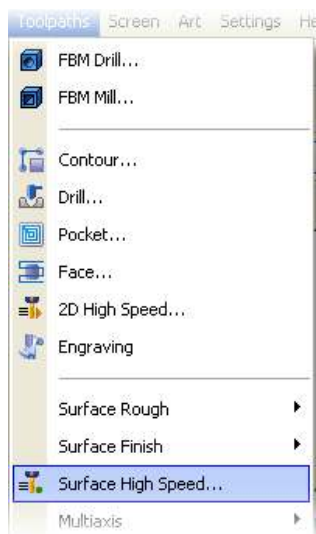
# Черновая обработка детали

Первая траектория обычно удаляет основной объём материала. Это называется черновой обработкой детали. В этом уроке рассматриваются несколько траекторий черновой обработки. Будет использована траектория из набора Surface High Speed (Поверхностная ВСО) под названием core roughing (основная выборка) и траектория leftover (дообработка чистовая) из набора Surface finish (Чистовые поверхностные).

# Цели урока

- Создание траектории core roughing (основная выборка).
- Создание траектории leftover (чистовая дообработка).

## Шаг 1: Черновая обработка детали



- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface High Speed (Поверхностная ВСО траектория...)**
- 2 Если откроется диалоговое окно **New 3D Advanced Toolpath Refinement Feature! (Новая функция оптимизации 3D траекторий!)** и выберите опцию, показанную на картинке (Я попробовал функцию и хочу её использовать. Не показывать окно снова.) Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно.

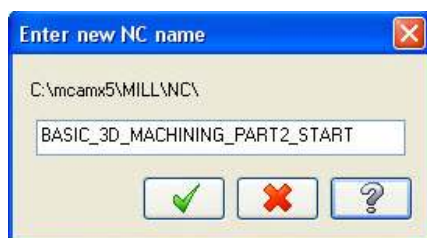


2

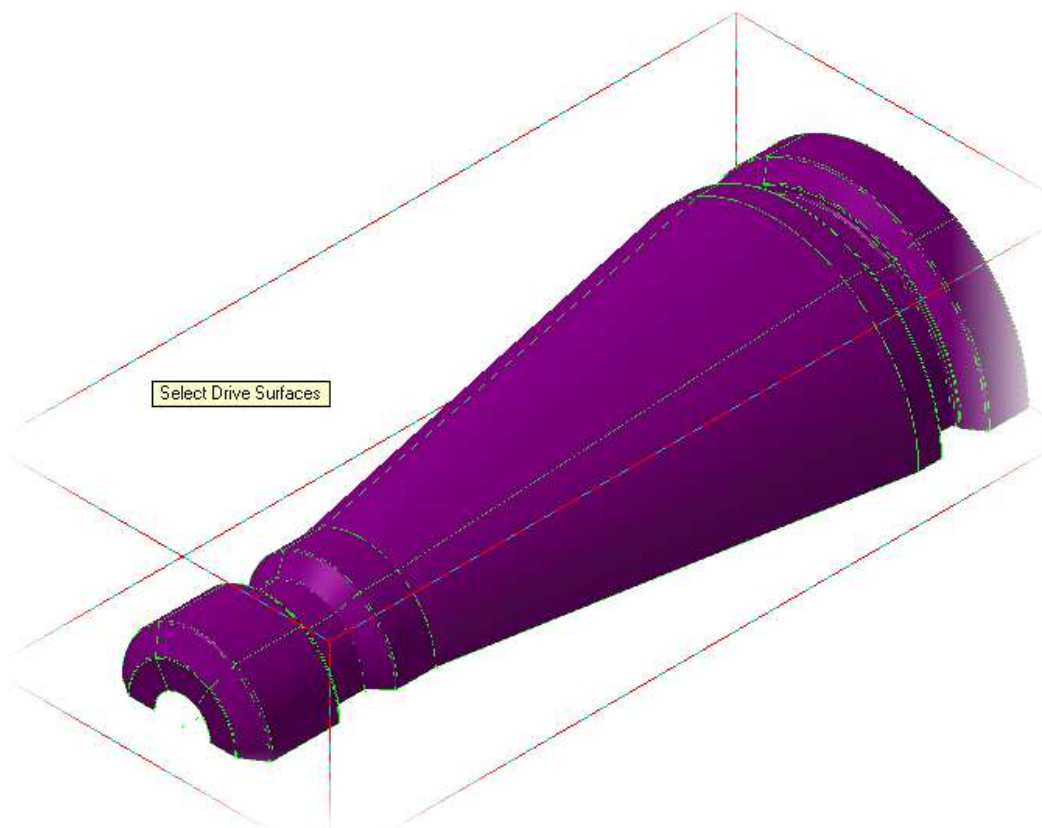
---

*Замечание: Это диалоговое окно предоставляет расширенные возможности усовершенствования 3D траекторий. Данная функция используется для точной настройки перемещений.*

---



- 3 Нажмите **ОК** в диалоговом окне названия управляющей программы (Введите новое название УП).
- По умолчанию отображается имя, под которым вы сохранили файл. Вы можете изменить это имя при необходимости.
- 4 Нажмите [**Alt+S**] и закрасьте геометрию.
- 5 Появится запрос Select Drive Surfaces (Выбор обрабатываемых поверхностей). Выберите все поверхности детали.

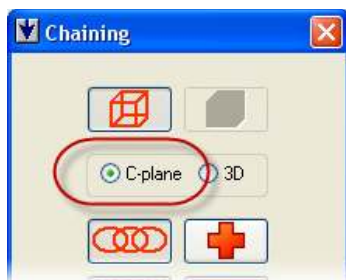


- 6 Нажмите [**Enter**] или кнопку **End Selection (Конец выбора)** (зелёный круг на линейке Общего выбора).



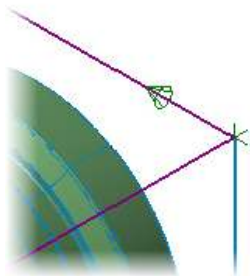
- 7 Нажмите кнопку **Select (Выбор)** в разделе Containment (Ограничение) диалогового окна Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).

Откроется диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).



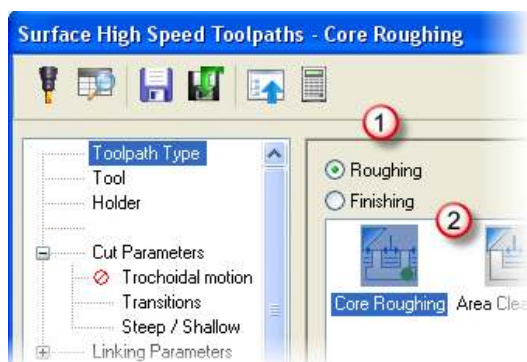
- 8 Выберите опцию **C-plane (К. План)**.

Выбор опции C-plane (Конструкционный план) позволяет выбрать цепочку, которая параллельна текущему конструкционному плану.



- 9 Выберите верхнюю цепочку наружного контура заготовки, как показано на картинке.
- 10 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки) и вернитесь в диалоговое окно Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).
- 11 Нажмите **ОК** в окне Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно The Surface High Speed toolpaths (Поверхностные ВСО траектории) на странице Toolpath Type (Тип траектории).





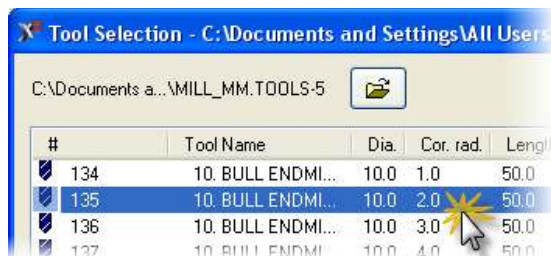
- 12 Выберите опцию **Roughing (Черновая)** и затем кликните на траекторию **Core Roughing (Основная выборка)**.

- 13 Нажмите в левом верхнем окне на страницу **Tool (Инструмент)**.

Select library tool...

- 14 На странице **Tool (Инструмент)** нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.

Откроется библиотека инструментов, определённая на странице **Files (Файлы)** свойств станочной группы.

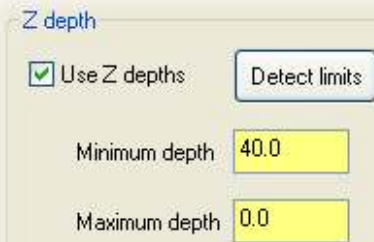
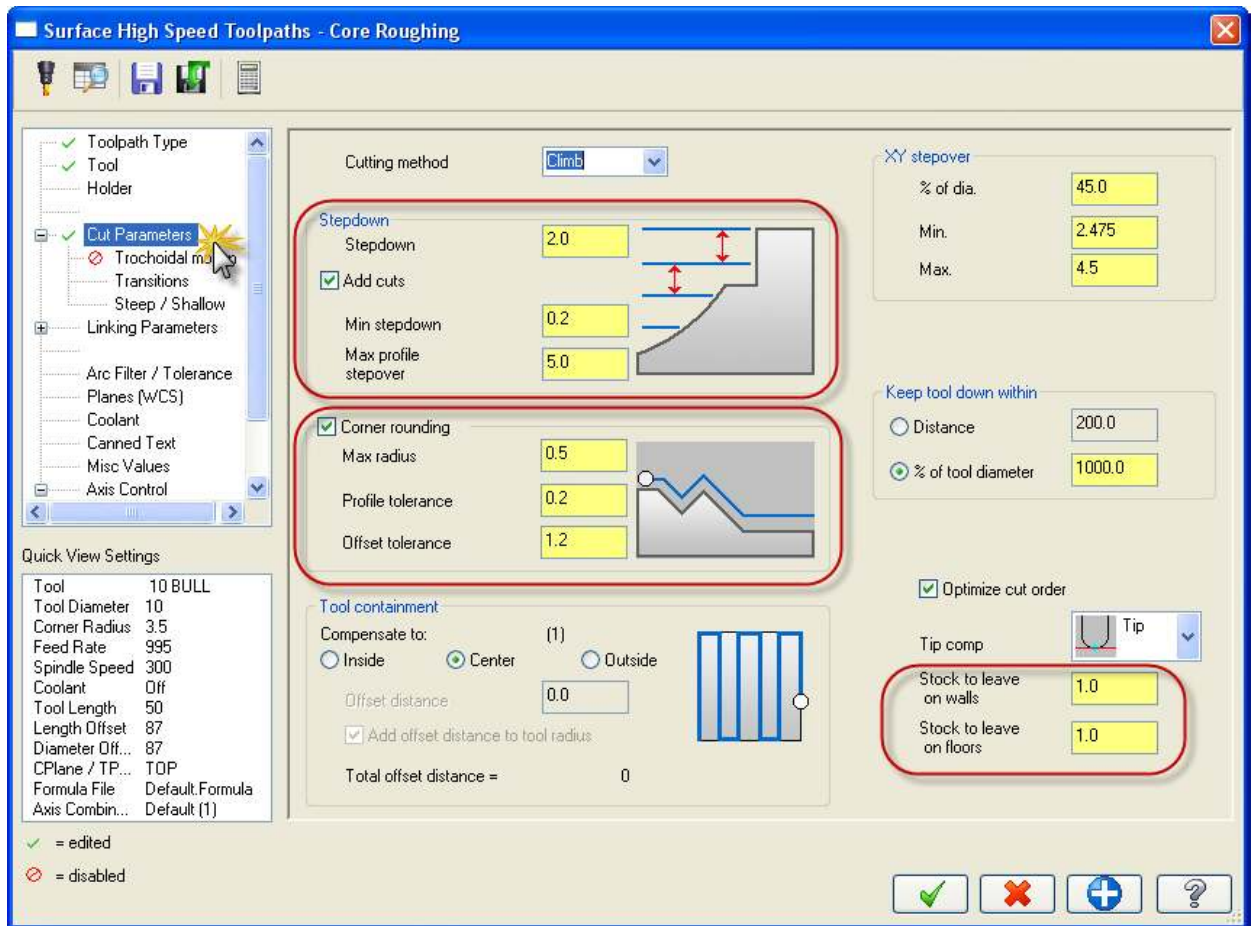


- 15 Выберите инструмент диаметром 10мм с радиусом скругления 2мм и нажмите **ОК**.

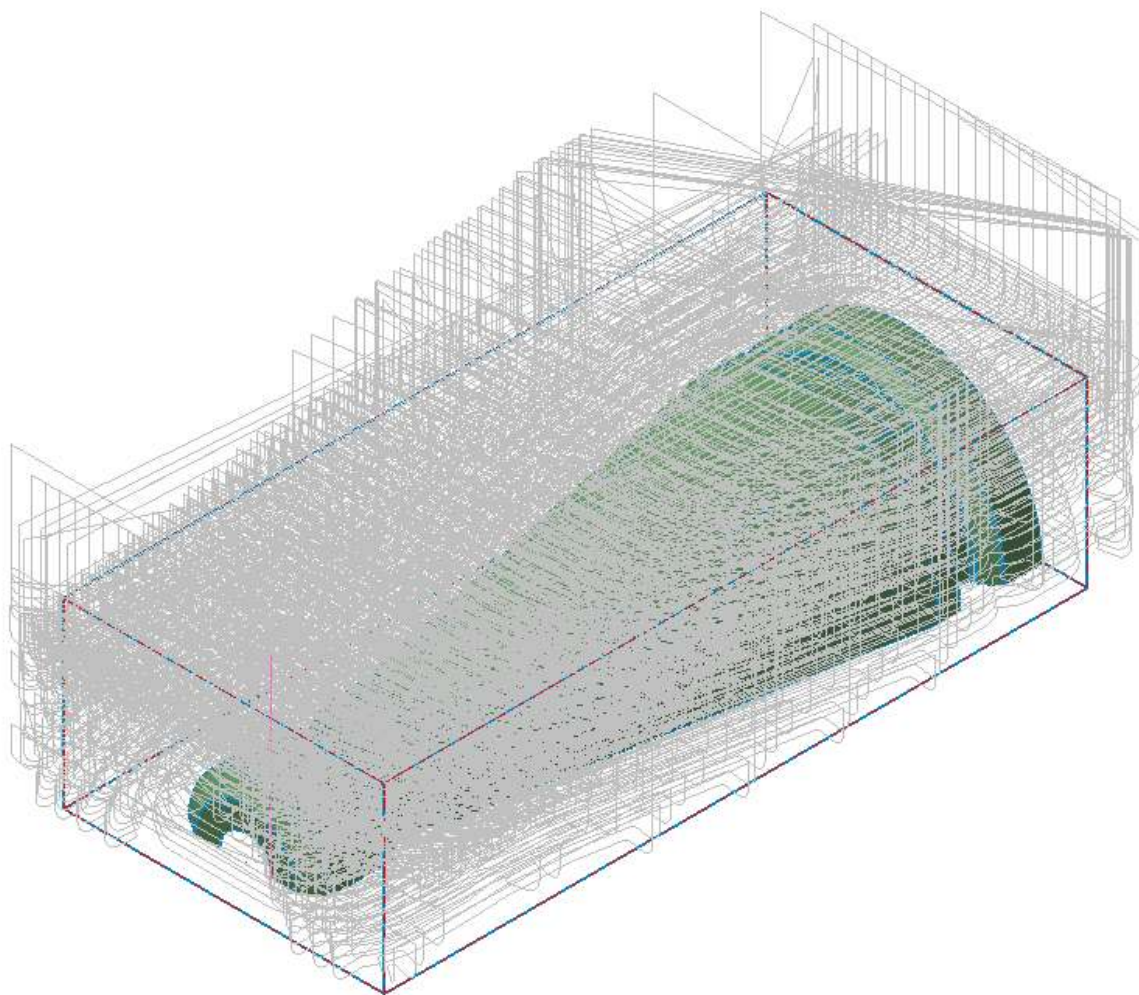


Совет: Настройте параметры фильтра в правой части диалогового окна **Tool Selection (Выбор инструмента)**, чтобы ограничить типы инструментов, которые отображаются в диалоговом окне.

- 16 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**. Установите параметры как показано на картинке.

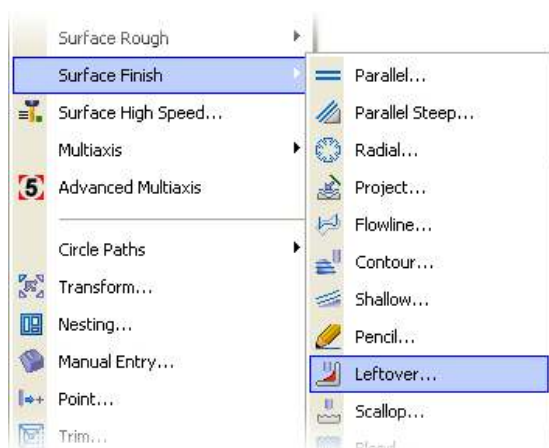


- 17 Перейдите на страницу **Steep / Shallow (Крутой/Пологий)**. Установите значения глубин обработки как показано на картинке.
- 18 Нажмите **ОК** и создайте траекторию. Процесс создания может занять несколько минут.



- 19 Нажмите кнопку **Toggle display on selected operations (Переключение блокировки отображения выбранных операций)** в Менеджере операций. Если необходимо, сначала выберите операцию Core Roughing (Основная выборка).  
  
Отображение траектории в графическом окне должно исчезнуть. Выберите этот шаг после создания каждой операции. Это необходимо, чтобы вы смогли легко выбрать необходимую геометрию при создании последующих операций.
- 20 Сохраните файл.

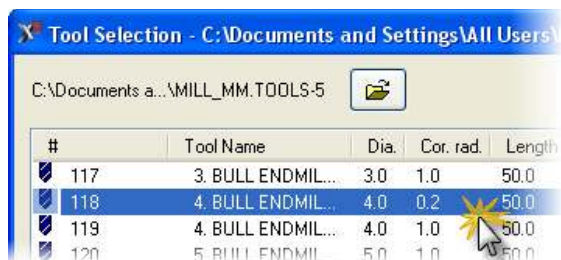
## Шаг 2: Создание траектории Leftover (Дообработка чистовая)



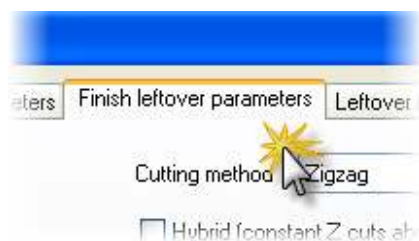
- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface Finish (Чистовые поверхностные)**, **Leftover (Дообработка чистовая)**.



- 2 Нажмите кнопку **Select last (Предыдущий выбор)** на линейке General Selection (Общий выбор).  
Будут выбраны поверхности, которые были использованы в предыдущей операции.
- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.
- 4 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно траектории на закладке Toolpath parameters (Параметры траектории).
- 5 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.  
Откроется библиотека инструментов по умолчанию.



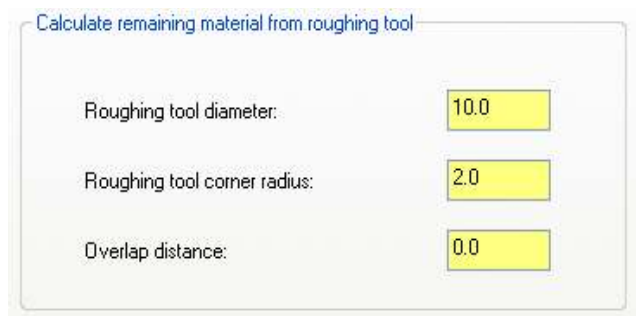
- 6 Выберите инструмент диаметром 4мм с радиусом скругления 0.2мм и нажмите **ОК**.
- 7 Нажмите на закладку **Surface parameters (Поверхностные параметры)** в верхней части диалогового окна. Установите припуск на обрабатываемые поверхности **1.0**.



- 8 Нажмите на закладку **Finish leftover parameters** (Чистовые параметры дообработки).

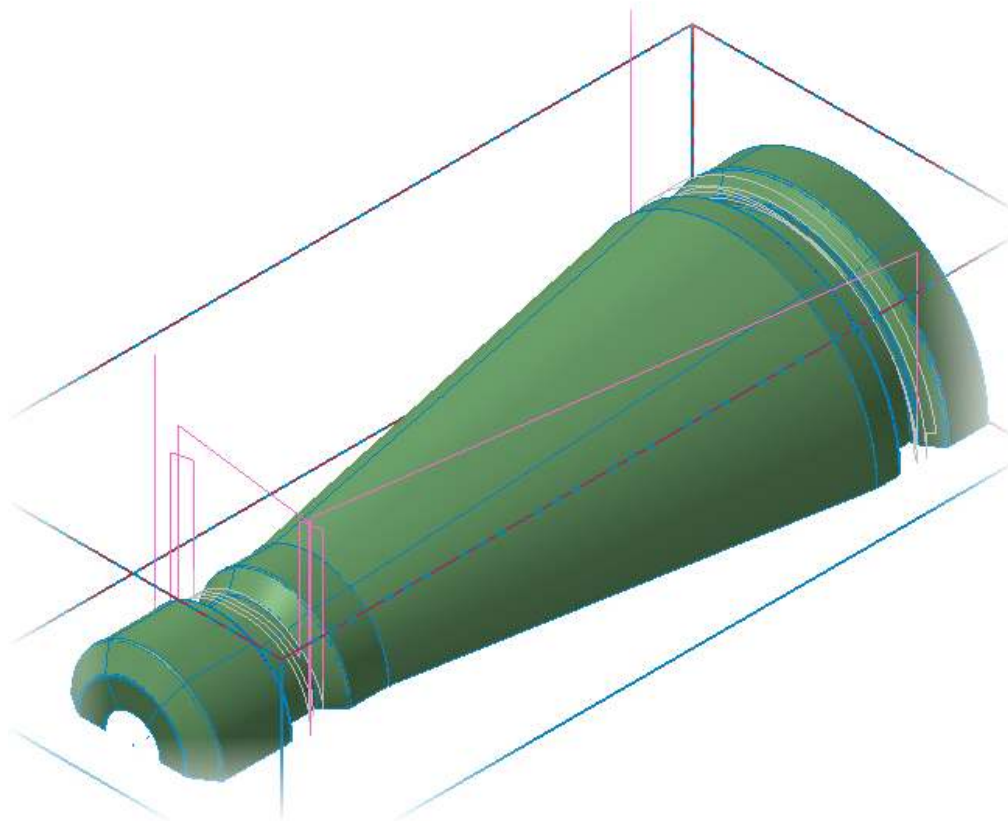


- 9 Установите параметры, показанные на картинке.



- 10 Нажмите на закладку **Leftover material parameters** (Параметры дообработки). Введите информацию о черновом инструменте, показанную на картинке.

- 11 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию. Процесс может занять несколько минут.



---

*Замечание: После расчёта траектории на экране могут появиться дополнительные движения.  
Изображение траектории на экране может немного отличаться от картинки.*

---

- 12 Отключите отображение траектории на экране.  
13 Сохраните ваш файл.

## У Р О К 3

# Получистовая обработка детали

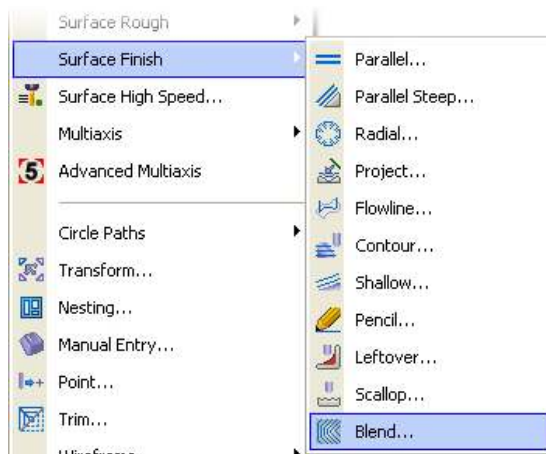
После черновой обработки детали может понадобиться создание получистовых операций. Эти операции удаляют материал, оставшийся после черновой обработки, оставляя, по возможности, постоянный припуск под чистовые операции. Эти операции являются промежуточным этапом перед чистовой обработкой. В уроке будут использованы операции surface finish blend (поверхностная чистовая сглаженная), surface finish parallel steep (чистовая параллельная крутая), а также их копирование и редактирование.



# Цели урока

- Создание нескольких чистовых операций, в том числе parallel steep (чистовая параллельная крутая) и blend (чистовая сглаженная).
- Задание параметров получистовых операций.
- Копирование операций и изменение параметров.

## Шаг 1: Создание траектории Surface Finish Blend (Поверхностная чистовая сглаженная)



- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории), Surface Finish (Чистовые поверхностные), Blend (Сглаженная)**.
- 2 Нажмите кнопку **Select last (Предыдущий выбор)**. После этого поверхности будут выбраны (окрасятся в цвет выбора – по умолчанию жёлтый)

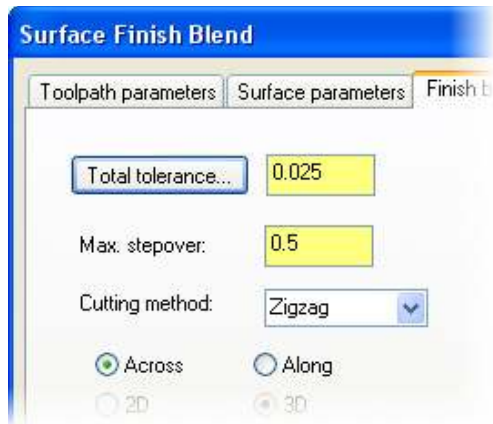


- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.
- 4 Нажмите **OK** в диалоговом окне Toolpath/surface selection (выбор траектории/поверхности).  
Откроется диалоговое окно Surface Finish Blend (Поверхностная чистовая сглаженная) на закладке Toolpath parameters (Параметры траектории).
- 5 Выберите инструмент диаметром 4мм с радиусом скругления 0.2мм, который уже есть в перечне инструментов.
- 6 Перейдите на закладку **Surface parameters (Поверхностные параметры)**. Установите припуск на обрабатываемые поверхности **0.25 мм**.

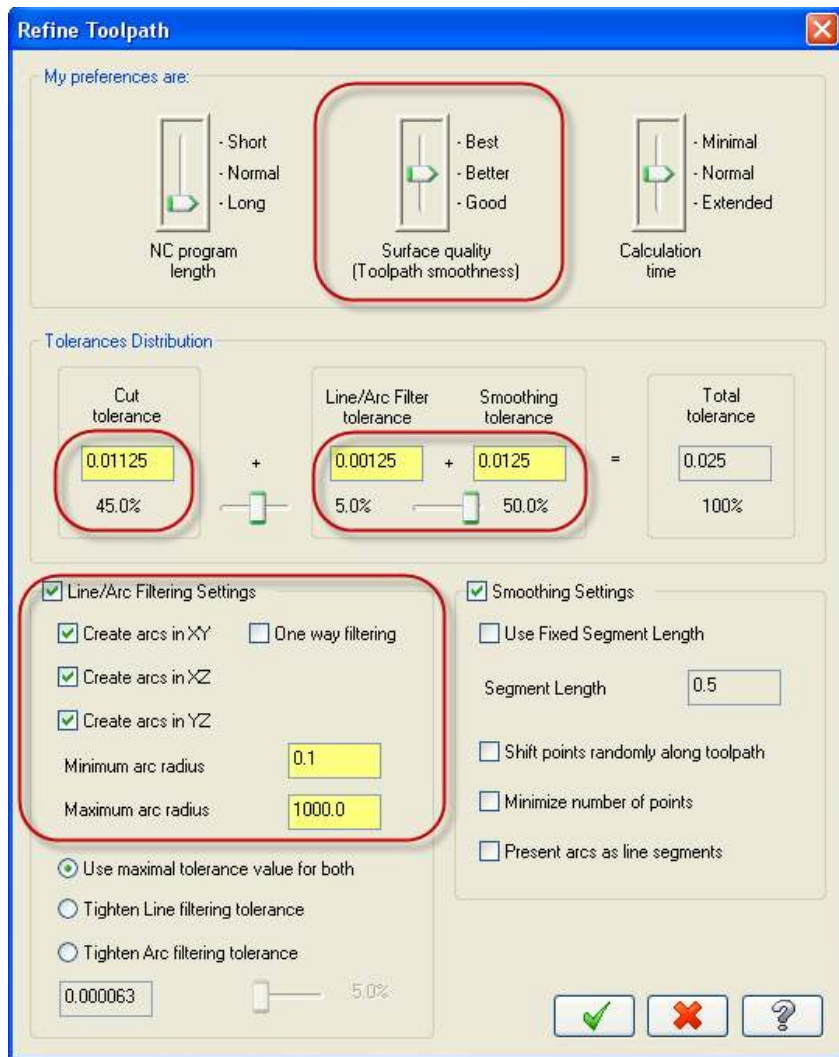




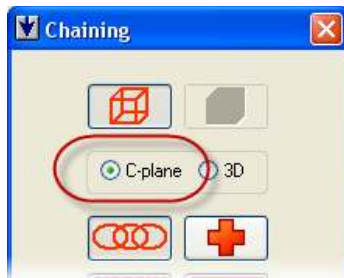
- 7 Перейдите на закладку **Finish blend parameters** (Чистовые сглаженные параметры).



- 8 Установите значения, показанные на картинке, а также опцию Across (Поперёк).
- 9 Нажмите кнопку **Total tolerance (Общая точность)**. Откроется диалоговое окно Refine Toolpath (Оптимизация траектории).
- 10 Установите параметры, показанные на картинке и нажмите **ОК**.



- 11 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Surface Finish Blend (Поверхностная чистовая сглаженная).  
Откроется диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).

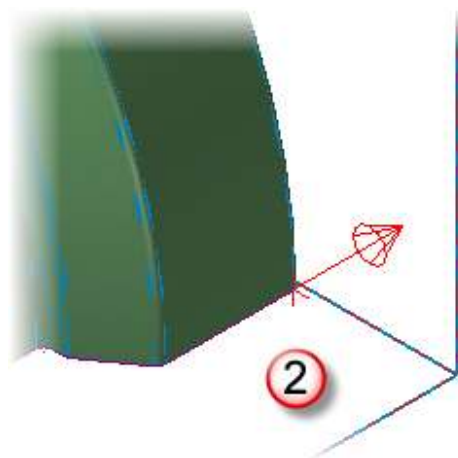
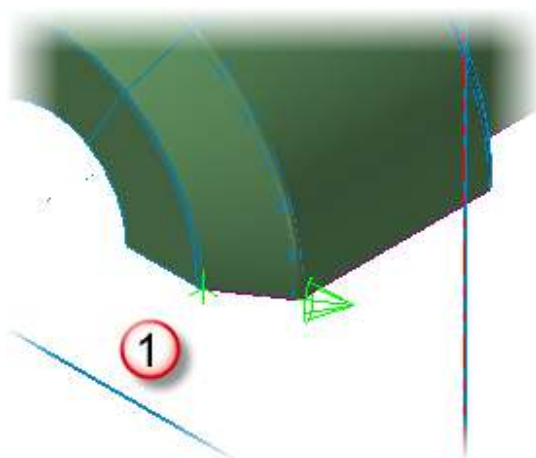


- 12 Установите опцию **C-plane (К. план)**.

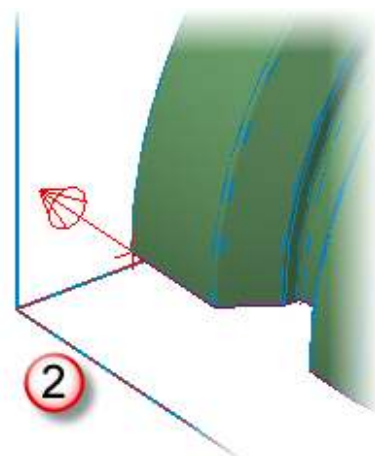
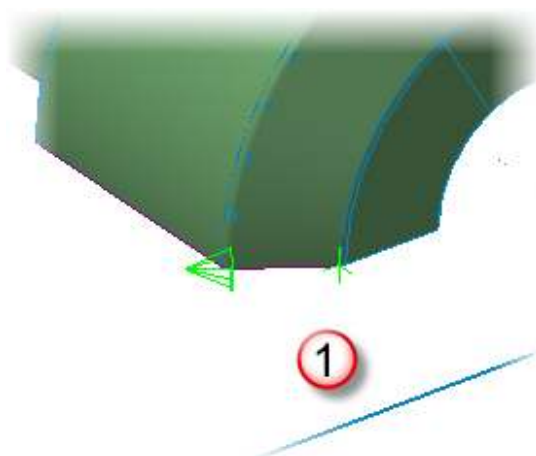


- 13 Нажмите кнопку **Partial (Частично)**.  
Опция Частично используется для выбора открытых цепочек.

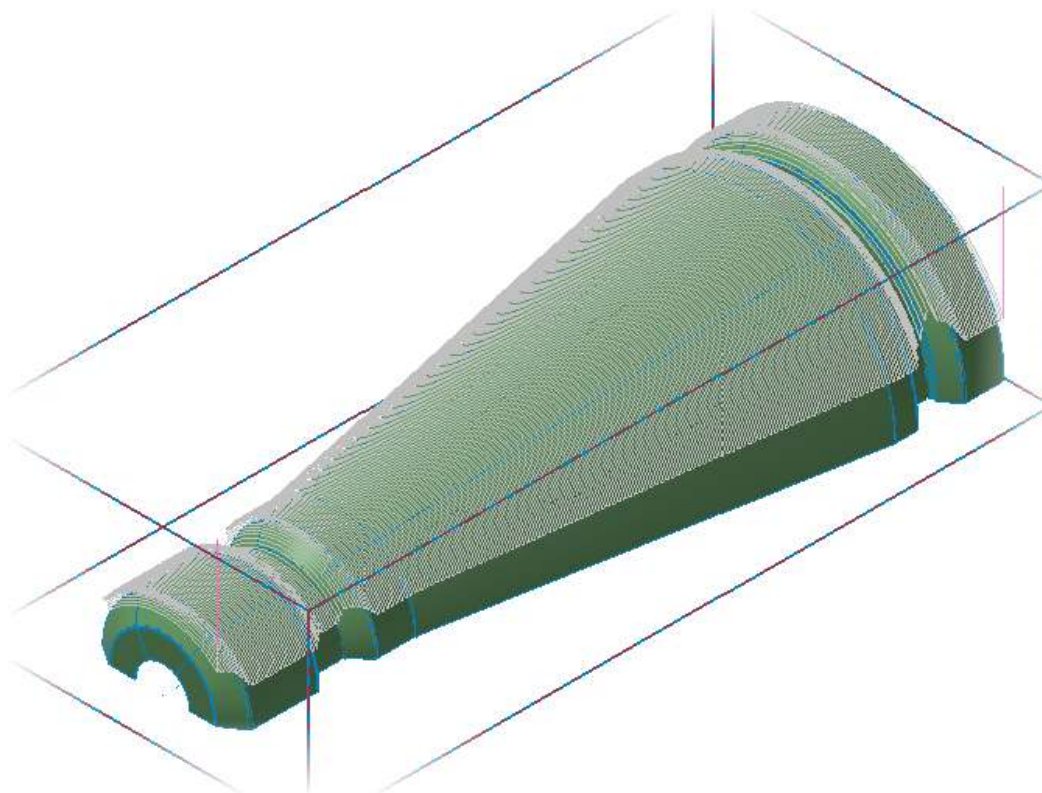
- 14 Выберите первый элемент цепочки, как показано на картинке. Начало цепочки – первый элемент (узкая сторона детали) и конец цепочки – второй элемент (широкая сторона детали). Элементы между первым и последним будут выбраны автоматически. При необходимости увеличьте или уменьшите изображение геометрии на экране.



- 15 Затем выберите первый элемент второй цепочки на противоположной стороне детали. Начало цепочки – первый элемент (узкая сторона детали) и конец цепочки – второй элемент (широкая сторона детали). Будет необходимо повернуть деталь, чтобы увидеть левую сторону детали, как показано на картинке. При необходимости увеличьте или уменьшите изображение геометрии на экране.

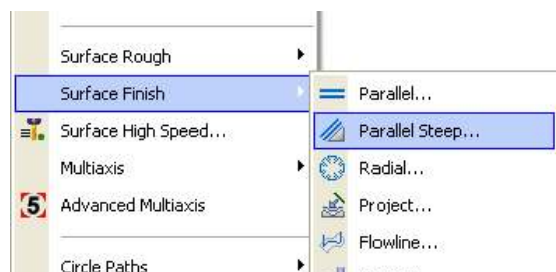


- 16 Кликните правой кнопкой мыши в графической области и выберите в меню **Isometric (WCS) (Изометрия (РСК))**.
- 17 Нажмите **ОК** в диалоговом окне chaining (выбор цепочки) и сгенерируйте операцию surface finish blend (поверхностная чистовая сглаженная).



- 18 Отключите отображение траектории на экране.
- 19 Сохраните ваш файл.

## *Шаг 2: Создание траектории Surface Finish Parallel Steep (Чистовая параллельная крутая)*

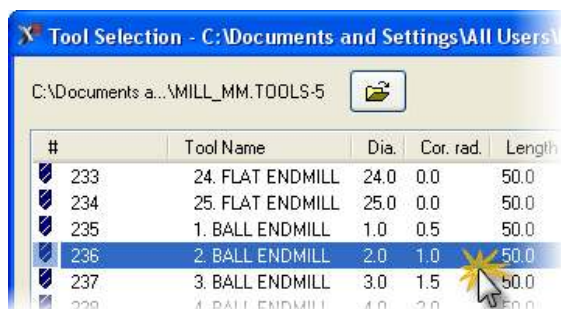


- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Surface Finish (Чистовые поверхностные)**, **Parallel Steep (Параллельная крутая)**.
- 2 Нажмите кнопку **Select last (Предыдущий выбор)**.
- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.
- 4 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Toolpath/surface selection (Выбор траектории/поверхности).

Откроется диалоговое окно Surface Finish Parallel Steep (Поверх. чистовая крутая) на закладке Toolpath parameters (Параметры траектории).

- 5 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.

Откроется библиотека, определённая в свойствах станочной группы.

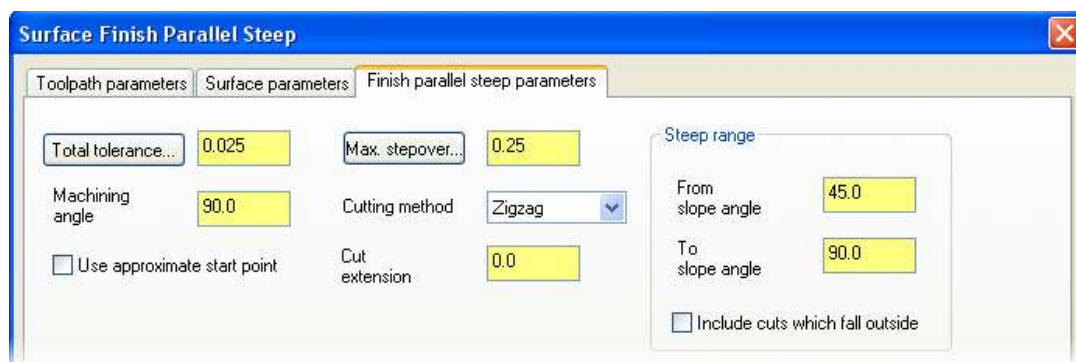


- 6 Выберите сферический инструмент диаметром 2мм и нажмите **ОК**.

- 7 Перейдите на закладку **Surface parameters (Поверхностные параметры)**. Установите припуск на обрабатываемых поверхностях **0.25 мм**.

- 8 Перейдите на страницу **Finish parallel steep parameters (Чистовые крутые параметры)**.

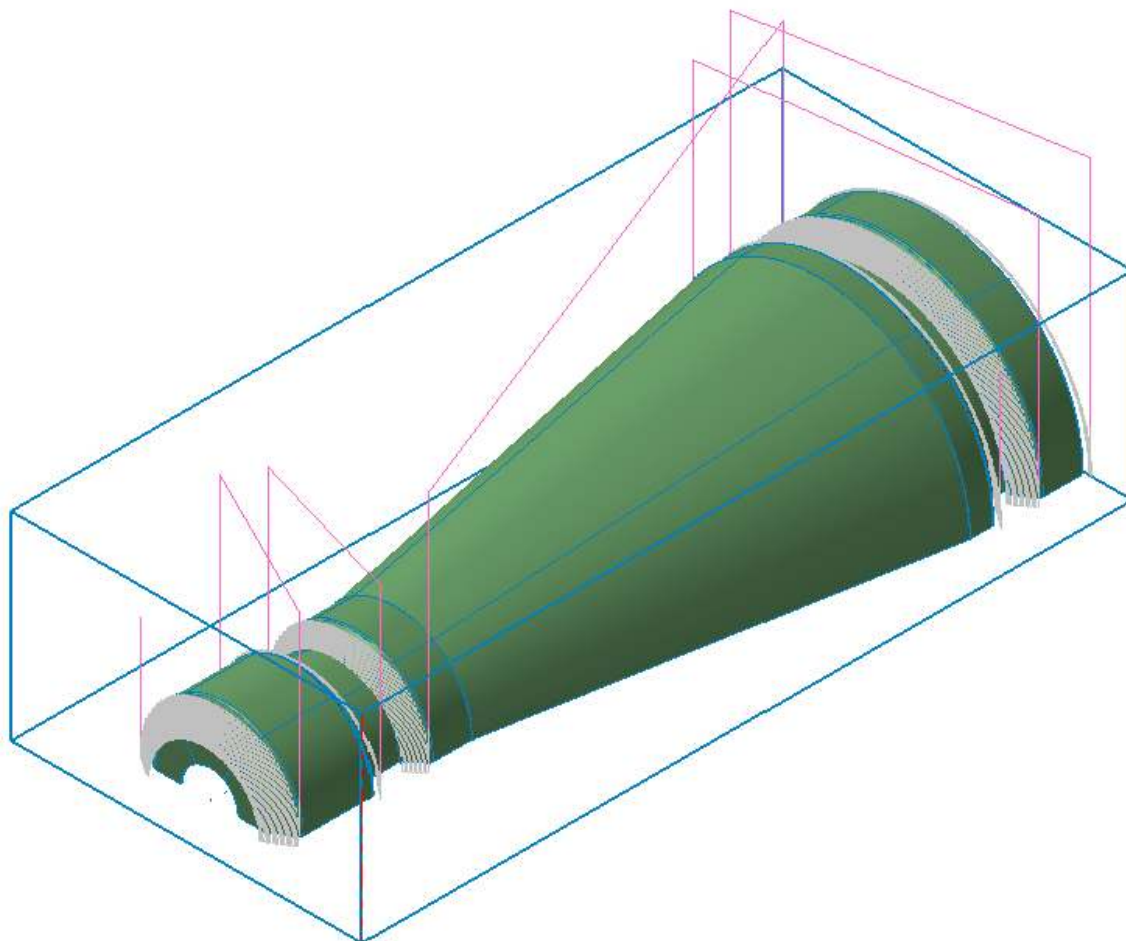
- 9 Установите параметры, показанные на картинке.



- 10 Нажмите на кнопку **Total tolerance (Общая точность)** и откройте диалоговое окно Refine Toolpath (Оптимизация траектории).

- 11 В диалоговом окне Refine Toolpath (Оптимизация траектории) установите качество поверхности **Better (Лучше)** и нажмите **ОК**.

- 12 Нажмите **ОК** и сгенерируйте операцию.



13 Отключите отображение траектории на экране.

14 Сохраните ваш файл.

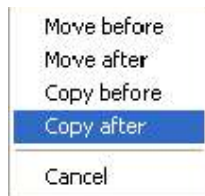
### *Шаг 3: Копирование и редактирование операции*



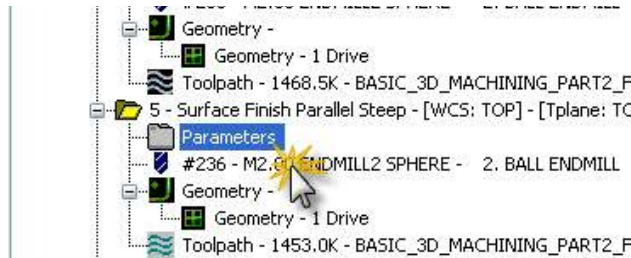
1 Кликните правой кнопкой мыши на операции Surface Finish Parallel Steep (Поверхностная чистовая крутая) и удерживайте её.

2 Перетащите операцию вниз под операцию Surface Finish Parallel Steep (Поверхностная чистовая крутая) и отпустите кнопку.





- 3 В появившемся меню выберите **Copy after** (Копировать после).



- 4 Нажмите левой кнопкой мыши на строку **Parameters** (Параметры) новой операции.  
При необходимости нажмите на значок [+].

- 5 Перейдите на закладку **Finish parallel steep parameters** (Чистовые крутые параметры).

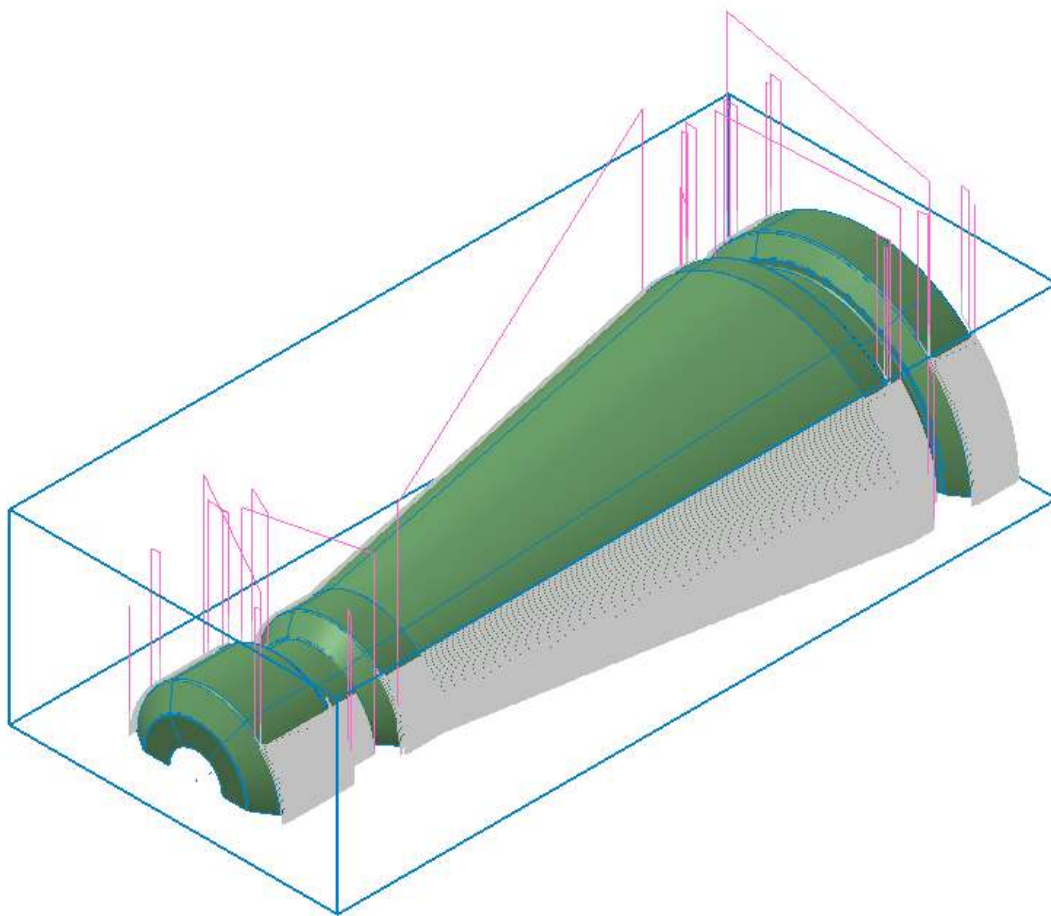


- 6 Установите Machining angle (Угол обработки) на **0**.  
7 Нажмите **ОК**.  
8 Включите отображение на экране траектории скопированной операции.

*Замечание: Скопированная операция наследует настройки дисплея от первоначальной операции.*



- 9 Нажмите кнопку **Regenerate all dirty operations** (Регенерировать все грязные операции) в Менеджере операций.  
10 Траектория с новыми параметрам будет выглядеть так, как показано на картинке.



- 11 В Менеджере операций нажмите кнопку **Move insert arrow down one item** (Стрелка вниз на один пункт).
- 12 Отключите отображение траектории на экране.
- 13 Сохраните ваш файл.



## У Р О К 4

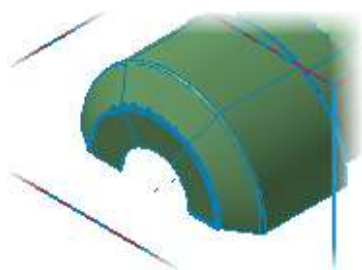
# Чистовая обработка детали

Как правило, после черновой и получистовой обработки должна быть выполнена чистовая обработка детали. Чистовые операции удаляют оставшийся припуск при одновременном повышении качества поверхности. В этом уроке для достижения хорошего качества чистовой обработки будут использованы более жёсткие точностные характеристики, меньшие значения шага, меньшее количество инструментов а также оптимизация траекторий.

# Цели урока

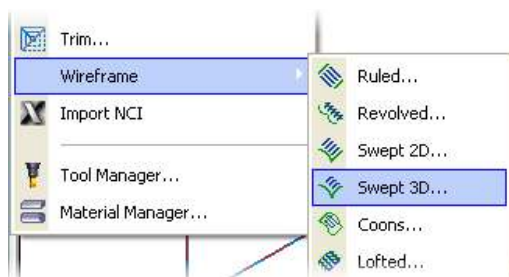
- Создание траектории Swept 3D (криволинейная 3D) для чистовой обработки передней и задней частей детали.
- Создание траектории Flowline (Потоковая) для чистовой обработки всей детали.

## Шаг 1: Создание траектории Swept 3D (криволинейная 3D)



- 1 Увеличьте переднюю часть детали.

Увеличение необходимо, чтобы легко выбрать геометрию.



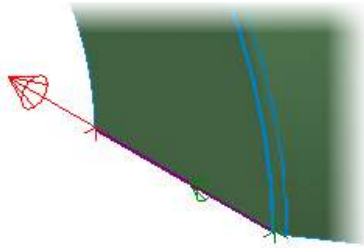
- 2 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Wireframe (Каркас)**, **Swept 3D (криволинейная 3D траектория)**.



- 3 Введите количество поперечных контуров – цифру **1** в появившемся окне и нажмите **[Enter]**.  
Откроется диалоговое окно chaining (выбор цепочки).



- 4 Нажмите на кнопку **Single (один элемент)**.



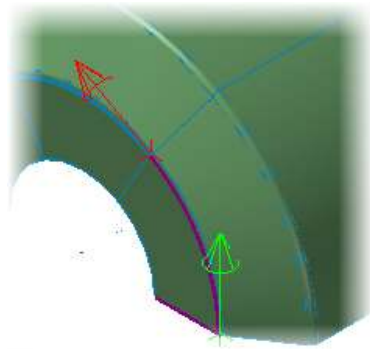
- 5 Выберите отрезок, как показано на рисунке.

После этого появится запрос на выбор одного продольного контура.

Направление цепочки напрямую влияет на результат. Убедитесь, что вы выбрали цепочку в направлении, показанном на рисунке.

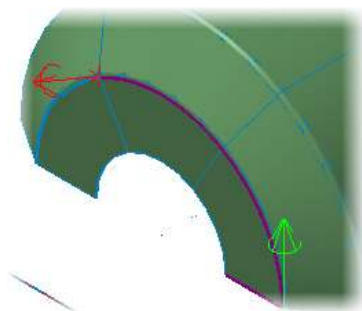


- 6 Нажмите кнопку **Partial (Частично)** и активизируйте опцию **Wait (Ждать)**.



- 7 Выберите показанную дугу.

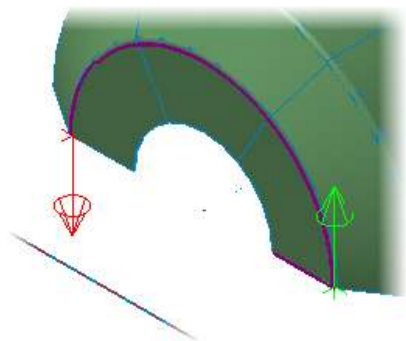
Появится запрос Выберите последний элемент. Опция wait (ждать) позволяет вам выбрать элементы поочерёдно для их добавления в одну цепочку. Смотрите Mastercam's **Help** для дополнительной информации.



- 8 Выберите следующую дугу, как показано на картинке.

Результирующая цепочка показана на картинке.

Последующие элементы могут быть выбраны в любом месте дуги. Направление цепочки определяет первый выбранный элемент.

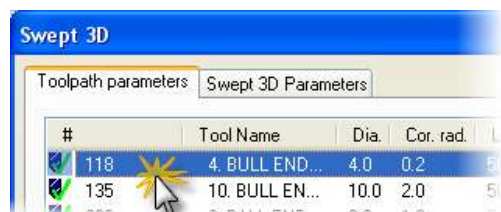


- 9 Выберите последнюю дугу, как показано на картинке.

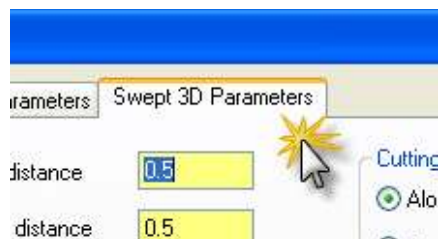
Результирующая цепочка показана на картинке.

- 10 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки).

Откроется диалоговое окно Swept 3D (криволинейная 3D) на закладке Toolpath parameters (Параметры траектории).

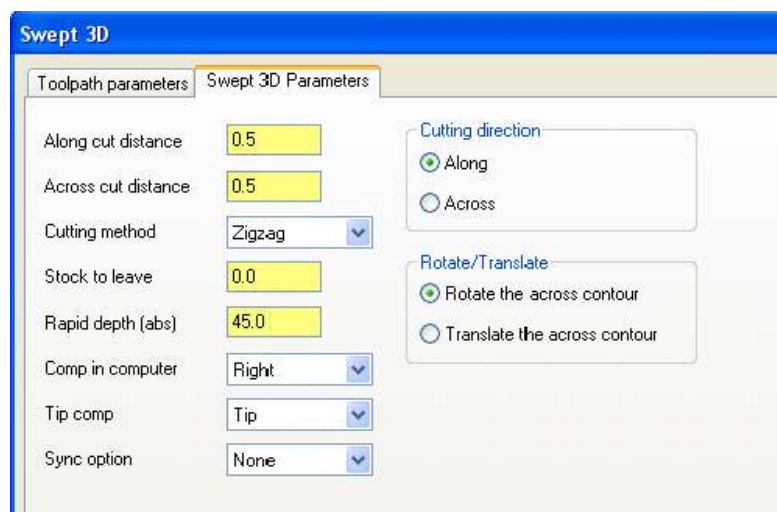


- 11 Выберите из списка инструмент диаметром 4мм с радиусом 0.2мм.

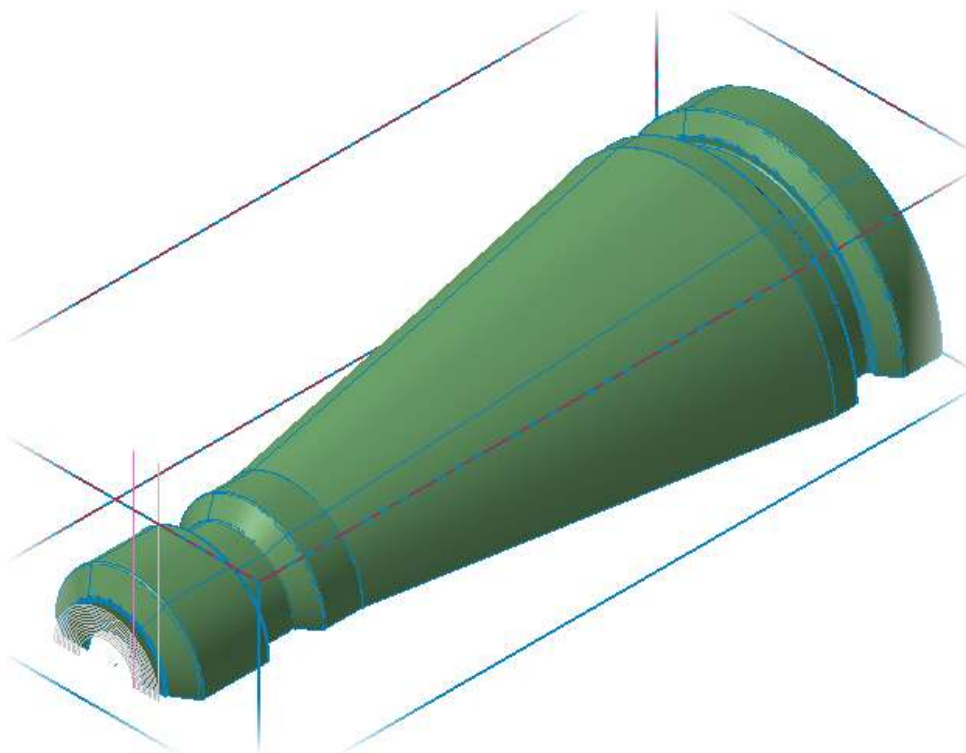


- 12 Перейдите в закладку **Swept 3D Parameters** (криволинейные 3D параметры).

- 13 Установите параметры, показанные на картинке.

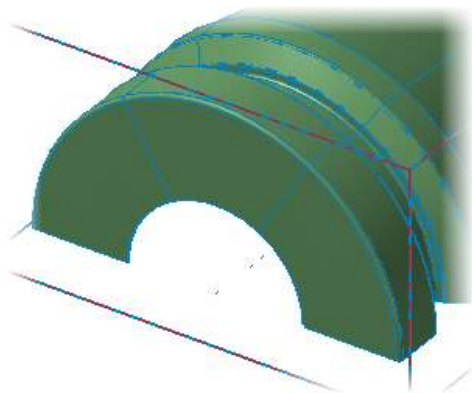


- 14 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию swept 3D (Криволинейная 3D).



- 15 Отключите отображение траектории на экране.
- 16 Сохраните файл.

## Шаг 2: Создание второй траектории Swept 3D



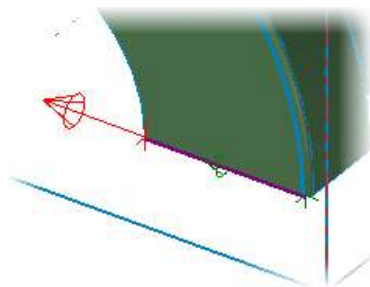
1 Поверните деталь, чтобы увидеть заднюю поверхность. Увеличение облегчит выбор цепочки. Цепочку можно выбрать в изометрической проекции.

2 Выберите **Toolpaths (Траектории)**, **Wireframe (Каркас)**, **Swept 3D (Криволинейная 3D траектория)**.

3 Введите количество поперечных контуров **1** и нажмите **[Enter]**.

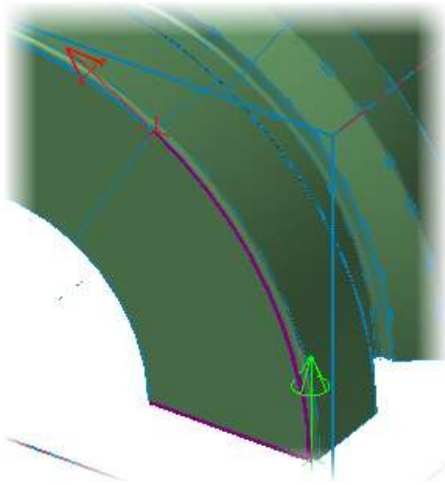
Откроется диалоговое окно chaining (выбор цепочки).

4 Нажмите кнопку **Single (один элемент)**.

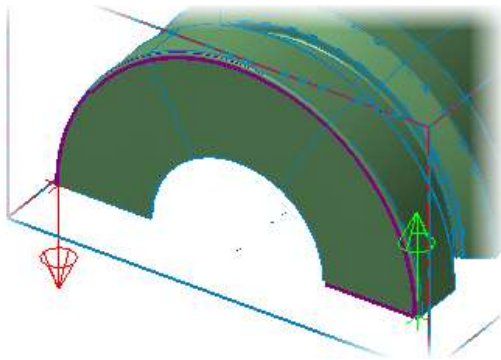


5 Выберите отрезок, как показано на картинке.

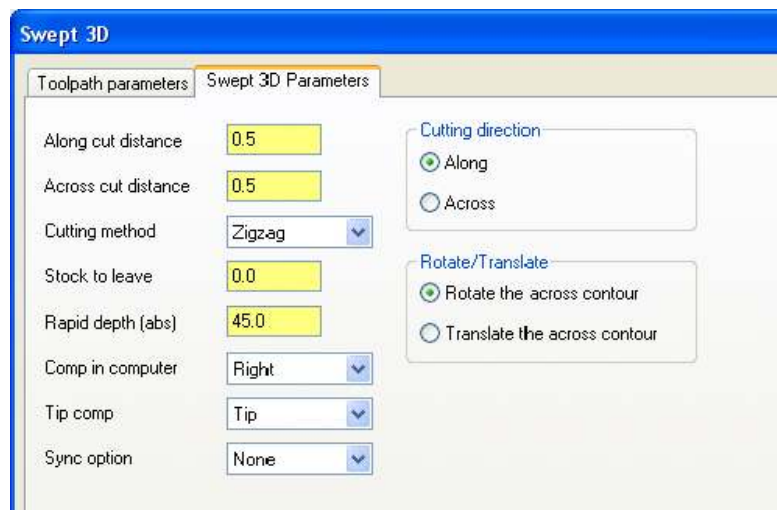
6 Нажмите кнопку **Partial (Частично)** и активизируйте опцию **Wait (Ждать)**.



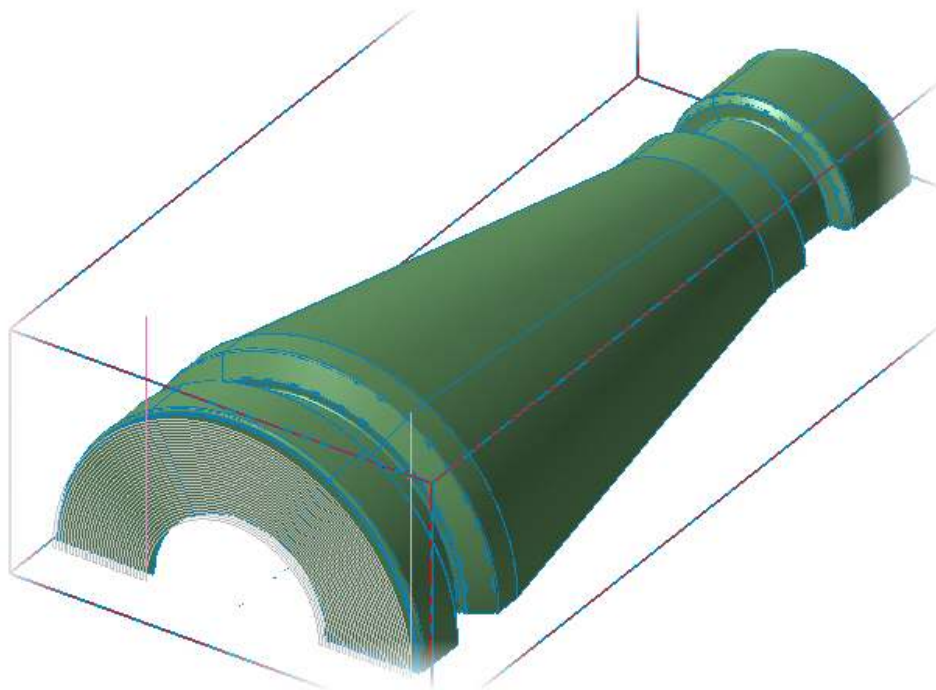
- 7 Выберите дугу продольного контура, как показано на картинке.



- 8 Выберите две оставшиеся дуги так же как и при создании первой траектории.  
Результирующая цепочка показана на картинке.
- 9 Нажмите **ОК** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки).  
Откроется диалоговое окно Swept 3D (Криволинейная 3D) на закладке Toolpath parameters (Параметры траектории).
- 10 Выберите инструмент 4мм с радиусом 0.2мм из списка.
- 11 Перейдите на закладку **Swept 3D Parameters (криволинейные 3D параметры)**.
- 12 Установите параметры, как показано на картинке.



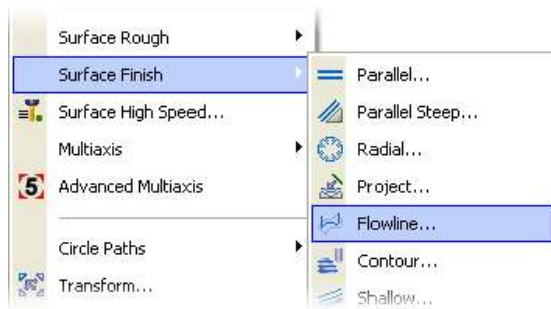
- 13 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию.



- 14 Нажмите правую кнопку в графическом окне и выберите **Isometric (WCS) (Изометрия(РСК))**.
- 15 Отключите отображение траектории на экране.
- 16 Сохраните файл.



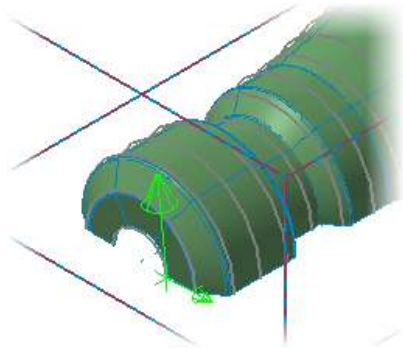
## Шаг 3: Создание траектории Flowline (Потоковая)



- 1 Выберите **Toolpaths (Траектории), Surface Finish (Чистовые поверхностные), Flowline (Потоковая)**.
- 2 Нажмите кнопку **Select last (Предыдущий выбор)**.
- 3 Нажмите **[Enter]** или кнопку **End Selection (Конец выбора)**.



- 4 Нажмите **Flow (Поток)** в диалоговом окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).



- 5 Используйте кнопки в диалоговом окне **Flowline data (Потоковые линии)** и манипулируйте направлением потока обработки. При необходимости измените сторону поверхности, которую необходимо обработать с помощью клавиши **Offset (Смещение)**.

Направление потока обработки должно быть таким, как показано на картинке. Нажмите кнопку **Help** для дополнительной информации.

- 6 Нажмите **OK** в диалоговом окне Flowline data (потоковые линии) и в окне Toolpath/Surface selection (Выбор траектории/поверхности).

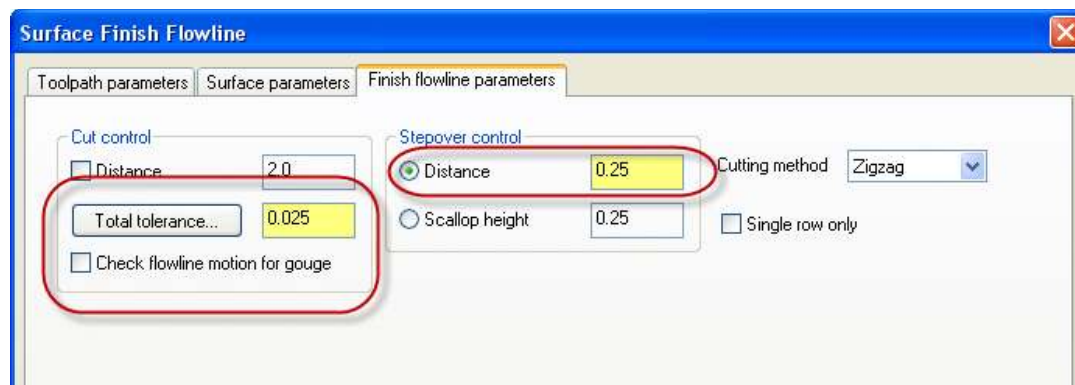
Откроется диалоговое окно Surface Finish Flowline (Поверхностная чистовая потоковая) на закладке Toolpath parameters (Параметры траектории).

- 7 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.

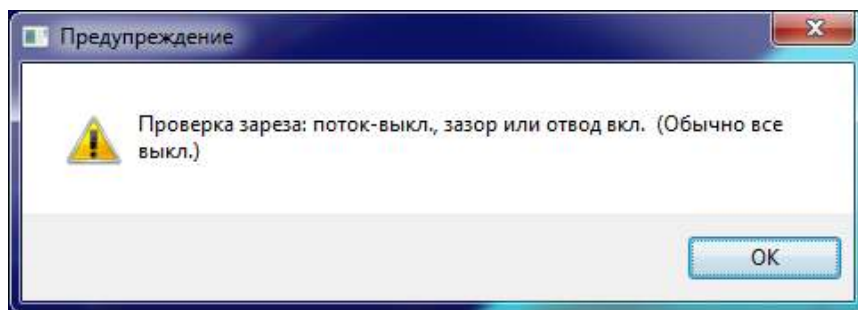
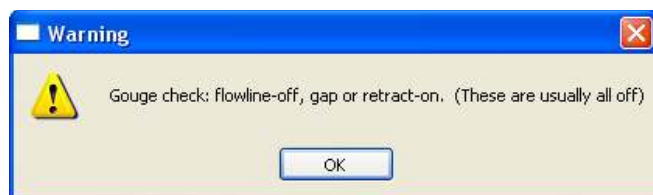
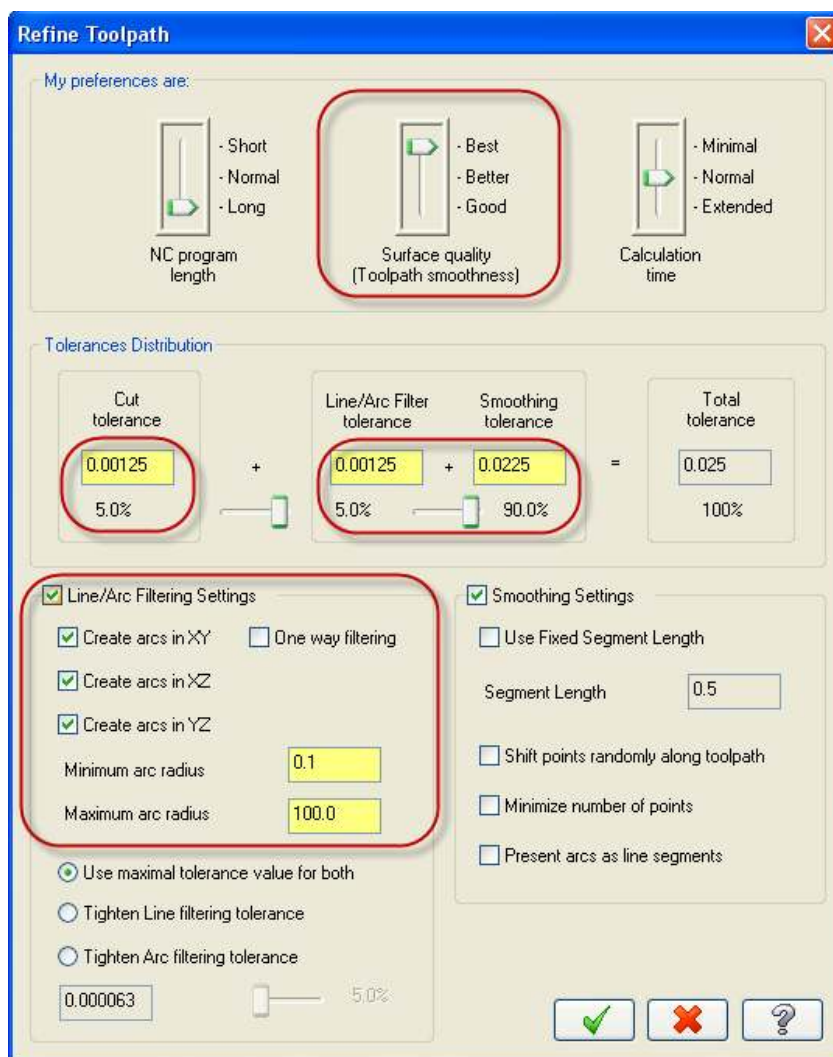
Откроется библиотека инструментов по умолчанию.



- 8 Выберите сферический инструмент диаметром 1 мм и нажмите **ОК**.
- 9 Перейдите на закладку **Surface parameters (Поверхностные параметры)**. Установите припуск на обрабатываемые поверхности **0**.
- 10 Перейдите на закладку **Finish flowline parameters (Чистовые потоковые параметры)**.
- 11 Установите параметры, показанные на картинке.



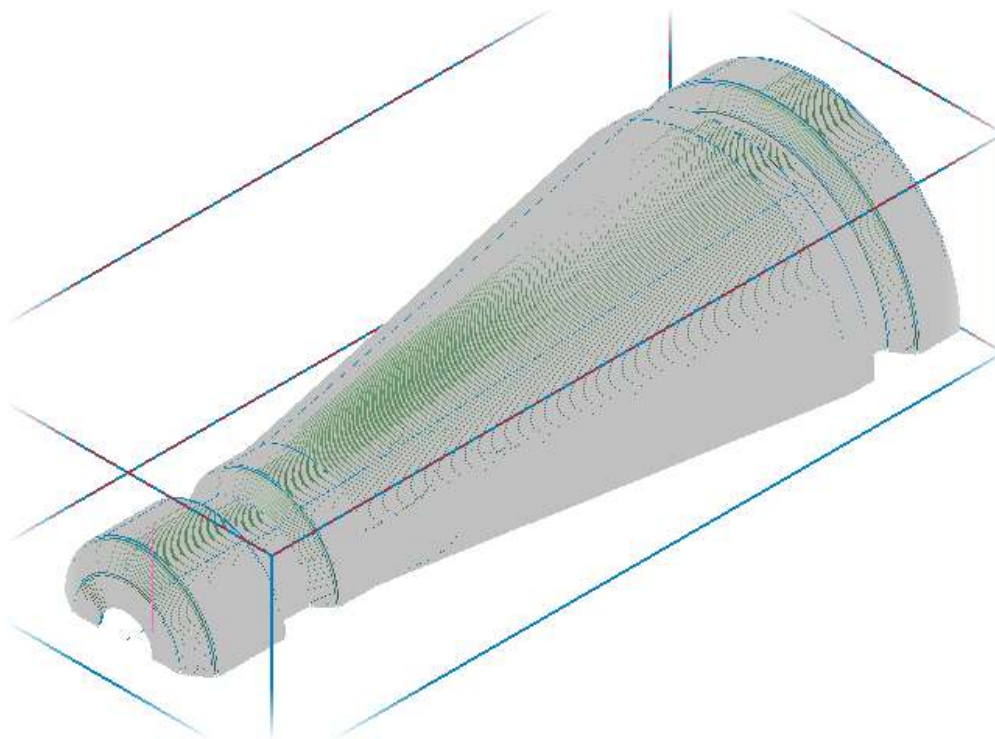
- 12 Нажмите кнопку **Total tolerance (общая точность)** dialog box.
- 13 В окне Refine Toolpath (Оптимизация траектории) установите параметры, показанные на картинке и нажмите **ОК**.



- 14      Нажмите **ОК**.
- Появится окно Warning (Предупреждение).

Предупреждение является результатом отмены опции **Check flowline motion for gouge (Проверка перемещения на зарез)** на закладке Finish flowline parameters (чистовые потоковые параметры) (смотрите шаг 11).

- 15 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию.



- 16 Отключите отображение траектории на экране.

- 17 Сохраните файл.

## У Р О К 5

# Просмотр/Верификация траекторий

Теперь, когда все операции обработки детали готовы, можно их просмотреть и верифицировать. Эти процессы позволяют просматривать и проверять движения инструмента перед обработкой на станке.

# Цели урока

- Просмотр всех траекторий.
- Верификация всех траекторий.

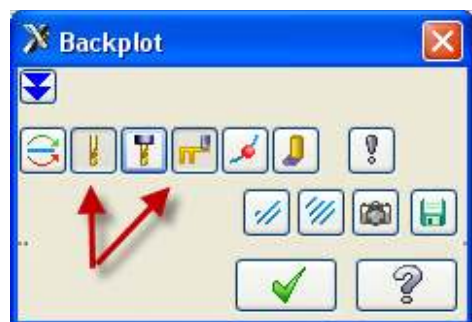
## Шаг 1: Просмотр всех траекторий



- 1 В Менеджере операций нажмите кнопку **Select all operations (Выбрать все операции)**.  
Все операции теперь должны быть помечены зелёной галочкой.



- 2 Нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэклот выбранных операций)** в Менеджере операций.  
Откроется диалоговое окно Backplot (Бэклот) и линейка функции над графической областью.



- 3 В диалоговом окне Backplot (Бэклот) нажмите кнопки **Display tool (Показать инструмент)** и **Display rapid moves (Показать ускоренные перемещения)**.

Это позволит отображать инструмент и ускоренные перемещения на экране во время просмотра.



**Совет:** Для настройки отображения траекторий в функции backplot (бэкплот), можно активизировать другие кнопки в диалоговом окне. Например, можно нажать кнопку **Options (Опции)** и открыть диалоговое окно Backplot Options (Опции бэкплота). Это диалоговое окно позволяет установить различные варианты отображения на экране, например цвет перемещений, инструмента или держателя. Разверните окно бэкплот и получите доступ к информации о координатах или о времени обработки, нажав кнопку с двумя синими стрелками в верхней левой части диалогового окна.

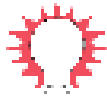


- 4 С помощью кнопок и ползунков на линейке функции просмотрите траектории обработки. Нажав кнопку **Play (Запуск)** (показана выше) начните просмотр операций обработки.

Click the **Help** button on the VCR bar for more information on each of the controls.



- 5 Когда закончите, нажмите **ОК** и выйдите из функции просмотра.



**Совет:** Функция просмотра траекторий легко настраивается. Обратитесь к Mastercam Help для получения подробной информации о кнопках, полях и опциях отображения.

## Шаг 2: Верификация всех траекторий



- 1 Убедитесь, что все операции обработки выбраны и нажмите в Менеджере операций кнопку **Verify selected operations (Верификация выбранных операций)**.  
Откроется диалоговое окно Verify (Верификация).



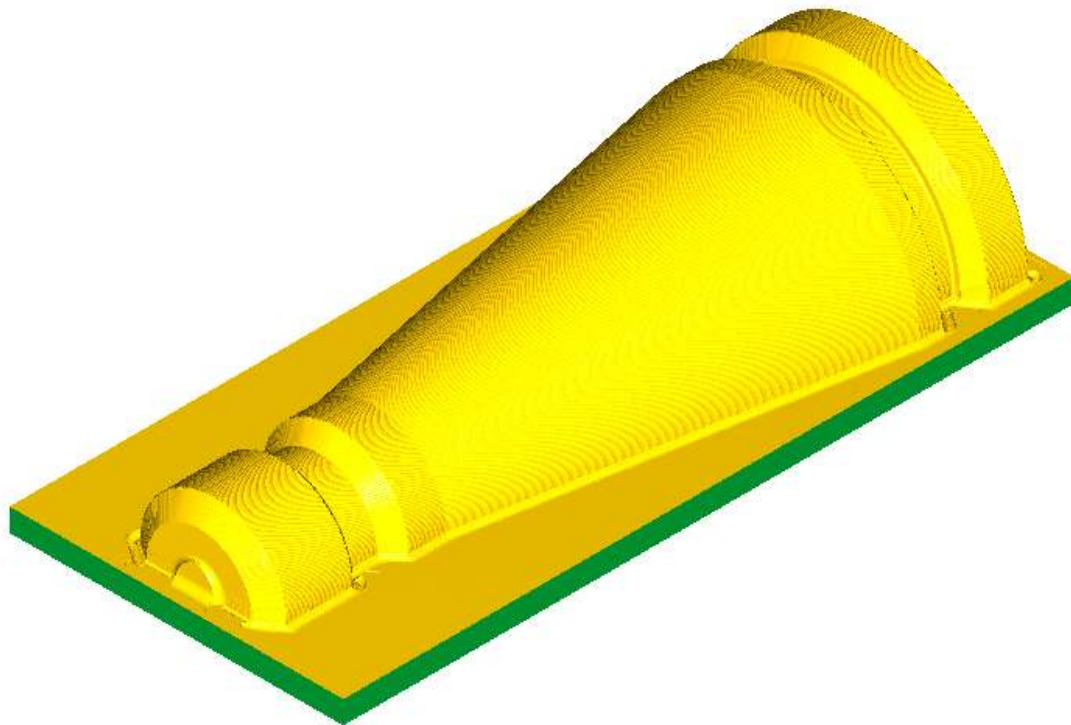
- 2 В диалоговом окне Verify (Верификация) нажмите кнопку **Machine (Обработать)**.  
Начнётся симуляция обработки детали.

---

Совет: Для управления процессом проверки и для настройки верификатора используйте кнопки, поля и другие элементы управления. Для дополнительной информации нажмите кнопку **Help (Справка)**.

---

Когда процесс проверки завершится, деталь должна выглядеть так, как показано на картинке.



## У Р О К 6

# Постпроцессирование траекторий

Траектории должны быть пропущены через постпроцессор, чтобы получить управляющую программу для вашего станка. Этот процесс обычно называется постпроцессированием. Этот урок поможет вам выбрать необходимые операции для постпроцессирования и запустить процесс. Передача управляющей программы в СЧПУ станка является последним шагом в процессе подготовки траекторий обработки в Mastercam.



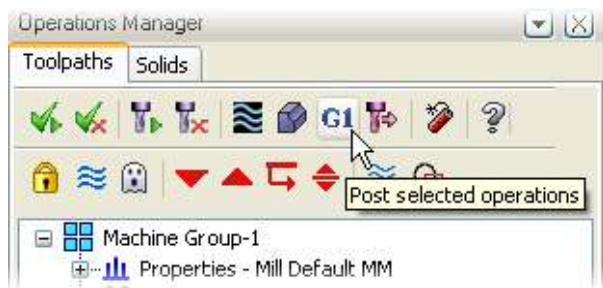
# Цели урока

- Постпроцессирование операций и создание NC файла.

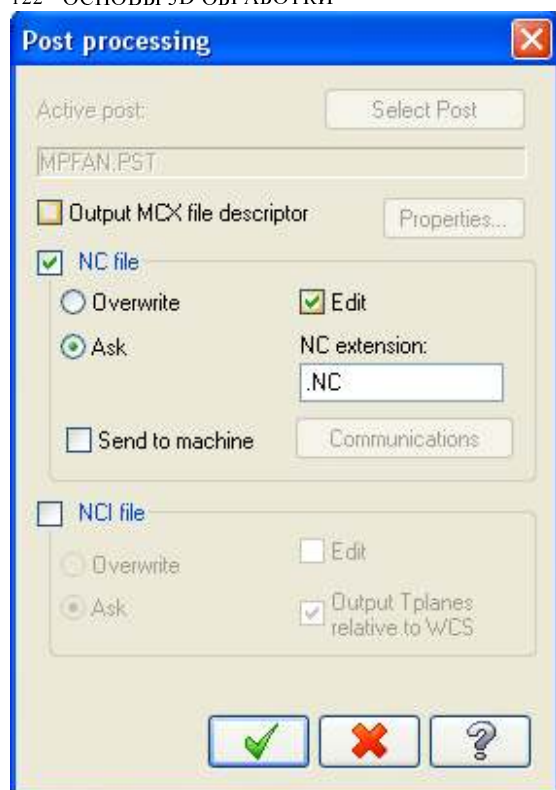
## Шаг 1: Постпроцессирование всех операций



- 1 В Менеджере операций нажмите кнопку **Select all operations (Выбрать все операции)**.



- 2 Нажмите кнопку **Post selected operations (Постпроцессирование выбранных операций)**.  
Откроется диалоговое окно Post processing (Постпроцессирование).



3 Установите опции, показанные на картинке.

4 Нажмите **ОК**.

Откроется диалоговое окно Save As (Сохранить как...).

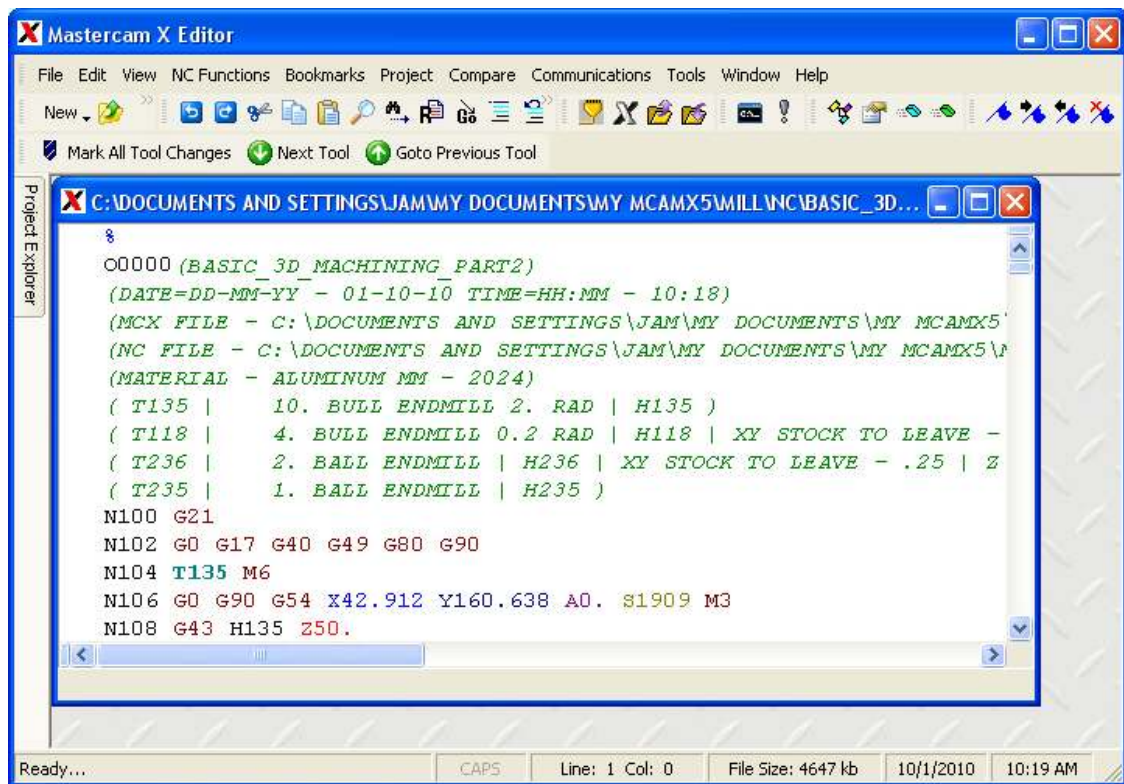
5 Нажмите кнопку **Save** и сохраните файл NC в директорию по умолчанию с рекомендованным именем файла.

---

*Замечания:*

- Постпроцессирование может занять несколько минут. Когда процесс будет завершён, файл NC будет загружен в ваш редактор по умолчанию. Данная обучающая программа использует редактор Mastercam для отображения текста УП.
  - Получение правильного файла управляющей программы NC для вашего станка зависит от правильной настройки файла определения станка, файла определения стойки управления (СЧПУ) и файла .PST. Для дополнительной информации о файлах определения станка, стойки управления и постпроцессировании обратитесь к документации, поставляемой вместе с Mastercam:
    - Mastercam Help
    - Mastercam X5 Reference Guide (choose Reference Guide from the Mastercam Help menu)
    - Mastercam NCI & Parameter Reference Guide (in the Documentation folder under your Mastercam installation folder)
- 

6 Откроется выбранный вами редактор (в данном случае, редактор Mastercam), и код вашей управляющей программы (файл NC) появится на экране (см. картинку).



- 7 Пройдите по тексту файла NC и убедитесь, что каждая строка кода соответствует вашим ожиданиям. При необходимости отредактируйте код и сохраните файл.

# Передача файлов NC на станок

---



Важно: Этот учебник основан на машинном определении по умолчанию (Mastercam Mill Default machine definition) и предназначен только для учебных целей. Здесь нет пошаговых процедур, чтобы получить NC код и передать его в ваш станок, т.к. определение станка и постпроцессор для станка являются настраиваемыми и, скорее всего, отличаются от определения станка, использованного в данном учебнике. Ниже приводится общее описание того, как файл NC передаётся в станок и систему ЧПУ.

---

После того, как файл NC получен, отредактирован и сохранён вы можете настроить коммуникационную программу для передачи файла в станок. Это делается в соответствии с процедурами производителя станка и системы ЧПУ.

После того как система ЧПУ будет готова принять файл NC, отконфигурируйте ваш редактор или коммуникационную программу с системой ЧПУ. Для этого обратитесь к вашей документации коммуникационной программы.

Затем передайте файл NC в систему ЧПУ станка в соответствии с документацией производителя станка и системы ЧПУ. Как только будет настроен процесс коммуникации, процесс приёма/передачи кода файла NC в основном будет управляться системой ЧПУ вашего станка.

Обратитесь к местному дилеру Mastercam для настройки определения вашего станка, постпроцессора, а также для их поддержки.

## Заключение

Поздравляем! Вы завершили работу с учебным пособием *Основы 3D обработки*. Теперь, когда вы получили основные навыки и знания по работе с Mastercam, мы предлагаем изучить другие возможности и функции. Пожалуйста, свяжитесь с Вашим авторизованным реселлером Mastercam для дальнейшего обучения.