

Динамическое фрезерование

Январь 2011

Учебное пособие для начинающих

Mastercam® X5 Dynamic Milling

Дата: Январь 2011

Copyright © 2011 CNC Software, Inc.— Все права защищены.

Выпуск: Январь 2011

Программное обеспечение: Mastercam X5

Номер раздела: X5-PDF-TUT-DM

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/

Содержание

Введение	6
▶ Цели обучения.....	7
▶ Общие требования.....	8
1. Обзор траекторий динамического фрезерования (Dynamic Milling)	9
▶ Выбор цепочки для динамических траекторий	9
▶ Динамическая очистка области (Dynamic Area Mill)	10
▶ Динамическая дообработка (Dynamic Rest Mill)	11
▶ Динамическая выступов (Dynamic Core Mill)	11
▶ Динамическая контурная (Dynamic Contour).....	12
▶ Параметры динамического фрезерования.....	12
2. Выбор цепочки и способов входа	14
▶ Цели урока.....	14
▶ Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории	14
▶ Шаг 2: Создание динамической траектории	15
▶ Шаг 3: Добавление геометрических цепочек.....	18
▶ Шаг 4: Выбор метода входа	21
3. Траектория Динамическая очистка области (Dynamic Area Mill)	24
▶ Цели урока.....	24
▶ Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории	24
▶ Шаг 2: Создание траектории Dynamic Area Mill	

(Динамическая очистка области)	25
▶ Шаг 3: Создание траектории Pocket (Карман)	29
▶ Шаг 4: Сравнение операций	31
4. Траектория Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка)	35
▶ Цели урока	35
▶ Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории	35
▶ Шаг 2: Создание траектории Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка)	36
▶ Шаг 3: Создание траектории Rest Mill (Дообработка)	39
▶ Шаг 4: Сравнение операций	40
5. Траектория Dynamic Core Mill (Динамическая обработка выступов)	43
▶ Цели урока	43
▶ Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории	43
▶ Шаг 2: Создание траектории Dynamic Core Mill (Динамическая выступов)	44
▶ Шаг 3: Создание траектории Pocket (Карман)	47
▶ Шаг 4: Сравнение операций	49
6. Траектория Dynamic Contour (Динамическая контурная)	52
▶ Цели урока	52
▶ Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории	52
▶ Шаг 2: Создание траектории Dynamic Contour (Динамическая контурная)	53
▶ Шаг 3: Создание траектории Contour (Контур)	56

▶ Шаг 4: Сравнение операций.....	
.....	58
Заключение	59
▶ Документация Mastercam.....	60

В В Е Д Е Н И Е

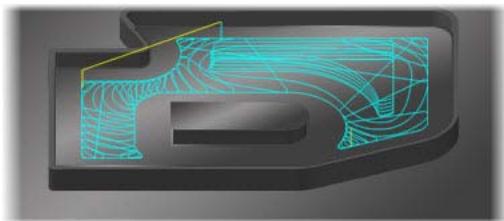
2D высокоскоростные динамические траектории позволяют с максимальной эффективностью использовать при фрезеровании всю длину режущей части инструмента. Новые траектории предназначены для максимального удаления материала при одновременном сведении к минимуму износа инструмента.

Используйте новые траектории и получайте дополнительную выгоду:

- Увеличение времени использования инструмента
- Минимальный нагрев
- Эффективное удаление стружки

Данное учебное пособие познакомит вас со всеми высокоэффективными динамическими 2D траекториями, которые доступны в Mastercam X5.

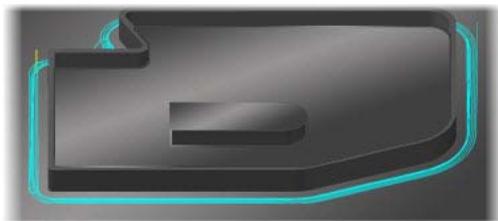
Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области)—используется для выборки материала в кармане. В траектории используется одна или несколько цепочек. Цепочка, которая охватывает большую 2D область, является границей траектории, все последующие цепочки считаются островами. Используйте Dynamic Area Mill для деталей, которые обычно обрабатываются с помощью траектории Pocket (Карман).



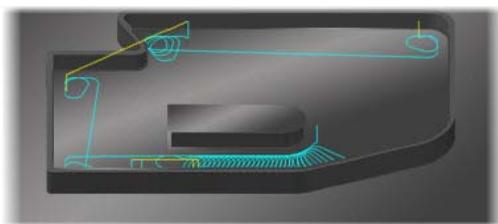
Dynamic Core Mill (Динамическая обработка выступов)—используется для обработки открытых карманов или выступов. При этом наружная цепочка определяет границу заготовки. Инструмент свободно перемещается за пределы границы заготовки. Используйте Dynamic Core Mill для обработки наружных плоскостей детали.



Dynamic Contour (Динамическая контурная)—используется для удаления материала вдоль стенок, поддерживаются открытые и закрытые цепочки. Динамические движения используются в областях, где осталось много материала. Хороший результат даёт при обработке вдоль контура, который содержит малые радиуса.



Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка)—используется для удаления материала, который остался после предыдущих операций. Динамические движения позволяют быстро удалить материал, оставшийся после предыдущих операций или после обработки большим диаметром инструмента. Используйте Dynamic Rest Mill для удаления оставшегося материала в углах или в узких местах, недоступных для обработки в ходе предыдущих операций.



Цели обучения

- Преимущества и использование динамических траекторий (Dynamic)
- Назначение цепочек и специфических методов врезания в материал
- Создание основных динамических траекторий (Dynamic)
- Сравнение и сопоставление динамических (Dynamic) и других траекторий



Важно: Цвета экрана на картинках изменены для повышения качества изображения; они могут не соответствовать вашим настройкам. Цветовые различия не влияют на учебный материал и результаты.

Общие требования

У обучающей программы есть следующие требования:

- Вы должны знать операционную систему Windows®.
- Обучающие программы не могут использоваться с Mastercam Demo/Home Learning Edition. Формат файлов Demo/HLE (EMCX-5) отличается от формата файлов Mastercam (MCX-5), а также отсутствует ряд базовых функций, например, постпроцессинг.
- Поскольку каждый урок в обучающей программе основывается на уровне знаний предыдущего урока, мы рекомендуем, чтобы вы завершали их по порядку.
- Для учебных пособий серий *Focus* и *Exploring* требуется, как минимум, освоение базовых навыков Mastercam с помощью серии *Getting Started Series* (для начинающих). Знания общих принципов обработки и практические навыки также необходимы.
- У вас должно быть установлено место Mastercam X4 Design или выше для завершения большинства примеров из *Getting Started (начальной)* серии.
- Для учебного пособия *Basic 2D Machining* (Основы 2D обработки) необходимо, как минимум, рабочее место Mill Entry или Router Entry.
- Для учебного пособия *Basic 3D Machining* (Основы 3D обработки) необходимо рабочее место Mill Level 3 или Router Pro.
- Учебные пособия могут сопровождать файлы. Если учебник не содержит конкретные инструкции, где разместить эти файлы, то можно разместить их в любом другом месте, которое вы предпочитаете.
- Все учебные пособия Mastercam требуют конфигурацию по умолчанию в метрических или дюймовых единицах. Учебники содержат инструкции по загрузке того или иного файла конфигурации.

У Р О К 1

Обзор траекторий динамического фрезерования (Dynamic Milling)

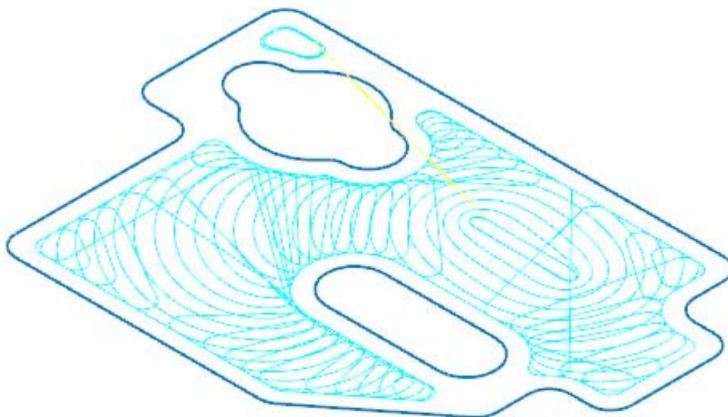
Набор 2D BCO (2D HST) траекторий содержит следующие типы, которые используют динамические движения:

- Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области)
- Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка)
- Dynamic Core Mill (Динамическая выступов)
- Dynamic Contour (Динамическая контурная)

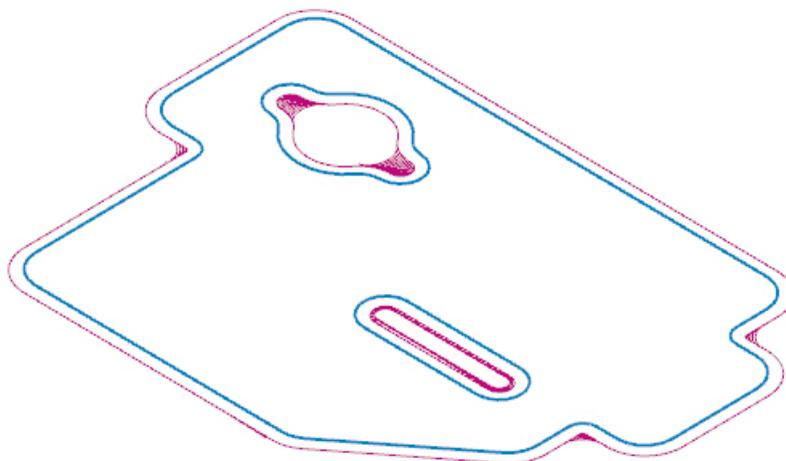
Динамические траектории используют всю длину режущей части инструмента и, по возможности, сводят к минимуму износ инструмента. Этот метод позволяет быстро и эффективно удалить максимальное количество материала и, в тоже самое время, продлить срок службы инструмента.

Выбор цепочки для динамических траекторий

Траектории Dynamic Area (Динамическая очистка области), Dynamic Core (Динамическая выступов) и Dynamic Rest (Динамическая дообработка) используют свой, уникальный способ выбора цепочки. Для того, чтобы траектории были созданы, необходимо иметь, по крайней мере, одну замкнутую цепочку, которая охватывает большую 2D область и считается границей траекторий. Все остальные цепочки используются в качестве геометрии островов. Исключением может быть открытая цепочка, которая используется для одного из методов врезания в материал.



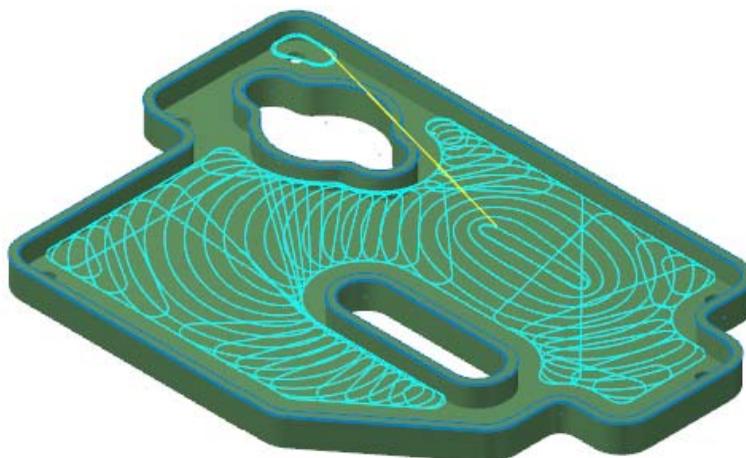
Траектория Dynamic Contour (Динамическая контурная) не требует замкнутой цепочки для расчёта. Вся геометрия используется для расчёта перемещений инструмента.



Варианты выбора цепочек будут рассмотрены в течении последующих уроков.

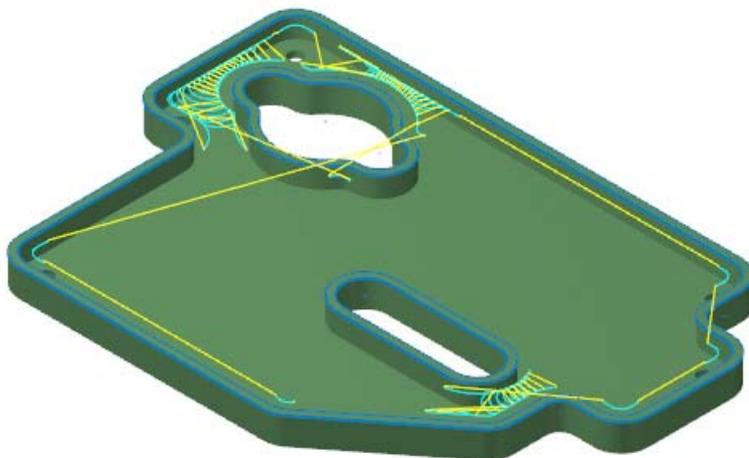
Динамическая очистка области (Dynamic Area Mill)

Траектория Dynamic area mill (Динамическая очистка области) использует динамические движения для удаления материала в карманах. Выбирается наружная граница; добавляется геометрия островов, выступов; определяется инструмент, вводятся параметры, определяется метод врезания и значения для холостых перемещений; затем генерируется траектория. Материал удаляется с помощью проходов изнутри-наружу высокоэффективным способом.



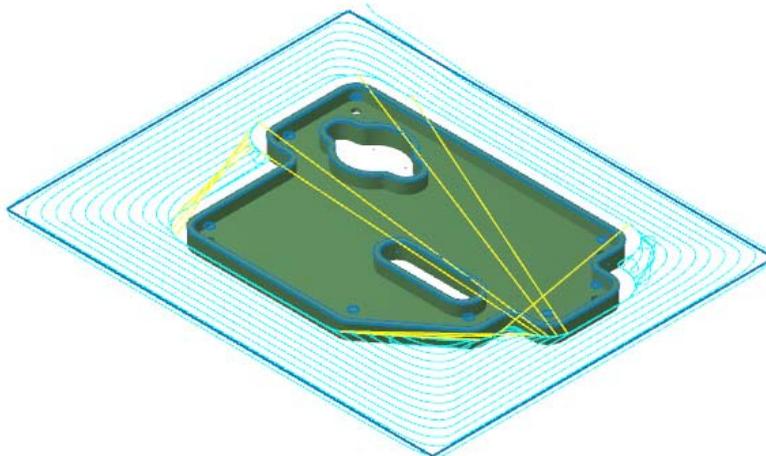
Динамическая дообработка (Dynamic Rest Mill)

Траектория Dynamic rest mill (Динамическая дообработка) использует динамические движения для удаления материала, оставшегося после предыдущих операций. Материал, который необходимо удалить, рассчитывается с учётом предыдущих операций или с учётом предыдущего, чернового диаметра инструмента. Динамические движения создаются только в тех зонах, где остался материал.



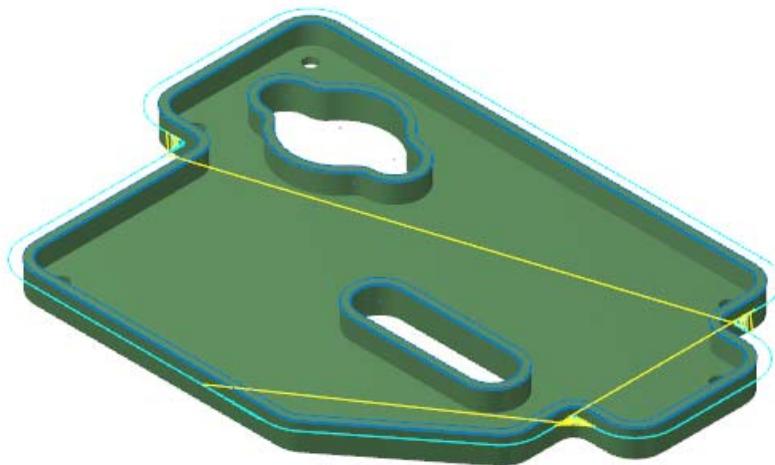
Динамическая выступов (Dynamic Core Mill)

Траектория Dynamic core mill (Динамическая выступов) использует динамические движения для обработки плоских участков вокруг островов с максимальной эффективностью. Материал удаляется с помощью проходов снаружи-внутрь. При этом создаётся траектория с перемещениями, выходящими за пределы наружной границы.



Динамическая контурная (Dynamic Contour)

Траектория Dynamic contour (Динамическая контурная) создаёт знакомую операцию прохода по контуру с использованием динамических перемещений и имеет специальные опции для задания параметров, влияющих на создание таких перемещений. Динамические перемещения препятствуют чрезмерному износу инструмента при обработке углов с малыми радиусами. Кроме того, имеются параметры, которые используются при определении оставшегося припуска и влияют на количество дополнительных проходов вдоль стенок.



Параметры динамического фрезерования

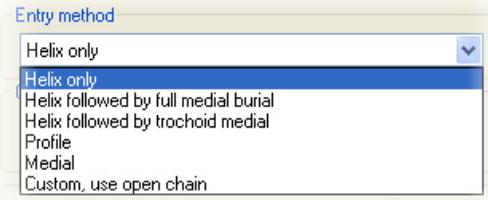
Вот несколько опций, которые отличают траектории динамического фрезерования от стандартных 2D VCO (2D HST) траекторий.

- Микроподъём
- Методы входа
- Поддачи/скорости подвода
- Контур стенки

Опция Micro lift (Микроподъём) позволяет инструменту приподниматься над плоскостью обработки в той части траектории, где нет удаления материала. Это преимущество позволяет улучшить процесс удаления стружки, а также избежать избыточного нагрева инструмента. Вы можете задать величину Micro lift distance (Величина микроподъёма) и величину поддачи на обратных перемещениях Back federate (Обратная подача).



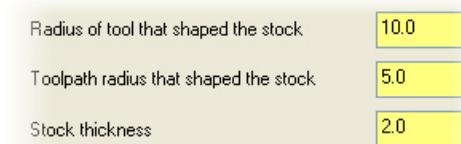
Траектория Dynamic Atea Mill (Динамическая очистка области) предлагает несколько способов входа инструмента в материал. Есть несколько вариантов: от спирального врезания с петлеобразными перемещениями по центральному контуру до перемещения по выбранной пользователем открытой цепочке. Справка Mastercam содержит подробную информацию о каждой из следующих методов: только спираль; спираль затем полный проход; спираль затем средняя трохоида; профиль; середина; пользовательский, использующий открытую цепочку.



Используйте поля в разделе Entry feeds/speeds (Поддачи/скорости подвода), чтобы избежать слишком большой нагрузки на инструмент при врезании. Установите короткий промежуток времени после врезания Dwell before cut spindle speed (Пауза перед рабочей S шпинделя) для достижения необходимой скорости вращения шпинделя перед процессом удаления материала.



Параметры на странице Contour wall (Контур стенки) в траектории Dynamic Contour (Динамическая контурная) предоставляют информацию об оставшемся припуске после предыдущих операций. Эти значения помогают рассчитать наиболее эффективные перемещения для удаления материала вдоль стенок.



Динамические траектории создают эффективные перемещения, базируясь на выбранных цепочках. Они являются частью набора 2D VCO (2D HST) траекторий и имеют с ними много общего, но отличаются своими специфическими параметрами. Они являются новым вариантом в дальнейшем развитии высокоскоростных методов обработки, которые предлагает разработчик Mastercam.

Создание и анализ движений динамических траекторий – это лучший способ узнать об их преимуществах и использовании. Перейдите ко второму уроку и вы узнаете о порядке выбора цепочек и способов входа инструмента в материал, а также о том, какое влияние они оказывают на траекторию.

УРОК 2

Выбор цепочки и способов входа

В первом уроке представлен краткий обзор динамических траекторий и некоторых параметров. Данный урок посвящен выбору цепочек и способов входа в материал с использованием простых примеров. Демонстрируемые в уроке методы и способы могут быть легко применены для обработки более сложных деталей, с которыми вы ежедневно работаете. Упрощенные методы выбора геометрии и задания параметров помогут понять главные преимущества динамических траекторий.

Подробные инструкции о том, как выбрать определение станка, изменить графический вид, конструкционный план, задать слой, а также просмотр траекторий, не представлены в данном материале. Пожалуйста, если вы не знакомы с этими понятиями, просмотрите другие учебные пособия из серии для начинающих (например такие, как Работа в графическом окне Mastercam, Основы 2D моделирования и Основы 2D обработки).

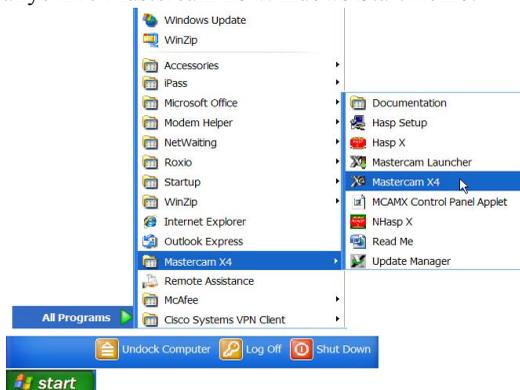
Цели урока

- Выбор метрической конфигурации Mastercam
- Открытие файла
- Создание динамической траектории
- Задание геометрии, изменение параметров и просмотр движений инструмента

Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории

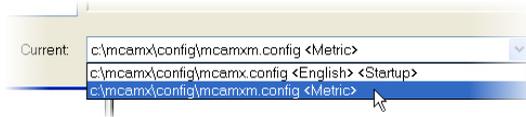
1 Запустите Mastercam, используя следующие методы:

- ♦ Два раза кликните на иконку Mastercam.
- или
- ♦ запустите Mastercam из Windows Start меню.



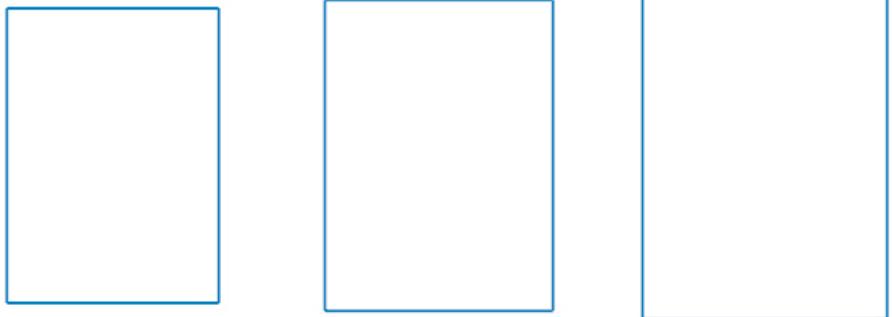
2 Выберите метрический конфигурационный файл по умолчанию:

- a Выберите **Settings (Настройки), Configuration (Конфигурация)** в меню Mastercam.



- b Из выпадающего списка **Current (Текущий)** выберите **...\mcamxn.config <Metric>**.
 c Нажмите **ОК**.

- 3 Откройте файл **Chaining_Examples.MCX-5**, который сопровождает данное учебное пособие.



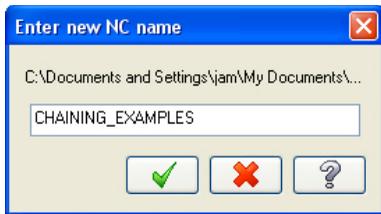
- 4 Выберите определение фрезерного станка по умолчанию.
 5 Разверните геометрию на весь экран, нажав клавиши [**Alt+F1**] или кнопку **Fit (в размер окна)** под главным меню.
 6 Выберите в главном меню **File (Файл), Save As (Сохранить как)**, и сохраните файл под другим именем. Это защитит оригинальный файл учебника от перезаписи.

Шаг 2: Создание динамической траектории

Для демонстрации выбора цепочки и способов входа в материал будет использована траектория Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области). Эти же принципы применяются и в других динамических траекториях.

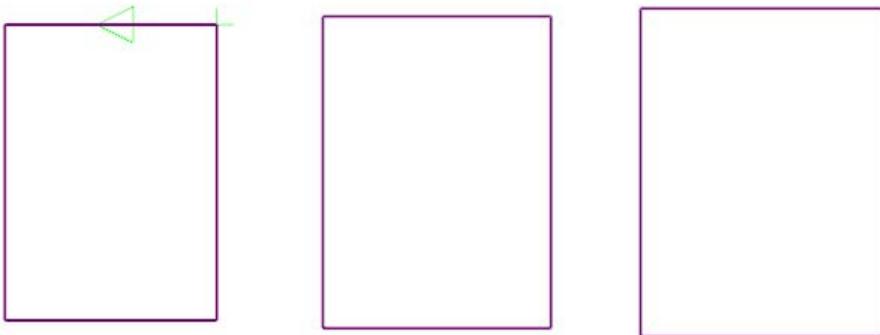


1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), 2D High Speed (2D ВСО)**.

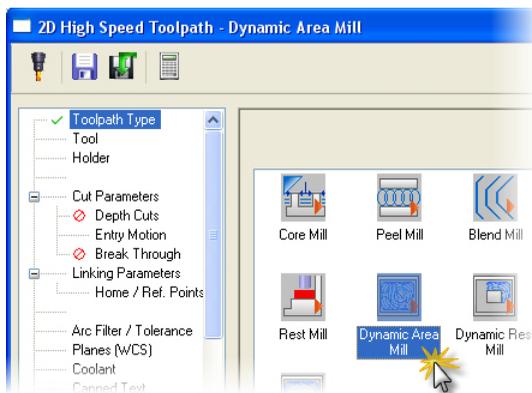


2 Нажмите **ОК** если появится запрос имени NC файла.

3 Выберите три цепочки в направлении против часовой стрелки.



4 Нажмите **ОК** в диалоговом окне выбора цепочки. Откроется страница траекторий.



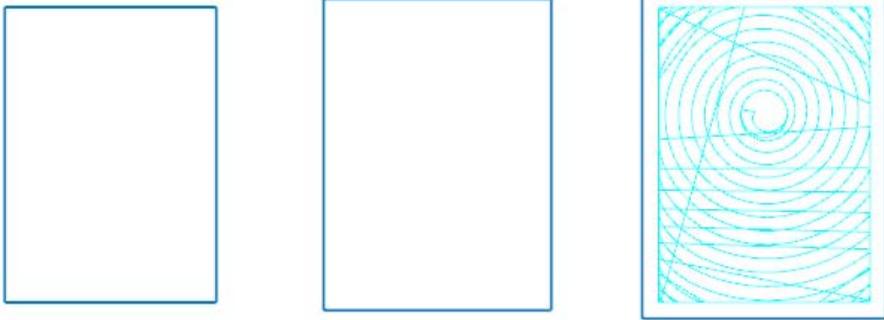
- 5 Выберите **Dynamic Area Mill** (Динамическая очистка области).
- 6 Выберите страницу **Tool** (Инструмент).

Select library tool...

- 7 Нажмите кнопку **Select library tool** (Инструмент из библиотеки). Откроется диалоговое окно выбора инструмента из библиотеки, заданной в определении станка.

125	7. BULL ENDMILL 2. ...	7.0	2.0	50.0
126	7. BULL ENDMILL 3. ...	7.0	3.0	50.0
127	8. BULL ENDMILL 1. ...	8.0	1.0	50.0
128	8. BULL ENDMILL 2. ...	8.0	2.0	50.0
129	8. BULL ENDMILL 3. ...	8.0	3.0	50.0

- 8 Выберите фрезу диаметром 8мм с радиусом 1.0мм и нажмите **ОК**.
- 9 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию. Просмотрите траекторию. Если необходимо, запустите функцию просмотра Backplot (Бэклоп).



10 Сохраните файл.

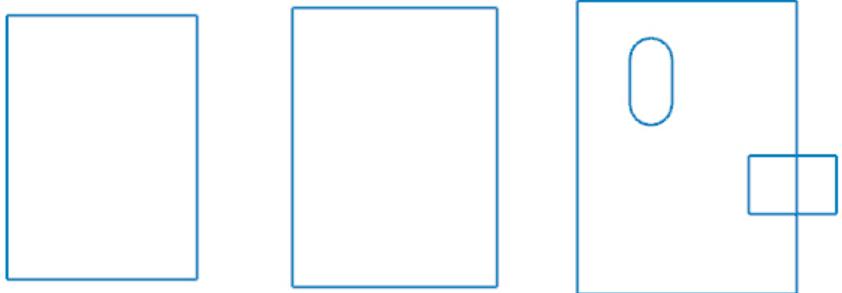
Траектория создаётся внутри цепочки, которая охватывает максимальную 2D область. Динамические траектории определяют максимальную 2D область. Остальные области, как было указано в первом уроке, не обрабатываются. Однако результат может быть неожиданным для вас.

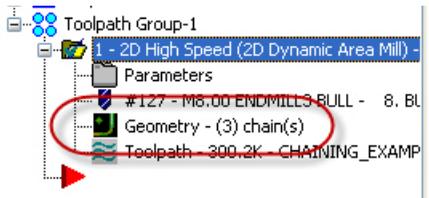
Совет: Используйте **Analyze (Анализ)**, **Volume/Area (Объём/Площадь)**, **2D Area (2D Площадь)** для определения площади областей внутри цепочек.



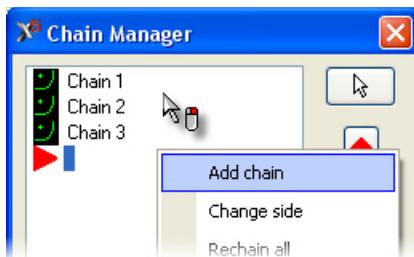
Шаг 3: Добавление геометрических цепочек

1 Используйте менеджер слоёв, чтобы сделать слой **2:Avoidance wireframe** видимым.

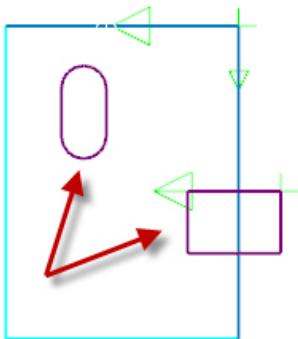




- Нажмите на строку **Geometry (Геометрия)** в операции 1. Откроется диалоговое окно Chain Manager (Менеджер цепочки).



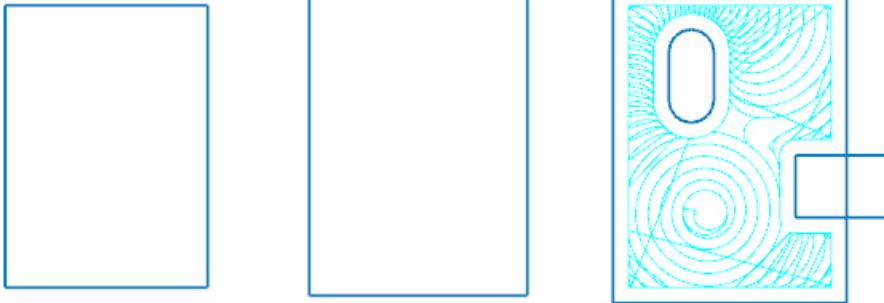
- Нажмите в окне правую кнопку и выберите **Add chain (Добавить цепочку)**.



- Добавьте две новые цепочки, как показано на рисунке. Направление не имеет значения.
- Нажмите **ОК** в окне Chain Manager (Менеджер цепочки).



- 6 Нажмите в Менеджере операций кнопку **Regenerate all dirty operations (Регенерировать все грязные операции)**.
- 7 Если необходимо, запустите функцию просмотра Backplot (Бэкплот).



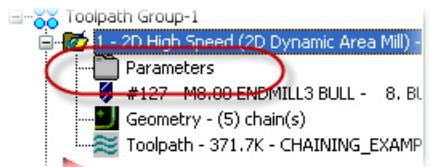
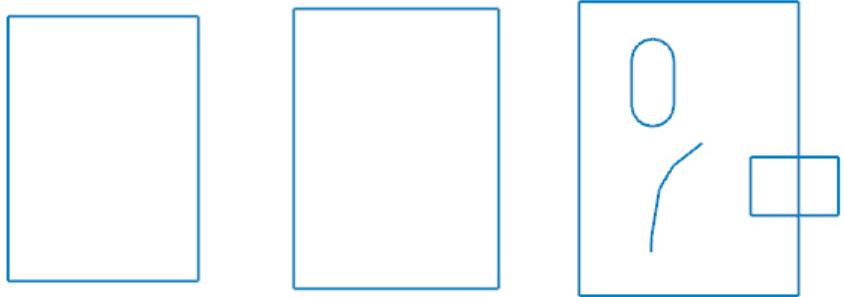
- 8 Сохраните файл.

Т.к. площадь внутри добавленных цепочек меньше чем площадь внутри первой цепочки, то в траектории появились острова, которые ограничили зону обработки. Обратите внимание на небольшой прямоугольник, который перекрывает наружную границу обработки и выходит за её пределы. При использовании стандартной траектории обработки кармана (pocket) от вас потребовалось бы обрезать геометрию и выбрать ограничивающую цепочку снова. Динамические траектории предоставляют вам возможность ограничить зону обработки путём простого выбора дополнительной цепочки.

Например, вы можете нарисовать простой прямоугольник, который ограничит зону, где установлен прижим для фиксации вашей детали на рабочем столе станка. Затем вы просто добавляете новую цепочку и пересчитываете траекторию обработки. При этом нет необходимости изменять исходную геометрию детали.

Шаг 4: Выбор метода входа

- 1 Используйте Менеджер слоёв, чтобы сделать видимым слой **4:Entry curve**.



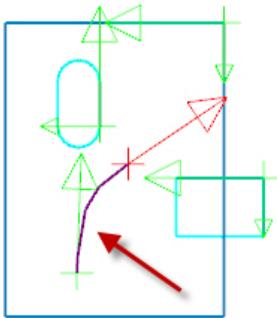
- 2 Нажмите на строку **Parameters** в операции 1. Откроется диалоговое окно траектории Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области).
- 3 На странице Подход есть выпадающий список в меню **Entry Motion (Метод входа)**.



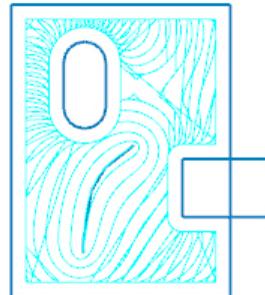
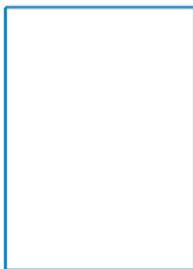
- 4 Выберите **Custom, use open chain (Пользовательский, использующий открытую цепочку)**.



- 5 Нажмите кнопку **Select (Выбор)**. Появится диалоговое окно выбора цепочки.
- 6 Нажмите в окне правую кнопку мыши и выберите **Add chain (Добавить цепочку)**.



- 7 Выберите открытую цепочку как показано на картинке.
- 8 Нажмите **ОК** в диалоговом окне выбора цепочки и в окне Менеджера цепочек, а также подтвердите ваш выбор, нажав **ОК** в диалоговом окне траектории Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области).
- 9 Нажмите кнопку **Regenerate all dirty operations (Регенерировать все грязные операции)** в Менеджере операций (Toolpath Manager).
- 10 При необходимости запустите Backplot (Бэклоп). Обратите внимание, как инструмент входит в материал.



- 11 Сохраните ваш файл.

Методы входа предоставляют несколько способов, с которых начинается удаление материала на ваших деталях. Эти способы будут рассмотрены в следующих уроках. Если вы хотите узнать больше о методах входа инструмента в материал, воспользуйтесь файлами помощи Mastercam'a.

На этом этапе вы увидели, как быстро и легко можно внести значительные изменения в траекторию движения инструмента. Вы можете потратить несколько минут, чтобы изменить методы входа, добавить или удалить цепочки и просмотреть результат, используя функцию backplot (бэкплот). Затем, для более глубокого изучения траектории Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области), перейдите к третьему уроку.

УРОК 3

Траектория Динамическая очистка области (Dynamic Area Mill)

В уроке 2 вы рассмотрели варианты выбора цепочек для динамических траекторий и, в дополнение, кратко рассмотрен вариант входа инструмента в материал. В центре внимания данного урока – создание траектории dynamic area mill (динамическая очистка области). Траектория обработки кармана (pocket) будет создана для сравнения с динамической траекторией.

Цели урока

- Открытие файла детали
- Создание траектории dynamic area mill (динамическая очистка области)
- Создание траектории pocket (карман)
- Сравнение двух траекторий

Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории

- 1 Откройте файл Dynamic_Area_Mill.MCX-5, который сопровождает учебное пособие.



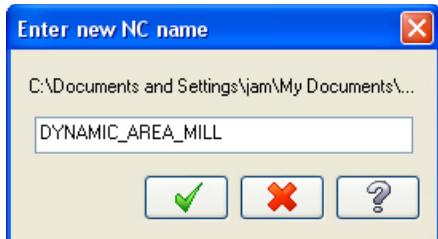
- 2 Выберите метрическое определение станка по умолчанию.
- 3 Выберите графический вид **Isometric (WCS) (Изометрия (PCK))** из меню Gview (Гр. Вид).
- 4 При необходимости закрасьте деталь, нажав клавиши [Alt+S].
- 5 Увеличьте геометрию в размер окна, нажав клавиши [Alt+F1] или кнопку **Fit (В размер окна)**.

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

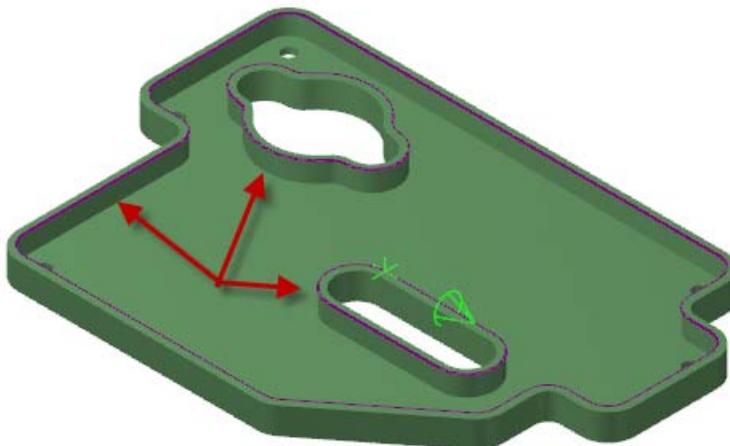
Шаг 2: Создание траектории Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области).



- 1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), 2D High Speed (2D BCO)**.



- 2 Нажмите **ОК** и, если появится запрос, введите имя NC файла.
- 3 Задайте цепочки, как показано на картинке.



4 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Выбор цепочки.



5 Выберите на странице траекторий траекторию **Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области)**.

6 Зайдите на страницу **Tool (Инструмент)**.

Select library tool...

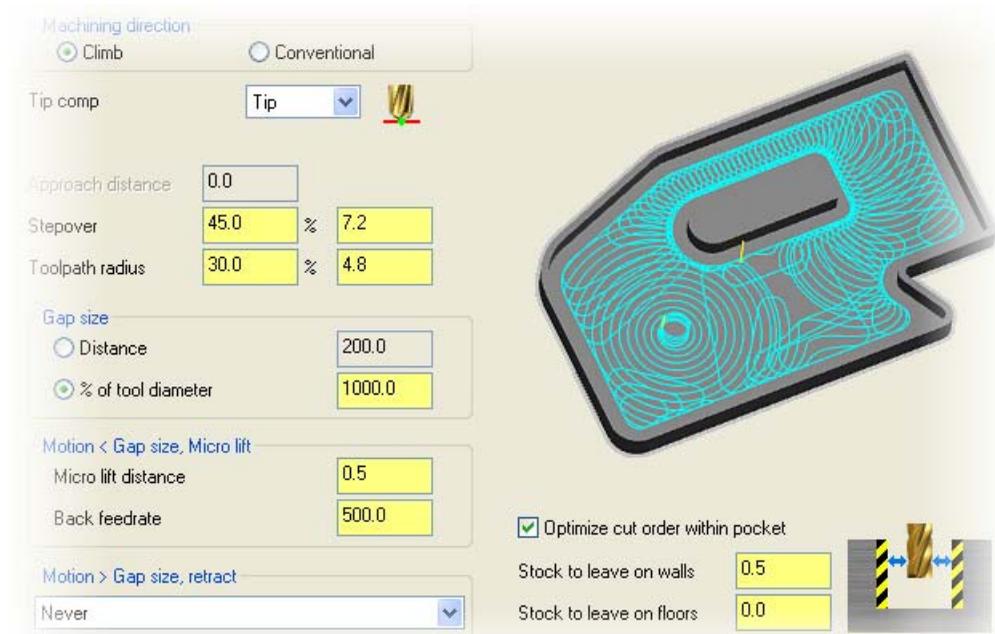
7 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**. Откроется библиотека инструментов, заданная в определении станка.

223	14. FLAT ENDMILL	14.0	0.0	50.0
224	15. FLAT ENDMILL	15.0	0.0	50.0
225	16. FLAT ENDMILL	16.0	0.0	50.0
226	17. FLAT ENDMILL	17.0	0.0	50.0
227	18. FLAT ENDMILL	18.0	0.0	50.0

8 Выберите концевую фрезу диаметром 16мм и нажмите **ОК**.

9 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**.

10 Установите параметры, как показано на картинке ниже.



Используйте микроподъём (Micro lift), чтобы приподнять инструмент над обрабатываемой плоскостью на холостых перемещениях. Микроподъём увеличивает время, в течении которого инструмент и деталь не нагреваются. Это увеличит срок службы инструмента.



Совет: Нажмите кнопку **Help (Помощь)**, чтобы получить дополнительную информацию об отдельных параметрах, а также о том, как они повлияют на траекторию.

- 11 Перейдите на страницу **Entry Motion (Подход)**.

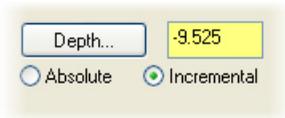


- 12 Выберите метод **Profile (Профиль)** из выпадающего меню Entry method (Метод входа).



- 13 Введите величину **1.0** мм в поле Z clearance (Z клиренс) и **2.0** градуса в поле Plunge angle (Угол врезания).

14 Перейдите на страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)**.



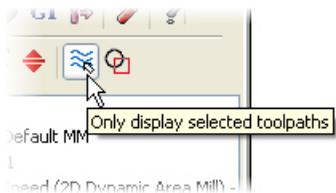
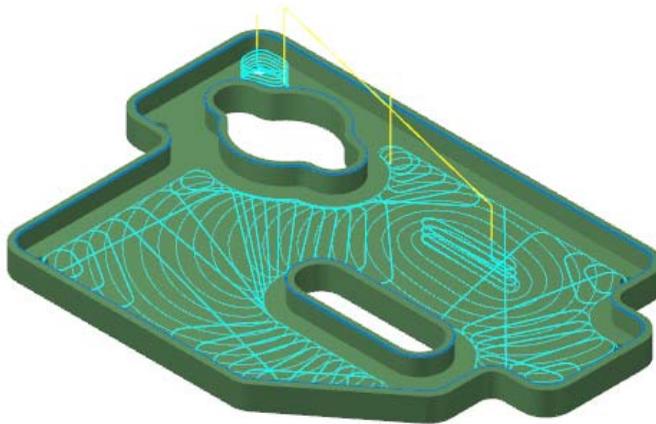
15 Введите величину **-9.525** мм в поле Depth (Глубина).

16 Перейдите на страницу **Arc Filter / Tolerance (Фильтр дуг/Точность)**.



17 Выберите **2:1** в выпадающем меню Filter ratio (Кэфф. фильтрации).

18 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию.



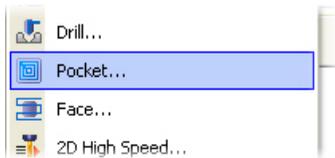
19 Нажмите **Only display selected toolpaths (Показать только выбранные траектории)** в Toolpath Manager (Менеджер операций).

Нажатие кнопки не влияет на текущее отображение траектории. Данная функция будет влиять на отображение после добавления новых операций в ходе данного урока.

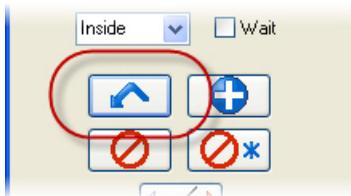
20 Сохраните файл.

Траектория Dynamic area mill (Динамическая очистка области) способна удалять материал, используя, в случае необходимости, всю длину режущей части инструмента. В случае невозможности удалить материал за один проход, на странице Depth cuts (По глубине) доступны параметры для задания величин шага по глубине.

Шаг 3: Создание траектории Pocket (Карман)



1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), Pocket (Карман)**.



2 Нажмите кнопку **Last (Последний)** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки).

Будут выбраны цепочки, используемые в предыдущей операции. Данный метод очень удобен при создании нескольких операций, в которых используется одна и та же геометрия.

3 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно выбора цепочки.

4 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**.

Траектория обработки кармана на странице Toolpath Type (Тип траектории), а также концевая фреза диаметром 16мм на странице **Tool (Инструмент)** будут выбраны автоматически.

Перейдите на эти страницы, чтобы проверить правильность выбора.



5 Введите величину **0.5** мм в поле Stock to leave on walls (Припуск на стенках).

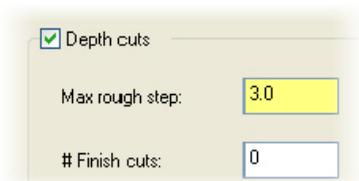
6 Перейдите на страницу **Roughing (Черновая)**.

В качестве остальных параметров используйте параметры, установленные по умолчанию. Например, на выбранной вами странице установлен шаг 75%, что соответствует расстоянию 12.0 мм.

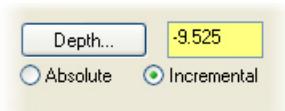
- 7 Перейдите на страницу **Entry Motion (Подход)**.
- 8 Активизируйте **Ramp (Наклон)** и установите параметры, показанные на картинке. Выделены только те поля, на которых необходимо изменить величины.



- 9 Перейдите на страницу **Depth Cuts (По глубине)**.

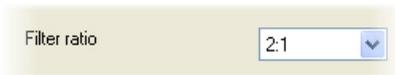


- 10 Активизируйте **Depth cuts (Проходы по глубине)** и установите Max rough step (Макс. черновой шаг) 3.0 мм.
- 11 Перейдите на страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)**.

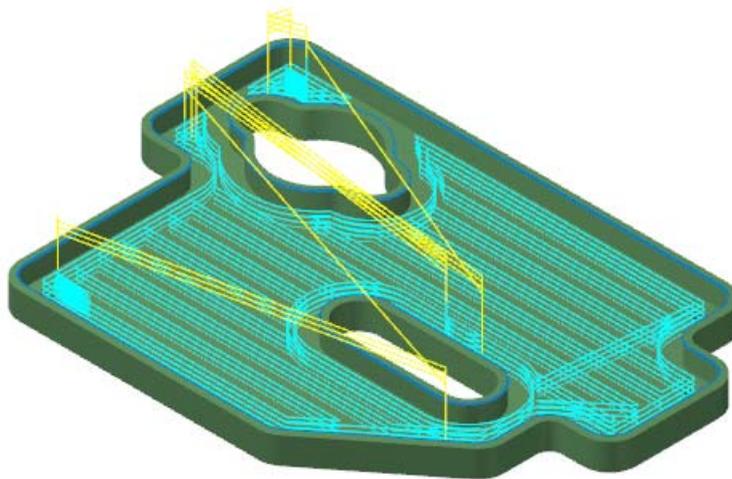


- 12 Введите величину **-9.525** мм в поле Depth (Глубина).

- 13 Перейдите на страницу **Arc Filter / Tolerance (Фильтр дуг/Точность)**.



- 14 Выберите из выпадающего списка Filter ratio (Коэфф. фильтрации) значение **2:1**.
- 15 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию pocket (карман).



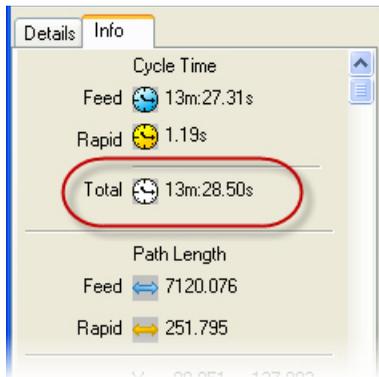
- 16 Сохраните файл.

Для генерации траекторий использована одна и та же геометрия. Однако движения инструмента очень сильно отличаются. Обе операции могут обработать вашу деталь. Переключитесь между операциями для их быстрого просмотра и выявления различий.

Шаг 4: Сравнение операций



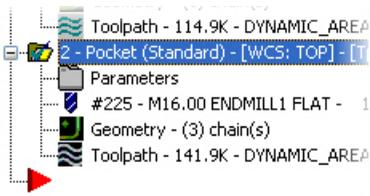
- 1 Выберите в Toolpath Manager (Менеджер операций) операцию 1.



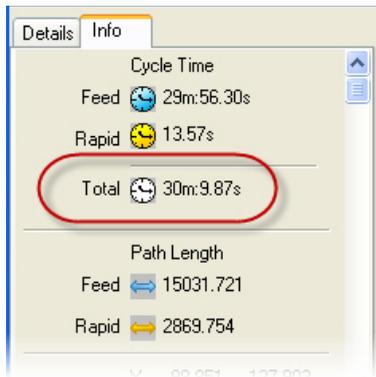
- 6 Выберите закладку **Info (Инфо)** в развёрнутом диалоговом окне Backplot (Бэкплот).

На этой закладке представлена важная информация. Наибольший интерес в этом упражнении представляет общее время обработки. Траектория Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области) обработает вашу деталь за указанное время.

- 7 Нажмите **OK** и закройте диалоговое окно Backplot.



- 8 Выберите в Toolpath Manager (Менеджер операций) операцию 2.
- 9 При необходимости нажмите клавишу **F3** и обновите изображение в графическом окне.
- 10 В Toolpath Manager (Менеджер операций) нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэкплот выбранных операций)**.
- 11 Нажмите кнопку **Play (Запуск)** для рассмотрения перемещений инструмента в траектории Pocket (Карман).



12 В диалоговом окне Backplot (Бэклоп) выберите закладку **Info (Инфо)**.

Траектория Pocket (Карман) обработает вашу деталь за указанное время.

С помощью траектории Dynamic Area Mill (Динамическая очистка области) возможно удалить материал в два с лишним раза быстрее, чем с помощью стандартной траектории обработки кармана Pocket. Каждая операция оставляет на стенках припуск 0.5 мм. Траектория Pocket (карман) создаёт один чистовой проход по стенкам, что позволяет добиться качества их обработки, похожее на качество после использования динамической траектории. После отключения чистового прохода по стенкам в операции pocket (контур) время обработки снижается до 22 минут. Это время всё-таки значительно превышает время обработки с помощью динамической траектории.

Используя динамические траектории, можно добиться существенного уменьшения времени обработки. Ни одна из операций в этом уроке не оптимизирована полностью. Несмотря на это, заметны значительные преимущества от использования динамической траектории в Mastercam. Перейдите к уроку 4 и начните работу с траекторией Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка).

УРОК 4

Траектория Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка)

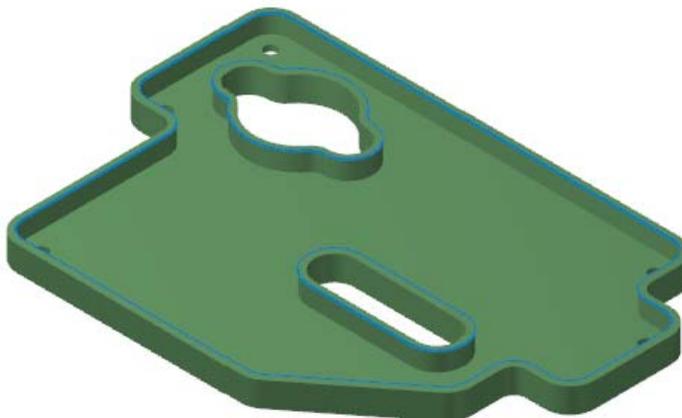
Урок 3 продемонстрировал некоторые преимущества динамической траектории dynamic area mill (динамическая очистка области) перед траекторией обработки кармана pocket (карман). Этот урок демонстрирует преимущества траектории dynamic rest mill (динамическая дообработка) перед другими траекториями дообработки. Каждая траектория обрабатывает районы, где остался материал, однако, если вы хотите использовать всю длину режущей части инструмента, динамическая траектория дообработки является лучшим выбором.

Цели урока

- Открытие файла
- Создание операции dynamic rest mill (динамическая дообработка)
- Создание операции rest mill (дообработка)
- Сравнение двух операций

Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории

- 1 Откройте файл Dynamic_Rest_Mill.MCX-5, который сопровождает учебное пособие. Вы также можете использовать файл, сохранённый после предыдущего урока.



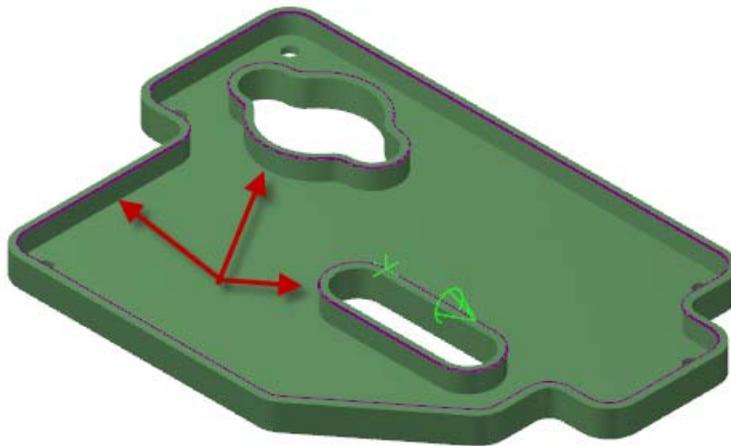
- 2 Нажмите клавиши [Alt+F1] или кнопку **Fit (в размер окна)**.
- 3 Если вы используете файл от предыдущего урока, сохраните его под другим именем.

- 4 Выберите **File (Файл)**, **Save As (Сохранить как)**, и сохраните под другим именем файл, который вы открыли (см. пункт 1).

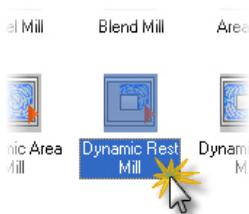
Шаг 2: Создание траектории Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка)



- 1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории)**, **2D High Speed (2D ВСО)**.
- 2 Выберите цепочки на верхней части выступов, как показано на картинке.



- 3 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).



- 4 Выберите **Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка)** на странице Toolpath Type (Тип траектории).

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

Select library tool...

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

215	6. FLAT ENDMILL	6.0	0.0	50.0
216	7. FLAT ENDMILL	7.0	0.0	50.0
217	8. FLAT ENDMILL	8.0	0.0	50.0
218	9. FLAT ENDMILL	9.0	0.0	50.0
219	10. FLAT ENDMILL	10.0	0.0	50.0

- 7 Выберите концевую фрезу диаметром 8мм и нажмите **ОК**.

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

- 9 Установите параметры, как показано на картинке. Заметьте, что уже установлены значения, которые вы использовали при создании предыдущей операции 2D High Speed (2D BCO). Не забудьте установить stock to leave on walls (припуск на стенках) **0.0**.

Machining direction
 Climb Conventional

Tip comp 

Use dynamic core mill passes

Approach distance

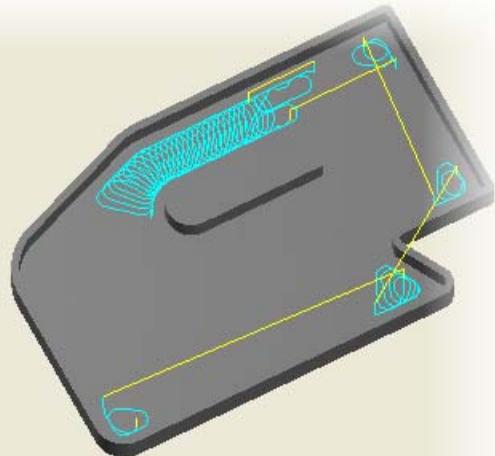
Stepover %

Toolpath radius %

Gap size
 Distance
 % of tool diameter

Motion < Gap size, Micro lift
 Micro lift distance
 Back feedrate

Motion > Gap size, retract



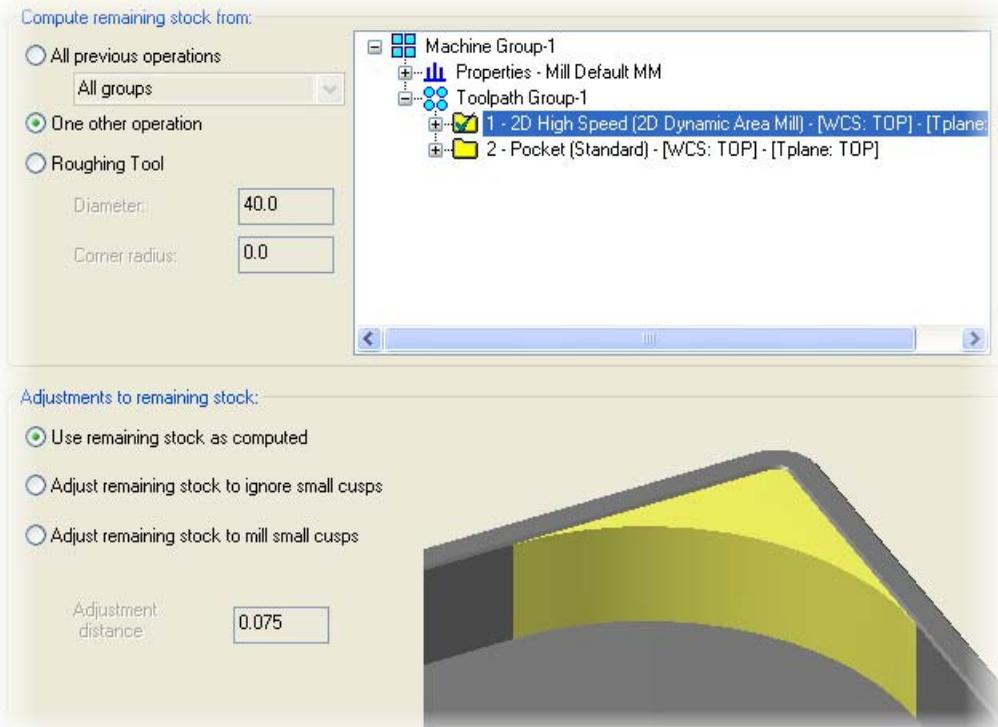
Optimize cut order within pocket

Stock to leave on walls

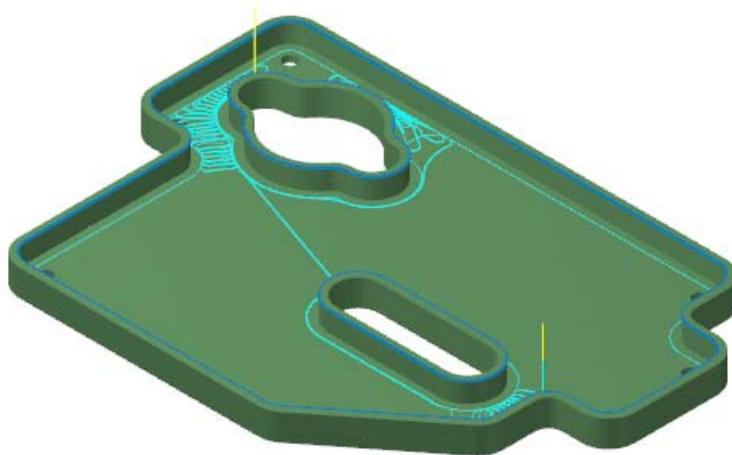
Stock to leave on floors

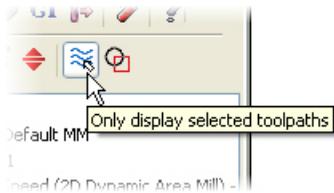
- 10 Перейдите на страницу **Rest Material (Остаточный материал)**.

- 11 Выберите **One other operation (Одной др. операции)**, выберите операцию 1, и установите **Use remaining stock as computed (Заготовка после расчёта)**.



12 Нажмите **ОК** и сгенерируйте операцию dynamic rest mill (динамическая дообработка).





- 13 Активизируйте в Toolpath Manager (Менеджер операций) опцию **Only display selected toolpaths** если она не выбрана.
- 14 Сохраните файл.

Dynamic rest mill (динамическая дообработка) удаляет материал на полную глубину, как и траектория dynamic area mill (динамическая очистка области). Используются эффективные динамические перемещения для безопасного и быстрого удаления остатков материала.

Шаг 3: Создание траектории Rest Mill (Дообработка)

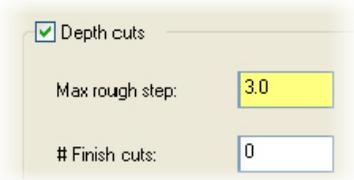
- 1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), 2D High Speed (2D BCO)**.



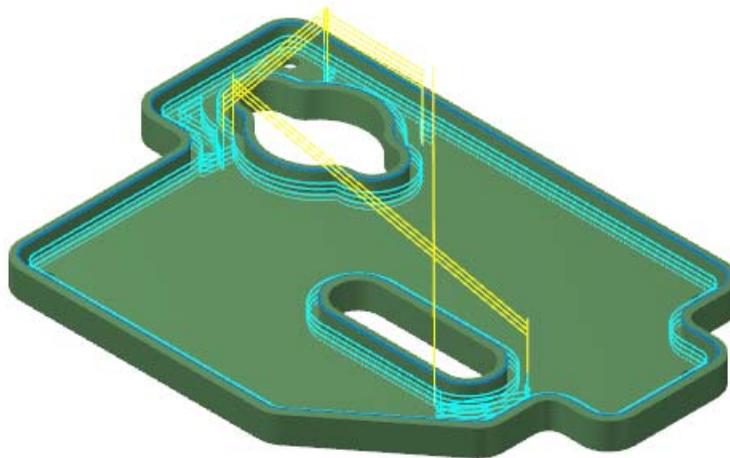
- 2 Нажмите кнопку **Last (Последний)** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки) и затем нажмите **ОК**.



- 3 На странице Toolpath Type (Тип траектории) выберите **Rest Mill (Дообработка)**.
- 4 Перейдите на страницу **Depth Cuts (По глубине)**.



- 5 Установите опцию **Depth cuts (Проходы по глубине)** и задайте Max rough step (Макс. черновой шаг) **3.0** мм.
- 6 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию rest mill (дообработка).



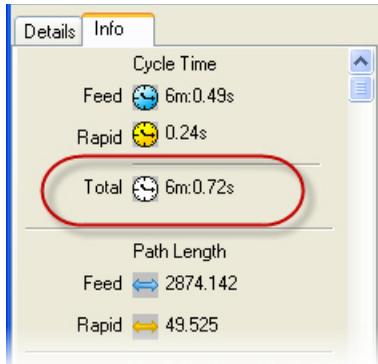
- 7 Сохраните ваш файл.

Шаг 4: Сравнение операций

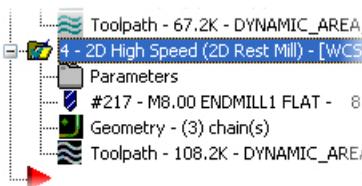


- 1 Выберите операцию 3 в Toolpath Manager (Менеджер операций).
- 2 При необходимости нажмите **F3** и обновите изображение в окне графики.
- 3 Нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэкплот выбранных операций)** в Toolpath Manager (Менеджер операций).
- 4 Нажмите кнопку **Play (Запуск)** и просмотрите перемещения инструмента в траектории Dynamic Rest Mill (Динамическая дообработка).

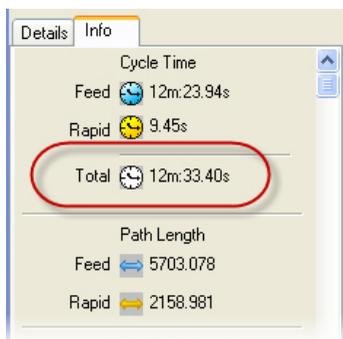
- 5 Нажмите кнопку **Expand (Развернуть)** в левом верхнем углу диалогового окна Backplot (Бэкплот).



- 6 Выберите закладку **Info (Инфо)**.
Обратите внимание на общее время обработки.
- 7 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Backplot (Бэкплот).



- 8 Выберите в Toolpath Manager (Менеджер операций) операцию 4.
- 9 При необходимости нажмите **F3** и обновите изображение в графическом окне.
- 10 Нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэкплот выбранных операций)**.
- 11 Нажмите **Play (Запуск)** и просмотрите перемещения инструмента в траектории Rest Mill (Дообработка).



- 12 Выберите закладку **Info (Инфо)**.

Измените остальные параметры операций rest mill (дообработка) и dynamic rest mill (динамическая дообработка). Регенерируйте траектории и сравните время обработки снова. В большинстве случаев эффективность динамической обработки будет выше. Есть некоторые исключения, поэтому вы можете использовать обе траектории предлагаемые Mastercam - rest mill (дообработка) и dynamic rest mill (динамическая дообработка). Затем переходите к уроку 5 для изучения траектории Dynamic Core Mill (Динамическая обработка выступов).

УРОК 5

Траектория Dynamic Core Mill (Динамическая обработка выступов)

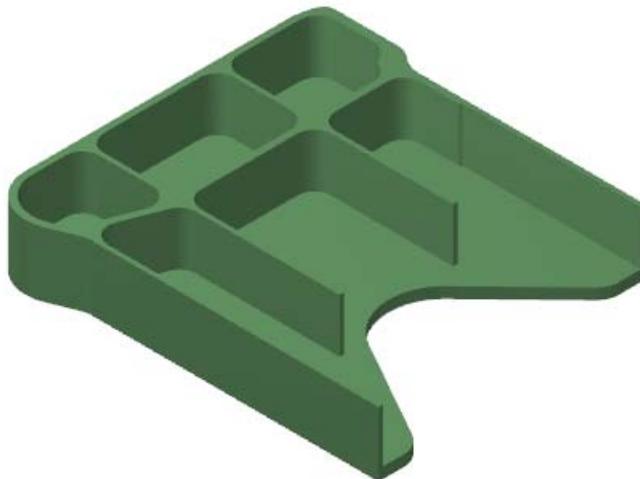
В уроке 4 продемонстрировано преимущество траектории dynamic rest mill (динамическая дообработка) перед стандартной траекторией дообработки 2D HST (2D BCO). В этом уроке сравниваются траектории dynamic core mill (динамическая обработка выступов) и стандартная траектория pocket (карман).

Цели урока

- Открытие файла
- Создание операции dynamic core mill (динамическая обработка выступов)
- Создание операции pocket (карман)
- Сравнение двух операций

Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории

- 1 Откройте файл Dynamic_Core_Mill.MCX-5, который сопровождает учебное пособие.



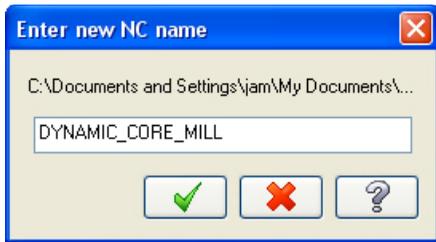
- 2 Выберите метрическое определение станка по умолчанию.
- 3 Выберите **Isometric (WCS) (Изометрия (PCK))** в меню Gview (Гр. вид).

- 4 При необходимости закрасьте деталь, нажав на клавиатуре [**Alt+S**].
- 5 Используйте клавиши [**Alt+F1**] или нажмите на кнопку **Fit (В размер окна)**.
- 6 Выберите **File (Файл), Save As (Сохранить как)**, и сохраните файл под другим именем. Это предохранит оригинальный файл от перезаписи.

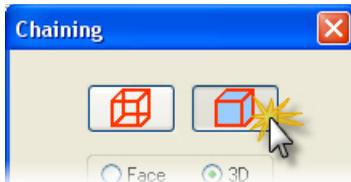
Шаг 2: Создание траектории Dynamic Core Mill (Динамическая выступов)



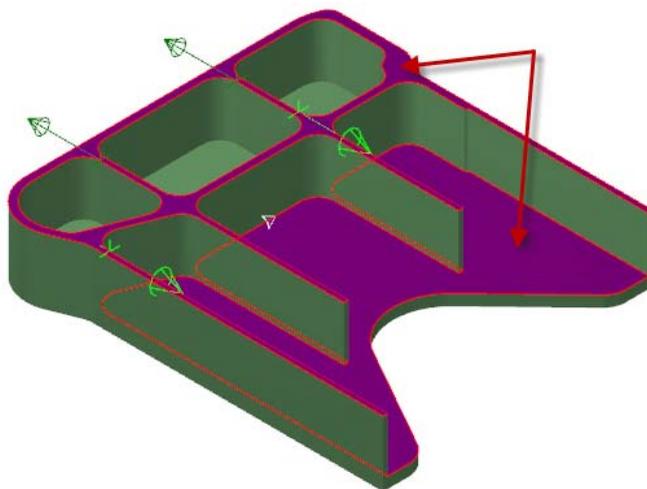
- 1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), 2D High Speed (2D BCO)**.



- 2 Если система запросит ввести новое имя NC файла, нажмите **ОК**.



- 3 Выберите опцию **Solids (Тела)** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки).
- 4 Выберите грани твёрдого тела, как показано на картинке. Нижняя грань будет использована в качестве зоны для обработки. Верхняя грань будет использована в качестве выступов, вокруг которых необходимо удалить материал. Это связано с тем, что 2D площадь верхней грани меньше, чем 2D площадь нижней грани.



5 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).



6 Выберите на странице Toolpath Type (Тип траектории) **Dynamic Core Mill (Динамическая выступов)**.

7 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.

Select library tool...

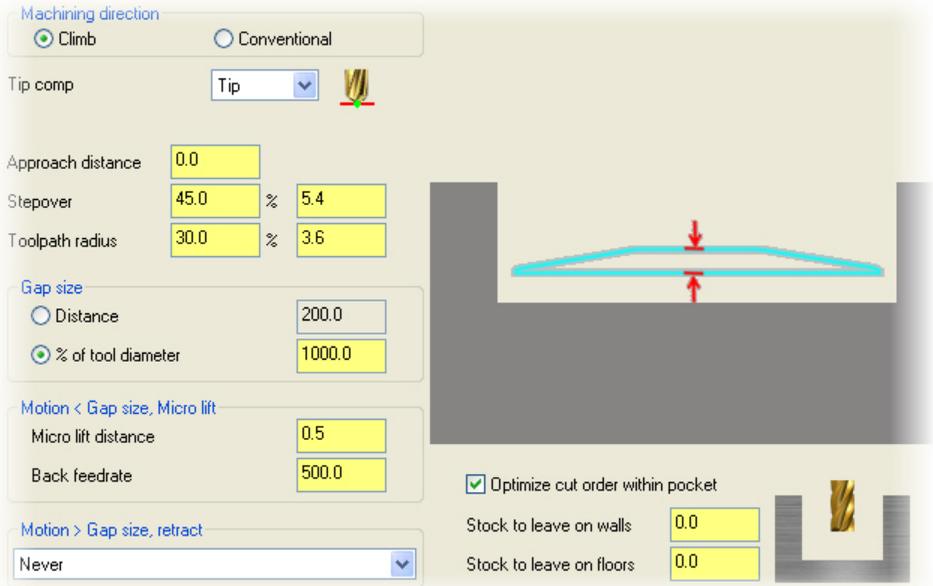
8 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.

219	10. FLAT ENDMILL	10.0	0.0	50.0
220	11. FLAT ENDMILL	11.0	0.0	50.0
221	12. FLAT ENDMILL	12.0	0.0	50.0
222	13. FLAT ENDMILL	13.0	0.0	50.0
223	14. FLAT ENDMILL	14.0	0.0	50.0

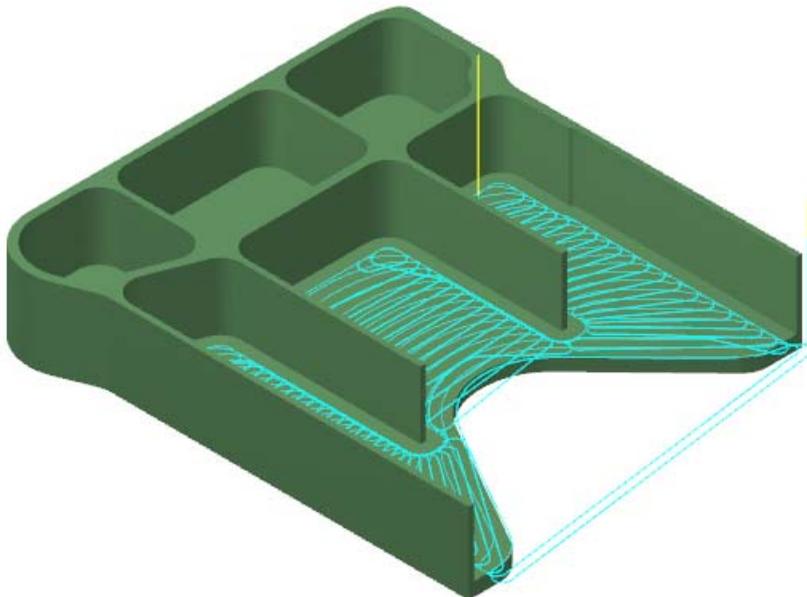
9 Выберите концевую фрезу диаметром 12мм и нажмите **ОК**.

10 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**.

11 Установите параметры, как показано на картинке.



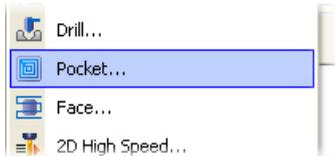
12 Нажмите **OK** и сгенерируйте траекторию dynamic core mill (динамическая выступов).



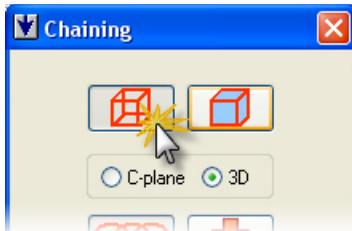
- 13 Нажмите в Toolpath Manager (Менеджер операций) **Only display selected toolpaths (Показать только выбранные траектории)**.
- 14 Сохраните файл.

Шаг 3: Создание траектории Pocket (Карман)

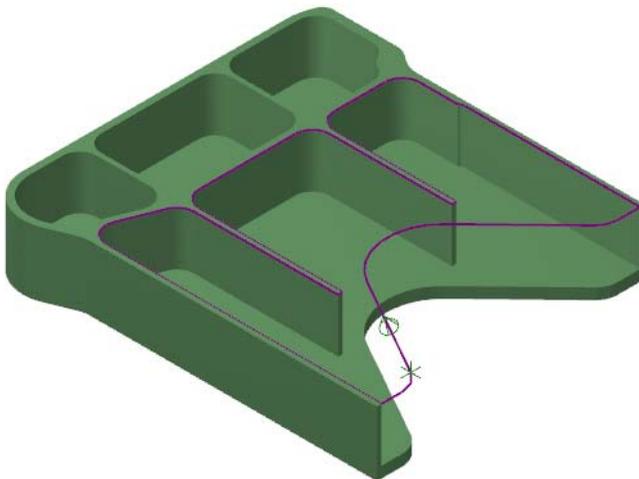
- 1 Используйте Level Manager (Менеджер слоёв) и сделайте слой **5:Pocket boundary** видимым.



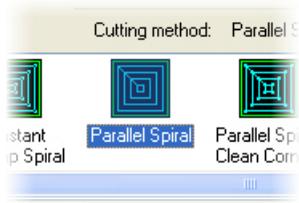
- 2 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), Pocket (Карман)**.



- 3 Выберите **Wireframe (Каркас)** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки).
- 4 Выберите цепочку как показано на картинке и нажмите **ОК**.



5 Перейдите на страницу **Roughing (Черновая)**.



6 Выберите метод **Parallel Spiral (Парал. спираль)**.

7 Перейдите на страницу **Entry Motion (Подход)**.



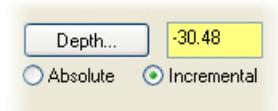
8 Активизируйте опцию **Helix (Виток)**. Используйте параметры по умолчанию.

9 Перейдите на страницу **Depth Cuts (По глубине)**.



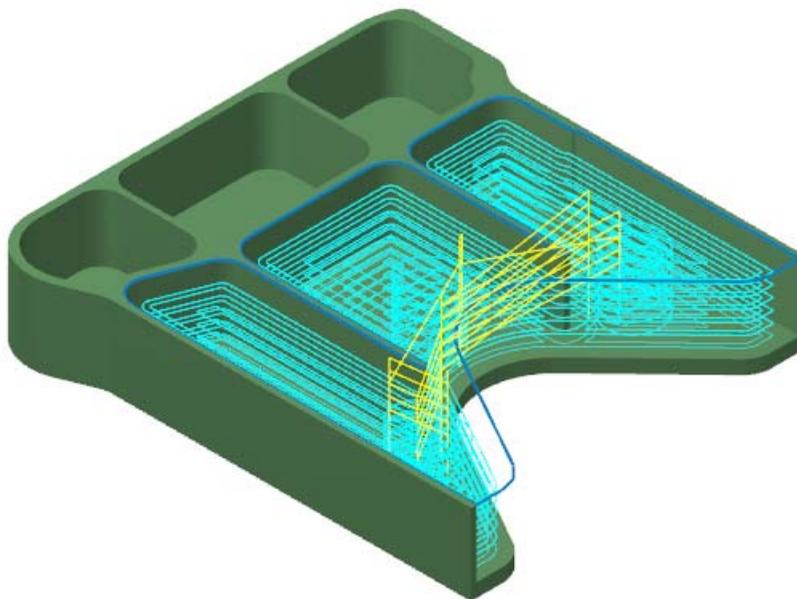
10 Активизируйте опцию **Depth cuts (Проходы по глубине)** и установите Max rough step (Макс. черновой шаг) **6.0** мм.

11 Перейдите на страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)**.



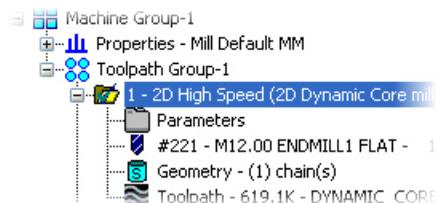
12 Введите значение **-30.48** мм в окне Depth (Глубина).

13 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию.

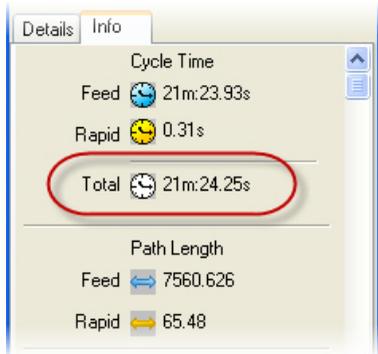


14 Сохраните файл.

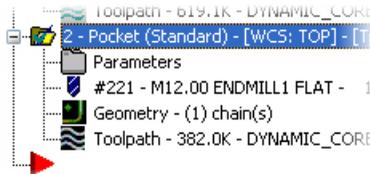
Шаг 4: Сравнение операций



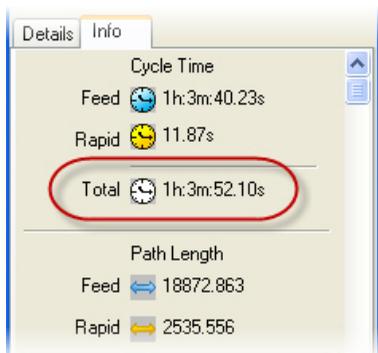
- 1 Выберите операцию 1.
- 2 Нажмите **F3** и обновите изображение в графическом окне.
- 3 Нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэклот выбранных операций)**.
- 4 Нажмите **Play (Запуск)** и просмотрите перемещения инструмента в траектории Dynamic Core Mill (Динамическая выступов).
- 5 Нажмите **Expand (Развернуть)** в верхнем левом углу диалогового окна Backplot (Бэклот).



- 6 Выберите закладку **Info (Инфо)**. Обратите внимание на общее время обработки.
- 7 Нажмите **OK** и закройте диалоговое окно Backplot (Бэклоп).



- 8 Выберите операцию 2.
- 9 Нажмите **F3** и обновите изображение в графическом окне.
- 10 Нажмите **Backplot selected operations (Бэклоп выбранных операций)**.
- 11 Нажмите **Play (Запуск)** и просмотрите перемещения инструмента в траектории Pocket (Карман).



- 12 Выберите закладку **Info (Инфо)**.

Снова измените параметры операции pocket (карман) и проверьте время обработки. Экспериментируйте с различными значениями параметров и проверьте, как они влияют на операцию dynamic core mill (динамическая выступов). Большие изменения в траектории pocket (карман),

например, увеличение max rough step (макс. черновой шаг) до 16.0 мм, всё равно дадут в результате большее время цикла обработки по сравнению с динамической операцией. Далее переходите к уроку 6 для изучения траектории Dynamic Contour (Динамическая контурная).

УРОК 6

Траектория Dynamic Contour (Динамическая контурная)

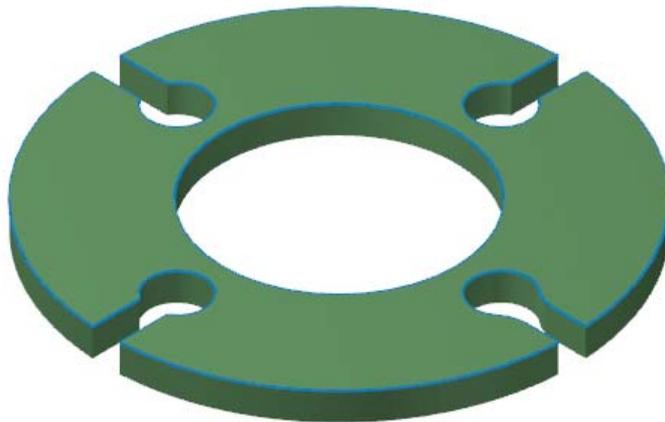
В уроке 5 представлены траектории dynamic core mill (динамическая выступов) и pocket (карман) в качестве вариантов для обработки детали. В этом уроке вы создадите траекторию dynamic contour (динамическая контурная) и стандартную траекторию обработки контура. Представленная деталь имеет сложные области, в которых стандартный проход по контуру без предварительных операций обработки приведёт к чрезмерной нагрузке на инструмент и, как следствие, к плохому результату.

Цели урока

- Открытие файла
- Создание операции dynamic contour (динамическая контурная)
- Создание операции contour (контур)
- Сравнение двух операций

Шаг 1: Подготовка перед созданием траектории

- 1 Откройте файл Dynamic_Contour.MCX-5, который сопровождает учебное пособие.



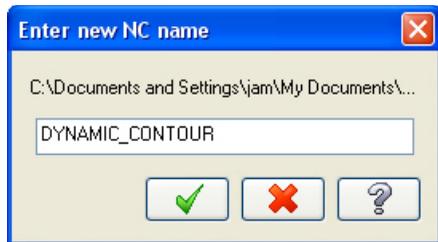
- 2 Выберите метрическое определение станка по умолчанию.
- 3 Выберите **Isometric (WCS) (Изомергия(РСК))** в меню Gview (Гр. вид).
- 4 При необходимости закрасьте деталь, нажав [**Alt+S**].
- 5 Используйте клавиши [**Alt+F1**] или нажмите на кнопку **Fit (В размер окна)**.

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

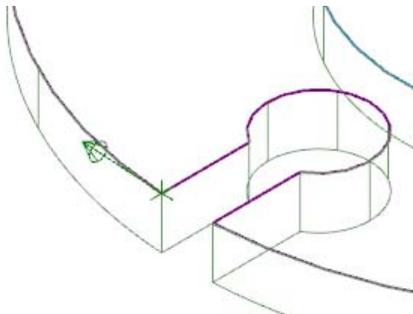
Шаг 2: Создание траектории *Dynamic Contour* (Динамическая контурная)



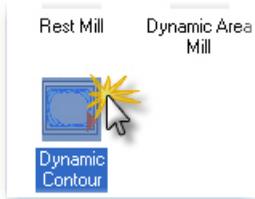
- 1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), 2D High Speed (2D ВСО)**.



- 2 Нажмите **ОК** если система запросит новое имя NC файла.

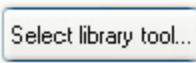


- 3 Выберите контур вокруг верхней грани детали, как показано на картинке.
Выберите направление по часовой стрелке. При необходимости отключите закраску детали, чтобы облегчить выбор цепочки.
- 4 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Chaining (Выбор цепочки).



5 На странице Toolpath Type (Тип траектории) выберите **Dynamic Contour (Динамическая контурная)**.

6 Перейдите на страницу **Tool (Инструмент)**.



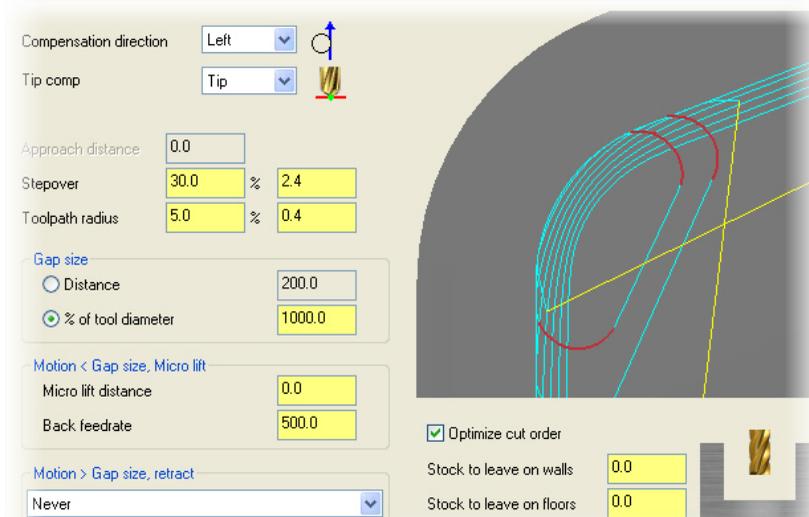
7 Нажмите кнопку **Select library tool (Инструмент из библиотеки)**.

215	6. FLAT ENDMILL	6.0	0.0	50.0
216	7. FLAT ENDMILL	7.0	0.0	50.0
217	8. FLAT ENDMILL	8.0	0.0	50.0
218	9. FLAT ENDMILL	9.0	0.0	50.0
219	10. FLAT ENDMILL	10.0	0.0	50.0

8 Выберите концевую фрезу диаметром 8мм и нажмите **ОК**.

9 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**.

10 Установите параметры, как показано на картинке.



11 Перейдите на страницу **Contour Wall (Контур стенки)**.

Radius of tool that shaped the stock	12.0
Toolpath radius that shaped the stock	2.0
Stock thickness	0.5

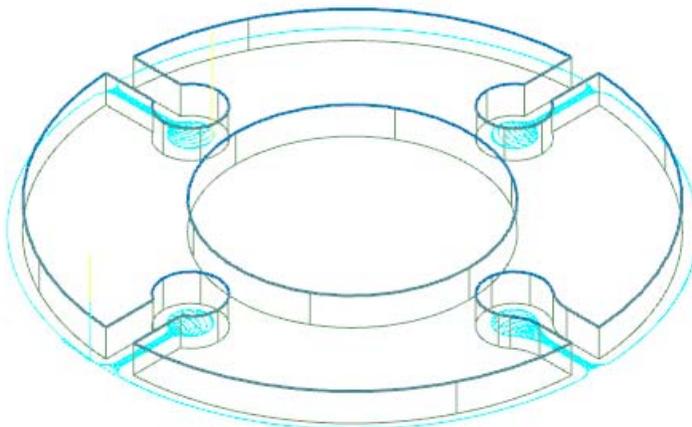
12 Введите значения, показанные на картинке.

13 Перейдите на страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)**.

Depth...	-10.0
<input type="radio"/> Absolute	<input checked="" type="radio"/> Incremental

14 Введите значение **-10.0** мм в окне Depth (Глубина).

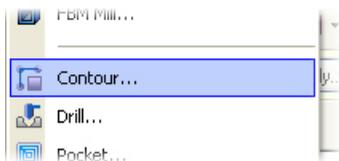
15 Нажмите **ОК** и сгенерируйте операцию dynamic contour (динамическая контурная).
Отключите закраску детали, чтобы лучше увидеть полученные перемещения инструмента.



16 В Toolpath Manager (Менеджер операций) нажмите кнопку **Only display selected toolpaths (Показать только выбранные траектории)**.

17 Сохраните файл.

Шаг 3: Создание траектории Contour (Контур)



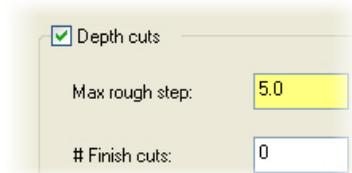
- 1 В меню Mastercam выберите **Toolpaths (Траектории), Contour (Контур)**.



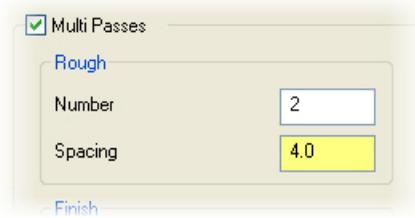
- 2 Нажмите кнопку **Last (Последний)** в диалоговом окне Chaining (Выбор цепочки), затем нажмите **ОК**.
- 3 Перейдите на страницу **Cut Parameters (Параметры обработки)**.



- 4 Отмените выбор **Infinite look ahead (Беск. просмотр вперёд)**.
- 5 Перейдите на страницу **Depth Cuts (По глубине)**.



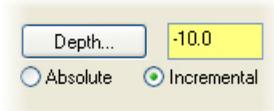
- 6 Активизируйте опцию **Depth cuts (проходы по глубине)** и установите Max rough step (Макс. черновой шаг) **5.0** мм.
- 7 Перейдите на страницу **Multi Passes (Проходы)**.



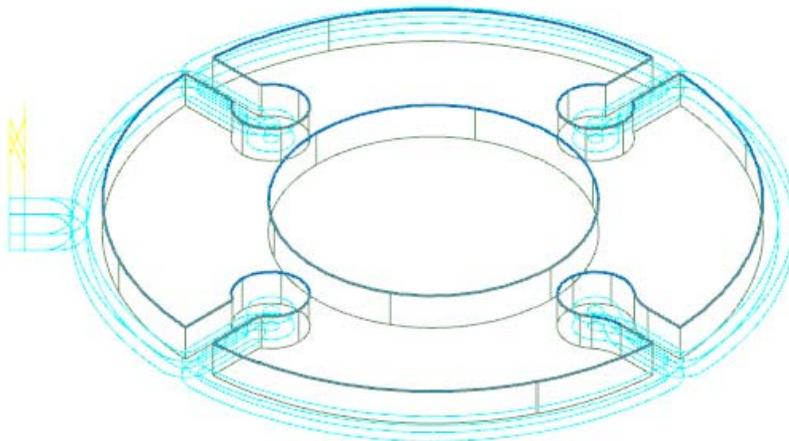
- 8 Активизируйте опцию **Multi Passes (Проходы)** и установите значения, показанные на картинке.

Дополнительные проходы используются, чтобы сохранить инструмент и избежать чрезмерной нагрузки на него при обработке четырёх вогнутых участков контура.

- 9 Перейдите на страницу **Linking Parameters (Параметры переходов)**.



- 10 Установите значение **-10.0** мм в поле Depth (Глубина).
- 11 Нажмите **ОК** и сгенерируйте траекторию contour (Контур).

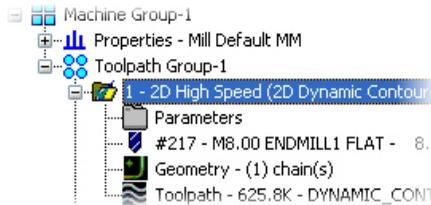


Вы увидите ненужные перемещения вокруг внешнего контура детали. Вы также увидите, что дополнительные проходы, которые необходимы, чтобы сохранить инструмент и избежать чрезмерной нагрузки на него, снимают материал на вогнутых участках, который нельзя удалять. Вы можете обойти эту проблему путём создания дополнительных операций для

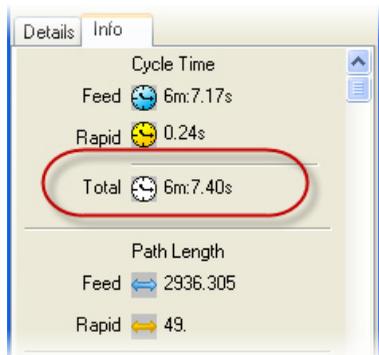
удаления материала на вогнутых участках перед созданием простой контурной операции. Однако общее время обработки, а также время создания дополнительных операций превысит время создания траектории dynamic contour (динамическая контурная) и время обработки детали с помощью динамических перемещений.

12 Сохраните файл.

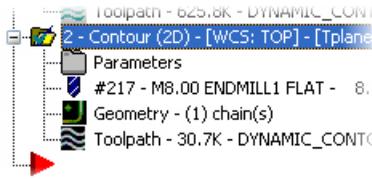
Шаг 4: Сравнение операций



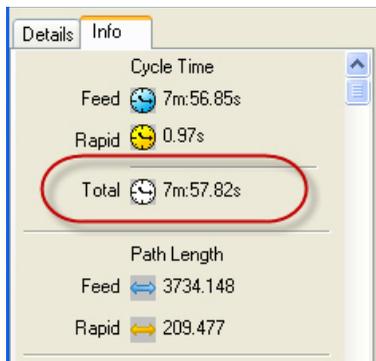
- 1 Выберите операцию 1 в Toolpath Manager (Менеджер операций).
- 2 Нажмите **F3** и обновите изображение в графическом окне.
- 3 Нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэклот выбранных операций)**.
- 4 Нажмите **Play (Запуск)** и просмотрите перемещения инструмента в траектории Dynamic Contour (Динамическая контурная).
- 5 Нажмите **Expand (Развернуть)** в верхнем левом углу диалогового окна Backplot (Бэклот)..



- 6 Выберите закладку **Info (Инфо)**. Обратите внимание на общее время обработки.
- 7 Нажмите **ОК** и закройте диалоговое окно Backplot (Бэклот).



- 8 Выберите операцию 2.
- 9 Нажмите **F3** и обновите изображение в графическом окне.
- 10 Нажмите кнопку **Backplot selected operations (Бэкплот выбранных операций)**.
- 11 Нажмите **Play (Запуск)** и просмотрите перемещения инструмента в траектории Contour (Контур).



- 12 Выберите закладку **Info (Инфо)**. Обратите внимание на общее время обработки.

Вы должны изменить параметры операции contour (контур), чтобы они соответствовали возможностям вашего станка. Общее время обработки с помощью стандартной операции обработки контура будет меньше, если не будут заданы дополнительные проходы. Если ваш станок и материал детали позволяют обработать деталь за один проход, когда инструмент врезается в материал полным диаметром, то это будет лучшим вариантом для удаления лишнего материала. Однако траектория Dynamic contour (динамическая контурная) более эффективно обрабатывает детали, имеющие узкие области с маленькими радиусами в углах.

Заключение

Поздравляем! Вы завершили работу с учебным пособием *Dynamic Milling (Динамическое фрезерование)*. Вы получили новые знания и навыки и можете расширить их, изучив другие возможности и функции Mastercam. Дополнительные учебники могут быть доступны из других серий.

Данное пособие из серии для начинающих. Серия обучает общим функциям Mastercam и основным навыкам для начала работы с Mastercam.

Серия учебных пособий Mastercam постоянно пополняется, и новые материалы будут добавлены после их завершения. Для дополнительной информации и дальнейшего обучения свяжитесь с вашим местным реселлером Mastercam.

Документация Mastercam

Вместе с Mastercam в папку \Documentation устанавливаются следующие материалы:

- *Mastercam X5 Installation Guide (Инструкция по установке)*
- *Mastercam X5 Administrator Guide (Инструкция для администратора)*
- *Mastercam X5 Quick Start (Пособие для быстрого начала работы)*
- *Mastercam X5 Reference Guide (Справочное руководство)*
- *Mastercam X5 Transition Guide (Руководство по переходу с предыдущих версий)*
- *Mastercam X5 Quick Reference Card (Памятка)*
- *Mastercam X5 Wire Getting Started Guide (Руководство по работе с модулем Wire)*
- *Version 9 to X Function Map (Карта функций)*
- *Mastercam X5 NCI & Parameter Reference (Справочная информация по параметрам NCI)*
- *Mastercam X5 Post Debugger User's Guide*