

Введение в CAMWorks: 3-осевая фрезерная обработка

Содержание

Глава 1. Основы 3-осевой фрезерной обработки	3
3-осевая обработка, урок 1	5
Выбор станка, заготовки и ориентации инструмента	5
Создание Поверхностного элемента	6
Создание операций и изменение их параметров	7
Расчет траекторий и постпроцессирование	9
3-осевая обработка, урок 2	10
Создание установов и 3-осевого элемента	11
Создание 3-осевой Черновой операции	11
Добавление рабочих зон для выборочной обработки	12
Создание обработки Слоями по Z (Z Level)	14
Добавление Зоны обхода	15
Дополнительный способ ограничения зоны обработки	15
Чистовая обработка плоских областей	16
3-осевая обработка, урок 3	18
Использование функции AFR (Автоматическое распознавание элементов) для выделения 2,5-осевых элементов	18
Создание элемента типа Поверхности	19
Изменение параметров операции и определение рабочей зоны	19
Использование доработки	20
Создание операции Карандашная (Pencil Mill)	21
3-осевая обработка, урок 4	23
Выбор станка и направления обработки	23
Создание поверхностного элемента	24
Выбор нуля программы	24
Изменение параметров операций и создание траекторий	25
Изменение операции обработки Смещением (Constant Stepover) для обработки надстройки пресс-формы мышки	26
Добавление операции По схеме (Pattern Project) для обработки основы пресс-формы мышки	27
Изменение операции Карандашная (Pencil Mill) для обработки стыков граней	28
3-осевая обработка, урок 5	30

	Содержание
Создание траектории на основе схемы Сглаживание (Flowline)	31
Использование рабочих зон и зон обхода.....	32
3-осевая обработка, урок 6	34
Создание радиальной обработки с использованием операции По схеме (Pattern Project).....	35
Создание спиральной обработки с использованием операции По схеме (Pattern Project).....	36
Создание обработки 2D-смещением с использованием операции Смещением (Constant Stepover).	38
Глава 2. Подробнее о 3-осевой обработке	41
3-осевая обработка, урок 7	43
Добавление черновой операции для подбора материала	45
Создание траекторий черновой обработки.....	46
Использование автоматической рабочей зоны	46
Удаление материала с плоскостей.....	47
3-осевая обработка, урок 8	49
Создание операций и изменение параметров.....	50
Создание траекторий.....	51
Созданию операции подбора (Rest Machining)	52
Отображение STL-геометрии.....	53
Создание траекторий операции подбора	53
3-осевая обработка, урок 9	54
Создание операций и изменение их параметров.....	55
Создание операции Спец 3-осевая Проекция (Adv 3 Axis Curve Project) для гравирования текста	56
Создание траекторий и имитация обработки	57
3-осевая обработка, урок 10	59
Создание операции Смещением (Constant Stepover).....	60
Создание рабочей зоны и зоны обхода	60
3-осевая обработка, урок 11	62
Способы автоматического вычисления рабочей зоны	62

Глава 1. Основы 3-осевой фрезерной обработки

Этот учебник позволит изучить основы программирования 3-осевой обработки посредством пошагового выполнения описанных примеров.

Мы рекомендуем предварительно изучить учебник по программированию 2,5-осевой фрезерной обработки в CAMWorks. Помимо описания принципов 2,5-осевой обработки, этот учебник познакомит вас с основными понятиями и приемами работы с CAMWorks, используемыми для программирования как 2,5-осевой, так и 3-осевой обработки.

Уроки данной главы показывают, как использовать CAMWorks, и могут не соответствовать напрямую вашим реальным работам.

Внимание! Примеры данной главы рассчитаны на использование технологической базы данных – TechDB, настроенной по умолчанию и поставляемой с данной версией CAMWorks. Если вы меняли TechDB, правила обработки и параметры операций в ней будут другими.

В этом случае вы можете временно подключить TechDB, настроенную и поставляемую по умолчанию, используя один из следующих способов:

- Загрузите исходную технологическую базу данных с сайта компании Teksoft (www.teksoft.com). Поместите ее в папку Examples каталога установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples*). Запустите мастер подключения TechDB **Подключить БД (Link Database)**, перейдите в папку *Examples* и укажите файл *techdb.mdb*. По окончании изучения данной главы повторите операцию и подключите свою настроенную базу данных.

или

- Переустановите CAMWorks. При этом будет переустановлена и технологическая база данных. В процессе установки будет создана архивная копия настроенной базы данных. После обучения замените рабочую версию TechDB архивной копией.

3-осевая обработка, урок 1

Этот урок покажет, как создать траектории инструмента и окончательную программу 3-осевой обработки.


В этом уроке:

Выбор станка, заготовки и ориентации инструмента

1. Откройте файл **MILL3AX_1.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).

2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.

Выбор станка:

3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

Откроется окно параметров обработки.

На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы).


Этот станок создан в базе данных для уроков данного курса. При программировании обработки реальных деталей следует вбирать реальный станок предприятия.

4. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)** и выберите корзину **Crib 1**.
5. Перейдите на закладку **Стойка (Controller)** и выберите стойку **FANTUTM**.

Эта стойка создана для уроков данного курса. При программировании реальной обработки следует выбирать реальную стойку или постпроцессор.


6. Закройте окно параметров обработки кнопкой **ОК**.

Выбор формы и геометрии заготовки.

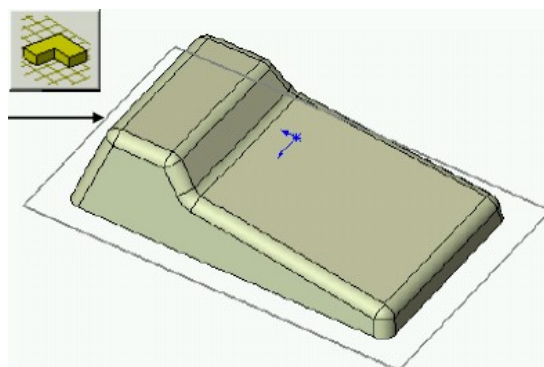
7.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

8. В окне **Заготовка (Manage Stock)** нажмите кнопку **Вытянуть из эскиза (Extruded Sketch)**.

9. Укажите прямоугольный эскиз, отображающий контур заготовки.

10.  Нажмите кнопку **Сменить направление (Reverse Direction)**.

11.  Задайте **Глубину (Depth)** 1,5 дюйма и нажмите кнопку **ОК**.



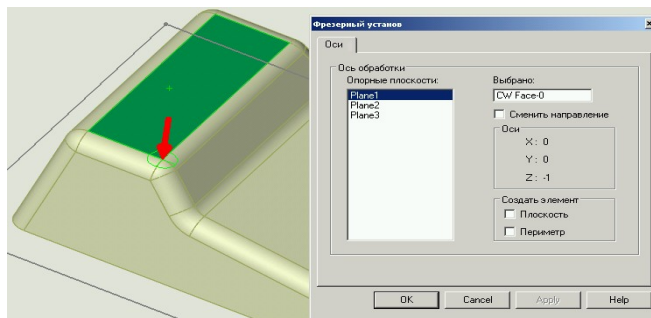
Выбор ориентации оси инструмента по нормали к грани.

12. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ** (**Insert Mill Part Setup**).

13. Выберите верхнюю грань.

14. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена, и нажмите кнопку **ОК**.

В Дереве Элементов появится пункт **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)**.



Создание Поверхностного элемента

В этом уроке функция Автоматического распознавания элементов (AFR) не используется, так как в данной детали нет элементов для 2,5-осевой обработки, которые она может выявить. Вы создадите 3-осевой элемент вручную.

Создание 3-осевого элемента, включающего обрабатываемые грани детали.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности** (**Insert Multi Surface Feature**).

Откроется окно **Добавить поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.

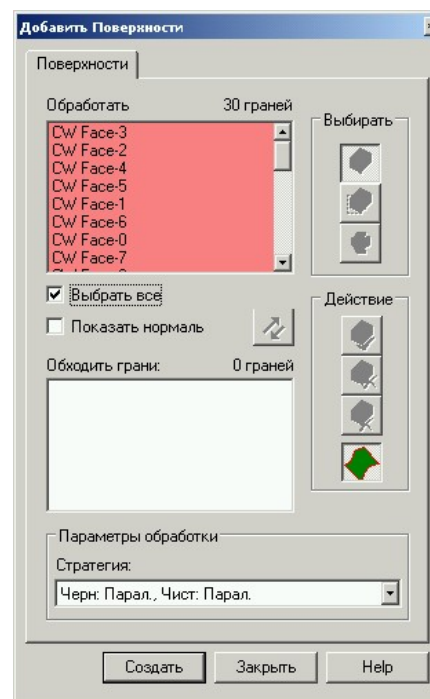
2. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.

В поле **Обработать (Faces to cut)** появится список выбранных граней.

Выберите **Стратегию (Attribute) Черн: Парал., Чист: Парал.** (Черновая-Параллельная, Чистовая-Параллельная – **Rgh-Lace, Fin-Slice**).

По этой стратегии в технологической базе данных создаются операции типа **3-ос. черновая** и **По схеме со схемами Зигзаг**.

черновая и **По схеме со схемами Зигзаг**.

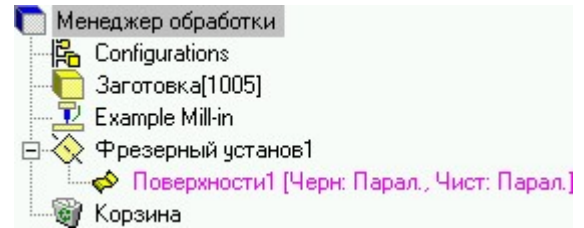


Полезные советы

При работе с **3-осевыми операциями (3 Axis operations)** наилучший результат получается при указании всех граней как **Обрабатываемых поверхностей (Faces to cut)**. Использование **Поверхностей обхода (Avoid faces)** не рекомендуется. При необходимости ограничить зону обработки, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.


3. Нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть** (**Insert** и **Close**).

В Дереве Элементов появится элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.



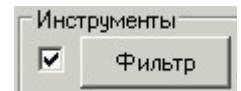
Новые элементы, интерактивно добавленные элементы без операций и элементы, для которых операции не могут быть созданы вследствие неопределенности параметров в TechDB, отображаются в Дереве Элементов специальным цветом. Его можно выбрать на закладке **Отображение (Display)** окна **Настроек (Options)** CAMWorks.

Создание операций и изменение их параметров

1.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите одноименную команду.

В Дереве Операций появятся операции **3-ос. черновая1** и **По схеме1 (Area Clearance1 и Pattern Project1)**.

2. Дважды щелкните по операции **3-ос. черновая1 (Area Clearance1)**.
3. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)**.
4. Поставьте галочку слева от кнопки **Фильтр (Filter)** и нажмите эту кнопку.



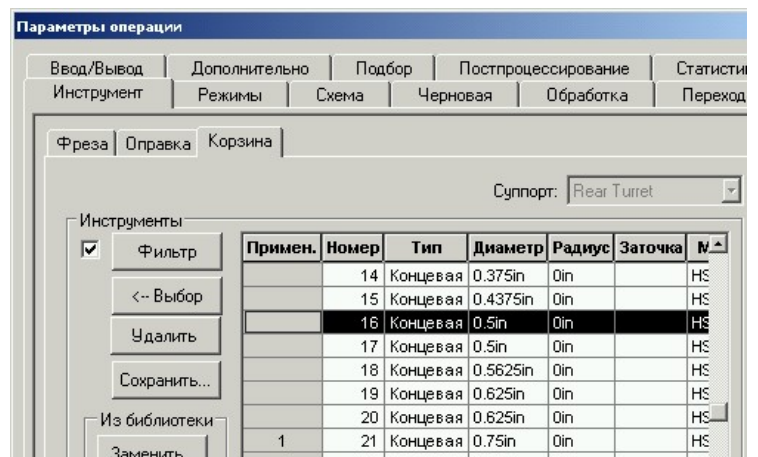
Откроется окно **Фильтр выбора инструмента (Tool Select Filter)**. Здесь можно настроить фильтры для отображения и выбора инструмента.

5. Включите настройку **Фильтр по (Filter by)** справа от поля **Тип (Type)**.
6. Выберите тип инструмента **Концевая (Flat End)** и нажмите кнопку **ОК**.

В списке инструмента останутся лишь фрезы выбранного типа.

При включении фильтра для операции определенного типа эти настройки сохраняются для этого типа операций. Можно настроить фильтр удобным способом или отключить его.

7. Выделите фрезу диаметром 0,5 дюйма и нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
8. Нажмите кнопку **Да (Yes)** для смены оправки.

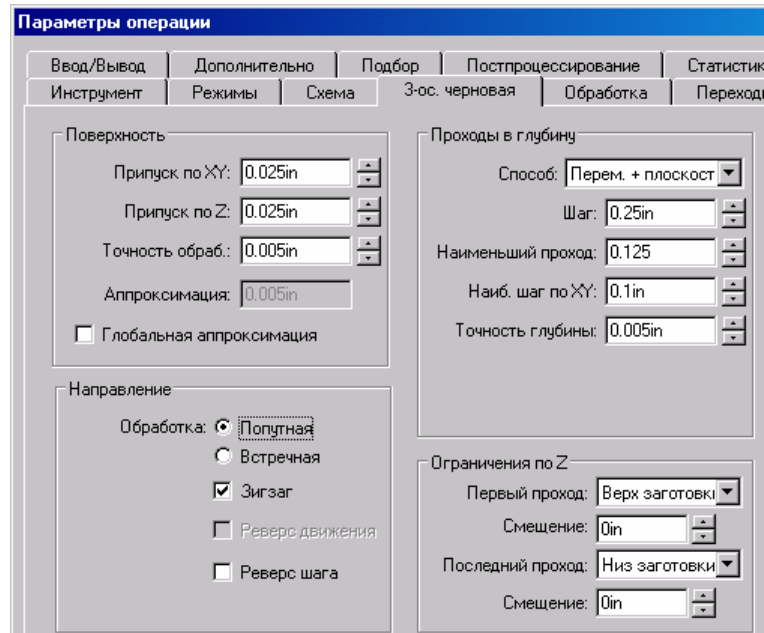


9. Перейдите на закладку **3-ос. черновая (Area Clearance)**.

10. Задайте **Точность обработки (Mach. deviation)** 0,005 дюйма.

Этот параметр позволяет изменить длину программы и качество результата. Чем меньше значение параметра, тем длиннее будет программа и тем более гладкая поверхность будет получена в результате обработки.

11. В группе параметров **Проходы в глубину (Depth parameters)** выберите **Способ (Method)** **Переменный+Плоскости (Variable & Flats)**.



12. Оставьте **Шаг (Cut amount)** равным 0,25 дюйма.

13. Задайте **Наименьший проход (Min. cut amount)** равным 0,125 дюйма, а **Наиб. шаг по XY (Max. XY stepover)** = 0,1 дюйма и нажмите кнопку **ОК**.

14. Дважды щелкните по операции **По схеме1 (Pattern Project1)**.

15. На закладке **Схема (Pattern)** убедитесь, что выбрана схема **Зигзаг (Slice)**, как это и определено для выбранной стратегии обработки в TechDB.

Эта схема создает несколько параллельных проходов и пригодна для полустойковой (semifinish) обработки практически любых деталей а также для чистовой (finish) обработки областей без вертикальных стенок.

16. Установите на этой закладке следующие параметры:

- **Доработка = Стандарт (Cross machining = Standard)** – эта настройка автоматически создает дополнительные проходы инструмента в направлении, перпендикулярном основным проходам, в необработанных или плохо обработанных зонах. Вариант **Стандарт** создает такие проходы после основных проходов операции.
- **Продление = 0,1 дюйма (Extension = 0.1)** – величина выхода инструмента за границу зоны обработки для обеспечения подхода инструмента к этой зоне на рабочей подаче, а не на ускоренной.
- **Б/подъема = включено (Staydown = включено)** – определяет, как инструмент выполняет переходы между проходами в зоне обработки и вокруг зон обхода. При ее включении минимизируются подъемы и опускания инструмента, но могут быть созданы дополнительные перемещения на рабочей подаче.

17. На закладке **Чистовая (Finish)** убедитесь, что все **Припуски (Allowance)** по XY и по Z равны 0.

Это количество материала, которое останется на поверхностях после обработки.

18. Задайте **Точность обработки (Mach. Deviation)** равную 0,01 дюйма.






19. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** выберите для **Способа Подъема (Retract Method)** вариант **Обход (Skim)**.

При таком способе работы инструмент поднимается вертикально по оси Z на минимальную из соображений безопасности высоту, перемещается горизонтально и опускается на рабочей подаче к началу следующего прохода. Минимальная высота перехода над материалом определяется параметром **Зазор перехода (Skim clearance)**.

20. Нажмите кнопку **ОК**.

Расчет траекторий и постпроцессирование

Создание траекторий, имитация обработки и постпроцессирование:

1.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpaths)**.
2. Щелкните поочередно по каждой операции в дереве и изучите траектории.
3. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному установу1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.
4.  Нажмите кнопку **Турбо режим (Turbo mode)**.
Это режим максимально быстрой имитации для одного установка.
5.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.
6.  Закройте окно кнопкой **X**.
7.  Если вы хотите получить окончательную программу, осталось лишь нажать кнопку **Постпроцессор**.


3-осевая обработка, урок 2

В этом уроке:

- Создание установка
 - Создание Поверхностного элемента
 - Создание операций **3-осевая Черновая** и **Слоями по Z**
 - Использование рабочих зон и зон обхода и настраиваемых ограничений для обработки определенных областей
1. Откройте файл **MILL3AX_2.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).

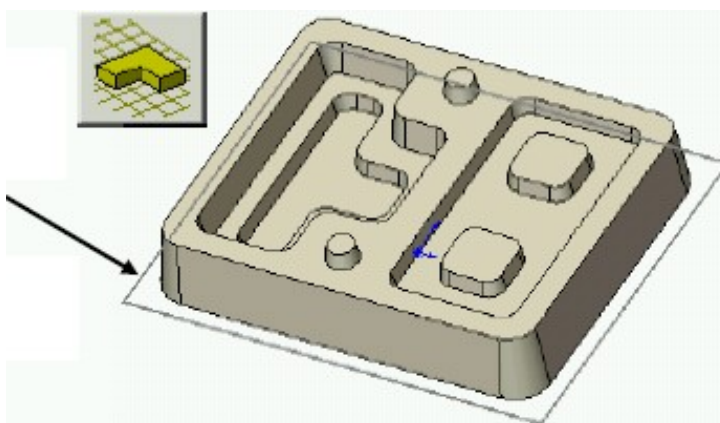
2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.

Выбор станка.

3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **ОК**.

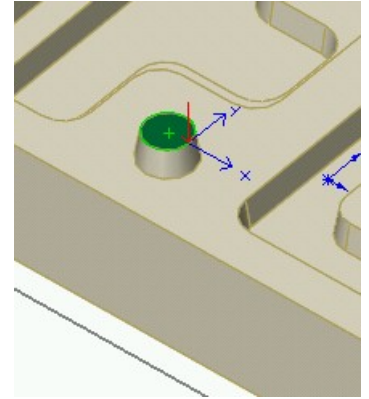
Выбор формы и геометрии заготовки.

4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
5. В окне **Заготовка (Manage Stock)** нажмите кнопку **Вытянуть из эскиза (Extruded Sketch)**.
6. Укажите прямоугольный эскиз, отображающий контур заготовки.
7.  Нажмите кнопку **Сменить направление (Reverse Direction)**.
8.  Задайте **Глубину (Depth)** 1,3 дюйма и нажмите кнопку **ОК**.



Создание установов и 3-осевого элемента

1. Щелкните правой кнопкой мыши по **Заготовке (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.
2. Выберите верхнюю грань одного из конусов в верхней части детали.
3. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена, и нажмите кнопку **ОК**.
4. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.
5. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.
6. Выберите **Стратегию (Attribute) Обдирка (Coarse)**.
7. Нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**.




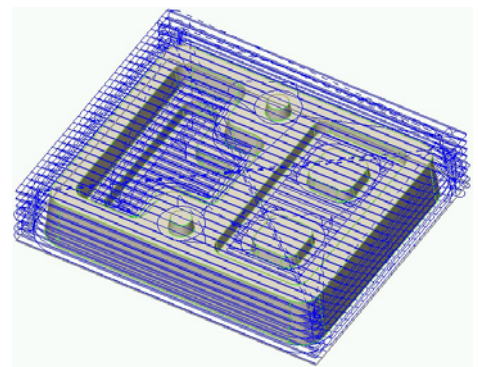
Полезные советы

При работе с **3-осевыми операциями (3 Axis operations)** наилучший результат получается при указании всех граней как обрабатываемых поверхностей. Использование **Поверхностей обхода (Avoid faces)** не рекомендуется. При необходимости ограничить зону обработки, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.

Создание 3-осевой Черновой операции

Создание операций и траекторий:

1.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. черновая1 (Area Clearance1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
3. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)**, выделите концевую фрезу диаметром 0,375 дюйма и нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
4. Нажмите кнопку **Да (Yes)** для выбора соответствующей оправки.
5. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Зигзаг (Lace)**.
6. На закладке **3-ос. черновая (Area Clearance)** выберите **Способ (Method) Равный шаг (Constant)** и задайте **Шаг (Cut amount)** равный 0,2 дюйма.
7. На закладке **Переходы (Links)** выберите параметры **По зонам (To depth by region)** и **Углы Скруглить (Corners Round)** и задайте



Наиб. радиус и Точность модели (Max. Radius и Part deviation) по 0,0375 дюйма.

8. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** выберите для **Способа Подъема (Retract Method)** вариант **Обход (Skim)** и задайте **Наиб. наклон (Max. Ramp angle)** равным 20 градусам.
9. Нажмите кнопку **ОК**.
10. Щелкните правой кнопкой мыши по созданной операции и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

Добавление рабочих зон для выборочной обработки

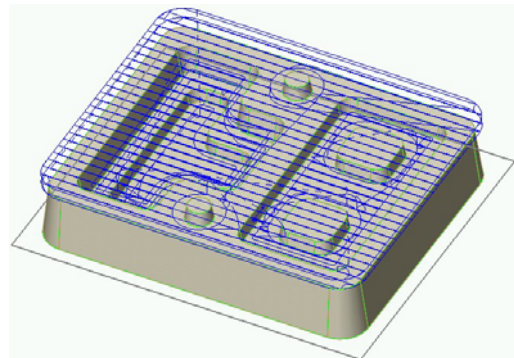
В зависимости от нужд обработки может потребоваться обработка только верха детали:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по созданной операции и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Дополнительно (Advanced)** смените **Способ (Method)** **Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area)** на **Наружный контур (Outer Silhouette)**.

При этом зона обработки будет определяться силуэтом граней, выбранных для обработки при создании 3-осевого элемента.

3. Нажмите кнопку **ОК**.

При закрытии окна параметров проверяется, были ли ранее рассчитаны траектории инструмента. Если в окне **Настроек (Options)** CAMWorks для настройки **Обновить 3-осевые траектории (Update 3 axis toolpaths when parameters change)** выбран вариант **Спросить (Prompt)**, появится вопрос о необходимости сразу пересчитать траектории. Ответьте **Да (Yes)**. Если выбран вариант **Всегда (Always)**, пересчет начнется автоматически. Если выбран вариант **Никогда (Never)**, щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.



Полезные советы

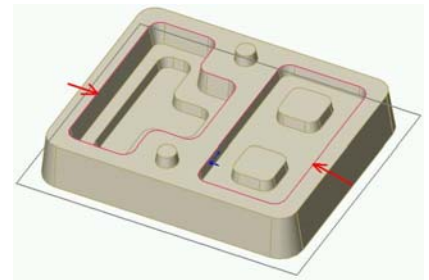
Для **3-осевых операций** обработки (**3 Axis Cycles**) траектории инструмента будут ограничены **Рабочей зоной (Contain Area)**, а не обрабатываемыми поверхностями. Рабочие зоны могут быть вычислены автоматически на основе данных закладки **Дополнительно (Advanced)** или заданы интерактивно командой **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**. Приоритет имеют зоны, созданные

интерактивно. Если такие зоны погашены или не заданы, CAMWorks использует настройки закладки **Дополнительно**.

Допустим, нам необходимо удалить материал только из полостей:

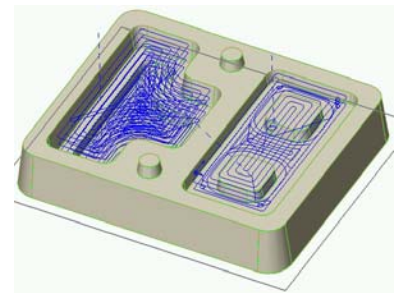
4. Щелкните правой кнопкой мыши по созданной операции и выберите команду **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
5. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** установите параметр **Выбирать (Selection filter)** в положение **Выбрать петлю (Convert to loop)**.
6. Установите параметр **Форма (Shape)** в положение **Несколько (Multiple)**.
7. Выберите по одной верхней кромке каждой полости и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

CAMWorks автоматически выберет все кромки, смежные с выбранными и находящиеся на той же глубине.



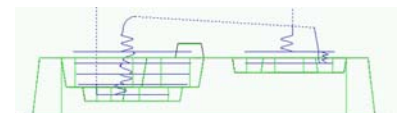
8. Щелкните правой кнопкой мыши по созданной операции и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
9. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Карман изнутри (Pocket out)**.
10. На закладке **Переходы (Link)** задайте **Точность шага (Offset deviation)** 0,0375 дюйма и нажмите **ОК**.

При закрытии окна параметров проверяется, были ли ранее рассчитаны траектории инструмента. Если в окне **Настроек (Options)** CAMWorks для настройки **Обновить 3-осевые траектории (Update 3 axis toolpaths when parameters change)** выбран вариант **Спросить (Prompt)**, появится вопрос о необходимости пересчитать траектории. Ответьте **Да (Yes)**. Если выбран вариант **Всегда (Always)**, пересчет начнется автоматически. Если выбран вариант **Никогда (Never)**, щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.



11. Щелкните правой кнопкой мыши по **Установу1 (Setup1)** и выберите команды **Установить вид – По XZ установка (Set View – Setup XZ)**.

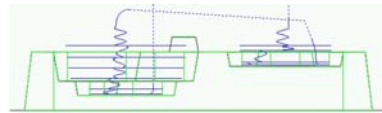
12. Выделите операцию в Дереве Операций и обратите внимание на остатки материала на доньшках полостей. Для того, чтобы увидеть траектории сквозь деталь, переключитесь временно в режим каркасного отображения модели с показом невидимых кромок пунктиром.



В CAMWorks есть способ удаления материала **Переменный+плоскости (Variable & Flats)**, создающий дополнительные проходы на расстоянии **Припуска по Z (Z Allowance)** над любой горизонтальной плоской гранью в

пределах зоны обработки. Это могут быть доньшки карманов или вершины островов. При выборе такого способа обработки шаг по оси Z зависит от заданных **Наименьшего прохода**, **Наибольшего шага по XY** и **Точности глубины** (**Min. cut amount**, **Max. XY stepover** и **Level accuracy**).

13. Щелкните правой кнопкой мыши по созданной операции и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
14. На закладке **3-ос. черновая (Area Clearance)** выберите **Способ (Method) Переменный+плоскости (Variable & Flats)**, задайте **Наименьший проход (Min. cut amount)** 0,05 дюйма и нажмите **ОК**.
15. Создайте траектории и обратите внимание на дополнительные проходы по глубине.



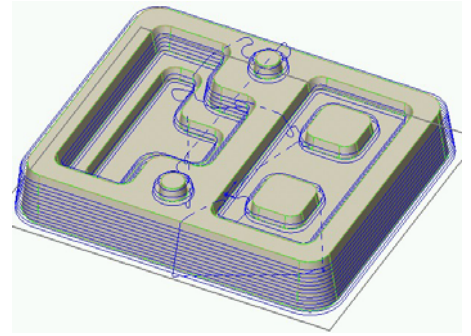
Создание обработки Слойми по Z (Z Level)

Обработка типа **Слойми по Z (Z Level)** – это чистовая обработка по контуру, удаляющая материал серией проходов в горизонтальных плоскостях. Проходы выполняются на разных глубинах. Первый проход выполняется на уровне верха обрабатываемой части детали, далее уровни обработки выбираются сверху вниз. Этот способ обработки оптимален для стенок с уклонами. Данный способ обычно не применяется для пологих и горизонтальных зон обработки.

Создание обработки **Слойми по Z (Z Level)**:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по черновой операции и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. Выберите **Тип операции (Type of operation) Слойми по Z (Z Level)**.
3. Выделите в списке элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Убедитесь, что настройка **Изменить (Edit definition)** включена, и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. В окне параметров операции на закладке **Корзина (Tool crib)** выделите сферическую концевую фрезу 0,25 дюйма (.25in Ball Nose) и нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
6. Нажмите **Да (Yes)** для подтверждения выбора соответствующей оправки.
7. На закладке **Слойми (Z level)** задайте **Шаг (Cut amount)** 0,08 дюйма.
8. Убедитесь, что на закладке **Переходы (Links)** настройка **Материал удалять (Depth processing)** установлена в положение **По зонам (To depth by region)**.
9. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** выберите для **Подъема (Retract) Способ (Method) Обход (Skim)** и задайте **Наиб. наклон (Max. ramp)** 20 град.
10. Нажмите кнопку **ОК**.

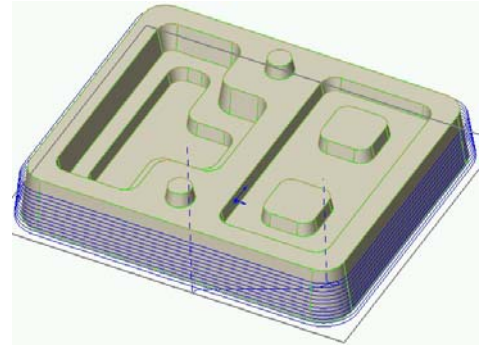
11. Закройте окно **Добавить операцию (Insert Operation)** кнопкой **Заккрыть (Close)**.
12. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpaths)**.



Добавление Зоны обхода

Может оказаться, что нужно обработать только наружные стенки детали.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Добавить зону обхода (Insert Avoid area)**.
2. Укажите верхнюю грань детали и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
3. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Создать траектории**.



Дополнительный способ ограничения зоны обработки

Добавим еще одну операцию типа **Слоями по Z (Z Level)** и ограничим зону обработки, чтобы обработать верхние конусы коническим инструментом.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. Выберите **Тип операции (Type of operation)** **Слоями по Z (Z Level)**.
3. Удалите метку с настройки **Параметры по умолчанию (Use default parameters)**, чтобы скопировать параметры из ранее созданной операции **Слоями по Z1 (Z Level1)**.
4. Выделите в списке элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
5. Убедитесь, что настройка **Изменить (Edit definition)** включена, и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
6. Перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)**, выделите коническую концевую фрезу 0,25 дюйма (.25in Flat End Tapered) и нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
7. Нажмите **Да (Yes)** для подтверждения выбора соответствующей оправки.
8. На закладке **Коническая фреза (Tapered tool)** убедитесь, что **Угол на сторону (Taper angle)** равен 10 градусам.
9. Перейдите на закладку **Слоями (Z level)**.

10. В группе настроек **Пределы (Limits)** для настройки **Первый проход от (First cut from)** выберите вариант **Как задано (User defined)**.

11.  Нажмите кнопку **Указать точку (Pick Point)**.

12. Выберите верхнюю кромку одного из конусов и нажмите кнопку **ОК**.

13. Для настройки **Последний проход от (Last cut at)** выберите вариант **Как задано (User defined)**.

14.  Нажмите кнопку **Указать точку (Pick Point)**.

15. Выберите нижнюю кромку одного из конусов и нажмите кнопку **ОК**.

16. Закройте окно параметров операции кнопкой **ОК**.

Остальные параметры менять не придется, так как они скопированы из предыдущей операции.

17. Закройте окно **Добавить операцию (Insert Operation)** кнопкой **Заккрыть (Close)**.

18. Щелкните по знаку «+» слева от операции **Слоями по Z2 (Z Level2)**.

19. Щелкните правой кнопкой мыши по **Зоне обхода2 (Avoid Area2)** и выберите команду **Удалить (Delete)**.

Когда вы при добавлении операции копируете параметры из другой операции, созданные для операции-образца рабочие и запретные зоны также копируются.

20. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z2 (Z Level2)** и выберите пункт **Создать траектории (Generate toolpaths)**.

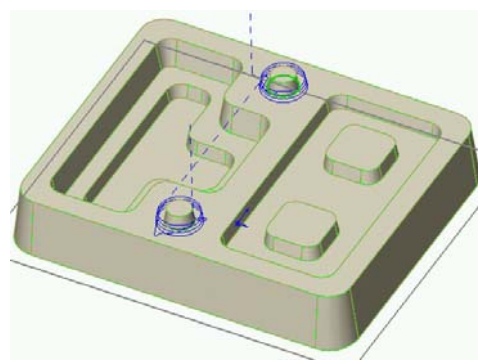
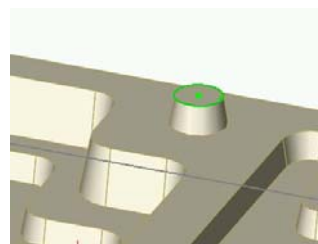
Будут обработаны только два конуса.

21. Щелкните правой кнопкой мыши по последней операции и выберите команду **Имитация обработки (Simulate toolpaths)**.

22. Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

Конический инструмент обрабатывает стенки конусов.

23. Закройте окно имитации кнопкой **X**.



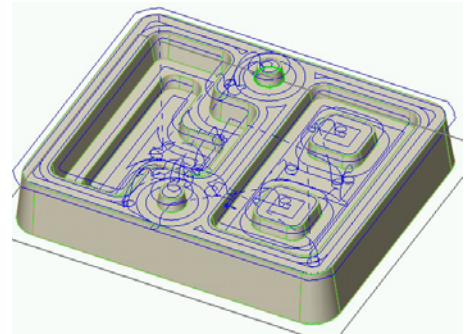
Чистовая обработка плоских областей

Используем способ обработки, при котором с плоских горизонтальных граней материал удаляется методами черновой обработки. Грани должны быть целиком плоскими и горизонтальными.

Создадим операцию типа **3-ос. плоскости (Flat Area)**:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z2 (Z Level2)** и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. Выберите **Тип операции (Type of operation) 3-ос. плоскости (Flat Area)**.
3. Выделите в списке элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Убедитесь, что настройка **Изменить параметры (Edit definition)** включена и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. Перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)**, выделите **Концевую фрезу 0,375 дюйма (.375in Flat End)** и нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
6. Нажмите **Да (Yes)** для подтверждения выбора соответствующей оправки.
7. Убедитесь, что на закладке **Переходы (Links)** настройка **Материал удалять (Depth processing)** установлена в положение **По зонам (To depth by region)**.
8. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** выберите для **Подъема (Retract) Способ (Method) Обход (Skim)**, задайте **Наиб. наклон (Max. ramp) 20** градусов и нажмите кнопку **ОК**.
9. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. плоскости1 (Flat Area1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate toolpaths)**.

CAMWorks создаст траектории обработки плоских горизонтальных граней.



3-осевая обработка, урок 3

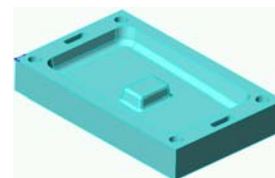
CAMWorks позволяет произвольно комбинировать при обработке детали 2-осевые и 3-осевые операции.

В этом уроке:

- Создание 2-осевых и 3-осевых элементов при обработке одной детали
- Использование рабочих зон для ограничения области действия операций
- Создание операции типа **По схеме** с использованием **Доработки (Cross machining)**
- Создание операции типа **Карандашная**



Использование функции AFR (Автоматическое распознавание элементов) для выделения 2,5-осевых элементов

1. Откройте файл **MILL3AX_3.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).



2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.


Эту деталь нужно обработать, используя и 2-осевые, и 3-осевые операции. 2-осевыми методами будут обработаны 4 отверстия с цековкой и 2 кармана по концам детали. Центральная полость имеет не только наклонные стенки, но и наклонное дно, и будет обрабатываться 3-осевыми операциями.

3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **ОК**.
4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

По умолчанию в качестве заготовки будет взят габаритный параллелепипед.

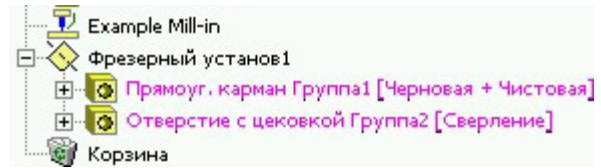
5. Нажмите **ОК** для принятия этой заготовки.

При наличии на детали 2,5-осевых элементов обычно далее следует автоматический их поиск функцией AFR. Если она не находит нужные вам элементы, их можно определить интерактивно командой **Добавить 2,5-осевой элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

6.  Нажмите на панели инструментов CAMWorks кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** или щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** и выберите одноименную команду.

CAMWorks найдет два элемента:

Прямоугольный карман Группа1 (Rectangular Pocket Group1) и
Отверстие с цековкой Группа1 (Counterbore Hole Group1).



Создание элемента типа Поверхности

Создайте элемент типа Поверхности интерактивно:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному установу1 (Mill Part Setup1)** и выберите **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.

Откроется окно **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**. Оно содержит список обрабатываемых граней и, при необходимости, список контрольных граней, которые надо гарантированно не задеть.

2. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.

В поле **Обработать (Faces to cut)** появится список выбранных граней. Будут выбраны все грани, которые можно обработать с какого-либо направления.




Полезные советы

При работе с 3-осевыми операциями (3 Axis operations) наилучший результат получается при указании всех граней как обрабатываемых поверхностей. Рекомендуется не использовать **Поверхности обхода (Avoid faces)**. Если нужно ограничить рабочую зону, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.


3. Выберите **Стратегию (Attribute) Черн: Парал., Чист: Парал.** (Черновая-Карман, Чистовая-Параллельно – **Rgh-Lace, Fin-Slice**) и нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**.

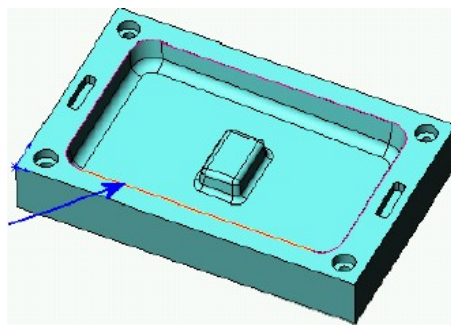
В Дереве появился элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.


4.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** или щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Элементов CAMWorks и выберите одноименный пункт.




Изменение параметров операции и определение рабочей зоны

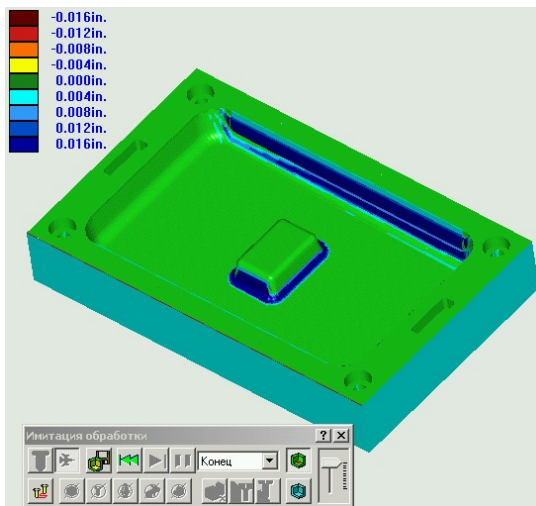
Перед расчетом 3-осевых траекторий можно изменить параметры операций и создать рабочую зону в пределах центральной полости:


- Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите пункт **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
 - В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** установите параметр **Выбирать (Selection filter)** в положение **Выбрать петлю (Convert to loop)**.
 - Выберите любую верхнюю кромку центральной полости.
- В списке **Выбраны (Entities selected)** появится **Петля<1> (Loop<1>)**.
- Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
 - Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Черновая1 (Rough1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите **Концевую** фрезу 0,1875 дюйма (**.1875 Flat End**).
 - Нажмите кнопку **Да (Yes)** для выбора соответствующей оправки.
 - Закройте окно кнопкой **ОК**.
 -  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpaths)**.



- Будут созданы все траектории.
-  Нажмите кнопку **Имитация (Simulate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.
 - Выберите в списке условие останова имитации **Операция (Next Operation)**.

-   Нажмите кнопку **Турбо режим (Turbo mode)**, затем нажимайте кнопку **Пуск (Run)** для последовательного просмотра результата каждой операции.
-  Нажмите кнопку **Отличия (Show Difference)** и обратите внимание на остатки материала на наклонных стенках и вокруг центральной бобышки.



-  Выйдите из режима имитации.

Использование доработки

- Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

2. На закладке **Схема (Pattern)** переключите настройку **Доработка (Cross machining)** в вариант **Стандарт (Standard)**.

При использовании **Параллельной (Slice)** обработки функция **Доработка** позволяет автоматически создать дополнительные проходы, перпендикулярные основным проходам в зонах, плохо обработанных ими. При варианте доработки **Стандарт (Standard)** эти движения будут выполнены после основных проходов.

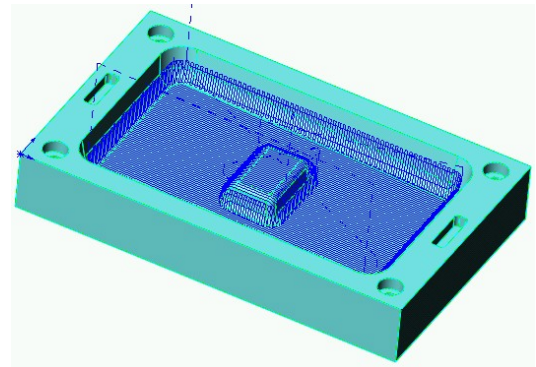
3. Включите настройку **Б/подъема (Staydown)**.

Эта настройка определяет, как инструмент будет двигаться между проходами внутри рабочих зон и вокруг зон обхода. В нашем случае будут минимизированы отводы инструмента вверх, но созданы дополнительные перемещения на рабочей подаче.

4. Нажмите кнопку **ОК**.

При закрытии окна параметров проверяется, были ли ранее рассчитаны траектории инструмента. Если в окне **Настроек (Options)** CAMWorks для настройки **Обновить 3-осевые траектории (Update 3 axis toolpaths when parameters change)** выбран вариант **Спросить (Prompt)**, появится вопрос о необходимости сразу пересчитать траектории. Ответьте **Да (Yes)**. Если выбран вариант **Всегда (Always)**, пересчет начнется автоматически. Если выбран вариант **Никогда (Never)**, щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

Теперь наклоненные зоны центральной полости обработаны при доработке.



Создание операции Карандашная (Pencil Mill)

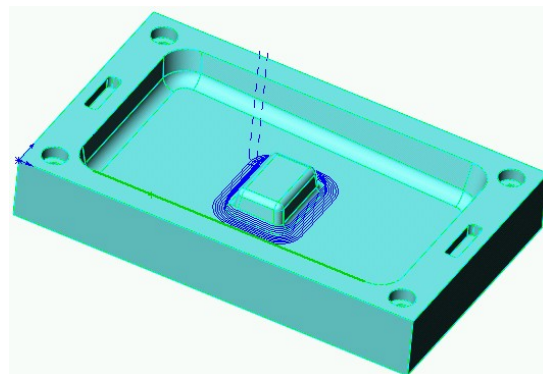
1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. Выберите тип операции **Карандашная (Pencil Mill)**.
3. Выделите **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. На закладке **Фреза (Mill tool)** должна быть выбрана **Сферическая фреза 0,25 дюйма (.25in Ball Nose)**.
6. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Подчистка (Parallel Lace)**.
7. На закладке **Переходы (Links)** задайте **Наиб. переход (Max. link distance)** 0,25 дюйма и нажмите **ОК**.
8. В окне добавления операции нажмите кнопку **Закрыть (Close)**.






9. Щелкните правой кнопкой мыши по добавленной операции и выберите команду **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
10. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** установите параметр **Выбирать (Selection filter)** в положение **Выбрать петлю (Convert to loop)**.

11. Выберите любую верхнюю кромку центральной полости и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

12. Щелкните правой кнопкой мыши по добавленной операции и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpaths)**.

Будет создана траектория инструмента вокруг центральной бобышки.



13.  Нажмите кнопку **Имитация (Simulate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.
14. Выберите в списке условия останова имитации **Операция (Next Operation)**.
15.   Нажмите кнопку **Турбо режим (Turbo mode)**, затем нажимайте кнопку **Пуск (Run)** для последовательного просмотра результата каждой операции.
16.  Нажмите кнопку **Отличия (Show Difference)** и обратите внимание на остатки материала на наклонных стенках и вокруг центральной бобышки.
17.  Выйдите из режима имитации.

3-осевая обработка, урок 4




В этом уроке:

- Создание установов
- Создание Поверхностного элемента
- Определение нуля программы
- Указание параметров обработки и создание траекторий
- Создание операций типов **Смещением**, **По схеме** и **Карандашная**

Выбор станка и направления обработки

1. Откройте файл **MILL3AX_4.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).

Эта модель создана на основе импортированной геометрии. Ее прямоугольное основание определяет габариты параллелепипеда заготовки.

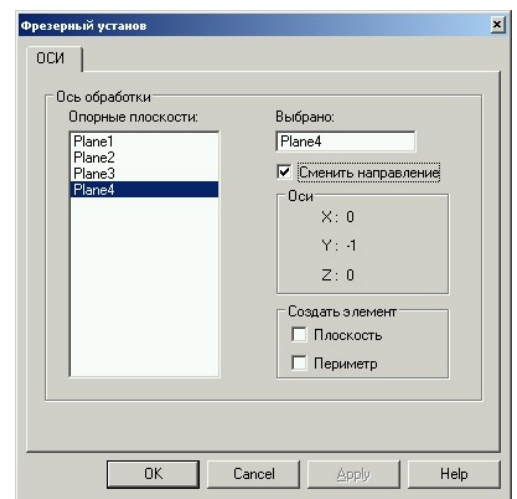
2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **OK**.
4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

По умолчанию в качестве заготовки будет высвечен габаритный параллелепипед.

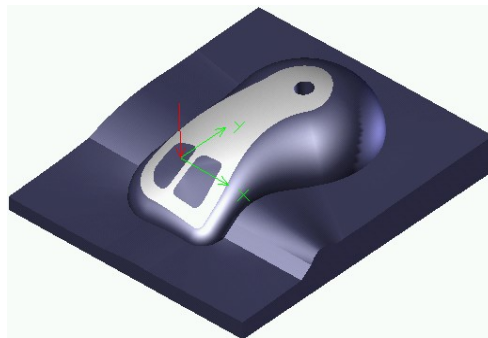
5. Нажмите **OK** для принятия этой заготовки.
6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.

Откроется окно **Фрезерный установ (Mill Part Setup)**.

7. В списке **Опорные плоскости (Reference planes)** выберите **Plane4**.



8. Включите настройку **Сменить направление (Reverse direction)** для смены положительного направления оси Z.
9. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена и нажмите **ОК**.
В дереве появится новый установ.



Создание поверхностного элемента

В этом уроке функция автоматического распознавания элементов (AFR) не будет использоваться, так как нет 2,5-осевых элементов, подлежащих обработке. Вы создадите 3-осевой элемент интерактивно.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному установу1 (Mill Part Setup1)** и выберите **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.
Откроется окно **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.
2. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.



Полезные советы

При работе с 3-осевыми операциями (3 Axis operations) наилучший результат получается при указании всех граней как обрабатываемых поверхностей. Рекомендуется не использовать **Поверхности обхода (Avoid faces)**. Если нужно ограничить рабочую зону, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.


3. Выберите **Стратегию (Attribute) Черн: Парал., Чист: 3D-смещ., Каранд: Подчистка** (Черновая-Параллельная, Чистовая-3D-Смещением, Карандашная-Подчистка – **Rgh-Lace, Fin-3D Stepover, Pen-Lace**).

Согласно настройкам TechDB для этой стратегии будут созданы операции 3-осевой черновой обработки со схемой Параллельная, 3-осевой чистовой обработки 3D смещением и 3-осевой карандашной обработки подчисткой.

4. Нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**.

В Дереве Элементов под **Фрезерным установом1 (Mill Part Setup1)** появится элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.

Выбор нуля программы

1.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** или щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Элементов CAMWorks и выберите одноименную команду.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

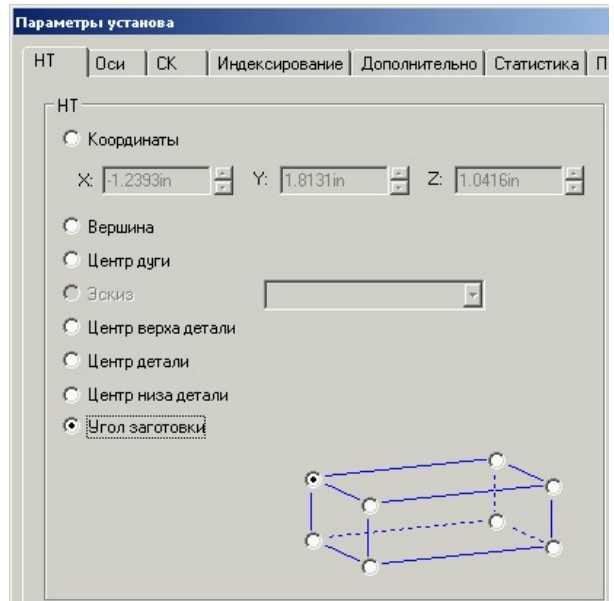
Откроется окно **Параметры установка (Part Setup Parameters)**. Здесь можно изменить параметры созданного установка.

3. Включите настройку **Угол заготовки (Stock vertex)** и выберите угол, показанный на рисунке.

Координаты XYZ нуля установка теперь привязаны к одному из верхних углов заготовки и индикатор установка переместится в этот угол.

Это полезный прием, позволяющий избежать конфликтов инструмента и заготовки при перемещениях инструмента.

4. Нажмите **ОК**.



Изменение параметров операций и создание траекторий

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. черновая1 (Area Clearance1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

Откроется окно **Параметры обработки (Machining Parameters)**.

2. На закладке **Схема (Pattern)** задайте **Направление (Cut angle)** 90 градусов.
3. На закладке **3-ос. черновая (Area Clearance)** задайте следующие параметры:
 - **Припуск по XY (XY allowance)** = 0,01 дюйма;
 - **Припуск по Z (Z allowance)** = 0,01 дюйма;
 - **Способ (Method)** = **Переменный+плоскости (Variable & Flats)**;
 - **Шаг (Cut amount)** = 0,25 дюйма;
 - **Наименьший проход (Min/ cut amount)** = 0,1 дюйма;
 - **Наибольший шаг по XY (Max. XY stepover)** = 0,1 дюйма.
4. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** выберите для **Способа Подъема (Retract Method)** вариант **Обход (Skim)**, а **Способ Врезания (Ramping Method)** – **Наклонно (Ramp)**, и нажмите **ОК**.
5. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. черновая1 (Area Clearance1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

Изменение операции обработки Смещением (Constant Stepover) для обработки надстройки пресс-формы мышки

Операция Смещением удаляет материал, сохраняя заданный пользователем постоянный шаг фрезы.

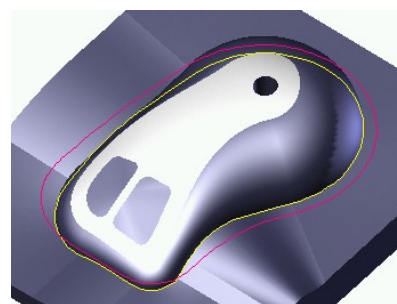
1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Смещения (Constant Stepover)** выберите **Способ (Method)** **3D-шаг (3D Stepover)**.

При использовании способа расчета обработки **2D-шаг** расстояние между проходами будет постоянным и равным **Горизонтальному шагу (Horizontal cut amount)** в проекции на плоскость XY. Этот способ хорош только для поверхностей, не имеющих сильно наклоненных участков. Качество вертикальных и близких к ним поверхностей будет при этом неважным. Зато такой расчет выполняется существенно быстрее.

Способ **3D-шаг** создает чистовую обработку с постоянным шагом вне зависимости от наклона каждого участка поверхности. На пологих участках шаг обработки будет примерно равен **Горизонтальному шагу (Horizontal cut amount)**, на сильно наклоненных – **Вертикальному шагу (Vertical cut amount)**. В результате будут получены поверхности наивысшего качества вне зависимости от геометрии детали, но расчет будет идти дольше.

3. Задайте **Горизонтальный шаг (Horizontal cut amount)** и **Вертикальный шаг (Vertical cut amount)** по 0,05 дюйма и нажмите **ОК**.
4. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите пункт **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
5. Выделите каждую кромку выступа корпуса мышки.
6. Задайте **Смещение (Offset)** 0,1875 дюйма.

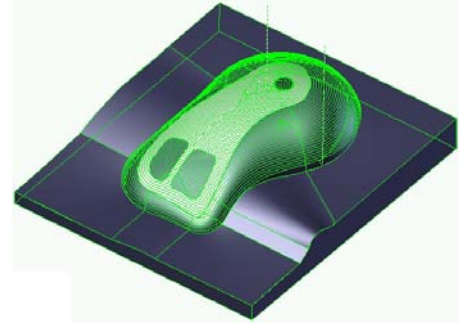
Эта величина равна радиусу фрезы, и ее использование позволит фрезе выходить на нижние грани детали пресс-формы. Обратите внимание на подсвеченный контур рабочей зоны, созданной на основе выбранных кромок. Фреза обработает деталь только внутри этого контура.




7. Закройте окно кнопкой **Готово (Finish)**.
8. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Добавить зону обхода (Insert avoid area)**.
9. Выделите верхнюю кромку отверстия.
10. Включите настройку **На подаче (Machine over)** и нажмите **Готово (Finish)**.



В данном уроке мы предполагаем, что отверстие будет обработано позже. Включенная настройка заставит CAMWorks перемещать инструмент над отверстием на рабочей подаче.

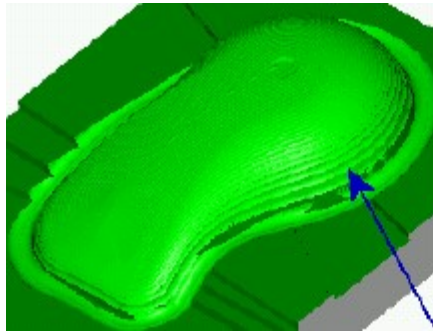
11. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.



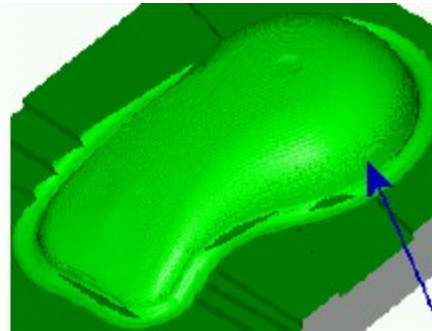
12.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpaths)**.

13. Выберите условие останова имитации **Операция (Next operation)**.


14.   Нажмите кнопку **Турбо (Turbo)**, затем **Пуск (Run)** и просмотрите каждую операцию.



2D-шаг (2D Stepover)



3D-шаг (3D Stepover)

15. Обратите внимание, что чистота стенок, близких к вертикальным, при использовании способа 2D-шаг гораздо хуже, чем при использовании способа 3D-шаг.
16.  Выйдите из режима имитации обработки кнопкой **X** или клавишей **Escape**.

Добавление операции По схеме (Pattern Project) для обработки основы пресс-формы мышки

- Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
- Выберите **Тип операции (Type of operation) По схеме (Pattern Project)**.
- Выделите элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
- Оставьте настройку **Изменить (Edit Definition)** включенной и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
- На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Зигзаг (Slice)**, включите настройку **Б/подъема (Staydown)**.
- На закладке **Чистовая (Finish)** проверьте, что в группе настроек **Направление (Direction control)** выбран вариант **Зигзаг (Zigzag)**.
- На закладке **Переходы (Link)** введите **Наиб. переход (Max link) 0,25 дюйма** и нажмите **ОК**.

8. В окне добавления операции нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Добавим рабочую зону для обработки только верха основания детали.

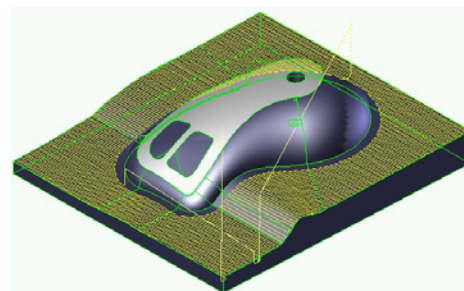
9. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите пункт **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
10. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** выделите эскиз **Sketch1**, выберите в списке **Инструмент (Tool condition)** вариант **На контуре (On)** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Добавим зону обхода для исключения обработки надстройки.





11. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Добавить зону обхода (Insert avoid area)**.
12. Выделите каждую кромку выступа корпуса мышки.
13. Установите параметр **Инструмент (Tool condition)** в состояние **До контура (Upto)** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.




14. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.



CAMWorks создаст траектории обработки верха детали вокруг надстройки.

15.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpaths)**.
16. Выберите условие останова имитации **Операция (Next operation)**.
17.   Нажмите кнопку **Турбо (Turbo)**, затем **Пуск (Run)** и просмотрите каждую операцию.
18.  Когда имитация всех операций завершится, нажмите кнопку **Отличия (Show Difference)**.

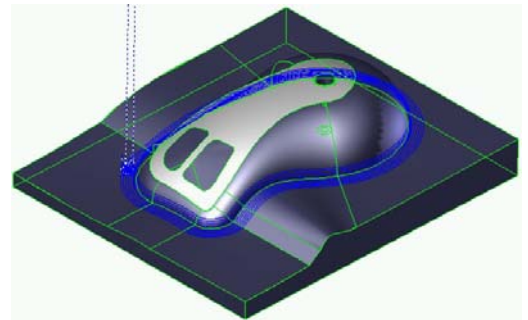
Будут показаны отличия результатов обработки от исходной модели. Зоны, окрашенные в голубые тона, соответствуют остаткам материала, обусловленным радиусом конца фрезы.

19.  Выйдите из режима имитации.

Изменение операции Карандашная (Pencil Mill) для обработки стыков граней

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Карандашная1 (Pencil Mill1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.

2. На закладке **Фреза (Mill Tool) Рабочий диаметр (Cut diameter)** фрезы должен быть равен 0,125 дюйма.
3. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Подчистка (Parallel Lace)**.
При этом будет создано несколько параллельных проходов для удаления материала. Шаг между проходами задается на этой закладке.
4. Задайте следующие параметры:
 - **Ограничить углом (Bitangency angle)** = 30 градусов;
 - **Способ (Method)** = **3D-шаг (3D Stepover)** (при этом на пологих участках шаг обработки будет примерно равен **Горизонтальному шагу (Horizontal cut amount)**, на близких к вертикальным – **Вертикальному шагу (Vertical cut amount)**);
 - Включите настройку **Число проходов (Number of Cuts)** и введите значение этого параметра = 5;
 - **Горизонтальный шаг (Horizontal cut amount)** и **Вертикальный шаг (Vertical cut amount)** установите по 0,04 дюйма.
5. Нажмите **ОК**.
6. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Карандашная1 (Pencil Mill1)** и выберите команду **Добавить зону обхода (Insert avoid area)**.
7. Выделите верхнюю кромку отверстия и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
8. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Карандашная1 (Pencil Mill1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.



3-осевая обработка, урок 5




При использовании операции **По схеме (Pattern Project)** схема **Сглаживание (Flowline)** дает наилучший результат при обработке граней, созданных как элементы по сечениям и по траектории.

Траектория при этом создается на основе двух выбранных пользователем кривых. Она может следовать вдоль или поперек этих кривых. Кривые могут быть замкнутыми или незамкнутыми.

В этом уроке:

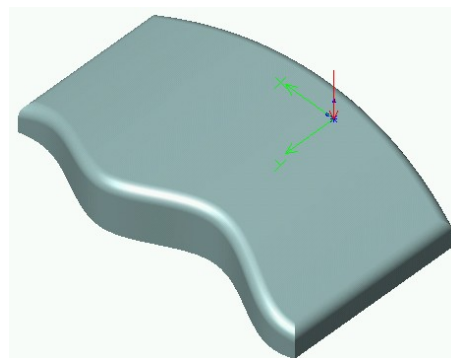
- Создание обработки по схеме **Сглаживание (Flowline)**
- Использование зон обработки и обхода

Создадим установ и 3-осевой элемент:

1. Откройте файл **MILL3AX_5.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **ОК**.
4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
5. Нажмите **ОК** для принятия заготовки по умолчанию.
6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.

Откроется окно **Фрезерный установ (Mill Part Setup)**.

7. В списке **Опорные плоскости (Reference planes)** выберите **Plane2**.
8. Включите настройку **Сменить направление (Reverse direction)**.
9. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена и нажмите **ОК**.
10. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.




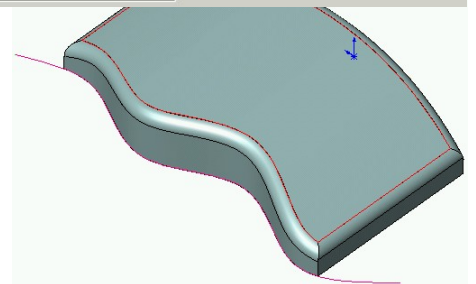
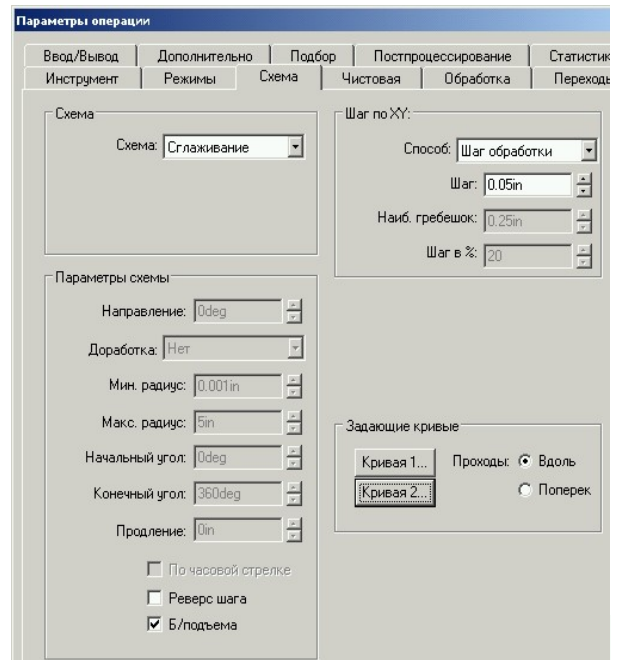
11. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.
12. Выберите **Стратегию (Attribute) Чистовая (Fine)** и нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**.

Эта стратегия обработки настроена в TechDB на создание одной операции типа **По схеме (Pattern Project)**.

Создание траектории на основе схемы Сглаживание (Flowline)

Создайте операцию, измените ее параметры и рассчитайте траекторию:


1.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
3. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Сглаживание (Flowline)** и включите настройку **Б/подъема (Staydown)**.
4. В группе настроек **Задающие кривые (Flowline curves)** выберите **Проходы (Cut) Вдоль (Along)**.
5. Нажмите кнопку **Кривая 1 (Curve 1)**.
Кнопки **Кривая 1 и 2 (Curve 1 и 2)** предназначены для выбора задающих кривых. Каждая кривая должна быть создана в своем эскизе SolidWorks.
6. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** выделите эскиз **Flow 1**.



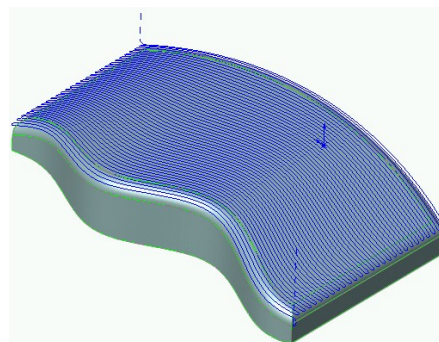
Эскиз попадет в список **Выбраны (Entities selected)** и подсветится в графической области.

Дополнительно можно задать смещение от этой кривой. В данном уроке мы не используем эту возможность.

7. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
8. Нажмите кнопку **Кривая 2 (Curve 2)**.
9. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** выделите эскиз **Flow 2** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
10. На закладке **Чистовая (Finish)** задайте **Точность обработки (Mach. Deviation) 0,001 дюйма**.

11. На закладке **Переходы (Link)** выберите **Тип (Type) По сплайну (Spline Curve)** и задайте **Наиб. Переход (Max. link)** 2 дюйма и нажмите **OK**.
12.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

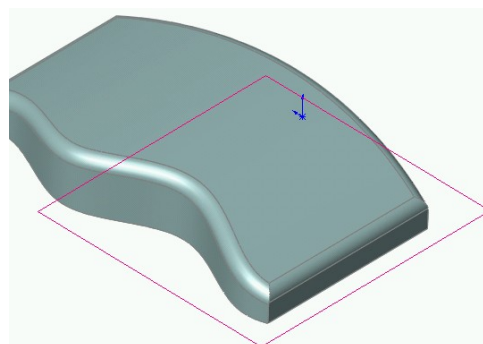
Инструмент начнет движение вдоль первой кривой, затем форма проходов будет изменяться, стремясь принять форму второй кривой.



Использование рабочих зон и зон обхода


Траекторию можно изменить, ограничив ее определенной зоной или исключив из обработки определенную зону. Эту технологию можно использовать, например, для выборочной подчистки отдельных зон или для других целей.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите пункт **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
2. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** выделите эскиз **Contain** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

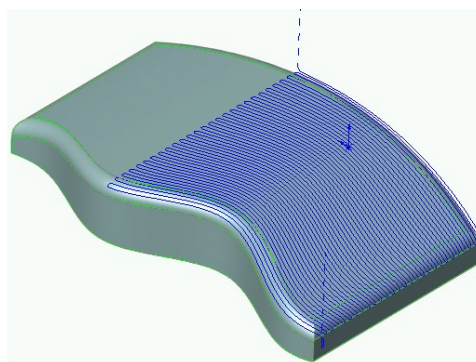



3. Щелкните по знаку «плюс» (+) слева от операции **По схеме1 (Pattern Project1)**.

Будет отображен элемент **Рабочая зона1 (Contain Area1)**. Отсюда ее можно при необходимости удалить.

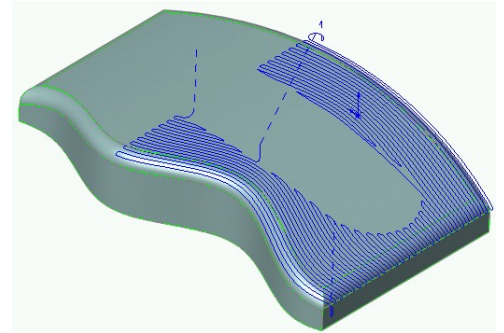
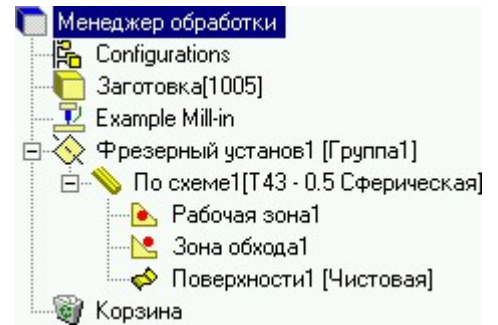
4.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

Траектория будет создана только внутри прямоугольного эскиза, выбранного в качестве рабочей зоны. Для коррекции ее размеров при выборе эскизов можно задавать **Смещения (Offset)**.



5. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Добавить зону обхода (Insert avoid area)**.
6. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** выделите эскиз **Avoid** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
7. Щелкните по знаку «плюс» (+) слева от операции **По схеме1 (Pattern Project1)**.
Будет отображен элемент **Зона обхода1 (Avoid Area1)**.
8.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

Траектория будет создана с учетом рабочей зоны и зоны обхода.



3-осевая обработка, урок 6

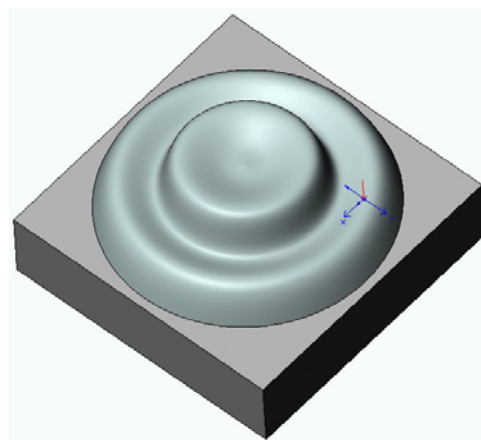
В CAMWorks можно использовать несколько схем движения инструмента для чистовой и получистовой обработки деталей. Каждая схема имеет свою область применения. Эти схемы используются редко, но иногда вы можете столкнуться с деталями, для которых эти схемы будут оптимальны. В этом примере рассмотрены радиальная и спиральная обработки и обработка 2D-смещением.

В этом уроке:

- Добавление операций
- Создание спиральной и радиальной обработок с использованием операции типа **По схеме (Pattern Project)**
- Создание обработки 2D-смещением с использованием операции типа **Смещением (Constant Stepover)**


Создание установов и поверхностного элемента:

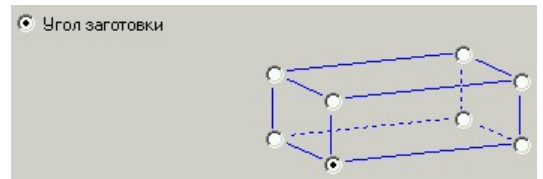
1. Откройте файл **MILL3AX_6.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный - дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **OK**.
4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
5. Нажмите **OK** для принятия заготовки по умолчанию.
6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.
Откроется окно **Установ (Part Setup)**.
7. В списке **Опорные плоскости (Reference planes)** выберите **Plane1**.
8. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена и нажмите **OK**.



9. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.
10. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.
11. Выберите **Стратегию (Attribute) Чистовая (Fine)** и нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**.

Создание операции и изменение нулевой точки установка:


1.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
3. На закладке **НТ (Origin)** включите настройку **Угол заготовки (Stock vertex)** и выберите угол, показанный на рисунке.
4. Нажмите **ОК**.



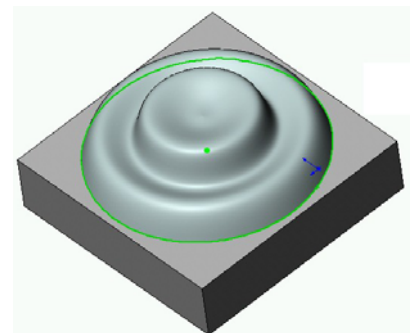
Создание радиальной обработки с использованием операции По схеме (Pattern Project)

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите **Сферическую фрезу 0,25 дюйма (.25in Ball Nose)**.
3. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
4. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Радиальная (Radial)**.
5. Включите настройку **Реверс шага (Reverse stepover)** для перемещения начала обработки в центр.

Можно выбрать, будет ли инструмент опускаться на деталь в центре или на краю зоны обработки.

6. Задайте **Шаг по XY (XY Stepover Cut amount)** 0,15 дюйма.
7.  Нажмите кнопку **Указать точку (Pick Point)** в зоне **Центр (Center Point)**.

Откроется окно **Выбор точки (Define Point)**. Здесь можно указать центр радиальной обработки. Можно задать эту точку с нужным смещением относительно вершины, центра круговой кромки или дуги эскиза и ассоциативно связать ее с выбранным объектом.



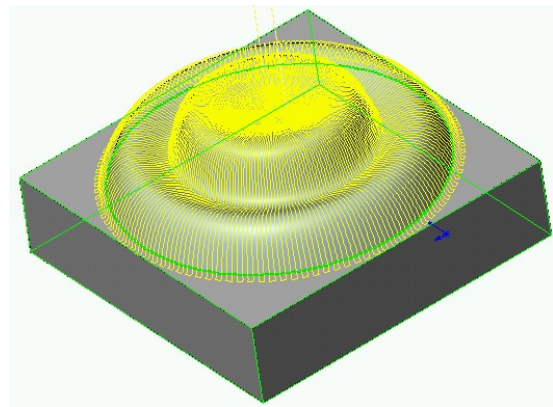
8. Укажите нижнюю круговую кромку бобышки вращения.



CAMWorks вычислит положение ее центра.

9. Нажмите **ОК**.
10. На закладке **Чистовая (Finish)** задайте **Точность обработки (Machining deviation)** 0,001 дюйма и нажмите **ОК**.
11. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите пункт **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
12. Укажите нижнюю кромку бобышки.
13. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** выберите значение параметра **Инструмент (Tool condition)** **За контуром (Past)** и нажмите **Готово (Finish)**.

Этот параметр определяет, будет ли инструмент выходить за пределы выбранного контура.


14. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
15. Щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Пошаговый просмотр (Step Thru Toolpath)**.

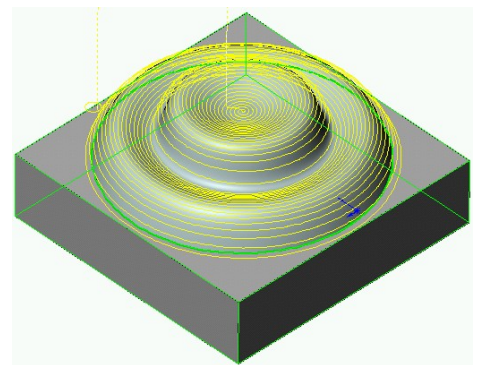


16.  Несколько раз нажмите кнопку **Несколько шагов вперед (Forward Multiple Steps)** и убедитесь, что обработка начинается в центре.
17.  Закройте окно пошагового просмотра.

Создание спиральной обработки с использованием операции По схеме (Pattern Project)

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. В окне **Добавить операцию (Insert Operation)** выберите тип операции **По схеме (Pattern Project)**.
3. Выделите элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Убедитесь, что настройка **Изменить (Edit Definition)** включена и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите **Сферическую фрезу 0,25 дюйма (.25in Ball Nose)**.
6. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
7. На закладке **Схема (Pattern)** задайте следующие параметры:

- **Схема (Pattern) = Спираль (Spiral);**
 - **Мин. Радиус (Minimum radius)** = 0,01 дюйма (обработка начнется со смещением от центра на эту величину);
 - **Макс. Радиус (Maximum radius)** = 2 дюйма (наружный радиус обрабатываемой зоны);
 - **Реверс шага (Reverse stepover)** = включено.
8.  Нажмите кнопку **Выбор точки (Pick Point)** в зоне **Центр (Center Point)**.
Откроется окно **Выбор точки (Define Point)**.
 9. Укажите нижнюю кромку бобышки вращения и нажмите **ОК**.
CAMWorks вычислит положение ее центра.
 10. На закладке **Чистовая (Finish)** задайте **Точность обработки (Machining deviation)** 0,001 дюйма.
 11. Выберите **Направление (Direction control)** Петля (Zig).
 12. Включите настройку **Реверс движения (Reverse direction)** для перемещения начала обработки в центр и нажмите **ОК**.
Последняя настройка позволяет выбрать, будет ли инструмент опускаться на деталь в центре или на краю зоны обработки.
 13. В окне добавления операции нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.
 14. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме2 (Pattern Project2)** и выберите пункт **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
Откроется окно **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)**.
 15. Укажите нижнюю кромку бобышки, для параметра **Инструмент (Tool condition)** выберите **За контуром (Past)** и нажмите **Готово (Finish)**.
 16. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме2 (Pattern Project2)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
CAMWorks создаст спиральную круговую траекторию, начинающуюся в центре детали. Ограничить зону обработки можно минимальным и максимальными радиусами в окне параметров обработки.
 17. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме2 (Pattern Project2)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 18. На закладке **Схема (Pattern)** задайте **Мин. Радиус (Minimum radius)** = 0,5 дюйма, а **Макс. Радиус (Maximum radius)** = 1,5 дюйма и нажмите **ОК**.
 19. Пересчитайте траекторию.
CAMWorks создаст траекторию с учетом заданных радиусов.



Создание обработки 2D-смещением с использованием операции Смещением (Constant Stepover).

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме2 (Pattern Project2)** и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. В окне **Добавить операцию (Insert Operation)** выберите тип операции **Смещением (Constant Stepover)**.
3. Выделите элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Убедитесь, что настройка **Изменить (Edit Definition)** включена и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите **Сферическую фрезу 0,25 дюйма (.25in Ball Nose)**.
6. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
7. На закладке **Смещения (Constant Stepover)** выберите **Способ (Method) 2D-шаг (2D Stepover)**.

При использовании способа расчета обработки **2D-шаг** расстояние между проходами будет постоянным и равным **Горизонтальному шагу (Horizontal cut amount)** в проекции на плоскость XY. Этот способ хорош для поверхностей, не имеющих сильно наклоненных участков. Качество вертикальных и близких к ним поверхностей будет при этом неважным, зато расчет выполняется значительно быстрее.

8. Включите настройку **Число проходов (Number of cuts)** и задайте его равным 12.

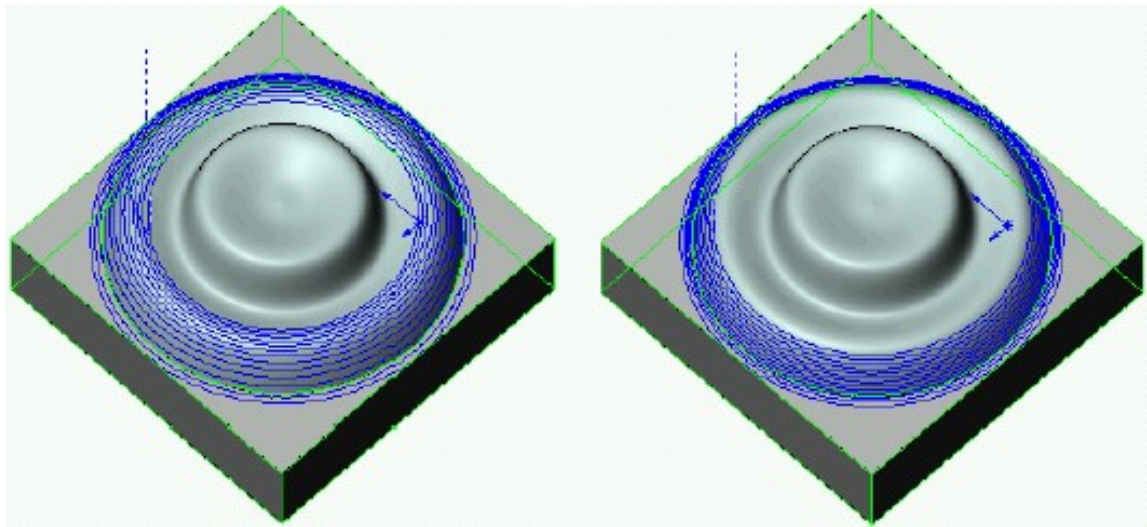
Этот параметр определяет, будет ли обработана вся деталь, или будет сделано указанное число проходов.

9. Задайте **Горизонтальный шаг (Horizontal cut amount)** и **Вертикальный шаг (Vertical cut amount)** по 0,05 дюйма и нажмите **ОК**.
10. В окне добавления операции нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.
11. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
12. Укажите нижнюю кромку бобышки, выберите значение параметра **Инструмент (Tool condition) За контуром (Past)** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
13. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

CAMWorks создаст траекторию. Поскольку задано число проходов равное 12, бобышка будет обработана не полностью.

Если был выбран метод обработки **3D-шаг (3D Stepover)**, результат обработки будет подобен показанному на рисунке справа. Этот способ

создает чистовую обработку с постоянным шагом независимо от наклона текущего участка поверхности. На пологих участках шаг обработки будет примерно равен **Горизонтальному шагу (Horizontal cut amount)**, на близких к вертикальным – **Вертикальному шагу (Vertical cut amount)**. В результате будут получены поверхности наивысшего качества вне зависимости от геометрии детали.



Глава 2. Подробнее о 3-осевой обработке

Эта глава позволит получить дополнительные знания об операциях типов **3D-Смещение (3D Stepover)**, **Проекция кривой (Curve Project)**, **Плоскость (Flat Area)** и **Подбор (Rest Machining)**.

Мы рекомендуем предварительно изучить примеры предыдущей главы и учебника 2,5-осевой обработки. Помимо описания принципов 2- и 3-осевой обработки, эти примеры знакомят с основными методами работы с CAMWorks, используемыми для создания обработки всех типов.

Уроки данной главы показывают, как использовать CAMWorks, и могут не соответствовать напрямую вашим реальным работам.

Внимание! Примеры данной главы рассчитаны на использование Технологической базы данных (далее TechDB, в оригинале – TechDB), настроенной по умолчанию и поставляемой с данной версией CAMWorks. Если вы меняли TechDB, правила обработки и параметры операций в ней будут другими.

В этом случае вы можете временно подключить TechDB (TechDB), настроенную и поставляемую по умолчанию, используя один из следующих способов:

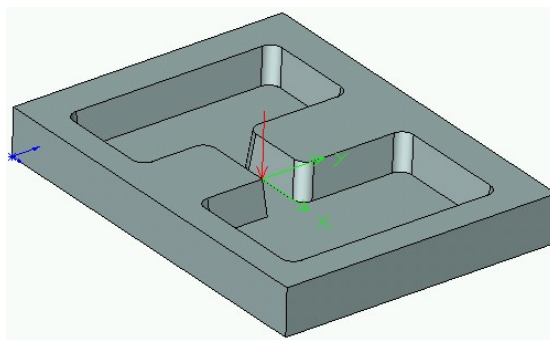
- Загрузите исходную Технологическую базу данных с сайта компании Teksoft (www.teksoft.com). Поместите ее в папку Examples каталога установки CAMWorks (например, \Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill). Запустите мастер подключения TechDB Подключить БД (Link Database), перейдите в папку examples и укажите файл techdb.mdb. По окончании изучения данной главы повторите операцию и подключите свою настроенную базу данных.
- Переустановите CAMWorks. При этом будет переустановлена и технологическая база данных. В процессе установки будет создана архивная копия настроенной базы данных. После обучения замените рабочую версию TechDB архивной копией.

3-осевая обработка, урок 7

В этом уроке рассказано, как создать черновую обработку с подбором материала, послойную чистовую обработку и подчистку плоскостей.

В этом уроке:

- Создание **3-осевой черновой** операции (**Area Clearance**) с подбором материала
 - Создание чистовых операций типов **Слоями по Z (Z Level)** и **3-осевые плоскости (Flat Area)**
1. Откройте файл **MILL3AXII_1.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
 2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
 3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **OK**.
 4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
По умолчанию в качестве заготовки будет высвечен габаритный параллелепипед.
 5. Нажмите **OK** для принятия этой заготовки.
 6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.
 7. Укажите верхнюю грань детали.
 8. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена и нажмите **OK**.



Создание Поверхностного элемента:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.
2. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.
В поле **Обработать (Faces to cut)** появится список выбранных граней.


3. Выберите **Стратегию (Attribute) Черн: Парал., Чист: Слойми, Чист: Плоскость** (Черновая-Зигзаг, Чистовая-Слойми, Чистовая-Плоскость – **Rgh-Lace, Fin-Zlevel, Fin-Flat Area**). Согласно настройкам технологической базы данных будут созданы операции **3-ос. черновая, Слойми по Z и 3-ос. плоскости**.
4. Нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**. В Дереве Элементов появится элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.



Полезные советы

При работе с 3-осевыми операциями (3 Axis operations) наилучший результат получается при указании всех граней как обрабатываемых поверхностей. Рекомендуется не использовать **Поверхности обхода (Avoid faces)**. Если нужно ограничить рабочую зону, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.

Создание операций для поверхностного элемента:

1.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите одноименную команду.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. черновая1 (Area Clearance1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
3. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Зигзаг (Lace)** и задайте **Направление (Cut angle)** 90 градусов.
4. На закладке **3-ос. черновая (Area Clearance)** задайте параметры:
 - **Припуск по XY (XY allowance)** = 0,15 дюйма;
 - **Припуск по Z (Z allowance)** = 0,15 дюйма;
 - **Способ (Method)** = **Равный шаг (Constant)**;
 - **Шаг (Cut amount)** = 0,25 дюйма.
5. На закладке **Переходы (Link)** задайте следующие параметры:
 - **Тип Переходов (Link Type)** = **По сплайну (Spline Curve)**;
 - **Тип Углов (Corner Type)** = **Скруглить (Round)**;
 - **Наиб. радиус (Max. Radius)** = 0,05 дюйма;
 - **Точность модели (Part deviation)** = 0,02 дюйма;
 - **Материал удалять (Depth processing)** = **По глубинам (By level)**.
6. Нажмите **ОК**.

Добавление черновой операции для подбора материала

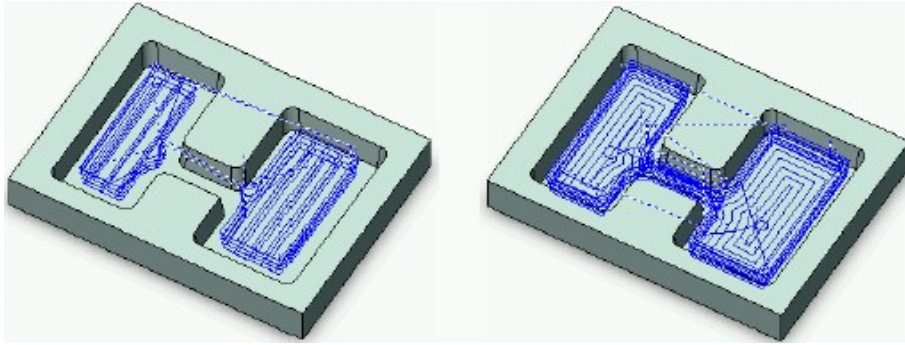
Создаем 3-осевую черновую операцию для удаления остатков материала.






1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. черновая1 (Area Clearance1)** и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. Выберите **Тип операции (Type of operation) 3-ос. черновая (Area Clearance)**.
3. Выделите элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Оставьте настройку **Изменить (Edit Definition)** включенной и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите **Концевую фрезу 0,5 дюйма (.5in Flat End)**.
6. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
7. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Карман изнутри (Pocket out)**.
8. На закладке **3-ос. черновая (Area Clearance)** задайте параметры:
 - **Припуск по XY / Z (XY / Z allowance)** = 0,05 дюйма;
 - **Способ (Method)** = **Постоянный (Constant)**;
 - **Шаг (Cut amount)** = 0,125 дюйма.
9. На закладке **Переходы (Links)** задайте следующие параметры:
 - **Тип Переходов (Link Type)** = **По сплайну (Spline Curve)**;
 - **Тип Углов (Corner Type)** = **Скруглить (Round)**;
 - **Наиб. радиус (Max. Radius)** = 0,05 дюйма;
 - **Точность модели (Part deviation)** = 0,02 дюйма;
 - **Точность шага (Offset deviation)** = 0,02 дюйма;
 - **Материал удалять (Depth processing)** = **По глубинам (By level)**.
10. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** задайте **Способ Врезания (Ramping Method) Спираль (Spiral)**, **Наиб. наклон спирали (Max. ramp angle)** 20 градусов и **Радиус спирали (Spiral radius)** 0,15 дюйма.
11. На закладке **Подбор (Rest)** задайте **Способ Расчета подбора (Rest machining Method) По модели WIP (From WIP)** и нажмите **OK**.
 При этом CAMWorks создаст траектории только там, где материал оставлен предыдущими операциями. CAMWorks рассчитывает текущее состояние детали (Work In Process – WIP) как результат работы предыдущих операций. Полученная геометрия (модель WIP) используется для определения зон, в которых нужно создать операцию подбора. Этот метод обработки хорош для черновых операций, для которых скорость обработки важнее точности.
12. В окне добавления операции нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Создание траекторий черновой обработки

Создадим траектории и посмотрим имитацию обработки:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. черновая1 (Area Clearance1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. черновая2 (Area Clearance2)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
3. Обратите внимание, что операция подбора удаляет только материал, оставленный предыдущей операцией.



4.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate toolpaths)**.
5.  Убедитесь, что включен **Полный режим (Tool mode)**.
6. Выберите критерий останова имитации **Операция (Next operation)**.
7.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** и просмотрите первую операцию.
8.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** и просмотрите вторую операцию.
9.  Выйдите из режима имитации.

Использование автоматической рабочей зоны

Изменим параметры операции **Слоями по Z (Z Level)** для обработки только стенок кармана:

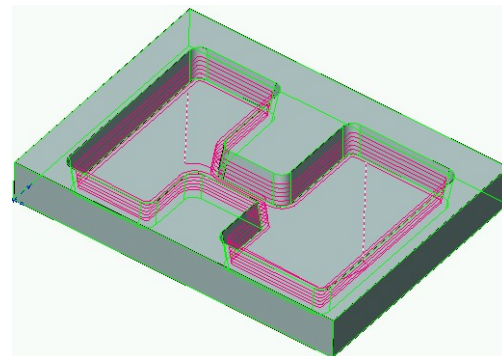
1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите **Коническую концевую фрезу 0,3125 дюйма (.3125in Flat End Tapered)**.
3. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
4. На закладке **Коническая фреза (Tapered Tool)** измените **Угол на сторону (Taper angle)** на 4 градуса.
5. На закладке **Переходы (Links)** задайте параметр **Материал удалять (Depth processing)** равным **По глубинам (By level)**.

6. На закладке **Дополнительно (Advanced)** выберите **Способ расчета Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method) Наружный контур (Outer silhouette)**.

При этом форма рабочей зоны в проекции на плоскость XY будет определена общим силуэтом обрабатываемых граней. **Грани для обхода (Faces to avoid)** для расчета рабочей зоны не используются.

7. Нажмите **ОК**.
8. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

CAMWorks создаст траекторию послойной обработки.



Полезные советы

Для 3-осевых операций траектории обработки будут создаваться только в пределах рабочей зоны. Эти зоны могут быть определены автоматически по настройкам закладки **Дополнительно (Advanced)** в окне параметров операции или заданы интерактивно командой **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**. Приоритетом пользуется зона, созданная интерактивно. Если такие зоны погашены или не созданы, используются автоматически рассчитанные зоны.

Удаление материала с плоскостей

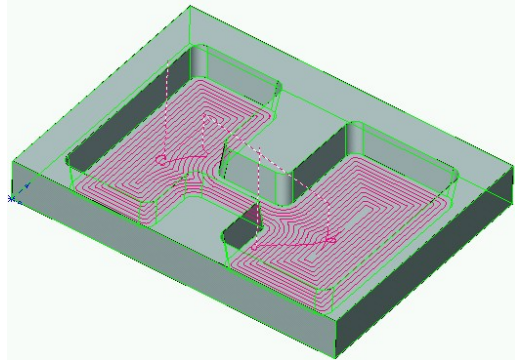
Операция типа **3-осевые плоскости (Flat Area)** использует методы черновой обработки для удаления материала с плоских горизонтальных граней в выбранном диапазоне глубин обработки. Траектории создаются только на точно горизонтальных гранях. Если грань имеет хотя бы небольшой наклон, она не будет обработана данной операцией. Так можно удалить остатки материала после выполнения основной обработки.

Изменим параметры операции **3-ос. плоскости1 (Flat Area1)** для обработки только дна кармана:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. плоскости1 (Flat Area1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Плоскость (Flat Area)** задайте **Первый проход от (First cut from)** равным **Верх заготовки (Top of stock)** со **Смещением (Offset)** равным **-0,05 дюйма**.
3. На закладке **Переходы (Link)** задайте следующие параметры:
 - **Тип Переходов (Link Type)** = **По сплайну (Spline Curve)**;
 - **Тип Углов (Corner Type)** = **Скруглить (Round)**;

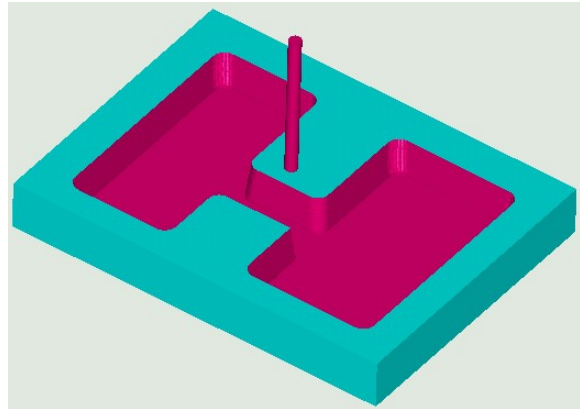
- **Наиб. радиус (Max. Radius)** = 0,02 дюйма;
- **Точность модели (Part deviation)** = 0,02 дюйма;
- **Материал удалять (Depth processing)** = **По глубинам (By level)**.

4. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** задайте **Наиб. наклон (Max. ramp angle)** врезания 20 градусов и нажмите **ОК**.
5. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **3-ос. плоскости1 (Flat Area1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.



Запустите имитацию обработки:




1.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Имитация обработки**.
2.  Убедитесь, что включен **Полный режим (Tool mode)**.
3. Установите условие останова имитации **Операция (Next operation)**.
4.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** и просмотрите первую операцию.
5.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** для просмотра каждой операции.



3-осевая обработка, урок 8

В этом уроке рассказано, как удалить остатки материала, используя в качестве заготовки STL-файл. Такой файл может быть создан любой CAD-системой или функцией имитации обработки CAMWorks.

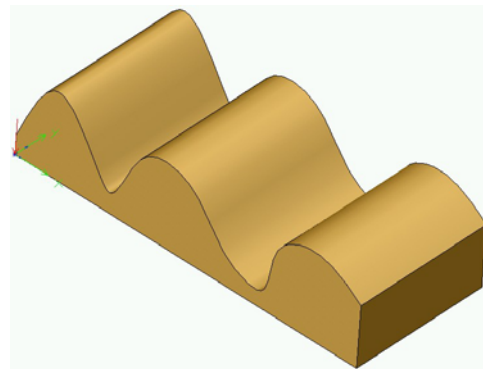
В этом уроке:

- Создание операции **По схеме (Pattern Project)**
 - Создание STL-файла и его использование в качестве заготовки
 - Расчет траекторий подбора материала
1. Откройте файл **MILL3AXII_2.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*)
 2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
 3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **ОК**.
 4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
По умолчанию в качестве заготовки будет высвечен габаритный параллелепипед.
 5. Нажмите **ОК** для принятия этой заготовки.
 6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.
 7. Укажите плоскость **Front**. При необходимости включите настройку **Сменить направление (Reverse direction)**.
 8. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена и нажмите **ОК**.

В дереве появится **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)**.

Создание поверхностного элемента:

9. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.



10. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.

В поле **Обработать (Faces to cut)** появится список выбранных граней.

**Полезные советы**


При работе с 3-осевыми операциями (3 Axis operations) наилучший результат получается при указании всех граней как обрабатываемых поверхностей. Рекомендуется не использовать **Поверхности обхода (Avoid faces)**. Если нужно ограничить рабочую зону, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.

11. Выберите **Стратегию (Attribute) Чистовая (Fine)**. Эта стратегия обработки настроена в TechDB на создание одной операции типа **По схеме (Pattern Project)**.12. Нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**.

Будет создан элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.

Создание операций и изменение параметров

Создание операций:

1.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите одноименную команду.

Изменение параметров:

2. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
3. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)**.
4. Выделите **Концевую** фрезу диаметром 1 дюйм (**1in Flat End**) и нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
5. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
6. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Зигзаг (Slice)** и **Шаг (Cut amt.)** 0,15 дюйма.

При таком способе обработки будут созданы параллельные проходы через всю деталь. Этот способ обработки пригоден для получистовой обработки практически любых деталей и чистовой обработки деталей без вертикальных стенок.

7. На закладке **Чистовая (Finish)** задайте **Припуски по XY / Z (XY / Z allowance)** = 0.
8. На закладке **Переходы (Links)** задайте **Тип Переходов (Link Type)** **По сплайну (Spline Curve)**.


- На закладке **Дополнительно (Advanced)** выберите **Способ расчета Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method) Наружный контур (Outer silhouette)**.


В данном уроке выбран этот способ расчета рабочей зоны, чтобы обработать только верх детали.

- Нажмите **ОК**.

Создание траекторий

Создание траекторий, имитация обработки и сохранение результатов:


-  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

-  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate toolpaths)**.

-  Нажмите кнопку **Турбо (Turbo)**.


Это режим быстрого расчета результатов обработки в пределах одного установа.

-  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

-  На панели имитации нажмите кнопку **Сохранить STL-файл (Save STL)**.

- В окне **Сохранить как (Save as)** выберите единицы измерения дюймы (inch) и нажмите **ОК**.

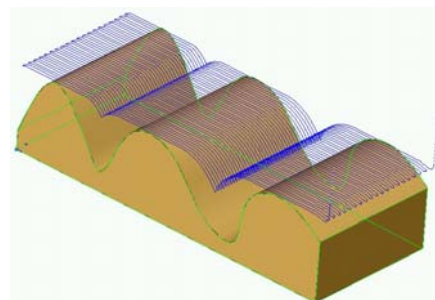
Модель WIP (текущее состояние модели) будет сохранена в STL-файле, который далее будет использован для расчета траекторий инструмента.

-  Выйдите из режима имитации.




Полезные советы

Сохранить результаты обработки в виде STL-файла можно, выбрав команду **Сохранить модель WIP (Save WIP Model)** в контекстном меню пункта **Заготовка (Stock manager)** Деревя Операций. При этом необходимо будет выбрать операции, которые надо использовать для расчета модели WIP, имя файла и некоторые настройки.



Созданию операции подбора (*Rest Machining*)

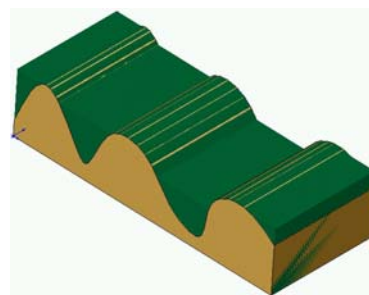
1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции в Дереве Операций и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. Выберите **Тип операции (Type of operation) По схеме (Pattern Project)**.
3. Выделите элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Оставьте настройку **Изменить (Edit Definition)** включенной и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)**.
6. Выделите **Сферическую фрезу 0,25 дюйма (.25in Ball Nose)** и нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
7. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
8. На закладке **Схема (Pattern)** выберите схему **Зигзаг (Slice)** с **Шагом (Cut amt.)** 0,05 дюйма и включите настройку **Б/подъема (Staydown)**.
9. На закладке **Чистовая (Finish)** задайте **Припуски по XY / Z (XY / Z allowance)** = 0, а **Зазор при обходах (Avoid allowance)** 0,025 дюйма.
10. На закладке **Обработка (NC)** введите **Плоскость перехода (Retract plane)** 0,25 дюйма.
11. На закладке **Переходы (Links)** задайте **Тип Переходов (Link Type) По сплайну (Spline Curve)** и **Наиб. переход (Max. link distance)** 0,1 дюйм.
12. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** задайте **Зазор обхода (Retract clearance)** 0,1 дюйма.
13. На закладке **Дополнительно (Advanced)** выберите **Способ расчета Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method) Наружный контур (Outer silhouette)**.
14. Перейдите на закладку **Подбор (Rest)**.
15. Выберите **Способ Расчета подбора (Method) По STL-файлу (From STL File)**.
16.  Нажмите кнопку выбора файла.
17. В окне **Открыть (Open)** выберите ранее созданный файл, укажите **Единицы измерения (Units) дюймы (inches)**, и нажмите кнопку **Открыть (Open)**.
18. Закройте окно параметров операции кнопкой **ОК**.
19. В окне добавления операции нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Отображение STL-геометрии


Для отображения на экране заготовки, созданной из STL-файла, можно:

- Выделить в Дереве пункт **Заготовка (Stock Manager)** для подсвечивания в графической области габаритного параллелепипеда.
- Перейти в режим имитации обработки.
- Добавить в модель SolidWorks геометрию из STL-файла как графический объект способом, описанным ниже.


1. Перейдите к Дереву Конструирования SolidWorks.
2. В меню SolidWorks выберите пункты **Вставка, Элементы, Импортированный**.
3. Выберите тип файла **.stl**.
4. Укажите ранее созданный STL-файл.
5. Нажмите кнопку **Параметры**.
6. В группе настроек **Импортировать как** выберите вариант **Графическое тело**, а **Единицы измерения** – **Дюймы**, затем нажмите кнопку **ОК**.
7. Нажмите кнопку **Открыть**.

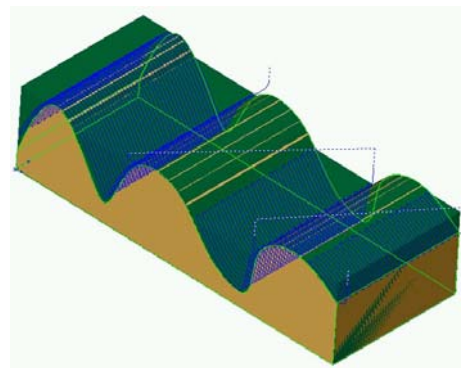


Геометрия заготовки появится в Дереве Конструирования SolidWorks как **STL графика1**. Этот объект можно скрывать, делать прозрачным, перекрашивать и так далее.

8. Выделите **STL графика1** в Дереве Конструирования и поверните модель в удобный ракурс.
9.  Перейдите к Дереву Операций CAMWorks.

Создание траекторий операции подбора

1.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
2. CAMWorks создаст траектории только в тех областях, где согласно STL-файлу материал остался.



3-осевая обработка, урок 9


В этом уроке рассказано, как выполнить гравировку, используя операцию **Проекция**. При этом материал удаляется на основе проекции на грани 3-осевого элемента выбранного 2,5-осевого элемента **Гравировки** и/или обработки **Кривой** и расчета траекторий для созданных проекций.

В этом уроке:


- Создание 3-осевого и 2,5-осевого обрабатываемых элементов
 - Создание операции **Проекция** и элемента **Гравировка**
 - Расчет траекторий гравировки
1. Откройте файл **MILL3AXII_3.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).

2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.

Выбор станка:

3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный-дюймы) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **ОК**.

Выбор заготовки:

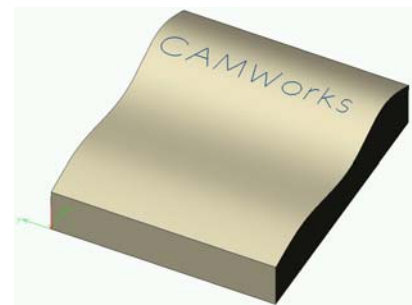
4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

По умолчанию в качестве заготовки будет высвечен габаритный параллелепипед.

5. Нажмите **ОК** для принятия этой заготовки.

Выбор направления обработки:

6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.
7. Укажите плоскость **Plane2** и включите настройку **Сменить направление (Reverse direction)**.
8. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена и нажмите **ОК**.



В дереве появится **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)**.

Создание поверхностного элемента:

9. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.
10. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.

В поле **Обработать (Faces to cut)** появится список выбранных граней.



Полезные советы

При работе с 3-осевыми операциями (3 Axis operations) наилучший результат получается при указании всех граней как обрабатываемых поверхностей. Рекомендуется не использовать **Поверхности обхода (Avoid faces)**. Если нужно ограничить рабочую зону, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.

11. Выберите **Стратегию (Attribute) Чистовая (Fine)**. Эта стратегия обработки настроена в TechDB на создание одной операции типа **По схеме (Pattern Project)**.
12. Нажмите **ОК**.
Будет создан элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
13. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить 2,5-осевой элемент (Insert 2.5 Axis feature)**.
14. Выберите **Тип (Type) элемента Гравировка (Engrave Feature)**.
15. Выберите эскиз **Sketch2** и нажмите кнопку **Дальше (Next)**.
16. В окне **Создать 2,5-ос. Элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Condition)** задайте **Глубину (Depth)** 0,1 дюйма и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
17. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Создание операций и изменение их параметров

Создание операций для обработки 3-осевого элемента:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)** и выберите команду **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **По схеме1 (Pattern Project1)** и выберите пункт **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
3. Выделите верхнюю грань детали и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Измените параметры операции:


4. Щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
5. На закладке **Корзина (Tool Crib)** выделите **Сферическую фрезу 0,25 дюйма (.25in Ball Nose)**.
6. Нажмите **Да (Yes)** для замены оправки.
7. На закладке **Схема (Pattern)** задайте следующие параметры:
 - **Схема (Pattern) = Параллельная (Slice);**
 - **Направление (Cut angle) = 90 градусов;**
 - **Шаг (Cut amount) = 0,1 дюйма.**
8. На закладке **Чистовая (Finish)** задайте следующие параметры:
 - **Припуск по XY (XY allowance) = 0;**
 - **Припуск по Z (Z allowance) = 0;**
 - **Первый проход от (First cut from) = Верх заготовки (Top of stock) со Смещением (Offset), равным 0.**
9. На закладке **Переходы (Link)** задайте **Наиб. переход (Max. link) 1 дюйм.**
10. На закладке **Дополнительно (Advanced)** выберите **Способ расчета Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method) Наружный контур (Outer silhouette)**.
 При этом форма рабочей зоны в проекции на плоскость XY будет определена общим силуэтом обрабатываемых граней. **Грани для обхода (Faces to avoid)** для расчета рабочей зоны не используются.
11. Нажмите **ОК**.

Создание операции Спец 3-осевая Проекция (Adv 3 Axis Curve Project) для гравирования текста

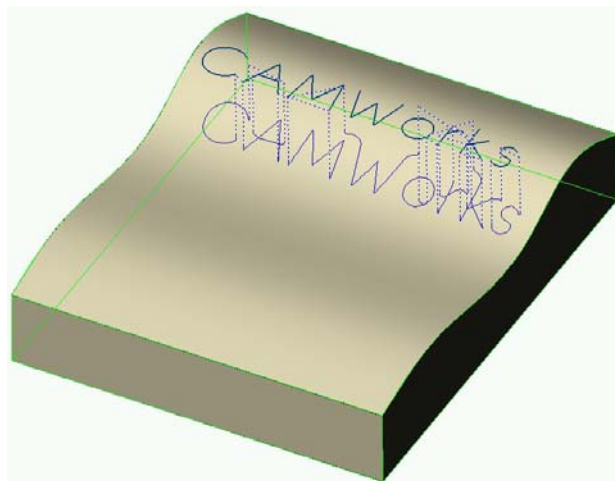
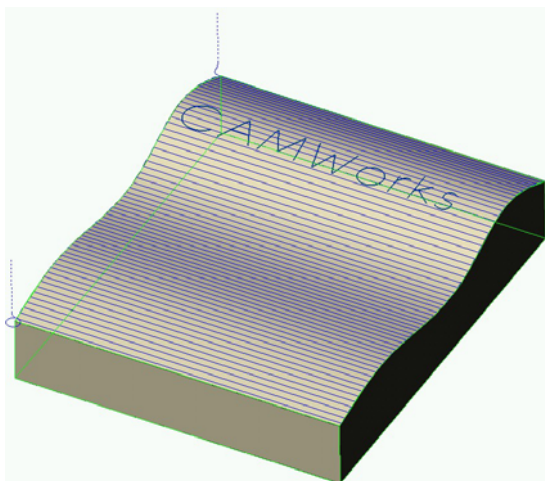
1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Добавить 3-осевую операцию (Insert 3 Axis Mill Operation)**.
2. Выберите **Тип операции (Type of operation) Проекция (Curve Project)**.
3. Выделите элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
4. Оставьте настройку **Изменить (Edit Definition)** включенной и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
5. На закладке **Фреза (Mill Tool)** задайте **Расчетный диаметр (Cut diameter) 0,063 дюйма.**
6. На закладке **Проекция (Curve Project)** задайте следующие параметры:
 - **Припуск по XY (XY allowance) = 0;**
 - **Припуск по Z (Z allowance) = -0,05 дюйма;**



- **Число проходов (Number of cuts) = 1;**
 - **Шаг вдоль оси (Axial offset) = 0,1 дюйма.**
7. На закладке **Переходы (Link)** задайте **Наиб. переход (Max. link) 0**.
 8. На закладке **Ввод/Вывод (Entry/Retract)** задайте **Способ Подъема (Retract Method) Полный (Full)**.
При этом инструмент будет подниматься вертикально до плоскости зазора (Clearance plane), перемещаться горизонтально к началу следующего сегмента траектории и опускаться вертикально на деталь.
 9. Для **Вертикальных и Горизонтальных подводов и отводов (Vertical и Horizontal leadin и leadout)** задайте все радиусы равными 0.
 10. Закройте окно параметров операции кнопкой **ОК**.
 11. В окне добавления операции нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.
 12. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Спец 3-ос. Проекция1 (Adv 3 Axis Curve Project1)** и выберите команду **Добавить гравировку (Add Engrave/Curve Feature)**.
 13. В окне **Добавить гравировку/кривую (Engrave/Curve Feature)** выделите в списке **Доступные элементы (Available Features)** элемент **Гравировка1** и нажмите кнопку **Выбрать (Add)**.
 14. Нажмите кнопку **ОК**.

Создание траекторий и имитация обработки


1.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

CAMWorks создаст траектории чистовой обработки и гравировки.




2.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate toolpaths)**.
3.  Убедитесь, что включен **Полный режим (Tool mode)**.

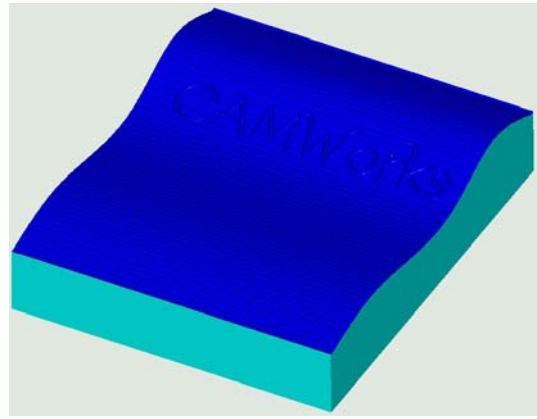
4. Выберите критерий останова имитации
Инструмент (Next tool).

5.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

Будет выполнена имитация чистовой обработки детали.

6.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.




Будет выполнена имитация гравирования.



3-осевая обработка, урок 10

В этом уроке рассказано, как выполнить чистовую обработку с удалением материала с постоянным шагом вдоль всех поверхностей. В CAMWorks есть возможность сохранять шаг обработки постоянным вне зависимости от текущего наклона грани.

В этом уроке:

- Создание 3-осевого Элемента
 - Создание операции **Смещением (Constant Stepover)**
 - Создание зон рабочих и обхода
 - Расчет траекторий
1. Откройте файл **MILL3AXII_4.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
 2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
 3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Mill machine-mm** (Фрезерный-миллиметры) и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
 - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Mill machine-mm**.
 - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выберите корзину инструмента **Crib 1**.
 - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM** и закройте окно параметров обработки кнопкой **ОК**.
 4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
По умолчанию в качестве заготовки будет высвечен габаритный параллелепипед.
 5. Нажмите **ОК** для принятия этой заготовки.
 6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.
 7. Укажите верхнюю грань модели.
 8. Убедитесь, что настройка **Плоскость (Face)** не включена и нажмите **ОК**.
В дереве появится **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)**.
 9. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.
 10. Включите настройку **Выбрать все (Select all and associate)**.
В поле **Обработать (Faces to cut)** появится список выбранных граней.

11. Нажмите кнопки **Создать** и **Заккрыть (Insert и Close)**.


Будет создан элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.



Полезные советы

При работе с 3-осевыми операциями (3 Axis operations) наилучший результат получается при указании всех граней как обрабатываемых поверхностей. Рекомендуется не использовать **Поверхности обхода (Avoid faces)**. Если нужно ограничить рабочую зону, используйте команды **Добавить зону обработки (Insert contain area)** и **Добавить зону обхода (Insert avoid area)** для конкретных операций.

Создание операции Смещением (Constant Stepover)





1.  Перейдите на закладку Древа Операций CAMWorks.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Добавить обработку поверхностей (Insert Multi Surface Operation)**.
3. Выберите **Тип операции (Type of operation) Смещением (Constant Stepover)**.
4. Выделите элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)**.
5. Оставьте настройку **Изменить (Edit Definition)** включенной и нажмите кнопку **Вставить (Insert)**.
6. На закладке **Смещения (Constant Stepover)** задайте следующие параметры:
 - **Способ (Method) = 3D;**
 - **Горизонтальный шаг (Horizontal cut amount) = 2 мм;**
 - **Вертикальный шаг (Vertical cut amount) = 2 мм;**
 - **Изнутри наружу (Inside to out) = включено;**
 - **Первый проход от (First cut from) = Верх заготовки (Top of stock) со Смещением (Offset) 2,5 мм.**
7. Нажмите кнопки **ОК** и **Заккрыть (Close)**.

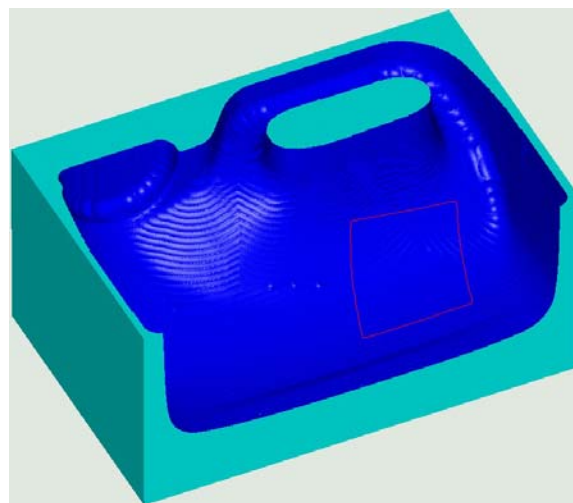
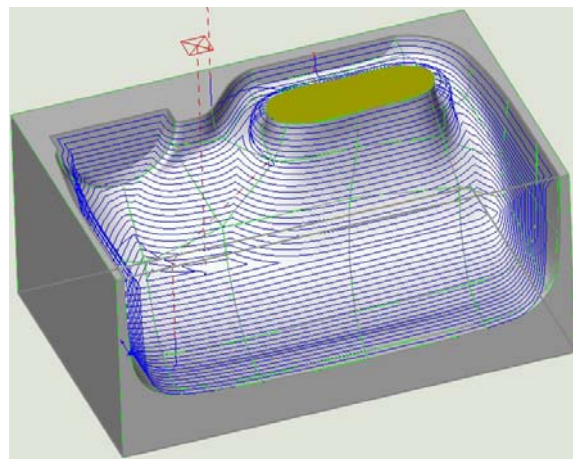
Создание рабочей зоны и зоны обхода

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**.
2. В окне **Создание кривой: Выбор геометрии (Curve Wizard: Select Geometry)** выберите эскиз **ContainArea**, а в списке **Инструмент (Tool condition)** – вариант **На контуре (On)** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

3. Вновь щелкните правой кнопкой мыши по операции **Смещением1 (Constant Stepover1)** и выберите команду **Добавить зону обхода (Insert avoid area)**.
4. Укажите верхнюю желтую грань детали, выберите в списке **Инструмент (Tool condition)** вариант **На контуре (On)** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
5. Щелкните по знаку «плюс» (+) слева от операции. В дереве появились **Рабочая зона1** и **Зона обхода1 (Contain area1 и Avoid area1)**.

Расчет траекторий и имитация обработки:

1.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
2.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate toolpaths)**.
3.  Нажмите кнопку **Турбо (Turbo)**.
4.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.




3-осевая обработка, урок 11

При использовании 3-осевых операций все рабочие ходы инструмента создаются только в пределах рабочих зон. Эти зоны могут быть определены автоматически по настройкам закладки **Дополнительно (Advanced)** в окне параметров операции (как и будет сделано в данном уроке) или заданы интерактивно командой **Добавить рабочую зону (Insert contain area)**. Приоритетом пользуется зона, созданная интерактивно. Если такие зоны погашены или не созданы, используются автоматически рассчитанные зоны.

В этом уроке:

Способы автоматического вычисления рабочей зоны

1. Откройте файл **MILL3AXII_5.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill* каталога установки CAMWorks, (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
2.  Перейдите на закладку Древа Операций CAMWorks.
В данной модели уже созданы элемент **Поверхности1 (Multi Surface Feature1)** и операция типа **Слоями по Z (Z Level)**.

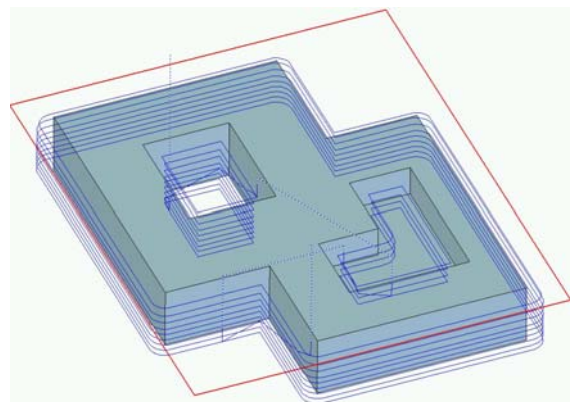
Способ Заготовка (Stock)

3. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
4. Перейдите на закладку **Дополнительно (Advanced)** и убедитесь, что в качестве **Способа (Method)** расчета **Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method)** выбран вариант **Заготовка (Stock)**.

При этом форма рабочей зоны в проекции на плоскость XY установка определяется формой заготовки. Если заготовка создана на основе эскиза и плоскость этого эскиза параллельна плоскости текущего установка, рабочая зона будет фактически представлена этим же эскизом. Иначе будет использован минимальный прямоугольник, охватывающий поверхностной элемент.

5. Нажмите **ОК**.
6. Щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
7. В верхней части Менеджера Свойств SolidWorks, отображающей Древо Конструирования, поместите курсор над эскизом **Stock**.

Красный прямоугольник, подсвеченный в графической области, соответствует заготовке.



Способ Габарит (Bounding Box)

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Дополнительно (Advanced)** выберите **Способ (Method)** расчета **Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method) Габарит (Bounding Box)**.

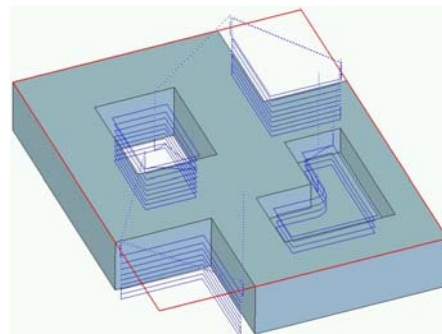
При этом форма рабочей зоны в проекции на плоскость XY установка определяется на основе минимального прямоугольного параллелепипеда, охватывающего поверхностной элемент. В расчете учитываются только **Обрабатываемые грани (Faces to cut)**.

3. Нажмите **ОК**.

При закрытии окна параметров проверяется, были ли ранее рассчитаны траектории инструмента. Если в окне **Настроек (Options)** CAMWorks для настройки **Обновить 3-осевые траектории (Update 3 axis toolpaths when parameters change)** выбран вариант **Спросить (Prompt)**, появится вопрос о необходимости сразу пересчитать траектории. Ответьте **Да (Yes)**. Если выбран вариант **Всегда (Always)**, пересчет начнется автоматически. Если выбран вариант **Никогда (Never)**, щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

4. В Дереве Конструирования SolidWorks поместите курсор над эскизом **Bounding Box**.

Красная фигура в графической области соответствует габаритному прямоугольнику.



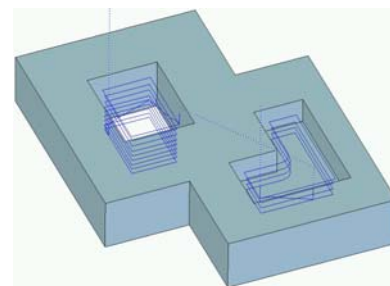
Способ Наружный контур (Outer Silhouette)

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Дополнительно (Advanced)** выберите **Способ (Method)** расчета **Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method) Наружный контур (Outer Silhouette)** и нажмите **ОК**.

При этом форма рабочей зоны в проекции на плоскость XY установка определяется на основе наружного силуэта поверхностного элемента. В расчете учитываются только **Обрабатываемые грани (Faces to cut)**.

3. Создайте траектории.
4. В Дереве Конструирования SolidWorks поместите курсор над эскизом **Outer Silhouette**.

Красная фигура в графической области соответствует силуэту детали.



Способ Все контуры (All Silhouettes)

1. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Слоями по Z1 (Z Level1)** и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Дополнительно (Advanced)** выберите **Способ (Method)** расчета **Автоматической рабочей зоны (Automatic contain area Method)** **Все контуры (All Silhouettes)** и нажмите **ОК**.

При этом форма рабочей зоны в проекции на плоскость XY устанавливается на основе силуэтов граней поверхностного элемента. Будут созданы как наружный контур, так и контуры всех сквозных вырезов. Такие вложенные контуры будут расценены как зоны обхода (Avoid Area). В расчете учитываются только **Обрабатываемые грани (Faces to cut)**.

3. Создайте траектории.
4. В Дереве Конструирования SolidWorks поместите курсор над эскизом **All Silhouettes**.

Красная фигура в графической области соответствует внешнему силуэту обрабатываемого элемента плюс силуэту сквозного выреза.

