

**Введение в CAMWorks:  
2,5-осевая фрезерная обработка**



## Содержание

Глава 1. Основы 2-осевой фрезерной обработки .....	5
2-осевая обработка, урок 1 .....	7
Шаг 1: Моделирование или импортирование детали в SolidWorks .....	8
Шаг 2: Переход к Дереву Элементов CAMWorks .....	8
Шаг 3: Определение станка.....	10
Шаг 4: Определение заготовки .....	13
Шаг 5: Определение обрабатываемых элементов .....	13
Шаг 6: Создание операций и параметры обработки.....	18
Шаг 7: Расчет траекторий инструмента.....	20
Шаг 8: Постпроцессорная обработка .....	23
2-осевая обработка, урок 2 .....	26
2-осевая обработка, урок 3 .....	39
Создание заготовки по габаритным размерам детали.....	39
Распознавание обрабатываемых элементов .....	40
Создание дополнительных установов.....	41
Изменение порядка обработки.....	42
Погашение обрабатываемых элементов .....	42
Добавление элементов для 2,5-осевой обработки .....	43
Объединение обрабатываемых элементов .....	45
2-осевая обработка, урок 4 .....	48
Создание заготовки на основе эскиза .....	49
Распознавание обрабатываемых элементов .....	49
Создание дополнительных обрабатываемых элементов.....	50
Создание операций.....	52
Задание параметров обработки.....	53
Удаление операции .....	53
Добавление операции .....	54
Задание начала координат управляющей программы.....	55
Сортировка операций.....	56
Глава 2. Подробнее о 2-осевой обработке .....	58
2-осевая обработка, урок 5 .....	60
Задание атрибутов и создание операций .....	61

	Содержание
Сортировка и перемещение операций.....	62
Обработка вершин островов .....	63
Смена начала координат установа.....	63
Объединение операций .....	64
2-осевая обработка, урок 6 .....	67
Добавление элементов для 2,5-осевой обработки .....	68
Определение зон размещения прижимов для их обхода .....	70
Изменение параметров обработки расчет траекторий .....	70
Изменение параметров обработки расчет траекторий .....	71
Добавление установа и элемента типа Плоскость .....	73
Настройка траекторий инструмента.....	74
2-осевая обработка, урок 7 .....	76
Создание обрабатываемых элементов в интерактивном режиме .....	76
Добавление гравировки .....	78
Создание операций и задание параметров обработки.....	79
Обновление привязки обработки к детали при изменении геометрии.....	80
2-осевая обработка, урок 8 .....	83
Распознавание обрабатываемых элементов и создание операций.....	83
Задание выхода инструмента на открытых участках .....	84
Использование зон обхода .....	84
Задание плоскостей перехода и зазора.....	85
2-осевая обработка, урок 9 .....	87
Интерактивное определение обрабатываемых элементов.....	87
Создание массива элементов.....	88
2-осевая обработка, урок 10 .....	91
Интерактивное определение обрабатываемых элементов.....	91
Создание массива элементов.....	92
Дополнительные упражнения .....	94
Деталь 1 .....	94
Деталь 2 .....	95
Глава 3. Работа в режиме сборки.....	97
Создание УП в режиме сборки .....	98
Работа со сборками, урок 1.....	99
Задание параметров станка и системы координат станка.....	99



	Содержание
Выбор деталей, подлежащих обработке .....	100
Определение заготовки.....	100
Определение обрабатываемых элементов .....	101
Сортировка экземпляров детали для изменения порядка обработки .....	102
Создание операций.....	104
Выбор положения нуля программы .....	104
Задание прижимов и оснастки .....	106
Создание траекторий .....	107
Работа со сборками, урок 2 .....	108
Обработка нескольких установов в режиме сборки .....	108
Работа со сборками, урок 3 .....	112
Обработка одной детали с использованием нескольких станков .....	112
Работа со сборками, урок 4 .....	117
Имитация отливок .....	117
Глава 4. Работа с TechDB .....	123
Технологическая база данных, урок 1 .....	125
Добавление фрезерного станка и редактирование его параметров .....	125
Технологическая база данных, урок 2.....	128
Добавление инструмента в библиотеку инструментов .....	128
Технологическая база данных, урок 3.....	131
Использование корзин инструментов .....	131
Технологическая база данных, урок 4.....	134
Основы работы с элементами и операциями .....	134
Технологическая база данных, урок 5.....	138
Применение настроенной стратегии в CAMWorks .....	144
Технологическая база данных, урок 6.....	145
Правила обработки резьбы.....	145
Технологическая база данных, урок 7.....	153
Создание и использование фасонного инструмента .....	153
Технологическая база данных, урок 8.....	161
Создание и использование фрезерных оправок .....	161
Технологическая база данных, урок 9.....	167
Создание стратегии обработки в технологической базе данных .....	167

Добавление 2-осевго элемента и применение стратегии обработки "Т-образный паз" .....	170
Создание операций и траекторий движения инструментов .....	172
Технологическая база данных, урок 10.....	173

## Глава 1. Основы 2-осевой фрезерной обработки

Цель данной главы – изучение основ программирования 2-осевой фрезерной обработки в CAMWorks путем пошагового повторения инструкций данного учебника.

Приведенные упражнения носят условный характер и могут не соответствовать реально применяемым процессам обработки.

**Внимание!** CAMWorks использует настроенную базу данных для установления соответствия между операциями обработки и обрабатываемыми элементами детали. Технологическая база данных хранит информацию о технологических процессах обработки, причем ее можно настраивать под практику работы конкретного предприятия. При выполнении упражнений вы можете получить результаты, отличающиеся от приведенных в тексте и представленных на рисунках. Это связано с тем, что последовательности выполнения переходов и данные по операциям в вашей технологической базе данных могут отличаться от тех, которые были использованы при подготовке учебника.



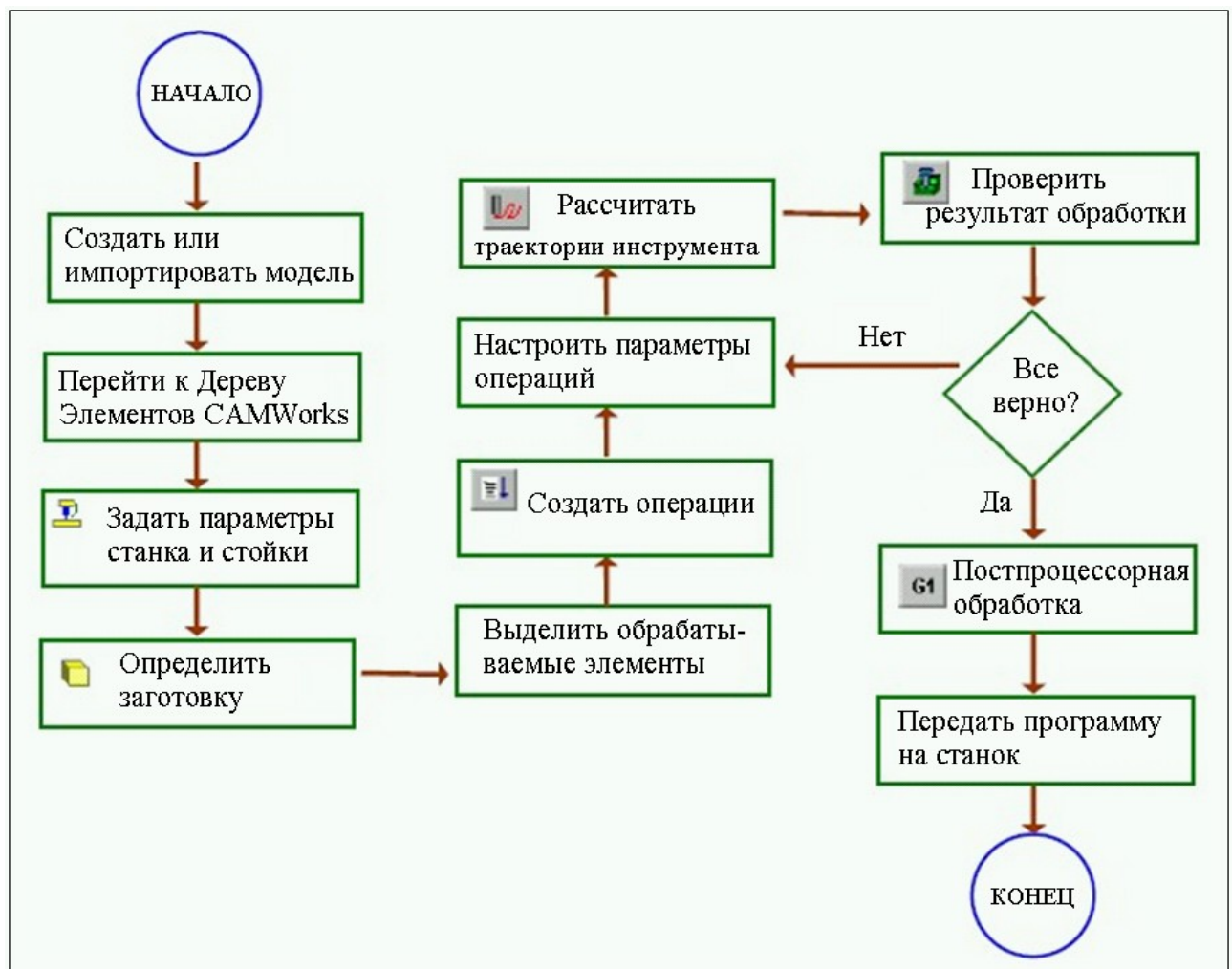
## 2-осевая обработка, урок 1

### В этом уроке:

- Создание траектории фрезы и управляющей программы (УП) при работе в режиме детали

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Создать модель детали или открыть файл детали в SolidWorks.
2. Перейти к Дереву Элементов CAMWorks (CAMWorks Feature tree).
3. Задать тип станка и параметры стойки ЧПУ.
4. Определить заготовку.
5. Определить обрабатываемые элементы.
6. Создать операции по плану обработки и задать параметры обработки.
7. Рассчитать траектории инструмента.
8. Выполнить постпроцессорную обработку траектории.



Далее следуют упражнения с пошаговыми инструкциями по созданию траекторий инструмента на основе модели детали SolidWorks. Для ускорения изучения CAMWorks в упражнениях используется деталь, заранее смоделированная в SolidWorks. При создании операций и траекторий Вы будете выполнять все действия по шагам, пока не вдаваясь в подробности. Это сделано, чтобы дать общее представление обо всем процессе разработки УП от начала до конца, пока без детального описания системы.

С системой поставлены модели, необходимые для выполнения упражнений. Они автоматически копируются с диска при установке CAMWorks.

### **Шаг 1: Моделирование или импортирование детали в SolidWorks**

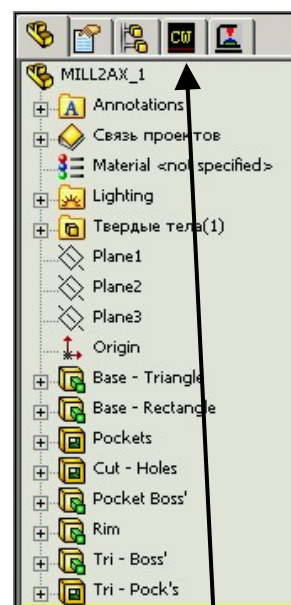
В качестве детали можно использовать любую твердотельную модель, созданную в SolidWorks или импортрованную в SolidWorks из другой САПР с использованием любых форматов. В данном упражнении используется модель, созданная в SolidWorks.

1. Откройте файл **MILL2AX\_1.SLDPRT** из папки */examples/Mill* в папке установки CAMWorks (например, *(C:/program files/CAMWorksXXXX/Examples/Mill)*).

Дерево Конструирования (Feature Manager) отображает список всех конструктивных элементов, эскизов, плоскостей и осей детали.

Закладки над или под Деревом позволяют переключаться между Деревьями SolidWorks и CAMWorks.

Если закладки CAMWorks не видны, вы можете увеличить ширину Древа. Поместите курсор на линию, разделяющую Дерево Конструирования и графическую область. Когда курсор примет вид двойной черты со стрелками, перетащите разделяющую линию вправо до появления закладок.

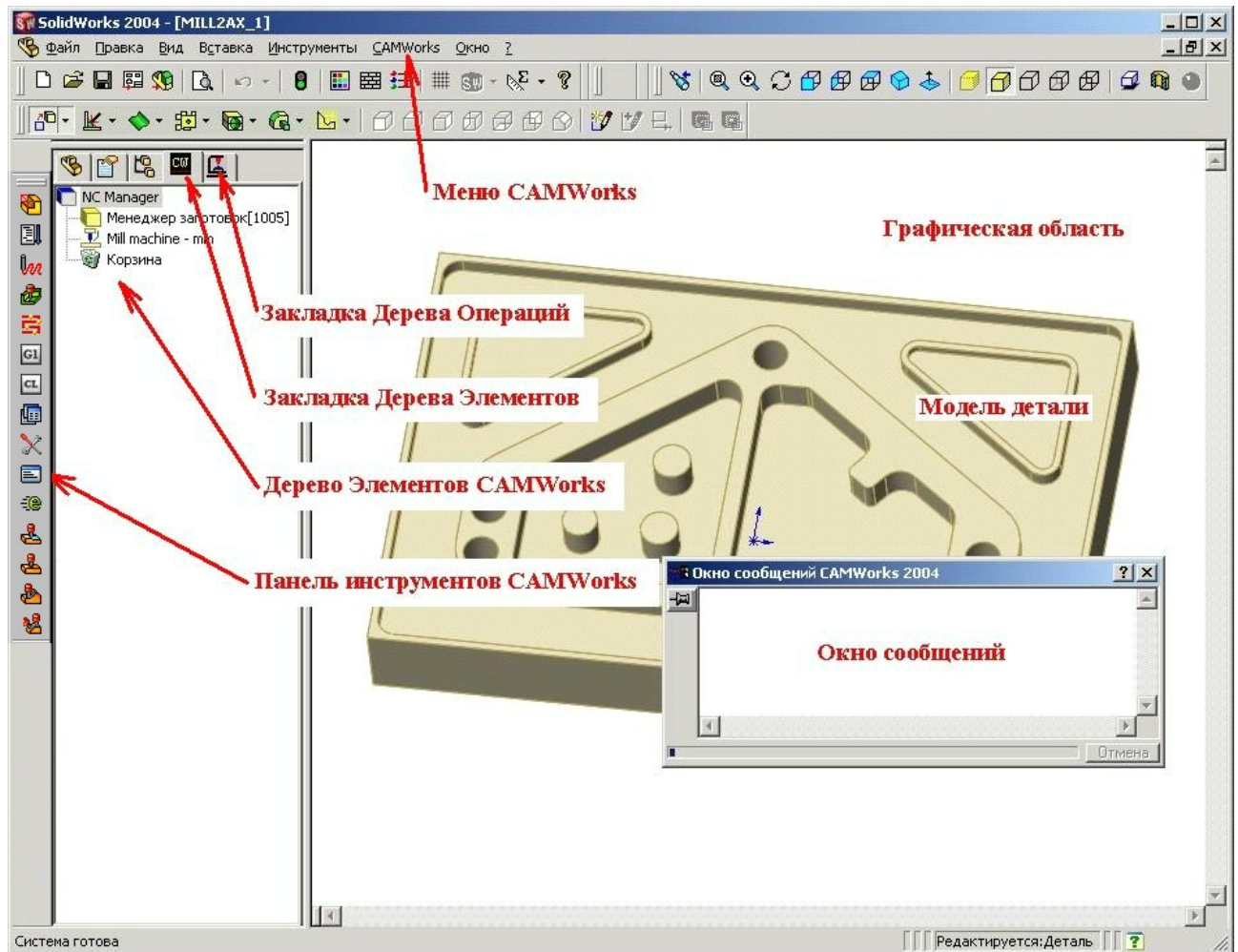


**Закладка  
Древа  
Элементов  
CAMWorks.**

### **Шаг 2: Переход к Дереву Элементов CAMWorks**

1. Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.

Будет отображено Дерево Элементов CAMWorks. Первоначально в нем присутствуют пункты **Менеджер обработки (NC Manager)**, **Конфигурации (Configurations)**, **Заготовка (Stock manager)**, **Станок (Machine)** и **Корзина (Recycle Bin)**.



## Закладки CAMWorks

Закладки CAMWorks обеспечивают доступ к технологической информации об обработке модели. Первоначально в Дереве Элементов присутствуют пункты **Менеджер Обработки (NC Manager)**, **Конфигурации (Configurations)**, **Заготовка (Stock manager)**, **Станок (Machine)** и **Корзина (Recycle Bin)**. По мере разработки УП Дерево разрастается, в него добавляются пункты, соответствующие **Фрезерным установкам (Mill Part Setups)** и обрабатываемым элементам. Закладки позволяют переключаться между Деревьями SolidWorks и CAMWorks.

### Конфигурации

В одном документе детали можно хранить несколько наборов данных CAMWorks. Каждый такой набор называется конфигурацией. Этот механизм можно использовать при использовании с одной деталью нескольких станков или для поддержки конфигураций SolidWorks.

### Заготовка

Заготовка представляет собой кусок материала, из которого изготавливается деталь. Вы можете задать заготовку прямоугольной формы или в виде эскиза с последующей вытяжкой. Вы также можете задать материал заготовки.



## Станок

Пункт "Станок" определяет, на каком оборудовании будет изготавливаться деталь. В описание станка входят: тип станка (например, фрезерный или токарный), описания инструментов и стойки ЧПУ (постпроцессора). Свойства станка задаются в технологической базе данных.



## Корзина


Корзина в Дереве Элементов CAMWorks предназначена для хранения тех конструктивных элементов, которые не будут обрабатываться.

## Меню CAMWorks

1. В пункте CAMWorks главного меню SolidWorks собраны все команды модуля. Действия команд описаны в справочной системе CAMWorks.
2. Щелчок правой кнопки мыши в Дереве CAMWorks вызывает контекстное меню, содержащее наиболее часто используемые команды.

## Панель инструментов CAMWorks

Панель инструментов CAMWorks обеспечивает доступ к основным командам CAMWorks. Щелчок по кнопке на панели инструментов равнозначен выбору команды в меню вне зависимости от того, какой пункт Деревя является активным.

1. Нажмите кнопку **Настройки (Options)**. 
2. Окно настроек содержит закладки, позволяющие выбрать и изменить разные настройки модуля.
3. Нажмите кнопку **Справка**. Содержимое каждой закладки разъяснено в справочной системе.
4. Закройте окно справки и выйдите из окна настроек.

## Шаг 3: Определение станка

Здесь определяется, что надо обработать, как это обработать и в каком формате нужно выдать УП. К наиболее важным параметрам станка относятся:

- **Тип станка** – фрезерный, токарный, токарно-фрезерный или эрозионный. Тип станка определяет, элементы каких типов распознаются автоматически или создаются интерактивно.

Значки, отображаемые в дереве, определяют тип выбранного станка:



фрезерный



токарный



токарно-фрезерный



эрозионный

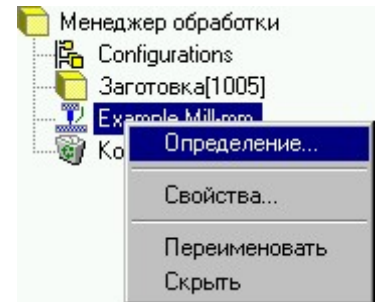
В любой момент можно выбрать станок другой **марки** и создать УП для него. При смене **типа** станка все элементы и операции удаляются.



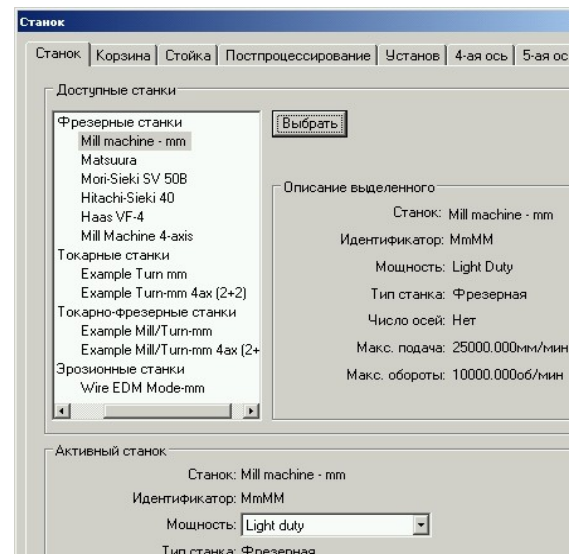
- **Корзина инструментов** – выборка инструментов из библиотеки инструментов, которая обычно используется на данном станке.
- **Стойка** – также называется "постпроцессор". Постпроцессор задает формат выходной УП.

Для определения станка:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **"Example Mill-mm"** (Фрезерный станок – мм) в Дереве Элементов CAMWorks. Появится контекстное меню, содержание которого зависит от выбранного элемента.
2. Выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.



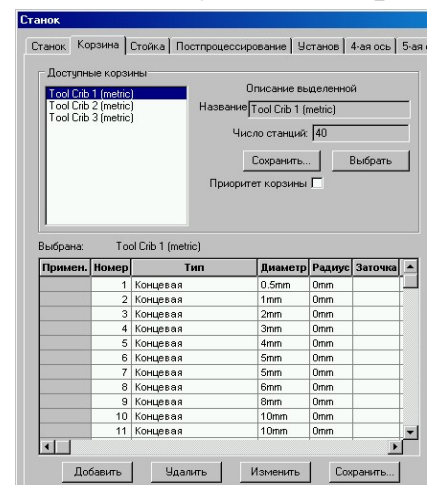
Окно **Станок (Machine)** откроется на закладке **Станок (Machine)**. Станок по умолчанию указан в технологической базе данных. По умолчанию для деталей с метрической системой мер в настоящем руководстве используется станок **"Example Mill-mm"**. При применении CAMWorks для программирования обработки реальных деталей следует выбирать из списка конкретный станок.



Свойства станков настраиваются в технологической базе данных. Перед использованием CAMWorks для программирования обработки реальных деталей следует занести в базу данных сведения о станках, имеющихся на вашем предприятии. Дополнительные сведения даны в главе 6.

3. В списке **Доступные станки (Available machines)** выделите пункт **Example Mill-mm** и нажмите кнопку **Выбрать (Select)**.
4. Перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)** и убедитесь, что выбрана корзина **Tool Crib 1 (metric)**.

Закладка **Корзина** позволяет выбрать набор инструментов или инструментальных сборок, используемых в работе. Корзина содержит не все описанные в базе данных инструменты, а только их часть, которую можно изменить в соответствии с реальным набором инструментов, используемых в данной работе.

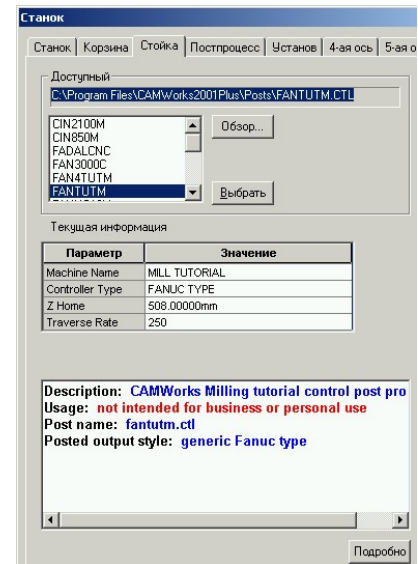


Корзина **Tool Crib 1 (metric)** используется по умолчанию для фрезерного станка. При настройке технологической базы данных вы можете создать свои корзины инструментов.

5. Перейдите на закладку **Стойка (Controller)**.

Закладка **Стойка** позволяет выбрать из списка нужный постпроцессор. Список отображает постпроцессоры, установленные в вашем компьютере. CAMWorks поставляется с несколькими постпроцессорами, которые могут вам не подойти. Свяжитесь с поставщиком CAMWorks для настройки этих постпроцессоров или приобретения новых.

Если постпроцессоры в списке не отображаются, нажмите кнопку **Обзор (Browse)** и укажите папку, в которой находятся файлы постпроцессоров (с расширением \*.ctl).



Если стойка **FANTUTM** (используемая в учебнике) не выделена, выделите ее в списке и нажмите кнопку **Выбрать (Select)**. Стойка FANTUTM применяется во всех упражнениях, приведенных в этой книге. При работе с реальными деталями выбирайте конкретную стойку вашего станка.

В области **Описание (Current information)** отображены сведения о выбранной стойке FANTUTM.

Краткое описание выводится в окне под областью текущей информации. Описание отображается только в том случае, если для постпроцессора был создан специальный текстовый файл краткого описания.

6. Нажмите кнопку **Подробнее (More)**.

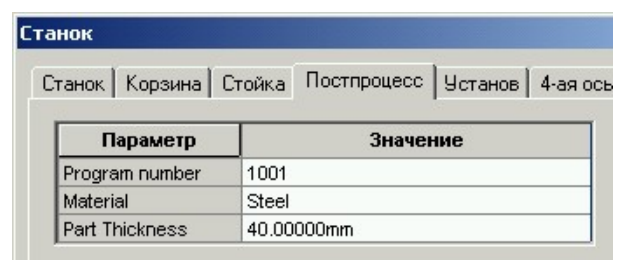
Откроется подробное описание стойки. Кнопка **Подробнее (More)** активна только в том случае, когда для постпроцессора был создан файл подробного описания. Описание предназначено для учебных целей и в качестве более детального представления управляемых атрибутов постпроцессора.

Для постпроцессора FANTUTM, используемого в упражнениях, файлы описаний поставляются. Дилер компании TekSoft может создать такие файлы для вашей конкретной стойки. Если файлов описаний нет, вы можете создать их сами, как это описано в справочной системе.

7. Перейдите на закладку **Постпроцессирование (Posting)**.

Параметры на данной странице предназначены для:

- Предоставления информации, необходимой для создания УП. Параметры зависят от типа станка, и для вашей стойки их набор может быть иным. Значения параметров выводятся в текст УП, если это требует ваш станок.
- Предоставления информации для **Отчета (Setup sheet)** – файла, создаваемого после создания УП. Все параметры стойки включаются в этот отчет.



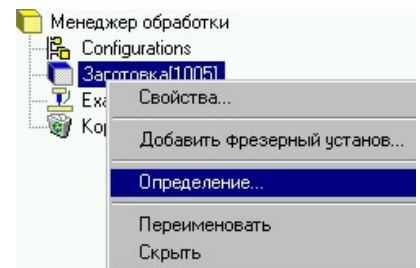
8. Введите **1001** в поле **Номер программы (Program Number)** и нажмите на клавиатуре клавишу "стрелка вниз".
9. Введите **Steel** (Сталь) в поле **Материал (Material)** и нажмите на клавиатуре клавишу "стрелка вниз".
10. Введите **40mm** в поле **Толщина детали (Part Thickness)** и нажмите кнопку **ОК**.

#### Шаг 4: Определение заготовки

Заготовка есть кусок материала, из которого изготавливается деталь. По умолчанию заготовка – прямоугольная призма наименьшего размера, охватывающая деталь. Чаще всего размер реальной заготовки будет иным. Вы можете или увеличить автоматически рассчитанную призму, создать заготовку путем вытягивания созданного эскиза или использовать STL-файл.

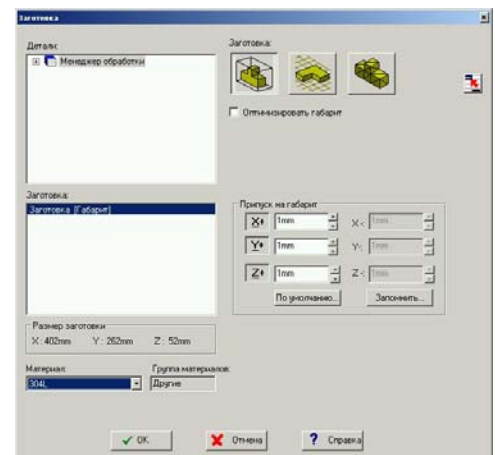
В данном упражнении вы опишете заготовку как призму с указанными припусками на сторону.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit Definition)**.



Откроется окно **Заготовка (Stock Manager)**.

2. Для **Припуска на габарит (Bounding box Offset)** введите значение **1** в поле **X+** и нажмите кнопку **X± (Равно по X – Uniform X)**.
3. Повторите пункт 2 для полей ввода **Y+** и **Z+**.
4. Щелкните по стрелке в поле **Материал (Material)** и выберите материал марки **304L**.
5. В появившемся окне предупреждения нажмите **Да (Yes)** для продолжения работы.
6. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна определения параметров заготовки.



#### Шаг 5: Определение обрабатываемых элементов

CAMWorks обрабатывает только специальным образом заданные Обрабатываемые Элементы. Существуют два способа их задания:

- **Автоматическое распознавание элементов (AFR).**

Функция автоматического распознавания элементов анализирует геометрию детали и пытается выделить формализуемые геометрические элементы, такие, как карманы (pocket), отверстия (hole), обнижения (slot) и бобышки

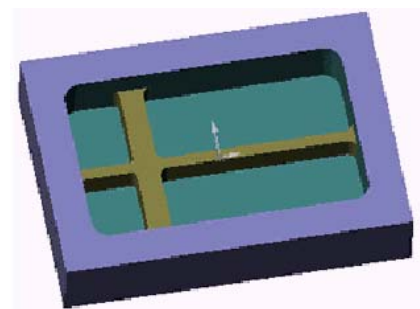
(boss). В зависимости от сложности детали функция AFR может значительно сократить время описания призматических элементов.

#### ▪ Интерактивное создание элементов.

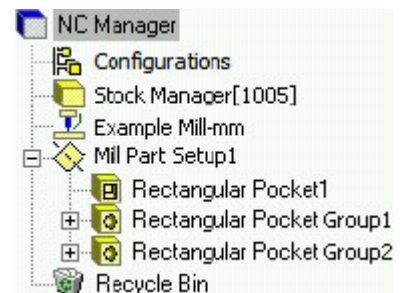
Если функция AFR не смогла распознать элемент, подлежащий обработке, его следует описать вручную при помощи команды **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**. Если вы применяете 3-осевую обработку, вы можете задать соответствующие элементы командой **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**.

Смысл функции AFR – анализ геометрии модели для выявления элементов, которые могут быть обработаны. Процесс аналогичен тому, как поступили бы вы, изучая модель детали. Вы рассмотрели бы геометрию, сняли размеры и приняли решение, какие области или элементы детали подлежат обработке и с помощью каких технологических процессов.

CAMWorks не выполняет прямое заимствование списка конструктивных элементов из Древа конструирования SolidWorks. Система создает отдельный список обрабатываемых Элементов (Machinable Features). Это связано с тем, что один элемент в SolidWorks может содержать несколько поверхностей, подлежащих разным видам обработки с использованием разного инструмента.



Например, для SolidWorks изображенная справа деталь имеет вытянутый вырез (углубление) и вытянутую бобышку (ребра). Такой подход пригоден в задачах моделирования в SolidWorks, но не в технологических задачах. С точки зрения обработки здесь присутствуют пять карманов, получаемых тремя разными видами обработки.



Рассмотрим Древо Элементов CAMWorks. В нем представлено три обрабатываемых элемента: один соответствует большому углублению в верхней части, и два – двум разным видам углублений вокруг ребер. Это обеспечивает наибольшую гибкость обработки.

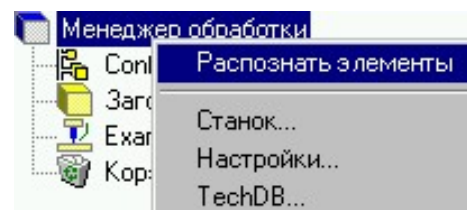
### Использование автоматического распознавания элементов (AFR)

Используем автоматическое распознавание элементов:

1. Используйте один из следующих методов распознавания элементов:

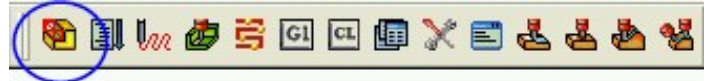
Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** и выберите в контекстном меню команду **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**

или

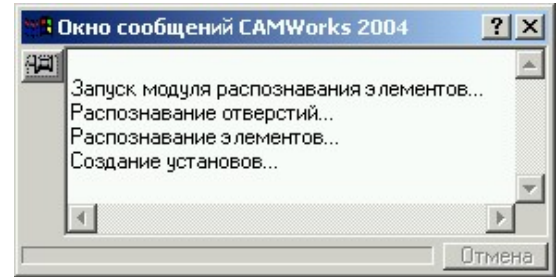




Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks.



При этом появится **Окно сообщений CAMWorks (CAMWorks Message Window)**. Оно выводится автоматически для индикации хода и текущего состояния процесса распознавания. Последним всегда будет сообщение о создании **Фрезерных установов (Mill Part Setups)**. Если отображается оно, процесс почти закончен.



Открывать ли это окно автоматически при необходимости или отображать постоянно можно указать в окне CAMWorks **Настройки (Options)** установкой флажка **Окно сообщений (Message Window)** на закладке **Общие (General)**.

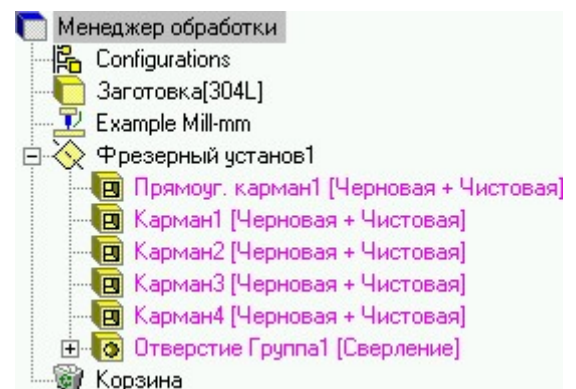
CAMWorks создает установ и обрабатываемые элементы. Элементы отображаются в Дереве Элементов CAMWorks.

Установом детали называется плоскость, относительно которой отсчитываются перемещения инструмента. Плоскость задает точку начала координат (origin) и направляющие векторы по осям X, Y, Z. Установ создается автоматически, но вы можете перенести начало координат и изменить направления осей X и Y.

Установ создается для каждой ориентации оси инструмента. Для нашей детали создан один установ, поскольку все элементы могут быть обработаны при одной ориентации инструмента. Для каждого установа обрабатываемые элементы перечисляются в порядке их распознавания.

Дерево Элементов позволяет:

- Копировать, переименовывать, гасить, удалять и объединять обрабатываемые элементы;
- Изменять параметры обрабатываемых элементов;
- Изменять последовательность элементов;
- Добавлять элементы для 2,5-осевой и поверхностной обработки;
- Находить элемент по его имени;
- Отображать и скрывать элементы в графической области;
- Создавать операции обработки и находить первую операцию для обработки каждого элемента.





### Полезные советы

Элементы, для которых не созданы операции, и элементы, для которых операции не могут быть созданы по настройкам технологической базы данных, выделены специальным цветом. Этот цвет можно задать на закладке **Отображение (Display)** окна **Настройки (Options)**.

Большинство параметров элементов являются неизменными, но часть из них все же можно изменить при помощи команды **Параметры (Parameters)** из контекстного меню.

- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Отверстие Группа1 (Hole Group1)** и выберите в контекстном меню пункт **Параметры (Parameters)**.

В окне **Параметры отверстия (Hole Parameters)** указано число отверстий и их параметры. Поскольку отсутствует информация о виде отверстия, CAMWorks позволяет вам выбрать стратегию обработки отверстий (например, **Сверление [Drill]**, **Растачивание [Bore]**, **Развертывание [Ream]**, **Резьба [Thread]** или стратегию, настроенную пользователем).

- Щелкните по стрелке рядом с надписью **Сверление (Drill)**.
- В раскрывшемся списке выберите пункт **Резьба (Thread)**.

Рисунок меняется в соответствии с вашим выбором, и становятся активными поля ввода параметров резьбы.

- Щелкните по стрелке вниз рядом с надписью **Резьба (Thread)** и снова выберите пункт **Сверление (Drill)**, после чего нажмите кнопку **ОК** для закрытия окна.

- Щелкните по значку "+" рядом с пунктом **Отверстие Группа1 (Hole Group1)** в Дереве Элементов CAMWorks.

Дерево раскрывается для отображения каждого отверстия в отдельности.



- Щелкните по значку "-" рядом с пунктом **Отверстие Группа1 (Hole Group1)**.

Сохраним деталь вместе с информацией об обрабатываемых элементах:

- Нажмите кнопку **Настройки (Options)** на панели инструментов CAMWorks.

Обратите внимание, что вы также можете выбрать этот пункт в меню или щелкнуть правой кнопкой мыши на пункте **Менеджер обработки (NC Manager)** и выбрать в контекстном меню команду **Настройки (Options)**.

- Убедитесь, что флажок **Сохранять деталь (Save/Restore part)** на закладке **Общие (General)** установлен и нажмите кнопку **ОК**.

Когда этот флажок установлен, при сохранении и закрытии файла детали автоматически сохраняется вся технологическая информация. Когда файл

детали снова открывается, технологическая информация о детали загружается вместе с ее геометрией.

Если же флажок не установлен, при сохранении и закрытии файла детали, содержащего хотя бы один установ CAMWorks, отображается сообщение *Сохранение данных CAMWorks отключено (Save/Restore is disabled)* и вопрос о сохранении. Если вы нажмете кнопку **Да (Yes)**, то CAMWorks сохранит всю технологическую информацию перед закрытием файла детали. Если вы ответите **Нет (No)**, CAMWorks закроет файл детали и удалит всю свою информацию, внесенную с момента последнего сохранения.

10. Выберите пункт **Сохранить как** в меню **Файл**.

11. В окне **Сохранить как** введите **swex1** и нажмете кнопку **Сохранить**.

### **ЧАЩЕ СОХРАНЯЙТЕ СВОИ ФАЙЛЫ!**

- Когда вы открываете файл, на самом деле вы работаете с копией файла. Оригинал хранится на диске. Периодическое сохранение гарантирует запись на диск последних изменений.
- В CAMWorks предусмотрена возможность **Автосохранения** технологической информации (**Auto save**), ее можно включить на закладке **Общие (General)** окна **Настройки (Options)**.
- Частое сохранение файлов позволяет вам избежать повторного выполнения трудоемких геометрических или технологических операций. При сбое питания компьютера вся не сохраненная информация пропадает.

### **Интерактивное определение обрабатываемых элементов**

Функция автоматического распознавания элементов (AFR) значительно экономит время, но в то же время имеет свои ограничения. AFR не может распознать все элементы сложных деталей и не распознает элементы некоторых типов. Для обработки таких элементов их надо определить в интерактивном режиме команды **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

В данном упражнении вам предстоит добавить элемент типа "**Плоскость**" для обработки верхней плоскости детали. Для задания такого элемента вы выбираете плоскость на модели SolidWorks, которая находится на глубине обработки. В нашем примере все верхние плоскости имеют одинаковую высоту, поэтому можно выбрать любую из верхних горизонтальных граней.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите в контекстном меню команду **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

При этом откроется окно мастера **Создать 2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)**.

2. Щелкните по стрелке рядом со списком **Тип (Type)** и выберите пункт **Плоскость (Face Feature)**.

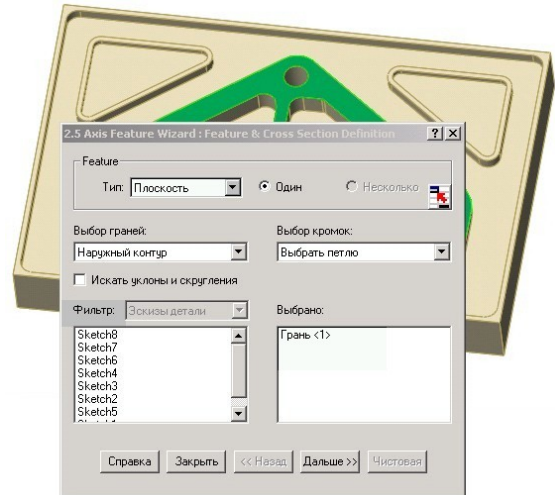
3. Выберите горизонтальную грань детали.

Контур грани подсвечивается и в списке **Выбрано (Entities selected)** появится пункт **Грань <1> (Face <1>)**.

4. Нажмите кнопку **Далее (Next)**.

Появится окно мастера **Создать 2,5-ос. элемент: Граничные условия (The 2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)**.

В этом окне вы задаете, каким образом CAMWorks вычисляет глубину обрабатываемого элемента, и назначаете стратегию обработки, задающую последовательность операций.



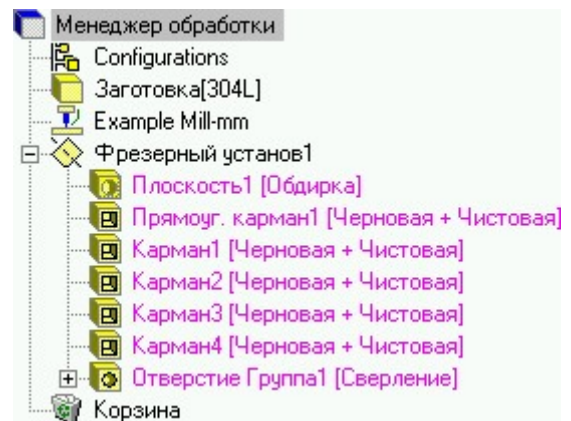
5. Оставьте в поле **Тип** в группе **Граничные условия (End condition - Type)** значение **До заготовки (Upto Stock)**.

6. Оставьте в поле **Стратегия (Attribute)** значение **Обдирка (Coarse)**.

7. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

8. Нажмите кнопку **Закрыть (Close)** для закрытия окна мастера. В Дереве Элементов CAMWorks отобразится пункт **Плоскость1 (Face Feature1)**.

Таким образом, вы задали все обрабатываемые элементы детали и готовы создать операции.



## Шаг 6: Создание операций и параметры обработки

План обработки (Operation Plan) содержит информацию о технологии получения каждого обрабатываемого элемента и виде создаваемой УП. При запуске функции **Создать операции (Generate Operation Plan)** для каждого элемента на основе информации, содержащейся в технологической базе данных, автоматически создаются предусмотренные операции. В ряде случаев операции, перечисленные в технологической базе данных для того или иного элемента, могут оказаться недостаточными для его получения. Дополнительные операции добавляются вручную командами **Добавить 2,5-ос. операцию (Insert 2,5 Axis Operation)**, **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)** и **Добавить 3-ос. операцию (Insert 3 Axis Operation)**. Описания команд есть в справочной системе.



1. Для создания операций воспользуйтесь одним из следующих методов:

Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите в контекстном меню пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**

или

Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели



инструментов CAMWorks. Нажатие этой кнопки равносильно выбору команды в меню **Менеджера Обработки (NC Manager)** независимо от того, какой пункт выбран в дереве.

CAMWorks создает операции для всех элементов во **Фрезерном установе1 (Mill Part Setup1)**.

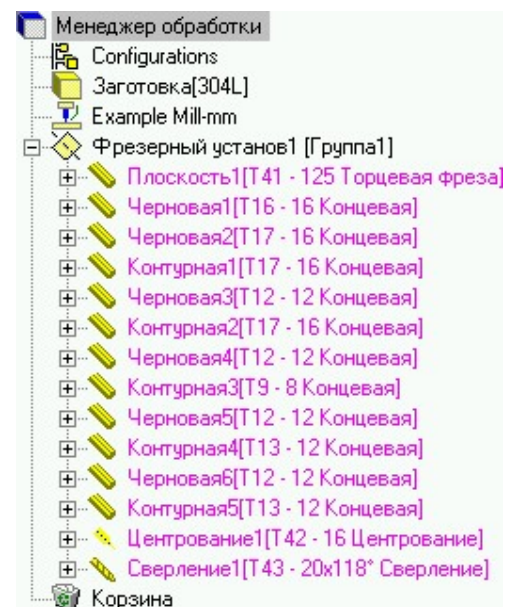
Операции собраны в Дереве Операций CAMWorks (CAMWorks Operation tree), к которому можно перейти, щелкнув по закладке Деревя Операций CAMWorks.



Дерево Операций CAMWorks содержит все операции для обработки всех элементов. Операции перечислены как подпункты установка в том же порядке, что и обрабатываемые элементы. В самом верху дерева находится **Менеджер Обработки (NC Manager)**. Пункты **Заготовка (Stock manager)** и **Станок (Machine)** работают так же, как и в Дереве Элементов CAMWorks. Вы можете менять размеры и форму заготовки, а также параметры стойки, используемые CAMWorks при создании УП.

Дерево Операций CAMWorks позволяет:

- Добавлять, переименовывать, гасить, удалять операции;
- Менять параметры операций;
- Объединять операции;
- Сортировать операции;
- Менять последовательность операций;
- Рассчитывать траектории инструмента;
- Имитировать движение инструмента;
- Выполнять постпроцессирование;
- Отображать и скрывать траектории;
- Находить элемент по его имени.



Слева от каждой операции стоит знак "+". Щелчок по нему выводит название элемента, к которому относится данная операция. Это может быть использовано для просмотра геометрической информации и изменения глубины резания.



### **Полезные советы**

Если имя операции показано каким-то цветом, но не черным, это означает, что траектория для нее не создана. Такое случается, когда операция добавляется вручную, добавляется новый элемент и для него создается список операций или CAMWorks не может создать траекторию из-за ошибок алгоритма или некорректности параметров операции. Этот цвет можно задать на закладке **Отображение (Display)** окна **Настройки (Options)**.

CAMWorks создает операции на основе информации из технологической базы данных. Эти операции являются лишь отправными точками обработки. Каждая операция включает в себя параметры обработки, которые влияют на способ создания траектории и формат УП. Параметры можно редактировать до создания траекторий инструмента и обработки постпроцессором.

Для редактирования параметров воспользуйтесь командой **Определение (Edit definition)** контекстного меню операции:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Черновая4 (Rough Mill4)** (операция, созданная для элемента **Карман2 [Irregular Pocket2]**) в Дереве Операций CAMWorks.

2. Выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit definition)**.

Откроется окно **Параметры обработки (Machining Parameters)**. В окне представленные все параметры, влияющие на создание траектории.

Основными параметрами являются способ обработки, глубина резания, шаг движения фрезы, припуски, высота отвода инструмента, подача и частота вращения шпинделя. Здесь же можно изменять параметры инструмента, а также выбрать другой инструмент.

3. На закладке **Черновая (Roughing)** измените значение параметра **Схема обработки (Pocketing Pattern)** на **Зигзаг (Zigzag)**.
4. На закладке **Элементы (Feature Options)** измените значение параметра **Способ ввода (Entry)** на **Отверстие (Entry Hole)**.
5. Закройте окно кнопкой **ОК**.

### **Шаг 7: Расчет траекторий инструмента**

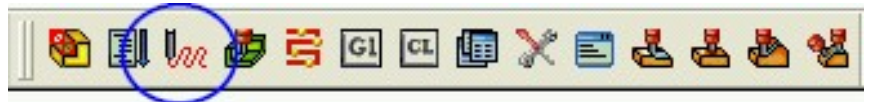
CAMWorks рассчитывает траектории движения инструмента, используя параметры операции, а также размеры и форму обрабатываемого элемента.

1. Воспользуйтесь одним из следующих способов расчета траекторий:

Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в Дереве Операций CAMWorks и выберите в контекстном меню пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**

или

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



на панели инструментов SAMWorks. Щелчок по этой кнопке равносителен выбору команды в меню **Менеджера Обработки (NC Manager)**.

SAMWorks рассчитывает траектории для всех операций установа.

Можно создавать траектории для каждой операции по отдельности. Для этого щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите в контекстном меню пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

2. Выделите первую операцию в дереве, нажмите и удерживайте клавишу Shift, затем выделите последнюю операцию.

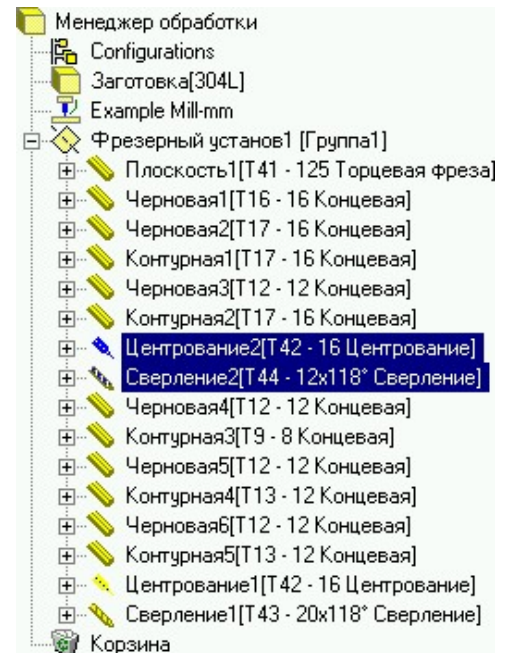
Все траектории отображаются на детали в виде следа вершины фрезы.

3. Щелкните по любой операции в Дереве Операций SAMWorks.
  - Будет отображена траектория данной операции.
  - При выборе любой операции отобразятся соответствующие траектории.

4. Обратите внимание, что для операции **Черновая4 (Rough Mill4)** созданы операции центрования и сверления, так как был выбран метод ввода фрезы **Отверстие (Entry Hole)**.

При выборе данного способа ввода фрезы в материал можно:

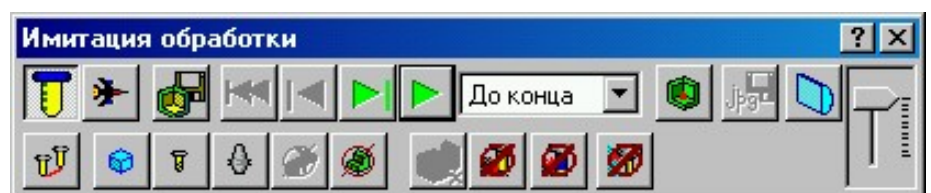
- Выбрать любую последовательность операций обработки отверстия (в нашем примере центрование и сверление).
- Выбрать нужный набор инструмента в соответствии с выбранными операциями.
- Управлять размером инструмента в базе данных.
- Параметры операций также можно задавать в базе данных.



В SAMWorks предусмотрена возможность имитации движения инструмента для расчета окончательной формы детали.

5. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.

Появится панель инструментов  
**Имитация обработки**  
**(Simulate Toolpath)**.




Эта панель позволяет:


- Запустить полную (Tool) или ускоренную (Турбо – Turbo) имитацию.
- Отобразить результат обработки, исходную модель и сравнить их.
- В полном режиме настроить отображение заготовки, инструмента и оправки (каркасное, полупрозрачное, закрашенное или скрытое).
- Выполнять имитацию для всех или выбранных операций.
- Выполнять имитацию только для выбранной операции или для всех операций от первой до выбранной.
- Приостанавливать имитацию в любом режиме и изменять ориентацию и масштаб отображения детали на экране.
- Управлять скоростью имитации.

Если вы хотите посмотреть выполнение одной операции, щелкните по ней правой кнопкой мыши и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.

6. Установите настройки этой панели согласно рисунку выше.

7.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

Имитация проходит в полном режиме, при этом инструмент также отображается.

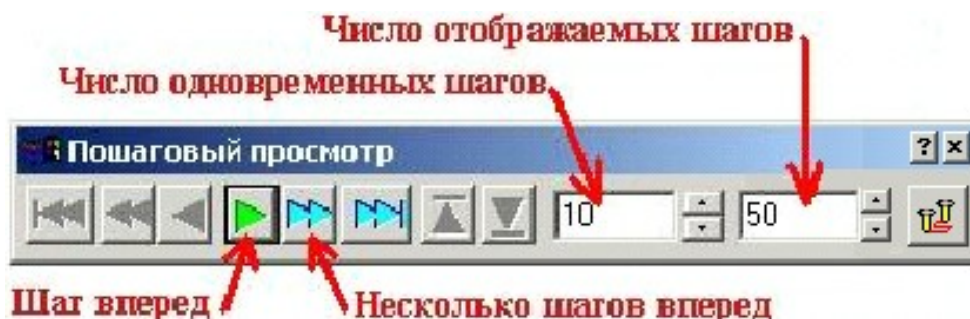
8.  Нажмите кнопку **X** в правом верхнем углу для прерывания имитации и возврата в окно графического редактора SolidWorks.



CAMWorks также обладает возможностью пошагового просмотра обработки при помощи команды **Пошаговый просмотр (Step Thru Toolpath)**.

9. Щелкните правой кнопкой мыши на любой операции в Дереве Операций и выберите пункт **Пошаговый просмотр (Step Thru Toolpath)**.

Появится панель инструментов **Пошаговый просмотр (Step Thru Toolpath)**.




10. Несколько раз нажмите кнопку **Шаг вперед (Single step)**.

Текущая точка на траектории при этом подсвечивается.

11. Установите число одновременных шагов равное 5 и щелкните несколько раз по кнопке **Несколько шагов вперед (Forward Multiple Records)**.



12. Нажмите кнопку **Показ до конца (Goto End)**. Прохождение траектории завершено.
13.  Нажмите кнопку **X** в правом верхнем углу для закрытия окна.



### **Полезные советы**

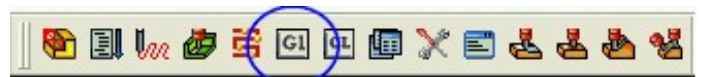
CAMWorks может отображать координаты инструмента в **Окне сообщений (Message Window)** в ходе имитации обработки. Для этого выберите команду **Настройки (Options)** в меню CAMWorks или в контекстном меню **Менеджера обработки (NC Manager)**. На закладке **Общие (General)** выберите опцию **Окно сообщений (Message Window)**, а на закладке **Имитация (Simulation)** – опцию **Координаты в окне сообщений (Cutter Coordinates in Message Window)**.

## **Шаг 8: Постпроцессорная обработка**

Постпроцессорная обработка является последним шагом в создании УП. На этом этапе траектории и технологическая информация преобразуются в УП для конкретной стойки ЧПУ. CAMWorks создает УП для каждой траектории в том порядке, в каком они расположены в Дереве Операций. При постпроцессорной обработке CAMWorks создает два файла: файл УП и краткий отчет. Это обычные текстовые файлы, которые можно просматривать, редактировать и распечатывать при помощи любого текстового редактора.

В данном уроке вы выполните постпроцессорную обработку всех операций и создадите УП.

1. Нажмите кнопку **Постпроцессирование (Post Process)** на панели CAMWorks



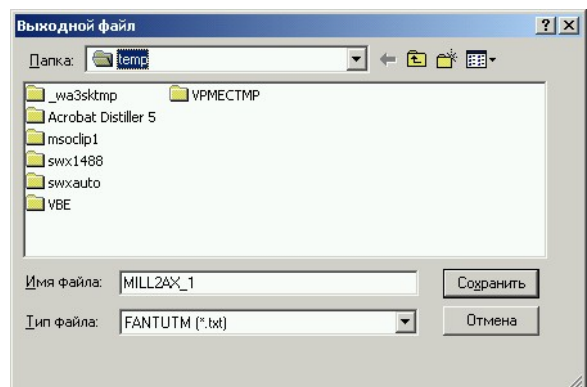
или

Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в Дереве Операций и выберите в контекстном меню пункт **Постпроцессирование (Post Process)**.

При этом отображается окно **Выходной файл (Post Output File)**, в котором можно дать имя файлу УП.

Обычно файлы УП и отчета хранятся в той же папке, что и последняя открытая деталь. При необходимости вы можете сменить папку.

Если CAMWorks запущен в демонстрационном режиме, окно **Выходной файл (Post Output File)** не отображается, поскольку в этом режиме сохранение УП невозможно.



Если команда **Постпроцессирование (Post Process)** в меню CAMWorks не активна, убедитесь, что вы выбрали постпроцессор и создали траектории.

- Щелкните по стрелке вниз справа от списка **Тип файла (Save as type)**.

CAMWorks предоставляет несколько часто используемых расширений. В данном упражнении выберите расширение *.txt*.



### Полезные советы

Если вы хотите изменить расширение, используемое по умолчанию для файлов УП, с *.txt* на какое-либо другое из имеющихся или отсутствующих в списке, вы можете изменить или создать файл *.pinf* и указать в нем новое расширение. Более подробная информация приведена в справочной системе.

- В поле **Имя файла** введите **swex1** и нажмите кнопку **Сохранить (Save)**.

Если используется расширение по умолчанию (*.txt*), его вводить необязательно. Обычно файл УП именуется так же, как и файл модели детали. Оба файла могут иметь одинаковое имя, поскольку у них разные расширения.

Появится окно

### Постпроцессирование (Post Process Output).

- Нажмите кнопку **Шаг (Step)**.

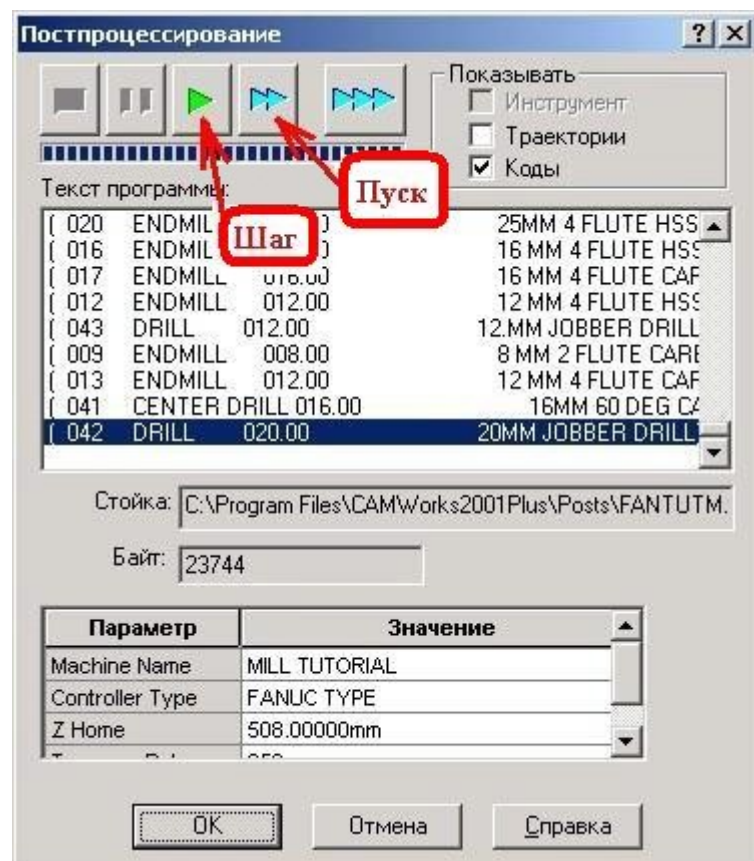
CAMWorks начнет создавать УП, и ее первая строчка появится в окне просмотра УП. Сейчас постпроцессирование идет в пошаговом режиме, по одному кадру за щелчок мышкой.

- Нажмите кнопку **Шаг (Step)**. Отобразится следующий кадр УП.

- Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

Постпроцессирование будет выполнено для всей программы.

- По ее завершении вы можете просмотреть полученный код, используя вертикальную полосу прокрутки.
- Закройте окно **Постпроцессирование (Post Process Output)** кнопкой **ОК**.





### Дополнительная информация об отчетах

Отчет – пригодный для вывода на печать файл, содержащий информацию для оператора станка об обработке и инструменте, использованном для обработки детали. В отчете указаны тип станка, тип стойки ЧПУ, ожидаемое время обработки, материал детали, список используемых инструментов.

CAMWorks обеспечивает два способа создания отчетов:

- В ходе постпроцессирования CAMWorks автоматически создает краткий отчет в виде простого текстового файла с расширением *.set*;
- Команды **Отчет - Создать (Setup Sheet - Generate)** в контекстном меню **Менеджера Операций (NC Manager)** позволяет создать отчет, основанный на шаблоне отчета MS Access и хранить информацию в единой базе данных отчетов (файл Report Database) для дальнейшего просмотра. Вместе с CAMWorks поставляются несколько шаблонов отчетов, которые вы можете использовать в их исходном виде. Вы также можете открыть базу данных отчетов в MS Access и создать собственные отчеты, базирующиеся на образцах отчетов либо спроектировать свои собственные оригинальные отчеты.

## 2-осевая обработка, урок 2

### В этом уроке:

- Распознавание обрабатываемых элементов и работа с ними

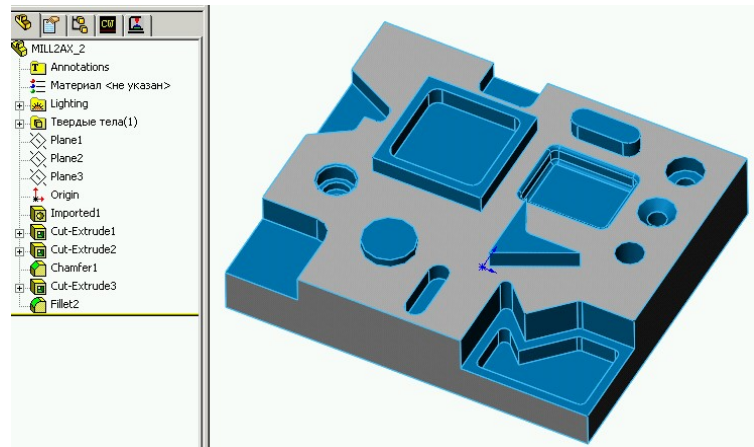
CAMWorks – это система, обрабатывающая отдельные элементы. Такой подход обеспечивает многочисленные преимущества, т.к. выделение цельных элементов дает возможность достичь высокого уровня автоматизации при создании операций и траекторий движения инструментов. Вдобавок к этому CAMWorks обеспечивает как автоматический метод распознавания обрабатываемых элементов, называемый AFR, так и интерактивный метод, реализуемый командой **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**. Файл CAMWorks может содержать оба типа элементов.

Данный урок демонстрирует ряд элементов, распознаваемых автоматически при помощи команды **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

1. Откройте файл **MILL2AX\_2.SLDPRT** из папки */Examples/Mill* каталога установки CAMWorks (например, */Program Files/CAMWorksXXXX/Examples/Mill*).

2. Изучите данную деталь.

Можно увидеть отверстия различной формы и размера, выступы, карманы и обнижения. Может показаться, что CAMWorks распознает обрабатываемые элементы на основе элементов, из которых в SolidWorks создавалась модель детали. Как вы



убедитесь далее, это не так. Заметьте, что дерево построения не содержит почти никаких элементов потому, что эта деталь была импортирована в SolidWorks и слегка модифицирована. В данном упражнении вы увидите, как CAMWorks распознает элементы, подлежащие обработке.

3. Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.

4. Дважды щелкните в Дереве Элементов CAMWorks по пункту **Example Mill-in (Фрезерный станок – дюймовый)**.

Откроется окно **Станок (Machine)**. Здесь можно выбрать сам станок, набор инструментов и стойку ЧПУ.

На закладке **Станок (Machine)** пункт **Example Mill-in** является активным станком. Этот станок был создан для изучения CAMWorks. Когда вы



используете CAMWorks для обработки реальных деталей, выбирайте тот станок, который вы хотите применить.

## 5. Перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)**.

Здесь можно выбрать набор инструментов, которые используются для данной работы. В наборе приведены не все описанные в базе данных инструменты, и его можно изменить в соответствии с реальным набором инструментов, загружаемым в станок.

Если установить флажок **Приоритет корзины (Tool crib priority)**, правила отбора инструмента изменятся так, что инструменты, входящие в набор, получают более высокий приоритет. Как следствие, меньшее число инструментов будет добавлено к списку инструментов из библиотеки. Справочная система объясняет правила, которые соблюдаются при включении этой настройки.

## 6. Нажмите кнопку **Выбрать (Select)**, чтобы активной корзиной стала **Crib 1**.

На этой закладке можно добавить, удалить и изменить инструменты корзины.

## 7. Выберите инструмент в активной корзине и нажмите кнопку **Изменить (Edit)**.

Будет отображено окно **Изменить параметры инструмента (Edit Tool Parameters)**, позволяющее изменить параметры выбранного инструмента. Изменения, сделанные в этом окне, коснутся только набора инструментов для текущей детали. Для того чтобы сменить инструменты для всех будущих работ, отредактируйте описание корзины инструментов в технологической базе данных.

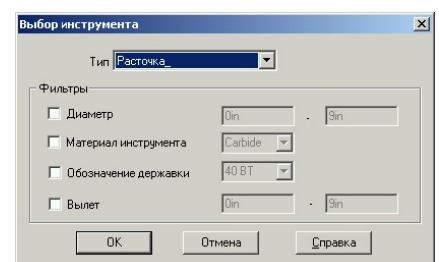
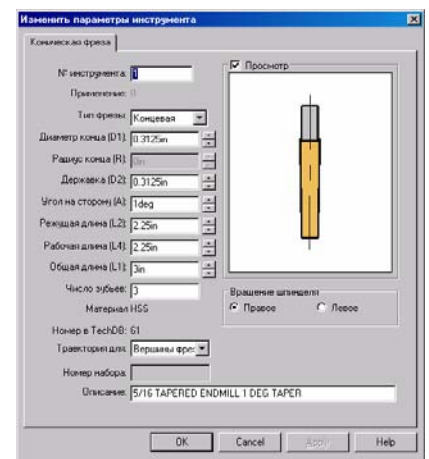
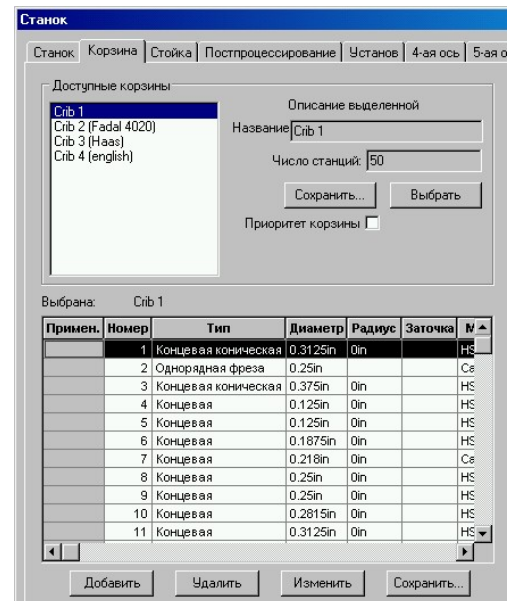
## 8. Нажмите кнопку **ОК** или **Отмена (Cancel)** для закрытия окна параметров инструмента.

## 9. Нажмите кнопку **Добавить (Add)** в нижней части закладки **Корзина (Tool crib)** окна **Станок (Machine)**.

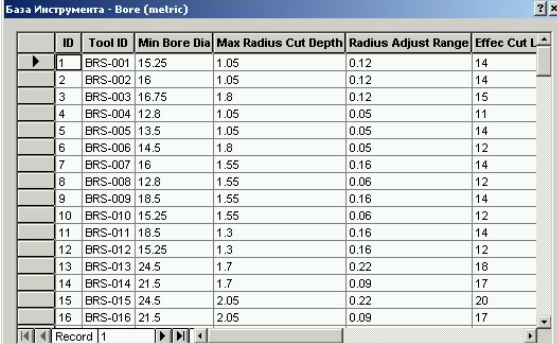
Будет отображено окно **Выбор инструмента (Tool Select Filter)**, позволяющее задать фильтры для выбора инструмента.

## 10. Нажмите кнопку **ОК**.

Будет отображено окно **База инструментов (Tools Database)**, позволяющее добавить инструмент из технологической базы данных в корзину инструментов для активной детали.



Список содержит все инструменты, введенные в технологическую базу данных. Обратите внимание, что вы не можете использовать это окно для добавления новых инструментов в технологическую базу данных.



ID	Tool ID	Min Bore Dia	Max Radius Cut Depth	Radius Adjust Range	Effec Cut L
1	BRS-001	15.25	1.05	0.12	14
2	BRS-002	16	1.05	0.12	14
3	BRS-003	16.75	1.8	0.12	15
4	BRS-004	12.8	1.05	0.05	11
5	BRS-005	13.5	1.05	0.05	14
6	BRS-006	14.5	1.8	0.05	12
7	BRS-007	16	1.55	0.16	14
8	BRS-008	12.8	1.55	0.06	12
9	BRS-009	18.5	1.55	0.16	14
10	BRS-010	15.25	1.55	0.06	12
11	BRS-011	18.5	1.3	0.16	14
12	BRS-012	15.25	1.3	0.16	12
13	BRS-013	24.5	1.7	0.22	18
14	BRS-014	21.5	1.7	0.09	17
15	BRS-015	24.5	2.05	0.22	20
16	BRS-016	21.5	2.05	0.09	17

11. Закройте окно кнопкой **Отмена (Cancel)** без добавления инструмента в активную корзину.


12. На закладке **Стойка (Controller)** убедитесь, что выбрана стойка **FANTUTM** (используемая при обучении).

Когда вы применяете CAMWorks для обработки реальных деталей, выберите реальную стойку своего станка, или постпроцессор.

13. Перейдите на закладку **Постпроцессирование (Parameters)**.

Эти параметры обеспечивают информацию, необходимую для создания программы. Когда вы применяете CAMWorks для обработки реальных деталей, измените эти параметры в соответствии со своими требованиями.

14. Нажмите кнопку **ОК**.

15.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock manager)** в Дереве Элементов и выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit Definition)**.

16. Задайте **Припуски на габарит (Bounding box Offsets)** по 0,1 дюйма для осей X, Y и Z и закройте окно кнопкой **ОК**.

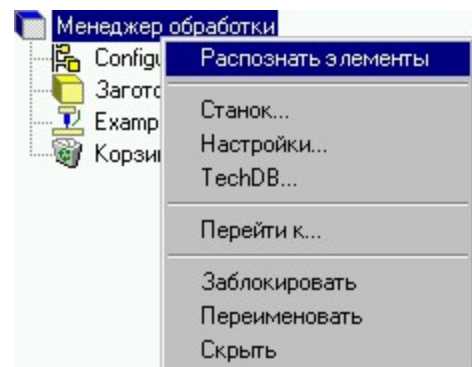
Распознавание обрабатываемых элементов:

1.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks

или

щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в Дереве Элементов и выберите в контекстном меню пункт **Распознать элементы**.

Появится окно сообщений CAMWorks, отражающее протекание процесса распознавания.

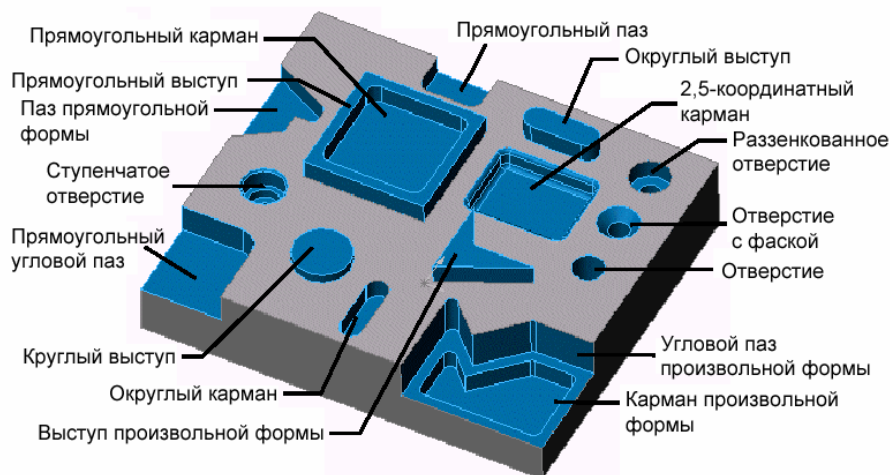
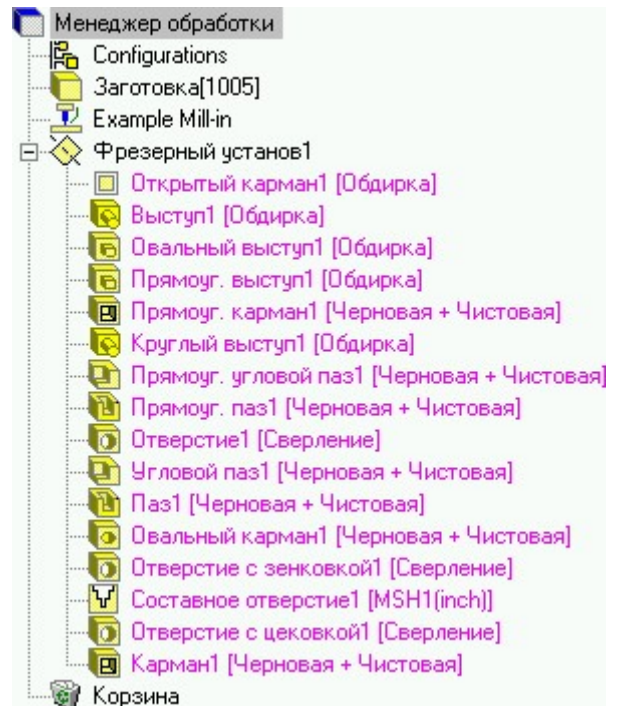


Когда процесс распознавания закончится, дерево SAMWorks отобразит элементы, подлежащие обработке.

Работа с Деревом Элементов SAMWorks аналогична работе с Деревом Конструирования SolidWorks. В дереве вы можете менять порядок элементов с помощью перетаскивания, менять имена и временно погашать элементы.

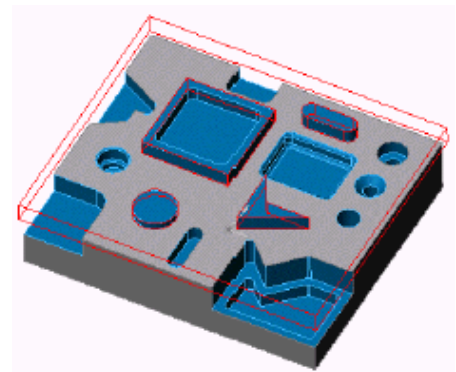
- Щелкните по каждому обрабатываемому элементу в Дереве Элементов SAMWorks.

Как только вы выбираете элемент в Дереве, он подсвечивается на детали.



- Обратите внимание, что был создан элемент типа **Открытый карман (Open Pocket)**.

Когда SAMWorks создает Фрезерный установ (Mill Part Setup), автоматически создается элемент Открытый карман, если функция AFR находит элемент типа Выступ и установ параллелен одной из сторон заготовки. Низ открытого кармана (на рисунке это серая грань) совпадает с низом такого выступа, а сам выступ становится островом в Открытом кармане.



SAMWorks позволяет вам управлять типами создаваемых AFR 2,5-осевых и поверхностных элементов.

- Нажмите кнопку **Настройки (Options)** на панели инструментов SAMWorks или выберите пункт **Настройки (Options)** в меню SAMWorks.

2. В окне настроек перейдите на закладку **Фрезерование (Mill Features)**.
3. Обратите внимание, что CAMWorks создает элементы типа **Отверстие (Holes)**, **Остальные (не отверстия – Non holes)** и **Выступы (Boss)**.
4. В разделе **Типы элементов (Feature types)** установите флажок **Плоскость (Face)**.

Когда флажок установлен, CAMWorks при создании установов детали автоматически создает и элемент типа Плоскость, если верхняя грань параллельна установу, а установ параллелен одной из сторон заготовки.

5. Установите флажок **Уклоны и скругления (Tapered & filleted)**.


Когда CAMWorks распознавал элементы, один 2,5-осевой карман не был распознан. Если включить эту настройку, CAMWorks сможет автоматически распознавать элементы с уклонами и скруглениями так же, как они могут быть созданы в интерактивном режиме с помощью команды **Добавить 2,5-осевой элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**:

- Верхняя и нижняя части такого элемента плоские и параллельны установу детали.
- Стенки могут быть вертикальными или наклонены под постоянным углом и могут иметь скругления и/или фаски сверху и/или снизу.
- Скругления углов кармана должны быть коническими и соответствовать углу наклона стенок элемента.

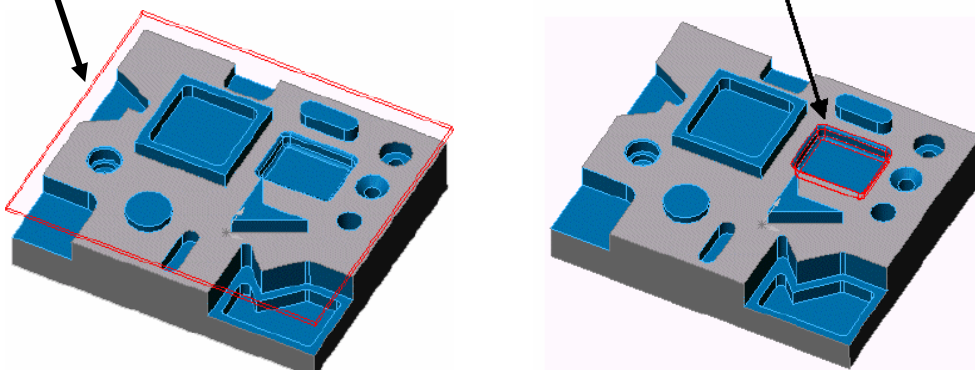
6. Уберите флажок с настройки **Выступ (Boss)** и установите флажок **Удалять при обновлении (Remove on Rebuild)**, затем закройте окно кнопкой **ОК**.

Если бы вы обрабатывали эту деталь, вы не стали бы создавать операции для обработки элемента Выступ, распознанного функцией AFR. Вы можете удалить элемент или повторить распознавание без учета выступов, как это сделано в данном упражнении.

Перестроим элементы:

7.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks.

CAMWorks перестраивает список элементов и удаляет элементы типа выступ. Обратите внимание, что функция AFR создала элементы типа **Плоскость (Face)** и **Прямоугольный карман (Rectangular Pocket)** для кармана со скошенными стенками.





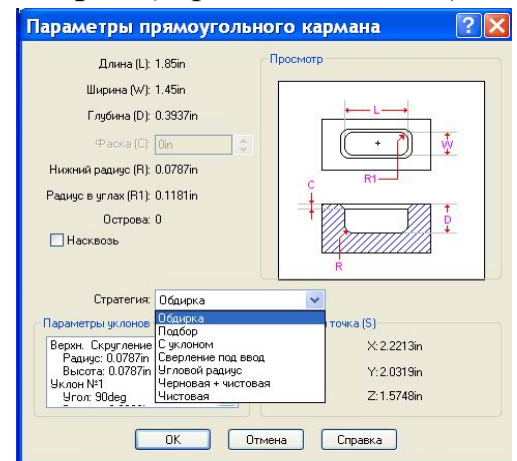
Обработаем прямоугольный карман со скругленными нижними и верхними кромками.

1. Щёлкните правой кнопкой мыши по пункту **Прямоуг. Карман2 (Rectangular Pocket2)** в дереве и выберите пункт **Параметры (Parameters)**.

Окно параметров показывает информацию о геометрии выбранного элемента и позволяет указать дополнительные сведения о нём. Например, для выбранного **Прямоугольного Кармана** вы можете назначить способ его обработки: **Черновая+Чистовая (Rough+Finish)**, только **Чистовая (Finish)**, **Обдирка (черновая – Coarse)** и т. д.

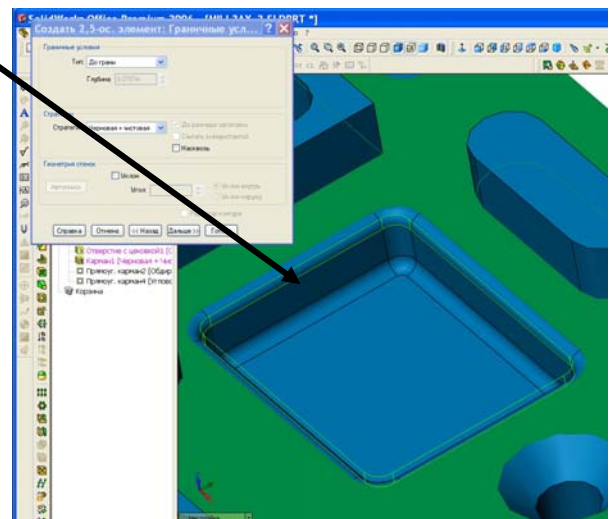
В зависимости от свойств элемента, может быть выбрана нужная стратегия его обработки. Определив последовательность и параметры операций в технологической базе данных, вы можете изменить процесс обработки каждого элемента.

2. Выберите в качестве стратегии для этого кармана способ **Обдирка (Coarse)**.
3. Закройте окно кнопкой **ОК**.



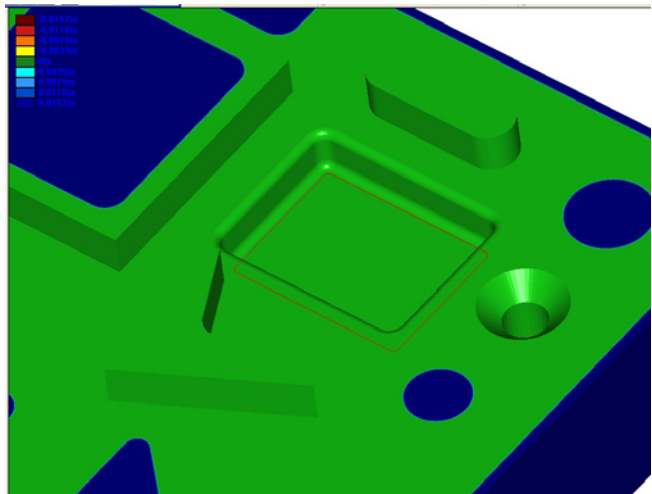
В дереве элементов появляется **Прямоуг. Карман2 [Обдирка] (Rectangular Pocket2 [Coarse])**.

4. Щёлкните правой кнопкой мыши по элементу **Прямоуг. Карман2 (Rectangular Pocket2)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.
5. Выберите **Тип (Type) = Карман (Pocket)**; **Выбор кромок (Edge selection) = Выбрать петлю (Convert to loop)**;
6. Выберите любую нижнюю кромку верхнего скругления – автоматически выбирается весь контур.
7. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**. На закладке **Граничные условия (End condition)** выберите граничное условие **До грани (Upto Face)** и укажите на плоскость по верху скругления (на рисунке она зелёного цвета).
8. В разделе **Стратегия (Attribute)** выберите **Угловой радиус (Corner Rad)**.
9. Нажмите **Готово (Finish)**. Будет



создан элемент **Прямоуг. Карман3 [Угловой радиус] (Rectangular Pocket3 [Corner Rad])**.

10. Закройте мастер создания элементов кнопкой **Заккрыть (Close)**.
11. Сгенерируйте операции для Открытого кармана1 и Прямоугольных Карманов2 и 3.
12. Для операции **Контурная2 (Contour Mill2)** – это операция чистовой обработки **Прямоуг. Кармана** со стратегией **Обдирка** – выберите инструмент с диаметром равным или меньшим двойному радиусу скругления в углах кармана и радиусом скругления равным скруглению вдоль дна кармана (подойдет любая скругленная фреза диаметром меньше **0,225** дюйма и радиусом меньше **0,0787** дюйма; если такой фрезы нет, введите эти значения на закладке **Фреза (Tool)** окна параметров операции).
13. Для **Прямоуг. Кармана3** со стратегией обработки **Угловой радиус** по умолчанию создаются три операции. Удалите первые две из них, оставив только операцию, где используется **Радиусная фреза (Corner Round)**.
14. Подберите для оставленной операции инструмент с диаметром торца равным или меньшим двойному радиусу скругления в углах кармана (**0,225** дюйма) и радиусом скругления равным скруглению вдоль верхней кромки кармана (**0,0787** дюйма).
15. Создайте траектории всех операций, запустите имитацию обработки и сравните результат обработки с исходной геометрией: карман со скруглениями должен быть обработан начисто.



Вернемся к изучению работы с обрабатываемыми элементами CAMWorks.

Обрабатываемые элементы распознаются, исходя из геометрии детали (формы элемента) и ее топологии (связей элементов друг с другом). Но не все признаки элемента могут быть определены геометрией и топологией.

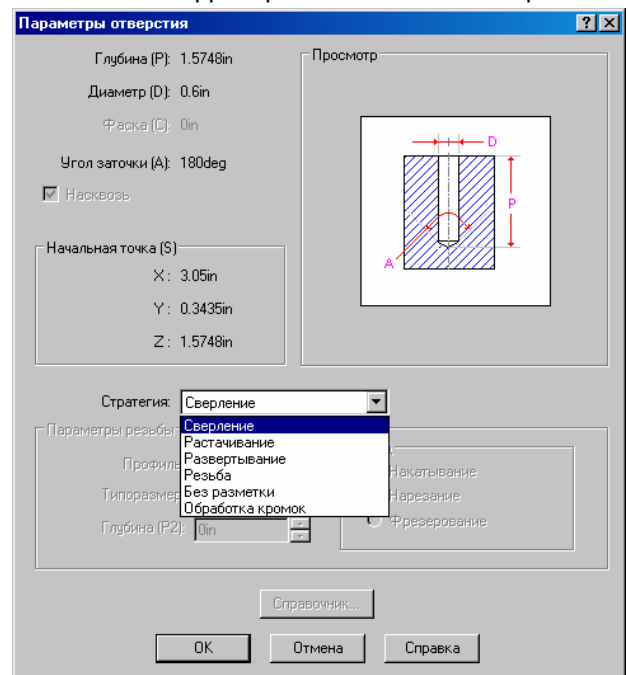
Например, функция AFR не может определить, должно ли отверстие быть резьбовым, развернуто или расточено.

CAMWorks позволяет вам задать дополнительные параметры элемента для создания наиболее подходящих операций обработки.

- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Отверстие1 (Hole1)** в дереве и выберите пункт **Параметры (Parameters)**.

Окно параметров показывает информацию о геометрии выбранного элемента и позволяет указать дополнительные сведения о нем. Например, для отверстия вы можете назначить способ его получения: просверлено, расточено, развернуто или нарезано и т.д.

В зависимости от свойств элемента, может быть выбрана нужная стратегия обработки. Определив последовательность и параметры операций в технологической базе данных, вы можете изменить процесс обработки каждого элемента.

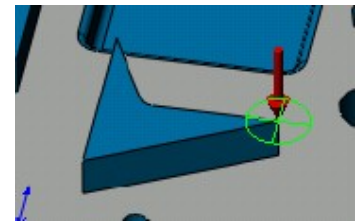


- Закройте окно кнопками **ОК** или **Отмена**.
- Для сравнения просмотрите параметры других обрабатываемых элементов.

Обратите внимание, что функция AFR также создала **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)**. Установ детали определяет направление инструмента для обработки данных элементов.

- Щелкните по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в дереве.

На детали отображается значок системы координат. Красная стрелка указывает направление обработки (совпадает с осью шпинделя). Две другие стрелки показывают направления осей X и Y. Направление обработки по оси X может быть при необходимости изменено. Для получения дополнительной информации смотрите справочную систему CAMWorks.



Начало координат установка – это начало координат, используемое в управляющей программе для данного установка. По умолчанию начало устанавливается в вершине или в середине самого верхнего элемента. В большинстве случаев вы захотите перенести начало координат. О том, как это сделать, вы узнаете из главы 3.

Если значок координатных осей не отображается, нажмите кнопку **Перерисовать** и снова выделите пункт **Установ (Part Setup)**.

Когда вы дадите команду **Создать операции (Generate Operation Plan)**, для каждого созданного элемента операции создаются на основе правил, перечисленных в технологической базе данных (TechDB). Операции не создаются для погашенных элементов и элементов, помещенных в корзину.

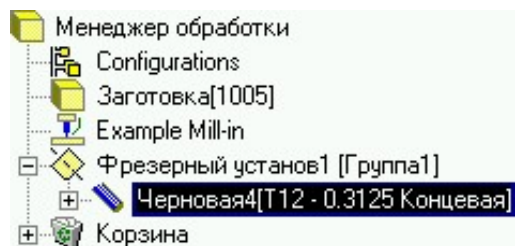
В этом упражнении вы создадите операции отдельно для одного обрабатываемого элемента, а затем для всех элементов в установке детали.

1. Удалите операции, созданные для обработки кармана со скруглениями.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Прямоугольный карман1 (Rectangular Pocket1)** и выберите команду **Параметры (Parameters)**.
3. Щелкните по стрелке в списке **Стратегий (Attribute)** обработки и выберите пункт **Обдирка (Coarse)**.

Это системная стратегия обработки, заданная в базе данных и создающая операцию **Черновая (Rough Mill)** для элемента **Прямоугольный карман**. После изучения CAMWorks вы сможете менять стратегии обработки.

4. Закройте окно кнопкой **ОК**.
5. Щелкните правой кнопкой по пункту **Прямоугольный карман1 (Rectangular Pocket1)** в дереве, выберите пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

В Дереве Операций появится операция чернового фрезерования прямоугольного кармана.

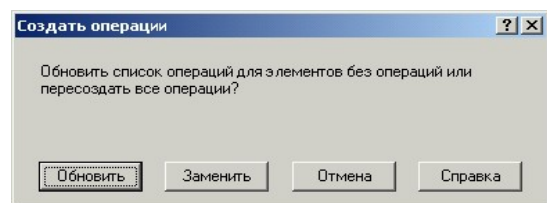


6. Вернитесь на закладку Деревя Элементов CAMWorks.
7. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Прямоугольный карман1 (Rectangular Pocket1)** и выберите команду **Параметры (Parameters)**.
8. В окне параметров выберите в списке стратегию обработки **Черновая + чистовая (Rough Finish)** и закройте окно кнопкой **ОК**.

Это пользовательская стратегия обработки, она настроена в TechDB на создание черновой и чистовой обработок элемента **Прямоугольный карман**. Вы можете изменять или удалять пользовательские стратегии обработки, а также добавлять новые стратегии при настройке TechDB.

9. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Прямоугольный карман1 (Rectangular Pocket1)** и выберите пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

Если эта команда уже была однажды выполнена и вы выбираете ее снова, CAMWorks выдаст сообщение со следующими вариантами действий:



**Обновить (Update):** выберите этот вариант, чтобы запустить команду для новых элементов или для тех элементов, для которых вы удалили все ранее созданные операции. Список операций не будет изменен для тех элементов, для которых операции уже созданы.



**Заменить (Regenerate)**: если вы выберете этот вариант, все операции, созданные ранее, удаляются и создается новый список операций. Если вы изменили параметры операций, эти изменения будут потеряны.


10. Нажмите кнопку **Заменить (Regenerate)**, чтобы удалить ранее созданную черновую операцию и создать новый набор операций.

Дерево содержит операции черновой и контурной обработки того же прямоугольного кармана.

11. Вернитесь на закладку Древа Элементов CAMWorks.
12. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите в контекстном меню пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
13. В окне **Создать операции (Generate Operation Plan)** нажмите кнопку **Обновить (Update)**.

Поскольку вы меняли параметры операций обработки кармана со скруглениями, вы должны выбрать именно этот вариант. Если вы что-то изменили в ранее созданных операциях, вам следует выбрать пункт **Обновить** чтобы создать операции только для тех элементов, для которых они еще не создавались.

Дерево Операций CAMWorks теперь содержит операции для всех обрабатываемых элементов в выбранном установе детали.

14.  Вернитесь на закладку Древа Элементов CAMWorks.
15. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту на **Составное отверстие1 (MS Hole1)** и выберите в контекстном меню пункт **Перейти к (Go To)** и в нем команду **Операциям (Operations For)**.

Эта команда позволяет быстро перейти к любой операции, созданной для выбранного элемента.

Выберите двойным щелчком операцию **Сверление3 (Drill3)**.

Активизируется Дерево Операций, данная операция будет выделена. В TechDB стратегия **MSH1(inch)** настроена так, чтобы создать единственную операцию сверления. Поскольку подобные отверстия могут иметь самую разную форму, вы можете настроить нужные последовательности обработки в технологической базе данных.

16. Закройте окно перехода.

Выполним полную обработку данного составного отверстия.

Составные отверстия (MSH) – это отверстия, составленные из более чем двух соосных цилиндрических и конических граней (иначе они будут расценены как отверстия, отверстия с зенковкой или отверстия с цековкой).

В CAMWorks возможны две стратегии обработки таких отверстий:

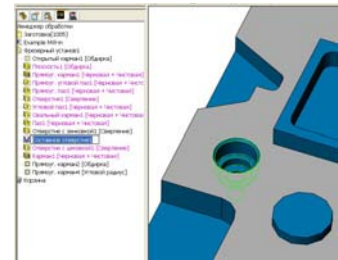
**I** - если составные отверстия с данным набором граней (но произвольных размеров) **не являются** часто встречающимися (типичными обрабатываемыми элементами), следует командой **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)** в Дереве элементов CAMWorks создать нужное число операций.

**II** - если составные отверстия **являются** часто встречающимися (типичными обрабатываемыми элементами), следует создать в TechDB – Технологической Базе Данных типовую стратегию обработки для каждого типа MSH. Смотрите **Главу 4 – Работа с TechDB**.


В данном разделе будет рассмотрен

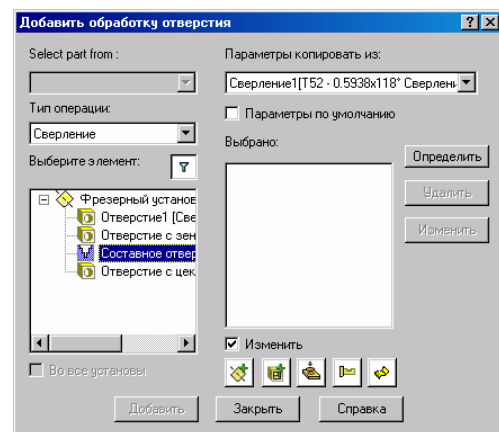
**I вариант обработки с использованием функции Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation).**

Данное **Составное отверстие1 (MS Hole1)** имеет 3 цилиндрических фрагмента, нумеруемые сверху вниз как **Цилиндр1, 2 и 3 (Cylinder1, 2 и 3)** и одну фаску **Фаска1 (Chamfer1)**.



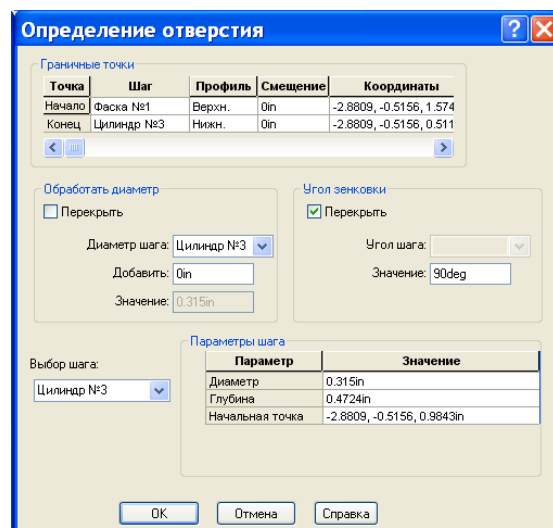
Сначала создадим операцию сверления отверстия наименьшего диаметра.

1.  Перейдите на закладку Деревя Операций CAMWorks.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному установу1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)**.
3. Выберите следующие параметры:
  - **Тип операции (Type of operation) = Сверление (Drill);**
  - **Выберите элемент (Select a feature from list) = Составное отверстие1 (MS Hole1).**
4. Нажмите кнопку **Определить (Define)**.



Откроется окно **Определение отверстия (Hole feature definition)**.

5. Поскольку это сверление выполняется на всю глубину, в разделе **Граничные точки (Start/End points)** введем следующие данные:
  - **Начало (Start) = Фаска №1 (Chamfer1) и Верхн. (Top);**
  - **Конец (End) = Цилиндр №3 (Cylinder3) и Нижн. (Bottom).**



6. В разделе **Обработать диаметр (Dia. of step)** выбрать **Цилиндр №3 (Cylinder3)**.

Все размеры любого шага составного отверстия можно увидеть в нижней части окна в разделе **Параметры шага (Step parameters)**, выбрав в списке слева нужный шаг отверстия.

7. Нажмите кнопку **ОК**.
8. Убедитесь что стоит галка в пункте **Изменить (Edit definition)** и нажмите кнопку **Добавить (Insert)**.

Будет создана операция сверления и откроется окно ее параметров.

9. Нажмите кнопку **ОК**. В Дереве Операций CAMWorks появится новая операция – **Сверление5 (Drill5)**.

Теперь добавим контурную обработку для верхней цековки.

10. В окне **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)** выберите тип операции **Контурная (Contour Mill)** и нажмите **Определить (Define)**.

11. В окне **Определение отверстия (Hole feature definition)** выберите:

- **Начало (Start)** = **Цилиндр №1 (Cylinder1)** и **Верхн. (Top)**;
- **Конец (End)** = **Цилиндр №1 (Cylinder1)** и **Нижн. (Bottom)**;
- **Диаметр шага (Dia. of step)** = **Цилиндр №1 (Cylinder1)**.

12. Нажмите **ОК**.

13. Убедитесь что стоит галка в пункте **Изменить (Edit definition)** и нажмите кнопку **Добавить (Insert)**.

Будет создана операция чистовой обработки верхнего цилиндра составного отверстия и откроется окно ее параметров.

14. Выберите подходящую фрезу и нажмите кнопку **ОК**.

В дереве операций CAMWorks появится новая Чистовая операция.

Действуя аналогично, создайте операцию чистовой обработки промежуточной цековки, используя в окне определения отверстия **Цилиндр №2 (Cylinder2)**.

Наконец, мы обработаем верхнюю зенковку (фаску) отверстия.

15. Повторите действия, описанные в пункте 10 для создания операции типа **Зенковка (Countersink)**.

16. В окне **Определение отверстия (Hole feature definition)** выберите:


- **Начало (Start)** = **Фаска №1 (Chamfer1)** и **Верхн. (Top)**;
- **Конец (End)** = **Фаска №1 (Chamfer1)** и **Нижн. (Bottom)**;
- **Диаметр шага (Dia. of step)** = **Фаска №1 (Chamfer1)**.

17. Нажмите **ОК**.

18. Убедитесь что стоит галка в пункте **Изменить (Edit definition)** и нажмите кнопку **Добавить (Insert)**.

Будет создана операция обработки фаски составного отверстия и откроется окно ее параметров.

19. Перейдите на закладку **Элементы (Feature Options)**.

20. Нажмите кнопку  – **Перекрыть глубину обработки (Override Machining Depth)**.

21. В разделе **Диаметр в модели (Dia. created)**

введите величину верхнего – наибольшего – диаметра фаски, равного **0,8661** дюйма (диаметр инструмента должен быть не меньше этой величины).

22. Нажмите кнопку **Задать диаметр (Set diameter)** – глубина обработки пересчитывается таким образом, чтобы инструмент коснулся фаски.

23. Нажмите кнопку **ОК**.

24. Закройте окно **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)**.

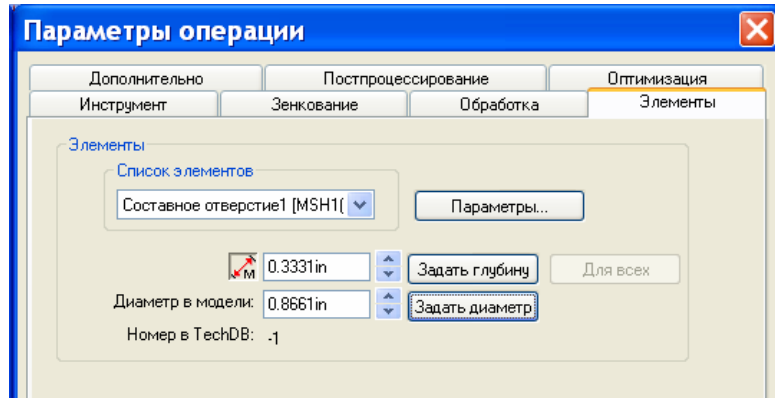
25. В дереве операций CAMWorks появится новая операция типа **Зенковка (Countersink)**.

26. Перетащите созданные 4 операции в Дереве Операций таким образом, чтобы обеспечить нужную последовательность их выполнения.

27.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.

28.  Нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**

29.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** для начала имитации обработки.



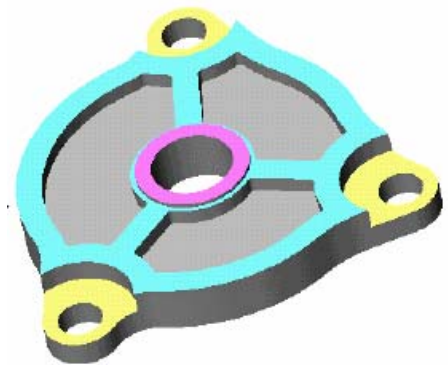
## 2-осевая обработка, урок 3



### В этом уроке:

- Создание заготовки по габаритным размерам детали
- Создание дополнительных установов детали
- Обработка плоскости
- Изменение порядка обработки
- Погашение обрабатываемых элементов
- Добавление 2,5-осевых элементов
- Объединение обрабатываемых элементов

В данном упражнении предполагается, что заготовка получена литьем и обработке подлежат только отверстия и некоторые грани.

При первом установе обрабатываются нижняя плоскость детали, большое центральное отверстие и три внешних отверстия. Со второго установа обрабатывается верхняя центральная плоскость и три проушины, обозначенные желтым цветом.



1. Откройте файл детали **MILL2AX\_3.SLDPRT**, находящийся в папке */Examples/Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, */Program Files/CAMWorksXXXX/Examples/Mill*).
2.  Перейдите на закладку Древа Элементов.
3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** в Древе Элементов и выберите команду **Определение (Edit definition)**.
  - На закладке **Станок (Machine)** выберите станок **Example Mill-in**.
  - На закладке **Корзина (Crib)** выберите корзину **Crib 1**.
  - На закладке **Стойка (Controller)** выберите стойку **FANTUTM**. Закройте окно кнопкой **ОК**.

### **Создание заготовки по габаритным размерам детали**

Рассмотрим процесс описания размеров, формы и материала заготовки.

Описание заготовки используется для:

- Задания ее размеров и формы при имитации обработки;
- Выбора материала для расчета режимов резания при помощи библиотеки.




По умолчанию заготовка имеет форму параллелепипеда, внутри которого полностью помещается деталь. В рассматриваемом примере деталь изготавливается из отливки, которая на 0,1 дюйма больше детали сверху и снизу. Можно воспользоваться прямоугольной формой по умолчанию, увеличив минимальный размер заготовки на величину припуска 0,1 дюйма.


1. Щелкните правой кнопкой мыши пункт **Заготовка (Stock)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
2. Введите припуски по **0,1** дюйма для каждой оси и нажмите клавишу Enter.
3. Нажмите кнопку **ОК**.

## Распознавание обрабатываемых элементов

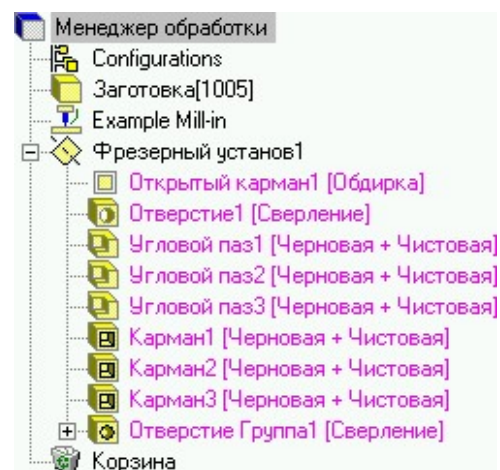
Перед выполнением распознавания обрабатываемых элементов вы можете настроить функцию AFR (автоматическое распознавание элементов) для устранения распознавания выступов.

1.  Нажмите кнопку **Настройки (Options)** на панели инструментов CAMWorks или выберите пункт **Настройки (Options)** в меню.
2. В окне настроек перейдите на закладку **Фрезерование (Mill Features)**.
3. Снимите флажок **Выступ (Boss)**.
4. Проверьте, что флажок **Плоскость (Face)** снят.

CAMWorks распознает некоторые обрабатываемые плоскости, если включена настройка **Плоскость (Face)**. Однако иногда приходится указывать плоскости в интерактивном режиме, как описано в данном уроке.

5. Нажмите кнопку **ОК**.
6.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер обработки (NC Manager)** в дереве и выберите в контекстном меню пункт **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

CAMWorks создает установовы, необходимые для обработки всех распознанных элементов.



Помимо сверления, дополнительными переходами для получения рассматриваемой детали являются циклы обработки плоскостей. CAMWorks может не распознать все подлежащие обработке элементы. Для сложных деталей функция AFR может пропустить ряд элементов либо распознать элемент, непригодный для обработки таким способом. В таком случае вы можете задать обрабатываемые элементы интерактивно.

В настоящем упражнении в целях обучения мы удалим элементы типа **Угловой паз (Irregular Corner Slot)** и воссоздадим их вручную.

7. Удерживая нажатой клавишу Shift, выделите каждый элемент **Угловой паз (Corner slot)** в дереве, затем в контекстном меню выберите пункт **Удалить (Delete)**.
8. Нажмите кнопку **Да (Yes)** для подтверждения удаления элементов.  
Удаленные элементы автоматически попадают в корзину, где хранятся элементы, не подлежащие обработке.
9. Щелкните по знаку "-" слева от **Корзины (Recycle bin)** и сверните ее.
10. Щелкните по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в дереве.  
Обратите внимание на направление обработки в графической области.

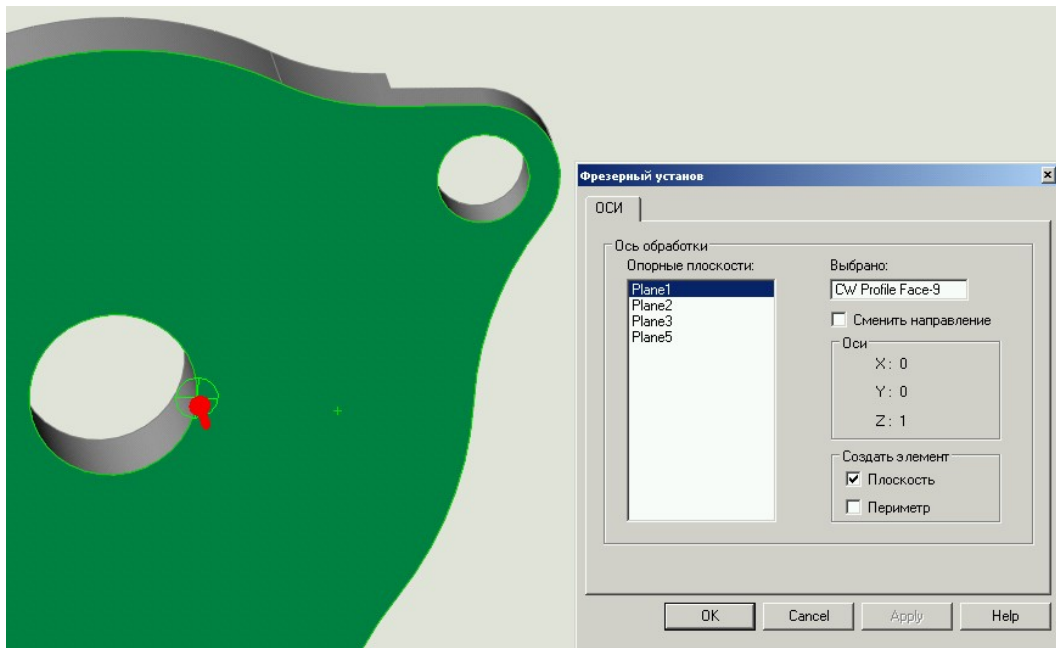
### **Создание дополнительных установов**

**Установ1** задает направление обработки от верхней части детали вниз. В настоящем примере сначала требуется обработать нижнюю плоскость. Для этого надо создать соответствующий установ. Новые установы добавляются в Дерево Элементов путем указания плоскости, перпендикулярной оси фрезы.

1. Поверните деталь так, чтобы ее нижняя поверхность стала видимой.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите пункт **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.

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

3. В окне графического редактора выделите нижнюю грань детали.



4. Убедитесь, что флажок **Плоскость (Face)** установлен.

Если он установлен, то при создании установа обрабатываемая плоскость распознается автоматически, если верхняя грань детали параллельна установу и установ параллелен одной из сторон заготовки.

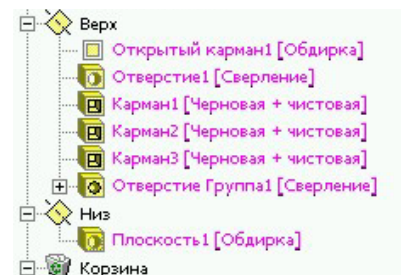
5. Нажмите кнопку **ОК**.

Создается **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** с направлением движения инструмента, показанным на предыдущем рисунке. При этом автоматически распознается и помещается в Дерево Элементов элемент типа **Плоскость (Face)**.

Названия по умолчанию **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** можно изменить на более удобные, например "**Верх**" и "**Низ**".

6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Переименовать (Rename)**.7. Смените название на **Верх (Top Part Setup)** и нажмите клавишу Enter.

Обратите внимание, что при выборе установка в дереве в графической области появится значок координатных осей.

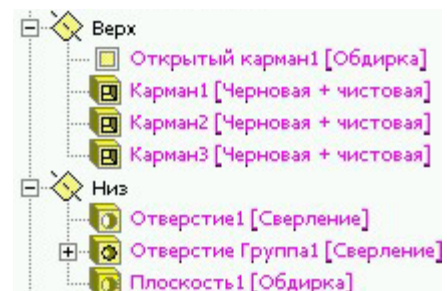
8. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** и выберите пункт **Переименовать (Rename)**.9. Смените название на **Низ (Bottom Part Setup)** и нажмите клавишу Enter.

### Изменение порядка обработки

Отверстия в детали необходимо просверлить из нижнего установа. Однако отверстия были распознаны как элементы верхнего установа. Элементы можно просто перетащить мышкой в Дерево Элементов из одного установа в другой.

1. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, перетащите элемент **Отверстие1 (Hole1)** в установ **Низ (Bottom Part Setup)**, после чего отпустите кнопку мыши.

- Обратите внимание, что в процессе перетаскивания на экране отображается стрелка, показывающая новое положение элемента.
- Отверстие1 (Hole1)** перемещено в список **нижнего установа (Bottom Part Setup)**.

2. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, перетащите элемент **Отверстие Группа1 (Hole Group1)**, поместив его на элемент **Отверстие1 (Hole1)**, после чего отпустите кнопку мыши.

### Погашение обрабатываемых элементов

Теперь нужно определить элементы для обработки верхней части детали. В верхнем установе остались элементы **Открытый карман (Open Pocket)** и три кармана произвольной формы. Поскольку данные элементы обрабатываться не будут, их можно либо удалить, либо погасить. Далее показано, как погасить элемент.

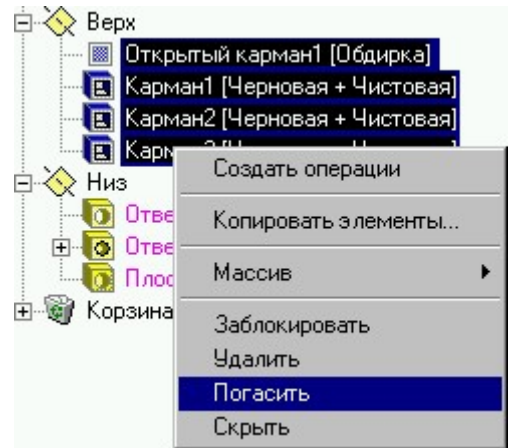
1. Удерживая клавишу Ctrl нажатой, выделите элементы **Открытый карман1 (Open Pocket1)**, **Карман1 (Irregular Pocket1)**, **Карман2 (Irregular Pocket2)**, и **Карман3 (Irregular Pocket3)**. Проверьте, что все четыре элемента выделены.

2. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню пункт **Погасить (Suppress)**.

Значки погашенных элементов будут отображаться серым, а не желтым цветом, указывая на то, что эти элементы погашены.

3. Выберите пункт **Сохранить как** в меню **Файл**.

4. Введите имя файла **swex3** и нажмите кнопку **Сохранить**.



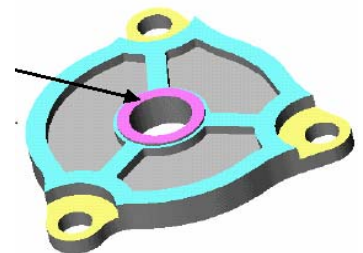
### **Добавление элементов для 2,5-осевой обработки**

Верхняя часть округлого выступа и три проушины подлежат обработке. Соответствующие элементы создаются при помощи команды **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

1. Поверните деталь так, чтобы ее верхняя поверхность была видимой.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Верх (Top Part Setup)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

Сначала создадим элемент типа **Плоскость** для верхней части бобышки.

3. Щелкните по стрелке вниз для раскрытия списка **Тип (Feature Type)** и выберите тип **Плоскость (Face Feature)**.
4. Выделите верхнюю среднюю грань (розового цвета), как показано на рисунке. В списке выбранных элементов появится пункт **Грань <1> (Face <1>)**.



5. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.
6. В окне **Создать 2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)** убедитесь, что настройка **Редактор контура (Edit feature profiles)** не выбрана, и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Окно **Создать 2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)** отображается снова, и вы можете продолжить создание элементов для обработки трех проушин.

7. Щелкните по стрелке вниз для раскрытия списка **Тип (Feature Type)** и выберите тип **Угловой паз (Corner Slot)**.



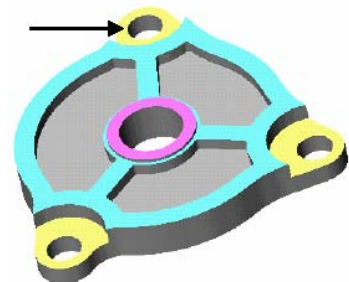
Проушины являются именно угловыми пазами потому, что у них более одного открытого ребра. Их обработка будет производиться с выводом фрезы за их внешние кромки.

8. Проверьте, что выбрана опция **Несколько (Multiple)**. Она позволяет создать несколько сходных элементов, выбирая несколько граней, эскизов и ребер.

Может быть выбран и эскиз, содержащий в себе геометрию нескольких элементов. Данная опция применима к элементам типов **Карман (Pocket)**, **Паз (Slot)**, **Угловой паз (Corner Slot)**, **Выступ (Boss)**, **Отверстие (Hole)**, и **Открытый контур (Open Profile)**.

9. Выделите все три проушины на детали.

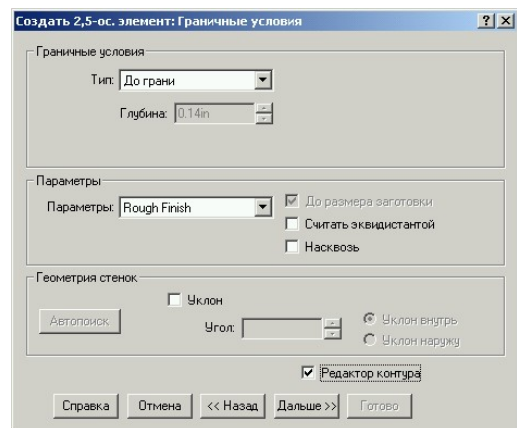
В списке выбранных объектов появятся **Грань <1>** (**Face <1>**), **Грань <2>** (**Face <2>**) и **Грань <3>** (**Face <3>**).



10. Нажмите кнопку **Далее (Next)**.

Отобразится окно **Создать 2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)**. Глубина материала для этого элемента составляет расстояние от грани проушины до бирюзовой грани над проушинами.

Как и в SolidWorks, глубину можно указать как расстояние между плоскостями или вершинами детали. Вы можете либо выбрать тип граничного условия из списка **Тип (End Condition)**, либо позволить CAMWorks сделать это автоматически.



11. В списке **Тип (End Condition)** оставьте значение **Расстояние (Blind)** и выделите голубую грань над проушиной. Граничное условие автоматически сменится на **До грани (Upto Face)**, а параметр **Глубина (Depth)** станет равным **0,14** дюйма.
12. Проверьте, что флажок **Редактор контура (Edit feature profiles)** включен.
13. Нажмите кнопку **Далее (Next)**.

Откроется окно **Редактор контура (Edit Feature Profiles)**. При создании элемента типа паз CAMWorks автоматически находит открытые сегменты по граням детали. При необходимости вы можете изменить их список.

14. Выберите сегмент в списке **Сегменты контура (Profile Segments)**.



На элементе **Угловой паз[1] (Irregular Corner Slot[1])** подсветится соответствующее ребро. Если CAMWorks считает, что это ребро открытое, флажок **Открытый сегмент (Open air edge)** автоматически включится.

15. Выберите другие сегменты в списке **Сегменты контура (Profile Segments)**. Менять их статус не нужно.

16. Нажмите кнопку **Далее (Next)**.

Откроется окно **Создать 2,5-ос. элемент: Границы островов (The 2.5 Axis Wizard: Island End Conditions)**. Это окно выводится при создании элементов типов **Карман (Pocket)**, **Паз (Slot)**, **Угловой паз (Corner Slot)** или **Плоскость (Face)**.

17. Проверьте, что флажок **Искать все (Detect for all)** установлен.

При создании сразу нескольких элементов данный флажок обеспечивает поиск островов во всех элементах. Если же флажок не установлен, CAMWorks ищет острова только для текущего элемента.

18. Нажмите кнопку **Автопоиск (Autodetect)**.

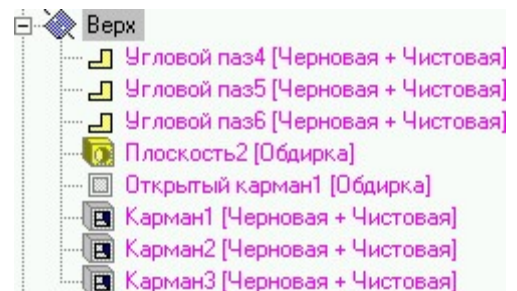
CAMWorks не находит островов, так как их нет. При необходимости вы можете щелкнуть по кнопке **Добавить (Add)** и добавить острова вручную.

19. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Элементы типа **Угловой паз (Irregular Corner Slot)** отобразятся в дереве.

Теперь все подлежащие обработке элементы определены.

20. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для выхода из окна мастера.

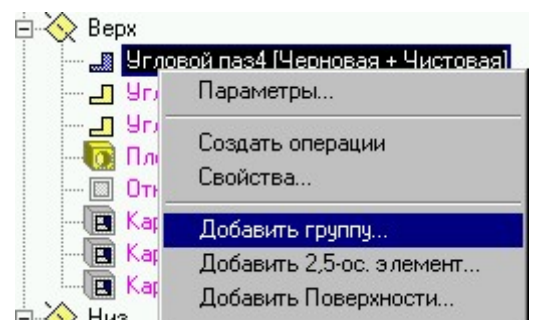


## Объединение обрабатываемых элементов

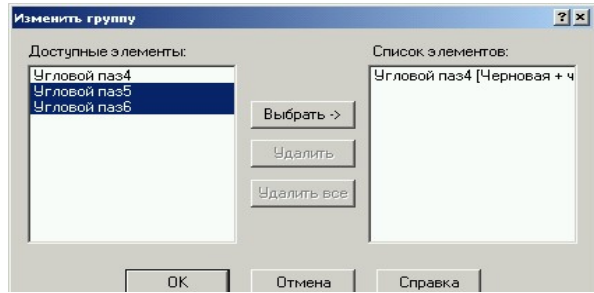
Для обработки проушин были определены три элемента типа **Угловой паз (Irregular Corner Slot)**. Если сейчас создать операции, для каждого и элементов операции были бы созданы отдельно. Например, если в технологической базе данных указано, что такой элемент обрабатывается за две операции, черновую и чистовую, то в списке операций появились бы три операции черновой и три операции контурной обработки.

Чтобы упростить управление параметрами обработки этих элементов, их можно объединить в один элемент типа **Группа (Group)**. Будучи объединенными в группу, все три элемента будут обработаны одинаково и общими операциями.

1. Щелкните правой кнопкой мыши на первом пункте **Угловой паз (Irregular Corner Slot)** в Дереве Элементов и выберите пункт **Добавить группу (Insert Group)**. При этом отобразится окно **Изменить группу (Edit Group)**.

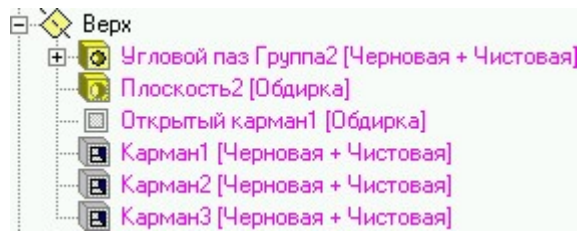


В списке элементов справа находится выбранный элемент. Список доступных элементов слева содержит все остальные элементы того же типа и с той же глубиной обработки, которые могут быть объединены в группу.




2. Выберите элемент **Угловой паз5 (Irregular Corner Slot5)**, затем, удерживая нажатой клавишу Ctrl, выберите элемент **Угловой паз6 (Irregular Corner Slot 6)**.
3. Нажмите кнопку **Выбрать (Add)**. Два элемента появляются в списке справа.
4. Нажмите кнопку **ОК**.

Три паза объединены в единый элемент с названием **Угловой паз Группа2 (Irregular Corner Slot Group2)**, отображаемый в Дереве Элементов CAMWorks.



Создайте операции для каждого из установов.

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

Будут созданы операции для обработки элементов, принадлежащих обоим установам.




Все операции отображены в Дереве Операций.

При желании вы можете изменить их последовательность.

2. Нажмите левой кнопкой мыши на операцию **Плоскость1 (Face Mill1)**, перетащите ее вверх и поместите на пункт установка.
- Дерево Операций покажет операции в новой последовательности.
3. Прделайте то же самое с операцией **Плоскость2 (Face Mill2)**.

Создайте траектории инструмента и выполните постпроцессирование:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по каждой операции, выберите пункт **Определение (Edit definition)** и ознакомьтесь с параметрами операций.
2. После проверки параметров всех операций щелкните правой кнопкой мыши по установу **Верх (Top Part Setup)** в Дереве Операций CAMWorks и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
3. Повторите шаг 2 для операций установка **Низ (Bottom Part Setup)**.
4. Проверьте содержимое **Окна Сообщений (Message Window)** CAMWorks.
  - Окно сообщений показывает ряд полезных данных. Например, основываясь на них, вы можете принять решение о замене инструмента или добавлении чистовых проходов для полной обработки детали.

- Если окно сообщений не отображается на экране, установите флажок **Окно сообщений (Message Window)** на закладке **Общие (General)** окна **Настройки (Options)**.
  - Вы можете перемещать окно сообщений и менять его размер. Это делается стандартными методами Windows.
5. Измените какие-либо параметры операций и пересчитайте траектории.
- CAMWorks может показывать траектории и имитировать движение инструмента, а также рассчитывать окончательную форму детали.
6.  Нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.
7.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.
8.  Нажмите кнопку **X** в правом верхнем углу окна **Имитация обработки (Simulation)** для выхода из режима имитации обработки.
9. Щелкните правой кнопкой мыши по установке **Низ (Bottom Part Setup)** в Дереве Операций CAMWorks и выберите пункт **Постпроцессирование (Post Process)**.
10. В окне **Выходной файл (Save Post File)** нажмите кнопку **Сохранить (Save)** для записи файла с именем по умолчанию (**cwex3.txt**).
- Если CAMWorks запущен в демо-режиме, это окно не появится.
11. В окне **Постпроцессирование (Post Process Output)** установите флажок **Траектории (Display Centerline)**, чтобы траектория подсвечивалась по мере создания каждой строки УП.
12. Нажмите кнопку **Пуск (Run)**. Управляющая программа создается для нижнего установа.
13. После просмотра кода нажмите кнопку **Отмена (Cancel)**.
14. Щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Операций по установке **Верх (Top Part Setup)** и выберите пункт **Постпроцессирование (Post Process)**.
15. В окне **Выходной файл (Save Post File)** введите имя файла **cwex3top**.
16. В окне **Постпроцессирование (Post Process Output)** нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

## 2-осевая обработка, урок 4

### В этом уроке:

- Создание заготовки на основе эскиза
- Создание дополнительных обрабатываемых элементов
- Изменение параметров обработки
- Удаление операции
- Добавление операции
- Выбор начала координат управляющей программы
- Сортировка операций

В данном уроке будет обработана показанная ниже деталь. Впадины на нижней стороне детали обработаны не будут.


Последовательность обработки:

- Сверление двух отверстий по концам детали.
  - Обработка верхней плоскости детали.
  - Обработка левого обнижения.
  - Чистовая обработка левого отверстия.
  - Черновая и чистовая обработка прямоугольного кармана.
  - Чистовая обработка трех овальных карманов.
  - Черновая и чистовая обработка наружного контура детали.
1. Откройте файл детали **MILL2AX\_4.SLDPRT**, находящийся в папке */Examples/Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, */program files/CAMWorksXXXX/Examples/Mill*).
  2. Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
  3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный – дюймы) в Древе Элементов и выберите пункт **Определение (Edit definition)**.
    - На закладке **Станок (Machine)** активен станок **Example Mill-in**.
    - Перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)** и проверьте, что активным набором инструментов является **Crib 1**.
    - Перейдите на закладку **Стойка (Controller)** и убедитесь, что выбрана стойка **FANTUTM**, затем закройте окно кнопкой **OK**.



## Создание заготовки на основе эскиза


В данном примере под заготовкой понимается брусок материала, с разных сторон которого необходимо снять разные припуски. Поэтому вы задаете ее при помощи эскиза прямоугольника и последующего вытягивания. Эскиз с названием **Stock Profile** (Контур заготовки) уже есть в модели. Плоскость эскиза располагается на 0,05 дюйма выше верхней плоскости детали.


1.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock manager)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.

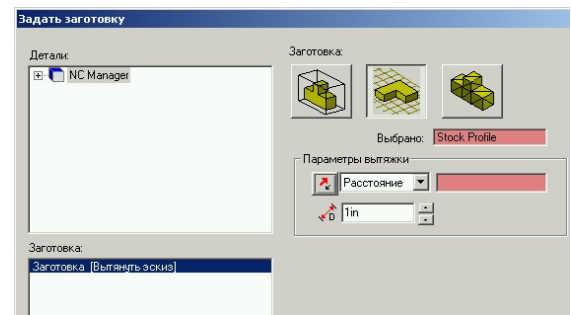
CAMWorks автоматически вычисляет размер и форму заготовки исходя из возможно меньшего ее объема. Вы можете изменить заготовку, задав эскиз и величину вытягивания (толщину заготовки).

2. Выберите пункт **Вытянуть из эскиза (Extruded Sketch)**.

3. Выберите прямоугольный эскиз.

4.  Установите значение глубины вытягивания 1 дюйм.

5.  При необходимости кнопкой **Сменить направление (Reverse direction)** укажите правильное направление вытягивания.





6. Нажмите кнопку **ОК**.

7. При выделении пункта **Заготовка** в дереве она подсвечивается в графической области.

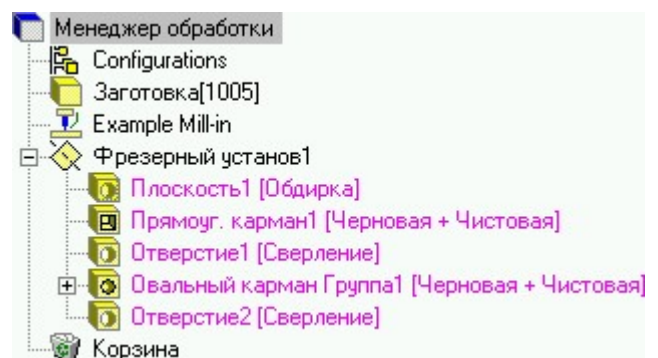
## Распознавание обрабатываемых элементов

Для автоматического распознавания обрабатываемых элементов:

1.  Нажмите кнопку **Настройки (Options)** на панели CAMWorks.
2. Перейдите на закладку **Фрезерование (Mill Features)**.
3. Установите флажок **Плоскость (Face)** в разделе **Типы элементов (Feature types)** и нажмите кнопку **ОК**.

4.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks.

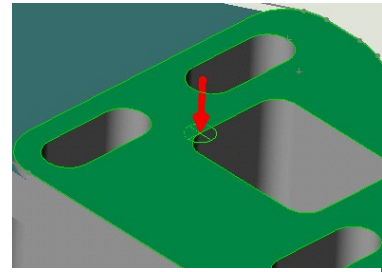
Будут распознаны плоскость, два отверстия, прямоугольный карман и три овальных кармана, которые образуют группу.



5. Щелкните по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в Дереве Элементов и проверьте направление обработки, показанное на детали.



Так как все элементы проходят через деталь насквозь, функция AFR может определить направление обработки снизу вверх. Если это произошло (а направление должно идти сверху вниз, как показано на рисунке справа), удалите все элементы из данного установка, щелкните по нему правой кнопкой мыши и выберите подпункт **Определение (Edit definition)**. Нажмите кнопку **Реверс направления (Reverse Direction)**, затем нажмите кнопку **ОК** и повторите распознавание элементов.



Правильное направление

## Создание дополнительных обрабатываемых элементов

В этом примере вы в интерактивном режиме определите два дополнительных обрабатываемых элемента:

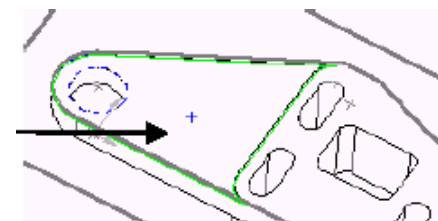
- Угловой паз (чтобы обработать обнижение на левой стороне детали).
- Открытый карман (задает внешний контур детали).

Один элемент создается на основе граней детали, другой – на основе эскизов.

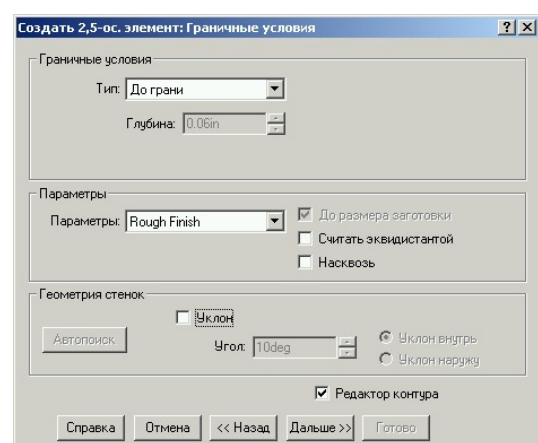
Сначала создадим 2,5-осевой элемент для обнижения на левой стороне детали. Для того чтобы полностью удалить материал вдоль открытых кромок, нужно определить данный элемент как угловой паз. По определению угловой паз (в отличие от простого) имеет две или более смежные открытые кромки.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите в контекстном меню команду **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

При этом появится окно мастера **Создать 2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)**.



2. В списке типов элементов выберите пункт **Угловой паз (Corner Slot)** и щелкните по верхней грани левого обнижения детали.
3. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**. Появится окно **Создать 2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)**.
4. Щелкните по верхней плоскости детали.



CAMWorks автоматически установит граничное условие **До грани (Upto Face)** и вычислит **Глубину (Depth)** 0,06 дюйма.

- Убедитесь, что флажок настройки **Редактор контура (Edit feature profiles)** установлен, затем нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

Откроется окно **Редактор контура (Edit Feature Profiles)**. Когда угловой паз или паз задается на основе грани детали, CAMWorks автоматически определяет открытые кромки. Если нужно, вы можете изменить их статус.

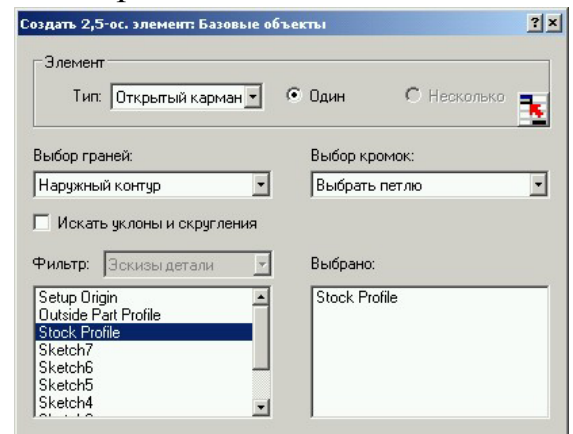
- Щелкните по сегменту в списке **Сегменты контура (Profile Segments)**, чтобы увидеть, открытая это кромка или нет. Менять что-либо не надо.
- Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

В Дерево Элементов будет добавлен **Угловой паз1**.

Второй 2,5-осевой элемент применяется при обработке детали по периметру. В данном упражнении вы произведете черновую и чистовую обработку заготовки по периметру. Для этого вы зададите контур заготовки как элемент типа **Открытый карман (Open Pocket)**, а деталь - как остров в этом кармане.

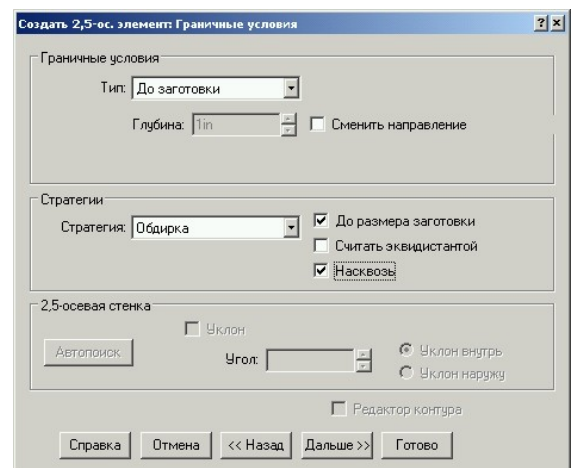
При определении 2,5-осевого элемента как открытого кармана инструмент при движении будет выходить за периметр заготовки, так что весь материал будет удален. Для сравнения, если бы периметр заготовки был задан как простой карман, то траектория движения инструмента при черновой обработке прошла бы внутри периметра заготовки, оставляя углы необработанными.

- В окне **Создать 2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)** в поле **Тип (Type)** выберите пункт **Открытый карман (Open Pocket)**.



- В списке доступных эскизов выберите эскиз с названием **Stock Profile** и нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

- В окне **Создать 2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)** выберите в поле **Тип (Type)** пункт **До заготовки (Upto Stock)**.



- Включите настройку **Насквозь (Through)**.

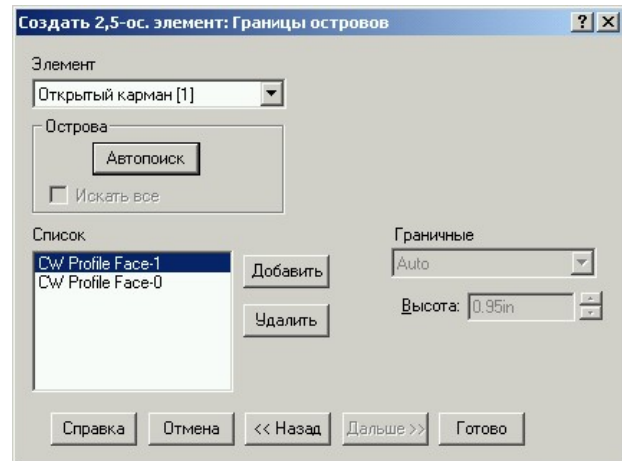
Если эта настройка включена, элемент будет обработан несколько глубже, чем заготовка, чтобы снять весь материал.

- Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

Откроется окно **Границы островов (2.5 Axis Wizard: Island End Conditions)**.

6. Нажмите кнопку **Автопоиск (Autodetect)**.

CAMWorks рассматривает плоскую грань, которая расположена параллельно установу детали, как остров. В данной детали верхние грани детали и левого обнижения являются плоскими и расположены параллельно установу, поэтому они будут автоматически определены как острова.

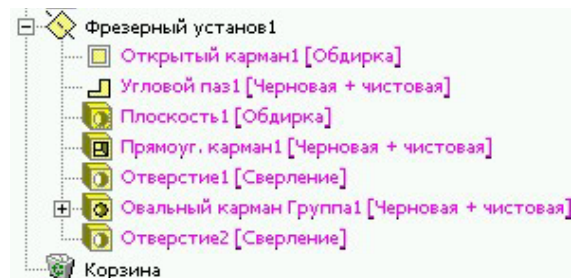


Если необходимо, вы можете определить острова в интерактивном режиме, нажав кнопку **Добавить (Add)** и выбрав грани, ребра, петли и эскизы.

7. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Последний элемент для 2,5-осевой обработки создан, все обрабатываемые элементы есть в Дереве Элементов CAMWorks.

8. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для выхода из окна мастера.




## Создание операций

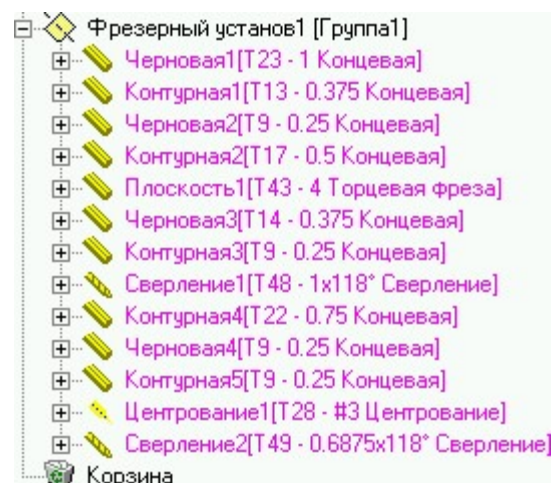
До создания операций могут быть выбраны конкретные планы обработки элементов, влияющие на список операций, создаваемых для каждого элемента.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Прямоугольный карман1 (Rectangular Pocket1)** и выберите пункт **Параметры (Parameters)**.
2. В окне параметров кармана установите в поле **Стратегия (Attribute)** значение **Обдирка (Coarse)** и нажмите кнопку **ОК**.

Эта системная стратегия обработки настроена в технологической базе данных TechDB для создания операции чернового фрезерования (Rough Mill) для элемента типа Карман.

3.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в дереве и выберите команду **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

Все операции находятся в Дереве Операций.



## Задание параметров обработки

Операции, создаваемые CAMWorks, основаны на информации, заложенной в технологическую базу данных. Каждая операция содержит параметры обработки, которые влияют на траекторию инструмента, и специфические параметры, которые передаются в управляющую программу. Эти параметры можно изменить до расчета траекторий инструментов и постпроцессирования.

1. Щелкните в по знаку "+" возле операции **Контурная4 (Contour Mill4)**.

Дерево раскроется и отобразит элемент **Овальный карман Группа (Obround Pocket Group)**, для которого и была создана данная операция.

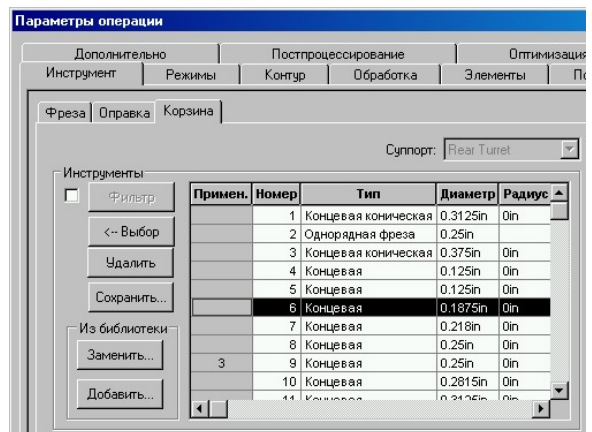
2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Чистовая4 (Finish Mill4)** и выберите в контекстном меню команду **Свернуть дерево (Collapse Items)**.

Для просмотра деревьев можно использовать либо значки "+" и "-", либо команды контекстных меню **Развернуть** и **Свернуть дерево (Expand и Collapse Items)**.

3. Снова щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная4 (Contour Mill4)** и выберите команду **Определение (Edit definition)**.
4. В окне **Параметры обработки (Machining Parameters)** перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)**.
5. Выберите **Концевую фрезу (flat end mill)** диаметром 0,1875 дюйма.

Если в списке нет инструментов типа **Концевые фрезы (Flat End)**, уберите флажок слева от кнопки **Фильтр (Filter)**.

6. Нажмите кнопку **Выбор (Select)**, затем кнопку **Да (Yes)**, чтобы подобрать соответствующую оправку.



7. Перейдите на закладку **Контур (Contour)**.
8. Убедитесь, что в разделе **Обработка контура (Side parameters)** значение поля **Припуск (Allowance)** равно 0.

Это обеспечит обработку точно в размер.

9. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна **Параметры обработки (Machining Parameters)**.

## Удаление операции

В некоторых случаях желательно удалить операции, созданные автоматически. В данном примере для элемента **Овальный карман Группа1 (Obround Pocket Group1)** созданы операции чернового и контурного фрезерования. Мы возьмем такой инструмент, что будет достаточно операции контурного фрезерования.



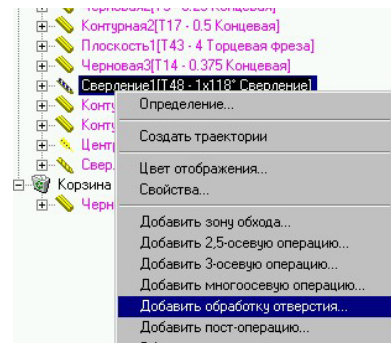
Операцию **Чернового** фрезерования (**Rough Mill**) следует удалить.

1. В Дереве Операций CAMWorks щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Черновая4 (Rough Mill4)**, представляющем черновую операцию для овальных пазов, и выберите в контекстном меню команду **Удалить (Delete)**.
2. Нажмите кнопку **Да (Yes)** для подтверждения удаления.

## Добавление операции

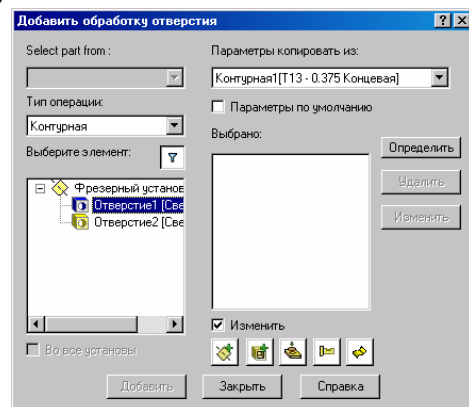
Большее отверстие с правой стороны просверлено. В данном примере следует выполнить еще и контурное фрезерование внутренней поверхности отверстия.

1. Щелкните в Дереве Операций CAMWorks правой кнопкой мыши по пункту **Сверление1 (Drill1)** и выберите команду **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)**.



Отображается окно **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)**.

2. Установите в поле **Тип операции (Type of operation)** значение **Контурная (Contour Mill)**.
3. Выберите в списке элементов слева пункт **Отверстие1 (Hole1)** и нажмите кнопку **Определить (Define)**.

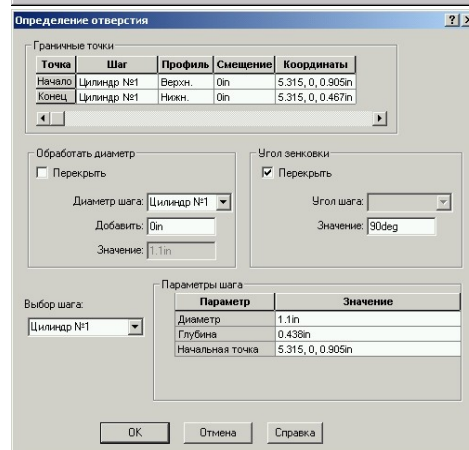


Откроется окно **Определение Отверстия (Hole Feature Definition)**. Оно позволяет задать местоположение верха и низа отверстия и его диаметр. Так как данное отверстие постоянного диаметра, координаты верха и низа отверстия определяются автоматически.

4. Нажмите кнопку **ОК**.

Снова появится окно **Добавить обработку отверстия (Insert Hole Operation)**.

5. Убедитесь, что включена настройка **Изменить (Edit definition)**, и нажмите кнопку **Добавить (Insert)**.



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

6. Если на закладке **Фреза (Mill tool)** не выбрана **Концевая фреза 0,5 дюйма**, перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)** и выберите ее, а затем нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
7. Нажмите кнопку **Да (Yes)**, чтобы подобрать соответствующую оправку.
8. Закройте окно добавления операции кнопкой **Заккрыть (Close)**.



Операция появится в Дереве Операций CAMWorks под операцией **Сверление1 (Drill1)**.

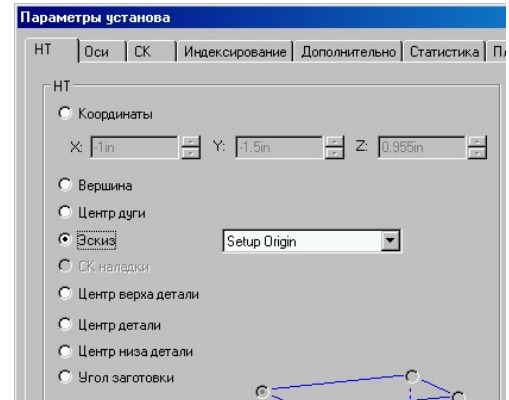
### **Задание начала координат управляющей программы**

Установ детали задает ориентацию инструмента и нулевую точку УП. Нулевую точку (далее НТ) можно изменить в параметрах установа посредством выбора вершины или круговой кромки, ввода координат НТ относительно начала координат модели SolidWorks, выбора эскиза, содержащего одну окружность, или выбора угла заготовки. Когда выбирается эскиз, за НТ принимается центр окружности в нем. Каждый установ может иметь свою нулевую точку.

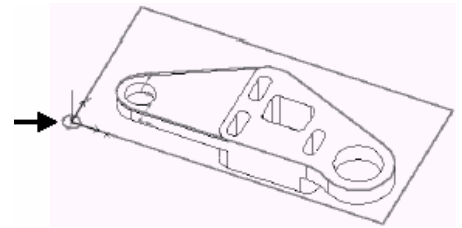
1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Определение (Edit definition)**.

Появится окно **Параметры установа (Part Setup Parameters)**.

2. На закладке **НТ (Origin)** выберите настройку **Эскиз (Sketch)** и выберите в списке эскиз **Setup Origin**.



Окружность в нижнем левом углу заготовки будет подсвечена. Центр этой окружности теперь является нулевой точкой установа.






3. Нажмите кнопку **ОК**.

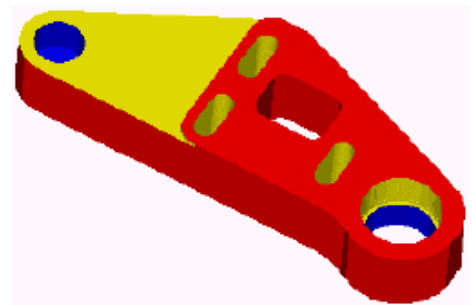


#### **Полезные советы**

Если вы поменяете нулевую точку установа после создания траекторий инструментов, обязательно их пересчитайте. Иначе в тексте УП все координаты инструментов будут использовать старую нулевую точку.

Рассчитайте траектории инструментов:

1.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Операций по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и эту же команду.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.
3.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.
4.  Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.



## Сортировка операций

Операции при создании появляются в Дереве Операций в порядке следования соответствующих элементов в Дереве Элементов. Как показано выше, операции могут также добавляться и удаляться вручную. После этих изменений в большинстве случаев порядок обработки не будет оптимальным. Используя перетаскивание операций в дереве, можно изменить их порядок; однако, если созданы десятки операций, на это уйдет много времени. Для облегчения данной задачи в CAMWorks есть команда **Сортировка (Sort)**, сортирующая операции, основываясь на их типе, глубине обработки и применяемом инструменте.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Сортировка операций (Sort Operations)**.

Появится окно **Сортировка операций (Sort Operations)**.

2. На закладке **Процесс (Process)** снимите флажок с настройки **Поэлементная обработка (Process complete feature)**.

Когда флажок установлен, все операции для данного элемента будут отсортированы и сгруппированы вместе так, чтобы элемент был полностью обработан до обработки следующего элемента. После того, как операции всех элементов сгруппированы, они выполняются в порядке снижения координаты Z обрабатываемого элемента.

3. Перейдите на закладку **Сортировка (Sort)**.

На этой странице показан порядок сортировки операций. Более полную информацию можно найти в справочной системе CAMWorks.

4. Нажмите кнопку **Применить (Apply)**.

Обратите внимание, что операции будут отсортированы согласно выбранному порядку следования типов элементов. В пределах операций одного типа первыми будут обработаны элементы с наибольшими значениями координаты Z (самые верхние). Если вас не устраивает такой порядок, вы можете щелкнуть по кнопке **Назад (Undo)**, поменять какую-либо из настроек, а затем снова щелкнуть по кнопке **Применить (Apply)**.

5. Нажмите кнопку **ОК**.

Если необходимо, порядок операций по-прежнему может быть изменен вручную при помощи перетаскивания.

6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.

7. Запустите имитацию и обратите внимание на произошедшие изменения.

8. Сохраните модель.

9. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Постпроцессор (Post Process)**.

- Откроется окно **Выходной файл (Post Output File)**.

- Если вы запустили CAMWorks в демонстрационном режиме, это окно не появится.

10. Нажмите кнопку **Сохранить (Save)** для сохранения файла УП.

Откроется окно **Постпроцессирование (Post Process Output)**.

11. Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

CAMWorks создаст управляющую программу.

12. Используйте вертикальную полосу прокрутки для просмотра программы.

13. Закройте окно **Постпроцессирование (Post Process Output)** кнопкой **ОК**.

## Глава 2. Подробнее о 2-осевой обработке

В данной главе приводится дополнительная информация по программированию 2-осевой фрезерной обработки.

Приведенные упражнения носят ознакомительный характер и не обязательно соответствуют реальным процессам обработки.

**Внимание!** CAMWorks использует настроенную базу данных для установления соответствия между операциями обработки и обрабатываемыми элементами детали. Технологическая база данных хранит информацию о технологических процессах обработки, причем ее можно настраивать под практику работы конкретного предприятия. При выполнении упражнений вы можете получить результаты, отличающиеся от приведенных в тексте и представленных на рисунках. Это связано с тем, что последовательности выполнения переходов и данные по операциям в вашей технологической базе данных могут отличаться от тех, которые были использованы при подготовке учебника.





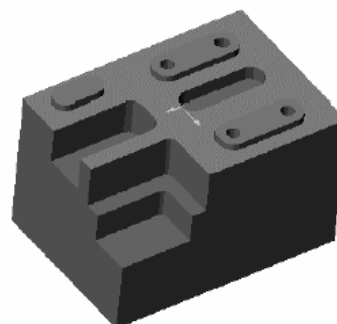
## 2-осевая обработка, урок 5





### В этом уроке:


- задание атрибутов и генерация операций
- сортировка и определение последовательности операций
- обработка вершин островов
- смена начала координат установка детали
- объединение операций

1. Откройте файл **MILL2AX\_5.SLDPRT** находящийся в папке */examples/Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks.

Поскольку деталь имеет прямоугольную форму, ее внешний контур обработке не подлежит. Функция автоматического распознавания элементов AFR найдет отверстия, бобышки, паз, угловые пазы и открытый карман.

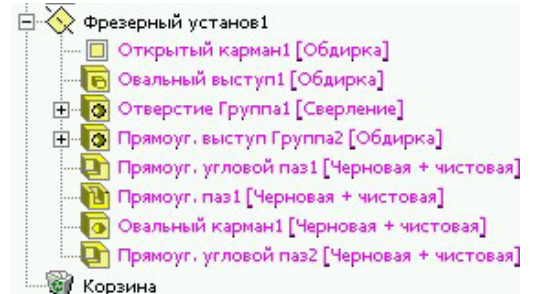


2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-mm (Фрезерная - мм)** в дереве и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
  - На закладке **Станок (Machine)** активным выбранным станком является **Example Mill-mm (Фрезерный – мм)**.
  - Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)** и проверьте, что активной является корзина **Tool Crib 1 (№1 метрическая)**.
  - Перейдите на закладку **Стойка (Controller)** и проверьте, что выбран контроллер **FANTUTM**, затем нажмите кнопку **ОК** для закрытия окна.
4.  В Дереве Элементов CAMWorks щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit Definition)**. Откроется окно **Заготовка (Manage Stock)**.
5. Введите значения **Припусков на габарит (Bounding box offset)** по 1 мм.
6. Выберите **Материал (Material)** и нажмите кнопку **ОК**.
7.  Нажмите кнопку **Настройки (Options)** на панели инструментов CAMWorks или выберите пункт **Настройки (Options)** в меню CAMWorks.
8. В окне настроек перейдите на закладку **Фрезерование (Mill Features)**.
9. В разделе **Типы элементов (Feature types)** проверьте, что флажок **Плоскость (Face)** не установлен, и нажмите кнопку **ОК**.

10.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** или щелкните в дереве правой кнопкой мыши по элементу **Менеджер Обработки (NC Manager)** и выберите пункт **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

Функция автоматического распознавания элементов анализирует модель и определяет элементы, подлежащие обработке. Найденные элементы отображаются в дереве.

- Элемент **Открытый карман (Open Pocket)** был создан с островами – элементом типа **Овальный выступ (Obround Boss)** и группой из двух элементов типа **Прямоугольные выступы (Rectangular Boss)**.




- Два прямоугольных выступа распознаны как группа элементов.
- Прямоугольные угловые пазы не были помещены в группу из-за того, что они имеют разные размеры.



### **Полезные советы**

Последовательность операций обработки основывается на том порядке, в котором обрабатываемые элементы расположены в дереве. При помощи перетаскивания можно расположить элементы в нужном порядке. Кроме того, Дерево Операций CAMWorks обеспечивает автоматическую сортировку операций и интерактивное изменение их последовательности, поэтому перестановка элементов не обязательна.

## **Задание атрибутов и создание операций**

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Отверстие Группа1 (Hole Group1)** в Дереве Элементов CAMWorks и выберите пункт **Параметры (Parameters)**.
2. В окне **Параметры отверстия (Hole Parameters)** выберите стратегию **Развертывание (Ream)** и затем нажмите кнопку **ОК**.
3.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши на пункте **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в Дереве Элементов и выберите одноименный пункт.

CAMWorks создаст операции для обработки детали.

Все операции для каждого элемента сгруппированы в Дереве Операций и расположены по порядку.

## Сортировка и перемещение операций

Последовательность обработки основана на порядке следования операций в дереве. Операции **Черновая (Rough Mill)** и **Контурная (Contour Mill)** элементов **Прямоугольный угловой паз (Rectangular Corner Slot)** находятся в самом низу. Данный порядок выполнения операций можно изменить.

Например, вы можете выполнить сначала всю черновую обработку, а затем всю чистовую, оставив напоследок операции обработки отверстий. В CAMWorks предусмотрено автоматическое и ручное управление последовательностью операций. Для внесения небольших изменений пригодно перетаскивание. Для внесения многих изменений в последовательность операций следует использовать автоматическую сортировку.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Сортировка операций (Sort Operations)**.

Откроется окно **Сортировка операций (Sort Operations)**.

2. Снимите флажок **Поэлементная обработка (Process complete feature)**.

Если флажок установлен, последовательность операций строится таким образом, что сначала полностью обрабатывается один элемент, затем другой и т.д. При этом элементы сортируются по убыванию их координаты Z.

3. Перейдите на закладку **Сортировка (Sort)**.

Сортировку можно выполнять по одному или двум критериям. Список **Сортировка по (Sort by)** показывает активный порядок операций. Порядок по умолчанию задается в технологической базе данных и при необходимости может быть изменен.

4. Нажмите кнопку **Применить (Apply)** для просмотра результата сортировки.

Операции в дереве расположатся в соответствии с заданным порядком.

5. Нажмите кнопку **Назад (Undo)** для возврата к исходному порядку.

В рассматриваемом примере операции следует отсортировать по типу операции, сначала выполнив черновое фрезерование, затем чистовое и, наконец, обработку отверстий. Для смены порядка следования операций их можно перетаскивать в списке.

6. Выберите в списке пункт **Черновая (Rough Mill)** и перетащите его наверх. Обратите внимание, что операция окажется перед пунктом, на который она «брошена».

7. Выберите пункт **Контурная (Contour Mill)** и перетащите его на пункт **Плоскость (Face Mill)**.

8. Нажмите кнопку **Применить (Apply)**.

Порядок элементов в дереве изменится в соответствии с внесенными изменениями.

9. Нажмите кнопку **ОК**.

При необходимости можно перетащить операции в дереве для задания нужной последовательности их выполнения.

**ВНИМАНИЕ!** Будьте внимательны при перетаскивании операций. Неверный порядок выполнения операций может привести к поломке инструмента. Например, можно перетащить операция растачивания выше операция сверления. CAMWorks полагает, что пользователь знает, что делает, и выполнит обработку в полном соответствии с заданным пользователем порядком.

## **Обработка вершин островов**

Как было показано в предыдущих примерах, окно **Параметры обработки (Machining Parameters)** позволяет задать все параметры операции. Можно изменить параметры для точной настройки траекторий инструмента под конкретные производственные условия.



### **Полезные советы**

Параметры, задаваемые в окне **Параметры обработки (Machining Parameters)**, влияют только на данную операцию. Остальные операции будут использовать параметры из технологической базы данных.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Черновая1 (Rough Mill1)** в Дереве Операций и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
2. В окне **Параметры обработки (Machining Parameters)** перейдите на закладку **Черновая (Roughing)**.
3. Установите флажок **Вершины островов (Machine island top)**, чтобы их верхние грани были обработаны.
4. Измените параметр **Схема (Pocketing Pattern)** на **Зигзаг (Zigzag)**.

Эта установка создает параллельные проходы инструмента в противоположных направлениях. Между проходами инструмент остается в контакте с материалом.

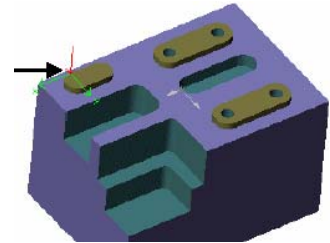
5. Нажмите кнопку **ОК**.

## **Смена начала координат установка**

CAMWorks автоматически создает установки на самой верхней грани среди распознанных элементов и с началом координат, расположенным на ее кромке. Начало координат установка для программы можно задать относительно системы координат, принятой в модели, или явно указав номер нужной системы координат стойки станка.

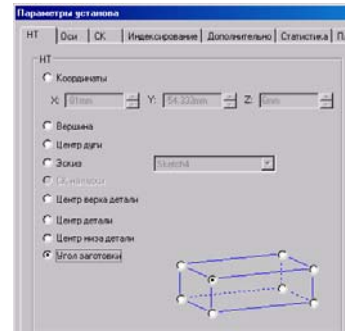
Положение начала координат установка основано на положении начала координат в SolidWorks. Вы можете переместить начало координат установка в нужное для обработки положение.

1. В Дереве Операций щелкните левой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)**.  
Посмотрите, где находится начало координат детали.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.



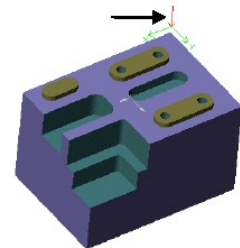
Откроется окно **Параметры установка (Part Setup Parameters)**.

3. На закладке **НТ (Origin)** выберите вариант **Угол заготовки (Stock vertex)**.
4. Выберите показанный на рисунке угол и нажмите кнопку **ОК**.



Начало координат переместится в этот угол.

В зависимости от ориентации детали вершина, выбранная в окне, может не совпасть с той, которую вы хотели указать на детали. Это связано с тем, что модель может быть повернута в пространстве.



## Объединение операций

Обратите внимание, что ряд операций черновой и чистовой обработки используют один и тот же инструмент. Однотипные операции, использующие одинаковый инструмент, можно объединить в одну операцию.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Объединить операции (Combine Operations)**.
2. Отключите настройку **Пересчитать траектории (Regenerate toolpaths)**.
3. Выберите **Контурная (Contour Mill)** и нажмите кнопку **ОК**.

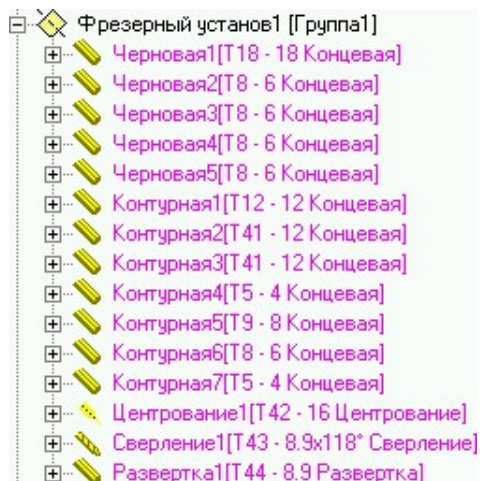
CAMWorks объединит операции чистового фрезерования, использующие один и тот же инструмент.

4. Щелкните по знакам "+" рядом с операциями типа **Контурная (Contour Mill)** для раскрытия списков элементов.

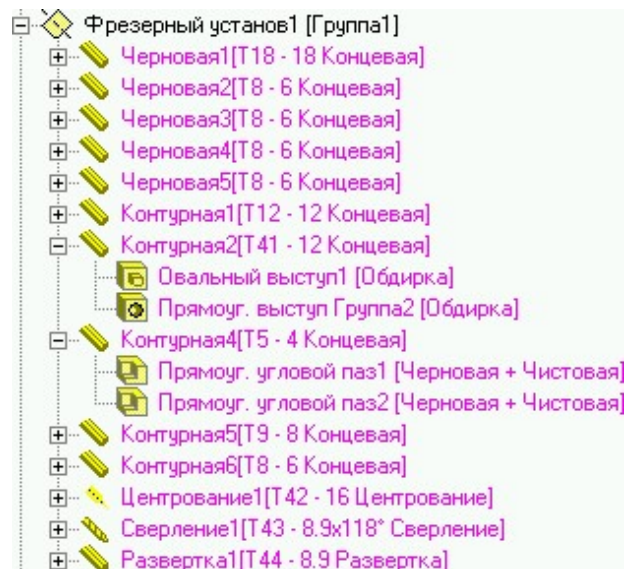
Ряд операций был объединен, потому что в них использован один и тот же инструмент. Обратите внимание, что порядок выполнения операций при этом остался неизменным: сначала черновая обработка, затем чистовая и в конце – обработка отверстий.



## До объединения

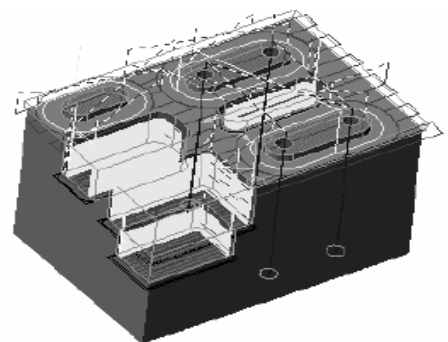



## После объединения


**Полезные советы**

Если после расчета траекторий инструмента вы объединили операции и при этом флажок **Пересчитать траектории (Regenerate toolpaths)** в окне **Объединить операции (Combine Operations)** не установлен, вы должны рассчитать траектории заново.

5. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Контурная4 (Contour Mill4)** и выберите команду **Определение (Edit definition)**.
6. На закладке **Фреза (Mill Tool)** измените **Общую длину (Overall length)** на 100 мм, на закладке **Оправка (Mill Holder)** измените **Вылет (Protrusion)** на 60 мм, и нажмите кнопку **ОК**.
7. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Сверление1 (Drill1)** и выберите команду **Определение (Edit definition)**.
8. На закладке **Сверло (Drill Tool)** измените **Общую длину (Overall length)** на 150 мм, на закладке **Оправка (Mill Holder)** измените **Вылет (Protrusion)** на 130 мм, и нажмите кнопку **ОК**.
9.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** или щелкните в дереве правой кнопкой мыши по **Установу (Part Setup)** и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
10. Выделите в дереве первую операцию, нажмите клавишу Shift, и выделите последнюю операцию. Ваша модель должна выглядеть так, как показано на рисунке.



11.  Нажмите кнопку **Имитация (Simulate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.


12.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** для запуска имитации обработки.

По окончании результат должен выглядеть так, как показано на рисунке.

13.  Нажмите кнопку **В начало (Return to start)**.

14.  Нажмите кнопку **Турбо режим (Turbo mode)**, затем кнопку **Пуск (Run)**.

В этом режиме имитации форма заготовки может не меняться до окончания процесса. Это самый быстрый метод имитации обработки.

15.  Нажмите кнопку **X** в правом верхнем углу окна для выхода из режима имитации.

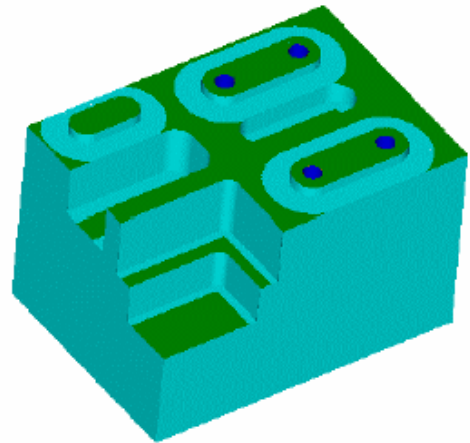
16. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ (Part Setup)** и выберите пункт **Постпроцессор (Post Process)**.

Откроется окно **Выходной файл (Post Output File)**, в котором вы можете задать имя файла программы.

17. Оставьте предлагаемое по умолчанию имя или введите другое и сохраните файл.

18. Нажмите кнопку **Пуск (Run)** в окне **Post Process Output (Сохранение программы)** для создания управляющей программы.

19. Закройте окно кнопкой **ОК**.



## 2-осевая обработка, урок 6







### В этом уроке:

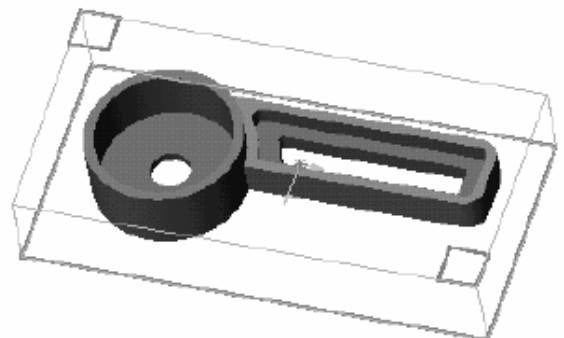
- Интерактивное добавление элементов для 2,5-осевой обработки
- Обход прижимов
- Смена параметров обработки и инструмента
- Добавление установка и элемента Плоскость для нижней грани детали
- Настройка траекторий движения инструмента


В данном упражнении рассматривается деталь непрямоугольной формы, требующая интерактивного создания траекторий инструмента.

1. Откройте файл **MILL2AX\_6.SLDPRT** находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).

Поскольку деталь имеет какую-то произвольную форму, нужно создать траектории обработки внешнего контура детали. Кроме того, добавим операцию обработки плоскости над имеющимся карманом.

2.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-mm (Фрезерный - мм)** в Дереве Элементов и выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit Definition)**. Проверьте, что:
  - На закладке **Станок (Machine)** активен станок **Example Mill-mm**.
  - На закладке **Корзина (Tool Crib)** выбрана корзина **Tool Crib 1**.
  - На закладке **Стойка (Controller)** выбрана стойка **FANTUTM**, затем нажмите кнопку **ОК**.
4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
5.  Нажмите кнопку **Вытянуть из эскиза (Extruded sketch)** и выберите эскиз габаритов заготовки.
6.  Установите параметр **Глубина (Depth)** равным 45 мм.
7. Нажмите кнопку **ОК**.
8.  Нажмите кнопку **Настройки CAMWorks (CAMWorks Options)**.

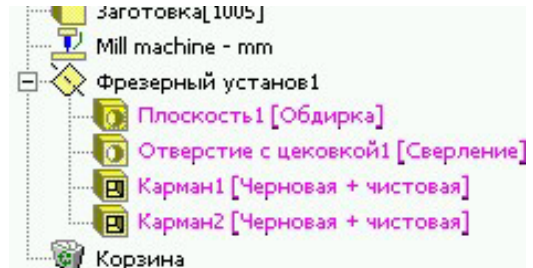


9. На закладке **Фрезерование (Mill Feature)** включите настройку **Плоскость (Face Feature)** и нажмите кнопку **ОК**.
10.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер обработки (NC Manager)** и выберите одноименный пункт меню.

Функция автоматического распознавания элементов анализирует модель и отображает в дереве найденные элементы.

Распознанными оказались верхняя грань, большое отверстие и два внутренних кармана.

Для выполнения полной обработки детали остальные элементы придется создать интерактивно.



### **Добавление элементов для 2,5-осевой обработки**

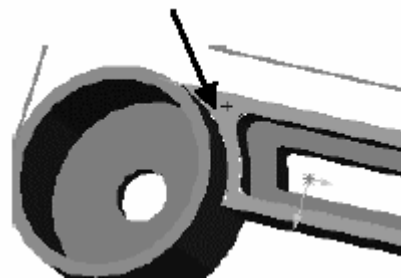
Добавим элементы для обработки плоской грани над карманом и внешнего контура детали.

Создадим первый элемент для удаления материала над карманом.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Плоскость1 (Face Feature1)** и выберите пункт **Добавить 2,5-осевой элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**. Запустится мастер добавления элемента **Создать 2,5-ос. элемент (2.5 Axis Feature Wizard)** и отобразится окно **Базовые объекты (Feature & Cross Section Definition)**.
2. Выберите в списке **Тип элемента (Feature Type)** тип **Открытый карман (Open pocket)**.
3. Выберите грань над карманом как показано на рисунке.
4. Нажмите кнопку **Далее (Next)**.

Откроется окно **Граничные условия (End Conditions)**.

5. Проверьте, что флажок **До размера заготовки (Use workpiece extents)** установлен – это обеспечит удаление материала до габаритов заготовки.



6. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Окно **Базовые объекты (Feature & Cross Section Definition)** отобразится вновь, так что можно начать создание следующего элемента.

Второй элемент является зоной вокруг внешнего контура детали. Заготовка была определена таким образом, что низ детали отстоит на 5 мм от низа заготовки. Если элемент будет задан с глубиной, равной глубине детали, то останется слой в 5 мм для удержания заготовки в прижимах.

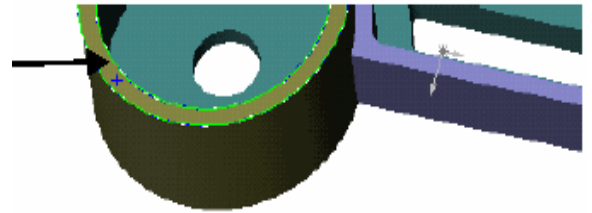


1. Поверните деталь так, чтобы видеть ее нижнюю грань.
2. Убедитесь, что выбран **Тип элемента (Feature Type)** равный **Открытый карман (Open pocket)** и выберите нижнюю грань детали.

Список **Выбранных элементов (Entities selected)** отобразит элемент **Грань <1> (Face<1>)**.




3. Нажмите кнопку **Далее (Next)**.
4. Поверните деталь так, чтобы видеть ее верхнюю грань.
5. Укажите верхнюю грань детали над отверстием.



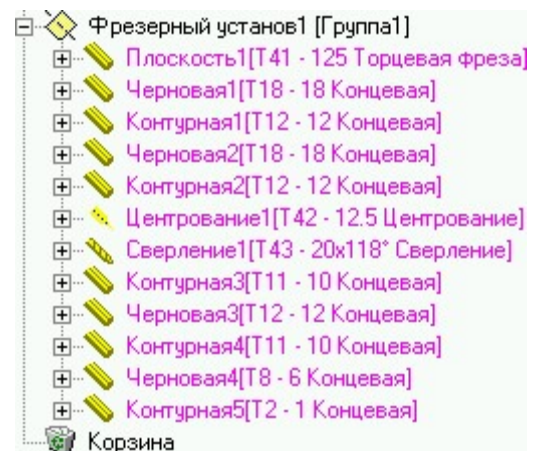
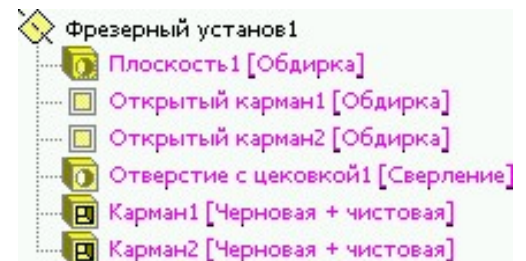
В окне **Граничные условия (End Conditions)** значение **Тип (Type)** сменится на **До грани (Upto Face)** и глубина обработки будет вычислена автоматически.

6. Проверьте, что флажок **До размера заготовки (Use workpiece extents)** установлен, и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
7. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для выхода из окна мастера добавления элементов.

Элементы перечислены в Дереве Элементов SAMWorks в том порядке, в каком они были созданы, причем последний созданный становится первым.

8. Перетащите элементы в дереве, чтобы их порядок соответствовал показанному на рисунке.
9.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов SAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите одноименный пункт, затем перейдите к Дереву операций.

Список операций должен выглядеть так, как показано на рисунке справа.





## Определение зон размещения прижимов для их обхода

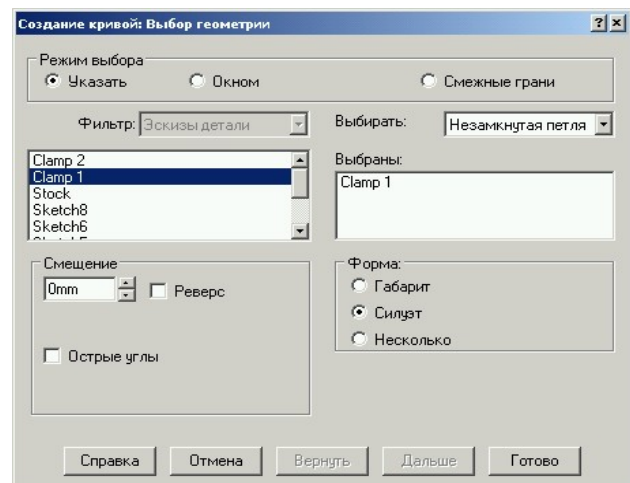
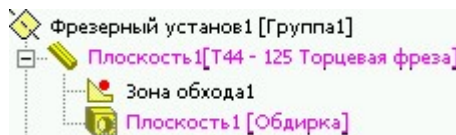
Операции чернового и контурного фрезерования и обработки плоскости для 2- и 2,5-осевых элементов можно изменять путем добавления **Зон обхода (Avoid area)**, обработка в которых не выполняется. Зонами обхода могут быть места расположения прижимов или большие вырезы в заготовках, где обработка не нужна. Зоны обхода задаются плоскими и неплоскими гранями и кромками модели, а также эскизами. Зоны обхода рассматриваются как острова внутри элемента и обрабатываются по контуру с припуском, равным сумме **Припуска на сторону (Side allowance)** и **Припуска зоны обхода (Avoid allowance)**.

В данном упражнении вы зададите зоны обхода для элементов типа Плоскость и Открытый карман, чтобы обойти прижимы, удерживающие заготовку.

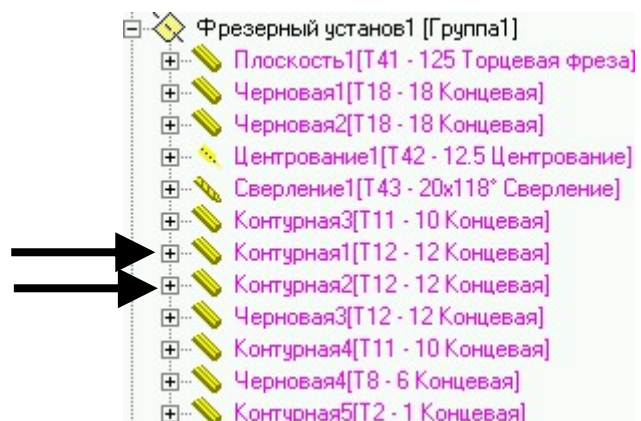
1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Плоскость1 (Face Mill1)** в Дереве Операций и выберите в контекстном меню пункт **Добавить зону обхода (Insert Avoid Area)**.

Откроется окно **Создание кривой: Выбор геометрии (2 Axis Wizard)**.

2. В списке доступных эскизов выберите пункт **Clamp 1** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
3. Щелкните по знаку "+" рядом с пунктом **Плоскость1 (Face Mill1)**. **Зона обхода** отображается в дереве под операцией.



4. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Плоскость1 (Face Mill1)** выберите пункт **Добавить зону обхода (Insert Avoid Area)**.
5. В раскрывшемся окне выберите пункт **Clamp 2** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
6. Удерживая нажатой клавишу Ctrl поочередно перетащите созданные зоны обхода на операции **Черновая1 (Rough Mill1)** и **Черновая2 (Rough Mill2)**.
7. Переместите операции контурной обработки открытых карманов как показано на рисунке.



## Изменение параметров обработки расчет траекторий

Перед расчетом траекторий инструмента мы изменим некоторые параметры операций. Обычно выбор режимов резания зависит от личных предпочтений.

1. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Черновая1 (Rough Mill1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **Черновая (Roughing)** проверьте, что флажок **Чистовой обход (Cleanup pass)** не установлен и нажмите кнопку **ОК**.
3. Повторите шаги 1 и 2 для операции **Черновая2 (Rough Mill2)**.

Если чистовой обход обычно не используется, его можно отключить по умолчанию в технологической базе данных.

4. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная1 (Contour Mill1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
5. В окне **Параметры обработки (Machining Parameters)** перейдите на закладку **Контур (Contour)**.

По умолчанию выполняется несколько проходов по глубине.

6. Измените значение параметра **Первый проход (First cut amt.)** на 50 мм.
7. Параметр **Материал удалять (Depth processing)** установите равным **По зонам (To Depth by region)**, затем нажмите кнопку **ОК**.
8. Повторите шаги 4 - 6 для операции **Контурная2 (Contour Mill2)**.

Значения параметров фрезерования цековки по умолчанию слишком малы и приведут к созданию лишних проходов. Изменим параметры операции.

9. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная3 (Contour Mill3)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
10. Перейдите на закладку **Контур (Contour)** и задайте параметры:

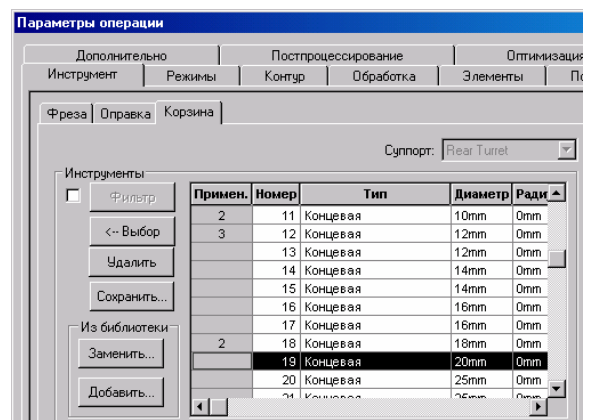
**Проходы в глубину (Depth Parameters):** **Первый проход (First cut amt.)** = 10 мм и **Наибольший проход (Max cut amt.)** = 10 мм.

11. В группе параметров **Обработка стенок (Side Parameters)** нажмите кнопку **Параметры... (Settings...)**.
12. В окне **Обработка стенок (Side Parameters)** задайте **Проходы по (Cut amt.)** = 10 мм и нажмите кнопку **ОК**.


13. Перейдите на закладку **Инструмент (Tool)**, затем на закладку **Корзина (Tool Crib)**.

14. В списке инструментов найдите **Концевую фрезу диаметром 20 мм (20mm flat end mill)**.

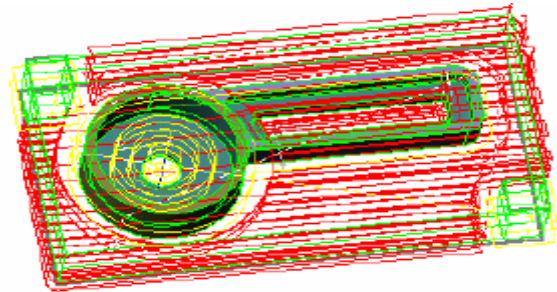
Если концевые фрезы в списке не отображаются, снимите флажок слева от кнопки **Фильтр (Filter)**.



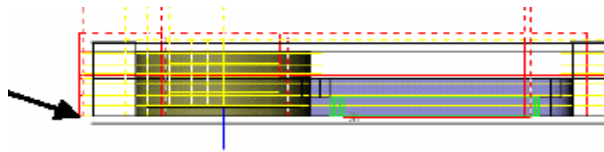
15. Выделите любую ячейку в строке концевой фрезы диаметром 20мм и нажмите кнопку <- **Выбор** (<- **Select**).
16. Нажмите кнопку **Да** (**Yes**) для смены оправки.
17. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна задания параметров операции.
18. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная5 (Contour Mill5)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
19. На закладке **Корзина (Tool Crib)** выделите **Концевую** фрезу диаметром 2 мм (**2mm flat end mill**) и нажмите кнопку <- **Выбор** (<- **Select**).
20. Нажмите кнопку **Да** (**Yes**) для смены оправки и закройте окно кнопкой **ОК**.

21.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate toolpaths)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите эту команду в меню.  
CAMWorks создает траектории инструмента для всех операций.


22. Удерживая нажатой клавишу Shift, выделите первую и последнюю операции.  
Результат должен выглядеть так, как показано на рисунке. Обратите внимание, как траектории обходят зоны расположения прижимов.




23. На виде сбоку обратите внимание, что траектория не доходит до низа заготовки.

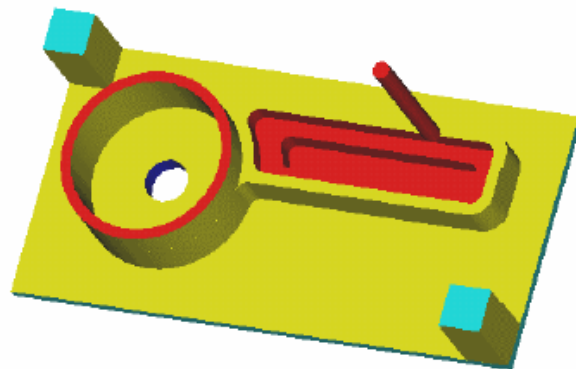


24. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.

25.  Запустите процесс имитации обработки.

Результат должен совпадать с показанным на рисунке.


26.  Закройте окно **Имитация (Simulation)**.



## Добавление установов и элемента типа Плоскость

Следующие несколько шагов показывают, как задать обработку нижней грани детали. При наладке станка деталь будет перевернута и зафиксирована за прямоугольную обработанную часть для снятия оставшегося материала с нижней стороны.

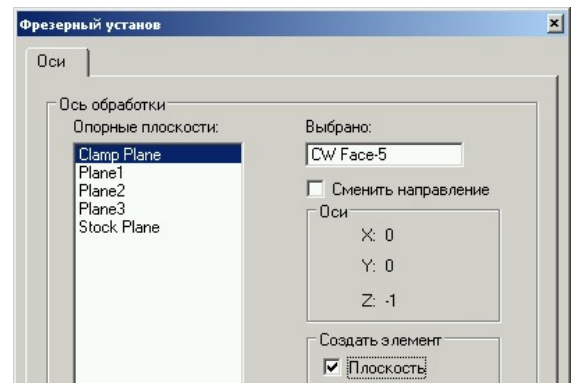
Сначала надо создать новый установ, противоположный уже имеющемуся. Затем для нового установа создается элемент типа **Плоскость**.

1. Поверните деталь так, чтобы видеть ее нижнюю часть.
2.  Перейдите на закладку Древа Элементов.
3. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.
4. Укажите нижнюю грань детали в окне графического редактора.

Будет выбран элемент **CW Face5**.

При добавлении установа можно выбирать либо плоские грани, либо плоскости, перечисленные в окне **Фрезерный установ (Mill Part Setup)**.

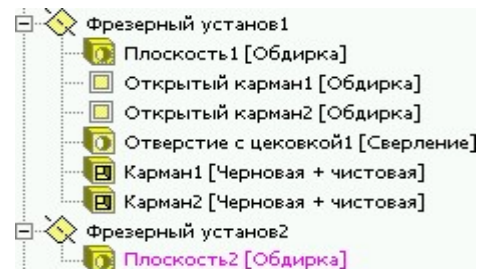
5. Проверьте, что флажок **Плоскость (Face)** установлен.



Если он установлен, CAMWorks автоматически создаст для нового установа элемент типа **Плоскость**, если самая верхняя грань окажется параллельной плоскости установа, а сама плоскость установа будет параллельна одной из сторон заготовки.

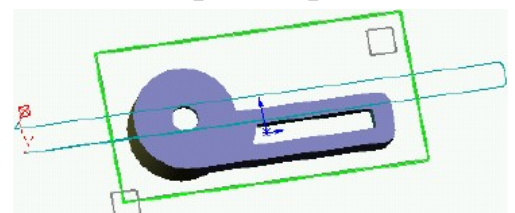
6. Нажмите кнопку **ОК**.

Новый установ отображается в нижней части детали, а в Древе Элементов появятся элементы **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** и **Плоскость2 (Face Feature2)**.




7. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** и выберите пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
8. В Древе Операций щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

Полученная траектория должна выглядеть, как показано на рисунке справа.

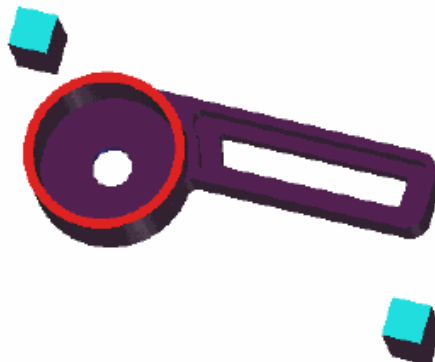





9. Поверните деталь так, чтобы была видна ее верхняя часть.
10. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в Дереве Операций и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.

11.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

Полученный результат должен соответствовать показанному на рисунке. Оставшийся материал удален и деталь обработана полностью.

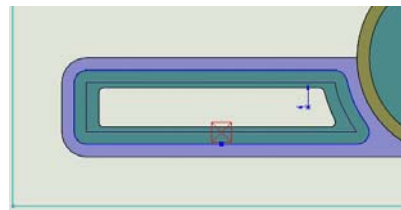


12.  Закройте окно имитации.

### **Настройка траекторий инструмента**

В последней части данного упражнения мы изменим некоторые параметры установка и операций для настройки траекторий движения инструмента.

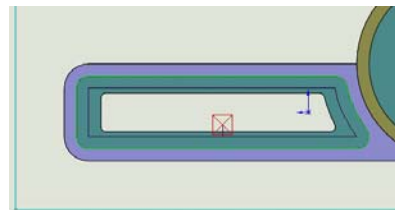
1. На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Настройки (Options)**.
2. Перейдите на закладку **Обновление (Update)**.
3. Выберите для настройки **Обновить траектории при изменении параметров (Update toolpaths when parameters change)** значение **Никогда (Never)** и закройте окно кнопкой **ОК**.
4. Смените вид на Вид сзади и увеличьте изображение траекторий.
5. Дважды щелкните по операции **Контурная4 (Contour Mill4)**.
6. Перейдите на закладку **Подвод (Leadin)** и выберите **Тип подвода (Leadin Type) Перпендикулярно (Perpendicular)**.
7. Задайте **Длину (Leadin Amt.)** 5 мм.
8. Оставьте параметр **Точка подвода/отвода (Leadin/out point)** равным **Середина (Mid-point)** и нажмите кнопку **ОК**.



Точка начала отображается в виде прямоугольного маркера в середине ребра, так как была выбрана опция **Середина (Mid-point)**.

9. Щелкните правой кнопкой мыши по той же операции и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

10. Поверните деталь. Обратите внимание на линии подвода инструмента в траектории чистовой обработки. Они перпендикулярны направлению начала обработки.



На экране также отображается начало координат SolidWorks. В дальнейшем оно будет использовано для указания начала подвода.



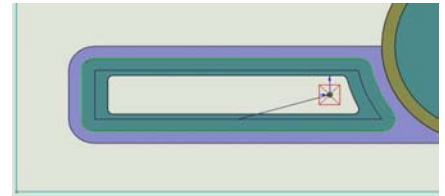
11. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная4 (Contour Mill4)** и снова выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
12. На закладке **Подвод (Leadin)** задайте **Тип (Leadin Type)** **Нет (None)**.
13. Перейдите на закладку **Элементы (Feature Options)**.
14. Для параметра **Тип врезания (Entry Type)** оставьте значение **Нет (None)**.

В этом случае концевая фреза подается по оси Z в указанной точке врезания.

15. Щелкните мышью в поле выбора объектов в группе настроек **Список точек ввода (Entry points list)** для его активизации.
  16. Поверните деталь в удобное положение и выберите начальную точку модели детали.
- В списке появится информация о выборе точки и будут определены ее координаты относительно осей установа.
17. Нажмите кнопку **ОК**.

18. Щелкните правой кнопкой мыши по той же операции и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.





Начало подвода переместится в выбранное начало координат, не смотря на то, что **Тип подвода (Leadin Type)** был установлен в значение **Нет (None)**.



19. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в дереве и выберите пункт **Постпроцессор (Post Process)**.
20. В окне **Выходной файл (Output File)** используйте имя файла по умолчанию или введите свое собственное и сохраните файл.
21. Для создания управляющей программы в окне **Постпроцессирование (Post Process Output)** нажмите кнопку **Пуск (Run)**.
22. Просмотрев код, нажмите кнопку **ОК** для закрытия окна.

## 2-осевая обработка, урок 7

### В этом уроке:

- Добавление элементов для 2,5-осевой обработки в интерактивном режиме
  - Добавление гравировки
  - Создание операций и задание параметров обработки
  - Обновление траекторий инструментов при изменении геометрии детали
1. Откройте файл **MILL2AX\_7.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
  2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
  3.  Оставьте значения по умолчанию для **Станка (Example Mill-in)**, **Стойки (Controller)** и **Корзины инструментов (Tool crib)** в окне **Станок (Machine)**.
  4.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.  
По умолчанию отображается призма, в которую вписана деталь.
  5. Нажмите кнопку **ОК**, чтобы работать с такой заготовкой.
  6.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks.  
Функция AFR распознает обрабатываемые элементы и создаст установовы, необходимые для обработки.

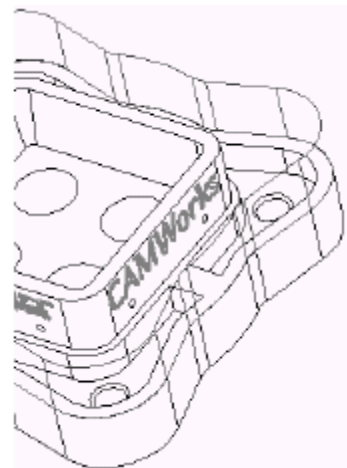
### Создание обрабатываемых элементов в интерактивном режиме

Вы отредактируете элемент **Открытый карман (Open pocket)**, чтобы обработать вершину фланца, и добавите элементы для обработки периметра детали и четырех угловых карманов.



#### Полезные советы

Элемент типа **Периметр (Perimeter)** может быть распознан автоматически, начиная с SolidWorks 2006. Вы можете выбрать, делать ли это, используя соответствующую настройку в окне **Настройки (Options)** CAMWorks.



Отредактируйте элемент **Открытый карман (Open Pocket)**.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Открытый карман1 (Open Pocket1)** в Дереве Элементов и выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit Definition)**.
2. В окне **Создать 2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)** снимите флажок с настройки **До размера заготовки (Use Stock extents)**.

По умолчанию CAMWorks использует габариты заготовки, чтобы в их пределах выделить элементы типа **Открытый карман**. В рассматриваемом фланце нужно обработать только верх фланца.

3. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Добавьте элемент **Выступ** для обработки контура детали:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по **Открытому карману1 (Open Pocket1)** и выберите пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.
2. Выберите **Тип элемента (Feature Type) Выступ (Boss)**.
3. Убедитесь, что значение **Выбор кромок (Edge selection)** установлено в **Выбрать петлю (Convert to loop)**.

С данной настройкой при выборе какой-либо кромки детали CAMWorks автоматически по цепочке выбирает все остальные кромки, смежные с первой и находящиеся на той же глубине. Это позволяет выбрать одну кромку грани и тем самым определить весь контур.

4. Укажите нижнее ребро детали.

Вся плоскость детали подсвечивается и в списке **Выбрано (Entities selected)** появится пункт **Петля<1> (Loop<1>)**.

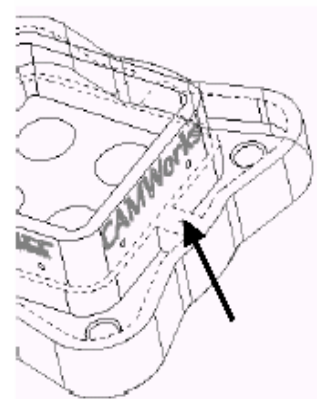
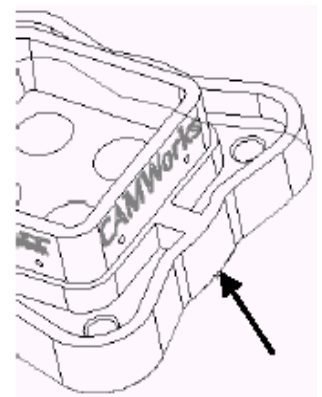
5. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.
6. Выберите верхнюю плоскость фланца для задания границы обработки по глубине. CAMWorks автоматически изменяет значение поля **Тип (End condition Type)** на **До грани (Upto Face)** и рассчитывает глубину обработки.

7. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

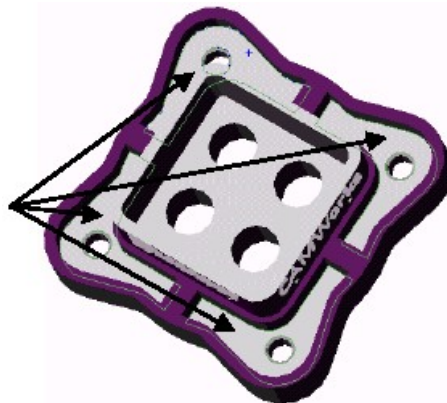
Добавьте **Карманы** для обработки нижних граней четырех угловых карманов.

1. Поменяйте значение **Типа элемента (Feature Type)** на **Карман (Pocket)**.
2. Убедитесь, что выбрана настройка **Несколько (Multiple)**.

Данная настройка позволяет создать сразу несколько однотипных элементов при помощи указания нескольких граней, эскизов и кромок.



3. Укажите нижние грани четырех угловых карманов (см. рис.) и нажмите кнопку **Далее (Next)**.
4. Выберите верхнюю плоскость фланца для задания условия окончания обработки.
5. Нажмите кнопки **Готово (Finish)** и **Заккрыть (Close)**.



Элементы добавляются в Дерево в том порядке, в каком вы их создаете. Это тот порядок, в котором они будут обработаны после создания операций.

6. Используйте перетаскивание, чтобы изменить порядок элементов в установе таким образом, чтобы элемент **Открытый карман1 (Open Pocket1)** оказался первым, а элемент **Выступ1 (Irregular Boss1)** - последним.

### Добавление гравировки

Добавьте два элемента типа **Гравировка** для обработки текста на детали.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ5 (Mill Part Setup5)** (или по установу детали, расположенному на той же грани, что и логотип TekSoft) и выберите пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.
2. В окне **2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)** выберите **Тип элемента (Feature Type) Гравировка (Engrave Feature)**.
3. В списке доступных эскизов (**Available Sketches**) выберите **TekSoft logo**.
4. После появления строки **TekSoft logo** в списке **Выбрано (Entities selected)** нажмите кнопку **Далее (Next)**.
5. В окне **2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)** введите **Глубину (Depth)** 0,015 и нажмите **Готово (Finish)**.
6. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.



Элемент **Гравировка1 (Engrave Feature1)** появится в Дереве Элементов.


7. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ6 (Part Setup6)** (или по установу, расположенному на той же грани, что и логотип CAMWorks) и выберите пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.
8. В окне **2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)** выберите **Тип элемента (Feature Type) Гравировка (Engrave Feature)**.
9. В списке доступных эскизов (**Available Sketches**) выберите эскиз **CWlogo**.



10. После появления строки **CWlogo** в списке **Выбрано (Entities selected)** нажмите кнопку **Дальше (Next)**.
11. В окне **2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Feature Wizard: End Conditions)** задайте **Глубину (Depth)** 0,015 и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
12. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Вы завершили описание всех элементов. Теперь все готово для создания плана операции.

### **Создание операций и задание параметров обработки**

1.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов SAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в дереве и выберите одноименный пункт.

В Дереве Операций собраны операции, созданные для всех элементов всех установов.

Выполните настройку обработки перед созданием траекторий инструментов.

2. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Контурная4 (Contour Mill4)** (операция для элемента **Карман1 (Irregular Pocket1)**) и выберите пункт **Объединить операции (Combine Operations)**.

Данная команда позволяет объединить и удалить дублирующие операции.

3. В окне **Объединить операции (Combine Operations)** включите настройку **Объединить операции (Combine operations)**.

Когда эта настройка выбрана, элементы, представленные в списке элементов или операций, будут обрабатываться данной операцией, а исходные индивидуальные операции для этих элементов будут удалены.

4. Убедитесь, что в окне слева отображается список операций, затем нажмите клавишу Shift и выберите три операции в списке.
5. Нажмите кнопку **Выбрать (Add)**.

Операции добавляются к списку элементов или операций справа.

6. Нажмите кнопку **ОК**.

Выбранные операции контурной обработки удалятся из дерева, а элементы типа **Карман (Irregular Pocket)** будут обработаны одной операцией **Контурная4 (Contour Mill4)** (или выбранной на шаге 2).

7. Дважды щелкните по операции **Контурная4 (Contour Mill4)**.

После объединения операций для элементов типа **Карман (Irregular Pocket)** вы сможете поменять параметры только один раз вместо того, чтобы изменять их для каждой операции.

8. На закладке **Инструмент (Tool)** убедитесь, что активным инструментом является **Концевая фреза диаметром 0,38 дюйма (.38in flat end mill)**.




Если выбран другой инструмент, перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)** и выберите **Концевую** фрезу диаметром 0,38 дюйма, нажмите кнопку <-- **Выбор (Select)**, затем нажмите кнопку **Да (Yes)**, чтобы заменить и оправку.

9. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна **Параметры обработки (Machining Parameters)**.
10. Посмотрите на каждую операцию **Центрование (Center Drill)** в дереве и проверьте размер инструмента, выбранный из технологической базы данных TechDB.

Для каждой операции **Центрование (Center Drill)** должен быть выбран инструмент “**#3 60 degree center drill**” диаметром .11in (центровка №3 с углом 60° диаметром 0,11 дюйма). Если выбран другой инструмент, щелкните правой кнопкой мыши по операции и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**. Затем перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)** и выберите нужный инструмент.

11. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная10 (Contour Mill10)** (операция чистового фрезерования для элемента **Выступ (Irregular Boss)**) и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
12. На закладке **Фреза (Mill Tool)** убедитесь, что активным инструментом является **Концевая** фреза диаметром 0,5 дюйма (**.5in flat end mill**).

Если это не так, перейдите на закладку **Корзина (Tool crib)** и выберите **Концевую** фрезу 0,5 дюйма (**.5in flat end mill**), нажмите кнопку <-- **Выбор (Select)**, затем нажмите кнопку **Да (Yes)**, чтобы заменить и оправку.


13. Нажмите кнопку **ОК**.
14.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в дереве и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.



CAMWorks создаст траектории движения инструментов основываясь на информации, заложенной в технологической базе данных.

### **Обновление привязки обработки к детали при изменении геометрии**

Одним из уникальных свойств CAMWorks является возможность повторного применения, или привязки информации об обработке к детали, у которой были изменены размер или форма. Эта связь обеспечивается при перестроении (Rebuild process) обработки CAMWorks. Обеспечение ассоциативности – это сложный процесс, который может потребовать вмешательства пользователя в трудных ситуациях.

В данном упражнении вы измените размер четырех дюймовых отверстий в середине детали.

1.  Нажмите кнопку **Настройки (Options)** на панели инструментов CAMWorks.
2. На закладке **Обновление (Update)** убедитесь, что настройка **Создавать операции для новых элементов (Generate operations for new features)** выключена, и нажмите кнопку **ОК**.
3. Перейдите на закладку Древа Конструирования SolidWorks.
4. Щелкните правой кнопкой мыши по одному из дюймовых отверстий и выберите команду **Редактировать эскиз**.
5. Измените значение диаметра с 1.00 дюйма на 1.25 дюйма.

6.  Выполните перестроение модели, чтобы внести изменение.
7.  Вернитесь на закладку Древа Элементов CAMWorks.

CAMWorks выдаст сообщение: *"Модель изменена. Выберите Полное перестроение всех данных CAMWorks или Быстрое, если изменения не влияют на данные CAMWorks."* (Part has changed. Select Full to rebuild all CAMWorks data or Light if changes do not affect CAMWorks data.).

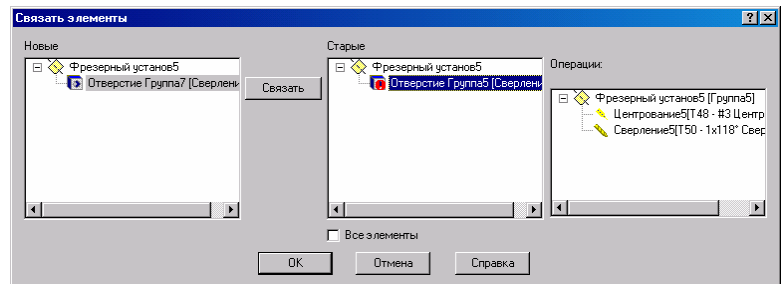
8. Нажмите кнопку **Полное (Full)**.

Если обрабатываемые элементы первоначальной детали не могут быть автоматически связаны с обрабатываемыми элементами, найденными после изменения модели, оба набора элементов – как исходный, так и новый – отобразятся в окне **Связать элементы (Associate Features)**, и вы можете указать в интерактивном режиме, с какими новыми элементами нужно связать исходные.

9. Выберите подвисшую группу отверстий в списке **Старые (Current features)**.

Когда старый элемент выбран, операции, используемые для

обработки этого элемента, появятся в списке **Операции (Operations)**. Когда в списке выбран старый элемент, для наглядности на детали появится его красный контур.



10. Выберите вновь распознанную группу отверстий в списке **Новые (New features)**.

Кнопка **Связать (Associate)** станет доступной.

11. Нажмите кнопку **Связать (Associate)**.

Появится сообщение, предлагающее добавить новые элементы к старым или заменить старые элементы новыми.

12. Нажмите кнопки **Заменить (Replace)** и **ОК**.

CAMWorks заменит старую группу отверстий вновь найденной во всех операциях, созданных для старых элементов, и удалит из Древа Элементов старую группу отверстий.



### **Полезные советы**


Если нажать кнопку **Добавить (Add)**, CAMWorks добавит новые элементы ко всем операциям, созданным для старого элемента. Старый элемент не будет удален. Данная команда дает другую возможность упростить проведение изменений.

13. В Древе Элементов CAMWorks щелкните правой кнопкой мыши по группе отверстий и выберите команду **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

14. Нажмите **Заменить (Regenerate)** для создания новых операций.

Согласно настройкам технологической базы данных по умолчанию, для отверстия диаметром 1,25 дюйма к операции сверления добавляется операция чистового фрезерования.

15.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate toolpaths)** на панели инструментов CAMWorks.

16.  Нажмите кнопку **Имитация (Simulate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.

17.  На панели инструментов имитации (Simulate Toolbar) проверьте, что нажата кнопка **Полный режим (Tool Mode)**, затем установите следующие настройки:

- **Инструмент и Оправка = Закраска с кромками (Tool и Holder Display = Shaded with Edges).**

-  **Конечная деталь = Не отображать (Target Display = No Display).**

-    Выключите проверку конфликтов.

18.  Нажмите кнопку **Run (Пуск)**, чтобы запустить имитацию.

19.  Нажмите кнопку **В начало (Return to start)**.

20. Активизируйте функцию отображения следов конфликтов оправки и материала.



При этом в процессе имитации обработки оправка будет как бы удалять материал, как это делал бы инструмент ее размера.

21.  Запустите имитацию обработки и обратите внимание, что оправка сверла врезается в деталь.

Для устранения этой ошибки вы можете использовать более длинное сверло.

## 2-осевая обработка, урок 8

### В этом уроке:

- Распознавание обрабатываемых элементов и создание операций
  - Задание выхода инструмента на открытых сегментах
  - Использование зон обхода
  - Задание плоскостей перехода и зазора
1. Откройте файл **MILL2AX\_8.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
  2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
  3.  Оставьте предлагаемый по умолчанию станок **Example Mill-in** (Фрезерный - дюймы).

### Распознавание обрабатываемых элементов и создание операций

1.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по **Менеджеру Обработки (NC Manager)** и выберите пункт **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

Функция автоматического распознавания элементов создает установовы, требуемые для обработки всех найденных элементов. Для обработки Т-образного паза в правой части детали вам следует добавить ручную элемент типа **Открытый контур**, как это показано в упражнениях главы 4 (работа с базой данных TechDB).

2. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному установу1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

Обратите внимание, что при щелчке по кнопке **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов CAMWorks будут созданы операции для всех установов. В данном уроке будет использован лишь **Установ1**.

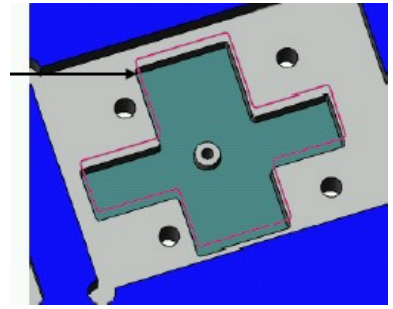
Операции представлены в Древе Операций CAMWorks.

3.  Создайте траектории для созданных операций.





Данный эскиз представляет собой копию периметра крестообразного кармана, помещенную на ту высоту, ниже которой инструмент не имеет права перемещаться. При необходимости параметр **Смещение (Offset)** позволяет добавить припуск к выбранной зоне обхода.

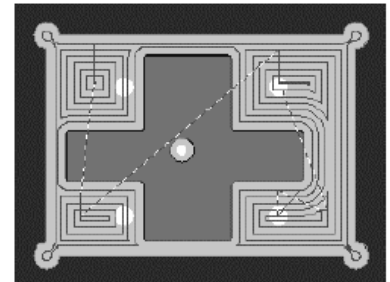


4. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
5. Щелкните по знаку "плюс" (+) рядом с пунктом **Черновая2 (Rough Mill2)**.

Зона обхода получила название **Зона обхода1 (Avoid Area1)**. Если вы хотите удалить зону обхода, выделите ее в дереве и нажмите клавишу **Delete** на клавиатуре.

6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Черновая2 (Rough Mill2)** и выберите пункт **Создать траектории (Generate toolpath)**.

Заметьте, что траектория обходит указанный эскиз.



### **Задание плоскостей перехода и зазора**

Для операций 2-осевой обработки плоскости перехода и зазора можно задавать как локально – для каждой операции, так и глобально – для всего установа.

1. Дважды щелкните по операции **Черновая1 (Rough Mill1)**.
2. Перейдите на закладку **Обработка (NC)**. Обратите внимание, что настройки **Как для установа (Use Setup definition)** не включены.

Все операции, созданные для этой детали, используют установки по умолчанию, заданные в технологической базе данных. Когда настройка **Как для установа (Use Setup definition)** не включена, для каждой операции можно задать свои координаты Z для плоскостей перехода и зазора.

3. В разделе **Плоскость перехода (Rapid plane)** включите настройку **Как для установа (Use Setup definition)**.

Способ задания и глубина расположения плоскости изменятся на значения, заданные для текущего установа, и станут недоступными для изменения.

4. Нажмите кнопку **ОК**.
5. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная1 (Contour Mill1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
6. На закладке **Обработка (NC)** в разделе **Плоскость перехода (Rapid plane)** включите настройку **Как для установа (Use Setup definition)** и нажмите кнопку **ОК**.
7. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.

8. Перейдите на закладку **Плоскости (NC Planes)**.

На этой закладке задаются способы определения положения плоскостей перехода и зазора для всех операций данного установа.

9. Щелкните по стрелке в разделе **Плоскость перехода (Rapid plane is above)** и выберите в списке значение **Верх заготовки (Top of Stock)**.10. Установите параметр **Зазор (Distance)** равным 1 дюйму и нажмите кнопку **ОК**. Это зазор между указанным элементом и плоскостью перехода.



CAMWorks выдаст сообщение: *Плоскость перехода или зазора для некоторых операций выше чем для установа. Изменить параметры установа согласно данной операции? (The Rapid or Clearance Plane value for an operation is higher than the value for the Part Setup. Change the Part Setup definition to the highest operation value?).*

11. Нажмите кнопку **Да (Yes)**.12. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному Установу1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpaths)**.


Траектории будут рассчитаны вновь с учетом изменения параметров плоскости перехода.

## 2-осевая обработка, урок 9

### В этом уроке:

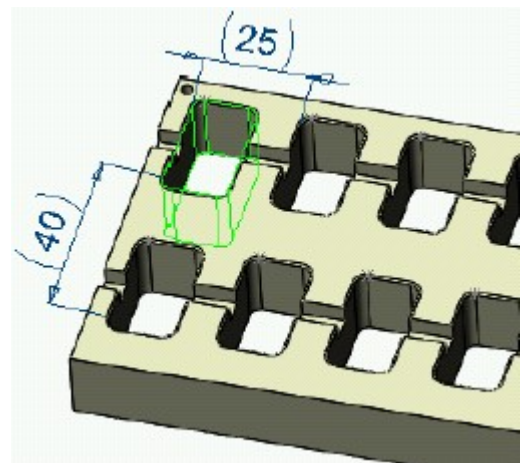
- Интерактивное определение обрабатываемых элементов
  - Создание линейного массива элементов
  - Создание массива элементов, управляемого эскизом
1. Откройте файл **MILL2AX\_15.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
  2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
  3.  Оставьте предлагаемый по умолчанию станок **Example Mill-mm**.

### Интерактивное определение обрабатываемых элементов

1.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по **Менеджеру Обработки (NC Manager)** выберите пункт **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

Функция AFR найдет угловой паз и отверстие. Карманы придется определить вручную. Можно ускорить и упростить создание множества одинаковых элементов посредством создания одного элемента и массива элементов на его основе. Траектории инструментов в этом случае будут рассчитываться только один раз для исходного элемента и затем копироваться в места расположения остальных экземпляров.

2. Щелкните правой кнопкой мыши по **Отверстию1 (Hole1)** и выберите команду **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.
3. Выберите **Тип элемента (Feature Type)** **Карман (Pocket)**.
4. Выберите в списке эскиз **Sketch2**. Он будет подсвечен на детали.
5. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.
6. В качестве граничного условия выберите вариант **До заготовки (Upto Stock)**. CAMWorks автоматически рассчитает глубину обработки.
7. Нажмите кнопки **Готово (Finish)** и **Заккрыть (Close)**.



- Щелкните правой кнопкой мыши по **Карману1 (Irregular Pocket1)** и выберите команду **Создать операции (Generate Operation Plan)**.






Активируется Дерево Операций, где и представлены все операции, созданные для обработки данного кармана.

-  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate toolpaths)** на панели инструментов CAMWorks.

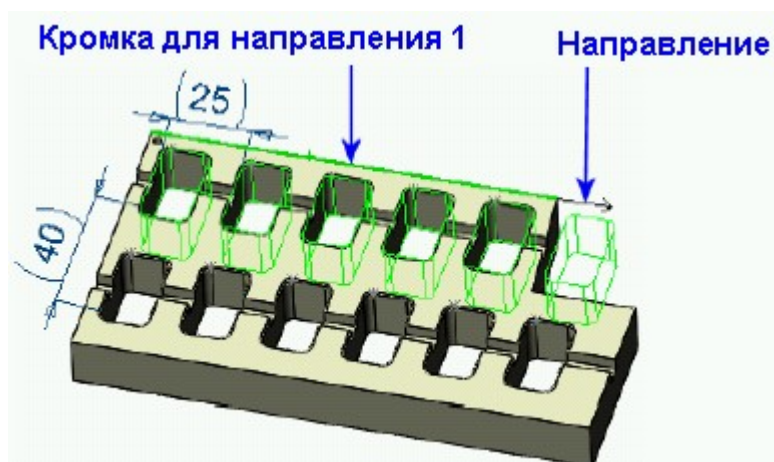
При создании **Массива** элементов (**Pattern Feature**) для всех экземпляров массива автоматически будут созданы копии траекторий, рассчитанных для исходного элемента. Вы можете рассчитать траектории до или после создания массива.


### Создание массива элементов




В этом уроке мы создадим линейный массив и массив, управляемый эскизом.

-  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
- Щелкните правой кнопкой мыши по **Карману1 (Irregular Pocket1)** и выберите команды **Массив** и **Добавить массив (Pattern и Insert Pattern)**.
- В окне **Добавить массив (Insert Pattern)** выберите **Тип (Type)** массива **Линейный (Linear Pattern)**.
-  Для указания **Направления 1 (Direction 1)** выберите одну из горизонтальных кромок детали (например, показанную на рисунке ниже).
-  Если необходимо, нажмите кнопку **Сменить направление (Reverse direction)** (правильное направление показано на рисунке).
-  Введите **25** в поле **Шаг (Distance)** элементов массива.
-  Введите **6** в поле **Число (Number)** элементов массива.

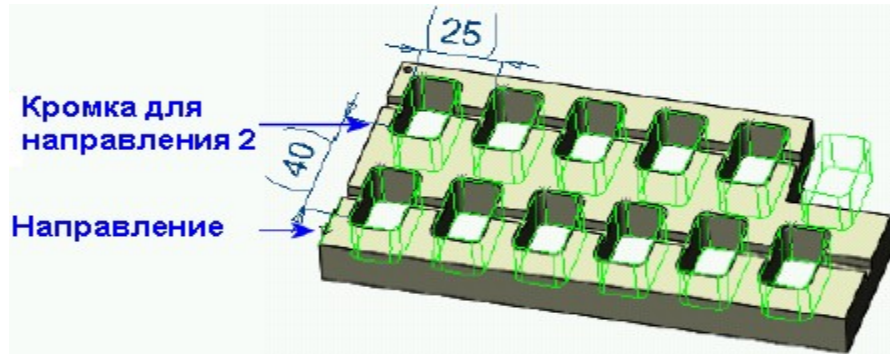
Элементы, размноженные в первом направлении, должны быть показаны в графической области как на нашем рисунке.




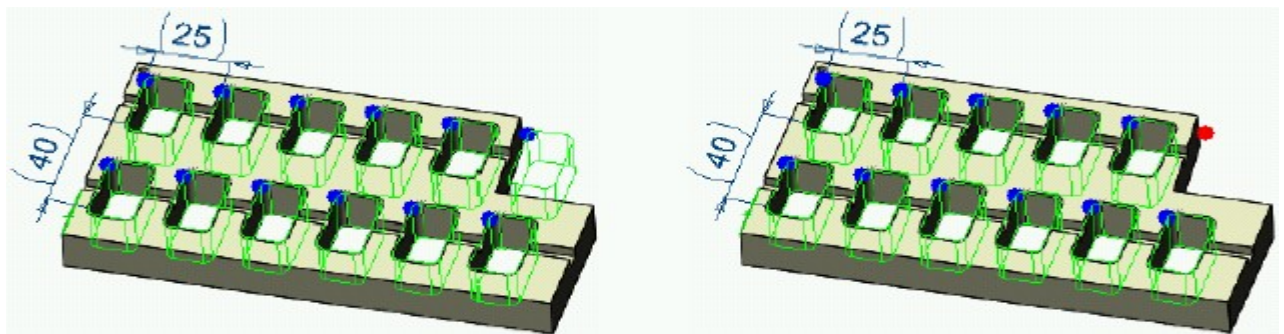
-  Щелкните мышью в поле выбора направления в области **Направление 2 (Direction 2)** для его активизации и выберите одну из вертикальных кромок детали (например, показанную на рисунке ниже).

9.  Если необходимо, нажмите кнопку **Сменить направление (Reverse direction)** (правильное направление показано на рисунке).
10.  Введите **40** в поле **Шаг (Distance)** элементов массива.
11.  Введите **2** в поле **Число (Number)** элементов массива.

Элементы, размноженные в первом направлении, должны быть показаны в графической области как на нашем рисунке.



12.  Щелкните мышью в поле выбора в области **Пропустить экземпляры (Instances to skip)** для его активизации. Возле каждого экземпляра массива появятся синие точки, как это показано на нашем рисунке.
13. Поместите курсор над правым верхним экземпляром массива так, чтобы синяя точка стала белой, и щелкните левой кнопкой мыши. Данный экземпляр будет удален из массива, а точка станет красной.




14. Нажмите кнопку **ОК**.

В Дереве Элементов появится элемент **Массив1-Карман1 (Pattern1-Irregular Pocket1)**.

15.  Перейдите к Дереву Операций.

Щелкните по каждой из операций и убедитесь, что они обрабатывают все экземпляры массива.

Для создания массивов элементов можно использовать и эскизы.

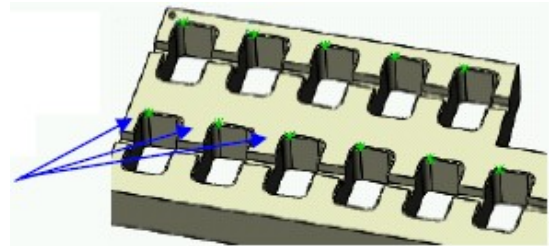
1.  Вернитесь к Дереву Элементов.
2. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Массив1-Карман1 (Pattern1-Irregular Pocket1)** и выберите в меню команды **Массив – Удалить массив (Pattern – Remove Pattern)**.



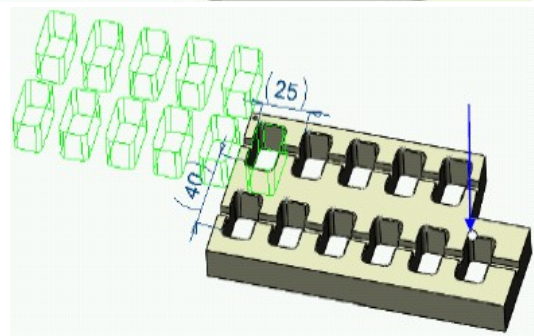
3. Нажмите кнопку **Да (Yes)** для подтверждения удаления массива.  
Массив будет удален из Древа Элементов. Исходный элемент, **Карман1 (Irregular Pocket1)**, и связанные с ним операции сохранятся.
4. Щелкните правой кнопкой мыши по **Карману1 (Irregular Pocket1)** и выберите команды **Массив** и **Создать массив (Pattern и Insert Pattern)**.
5. В окне **Создать массив (Insert Pattern)** выберите **Тип (Type)** массива **По эскизу (Sketch Driven Pattern)**.
6. В списке **Доступных эскизов (Available valid sketches)** выберите эскиз **Sketch Pattern**.



В этом списке перечислены плоские эскизы, содержащие окружности, дуги и точки. Вы можете использовать и 3D-эскизы. Эскиз можно выбрать в этом списке или в графической области.

В одном эскизе могут присутствовать объекты разных типов, но использованы будут только точки и центры дуг. В нашем примере использован эскиз, состоящий из точек.

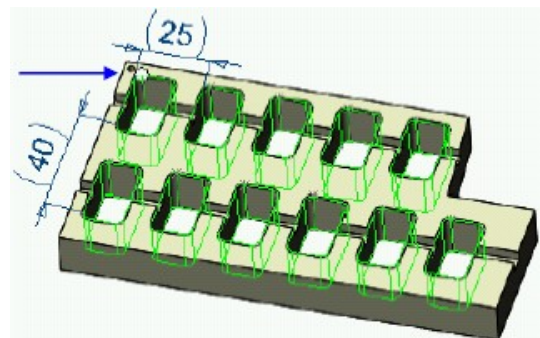



7. Обратите внимание, что массив расположен по отношению к детали неверно. Белая точка возле нижнего левого кармана показывает, какая из точек эскиза будет использована как опорная точка для размещения массива. По умолчанию принимается первая точка эскиза. Вы можете указать любую другую точку.



8.   Выберите кнопками **Выбрать предыдущую** и **Выбрать следующую (Move to previous и Move to next)** точку, обеспечивающую правильное позиционирование массива. Нужную точку можно также выбрать среди точек управляющего эскиза в графической области.



9. Нажмите кнопку **ОК** для создания массива.




10.  Перейдите к Древу Операций и убедитесь, что обработаны все экземпляры массива.

## 2-осевая обработка, урок 10

### В этом уроке:

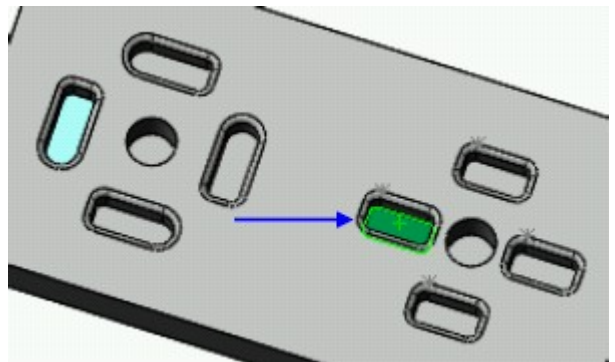
- Интерактивное определение обрабатываемых элементов
  - Создание кругового массива элементов
  - Создание массива элементов, управляемого эскизом
1. Откройте файл **MILL2AX\_16.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
  2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
  3.  Оставьте предлагаемый по умолчанию станок **Example Mill-in**.

### Интерактивное определение обрабатываемых элементов

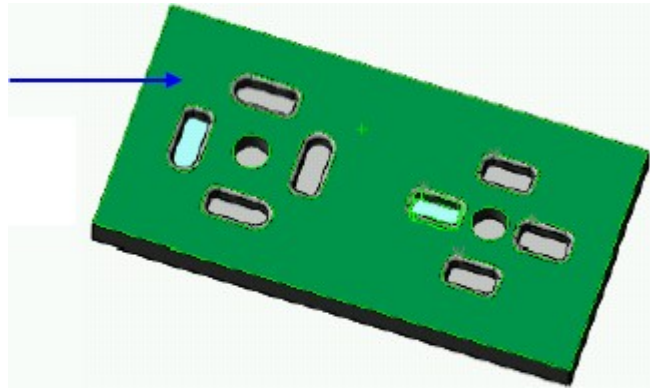
1.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по **Менеджеру Обработки (NC Manager)** выберите пункт **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

Функция AFR найдет группу отверстий. Карманы придется определить вручную. Можно ускорить и упростить создание множества одинаковых элементов посредством создания одного элемента и массива элементов на его основе. Траектории инструментов в этом случае будут рассчитываться только один раз для исходного элемента и затем копироваться в места расположения остальных экземпляров.

2. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Отверстие Группа1 (Hole Group1)** и выберите команду **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.
3. Выберите **Тип элемента (Feature Type) Карман (Pocket)**.
4. Включите настройку **Искать уклоны и скругления (Check for taper & fillets)**.
5. Выберите голубую грань на дне кармана в правой части детали.
6. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

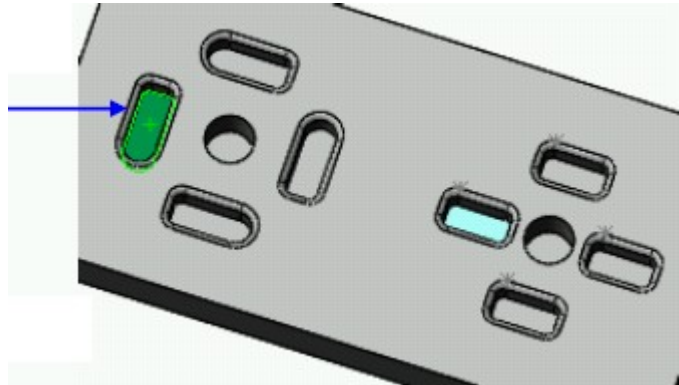


7. Выберите верхнюю грань детали для переключения граничного условия в состояние **До грани (Upto Face)**.
8. В области **Геометрия стенок (2.5 Axis side wall)** нажмите кнопку **Автопоиск (Autodetect)**.
9. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.



Определение элемента для кругового массива.

10. Оставьте все параметры окна мастера создания 2,5-осевого элемента без изменений и выделите голубую грань в левой части детали.
11. Нажмите кнопку **Далее (Next)**.
12. Выберите верхнюю грань детали для переключения граничного условия в состояние **До грани (Upto Face)**.
13. В области **Геометрия стенок (2.5 Axis side wall)** нажмите кнопку **Автопоиск (Autodetect)**.
14. Нажмите кнопки **Готово (Finish)** и **Заккрыть (Close)**.

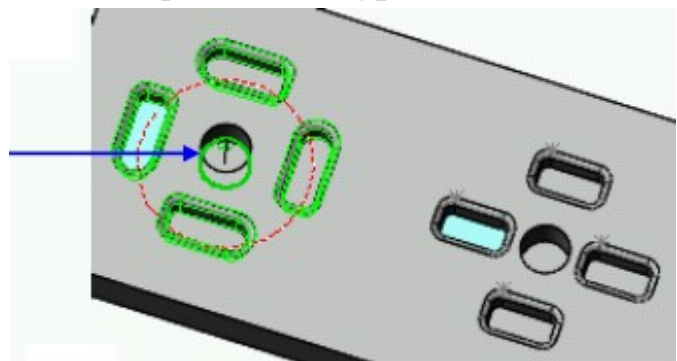


### Создание массива элементов

В этом уроке мы создадим круговой массив и массив, управляемый эскизом.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по **Карману1 (Irregular Pocket1)** и выберите команды **Массив** и **Создать массив (Pattern и Insert Pattern)**.
2. В окне **Создать массив (Insert Pattern)** выберите **Тип (Type)** массива **Круговой (Circular Pattern)**.
3. Для задания оси массива выберите верхнюю круговую кромку отверстия.

По умолчанию создается массив из 4-х экземпляров, равномерно расположенных по полному кругу в 360°.

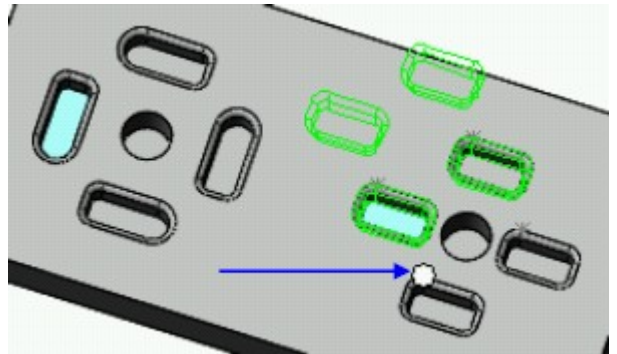



4. Нажмите кнопку **ОК**.
5. Щелкните правой кнопкой мыши по **Прямоугольному карману1 (Rectangular Pocket1)** и выберите команды **Массив** и **Создать массив (Pattern и Insert Pattern)**.

6. В окне **Создать массив (Insert Pattern)** выберите **Тип (Type)** массива **По эскизу (Sketch Driven Pattern)**.
7. В списке **Доступных эскизов (Available valid sketches)** выберите эскиз **Circular Pattern**.


В этом списке перечислены плоские эскизы, которые можно использовать для создания массивов. Вы можете использовать и 3D-эскизы. Эскиз можно выбрать в этом списке или в графической области. Пригодными считаются эскизы, содержащие окружности, дуги и точки. В одном эскизе могут присутствовать объекты разных типов. В нашем примере использован эскиз, состоящий из точек.

8. Обратите внимание, что массив расположен по отношению к детали неверно. Белая точка возле нижнего левого кармана показывает, какая из точек эскиза будет использована как опорная точка для размещения массива. По умолчанию принимается первая точка эскиза. Вы можете указать любую другую точку.




9.  Нажмите кнопку **Выбрать предыдущую (Move to previous)** – будет выбрана точка, правильно позиционирующая массив.

10. Для создания массива нажмите кнопку **OK**.

11.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в дереве и выберите одноименный пункт.

В Дереве Операций представлены все операции, созданные для обработки всех карманов.

12. Щелкните по значку «+» возле каждой операции и убедитесь, что операция создается только для одного элемента, а не для каждого экземпляра массива.
13.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate toolpaths)** на панели инструментов CAMWorks.
14. Щелкните по каждой операции для просмотра рассчитанных траекторий.

При создании **Массива** элементов (**Pattern Feature**) для всех экземпляров массива автоматически будут созданы копии траекторий, рассчитанных для исходного элемента. Вы можете рассчитать траектории до или после создания массива.



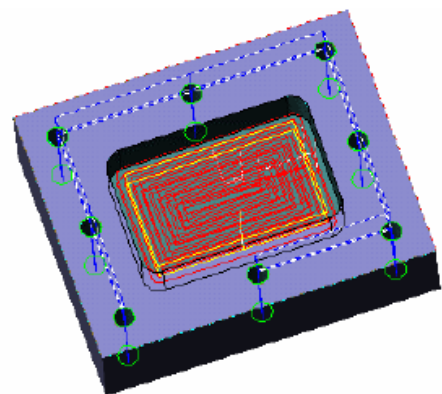
## Дополнительные упражнения

Ниже приведены упражнения для лучшего освоения системы CAMWorks. В них даны лишь краткие описания выполняемых действий, а не детальные пошаговые инструкции.

### Деталь 1

Деталь имеет прямоугольную форму, и ее внешний периметр обработке не подлежит. Функция автоматического распознавания элементов обнаружит отверстия и карман.

- Откройте файл **MILLP1.SLDPRT** находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
- Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
- Используйте заданные по умолчанию станок **Example Mill-mm** (Фрезерный - мм), управляющую стойку и набор инструментов.
- В качестве заготовки можно использовать габаритный параллелепипед, создаваемый по умолчанию.
- На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.
- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Отверстие Группа1 (Hole Group1)** и выберите пункт **Параметры (Parameters)**. В списке **Стратегия (Attribute)** выберите **Развертка (Ream)**.
- На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
- На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ (Mill Part Setup)** и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**. Запустите имитацию.
- На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Постпроцессор (Post Process)** и создайте УП.



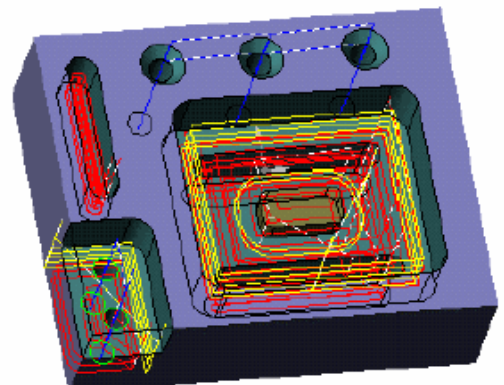


## Деталь 2

Деталь имеет прямоугольную форму, и ее внешний периметр обработке не подлежит. Функция автоматического распознавания элементов обнаружит отверстия, выступы, пазы, карман и угловые пазы.

- Откройте файл **MILLP2.SLDPRT** находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
- Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.
- Используйте заданные по умолчанию станок **Example Mill-mm** (Фрезерный - мм), управляющую стойку и набор инструментов.
- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**. Задайте **Припуск на габарит (Bounding Box Offset)** по 1 мм для каждой оси.
- Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.
- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Отверстие Группа2 (Hole Group2)** и выберите пункт **Параметры (Parameters)**. В списке **Стратегия (Attribute)** выберите **Развертка (Ream)**.
- Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
- При помощи команды сортировки операций измените порядок их следования так, чтобы сначала шли черновые операции, потом контурные и затем – операции обработки отверстий.
- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ (Mill Part Setup)** и выберите пункт **Объединить операции (Combine Operations)** для объединения операций, использующих один и тот же инструмент.

В окне **Объединить операции (Combine Operations)** выберите опции **Черновая (Rough Mill)**, **Контурная (Contour Mill)** и **Центрование (Center Drill)**.



- Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpaths)**.
- Нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpaths)**. Убедитесь, что включена опция поиска столкновений оправки (**Show Holder Collision**). Запустите имитацию и убедитесь, что оправка врезается в материал.
- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Черновая1 (Rough Mill1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**. На закладке **Фреза (Mill Tool)** измените значение параметра **Вылет (Protrusion)** на 65 мм.

Этот параметр определяет расстояние между кончиком инструмента и низом оправки. Это расстояние показывает, как далеко инструмент будет

высовываться из оправки при имитации обработки. Вылет инструмента должен быть больше его **Рабочей длины (Effective length)** и меньше **Полной длины (Overall length)**.

- Повторно запустите имитацию и убедитесь, что конфликт устранен.
- Нажмите кнопку **Постпроцессор (Post Process)** и создайте УП.

## Глава 3. Работа в режиме сборки

В данной главе рассказывается о том, как разрабатывать управляющие программы для фрезерной обработки в режиме сборки.

Используя режим проектирования сборок SolidWorks, система CAMWorks позволяет:

- Помещать несколько копий детали в файл сборки и производить их обработку средствами CAMWorks.
- Создавать полные программы или подпрограммы для обработки каждой детали.
- Хранить информацию CAMWorks внутри файла сборки. Это особенно ценно для предприятий, работающих по стандарту ISO 9000, не допускающему хранение технологических данных вместе с моделью детали.
- Проектировать узлы, детали, заготовки, патроны, прижимы, создавая реалистичное представление наладки станка.
- Отображать прижимы в ходе имитации обработки, а также отслеживать столкновения инструмента с прижимами.

Приведенные упражнения носят ознакомительный характер и не обязательно соответствуют реальным процессам обработки.

**Внимание!** CAMWorks использует настроенную базу данных для установления соответствия между операциями обработки и обрабатываемыми элементами детали. Технологическая база данных хранит информацию о технологических процессах обработки, причем ее можно настраивать под практику работы конкретного предприятия. При выполнении упражнений вы можете получить результаты, отличающиеся от приведенных в тексте и представленных на рисунках. Это связано с тем, что последовательности выполнения переходов и данные по операциям в вашей технологической базе данных могут отличаться от тех, которые были использованы при подготовке учебника.

## Создание УП в режиме сборки

Режим сборки CAMWorks позволяет помещать в файл сборки несколько деталей или несколько копий одной и той же детали и создавать полную УП или подпрограммы для обработки каждой детали.

Для траекторий движения инструмента и УП фрезерной обработки в режиме сборки нужно:



1. Смоделировать необходимые компоненты (детали, прижимы, тиски, приспособления, заготовку) и создать файл сборки (.sldasm) в SolidWorks.
2. Перейти к Дереву Элементов CAMWorks.
3. Задать параметры станка и системы координат наладки (положение начала координат и направления осей X,Y,Z).
4. Выбрать подлежащие обработке детали.
5. Определить заготовки (индивидуальные или общую).
6. Распознать обрабатываемые элементы и добавить их вручную.
7. Создать операции и настроить параметры обработки.
8. Указать положение нуля программы (начала координат установка или детали).
9. Указать приспособления и прижимы.
10. Рассчитать траектории инструмента.
11. Выполнить постпроцессирование.

Файлы сборок, необходимые для выполнения упражнений данной главы, поставлены с модулем CAMWorks. Они устанавливаются автоматически при установке CAMWorks.

## Работа со сборками, урок 1

В этом уроке:

### Задание параметров станка и системы координат станка

1. Откройте файл детали **MILLASM\_1.SLDASM**, находящийся в папке *\Examples\Assembly*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Assembly*).
2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный - дюймы) в Древе Элементов и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.

На закладке **Станок (Machine)** активным является станок **Example Mill-in**. Данный станок был специально создан для упражнений по освоению CAMWorks. При реальной работе следует выбирать реальный станок.

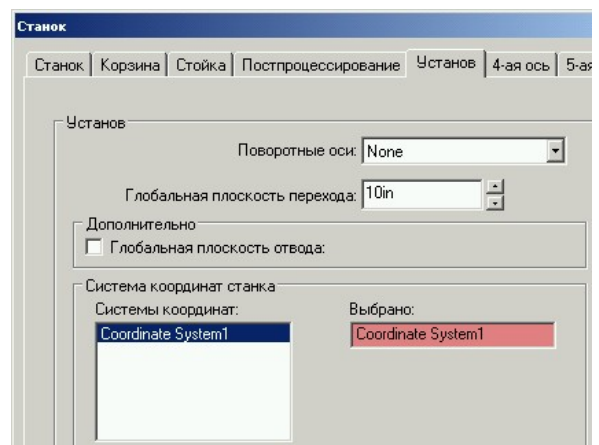
4. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)** и проверьте, что активным является набор **Crib 1**.
5. Перейдите на закладку **Стойка (Controller)** и проверьте, что выбрана стойка **FANTUTM**.

Стойка FANTUTM применяется во всех упражнениях в данном учебнике. При реальной работе выбирайте нужный контроллер (постпроцессор).

6. Перейдите на закладку **Установ (Setup)**.

Закладка **Установ (Setup)** позволяет задать систему координат станка (Fixture Coordinate System). Под ней понимается «абсолютный ноль» станка. Хотя УП может базироваться на данной системе координат, предполагается ее использование для справок. Одновременно будут выбраны положительные направления осей X, Y и Z, которые будут использоваться для задания всех перемещений инструмента на данном станке. При использовании подпрограмм в качестве исходной точки применяется начало системы координат установка; однако направления осей X, Y и Z, заданные системой координат станка, действуют по-прежнему. Систему координат станка следует задавать в первую очередь, до распознавания обрабатываемых элементов.

7. Выберите пункт **Coordinate System 1** в списке **Системы координат станка (Fixture Coordinate System)**. Система координат станка выбирается из числа систем координат, созданных SolidWorks (см. документацию по SolidWorks).
8. Нажмите кнопку **ОК**.





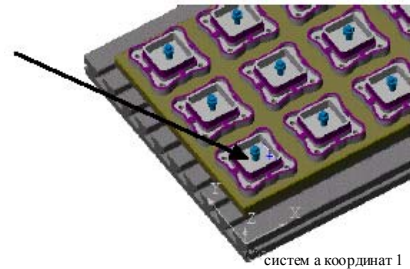
## Выбор деталей, подлежащих обработке

Файл сборки может содержать несколько файлов деталей. Кроме деталей, подлежащих обработке, в сборку с целью облегчения программирования обработки могут входить прижимы и другие станочные приспособления. Поэтому CAMWorks нужно указать, какие детали подлежат обработке, добавляя их в список **Менеджера деталей (Part manager)**. При обработке нескольких экземпляров одной и той же детали каждый экземпляр должен быть добавлен в список **Менеджера деталей (Part manager)**.

1. Щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Элементов по пункту **Менеджер деталей (Part manager)** и выберите пункт **Выбрать детали (Manage Parts)**.

2. Выберите деталь в левом нижнем углу сборки.

Для каждой уникальной детали в сборке первый выбранный экземпляр называется **первичным (seed part)**. При изменении параметров этой детали такие же изменения происходят со всеми экземплярами этой детали в сборке.



3. Выделите выбранную деталь в списке **Обработать (Selected Parts)** и нажмите кнопку **Все экземпляры (Add All Instances)**.

Экземпляры детали добавляются в список в том порядке, в каком они идут в файле. Вы также можете выбирать отдельные детали, указывая их в графической области или в дереве построения SolidWorks. Далее в этом уроке вы изучите функцию сортировки экземпляров детали для изменения последовательности их обработки.

Экземпляры детали можно добавлять в любой момент. Вы можете выбрать только один экземпляр детали (первичную деталь) для работы, а позже добавить все остальные экземпляры. Все элементы, операции и траектории, созданные для первичной детали, будут автоматически перенесены на все ее экземпляры при их добавлении в список **Выбрать детали (Manage Parts)**.

4. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна выбора деталей.

Наименование детали отображается в Дереве Элементов CAMWorks под пунктом **Менеджер деталей (Part manager)**.

**Менеджер Элементов**, создаваемый для каждой детали, применяется для добавления установов и обрабатываемых элементов первичной детали.

Для каждой уникальной детали все ее экземпляры перечислены под пунктом **Экземпляры (Instances)**.

## Определение заготовки

При добавлении деталей в окне **Выбрать детали (Manage Parts)** для каждой детали создается заготовка по умолчанию, представляющая собой параллелепипед, построенный по габаритным размерам детали. Команды меню

элемента **Заготовка (Stock Manager)** позволяют изменить геометрию заготовки для каждой детали.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите пункт в контекстном меню **Определение (Edit Definition)**.

Откроется окно параметров заготовок. В нем можно редактировать существующие и создавать новые заготовки, единичные или групповые.

2. Щелкните по первой детали в списке **Детали (Parts)**. Это первичная деталь. В списке **Заготовка (Stock)** и в графической области подсвечивается соответствующая заготовка. Отобразятся текущие настройки припуска на габарит.

3. Измените значение параметра +Z на 0.10 дюйма, затем нажмите кнопку **Использовать заготовку для всех деталей (Apply Current Stock Definition to All Parts)**.



Внесенное изменение будет применено к заготовкам всех экземпляров детали.

4. Нажмите кнопку **ОК** для закрытия окна.

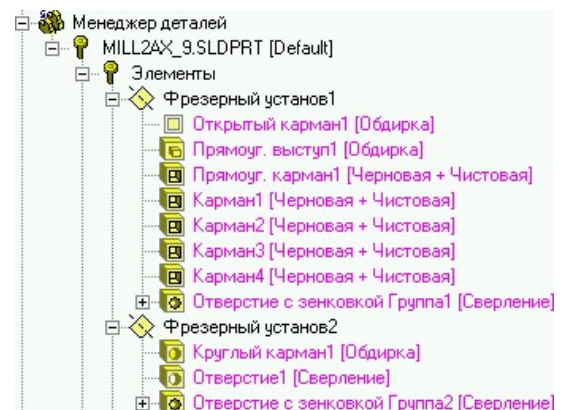
### Определение обрабатываемых элементов

Теперь можно выполнить распознавание обрабатываемых элементов. В данном упражнении потребуется добавить один элемент вручную. Элементы добавляются в дерево под пунктом **Дерево элементов (Feature manager)**. На уровне установка элемент можно создать командами **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)** или **Добавить Поверхности (Insert Multi Surface Feature)**. Элемент добавляется к первому экземпляру детали и ко всем экземплярам этой детали в сборке. Можно использовать команду **Сборочный элемент (Assembly Feature)** для однократной вставки элемента в одном месте.

1. Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract machinable features)** на панели инструментов CAMWorks.
2. Щелкните по знаку "+" рядом с пунктом **Элементы (Feature manager)**.

Здесь собраны все установки детали и обрабатываемые элементы, которые теоретически могут существовать, невзирая на наладку станка.

Если **Отверстие1 (Hole1)** попало во **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)**, перетащите его во **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)**. В уроке предполагается, что перед фрезерованием отверстие уже просверлено.

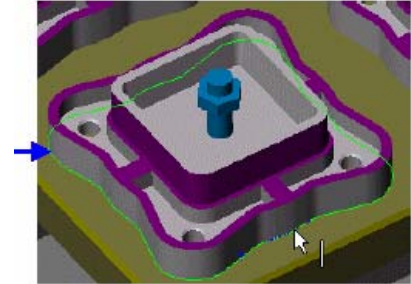


- Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** под пунктом **Менеджер Элементов (Feature manager)** и выберите в контекстном меню пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis feature)**.

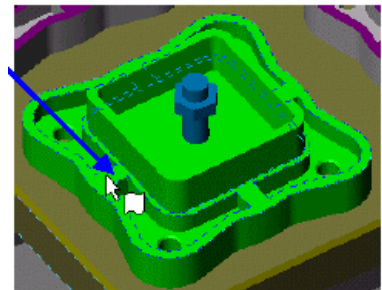
Отобразится окно мастера добавления 2,5-осевого элемента.

- Выберите тип элемента **Выступ (Boss)**.
- Проверьте, что значение параметра **Выбор кромок (Edge selection)** равно **Выбрать петлю (Convert to loop)**.

- Увеличьте на экране первичную деталь (ту, которая была выбрана первой при назначении подлежащих обработке деталей) и выберите нижнее ребро детали.



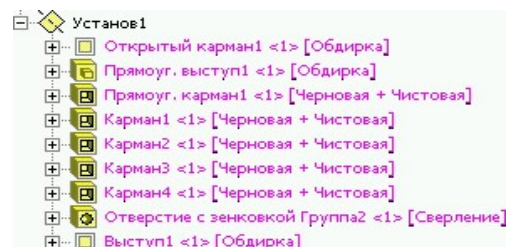
- Нажмите кнопку **Далее (Next)**.
- Укажите верхнюю грань нижней части первичной детали.
- Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
- Мастер добавления элемента вернется к началу, нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.



Элемент типа **Выступ (Irregular Boss)** добавлен к первичной детали и ко всем ее экземплярам.

- Раскройте список **Установ1 (Setup1)** в нижней части дерева.

При запуске функции автоматического распознавания элементов CAMWorks создал здесь установы, необходимые для обработки и достижимые для выбранного станка. Для 3-осевых станков такой установ один.



В установе перечислены все элементы, которые могут быть обработаны при выбранном направлении оси Z станка.


## Сортировка экземпляров детали для изменения порядка обработки

При добавлении отдельных экземпляров детали или использовании кнопки **Все экземпляры (Add All Instances)** по умолчанию они могут быть расположены не в оптимальном для обработки порядке. CAMWorks дает возможность сортировки экземпляров детали для оптимизации порядка их обработки.

- Под пунктом **Установ1 (Setup1)** в дереве щелкните по символу "+" рядом с любым элементом.

Порядок следования экземпляров детали для каждого элемента определяет порядок обработки этого элемента. Для всех элементов детали идут в том же

порядке, в каком они идут в файле сборки. Порядок можно изменить глобально для всех элементов или только для некоторых.

2.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер деталей (Part manager)** в дереве и выберите пункт **Выбрать детали (Manage Parts)**.
3. В окне **Выбрать детали (Manage Parts)** нажмите кнопку **Переупорядочить (Sort Instances)**.

В окне **Порядок деталей (Sort Instances)** отобразятся параметры ручной или автоматической сортировки экземпляров детали для элементов.

- Вариант **По Менеджеру деталей (Part Manager Instances)** автоматически сортирует экземпляры для всех элементов установка в заданном пользователем порядке, показанном в дереве под пунктом **Менеджер деталей (Part manager)**. Для сортировки с применением этой опции распахните списки **Менеджер деталей (Part manager)** и **Экземпляры (Instances)** и расположите экземпляры в нужном порядке перетаскиванием.
- Вариант **По схеме (Grid pattern)** автоматически сортирует экземпляры деталей для всех элементов в установке, основываясь на начальном угле сетки, ее направлении и порядке обхода.
- Вариант **По элементам (Feature instances)** позволяет вручную сортировать экземпляры детали, относящиеся к каждому элементу в **Установе (Setup)** в нижней части Древа Элементов. Для этого распахните нужный элемент в установке, затем перетаскиванием расположите экземпляры в нужном порядке.



### **Полезные советы**

Вы можете применить один из методов автоматической сортировки, затем включить вариант **По элементам (Feature instances)** и внести ручную изменения для отдельных элементов.

4. Выберите вариант **По схеме (Grid pattern)**.  
Данный вариант меняет порядок следования экземпляров детали для каждого элемента в установке.
5. Установите следующие значения параметров сетки и нажмите кнопку **ОК**:
  - **Начать в углу (Start corner)** = **Низ слева (Bottom left)**.
  - **Направление (Processing direction)** = **Горизонтально (Horizontal)**.
  - **Схема (Process order)** = **Зигзаг (Zigzag)**.
6. Закройте окно **Выбрать детали (Manage parts)** кнопкой **ОК**.
7. Щелкните по символу "+" рядом с элементом в установке и щелкните по каждому экземпляру детали для просмотра порядка обработки в графической области.

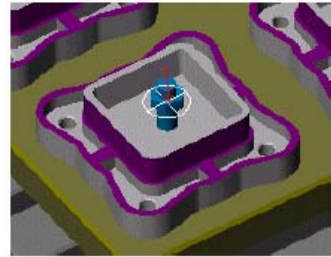


8. Попробуйте перетаскивать экземпляры детали, относящиеся к одному элементу, и обратите внимание, что при этом порядок не меняется.

Для изменения порядка для отдельного элемента вручную следует открыть окно **Переупорядочить (Sort Instances)** и выбрать пункт **По элементам (Feature instances)**, после чего можно будет перетаскивать экземпляры детали, относящиеся к одному элементу. В данном уроке достаточно использовать сортировку по сетке.

## Создание операций

1. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit Definition)**.



Отобразится окно параметров установка.

2. На закладке **НТ (Нулевая Точка – Origin)** в качестве положения начала координат для всех деталей выберите значение **Верх середина (Top center)**, затем нажмите кнопку **ОК**.

Начало координат окажется в центре верхней части первичной детали.

3. Нажмите на панели инструментов CAMWorks кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** или щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер обработки (NC manager)** и выберите пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

Все операции обрабатываемого установка находятся в Дереве Операций CAMWorks.

## Выбор положения нуля программы

Траектории могут строиться относительно начала координат **Установки (Part Setup)** или относительно абсолютного нуля станка (global Setup). В рассматриваемом примере используется система координат установка. Начало координат установка задает только положение нулевой точки, но не направления осей X,Y,Z. Направление осей задается при помощи системы координат станка (Fixture Coordinate System). При обработке нескольких экземпляров одной детали, точка начала координат определяется относительно первичной детали и является точкой отсчета для всех остальных экземпляров этой же детали.

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ1 (Setup1)** и выберите **Определение (Edit Definition)**.

Отобразится окно параметров установка.

2. На закладке **НТ (Origin)** проверьте, что значение параметра **Ноль вывода (Output origin)** равно **Ноль установка (Part Setup Origin)**.



Когда выбран вариант **Ноль станка (Setup Origin)**, можно изменить местоположение начала координат установка различными способами.

3. Перейдите на закладку **Смещение (Offset)**.

Порядок следования деталей на этой закладке влияет только на присвоение номера системы координат, но не на порядок обработки.

4. В разделе **Сортировка (Sort by)** выберите пункт **По сетке (Grid pattern)**.

Когда выбран этот способ, детали сортируются по сетке. При этом детали в таблице автоматически сортируются в соответствии с текущими значениями параметров **Начать (Start corner)**, **Направление (Direction)** и **Схема (Pattern)**.

5. Установите те же значения параметров сетки, что ранее использовались при сортировке экземпляров детали в нужном порядке обработки:

- **Начать (Start corner) = Низ слева (Bottom left)** (указывает, какой детали, в зависимости от положения сетки, будет присвоено начальное значение номера системы координат (**Start Value**)).
- **Направление (Direction) = Горизонтально (horizontal)** (определяет, какой детали будет присвоен следующий номер).
- **Схема (Pattern) = Зигзаг (Zigzag)** (дает порядок назначения номеров).

6. Обратите внимание, что порядок следования деталей в таблице изменился.

Вы можете программно задать номера систем координат и присвоить их каждой детали.

7. Установите значение параметра **Системы координат программы (Work coordinate offset)** в **G-коды (Work coordinate)**. Это включит вывод в УП управляющих кодов G54, G55 и т.д.

8. Установите значение параметра **Начать с (Start value)** равным 54 и параметра **Приращение (Increment)** равным 1.

Для параметра **Начать с (Start value)** задайте лишь числовое значение номера, без префикса управляющего кода.

9. Нажмите кнопку **Задать (Assign)**. Числа в столбцах **Смещение (Offset)** и **Дополнительно (Sub)** таблицы обновятся.

10. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна задания параметров установка.

При появлении предупреждения нажмите кнопку **Нет (No)**.




### **Полезные советы**

Изменение порядка обработки не меняет автоматически присвоенные значения номеров систем координат. Если вы ходите, чтобы порядок номеров соответствовал порядку обработки, нужно отсортировать детали и заново присвоить им номера на закладке **Смещение (Offset)**.

## Задание прижимов и оснастки

Прижимы и оснастка добавляются на закладке **Оснастка (Fixtures)** в окне параметров установка. Можно указать прижимы, боты и так далее с тем, чтобы траектории инструмента обходили указанные детали, а также указать, какие прижимы и оснастка должны отображаться при имитации обработки. Расчет автоматического обхода оснастки применяется только для 2-осевой черновой и контурной обработки.

1.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ1 (Setup1)** и выберите **Определение (Edit Definition)**.
2. Перейдите на закладку **Оснастка (Fixtures)**.
3. В графической области укажите болт, закрепляющий первичную деталь.
4. Укажите подкладную пластину и стол станка.

Названия деталей появятся в списке оснастки, а детали будут отображаться при имитации обработки.

5. Выделите в списке болт и нажмите кнопку **Все экземпляры (Add All Instances)**.

Все болты в сборке добавятся в список и будут отображаться при имитации.

6. Установите флажок **Обходить (Avoid)** для первого болта, закрепляющего первичную деталь.

Флажок **Обходить (Avoid)** следует устанавливать только для болтов, прижимов и пр., которые соприкасаются с первичной деталью. Для всех остальных экземпляров детали CAMWorks автоматически создает зоны обхода на основании зон обхода первичной детали.

7. Проверьте, что флажки **Обходить (Avoid)** не установлены для подкладной пластины и рабочего стола.

Хотя приспособления являются объемными деталями SolidWorks, CAMWorks рассматривает в качестве островов для обхода оснастки при 2-координатной черновой и чистовой обработке только силуэт детали или описанный вокруг нее прямоугольник со сторонами, параллельными осям ХУ. Поэтому такие детали, как тиски, стол станка, поворотные приспособления, чьи контуры превышают размеры детали, нельзя указывать в качестве зон обхода, иначе траектория вообще не будет создана.

8. Установите значение параметра **Обходить контур (Avoid area type)** равным **Силуэт (Exact)**.





При выборе этого значения CAMWorks обходит реальный силуэт детали. Значение **Габарит (Simplified)** создает зону обхода в виде описанного вокруг детали прямоугольника.

9. Нажмите кнопку **ОК** для закрытия окна.

При появлении предупреждения нажмите кнопку **Нет (No)**.

## Создание траекторий

После создания траекторий вы можете выполнить сортировку операций в логической последовательности обработки и выполнить визуализация процесса снятия материала.

1.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ1 (Setup1)** в дереве и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
2.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ1 (Setup1)** в дереве и выберите пункт **Сортировка операций (Sort Operations)**.
3. На закладке **Процесс (Process)** снимите флажок **Поэлементная обработка (Process complete feature)**.
4. На закладке **Сортировка (Sort)** перетащите операции так, чтобы операция **Черновая (Rough mill)** была в начале списка, а за ней шли **Контурная (Contour mill)**, **Центрование (Center drill)** и **Сверление (Drill)**.
5. Нажмите кнопку **Применить (Apply)**, затем кнопку **ОК**.  
Операции **Установка1** отсортированы в порядке, заданном в окне **Сортировка (Sort)**.
6. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Установ1 (Setup1)** и выберите в меню пункт **Имитация обработки (Simulate toolpath)**.
7. При желании кнопками во втором ряду панели инструментов имитации измените параметры отображения заготовки, инструмента, оправки и оснастки (закраска, каркасное, прозрачное, не отображать).
8.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** на панели инструментов имитации.
9.  По окончании имитации нажмите кнопку **X** для выхода из режима имитации.

## Работа со сборками, урок 2

В этом уроке:

### Обработка нескольких установов в режиме сборки

CAMWorks поддерживает операции поворота вокруг 4-й и 5-й координатных осей (позиционирование) при фрезеровании. Углы поворота относительно 4-й и 5-й осей задаются пользователем или рассчитываются автоматически.


Программирование обработки деталей, требующих фрезерования с нескольких установов, возможно и в режиме сборки.

Данный урок показывает, как в режиме сборки создать УП для детали, закрепленной на поворотном столе.

1. Откройте файл **MILLASM\_2.SLDASM**, находящийся в папке *\Examples\Assembly*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Assembly*).

2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.

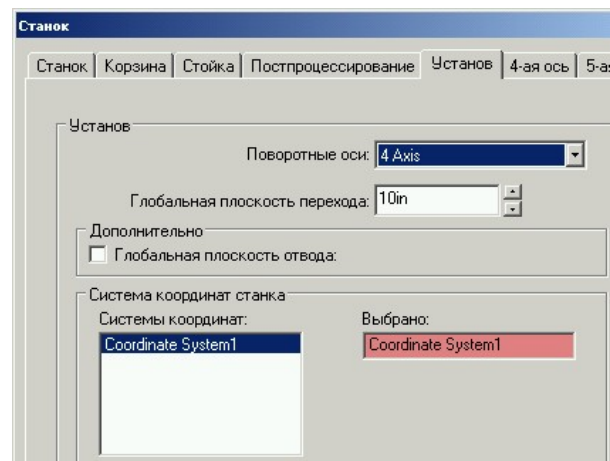
Задайте параметры станка, систему координат станка и направление оси, для которых будет рассчитываться угол поворота вокруг 4-й оси станка:

3.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in (Фрезерный - дюймы)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
4. На закладке **Станок (Machine)** активным должен быть станок **Example Mill-in**.
5. На закладке **Корзина (Tool Crib)** активным должен быть набор **Crib1**.
6. На закладке **Стойка (Controller)** активной должна быть стойка **FANTUTM**.
7. Перейдите на закладку **Установ (Setup)**.
8. В списке **Поворотные оси (Indexing)** выберите значение **4 оси (4 Axis)**.

Данный параметр указывает CAMWorks допустимые направления обработки для выбранного станка.

9. Выберите пункт **Coordinate System1** в списке **Системы координат станка (Fixture coordinate system)**.

Это определит положение «абсолютного нуля» станка. Хотя можно вывести УП с использованием данной системы координат, предполагается ее использование для справок. Одновременно будут выбраны положительные направления осей X, Y и Z, которые будут использоваться для задания всех перемещений инструмента на



данном станке. Система координат станка выбирается из числа систем координат, созданных SolidWorks (см. документацию по SolidWorks).

10. Перейдите на закладку **4-ая ось (4<sup>th</sup> Axis)**.

Для вычисления угла поворота необходимо задать ось. Ось можно задать, указав цилиндрическую грань или объект SolidWorks типа «ось».


11. Щелкните в поле **Ось (Axis entity)** и выберите ось в графической области.

12. Щелкните в поле **Начальная ориентация (0 degree face/plane)** и укажите грань модели, лежащую перпендикулярно исходному положению оси шпинделя станка.


Она задает положение угла поворота в 0° относительно выбранной оси поворота.


13. Нажмите кнопку **ОК**.

Выберите детали:



1.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер деталей (Part manager)** и выберите пункт **Выбрать детали (Manage Parts)**.
2. Выберите одну из деталей в окне графического редактора. Выбранная деталь будет **первичной (Seed Part)**.
3. Выделите деталь в списке **Обработать (Selected Parts)** и нажмите кнопку **Все экземпляры (Add All Instances)**. Остальные экземпляры этой детали будут добавлены в список.
4. Нажмите кнопку **ОК**.

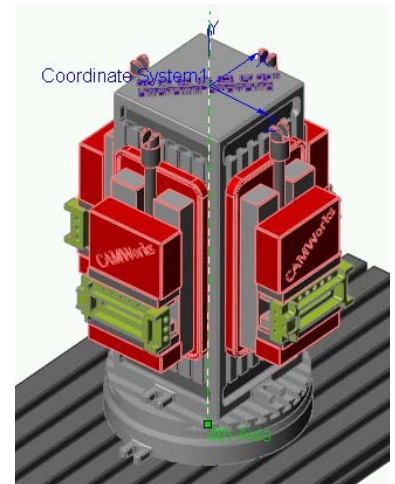
 Наименование детали отображается в **Менеджере Деталей CAMWorks**.

 Менеджер **Элементов**, создаваемый для каждой детали, применяется для определения установов и обрабатываемых элементов первичной детали.

 Для каждой уникальной детали все ее экземпляры перечислены под пунктом **Экземпляры (Instances)**. Можно переставлять экземпляры в дереве и удалять их.

Задайте заготовку и выполните распознавание обрабатываемых элементов:

1.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
2. Введите для -Z значение 0.10 дюйма и нажмите кнопку **Применить ко всем (Apply Current Stock Definition to All Parts)**.
3. Нажмите кнопку **ОК**.
4.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract machinable features)**.







По завершении работы функции автоматического распознавания элементов в **Менеджере элементов (Feature manager)** появятся все установы детали и обрабатываемые элементы, которые теоретически могут существовать, невзирая на наладку станка.

В нижней части дерева функция автоматического распознавания элементов также создаст установы для 4-х деталей, расположенных на колонне. В каждом установе приведены все элементы, которые можно получить при данном направлении обработки.

Создайте операции:

1.  Распахните **Менеджер элементов (Feature Manager)**, затем щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **НТ (Origin)** выберите пункт **Верх середина (Top center)** для задания положения начала координат данного установка и нажмите **ОК**.
3. Повторите шаги 1 и 2 для установов 2 и 3.
4.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов CAMWorks.

Созданные операции перечислены в Дереве Операций по установам. Обратите внимание, что операции помечены черными или синими метками **связи (link)**. При обработке одного элемента на разных экземплярах одной детали в режиме сборки CAMWorks автоматически связывает между собой родственные операции, так что элемент обрабатывается единым образом на всех экземплярах детали. Первая связанная операция называется **родительской (parent)** и имеет синюю метку.

5. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Черновая1 (Rough mill1)** и выберите пункт **Освободить операции (Unlink Operation)**.



Окно **Освободить операции (Unlink Operation)** покажет три операции, связанные с данной родительской. Это операции обработки того же элемента на других экземплярах детали. Можно разорвать связь с одной или сразу несколькими операциями.

6. Нажмите кнопку **Отмена (Cancel)**.

Можно выбрать операцию в дереве и разорвать ее связь с родительской.


7. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Черновая7 (Rough mill7)** и выберите команду **Освободить операции (Unlink Operation)**.






В списке **Выбрать из (Selected)** стоит родительская операция.

8. Нажмите кнопку **Отмена (Cancel)**.

Задайте положение начала координат программы, прижимы и оснастку:

1.  Щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Операций по **Установу1 (Setup1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
2. На закладке **НТ (Origin)** проверьте, что значение параметра **Ноль вывода (Output origin)** равно **Ноль установка (Part setup origin)**.  
Это означает, что ноль программы будет задан относительно нуля текущего установа, а не глобального нуля станка.
3. Перейдите на закладку **Оснастка (Fixtures)**.
4. В графической области укажите колонну, поворотный стол, стол станка и тиски, в которых закреплена первичная деталь.
5. Выделите тиски в списке **Оснастка (Fixtures)** и нажмите кнопку **Все экземпляры (Add All Instances)**.
6. Не устанавливайте флажки **Обходить (Avoid)**.  
Хотя приспособления являются объемными деталями SolidWorks, CAMWorks использует для обхода оснастки при 2-координатной черновой и чистовой обработке только силуэт или прямоугольник, описанный вокруг детали параллельно осям XY. Поэтому такие детали, как тиски, стол станка, поворотные приспособления, чьи контуры превышают размеры детали, нельзя указывать в качестве зон обхода, иначе траектория не будет создана.
7. Установите значение параметра **Обходить контур (Avoid area type)** равным **Точно (Exact)**, затем нажмите кнопку **ОК**.  
При появлении предупреждения нажмите кнопку **Нет (No)**.
8. Измените значение параметра **Ноль вывода (Output origin)** на **Ноль установка (Part setup origin)** для остальных установов (см. шаги 1 и 2).  
Обратите внимание, что приспособления, указанные в **Установе1** при имитации обработки будут отображаться во всех установах. При появлении запросов при выходе из окна параметров установа нажимайте **Нет (No)**.

Выполните расчет траекторий инструмента и имитацию обработки:

1.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**. CAMWorks создаст траектории для всех операций.
2. Щелкните правой кнопкой мыши в дереве по пункту **Станок (Machine)** и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate toolpath)**.
3. При желании кнопками во втором ряду панели имитации измените параметры отображения заготовки, инструмента, оправки и оснастки.
4.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** на панели инструментов имитации.
5.  По окончании имитации нажмите кнопку **X**.

## Работа со сборками, урок 3

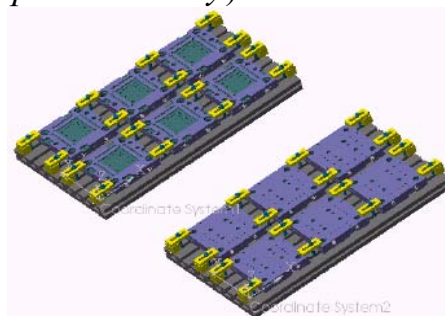
В этом уроке:


### Обработка одной детали с использованием нескольких станков

При работе со сборкой одну деталь можно обработать, используя несколько станков. В данном уроке мы зададим станок, чтобы обработать детали на дальнем столе, затем скопируем станок и создадим обработку деталей на ближнем столе.


1. Откройте файл **MILLASM\_3.SLDASM**, находящийся в папке *\Examples\Assembly*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Assembly*).

Детали в сборке установлены на двух столах, чтобы обработать их с помощью двух станков.



2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.

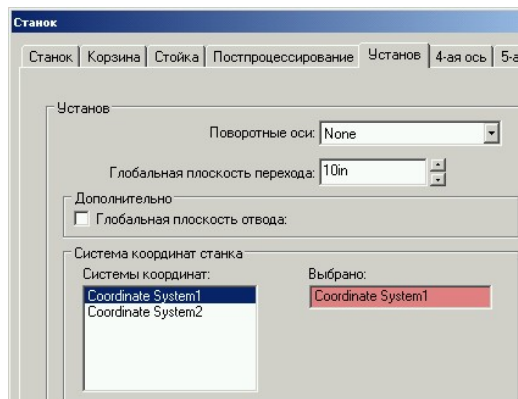
Задайте параметры первого станка, чтобы обработать детали на заднем столе:

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

На закладке **Станок (Machine)** активным является станок **Example Mill-in**.


4. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)** и проверьте, что выбран набор инструментов **Crib 1**.
5. Перейдите на закладку **Стойка (Controller)** и проверьте, что выбрана стойка **FANTUTM**.
6. Перейдите на закладку **Установ (Setup)**.
7. Выберите значение **Нет (None)** для настройки **Поворотные оси (Indexing)**.
8. Выберите пункт **Coordinate System1** в списке **Система координат станка (Fixture coordinate system)**, затем нажмите кнопку **ОК**.

Будет определено положение «абсолютного нуля» станка. Хотя УП может базироваться на нуле станка, предполагается использование этой точки для справок.



Одновременно определяются положительные направления осей X, Y и Z, которые будут использоваться для задания всех перемещений инструмента на данном станке. Система координат станка задается на основе системы

координат SolidWorks. Для дополнительной информации по созданию системы координат SolidWorks смотрите документацию по SolidWorks.

9.  Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер деталей (Part Manager)** и выберите в контекстном меню команду **Выбрать детали (Manage Parts)**.

10. Укажите шесть деталей на левом дальнем столе в том порядке, в котором вы хотите их обработать.

Первая деталь, которую вы выбрали, будет определена как **первичная**.

11. Нажмите кнопку **ОК**.

12.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите пункт **Определение (Manage Stocks)**.


Отобразится окно **Заготовка (Manage Stocks)**. Оно позволяет редактировать существующие заготовки или создавать новые для единичных деталей и общие заготовки для групп деталей.

13. Измените значение параметра "+Y" на 0.10 дюйма, затем нажмите кнопку **Использовать для всех (Apply to all)**.



Изменение будет применено к заготовкам всех экземпляров детали.

14. Нажмите кнопку **ОК**.

15.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract machinable features)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в Дереве Элементов и выберите пункт **Распознать элементы (Extract machinable features)**.

Функция автоматического распознавания элементов создает установовы, которые определяют направления обработки, действительные для выбранного станка. Для 3-координатного станка будет создан один установ.

Под пунктом **Установ1 (Setup1)** внизу дерева перечислены все элементы, которые могут обрабатываться при заданном направлении оси Z.

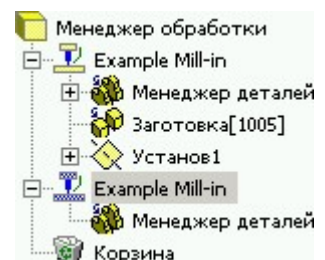
16. Разверните список **Элементы (Feature Manager)**. Если для **Фрезерного Установа1 (Mill Part Setup1)** стрелка направления обработки направлена вниз, дважды щелкните по нему, на закладке **Оси (Axes)** нажмите кнопку **Сменить направление (Reverse Direction)** и нажмите кнопку **ОК**.


Задайте параметры второго станка, чтобы обработать детали на переднем столе:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Example Mill-in** и выберите команду **Копия станка (Copy Machine)**.

Второй станок появляется внизу Деревя Элементов.

2. Щелкните правой кнопкой мыши по новому пункту **Станок (Machine)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.

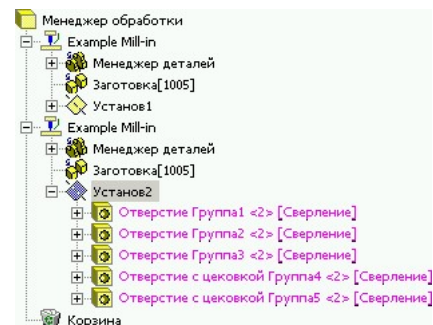


3. Перейдите на закладку **Установ (Setup)** и выберите значение **Нет (None)** для параметра **Поворотные оси (Indexing)**.
4. Выберите пункт **Coordinate System2** в списке **Система координат станка (Fixture coordinate system)**, затем нажмите кнопку **OK**.
5.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер деталей (Part Manager)** под новым станком и выберите команду **Выбрать детали (Manage Parts)**.
6. Укажите шесть деталей на ближнем столе в том порядке, в котором вы хотите их обработать.


Первая деталь, которую вы выбрали, будет определена как **первичная**.

7. Нажмите кнопку **OK**.

Обратите внимание, что в Дереве Элементов перечислены все обрабатываемые элементы деталей на переднем столе. Если функция **AFR (Автоматическое распознавание элементов)** уже использовалась, доступны все элементы всех деталей на всех сторонах. Когда вы выбираете детали в **Менеджере деталей (Parts Manager)**, CAMWorks автоматически отображает элементы.



Создайте операции и траектории инструментов для всех деталей:

1.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** вверху дерева и выберите пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

Операции в Дереве Операций распределены между **Установами1 и 2 (Setup1 и 2)**.

2. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ1 (Setup1)** в дереве и выберите пункт **Определение (Edit Definition)** в контекстном меню.
3. В окне параметров установа перейдите на закладку **Оснастка (Fixtures)**.
4. В графической области укажите четыре прижима, закрепляющих первичную деталь на столе станка.

Названия деталей отобразятся в списке оснастки.

5. Установите флажок **Обходить (Avoid)** для всех прижимов.

Флажок **Обходить (Avoid)** следует устанавливать только для прижимов, болтов и так далее, соприкасающихся с первичной деталью. Для всех остальных экземпляров детали CAMWorks автоматически создает зоны обхода на основании зон обхода первичной детали.

6. В графической области укажите остальные прижимы и задний стол.
7. Проверьте, что флажок **Обходить (Avoid)** у рабочего стола *не* установлен.



Хотя приспособления являются объемными деталями SolidWorks, CAMWorks использует для обхода оснастки при 2-координатной черновой и чистовой обработке только силуэт или прямоугольник, описанный вокруг детали параллельно осям XY. Поэтому такие детали, как тиски, стол станка, поворотные приспособления, чьи контуры превышают размеры детали, нельзя указывать в качестве зон обхода, иначе траектория не будет создана.


8. Установите параметр **Обходить контур (Avoid area type) Точно (Exact)**.

При выборе этого значения CAMWorks обходит точный силуэт детали. Значение **Габарит (Simplified)** создает зону обхода в виде описанного вокруг детали прямоугольника.

9. Нажмите кнопку **ОК**.





Если появится запрос, нажмите **Нет (No)**.

10. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Установ2 (Setup2)** и повторите описанную процедуру, чтобы указать стол и прижимы для второго станка.

11.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер Обработки (NC Manager)** в дереве и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

CAMWorks создаст траектории движения инструментов для всех операций.

Выполните имитацию процесса обработки и постпроцессирование:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по **Установу1 (Setup1)** и выберите в контекстном меню пункт **Имитация обработки (Simulate toolpath)**.
2. При желании измените параметры отображения заготовки, инструмента, оправки и оснастки (закрашенное, каркасное, прозрачное, не отображать).
3.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** на панели инструментов имитации обработки.
4.  Когда вы закончите, нажмите кнопку **X** для выхода из режима имитации.
5. Щелкните правой кнопкой мыши по **Установу2 (Setup2)** и выберите в контекстном меню пункт **Имитация обработки (Simulate toolpath)**.
6.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.
7.  Когда вы закончите, нажмите кнопку **X** для выхода из режима имитации.
8. Щелкните правой кнопкой мыши по первому станку в дереве и выберите пункт **Постпроцессор (Post Process)**.
9. В окне **Выходной файл (Post Output File)** наберите имя файла программы **Rear Machine** (дальний станок) и нажмите кнопку **Сохранить (Save)**.
10. Нажмите кнопку **Пуск (Run)** в окне **Постпроцессирование (Post Process Output)**.

CAMWorks создаст управляющую программу для обработки деталей на дальнем столе.

11. Когда создание УП закончится, нажмите кнопку **ОК**.
12. Щелкните правой кнопкой мыши по второму станку в дереве и выберите в контекстном меню пункт **Постпроцессор (Post Process)**.
13. В окне **Выходной файл (Post Output File)** наберите **Front Machine** (ближний станок) и нажмите кнопку **Сохранить (Save)**.
14. Нажмите кнопку **Пуск (Run)** в окне **Постпроцессирование (Post Process Output)**.

CAMWorks создаст управляющую программу для обработки деталей на переднем столе.

15. Когда создание УП закончится, нажмите кнопку **ОК**.



## Работа со сборками, урок 4

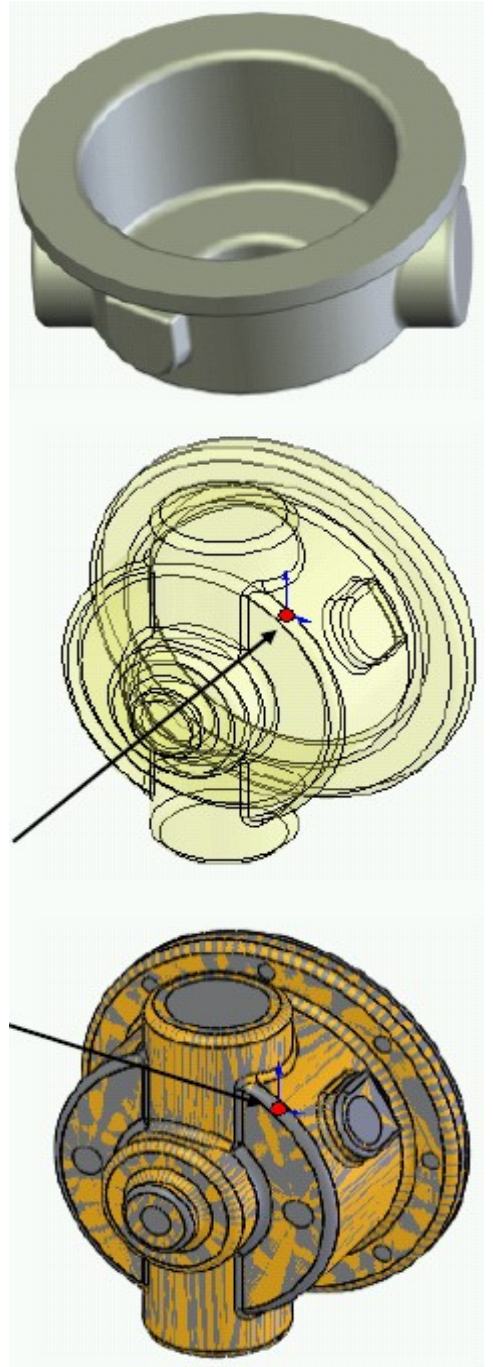
В этом уроке:

### Имитация отливок

SAMWorks поддерживает заготовки произвольной формы, такие, как отливки. Для указания такой заготовки при работе в режиме сборки ее можно выбрать в графической области или Дереве сборки SolidWorks. В качестве заготовки можно выбрать любую деталь, в том числе и обрабатываемую.


Создайте сборку SolidWorks:

1. Создайте новый файл сборки с единицами измерения дюймы.
2. Если Менеджер свойств команды **Вставить компонент** не активен, выберите команды SolidWorks **Вставка, Компонент, Из файла**.
3.  В области Менеджера свойств команды нажмите кнопку **Оставить**.
4. Нажмите кнопку **Обзор** и откройте файл **MILL2AX\_14 As-Cast.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки SAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorks\XXXX\Examples\Mill*).
5. В графической области поместите деталь в начальную точку сборки и щелкните левой кнопкой мыши.
6. Нажмите кнопку **Обзор** и откройте файл **MILL2AX\_14 Machined.SLDPRT**.
7. В графической области поместите деталь в начальную точку сборки и щелкните левой кнопкой мыши.
8.  В области Менеджера свойств команды нажмите кнопку **ОК**.



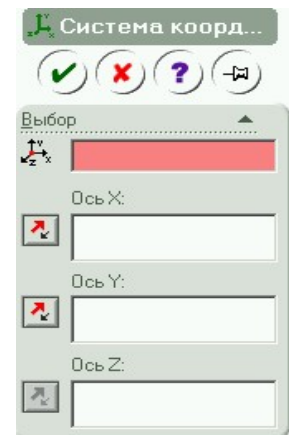
9. Сориентируйте сборку примерно так, как на нашем рисунке.



10.  Перейдите на закладку Дерева конструирования SolidWorks.
11. Щелкните правой кнопкой мыши по детали **Mill2AX\_14 As-Cast** и выберите в контекстном меню команду **Скрыть**.
12. Выберите команду SolidWorks для создания системы координат.

Вам необходимо создать систему координат SolidWorks, которая будет использоваться для задания системы координат оснастки в CAMWorks.

Появится окно свойств системы координат.

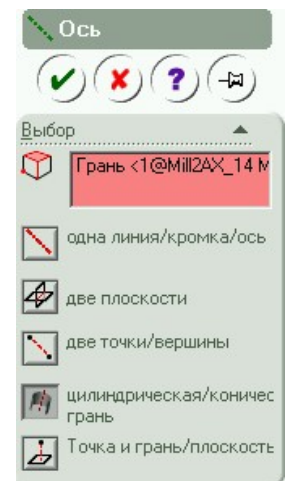
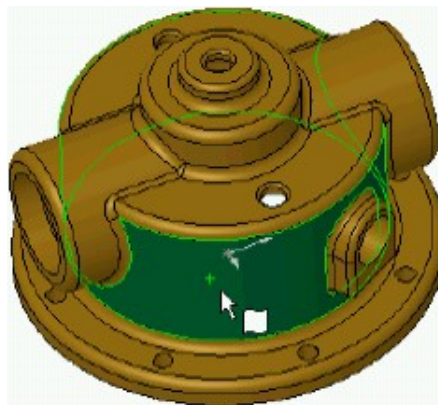


13. Если ничего не выбрано, система координат совпадает с системой координат сборки. Это нас устраивает, поэтому оставьте все поля пустыми и нажмите кнопку **ОК**.

Теперь надо создать 4-ую и 5-ую поворотные оси станка.

14. Выделите цилиндрическую грань, показанную на рисунке.
15. Выберите команду создания оси SolidWorks.

В окне свойств оси будет выбрана нужная настройка и указана выбранная грань.



16. Нажмите **ОК**.

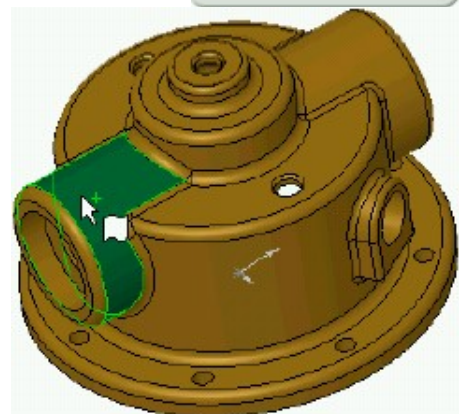
Первая ось создана.

17. Выделите другую грань, показанную на рисунке.
18. Выберите команду создания оси SolidWorks.

В окне свойств оси будет выбрана нужная настройка и указана выбранная ранее грань.

19. Нажмите **ОК**.

Вторая ось создана.





20. Щелкните по пункту **Вид** в меню SolidWorks и выберите команду **Оси**.

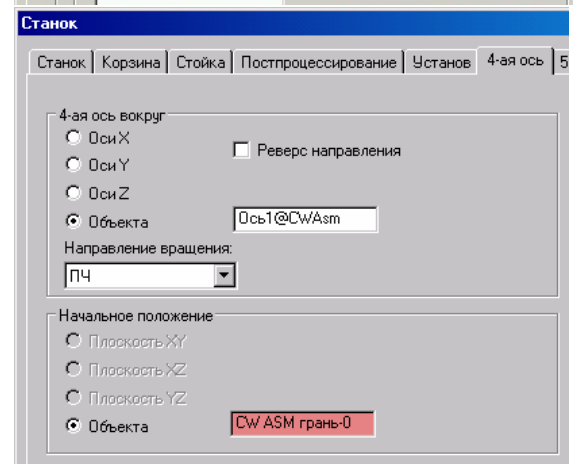
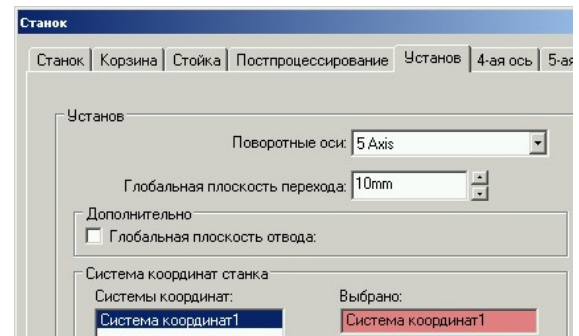
Выбор этой команды включает отображение осей, которые вы только что создали, поэтому они могут быть выбраны как поворотные оси станка.

21. Удлините изображения осей для упрощения их выбора.

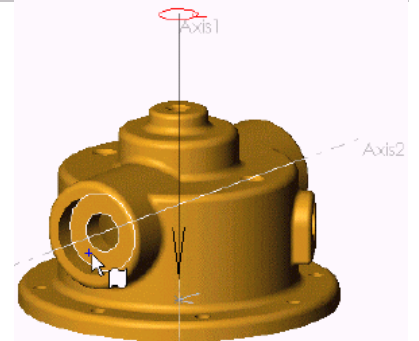


В CAMWorks задайте станок, систему координат и оси:

1.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
2.  Щелкните по пункту **Example Mill-in** (Фрезерный – дюймы) и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
3. В окне **Станок (Machine)** перейдите на закладку **Установ (Setup)**.
4. Установите настройку **Поворотные оси (Indexing)** в **5 осей (5 Axis)**.
5. Выберите значение **Система координат1** в поле **Система координат станка (Fixture Coordinate System)**.
6. Перейдите на закладку **4-ая ось (4th Axis)**.
7. Выделите поле ввода **Ось (Axis entity)** и укажите элемент **Ось1** в графической области или в Древе конструирования SolidWorks.



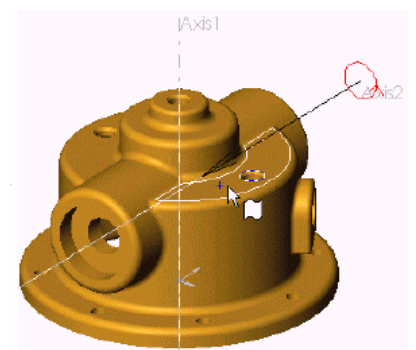
8. Выделите поле ввода **Начальная ориентация (0 degree face/plane)** и укажите грань детали, показанную на рисунке справа.



9. Перейдите на закладку **5-ая ось (5th Axis)**.
10. Выделите поле ввода **Ось (Axis entity)** и укажите элемент **Ось2** в графической области или в Древе конструирования SolidWorks.

Выделите поле ввода **Начальная ориентация (0 degree face/plane)** и укажите грань детали, показанную на рисунке справа.

11. Нажмите кнопку **ОК**.

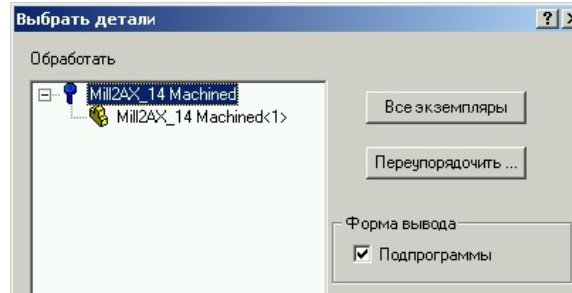




Выберите деталь и определите обрабатываемые элементы:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Менеджер деталей (Part Manager)** в Дереве Элементов и выберите команду **Выбрать детали (Manage Parts)**.

Откроется окно **Выбрать детали (Manage Parts)**.

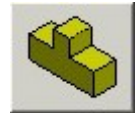


2. Выберите деталь **Mill2AX\_14 Machined** в графической области.  
В списке **Обработать (Selected Parts)** отобразится название детали.

3. Нажмите кнопку **ОК**.

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

5. Выберите тип заготовки **Деталь SolidWorks**.




6.  Перейдите к Дереву конструирования SolidWorks.

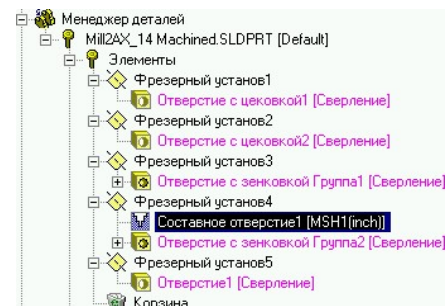
7. Выберите в Дереве деталь **Mill2AX\_14 As-Cast**.

8. Закройте окно кнопкой **ОК**.

9.  Перейдите к Дереву Элементов CAMWorks.

10.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks.


11. Раскройте пункт **Элементы (Feature Manager)** чтобы увидеть все установки и элементы, найденные функцией **AFR (Автоматическое распознавание элементов)**.



12. Щелкните по элементу **Составное отверстие (MS Hole)** под пунктом **Фрезерный установ4 (Mill Part Setup4)** и нажмите клавишу **Delete**.

Данный элемент выполнен при литье и не будет обрабатываться.

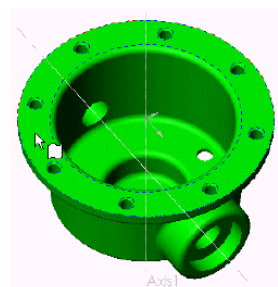
13. Нажмите кнопку **Да (Yes)** для подтверждения удаления.

14.  Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ4 (Mill Part Setup4)** и выберите пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis feature)**.

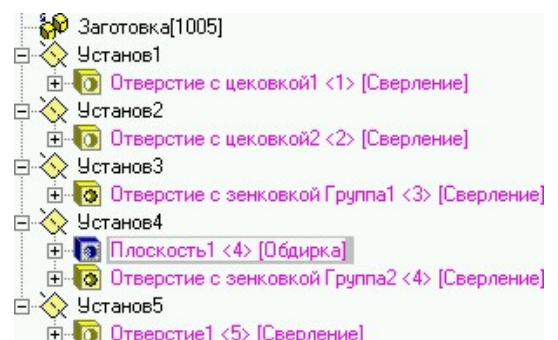
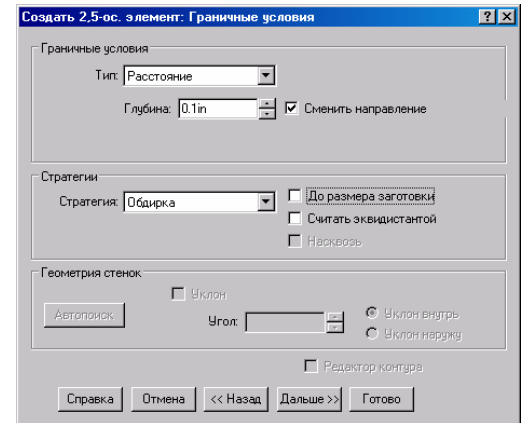
15. Измените значение параметра **Тип элемента (Feature type)** на **Плоскость (Face)**.

16. Поверните деталь так, чтобы вы видели ее нижнюю часть.





17. Укажите нижнюю грань детали (грань с круговым массивом отверстий).

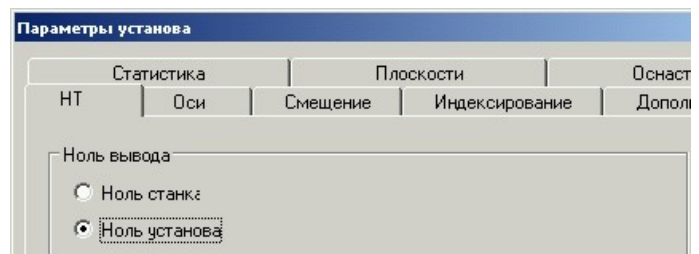


18. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.
19. Установите **Тип** граничного условия (**End Condition**) **Расстояние (Blind)**.
20. Введите значение параметра **Глубина (Depth)** 0,1 дюйма и включите настройку **Сменить направление (Reverse direction)**.
21. Оставьте в поле **Параметры (Attribute)** значение **Обдирка (Coarse)**.
22. Отключите настройку **До размера заготовки (Use workpiece extents)** чтобы обработать только саму грань.
23. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
24. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для выхода из окна мастера добавления элементов.
25. В нижней части Древа Элементов перетащите элемент **Плоскость (Face Feature)** в **Установе4 (Setup4)** таким образом, чтобы он оказался первым обрабатываемым элементом в этом установе.



Создайте операции и траектории инструментов, затем выполните имитацию обработки:

1.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
2.  Перейдите на закладку Древа конструирования SolidWorks.
3. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Mill2AX\_14 As-Cast** в дереве и выберите команду **Отобразить**.
4.  Перейдите к **Дереву Операций CAMWorks**.
5.  Щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Операций по пункту **Установ1 (Setup1)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
6. На закладке **НТ (Origin)** выберите **Ноль вывода (Output origin)** равным **Нулю установка (Part Setup Origin)** и нажмите кнопку **ОК**.

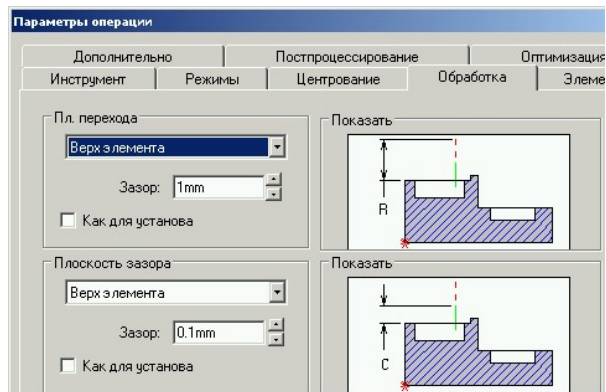


Может появиться сообщение: *Плоскость безопасности или перехода для некоторых операций выше чем для установка. Изменить параметры установка согласно данной операции? (The Rapid or Clearance Plane value for an operation is higher than the value defined for the Setup. Change the Setup definition to the highest operation value?)*.





7. Нажмите **Нет (No)**.
8. Таким же способом установите значение параметра **Ноль вывода (Output origin)** для остальных установов.
9. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Центрование (Center Drill)** в **Установе5 (Setup5)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.

10. В окне **Параметры обработки (Machining Parameters)** перейдите на закладку **Обработка (NC)**.

11. Для **Плоскости перехода (Rapid plane)** и **Плоскости зазора (Clearance plane)** выберите вариант **Верх элемента (Top of Feature)** и затем нажмите кнопку **ОК**.



По умолчанию плоскости перехода и зазора связаны с заготовкой. Однако, установка значения параметра **Верх заготовки (Top of Stock)** применяется только для установов, которые расположены параллельно системе координат детали. **Установ5 (Setup5)** расположен иначе, поэтому значение параметра **Верх заготовки (Top of Stock)** не обеспечит правильного задания положения плоскостей перехода и зазора для его операций.

12. Щелкните правой кнопкой мыши по операции **Сверление (Drill)** в **Установе5 (Setup5)** и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.
13. На закладке **Обработка (NC)** для параметров **Плоскость перехода (Rapid plane)** и **Плоскость зазора (Clearance plane)** выберите вариант **Верх элемента (Top of Feature)** и нажмите кнопку **ОК**.
14.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.
15.  Нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.
16.  Измените значение параметра отображение **Конечной детали (Target display)** на **Не показывать (No Display)**.
17.  Нажмите кнопку **Run (Пуск)**.

## Глава 4. Работа с TechDB

Автоматизация проектирования обработки в CAMWorks основана на использовании разработанной компанией TekSoft технологической базы данных TechDB™. Технологическая база данных поставляется с информацией, применимой к большинству случаев обработки. Для наиболее полного использования потенциала CAMWorks следует научиться редактировать данные в базе и пополнять их на основе вашего опыта, технологических возможностей предприятия и применяемых методов обработки. Внесенная информация используется CAMWorks для автоматизации работ и обеспечения качества создаваемых УП.

Даже без дополнительной настройки CAMWorks обеспечивает высокую эффективность работы. За исключением данных об инструменте и оборудовании, любой метод обработки, заданный в технологической базе данных, можно использовать в интерактивном режиме и модифицировать при необходимости.

TechDB используется для:

- задания параметров и выбора станков;
- задания параметров и выбора наборов инструментов;
- задания параметров и выбора инструментов и оправок;
- определения параметров обработки;
- определения режимов обработки.





# Технологическая база данных, урок 1

## В этом уроке:


### Добавление фрезерного станка и редактирование его параметров

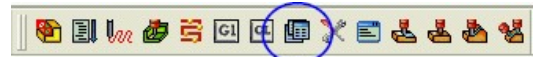
Один из первых шагов при работе с CAMWorks – выбор станка, на котором будет обрабатываться деталь. Параметры станка влияют на выбор методов обработки детали. В CAMWorks предусмотрена возможность создания базы имеющегося на вашем предприятии фрезерного оборудования.

При задании параметров станка в TechDB вы можете:

- Ввести параметры имеющихся на производстве станков с ЧПУ.
- Присвоить каждому станку наименование или порядковый номер.
- Назначить постпроцессор для каждого станка.
- Назначить набор инструментов для каждого станка.
- Указать класс мощности станка, что влияет на расчет режимов резания с использованием библиотеки режимов (MES Speed and Feed library).
- Задать пределы перемещений рабочих органов станка по осям X и Y.
- Указать число управляемых координат станка.

В настоящем уроке показано, как использовать форму **Параметры станка (Machine Parameters)** для добавления в базу данных новых станков.

1.  Откройте файл с любой деталью, подлежащей обработке, и нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели инструментов CAMWorks.

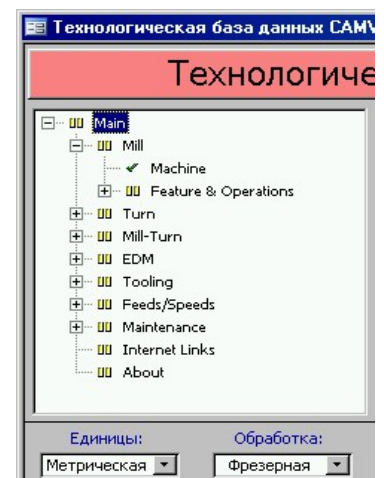


Запускается Microsoft Access и отображается главное меню TechDB.

Технологическая база данных основана на СУБД Access и содержит Дерево Навигации, кнопочное меню и формы ввода данных.

2. В этом уроке можно использовать систему **Единиц (Units)**, выбираемую под деревом навигации, **Дюймовая (Inches)** или **Метрическая (Metric)**.

Информация в базе данных хранится в двух разделах: дюймовом и метрическом. CAMWorks сам берет информацию из нужного раздела. При работе с TechDB нужно выбрать редактируемый раздел – метрический или дюймовый.



3. При необходимости распахните пункт **Mill (Фрезерование)** в Дереве Навигации, а затем щелкните по пункту **Machine (Станок)**,

или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование, Станок**.

Отобразится форма параметров станка с данными о первом станке в базе данных. Форма параметров станка разделена на три закладки: **Общие данные (General)**, **Спецификация (Specifications)** и **Суппорт (Turret)**.

**Название станка, № станка, Описание станка (Machine name, Machine ID, Machine description)**

Данные поля предназначены для общего описания станка. Название станка отображается в списке станков в CAMWorks. № станка есть порядковый номер или имя, которые можно присвоить станку. Описание станка выводится в CAMWorks вместе с названием. Содержимое этих полей не влияет на процесс создания УП.

**По умолчанию (Default machine)**

Какой-то один станок используется по умолчанию. Он выбирается автоматически при запуске CAMWorks. Обычно станком по умолчанию назначается наиболее часто используемый. Если вы разрабатываете УП для разных станков, в любой момент в CAMWorks можно выбрать нужный.

**Стойка (Controller)**

Данный параметр задает файл постпроцессора, который по умолчанию будет использоваться в CAMWorks при работе с этим станком.

**Класс мощности (Machine duty)**

Этот параметр определяет класс задач, выполняемых данным станком. Параметр влияет на выбор из базы данных частот вращения шпинделя и подач. В зависимости от данного параметра для разных материалов можно выбирать различные значения частот вращения шпинделя и подач. Это позволяет подстраивать режимы резания под возможности конкретного станка. Например, станок с мощностью привода шпинделя 20 л.с. может быть отнесен к группе тяжелых станков (**Heavy duty**), а станок с мощностью 10 л.с. – к группе средних или легких (**Medium** или **Light duty**).

На закладке **Спецификация (Specifications)** заданы эксплуатационные характеристики станка. Смысл большинства параметров очевиден из их названия (например, **Мощность (Horsepower)**, **Максимальные обороты (Max spindle speed)**,

**Максимальная подача (Max feed rate)**). Данные значения доступны постпроцессору.

Параметр **Индексирование (Indexing)** может быть равен **Нет (None)**, 4 или 5. Параметр задает число поворотных осей

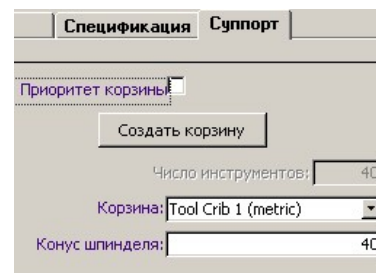
станка, а в режиме сборки определяет допустимые для обработки направления. Обрабатываемые элементы могут быть созданы для любого направления обработки. Если значение параметра **Нет (None)**, вы сможете использовать только одно направление оси Z станка. Если значение параметра равно **4** или **5**, число таких направлений не ограничено.

Параметр **Перемещения стола (Table travel)** задает максимально допустимые перемещения по осям X, Y и Z.

На закладке **Суппорт (Tooling)** указан набор инструментов для станка.

Список **Корзина (Tool crib)** позволяет выбрать корзину (набор) инструментов, используемую данным станком по умолчанию.

Настройка **Приоритет корзины (Tool crib priority)** заставляет SAMWorks изменять правила выбора инструмента, если в корзине есть определенный инструмент. Например, кобальтовая концевая фреза диаметром 20 мм, выбираемая обычно для обработки детали из данного материала, будет замещена 20 мм фрезой, имеющейся в корзине. Когда данная настройка включена, SAMWorks изменяет в Дереве Операций значок операций, использующих инструмент не из выбранной корзины.



Подробно применение корзин инструментов описано ниже в уроках 2 и 3.

4. Найдите группу кнопок **Запись (Record)** в нижнем левом углу окна и нажмите кнопку **Дальше (Next)**.



Кнопки группы **Запись (Record)** позволяют перемещаться по списку станков. Они присутствуют во всех формах базы данных. Вы можете переходить в начало или конец списка, а также перемещаться по нему по шагам. Общее число записей указывается возле кнопок. В нашем примере в базе данных есть информация о 6 фрезерных станках. При необходимости вы можете редактировать или удалять эти определения станков.

5. Нажмите кнопку **Новый (New)**.



Появится пустая запись, в которую можно внести сведения о новом станке.

6. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

После окончания ввода никаких дополнительных действия для сохранения данных не требуется. Информация автоматически сохраняется при нажатии на кнопку **Заккрыть (Close)**.

## Технологическая база данных, урок 2

### В этом уроке:


### **Добавление инструмента в библиотеку инструментов**

Кнопка **Инструменты (Tools Library)** в главном меню технологической базы данных обеспечивает доступ к ряду команд для добавления, удаления и редактирования инструмента, оправок, инструментальных сборок и корзин инструментов. CAMWorks поддерживает разные типы инструмента: сверла, метчики, концевые фрезы, фасонный инструмент и многие другие. Хотя технологическая база данных поставляется в комплекте с описаниями большого количества инструментов разных типов и размеров, в ней может не оказаться некоторых инструментов, применяемых на вашем предприятии. В идеале для наиболее полного использования возможностей CAMWorks рекомендуется отредактировать и пополнить базу данных инструмента для включения в нее инструментов, применяемых в вашей производственной практике.

Каждый инструмент описывается геометрическими и негеометрическими характеристиками. Некоторые из параметров инструмента используются CAMWorks непосредственно при расчете траекторий и режимов резания, а также при имитации обработки. Другие параметры предназначены для целей идентификации и управления инструментальным хозяйством.

При необходимости можно также описать оправки и связать их с инструментами, что облегчает ведение инструментального хозяйства и повышает полноту имитации и качество отладки УП.

В данном уроке рассказывается, как добавить в базу новый инструмент.

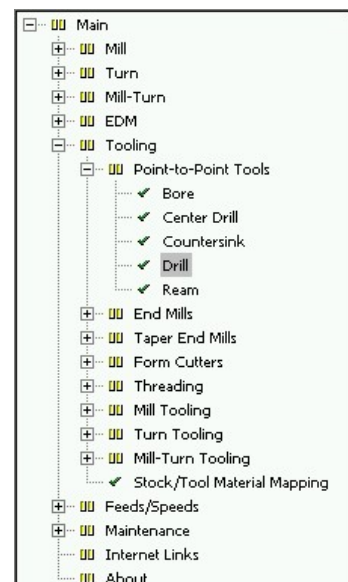
1.  Откройте файл с любой деталью, подлежащей фрезерной обработке, и нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели инструментов CAMWorks.

Запускается программа Microsoft Access и отображается главное меню TechDB.

2. В этом уроке можно использовать систему **Единиц (Units)**, выбираемую под деревом навигации, **Дюймовая (Inches)** или **Метрическая (Metric)**.

Информация в базе данных хранится в двух разделах: дюймовом и метрическом. CAMWorks сам берет информацию из нужного раздела. При работе с TechDB нужно выбрать редактируемый раздел – метрический или дюймовый.

3. Распахните в Дереве пункт **Tooling (Инструмент)** и щелкните по пункту **Drill (Сверла)**, находящемуся в разделе **Point-to-Point Tools (Точечный инструмент)**





или

Нажмите последовательно кнопки **Инструмент**, **Точечный инструмент**, **Сверла**.

Откроется форма параметров сверл. В библиотеке инструментов содержатся стандартные размеры сверл. В уравнения подбора инструмента включены эти размеры, что позволяет SAMWorks автоматически выбирать сверло нужного диаметра при программировании обработки отверстий. Все занесенные в базу сверла изготовлены из сплава с кобальтом.

База инструментов - Сверла (метры)															
№	Исп	№ инстр.	Типоразмер	Диаметр (D1)	Диаметр державки	Вращение шпинделя	Режущая длина (L2)	Общая длина (L1)	Вылет (L3)	Рабочая длина (L4)	Число зубьев	Угол заточки	Длина заточки	Материал инструмента	Описание
14	<input checked="" type="checkbox"/>	DLS-0032	0	3,2	3,2	Right hand	35	70	56	35	2	118	0,96052	Cobalt	3.2MM JOBBER DRILL
15	<input checked="" type="checkbox"/>	DLS-0033	0	3,3	3,3	Right hand	40	70	56	40	2	118	0,99053	Cobalt	3.3MM JOBBER DRILL
16	<input checked="" type="checkbox"/>	DLS-0034	0	3,4	3,4	Right hand	40	74	52	40	2	118	1,02055	Cobalt	3.4MM JOBBER DRILL
17	<input checked="" type="checkbox"/>	DLS-0035	0	3,5	3,5	Right hand	45	74	50	45	2	118	1,05056	Cobalt	3.5MM JOBBER DRILL

Имена параметров выводятся над каждым столбцом. Значения большинства полей, относящихся к форме и размеру инструмента, очевидны. Предусмотрено три поля для пользовательских настроек.

Поле **Исп (ON)** позволяет указать, может ли SAMWorks использовать данный инструмент. Когда флажок в данном поле установлен, SAMWorks имеет возможность выбирать данный инструмент при создании операции. Например, если обычно применяемый инструмент временно недоступен, следует снять этот флажок, и SAMWorks не будет выбирать данный инструмент.

Поле **№ инстр. (Tool ID)** используется для идентификации инструмента. Например, в это поле можно ввести его инвентарный номер или номер заказа на инструмент.

Самое правое поле **Описание (Comment)** предназначено для ввода комментария, видимого при выборе инструментов в SAMWorks.

## Сортировка

Диаметр (D1) 



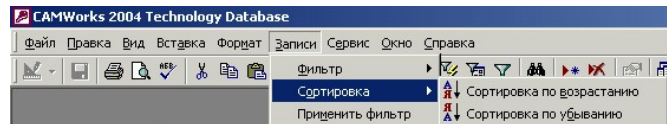
☒ Активные
 ☐ Неактивные

Под списком инструментов имеется область управления поиском и отображением инструмента. Здесь можно:

- Ввести диаметр инструмента и, щелкнув по кнопке **Поиск (Find)**, вывести на экран только инструменты указанного диаметра.
- Щелкнуть по кнопке **Показать все (Show All)** и отобразить весь список инструментов.
- При помощи переключателя **Активные (Active)** или **Неактивные (Inactive)** отображать только активные инструменты (у которых установлен флажок **Исп (ON)**) или только неактивные (у которых этот флажок снят).



1. Введите **5** в поле ввода **Диаметр (Enter diameter)** и нажмите кнопку **Поиск (Find)**. В списке останутся только инструменты диаметром 5 мм, а внизу окна будет показано их количество.
2. Нажмите кнопку **Показать все (Show All)** для возврата к полному списку. Вы также можете применить команду Access **Сортировка** для упорядочения записей по значению одного из полей:
3. Щелкните в любой ячейке таблицы столбце **Эфф. Длина (Eff. Cut length)**.
4. В меню Access последовательно выберите пункты **Записи, Сортировка и По убыванию (Sort Ascending)**.



Инструменты будут упорядочены по убыванию длины режущей части.

5. Нажмите кнопку **Показать все (Show All)** для возврата к исходному порядку расположения инструментов.

### Просмотр списка инструментов и добавление инструментов

В нижней части окна находятся элементы интерфейса, предназначенные для просмотра списка инструментов. Там же выводится общее число записей. На рисунке внизу видно, что в базе данных есть 224 сверла.

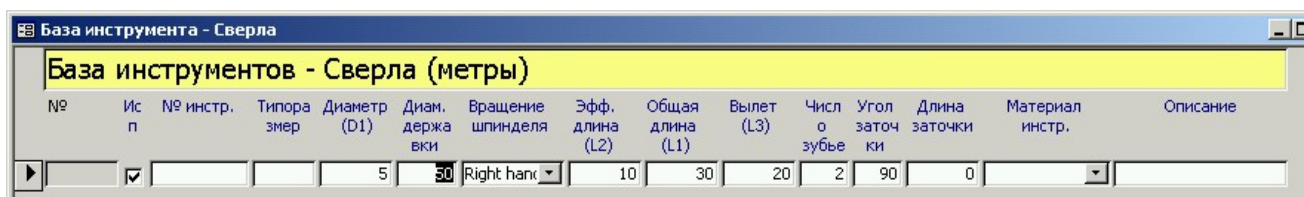
Кнопки **Запись (Record)** позволяют передвигаться по списку инструментов. Они присутствуют во всех окнах базы данных.

1. Нажмите кнопку **Новый (New)**.



Появится пустая запись, в которую можно внести сведения о новом сверле. Все списки в TechDB оканчиваются пустой записью.

Для перемещения по списку можно также использовать полосы прокрутки в правой части окна.



2. Если бы вы добавляли новый инструмент в базу, вам следовало бы водить соответствующие значения в поля таблицы.

**ВНИМАНИЕ!** Как только вы начали вводить данные в пустую запись, под ней появится новая пустая запись. Не ошибитесь, в какую строку вводить данные, так как теперь редактируемая запись уже не является последней.

3. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

После окончания ввода новых инструментов никаких дополнительных действия для сохранения данных не требуется. Информация сохраняется при нажатии на кнопку **Заккрыть (Close)**.


## Технологическая база данных, урок 3

### В этом уроке:

#### Использование корзин инструментов

После добавления всех необходимых инструментов в библиотеку инструментов следует создать наборы инструментов для каждого станка или создать один общий набор для всех станков. Такие наборы инструментов называются в CAMWorks корзинами инструментов. Корзина представляет собой подмножество всех инструментов и обычно содержит инструменты, совместно устанавливаемые магазин станка или используемые чаще всего. Корзина связывается с описанием станка, так что при выборе этого станка в CAMWorks инструменты из корзины будут использоваться при программировании обработки. Число инструментов в корзине и число самих корзин не ограничено.

В комплект поставки CAMWorks входят несколько учебных корзин, используемых совместно с прилагаемыми учебными файлами. Эти корзины можно редактировать или удалять при необходимости.

1.  Откройте файл с деталью, подлежащей обработке, и нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели инструментов CAMWorks.  
Запускается программа Access и отображается главное меню TechDB.
2. В этом уроке можно использовать систему **Единиц (Units)**, выбираемую под деревом навигации, **Дюймовая (Inches)** или **Метрическая (Metric)**.

Данные в базе хранятся в двух разделах: метрическом и дюймовом. CAMWorks сам берет данные из нужного раздела. При работе с TechDB нужно выбрать редактируемый раздел – метрический или дюймовый.

3. Выберите пункт **Tool crib (Корзины инструментов)**, находящийся под пунктом **Tools Library (Инструменты)** в Дереве Навигации или

Нажмите последовательно кнопки **Инструмент**, **Фрезерный инструмент**, **Корзины**.

Отобразится форма параметров корзин инструмента. В данном окне можно:

- Создавать новые корзины с неограниченным числом инструментов в каждой из них.
- Редактировать существующие корзины инструментов.
- Удалять корзины инструментов или отдельные инструменты из них.

Связывая корзину инструментов со станком вы определяете, что при обработке инструменты сначала будут подбираться в данной корзине.

№	Позиция	№ сборки	Тип инстр.	№ инстр.	Ключевой параметр	№ оправки
34	1	N.A.	Плоская	2	Cutting Dia: 0.5	4
35	2	N.A.	Плоская	8	Cutting Dia.: 1	4
36	3	N.A.	Плоская	14	Cutting Dia.: 2	3

В верхней части формы параметров корзин инструментов отображается **Название корзины (Tool crib name)** и максимальное **Число инструментов (Total stations)** в ней. В корзину нельзя добавить большее число инструментов. Например, имеется станок с магазином на 30 позиций и есть 20 дополнительных инструментов. Тогда вам следует создать корзину из 50 инструментов. При программировании обработки в CAMWorks инструменты выбираются из корзины. Число инструментов в корзине и число самих корзин в базе данных не ограничено.

Флажок **Использовать сборки (Define using Tool Assemblies)** указывает, будет ли корзина содержать отдельные инструменты и оправки (флажок снят) или сборки инструментов и держателей – так называемые **Инструментальные сборки (Tool Assemblies)** (флажок установлен). Корзина Crib 1 состоит из отдельных инструментов и оправок.

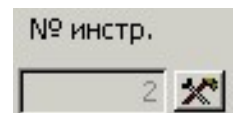
Главными параметрами корзины являются:

**№ (Stn no.)** – номер позиции в магазине, в которую загружается инструмент. Этот номер включается в код УП.

**Тип инстр. (Tool type)** – тип инструмента (концевая фреза, сверло и т.д.).

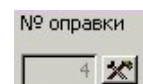
**Ключевой параметр (Key parameters)** – заполняется автоматически при выборе инструмента.

- В поле **Тип инстр. (Tool type)** первого инструмента щелкните по стрелке. При добавлении нового инструмента его тип выбирают в этом списке.
- Оставьте тип инструмента без изменений.
- Справа от столбца **№ инстр. (Tool ID)** есть кнопка, служащая для помещения конкретного инструмента в данную позицию. Нажмите кнопку для отображения окна выбора.
- Откроется форма базы данных инструмента с инструментами того типа, который был указан в поле **Тип инстр. (Tool type)**.



Если бы вы добавляли инструмент в корзину или заменяли существующий, вы бы нашли инструмент в списке, выбрали его и щелкнули по кнопке **ОК**.

- Нажмите кнопку **Отмена (Cancel)** для сохранения старого инструмента и закройте окно базы данных инструмента.
- Нажмите кнопку редактирования в колонке **№ оправки (Holder ID)** для открытия библиотеки фрезерных оправок.



С каждым инструментом в корзине связана своя оправка. Ее можно отображать при имитации обработки для поиска столкновений с заготовкой.

Библиотека фрезерных оправок										
Библиотека оправок (метры)										
№	№ оправки	Форма оправки	Тип оправки	Спецификация	Диаметр верха (D1)	Диаметр низа (D2)	Общая длина (L1)	Длина низа (L2)	Внешнее название и путь	Описание
1	V45SF-100-	Basic	Flange Adapte	CAT 45 V	83	45	76	57	\\CAMWorks2001\	25 Dia x CAT 45
2	V50SF-100-	Basic	Flange Adapte	CAT 50 V	98	45	76	57	\\CAMWorks2001\	25 Dia x CAT 50
3	BT40SF-100	Basic	Flange Adapte	40 BT	64	45	70	45	\\CAMWorks2001\	25 Dia x BT40

10. Нажмите кнопку **Отмена (Cancel)** для сохранения выбора оправки, а затем нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для выхода из формы библиотеки корзин.

11. Распахните пункт **Mill (Фрезерование)** в Дереве Навигации, а затем щелкните по пункту **Machine (Станок)**, чтобы сделать его активным или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование, Станок**.

**Параметры фрезерных станков**

**Параметры фрезерного станка (метры)**

№: 23 ☒ По умолчанию

Название станка: Example Mill-mm

Общие данные | Спецификация | Суппорт

Приоритет корзины ☐

Создать корзину

Число инструментов: 40

Корзина: Tool Crib 1 (metric)

Конус шпинделя:

Name	TotalStns
Tool Crib 1 (metric)	40
Tool Crib 2 (metric)	22
Tool Crib 3 (metric)	12

12. В разделе **Инструменты (Tooling)** в нижней части формы имеется раскрывающийся список для выбора корзины инструментов, связанной с данным станком. При задании параметров станка следует назначить для него корзину инструментов.

Кнопка **Создать корзину (Tool Crib Form)** представляет собой еще один способ перехода к форме корзин инструментов.

Когда флажок **Приоритет корзины (Tool Crib Priority)** установлен, SAMWorks изменяет значок операции в Дереве Операций, если выбранный инструмент взят не из выбранной корзины инструментов.


## Технологическая база данных, урок 4

### В этом уроке:

#### Основы работы с элементами и операциями

Главным элементом TechDB является раздел **Элементы и операции (Features & Operations)**. Из него заимствуются все создаваемые CAMWorks операции и их параметры. В настоящем упражнении рассказывается, как задавать:

- Значения по умолчанию параметров установка **Плоскость зазора (Clearance plane)** и **Плоскость перехода (Retract planes)**.
- Значения по умолчанию параметров операции, используемые в каждой новой операции при ее создании в базе данных.
- Порядок сортировки операций по умолчанию при использовании команды CAMWorks **Сортировка операций (Sort Operation)**.
- Новые стратегии обработки.

1.  Откройте файл с деталью, подлежащей обработке, и нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели инструментов CAMWorks.

Запускается программа Access и отображается главное меню TechDB.

2. В этом уроке можно использовать систему **Единиц (Units)**, выбираемую под деревом навигации, **Дюймовая (Inches)** или **Метрическая (Metric)**.

Информация в базе данных хранится в двух разделах: дюймовом и метрическом. CAMWorks сам берет информацию из нужного раздела. При работе с TechDB нужно выбрать редактируемый раздел.

#### Настройка Плоскости перехода (Retract planes) по умолчанию

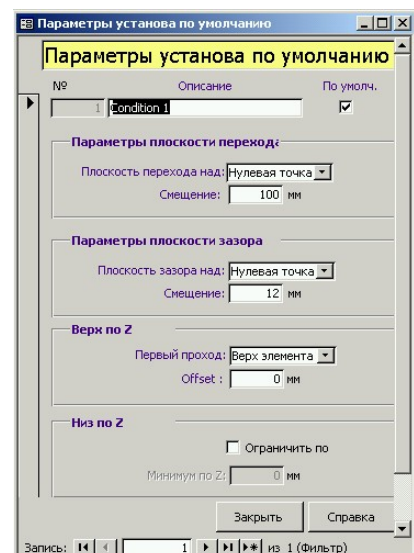
3. Щелкните по пункту **Default Setup Parameters** (Параметры установка по умолчанию) под пунктом **Feature & Operations** (Элементы и операции) в Дереве Навигации TechDB

или

Нажмите кнопки **Фрезерование, Элементы и операции, Параметры установка по умолчанию**.

Отобразится форма параметров установка по умолчанию. В ней можно задать значения по умолчанию таких параметров, как высота плоскостей перехода и зазора установка.

**Плоскость перехода (Rapid plane)** задается координатой Z. В этой плоскости инструмент может безопасно перемещаться между операциями.





**Плоскость зазора (Clearance plane)** также задается координатой Z. В этой плоскости инструмент перемещается между рабочими проходами в пределах одной операции.

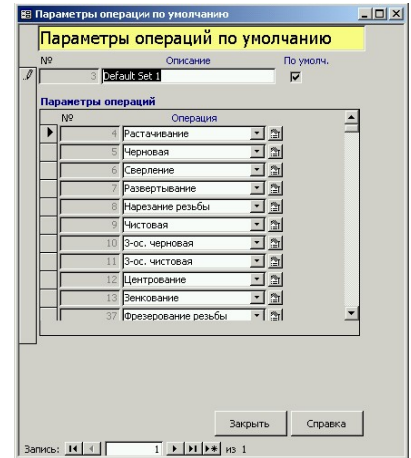
4. Щелкните по стрелке рядом с параметрами **Плоскость перехода (Rapid plane)** или **Плоскость зазора (Clearance plane)** для ознакомления с возможными вариантами значений, затем нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

## Параметры операций по умолчанию

5. Щелкните по пункту **Default Operation Parameters** (Параметры операций по умолчанию) под пунктом **Feature & Operations** (Элементы и операции) в Дереве Навигации TechDB

или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование, Элементы и операции, Параметры операций по умолчанию**.




Откроется форма параметров операции по умолчанию. В ней можно задать значения по умолчанию, принимаемые для параметров новых операций при их создании в TechDB.

Например, если бы вы добавляли новую операцию черногого фрезерования в базу данных, поля ввода в форме параметров операции отображали бы значения по умолчанию. Эти значения берутся именно из формы параметров операции по умолчанию. Предварительное задание подходящих значений по умолчанию в дальнейшем сэкономит много времени.

Кроме того, при использовании команд **Добавить операцию (Insert Operation)** и **Добавить обработку отверстия (Insert hole operation)** для добавления операций вручную, если включена настройка **Параметры по умолчанию (Use default parameters)**, значения по умолчанию для добавляемой операции также берутся отсюда.

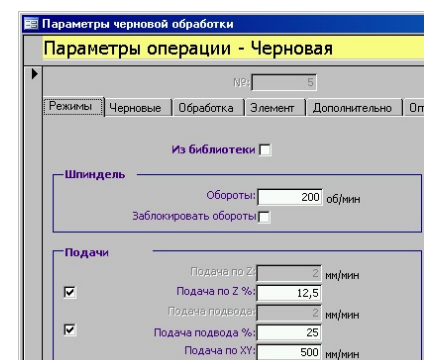
Для повышения гибкости системы можно создать несколько наборов значений по умолчанию для операций каждого типа. Флажок **По умолч. (Default)** в окне показывает, какой набор активен.

6.  Нажмите кнопку редактирования рядом с операцией **Сверление (Drilling)**.

Откроется окно параметров операции сверления.

Настройки в этом окне будут использоваться по умолчанию для всех вновь создаваемых в TechDB операций сверления.

Имейте в виду, что эти параметры будут применяться только к вновь создаваемым операциям, а не к уже существующим.



7. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для возврата в окно задания параметров операций по умолчанию.
8. Нажмите кнопку редактирования параметров операций других типов и просмотрите их значения по умолчанию.
9. По окончании работы нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

### Сортировка операций по умолчанию

10. Щелкните по пункту **Sort Operations** (Сортировка операций) под пунктом **Feature & Operations** (Элементы и операции) в Дереве Навигации TechDB или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование, Элементы и операции, Сортировка операций**.

Отобразится форма ввода параметров сортировки операций по умолчанию.

В SAMWorks созданные операции можно отсортировать либо вручную при помощи перетаскивания в Дереве Операций, либо при помощи команды **Сортировка операций (Sort Operations)**. Параметры в данной форме задают порядок сортировки по умолчанию.

Обратите внимание, что сначала идут операции сверления, за ними – операции чернового фрезерования, а затем – операции чистового фрезерования.

Для изменения порядка операций выделите в форме операцию, которую нужно переместить, и используйте кнопки **Понизить (Decrease)** или **Повысить (Increase)** в нижней части формы для изменения положения операции.

11. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

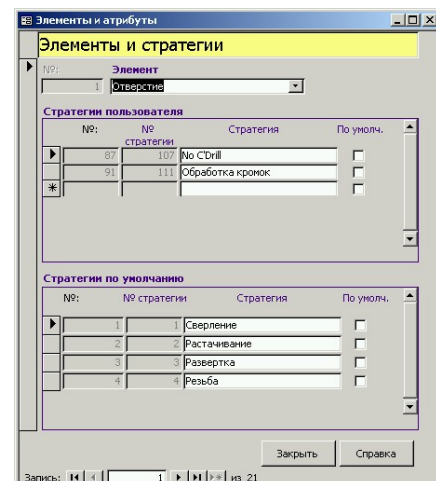
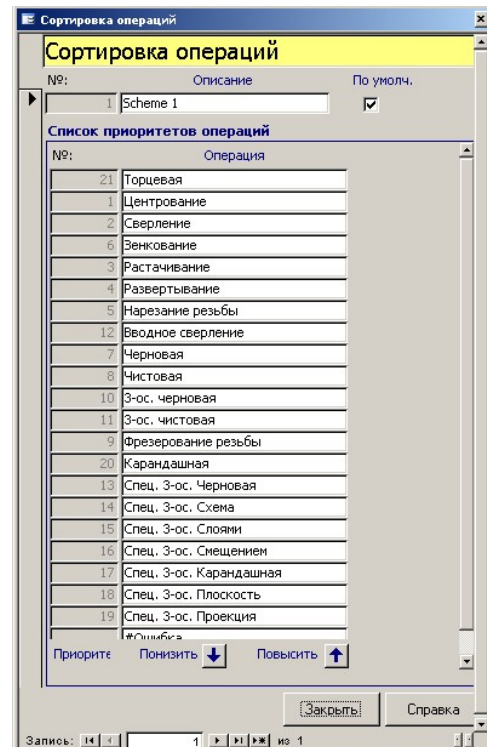
### Задаваемые пользователем стратегии обработки

12. Щелкните по пункту **User Defined Attributes** (Стратегии пользователя) под пунктом **Feature & Operations** (Элементы и операции) в Дереве Навигации TechDB

или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование, Элементы и операции, Параметры пользователя**.

Откроется окно элементов и стратегий.



Каждому элементу в CAMWorks (карман, отверстие, паз и так далее) присваивают определенную **Стратегию обработки (Attribute)**. Стратегии обработки позволяют определить несколько методов обработки элемента одного и того же типа. Хорошим примером является элемент типа "отверстие". Отверстие можно сверлить, растачивать, зенковать или нарезать в нем резьбу. Стратегия обработки позволяет назначить метод обработки для каждого элемента в CAMWorks до создания операций.

Форма **Элементы и стратегии (Feature & Attributes)** позволяет только создать именованные стратегии обработки. Значения параметров операций, создаваемых данной стратегией, указываются в другом месте.

Раздел **Стратегии пользователя (User Defined Attributes)** предназначен для добавления или редактирования наименований стратегий обработки. После добавления новой стратегии в данном окне следует задать метод обработки для нее в форме **Элементы и операции (Feature & Operations)**.

Имена системных стратегий – например, имена стратегий **Сверление (Drill)**, **Растачивание (Bore)**, **Развертывание (Ream)** и **Резьба (Thread)** для элементов типа «отверстие» – нельзя изменить; однако их параметры можно менять в форме **Элементы и операции (Feature & Operations)**.

13. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

14. В Дереве Навигации щелкните по пункту **Features & Operations** (Элементы и операции) под пунктом **Feature & Operation** (Элементы и операции)

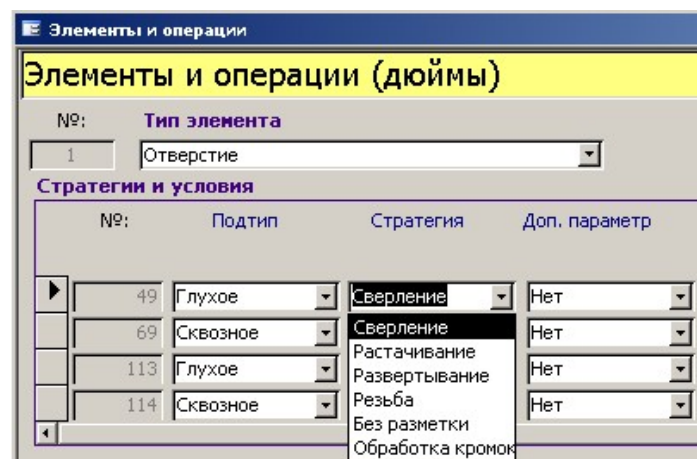
или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование**, **Элементы и операции**, **Элементы и операции**.

Отобразится форма параметров элементов и операций, содержащая условия применения и операции для элемента типа «отверстие».

15. Найдите столбец **Стратегия (Attribute)** в разделе

**Стратегии и условия (Feature Conditions)**.



16. Щелкните по стрелке вниз справа от атрибута **Сверление (Drill)** в первой строке и обратите внимание, что наименования атрибутов в списке совпадают с наименованиями, заданными в окне элементов и атрибутов. В следующем упражнении показано, как настроить последовательность обработки, связанную с именованным планом обработки.

## Технологическая база данных, урок 5

### В этом уроке:

- Создание стратегии обработки и определение ее последовательности.
- Применение новой стратегии в CAMWorks.

Создание новых стратегий обработки позволяет настроить TechDB таким образом, что CAMWorks будет применять заданные пользователем методы обработки. В данном упражнении вам предстоит создать новую стратегию и определить последовательность ее реализации TechDB, а затем применить ее при обработке элемента и создать операции в CAMWorks.

### Создание стратегии обработки и определение последовательности операций для нее

1. Откройте файл сборки **MILL2AX\_11.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).

2.  Нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели CAMWorks.

3. Проверьте, что выбраны **Единицы (Units) Дюймы (Inches)**.

Информация в базе данных хранится в двух разделах: дюймовом и метрическом. Если деталь SolidWorks создавалась в метрической системе, CAMWorks будет заимствовать информацию из метрического раздела, если в дюймовой – из дюймового. При вводе информации в TechDB следует указывать, какой раздел вы редактируете: метрический или дюймовый.

4. Щелкните по пункту **User Defined Attributes** (Стратегии пользователя) под пунктом **Feature & Operations** (Элементы и операции) в Дереве Навигации TechDB

или

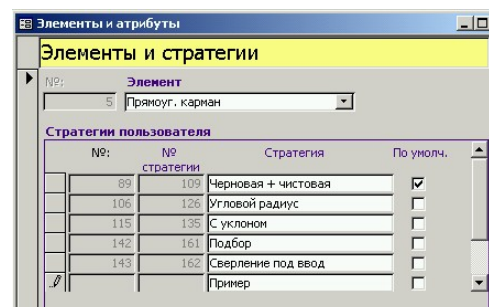
Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование**, **Элементы и операции**, **Стратегии пользователя**.

Откроется форма редактирования элементов и стратегий обработки.

5. В разделе **Элемент (Feature type)** выберите **Прямоугольный карман (Rectangular Pocket)**.

В разделе **Стратегии пользователя (User Defined Attributes)** представлено пять стратегий обработки. Ниже атрибута **Сверление под ввод (Drill Entry)** находится пустая запись.

6. Щелкните в поле ввода в пустой строке и введите текст **"Пример"**.





7. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для закрытия окна.

Новая стратегия обработки сохранится автоматически при закрытии формы.

### Задание последовательности обработки для стратегии обработки

1. В Дереве Навигации щелкните по пункту **Features & Operations** (Элементы и операции) под пунктом **Feature & Operation** (Элементы и операции)

или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование, Элементы и операции, Элементы и операции.**

Отобразится форма параметров элементов и операций, содержащая условия применения конкретных планов обработки и параметры всех операций для любых элементов. Наибольшая часть работы по настройке базы данных выполняется именно здесь.

Окно содержит три раздела:

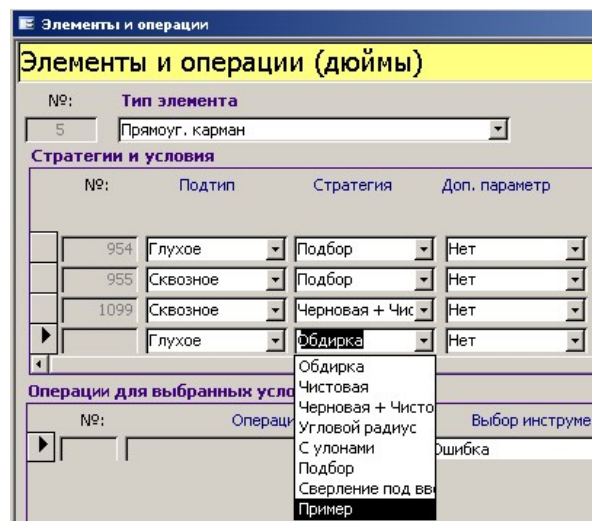
- Раздел **Тип элемента (Feature Type)** задает тип элемента, например, отверстие, прямоугольный паз, карман произвольной формы и т.д.
  - Раздел **Стратегии и условия (Feature Conditions)** задает условия, которым элемент может соответствовать по своим размерам и названию выбранной стратегии обработки.
  - Раздел **Операции для выбранных условий (Operations for Matching Conditions)** представляет собой список операций и инструментов, которые будут использованы CAMWorks при нахождении элемента подходящего типа, для которого соблюдаются заданные условия.
2. В списке **Тип элемента (Feature Type)** щелкните по стрелке и выберите пункт **Прямоугольный карман (Rectangular Pocket)**.
3. В разделе **Стратегии и условия (Feature Conditions)** пролистайте список до конца при помощи полосы прокрутки, расположенной справа. В последней строке значение в поле **№ (ID)** отсутствует. Это пустая запись, в которую можно добавить новую стратегию обработки.

4. В пустой записи щелкните по стрелке рядом со стратегией **Обдирка (Coarse)** и выберите имя **Пример**.

Эта стратегия была создана в первой части данного упражнения.

5. В поле **Доп. параметр (Base Attribute)** оставьте значение **Нет (None)**.

Этот параметр является условием, позволяющим выделить элементы со скруглениями между основанием и стенками.





Значение **Нет (None)** указывает на отсутствие скругления. Элементы со скруглениями у основания можно задать вручную при помощи команды **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis feature)**.

6. В столбце **Ширина габарита > (Lower Range)** введите значение **1**.
7. В столбце **Ширина габарита <= (Upper Range)** введите значение **10**.

Итак, вы создали элемент типа "глухой прямоугольный карман" с применением стратегии обработки **«Пример»**, без скруглений снизу, с размером, лежащим в диапазоне от 1 до 10 дюймов.

Последний шаг – определение операций, которые должны создаваться при обнаружении на детали подобного кармана. Обратите внимание, что в разделе **Операции для выбранных условий (Operations for Matching Conditions)** поле **Операция (Operation)** пока недоступно.

8. В разделе **Стратегии и условия (Feature Conditions)** выберите запись, находящуюся над создаваемой, а затем снова запись со стратегией **Пример**.

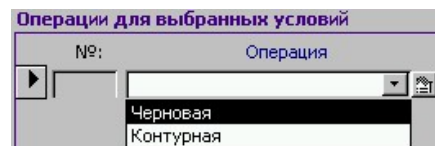
Теперь поле **Операция (Operation)** станет активным.

В разделе **Операции для выбранных условий (Operations for Matching Conditions)** есть три поля:

- Поле **Операция (Operation)** предназначено для выбора типа операции, например, черновое фрезерование, сверление, развертывание и т. д.
- Поле **Выбор инструмента (Tool Selection Summary)** позволяет выбрать применяемый инструмент.
- Поле **Глубина обработки (Depth Criteria Summary)** задает правила вычисления глубины обработки.

В данном упражнении следует задать операции для черновой и контурной обработки кармана. Будут созданы две операции черновой обработки, сначала инструментом большего размера, а затем меньшего, который производит обработку в местах, недоступных для большего инструмента. Затем пойдут две контурные операции, первая из которых обрабатывает дно кармана, а вторая – его боковые стенки.

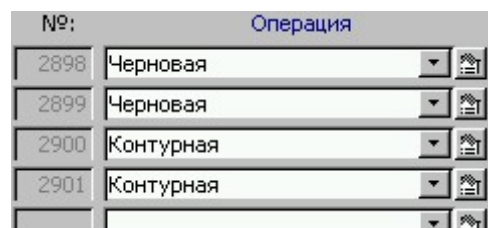
9. Щелкните по стрелке под полем **Операция (Operation)** и выберите пункт **Черновая (Rough mill)**.







Под первой операцией отобразится новая, пустая.

10. Выберите пункт **Черновая (Rough mill)** и для второй операции.
11. Выберите пункт **Контурная (Contour mill)** для третьей и четвертой операций.


По завершении вы увидите четыре операции в списке, как показано на рисунке. Справа от каждой операции находится кнопка редактирования, обеспечивающая доступ к параметрам обработки.



12.  Нажмите кнопку редактирования рядом с первой черновой операцией.
13. В окне параметров операции на закладке **Черновая (Roughing)** включите флажок **Вычислять Подбор (Generate Leftover)**.
14. В разделе **Проходы в глубину (Depth Parameters)** задайте **Припуск дна (Bottom allowance)** равным **0,05**.
15. Здесь же введите значения параметров **Первый проход (First cut amt)** и **Макс. проход (Max/Sub cut amt.)** по **1**.
16. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.
17.  Нажмите кнопку редактирования рядом со второй черновой операцией.
18. В окне параметров операции на закладке **Черновая (Roughing)**:
  - Выберите значение **Схему (Pattern)** Карман внутрь (**Pocket in**).
  - Выберите для параметра **Обработка Подбора (Machine Leftover)** значение **Предыдущие операции (Previous Leftover)**.
  - В разделе **Проходы в глубину (Depth Parameters)** задайте **Припуск дна (Bottom allowance)** равным **0,05**.
  - Здесь же установите значения параметров **Первый проход (First cut amt)** и **Макс./Ост. Проходы (Max/Sub cut amt.)** по **0,5**.
19. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.
20.  Нажмите кнопку редактирования рядом с первой контурной операцией.
21. В форме параметров операции на закладке **Контур (Contour)** в группе **Обработка стенок (Side Parameters)** задайте **Припуск (Allowance)** **0,05**.
22. В разделе **Проходы в глубину (Depth Parameters)** задайте **Первый проход (First cut amt)** равным **2**.
23. В разделе **Плоские зоны (Flat areas)** включите настройку **Чистить дно (Bottom finish)**.
24. Установите значение параметра **Шаг % (Stepover %)** равным **50**.
25. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.
26.  Нажмите кнопку редактирования рядом со второй контурной операцией.
27. В окне параметров операции установите значения параметра **Наклон (Ramp)** равным **Угол (Angle)** и введите **Угол наклона (Ramp angle)** равный **3**.
28. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

## Выбор инструментов для каждой операции

Следующий шаг – выбор инструментов для каждой операции.

1.  Для первой черновой операции нажмите кнопку редактирования в поле **Выбор инструмента (Tool Selection Summary)**.



Откроется форма выбора инструмента.

2. Оставьте значение параметра **Тип (Tool type)** равным **Концевая (Flat End Mill)**.
3. В разделе **Выбор инструмента (Tool Selection)** включите вариант **Постоянный (Use constant)**.

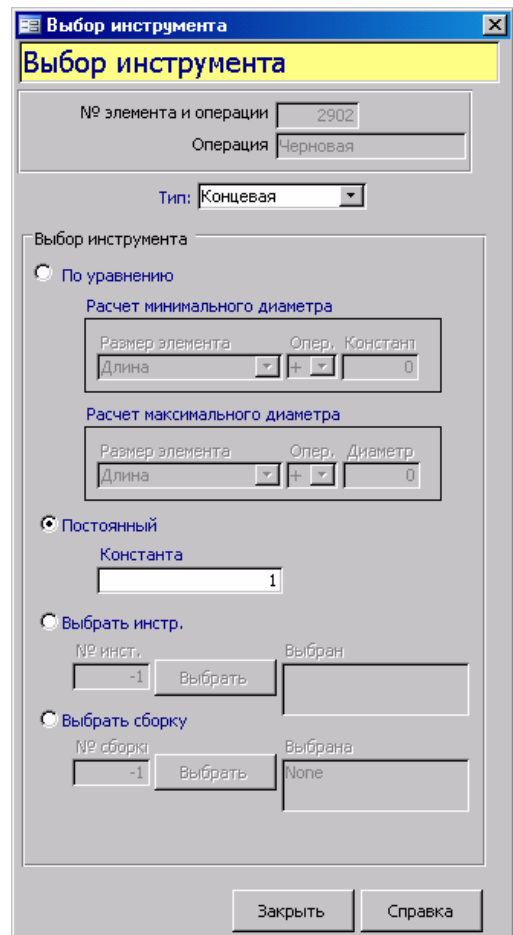
При использовании данного способа вы указываете только постоянный диаметр, а не конкретный инструмент. CAMWorks применит для выбора конкретного инструмента другие критерии, например, марку обрабатываемого материала.

Существуют еще два способа выбора инструмента:


**Способ По уравнению (Use expression)** позволяет задать диапазон значений диаметра инструмента. При создании операций CAMWorks выполняет поиск в базе данных инструмента, диаметр которого попадает в заданный диапазон. Если такой инструмент не найден, окно сообщений CAMWorks информирует о том, что инструмент требуемого размера отсутствует.

Вы также можете щелкнуть по кнопке **Выбрать инстр. (Select Tool)** и выбрать в базе конкретный инструмент.

4. Установите значение параметра **Константа (Constant value)** равным **1**. Это означает, что будет применяться инструмент диаметром 1 дюйм. Конкретный инструмент будет выбираться в зависимости от других факторов, таких, как марка обрабатываемого материала.



5. Нажмите кнопку **Закреть (Close)**.

6.  Отредактируйте параметры инструмента для второй черновой операции.
7. В форме выбора инструмента выберите вариант **Постоянный (Use constant)** и установите значение параметра **Константа (Constant value)** 0,25.
8. Нажмите кнопку **Закреть (Close)**.

9.  Отредактируйте параметры инструмента первой контурной операции.

10. Включите вариант **Выбрать инстр. (Select Tool)**, затем нажмите кнопку **Выбрать (Select Tool)**.



11. В базе фрез выберите строку со значением в поле **№ (ID)**, равным **683**, что соответствует твердосплавной концевой фрезе диаметром 0,25 дюйма.

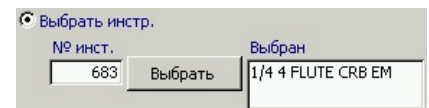
База инструмента - Фрезы

База инструментов - Фрезы -Концевая плоская

№	Ис п	№ инстр.	Подтип	Диаметр (D1)	Конц. радиус (R)	Диам. державки (D2)	Эфф. длина (L2)
680	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4 Em2H	Черновая	0,25	0	0,25	0,625
681	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4 Em4H	Черновая	0,25	0	0,25	0,625
682	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4 Em2C	Черновая	0,25	0	0,25	0,625
683	<input checked="" type="checkbox"/>	1/4 Em4C	Черновая	0,25	0	0,25	0,625
684	<input checked="" type="checkbox"/>	5/16 Em2H	Черновая	0,3125	0	0,3125	0,75

12. Нажмите кнопку **ОК**.

Идентификатор инструмента и его описание появятся в поле выбора инструмента.



13. Закройте форму выбора инструмента.


14.  Отредактируйте параметры инструмента для второй чистовой операции.

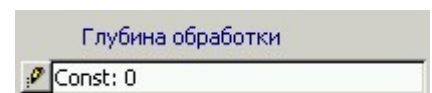
15. Включите вариант **Выбрать инстр. (Select Tool)**.

16. Нажмите кнопку **Выбрать (Select Tool)**.

17. Вновь выберите фрезу № **683** и нажмите кнопку **ОК**.

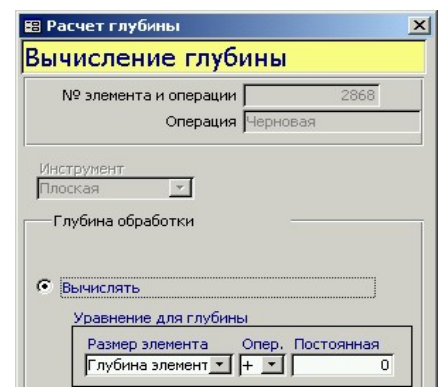
18. Закройте форму выбора инструмента.

19.  Нажмите кнопку редактирования параметра **Глубина обработки (Depth Criteria Summary)** для первой черновой операции.



20. В форме правил вычисления глубины обработки выберите пункт **Вычислять (Use Expression)**.

Выражение по умолчанию есть **Глубина элемента + 0 (Feature Depth + 0)**. Это означает, что CAMWorks обработает элемент до его дна.



21. Закройте форму.

22. Повторите эти шаги для трех оставшихся операций.

По завершении работы раздел **Операции для выбранных условий (Operations for Matching Conditions)** в окне **Элементы и операции (Feature & Operations)** должен выглядеть, как на рисунке внизу.

Операции для выбранных условий

№:	Операция	Выбор инструмента	Глубина обработки
2902	Черновая	Const: 1	(Глубина элемента + 0)
2903	Черновая	Const: 0,25	(Глубина элемента + 0)
2904	Контурная	1/4 4 FLUTE CRB EM	(Глубина элемента + 0)
2905	Контурная	1/4 4 FLUTE CRB EM	(Глубина элемента + 0)

23. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для выхода из формы редактирования параметров элементов и операций.

24. Нажмите кнопку **Выход (Quit)** для завершения работы с базой данных и возврата в CAMWorks.



## Применение настроенной стратегии в CAMWorks

1.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.

2.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (AFR)** на панели инструментов CAMWorks.

Функция автоматического распознавания элементов найдет элемент типа "группа прямоугольных карманов".

3. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Прямоугольный карман Группа1 (Rectangular Pocket Group1)** и выберите в контекстном меню команду **Параметры (Parameters)**.


4. В окне параметров прямоугольного кармана щелкните по стрелке справа от раскрывающего списка **Стратегии (Attribute)** и выберите стратегию **Пример**.

5. Нажмите кнопку **ОК**.

6.  На панели инструментов CAMWorks нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

В дереве отображаются четыре операции. Это последовательность обработки, заданная в TechDB для стратегии обработки **Пример**.

7. Щелкните правой кнопкой мыши по названию каждой операции и выберите в контекстном меню пункт **Определение (Edit Definition)**. В окне параметров операции убедитесь, что значения параметров равны значениям, заданным вами в TechDB, после чего нажмите кнопку **ОК**.

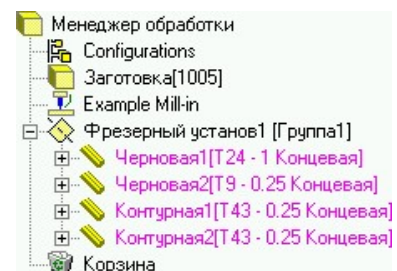
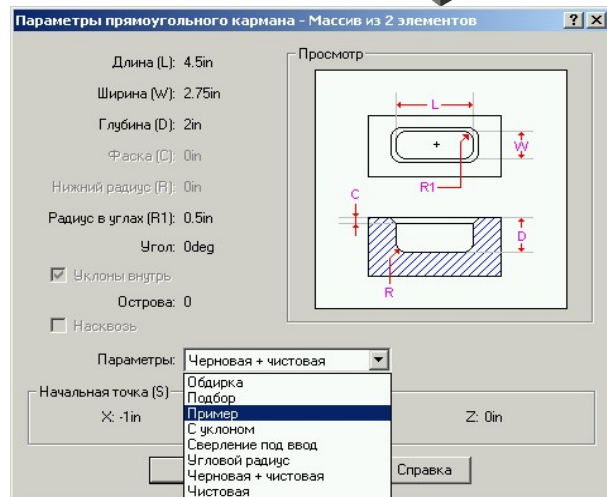
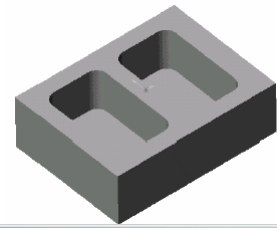
8.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks или щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ1 (Mill Part Setup1)** в дереве и выберите пункт **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

9. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному установу1 (Mill Part Setup1)** и выберите пункт **Имитация обработки (Simulate toolpath)**.

Отобразится панель инструментов имитации.

10.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)** для начала имитации.

11. По окончании имитации закройте панель инструментов имитации.






## Технологическая база данных, урок 6

### В этом уроке:

#### Правила обработки резьбы

Раздел TechDB, отвечающий за нарезание резьбы, по своей структуре отличается от остальных разделов. Во всех прочих случаях параметры инструмента, элемента и операций по его обработке хранятся в разных местах TechDB. Параметры операций нарезания резьбы отличаются тем, что все они представлены в одной форме Access.

#### Задание параметров метчиков и связанных с ними операций

1.  Нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели CAMWorks.  
Запускается программа Access и отображается главное меню TechDB.
2. В этом уроке можно использовать систему **Единиц (Units)**, выбираемую под деревом навигации, **Дюймовая (Inches)** или **Метрическая (Metric)**.

Информация в базе данных хранится в двух разделах: дюймовом и метрическом. CAMWorks сам берет информацию из нужного раздела. При работе с TechDB нужно выбрать метрический или дюймовый раздел.

3. В Дереве Навигации распахните пункты **Tooling (Инструменты)**, **Threading (Резьба)** и выберите пункт **Tap - Cutting (Резьба – нарезание)**

или

Нажмите последовательно кнопки **Инструмент**, **Резьба**, **Нарезание**.

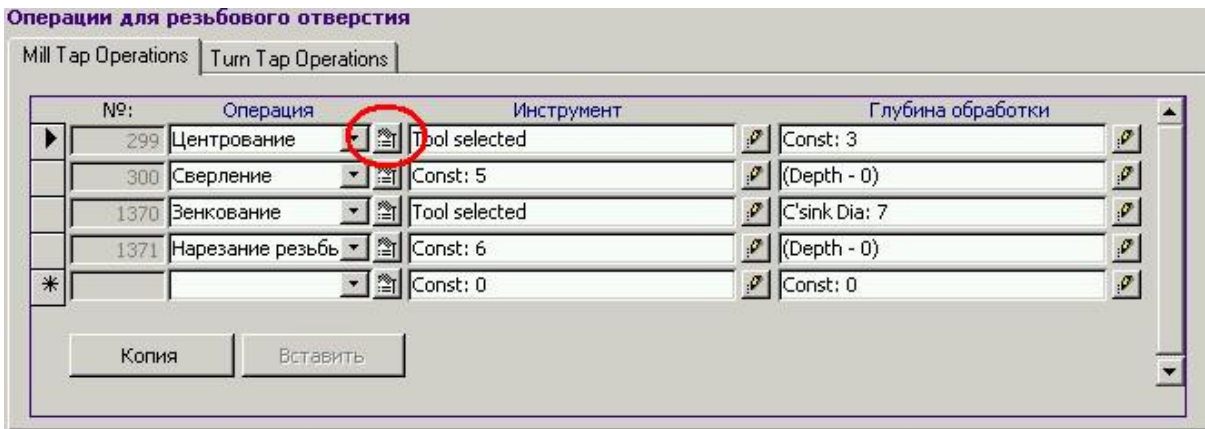
Откроется форма параметров метчиков. Она состоит из двух разделов.

База инструмента - Метчики													
Резьба -Cutting Taps (метры)													
№	Ис п	Тип резьбы	Наружн. диаметр	Обозначение	Шаг резьбы	Диам. державки	Отв. под резьбу	Нераб. конец (L3)	Общая длина (L1)	Вылет (L2)	Вращение шпинделя	Материал инстру.	Описание
60	<input checked="" type="checkbox"/>	МС	6	6.0x1.0	1	5	5	0	60	48	Right h	HSS	6.0X1.0 TAP
61	<input checked="" type="checkbox"/>	МС	7	7.0x1.0	1	6	6	0	60	48	Right h	HSS	7.0X1.0 TAP
62	<input checked="" type="checkbox"/>	МС	8	8.0x1.25	1,25	8	6,7	0	65	52	Right h	HSS	8.0X1.25 TAP
64	<input checked="" type="checkbox"/>	МС	10	10.0x1.5	1,5	10	8,7	0	75	60	Right h	HSS	10.0X1.5 TAP

В верхнем разделе представлен список метчиков и их параметров. Этот раздел похож на формы параметров инструментов других типов. Здесь присутствуют поля, содержащие физические размеры метчика, а также марку материала, направление резьбы и комментарии.

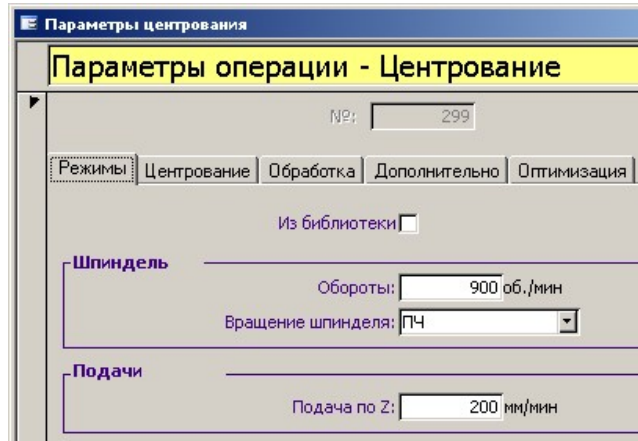
Раздел **Операции для резьбового отверстия (Operations for Tapped Holes)** представляет собой список операций по обработке резьбового отверстия, которые будут создаваться при использовании метчика, выбранного в верхнем разделе формы. Рядом с каждой операцией находится кнопка редактирования параметров операции.

4. Нажмите кнопку редактирования операции **Центрование (Center drill)**.



Откроется форма параметров операции центрования.

Внесенные в этом окне изменения будут воздействовать только на операции обработки резбовых отверстий определенного размера и не повлияют на обработку отверстий других размеров и типов.



5. Нажмите кнопку **Закрыть (Close)** и закройте окно ввода параметров операции.
6. Для той же операции центрования щелкните кнопку редактирования справа от поля **Инструмент (Summary of Tool Selection)**.

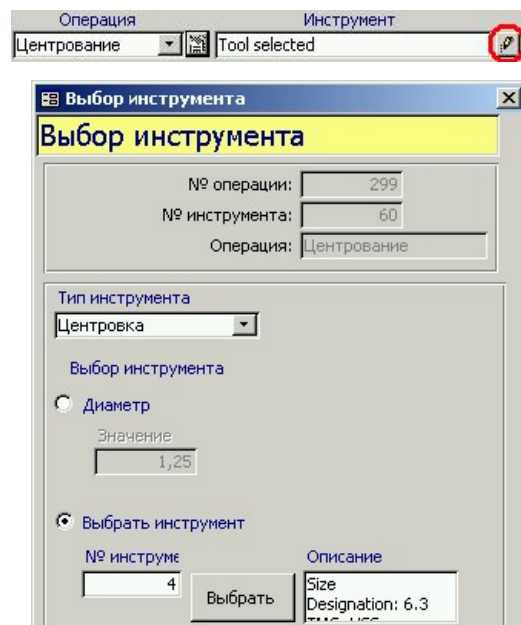
Откроется форма выбора инструмента.

В нем можно назначить инструмент для выполнения операции центрования.

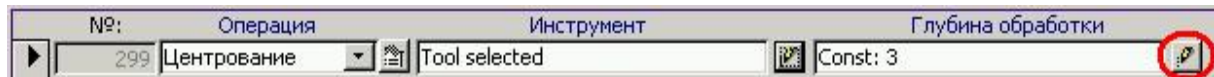
Инструмент выбирается двумя способами: **Диаметр (Use constant)** или **Выбрать инструмент (Select Tool)**.

При методе **Диаметр (Use constant)** вы не выбираете конкретный инструмента, а задаете лишь его диаметр. CAMWorks выбирает инструмент на основе иных критериев, например, на основе марки материала.

При методе **Выбрать инструмент (Select Tool)**, щелкнув по кнопке **Выбрать (Select Tool)**, вы выбираете в базе конкретный инструмент.



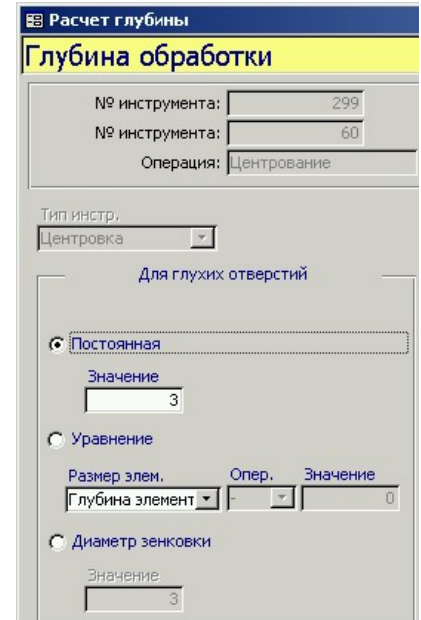
7. Нажмите кнопку **Закрыть (Close)**.
8. Для той же операции центрования нажмите кнопку редактирования справа от поля **Глубина обработки (Summary of Depth Criteria)**.



Поскольку это операция сверления, в форме отображаются три раздела. В первом разделе задаются параметры глухих отверстий с плоским дном, во втором – сквозных, в третьем – для глухих отверстий с коническим дном.

В каждом разделе для задания глубины перемещения инструмента применяются три способа.

- Способ **Постоянная (Use constant)** задает постоянное значение глубины по координате Z для перемещения инструмента.
- Способ **Уравнение (Use expression)** позволяет задать математическое выражение для расчета глубины. Например, можно задать глубину резания относительно глубины элемента.
- Способ **Диаметр зенковки (Use Countersink diameter)** позволяет задать диаметр зенковки отверстия, а не глубину. В этом случае CAMWorks рассчитывает глубину, требуемую для получения указанного диаметра.




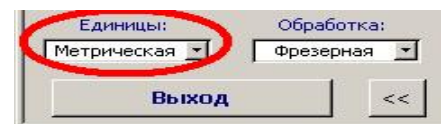
9. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)** для выхода из формы задания параметров глубины обработки.
10. После того, как все операции и их параметры заданы, задание свойств резьбового отверстия завершено и вы можете щелкнуть по кнопке **Заккрыть (Close)** для выхода из формы параметров резьбовых отверстий.

### Создание и обработка резьбы с мелким шагом

В базе данных созданы правила обработки отверстия с резьбой M12x1,75. Мы создадим запись о резьбе M12x1 а также настроим и используем упрощенную стратегию ее обработки.

Создание в базе данных записи с параметрами резьбы M12x1 мм

1.  Нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели CAMWorks.
2. Убедитесь, что выбран метрический раздел базы данных.
3. В главной форме базы данных последовательно нажмите кнопки **Инструмент – Резьба – Нарезание**.
4. Используя полосу прокрутки в правой части формы прокрутите ее содержимое до низу – здесь расположена пустая последняя запись.



База инструмента - Метчики

Резьба -Cutting Taps (метры)

№	Ис п	Тип резьбы	Наружн. диаметр	Обозначение	Шаг резьбы	Диам. державки	Отв. под резьбу	Нераб. конец (L3)	Общая длина (L1)	Вылет (L2)	Рабоч. длина (L4)	Вращение шпинделя	Материал инструмента	Описание	Группа материалов	Глубина >	Глубина <=
147	✓	UNF	14,288	9/16-18	1,4111	16	13	0	100	80	100	Right ha	HSS	9/16-18	All	0	1000
148	✓	UNF	15,875	5/8-18	1,4111	16	14,6	0	110	88	110	Right ha	HSS	5/8-18	All	0	1000
149	✓	UNF	19,05	3/4-16	1,587	20	17,5	0	120	96	120	Right ha	HSS	3/4-16	All	0	1000
	✓		12	10	1	50	10	0	30	20	30	Right ha			All	0	1000

5. В данной строке выберите из списков или введите следующие значения параметров резьбы:

- Тип резьбы = МС
- Наружный диаметр = 12
- Обозначение = 12x1
- Шаг резьбы = 1
- Диаметр державки = 8
- Отверстие под резьбу = 10,2
- Общая длина = 85
- Вылет = 60
- Рабочая длина = 45
- Материал инструмента = Быстрорез (или HSS)
- Описание = M12x1
- Остальные параметры оставьте без изменения.

База инструмента - Метчики

Резьба -Cutting Taps (метры)

№	Ис п	Тип резьбы	Наружн. диаметр	Обозначение	Шаг резьбы	Диам. державки	Отв. под резьбу	Нераб. конец (L3)	Общая длина (L1)	Вылет (L2)	Рабоч. длина (L4)	Вращение шпинделя	Материал инструмента	Описание	Группа материалов	Глубина >	Глубина <=
147	✓	UNF	14,288	9/16-18	1,4111	16	13	0	100	80	100	Right ha	HSS	9/16-18	All	0	1000
148	✓	UNF	15,875	5/8-18	1,4111	16	14,6	0	110	88	110	Right ha	HSS	5/8-18	All	0	1000
149	✓	UNF	19,05	3/4-16	1,587	20	17,5	0	120	96	120	Right ha	HSS	3/4-16	All	0	1000
	✓	MC	12	12x1	1	8	10,2	0	85	60	45	Right ha	Быстрорез	M12x1 тест	All	0	1000

6. Нажмите кнопку  в левой части строки ввода.

Кнопка примет вид треугольной стрелки, что говорит об успешном сохранении новой строки в базе данных.

Описание резьбы и инструмента созданы, осталось задать список операций, создаваемых для обработки отверстия с такой резьбой. Если посмотреть на любую другую строку данной таблицы, можно увидеть, что для обработки отверстий обычно создается 4 операции – центрование, сверление, снятие фаски (зенкование) и нарезание резьбы. В учебных целях мы ограничимся созданием и настройкой только последней операции. Более того, для сокращения объема работы мы скопируем нужную операцию из описания резьбы **M12x1,75**.



7. С помощью полосы прокрутки вернитесь вверх к строке № 65 и щелкните в любой ее ячейке.


Отобразится список операций, созданных для этой строки.

8. Щелкните по левой ячейке строки операции **Нарезание резьбы** и нажмите кнопку **Копия**.

9. Вернитесь к строке, ранее созданной для резьбы **M12x1**.

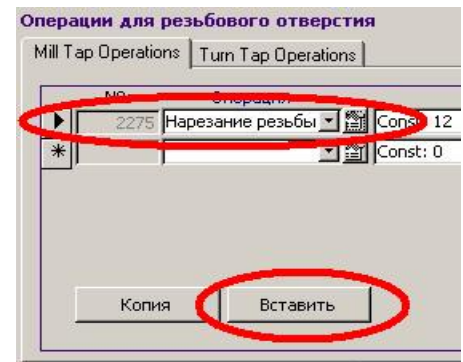
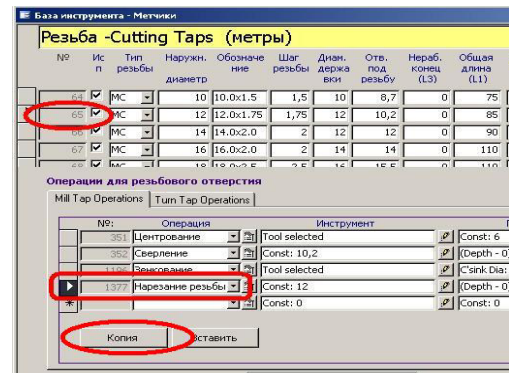
10. Нажмите кнопку **Вставить**.

Для обработки данного отверстия будет назначена операция Нарезание резьбы. Все ее параметры скопированы из аналогичной операции, созданной для нарезания резьбы M12x1,75.

11. Нажмите кнопку  и просмотрите доступные параметры операции.


Хотя частота вращения шпинделя и подача управляются здесь независимо, менять подачу не нужно, так как CAMWorks сам пересчитывает подачу исходя из заданных оборотов шпинделя и шага резьбы. Оставим частоту вращения шпинделя без изменения для упрощения сравнения параметров двух операций нарезания резьбы. В будущем ее можно будет изменить в соответствии с нуждами производства.

12. Нажмите кнопки **Заккрыть** и **Выход** для завершения работы с базой данных.

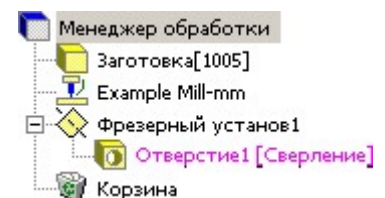


Применение стратегий обработки отверстий с резьбой с разным шагом

1. Создайте новую деталь, состоящую из прямоугольного параллелепипеда и отверстия диаметром 10,2 мм – это отверстие под резьбу M12.

2.  Нажмите кнопку распознавания элементов.

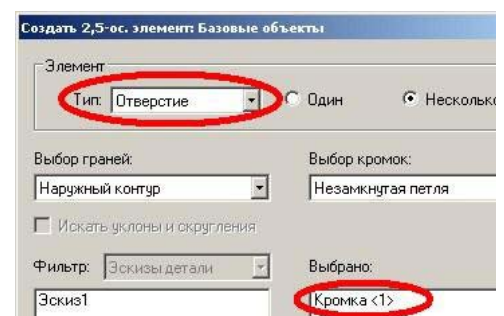
CAMWorks распознает одно сквозное отверстие и создаст один установ.



3. Щелкните правой кнопкой мыши по созданному элементу **Отверстие1** и выберите в контекстном меню команду **Добавить 2,5-осевой элемент**.

Откроется окно Мастера добавления 2,5-осевых элементов.

4. Выберите **Тип** элемента **Отверстие**, выберите кромку отверстия и нажмите

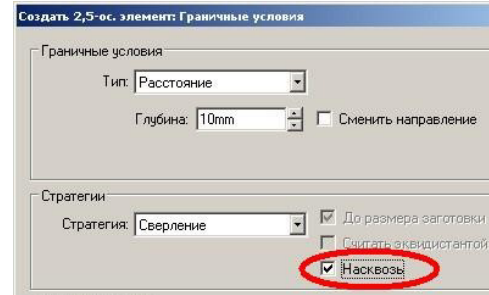




кнопку **Далее**.

5. Во втором окне Мастера включите настройку **Насквозь** и нажмите кнопку **Готово**.

CAMWorks создаст элемент новый типа **Отверстие** и предложит начать создание следующего элемента.

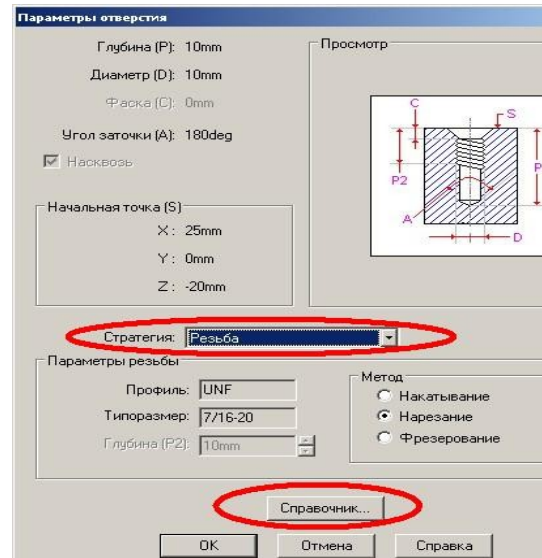


6. Закройте окно Мастера кнопкой **Заккрыть**.

В Дереве Элементов теперь показаны два отверстия. Для обоих выбрана стратегия обработки по умолчанию **Сверление**. Нужно сменить ее на стратегию **Резьба**, выбрав стратегии обработки резьбы M12 с крупным (настроена по умолчанию) и мелким шагом.

7. Щелкните правой кнопкой мыши по **Отверстию1** и выберите команду **Параметры**.
8. В открывшемся окне выберите **Стратегию Резьба** и нажмите кнопку **Справочник**.

Откроется окно параметров резьбы, сохраненных в базе данных.



9. Выберите набор параметров № 65, соответствующий резьбе **M12x1,75**, и нажмите кнопку **ОК**.

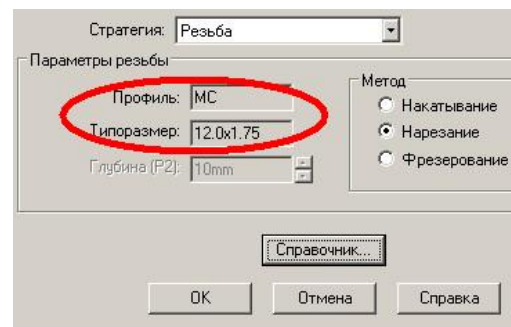
В окне параметров отверстия появится условное наименование выбранной резьбы.

База инструмента - Tap (metric)

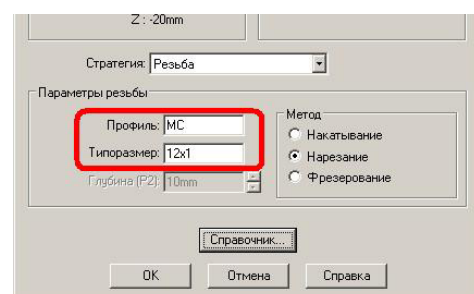
ID	Thread Type	Tap Designation	Thread Diameter	Thread Pitch	Tap Drill Dia
60	MC	6.0x1.0	6	1	5
61	MC	7.0x1.0	7	1	6
62	MC	8.0x1.25	8	1.25	6.7
64	MC	10.0x1.5	10	1.5	8.7
65	MC	12.0x1.75	12	1.75	10.2
66	MC	14.0x2.0	14	2	12
67	MC	16.0x2.0	16	2	14
68	MC	18.0x2.5	18	2.5	15.5

10. Закройте окно параметров элемента кнопкой **ОК**.
11. Щелкните правой кнопкой мыши по **Отверстию2** и выберите команду **Параметры**.
12. В открывшемся окне выберите **Стратегию Резьба** и нажмите кнопку **Справочник**.

Откроется окно параметров резьбы, сохраненных в базе данных.



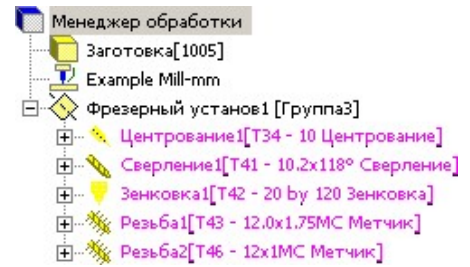
13. Выберите набор параметров № 150, соответствующий резьбе **M12x1** (это должна быть последняя строка таблицы, только что нами созданная), и нажмите кнопку **ОК**.



14. Закройте окно параметров элемента кнопкой **ОК**.

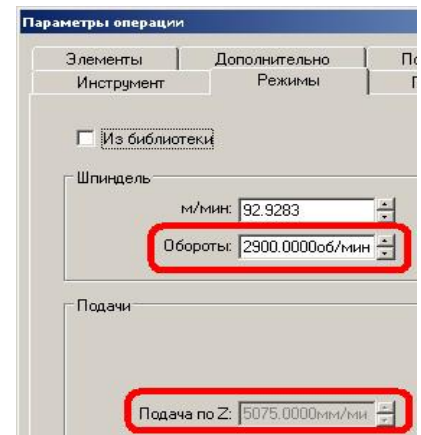
15.  Нажмите кнопку **Создать операции**.

CAMWorks создаст 5 операций – 4 для первого отверстия и одну (только типа **Резьба**) для второго. Обратите внимание, что для двух однотипных операций обработки резьбы выбран разный инструмент.



16. Двойным щелчком по имени операции откройте окно параметров операции **Резьба1**, созданной для элемента **Отверстие1**.

17. На закладке **Инструмент** можно видеть изображение и параметры выбранного метчика. Шаг резьбы **1,75** мм недоступен для редактирования.

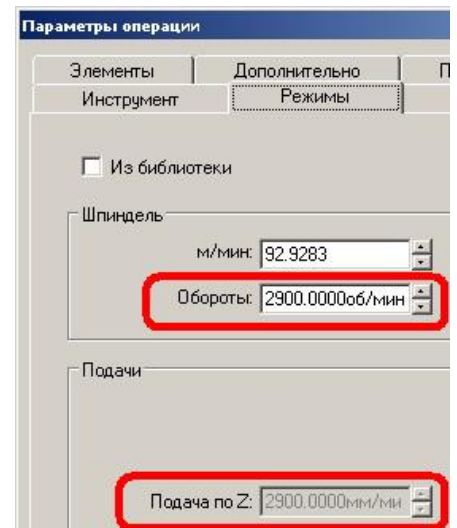


18. На закладке **Режимы** обороты шпинделя равны заданным в базе данных (в нашем примере **2900** об/мин). Подача недоступна для редактирования и равна (в нашем примере) **5075** мм/мин, хотя в базе данных она равнялась **100**. Делением подачи на обороты получаем шаг резьбы – в точности **1,75** мм.

19. Закройте окно параметров операции.


20. Двойным щелчком по имени операции откройте окно параметров операции **Резьба2**, созданной для элемента **Отверстие2**.

21. На закладке **Инструмент** можно видеть изображение и параметры выбранного метчика. Шаг резьбы **1** мм ровно недоступен для редактирования. Данный метчик только что автоматически создан по введенным в базу данных параметрам и выделяется, например, державкой, имеющей диаметр меньший, чем рабочая часть метчика (конкретно, он равен 8 мм против 12 для рабочей части).

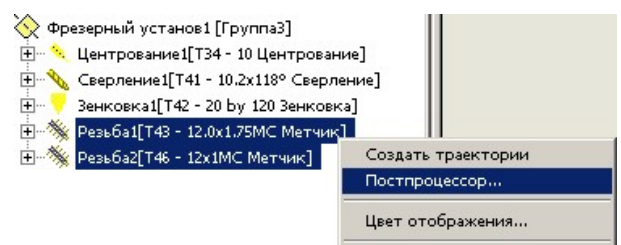


22. На закладке **Режимы** обороты шпинделя равны заданным в базе данных (в нашем примере **2900** об/мин). Подача недоступна для редактирования и равна (в нашем примере) **2900** мм/мин, хотя в базе данных она равнялась **100**. Делением подачи на обороты получаем шаг резьбы – в точности **1** мм.

23. Закройте окно параметров операции.

24.  Нажмите кнопку **Создать траектории**.

25. Выделите одну из операций типа **Резьба**, нажмите клавишу **Ctrl** на



клавиатуре, выделите вторую операцию этого же типа, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду **Постпроцессор**.

26. Оставьте имя файла программы по умолчанию и нажмите кнопку **Сохранить**.



27. В окне постпроцессирования нажмите кнопку **Пуск**.

28. По окончании постпроцессирования закройте окно кнопкой **ОК**.

29. Откройте в любом текстовом редакторе созданную программу и убедитесь, что подачи для обработки резбовых отверстий с разным шагом также различаются.

```

P0001
N1 G21
N2 (M12x1.5AB)
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0
N4 T46 M06
N5 S2900 M03
N6 G90 G54 G00 X0 Y0
N7 G43 Z25. H46 M08
N8 G84 G98 R10. Z-10 F2900.
N9 G80 Z25. M09
N10 G91 G28 Z0
N11 (12.0x1.75 TAP)
N12 T43 M06
N13 S2900 M03
N14 G90 G54 G00 X0 Y0
N15 G43 Z25. H43 M08
N16 G84 G98 R10. Z-10 F5075.
N17 G80 Z25. M09
N18 G91 G28 Z0
N19 G28 X0 Y0
N20 M30
  
```

## Технологическая база данных, урок 7

### В этом уроке:

#### **Создание и использование фасонного инструмента**

CAMWorks позволяет создавать и использовать при обработке инструменты и оправки, форма которых задаются пользователем. Вы можете использовать при имитации обработки свой реальный инструмент и увидеть реальный процесс удаления материала.

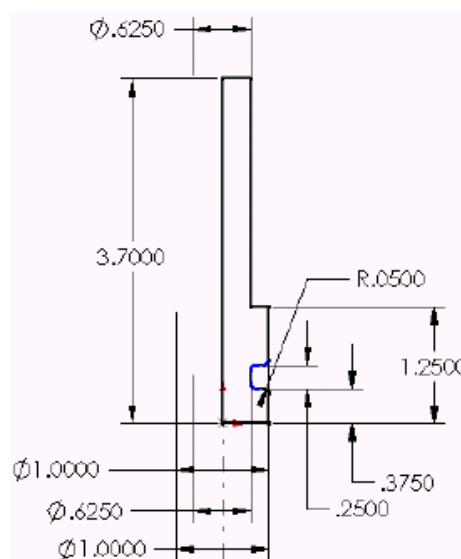
#### **Создание инструмента в SolidWorks**

CAMWorks предоставляет пользователю возможность определения фасонного фрезерного инструмента, который может использоваться при 2-осевом черновом и чистовом фрезеровании и выполнении точечных операций (сверление, развертывание и растачивание). Фасонный инструмент – это инструмент произвольной формы, которого нет в текущей базе данных инструментов CAMWorks. В определенных типах производства фасонные инструменты обычно применяют для разнообразных фрезерных операций, включая черновую и чистовую обработку, сверление и т.д. Подобные инструменты стандартно используются при черновой и чистовой обработке деревянных изделий, а также для обработки сложных отверстий.

Создание фасонного инструмента в SolidWorks выполняется при помощи отрисовки сечения и осевой линии инструмента, а затем создания тела вращения. Эскиз на изображенном ниже рисунке показывает геометрию, используемую для создания инструмента, использованного в данном уроке.

Геометрия инструмента задается эскизом SolidWorks, который должен отвечать следующим требованиям:

- Эскиз должен лежать в плоскости SolidWorks по умолчанию, например, в плоскости Плоскость1 (Plane1) или Спереди (Front).
- Эскиз может содержать только линии и дуги. Сплайны не поддерживаются.
- Вершина инструмента должна лежать в точке начала координат SolidWorks (0,0).
- Вся геометрия должна располагаться в положительном квадранте плоскости XY, т.е. правее и выше точки начала координат.
- Ось инструмента должна быть вертикальной и проходить через точку (0,0) SolidWorks.





- Контур должен быть замкнутым и удовлетворять требованиям по созданию тела вращения SolidWorks.

В следующем упражнении вы используете утилиту **CW-Tooling**, чтобы сохранить эскиз SolidWorks в виде инструмента, добавите его в библиотеку инструментов технологической базы данных, а затем используете его для обработки детали.

### Применение утилиты CW-Tooling для сохранения эскиза инструмента

1. Откройте файл детали **MillTool\_SideGroove.sldprt**, находящийся в папке *\Tooling\MTools*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\Program Files\CAMWorksXXXX\Tooling\MTools*).

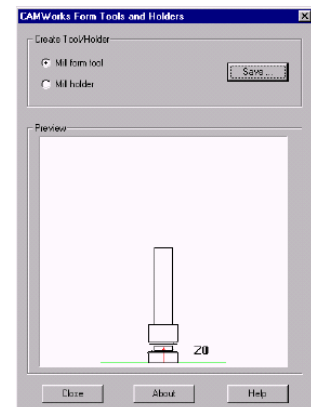
Этот инструмент был создан на основе эскиза, который соответствует правилам, приведенным на предыдущей странице, путем создания твердотельной модели операцией вращения.

Перед использованием данного инструмента в CAMWorks необходимо применить утилиту CW-Tooling, чтобы сохранить эскиз как фасонный инструмент. CAMWorks использует файл, созданный при помощи CW-Tooling, а не стандартный файл детали SolidWorks. Однако если вы сохраните модель и как документ SolidWorks, то при необходимости его можно будет легко отредактировать.

2. Выберите в меню SolidWorks пункты **Утилиты CW2007 – CW Tooling – Создать фасонный Инструмент/Оправку (CAMWorks Utilities CW Tooling – Create Form Tool/Holder)**.

Если в меню нет пункта **Утилиты CAMWorks**, выберите пункт **Добавления** из меню SolidWorks **Инструменты**, проверьте наличие флажка на пункте **CAMWorks Utilities** и нажмите кнопку **OK**.

3. В окне **Form Tools and Holders (Фасонные инструменты и оправки)** выберите пункт **Mill form tool (Фасонная фреза)** и нажмите кнопку **Save (Сохранить)**.



4. В окне **Сохранить как (Save As)** откройте папку *\Tooling\MTools*, расположенную в каталоге установки CAMWorks.

Эта папка является местоположением по умолчанию для фасонных инструментов; однако, вы можете создавать файлы инструментов и оправок в той папке, которая вам удобна. Например, вы можете сохранить файл инструмента в той же папке, где находится и файл детали или вы можете создать отдельные папки для инструментов и оправок.

5. Оставьте предложенное системой имя файла **MillTool\_SideGroove** и нажмите кнопку **Сохранить (Save)**.






Файл может называться также, как и документ SolidWorks, или иначе. Файлы с фрезами автоматически сохраняются с расширением.mt.

Программа проверяет корректность геометрии, сохраняет файл и отображает двумерное изображение инструмента или державки в поле **Preview (Просмотр)**.

6. Нажмите кнопку **Close (Заккрыть)**.

### Добавление инструмента в библиотеку инструментов TechDB


1.  Нажмите кнопку **Загрузить TechDB (Launch TechDB)** на панели инструментов CAMWorks.
2. Убедитесь, что в поле **Единицы (Units)** стоит значение **Дюймы (Inches)**.
3. Щелкните по пункту **User Defined Tool (Фасонный инструмент)** под пунктом **Tools Library (Библиотека инструментов)** в Дереве Навигации TechDB

или

Нажмите последовательно кнопки **Инструмент, Специальные, Фасонные**.

4. Откроется окно **База инструментов – Фасонные фрезы (Tools Database – Mill User Defined Tool)**.
5. Создайте инструмент со следующими параметрами:

Поле	Значение	Примечание
<b>Исп (ON)</b>	<b>Стоит флажок</b>	Если этот флажок установлен, CAMWorks может выбирать данный инструмент при создании операции.
<b>№ инстр. (Tool ID)</b>	<b>Фасонная1</b>	Это идентификатор инструмента.
<b>Обознач. (Designation)</b>	<b>Бок. канавка</b>	Текст, введенный в этом поле, отображается в секции описания инструмента в Дереве Операций.
<b>Рабочий диаметр (Cut diameter)</b>	<b>1</b>	CAMWorks рассчитывает траектории движения инструментов при черновой и чистовой обработке, основывается на значении этого параметра.
<b>Диаметр державки (Shank diameter)</b>	<b>0.625</b>	Диаметр хвостовика инструмента. В данной версии этот параметр используется только для справки.

<b>Режущая длина (Cut length)</b>	<b>1.25</b>	Длина инструмента, которая может использоваться при обработке.
<b>Общая длина (Overall length)</b>	<b>3.7</b>	Полная длина инструмента.
<b>Вылет (Protrusion)</b>	<b>3</b>	Вылет инструмента - расстояние от вершины фрезы до нижней части оправки. Именно настолько фреза выступает из оправки при имитации обработки.
<b>Смещение вершины (Tip offset)</b>	<b>0</b>	Смещение вершины фрезы по оси Z в программе.
<b>Вращение шпинделя (Hand of cut)</b>	<b>Правое (Right)</b>	Направление вращения инструмента.
<b>Число зубьев (No. of flutes)</b>	<b>4</b>	Число зубьев. Расчеты режимов резания основываются на числе зубьев.
<b>Материал инстр. (Tool Material)</b>	<b>Быстрорез (HSS)</b>	Материал инструмента (HSS – быстрорежущая сталь), используемый для расчетов подачи/скорости.
<b>Описание (Comment)</b>	<b>1" для бок. канавок</b>	Комментарий, выводится в УП.
<b>Файл и путь (Tool name &amp; path)</b>	 <b>Нажать и выбрать файл</b>	Папка и имя файла инструмента, определяемого пользователем. Нажмите кнопку <b>Обзор (Browse)</b> , найдите папку <code>\Tooling\MTools</code> и выберите файл <b>MillTool_SideGroove.mt</b> .

6. По завершении ввода нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Информация автоматически сохранится.



7. Нажмите кнопку **Выход (Quit)** для выхода из технологической базы данных.

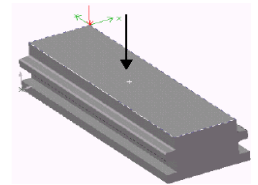
8. Закройте файл **MillTool\_SideGroove.sldprt**. Работа с ним закончена.

## Использование инструмента в CAMWorks

Теперь вы готовы применить инструмент для обработки детали.

1. Откройте файл детали **MILL2AX\_12.SLDPRT**, находящийся в папке `\Examples\Mill`, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, `\Program Files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill`).

2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
3. Вы можете использовать станок и заготовку по умолчанию.
4.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.
5. Выделите в Древе **Фрезерный Установ1 (Mill Part Setup1)**.  
Боковые канавки не могут быть обработаны с данного направления.
6. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный Установ1 (Mill Part Setup1)** и выберите команду **Удалить (Delete)**.
7. Подтвердите удаление кнопкой **Да (Yes)**.
8. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Заготовка (Stock Manager)** и выберите команду **Добавить фрезерный установ (Insert Mill Part Setup)**.  
Отобразится окно **Установ (Part Setup)**.
9. Укажите верхнюю грань детали.
10. Проверьте, что флажок **Плоскость (Face)** не установлен, и нажмите кнопку **ОК**.

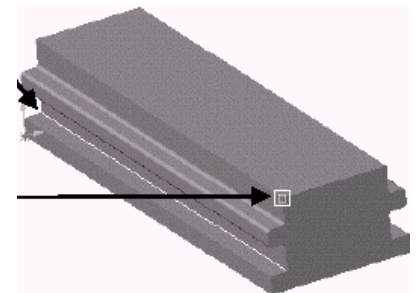


**Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** отобразится в древе.

11. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ2 (Mill Part Setup2)** и выберите в контекстном меню команду **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

Откроется окно **Создать 2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)**.

12. Выберите **Тип (Type)** элемента **Контур (Open Profile)**.
13. Укажите нижнюю внутреннюю кромку канавки, как показано на рисунке.
14. Поверните деталь и укажите на соответствующую кромку на другой стороне.
15. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.
16. Поверните деталь в исходное положение.



17. Для задания **Граничных условий (End Condition)** укажите вершину на верхней стороне детали, как показано на рисунке.

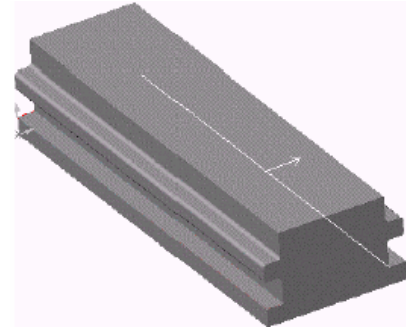
**Тип (Type)** меняется на **До вершины (Upto Vertex)**, а **Глубина (Depth)** элемента станет равной **1** дюйму.

18. Убедитесь, что включена настройка **Редактор контура (Edit feature profiles)** и нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

Откроется окно **Создать 2,5-ос. элемент: Редактор контура (2.5 Axis Feature Wizard: Edit Feature Profiles)**. Заметьте, что направление обработки, показанное на детали для элемента **Контур(1) (Open Profile(1))**, правильное.

19. Щелкните по стрелке в поле **Элемент (Feature)** и выберите пункт **Контур(2) (Open Profile(2))**.

Направление обработки, показанное для элемента **Контур(2) (Open Profile(2))**, неверно.



20. Включите настройку **Переставить фрезу (Flip direction of cut)**.

Стрелка должна поменять направление, как показано на рисунке.

21. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**, затем нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

В дереве появятся два элемента типа **Контур (Open Profile)**.

22.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

В Дереве Операций видны две контурные операции. Поскольку вы используете одни и те же условия резания для обработки двух элементов, вы можете объединить обработку элементов в одну операцию.

23. Щелкните по знакам "+" рядом с каждой операцией для раскрытия списков.

24. Перетащите пункт **Контур2 (Open Profile2)** выше пункта **Контур1 (Open Profile1)** и отпустите кнопку мыши.

Операция **Контурная2 (Contour Mill2)** исчезнет, а оба элемента будут обработаны одной операцией.

25. Щелкните по знаку "-" рядом с пунктом **Контурная1 (Contour Mill1)**, чтобы свернуть его.

Перед тем, как вы сможете использовать фасонный инструмент, вам необходимо добавить его в **Корзину инструментов (Tool Crib)**. Если вы добавите инструмент в корзину в технологической базе данных, его можно будет применять при обработке других деталей. Если инструмент используется редко или только для специфических деталей, вы можете добавить инструмент в корзину на закладке **Корзина (Tool Crib)** в окне **Станок (Machine)** или в окне **Параметры обработки (Machining Parameters)** операции, так что он будет доступен только для текущей детали. В данном упражнении вы добавите инструмент в окне **Параметры обработки (Machining Parameters)** операции **Чистовая1 (Finish Mill1)**.

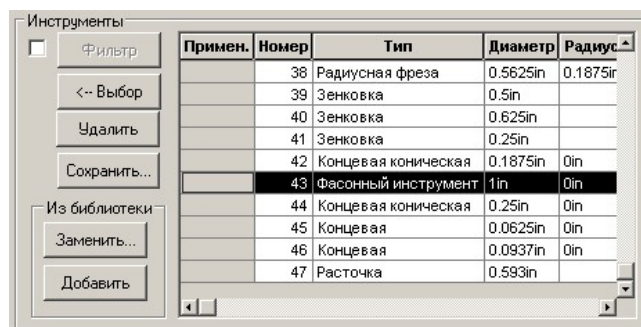
1. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Контурная1 (Contour Mill1)** в дереве и выберите команду **Определение (Edit Definition)**.
2. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)**.
3. Нажмите кнопку **Добавить (Add)** в группе **Из библиотеки (From library)**.
4. В окне **Выбор инструмента (Select Tool Filter)** выберите в списке **Фасонный инструмент (User Defined Tool)** и нажмите кнопку **ОК**.

Откроется форма База инструмента – **Фасонный инструмент (Tool Database – User Defined Tools)**.

5. Выберите ранее созданный инструмент и нажмите кнопку **ОК**.

Инструмент добавится в корзину.

6. Проклистайте список и выберите пункт **Фасонный инструмент (User defined tool)**.
7. Нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
8. Нажмите кнопку **Да (Yes)**, чтобы заменить и оправку.



CAMWorks задает оправку по умолчанию для любого инструмента, не имеющего связи с какой-либо конкретной оправкой. Вы можете связать оправки с инструментами во время добавления инструмента в набор инструментов технологической базы данных или используя окно **Инструменты по умолчанию (Default Tools)** в TechDB.

9. Перейдите на закладку **Фасонная фреза (Mill User Defined Tool)**.

Информация об инструменте занесена в список, а контур инструмента показан в области предварительного **Просмотра (Preview)**.

10. Перейдите на закладку **Контур (Contour)**.

11. В группе параметров **Проходы в глубину (Depth Parameters)** введите значение **Первого прохода (First cut amt)** 1 дюйм.

Поскольку глубина элемента равна 1 дюйму, данное значение обеспечит обработку элемента на эту глубину за один проход.

12. В группе **Обработка стенок (Side Parameters)** нажмите кнопку **Параметры (Settings...)**, установите значение **Проходы по (Cut amt)** равным 0,0625 дюйма, а **Остался припуск (Prev. Allowance)** равным 0,1875 дюйма, и нажмите кнопку **ОК**.




Эти два параметра определяют количество проходов на сторону. Данные значения обеспечат создание трех проходов на сторону.

13. Перейдите на закладку **Элементы (Feature Options)**.

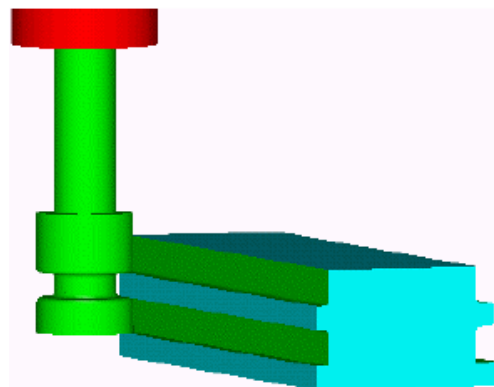
Обратите внимание, что **Список элементов (Feature list)** в данный момент показывает элемент **Контур1 (Open Profile1)**. Когда несколько элементов обрабатываются одной операцией, большинство параметров обработки одинаковы для всех элементов и их значения, доступные в окне **Параметры обработки (Machining Parameters)**, автоматически применяются ко всем элементам. Для того чтобы обеспечить большую гибкость при обработке отдельных элементов, параметры обработки, зависящие от конкретного элемента, не применяются автоматически ко всем элементам. Для некоторых параметров, зависящих от элемента, отображается кнопка **Для всех (Apply to All)**, обеспечивающая установку тех же параметров для всех



элементов сразу. Прочие параметры нужно задать индивидуально для каждого элемента.

14. Щелкните по стрелке справа от пункта **Контур1 (Open Profile1)** и выберите пункт **Контур2 (Open Profile2)**.
15. Перейдите на закладку **Чистовая (Finish)**.
16. Обратите внимание, что ваши изменения сохраняются для глубины и ширины прохода, однако значение параметра **Предыдущий припуск (Prev. Allowance)** остается заданным по умолчанию. Данный параметр необходимо устанавливать для каждого элемента.
17. Сделайте **Предыдущий припуск (Prev. Allowance)** равным **0,1875**.
18. Перейдите на закладку **Подвод (Leadin)**.  
Вам нужно задать подвод и отвод для того, чтобы избежать зареза детали.
19. Выберите значение **Подвод (Leadin) Параллельно (Parallel)** с **Длиной (Leadin amount) 0,5** дюйма.
20. Сделайте то же самое для параметра **Отвод (Leadout)**.
21. Нажмите кнопку **Задать для всех (Apply to All)**, чтобы применить данные установки для обоих элементов.
22. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна.
23.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)** на панели инструментов CAMWorks.  
Траектории движения инструмента создаются на обеих сторонах детали.
24. Подсветите операцию в дереве, чтобы просмотреть траектории движения инструмента.
25.  Нажмите кнопку **Имитация (Simulate Toolpath)**.
26.  Нажмите несколько раз кнопку **Шаг вперед (Single Step)** для пошаговой имитации.

Обратите внимание, что **Турбо режим (Turbo mode)** не поддерживается для инструментов, заданных пользователем.



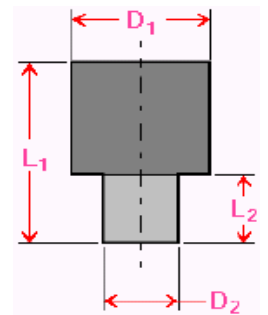
## Технологическая база данных, урок 8

### В этом уроке:

#### Создание и использование фрезерных оправок

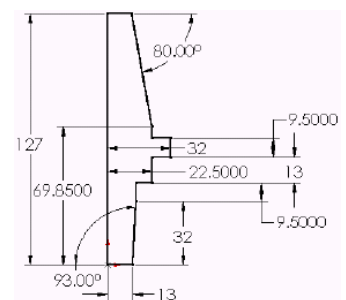
CAMWorks позволяет задавать параметры фрезерных оправок и вести библиотеку оправок (Holder library) в технологической базе данных. Библиотека оправок – это база данных всех оправок, имеющих на предприятии. Когда оправка связана с фрезой, она может отображаться во время имитации обработки. Отображение фрезерных оправок во время имитации помогает определить, не произойдет ли столкновение оправки с деталью во время обработки.

CAMWorks поддерживает два типа фрезерных оправок. Первый тип, называемый **Базовым (Basic)**, имеет форму двух стоящих друг на друге цилиндров, причем цилиндр с большим диаметром расположен сверху. Оправки базового типа задаются непосредственно в библиотеке оправок при помощи задания значений параметров **Диаметр верха D1 (Top diameter D1)**, **Диаметр низа D2 (Bottom diameter D2)**, **Общая длина L1 (Overall length L1)** и **Длина низа L2 (Bottom length L2)**, как это показано на рисунке справа. Во многих случаях форма базовой фрезерной оправки оказывается достаточной. Однако, в случае необходимости, можно использовать оправку, задаваемую пользователем. Форма подобной оправки основывается на модели детали SolidWorks. Этот урок показывает, как создать такую оправку, добавить ее в библиотеку и использовать в CAMWorks.



#### Создание оправки в SolidWorks

Способ задания геометрической формы фрезерной оправки такой же, как и способ задания формы фасонного инструмента. Форма оправки задается в SolidWorks ее сечением и осевой линией. При необходимости можно создать и тело вращения, как объяснено в уроке 7 данной главы. Эскиз на рисунке показывает геометрию оправки, использованной для выполнения данного урока.



#### Использование утилиты CW-Tooling для сохранения эскиза как оправки

1. Откройте файл **MillHolder\_CAT45-VFange.sldprt**, находящийся в папке **\Tooling\MHolders**, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, **\Program Files\CAMWorksXXXX\Tooling\MHolders**).

Перед использованием этой оправки в CAMWorks необходимо применить утилиту **CW-Tooling**, чтобы сохранить эскиз как оправку. CAMWorks использует файл, созданный CW-Tooling, а не стандартный документ

SolidWorks. Однако если сохранить модель, как документ SolidWorks, ее можно будет при необходимости легко редактировать.

- В меню SolidWorks выберите пункты **Утилиты CW2007 – CW Tooling – Создать фасонный Инструмент/Оправку (CAMWorks Utilities CW Tooling – Create Form Tool/Holder)**.

Если в меню пункт **CW-Tooling** не отображается, выберите пункт **Добавления** из меню SolidWorks **Инструменты**, проверьте наличие флажка на пункте **CW Tool and Holder Utility (Утилита инструментов и оправок CW)**, и нажмите кнопку **OK**.

- В окне **Form Tools and Holders (Фасонные инструменты и оправки)** выберите пункт **Mill holder (Фасонная оправка)** и нажмите кнопку **Save (Сохранить)**.

Отображается окно **Сохранить как (Save As)**.

- Откройте папку `\Tooling\MHolders`, расположенную в папке установки CAMWorks.

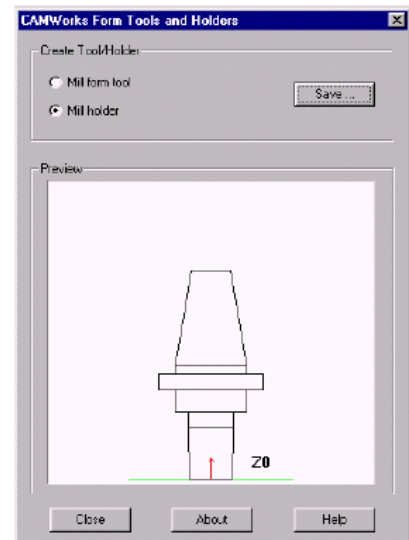
Данная папка по умолчанию предназначена для хранения файлов оправок; однако, можно располагать файлы оправок и в другой папке, удовлетворяющей вашим требованиям.

- Выберите файл *MillHolder\_CAT45-Vflange* и нажмите кнопку **Сохранить (Save)**.


Файл может называться тем же именем, что и документ SolidWorks, или другим. Файлы оправок автоматически сохраняются с расширением.mh.

Программа проверяет корректность геометрии, сохраняет файл и отображает двумерное изображение оправки в поле **Preview (Просмотр)**.

- Нажмите кнопку **Close (Заккрыть)**.



## Добавление оправки в TechDB и объединение оправки с инструментом

-  Нажмите кнопку **Загрузить TechDB (Launch TechDB)** на панели инструментов CAMWorks.
- Убедитесь, что в поле **Единицы (Units)** стоит значение **Метры (Metric)**.


Когда вы вводите информацию в технологическую базу данных, вам необходимо определить, какой раздел базы вы редактируете.

- Щелкните в Дереве Навигации по пункту **Holders (Оправки)** под пунктами **Tooling (Инструменты)**, **Mill Tooling (Фрезерование)**, **Holder Utilities (Оправки)**

или

Нажмите последовательно кнопки **Инструмент**, **Фрезерный инструмент**, **Оправки**, **Оправки**.

4. Откроется окно **Библиотека оправок (метры) (Mill Holder Library (Metric))**.
5. Создайте оправку со следующими параметрами:

Поле	Значение	Примечание
<b>№ оправки (Holder number)</b>	<b>Специальная1</b>	Обозначение оправки.
<b>Форма оправки (Holder shape)</b>	<b>Фасонная (User Defined)</b>	<p>Определяет, задается ли форма оправки значениями параметров или геометрией, задаваемой пользователем:</p> <p><b>Basic (Базовая)</b> – форма, задаваемая четырьмя параметрами (два диаметра и две длины), как описано в начале урока.</p> <p><b>Фасонная (User Defined)</b> – форма, задаваемая пользовательской геометрией.</p>
<b>Тип оправки (Holder type)</b>	<b>Фланец (Flange Adapter)</b>	Данный список содержит значения, введенные в форме <b>Типы оправок (Holder Types)</b> .
<b>Спецификация (Holder specification)</b>	<b>CAT 45V</b>	Данный список содержит значения, введенные в форме <b>Спецификация оправки (Holder Specification)</b> .
<b>Внешние название и путь (User defined name &amp; path)</b>	 <b>Щелкните для поиска файла</b>	<p>Задаёт папку или имя файла с пользовательской оправкой.</p> <p>Пользуйтесь кнопкой Browse (Найти), чтобы найти каталог <code>\Tooling\MHolders</code> и выбрать файл <code>MillHolder_CAT45-VFlange.mh</code>.</p>
<b>Описание (Comment)</b>	<b>Спец. фланец</b>	Пользовательский комментарий.

6. По окончании ввода данных нажмите кнопку **ОК**. Информация автоматически сохранится.

CAMWorks обеспечивает два метода назначения оправок для инструментов:

- При менее формальном подходе оправка связывается с инструментом в форме **Корзина инструментов (Tool crib)**. Для этого при создании корзины инструментов не выбирайте настройку **Использовать сборки (Define using Tool Assemblies)**. В данном подходе управление инструментом сосредоточено в большей степени на самом инструменте.
- При более жесткой стратегии управления инструментальным хозяйством каждая пара инструмент - оправка может быть задана в специальной форме базы данных **Инструментальные сборки (Tool Assemblies)**.

На закладке **Фреза (Mill Tool)** в окне **Параметры обработки (Machining Parameters)** есть страница **Оправка (Holder)**, позволяющая при необходимости заменить оправку для отдельной операции.

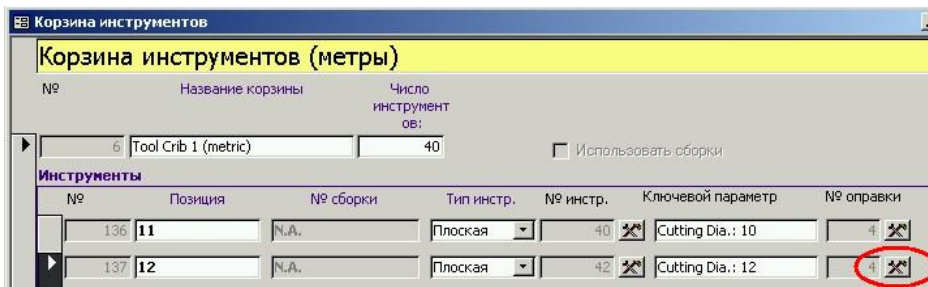
В данном уроке вы используете форму **Корзина инструмента (Mill Tool Crib)** для связывания оправки с инструментом.

7. Выберите в Дереве Навигации пункт **Tool crib** (Корзины инструментов), находящийся под пунктом **Tools Library** (Инструменты)

или



Нажмите последовательно кнопки **Инструмент**, **Фрезерный инструмент**, **Корзины**.

Откроется форма **Корзины инструментов (метры) (Tool Crib (Metric))**.



8. Выберите строку со значением параметра **Позиция (Stn. no.)** равным 12.
9. Нажмите кнопку редактирования рядом с пунктом **№ оправки (Holder ID)**.
10. В форме **Библиотека оправок (Mill Holder Library)** выберите пункт **Специальная1** и нажмите кнопку **Закрыть (Close)**.
11. Нажмите кнопку **Выход (Quit)** для выхода из базы данных.
12. Закройте файл **MillHolder\_CAT45-VFlange.sldprt**.

## Использование оправки в CAMWorks



1. Откройте файл детали **MILL2AX\_13.SLDPRТ**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\program files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).
2. Перейдите на закладку Деревя Элементов CAMWorks.
3.  Нажмите кнопку **Настройки (Options)** на панели CAMWorks.
4. На закладке **Фрезерование (Features)** убедитесь, что настройки **Выступ (Boss)** и **Плоскость (Face)** отключены, и нажмите кнопку **ОК**.
5. Можно воспользоваться станком и заготовкой по умолчанию.
6.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)** на панели инструментов CAMWorks.

Функция автоматического распознавания элементов находит элементы **Открытый карман (Open Pocket)** и **Прямоугольный карман (Rectangular Pocket)**.





7. Щелкните правой кнопкой мыши по элементу **Прямоугольный карман1 (Rectangular Pocket1)** в дереве и выберите пункт **Параметры (Parameters)**.
8. В окне **Параметры (Parameters)** выберите стратегию **Обдирка (Coarse)** и нажмите кнопку **ОК**.

Данная стратегия обработки подразумевает создание операции **Черновая (Rough Mill)** для элемента **Прямоугольный карман (Rectangular Pocket)**.

9.  Нажмите кнопку **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
10.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpath)**.


Траектории инструментов будут созданы для всех трех операций.

11.  Нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.
12. На панели инструментов **Имитация обработки (Simulate Toolpath)** убедитесь, что для настроек **Заготовка (Stock)**, **Инструмент (Tool)** и **Оправка (Holder)** выбран вариант **Закраска (Shaded Display)**.

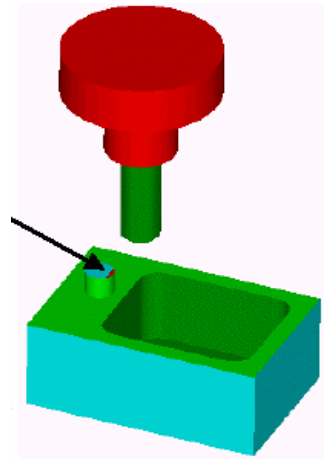
13.  Нажмите кнопку **Столкновения оправки (Show Holder Collision)** чтобы включить показ столкновений.

14.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

Убедитесь, что оправка задевает выступ.

15.  Нажмите кнопку **Заккрыть (Cancel)** для выхода из имитации резания.

16. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Черновая2 (Rough Mill2)** в Дереве Операций и выберите пункт **Определение (Edit Definition)**.



17. Перейдите на закладку **Корзина (Tool Crib)**.
18. Выберите инструмент **№ 12**.

Вы связывали в TechDB созданную оправку с данным инструментом.

19. Нажмите кнопку **Выбор (Select)**.
20. Нажмите кнопку **Да (Yes)**, чтобы заменить и оправку.
21. Перейдите на закладку **Оправка (Mill Holder)**.

Отображаются данные созданной оправки.

22. Измените значение параметра **Вылет (Protrusion)** на **65** мм.

Данный параметр задает расстояние от вершины инструмента до нижней части оправки.


Появится вопрос о необходимости добавить в корзину новый инструмент или изменить данный во всех операциях, использующих его. Выберите вариант **Изменить (Change)**.

23. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из окна.

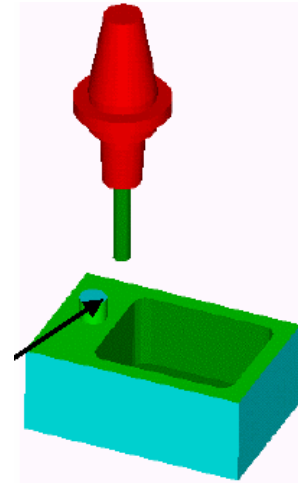
24. Щелкните в дереве правой кнопкой мыши по пункту **Черновая2 (Rough Mill2)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.

Необходимо регенерировать траекторию движения инструмента, потому что был выбран инструмент другого диаметра.

25.  Нажмите кнопку **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.

26.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.

Теперь оправка не задевает выступ.



## Технологическая база данных, урок 9

CAMWorks поддерживает работу с режущими инструментами для обработки Т-образных пазов и направляющих типа "ласточкин хвост". В данном уроке вы создадите в библиотеке стратегию обработки Т-образного паза и примените ее для обработки детали.

### В этом уроке:

- Создание в базе данных фрезы для обработки Т-образного паза.
- Создание пользовательской стратегии обработки Т-образного паза.
- Добавление 2-осевого элемента и применение стратегии обработки Т-образного паза.
- Создание операций и траекторий движения инструментов.

27. Откройте файл **MILL2AX\_8.SLDPRT**, находящийся в папке *\Examples\Mill*, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, *\program files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill*).

28.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.

29.  Используйте станок **Example Mill-in (Фрезерный – дюймы)**.

30.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

### Создание стратегии обработки в технологической базе данных

Во-первых, необходимо создать грибковую фрезу.

1.  Нажмите кнопку **Загрузить TechDB (Launch TechDB)** на панели инструментов CAMWorks.

Запускается программа Microsoft Access и отображается главное меню базы.

2. Убедитесь, что в поле **Единицы (Units)** стоит значение **Дюймы (Inches)**.
3. В Древе навигации базы данных выберите пункт **Keyway (Грибковые)** под пунктами **Tooling (Инструменты)**, **Form cutter (Фасонные)**

или

Нажмите кнопки **Инструмент**, **Специальные**, **Грибковые**.

4. В форме **База инструментов – Грибковые фрезы (дюймы) (Tools Database – Keyway (inches))** создайте новый инструмент со следующими параметрами:

- **№ инстр. (Tool ID) = 1010;**
- **Диаметр (Diameter) = 1.75;**

- Диаметр державки (Shank diameter) = .75;
- Нижний радиус (Bottom Radius) = .05;
- Верхний радиус (Top Radius) = .05;
- Эфф. длина (Cut Length) = .5;
- Общая длина (Overall Length) = 3;
- Вылет (Protrusion) = 2;
- Вращение шпинделя (Hand of Cut) = Правое (Right hand);
- Число зубьев (No of flutes) = 8;
- Материал инстр. (Tool Class) = Карбид (Carbide);
- Описание (Comment) = 1,75" пазовая.

5. После ввода параметров инструмента нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Далее создайте пользовательскую стратегию обработки, чтобы внести процесс обработки в базу данных.

6. В Дереве навигации базы данных выберите пункт **User defined attributes** (Стратегии пользователя) под пунктами **Mill** (Фрезерование), **Features & operations** (Элементы и операции)

или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование**, **Элементы и операции**, **Стратегии пользователя**.

Откроется форма **Элементы и стратегии (Feature & Attributes)**.

7. Для **Элемента (Feature)** выберите из списка пункт **Контур (Open Profile)**.

8. В группе **Стратегии пользователя (User Defined Attributes)** щелкните по пустой ячейке под ячейками **С уклоном (Taper)** и введите **Т-образный паз**.

Элементы и стратегии			
Элемент			
№:	34 Контур		
Стратегии пользователя			
№:	№ стратегии	Стратегия	По умолч.
	116	136 С уклоном	<input type="checkbox"/>
	403	202 Т-образный паз	<input type="checkbox"/>
*			<input type="checkbox"/>

9. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

10. В Дереве навигации базы данных выберите пункт **Features & operations** (Элементы и операции) под пунктами **Mill** (Фрезерование), **Features & operations** (Элементы и операции)

или

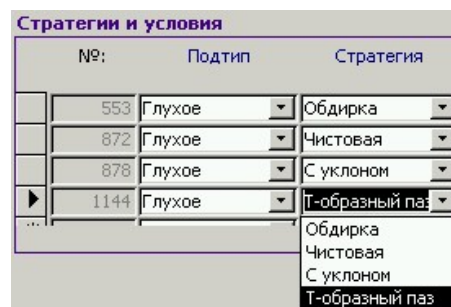
Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование**, **Элементы и операции**, **Элементы и операции**.

Откроется форма **Элементы и операции (Feature & Operations)**.

11. Для поля **Тип элемента (Feature Type)** выберите в раскрывающемся списке элемент **Контур (Open Profile)**.

12. В группе **Стратегии и условия (Feature Conditions)** прокрутите список до последней записи, обозначенной звездочкой (\*), и щелкните по звездочке.
13. В колонке **Стратегия (Attribute)** щелкните по стрелке и выберите пункт **Т-образный паз**.
14. Щелкните в ячейке **Глубина элемента <=** (**Feature Range <=**) и введите 1.

Теперь можно определить инструмент и параметры обработки, применяемые при данной стратегии обработки.

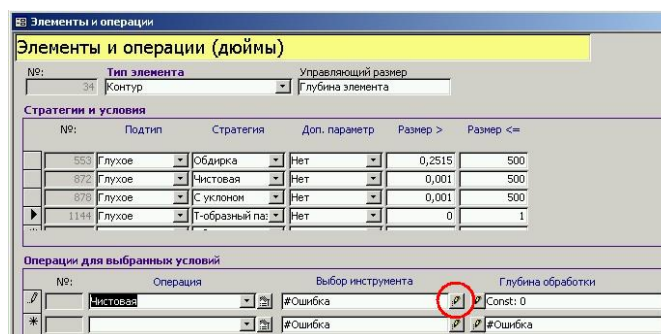


15. Для активизации полей группы **Операции для выбранных условий (Operations for Matching Conditions)** щелкните в любой строке в группе **Стратегии и условия (Feature Conditions)**, затем снова по строке **Т-образный паз**.

16. В колонке **Операция (Operation)** щелкните по стрелке и выберите пункт **Контурная (Contour Mill)**.

17. Нажмите кнопку редактирования поля **Выбор инструмента (Tool Selection Summary)**.

Откроется форма **Выбор инструмента (Tool Selection)**.



18. Выберите **Тип инструмента (Tool Type)** Грибковая (**Keyway**).

19. Выберите способ выбора инструмента **Выбрать инстр. (Select tool)** и нажмите кнопку **Выбрать (Select)**.

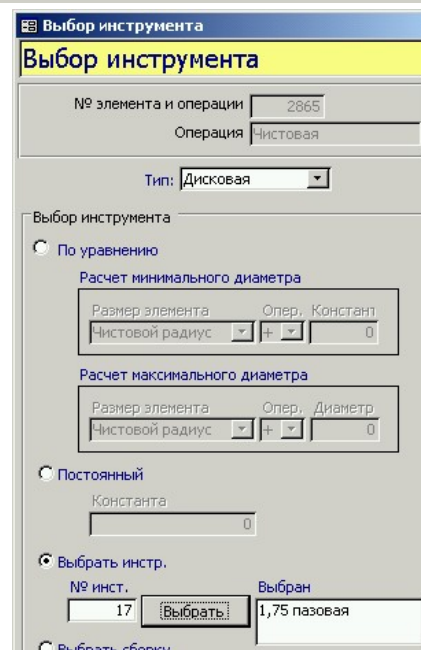
Откроется форма **База инструментов – Грибковые фрезы (Tools Database – Keyway)**.

20. Выберите фрезу, созданную ранее в этом упражнении.

21. Нажмите кнопку **ОК**.

В окне **Tool Select (Выбор инструмента)** отображается информация об инструменте.

22. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.





23. Нажмите кнопку редактирования рядом с ячейкой **Глубина обработки (Summary of Depth Criteria)**.

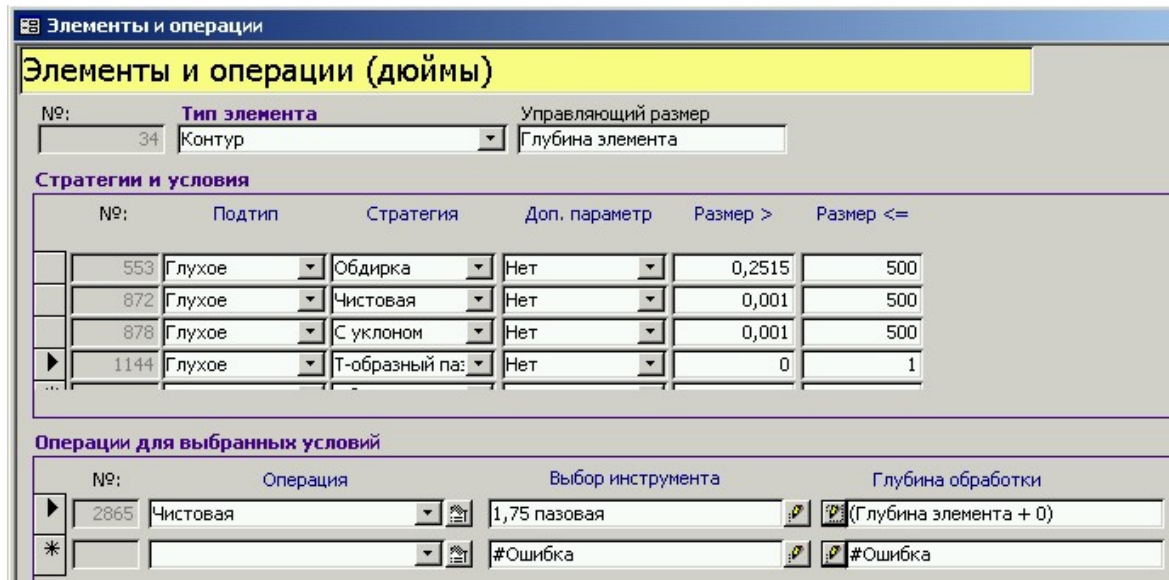
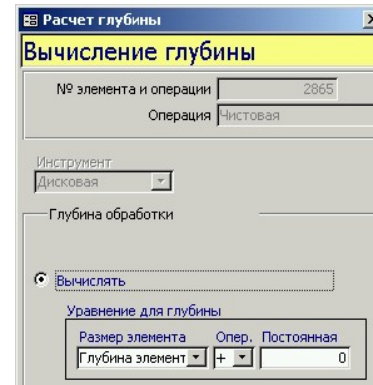
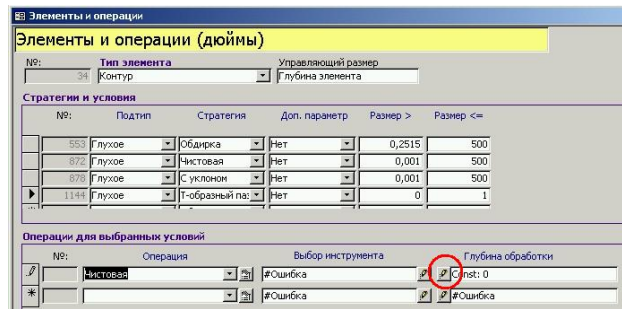
24. В форме **Вычисление глубины (Depth Evaluation)** щелкните по настройке **Вычислять (Use Expression)** и используйте значения по умолчанию в разделе **Уравнение для глубины (Matching Depth Expression)**.

25. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Окно **Элементы & Операции (Feature & Operations)** должно выглядеть как на рисунке внизу.

26. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

27. В главном меню базы данных нажмите кнопку **Выход (Quit)**.



### **Добавление 2-осевого элемента и применение стратегии обработки "Т-образный паз"**

Создайте два обрабатываемых элемента и примените новую стратегию обработки к одному из них.

1. Закройте модель и снова откройте ее, чтобы быть уверенным, что изменения базы данных вступили в силу, и снова распознайте элементы.

2.  Убедитесь, что отображается Дерево Элементов CAMWorks.

3. Щелкните правой кнопкой мыши в дереве по пункту **NC Manager** и выберите пункт **Свернуть дерево (Collapse items)**.

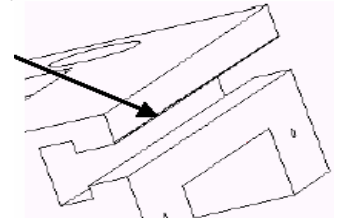
Это дает возможность более удобной работы с элементами дерева.

4. Разверните пункт **Фрезерный установ3 (Mill Part Setup3)**, щелкнув по знаку "+" рядом с ним.
5. В контекстном меню **Фрезерного установка3 (Mill Part Setup3)** выберите пункт **Добавить 2,5-ос. элемент (Insert 2.5 Axis Feature)**.

Откроется окно **Создать 2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)**.

6. Выберите **Тип (Type)** элемента **Открытый контур (Open Profile)**.
7. Поверните деталь и укажите кромку, показанную на рисунке.

Возможно, кромки и грани проще указать выбирать при изменении режима отображения детали с **Закрашенного** на **Скрыть невидимые линии**.

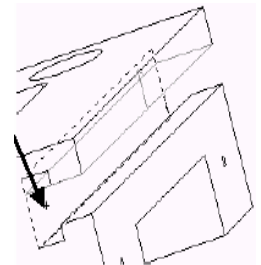


8. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

Откроется окно **Создать 2,5-ос. элемент: Граничные условия (2.5 Axis Wizard: End Conditions)**.

9. Укажите грань, показанную на рисунке.

Будет выбран **Тип (Type)** граничного условия **До грани (Upto Face)** и автоматически вычислена глубина обработки.



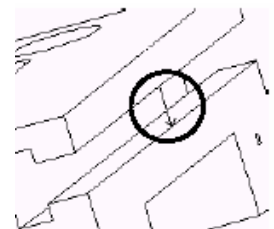
10. Убедитесь, что настройка **Редактор контура (Edit feature profiles)** включена.

11. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

Обратите внимание, что направление стрелки, показанной на детали, неверно.

12. Включите настройку **Переставить фрезу (Flip direction of cut)**.

Направление стрелки изменится, как показано на рисунке.



13. Нажмите кнопку **Готово (Finish)**.

Снова отобразится окно **Создать 2,5-ос. элемент: Базовые объекты (2.5 Axis Feature Wizard: Feature & Cross Section Definition)**.

Создайте контур для обработки грибковой фрезой.

14. Убедитесь, что выбран **Тип (Type)** элемента **Открытый контур (Open Profile)**.

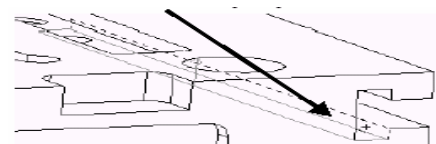
15. Укажите нижнюю внутреннюю кромку Т-образного паза.

16. Нажмите кнопку **Дальше (Next)**.

17. В списке **Стратегия (Attribute)** выберите пункт **Т-образный паз**.

18. Для задания **Граничных условий (End Condition)** поверните деталь и укажите внутреннюю сторону паза.

Будет выбран **Тип (Type)** **До грани (Upto Face)** и вычислена глубина обработки.



19. Отключите настройку **Редактор контура (Edit feature profiles)** и нажмите кнопку **Готово (Finish)**.
20. Нажмите кнопку **Заккрыть (Close)**.

Создано два элемента типа **Открытый контур (Open Profile)**.

21. Перетащите левой кнопкой мыши элемент **Открытый контур1 (Open Profile1)** выше элемента **Открытый контур2 (Open Profile2)**.

В таком порядке вам надо обработать данную часть детали. Обратите внимание, что вы также можете изменить порядок обработки в Дереве Операций CAMWorks после того, как операции будут созданы.


### ***Создание операций и траекторий движения инструментов***

1. Щелкните правой кнопкой мыши по **Фрезерному установу3 (Mill Part Setup3)** и выберите команду **Создать операции (Generate Operation Plan)**.

Для элементов типа **Открытый контур (Open Profile)** созданы две операции контурного фрезерования.

2. Дважды щелкните по операции **Контурная1 (Contour Mill1)**.
  3. На закладке **Подвод (Leadin)** выберите **Тип (Type)** **Параллельно (Parallel)**.
  4. Задайте **Длину (Leadin amount)** 1 дюйм и **Перебег (Leadin overlap)** 0,1 дюйма, затем нажмите кнопку **ОК**.
  5. Дважды щелкните по операции **Контурная2 (Contour Mill2)**.
  6. Внесите такие же изменения на закладке **Подвод (Leadin)**.
  7. На закладке **Контур (Contour)** установите значение параметра **Первый проход (First cut amount)** 1 дюйм и нажмите кнопку **ОК**.
- Это значение больше, чем глубина элемента, и он будет получен таким образом за один проход грибковой фрезы.
8. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ3 (Mill Part Setup3)** и выберите команду **Создать траектории (Generate Toolpath)**.
  9. Щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Фрезерный установ3 (Mill Part Setup3)** и выберите в контекстном меню команду **Имитация обработки (Simulate Toolpath)**.
  10. Выберите условие останова **Операция (Next Operation)**.

11.  Нажмите кнопку **Пуск (Run)**.




12.  Когда первая операция завершена, нажмите несколько раз кнопку **Шаг вперед (Single Step)**, чтобы увидеть, как грибковая фреза обрабатывает Т-образный паз.

## Технологическая база данных, урок 10

Отверстия, состоящие из нескольких цилиндров, фасок и скруглений, CAMWorks распознает как **Составные отверстия (Multi-Stepped Holes)**. Если число и последовательность ступеней в данном отверстии уникально, его можно обработать, добавив необходимые операции в нужной последовательности при проектировании обработки: эта процедура описана в уроке 2 главы 1 настоящего учебника. Если в ваших деталях часто встречаются отверстия, число и последовательность ступеней в которых постоянны и различающиеся лишь размерами ступеней, рационально один раз настроить всю последовательность обработки таких отверстий в базе данных.

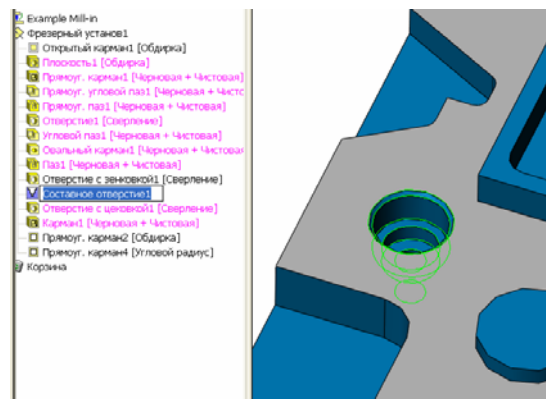
### В этом уроке:


- Создание пользовательской стратегии обработки составного отверстия
1. Откройте файл **MILL2AX\_2.SLDPRT**, находящийся в папке `\Examples\Mill`, расположенной в каталоге установки CAMWorks (например, `\program files\CAMWorksXXXX\Examples\Mill`).

2.  Перейдите на закладку Древа Элементов CAMWorks.
3.  Используйте станок **Example Mill-in (Фрезерный – дюймы)**.
4.  Нажмите кнопку **Распознать элементы (Extract Machinable Features)**.

Будет найден один элемент типа **Составное отверстие (MSH)**. Оно образовано тремя цилиндрами и одной фаской. Нумерация элементов одного типа идет сверху вниз.

Мы создадим унифицированную стратегию обработки отверстий с такой последовательностью граней, без жесткой привязки к размерам данного отверстия.



5.  Нажмите кнопку **Загрузить TechDB (TechDB)** на панели CAMWorks.
6. Проверьте, что выбраны **Единицы (Units) Дюймы (Inches)** и **Обработка Фрезерная**
7. 4. В Древе Навигации щелкните по пункту **Multi-Stepped Hole (Составные отверстия)** под пунктом **Feature & Operation (Элементы и операции)**

или

Нажмите последовательно кнопки **Фрезерование, Элементы и операции, Составные отверстия**.



Откроется форма ввода **Составные отверстия – операции (дюймы) (Multi-Stepped Hole & Operation (inches))**.

5. Нажмите кнопку **Новый (New)**.

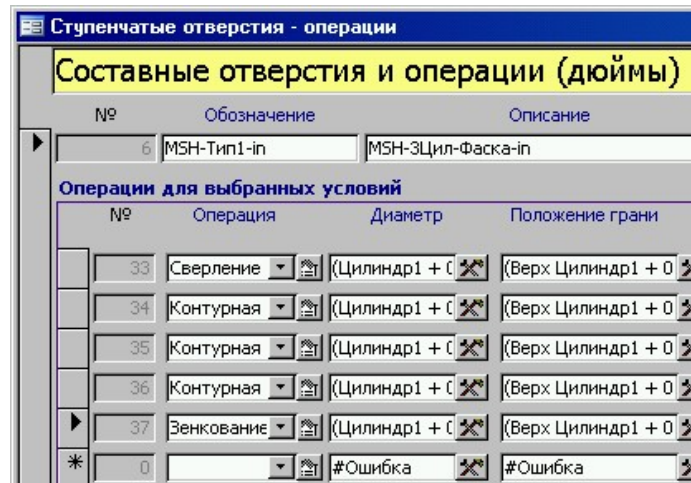


Появится пустая запись, в которую можно внести сведения о новом типе MSH.

8. В разделе **Обозначение (Designation)** введите **MSH-Тип1-in**.

9. В разделе **Описание (Description)** введите **MSH-3Цил-Фаска-in**.

10. В колонке **Операция (Operations)** выберите 5 операций: **Сверление (Drill)** – для всего отверстия, 3 раза **Контурная (Contour Mill)** – по одной для каждого из цилиндров, **Зенкование (Countersunk)** – для фаски.

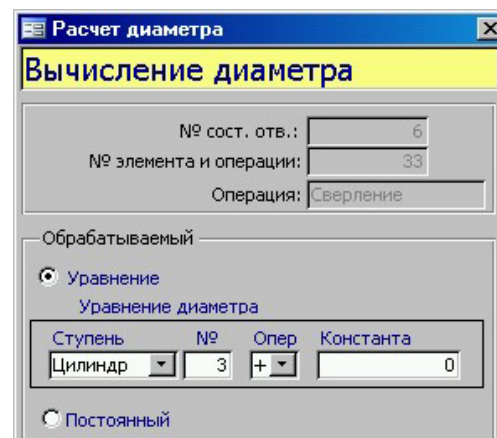


Зададим параметры операций.

11. В строке операции сверления нажмите на кнопку параметров в колонке **Диаметр (Diameter)**.

12. В окне **Вычисление диаметра (Diameter calculation)** включите вариант **Уравнение (Expression)**, выберите **Степень (Step) = Цилиндр (Cylinder)**, **№ (#) = 3** и закройте окно кнопкой **Заккрыть (Close)**.

Для начала мы будем сверлить отверстие до диаметра самого нижнего цилиндра. Сверлить будем на всю глубину, для чего определим верх и низ зоны сверления.



13. В строке операции сверления нажмите на кнопку параметров в колонке **Положение грани (Face location)**.

14. В окне **Вычисление положения грани (Face location calculation)** включите вариант **Уравнение (Expression)**, выберите **Положение (Location) = Верх (Top)**, **Степень (Step) = Цилиндр (Cylinder)**, **№ (#) = 1** и закройте окно кнопкой **Заккрыть (Close)**.

Верх траектории сверления будет совпадать с верхом первого цилиндра.


15. В строке операции сверления нажмите на кнопку параметров в колонке **Глубина (Depth)**.

16. В окне **Вычисление глубины обработки (Machining depth calculation)** включите вариант **Уравнение (Expression)**, выберите **Положение**




(Location) = Низ (Bottom), Ступень (Step) = Цилиндр (Cylinder), № (#) = 3 и закройте окно кнопкой **Заккрыть (Close)**.

Низ траектории сверления будет совпадать с низом третьего цилиндра.

17.  В строке операции сверления нажмите на кнопку параметров в колонке **Инструмент (Tool selection)**.

18. В окне **Выбор инструмента (Tool selection)** выберите тип инструмента **Сверло (Drill)**, включите вариант **Уравнение (Expression)**, в разделе **Инструмент не менее (Tool greater or equal)** выберите **Шаг (Step) = Цилиндр (Cylinder), № (#) = 3, Операнд (Operation) = / [деление], Константа (Constant) = 2** и закройте окно кнопкой **Заккрыть (Close)**.

Будет выбираться сверло наибольшего диаметра, не меньшего половины диаметра третьего цилиндра и не превосходящего этот же диаметр.

19.  Для каждой операции контурного фрезерования нажмите кнопку параметров операции и на закладке **Элемент (Features)** включите настройку **Спуск в центре отверстия (To depth in hole center)**.

20. Для первой контурной операции (обработка верхнего цилиндра) аналогично пунктам 11-18 задайте следующие параметры:

- В разделе **Диаметр – Цилиндр 1**;
- В разделе **Положение грани – Верх Цилиндр 1**;
- В разделе **Глубина – Низ Цилиндр 1**;
- В разделе **Инструмент, Тип инструмента – Концевая**;
- В разделе **Инструмент, Инструмент не менее – Цилиндр 1 / 3**;
- В разделе **Инструмент, Инструмент не более – Цилиндр 1 / 1,5**.

21. Для второй контурной операции (обработка среднего цилиндра) аналогично пунктам 11-18 задайте следующие параметры:

- В разделе **Диаметр – Цилиндр 2**;
- В разделе **Положение грани – Верх Цилиндр 2**;
- В разделе **Глубина – Низ Цилиндр 2**;
- В разделе **Инструмент, Тип инструмента – Концевая**;
- В разделе **Инструмент, Инструмент не менее – Цилиндр 2 / 3**;
- В разделе **Инструмент, Инструмент не более – Цилиндр 2 / 1,5**.

22. Для третьей контурной операции (обработка нижнего цилиндра после сверления) аналогично пунктам 11-18 задайте следующие параметры:

- В разделе **Диаметр – Цилиндр 3**;
- В разделе **Положение грани – Верх Цилиндр 3**;
- В разделе **Глубина – Низ Цилиндр 3**;
- В разделе **Инструмент, Тип инструмента – Концевая**;

- В разделе **Инструмент**, **Инструмент не менее** – **Цилиндр 3 / 3**;
- В разделе **Инструмент**, **Инструмент не более** – **Цилиндр 3 / 1,5**.

23. Для операции зенкования (обработка фаски) в основном аналогично пунктам 11-18 задайте следующие параметры:

- В разделе **Диаметр** – **Фаска 1**;
- В разделе **Положение грани** – **Верх Фаска 1**;
- В разделе **Глубина** выберите вариант **Уравнение диаметра зенковки (Countersink diameter expression)** и выберите вариант **Фаска 1**;

При этом глубина создающего фаску сверления будет автоматически рассчитана по верхнему диаметру фаски.

- В разделе **Инструмент**, **Тип инструмента** – **Зенковка (Countersunk)**;
- В разделе **Инструмент**, **Инструмент не менее** – **Фаска 1 \* 1,1**;
- В разделе **Инструмент**, **Инструмент не более** – **Фаска 1 \* 2**.


24. После ввода всех данных окно настройки должно выглядеть примерно так:

**Составные отверстия и операции (дюймы)**

№	Обозначение	Описание
6	MSH-Тип1-in	MSH-3Цил-Фаска-in

**Операции для выбранных условий**

№	Операция	Диаметр	Положение грани	Глубина	Наклон грани	Инструмент
33	Сверление	(Цилиндр3 + 0)	(Верх Цилиндр1 + 0)	(Низ Цилиндр3 + 0)	90	(Цилиндр3 + 0) (Цилиндр3
34	Контурная	(Цилиндр1 + 0)	(Верх Цилиндр1 + 0)	(Низ Цилиндр1 + 0)	90	(Цилиндр1 / 1,5) (Цилиндр1
35	Контурная	(Цилиндр2 + 0)	(Верх Цилиндр2 + 0)	(Низ Цилиндр2 + 0)	90	(Цилиндр2 / 1,5) (Цилиндр2
36	Контурная	(Цилиндр3 + 0)	(Верх Цилиндр3 + 0)	(Низ Цилиндр3 + 0)	90	(Цилиндр3 / 1,5) (Цилиндр3
37	Зенкование	(Фаска1 + 0)	(Верх Фаска1 + 0)	C'Sink Exp: (Фаска1 + 0)	90	(Фаска1 * 2) (Фаска1 * 1,1)

25. Нажмите кнопки **Заккрыть (Close)** и **Выход (Quit)**.
26. В Дереве Элементов щелкните правой кнопкой мыши по **Составному отверстию1 (MSH1)** и выберите пункт **Параметры (Parameters)**.
27. В раскрывшемся окне в списке **Обозначение в TechDB (TechDB Designation)** выберите имя только что созданной стратегии **MSH-Тип1-in** и нажмите **OK**.
28. Щелкните правой кнопкой мыши по **Составному отверстию1 (MSH1)** и выберите пункт **Создать операции (Generate Operation Plan)**.
29. Будут созданы 5 операций, заявленных нами в базе данных. Инструмент для каждой операции будет подобран в соответствии с уравнениями, введенными в базу данных. Размеры каждой ступени, никак не оговоренные в базе данных, CAMWorks замерит непосредственно в данной модели.
30.  Нажмите кнопку **Создать траектории (Generate Toolpaths)**.



