



Курс по PowerMILL 6.0

Перевод — «Делкам-Урал»

Переработано и исправлено в феврале 2006 г.

*Наш адрес: 620131, Екатеринбург, ул. Metallургов, 16 «Б»
Тел. (343) 214-46-72, 214-46-73 Факс. (343) 214-46-76 Web: www.delcam-ural.ru
E-mail: info@delcam-ural.ru*

Оглавление

1. ИНТЕРФЕЙС И НАЧАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ	3
Обзор интерфейса PowerMILL	3
Открытие модели	4
Виды на модель	4
Динамическое вращение	5
Панели PowerMILL	5
Инструменты	5
Заготовка	6
Подачи	6
Безопасные высоты	6
Начальная точка	7
Допуск и Припуск	7
Проект	8
2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ (модель CHAMBER)	9
Упражнение Bottl	18
3. ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И МОДЕЛИ	19
4. ИЗМЕРЕНИЕ МОДЕЛЕЙ	29
5. ВЫБОРКА	35
Стратегии	35
Z высоты	40
Профильный проход	41
Врезание в слой	41
Обработка плоских участков	44
Погружное фрезерование	54
6. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА	59
Стратегии: растровая и с постоянной Z	60
7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАНИЦ	65
Введение	65
Граница - Заготовка	66
Граница - Доработка	67
Граница - Пологая	68
Редактирование границ	68
Граница по модели	70
Граница по выбранным поверхностям	71
Граница - Эскиз	73
Использование траекторий в качестве границ	73
Создание траекторий из Границ	74
Смещение границ	74
8. 3D ЧИСТОВАЯ СМЕЩЕНИЕМ	77
9. ОБРАБОТКА ПО ШАБЛОНУ	79
10. ШАБЛОНЫ	81
Использование шаблонов при обработке 3D смещением	81
Шаблон из PS-Sketcher	83
Генератор шаблонов	85
Создание трохоидальной траектории	87
11. ПРОЕКЦИОННАЯ ОБРАБОТКА	91
Введение	91
Проекция от плоскости	93

Проекция от линии (обработка поднутрений)	95	
12. ДОРАБОТКА УГЛОВ	99	
Угол однопроходный	99	
Угол многопроходный	100	
Угол поперечный	102	—
Угол продольный	103	
Угол автоматически	104	
13. Расширенная ЧЕРНОВАЯ ОБРАБОТКА	105	—
Фильтр черновой обработки	105	
Черновая доработка	107	
Заготовка, используемая в черновой обработке	120	—
Заготовка произвольной формы	121	
14. ПАРАМЕТРЫ ПРИПУСКОВ	125	
15. РЕДАКТИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ	139	—
Трансформация траекторий (копирование, перемещение, объединение)	139	
Ограничение траекторий плоскостью или полигоном	142	
Изменение порядка следования проходов и направления резания	146	—
Изменение начальной точки	148	
Деление траектории по направлению резания	149	
Добавление Подводов и Переходов	151	—
Проверка столкновений	159	
16. СОЗДАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	165	
NC-файлы	165	—
Просмотр и редактирование УП	169	
17. 2D ОБРАБОТКА	171	
Пример 2D Обработки	171	
Выборка	174	
Сверление	176	
18. МЕТОДЫ СВЕРЛЕНИЯ	179	
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОЗДАНИЕ КАРТЫ НАЛАДКИ	183	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. БАЗА ДАННЫХ ИНСТРУМЕНТА	191	
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. НАСТРОЙКА PowerMILL	197	—
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. 4X ОСЕВАЯ ОБРАБОТКА ВРАЩЕНИЕМ	207	
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. НАСТРОЙКА ПОСТПРОЦЕССОРА (общая концепция)	211	—

1. Интерфейс и начальные установки

PowerMILL – пакет механической обработки, который быстро создает программы для станков с ЧПУ с полным отсутствием зарезов. Модель для обработки должна быть импортирована. Моделью могут быть поверхности из других систем, IGES файлы, STL файлы или непосредственно из PowerSHAPE. Пакет имеет простой интерфейс в стиле Windows, включая развитый **Help**.

Пакет имеет возможность визуальной проверки траектории путем ее анимации или полной имитации с помощью модуля ViewMILL.

Обзор интерфейса PowerM

PowerMILL запускается при нажатии на иконку:



После запуска PowerMILL в верхней части экрана имеется меню.

Файл Вид Вставить Покази Инструменты Помощь

Ниже расположена главная панель инструментов. Если задержать указатель мышки над любой кнопкой, то появится подсказка – назначение кнопки.



На правой стороне (по умолчанию) расположена панель видов.

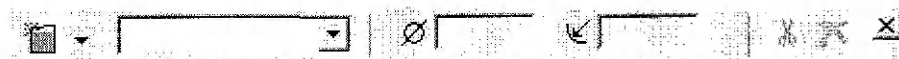
- НС файлы
- Траектории
- Инструменты
- Границы
- Шаблоны
- 2D Модели
- СК Деталей
- Слои
- Модели
- Модели Материала
- Группы
- Макросы

В левой части экрана имеется Дерево траекторий (toolpath tree browser – Рис.1), которое показывает имена и тип используемых объектов (траекторий, систем координат, 2D элементов и т.д.).

В графическом окне показана глобальная система координат.



В нижней части экрана показаны панели: панель инструментов и строка состояния, панели можно добавлять, убирать, а также перетаскивать мышью.

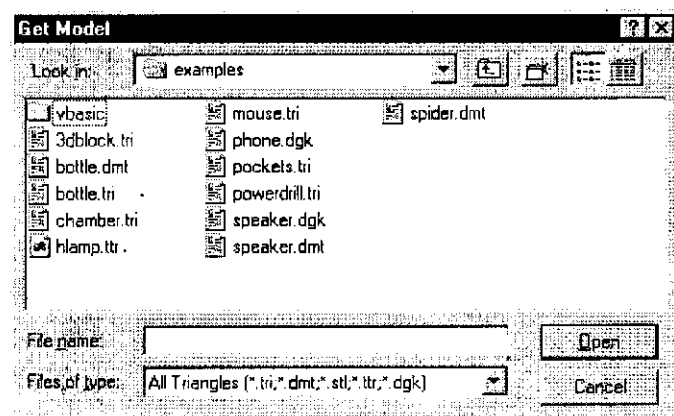


Единицы: mm Допуск Припуск X: -34,792895 Y: -20,710055

Открытие модели

Кнопка (или меню) Открыть модель вызывает стандартное окно Windows для открытия файла (рис. 2). Для первоначального освоения в меню Файл имеется пункт **Примеры**, где содержатся учебные примеры. Это быстрый путь попасть в каталог

`c:\camproduct\powermill\examples`



Откройте модель **mouse.tri**.

Виды на модель

Панель Видов находится с правой стороны экрана. Ее можно выключить или включить через меню Вид – Панель инструментов - Вид.

Виды вдоль осей, изометрические виды можно установить нажав иконки.



Чтобы показать всю модель, используется иконка Во весь экран (**Fit to Fit**).

Разные опции масштабирования (zoom) дают иконки в виде линзы (Увелич. Уменьш. Рамкой).

Также имеются иконки: Предыдущий Вид, Освежить экран и Заготовка.

Режим показа модель окрашенной или в проволочном виде задают 2 независимые иконки (крайние справа). Остальные иконки – это инструменты анализа, они были.

Динамическое вращение

Динамическое вращение реализуется средней кнопкой мыши.

Вращение

Нажмите среднюю кнопку мыши и перемещайте ее. Значение имеет точка захвата. Поэкспериментируйте. По умолчанию за центр вращения берется выбранный объект.

Увеличение / Уменьшение (Zoom)

Средняя кнопка с нажатой клавишей **Ctrl**.

Сдвиг (Pan)

Средняя кнопка с нажатой клавишей **shift**.

Меню Покази (Show)

Меню Покази предназначено для того, чтобы показать или скрыть некоторые объекты на экране. Если около объекта стоит птичка (флаг включен), то объект рисуется. Повторное нажатие переключает флаг.

Меню Покази - Модель вызывает форму с параметрами показа модели. Например, здесь можно изменить цвет окраски, остальные параметры при первом знакомстве мы не рассматриваем.

Инструменты (Tools)

PowerMILL поддерживает 9 типов инструментов, мы рассмотрим 4 наиболее часто используемые (рис.3).

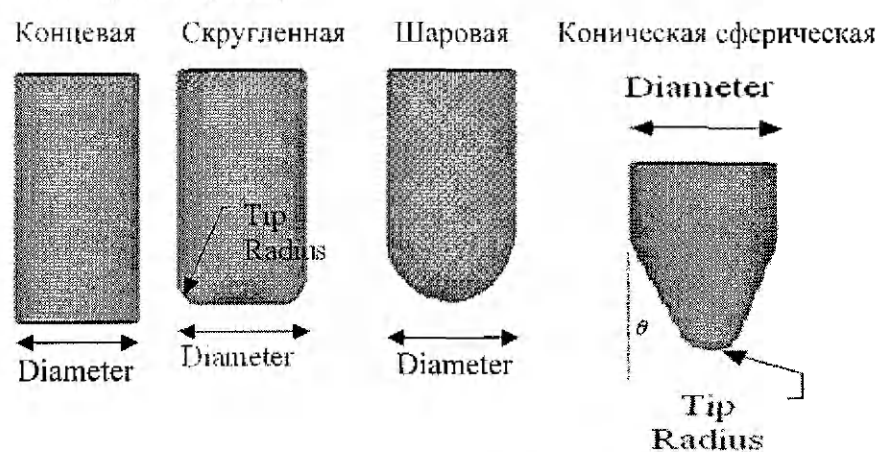
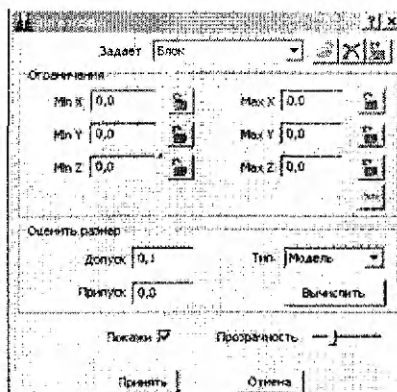


Рис. 3

Форма задания инструмента вызывается из окна просмотра (контекстное меню пункта Инструменты) Длина инструмента на расчет траектории не влияет, она используется при имитации обработки.

Пункт меню Инструменты служит для других целей – это инструменты PowerMILL.

Заготовка (Block)



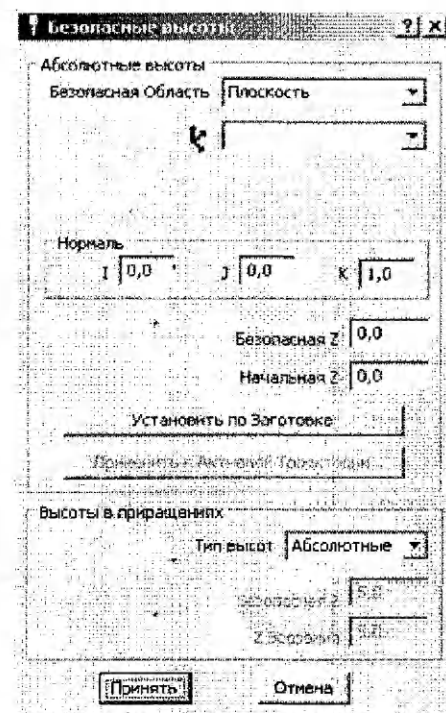
Заготовка определяет кусок материала, из которого изготавливается изделие. Она же определяет и зону обработки (об этом речь впереди).

Форма для задания заготовки вызывается при нажатии на иконку . Самый простой способ задать заготовку – это определить ее габариты (Блок). Другие способы здесь не рассматриваются.

Подачи (Feeds)

Ускоренная (Feed) подача используется для перемещения на высоте безопасности (**Safe Z**), для отвода вверх от заготовки и при подводе до высоты врезания (**Start Z**).
Подача на врезании (Plunge) используется для вертикальных движений вниз ниже высоты врезания. **Рабочая (Cutting)** подача используется на остальных движениях.
Шпиндель (Spindle feed) – число оборотов шпинделя.

Безопасные высоты (Safe Z)

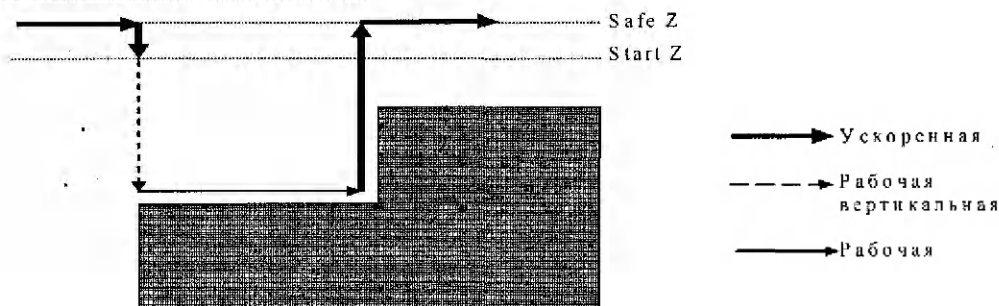


Безопасные высоты определяют зоны перемещения на ускоренной подаче для того, чтобы избежать столкновений с заготовкой или элементами оснастки.

Форма вызывается при нажатии на иконку .

Безопасная Z (Safe Z) – высота, где разрешены ускоренные горизонтальные ходы. **Высота врезания (Start Z)** – высота, где ускоренная подача заменяется на рабочую при движении вниз.

С установками Абсолютные (**Absolute**) зоны работы той или иной подачи показаны на диаграмме.



Начальная/Конечная точка (Start/End)

Начальная/Конечная точка – это точка, где начинается/заканчивается траектория инструмента. Она задается в форме, показанной на рисунке.

Подводы и переходы (Lead-in/Transitions)

Ось



Эти установки на начальном этапе не рассматриваются.

Допуск (Tolerance) и Припуск (Thickess)

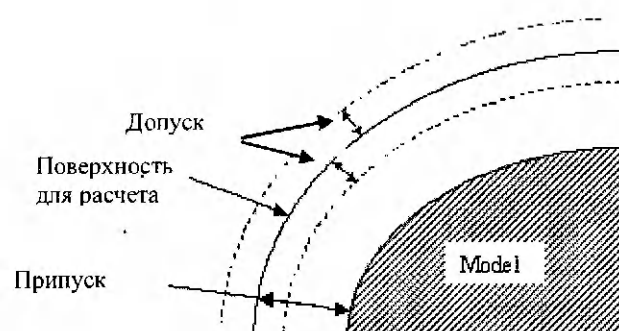
Допуск (Tolerance) определяет точность соответствия траектории и контура модели.

Припуск (Thickess) на чистовую

обработку .

Позволяет ввести отдельные Осевой/Радиальный припуск для траекторий, а также задать их для отдельных наборов поверхностей, установить для них режимы обработки.

Параметры допуска задаются в формах конкретной стратегии.



Проект (Project)

Траектории, созданные при расчете обычно передаются в Дерево траекторий (Toolpath Browser), при этом вместе с траекторией сохраняются и параметры, при которых они созданы (стратегия, инструмент, точность и т.д.).

В каталоге проекта сохраняются все объекты, содержащиеся в Дереве траекторий.

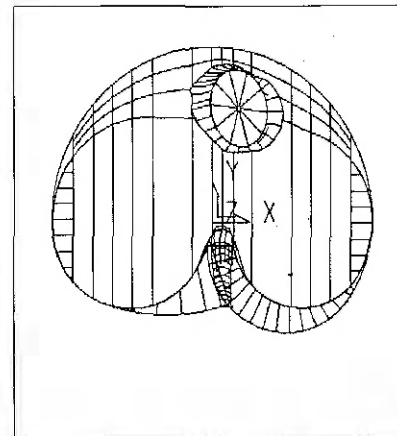
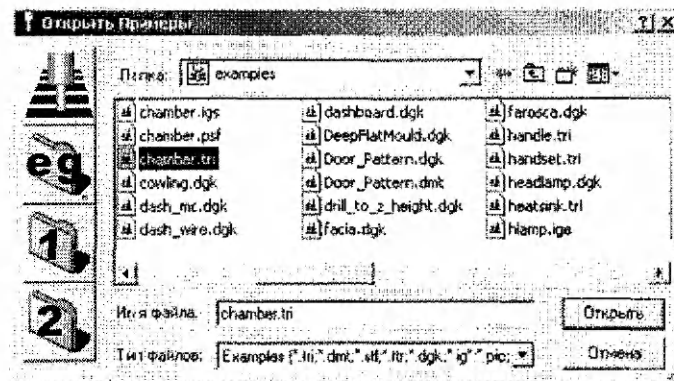
Таким образом, для конкретной производственной задачи достаточно хранить файл модели и каталог проекта (тексты программ хранить не надо).

2. Разработка программ

Этот пример рассматривает весь цикл работы в PowerMILL: от загрузки модели до текста программы для станка с ЧПУ.

1. Загрузка модели

Выполните **Файл - Примеры**. В появившейся форме укажите файл **chamber.tri** и нажмите **Открыть (Open)**.



траекторию, надо задать заготовку (block), инструмент подачи (feed rates) и Безопасные высоты (Rapid move heights). Для чистовых траекторий также надо задать границу (boundary).

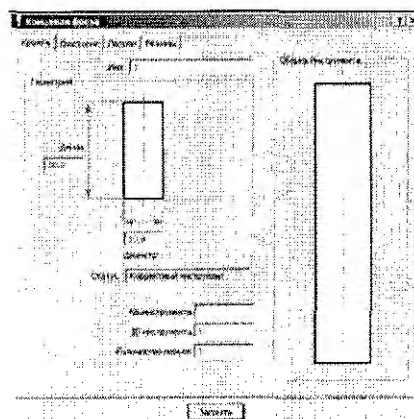
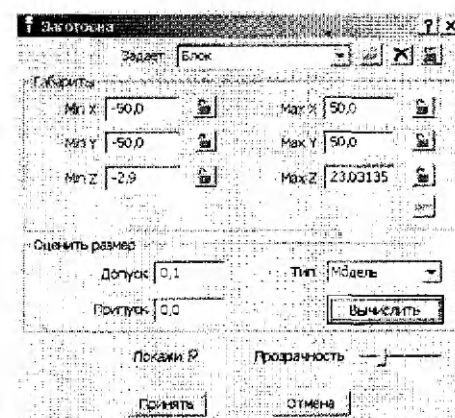
Нажмите иконку **Заготовка**

В появившейся форме (рис.11) можно заполнять каждое поле, а можно нажать кнопку **Вычислить**.

Нажмите кнопку **Вычислить**.

Габаритные размеры заготовки будут определены по модели.

Измените значения Min Z и Max Z как показано.



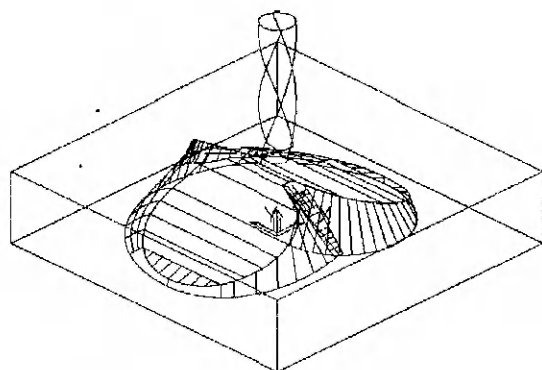
Нажмите **Принять** и заготовка будет нарисована синим.

Далее в Дереве траекторий на пункте **Инструмент** нажмите правую кнопку мыши и выполните **Создать - Концевая**.

В новой форме задайте концевую фрезу диаметром 10, длиной 50 и нажмите **Принять**.

Инструмент показан над заготовкой в позиции.

Начальная точка.



Нажмите иконку **Начальная точка**

Coordinates		
X	Y	Z
-50.0	50.0	50.0

Установите действие **Фиксировать**. Задайте координаты **Начальной/Конечной точек** как показано. Инструмент теперь показан в новой точке.

Нажмите иконку **Подачи** . В появившейся форме показаны установки по умолчанию. Их можно изменить руководствуясь знаниями по обработке материалов резанием. Нажмите **Принять**.

Подачи	
Загрузить инструмент	
Ускоренная (м/мин)	8000,0
Врезания (м/мин)	500,0
Рабочая (м/мин)	1000,0
Шпиндель (об/мин)	1500,0
Сверление (ед/мин)	500,0
Охлаждение	Стандартное
Выполнить	Принять
Отмена	

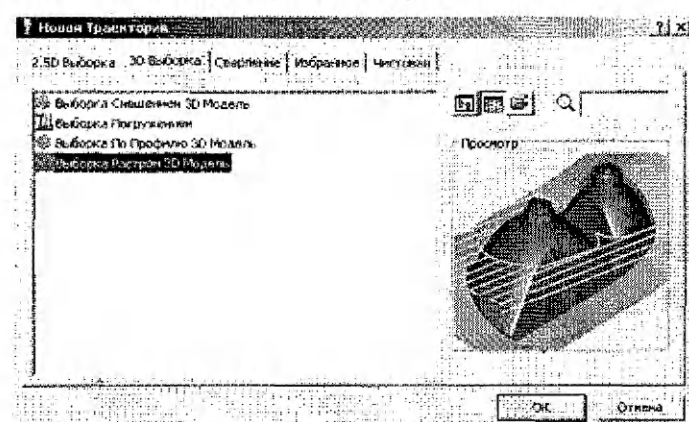
Нажмите иконку **Безопасные высоты** . В появившейся форме задайте высоты и нажмите **Принять**.

Безопасные высоты	
Абсолютные высоты	
Безопасная Область	Плоскость
Нормаль	
1	0,0
2	0,0
3	1,0
Безопасная Z	40,0
Начальная Z	30,0
Установить по Заготовке	
Принять к Активному Инструменту	
Высоты в приращениях	
Тип высот	Абсолютные
Высота шага	8,0
Зеркальность	С,0
Принять	Отмена

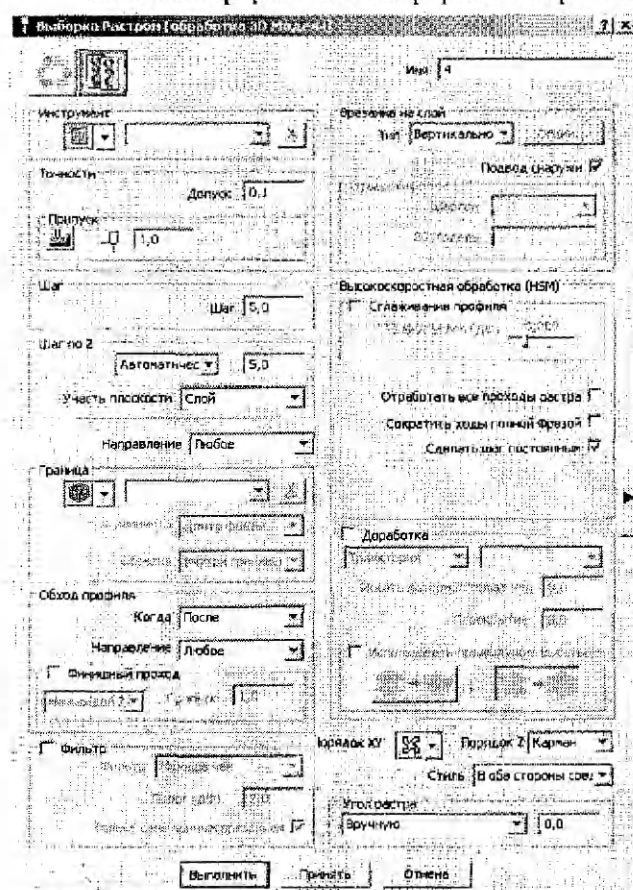
Создание черновой траектории

В PowerMILL черновая обработка называется Выборка (Area Clearance), она удаляет весь лишний материал с заданным допуском и припуском.

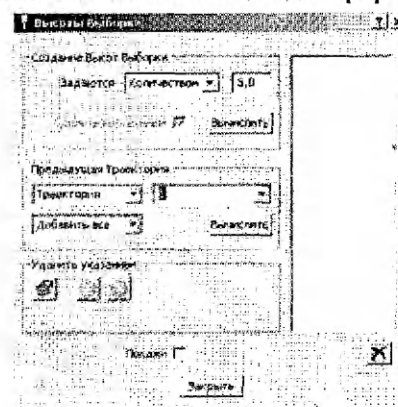
Нажмите иконку Стратегия обработки.



Появится форма. В этой форме выберите закладку 3D Выборка и далее Выборка



Растром 3D Модель. Появится форма В этой форме **Шаг по Z Автоматически** замените на **Вручную**. Нажмите иконку **Высоты**. Появится еще одна форма.

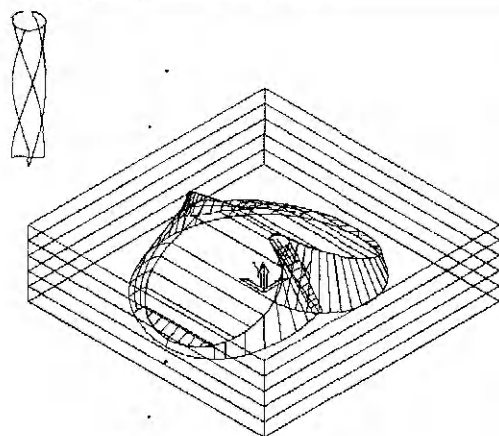


Выборка осуществляется послойно, высоты для расчета слоев можно назначить по-разному. По умолчанию в ней предлагается назначить высоты **Количеством** и снять весь припуск за 5 проходов.

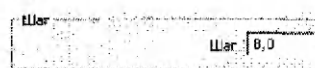
Согласитесь с этим и нажмите кнопку **Вычислить**, значения высот будут показаны в окне справа, а в графическом

окне они будут отрисованы на контуре заготовки. Закройте эту форму.

Должна остаться одна форма – форма Выборки.



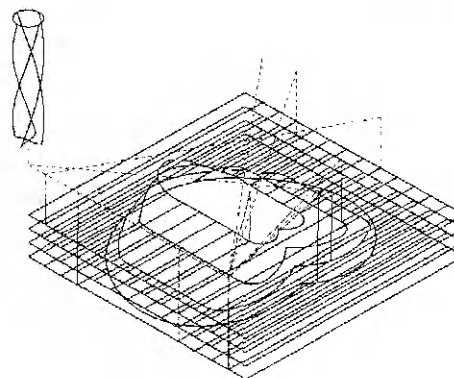
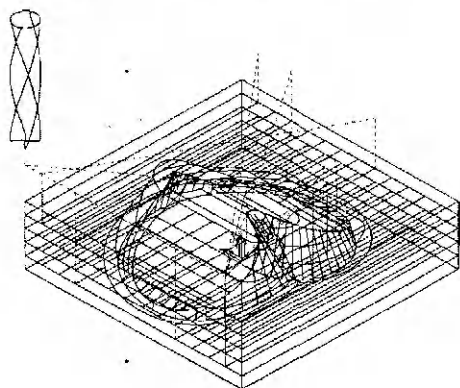
В этой форме измените **Шаг** проходов на 8 мм, стратегия остается растр (проходы по оси X).



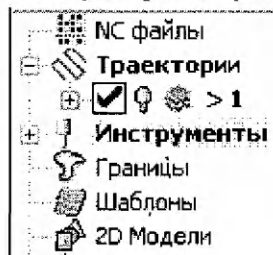
Все остальные параметры пока по умолчанию. Нажмите **Выполнить**.

Сначала будут рассчитаны слои обработки на каждой высоте Z, а затем и траектория выборки. Траектория окрашена в желтый цвет как активная. Нажмите **Отмена** для закрытия формы.

Для того, чтобы увидеть только траекторию, промежуточные объекты выборки можно скрыть. Для этого на панели видов нажмите



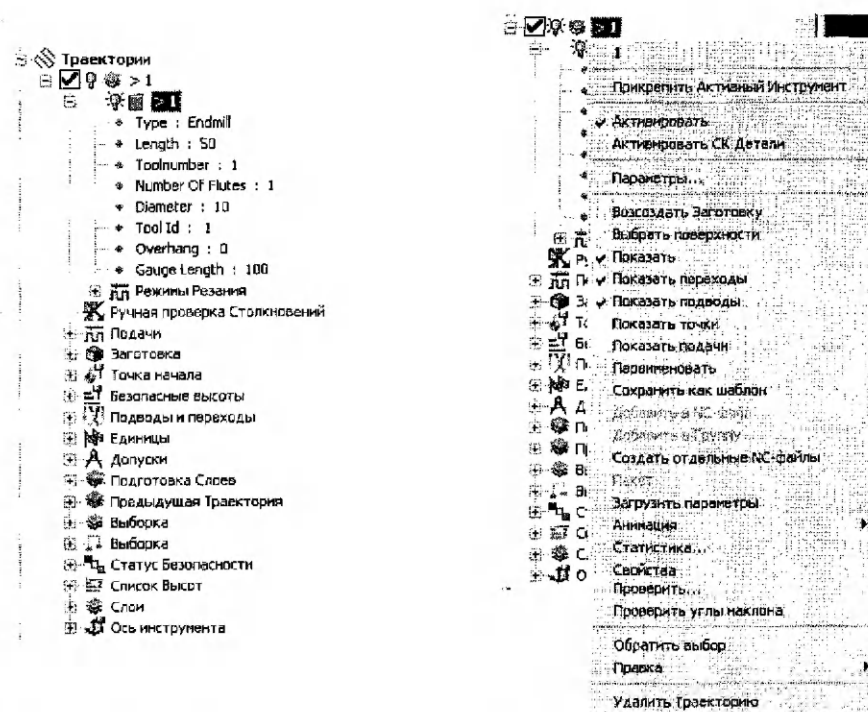
иконку **Каркас**, будет скрыто изображение модели. Результат показан на рисунке.



Траектория до и после расчета отражается в Дереве траекторий. Плюс (+) появляется слева от слова Траектория, что показывает, что этот пункт содержит подпункт (в данном случае: что в списке УП есть траектории). Нажмите символ +, откроется новая строка, в которой видно имя траектории и значок типа траектории.

Можно выполнить анимацию траектории для большей ясности. Из контекстного меню траектории выполните **Анимация – Среднее**.

Нажмите + около траектории 1 и, наконец, + около Фрезы.



Дерево траекторий (tree browser) показывает используемые параметры. Количество информации в окне можно минимизировать нажав минус (-) около ненужного пункта.

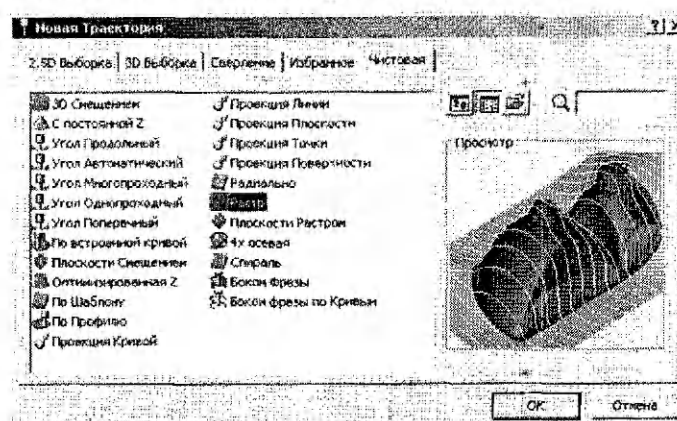
Имя активной траектории выделяется жирным шрифтом. На экране отображается именно активная траектория. Чтобы деактивировать траекторию, надо дважды щелкнуть по символу слоев (между лампочкой и именем траектории). Тоже можно сделать из контекстного меню (правой кнопкой мыши) для этой траектории выполнив пункт **Активизировать**. Повторное действие переключает флаг.

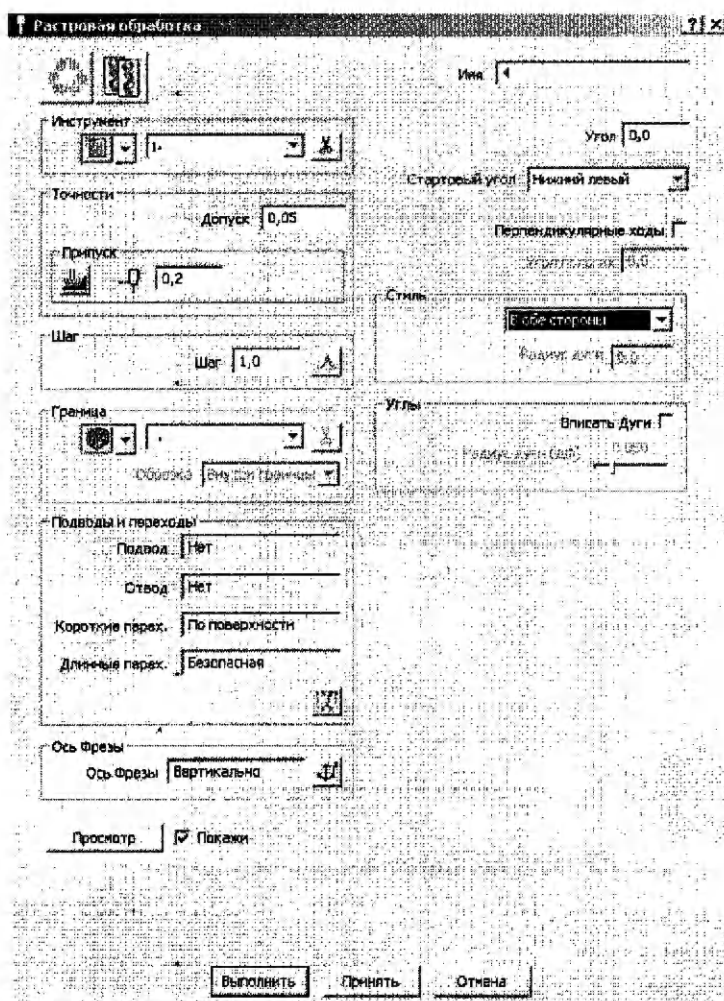
Создание получистовой траектории.

Получистовая обработка рассчитывается как чистовая, только режимы резания более грубые. Заготовку, безопасные высоты и начальную точку можно не менять. Инструмент возьмем поменьше, возможно подачи надо будет заменить.

Создайте скругленную фрезу диаметром 6 мм и радиусом кромки 2 мм. Откройте Форму Чистовой обработки нажав на

иконку , затем закладку **Чистовая**, после чего установите стратегию **Растр** и клавишу «ОК»

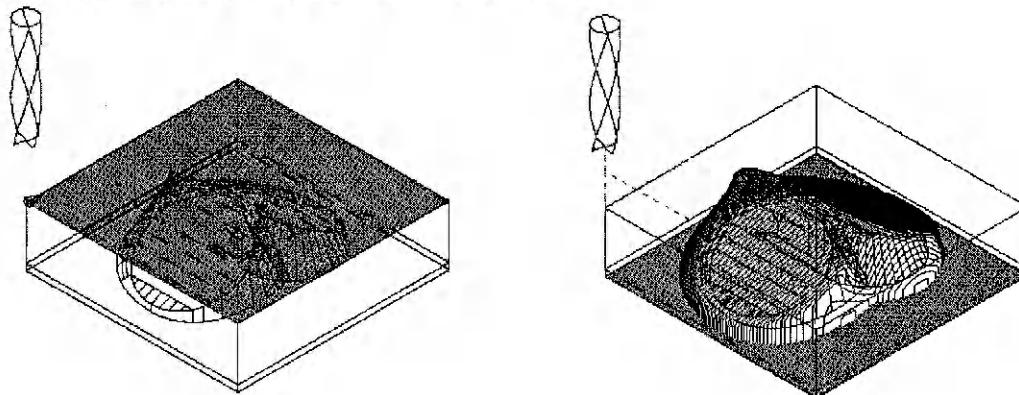




Заполните форму как показано. Нажмите кнопку **Просмотр**.

В этом случае показывается закон движения инструмента в плоскости XY. Белой стрелкой показан стартовый угол. Можно изменить

параметры, например шаг, и оценить их визуально.



Выполните форму. Траектория создана.



Она стала траекторией с именем 2. УП можно легко переименовать нажав на ее имя и изменив его.

Переименуйте траекторию **1** в **rough**, а **2** - в **semi**.

Деактивируйте получистовую УП двойным щелчком по символу стратегии.

Создание чистовой траектории.

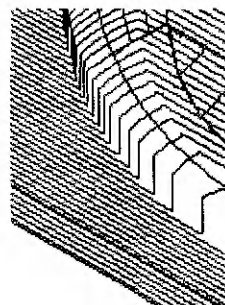
Из существующих установок изменим только Инструмент и Чистовые параметры.

Задайте Шаровую фрезу диаметром 3 мм.

Задайте допуск 0.05 мм и припуск 0.

Рассчитайте обработку растром, задав шаг 0.5 мм и угол 90 градусов. Переименуйте ее в **fin**.

Фрагмент траектории показан на рисунке (с увеличением).



Имитация обработки

ViewMILL – это средство визуального контроля траектории.

Активизируйте траекторию **rough**. Нажмите иконку **Вписать в экран**



Нажмите иконку **ViewMILL**. Появится панель инструментов ViewMILL.

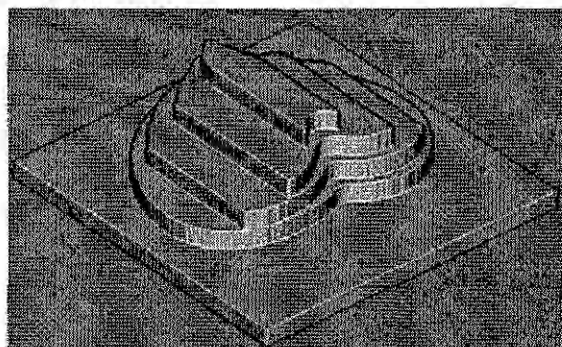
Нажмите крайнюю левую иконку – Переключить окно ViewMILL.

При этом создается закрашенное изображение заготовки.

Включите изображение инструмента.

Кнопка Start/Restart начинает имитацию.

На рисунке показана заготовка как результат имитации траектории Выборки.



Активизируйте траекторию **semi**.

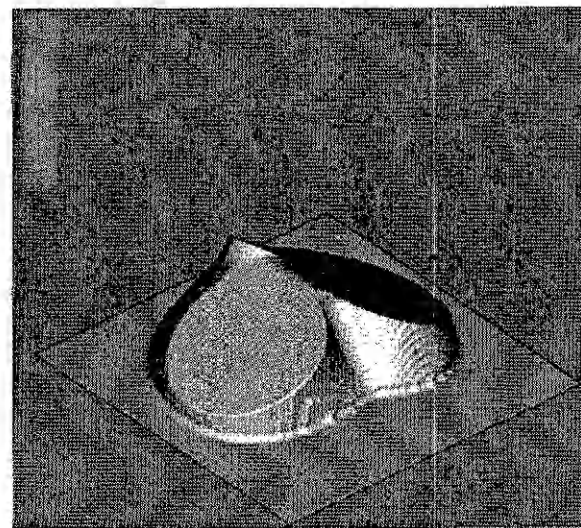
Запустите имитацию кнопкой Start/Restart.

Имитация продолжается от предыдущего состояния. В это время можно переключиться в окно PowerMILL для расчетов, в окне ViewMILL будет продолжаться имитация.

Для переключения служит уже знакомая кнопка.

Активизируйте траекторию **fin** и запустите имитацию. Результат показан на рисунке.

Нажмите кнопку **Сбросить имитацию**.



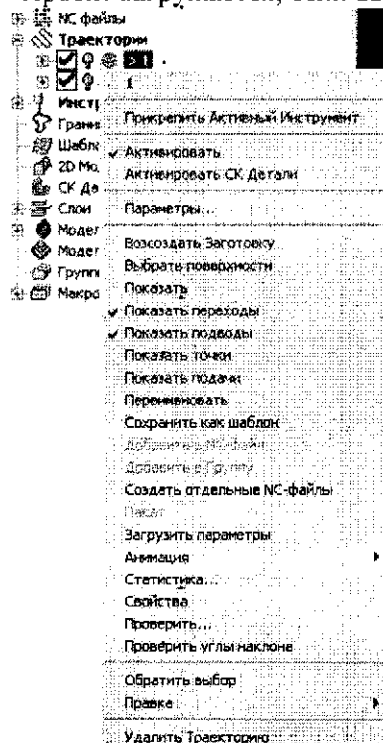
Создание управляющей программы (NC Program)

Управляющая программа (NC Program) создается из траектории путем обработки ее постпроцессором для конкретной системы ЧПУ (machine tool controller). Перед этой стадией хорошо бы сохранить результаты работы. Для этого достаточно сохранить проект (**Файл – Сохранить проект как**).

Задайте имя **chamber_ex1** в каталоге **C:\Temp** и нажмите Сохранить (Save).

При реальной работе проект лучше сохранять там же, где модель – в рабочем каталоге.

Проект загружается, если выполнить **Файл – Открыть проект**.



Из контекстного меню траектории1 в Проводнике выполните команду **Создать отдельные NC файлы**.

Нажмите «+» слева от объекта NC_файл и вы увидите новый NC_файл с таким же именем как траектория. В контекстном меню этого NC_файла выполните пункт **Параметры**. Новая форма появится .

В этой форме надо заполнить 2 основных поля: имя выходного файла и имя постпроцессора. Для задания имен файлов можно использовать средства работы с каталогами Windows. Файлы постпроцессора имеют расширение OPT и расположены в каталоге c:\dcam\config\ductpost (именно этот каталог задается по умолчанию).

Заполните форму следующим образом: в файле вывода **C:/Temp/...**(любое имя), постпроцессор **Fapiscbt**. Все остальное как показано и нажмите **Выполнить** и **Принять**.

В данной версии перед постпроцессированием траектории группируются с помощью объекта, называемого NC_файл. В основном это полезно при многоинструментальной обработке. В нашем случае это напоминает дублирование.

Имя

Опции...

Файл вывода

Постпроцессор

Выводить в СК

Имя Детали

3D Коррекция

Выводимая точка

Радиусы и скругления

Применить к ост. кромкам

Траектория	Номер	Диаметр	Р. кромки	Длина	Вылет	ID инстр.	Тип	Допуск
1	1	10		50		1	ENDMILL	0,1

Сброс

Смена инстр.

Нумерация инстр.

Траектория: 1

Инструмент

Но инструмента

Длина фрезы

ID инструмента

Коррекция инструмента

Длина

Радиус

Включать Дуги

Охлаждение

Вывод циклов

Комментарии...

Имя файла

Записать

Выполнить

Принять

Закреть

Теперь снова из контекстного меню NC_ файла выполните **Записать**. При этом запустится постпроцессор (в отдельном окне) и будет выдано сообщение о том, что файл записан.

В Проводнике Windows посмотрите содержимое **C:\Temp**.

Здесь можно увидеть 2 файла: файл программы (*.tap) и информационный файл (*.inf). Файлы *.tap и *.inf можно посмотреть в текстовом редакторе.

Если Вы работаете в Windows откройте файл fin1.tap в программе Блокнот (Notepad).

Текст программы для системы ЧПУ Fanucbtm выглядит примерно как на рисунке.

Пример закончен. Можно удалить все из PowerMILL.

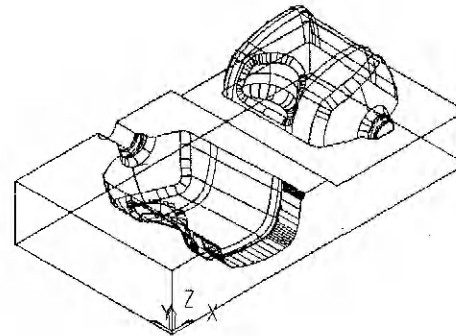
Для этого в графическом окне на чистом месте нажмите правую кнопку мыши и выполните **Удалить – Все**, подтвердите удаление в ответ на сообщение.

```
tap1.tap - Notepad
File Edit Search Help
%
: 0001
N10G91G28X0Y0Z0
N20G40G17G80G49
N30G0G90Z10.
N40T3M6
N50G54G90G43X0Y0Z5.S1000H3M3
N60X214.685Y32.335
N70Z-2.65
N80G12-5.65F100
N90X182.051Y28.425
N100X145.088Y25.973Z-5.656
N110X115.784Y25.127
N120X100.576Y25.272Z-5.663
N130X79.82Y25.557Z-5.651
N140X40.859Y28.231Z-5.655
N150X20.563Y30.267Z-5.652
N160X3.896Y32.594Z-5.657
N170X4.022Y33.93Z-5.916
N180X4.208Y35.262Z-6.616
N190X4.347Y36.261Z-7.601
N200X4.578Y37.926Z-10.068
N210X4.81Y39.591Z-11.771
N220X5.088Y41.589Z-13.165
N230X5.413Y43.92Z-14.196
N240X5.737Y46.251Z-14.731
N250X6.108Y48.915Z-14.802
```

Рис. 35

Упражнение Bottle

Используя только что описанную последовательность действий, создайте программы для другой модели. Ниже приведены некоторые подсказки.



Шаг 1 – Установки

Из меню **Файл – Примеры** откройте модель **bottle.dmt**.

Заготовку задайте габаритами, инструмент – концевая фреза диаметром 20 мм.

Высоты безопасности и начальную точку задайте выше заготовки.

Выборка

Создайте 7-Z- высот.

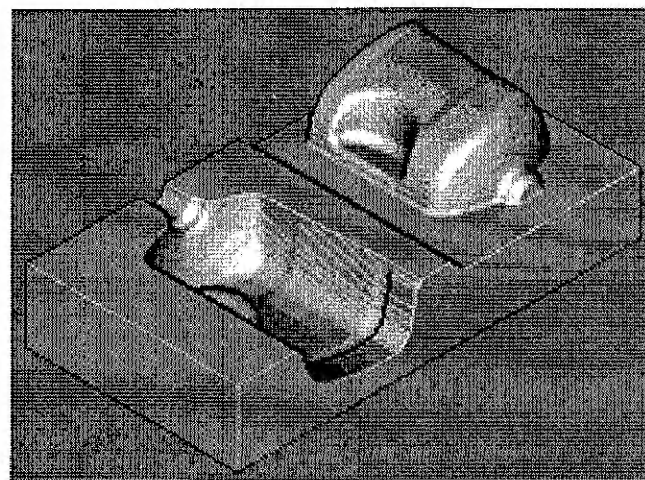
Шаг проходов задайте 16 мм.

Получистовая траектория

Инструмент – шаровая фреза диаметром 10 мм.

Припуск 0.25 мм.

Стратегия – растр, шаг проходов 1 мм.



Чистовая траектория

Инструмент – шаровая фреза диаметром 5 мм.

Припуск 0.

Стратегия – растр, шаг проходов 0.5 мм под углом 90 градусов.

Выполните имитацию обработки всех 3 траекторий. Результат показан на рисунке.

Создание текста программы

Сохраните проект с именем **bottle-ex2** в каталоге **C:Temp**.

Создайте УП для станка Fanuc.

3. Локальные системы координат и Модели

Введение

При открытии модели в PowerMILL, она всегда позиционируется относительно Глобальной системы координат. Однако это не всегда бывает удобным с точки зрения обработки и возникает необходимость в перепозиционировании и ориентировании модели.

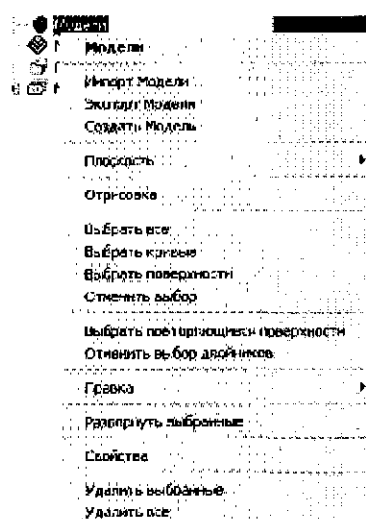
Это можно сделать двумя способами:

1. **Позиционирование** модели относительно ее исходной Глобальной системы координат (или **Transform**).
2. Создание **Локальной системы координат (ЛСК)**, ее позиционирование относительно модели и затем манипулирование моделью относительно этой ЛСК.

Открытие моделей в PowerMILL

В PowerMILL существует несколько способов, чтобы открыть модель.

1. Непосредственная передача модели из PowerSHAPE путем нажатия иконки PowerMILL.



2. Используя опции **Файл -> Импорт модели**.
3. Открытие контекстного меню правым щелчком мыши по разделу **Модели** проводнике PowerMILL с дальнейшим выбором опции **Импорт модели**.

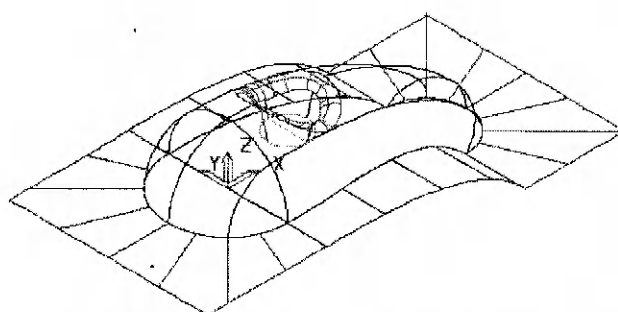
Перемещение, Вращение, Масштабирование и Зеркальное отражение моделей.

Данные опции полезны при расчете УП для пакета деталей, т.е. одна повторяющаяся деталь устанавливается в пределах блока наилучшим образом. Другое применение опций – сборка модели, имеющей симметричные или повторяющиеся элементы. После загрузки и позиционирования одного элемента модели в PowerMILL к ней добавляются последующие ее копии с помощью опции **Импорт модели**, после чего с помощью опций собирается вся деталь.

Модели можно **перемещать, поворачивать, зеркально отражать и масштабировать**, для этого необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по Имени модели в проводнике PowerMILL и далее в открывшемся контекстном меню выбрать **Правка** и далее нужную опцию.

Пример

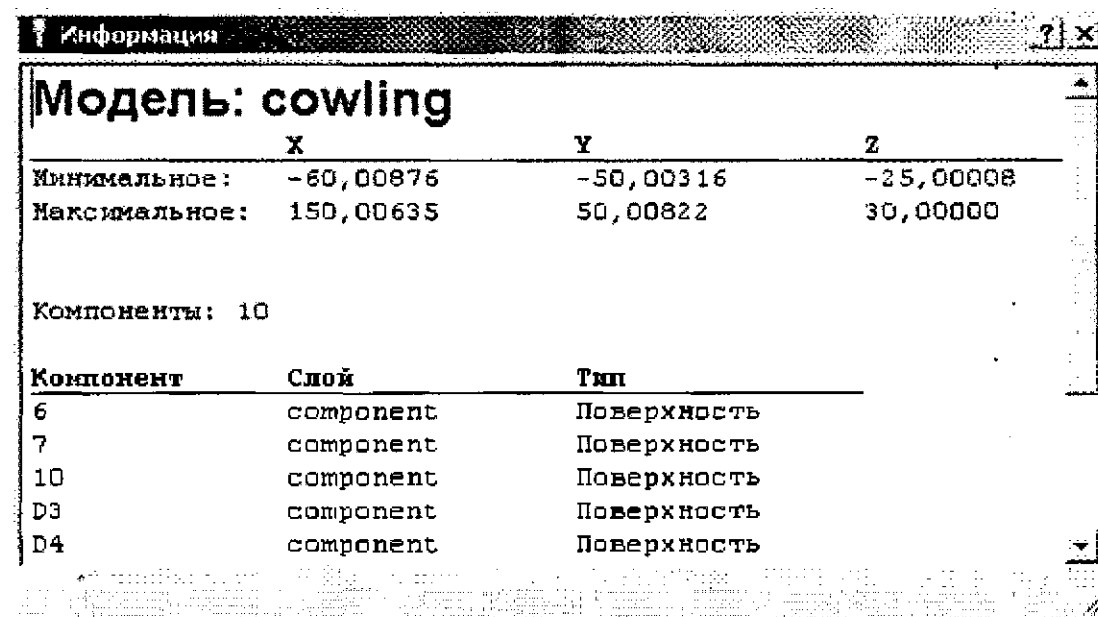
- Импортируйте модель **cowling.dgk** и установите вид **ИЗО**.



Оси белого цвета представляют Глобальную систему координат (**Transform**), которая не может редактироваться. При обработке на станке, в качестве точки привязки нам более удобно использовать один из углов модели.

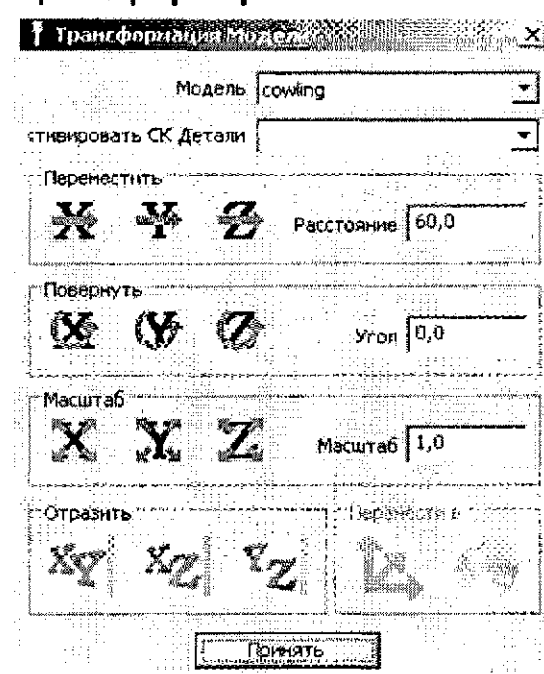
- Определите габаритные размеры модели, для этого щелкните правой кнопкой мыши по разделу **Модели** в проводнике PowerMILL и в открывшемся меню выберите опцию **Свойства**.

PowerMILL отобразит габаритные размеры модели и число компонентов в ней.



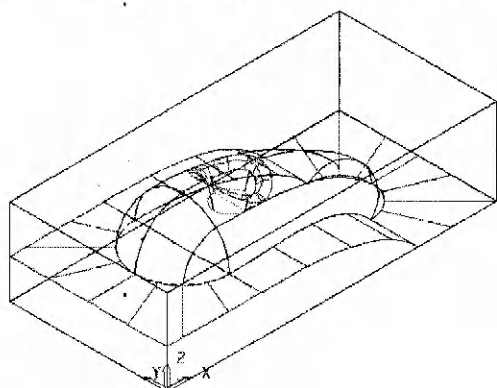
Если мы переместим модель по X на +60.00, Y +50.00 и Z +25.00, то ее нижний левый угол будет в начале Глобальной системы координат (0 0 0).

- Щелкните правой кнопкой мыши по имени модели **cowling** в проводнике и в контекстном меню выберите опции **Правка > Трансформировать**.



- Введите 60 в форме **Расстояние**, выберите **X**, после этого модель будет передвинута по оси X.

- Переместите модель по оси **Y** на **50** и затем по оси **Z** на **25**.
- Откройте форму **заготовка** и нажмите **Вычислить**.



Перемещая модель, мы изменяем ее положение относительно системы координат. В данном случае мы совместили левый нижний угол с началом координат.

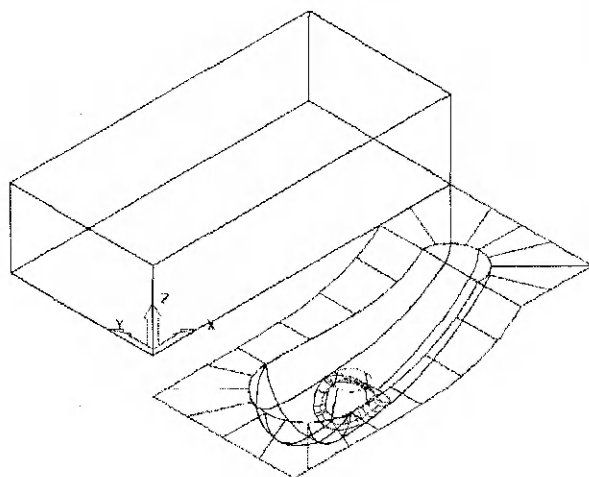
Вращение моделей

Модель можно вращать вокруг одной или нескольких осей. Посмотрите на модель, чтобы обработать ее с обратной стороны необходимо повернуть модель на 180 градусов вокруг оси X или Y.

- Щелкните правой кнопкой мыши по модели в проводнике и в появившемся меню выберите **Правка > Трансформировать**.
- Введите значение **180**, угла поворота в текстовом поле **Угол**, как показано ниже.



- Щелкните , после этого модель будет повернута вокруг оси X.



Модель повернута вокруг глобальной системы координат. Однако заготовка осталась на прежнем месте. Чтобы задать ее для нового положения модели, необходимо произвести повторный расчет.

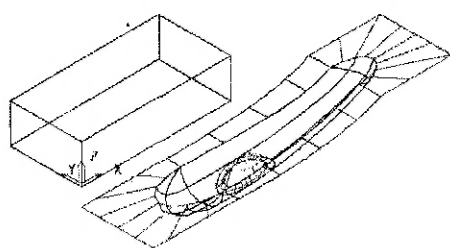
Масштабирование моделей

Модели можно масштабировать по одной или всем осям относительно активной системы координат. Это необходимо, если, например модель представляет собой матрицу или пуансон, тогда необходимо учесть усадку материала и увеличить модель на некоторую величину.

- Щелкните правой кнопкой мыши по модели в проводнике и выберите опции **Правка > Трансформировать**.
- Затем введите значение **2** в диалоговом окне **Масштаб**, как

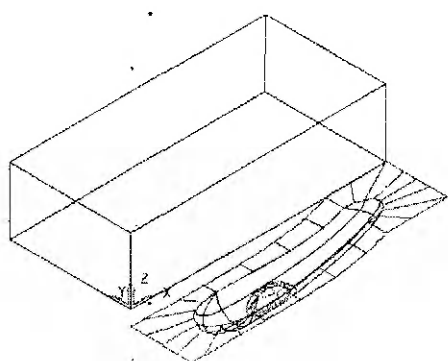
показано ниже и нажмите .





Модель увеличена в два раза по оси X.

- Теперь введите в диалоговом окне **Масштаб** коэффициент масштабирования **0.5**, и последовательно нажмите **X**, **Y** и **Z**



Модель уменьшена в два раза по всем осям.

Зеркальное отражение моделей

Данная опция позволяет получить зеркальную копию модели относительно любой из трех осей.



Формат ввода команды – выбор и нажатие соответствующей иконки плоскости, относительно которой будет отражена модель.

Сохранение моделей

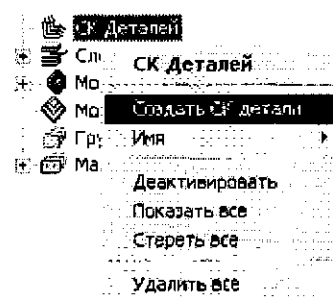
Модели можно экспортировать. Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши по разделу **Модели** в проводнике и в открывшемся контекстном меню выбрать опцию **Экспорт Модели**.

Локальные системы координат (ЛСК)

ЛСК (workplanes) представляют собой переносные начальные точки, которые можно двигать или вращать относительно **глобальной системы координат**. Их также можно при необходимости активировать или деактивировать.

Создание локальных систем координат

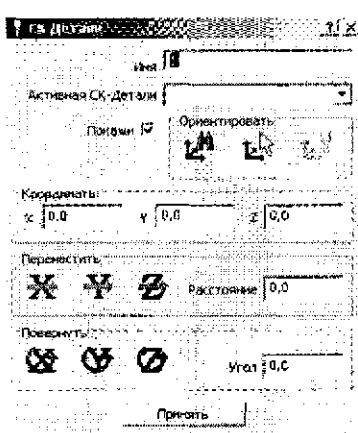
Локальные системы координат (или СК детали) обычно создаются с помощью проводника PowerMILL. Откройте контекстное меню, щелкнув правой кнопкой мыши по разделу **СК детали**.



- Выберите опцию **Создать СК детали**.

Как только ЛСК создана, напротив раздела **СК детали** в проводнике появляется знак «плюс». Щелкнув по нему, вы можете увидеть в раскрывшемся списке созданную ЛСК с именем **1**.

ЛСК создается в той же точке, что и глобальная система координат (**Transform**) или в начале активной ЛСК, при этом она отображается серым цветом и имеет меньшие размеры по сравнению с активной. В дальнейшем вы можете изменить имя системы координат. Редактирование ЛСК осуществляется в проводнике PowerMILL, причем вне зависимости от того, активирована она или нет.



- Щелкните правой кнопкой мыши по **ЛСК 1** и выберите в контекстном меню опцию **Активировать**.

Теперь в графическом окне ЛСК отображена красным цветом и имеет большие размеры.

ЛСК можно перемещать и вращать, используя опции контекстного меню **Правка**. Меню можно открыть из Проводника PowerMILL.

Чтобы переместить ЛСК просто щелкните правой кнопкой по ее имени, в нашем случае по **1**, в открывшемся контекстном

меню выберите **Правка > СК Детали...**, и далее введите нужное значение в диалоговое окно. Повторите тоже самое для остальных осей.

С помощью команд **Перемещения** и **Вращения** можно задать нужное положение и ориентацию ЛСК относительно детали для выполнения определенных операций обработки. Вы можете копировать значения координат непосредственно из диалоговых окон, таких как **Измерения** или **Заготовка** или вводить их вручную.

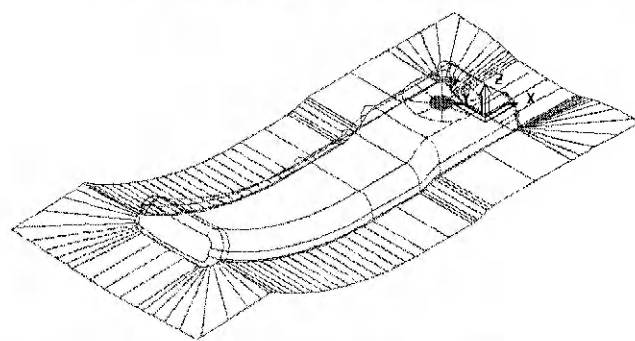
Альтернативным методом создания одиночной ЛСК является использование приложения **PS-Sketcher**, которое описано в отдельном учебном курсе. В основе метода лежат мощные средства каркасного построителя **PowerSHAPE**, которые позволяют создавать и позиционировать ЛСК. Чтобы импортировать ЛСК в **PowerMILL** после завершения работы, ее необходимо **активировать**.

Упражнение

В некоторых случаях не всегда бывает удобным использовать центр **глобальной системы** координат в качестве начальной точки инструмента. В этом упражнении мы рассмотрим, как создать ЛСК в центре заготовки, чтобы далее использовать ее как **начальную** точку инструмента.

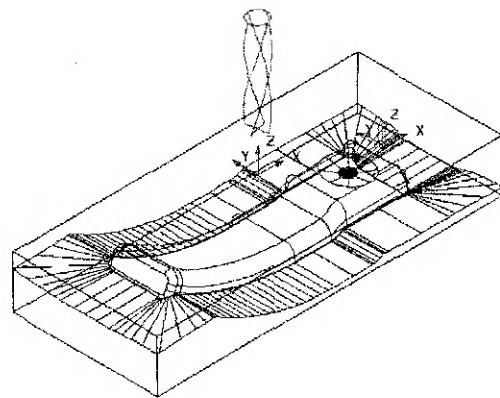
Наиболее простой способ - это определить координаты центра обрабатываемой детали с помощью формы **Начальная точка**, после чего просто передвинуть ЛСК на известное расстояние в центр заготовки.

- Выберите опции **Файл > Удалить все**.
- Откройте модель **Handset.tri**, расположенную в папке Примеры.



- **Переместите** модель только по оси **Z**, так чтобы Глобальная СК (**Transform**) была расположена в самой верхней точке детали.
- Задайте заготовку по габаритам модели и создайте **концевую фрезу диаметром 12мм**.
- Обнулите **Безопасные высоты** и установите **Начальную точку инструмента** в центр заготовки.

- Создайте ЛСК и сделайте ее **Активной**.
- Назовите ЛСК '**Datum**' и переместите ее в центр заготовки, используя координаты центра из формы начальная точка.



Обратите внимание, что после перемещения ЛСК, инструмент и заготовка переместились вместе с ней, поэтому необходимо задать заготовку заново.

4. Измерение моделей

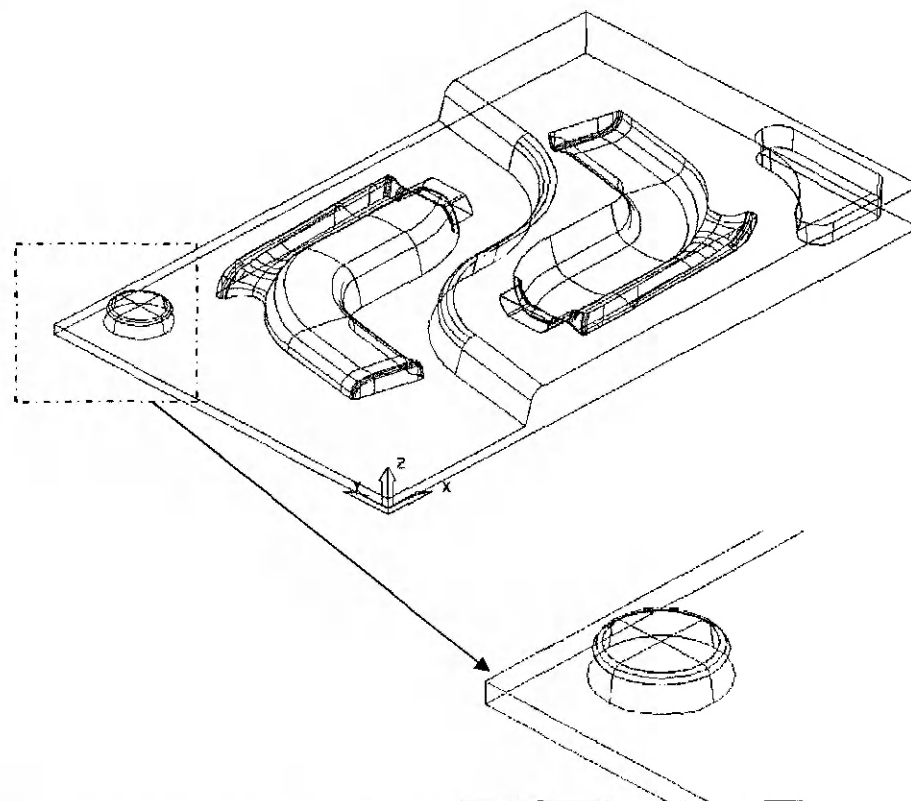
Введение

Перед обработкой детали, необходимо произвести измерение модели с целью выбора рациональной стратегии и параметров обработки. Например, при обработке скругленных углов необходимо знать минимальный радиус скругления, чтобы использовать для его обработки Шаровую фрезу максимального диаметра.

Линейные измерения

Данный способ измерения позволяет определить расстояние между двумя точками в пространстве и выбрать инструмент максимального диаметра для обработки измеренной области. Рассмотрим это на примере.

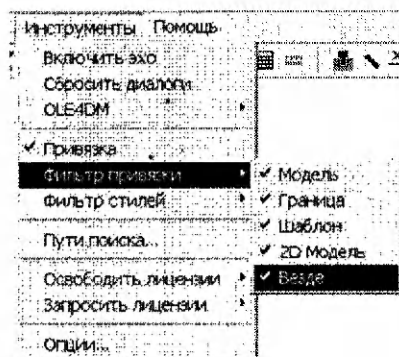
- Выберите **Файл - Удалить Все**.
- Откройте модель **powerdrill.dgk**.
- Установите **вид ISO1/ИЗО1** и **увеличьте** область, показанную ниже.



Измерение осуществляется путем привязки к определенным объектам, которые устанавливаются в фильтре привязки. Фильтр можно вызвать из

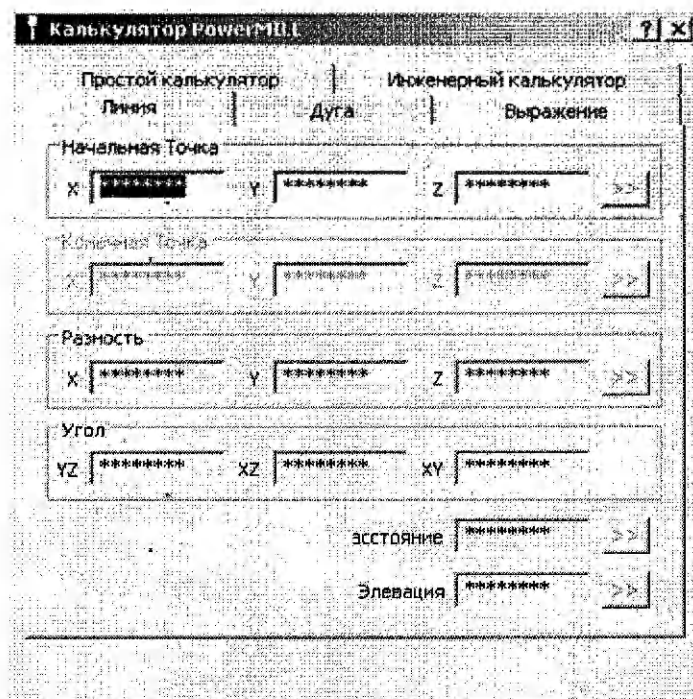
меню Инструменты на главной панели. По умолчанию включены все опции фильтра, поэтому может быть выбран любой объект, даже точка в пространстве.

- Выберите из главного меню опции **Инструменты – Фильтр привязки > Везде**.



При **ВЫКЛЮЧЕННОЙ** опции **Везде**, привязка осуществляется к оставшимся пунктам меню, а не к любой точке в пространстве. Однако при создании границ вручную, данная опция должна быть **ВКЛЮЧЕНА**.

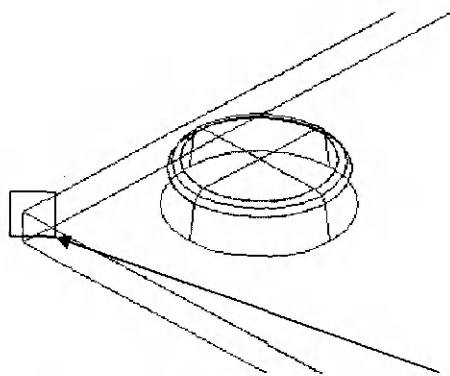
- Щелкните по иконке **Измерения**.



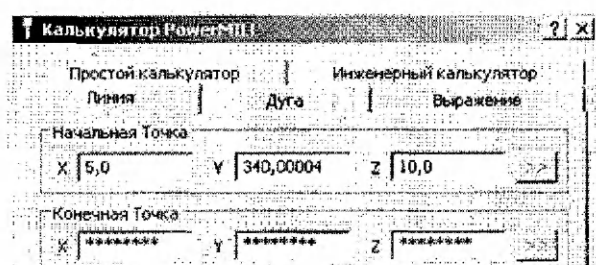
Откроется диалоговое окно Калькулятор PowerMILL

Данное диалоговое окно имеет четыре закладки – Линия, Дуга, Выражение, Простой и Инженерный калькулятор. Они находятся в верхней части окна и определяют, какая функция активна в данный момент.

- Откройте закладку **Линия**.
- Выберите **угловую точку** модели.



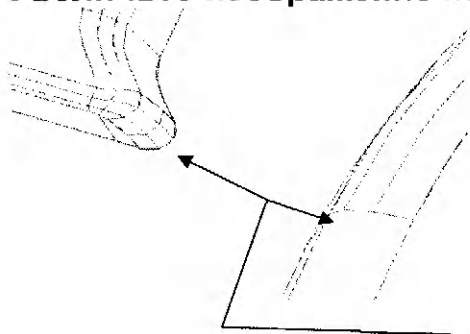
- Растяните резиновую рамку здесь, чтобы выбрать верхнюю точку.



Обратите внимание, изменились текстовые поля в верхней части диалогового окна.

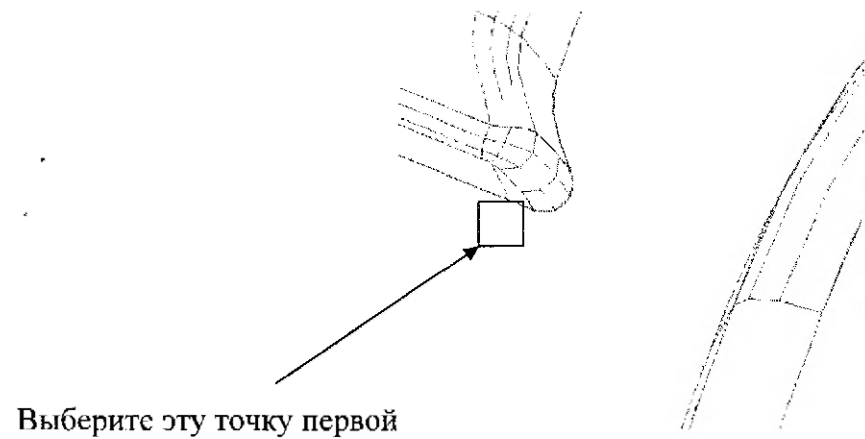
Точка, которую вы выбрали первой, является Начальной точкой, ее координаты появились в диалоговом окне. Значение координаты Z равно **10.00**. Чтобы создать черновую траекторию с остаточным припуском 1мм, необходимо вставить высоту со **Значением 11.00**.

- Увеличьте изображение показанной области.

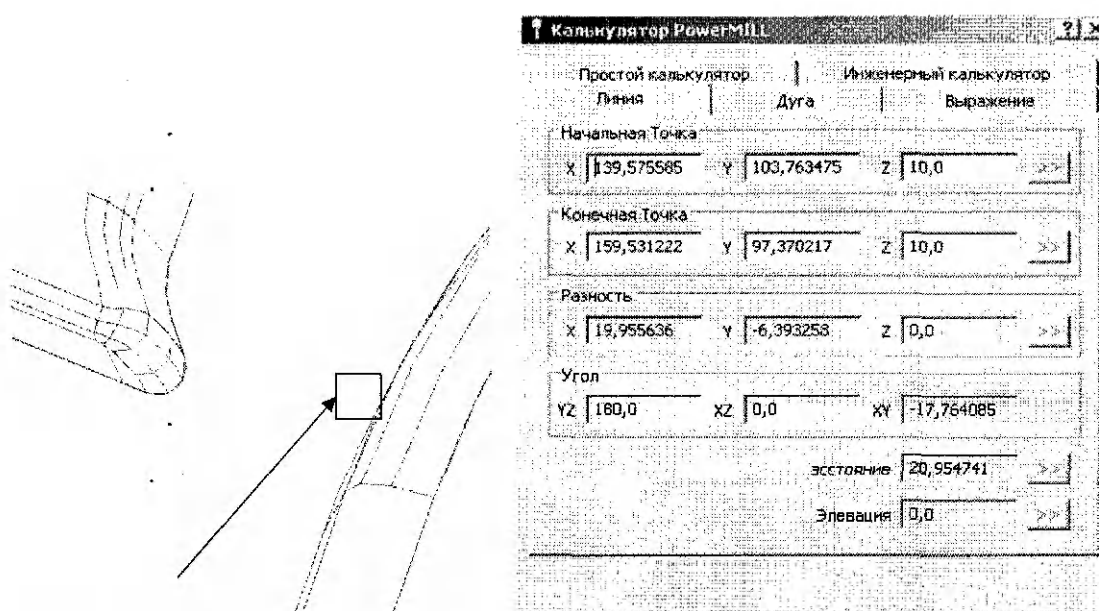


Измерим данный промежуток, чтобы определить максимальный диаметр фрезы.

- Щелкните по иконке **Измерения**, чтобы начать новое измерение, иначе оно будет продолжено от первоначальной точки.
- Выберите **нижнее скругление**, в месте его пересечения с плоской поверхностью, как показано ниже.



- Сейчас выберите нижнюю кромку с другой стороны промежутка.



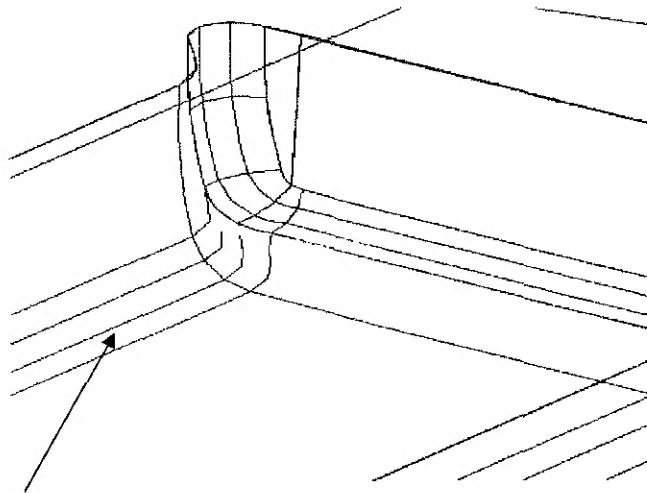
- Выберите эту точку.

Появится линия, соединяющая две точки, информация о координатах начальной и конечной точки линии появится в текстовых полях формы (значения могут быть и другими, т.к. зависят от места их выбора). Зная расстояние между двумя элементами модели в пространстве (приблизительно 21), можно подобрать фрезу максимального диаметра для обработки данной области.

Измерение дуг

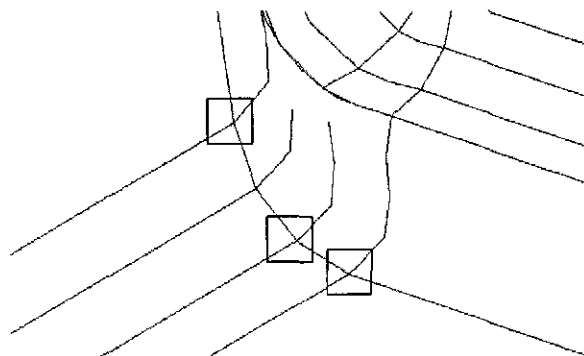
Дуги измеряются путем указания на них или окружности трех точек.

- Позиционируйте вид следующим образом.

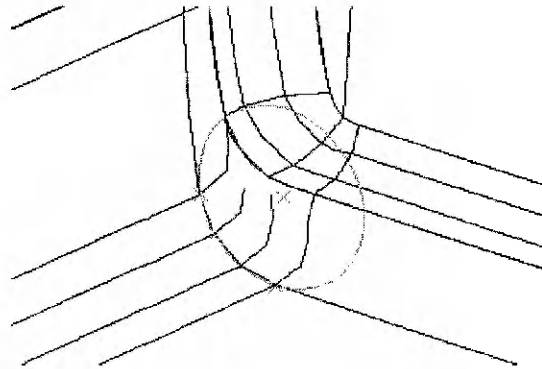


Измеряем радиус скругления, чтобы использовать для его обработки Шаровую или Скругленную фрезу максимального диаметра.

- Выберите **закладку дуга** в диалоговом окне Измерения.
- Выберите **начальную, конечную точку и среднюю точку** вдоль скругления, как показано ниже.



Появится окружность, проходящая через 3 точки, как показано ниже.



Калькулятор PowerMILL		
Простой калькулятор		Инженерный калькулятор
Линия	Дуга	Выражение
Начальная точка		
X	Y	Z
108,311321	227,472757	26,917178
Средняя точка		
X	Y	Z
410,084094	227,12197	24,335549
Конечная Точка		
X	Y	Z
412,911808	226,431055	23,127955
Центр		
X	Y	Z
413,445379	226,038209	28,71428
Радиус		
5,625483		
Диаметр		
11,250965		

В диалоговом окне Измерение модели будут отображены следующие координаты выбранных точек.

Значение **Радиуса** равняется чуть больше **5мм**, поэтому для чистовой обработки данной модели необходимо назначить **Шаровую фрезу** диаметром **10 мм**.

5. Выборка (Area Clearance)

Черновая обработка осуществляется на заданных Z-высотах. Для каждой высоты выборки рассчитываются Слои (Slices) - контура, внутри которых требуется выборка материала.

Имеется 3 основных стратегии черновой обработки (Выборки) в Слое: Растр (Raster), Смещение (Offset) и Профиль (Profile). Удалите все данные нажав на фоне экрана правую кнопку мыши и выполнив **Удалить Все**.

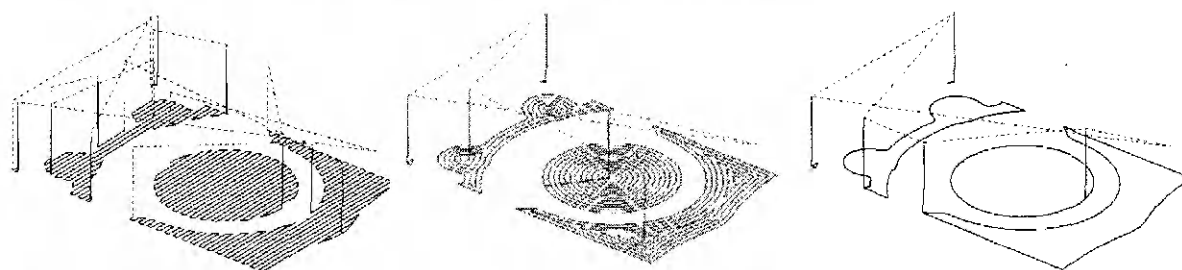
Растр

Это набор параллельных проходов внутри слоя.

Смещение

Это набор контуров, смещенных относительно друг друга на заданный шаг.

Профиль - это однократный проход по контуру (слою).



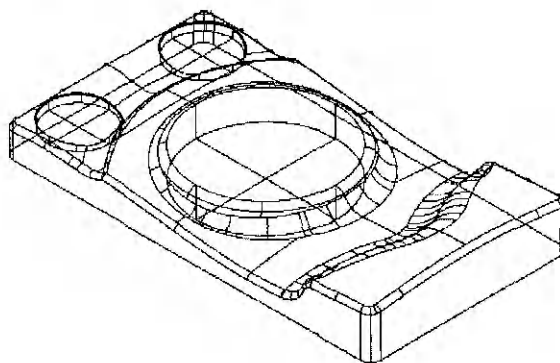
Для каждой стратегии задаются параметры. Некоторые параметры являются общими для всех стратегий, такие как: Допуск (Tolerance), Припуск (Thickness), флаг Карманная обработка (Pocket Machine) и Направление резания (Cut Direction).

Направление резания бывает **Попутное (Climb)**, **Встречное (Conventional)** или **Любое (Any)**.

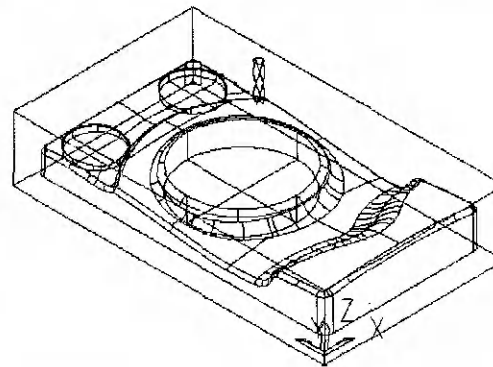
Карманная обработка - этот флаг задаст связывание слоев обработки так, чтобы минимизировать холостые ходы между карманами.

Растровая стратегия

Из меню **Файл - Примеры** откройте модель **speaker.dmt**.



- Задайте Концевую фрезу диаметром **10 мм** и длиной **45 мм**.
- Задайте заготовку по модели, припуск (**Expansion**) задайте **15 мм** и нажмите кнопку **Вычислить**.
- **Безопасную Z (Safe Z)** задайте **90 мм** и **Z врезания (Start Z)** задайте **75 мм**.
- Начальную точку (**tool datum**) задайте по центру заготовки и отредактируйте **Z** задав **120**.



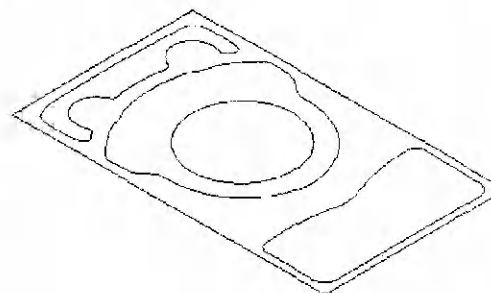
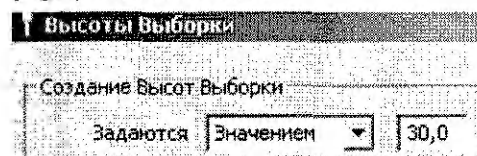
Заготовка сейчас больше модели по всем габаритам на 15 мм, это более чем достаточно, чтобы инструмент диаметром 10 мм смог обойти модель со всех сторон.

- Нажмите иконку стратегии обработки , и далее в закладке 3D Выборка – Выборка Растром 3D Модель, форма появится.
- В появившейся форме переключите параметр Действие в поле Шаг по Z на ручную и нажмите кнопку **Высоты**.



- Задайте Высоту выборки значением на уровне **Z 30**.

Нажмите **Вычислить** и закройте форму задания высот.



Перед расчетом траектории генерируются Слои (Slices) по геометрии модели, это делается с учетом геометрии инструмента, допуска, припуска. Слой для уровня $Z = 30$ показаны на рисунке. Хотя в PowerMILL можно рассчитать (и увидеть) сначала только слои, а затем траекторию, мы выполним эти операции за один шаг.

- В форме выборки шаг между проходами задайте **5 мм**.

Отработать все проходы растра (Remove Unnecessary Raster Spans)

Когда используется и Растровый и профильный проходы, то некоторые области обрабатываются дважды. Этот флаг сохраняет ненужные участки растровых ходов.

Сократить ходы полной фрезой (Minimise Full Width Cuts)

Резание на полную ширину фрезы не всегда желательно и может вести к повреждению инструмента. Если это важно, то этот флаг минимизирует такие случаи.



Сделать шаг постоянным (Maintain Constant Stepover)

Этот флаг корректирует значение шага (в меньшую сторону) для обеспечения равенства шага на всех проходах. Рисунок поясняет это.

В поле **Угол растра**, по умолчанию установлено **Вручную**, угол задан 0 градусов.

Угол измеряется от оси X против часовой стрелки.

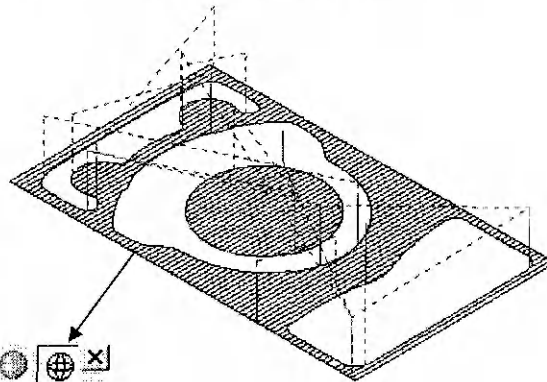
Если нажать стрелку в поле, то из меню выпадет еще 4-е варианта задания угла.

Оптимальный угол задаст критерий для расчета. Самый гибкий критерий – это для **Области (Area)** – угол определяется индивидуально для каждого слоя каждого уровня.

Он обычно и используется.

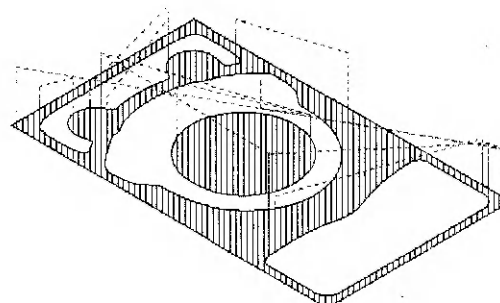
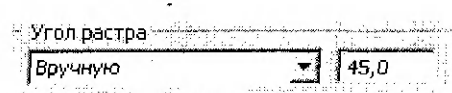
- Согласитесь с оставшимися установками по умолчанию и нажмите **Выполнить** и **Принять** в форме выборки, траектория будет создана.

Как можно видеть, растровые проходы выполнены внутри **Слоев** (контуров). Чтобы яснее видеть траекторию, скройте модель, нажав на кнопку в панели видов, указанную стрелкой.



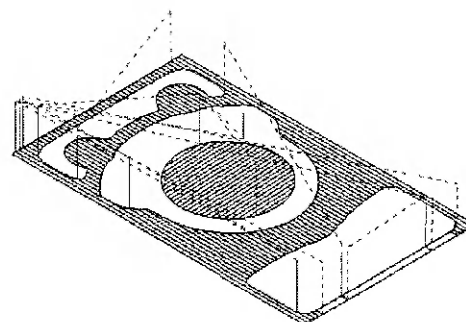
Теперь деактивизируйте траекторию (в окне просмотра) и Вы увидите **Слои**, которые мы обсуждали ранее.

Снова вызовите форму **Выборки Растром**, для этого щелкните правой кнопкой по символу траектории N1 в Дереве траекторий, выберите опцию **Параметры** и нажав на клавишу  задайте угол растра **45** градусов.



Рассчитайте траекторию. Результат показан на рис. (отметим, что траектория содержит 12 подъемов).

- В форме **Выборки Растром** установите **Угол Раstra** - **Оптимальный для области (Area)** и нажмите **Выполнить** и **Принять**.
- Рассчитайте траекторию.



Для каждой зоны принят свой угол раstra.

Участок растровой траектории (на рисунке справа внизу) удален, так как эта зона обрабатывается профильным проходом.

Стратегия Смещением (Offset Strategy)

Для этой стратегии Шаг (stepover) определяет расстояние между соседними проходами..

- В форме Стратегии обработки задайте стратегию **Выборка Смещением** 3D Модель. Подсвечена будет только часть формы, где задаются параметры смещения.

Направление (Offset Direction)

Авто - автоматически выбирается **Изнутри** или **Снаружи** в зависимости от того, обрабатывается полость или выступ.

Изнутри (Inside Out) - обработка от самого внутреннего контура.

Снаружи (Outside In) - обработка от самого внешнего контура.

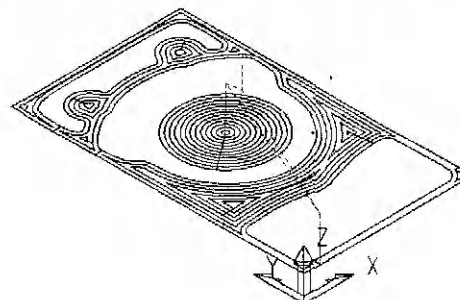
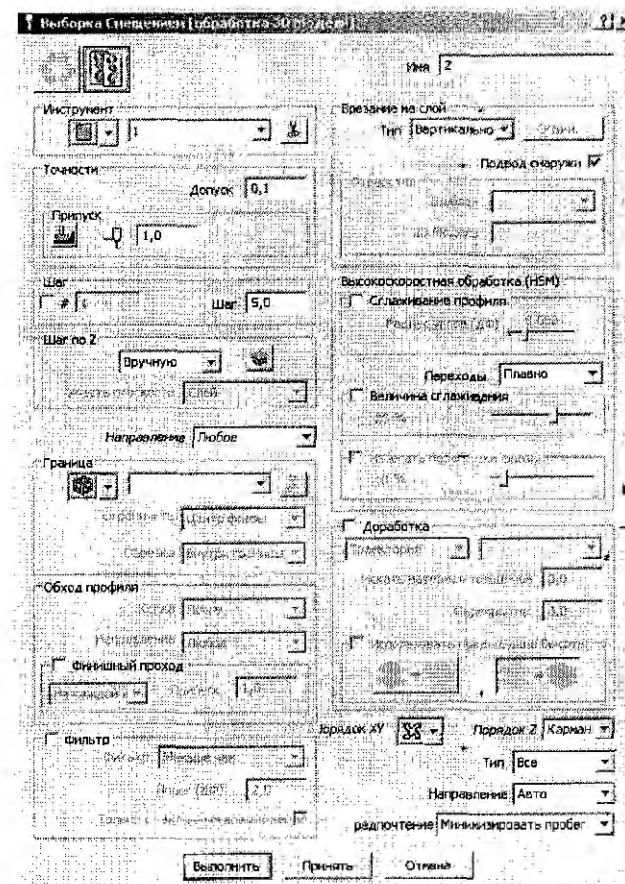
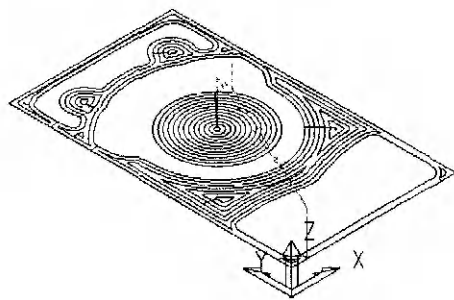
Сглаживание профиля (Smoothing Enabled)

Эта опция сглаживает острые углы в траектории. Она полезна, например, для высокоскоростной обработки, где нежелательно резкое изменение направления движения.

Величина сглаживания (Maximum Smoothing Allowance)

Задаёт максимальное отклонение от острого угла. Максимальное значение равно 40% шага. Например, при шаге 10 мм максимальный радиус закругления равен 4 мм.

- Нажмите Выполнить с опциями по умолчанию и рассчитайте траекторию.
- Теперь разрешите сглаживание и снова рассчитайте траекторию.

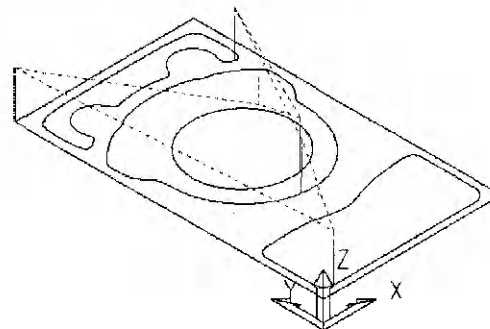


Увеличьте отдельные участки траектории, чтобы лучше видеть изменения.

- Выполните анимацию траектории (из контекстного меню траектории в окне просмотра).
- Рассчитайте новую траекторию с опцией направления Снаружи. Внешне она выглядит также.
- Выполните анимацию, чтобы увидеть различия.

Профильная стратегия (Profile Strategy)

Для этой стратегии Слои просто превращаются в траекторию.



- Задайте стратегию По профилю.

 Выборка По Профилю 3D Модель

- Рассчитайте траекторию.

Z высоты (Z Heights)

Имеется несколько способов задания Z высот; **Количеством** (Number), **Шагом** (Stepdown), **Значением** (Value), **Промежуточно** (Intermediate) и **Плоские** (автоматический поиск высот для плоских участков).

Количеством - вся высота блока при этом делится на заданное число уровней, включая проход на нижнем уровне.

Шагом - уровни назначаются от верха с заданным шагом по высоте. Если флаг Сделай постоянным (Maintain Constant Stepdown) установлен, то значение шага модифицируется в нижнюю сторону, чтобы вертикальный шаг на всех высотах был равным.

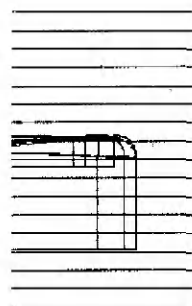
Значением - создает, единственный уровень с заданным значением. Используя эту опцию многократно можно создать набор высот.

Промежуточные - добавляет заданное число высот между существующими высотами.

- Вызовите форму задания Z высот.

Установки, заданные ранее, сохранились - задана одна высота на уровне 30 мм.

- Нажмите кнопку , чтобы удалить существующие высоты.
- Задайте шаг 5.



- Нажмите **Вычислить**.

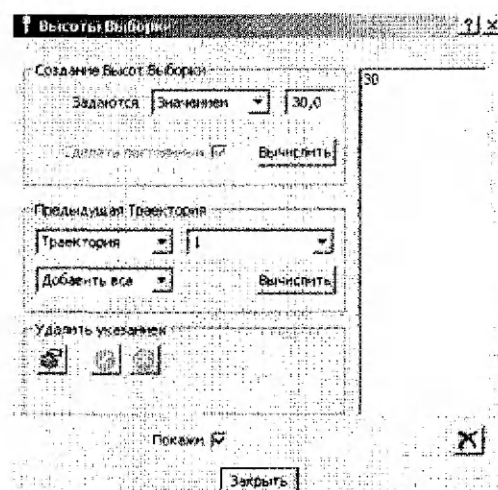
Будет создано 17 Z высот. Удалим верхние 2 и нижние 4 высоты, так как они не нужны.

- Установите вид YZ и увеличьте правый край модели.
- В меню формы Высоты Выборки выполните **Удалить**

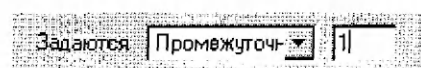
указанием – **Удалить выбранные Высоты**.

- Рамкой укажите верхние 2 высоты (они подсветятся красным) и нажмите клавишу Enter на клавиатуре.
- Повторите те же действия для 4 нижних высот.

Поперемещайте мышь по экрану, обратите внимание на статус строку - в ней идет индикация текущих координат. Это бывает полезно для ориентировочного определения требуемых высот



- Добавим по 1 промежуточной высоте. Получится как на рисунке.



Профильный проход (Profiling)

Профильный проход может выполняться в каждом слое после растровых ходов (для растровой стратегии) для подчистки гребешков. Для профильной стратегии доступно только поле для направления резания.

Когда

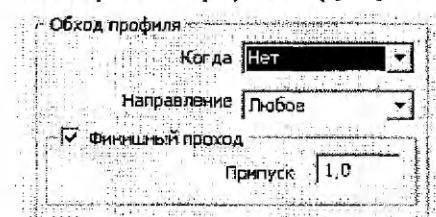
Это поле задает 4 опции: Нет (профильный проход не выполняется), До (до растра), После (после растра) и В процессе (на усмотрение PowerMILL).

Направление резания

Возможно 3 варианта: попутное, встречное и любое. Последнее дает минимальную длину холостых ходов, но не всегда приемлемо с точки зрения процесса резания.

Финишный проход (Final Profiling Pass)

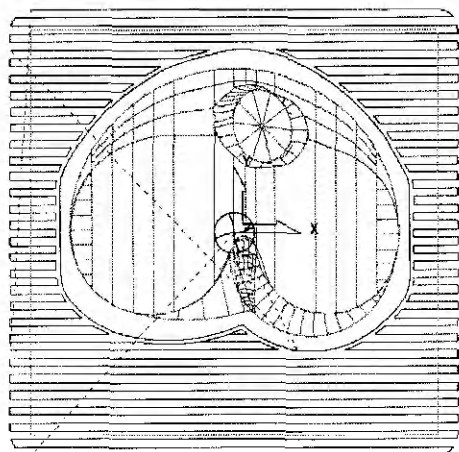
Эта опция оставляет припуск на профильный проход при выполнении растра. Это дает более равномерную нагрузку на инструмент и уменьшает износ.



Рассчитайте траекторию с установками как показано.

Врезание на слой (Lead in Moves)

Рассмотрим как инструмент подходит к заготовке и тип движений между Z высотами при опускании.



Тип

Имеется 3 типа движений: Вертикально (Plunge), Наклонно (Ramp) и Сверление (В предварительно созданное отверстие - Drill):

Подход снаружи (Approach Outside)

Использование этой опции зависит от способа закрепления заготовки.

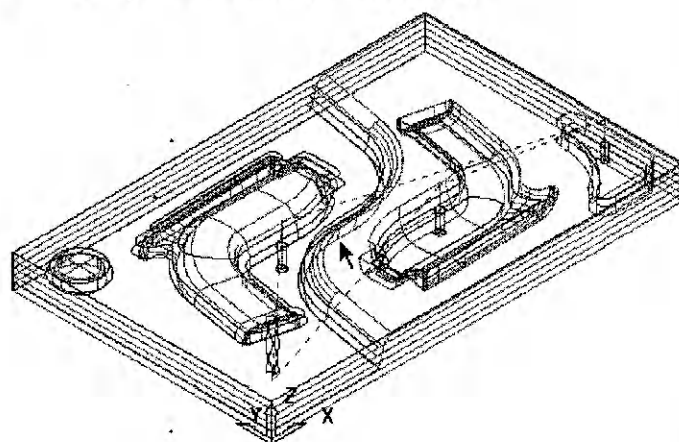
Траектория сверления (Drill Paths)

Многие инструменты, используемые на черновой обработке, не могут вертикально врезаться в материал. Обычно они опускаются в предварительно просверленное отверстие.

PowerMILL автоматически создает траекторию сверления при расчете траектории выборки с этим типом движений. Эти траектории между собой согласованы.

Пример

- Откройте модель **powerdrill.dgk**



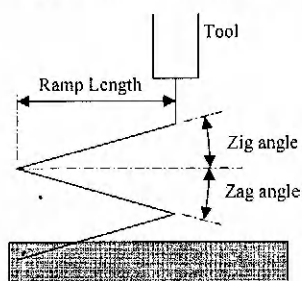
- В форме выборки из меню выполните **Удалить - Удалить Все**.
- Задайте концевую фрезу диаметром 12 мм.
- Создайте **5 Z Высот**, задав их количеством.
- Задайте тип врезания на слой - **Сверление (Drill)** в форме выборки и рассчитайте траекторию.
- Две траектории будут

созданы: выборка будет иметь имя **1**, а траектория сверления для нее - **1_drill**.

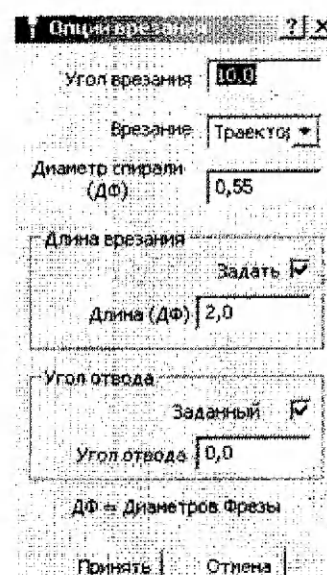
- Активизируйте траекторию **1_drill**.
- Выполните ее имитацию в ViewMILL, а затем выполните имитацию траектории **1**. Как видно, опускание инструмента производится в отверстия.

Наклонное врезание (Ramping Between Levels)

Наклонное врезание можно применять вместо предварительного сверления. Это немного



увеличивает размер программы, но убирает лишнюю операцию (сверление). Для наклонного врезания имеются опции, регулирующие угол и зону врезания.



Пример

- Задайте врезание в слой - Наклонно и нажмите кнопку опций:

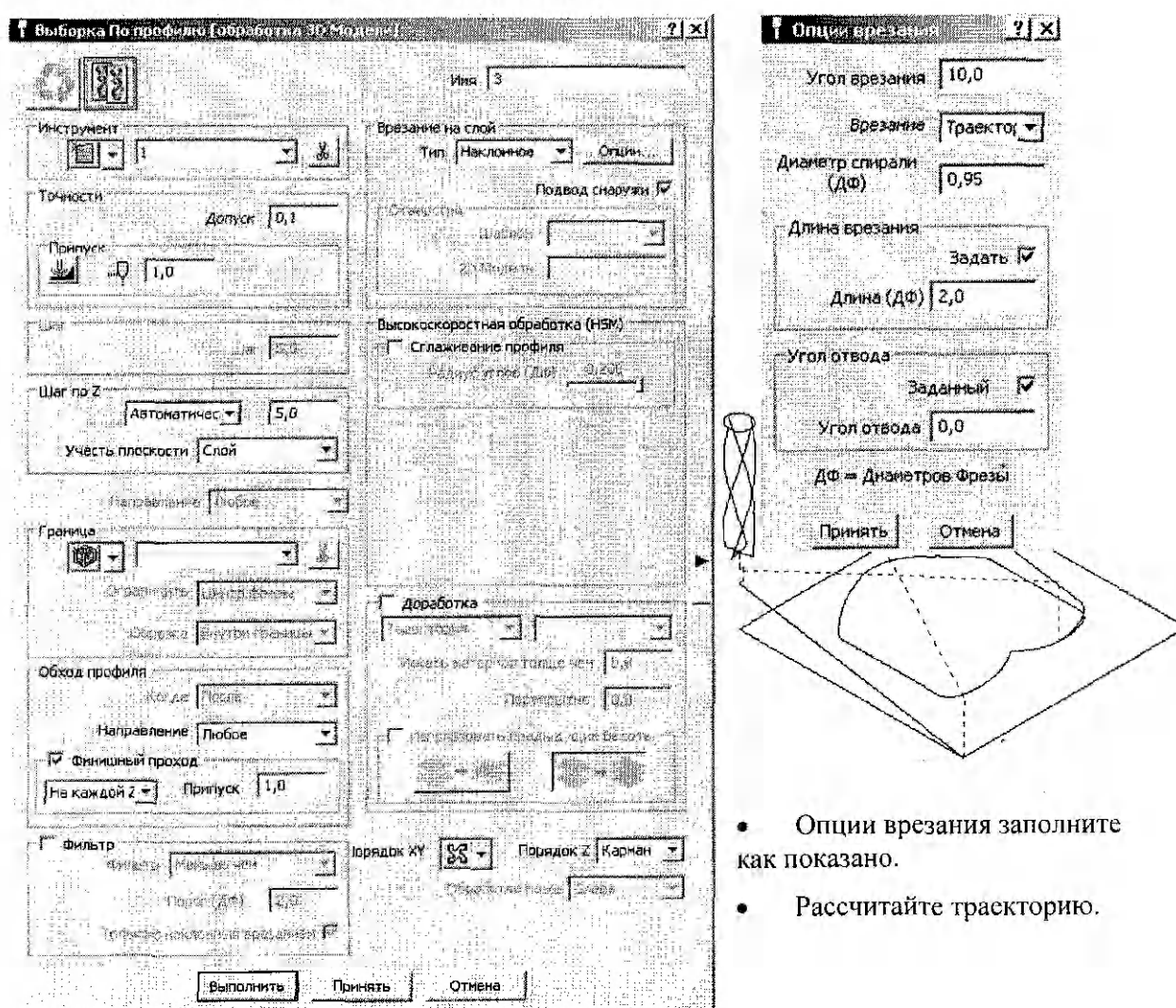
Основной параметр - это угол врезания (он должен быть меньше заднего угла инструмента). Длина врезания так же может быть ограничена, тогда получится так называемое маятниковое врезание.

Длина врезания измеряется в диаметрах инструмента - параметр 'Tool Diameter Units' (TDU). Длина врезания должна быть больше диаметра инструмента для обеспечения лучшего удаления стружки.

Поле **Врезание (Follow)** задает как наклонное движение задается относительно области обработки. Имеются опции: Траектория (Toolpath), Линия (Line) и Дуга (Circle).

Пример

- Удалите все и откройте модель 'chamber.tri'.
- Задайте заготовку габаритами и задайте инструмент - концевую фрезу диаметром 10 мм. Установите начальную точку (Tool Datum) в позицию -50, 50, 40, задайте Z высоту значением 10 мм.
- Заполните форму выборки как показано.



- Опции врезания заполните как показано.
- Рассчитайте траекторию.

Наклонное врезание выполняется вдоль профиля.

Другие параметры врезания здесь не рассматриваются.

Выборка: дополнения

Введение

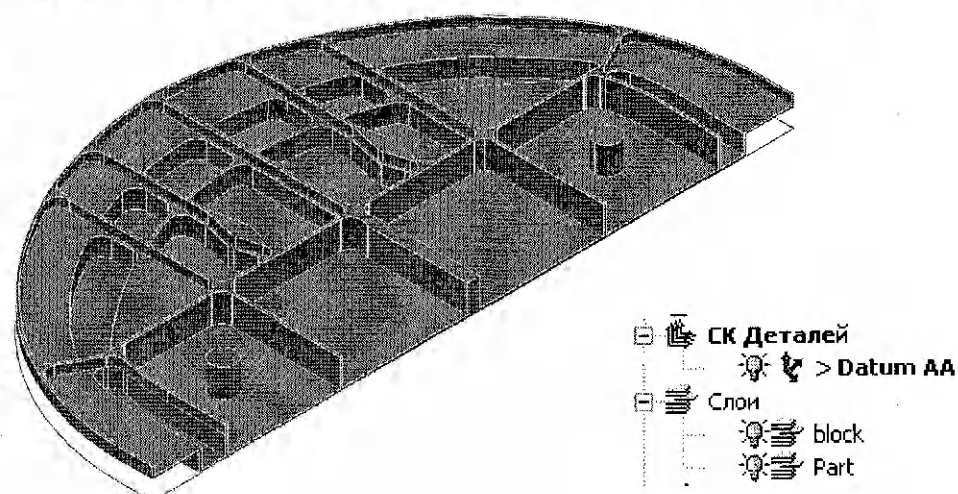
Обработка плоских участков часто востребована, особенно в аэрокосмической промышленности. PowerMILL 5.5 имеет стратегии для черновой и чистовой обработки таких поверхностей. Программа автоматически распознает плоские участки на модели. Опции

Обработка плоских участков

Используется в стратегиях выборки, пользователю доступна новая опция автоматического распознавания и обработки плоских участков. Позволяет игнорировать отверстия на плоских участках, не оставляя над ними необработанных участков. Это позволяет инструменту перемещаться над отверстием, без ограничения его кромками.

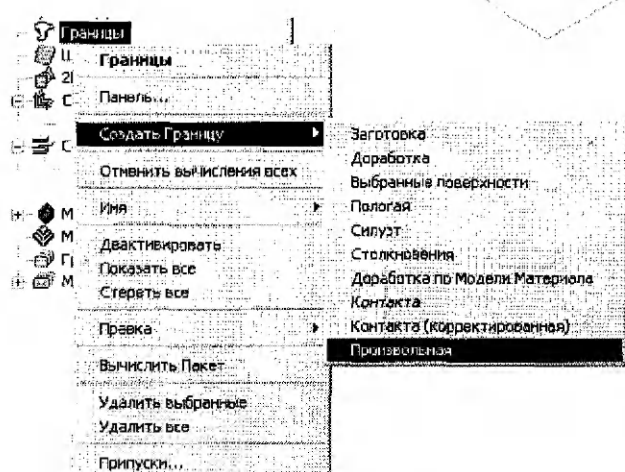
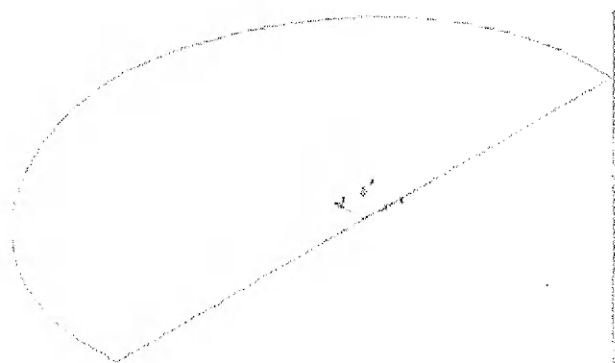
*ВВ: Эта опция отличается от опции **Плоские** в форме задания высот выборки. Когда используется опция **Плоские** в высотах выборки высота по Z смещается на величину допуска, тогда как **Плоские** слои точно совпадают с плоскими поверхностями.*

- Удалите все, сбросьте диалоги, импортируйте модель **aero.dgk**.

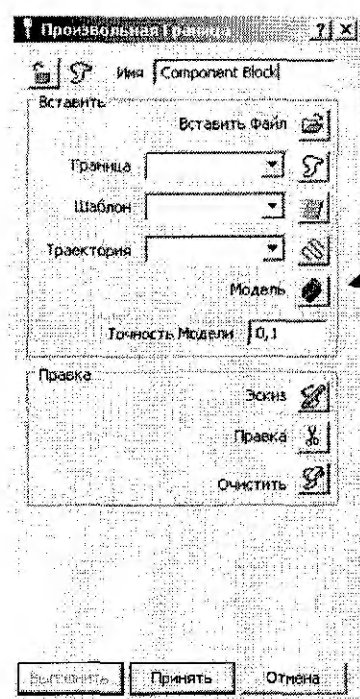


Модель авиационной детали, обрабатывается из алюминиевой плиты. Файл содержит поверхности и каркасную геометрию на двух разных слоях, **Block** и **Part**. Каркасная геометрия будет использована для задания заготовки.

- Активируйте СК Datum AA.
- Погасите слой Part.
- Выберите каркас.



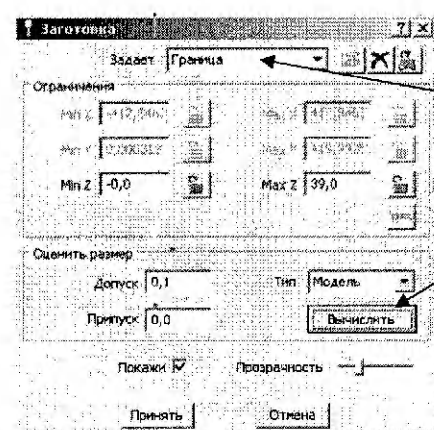
- Щелкните правой кнопкой мыши по границам в проводнике.
- Выберите из контекстного меню **Создать границу** → произвольная.



- Имя границы - **Component Block**.
- Щелкните иконку **Вставить модель**.
- Нажмите **Принять**.

- Погасите геометрию модели, оставив видимой только границу.

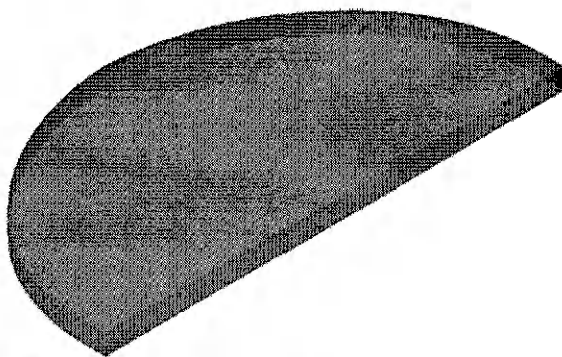
- Щелкните иконку заготовки в панели инструментов.



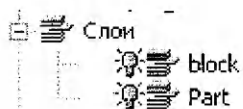
- Выберите Задаст → Граница.

- Щелкните Вычислить.

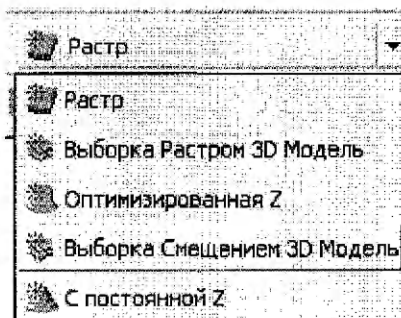
- Деактивируйте и погасите границу, чтобы осталась только заготовка.



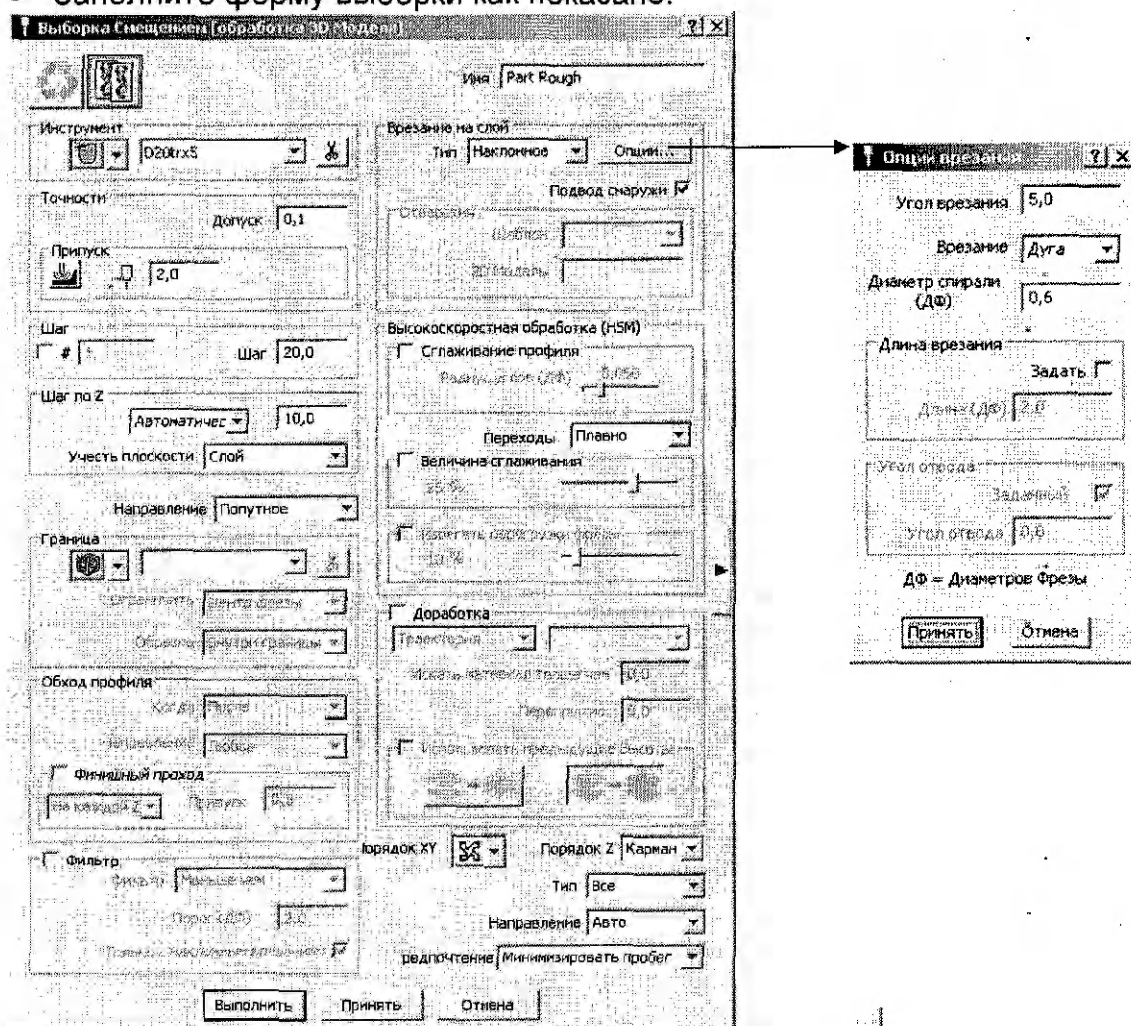
- Включите слой Part.



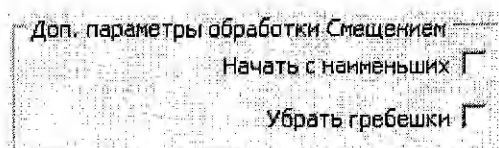
- Создайте скругленную фрезу диаметром 20мм, с радиусом кромки 5мм, с именем **D20trx5**.
- Создайте концевую фрезу диаметром 25мм, с именем **25ЕМ**.
- Активируйте инструмент **D20trx5**.
- Выберите стратегию **Выборка Смещением 3D Модель** из списка.



- Выберите **Безопасные высоты** на главной панели инструментов
- Установите тип высот Обе в приращениях, **Безопасная Z 5мм**, **З**
Врезания 3мм.
- Нажмите **Установить по Заготовке** и **Принять**.
- Установите начальную точку по центру заготовки на безопасную Z.
- Заполните форму выборки как показано.



- Нажмите **Дополнительные параметры выборки**.

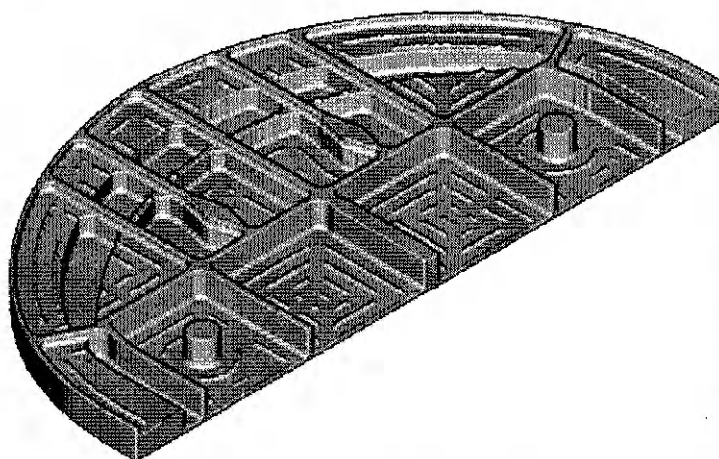


По умолчанию включена опция **Убрать гребешки**. Этот параметр контролирует максимальный шаг и дополнительные движения для удаления гребешков. Если флажок установлен, шаг ограничивается максимальным плоским диаметром инструмента (так фреза 20мм со скруглением 5мм имеет максимальный шаг 10мм). Дополнительные движения будут добавлены, чтобы убрать возможные гребешки и тонкие высокие

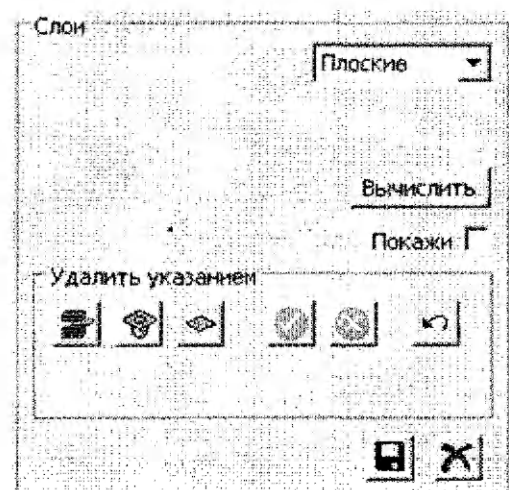
перемычки. Когда флаг сброшен, шаг ограничивается диаметром инструмента. Дополнительные движения будут добавлены только для удаления высоких перемычек. Этот параметр удобно использовать при обработке мягких материалов, когда гребешки будут срезаны при обработке следующего слоя по Z, а дополнительные движения по зачистке гребешков увеличивают время обработки.

- Снимите флажок **Убрать гребешки** и рассчитайте траекторию.
- Включите панель визуализации  и переключитесь  во Viewmill.
- Запустите визуализацию. 

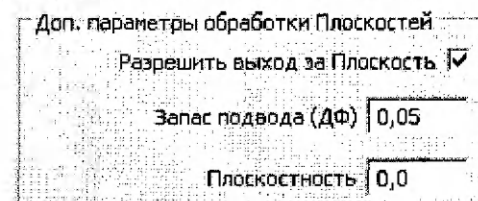
Обработка со сброшенным флагом **Убрать гребешки**.



- Щелкните правой кнопкой мыши по траектории **Part Rough** в проводнике, выберите **Параметры**, чтобы открыть форму выборки смещением.
- Щелкните «Копировать траекторию» .
- Назовите траекторию **Part Flat Fin**.
- Активируйте инструмент **25EM**.
- В **Дополнительных параметрах выборки** выберите генерацию слоев **Плоские**.

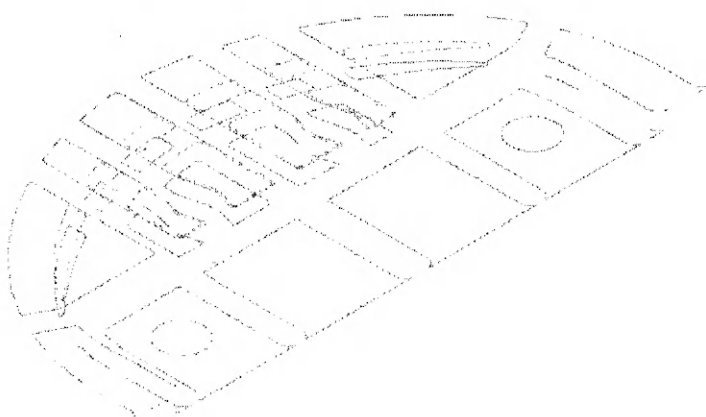


- Нажмите **Вычислить** и **Покажи**.



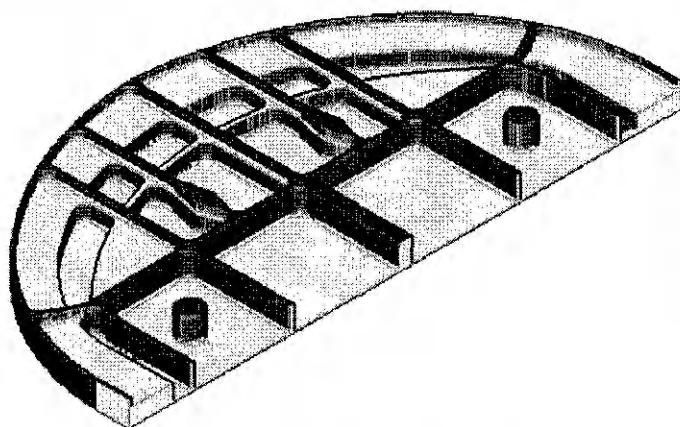
При вычисления PowerMILL автоматически определяет плоские участки детали, внутри заготовки, которые находятся в пределах заданной плоскостности (установите 0 в этом примере). Это удобно, когда поверхность выглядит плоской, но математически таковой не является.

- Погасите заготовку и модель, чтобы увидеть рассчитанные слои.



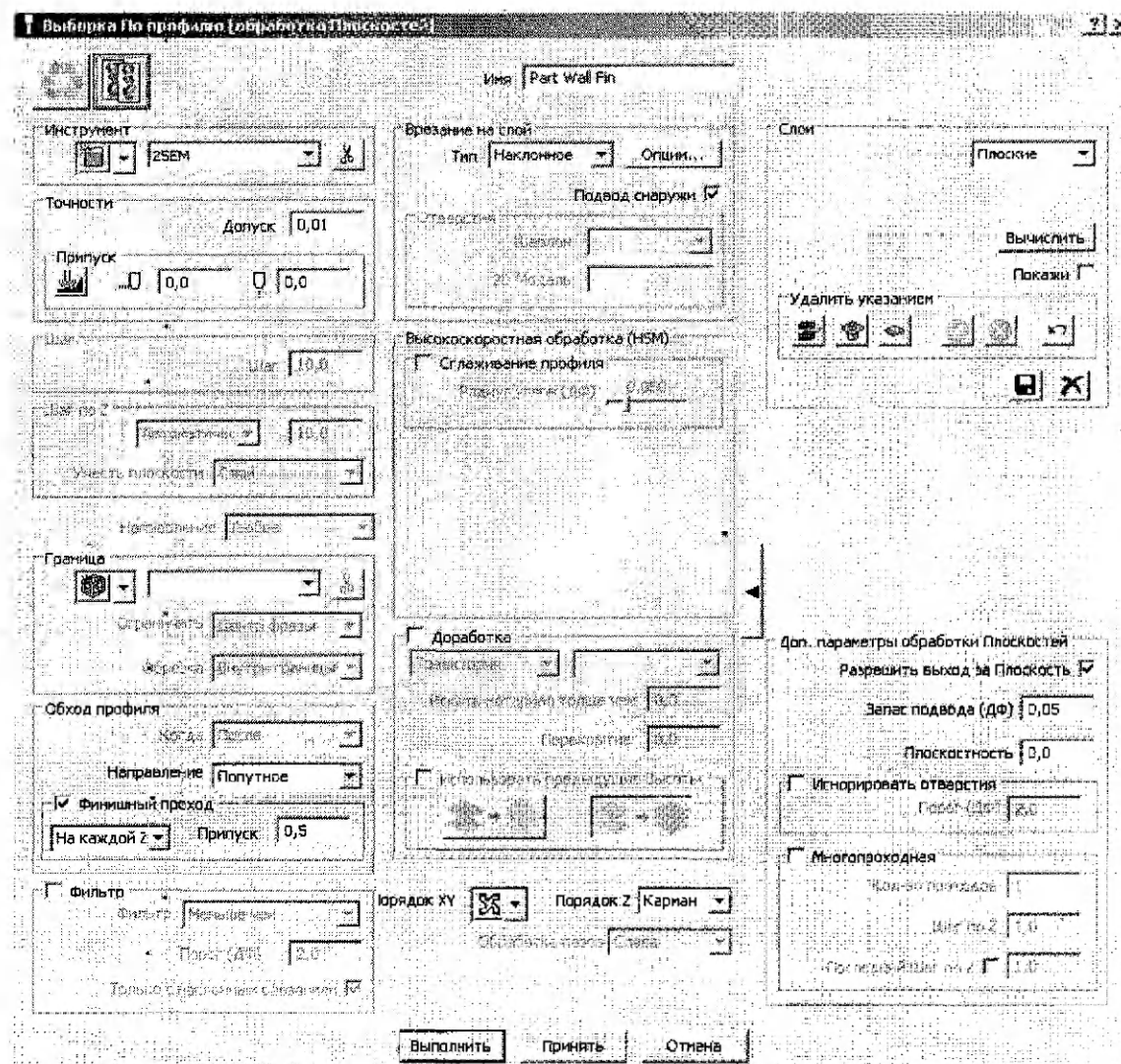
PowerMILL рассчитал 2 плоских слоя.

- Введите имя траектории: **Part Flat Fin**.
- Установите **Допуск 0.01**, **Шаг 10**, задайте **Осевой припуск 0мм** и вычислите траекторию.
- Переключитесь  в окно Viewmill и **Покрасьте**  заготовку.
- Запустите визуализацию. 



Траектория вычислена для чистовой обработки плоских участков. Боковые поверхности обработаем второй операцией.

- Выберите **Стратегии обработки**  в главной панели инструментов.
- Выберите траекторию **Выборка По Профилю 3D Модель**.
- Заполните форму, как показано на рисунке.



- Вычислите траекторию.
- Выполните визуализацию.

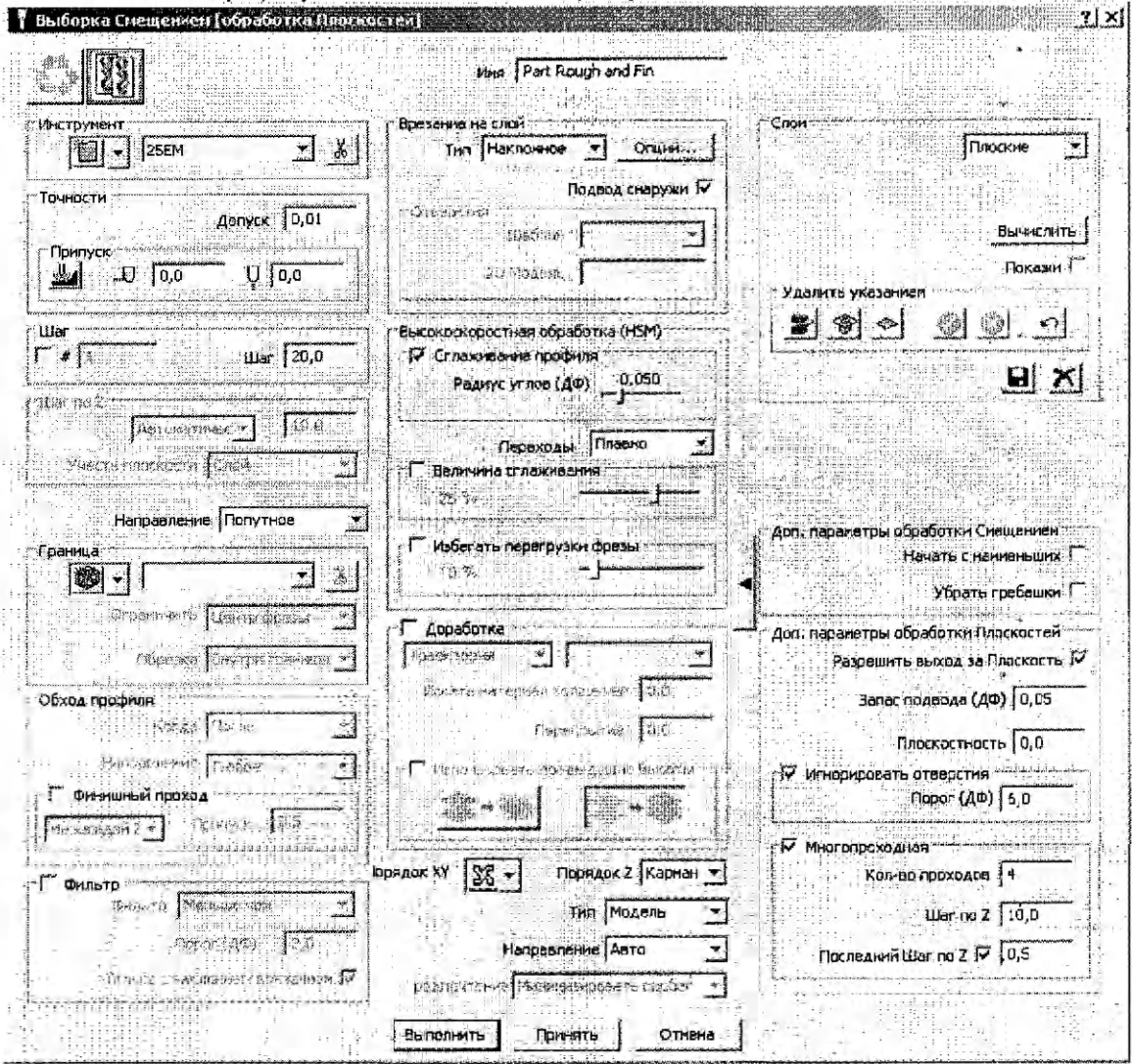
Игнорирование отверстий

Возможно игнорирование отверстий, с обработкой материала над ними. В предыдущем примере рассмотрена обработка плоских участков на финишных операциях. В следующем примере черновая и чистовая обработка будет сделана одной операцией.

- Правой кнопкой мыши щелкните по траектории **Part Flat Fin** в проводнике и выберите **Параметры**, чтобы открыть форму выборки.
- Щелкните «Копировать траекторию».
- Назовите траекторию **Part Rough and Fin**.
- Задайте заготовку со следующими габаритами.

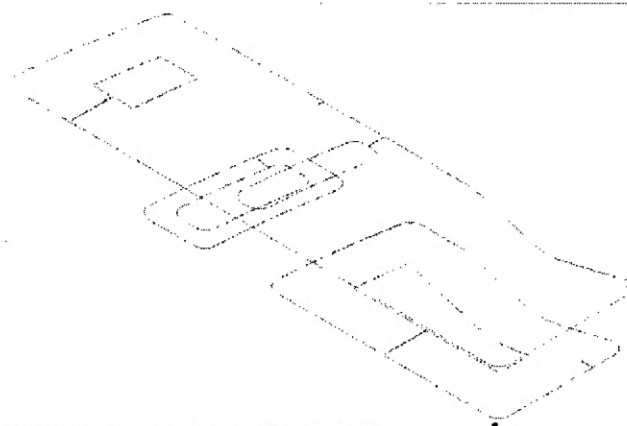
	Min	Max
X	1	95
Y	157	416
Z	0	39

- Заполните форму, как показано на рисунке и вычислите траекторию.



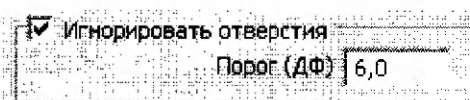
Фрагментация траектории для верхнего кармана причина избытка материала для обработки нижнего кармана. Это можно проверить во Viewmill'e.

(Траектория показана без подводов и переходов).



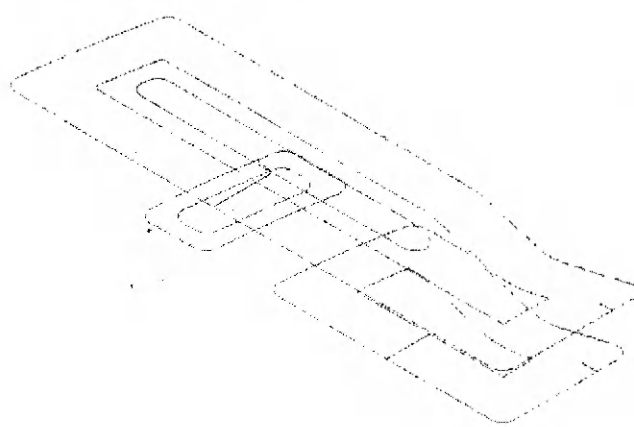
Чтобы избежать этого нижний карман будет представлен как отверстие, чтобы генерировать полную траекторию для верхнего кармана.

- Правой кнопкой мыши щелкните по траектории **Part Rough and Fin** в проводнике и выберите **Параметры**, чтобы открыть форму выборки.
- Щелкните «Изменить траекторию» 
- Выберите опцию **Игнорировать отверстия** из секции **Доп. Параметры обработки плоскостей** и введите **Порог (ДФ)** равным 6.



Это позволит игнорировать отверстия меньше, чем указанное значение, равное 6-ти диаметрам фрезы.

- Выполните форму.



Материал на верхнем кармане полностью выбран, можно убедиться в этом запустив Viewmill.

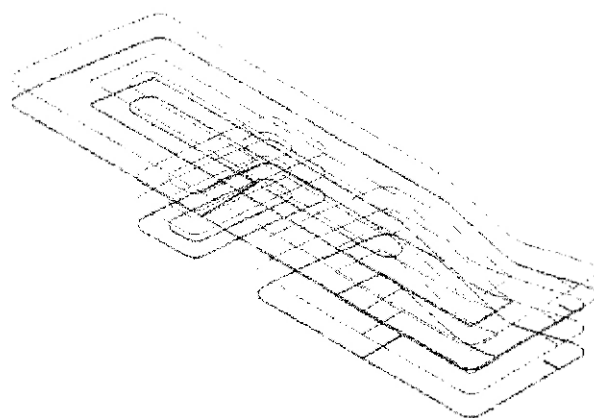
Траекторию можно вычислить, как многопроходную

- Правой кнопкой мыши щелкните по траектории **Part Rough and Fin** в проводнике и выберите **Параметры**, чтобы открыть форму выборки.
- Щелкните «Изменить траекторию» .
- Выберите опцию Многопроходная в секции **Доп. Параметры обработки плоскостей** и введите следующие значения.

☒ Многопроходная
Кол-во проходов 4
Шаг по Z 10,0
Последний Шаг по Z ☒ 0,5

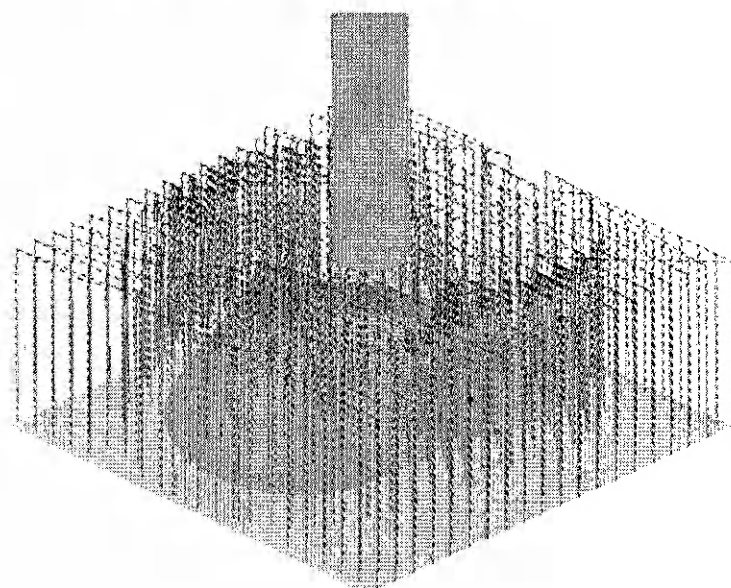
Значение **Шаг по Z** указывает смещение от плоского слоя. Карман может быть предварительно обработан используя **Шаг по Z** оставляя на финишную обработку (последний слой) значение указанное как **Последний Шаг по Z**.

- Выполните форму.



Погружное фрезерование (Plunge Milling)

В PowerMILL 6 появилась новая стратегия – Выборка погружением (Plunge Milling), она находится на вкладке 3D Выборка.

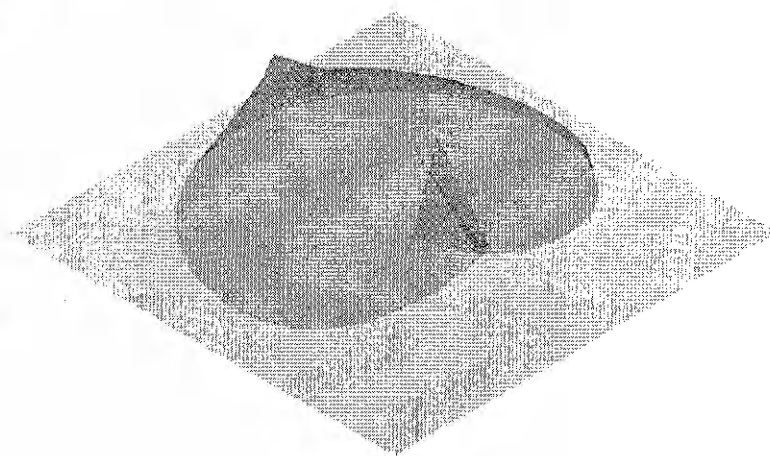


Она использует любую готовую траекторию как направляющую для получения погружной выборки, также используется модель материала для расчета шага проходов.

Создадим простую погружную траекторию.

- Откройте проект **Plunge Milling**.

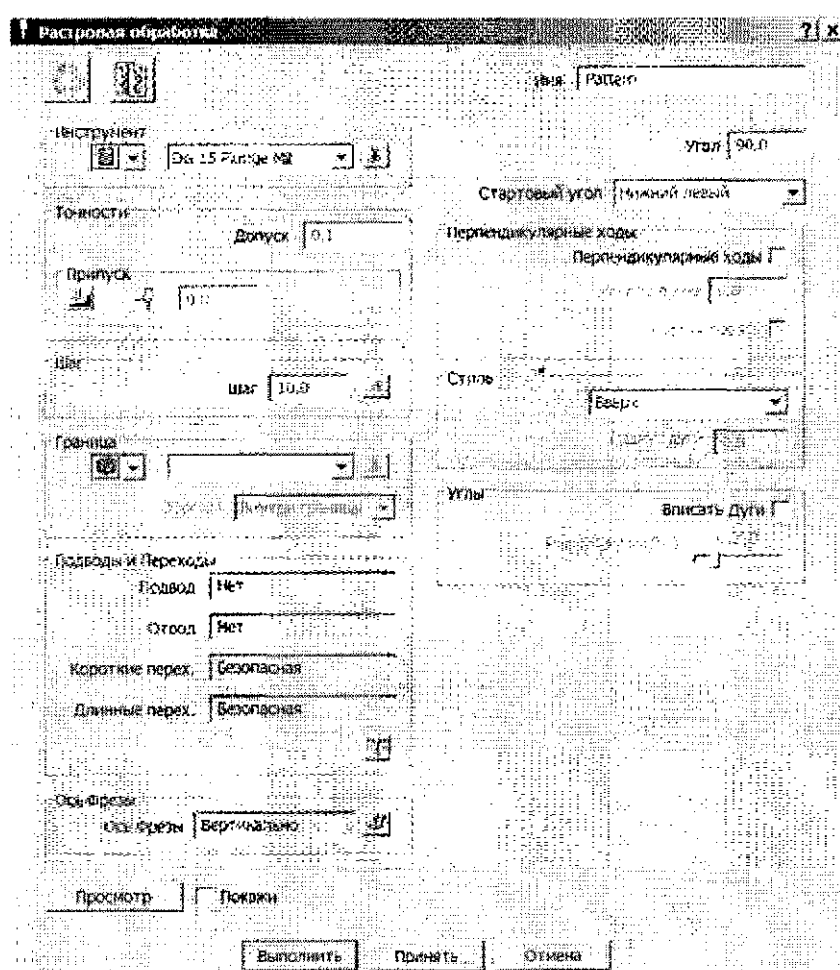
Проект содержит модель и заданные, но не рассчитанные траектории (batch):



- Сначала рассчитайте растровую траекторию.
- В окне проводника активизируйте траекторию 'Pattern'.

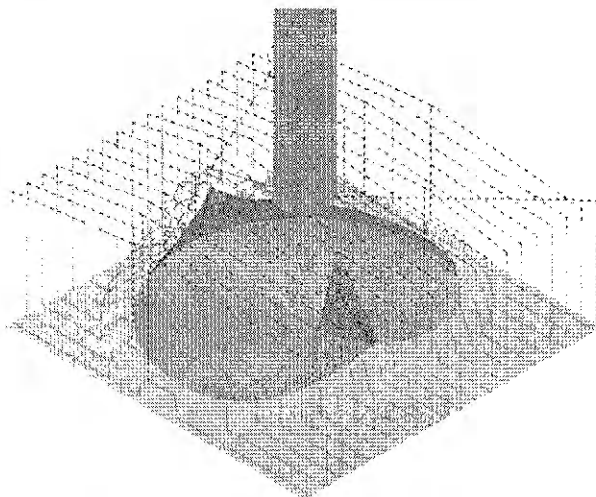


- Из контекстного меню откройте форму **Параметры (Settings)**.



- Форма должна быть заполнена как показано. Выполните форму.

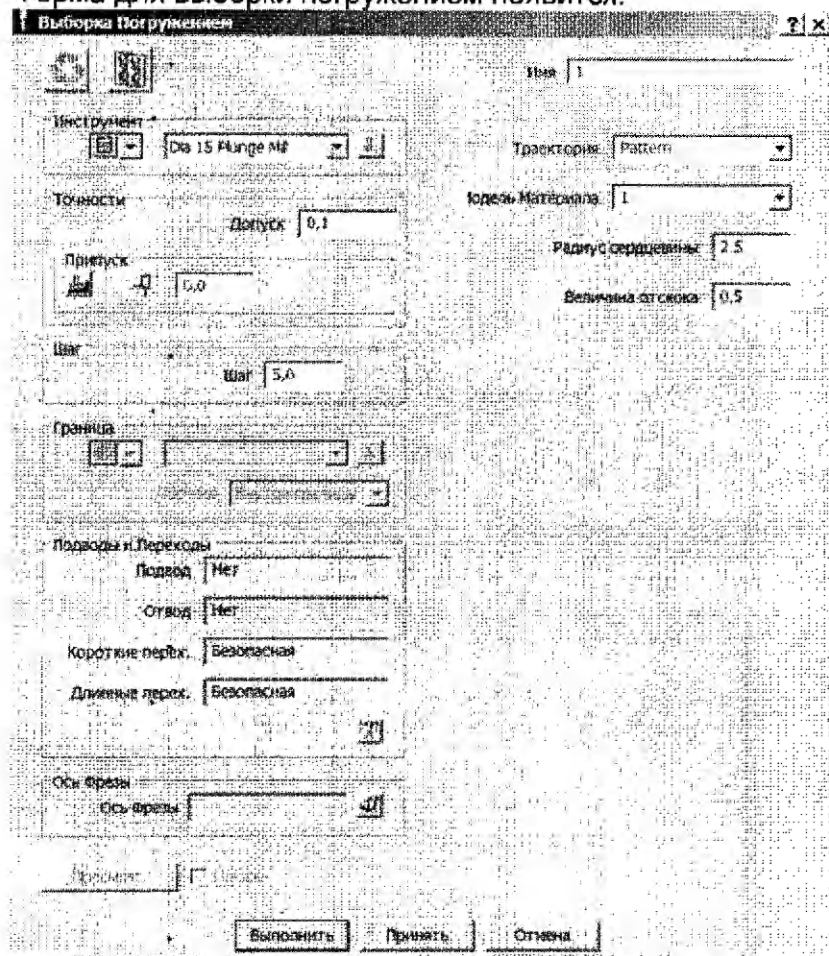
Обратите внимание, что **Стиль** задан **Вверх**. В данном случае это обязательно, чтобы погружные движения выполнялись в нужном порядке.



Простая растровая траектория создана. Эта траектория будет использована как направляющая для погружной стратегии.

- Нажмите кнопку стратегий в главной панели
- И далее выберите 3D Выборка – Выборка погружением.

Форма для выборки погружением появится:

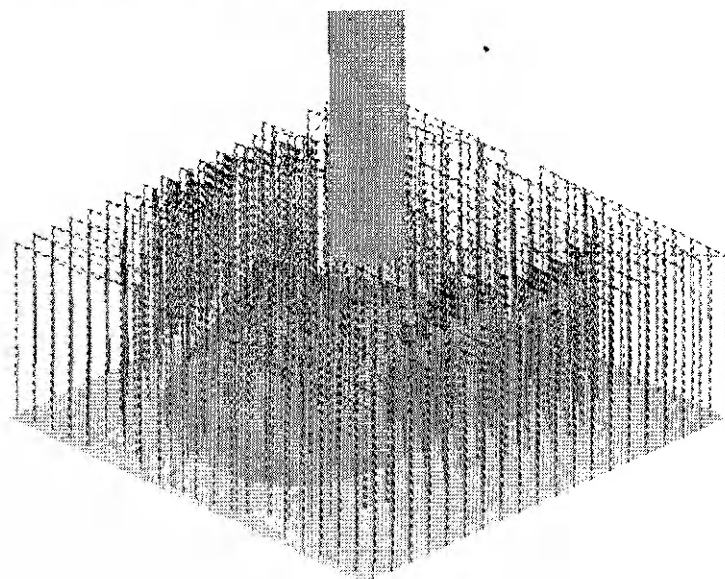


- Задайте инструмент **Dia 15 Plunge Mill**.
- Задайте траекторию **pattern** и Модель материала **1**.
- Введите радиус сердцевины **2.5** и величину отскока **0.5**.
- Выполните форму чтобы рассчитать траекторию.

Расчет может занять несколько минут. После каждого погружного движения **PowerMILL** пересчитывает Модель материала так, чтобы движение отскока, выполняемое под 45 градусов, не вызвало зарезов модели. В противном случае уменьшается шаг погружных движений.

Радиус сердцевины (**Core Radius**) – это радиус нережущей части инструмента. **PowerMILL** учитывает этот параметр при расчете.

Траектория будет выглядеть так:



Здесь показаны движения отскока в конце хода погружения:



Можно видеть, что направление отскока отличается на каждом погружном движении т.к. учитывается состояние модели материала на каждом шаге.

6. Чистовая обработка

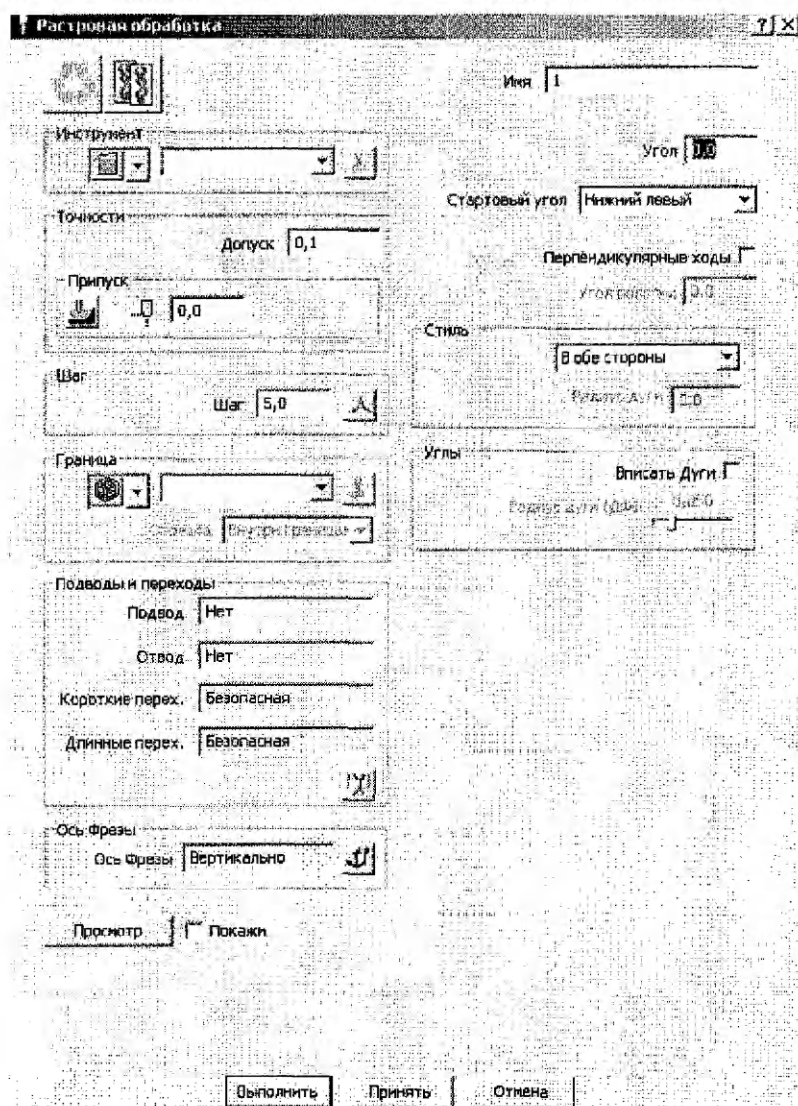
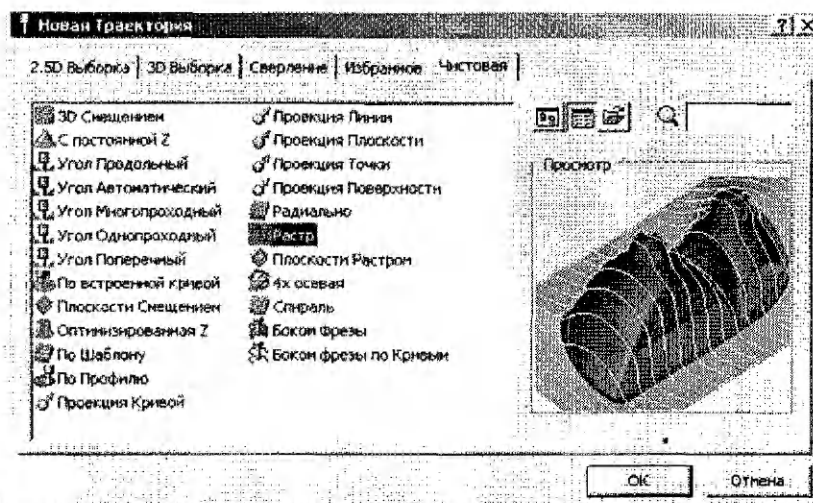
Все чистовые стратегии сведены в одну форму, которая вызывается следующей иконкой

Стратегии

обработки  и далее в выпадающем окне закладкой **Чистовая**

В выпадающем меню формы перечислены все стратегии.

Выбранная стратегия сопровождается эскизом справа.



В этой форме можно задать все необходимые параметры, а также вызвать формы создания инструмента, задания границы, задания подводов и переходов, а также положения оси инструмента (для 4 и 5 координатной обработки).

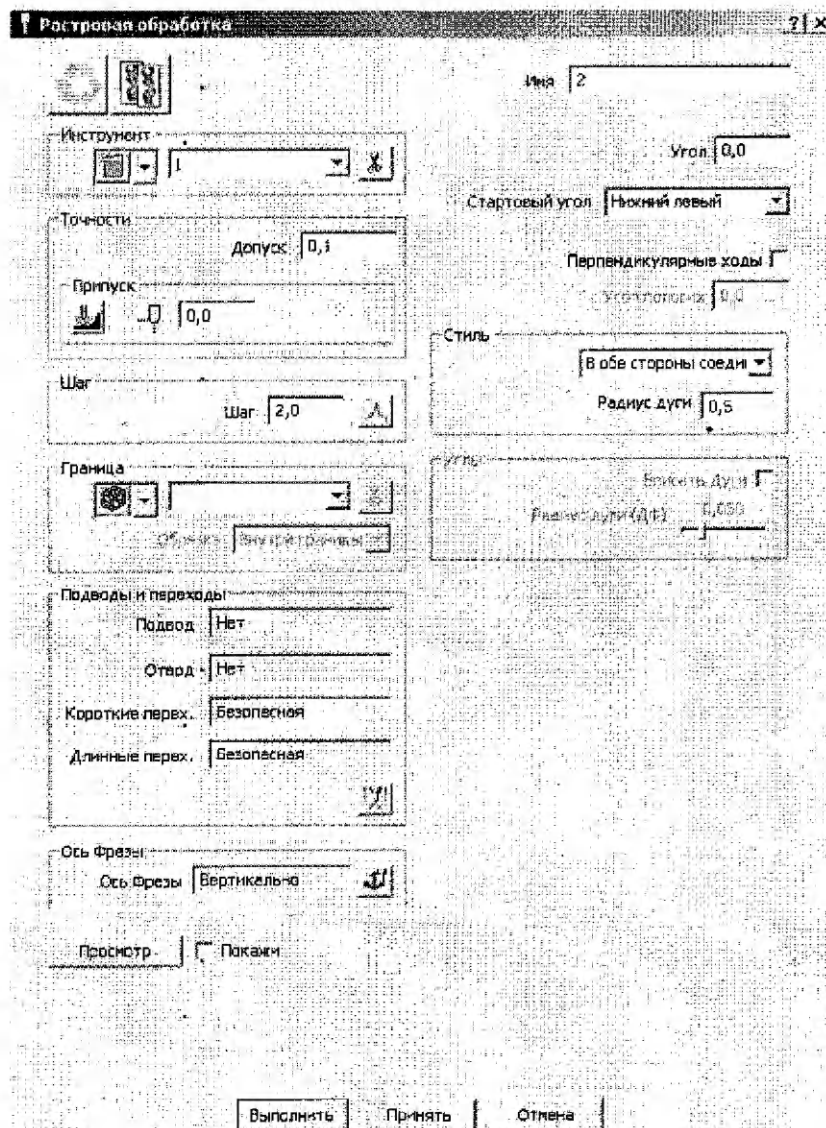
На данном этапе мы рассмотрим только 2 стратегии: Растр и С постоянной Z.

Стратегии: Растр и С постоянной Z

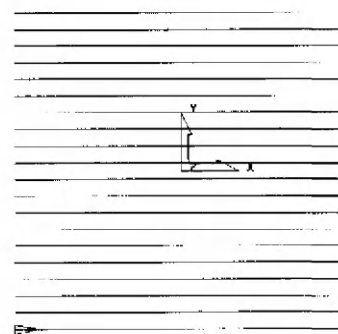
Это традиционно наиболее распространенные стратегии, рассмотрим их.

Растровая стратегия

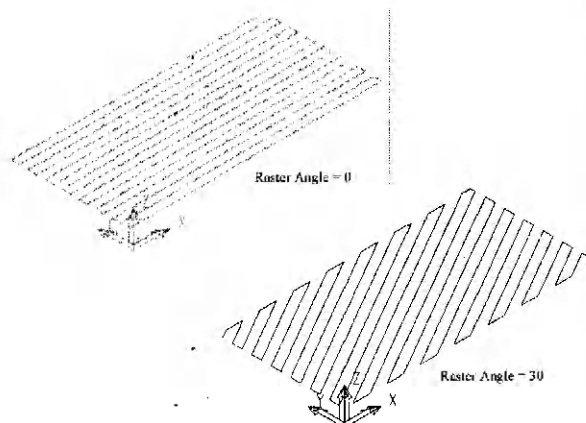
Растровая (а также Спиральная, Радиальная и По шаблону, которые рассмотрим позднее)



относится к стратегиям, основанным на проецировании шаблона на модель вдоль оси Z. Растровый шаблон, для примера, показан на рисунке.



Шаблон – это закон движения инструмента, заданный в плоскости XY, после проецирования вдоль Z на модель он превращается в траекторию. Форма чистовой обработки имеет возможность предварительного просмотра Шаблона перед расчетом. Откройте чистовую форму для растровой стратегии. Все параметры, влияющие на эту стратегию, имеются в форме и доступны для редактирования. Опции, показанные серым, не влияют на эту стратегию.

**Шаг**

Определяет расстояние между проходами. Его можно задать явно или вычислить по высоте гребешка с помощью кнопки В качестве высоты гребешка используется значение допуска.

Стартовый угол

Стартовый угол задает начало растра в одном из 4 углов. Заданный угол показывается стрелкой в режиме предварительного просмотра шаблона.

Угол

Угол задает угол проходов, отсчитываемый относительно оси X против часовой стрелки.

Перпендикулярные ходы

С этим флагом траектория создается из 2 растровых шаблонов расположенных под углом 90 градусов друг к другу. Дополнительный параметр Угол пологих проходов доступен для устранения лишних проходов на пологих участках.

Стиль

В одну сторону – все проходы осуществляются в одну сторону, переходы между сегментами производятся на быстром ходу на безопасной высоте.

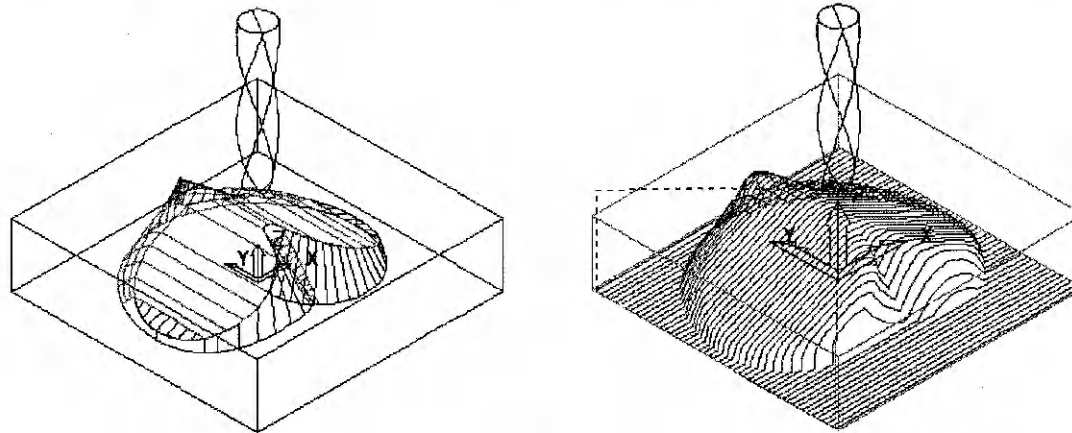
В одну сторону сгруппировано – то же, что предыдущий, но проходы сортируются с целью минимизации холостых ходов (обычно используется в сочетании с границами).

В обе стороны – соседние проходы осуществляются в разных направлениях. Движения между проходами регулируются формой Подводы и переходы, которая подробно рассматривается в главе о редактировании траекторий.

В обе стороны соединенные – то же, что выше, но подводы и переходы не редактируются. Зато возможно задавать радиусные переходы для плавности движений, в этом случае значение радиуса задается в специальном поле.

Пример

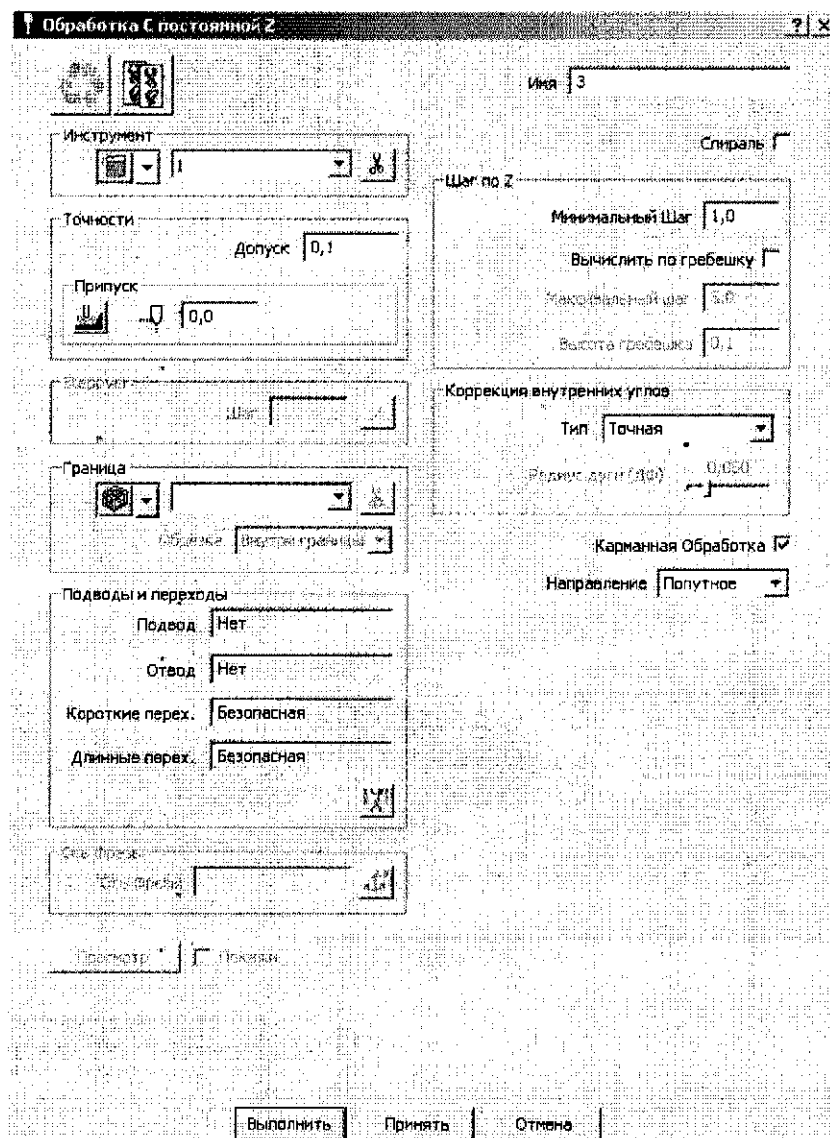
- Выполните пункт Удалить все из меню Файл и пункт Сбросить диалоги из меню Инструменты.
 - Из каталога с примерами откройте модель **chamber.igs**.
 - Трансляция выполняется с помощью модуля PS-Exchange.
- Закройте окно PS-Exchange после окончания трансляции.**
- Задайте заготовку габаритами и создайте шаровую фрезу диаметром 12 мм. Назовите ее **bn12**.



- Высоты безопасности и Начальную точку задайте по заготовке.
 - Откройте чистовую форму для растровой стратегии.
 - Задайте допуск **0.1** и Припуск **0**.
- Допуск 0.1 – это конечно грубо, но наглядно. В реальной работе чаще используется 0.01.
- Задайте шаг **2 мм**.
 - Стиль задайте **В обе стороны соединяя**, Радиус дуги **0.5**.
- В этом случае инструмент не выходит из контакта с деталью.

- Нажмите **Выполнить** и **Принять** в чистовой форме.
- Траектория показана на рисунке (модель не показана для наглядности).
- **Выполните анимацию траектории.**

С постоянной Z



С этой стратегией обработка производится контурами при постоянной координате Z с заданным вертикальным шагом. Эта стратегия может рассматриваться как 2.5 координатная, т.е. 3 координаты никогда не используются в одном кадре одновременно.

- Откройте форму чистовой обработки для стратегии **С постоянной Z**.

Параметр **Коррекция внутренних углов** служит для сглаживания острых углов.

Шаг по Z можно задать ручную или по гребешку.

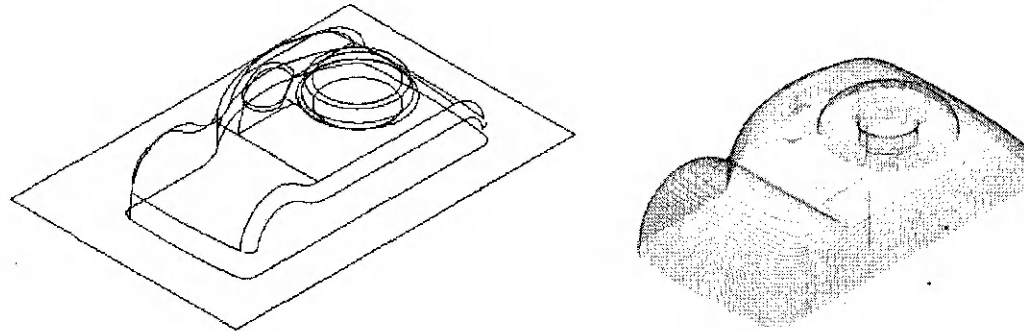
Направление резания возможно **Попутное**, **Встречное** или **Любое**.

Флаг **Карманная обработка** служит для сокращения холостых ходов между разными зонами обработки (например, карманами).

Поле **Обрезка** также регулирует зону обработки (Границы рассматриваются позднее). Здесь заметим, что стратегия **С постоянной Z** обычно используется для обработки крутых стенок, а **Растровая** – для обработки пологих участков. Граница же может автоматически разделить крутые и пологие участки. Рисунок ниже иллюстрирует, что использование стратегии **С постоянной Z** дает неприемлемо большой шаг по поверхности на пологих участках.

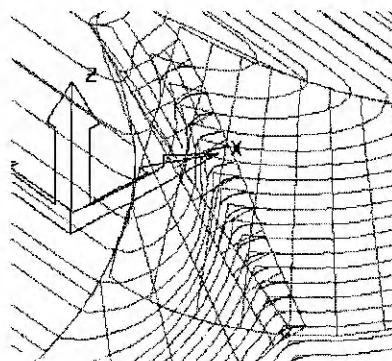
Пример

- Удалите все и откройте модель **camera.ttr**.



- Задайте заготовку блоком.
- Высоты безопасности и Начальную точку задайте по заготовке.
- Создайте шаровую фрезу диаметром **10 мм** и назовите ее **bn10**.
- В чистовой форме задайте минимальный шаг 1 мм, коррекция углов точная, использовать внутри границы.
- Выполните форму.
- Выполните анимацию траектории.

Далее продемонстрируем эффект коррекции углов.



- Создайте траекторию, аналогичную описанной для модели **chamber.tri**.
- Теперь задайте коррекцию углов по дуге с коэффициентом **0.2 (D)** остальные параметры оставьте без изменения.
- Включите лампочку рисования первой траектории и сравните траектории на участке вогнутого угла.

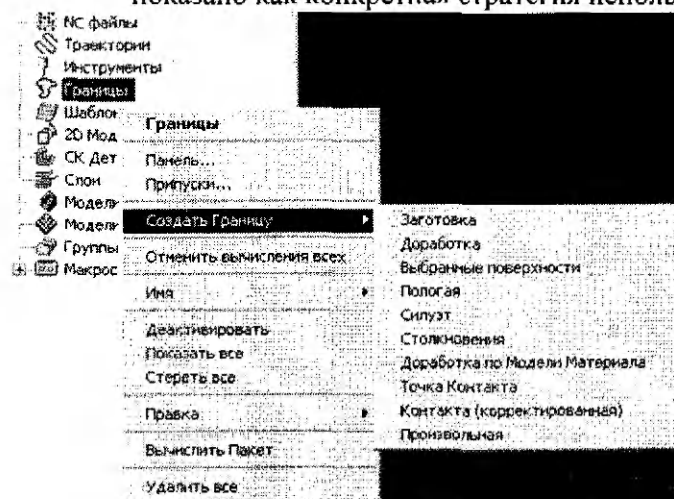
Разница хорошо видна на рисунке. Эта технология обычно используется для высокоскоростной обработки (High Speed machining).

7. Использование границ

Введение

Граница - это набор замкнутых контуров, которые определяют зону обработки. С их помощью можно вести обработку разных частей модели по разным стратегиям.

Границы используются многими стратегиями при создании траектории. Некоторые стратегии игнорируют границы, однако в этом случае готовая траектория может быть ограничена (limit) границей. В конце этого раздела показано как конкретная стратегия использует границы.



Имеется 9 способов автоматического создания границ: **Заготовка (Block)**, **Доработка (Rest Material)**, **Выбранные поверхности**, **Пологая (Shallow)**, **Силуэт (Silhouette)**, **Столкновения**, **Доработка по Модели Материала**, **Контакта** и **Контакта (корректированная)**. Кроме того, границу можно создать различными преобразованиями (т.е. не расчетными методами): импортировать из **Файла** (в

формате DUCT picture) или набросать мышкой **Эскиз (Sketched)**, или замкнутую траекторию УП (Toolpath) преобразовать в границу.

Форма для задания границы вызывается из контекстного меню объекта **Граница** в Проводнике (рис. 36). Нерасчетные методы скрыты под пунктом меню **Произвольная**. Проект может содержать много границ.

В контекстном меню границ имеется пункт **Панель (Toolbar)**, который вызывает панель создания границ.



Панель создания границ появляется в нижнем левом углу экрана над панелью создания инструментов.

Нажмите на стрелочку слева, чтобы получить доступ к различным опциям.

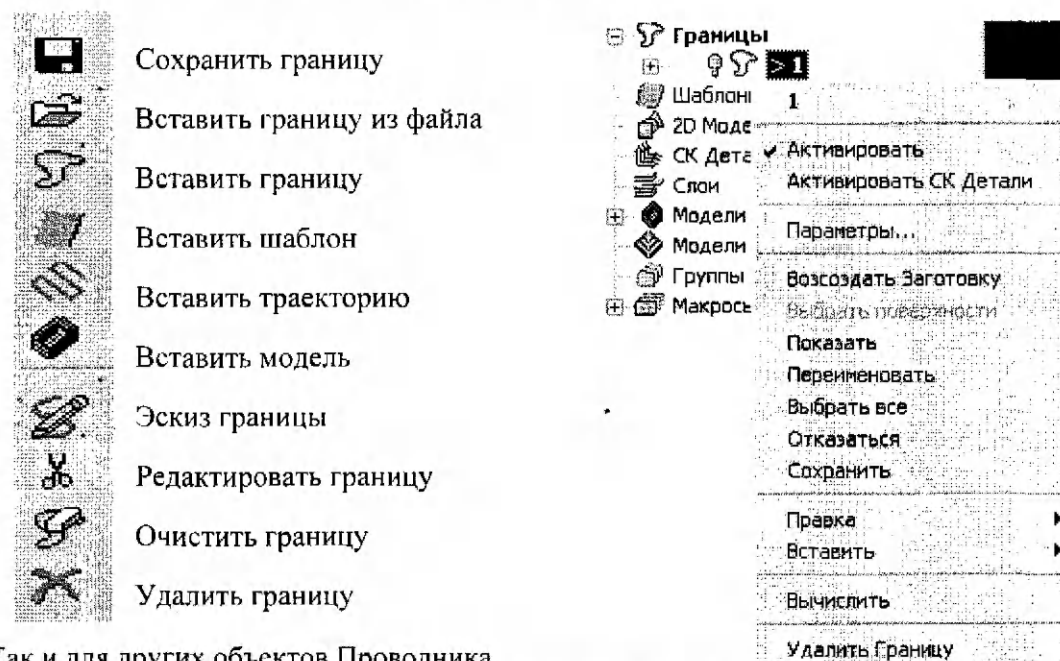


Это те же 9 опций, что и в контекстном меню границ, организованные в виде иконок.

Если ни одна граница не выбрана, то опции панели неактивны.

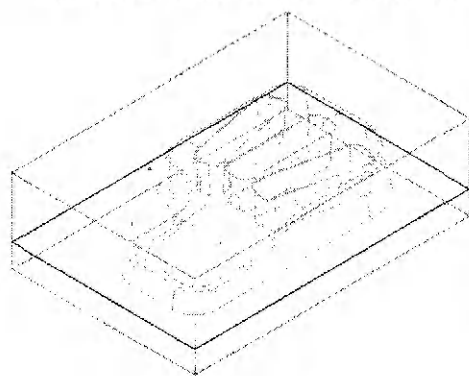


Для выбранной границы доступны следующие операции:



Как и для других объектов Проводника (PowerMILL Explorer) контекстное меню содержит список допустимых операций.

Границы можно активировать и деактивировать (подобно траекториям).



Граница - Заготовка (Block)

Эта граница задается заготовкой и меняется при изменении заготовки. Это установка по умолчанию и предназначена для обработки всей модели.

В примере ниже используется модель 'mouse'.

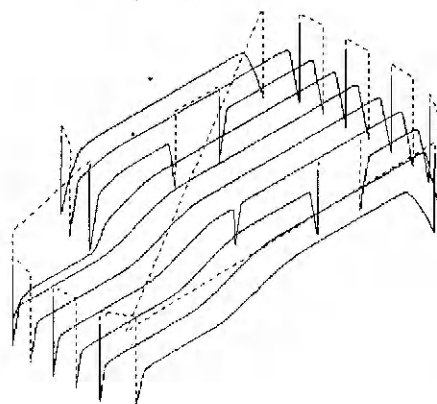
Откройте модель 'mouse.tri' из меню **Файл - Примеры** или из каталога

'C:/dcam/powermillXXXX/file/examples'.

Задайте заготовку **Блоком** с припуском 15 мм. Задайте шаровую фрезу диаметром 10 мм.

Вызовите форму задания границы - **Заготовка** и нажмите кнопку **Выполнить**. Граница будет создана и нарисована. Нажмите **Принять** в форме.

В Дереве траекторий около пункта Граница нажмите значок плюс, чтобы увидеть название новой границы. Лампочка около



названия регулирует режим «Показывать/не показывать».

Рассчитайте чистовую траекторию **Растром** с шагом 10 мм для наглядности.

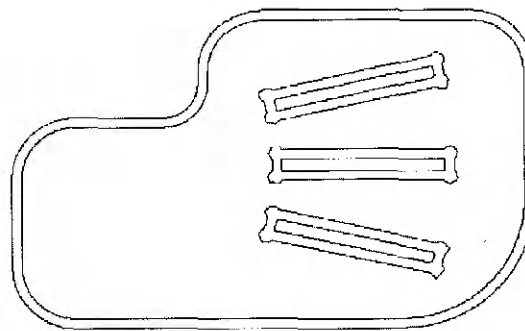
Обратите внимание, что вся модель обработана.

Граница - Доработка (Rest Material)

Эта функция определяет контура там, где остались недоработанные участки после предыдущего инструмента. Граница состоит из замкнутых трехмерных контуров. Эти зоны можно обработать меньшим инструментом, чтобы избежать повторной обработки всей модели.



Продолжаем работать с моделью мыши. Данный тип границы часто используется для доработки острых вогнутых углов. В нашей модели нет таких углов, поэтому добавим плоскость на заданной высоте Z следующим образом:



В контекстном меню объекта **Модель** выполните **Плоскость – По заготовке**, по запросу задайте высоту 0. Окрасьте модель, чтобы убедиться, что плоскость добавлена к модели. В Дереве

траекторий под пунктом **Модель** появилась новая модель **Planes**, которую при желании (позже) можно удалить.

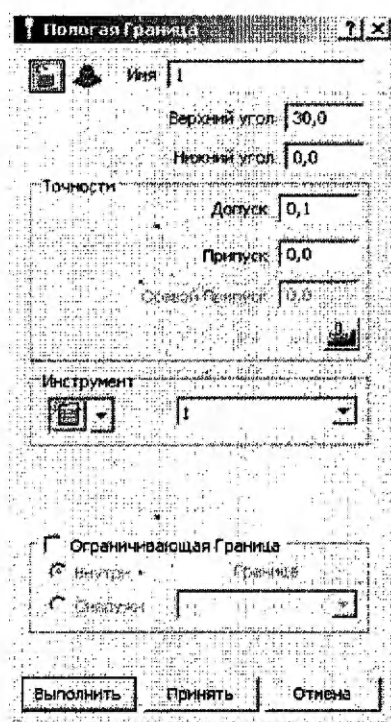
Вызовите форму задания границы методом **Доработка** и задайте параметры как показано.

Поля **Фреза** и **Предыдущая Фреза** служат для создания или выбора (если инструмент существует в Проекте) соответствующего инструмента. В нашем случае предыдущей фрезой должна быть Шаровая диаметром 10 мм, а просто (или текущей) фрезой – Шаровая диаметром 4 мм. Выполните форму.

Будет создана граница как на рис.

Граница - Пологая (Shallow)

Эта граница определяет зоны, уклон которых от горизонтали не превышает заданный. Таким способом можно отделить пологие участки от крутых, на каждом из них применить свою стратегию.



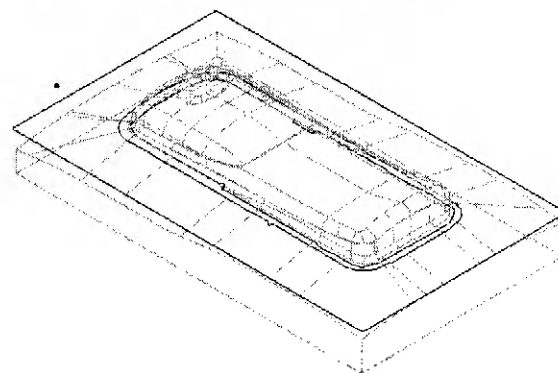
Откройте модель 'phone.dgk' из каталога с примерами.

Определите заготовку габаритными размерами с **Припуском 0** и назначьте инструмент - шаровую фрезу диаметром **12 мм**.

Вызовите форму задания границы - **Пологая**.

В поле **Верхний угол** задайте угол **45** градусов и выполните форму. Результат показан на рисунке справа.

Если сейчас посчитать чистовую траекторию растром, то только участки с уклоном не более 45 градусов



будут обработаны.

Рассчитайте растровую чистовую траекторию для этой границы.

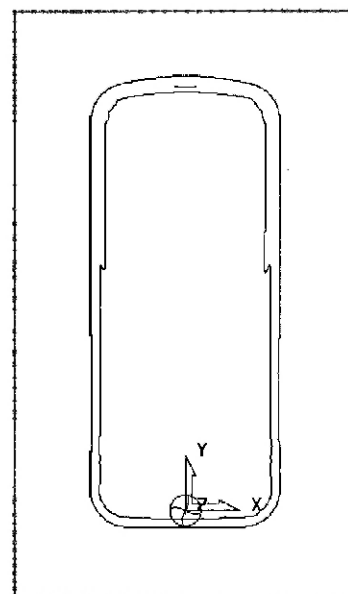
В следующем примере будет рассматриваться редактирование границ. Не удаляйте границу, она будет использоваться.

Редактирование границ

Границы рассчитываются для всей модели. Если надо провести обработку только в конкретной зоне, ненужные сегменты (участки границы) можно удалить.

В предыдущем примере мы получили границу с опцией **Пологая**. Мы можем отредактировать границу так, чтобы обработать крутые участки (поверхности с уклоном более заданного угла).

Для случая вложенных границ действует правило: если внешний контур считать первым, следующий – вторым и т.д., то обрабатываться будут зоны между 1 и 2 контуром, далее между 3 и 4 (или внутри третьего, если их всего три). Поэтому, если удалить внешний контур, то обрабатываться будут только крутые стенки.

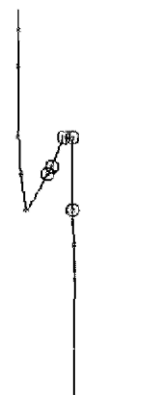
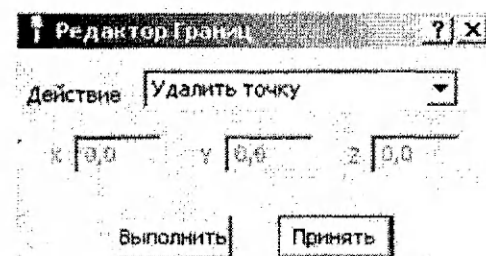


Выберите внешний контур (он подсветится точками) и нажмите кнопку Delete на клавиатуре. Граница будет иметь теперь только 2 контура.

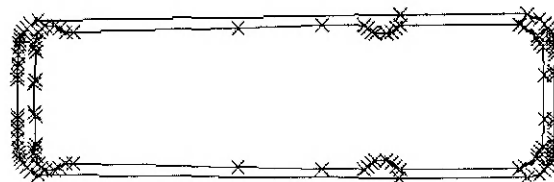
Можно править границы на уровне точек, для этого из контекстного меню границы выполните **Правка – Точки....**

Форма появится, а граница будет содержать точки.

Выберите точки в средней части контура, которые образуют выброс (как показано), и нажмите кнопку **Выполнить** в форме. Граница станет более гладкой (рис. 41).



Выбранные точки обводятся жёлтым, ошибочный выбор можно отменить, если выбрать точку снова с клавишей 'CTRL'.



Нажмите **Принять** чтобы закончить редактирование и закрыть форму.

Создайте чистовую траекторию с постоянной Z и с новой границей.

Проконтролируйте, чтобы поле **Учесть границу** в нижней части формы, имело

значение – **Внутри границы**

Обрезка: **Внутри границы**

Граница по модели

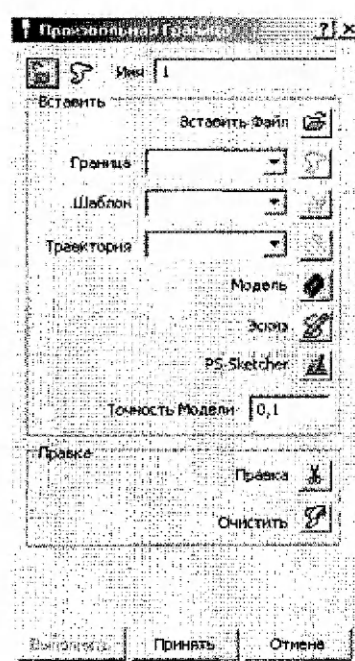
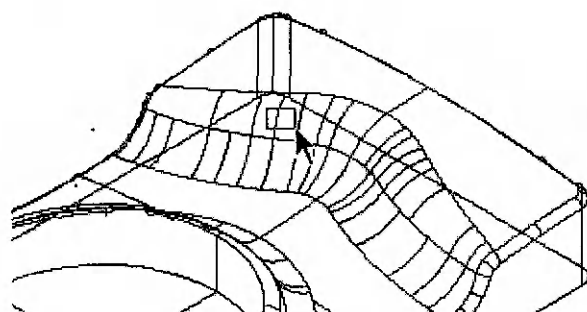
Этим способом можно создать границы из кромок модели. Так как имеется возможность выбора только части модели, то можно создать границу по кромкам одной поверхности.

Примечание: выбор части модели невозможен для триангулированных моделей, полученных в формате TRI или STL.

Удалите все и откройте модель **Speaker.dmt**.

Задайте заготовку габаритами.

На Виде Iso4 выберите часть модели как показано.

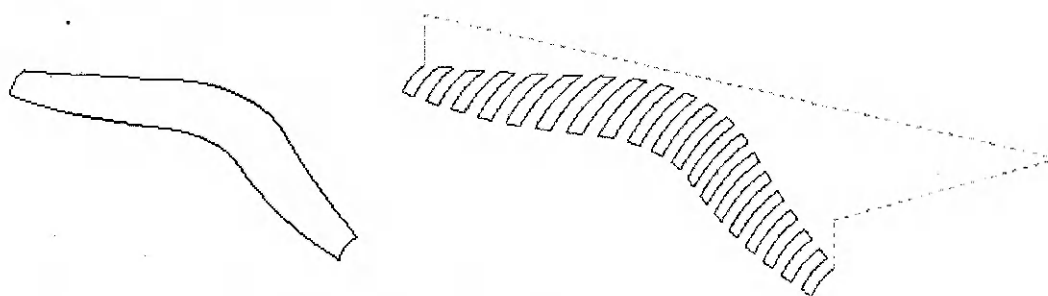


Вызовите форму задания произвольной Границы и в форме нажмите на кнопку с именем **Модель** и **Принять** для закрытия формы. Граница по кромкам выбранной модели будет создана.

Отключите иконку рисования модели, чтобы яснее видеть границу (рис. Слева)

Задайте шаровую фрезу диаметром 4 мм.

Рассчитайте растровую траекторию. Должно получиться как на рисунке.



Это нормально, если ваша траектория содержит подъемы по кромкам границы. Эти движения называются переходами и их редактирование будет рассмотрено в следующей главе.

Снова включите изображение модели.

Граница по Выбранным поверхностям (Selected Surfaces)

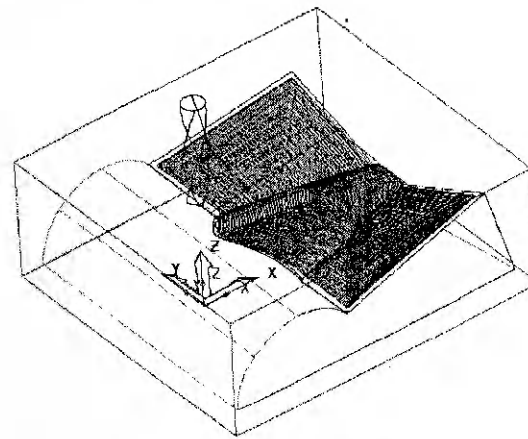
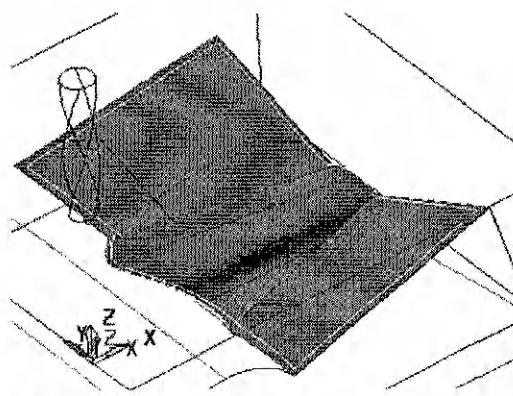
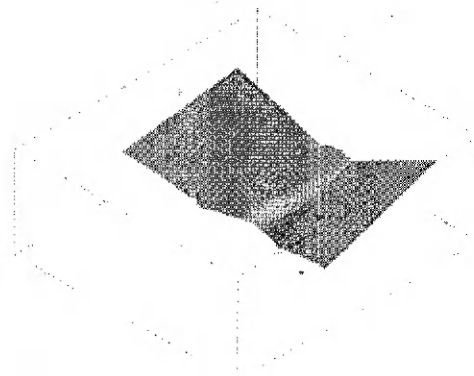
Выберите **Файл - Удалить все** и затем **Инструменты > Сбросить диалоги**.
Импортируйте модель **restmill.dgk** и задайте заготовку блоком с припуском 10 мм.

Задайте шаровую фрезу диаметром **16 мм** (назовите ее **bn16**).

Выберите поверхности, которые окрашены на рисунке

Создайте границу по Выбранным поверхностям.

В этом случае по полученной границе будут обработаны только выбранные поверхности (на рисунке видно, что граница смещена от кромок поверхностей) и не будет касания соседних поверхностей.



Создайте траекторию 3D смещением с допуском **0.05**, припуском **0** и шагом **1 мм**.

Траектория показана на рисунке справа.

Использование границ для создания вспомогательных плоскостей-крышек

Вспомогательные плоскости-крышки используются для временного закрывания отверстий и карманов, не подлежащих обработке. В PowerMILL можно задать 3 типа таких плоскостей.

По заготовке (Block) – плоскость по габаритам блока на заданной высоте Z.

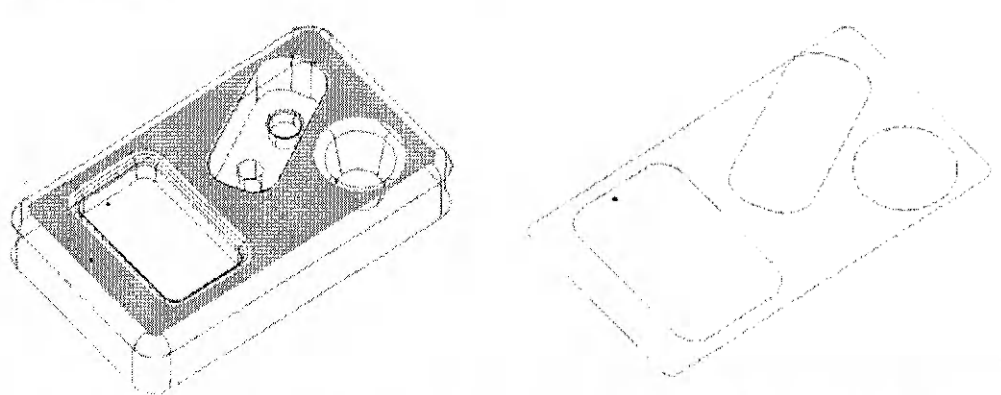
Вписанные (Best Fit) – две плоскости на уровне самой верхней и самой нижней точки границы, параллельные плоскости наилучшего приближения.

По проекции (Projected) – плоскость, параллельная плоскости XY активной системы координат, с высотой Z на уровне наивысшей точки границы.

Пример

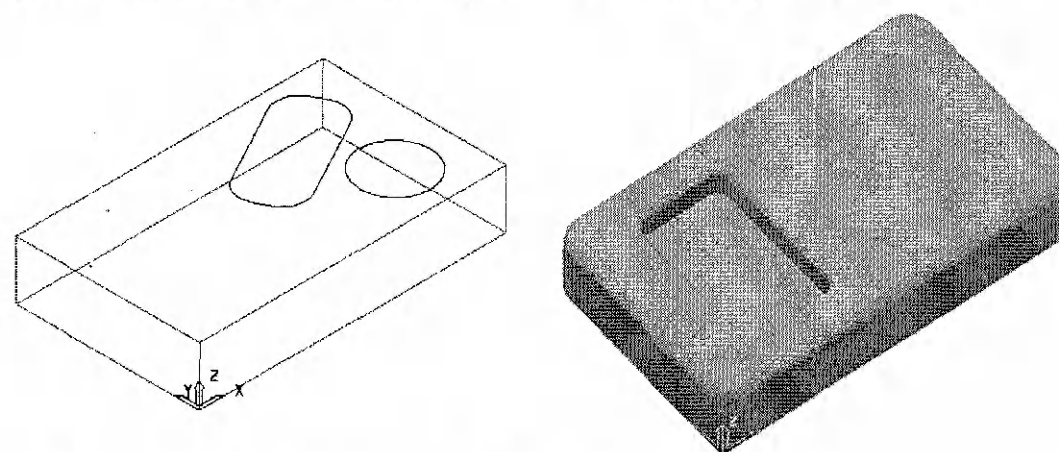
1. Удалите текущую модель, траектории и границы.
2. Откройте модель **pockets.tri** из каталога с примерами.
3. Задайте блок габаритами и создайте концевую фрезу диаметром **12 мм**.
4. Выберите только верхнюю поверхность модели.
5. Создать границу **Произвольная - Модель**.
6. Выполните форму.

Граница имеет один внешний и 3 внутренних сегмента. Нам нужны только 2 наименьших.



7. Удалите 2 больших сегмента просто выбрав их рамкой и нажав клавишу **Delete**.
8. Выберите рамкой 2 оставшихся сегмента.

Правой кнопкой мыши нажмите на пункт **Модели** в Проводнике и выполните



пункт **Плоскости - По проекции (Projected)**.

Плоскости крышки созданы.

В разделе **Модели** в Проводнике появился новый пункт **Плоскости**.

Чтобы удалить эти временные поверхности, надо из контекстного меню этой модели (**Planes**) выполнить пункт **Удалить модель**.

Граница - Эскиз (Sketching)

Границу можно не только рассчитать, но и набросать ее вручную мышкой. Это позволяет быстро изолировать участки изделия, не подлежащие обработке. Хотя в этом случае граница не такая гладкая, набрасывайте ее с некоторым перекрытием относительно других траекторий.

Форма **Эскиз границы** вызывается из формы задания произвольной границы нажатием на кнопку .

Можно задавать границу путем ввода координат или указанием мышью (что делается чаще).

Координаты (Definition) - это поле задает абсолютные или относительные координаты (от последней точки).

Проекция (Projection) - эскиз может проецироваться или на плоскость XY, или на плоскость текущего вида.



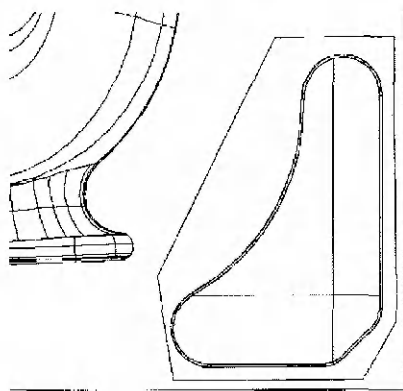
Кнопка **Закрывать сегмент**  соединяет первую и последнюю точки сегмента, после этого можно задавать новый сегмент.

Ничего не нажимая в форме набросайте мышью новый сегмент границы, нажмите кнопку закрытия сегмента и далее нажмите **Принять**, чтобы закрыть форму.

Использование чистовой траектории как границы

Будем продолжать работать с моделью 'powerdrill' и создадим границу из участка чистовой траектории с постоянной Z.

Войдите в режим создания эскиза (Sketch) .

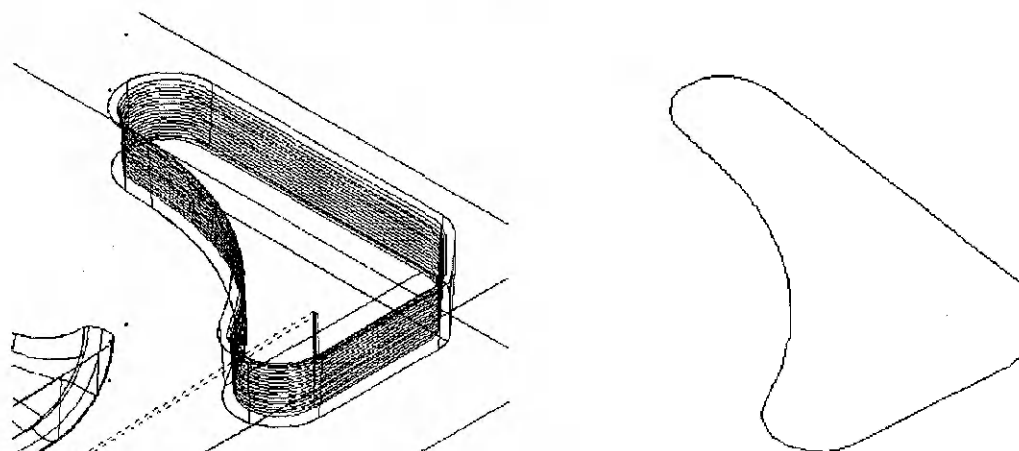


Установите вид по Z, и набросайте границу над карманом, как показано. Нажмите **Принять** чтобы закончить и закрыть форму.

Задайте концевую фрезу диаметром 6 мм. Припуск установите 0.

Рассчитайте траекторию с постоянной Z, поле **Учесть границу** установите **Внутри границы**.

Установите изометрический вид (рис. Слева).



Создайте границу из активной траектории (Toolpath). Деактивируйте траекторию.

Траектория будет преобразована в множество сегментов, нас интересует только нижний, чтобы обработать дно кармана..

Выберите все сегменты, кроме нижнего и удалите их. Должен остаться только один контур (рисунок справа).

По этой границе создайте растровую чистовую траекторию для обработки дна кармана.

Создание траекторий из Границ

Так же как создавали границу из траектории, можно создавать траекторию из границы. Однако это делается в 2 этапа: сначала из границы создается Шаблон (Pattern), а затем по шаблону создается траектория. Этот вопрос рассматривается далее в главе о Шаблонах.

Смещение (Offsetting) границ

Иногда полезно обеспечить перекрытие траекторий при обработке. Этого можно достичь эквидистантным смещением плоской границы.

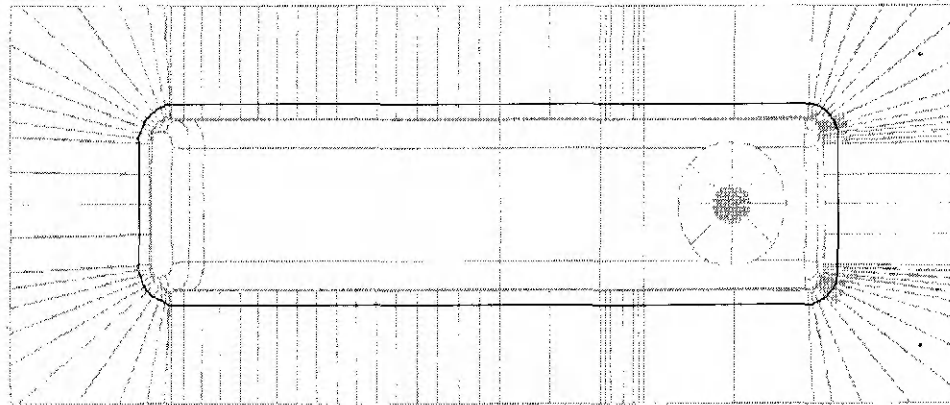
Откройте модель 'handset'.

Задайте заготовку по габаритам модели.

Задайте шаровую фрезу диаметром 6 мм

Определите Пологую границу для угла 45.

Отредактируйте границу так, чтобы остался один контур как на рис.



С этой границей можно обработать изделие без поверхности разъема. Если мы хотим захватить часть разъема нам надо сместить границу, например, на 5 мм.

Функция **Смещение** имеется в контекстном меню конкретной границы в пункте Правка. Для смещения внутрь надо задавать отрицательное значение.

Важно: Если вы сместите границу наружу на определенное расстояние, а затем сместите ее назад на то же расстояние, Вы НЕ получите первоначальную границу.

8. 3D Чистовая смещением

3D Чистовая смещением (3D offset finishing) использует границу, спроецированную на поверхность модели, и смещает ее с постоянным шагом по поверхности. Эта технология дает постоянное качество поверхности независимо от уклона и уменьшает число холостых ходов.

Граница может быть создана любым из рассмотренных ранее методов.

Пример

Откройте модель 'chamber' из каталога с примерами.

Задайте заготовку по габаритам, задайте шаровую фрезу диаметром 6 мм.

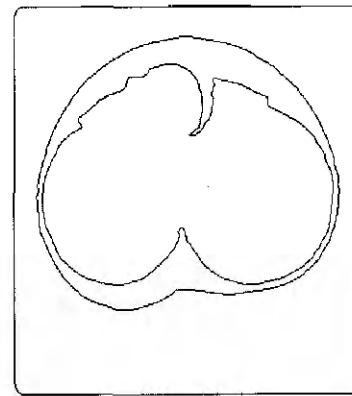
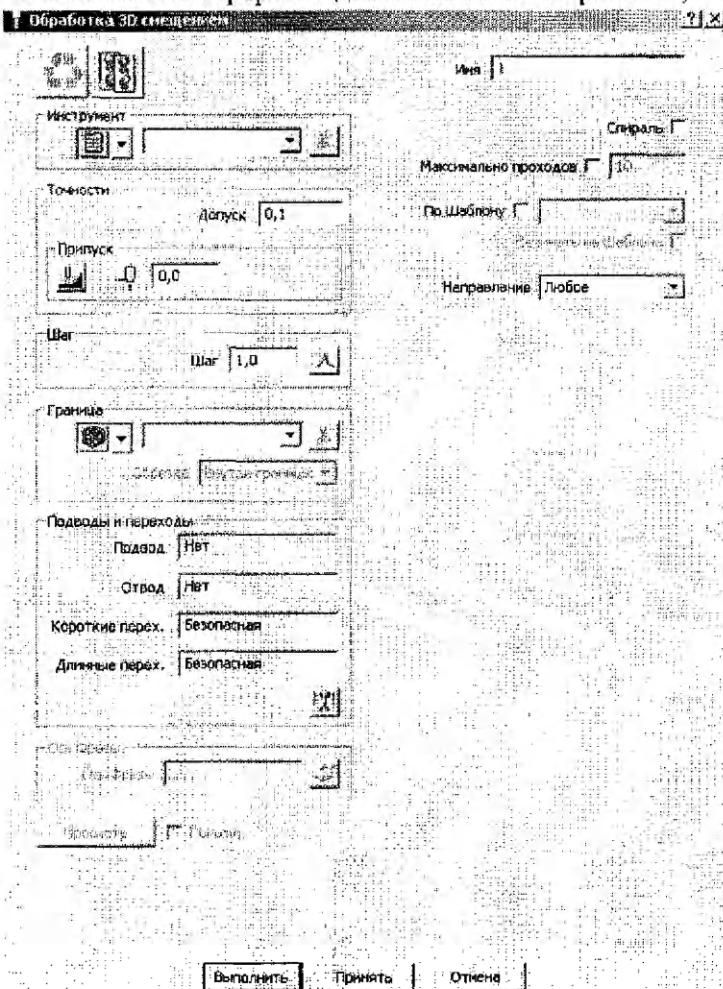
Определите Пологую границу с углом уклона 45 градусов.

Результат должен выглядеть так (на виде сверху).

Нас интересует только самый внутренний контур, поэтому удалите 2 внешних контура (В меню формы Редактор границ - Удалить сегмент).

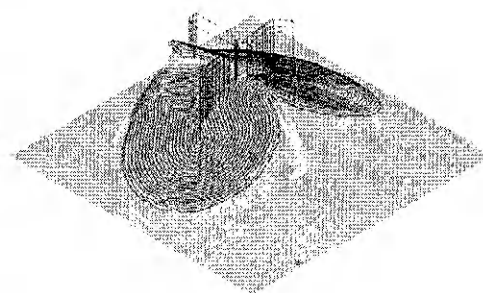
Создадим чистовую траекторию 3D смещением.

В появившейся форме задается шаг по поверхности,

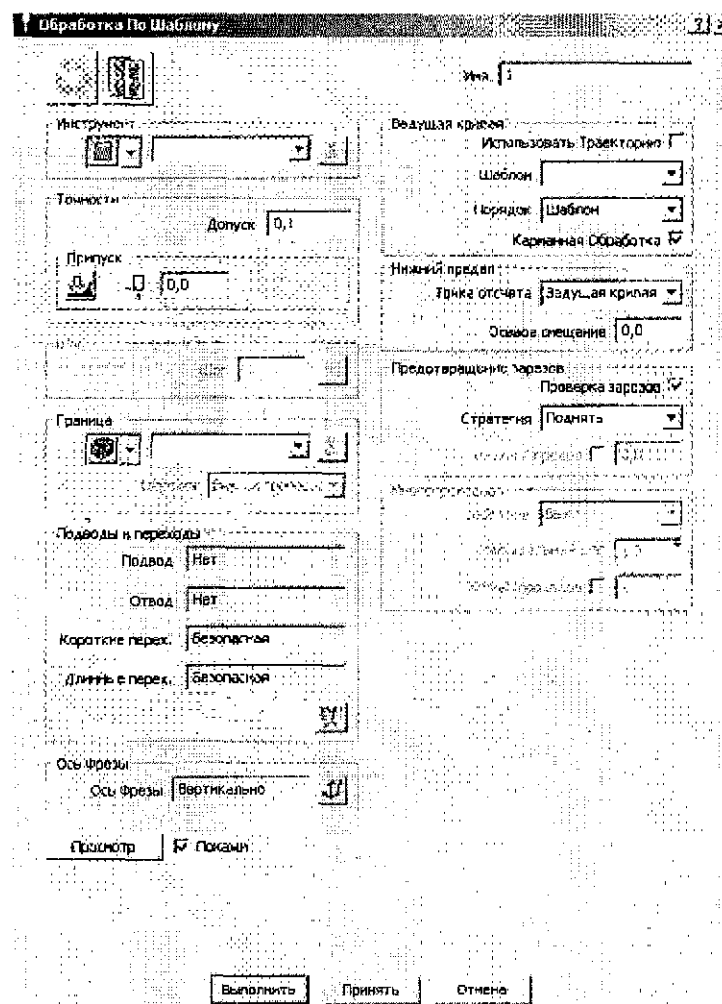


задайте его 1 мм и выполните форму.

На рисунке ниже показана полученная траектория на фоне закрашенной модели.



9. Обработка по Шаблону (Pattern Finishing)



Обработка по Шаблону является дальнейшим развитием таких стратегий как Растр, Спиральная, Радиальная. В этой стратегии можно использовать любую кривую или набор кривых в качестве Шаблона (Pattern) для проецирования (или без него). В следующей главе подробно будут рассмотрены способы создания шаблонов. Здесь рассмотрим их использование.

Обработка по Шаблону обычно применяется для гравировки или для прохода по линии, лежащей на поверхности.

- Откройте форму обработки по Шаблону.

Для 3-осевой обработки достаточно задать 2 параметра: имя шаблона и надо ли проецировать шаблон на модель (в этой версии это поле Точка

отсчета, которое принимает значения: Проекция на модель или Ведущая кривая).

Шаблон (Pattern)

Здесь задается имя или номер шаблона.

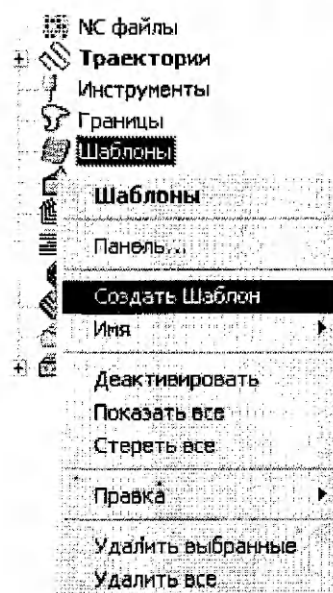
Точка отсчета (Проецировать Шаблон на Модель)

Если задана Проекция на модель, то Шаблон проецируется на модель при расчете, при этом учитывается геометрия инструмента и припуск. Другими словами, инструмент будет касаться поверхности по заданной линии. Если задана Ведущая кривая, то шаблон сразу преобразуется в траекторию, т.е. это след вершины инструмента.

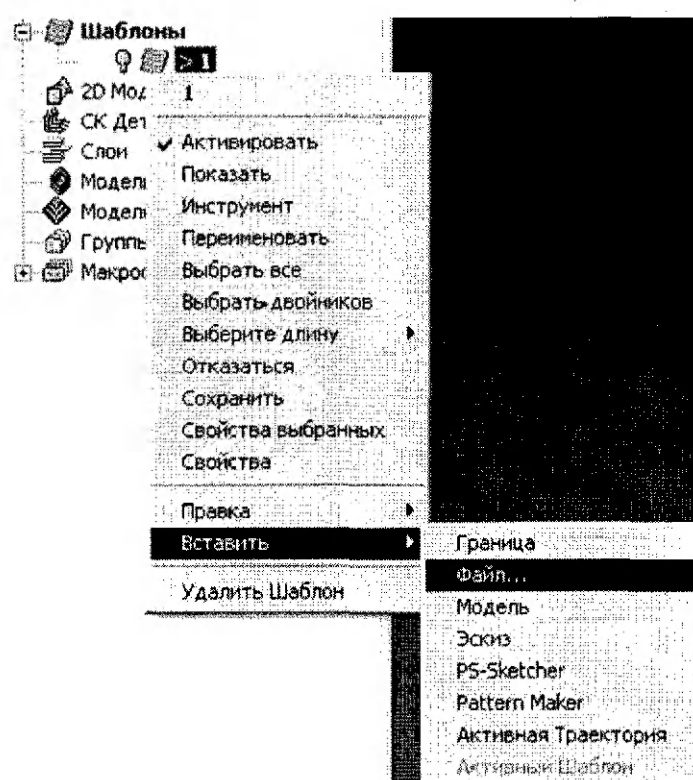
Пример

- Откройте модель 'swheel.dmt', заготовку задайте габаритами.
- Задайте Шаровую фрезу диаметром 1 мм.

- В Проводнике в контекстном меню Шаблон выполните - Создать Шаблон, при этом будет создан пустой шаблон с именем 1 (это видно в окне просмотра), в который можно добавить геометрию.

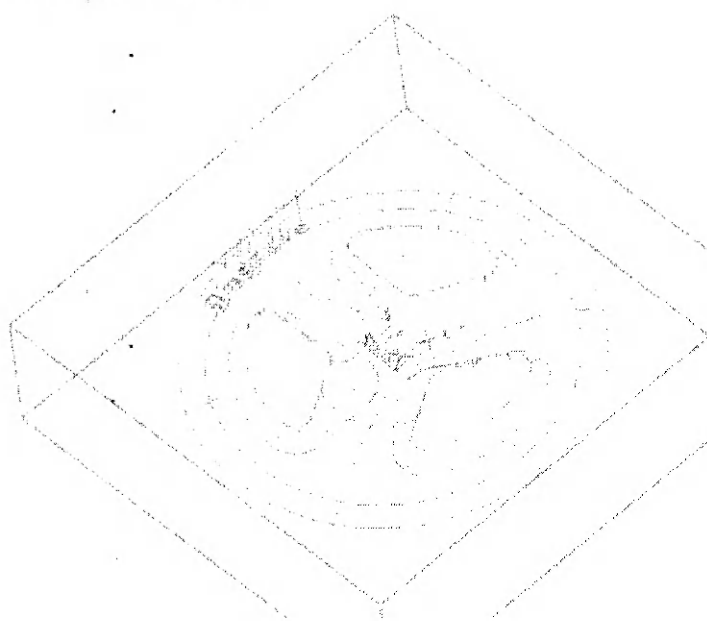


- Добавим геометрию из файла, для этого в контекстном меню Шаблона 1 выполнить Вставить - Файл и выберите файл Engrave.dgk. Этот файл был создан ранее в PowerSHAPE.

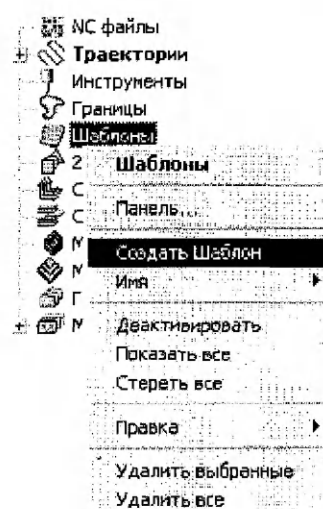


- Задайте Шаблон 1 в форме обработки по Шаблону.
- Выполните форму и траектория будет создана.

В Окне просмотра погасите лампочку около Шаблона, чтобы скрыть шаблон. На экране останется только модель и траектория.



10. Шаблоны (Patterns)



Доступ к меню создания шаблонов осуществляется из Проводника.

Можно вызвать панель работы с шаблонами, для этого:

- Нажмите пункт **Шаблон** правой кнопкой мыши и выберите пункт **Панель (Toolbr)**. Появится панель создания шаблонов.



Нажмите первую иконку - Создать Шаблон, при этом будет создан пустой шаблон с именем 1 (это видно в окне просмотра), в который можно добавить геометрию.

Добавить геометрию (в активный шаблон) можно следующими способами:



Генератор шаблонов (для существующих шаблонов).



Вставить из файла (в форматах DKG, PIC, IGES или DXF).



Вставить границу.



Вставить траекторию.



Вставить модель.



Вставить эскиз.



Вставить эскиз PS-Sketcher.

Использование Шаблонов при обработке 3D смещением

Использование произвольных шаблонов позволяет получать пользовательские стратегии обработки. В примере ниже, кромки выбранных поверхностей будут сохранены как шаблон, который будет использован при обработке 3D смещением.



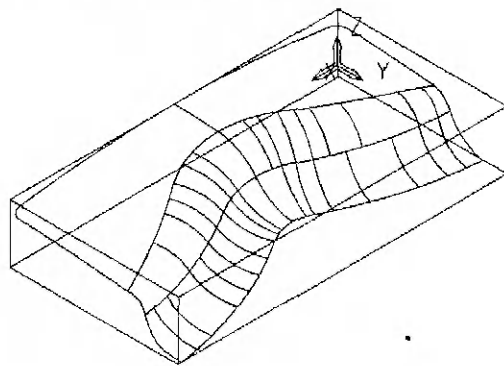
- Откройте модель **maker.dmt** и установите вид ИСОЗ.

В этом примере используются только поверхности, показанные на рис., остальные поверхности надо удалить.

- Выберите остальные поверхности и из меню выполните **Модель - Удалить выбранные**.

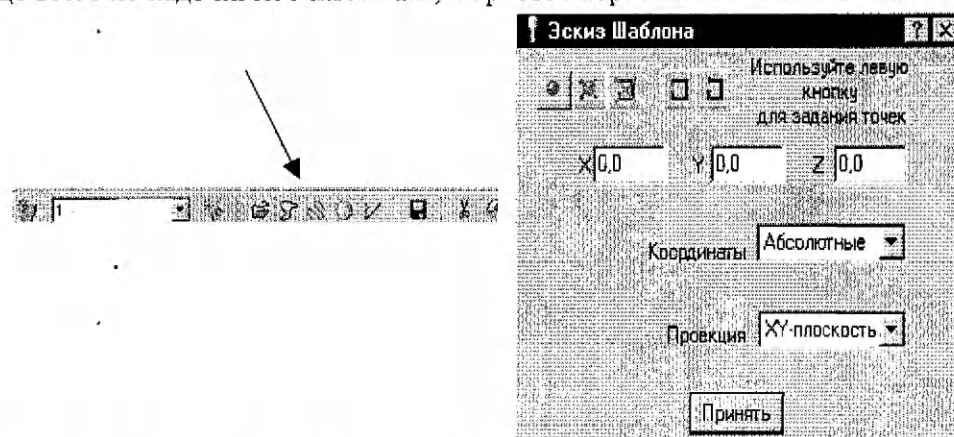
Подсказка: Для добавления поверхностей к выбранным необходимо при выборе удерживать клавишу **Shift**, для исключения из выбора - клавишу **Ctrl**.

- Задайте шаровую фрезу $\varnothing 6$ мм.
- Задайте заготовку с припуском 7 мм (на рисунке заготовка показана без припуска).



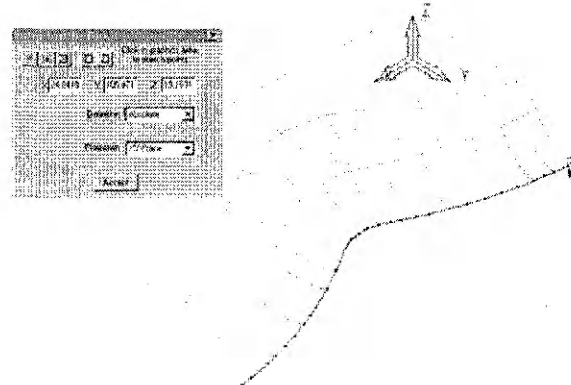
- Создайте новый пустой Шаблон с помощью иконки
- Нажмите иконку **Вставить эскиз**, появится новая форма.

Чаще всего не надо ничего нажимать, а просто набрасывайте Шаблон как это делали



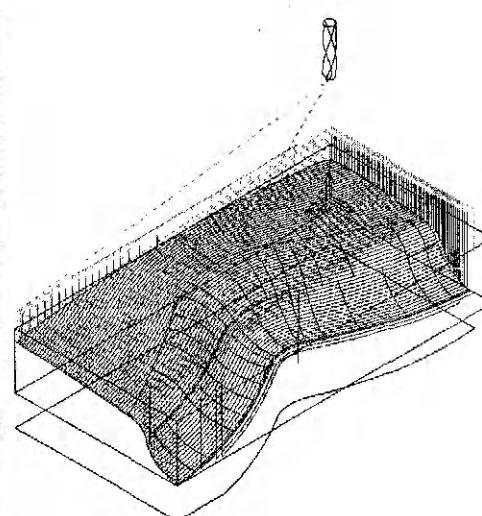
раньше для Границы. В данном случае еще зайдите в меню **Инструменты - Фильтр привязки** и отключите привязку **Везде**. Теперь при создании шаблона привязка возможна только к модели.

- Создайте Шаблон по кромке поверхности как показано.



Если указанием точка не привязывается, то ее можно указывать маленькой рамочкой.

- Нажмите **Припять**, чтобы закончить Шаблон.
- Задайте границу **Силуэтом**.
- Отредактируйте границу, выполнив смещение внутрь на 3 мм.
- Установите Допуск 0.1 и Припуск 0.
- Рассчитайте траекторию 3D смещением с шагом 1.5 мм.



- В настоящее время инструмент движется в одном направлении и имеется много подъемов. Для уменьшения числа подъемов надо траекторию отредактировать (применить Зигзаг и переходы по поверхности).

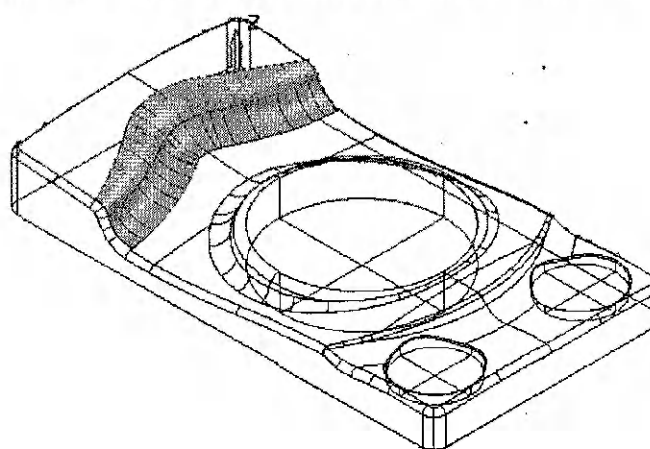
Траектория сейчас ограничена Границей, движения идут подобно Шаблону по модели. Если флаг **По Шаблону** будет выключен, то 3D стратегия будет использовать только границу.

Шаблон из PS-Sketcher

Шаблоны можно создавать в PS Sketcher. PS-Sketcher - это специальная версия PowerSHAPE с проволочными функциями, которая может вызываться из PowerMILL.

Пример

- Откройте модель **paker.dgk**.
- Выберите 2 поверхности, которые показаны.
- Окрасьте модель, если имеются выбранные поверхности, то только они и окрашиваются.



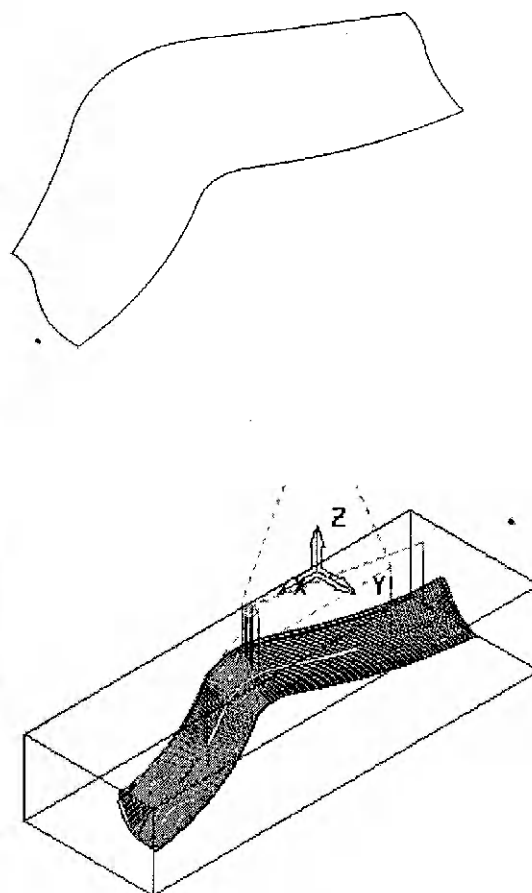
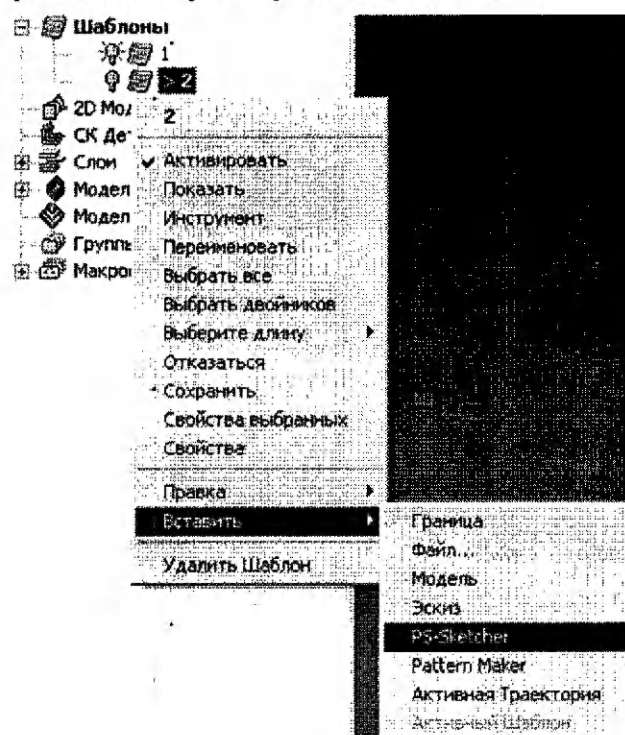
- Создайте пустой Шаблон.
- Чтобы вставить в шаблон кромки модели нажмите иконку **Вставить модель**.



- Скройте изображение модели, на экране останется только Шаблон.

Шаблон содержит один общий контур (по кромкам обеих поверхностей). Обычно это и требуется.

Создайте Границу по Шаблону и рассчитайте траекторию 3D смещением.



иллюстрируем использование **PS-Sketcher** для редактирования контура.

- В контекстном меню Шаблона выполните **Вставить - PS-Sketcher**

PS-Sketcher запустится в новом окне, откроется новая модель и в нее будет загружен шаблон как кривая. В меню иконки недоступных функций окрашены серым.

- Нажмите иконку **Покажи все**, чтобы лучше видеть модель.

Сейчас удалите точки кривой, образующие вогнутый участок контура.

(работа с проволочными объектами описана в курсе по PowerSHAPE).

- Теперь выполните **Файл - Заккрыть** и вернуться в PowerMILL.

PowerMILL выдаст предупреждение, что текущий шаблон модифицирован.

Нажмите **ОК**.

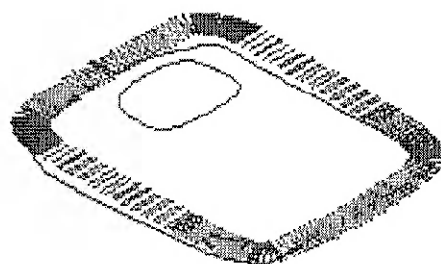
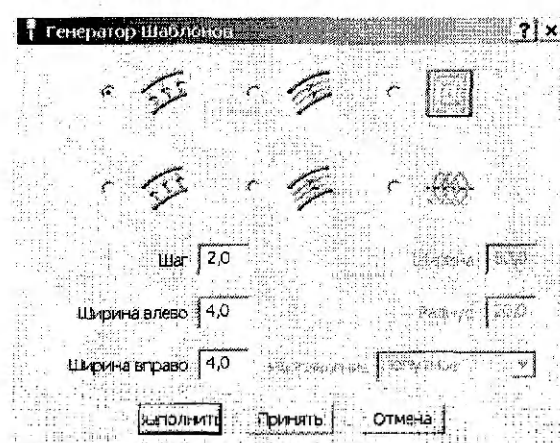
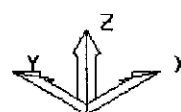
- Создайте Границу по Шаблону и снова рассчитайте траекторию **3D** смещением.

Генератор шаблонов (Automatic Pattern Generator)

PowerMILL имеет генератор шаблонов, который из одного или двух шаблонов создает набор шаблонов смещением.

Пример

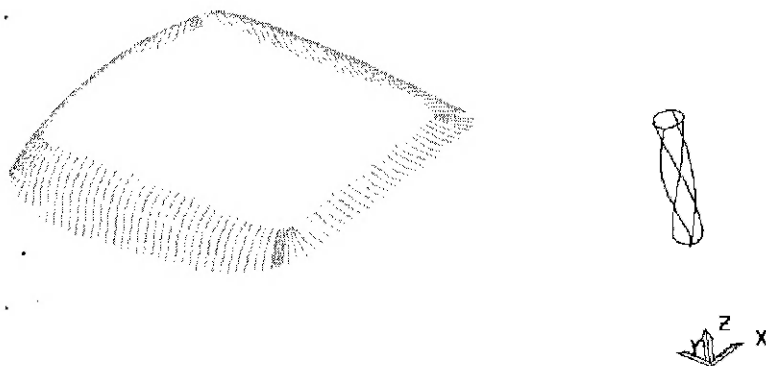
- Удалите все и откройте модель **hone.dgk**.
- Создайте пустой шаблон.
- Вставьте в него модель (для этого выберите соответствующую поверхность - см. рисунок.).
- Создайте копию шаблона, т.к. Генератор шаблонов модифицирует существующий шаблон.
- Выберите нижний контур шаблона (он подсветится желтым).
- Нажмите иконку **Генератор шаблонов** . Заполните форму как показано и нажмите **Выполнить**.



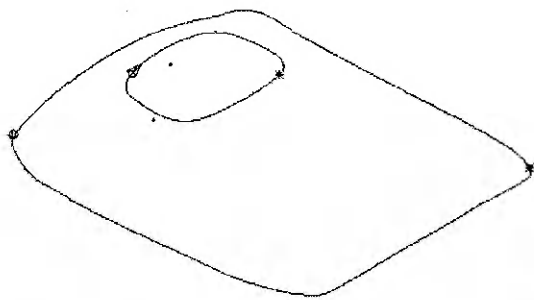
Шаблон как и граница состоит из сегментов. В данном случае добавлены поперечные сегменты с заданными размерами. Сегменты можно удалять из шаблона, для этого надо их выбрать и в контекстном меню шаблона выполнить **Удалить выбранные сегменты**.

- Задайте **шаровую** фрезу диаметром 6 мм
- Вызовите форму **Обработка по шаблону**.

- В разделе **Шаблон** задайте корректное имя шаблона и включите флаг **Проекция на модель**.
- Выполните форму, траектория будет рассчитана.



Теперь рассмотрим работу генератора шаблона для случая 2 кривых. Активируйте второй шаблон (ранее мы создали копию).



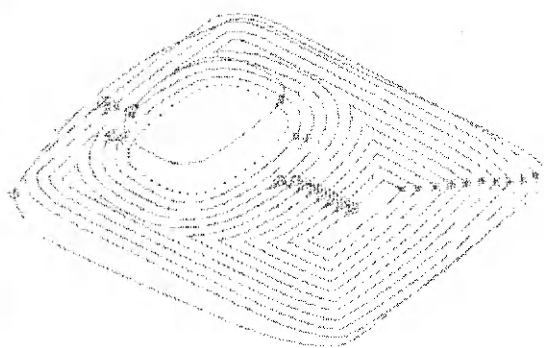
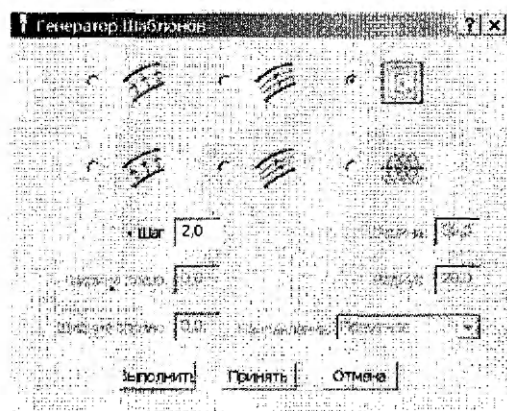
Если выбраны 2 кривые, то их направление должно быть одинаково. Для проверки направления кривых служит опция **Показать маркеры** в контекстном меню шаблона.

- Выберите обе кривые.
- В контекстном меню шаблона выполните опцию **Показать маркеры**.

В нашем случае, направление разное.

- Выберите одну из кривых и в контекстном меню шаблона выполните пункт **Правка - Развернуть выбранные**.
- Выберите обе кривые

- Нажмите иконку **Генератор шаблонов** . Заполните форму как показано и выполните ее.
- Выполните обработку по полученному Шаблону.

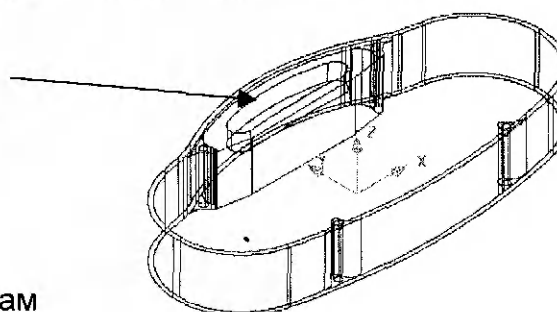


Создание трохоидальной траектории

Появился новый тип шаблона - трохоидальный. Трохоидальные шаблоны предназначены для выборки пазов при высокоскоростной обработке. Трохоидальная обработка устраняет резание на полную ширину фрезы, при этом материал снимается плавными круговыми движениями. При этом используется инструмент меньшего диаметра, чем ширина паза. Инструмент испытывает меньшие нагрузки, меньше перегревается (что очень важно для сборного твердосплавного инструмента с покрытием на высокоскоростной обработке).

- Удалите все и Импортируйте модель **dashboard.dgk**.

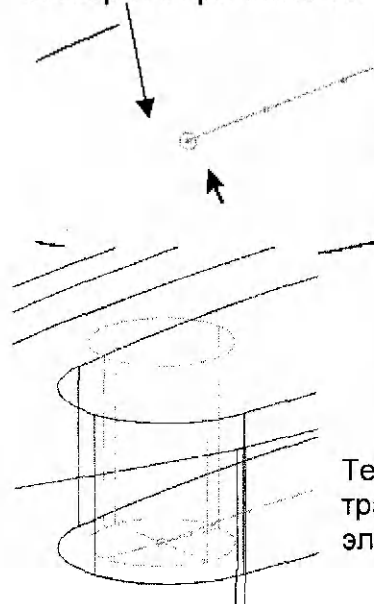
Этот паз будет обработан трохоидальным фрезерованием.



- Задайте Блок по габаритам модели.
- Создайте пустой Шаблон и вставьте в него файл **trochoidal_pattern.pic**.

Перед обработкой паза создадим отверстие диаметром 8 мм для опускания фрезы. Сделаем это спиральным рассверливанием. Для этого надо сначала создать 2D элемент (подробнее рассматривается в главе о двухкоординатной обработке).

- Задайте Шаровую фрезу диаметром 6 мм.
- Правой кнопкой мыши нажмите на раздел **2D_Модели** в Проводнике просмотра и выберите пункт **Создать 2D_Модель**, далее нажмите на символ + около этого пункта и вы увидите, что новый элемент создан.
- Выберите наш шаблон (кривую), он подсветится желтым, далее выберите крайнюю точку маленькой рамкой как показано.



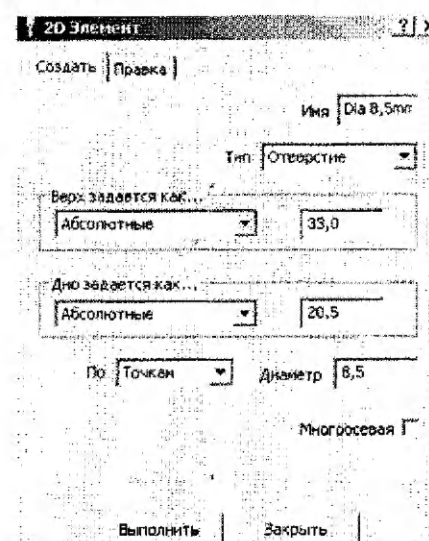
Правой кнопкой мыши нажмите на 2D модель 1 и выполните **Параметры**.

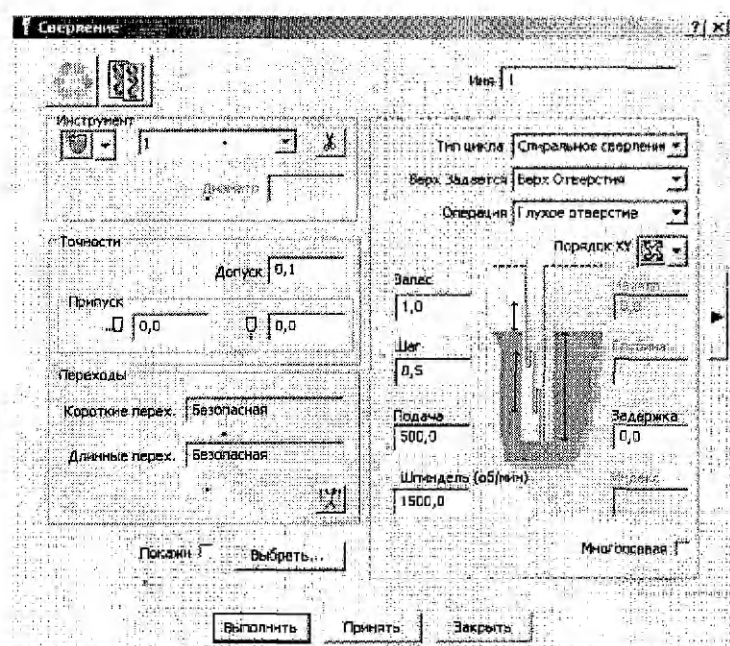
- Заполните форму как показано.

Выполните и закройте форму.

Появится контур отверстия

Теперь рассчитаем винтовую траекторию для этого элемента.





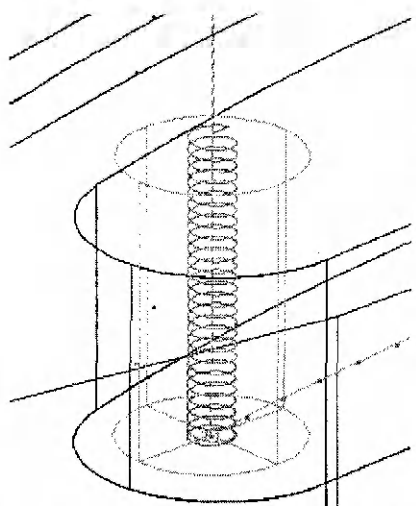
создана.

На главной панели инструментов нажмите иконку **Стратегии обработки** после чего выберите закладку **Сверление**.

- В появившейся форме нажмите клавишу **Выбрать**.
- Во вновь появившейся форме нажмите клавишу **Выбрать**.

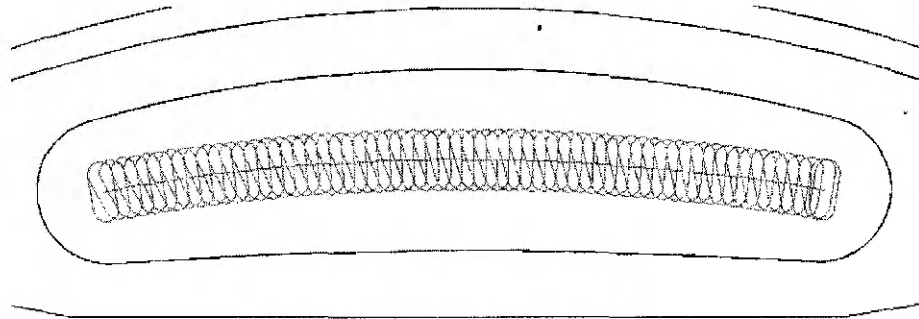
Таким образом открылся доступ к форме **Сверление**

- Заполните форму как показано и выполните форму. Траектория будет

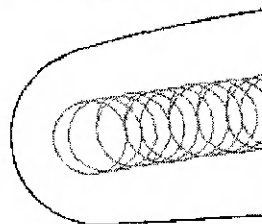


Заметим, что спиральная траектория раскручивается против часовой стрелки, поддерживая попутное резание. Отверстие имеет диаметр 8.5 мм для свободного ввода инструмента меньшего диаметра на следующей операции.

- Создайте Концевую фрезу диаметром 6 мм.
- Деактивируйте Шаблон 1, но оставьте его нарисованным. (Для этого нажмите на символ лампочки слева от имени; неактивный шаблон рисуется зеленым цветом).
- Создайте другой пустой шаблон (2).
- Выберите шаблон 1 мышью и нажмите иконку **Генератор шаблонов**
- Заполните форму как показано ниже и нажмите **Выполнить** и **Принять**.

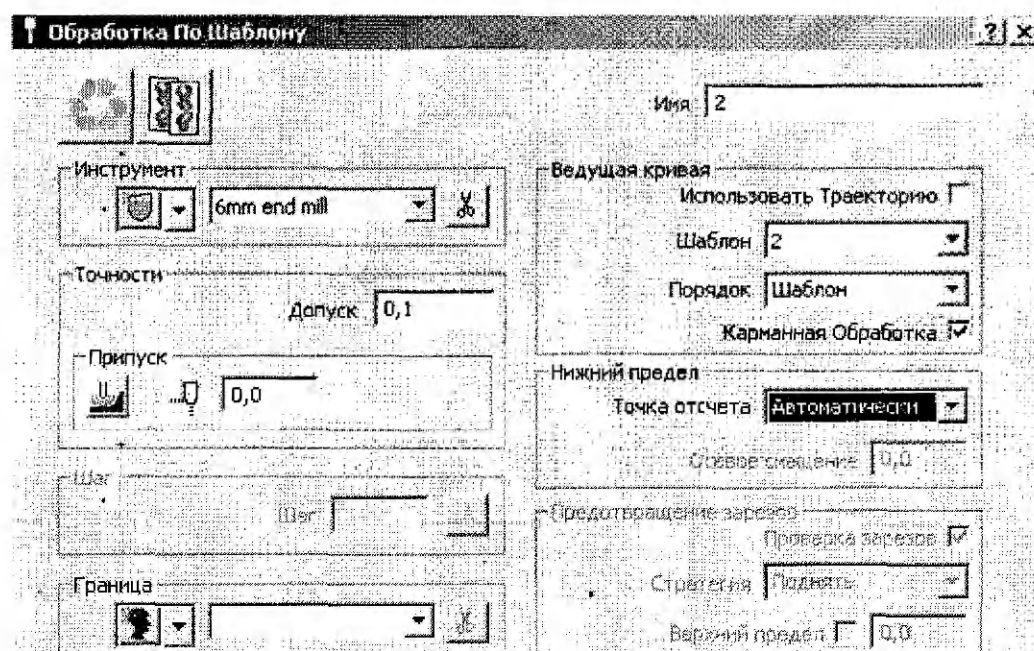


Важно: Ширина трохоиды не учитывает диаметр инструмента. Максимальный радиус не может превышать половину ширины. Шаг может быть очень маленьким при высокоскоростной обработке закаленных сталей.



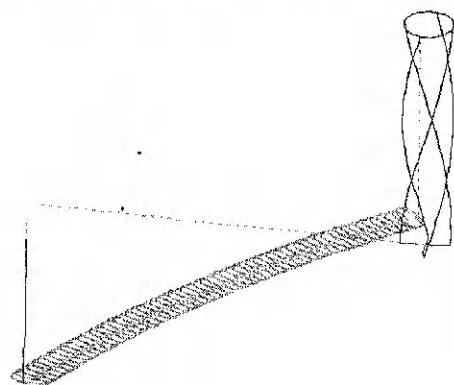
Если радиус равен половине ширины, то траектория будет выглядеть так. Оба варианта приемлемы и дают подобный результат.

- Откройте форму **Чистовая** и выберите стратегию **По Шаблону**, далее заполните ее, как показано ниже.



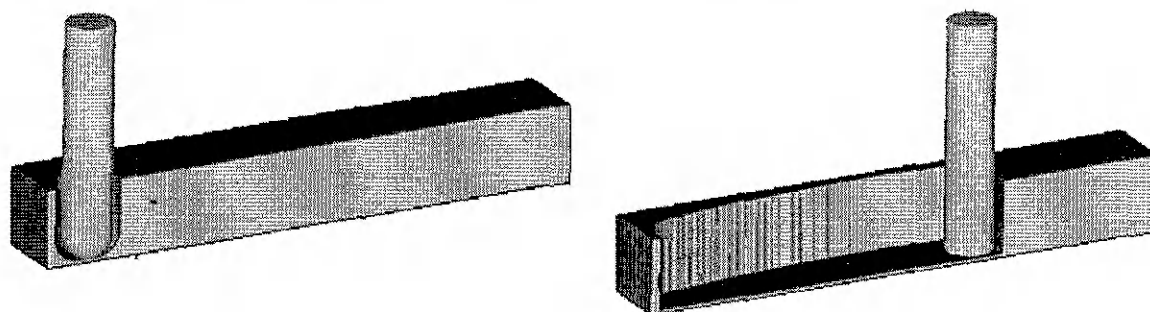
Важно: Траектория, созданная таким способом, не проверяется на зарезы, но к ней добавляются подводы и переходы. Проверку на зарезы надо будет выполнить отдельно.

- Нажмите **Выполнить** и далее **Принять**.



Так как программа создана из Шаблона, она не учитывает диаметр инструмента (хотя в параметрах траектории он указан и используется для имитации). Коррекция на инструмент может использоваться при постпроцессировании.

- Выполните имитацию обеих траекторий в **ViewMILL**.

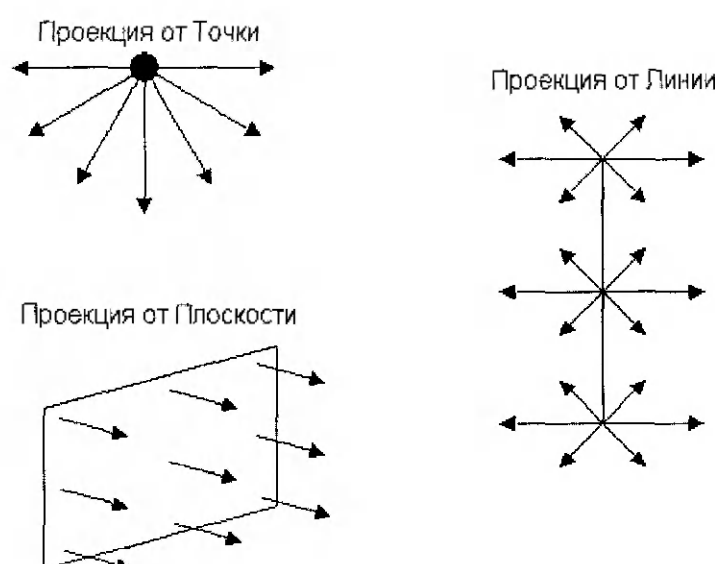


11. Проекционная обработка

Введение

Пятая подгруппа чистовых стратегий – **проекционные методы обработки**, которые позволяют наиболее точно управлять направлением проецирования на обрабатываемую деталь из всех стратегий. Область применения включает в себя обработку элементов поднутрений, используя специальный инструмент (дисковые фрезы), а также более точную чистовую обработку элементов, расположенных под большими углами наклона к оси инструмента. Также проекционные методы обработки являются неотъемлемыми при разработке **5 – осевых траекторий**.

Существует три отдельные стратегии **Проекция От точки**, **От линии** и **От плоскости**.

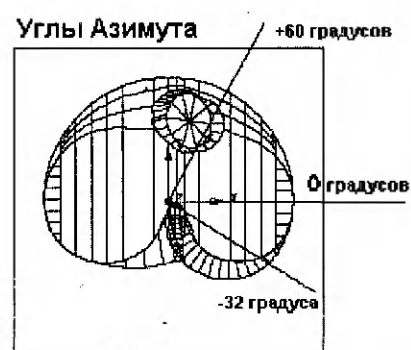


Самый простой способ понять принцип проекционной обработки – это представить каждую стратегию как пучок лучей исходящих от заданного источника. Стратегию **От Точки** можно представить как свет, исходящий от электролампочки, тогда **От Линии** как свет от люминесцентной лампы и наконец **От Плоскости** как свет от прямоугольного прожектора.

В форме чистовой обработки **Направление** проецирования переключается опциями **Наружу** или **Внутри** заданного источника. Эта наиболее важная опция, т.к. в зависимости от установленной опции будет обработана та или иная сторона модели.

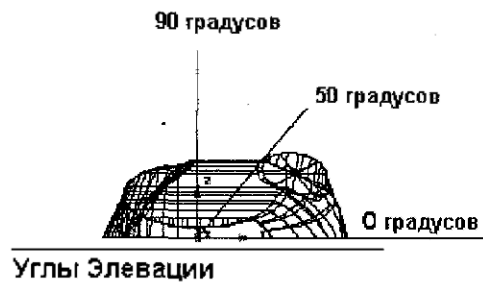
При разработке траекторий с помощью проекционных стратегий используются так называемые углы **Азимута** и **Элевации**. Их сочетание позволит задать любой пространственный угол.

Угол Азимута (Azimuth Angle) – это угол в плоскости Z, отложенный от положительного направления оси X против часовой стрелки.



На данном рисунке показано отложение углов азимута, при установленном виде сверху (+Z).

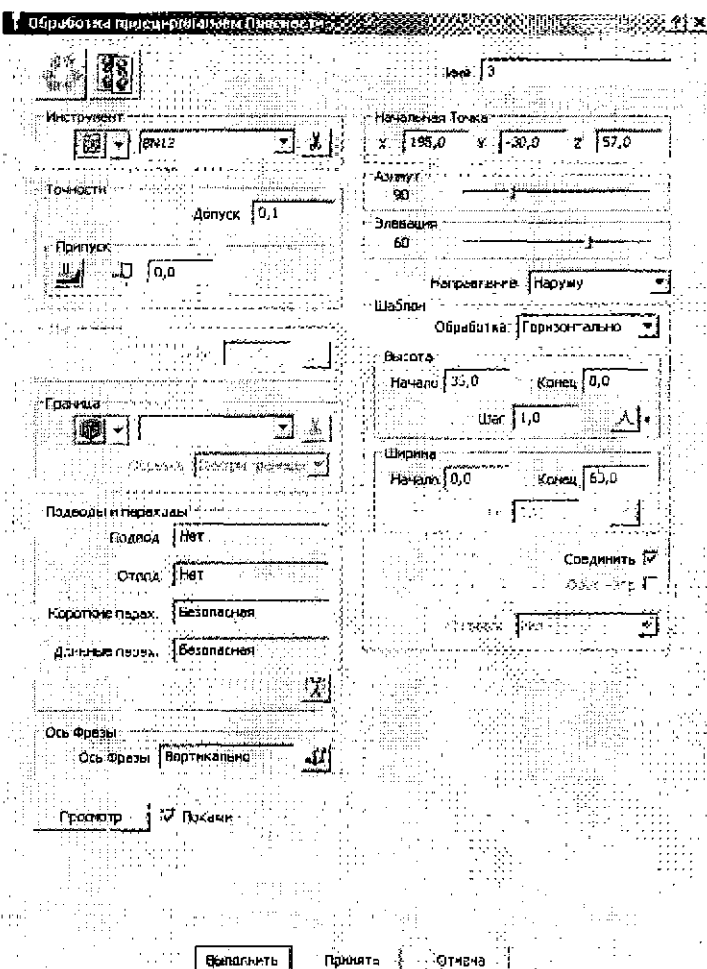
Угол Элевации (Elevation Angle) – это угол, который откладывается от плоскости Z, как показано на рисунке ниже.



На рисунке показано отложение углов элевации, при установленном виде справа (X).

Пример Проекция от плоскости

Откройте модель **Projfin_model.dgk** из каталога с примерами (Examples).



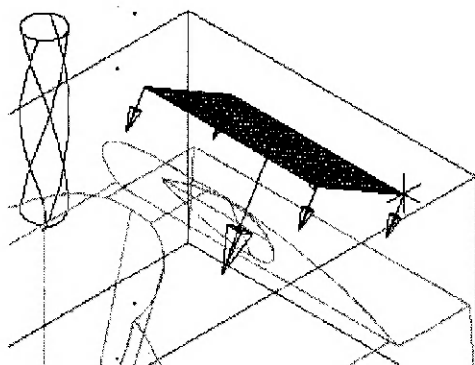
- Выберите в форме Чистовая стратегию **Проекция от плоскости**.

Все доступные переменные используются для создания траектории и могут быть изменены. Не подсвеченные опции не применяются для данной стратегии.

Для изменения положения бегунка на один пункт используйте кнопки **стрелка влево** или **стрелка вправо**, находящиеся в правой части клавиатуры.

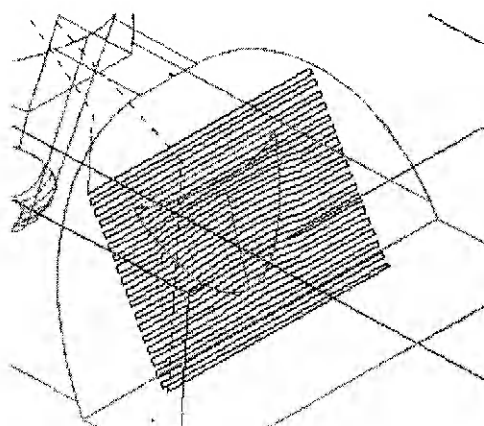
- Задайте заготовку **Блоком** по габаритам модели и **Шаровую фрезу**, диаметром 12, назовите ее **bn12**.
- Обнулите **Безопасные высоты** и **Начальную точку**.
- Теперь установите их по заготовке.
- Введите значения **Начальной точки** 195 -30 57.
- Используя бегунок, установите значение угла **Азимута** 90.
- Таким же образом задайте угол **Элевации** 60.
- Задайте **Направление** – **Наружу** и **Обработка** - **горизонтально**
- Задайте **Высоту** - **Начало** значением 35 и **Конец** значением 0
- Задайте **Ширину** – **Начало** значением 0 и **Конец** значением 65
- Если флаг **Соединить** сброшен, то установите его щелчком **МЫШИ**.
- Введите **Шаг** 1

- Нажмите **Просмотр**.



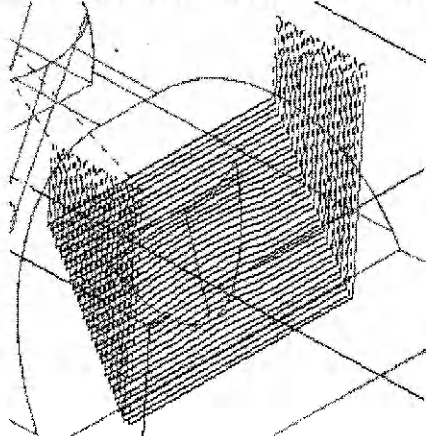
На рисунке показано положение шаблона относительно модели. Стрелки показывают направление наружу.

- Нажмите **Выполнить**.



Траектория имеет постоянный шаг относительно вертикальных и горизонтальных стенок.

- Сбросьте флаг **Соединить** и установите **Однонаправлено**, далее нажмите **Выполнить**.

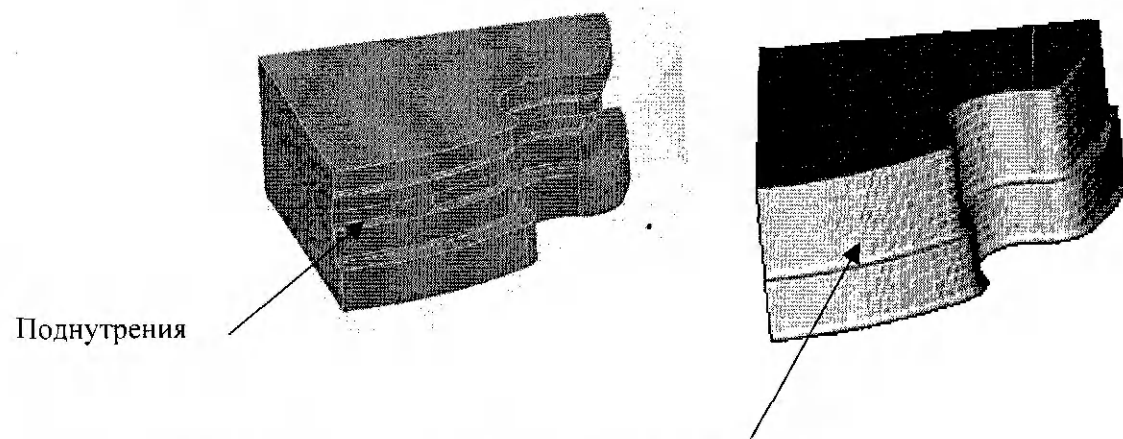


Измененная траектория осуществляет одностороннее фрезерование.

Пример Проекция от Линии

- Удалите все и Сбросьте диалоги.
- Откройте проект `usut_proj`.

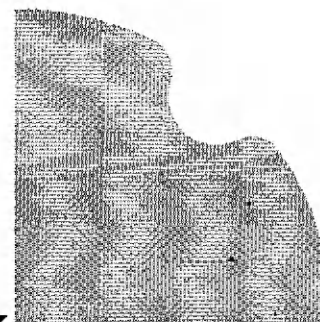
Этот проект содержит модель, заготовку, черновую траекторию с припуском 1мм и полу-чистовую с припуском 0,3мм. Поднутрения еще не обработаны.



- Выполните имитацию траекторий во ViewMILLе.

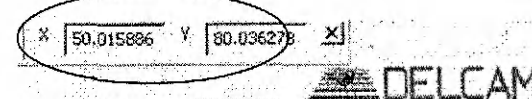
Для обработки поднутрений будет использоваться дисковая фреза. Траектория будет создана просцированием внутрь, к вертикальной линии, расположенной в левом нижнем углу.

- Установите вид вдоль Z.

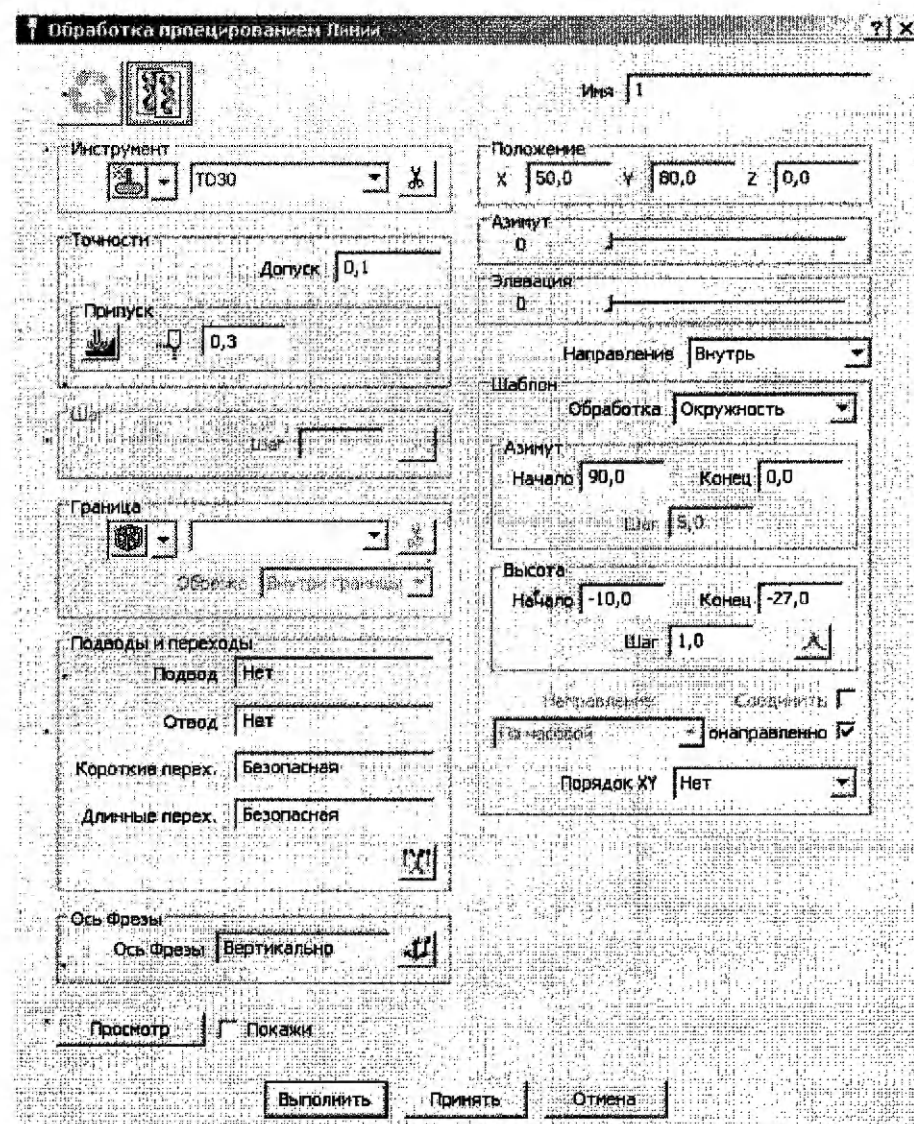


- Подведите курсор к этой точке и запомните координаты X и Y в строке информации.

Эти значения будут использованы при заполнении формы **Проекция Линии**.



- В **Чистовых** стратегиях выберите **Проекция Линии**.
- Выберите инструмент: дисковая фреза TD30.



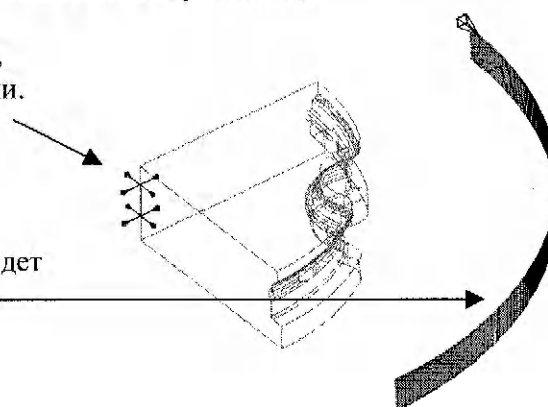
Значения для координат **Начала** и **Конца** были определены при установленном виде на модель вдоль оси **X** вводом значений **Z** из строки состояния.

На данной операции используется **Припуск 0,3мм**.

- Заполните форму как показано и нажмите **Просмотр**.

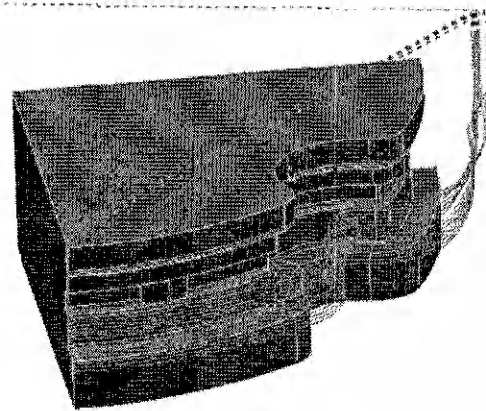
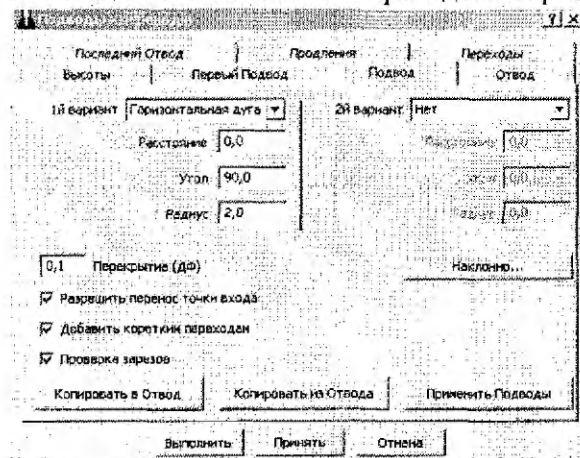
В этой части показано положение **Линии**, стрелками показано направление проекции.

В этой части показан шаблон, который будет проецироваться на модель.



- Нажмите **Выполнить**.

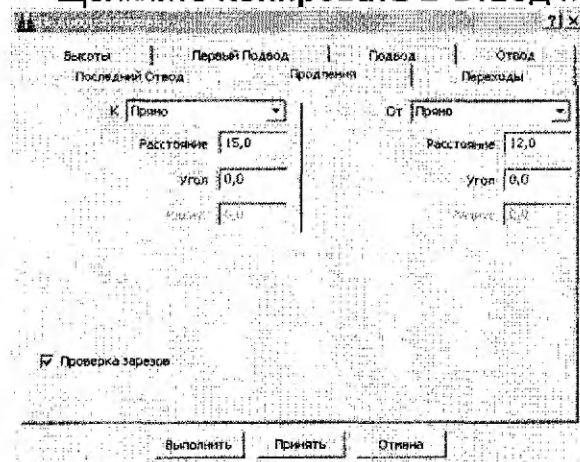
В данном случае инструмент режет при движении вверх в конце каждого прохода. Об этом говорит красная иконка с восклицательным знаком в проводнике проекта.



- Откройте форму **Подвод** и **Переходы**.
- Выберите **Подвод**.

- Введите **1-й вариант, Горизонтальная дуга - Радиус 2.0 - Угол 90**

- Щелкните **Копировать в Отвод** и нажмите **Выполнить**.

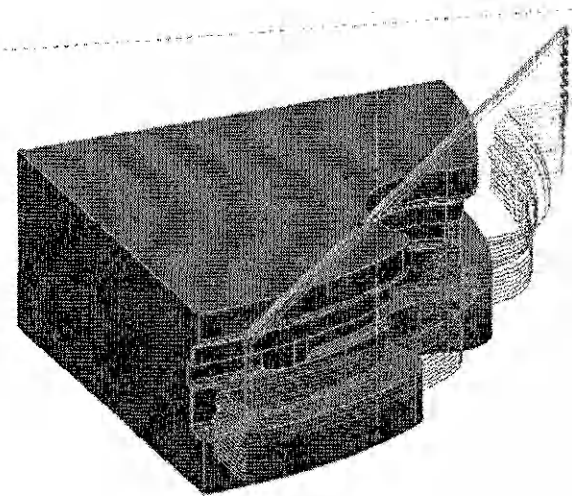


- Выберите **Продления**.
- Установите **К и ОТ - Прямо - Расстояние 15, Угол 0**.

- Выполните и Примите форму.

Значение **Расстояния** на вкладке **Продления** должно быть не меньше радиуса инструмента, для предотвращения зарезания.

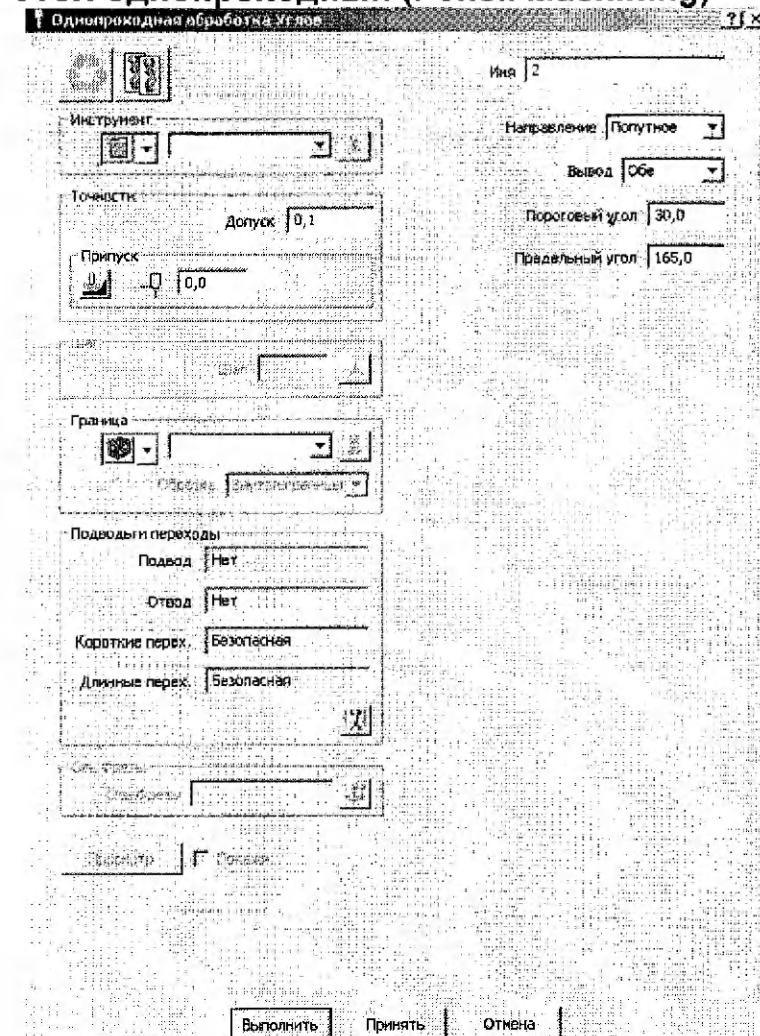
Иконка статуса безопасности, в проводнике, сменится на безопасную.



12. Доработка углов (Corner Machining)

Для доработки углов имеется 5 разных стратегий: Угол однокоронный (Pencil), Угол многокоронный (Multi Pencil), Угол поперечный (Stitch Corner), Угол продольный (Along Corner) и Угол автоматически (Automatic Corner). Возможен как одиночный проход вдоль острого вогнутого угла (первая стратегия), так и многокоронная обработка (остальные стратегии), отличающиеся способом движения инструмента или исходными параметрами.

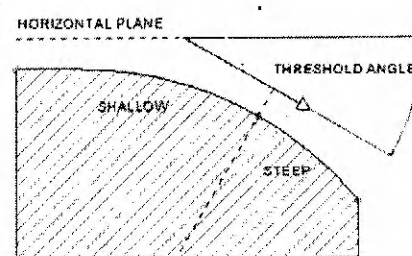
Угол однокоронный (Pencil Machining)



Эта стратегия создает одиночный проход вдоль всех острых вогнутых углов модели.

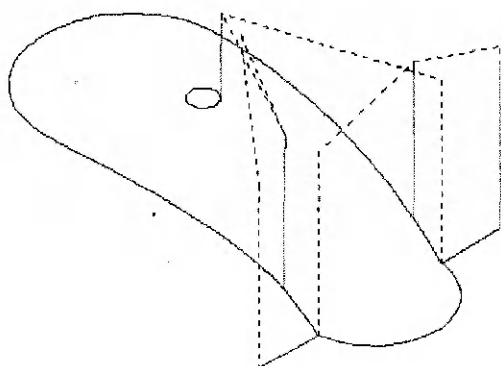
- Откройте чистовую форму и задайте стратегию **Угол однокоронный**.

Эта стратегия использует минимум параметров. Основной – это **Пороговый угол (Threshold Angle)**, отделяющий крутые и пологие участки. Можно выводить программу только для пологих, только для крутых и обе траектории. Если угол задан 90 градусов, то создается единая траектория для всех участков.



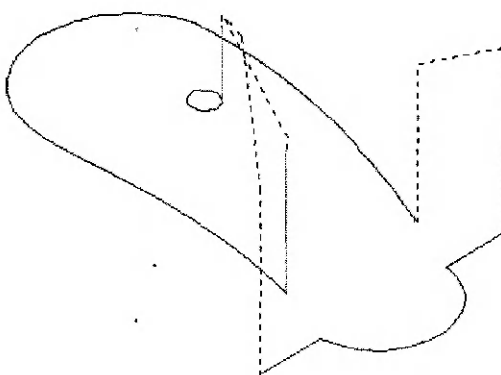
Пример

- Выполните **Удалить все** из контекстного меню.
- Откройте модель **cowling.dgk** из каталога с примерами.
- Задайте заготовку габаритами (по модели).
- Задайте высоты безопасности и начальную точку по заготовке.
- Создайте Шаровую фрезу диаметром **12 мм** с именем **bn12**.
- Откройте чистовую форму для однократной доработки углов.
- Установите вид **Iso2**.
- Задайте пороговый угол **30** градусов и вывод обеих траекторий.
- Выполните форму.



Выполните анимацию траектории. Обратите внимание, что инструмент движется и на крутых стенках (где угол уклона превышает заданный)

- Переименуйте траекторию как **pencilboth**.
- Измените опцию вывода на Пологая.
- Выполните форму.



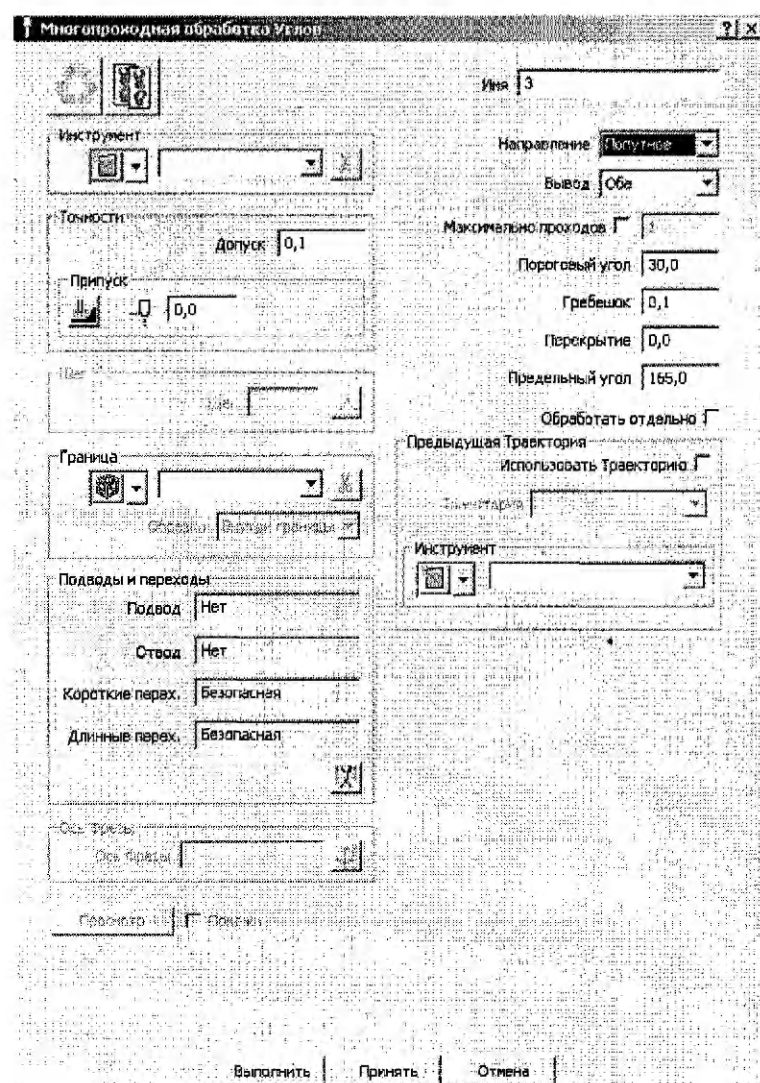
Траектория создана. Крутые участки в ней игнорированы.

- Переименуйте траекторию как **pencilshallow**.

Угол многопроходный (Multi Pencil Machining)

Эта стратегия создает несколько проходов вдоль всех острых вогнутых углов модели.

- В чистовой форме установите стратегию **Угол многопроходный**.

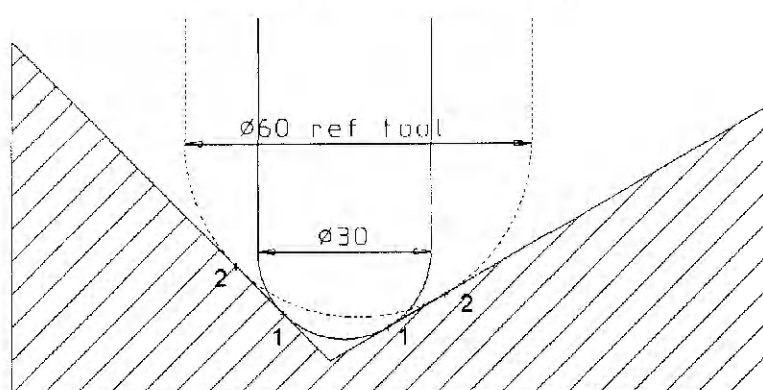


Для расчета ширины зоны проходов (или числа проходов) используется понятие **Предыдущий инструмент (Reference tool)**, после которого остался не снятый материал. Он должен быть больше.

Проходы начинаются на внешних контурах зоны и идут внутрь. Стратегия работает только для острых углов и является частным случаем обработки с использованием границы **Доработка**.

Пороговый угол задается аналогично предыдущему случаю.

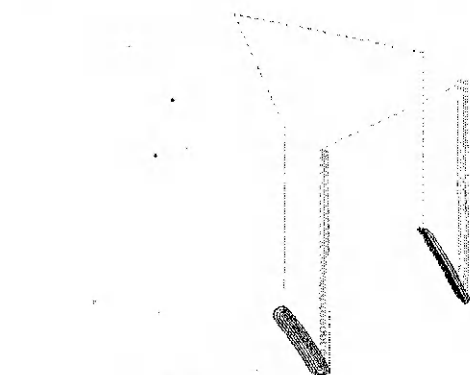
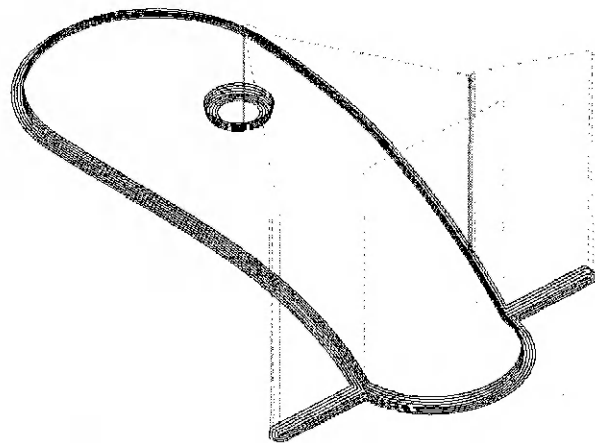
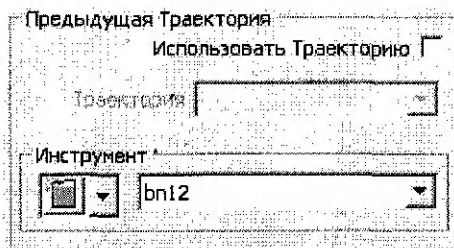
Рисунок ниже иллюстрирует расчет ширины зоны обработки (между точками 1 и 2) для текущего (**Active Tool**) и предыдущего (**Reference Tool**) инструментов.



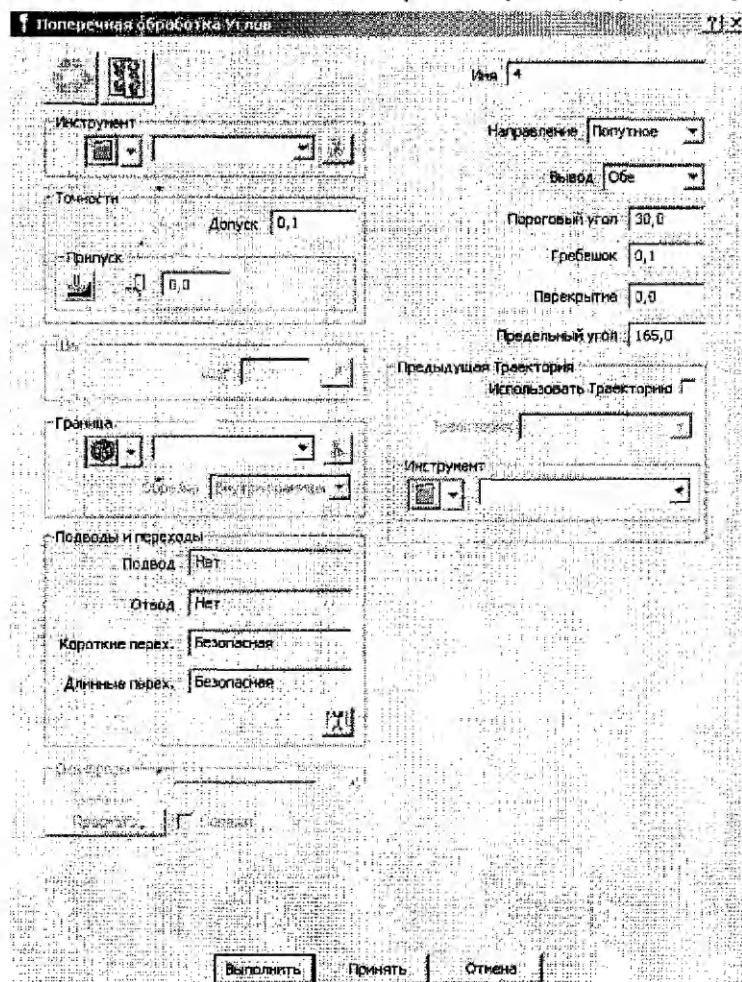
Пример

Продолжим работу с той же моделью.

- Откройте форму для стратегии: Угол многопроходный.
- Создайте Шаровую фрезу диаметром 5 мм с именем **bn5**.
- В качестве предыдущего задайте инструмент **bn12**.



- Выполните форму. Траектория создана.
- Выполните анимацию траектории. Переименуйте ее в **multiboth**.
- Задайте опцию вывода - Отвесная.
- Снова выполните форму.
- Выполните анимацию траектории. Переименуйте ее в **multisteep**.



Угол поперечный (Stitch Corner Machining)

Эта стратегия создает поперечные проходы вдоль всех острых вогнутых углов модели.

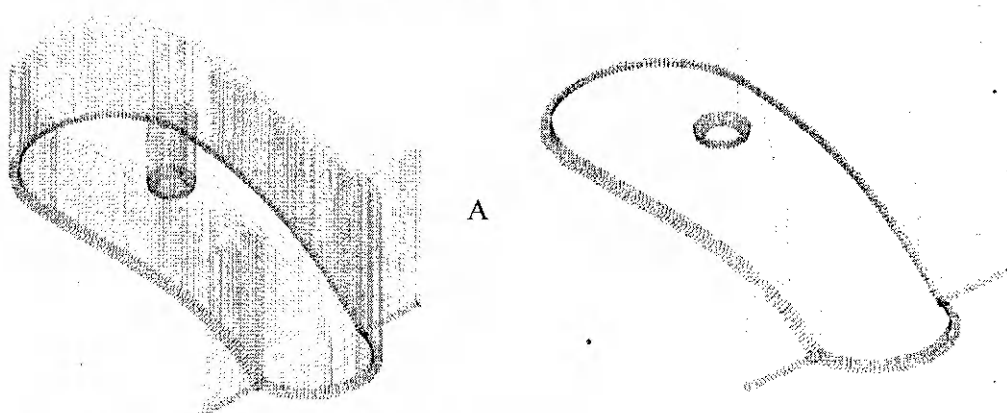
- Откройте форму для этой стратегии.

Эта стратегия также использует Предыдущий инструмент и пороговый угол.

Пример

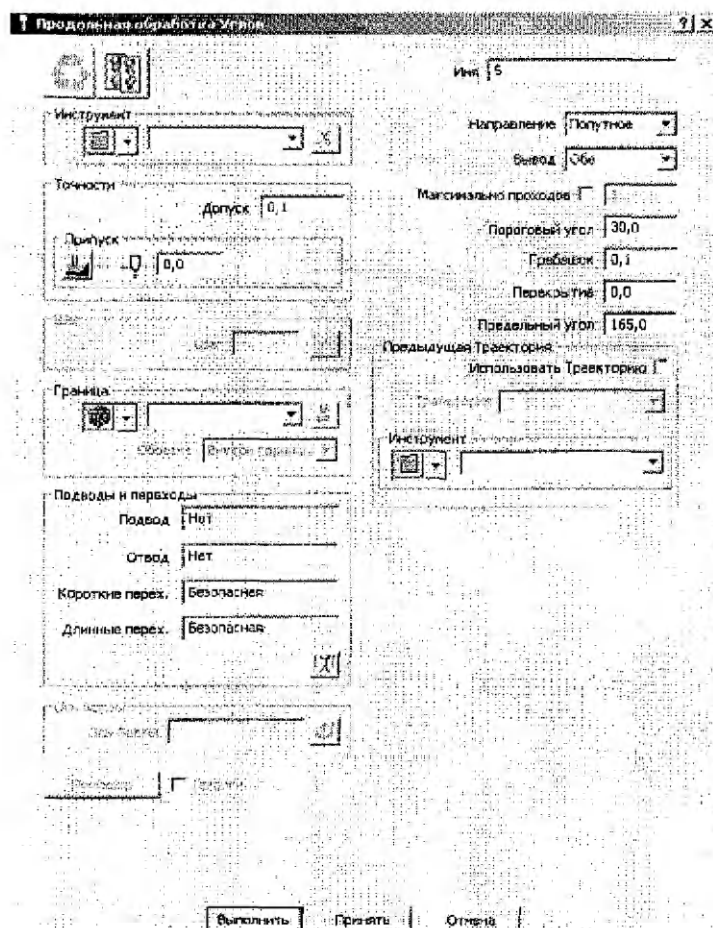
Продолжим работу с той же моделью.

- Выберите инструмент **bn5**, вывод обеих траекторий, направление резания – **любое** и перекрытие **0**.
- Выполните форму.
- Для полученной траектории (рис. Слева) выполните Правка – Упорядочить - Зигзаг. Задайте короткие переходы – по поверхности.



Траектория получилась более эффективная.

- Выполните анимацию траектории.

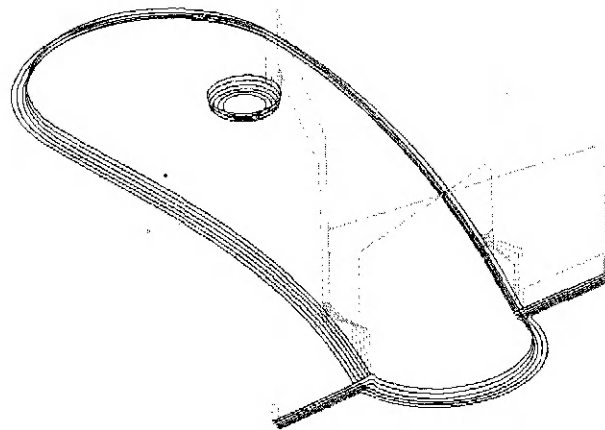
**Угол продольный (Along Corner Machining)**

Эта стратегия аналогична предыдущей, но движения инструмента будут продольные.

- Откройте форму для этой стратегии.

Пример

Продолжим работу с той же моделью.



- Выберите инструмент **bn5**, высоту гребешка **0.05** и перекрытие **0**.
- Выполните форму.

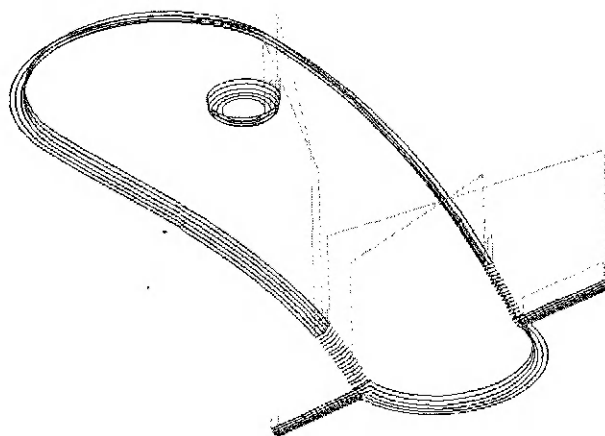
Траектория создана

- Выполните анимацию траектории.

Угол автоматический (Automatic Corner Machining)

Эта стратегия создает продольные проходы для пологих участков и поперечные – для крутых участков.

- Откройте форму для этой стратегии.
- Задайте направление резания – любое и выполните форму.



Траектория рассчитана (для порогового угла 30 градусов). Эта траектория не содержит движений вниз на крутых участках.

- Выполните анимацию траектории.

13. Расширенная черновая обработка

Фильтр черновой обработки (Roughing Area Filter)

Эта возможность позволяет автоматически игнорировать карманы (и другие участки) в модели, соизмеримые по размеру с диаметром инструмента. Следовательно можно использовать разную стратегию для больших и маленьких участков.

Фильтрация выполняется когда траектория уже посчитана. Это значит, что можно подбирать значение фильтра и быстро видеть результат.

Поле **Фильтр** определяет какая часть траектории исключается.

При отключенном - фильтр не используется ☐ **Фильтр**.

Больше чем (Larger) - удаляет области больше, чем задано в фильтре.

Меньше чем (Smaller) - удаляет области меньше, чем задано в фильтре.

Значение в поле **Порог (ДФ)** задает пороговое значение, измеряемое в диаметрах фрезы.

Внимание: Фильтр не влияет на траекторию сверления. Это означает, что некоторые отверстия не будут использоваться для фрезерования или некоторые отверстия будут глубже, чем надо.

Удалите все данные нажав на фоне экрана правую кнопку мыши и выполнив **Удалить Все**. Откройте модель **'powerdrill'** из каталога с примерами.

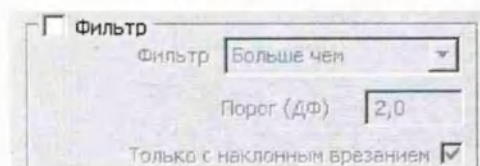
Задайте заготовку габаритами.

Нам надо обработать модель в 2 стадии: сначала обработаем большие области концевой фрезой диаметром 18 мм, а затем оставшиеся полости и карманы - фрезой диаметром 8 мм.

Задайте концевую фрезу диаметром 18 мм.

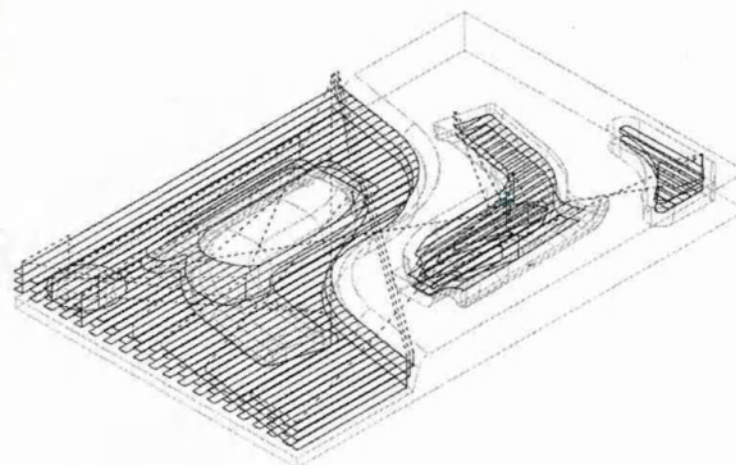
В форме **Выборка** задайте высоты выборки с шагом по Z 10 мм, стратегию **Растр** и шаг между проходами 9 мм. Отключите флаг **Учесть плоскости**.

Отключите фильтр черновой обработки как показано:



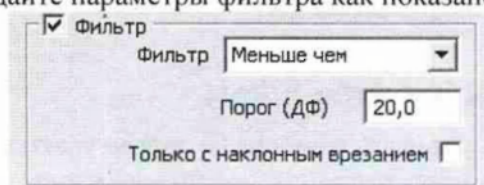
Выполните форму. Должна получится траектория как на рисунке.

Сейчас обработана вся модель.



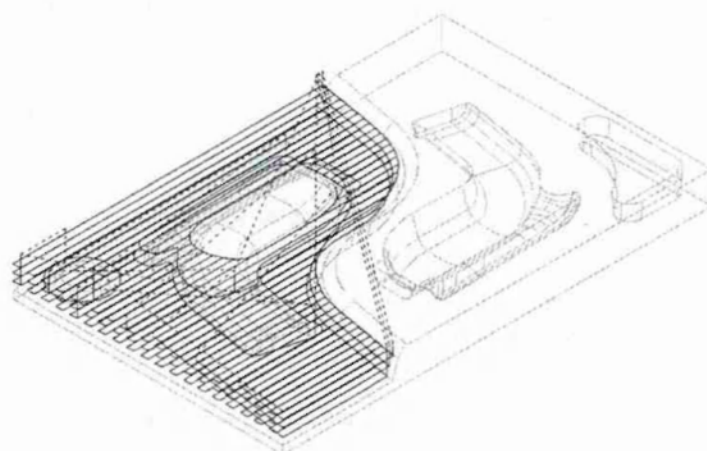
Теперь используем фильтр, чтобы удалить маленькие области.

Задайте параметры фильтра как показано и выполните форму.



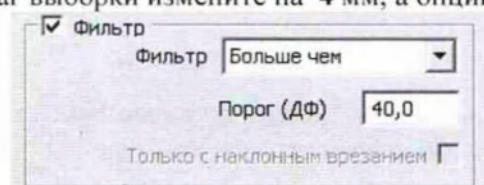
Новая траектория будет посчитана очень быстро. Это говорит о том, что в фильтрации используется готовая траектория.

Новая траектория выглядит так.

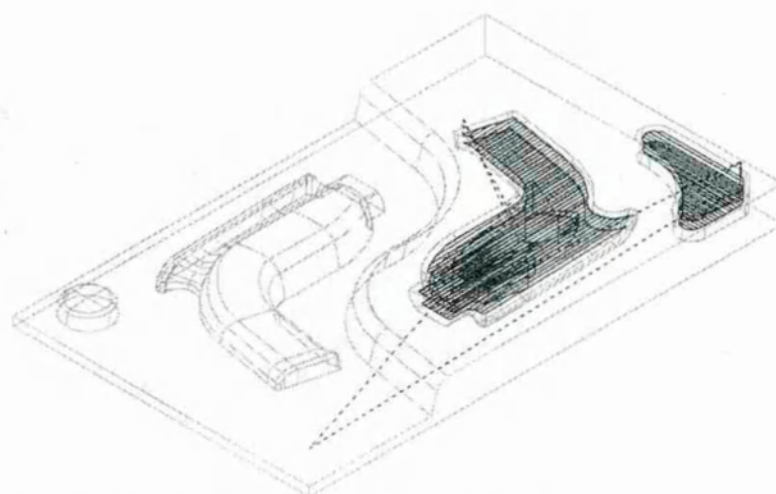


Теперь задайте концевую фрезу диаметром 8 мм.

Шаг выборки измените на 4 мм, а опции фильтра задайте как показано.

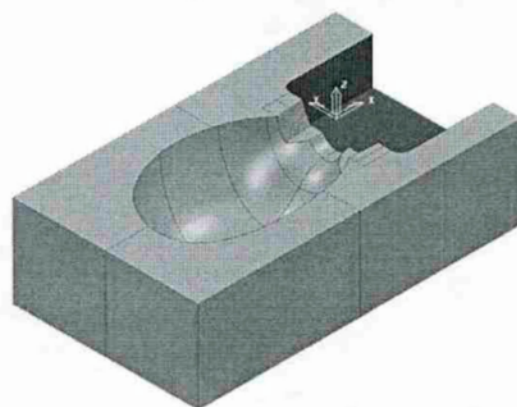


Выполните форму. Траектория должна выглядеть так.

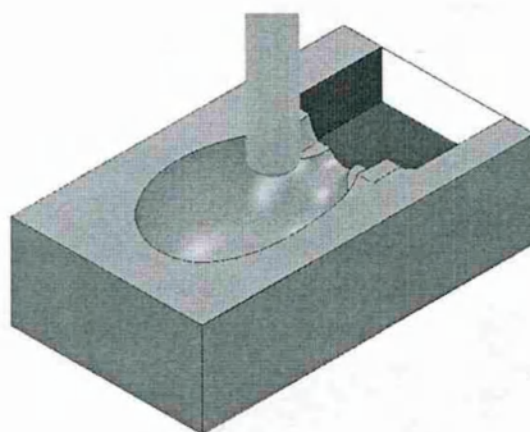


Черновая доработка.

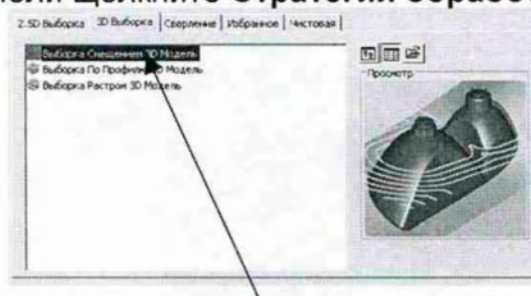
- Импортируйте модель **WingMirrorDie.dgk**.



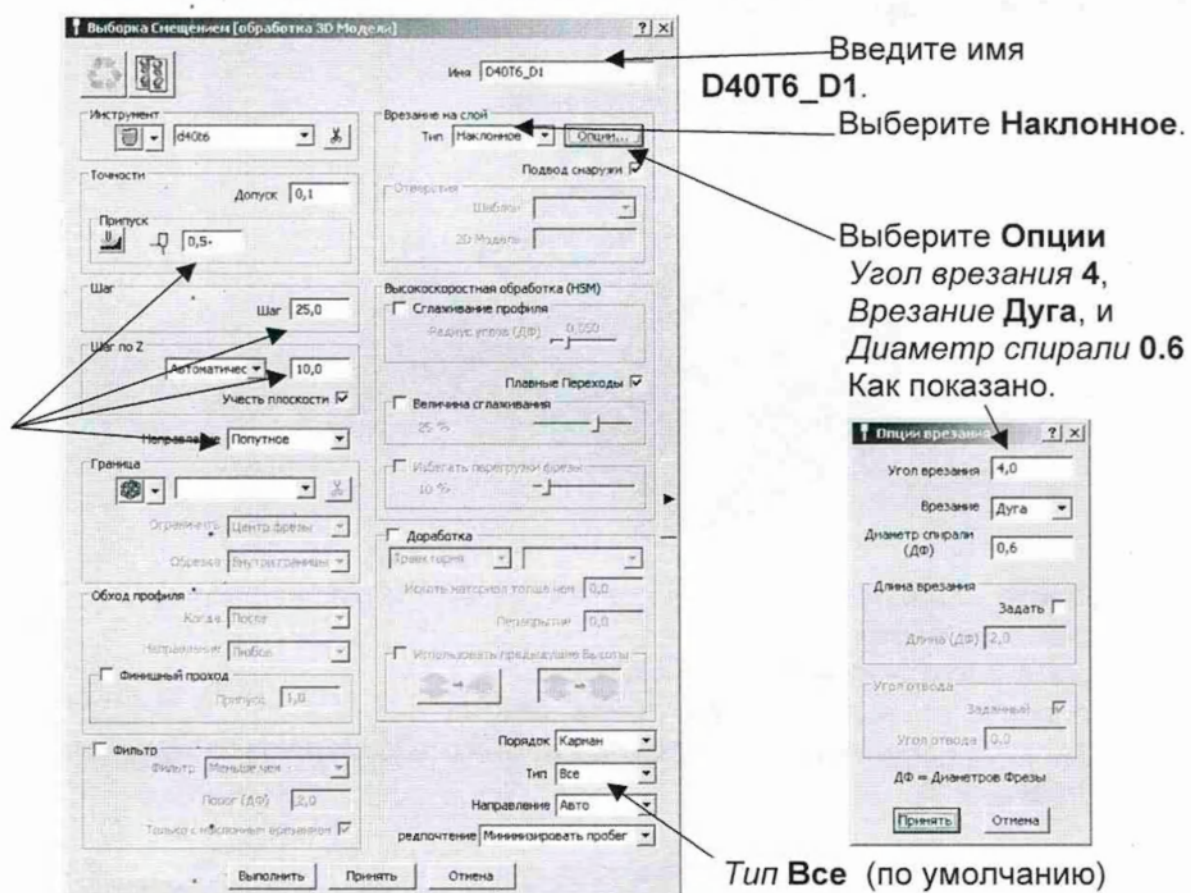
- Создайте **Скругленную** фрезу диаметром **40** и скруглением **6**, назовите ее **d40t6**.
- Задайте **Заготовку** габаритами детали.
- Установите тип высот – **Обе в приращениях**.
- Установите начальную точку **Автоматически** в **Центре заготовки на безопасной Z**.



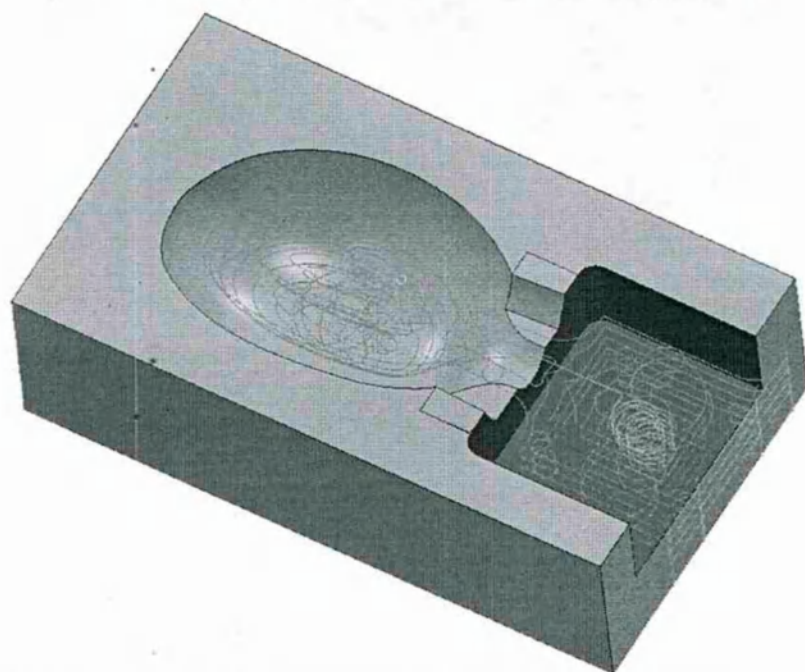
- На главной панели щелкните **Стратегии обработки** .



- Выберите стратегию **Выборка Смещением 3D модель**.



- Заполните форму как показано и нажмите **Выполнить**, чтобы рассчитать траекторию **Выборка смещением**.



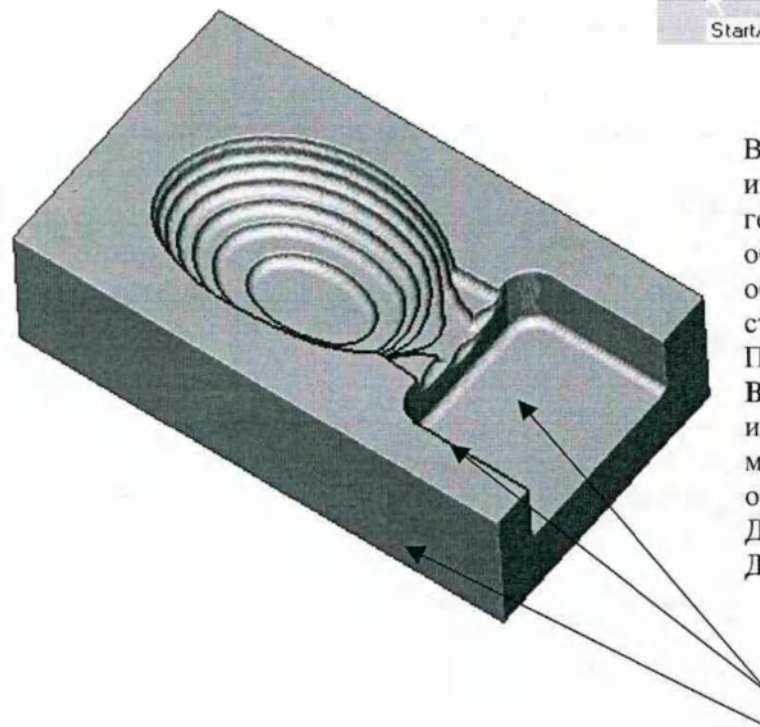
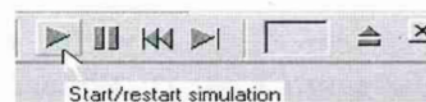
Стратегия **Выборка Смещением** используя *Тип* обработки **Все** следует по контурам **Модели** и **Заготовки**, затем постепенно смещает их по эквидистанте, чтобы срезать материал, на каждой высоте по Z.

- Включите панель **Viewmill**, щелкнув по иконке в главной панели инструментов.



Откроется панель визуализации.

- Выберите вид **ISO 2** на модель и увеличьте ее, чтобы вписать в экран
- Переключитесь в окно **Viewmill**.
- Запустите визуализацию траектории.



В результате видно, что инструмент с такой геометрией не может обработать некоторые области (показаны стрелками) модели. Последующие стратегии **Выборки** потребуют использования инструмента меньшего диаметра, чтобы обработать эти области. Данная техника называется **Доработка**.

Доработка

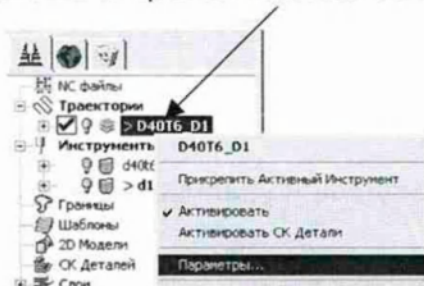
Форма **Выборка смещением** имеет опцию **Доработка**, которая ссылается на предыдущую **Траекторию** или **Модель Материала**.

Следующий пример демонстрирует **Доработку** со ссылкой на предыдущую **Траекторию**, а также со ссылкой на **Модель Материала**.

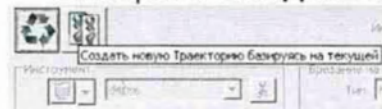
Модель материала представляет собой состояние заготовки в любой момент обработки. Используется она следующим образом: сначала создается **Модель Материала**, затем в ней выполняется **Заготовка**, вслед за ней выполняется последовательность любых **Траекторий**. После каждого обновления **Модель Материала** будет представлять собой текущее состояние обрабатываемой детали.

Доработка по Траектории

- Создайте **Скругленную фрезу Диа 16 и Рад 3**, с именем **d16t3**.
- В проводнике щелкните правой кнопкой по иконке траектории.

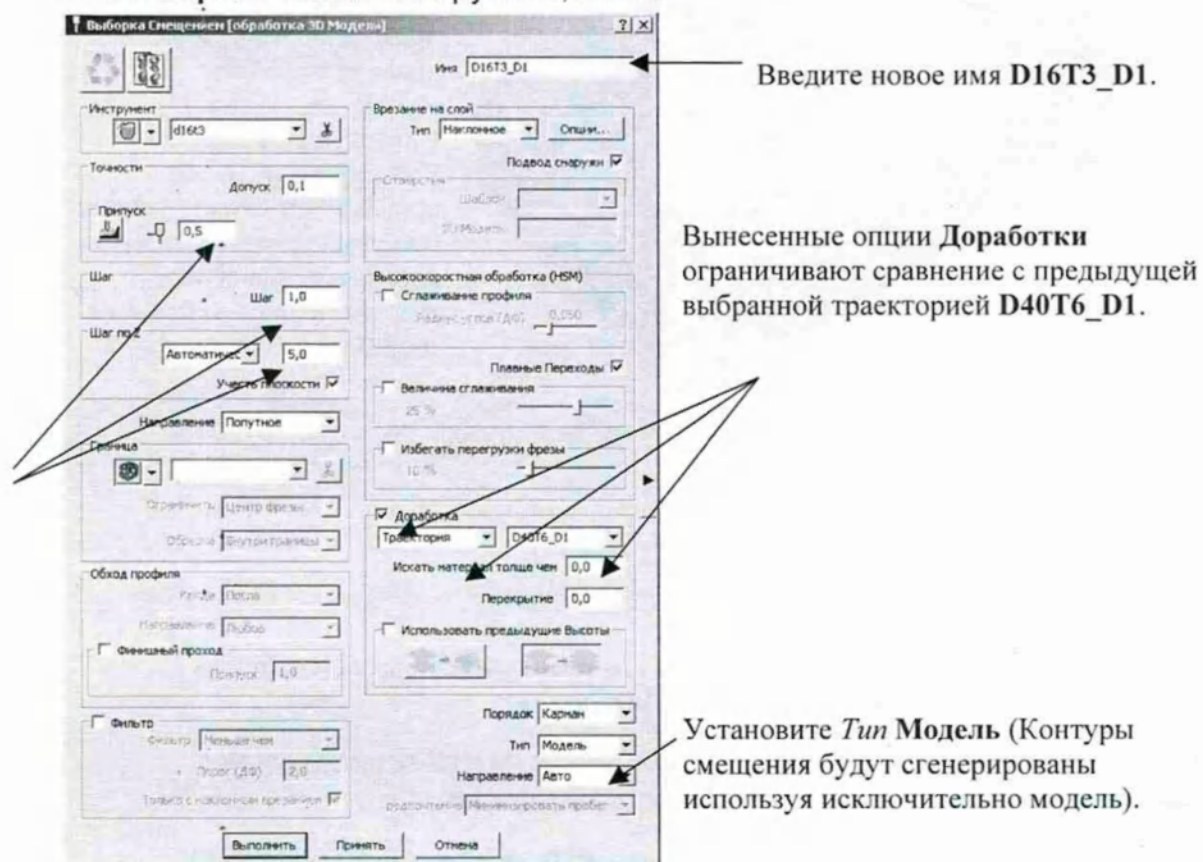


- Выберите **Параметры**, чтобы открыть форму **Выборка смещением**.
- Выберите **Создать новую Траекторию базирясь на текущей**.

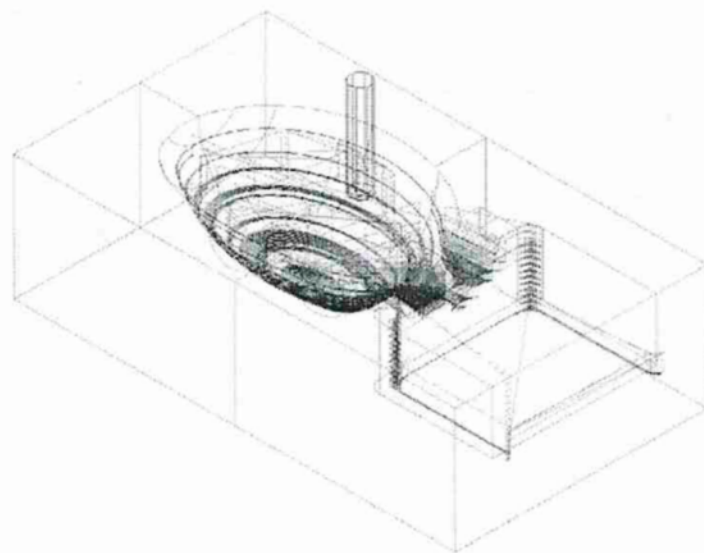


Будут активированы все элементы, которые использовались при создании траектории.

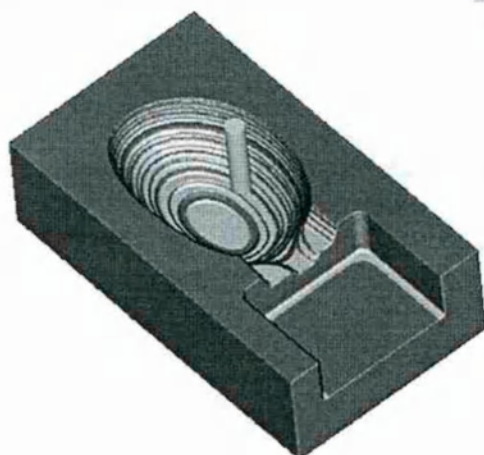
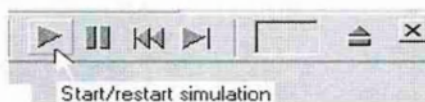
- Выберите новый инструмент, **d16t3**.



- Введите значения как показано и **Выполните** траекторию
- Закройте форму нажав **Отмена**.



- Переключитесь в окно Viewmill. 
- Закрасьте заготовку. 
- Запустите визуализацию.



В процессе визуализации видно, что инструмент меньшего диаметра дорабатывает оставшийся материал, приближая форму заготовки к форме готового изделия.

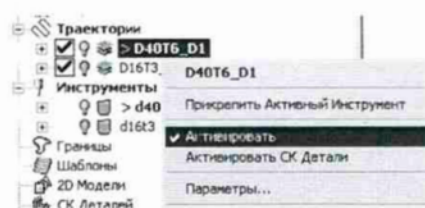
Это позволит избежать повышенного износа или повреждения инструмента при последующей чистовой обработке.

Доработка по Модели Материала

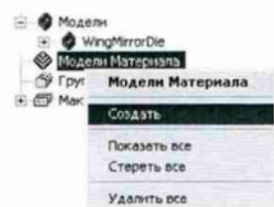
Альтернативный метод Доработки использование Модели Материала вместо Предыдущей Траектории. Одно из преимуществ использования Модели Материала является то, что материал может быть отображен вместе с использованной траекторией.

Следующий пример демонстрирует создание **Модели Материала** в конце траектории **D40T6_D1**, далее она будет показана как **Недоработанный Материал**. Траектория **Доработки D16T3_D1** будет исходной для создания новой траектории, но на этот раз с учетом **Недоработанного Материала**.

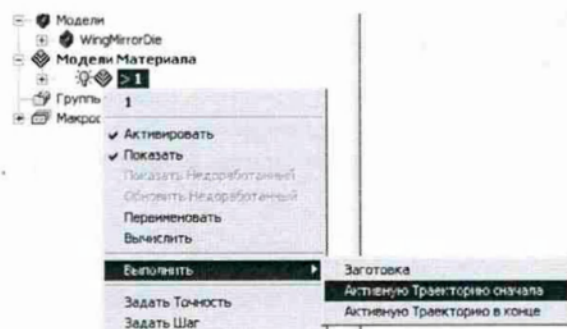
- В проводнике, **Активируйте** траекторию **D40T6_D1**.



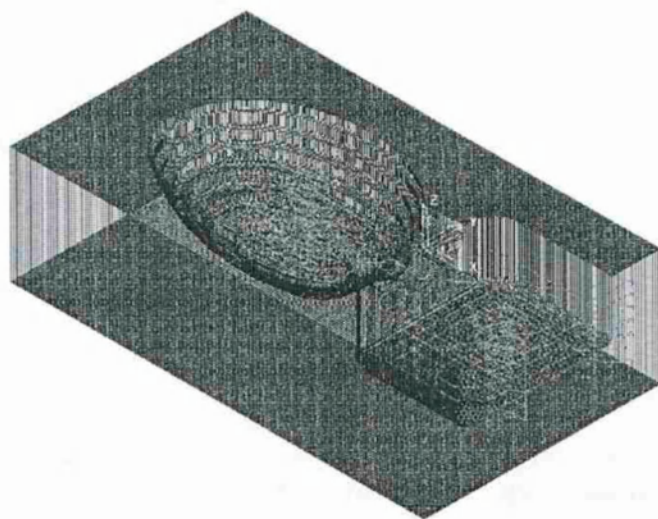
- В проводнике щелкните правой кнопкой по **Модели Материала** и выберите в контекстном меню **создать**.



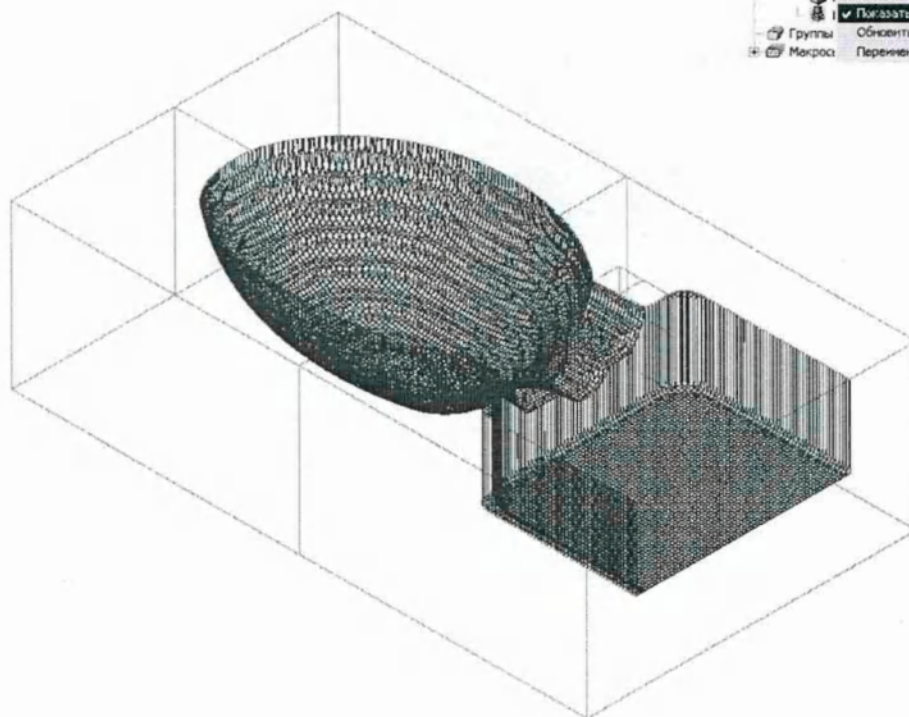
- В проводнике щелкните правой кнопкой по созданной **Модели Материала**, в контекстном меню выберите **Выполнить – Активную траекторию сначала**.



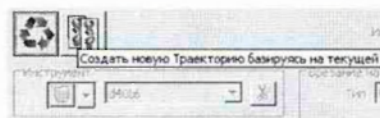
- Затем из контекстного меню выберите **Вычислить**.



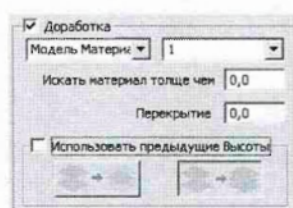
- В контекстном меню выберите **Показать недоработанный**.



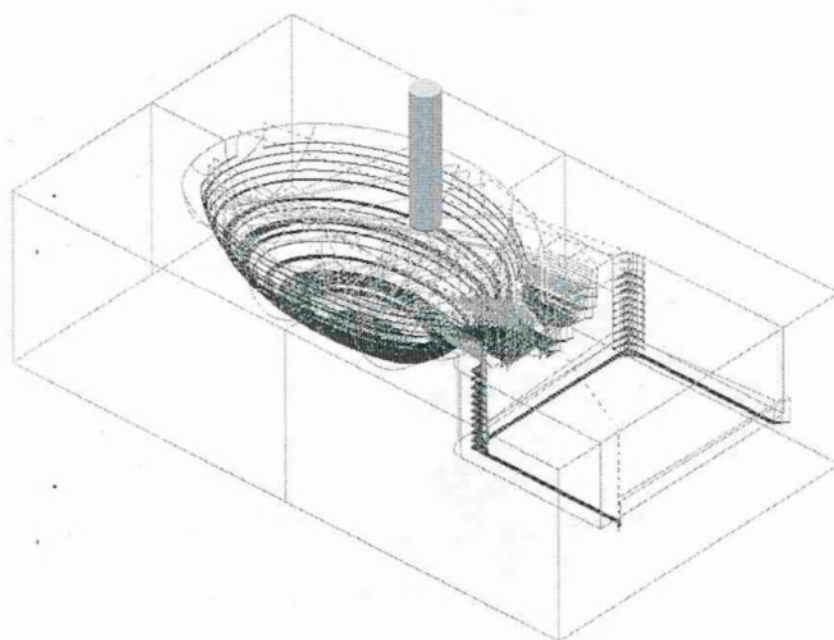
- В проводнике **Активируйте** траекторию **D16T3_D1**.
- Щелкните по значку траектории правой кнопкой и выберите **Параметры**, чтобы открыть форму **Выборки Смещением**.
- Щелкните **Создать новую Траекторию базирясь на текущей**.



- В форме выберите секцию **Доработка** (нижний правый угол) и установите доработку по **Модели Материала - 1** как показано.

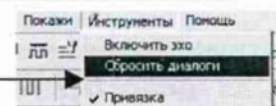


- Щелкните **Выполнить**, чтобы рассчитать (более эффективную) траекторию **Доработки** с именем **D16T3_D1_1**.
- Нажмите **Отмена**, чтобы закрыть форму.



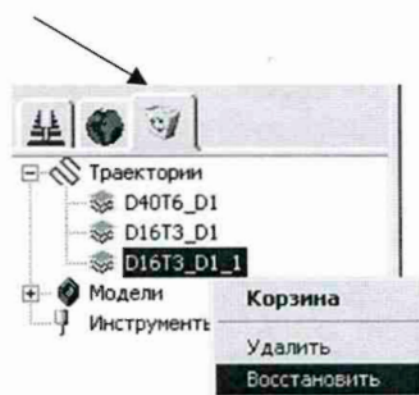
- В меню **Файл** выберите **Сохранить Проект** и сохраните проект как **C:\temp\Wing_Mirror_Die**.
- В проводнике щелкните правой кнопкой по **Траекториям** и выберите **Удалить все** из контекстного меню.
- Аналогично **Удалите все** из **Моделей** и **Моделей Материала**.

- Из меню **Инструменты** выберите **Сбросить диалоги**.



Это восстановит настройки **PowerMILL**, в формах, по умолчанию без перезагрузки.
Примечание: элементы, которые были удалены из **проводника** еще могут быть восстановлены (до закрытия проекта), т.к. они были просто перемещены в **Корзину PowerMILL**.

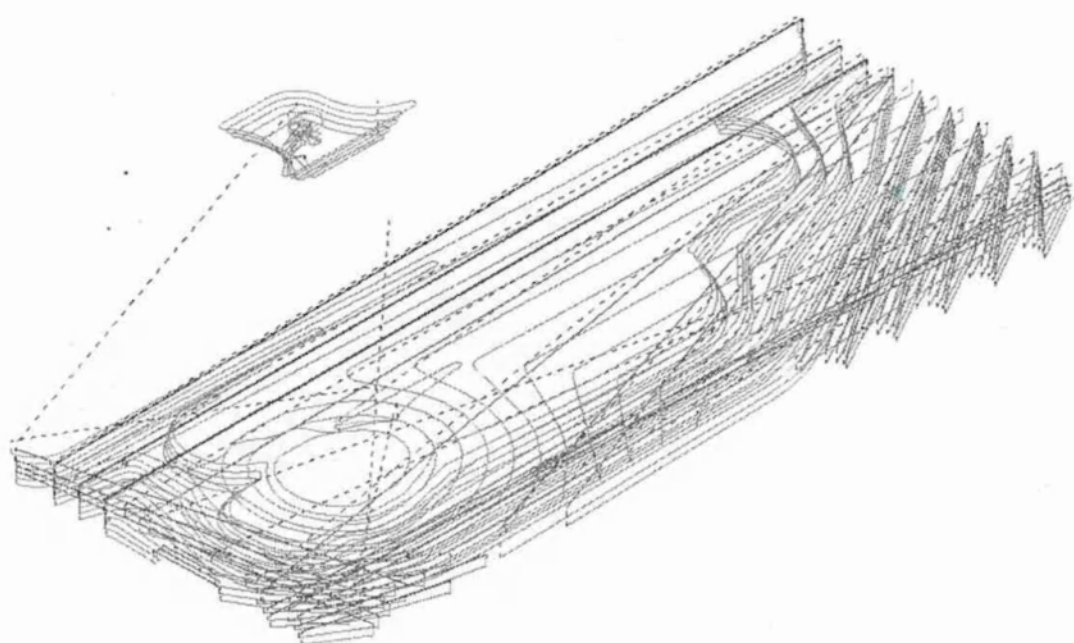
- Перейдите на вкладку **Корзина**.



- Раскройте список **Траекторий** и выбрав любую траекторию щелкните по ней правой кнопкой, чтобы вызвать контекстное меню для **Восстановления** или **Удаления** элемента.

Пример доработки по Модели Материала.

- Откройте проект **Demo_start**, погасите отображение модели.



- Выделите малый участок траектории и удалите его через контекстное меню: **Траектория > Правка > Удалить выбранные** (Обработка этого участка фрезой большого диаметра – не эффективна).
- Щелкните по значку траектории правой кнопкой и выберите **Параметры**, чтобы открыть форму **Выборки Смещением**.
- Щелкните **‘Создать новую Траекторию базируясь на текущей’**.
- Заполните формы как показано на рисунке и выполните ее.

Выборка Сдвигами [обработка 3D Модели] ? X

Имя: Roughing_1

Инструмент: 10mm ball nose

Точности: Допуск 0,1

Припуск: 0,5

Шаг: # 1 Шаг 1,0

Шаг по Z: Автоматический 2,0

Учесть плоскости: Слой

Направление: Попутное

Граница: Ограничить: Центр фрезы

Обрезка: Внутри границы

Обход профиля: Когда: После

Направление: Любое

Финишный проход: На каждой Z Припуск 1,0

Фильтр: Фильтр: Меньше чем

Порог (ДФ): 2,0

Только с наклонным врезанием

Врезание на слой: Тип: Наклонное

Подвод снаружи

Отверстия: Шаблон 2D Модель

Высокоскоростная обработка (HSM):

Сглаживание профиля: Радиус углов (ДФ) 0,050

Переходы: Плавно

Величина сглаживания: 25 %

Избегать перегрузки фрезы: 10 %

Доработка: Траектория Roughing

Искать материал толще чем: 0,0

Перекрытие: 0,0

Использовать предыдущие Высоты

Порядок XY: Порядок Z: Карман

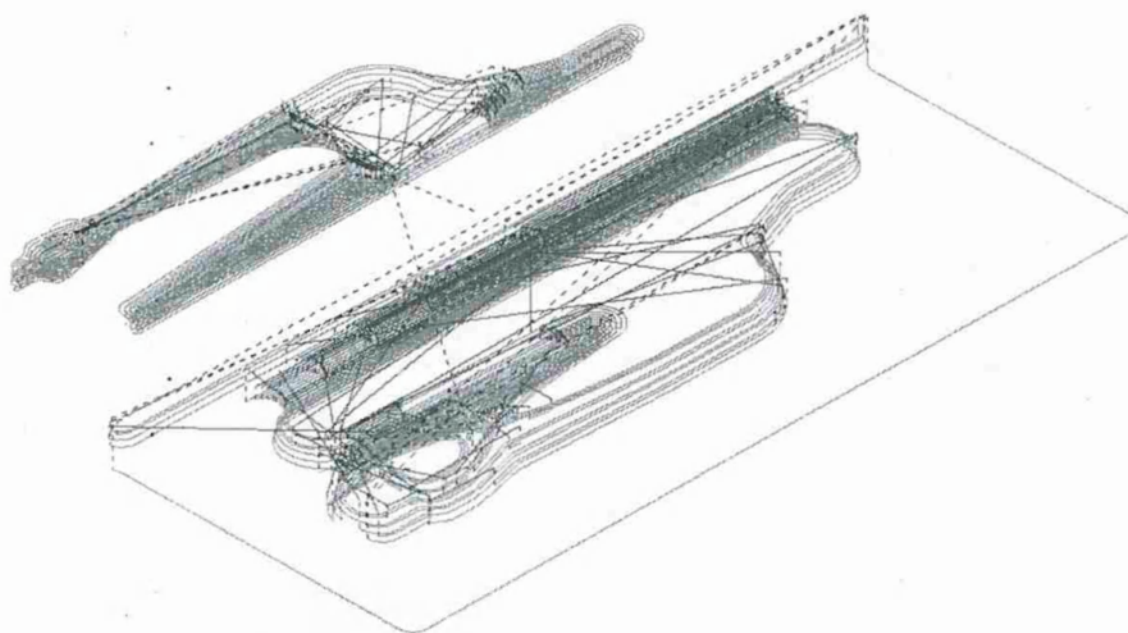
Тип: Модель

Направление: Авто

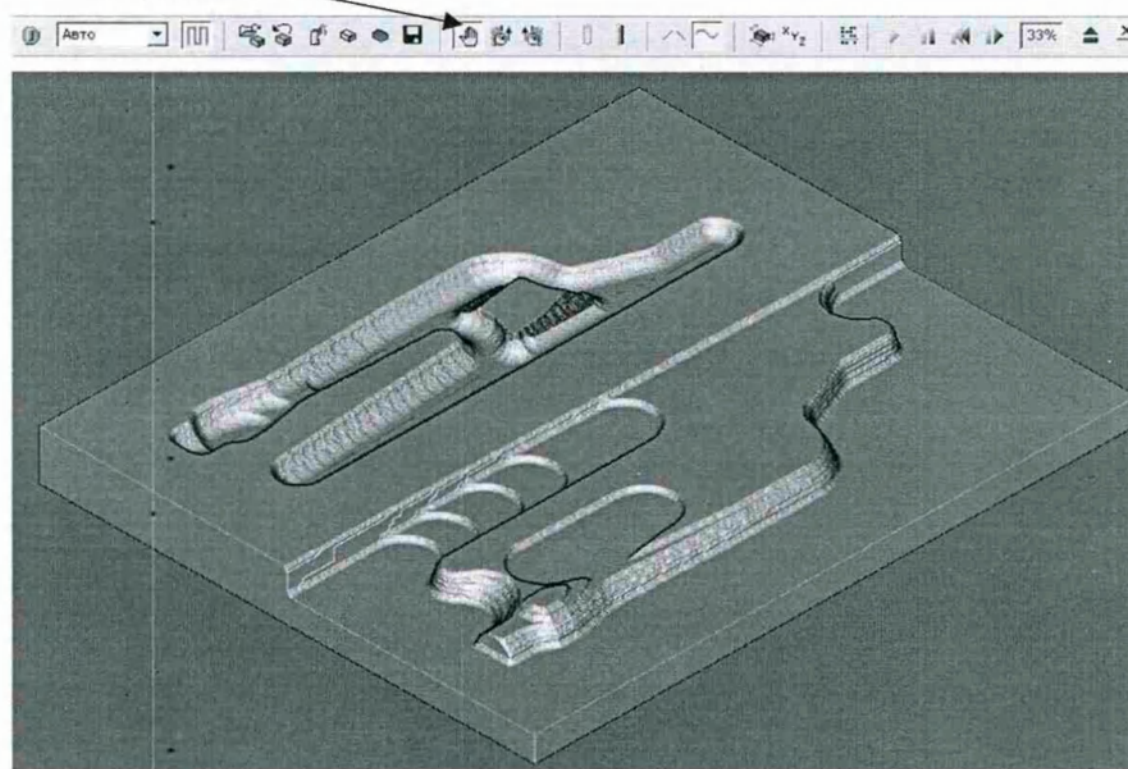
Предпочтение: Минимизировать пробег

Выполнить Принять Отмена

- Траектория доработки будет выглядеть как на рисунке:



- Выполните имитацию во ViewMill'е последовательно первой и второй траектории, при этом должна быть включена остановка при ошибках.



Возникает множество сообщений о врезании в заготовку на ускоренной подаче, проблемные места закрашиваются красным цветом. Хотя траектория, при проверке, не

имеет зарезов во ViewMill'е видно, что инструмент работает не оптимально, и скорее всего сломается.

- **Создайте Модель Материала и выполните в ней Заготовку и траекторию Roughing, Вычислите Модель Материала.**
- Щелкните по значку траектории **Roughing** правой кнопкой и выберите **Параметры**, чтобы открыть форму **Выборки Смещением**.
- Щелкните '**Создать новую Траекторию базируясь на текущей**'.
- Заполните формы как показано на рисунке и выполните ее.

Выборка Смещением [обработка 3D Модели]

Имя: Roughing_2

Инструмент: 10mm ball nose

Точности: Допуск: 0,1; Припуск: 0,5

Шар: # 1; Шар: 1,0

Шар по Z: Автоматический; 2,0

Учесть плоскости: Слой

Направление: Попутное

Граница: Центр фрезы

Обрезать: Внутри границы

Обход профиля: Когда: После; Направление: Любое

Финишный проход: На каждой Z; Припуск: 1,0

Фильтр: Фильтр: Меньше чем; Порог (ДФ): 2,0

Только с наклонным врезанием: ☒

Врезание на слой: Тип: Наклонное; Подвод снаружи: ☒

Отверстия: Шаблон; 2D Модель

Высокоскоростная обработка (HSM): ☒ Сглаживание профиля; Радиус углов (ДФ): 0,050

Переходы: Плавно

☒ Величина сглаживания: 25 %

☐ Избегать перегрузки фрезы: 10 %

☒ Доработка: Модель Материала: 1

Искать материал толще чем: 0,0

Перекрытие: 0,0

☐ Использовать предыдущие Высоты

Порядок XY: ; Порядок Z: Карман

Тип: Модель

Направление: Авто

редоплечение: Минимизировать пробег

Выполнить Принять Отмена

Выполните анимацию траекторий **Roughing** и **Roughing_2**, с проверкой ошибок. Можно увидеть, что доработка полностью учитывает реальное состояние заготовки и больше не допускает врезания на ускоренной подаче.

Заготовка, используемая в черновой обработке

При расчете траектории выборки требуется, чтобы центр фрезы был в пределах заготовки. Поэтому если требуется обход модели снаружи, в экспертной части формы требуется включить опцию **Разрешить выход за заготовку** (По умолчанию включена)

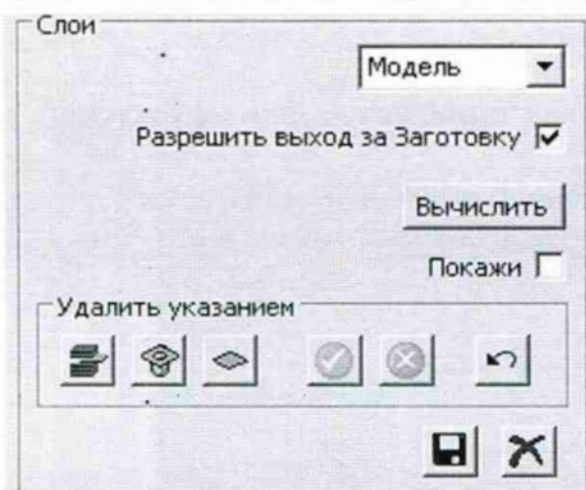
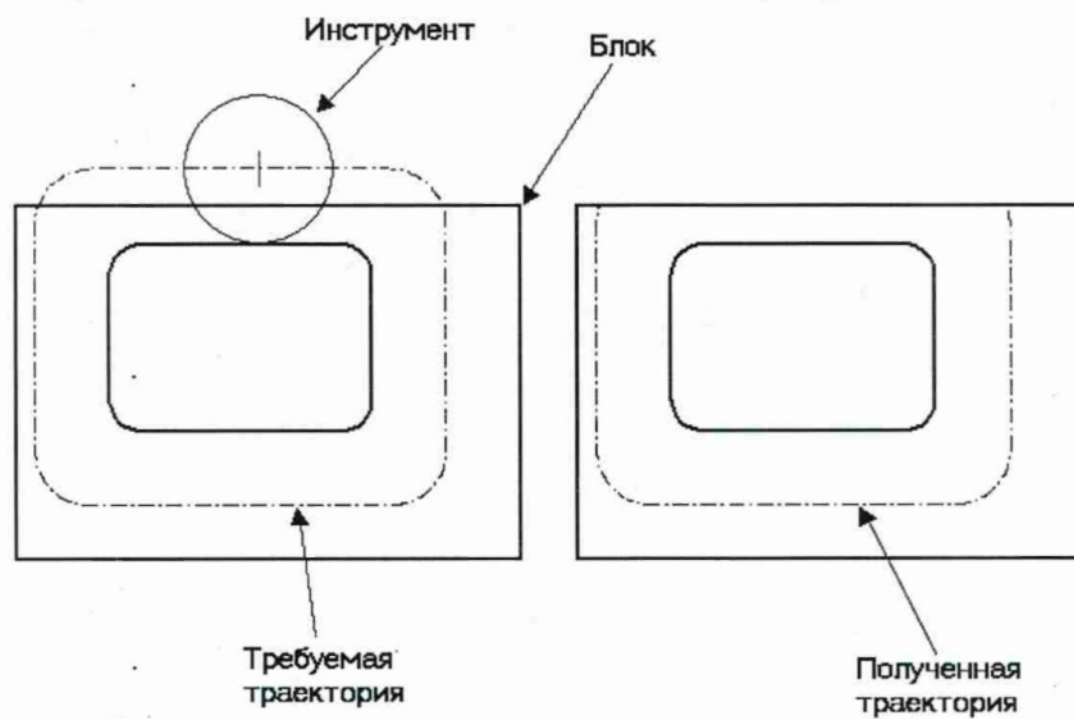


Иллюстрация ниже показывает это. Эта тема оставлена без примера.



Заготовка произвольной формы

Заготовка определяет размеры зоны обработки. Заготовка может быть представлена 4 способами, в зависимости от сложности формы:

- **Блок:** Заготовка ограничена минимальными и максимальными значениями (габаритами) и представляет собой параллелепипед.
- **Цилиндр:** Аналогично предыдущей, ось цилиндра совпадает с осью **Z**.
- **Контур:** Заготовка задается контуром (из внешнего файла) в XY-плоскости и толщиной.
- **Модель:** Трехмерной триангулированной моделью в формате DMT, STL, TRI. Кроме этого имеются прямые трансляторы для форматов IGES, VDA, ProENGINEER (*.prt), CATIA (*.fic и *.model), ACIS (*.sat)
- **Граница:** Заготовка задается контуром, определенным текущей границей, и толщиной.

Щелчок по кнопке  вызывает форму **Заготовка**, в которой можно выбрать требуемый способ.

Преимущества задания заготовки произвольной формы:

Для черновой обработки траектория может быть ограничена в пределах заготовки.

Для чистовой обработки граница может быть определена сечением блока.

При вычислении траектории движения инструмента анализироваться будет только область модели в пределах заготовки. Это может уменьшить время вычисления траекторий.

Типы заготовок определяются полем **Задаст в Форме заготовки**. Доступные опции объясняются ниже.

Блок

Эта опция должна быть выбрана, если заготовка прямоугольный блок, который может быть определен минимальными и максимальными XYZ-значениями. Щелчок по кнопке **Вычислить** даст соответствие габаритов заготовки с габаритами модели.

Контур

Этот тип заготовки может быть использован, если имеется двухмерный каркас (контур). Каркас может быть создан из границы, слоя, траектории или импортирован из PowerSHAPE.

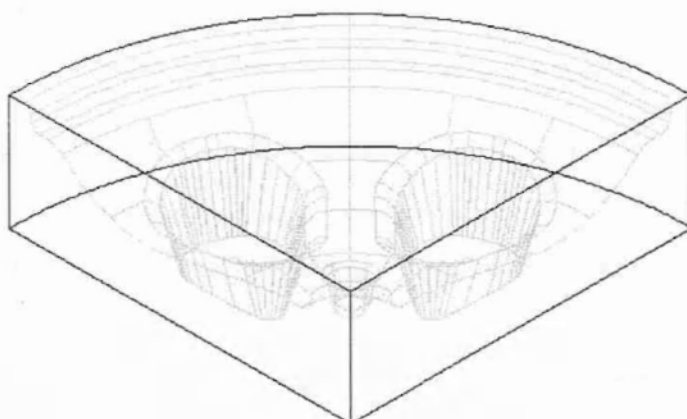
Возьмите триангулированную модель 'wheel_segment'.

Откройте Форму заготовки .

Выберите в поле **Задается** опцию **Контур**. Изображение иконки  теперь становится активным. Щелкните его и выберите файл каркаса 'wheel_segment.pic'.

Теперь мы должны задать заготовке толщину, чтобы закончить ее определение. Можно ввести ваши собственные координаты Z или задать размер заготовки по высоте модели.

Щелкните по кнопке **Вычислить**, чтобы задать значение Z по модели.



Модель и заготовка должны выглядеть как показано ниже.

Правила для использования контура

Контур должен быть замкнутым.

3-мерные каркасы проецируются на XY -плоскость.

Модель

Этот тип заготовки может использоваться, если заготовку нужно определить 3-мерной триангулированной моделью (например, если в качестве реальной заготовки выступает отливка, размеры которой приблизительно схожи с размерами конечного изделия).

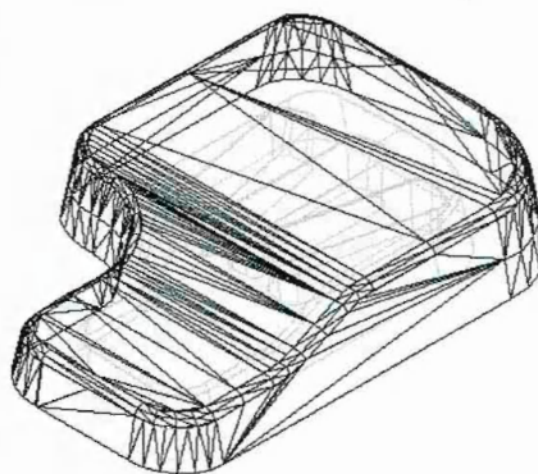
Откройте модель 'mouse' через **Файл-Примеры**.

Откройте **Форму заготовки**, и выберите в поле **Задается** опцию **Модель**. Щелкните иконку и выберите '3dblock.tri'.

Модель и блок будут показаны как на рисунке ниже.

Правила использования 3-хмерной модели

Данные могут быть прочитаны из форматов DMT, TTR, STL, TRI. Кроме этого имеются прямые трансляторы для форматов IGES, VDA, ProENGINEER (*.prt), CATIA (*.fi c и .model), ACIS (*.sat)



Граница

Заготовка может также быть определена границей, которая была рассчитана или создана как эскиз. Это особенно полезно для изоляции определенных зон обработки, чтобы уменьшить время вычислений, как показано в нижеследующем примере.

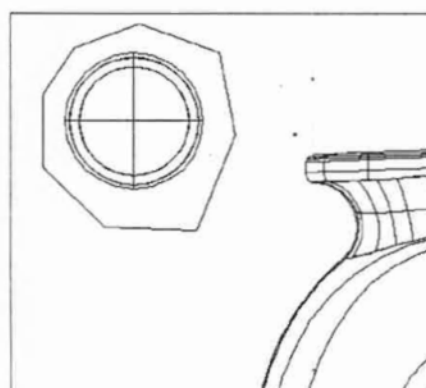
Возьмите модель 'powerdrill' из **Файл - Примеры**. Поставьте вид **Вдоль Z**.

Определите заготовку, выбрав в поле **Задаст** опцию **Блок** и щелкните кнопку **Вычислить** с нулевым припуском.

В этом примере выполним обработку по стратегии с постоянной Z только вертикальной бобышки.

Щелкните правой кнопкой мыши в дереве по **Границы**. В контекстном меню выполните **Создать границу – Произвольная**. В

появившемся окне нажмите кнопку **Эскиз** . Набросайте эскиз границы вокруг вертикальной бобышки, как показано ниже. Нажмите **Принять** когда закончите.



Зададим шаровую фрезу диаметром 10 мм.

Создадим чистовую траекторию по стратегии **С постоянной Z**, отметив в поле **Учесть границу** опцию **Внутри**, оставшиеся параметры задайте на свое усмотрение.

Хотя траектория посчитана только для ограниченной области, сначала была проанализирована вся модель. Если же заготовка создается из границы, только часть модели внутри заготовки будет проанализирована, таким образом ускоряются вычисления.

Откройте форму **Заготовка** и выберите опцию **Граница**. Теперь нам нужно задать толщину заготовки. Нажмите кнопку **Вычислить** для установки толщины заготовки по модели.

Создайте траекторию **С постоянной Z**.

Время вычисления должно быть значительно уменьшено. Эта техника чрезвычайно полезна, если вы имеете большие сложные модели или желаете рассмотреть только отдельные зоны.

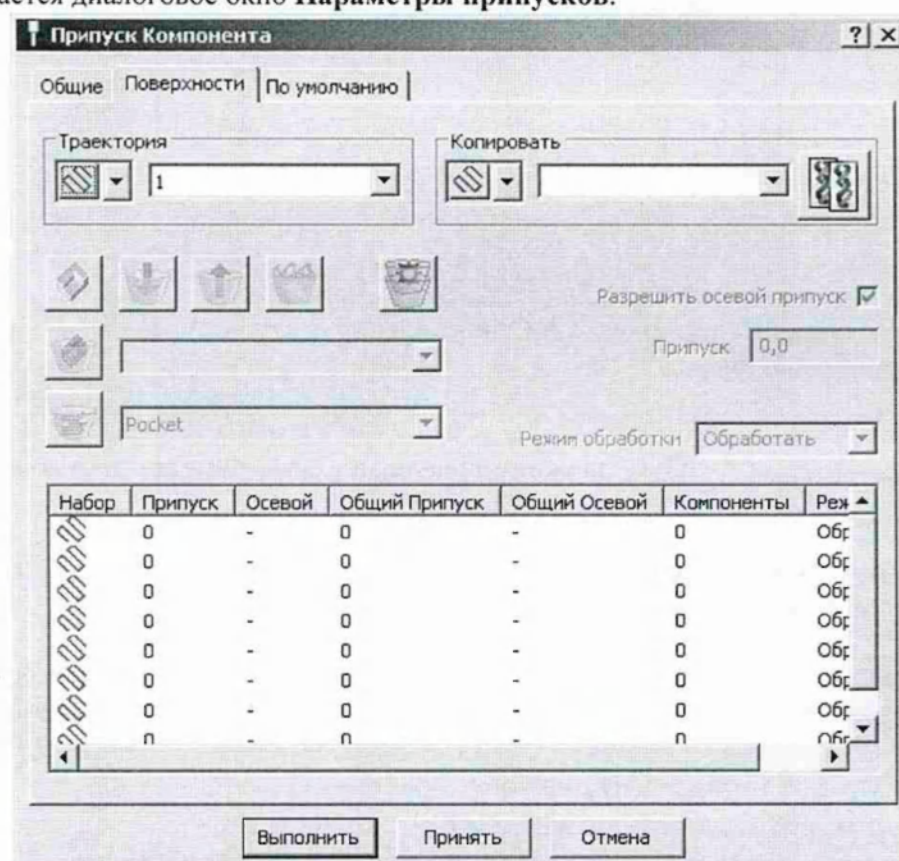
Обратите внимание: заготовка, определенная границей не может быть автоматически изменена, когда вы удаляете, вычисляете или делаете эскиз новой границы.

14. Параметры припусков

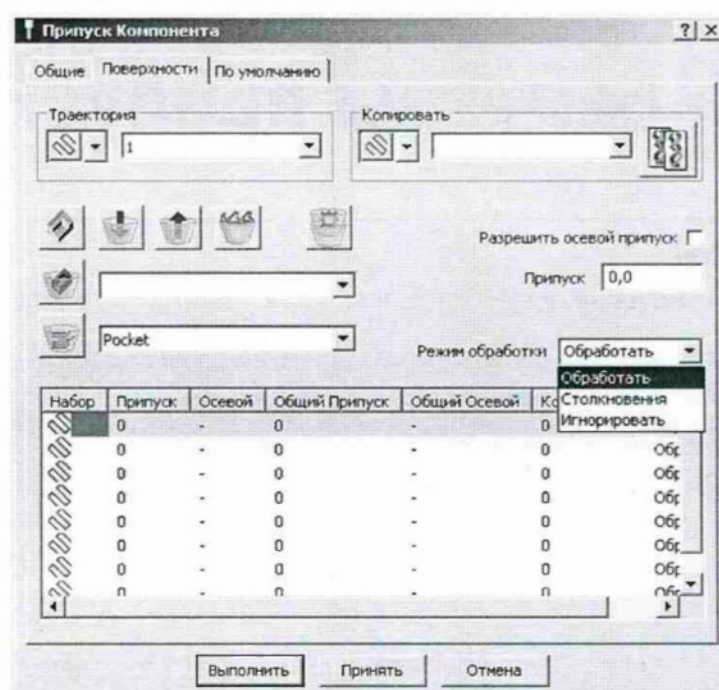
Припуски

Параметры припусков могут использоваться в траекториях и при вычислении границ.

Припуски могут быть назначены через кнопку на главной панели инструментов . Открывается диалоговое окно **Параметры припусков**.



Вкладка **Поверхности** позволяет (поверхностям, телам и границам) назначить разный припуск (Осевой и Радиальный). Это означает, что для разных стратегий на компоненты можно задавать разный припуск. Большая часть опций недоступна, пока не выбран набор с припусками. На вкладке **По умолчанию** задаются припуска, которые действуют для всех траекторий и границ.



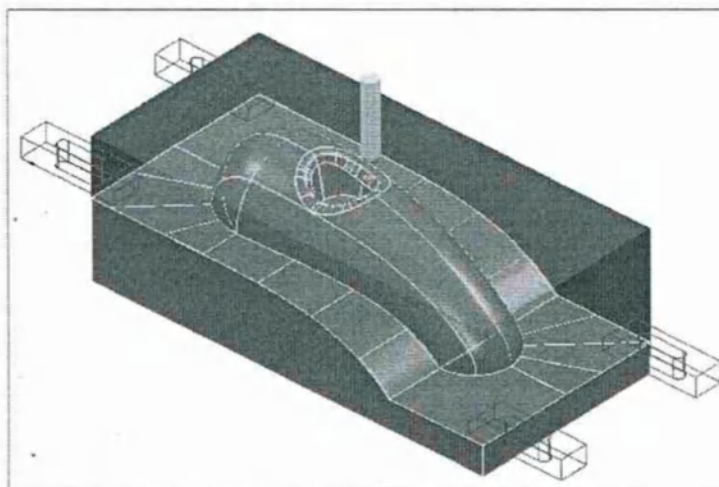
Другие важные опции **Игнорировать** и **Столкновения** доступны из выпадающего списка **Режим обработки**:

Обработать - (по умолчанию) для компонентов, которые обрабатываются в траектории.

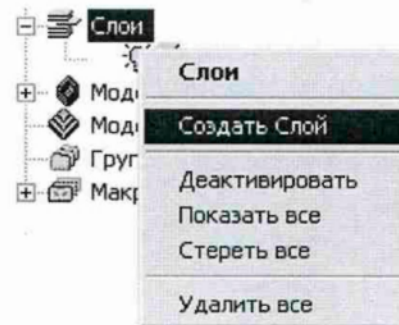
Столкновения - для компонентов, которые не обрабатываются, но должны быть учтены (например прижимы и поднутрения при 5-ти осевой обработке).

Игнорировать - для компонентов, которые невидимы для обработки, траектория может проходить сквозь них (например направляющие поверхности для обработки).

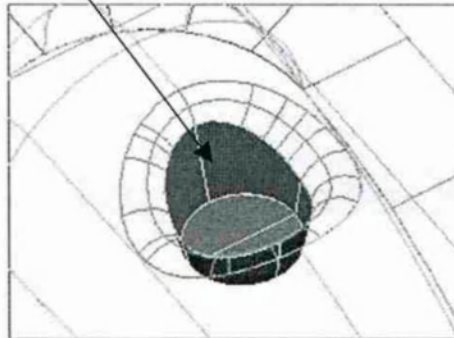
- Удалите все и сбросьте диалоги.
- Импортируйте модель **cowling with clamps.dgk**.
- Вычислите заготовку для компонентов, как показано ниже.



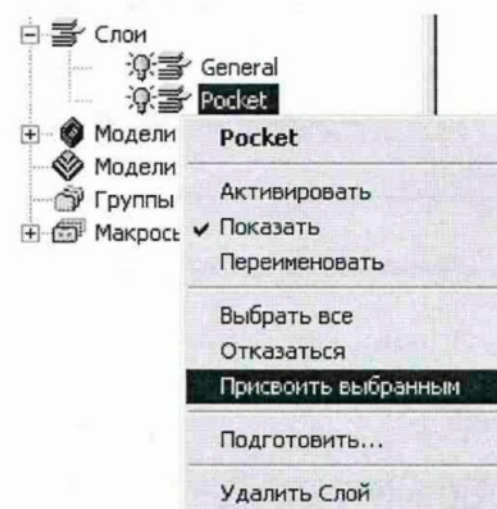
- Создайте шаровую фрезу диаметром 8мм.
- Создайте новый слой с именем **Pocket**.

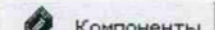


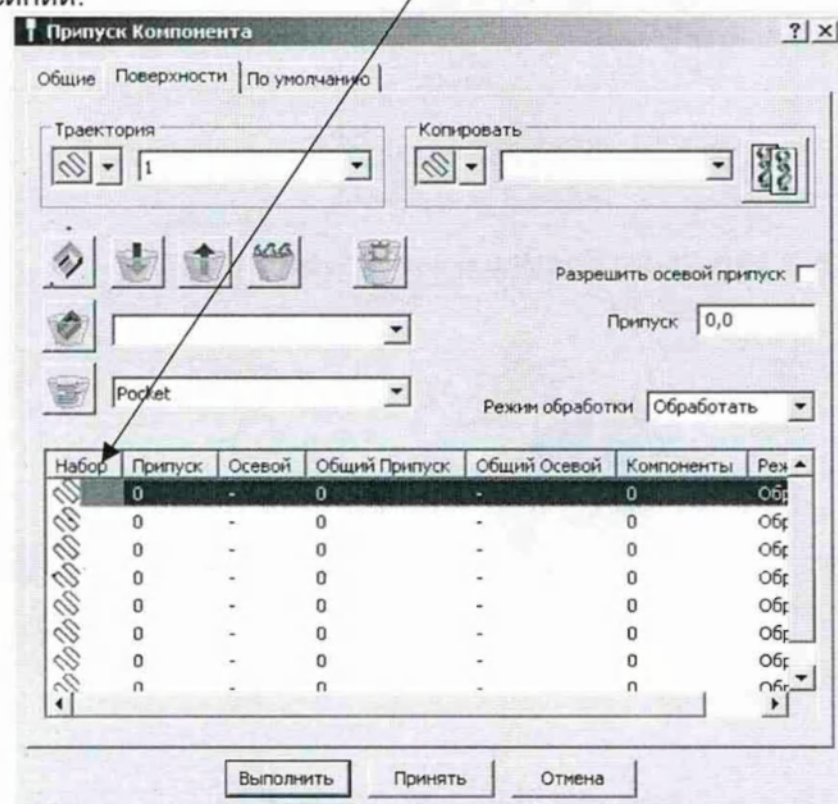
- Выберите поверхности **Кармана**, как показано ниже.



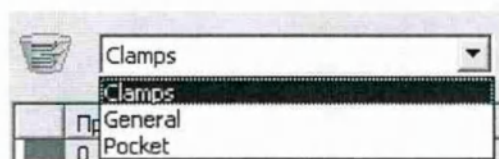
- Присвойте выбранные поверхности слою **Pocket**.



- Создайте новый слой с именем **Clamps**.
- Выберите только поверхности прижимов и поместите их на новый слой.
- Откройте форму чистового растра.
- Щелкните **Припуск**  вкладку **Компоненты** .
- Щелкните по первому набору припусков, цвет изменится на синий.

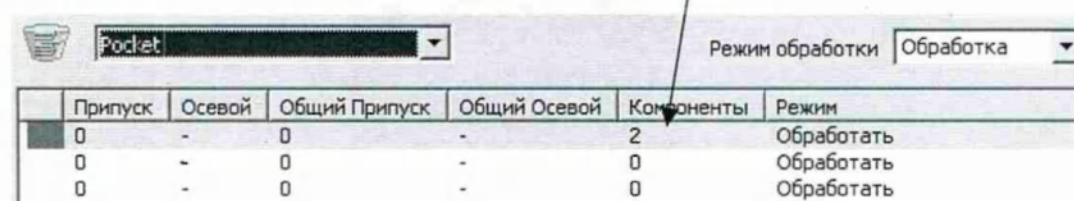


- Выберите **Pocket** из выпадающего меню **Выберите слой**



- Щелкните **Добавить** компоненты слоя.

Количество компонентов в наборе изменится с 0 на 2.



- Аналогично добавьте слой **Clamps**.

Компоненты Clamps добавлены к компонентам Pocket, общее количество **46**.

Clamps						Режим обработки
						Обработка
Припуск	Осевой	Общий Припуск	Общий Осевой	Компоненты	Режим	
0	-	0	-	46	Обработать	
0	-	0	-	0	Обработать	
n	-	n	-	n	Обработать	

- Выберите **Столкновения** из ниспадающего списка **Режим обработки**.

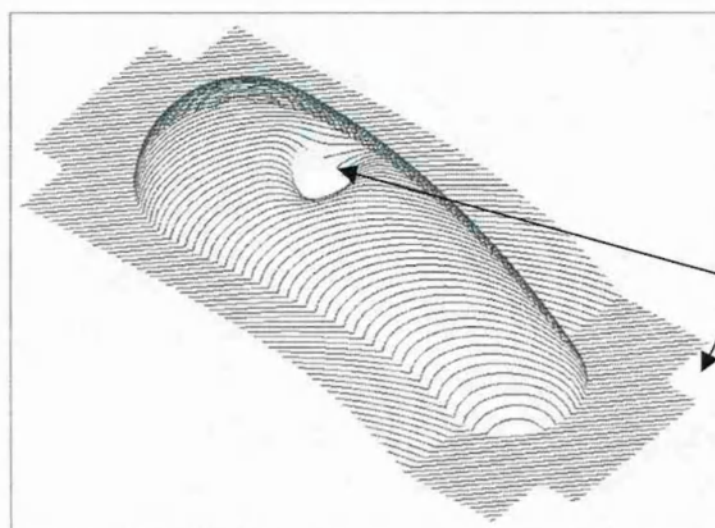
Clamps						Режим обработки
						Обработка
Припуск	Осевой	Общий Припуск	Общий Осевой	Компоненты	Режим	
0	-	0	-	46	Обработать	Столкновения
0	-	0	-	0	Обработать	Игнорировать

- Щелкните **Закраска Припусков**



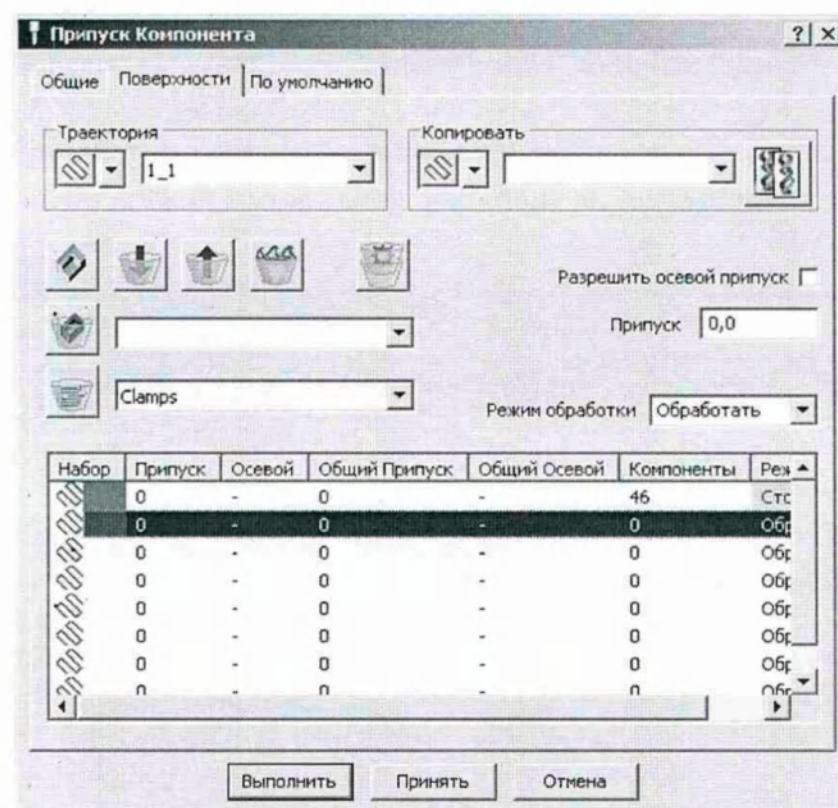
Компоненты входящие в набор будут окрашены синим цветом (либо цветом другого набора), все остальные белым (белый цвет означает, что компонент не включен ни в один набор).

- Нажмите **Принять**.
- Задайте **Шаг 2, Угол 45** и короткие переходы **По поверхности**.
- Вычислите траекторию.

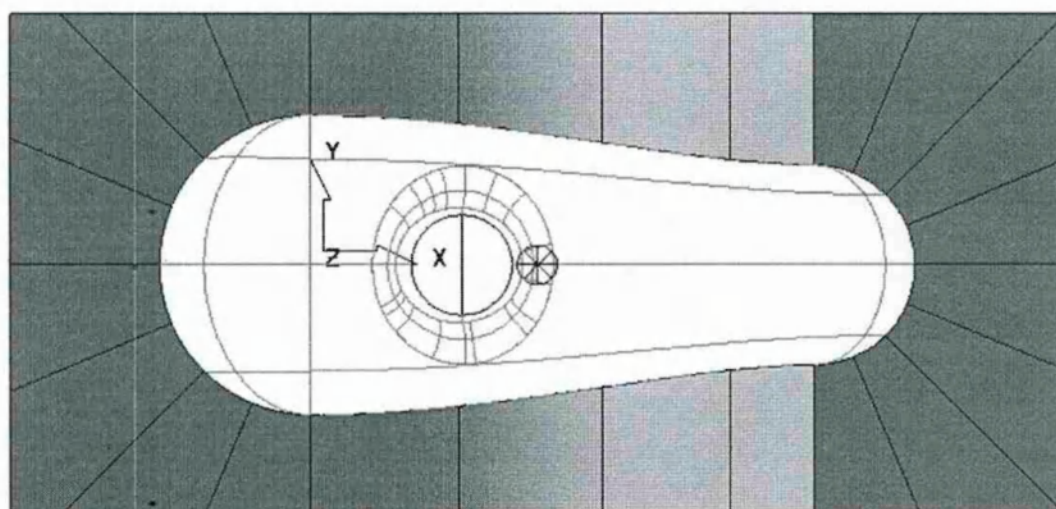


Траектория распознала компоненты кармана и прижимов как участки столкновения и исключила их из обработки.

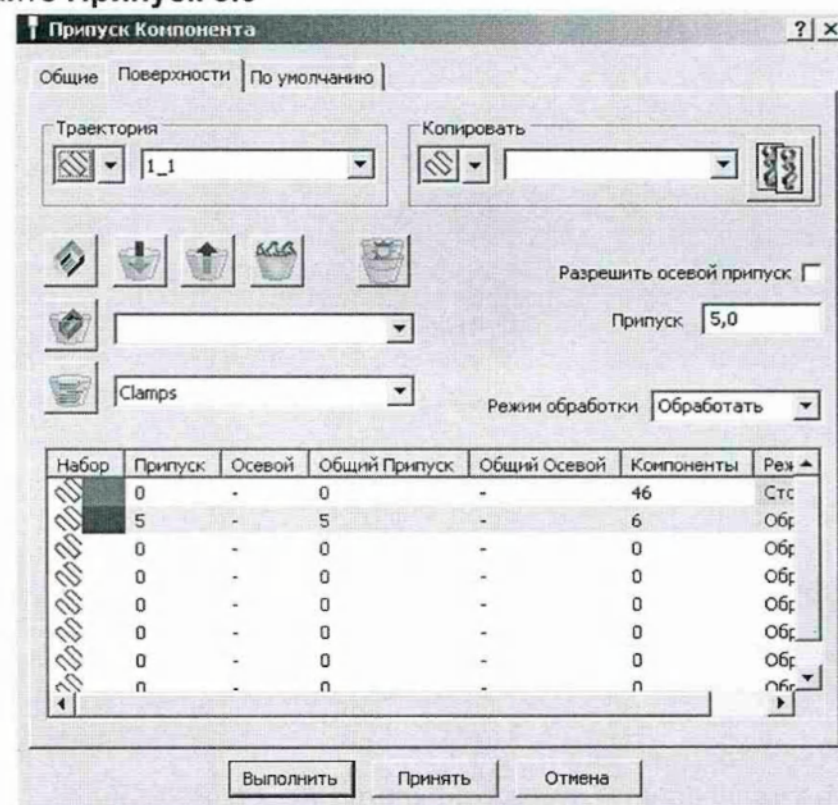
- Выберите **Параметры** траектории и создайте копию траектории.
- Щелкните кнопку **Припуски**  перейдите на вкладку **Поверхности**
- Щелкните по второму набору припусков



- Пока форма открыта, выберите поверхности как показано ниже.

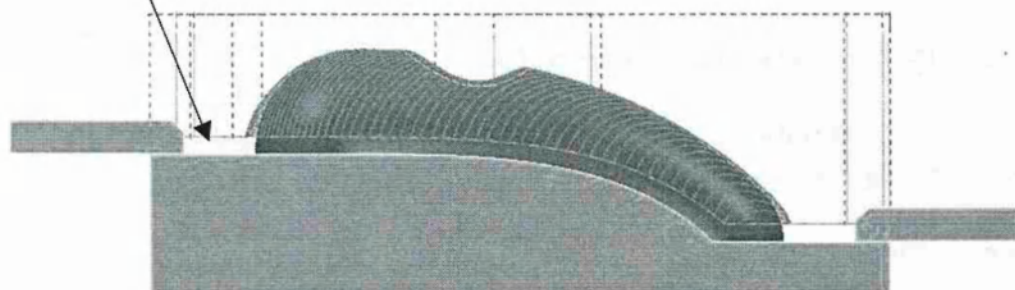


- Щелкните **Добавить компоненты**,  чтобы добавить выбранные поверхности в новый набор (Количество компонентов набора изменится на количество выбранных компонентов).
- Задайте **Припуск 5.0**



- Нажмите **Принять** и вычислите траекторию

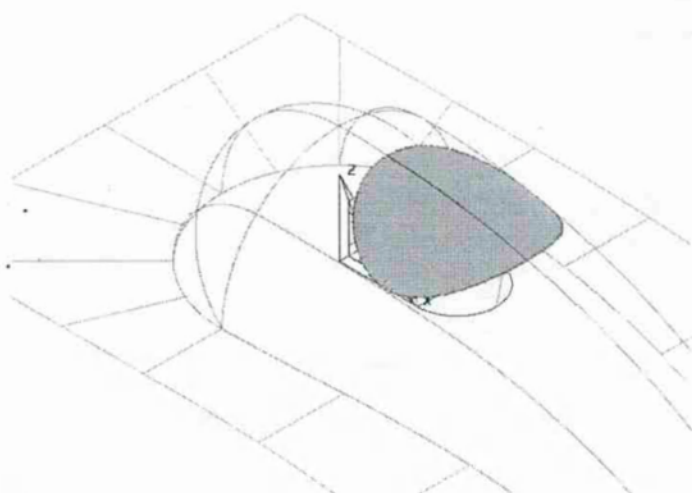
Припуск 5мм был оставлен только на тех поверхностях, которые входили в набор.



Остальные компоненты были обработаны с нулевым припуском. Этот метод может быть применен для выключения граней пресс-формы

Карман и прижимы по-прежнему не обрабатываются.

- Импортируйте модель **Cowling_cap.dgk**



Модель cowling_cap.dgk это одна поверхность, которая закрывает карман. При импорте создается новый слой с именем 'surfaces'.

- Откройте **Параметры траектории 1_1**.
- Скопируйте траекторию и откройте вкладку **Компоненты**.
- Выберите первый набор, в который входит **46** компонентов (**синий**).

	Припуск	Осевой	Общий Припуск	Общий Осевой	Компоненты	Режим
	0	-	0	-	46	Столкновения
	5	-	5	-	6	Обработать
	0	-	0	-	0	Обработать

- Щелкните **Исключить все компоненты**. 
- Выберите второй набор, в который входит **6** компонентов (**пурпур**) установите **Припуск 0** и щелкните **Исключить все компоненты**

Поля теперь пусты.

	Припуск	Осевой	Общий Припуск	Общий Осевой	Компоненты	Режим
	0	-	0	-	0	Столкновения
	0	-	0	-	0	Обработать

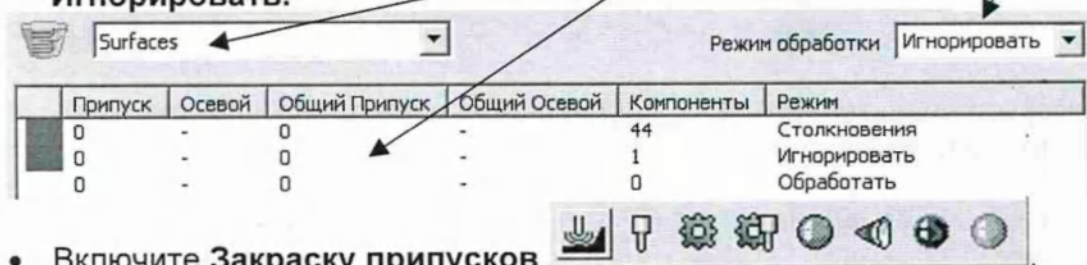
- Выберите этот набор.
- Выберите первый набор и поместите на него компоненты только со слоя **Clamps**.
- Нажмите **Принять**.

Присвоено только 44 компонента.

- Вычислите траекторию.

Карман не обрабатывался, поскольку был закрыт крышкой.

- Выберите **Параметры** новой траектории и скопируйте ее.
- Откройте вкладку **Компоненты**.
- Выберите второй набор (пурпур).
- Поместите в набор слой **Surfaces**, **Режим обработки** установите **Игнорировать**.

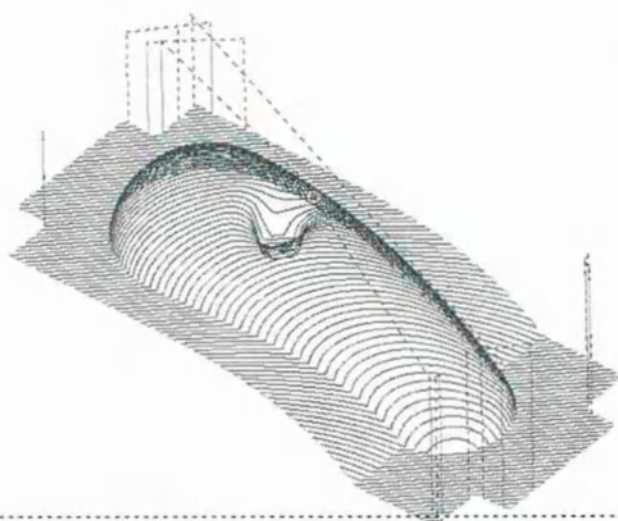


	Припуск	Осевой	Общий Припуск	Общий Осевой	Компоненты	Режим
	0	-	0	-	44	Столкновения
	0	-	0	-	1	Игнорировать
	0	-	0	-	0	Обработать

- Включите **Закраску припусков**

Поверхности прижимов должны быть синими, а крышки - пурпурным.

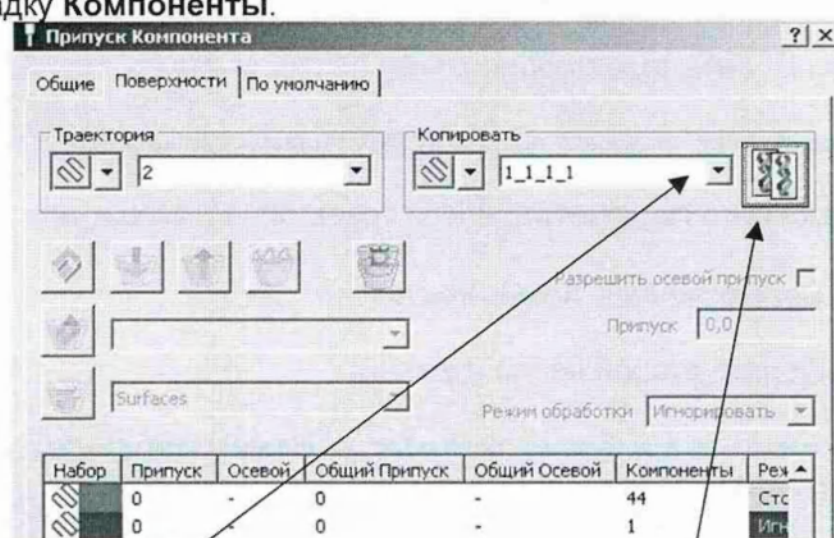
- Вычислите траекторию.



В этот раз крышка была проигнорирована и карман был обработан. Этот метод широко используется в 5-ти осевых операциях когда ссылочная поверхность используется только для ориентации инструмента и игнорируется при обработке.

Различные траектории могут быть рассчитаны с использованием наборов припусков компонентов использованных в других траекториях.

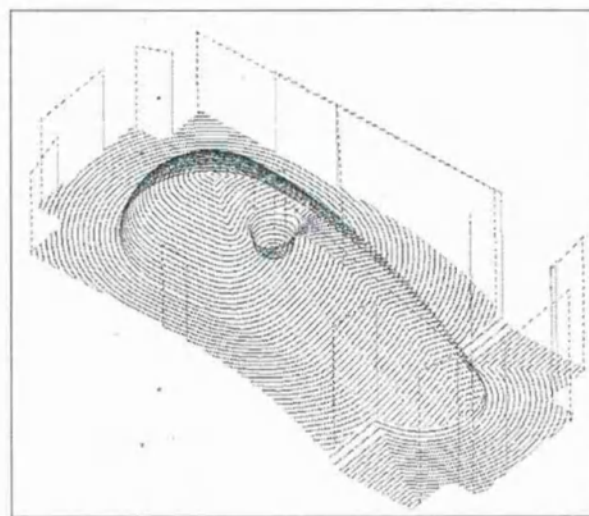
- Откройте форму стратегии **Оптимизированная Z**.
- Откройте вкладку **Компоненты**.



- Выберите траекторию **1_1_1_1** из ниспадающего списка, затем **Копировать припуски**.

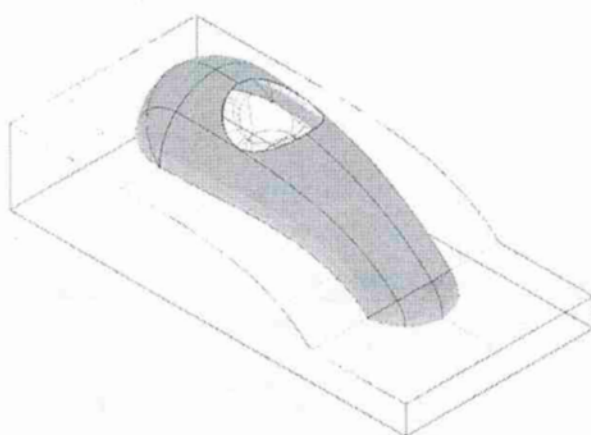
Наборы припусков с параметрами обработки и значениями припусков будут полностью скопированы из траектории **1_1_1_1**.

- Нажмите **Принять**.
- Сделайте **Шаг 2** и короткие переходы **По поверхности**, вычислите траекторию.



Рассчитана более эффективная траектория, инструмент движется с постоянным шагом по Z на стенках кармана и использует 3D Смещение на пологих участках. Зажимы по-прежнему исключены из обработки, а крышка кармана игнорируется.

- Удалите все траектории.

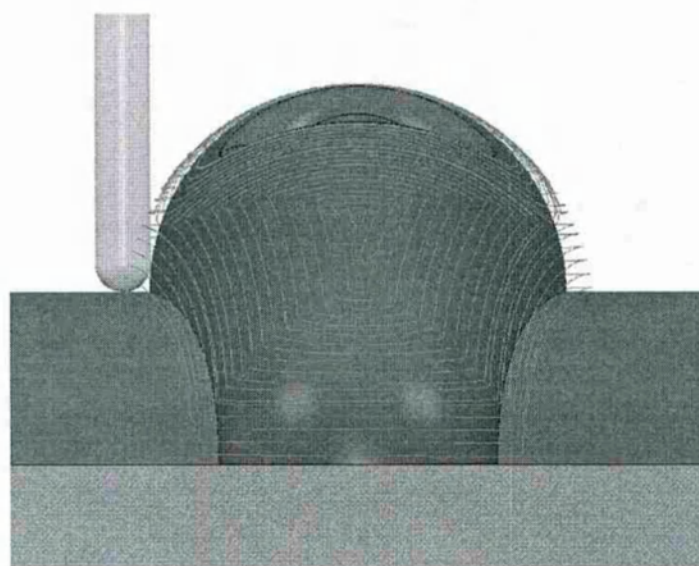


- Выберите поверхности как показано и создайте границу По выбранным поверхностям.

Граница показана без модели.

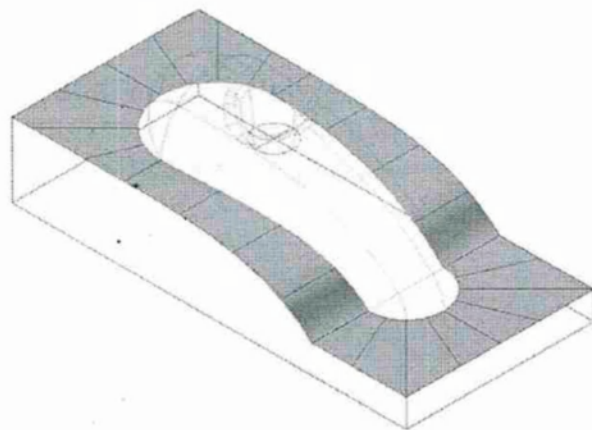


- Откройте форму чистового 3D Смещения.
- Сделайте Шаг 2, короткие переходы По поверхности, Обрезка оставьте Внутри границы и вычислите траекторию.
- Запустите анимацию.



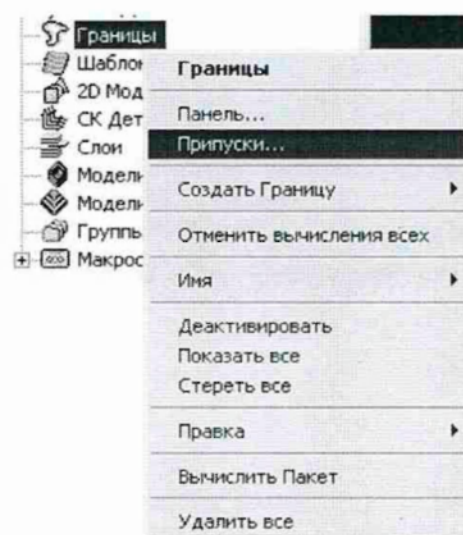
Инструмент касается поверхности разреза. Этого можно избежать установив контроль на столкновения с поверхностью разреза при вычислении границы.

- Удалите траекторию.

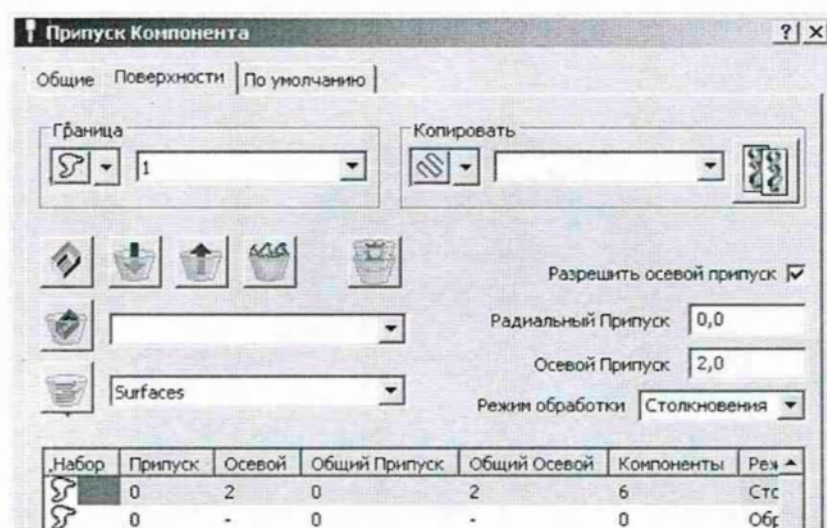


- Выберите грани пресс-формы.

- В проводнике щелкните правой кнопкой мыши по **Границам** и выберите из контекстного меню **Припуски**.



- Выберите первый набор и поместите на него выбранные компоненты.
- Установите **Режим обработки – Столкновения** и задайте **Осевой припуск 2мм**.

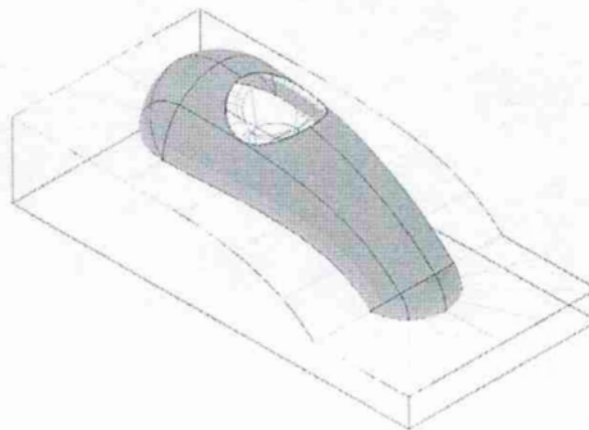


- Нажмите **Принять**.

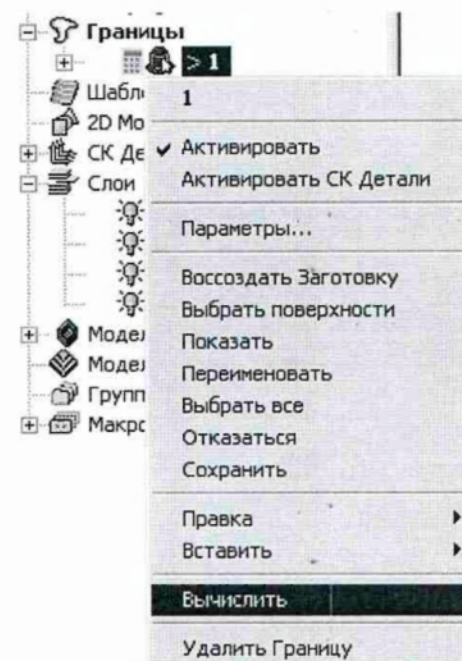
Изменение припуска сделает границу недействительной. Об этом говорит значок калькулятора. Граница должна быть вычислена заново.



- Выберите поверхности, как показано.

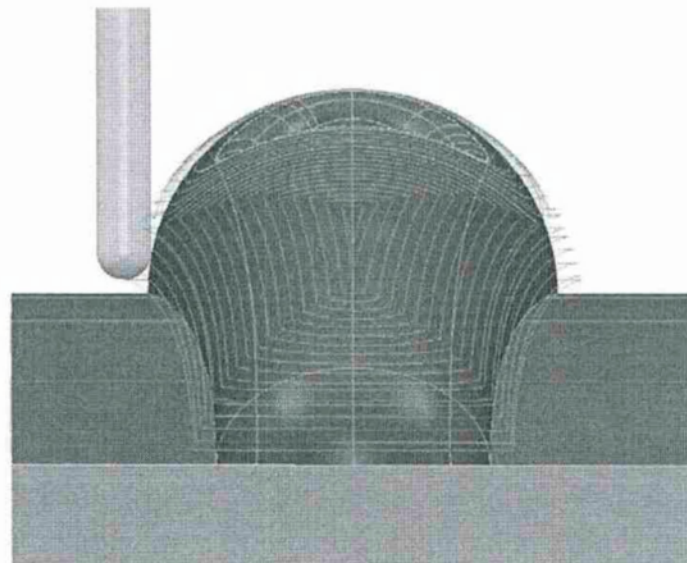


- В проводнике щелкните по границе правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню **Вычислить**.



- Откройте форму чистового 3D Смещения.

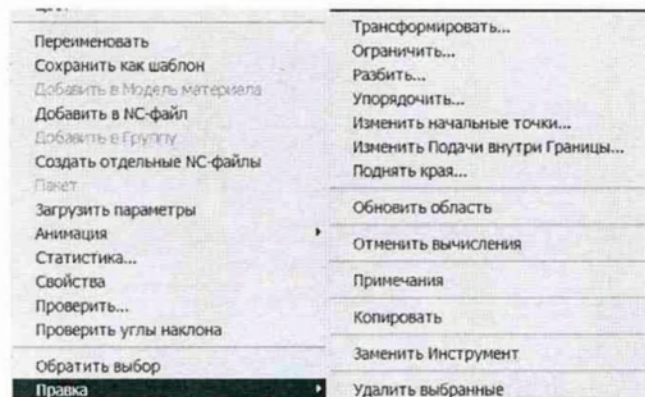
- Сделайте **Шаг 2**, короткие переходы **По поверхности**, **Обрезка** оставьте **Внутри границы** и вычислите траекторию.
- Запустите анимацию.



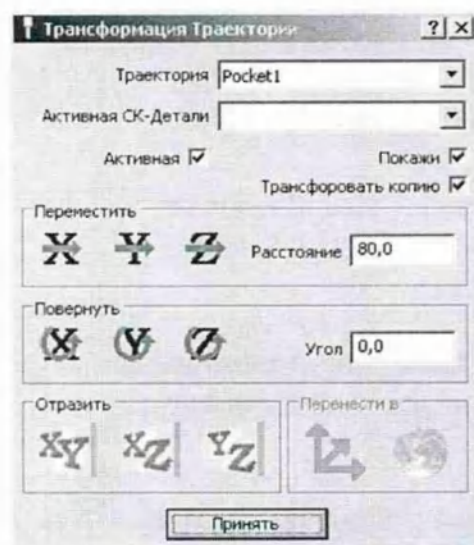
Граница была пересчитана с учетом осевого припуска 2мм на гранях пресс-формы.

15. Редактирование траекторий

PowerMILL включает в себя мощный редактор траекторий. Функции редактирования доступны в **Проводнике (PowerMILL Explorer)** из контекстного меню активной траектории (вызываемого правой кнопкой мыши) через пункт **Правка**.



Есть и другой способ – это вызвать панель редактирования. Она вызывается из контекстного меню **Траектория** (не каждая траектория, а вся категория) – **Панель**.



Панель появляется в нижней части экрана. Иконки этой панели активны только если выбрана активная траектория.

Правка - Трансформировать

Имеется 3 типа трансформации: отразить (mirror), переместить (move) и повернуть (rotate). Имейте в виду, что при операции зеркального отображения направление резания меняется на противоположное.

Рассмотрим пример.
Откройте модель **yoghurt tray.dgk** из каталога с примерами.

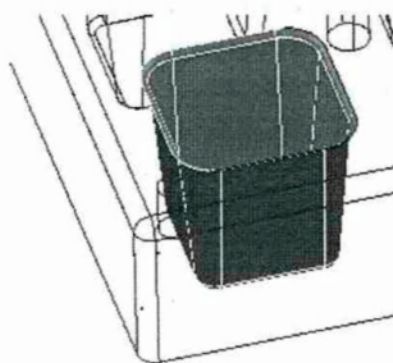
Это многоместная матрица для формования стаканчиков для йогурта.

Мы рассчитаем траекторию для одной (нижней левой) ячейки используя границу **По выбранным поверхностям (Selected Surface Boundary)**.



- Задайте заготовку габаритами.
- Создайте шаровую фрезу диаметром **10mm** длиной **70** с именем **d10**.

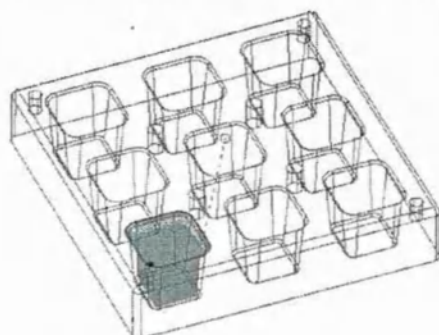
- Высоты безопасности и начальную точку задайте по заготовке.
- Выберите поверхности как показано.



- Создайте границу по выбранным поверхностям (**Selected Surfaces**).
- Установите параметр **Обкатка** и задайте допуск **0.02**.

Этот тип границы определяет зону обработки там, где при выбранных параметрах заданный инструмент находится в контакте с выбранными поверхностями (соседние невыбранные поверхности при этом также учитываются для обработки).

- Выполните форму.
- Создайте траекторию с именем **Pocket1** с помощью стратегии **Оптимизированная с постоянной Z**.



Полученную траекторию используем для обработки других карманов с помощью трансформации.

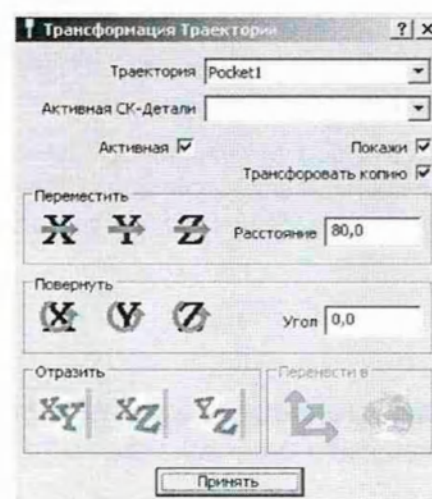
- Выполните анимацию траектории, чтобы определиться с направлением резания.

- Нажмите иконку трансформации

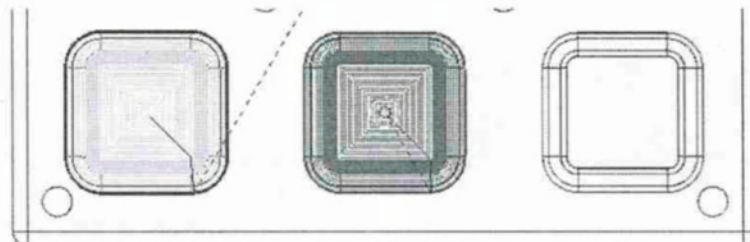


- В появившейся форме задайте **Расстояние** и введите расстояние **80мм**.

Если флаг **Трансформировать копию** установлен, то действие производится с копией, иначе перемещается оригинал.



- Нажмите . Затем **Принять**, отобразите обе траектории.



Новая траектория автоматически активизирована и ее имя **Pocket1_1** добавлено в дерево проекта.

Статус безопасности (желтая иконка со знаком вопроса) показывает, что для этой траектории проверка на зарезы не выполнялась.



- Из контекстного меню траектории выполните пункт **Проверить (Verify)**.



- Поле **Проверить** переключите на **Зарезы (Gouges)**.

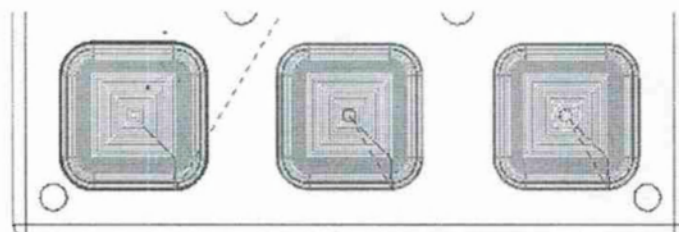
Имеется 2 опции для проверки: Столкновения (Collisions) и Зарезы. При контроле столкновений проверка идет относительно хвостовика и патрона. В режиме контроля зарезов идет проверка на базовый инструмент (хвостовик и патрон не учитываются).

- Выполните форму.



Статус безопасности показывает, что все ок.

- Сделайте еще одну копию из траектории **Pocket1_1**



2 новых траектории можно объединить с исходной.

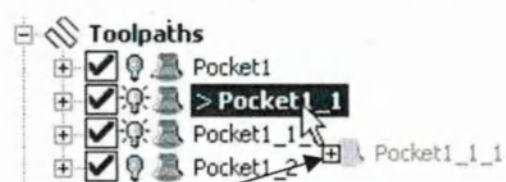
Важно – объединять можно только траектории, созданные одним и тем же инструментом и в одной

системе координат.

Перед объединением лучше сделать копию исходной траектории.

- Активизируйте траекторию **Pocket1** и выполните Правка - Копировать.

Новая траектория имеет имя **Pocket1_2**.



клавишу **Ctrl**.

В ответ на подтверждающий запрос ответьте **Да**.

- Для объединения нажмите и удерживая левую кнопку мыши перетащите траекторию **Pocket1_1_1**, на траекторию **Pocket1_1**, в момент отпускания кнопки нажмите

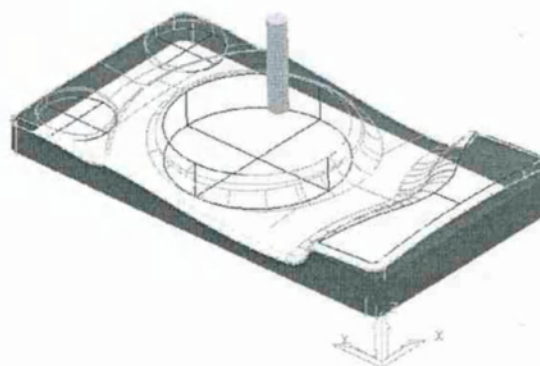
- Полученную траекторию объедините с траекторией **Pocket1**.

Ограничение траекторий (Правка – Ограничить)

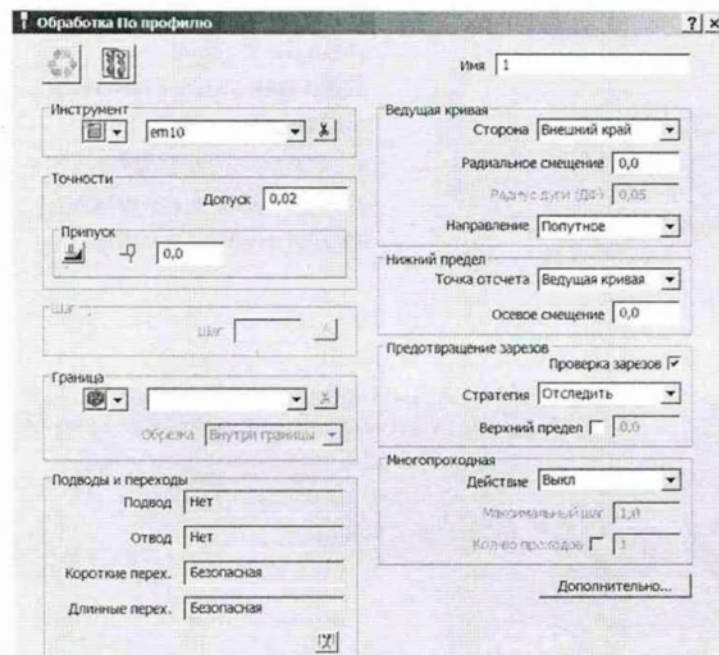
Для ограничения траектории можно использовать **Плоскость**, **Полигон** или **Границу**.

Ограничение плоскостью и полигоном

- Удалите все
- Откройте пример **speaker.dgk**.
- Рассчитайте заготовку габаритами, затем увеличьте ее на 20 мм только по **X** и **Y** (блокировав **Z**).
- Создайте концевую фрезу диаметром 10mm с именем **em10**.



- Выберите поверхность – стенку как показано.
- Рассчитаем траекторию с помощью профильной стратегии (**Profile**).



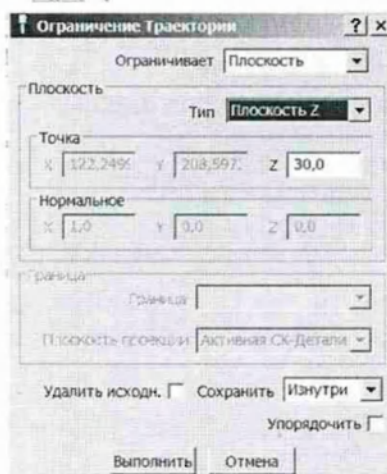
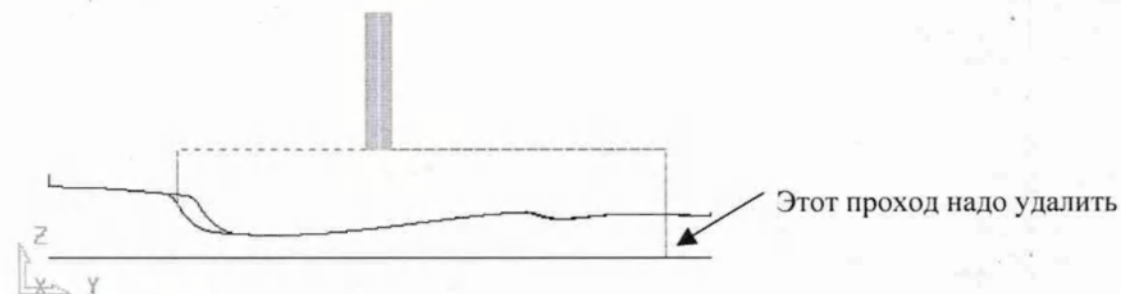
- Установите параметры как показано и выполните форму.

Стратегия По Профилю (**Profile**) обрабатывает выбранную часть модели вдоль ее кромок. В данном случае будет создано 2 прохода: вдоль нижней и верхней кромок.

Далее мы удалим верхний ненужный проход.

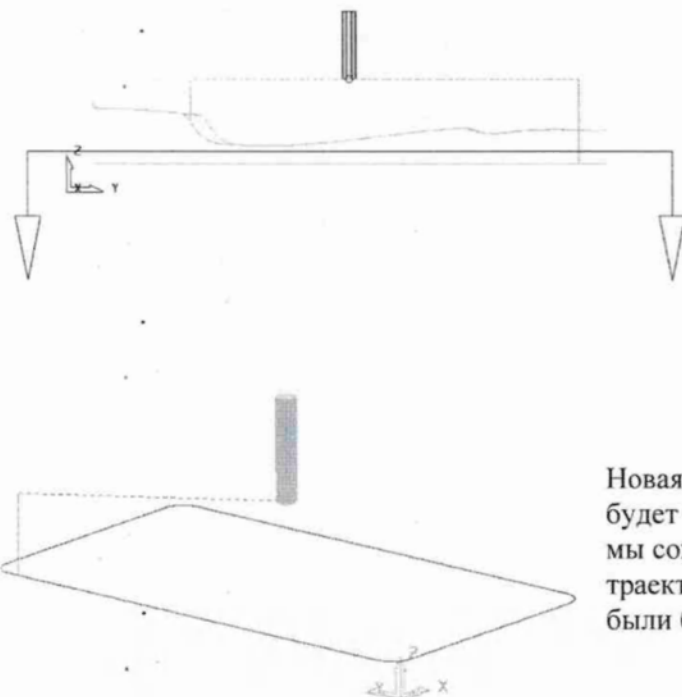
Ограничение плоскостью

- Погасите изображение модели.
- Установите вид по X.



- В контекстном меню траектории выполните **Правка - Ограничить**. Тип плоскости задайте – **Плоскость Z**.
- Следующая форма появится. Введите данные как показано, но пока не выполняйте форму.

В графическом окне появится изображение плоскости в заданной позиции, стрелки показывают какая сторона будет сохранена.

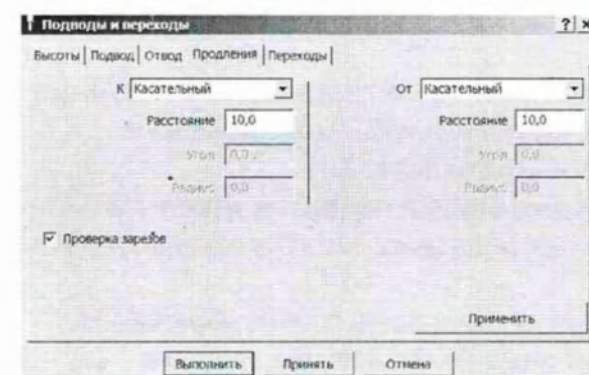
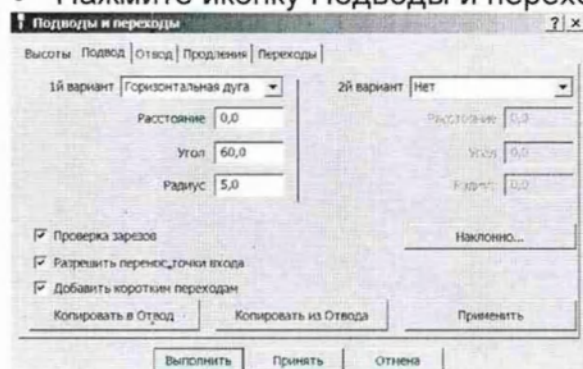


- Попробуйте изменить поле Сохранить. Стрелки на экране будут показывать нужное направление.
- Снова задайте сохранение изнутри и выполните форму.

Новая траектория получит имя '1_1' и будет автоматически выбрана. Если бы мы сохраняли обе части исходной траектории, то имена '1_1' и '1_2' были бы созданы.

Траектория создана, однако она не имеет подводов и отводов, обеспечивающих плавный выход инструмента на контур. Добавим подвод и отвод по горизонтальной дуге.

- Нажмите иконку Подводы и переходы



- Задайте параметры подвода как показано.
- Нажмите кнопку «Копировать в отвод» чтобы установки подвода были заданы и для отвода.
- Во вкладке Продления задайте продления касательно на 0 мм.
- Выполните форму.
- Сохраните проект как limiting



example, он нам еще понадобится.

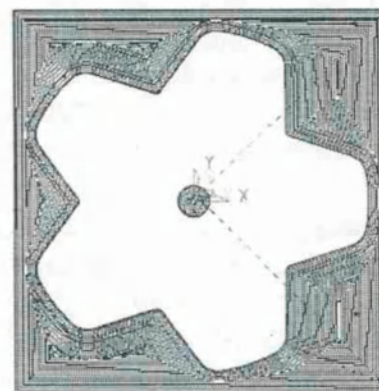
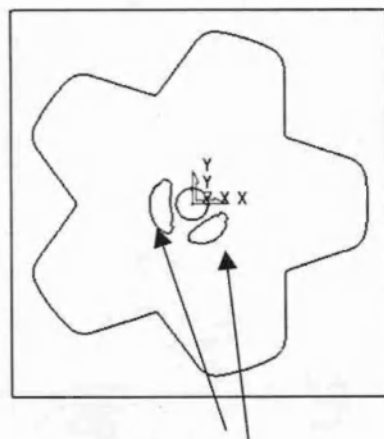
Ограничение полигоном

- Удалите все.
- Откройте модель **handle.dgk**.
- Рассчитайте заготовку габаритами с расширением **15 мм**.
- Создайте плоскость по размерам блока на уровне $Z=0$ В контекстном меню выполните **Модель – Плоскость – По заготовке**.
- В форме запроса координаты введите **0** и нажмите **Enter**.
- Создайте концевую фрезу диаметром **10 мм**.
- Задайте высоты безопасности по заготовке.
- Создайте пологую границу для угла **0** градусов.

Указанные сегменты нам не нужны – удалим их.

Выберите и удалите эти 2 сегмента.

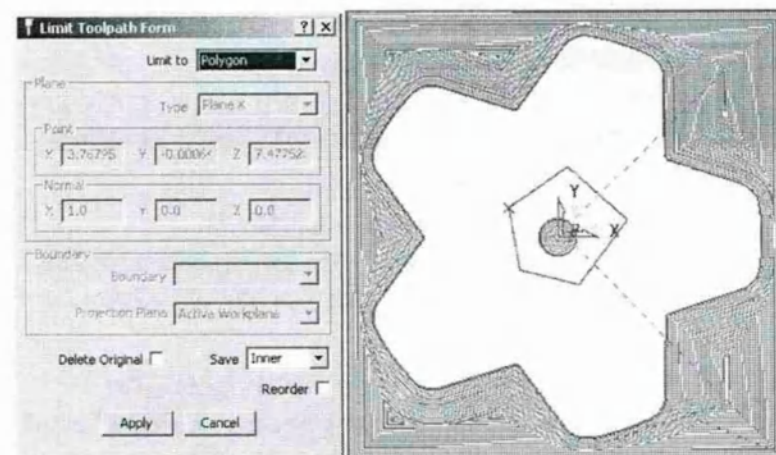
- Создайте траекторию с помощью стратегии **3D Смещение с шагом 1**,



спиральной опцией и попутным резанием.

- Установите вид по **Z**.

Предположим, что нам нужна только внутренняя часть траектории.



Для удаления лишних движений в данном случае используем ограничение полигоном.

- Выполните **Правка – Ограничить**, в появившейся форме задайте тип ограничения - **Полигоном (To Polygon)**.

- Мышкой набросайте полигон вокруг центральной части траектории как показано. Обратите внимание, что полигон всегда замкнут.

- Задайте сохранение внутренней области и выполните форму.



Новая траектория с именем 1_1 создана.

Опция **Сохранить оригинал** имеется, но даже если она не включена, траектория все равно переименовывается.

Важно: полигон располагается в плоскости экрана, для нормальной работы должна быть включена опция **Инструменты - Фильтр привязки – Везде**.

Изменение порядка следования проходов (Order) и направления резания (Direction)

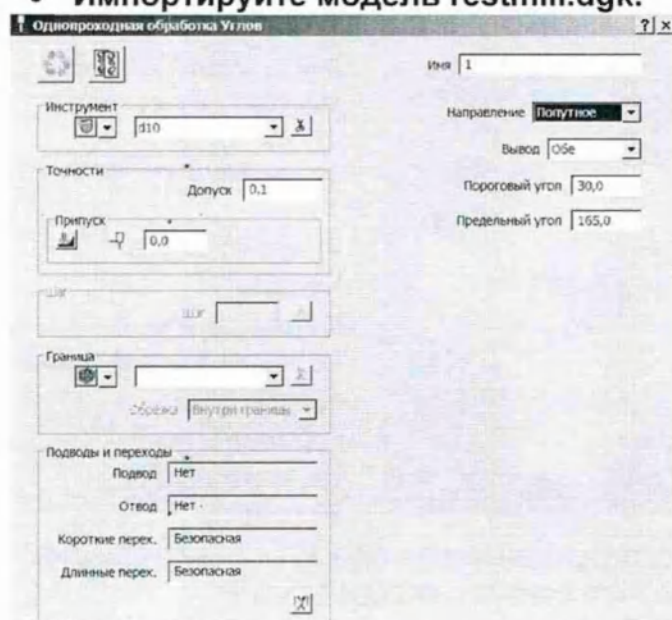
Для траекторий, содержащих переходы, порядок и направление сегментов может быть изменено. Например, если проходы следуют снизу вверх, то, изменив порядок следования проходов, можно выполнять обработку сверху вниз (без пересчета траектории). При этом направление резания можно оставить неизменным. Такие действия можно выполнять и для отдельных выбранных сегментов траектории.

Обычно такие операции выполняются для минимизации холостых ходов или для соблюдения рекомендаций по применению режущего инструмента (например, для высокоскоростной обработки).



проходов

- Удалите все.
- Импортируйте модель restmill.dgk.



- Задайте заготовку габаритами.
- Создайте шаровую фрезу диаметром 0 мм с именем 0

Карандашная (Угол однопроходный) стратегия будет использоваться для обработки.

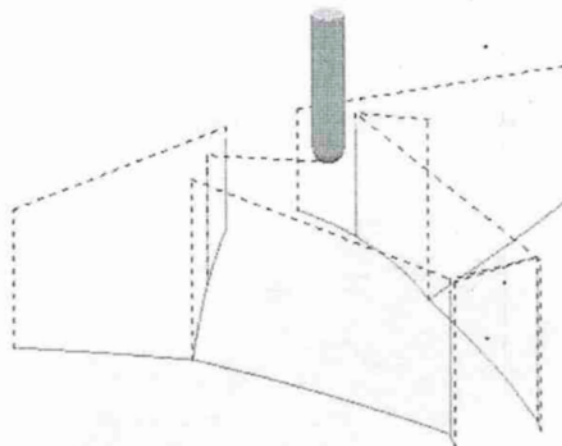
- Откройте форму для однопроходной обработки углов и заполните ее как показано.
- Выполните форму.

- Выполните анимацию траектории.

Изменим порядок следования проходов, чтобы сделать траекторию более эффективной.

- Нажмите иконку Упорядочить (**Reorder**) в линейке редактирования

траектории  или в контекстном меню Правка - Упорядочить.



Следующая таблица появится. Здесь каждый сегмент указан в порядке выполнения. Вы можете выбрать любой сегмент в таблице или графической области. Выбранный сегмент подсвечивается.

Удалить сегмент

Переместить в начало

Переместить на шаг

Переместить в конец

Реверс порядка

Реверс направления

Зигзаг

Если есть выбранные сегменты, то действие

производится над ними, если ничего не выбрано, то действие будет производиться над всей траекторией.

2 нижние иконки выполняют автоматическое упорядочивание с сохранением

направления резания (**Automatic Reorder**)  и автоматическое упорядочивание со сменой направления резания при необходимости (**Automatic Reorder and Reverse**) .

Они используются только для всей траектории и минимизируют холостые ходы.

- Попробуйте выбрать сегменты в этом окне или в графической области и переместить вручную.
- Выполните автоматическое упорядочивание траектории (результат лучше проверить с помощью анимации)

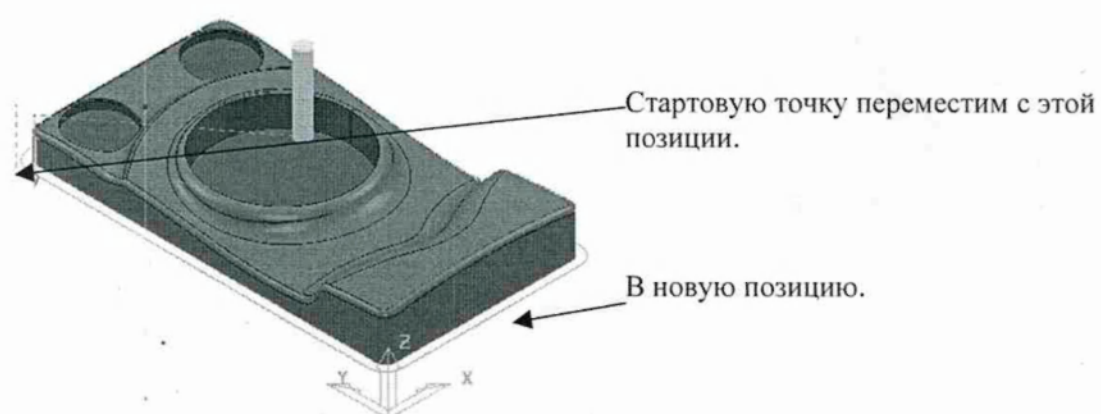
Порядок обработки					
#	Начальная точка	Конечная точка	Длина	Точки	
1	34,66, -26,81, 37,69	49,30, -41,89, 19,40	28,08	7	
2	152,27, -13,46, 26,71	154,52, -13,52, 24,16	3,46	4	
3	152,27, 17,25, 24,83	154,52, 16,92, 22,31	3,45	4	
4	34,70, 26,85, 37,67	49,29, 41,88, 19,40	28,01	7	
5	34,70, 26,85, 37,67	21,73, 12,83, 45,52	20,71	6	
6	37,67, 99,76, 35,06	152,27, 17,25, 24,83	167,39	24	
7	152,27, -13,46, 26,71	39,36, -99,79, 33,39	167,84	20	
8	21,75, -12,85, 45,51	34,66, -26,81, 37,69	20,62	7	

Перемещение начальной точки

Для траекторий, содержащих замкнутые проходы, можно изменить начальную точку. Обычно это полезно при использовании подводов.

Для задания новой стартовой точки определяется секущая прямая.

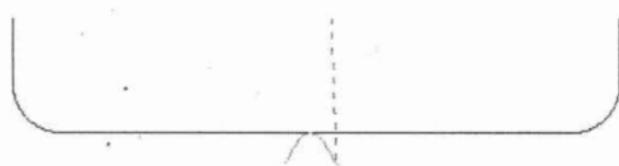
- Откройте проект **limiting example** и установите вид **z**.



- Из контекстного меню траектории **1_1** выполните **Правка – Изменить начальные точки**. Далее 2 точками укажите секущую линию вблизи желаемой новой начальной точки как показано.



- Нажмите **Enter** на клавиатуре.



Подвод и отвод теперь показан в новой позиции.

- Save and Close** the project.

Деление траектории по направлению резания (Cutting Direction)

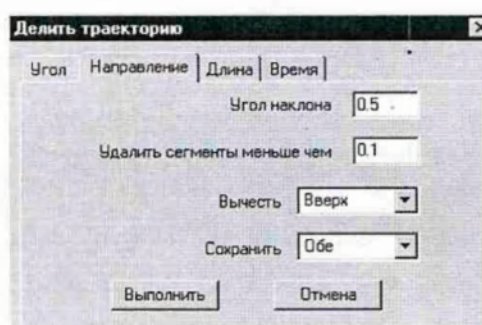
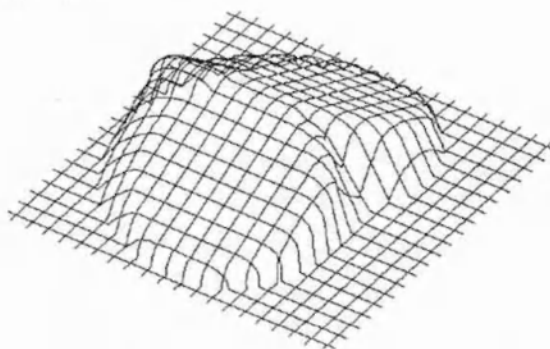
Траекторию можно разделить на части в зависимости от направления движения: вверх, вниз или плоско (горизонтально). Это используется, если инструмент не позволяет двигаться вниз (концевая фреза) или вверх.

Следующий пример показывает, как обработать модель шаровой фрезой, которая всегда движется сверху вниз, как удалить из траектории плоские участки и обработать их концевой фрезой.

Откройте модель **chamber.tri** из каталога с примерами. Определите заготовку по габаритам модели и увеличьте глубину заготовки на 2 мм.

Задайте шаровую фрезу диаметром **12 мм**.

Создайте растровую чистовую траекторию (змейкой) с такими параметрами: **Шаг** 10 мм, **Угол** 0 градусов, флаг **Перпендикулярные ходы** - включен, а **Стиль** – **В одну сторону**.



Переименуйте траекторию в **'raster'**. Погасите переходы (связки). Траектория должна выглядеть как на рисунке слева.

Если провести анимацию, то можно убедиться, что инструмент движется и сверху вниз и снизу вверх. Используя редактирование, разделим траекторию на зону, где движение происходит сверху вниз и на зону, где движение происходит снизу вверх.

Выберите траекторию **'raster'** и выполните **Правка - Разбить**. Заполните появившуюся форму как показано на рисунок справа.

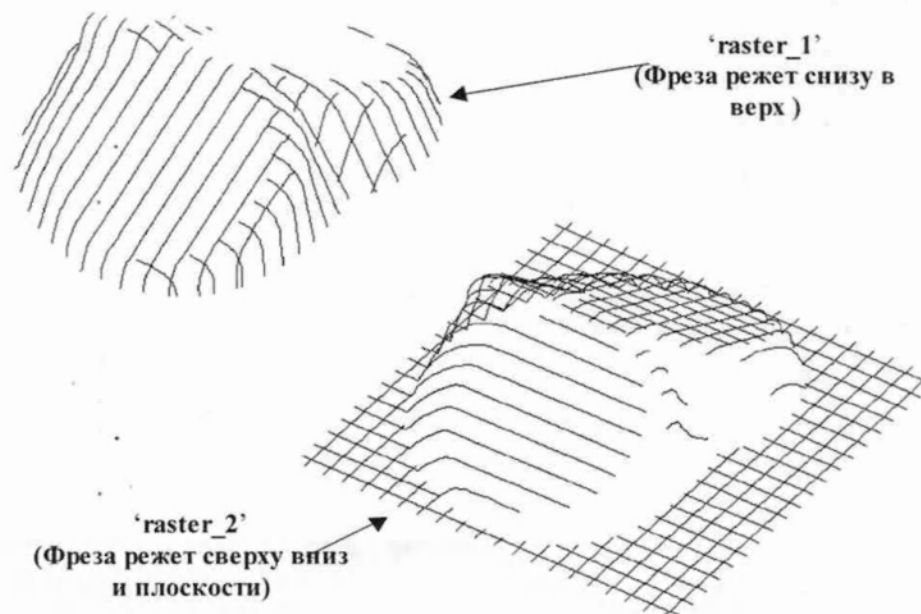
Параметр **Вычесть (Subtract)** определяет, какую часть траектории надо вычесть: движение **Вверх**, **Вниз** или **Плоское** (горизонтальное). Поле **Сохранить** определяет какую часть траектории сохранить, в нашем случае сохраняются обе. Движение считается плоским, если угол между направлением движения и плоскостью XY меньше чем задано в поле **Угол наклона (Flat Angle)**.

Выполните форму.

15. Редактирование траекторий

PowerMILL 6.0

2 новые траектории созданы: 'raster_1' и 'raster_2'. Они показаны ниже (без переходов).



Так как параметр **Вычесть** установлен на **Вверх**, траектория 'raster_1' содержит движения только вверх. Вторая часть ('raster_2') содержит движения вниз и плоские.

Выполните анимацию траекторий 'raster_1' и 'raster_2' чтобы убедиться в этом.

Реверсируем траекторию с движением вниз. Выберите 'raster_1' и выполните **Правка – Упорядочить - Развернуть направление**.

Объединим 2 траектории вместе. Выберите траекторию 'raster_1' и добавьте траекторию 'raster_2' (перетаскиванием с клавишей Ctrl).

Полученная траектория внешне выглядит как первоначальная, но движения инструмента в ней только сверху вниз. Убедитесь в этом с помощью анимации.

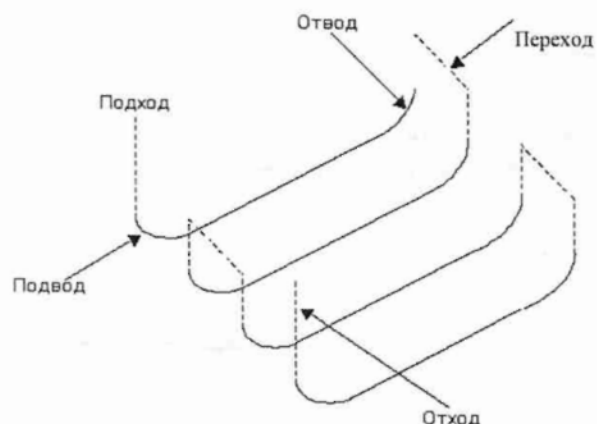
Упражнение

Редактируйте траекторию, чтобы добиться минимальной длины переходов.

Важно: Используйте команду **Упорядочить**, но только с сохранением направления. Если переходы задать по поверхности, то движение инструмента на этих участках может быть снизу вверх.

Создайте новую растровую траекторию концевой фрезой и выделите из неё только плоские участки. Так мы устраним гребешки на плоской поверхности за меньшее время.

Добавление Подводов (Leads) и Переходов (Links)



PowerMILL может добавлять к созданным траекториям подводы и отводы, а также менять тип переходов между проходами. В этом параграфе рассмотрены различные опции.

Для задания и редактирования подводов и переходов (**Leads and Links**) служит иконка в главной панели инструментов



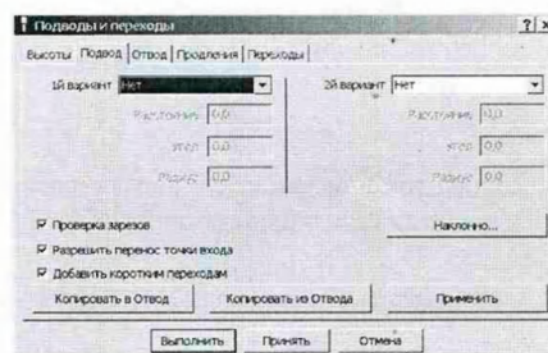
Будем экспериментировать с моделью мыши.

Откройте готовый сеанс 'links.psf' из каталога с примерами.

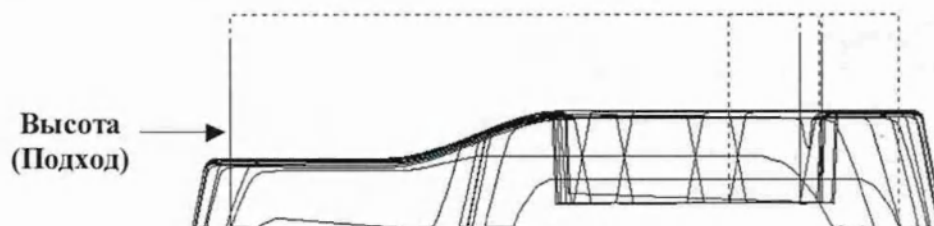
Активизируйте единственную траекторию. Откройте модель 'mouse.tri'.

Погасите изображение модели через панель Видов.

Для редактирования подводов и переходов требуется соответствие модели и траектории. В противном случае будет выдано предупреждение.



Высота (подход) (Approach Moves)



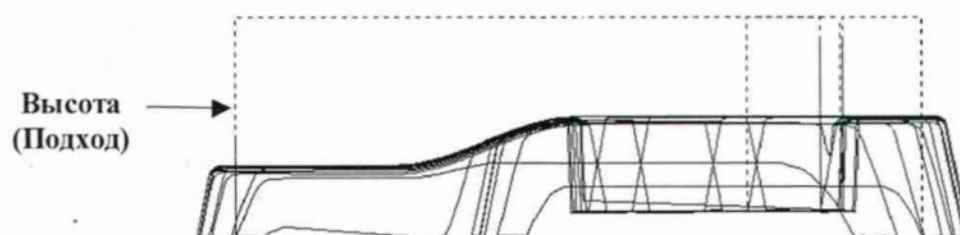
Поле **Высоты (Approach)** позволяет задать высоту вертикального движения к выбранной траектории. Возможны 2 варианта: **Отн. Безопасная Высота (Safe Z)** и **Отн. Высота Врезания**.

Отн.Безопасная - осуществляется быстрый подход от высоты SafeZ до StartZ, и на вертикальной рабочей подаче далее до первой точки траектории.

Отн.Высота Врезания - осуществляется быстрый подход от высоты SafeZ до точки, лежащей на заданное расстояние выше первой точки траектории, и на вертикальной рабочей подаче далее до первой точки траектории.

Установите **Вид Вдоль Y**, чтобы лучше видеть подход. Так как автоматически установлены **Высоты 5 мм** и все **Переходы** установлены на безопасный режим, то высота **StartZ** находится на 5 мм выше поверхности заготовки, а высота **SafeZ** на 5мм выше высоты **StartZ**.

В форме **Подводы и переходы (Leads and Links)** во вкладке **Переходы** установите **Короткие** – по поверхности, **Длинные** – Обе в приращениях, **Безопасные** – Обе в



приращениях. А на вкладке **Высоты** установите **Отн. Высота Врезания 20 мм** и выполните форму.

Высота (подход) изменится:

Обратите внимание, что редактирование подводов и связок не создает копию траектории, а изменяет оригинал.

Подводы и отводы (Lead In/Lead Out)

Подвод (Lead In) - это движение к началу прохода.

Отвод (Lead Out) - это движение от конца прохода.

Подводы и Отводы бывают такие: **Нет**, **Вертикальная дуга**, **Горизонтальная дуга**, **Горизонтальная дуга слева**, **Горизонтальная дуга справа**, **Касательный**, **Горизонтальный**, **Прямо**, **Наклонно**, **Центр кармана**.

Флаг **Проверка зарезов (Gouge Check)** обычно включен, это обеспечивает автоматическую проверку траектории на наличие зарезов.

Продолжаем работать с моделью 'mouse'.

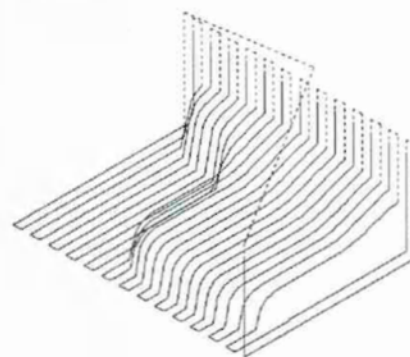
Удалите все сохраненные траектории (На фоне графического окна нажмите правую кнопку мыши и выполните пункт меню **Удалить - Все**).

Из меню **Файл** откройте сеанс 'links.psf'.

Активизируйте траекторию и выполните **Правка – Ограничить – Плоскость X**, в поле **Точка X** введите значение **77** и выполните форму.

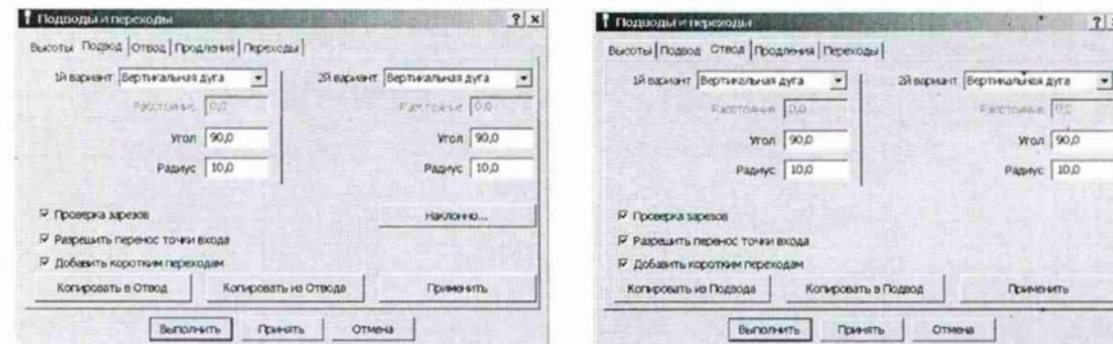
Установите вид **ИЗО1**. Траектория будет выглядеть как на рис.

Включите флаг **Покажи переходы** в контекстном меню траектории.

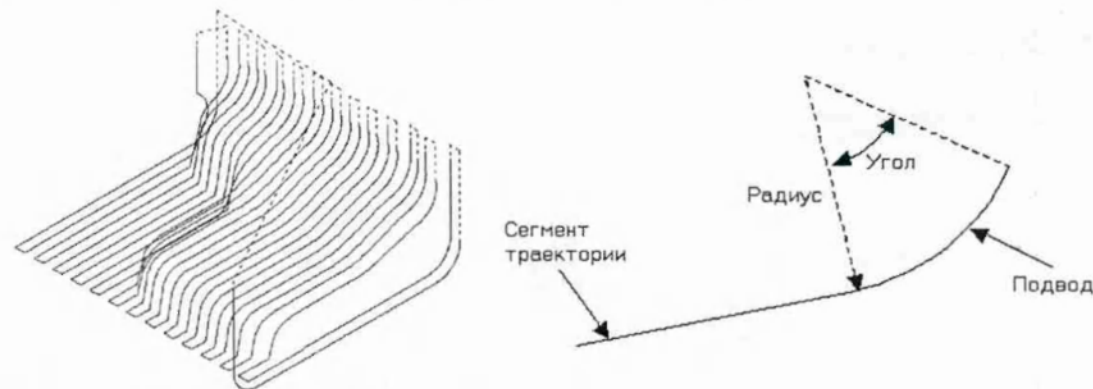


- **Вертикальная дуга**

Заполните вкладки формы **Подводы и переходы** как показано на рис. и выполните форму.



Вертикальные подводы и отводы по дуге создаются касательно к траектории в начале и

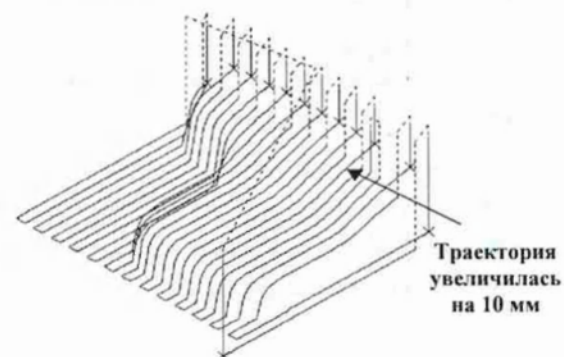
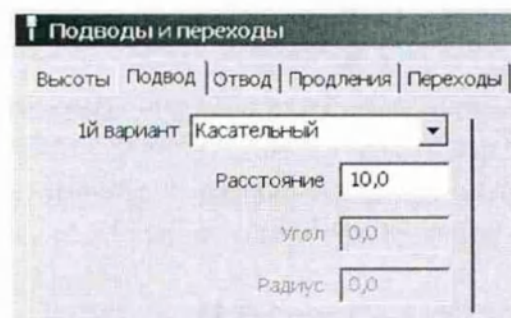


- **Касательный (Extended Move)**

Заполните вкладку **Подводы** формы **Подводы и переходы** как показано и выполните форму

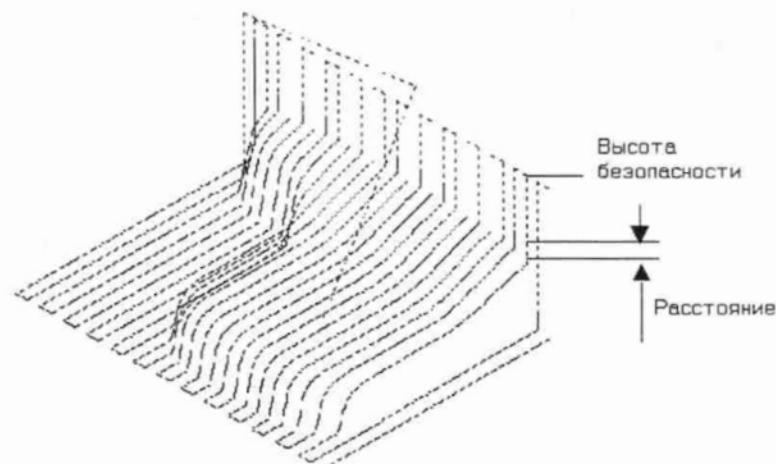
В начале каждого сегмента траектория будет удлинена на 10 мм, как показано.

Метод **Касательный (Extended Move)** добавляет прямолинейную касательную в начале и/или конце каждого сегмента траектории. В форме в этом случае активизируется поле **Расстояние**, оно определяет длину касательной.



- **Горизонтальный (Boxed)**

Установите вид вдоль Y.



Заполните вкладку **Подводы формы Подводы и переходы** как показано и выполните форму.



Траектория будет выглядеть как на рисунке справа.

Подвод Горизонтальный добавляет прямой горизонтальный участок в начале и/или конце каждого сегмента. Поле **Расстояние** определяет длину этого участка. В форме Подводы и переходы на вкладках Подводы и Отводы содержат поля для двух вариантов движений если не проходит первый вариант, т.е. получаются зарезы, применяется второй вариант, в случае когда оба варианта не приемлемы отводы и подводы производятся вертикально.

Переходы (Links)

Переходы бывают следующие:

Короткие используются для связи соседних проходов. Имеются следующие опции: **Безопасный**, **Врезание в приращениях**, **Обе в приращениях**, **По поверхности**, **Шаг по Z**, **Прямо**, **По дуге**.

Длинные используются для связи между различными зонами траектории. Имеются следующие опции: **Безопасный**, **Врезание в приращениях**, **Обе в приращениях**.

Порог Длинный/Короткий используется, чтобы различать короткие и длинные переходы: переходы короче этого значения считаются короткими, остальные - длинными.

Кроме коротких и длинных переходов бывают еще переходы, задаваемые полем **Безопасный**. Это короткие и длинные переходы, которые могли бы вызвать зарез и были заменены. Имеются следующие опции: **Безопасный**, **Врезание в приращениях**, **Обе в приращениях**.

Отредактируйте траекторию так, чтобы не было ни подводов, ни отводов.

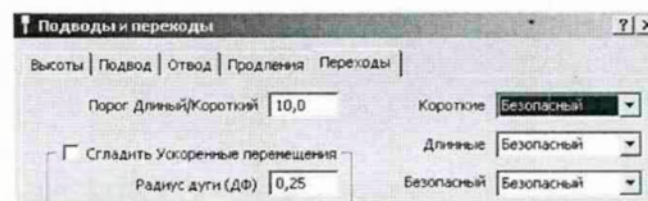
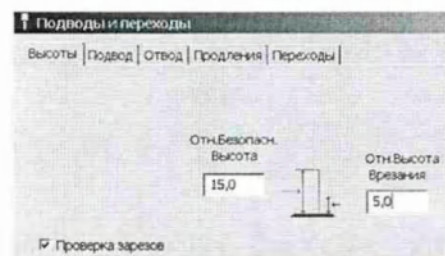
Короткие переходы

Обычно по умолчанию в форме **Подводы и переходы** все переходы установлены на опцию **Безопасный**.

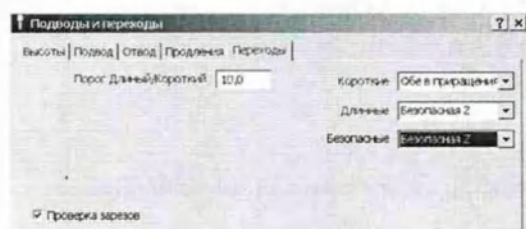
Приращения

Заполните вкладку **Переходы** и **Высоты** формы **Подводы и переходы** как показано ниже и выполните форму.

Короткие переходы (короче 10 мм) будут выполняться так: сначала быстрый подъем на **Отн.Безопасную Высоту** (15 мм), быстрый переход к соседнему проходу, быстрый спуск до точки, лежащей на 5 мм выше поверхности (**Отн. Высота Врезания**), и затем опускание на рабочей подаче.

**Опция Все в приращениях**

Заполните вкладку **Переходы** и **Высоты**, как показано ниже.



Теперь короткие переходы будут выполняться так: сначала быстрый подъем на 5 мм выше поверхности, быстрый переход к соседнему проходу, и затем опускание на рабочей подаче.

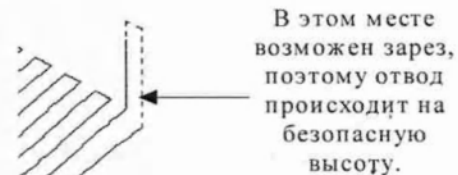
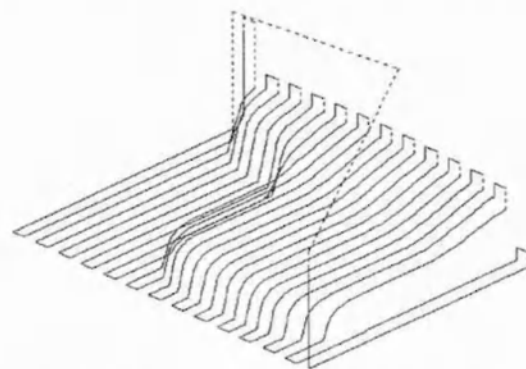
Поле **Отн.Высота Врезания** определяет величину вертикального рабочего хода.

Опции Прямо и По поверхности

Установите **Короткие переходы** на опцию **Прямо** и выполните форму.

Теперь соседние проходы соединены прямыми линиями в местах, где получают зарезы отвод происходит на безопасной высоте.

Установите **Короткие переходы** на опцию **По поверхности** и выполните форму.



15. Редактирование траекторий

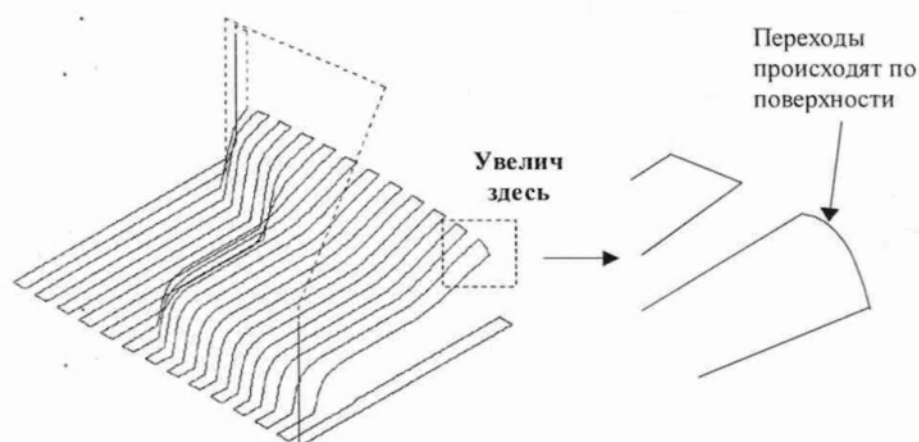
PowerMILL 6.0

Переход (связка) в этом случае происходит по поверхности модели, и зареза нет.

По дуге (Circular Arc)

Установите **Короткие переходы** на опцию **По дуге** и выполните форму.

Дуга автоматически вставляется между проходами. Там где это приведет к зарезу, переход происходит на безопасной высоте.



Опция Шагом

Переход **Шагом** обычно применяется для связи проходов с разным уровнем по Z, например, в чистовых траекториях с постоянной Z. Здесь движение по Z отделено от движения в плоскости XY. Такие переходы годятся для станков с 2.5 координатной обработкой и при других стратегиях.

Длинные переходы

Удалите модель и все траектории (на фоне графического окна нажав правую кнопку мыши и выполнив **Удалить Все**).

Прочитайте сеанс 'long.psf' из каталога с примерами.



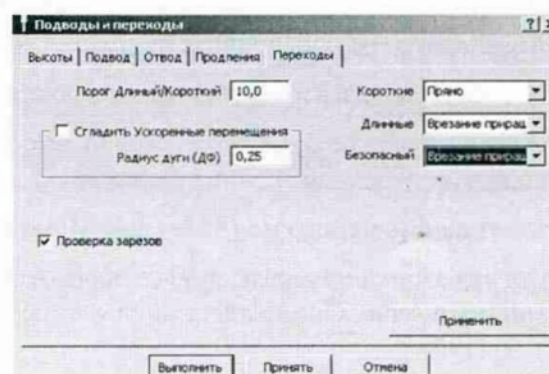
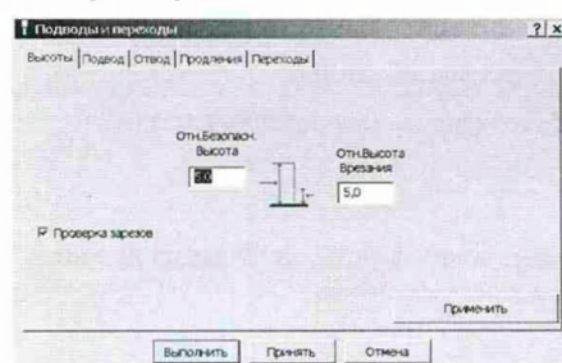
Активизируйте единственную траекторию, она должна выглядеть так:

Короткие переходы установите **Прямо**.

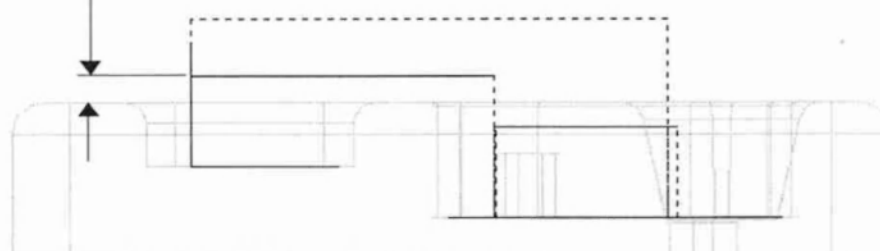
Порог Длинный/Короткий должен быть установлен на 10. Выполните форму.



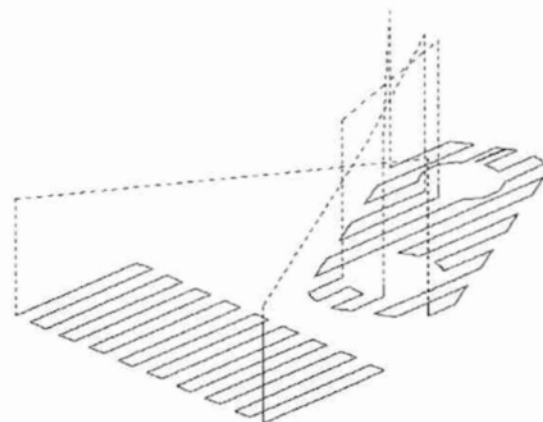
Короткие переходы стали прямыми, длинные - остались на безопасной высоте Safe Z. Откройте модель 'pockets.tri' из каталога с примерами. По этой модели была создана наша траектория.



Длинные переходы выше поверхности



Установите Длинные переходы на опцию Врезание в приращениях с Отн.Высотой Врезания 3 мм и выполните форму.



Длинные переходы будут выполняться подобно коротким с такой же опцией: сначала быстрый подъем на высоту безопасности, быстрый переход к соседнему проходу, быстрый спуск до точки, лежащей на 3 мм выше поверхности, и затем опускание на рабочей подаче.

Длинные переходы установите на опцию **Обе в приращениях (Skim)**, а **Отн.Высоту Врезания** 5 мм и выполните форму.

Полученная траектория при взгляде вдоль Y будет выглядеть так.

В этом случае не будет подъемов на высоту безопасности (аналогично как для коротких переходов с той же опцией).

Безопасные переходы (Safe Link Moves)

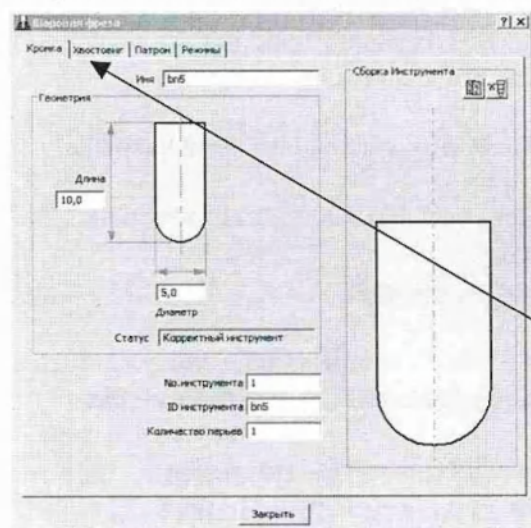
Когда возникают зарезы любые переходы, вызывающие зарезы, заменяются на этот тип переходов. Опции здесь аналогичны рассмотренным выше.

Проверка столкновений

Проверка столкновений

Проверка столкновений может быть выполнена в любой момент расчета траектории. Если траектория рассчитывается с инструментом для которого заданы хвостовик и патрон, то элементы траектории, на которых происходят столкновения с деталью исключаются из траектории. Эти элементы можно обработать в дальнейшем используя **Границу столкновений**. При проверке траектории, после расчета, можно использовать автоматическую генерацию инструмента, который не будет вызывать столкновений.

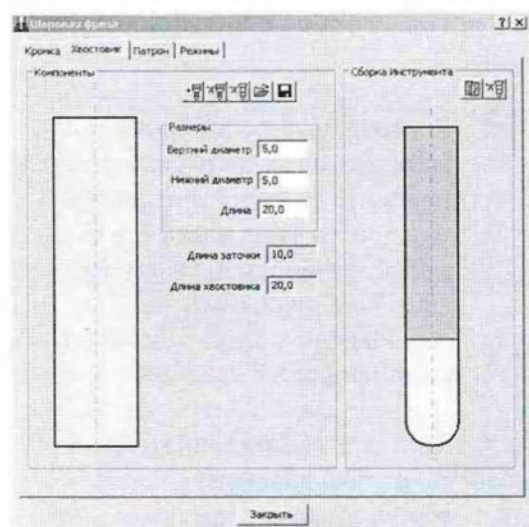
Откройте модель **cowling.dgk** из папки с примерами.
 Задайте **Заготовку – Габаритами**.
 Сбросьте **Высоты безопасности** и **Начальную точку**.



Создайте **Шаровую фрезу** диаметром 5мм и назовите ее **bp5**.

Заполните форму как показано, т.е. **Длину 10мм**.

Выберите вкладку **Хвостовик**.

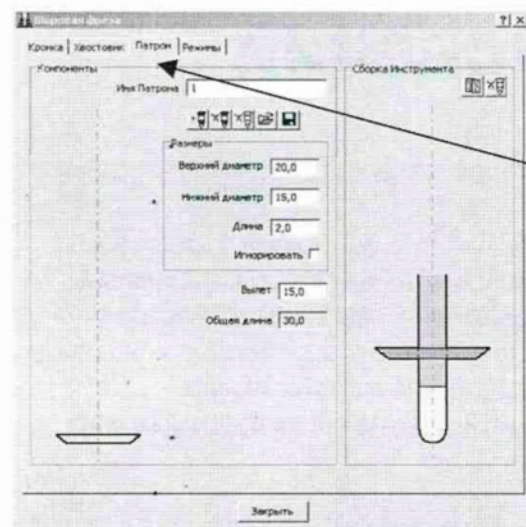


Добавим хвостовик.

Щелкните иконку **Добавить**

компонент хвостовика

Заполните форму как показано.



Добавим патрон.

Выберите вкладку Патрон.

Щелкните иконку **Добавить** компонент патрона.



Заполните форму как показано.

Сборка активного инструмента отображается в правой части формы.

Вылет – длина, на которую выступает инструмент из патрона. При обнаружении столкновений это значение будет увеличено до минимального, при котором отсутствуют столкновения.

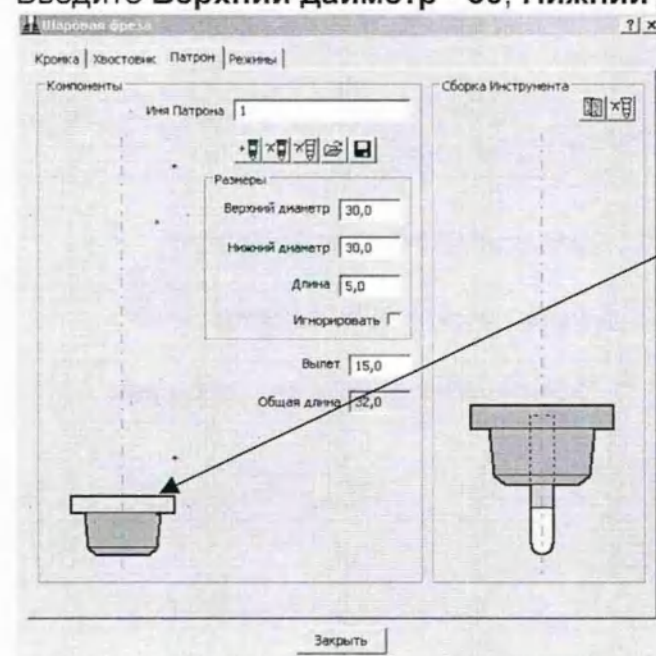
Верхний диаметр – диаметр сечения верхней части текущего компонента патрона. Должен быть больше или равен нижнему диаметру.

Нижний диаметр – диаметр сечения нижней части текущего компонента патрона. Должен быть меньше или равен нижнему диаметру.

Длина – вертикальная длина текущего компонента патрона.

Щелкните иконку **Добавить компонент**  патрона. Введите **Верхний диаметр** - 22, **Нижний диаметр** - 20 и **Длина** - 10.

Щелкните иконку **Добавить компонент**  патрона. Введите **Верхний диаметр** - 30, **Нижний диаметр** - 30 и **Длина** - 5.



Добавленные компоненты могут быть легко изменены или удалены. Сегменты выбираются щелчком мыши (они становятся бледного цвета), их текущие параметры доступны для изменения. Аналогично можно редактировать компоненты хвостовика.

Компоненты патрона можно сохранить для дальнейшего использования с другими инструментами.

Щелкните **Сохранить патрон**.

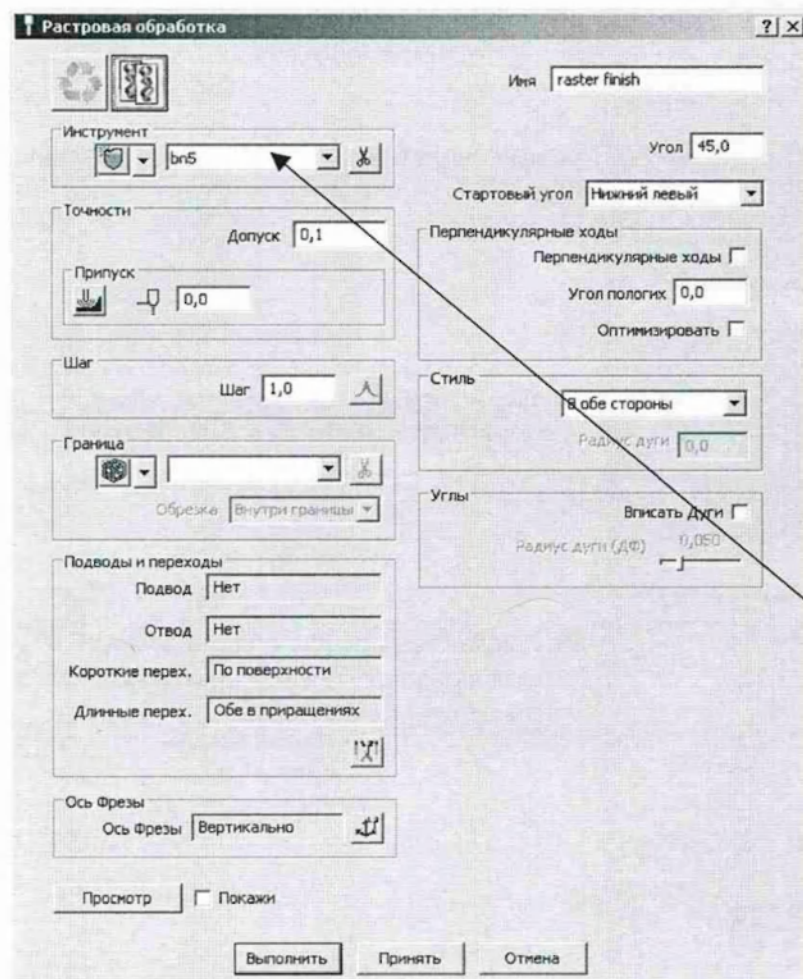


Сохраните патрон как **tool**

holder 1.pmlth в C:\Temp.

Закройте форму создания инструмента.

В Траекториях выберите **Чистовой растр**.



Задайте имя –
raster finish.

Угол – 45

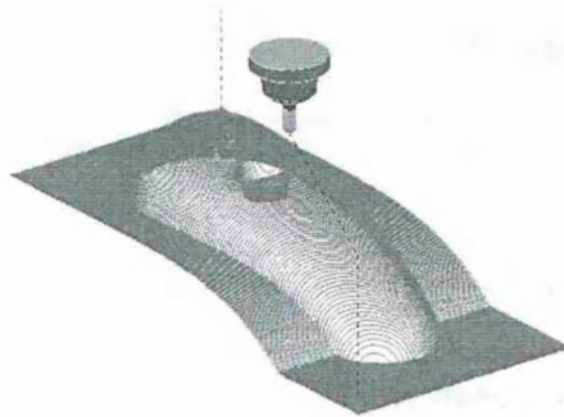
Шаг – 1

Короткие
переходы – По
поверхности

Длинные и
Безопасные – Обе
в приращениях.

Убедитесь, что выбран
созданный инструмент.

Выполните и
Закройте форму.



Новая траектория рассчитана, но на этом этапе проверка столкновений не выполнялась.

Щелкните иконку **Проверка столкновений** на главной панели.



Проверка Траектории

Проверять: Столкновения

Анализировать: Модели

Проверять: Все

☒ Разбить Траекторию

Сохранить Безопасные ☒

Сохранить Столкновения ☒

Упорядочить ☐

☒ Разбивать сегменты

Перекрытие: 0,0

Минимальная длина: 0,0

Опции столкновения с Патроном/Хвостовиком

Заместить Инструмент:

Зазор Хвостовика: 0,0

Зазор Патрона: 0,0

☒ Вычислить глубину столкновения

Изменить вылет ☒

Показать опасные участки ☒

Выполнить Принять

Доступны две опции для проверки Столкновения и Зарезы.

Контролирует, какие элементы траектории проверять.

Значение перекрытия смежных ходов сегментов столкновения и безопасных..

Указывает безопасную область вокруг хвостовика и патрона (зазор), которая учитывается при проверке.

Выполните форму.

PowerMILL Информация:

Обнаружено столкновение с Патроном на глубину 6 (компонент Патрона 1)
Минимальный вылет должен быть 21

OK

В данном случае PowerMILL обнаружил столкновения, при текущих установках инструмента, на

глубине 6мм. Чтобы избежать этого требуется увеличить вылет до 21мм.

Нажмите **OK**.

Нажмите **Принять** в форме Проверка тректории.



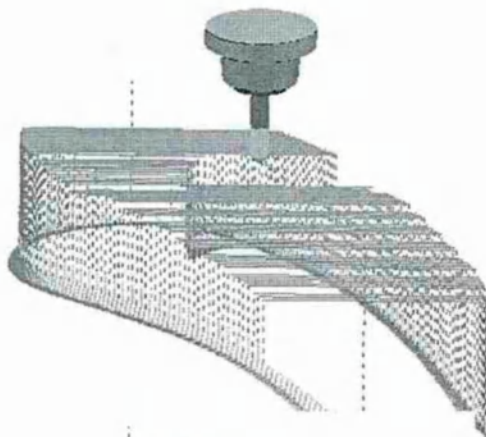
PowerMILL создал две траектории, raster finish_1 и raster finish_2. Также был создан новый инструмент с именем bn5_1. Новый инструмент имеет вылет 21мм.

Активируйте траекторию raster finish_1 в проводнике.



Эта траектория содержит только те сегменты траектории **raster finish**, которые не имеют столкновений инструмента **bn5** с деталью.
If your preference is to run with the shorter overhang then you could run this toolpath on these areas shown.

Активируйте траекторию raster finish_2 в проводнике.



Эта траектория содержит только те сегменты, которые обрабатываются инструментом с большим вылетом.



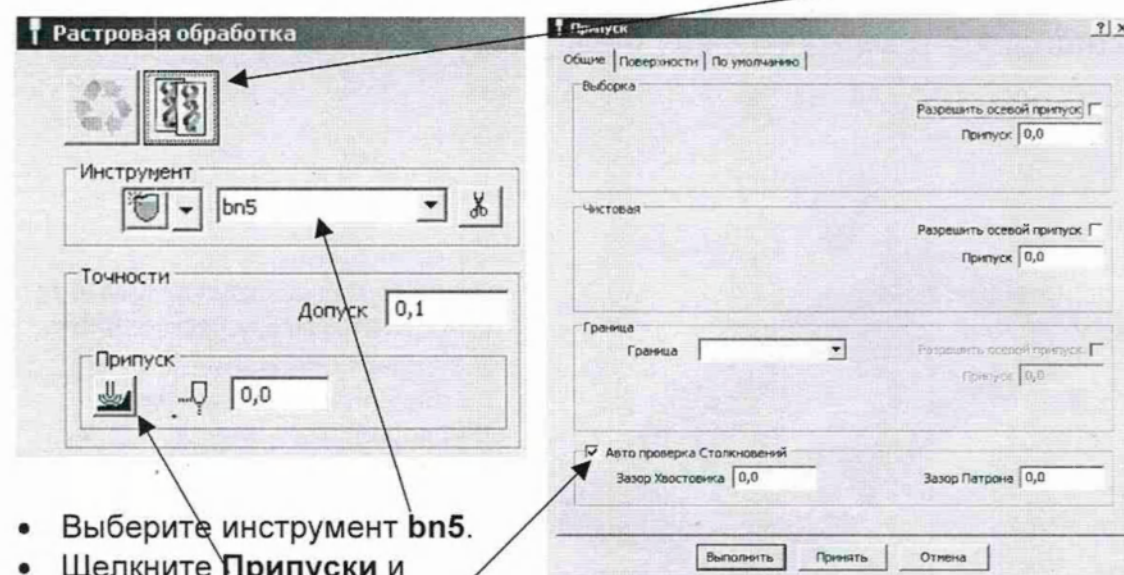
Активируйте траекторию raster finish в проводнике.



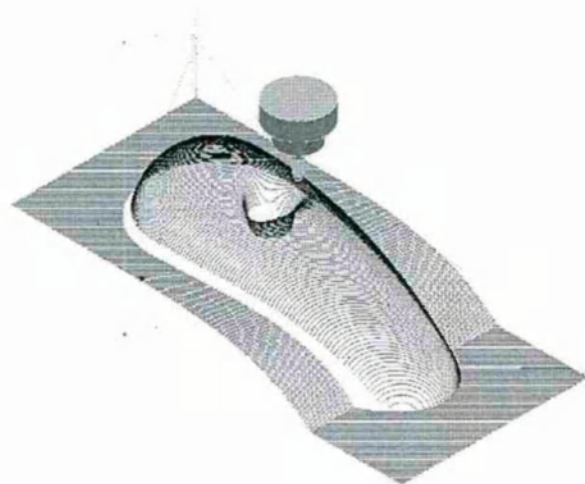
PowerMILL модифицировал траекторию, чтобы использовать инструмент с большим вылетом.

Щелкните правой кнопкой по траектории **raster finish** в проводнике.

- Вызовите **Параметры** траектории и нажмите иконку **Создать копию**.



- Выберите инструмент **bn5**.
- Щелкните **Припуски** и установите **Авто проверка Столкновений**, нажмите **Принять**.
- Выполните форму **Чистового растра** с автоматическим контролем столкновений.



Траектория для не обработанных областей потребует увеличить **Вылет** инструмента, области можно ограничить используя **Границу столкновения** по текущему инструменту (**bn5**).
Примечание:- Этот метод не указывает глубину столкновений и не создает новых инструментов как например (**bn5_1**).

16. Создание Управляющей Программы

Задача PowerMILL - выдавать программы для конкретного станка с ЧПУ (CNC).

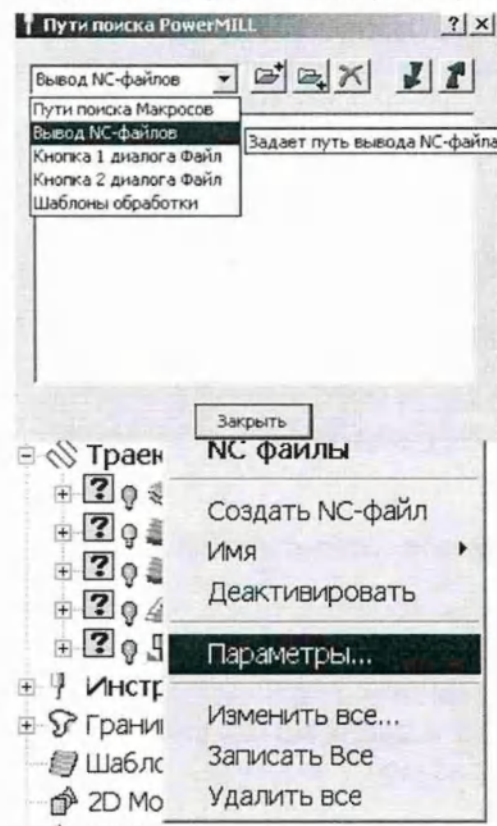
Это можно сделать следующими способами:

Отдельную траекторию или набор траекторий можно сохранить в стандартном файле CLDATA (cutfile, расширение **.cut**). Этот файл затем транслируется (постпроцессируется) в формат конкретной системы ЧПУ из командного окна. Этот путь применяется в основном только при настройке постпроцессора. Обычно постпроцессирование выполняется прямо в PowerMILL, без создания cut-файла (записываются файлы с расширением **.tap** по умолчанию). Вывод траекторий в обоих форматах реализуется через объект NC-файл в Дереве траекторий.

NC - Файлы

После создания траекторий, их необходимо выстроить в порядке отработки на станке и далее постпроцессировать для создания **.TAP файла**. Если станок оснащен системой автоматической смены инструмента, то траектории, с разными типами инструмента, могут быть сгруппированы в один **NC файл**, также группируются траектории, в которых используется один и тот же инструмент.

- Из меню **Файл**, выберите **Удалить Все** для удаления всех существующих моделей или проектов.
- Откройте проект с именем **Tapefile.psf** (это формат проекта, используемый в старых версиях PowerMILL) из каталога с примерами. Данный проект содержит ряд траекторий.

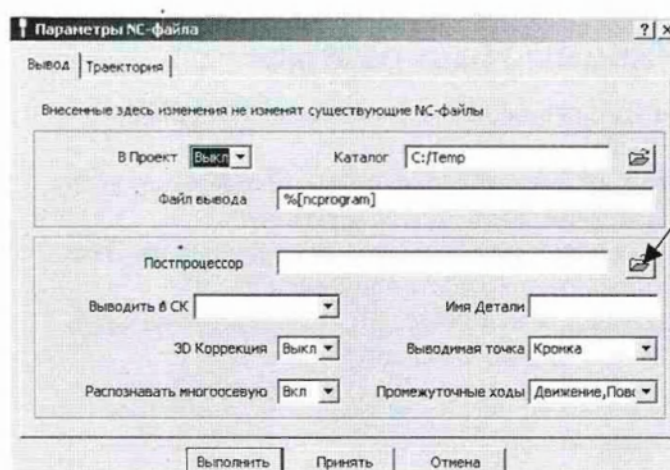


Задание пути для каталога с текстами УП (Output area)

- В верхней панели инструментов выберите **Инструменты - Пути поиска** и выберите опцию **Вывод NC-файлов**.
- Щелкните по иконке **Добавить путь**, в открывшейся форме задайте новый каталог и нажмите кнопку **Закреть**.

Параметры

- В поле Проводника, щелкните правой кнопкой мыши на **NC-Файлы - Параметры**

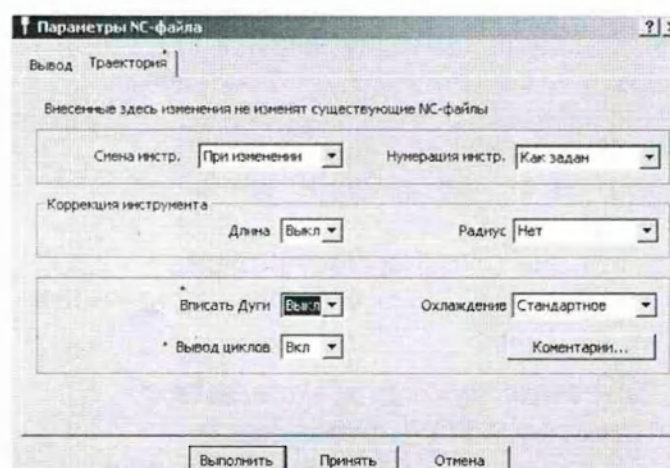


- Щелкните по иконке Папка, для открытия стандартной формы выбора файла.

Файлы опций задают форматы различных систем ЧПУ.

- Выберите **fanuc.opt**, для записи УП в формате системы ЧПУ Fanuc и

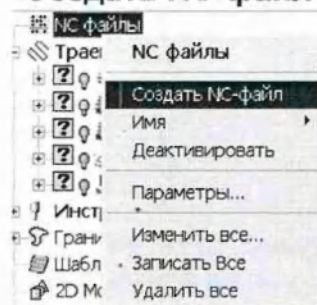
нажмите **Принять**.



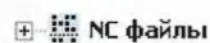
Вкладка Траектория содержит ряд параметров будущих траекторий. Среди них имеется флаг «Вписать дуги» (ArcFit), которая задает использование круговой интерполяции при постпроцессировании (Этот флаг использует встроенный алгоритм и не использует утилиту CLArcfit).

Создание УП

- В поле Проводника щелкните правой кнопкой мыши по **NC-Файлы** → **Создать NC-файл**



О наличие вновь созданного NC файла свидетельствует Плюс (+) слева от слова NC файлы



Нажав на знак (+) можно увидеть безымянный NC файл 1

- Введите имя **Job_646_top** и щелкните Enter.

NC-файл создан, его имя отражено в Дереве траекторий. Открылась форма параметров. На этом этапе в ней отражены параметры, введенные ранее.

NC-Файл: Job 646 top

Имя: Job 646 top

Файл вывода: C:\Temp\%{ncprogram}.tap

Постпроцессор: standard

Выводить в СК: ☐ Имя Детали: 1

3D Коррекция: Выкл Выводная точка: Кромка

Распознавать многоосевую: Вкл Промежуточные ходы: Движение, Пово

Траектория	Номер	Диаметр	R кромки	Длина	Вылет	ID инстру.	Тип	Допуск

Сброс Смена инстру. При изменении Нулевая инстру. Как задан

Инструмент: No инструмента Длина фрезы ID инструмента

Коррекция инструмента: Длина Выкл Радиус

Вписать Дуги: Выкл Охлаждение: Стандартное

Вывод циклов: Вкл Комментарий...

Файл вывода:

Записать Выполнить Принять Закрыть

NC-Файл: Job 646 top

Имя: Job 646 top

Файл вывода: C:\Temp\%{ncprogram}.tap

Постпроцессор: standard

Выводить в СК: ☐ Имя Детали: 1

3D Коррекция: Выкл Выводная точка: Кромка

Распознавать многоосевую: Вкл Промежуточные ходы: Движение, Пово

Траектория	Номер	Диаметр	R кромки	Длина	Вылет	ID инстру.	Тип	Допуск
Roughing_16	1	16		80		1	ENDMILL	0,1

Сброс Смена инстру. При изменении Нулевая инстру. Как задан

Траектория Roughing_16

Инструмент: No инструмента Длина фрезы: 80,0 ID инструмента: 1

Коррекция инструмента: Длина: Выкл Радиус: Нет

Вписать Дуги: Выкл Охлаждение: Стандартное

Вывод циклов: Вкл Комментарий...

Файл вывода:

Записать Выполнить Принять Закрыть

- В поле Проводника щелкните по + NC-Файлы и + Траектории для отображения их содержимого. Теперь все траектории или часть из них могут быть добавлены к активному NC-файлу.



- Щелкните по иконке **Выборка** левой кнопкой мыши, и удерживая ее перетащите в поле активного NC-файла (**Job_646_top**), отпустите кнопку мыши. Вместо перетаскивания можно использовать команду **Добавить** в NC-файл из контекстного меню траектории.

Если форма параметров открыта, то в ней в списке



закрашены в зеленый цвет.

траекторий сразу отображается добавленная траектория и в нижней части формы становятся активными для редактирования ее параметры.

- В поле Проводника щелкните по + *NC-Файлы*. Будут отображены все добавленные траектории. **Перетащите** оставшиеся траектории в активный *NC-файл*, соблюдая порядок обработки.
- Щелкните по активному *NC-файлу* и выберите **Записать**, для создания *NC-файла*. Заметьте, что иконки траекторий

Траектории, рассчитанные после создания *NC-файла*, автоматически добавляются к нему, так как он активен. Поэтому иногда удобно сначала создать *NC-файл*, а затем рассчитывать траектории (тогда не потребуется перетаскивание).

- Из меню **Файл** → **Примеры** откройте модель **Handset.tri**, которая использовалась для создания данных траекторий.
- Создайте траекторию, используя стратегию **3D смещение**, выберите Инструмент **10_V** и задайте Шаг 1



Полученная траектория добавлена в список **Траекторий** и к активному *NC-файлу*. Его можно снова записать (для всех траекторий, включая новую). Или можно записать траекторию в отдельный *NC-файл*.

- Для вывода отдельной траектории, убедитесь, что траектория активизирована, щелкните правой кнопкой мыши по иконке **Траектории** и выберите **Создать отдельный NC-файл**.



Создан новый *NC-файл*.

- Щелкните по знаку + для

отображения

содержимого.

- Щелкните по имени NC-файла и переименуйте его в **Job_646_top_mod**.

Просмотр и Редактирование УП

После записи файла программы (ТАР файл) на диск, его можно просмотреть и в случае необходимости отредактировать в любом текстовом редакторе.

- В **Проводнике Windows**, откройте папку **C:\temp** (путь установленный в начале этой главы), где расположены файлы с текстами УП. Двойной щелчок мыши по любому из файлов открывает его в текстовом редакторе (например в **Wordpad**).

Текст программы для системы ЧПУ Fanuc выглядит примерно так.

17. 2D Обработка

2D обработкой будем называть ситуацию, когда нет 3D модели, в качестве модели импортируются контура, из них строятся 2D-Элементы (**Features**), которые затем обрабатываются.

1. 2D-элементы (Features)

2D-элемент создается из импортированного плоского контура. Бывает 6 типов 2D-элементов: Карман, Паз, Бобышка, Отверстие, Круглый карман и Круглая бобышка. Пазом считается узкий карман, обрабатываемый за 1 проход инструмента.

2. Выборка (Area Clearance)

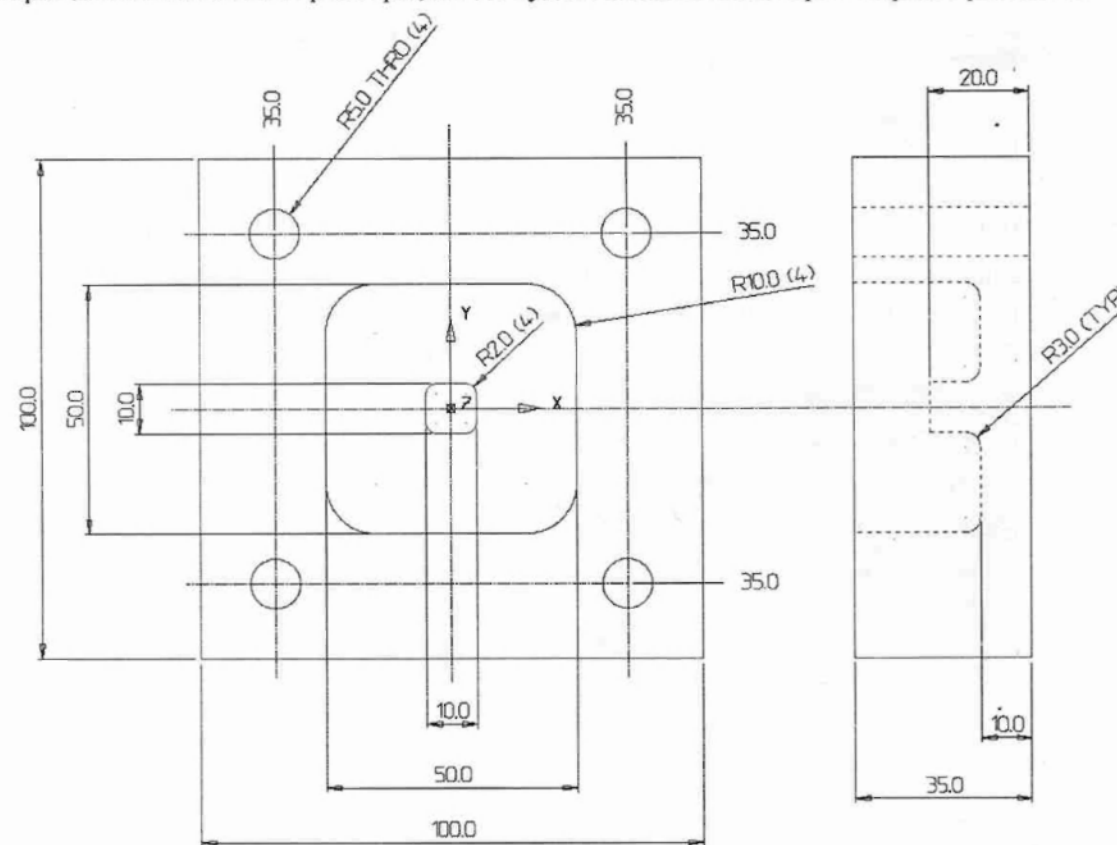
Выборка (Area Clearance) используется для всех (и черновых и чистовых) 2D траекторий, в качестве модели берется 2D-Элемент.

3. Сверление (Drilling)

Для 2D-Элемента Отверстие используется операция сверления (Drilling).

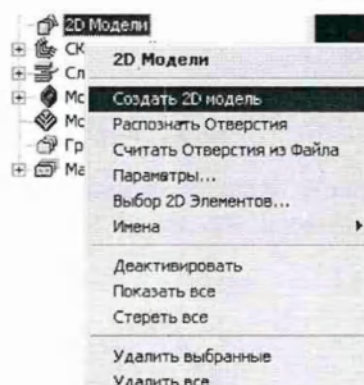
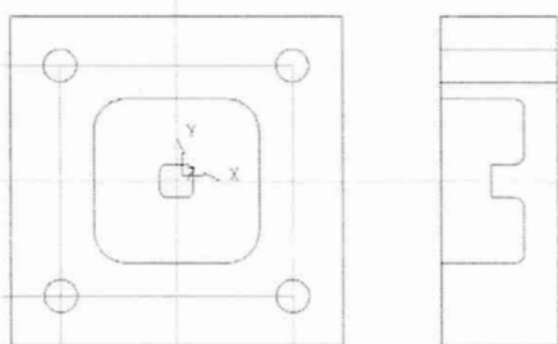
Пример 2D обработки

Чертеж, приведенный на рисунке, будет использован для создания трех 2D-элементов. Обращайте внимание на размеры, когда будете вводить некоторые параметры далее.



Создание 2D-Элемента

- Удалите все.
- Откройте 2D пример 2D_insert.dgk.



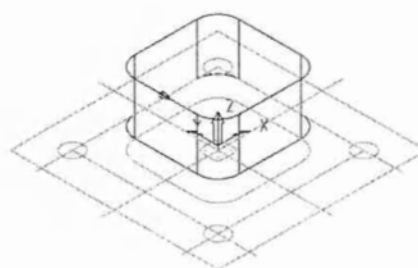
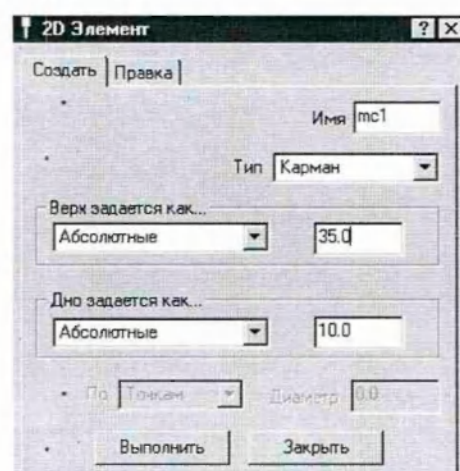
- Создайте новый Набор 2D-Элементов (Feature Set) в проводнике PowerMILL.

Новый Набор 2D-Элементов будет создан и получит имя 1. Он пока пустой.

При создании он активный (но лучше это проверить).



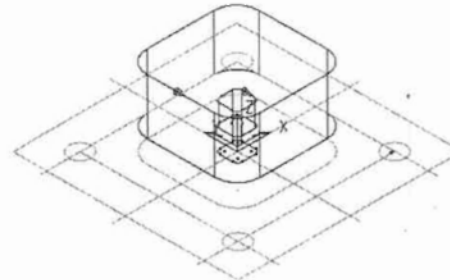
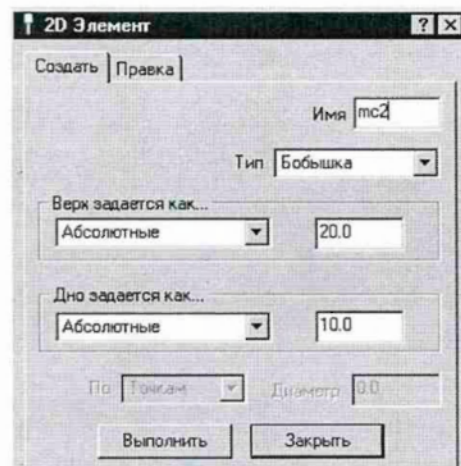
- Выберите контур для кармана левой кнопкой мыши (он подсветится желтым) и далее щелкните правой кнопкой мыши по иконке , и в открывшемся контекстном меню выберите **Параметры**. Откроется форма, заполните ее как показано ниже.



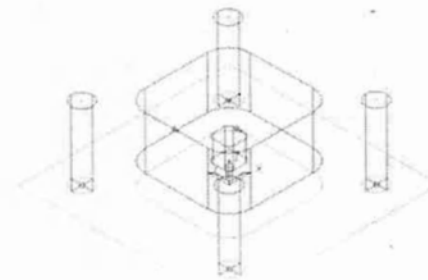
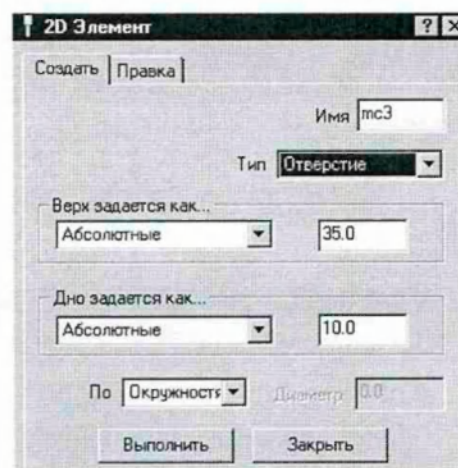
Нажмите **Выполнить** (Apply), 2D-Элемент Карман с именем **MC1** будет создан.

- Выберите внутренний контур и создайте бобышку (Boss Feature).

- Задайте параметры как показано.
- Нажмите **Выполнить (Apply)**, бобышка с именем **MC2** будет создана.



- Выберите отверстия (больше одного можно выбрать, если удерживать клавишу shift).
- Поле **По** переключите на **Окружности** (а не Точки) и нажмите **Выполнить**. 4 отверстия будут созданы.



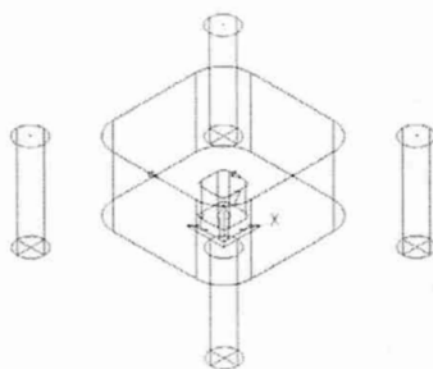
Создание 2D-элементов закончено. В окне просмотра (PowerMILL Explorer) можно узнать подробную информацию о 2D-элементах.

- Сохраните проект как **2D_inserts** в **C:\Temp**.
- Удалите все (из контекстного меню) и откройте этот проект снова.



Выборка (2D стратегии)

Для обработки модели требуются **Слои (Features Slices)**. Они создаются с помощью **Выборки**.



Наш набор 2D-элементов (Feature Set) был сохранен как активный, и прочитан тоже как активный. Поэтому он окрашен фиолетовым, неактивные Наборы 2D-элементов окрашены серым.

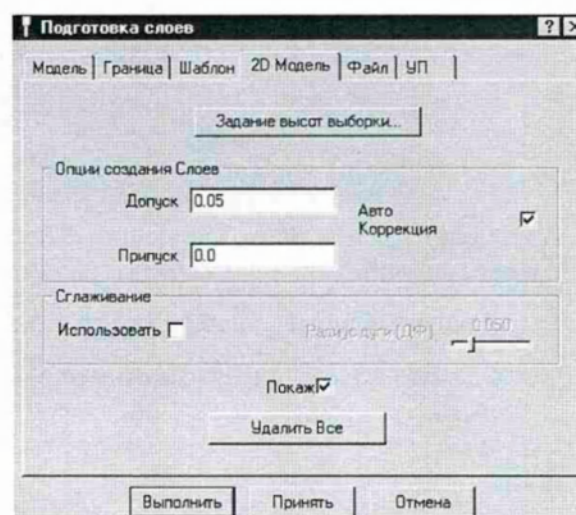
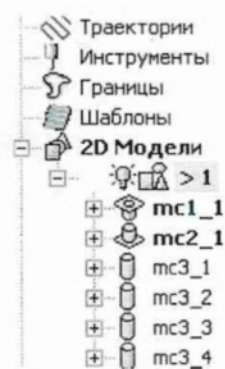
Выберите **Карман** и **Бобышку** левой кнопкой мыши (они подсвечиваются желтым).

- Задайте скругленную фрезу $\varnothing 12$ мм и радиусом 3 мм.
- Задайте начальную точку **X: 0 Y: 0 Z: 50**.
- Задайте параметр **Безопасная Z: 50** и **Z Врезания: 45**.
- Задайте заготовку габаритами:

X Min: -50 X Max: 50

Y Min: -50 Y Max: 50

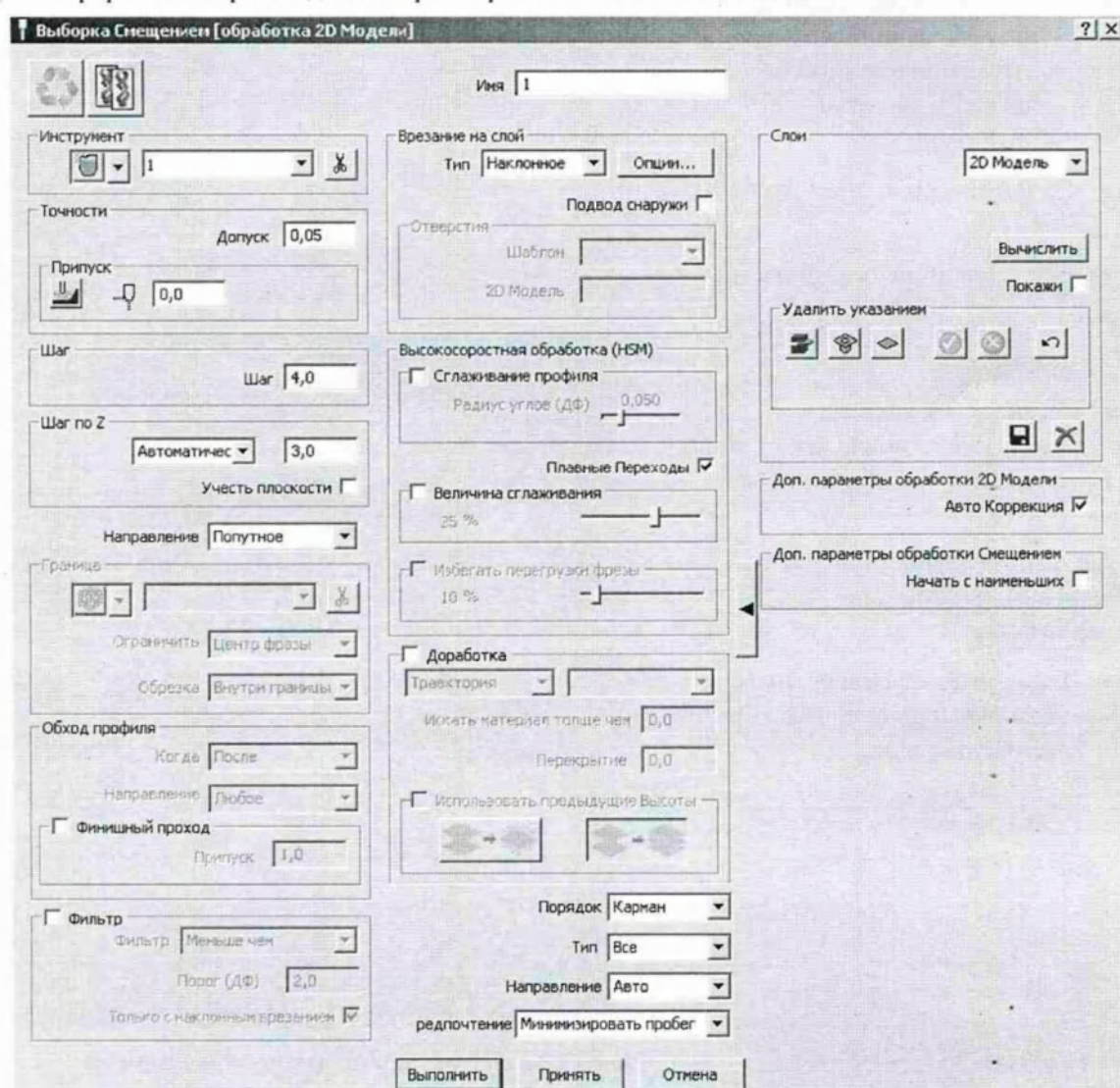
Z Min: 0 Z Min: 35



- Вызовите форму **Выборки Смещением [обработка 2D Модели] (Area Clearance)**

и в ней нажмите иконку работы со слоями (Slice Generation). Здесь можно работать как с 3D моделями, так и с наборами 2D-элементов.

- Нажмите вкладку **2D Модель (Feature Set)** и задайте **Допуск** и **Припуск** как показано.
- Задайте высоты выборки **автоматически** шагом **3 мм**.
- Нажмите **Выполнить** и **Принять** в форме задания слоев.
- В форме Выборки задайте параметры как показано и нажмите **Выполнить**.



- Переименуйте траекторию как **Pocket1**.
- Выполните имитацию обработки в ViewMILL, после чего деактивируйте траекторию.

Сверление (Drilling)

Циклы сверления создаются по 2D-элементам отверстия.

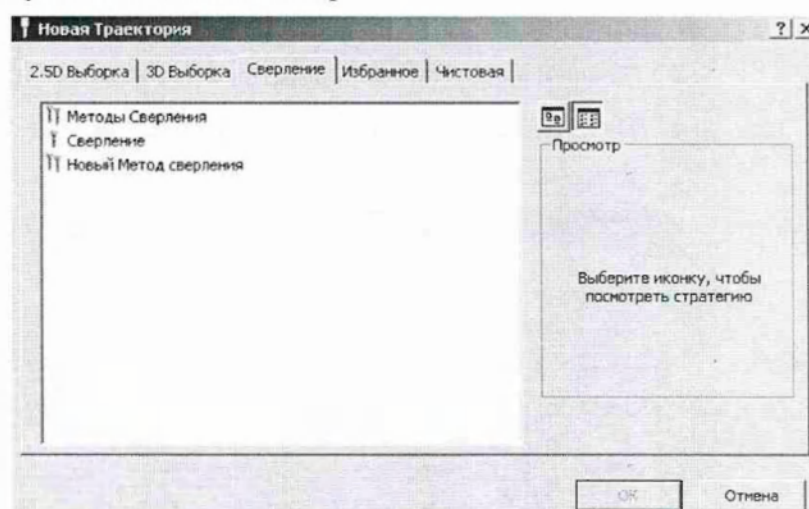
Если имеется 3D модель с отверстиями в формате dgk, надо все равно создать 2D-элементы. Для этого в контекстном меню 2D моделей имеется специальная кнопка для автоматического распознавания отверстий **Распознать отверстия**.

Отверстия можно обрабатывать группами или индивидуально, активизируя нужные 2D-элементы.

- Создайте копию 2D Модели, для этого выполните из контекстного меню 2D модели 1 - **Правка – Копировать все**.
- Задайте сверло диаметром 10 мм.
- Нажмите иконку Стратегии обработки , появится форма.
- Установите закладку **Сверление**, после чего опцию Сверление, появится новая форма.

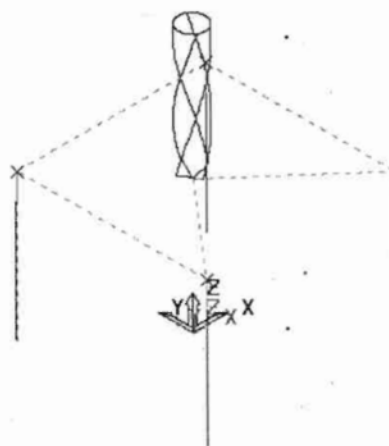
Так как ни одно отверстие не выбрано, многие поля формы неактивны.

- Выберите все отверстия (при этом 2D модель должна быть активизирована).



- Задайте параметры как показано и выполните форму.
- Переименуйте полученную траекторию в **drill2**.

- Выполните анимацию траектории, обратите внимание на порядок обхода отверстий.
- Сохраните Проект.



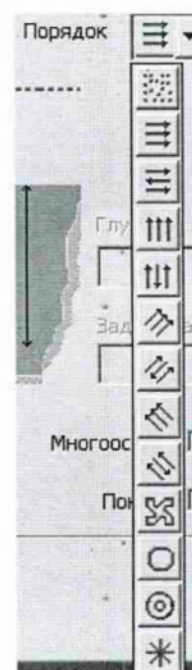
Порядок обхода отверстий

Сейчас порядок обхода отверстий принят по умолчанию. Но его можно изменить открыв вкладку **Порядок** в форме сверления и указав порядок обхода в новой форме.

- Откройте вкладку **Порядок**.
- Задайте обход вдоль X в одну сторону (имеется всплывающая подсказка) и нажмите **Выполнить**.

Новая траектория будет создана.

- Выполните анимацию траектории, обратите внимание на порядок обхода отверстий.

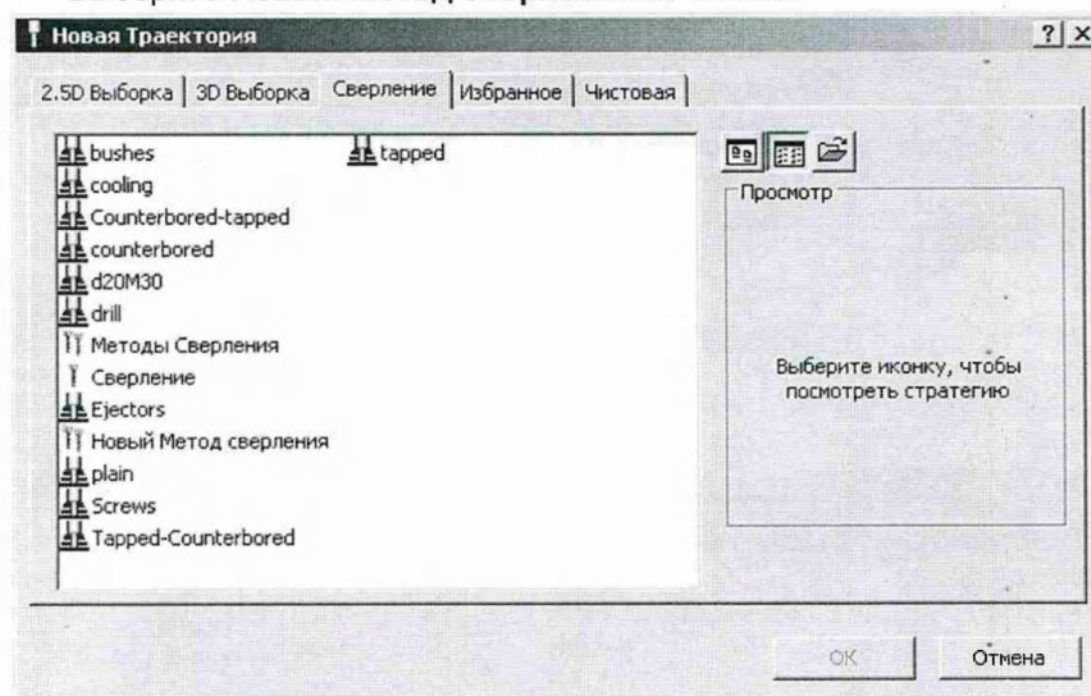


18. Методы сверления

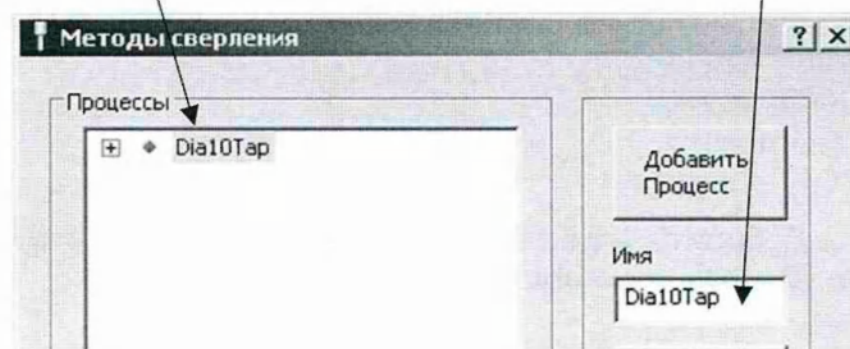
Введение

Подход «Методов сверления» позволяет создавать наборы стратегий, которые могут быть сохранены для дальнейшего использования или применены немедленно. Вначале выбирается критерий выбора (какие отверстия вы будете обрабатывать), создаются наборы стратегий сверления (как обрабатывать разные отверстия). Эта последовательность может быть применена для разных отверстий.

- Удалите все и сбросьте диалоги.
- Выберите вкладку **Сверление** из списка стратегий.
- Выберите **Новый Метод сверления** из списка.



- Выберите **Процесс** из списка и переименуйте его **Dia10Tap**.



- Установите **Выбрать по – Диаметр** (min - 9.95 max - 10.05).

Выбор

Минимальный диаметр 9,
Максимальный диаметр 1

Выбрать по Диаметр

Мин. диаметр 9,95

Макс. диаметр 10,05

- Выберите стратегию **Простое сверление** (Откроется форма стратегии).

Метод редактирования

Инструмент Диаметр

Припуск 0 0

Переходы

Короткие перех. Безопасная

Длинные перех. Безопасная

Разбить Траектории ☒ Допуск 0.001

Тип цикла Простое сверление

Операция Центровка

Порядок

Запас 5,0

Глубина 5,0

Поддача 500,0

Шпиндель (об/мин) 1500,0

Многоосевая ☒

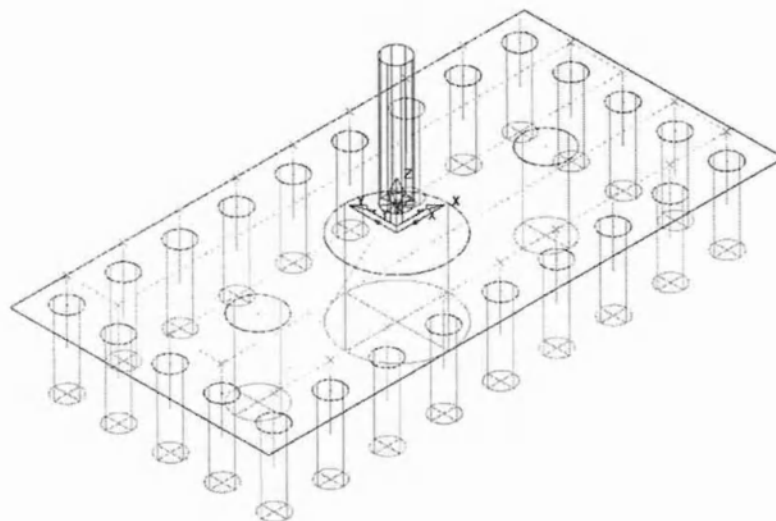
Заккрыть

- Введите значения как показано **Порядок** установите **В обе стороны вдоль X**.
- Закройте форму.
- Нажмите **Добавить Стратегию**, Тип цикла – С ломкой стружки, Операция – Сквозное отверстие.

- Установите **Радиальный припуск 0.75** и закройте форму.

Вначале процесс определит все отверстия внутри указанного диапазона **min/max**, **10мм**. С учетом **Радиального припуска 0,75мм** все отверстия **10мм** будут интерпретированы как **8.5мм** отверстия.

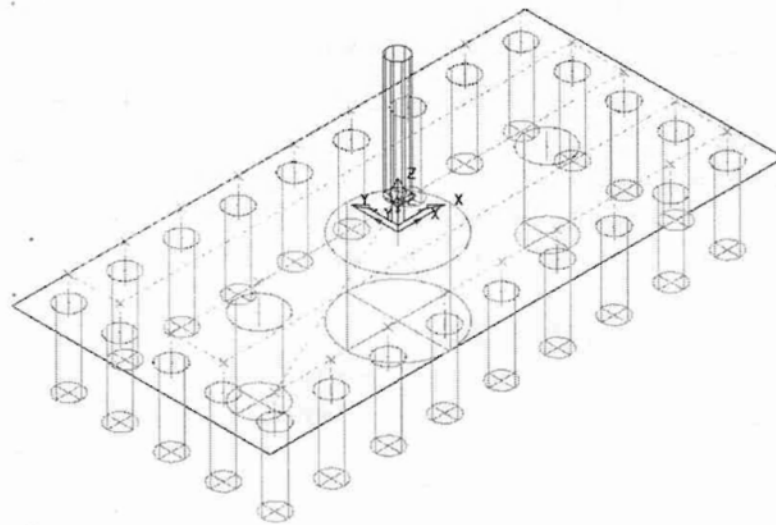
- Щелкните **Добавить Стратегию, Тип цикла – Нарезка резьбы, Операция – Полный диаметр**.
- Установите **Глубину 15, Шаг 1.5** и закройте форму.
- Выберите **Сохранить** в окне метода. 
- Сохранен под своим именем (**Dia10Tap**) в папке:- **C:\Temp**.
- Закройте форму метода.
- Удалите все и сбросьте диалоги.
- Импортируйте модель **PM_holes.dgk**
- Выделите модель и создайте **Отверстия по Окружностям в 2D Моделях**.
- Высота **Верха 0**, высота **Дна -30**.
- Выберите вкладку **Сверление** из списка траекторий.
- Выберите созданный метод, **Метод сверления (Dia10Tap)** теперь есть в списке.
- Нажмите **Выполнить** и визуализируйте траектории.



Все отверстия были **Центрованы**, но только те которые удовлетворяли критерию выбора **min/max** метода, только эти отверстия были предварительно просверлены и нарезана резьба. Инструмент задан не был, PowerMILL автоматически создает нужный тип инструмента, диаметром равным диаметру отверстия с учетом припуска.

- Удалите все траектории и инструменты.
- Создайте **Сверло** диаметром 8мм, с именем **Ctr Drill**.
- Откройте форму использованного метода.
- Выберите стратегию **Простое сверление**.
- Укажите инструмент **Ctr Drill**.
- Закройте форму и **Выполните** метод.

В этот раз заранее выбранный инструмент **Ctr Drill** был использован на всех операциях **Центровки**.



19. Создание Карты-наладки (утилита SetupSheet)

Введение

Вместе с PowerMILL поставляются утилиты: SetupSheet – создание карты наладки и групповое постпроцессирование; ToolDatabase – оболочка для создания базы инструментов; ToolpathWizard – мастер создания траекторий для начинающих.

Но по умолчанию они к PowerMILL не подключаются. Для подключения создайте системную переменную HOME, она должна указывать на рабочий каталог пользователя. Обычно C:\DCAM\ . Далее из главного меню выполните:

Пуск - Программы - Delcam - SetupSheet - Setup User Menu for SetupSheet.

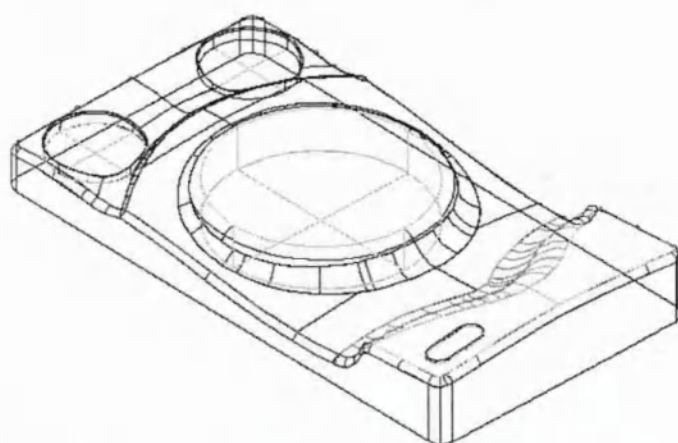
При этом будет создано (или модифицировано) пользовательское меню PowerMILL - файл user_menu в каталоге PMILL2 (папка PMILL2 создается автоматически). В PowerMILL это меню вызывается правой кнопкой мыши в Окне проводника.

В этом параграфе рассмотрим первую из утилит

Карта - наладки представляет собой листы, содержащие информацию о параметрах и режимах обработки, таких как используемый инструмент, величина подачи, скорость резания и т.д. Для создания карты наладки необходимо рассчитать траектории.

Пример

- Откройте модель **speaker.dgk**.



Для обработки данной модели создадим черновую и чистовую траектории, после чего будет создана карта - наладки.

- Задайте инструмент – **Концевая фреза с диаметром 8 мм** и заготовку с **Припуском 10мм**.
- Рассчитайте **черновую траекторию**, используя собственные параметры обработки.
- Измените инструмент на **Шаровую фрезу с диаметром 4мм**.

- Рассчитайте **чистовую траекторию**, также задайте собственные параметры обработки.

Правой кнопкой мыши из Окна просмотра выполните пункт PowerMILLutil.



- Щелкните по иконке **Создание Карты - наладки**

Открылась основная форма для создания Карты-наладки.

- Щелкните по иконке **Обновить список Траекторий**.



Setup Sheet Postprocessing	
Name	Strategy
☒ Raster Roughing - 8 mm ...	Raster Area Clearance
☒ Raster Finishing - 4 mm ...	Raster Pattern Finishing

Загружен список рассчитанных ранее траекторий.

- Выберите **Черновую Траекторию (Raster Roughing)** и щелкните по иконке **Создать Рисунок**



Name	Strategy
☒ Raster Roughing - 8 mm ...	Raster Area Clearance
☒ Raster Finishing - 4 mm ...	Raster Pattern Finishing

- Выберите **Чистовую траекторию (Raster Finishing)** и щелкните по иконке **Создать рисунок** .

Setupsheet	Postprocessing
Name	Strategy
☒ Raster Roughing - 8 mm ...	Raster Area Clearance
☒ Raster Finishing - 4 mm ...	Raster Pattern Finishing

Рядом с каждой траекторией появилось изображение фотоаппарата, т.е. созданы эскизы для соответствующих страниц.

- Нажмите кнопку **Параметры** .

Setupsheet Output Options

Interface Options | Setupsheet Options | Scaled Image Options | User Variables

Setupsheet Generation

☐ Auto Generate Setupsheets

☒ Keep toolpath information when updating toolpath list

Postprocessing

☐ Keep NC Program when postprocessing

Setupsheet Display

View setupsheets using...

☒ Microsoft® Internet Explorer

☐ Microsoft® Excel

Accept Cancel

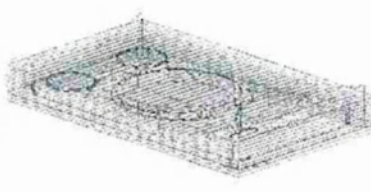
В данной форме Вы можете установить опции, необходимые для работы.

- Нажмите **Принять**.
- Щелкните по иконке **Создание карты-наладки** .
- Установите путь **C:\Temp** и введите имя файла **speaker-setup**.
- Щелкните по иконке **Просмотр текущей карты-наладки** .

Project Header	
	
Customer	
Project	
Part	
CAD Model	
Date	13 December 2001
Programmer	

Листы карты отображаются в браузере Internet Explorer, начиная с Титульного. С левой стороны браузера расположены ссылки на карты для каждой траектории и Итоговый лист.

- Щелкните по ссылке **Черновая траектория (Raster Roughing)**

Setup Sheet																																			
																																			
<table border="1"> <tr> <td>Diameter</td> <td>Tip Radius</td> </tr> <tr> <td>8.</td> <td>0.</td> </tr> <tr> <td>Length</td> <td>40.</td> </tr> <tr> <td>Tool Type</td> <td>End Mill</td> </tr> <tr> <td>Tool Number</td> <td></td> </tr> </table> 	Diameter	Tip Radius	8.	0.	Length	40.	Tool Type	End Mill	Tool Number																										
Diameter	Tip Radius																																		
8.	0.																																		
Length	40.																																		
Tool Type	End Mill																																		
Tool Number																																			
<table border="1"> <tr> <td>Toolpath Type</td> <td>Raster Area Clearance</td> </tr> <tr> <td>Stepover</td> <td>5.</td> </tr> <tr> <td>Stepdown</td> <td>4.625</td> </tr> <tr> <td>Tolerance</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>Thickness</td> <td>1.</td> </tr> <tr> <td>Cutting Speed</td> <td>500.</td> </tr> <tr> <td>Plunge Speed</td> <td>500.</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>1300.</td> </tr> <tr> <td>Cutting Time</td> <td>0h 59m 54s</td> </tr> <tr> <td>Boundary</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SafeZ</td> <td>46.277</td> </tr> <tr> <td>Toolpath X min</td> <td>1.125</td> </tr> <tr> <td>Toolpath X max</td> <td>121.125</td> </tr> <tr> <td>Toolpath Y min</td> <td>2.561</td> </tr> </table>	Toolpath Type	Raster Area Clearance	Stepover	5.	Stepdown	4.625	Tolerance	0.1	Thickness	1.	Cutting Speed	500.	Plunge Speed	500.	RPM	1300.	Cutting Time	0h 59m 54s	Boundary	-	SafeZ	46.277	Toolpath X min	1.125	Toolpath X max	121.125	Toolpath Y min	2.561	<table border="1"> <tr> <td>Date</td> <td>13 December 2001</td> </tr> <tr> <td>Project</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toolpath ID/ TAP File</td> <td>Raster Roughing - 8 mm Endmill (See Combined Tap file)</td> </tr> </table>	Date	13 December 2001	Project		Toolpath ID/ TAP File	Raster Roughing - 8 mm Endmill (See Combined Tap file)
Toolpath Type	Raster Area Clearance																																		
Stepover	5.																																		
Stepdown	4.625																																		
Tolerance	0.1																																		
Thickness	1.																																		
Cutting Speed	500.																																		
Plunge Speed	500.																																		
RPM	1300.																																		
Cutting Time	0h 59m 54s																																		
Boundary	-																																		
SafeZ	46.277																																		
Toolpath X min	1.125																																		
Toolpath X max	121.125																																		
Toolpath Y min	2.561																																		
Date	13 December 2001																																		
Project																																			
Toolpath ID/ TAP File	Raster Roughing - 8 mm Endmill (See Combined Tap file)																																		

Отображена карта наладки для черновой траектории (Raster Roughing). Карта содержит эскизы используемого инструмента, обрабатываемой модели с траекторией движения фрезы, а также параметры и режимы обработки.

- Щелкните по ссылке **Итоговый Лист**.

[illegible]

Итоговый лист содержит информацию обо всех используемых траекториях.

- Закройте Internet Explorer.
- Теперь рассмотрим вторую функцию утилиты SetupSheet.
- Выберите закладку **Постпроцессор**.

Setupsheet		Postprocessing	
Name		n	k
Raster Roughing - ...	-	-	-
Raster Finishing - 4 ...	-	-	-

Machine Setup

Output directory

Single TAP File Combined TAP File

TAP Filename

NC Program Part Name

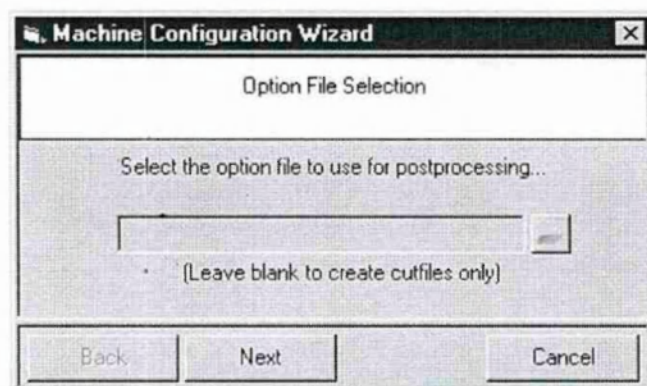
First

Pre-Postprocessing

Tolerance
 0.005

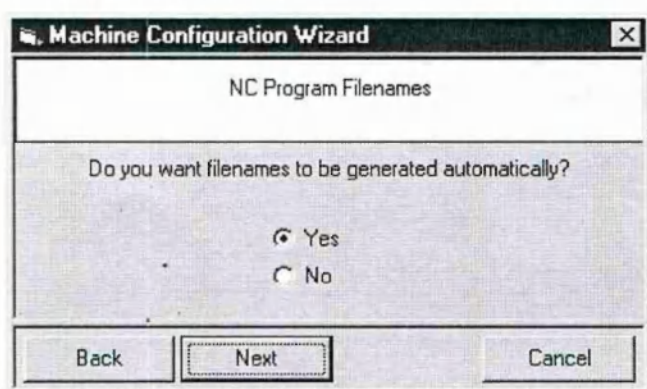
Появляется окно постпроцессора, в котором загружены созданные траектории.

- В поле Настройка станка, щелкните по иконке **Добавить новую конфигурацию**. 



Появился Мастер Конфигурации станка, состоящий из набора форм, появляющихся последовательно.

- Щелкните по иконке **Папка**.  и выберите имя постпроцессора (например **heid.opt**) и нажмите **Открыть**.
- Нажмите **Далее**.



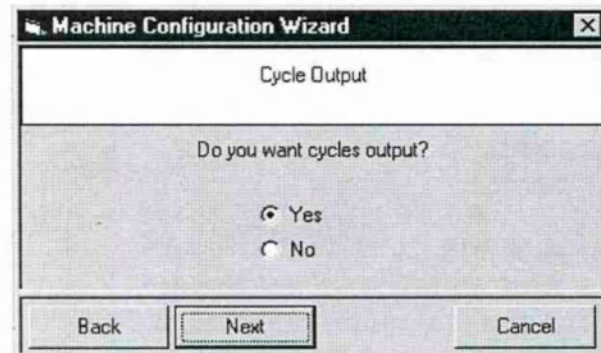
Задание имени ТАР файла автоматически?
При выборе **Да**, ТАР файлу будет присвоено имя, что и у соответствующей траектории, т.е. raster.tap.

- Выберите **Да** и нажмите **Далее**.
Следующая форма (здесь не показана) задает выходные единицы измерения (мм или дюймы).
- Выберите **мм** и нажмите **Далее**.
Следующая форма (здесь не показана) задает использование команд охлаждения.
- Выберите **Нет** и затем **Далее**.



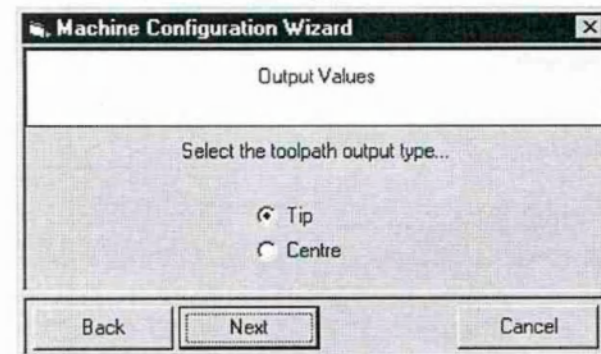
На данном этапе задается коррекция инструмента. Главным образом коррекция используется при обработке плоских контуров, при пространственной обработке не применяется.

- Нажмите **Далее**.



Вывод циклов – используются на станках, которые поддерживают сверлильные, расточные и резьбонарезные циклы. Данные циклы облегчают редактирование TAP файла вручную.

- Выберите **Нет** и **Далее**.



Задание выводимой точки – задается координата точки фрезы для которой будет записана УП.

- Выберите **Tip/Кромка** и нажмите **Далее**.



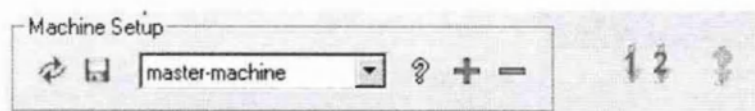
Задайте выходную директорию по умолчанию или пропустите данный этап.

- Нажмите **Далее**.

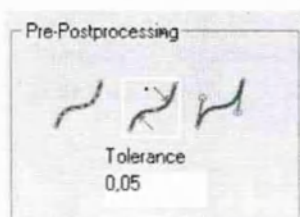


Задание имени для данной конфигурации.

- Введите имя **master-machine** и нажмите **Завершить**.



- Выберите траекторию **Raster Roughing**.
- Задайте Выходную траекторию C:\Temp.
- Выберите закладку **Одиночный Тар Файл**.
- Далее в поле Pre-Postprocessing можно задать использование круговой или сплайн интерполяции для той или иной траектории. При этом в списке траекторий перед именем появится соответствующий значок. Поле Tolerance задает точность аппроксимации (для хорошей аппроксимации надо, чтобы значение допуска на этой стадии было в 2 раза грубее, чем при расчете траектории).



Setupsheet Postprocessing			
Name	Icon	File	...
Raster_Roughing		Raster_Roughing.tap	.
Raster_Finishing		Raster_Finishing.tap	.

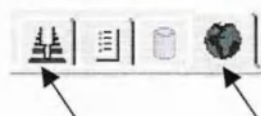
- Щелкните по иконке **Запуск Постпроцессора**.

```

speaker1 - Notepad
File Edit Search Help
0 BEGIN PGM 1 MM
1 TOOL DEF 1 L+0,000 R+0,000
2 TOOL CALL 1 Z S1500,000
3 L Z+46,277 R0 F9999 M
4 L X+1,125 Y+2,561 Z+41,277 R0 F9999 M03
5 L Z+33,385 R0 F500 M90
6 L X+121,125 R0 F M
7 L Y+8,546 R0 F M
8 L X+1,125 R0 F M
9 L Y+14,530 R0 F M
10 L X+121,125 R0 F M
11 L Y+20,515 R0 F M
12 L X+1,125 R0 F M
13 L Y+26,500 R0 F M
14 L X+121,125 R0 F M
15 L Y+32,484 R0 F M
16 L X+1,125 R0 F M
17 L Y+38,469 R0 F M
... ..
    
```

Созданные УП расположены в каталоге C:\Temp, для их просмотра используйте любой текстовый редактор (например Блокнот).

Переключение между окном утилит и обычным Окном просмотра и наоборот осуществляется кнопками, показанными стрелками.

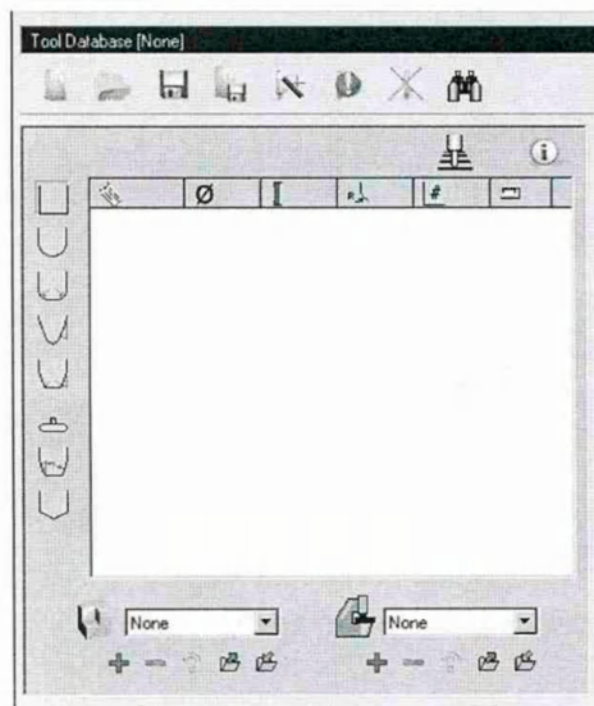


20. База данных инструмента (утилита ToolDatabase)

Эта утилита позволяет создать собственную базу данных инструмента. Это особенно полезно, если Вы используете набор одних и тех же инструментов для обработки деталей. Инструмент выбирается из базы данных и передается в PowerMILL.



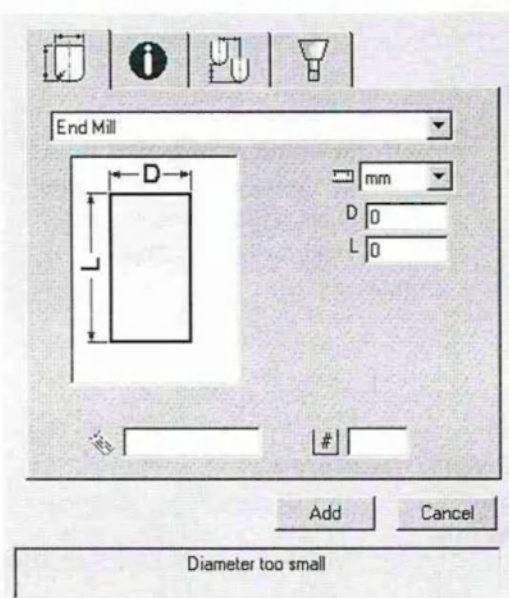
Иконка для работы с базой данных (вызов PowerMILL-утилит описан в главе «Создание карты-наладки»).



- Щелкните по иконке Открыть базу данных.

Появляется окно, в котором можно выбрать инструмент с необходимой геометрией. Также можно назначить инструмент для обработки определенной группы материалов (дерева, пластика, металла).

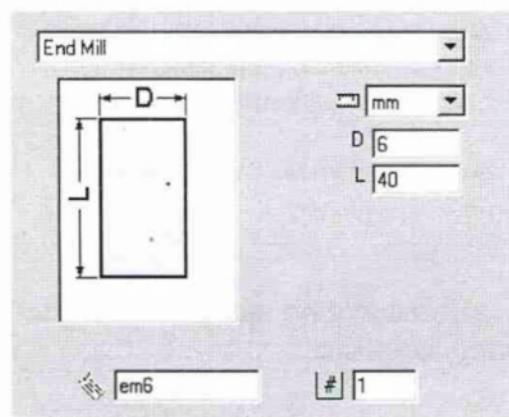
Щелкните по иконке Добавить новый



инструмент.

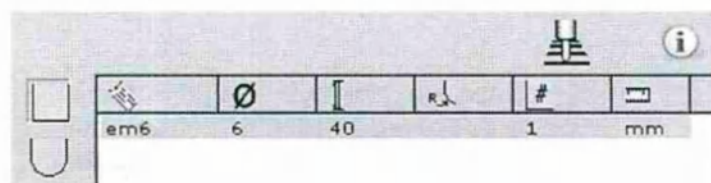
Появляется форма, на разных вкладках которой Вы можете задать геометрию инструмента, подачи, стратегию и оснастку.

- Выберите **Концевую фрезу** и задайте **Диаметр D=6мм**, **Длина L=40**, **Имя - em6** и **Номер 1**.



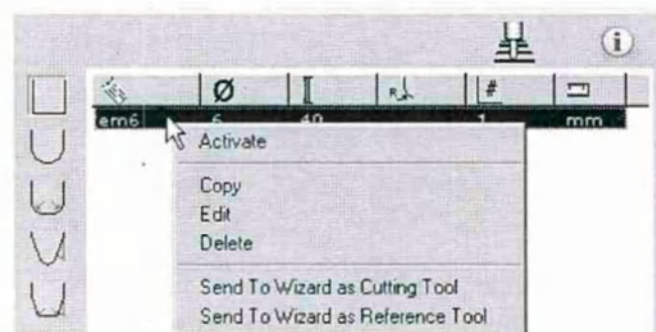
Номер инструмента используется при наличии инструментального поворотного магазина для его смены.

- Нажмите кнопку **Добавить**.



Инструмент появляется в базе данных. Вы можете не вводить некоторые параметры инструмента, а далее при необходимости редактировать их.

- Установите курсор мыши на инструмент, щелкните правую кнопку, появляется всплывающее **меню**.



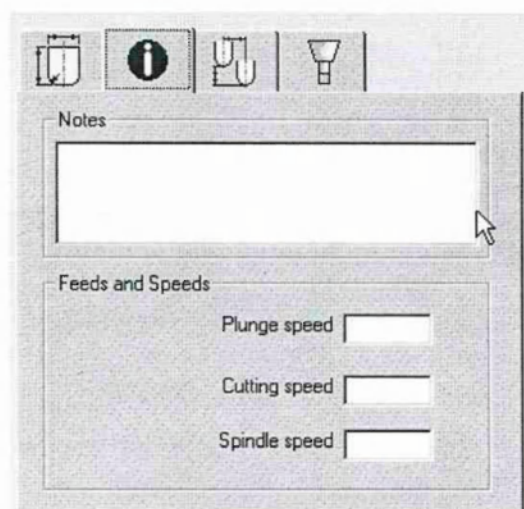
Данное меню используется для Активизации инструмента, Копирования, Редактирования и Удаления. Инструмент может быть передан в Мастер траекторий.

- Нажмите кнопку **Редактировать**.

Появляется форма, в которой Вы можете задать новые параметры.

- Выберите закладку **Информация**.





В поле Примечания можно сделать необходимые записи.

Подача врезания – подача в мм/мин, на которой инструмент врезается в заготовку (подача вертикального врезания).

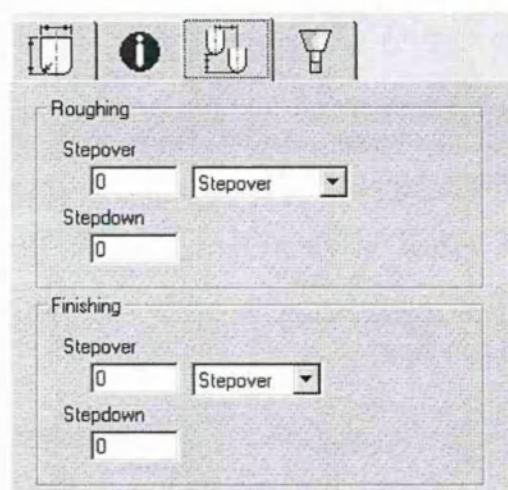
Рабочая подача – подача, на которой инструмент совершает рабочие (горизонтальные) ходы в мм/мин.

Шпиндель – задается скорость вращения шпинделя.

Значения, используемые в примерах, могут не соответствовать для различных станков.

- Установите Врезания 500, Рабочая 500 и Шпиндель 1500.

- Выберите закладку Стратегия.



Для Черновой (Выборка) и Чистовой обработки каждому инструменту задается Шаг между проходами и по высоте.

Т.к. Концевая фреза обычно не используется при чистовой обработке, то оставьте в полях нулевые значения.

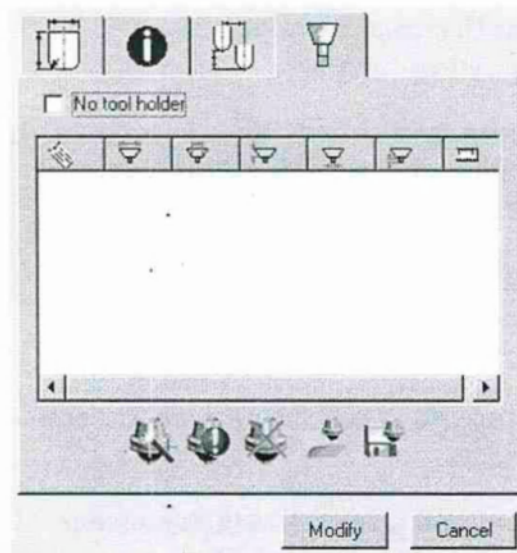
- Для Черновой обработки задайте Шаг 4.5мм и Шаг по Z 10мм.

- Выберите закладку Оснастка



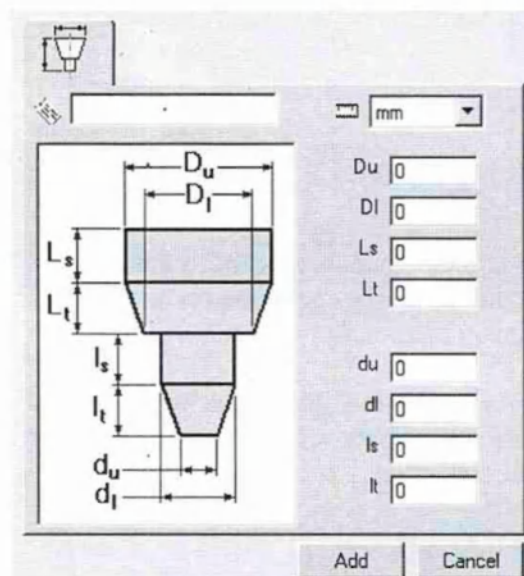
Задание размеров патрона необходимо для контроля столкновений в процессе обработки.

- Выключите опцию Без патрона.



Форма Патрон содержит собственный мини-мастер.

- Щелкните по иконке Создать новый Патрон

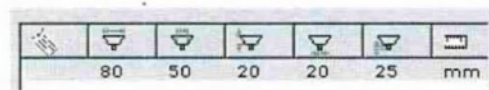


Появляется форма для задания размеров нового патрона.

Верхние 4 поля задают геометрию патрона и остальные 4 поля задают геометрию хвостовика инструмента.

Du – Верхний Диаметр
DI – Нижний Диаметр
Ls – Длина Хвостовика
Lt – Длина Конуса

- Введите Du = 80, DI = 50, Ls = 10, Lt = 10, du = 30, dl = 20, ls = 15 и lt = 10.
- Нажмите **Добавить**.



Патрон с текущими значениями внесен в базу.

- Нажмите кнопку **Изменить**.

Вернитесь на первую страницу мастера базы данных. Каждый инструмент может быть связан с определенной группой обрабатываемых материалов и оборудованием.



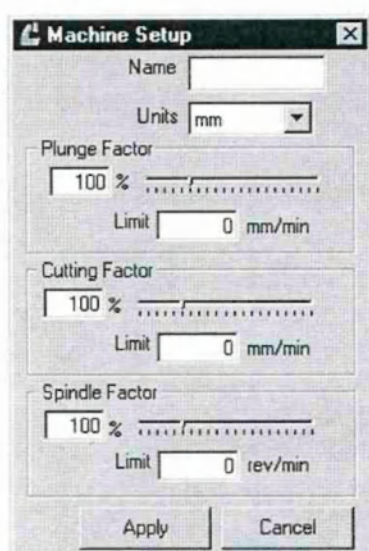
Данный набор опций предназначен для задания материала и оборудования, которые будут связаны с инструментом.

- Щелкните по иконке **Создать новый материал** .



С помощью бегунка можно установить нужное значение, путем перетаскивания его вручную, щелчком мыши по линейке или численно задать в соответствующем поле.

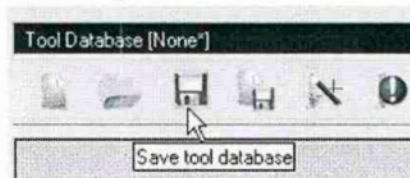
- Установите Коэффициенты подач Врезания **150%**, Рабочей **200%** и Скорости **150%**.
- Нажмите **Применить**.
- Щелкните по иконке **Сохранить материал** .
- Сохраните материал в **C:/Temp** с именем **materials**.
- Щелкните по иконке **Задать новый станок** .



Данная форма позволяет задать определенные коэффициенты для создаваемого станка.

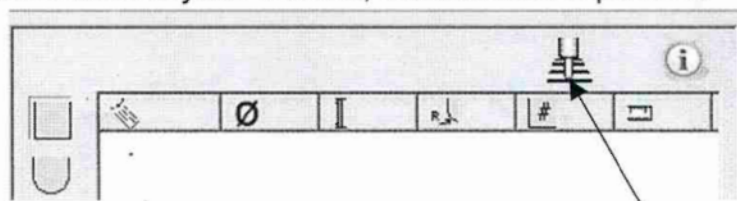
- Задайте **Имя** **mc1**, Коэффициенты подач **Врезания 150%**, **Рабочей 200%**, Коэффициент **Оборотов шпинделя 150%** и **Предел 2500 об/мин**.
- Нажмите **Применить**.

- Щелкните по иконке **Сохранить станок** .
- Сохраните в **C:/Temp** с именем **machines**.
- Щелкните по иконке **Сохранить базу данных**.



- Сохраните базу данных в **C:/Temp** с именем **toolsdb1**.

Для передачи выбранного инструмента и всех его параметров в PowerMILL служит иконка, показанная стрелкой.



21. Настройка PowerMILL

Введение

Существуют различные способы, с помощью которых пользователь может настроить PowerMILL для выполнения своих специфических задач. В данной главе рассматриваются три основные опции, ими являются **Шаблон проекта**, **Макросы** и **Пользовательские меню (User Menus)**.

Шаблон проекта

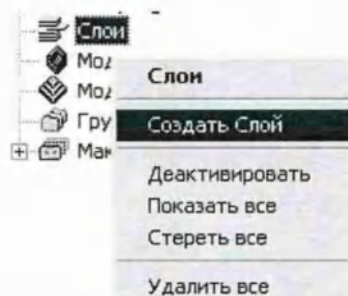
Шаблон проекта используется для настройки стандартных объектов PowerMILL. Эти настройки можно вставить в любой новый проект с помощью команды **Вставка → Объекты окружения**. Основное применение – это создание шаблона для различных обрабатываемых материалов. Т.о. можно иметь один шаблон для встречного фрезерования Малоуглеродистых сталей, другой для Высокоскоростной обработки Закаленных сталей. В каждом случае пользователь использует те инструменты, которые установлены для данного материала. Ниже приводятся типы объектов, которые можно сохранить в шаблоне проекта:

1. **Инструменты** – определенный набор инструментов и связанные с ним параметры для специальных материалов или станков.
2. **Системы координат** – набор систем координат.
3. **Слой** – набор слоев.
4. **NC Параметры** – задаются параметры для получения УП под конкретную систему ЧПУ.

Пример – Создание Окружения

Определяются необходимые **Инструменты**, **Системы координат**, **Слой** и **NC Параметры**.

- Выберите опции **Удалить все** и **Сбросить диалоги**.
- Задайте две **Концевые фрезы** диаметром **16мм** и **12мм** и две **Шаровые фрезы** **10мм** и **8мм** соответственно, присвойте им подходящие имена.
- Создайте **Workplane** и назовите ее **Datum**.
- Создайте два новых **Слоя** с именем **Cavity** и **Core**.



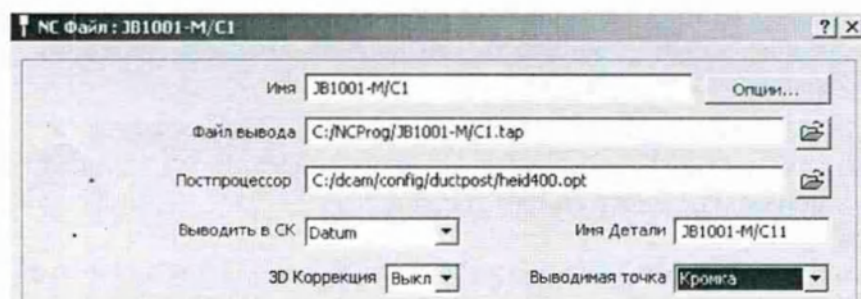
Слой используется для разделения обрабатываемых частей модели. **Выбранные части модели** помещаются на слой с помощью опции **Acquire Selected/Присвоить выбранным** в контекстном меню Слой. Следовательно, модель можно разбить на пуансон и матрицу.

Замечание: Функция слоев заключается в визуальном разделении модели, однако при расчете траекторий будет использоваться вся модель, несмотря на то, включен слой или нет.

- Правой кнопкой мыши щелкните по разделу **NC файлы** в Проводнике и выберите **Создать NC файл**.



- Введите **JB1001-M/C1** в форме и нажмите значок птички.
- Щелкните правой кнопкой мыши по новому NC файлу и выберите **Параметры**.



- Заполните открывшуюся форму как показано и нажмите **Принять**.
- Создайте еще один NC файл и назовите его **JB1002-M/C2**.
- Задайте для него в форме **Параметры** файл опций **Fanuc 6m.opt** и любые другие параметры, после чего нажмите **Принять**.



После создания необходимых NC Файлов, Инструментов, Систем координат и Слоев, их можно сохранить как Объекты Окружения.

- В выпадающем меню **Файл** выберите **Сохранить окружение**.

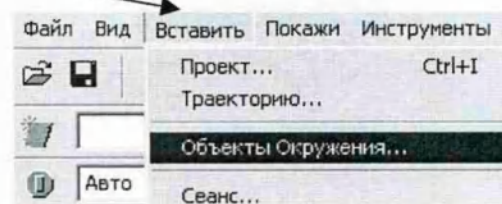


- Сохраните Окружение с именем **My_Template** в папке **C:\Temp**.

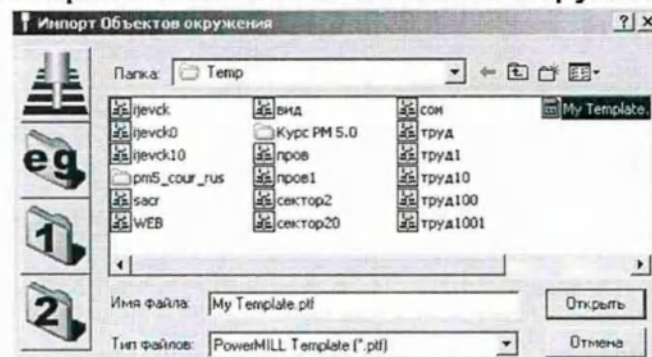
Окружение будет сохранено как **PowerMILL Template/Шаблон PowerMILL** с расширением **.ptf**.

- В меню **Файл** выберите **Удалить Все**.

Загрузить Шаблон Проекта можно с помощью команды **Вставить** на верхней панели инструментов.



- Выберите **Вставить → Объекты Окружения**.



- Выберите **My_Template.ptf** и щелкните **Открыть**.

Для редактирования существующего окружения, откройте его и задайте любые другие Инструменты, Системы координат, Слои или NC Параметры, далее используйте опцию в меню файл **Файл – Сохранить Окружение**. Щелкните по шаблону, который хотите перезаписать и далее нажмите кнопку **Сохранить**.

Макросы (Macros)

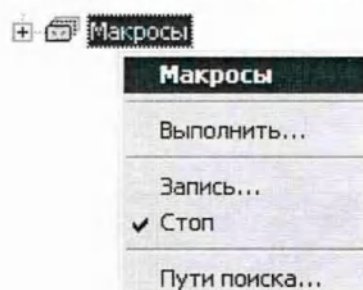
Макрос – это текстовый файл, который содержит последовательность команд для выполнения в PowerMILL. Он может быть создан путем записи команд при выполнении действий пользователем или их прямым вводом. Макросы (имеют расширение **.mac**) запускаются непосредственно из Проводника PowerMILL.

Создание макросов

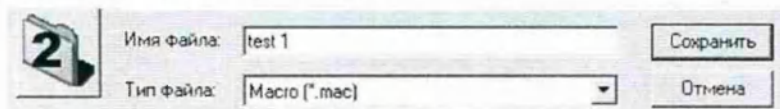
Макросы PowerMILL создаются посредством записи операций, которые выполняет пользователь. Причем записываются только те значения, которые установлены во время записи. Чтобы записать уже установленные значения, необходимо ввести их заново. Например, если для чистовой обработки установлен допуск 0.1мм, и вы хотите задать его с помощью команды макроса, то для этого нужно ввести это значение в форме еще раз.

Запись макросов

- Выберите **Файл/File → Удалить Все/Delete All**.
- Для начала записи, щелкните правой кнопкой мыши по разделу **Макросы/Macros** и выберите **Записи/Record**.



- Задайте имя файла **test_1**.



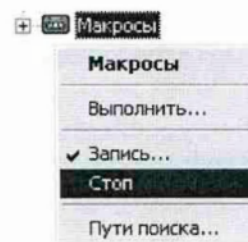
- Нажмите **Сохранить/Save**.

Во время записи макроса иконка перед названием раздела будет отображена красным цветом. Помните! **Все данные необходимо задать повторно**, даже если уже установлены нужные значения, например допуск.

- Откройте модель **handset.tri**.
- Выберите вид **Изо1/Iso1**.
- Задайте заготовку **Блоком**, используя опцию **Вычислить**.
- Задайте **Шаровую фрезу** диаметром **10мм**.
- Переустановите **Безопасные высоты** и **Точку возврата**.
- Откройте форму **Finishing/Чистовая обработка** и рассчитайте траекторию с параметрами: **Стратегия – Растр**, **Допуск 0.05**, **Припуск**

0.3, Шаг 1.0, Угол 90, Стилль – В обе стороны соединенные и Радиус Дуги 0.5.

- Нажмите **Apply/Выполнить** и **Асепт/Принять**, после чего будет рассчитана траектория, которую назовите **raster-10bn**.
- Для остановки записи нажмите **Stop/Стоп** в контекстном меню, как показано ниже.

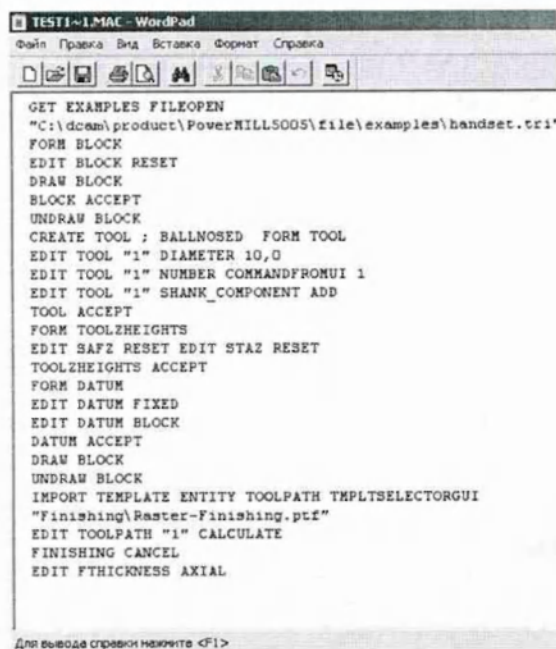


Выполнение макроса

- Удалите траекторию и выберите макрос **test_1** и нажмите **Run/Выполнить**.



Макрос можно просмотреть, используя опцию **Правка**, в контекстном меню Проводника.



- Выберите макрос **test_1** и нажмите **Правка/Edit**.

Открылся текстовый редактор Word Pad, в котором загружен код соответствующего макроса. Теперь можно редактировать значения и добавить комментарии для пояснения действий отдельных команд.

- **Измените** макрос для задания фрезы большего диаметра, как показано ниже и сохраните файл.

```
CREATE TOOL ; BALLNOSED FORM TOOL  
//changed tool diameter from 10 to 12  
EDIT TOOL "1" DIAMETER 12
```

- **Удалите траекторию и выполните макрос.**

Рассчитана новая траектория для инструмента диаметром 12мм. Строки комментариев (//) не обрабатываются и являются удобным средством описания команд.

Настройка стандартных установок

При загрузке PowerMILL производится чтение макроса с именем **pmuser.mac**, который находится в **C:\dcam\product\PowerMILL4xxx\lib\macro**. Редактируя этот пустой макрос, можно задать собственные настройки, которые будут установлены при загрузке PowerMILL.

Макрос **pmuser.mac** можно создать в папке **pmill2**, расположенной в Рабочей области пользователя.

Т.к. по умолчанию макрос **pmuser.mac** не содержит никаких команд, то легче записать новый **pmuser.mac** поверх старого. В следующем примере объясняется, как это сделать.

- Нажмите **Удалите Все** и **Сбросить Диалоги**.
- Нажмите **Record/Запись** в разделе **Макросы**, откройте последовательно папки **C:\dcam\product\PowerMILL4xxx\lib\macro** и дважды щелкните по макросу **pmuser.mac**.



- Нажмите **Yes/Да** для начала записи.
- Задайте **Концевую фрезу** диаметром **10мм**.
- Откройте форму **Area Clearance/Выборка**.
- Задайте: **Высоты - Шагом 3, Стратегия – Смещением, Направление – Попутное, Допуск – 0.05, Припуск 0.5, Врезание на слой – Наклонно**, в опциях задайте **Угол врезания – 3**.
- Нажмите **Ассерт/Принять**.

Необходимо отметить, что во время записи макроса открытую форму следует **Принять**, а не **Выполнить**.

- Нажмите **Стоп** в контекстном меню Макрос для остановки записи и далее **Правка**.



Чтобы выполнить этот макрос необходимо перезапустить PowerMILL.

- Завершите работу PowerMILL и Запустите его вновь, после чего проверьте настройки Выборки и текущий размер инструмента.

Создание библиотек инструмента

Макросы можно использовать для настройки библиотек инструмента, записывая отдельные параметры для каждого из них. При создании библиотек инструмента рекомендуем присваивать макросам значимые имена и сохранять их в определенной области, например ваша рабочая область.

- В PowerMILL включите Запись макроса с именем **Cutters** в папке **C:\temp**.
- Задайте Концевую фрезу диаметром **12мм**, длиной **60**, номер инструмента **1** и имя **12dia-endmill**.
- Задайте Концевую фрезу **10мм**, длиной **50**, номер **2** и имя **10dia-endmill**.
- Задайте Концевую фрезу **8мм**, длиной **40**, номером **3** и именем **8dia-endmill**.
- Нажмите **Принять** форму.
- Остановите запись макроса.

Записанный макрос задает три инструмента и может быть выполнен из Пользовательского меню (как это сделать рассматривается далее). Также макрос можно выполнить непосредственно из раздела Макросы в Проводнике.

Создание макроса NC Output.

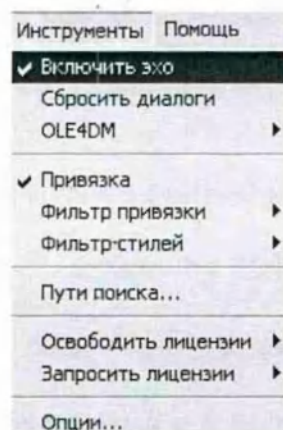
Макросы можно также использовать для создания имен NC Файлов.

- В PowerMILL включите Запись макроса с именем **NC Toolpaths** в папке **C:\temp**.
- Создайте **NC Файлы** с именами **Roughing**, **Semi-finish** и **Finish** соответственно.
- В диалоговом окне **Параметры NC - файла** задайте постпроцессор **Heid400.opt** и нажмите **Принять**.
- Остановите запись макроса.

Написанный макрос создает три NC Файла и задает для них постпроцессор, теперь все готово для перемещения траекторий в любой их них. В случае необходимости этот макрос можно выполнить непосредственно из пользовательского меню (user_menu).

Создание макросов с помощью отображения команд

Т.к. макросы PowerMILL – это текстовые файлы, то их можно легко копировать и вставлять в другие макросы для получения нужного результата.



Макросы можно записать без особых усилий в любом текстовом редакторе, однако для этого необходимо знать команды PowerMILL. Чтобы узнать ту или иную команду можно использовать опцию **Включить Эхо/Echo Commands**. Данная опция отображает в командном окне команду, которая соответствует нажатию иконки или вводу данных в форме.

- Выберите **Инструменты → Включить Эхо (Echo Commands)**
- Задайте с помощью формы Шаровую фрезу диаметром **10мм** и назовите ее **10dia-ballnose**.
- Нажмите **Принять**.

В командной строке PowerMILL будут отображены следующие команды:

[EDIT TOOL "1" LENGTH 50.0\r]

[RENAME TOOL "1" "10dia-ballnose"\r]

[TOOL ACCEPT\r]

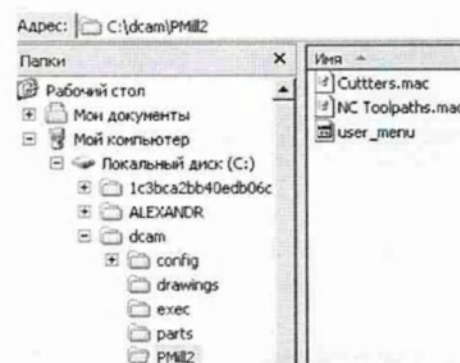
После того, как данные команды будут записаны в файле макросе, символ \r (перевод каретки) можно удалить.

Пользовательские меню (User Menu)

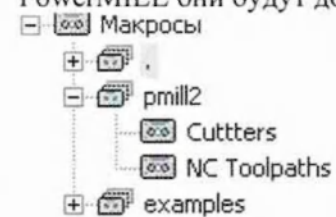
В PowerMILL допускается создание собственных пользовательских меню (User Menu), в которых содержится множество опций. Для отображения меню необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши в пустой области Проводника PowerMILL. Если вы установили PowerMILL утилиты, то меню будет выглядеть так (иначе см. главу «Карта наладки»):



Данное меню описано в файле с именем **user_menu** (каталога **pmill2**) и может редактироваться с помощью любого текстового редактора (например WordPad или Notebook). Любой макрос, запускаемый из меню, лучше сохранить в этой папке.



Макросы **Cutters** и **NC Toolpaths** скопированы в папку **pmill2**, поэтому после запуска PowerMILL они будут доступны в Проводнике.



Ниже приводится фрагмент исходного файла **user_menu**. В нем описан вызов только PowerMILL утилит.



В текстовом редакторе добавьте строки для вызова макросов как показано ниже.

```

# this file must be called user_menu and be in your HOME area

# comment line
# T is for Tile and cannot be selected
# S is for separator or line on the menu

U user_menu

T "Delcam Utilities"

S

I "Setupsheet V2.0.01" 5 "PMILLHELP URL 'D:\dcam\product\Setupsheet2001\sys\exec\Setupsheet.html'"

S

I "Tools Library" 1 "macro 'E:\users\training\pnill2\cutters.nac'"

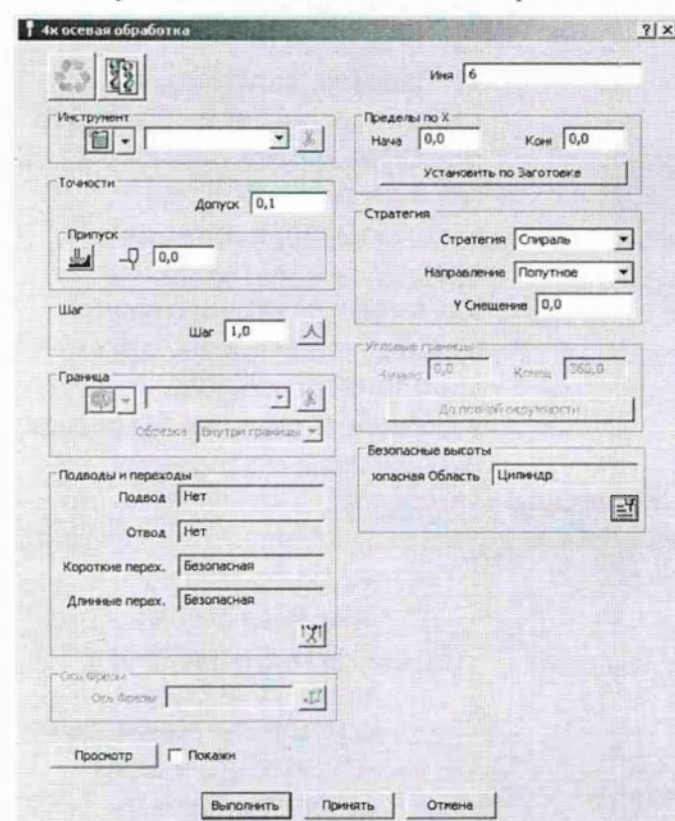
S

I "NC Output" 1 "macro 'E:\users\training\pnill2\NC Toolpaths.nac'"

```

22. 4х осевая вращением (Strategy 4g)

Эта стратегия – самый простой случай 4-осевой обработки. В качестве поворотной оси используется ось X. Также имеются ограничения на задание положения инструмента.



Параметры стратегии задаются в следующей форме:

Основные параметры поясняются ниже.

Пределы по X

Определяют зону обработки по оси X. Их можно задать вручную или определить автоматически по заготовке (кнопка «Установить по заготовке»).

Стратегия

Предусматривает 3 варианта движения инструмента:

окружность, линия или спираль.

Направление

Задаёт направление резания: **попутное, встречное или любое.**

Шаг

Для круговых и спиральных движений определяет смещение по X при одном полном обороте

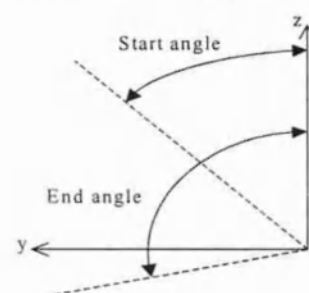
заготовки. Для движения по линии шаг является углом между 2 соседними строчками.

У смещение

У смещение полезно чтобы избежать резания вершиной (центром) фрезы. Рисунок ниже поясняет этот параметр.

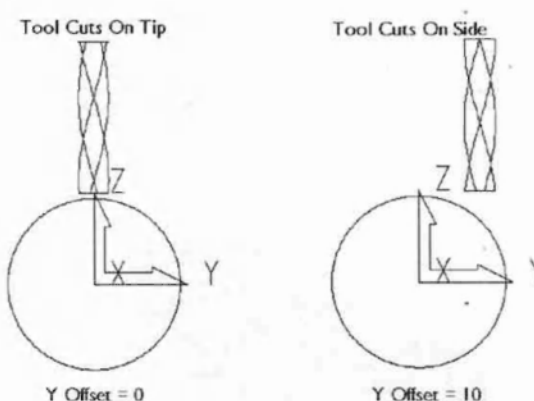
Угловые границы

Этот параметр доступен только для движений по окружности или линии.



Задаются начальн
ый и
конечны
й углы от оси Z.

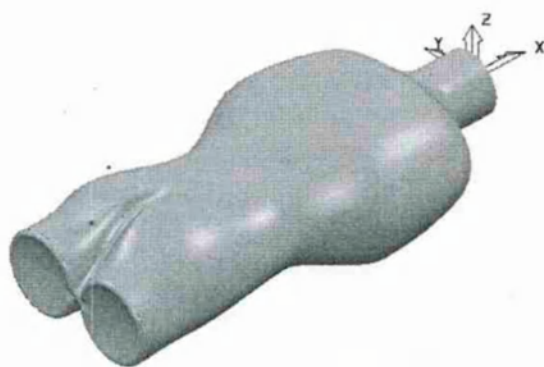
Углы измеряются против часовой стрелки при взгляде вдоль положительного направления оси X.



Обработка круговыми движениями

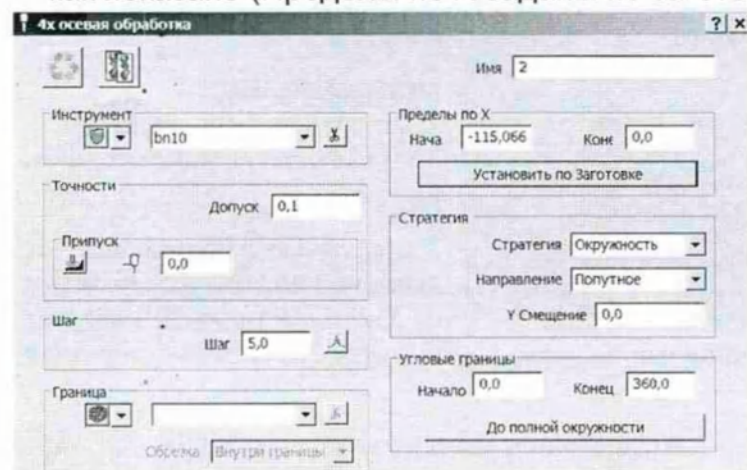
В этом примере используется модель парфюмерной упаковки – фигурная бутылочка. Ось бутылочки направлена вдоль оси X.

- Из контекстного меню экрана выполните Удалить все.
- Откройте модель **Starbottle.gk** из каталога с примерами.



- Задайте заготовку по габаритам модели. Создайте шаровую фрезу диаметром 10 мм и именем **h0**.
- В форме **Безопасные высоты** нажмите кнопку **Установить по заготовке**.
- Задайте стартовую точку координатами **X 0 Z 0**.
- Откройте форму **4-осевая вращением** и заполните ее

как показано (Пределы по X заданы по заготовке).



- Выполните и закройте форму.
- Из контекстного меню траектории выполните **Анимация – Старт**. (при этом откроется панель анимации).
- В панели анимации

нажмите иконку  (Вид от инструмента).

- Нажмите иконку  (Пуск).

В этом варианте анимация выполняется как на реальном станке (т.е. вращается заготовка).

- Повторите расчет изменив описанные выше параметры (направление резания, пределы по X, угловые границы).

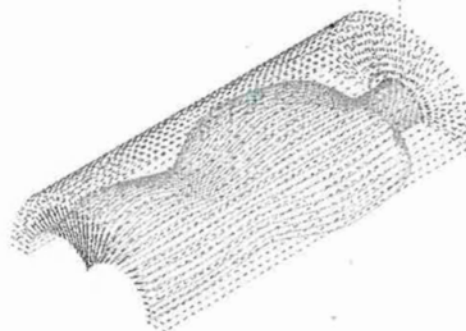
Не закрывайте проект, пример продолжим в следующем параграфе.



Обработка линиями (вдоль заготовки)

В этом случае поворотная ось поворачивается на шаг между 2 проходами вдоль заготовки.

- Задайте стратегию **Линия** и попутное фрезерование.
- Задайте стартовый угол **90** и конечный угол **-90**.
- В форме **Подводы и переходы** установите относительную высоту врезания **Z 20 мм**. Переходы задайте - относительные.
- Рассчитайте траекторию. Траектория показана ниже.



- Пересчитайте траекторию задав направление – **Любое**. В этом случае не будет лишних холостых ходов. Результат показан на рис.

Спиральная обработка вращением

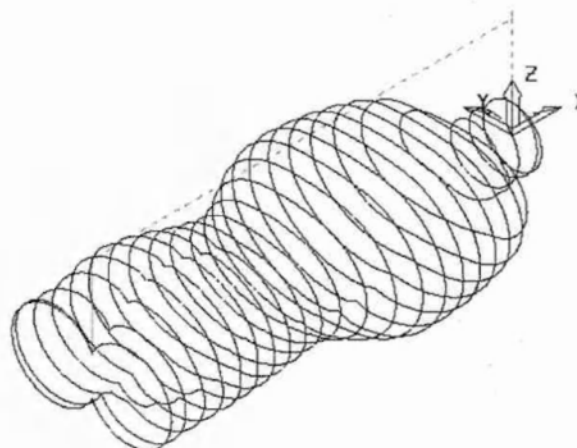
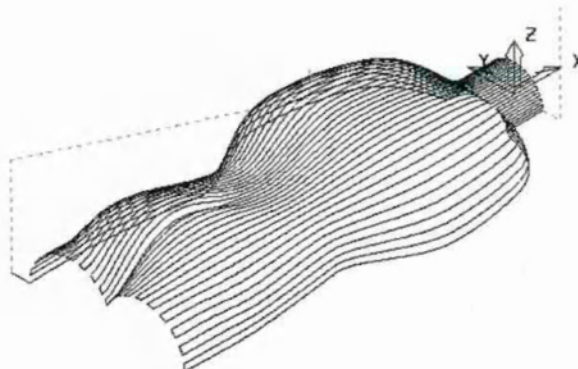
В этом случае все оси работают одновременно.

Отметим также, что для этой стратегии угловые пределы не используются и направление резания – **Любое** – недоступно.

- Рассчитайте траекторию для этого варианта

В заключении отметим, что этот метод хорош для относительно выпуклых изделий (бутылочки с рельефом, кулачки, вальцы и т.п.).

Он совершенно не годится для изделий типа турбинных лопаток, где требуется задание оси инструмента относительно нормали к поверхности. Для таких изделий требуется 5-осевой модуль как дополнение к базовому пакету PowerMILL.



21. Nam DPF

общая концепция

Функции постпроцессора

Постпроцессор читает Cldata файл, созданный в PowerMILL или DUCT и создает файл управляющей программы для конкретного станка (системы ЧПУ). Постпроцессор можно запускать двумя путями:

- Непосредственно из PowerMILL из Редактора УП,
- В командном окне (в русской версии Win NT это называется «Сеанс MS DOS»). При этом cut- файл должен существовать на диске.

Библиотека постпроцессоров содержит около 50 стандартных постпроцессоров. Модификация формата УП осуществляется с помощью файла опций. Файл опций – текстовый файл, использующий тот же формат, что и стандартные постпроцессоры. С его помощью можно настроить и новый постпроцессор.

Данные постпроцессора

Базовый постпроцессор является вшитым и не модифицируется. Доступ к нему осуществляется через пустые файлы опций (для каждой системы ЧПУ свой), которые находятся в каталоге **C:\dcam\config\ductpost**.

Каталог содержит полный список файлов опций, но выполняться будут только те, которые авторизованы. Авторизация задается в файле

C:\dcam\config\ductpost\dcam.paf

Пустой файл опций содержит 2 строки, например:

```
machine fanuc  
end
```

Первая строка ссылается на вшитый постпроцессор, между этой строкой и словом END можно размещать любые управляющие строки.

Описание вшитого постпроцессора можно увидеть, если в командном окне выполнить (к примеру):

```
ductpost -w fanuc > fanuc . txt
```

В результате на диске (в том же каталоге, откуда запущена команда) будет создан файл fanuc.txt.

Если в текстовом редакторе посмотреть файл fanuc.txt, то можно увидеть все управляющие конструкции. (смотри приложение fanuc.txt)

Файл опций, в нашем примере fanuc.opt, указывается в РМ в Редакторе УП в качестве имени постпроцессора. При работе в командном окне надо набрать:

```
ductpost fanuc test
```

где fanuc – имя постпроцессора, test – имя cut- файла (расширения не указаны).

В результате работы постпроцессора создается файл с тем же именем, что и cut- файл и расширением TAP (от слова tape – лента), в нашем случае test.tap

Важно: при отладке файла опций работайте только в командном окне, в этом случае здесь же выводится диагностика ошибок.

Для чего нужен файл опций?

- Для описания новых версий систем ЧПУ,
- Для нестандартных систем ЧПУ
- Для учета особенностей конкретного станка (с той же системой ЧПУ),
- Для настройки многоосевого (multi-axis) постпроцессора.

Структура файла опций

Как лучше создавать файл опций?

Нет строгой последовательности создания, но есть рекомендации, позволяющие придерживаться определенной структуры и облегчающие отладку.

Нет необходимости копировать встроенный постпроцессор и делать изменения в нем. Иначе трудно отслеживать изменения при дальнейшей модификации.

Лучше извлечь только те управляющие конструкции, которые требуют изменений.

Исключение составляют конструкции вида `define block xxxxx`, где при модификации придется воспроизводить весь блок.

Ниже рассмотрены наиболее часто используемые управляющие конструкции.

Разрезка программ по заданному объему или по числу кадров. В первой строке задана разрезка на части по 11 КБ (на самом деле указана величина 90.0 – длина перфоленты в футах, но эта величина прямо пропорциональна размеру программы), во второй – по 950 кадров (но эта строка закрыта символом комментария). Надо использовать только один вариант разрезки. При разрезке в конце куска программы и в начале следующего куска вставляются необходимые кадры (подвод/отвод инструмента, включение/выключение шпинделя и т.п.). Имена файлов одинаковы, а расширения задаются так: у первого файла `tap`, далее `t01`, `t02`, `t03` и т.д.

```
max tape length = 90.0
```

```
# max tape block = 950
```

Подавление вывода комментариев (PowerMILL вставляет достаточно много комментариев и, если не решен вопрос с DNC, их приходится подавлять).

```
message output = false
```

При задании формата координат указывается: ширина поля для числа, ставить или не ставить десятичную точку, число знаков после запятой, ставить ли знак числа и выводить или нет предшествующие и последующие нули. Все это можно делать для каждой координаты отдельно.

```
define format (X Y Z I J K )
```

```
field width = 8
```

```
sign = if negative
```

```
modal
```

```
decimal places = 3
```

```
decimal point = true
```

```
leading zeros = false
```

```
trailing zeros = false
```

```
end define
```

Задание абсолютных координат (иначе указывается `incremental`):

```
coordinates = absolute
```

Формат G- функций. Чтобы, к примеру, линейная интерполяция задавалась G01, а не G1, надо задать ширину поля 2 и разрешить вывод предшествующих нулей (смотри ниже). Параметр modal задает модальность, т.е. функцию выводить не надо, если она не изменилась.

```
define format (G1 G2 G3 G5 G7 )  
  field width = 2  
  leading zeros = true  
  modal  
end define
```

Настройку заголовка программы покажем кратко (для иллюстрации, на примере встроенного fanuc). Чтобы получить заголовок вида:

```
%  
:0001  
N10G91G28X0Y0Z0  
N20G40G17G80G49  
N30G0G90Z30.
```

Надо задать следующие настройки:

```
define block tape start  
  "%"  
  ID ProgID  
  N ; G2 91 ; G6 28 ; X 0 ; Y 0 ; Z 0  
  N ; compensation off ; G6 49 ; xy plane ; G4 80  
  N ; G5 90 ; G1 0 ; Z FromZ  
end define
```

Подробное описание этих и других управляющих конструкций смотри в Руководстве пользователя.

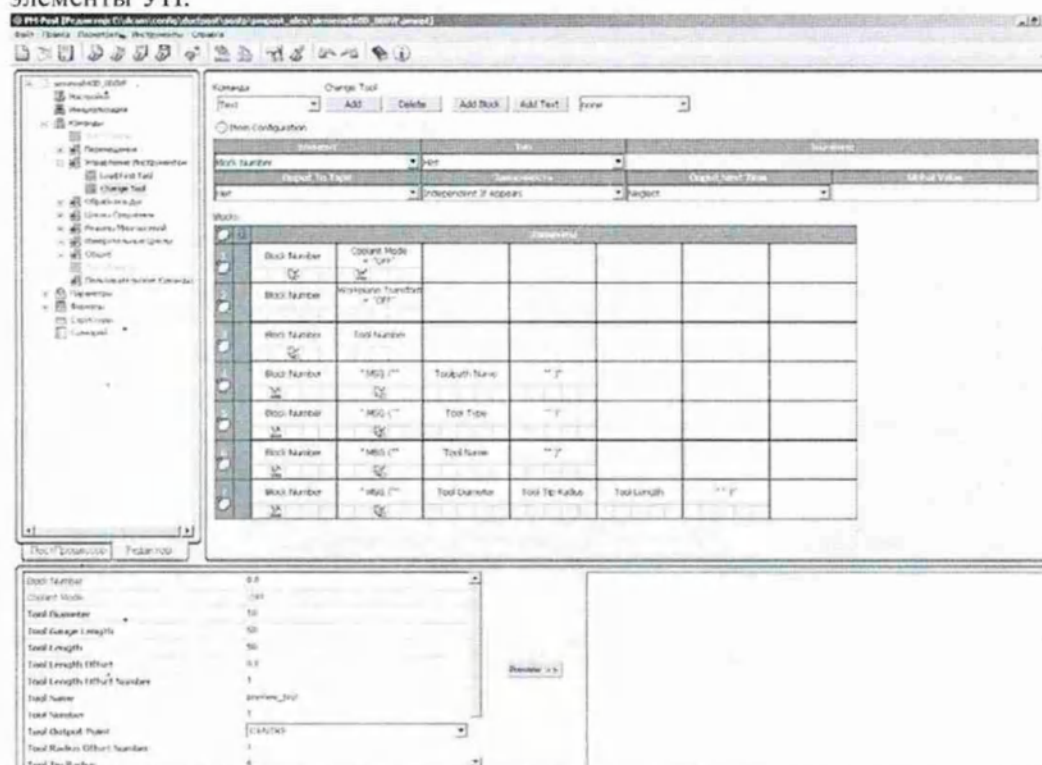
Опции для многоосевой обработки

Этот вопрос рассматривается в отдельном документе.

***fanuc.txt* - Текст вшитого постпроцессора**

PM-Post – Общая концепция

PM-Post состоит из модулей постпроцессора и редактора опционных файлов. С помощью редактора можно создавать и изменять опционные файлы – конфигурации систем ЧПУ. Удобный интерфейс позволяет легко создавать конфигурации для стоек любой сложности. Внутренняя структура объединяет в себе основные параметры настроек для наиболее распространенного набора конфигураций. Интерфейс построен на основе дерева, где отражены все элементы УП.



Принцип создания опционного файла заключается в следующем: УП разделяется на ряд команд, отражающих начало программы, смену инструмента, линейные, круговые, ускоренные перемещения и т. д. Каждой команде в PM-Post соответствует стандартный обработчик в виде таблицы. Каждая строка таблицы – это выводимый кадр УП, а элемент строки – выводимый параметр. Контроль правильности конфигурирования обработчика можно осуществить предварительным просмотром представления данной команды в УП. Постпроцессор генерирует УП для выбранной системы ЧПУ. В отличие от прежнего модуля (DuctPost), PM-Post имеет дружелюбный интерфейс, обеспечивающий наглядную работу с файлами, просмотр и отладку. Работа с данными ведется с помощью дерева, отображающего файлы траекторий, опционные файлы и сгенерированные УП. Постпроцессор предоставляет достаточный набор настроек для генерации УП, а также имеет режим отладки, позволяющий быстро перейти в редактор опционных файлов. Обнаружив в УП неверный вывод, пользователь может сразу исправить настройки соответствующей команды или параметра.

По PM-Post есть отдельный учебный курс.