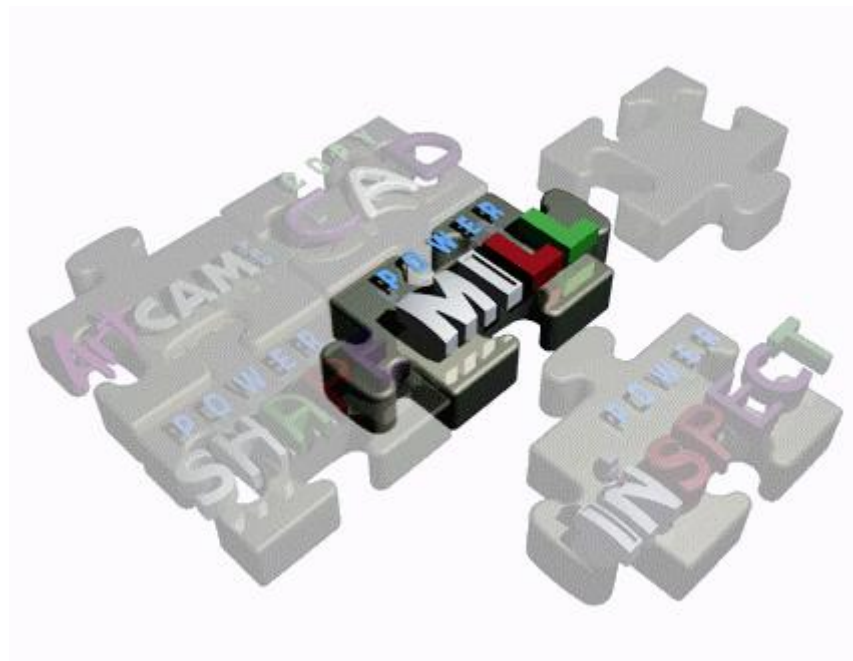

PowerMILL 4.5

Способы многоосевой обработки

By Delcam plc



Информация, содержащаяся в данном руководстве, может изменяться без дополнительного объявления. Программное обеспечение, описанное в данном руководстве, поставляется по лицензионному соглашению и может использоваться или копироваться только в соответствии с лицензией. Никакая часть этого руководства не может быть воспроизведена или передана в любой форме: электронной или печатной, включая ксерокопирование для любого использования без уведомления и разрешения Delcam plc.

Программа © 1996-2003 Delcam plc

© 2003 Delcam plc.

Важное замечание

Delcam plc не контролирует использование программного обеспечения, описанного в данном руководстве и не отвечает за любые потери или повреждения, полученные в результате его использования. Пользователям рекомендуется обращаться по поводу проверки результатов работы программы к высококвалифицированному персоналу.

Перевод “Делкам – Урал”. Сентябрь 2002г.
Переработано и исправлено в декабре 2003г.
E-mail: pav@delcam-ural.ru
avv@delcam-ural.ru

Содержание

1. Обзор	
2. Фиксация заготовки	
3. Направление оси инструмента	
4. Подводы и Переходы	
5. 3+2 обработка	
6. 3+2 - осевое сверление.....	
7. 5-осевое сверление	
8. Обработка по Ведущей Поверхности	
9. Отвод инструмента вдоль траектории	
10. Управление движением между рабочими ходами.....	
11. Обработка боковой стороной	
12. Многоосевая обработка по Профилю.....	
13. Ограничение 5-осевых траекторий.....	
14. Ограничение наклона инструмента.....	
15. Создание 4-осевых траекторий.....	
16. Осевое смещение траектории.....	
17. Создание многоосевых траекторий из 3-х осевых	
18. Изменение модели для упрощения разработки траекторий	
19. Пример Крыльчатка.....	
20. Моделирование в PowerSHAPE для разработки 5-осевых стратегий.....	
21. 5-осевое сверление.....	
22. Имитация движений узлов станка.....	

Обзор

Данное руководство описывает ряд способов улучшения качества и снижение времени создания многоосевых траекторий и не содержит каких-либо основных понятий. Основные понятия обсуждаются в отдельном документе, который называется "**Многоосевая обработка**". Руководство "**Способы многоосевой обработки**" предназначено для Sales Partners (торговых партнеров) и опытных пользователей, которые уже имеют представления о многоосевой обработке.

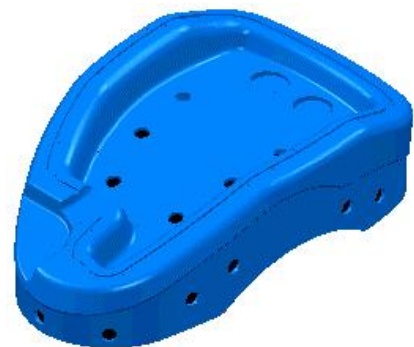
Существует три ключевых области, на которые следует обратить внимание при 5 – осевой обработке:

- Правильный подвод инструмента к обрабатываемой поверхности;
- Предотвращение врезания в необрабатываемые элементы модели (для этого необходимо контролировать всю модель);
- Знание возможностей/ограничений оборудования;

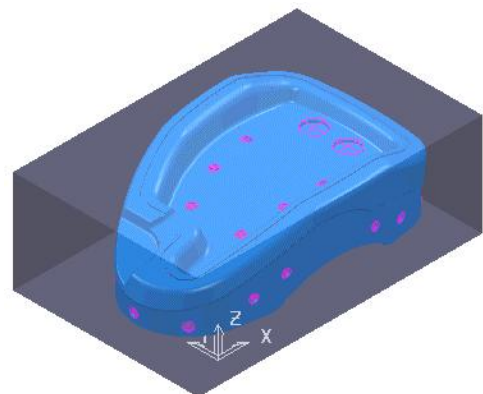
Фиксация заготовки

Координаты заготовки являются относительными к системе координат. Это означает (по умолчанию), что если мы создадим заготовку и далее изменим положение системы координат, то положение заготовки также измениться. Для предотвращения этого необходимо зафиксировать заготовку в первоначальном положении.

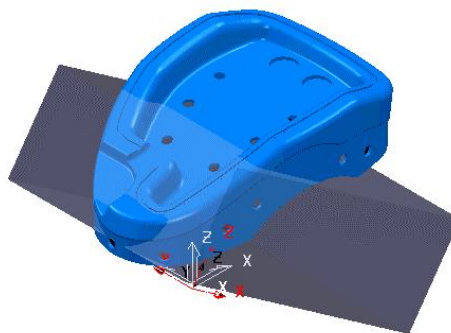
Рассмотрим это на примере модели **5axis_with_holes.dgk**.
Откройте данную модель.



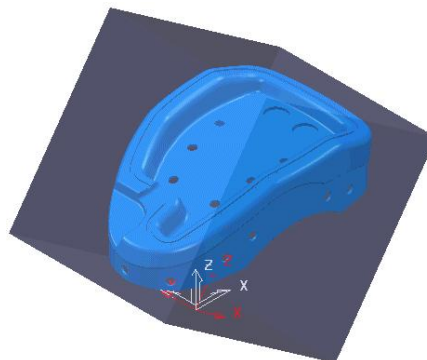
При создании заготовки блоком в активной глобальной системе координат будет получен следующий результат:



Если мы создадим новую систему координат, повернутую на угол 35 градусов вокруг оси Y, то получим следующий результат:



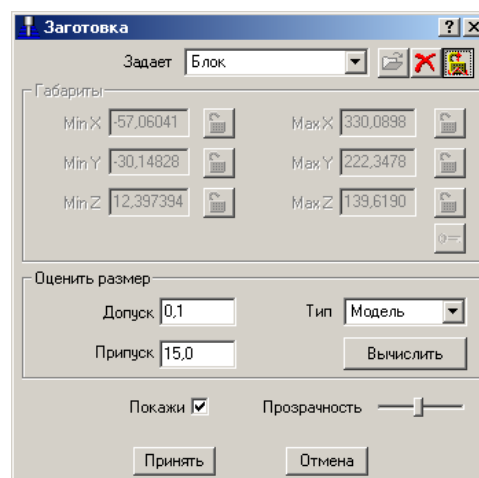
Теперь необходимо задать заготовку заново. Создадим заготовку блоком, как и ранее и получим следующее:



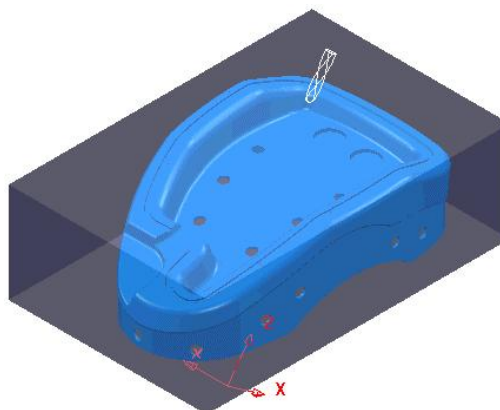
Такой результат вряд ли нас устроит. Необходимо, чтобы заготовка имела такие же размеры, как и в первом случае.

Сделайте глобальную систему координат активной, заново задайте заготовку блоком. Далее щелкните по кнопке

Фиксировать ориентацию , чтобы обеспечить неподвижное положение заготовки при вращении системы координат.

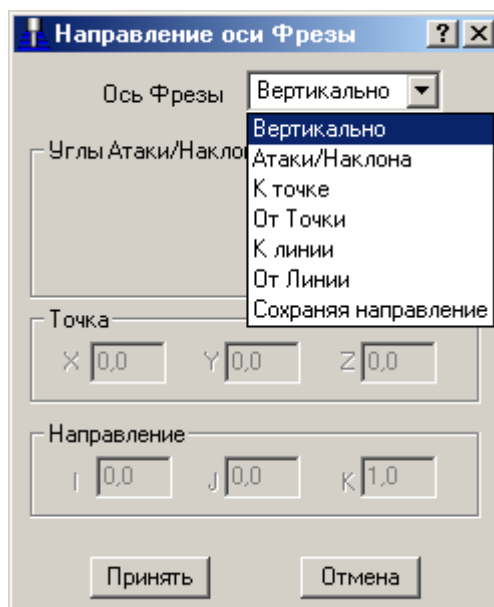


Активируйте и произвольно поверните локальную систему координат. Положение и ориентация заготовки останутся неизменными, как показано на рисунке справа.



Направление оси инструмента

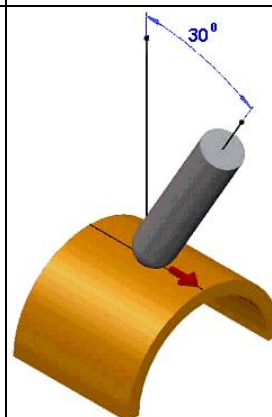
Существует несколько различных способов ориентирования оси инструмента. Для этого используется диалоговое окно **Ось Инструмента**. Рассмотрим каждый тип подробно. Щелкните по иконке **Ось инструмента** на главной панели инструмента. Появится следующая форма.

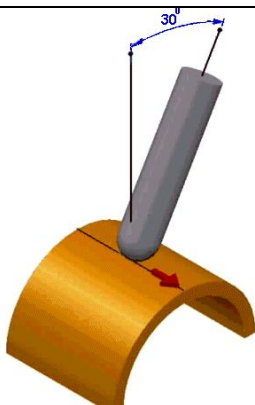
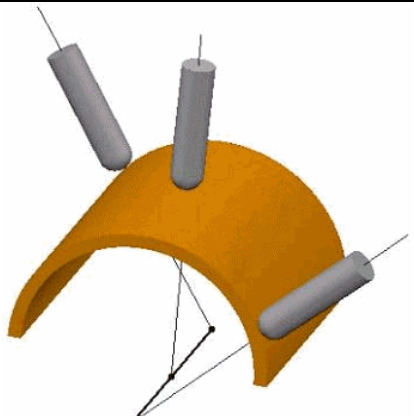
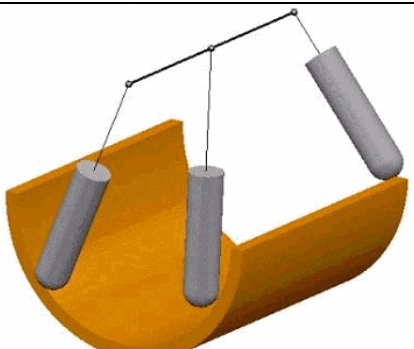


Вертикально (Vertical) – ось инструмента всегда выровнена с направлением оси Z активной системы координат.

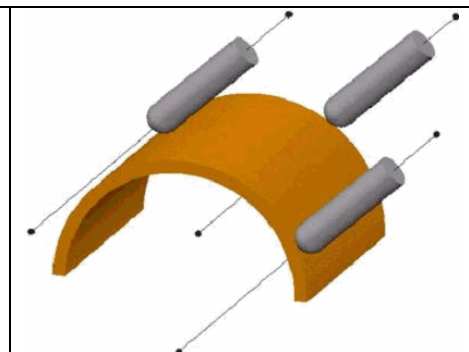
Атаки/Наклона (Lead/Lean) – задает фиксированный угол наклона инструмента относительно оси Z активной системы координат. Далее инструмент проецируется на модель по оси Z. Нулевое значение не гарантирует вертикального положения и ориентации по нормали к поверхности во время обработки.

Угол атаки (Lead Angle) – задает положение оси вращения инструмента в направлении перемещения. Угол откладывается от перпендикуляра к направлению движения. 0° задает вертикальное положение.



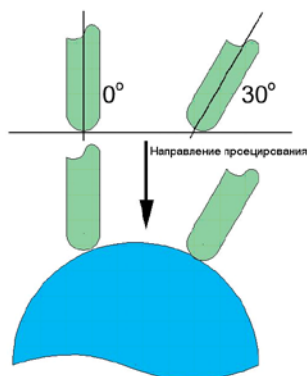
Угол наклона (Lean Angle) – задает правосторонний угол наклона оси вращения инструмента в направлении перемещения. 0° задает вертикальное положение.	
К точке (Towards a Point) – ось инструмента проходит через заданную точку в пространстве, при этом режущая кромка направлена в сторону заданной точки. Следует отметить, что такое направление оси инструмента сохраняется только в начале проецирования (подвода), в дальнейшем при обработке оно может изменяться.	
От точки (From a Point) – ось инструмента проходит через заданную точку в пространстве, режущая кромка направлена от указанной точки. Следует отметить, что такое направление оси инструмента сохраняется только в начале проецирования (подвода), в дальнейшем при обработке оно может изменяться.	
К линии (Towards a Line) – ось инструмента пересекает заданную линию, режущая кромка направлена в сторону линии. Ось инструмента проходит через заданную линию в начале операции проецирования, далее возможно изменение направления, также как и в опции К Точке.	
От линии (From a Line) - ось инструмента пересекает заданную линию в пространстве, режущая кромка направлена от этой линии. Ось инструмента проходит через заданную линию в начале операции проецирования, далее возможно изменение направления, также как и в опции От Точки.	

Сохраняя направление – ось инструмента находится в неизменном положении относительно активной системы координат. При этом вектор направления применяется к каждому рабочему ходу траектории, поэтому инструмент не совершает качательных движений, сохраняя направление движения.



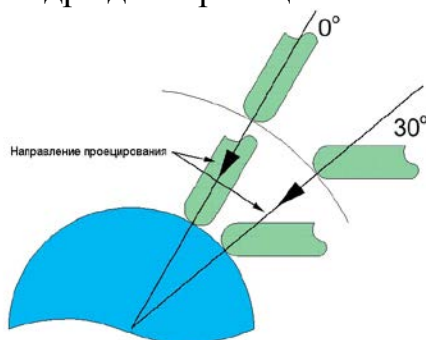
На примере ниже, показана ориентация инструмента относительно сферы при использовании различных чистовых стратегий с Углом Наклона 0° и 30° .

Проекция от плоскости (шаблон представляет плоскость). Шаблон показывает область обработки до создания траектории, для этого нужно нажать **Просмотр** в форме .



Положение шаблона

Проекция От Точки / Линии (шаблон в виде сферы для стратегии Проекция От Точки и цилиндра для Проекция От Линии).



Положение шаблона



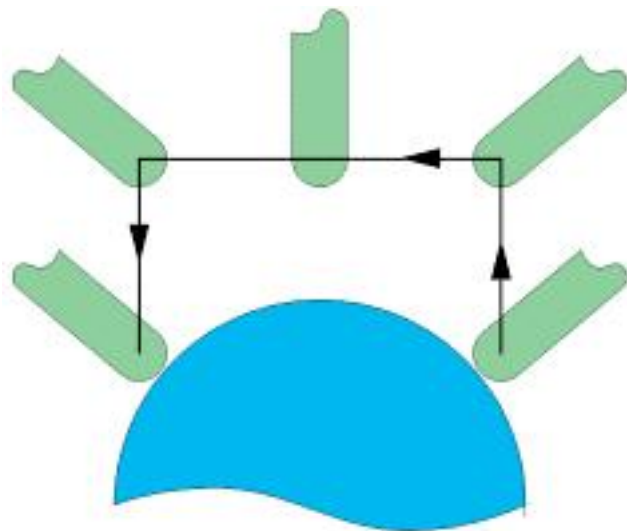
Подводы и переходы

Подводы и переходы для 5-осевых траекторий устанавливаются с помощью соответствующей формы Подводы и Переходы . Некоторые опции формы не соответствуют идеологии 5-осевой обработки и не могут использоваться, в частности Подвод наклонно.

Рассмотрим поведение оси инструмента при осуществлении подводов/переходов:

Направление оси инструмента поддерживается вдоль движения подвода, отвода или продления, иначе говоря, подвод или отвод осуществляется по оси инструмента.

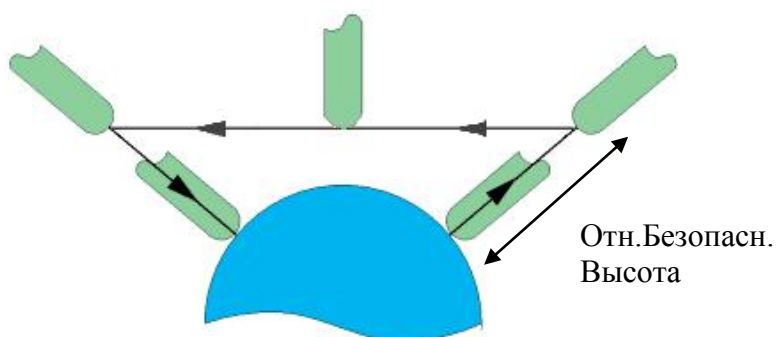
Направление оси инструмента сохраняется вдоль направления отвода или врезания при выполнении данной части перехода. При перемещении от отвода к врезанию направление оси фрезы изменяется как показано ниже.



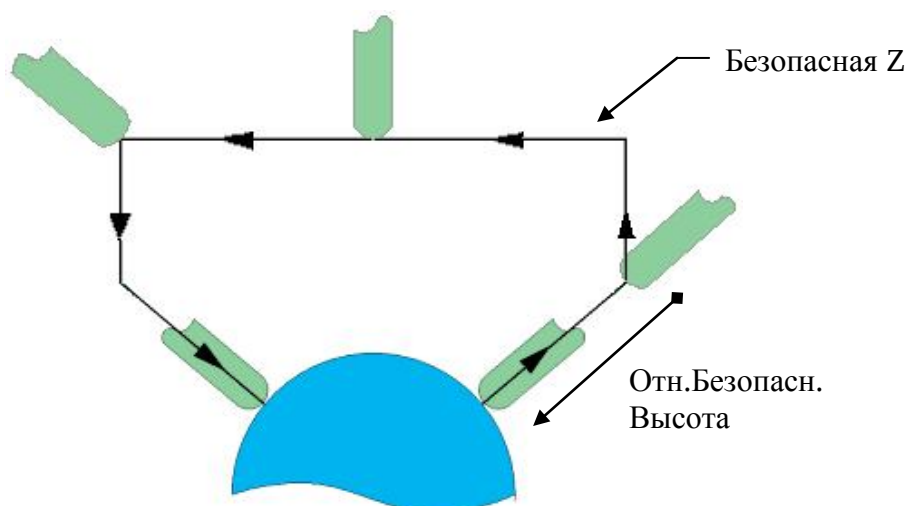
Для гибкости 5 – осевых траекторий созданы два новых типа переходов: По оси фрезы относительно и По оси фрезы абсолютно.

Рассмотрим их более подробно.

По оси фрезы относительно – отвод и врезание осуществляется по оси фрезы, сам переход происходит по прямой линии, связывая подъем и врезание, как показано на рисунке. Расстояние **Отвода** и **Врезания** вдоль оси инструмента задается с помощью полей **Skim Distance** и **Plunge Distance** на закладке **Высоты** формы .

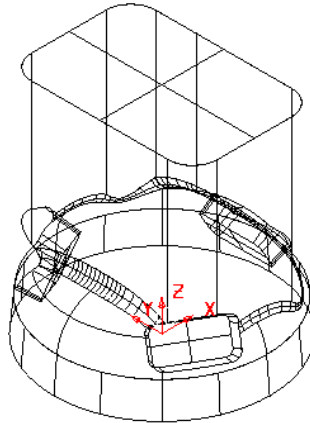


По оси фрезы абсолютно – переход происходит следующим образом: отвод по оси фрезы, вертикальный подъем на **Безопасную Z**. Перемещение в плоскости безопасных ходов, опускание вертикально вниз и врезание на заданной подаче. Длина перемещения вдоль оси фрезы задается в поле **Отн.Высота Врезания** на закладке **Высоты** формы **Подводы и Переходы**. .

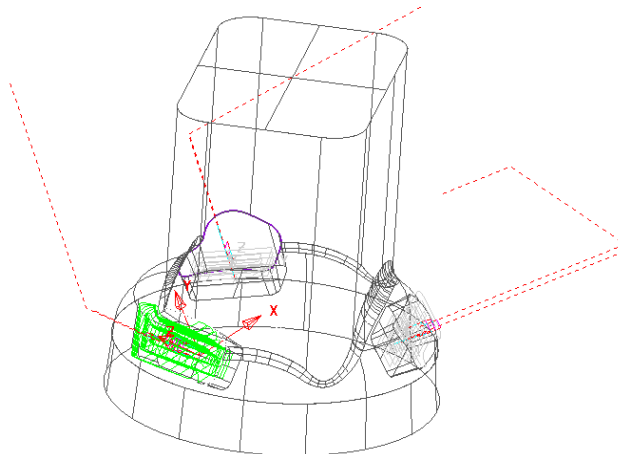


Пример 3 + 2 осевой обработки

- Откройте модель **3plus2b.dgk**, расположенную в папке с примерами (меню **Файл – Примеры**).



- Установите **Изометрический** вид. Обратите внимание, в модели имеются относительно высокие стенки и наклонные карманы, которые невозможно обработать с помощью 3-осевой обработки (инструмент направлен по **оси Z**).
- Создайте **СК Детали** в основании модели и поместите ее на дно кармана, после чего выровняйте, используя опцию **По нормали** (не обязательно чтобы создаваемые ЛСК были точно по центру кармана, т.к. вывод УП будет производиться относительно ЛСК, не лежащей в карманах).
- То же самое повторите для двух других карманов.
- Вновь создайте ЛСК в основании модели и назовите ее **DATUM**.
- Установите **Начальную точку** в точку с координатами **X0 Y140 Z250**.
- Установите **Безопасную Z – 200** и **Высоту врезания – 180**.
- Рассчитайте для каждого кармана **черновую** траекторию, активируя при этом нужную систему координат.



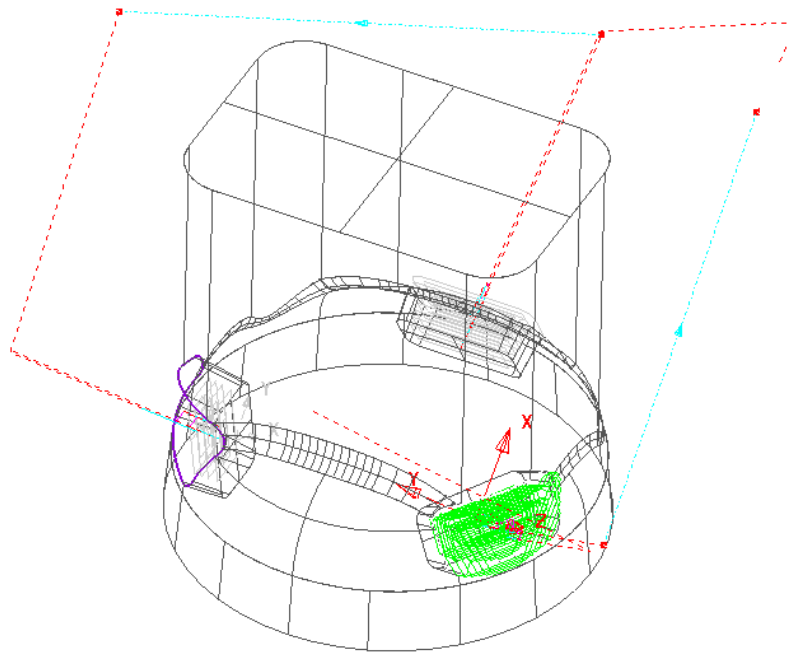
Должно получиться следующее (рисунок выше).

При создании многоосевых траекторий необходим контроль на отсутствие зарезов не только рабочих ходов, но и переходов. Для этого необходимо использовать опцию показать NC файлы.

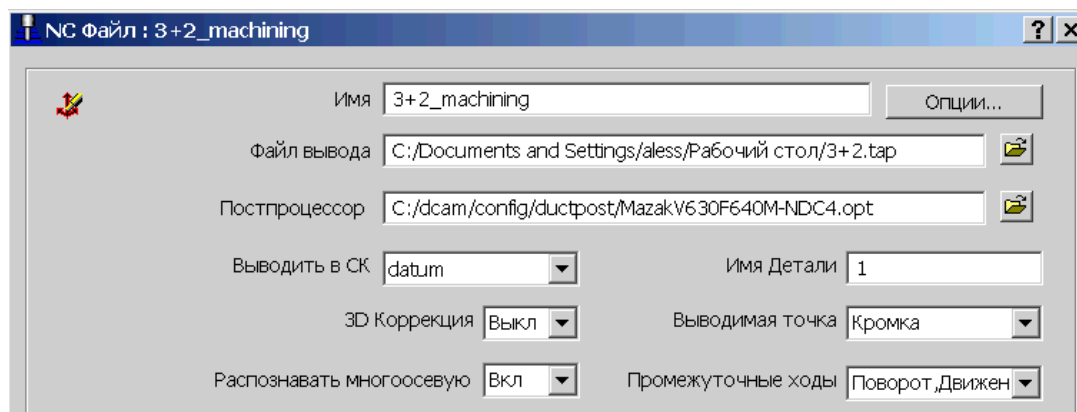
Создайте **NC-файл** и назовите его **3+2_machining**. Далее перетащите траектории в **NC-файл**.



После перемещения траекторий в NC-файл переходы между ними будут отображены.



Щелкните по NC файлу **3+2 machining** и в открывшемся контекстном меню выберите пункт **Параметры**. В открывшемся диалоговом окне в качестве выводимой СК укажите **DATUM**, т.е. поворотные движения будут рассчитываться относительно именно этой СК. В качестве постпроцессора выберите **MazakV630F640M-NDC4.opt**.



Нажмите **Записать**.

Теперь посмотрим фрагмент УП, нас интересуют поворотные движения (выделены жирным).

```
G01 X6.233 Y1.12 A-60.0 C150.0 F3000.0
```

```
X127.932 Y-109.712 Z-21.946 A-60.0 C270.0 F3000.0
```

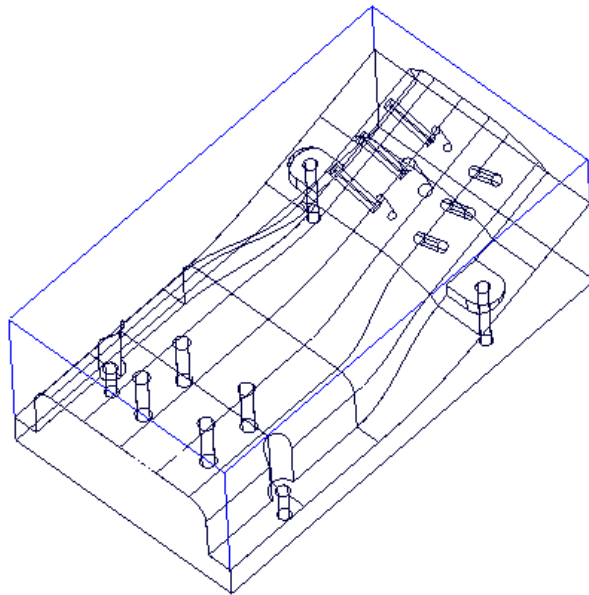
```
X157.942 Y-135.678 Z-26.961 A-60.0 C390.0 F3000.0
```

Примечание: Допускается использование любого другого правильно настроенного многоосевого постпроцессора.

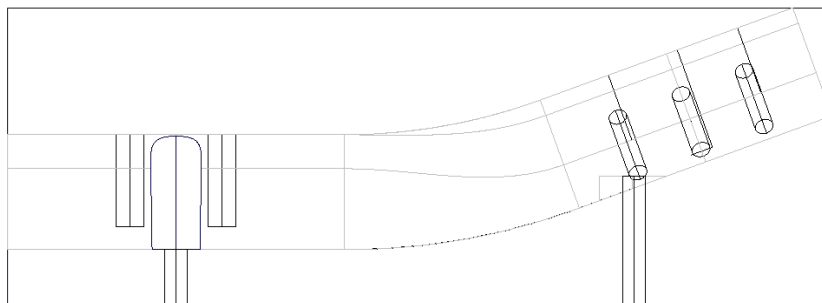
3+2 осевое сверление

Операции сверления в **PowerMILL** осуществляются над **2D моделями**, а не над самой **моделью**. Это дает возможность производить расчет без изменения или обрезки существующей поверхности. Для создания многоосевых сверлильных траекторий выполняется так называемое **3 + 2 осевое** программирование, которое включает использование отдельной **Workplane**, чтобы задать наклон оси инструмента.

- Удалите все объекты и импортируйте модель **drill5ax_ex1** из каталога **five_axis/drill_5axis**.



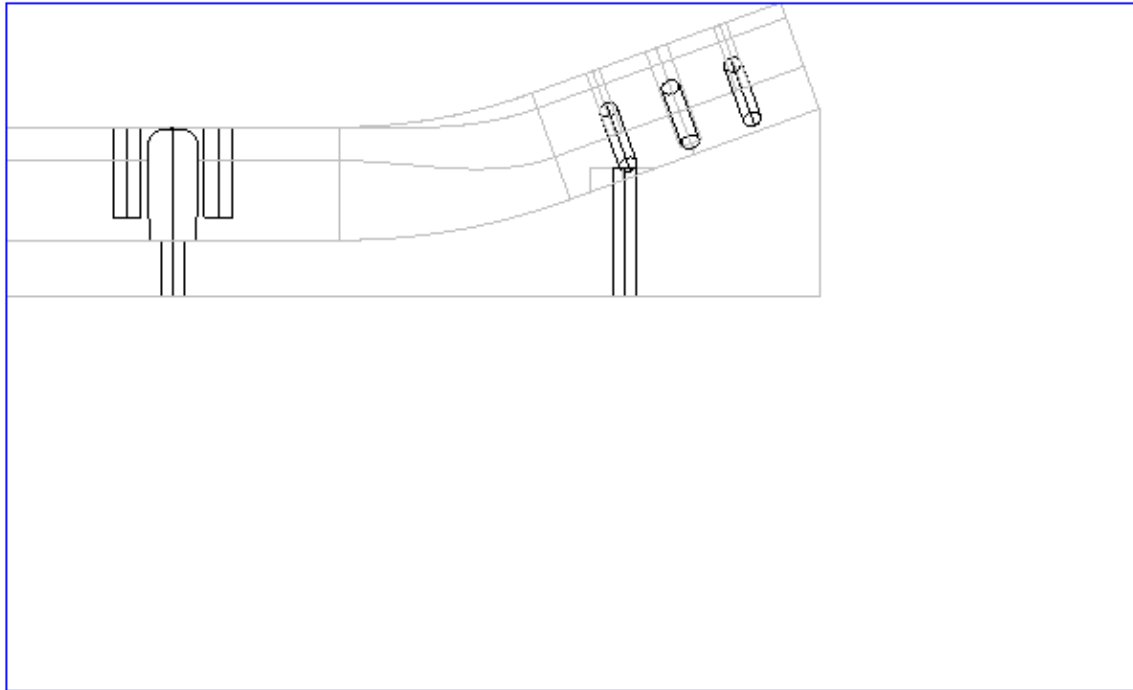
- Задайте заготовку **блоком** по габаритам модели и установите вид по **оси – Y** (вид спереди).



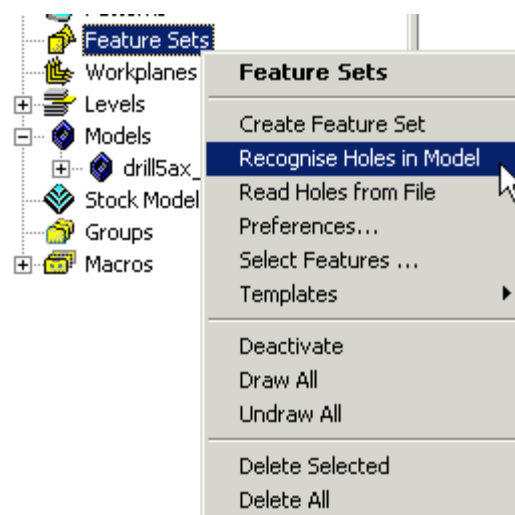
Любые цилиндрические поверхности среди выбранных объектов будут автоматически распознаваться как **2D модели**. Каждая **2D модель** будет определена относительно одновременно создаваемой **Workplane**. Ориентация **Отверстий** и **Workplanes** задается по верхней кромке, которая наиболее ближе расположена к **Max** или **Min** значению **Z** заготовки. Чтобы обеспечить правильное направление по оси **Z**, изменим ранее заданную **заготовку** как нам необходимо.

Также можно **Развернуть отверстия** с помощью опции **Правка** для **2D** моделей.

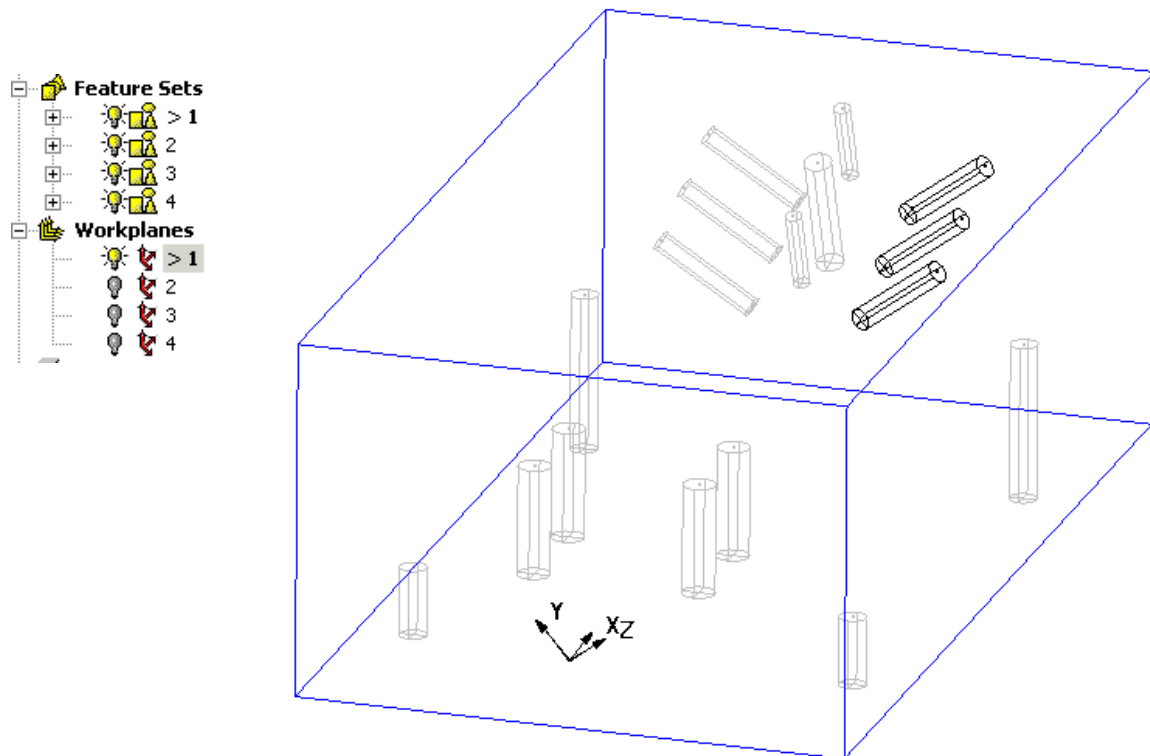
- Сбросьте **Высоты ускоренных перемещений**  (**Безопасную Z, Z Врезания**), затем установите **Начальную точку**  автоматически – по центру заготовки на безопасной Z.
- Измените размеры заготовки, **Min Z** на **-200** и **Max X** на **500** (как показано на рисунке ниже).



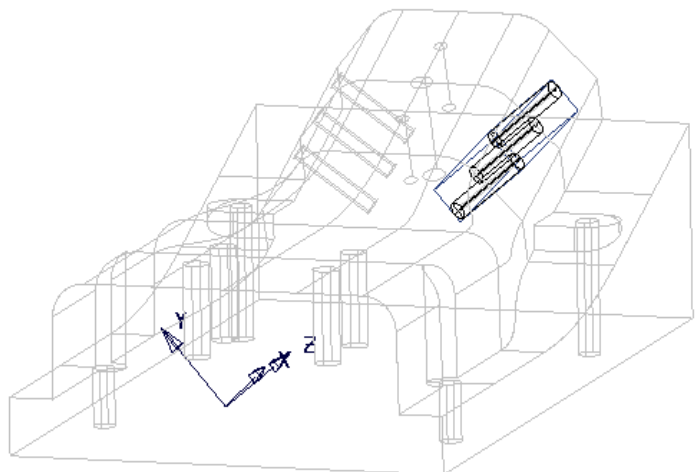
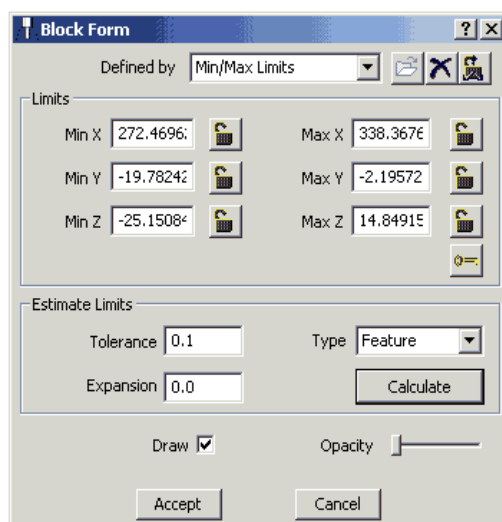
- **Выберите** все поверхности в графическом окне и далее щелкните **правой** кнопкой мыши по разделу **2D** модели в проводнике **PowerMILL**.
- **Выберите** опцию **Распознать отверстия**.



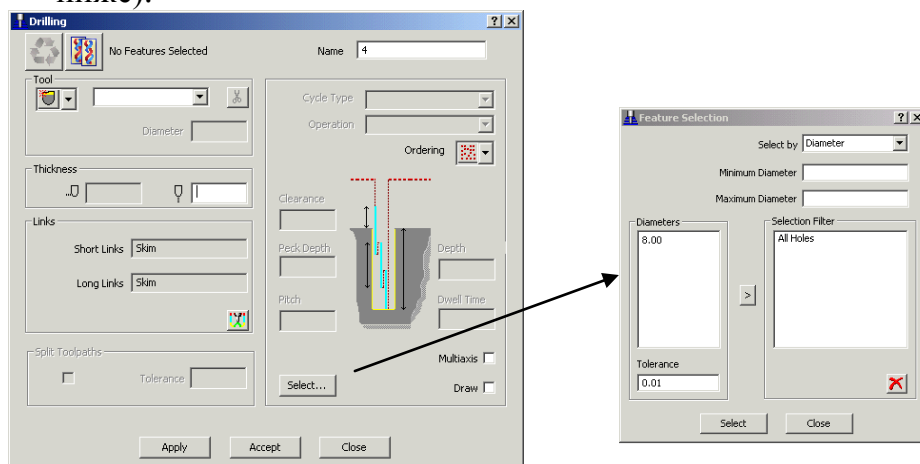
Все выбранные цилиндрические элементы **модели** автоматически преобразуются в **отверстия** и отображаются в разделе **2D модели**. Также будут созданы **Workplane**, с **осью Z** выровненной по оси отверстия для каждой отдельной **2D модели** (как показано на рисунке ниже).



- Сделайте **2D Модель -1** и **Workplane -1** активными, откройте форму **Заготовка**, измените **Тип** на **2D элемент** и **вычислите** новую область заготовки.

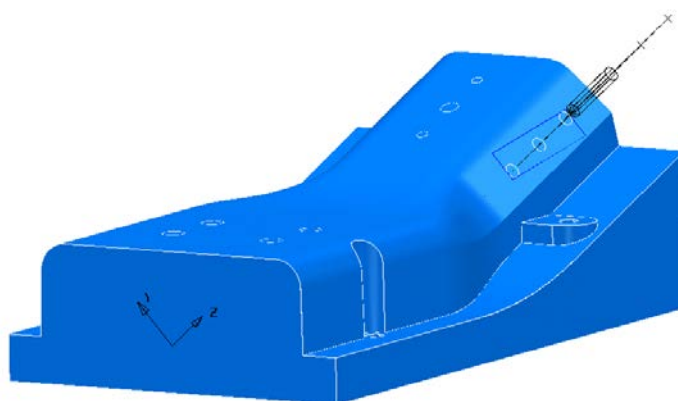
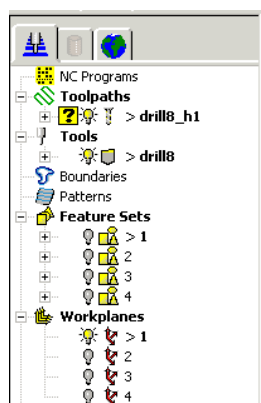


- Нажмите иконку **Стратегии обработки**  и выберите опцию **Сверление** в соответствующей форме.
- Откроется диалоговое окно **Сверление**. Щелкните по кнопке **Выбрать**, чтобы открыть диалоговое окно **Фильтр выбора** (как показано на рисунке ниже).



- В данном случае существует только один размер отверстия – **8.00**. Если в списке диаметры несколько значений размеров отверстий, то выберите значение **8.00** в разделе **Диаметры** и нажмите кнопку перемещения , чтобы добавить его в содержимое списка **Фильтра выбора**. Повторите это же действие, чтобы добавить другие группы отверстий стандартных размеров в список. Чтобы выбрать/отменить выбор отверстий используйте левую кнопку мыши в сочетании с клавишами **SHIFT** или **Ctrl** для указания Элемента отверстия в графическом окне. Чтобы восстановить **фильтр выбора** по умолчанию (All Holes) щелкните по иконке с Красным перекрестием нижнем правом углу формы.

- Исходя из ранее полученной информации, создайте **сверло диаметром 8 мм** и назовите его **Drill8**.
- **Активируйте инструмент - drill8** и **Выполните форму Сверление** form using **Single Peck to Full Depth**.
- **Переименуйте** сверлильную траекторию в **drill8_h1** и повторите процесс, используя соответствующий инструмент для сверления всех остальных отверстий в дереве на полный диаметр и глубину.



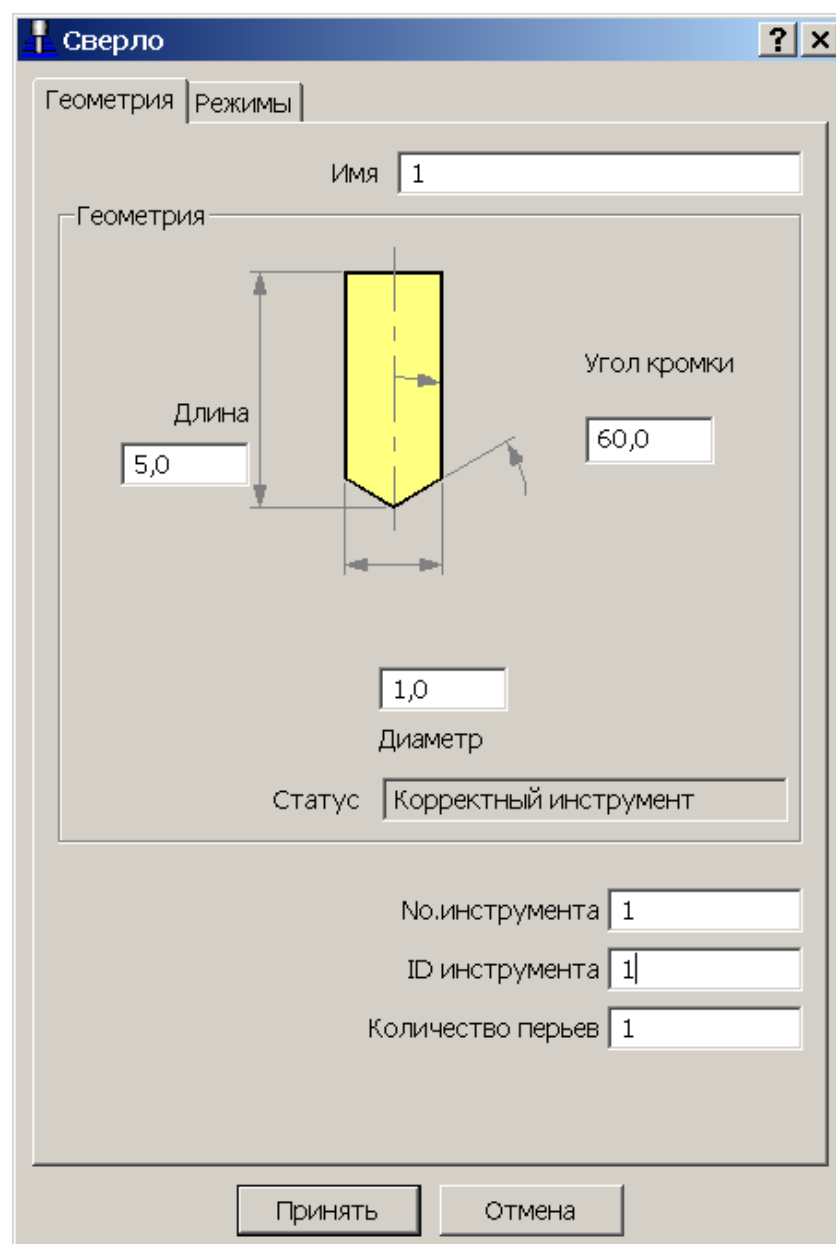
5-осевое сверление

Функции 5-осевого сверления по-прежнему находятся в режиме **Preview**, и чтобы получить к ним доступ необходимо активизировать этот режим.

1. В меню **Вид** выберите пункт **Панели инструментов – Командное окно**.
2. Наберите в командном окне следующие строки:

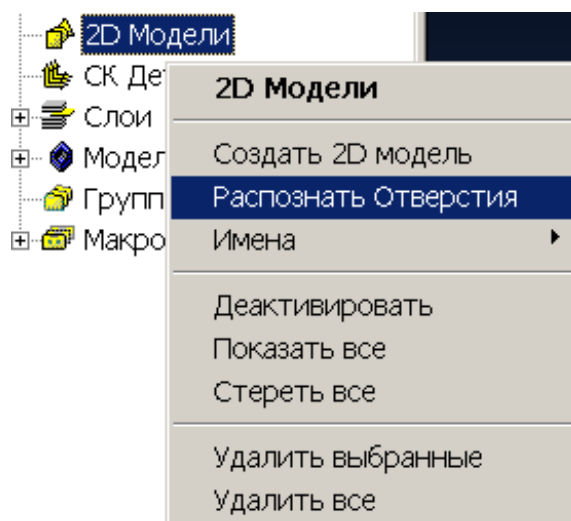
Preview MultiAxis_Drilling On
Edit FeatureCreate MultAx On
Edit Drill MultAx On

3. Задайте заготовку блоком по габаритам детали.
4. Создайте **сверло** диаметром 1 мм.

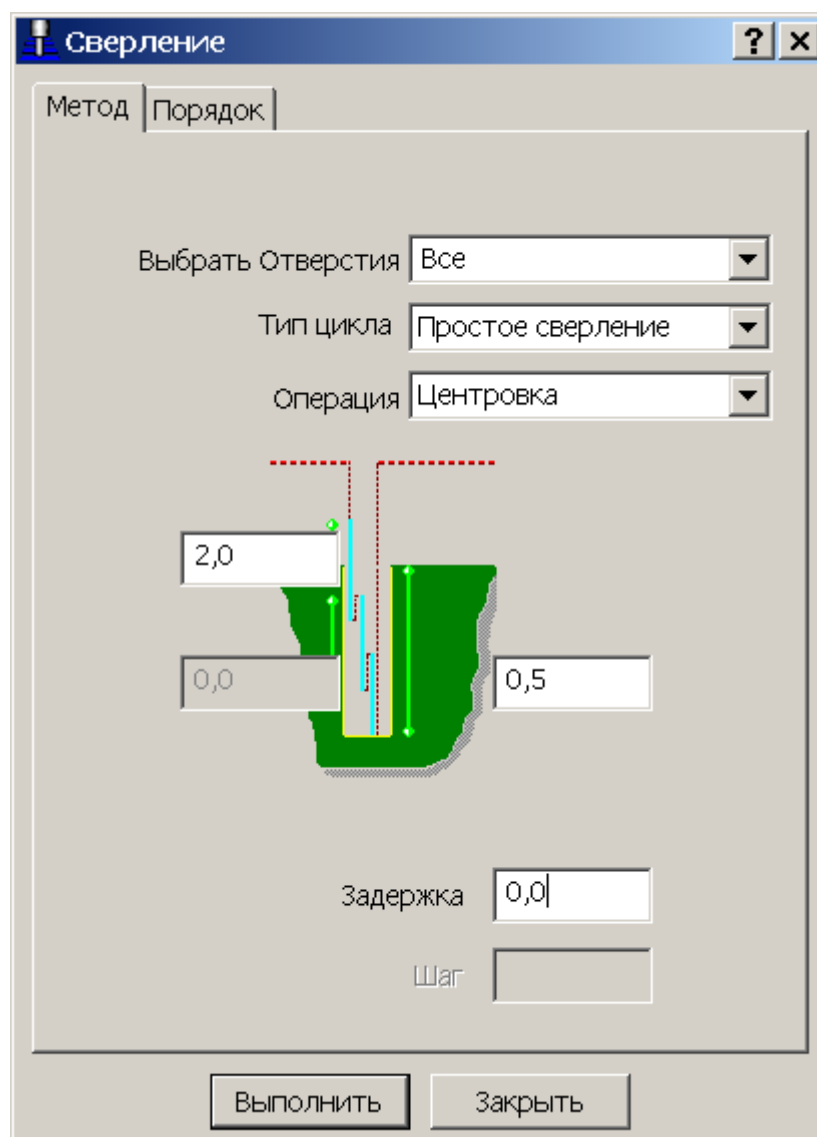


5. Выберите модель.

6. В проводнике PowerMILL откройте контекстное меню для раздела **2D Модели** и выберите опцию **Распознать отверстия**.



7. Откройте форму **Сверление**  и заполните ее как показано ниже.

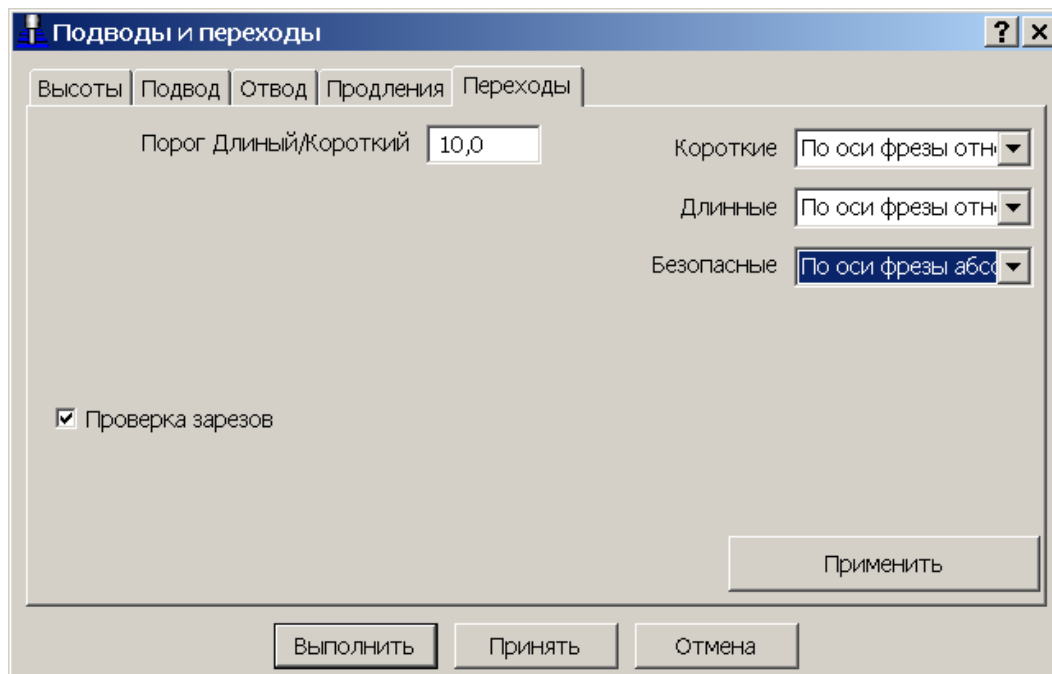


8. Нажмите **Выполнить** и далее **Заккрыть**.

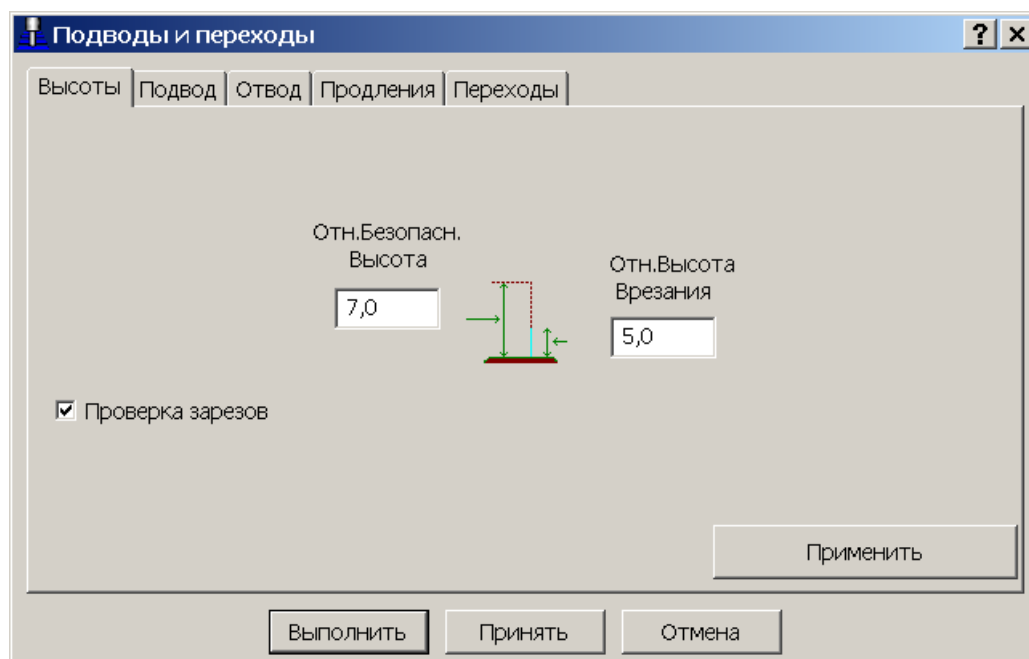
9. Откройте форму **Подводы и Переходы** .

10. Откройте закладку **Переходы**.

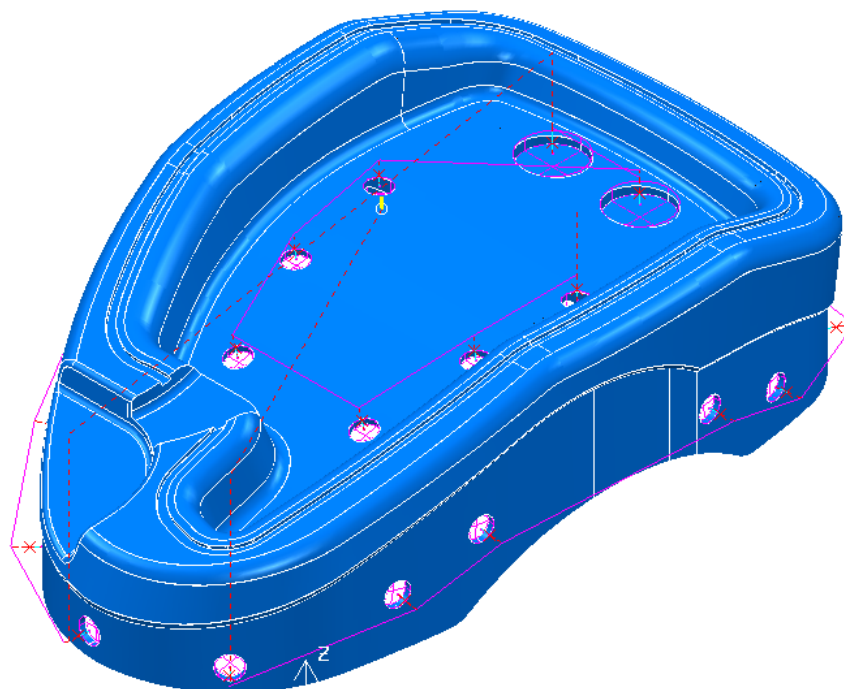
11. Установите **Короткие** и **длинные** переходы – **По оси фрезы** относительно, **Длинные** - **По оси фрезы абсолютно**.



12. Откройте закладку **Высоты** и установите значения, как показано ниже.

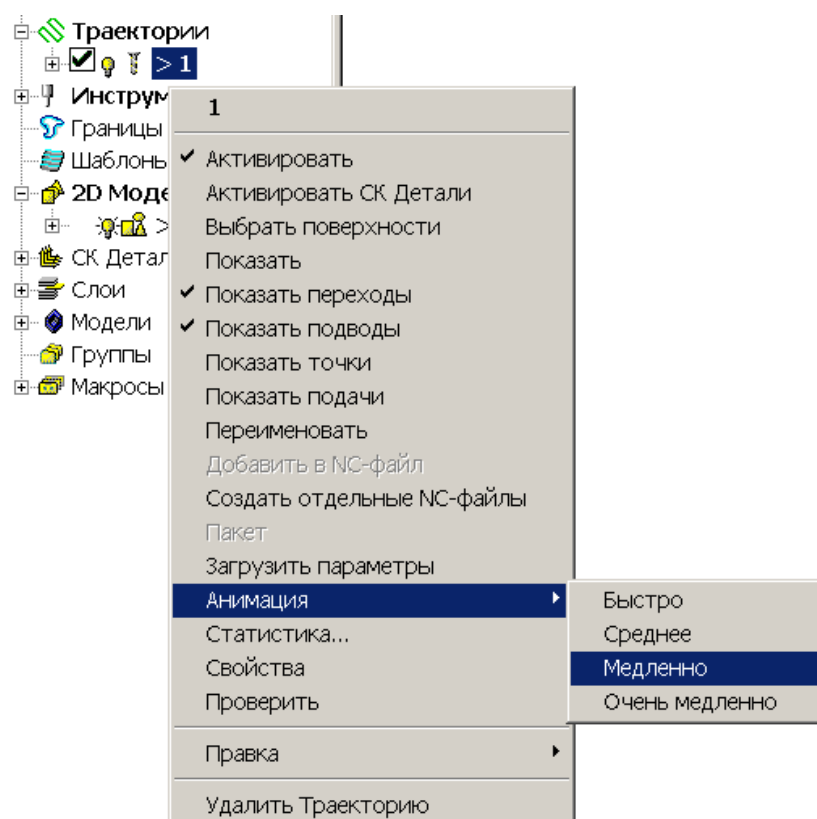


13. Нажмите **Выполнить** и **Принять**.



Получиться следующий результат (рисунок ниже).

Выполните **Анимацию** траектории.



Если далее вы хотите разработать трех осевые траектории сверления, то необходимо выйти из режима **Preview** для этого в командном окне наберите следующие команды:

```
Preview MultiAxis_Drilling Off
Edit FeatureCreate MultAx Off
Edit Drill MultAx Off
```

Обработка по ведущей поверхности

Обработка по ведущей поверхности предполагает 5-осевую параметрическую обработку.

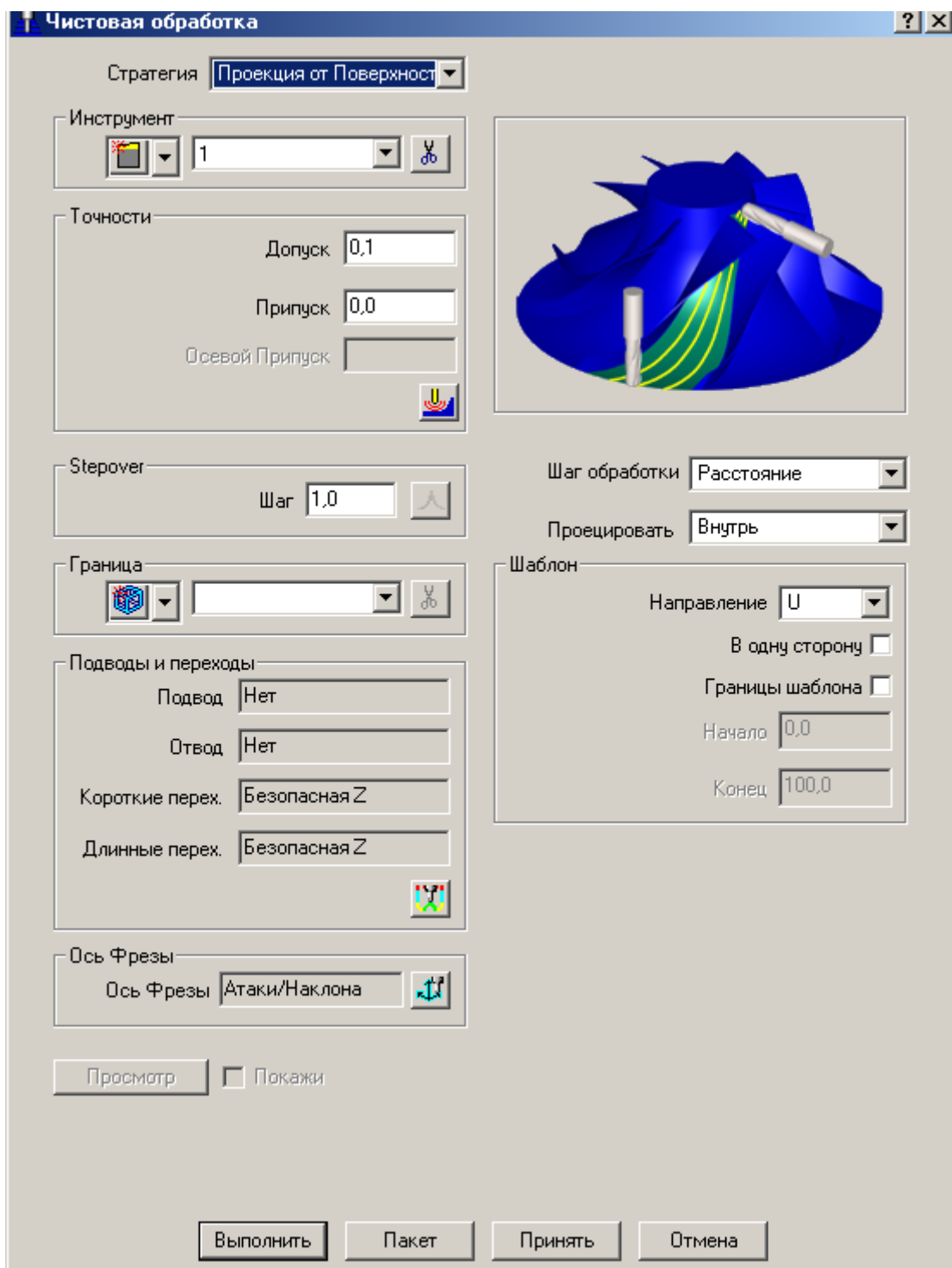
До настоящего времени данный метод обработки можно было получить путем сочетания стратегии Проекция от плоскости и выполнения специальной команды. На данный момент разработана отдельная стратегия Проекция от поверхности, доступная из формы Чистовая обработка.

При обработке по ведущей поверхности обрабатывается каждая выбранная поверхность. Так, если Вы выберете две поверхности, то PowerMILL рассчитает две траектории.

Рассмотрим стратегию Проекция от поверхности более подробно, для этого щелкните по иконке чистовой

обработки , откроется форма, показанная ниже. Она позволяет создать траекторию вдоль U или V направления выбранной поверхности. Поверхность может обрабатываться непосредственно или служить справочной поверхностью, т.е. находится под обрабатываемой моделью или внутри ее.

Рассмотрим опции формы более подробно:



Шаг обработки (Surface Units) - данный раздел позволяет задать шаг проходов фрезы двумя способами:

Расстояние (Distance) – шаг задается непосредственно расстоянием между проходами, значение вводится в соответствующее текстовое поле **Шаг**.

Параметрически (Parametric) – шаг задается параметрическим значением от 0 до 1, т.о. расстояние между

проходами зависит от размеров обрабатываемой поверхности, значение также вводится в поле Шаг.

Проецировать (Projection direction) – задает направление проецирования:

Внутрь (Inwards) – на поверхность

Наружу (Outwards) – от поверхности

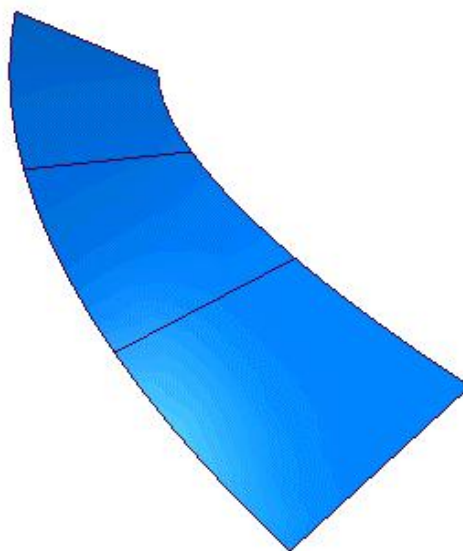
Шаблон (Pattern) – в этом разделе вы можете задать параметры шаблона:

Направление (Pattern Direction) – задает направление движения инструмента вдоль выбранной поверхности (U или V направление).

В одну сторону (One way) – этот флаг позволяет задать однонаправленное или двунаправленное фрезерование.

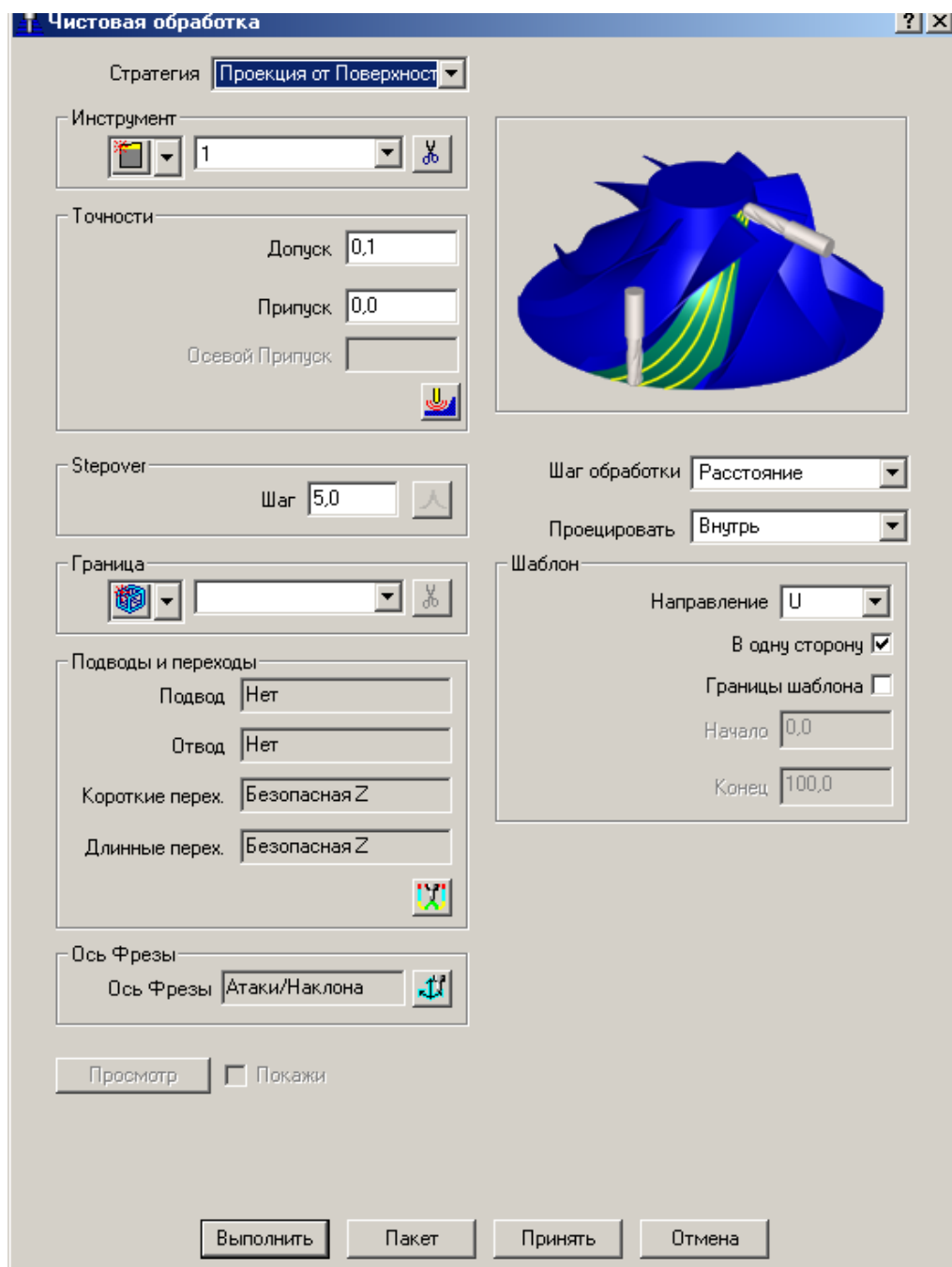
Границы шаблона (Pattern Limits) – если этот флаг включен, то будут активированы текстовые поля **Начало (Start)** и **Конец (End)**, которые позволяют задать область обработки.

Рассмотрим стратегию на примере лопасти.



1. Откройте меню **Файл** и выберите пункт **Примеры**.
2. Выберите файл **blade1.dgk**.
3. Задайте заготовку **блоком**.
4. Задайте **концевую** фрезу диаметром 10мм.
4. Установите **Ось инструмента**  с углом **Подвода и наклона 0°**.
5. Выберите поверхность лопасти.

6. Откройте форму **Чистовой обработки**  и выберите **Стратегию Проекция от поверхности**.



Чистовая обработка

Стратегия: Проекция от Поверхности

Инструмент: 1

Точности: Допуск: 0,1; Припуск: 0,0; Осевой Припуск:

Stepover: Шаг: 5,0

Граница:

Подводы и переходы: Подвод: Нет; Отвод: Нет; Короткие перех.: Безопасная Z; Длинные перех.: Безопасная Z

Ось Фрезы: Ось Фрезы: Атаки/Наклона

Шаг обработки: Расстояние

Проецировать: Внутрь

Шаблон: Направление: U; В одну сторону: ☒; Границы шаблона: ☐; Начало: 0,0; Конец: 100,0

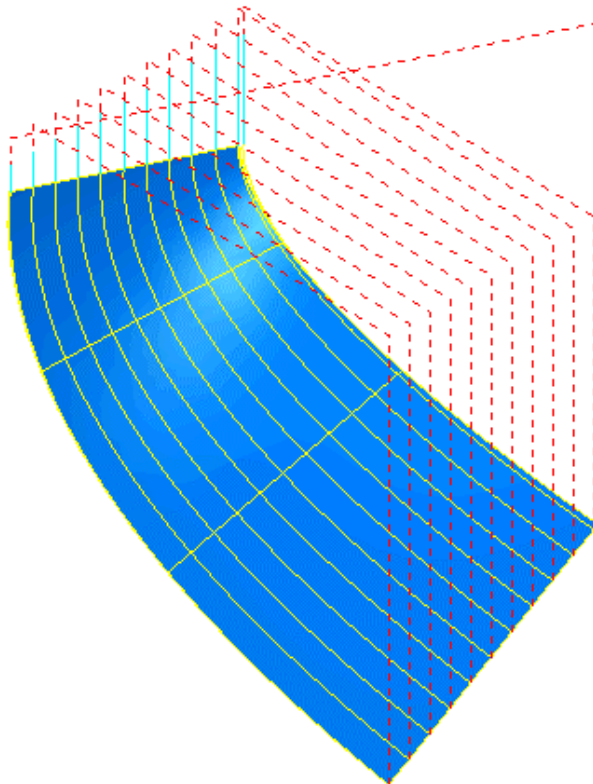
Просмотр ☐ Покажи

Выполнить Пакет Принять Отмена

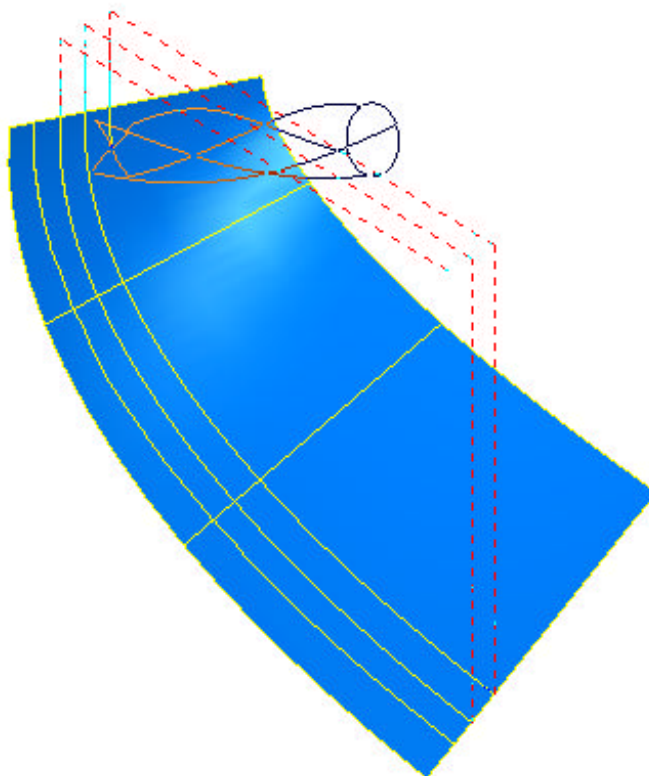
7. Опции только в правой части диалогового окна влияют на качество траектории - это **Шаг обработки** и опции раздела **Шаблон**. Задайте следующие параметры:
Обработка – расстояние
Шаг – 5
Направление - U
Границы шаблона – флаг сброшен
В одну стону – флаг установлен.

8. Нажмите **Выполнить**.

Должно получиться следующее:



9. Чтобы увидеть подвод инструмента к лопасти, запустите опцию визуализации траектории - правый щелчок мыши по траектории и далее в меню **Анимация - Медленно**.



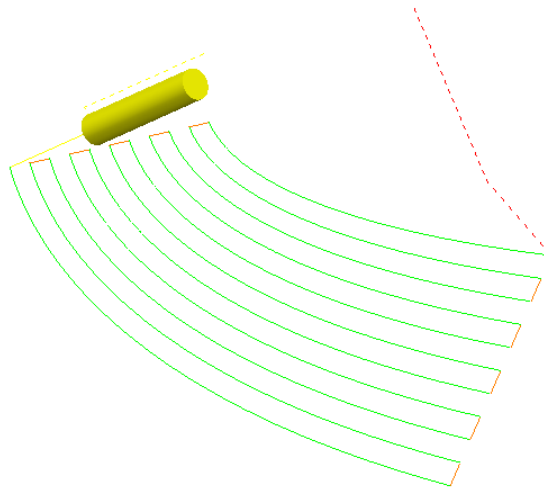
Также имеет смысл изменить переходы. Откройте форму **Подводы и переходы**. Установите переходы:

- **Короткие** – По поверхности;
- **Длинные** – По оси фрезы относительно;
- **Безопасные** – По оси фрезы абсолютно;

Теперь перейдите на вкладку **Высоты** и установите:

- **Отн.Безопасн.Высота** – 20;
- **Отн.ВысотаВрезания** – 15;

Должно получиться, как показано на рисунке ниже.



Врезание и отвод происходит по нормали к поверхности.

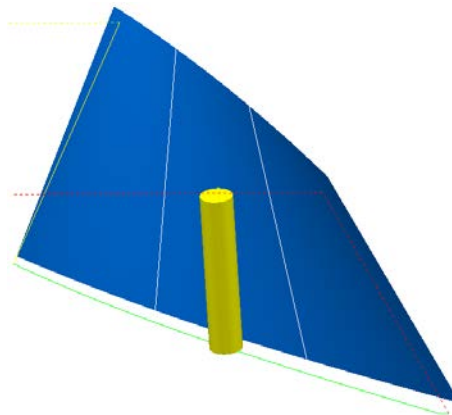
Иногда бывает необходимо создать единичный проход вдоль кромки поверхности. Наиболее простой способ сделать это – задать Шаг обработки - **параметрически** со значением 1. Откройте форму Чистовой обработки и выберите стратегию – Проекция от Поверхности.

Установите следующие параметры:

- **Шаг обработки** – Параметрически;
- **Шаг** – 1,0;
- **Ось фрезы** – Атаки/Наклона – 0/90;
- **Подводы и переходы** – Высоты: **Отн.Безопасн.Высота** - 55
Отн.Высота Врезания - 50

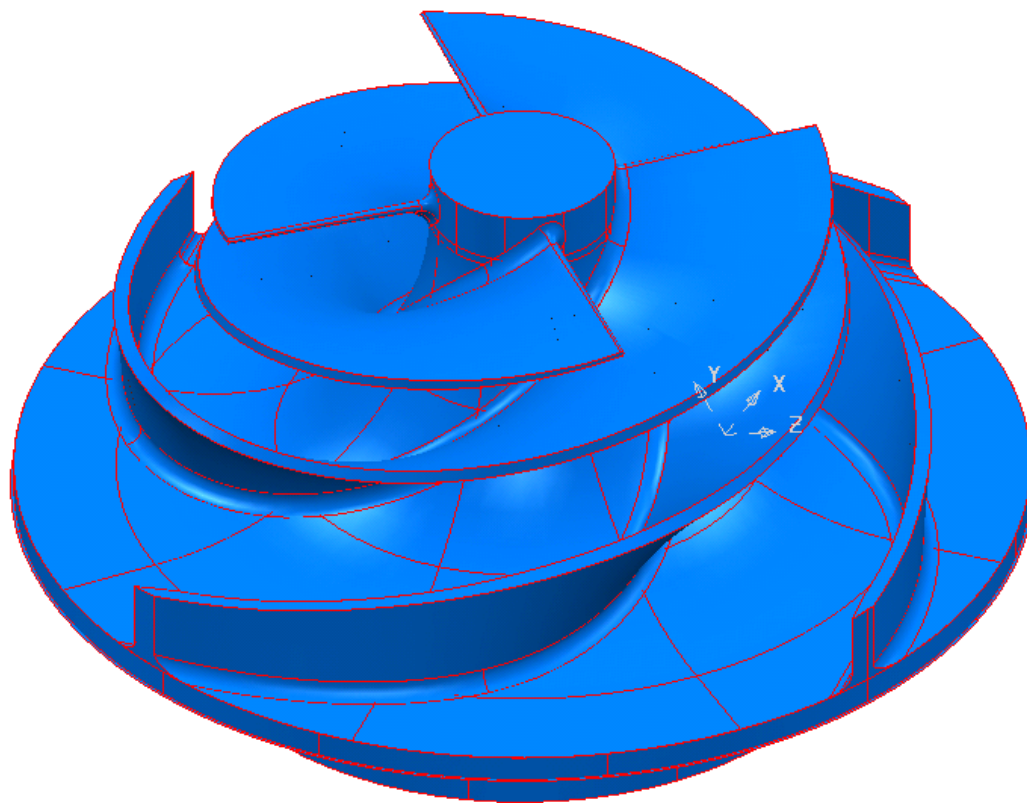
(Произведем обработку не торцом, а боковой стороной фрезы);

Нажмите **Выполнить** и **Применить**. Удалите верхний проход. Должна получиться следующая траектория.



Обработка по ведущей поверхности

Откройте модель *Example7\blades.dgk*



Задайте заготовку блоком по габаритам модели и обнулите Безопасные высоты, Высоту врезания и Начальную точку.

Создайте Шаровую фрезу диаметром 6мм.

Ball Nosed Tool Form ? X

Tip | Shank | Holder | Cutting Data

Name: 6 Ball

Geometry

Length: 30.0

Diameter: 6.0

Tool Status: Valid

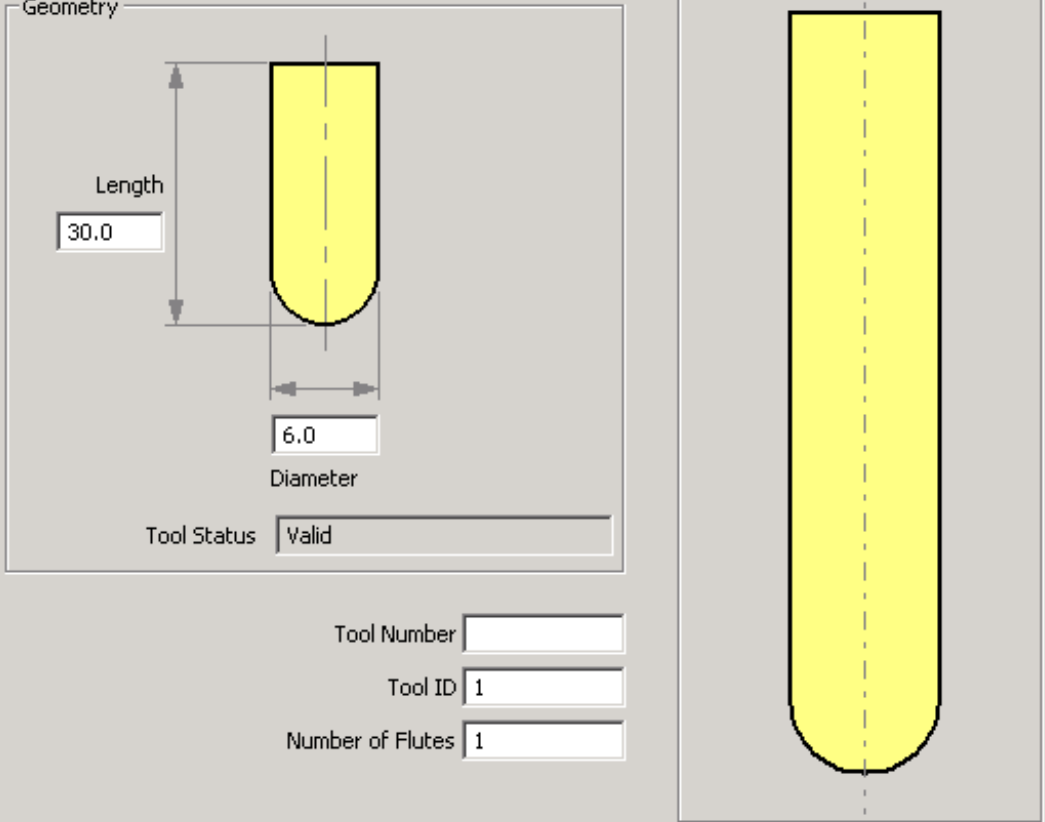
Tool Number:

Tool ID: 1

Number of Flutes: 1

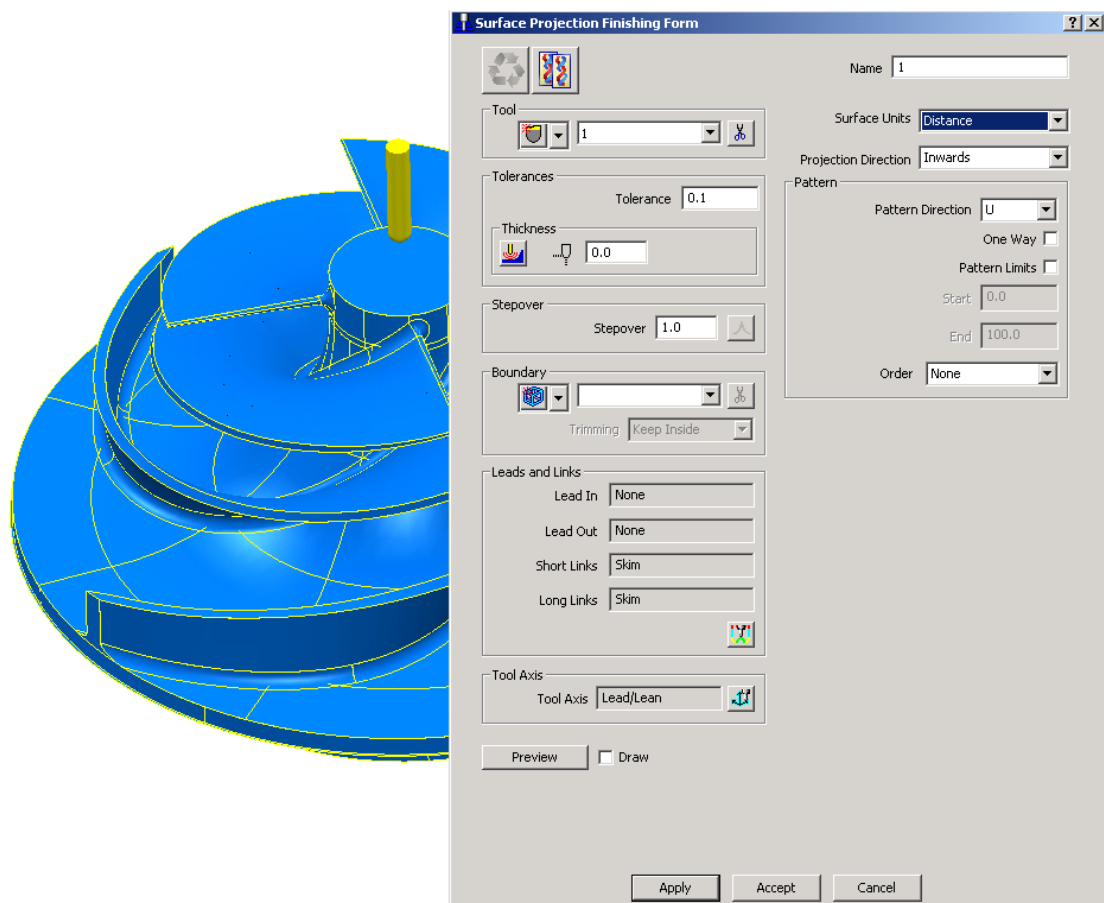
Tool Assembly

Accept Cancel



Откройте форму чистовой обработки Проекция от поверхности.

Выберите ВСЕ поверхности



Откройте из нее форму Припуск

Добавьте все поверхности и установите для них режим обработки Столкновения. Всего должно быть 63 поверхности.

Component Thickness [?] [X]

Area Clearance | Finishing | Boundary | **Components**

Toolpath 1

Use Axial Thickness ☐

Thickness 0.0

Axial Thickness

Machining Mode Collision

	Thickness	Axial	Total Thickness	Total Axial	Components	Mode
	0	-	0	-	63	Collision
	0	-	0	-	0	Machine
	0	-	0	-	0	Machine
	0	-	0	-	0	Machine
	0	-	0	-	0	Machine
	0	-	0	-	0	Machine
	0	-	0	-	0	Machine
	0	-	0	-	0	Machine

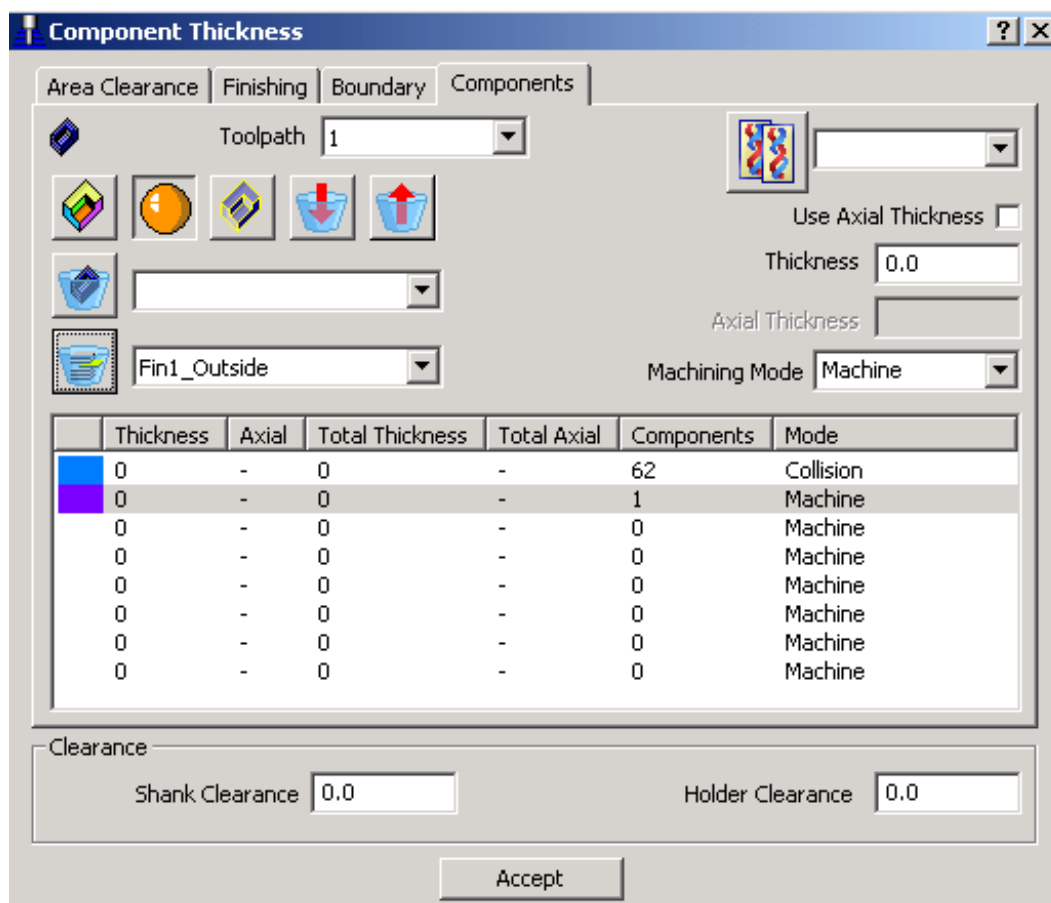
Clearance

Shank Clearance 0.0

Holder Clearance 0.0

Accept

Установите курсор во вторую позицию списка, выберите в слой Fin1_Outside, и добавьте поверхность.

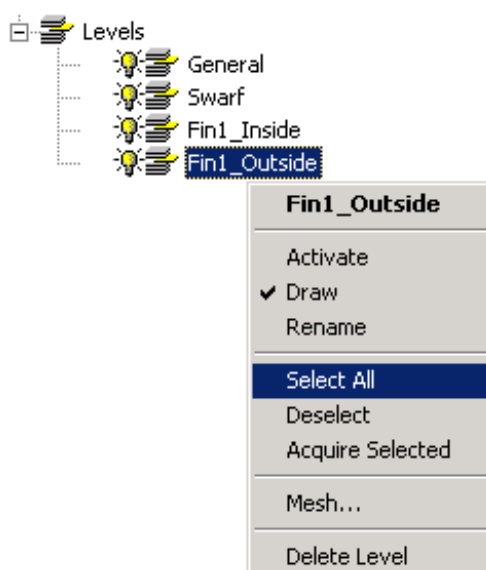


Теперь 62 поверхности должны учитываться на Столкновение и 1 поверхность обрабатываться.

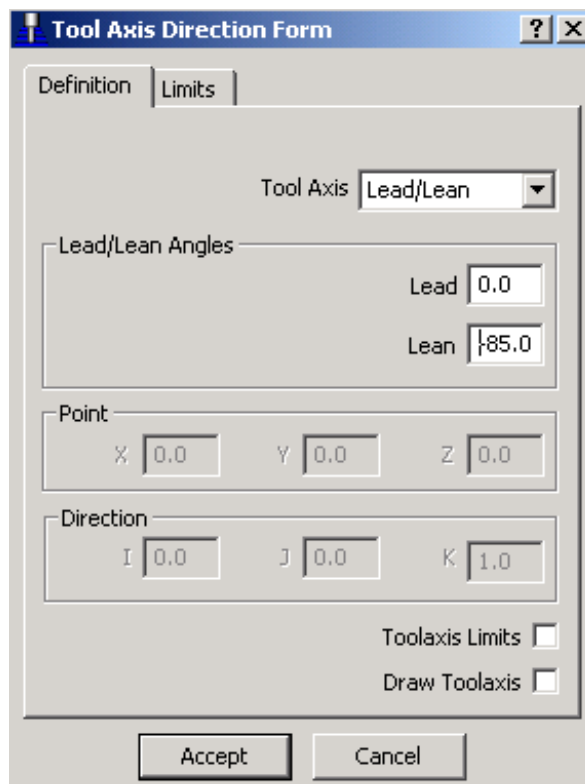
Примите форму.

Отмените выбор всех поверхностей.

Выберите одиночную поверхность на слое Fin1_Outside



Установите Наклон оси на опцию Атаки/Наклона и задайте угол Наклона -85 градусов.

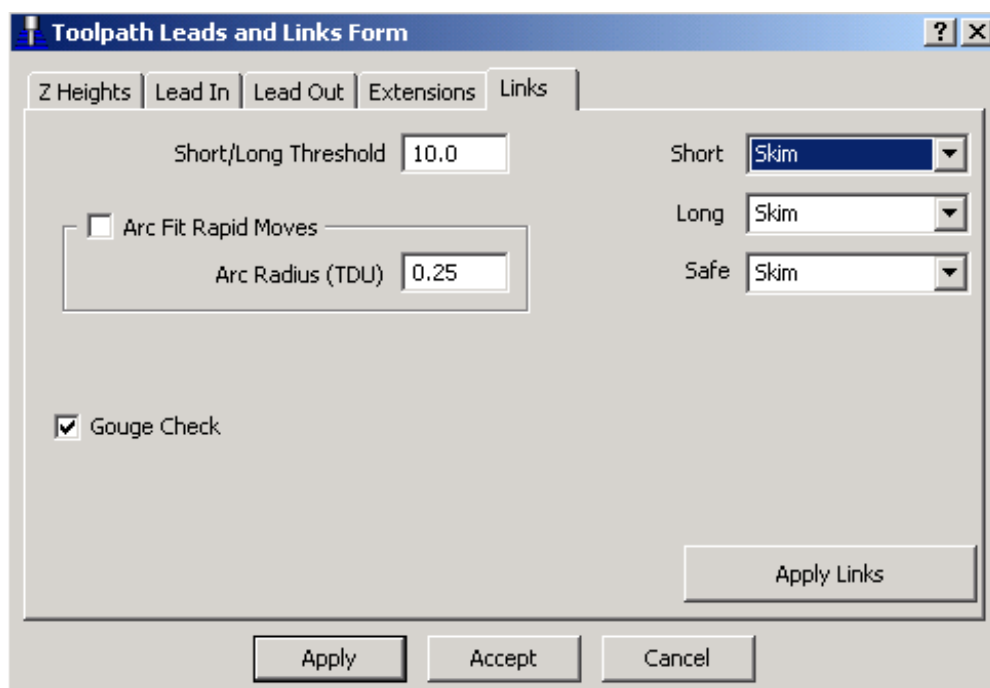


The 'Tool Axis Direction Form' dialog box has two tabs: 'Definition' and 'Limits'. The 'Definition' tab is active. It contains the following fields:

- Tool Axis:** A dropdown menu set to 'Lead/Lean'.
- Lead/Lean Angles:** A group box containing:
 - Lead:** A text box with the value '0.0'.
 - Lean:** A text box with the value '85.0'.
- Point:** A group box containing three text boxes for X, Y, and Z coordinates, all set to '0.0'.
- Direction:** A group box containing three text boxes for I, J, and K components. I is '0.0', J is '0.0', and K is '1.0'.
- Toolaxis Limits:** An unchecked checkbox.
- Draw Toolaxis:** An unchecked checkbox.

At the bottom are 'Accept' and 'Cancel' buttons.

Установите все переходы в форме Подводы и переходы Обе в приращениях



The 'Toolpath Leads and Links Form' dialog box has five tabs: 'Z Heights', 'Lead In', 'Lead Out', 'Extensions', and 'Links'. The 'Links' tab is active. It contains the following fields:

- Short/Long Threshold:** A text box with the value '10.0'.
- Arc Fit Rapid Moves:** An unchecked checkbox. Below it is a text box for 'Arc Radius (TDU)' with the value '0.25'.
- Short:** A dropdown menu set to 'Skim'.
- Long:** A dropdown menu set to 'Skim'.
- Safe:** A dropdown menu set to 'Skim'.
- Gouge Check:** A checked checkbox.
- Apply Links:** A button located in a separate box on the right side of the dialog.

At the bottom are 'Apply', 'Accept', and 'Cancel' buttons.

Задайте Шаг 5 мм.

Убедитесь, что флаг *Однонаправлено* ВКЛЮЧЕН, иначе, ось фрезы будет резко изменяться после каждого сегмента траектории.

Surface Projection Finishing Form



Tool



1



Tolerances

Tolerance

0.1

Thickness





0.0

Stepover

Stepover

5.0



Boundary





Trimming

Keep Inside

Leads and Links

Lead In

None

Lead Out

None

Short Links

Skim

Long Links

Skim



Tool Axis

Tool Axis

Lead/Lean



Preview

☐ Draw

Apply

Accept

Cancel

Name

blade1_Outside

Surface Units

Distance

Projection Direction

Inwards

Pattern

Pattern Direction

U

One Way☒

Pattern Limits☐

Start

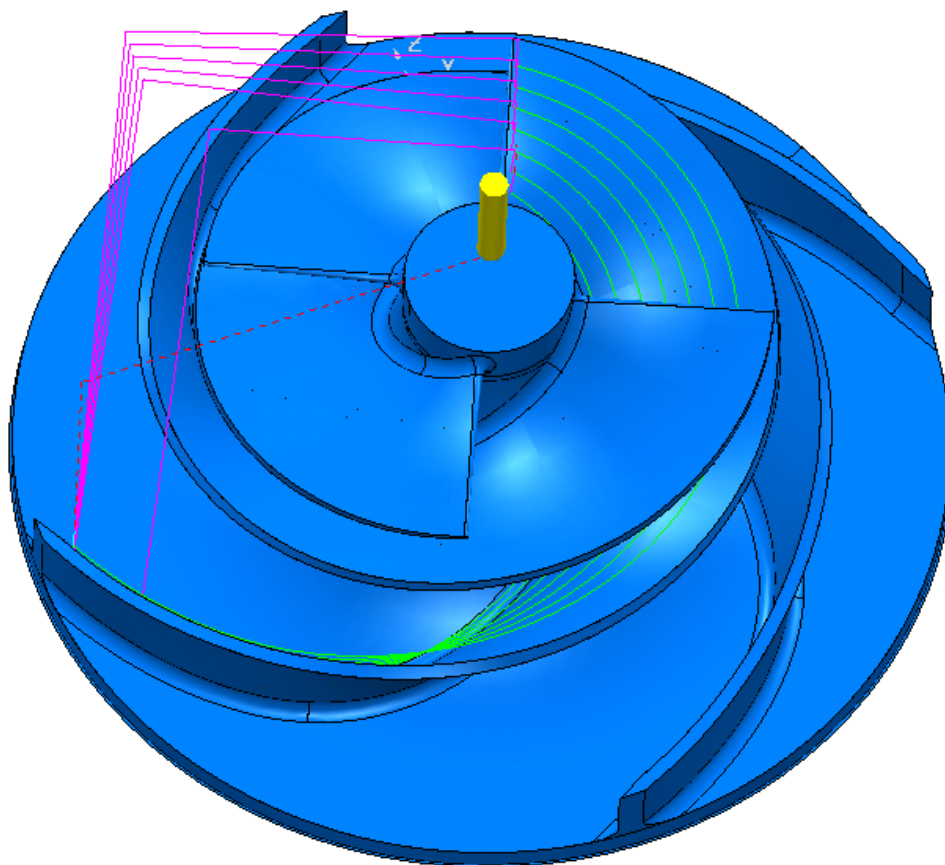
0.0

End

100.0

Order

None



Мы можем использовать новый способ ОТВОДА. Установите следующие параметры:

Отвод = Наклонно

Параметры наклонного отвода:

Угол врезания 3

Высота 12мм

Toolpath Leads and Links Form

Z Heights

Lead In

Lead Out

Extensions

Links

1st Choice

Ramp

2nd Choice

None

Distance

0.0

Distance

0.0

Angle

0.0

Angle

0.0

Radius

0.0

Radius

0.0

☒ Gouge Check

☒ Allow start points to be moved

☒ Add leads to short links

Ramp Options...

Copy from lead in

Copy to lead in

Apply Links

Apply

Accept

Cancel

Lead Out Ramp Options ...

1st Choice

2nd Choice

Max Zig Angle

3.0

Follow

Toolpath

Circle Diameter (TDU)

0.95

Ramp Height

Type

Incremental

Height

12.0

Ramp Length

Finite

Length (TDU)

2.0

Zag Angle

Independent

☒

Max Angle

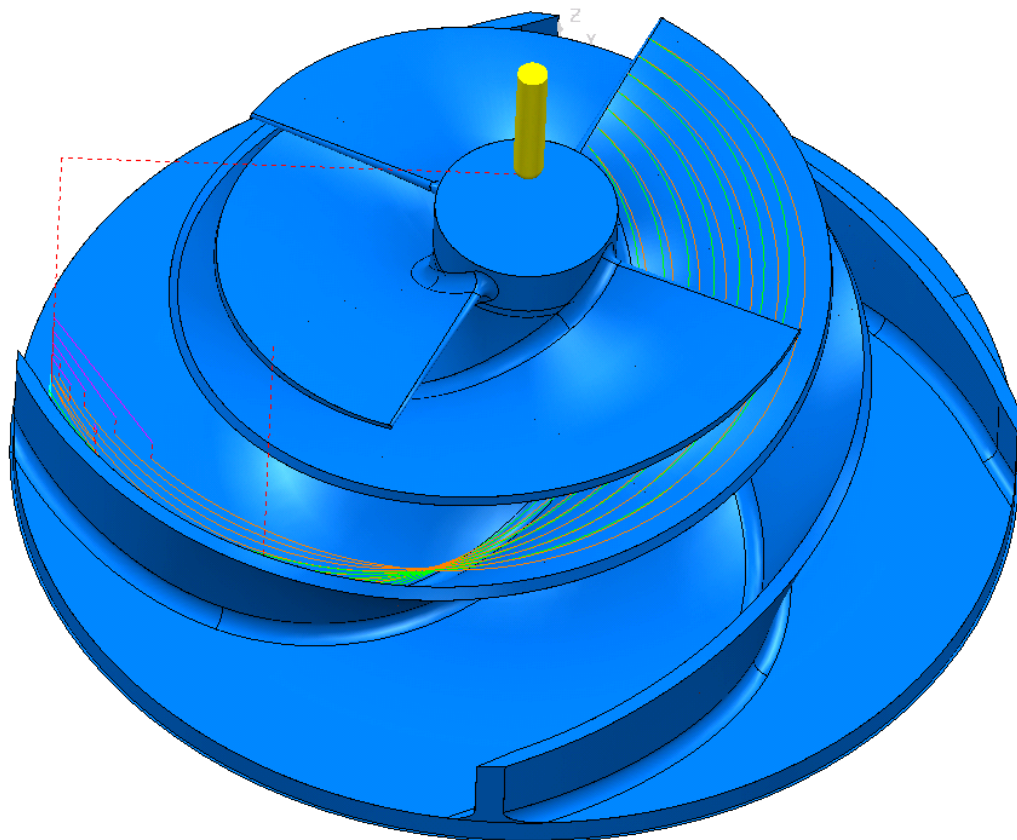
0.0

TDU = Tool Diameter Units

Accept

Cancel

This type of retraction will follow the shape of the toolpath, gradually ramping away in the direction of the tool axis.



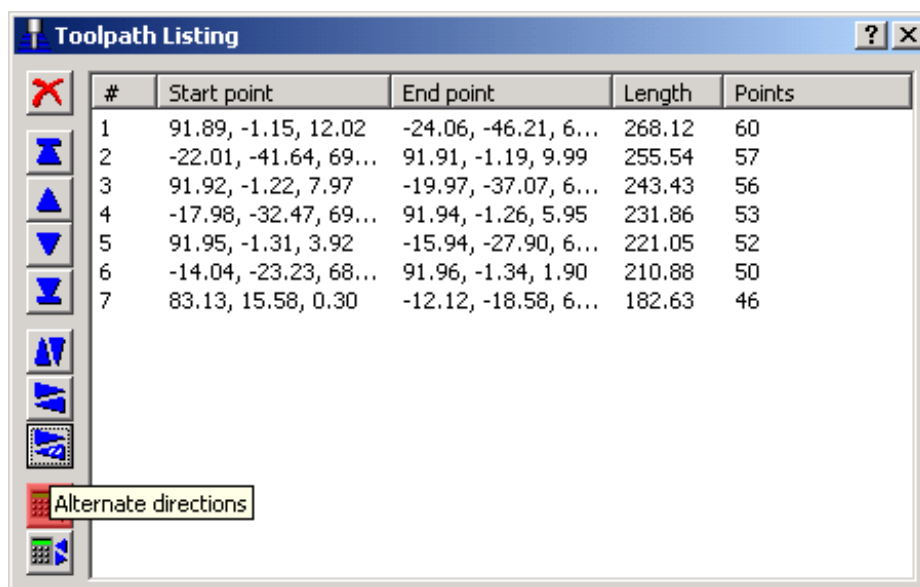
Alternatively, although it was not possible to define Two Way machining when the toolpath was created, it is now possible to edit the toolpath by reversing every alternate segment.

Выключите Отвод (опция НЕТ)
Установите короткие переходы По Поверхности

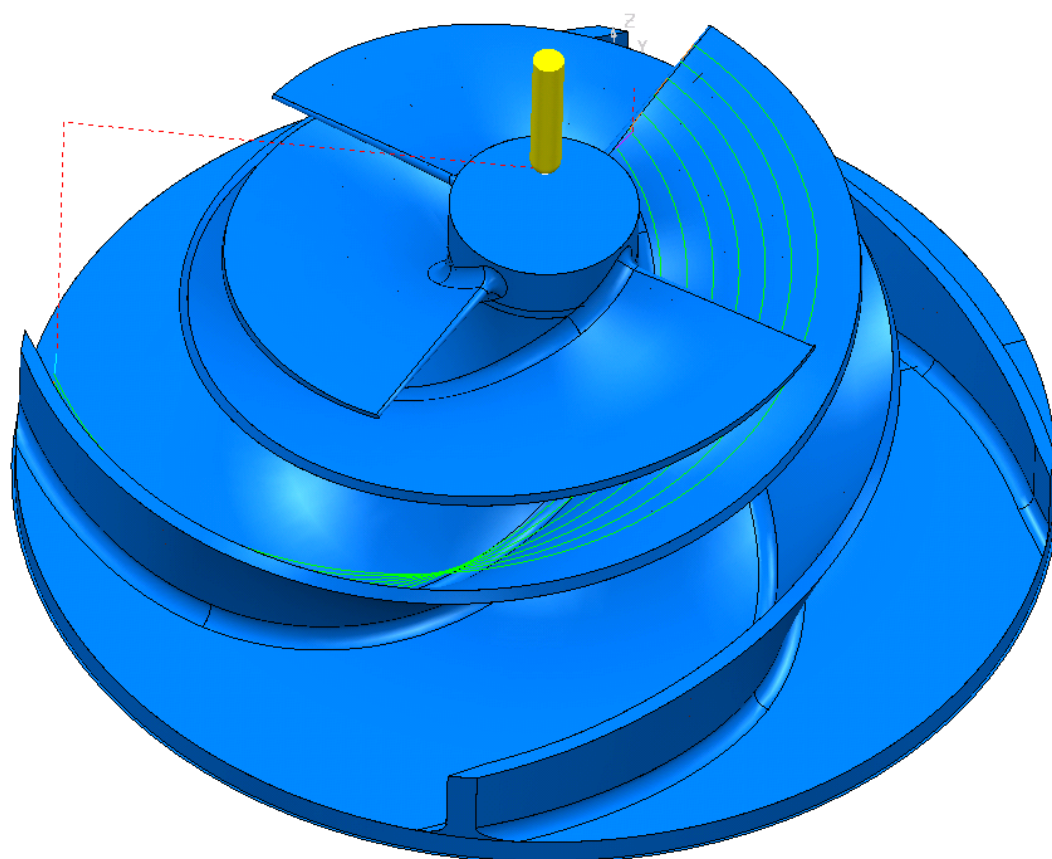
На панели инструментов Траектория нажмите иконку Упорядочить



Выберите Автоматическое упорядочивание



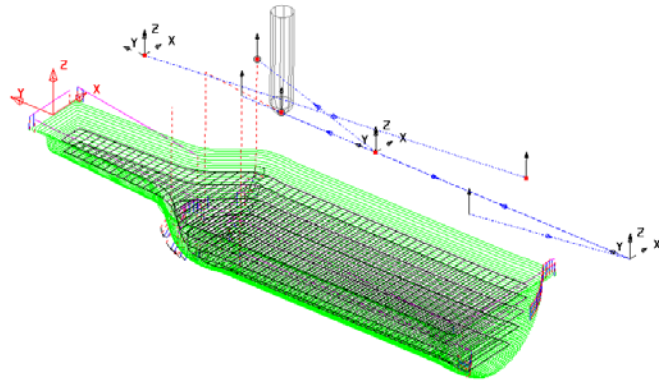
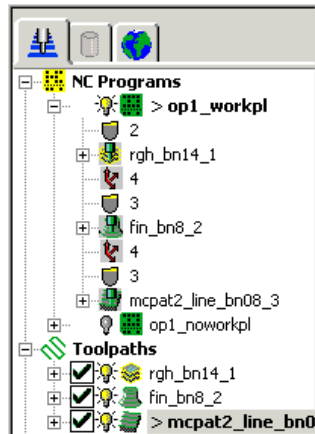
Должна получиться траектория с движением в обе стороны



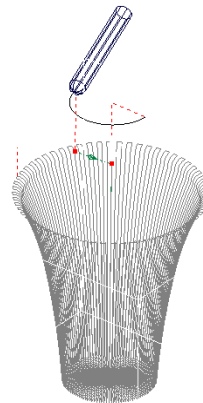
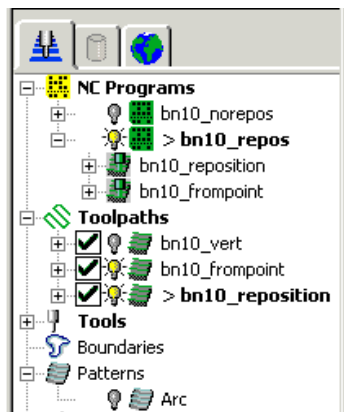
Tool Movement Control between Cutterpaths

5-Axis movement is normally limited to within a specific angular range dependant on the machine tool type. A **toolpath** may be created to operate within this range, but a subsequent move to a new **toolpath** or **toolchange** position may cause an **off limit** movement. To avoid this situation several options are available to the user:-

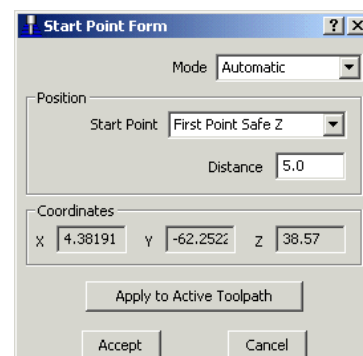
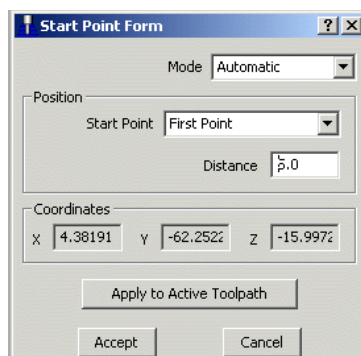
1. Insertion of **Workplanes** between **toolpaths** in the **ncprogram** list. A **Workplane** in the **ncprogram** list can also be defined as a **Toolchange Point** if required.



2. Insertion of a **Pattern** machining operation, defined in 3d space as an intermediate tool move.



3. Limiting of movement in the **Start Point** form  by use of **First Point** or **First Point Safe Z**.



Обработка боковой стороной (Swarf Cutting)

Данный метод предполагает обработку боковой стороной фрезы развертывающихся поверхностей (не все линейчатые поверхности являются развертывающимися), при этом фреза контактирует с обрабатываемой поверхностью по всей глубине резания.

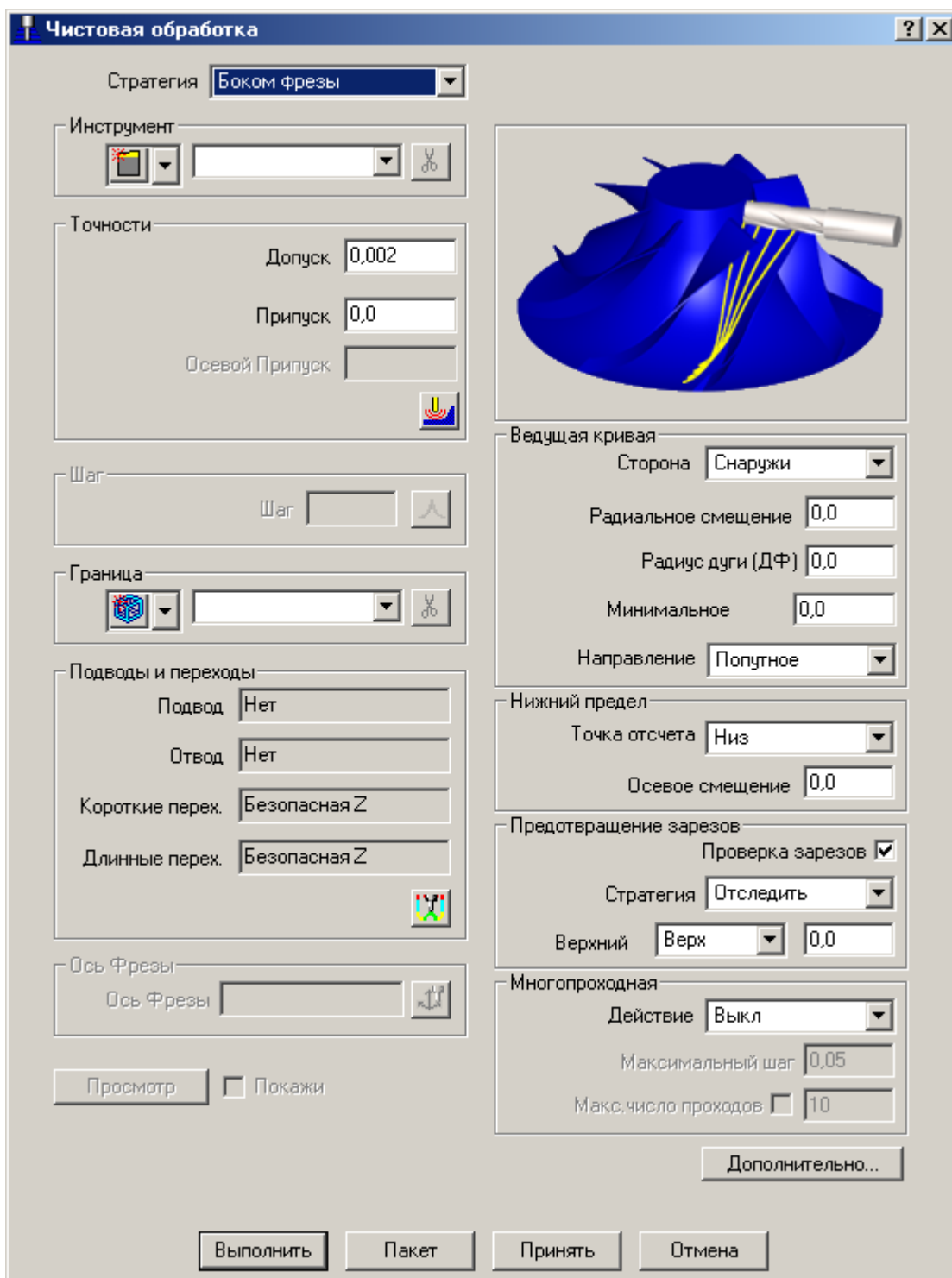
В настоящее время PowerMILL имеет отдельную автоматическую стратегию Обработка боковой стороной. Однако ее можно получить, в случае необходимости, путем использования стратегий Обработка по Профилю и Обработка по ведущей поверхности с углом Наклона фрезы 90°.

Стратегия Обработка боковой стороной может быть получена, путем изменения параметров двух вышеуказанных стратегий, однако при этом имеется ряд ограничений, которые необходимо понимать для написания правильной многоосевой траектории. Рассмотрим ориентацию инструмента при использовании обсуждаемых стратегий.

Метод обработки боковой стороной применяется только для развертывающихся поверхностей (см. пример ниже). При резании проволокой (эрозионная обработка) можно обрабатывать линейчатые поверхности, т.к. диаметр инструмента (проволоки) приблизительно равняется 0. При обработке боковой стороной, обрабатываемая поверхность должна быть такой, чтобы режущая кромка фрезы находилась в постоянном контакте с этой поверхностью по всей глубине резания. Если поверхность не является развертывающейся, т.е. имеются углы или изломы, то PowerMILL не будет обрабатывать такие места, что приведет к разрыву траектории. Поэтому прежде чем применить обсуждаемый метод обработки, внимательно осмотрите поверхности модели. В некоторых случаях желаемый результат достигается поворотом модели относительно оси инструмента.

При использовании стратегии Боковой стороной не требуется задания оси инструмента, т.к. PowerMILL анализирует выбранную поверхность, и устанавливает параметры ориентации автоматически.

Рассмотрим стратегию более подробно. Для этого откройте форму **Чистовая**  на главной панели инструментов и выберите стратегию **Боком фрезы**, как показано ниже.



Чистовая обработка

Стратегия: Боком фрезы

Инструмент:   

Точности: Допуск: 0,002; Припуск: 0,0; Осевой Припуск: 

Шаг: Шаг: 

Граница:   

Подводы и переходы: Подвод: Нет; Отвод: Нет; Короткие перех.: Безопасная Z; Длинные перех.: Безопасная Z 

Ось Фрезы: Ось Фрезы: 

Ведущая кривая: Сторона: Снаружи; Радиальное смещение: 0,0; Радиус дуги (ДФ): 0,0; Минимальное: 0,0; Направление: Полутное

Нижний предел: Точка отсчета: Низ; Осевое смещение: 0,0

Предотвращение зарезов: Проверка зарезов: ☒; Стратегия: Отследить; Верхний: Верх 0,0

Многопроходная: Действие: Выкл; Максимальный шаг: 0,05; Макс.число проходов: ☐ 10

Просмотр ☐ Покажи

Дополнительно...

Выполнить Пакет Принять Отмена

Рассмотрим основные опции стратегии.

Ведущая кривая (Drive curve) – данный раздел позволяет задать поверхность или набор поверхностей для обработки.

Сторона (Surface Side) – данная опция задает сторону поверхности, с которой будет производиться обработка. Возможны следующие варианты:

Внутри (Inside) – обрабатывается внутренняя сторона.

Снаружи (Outside) – обрабатывается внешняя сторона.

Радиальное смещение (Radial Offset) – задает припуск относительно выбранной поверхности, включая общий припуск, назначаемый всей модели. Смещение откладывается относительно оси инструмента.

Радиус дуги (Arc Radius) – задает радиус дуги, которая будет вписана во внутренние углы траектории, тем самым, сглаживая ее. Схожая опция имеется в трехосевых стратегиях.

Минимальное (Minimum Fanning distance) – задает минимальное расстояние, на котором PowerMILL может изменить угла наклона инструмента, от существующей точки до новой.

Нижний предел (Lower Limit) - данный раздел позволяет задать нижнюю границу траектории, с помощью следующих опций:

Точка отсчета (Base Position) – задает кромку поверхности относительно которой будет рассчитана траектория (верхняя или нижняя). Возможны следующие варианты задания точки отсчета:

Автоматически (Automatic) – инструмент проецируется на поверхность, расположенную ниже выбранной (обрабатываемой). В случае отсутствия такой поверхности, траектория не будет рассчитана.

Верх (Top) – обрабатывается верхняя кромка поверхности.

Низ (Bottom) – обрабатывается нижняя кромка поверхности.

Осевое смещение (Axial Offset) – данная опция задает нижний предел на указанном расстоянии от точки отсчета вдоль оси инструмента.

Предотвращение зарезов (Gouge Avoidance) – позволяет выбрать стратегию предотвращения зарезов.

Проверка зарезов (Gouge check) – данный флаг позволяет запретить/разрешить проверку зарезов. Если флаг сброшен - все опции в разделе деактивированы.

Стратегия (Strategy) – данная опция позволяет установить, каким образом будет рассчитана траектория в случае возможности возникновения зареза. Существует два варианта:

Поднять (Lift) – в случае возникновения зареза фреза отводится на безопасную высоту и после осуществления перехода вновь подводится к заготовке.

Отследить (Trace) – фреза перемещается по поверхности. Если опция **Проверка зарезов (Gouge check)** выключена, то траектория может врезаться в невыбранные поверхности cad модели. Это может произойти, если используются шаровые фрезы, т.к. точка контакта фрезы и поверхности может создавать условия для зарезания режущей кромки.

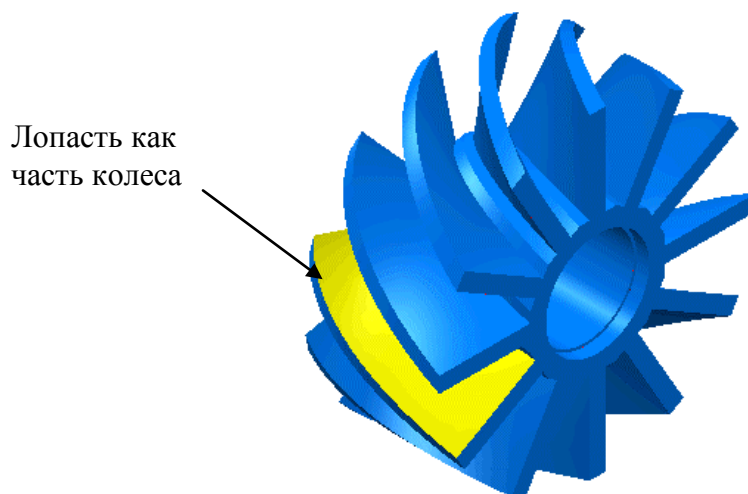
Верхний (Upper Limit) – используется для ограничения траектории по верхней/нижней кромке поверхности при многопроходной обработке.

Многопроходная (Multiple Cuts) – позволяет создать многопроходную обработку с шагом вдоль оси фрезы.

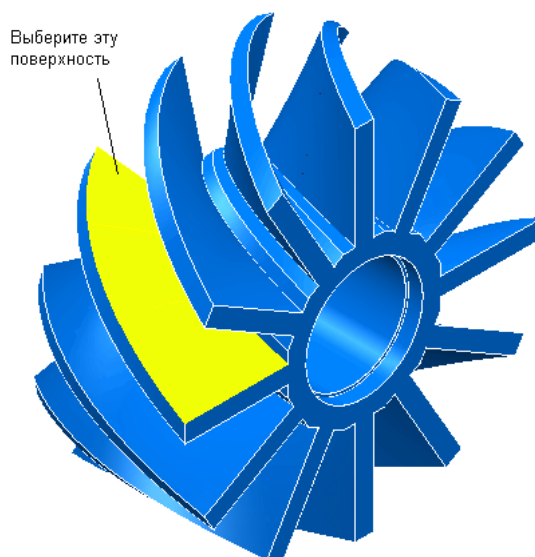
Действие (Mode) – результат от применения данной опции зависит от выбора **Точки отсчета** в разделе **Нижний предел** и опции **Верхний** в разделе **Предотвращение зарезов**. Данная опция используется для создания многопроходной обработки вдоль оси инструмента. При использовании опции **merge/слить**, будет получена непрерывная траектория между верхним и нижним проходом, исключая любые разрывы вдоль кромки.

Пример Обработки боковой стороной

Рассмотрим данную стратегию на примере лопасти, о которой говорилось в главе **Обработка по ведущей поверхности**. Теперь лопасть и колесо – единое целое.

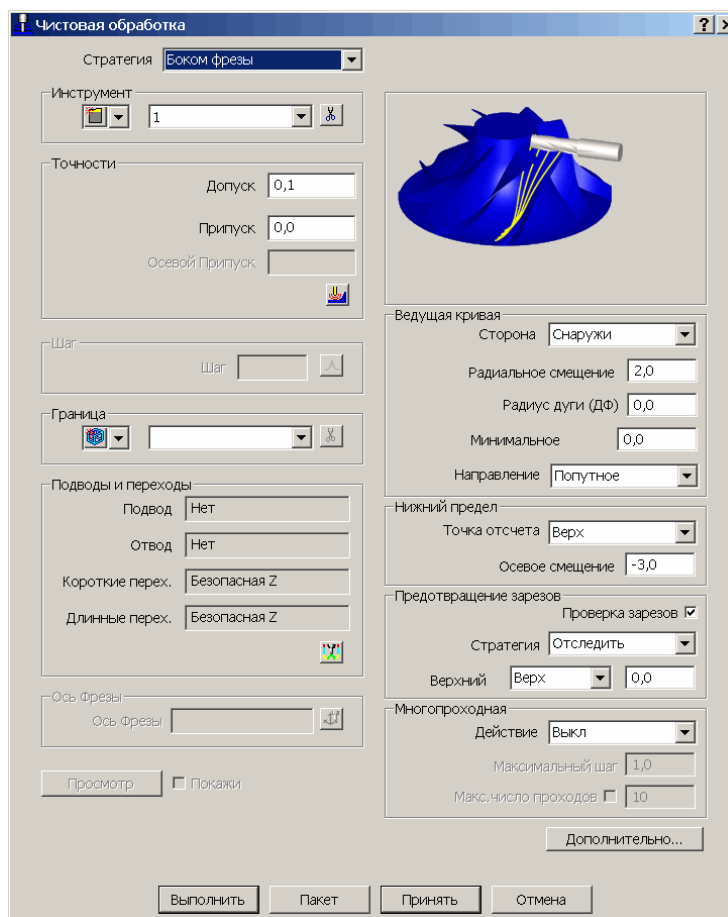


Использование траектории, созданной в предыдущей главе не допустимо, т.к. это приведет к врезанию в другие поверхности. В данном случае будем использовать стратегию **Боком фрезы**.

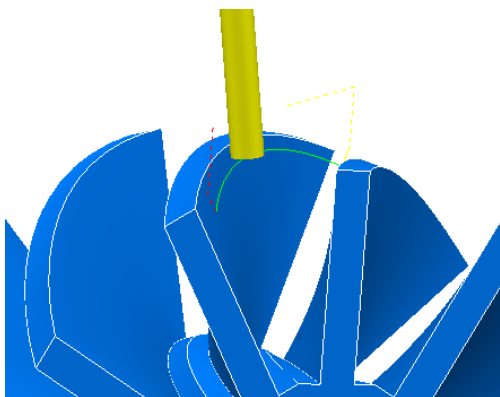


Вначале создадим однопроходную траекторию, для этого:

1. Откройте модель **verife_model.dgk**.
2. Задайте заготовку **Блоком**.
3. Задайте **концевую** фрезу диаметром **8мм**.
4. Выберите поверхность, как показано выше.
5. Откройте форму **Чистовой обработки** и выберите стратегию **Боком фрезы**. Далее заполните форму как показано ниже.

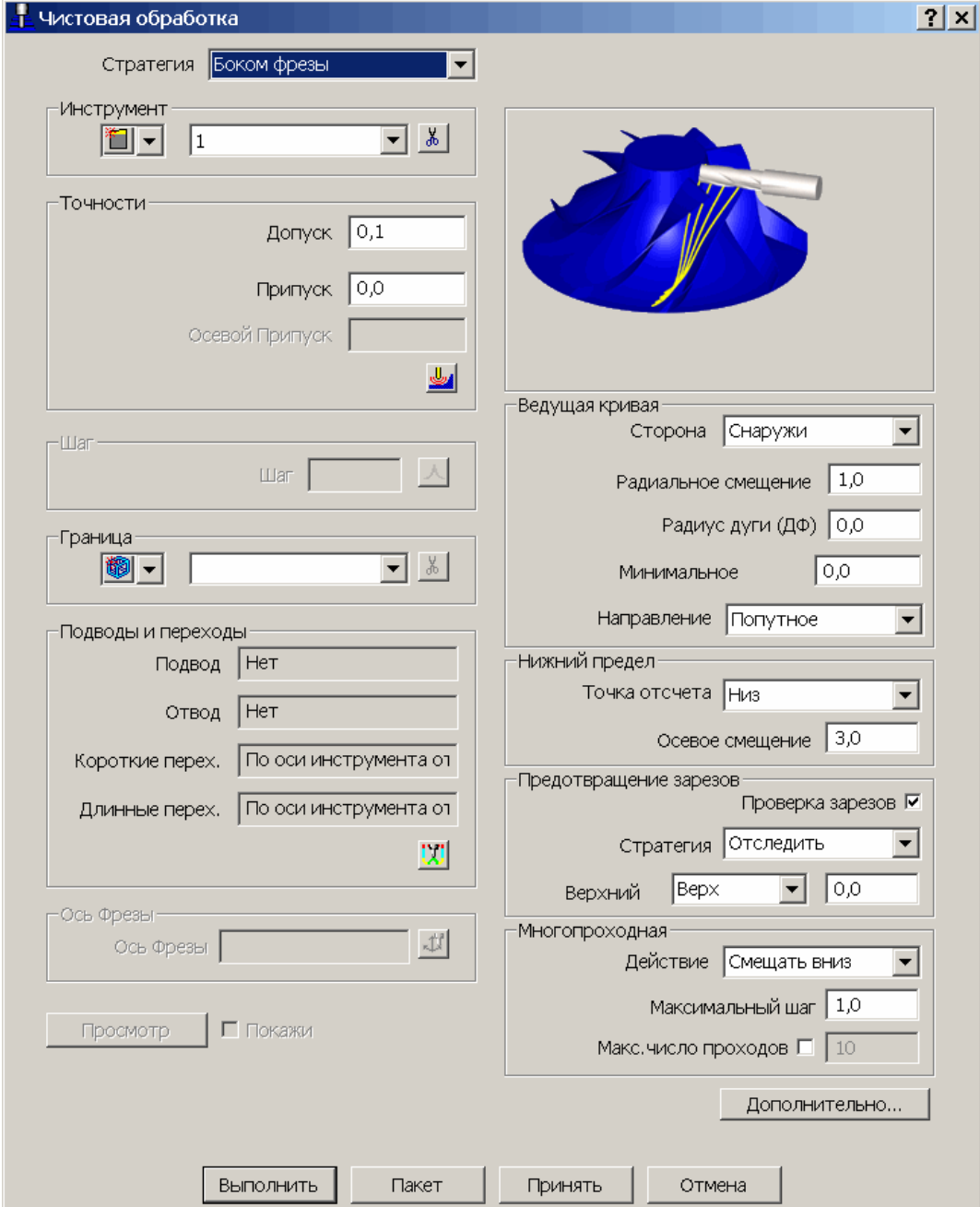


Нажмите **Выполнить** и **Принять**. Будет рассчитана следующая траектория. Далее необходимо изменить Переходы: **Длинные** - По оси фрезы относительно, **Безопасные** – По оси фрезы абсолютно. Т.о. мы создали единичный черновой проход (боковой припуск – 2, осевой припуск – 3).



Обратите внимание на установки раздела **Нижний предел**. Создадим многопроходную обработку, для этого выберите эту же поверхность.

Откройте форму **Чистовая обработка** и выберите **Стратегию Боком фрезы** . Заполните форму следующим образом.



Чистовая обработка

Стратегия: Боком фрезы

Инструмент: 1

Точности: Допуск: 0,1; Припуск: 0,0; Осевой Припуск:

Шаг: Шаг:

Граница:

Подводы и переходы: Подвод: Нет; Отвод: Нет; Короткие перех.: По оси инструмента от; Длинные перех.: По оси инструмента от

Ось Фрезы:

Ведущая кривая: Сторона: Снаружи; Радиальное смещение: 1,0; Радиус дуги (ДФ): 0,0; Минимальное: 0,0; Направление: Попутное

Нижний предел: Точка отсчета: Низ; Осевое смещение: 3,0

Предотвращение зарезов: Проверка зарезов: ☒; Стратегия: Отследить; Верхний: Верх, 0,0

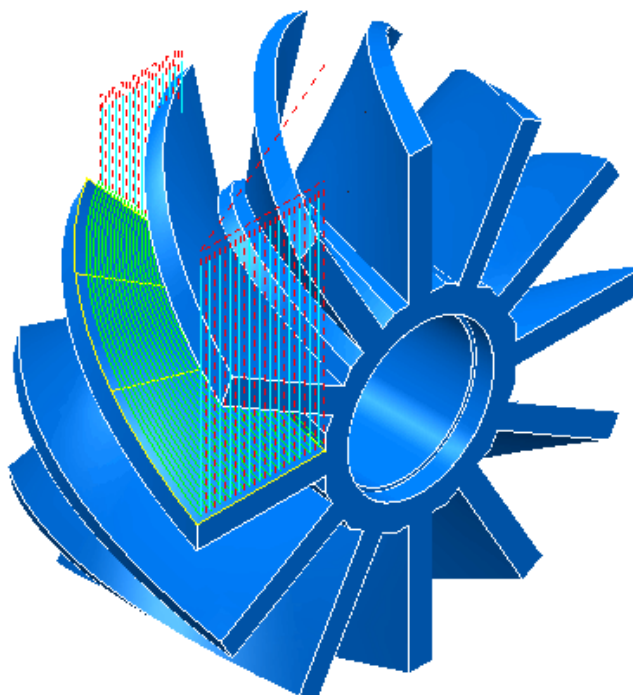
Многопроходная: Действие: Смещать вниз; Максимальный шаг: 1,0; Макс. число проходов: 10

Дополнительно...

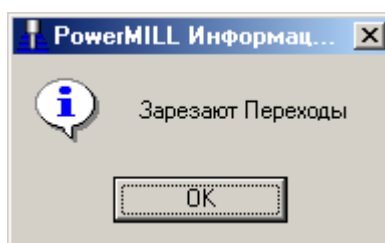
Выполнить Пакет Принять Отмена

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

Будет рассчитана следующая черновая траектория (радиальное смещение - задает радиальный припуск, в нашем примере – 1 мм; осевое смещение – припуск вдоль оси инструмента).

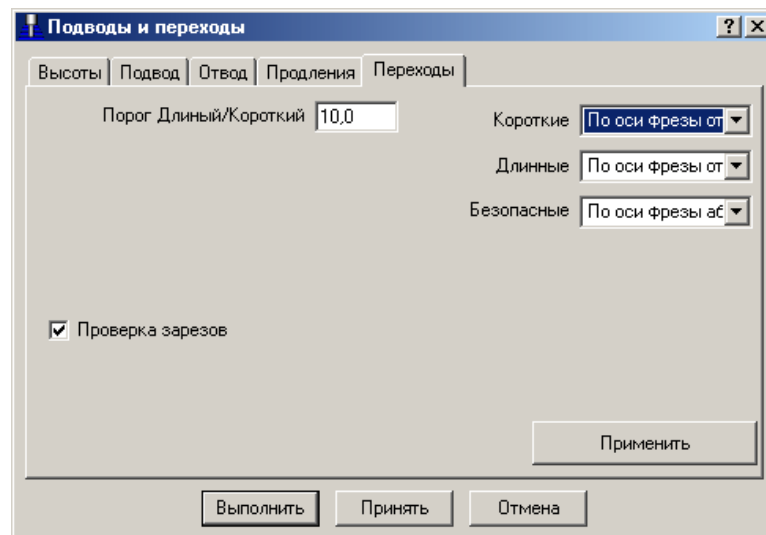


При осуществлении переходов фреза врезается в соседние лопасти. Чтобы убедиться в этом, щелкните правой кнопкой мыши по траектории и в контекстном меню выберите опцию **Проверить**. Будет выдано следующее сообщение.

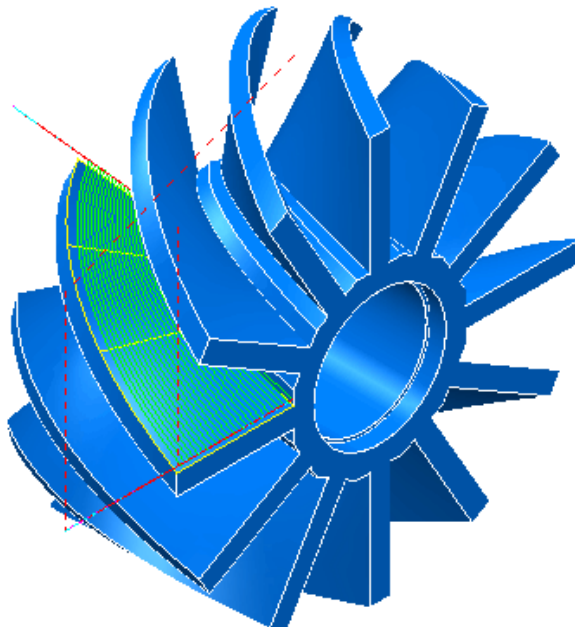


Изменим переходы. Для этого откройте окно Подводки и переходы. Выберите закладку **Переходы** и установите: опции **Короткие** и **Длинные** – **По оси фрезы относительно** и **Безопасные** – **По оси фрезы абсолютно** (как показано ниже). Перейдите на закладку **Высоты** и установите **Отн.Безопасн.Высота.** – 55 и **Отн.Высота Врезания** – 50.

Нажмите **Выполнить** и **Принять**.



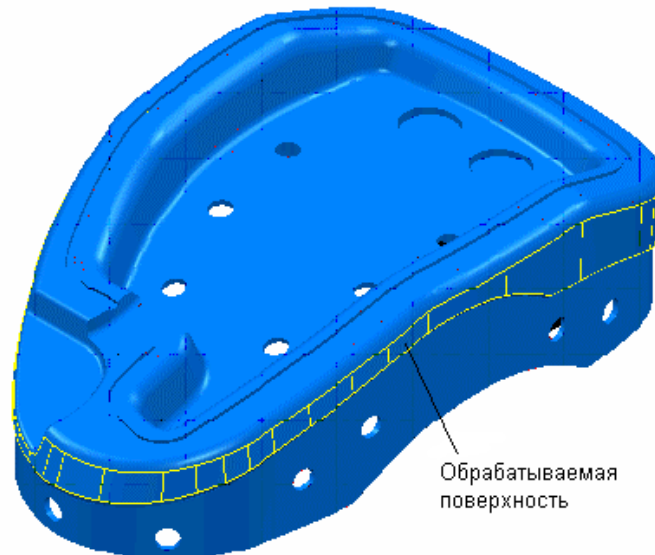
Будет получен следующий результат.



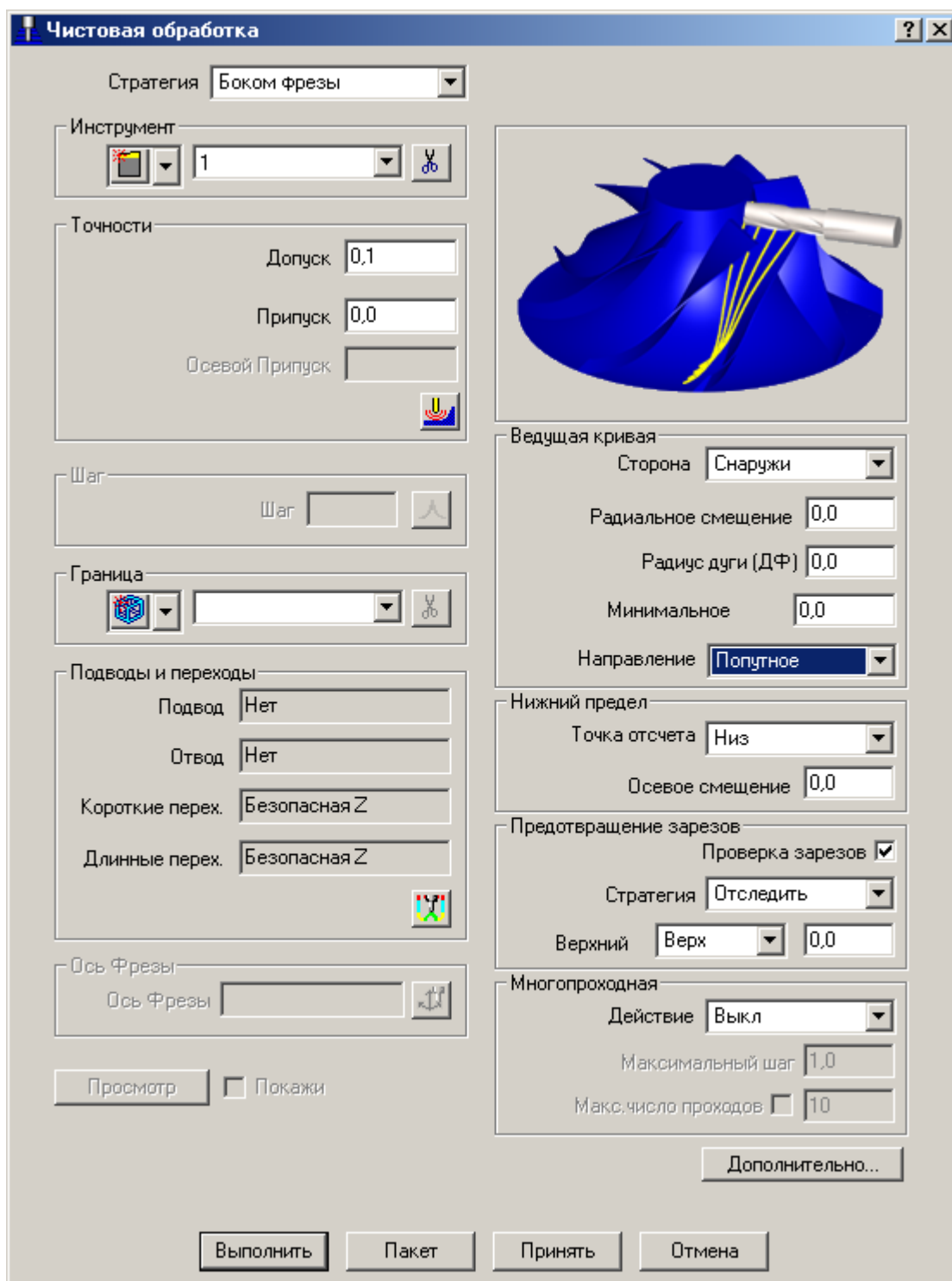
Для визуализации процесса подвода инструмента к лопасти щелкните правой кнопкой мыши в проводнике и в контекстном меню выберите **Анимация - Медленно**.

Рассмотрим стратегию еще на одном примере.

1. В меню файл выберите **Удалить все**.
2. Откройте модель **5_Axis_with_holes.dgk**.
3. Задайте заготовку **Блоком**.
4. Задайте **концевую** фрезу диаметром 2 мм (убедитесь, что она имеет вылет 30 мм).

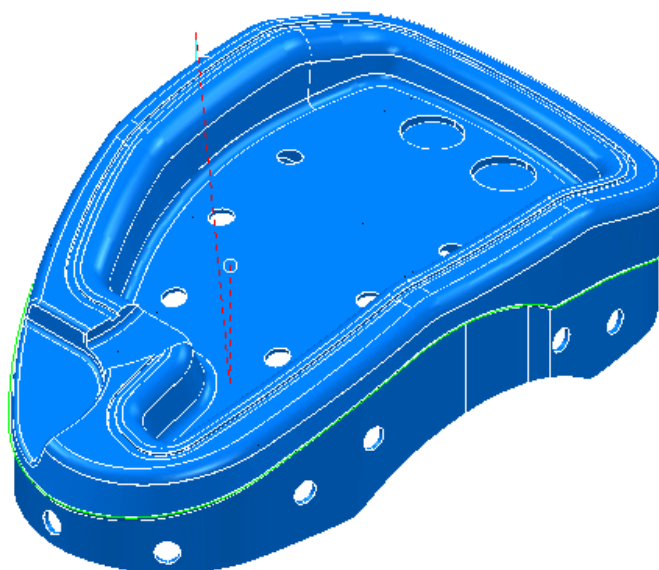


5. Выберите поверхность, как показано на рисунке.
6. Откройте форму **Чистовой обработки**  и установите следующие параметры:



7. После заполнения формы нажмите **Выполнить** и **Принять**.

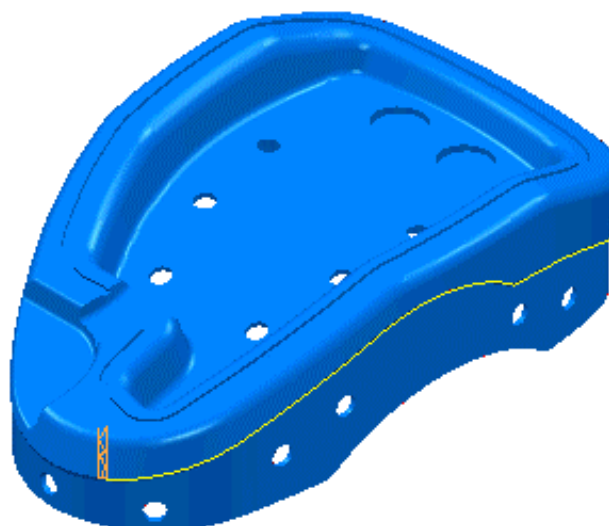
Должно получиться следующее.



Создана траектория, которая проходит относительно нижней кромки поверхности.

Приблизительный результат можно получить, если использовать стратегию **По профилю**. Однако созданная траектория будет иметь два сегмента – относительно верхней и нижней кромки выбранной поверхности, что потребует дальнейшего редактирования, чтобы отделить нижний сегмент.

6. Для анимации траектории используйте опции **Анимация – Медленно** из контекстного меню, которое появляется после правого щелчка мыши по траектории.



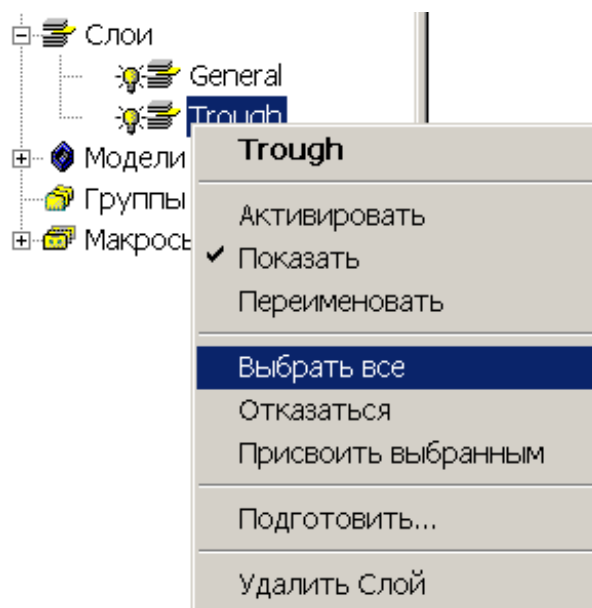
Многоосевая обработка по Профилю

Это новая стратегия. Ее использование покажем на примере модели **ProfileSelected.dgk** из каталога с Примеры.

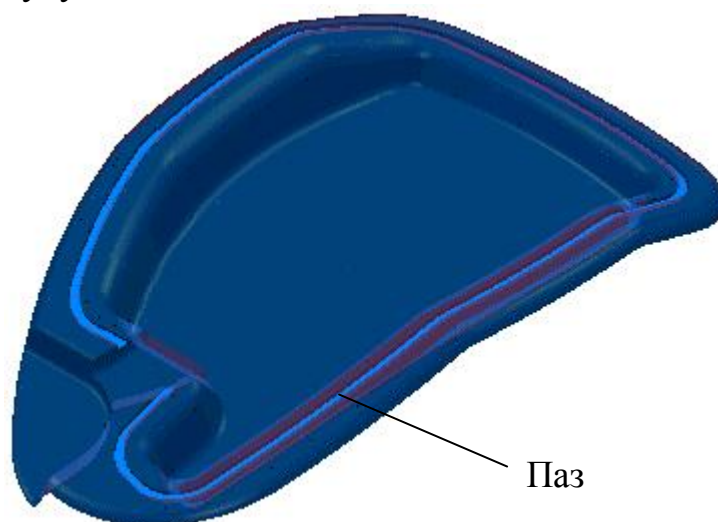


Создадим траекторию обработки канавки, расположенной по нормали к основной поверхности.

1. Задайте заготовку  габаритами и создайте концевую фрезу  диаметром 3 мм.
2. Выберем поверхности, определяющие паз. Можно выбрать их как обычно, но лучше выбрать их через объект **Слой** в **Проводнике**. Для этого правой кнопкой мыши нажмите на слой с именем **Trough** и выберите пункт **Выбрать все**.



3. В графическом окне выбранные поверхности будут выделены желтым цветом.



4. В форме **чистовой** обработки  установите стратегию **По профилю**.

В разделе **Ведущая кривая** задайте:

Сторона - Внутренний край;

Радиальное смещение – 0;

В разделе **Нижний предел:**

Точка отсчета – Ведущая кривая;

Осевое смещение – 0;

В разделе **Предотвращение зарезов:**

Стратегия - Отследить.

Чистовая обработка

Стратегия: По профилю

Инструмент: 1

Точности: Допуск 0,1; Припуск 0,0; Осевой Припуск

Шаг: Шаг

Граница:

Подводы и переходы: Подвод Нет; Отвод Нет; Короткие перех. Безопасная Z; Длинные перех. Безопасная Z

Ось Фрезы: Ось фрезы От Точки

Просмотр ☐ Покази

Ведущая кривая: Сторона Внутренний край; Радиальное смещение 0,0; Радиус дуги (ДФ) 0,05; Направление Попутное

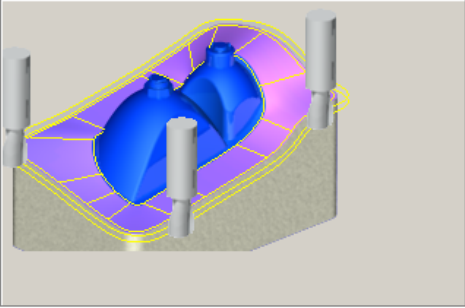
Нижний предел: Точка отсчета Ведущая кривая; Осевое смещение 0,0

Предотвращение зарезов: Проверка зарезов ☒; Стратегия Отследить; Верхний предел ☐ 0,0

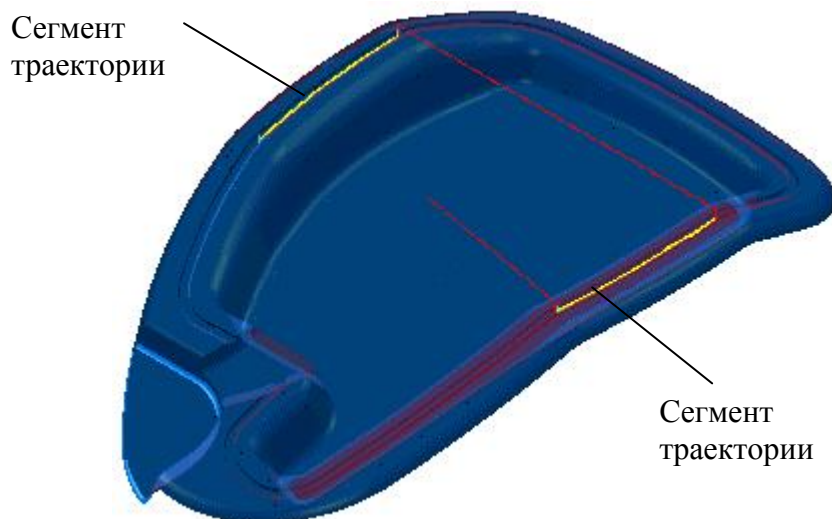
Многопроходная: Действие Выкл; Максимальный шаг 1,0; Кол-во проходов ☐ 1

Дополнительно...

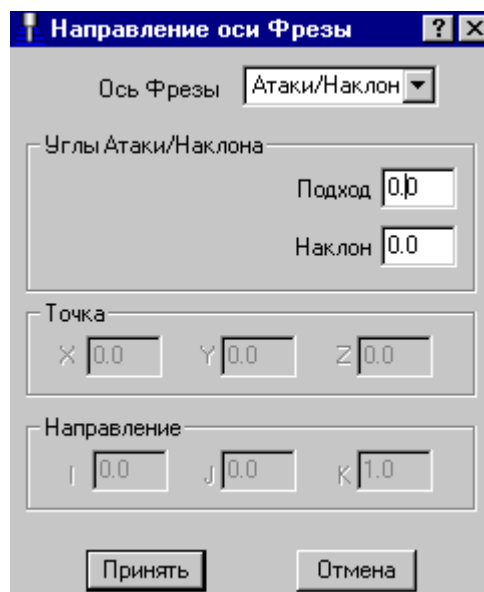
Выполнить Пакет Принять Отмена



5. Нажмите **Выполнить**, трехосевая траектория будет рассчитана только для части паза (где нет поднутрений).

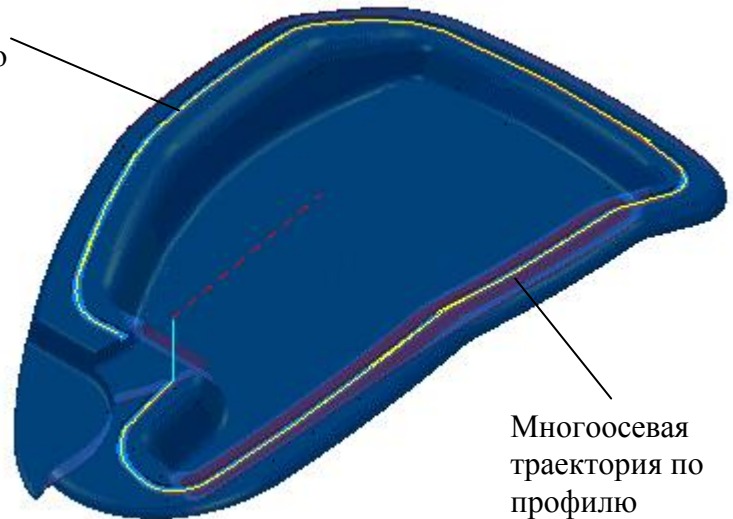


6. Чтобы создать траекторию для всего паза, надо включить многоосевую обработку. Для этого в главной панели инструментов нажмите кнопку **Ось инструмента** .
7. Затем введите направление оси как Атаки/Наклона. В ответ на сообщение о том, что многоосевая обработка включена, нажмите **Ок** и оба угла задайте равными 0 и нажмите кнопку **Принять**.



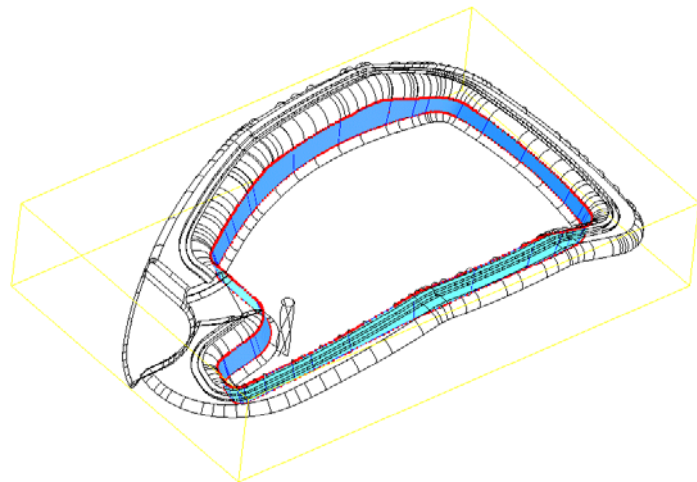
8. В форме чистовой обработки (которая должна быть на экране) сохраните все ранее введенные значения и нажмите **Выполнить**. Многоосевая траектория будет рассчитана для всего паза. Нажмите **Принять** чтобы закрыть форму.

Многоосевая
траектория по
профилю



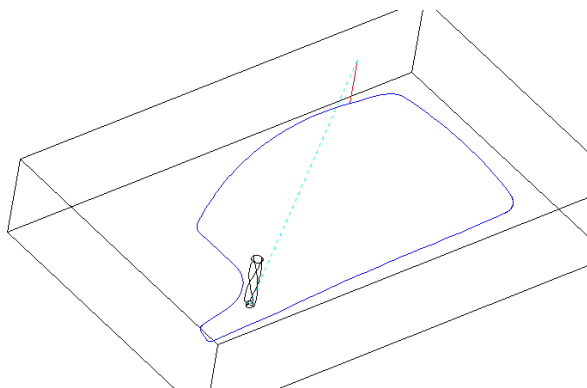
Многоосевая
траектория по
профилю

Теперь обработаем боковую поверхность кармана боковой поверхностью фрезы. Для этого создайте концевую фрезу диаметром 8 мм. Выберите поверхность как показано на рисунке:



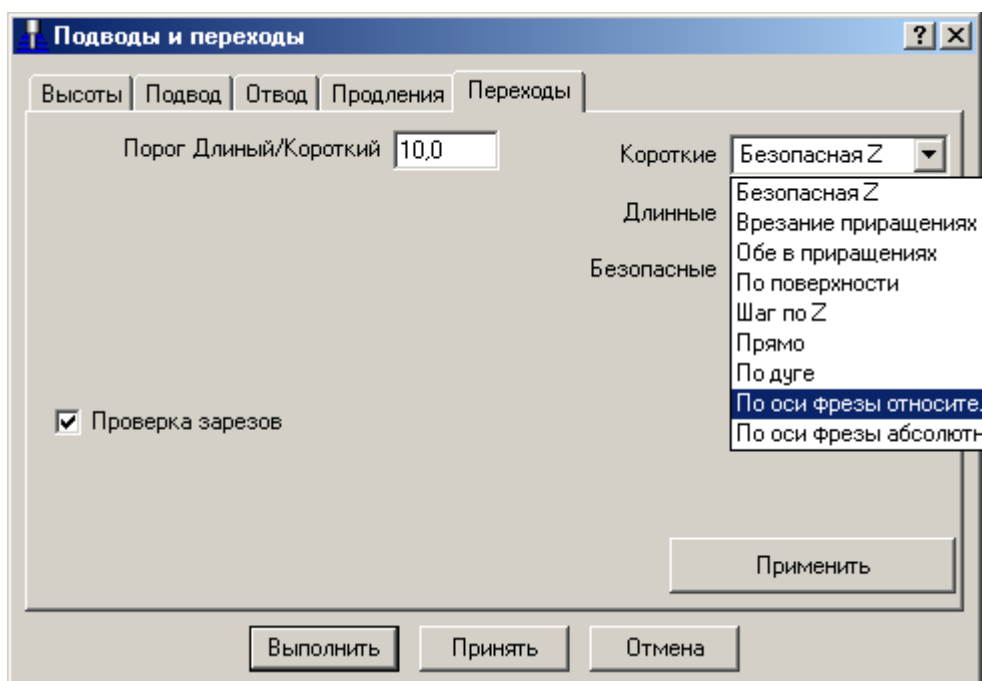
В форме обработки по профилю поле Смещение измените на **Наружняя сторона**, а в форме задания оси инструмента задайте угол наклона равным 90 градусов.

Рассчитайте траекторию и выполните ее анимацию. Рисунок ниже показывает полученную траекторию (модель не показана для наглядности).



Для корректного выполнения подводов и отводов в 5-осевых траекториях надо использовать Переходы по оси фрезы.

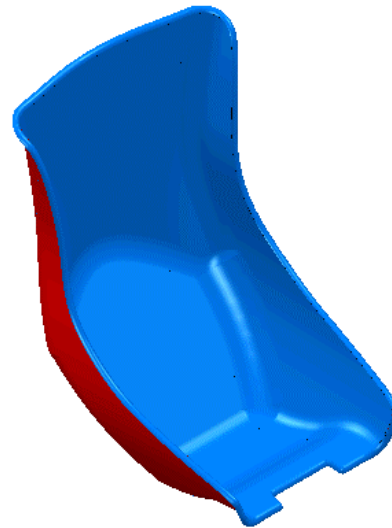
Отредактируйте переходы следующим образом:



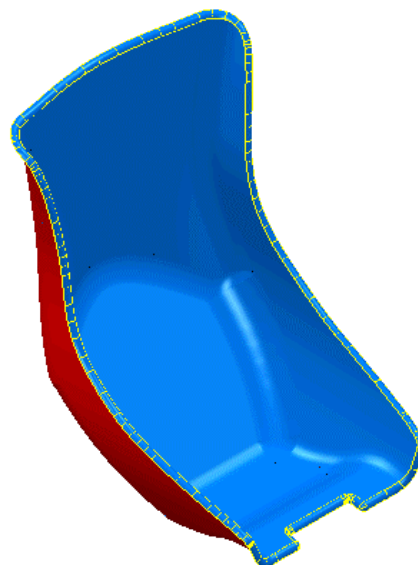
9. Чтобы снова вернуться к 3-осевой обработке, снова зайдите в форму задания оси инструмента  и задайте ось **Вертикально**.

Ограничение 5-осевых траекторий

В этой главе рассмотрим, как эффективно ограничить многоосевую траекторию.



1. Откройте модель **Seat.dgk**, задайте заготовку **по габаритам** модели и **концевую фрезу** диаметром **10 мм**.
2. Создадим траекторию для обработки сиденья по внешнему контуру, выберите поверхности отгиба по всему периметру сиденья, как показано.



3. Задайте **Ось инструмента**  с углом **Наклона 45**.



Направление оси Фрезы

Ось Фрезы: Атаки/Наклон

Углы Атаки/Наклона

Атака: 0,0

Наклон: 45,0

Точка

X: 0,0 Y: 0,0 Z: 0,0

Направление

I: 0,0 J: 0,0 K: 1,0

Принять Отмена

4. Создайте траекторию, используя стратегию **По профилю**, а также другие параметры, заданные в форме **Чистовая обработка**



Чистовая обработка

Стратегия: **По профилю**

Инструмент: 1

Точности: Допуск: 0,1; Припуск: 0,0; Осовой Припуск:

Шаг: Шаг

Граница:

Подводы и переходы: Подвод: Нет; Отвод: Нет; Короткие перех.: Безопасная Z; Длинные перех.: Безопасная Z

Ось Фрезы: Ось Фрезы: Атаки/Наклона

Просмотр ☐ Показки

Ведущая кривая: Сторона: Внешний край; Радиальное смещение: 0,0; Радиус дуги (ДФ): 0,05; Направление: Попутное

Нижний предел: Точка отсчета: Ведущая кривая; Осовое смещение: 0,0

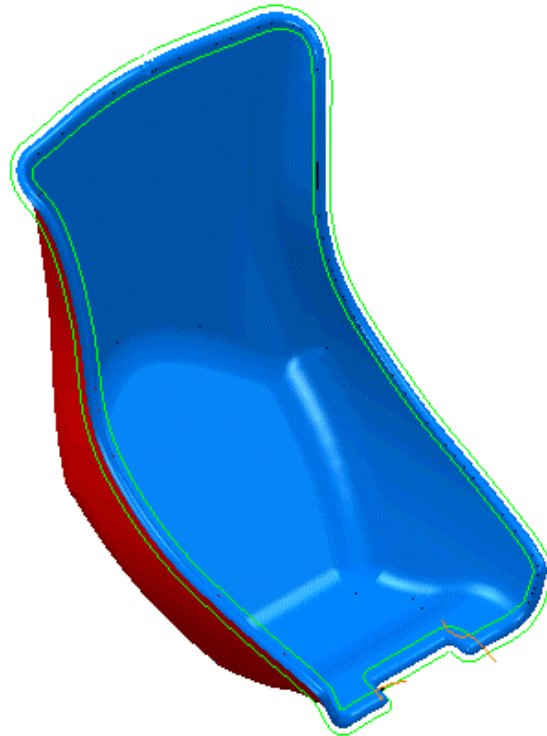
Предотвращение зарезов: Проверка зарезов ☒; Стратегия: Отследить; Верхний предел ☐ 0,0

Многопроходная: Действие: Выкл; Максимальный шаг: 1,0; Кол-во проходов ☐ 1

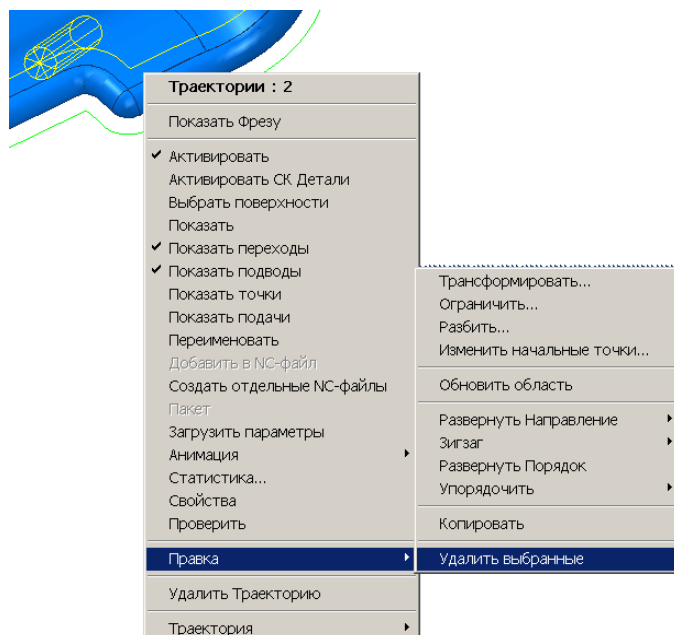
Дополнительно...

Выполнить Пакет Принять Отмена

5. Будет создано две траектории с обеих сторон отгиба.



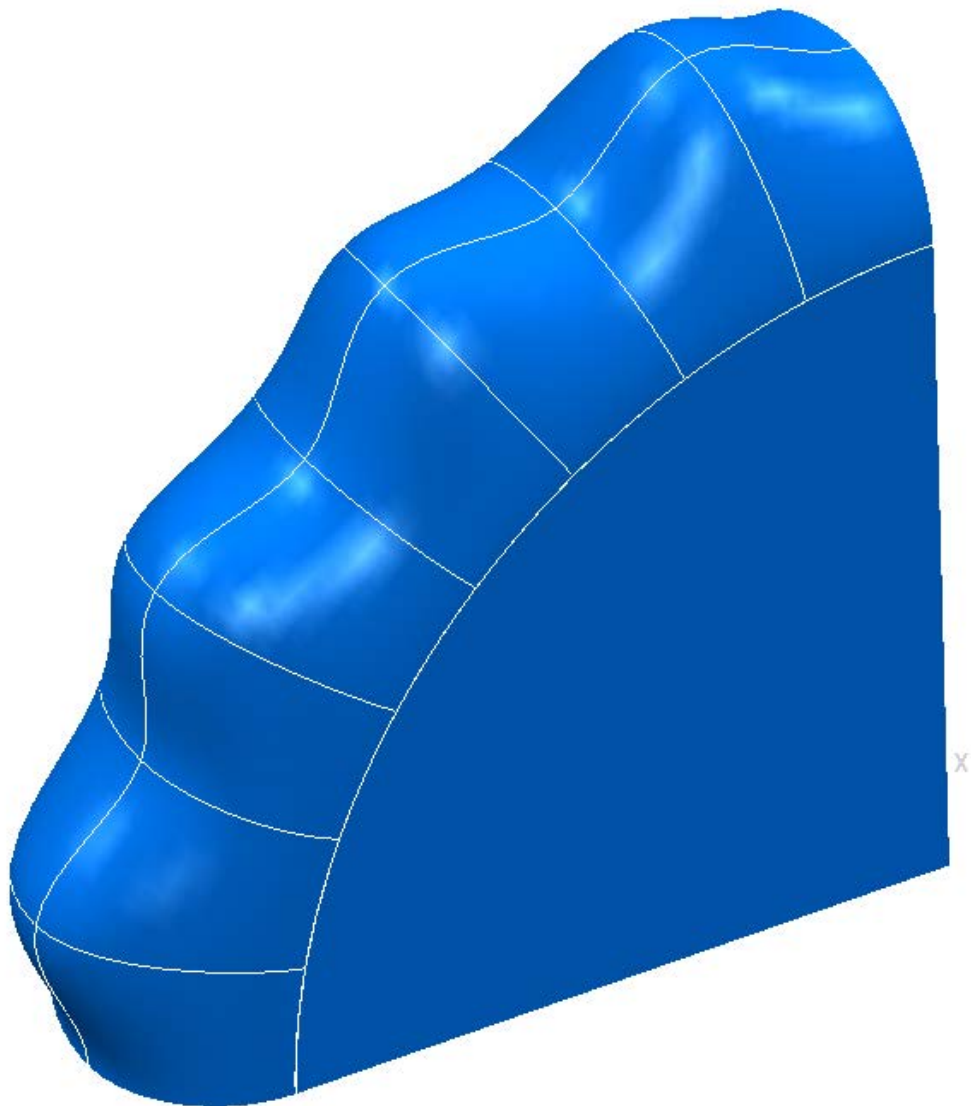
6. Нам нужна только внешняя траектория. Наиболее легкий способ ограничения траектории – удаление ненужного сегмента. Выберите внутренний сегмент и щелкните по нему правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстное меню. Выберите в нем опции **Правка – Удалить выбранные**.



Ограничение наклона инструмента

Импортируйте файл *example3\wheel_quadrant.dgk*

Необходимо создать 4-осевую траекторию для обработки данной модели:



Задайте заготовку по габаритам модели и обнулите Безопасные высоты.

Создайте шаровую фрезу диаметром 10мм.

Ball Nosed Tool Form [?] [X]

Tip | Shank | Holder | Cutting Data

Name: Dia 10 Ball

Geometry

Length: 50.0

Diameter: 10.0

Tool Status: Valid

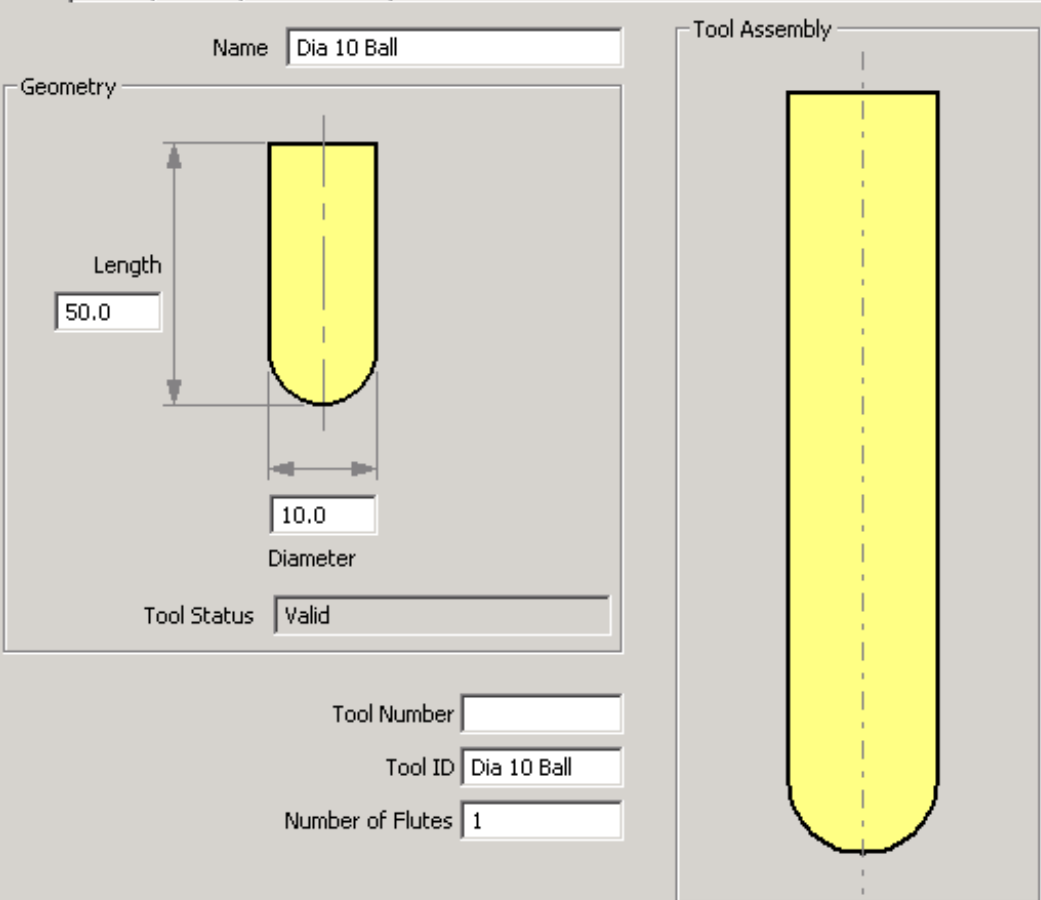
Tool Number:

Tool ID: Dia 10 Ball

Number of Flutes: 1

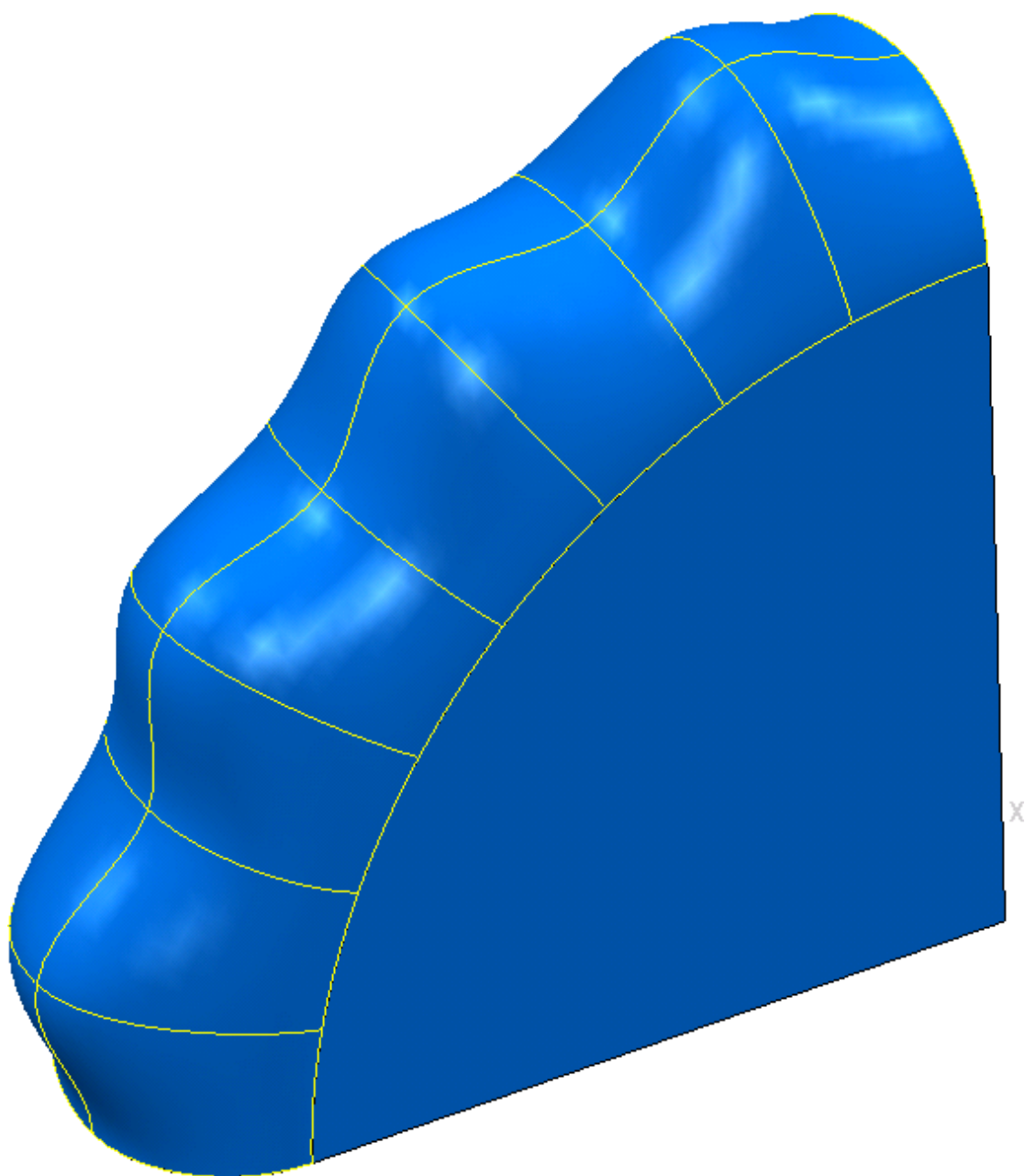
Tool Assembly

Accept Cancel



The diagram shows the geometry of a ball-nosed tool. It is a yellow U-shaped tool with a rounded bottom. The length is indicated as 50.0 and the diameter as 10.0. The tool status is 'Valid'. The tool assembly view shows the tool in a vertical orientation with a dashed centerline.

Выберите верхнюю поверхность модели.



Откройте форму чистовой обработки ПРОЕКЦИЯ ОТ ПОВЕРХНОСТИ.

Откройте из нее форму Подводы и Переходы.

Установите следующие опции:

Toolpath Leads and Links Form

Z Heights | Lead In | Lead Out | Extensions | **Links**

Short/Long Threshold: 10.0

Short: On Surface

Long: Skim

Safe: Skim

☐ Arc Fit Rapid Moves

Arc Radius (TDU): 0.25

☒ Gouge Check

Apply Links

Apply | Accept | Cancel

Откройте форму Направление оси инструмента.

Задайте угол Атаки/Наклона = 0 0

Включите опцию Ограничение ориентации оси.

Tool Axis Direction Form

Definition | **Limits**

Tool Axis: Lead/Lean

Lead/Lean Angles

Lead: 0.0

Lean: 0.0

Point

X: 0.0 Y: 0.0 Z: 0.0

Direction

I: 0.0 J: 0.0 K: 1.0

Toolaxis Limits: ☒

Draw Toolaxis: ☐

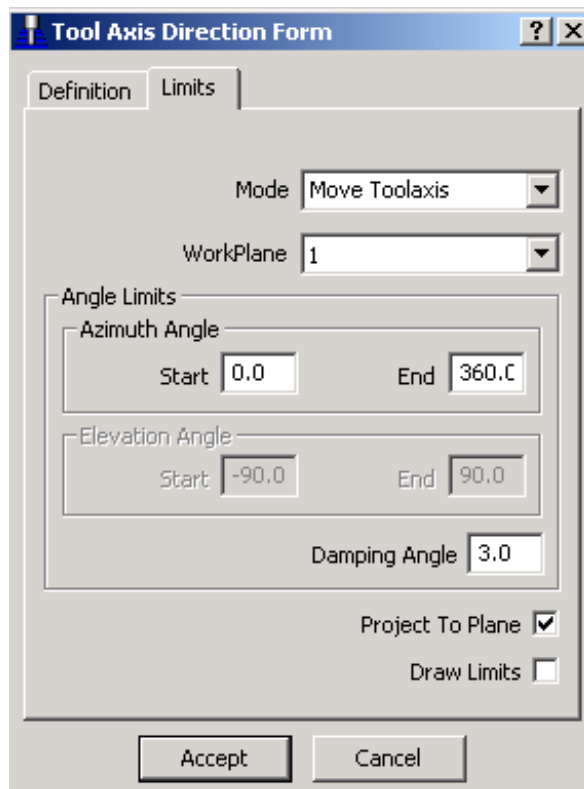
Accept | Cancel

Активируйте закладку Ограничения.

Измените Действие на Удалить траекторию.

Измените workplane на 1 (это позволит спроецировать вектора на плоскость XY данной workplane).

Включите опцию “Сделать 4-х осевой”



Tool Axis Direction Form

Definition Limits

Mode: Move Toolaxis

WorkPlane: 1

Angle Limits

Azimuth Angle

Start: 0.0 End: 360.0

Elevation Angle

Start: -90.0 End: 90.0

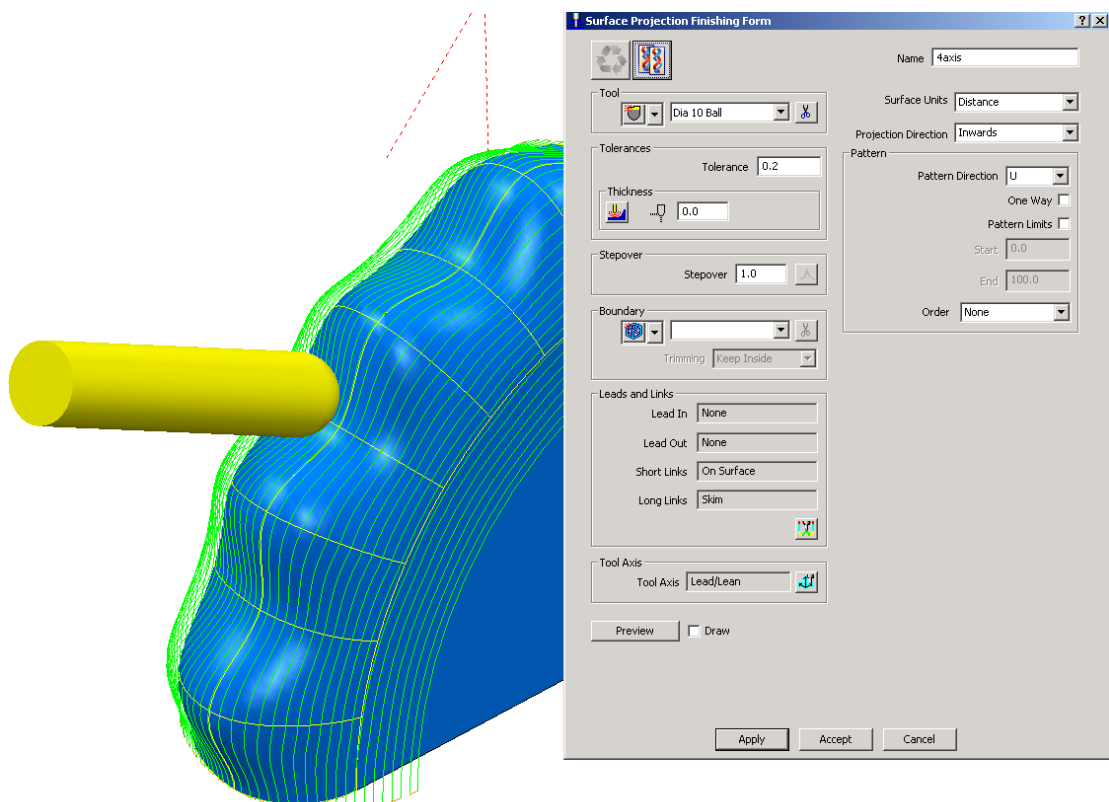
Damping Angle: 3.0

Project To Plane: ☒

Draw Limits: ☐

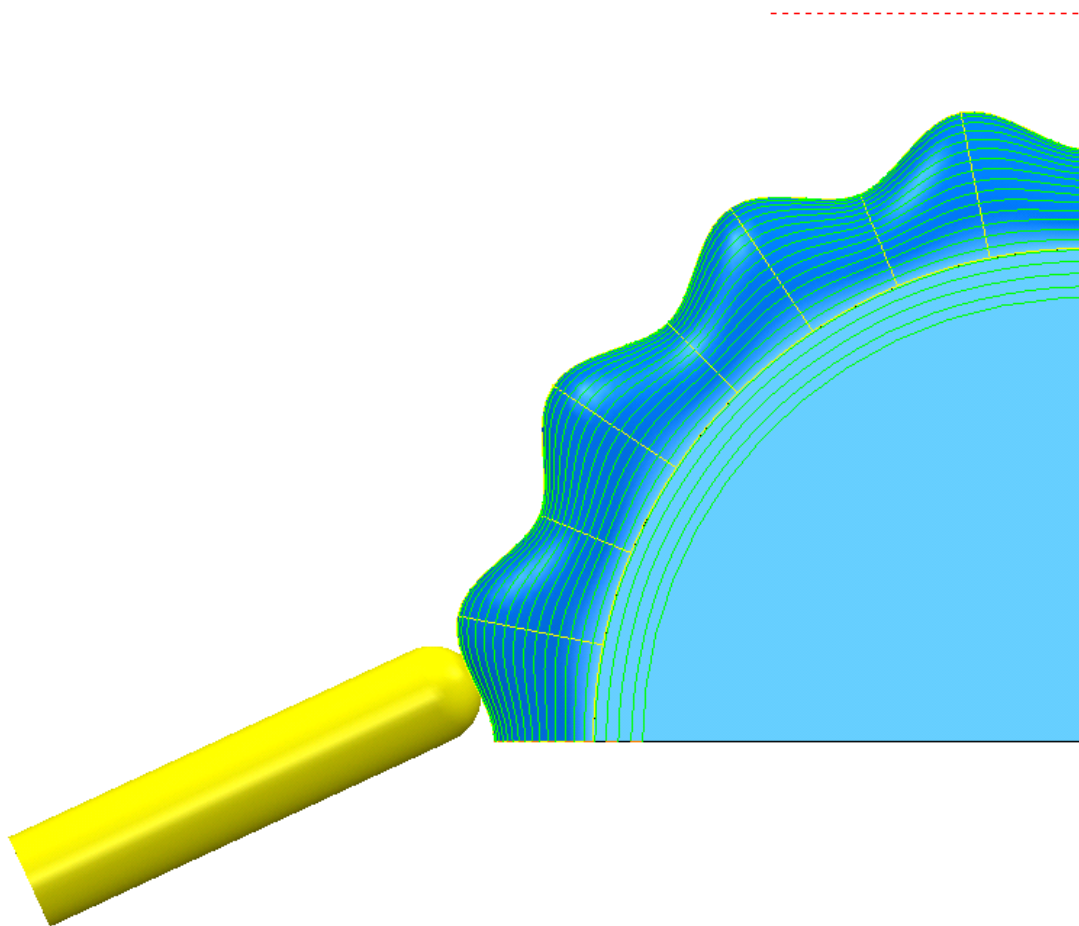
Accept Cancel

Теперь рассчитаем траекторию со следующими параметрами:



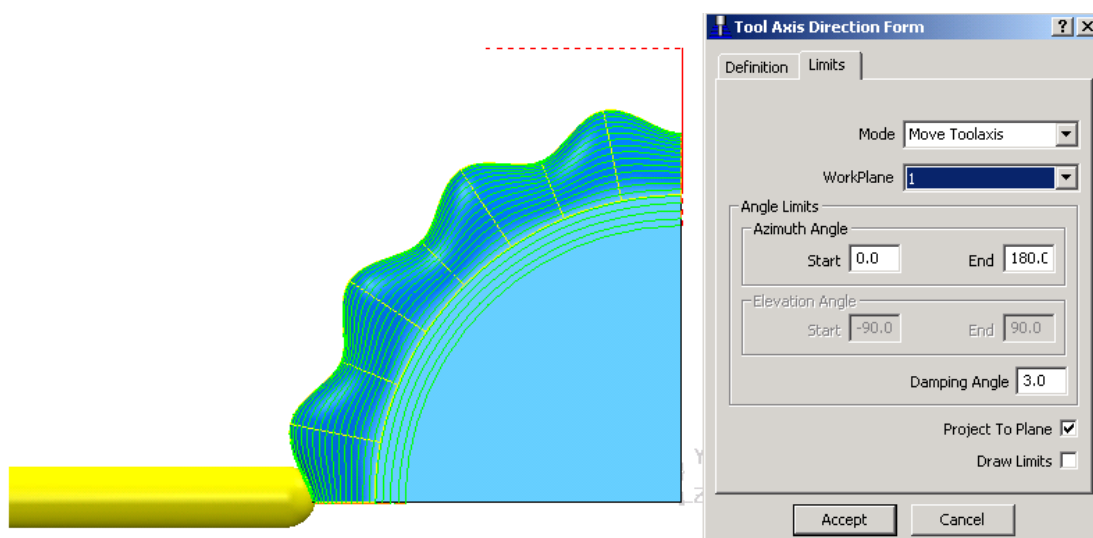
Эта траектория 4 - осевая.

Предположим, что 4 – осевой станок имеет угол поворота 90 градусов. При отработке данной траектория наклон инструмента преодолет этот предел и поэтому она будет бесполезной. Обратите внимание на нижнюю часть модели, можно увидеть, угол наклона инструмента превышает допустимый в 90 градусов.



Это можно исправить, если задать предел поворота в диалоговом окне Наклон инструмента.

Измените значения Азимута в разделе Ограничить углы: Начало 0 и Конец 180 градусов. Как вы можете увидеть на рисунке ниже, полученная траектория не превышает предела поворота стола, поэтому может быть использована для обработки.

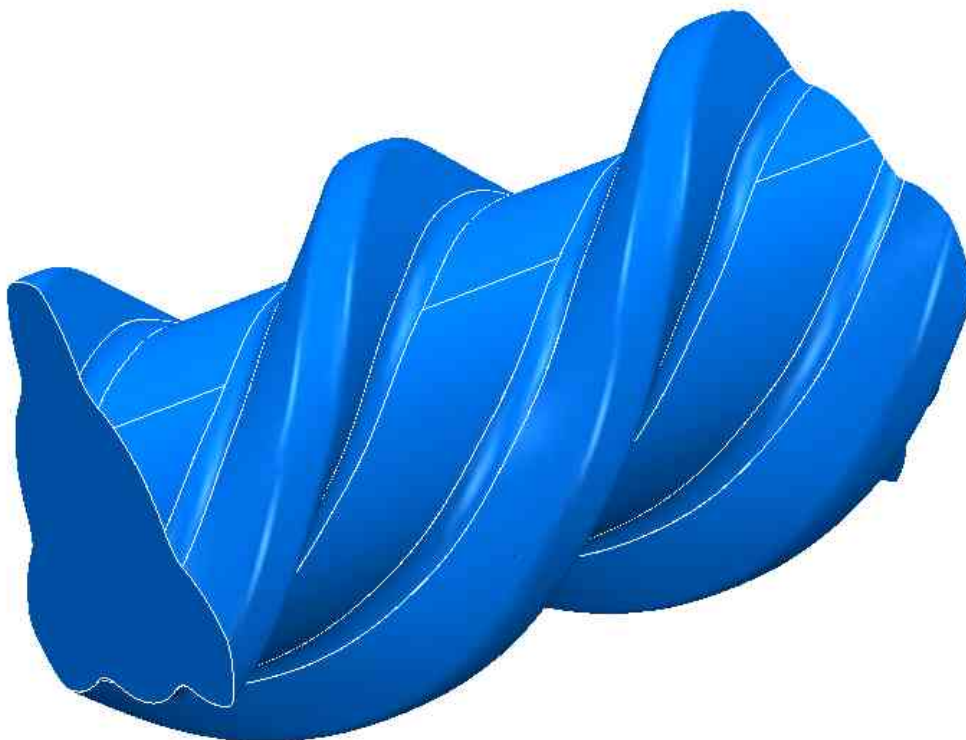


Создание 4 осевых траекторий

Существует много методов создания 4-осевых траекторий в PowerMILL. На следующих примерах рассмотрим некоторые приемы создания таких траекторий.

Пример 1: Использование справочной поверхности

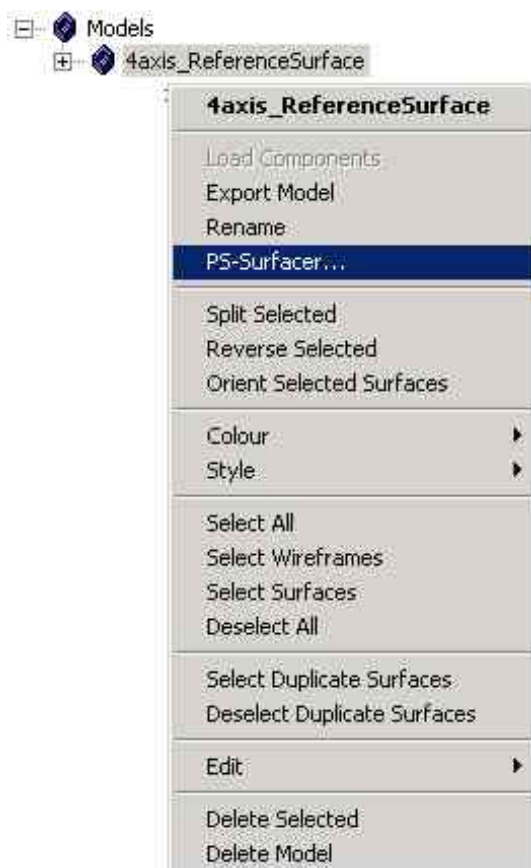
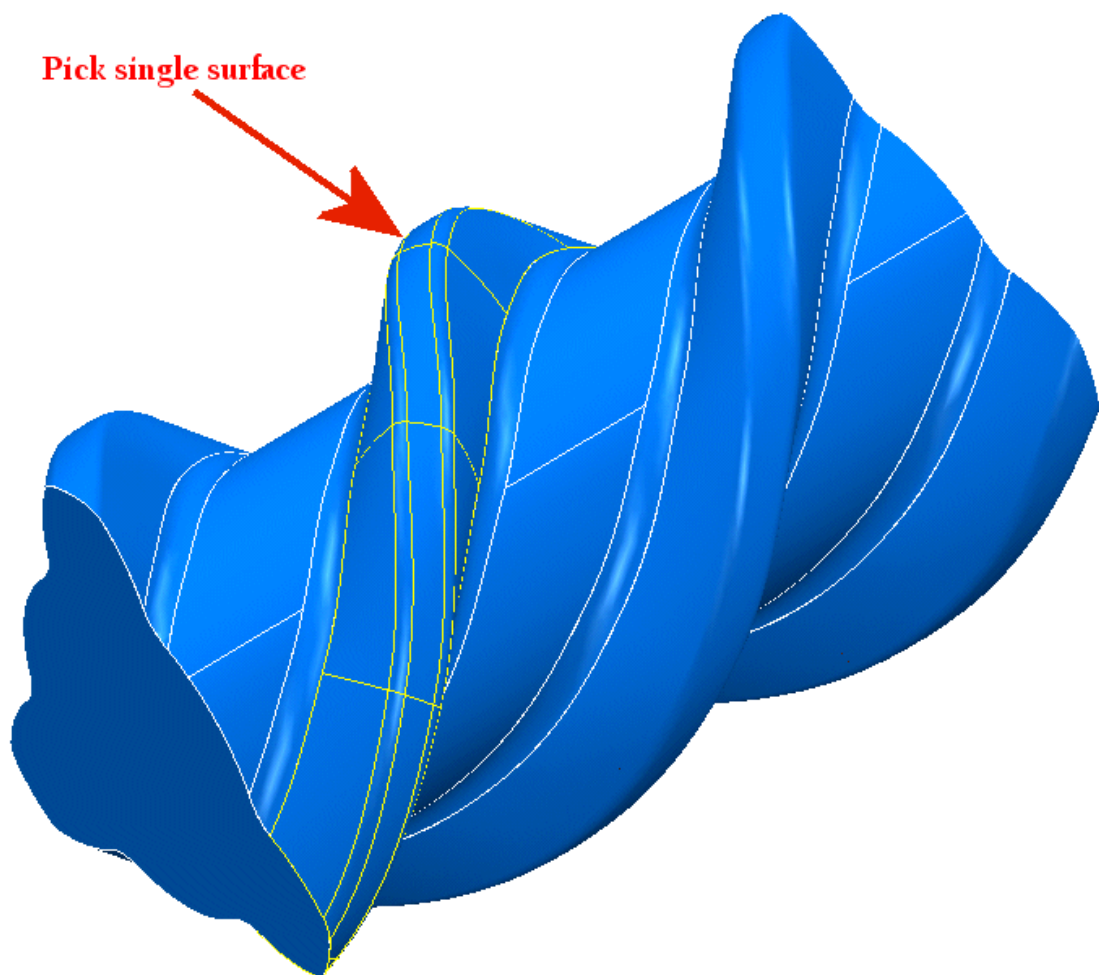
Загрузите модель *example1\4axis_ReferenceSurface.dgk*



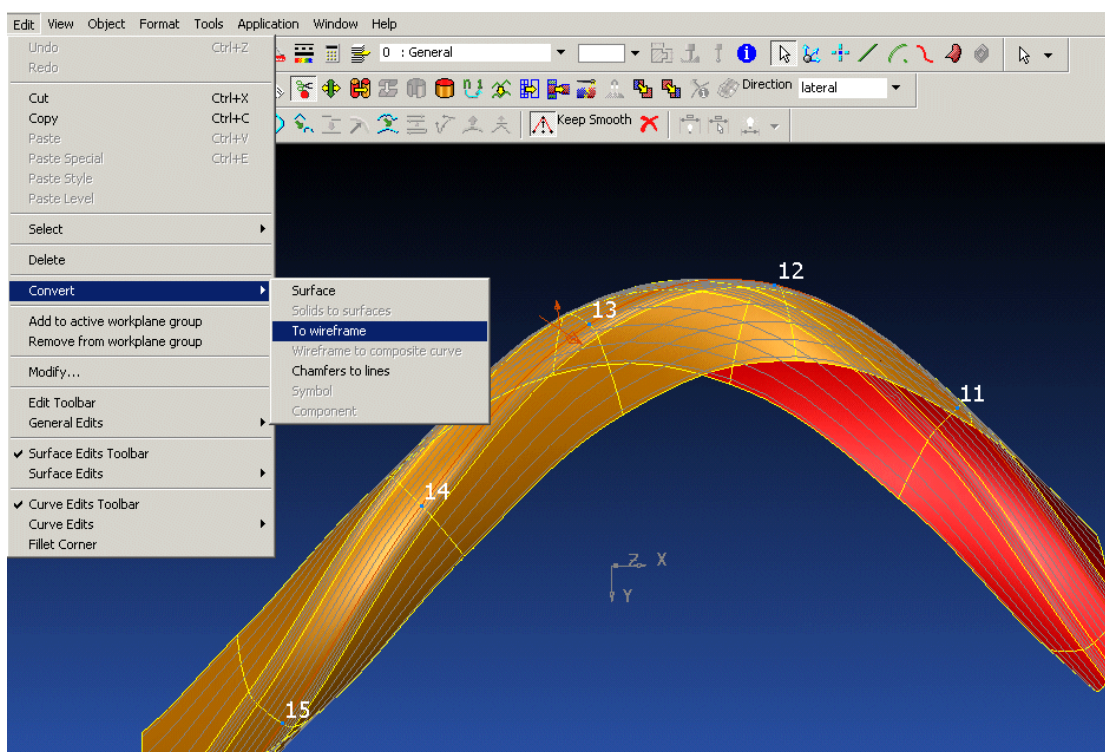
Эту модель необходимо обработать на 4 – осевом станке. Предпочитаемый метод обработки – создание траектории на основе образующих модели.

Чтобы достигнуть этой цели, создается справочная поверхность с помощью PowerSHAPE или PS-Surfacar. Выберите одну из основных поверхностей:

Pick single surface



В модуле PS-Surfacer, щелкните по одной из продольных образующих поверхности и преобразуйте ее в каркасный объект.



Выберите полученную кривую:



Нажмите **<CTRL> K**, это скроет все объекты, кроме выбранных на экране.

Из созданного контура построим поверхность вращения. Ось **X** используем как центр вращения. Выберите ось **X** на панели состояния PowerSHAPE.



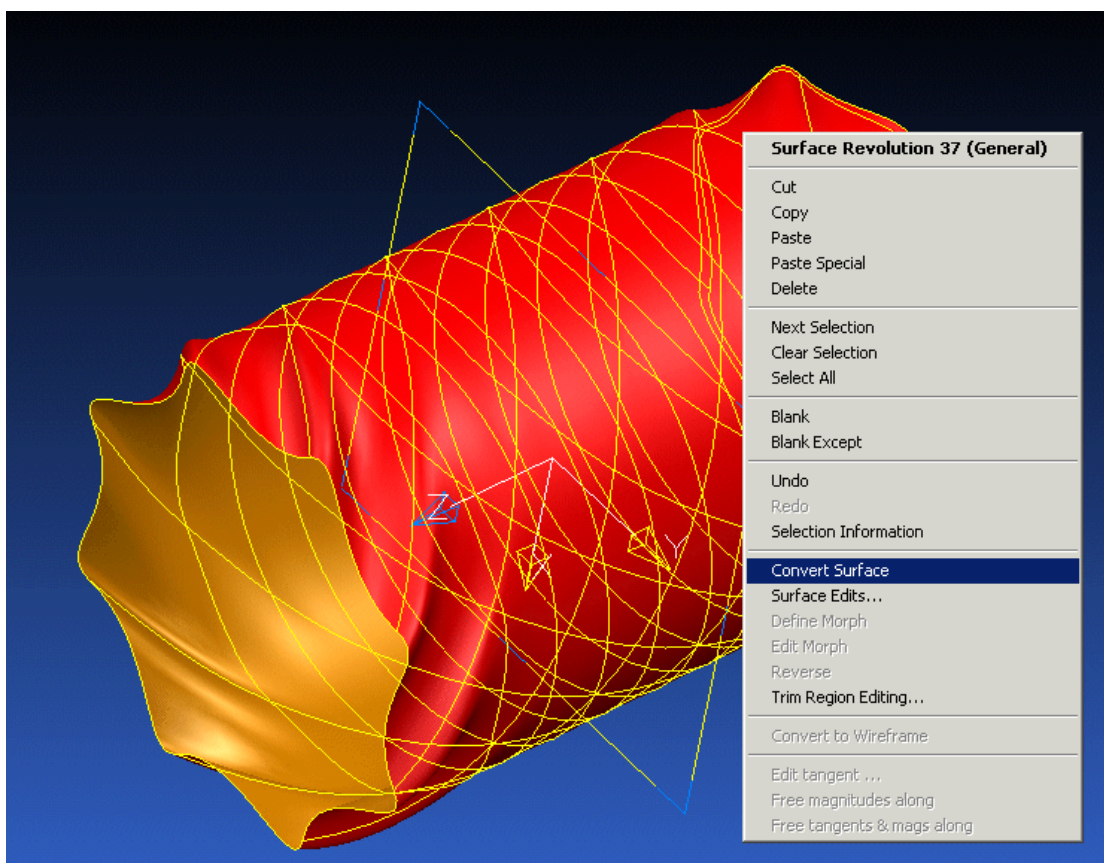
Создайте поверхность:



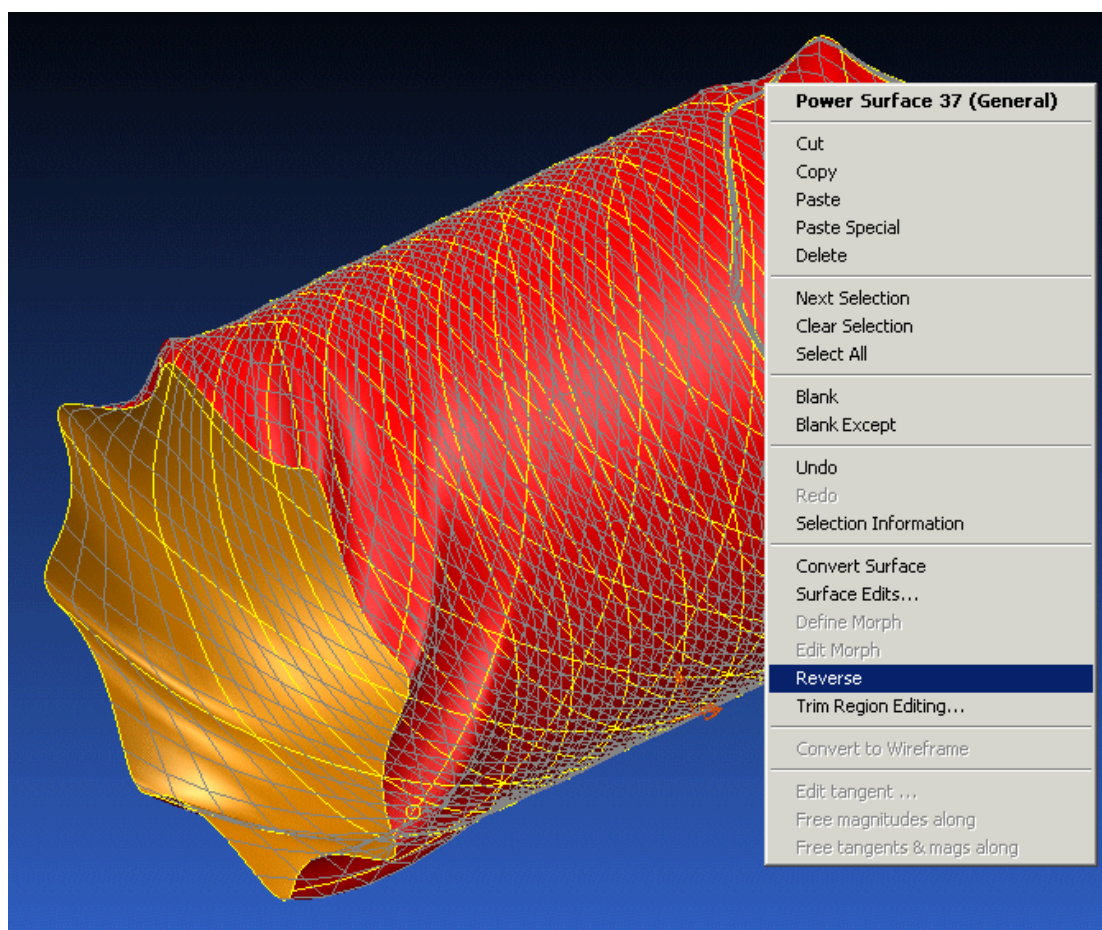
Полученная поверхность НЕ является гладкой. Она выглядит следующим образом:



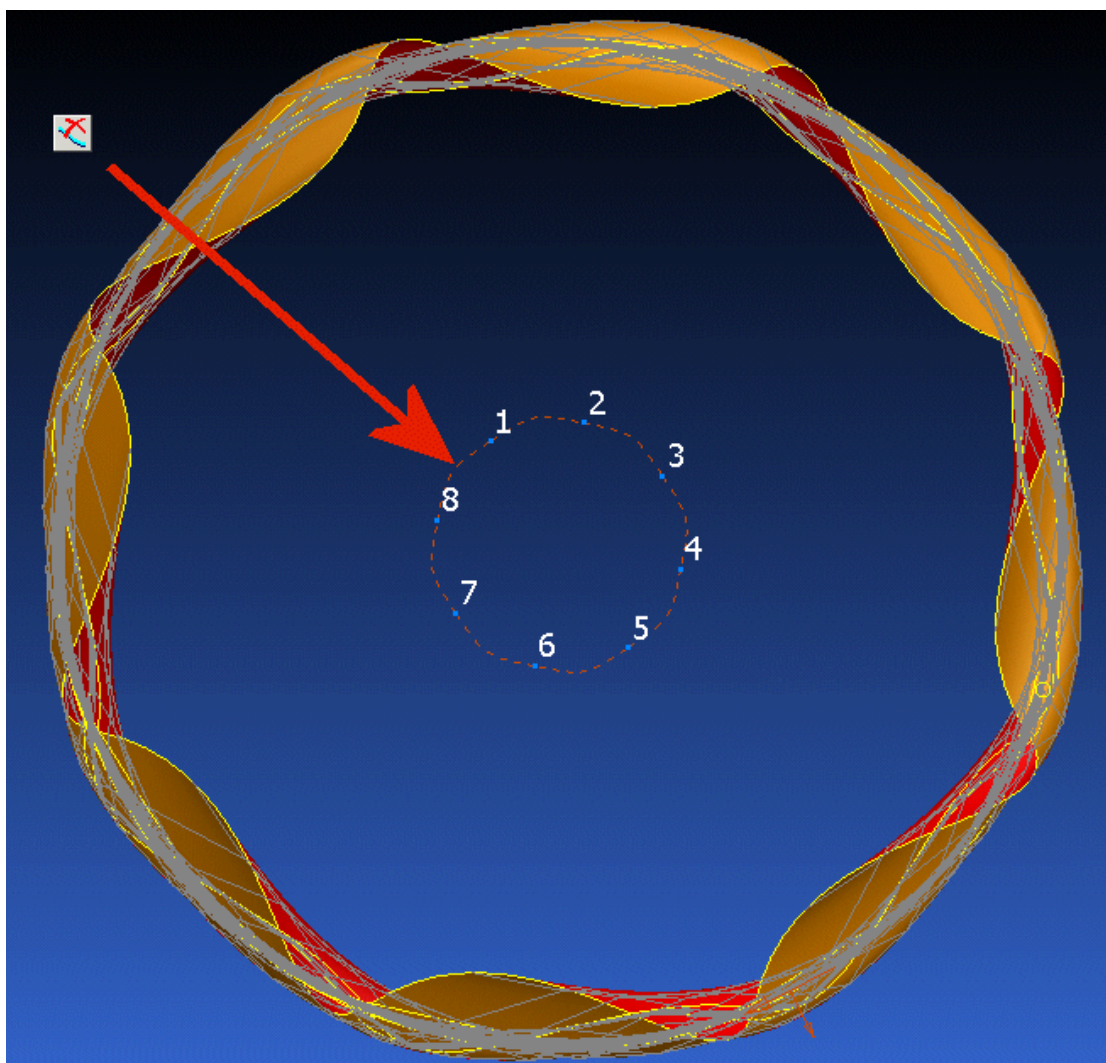
Щелкните правой кнопкой по поверхности и выберите опцию **Конвертировать**



Щелкните правой кнопкой по поверхности и в открывшемся контекстном меню выберите опцию **Вывернуть**.



Установите вид модели по оси X, выберите СПИН и удалите его.



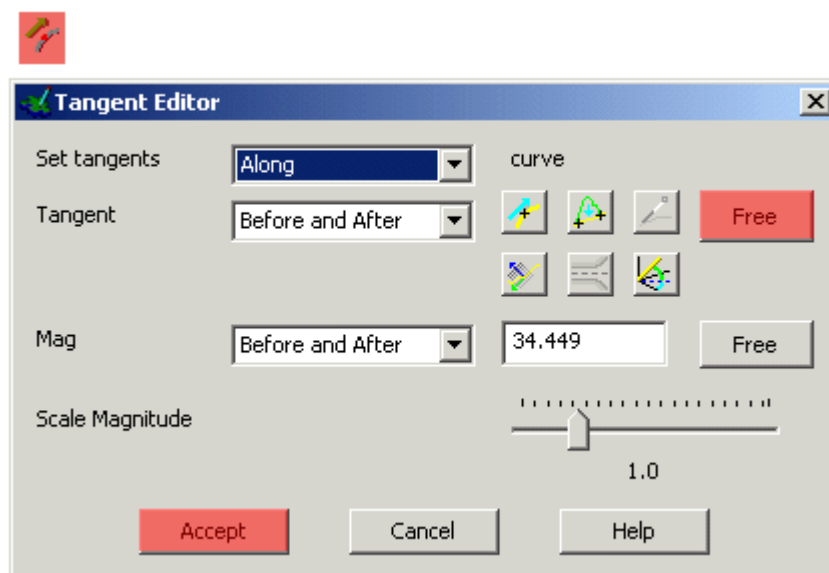
Будут сглажены продольные образующие. Выберите **Продольное** направление на панели редактирования Кривых.

Direction longitudinal ▼

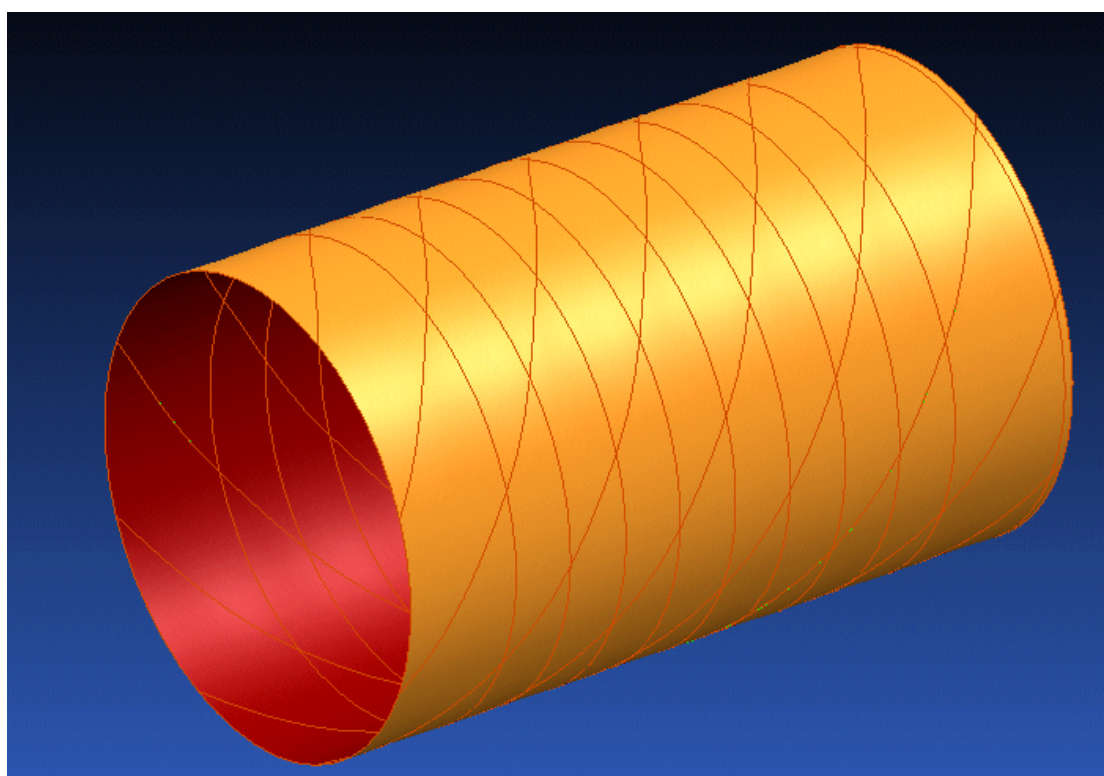
Выберите все кривые в текущем направлении, используя следующую иконку.



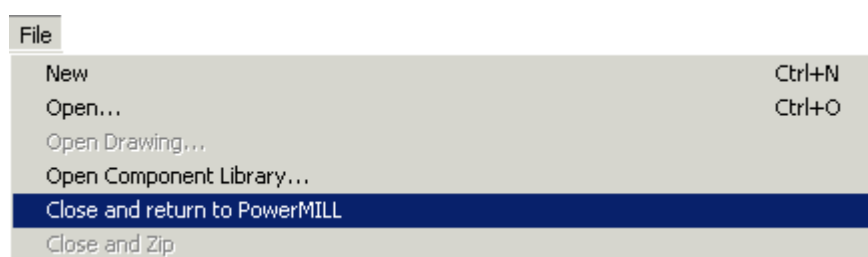
Select all curves in the current direction



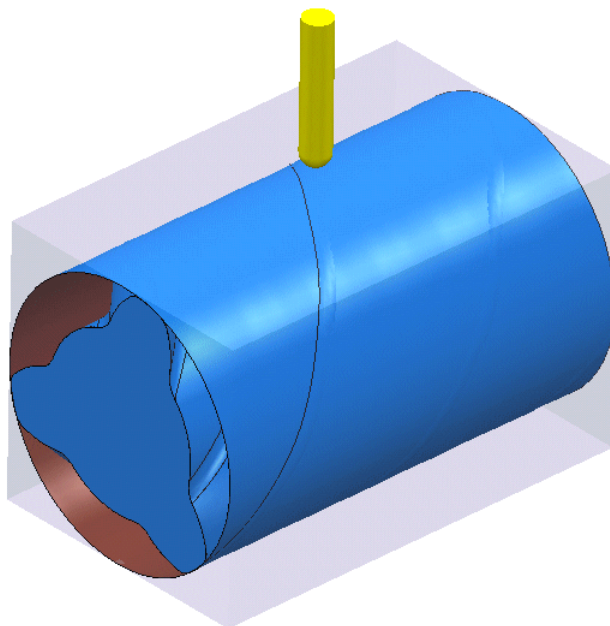
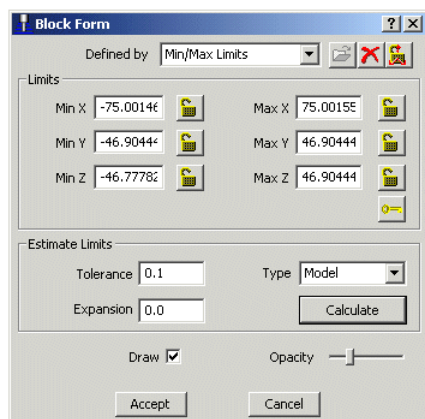
Итоговая поверхность должна быть цилиндрической.



Полученную поверхность используем в качестве справочной в PowerMILL. Закройте PS-Sketcher и вернитесь в PowerMILL.



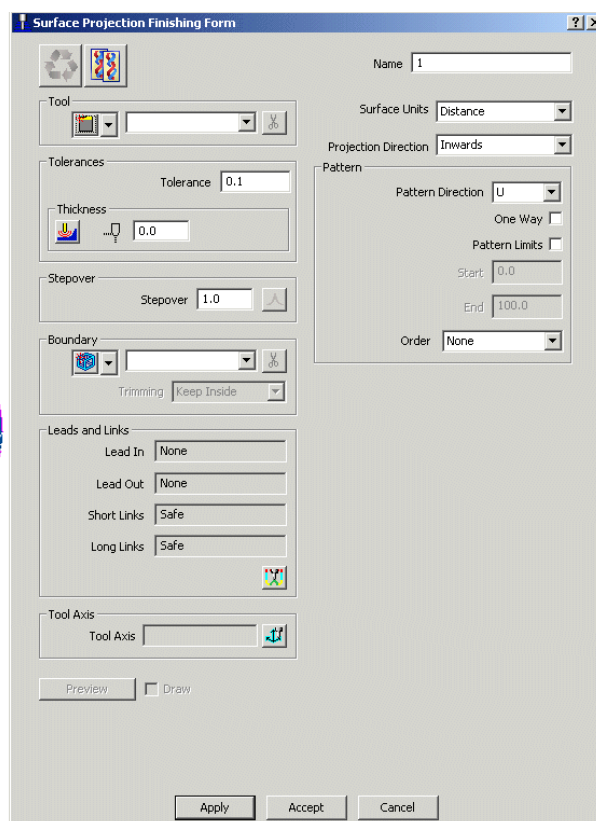
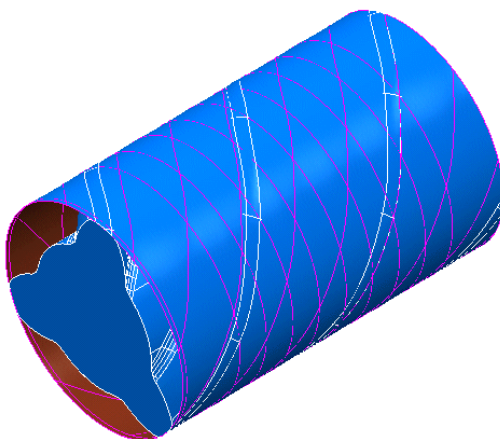
Задайте заготовку Блоком по габаритам модели.



Пересчитайте Безопасные высоты

Выберите новую справочную поверхность, используя левую кнопку мыши

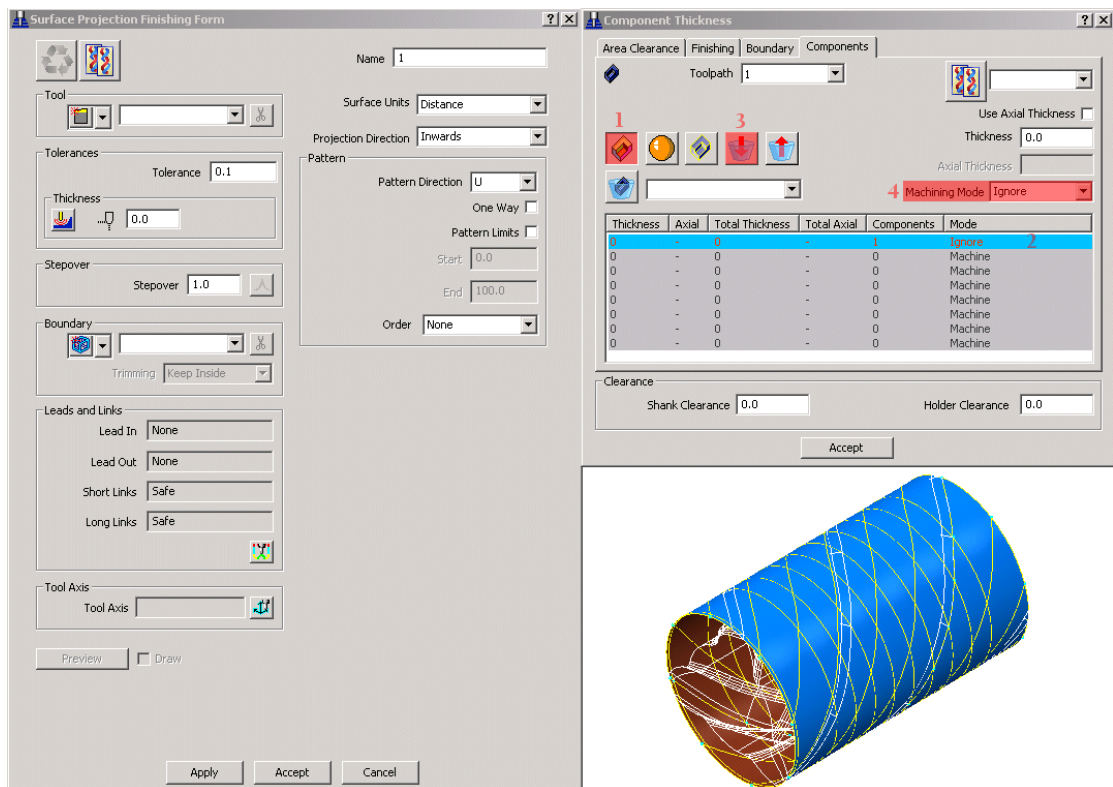
Откройте форму чистовой стратегии Проекция от Поверхности



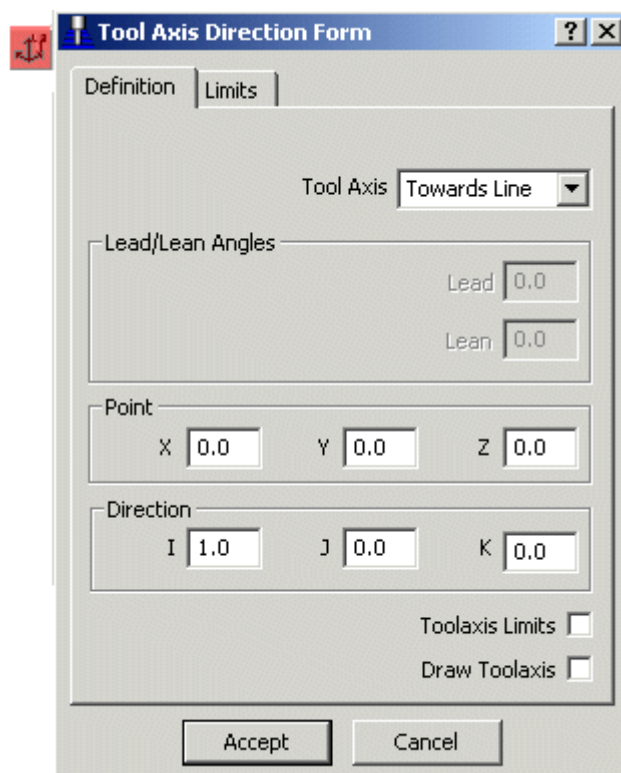
Справочную поверхность необходимо ИГНОРИРОВАТЬ при создании траектории. Чтобы это сделать **ВЫБЕРИТЕ** поверхность, затем откройте форму ПРИПУСК и выберите закладку КОМПОНЕНТЫ.

- 1) Включите Закраску припуска

- 2) Установите курсор в первую строку списка
- 3) Добавьте выбранную поверхность
- 4) Установите режим обработки ИГНОРИРОВАТЬ
- 5) ПРИМИТЕ форму Припуск



Из формы Проекция от поверхности, установите ось инструмента К линии.
Задайте следующие параметры:



Из формы Проекция от поверхности задайте Подводы и Переходы как показано ниже:

Короткие = По поверхности

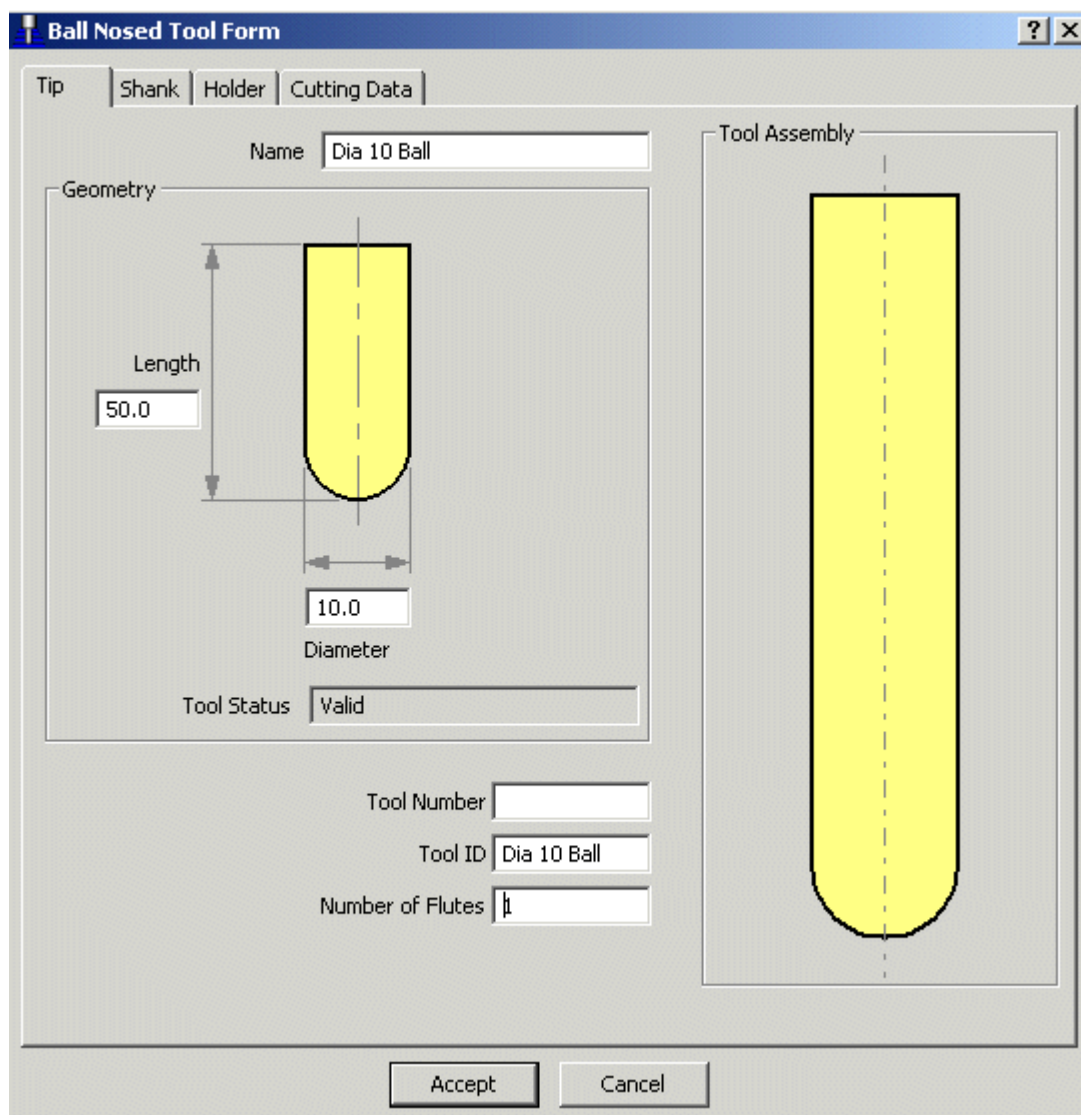
Длинные = Обе в приращениях

Безопасные = Обе в приращениях

The image shows a software dialog box titled "Toolpath Leads and Links Form". It has several tabs: "Z Heights", "Lead In", "Lead Out", "Extensions", and "Links". The "Links" tab is currently selected. Inside the dialog, there are several settings:

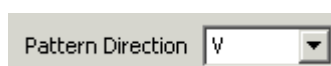
- "Short/Long Threshold" is set to 10.0.
- "Arc Fit Rapid Moves" is checked, and its sub-setting "Arc Radius (TDU)" is set to 0.25.
- "Gouge Check" is checked.
- There are three dropdown menus on the right: "Short" is set to "On Surface", "Long" is set to "Skim", and "Safe" is set to "Skim".
- At the bottom right, there is an "Apply Links" button.
- At the very bottom, there are three buttons: "Apply", "Accept", and "Cancel".

Создайте Шаровую фрезу Диаметром 10 мм.



The dialog box is titled "Ball Nosed Tool Form" and has four tabs: "Tip", "Shank", "Holder", and "Cutting Data". The "Tip" tab is selected. It contains a "Name" field with the text "Dia 10 Ball". Below this is a "Geometry" section with a diagram of a ball-nosed tool. The diagram shows a yellow tool tip with a dashed centerline. A vertical dimension line on the left is labeled "Length" with a value of "50.0". A horizontal dimension line at the bottom is labeled "Diameter" with a value of "10.0". Below the diagram is a "Tool Status" field with the text "Valid". To the right of the "Geometry" section is a "Tool Assembly" section showing a larger yellow tool with a dashed centerline. At the bottom of the dialog are three input fields: "Tool Number", "Tool ID" (containing "Dia 10 Ball"), and "Number of Flutes" (containing "1"). At the very bottom are "Accept" and "Cancel" buttons.

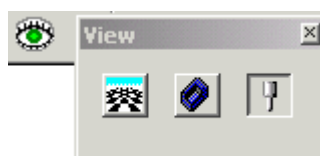
Измените Направление шаблона на **V**.



A small dialog box with a single dropdown menu labeled "Pattern Direction". The dropdown is currently set to "V".

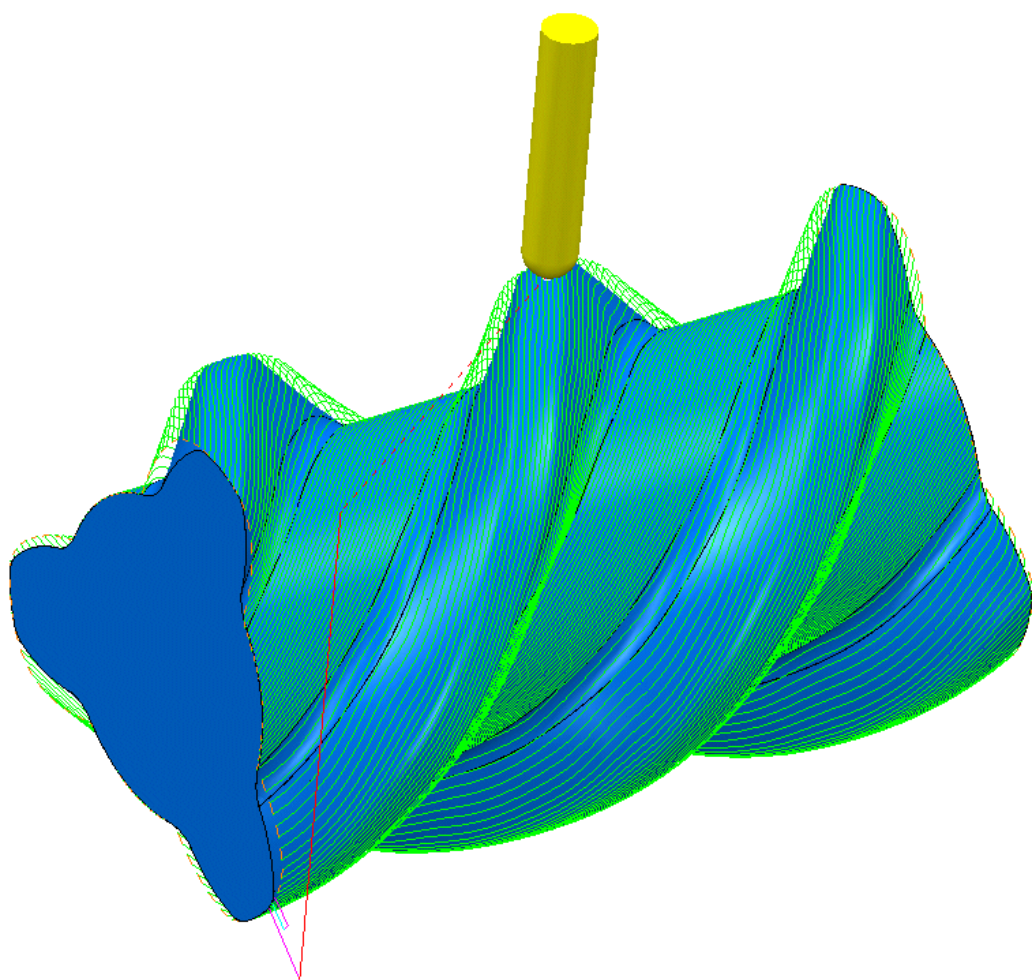
Нажмите кнопку **Выполнить**, чтобы рассчитать траекторию.

Теперь можно запустить анимацию траектории. На панели Симулятор, переключитесь на опцию Наблюдатель на инструменте.



Щелкните правой кнопкой мыши по траектории и в открывшемся контекстном меню выберите **Показать фрезу**.

Используйте кнопку стрелка влево или вправо, чтобы имитировать передвижение инструмента.



Расчет 4-осевой УП завершен.

Осевое смещение траекторий

Осевое смещение перемещает траекторию вдоль оси инструмента на заданное расстояние в каждой точке. Данная операция не контролируется на наличие зарезов автоматически, поэтому после ее выполнения необходимо произвести проверку. Для выполнения операции смещения необходимо ввести команду:

**edit toolpath <toolpath name> axial_offset
<offset distance>**

Где, **<toolpath name>** - имя траектории, которая подлежит смещению и **<offset distance>** - величина смещения (положительное значение перемещает вверх по Z). Для смещения активной траектории может использоваться следующая команда:

edit toolpath ; axial_offset <offset distance>

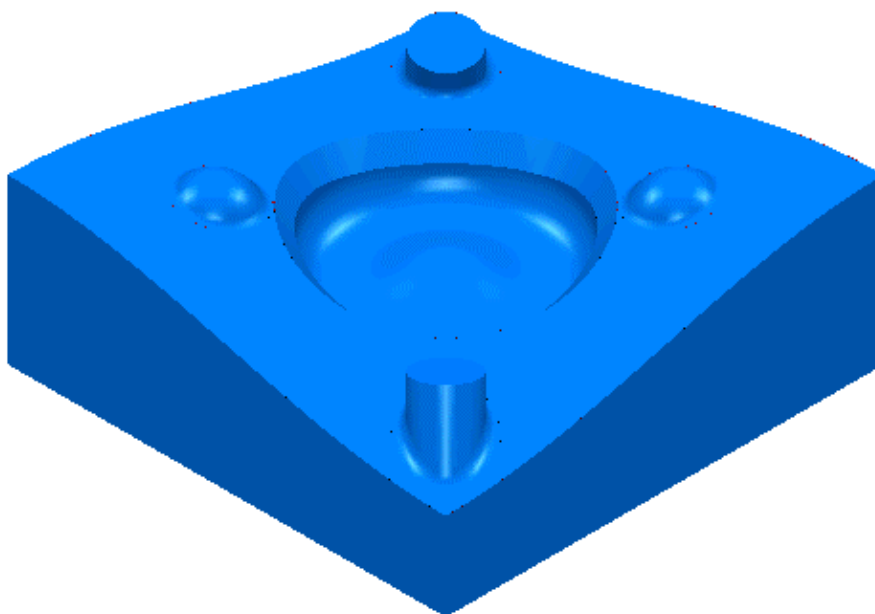
Символ ; заменяет имя активной траектории.

Команду осевого смещения можно использовать для создания многопроходной обработки из стратегии, не имеющей такой опции. Допустим, мы хотим создать траекторию для обработки паза или полости с помощью стратегии по ведущей поверхности. Возможна ситуация когда припуск не удастся снять за один проход, тогда используется осевое смещение для перехода на новую высоту обработки. Это аналог многопроходной обработки по профилю, используя другую стратегию.

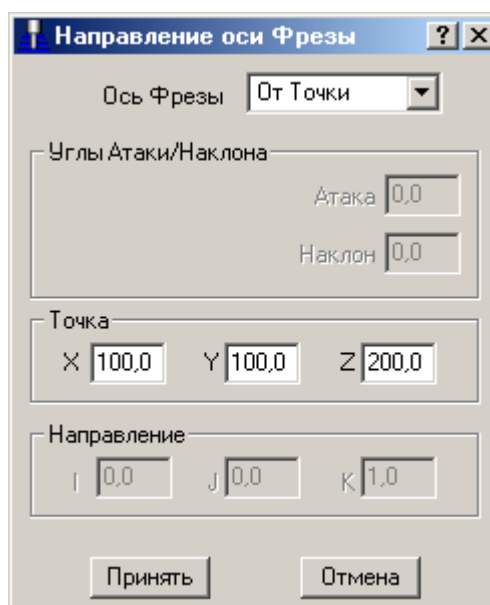
Метод смещения может применяться, только если в качестве инструмента используются Шаровые фрезы. Подробный пример рассматривается в главе "Создание многоосевых траекторий из 3-осевых стратегий" на стр. .

Пример смещения многоосевых траекторий

Многие чистовые стратегии позволяют создавать только однопроходные траектории. Для 3-осевых траекторий возможна имитация многопроходности путем смещения относительно оси Z. К сожалению, это не будет выполняться для многоосевых траекторий, рассмотрим это на примере.



1. Откройте модель **5_axis_Test.dgk**, задайте **шаровую** фрезу диаметром **10 мм** и заготовку по размерам модели.
2. Теперь создадим траекторию **Проекция от точки** для обработки полости. Для начала определим **Ось инструмента**



3. Задайте **Ось инструмента От Точки** с координатами **100, 100, 200**.
4. В окне **Чистовой обработки** задайте следующие параметры:
Стратегия – Проекция От Точки

Начальная точка - 100, 100, 100

Направление - Наружу

Обработка - Спираль

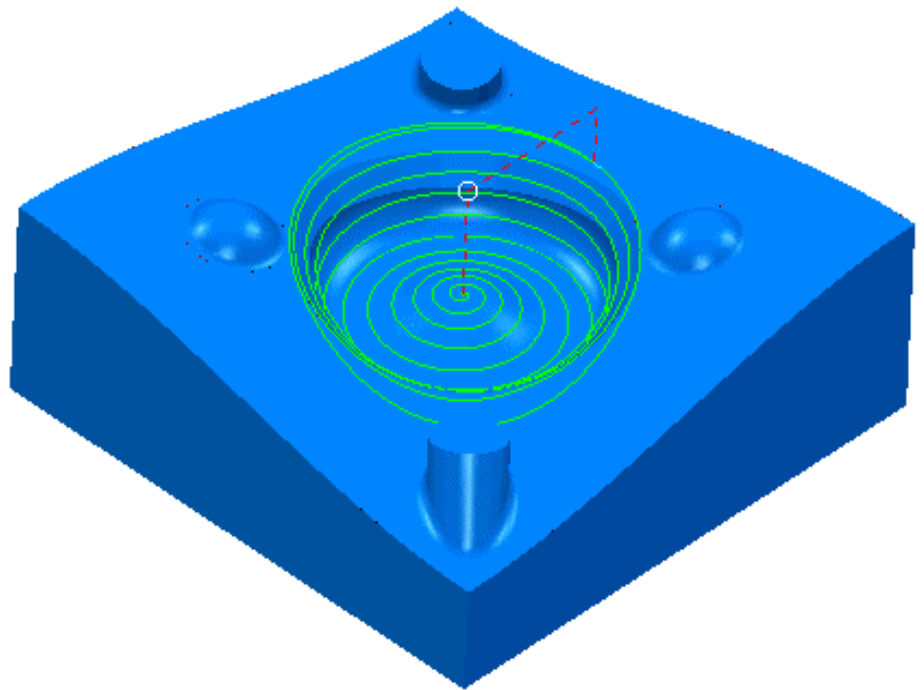
Угол элевации - Начало - 34

Угол элевации - Конец - 90

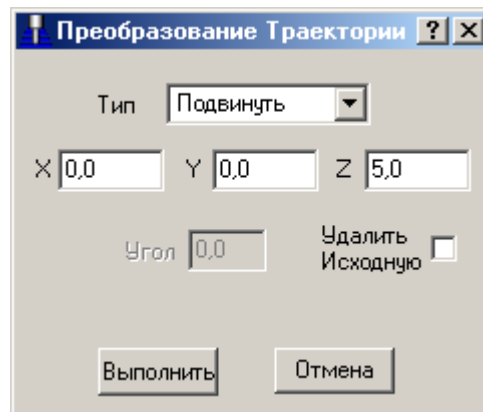
Угол элевации - Шаг - 5

Направление - Против часовой.

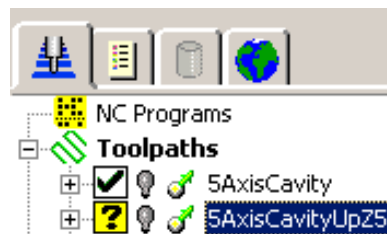
Далее нажмите **Выполнить**. Полученную траекторию назовите **5AxisCavity**.



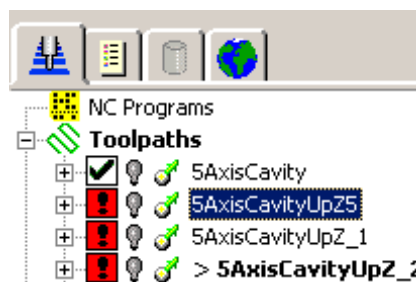
5. Для создания из полученной траектории многопроходной обработки необходимо сместить ее вверх. Для 3-осевых траекторий используем наиболее простой способ – правый щелчок мыши по траектории и в контекстном меню **Правка - Трансформировать**. Появится следующая форма:



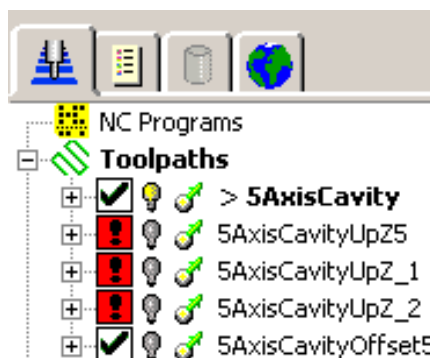
6. Установите **Тип - Подвинуть** и задайте величину **0, 0, 5** и затем нажмите **Выполнить**.
7. Будет создана новая траектория со статусом безопасности .



8. Проверьте эту траекторию используя команду **edit toolpath ; verify**
Это создаст две новые траектории со статусом  и изменит статус первоначальной траектории на .



9. Одна из траекторий имеет безопасные рабочие ходы и подводы, однако переходы содержат зарезы. Другая траектория имеет врезающиеся рабочие ходы и переходы. Т.о. такое смещение первоначальной траектории не дает нужного результата.
10. Используем другой способ смещения.
Сделайте траекторию **5AxisCavity** активной.
Далее введите в командном окне:
edit toolpath ; axial_offset 5
Создана новая траектория со статусом .



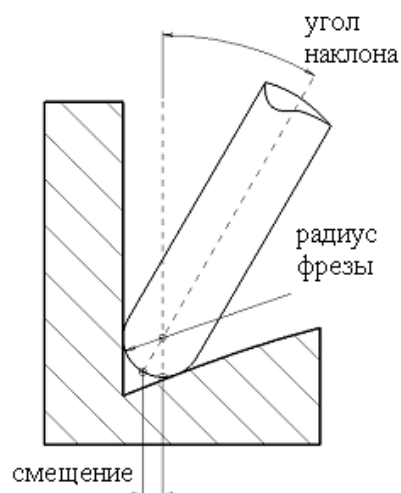
11. Полученная траектория не содержит зарезов.
Таким образом, можно создать
дополнительные траектории для создания
многопроходной стратегии проекция от
точки.

Создание многоосевых траекторий из 3-х осевых стратегий

Это наиболее быстрый способ создания 5-осевых траекторий. Данный способ позволяет получать 5-осевые траектории из стратегий, используемых только для 3-осевой обработки (т.к. для создания 5-осевых траекторий используются методы проецирования). Метод предполагает следующую последовательность действий:

1. Создание 3-осевой траектории (например с Постоянной Z или 3D Смещением).
2. Осевое смещение траектории в положительном направлении оси Z на величину радиуса фрезы. Тем самым мы заменяем координаты кромки фрезы координатами центра.
3. Преобразование траектории в шаблон.
4. Создание траектории с использованием стратегии По шаблону и заданием 5-осевого направления инструмента, **без проекции шаблона на модель**. Будет создана Многоосевая траектория с координатами для центра фрезы.
5. Осевое смещение траектории вниз по оси Z на величину радиуса фрезы.
6. Проверка траектории на наличие зарезов.

Данный алгоритм можно пояснить следующим рисунком.



Вышеуказанный алгоритм использовался в предыдущих версиях PowerMILL, теперь же большая часть действий выполняется **автоматически**.

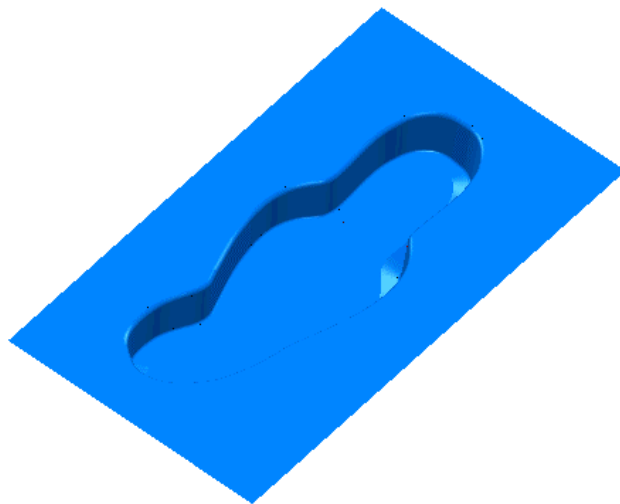


Замечание

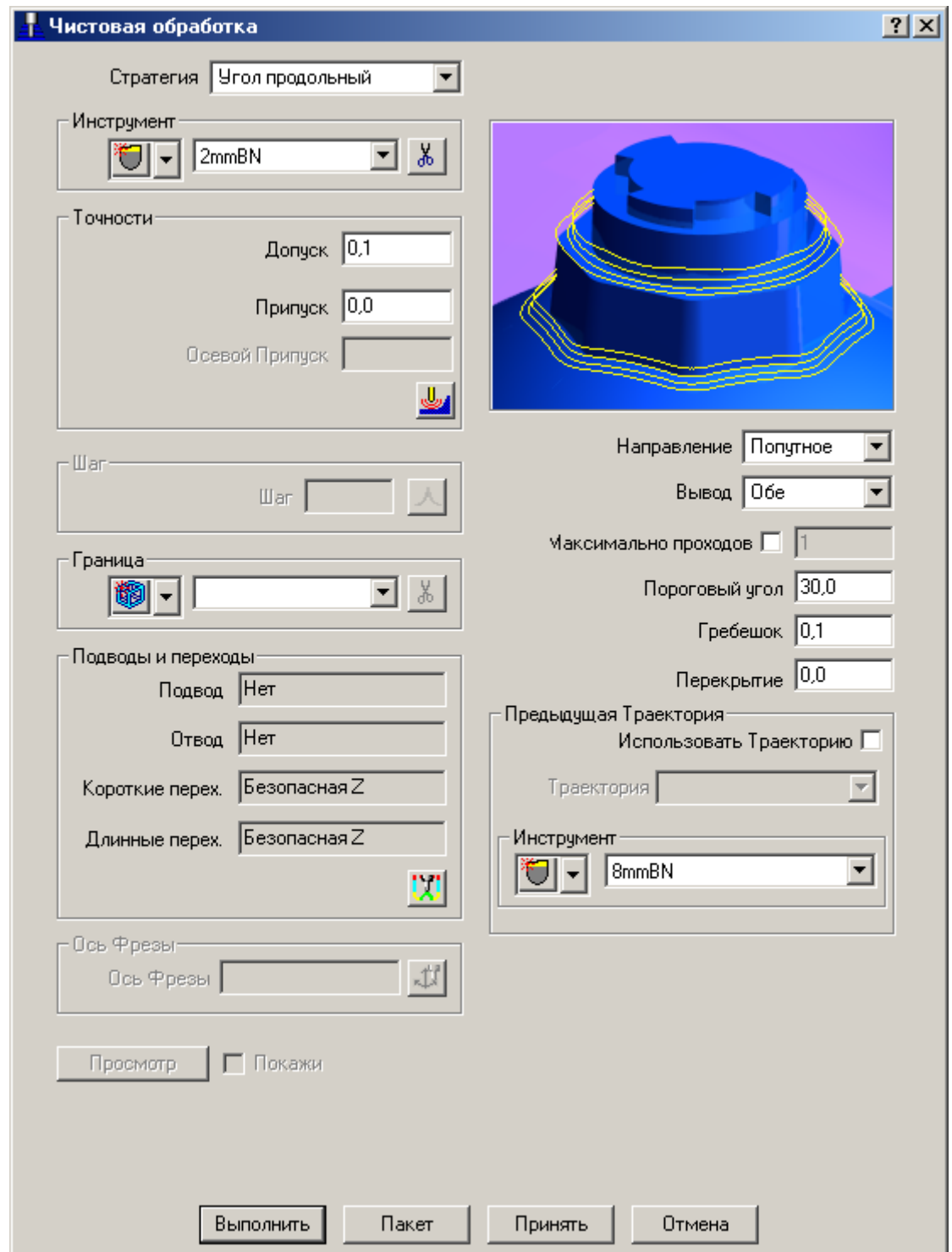
Важно отметить, что данный метод дает корректный результат, только если в качестве инструмента используются шаровые фрезы. Однако в некоторых случаях могут использоваться и другие виды фрез.

Операция Осевого смещения не контролируется на наличие зарезов. Поэтому важно после ее выполнения провести проверку на их наличие.

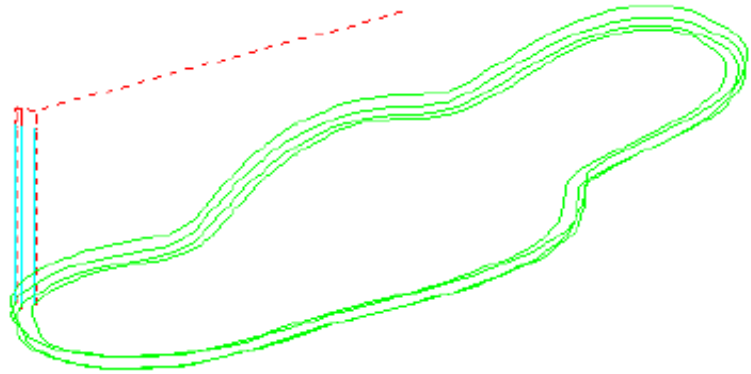
Рассмотрим это на примере матрицы **DeepFlatMould.dgk** со скругленными стенками на дне.



1. Откройте модель **DeepFlatMould.dgk**.
2. Задайте заготовку **Блоком**.
3. Создайте **шаровую** фрезу диаметром 2 мм и назовите ее **2mmBN**.
4. Также создайте **шаровую** фрезу диаметром 8 мм и назовите ее **8mmBN**.
5. Теперь создадим обычную 3-осевую траекторию обработки угла. Откройте форму **Чистовая**  и в поле **Стратегия** выберите **Угол продольный**.

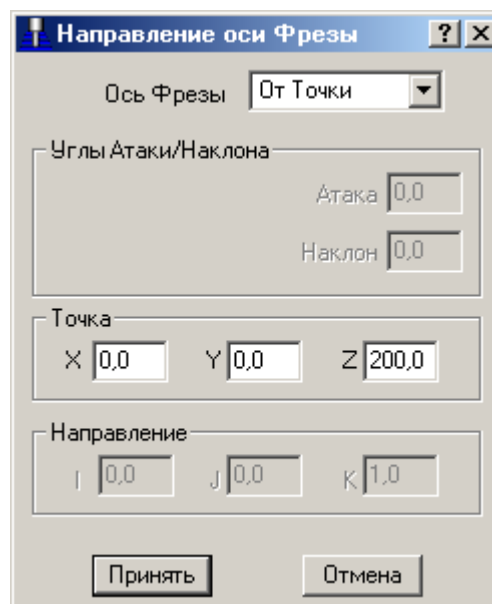


4. Заполните форму как показано выше и нажмите **Выполнить**. Получиться следующий результат:

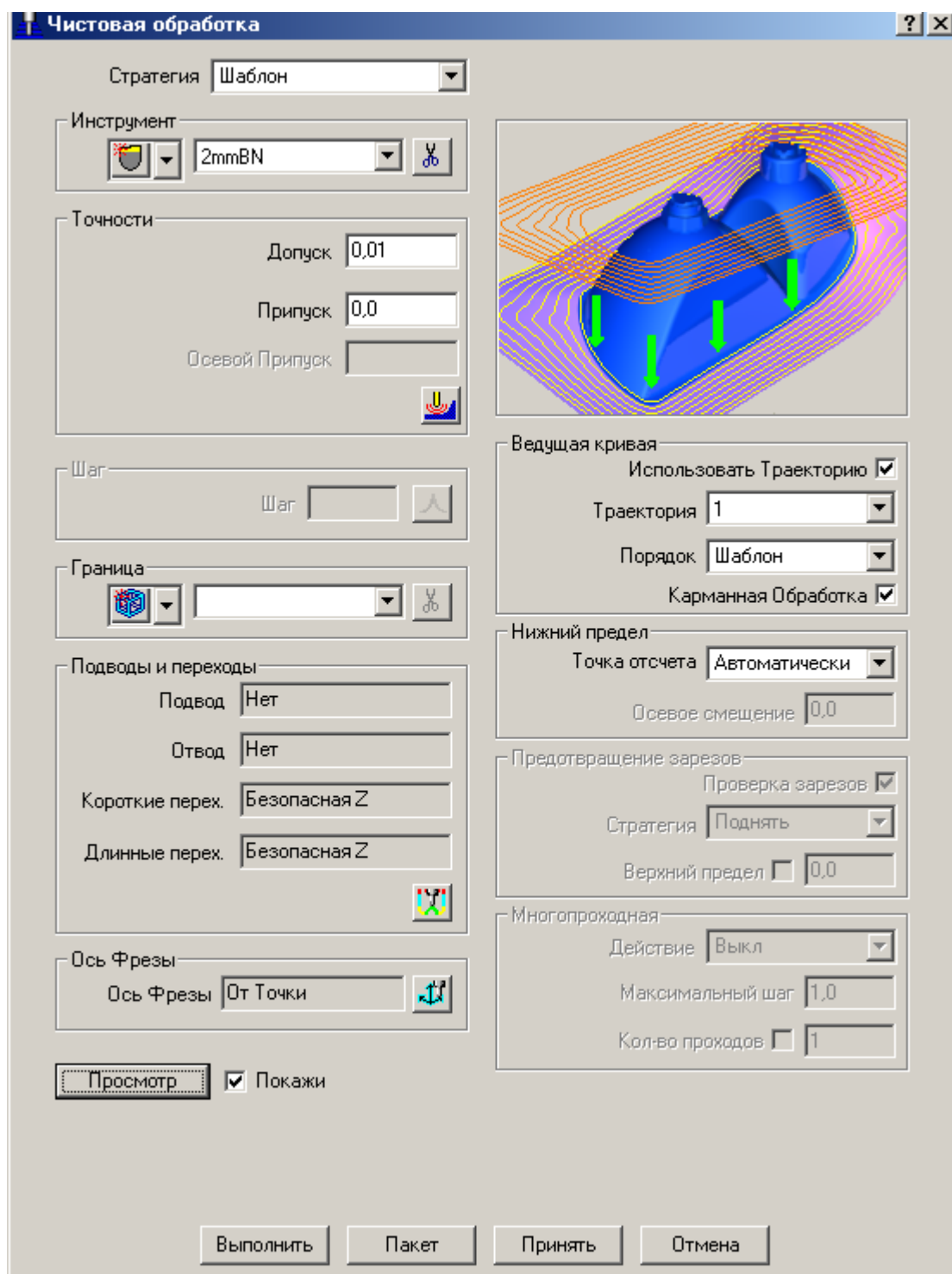


5. 5-осевая траектория предполагает изменение ориентации оси инструмента к поверхности во время обработки. У нас есть 3-осевая траектория, т.е. фреза всегда находится в вертикальном положении. Сделаем так, чтобы инструмент мог изменять угол наклона к поверхности во время ее обработки – установим ось инструмента для многоосевой обработки.

6. В форме **Ось инструмента**  выберите опцию **От Точки** и задайте координаты **X 0, Y 0** и **Z 200**.



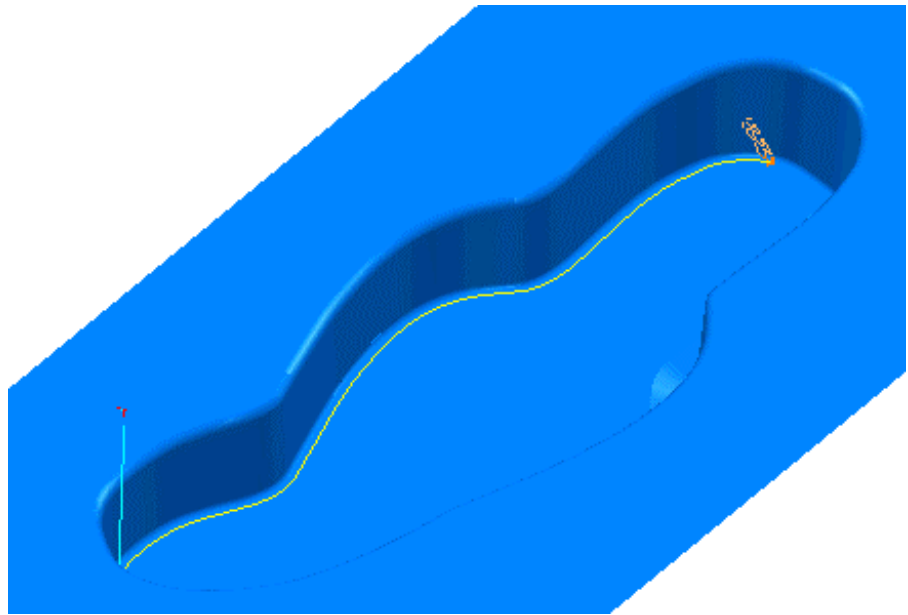
7. Рассчитаем новую траекторию, используя стратегию **Шаблон** в форме **Чистовая** 



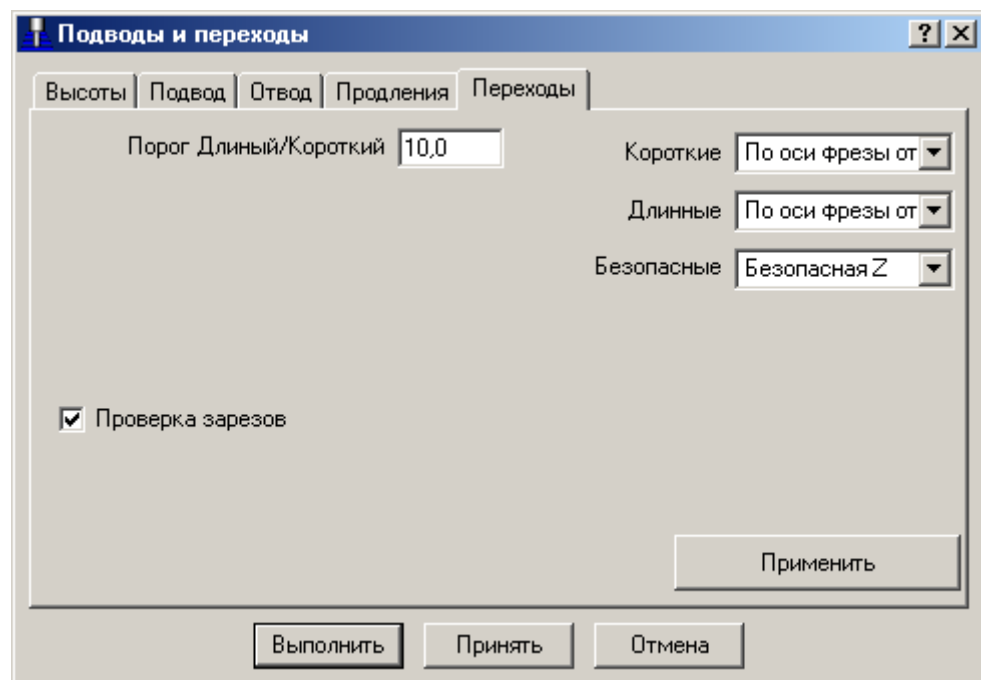
8. Заполните форму, как показано, после чего нажмите **Выполнить** и **Принять**.

Рассчитана Многоосевая траектория на основе 3-осевой, созданной с помощью стратегии доработки угла и направлением оси фрезы **от точки**.

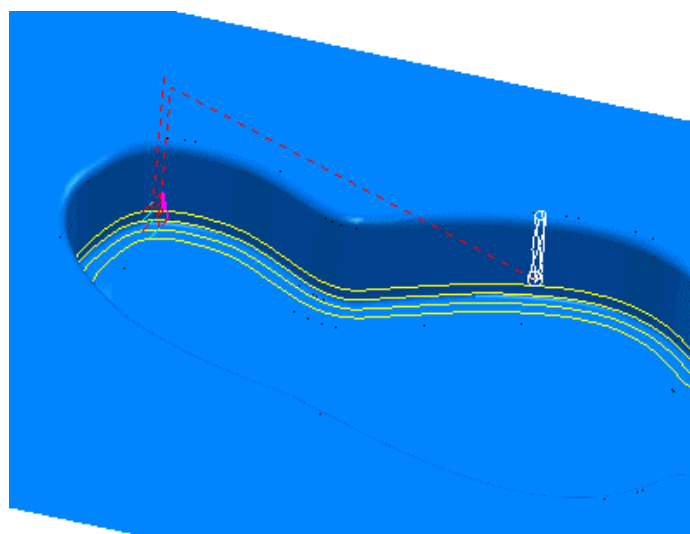
Для визуализации траектории откройте, правым щелчком мыши по траектории, контекстное меню и выберите пункт **Анимация - Медленно**.



10. Установим разумные переходы. Откройте форму **Подводы и Переходы**  и выберите закладку **Переходы**.



11. Установите **Короткие** и **Длинные** переходы **По оси фрезы относительно**. Оставьте **Безопасные По оси фрезы абсолютно**, т.е. если короткие и длинные переходы приведут к зарезам, то они будут осуществляться на Безопасной высоте.

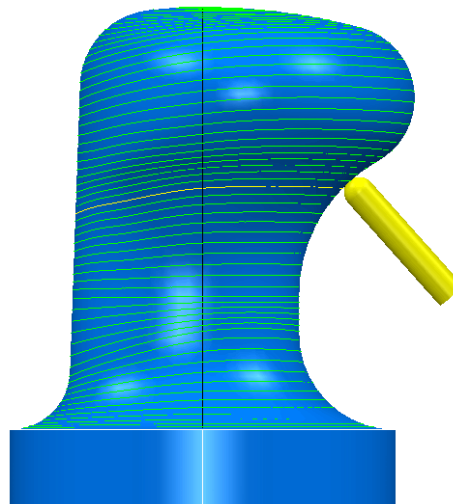


Изменение модели для упрощения разработки 5 – осевых траекторий

Иногда наиболее простым способом создания качественных 5-осевых траекторий является изменение модели или добавление новых поверхностей.

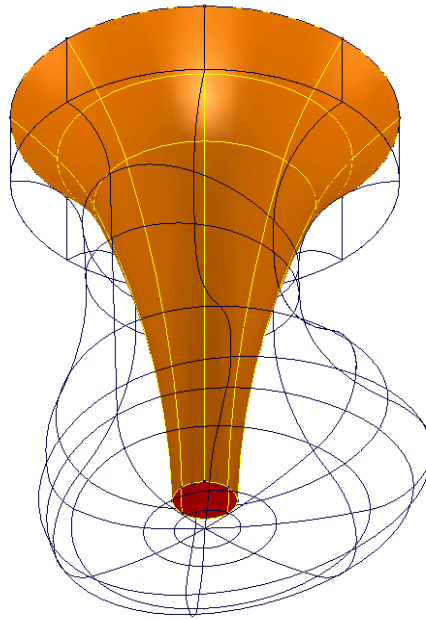
Например, при обработке по ведущей поверхности вы можете использовать саму деталь как направляющую поверхность. Однако в некоторых случаях лучше создать новую направляющую поверхность.

Рассмотрим пример ручки, в данном случае направляющей поверхностью является сама ручка. При переходе поверхности из шара в конус, на ручке образуется большое поднутрение. Возможности станка не позволяют ориентировать направление режущей кромки инструмента вверх. Если создать траекторию, по которой инструмент будет направлен по нормали к обрабатываемой поверхности (угол подвода и наклона составляет 0°), то получим следующее:



Очевидно, что технические возможности станка не позволят обеспечить такое положение инструмента к обрабатываемой поверхности. Поэтому необходимо изменить траекторию.

Выбранная нами стратегия является правильной. Добавим к модели ручки такую поверхность, которая позволит получить нужную нам траекторию. В данном случае необходимо создать следующую поверхность:



Создадим траекторию для новой поверхности.

1. Откройте модель **joint5axis.dgk**.
2. Импортируйте справочную поверхность **joint_template1.dgk**.
3. Задайте заготовку **блоком** и **шаровую** фрезу диаметром **16 мм**.
4. Обнулите Безопасную Z и Z Врезания.
5. Выберите справочную поверхность (как показано выше).

6. Откройте форму **Чистовая обработка** и выберите **Стратегию Проекция от поверхности**.



Установите следующие опции:

Шаг – **1 мм**

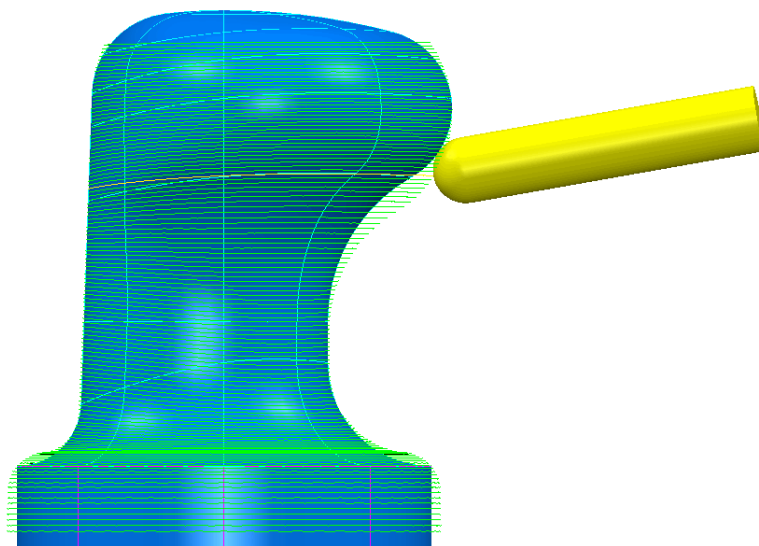
Шаг обработки – **Расстояние**

Проецировать – **Внутрь**

Направление – **U**

В одну сторону – **флаг установлен**

Нажмите **Выполнить** и **Принять**, будет
рассчитана траектория.
Запустите **Анимацию** траектории.
Инструмент будет направлен следующим
образом.



Пример крыльчатка

Исходные данные - модель основания cone.dgk и поверхности лопастей imlop.dgk.



Рассмотрим способы обработки крыльчатки (рисунок выше). Описанные способы обработки являются одними из многих, которые могут использоваться для обработки подобного рода деталей.

Метод

Подобно любой работе, вначале необходимо потратить некоторое время, чтобы технически оценить деталь и решить какие методы применить для ее обработки. Можно выделить три основные стадии Черновая обработка, Чистовая обработка (поверхности Лопастей и основание) и обработка имеющихся скруглений.

Черновая обработка

Основной проблемой для данного типа деталей является обеспечение доступа инструмента для удаления основной массы материала. Для этого можно использовать серию 3+2 переустановок (Для удаления большей части материала необходимо выполнить две переустановки для каждой впадины лопасти). Используя вспомогательные методы, мы можем изменять угол наклона

инструмента, так чтобы при рабочем ходе между лопастями он сохранял направление по нормали к базовой (конической) поверхности.

Чистовая обработка (Лопастей и Основание)

В большинстве случаев для обработки стенок используется метод обработки боковой стороной фрезы. Использование боковой стороны фрезы обусловлено стремлением, снять как можно больший припуск за один проход, по сравнению с многопроходной обработкой с мелким шагом. Осмотрите модель и решите, ‘Возможно ли обработать лопасти боковой стороной фрезы?’

Определение возможности обработки боковой стороной

Боковая сторона инструмента должна иметь постоянный контакт с обрабатываемой поверхностью по всей глубине резания. Это возможно только, если поверхность разворачивающаяся. Для иных (не разворачивающихся) поверхностей, PowerMILL создаст фрагментированную траекторию и как следствие в некоторых областях материал просто не будет удален.

Поверхности лопастей не являются разворачивающимися и поэтому данный метод здесь не применим. Вместе обработки за один проход создадим многопроходную обработку с небольшим шагом.

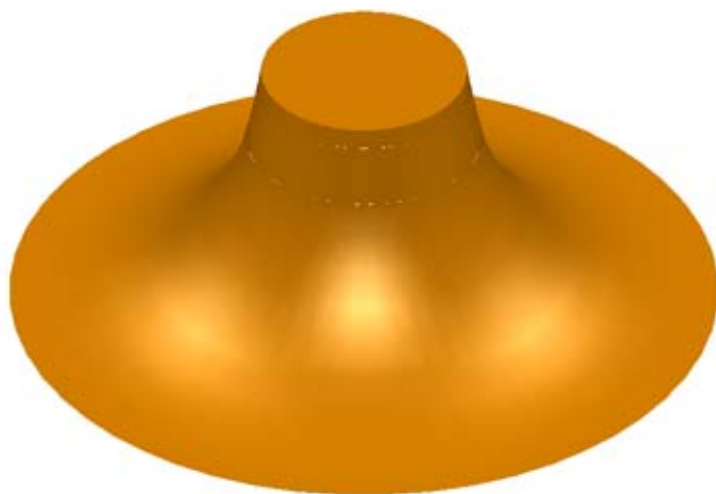
Обработка скруглений лопастей

Можно заметить, что небольшие скругления между поверхностями лопастей и основанием не были созданы. Это часто встречающаяся ситуация, так как размер данных скруглений оговаривается в технических условиях детали и составляет, как правило, 2мм. Нас интересует другой вопрос, инструмент какого диаметра нужно использовать, чтобы произвести обработку таких поверхностей? Этот вопрос далее будет подробно рассматриваться.

Создание траектории

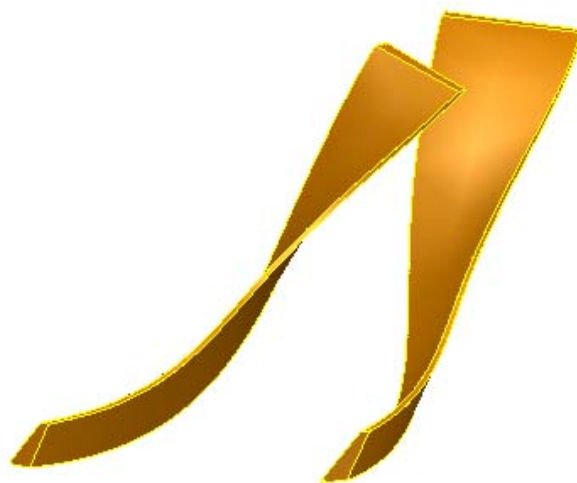
Первая этап создания траектории не предполагает использование PowerMill. Работу необходимо начать в PowerShape с разделения модели на отдельные компоненты. В результате выполнения данной работы получим базовую поверхность (основание) и поверхности лопастей. Также можно создать любые другие поверхности,

необходимые для создания траекторий (*ВНИМАТЕЛЬНО ПРОВЕРЯЙТЕ ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ*).



Основание или базовая
коническая поверхность

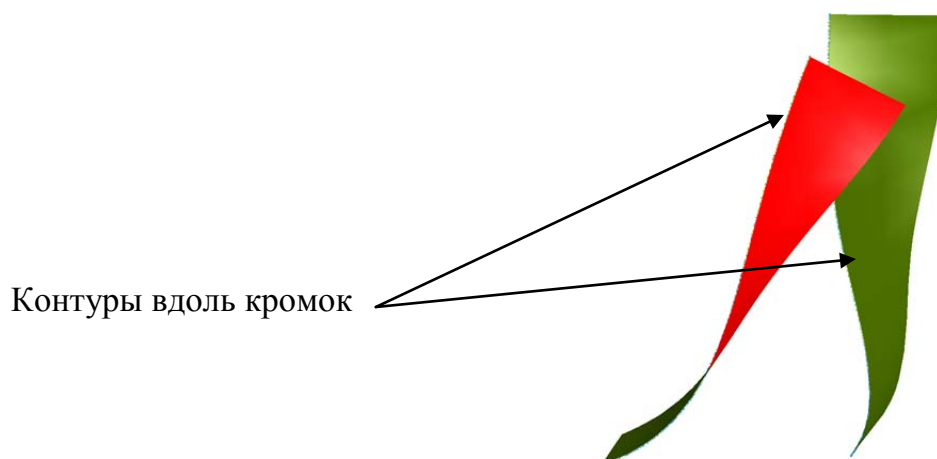
Две лопасти, подлежащие обработке



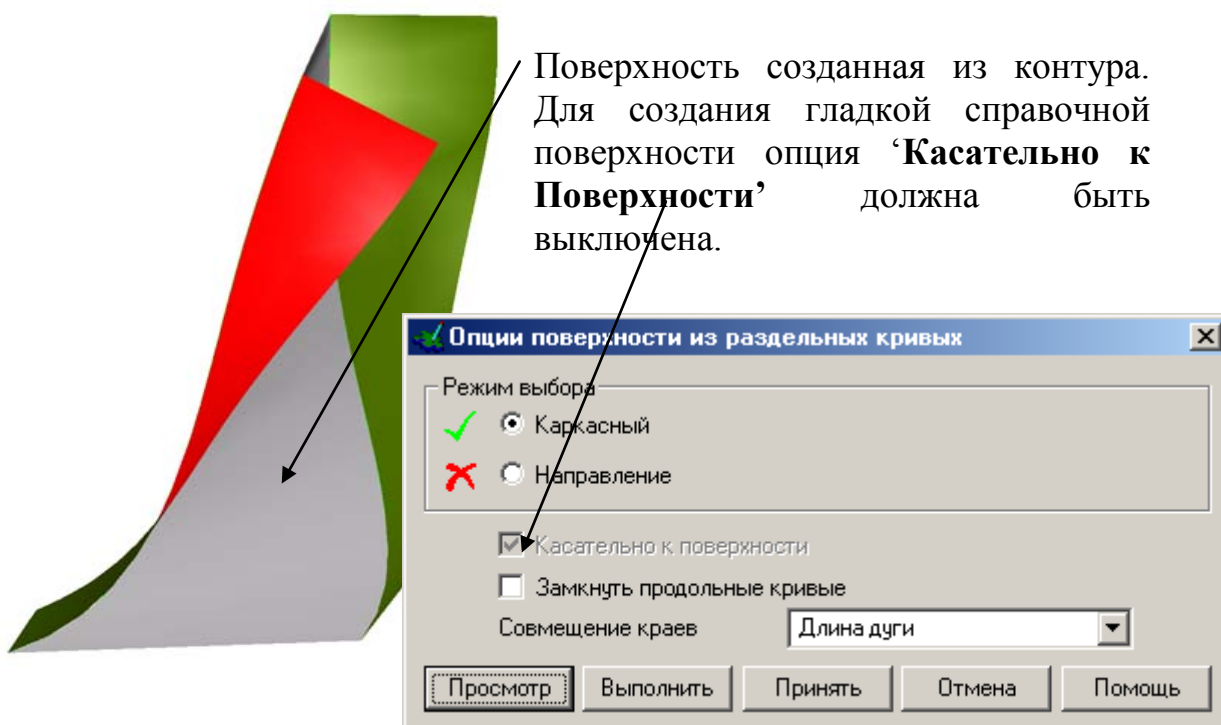
Преимущество подобного рода деталей состоит в том, что достаточно разработать траекторию только для одного сегмента и далее при обработке на станке обработать всю деталь путем сдвига начальной точки.

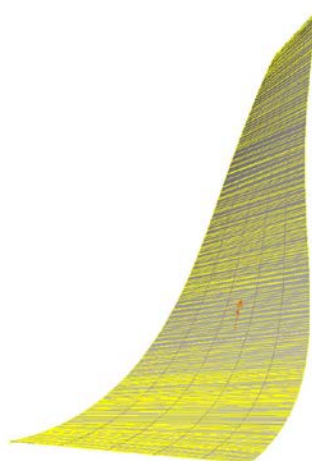
Черновая обработка

В начале построим поверхность, с помощью которой будем создавать траекторию. Для чего мы делаем это? Необходимо, чтобы инструмент легко проходил по впадине между лопастями, удаляя материал. Использование базовой конической поверхности (основания) не позволит нам получить нужный результат. Построим в PowerShape поверхность, используя две соседние поверхности лопастей (для этого откройте модели указанные выше).



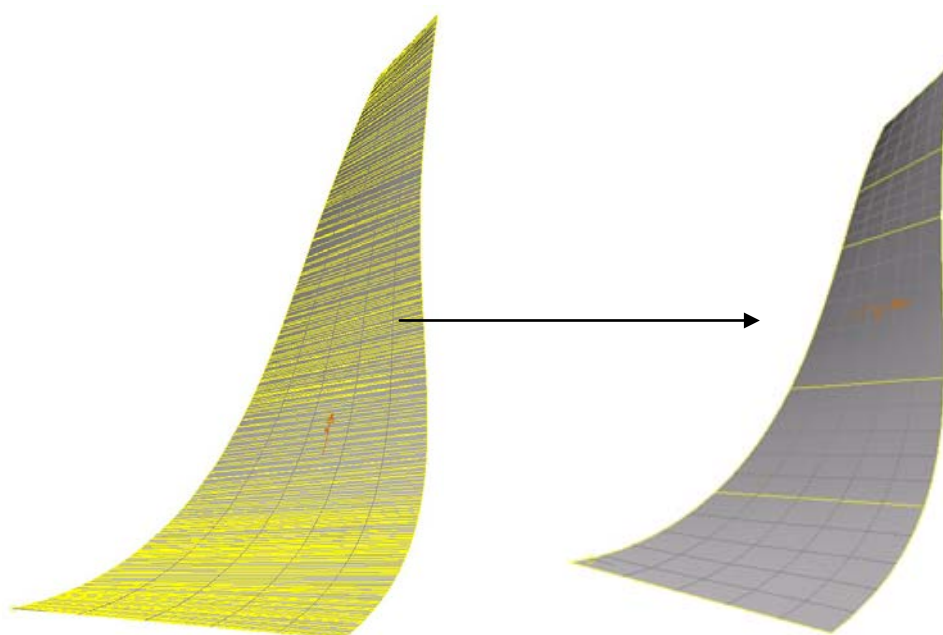
Создайте контуры на указанных выше кромках поверхностей, далее постройте поверхность из Раздельных кривых.



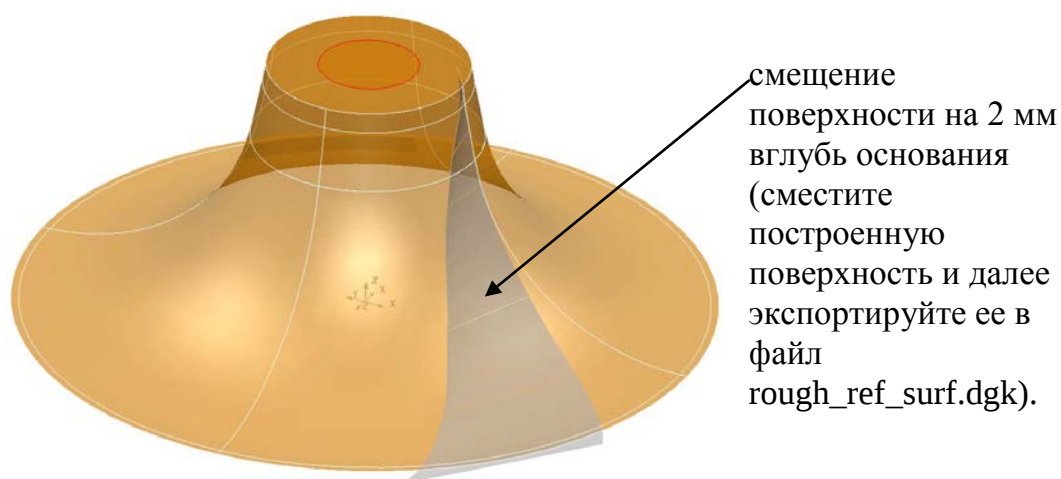


Созданная поверхность имеет большое количество латералов, так как первоначальный контур содержал избыточное число точек. Если использовать поверхность в таком виде, то каждый латерал будет способствовать изменению угла наклона инструмента, что приведет к созданию некачественной траектории (изменение угла наклона инструмента будет происходить неоправданно чаще, чем это можно получить при такой гладкости поверхности).

Чтобы упростить поверхность в пределах заданного допуска, используем опцию аппроксимации на панели редактирования поверхностей. Ненужные латералы будут удалены.

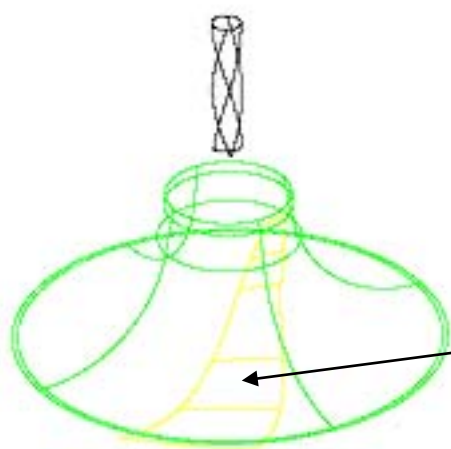


Поверхность изменена в пределах установленного допуска 0.5 мм. Мы заинтересованы в получении плавно изменяющейся поверхности с наименьшим возможным числом латералов. Т.е. нужно добиться плавного изменения угла наклона инструмента при его прохождении вдоль траектории. Созданная поверхность будет использоваться как справочная и поэтому ее необходимо сдвинуть внутрь основания, которое также используется для создания траектории.



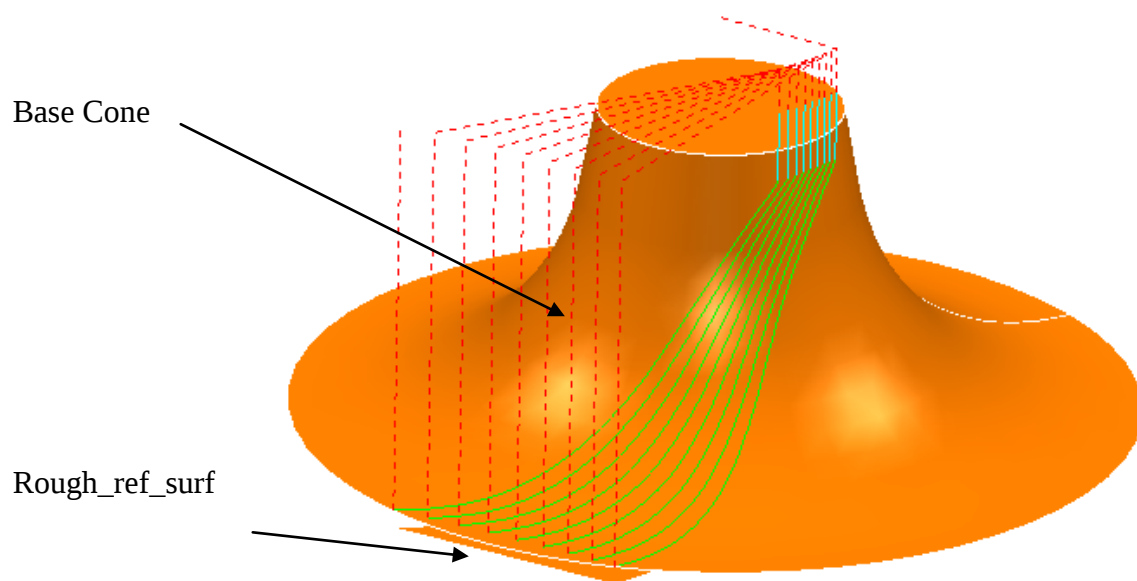
Теперь мы готовы создать черновую траекторию в PowerMILL, используя команды обработки поверхности. Сразу после создания траектории ее необходимо проверить по отношению к модели.

Передайте поверхности основания, лопастей и справочную поверхность в PowerMill.

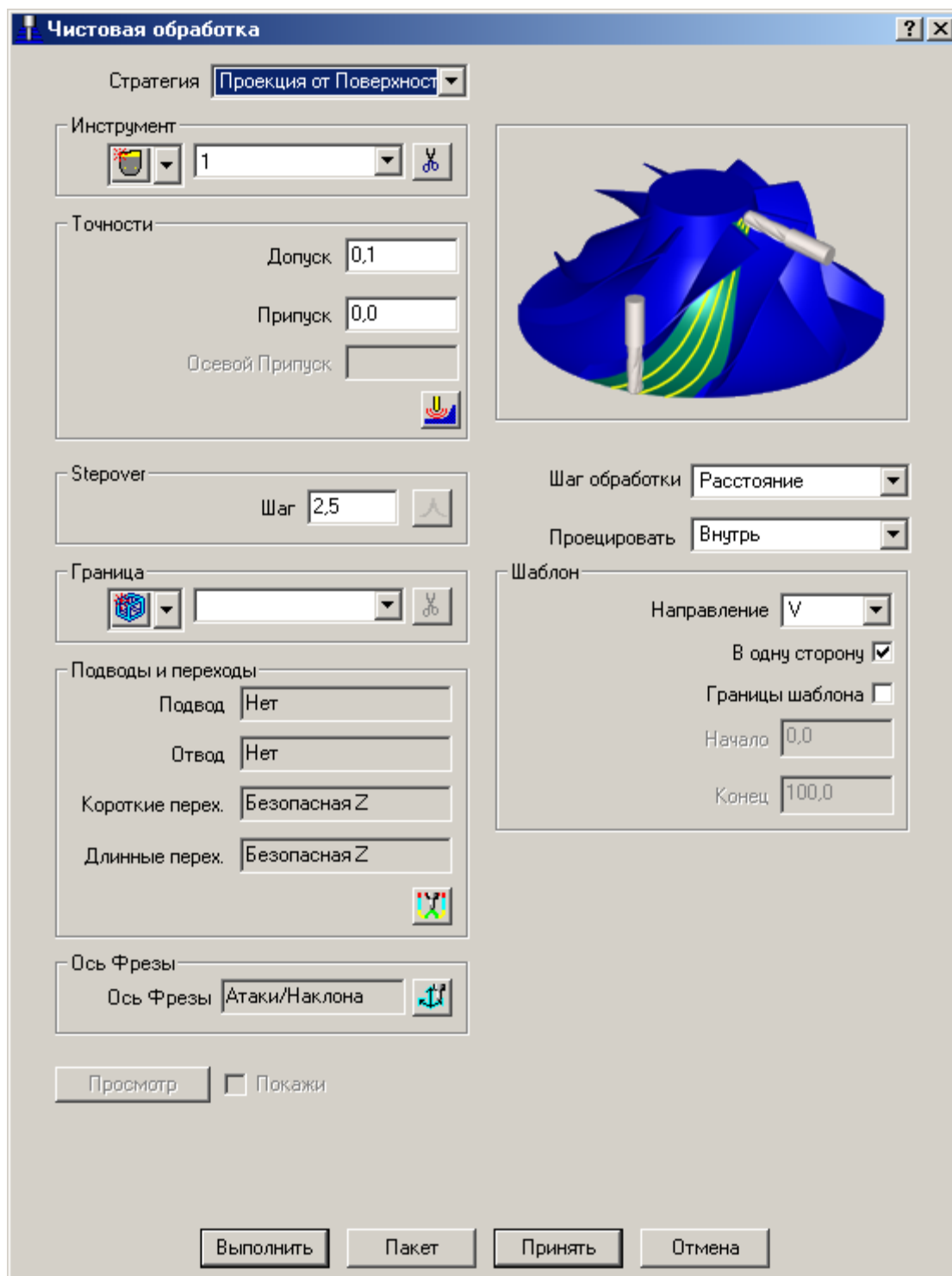


В качестве инструмента используем **скругленную фрезу** диаметром 6 мм и радиусом скругления 1 мм. Заготовка установлена по максимальным выступам моделей, на рисунке скрыта.

Выбрана внутренняя модель rough_ref_surf.dgk.



Чтобы создать траекторию, установите угол **подвода/наклона** фрезы **0 градусов**. Далее откройте форму **Чистовая** обработка и выберите стратегию **Проекция от поверхности**. Задайте параметры, показанные в форме ниже.



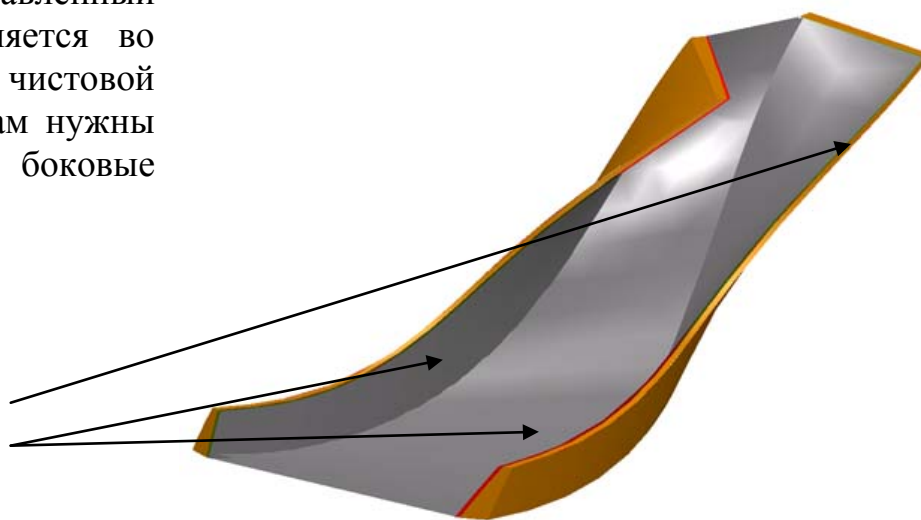
Нажмите **Выполнить** и далее **Принять**.

В результате выполнения данной операции мы получили окончательный (чистовой) проход непосредственно по поверхности основания. Однако вряд ли за один проход можно обработать данную область. Для создания реальной черновой обработки необходимо полученную траекторию сместить несколько раз с

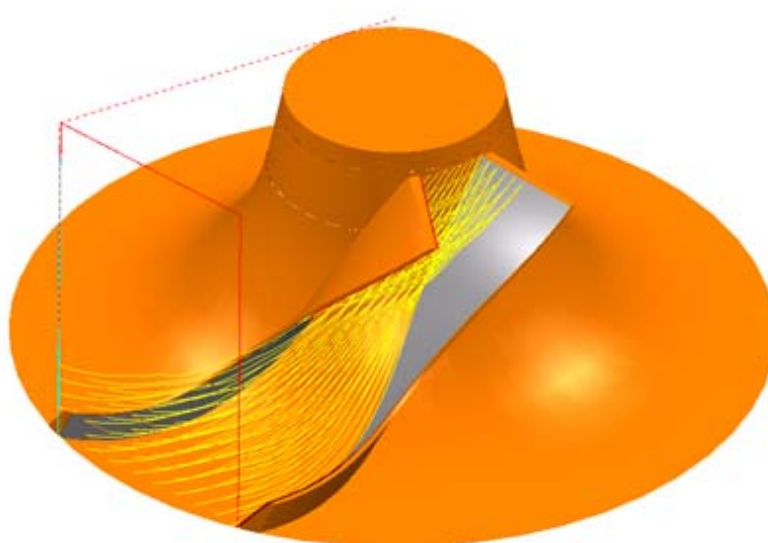
нужным шагом. В PowerMill существует специальная команда, которая позволяет сделать это легко и быстро. Однако прежде чем применить ее, откроем модель, которая учитывает припуск на боковые стороны, и проверим траекторию на зарезы.

В данном случае модель создана как поворот боковых сторон лопастей на небольшой градус вокруг оси z, тем самым, имитируя припуск. Таким же образом можно выбрать и сместить базовую поверхность, в результате чего будет создана секция U образной формы. Оставленный припуск удаляется во время чистовой обработки. Нам нужны только боковые контрольные поверхности.

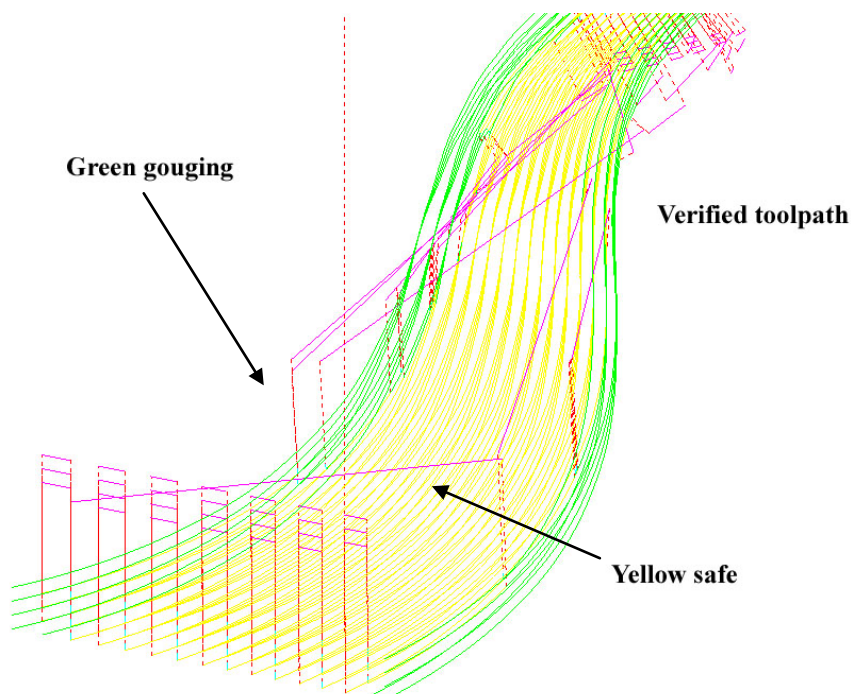
Контрольные
поверхности



Удалите все открытые модели и импортируйте модель **rough_verify.dgk**. Она содержит набор лопастей, основание и две боковые поверхности для имитации припуска.



Только что созданная траектория является активной и поэтому можно использовать следующую команду 'edit toolpath ; verify', траектория будет разделена на 2 части: содержащую зарезы и без зарезов.



На рисунке выше первоначальная траектория разбита на две части, которые отображены разными цветами.

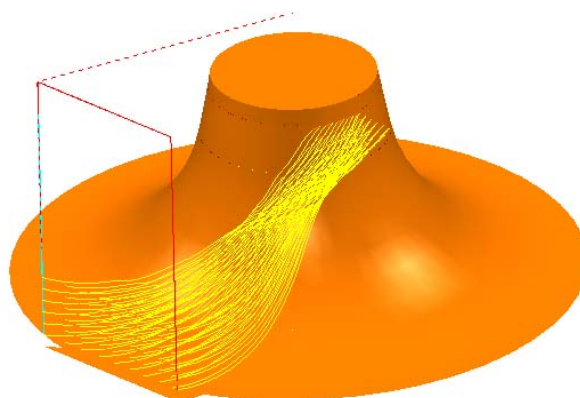
Откройте командное окно, для этого выберите опции **Вид/Панели инструментов/Командное окно**. В командном окне необходимо набрать следующую команду:

Edit Toolpath <toolpath name> Axial_Offset <offset distance>

Где, <toolpath name> - название траектории, <offset distance> - величина смещения.

Положительные значения перемещают траекторию в + Z, например команда 'Edit Toolpath 1 Axial_Offset 2' создаст траекторию смещенную относительно исходной вверх на 2мм.

На рисунке ниже создано несколько траекторий, которые объединены вместе и представляют одну многопроходную черновую траекторию с шагом 2 мм.



Созданная траектория не учитывает реальной геометрии модели. Поэтому следующим шагом будет удаление всех используемых моделей и открытие исходной модели для проверки траектории. Если Вы хотите, чтобы на лопастях оставался припуск для последующей обработки, то его необходимо заложить в проверочную модель.

Обработка сторон лопасти

Обработаем поверхности лопастей.

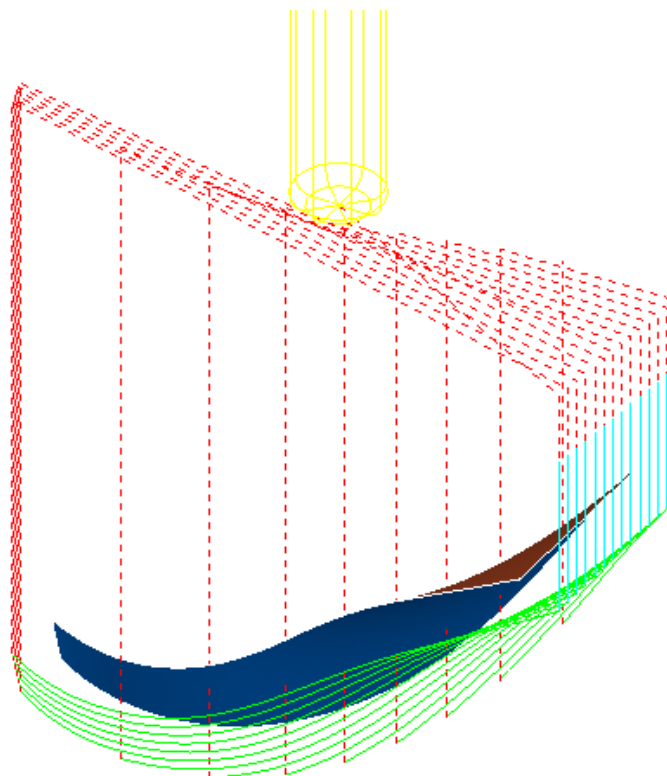
- В меню **Файл** выберите опцию **Удалить все**.
- Откройте файл imlor.dgk.
- Задайте заготовку **габаритами** и создайте **концевую фрезу диаметром 6 мм**.

Для обработки используем стратегию **Боком фрезы**.

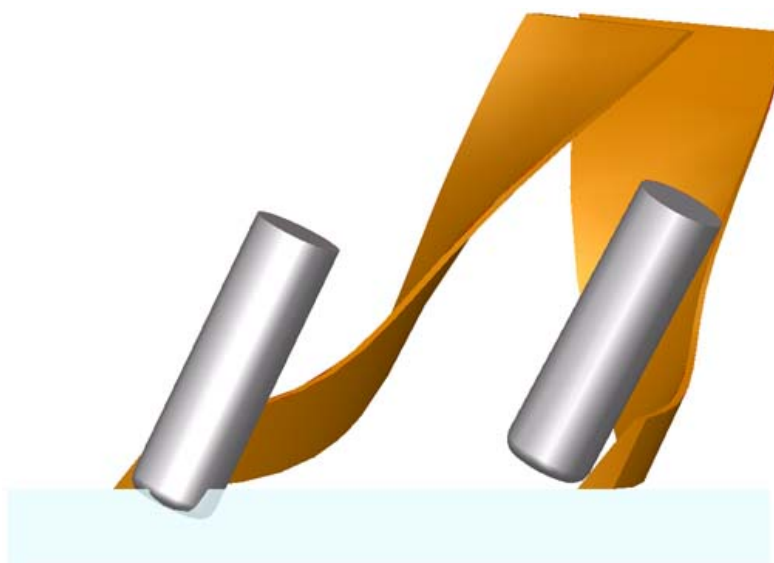
Откройте форму **Чистовая обработка** и заполните ее, как показано ниже.

Необходимо помнить, что при установке опции **Сторона – Снаружи** будет обрабатываться сторона, относительно, которой нормаль направлена наружу.

Нажмите **Выполнить** и далее **Принять**. Будет рассчитана следующая траектория.

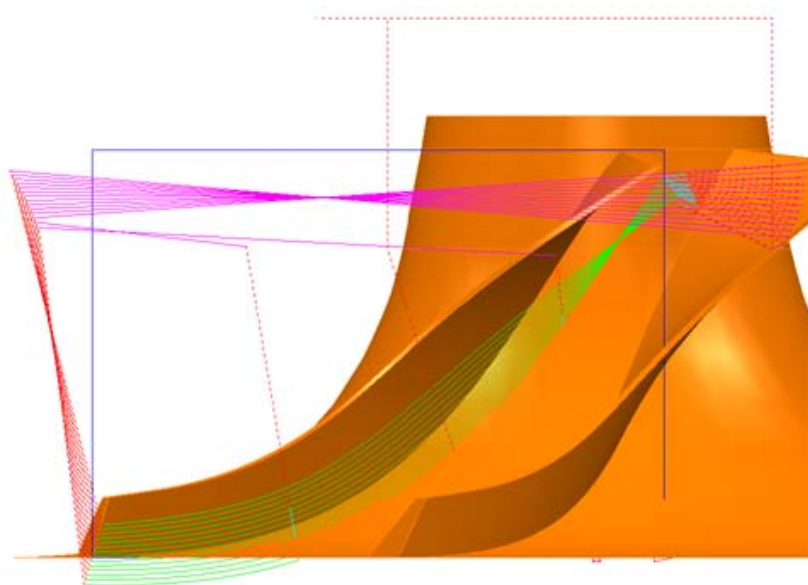


Мы создали траекторию для обработки одной стороны лопасти (закрытая сторона - часть поверхности выступает, создавая поднутрение). Для обработки другой стороны используется тот же самый метод (открытая сторона - на виде сверху видна вся поверхность лопасти).



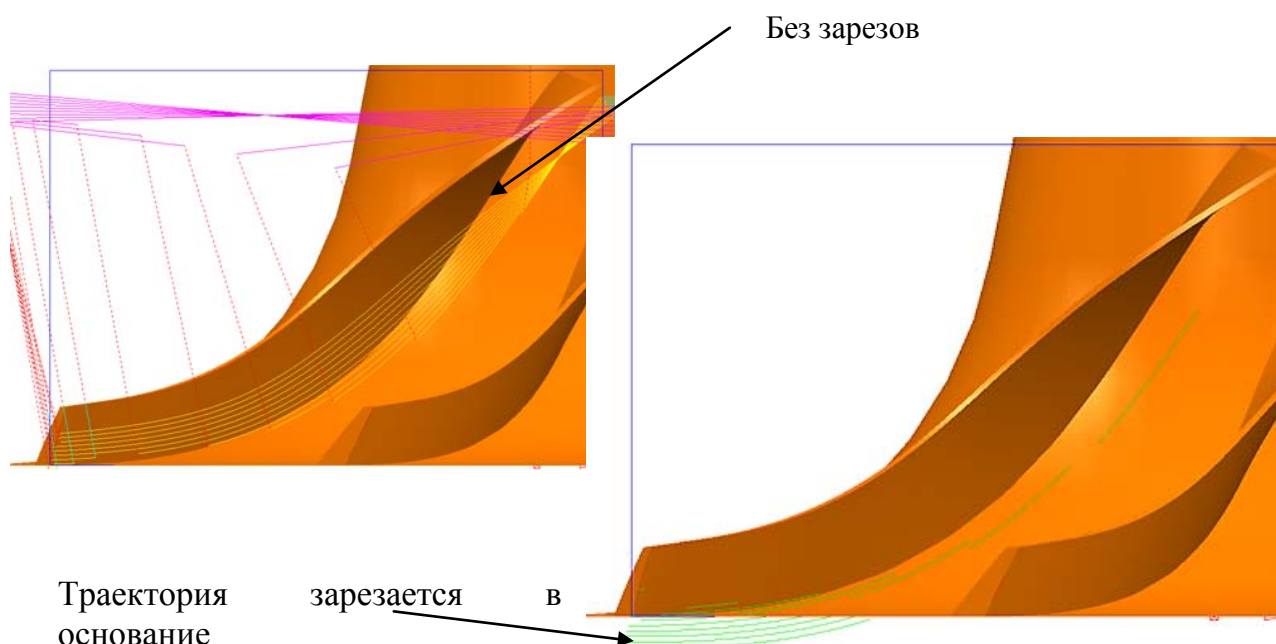
Закрытая сторона для прохода фрезы Открытая сторона

Сразу после создания траекторий их необходимо проверить по отношению к исходной (не разделенной на части) модели, хотя уже видно, что переходы нарезают. Откройте модель `blade_verify.dgk` и посмотрите на созданные траектории. Наилучшим видом является вид сбоку (как на рисунке ниже), на котором можно увидеть зарез траектории в основание.

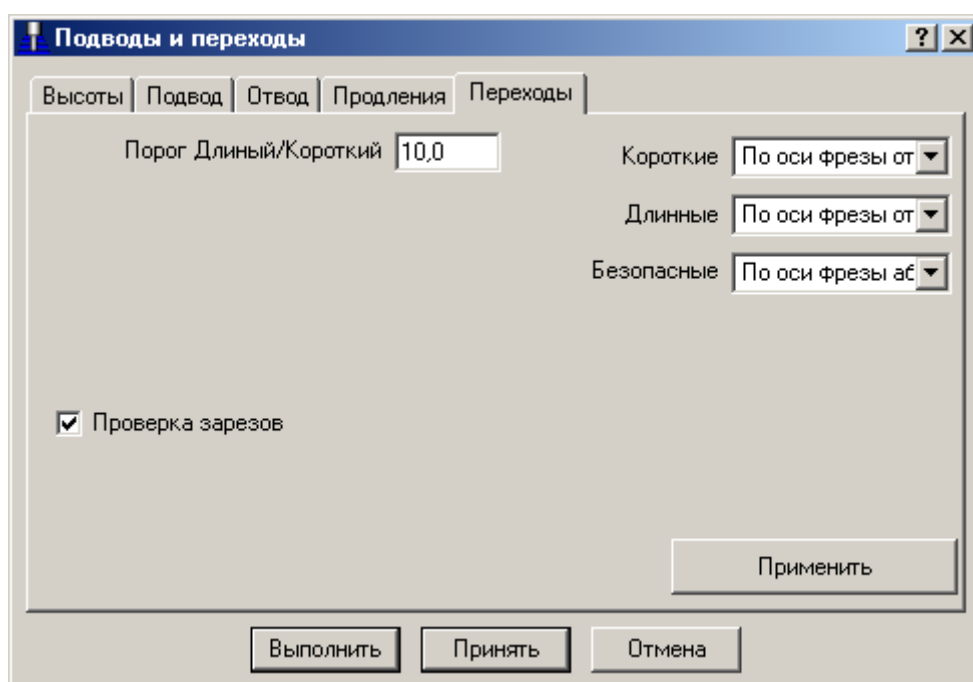


Применяя команду `'edit toolpath ; verify'`, мы разделяем траекторию соответственно на нарезающую и не нарезающую. На верхнем

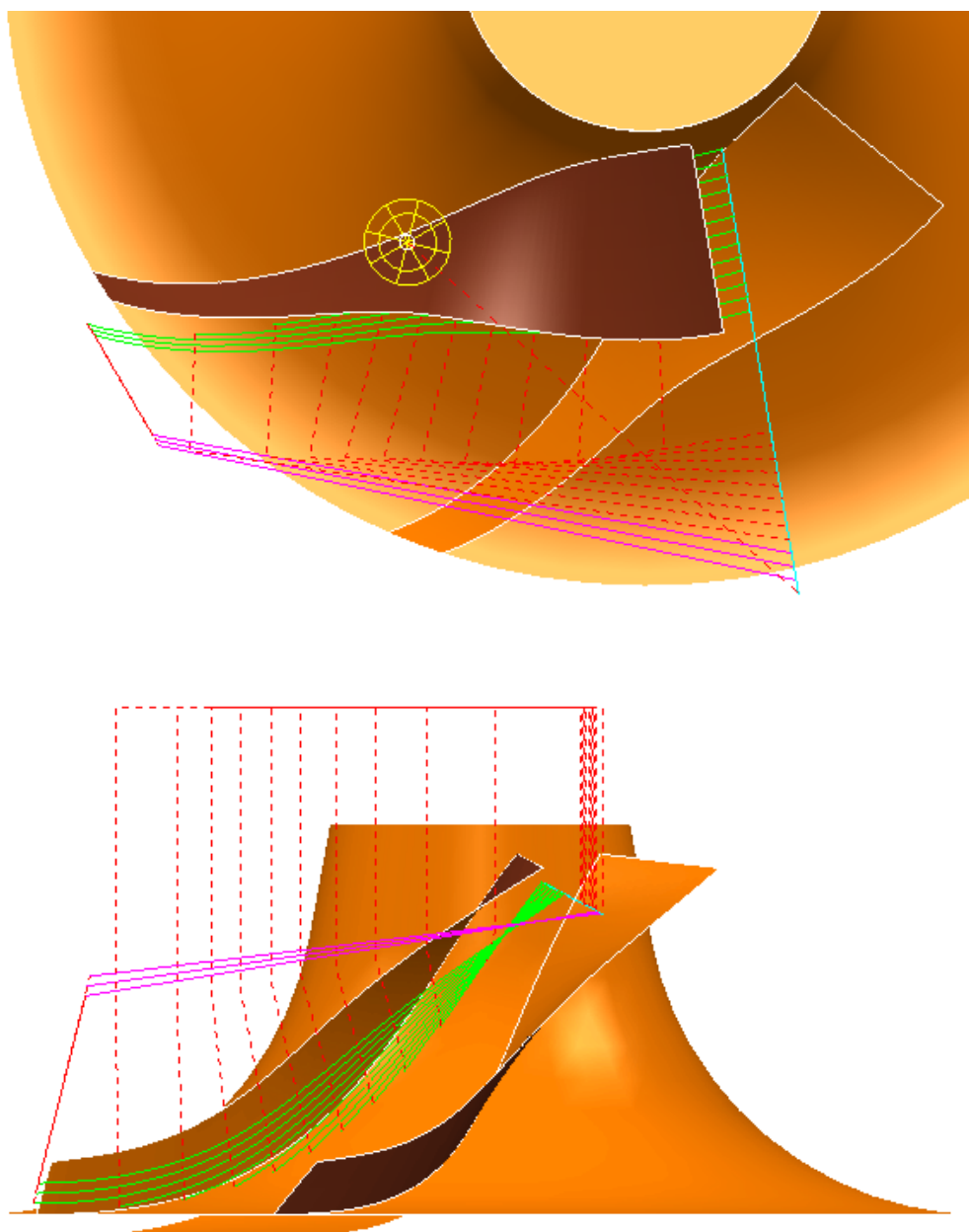
рисунке можно четко определить ту часть траектории, которую необходимо удалить. На рисунке ниже показана та же самая траектория разделенная после проверки.



Теперь изменим Переходы для незарезающейся траектории. Активируйте траекторию и Откройте форму **Подводы и Переходы**  На закладке **Высоты** установите **Отн.Безопасн.Высота 20** и **Отн.Высота Врезания 20**. Перейдите на закладку **Переходы** и установите опции как показано ниже.



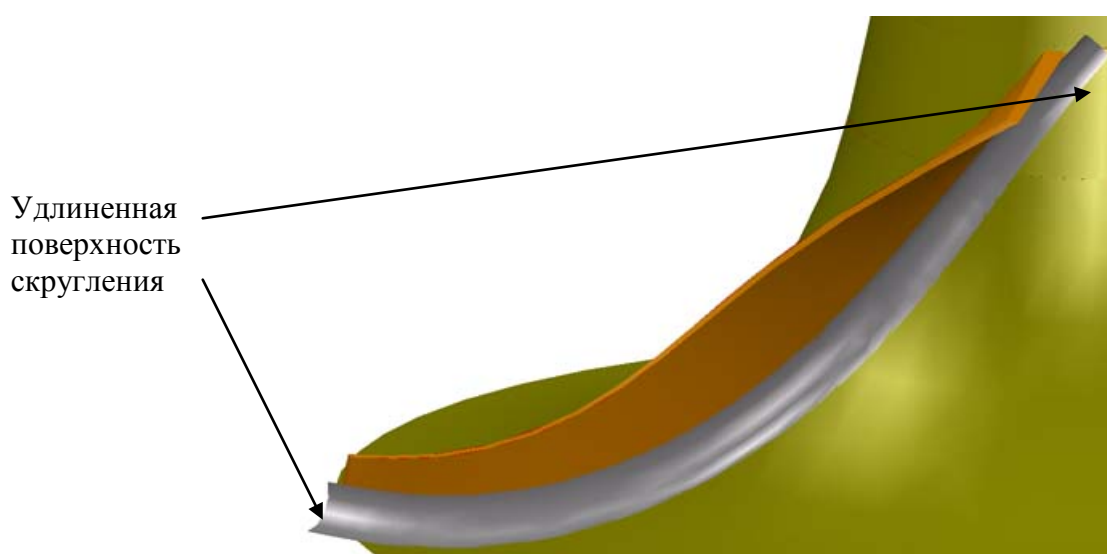
Нажмите **Выполнить** и далее **Принять**. Получиться следующий результат:



Зарезающую траекторию можно удалить.

Обработка скруглений

Для обработки скруглений вновь будем использовать команды обработки поверхности. Как можно заметить, скругления между поверхностями лопастей и основанием не созданы, однако, как правило, в технических условиях, неуказанные радиусы скруглений для подобного рода деталей составляют 2 мм. Т.о. создадим в PowerShape поверхность скругления для последующей обработки. Причем скругление должно быть плавным. Далее полученную поверхность удлиним (с обеих сторон), для того чтобы рабочий ход начинался вне поверхности лопасти.



Т.о, из всего вышесказанного можно выделить следующую последовательность действий:

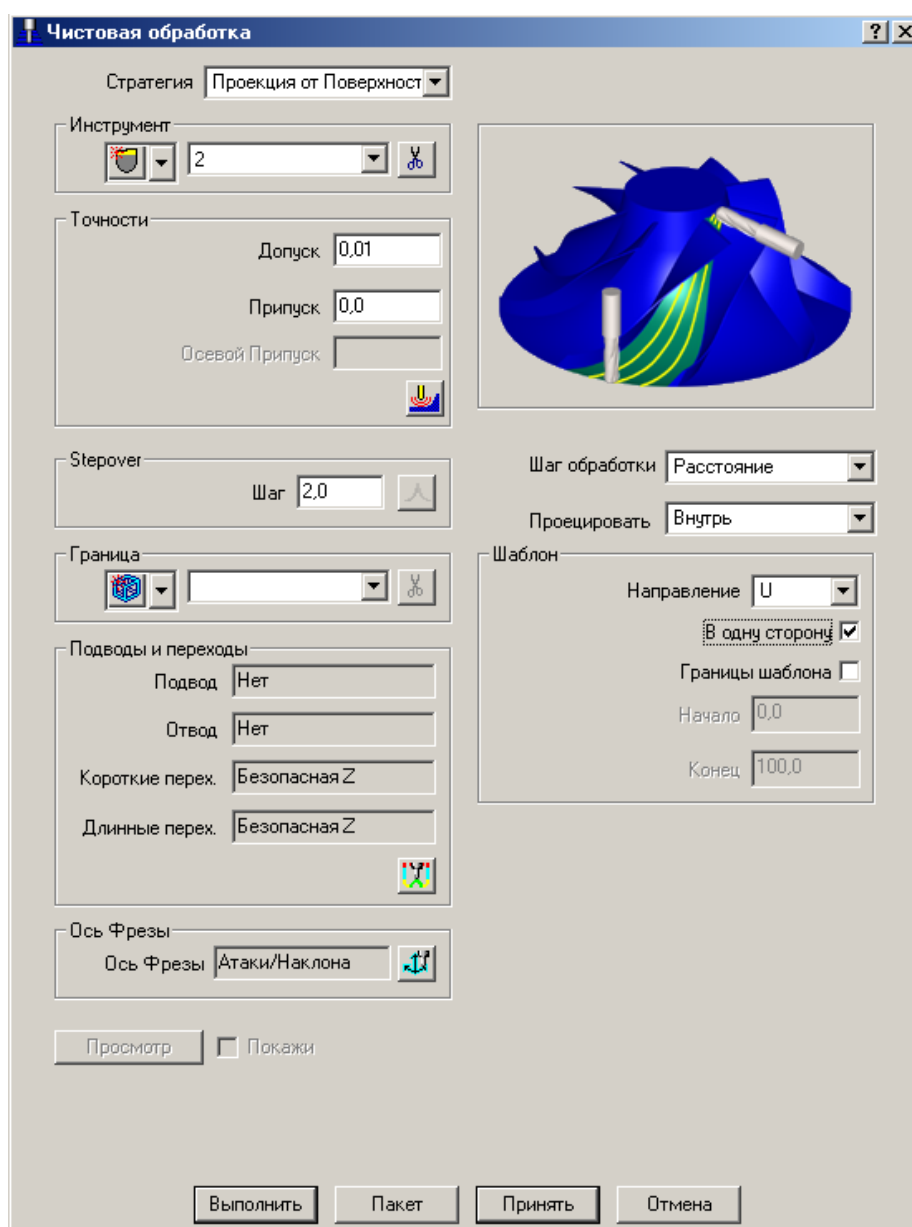
- 1) построение поверхности скругления;
- 2) передача поверхности в PowerMill;
- 3) создание и проверка траектории.

Скругление можно обработать несколькими способами. Рассмотрим их ниже.

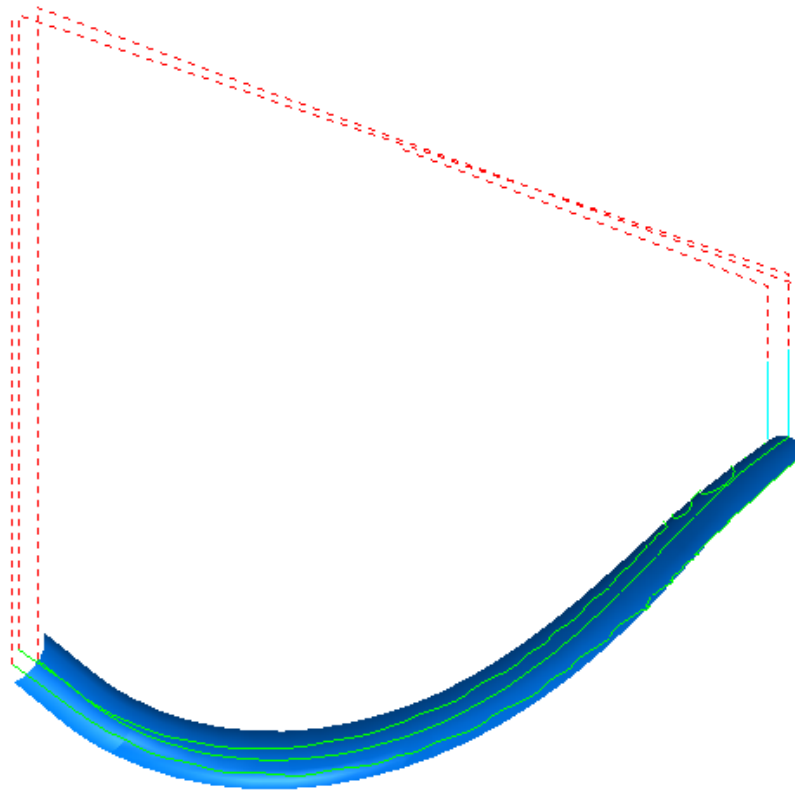
Способ 1 Размер фрезы и радиус скругления совпадают.

Если данное условие выполняется, то скругление можно обработать за один проход фрезы следующим образом.

1. С помощью меню **Файл** импортируйте созданное выше скругление.
2. Задайте заготовку **габаритами**.
3. Задайте **шаровую** фрезу диаметром 4 мм.
4. Установите ось фрезы с углом **Атаки/Наклона 0** градусов.
5. Выберите поверхность скругления.
6. Откройте форму **Чистовая** обработка и заполните ее, как показано ниже.



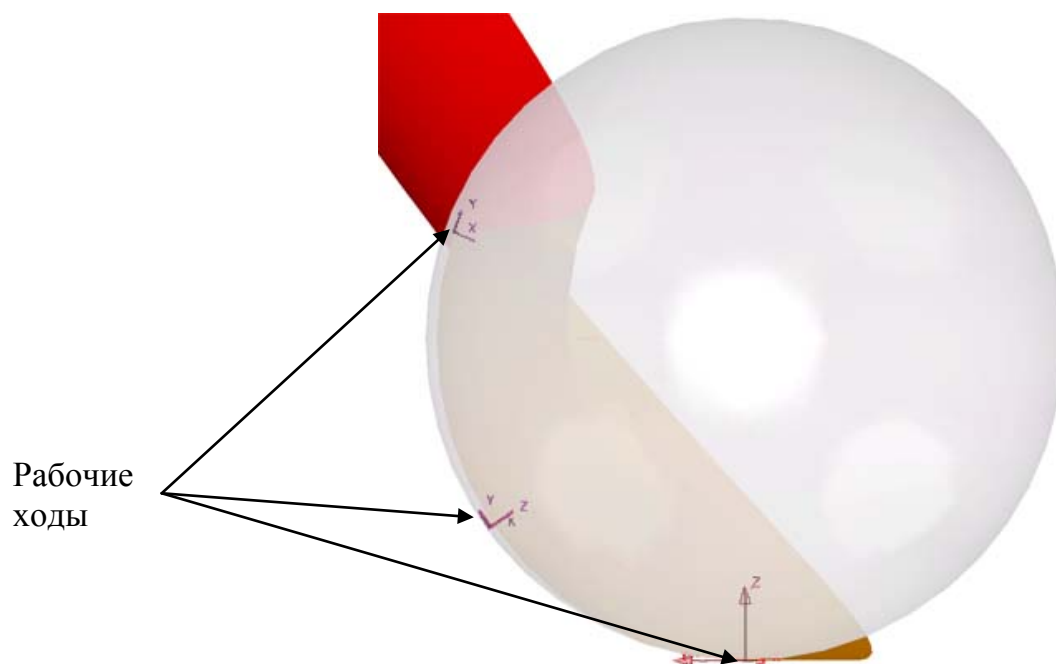
Нажмите **Выполнить** и далее **Принять**. Будет создана следующая траектория.



Проанализируем полученную траекторию.

Траектория содержит три прохода, при этом два крайние прохода не являются достаточно плавными, как хотелось бы. Это объясняется тем, что линия (дуга) образующая поверхность скругления имеет внутренний угол более 90° , и поэтому крайние сегменты траектории могут проходить с другой стороны поверхности скругления.

Чтобы представить эту ситуацию более ясно воспользуемся PowerShape. Создадим шар с размером равным диаметру фрезы и поместим его вначале поверхности скругления (как показано). Расположение каждого прохода отмечено системой координат.

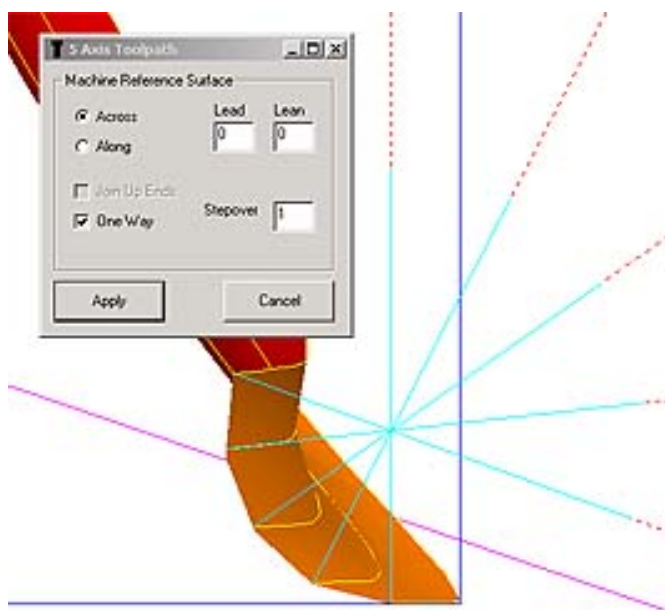


Далее необходимо удалить рабочие ходы, которые нарезают. Для этого воспользуемся стандартными функциями редактирования траекторий PowerMill, а именно опцией удаления выбранных сегментов. Для этого выберем крайние сегменты. Щелкните по одному из них правой кнопкой мыши и в открывшемся контекстном меню выберите опции **Правка – Удалить выбранные**. Должен остаться один средний сегмент.

И, наконец, заключительным этапом является проверка траектории по отношению к исходной модели (Blade_verify). Используйте для этого команду 'edit toolpath ; verify'.

Способ 2 Размер фрезы меньше радиуса скругления.

Применяем шаровую фрезу диаметром 3мм, тогда в первую очередь необходимо уменьшить шаг, чтобы обеспечить качественную поверхность после обработки. Также как и в Способе 1, задавая угол подвода и наклона 0°, возникают проблемы связанные с подводом инструмента. При использовании инструмента меньшего диаметра получается более плавная траектория, но проблема подвода остается.



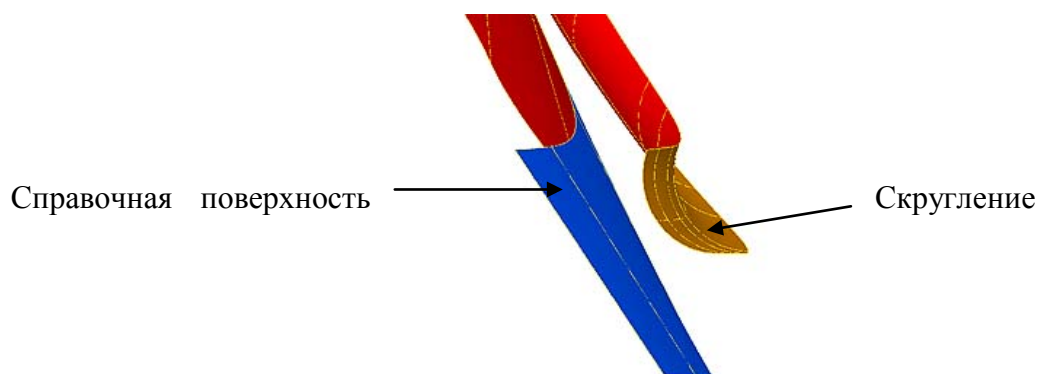
Импортирована только поверхность скругления. Угол подвода и наклона 0°, шаг (stepover) 1мм.

(на рисунке слева, для создания траектории применялась утилита на VB).

Если применить команду разбиения траектории по длине (как в Способе 1), то выделенных таким образом незарезающих траекторий будет не достаточно, чтобы обработать всю поверхность. Поэтому необходимо рассмотреть другие способы. Как и ранее будем применять команды обработки поверхности, но теперь вместо прежней поверхности скругления будем использовать справочную поверхность.

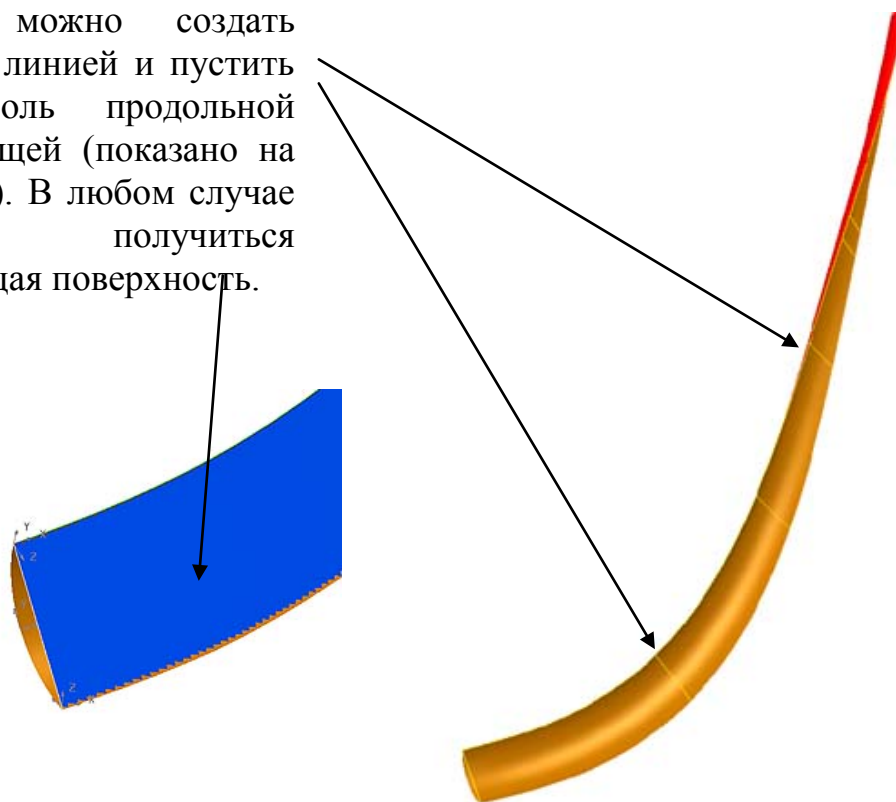
Использование справочных поверхностей для обработки скруглений

При обработке поверхности скругления 2-ым способом, фреза на каждый проход подводилась по нормали к ней, что приводило к зарезам. Можно создать вспомогательную поверхность, с помощью которой получим необходимое положение инструмента при подводе его к каждому проходу.



Данный метод можно использовать для скруглений с переменным радиусом. В PowerShape построим справочную поверхность путем спрямления лонгитудов.

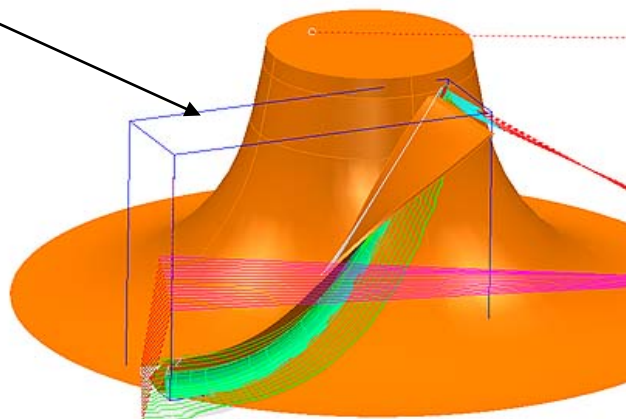
Также можно создать сечение линией и пустить его вдоль продольной образующей (показано на рисунке). В любом случае должна получиться следующая поверхность.



Теперь при выборе справочной поверхности фреза всегда будет подводиться по нормали к ней. Построенную поверхность необходимо удлинить и поместить внутрь основания (конуса). Далее импортируйте ее в PowerMILL, выберите и произведите обработку.

Траектория ниже создана с углом подвода и наклона фрезы 0° , при обработке скругления инструмент всегда направлен по нормали к справочной поверхности. Таким образом, можно обработать все скругления модели, после обработки поверхность лопасти и основания будут плавно сопрягаться.

Обработка скругления по
справочной поверхности.



Откройте исходную
(неразделенную)
модель и проверьте
траекторию, выполнив
команду 'edit toolpath ; verify'.

Моделирование в PowerSHAPE для разработки 5 осевых стратегий

Введение

При разработке **5-осевых** траекторий для достижения желаемого результата часто необходимо временно добавлять, редактировать или удалять элементы CAD модели. Такими элементами являются:

Справочные поверхности – поверхности, по отношению к которым инструмент всегда направлен по нормали.

Ограничивающие поверхности – представляют собой **смещение** элементов модели для пространственного ограничения траекторий.

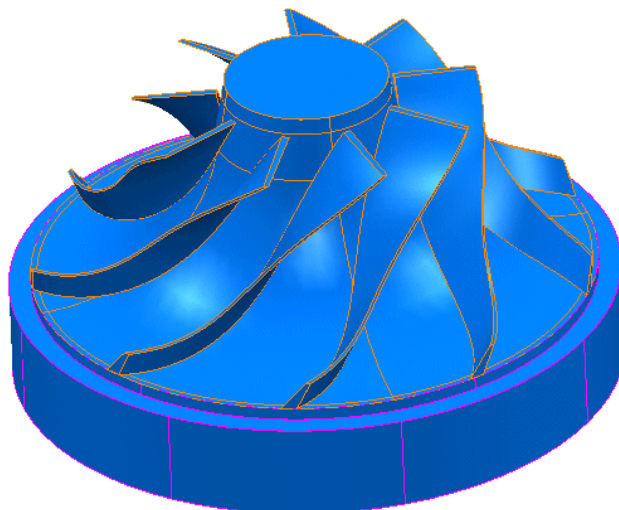
Защитные поверхности – используются для временного ограничения доступа инструмента в какие-либо области модели.

Временные поверхности (выбор/отмена) – используются при ограничении траектории до соседних **поверхностей**.

В этой главе, все вышеперечисленные поверхности создаются в **PowerSHAPE**, и будут использоваться как вспомогательные при разработке траекторий. Каждая поверхность сохраняется в отдельном **dgk** файле и может в любой момент быть импортирована или удалена из **PowerMILL** в случае необходимости.

Крыльчатка турбокомпрессора

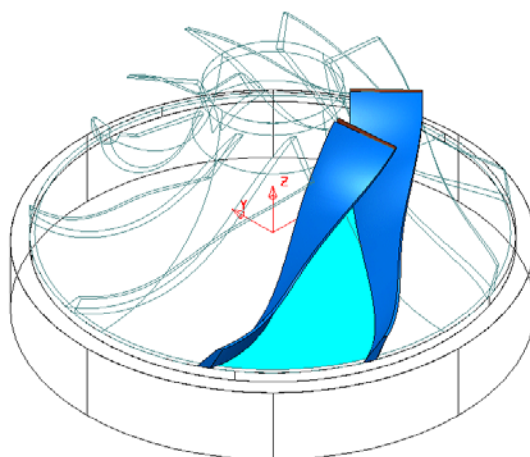
- Импортируйте в проект **PowerMILL** модель **Impeller.dgk**.



Перед тем как разработать какие-либо траектории в **PowerMILL** необходимо провести анализ обрабатываемой детали с целью выбора

подходящего **инструмента** и **стратегий** обработки. Основание лопастей после окончательной обработки должно иметь скругление с лопастями радиусом **2мм**. Поэтому чистовая обработка должна производиться **шаровой фрезой** диаметром **4мм** (скругление можно смоделировать на самой модели и обработать меньшим диаметром). Технология обработки крыльчатки состоит из следующих операций: **3-осевая черновая** выборка до вершин лопастей, далее **5-осевая чистовая** обработка вершин, **5-осевая черновая** обработка межлопастного пространства (стратегия **Проекция от поверхности** с последующим **осевым** смещением первоначальной траектории). Для обработки боковых сторон лопастей используем стратегию **Боком фрезы** (в данном случае обрабатываемые поверхности являются разворачивающимися).

- Загрузите **PowerSHAPE** и импортируйте модель **Impeller.dgk**.



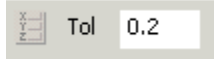
СПРАВОЧНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ (REFERENCE SURFACES)

Чтобы рассчитать траекторию, которая бы обеспечила движение инструмента точно по середине между соседними лопастями, построим **справочную поверхность** и для расчета используем **чистовую** стратегию **Проекция от поверхности**. Далее сместим справочную поверхность вниз на подходящее расстояние, так чтобы она находилась в межлопастном пространстве под основанием (показана выше).

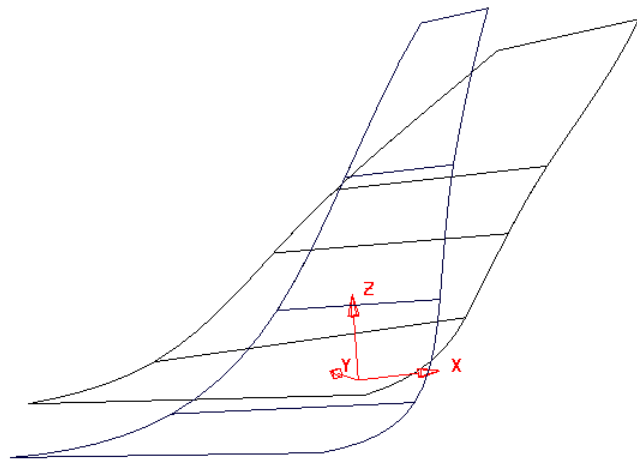
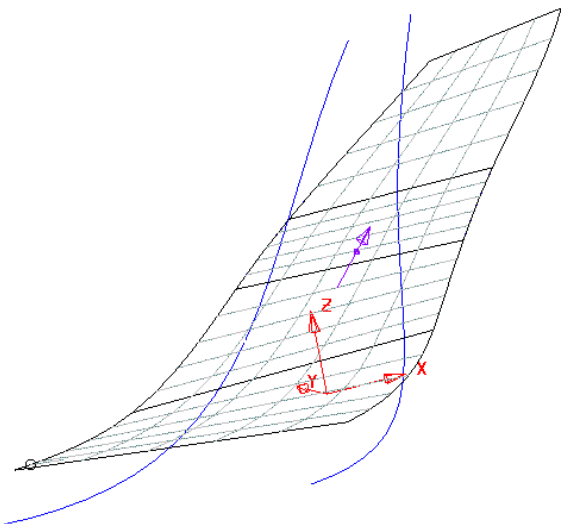
- **Скройте** все элементы, образующие модель, кроме внутренних поверхностей соседних лопастей (как показано ниже слева).



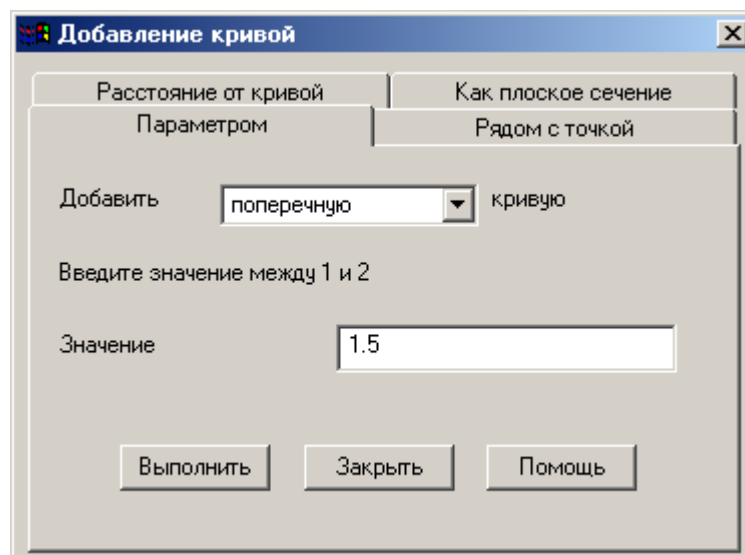
- Создайте **контур** по **верхней** и **нижней** кромке каждой лопасти (как показано справа).
- Дважды щелкните по одному из **контуров**, чтобы открыть панель **редактирования кривых**.
- Измените значение **точности** (показано на линейке) на **0.2**



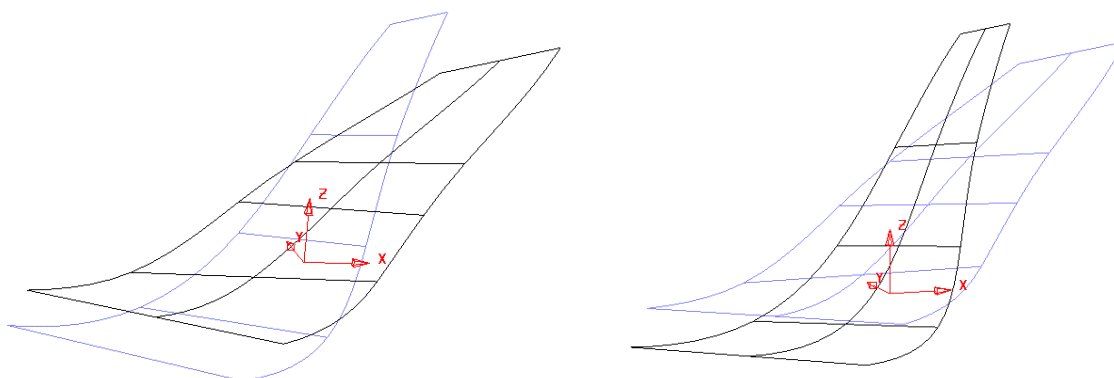
- Выберите 4 **контура** и нажмите на панели редактирования кривых иконку **Объединить и слить кривые**  (Это удалит острые углы на кривой в пределах заданной точности).
- Если 4 **контура** все еще выбраны, то щелкните **Правой** кнопкой мыши по одному из них и в открывшемся контекстном меню выберите опцию **Удалить зависимости**.
- Измените значение **Точности** на **0.01**.
- Выберите два верхних **контура** и нажмите иконку **Поверхность из раздельных кривых**  (показано ниже слева).



- Выберите два нижних **контура** и вновь нажмите иконку **Поверхность из раздельных кривых**  (показано выше справа).
- Дважды щелкните по одной из поверхностей, чтобы открыть панель **редактирования поверхностей (surface editing)** и щелкните на ней по иконке **Добавить кривую** , появится следующая форма.



- Выберите **Добавить – поперечную** и задайте **Значение - 1.5**, после чего нажмите **Выполнить**.

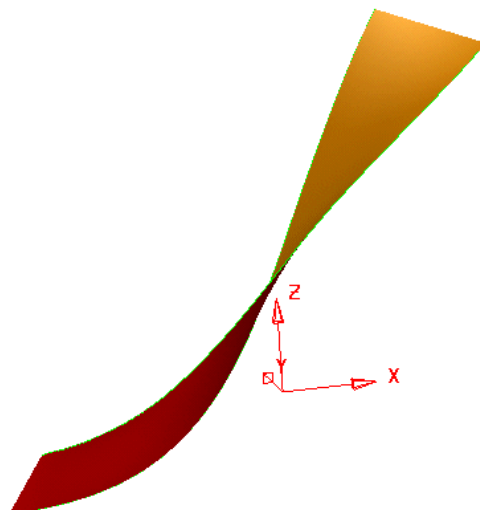


- То же самое проделайте со второй поверхностью (как показано выше справа).
- Создайте два новых **контура** по построенному латералу на каждой поверхности.

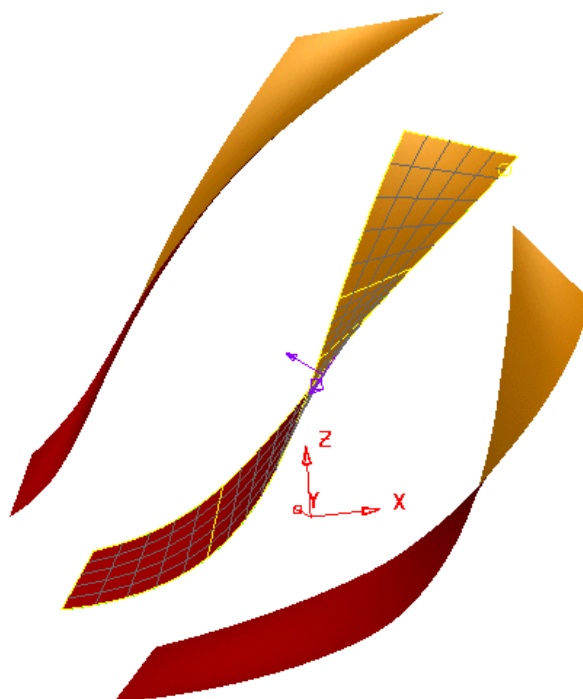
Два новых контура используем для создания поверхности, которая будет проходить точно по середине между двумя соседними лопастями.

Основная цель – рассчитать черновую траекторию, которая бы позволила обработать межлопастное пространство и оставить равномерный припуск под обработку боковых сторон лопастей.

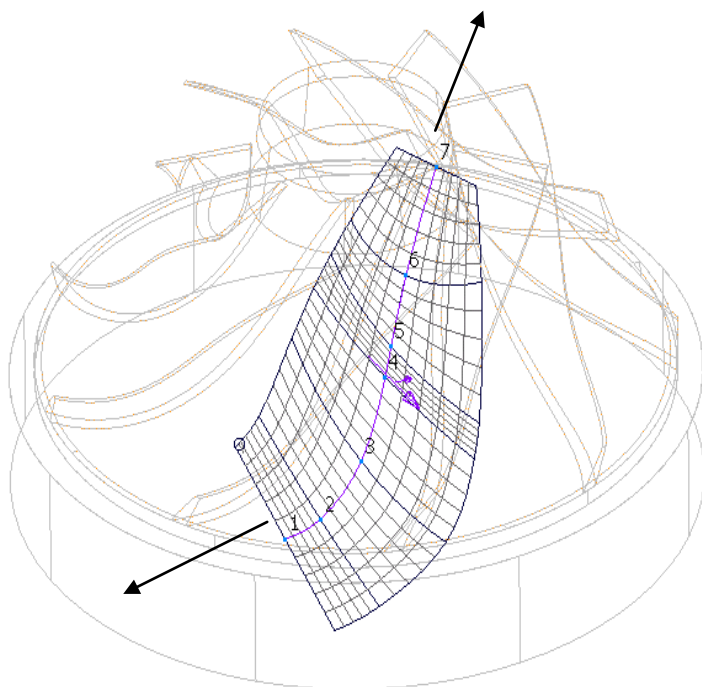
- Выберите оба **контура** и создайте из них поверхность (опция **Из раздельных кривых**), которая будет определять наклон фрезы точно между соседними лопастями (показана ниже).



- Создайте эквидистантную копию поверхности (показано ниже) на расстоянии **+15** и **-15** мм и на обеих копиях освободите касательные вектора как в продольном, так и в поперечном направлениях.
- Аппроксимируйте каждую поверхность с точностью **0.1**.



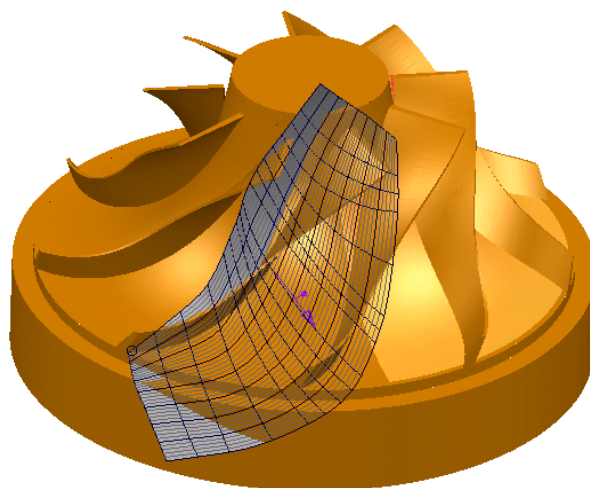
- Создайте **контур** вдоль кромки основания каждой поверхности (для средней поверхности кривая уже существует).
- Выберите 3 кривых и примените опцию **Delete Dependencies/Удалить зависимости** перед тем как использовать метод **Из отдельных кривых**  для создания фактической **справочной поверхности** (как показано ниже).



Центральный латерал (с включенной нумерацией точек) обеспечит прохождение инструмента точно по центру между соседними лопастями крыльчатки. Верхнюю и нижнюю образующую кривую необходимо динамически **растянуть** (в направлении, указанном стрелками), чтобы обеспечить обработку всего межлопостного пространства основания.

Поверхность также необходимо эквидистантно сместить на подходящее расстояние под основание крыльчатки.

- Эквидистантно сместите  справочную поверхность на подходящую величину (3 мм), чтобы между лопастями она полностью была ниже конуса.
- Динамически удлините  поверхность в направлении, показанном стрелками (выше).



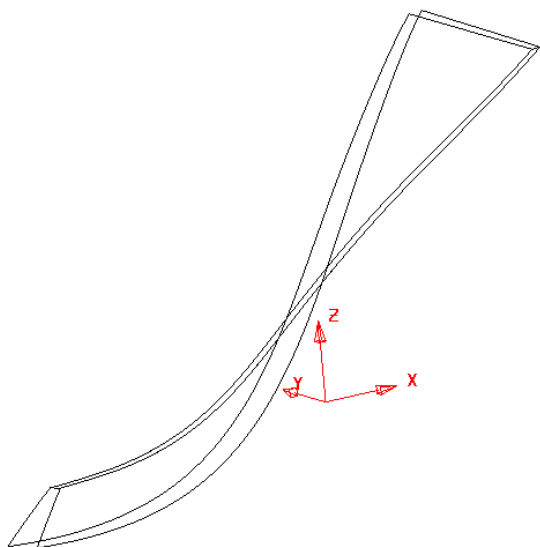
- **Скройте** все остальные объекты и проверьте **справочную поверхность** на неровности и разрывы.

- **Примените** методы сглаживания (**аппроксимация** поверхности, освобождение **касательных** векторов по всем кривым, **удаление** близко расположенных образующих кривых на поверхности и т.д.).
- **Создайте** новый слой (**refsurf**) и переместите все поверхности, использованные для создания **справочной поверхности** на него.
- **Выберите** и **экспортируйте** копию справочной поверхности в файл с именем **refsurf.dgk**.

ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ (LIMITING SURFACES)

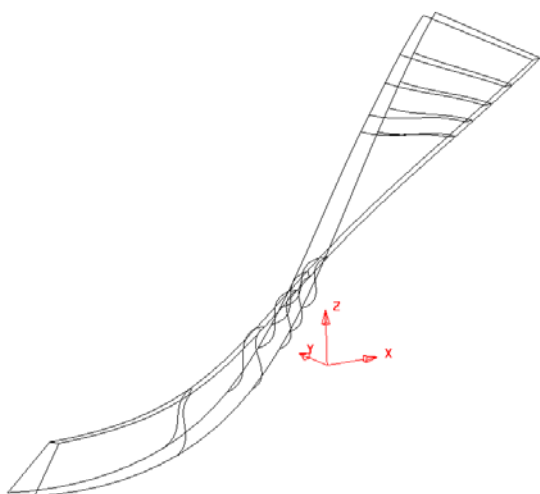
Как известно **границы** PowerMILL можно использовать только на плоскости, в результате этого они имеют ограниченное применение для **5-осевых** траекторий. Для пространственного ограничения **5-осевых** траекторий идеальным инструментом является **эквидистантное** смещение отдельных **поверхностей** модели. Траектории можно ограничить до смещенной части модели с помощью команды **Edit Toolpath (имя) Verify**. Данную команду можно поместить в пользовательское меню (**user_menu**).

- **Выберите** 3 основные поверхности, задающие одну из лопастей.



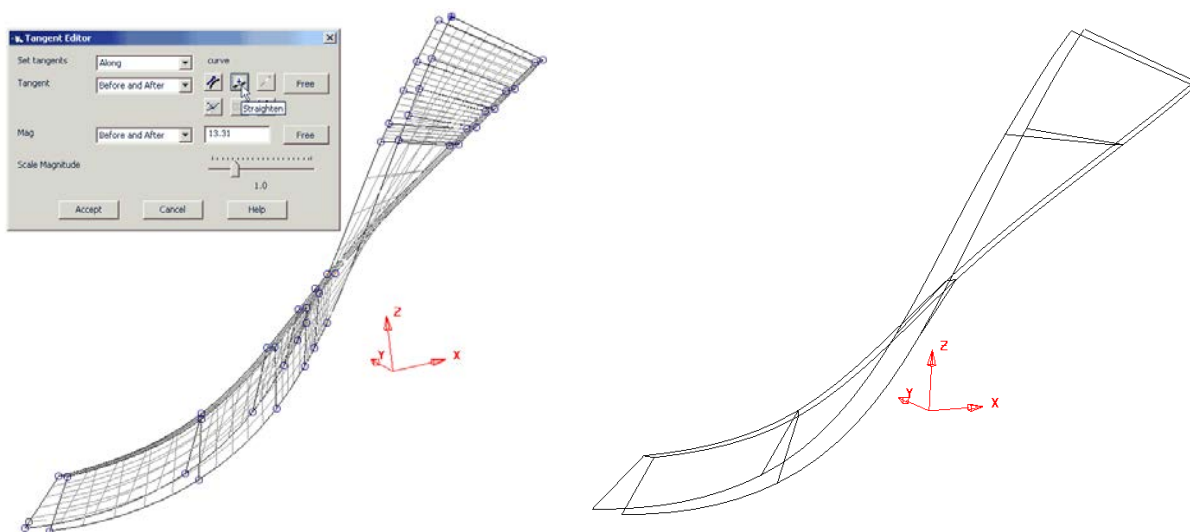
Чтобы создать ограничивающие поверхности нам необходимо эквидистантно сместить данные поверхности, однако в результате выполнения такой операции поверхности будут оторваны друг от друга, что приведет к образованию щелей. Этого можно избежать, если поверхность будет цельной. Далее создадим такую поверхность, используя образующие кривые данной.

- **Создайте 2 контура** по торцам лопасти и **4 контура** по верхней и нижней продольной образующей поверхностей.
- **Выберите** все **5 контуров**, **удалите зависимости**, установите общую **точность 0.1**, и примените опцию **Объединить и сгладить кривые**.
- Создайте одиночную поверхность с помощью опции **Из сети кривых**.



Поверхность, показанная слева требует спрямления образующих, задающих высоту лопасти.

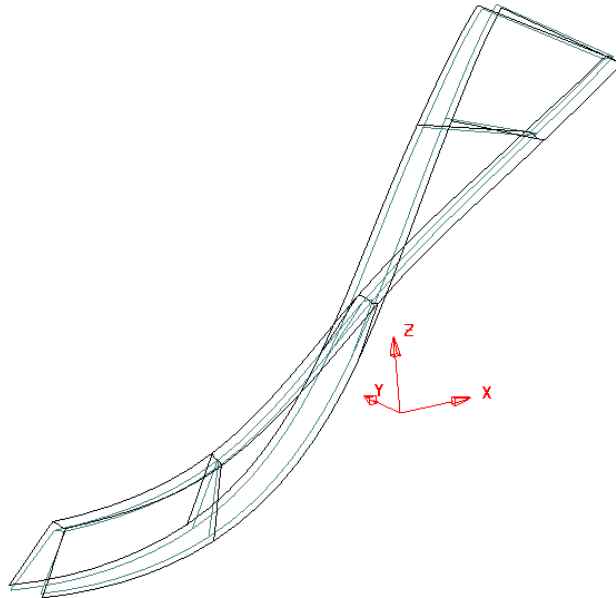
- Проверьте, какое направление имеют боковые изогнутые кривые, и в зависимости от этого установите на панели редактирования поверхностей **продольное** или **поперечное** направление.
- **Выберите** все точки  (выбрать массив точек) на поверхности и откройте **Редактор касательных** , используя соответствующую опцию спрямите все точки **До и После** в поперечном направлении лопасти.



- Откройте панель **редактирования поверхностей** и нажмите иконку **Аппроксимировать** поверхность , чтобы удалить лишние образующие **кривые** (результат показан выше на

рисунке справа), перед этим убедитесь, что установлена **точность 0,1**.

- **Эквидистантно сместите**  копию **поверхности** на подходящую для нас величину (например **0.5мм**), чтобы создать припуск на черновую операцию обработки межлопастного пространства.

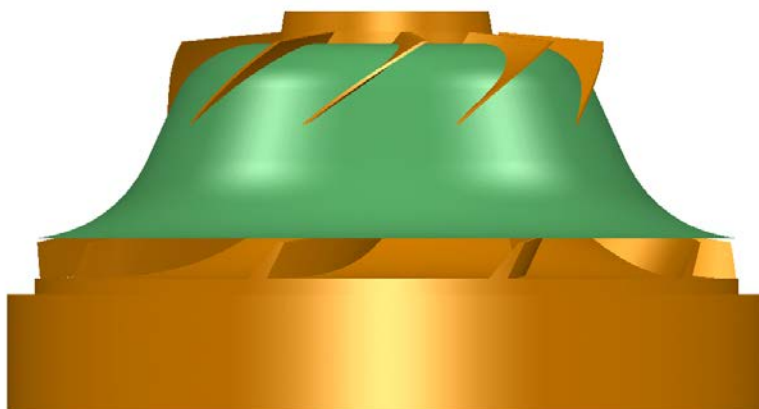


- **Поверните**  копию **поверхности** на **40** градусов вокруг оси Z, чтобы создать **ограничивающую поверхность** для соседней лопасти.
- **Создайте** новый слой (**bldoff0.5**) и переместите на него все **ограничивающие поверхности** и вспомогательную геометрию.
- **Выберите** и **экспортируйте 2** ограничивающие поверхности в файл с именем **bld_off0.5.dgk**.

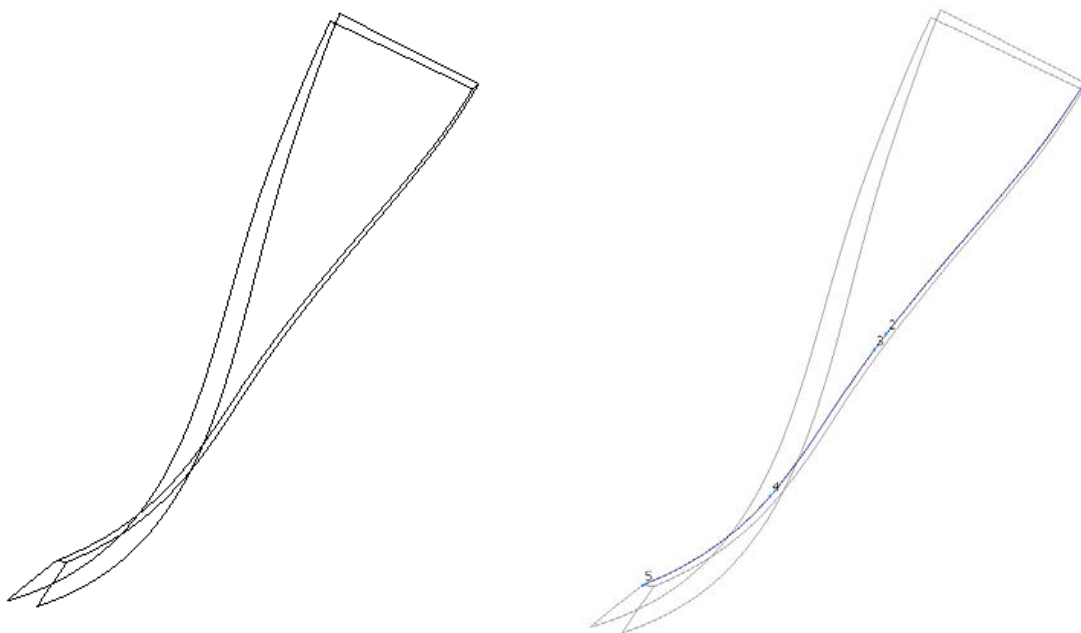
ЗАЩИТНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ (SHIELDING SURFACES)

Наиболее часто эффективно использовать, где это возможно, **3-осевые** методы, отставляя для **5-осевой** обработки более локализованное применение. Чтобы предотвратить расчет **3-осевой** траектории для тех элементов, которые требуют **5-осевой** обработки, необходимо создать **защитные поверхности**. Их можно создать с нуля или на основе существующих частей модели. Это также позволит избежать наложения **3** и **5-осевых** траекторий.

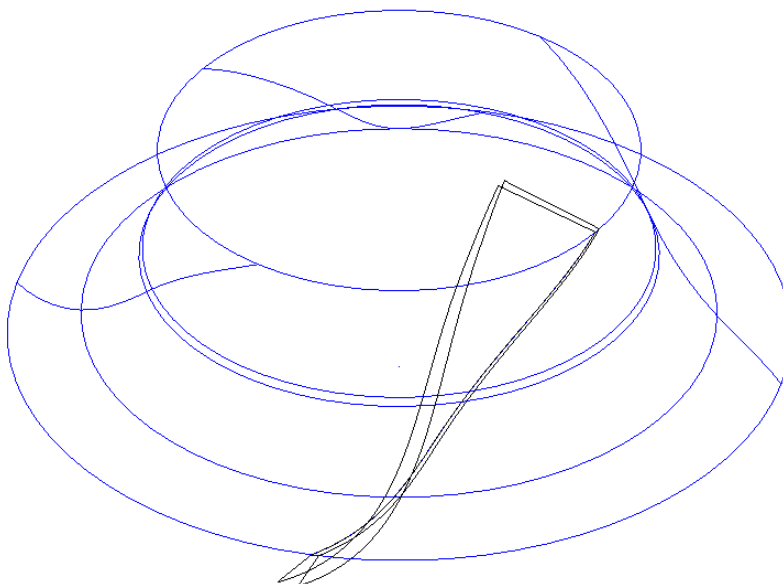
В следующем примере используем верхнюю кромку лопасти для создания поверхности вращения вокруг оси Z. **Защитная поверхность** в виде купола закрывает лопасти, кроме вершин, где поверхность скруглена радиусом **10мм**.



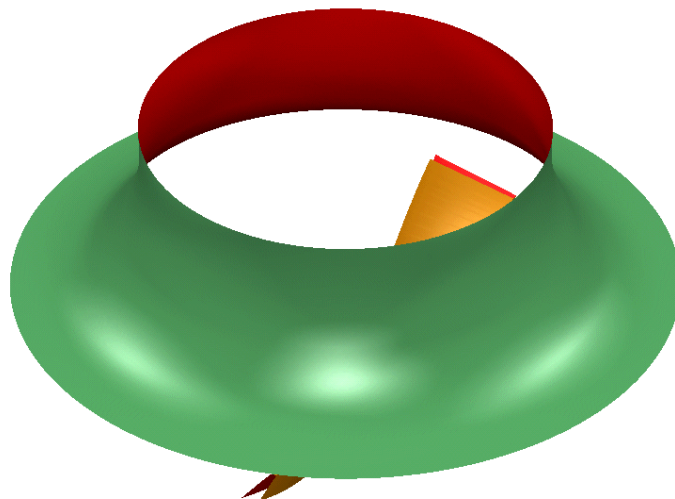
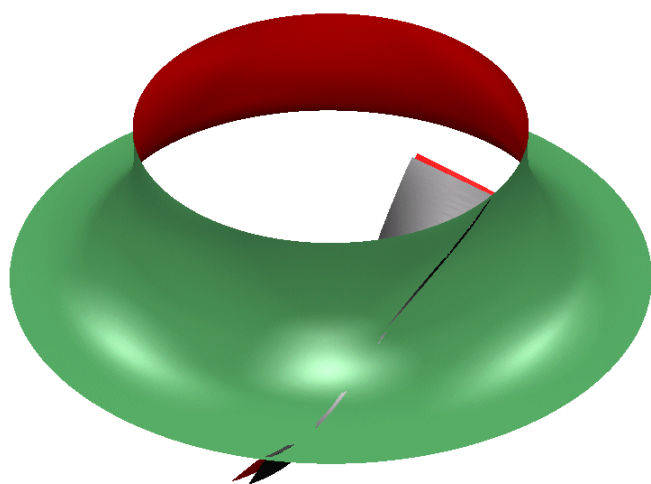
- Выключите все **слои**, кроме слоя, на котором расположена модель.
- Теперь **скройте** все поверхности кроме одной лопасти (как показано ниже слева).



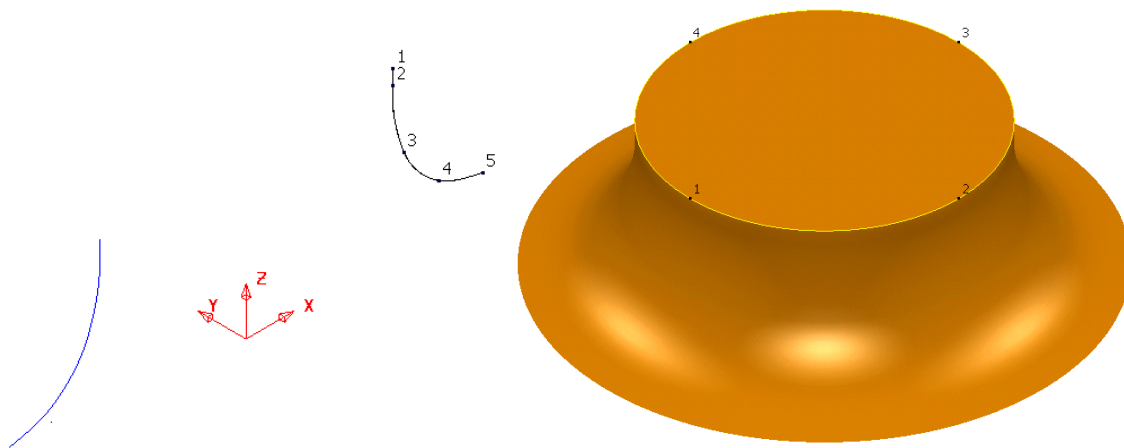
- **Создайте контур** по верхней кромке лопасти.
- Задайте **Точность 0,1**.
- Откройте панель **редактирования кривых** и нажмите иконку **Объединить и сгладить кривые** (верхний правый рисунок).
- Выберите **контур** (если он не выбран) и создайте **поверхность вращения** вокруг оси Z.
- Конвертируйте поверхность в **Power Surface**.



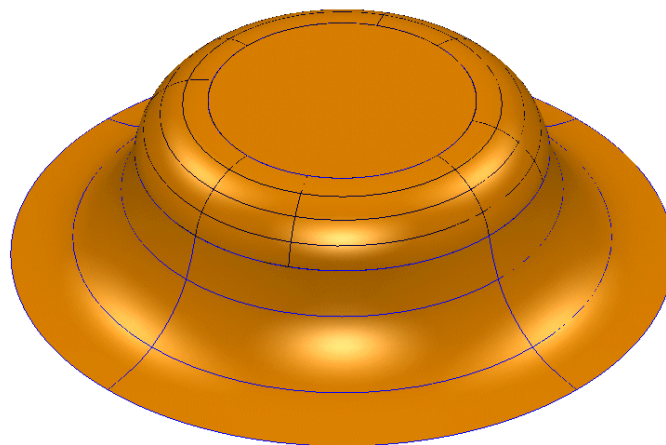
- Откройте панель **редактирования поверхностей** и нажмите иконку **Аппроксимировать** поверхность , лишние образующие кривые будут удалены.
- **Эквидистантно сместите**  копию поверхности на такую величину (**0.1мм**), чтобы поверхности образующие лопасть лежали внутри **защитной поверхности**.



- Создайте для **защитной** поверхности **сечение** по оси X (**Кривая - Создать сечение**).
- **Выберите** одну из полученных **кривых сечения** и создайте новую **защитную поверхность**.
- **Создайте контур** по верхней кромке сечения и постройте **ограниченную поверхность**.



- Создайте **скругление** радиусом **10мм** между двумя поверхностями.



- **Создайте** новый слой (**shield**) и поместите на него **защитную поверхность** и вспомогательную геометрию.
- Визуально проконтролируйте **защитную поверхность** вместе с основной моделью **impeller**.



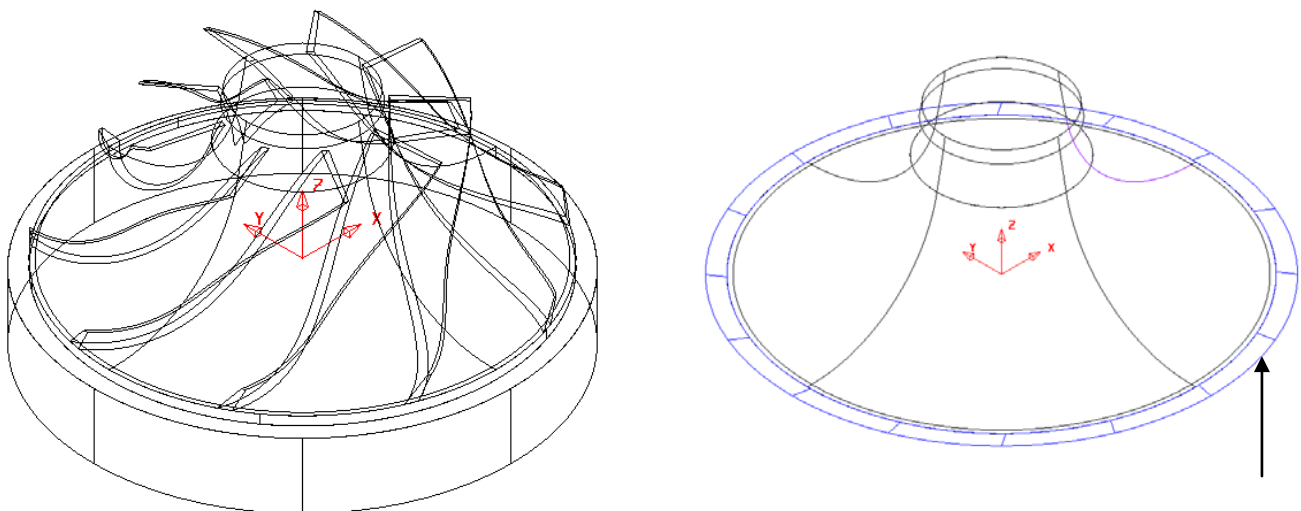
- **Выберите и экспортируйте 2 защитные поверхности** в файл с именем **shield.dgk**.

ВРЕМЕННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ (TEMPORARY SURFACES)

Часто бывает необходимо временно удалить поверхности из модели в **PowerMILL**, чтобы они не мешали при разработке **5-осевых** траекторий. В качестве примера можно привести ситуацию, когда для обработки **основания крыльчатки** необходимо удалить боковые стороны лопастей, чтобы исключить для них расчет траектории. Далее полученную траекторию можно ограничить до эквидистантной копии лопастей с помощью команды **PowerMILL Edit Toolpath (имя) Verify**.

Вместо, того чтобы постоянно удалять элементы модели, а потом открывать всю модель заново, наилучшим вариантом является сохранение копии поверхности **основания** как отдельной модели. В таком случае, **поверхности основания** можно экспортировать как отдельный **dgk** файл из **PowerMILL** или из **PowerSHAPE**, в зависимости от того, что является более удобным. Однако, в некоторых случаях (например, когда используются обрезанные поверхности) будет необходимо использовать **PowerSHAPE**, чтобы удалить ненужные **границы**.

- Выключите все **слои** кроме слоя, содержащего исходные поверхности.
- **Погасите** все поверхности, оставив лишь поверхности **основания** (как показано ниже справа).

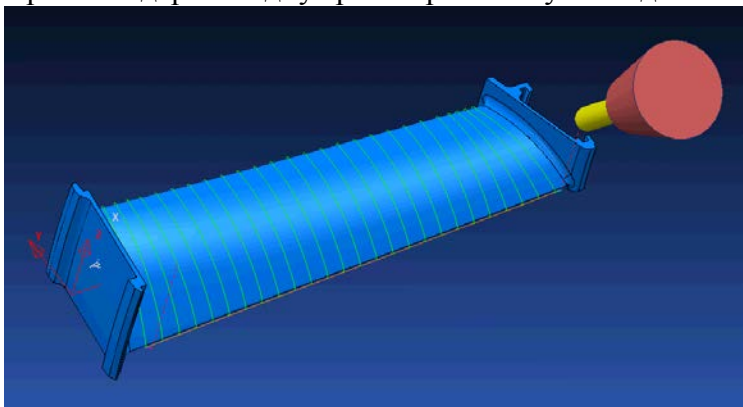


- Добавьте поверхность **расширения** (указана стрелкой), чтобы продлить рабочую траекторию.
- **Создайте** новый **слой (hub)** и переместите на него все поверхности, образующие основание крыльчатки.

- Далее **выберите** и **экспортируйте** данные поверхности в файл с именем **hub.dgk**.

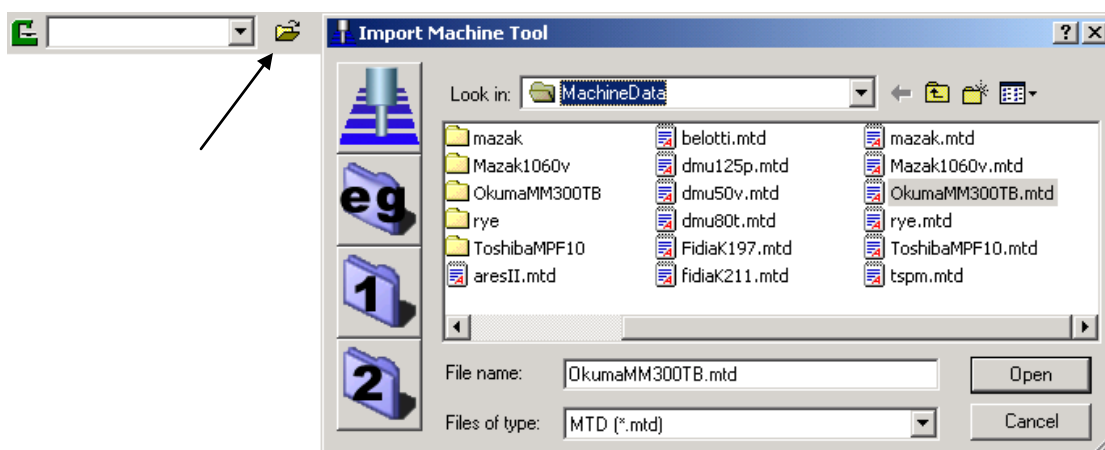
Симуляция движений узлов станка

Откройте проект Blade8. Установите изометрический вид.
Погасите Блок и Глобальную систему координат. Закрасьте модель и инструмент.
Проект содержит одну траекторию. Результат должен быть как на рис.

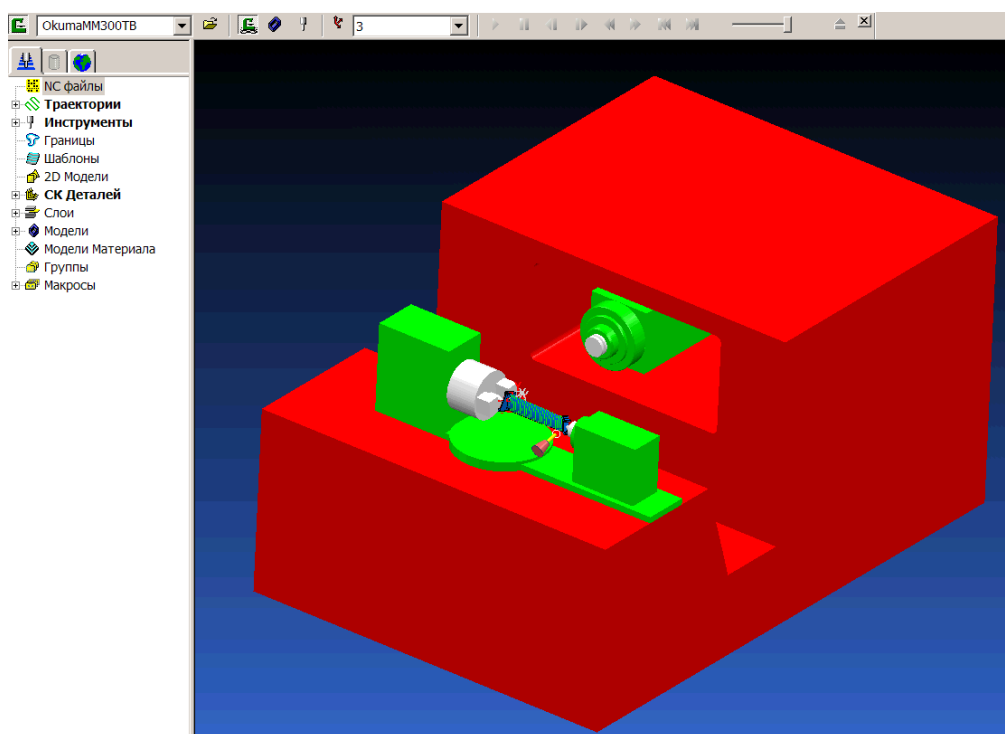


Теперь загрузим данные о станке из файла
'MachineData\OkumaMM300TB.mtd'

Выполните Вид – Панели инструментов – Симулятор и в появившейся панели симуляции нажмите на кнопку «Импортировать станок» (показана стрелкой).



При загрузке станка модель показана относительно глобальной системы координат. В панели симуляции есть возможность выбрать систему координат для симуляции. Выберите СК с именем 3.

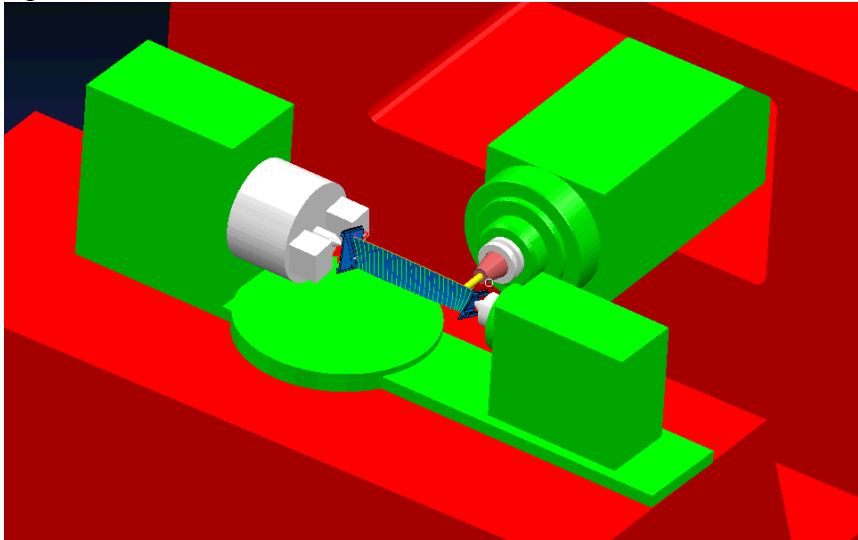


Модель теперь находится в корректной позиции.

Теперь выполните анимацию траектории (из контекстного меню траектории) с любой скоростью. После этого действия вам будут доступны кнопки управления анимацией: вперед, назад, стоп, покадрово и т.д (здесь же можно менять скорость анимации).



Процесс анимации показан ниже.



В этом примере использована реальная лопатка. Для создания траектории использована направляющая (drive) поверхность, которая показана фиолетовым. В этой поверхности крайние образующие переобработаны так, чтобы они были параллельны фланцам и смещены от них на величину радиуса инструмента (плюс зазор). Это сделано для того, чтобы избежать проходов на неполные обороты (т.к. движение инструмента осуществляется вдоль новых образующих).

