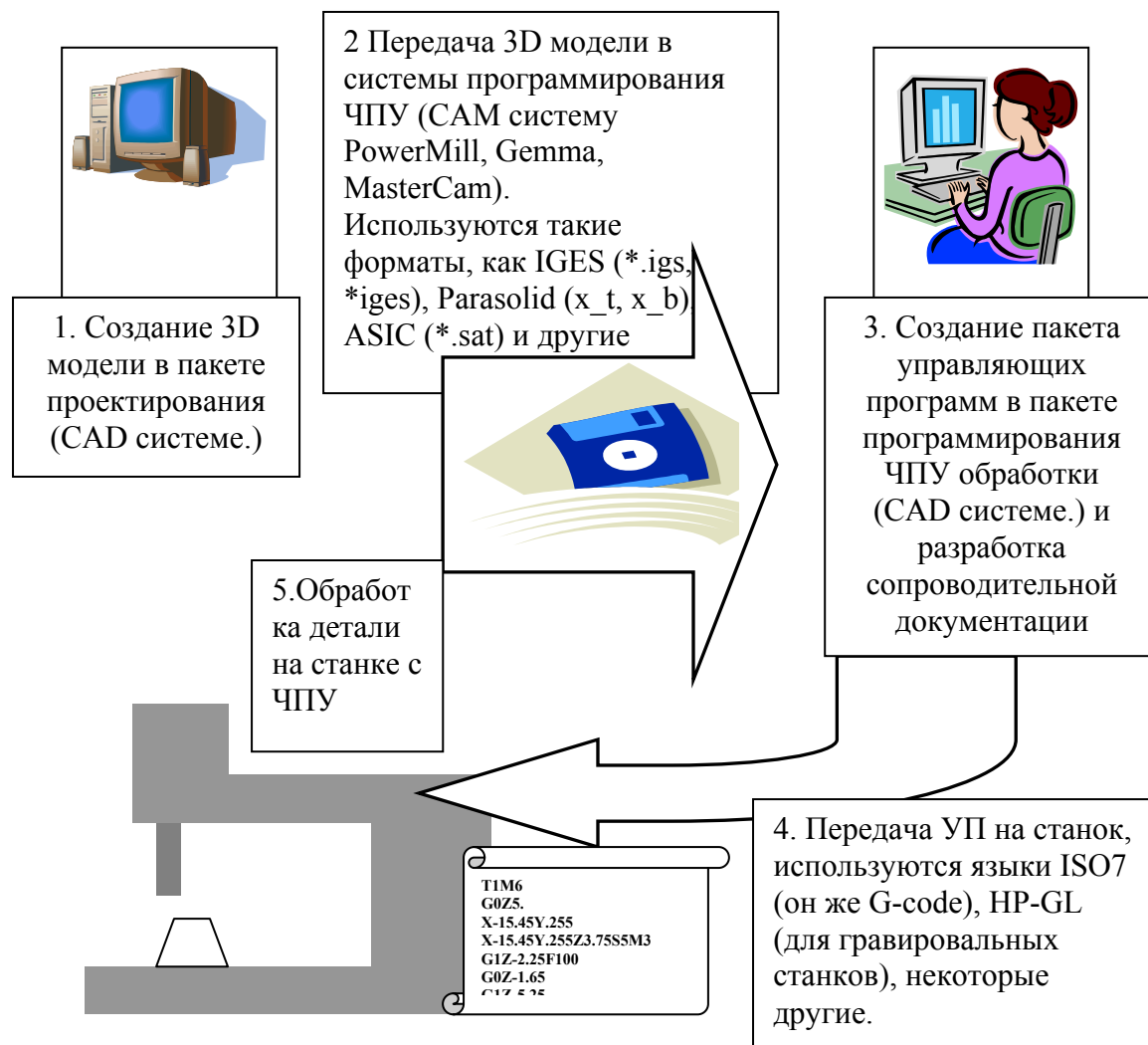


Раздел 1. Общие сведения о современных методах ЧПУ программирования.



1. При разработке изделия создается трехмерная модель детали и оснастки для ее изготовления. Разработка осуществляется в конструкторских (CAD) системах. Модель, как правило, является параметрической.
2. Модели деталей, которые требуют ЧПУ обработки, передаются (экспортируются из CAD и импортируются в CAM) в системы разработки ЧПУ программ (далее УП). Передача осуществляется с помощью прямых трансляторов, либо через нейтральные форматы, передающие данные о поверхностях, ограничивающих изделие (такие как IGES, STEP, SAT) – при этом теряются данные параметризации, либо о триангулированных оболочках (такие форматы как STL или WRML) при этом теряются данные о поверхностях. При некорректной передаче (искаженные поверхности, неправильная обрезка поверхностей, потерянные фрагменты поверхностей) имеет смысл попробовать различные форматы для трансляции.
3. Разработка УП и сопровождающей документации (карта наладки, инструментальных ведомостей и проч.) выполняется под нужды конкретного производства, с учетом его оборудования, требований и проч. Расчет УП производится с помощью САМ систем, которые по данным 3D моделей и введенным оператором сведений полуавтоматически рассчитывают УП. САМ системы различаются по назначению, степени автоматизации и проч. Процесс вывода УП в кодах станка называется постпроцессированием. Постпроцессор – специальный модуль САМ системы, который, в соответствии с заложенной в него спецификацией создает файл с кодами, требующимися для конкретной марки оборудования.
4. Передача УП на станок происходит либо через порты терминальной машины (например, *сору xxx.cnc lpt*, для станков фирмы Roland), либо через локальную сеть или на съемных носителях.
5. Обработка на станках происходит автоматически, при минимальном вмешательстве оператора.

Раздел 2. Общие сведения о программе PowerMill

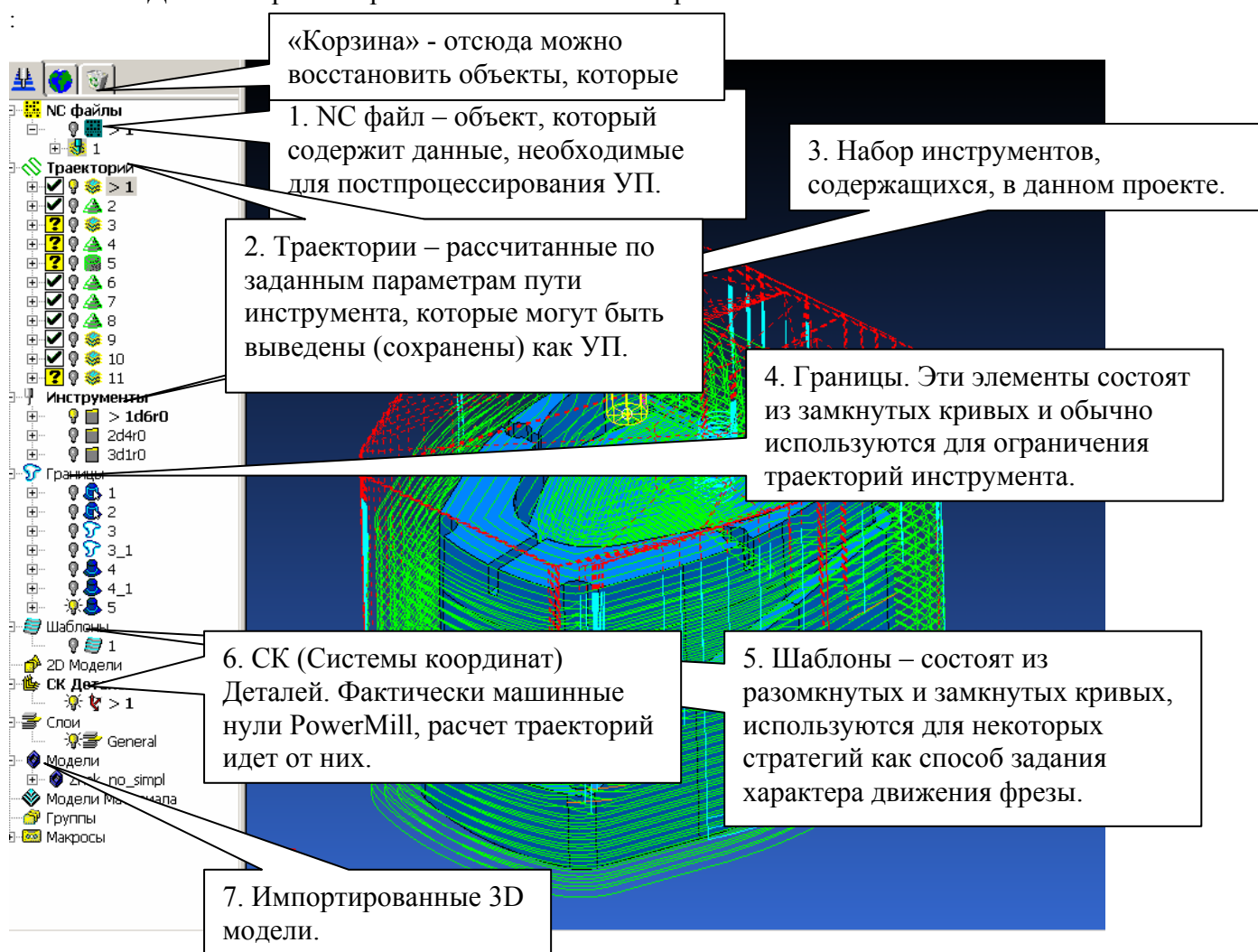
Пакет PowerMill является автономной (не являющейся частью CAD/CAM системы) CAM системой высокого уровня, с высокой степенью автоматизации расчета УП, подготовки сопроводительной документации (карт наладки фрезерной обработки, карт наладки электродов для ЭЭО).

PowerMill обладает некоторыми средствами 2,5D обработки, богатейшим арсеналом инструментов 3D обработки и сильными средствами для написания 5 координатных программ. Поддерживает большое количество типов инструмента (в том числе и произвольной формы). Обладает большой гибкостью и потому обычно рекомендуется для инструментального производства и обработки изделий сложной геометрии, таких как детали авиапромышленности, турбинные лопатки и т.п.

Важным достоинством программы является корректная работа с импортированной геометрией, имеющей дефекты – перехлесты и щели между лоскутами поверхностей, составляющих 3D модель, а также возможность использовать без каких-либо ограничений 3D модели «сеточных» форматов – таких как STL, WRML и др.

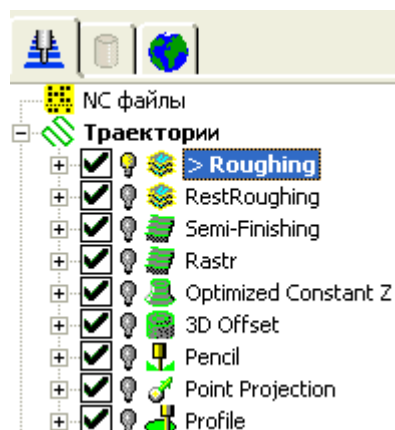
Раздел 3. Объекты проекта PowerMill

Практически все элементы проекта доступны для редактирования через Explorer (Проводник) PowerMill. Далее мы рассмотрим основные элементы проекта PowerMill:



Проводник PowerMILL  находится в левой части окна программы и предоставляет Вам доступ к основным элементам проекта, таким как: NC Файлы, Траектории, Инструменты, Шаблоны, 2D Модели, СК Деталей, Уровни, Модели, Группы и т.д. Так же Проводник позволяет работать с макросами.

Принцип работы в проводнике одинаков для всех групп. Описание основных элементов приведено ниже.



- нажатие на раскрывает соответствующую ветвь проводника. При этом значок переключателя изменится с на .

- нажатие на сворачивает соответствующую ветвь проводника. При этом значок переключателя изменится с на .

- включает/отключает отображение соответствующего элемента в графическом окне. Нажатие левой кнопкой мыши на переключатель изменит его вид с на .

- отключает отображение (скрывает) соответствующих элементов в графическом окне. При повторном нажатии на переключатель, он изменится с на .

- включает отображение (показывает) соответствующих элементов в графическом окне. Это положение переключателя по умолчанию (для вновь создаваемых элементов). Повторное нажатие по переключателю, изменит его с на . Далее переключатель будет изменяться между и .

Элементы, название которых отображается жирным шрифтом и имеющие значок ">" (к примеру > **Drilling**), являются **Активными** элементами.

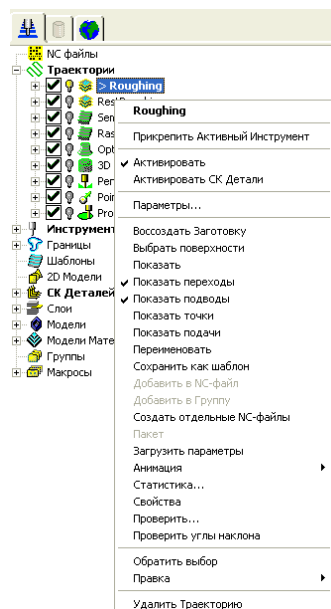
Переименование Элементов – в большинстве случаев, при создании новых элементов, программа автоматически присваивает им имя в виде порядкового номера. Так, первая, созданная Вами траектория, автоматически будет названа "1", вторая "2" и т.д.. В большинстве случаев, лучше переименовывать элементы, давая им более содержательные имена.

Переименуем траекторию, дав ей более удобное имя. Для этого нажмите в проводнике на траекторию "1" левой кнопкой мыши . Теперь имя траектории "1" подсвечивается синим цветом. Повторно нажмите левой кнопкой мыши по имени траектории . Вокруг имени траектории будет нарисован прямоугольник и появится курсор. Введите новое имя, к примеру, **1Roughing** **> 1Roughing**. Нажмите клавишу ввода.

Контекстное меню элементов

Каждый элемент в дереве проводника имеет своё контекстное меню. Некоторые пункты меню для всех элементов являются одинаковыми.

Далее общие пункты меню будут рассмотрены на примере контекстного меню **Элементов-Траекторий**. Оно вызывается нажатием левой кнопки мыши на элементах вкладки **Траектории** в проводнике PowerMILL.



Roughing – это название текущего меню, соответствующее названию траектории.

Активировать – делает активным текущий элемент. При этом, перед именем элемента **Roughing** добавляется значок «>» **> Roughing**. Так же, активный элемент (в данном случае, траекторию) можно определить по жирному шрифту его названия. Как вариант, элемент может быть активирован двойным щелчком левой кнопки мыши (в данном случае, двойной щелчок левой кнопкой мыши по).

Показать – определяет, отображается или нет текущий элемент в графическом окне. При этом переключатель изменяется с на . Так же, элемент может быть показан на экране при нажатии левой кнопки мыши по или скрыт, при нажатии по в окне проводника.

Переименовать – позволяет Вам изменить имя текущего элемента на более содержательное. Вокруг текущего имени (скажем "1") будет нарисован прямоугольник и появится курсор **1**. Введите новое имя **1Roughing** **> 1Roughing** и нажмите ввод. Элементы могут быть так же переименованы непосредственно в проводнике (смотрите

Переименование Элементов выше).

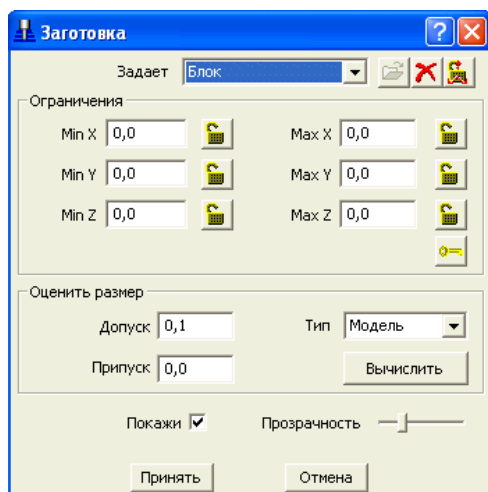
Удалить... - удаляет текущий элемент.

Раздел 4. Другие элементы проекта PowerMill.

Не отображающимися в Проводнике, но, тем не менее, являются необходимыми для работы являются элементы, доступ к которым можно получить через главную панель инструментов элементы, доступ к которым можно получить через главную панель инструментов.

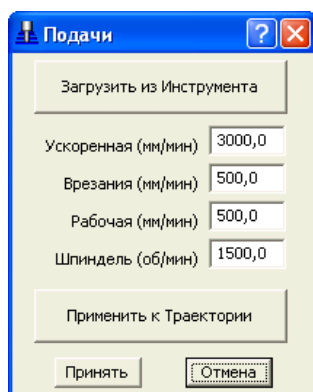


Заготовка



Нажатие на кнопку  открывает диалоговое окно Заготовка. Здесь можно задать форму, размер и ориентацию заготовки.

Поддачи  задает рабочие подачи и скорость вращения инструмента.



Загрузить из Инструмента – автоматически загружает значения из вкладки Режимы диалогового окна Инструмент активного инструмента.

Ускоренная – задает подачу ускоренных перемещений (холостых ходов), при которых резание материала не производится.

Врезания – подача, на которой фреза врезается в материал (подача вертикального врезания).

Рабочая – подача рабочих перемещений фрезы.

Шпиндель – задает скорость вращения шпинделя.

Применить к Траектории – загружает введенные значения в активную траекторию.

Принять – запоминает введенные параметры и закрывает диалоговое окно.

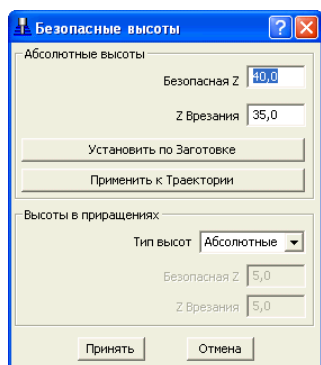
Отмена - закрывает диалоговое окно оставляя параметры без изменений.

Безопасные высоты

Кнопка **Безопасные высоты**  вызывает диалоговую панель, позволяющую задать значения **Безопасных высот**, т.е. высот, на которых фреза перемещается с ускоренной подачей (заданной в диалоговом окне **Подачи** ). Такие перемещения используются для перехода фрезы между обрабатываемыми участками за возможно короткое время. Данные перемещения условно можно разбить на три участка:

- 1.Подъем из последней точки рабочего хода на безопасную Высоту.
- 2.Перемещение по Безопасной высоте в новую точку.
- 3.Спуск до Высоты Врезания. Далее следует врезание в материал на подаче **Врезания**.

Абсолютные Безопасные высоты



Безопасная Z – высота Z, на которую поднимается инструмент перед ускоренным переходом над деталью.

Z Врезания – высота Z, на которой включается подача врезания. До этой высоты инструмент движется на ускоренной подаче.

Установить по Заготовке – автоматически устанавливает значение Безопасной высоты и Высоты врезания по габаритам обрабатываемой детали. Происходит это следующим образом:

$$\text{Безопасная Z} = \text{Максимальная Z заготовки} + \text{Относительная Z Врезания} + \text{Относительная Безопасная Z}$$

$$\text{Z Врезания} = \text{Максимальная Z Заготовки} + \text{Относительная Z Врезания}$$

Применить к Траектории – загружает введенные значения в активную траекторию.

Относительные Безопасные высоты

Тип высот – задает, какие перемещения будут использоваться: относительные или абсолютные.

Абсолютные – все ускоренные перемещения выполняются на Абсолютной Безопасной высоте, а подача врезания включается на Абсолютной Высоте Врезания.

Врезания в приращениях – все ускоренные перемещения выполняются на Абсолютной Безопасной высоте, а подача врезания включается на заданном расстоянии от детали.

Обе в приращениях – все ускоренные перемещения выполняются на Относительной безопасной высоте (минимальной высоте, на которой возможен переход без столкновения). Подача врезания включается на заданном расстоянии от детали. Данная опция доступна только для стратегий черновой обработки.

В приведенной ниже таблице показано, как **Тип высот** влияет на применение **Абсолютных** или **Относительных** перемещений.

Ускоренные Перемещения				
Тип высот	Подъем и переход	Врезание		
	Абс Безопас Z	Отн Безопас Z	Абс Z Врезания	Отн Z Врезания
Абсолютные	X		X	
Врезание в приращениях	X			X
Обе в приращениях		X		X

Безопасная Z – задает расстояние от наивысшей (по траектории движения) точки поверхности обрабатываемой детали.

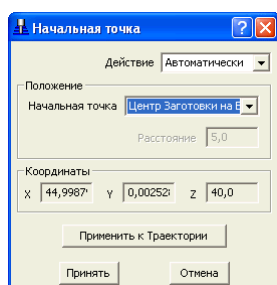
Z Врезания – задает расстояние до необработанного материала, на котором включается подача врезания.

Принять – запоминает введенные параметры и закрывает диалоговое окно.

Отмена - закрывает диалоговое окно оставляя параметры без изменений.

Начальная точка

Кнопка  вызывает диалоговую панель Начальная точка, позволяющую задать точку начала и завершения УП.



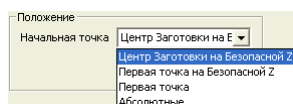
Действие – определяет, будут ли пересчитаны координаты Начальной точки при изменении параметров, от которых зависит положение Начальной точки.

Автоматически – при изменении параметров, от которых зависит положение Начальной точки, её координаты будут автоматически пересчитываться. Например, положение Начальной точки связано с размером заготовки. Изменение габаритов заготовки, или изменение Безопасной Z приведет к автоматическому пересчету положения начальной точки. Поле Координаты недоступно, т.к. PowerMILL вычисляет их автоматически.

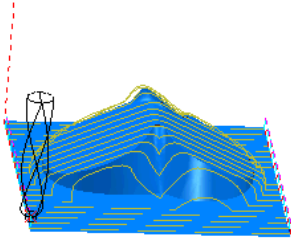
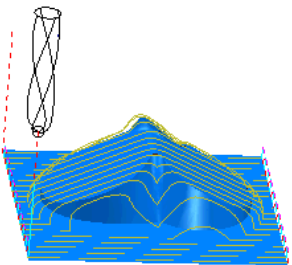
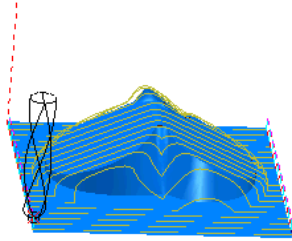
В этом режиме поля в области Координаты недоступны для редактирования, т.к. PowerMILL определяет их значения автоматически.

Фиксировать – положение Начальной точки остается неизменным до тех пор, пока Вы не измените их самостоятельно.

Положение – содержит список методов, определяющих положение Начальной Точки.

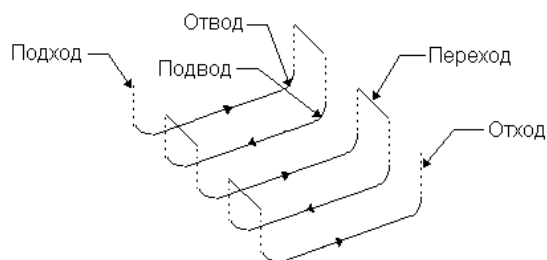
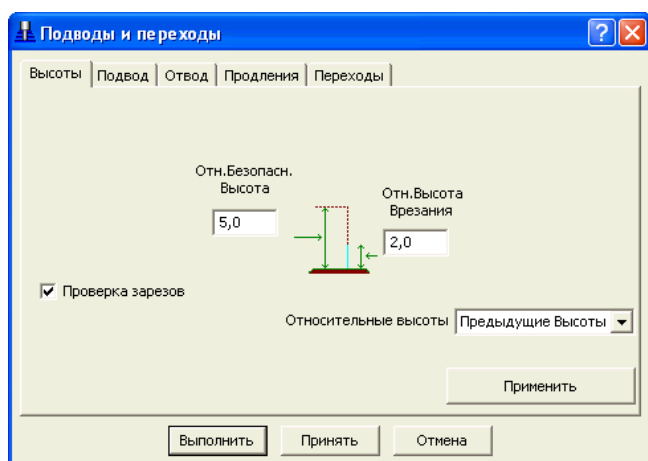


Центр Заготовки на Безопасной Z – начальная точка помещается в центра заготовки на Безопасной высоте.

		
Первая точка на Безопасной Z – начальная точка располагается на Безопасной высоте над первой точкой траектории.	Первая точка – начальная точка располагается на заданном расстоянии по Z от первой точки траектории.	Абсолютные – положение начальной точки траектории задается вручную координатами X, Y и Z

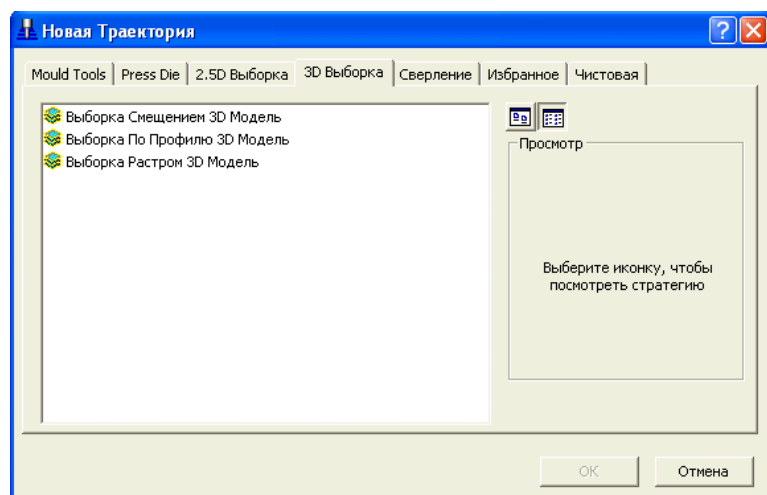
Подводы и Переходы

Кнопка  выводит на экран диалоговое окно Подводы и Переходы, в котором задаются подводы и переходы для стратегий чистовой и **черновой** обработки.



Раздел 5. Стратегии обработки

Кнопка Стратегии обработки  позволяет Вам выбрать тип желаемой стратегии обработки. На экране открывается диалоговое окно Новая Траектория.



Данное диалоговое окно содержит набор доступных стратегий обработки.

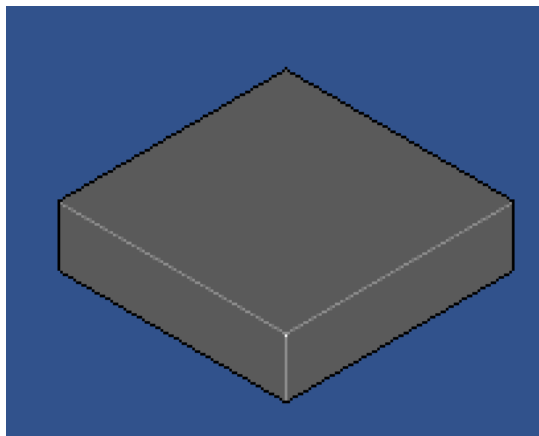
Вкладки в верхней части окна позволяют организовать доступные стратегии обработки по типам. По умолчанию окно содержит четыре вкладки:

Раздел 5. Имитация обработки (ViewMill)

Панель инструментов ViewMill может быть вызвана на экран нажатием кнопки  или выбором пункта меню **Вид – Панели инструментов - ViewMill**. По умолчанию, панель инструментов ViewMill отображается в верхней части экрана.



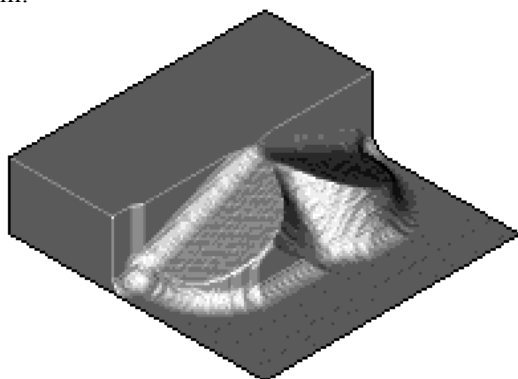
 **Переключить окно ViewMill** - переключает окна PowerMILL и ViewMill. Первое нажатие на кнопку  запускает ViewMill.



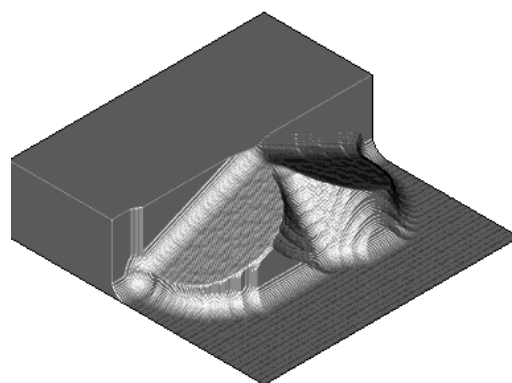
При запуске ViewMill открывается окно ViewMill. Цвет фона изменяется на синий и на экране появляется изображение заготовки.

Повторное нажатие на кнопку  открывает окно PowerMILL. При этом программа ViewMill не закрывается, а только происходит переключение между окнами.

 **Графическое разрешение** - осуществляет переключение между низким и высоким графическим разрешением окна ViewMill.

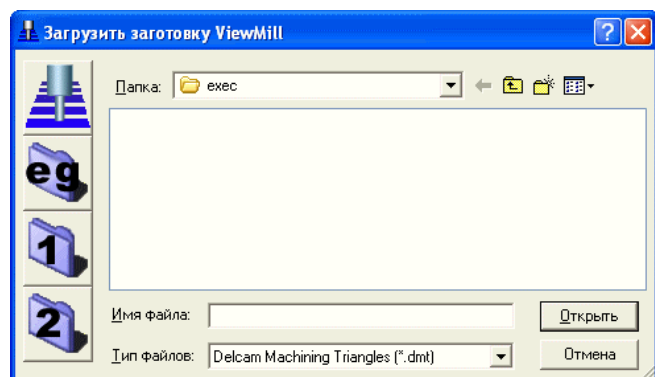


Низкое разрешение



Высокое разрешение

 **Открыть заготовку** - позволяет загрузить модель в качестве исходной заготовки. При нажатии на кнопку Открыть заготовку вызывает диалоговое окно **Открыть заготовку ViewMill** которое аналогично диалоговому окну **Импорт Модели**.





Сбросить заготовку - возвращает заготовку в исходное состояние.

Эта команда недоступна в процессе эмуляции. Чтобы сделать её доступной, остановите визуализацию обработки.



Закрасит заготовку - закрашивает поверхность заготовки. Т.о. вновь обработанная поверхность может быть легко отличена от поверхности, обработанной до закрашки.



Очистит заготовку - убирает остатки краски с заготовки. Обычно эта команда используется для того, чтобы убрать остатки краски с обработанной детали.



Сгладить заготовку - сглаживает заготовку. Эта операция "размывает гребешки" и сглаживает заготовку. Сглаженные участки помечаются синим цветом. Очистив заготовку, нажмите кнопку  еще раз. Вы можете повторять эту операцию до тех пор, пока на заготовке не останется окрашенных участков (т.е. не будет появляться новых сглаженных мест). Обычно не имеет смысла сглаживать заготовку более двух раз.

На практике эту команду удобно применять перед сохранением заготовки, которая в дальнейшем будет использоваться для создания УП остаточной черновой обработки в PowerMILL.



Сохранить заготовку - позволяет записать текущее состояние заготовки DGK или TRI файл. Эта модель может быть использована для следующих целей:

Открыть заготовку во ViewMill для продолжения эмуляции в следующий раз.

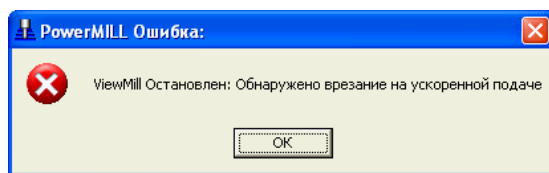
Открыть как Заготовку в PowerMILL и использовать её для остаточной черновой обработки.

Эта кнопка вызывает стандартное диалоговое окно **Сохранить**.

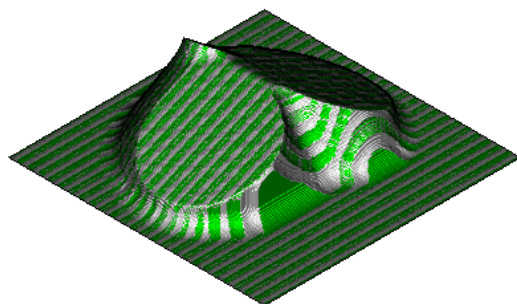


Пауза - останавливает симуляцию в случае обнаружения ошибки и выдает соответствующее сообщение.

Типичное сообщение об ошибке показано ниже:



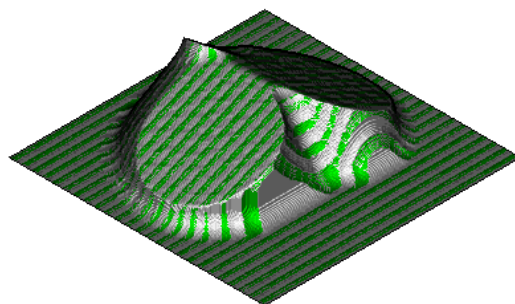
Показать попутные ходы закрашивает участки с попутным фрезерованием зеленым цветом.



На рисунке все попутные ходы закрашены зеленым цветом, а все встречные ходы закрашены серым.



Показать встречные ходы - закрашивает участки с встречным фрезерованием зеленым цветом.



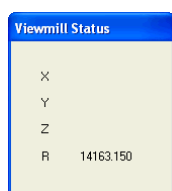
На рисунке все встречные ходы закрашены зеленым цветом, а все попутные ходы закрашены серым

 Закрашенная фреза - в процессе визуализации обработки отображается закрашенная фреза.	 Прозрачная фреза - в процессе визуализации обработки отображается прозрачная фреза.
	

 **Покадровая эмуляция** - визуализирует результат обработки целого кадра траектории. Эта опция используется по умолчанию.

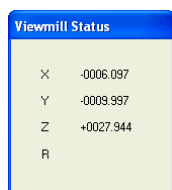
 **Плавная эмуляция** - визуализация выполняется медленно.

 **Показать объем материала** - отображает объем снимаемого материала.



Когда эта опция включена, поле **R** непрерывно обновляется.

 **Показать координаты фрезы** - отображает текущие координаты фрезы.



Когда эта опция включена, поля X Y и Z обновляется непрерывно. Остановка эмуляции с помощью кнопки  дает возможность посмотреть координаты фрезы в конкретной точке.

 **Все траектории NC Файла** – при нажатой кнопке, визуализируются все траектории, входящие в состав активного NC Файла.

 **Пуск** – запускает эмуляцию в непрерывном режиме.

 **Пауза** – останавливает эмуляцию.

 **Откат** – возвращает Заготовку в состояние, которое она имела перед началом эмуляции последней УП.

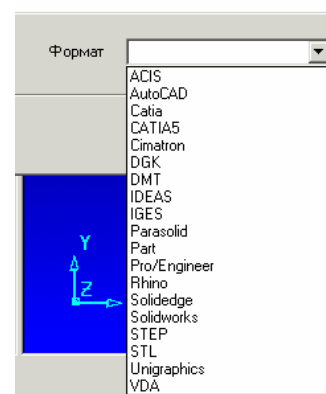
 **Пошагово** – запускает эмуляцию в пошаговом режиме. Нажатие на кнопку **Пошагово**  выполняет эмуляцию одного кадра. Для запуска эмуляции в непрерывном режиме нажмите кнопку **Пуск** .

 **Процент выполнения** - отображает процент выполнения визуализации

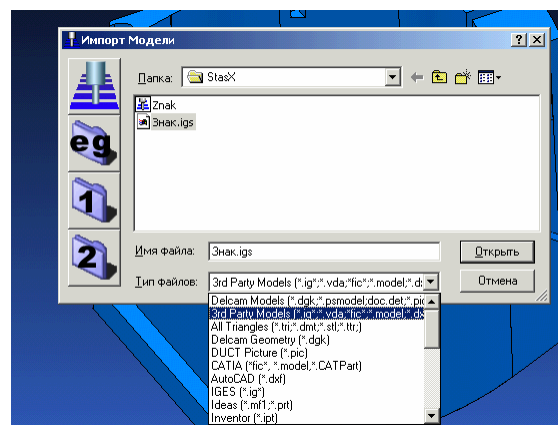
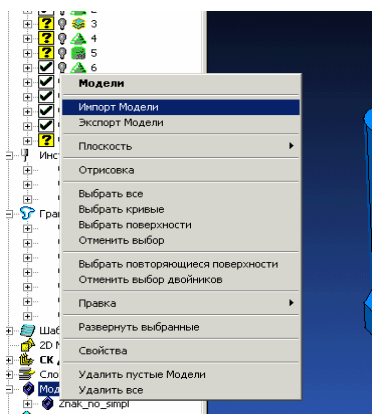
 **Выйти из ViewMill** - прекращает эмуляцию и возвращает пользователя в PowerMILL. Повторное нажатие кнопки «Переключить» окно ViewMill  откроет окно ViewMill с загруженной заготовкой.

A 3D CAD model of a mechanical part, possibly a bracket or a housing. The part is blue and features a complex, curved design. It has a central opening and a base. The model is shown from an isometric perspective.

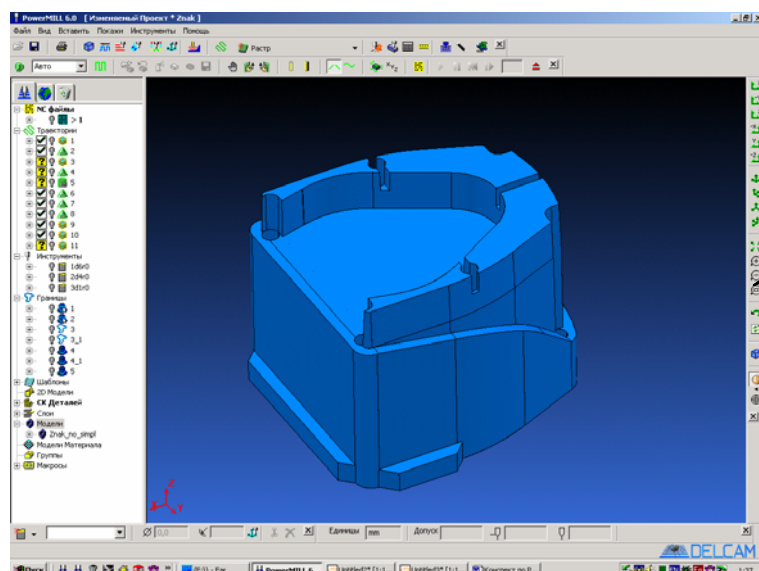
Если ваша CAD система имеется в списке, то имеет смысл попробовать использовать прямые трансляторы из таких систем, например, как SolidWorks, Pro/Engineer, Unigraphics. Это уменьшит вероятность ошибочного использования устаревшего файла и сократит число манипуляций с моделью.



2. Импортируем модель в PowerMill, для этого щелчком правой кнопки мыши вызываем контекстное меню, выбираем пункт «импортировать модель» (выбрав из выпадающего списка в нижней части диалогового окна нужный формат):



После этого на экране вы должны получить примерно такое изображение:

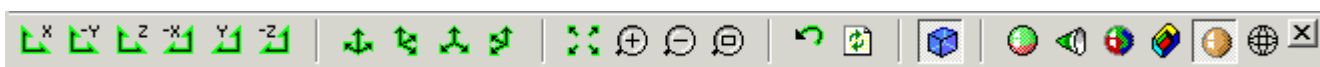


Панель кнопок «Вид»

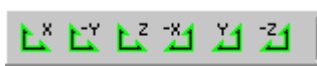
«Вид», рассмотрим ее подробнее:

Панель инструментов Вид

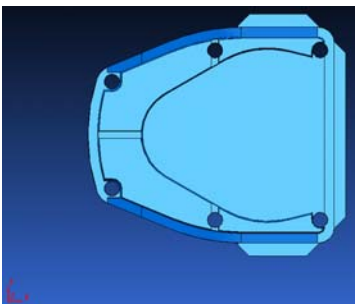
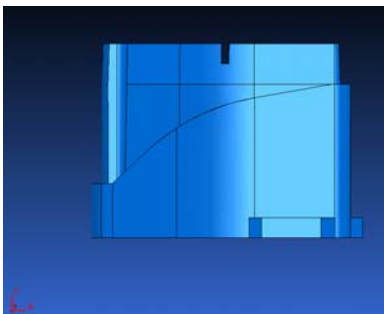
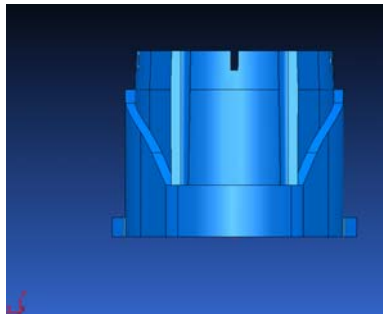
Панель инструментов Вид предоставляет доступ к большинству наиболее часто используемых команд по работе с графическим окном PowerMILL. По умолчанию она располагается в правой части окна PowerMILL, но может быть перемещена в любое удобное место.



Если **Панель инструментов Вид** не отображается на экране, её можно открыть через меню **Вид – Панели инструментов – Вид**.



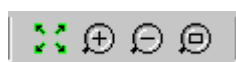
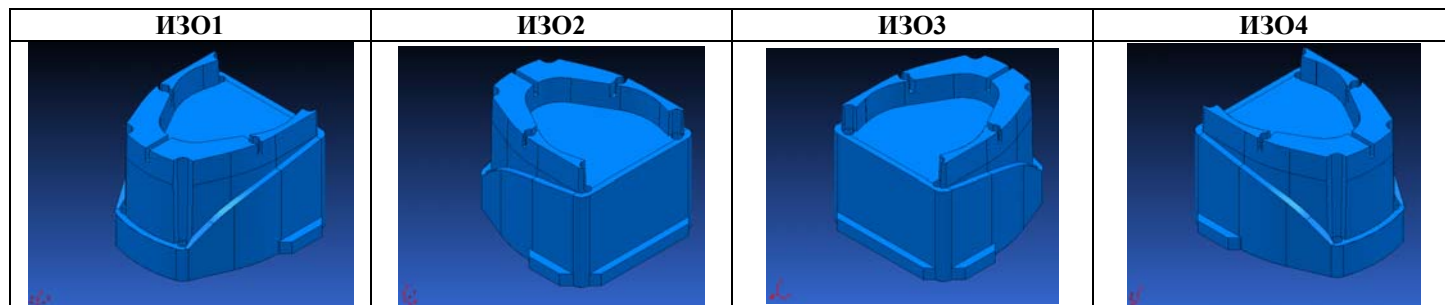
Вид вдоль - изменяет отображение модели на ортогональное отображение вдоль осей X, Y или Z.

Вид вдоль +Z	Вид вдоль +Y	Вид вдоль +X
		

Кроме того, с помощью кнопок на панели «Вид» в PowerMill вы можете задавать и изометрические проекции -



Нажатие кнопок **ИЗО1**, **ИЗО2**, **ИЗО3** или **ИЗО4** определяет угол проекции.



Масштабирование - позволяют увеличить/ уменьшить масштаб изображения модели в графическом окне.



Показать все - меняет масштаб изображения таким образом, чтобы все изображенные в данный момент элементы полностью попали в графическое окно. Эта функция работает как на уменьшение, так и на увеличение масштаба изображения. Т.о. Вы можете увеличить очень маленькие модели во весь экран.



Увеличение - удваивает масштаб изображения. Нажимайте эту кнопку до тех пор, пока не достигнете желаемого увеличения. Изображение увеличивается относительно центра экрана.

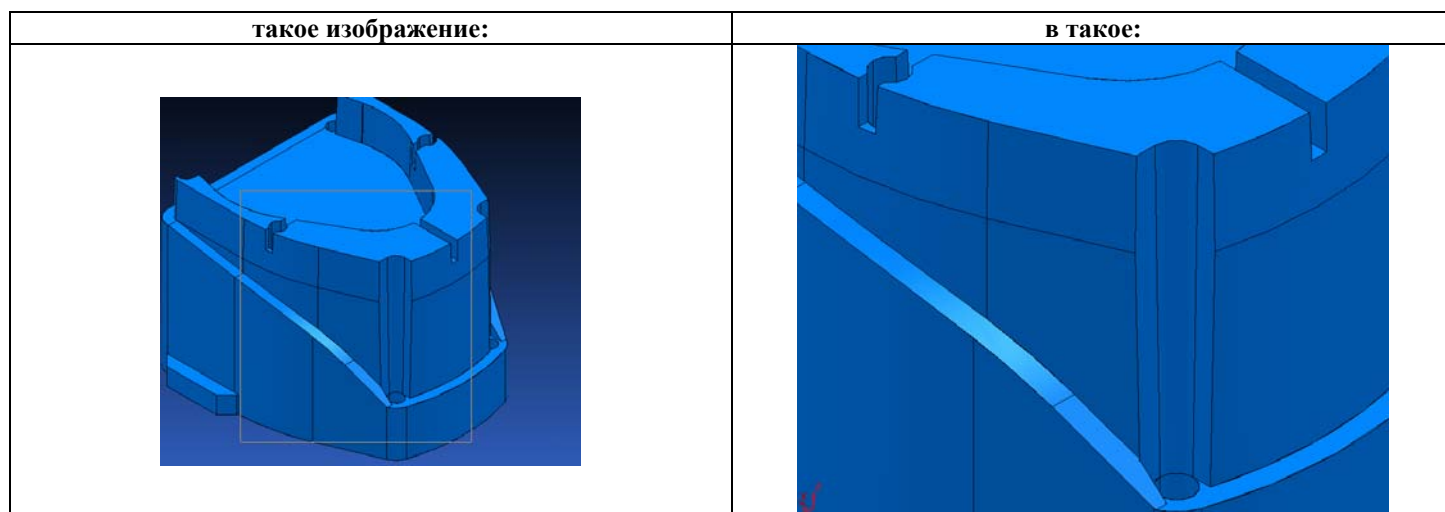


Уменьшение - вдвое уменьшает масштаб изображения. Нажимайте эту кнопку до тех пор, пока не достигнете желаемого уменьшения. Изображение уменьшается относительно центра экрана.



Увеличение рамкой - увеличивает указанную область окна. Выделите рамкой (с помощью левой кнопки мыши) интересующую область экрана. Изображение будет увеличено таким образом, чтобы вписать выбранную часть во весь экран.

Эта команда превратит:



Предыдущий вид - показывает предыдущий вид. Например, вы можете вернуться к предыдущему виду после увеличения изображения.

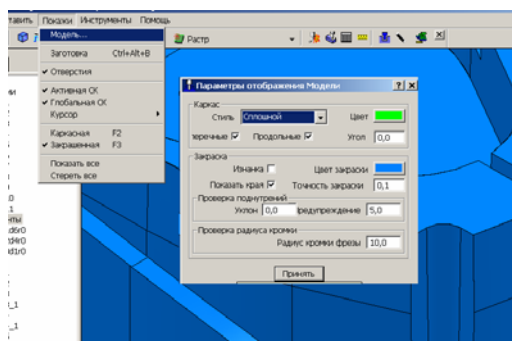


Освежить - перерисовывает отображенные на экране компоненты. Эту команду использовать после стирания с экрана или удаления отдельных объектов для восстановления целостности изображения.



Заготовка - включает отображение заготовки. Заготовка по умолчанию отображается прозрачной.

Далее на панели имеются очень полезные команды для визуального анализа модели:



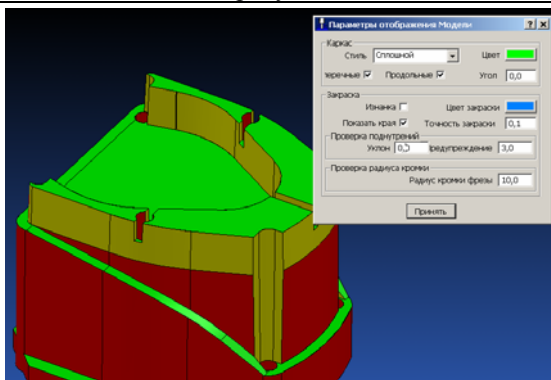
Настроив с помощью показанного слева диалогового окна параметры отображения модели вы можете проверить минимальные радиусы инструмента, поднутрения и литейные углы, а также более подробно проанализировать геометрию детали.



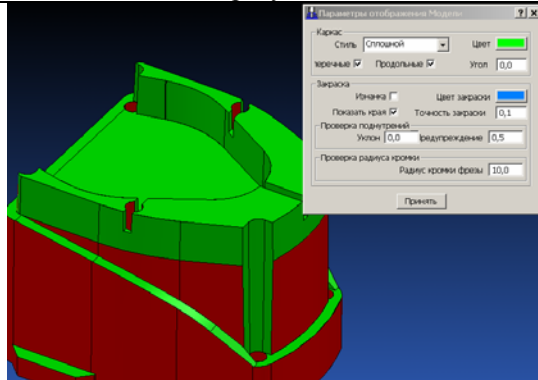
Проверка поднутрений - позволяет определить области поднутрений. Данная команда очень чувствительна к ориентации модели на экране.

При более детальном увеличении, Вы можете увидеть, что некоторые области модели закрашены красным цветом, Это означает, что наклон этих областей меньше порогового значения **Угла Уклона**. Желтым цветом отображаются области, угол наклона которых равен **Углу Предупреждения**.

Предупреждение при задании уклона стенки менее 3 градусов.



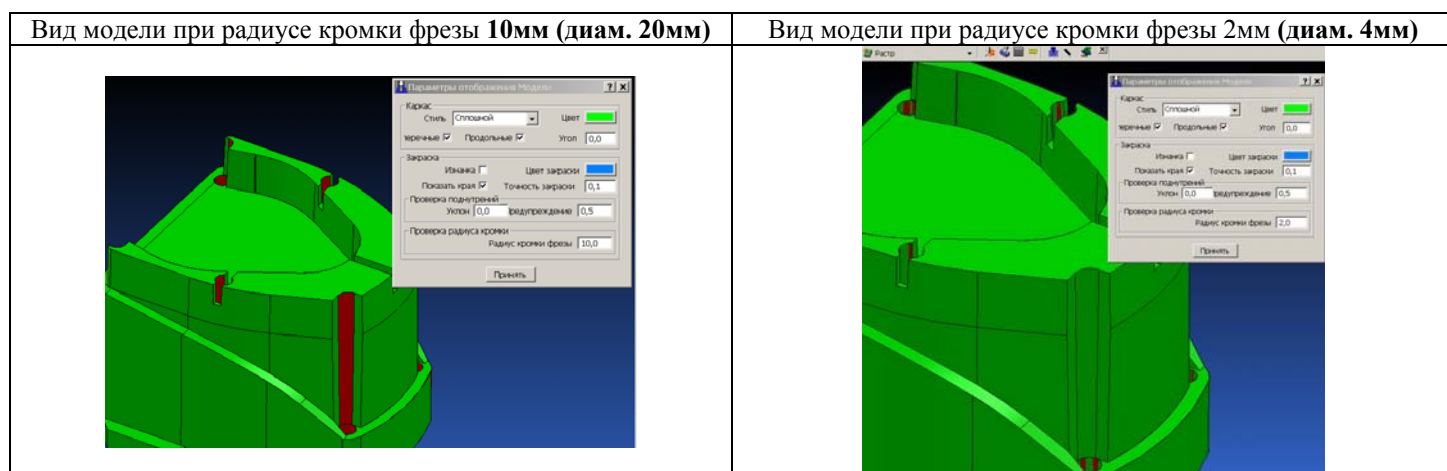
Предупреждение при задании уклона стенки менее 0,5 градусов.





Проверка радиусов - позволяет проверить модель на возможность её обработки фрезой с заданным радиусом.

Области, покрашенные красным цветом не могут быть обработаны фрезой с заданным радиусом. Для изменения порогового значения угла, откройте диалоговое окно **Инструменты - Опции** и перейдите во вкладку **Закраска**.



Многоцветная закрашка - закрашивает модель теми же цветами, что и каркас. Данная закрашка отличается от **Обычной закрашки**, в которой цвет задается через вкладку **Цвет закладки** диалогового окна **Параметры отображения Модели**.



Закраска припусков - закрашивает компоненты модели цветами, заданными в диалоговом окне **Припуски Компонентов**.



Обычная закрашка - отображает покрашенное представление модели. Модель может отображаться как в каркасном так и в покрашенном виде.



Каркас - отображает каркас модели. Модель может отображаться как в каркасном так и в покрашенном виде.

Наиболее часто используемые команды продублированы «горячими клавишами»:

Действие	3х кнопочная мышь	2х кнопочная мышь
Произвольное вращение	Средняя кнопка	Ctrl + Shift + Правая кнопка
Вращение вокруг оси X	Shift + Alt + Левая кнопка	Shift + Alt + Левая кнопка
Вращение вокруг оси Y	Shift + Alt + Средняя кнопка	Не используется
Вращение вокруг оси Z	Shift + Alt + Правая кнопка	Shift + Alt + Правая кнопка
Паномирование	Shift + Средняя кнопка	Shift + Правая кнопка
Увеличение / Уменьшение	Ctrl + Средняя кнопка	Ctrl + Правая кнопка
Увеличить рамкой	Alt + Средняя кнопка	Alt + Правая кнопка
Показать все	F6	F6

Использовать «Произвольное вращение» поначалу достаточно трудно. Но, как правило, навыки появляются довольно быстро.

Если Вы поместите курсор в центре экрана, нажмете среднюю кнопку и начнете перемещать мышь, изображение на экране тоже придет в движение. Чтобы понять, как движется изображение,

представьте себе, что Вы держите палец на поверхности шара, расположенного в центре экрана. Когда Вы передвигаете палец (и шар вместе с ним), то шар становится видимым, и Вы можете оценить изменение положения шара в пространстве.

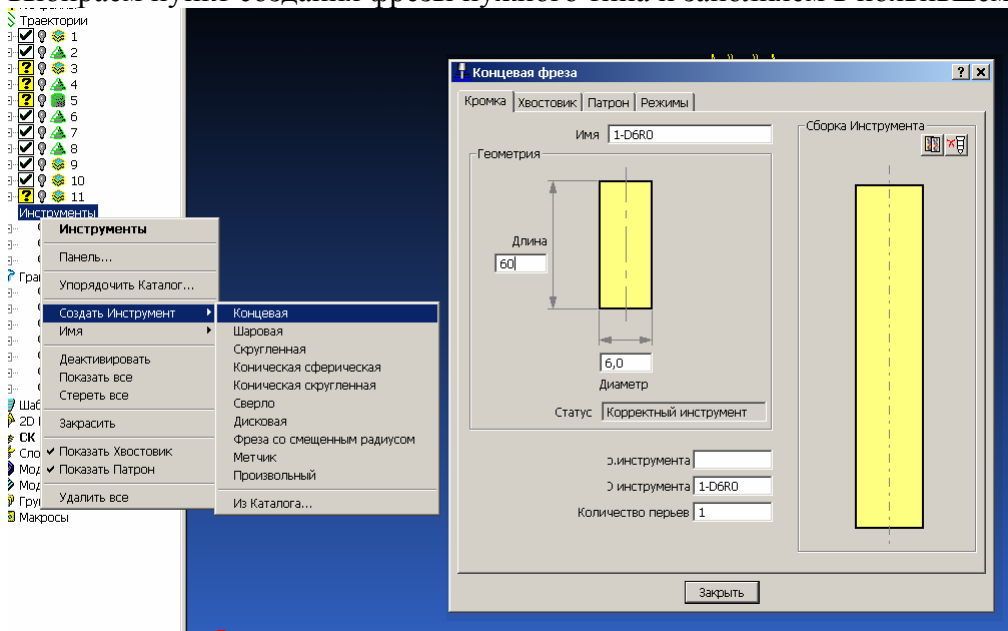
Команды панели инструментов **Вид** также можно выполнять, используя цифровую часть клавиатуры (убедитесь, что режим **Numeric Lock** включен). Ниже приведена таблица соответствия клавиш:

ИЗО 4 – CTRL+7	СЗАДИ CTRL+8	ИЗО 3 CTRL+9
СЛЕВА CTRL+4	СВЕРХУ CTRL+5	СПРАВА CTRL+6
ИЗО 1 CTRL+1	СПЕРЕДИ CTRL+2	ИЗО 2 CTRL+3
СНИЗУ CTRL+0		

3. Установив с помощью команд «Вид» удобную форму экранного представления модели приступим к разработке пакета управляющих программ для обработки детали.

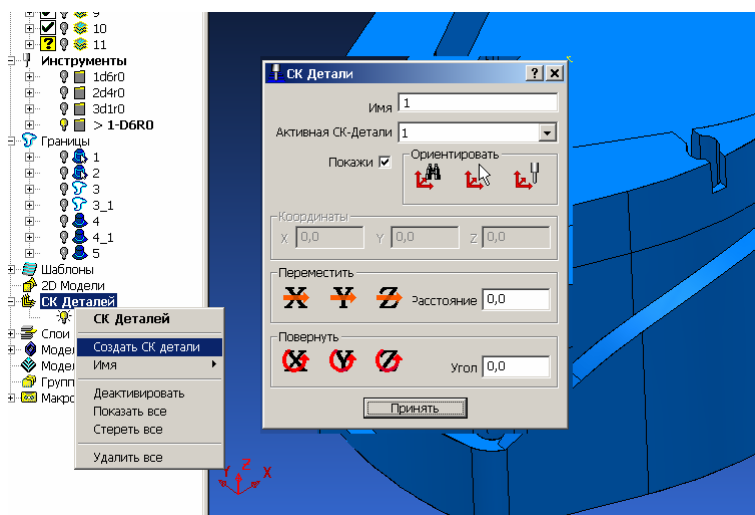
Проанализировав габариты детали и объем припуска выбираем твердосплавную фрезу диам. 6 мм с плоским торцом. Чтобы использовать ее при расчете траектории ее нужно создать в PowerMill.

Щелчком правой кнопки мыши на ветки «Инструменты» в Проводнике вызываем контекстное меню, выбираем пункт создания фрезы нужного типа и заполняем в появившемся окне нужные поля.



Рекомендуется давать инструменту достаточно полные и информативные названия, которые полностью (хотя бы для вас) определяют инструмент. Обычно для этого достаточно указать в названии диаметр инструмента и радиус скругления его рабочей кромки.

После создания инструмента (а впрочем, и до этого) необходимо проверить, правильно ли ориентирована деталь относительно системы координат (СК). В случае, если СК, в которой деталь была сохранена в CAD системе не соответствует желаемому для обработки машинному нулю имеет смысл создать в проекте PowerMill новую СК и расположить ее желаемым образом. Это делается с помощью команд из контекстного меню «СК детали»:



В нем вы можете перемещать, поворачивать и присваивать СК детали новое имя.

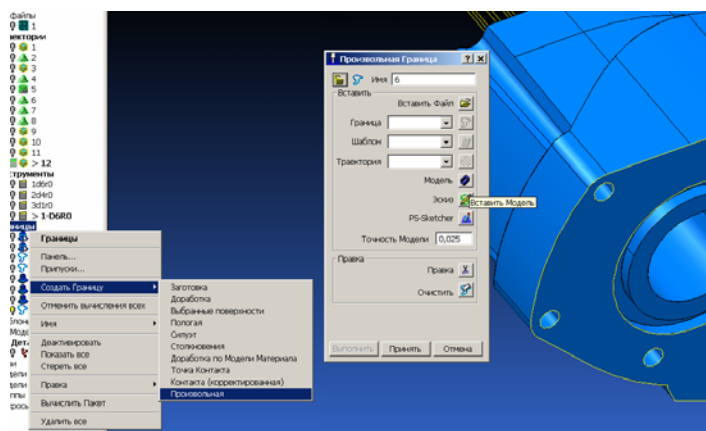
Настоятельно рекомендуется, чтобы созданная вами СК совпадала с машинным нулем при обработке это позволит избежать многих ошибок при трансляции программ, создании карт наладки и т.п.

Определив СК и инструмент нам следует задать заготовку.

Следует отметить, что в PowerMill модель заготовки – это геометрически не совсем та заготовка, которая будет установлена на станок. В PowerMill элемент проекта Заготовка – это (если не указано особо) объем, в которого не должна выходить вершина инструмента при расчете траектории! Далее, чтобы различать их, элемент проекта будем писать с заглавной буквы. Вот так: Заготовка.

Зададим Заготовку для первой операции – снятия основной части припуска. Заготовка будет представлять собой тело, образованное вытягиванием профиля, полученного офсетом (эквидистантным отступом) вида детали в плане, т.е. моделирует достаточно частую в производстве ситуацию – обработку предварительно выпиленной или начерно обработанной на универсальном оборудовании детали.

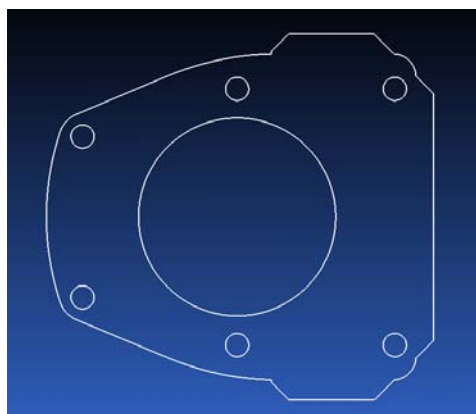
Для этого мы сначала должны создать границу – она будет задавать наш будущий профиль для ВЫТЯЖКИ.



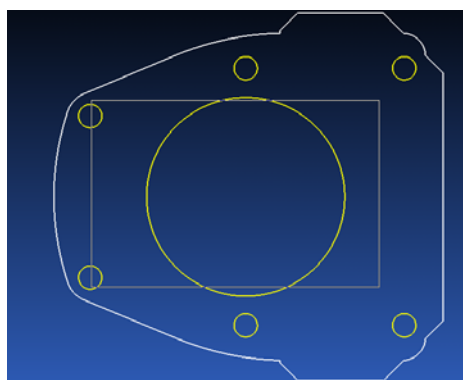
Для этого мы:

1. Создаем выбором из контекстного меню «Граница» «Произвольную» границу.
2. Щелчком выбираем основание детали (его границы подсвечиваются при этом желтым)
3. Нажимаем кнопку «Вставить модель» в диалоге создания границы.

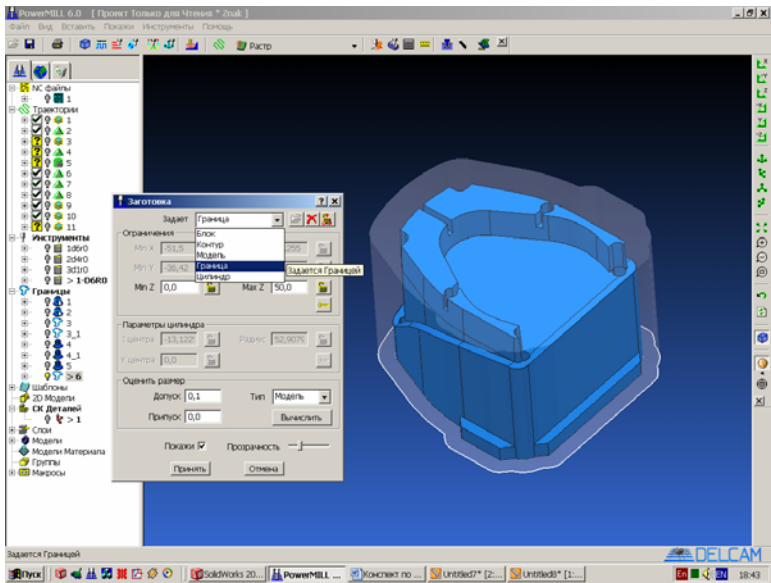
Скроем модель, нажав кнопку **закраски**  (или клавишу F3), и развернем вид в плоскость XY нажав, CTRL+5. После этого у нас должен получиться такой набор контуров:



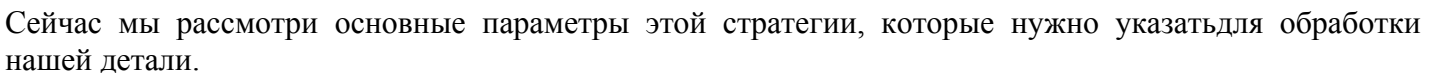
Удалите ненужные нам контура в виде окружностей, для этого выберете их мышью (они будут подсвечены при этом желтым) и нажмите клавишу Del:



И получим такой одиночный контур, который «отоффсетим» наружу на 5мм:



Создав инструмент, СК и заготовку можно приступать собственно к созданию траектории инструмента. Для выборки основного объема припуска хорошо подходят стратегии группы **«Выборка»**. Вызовите диалог создания траектории «Выборка смещением» из меню траекторий.



Основные параметры стратегии «Выборка смещением»

Инструмент (по умолчанию используется активный во время создания УП).

Допуск: Точность, с которой инструмент следует контуру модели детали.
Припуск: радиальной и осевой припуск, оставляемый после обработки.

Шаг – радиальный шаг, с которым делаются проходы в плоскости XY
Шаг по Z - управление слоями выборки (про *слои* см. далее)

Направление обработки попутное/встречное

Порядок обхода карманов.

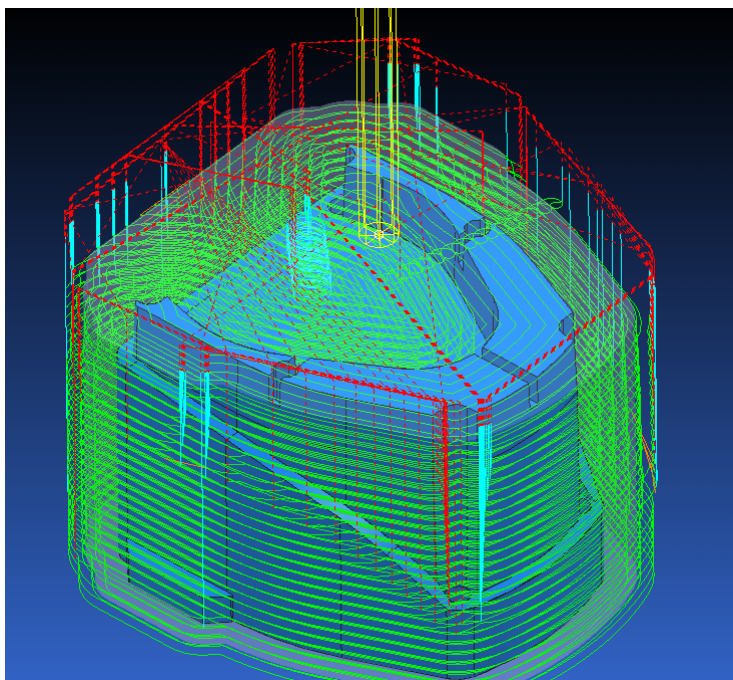
Тип врезания на слой.

Параметры сглаживания проходов.

Опция вставки трохоидальных проходов при перегрузке фрезы сверх установленного сема.

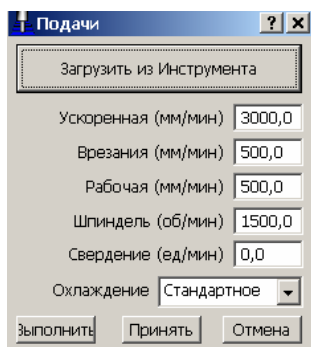
Порядок выборки слоев:
Тип
проходы идут или от внешней границы заготовки к модели (**Модель**) или от границ слоя к его центру (**Все**)
Направление
Либо изнутри области к ее границам (**изнутри**) или снаружи области к ее центру (**снаружи**) или на усмотрение системы, минимизируя перебеги (**авто**)

Полученная траектория выглядит следующим образом:



Причем –
Зеленые линии – рабочие ходы,
Пунктирные красные – переходы между ними
Коричневые – подводы/отводы на рабочей подаче
Светло-голубые – подводы и опускания инструмента на подаче врезания.

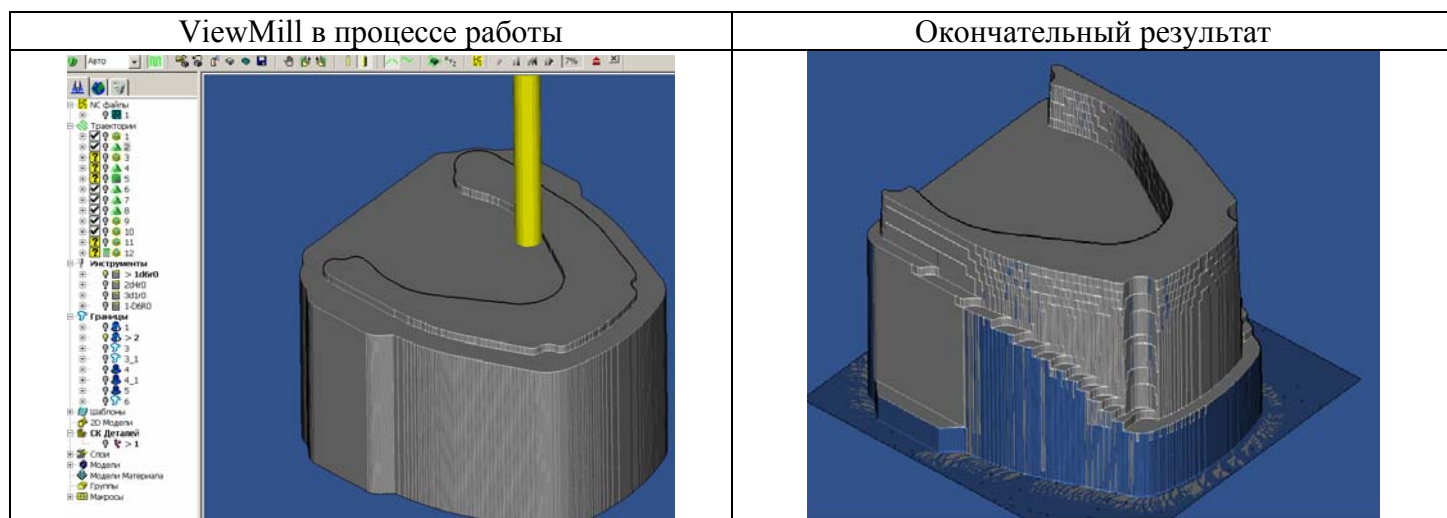
Установить нужные подачи можно в окне диалога подач –



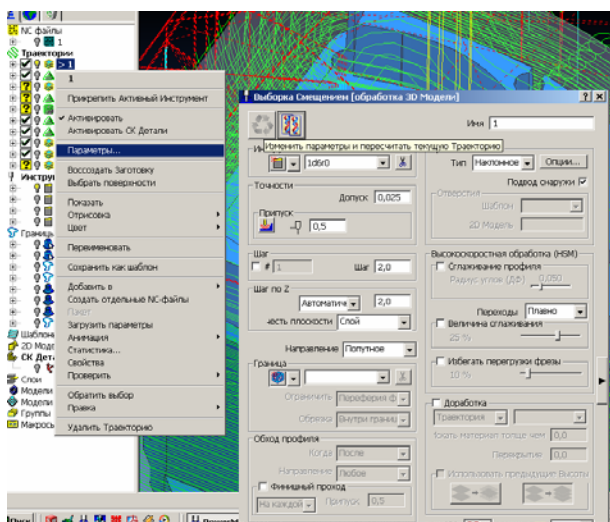
Для применения к активной траектории надо нажать кнопку «Выполнить», для того, чтобы подачи были учтены во вновь создаваемых УП, надо закрыть окно кнопкой принять.

Вообще такая обработка команд диалогового окна общее правило PowerMill – «выполнить» действует на активный элемент, «применить» сохраняет

Создав траекторию, проверьте ее с помощью ViewMill. Откройте кнопкой  на главной панели инструментов, а затем переключитесь в окно ViewMill кнопкой  (крайняя слева на панели кнопка).



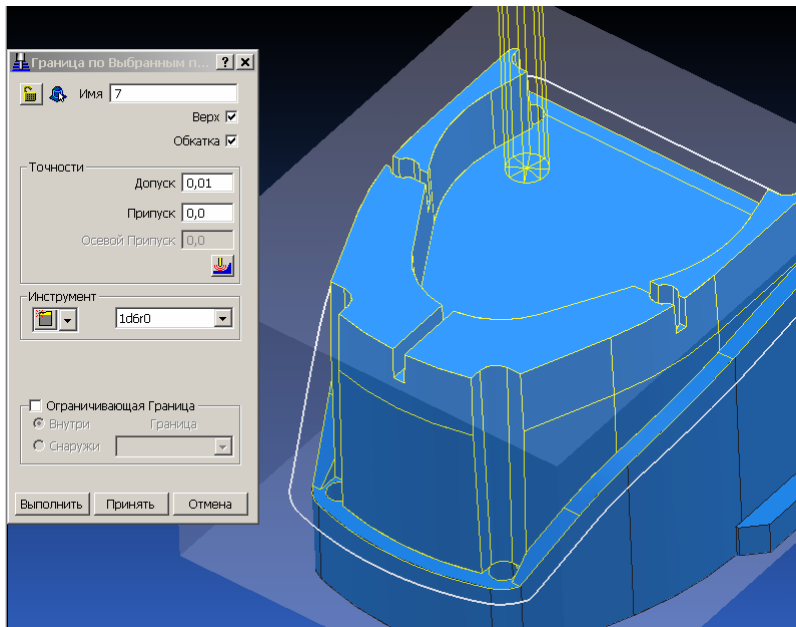
Если результат нас устраивает, то мы переходим к следующей траектории, в противном случае – продолжаем отлаживать траекторию. Для этого нужно активировать траекторию двойным щелчком, после чего вызвать ее контекстное меню и выбрать в нем команду «Параметры»:



Для возможности изменения параметров нажмите на кнопку «Изменить параметры и пересчитать...», находящуюся в левом верхнем углу окна. После редактирования параметров нажмите кнопку выполнить для начала персчета.

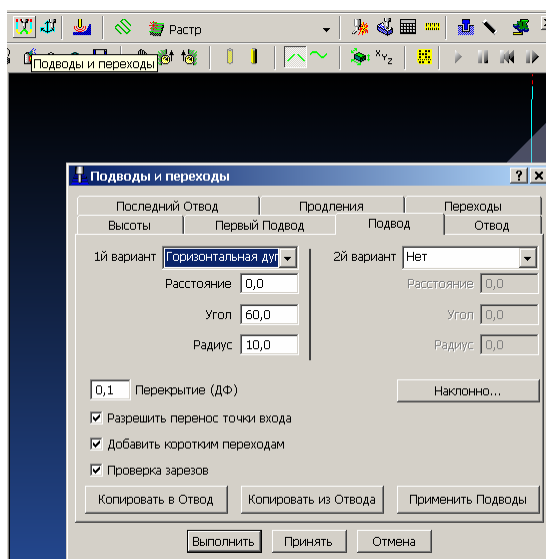
Чистовая обработка

Далее следует обработать начисто верхние наклонные поверхности. Их естественно обрабатывать проходами по контуру, постепенно опускаясь вниз. Такая обработка носит название ConstantZ (обработка по ватерлиниям). Для того, чтобы ограничить обработку нужной нам зоной создадим границу «По выбранным» (этот тип границы ограничивает зону обработки только теми поверхностями, которые выбраны при ее создании) - выберем (рамкой или последовательным выбором с нажатой Shift) нужные нам поверхности (они будут подсвечены желтым) и создадим границу с показанными на иллюстрации параметрами:



Граница в PowerMill – зона ограничения центра фрезы (если явно не указано иное). Она целиком лежит внутри заготовки и создается для данной конкретной фрезы и данных конкретных параметров (точности, допуска и припуска) и, будучи активной, действует на все вновь создаваемые траектории.

После задания границы зададим параметры подходов, отводов и переходов. Для этого откроем соответствующую форму нажатием на кнопку на главной панели инструментов.

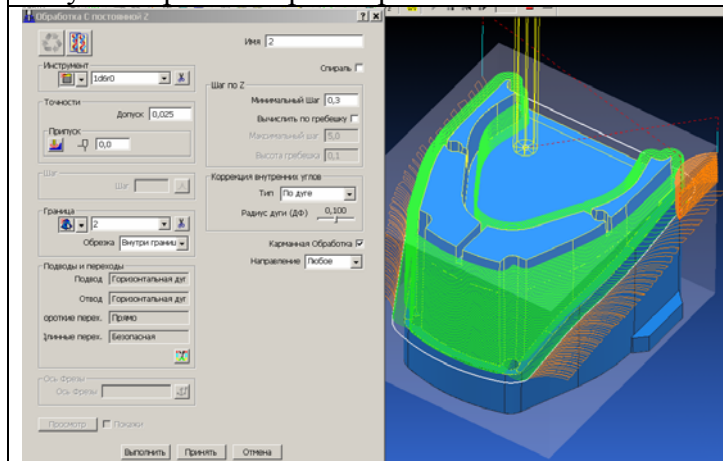


Выберем подходящее для данного типа обработки подвод (врезание) и отвод инструмента. В данном примере использование врезание по горизонтальной дуге, вы можете предпочесть другой вариант.

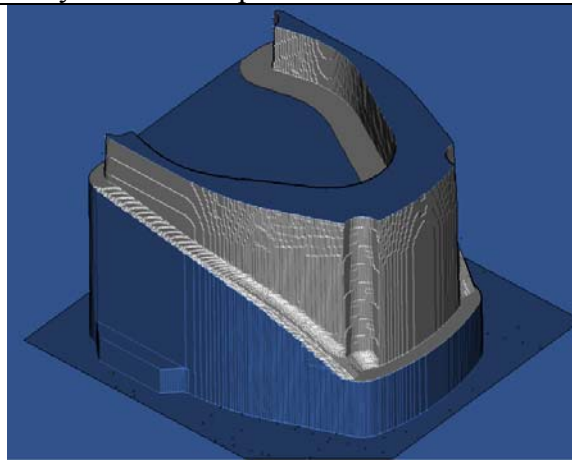
Переходы следует установить в **Короткие - «Прямо»**

«Подводы и переходы» по умолчанию действуют на чистовую обработку, для черновой по умолчанию действуют высоты из диалога  и подводы из окна расчета программы.

Результат расчета траектории

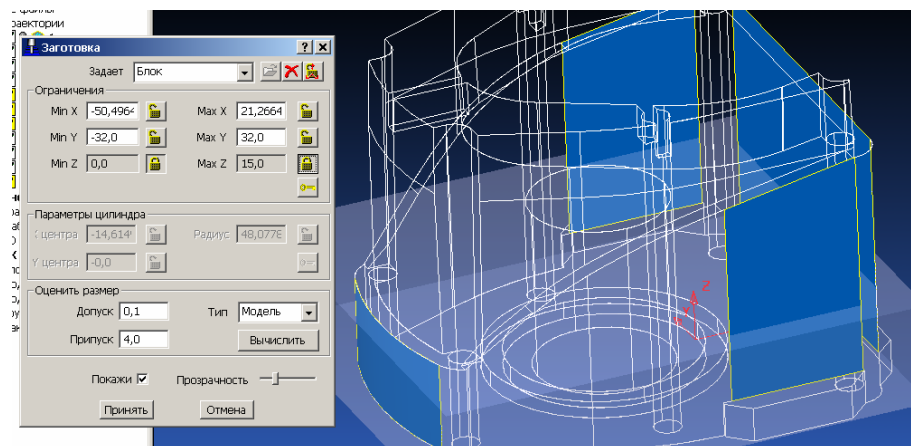


Визуализация обработки

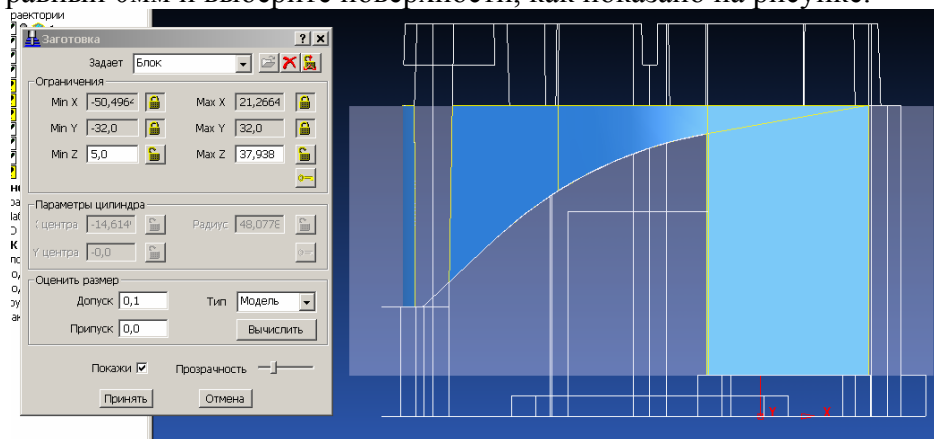


Теперь очередь за цилиндрической (не формообразующей) частью знака. Для ее обработки мы применим ту же стратегию – обработку с постоянной Z, но с бОльшим шагом (так как нам не нужно «выглаживать» поверхности, выполненные под небольшим уклоном). Зону обработки мы будем ограничивать заготовкой.

Создание заготовки – выделите поверхности, как показано на рисунке, вызовите диалог создания заготовки, выберите Заготовку – «Блок», установите «замочки» напротив значений MinZ и MaxZ и значение припуска – 4 мм (то есть бОльшее, чем радиус инструмента, равный 3мм, нам нужно, чтобы центр фрезы везде «пролез» между краем заготовки и деталью). Затем нажмите кнопку «Вычислить», у вас должно получиться что-то подобное тому, что изображено на экране (на значения Z не обращаем внимания – пока они выставлены произвольно).



Теперь выставляем значения по Z. Для этого закройте «замочками» все поля, кроме Z, установите припуск равный 0мм и выберите поверхности, как показано на рисунке.

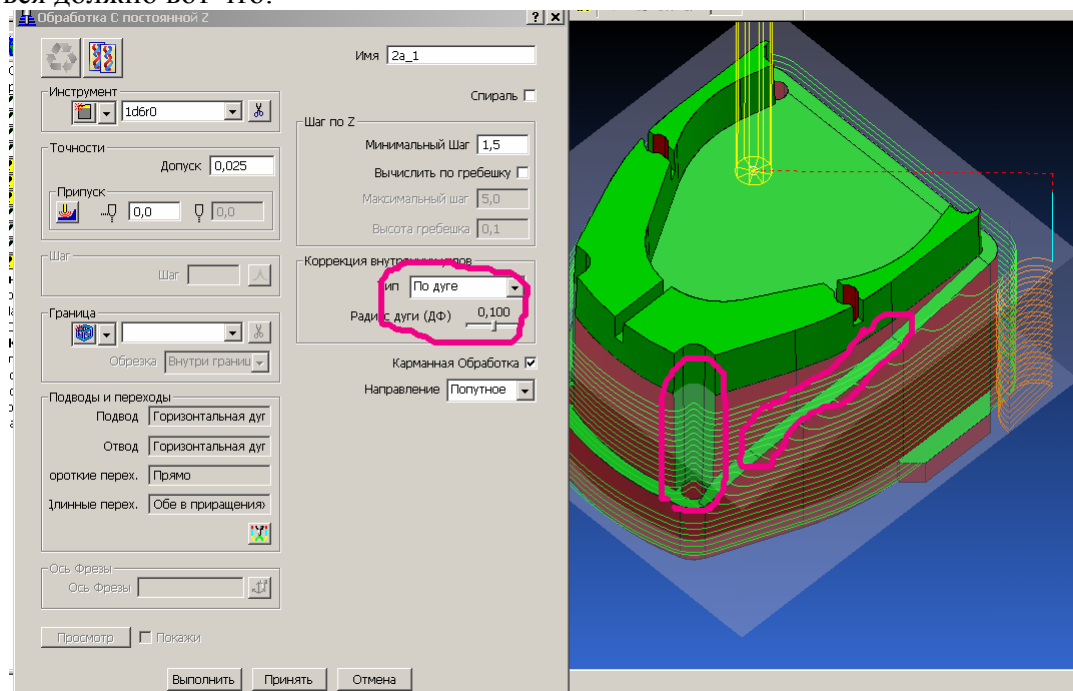


Важно, чтобы нижняя граница заготовки была совмещена с верхом упора знака («плечиками») так как при использовании стратегии ConstantZ PowerMill не отслеживает прохождение инструмента

точно по плоскостям, но обязательно делает последний проход по дну заготовки. Совмещение границы с указанными плоскостями позволит избежать введения дополнительной операции обработки этих плоскостей.

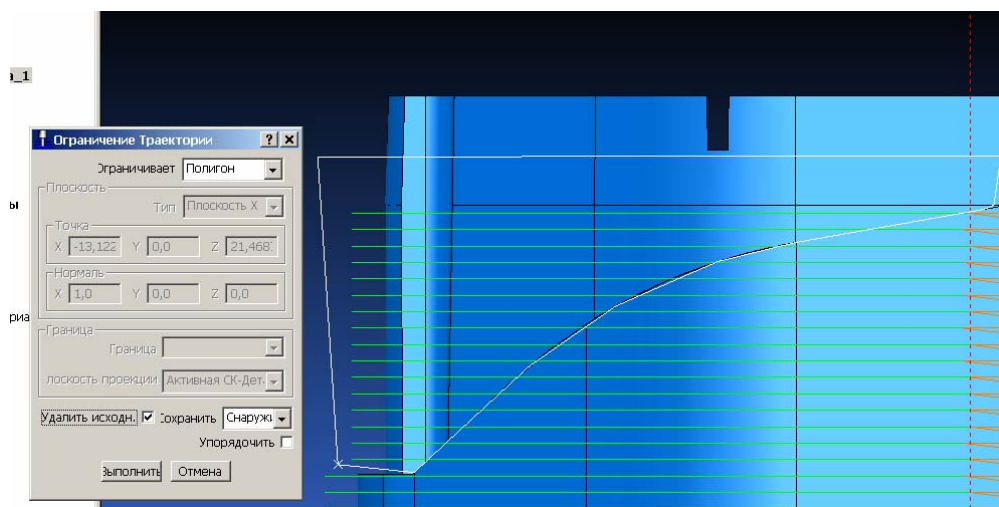
После этого выполняйте обработку с показанными на рисунке параметрами (не забудьте сделать неактивной границу, созданную для предыдущей обработки!). Подводы и отводы выставлены в «по горизонтальной дуге, радиус = 5мм, угол = 90 градусов».

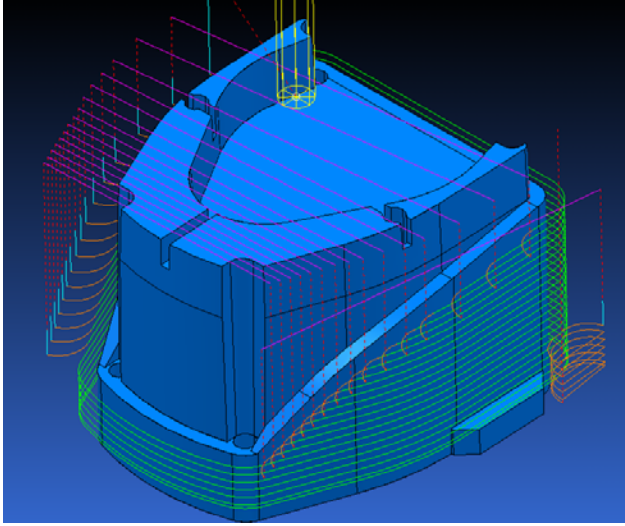
Получиться должно вот что:



Обратите внимание на опцию «Коррекция внутренних углов» - она сама и результат ее применения выделены на рисунке. При установке этой опции при обработке внутренних углов в траекторию вставляется дуга, которая предотвращает касание поверхности обрабатываемой детали слишком большой частью радиуса фрезы, что спасает от «затирания», приводящего к противному свисту и другим неприятным последствиям.

При анализе траектории мы видим, что значительная часть траектории приходится на уже обработанную поверхность детали. Чтобы избежать этого, отредактируем траекторию, обрезав проходы. Для этого в меню редактирования траекторий или в контекстном меню траектории выберем опцию «Ограничить». В появившемся диалоговом окне выберем способ обрезки – «Полигон»



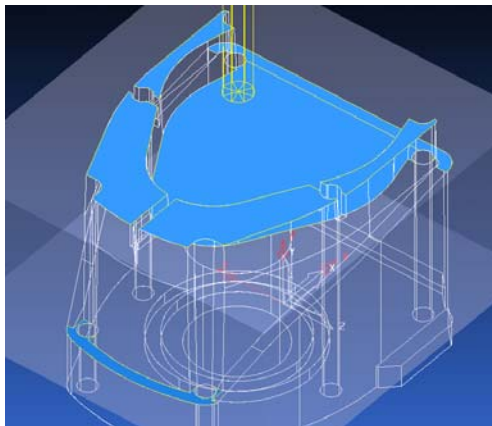


При этом способе обрезки вы «набрасываете» полигон, который ограничивает активную траекторию, причем ограничением служит нарисованный вами полигон, вытянутый от вас и на вас в бесконечность, по оси вида. Можно оставить часть УП как внутри, так и вне полигона. В качестве ограничения может выступать и плоскость, и граница.

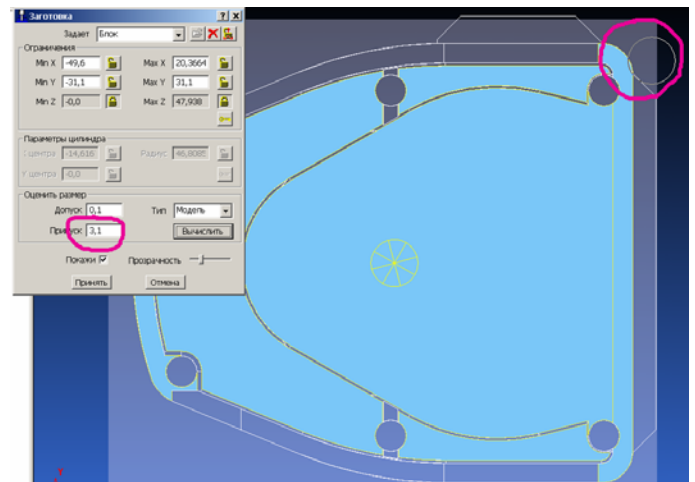
Обрежем траекторию, как показано, должно получиться что-то подобное показанному слева.

Обработка плоскостей

К сожалению, при черновой обработке плоскости обрабатываются не начисто. Поэтому нам потребуется чистовая обработка плоскостей. Для этого в PowerMill существует специальная стратегия, которая так и называется – «Обработка плоскостей»



Плоскости для обработки.



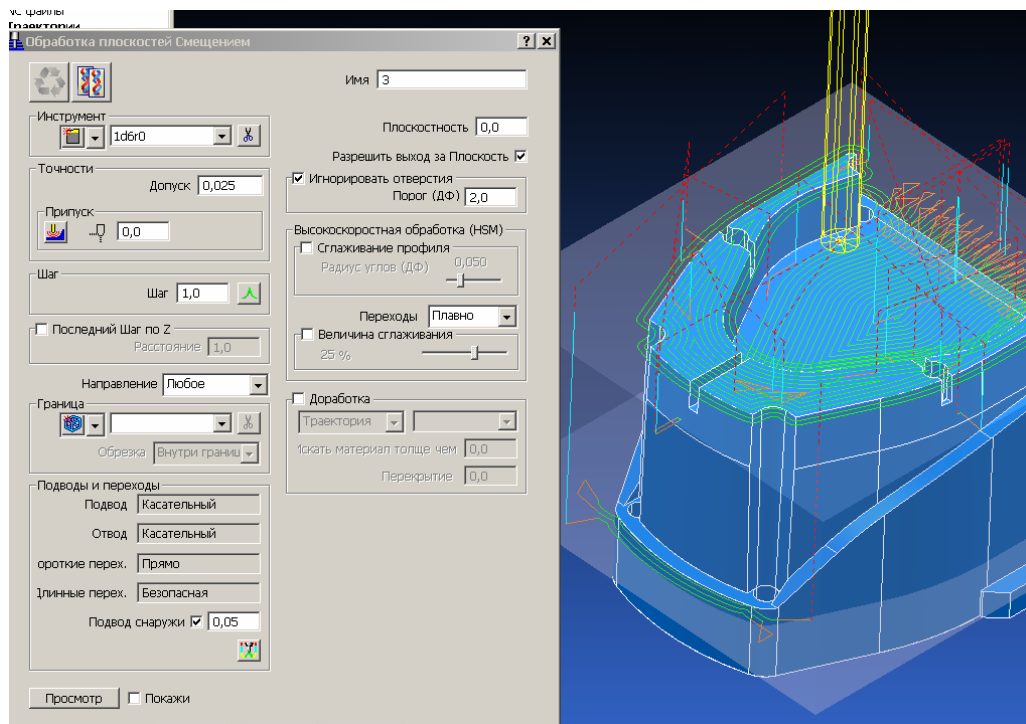
Задание заготовки

Обработаем на рисунке слева плоскости. Прежде всего, создайте заготовку и убедитесь, что поверхности, предназначенные к обработке целиком лежат внутри нее и на виде в плане имеется припуск на радиус инструмента.

Для этого выберите плоскости для обработки и создайте заготовку «Блоком», причем размеры ее задайте нажатием кнопки «Вычислить» при выбранных плоскостях. При этом припуск по оси Z можно оставить равным нулю, а по осям X и Y нужно дать припуск, больший 3мм (радиуса фрезы), для того, чтобы обеспечить опускание фрезы вне материала заготовки.

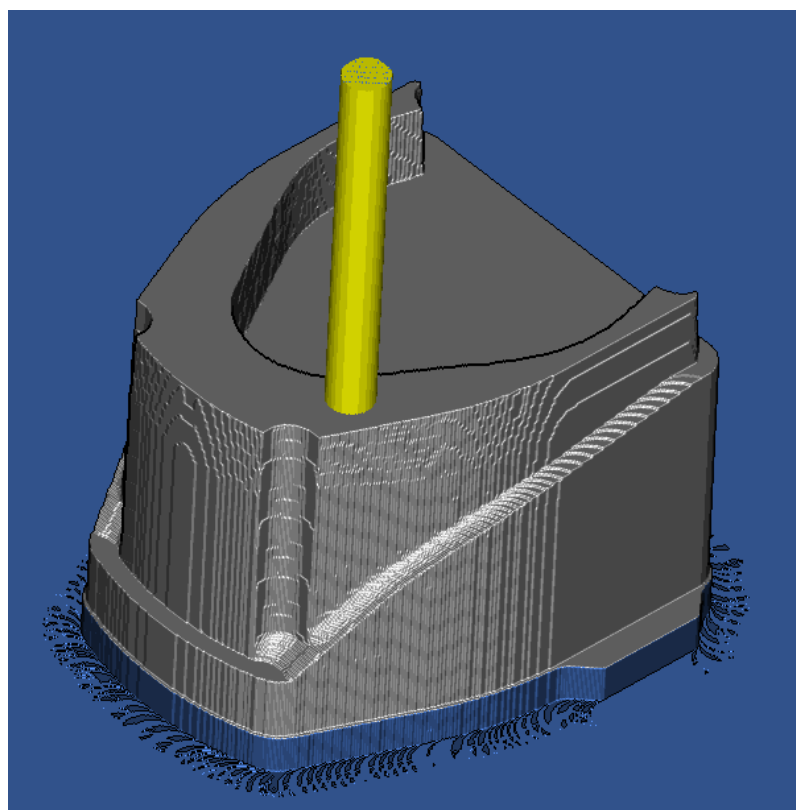
Деактивируйте границу, если она активна.

Создайте УП по стратегии «Обработка плоскостей смещением» со показанными на рисунке параметрами.



Обработка плоскостей

Проверьте полученную обработку во ViewMill. При этом должно получиться что-то подобное представленному на следующем рисунке:



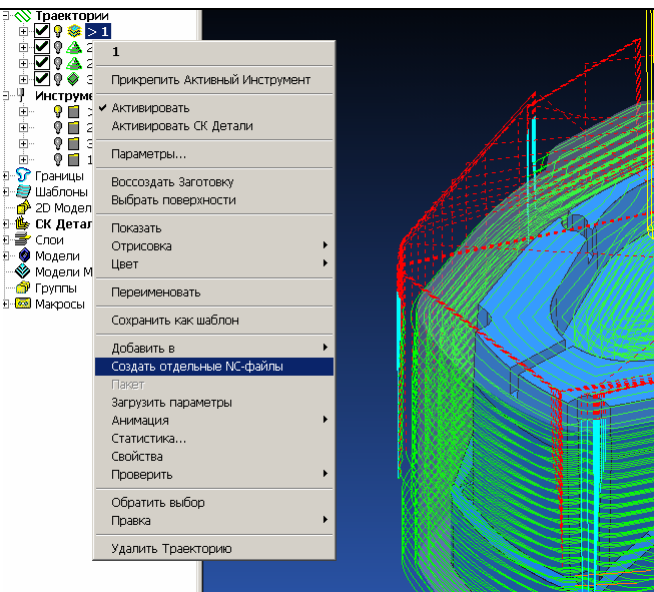
Автору представляется, что дальнейшую обработку детали имеет смысл вести фрезой меньшего диаметра, поэтому мы заканчиваем разработку программ для 6мм концевой фрезы и переходим к созданию УП в G кодах для последующей передачи на станок. Этому посвящен следующий раздел.

Постпроцессирование (создание NC program (НЦ файлов))

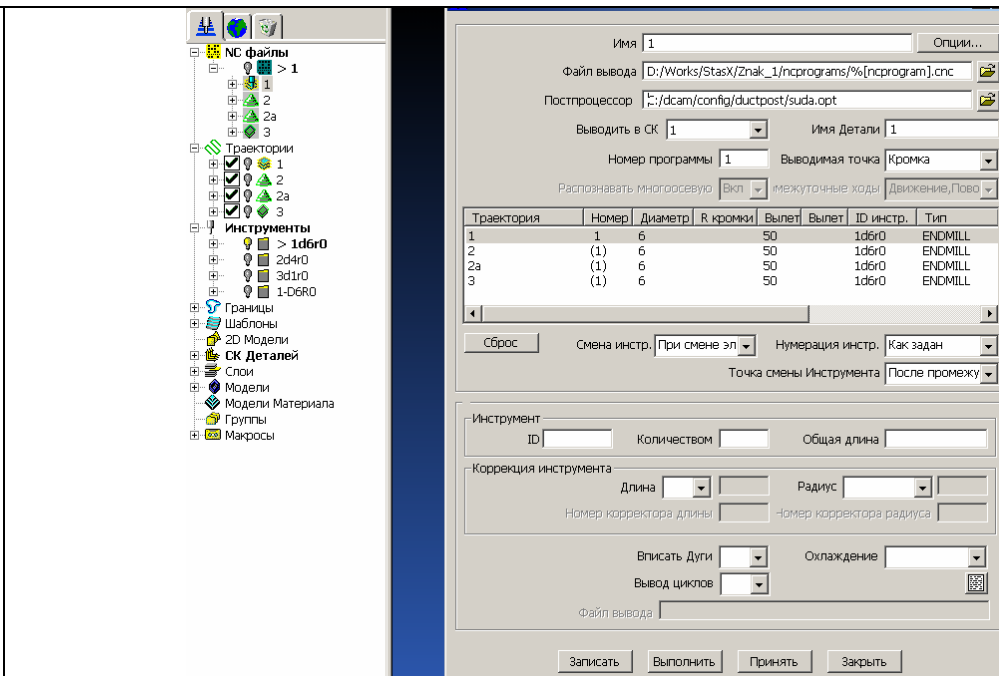
Для того, чтобы создать на жестком диске компьютера файл УП в кодах станка требуется:

1. Задать общие параметры **НЦ файлов**
2. Создать в PowerMill новый объект – **НЦ файл**
3. Указать верные параметры постпроцессирования (файл спецификации стойки, имя файла УП, параметры вывода (например - создание циклов сверления, вписывание по возможности дуг, и т.п.), ноль станка и т.п.)
4. Отдать команду на запись

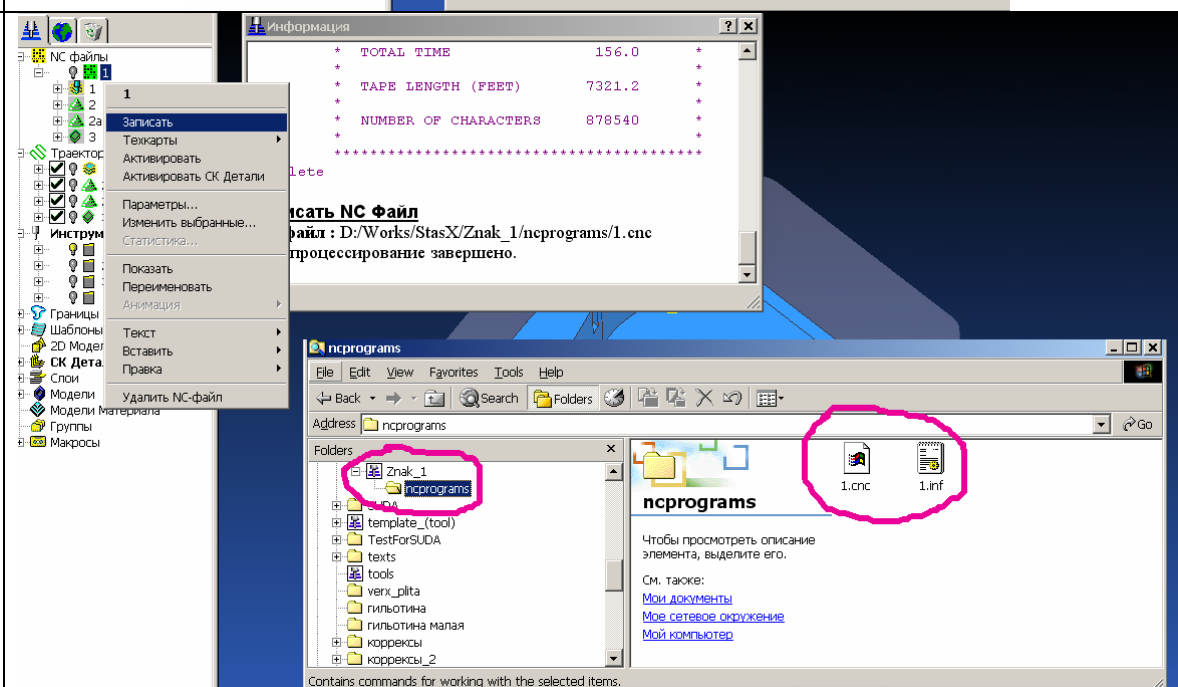
Разберем все эти действия на конкретном примере. У нас есть 4 траектории на одну и ту же фрезу диам. 6мм с плоским торцом. Создадим 1 управляющую программу в кодах станка. Для этого:

1. Зададим параметры НЦ файлов как показано на рисунке. Рекомендую для начала использовать именно эти параметры, хотя в будущем, возможно, вы захотите изменить умолчания.	 Записывать в каталог проекта Файл постпроцессора Использовать систему координат по умолчанию (пока оставьте пустым)
2. Вызовите правым щелчком контекстное меню той траектории, которую вы хотите вывести в УП первой и выберите там опцию «создать НЦ файл». После этого перетащите в НЦ файл нужные траектории, следя за порядком их следования.	

3. Активизируйте НЦ файл, проверьте, и, при необходимости отредактируйте его параметры.



4. После этого вызовите контекстное меню НЦ файла и выберите команду «Записать». На экране появится окно с системными сообщениями постпроцессора, и файл будет записан на диск.



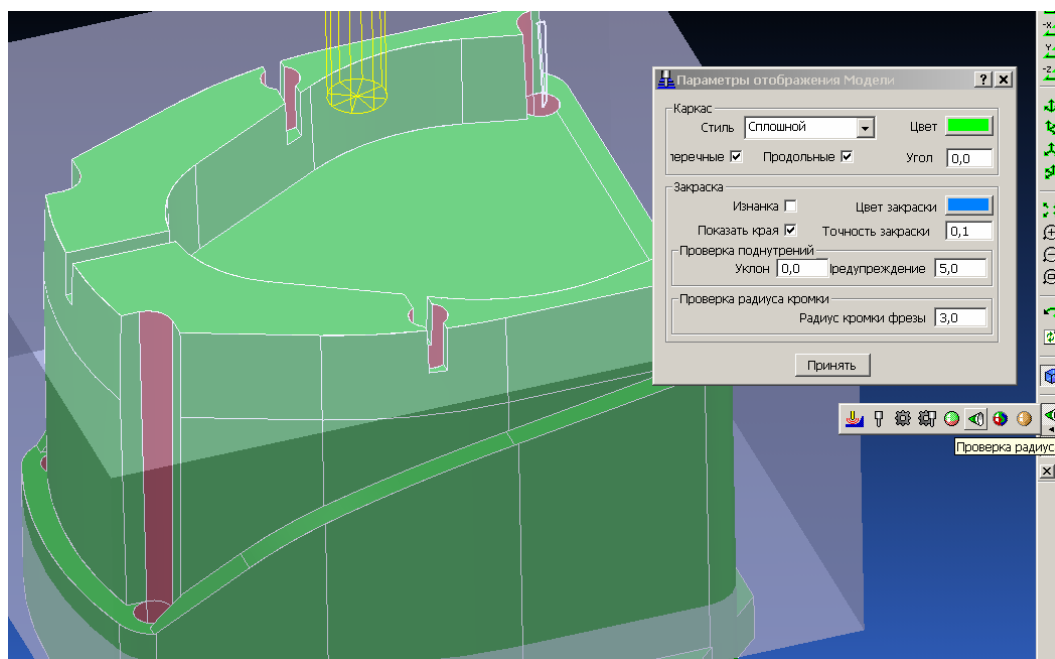
После этого остается только вывести этот файл на станок для выполнения УП. Способ вывода будет различаться для различных комбинаций оборудования, поэтому его рассмотрения выходит за рамки данного пособия. Далее рассмотрим чистовую обработку детали фрезами меньшего диаметра.

На данном этапе обработки, как правило, производится доработка («*remachining*») областей детали, которые не могли быть обработанными инструментами чистовой или черновой (например из-за его слишком большого диаметра, который не позволяет ему «влезть» в карманы или пазы, или радиуса скругления, из-за которого не могут быть обработаны зоны детали, кривизна которых превосходит кривизну режущей кромки инструмента). Для выделения деталей модели, требующих доработки пакет PowerMill располагает двумя основными средствами – закраской «Проверка радиуса» (кнопка ) и границей «Доработка» (кнопка ). Закраска, как правило, используется для примерной, «прикидочной» оценки и поиска «теневых зон», а граница – для ограничения обработки фрезой меньшего диаметра (создания Границ обработки или Заготовки).

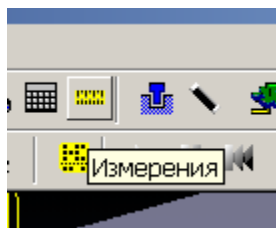
Вообще, использование доработки как после операций выборки, так и после чистовых является хорошим тоном при обработке фасонных деталей. Такая технология позволяет достичь сравнительно высоких параметров обработки и, что немаловажно, чистоты поверхности, свойственные обработке инструментом большого диаметра, используя меньшие фрезы только там, где это необходимо. Однако при этом заметно повышаются требования к базированию и обмеру инструмента, так как при недостаточно точном базировании инструмента для доработки или в случае, если реальные геометрические параметры инструментов отличаются от заданных при расчете появление границ обработки на детали неизбежно. Иногда этот переход можно смягчить за счет правильно подобранных подводов и отводов (обычно стоит использовать дугообразные перемещения), которые слегка «смазывают» ступеньку.

Поэтому для широкого и успешного использования доработок САМ система должна уметь создавать рациональные зоны доработки и иметь широкий выбор подводов-отводов. Рассмотрим эти инструменты в PowerMill на примере все той же детали.

Сначала выполните закраску «Проверка радиуса»

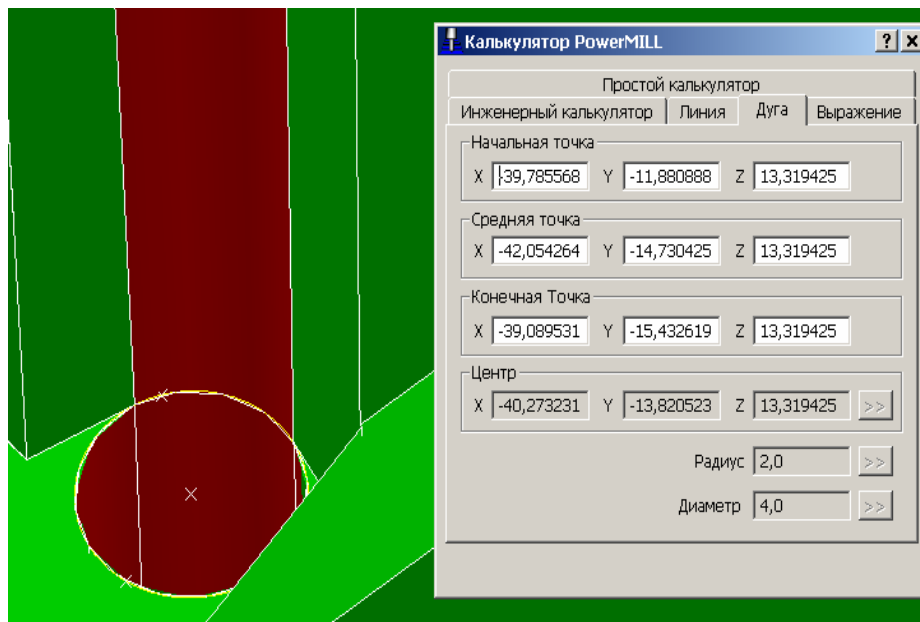


Как сразу заметно, фреза диам. 6мм оставит после себя значительные необработанные зоны возле отверстий под толкатели.



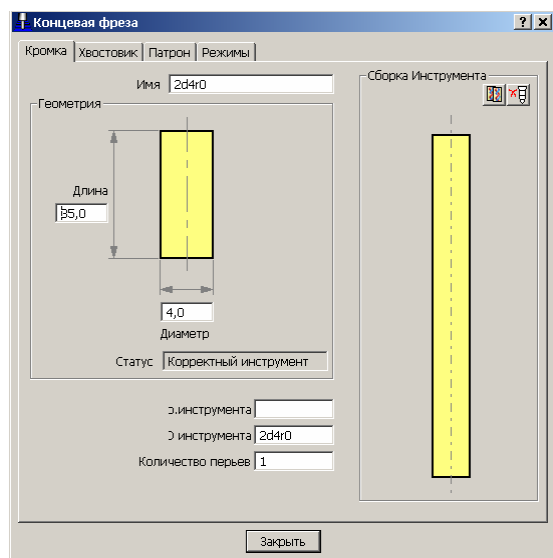
Произведите обмер отверстий, для этого воспользуемся инструментом «Измерения», находящимся на главной панели.

Построив дугу по 3 точкам, получаем диаметр отверстия 4мм, соответственно для обработки этого



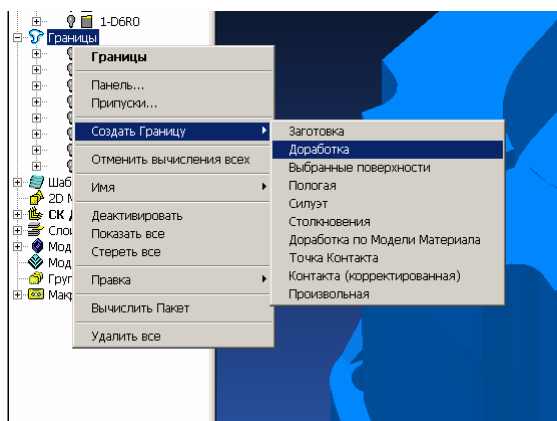
скругления нам понадобится фреза такого же или меньшего диаметра.

Обычно рекомендуется для такого рода обработок состоят в том, что для таких скруглений радиус режущей кромки должен составлять 0,7 и менее от радиуса поверхности детали, во избежание резкого изменения съема при прохождении радиуса. То есть для нашего случая в идеале диаметр концевой фрезы должен быть 2,8 и менее мм.

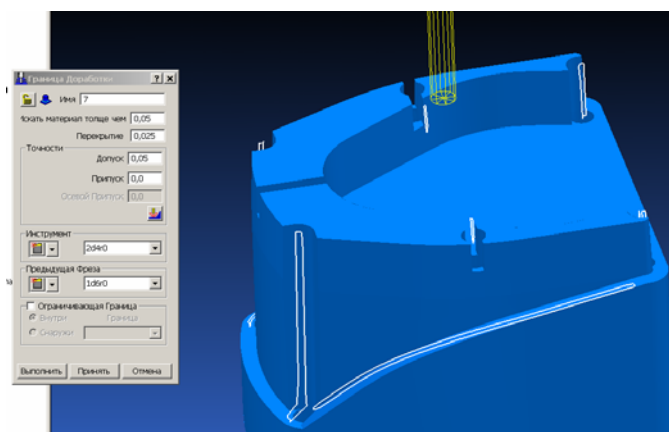


Для дальнейшей обработки создайте фрезу диаметром 4 мм с плоским торцом и вылетом 35 мм.

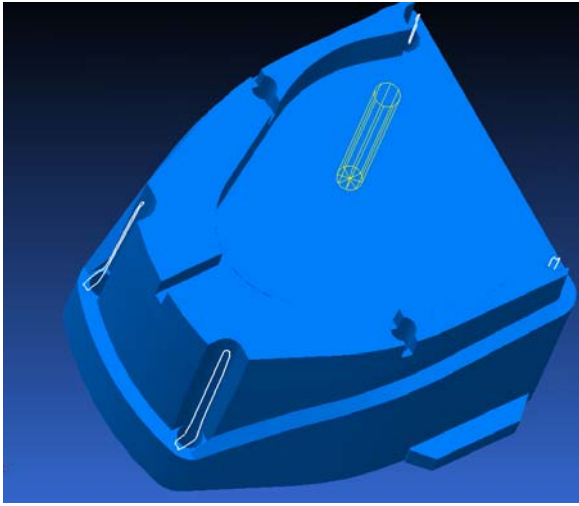
Теперь следует создать границу для обработки только тех зон детали, которые не могли быть обработаны с помощью фрезы диаметром 6 мм. Параметры задайте, как показано на рисунке справа. Помните, что граница вычисляется только в пределах Заготовки.



Вызов диалога «Граница доработки»



Параметры и результат выполнения команды



При расчете границы было создано много «лишних» контуров, которые хотя и верны с точки зрения геометрических соображений, но ограничивают зоны, обрабатывать которые диам. 4мм нецелесообразно. Поэтому полученной границе требуется небольшая правка – удаление этих контуров. Окончательный вид границы – на рисунке слева.

Внутри полученной границы выполните обработку по стратегии ConstantZ с параметрами, показанными на рисунке ниже:

Параметры обработки

Имя: 4

Инструмент: 2d4r0

Точности: Допуск: 0,01

Припуск: 0,0

Шаг: Шаг: 0,0

Граница: 4

Обрезка: Внутри границ

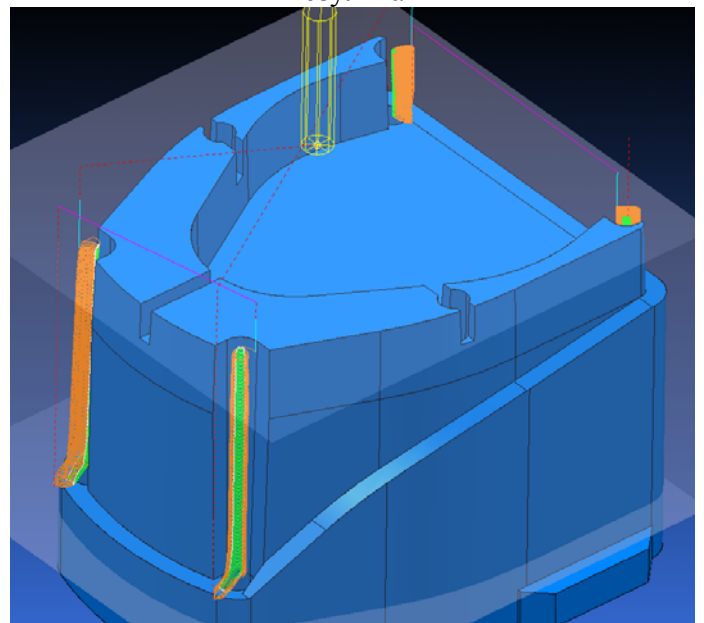
Подводы и переходы: Подвод: Горизонтальная дуг, Отвод: Горизонтальная дуг, короткие перех.: Прямо, Длинные перех.: Обе в приращении

Ось Фрезы: Ось Фрезы

Показать: Показать

Выполнить, Принять, Отмена

Результат



Как уже говорилось выше, при доработке следует обратить особое внимание на подводы и отводы траектории. Они призваны:

- смягчить границу дорабатываемой поверхности, если она появится из-за погрешностей базирования или измерения инструмента
 - обеспечить врезание фрезы в материал таким образом, чтобы не вызвать ее резкой перегрузки
- Таким требованиям хорошо отвечают подводы и отводы по горизонтальной дуге. Установите параметры подводов, как показано на рисунке справа.

Последний Отвод: Высоты, Продления, Подвод, Переходы

1й вариант: Горизонтальная дуг, Расстояние: 0,0, Угол: 90,0, Радиус: 1,5

2й вариант: Нет, Расстояние: 0,0, Угол: 0,0, Радиус: 0,0

0,1 Перекрытие (ДФ)

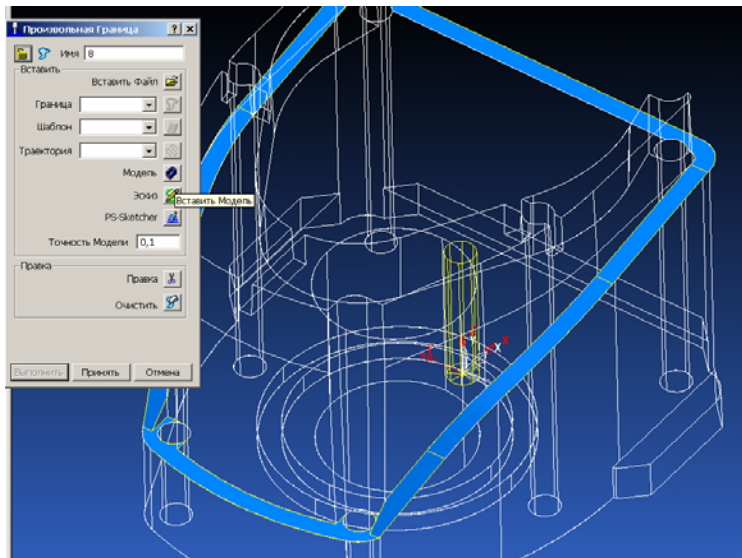
Разрешить перенос точки входа

Добавить коротким переходам

Проверка зарезов

Копировать в Отвод, Копировать из Отвода, Применить Подводы

Выполнить, Принять, Отмена



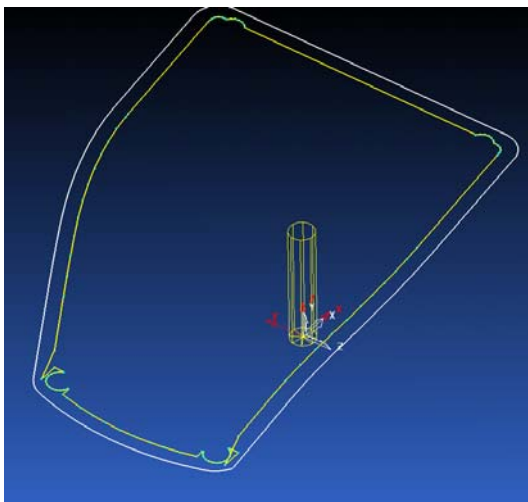
Последняя обработка, которую следует выполнить с помощью концевой фрезы диаметром 4 мм – это обработка наклонных поверхностей, показанных на рисунке. Ее рационально выполнить проходами вдоль длинной стороны лоскута, причем проходами снаружи внутрь.

Такую обработку наиболее логично выполнить с помощью стратегии 3D Смещение. Но, тем не менее, автоматически рассчитанная траектория потребует ручного редактирования.

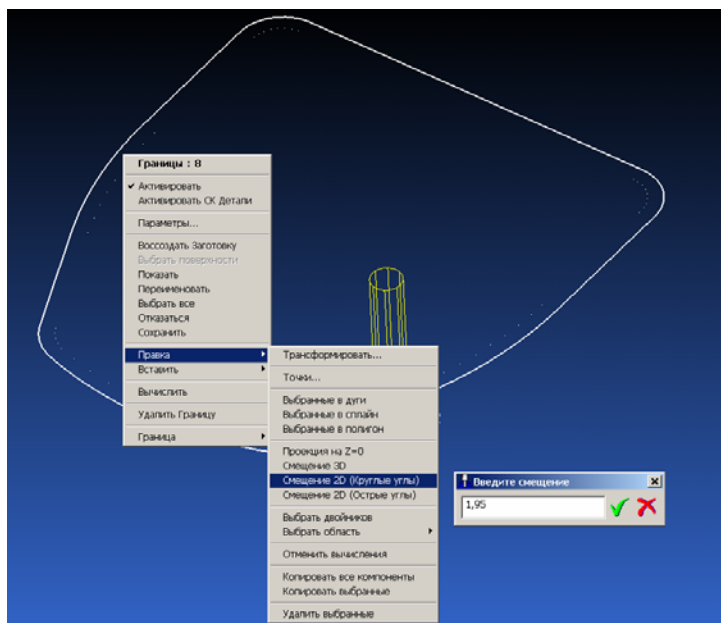
Создайте «Произвольную» Границу и вставьте в нее выделенные части модели, как показано слева.

Полученная граница нуждается в дополнительном редактировании:

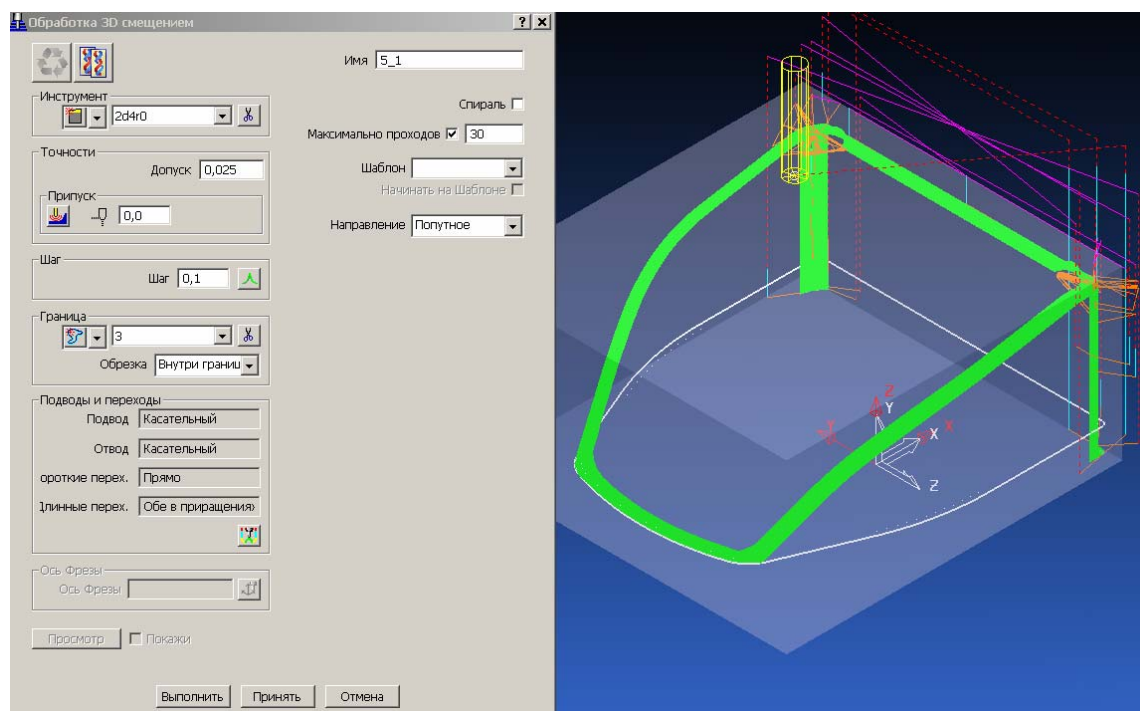
Удалите выбранный внутренний контур



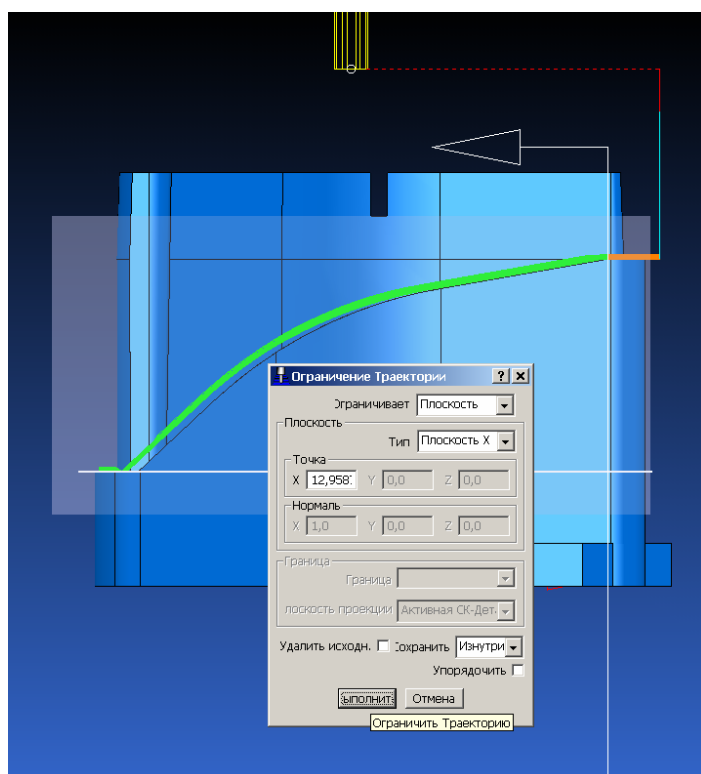
Оставшийся наружный контур «отофсетьте» на величину, чуть меньшую радиуса инструмента, что составит, например 1,95мм



После этого по полученной границе рассчитайте чистовую обработку наклонных поверхностей с указанными параметрами.

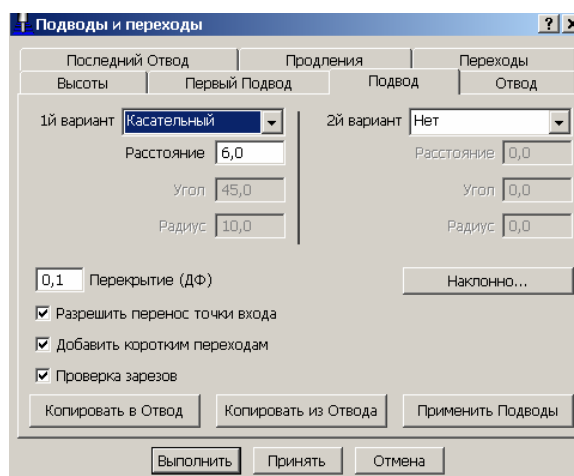


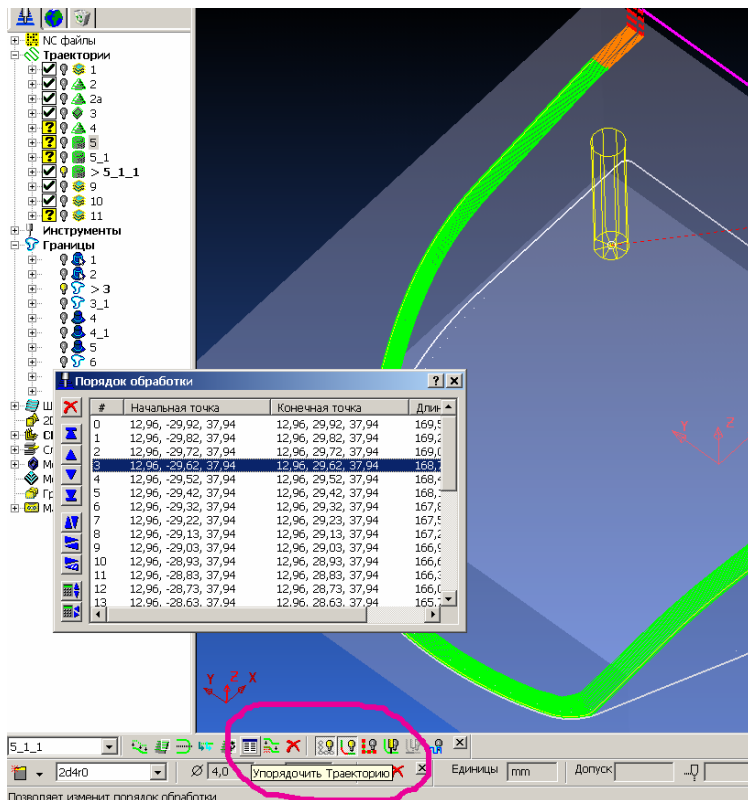
Обратите внимание, что при расчете был задан параметр «максимально проходов», который ограничивает количество проходов 30. При использовании другого шага или диаметра инструмента вам следует подбирать этот параметр так, чтобы последний (внутренний) проход приходился по наклонной поверхности, а не по вертикальной стенке.



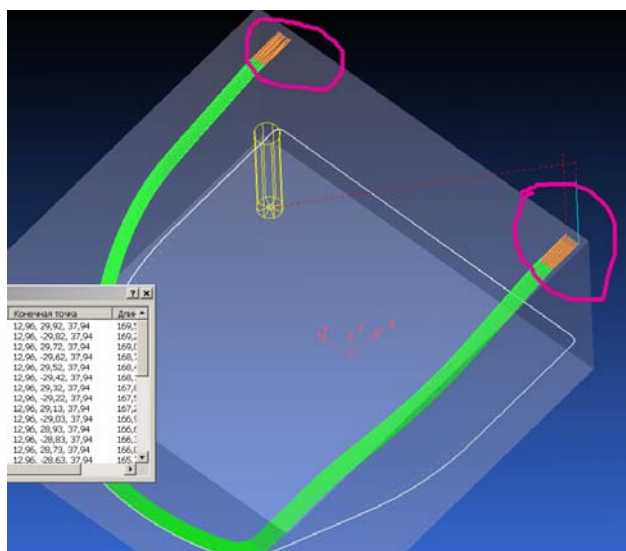
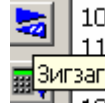
Как легко заметить на полученной траектории много лишних проходов с тыльной стороны знака. Для их удаления воспользуйтесь инструментом «Ограничение плоскостью» (диалог команды и параметры - слева).

Обратите внимание на подводы и отводы траектории, наиболее удачным представляется касательный подвод и отвод инструмента:





Вообще, полученная траектория – хороший полигон для испытания еще одного мощного инструмента редактирования – инструмента «Порядок обработки». Эта команда позволяет редактировать буквально каждый рабочий ход инструмента (разворачивать его, менять порядок следования проходов, и т.д.), и, кроме того, и всю траекторию в целом. Например, если вы захотите избавиться от переходов в тыльной стороне знака, вы можете преобразовать однонаправленную траекторию в зигзагообразные проходы нажатием кнопки

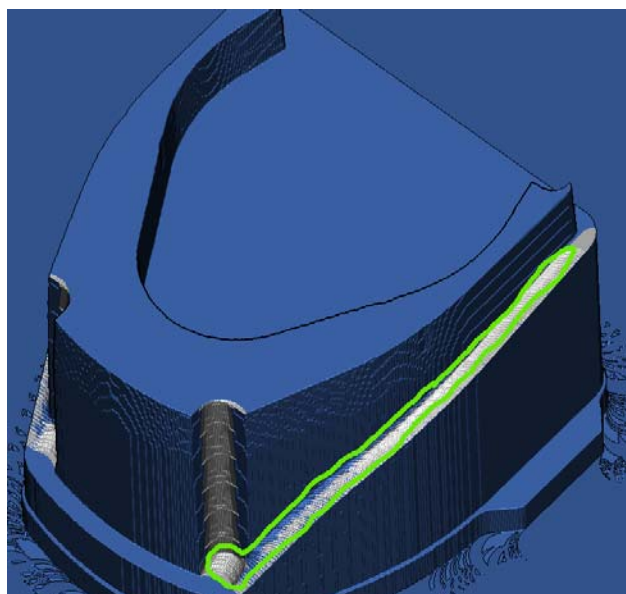


Результатом этой операции будет такая траектория:

Кроме того, вы можете изменить порядок следования проходов, например, заставить PowerMill выполнять проходы изнутри наружу или, если вам требуется программа на инструмент с левым вращением, то вы можете развернуть направление проходов так, чтобы сохранить изначальное направление резания не проводя заново полный расчет и редактирование траектории.

В данном же случае ничего этого не требуется и вы можете оставить начальный вид траектории, вернув его повторным нажатием на кнопку «Зигзаг».

Однако я рекомендую вам поэкспериментировать с этим инструментом, так как его возможности бывают востребованы достаточно часто.



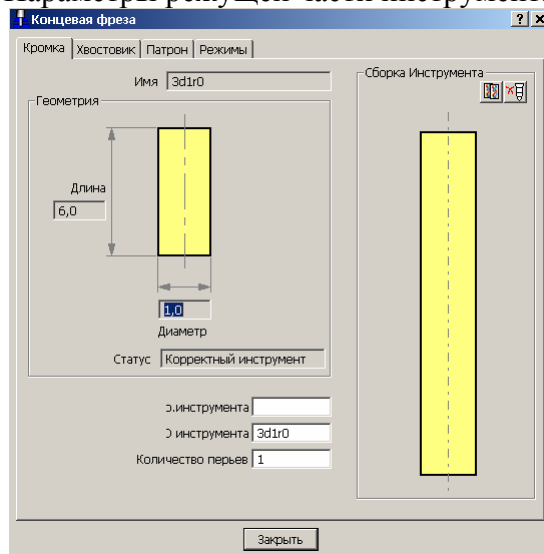
Результат обработки показан на рисунке слева. Обратите внимание на то, что при 3-х координатной обработке практически невозможно начисто обработать угол между вертикальной стенкой и наклонной поверхностью (обведен зеленым). К сожалению, такие участки придется оставить на электроэрозионную или слесарную обработку.

Таким образом программы на фрезу диаметром 4 мм готовы, и вы можете создать NC файл в PowerMill и оттранслировать его в G-code указанным выше порядком.

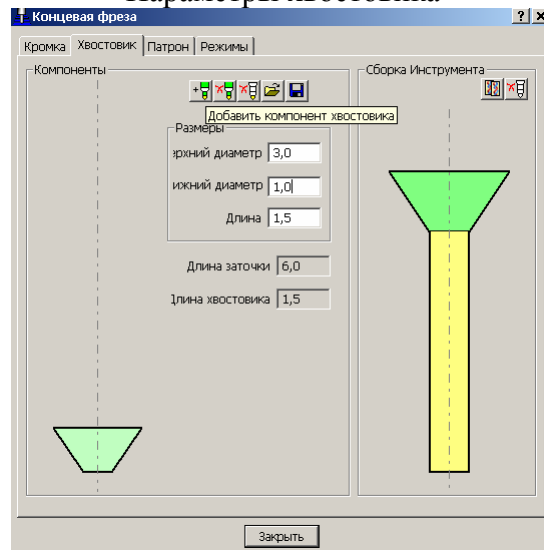
Осталось обработать узкие пазы в верхней части знака.

Для этого создайте в PowerMill инструмент со следующими параметрами:

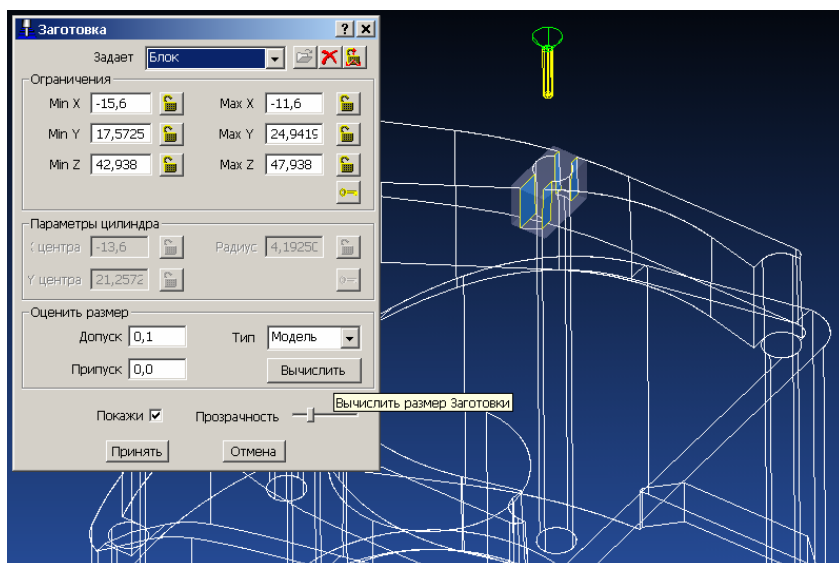
Параметры режущей части инструмента



Параметры хвостовика

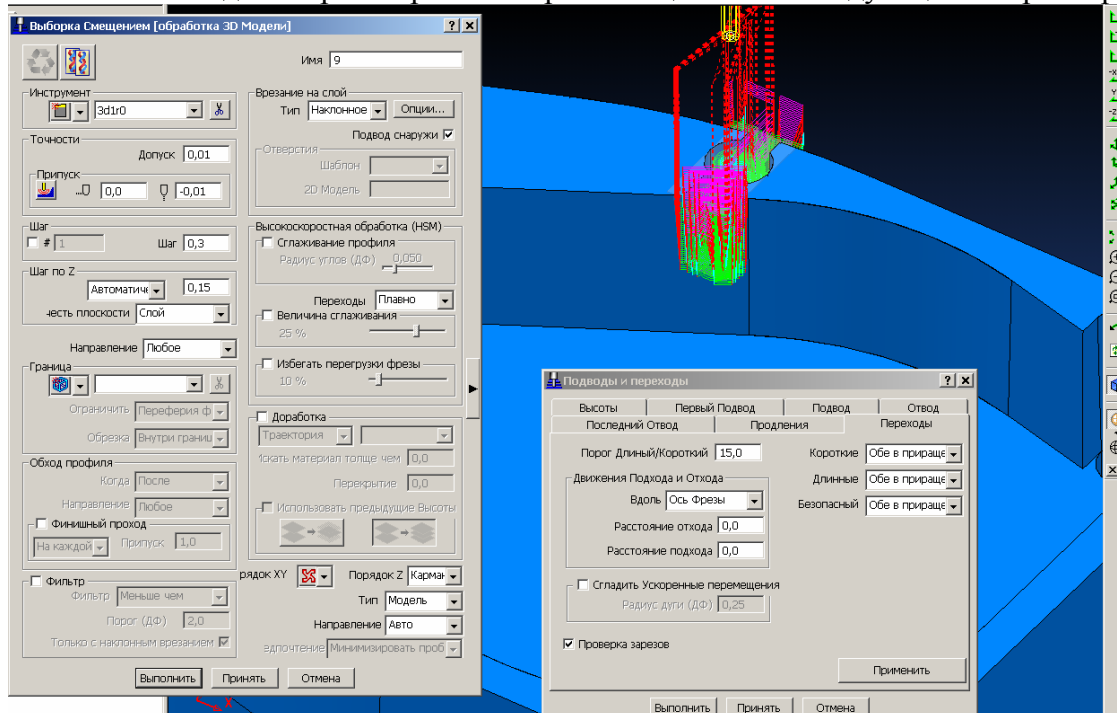


После того, как вы зададите параметры режущей части, кнопкой «Добавить компонент» создайте компонент хвостовика с указанными выше параметрами (такие параметры достаточно типичны для фрез такого диаметра). Эта опция понадобится вам для проверки траектории на столкновения оправки с деталью.

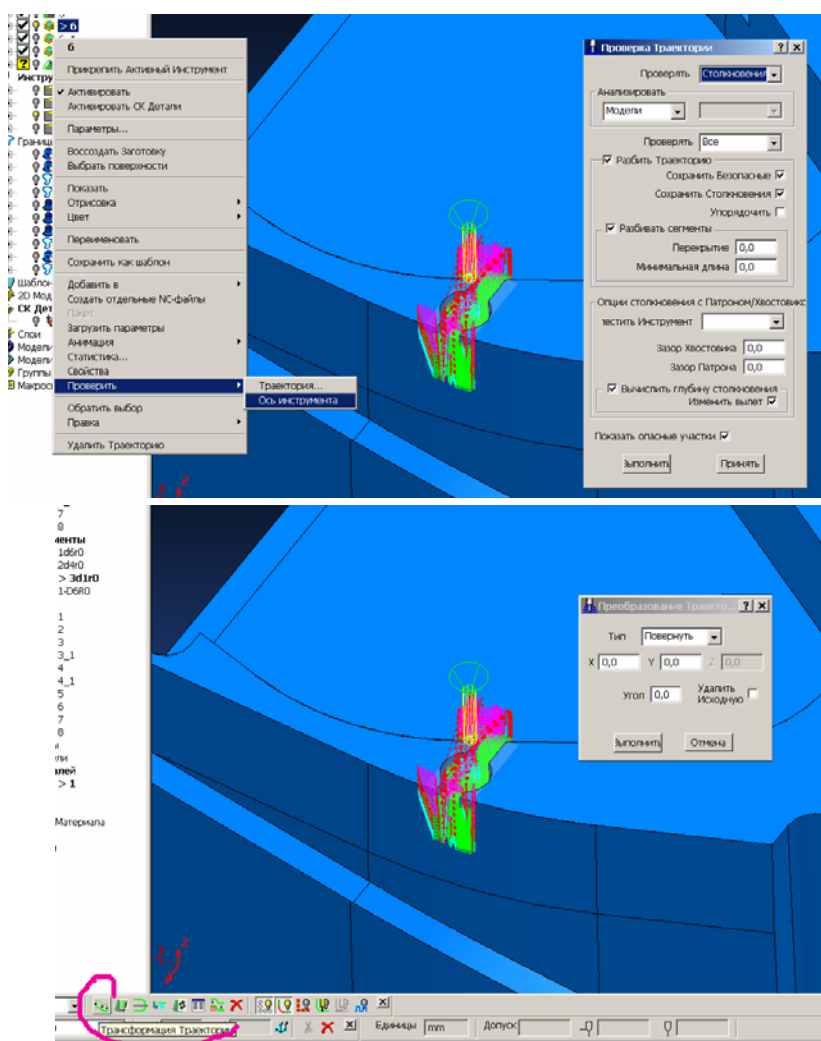


Выберите части модели, как показано на рисунке и создайте заготовку вычислением с нулевым припуском.

После этого создайте траекторию выборки смещением со следующими параметрами:



Поскольку рабочая часть фрезы достаточно короткая, необходимо убедиться в том, что при работе фреза не задевает хвостовиком уже обработанную поверхность детали. Для этого воспользуемся инструментами проверки, имеющимися в PowerMill:



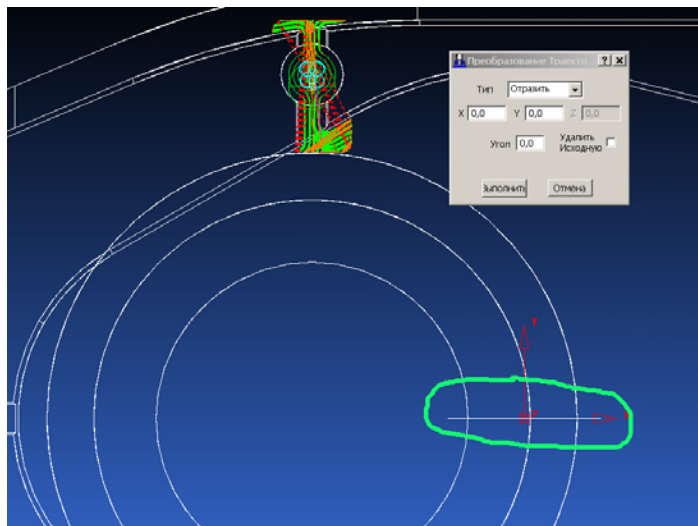
После установки параметров, (т.е. желаемого зазора между хвостовиком и деталью, необходимостью разбивать траекторию на безопасную и небезопасную) вы подтверждаете выполнение команды кнопкой «Выполнить».

Если вас устраивает результат (а при указанных параметрах для этой фрезы столкновений быть не должно, впрочем, вы можете смоделировать их, увеличив требуемый зазор до 4-6 мм), то можно идти далее – создавать траекторию

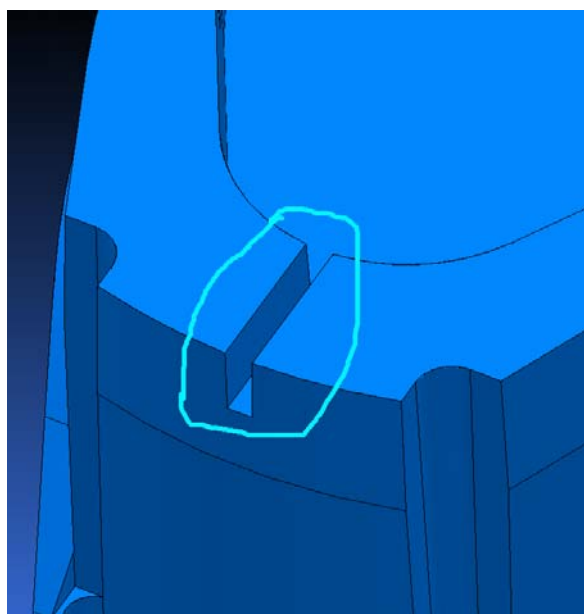
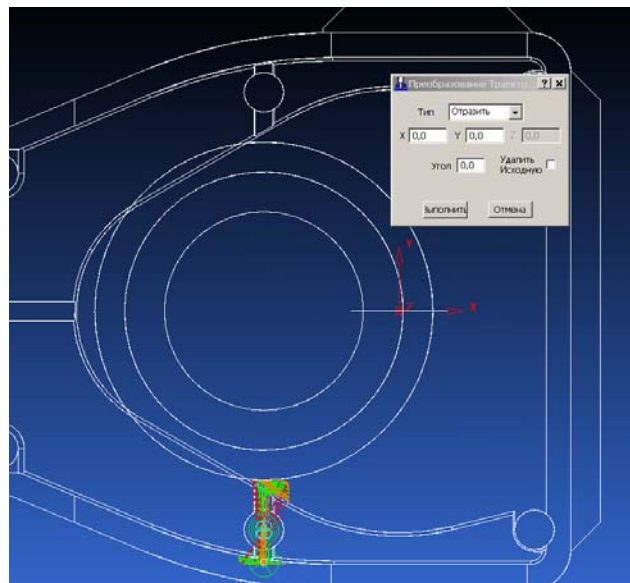
обработки второго паза.

Для второго паза уместно не рассчитывать новую траектории, а клонировать с разворотом существующую. Для этого воспользуйтесь командой «Трансформация траекторий» с опцией «Отразить» без удаления исходной траектории. Введите следующие параметры:

Зеленым обведен маркер отражение – он показывает, в какой плоскости будет отражена траектория

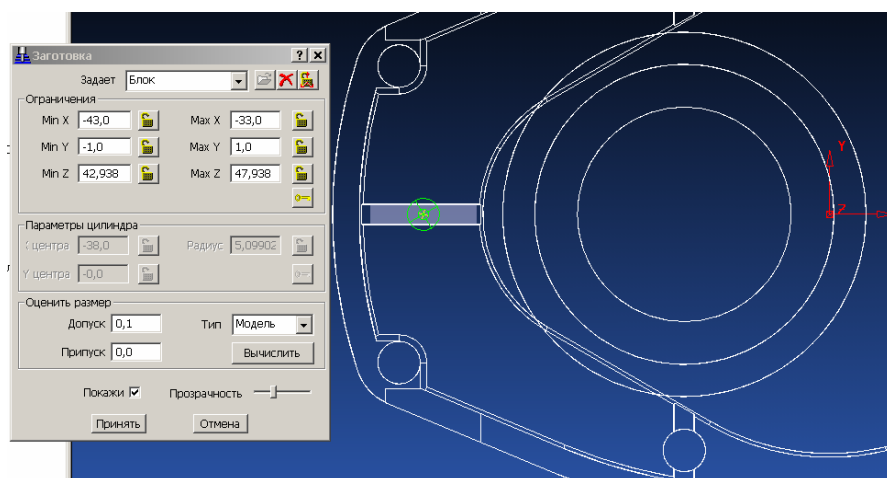


Результат операции

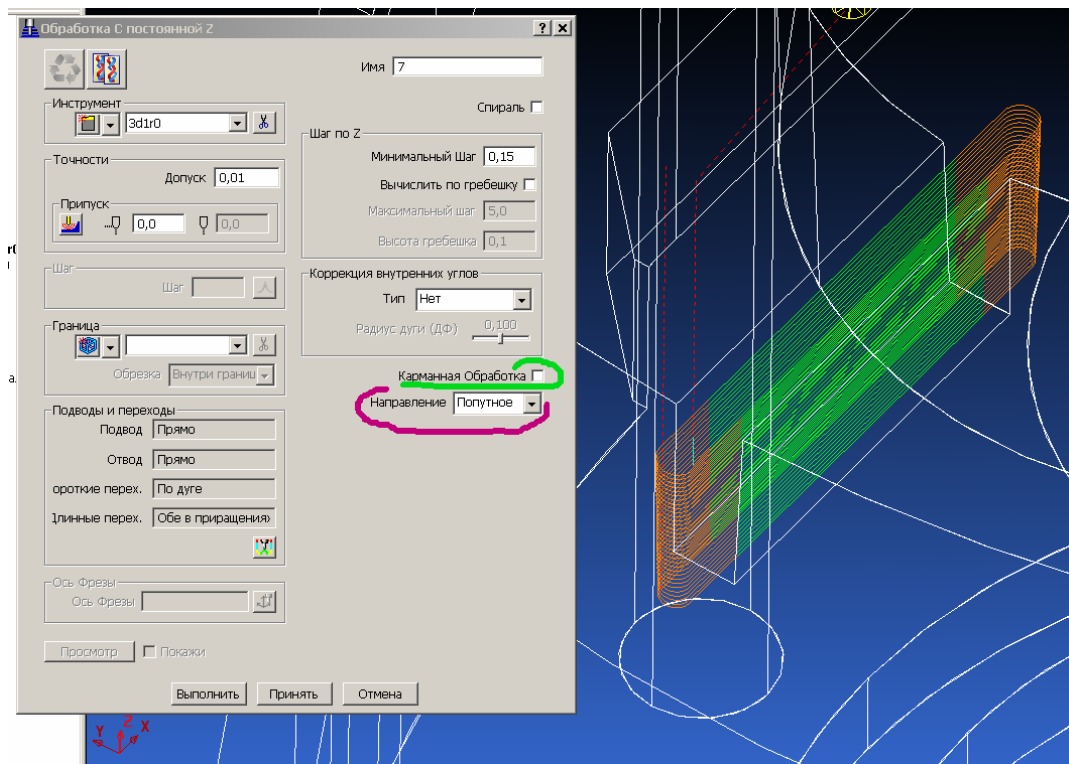


У использованного приема есть один минус – при отзеркаливании траектории направление резания изменяется, что, впрочем, можно легко побороть, развернув направление проходов с помощью недавно изученного средства «Упорядочить траекторию».

В итоге остался необработанным только один элемент модели – паз на ее передней стороне. Для обработки воспользуйтесь той же фрезой диам. 1 мм. Такой элемент хорошо обрабатывать проходами то по одной, то по другой стороне, постепенно снижаясь от верха до дна. Таким требованиям отвечает обработка ConstantZ, хотя она и считается (формально) чистовой, но ничто в данном случае не мешает нам использовать ее и для выборки. К тому же для чистовых обработок PowerMill гораздо проще получить качественные подводы/отводы и переходы.

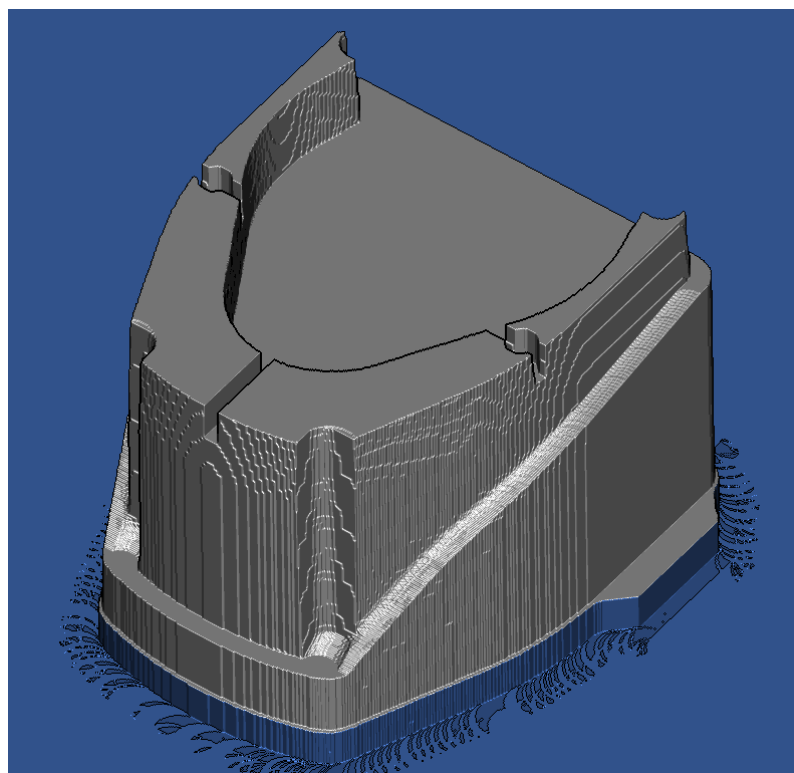


Воспользовавшись все тем же методом – расчетом заготовки-блока по выделенным элементам модели создайте заготовку как на рисунке слева. Обратите внимание на то, что по оси X она несколько меньше, чем обрабатываемая область – это не даст фрезе выходить на уже обработанную поверхность. После этого создайте обработку ConstantZ с параметрами, показанными ниже:



Обратите внимание на направление обработки – только попутное и снятый флаг карманной обработки (это заставит PowerMill выполнять проходы то по одной, то по другой стенке). Также для получения плавной обработки очень важны параметры подводов/переходов. Здесь использованы касательные подводы/отводы длиной 6 мм (для компенсации уменьшенной длины заготовки) и переходы по дуге.

Теперь вы готовы сформировать NC файл с траекторией фрезы диаметром 1мм и отправить его на станок. Симуляцию результата обработки можно увидеть ниже.



Засим автор желает вам удачи как с выполнением данного задания, так и (особенно) с реальными работами!

