

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования

---

Согласовано  
Декан ММФ  
канд. техн. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ С.Б. Сапожков  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2005 г.

Утверждаю  
Зам. директора по УР  
канд. техн. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ А.Б. Ефременков  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2005 г.

ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В САМ АДЕМ

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «САПР  
ТП» для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения»



## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ**

Цель работы: изучить принципы автоматизированного создания управляющих программ в системах класса САМ.

Задачи работы: научиться создавать технологические объекты операции, определять и отлаживать траектории движения инструментов, генерировать управляющие программы для станков с ЧПУ.

## **2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Перед началом лабораторного занятия студент обязан самостоятельно ознакомиться с данными методическими указаниями, усвоить теоретические сведения согласно п. 3, назначение и структуру объекта исследования (модуль ADEM САМ) согласно п.4, подготовить бланк отчёта. Титульный лист оформить в соответствии с приложением 1, построить табл. 1. В начале занятия преподаватель производит проверку уровня подготовки студента к выполнению данной работы. В случае если уровень не соответствует перечисленным выше требованиям, студент не допускается к выполнению лабораторной работы.
2. Получить задание для выполнения работы (эскиз изделия, либо его трёхмерную модель).
3. Включить компьютер, войти в операционную систему.
4. Запустить систему ADEM, модуль ADEM САМ.
5. Разработать технологические объекты.
6. Сгенерировать CLDATA-файл и произвести отладку управляющей программы.
7. Назначить постпроцессор и сгенерировать управляющую программу
8. Произвести верификацию управляющей программы.
9. Сохранить файл на диске в папке «Мои документы».
10. Внести данные по работе в отчёт.
11. Выйти из системы ADEM.
12. Записать выводы по работе согласно п.14.
12. Произвести защиту лабораторной работы согласно имеющемуся отчёту, созданным в результате работы файлам и контрольным вопросам, приведённым в п. 11.

## **3. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Процесс технологической подготовки производства включает в себя выполнение определённого набора действий, связанных с разработкой технологии изготовления деталей, проектированием технологической оснастки и инструмента, разработкой управляющих программ (УП) на оборудовании с ЧПУ, подбором соответствующего вида заготовки и т. д.

Создание УП является одним из главных этапов технологической подготовки производства при использовании станков с ЧПУ в машиностроении. Она включает в себя подготовку и нанесение на программоноситель необходимых команд, которые автоматически считываются системой управления и передаются для управления рабочими органами станка.

Существует два метода подготовки УП: ручной и автоматический.

При ручном методе технолог-программист формирует УП непосредственно в кодах станка, описывая в каждом кадре элементарные перемещения или технологические команды (включение шпинделя, смена инструмента, включение охлаждения и т. д.).

Автоматизированный метод подготовки УП требует наличия системы автоматизированного программирования – САП (в англоязычном варианте – САМ – Computer Aided Manufacturing) и соответствующей ЭВМ. Подобный способ подготовки УП имеет ряд неоспоримых преимуществ перед ручным:

- 1) сокращение сроков подготовки УП;
- 2) возможности достаточно быстрой подготовки УП на обработку сколь угодно сложных поверхностей;
- 3) возможности автоматической корректировки УП при изменении геометрии обрабатываемой поверхности;
- 4) обеспечивает быстрый перевод УП с одной модели устройства ЧПУ на другую.

При разработке УП с использованием САП в качестве исходных данных выступают: геометрия изделия и модель станка, а также устройства ЧПУ. В диалоговом режиме оператор ЭВМ создаёт технологические объекты: добавляет переходы, указывает обрабатываемые поверхности, выбирает режущий инструмент, определяет плоскость холостых ходов и т. д.

При наличии достаточного количества входной информации САП может сгенерировать траектории движения инструмента, которые записываются в промежуточный файл типа CLDATA. Данный файл в текстовом виде содержит информацию о перемещениях инструмента.

На основе CLDATA при помощи постпроцессора формируется сама управляющая программа. Постпроцессор – специальный модуль САП, преобразующий данные CLDATA в УП конкретного станка с определённым устройством с ЧПУ (на каждую связку «станок с ЧПУ – устройство ЧПУ» требуется отдельный постпроцессор). Как правило, САМ-системы содержат в своём составе набор постпроцессоров для наиболее распространённых станков, а также специальные программы – генераторы постпроцессоров, которые позволяют оператору создавать новые постпроцессоры под конкретную модель оборудования.

Последним этапом создания УП с помощью САП является отладка программы с помощью специальных средств системы – модулей-верификаторов, которые позволяют визуально отследить траекторию движения инструмента, проконтролировать срезаемый слой материала, проверить УП на наличие столкновений и т. д.

#### **4. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В CAM ADEM**

ADEM CAM позволяет создавать УП для следующих видов обработки: фрезерования, точения, сверления, электро-физической, лазерной и листопробивной.

ADEM CAM позволяет задавать технологические переходы как для конструктивных элементов состоящих из плоских 2D-контуров и 3D моделей, созданных в модуле ADEM CAD, так и для импортированных плоских и объемных моделей. ADEM CAM включает инструменты для редактирования технологического маршрута и моделирования процесса обработки.

Результатом работы модуля ADEM CAM является, отлаженная в процессе моделирования, управляющая программа для станка с ЧПУ. Технологические объекты, составляющие технологический процесс обработки, ассоциативно связаны с геометрической моделью, созданной в ADEM CAD или импортированной из других систем проектирования. То есть все изменения, внесенные конструктором в геометрическую модель проектируемого изделия, автоматически отражаются на технологическом процессе обработки.

Процесс создания технологического объекта на основе созданной или импортированной геометрической модели включает следующие стадии:

1. Создание конструктивного элемента (колодец, уступ, плоскость, отверстие, поверхность и т.п.). На этом этапе задается геометрия поверхностей, подлежащих обработке.

2. Задание технологического перехода (фрезеровать, сверлить, точить, пробить и т.п.).

Результатом выполнения шагов 1 и 2 является «Технологический объект» (ТО).

3. Повторение шагов 1-2 для каждого технологического объекта.

4. Задание технологических команд (начало цикла, плоскость холостых ходов, стоп и т.п.).

5. Расположение созданных технологических объектов в правильном порядке (управление последовательностью выполнения ТО).

6. Расчет траектории движения инструмента с генерацией файла CLDATA.

7. Выполнение моделирования процесса обработки.

8. Создание управляющей программы.

До начала генерации управляющей программы, Вы должны выбрать тип оборудования и указать ряд дополнительных параметров. Это можно сделать на любом этапе работы в ADEM CAM, однако рекомендуется задать все необходимые установки в начале работы над проектом, так как информация, содержащаяся в постпроцессоре, может оказывать влияние на формирование траектории движения инструмента (например, отсутствие кругового интерполятора вызовет формирование траектории движения инструмента, содержащей только линейные перемещения).

## 5. НАЧАЛЬНАЯ НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ

Настройка параметров и режимов включает в себя: создание проекта, зоны обработки, ввод информации об имени программы и детали, выбор постпроцессора и задание пользовательского масштаба.

### 5.1. Информация об имени детали и программы

ADEM CAM позволяет сохранять дополнительную информацию о проекте, такую как имя программы, имя и номер детали, сведения о материале. По умолчанию, имя программы соответствует имени текущего проекта, а детали присваивается имя «admpart».

Для введения информации о программе и детали:

1. Нажмите кнопку «Информация»  на панели «САМ информация». Появится диалог «Информация».
2. В поле «Имя программы» введите имя управляющей программы.
3. В поле «Имя детали» введите имя детали.
4. В поле «Номер детали» введите номер детали.
5. В поле «Материал» введите название материала.

### 5.2. Выбор постпроцессора

Управляющая программа генерируется с учетом особенностей конкретного оборудования. Перед расчетом CLDATA и генерацией управляющей программы необходимо выбрать тип оборудования и постпроцессор.

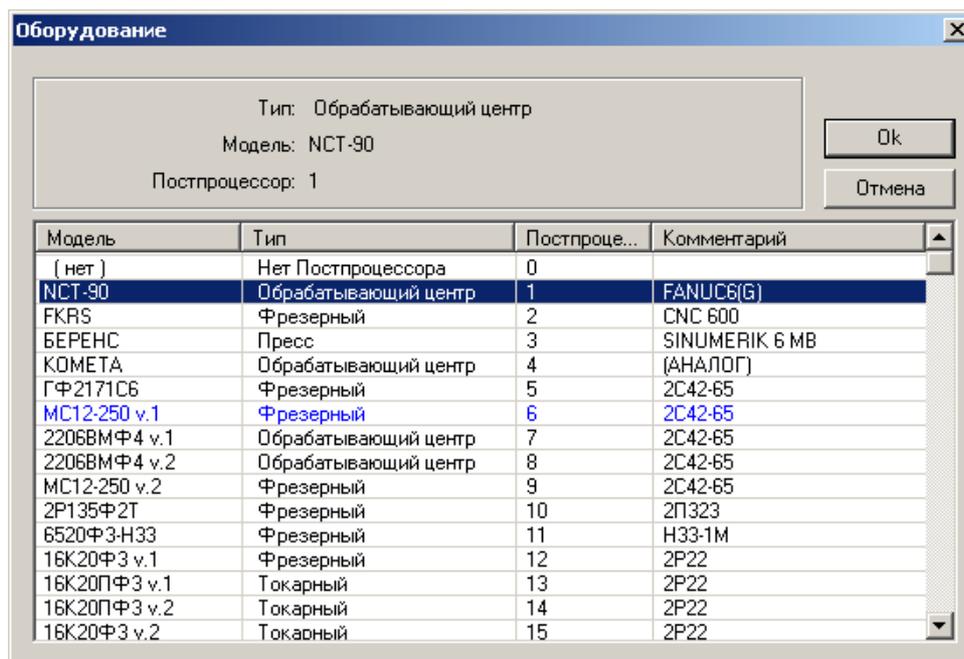


Рис. 1 Диалог «Оборудование»

Для выбора постпроцессора:

1. Нажмите кнопку «Станок»  на панели «САМ информация». Появится диалог «Оборудование» (рис. 1).
2. Выберите постпроцессор из списка.

## 6. СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Конструктивный элемент (КЭ) — это геометрический элемент детали, обрабатываемый за один технологический переход. В модуле ADEM CAM реализована обработка 13-ти типов конструктивных элементов, с помощью которых можно описать любую геометрию обрабатываемой детали. Команды создания конструктивных элементов расположены на панели «Конструктивные элементы».

Определённые конструктивные элементы соответствуют конкретным технологическим объектам (переходам), на которых они могут быть обработаны. В табл. 1 приведены данные о совместимости конструктивных элементов с технологическими объектами.

Таблица 1. Совместимость технологических объектов CAD ADEM и конструктивных элементов

Конструктивные элементы	Колодец	Уступ	Стенка	Окно	Плоскость	Паз	Отверстие	Торец	Область	Резьба	Скос	Плечо	Поверхность	Инструмент
Фрезеровать	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	Фреза
Сверлить							■	■						Сверло
Центровать							■	■						Центровка, сверло
Расточить							■	■						Зенкер
Развернуть							■	■						Развертка
Расточить							■							Резец
Нарезать резьбу							■							Метчик
Точить									■					Резец
Подрезать								■						Резец
Отрезать								■						Резец
Расточить (Ток)									■					Резец
Нарезать резьбу (Ток)										■				Резец, Метчик
Пробить			■	■		■	■							Пуансон
Резать			■	■		■	■							Проволока, Лазер, Резак

Для создания конструктивного элемента любого типа необходимо: выбрать тип создаваемого конструктивного элемента, задать необходимые параметры, указать контуры, определяющие границы конструктивного элемента или профиль его сечения, и, при необходимости, указать поверхности, определяющие границы конструктивного элемента.

## 6.1. Контурные конструктивных элементов

Контурные представляют собой линии, которые при задании конструктивных элементов используются для указания областей подлежащих обработке.

С помощью контуров можно задавать границы КЭ, расположение границ КЭ по оси Z, тип стенок КЭ, а также точку врезания для обработки КЭ. ADEM SAM позволяет задавать эти параметры отдельно для каждого контура конструктивного элемента. Также можно создавать конструктивные элементы с заданным профилем стенки, различной высотой островов, а также изменять положение начальной точки для каждого контура.

### 6.1.1. Задание контуров конструктивного элемента

Чтобы задать контурные конструктивного элемента:

1. При задании КЭ нажмите кнопку «Контур» в диалоге (закладка «Контурные») (рис. 2).
2. Укажите сначала внешний контур конструктивного элемента, а затем контурные островов.
3. Нажмите клавишу «Esc» или среднюю кнопку мыши. В списке контуров появятся указанные контурные.
4. При необходимости задайте параметры контуров.
5. Нажмите кнопку «OK».

Система ADEM позволяет автоматически собирать контурные из отдельных элементов. Сборка происходит только в случае совпадения узлов соседних элементов. Для автоматической сборки контуров необходимо включить режим «Цепочка»  на панели «Режимы SAM».

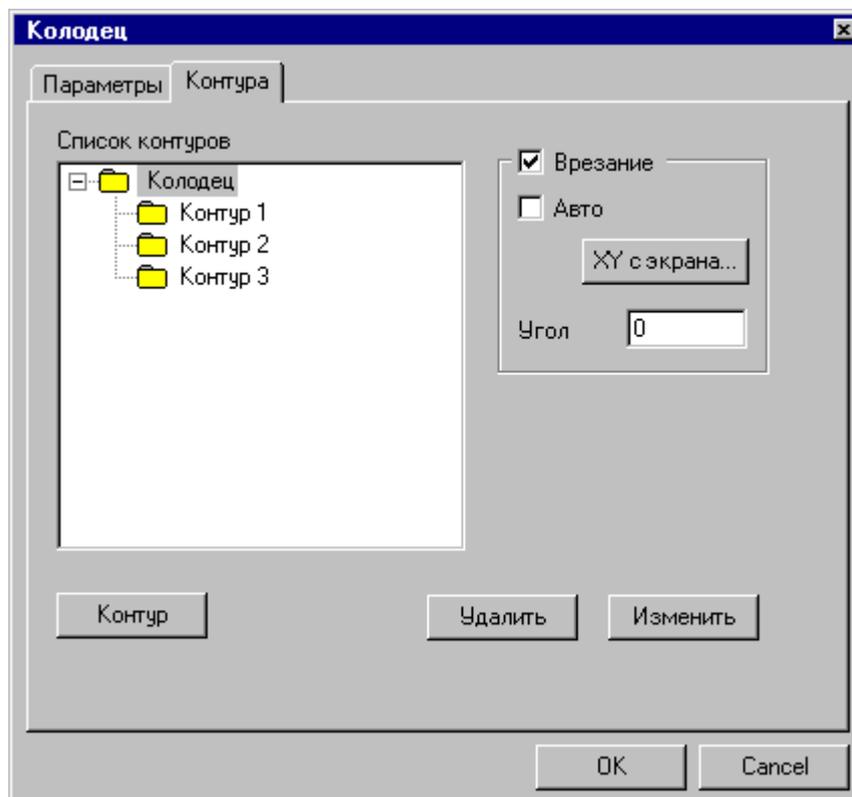


Рис. 2. Закладка «Контуры» в диалоге задания конструктивного элемента

#### 6.1.2. Использование незамкнутых контуров

Если для задания КЭ используются незамкнутые контуры, то, после того, как Вы укажете контур, в строке подсказки появится запрос: «Где материал?» а на экране появится стрелка, имеющая два направления (рис.4).

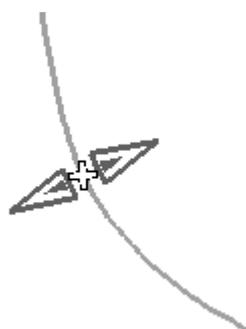


Рис. 4. Диалог «Где материал?»

При помощи мыши укажите справа или слева от контура положение материала, который при обработке необходимо оставить. Если Вы хотите, чтобы при обработке центр инструмента шел по контуру, то необходимо нажать среднюю клавишу мыши или «Esc».

### 6.1.3. Точка врезания

**Точка врезания** - это точка, в которой инструмент производит врезание в материал. Если точка врезания не задана (снят флажок «**Врезание**»), то инструмент на холостом ходу опускается по прямой из текущего положения на заданную глубину и на рабочем ходу перемещается в точку начала обработки. При этом значение параметра «**Недобег**» технологического перехода игнорируется.

**Чтобы задать точку врезания:**

1. В списке контуров выберите элемент верхнего уровня и установите флажок «**Врезание**».
2. Задайте координаты точки врезания.
3. При использовании линейной схемы врезания или схемы врезания по дуге задайте угол врезания

### 6.2. Конструктивный элемент «Колодец»

Колодец — это конструктивный элемент, у которого внешний ограничивающий контур всегда замкнут и дно расположено ниже плоскости привязки. Внутри колодца могут располагаться внутренние необрабатываемые элементы (острова), которые также описываются замкнутыми контурами. Пример КЭ «Колодец» приведён на рис. 4.

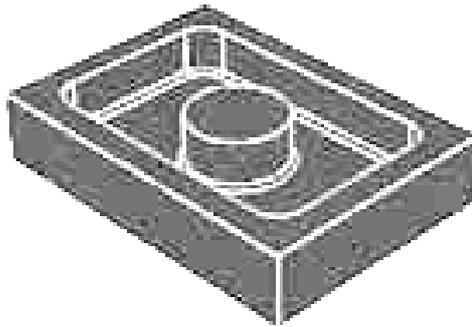


Рис. 4. Конструктивный элемент «Колодец»

КЭ «Колодец» используется в случае фрезерной обработки, когда необходимо на определённую глубину «выбрать» материал из заготовки внутри каких-либо контуров.

#### 6.2.1. Задание конструктивного элемента «Колодец»

**Чтобы задать КЭ «Колодец»:**

1. Нажмите кнопку «**Колодец**» на панели «**Конструктивные элементы**». Появится диалог «**Колодец**» с двумя закладками «**Параметры**» и «**Контур**».
2. Задайте параметры колодца в закладке «**Параметры**».

3. В закладке «**Контур**ы» задайте контуры КЭ и их параметры (в этом случае пропустите шаги 5-7).
4. Нажмите кнопку «**ОК**».
5. Укажите контур, который определяет внешнюю границу колодца.
6. Если колодец содержит острова, укажите контуры, которые определяют границы островов.
7. Нажмите «**Esc**», чтобы завершить создание колодца.

Если колодец содержит острова, Вы должны первым указать контур, который определяет внешнюю границу колодца, а затем контуры, которые определяют границы островов.

### 6.2.2. Параметры конструктивного элемента «Колодец»

При задании КЭ «Колодец» на закладке «Параметры» (рис. 5), можно задать расположение колодца по оси Z, угол его стенок, параметры дна колодца, параметры холостых ходов при обработке, а также зону обработки, в которой расположен колодец.

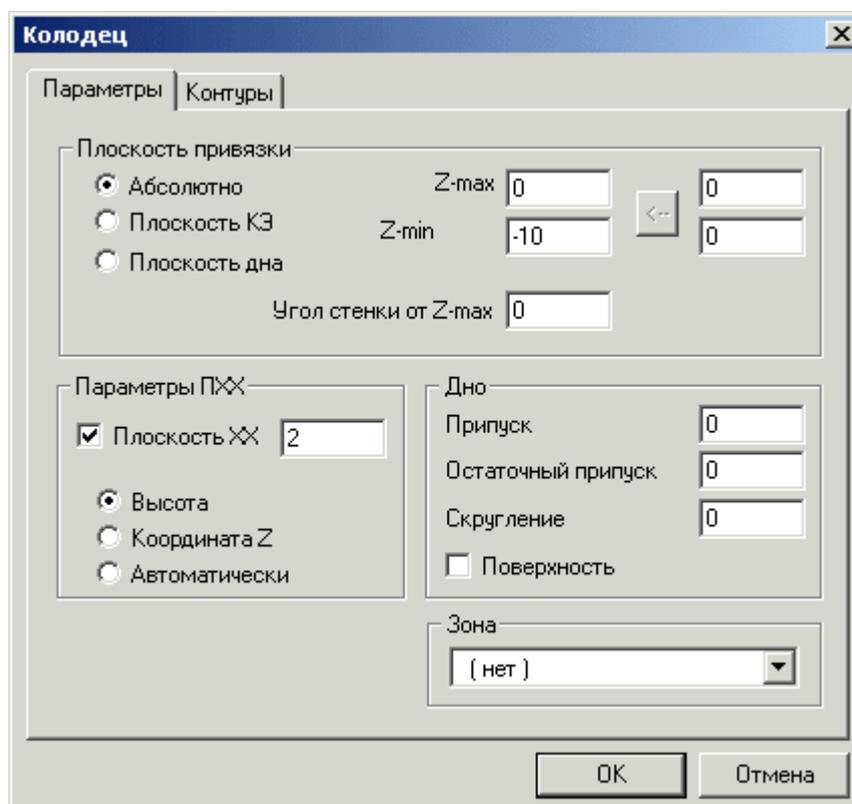


Рис. 5. Закладка «Параметры» в диалоге «Колодец»

**Плоскость привязки** — это плоскость, которая определяет расположение колодца относительно оси Z. Другие параметры конструктивного элемента, такие как глубина, плоскость холостых ходов, высота островов и т.д., задаются относительно плоскости привязки.

Плоскостью привязки может быть как плоскость КЭ, так и плоскость его дна (рис. 6).

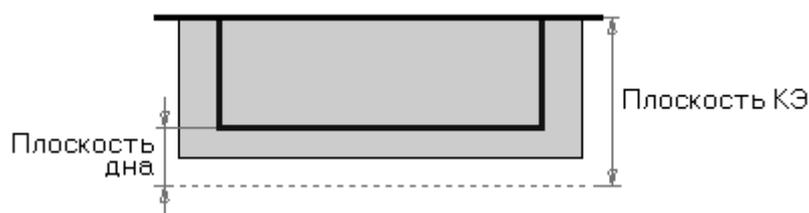


Рис. 6. Плоскость привязки конструктивного элемента «Колодец»

Чтобы задать положение плоскости привязки:

- если плоскостью привязки является плоскость КЭ, то выберите тип плоскости привязки «**Плоскость КЭ**» и введите значение координаты **Z** в поле «**Плоскость КЭ**»;

- если плоскостью привязки является плоскость дна, то выберите тип плоскости привязки «**Плоскость дна**» и введите значение координаты **Z** в поле «**Плоскость дна**»;

- если выбран тип плоскости привязки «**Абсолютно**», то «**Z-max**» определяет координату **Z** расположения плоскости КЭ, а «**Z-min**» определяет координату **Z** расположения плоскости дна.

**Глубина** — это расстояние между плоскостью КЭ и дном колодца (рис. 7).

Чтобы задать глубину, выберите тип плоскости привязки «**Плоскость КЭ**» или «**Плоскость дна**», и введите значение глубины в поле «**Глубина**». Если выбран тип плоскости привязки «**Абсолютно**», то глубина колодца определяется разницей между значениями «**Z-max**» и «**Z-min**».

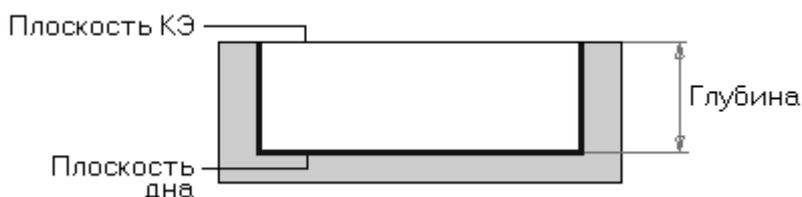


Рис. 7 Глубина конструктивного элемента «Колодец»

Стенки КЭ «Колодец» могут быть как вертикальными, так и наклонными. Наклон задаётся при помощи параметра «**Угол стенки**». Значение угла может быть как положительным, так и отрицательным. Если угол стенки равен нулю, то стенки колодца вертикальны. Угол наклона стенки колодца откладывается от плоскости, проходящей через **Z-max**, плоскости КЭ или плоскости дна, в зависимости от выбранного типа плоскости привязки.

Чтобы задать угол стенки колодца: введите значение угла стенки в поле «Угол стенки от Z-max».

**Плоскость холостых ходов** — это плоскость, в которой инструмент перемещается на холостом ходу при обработке данного колодца (рис. 8). Вы можете определить плоскость холостых ходов, задавая координату Z ее расположения или расстояние между плоскостью холостых ходов и плоскостью КЭ. Кроме того, ADEM CAM может назначать расположение плоскости холостых ходов автоматически.

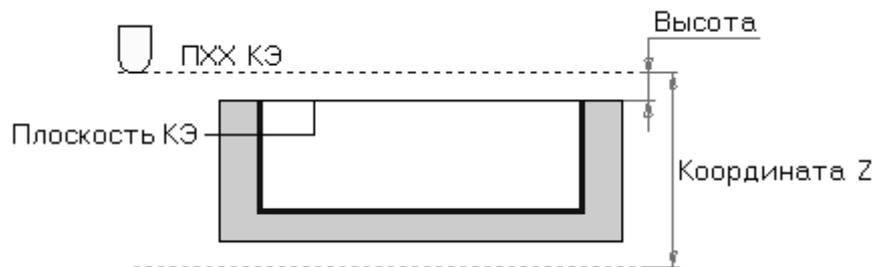


Рис. 8. Плоскость холостых ходов

**Чтобы задать плоскость холостых ходов:**

1. В группе «**Параметры ПХХ**» установите флажок «**Плоскость ХХ**».
2. Выполните одно из следующих действий:
  - выберите тип задания плоскости холостых ходов «**Высота**» и введите значение расстояния между плоскостью ХХ и плоскостью КЭ в поле диалога;
  - выберите тип задания плоскости холостых ходов «**Координата Z**» и введите значение координаты Z расположения плоскости ХХ в поле диалога;
  - выберите тип задания плоскости холостых ходов «**Автоматически**», и расположение плоскости холостых ходов будет рассчитано автоматически.

Система ADEM позволяет задавать ряд параметров дна КЭ «Колодец».

Параметр «**Припуск**» определяет величину припуска на дно колодца, оставленного на предыдущем технологическом переходе, который будет снят на текущем технологическом переходе (рис. 9). Чтобы задать величину припуска на дно колодца, введите её значение в поле «**Припуск**».

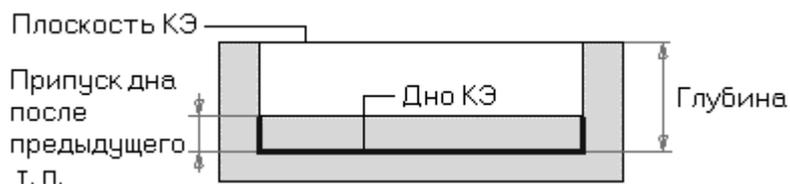


Рис. 9. Припуск на дно конструктивного элемента «Колодец»

Параметр «**Остаточный припуск**» определяет величину припуска, которую необходимо оставить при обработке дна колодца в текущем технологическом переходе.

Чтобы задать величину остаточного припуска на дно колодца, введите значение величины припуска в поле «**Остаточный Припуск**».

Параметр «**Скругление**» определяет радиус сопряжения дна и стенок колодца (рис. 10).

Чтобы задать радиус сопряжения, введите величину радиуса скругления в поле «**Скругление**».

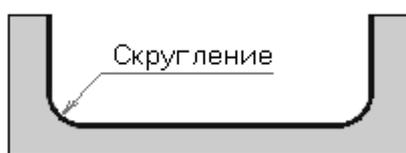


Рис. 10. Сопряжение дна и стенок конструктивного элемента «Колодец»

ADEM CAM позволяет Вам создавать колодец с дном заданной поверхностью. В этом случае дно колодца не является плоским, а определено 3D моделью (рис. 11).

Чтобы задать дно колодца поверхностью, установите флажок «**Поверхность**» и укажите поверхность, образующую дно КЭ.



Рис. 11. Поверхность, образующая дно конструктивного элемента «Колодец»

### 6.3. Конструктивный элемент «Уступ»

Уступ — это конструктивный элемент, внешняя граница которого задается двумя незамкнутыми контурами (рис. 12). Первый контур определяет часть уступа, ограниченную стенкой, и располагается в плоскости КЭ. Второй контур определяет открытую часть уступа, и лежит в плоскости дна. Внутри уступа

могут располагаться внутренние необрабатываемые элементы (острова), которые описываются замкнутыми контурами.

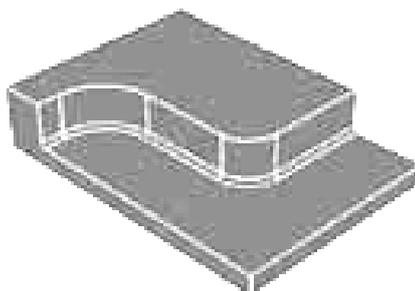


Рис. 12. Конструктивный элемент «Уступ»

### 6.3.1. Задание конструктивного элемента «Уступ»

Для задания КЭ уступ:

1. Нажмите кнопку «Уступ»  на панели «Конструктивные элементы». Появится диалог «Уступ».
  2. Задайте параметры уступа в закладке «Параметры».
  3. В закладке «Контур» задайте контуры, определяющие КЭ, и их параметры. (В этом случае пропустите шаги 5-9).
  4. Нажмите кнопку «ОК».
  5. Укажите контур, который определяет часть уступа, ограниченную стенкой. Появится запрос о положении обрабатываемого материала.
  6. Укажите, с какой стороны от контура будет оставлен материал.
  7. Нажмите кнопку «Параметры контура» , и укажите второй контур, который определяет открытую часть уступа. Появится запрос о положении обрабатываемого материала.
  8. Укажите, с какой стороны от указанного контура обработка производится не будет. Появится диалог «Параметры контура», который позволит задать положение контура относительно плоскости КЭ.
  9. Установите флажок «Включено» в группе «Глубина», и введите соответствующее значение в поле «Значение». Нажмите «ОК».
  10. Если уступ содержит острова, укажите контуры, которые определяют границы островов.
  11. Нажмите «Esc», чтобы завершить задание уступа.
- На закладке «Параметры», Вы можете задать расположение уступа по оси Z, угол его стенок, параметры дна, параметры холостых ходов при обработке, а также зону обработки, в которой расположен уступ.
- На закладке «Контур», Вы можете задать контуры границ уступа, расположение границ уступа по оси Z, тип стенок уступа, а также точку врезания для обработки.

### 6.3.2. Параметры конструктивного элемента «Уступ»

Параметры уступа задаются на закладке «**Параметры**» диалога задания КЭ. Можно задать расположение конструктивного элемента по оси Z, глубину уступа, угол стенок, припуск на дно, радиус скругления между дном и стенками, точку врезания, а также зону обработки, в которой расположен уступ.

В целом данные параметры аналогичны применяемым при задании КЭ «Колодец», за исключением того, что дно КЭ «Уступ» всегда является плоским.

## 6.4. Конструктивный элемент «Стенка»

Стенка — это конструктивный элемент, имеющий замкнутый или незамкнутый контур (рис. 13). Для замкнутого контура обработка производится всегда с внешней стороны.



Рис. 13. Конструктивный элемент «Стенка»

### 6.4.1. Задание конструктивного элемента «Стенка»

Чтобы задать КЭ «Стенка»

1. Нажмите кнопку «**Стенка**»  на панели «**Конструктивные элементы**». Появится диалог «**Стенка**» с двумя закладками «**Параметры**» и «**Контур**».
2. Задайте параметры стенки в закладке «**Параметры**»
3. В закладке «**Контур**» задайте контуры КЭ и их параметры. (В этом случае пропустите шаги 5-6).
4. Нажмите кнопку «**ОК**».
5. Укажите контур, который определяет границу стенки. Если контур не замкнут, ADEM CAM потребует указать, с какой стороны от контура будет оставлен материал.
6. Нажмите «**Esc**» чтобы завершить создание стенки.

### 6.4.2. Параметры конструктивного элемента «Стенка»

Параметры стенки задаются в диалоге «**Стенка**» на закладке «**Параметры**». Вы можете задать расположение конструктивного элемента по оси Z, высоту стенки, ее угол, припуск дна, радиус скругления между стенкой и дном, точку врезания, а также зону обработки, в которой расположена стенка.

В целом данные параметры аналогичны применяемым при задании КЭ «Колодец».

## 6.5. Конструктивный элемент «Паз»

Паз — это конструктивный элемент, имеющий постоянную ширину (рис. 14). Паз не содержит островов.

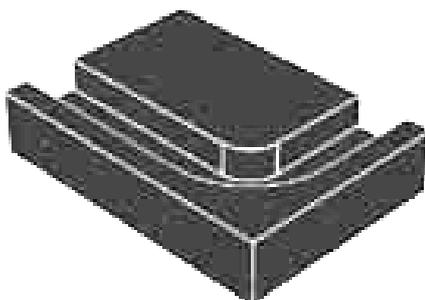


Рис. 14. Конструктивный элемент «Паз»

### 6.5.1. Задание конструктивного элемента «Паз»

Чтобы задать КЭ «Паз»:

1. Нажмите кнопку «Паз»  на панели «Конструктивные элементы».  
Появится диалог «Паз» с двумя закладками «Параметры» и «Контуры».
2. Задайте параметры паза в закладке «Параметры».
3. В закладке «Контуры» задайте контуры КЭ и их параметры. (В этом случае пропустите шаги 5-7).
4. Нажмите кнопку «ОК».
5. Укажите контур, который определяет паз. Появится запрос о положении обрабатываемого материала.
6. Укажите, с какой стороны контура паза будет оставлен материал. Чтобы при обработке центр фрезы проходил точно по контуру паза, нажмите «Esc».
7. Нажмите «Esc» чтобы завершить создание паза.

Если определено, с какой стороны контура вести обработку, Вы можете задать **число проходов** и их **глубину** в параметрах технологического перехода.

### 6.5.2. Параметры конструктивного элемента «Паз»

Параметры паза задаются в диалоге «Паз» на закладке «Параметры». Вы можете задать расположение конструктивного элемента по оси Z, глубину паза, угол стенок, припуск дна, радиус скругления между дном и стенками, точку врезания, а также зону обработки, в которой расположен паз.

В целом данные параметры аналогичны применяемым при задании КЭ «Колодец».

## 6.6. Конструктивный элемент «Поверхность»

Поверхность — это конструктивный элемент, определяемый поверхностью 3D модели (рис. 15). В качестве 3D модели для задания конструктивного элемента могут использоваться твердые тела, открытые оболочки или отдельные поверхности. Для обработки части поверхности 3D модели можно использовать ограничивающие 2D контуры.



Рис. 15. Конструктивный элемент «Поверхность»

### 6.6.1. Задание конструктивного элемента «Поверхность»

Чтобы задать КЭ «Поверхность»:

1. Нажмите кнопку «**Поверхность**»  на панели «**Конструктивные элементы**». Появится диалог «**Поверхность**».
2. Задайте параметры поверхности в закладке «**Параметры**». Если поверхность ограничена контурами поставьте флажок «**Учитывать границы**» и задайте контура границ в закладке «**Контур**».
3. Нажмите «**ОК**». В строке подсказки появится запрос «**Ф.Пврх**» (Фрезеруемая поверхность).
4. Укажите поверхности (границы) которые должны быть обработаны. После указания всех обрабатываемых поверхностей нажмите «**Esc**». В строке подсказки появится запрос «**К.Пврх**» (Контрольная поверхность).
5. Укажите контрольные поверхности (границы). После указания всех контрольных поверхностей нажмите «**Esc**».

### 6.6.2. Параметры конструктивного элемента «Поверхность»

Параметры поверхности задаются в диалоге «**Поверхность**». Вы можете задать припуск дна, точку врезания, а также зону обработки, в которой расположена поверхность. Для обработки с постоянным уровнем Z, Вы можете задать параметры плоскости привязки для определения диапазона обработки.

Наиболее важным отличием параметров данного КЭ от предыдущих является возможность использования ограничивающего контура. Ограничивающий контур определяет область поверхности, подлежащей обработке.

**Чтобы задать обработку части поверхности ограниченной контуром:**

1. Нажмите кнопку «**Поверхность**»  на панели «**Конструктивные элементы**». Появится диалог «**Поверхность**».
2. Задайте параметры поверхности в закладке «**Параметры**».
3. Установите флажок «**Учитывать границы**» и задайте контура в закладке «**Контуры**».
4. Если необходимо выполнять обработку только в пределах границ объемной модели, то установите флажок «**Не обрабатывать вне поверхности**». Нажмите кнопку «**ОК**».
5. В строке подсказки появится запрос «**Ф.Пврх**» (Фрезеруемая поверхность).
6. Укажите поверхности (границы) которые должны быть обработаны. После указания всех обрабатываемых поверхностей нажмите «**Esc**». В строке подсказки появится запрос «**К.Пврх**» (Контрольная поверхность).
7. Укажите контрольные поверхности (границы). После указания всех контрольных поверхностей нажмите «**Esc**».

## **7. ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЕРНЫХ ПЕРЕХОДОВ**

Для создания управляющих программ на фрезерные станки с ЧПУ в ADEM используются фрезерные переходы. В ADEM реализовано плоское (2.5X), объемное трех- и пятикоординатное фрезерование, а также фрезерование с постоянным уровнем Z.

Команды задания фрезерных переходов расположены на панели «**Переходы**».

### **7.1. Параметры инструмента**

Параметры инструмента при задании переходов задаются на закладке «**Инструмент**» в диалоге задания технологического объекта (рис. 16).

В выпадающем списке «**Тип**» задаётся тип инструмента: фреза концевая, сферическая и т. д.

Параметры, расположенные в группе «**Корректоры**», позволяют задавать корректоры по X, Y и Z осям, а также радиусный корректор.

В группе параметров «**Вылет**» задается значение вылета инструмента. Все перемещения система формирует и выдает в управляющую программу для настроечной точки инструмента с учетом вылета. Величина вылета указывается со знаком “+”, если режущая кромка смещена от настроечной точки в положительном направлении соответствующей оси, в противном случае со знаком “-”.

Чтобы задать диаметр инструмента, выберите тип параметра «**Диаметр**» и введите значение в соответствующее поле.

Чтобы задать радиус инструмента, выберите тип параметра «**Радиус**» и введите значение в соответствующее поле диалога.

При автоматической смене инструмента, в зависимости от типа станка, параметр «**Позиция**» может определять позицию инструмента в револьверной головке, номер инструмента в магазине или номер инструментального гнезда. Чтобы задать позицию инструмента, введите ее номер в соответствующее поле диалога.

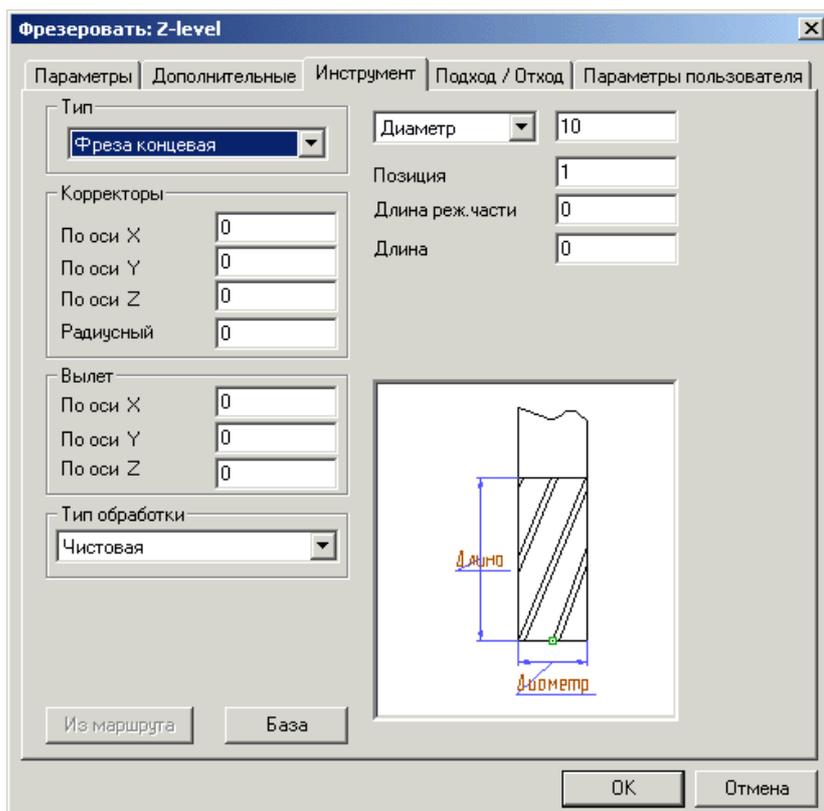


Рис. 16. Закладка «Инструмент»

Вы можете задавать общую длину инструмента и длину его режущей части. Чтобы задать эти параметры, введите их значения в соответствующие поля диалога.

Параметр «**Радиус скругления на торце фрезы**» необходим для инструментов типа: «Фреза концевая скругленная», «Фреза коническая скругленная», «Фреза угловая скругленная», «Фреза дисковая скругленная». Чтобы задать радиус скругления на торце фрезы, введите его значение в соответствующее поле диалога.

Параметр «**Угол фрезы**» необходим для конических и угловых типов фрез. Чтобы задать угол фрезы, введите его значение в соответствующее поле диалога.

Параметр «**Угол фрезы**» необходим для конических и угловых типов фрез. Чтобы задать угол фрезы, введите его значение в соответствующее поле диалога.

## 7.2. Технологический переход «Фрезеровать 2.5X»

«Фрезеровать 2.5X» — технологический переход, определяющий обработку следующих конструктивных элементов: «Колодец», «Уступ», «Стенка», «Окно», «Плоскость», «Паз», «Отверстие». Тип инструмента, используемого в переходе — фреза.

### 7.2.1. Задание технологического перехода «Фрезеровать 2.5X»

1. Нажмите кнопку «Фрезеровать 2.5X»  на панели «Переходы». Появится диалог «Фрезеровать: 2.5X».
2. Задайте параметры фрезерования, инструмента, схемы подхода (отхода).
3. Нажмите «ОК». Технологический переход «Фрезеровать» будет сформирован. В строке подсказки появится сообщение: «(ТО:# Фрезеровать/\*\*\*)».

Параметры технологического перехода «Фрезеровать 2.5X» определяются в диалоге «Фрезеровать 2.5X». ADEM CAM позволяет задать схему обработки, параметры подхода, отхода и врезания, высоту гребешка, режимы резания и другие необходимые характеристики.

### 7.2.2. Параметры технологического перехода «Фрезеровать 2.5X»

Параметры перехода задаются на закладке «Параметры» (рис. 17).

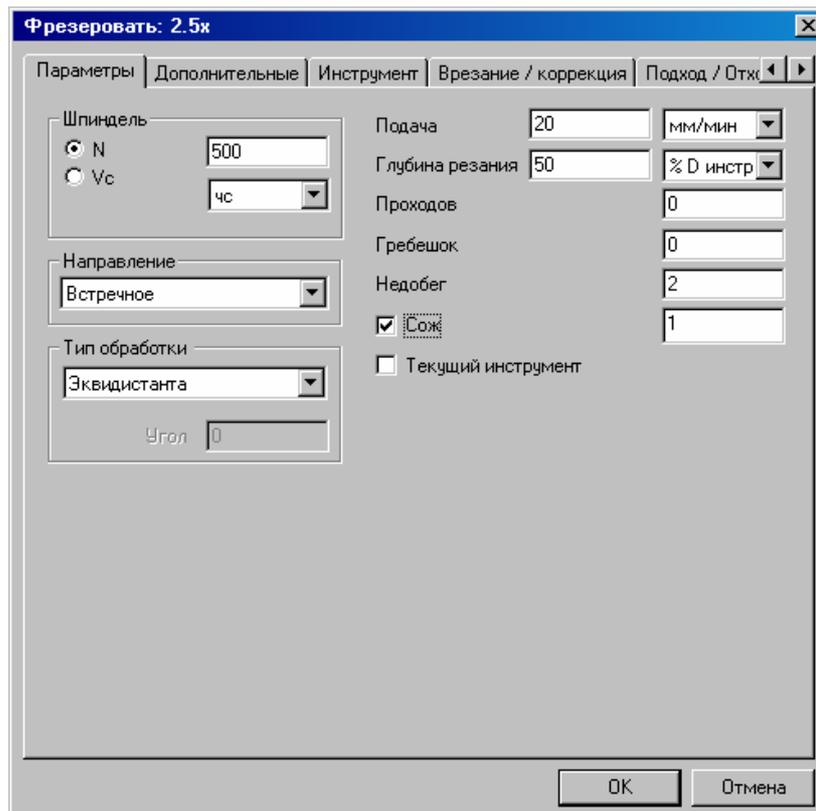


Рис. 17. Параметры технологического перехода «Фрезеровать 2.5X»

## 1. Режимы работы

Чтобы назначить режимы работы шпинделя, в группе «Шпиндель» задайте следующие параметры:

- «N» — Частота вращения шпинделя (обороты в минуту).
- «Vc» — Скорость резания (метры в минуту).
- «ЧС» — Направление вращения шпинделя против часовой стрелки.
- «ПЧС» — Направление вращения шпинделя против часовой стрелки.

## 2. Тип обработки

Задание схемы обработки. ADEM CAM позволяет выбрать одну из тринадцати различных схем 2X-координатной обработки:

1. **Эквидистанта** (рис. 18) — эквидистантная обработка от центра к границам конструктивного элемента.

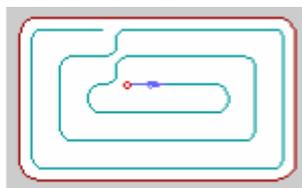


Рис. 18. Тип обработки «Эквидистанта»

2. **Обратная эквидистанта** (рис. 19) — эквидистантная обработка от границ конструктивного элемента к центру. Используется для обработки КЭ «Плоскость».

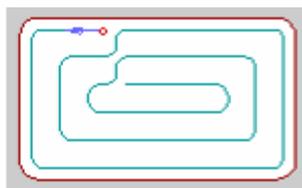


Рис. 19. Тип обработки «Обратная эквидистанта»

3. **Петля эквидистантная** (рис. 20) — обработка по ленточной спирали с сохранением выбранного (встречное или попутное) направления фрезерования. Используется для обработки КЭ «Уступ».

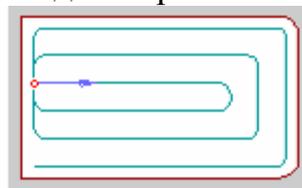


Рис. 20. Тип обработки «Петля эквидистантная»

4. **Зигзаг эквидистантный** (рис. 21) — обработка по ленточной спирали с чередованием встречного и попутного направления фрезерования. Используется для обработки КЭ «Уступ».

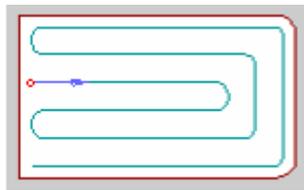


Рис. 21. Тип обработки «Зигзаг эквидистантный»

5. **Спираль** (рис. 22) — обработка конструктивного элемента по спирали.

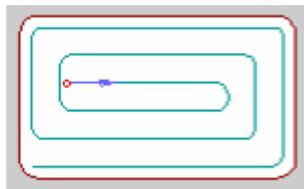


Рис. 22. Тип обработки «Спираль»

6. **Петля** (рис. 23) — обработка во взаимопараллельных плоскостях перпендикулярных плоскости XY с сохранением выбранного (встречное или попутное) направления фрезерования. Направление обработки (расположение плоскостей) задается параметром Угол, который определяет угол разворота плоскостей от оси X в градусах. Шаг между плоскостями обработки задается параметром «Гл.рез.».

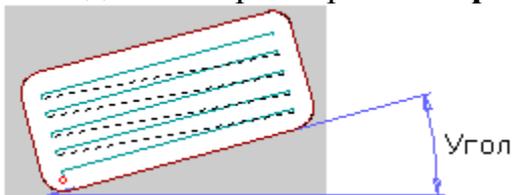


Рис. 23. Тип обработки «Петля»

7. **Зигзаг** (рис. 24) — обработка во взаимопараллельных плоскостях перпендикулярных плоскости XY с чередованием встречного и попутного направления фрезерования. Направление обработки (расположение плоскостей) задается параметром Угол, который определяет угол разворота плоскостей от оси X в градусах. Шаг между плоскостями обработки задается параметром «Гл.рез.».



Рис. 24. Тип обработки «Зигзаг»

8. **Петля контурная** (рис. 25) — обработка, определяемая двумя контурами, с сохранением выбранного (встречное или попутное) направления фрезерования. Траектория формируется по кратчайшему рас-

стоянию между контурами. Длина перемещения по любому из контуров не превышает глубины резания.

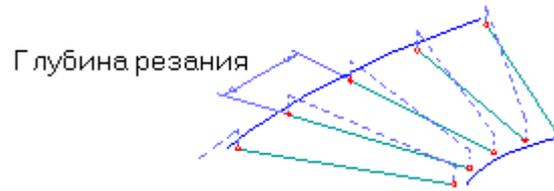


Рис. 25. Тип обработки «Петля контурная»

9. **Зигзаг контурный** (рис. 26) — обработка, определяемая двумя контурами, с чередованием встречного и попутного направления фрезерования. Траектория формируется по кратчайшему расстоянию между контурами. Длина перемещения по любому из контуров не превышает глубины резания.

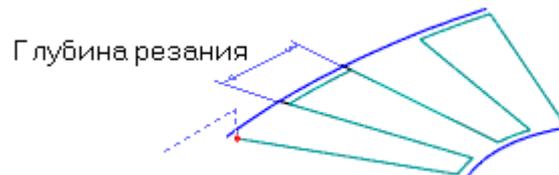


Рис. 26. Тип обработки «Зигзаг контурный»

### 3. Направление фрезерования

Чтобы назначить направление фрезерования (попутное или встречное), задайте параметры в группе «**Направление**».

### 4. Подача

Чтобы назначить режимы резания, в группе «**Подача**» задайте значение рабочей подачи и выберите из списка:

- «**в мин.**» — задание величины подачи в миллиметрах в минуту;
- «**на оборот**» — задание величины подачи в миллиметрах на оборот;

- «**Гл.рез.**» — (Глубина резания) — толщина слоя материала, снимаемого за один проход в плоскости XY. Если значение глубины резания равно нулю, то считается, что глубина резания не задана, будет выполнен один финишный проход вдоль контуров. При обработке КЭ «Поверхность», если значение глубины резания равно нулю — толщина слоя материала определяется величиной гребешка. Параметр «**Гл.рез.**» может быть задан как в миллиметрах, так и в процентах от диаметра инструмента.

- «**Проходов**» — (Число проходов) — заданное число проходов для обработки конструктивного элемента. Если вместе с числом проходов задана глубина резания, траектория будет содержать заданное количество проходов с шагом, равным глубине резания.

## 5. Гребешок

Гребешок — максимальная высота гребешков металла, оставшихся после обработки над поверхностью детали (рис. 27).

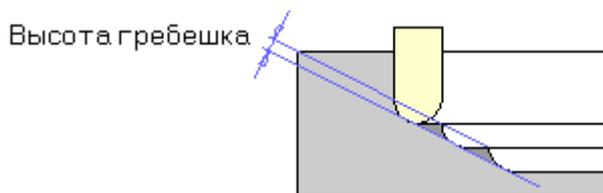


Рис. 27. Высота гребешков металла, оставшихся после обработки

## 6. Недобег

Недобег — расстояние от инструмента до плоскости привязки конструктивного элемента, на котором производится переключение с холостого хода на подачу врезания (рис. 28).

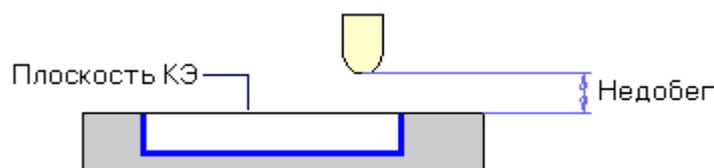


Рис. 28. Величина недобега

### 7.2.3. Дополнительные параметры перехода «Фрезеровать 2.5X»

Дополнительные параметры задаются на вкладке «Дополнительные» окна диалога «Фрезеровать 2.5X».

#### 1. Направление по Z

Чтобы назначить направление обработки по оси Z, выберите нужный параметр из списка в группе Направление по Z.

Вниз — обработка конструктивного элемента в направлении от плоскости КЭ к плоскости дна.

Вверх — обработка конструктивного элемента в направлении от плоскости дна к плоскости КЭ.

#### 2. Остаточный припуск

Остаточный припуск — это необработанный слой материала, оставленный на внешнем контуре конструктивного элемента или контурах внутренних элементов. Величина остаточного припуска может быть как положительной, так и отрицательной.

Внешний — это остаточный припуск, оставленный на внешнем контуре конструктивного элемента. Для КЭ Плоскость величина остаточного припуска определяет положение прохода инструмента при обработке края плоскости.

Внутренний — это остаточный припуск, оставленный на контурах внутренних элементов.

### 3. Удалять пеньки

Данная функция удаляет «пеньки», то есть часть металла, оставшуюся после обработки между соседними проходами, если стоит тип обработки «эквидистанта» и инструментом является фреза с радиусом скругления.

### 4. Перебег

Перебег — расстояние, на которое инструмент выходит за нижнюю кромку конструктивного элемента.

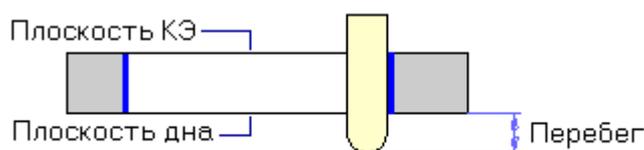


Рис. 38 Перебег

## 7.3. Технологический переход «Фрезеровать 3X»

«Фрезеровать 3X» — технологический переход, определяющий обработку КЭ «Поверхность». Тип инструмента, используемого в переходе «Фрезеровать» — фреза.

### 7.3.1. Задание технологического перехода «Фрезеровать 3X»

Для задания технологического перехода «Фрезеровать 3X» необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажать кнопку «Фрезеровать 3X» на панели «Переходы». Появится диалог «Фрезеровать: 3X».
2. Задаать параметры фрезерования, инструмента, схемы подхода (отхода).
3. Нажать кнопку «ОК». Технологический переход «Фрезеровать3X» будет сформирован. В строке подсказки появится сообщение: «ТО:# Фрезеровать 3X/\*\*\*».

### 7.3.2. Параметры технологического перехода «Фрезеровать 3X»

В целом большая часть параметров данного перехода аналогичны параметрам перехода «Фрезеровать 2.5X», для более детальной информации рекомендуется обратиться к системе справки.

## **8. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОБЩЕНИЯМ И ОЦЕНКАМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ**

В выводах по работе необходимо проанализировать достоинства и недостатки компьютеризированной подготовки управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

## **9. ОБОРУДОВАНИЕ**

Персональная ЭВМ в составе локальной вычислительной сети с установленной на ней системой CAD/CAM/CAPP ADEM.

## **10. ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ С КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКОЙ**

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по охране труда и правилам поведения при работе с компьютерной техникой. Работа может выполняться только в присутствии преподавателя. Студентам запрещается приносить и пользоваться дискетами и компакт-дисками без разрешения преподавателя.

Строго запрещается использовать компьютеры в целях, которые не предусмотрены данной лабораторной работой.

## **11. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В чём заключается отличие автоматического метода подготовки управляющих программ от ручного?
2. Что является исходными данными при автоматической разработке управляющих программ?
3. Что такое файл CLDATA?
4. Для каких видов обработки CAM ADEM позволяет генерировать управляющие программы?
5. В какой последовательности разрабатывается управляющая программа в CAM ADEM?
6. Что такое постпроцессор?
7. Что такое конструктивный элемент?
8. Какие конструктивные элементы Вам известны?
9. В чём заключается ассоциативность геометрии изделия и управляющих программ в CAM ADEM?

## **12. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА**

Отчёт должен содержать следующую информацию:

- титульный лист;
- цель работы;
- задачи работы;

- конфигурация оборудования;
- данные по работе: наименование изделия, вид оборудования с ЧПУ, номер постпроцессора, перечень конструктивных элементов, перечень технологических объектов, длина управляющей программы, время обработки;
- выводы по работе.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Компьютерные технологии в науке, технике и образовании: Учеб. Пособие / Под общ. ред. А.И. Промптова. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2000 – 396 с.
2. САПР изделий и технологических процессов в машиностроении/Р. А. Аллик, В. И. Бородянский, А. Г. Бурин и др.; Под общ. ред. Р. А. Аллика. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 319 с., ил.
3. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Учебник для вузов по спец. "Технология машиностроения", "Металлорежущие станки и инструменты"/С. Н. Корчак, А. А. Кошин, А. Г. Ракович, Б. И. Сеницын; Под общ. ред. С. Н. Корчака. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.: ил.

ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЁТА

Федеральное агентство по образованию  
Юргинский технологический институт ТПУ

Механико-машиностроительный факультет  
Кафедра Технологии машиностроения

САПР ТП

Лабораторная работа №...  
ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В САМ АДЕМ

Исполнитель

Студент гр. номер группы

(подпись) И.О. Фамилия

(дата)

Руководитель

(должность, учёная степень, звание)

(подпись) И.О. Фамилия

(дата)

Юрга – год

# ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В САМ ADEM

## Методические указания

Составители: Александр Викторович Вальтер  
Александр Александрович Сапрыкин

Подписано к печати 11.04.2006

Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Плоская печать. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,84

Тираж 25 экз. Заказ 188. Цена свободная.

ИПЛ ЮТИ ТПУ. Лицензия ПЛТ №44-55 от 04.12.97.

Ризограф ЮТИ ТПУ. 652000, Юрга, ул. Московская,17



