

Федеральное агентство по образованию
Юргинский технологический институт
Томского политехнического университета

Утверждаю
Зам. директора по УР
канд. техн. наук, доцент
_____ Б.Г. Долгун
«_____» _____ 2005 г.

ПОСТРОЕНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В CAD ADEM

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «САПР
ТП» для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения»

Юрга 2005

УДК

Построение трёхмерных объектов в CAD ADEM: Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «САПР ТП» для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения». – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. – 32 с.

Составители:	ассистент	А.В. Вальтер
	ст. преподаватель	А.А. Сапрыкин
	ст. преподаватель	А.В. Воробьёв

Рецензент	Зав. каф. ИС	М.А. Корчуганова
-----------	--------------	------------------

Методические указания рассмотрены и рекомендованы для издания методическим семинаром кафедры «Технология машиностроения»
« ____ » _____ 2005 г.

Зав. кафедрой,
доцент, канд. техн. наук _____ А.А. Моховиков

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: изучить принципы создания трёхмерных объектов в CAD-системах.

Задачи работы: освоить приёмы построения и редактирования трёхмерных объектов в системе ADEM, научиться строить плоские чертежи по объёмной модели тела.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

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 CAD) согласно п.4, подготовить бланк отчёта с таблицей статуса документа. 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.

Получить эскиз объекта у преподавателя.

Включить компьютер, войти в операционную систему.

Запустить систему ADEM.

Построить трёхмерную модель в соответствии с полученным эскизом.

По выполненной модели сделать все необходимые виды и разрезы.

Проставить размеры на полученных видах.

Сохранить файл на диске в папке «Мои документы».

Внести данные из статуса документа в отчёт.

1.10 Выйти из системы ADEM.

1.11 Записать выводы по работе согласно п.11

1.12 Произвести защиту лабораторной работы согласно имеющемуся отчёту, созданным в результате работы файлам и контрольным вопросам, приведённым в п. 14.

Таблица 1

СТАТУС ДОКУМЕНТА

Наименование документа		
Статистика	Число элементов	
	Число узлов	
	Число текстовых строк	
	Число параметрических связей	
	Число вспомогательных узлов	
	Число тел	
	Число граней	
	Число ребер	
	Число вершин	

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проектирование изделий машиностроения представляет собой сложный творческий процесс, в итоге которого замысел инженера воплощается в виде чертежей, макетов, математических моделей продукта.

К геометрической информации об изделии предъявляются самые высокие требования по качеству и точности отображения реального объекта. Особенно высокие требования к точности геометрического описания предъявляются к трёхмерным моделям, которые зачастую используются в качестве исходных данных при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ.

Результатом проектирования с использованием САПР является *модель* - математическое представление геометрической формы, хранимое в памяти компьютера. Трёхмерные модели состоят из совокупности взаимосвязанных между собой тел, поверхностей, контуров.

Различают следующие виды моделей:

1. Каркасные – описываемые набором отрезков прямых линий и кривых (граней).
2. Поверхностные – описываемые набором поверхностей.
3. Твёрдотельные – описываемые набором тел (замкнутых объектов, ограниченных поверхностями).
4. Гибридные – описываемые сочетанием поверхностей и тел.

Большинство современных САПР поддерживает гибридное моделирование.

Как правило, создание трёхмерных объектов начинается с построения плоских контуров, которые впоследствии при помощи специальных операций преобразуются в поверхности или тела.

Существуют следующие основные типы таких операций:

1. Выдавливание. Исходными данными для операции является образующий контур и траектория. Результатом является тело, которое занимает объём, последовательно «заполненный» контуром при его движении вдоль траектории.

2. Вращение. Исходными данными для операции является образующий контур и ось вращения. Результатом является тело, которое занимает объём, последовательно «заполненный» контуром при его вращении вокруг оси.

3. Построение по сечениям. Исходными данными является набор сечений. Результатом является поверхность или тело, образованное соединением исходных сечений (контуров).

Сложные объекты обычно состоят из значительного числа поверхностей, в таких случаях необходимо использовать несколько контуров для их построения. Кроме того, построение отдельных тел и поверхностей не приводит к образованию единой модели объекта, поскольку они не являются взаимосвязанными между собой. Для установления взаимосвязей необходимо соответствующим образом сориентировать тела и поверхности и с помощью специальных операций объединить их в одно целое.

Объединение тел выполняется при помощи булевых операций. **Булевы операции** представляют собой логические операции над телами, в результате которых исходные тела преобразуются в одно тело. Существует три вида булевых операций:

1. Объединение – результатом операции является тело, занимающее объём всех исходных тел;

2. Вычитание – в данной операции определяется тело, которое является в операции уменьшаемым и тела, являющиеся вычитаемыми. При этом результатом является тело, занимающее весь объём уменьшаемого тела, за исключением объёма, который занимали вычитаемые тела.

3. Пересечение – результатом операции является тело, занимающее объём который одновременно занимали все исходные тела.

Объединение поверхностей друг с другом и твёрдыми телами обычно выполняется при помощи **операции сопряжения**, в результате которой формируется переходная поверхность, осуществляющая плавный переход исходных поверхностей.

4. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ОБЪЁМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

CAD ADEM

CAD ADEM предоставляет возможности трёхмерного гибридного моделирования с возможностями построения твёрдых тел, поверхностей и пространственных кривых.

Функционально систему объёмного проектирования можно разделить на следующие элементы:

1) системы координат;

- 2) операции построения геометрических элементов (тел, поверхностей, кривых);
- 3) булевы операции;
- 4) операции редактирования объектов;
- 5) операции управления объектами построения;
- 6) операции создания плоских чертежей по объёмной модели.

Использование перечисленной функциональности позволяет создавать и изменять трёхмерные модели, а также формировать конструкторскую документацию (чертежи) по модели объекта.

5. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ В CAD ADEM

Наиболее важным понятием систем координат ADEM является понятие «рабочая плоскость».


5.1. Рабочая плоскость

Рабочая плоскость - это плоскость в пространстве, заданная пользователем в текущий момент. Плоские элементы всегда создаются в текущей рабочей плоскости.

Рабочая плоскость отображается в виде серого фона. Размер и ее положение зависят от габаритов трехмерной модели, и ее расположения в пространстве, а также от расположения начала относительной системы координат в рабочей плоскости.

5.1.1. Отображение рабочей плоскости:

Для отображения рабочей плоскости:

1. Нажмите кнопку «**Режимы отображения**»  на панели инструментов **Режимы отображения**. Появится диалог «**Изображение**».

2. Установите флажок «**Рабочая плоскость**» и нажмите кнопку «**ОК**».

Для построения более или менее сложных объектов необходимо менять положение рабочей плоскости. При создании нового документа рабочая плоскость лежит в плоскости XY абсолютной системы координат и параллельна плоскости экрана.

Расположение рабочей плоскости в пространстве задается с помощью следующих команд, которые находятся на панели инструментов «**Рабочая плоскость**», которая показана на рис. 1.

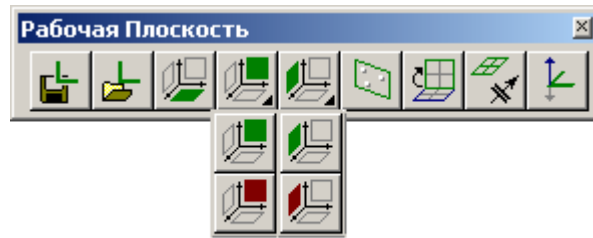



Рис. 1

5.1.2. Установка абсолютной рабочей плоскости

Команда **«Абсолютная Рабочая Плоскость»** позволяет совместить рабочую плоскость с одной из базовых плоскостей абсолютной системы координат: XY, XZ, YZ.


а) Чтобы установить рабочую плоскость в абсолютной системе координат XY:

Нажмите кнопку **«Абсолютная Рабочая Плоскость XY»**  на панели инструментов **«Рабочая плоскость»**.

б) Чтобы установить рабочую плоскость в абсолютной системе координат YZ:

Нажмите кнопку **«Абсолютная Рабочая Плоскость YZ»**  на панели инструментов **«Рабочая плоскость»**.

в) Чтобы установить рабочую плоскость в абсолютной системе координат XZ:

Нажмите кнопку **«Абсолютная Рабочая Плоскость XZ»**  на панели инструментов **«Рабочая плоскость»**.

5.1.3. Установка относительной рабочей плоскости

Команда **«Относительная рабочая плоскость»** позволяет совместить рабочую плоскость с одной из базовых плоскостей относительной системы координат: XZ, YZ.

а) Чтобы установить рабочую плоскость в относительной системе координат YZ:

Нажмите кнопку **«Относительная Рабочая Плоскость YZ»**  на панели инструментов **«Рабочая плоскость»**.


б) Чтобы установить рабочую плоскость в относительной системе координат XZ:

Нажмите кнопку **«Относительная Рабочая Плоскость XZ»**  на панели инструментов **«Рабочая плоскость»**.

5.1.4. Задание рабочей плоскости по трем точкам

Команда «**Задание рабочей плоскости по трем точкам**» позволяет задавать положение рабочей плоскости по трем указанным точкам, поворачивать систему координат на вектор, перемещать центр относительной системы координат в рабочей плоскости.


Чтобы задать положение рабочей плоскости по трем точкам:

1. Нажмите кнопку **Рабочая плоскость по трем точкам**  на панели инструментов **Рабочая плоскость**. Появится запрос **Точка 1/Esc**.
2. Укажите положение первой точки (центр относительной системы координат). Появится запрос **Точка 2/Esc**.
3. Укажите положение второй точки. Появится запрос **Точка 3/Esc**.
4. Укажите положение третьей точки.


5.1.5. Разворот рабочей плоскости

Команда «**Разворот рабочей плоскости**» позволяет поворачивать рабочую плоскость.

а) Для разворота рабочей плоскости на заданный угол вокруг одной из осей относительной системы координат:

1. Нажмите кнопку «**Разворот рабочей плоскости**»  на панели инструментов «**Рабочая плоскость**».
2. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, выберите необходимый пункт меню, соответствующий оси разворота (X, Y, Z).
3. Введите с клавиатуры значение угла разворота вокруг выбранной оси и нажмите «**ОК**» или клавишу «**Enter**» на клавиатуре.


б) Для разворота рабочей плоскости с помощью вектора X:

1. Нажмите кнопку «**Разворот рабочей плоскости**»,  на панели инструментов «**Рабочая плоскость**».
2. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, выберите пункт меню «**Произвольно**».
3. Укажите курсором новое положение вектора X. Если новое положение оси X должно лежать в исходной рабочей плоскости, то рекомендуется предварительно совместить вид с рабочей плоскостью. Если новое положение оси X должно лежать вне рабочей плоскости, то необходимо притянуть курсор к вершине 3D модели или к узлу 2D элемента.

5.1.6. Совмещение рабочей плоскости с гранью

Команда «**Совмещение рабочей плоскости с гранью**». При совмещении центра координат с гранью 3D модели ADEM устанавливает рабочую плоскость в соответствии с нормалью к указанной точке поверхности. При этом начало системы координат совпадает с данной точкой.

Для совмещения системы координат и рабочей плоскости с гранью:

1. Нажмите и удерживайте кнопку «Совмещение системы координат»  на панели инструментов «Рабочая плоскость». Появится дополнительное меню.
2. Выберите «Грань» в выпадающем меню. При этом появится курсор в виде подвижной системы координат.
3. Укажите курсором точку на поверхности 3D модели.

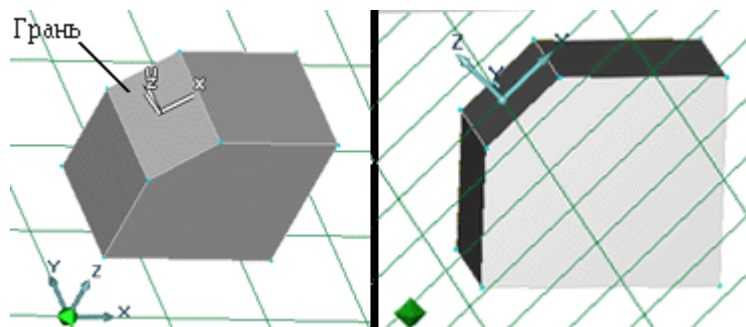





Рис. 2

5.2. Системы координат

Системы координат предназначены для отсчёта положения геометрических элементов. Для работы с системами координат используются перечисленные ниже команды.

5.2.1. Совмещение системы координат


Команда «Совмещение системы координат»  позволяет совмещать систему координат и рабочую плоскость с различными объектами в указанной точке.

- а) Чтобы переместить центр координат в указанную точку:
 1. Нажмите и удерживайте кнопку «Совмещение системы координат»  на панели инструментов «Рабочая плоскость». Появится дополнительное меню.
 2. Выберите команду «Рабочая плоскость» из дополнительного меню.
 3. Укажите положение центра координат
- б) Чтобы переместить центр координат в узел, вершину или точку:
 1. Нажмите и удерживайте кнопку «Совмещение системы координат»  на панели инструментов «Рабочая плоскость». Появится дополнительное меню.
 2. Выберите команду «Узел, вершина, точка (С)» из дополнительного меню.

3. Подведите курсор к узлу, вершине или точке. Курсор притянется автоматически. Появится специальный символ привязки к ребру.

4. Щелкните левой кнопкой мыши. Центр координат будет установлен в указанную точку

в) Чтобы переместить центр координат на ребро плоского или объемного элемента:


1. Нажмите и удерживайте кнопку «Совмещение системы координат»  на панели инструментов «Рабочая плоскость». Появится дополнительное меню.

2. Выберите команду «Ребро (Alt+C)» из дополнительного меню.

Подведите курсор к ребру. Курсор притянется автоматически. Появится специальный символ привязки к ребру.

3. Щелкните левой кнопкой мыши. Центр координат будет установлен в указанную точку на ребре.

г) Чтобы переместить центр координат в середину ребра плоского или объемного элемента:


1. Нажмите и удерживайте кнопку «Совмещение системы координат»  на панели инструментов «Рабочая плоскость». Появится дополнительное меню.

2. Выберите команду «Середина ребра» из дополнительного меню.

3. Подведите курсор к середине ребра. Курсор притянется автоматически. Появится специальный символ привязки к ребру.

4. Щелкните левой кнопкой мыши. Центр координат будет установлен на середину ребра элемента.

5.2.2. Направление оси Z

Команда **Направление оси Z**  изменяет направление оси Z текущей системы координат на противоположное.

6. ОПЕРАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В системе ADEM реализовано множество различных методов создания объемных тел. Большинство объемных тел создается на основе профилей, например, смещением или вращением профиля. Также при создании объемных тел могут использоваться уже созданные тела, например, при построении тела перехода между указанными гранями двух тел.

ADEM интегрирует работу с твердыми телами, открытыми оболочками, отдельными поверхностями и каркасными моделями. Например, твердое тело может быть триммировано (обрезано) поверхностью, а открытая оболочка превращена в твердое тело с помощью команды «Затяжка».

Команды построения 3D элементов на основе профилей находятся на панели инструментов «3D Объекты 1», показанной на рис. 3.

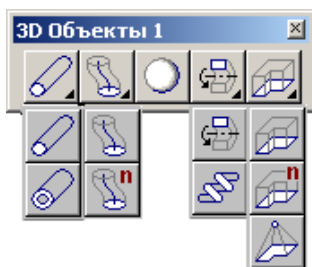


Рис. 3

Команды построения 3D элементов на основе уже существующих 3D тел находятся на панели инструментов «3D Объекты 2», показанной на рис.4.

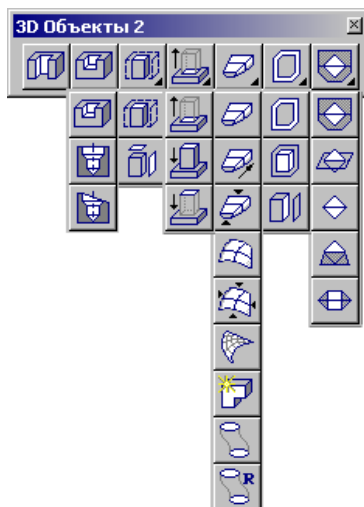


Рис.4

6.1. Создание профилей

Профиль - это элемент, использующийся для построения объемного тела. Профиль определяет форму тела и его положение по отношению к остальным элементам объемной модели. В качестве профилей для создания объемного тела могут быть использованы любые плоские элементы, кроме некоторых элементов оформления, таких как размеры или стрелка сварки, а также ребра и грани объемной модели. Для формирования профилей также можно использовать команды создания временных проекций. Если в качестве профиля использовались плоские элементы, то после выполнения операции создания объемного тела их отображение отключается.

При создании большинства объемных тел необходимо выбирать профили. В качестве профилей для создания объемного тела могут быть использованы пло-

ские элементы, а также ребра и грани объемной модели. Если выбраны несколько отдельных элементов и ребер, будет построено несколько отдельных объемных тел. Если выбранные плоские элементы и ребра образуют цепочку и могут быть собраны в единый контур, будет создано одно объемное тело.

Чтобы упростить выбор определенных элементов, можно использовать фильтры выбора, которые позволяют задать тип элементов, которые можно выбирать (плоские элементы, ребра, грани) и способ их выбора.

Чтобы включить отображение всех плоских элементов, которые были использованы в качестве профилей, используйте флажок **Исходные профили** в диалоге "**Изображение**".

6.2. Создание объёмных тел на основе профилей

Команды построения 3D тел на основе профилей находятся на панели инструментов «**3D объекты 1**». В ADEM возможно построение следующих объемных элементов: Сфера, Проволока, Труба, Спираль, Движение, Вращение, Пространственная пирамида, Смещение.

Процесс создания большинства тел на основе профилей основан на одной и той же последовательности действий. Для создания объемного тела любого типа необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Выбрать профиль(и).
- 2) Задать параметры объемного тела.

6.2.1. Вращение

Команда «**Вращение**» позволяет создавать объемные тела вращением профиля вокруг заданной оси на заданный угол. Профиль может быть замкнутым или разомкнутым. При вращении незамкнутого профиля на угол, не равный 360 градусам, будет создана открытая оболочка.

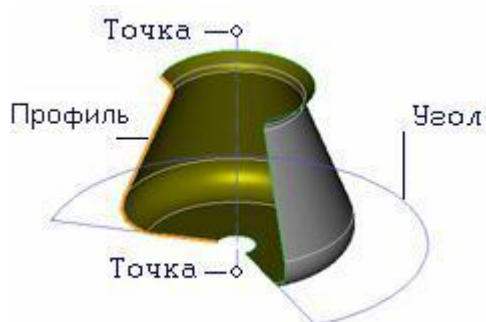



Рис. 5

В качестве профиля могут быть выбраны плоские элементы, ребра или грани объемных тел. Если выбраны несколько отдельных элементов и ребер, будет построено несколько отдельных объемных тел. Если выбранные плоские элементы и ребра образуют цепочку и могут быть собраны в единый контур, будет

создано одно объемное тело. Если в качестве профиля выбрана грань объемного тела, то в результате выполнения операции будет добавлен материал к телу, которому она принадлежит.

Чтобы создать тело вращением профиля:

1. Нажмите кнопку «**Вращение**»  на панели инструментов «**3D Объекты**» появится подсказка «**Профиль?**».
2. Выберите элементы (плоские элементы, ребра или грань), составляющие профиль сечения и нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу «**Esc**» для завершения выбора.
3. В поле «**Угол**» введите угол вращения. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.
4. Нажмите кнопку «**ОК**» в строке ввода параметров или клавишу «**Enter**» на клавиатуре. В строке «**Подсказка**» появится запрос «**Точка оси?**».
5. Укажите две точки, определяющие ось.

6.2.2. Смещение

Команда «**Смещение**» позволяет создавать объемные тела смещением профиля в направлении оси *Z* текущей системы координат на заданную высоту с заданным углом стенок. В качестве профиля могут быть выбраны плоские элементы, ребра или грани объемных тел. Если выбраны несколько отдельных элементов и ребер, то будет построено несколько отдельных тел. Если выбранные плоские элементы и ребра образуют цепочку и могут быть собраны в единый контур, будет создано одно тело. Если некоторые выбранные элементы лежат внутри другого элемента, то будет построено тело со сквозными отверстиями с заданным углом стенок (рис.6).

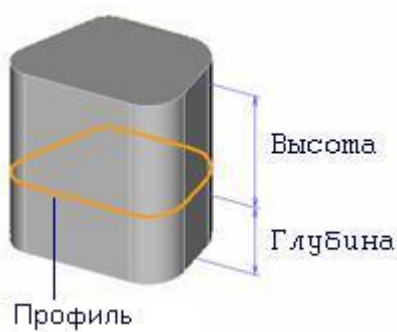


Рис.6

При задании положительного угла стенки наклоняются внутрь создаваемого тела, при задании отрицательного – наружу (рис.7). По умолчанию угол равен 0.

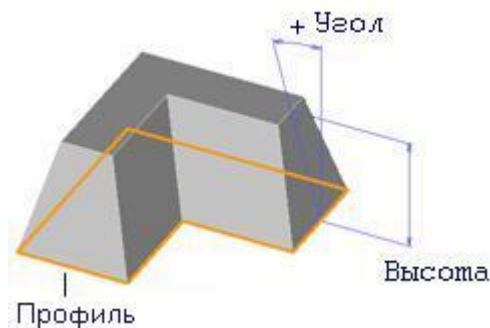


Рис.7

Если в качестве профиля выбрана грань объемного тела, то в результате выполнения операции будет добавлен материал к телу, которому она принадлежит (рис.8).

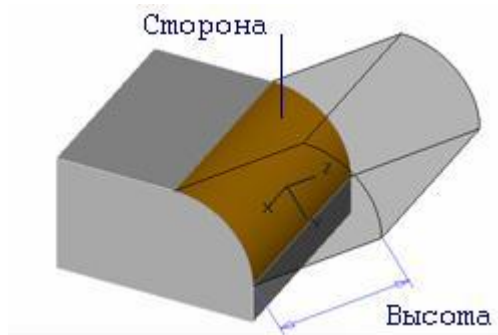



Рис.8


Чтобы создать тело смещением профиля:

1. Нажмите кнопку «Смещение»  на панели инструментов «3D Объекты 1». Появится подсказка «Профиль?»
2. Выберите элементы (плоские элементы, ребра или грань), составляющие профиль сечения, и нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу «Esc» для завершения выбора.
3. В поле «Высота» задайте величину смещения в положительном направлении оси Z текущей системы координат. Значение может быть как положительным, так и отрицательным. В поле «Глубина» задайте величину смещения в отрицательном направлении оси Z текущей системы координат. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.
4. В поле «Угол» задайте угол наклона боковых граней тела. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.
5. В поле «Угол отв.» задайте угол наклона отверстий. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.
6. Нажмите кнопку «ОК» в строке ввода параметров или клавишу «Enter» на клавиатуре.

6.2.3. Сфера

Команда **«Сфера»** позволяет построить сферу, используя в качестве профиля окружность или дугу. Радиус окружности или дуги определяет радиус сферы.

Чтобы "создать сферу:

1. Нажмите кнопку **«Сфера»**  на панели инструментов **«3D Объекты 1»**. Появится подсказка **«Профиль?»**.
2. Выберите окружность и нажмите клавишу **«Esc»** для завершения выбора.

6.3. Построение геометрических элементов на основе созданных тел

Команды построения объемных тел, при создании которых используются уже созданные тела, расположены на панели инструментов **«3D Объекты 2»**. Возможны следующие команды: **«Сквозное отверстие»**, **«Отверстие»**, **«Добавить/Удалить материал»**, **«Добавление материала смещением до тела»**, **«Смещение до тела»**, **«Затяжка»**, **«Эквидистанта»** и т.д.

Большинство построений на основе имеющихся тел основаны на одной и той же последовательности действий:

1. Выбор профилей.
2. Указание грани имеющегося тела.
3. Задание параметров.

6.3.1. Сквозное отверстие

Команда **«Сквозное отверстие»** позволяет создавать сквозные отверстия в указанных телах методом проецирования профиля по нормали к плоскости профиля. Форма отверстия определяется профилем. Команда может быть применена к нескольким телам, в этом случае отверстия будут проделаны во всех выбранных телах.

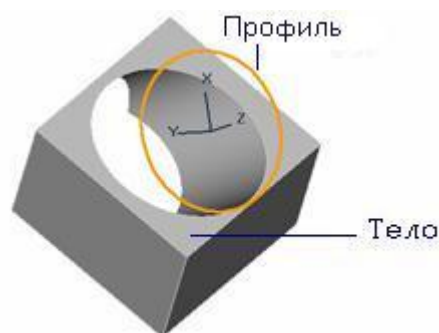


Рис.9

Профиль может быть замкнутым и незамкнутым. Если профиль незамкнут, то при указании тела, в котором должно быть создано отверстие, необходимо указать на ту часть, которая должна быть оставлена.

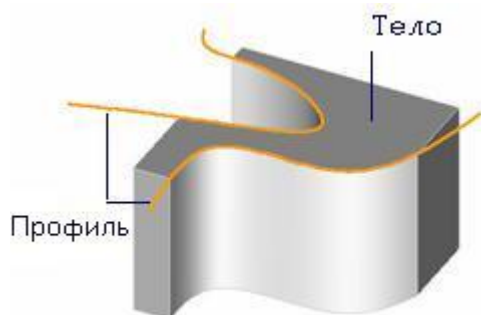



Рис. 10

Чтобы создать сквозное отверстие:

1. Нажмите кнопку «Сквозное отверстие»  на панели инструментов «3D Объекты 2». Появится запрос «Профиль? / Esc».
2. Выберите профиль(и). После того как все необходимые профили выбраны, нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу «Esc» для завершения выбора. Появится запрос «3D Элемент?/Esc».
3. Укажите одну из граней объемного тела, в которой должно быть создано отверстие. Если профиль не замкнут, то при указании тела, в котором должно быть создано отверстие, необходимо указать на ту часть, которая должна быть оставлена.
4. Появится запрос «3D Элемент?/Esc». Для того чтобы создать сквозное отверстие еще в одном теле, повторите пункт 3.
5. Нажмите «Esc» для завершения операции.

6.3.2. Отверстие

Команда «Отверстие» позволяет создавать отверстия (удалять материал) в указанном твердом теле методом проецирования профиля на заданную глубину с заданным углом стенок. Профиль проецируется по нормали к плоскости профиля. Профиль должен быть замкнут. Отверстия создаются в порядке указания профилей. Если профили выбраны с помощью рамки выбора, отверстия будут созданы в порядке, в котором были построены элементы.

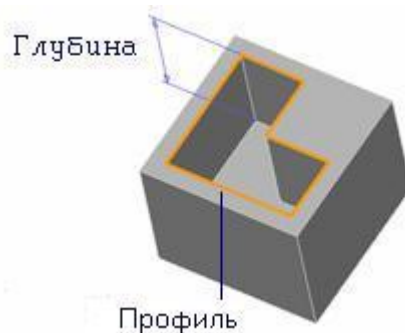


Рис.11

Угол наклона стенок может быть положительным или отрицательным. По умолчанию угол равен 0.

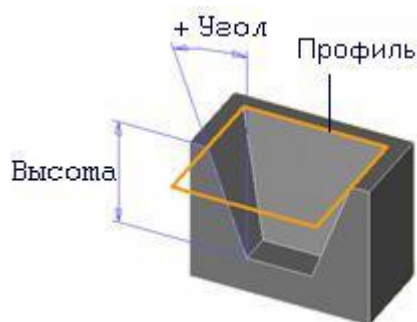



Рис.12


Чтобы создать отверстие:

1. Нажмите кнопку «**Отверстие**»  на панели инструментов «**3D Объекты 2**». Появится запрос «**Профиль? / Esc**».
2. Выберите профиль(и). После того как все необходимые профили выбраны, нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу «**Esc**» для завершения выбора. Появится запрос «**3D Элемент?**».
3. Укажите 3D тело, в котором необходимо сделать отверстие.
4. В поле «**Глубина от контура**» задайте глубину отверстия. Значение должно быть положительным.
5. В поле «**Угол**» задайте угол наклона боковых граней. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.
6. Нажмите кнопку «**ОК**» в строке ввода параметров или клавишу «**Enter**» на клавиатуре.

6.3.3. Отверстие по нормали к поверхности

Команда «**Отверстие по нормали к поверхности**» позволяет создать отверстие в указанной точке по нормали к поверхности. Сложное отверстие строится с учетом размера потайной головки, угла сверла и диаметра резьбы.


Чтобы построить отверстие по нормали к поверхности:

1. Нажмите кнопку «**Отверстие по нормали к поверхности**»  на панели инструментов «**3D Объекты 2**». Появится диалог «**Отверстие**».
2. Введите необходимые параметры отверстия. Нажмите кнопку «**ОК**» или клавишу «**Enter**».
3. Появится запрос «**Положение на теле**». Укажите положение отверстия на грани тела.

6.3.4. Резьба

Команда «**Резьба**» задает атрибуты резьбы отверстиям объемных моделей. Также данная функция позволяет автоматически получать обозначения резьбы на видах, разрезах и сечениях, построенных по объемной модели.

Чтобы задать резьбу:

1. Нажмите кнопку «**Резьба**»  на панели инструментов «**3D Объекты 2**». Появится запрос **Ребра?**
2. Укажите ребра отверстий, на которых необходимо построить резьбу. Появится диалог «**Глубина резьбы**».
3. Выберите в списке зависимость глубины резьбы от диаметра отверстия либо введите свое значение. Нажмите кнопку «**ОК**».

6.3.5. Добавить/Удалить материал

Команда «**Добавить/Удалить материал**» позволяет добавить (удалить) материал путем выдавливания (вдавливания) проекции одного или нескольких плоских профилей на поверхность построенного ранее 3D тела. Если задано несколько пересекающихся профилей, то предварительно выполняется операция их объединения в один контур. Положительная высота соответствует добавлению материала, отрицательная - удалению материала.

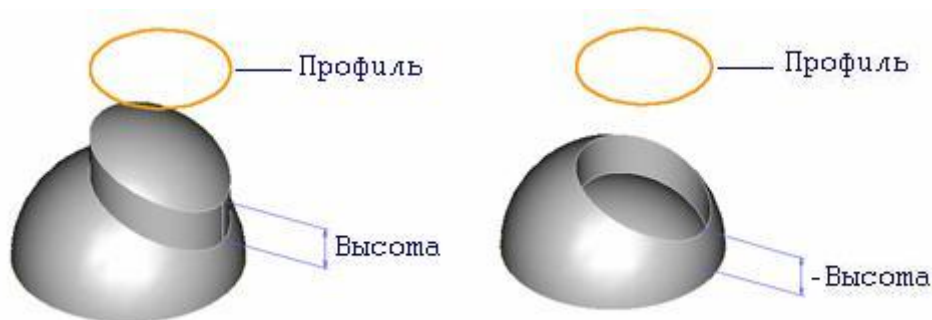


Рис. 13

В результате выполнения данной операции происходит смещение участка одной или нескольких поверхностей указанного 3D тела попавших внутрь проектируемого контура. Если поверхность является единственной и плоской, то

возможно задание угла наклона стенок добавляемого/удаляемого участка поверхности.

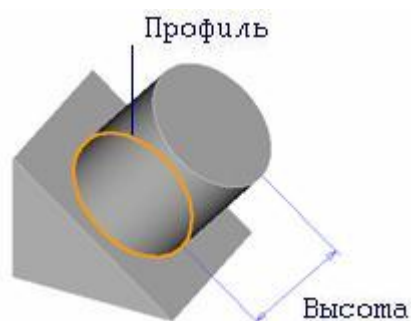



Рис. 14

Чтобы добавить/удалить материал:

1. Нажмите кнопку «Добавить/Удалить»  на панели инструментов «3D Объекты 2». Появится запрос «Профиль? / Esc».
2. Выберите профиль(и). После того как все необходимые профили выбраны, нажмите среднюю кнопку мыши или клавишу «Esc» для завершения выбора. Появится запрос «3D Элемент?».
3. Укажите 3D тело, в котором необходимо сделать отверстие.
4. В поле «Глубина от контура» задайте глубину отверстия. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.
5. В поле «Угол» задайте угол наклона боковых граней. Значение может быть как положительным, так и отрицательным.
6. Нажмите кнопку «ОК» в строке ввода параметров или клавишу «Enter» на клавиатуре.

7. БУЛЕВЫЕ ОПЕРАЦИИ

В ADEM реализованы следующие типы булевых операций: объединение, пересечение и вычитание.

Команда «Объединение» позволяет объединить отдельные 2D контуры и 3D тела в одно тело, «Пересечение» - найти их общую часть, «Вычитание» - удалить из одного элемента общую с другим элементом часть.

7.1. Объединение

Команда «Объединение» позволяет объединять несколько контуров и объемных тел в одно.

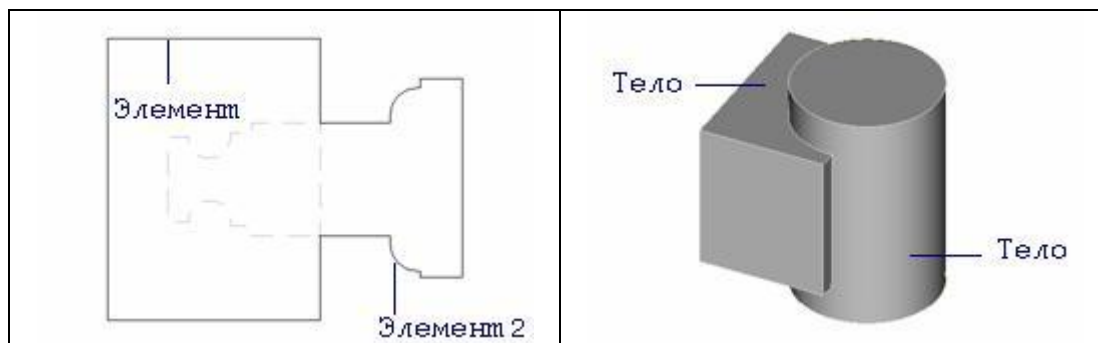



Рис. 15

Для объединения элементов:

1. Нажмите кнопку «**Объединение**»  на панели «**Операции с группами объектов**».
2. Если ни один элемент не выбран, то после нажатия на кнопку «**Объединение**» укажите объемные и плоские элементы, которые Вы хотите объединить, указанием на грань или с помощью рамки выбора, и нажмите клавишу «**Esc**» на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения операции.

7.2. Пересечение

Команда «**Пересечение**» выполняет булеву операцию пересечения. Результатом операции является элемент, состоящий из общей части выбранных элементов.

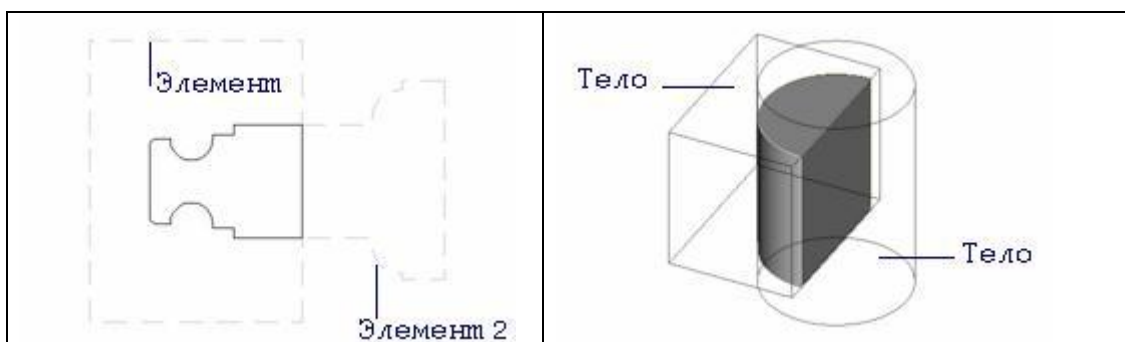



Рис. 16

Для выполнения операции пересечения:

1. Нажмите кнопку «**Пересечение**»  на панели «**Операции с группами объектов**».
2. Если элементы не были предварительно выбраны с помощью команды «**Выбор элемента**», то выберите элементы, пересечение которых Вы хотите найти, указав их курсором или с помощью рамки выбора и нажмите клавишу «**Esc**» на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора.

7.3. Вычитание

Команда «**Вычитание**» позволяет вычесть плоские контура и объемные элементы из первого выбранного элемента. Из первого указанного тела последовательно вычитаются все остальные выбранные тела. При выборе тел с помощью рамки первым считается тело, которое было создано раньше других - из него будут вычитаться все остальные выбранные тела.

Для выполнения операции вычитания:


1. Нажмите кнопку «**Вычитание**»  на панели «**Операции с группами объектов**».
2. Если тела не были предварительно выбраны с помощью команды «**Выбор тела**», то выберите тело, из которого Вы хотите вычесть остальные тела.
3. Если элементы не были предварительно выбраны с помощью команды «**Выбор элемента**», то выберите элементы, пересечение которых Вы хотите найти, указав их курсором или с помощью рамки выбора и нажмите клавишу «**Esc**» на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора.



Рис. 17

8. ОПЕРАЦИИ РЕДАКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

ADEM включает в свою функциональность большое количество операций по редактированию трёхмерных объектов. Часть из них аналогична операциям для плоских элементов и выполняется таким же образом. К ним относятся следующие команды: «**Масштаб**», «**Перенос**», «**Поворот**», «**Копия**», «**Зеркальное отражение**», «**Удалить**».

К специфичным для трёхмерных объектов относятся перечисленные ниже операции.

Функции редактирования 3D элементов используются для внесения изменений в геометрию объемных моделей. Они находятся на панели «**Редактирование 3D**», представленной на рис. 18.

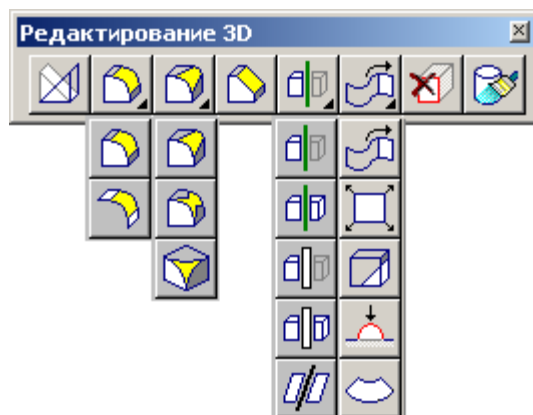


Рис. 18

8.1 Триммирование рабочей плоскостью

Команда «**Триммирование рабочей плоскостью**» рассекает объемное тело текущей рабочей плоскостью и удаляет выбранную часть.

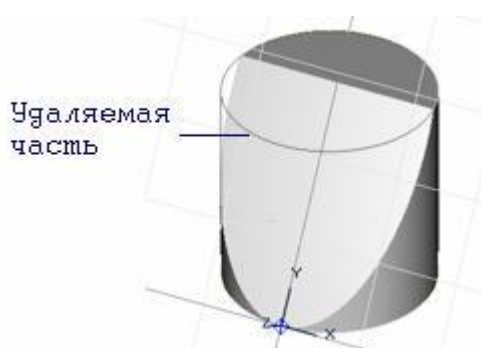



Рис. 19

Чтобы триммировать тело рабочей плоскостью:

1. Нажмите кнопку «**Триммирование рабочей плоскостью**»  на панели инструментов «**Редактирование 3D**». Появится запрос «**Удаляемая часть?**».
2. Укажите часть объемного тела, которая должна быть удалена при триммировании. Операция триммирования будет выполнена.

8.1. Скругление и создание фаски

Команды скругления и создания фаски позволяют выполнять скругления постоянного и переменного радиусов, а также построение фаски на постоянное или переменное расстояние на заданных ребрах 3D тела.

8.1.1. Постоянное скругление

Команда «**Постоянное скругление**» позволяет создавать скругление постоянного радиуса на выбранных ребрах объемных тел.

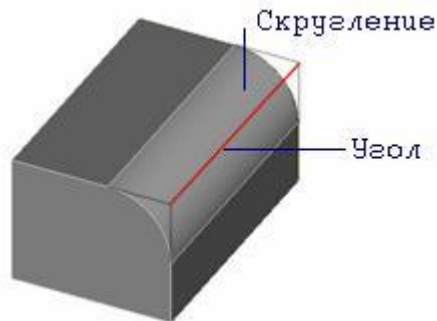



Рис. 20

Чтобы создать постоянное скругление:

1. Нажмите кнопку **«Постоянное скругление»**  на панели инструментов **«Редактирование 3D»**. Появится запрос **«Ребра?»**.
2. Выберите ребра указанием на ребро или с помощью рамки выбора и нажмите клавишу **«Esc»** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора.
3. Задайте радиус скругления и нажмите клавишу **«Enter»** или кнопку **«OK»** в строке ввода значений.

8.1.2. Фаска на ребре

Команда **Фаска на ребре** позволяет создавать фаску на выбранных ребрах открытых оболочек и объемных тел.

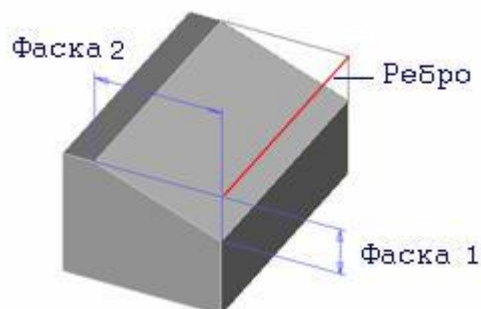



Рис. 21

Чтобы создать фаску:

1. Нажмите кнопку **«Фаска на ребре»** . Появится запрос **«Ребра?»**.
2. Выберите ребра указанием на ребро или с помощью рамки выбора и нажмите клавишу **«Esc»** на клавиатуре или среднюю кнопку мыши для завершения выбора.

3. В поле «Фаска1=» и «Фаска2=» введите значения фаски и нажмите клавишу «Enter» или кнопку «OK» в строке ввода значений.

9. УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ ПОСТРОЕНИЯ


Управление объектами построения осуществляется при помощи дерева конструирования. В дереве конструирования или дереве построений в окне проекта ADEM отображаются все действия и операции по созданию объемной модели или объемной сборки. В любой момент времени Вы можете просмотреть все объекты дерева, обратиться к любому из них, просмотреть и изменить параметры каждого объекта.

Дерево конструирования и окно графической области динамически связаны. При выборе элемента дерева соответствующий объемный элемент подсвечивается. Дерево конструирования позволяет редактировать параметры объектов, профили, а также скрывать и восстанавливать отдельные объекты.

9.1. Редактирование параметров объемных построений

Пользователь может в любой момент изменить значения числовых параметров, которые вводились при построении объемных моделей.


Для редактирования параметров:

1. Дважды нажмите левой кнопкой мыши на объекте, который Вы хотите редактировать, либо выберите элемент и при помощи правой кнопки мыши откройте контекстное меню и выберите «Редактировать». Внизу рабочей области экрана появится строка с параметрами объектов.
2. Измените параметры и нажмите кнопку **OK**.
3. Нажмите кнопку «Регенерация»  на панели «Редактирование 3D» для регенерации модели с новыми параметрами.

9.2. Редактирование профилей объемных моделей

Как и в большинстве систем объемного моделирования ADEM позволяет создавать объемные модели на основе плоской геометрии, которая впоследствии становится профилем объемной модели. При изменении геометрии профиля происходит изменение объемной модели.

Для редактирования профилей объемных моделей:

1. Нажмите на перекрестие слева от названия объекта дерева. Раскроется дерево профилей объекта.
2. В дереве проекта выберите профиль, который Вы хотите редактировать. Указанный профиль подсветится в рабочей области экрана.
3. Измените профиль.
4. Нажмите кнопку «Регенерация»  на панели «Редактирование 3D» для регенерации модели с новыми параметрами.


9.3. Погашение/Восстановление отдельных объектов дерева

Система ADEM позволяет временно погасить элементы дерева построений.

Для того чтобы погасить объект дерева конструирования:

1. Установите флажок в прямоугольной области слева от названия соответствующего объекта либо выберите элемент и при помощи правой кнопки мыши откройте контекстное меню и выберите **«Погасить»**.
2. Нажмите кнопку **«Регенерация»** (панель **«Редактирование 3D»**) для регенерации модели.

Для того чтобы восстановить объект дерева конструирования:

1. Снимите флажок в прямоугольной области слева от названия соответствующего объекта либо выберите элемент и при помощи правой кнопки мыши откройте контекстное меню и выберите **«Включить»**.
2. Нажмите кнопку **«Регенерация»**  на панели **«Редактирование 3D»** для регенерации модели с новыми параметрами.

10. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЁЖНЫХ ВИДОВ ПО ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

В современной идеологии черчения используется метод построения плоских чертежей при помощи объемной модели. При этом геометрия чертежа ассоциативно связана с объемной моделью, то есть при изменении геометрических параметров объемной модели пользователь может поменять геометрию чертежа. В ADEM используется набор функций, позволяющих получать чертежи из объемной модели.

10.1. Главные виды

Функция **«Главные виды»** позволяет получить чертежные проекции с объемной модели. Для получения главных видов задайте виды, расстояние между видами и параметры проецирования, а также удаление невидимых и пунктирных линий. В системе ADEM возможно построение главных видов, как для отдельной детали, так и для сборки.

Система ADEM позволяет получать главные виды двумя способами проецирования кривых. При обыкновенном проецировании кривые создаются на основе триангулированной модели построенной с параметром сглаживания, равным единице. Данный метод позволяет быстрее получать проекции, но с меньшей точностью. При точном проецировании кривые создаются на основе точной геометрии модели. Проекция, полученные данным методом, имеют более высокую точность.

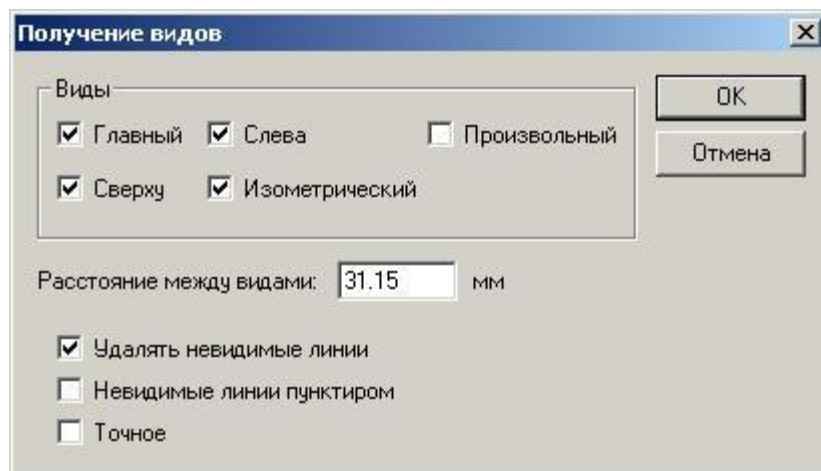



Рис. 22

При построении главных видов важно помнить:

1. На проецирование влияет положение детали относительно абсолютной системы координат. То есть, главный вид – это проекция на абсолютную плоскость XZ, Вид сверху – проекция на XY, Вид слева – проекция на YZ.
2. На проецирование влияет масштаб пользователя. Размеры элементов всех видов умножаются на значения масштаба. Задать масштаб можно при помощи кнопки Масштаб пользователя.
3. Над видами можно выполнять операции Переноса и Поворота. При выполнении этих операций не нарушаются ассоциативные связи.

Чтобы построить главные виды:

1. Нажмите и удерживайте кнопку «Создание чертежных видов по 3D модели»  на панели инструментов «Черчение по 3D». В дополнительном меню выберите «Главные виды». Появится диалог «Получение видов». Укажите необходимые параметры видов. Нажмите кнопку «ОК».
2. Укажите положение видов на чертеже нажатием левой кнопки мыши.

10.2. Чертежный вид


Функция «Чертежный вид» позволяет получать чертежные виды при помощи главных и вспомогательных видов. Для получения чертежного вида необходимо задать один из видов, направление стрелки вида, наименование и положение вида. Система ADEM автоматически проставляет на чертеже обозначение вида. Можно создавать виды при помощи других видов или разрезов.

При построении Чертежных видов важно помнить:

1. На проецирование влияет масштаб пользователя. Размеры элементов чертежных видов умножаются на значения масштаба. Задать масштаб можно при помощи кнопки «Масштаб пользователя».

2. Над чертежными видами можно выполнять операции «Перенос» и «Поворот». При выполнении этих операций не нарушаются ассоциативные связи.


Чтобы построить чертежный вид:

1. Нажмите и удерживайте кнопку «Создание чертежных видов по 3D модели»  на панели инструментов «Черчение по 3D». В дополнительном меню выберите «Чертежный вид». При помощи левой кнопки мыши укажите один из видов.
2. Для выбранного вида определите направление чертежного вида. Для этого укажите начальную и конечную точки стрелки вида.
3. При помощи клавиатуры введите обозначение вида и нажмите кнопку «ОК» или клавишу «Enter».
4. Укажите положение вида на чертеже нажатием левой кнопки мыши.

10.3. Разрез

Функция **Разрез** позволяет получать разрезы при помощи главных и вспомогательных видов. Для получения разреза необходимо задать один из видов, линию разреза, наименование и положение разреза. Система ADEM автоматически проставляет на чертеже обозначение разреза. Можно создавать разрезы при помощи других видов или разрезов.

Чтобы построить разрез:

1. Нажмите и удерживайте кнопку «Создание чертежных видов по 3D модели»  на панели инструментов «Черчение по 3D». В дополнительном меню выберите «Разрез». При помощи левой кнопки мыши укажите один из видов.
2. Выберите тип штриховки на панели «Тип штриховки».
3. На виде укажите линию разреза. Для этого укажите начальную и конечную точки линии разреза.
4. При помощи клавиатуры введите обозначение разреза и нажмите кнопку «ОК» или клавишу «Enter».
5. Укажите положение разреза на чертеже нажатием левой кнопки мыши.

11. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОБЩЕНИЯМ И ОЦЕНКАМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ

В выводах по работе необходимо проанализировать, какие функции построения и редактирования трёхмерных объектов являются наиболее важными, указать преимущества и недостатки трёхмерного проектирования по сравнению с двухмерным.

12. ОБОРУДОВАНИЕ

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

13. 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.

14. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что является результатом конструкторского проектирования с использованием САПР?
2. Из каких объектов состоят трёхмерные модели?
3. Какие существуют виды трёхмерных моделей?
4. Какие операции используются для получения трёхмерных объектов на основе плоских контуров?
5. Что такое «булевы операции»? Какие существуют виды булевых операций?
6. На какие функциональные элементы подразделяется система трёхмерного проектирования в ADEM?
7. Что такое «Рабочая плоскость» в ADEM?
8. Для чего предназначены системы координат в ADEM?
9. Каковы основные операции построения трёхмерных объектов в CAD ADEM?
10. Каковы основные операции редактирования трёхмерных объектов в CAD ADEM?
11. Как осуществляется управление объектами построения в ADEM?
12. Каким образом в CAD ADEM осуществляется построение видов и разрезов по трёхмерной модели?

15. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- задачи работы;
- конфигурацию оборудования;
- таблицу статуса документа;

- 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.
4. Справочник по САПР/А. П. Будя, А. Е. Кононюк, Г. П. Куценко и др.; Под ред. В. И. Скурихина. – К.: Техника, 1988. – 375 с.

ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЁТА

Федеральное агентство по образованию
Юргинский технологический институт ТПУ

Механико-машиностроительный факультет
Кафедра «Технология машиностроения»

САПР ТП

Лабораторная работа №4
ПОСТРОЕНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В САД ADEM

Исполнитель

Студент гр. *(номер группы)*

(подпись) И.О. Фамилия

(дата)

Руководитель

(должность, учёная степень, звание)

(подпись) И.О. Фамилия

(дата)

Юрга – год

ПОСТРОЕНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В САД ADEM

Методические указания

Составители: Александр Викторович Вальтер
Александр Александрович Сапрыкин
Алексей Васильевич Воробьёв

Подписано к печати 30.03.2005

Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Плоская печать. Усл. печ. л. 1,80. Уч.-изд.л. 1,63

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

