

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА**

**ОБЪЁМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ADEM 7.0**

САМАРА 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

**ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ADEM 7.0**

Методические указания к лабораторной работе

САМАРА 2008

Составители: *М.В. Винокуров, К.Ю. Машиннов*

УДК 621.9

Объемное моделирование в АDEM 7.0: Методические указания к лабораторной работе /Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева; Составители М.В. Винокуров, К.Ю. Машиннов. Самара, 2008. -29 с.

Рассмотрены вопросы создания объемных моделей деталей системе АDEM 7.0 для разработки управляющих программ их изготовления на станках с числовым программным управлением. Приведен алгоритм действий оператора при проектировании характерных деталей двигателей летательных аппаратов для операций токарной, фрезерной и координатно-расточной обработки.

Предназначены для лабораторных работ по курсу «Обработка конструкционных материалов, оборудование и инструмент» для студентов специальности 130200. Подготовлены на кафедре «Механическая обработка материалов».

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева.

Рецензент: А.В.Тарасов

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1.	СОЗДАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ	4
1.1.	Создание 2D элементов	4
1.1.1.	Построение отрезков	5
1.1.2.	Построение прямоугольников	5
1.1.3.	Построение окружностей	5
1.1.4.	Построение дуг	6
1.1.5.	Построение ломаной линии и замкнутого контура	6
1.1.6.	Построение сплайнов	6
1.2.	Создание объемных тел	8
	Выбор профилей	9
1.2.1.	Создание объемных тел на основе профилей	10
1.2.2.	Построения 3D тел на основе созданных тел	13
1.2.3.	Создание тела на основе проекций	18
1.2.4.	Сечения	18
2.	ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛА	21
2.1.	Открытие или создание файла	21
2.2.	Подготовительные операции	22
2.3.	Создание объемной модели сопла ЖРДМТ	23
2.4.	Создание объемной модели лопатки ТНА ЖРД и прессформы для ее изготовления	25
2.5.	Создание объемной модели двухкомпонентной струйно- центробежной форсунки	27

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

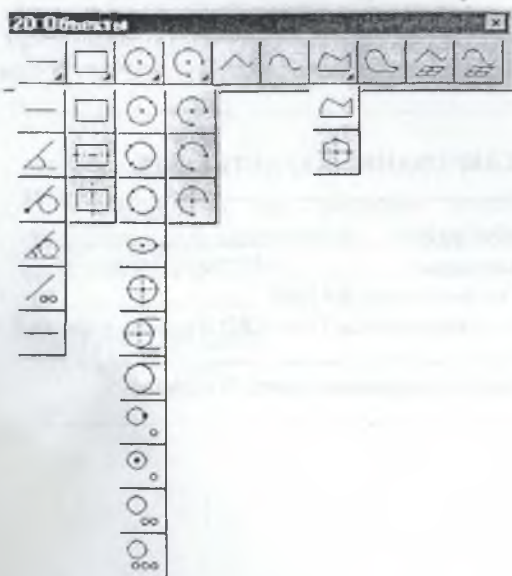
Приобретение навыков практической работы в системе **ADEM 7.0** при создании объемных моделей деталей для разработки управляющих программ их изготовления на станках с числовым программным управлением.

Приведен алгоритм действий оператора при проектировании характерных деталей двигателей летательных аппаратов (ДЛА) для операций токарной, фрезерной и координатно-расточной обработки.

1. СОЗДАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

ADEM CAD может быть использован как средство для создания 3D (объемных) моделей и просто как система для черчения. С помощью средств создания объектов можно создавать плоскую геометрию, оформлять чертежи и заниматься объемным моделированием.

1.1. Создание 2D элементов



Важно помнить, что плоский элемент всегда создается в текущей рабочей плоскости. В общем, любой плоский элемент (кроме вспомогательных узлов, размеров, чертежных обозначений) может быть использован в качестве профиля для создания 3D моделей. Команды черчения плоских элементов находятся на панели инструментов **2D Объекты**.

Большинство из элементов строятся вводом необходимого числа опорных точек (узлов). Для некоторых элементов, таких как ломаная линия, замкнутый контур и сплайн, количество опорных точек заранее не определено. Для завершения построения таких элементов необходимо нажать среднюю кнопку мыши или клавишу Esc на клавиатуре.

1.1.1. Построение отрезков

Команда **Отрезок**, расположенная на панели инструментов **2D Объекты**, создаст отрезки с текущим типом линии.

Для построения отрезков можно использовать следующие команды, которые находятся на панелях инструментов **2D Объекты**:



"Отрезок"



"Построение линии под углом"



"Построение линии касательной к окружности"



"Построение линии касательной к окружности под заданным углом"






"Построение линии касательной к двум элементам"



"Построение линии по двум точкам"

1.1.2. Построение прямоугольников

В системе ADEM прямоугольник может быть построен с помощью следующих команд: **Прямоугольник**  **Прямоугольник с горизонтальной осью симметрии**  и **Прямоугольник с вертикальной осью симметрии** .

1.1.3. Построение окружностей









Для построения окружностей можно использовать следующие команды, которые находятся на панелях инструментов **2D Объекты**:



"Окружность"






"Окружность по двум точкам"




-  "Окружность по трем точкам"
-  "Окружность с осями симметрии"
-  "Окружность заданного диаметра"
-  "Окружность заданного диаметра с осями симметрии"
-  "Окружность касательная к элементу и проходящая через заданную точку"
-  "Окружность касательная к элементу с центром в указанной точке"
-  "Окружность касательная к двум элементам"
-  "Окружность касательная к трем элементам"

1.1.4. Построение дуг

ADEM позволяет строить дуги тремя способами:

-  По трем узлам (начало дуги, центр и узел, определяющий угол раствора дуги)
-  По трем узлам на дуге
-  Дуга по трем узлам с осями симметрии

1.1.5. Построение ломаной линии и замкнутого контура

ADEM позволяет строить ломаные линии  и замкнутые контура  произвольным числом узлов, а также правильные многоугольники  с заданным числом сторон.

1.1.6. Построение сплайнов

Сплайн представляет собой гладкую кривую, проходящую через заданный набор точек (узлов). ADEM позволяет строить сплайны и контуры сплайном. Контур сплайном - это сплайн, начальный и конечный узлы которого соединены прямолинейным сегментом.

Перед построением сплайна или контура сплайном необходимо выбрать граничные условия сплайна:



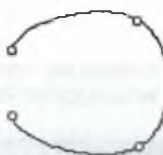
Слабое



Закрепленное



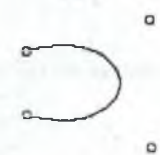
Закрепленное
(2)



Циклическое



Ациклическое



Безье




NURBS



Примечание

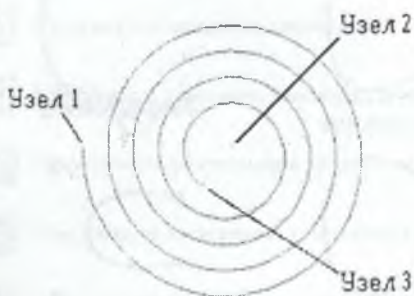
- Чтобы построить сплайн с граничными условиями "Безье", необходимо задать не менее четырех узлов.
- Степень сплайна с граничными условиями "NURBS" может быть в диапазоне от 1 до 99.
- Число узлов сплайна с граничными условиями "NURBS", должно быть больше его степени на единицу.



Чтобы построить сплайн, нужно:

1. Нажать кнопку Сплайн  на панели инструментов 2D Объекты и, удерживая ее, выбрать граничные условия сплайна из дополнительного меню.
2. Для сплайна "NURBS" ввести степень – число в диапазоне от 1 до 99 в соответствующее поле ввода.
3. Последовательно указать определяющие точки сплайна.

4. Нажать среднюю кнопку мыши или клавишу Esc для завершения построения.

Спираль Архимеда реализуется как сплайновая кривая, проходящая через заданный набор точек (узлов).



ADEM позволяет строить ломаные линии  с произвольным числом узлов в пространстве и пространственные кривые .

1.2. Создание объемных тел

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 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** :



Команды построения 3D элементов на основе уже существующих 3D тел находятся на панели инструментов **3D Объекты 2** :



Выбор профилей


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

1.2.1. Создание объемных 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.

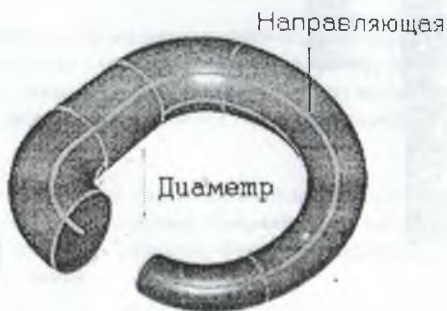
Процесс создания большинства тел на основе профилей основан на одной и той же последовательности действий. Для создания объемного тела любого типа необходимо выполнить следующие действия:

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


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

Если выключено тонирование, то сфера не отображается на экране.

Команда **Проволока**  используется для создания криволинейных цилиндров. Объемное тело создается методом перемещения окружности заданного диаметра по указанной направляющей. Направляющая может быть замкнута или разомкнута.




Если контур направляющей незамкнут, можно задать коэффициент масштабирования, определяющий отношение конечного и начального диаметров проволоки. По умолчанию, коэффициент масштабирования равен 1.


Команда **Труба**  позволяет построить трубу заданного диаметра с заданной толщиной стенок по указанной направляющей. Направляющая может быть замкнута или разомкнута.



Если направляющий контур незамкнут, Вы можете задать коэффициент масштабирования, определяющий отношение конечного и начального диаметров трубы. По умолчанию, коэффициент масштабирования равен 1.

Команда **Спираль**  позволяет построить спираль. Для построения спирали необходимо задать высоту спирали и число витков, а также указать ось спирали и профиль, определяющий сечение спирали. В качестве профиля может быть выбран плоский элемент (или несколько элементов), ребро (или несколько ребер) или грань объемного тела. Профиль спирали может быть замкнутым или разомкнутым. Число витков спирали может быть нецелым. Если число витков положительно, то строится правая спираль, если отрицательно - то левая. Если высота спирали отрицательна, то будет построена спираль Архимеда.




Команда **Движение**  позволяет создавать объемные тела движением профиля (сечения) по направляющей кривой (траектории). Для построения тела необходимо два профиля: сечение и направляющая. Оба профиля могут быть как замкнутыми, так и разомкнутыми. В качестве профиля сечения и направляющей могут быть выбраны плоские элементы, ребра или грани объемной модели. Выбранные плоские элементы и ребра профиля должны образовывать цепочку, которая может быть собрана в единый контур.

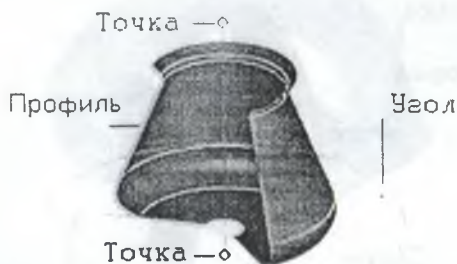
Если в качестве профиля выбрана грань объемного тела, то в результате выполнения операции будет добавлен материал к телу, которому она принадлежит.


После указания профилей можно указать точку привязки сечения, которая будет совмещена с начальной точкой направляющей при создании тела.

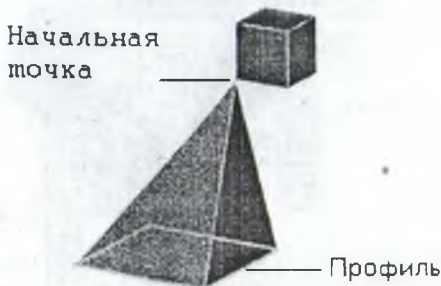



Если точка привязки не задана (нажата клавиша Esc или средняя клавиша мышки), то тело строится с учетом реального положения сечения и направляющей.

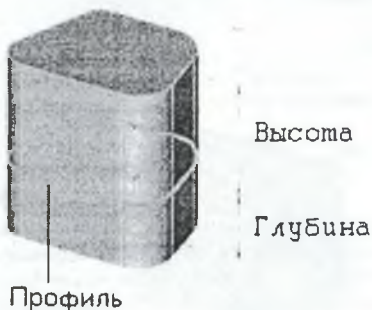
Команда Вращение  позволяет создавать объемные тела вращением профиля вокруг заданной оси на заданный угол. Профиль может быть замкнутым или разомкнутым. При вращении незамкнутого профиля на угол не равный 360 градусам будет создана открытая оболочка.



Команда Пирамида  создает тело, состоящее из линейчатых поверхностей между выбранным профилем и указанной точкой



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.



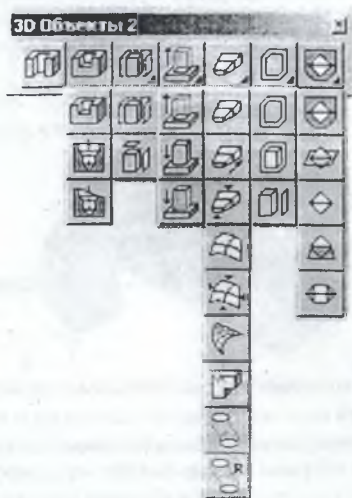
При задании положительного угла стенки наклоняются внутрь создаваемого тела, при задании отрицательного - наружу. По умолчанию угол равен 0.

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

1.2.2. Построения 3D тел на основе созданных тел


Команды построения объемных тел, при создании которых используются уже созданные тела, расположены на панели инструментов 3D Объекты 2. Возможны

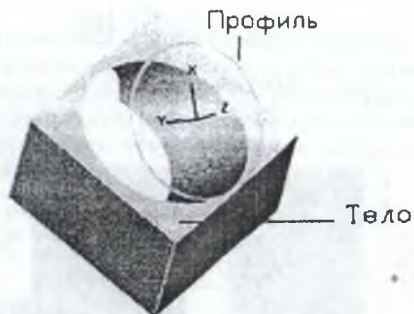
следующие команды: Сквозное отверстие, Отверстие, Добавить/Удалить материал, Добавление материала смещением до тела, Смещение до тела, Затяжка, Эквидистанта и т. д.




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.

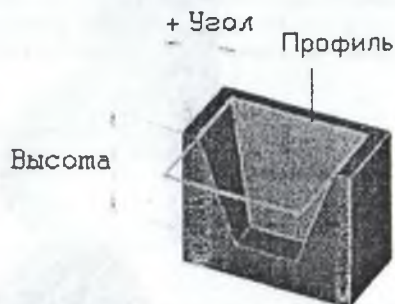
Команда Сквозное отверстие  позволяет создавать сквозные отверстия в указанных телах методом проецирования профиля по нормали к плоскости профиля. Форма отверстия определяется профилем. Команда может быть применена к нескольким телам. в этом случае отверстия будут проделаны во всех выбранных телах.




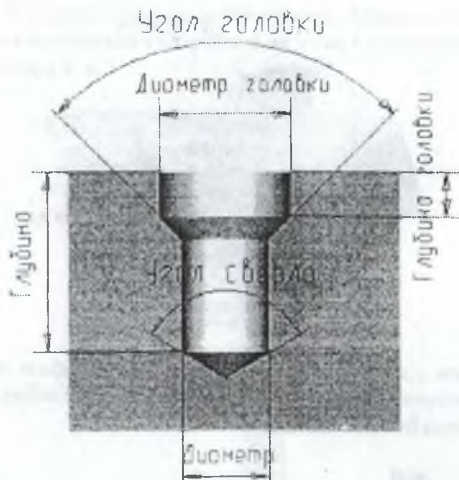
Профиль может быть замкнутым и незамкнутым. Если профиль незамкнут, то при указании тела, в котором должно быть создано отверстие, необходимо указать на ту часть, которая должна быть оставлена.

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.

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



Команда **Отверстие по нормали к поверхности**  позволяет создавать отверстия по нормали к поверхности с учетом размера потайной головки и угла сверла. Если некоторые параметры имеют нулевое значение, то конфигурация отверстия меняется. Если все параметры не равны нулю, то отверстие имеет такую конфигурацию:




Команда **Отверстие параллельно Z** позволяет создавать отверстия с учетом направления оси Z. Параметры диаметра, глубины, размера потайной головки и угла сверла задаются также как у отверстия построенного по нормали к поверхности. Если некоторые параметры имеют нулевое значение, то конфигурация отверстия меняется.

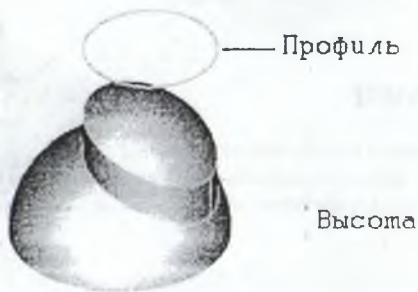



Команда **Извлечение тела** позволяет создавать тела методом проецирования профиля по нормали к плоскости профиля на тело и отсечения ненужной части. Форма тела определяется профилем. Команда может быть применена к нескольким телам, в этом случае тело будет построено путем объединения частей выбранных тел.

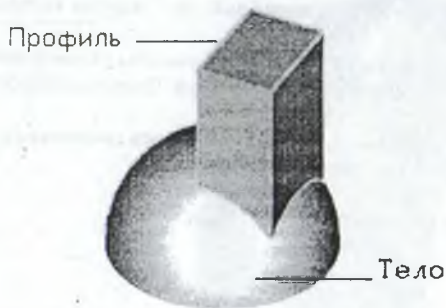
Профиль может быть замкнутым и незамкнутым. Если профиль незамкнут, то при указании тела, в котором должно быть создано отверстие, необходимо указать на ту часть, которая должна быть оставлена.




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.



Команда **Добавление материала смещением до тела**  позволяет добавлять материал к указанному твердому телу проецированием на него профиля. Профиль проецируется по нормали к плоскости профиля. Профиль должен быть замкнут.



В качестве профиля могут быть выбраны плоские элементы или плоские грани объемных тел.


Команда **Смещение до тела**  позволяет создать объемное тело проецированием профиля на указанное твердое тело. Профиль проецируется по нормали к плоскости профиля. Профиль должен быть замкнут. В отличие от команд **Добавить материал** и **Добавление материала смещением до тела**, команда **Смещение до тела** создает отдельное объемное тело.

1.2.3. Создание тела на основе проекций


Команда **Создание тела на основе проекций** позволяет создавать объемные тела на основе двух или более плоских профилей. Форма тела определяется профилями.



Чтобы создать тело на основе проекций, нужно:


1. Нажать кнопку **Создание тела на основе проекций**  на панели инструментов **3D Объекты** 2. Появится запрос **Профиль(Фронт)**.
2. Выбрать профиль(и). После этого нажать **среднюю** кнопку мыши или клавишу **Esc** для завершения выбора. Появится запрос **Профиль(Сверху)**.
3. Выбрать профиль(и). После этого нажать **среднюю** кнопку мыши или клавишу **Esc** для завершения выбора. Появится запрос **Профиль(Слева)**.
4. Выбрать профиль(и). После этого нажать **среднюю** кнопку мыши или клавишу **Esc** для завершения выбора.
5. Будет построено необходимое тело.

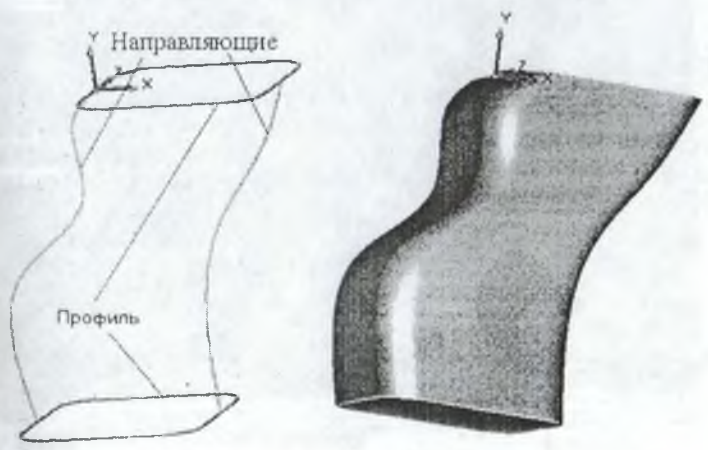
1.2.4. Сечения

Команда **Сечения**  позволяет создавать открытые и закрытые оболочки по набору сечений. В качестве профиля сечения могут быть выбраны плоские элементы, ребра или грани объемных тел. Если в качестве одного из профилей выбрана грань объемного тела, то в результате выполнения операции будет добавлен материал к телу, которому она принадлежит.




Если сечения лежат в одной плоскости, будет создана плоская поверхность. Если сечения выбираются последовательно, они соединяются в порядке указания. При выборе сечений с помощью рамки выбора, они соединяются в порядке, в котором были созданы.

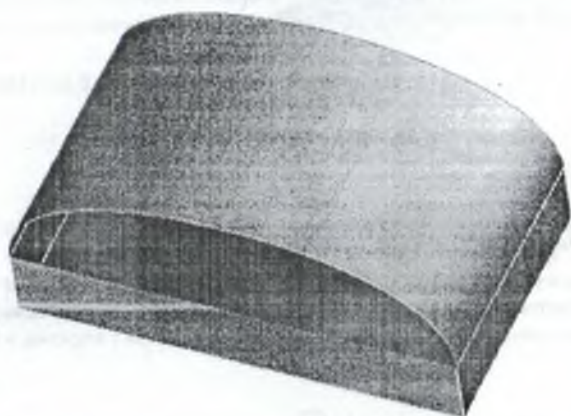
Команда **Сечения по направляющей**  позволяет создавать закрытые оболочки по набору сечений и направляющих. В качестве направляющих и профиля сечения выбираются плоские элементы.



Если сечения выбираются последовательно, они соединяются в порядке указания. При выборе сечений с помощью рамки выбора, они соединяются в порядке, в котором были созданы.

Команда **Сечения со слиянием**  позволяет создавать открытые и закрытые оболочки по набору сечений учитывая значения аспекта. В качестве профиля сечения могут быть выбраны плоские элементы, ребра или грани объемных тел. Необходимо,

чтобы первым и последним элементом сечения были открытые грани. В результате выполнения операции будет добавлен материал к телу.



Аспект 1 =
Аспект 2 =



Примечание

Аспекты - масштабные коэффициенты, задающие длину касательных векторов поверхности. Чем больше значение масштабного коэффициента, тем больше длина вектора, а следовательно, значительнее влияние граничных поверхностей на поверхность тела слияния.



Аспект 0



Аспект 0.5



Аспект 1

Значение масштабного коэффициента изменяется в диапазоне от 0 до 1. Его можно задать введя в соответствующее поле нужное значение, либо при помощи изменения положения бегунка.

Аспект 1 =
Аспект 2 =

OK

Cancel

2. ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ

2.1. Открытие или создание файла.

После входа в систему ADEM на экране монитора появится окно конструкторского модуля ADEM CAD, показанное на рисунке 1. На этом же рисунке приведены названия инструментальных панелей модуля ADEM CAD, на которых расположены кнопки команд.

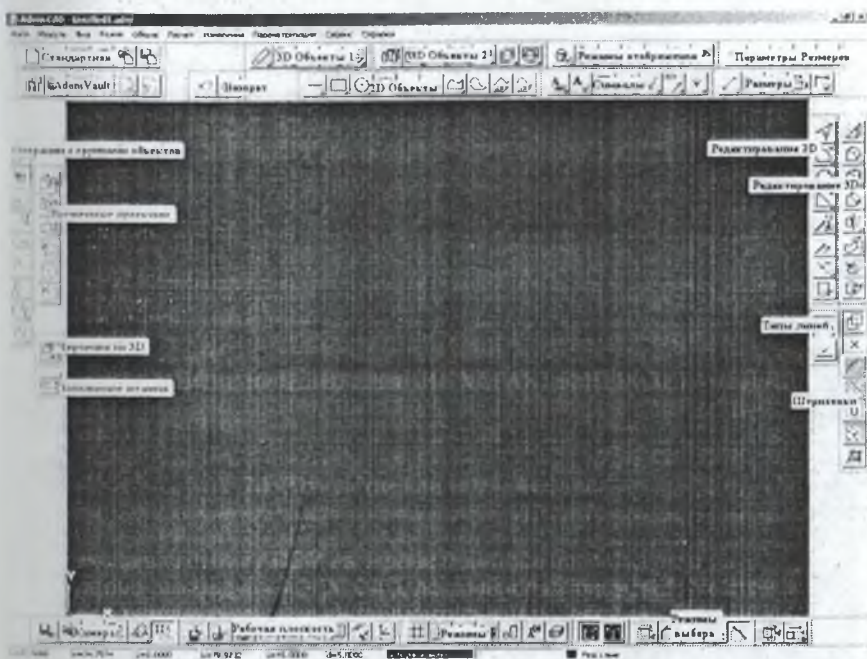


Рис.1. Окно конструкторского модуля Adem CAD.

2.1.1 Чтобы открыть файл, нужно:

1. Выбрать команду «Открыть» из меню «Файл»

2. Выбрать файл **<Имя файла>** из директории **<.../.../...>**.
3. Появится запрос «В памяти уже есть информация. Стирать?». Нужно нажать кнопку «Yes».

На экране появиться содержимое файла.

2.1.2 Чтобы создать файл:

никаких специальных операций не требуется. Результаты всех действий пользователя будут сохраняться файлом с именем **Untitled 1** (Безымянный 1). После завершения сеанса работы файл можно сохранить под любым именем.

2.1.3 Чтобы сохранить файл, нужно:

1. Выбрать команду «Сохранить как» из меню «Файл».
2. Набрать **Имя файла**.
3. Нажать кнопку «Сохранить».

Файл будет сохранен с набранным именем.

2.2. Подготовительные операции

Если модель не создана ранее и не заимствована из другого файла, её необходимо создать.

Необходимо определиться с методом построения модели. Построение можно выполнять по координатной сетке или без неё в абсолютной или относительной системе координат XYZ.

2.2.1 Для построения с помощью сетки нужно:

1. Нажать кнопку «Сетка» на панели «Режимы»
2. Ввести в поле «Шаг» значение шага сетки (в миллиметрах), например 5 и нажать кнопку «ОК».
3. Нажать кнопку «Трафарет» на панели «Режимы отображения».
4. Установить шаг и угол перемещения курсора, нажав на клавиатуре клавиши «D», например 1 и 45.

2.2.2 При построении без координатной сетки:

можно пользоваться вспомогательными элементами: точка (клавиша «N») и линия (клавиша «L»), проводимая под любым необходимым углом. Построения выполняют по координатам X,Y,Z (клавиши «X», «Y», «Z» соответственно) с введением соответствующих числовых значений размеров

2.3. Создание объемной модели сопла ЖРДМТ

В качестве примера объемного моделирования тела вращения сложной формы для токарной обработки на станке с ЧПУ, ниже представлена последовательность действий оператора при проектировании сопла жидкостного ракетного двигателя малой тяги (ЖРДМТ).

Для создания объемной модели тела вращения нужно:

1. Создать контур продольного сечения детали с помощью панели «2D объекты» как показано на рисунке 2.

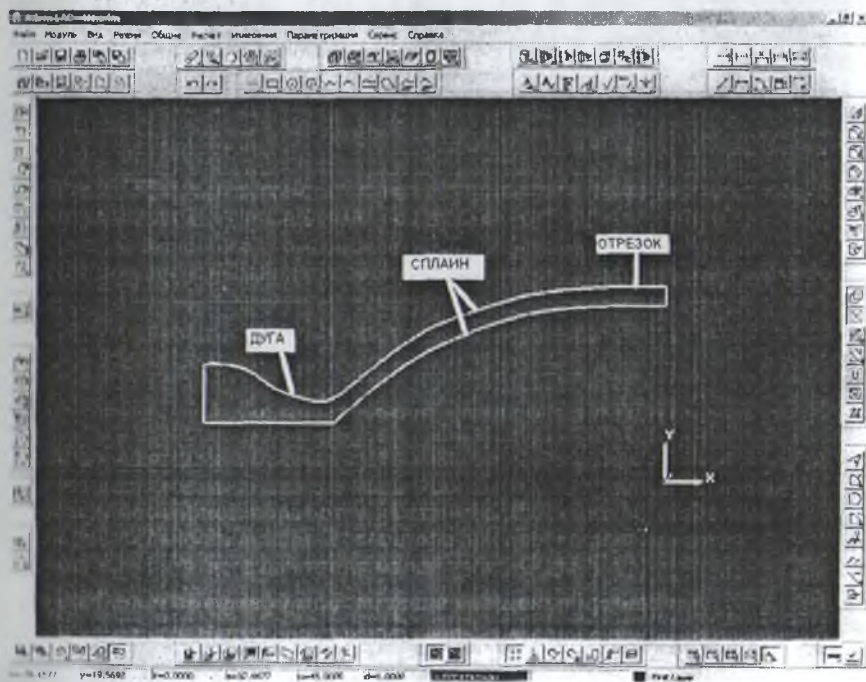


Рис. 2. Контур продольного сечения создаваемой модели.

2. Нажать кнопку «Вращение» на панели «3D объекты 1»
3. Указать полученный контур.
4. Нажать клавишу «Esc» на клавиатуре.
5. Ввести в поле «Угол =» значение 270
6. Нажать кнопку «OK».
7. Поочередно указать две точки задаваемой оси вращения.
8. Нажать кнопку «Изометрический вид» на панели «Камера».
9. Нажать кнопку «Показать все» на панели «Камера».

На экране появиться изометрический вид созданной объемной модели тела вращения с вырезанной $\frac{1}{4}$ объема как показано на рисунке 3.

После создания модели необходимо задать контур заготовки.

Если предполагается, что материалом детали является заготовка круглого сечения, то достаточно будет указать диаметральный размер прутка, как показано на рисунке 4.

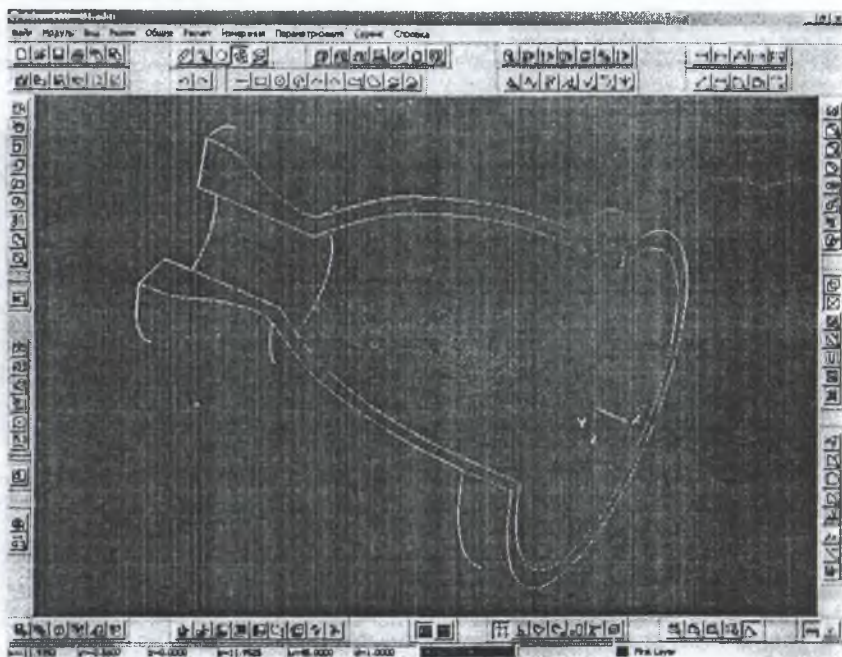


Рис.3. Изометрический вид создаваемой объемной модели.

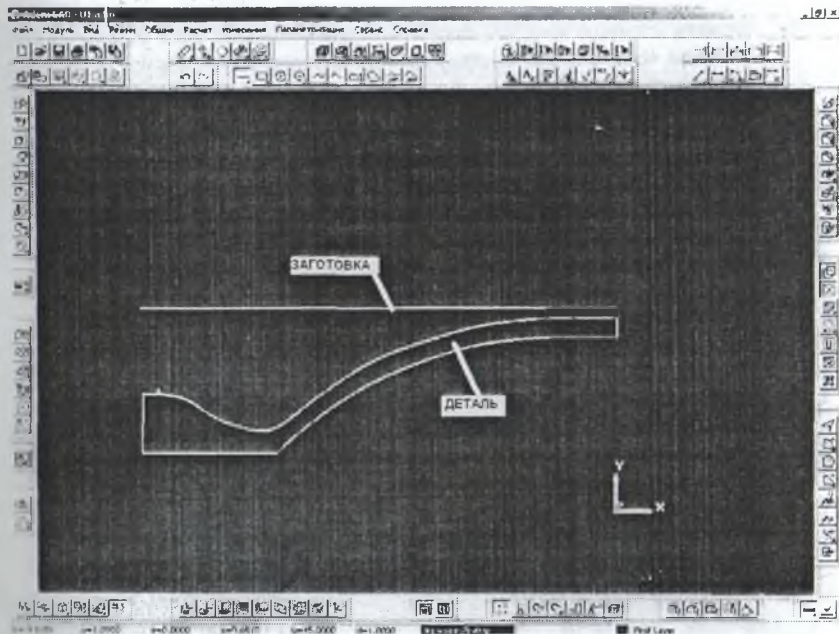


Рис.4. Контур детали и контур заготовки.

2.4. Создание объемной модели лопатки ТНА ЖРД и прессформы для ее изготовления

В качестве примера объемного моделирования тела сложной формы для фрезерной обработки на станке с ЧПУ, ниже представлена последовательность действий оператора при проектировании лопатки турбонасосного агрегата (ТНА) жидкостногоракетного двигателя (ЖРД) и прессформы для ее изготовления.

Для создания объемной модели лопатки нужно:

1. С помощью панели «2D Объекты» создать профиль сечения создаваемой модели, показанный на рисунке 5.
2. Навести курсор мыши на контур, нажать клавишу «С» и произвести привязку к контуру.

3. Нажать клавишу «N», поставить вспомогательный узел (появится зелёная точка). Нажать клавишу «O» и переместить начало координат в точку привязки.
4. Нажать на кнопку «Разворот рабочей плоскости» на панели «Рабочая плоскость». Удерживая правую кнопку мыши поставить метку на «Вокруг X». В поле «Угол» ввести значение «90». Нажать «OK». Изображение рабочей плоскости развернётся на 90 градусов.
5. На панели «3D Объекты» нажать кнопку «Построение спирали». После появления сообщения «Профиль/Esc» указать профиль создаваемой модели.
6. Нажать «Enter». В поля: «Высота» ввести значение 100, «Макс. число витков» значение 0.1, «Масштабный фактор» значение 1. Нажать «OK».
7. Появится надпись «Точка оси». Произвести привязку курсора к началу координат (клавиша «C»). Нажать правую кнопку мыши. Перемещая курсор с помощью клавиатуры от начала координат вдоль оси Y, задать ось вращения.
8. Нажав клавишу «Enter» получить объёмную модель лопатки.
9. В рабочей плоскости построить прессформу лопатки. Для этого необходимо создать контур прессформы в виде прямоугольника, описывающего лопатку.
10. Нажать на кнопку «Смещение» на панели «3D Объекты 1». Появится сообщение «Профиль/Esc». Указать профиль и нажать «Enter».
11. В поле «Высота» ввести значение 50, в поле «Глубина» значение 50. Нажать «OK».
12. На экране появится изображение параллелепипеда.
13. Нажать на кнопку «Разделение прессформ» на панели «3D Объекты2». Появится сообщение «Профиль/Esc». Указать на изображении параллелепипеда. Появится сообщение «3D элемент». Указать на лопатку. Нажав клавишу «Enter» получить изображение разделённой прессформы, показанное на рисунке 6.

Профиль лопатки

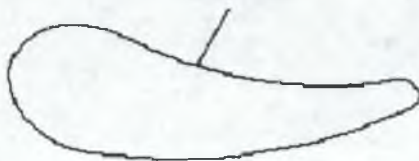


Рисунок 5 - Профиль создаваемой модели.

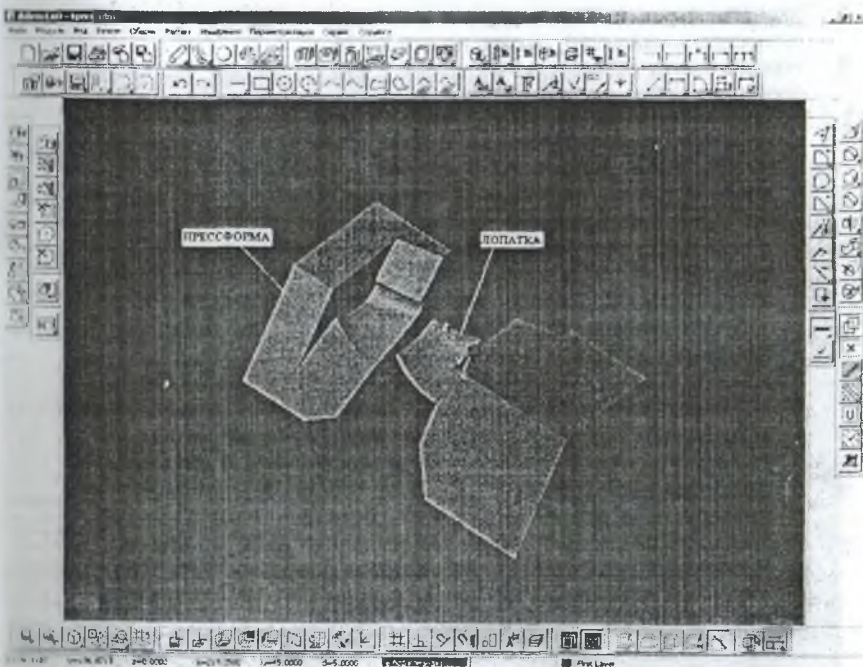


Рис 6 - Лопатка с разделенной прессформой

2.5. Создание объемной модели двухкомпонентной струйно-центробежной форсунки

В качестве примера объемного моделирования детали для координатно-расточной обработки на станке с ЧПУ, ниже представлена последовательность действий оператора при проектировании двухкомпонентной струйно-центробежной форсунки.

Для создания объемной модели форсунки нужно:

1. Нажать на кнопку «Замкнутый контур» и удерживая её выбрать кнопку «Многоугольник с осями симметрии». Появится окно «Правильный многоугольник». Выбрать описанный многоугольник с 6 гранями.

2. Указать центр шестигранника в точке начала координат (относительный ноль), размер по оси $X = 20$.
3. Нажать кнопку «Смещение» на панели «3D-объекты». Появится сообщение «Профиль/Esc». Указать на профиль шестигранника и нажать правую кнопку мыши. В поле «Высота» ввести значение 100. Нажать «ОК». Вдоль оси Z будет построен объёмный шестигранник длиной 100 мм, являющийся корпусом проектируемой форсунки.
4. Развернуть изображение торцом в рабочую плоскость с помощью кнопки «Абсолютная рабочая плоскость XY »
5. Начертить на торце окружность $\varnothing 10$ мм. Нажать на кнопку «Сквозное отверстие» и поочерёдно указав профиль окружности и 3D элемент получить сквозное отверстие, образующее осевой канал струйной форсунки одного из компонентов топлива.
6. Начертить на торце окружность $\varnothing 20$ мм. Нажать на кнопку «Отверстие» и указать профиль окружности и 3D элемент. В поле «Глубина от контура» ввести значение 80. Нажать «ОК». Выполнится глухое отверстие, образующее камеру смешения форсунки.
7. Развернуть изображение одной из шести граней корпуса в рабочую плоскость с помощью кнопки «Абсолютная рабочая плоскость YZ »
8. Нажать кнопку «Совмещение системы координат» на панели «Рабочая плоскость», во всплывающем меню поставить метку « XYZ отн» и ввести в соответствующие поля значения: $X=65$, $Y=7$, $Z=20$. Система координат переместится в точку сверления тангенциального канала подачи второго компонента топлива на одной из шести граней корпуса форсунки, на расстоянии 65 мм от ее выходного сечения.
9. В точке нового положения системы координат выполнить отверстие $\varnothing 6$ мм в стенке создаваемой форсунки для чего нажать на кнопку «Отверстие по нормали к поверхности». Появится таблица параметров для выполнения отверстия. Ввести необходимые параметры (диаметр, глубина,...). На запрос «Положение на теле» указать начало системы координат. Будет выполнено отверстие в грани корпуса.
10. Выполнить разворот рабочей плоскости на 120 градусов вокруг оси X , для чего нажать кнопку «Разворот рабочей плоскости» и ввести значение угла.
11. Нажать на кнопку «Совмещение системы координат», выбрать « XYZ абс» и ввести нулевые значения по координатам X, Y, Z .
12. Повторить пункты 8-11 два раза. Будут сформированы 3 тангенциальных канала подачи второго компонента топлива.
13. Выполнить разворот рабочей плоскости на 60 градусов.
14. Повторить пункты 8-12 для выполнения второго пояса отверстий на расстоянии 55 мм от торца. Для этого при выполнении пункта 8 в поле $X=$ вводить значение 55 вместо 65.

Объёмное изображение созданной форсунки показано на рисунке 7.

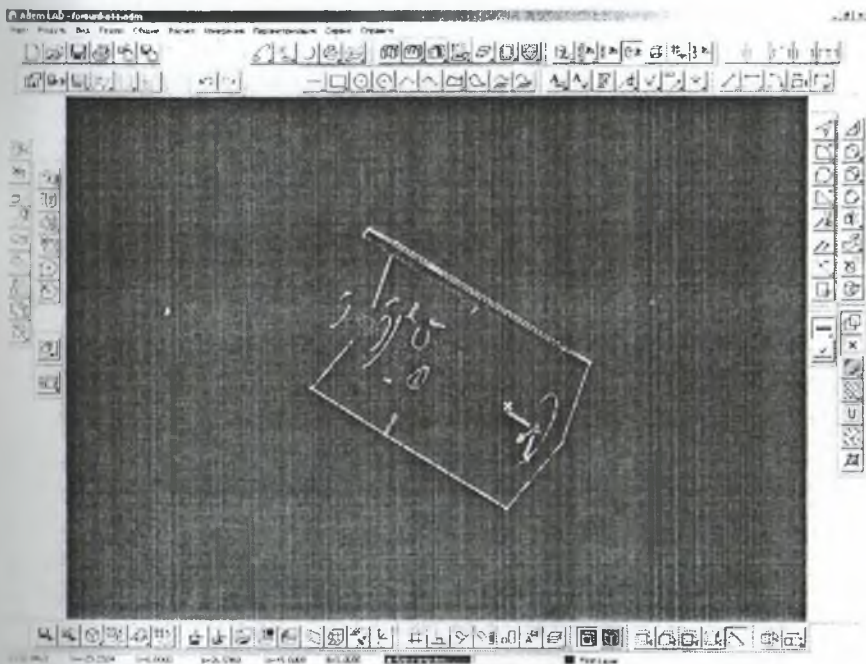


Рис. 7 - Объёмное изображение форсунки.

Учебное пособие

ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ADEM 7.0

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Составители:

М.В. Винокуров,

К.Ю. Машиннов

Компьютерная верстка: Самыкин В.Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет

имени академика С.П. Королева

443086, Самара, Московское шоссе, 34