

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

**РАБОТА С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ ЧЕРТЕЖАМИ И ОБЪЕМНЫМИ
МОДЕЛЯМИ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДАХ**
Факультативный цикл лабораторных работ

Методические указания

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

САМАРА
Издательство СГАУ
2007

УДК 513.7 / 681.3

ББК



**Инновационная образовательная программа
"Развитие центра компетенции и подготовка
специалистов мирового уровня в области аэрокос-
мических и геоинформационных технологий"**

Рецензенты: д-р пед. наук, проф. И.Б. Кордонская

Гаврилов В.Н.

**Работа с параметрическими чертежами и объемными моделями в интегрирован-
ных электронных средах. Факультативный цикл лабораторных
работ: метод. указания / В.Н. Гаврилов, В.И. Иващенко, Л.А. Чемпинский.
– Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 96 с.**

Цикл лабораторных работ состоит из двух разделов. Первый раздел предусматривает освоение методов получения параметрических чертежей в интегрированной среде ADEM 3.03. Во втором разделе рассмотрена технология построения и редактирования объемных моделей в программах ADEM 3.03 и КОМПАС 3D 5.11LT, а также передачи геометрической информации в САМ программу для моделирования процесса изготовления детали.

Рекомендуется в качестве дополнительной литературы по курсу "Графические редакторы" для студентов специальностей: 160301- Авиационные двигатели и энергетические установки, 160302- Ракетные двигатели. Разработаны на кафедре инженерной графики.

УДК 513.7/681.3

ББК _____

ISBN

© Гаврилов В.Н., Иващенко В.И., Чемпинский Л.А., 2007

© Самарский государственный аэрокосмический университет, 2007

Содержание

Часть 1. Параметризация чертежа в системе ADEM.....	7
Урок 1.....	7
1.1. Общие сведения.....	7
1.2. Алгоритм создания параметрической модели.....	10
Вопросы для контроля (урок 1).....	12
Упражнение 1.1.....	12
Урок 2.....	13
1.3. Приемы, применяемые при параметризации.....	13
1.3.1. Параметрическая модель окружности.....	13
1.3.2. Параметризация косоугольного среза.....	14
1.3.3. Параметризация дуги.....	15
1.3.4. Параметризация шестигранника.....	18
Вопросы для контроля (урок 2).....	19
Упражнение 1.2.....	19
Урок 3.....	19
1.4. Проверка параметрической модели.....	19
1.4.1. Алгоритм проверки параметрической модели.....	20
1.4.2. Анализ и доработка геометрической модели.....	20
1.4.3. Ошибки выбора перемещаемых узлов.....	21
1.4.4. Изменение параметрической модели.....	22
1.4.5. Запись параметрической модели в каталог.....	22
1.4.6. Вывод изображения из каталога с использованием таблицы значений параметров.....	24
Вопросы для контроля (урок 3).....	25
Упражнение 1.3.....	25
Урок 4.....	25
1.5. Параметрические модели крепежных изделий.....	25
1.5.1. Исходная информация.....	26
1.5.2. Анализ чертежа детали.....	26
1.5.3. Создание геометрической модели.....	27
1.5.4. Дополнительные размеры.....	28
1.5.5. Создание параметрической модели.....	29
Упражнение 1.4.....	32
1.5.6. Данные для упражнений по параметризации.....	33

Урок 5.....	37
1.6. Применение параметризации для упрощенного получения чертежа.....	37
Упражнение 1.5.....	41
 Часть 2. Объемное моделирование и интеграция программ.....	42
Урок 1.....	42
2.1. Редактирование параметрических 3D моделей в среде ADEM.....	42
2.1.1. Общие правила работы	42
Вопросы для контроля (урок 1)	45
Упражнение 2.1.....	45
Урок 2.	48
2.2. Операция "БЭФ Лифт" в среде ADEM.....	48
2.2.1. Общие правила работы.....	48
Вопросы для контроля (урок 2)	50
Упражнение 2.2.....	51
Урок 3.	54
2.3. Моделирование резьбовой поверхности.....	54
2.3.1. Общие правила работы.	54
Вопросы для контроля (урок3)	59
Упражнение 2.3.....	60
Урок 4.	62
2.4. Операция "БЭФ Труба" в среде ADEM.....	62
2.4.1. Общие правила работы.....	62
Вопросы для контроля (урок 4)	65
Упражнение 2.4.....	65
Урок 5.	69
2.5. Операция "БЭФ Сечения" в среде ADEM.....	69
2.5.1. Общие правила работы.....	69
Вопросы для контроля (урок 5)	74
Упражнение 2.5.....	74
Урок 6.	79
2.6. Элементарная интеграция CAD/CAM ADEM с Microsoft ® Word и Microsoft ® Excel.....	79
2.6.1. Общие правила работы.....	79

Вопросы для контроля (урок 6)	83
Упражнение 2.6.....	83
Урок 7.....	85
2.7. Операция “Вращение” на основе параметрических эскизов в программе КОМПАС 3D.....	85
2.7.1. Задача и общие правила работы.....	85
Урок 8.....	88
2.8. Интеграция САД редактора с программой моделирования процесса обработки.....	88
2.8.1. Общие правила работы	88
Упражнение 2.8.....	89
Список литературы.....	94

* * *

Факультативный цикл лабораторных работ разработан на кафедре инженерной графики Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева и предлагается в качестве инновационного вариативного модуля для таких дисциплин, как основы геометрического моделирования и графические редакторы. Задания цикла рассчитаны на студентов первого и второго курсов всех специальностей, имеющих базовые знания в области информатики и навыки работы с компьютерными программами – редакторами. Современный уровень развития программных и технических средств для автоматизированного проектирования отличается совершенством функционального обеспечения. Поэтому в руках опытного конструктора или технолога компьютерная программа является мощным инструментом, позволяющим создавать документы высокой сложности и высокого качества. Развитие универсальных графических редакторов позволяет обойтись без прямого программирования изображений. Вместе с тем, более актуальным стало наличие глубоких знаний в предметной области, задача которой решается в данный момент. Применение электронных библиотек – это одно их наиболее перспективных направлений дальнейшего повышения эффективности труда специалистов. Поскольку все стандартизированные изображения хранить невозможно, то логично перейти к созданию и использованию параметрических 2D и 3D моделей изделий, в том числе с табличным представлением геометрических параметров. Очень важно, чтобы электронные документы могли быть использованы в различных программах. Поэтому освоение методов работы с параметрическими моделями и методов решения производственных проблем в интегрированных средах становится необходимым компонентом геометро-графической подготовки инженера.

Часть 1. Параметризация чертежа в системе ADEM

Цикл лабораторных работ по параметризации чертежа рассчитан на пять уроков (10-12 часов). В начале урока студент знакомится с теоретическими положениями и методами. После опроса студенты выполняют упражнения на ПК.

Урок 1

Цель урока: освоение принципов создания параметрического чертежа.

1.1. Общие сведения

Различные типы изделий, как правило, сведены к определенному числу образцов-стандартов (например, крепежные детали, подшипники и др.). Детали, имеющие одинаковую форму и отличающиеся размерами, называются типовыми.

Для построения компьютерных чертежей типовых деталей целесообразно использовать параметрическую модель, включающую только одно изображение детали.

Параметрической моделью (ПМ) называют такое описание детали, которое позволяет менять размеры ее элементов, сохраняя конфигурацию и целостность изображения детали на чертеже.

ПМ создается для автоматического получения чертежей деталей, имеющих одинаковую конфигурацию, но разные размеры. **Геометрическую модель (ГМ)** такой детали (то есть - набор данных, определяющих первоначальный вариант изображения) разрабатывают один раз. Соответствующая ПМ устанавливает заданные связи: **размер - размерная линия - узлы элементов, привязанных к концам размерной линии**. Значения изменяемых размеров могут задаваться в процессе получения изображения или храниться в таблицах, что позволяет создавать компактные банки изображений стандартных деталей.

Таким образом, ПМ включает геометрическую модель, таблицу размеров и информацию о связях размеров с изображением.

Информация о связях - главное звено ПМ. Стирание ПМ разрушает информацию о связях, но оставляет нетронутой ГМ.

Операция **параметризации** заключается в автоматическом изменении размеров элементов изображения. В системе ADEM 2D возможна линейная и угловая параметризация. Элементарным результатом параметризации является *сдвиг группы узлов* изображения в направлении заданного линейного размера или их *поворот вокруг центра* заданного углового размера.

Замечание. Система ADEM строит новое (параметризованное) изображение по измененным **расстояниям между узлами** элементов исходного изображения, а не по новым размерам чертежа.

К геометрической модели, предназначенной для последующей параметризации, предъявляется следующее требование: все узлы, определяющие изменяемые элементы изображения, должны быть связаны размерами (угловыми или линейными).

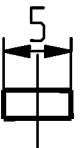
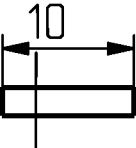
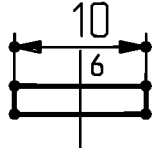
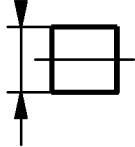
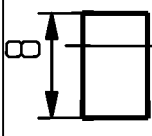
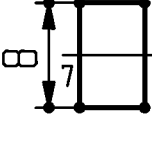
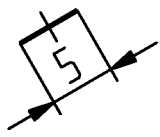
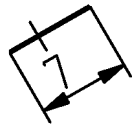
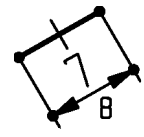

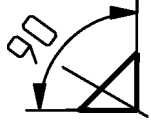

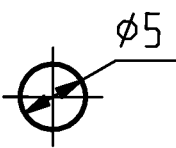
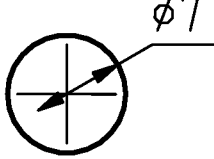
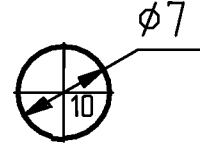
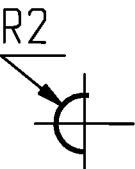
Замечание. Радиальные размеры в параметризации не участвуют, так как они явно не связывают узлы, определяющие изображение.

Перед началом создания ПМ на экране должна быть готовая ГМ с проставленными размерами.

ВНИМАНИЕ! Прежде чем начать создание ПМ убедитесь, что ГМ содержит все изменяемые размеры и не требует исправлений. **Недопустимо использование процедур, связанных с удалением геометрической информации** (стирание, удаление узлов элементов, отмена последнего элемента и др.), **после работы в режиме ПМ**. Попытка исправить изображение перечисленными выше способами может привести к порче программ системы и необходимости повторной их инсталляции. Если такие исправления необходимы, то следует предварительно удалить ПМ (*Общие, Удалить, Параметрическая модель*).

Таблица 1

Параметризация наиболее часто применяемых размеров

Исходное изображение	Результат параметризации	
	линейный или угловой сдвиг	диаметральный сдвиг
		
		
		
		
		
	(ошибка)	
	параметризация невозможна	параметризация невозможна

Все размеры на чертеже детали должны быть заданы от выбранных баз. **Базой** называется поверхность, ось или точка, принадлежащие детали. Для правильного выбора баз при простановке размеров необходимо иметь представление об условиях работы детали в изделии, о технологии изготовления детали и способах ее контроля.

Для симметричных элементов детали, как правило, размер ставится между этими элементами, а под базой подразумевается ось или плоскость симметрии.

В связи с вышесказанным, возможны два варианта параметризации размера: базовый сдвиг и диаметральный сдвиг. При базовом сдвиге конец размерной линии, соответствующий базе, остается неподвижным; перемещаются выделенные узлы, связанные с другим концом размерной линии. При диаметральной сдвиге выделенные узлы, связанные с концами размерной линии, перемещаются симметрично относительно плоскости симметрии.

Возможные варианты параметризации представлены таблицей 1.

Примечание: на рисунках (в табл.1 и далее по тексту) выделены перемещаемые узловые точки и пронумерованы параметризуемые размерные линии.

Из таблицы 1 видно, что модель, использующая сдвиг относительно базы, не сохраняет симметрию изображения относительно центра размерной линии. При диаметральной сдвиге симметрия сохраняется.

Угловые размеры параметризуются аналогично линейным, но вместо сдвига узлов проводится их поворот.

1.2. Алгоритм создания параметрической модели

1. Вывести на экран ГМ.
2. Включить режим ПРМ (указать курсором соответствующее поле экранного меню на правой границе экрана *Создание / изменение ПРМ*). Следите за запросами системы (правый нижний угол экрана).
3. Указать размерную линию, соответствующую изменяемому раз-

меру (переместить курсор к размерной линии и нажать < > или левую клавишу "мыши").

При этом один из концов размерной линии будет выделен квадратом.

4. Если конец размерной линии - **базовый** (не должен перемещаться в процессе параметризации), то нажать клавишу <Esc>. Если предполагается, что конец размерной линии смещается вместе с изменением размера, то выделить группу узлов, которые будут двигаться вместе с высвеченным концом размерной линии. Выделение узлов проводится заключением их в одно или несколько прямоугольных окон.

5. Когда все нужные узлы помечены (они высвечиваются зеленым цветом), нажать клавишу <Esc> (при этом квадратный маркер переходит на второй конец размерной линии).

6. Повторить операцию указания узлов на втором конце размерной линии (по завершении операции нажать <Esc>, маркер гаснет, числовое значение размера начинает мигать или появляется предложение указать курсором значение размера).

7. Если мигающий текст соответствует заданному размеру, то на запрос системы *"Этом?"* ответить <Y> (yes), если не соответствует - <N> (no) и указать курсором соответствующее значение размера. Когда подтверждение получено, рядом с размерной линией появляется ее порядковый номер в ПМ, что указывает на завершение процесса параметризации данного размера.

8. Повторить операции, начиная с указания размерной линии для каждого из изменяемых размеров изображения.

9. Когда каждому из изменяемых размеров присвоен порядковый номер (создание модели завершено), выключить ПМ , нажав клавишу <Esc>.

Замечание. При создании ПМ не обязательно, чтобы все размеры на чертеже или фрагменты изображения были изменяемыми.

При создании ПМ, осуществляющей сдвиг относительно **базы**,

группа узлов, связанная с базовым концом соответствующей размерной линии, не указывается (операция **сразу** завершается нажатием клавиши <Esc>). Поле группы перемещаемых узлов представляет собой один или несколько прямоугольников, описанных вокруг перемещаемых узлов. Выделенные узлы связываются с перемещаемым концом размерной линии. Для получения **диаметрального** сдвига поля групп перемещаемых узлов должны быть заданы для каждого из концов размерной линии.

Вопросы для контроля (урок 1)

1. Что такое параметризация? Какие варианты параметризации предусмотрены системой?
2. Что представляет собой ПМ?
3. Можно ли изменять ГМ в процессе создания ПМ?
4. Какие преобразования выполняются при линейном сдвиге?
5. Какие преобразования выполняются при диаметральном сдвиге?
6. Как определить базовый узел?
7. Как определить перемещаемые узлы?
8. Что следует предпринять, если размерное число мигает?
9. Как завершить создание ПМ?

Упражнение 1.1

Самостоятельно провести параметризацию различных размерных линий, используя примеры, приведенные в табл. 1.

Урок 2

Цель урока: приобретение навыков параметризации элементов чертежа.

1.3. Приемы, применяемые при параметризации

Любой чертеж можно разбить на элементарные изображения. Для лучшего освоения приемов параметризации рассмотрим способы параметризации элементов чертежа.

1.3.1. Параметрическая модель окружности

Необходимо помнить, что изменение размеров изображения осуществляется перемещением узлов, определяющих это изображение. Ошибочно полагать, что параметризация размерной линии диаметра приведет к параметризации изображения окружности. Окружность задана центром и узлом, отстоящим от центра на радиус. Для параметризации необходимо задать размер, определяющий положение этого узла. Наиболее просто ПМ окружности строится в том случае, когда узел, определяющий радиус, совпадает (или лежит на одной горизонтали или вертикали) с концом размерной линии диаметра (см. рис. 1.1).

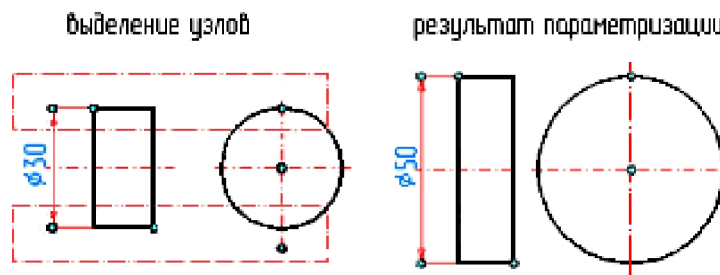


Рис. 1.1. Параметризация цилиндра

Для получения ПМ цилиндрической поверхности применен диаметральный сдвиг. Вертикальное расположение узла, задающего окружность, позволяет использовать один размер для параметризации двух проекций.

В том случае, когда размер проставлен на окружности, следует конец размерной линии совместить с узлом на окружности (см. рис.1.2).

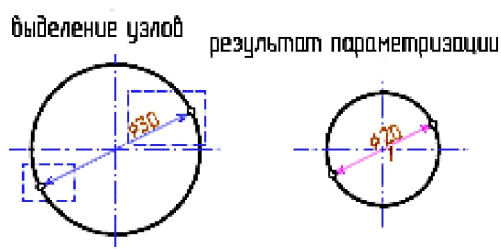


Рис.1.2. Параметризация окружности

Если сделать это не удастся, но требуется проставить на чертеже размерную линию диаметра, то ее надо параметризовать отдельно.

1.3.2. Параметризация косого среза

При простановке размеров, определяющих косой срез, возможны два варианта: угловой размер определяет наклон плоскости и линейный – задает положение вершины угла; два линейных размера определяют угловые точки среза.

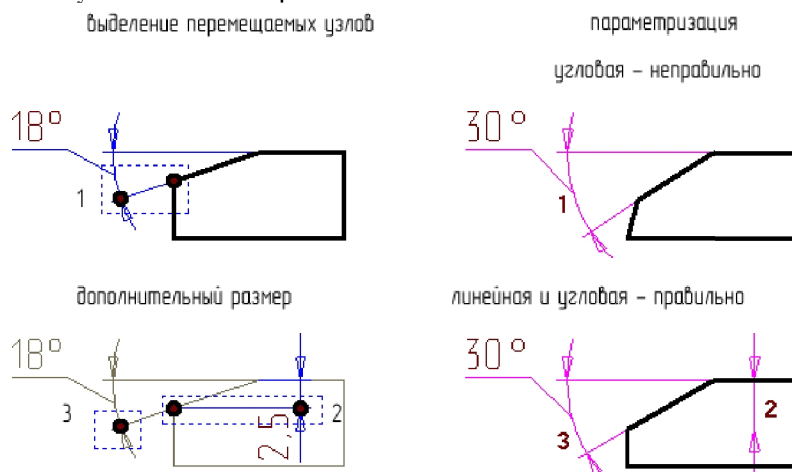


Рис.1.3. Параметризация косого среза

Второй вариант более сложен для параметризации, поскольку угловой и линейный сдвиги осуществляются в разных системах координат (полярной и прямоугольной соответственно). Попытка параметризовать угловой размер, задающий косой срез, приводит к искажению формы детали.

Правильным решением будет введение дополнительного линейного размера (см. рис.1.3). На чертеже дополнительный размер закрыт непрозрачным прямоугольником.

1.3.3. Параметризация дуги

Как правило, на дуге проставляется радиальный размер, параметризовать который нельзя. Получение изображения измененного радиального размера представляет наибольшую сложность при параметризации дуги. Если радиальный размер проставить обычным способом, то размерное число останется неизменным после параметризации, даже при измененном радиусе дуги.

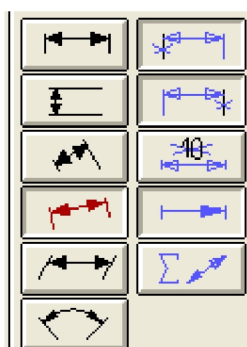


Рис.1.4. Подменю задания размеров

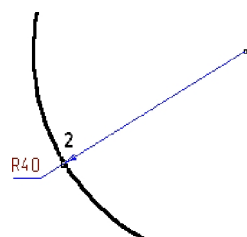






Рис.1.5. Простановка радиального размера

Для простановки изменяемого радиального размера применяют следующий алгоритм:

- включить команду простановки размера  ;

- в подменю установки размера (см. рис.1.4) установить наклонный размер  ; подавление выносных линий  ,  ; удаление первой стрелки  ;
- указать узел 1 - центр дуги (см. рис.1.5), а затем точку 2 на дуге (притяжение к ребру – <Alt-C>);
- нажать <Esc>, в таблице редактирования размеров (см. рис.1.6) исправить значение размера (если это необходимо) и установить перед числовым значением размера букву “R”;
- проверить подавление выносных линий (крестики в соответствующих окнах) и завершить простановку размера <Esc>.

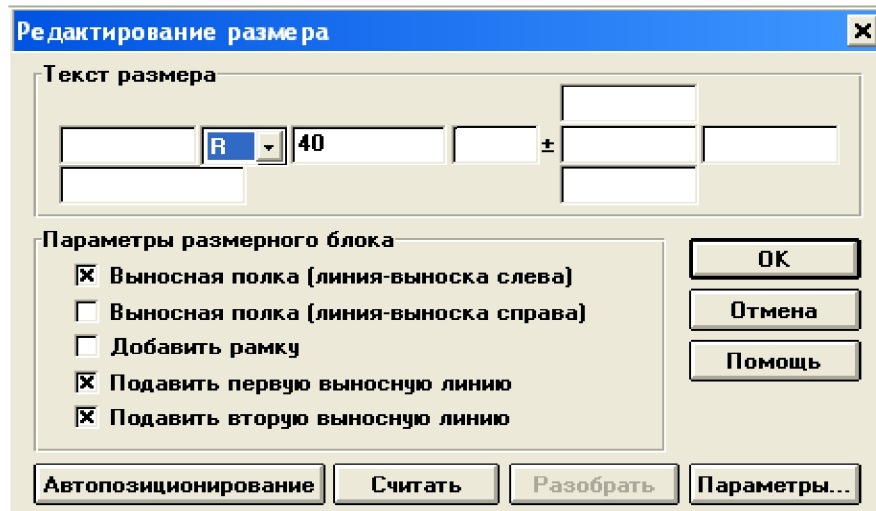


Рис. 1.6. Таблица редактирования размеров

Изображение дуги задается тремя узлами. Возможны два варианта: узел, определяющий радиус дуги, центр и узел, определяющий угловой размер дуги (против часовой стрелки) – рис. 1.7а; три узла на дуге – рис. 1.7б.

Рассмотрим вариант параметризации радиуса дуги при неизменном положении концов дуги. В этом случае вводится дополнительный

размер – расстояние от центра до конца дуги в направлении оси симметрии дуги. Это расстояние вычисляется по формуле

$$C = \sqrt{R^2 - \frac{b^2}{4}},$$

где R - радиус дуги, b – длина хорды.

Дополнительный размер закрывается непрозрачным прямоугольником. При создании параметрической модели: для первого размера (C) за базу принимаем конец дуги, перемещаемые узлы – центр и конец размерной линии; для второго размера (R) базой является центр, а перемещается конец размерной линии (в случае 1.7б он совпадает со средним узлом на дуге).

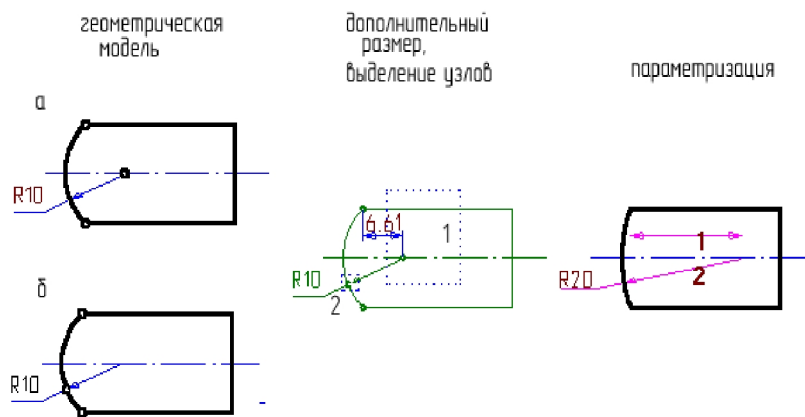


Рис.1.7. Параметризация дуги с закрепленными концами

Если угловой размер дуги превышает 180° , то проставляется диаметральный размер (см. рис.1.8). При этом конец размерной линии не должен совпадать с концом дуги. В этом случае вводят дополнительный размер (рис.1.8) и закрывают его непрозрачным прямоугольником. При параметризации длина размерной линии (2) и радиус дуги (1) изменяются согласованно.

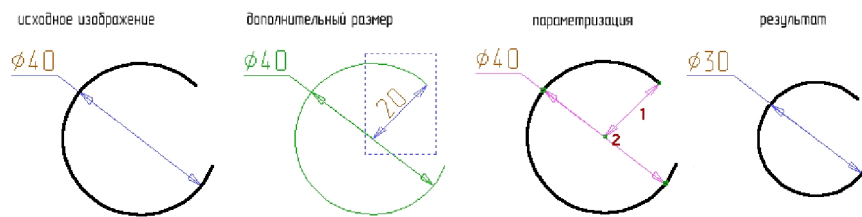


Рис.1.8. Параметризация дуги со свободными концами

1.3.4. Параметризация шестигранника

На чертеже шестигранника обычно указывают два размера: диаметр описанной окружности и размер под ключ (см. рис.1.9). Для параметризации этого недостаточно, необходимо ввести дополнительный размер – длину стороны шестигранника (она равна радиусу описанной окружности).

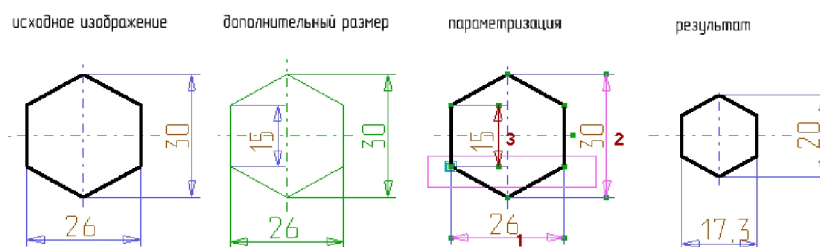


Рис.1.9. Параметризация шестиугольника

Вопросы для контроля (урок 2)

1. Каким образом система изменяет размер при получении нового изображения?
2. Чем отличается сдвиг относительно базы от диаметрального сдвига?
3. Как сохранить симметрию при параметризации изображения?
4. Зачем нужно вводить дополнительные размеры при параметризации?
5. Какие сложности возникают при параметризации дуги? Приведите примеры их преодоления.

Упражнение 1.2

1. Построить изображение согласно рис.1.3. Проставить дополнительный размер и скрыть его. Самостоятельно провести параметризацию косоугольного срезка.
2. Проставить радиальный размер на дуге, используя команду простановки линейного размера (рис.1.5). Самостоятельно провести параметризацию дуги согласно рис.1.7, 1.8.
3. Самостоятельно провести параметризацию шестигранника согласно рис.1.9.

Урок 3

Цель урока: приобретение элементарных навыков создания параметрической модели чертежа.

1.4. Проверка параметрической модели

Создание ПМ, позволяющей получать изображения с измененными размерами без искажений, требует определенного навыка. Ошибки, допущенные при создании ПМ, не проявляются сразу. Поэтому необходимо провести проверку полученной ПМ.

1.4.1. Алгоритм проверки параметрической модели

1. Вызвать на экран из архива чертежей файл, содержащий ПМ.

Замечание. Если модель не сохранялась, то целесообразно записать ее в архив до начала проверки. Некоторые ошибки, выявленные в процессе проверки, приводят к необратимым изменениям модели и невозможности ее дальнейшего использования.

2. Включить режим **ПРМ**, указать курсором режим **Изменение размеров** в подменю.

Следите за запросами системы (правый нижний угол экрана).

3. Указать курсором одну из параметризованных размерных линий (они выделены цветом и имеют номер), в правом нижнем углу экрана появится рамка для ввода нового значения размера.

4. Ввести с клавиатуры числовое значение нового размера и нажать клавишу **<Enter>**.

Замечание. Операции по двум последним пунктам можно повторить для всех изменяемых размеров, но в режиме проверки лучше изменять размеры по одному, так как контроль изменения только одного из размеров позволяет локализовать ошибки модели.

5. Проверить правильность появившегося на экране измененного изображения. Несоответствие размеров заданным, искажения формы, разрывы и другие погрешности изображения свидетельствуют об ошибках в ПМ и требуют ее изменения.

6. Выключить режим работы с параметрической моделью - **<Esc>**.

После изменения модели повторить проверку.

1.4.2. Анализ и доработка геометрической модели

Разработка ГМ для последующей параметризации требует детального анализа элементов изображения и определяющих узлов.

При анализе следует учитывать типы элементов чертежа, деформа-

цию элементов при перемещении узлов, предельный диапазон перемещений. Возможно, потребуется введение дополнительных скрытых размеров.

Предлагается следующая рациональная последовательность предварительных действий, направленных на создание ПМ чертежа:

- выделить узлы, определяющие форму и размеры изображения;
- определить необходимые перемещения узлов;
- проверить, обеспечивает ли изменение размеров, заданных ГМ, необходимые перемещения;
- ввести в ГМ вспомогательные размеры, если это необходимо;
- определить тип перемещения (диаметральное или базовое), базовые узлы, группы перемещаемых узлов;
- определить последовательность перемещений и, как следствие, порядковые номера изменяемых размеров;
- проверить, не возникнет ли искажений вследствие многократного перемещения одних и тех же узлов;
- оценить диапазон перемещений и проверить, не будут ли перекрываться изображения неподвижных и изменяемых элементов чертежа при максимальных и минимальных размерах; в соответствии с результатами проверки доработать ГМ;
- скрыть непрозрачным замкнутым контуром ненужные элементы чертежа, если это необходимо;
- приступить к созданию ПМ (см. урок 1).

1.4.3. Ошибки выбора перемещаемых узлов

Набор перемещаемых узлов должен быть достаточно полным: узел, не включенный в поле при создании модели, не перемещается, что может приводить к искажениям изображения. Включение в число перемещаемых лишних узлов также деформирует изображение.

Выносные и размерные линии также являются элементами изображения, и определяющие их узлы должны быть включены в число перемещаемых, если это необходимо по условиям параметризации.

При создании ПМ с двумя и более изменяемыми размерами нужно последовательно представить себе последовательность сдвига перемещаемых узлов, чтобы избежать ошибок в преобразованном изображении. **Каждый размер должен изменяться только один раз.** Выполнение этого требования зависит от рационального выбора базовых узлов. Если какой-либо узел является базовым для элемента изображения, то его перемещение допускается только вместе с элементом.

1.4.4. Изменение параметрической модели

Процесс изменения ПМ выполняется аналогично **Созданию модели**. Для внесения изменений используют старую ПМ.

Замечание. Если требуется изменение ГМ, то параметрическую модель следует удалить, а затем создать новую. За исходную ГМ при изменении ПМ будет приниматься та, которой соответствует изображение, присутствующее на экране. Если это изображение содержит ошибки, то они сохраняются и при исправлении ПМ.

Указывают только те размеры, неправильная параметризация которых вносит искажения в изображение. В режиме изменения модели можно также добавлять новые изменяемые размеры в ПМ.

Исключение размеров из ПМ (перевод размера в разряд неизменяемых) можно осуществить только путем удаления ПМ (см. пункты головного меню **Общие, Удалить**) и создания новой модели.

1.4.5. Запись параметрической модели в каталог

ПМ сохраняется при записи чертежа в архивный файл и его считывании на рабочее поле. Для использования **проверенной** ПМ удобно хранить ее в каталоге фрагментов.

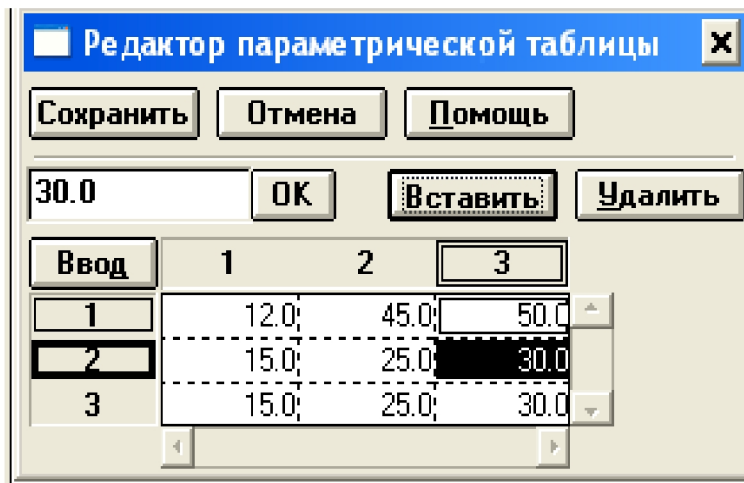




Рис.1.10. Редактирование таблицы параметров

Запись параметрической модели в каталог:

- создать и проверить ПМ (если она хранилась в архивном файле, то вывести ее на экран);
- включить **всю** ГМ в группу элементов для записи, используя операцию **Гр 2** ;
- включить режим  (левый верхний угол экранного меню);
- набрать и ввести (клавиша **<Enter>**) имя каталожного файла;
- указать точку привязки изображения к полю экрана (точку желательно выбирать на осевых или базовых линиях);
- подтвердить необходимость создания таблицы клавишей **<Y>** (запрос на создание таблицы параметров появится в правом нижнем углу экрана);
- заполнить таблицу (на экране появится изображение таблицы с двумя одинаковыми строчками пронумерованных значений параметризованных размеров – см. рис.1.10);
- завершить заполнение таблицы - **<Esc>**;
- подтвердить запрос на запись таблицы нажатием клавиши **<Y>**.

1.4.6. Вывод изображения из каталога с использованием таблицы значений параметров

Получение изображения на экране предполагает следующую последовательность действий:

- включить режим  (левый верхний угол экранного меню);
- выбрать и указать в каталоге нужное имя файла;
- указать курсором поле *Таблица параметров* (для ввода новых данных или изменения таблицы – *Редактировать таблицу*);
- в подменю указать курсором нужную строку параметров;
- подтвердить правильность выбора - "ОК";
- просмотреть изображение; в квадратике рядом с надписью *Удалить размеры* оставить крестик ("да") или удалить его ("нет") указанием курсора < >. Для получения сборочного чертежа размеры не нужны; для получения чертежа детали размеры сохраняются;
- на запрос "Точка привязки?" (в правом нижнем углу поля чертежа) указать курсором точку привязки изображения к полю чертежа, соответствующую заданной точке изображения в каталоге (она выделена зеленым квадратиком). Во избежание неточной привязки изображения, эту и последующую операции проводить, используя клавиши, а не мышку;
- на запрос "Направление?" переместить курсор из точки привязки в нужном направлении (по умолчанию курсор перемещают вправо по горизонтали). Если необходимо, использовать задание угла перемещения курсора <U>. Изображение повернется относительно точки привязки до совмещения горизонтали с направлением, указанным курсором;
- после нажатия клавиши < > на экране появится изображение, размеры которого соответствуют выбранной строке таблицы с учетом заданного ранее значения масштаба пользователя **МПл**.

Замечание. Информация, соответствующая выводимому на рабочее поле изображению, не содержит параметрических связей и поэтому может быть исправлена, но не может сама служить ПМ (в отличие

от информации, выводимой из параметрического файла, записанного в архив чертежей).

Вопросы для контроля (урок 3)

1. Как подготовить ГМ для последующего создания ПМ? Обязательно ли проставлять размеры?
2. Зачем нужна доработка ГМ перед созданием ПМ?
3. Зачем нужна проверка ПМ? Как проводится проверка ПМ?
4. Чем отличается запись ПМ в каталог от записи ее в архив? Чем отличается запись в каталог ПМ от записи фрагмента чертежа?
5. Сохранится ли ПМ при вызове содержащего ее файла на рабочее поле из архива?
6. Как вызвать на рабочее поле изображение из ПМ, записанной в каталог? Будет ли при этом вызвана на рабочее поле сама модель?

Упражнение 1.3

Построить изображение прямоугольника, проставить размеры. Создать параметрическую модель и записать в архив. Провести проверку модели. Записать модель в каталог с созданием таблицы параметров (не менее двух разных строк). Вызвать изображение из каталога.

Урок 4

Цель урока: приобретение навыков параметризации чертежа.

1.5. Параметрические модели крепежных изделий

Наиболее часто требуется создавать параметрические модели типовых деталей с большим списком возможных размеров. К таким деталям относятся в частности крепежные изделия.

1.5.1. Исходная информация

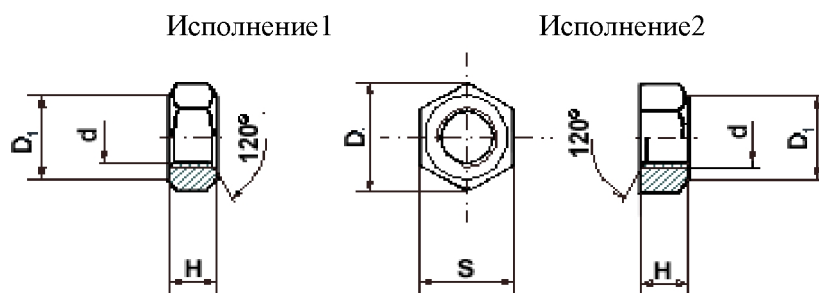


Рис. 1.11. Гайки шестигранные нормальной точности
(ГОСТ 5915-70)

Таблица 2

Геометрические параметры гайки

Диаметр резьбы, d	Размер "под ключ", S	Высота головки, H	Диаметр описанной окружности, D
20	30	16,0	33,3
24	36	19,0	39,6
30	46	24,0	50,9

Примечание. Исполнение 1 применяют для $d=18$ мм и более, а исполнение 2 - для $d < 16$ мм. $D_1 = 0.95S$.

1.5..2. Анализ чертежа детали

Целью параметризации является получение изображений, используемых при создании сборочного чертежа. На сборочном чертеже крепежные детали изображаются неразрезанными. Кроме того, для построения сборочного чертежа могут потребоваться все три проекции гайки.

В таблице параметров определяющим для шестигранника является размер под ключ (по функциональному назначению). Теоретически

этот размер связан с диаметром описанной окружности соотношением $D = S/\sin 60^\circ = 1.15 S$. Значения параметров, приведенных в таблице 2, не соответствуют этому соотношению и требуют пересчета для построения точной модели.

1.5.3. Создание геометрической модели

Согласно проведенному анализу для создания ПМ принимаем чертеж, приведенный на рис.1.12.

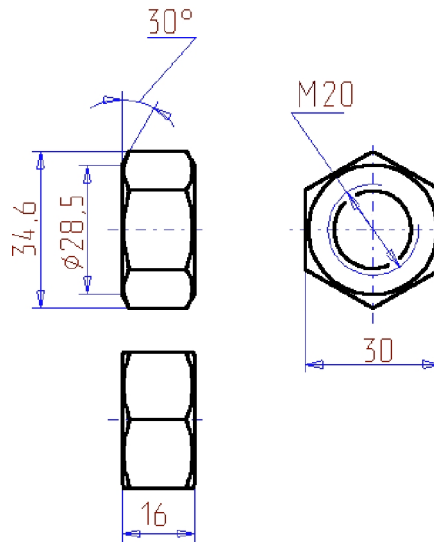


Рис.1.12. Гайка шестигранная, исполнение 1

Технология компьютерного построения сборочного чертежа требует, чтобы изображения фрагментов чертежа были непрозрачными. Это требование определяет порядок построения и закраску элементов чертежа – построение каждого из видов начинаем с замкнутого непрозрачного контура. В процессе параметризации изменяются все линейные размеры, угловой размер «30°» не изменяется.

1.5.4. Дополнительные размеры

Чертеж содержит изменяемые элементы, требующие простановки дополнительных размеров. Таких элементов пять: длина ребра и расстояние между ребрами (главный вид), расстояние между вершинами дуг (вид сверху), радиус дуги (вид слева) и повторение размера под ключ (вид сверху). Эти размеры не нужны на чертеже, поэтому должны быть скрыты. Так как изображение непрозрачное, дополнительные размеры следует размещать под ним.

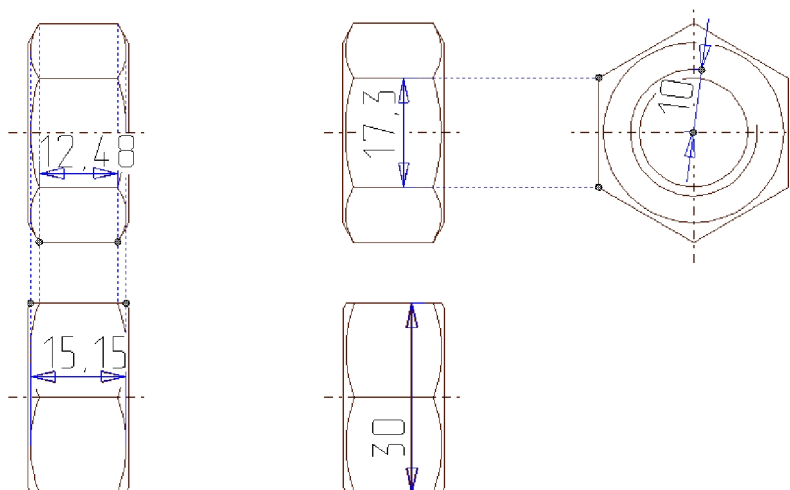


Рис. 1.13. Дополнительные размеры (параметризация гайки)

Для вычисления дополнительных размеров использованы следующие соотношения:

$$\text{длина ребра} - H_1 = H - (D - D_1) \operatorname{tg} 30^\circ;$$

$$\text{расстояние между ребрами} - C = D/2;$$

$$\text{расстояние между вершинами дуг} - H_2 = H - (S - D_1) \operatorname{tg} 30^\circ;$$

$$\text{радиус дуги} - d/2;$$

$$\text{размер под ключ} - S.$$

1.5.5. Создание параметрической модели

Все элементы изображения, связанные с концами размерных линий, кроме радиуса дуги «10», симметричны относительно соответствующих плоскостей симметрии детали. Поэтому для их параметризации применяем диаметральный сдвиг. Для параметризации радиуса дуги применяем сдвиг относительно базы – центра окружности.

Создание ПМ начинаем с размера под ключ «30» – см. рис.1.14.

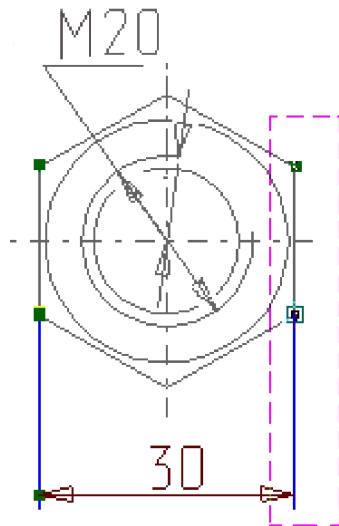


Рис.1.14. Параметризация размера под ключ

Выделяем перемещаемые узлы, связанные с концом размерной линии, симметрично относительно вертикальной оси.

Аналогично включаем в ПМ тот же размер на виде сверху. Перемещаемые узлы, связанные с концом размерной линии, симметричны относительно горизонтальной оси. При включении в ПМ диаметра описанной окружности «34.6», перемещаемые узлы выбираем сразу на двух видах симметрично относительно горизонтальной оси (рис.1.15).

При этом в перемещаемую область заключаем элементы изображения, связанные с перемещаемыми узлами (например: угловой размер). Так же поступаем при включении в ПМ расстояния между ребрами «17.3» и диаметра окружности «28.5» – см. рис.1.15.

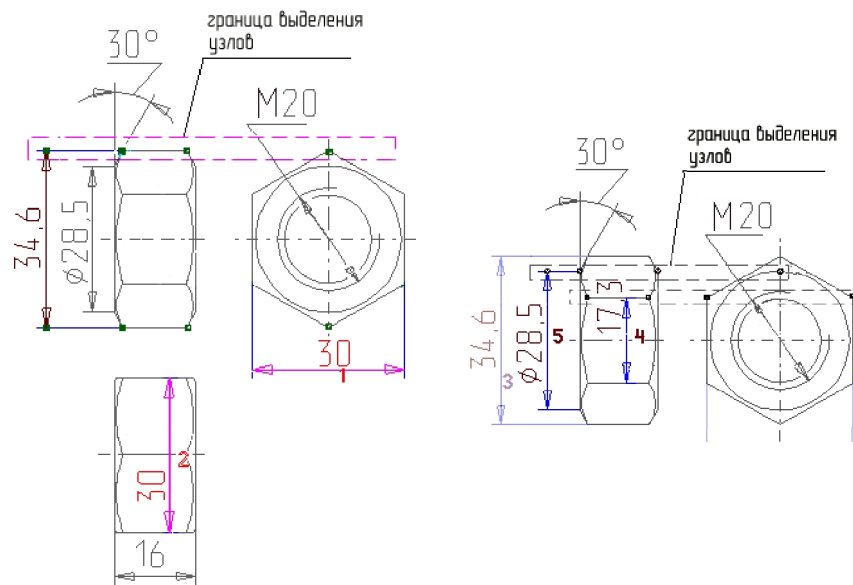


Рис.1.15. Параметризация вертикальных размеров

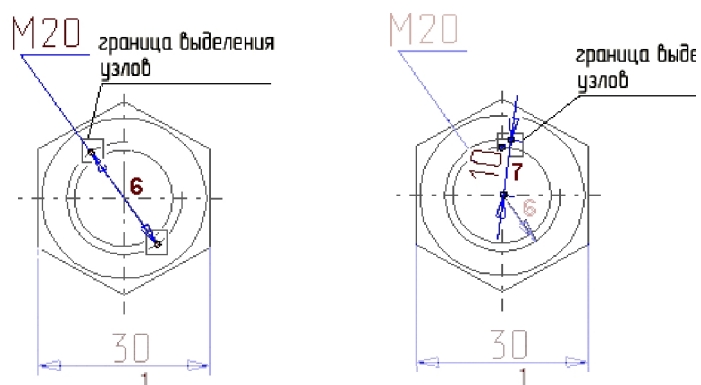


Рис.1.16. Параметризация изображения резьбы

При включении в ПМ обозначения резьбы, перемещаемые узлы -

концы размерной линии. Изображение резьбы определяется радиусом дуги «10». Базовый узел – центр дуги, перемещаемые узлы – конец дуги и узел на внутренней окружности (см. рис.1.16).

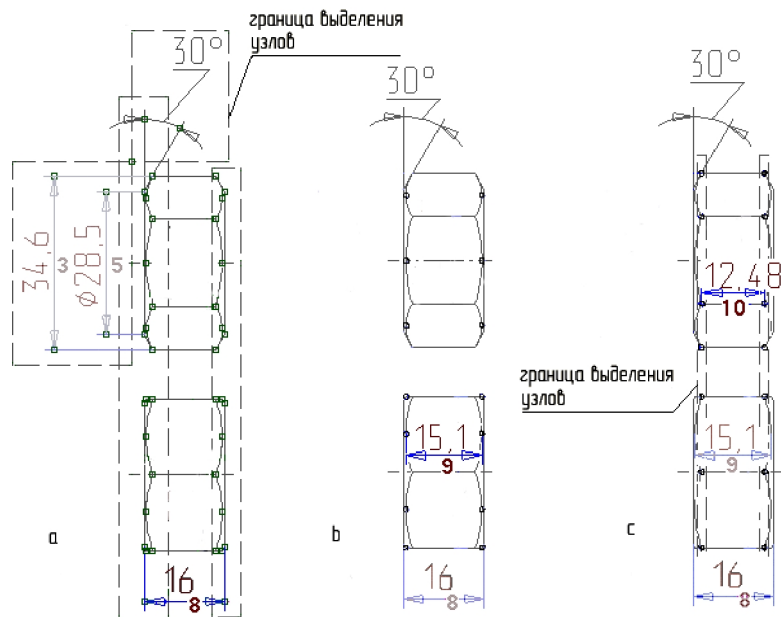


Рис.1.17. Параметризация горизонтальных размеров

При включении в ПМ горизонтальных размеров используем диаметральный сдвиг, так как концы ребер и изображения фасок симметричны относительно вертикальной плоскости симметрии гайки. Применение базового сдвига потребовало бы введения еще одного дополнительного размера.

Включаем в модель высоту гайки, последовательно выделяя все узлы справа, а затем – слева от плоскости симметрии (см. рис.1.17а).

Параметризация расстояния между вершинами дуг требует особой внимательности: вершины расположены близко к узлам на торцах гай-

ки, которые не следует включать в число перемещаемых (см. рис.1.17b). Включение в ПМ высоты ребер завершает создание модели (см. рис.1.17c). Записываем модель в каталог, заполняем таблицу параметров и проверяем правильность создания модели, вызвав на экран чертеж с измененными размерами (см. рис.1.18).

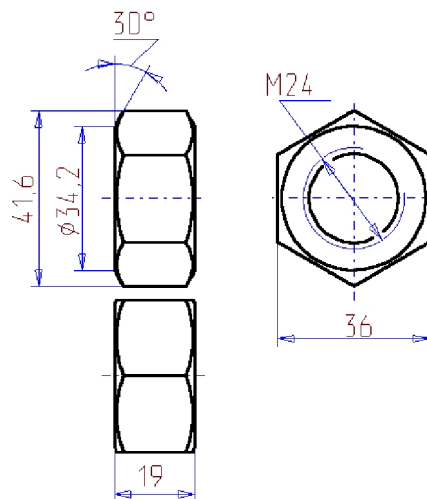


Рис.1.18. Результат параметризации (гайка с измененными размерами)

Упражнение 1.4

Создать параметрическую модель болта, гайки или шайбы по индивидуальному заданию в соответствии с приведенными ниже данными. Записать модель в каталог и заполнить таблицу в заданном диапазоне параметров.

1.5.6. Данные для упражнений по параметризации
 Болты с шестигранной головкой нормальной точности
 (ГОСТ 7798-70)

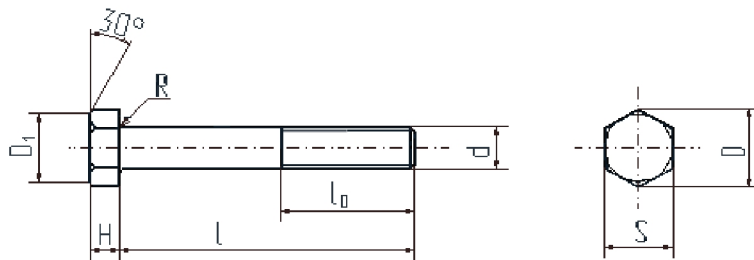


Таблица 3

Геометрические параметры болта

d	S	H	D	R	l	l ₀
6	10	4	10,9	0,25...0,6	8...20	*
					22...90	18
8	13	5,5	14,2	0,40...1,1	8...25	*
					28...100	22
10	17	7,0	18,7	0,60...1,6	10... 30	*
					32...200	26; 32
12	19	8,0	20,9	0,60...1,6	14...32	*
					35...260	30; 36
(14)	22	9,0	24,3	0,60...1,6	16...38	*
					40... 300	34; 40
16	24	10,0	26,5	0,60...1,6	18...40	*
					45... 300	38; 44

Продолжение табл.3

(18)	27	12,0	29,9	0,60...1,6	20...45	*
					50...300	42; 48
20	30	13,0	33,3	0,80...2,2	25...50	*
					55...300	46; 52
(22)	32	14,0	35,0	0,80...2,2	30...55	*
					60...300	50; 56
24	36	15,0	39,6	0,80...2,2	32...60	*
					65...300	54; 60
(27)	41	17,0	45,2	1,00...2,7	35...65	*
					70...300	60; 66
30	46	19,0	50,9	1,00...2,7	45...70	*
					75...300	66; 72
36	55	23,0	60,8	1,00...3,2	50...85	*
					90...300	78; 84
42	65	26,0	72,1	1,20...3,3	55...100	*
					105...300	90; 96
48	75	30,0	83,4	1,60...4,3	65...110	*
					115...300	102; 108

Примечания. Длину выбирают из ряда 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, 55, 60, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 105, 110, (115), 120, (125), 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200. Знаком * отмечены болты с резьбой по всей длине стержня.

Гайки шестигранные нормальной точности (ГОСТ 5915-70)

Исполнение 1

Исполнение 2

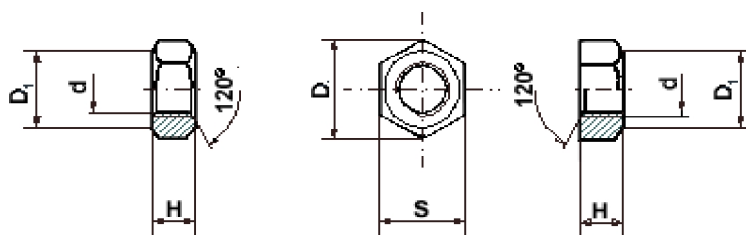


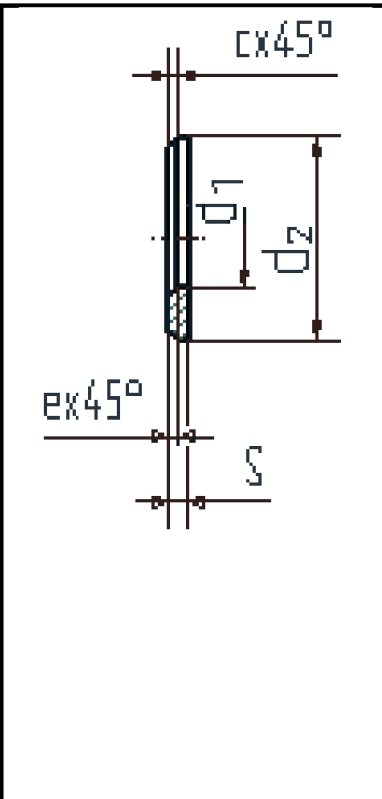
Таблица 4

Геометрические параметры гайки

Диаметр резьбы, d	Размер "под ключ", S	Высота головки, H	Диаметр описанной окружности, D
6	10	5,0	10,9
8	13	6,5	14,2
10	17	8,0	18,7
12	19	10,0	20,9
(14)	22	11,0	24,3
16	24	13,0	26,5
(18)	27	15,0	29,9
20	30	16,0	33,3
(22)	32	18,0	35,0
24	36	19,0	39,6
(27)	41	22,0	45,2
30	46	24,0	50,9
36	55	29,0	60,8
42	65	34,0	72,1
48	75	38,0	83,4

Примечание. Исполнение 1 применяют для $d=18$ мм и более, а исполнение 2 - для $d<16$ мм.

Геометрические параметры шайбы



d	d ₁	d ₂	S	c	e
6	6,4	12,5	1,2	0,5	0,5
8	8,4	17,5	1,6	0,5	0,5
10	10,5	21,0	2,0	1,00	1,00
12	13,0	24,0	2,0	1,00	1,00
14	15,0	28,0	2,5	1,25	1,25
16	17,0	30,0	2,5	1,25	1,25
18	19,0	34,0	3,0	1,50	1,50
20	21,0	37,0	3,0	1,50	1,50
24	25,0	44,0	3,0	1,50	1,50
27	28,0	50,0	4,0	1,50	1,50
30	31,0	56,0	4,0	1,50	1,50
36	37,0	66,0	5,0	2,00	1,50
42	43,0	78,0	5,0	2,00	2,00
48	49,0	92,0	6,0	2,00	2,00

Урок 5

Цель урока: приобретение навыков создания чертежа с использованием возможностей параметризации.

1.6. Применение параметризации для упрощенного получения чертежа

Графическая система ADEM позволяет применять методы параметризации для корректировки чертежа. Рассмотрим эту возможность на примере. Пусть требуется построить чертеж детали, представленный рис. 1.19.

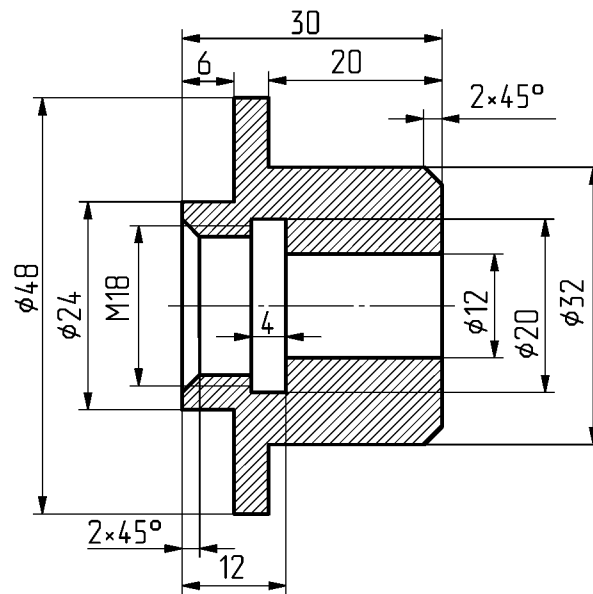


Рис.1.19. Фрагмент чертежа

Традиционно для получения основного контура изображения, приведенного на рис. 1.19, применяют один из двух следующих способов:



- используя клавишу <L>, строят сетку вспомогательных линий;


затем, включив притяжение (клавиша <F>), строят замкнутый контур, последовательно обходя соответствующие узлы сетки;

– переносят начало системы координат в нужную точку (клавиша <O>) и, начиная с этой точки, строят замкнутый контур, последовательно давая соответствующие приращения координатам X или Y.

Предлагаем освоить еще один метод построения контура.

Установите режим ортогональности <I> (или включите такое же поле в правом верхнем углу экранного меню). На запрос системы введите значение угла "30°", задающего сектор, в пределах которого создаваемые отрезки будут автоматически располагаться горизонтально или вертикально.

Проведите горизонтальную осевую линию (). Включите замкнутый контур  , и приблизительно, используя только "мышку", постройте контур изображения (см. рис. 1.20).

Через точку, принадлежащую левой границе контура, проведите вспомогательную линию (<L>,"90°",<Enter>). Перенесите начало координат в точку пересечения осевой и вспомогательной линии (<C>,<O>). Заклучите полученный контур в группу ().

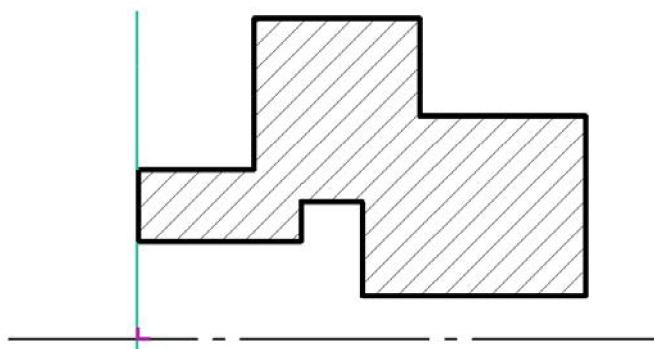



Рис.1.20. Исходное изображение контура

Включите режим автоматического нанесения размеров ( , *Автомат размеров*). На запрос *Точка привязки* укажите начало координат (<Home>, <>). Полученная картина представлена на рис.1.21.

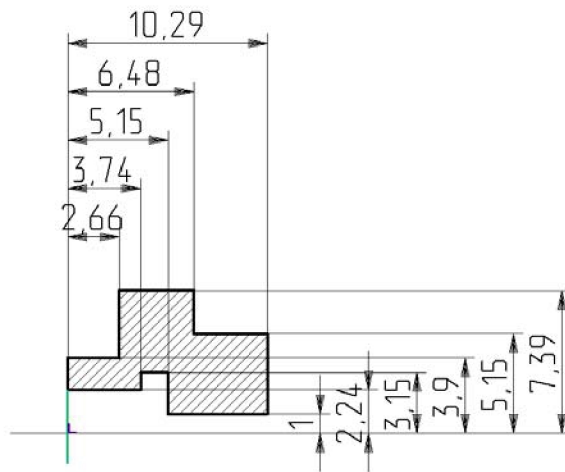



Рис.1.21. Автоматическая простановка размеров

Отредактируйте размеры в соответствии с эскизом (см. рис. 1.22). Для этого воспользуйтесь режимом  редактирования размеров.

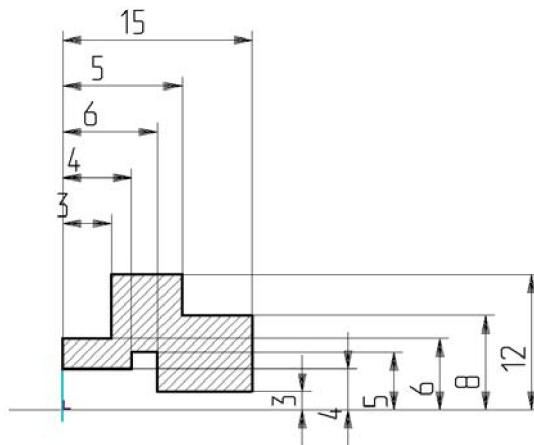


Рис.1.22. Редактирование размеров

Для приведения изображения в соответствие с проставленными размерами включите режим параметризации (**ПРМ** , *Эвристический метод (Все)*). На экране появится изображение нового контура. После перерисовки экрана (<F6>) старое изображение совместится с новым и размеры займут свое место.

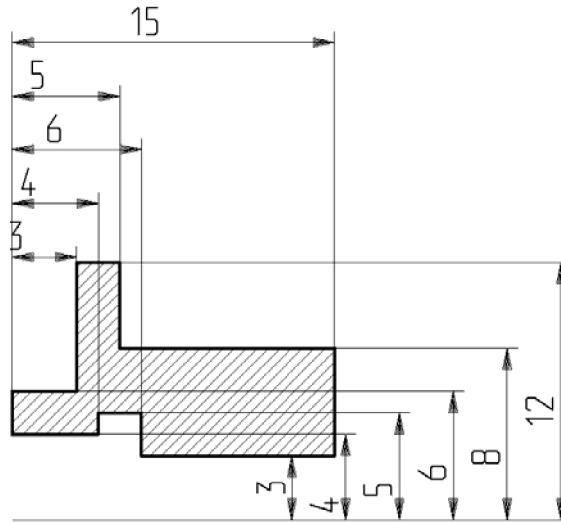


Рис.1.23. Параметризация

После выполнения параметризации контур имеет форму и размеры, соответствующие заданным. Для получения законченного фрагмента чертежа необходимо выполнить следующие операции:

- снять фаски;
- зеркально отразить контур относительно оси;
- провести недостающие вертикальные линии;
- проставить размеры.

Операцию параметризации можно применить и для корректировки готового чертежа. Например, изменить один или несколько размеров. Рис.1.24 получен из рис.1.23 после выполнения следующих операций:

- командой **Р-Р** заменен размер " $\varnothing 12$ " на " $\varnothing 14$ ";
- выполнена команда **ПРМ** (*Эвристический метод (Все)*);
- выполнена перерисовка чертежа (<F6>).

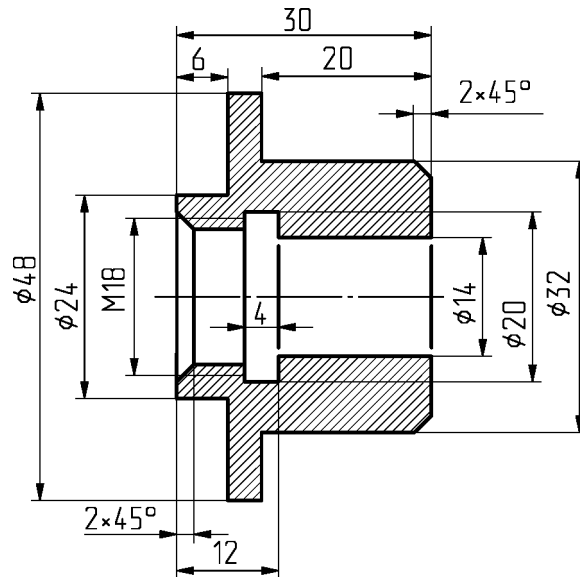


Рис.1.24. Корректировка чертежа

Упражнение 1.5

Построить изображение простой детали по указанию преподавателя, проставить размеры. Записать изображение в архив.

Часть 2. Объемное моделирование и интеграция программ

Лабораторные работы, посвященные объемному моделированию в среде программ CAD/CAM/CAE ADEM (Omega Adem Technologies Ltd., Россия) и КОМПАС-3D (АСКОН, Россия), а также интеграции моделей в Microsoft Office и MODELA Player (Roland DG Corporation, Япония), образуют цикл из 8 уроков общей продолжительностью приблизительно 16 часов. В каждом уроке приводятся *общие правила работы* и предлагается *задача на моделирование*. Перед выполнением конкретного задания студентам необходимо изучить порядок действий, обратить внимание на требования и ограничения, налагаемые на исходные контуры, и проверить свои знания, ответив на *контрольные вопросы*.

Урок 1

2.1. Редактирование параметрических 3D моделей в среде ADEM

Цель урока: освоить технологию выполнения операций масштабирования, переноса, поворота и копирования параметрических БЭФ, а также построение 3D модели детали с помощью булевых операций.

2.1.1. Общие правила работы

В системе ADEM любые объемные модели изделий являются твердотельными объемными элементами (ОЭ), т. е. заполненными материалом. Твердое тело отделяется от окружающего пространства поверхностью. У модели выделяют каркас, внешнюю сторону поверхности (А - поверхность) и внутреннюю сторону поверхности (В - поверхность). Для математического описания поверхностей применяют биквадратические сплайны, или NURBS (Non Uniform Rational B-Spline). Такая твердотельная модель (solid model) дает наиболее полное описание геометрии (форма и размеры) трехмерного тела.

Чтобы предмет можно было представить как solid model, он должен обладать свойствами замкнутости, ограниченности и невырожденности. Первое сводится к тому, что переход с внутренней стороны на внешнюю невозможен без нарушения целостности поверхности. Второе условие означает конечность размеров предмета.





Третье условие исключает контакт ("слипание") внутренней и внешней сторон поверхности. Кроме твердотельной, в программах 3D моделирования используют каркасную (wire frame model) и поверхностную (surface model) модели.

Для загрузки модуля объемного моделирования на экране Adem2d откройте меню "Модуль" и выберите "Модуль ADEM 3D".


В зависимости от установленного режима отображения, одна и та же твердотельная модель на экране может быть показана только своим каркасом (экранная кнопка **Кркс**), только поверхностью (**Пврх**) или поверхностью с каркасной сеткой (**Сетк**). Для выбора цвета фона включите **Фон**, цвета каркаса - **ЦветК**, цвета внешней поверхности - **ЦветА**, цвета внутренней поверхности - **ЦветВ**. Для печати модели целесообразно выбрать более светлый "Материал 1" (кнопка **ТЗак**).


Модели рассматриваются в абсолютной системе координат. Для установки курсора в начало координат нажмите клавишу <Home>. Для отображения горизонтальной проекции модели включите экранную кнопку **XY**, фронтальной - **XZ**, профильной - **YZ**.


Аксонметрическая проекция вызывается кнопкой **Изом**, причем с помощью кнопки **Оси** включается режим «кругового осмотра модели». При этом положение тела относительно системы координат не меняется. Стандартная прямоугольная изометрия будет восстановлена, если включить **Оси** и дважды повторить нажатие <Home>, <Space/Пробел> (сначала задаем центральную точку, затем восстанавливаем позицию «кубика»). Кнопкой **XYZ** включается одновременная демонстрация всех проекций.


Модель можно приблизить к наблюдателю, нажимая клавишу <Q>, отодвинуть (<E>) и вернуть в штатный режим просмотра (<R>). Зону отображения выбирают кнопкой . Для выделения одной или нескольких моделей в группу включают кнопку  (прямое указание на модель), кнопку  (ввод номеров начального и конечного элементов) и кнопку  (покрытие части модели прямоугольной рамкой).


Наиболее простые ОЭ состоят из одного базового элемента формы (БЭФ). Элементарные геометрические фигуры, показанные на рис. 2.1.1, в ADEM 3D создают, задавая размеры – параметры:

 - спираль ("Радиус С1" и "Радиус С2" - соответственно начального и конечного сечений проволоки; "Радиус 1" и "Радиус 2" - начального и конечного витка по центрам сечений; "Высота" – шаг навивки);

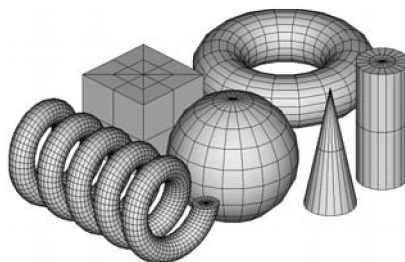
 - тор ("Радиус 1" – радиус окружности центров сечений; "Радиус 2" – радиус любого сечения);

 - конус ("Радиус 1" – радиус верхнего основания, "Радиус 2" – радиус нижнего основания);

 - сфера;

 - цилиндр;

 - параллелепипед.



2.1.1. Параметрические модели элементарных фигур

Сложные ОЭ формируют из нескольких БЭФ с помощью булевых операций. В данном цикле работ будут применяться только три из них:



- объединение ОЭ с одиночным БЭФ или группой БЭФ;



- вычитание одиночного БЭФ или группы БЭФ из ОЭ;



- восстановление всех одиночных БЭФ из ОЭ ("разобрать"

ОЭ).


Вопросы для контроля (урок 1)

1. Как называется объемная (3D) модель, построенная в среде ADEM? Какие элементы выделяют у 3D модели?
2. Какими свойствами должна обладать твердотельная модель?
3. Какие кнопки предназначены для редактирования цвета модели?
4. Каким образом выполняется просмотр проекций модели?
5. Какие команды используются для выделения группы моделей с целью их дальнейшего редактирования?
6. Какие модели в модуле ADEM 3D являются параметрическими?
7. Назовите порядок действий при масштабировании, переносе, повороте и копировании модели или группы моделей.
8. Какие булевы операции применяются для построения объемного элемента из параметрических БЭФ?

Упражнение 2.1

Построить объемную модель фланца из параметрических моделей элементарных фигур по образцу, представленному на рис. 2.1.2, а.

Начните работу с анализа формы детали. В результате декомпозиции устанавливаем, что в основе формы лежат конус и два цилиндра. Используя соответствующие экранные кнопки, создайте три БЭФ, стараясь выдержать пропорции, аналогичные образцу. Если размеры необходимо отредактировать, то выделите нужный БЭФ в группу и примените команду **Масштаб**. "Центральная точка" – начало координат (<Home>, <Space>). При вводе чисел следите за наличием десятичной

точки и равенством значений для осей X и Y. В случае затруднений удалите выделенный БЭФ () и повторите построения.

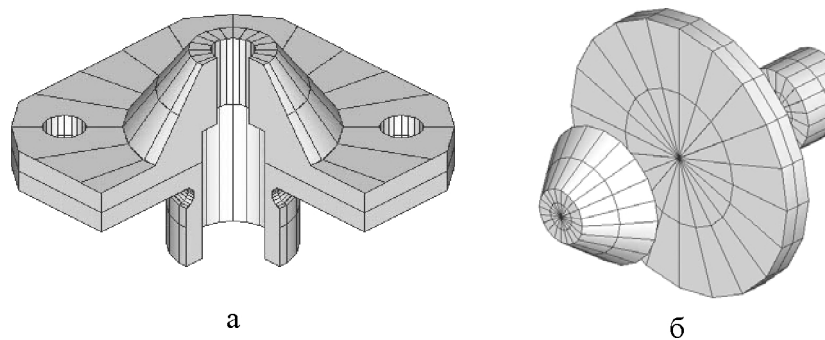





Рис. 2.1.2. Образец для построения модели фланца:

а – аксонометрия модели с вырезом, б – декомпозиция формы

Включите фронтальную проекцию () и с помощью команды  поставьте БЭФ таким образом, чтобы их торцы (доньшки) соединялись. Для привязки курсора к узлу используйте клавишу <C>. "Исходную точку" и "Конечную точку" вводите клавишей <Space>.

Объедините конус с низким цилиндром – диском, затем полученный ОЭ с БЭФ – цилиндром (). Запишите заготовку в bsf-файл (). Чтение модели из файла - ().

Создайте параметрические БЭФ двух цилиндров и установите их в соответствии с заданием. Выполните вычитание из ОЭ – заготовки каждого БЭФ, играющего роль сверла (). Сохраните полученную заготовку. Текущий результат показан на рис. 2.1.3, а.

Создайте параметрическую модель тора ("Радиус 1" тора равен радиусу малого цилиндра).

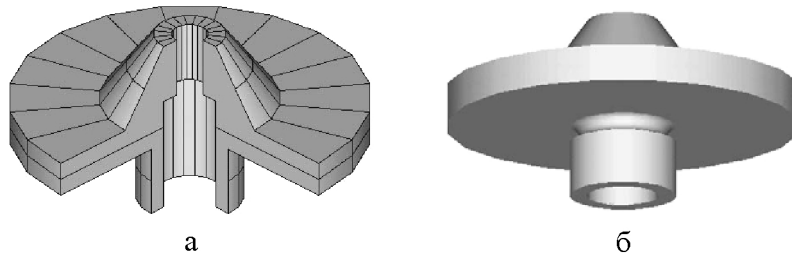


Рис. 2.1.3. Состояние ОЭ – заготовки на этапе выполнения:
а – ступенчатого отверстия; б – проточки

Вычитанием этого БЭФ получите проточку, которая в реальных конструкциях используется для установки уплотнительного кольца (см. рис. 2.1.3, б).

На завершающих этапах выполните доработку диска. Создайте параметрический БЭФ цилиндра ("сверла") и на плоскости перенесите его вправо вдоль оси X. Включите кнопку и проведите угловое копирование (3 копии).

Вид сверху на заготовку после вычитания четырех БЭФ (рациональнее выделить их в группу) показан на рис. 2.1.4, а.

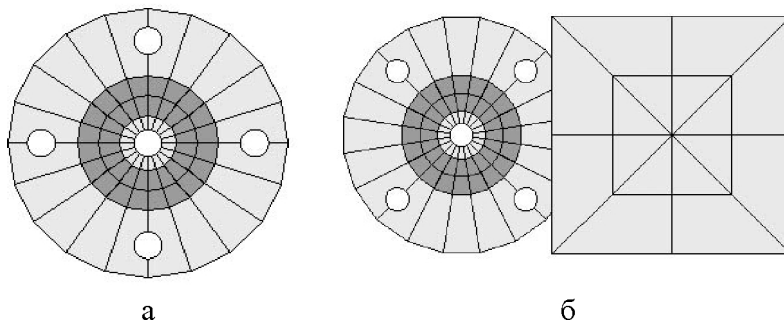



Рис. 2.1.4. Доработка диска:
а – выполнение отверстий; б – обрезка сегментов

Поверните ОЭ на угол 45° относительно начала координат (). Создайте параметрическую модель куба, выделите ее в группу и перенесите право вдоль оси X. Выполните угловое копирование куба и вычитание четырех БЭФ - кубов из ОЭ – заготовки (рис. 2.1.4,б).

Запишите полученную модель фланца в файл (.

Урок 2

2.2. Операция "БЭФ Лифт" в среде ADEM

Цель урока: освоить технологию построения оригинального (не элементарного) БЭФ с помощью операции "Лифт".

2.2.1. Общие правила работы

3D модели многих реальных деталей авиационной и космической техники оказываются настолько сложными, что составить их из элементарных геометрических фигур не представляется возможным. В системе ADEM предусмотрены три операции создания оригинальных БЭФ: "Лифт", "Труба" и "Сечения". Полученные БЭФ в большей степени соответствуют геометрии будущей модели и являются основой (заготовкой) для ее построения. Рассмотрим операцию "БЭФ Лифт".

Для операции "БЭФ Лифт" необходимо в модуле ADEM2D построить два плоских контура: "Сечение XY" и "Лифт – линия". Несмотря на то, что при построении оба контура находятся в плоскости XY чертежа, "Лифт – линия" в пространстве (то есть в виртуальном пространстве модуля ADEM 3D) поднимается в плоскость XZ, перпендикулярную к XY. На рис. 2.2.1 показано, что "Лифт – линия" является графиком масштабирования "Сечения XY", то есть она задает размеры БЭФ и его высотное положение относительно начала координат.

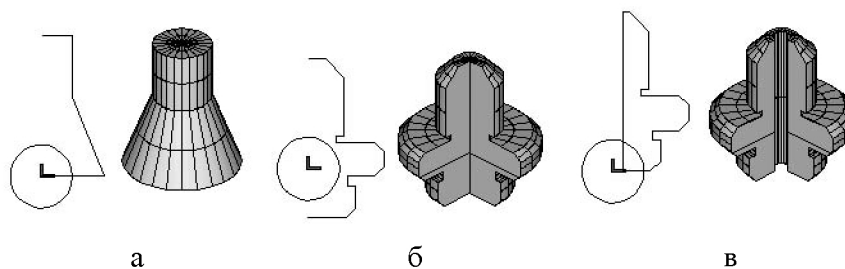






Рис. 2.2.1. Форма и геометрический смысл "Лифт – линии":

а – разомкнутая, $Z \geq 0$; б – разомкнутая, $Z < 0$ и $Z > 0$;

в – замкнутая, формируется внутреннее отверстие


При построении контуров придерживайтесь следующих правил.

1. "Сечение XY" должно быть замкнутым. Чтобы избежать дополнительного редактирования, выберите для его создания графические элементы (инструменты): многоугольник (- ); круг (); прямоугольник (); сплайн – контур (.



2. Начало координат установите внутри "Сечения XY" (клавиша <O>), предпочтительно в геометрическом центре фигуры.

3. Стремитесь к тому, чтобы "Сечение XY" было выпуклым (располагалось по одну сторону от любой касательной прямой). Если сечение невыпуклое, то все отрезки прямой, мысленно проведенные от узлов контура в начало координат, должны находиться внутри фигуры.

4. Контур "Лифт – линия" может быть замкнутым (многоугольник или прямоугольник). В этом случае все его узлы должны иметь координату $X > 0$.

5. Контур "Лифт – линия" может быть разомкнутым (ломаная ). Тогда первый и последний узлы контура должны иметь координату $X = 0$; у всех других $X > 0$.

6. "Сечение XY" и "Лифт – линия" в отдельности не должны иметь наложения собственных отрезков и самопересечения.

Построив "Сечение XY" и "Лифт – линию", включите экранную кнопку  и выберите в меню . Отвечая на запрос



программы, укажите "Сечение XY" и подтвердите ответ. Аналогично задайте "Лифт – линию". Оцените результат операции и качественный БЭФ сохраните в bsf – файле.

При необходимости плавность обводов БЭФ можно улучшить, повысив точность аппроксимации. Для этого в меню **3D БЭФ** используйте команды **Точность(XY)= X** и **Точность(XZ)= X**. Задайте точность числом от 3 (низшая) до 6 (высшая) и перестройте БЭФ (кнопка **Регенерация**).

Операция "БЭФ Лифт" имеет три модификации: **БЭФ Лифт X**, **БЭФ Лифт Y** и **БЭФ Лифт XY**. В операциях "БЭФ Лифт X" и "БЭФ Лифт Y" сечение масштабируется по закону, заданному лифт – линией, только в направлении соответственно оси X или оси Y. В поперечном направлении (вдоль другой оси) форма и размеры сечения не изменяются. В операции "БЭФ Лифт XY" используют две лифт – линии, определяющие законы изменения сечения отдельно вдоль осей X и Y. Обе лифт – линии должны иметь одинаковое количество узлов и одинаковые координаты Z (или Y на чертеже) у первого и последнего узла.

Вопросы для контроля (урок 2)

1. Оцените приблизительно трудоемкость построения 3D модели зубчатого колеса (шестерни) из элементарных геометрических фигур.
2. Какие плоские фигуры требуются для создания "БЭФ Лифт"?
3. Поясните взаимосвязь контуров, их влияние на положение БЭФ в пространстве.
4. Какие графические элементы (инструменты) следует применить для построения "Сечения XY"?
5. Какое место может занимать начало координат?
6. Как проверить правильность построения "Сечения XY" и задания начала координат?

Постройте в модуле ADEM2D два плоских контура. Их положение задано на рис. 2.2.3, а. Для "Сечения XY" выберите инструмент "Круг" (). Его диаметр можно задать произвольно. Включите инструмент "Многоугольник" (). Вычертите "Лифт-линию" по размерам чертежа, за исключением размера диаметра цилиндра с резьбой, который принимаем равным $\varnothing 25$ вместо $\varnothing 30$ (см. М30 на чертеже).

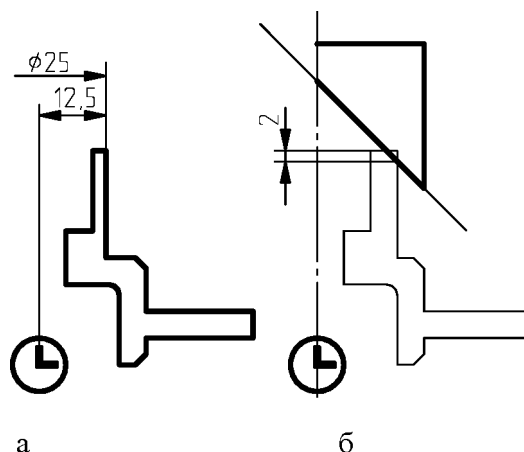








Рис. 2.2.3. Контур для операции "БЭФ Лифт":
 а – "Сечение XY" и "Лифт – линия" для ОЭ – заготовки;
 б – "Сечение XY" и "Лифт – линия" для БЭФ - фаски

Установите начало координат в центре окружности (<O>). Включите экранную кнопку  и выберите в меню .

По запросу программы укажите "Сечение XY", затем "Лифт – линию", каждый раз подтверждая правильность выбора. Запишите полученный БЭФ в файл (). Далее эта модель будет играть роль ОЭ – заготовки.

В модуле ADEM 3D загрузите БЭФ – заготовку () и создайте параметрическую модель цилиндра $\varnothing 10$. Выделите цилиндр в группу и

перенесите его на плоскости XY в точку с координатой X=30. Создайте 5 копий цилиндра угловым копированием с центром в начале координат (<Home>, <Space>) и углом 60°.

С помощью булевой операции "Вычитание" удалите объемы шести цилиндрических БЭФ из ОЭ – модели заготовки (). Результат данной процедуры показан на рис. 2.2.4, а. Сохраните модель в bsf – файле ().

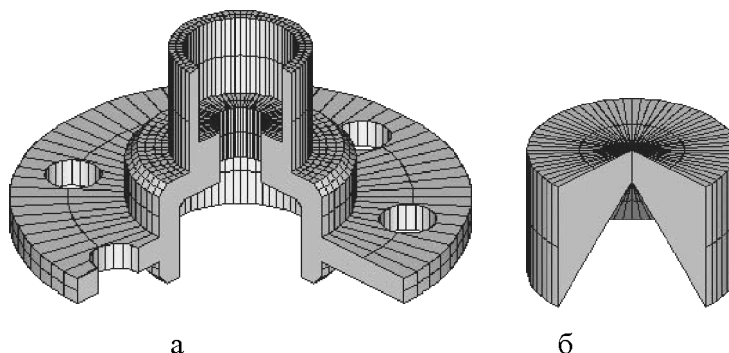





Рис. 2.2.4. Этапы работы с применением операции "БЭФ Лифт":

а – создание модели – заготовки;

б – модель инструмента для снятия фаски

Цилиндрическая поверхность с резьбой М30 имеет фаску 2×45°. Создание наружной резьбы М30 с фаской будет рассмотрено на следующем уроке. Для формирования фаски создайте БЭФ – инструмент. Его контуры показаны на рис. 2.2.3, б. Здесь тонкой наклонной линией изображена вспомогательная прямая (<L>, -45°), которая построена в точке, расположенной на образующей цилиндра Ø30, на 2 мм ниже его торца.

Включите инструмент "Ломаная" () и постройте, не меняя положения начала координат, новую "Лифт – линию". Обратите внимание, что первый и последний узлы контура имеют координату X=0. Для привязки курсора к вспомогательной прямой нажмите комбинацию клавиш <Alt> <C>.

Включите кнопку  и . Укажите на "Сечение ХУ" (окружность для моделирования заготовки) и "Лифт – линию". Запишите полученный БЭФ - инструмент (рис. 2.2.4, б).

Урок 3.

2.3. Моделирование резьбовой поверхности

Цель урока: освоить технологию объемного моделирования резьбовой поверхности детали.

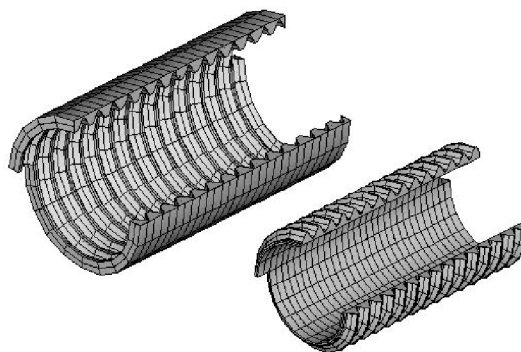
2.3.1. Общие правила работы

Специальная экранная кнопка для построения параметрической 3D модели резьбы в программе ADEM v. 3.03 отсутствует. Создание резьбового БЭФ производится в модуле ADEM 2D при обращении к специальной подпрограмме. Результат ее работы сохраняется в файле типа CSF. После загрузки БЭФ из CSF – файла в модуле ADEM 3D, модель резьбовой поверхности сохраняется в формате BSF и далее обрабатывается точно так же, как любой другой БЭФ.

Рассмотрим порядок построения собственно резьбового БЭФ. Моделирование резьбовой поверхности детали будет описано ниже. *БЭФ с внутренней резьбой*, сформированный средствами программы ADEM, является трубой, у которой наружная поверхность гладкая, а внутренняя образована резьбовыми выступами (см. рис. 2.3.1, а).

БЭФ с наружной резьбой, наоборот, имеет резьбовые выступы по наружному диаметру и гладкую цилиндрическую поверхность внутри (рис. 2.3.1, б).

Для создания резьбового БЭФ в среде модуля ADEM 2D откройте меню "User" и в окне "Выполнить User – программу" выделите курсором название подпрограммы: "Создание метрических резьб". Имя открываемого приложения, в частности RezbaNew.exe, будет автоматически занесено в поле "Имя файла". Включите экранную кнопку "ОК" и перейдите к вводу параметров резьбы.



а б

Рис. 2.3.1. Резьбовые БЭФ:

а – с внутренней резьбой; б – с наружной

В диалоговом окне "Создание 3D – модели метрической резьбы", которое показано на рис. 2.3.2, задайте "Вид резьбы" (наружная или внутренняя), "Шаг резьбы" (крупный или мелкий) и при необходимости режим применения не рекомендуемых значений.

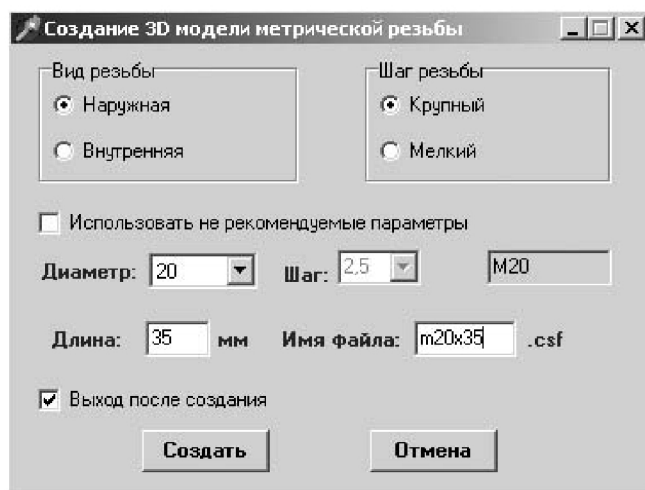


Рис. 2.3.2. Окно задания параметров резьбового БЭФ


В поле "Диаметр" установите значение наружного диаметра резьбы, используя линейку прокрутки. Далее введите значение шага резьбы, если моделируется резьба с мелким шагом.

На завершающем этапе задайте длину резьбового БЭФ ("Длина") и "Имя файла". Имя данного документа, как и любого документа, созданного в программе ADEM v. 3.03, допускается составлять только из цифр и букв латинского алфавита при общем количестве символов не более 8.

Программа записывает файл типа CSF, не информируя пользователя, в один из следующих разделов HDD:

- в корневую папку программы ADEM (где она установлена);
- в папку ADM программы ADEM;
- в папку TMP диска C;
- в папку Temp корневой папки операционной системы;
- в открытую (текущую) папку пользователя.

В любом случае csf – файл находится штатными средствами любой пользовательской среды.

Для использования резьбового БЭФ войдите в модуль ADEM 3D, откройте меню "Файл" и вызовите команду "Открыть...". В поле "Тип файла" установите *.csf, выберите диск, папку и найдите файл. После чтения модели ее необходимо записать в файл типа BSF ().

Построение 3D – модели детали, у которой имеются резьбовые поверхности, начинается с создания ее заготовки. Модель - заготовка является единичным БЭФ или ОЭ, полученным из нескольких БЭФ посредством применения булевых операций. Резьбовые поверхности у нее отсутствуют, однако диаметры гладких цилиндров или отверстий, образующих ее форму, должны соответствовать размерам соответственно наружной или внутренней резьбы, которая будет выполнена позже.

Создание резьбы на модели – заготовке возможно двумя методами: вырезания и приклеивания.

Метод вырезания аналогичен реальной механической обработке и сводится к тому, что из объема модели - заготовки удаляется (в процессе выполнения булевой операции) резьбовой БЭФ. Например, внутренняя резьба будет получена, если из модели, имеющей подготовленное отверстие, вычесть БЭФ, играющий роль инструмента – метчика (см. рис. 2.3.3).

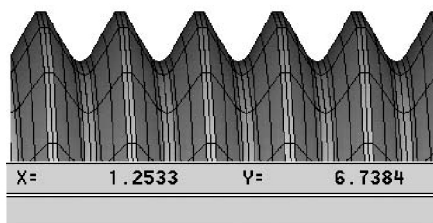


Рис. 2.3.3. Фрагмент инструмента для создания внутренней резьбы

Здесь, как и в реальном производстве, подготовка отверстия состоит в определении его диаметра. Если не учитывать пластическую деформацию материала в процессе резания, то диаметр гладкого цилиндрического отверстия в заготовке следует задать равным диаметру впадин инструмента.

Для определения размера диаметра найдем его радиус. Установите необходимое приближение модели на экране в зоне выступов резьбы (<Q>), включите строку координат (<S>) и выполните привязку курсора к узлу впадины (<C>). Далее прочитайте значение координаты, например Y на рис. 2.3.3.

Диаметр стержня или гладкого цилиндрического элемента модели – заготовки, предназначенного для последующего создания на нем резьбовой поверхности, должен быть равен диаметру впадин, которые получены у БЭФ с внутренней резьбой.

Определение наружного и внутреннего диаметров резьбового БЭФ удобно выполнять при каркасном отображении моделей (см. рис. 2.3.4).

Метод приклеивания заключается в том, что гладкие поверхности резьбовых БЭФ устанавливаются на соответствующие, специально подготовленные цилиндрические поверхности модели – заготовки. После этого выполняется булева операция "Объединение".

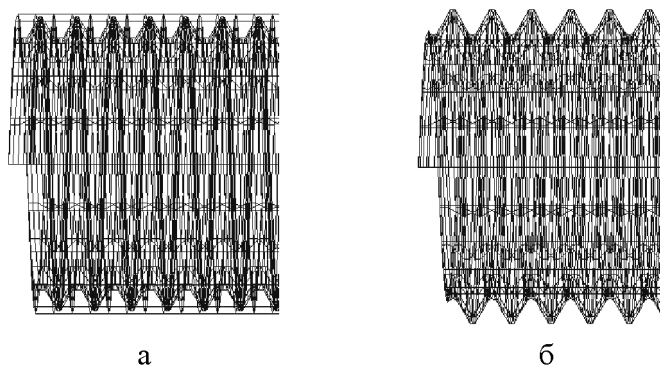


Рис. 2.3.3. Каркасное отображение БЭФ:

а – с внутренней резьбой; б – с наружной резьбой

В процессе подготовки определяется диаметр поверхности "под резьбу", который необходимо обеспечить у модели – заготовки. Для этого в модуле ADEM 2D создают резьбовой БЭФ, а в модуле ADEM 3D определяют размер его посадочной (сопрягаемой) поверхности. Схема привязки курсора показана на рис. 2.3.4.

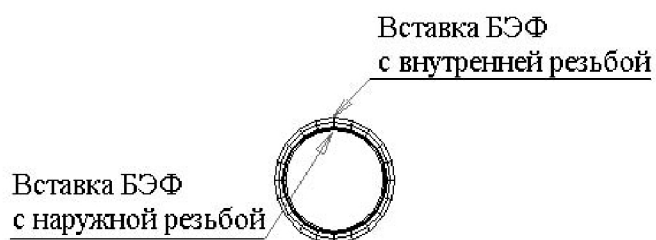


Рис. 2.3.4. Определение диаметра сопрягаемой поверхности резьбового БЭФ

Радиус поверхности равен значению координаты Z при отображении модели на плоскости YZ (рис. 2.3.4). В учебных целях, для обеспечения стабильности получаемых результатов, необходимо небольшое перекрытие объемов. С этой целью диаметр отверстия у модели - заготовки задают немного меньшим, чем диаметр гладкой поверхности (наружный) у БЭФ с внутренней резьбой.

В свою очередь, диаметр стержня у модели - заготовки должен быть немного больше, чем диаметр гладкой поверхности (внутренний) у БЭФ с наружной резьбой.

Указанные особенности нашли свое отражение при построении "Лифт – линии" для модели – заготовки фланца, которая была создана на уроке №2. Так, вместо размера $\varnothing 30$, соответствующего резьбе М30, контур "Лифт – линии" выводился на размер $\varnothing 25$. Кроме того, на предыдущем занятии был сформирован БЭФ – инструмент для снятия фаски. Необходимость его применения вызвана не только требованиями чертежа (задан размер фаски), но и отсутствием собственной замкнутости у резьбового БЭФ.

Вопросы для контроля (урок3)

1. С помощью каких средств программы ADEM формируется БЭФ с резьбовой поверхностью?
2. Какую форму и какие характерные размеры имеют резьбовые БЭФ?
3. Изложите последовательность задания параметров 3D – модели метрической резьбы.
4. Где находится первая запись резьбового БЭФ? Назовите тип файла и возможный маршрут.
5. Опишите особенности метода вырезания и определения размеров модели - заготовки.
6. В чем суть метода приклеивания и какие требования накладываются на размеры заготовке в данной случае?

7. Как определить диаметр отверстия и стержня у модели - заготовки, на которых необходимо создать резьбовые поверхности?

8. Как метод приклеивания отражается на построении "Лифт – линии" при использовании операции "БЭФ Лифт" для построения модели – заготовки?

Упражнение 2.3

Доработать объемную модель заготовки детали типа "фланец", построенную на уроке №2, созданием резьбовой поверхности и фаски.

В модуле ADEM 2D откройте меню "User" и в окне "Выполнить User – программу" вызовите подпрограмму "Создание метрических резьб" (RezbaNew.exe).

В диалоговом окне "Создание 3D – модели метрической резьбы" задайте следующие параметры: "Вид резьбы" - наружная, "Шаг резьбы" - крупный, "Диаметр" – 30, "Длина" – 15, "Имя файла" – m30x15 (здесь только буквы и цифры).

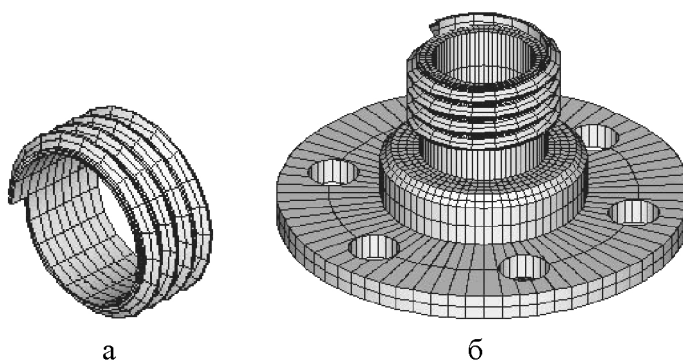





Рис. 2.3.5. Моделирование резьбы фланца: а – резьбой БЭФ; б – модель заготовки с резьбой

В модуле ADEM 3D загрузите из файла () объемную модель заготовки фланца (см. урок №2).

С помощью команды "Открыть..." в меню "Файл" загрузите БЭФ с наружной резьбой из файла m30x15.csf (см. рис. 2.3.5, а).

Сохраните его в файле m30x15.bsf ()

Выделите резьбовой БЭФ, поверните его относительно начала координат на угол 90° () и перенесите вдоль оси заготовки на такое расстояние, чтобы верхний торец БЭФ немного выступал за край заготовки ().

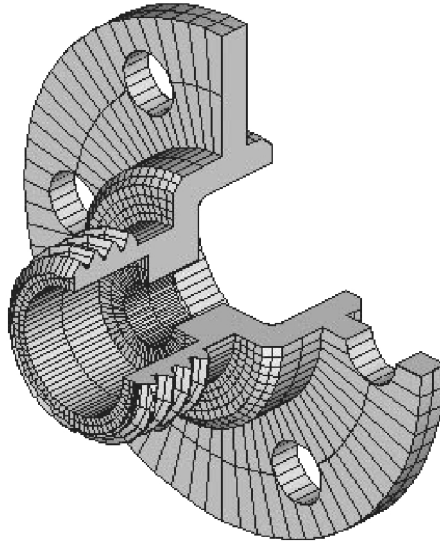




Рис. 2.3.6. Объемная модель фланца с резьбой

Выполните булеву операцию "Объединение" для модели заготовки (ОЭ) и резьбового БЭФ (). Результат процедуры показан на рис. 2.3.5, б.

Загрузите из файла БЭФ, который является инструментом для создания фаски (см. урок №2). Выполните булеву операцию "Вычитание" () БЭФ из ОЭ – заготовки. Результат работы представлен на рис. 2.3.6.

Запишите модель фланца в файл.

Урок 4

2.4. Операция "БЭФ Труба" в среде ADEM

Цель урока: освоить технологию построения 3D моделей деталей и БЭФ - заготовок для построения объемных моделей с помощью операции "БЭФ Труба".







2.4.1. Общие правила работы

Для создания БЭФ с помощью операции "БЭФ Труба" необходимо построить в модуле ADEM 2D две линии: "Сечение XY" и "Путь XZ". Принципиальные отличия операции "Труба" от рассмотренной ранее операции "БЭФ Лифт" состоят в следующем.

- В операции "БЭФ Лифт" контур "Сечение XY" перемещался вдоль оси Z, оставаясь параллельным плоскости проекций XY. Размеры сечения изменялись. В операции "БЭФ Труба" "Сечение XY" движется вдоль направляющей линии ("Путь XZ"), располагаясь перпендикулярно к траектории. При этом угол наклона плоскости "Сечения XY" к плоскости проекций XY принимает разные значения. Размеры сечения остаются постоянными.




- В операции "БЭФ Лифт" замкнутость поверхности обеспечивалась формой и положением "Лифт – линии". В операции "БЭФ Труба" для этого задают одну точку сжатия или две точки сжатия (отрезок) для торцевых, то есть первого и последнего сечений. Поскольку в образовании поверхности участвует только одно "Сечение XY", то точка (точки) сжатия задается один раз.

Рассмотрим основные правила выполнения операции "БЭФ Труба".



1. В модуле ADEM 2D выберите инструмент "Прямоугольник" () , "Окружность" () , "Многоугольник" () на панели  или "Правильный многоугольник" () на панели  . Постройте замкнутый контур – "Сечение XY". Желательно (но обяза-

тельно), чтобы сечение было выпуклой фигурой без самопересечений и повторяющихся частей.

2. Выберите место для точки (точек) сжатия. Точка сжатия всегда располагается внутри "Сечения XY" таким образом, чтобы отрезок прямой, мысленно проведенный из любого узла контура к точке сжатия, не выходил за границу сечения. Если обеспечить это условие не удастся, то необходимо изменить "Сечение XY".

3. Выберите инструмент "Дуга" () , "Ломаная" () или "Сплайн – линия" () . Постройте "Путь XZ". Он, как и сечение, не должен иметь самопересечений и повторяющихся участков.

4. Задайте положение начала координат (<O>). Положение "Пути XZ" относительно начала координат определяет то место, которое занимает готовый БЭФ в пространстве. На этапе освоения удобнее помещать начало координат в один из узлов контура или в точку сжатия. Целесообразно сохранять начало координат единым для всех БЭФ – заготовок, из которых будет построена 3D модель детали. В этом случае сокращается или исключается работа по переносу или повороту БЭФ перед объединением или вычитанием.

5. Включите экранную кнопку  и выберите  . При необходимости установите более высокую точность аппроксимации (плавности), применяя настройки "Точность (XY)=X" и "Точность (XZ)=X".

6. Поддерживая диалог с программой, укажите "Сечение XY" и подтвердите ввод (согласие: клавиша <Y> или левая клавиша мыши, отказ: <N> или правая клавиша мыши).

7. По запросу системы задайте точку (точки) сжатия. Для этого установите курсор в намеченное место (в узел или на пустое поле) и нажмите клавишу <Insert>. Повторите то же для второй точки сжатия, если она необходима. Используйте клавиши: <Tab> - визуализация каркасных линий для проверки их нахождения внутри контура "Сечения XY"; отмена заданных точек сжатия - ; завершение успешного процесса задания - <Esc>.

8. По запросу системы укажите "Путь XZ" и подтвердите ввод.

9. Осмотрите полученную модель, используя команды "Ближе", "Дальше" и выбор проекций. Если результат удовлетворяет поставленным условиям, сохраните БЭФ в файле (команда "Запись").

Рассмотрим в качестве примера случай, когда "Сечение XY" – невыпуклый контур, а "Путь XZ" – дуга окружности (см. рис. 2.4.1,а). Здесь необходимо задать две точки сжатия, показанные в углах контура (круги вычерчивать не надо!). Начало координат отмечено углом, причем координаты дуги на плоскости XY в модуле ADEM 2D определяют положение БЭФ на плоскости XZ в модуле ADEM 3D.

Для операции "БЭФ Труба" важно и направление построения линии "Путь XZ". В данном примере дуга проведена в направлении против часовой стрелки. Результат моделирования представлен на рис. 2.4.1, б).

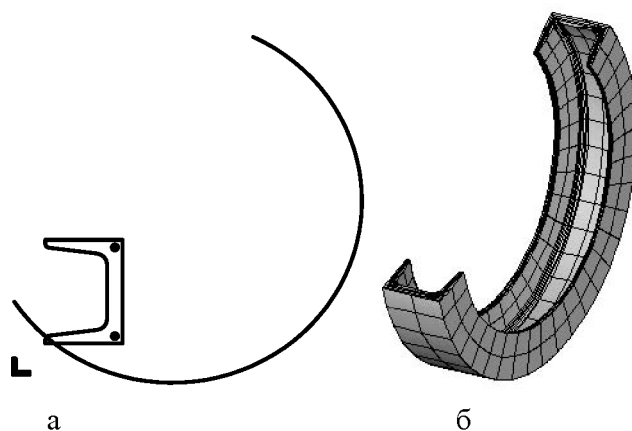


Рис. 2.4.1. Моделирование фасонного профиля способом "БЭФ Труба":

а – задание исходных контуров; б- результат моделирования

Вопросы для контроля (урок 4)

1. Какие линии необходимо построить перед выполнением операции "БЭФ Труба"?
2. Чем отличается положение сечения при выполнении операций "БЭФ Лифт" и "БЭФ Труба"?
3. Какой геометрический смысл имеют точки сжатия?
4. Какие инструменты следует использовать для построения контуров?
5. Поясните правило расположения точек сжатия и метод проверки.
6. Какой геометрический смысл несет положение контура "Путь XZ" относительно начала координат?
7. Изложите порядок ввода информации о контурах и точках сжатия.
8. Какие средства используются для исследования результата моделирования и повышения качества БЭФ?

Упражнение 2.4

Построить объемную модель заготовки детали типа "патрубок" способом "БЭФ Труба" по эскизу, представленному на рис. 2.4.2.

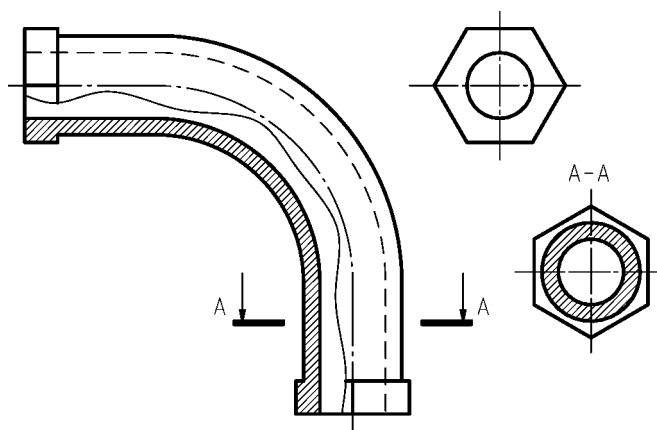


Рис. 2.4.2. Эскиз патрубка

Основой детали является изогнутая труба, которая на своих торцах переходит в правильные шестиугольные призмы. Для построения 3D модели патрубка следует создать 4 БЭФ: сплошное (заполненное) трубчатое тело - заготовку, две призмы и сплошное трубчатое тело - инструмент для формирования отверстия. Размеры исходных контуров показаны на рис. 2.4.3.

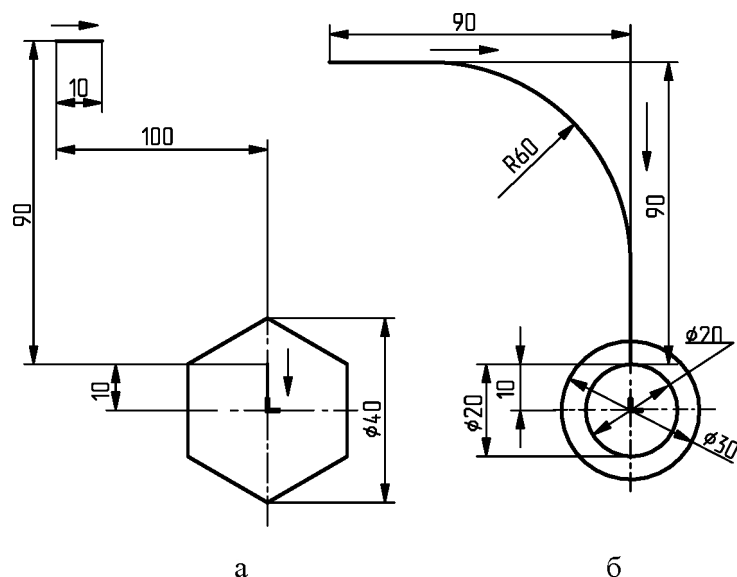


Рис. 2.4.3. Контур для формирования моделей способом "БЭФ Труба":




а – шестиугольные призмы; б – трубчатые тела

В данной задаче для всех контуров - "Сечений XY" начало координат является общим и располагается в их геометрическом центре. Здесь же находится точка сжатия.

Для моделирования обеих призм достаточно построить один контур "Сечение XY" (см. рис. 2.4.3, а). В модуле ADEM 2D включите экранную кнопку **M1** и вызовите вторую панель **M2** графических элементов. Здесь воспользуйтесь инструментом "Правильный много-

угольник (). Установите начало координат в геометрический центр фигуры <O>.



В роли контуров "Путь XZ" выступают вертикальный и горизонтальный отрезки длиной 10мм. Направление построения указано стрелкой.


Включите панель  и выберите . Задайте в диалоге контуры и точку сжатия, находящуюся в начале координат, для одной призмы. Запишите полученный БЭФ в файл (.

Повторите процедуру для второй призмы.

"Сечением XY" для формирования трубчатого тела - заготовки служит окружность $\varnothing 30$. Контур "Путь XZ" получится, если построить ломаную с длиной каждого отрезка 90 мм и скруглить радиусом 60 мм угол при общем узле (см. рис. 2.4.3,б).

Контуры для формирования трубчатого тела - инструмента аналогичны описанным, но отличаются размерами. Окружность имеет диаметр 20 мм, а "Путь XZ" удлиняется на 20 мм влево (горизонтальный размер 110 мм вместо 90 мм) и на 20 мм вниз. Соблюдая направление построения, указанное стрелками, завершите вычерчивание "Пути XZ" в точке с координатой $Y = -10$.

Вызвав команду  на панели , сформируйте модели сплошной трубы – заготовки и трубы – инструмента. Сохраните результат.

Далее откройте окно программного модуля ADEM 3D и загрузите из файлов модели двух призм и двух трубчатых тел (). Они показаны на рис. 2.4.4, где для наглядности разнесены после чтения. В действительности все БЭФ должны занять позиции, точно соответствующие рис. 2.4.2.

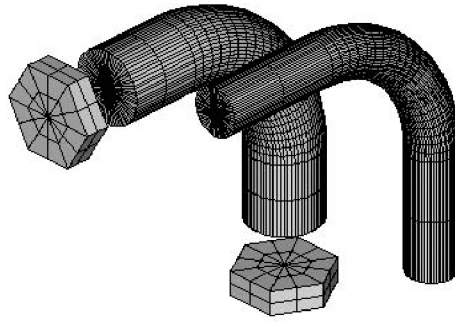




Рис. 2.4.4. Модели составных частей патрубка

Выполните булеву операцию объединения () сплошной трубы – заготовки (объемный элемент) с БЭФ – призмами.

Удалите с помощью операции вычитания () из полученного ОЭ трубчатый инструмент БЭФ.

Результат работы сохраните в файле. На рис. 2.4.5 готовая модель патрубка показана с вырезом, демонстрирующим наличие сквозного отверстия.

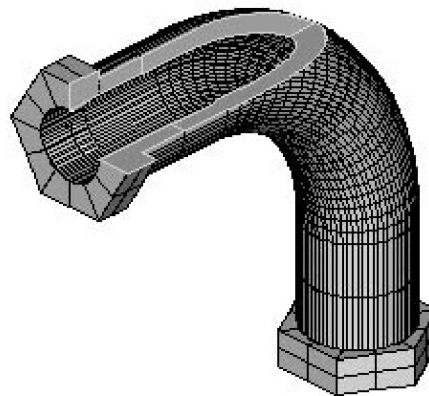


Рис. 2.4.5. Готовая модель патрубка с вырезом

Урок 5

2.5. Операция "БЭФ Сечения" в среде ADEM








Цель урока: освоить технологию построения 3D моделей деталей и БЭФ - заготовок для построения объемных моделей с помощью операции "БЭФ Сечения".

2.5.1. Общие правила работы

При выполнении операции "БЭФ Сечения" сплошное тело формируется закономерным переходом от одного заданного сечения к другому. Каждое сечение является фигурой, которая может быть получена при мысленном рассечении тела плоскостью, параллельной плоскости проекций XY. Собственно объемное моделирование состоит в последовательном выборе (указании) сечений и задании высоты расположения – координаты Z - каждого из них.

Рассмотрим последовательность действий.

Постройте сечения.

Выберите инструмент "Окружность" , "Прямоугольник" , "Многоугольник"  или "Слайн – контур"  на панели  или "Правильный многоугольник"  на панели . Постройте контуры – сечения, придерживаясь следующих правил.

- Каждое сечение является замкнутой фигурой.
- Сечения могут иметь различные размеры и форму. Одинаковые сечения вычерчивают один раз. Поэтому для тела, сечение которого по высоте не изменяется, используется один контур.
- Сечения имеют равное количество узлов, которые вводят в одном и том же направлении: по ходу часовой стрелки или против него.
- Самопересечение и повторение линий отдельно в каждом сечении не допускается. Сечения могут накладываться друг на друга.

Примечание

Выполнить все перечисленные требования значительно легче, если сначала построить сечение с наибольшим количеством узлов, а все другие получить редактированием его копий (**Копия** – "Произвольная").

Процесс редактирования состоит в масштабировании (**Масштаб**), переносе (**Перенос**) и повороте (**Поворот**) копии, переносе узлов по одному (**Коррект**) или в группе (**Гр у**), скруглении угла вписанной или описанной дугой (соответственно **XУ+R** и **XУ+0**) и т. п.

Например, сечение в виде окружности можно получить из копии правильного шестиугольника (см. рис. 2.5.1, а) или восьмиугольника (рис. 2.5.1, б).

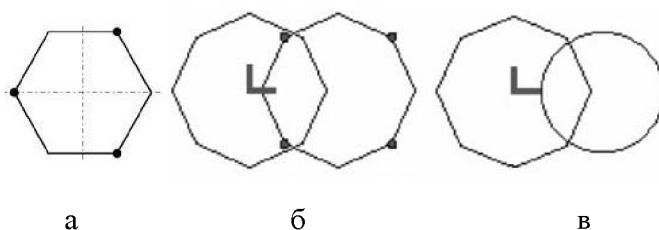


Рис. 2.5.1. Преобразование многоугольника в окружность:

а – редактируемые узлы шестиугольника; б – редактируемые узлы восьмиугольника; в – результат редактирования

Здесь операция скругления угла описанной дугой (**XУ+0**) применялась к узлам, которые на рисунке выделены точками – кругами. Вычерчивать их при построении сечений, естественно, не надо.

Выберите место для задания точек сжатия.


Замкнутость поверхности обеспечивается заданием одной или двух точек сжатия для первого сечения и ровно столько же – для последнего сечения. Проверка заключается в том, что прямолинейные отрезки, мысленно проведенные из любого узла контура к ближайшей точке


сжатия, не должны выходить за границу сечения. Задача упрощается, если сечение – фигура выпуклая.

Задайте положение начало координат.

Выберите место для начала координат и установите клавишей <O>. Оно может располагаться как внутри одного из сечений, так и вне контуров. На этом этапе можно обеспечить правильное положение БЭФ в пространстве.

Создайте "БЭФ Сечения".

Включите экранную кнопку . При необходимости установите более высокую точность аппроксимации (плавности), включая команды "Точность (XY)=X" и "Точность (XZ)=X". Степень точности меняется от минимальной "X" до максимальной 6.

Включите команду . В появившемся меню включите нужный режим: "Линейная аппр.[оксимация]", или "Сплайновая аппр.[оксимация]", или "Единичное сечение".

В упражнениях данного урока применяется сплайновая аппроксимация для модели лопасти и линейная аппроксимация для модели корпуса.


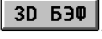
На вопрос системы "Сечение № 1" укажите, то есть "щелкните" в любом месте контур первого сечения и подтвердите свой выбор (согласие - <Y>, отказ - <N>). Начинать следует с сечения, расположенного ниже других.

Введите значение высоты указанного сечения - координату Z.

По запросу программы "Точка сжатия?" установите курсор в нужном месте и нажмите клавишу <Insert>. Если необходимо, задайте вторую точку сжатия. Для контроля расположения каркасных линий в пределах контура нажмите <Tab>. В случае ошибки отмените задание точки (точек) сжатия клавишей и повторите установку. Успешное задание точки (точек) сжатия завершите этап клавишей <Esc>.

Укажите следующее сечение и введите значение его высоты – координату Z . После сечения №1 программа запрашивает сразу сечение №3, поскольку заданные точки сжатия воспринимаются программой как сечение, которое располагается на той же высоте, что и сечение – контур.

После задания координаты Z для последнего сечения прервите режим выбора сечений нажатием <Esc>. Задайте одну или две точки сжатия для последнего сечения.

Внимательно рассмотрите полученный БЭФ. В появившемся меню используйте команды "Ближе", "Дальше", названия проекций. В случае положительного результата запишите объемную модель в файл (). При наличии замечаний внесите в контуры необходимые изменения и включите команду "Регенерация" на панели .

В качестве примера рассмотрим построение 3D модели пера лопатки (винтовой лопасти) с помощью операции "БЭФ Сечения". Постройте контур, представленный на рис. 2.5.2.

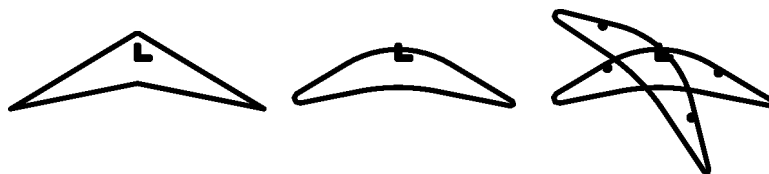




Рис. 2.5.2. Моделирование пера лопатки

С помощью инструмента "Многоугольник" () создайте прототип сечения. Применяя команду "Скругление угла вписанной дугой" (), выполните редактирование углов. адайте значения радиуса в следующей пропорции: левый узел - $R=2$ мм, правый - $R=1$ мм, верхний $R=60$ мм и нижний узел - $R=20$ мм.

Установите начало координат в точке, отмеченной углом. Выделите контур в группу и создайте в любом месте одну произвольную ко-

пию. Выделите копию в группу и поверните на угол -45° относительно начала координат.

Обратите внимание на взаимное положение контуров и то место, в котором будет задана каждая из двух точек сжатия.

Включите экранную кнопку **3D БЭФ** и выберите команду **БЭФ Сечения**. Установите режим "Слайновая аппр.[оксимация]".

На вопрос системы "Сечение № 1" укажите первый контур и подтвердите выбор. Введите высоту сечения $Z=0$.

По запросу программы "Точка сжатия?" установите курсор сначала в одной точке (например, слева) и нажмите <Insert>. Затем перенесите курсор в другую точку и еще раз нажмите <Insert>. Проверьте корректность расположения каркасных линий (<Tab>). Выйдите из режима задания точек сжатия (<Esc>).

Укажите сечение №3 (второй контур) и введите значение его высоты $Z=50$.

Далее прервите режим ввода сечений нажатием <Esc> и задайте в том же порядке две точки сжатия для второго сечения.

Сохраните полученную модель в файле. Один из возможных вариантов решения задачи показан на рис. 2.5.3.



Рис. 2.5.3. Модель пера – результат операции "БЭФ Сечения"

Вопросы для контроля (урок 5)

1. Расскажите, как меняется положение "Сечения XY" при выполнении операций "БЭФ Труба" и "БЭФ Сечения". Выделите сходство и отличия.
2. Сколько сечений необходимо подготовить для построения модели с помощью операции "БЭФ Сечения"?
3. Какие графические элементы - инструменты применяются для построения сечений в операции "БЭФ Сечения"?
4. Сравните количество узлов в разных сечениях, подготовленных для операции "БЭФ Сечения".
5. Какие требования предъявляются к направлению вычерчивания сечений?
6. Могут ли накладываться линии, принадлежащие одному и тому же сечению, и линии разных сечений?
7. Каким образом обеспечивается автоматическое выполнение ограничений, накладываемых на количество узлов и порядок их построения для разных сечений?
8. В каких местах следует задавать точку (точки) сжатия?
9. Как проверить корректность задания точки сжатия до построения модели?
10. Как влияет положение начала координат в плоскости чертежа на размещение готовой 3D модели в пространстве?

Упражнение 2.5

Построить 3D модель детали типа "корпус" (см. рис. 2.5.4) на основе БЭФ, сформированных с помощью операции "БЭФ Сечения".

Начнем с построения сечений для БЭФ - заготовки и БЭФ, играющих роль инструментов. Их вычитанием будут получены центральное ступенчатое цилиндрическое отверстие и два отверстия в основании.

Форма заготовки корпуса образована скругленной призмой в осно-

вании ("Сечение №1" и "Сечение №3"), из которого выступает шестиугольная призма ("Сечение №4" и "Сечение №5").

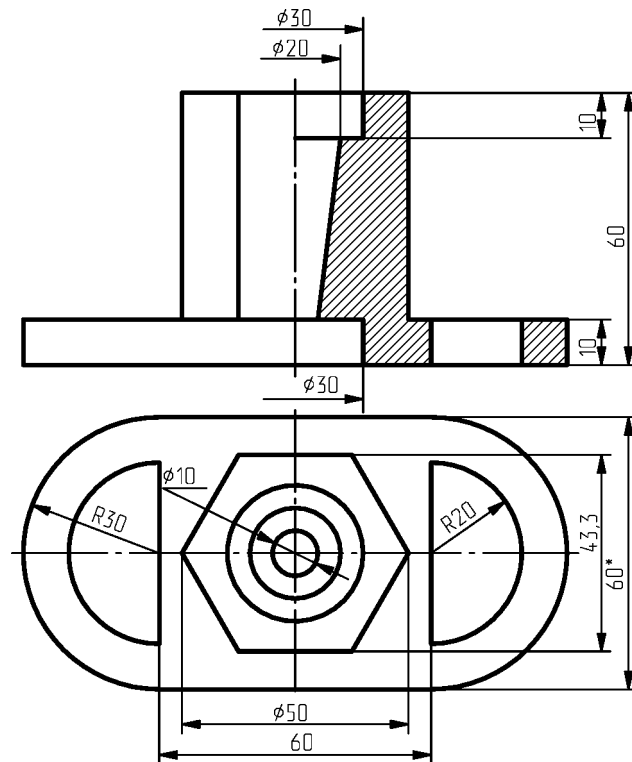





Рис. 2.5.4. Чертеж корпуса

Вспомогательные построения удобнее выполнить на черновом листе – "Слое 002". Слои / листы переключаются нажатием клавиши <Tab>. Постройте две касающиеся друг друга окружности $\varnothing 60$.

Установите начало координат в точке касания окружностей (<O>). Здесь же будет располагаться и точка сжатия.

На чистовом листе – "Слое 001" - с помощью инструмента "Правильный многоугольник"  (панель ) создайте контур. Выделите полученную фигуру и на любом свободном месте постройте его произвольную копию ().

Выполните редактирование копии шестиугольника. Перенесите узлы контура в точки окружностей, лежащие на центральных линиях (**Коррект**). На рис. 2.5.5, а направление переноса показано стрелками, а конечные положения узлов для наглядности выделены.

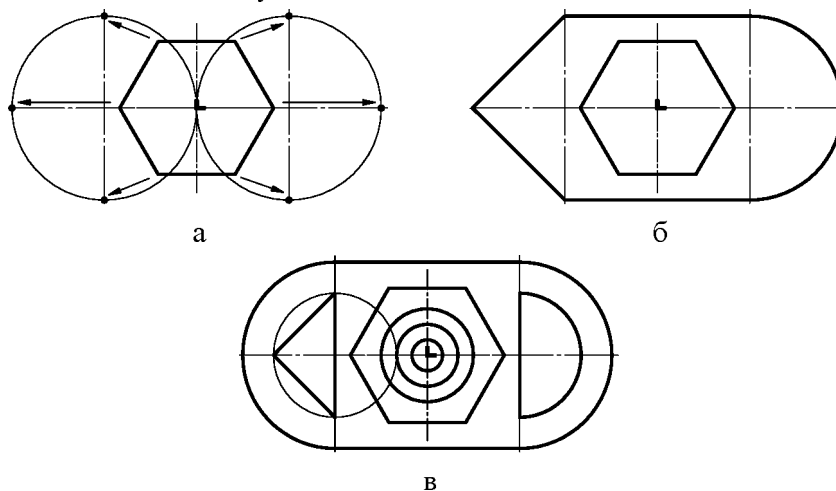




Рис. 2.5.5. Этапы построения сечений:

а – перенос узлов копии шестиугольника; б – скругление углов;
в – проектирование инструментов

Выполните скругление угла описанной дугой (**XV+0**), применяя команду к правому (см. рис. 2.5.5, б) и левому узлам. В результате из шестиугольника - копии получится контур, который является "Сечением №1" и "Сечением №3" для БЭФ - заготовки.

Самый первый построенный контур – правильный шестиугольник – будет указываться как "Сечение №4" и "Сечение №5" для БЭФ – заготовки.

Постройте окружности $\varnothing 10$, $\varnothing 20$, $\varnothing 30$ (инструмент , панель **M1**). Они будут выступать в качестве сечений для центрального ступенчатого цилиндра с центрами в начале координат.

Постройте две вспомогательные окружности $\varnothing 40$ с центрами в точках с координатой $X=30$ и $X=-30$. Привязываясь к точкам окружностей, создайте треугольники (.

Выполните скругление углов треугольников описанной дугой в узлах, лежащих на горизонтальной оси (см. рис. 2.5.5, в).


Включите на экране **3D БЭФ** и команду **БЭФ Сечения**. Выберите режим "Линейная аппр."

На вопрос системы "Сечение № 1" укажите контур, полученный редактированием шестиугольника, подтвердите выбор и введите высоту $X=0$.

Установите курсор в центр фигуры (в начало координат) и задайте точку сжатия (<Home>, <Insert>, <Esc>).

На запрос "Сечение №3" укажите тот же контур и задайте его высоту $Z=10$.

Далее задайте правильный шестиугольник в качестве "Сечения №4" и "Сечения №5" и введите значения высоты соответственно $Z=10$ и $Z=60$. В ответ на запрос следующего сечения прервите режим ввода сечений (<Esc>) и задайте точку сжатия в начале координат.

Полученный БЭФ показан на рис. 2.5.6, а. Запишите заготовку 3D модели корпуса в файл (.

Действуя по описанному алгоритму, создайте БЭФ для формирования центрального ступенчатого отверстия. На запрос "Сечение №1" укажите окружность $\varnothing 30$ и введите высоту $Z=-10$.

На высоте $Z=10$ находятся "Сечение №3" (окружность $\varnothing 30$) и "Сечение №4" (окружность $\varnothing 10$).

На высоте $Z=50$ располагаются "Сечение №5" (окружность $\varnothing 20$) и "Сечение №6" (окружность $\varnothing 30$).

"Сечение №7" – окружность $\varnothing 30$ – имеет высоту $Z=70$.

Начало координат находится в том же месте, что и для БЭФ - заготовки. Точка сжатия для первого и последнего сечений задается в начале координат. Сохраните модель на диске (см. рис. 2.5.6, б).

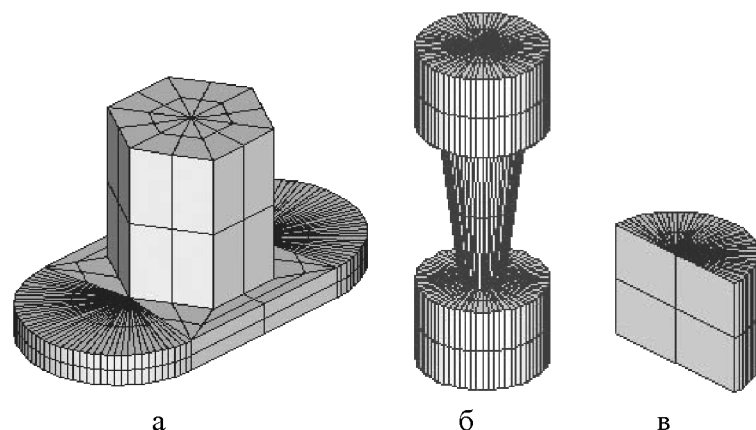




Рис. 2.5.6. Создание БЭФ: а - заготовка;

б – инструмент получения для центрального отверстия;

в - инструмент для получения бокового отверстия

Не изменяя положения начала координат, создайте полуцилиндры для формирования боковых отверстий. Сначала постройте третью модель с помощью операции "БЭФ Сечения". Задайте в качестве "Сечения №1" и "Сечения №3" полукруг, расположенный справа. Высота первого - $Z=-10$, последнего - $Z=10$. Точка сжатия находится в начале координат. Запишите модель в файл.

Действуя аналогично, создайте БЭФ на основе полукруга, расположенного слева, и запишите результат в файл.

Далее в модуле ADEM 3D загрузите созданные БЭФ из файлов (). Если все предварительные построения были выполнены точно, то БЭФ – инструменты займут свои позиции в соответствии с чертежом детали. С помощью булевой операции вычитания () удалите из ОЭ (заготовка) три БЭФ (инструменты).

Результат решения задачи показан на рис. 2.5.7. Здесь для наглядности модель получила четвертной вырез.

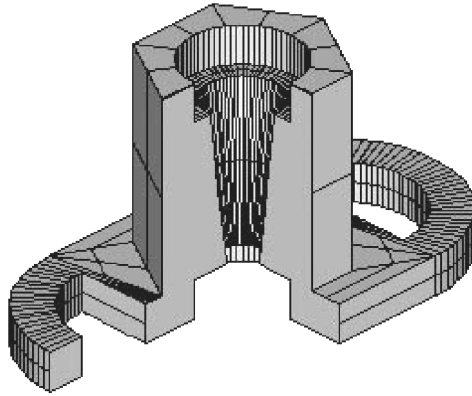


Рис. 2.5.7. Модель корпуса с вырезом

Запишите модель в файл.

Урок 6

2.6. Элементарная интеграция CAD/CAM ADEM с Microsoft® Word и Microsoft® Excel

Цель урока: изучить возможность использования графических документов, созданных с помощью программы ADEM, в документах Microsoft Office.

2.6.1. Общие правила работы

Графические документы содержат информацию о геометрии изделия, то есть о его форме и размерах. Под элементарной интеграцией программных сред понимается наличие возможностей, позволяющих с необходимой корректностью передавать данные из одного программного продукта в другой.

Практически это требование сводится к совместимости форматов записи и хранения информации. При записи электронного графического документа (чертеж, рисунок, схема, диаграмма) необходимо выбрать такой тип файла, который открывается в другой программной среде, представляющей интерес для пользователя.

Графический документ ADEM, предназначенный для вставки в документ Microsoft® Word или Microsoft® Excel, предварительно переписывают из файла типа *.adm в файл типа *.emf. Запись в формате *.emf производится с помощью программы **Adem Print** следующим образом.

Подготовьте графический документ в среде ADEM 2D.

Проверьте правильность формата: меню "Режим", команда "Формат листа...". Запишите документ в файл типа *.adm: меню "Файл", команда "Сохранить как...". Напомним, что имена папок и файлов могут состоять из букв латинского алфавита и цифр в количестве от 1 до 8.

Запись документа в формате EMF

В среде модуля ADEM 2D откройте программу печати **Adem Print**: меню "Файл", команда "Печать", позиция "Печать Файла".

В окне "ADEM Print" включите кнопку "Обзор" и выберите ADM-файл с графическим документом. Его имя с маршрутом будет выведено в окно "Файл Имя". Окно программы показано на рис. 2.6.1.

Включите индикатор "Вывод в файл", затем "EMF".

Включите кнопку "Просмотр". Убедитесь, что чертеж располагается в пределах красного прямоугольника. Для перемещения документа в центр листа включите кнопку "В центр", затем "ОК" и вернитесь в окно "ADEM Print".

Включите кнопку "Перья..." и отрегулируйте толщину линий (рис. 2.6.2). Эту процедуру придется выполнить в том случае, если в документе Microsoft® Word потребуется уменьшить размеры вставленного чертежа, и близко расположенные линии при этом будут сливаться.

В окне "Имя", расположенном ниже окна "Вывод в файл", исправьте имя EMF-файла, если оно должно отличаться от имени ADM-файла. Включите кнопку "Печать".

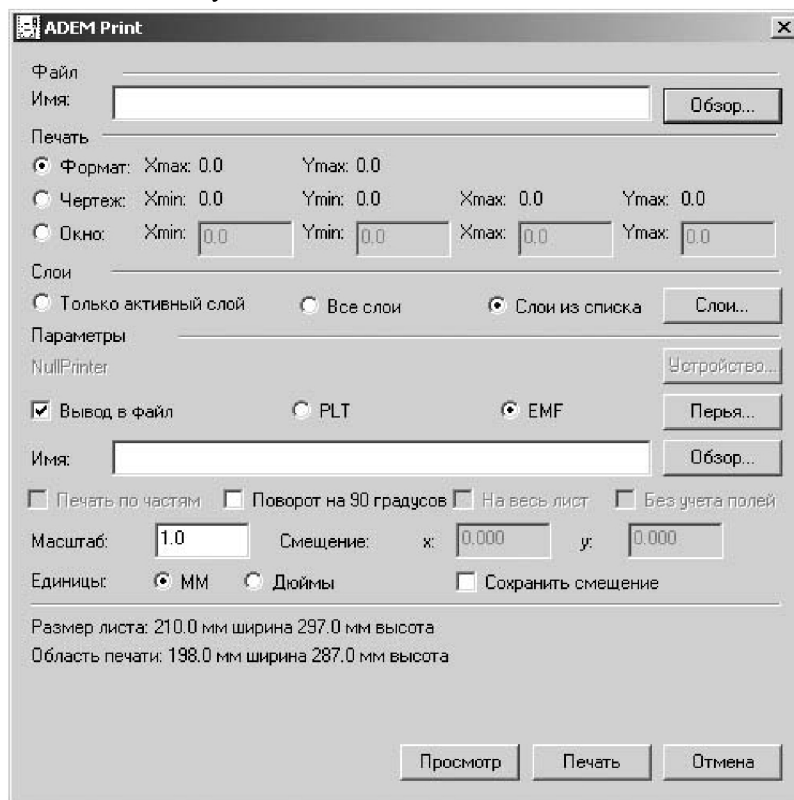


Рис. 2.6.1 Окно программы ADEM Print.

Продолжите работу с другим ADM-файлом или закройте окно "ADEM Print".

Вставка документа ADEM в редактор Microsoft® Word

Для вставки графики из EMF-файла откройте документ Microsoft® Word и включите: меню "Вставка", команда "Рисунок", позиция "Из файла...".

Выберите диск, папку и файл.

Сохраните документ в одном из форматов Microsoft® Word.

Примечание. Если ADM-файл создавался ранее и хранится в файле, то редактор ADEM 2D загружать не обязательно.

Для запуска программы печати **Adem Print** вне модуля ADEM 2D включите последовательно: кнопку "Пуск", команду "Программы", группу программ ADEM303, программу **Adem Print**.

Можно непосредственно обратиться к файлу **Aplotw.exe**, который находится в папке Plt, входящей в папку установленной на компьютере программы ADEM.

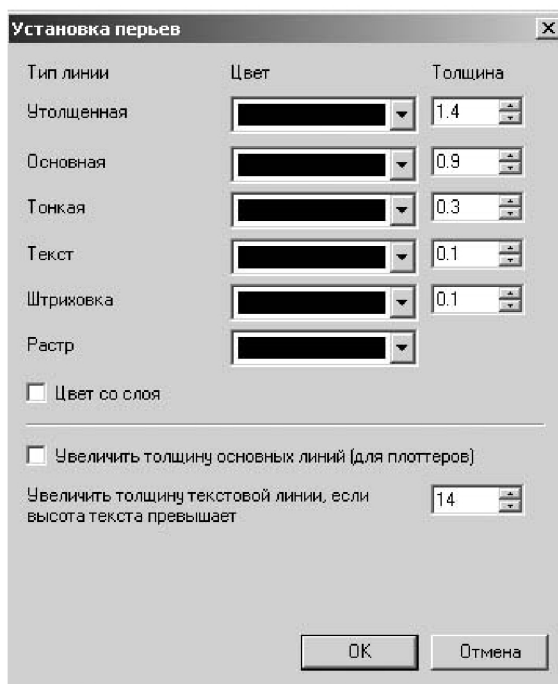



Рис. 2.6.2. Задание толщины линий

Вопросы для контроля (урок 6)


1. Что означает интеграция программных сред?
2. Возможна ли вставка документа ADEM в документ Microsoft Word?
3. С помощью какой программы информация из файла типа *.adm записывается в файл типа *.emf?
4. Какие настройки выполняются в режиме "Просмотр" программы Adem Print?
5. Каким образом можно отрегулировать толщину линий на чертеже, который будет вставлен в документ Microsoft Word?
6. Расскажите о порядке действий при вставке документа ADEM в текстовый документ Microsoft Word.
7. Как в текстовом документе Microsoft Word отобразить внешний вид объемной модели, созданной в программе ADEM?

Упражнение 2.6

Средствами программ ADEM и Microsoft Word дополнить текстовый документ иллюстрациями в виде чертежа детали.

В модуле ADEM 2D задайте формат А4 (меню "Режим", команда "Формат листа...") и вставьте рамку с основной надписью из библиотеки (кнопка , папка ADM\FORMESKD).

Постройте чертеж детали (см., например, рис. 2.2.2).

В модуле ADEM 3D создайте объемную модель детали и установите режим . В меню "Файл" выберите команду "Сохранить как..." и задайте тип файла *.cat. Введите маршрут и имя САТ - файла.

В окне "Построение САТ модели" (рис. 2.6.3) выполните необходимые настройки и произведите запись.

В модуле ADEM 2D вставьте в чертеж аксонометрическую проекцию объемной модели из САТ – файла, действуя так же, как при вставке любого библиотечного изображения. Сохраните документ в ADM – файле.

Откройте программу Adem Print (меню "Файл" – "Печать" – "Пе-

чать файла"). Загрузите документ, выбирая файл в режиме "Обзор".

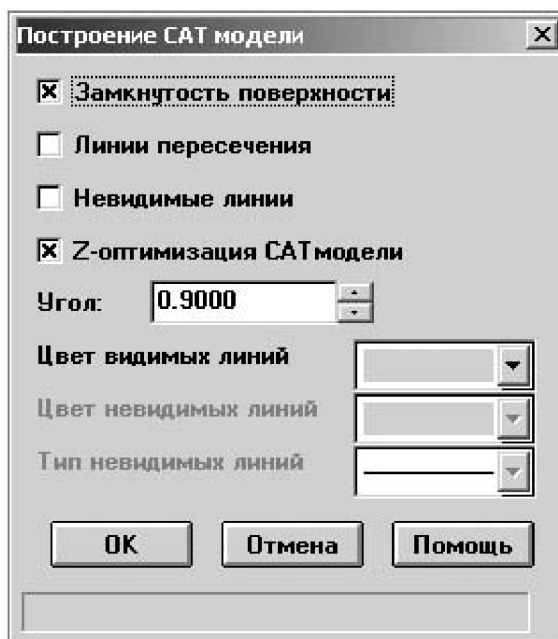


Рис. 2.6.3. Настройка записи изображения 3D – модели

Включите индикатор "Вывод в файл" и "EMF". В режиме "Просмотр" отрегулируйте положение формата относительно центра листа бумаги (см. рис. 2.6.4).

Установите толщину линий ("Перья...") и, вернувшись в окно ADEM Print, выполните запись.

В среде Microsoft Word откройте текстовый документ. Вызовите команду "Рисунок" из меню "Вставка", позиция "Из файла...".

Сохраните документ или отправьте на печать.

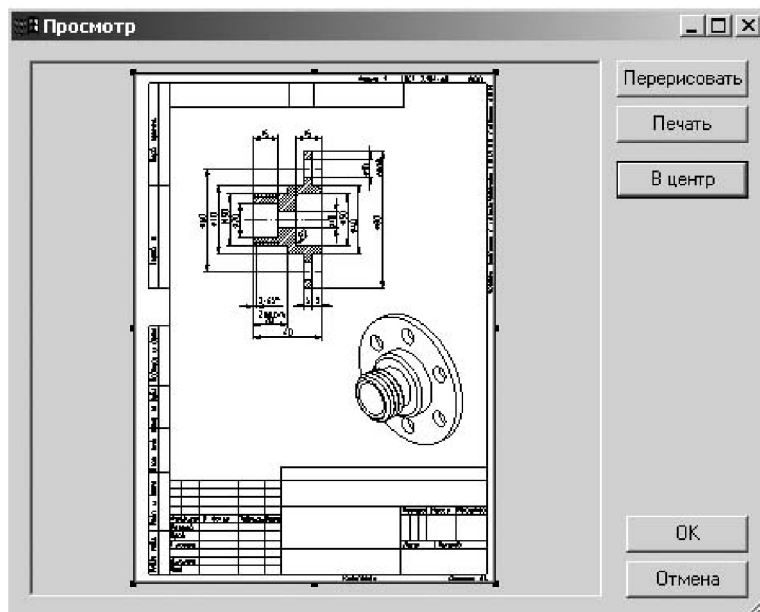


Рис. 2.6.4. Просмотр документа перед записью в EMF - файл

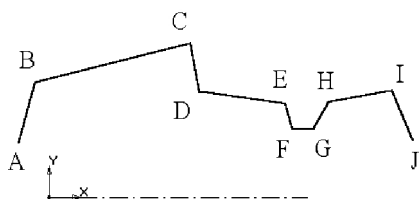
Урок 7

2.7. Операция Вращение на основе параметрических эскизов в программе КОМПАС 3D

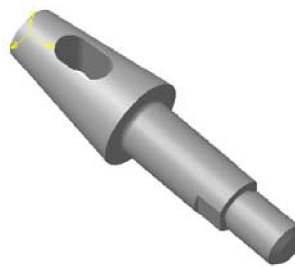
Цель урока: познакомиться с технологией построения объемной модели детали на основе редактируемых параметрических эскизов.

2.7.1. Задача и общие правила работы

Построить объемную деталь детали типа "пробка", которая является телом вращения. На рис. 2.7.1. она представлена операционным эскизом, на котором параметрические размеры отмечены рамкой.



а



б

Рис. 2.7.2. Моделирование тела вращения:

а – контур образующей до параметризации; б – готовая 3D - модель

Далее нанесите размеры.

Страница *Размеры и технологические обозначения* ⇒ *Линейный размер*, проставьте размеры: расстояния от начала координат до CD. (45 мм); от EF до IJ (15 мм); от EF до GH (2 мм); расстояния от оси вращения до точки G (4 мм), до точки I (5 мм), до точки E (9 мм).

Страница *Размеры и технологические обозначения* ⇒ *Угловой размер*, нанесите размер угла, сторонами которого являются ось вращения и отрезок BC. В окне *Установить значение углового размера* введите значения градусов 8, минут 0, секунд 0. Для перевода курсора в окно минут и секунд используйте клавишу <Tab>.

Страница *Геометрические построения* ⇒ *Ввод точки*. Установите курсор в положение с координатами $X = 40$, $Y = 14$ (для задания X нажмите <Alt>+<X>, наберите число, <Enter>, для Y - аналогично). Убедившись, что курсор находится в нужном месте, создайте точку нажатием <Enter>. Нанесите фиксированные размеры 14 и 40 (*Размеры и технологические обозначения* ⇒ *Линейный размер*). Свяжите отрезок BC с новой точкой: страница *Параметризация* ⇒ *Точка на кривой*, укажите мишенью отрезок BC и новую точку.

Оставьте на эскизе только штрихпунктирный отрезок - ось, основной контур (образующую), вспомогательную точку и фиксированные

(параметризованные) размеры с числами в красных рамках. Сохраните эскиз нажатием *Закончить редактирование*.

Выделите *эскиз* в Дереве построения. Страница *Построение детали* ⇒ *Операция вращения*. В окне Параметры на закладке "[Параметры] операции вращения" установите *Прямое направление*, "Угол, гр." *360*, поверхность *Сфероид*. Включите *<Создать>*. Сохраните документ с 3D – моделью детали (рис. 2.7.2, б).

Урок 8

2.8. Интеграция CAD редактора

с программой моделирования процесса обработки

Цель урока: освоить технологию экспорта 3D модели детали, построенной средствами программы ADEM или КОМПАС – 3D, в одну из программ технологической подготовки производства для автоматизированного изготовления детали.

2.8.1. Общие правила работы

В последнее время широкое распространение получают настольные металлорежущие станки с числовым программным управлением от компьютера (см. рис. 2.8.1)

В качестве примера можно привести фрезерный станок с ЧПУ Modela MDX-15/20, выпускаемый японской фирмой Roland DG Corporation. В его обеспечение входит комплекс программ, которые позволяют получить навыки автоматизированного проектирования и производства несложных изделий, проходя все этапы от чертежа и объемной модели до готовой детали. Размеры станка составляют 426 мм × 280 мм × 305мм, мощность двигателя 10 Вт, скорость вращения шпинделя 6500 об/мин, шаг перемещения фрезы 0,00625 мм.

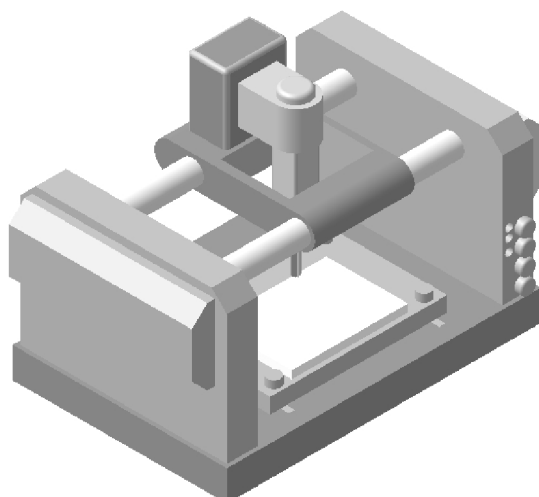


Рис. 2.8.1. Настольный фрезерный станок с ЧПУ

В текущем разделе студентам предстоит познакомиться с двумя программами: MODELA Player и Virtual MODELA. Первая предназначена для обработки 3D – модели, построенной в какой-либо среде, технологической подготовки процесса резания, в частности задании режима, и формировании (программировании) движения рабочих органов станка. Вторая - Virtual MODELA - позволяет смоделировать процесс резания и просмотреть его еще до начала изготовления.

Упражнение 2.8

Выполнить моделирование в среде программы Player MODELA процесса фрезерования материала с формированием движения рабочих органов станка на основе 3D – модели, подготовленной в среде КОМПАС – 3D. Объемная модель детали типа "маховичок" показана на рис. 2.8.2.

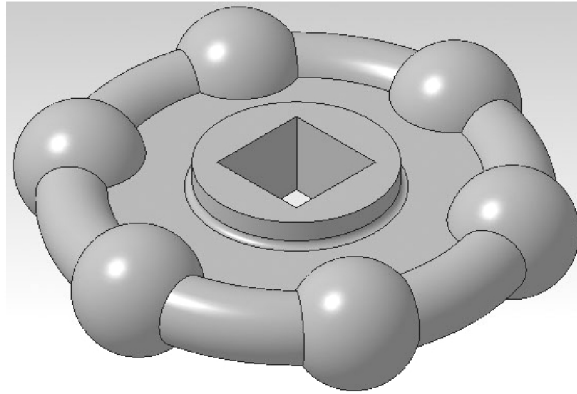


Рис. 2.8.2. Объемная модель маховичка

Постройте в среде программы КОМПАС – 3D модель детали и запишите ее в файл типа *.stl, который является одним из универсальных форматов для обмена геометрической информацией среди CAD/CAM редакторов. Пример организации информационных потоков при использовании программ AutoCAD, ADEM, КОМПАС - 3D КОМПАС, MODELA Player и Virtual MODEL представлен на рис. 2.8.3.

Откройте программное окно Player MODELA и на первом, главном экране загрузите из STL – файла модель маховичка (меню "File" – "Open..."). Подготовка процесса изготовления детали происходит при последовательном просмотре пяти экранов, показанных на рис. 2.8.4

Кнопка "Direction" устанавливает направление подвода инструмента к заготовке на следующем (втором) экране "Select the direction to cut". Подключение поля "Rotate" приводит к дополнительному повороту модели вокруг оси Z.

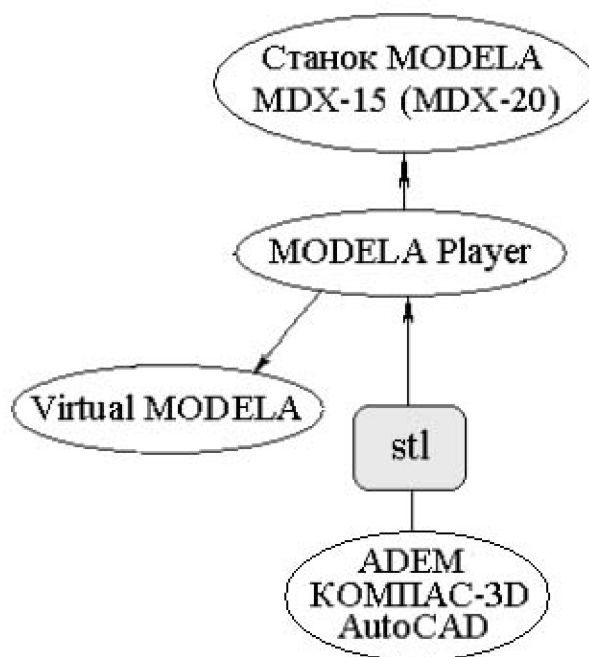


Рис. 2.8.3. Передача геометрической информации

Кнопка "Dimensions" открывает третий экран, "Set the dimentions of the object", где производится редактирование размеров (масштабирование) детали: регулятором, вводом чисел в окна или заданием процентов (кнопка "Resize"). Габариты заготовки ограничены размерами: 152,4 мм × 101,6 мм × 60,5мм.

На экране "Set the maximum cutting depth" (№4) устанавливают глубину врезания инструмента. В поле "Depth" задают наибольшее расстояние от верхней грани заготовки. В поле "Left" выводится высота нижней части модели, не подлежащей изготовлению. Кнопка "Center" фиксирует границу на середине высоты.

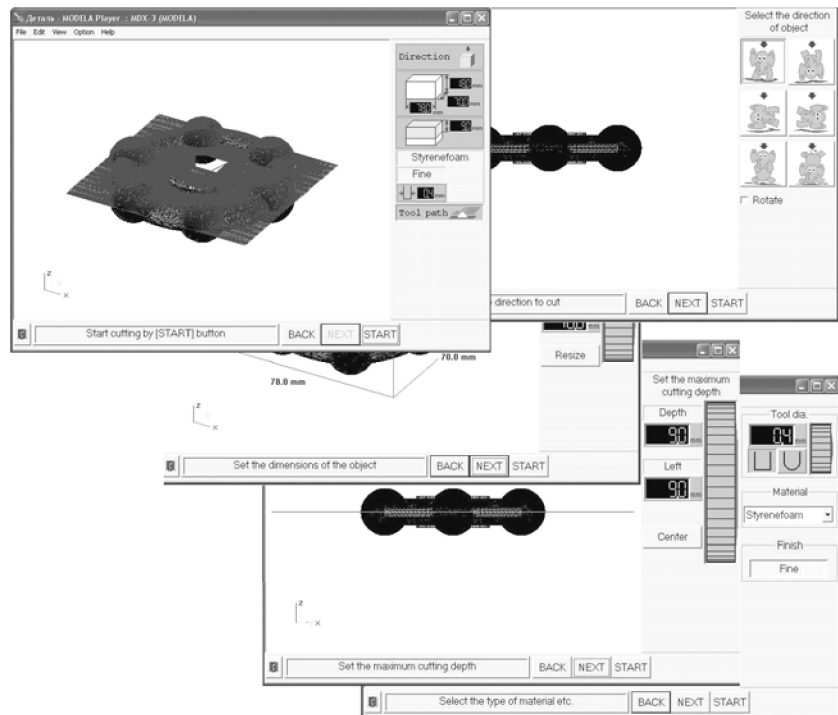


Рис. 2.8.4. Экраны программы Player MODELA

Пятый экран "Select the type of material etc." предназначен для выполнения настроек, определяющих режим резания: диаметр и форма торцевой части фрезы ("Tool dia."); материал заготовки ("Material"); "Finish" – характер обработки ("Draft" – грубая, "Fine" – чистовая).

Включение кнопки "Tool path" запускает генерацию пространственной траектории инструмента, которая отрисовывается поверх отображения модели.

Кнопка "START" адресует программу управления подключенному станку – плоттеру, и обработка заготовки начинается. Ограниченное время занятия не позволяет познакомиться со всеми аспектами технологического процесса (базирование и закрепление заготовки, необходимость переходов и установов, расчет или выбор режимов резания,

обеспечение точности формы и размеров и многое, многое другое). Поэтому, весьма кратко знакомясь с основами интеграции программ и автоматизации обработки, не следует думать, что деталь можно получить нажатием нескольких кнопок.

Для перехода к следующему экрану и обратно используйте кнопки "Next" и "Back".

Для просмотра процесса удаления материала и оценки внешнего вида поверхности в среде Player MODELA вызовите команду "Output Preview" в меню "File" и откройте программное окно Virtual MODELA. Результат моделирования процесса, в котором маховичок фрезеруется из дерева, показан на рис. 2.8.5.

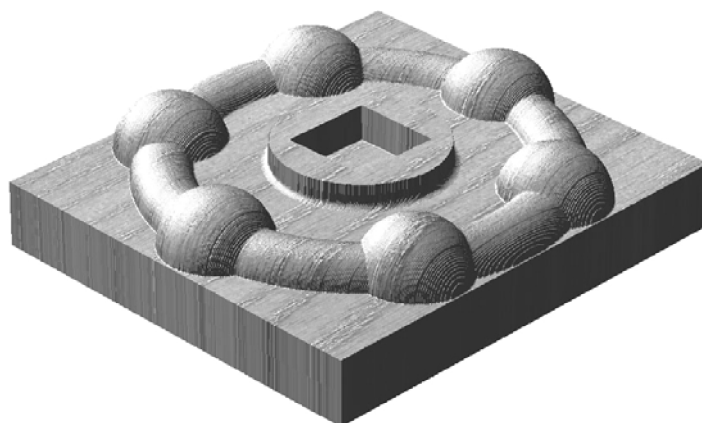


















Рис. 2.8.5. Моделирование обработки дерева в Virtual MODELA

Рассмотрим назначение некоторых кнопок Virtual MODELA. Виртуальный процесс обработки наблюдают в режиме 2D Simulation или 3D Simulation ( и ). Для анализа внешнего вида и работы с текстурой включают режим 3D View ().

Модель отображают в виде каркаса (), твердотельного тела с

грубой аппроксимацией поверхности () или с более точной аппроксимацией ().

В режимах  и  окраска модели не поддерживается. Для поворота модели на экране используют кнопку , для перемещения - , для приближения - , для приведения в соответствие к размерам окна - .

Кнопкой  включают режим окраски текстурой по образцу,  - загрузка текстуры. Для настройки параметров освещения служит кнопка . Кнопка  необходима для повторного просмотра обработки.

Список литературы

1. Иващенко, В.И. Компьютерное моделирование и автоматизированное изготовление изделий. Методика преподавания CAD/CAM – технологий / В.И. Иващенко, А.Б. Бейлин, А.И. Фрадков. – М.: Вентана-Граф, 2006. – 192 с.
2. Иващенко, В.И. Компьютерное моделирование и автоматизированное изготовление изделий. Практикум по CAD/CAM – технологиям: Учебное пособие для учащихся старших классов общеобразовательных школ и учреждений среднего профессионального образования / В.И. Иващенко, А.Б. Бейлин, А.И. Фрадков. – М.: Вентана-Граф, 2006. – 176 с.
3. Компьютерные чертежно-графические системы для разработки конструкторской и технологической документации в машиностроении: Учеб. пособие для нач. проф. образования / А.В. Бы-

- ков, [и др.]. Под ред. Л.А. Чемпинского. – М.: Издательский центр "Академия", 2002. – 224 с.
4. Объемное моделирование в задачах проекционного черчения: метод. указания / сост. В.И. Иващенко. - Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2006. – 48 с.
 5. Объемное моделирование в системе ADEM: метод. указания / сост. В.Н. Гаврилов. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т; 1998. - 38с.
 6. Объемное моделирование деталей и сборочных единиц в среде КОМПАС-3D: метод. указания / сост. В.И. Иващенко. – Самара: Самар. гос. эрокосм. ун-т; 2005. - 62 с.
 7. Гаврилов, В.Н. Параметризация компьютерного чертежа детали в системе ADEM: метод. указания / В.Н. Гаврилов. – Самара: СГАУ, 2002, 37с.
 8. Плоское и объемное моделирование сборочной единицы в системе ADEM: метод. указания / сост. В.И. Иващенко, В.Н. Гаврилов – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т; 2006. – 42 с.
 9. Создание электронной конструкторской документации для изготовления сборочной единицы в системе ADEM: метод. указания / сост. В.Н. Гаврилов, В.И. Иващенко. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 35 с.
 10. Чемпинский, Л.А. Геометрическое моделирование в CAD/CAM ADEM (практикум): учеб. пособие / Л.А. Чемпинский. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 96 с.
 11. Чемпинский, Л.А. Основы геометрического моделирования: учеб. пособие / Л.А. Чемпинский. - Самара: СГАУ, 2005. - 190с.

Учебное издание

Гаврилов Валерий Николаевич
Иващенко Владимир Иванович
Чемпинский Леонид Андреевич

**Работа с параметрическими чертежами и объемными моделями в
интегрированных электронных средах**
Факультативный цикл лабораторных работ
Методические указания

Редакторская обработка
Доверстка

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Печ. л. .
Тираж 120 экз. Заказ . ИП- /2007

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.