

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

АВИАКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра: "Конструкция и проектирование летательных аппаратов"



Д.Т. Алиакбаров

## Методические указания

к практическим занятиям по курсу:  
"Автоматизированные системы конструирования"

(направления образования 5520800  
«Авиастроение и ракетно-техническая техника»)

Ташкент – 2005 г.

УДК: 629.13.

Алиакбаров Д.Т. Методические указания к практическим занятиям по курсу автоматизированные системы конструирования. ТГАИ 2005г.

В соответствии с программой курса “Автоматизированные системы конструирования” студенты выполняют восемь практических занятий.

Методические указания предназначены для проведения практических занятий со студентами обучающимся по кафедре «Конструкция и проектирование ЛА» направления образования 5520800 «Авиастроение и ракетно-космическая техника».

*Одобен и рекомендован к внутри вузовскому изданию Учебно-методическим Советом АКФ, протокол № 4 от «19» ноября 2005г.*

*Председатель Методсовета АКФ*

*доц. Хидоятов А.В.*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

При проектировании элементов конструкции самолетов качество проектов при возрастающей их сложности можно улучшить, совершенствуя методы конструирования на основе автоматизации процессов конструирования.

Автоматизация конструирования предопределяется возможностью алгоритмизации задач конструирования. От качества алгоритма зависит не только эффективность использования ЭВМ, но и оптимизация конструкции.

В соответствии с учебным планом и типовой программой курса “Автоматизированные системы конструирования”, предусмотрено проведение практических занятий по 8-ми темам. Методические указания содержат введение, основные термины, концепции и методику создания тел по эскизам и помещаемых тел, рекомендации по выполнению чертежей с использованием баз данных стандартных частей, а также по вставке отверстий, используя цилиндрический осевой и радиальный методы размещения, крепежных соединений, по вычерчиванию деталей сборок.

Методические указания можно использовать при курсовом и дипломном проектировании и выполнении выпускной квалификационной работы.

Методические указания будут способствовать выработке у студентов навыков конструирования при применении автоматизированных способов конструирования.

Все замечания по данной работе автор примет с большой благодарностью.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

### Современные универсальные программные и аппаратные средства АСК (системы CAD/CAM)

Автоматизированные системы проектирования постепенно становятся обычным и привычным инструментом конструктора, технолога, расчетчика.

Наметилось явное изменение структуры рынка САПР. Приобретение мощных дорогостоящих систем, требующих высокого уровня персонала, не решает всех проблем конструкторских и технологических служб. Появление в последнее время новой генерации систем среднего класса типа SolidWorks, тесно интегрированными с чертежной графикой, существующими технологическими и расчетными приложениями, позволяет говорить о том, что 50-80% задач можно решить при качественно меньших затратах. Можно прогнозировать передел рынка CAD/CAM, захват определенной его части, принадлежащей исключительно тяжелым системам, а также потеснение балансирующего между легким и средним классом AutoCAD.

Условно все системы автоматизированного проектирования можно подразделить на 3 типа: малого, среднего и высшего уровня.

К малому уровню относятся такие системы как:

**AutoCAD.** Семейство продуктов AutoCAD предназначено для выполнения широкого спектра инженерных работ в таких областях как строительство и архитектура, картография, геодезия, машиностроение.

**CADMAX.** Системы CADMAX используются промышленными компаниями для механического проектирования, требующего пространственного трехмерного моделирования и изготовления рабочей документации.

К среднему уровню можно отнести:

**Cimatron.** Компания Cimatron занимается разработкой, сопровождением и маркетингом системы автоматизации проектирования в области машиностроения.

**DesignSpace.** Американская фирма ANSYS Inc., являясь на протяжении 25 лет ведущей в области расчетов по методу конечных элементов, разработала ряд самостоятельных и прикладных инженерных программ, включая DesignSpace для работы в среде Mechanical Desktop (использует тот же интерфейс и геометрию).

**Euclid.** Компания Matra Datavision ведет разработку и осуществляет поддержку трех линий программного обеспечения: Euclid, Strim и Prelude. Эти продукты охватывают авиастроение, космическую индустрию, автомобилестроение, строительство, электромеханическую отрасль, механическую индустрию и индустриальное проектирование.

**SolidWorks.** Компания SolidWorks сосредоточила свои усилия в области разработки систем автоматизации механического проектирования для операционных систем Windows. Ее цель обеспечить каждое рабочее место инженера "настольной" системой трехмерного моделирования.

К системам высшего уровня относятся:

**CATIA-CADAM Solutions.** Компании IBM и Dassault Systems объединили свои усилия по созданию продуктов CATIA-CADAM, используя принцип Это позволяет выполнять работы над совместными проектами в различных областях инженерной деятельности.

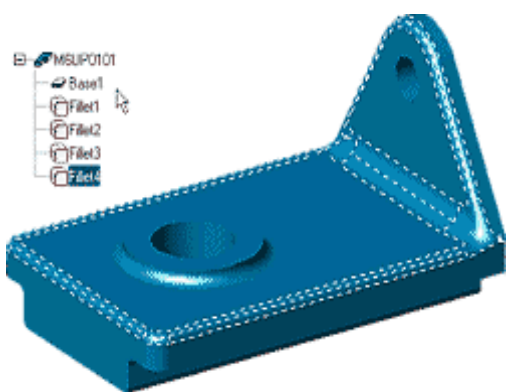
**Pro/Engineer.** Parametric Technology Corporation (PTC) является одной из крупнейших в мире компаний, разрабатывающих CAD/CAM/CAE-системы "высокого" уровня. Основная разработка компании система Pro/Engineer.

**Unigraphics.** Unigraphics является универсальной системой автоматизированного проектирования и производства для предприятий аэрокосмической и автомобильной промышленности, машиностроения, медицинской промышленности, а также производителей

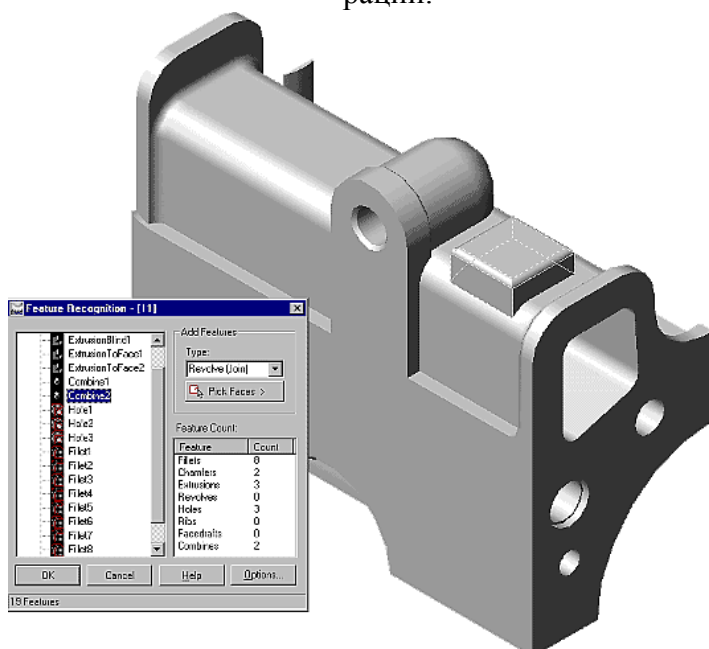
высокотехнологичной продукции и потребительских товаров. Области применения: автоматизированное проектирование (CAD), механообработка (CAM), инженерный анализ (CAE). Система моделирования Hybrid Modeler дает возможность разработчикам использовать ассоциативные базы данных, компонентную технологию проектирования, изготовления эскизов, чертежей и шаблонов для производства.

## AUTODESK MECHANICAL DESKTOP

Первоначально Mechanical Desktop предназначался конструкторам, имеющим базовые навыки работы в AutoCAD и делающим первые шаги в трехмерном проектировании. Со временем возможности пакета значительно расширились: Mechanical Desktop превратился в развитую систему трехмерного проектирования и поверхностного моделирования, решающую самые разные задачи. Авиационные и ракетные двигатели, оборудование и элементы судов и подводных лодок, станки, военная и гражданская техника, пресс-формы, изделия народного хозяйства, мебель и даже игрушки.



Самым же интересным усовершенствованием стал дополнительный модуль «распознавания» непараметрических твердотельных моделей Feature Recognition. Этот модуль в MDT R5 позволяет распознавать структуру базовых тел, превращая их в полностью параметрические детали MDT. Feature Recognition работает в автоматическом и полуавтоматическом режимах, а о высоком интеллекте модуля говорит перечень распознаваемых элементов MDT: фаски, сопряжения, отверстия, выдавливание, вращение, ребра, литейные уклоны и даже Булевы операции.



Feature Recognition работает в автоматическом и полуавтоматическом режимах. О высоком интеллекте этого модуля говорит перечень распознаваемых элементов MDT: фаски, сопряжения, отверстия, выдавливание, вращение, ребра, литейные уклоны и даже Булевы операции!

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие задачи решает технологическая служба САПР?
2. Подразделение систем автоматизированного проектирования.
3. Возможности AUTODESK MECHANICAL DESKTOP.
4. Для чего предназначена CAD система?
5. Для чего предназначена CAD/CAM система?
6. Для чего предназначена CAD/CAM/CAE система?

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

### **Создание Тел по Эскизам**

Тела - стандартные параметрические блоки частей. Создавая и добавляя тела, Вы определяете форму вашей части. Поскольку тела параметрические, любые произведенные в них изменения автоматически отражаются на части после ее пересмотра. [1, глава3, стр.93]

Есть три типа тел — по эскизам, рабочие и помещаемые.

### **Основные Концепции Создания Тел по Эскизам**

Тела - стандартные блоки, используемые для создания и формирования части. Поскольку они полностью параметрические, они могут легко изменяться в любое время.

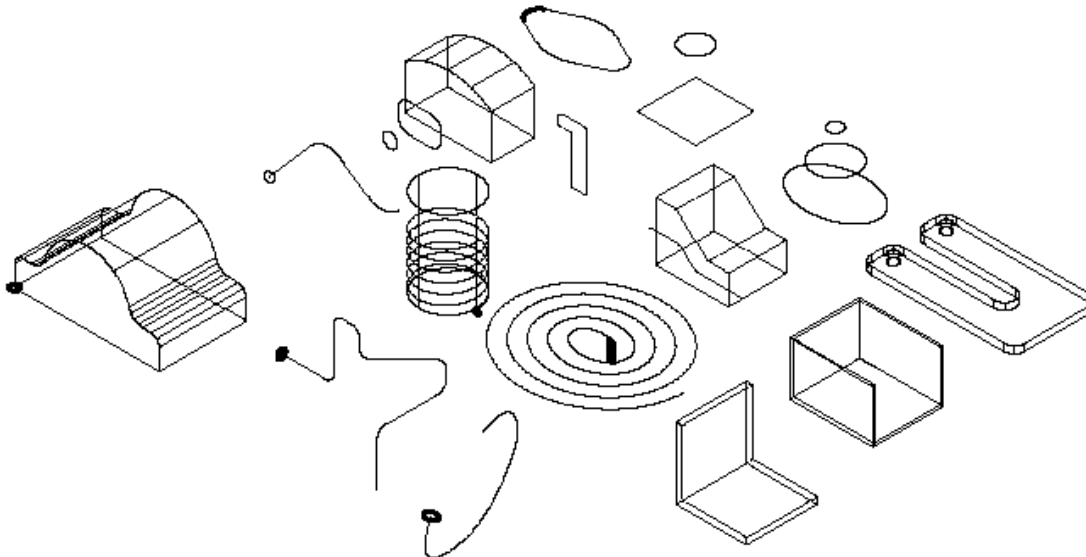
Первое тело в части называется основным телом. При добавлении других тел, они могут быть объединены с основным телом или друг с другом для создания вашей части.

Булевы операции, типа вырезки, объединения и пересечения, могут использоваться, чтобы комбинировать тела после создания основного тела.

Вы создаете тело по эскизу из профиля, являющегося ограниченным открытым или закрытым параметрическим эскизом. Вы можете также создавать тела из основанного на тексте эскиза. В большинстве случаев, Вы полностью ограничиваете профиль до создания тела. Поскольку эскиз параметрический, Вы можете легко его изменять, чтобы изменить форму тела. Когда Вы модифицируете вашу часть, произведенные в профиле изменения автоматически отображаются на части.

Тела по эскизам включают тела вытягивания, тела по сечениям, тела вращения, тела движения и гравировку. Разбиения граней также рассматриваются, как тела по эскизам, но они создаются разбиением грани части, используя существующую грань, рабочую плоскость, или линию разбиения. Если Вы выбираете метод линии разбиения, то Вы используете тело по эскизам, чтобы разбить грань.

Чертежный файл включает пятнадцать частей, содержащих геометрию, по которой в этом разделе Вы должны создать тела по эскизам.



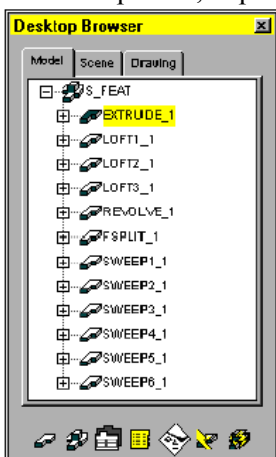
Сначала, Вы создадите тело вытягивания.

### Создание Тел Вытягивания

Вытягивание - наиболее применяемые тела по эскизам. Тело вытягивания может быть создано из закрытого профиля, открытого профиля или основано на текстовом профиле.

#### Вытягивание Закрытых Профилей

Закрытый профиль используется для создания основного тела или в Булевом моделировании, чтобы вырезать, пересекаться и объединяться с другими телами.



В Настольном Навигаторе разверните иерархию, щелкнув знак "плюс" перед S\_FEAT.

EXTRUDE\_1 - активная часть. Выключите видимость других одиннадцати частей.

Выключение видимости части

- 1 Используя Навигатор, сделайте LOFT1\_1 невидимым.

Навигатор

Щелкните правой кнопкой мыши по LOFT1\_1 и выберите Visible.

- 2 Повторите для LOFT2\_1, LOFT3\_1, REVOLVE\_1, FSPLIT\_1, SWEEP1\_1, SWEEP2\_1, и SWEEP3\_1.

- 3 Разморозьте уровни AM\_PARDIM и AM\_WORK.



Настольное Меню Assist . Format . Layer.

- 4 В диалоговом окне Layer Properties Manager, пролистайте до уровня AM\_PARDIM.

Выберите значок On, и выберите значок Freeze, чтобы разморозить уровень. Повторите шаг 4 для уровня AM\_WORK.

Ответьте ОК для выхода из диалогового окна.

Теперь видимы параметрические размеры и рабочие тела каждой части.

### Создание тела вытягивания

1. Измените масштаб отображения части EXTRUDE\_1.



Настольное Меню View . Zoom . All.

2. Если Вы использовали метод команды, ответьте на следующую подсказку:

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: *Введите a*

3. Разверните иерархию части EXTRUDE\_1.

Навигатор

Щелкните правой кнопкой мыши по значку плюс перед EXTRUDE\_1.

4. Используя AMEXTRUDE, создайте из Profile1 тело вытягивания.



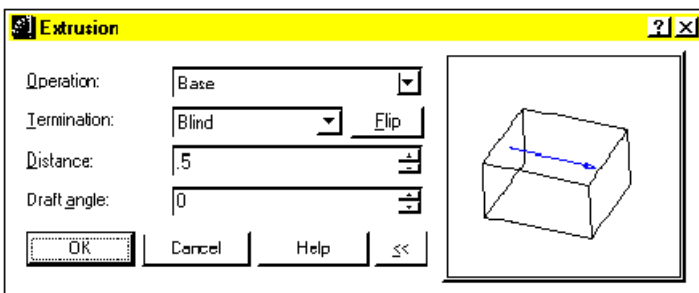
Меню Контекста

В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Sketched & Work Features . Extrude.

В диалоговом окне Extrusion, определите:

Operation: Base

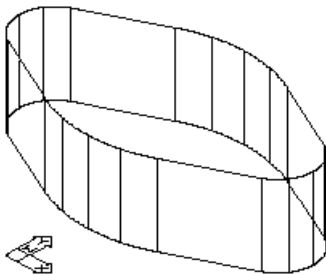
Termination: Blind



Distance: *Введите 0.5*

Стрелка показывает направление вытягивания.

Ответьте ОК.



Профиль вытянут перпендикулярно к своей плоскости.

Затем, Вы создадите и ограничите другой профиль и вытяните его, чтобы вырезать материал от основного тела.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что называется телом?
2. Какие типы тел существуют?
3. Для чего используется закрытый профиль?
4. Что называется вытягиванием?
5. Что включает в себя тела по эскизам?

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

### Создание Помещаемых Тел



Эта программа представляет Вам помещаемые тела, и основывается на том, что Вы узнали в предыдущих обучающих программах. Помещаемое тело - четкая общая форма, типа отверстия или скругления. Чтобы создать помещаемое тело, Вы только должны снабдить его размерами. Mechanical Desktop создаст тело. [1, глава 5, стр.147]

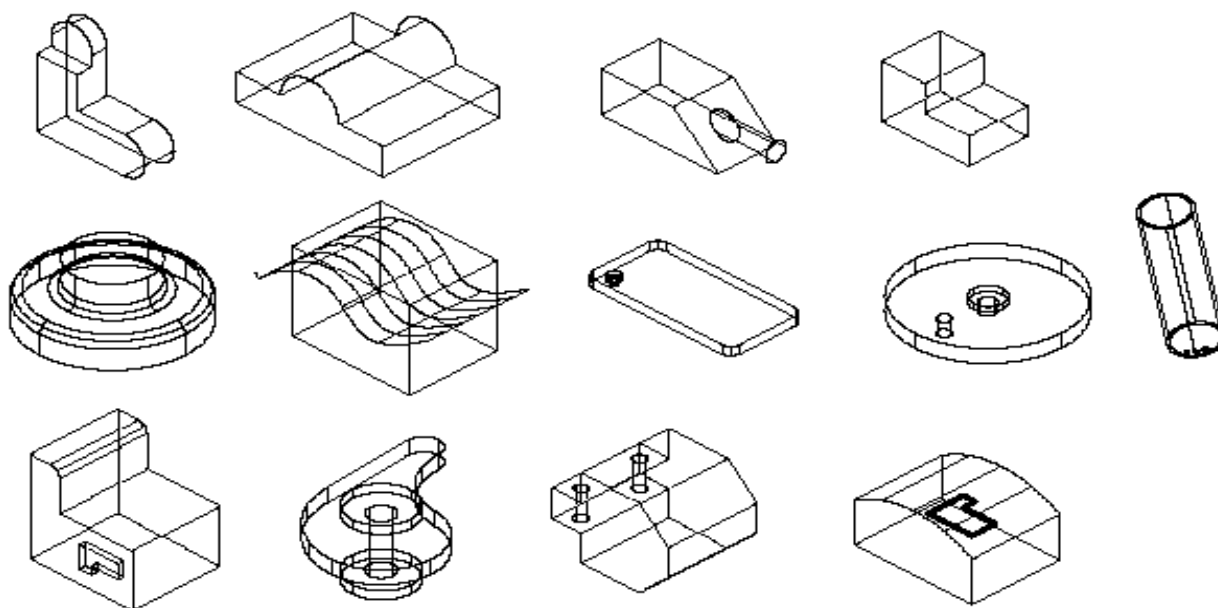
В этом уроке, Вы изучите, как создавать и изменять помещаемые тела.

## Основные Концепции Помещаемых Тел

Помещаемые тела - хорошо определенные тела, в которых нет необходимости в эскизах. Это тела типа скруглений, отверстий, фасок, скошенных граней, оболочек, вырезок поверхностями, массивов, комбинированных тел и разбиений части.

Вы задаете значения для их параметров, и затем размещаете их на части. Чтобы изменить помещаемые тела Вы просто изменяете параметры, управляющие ими.

Рисунок включает тринадцать частей, содержащие геометрию, по которой Вы должны создать тела в этой обучающей программе. Если Вас интересует, как части в этом рисунке были созданы, активизируйте часть и используйте AMREPLAY.



Перед началом работы, разверните иерархию в Навигаторе, щелкнув по знаку "плюс" перед P\_FEAT. Разверните активную часть HOLE\_1.

## Создание Отверстий

Вы можете создавать просверленные, зенкованные (расточенные) отверстия и отверстия с фасками; каждый тип отверстий может быть снабжен информацией резьбового отверстия. Отверстия могут простираются через часть, останавливаться в определенной плоскости или на определенной глубине. Вы можете в любое время изменять отверстие одного типа на другой.

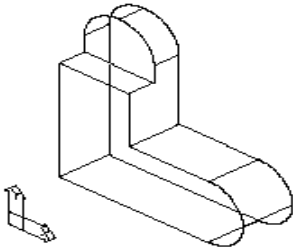
Создание отверстия

- 1 Активизируйте часть HOLE\_1 и увеличьте масштаб ее отображения.



Навигатор

В Навигаторе щелкните правой кнопкой мыши по HOLE\_1 и выберите Activate. Снова щелкните правой кнопкой мыши по HOLE\_1 и выберите Zoom to.



HOLE\_1 создано от двух тел вытягивания.

2 Используя AMHOLE, создайте два просверленных отверстия.



Меню Контекста В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Placed Features . Hole.

В диалоговом окне Hole, определите:

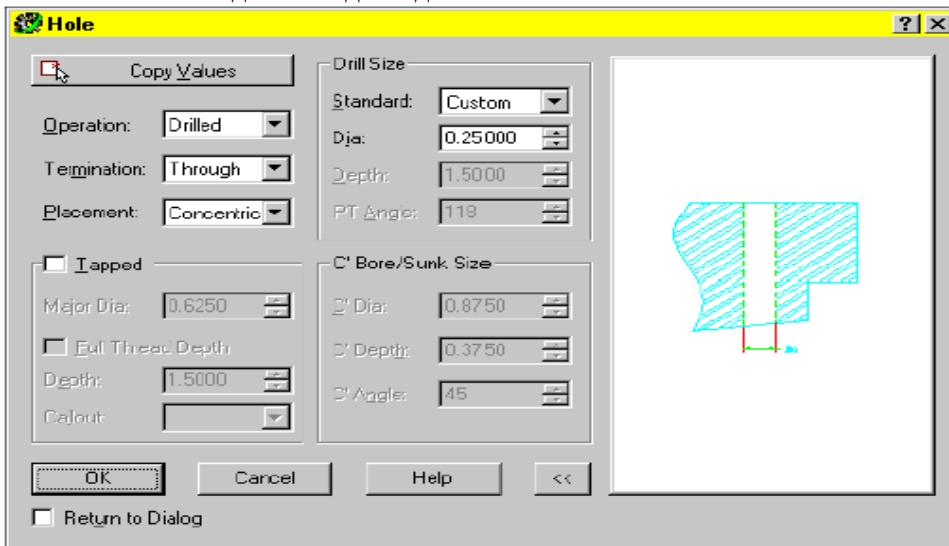
Operation: Drilled (Операция: Просверленное)

Termination: Through (Завершение: Через)

Placement: Concentric (Размещение: Концентрическое)

Diameter: *Введите* .25

Ответьте ОК для выхода из диалогового окна.



3 Укажите местоположение отверстий, отвечая на подсказки.

Select work plane or planar face [worldXy/worldYz/worldZx/Ucs]: *Укажите грань (1)*

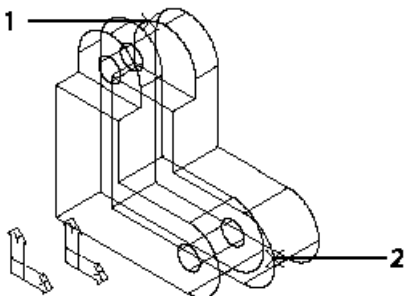
Select concentric edge: *Укажите ребро (1)*

Select work plane or planar face [worldXy/worldYz/worldZx/Ucs]: *Укажите грань (2)*

Select concentric edge: *Укажите ребро (2)*

Select work plane or planar face [worldXy/worldYz/worldZx/Ucs]: *Нажмите ENTER*

Ваш рисунок должен выглядеть так.



Теперь, замените одно из просверленных отверстий на отверстие с зенковкой.

## Создание Скруглений

Скругления могут быть как простыми постоянного радиуса, так и сложными с радиусом, меняющимся по кубическому закону.

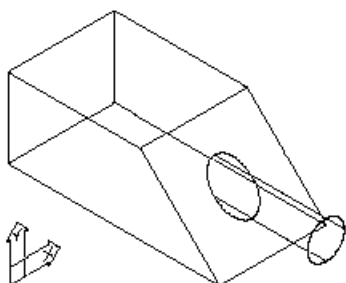
Mechanical Desktop создает следующие типы скруглений:

- Постоянное
- Заданной ширины
- Линейное
- Кубическое

Постоянное скругление имеет один определяющий его радиус. Скругление заданной ширины управляется длиной хорды. Линейные и кубические скругления имеют разные радиусы в каждой вершине выбранных для скругления граней. Линейное скругление обеспечивает линейное изменение величины радиуса от одной вершины к следующей. Кубическое скругление дает непрерывно изменяющийся радиус от одной вершины к следующей.

Активизируйте FILLET\_1, и измените масштаб его отображения. Выключите видимость F-DRAFT\_1.

Создание скругления постоянного радиуса

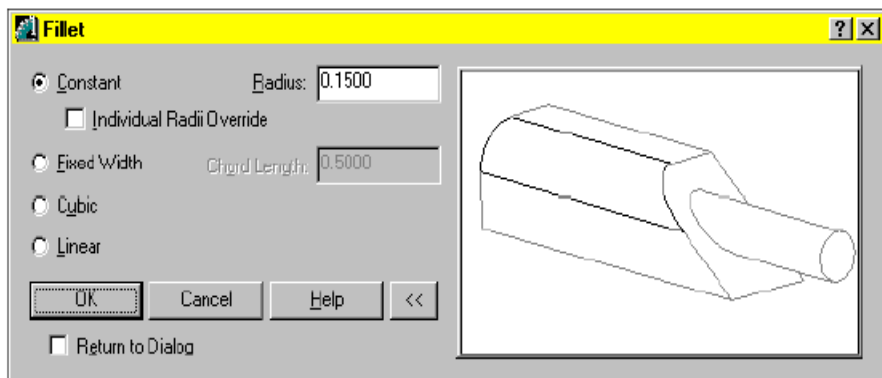


1 Используя AMFILLET, создайте скругление постоянного радиуса.



Меню Контекста В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Placed Features . Fillet.

В диалоговом окне Fillet, выберите Constant и укажите радиус .15.  
Ответьте ОК.

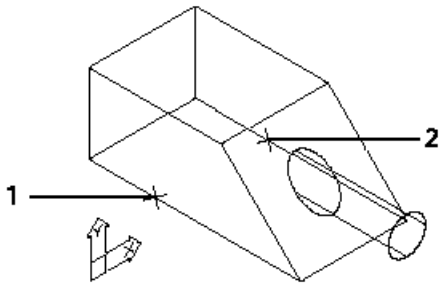


2 Продолжите в командной строке.

Select edges or faces to fillet: *Укажите ребро (1)*

Select edges or faces to fillet: *Укажите ребро (2) и нажмите ENTER*

Скругления выполнены на вашей части.



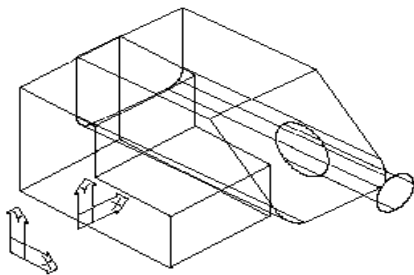
Теперь, создайте скругление заданной ширины там, где цилиндрическое тело вытягивания встречается с наклонной гранью.

## Создание Фасок

Фаска - скошенная грань, созданная между двумя существующими гранями на части. Фаски могут быть созданы: с равным расстоянием, двумя различными расстояниями, или расстоянием и углом. Для размещения фаски Вы можете выбирать ребро или грань.

Если одно или несколько ребер грани, где Вы хотите поместить фаску, были изменены, для размещения фаски вокруг этой грани необходимо использовать метод выбора ребра.

Сначала, активизируйте CHAMFER\_1, и измените масштаб отображения части. Выключите видимость FILLET\_1.



Часть содержит простое тело вытягивания.

Создание фаски, определяемой равным расстоянием

- 1 Используя AMCHAMFER, создайте фаску.

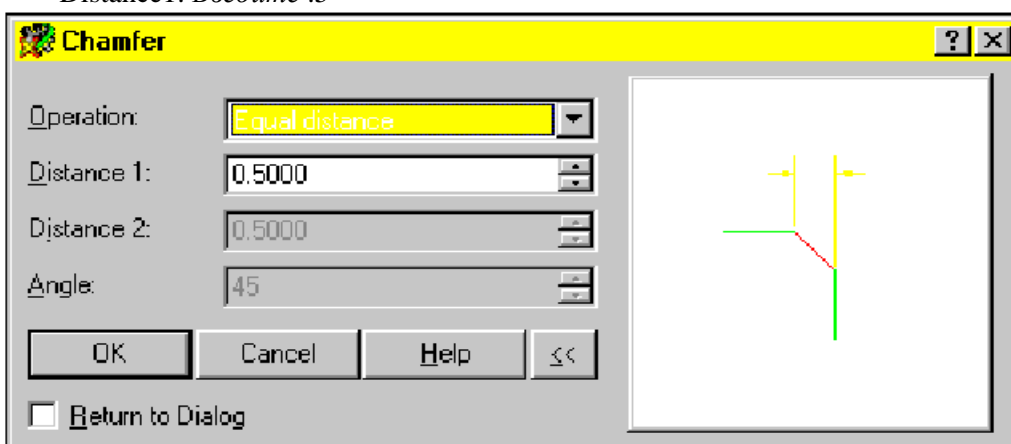


Меню Контекста В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Placed Features . Chamfer.

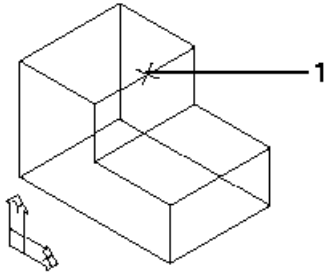
В диалоговом окне Chamfer, определите:

Operation: Equal Distance

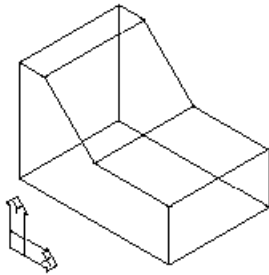
Distance1: Введите .5



- 2 Укажите ОК и ответьте на подсказки следующим образом:  
 Select edges or faces to chamfer: *Укажите ребро (1)*  
 Select edges or faces to chamfer <continue>: *Нажмите ENTER*  
 Mechanical Desktop создает фаску по ребру, которое Вы выбрали.



Вы можете также создавать фаски, определяя два различных расстояния. После того, как Вы выбираете ребро, Вы определяете грань для Расстояния 1, называемого основным расстоянием. Расстояние 2 применяется к другой грани.



#### Вопросы для самоконтроля

1. Что называется помещаемые тела?
2. Метод создания отверстий?
3. Какие типы скругления существуют?
4. Способы создания фасок?

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЕ №4

## Выполнение чертежей с использованием баз данных стандартных частей

### РАБОТА СО СТАНДАРТНЫМИ ЧАСТЯМИ

База данных стандартных частей в Mechanical Desktop Power Pack дает возможность Вам вставлять 2-ые и трехмерные части, отверстия, тела, и профили из конструкционной стали в ваши проекты. Эти стандартные части обеспечиваются в нескольких основных стандартах.

В этой программе Вы вставите сквозные отверстия на трехмерной части, используя два различных метода размещения. [1, глава 18, стр.628]

### СОЗДАНИЕ СТАНДАРТНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ВАЛА

Генератор вала автоматизирует многие действия, требуемые для создания валов. Чтобы спроектировать и отредактировать валы автоматически, Вы выбираете опции в диалоговом окне 3D Shaft Generator.

В этой программе, Вы изучите, как проектировать вал, используя инструмент генератора вала в Mechanical Desktop ® 6 Power Pack. Вы создадите вал с сегментами различных форм и добавите резьбу и профиль. Затем Вы отредактируете вал и добавите к нему стандартные части. Наконец, Вы проверите ваш проект, отображая вашу работу на виде спереди и в изометрическом изображении, и переключаясь между каркасом и оттенением.

### Использование Генератора Вала

Вы используете диалоговое окно 3D Shaft Generator, чтобы выбрать вид сегмента вала, типа цилиндра или конуса, а затем Вы вводите размеры для того сегмента.

Генератор вала создает сегмент и добавляет его к предыдущему сегменту.

### Начало

Эта программа была создана, используя систему стандарта ISO и метрическую размерность.

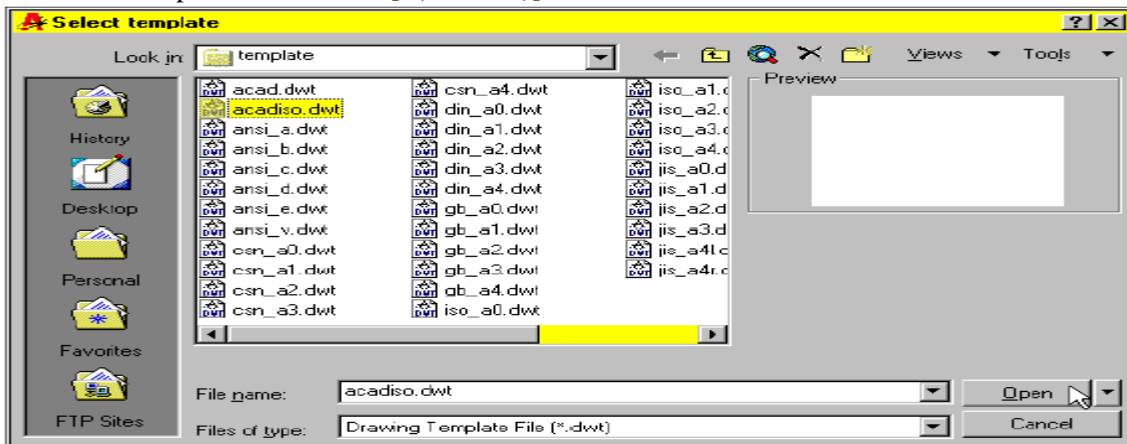
Открытие шаблон чертежа

- 1 Откройте новый шаблон.



- 2 Ответьте на подсказки следующим образом:

Enter template file name or [. (for none)]: *Введите ~*



- 3 В диалоговом окне Select Template, выберите *acadiso.dwt*, и затем Open.

### Создание Геометрии Вала

Вы создаете вал, определяя сегменты, описывающие его форму. В диалоговом окне 3D Shaft Generator, Вы выбираете первый тип сегмента, а затем вводите размеры для этого сегмента. Вы продолжаете добавлять сегменты, пока вал не будет закончен.

Создание вала, используя генератор вала

- 1 Активизируйте генератор вала.

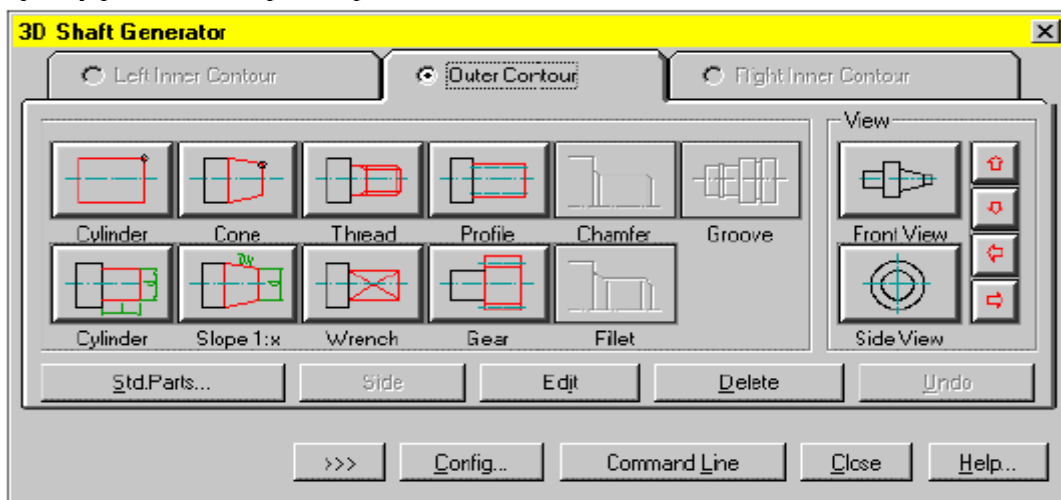


- 2 В командной строке, ответьте на подсказки следующим образом:

Specify start point or [Existing shaft]: *Укажите точку на чертеже*

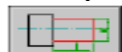
Specify centerline endpoint: *Протяните линию направо, и укажите точку*

Specify point for new plane <parallel to UCS>: *Нажмите ENTER*



Отображается диалоговое окно 3D Shaft Generator.

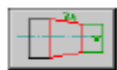
Определите контур вала, начиная с сегмента слева, и работая направо.



- 3 Проверьте, что выбрана опция Outer Contour, затем выберите нижний значок Cylinder и ответьте на подсказки следующим образом:

Specify length or [Associate to/Equation assistant] <50>: *Введите 10*

Specify diameter or [Associate to/Equation assistant] <40>: *Введите 74*

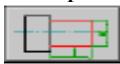


4 Укажите значок Slope, и ответьте на подсказки следующим образом:

Specify length or [Dialog/Associate to/Equation assistant] <10>: *Введите 7*

Specify diameter at start point or [Associate to/Equation assistant] <74>: *Нажмите ENTER*

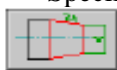
Specify diameter at end point or [Slope/aNgle/Associate to/Equation assistant] <72>: *Введите 48*



5 Укажите нижний значок Cylinder снова, и ответьте на подсказки следующим образом:

Specify length or [Associate to/Equation assistant] <7>: *Введите 20*

Specify diameter or [Associate to/Equation assistant] <48>: *Введите 40*

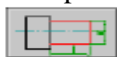


6 Выберите значок Slope снова, и ответьте на подсказки следующим образом:

Specify length or [Dialog box/Associate to/Equation assistant] <20>: *Введите 10*

Specify diameter at start point or [Associate to/Equation assistant] <40>: *Нажмите ENTER*

Specify diameter at end point or [Slope/aNgle/Associate to/Equation assistant] <36>: *Введите 32*



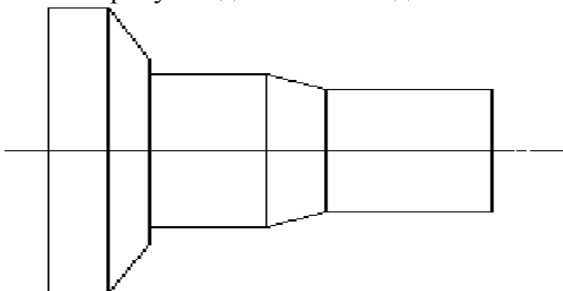
7 Выберите нижний значок Cylinder еще раз, и ответьте на подсказки следующим образом:

Specify length or [Associate to/Equation assistant] <10>: *Введите 28*

Specify diameter or [Associate to/Equation assistant] <32>: *Нажмите ENTER*

Вы создали вал, состоящий из трех цилиндрических и двух конических сегментов.

Ваш рисунок должен выглядеть так.

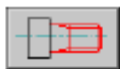


Затем, Вы добавите информацию резьбы к валу.

### Добавление Информации Резьбы

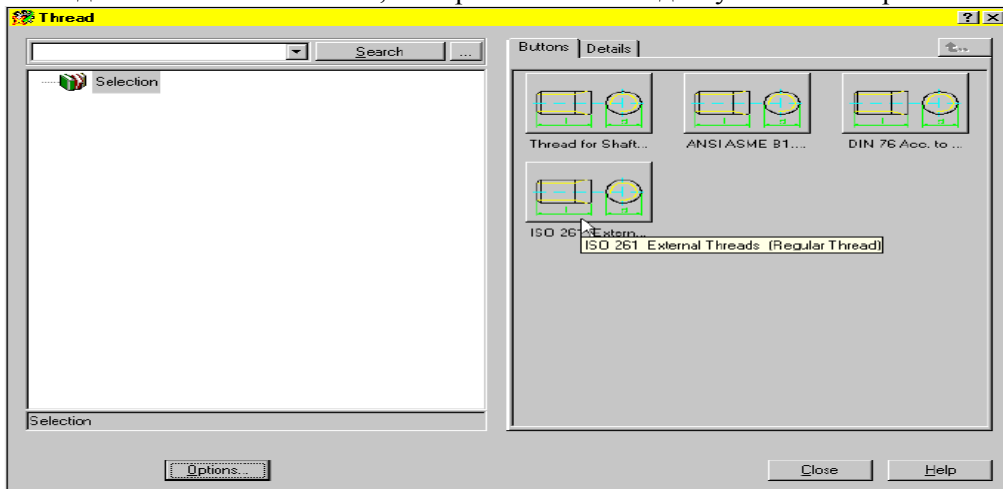
Диалоговое окно 3D Shaft Generator обеспечивает опцию для добавления к валу резьбы. Вы определяете информацию о резьбе в диалоговом окне Thread, и резьба добавляется к валу автоматически.

Добавление резьбы к валу



1 В диалоговом окне 3D Shaft Generator, проверьте, что выбрана опция Outer Contour и укажите значок Thread.

2 В диалоговом окне Thread, выберите ISO 261 из доступных типов резьбы.



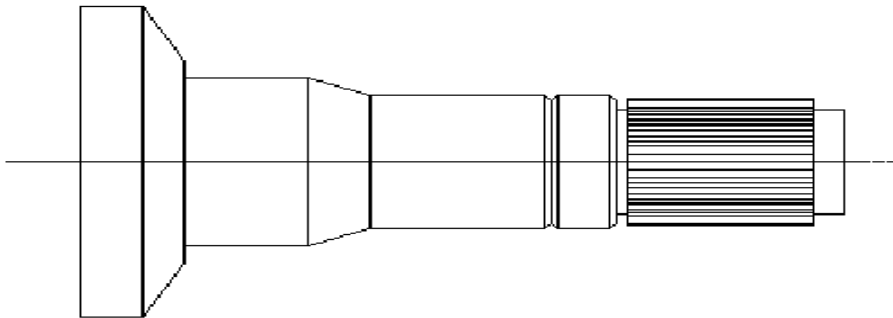
3 В диалоговом окне Thread ISO 261, определите:





Specify length or [Associate to/Equation assistant] <30>: *Введите 5*  
Specify diameter or [Associate to/Equation assistant] <30>: *Введите 25*  
Контур вала закончен.

- 5 Закройте диалоговое окно 3D Shaft Generator.  
Ваш рисунок должен выглядеть так.



### Вопросы для самоконтроля

1. Возможности баз данных Mechanical Desktop?
2. Создание геометрии стандартных деталей?
3. Способ создания резьбы на стандартных деталях?
4. Способ добавление информации профиля?

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЯ №5

### Вставка отверстий, используя цилиндрический осевой метод размещения.

#### Вставка Сквозного Отверстия

Нет необходимости вставлять рабочую точку на грани цилиндра, образмеривать ее, и вставлять по ней отверстие. Вместо этого, стандартная функция отверстия автоматически определяет workpoint в месте, которое Вы указываете, образмеривает ее, и размещает отверстие, которое Вы определяете. Вы можете также определять точку ввода динамически. [1, глава 17, стр.610]

#### Использование Цилиндрического Осевого Размещение

В этом упражнении, Вы вставите стандартное сквозное отверстие, используя цилиндрический осевой метод размещения. Используйте этот метод вставки отверстия параллельно оси цилиндра. Вы вводите технические требования и выбираете размер из списка стандартных отверстий, и отверстие вставляется автоматически.

Вставка отверстия, используя цилиндрическое осевое размещение

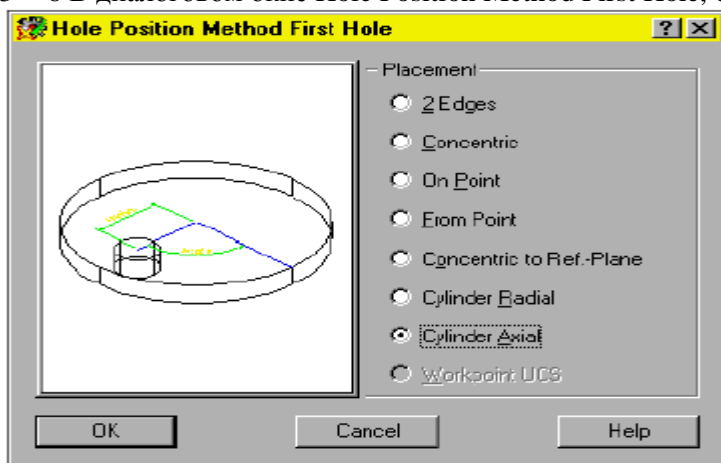
- 1 Откройте диалоговое окно Select a Through Hole.



Меню  
Команда

Content 3D . □ Holes . Through Holes  
AMTHOLE3D

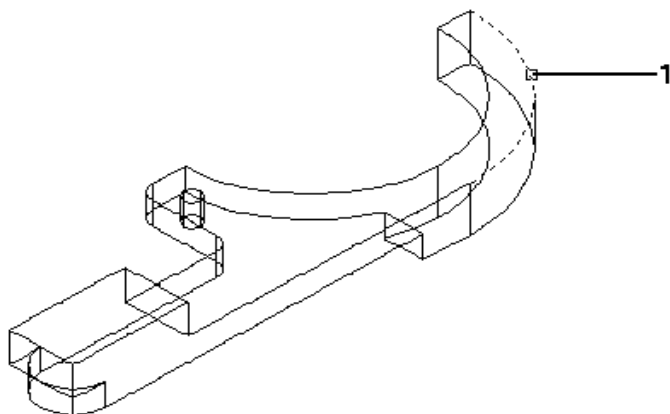
- 2 В диалоговом окне Select a Through Hole, выберите нормаль ISO 273.
- 3 6 В диалоговом окне Hole Position Method First Hole, определите:



Placement: Cylinder Axial

Выберите ОК.

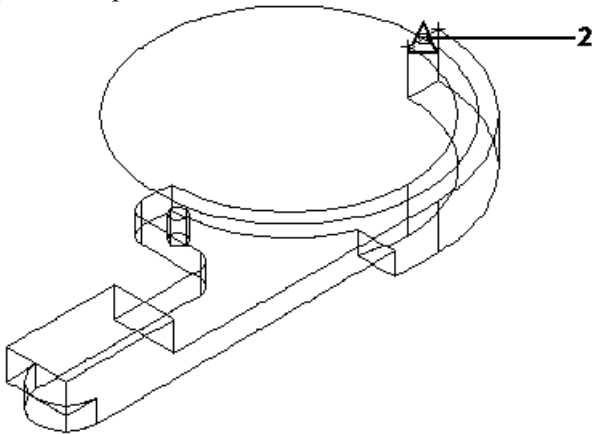
- 4 В командной строке, ответьте на подсказки следующим образом:



Select circular edge: Укажите верхнее кольцевое ребро (1)

- 5 Продолжите в командной строке.

Select radius: *Нажмите SHIFT и в графической области, щелкните правой кнопкой мыши, и выберите Midpoint*



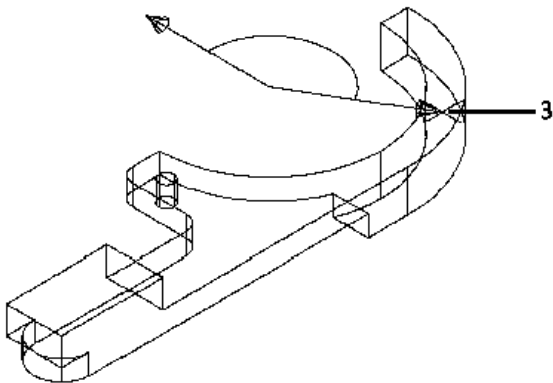
6 Укажите середину верхнего горизонтального ребра (2).

7 Ответьте на подсказки следующим образом:

Выберите метод вставки

Angle to plane or edge/parallel to Line/plane Normal/plane Parallel] <plane Parallel>: (Угол к плоскости или ребру/параллельно к линии/Перпендикулярно Плоскости/Параллельно Плоскости] <Параллельно Плоскости >: *Введите a*

Select straight edge, work plane or planar face to add angular constraint to: *Нажмите ENTER*



Select angle: *Укажите угол приблизительно 135 градусов (3)*

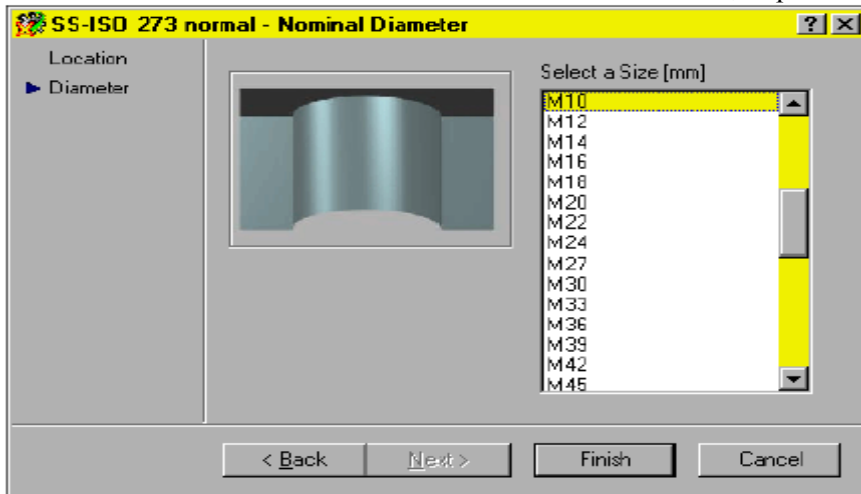
8 Продолжите отвечать на подсказки следующим образом:

Enter angle [Associate to/Equation assistant] <145>: *Введите 135*

Radius [Associate to/Equation assistant] <90>: *Нажмите ENTER*

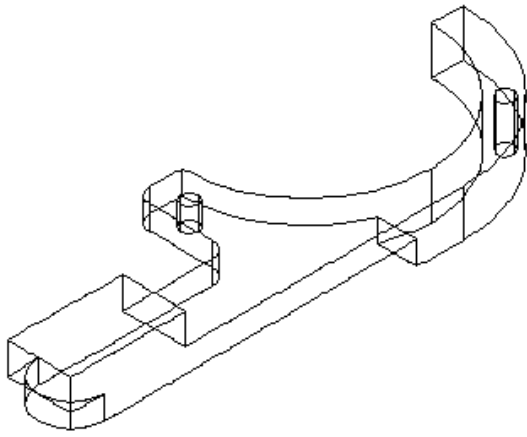
Hole termination [toPlane/Thru] <Thru>: *Нажмите ENTER*

9 В диалоговом окне ISO 273 normal - Nominal Diameter, определите:



Select a size: M10

Выберите Finish.



Сквозное отверстие вставлено по размерам в место, которое Вы выбрали.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют методы размещения отверстий?
2. В каких случаях используется цилиндрический осевой метод размещения?
3. Способ выбора нормали для создания сквозных отверстий в случае осевого метода размещения.
4. Методы вставки отверстий.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЯ №6

### Вставка отверстий, используя радиальный метод размещения.

#### Использование Цилиндрического Радиального Размещения

В этом упражнении, Вы вставите сквозное отверстие, используя цилиндрический радиальный метод. [1, глава 17, стр.613]

Используйте этот метод для вставки отверстий касательно к грани цилиндра.

Вставка отверстия, используя цилиндрическое радиальное размещение

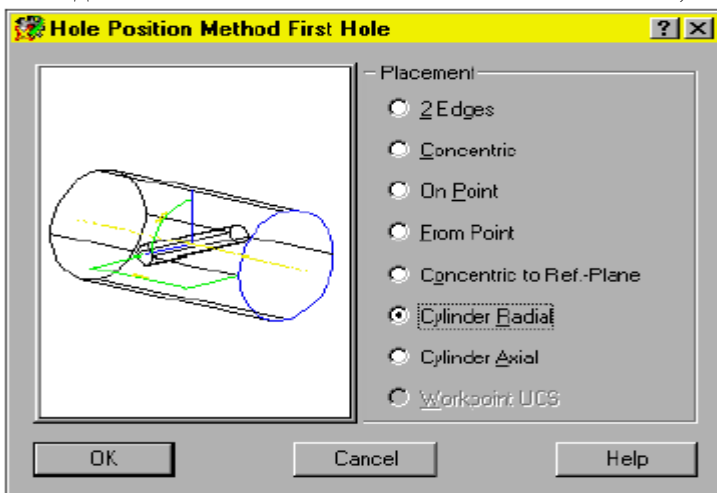
- 1 Откройте диалоговое окно Select a Through Hole.



Меню  
Команда

Content 3D . □ Holes . Through Holes  
AMTHOLE3D

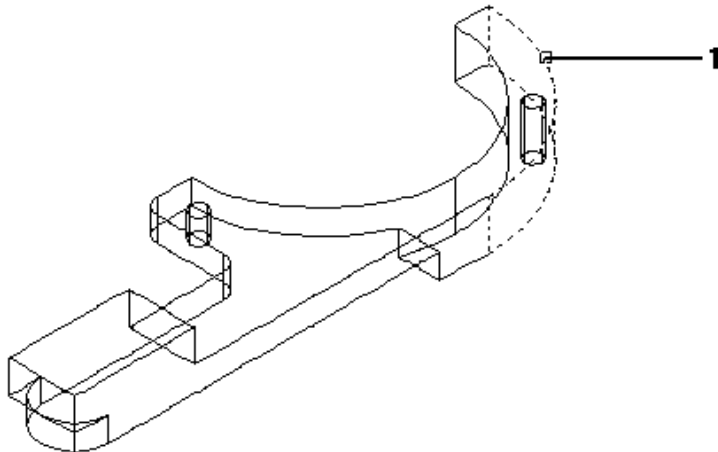
- 2 В диалоговом окне Select a Through Hole, выберите нормаль ISO 273.
- 3 В диалоговом окне Hole Position Method First Hole, определите:



Placement: Cylinder Radial

Выберите ОК.

- 4 В командной строке, ответьте на подсказки следующим образом:



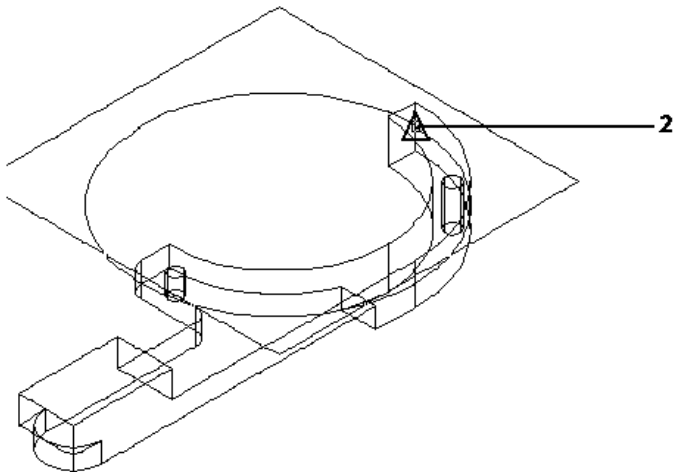
Select cylindrical face: *Укажите верхнюю цилиндрическую грань (1)*

Продолжите в командной строке.

Specify hole location [Line/Plane]:

*Нажмите SHIFT и в графической области, щелкните правой кнопкой мыши, и выберите Midpoint*

- 5 Укажите середину верхнего вертикального ребра (2).



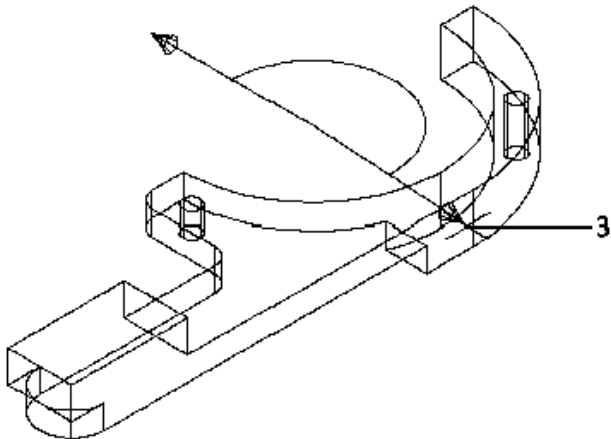
- 6 Ответьте на подсказки следующим образом:

Enter distance from base plane [Associate to/Equation assistant] <15>: *Нажмите ENTER*

Select drill direction (Укажите направление сверления)

[Angle to plane or edge/parallel to Line/plane Normal/plane Parallel] <plane Parallel>: *Введите a*

Select straight edge, work plane or planar face to add angular constraint to: *Нажмите ENTER*



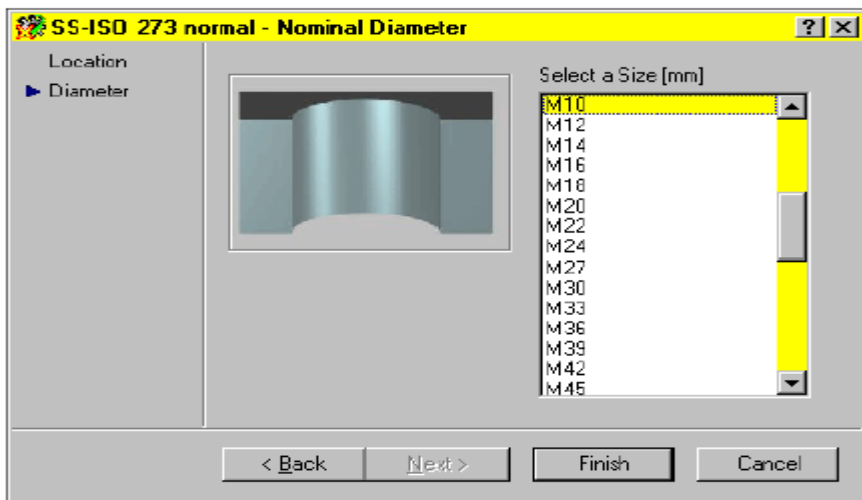
Select angle: *Укажите угол приблизительно 180 градусов (3)*

7 Продолжите отвечать на подсказки следующим образом:

Enter angle [Associate to/Equation assistant] <181>: *Введите 180*

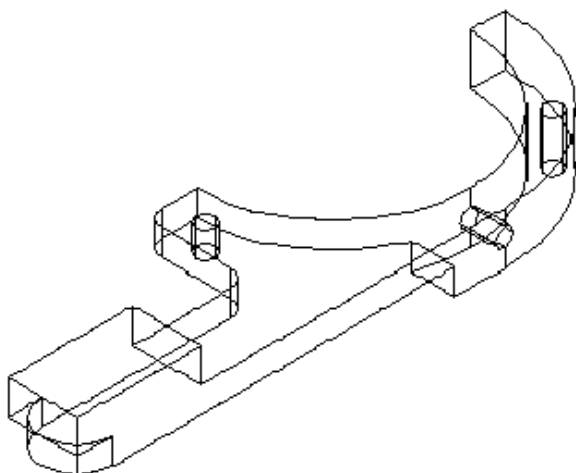
Hole termination [toPlane/Thru] <Thru>: *Нажмите ENTER*

8 В диалоговом окне нормали ISO 273 - Nominal Diameter, определите:



Select a size: M10

Выберите Finish.



Сквозное отверстие вставлено. Ваш рисунок должен выглядеть следующим образом:

### Вопросы для самоконтроля

1. В каких случаях используется цилиндрический радиальный метод размещения?
2. Способ выбора нормали для создания сквозных отверстий в случае радиального метода размещения.
3. Методы вставки отверстий.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЯ №7

### Вставка крепежных соединений

#### **Вставка Болтовых Соединений**

В этом упражнении, Вы начнете с рисунка двух частей, которые необходимо соединить винтом.

Используя функцию болтового соединения, Вы выбираете винт, отверстия, и гайку, которую Вы хотите использовать. [1, глава 17, стр.617]

Сначала, определите болтовое соединение, затем вставьте его в сборку. При этом Вы не должны создавать отверстия прежде, чем Вы вставите винт и гайку. Функция болтового соединения делает это автоматически.

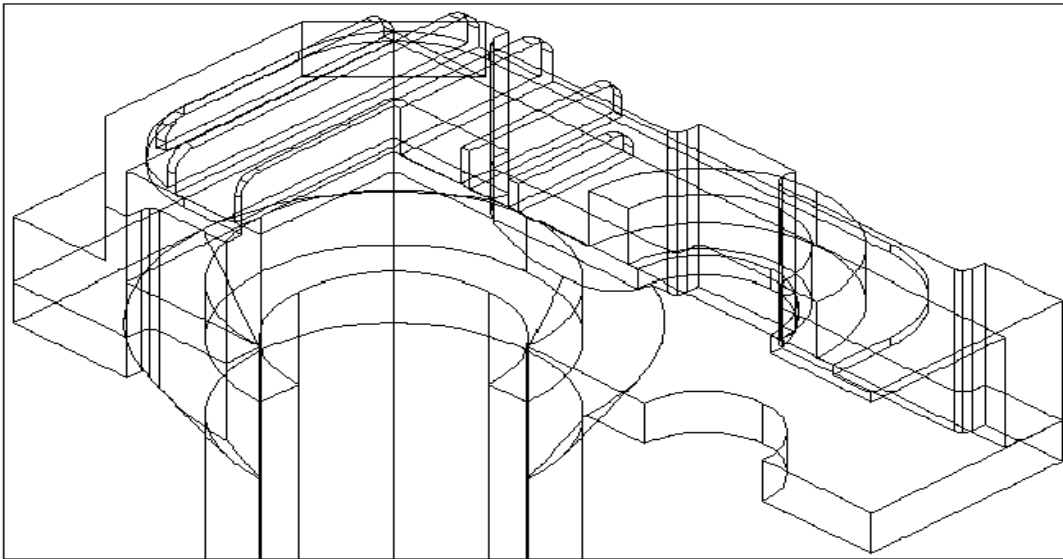


Рисунок содержит две части корпуса.

#### Вставка болтового соединения

- 1 Откройте диалоговое окно Screw connection.

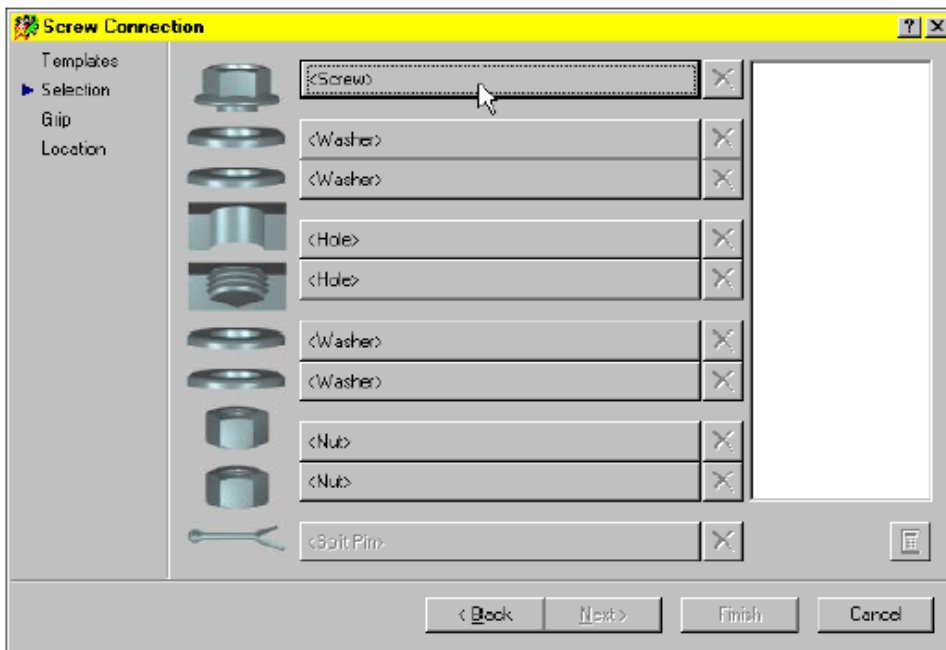


Меню  
Команда

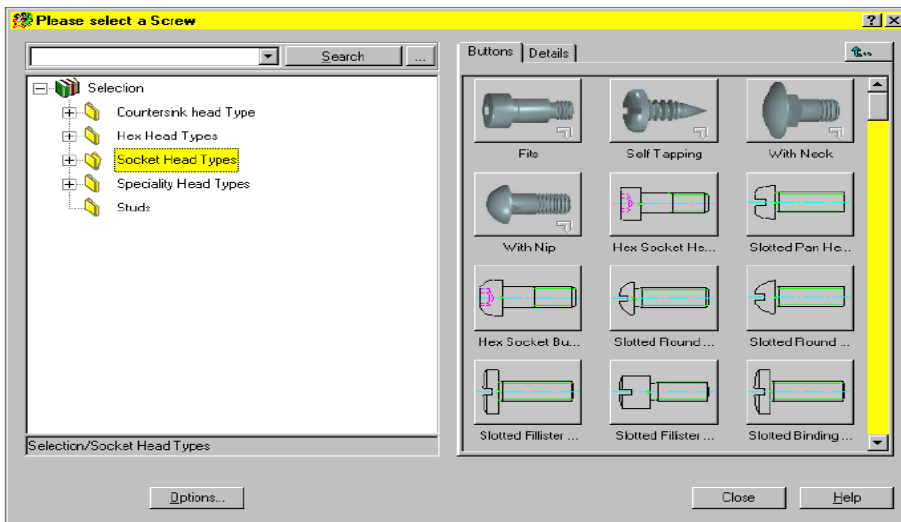
Content 3D .□ Screw Connection  
AMSCREWCON3D

В диалоговом окне Screw connection, Вы выбираете и определяете винт. Затем Вы повторяете процесс, чтобы выбрать и определить каждое из отверстий и гайки для винтового соединения.

- 2 В диалоговом окне Screw connection, выберите Screw.  
Затем, определите тип винта.



- 3 В диалоговом окне Please select a Screw, укажите Socket Head Types.  
Выберите винт ISO 4762.



Отображается диалоговое окно Screw connection. Повторите процедуру выбора для каждой из оставшихся деталей.

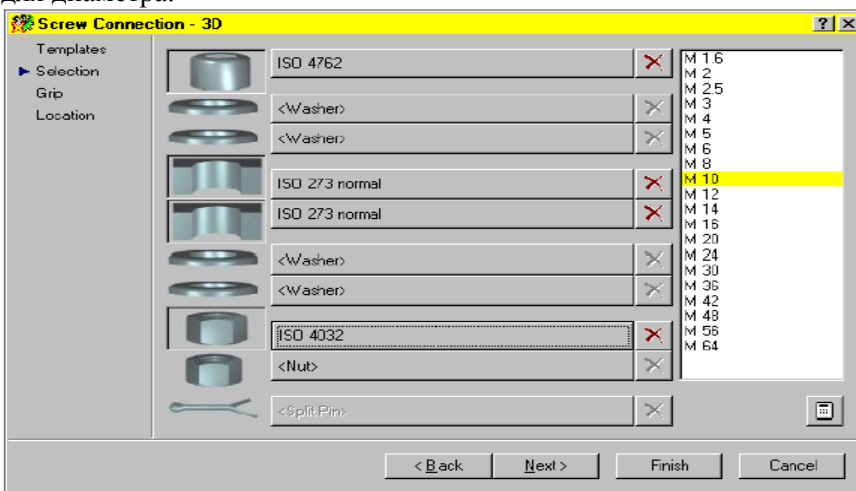
4 Повторите шаги 2 и 3, чтобы выбрать и определить следующие части:

Holes .  Through Cylindrical .  нормаль ISO 273

Holes .  Through Cylindrical .  нормаль ISO 273

Nuts .  Hex Nuts .  ISO 4032

После того, как Вы выберете и определите детали для винтового соединения, укажите размер для диаметра.



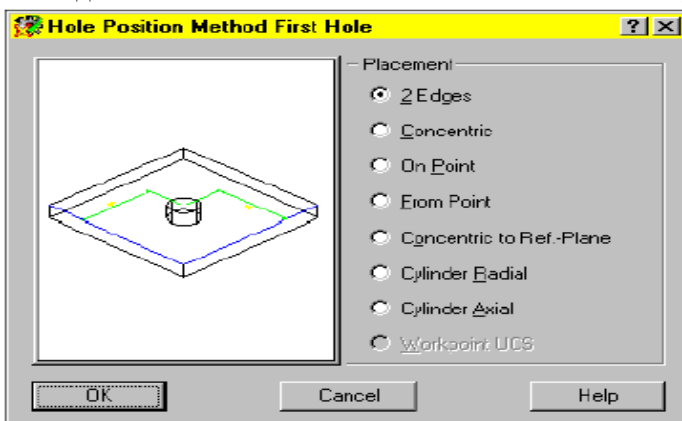
5 Укажите для диаметра M10.

Выберите Finish.

Отображено диалоговое окно Hole Position Method First Hole.

Определите метод размещения отверстия.

6 В диалоговом окне Hole Position Method First Hole, определите:



Placement: 2 Edges

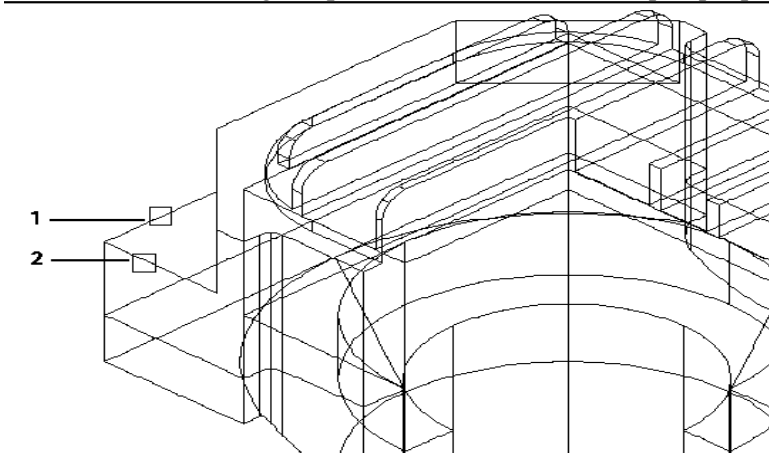


Ответьте ОК.

7 Ответьте на подсказки следующим образом:

Select first edge or planar face: *Укажите первое ребро (1)*

Select second edge or planar face: *Укажите второе ребро (2)*



Продолжите в командной строке.

Specify the hole location: *Укажите точку на грани, параллельно двум граням*

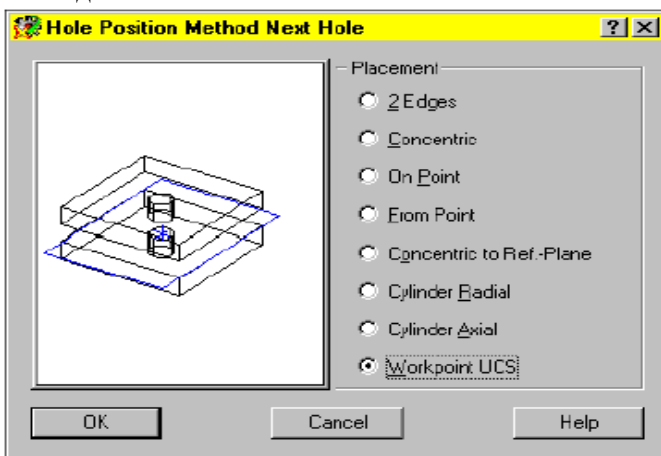
Enter distance from first geometry (highlighted)[Associate to/Equation assistant] <15.06>: *Введите 20*

Enter distance from second geometry (highlighted)[Associate to/Equation assistant] <23.05>: *Введите*

20

Hole termination [toPlane/Thru] <Thru>: *Нажмите ENTER*

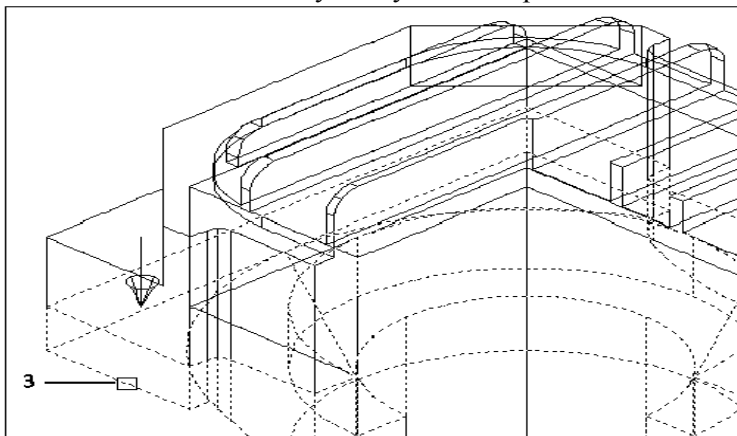
8 В диалоговом окне Hole Position Method Next Hole, определите:



Placement: Workpoint UCS

Выберите ОК.

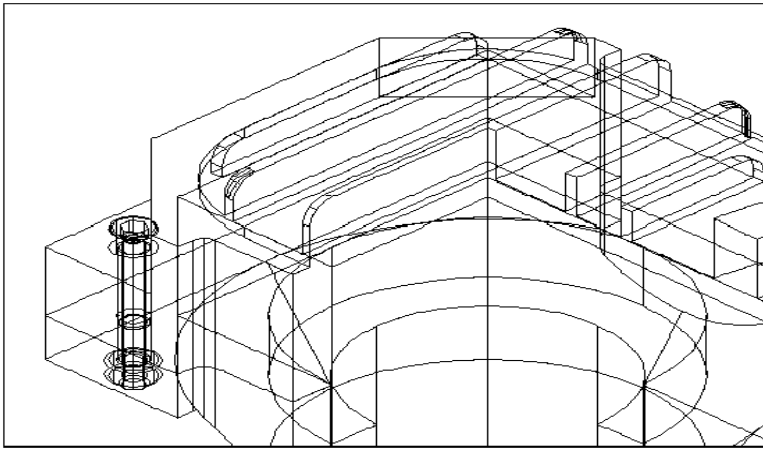
9 Ответьте на подсказку следующим образом:



Select next part to drill through: *Укажите нижнюю деталь (3)*

Продолжите в командной строке:

Hole termination [toPlane/Thru] <Thru>: *Нажмите ENTER-*



Винтовое соединение вставлено. Ваш рисунок должен выглядеть следующим образом:

### Вопросы для самоконтроля

1. Выбор типов крепежных соединений?
2. Выбор баз под крепежные соединения.
3. Способ вставки и привязки крепежных соединений.
4. Использование библиотеки крепежных соединений.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЯ №8

### Вычерчивание деталей сборок

#### Сборка частей

Вы можете создавать модели сборок частей из двух или более частей, или частей, сгруппированных в под сборки. Подобно телам части, части и под сборки являются строительными блоками.

Mechanical Desktop создает отдельные части и под сборки в сборках

В этой программе, Вы создадите модель сборки пары плоскогубцев из четырех частей. Три части созданы в файлах, на которые имеются внешние ссылки в файле сборки.

**Использование ссылок на внешние части создает правильно спроектированную сборку. Изменение внешних частей может быть выполнено из сборки или в их файлах.**

### Основные Концепции Сборок Части

Вы создаете сборки из частей, объединенных индивидуально или сгруппированных в под сборки. Mechanical Desktop объединяет эти индивидуальные части и под сборки в сборку в иерархической системе согласно соотношениям, определенным ограничениями.

Как и в моделировании части, параметрические соотношения позволяют Вам быстро обновлять (модифицировать) полную сборку в связи с изменениями в одной из ее частей.

Вы можете создавать 3-хмерные твердотельные модели сборки из двух или более частей или подборок. [1, глава 11, стр.348]

Подобно телам части, части и под сборки являются элементами блоков.

При создании сборок и подборок характерен следующий процесс, подобно процессу создания частей:

- ◆ Размещение сборки.
- ◆ Создание основной части.
- ◆ Создание других частей.
- ◆ Создание сборки и подборок.
- ◆ Анализ сборки.

- ◆ Изменение сборки по мере необходимости.

При создании файла сборки, Вы можете создавать ваши части в сборочном чертеже, или Вы можете ссылаться на внешние файлы.

Использование внешне упомянутых частей дает Вам большую гибкость в управлении вашей сборкой. При необходимости выполнения изменений к любой из ваших частей, Вы можете открыть отдельный файл части и сделать в нем изменения. Так как больше, чем один чертеж может быть открыт в одной сессии Mechanical Desktop, Вы можете сразу видеть эффект от ваших изменений в файле сборки. Вы можете также редактировать внешние ссылки изнутри файла сборки. Это особенно полезно в небольших сборках. В зависимости от ваших системных ресурсов, Вы можете редактировать внешние файлы отдельно, если они - часть большой сборки.

После того, как Вы собрали ваши части, Вы должны проверить сборку на пересекаемость. Вы можете также захотеть выполнить весовые расчеты ваших частей, чтобы гарантировать, что они структурно верны.

Наконец, Вы должны создать чертежи проекта. Чтобы упростить визуализацию вашего проекта, Вы можете захотеть скорректировать, или выделить вашу сборку и добавить следы для указания, как ваши части собираются вместе. Затем, Вы установите виды вашего чертежа и добавите информацию, типа справочных размеров и аннотаций для завершения чертежа перед его выводом.

## Начало Создания Сборки

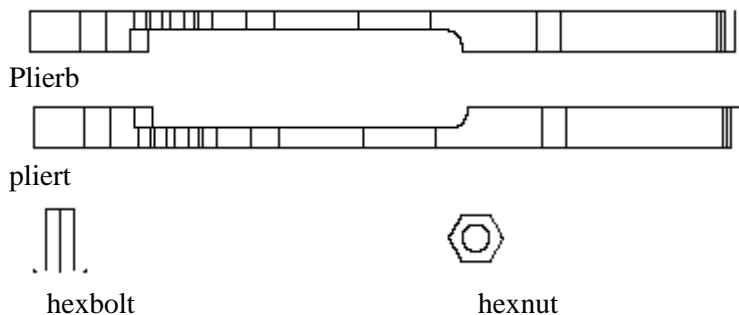
Создание сборки можно было бы начать в виде полного концептуального проекта. Вы можете знать, как части собраны, но Вы не можете знать все в деталях о каждой части.

Прежде, чем Вы начнете, решите, как Вы хотите скомпоновать вашу сборку.

- ◆ Начните с идеи проекта.
- ◆ Решите, надо ли Вы создавать новые части, или Вы можете использовать существующие части.
- ◆ Начните проектировать части.

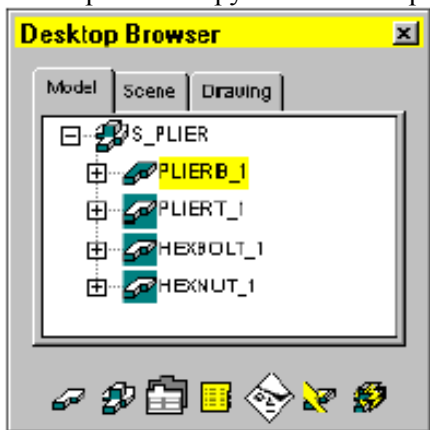
Заметьте, что каждому из внешних файлов предшествует значок, указывающий, является ли это файлом сборки, или частью.

1 Прикрепите и установите части HEXNUT и HEXBOLT к текущей сборке.



При установке каждой части каждая часть, Вы обращаетесь к Assembly Catalog. В списке Part и Subassembly Definitions, каждая приложенная часть отображена на белом фоне. Когда все части установлены в сборку, отвечают ОК.

Проанализируйте Навигатор. Четыре части вложены под определением сборки.



Каждая часть сопровождается номером. При создании копий части, каждая копия нумеруется, чтобы указать порядок, в котором Вы добавляли их к сборке

Заметьте, что pliert, hexbolt, и hexnut имеют за значками цветной фон. Это указывает, что части внешне упомянуты.

2 Перейдите к изометрическому виду вашего отображения.



Настольное Меню View . 3D Views . Front Left Isometric

Теперь Вы готовы начать процесс создания сборки.

## Сборка Частей

После того, как части или под сборки были созданы, Вы наложите ограничения для установки их относительно друг друга. Каждый раз при наложении ограничения к части, Вы устраняете некоторые степени свободы (DOF). Число степеней свободы определяет движение части в любом направлении; чем большее количество ограничений было наложено, тем меньше часть может перемещаться.

Символа степеней свободы иллюстрируют порядок установки части и как части могут перемещаться. Символы DOF показывают, сколько степеней свободы не решены и помогают Вам визуализировать и накладывать ограничения к частям.

Наложите многократные ограничения сборки на две части, чтобы полностью установить их относительно друг друга. Болт все еще может поворачиваться (степень свободы вращения не решена), но только пока болт и отверстие не будут выровнены по их осям, а грань болта - не совмещена с плоскостью отверстия; никакие другие ограничения не нужны.

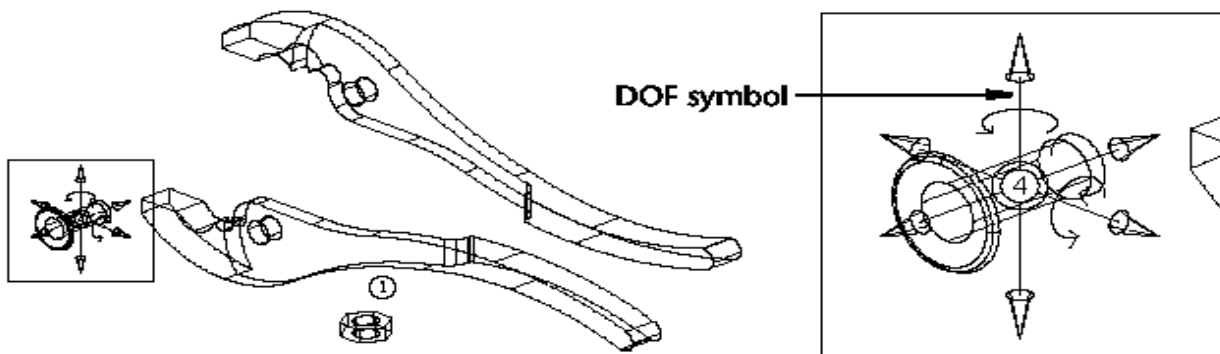
Так как части и их ограничения сборки параметрические, они могут быть отредактированы. Ограничения сборки, наложенные на каждую часть, постоянно сохраняются сборкой, что обеспечивает параметрическое обновление при изменениях частей.

Отображение символов DOF

1 Используя Навигатор, отобразите символ DOF для hexbolt\_1.

Навигатор Щелкните правой кнопкой мыши по hexbolt\_1, и укажите DOF Symbol.

Символ DOF отображен в центре hexbolt. Это указывает, что болт может двигаться в любом направлении.



1 Совместите части plierb и pliert, отвечая на подсказки.



Меню Контекста В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 3D Constraints . Mate.

Select first set of geometry: *Укажите внутреннюю грань plierb (5)*

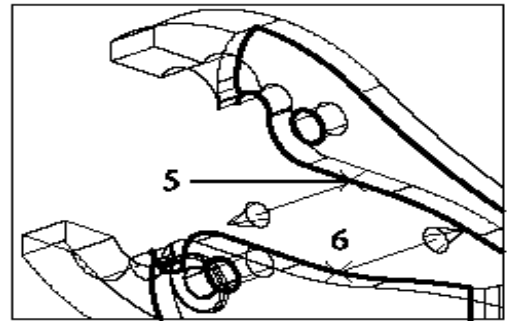
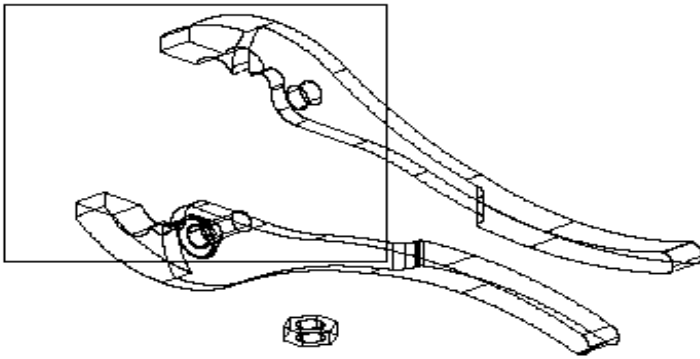
First set = Axis, (arc)

Select first set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <акцепт>: *Введите а, чтобы высветить грань*

First set = Plane

Enter an option [Clear/aXis/Point/Flip/cYcle] <акцепт>: *Введите у, чтобы перейти к следующей грани, или нажмите ENTER*

2 Select the second set of geometry to complete the mate constraint.



Select second set of geometry: *Укажите внутреннюю грань pliert (6)*

Second set = Axis, (arc)

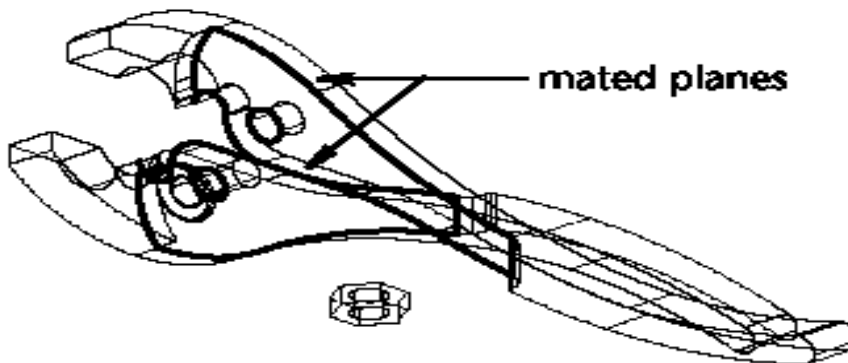
Select second set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <аccept>: *Введите а, чтобы высветить грань*

Second set = Plane

Enter an option [Clear/aXis/Point/Next/Flip/cYcle] <аccept>: *Введите у, чтобы перейти к внутренней грани, или нажмите ENTER*

Enter offset <0.0000>: *Нажмите ENTER*

Две части тела плоскогубцев - теперь помещены по плоскости по соответствующим граням.



Совмещение частей по их осям

1 Присоедините часть hexbolt к части plierb по их осям, отвечая на подсказки.



Меню Контекста В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 3D Constraints . Mate.

Select first set of geometry: *Укажите отверстие под болт в pliert (7)*

First set = Axis, (arc)

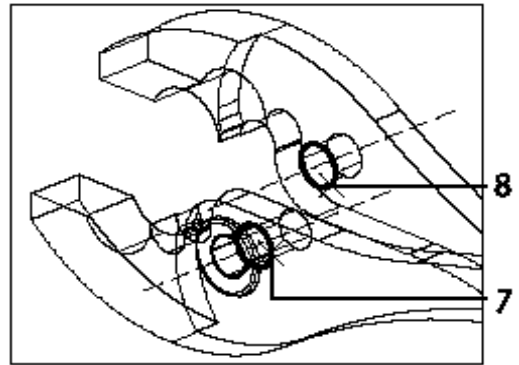
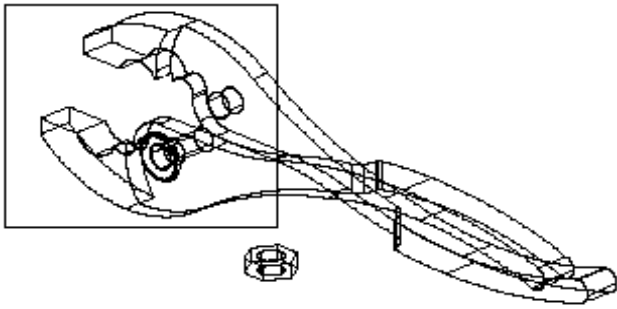
Select first set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <аccept>: *Нажмите ENTER*

Select second set of geometry: *Укажите отверстие под болт plierb (8)*

Second set = Axis, (arc)

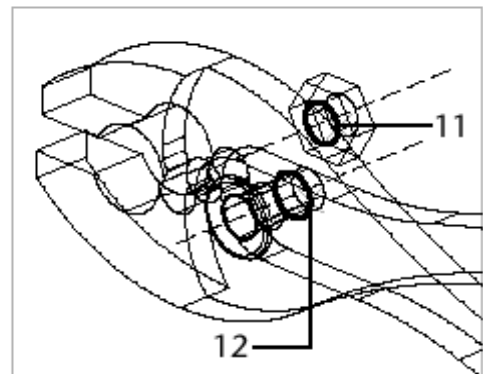
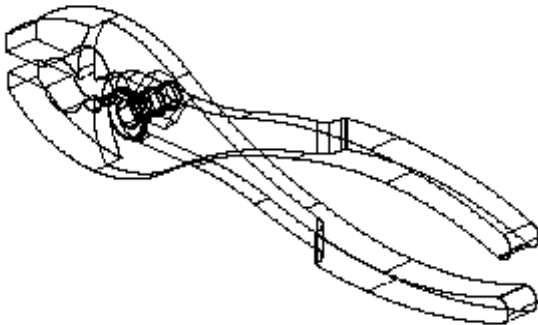
Select second set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <аccept>: *Нажмите ENTER*

Enter offset <0.0000>: *Нажмите ENTER*



Части теперь собраны.

- 2 Убедитесь, что части собраны правильно.



Настольное Меню View . 3D Views . Top

- 3 Вернитесь к изометрическому виду.



Настольное Меню View . 3D Views . Front Right Isometric

### Вопросы для самоконтроля

1. Отличие сборки от подборок
2. Редактирование сборок.
3. Способ ограничения частей сборки.
4. Осуществление компоновок сборок и подборок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев К. «Mechanical Desktop» Пособие пользователя. Казань 2000 г.
2. С.Б. Константинов «Автоматизация конструирования самолетов». Учебное пособие. М. Изд.МАИ. 1992г.
3. Труды ЦАГИ им. Н.Е Жуковского «Автоматизированное конструирование и изготовление тонкостенных деталей». Выпуск 2217. М. 1984г.
4. Труды ЦАГИ им. Н.Е Жуковского «Вопросы автоматизации конструирования в авиационной технике» Выпуск 1835. М. 1984г
5. С.Б. Константинов «Основные вопросы организации подсистемы автоматизированного конструирования элементов планера самолета». М. ВИНТИ 1982г.
6. С.Б Константинов «Структура и состав данных типовых операции конструирования, образующих обобщенный алгоритм работы конструктора при разработке элементов планера самолета». М. ВИНТИ. 1982г.
7. Интернет сайты:

**[www.autodesk.com](http://www.autodesk.com)**

**[www.hot.ee/su](http://www.hot.ee/su)**

**[www.nicask.ru](http://www.nicask.ru)**

**[www.csa.ru](http://www.csa.ru)**

**[www.cad.dp.ua](http://www.cad.dp.ua)**

**[www.autocad.ru](http://www.autocad.ru)**

**[www.bee-pitron.com](http://www.bee-pitron.com)**

**[www.manual.h1.ru](http://www.manual.h1.ru)**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1</b>	
СОВРЕМЕННЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ В АППАРАТНЫЕ СРЕД- СТВА АСК (СИСТЕМЫ CAD/CAM).....	4
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2</b>	
СОЗДАНИЕ ТЕЛ ПО ЭСКИЗАМ.....	6
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3</b>	
СОЗДАНИЕ ПОМЕЩАЕМЫХ ТЕЛ.....	8
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4</b>	
ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ДАННЫХ СТАНДАРТНЫХ ЧАСТЕЙ.....	13
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5</b>	
ВСТАВКА ОТВЕРСТИЙ, ИСПОЛЬЗУЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ ОСЕВОЙ МЕТОД РАЗ- МЕЩЕНИЯ.....	17
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6</b>	
ВСТАВКА ОТВЕРСТИЙ, ИСПОЛЬЗУЯ РАДИАЛЬНЫЙ МЕТОД РАЗМЕЩЕ- НИЯ.....	19
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7</b>	
ВСТАВКА КРЕПЕЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	21
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8</b>	
ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ СБОРОК.....	25
ЛИТЕРАТУРА.....	30