

# Комбинирование Деталей

Настоящее учебное пособие построено на методиках моделирования деталей сборок, изученных в предыдущих главах. В этой главе Вы создадите деталь и присоедините к ней тела, используя параметрические Булевы операции типа вычитания, объединения и пересечения для создания единой детали. Вы также изучите, как Обзорщик организует отображение сложных деталей.

В настоящем учебном пособии, Вы будете работать в режиме Single Part (одиночная деталь) для создания сложной детали, используемой в качестве компонента для внедорожного велосипеда. Вы сформируете деталь путем объединения нескольких тел с основной деталью.

## Ключевые термины

Термин	Определение
base part (базовая деталь)	Активная деталь с которой тело детали совмещается и, впоследствии, комбинируется.
Boolean modeling (Булевы операции)	Методика твердотельного моделирования, при которой два тела комбинируясь, формируют твердое тело. Булевы операции включают вычитание, объединение и пересечение. При вычитании один объем вычитается из другого, при объединении объединяются два твердых тела. Пересечение оставляет объем, общий для двух твердых тел.
combine Feature (комбинируемый элемент)	Параметрический элемент, получаемый при объединении, вычитании или пересечении базовой детали с телом.
complex part (сложная деталь)	Параметрическая деталь, содержащая одну или более параметрических деталей в качестве элементов.
Part Catalog (каталог детали)	Средства присоединения и каталогизации локальных и внешних деталей в Среде Моделирования Детали. Используйте ярлычки All и External для указания содержимого, которое может являться вхождением, быть скопированным, переименованным, удаленным, входить составной частью, удаленным, локализованным и сортируемым.
part definition (определение детали)	Содержит информацию по детали, включая ее название, геометрические данные, технические требования и параметры. Если Вы имеете многократное вхождение в деталь, сборка все равно будет содержать только одно определение детали.
part instance (вхождение детали)	Копия определения детали. Вхождение детали вставляется в рисунок и отображается как твердотельная модель на графическом экране. Когда определение детали изменяется, то же самое происходит со всеми его вхождениями. Названия вхождений детали отображаются в Обзорщике.

toolbody (тело)	Деталь, которая совмещена с основной деталью и используется затем для объединения, пересечения или вычитания объема из базовой детали. В среде Моделирования Детали, деталь, созданная после базовой детали, автоматически становится неиспользованным телом.
toolbody consumption (используемое тело)	Когда тело комбинируется с базовой деталью, вхождение тела исчезает с графического экрана и появляется как новый комбинированный элемент базовой детали в Обзорвателе.
toolbody rollback (откат тела)	Специальная опция команды AMEDITFEAT, которая дает Вам возможность изменить тело после того, как оно было использовано в качестве комбинируемого элемента.

## Краткий Обзор Урока

### Новые особенности в этом уроке

Новые элементы, включенные в эту обучающую программу

- Создание комбинированных деталей в среде Моделирования Детали.
- Использование Каталога Детали для управления внешними файлами детали.
- Использование внешних деталей в качестве тел.
- Предварительный просмотр Эскиза внешних деталей.
- Открытие внешней ссылки для редактирования.

Дополнительную информацию по новым и улучшенным элементам, см. главу 3, «Новые элементы» в руководстве «Начинаем работать».

Параметрические Булевы возможности Mechanical Desktop для комбинирования деталей совмещают гибкость и удобства моделирования. Для комбинирования двух деталей, Вы определяете для себя, которую деталь будете использовать в качестве базовой детали и делаете ее активной. Затем, Вы перемещаете тело в основную деталь, используя команды MOVE или ROTATE или сборочные зависимости. Вы будете использовать команду AMCOMBINE для вычитания, объединения или пересечения тела с базовой деталью.

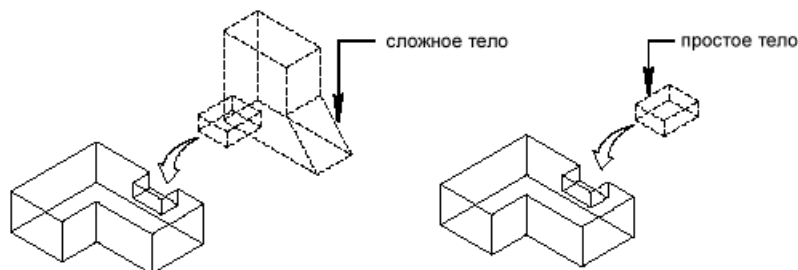
Вы можете комбинировать сколько угодно много тел с базовой деталью, но базовая деталь и тело должны быть вхождениями различных деталей. Другими словами, Вы не можете объединять деталь со своим вхождением.

Поскольку конечный результат - единственная деталь, Вы можете создавать комбинированные детали в режиме Single Part. Если Вы размещаете более одной детали в файле, дополнительные детали автоматически станут неиспользованными телами.

Для объединения тела с базовой деталью в файле сборки, обе детали должны присутствовать в этой активной сборке.

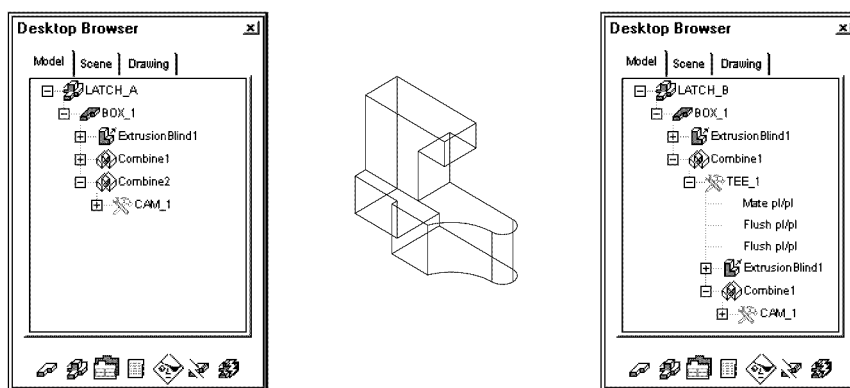
Когда Вы создаете сложную деталь, полные определения тел сохраняются в файле модели сборки. Во избежание создания чрезмерно больших файлов, используйте простые детали в качестве тел. В следующей иллюстрации, подсвеченные детали используются для вырезания паза. Результирующая деталь получается одинаковой, но

та, которая была создана сложным телом займет больше дискового пространства и операций редактирования элемента, типа вычитания паза, и будет идти дальше.



В Mechanical Desktop Вы можете создавать тела, которые содержат другие тела. Они называются *вложенными телами*. Однако, Вы можете достичь такого же результата без вложения тел.

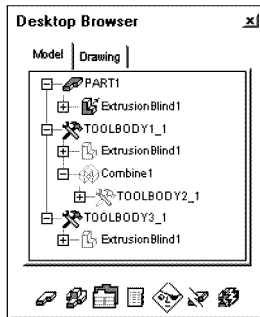
В следующей иллюстрации деталь выглядит одинаково, но деталь, отображаемая в Обзорщике слева проще для управления и имеет менее громоздкую структуру чем та, которая в Обзорщике справа.



Для редактирования CAM\_1 слева, Вы должны подсветить только одно тело. Вложенные тела, подобные тем что справа, обычно имеют более сложные зависимости и требуют нескольких обновлений детали после модификации.

## Работа в Режиме Single Part (Одиночной Детали)

Если Вы создаете комбинированные детали, Вы можете работать в режиме Single Part. В отдельном файле детали Вы можете иметь только одно определение детали, но Вы можете работать более, чем с одной деталью. Если Вы создаете или внешне ссылаетесь на более, чем одну деталь, дополнительные детали станут неиспользованными телами так, что Вы можете использовать их при комбинировании с первой деталью, созданной в рисунке.



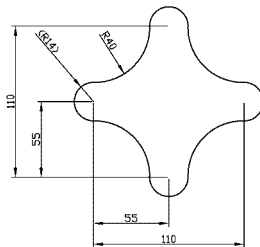
В Обозревателе выше, TOOLBODY1 и TOOLBODY3 являются неиспользованными телами. TOOLBODY2 – использованное тело, так как оно было объединено с TOOLBODY1.

## Создание Деталей

В настоящем учебном пособии, Вы создадите компонент подвески шасси для внедорожного бытового велосипеда. Деталь – распорная гильза. Вы создадите большинство элементов для этой детали путем создания единичной базовой формы. Затем, Вы создадите отдельные детали, которые будете использовать в качестве тел для добавления дополнительных элементов к основной форме.

Откройте файл *spacer.dwg* в папке *desktop\tutorial*. Этот рисунок содержит полностью ограниченный профиль основной формы распорной гильзы.

**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ** Сделайте резервную копию файлов учебных чертежей, чтобы Вы имели оригинальные файлы на случай ошибки. См. «Резервное Копирование Файлов Учебных Чертежей» на странице 7.



Для создания распорной гильзы, Вы начнете с выдавливания детали. Сначала изучите систему зависимостей эскиза.

### Для выдавливания детали

1. Изучите существующие зависимости.

**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 2D Constraints → Show Constraints.

**T1**

**Пиктограмма** Show Constraints

**Меню Desktop** Part → 2D Constraints → Show Constraints

**Команда** AMSHOWCON

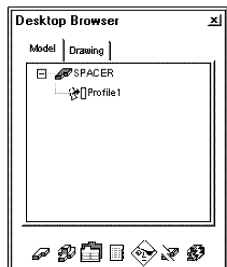
2. Выберите все.

Каждая дуга использует геометрические зависимости касательности и радиуса. Верхняя и нижняя внешняя дуги выровнены при помощи зависимости Значение X, а левая и правая внешние дуги используют зависимость Значение Y.

### 3. Нажмите ENTER.

Поскольку эта деталь сделана из алюминия, Вы должны выдавить ее с уклоном. Разверните структуру деталей, щелкая по пиктограмме «плюс» рядом с именем детали в Обзорщике. Обзорщик показывает существующую деталь SPACER, которая содержит неиспользованный профиль.

### 4. В Обзорщике, разверните SPACER. Под SPACER, выберите пиктограмму Profile1. Эскиз подсветится.

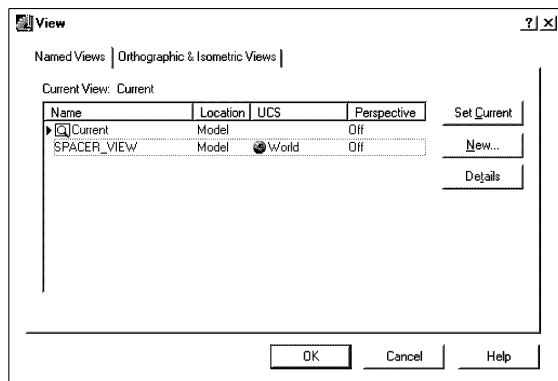


### 5. Перейдите к ранее сохраненному виду.



<b>Пиктограмма</b>	Named Views
<b>Меню Desktop</b>	View → Named Views
<b>Команда</b>	VIEW

### 6. В диалоговом окне View (Вид) выберите SPACER\_VIEW и выберите Set Current (Установить Текущим).



Нажмите OK.

### 7. Выдавите профиль.

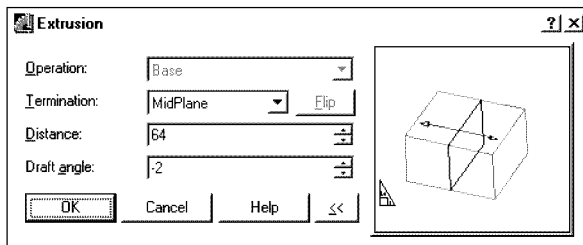


<b>Обзорщик</b>	Щелкните правой кнопкой мыши по Profile1 и выберите Extrude.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Sketched & Work Features → Extrude.
<b>Пиктограмма</b>	Extrude
<b>Меню Desktop</b>	Part → Sketched Features → Extrude
<b>Команда</b>	AMEXTRUDE

8. В диалоговом окне Extrusion (Выдавливание) укажите:

Distance: *Введите* **64**

Draft Angle: *Введите* **-2**



Нажмите OK.

Затем, откорректируйте параметры настройки системы так, чтобы Вы могли скрыть контурные линии вашей детали.

#### Для скрытия кромок силуэта

1. Установите системную переменную AutoCAD, которая управляет отображением контурных линий.

**Команда** DISPSILH

2. Ответьте на подсказку следующим образом:

Enter New value for DISPSILH <0>: *Введите* **1**

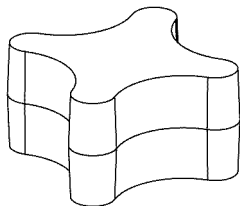
3. Скройте контурные линии.

**Пиктограмма** Hidden



**Меню Desktop** View → Hide

**Команда** HIDE



Распорная деталь имеет втулки в основании и выточку сверху. Далее, Вы используете два определения детали для построения тел. Вы скомбинируете эти тела с распорной деталью для создания втулки и выточки.

## Создание Определения Тела

Формы новых тел подобны форме профиля распорной детали. Самый простой способ создания тел состоит в использовании копий распорной детали для построения новых тел. Поскольку Вы не можете копировать определение базовой детали в Среде Моделирования Детали, Вы используете Каталог Детали для присоединения копии детали к текущему рисунку как определения тела.

1. Перейдите к каркасному отображению.



**Пиктограмма** 3D Wireframe  
**Меню Desktop** View → Shade → 3D Wireframe

2. Присоедините файл *boss.dwg* как тело. Этот рисунок является копией распорной детали.

**Обозреватель** Щелкните по кнопке Catalog.

**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Catalog.

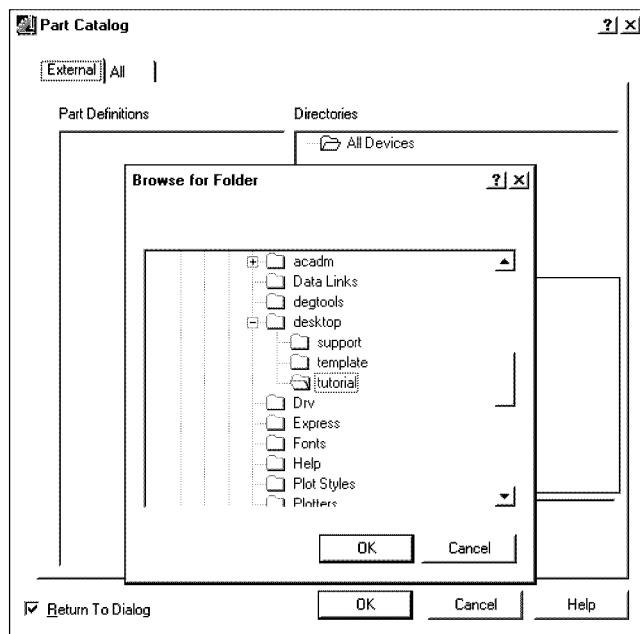


**Пиктограмма** Part Catalog  
**Меню Desktop** Part → Catalog  
**Команда** AMCATALOG

Убедитесь, что в Каталоге Детали выбрана опция Return to Dialog (Вернуться в Диалоговое Окно).

3. В ярлычке External (Внешний) щелкните правой кнопкой мыши в поле Directories (Каталоги) и выберите Add Directory (Добавить Каталог).

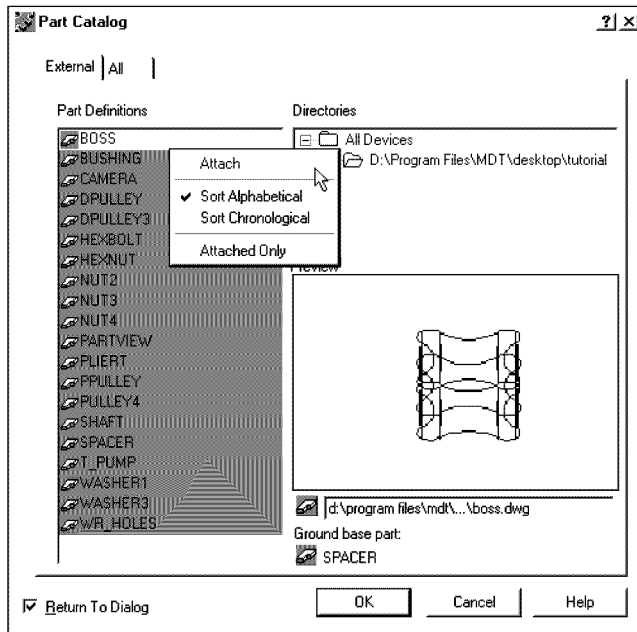
В диалоговом окне Browse for Folder (Найти Каталог) выберите папку, содержащую ваши рисунки учебного пособия.



Нажмите OK.

Поскольку Вы работаете в среде Моделирования Детали, Mechanical Desktop фильтрует детали и сборочные чертежи в вашем рабочем каталоге и отображает только файлы деталей. Перед именем рисунка находится пиктограмма предварительного просмотра детали. Если файл детали не содержит элементов, он имеет красную пиктограмму AutoCAD.

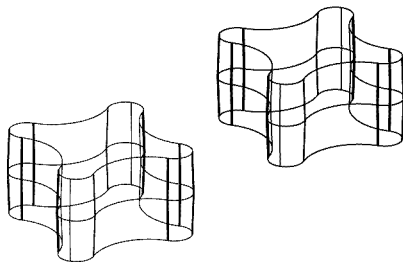
5. В поле Part Definitions (Определения Детали) Каталога Детали щелкните правой кнопкой мыши по BOSS и выберите Attach (Присоединить).



6. Ответьте на запросы следующим образом:

Specify new insertion point: *Укажите точку вверху слева от распорки*

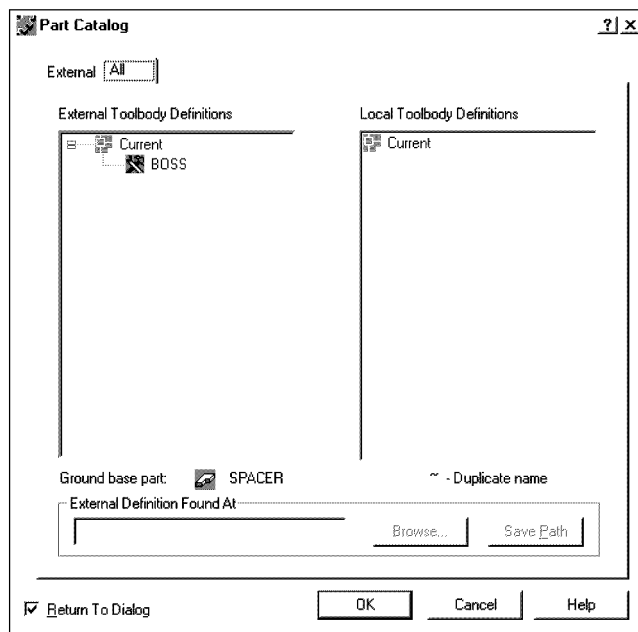
Specify insertion point for another instance or <continue> *нажмите ENTER*



Отображается Каталог Детали.

7. Выберите ярлычок All (Все). Тело Втулки находится в External Toolbody Definitions (Определения Внешних Тел).



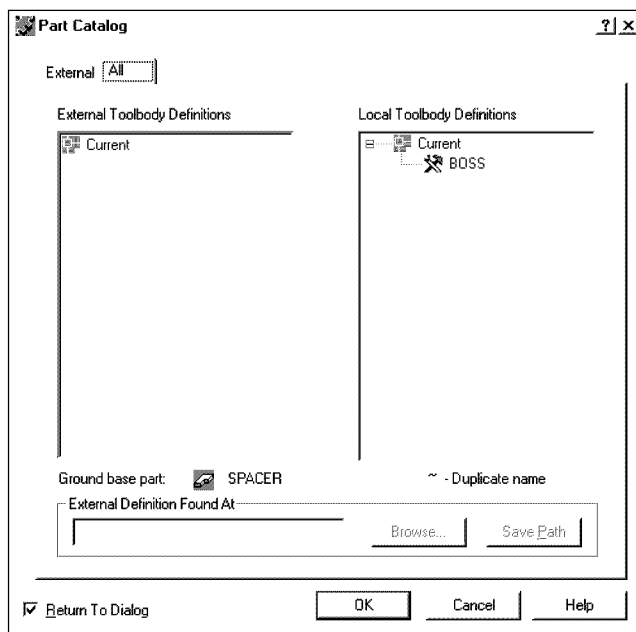


Затем, локализируйте и сделайте копию тела втулки для создания определения тела ВЫТОЧКИ.

**Для локализации внешнего тела и копирования его определения**

1. Щелкните правой кнопкой мыши по BOSS1 под External Toolbody Definitions (Определения Внешних Тел) и выберите Localize (Локализовать).

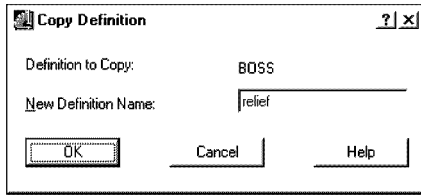
Втулка теперь появилась под Local Toolbody Definitions (Определения Локальных Тел).



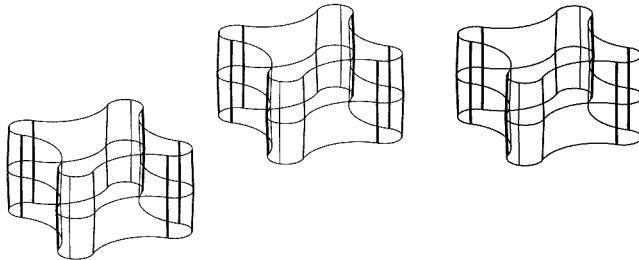
Затем, скопируйте определение тела втулки для создания тела выточки.

2. Под Local Toolbody Definitions (Определения Локальных Тел) щелкните правой кнопкой мыши по BOSS1 и выберите Copy Definition (Копировать Определение).

- В диалоговом окне Copy Definition (Копировать Определение), введите **relief** в Поле New Definition Name (Имя Нового Определения) и нажмите OK.

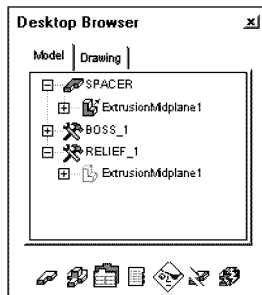


Переместите вхождение определения тела выточки направо от тела втулки и нажмите ENTER.



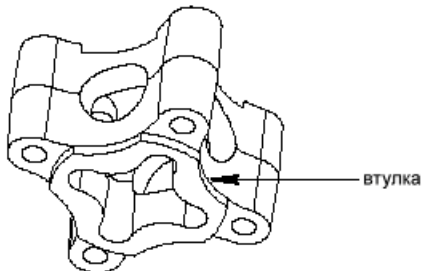
Новое определение тела выточки показывается в Каталоге Детали под Local Toolbody Definitions (Определения Локальных Тел). Нажмите OK.

Изучите Обзорщик. Он теперь содержит одну деталь и два неиспользованных тела.



Сохраните ваш файл.

Тело втулки на законченной распорной детали повторяет конфигурацию распорки, но его углы скруглены. Следующим шагом Вы скомбинируете цилиндр с телом втулки.



**Для создания тела цилиндра и комбинирования его с телом втулки**

1. Измените масштаб изображения тела втулки.



**Контекстное Меню** В графической области щелкните правой кнопкой мыши и выберите Zoom.

**Пиктограмма** Zoom

**Меню Desktop** View → Zoom → Realtime

**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ** Если Вы не уверены, какая деталь является телом втулки, щелкните по BOSS\_1 в Обзорщике. Тело втулки будет подсвечено.

2. Создайте новое определение тела.



**Обзорщик** Щелкните правой кнопкой мыши по на заднем плане и выберите New → Новый Part/ Toolbody.

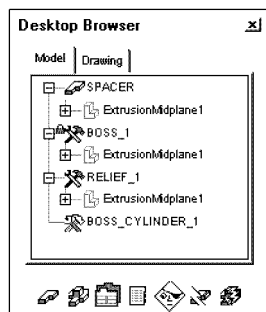
**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Toolbody → New Toolbody.

**Пиктограмма** New Toolbody

**Меню Desktop** Toolbody → Toolbody → New Toolbody

**Команда** AMNEW

3. В командной строке, введите **boss\_cylinder**. Новое название тела добавляется в Обзорщике.



4. Создайте круг возле тела втулки.



**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 2D Sketching → Circle.

**Пиктограмма** Circle

**Меню Desktop** Design → Circle → Center, Radius

**Команда** CIRCLE

5. Создайте профиль из эскиза.



**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Sketch Solving → Single Profile.

**Пиктограмма** Single Profile

**Меню Desktop** Design → Sketch Solving → Single Profile

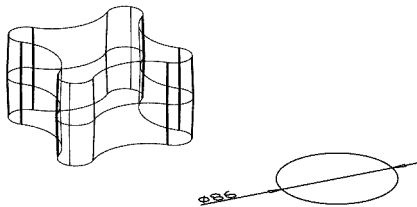
**Команда** AMPROFILE

6. Наложите зависимости на профиль.



<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Dimensioning → New Dimension.
<b>Пиктограмма</b>	New Dimension
<b>Меню Desktop</b>	Dimensioning → Dimensioning → New Dimension
<b>Команда</b>	AMPARDIM

7. Выберите круг и введите размер **86**.



8. Выдавите профиль.



<b>Обозреватель</b>	Щелкните правой кнопкой мыши по Profile1 и выберите Extrude.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Sketched & Work Features → Extrude.
<b>Пиктограмма</b>	Extrude
<b>Меню Desktop</b>	Part → Sketched Features → Extrude
<b>Команда</b>	AMEXTRUDE

9. В диалоговом окне Extrusion Feature (Элемент Выдавливания) укажите:

Termination: Blind

Distance: Введите **5**

Draft Angle: Введите **2**

Нажмите ОК.

Затем, Вы используете сборочные зависимости для размещения цилиндра под телом BOSS\_1. Далее, Вы используете Булеву операцию пересечения для комбинирования этих двух деталей.

Для совмещения цилиндра с телом втулки, Вы создадите две зависимости соединения-по-линии. Тщательно следите за подсказками, используя иллюстрации для правильного выбора кромок детали.

#### Для совмещения детали с телом выточки

1. Создайте зависимость соединения.



<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 3D Constraints → Mate.
<b>Пиктограмма</b>	Mate
<b>Меню Desktop</b>	Assembly → 3D Constraints → Mate
<b>Команда</b>	AMMATE

2. Ответьте на запросы следующим образом:

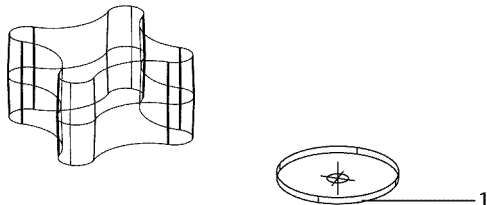
Select first Set of geometry: Выберите нижнюю кромку цилиндра (1)

First Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/Face/Point/cYcle] <accept>: Введите **p**

First Set = Point, (arc)

Select first Set or [Clear/aXis/Face/cYcle] <accept>: *нажмите* ENTER



Select second Set of geometry: Выберите дугу (2)

Second Set = Axis, (arc)

Select second Set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <accept>: Введите **p**

Second Set = Point, (arc)

Select second Set or [Clear/aXis/fAce/cYcle] <accept>: Выберите дугу (3)

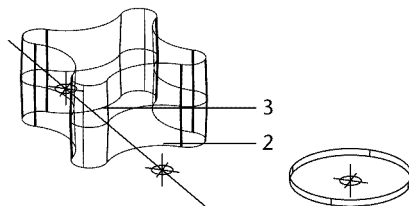
Second Set = Plane, (arc)

Enter an option [Clear/aXis/Flip/cYcle] <accept>: Введите **y**

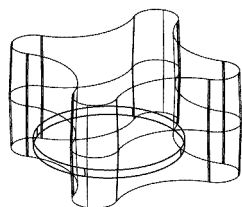
Second Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/fAce/Midpoint/cYcle] <accept>: *нажмите* ENTER

Enter offset <0>: *нажмите* ENTER



Центр цилиндра совмещается с линией, проходящей между центрами двух дуг распорной детали.



3. Переместите цилиндр в сторону от втулки, чтобы было проще выбирать геометрию.

**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 2D Sketching → Move.



**Пиктограмма** Move

**Меню Desktop** Modify → Move

**Команда** MOVE

4. Ответьте на следующие запросы:

Select Objects: *Укажите цилиндр*

Select Objects: *нажмите ENTER*

Base point or displacement: *Укажите точку*

Second point of displacement: *Укажите вторую точку*

5. Создайте вторую зависимость соединения-по-линии.



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

**Пиктограмма** Mate

**Меню Desktop** Assembly → 3D Constraints → Mate

**Команда** AMMATE

2. Ответьте на запросы следующим образом:

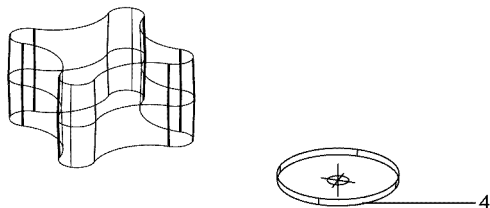
Select first Set of geometry: *Выберите нижнюю кромку цилиндра (4)*

First Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/Face/Point/cYcle] <accept>: *Введите p*

First Set = Point, (arc)

Select first Set or [Clear/aXis/Face/cYcle] <accept>: *нажмите ENTER*



Select second Set of geometry: *Выберите дугу (5)*

Second Set = Axis, (arc)

Select second Set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <accept>: *Введите p*

Second Set = Point, (arc)

Select second Set or [Clear/aXis/fAce/cYcle] <accept>: *Выберите дугу (6)*

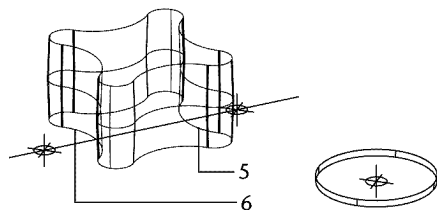
Second Set = Plane, (arc)

Enter an option [Clear/aXis/Flip/cYcle] <accept>: *Введите y*

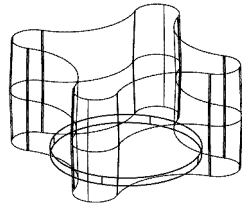
Second Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/fAce/Midpoint/cYcle] <accept>: *нажмите ENTER*

Enter offset <0>: *нажмите ENTER*



Центр цилиндра совмещается с линией, проходящей между центрами двух дуг втулки. Вместе, две зависимости соединения позиционируют цилиндр под втулкой. Центр цилиндра совпадает с центром втулки.



Сейчас Вы готовы комбинировать тело втулки с цилиндром. Поскольку тело втулки является базовой деталью в Булевых операциях, Вы должны сделать ее активной.

#### Для создания комбинированного элемента

1. Активизируйте BOSS\_1.



<b>Обозреватель</b>	Щелкните правой кнопкой мыши по на заднем плане и выберите Activate Toolbody.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Choose Toolbody → Activate Toolbody.
<b>Пиктограмма</b>	Activate Toolbody
<b>Меню Desktop</b>	Toolbody → Toolbody → Activate Toolbody
<b>Команда</b>	AMNEW

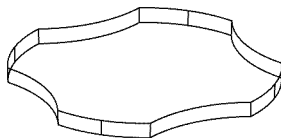
2. Комбинируйте тело и цилиндр



<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите, Extrude Features → Combine.
<b>Пиктограмма</b>	Combine
<b>Меню Desktop</b>	Design → Extrude Features → Combine
<b>Команда</b>	AMCOMBINE

3. Ответьте на запросы следующим образом:

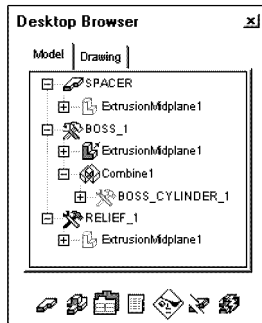
Enter parametric boolean operation [Cut/Intersect/Join] <Cut>: Введите i  
Select part (toolbody) to use for intersecting: Выберите цилиндр



Сохраните ваш файл.

## Работа с Комбинированными Элементами

Обозреватель теперь показывает, что тело втулки имеет комбинированный элемент. Цилиндр втулки - тело в комбинированном элементе.



Следующим шагом будет наложение зависимостей и комбинирование тела втулки с распорной деталью.

### Для наложения зависимостей и комбинирования тела с базовой деталью

1. Активизируйте SPACER.

**Обозреватель** Щелкните правой кнопкой мыши по пиктограмме SPACER и выберите Activate Part.

**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Part → Activate Part.



**Пиктограмма** Activate Part

**Меню Desktop** Part → Part → Activate Part

**Команда** AMACTIVATE

2. Наложите зависимость соединения на тело втулки и распорную деталь.

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



**Пиктограмма** Mate

**Меню Desktop** Assembly → 3D Constraints → Mate

**Команда** AMMATE

3. Ответьте на запросы следующим образом:

Select first Set of geometry: Выберите верхнюю кромку тела втулки (1)

First Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <accept>: Введите **p**

First Set = Point, (arc)

Select first Set or [Clear/aXis/fAce/cYcle] <accept>:

Выберите противоположную кромку тела втулки (2)

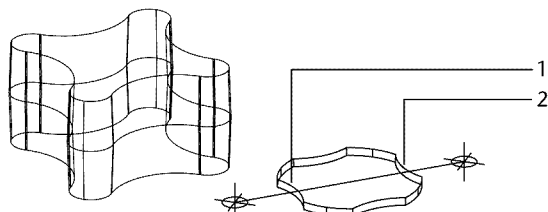
First Set = Plane, (arc)

Enter an option [Clear/aXis/Flip/cYcle] <accept>: Введите **y**



First Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/fAce/Midpoint/cYcle] <accept>: *нажмите ENTER*



Select second Set of geometry: *Выберите верхнюю правую кромку тела втулки (3)*

First Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/fAce/Point/cYcle] <accept>: *Введите p*

First Set = Point, (arc)

Select first Set or [Clear/aXis/fAce/cYcle] <accept>:

*Выберите противоположную кромку распорки (4)*

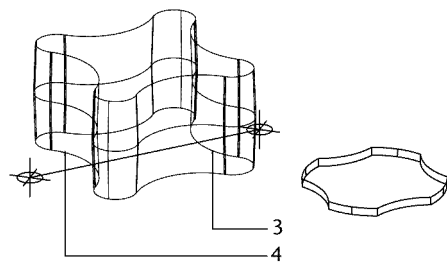
First Set = Plane, (arc)

Enter an option [Clear/aXis/Flip/cYcle] <accept>: *Введите y*

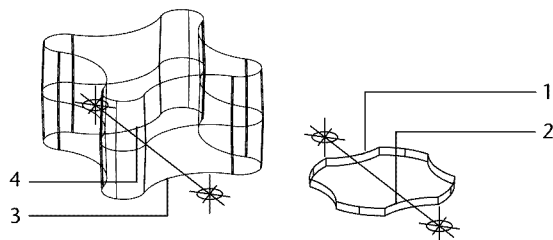
First Set = Axis, (arc)

Select first Set or [Clear/fAce/Midpoint/cYcle] <accept>: *нажмите ENTER*

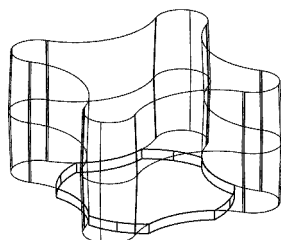
Enter offset <0>: *нажмите ENTER*



4. Переместите тело втулки и повторите шаги 2 и 3 для второй зависимости. Убедитесь, что выбрали верхние кромки тела втулки.



Тело втулки теперь выровнено с распорной деталью.



5. Комбинируйте распорную деталь и тело втулки.



**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите, Extrude Features → Combine.

**Пиктограмма** Combine

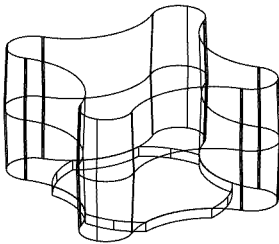
**Меню Desktop** Design → Extrude Features → Combine

**Команда** AMCOMBINE

3. Ответьте на запросы следующим образом:

Enter parametric boolean operation [Cut/Intersect/Join] <Cut>: *Введите j*

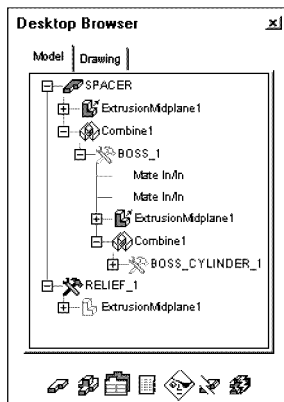
Select part (toolbody) to be joined:: *Выберите тело втулки*



Сохраните ваш файл.

## Создание Тела Выточки

Обозреватель теперь показывает вложенную конструкцию тел. Тело цилиндра – объединено с элементом тела втулки, а тело втулки – объединено с элементом распорной детали.



Далее, Вы создадите тело выточки, для вырезания материала из распорной детали.

1. Измените масштаб изображения тела выточки.



**Контекстное Меню** В графической области щелкните правой кнопкой мыши и выберите Zoom.

**Пиктограмма** Zoom

**Меню Desktop** View → Zoom → Realtime

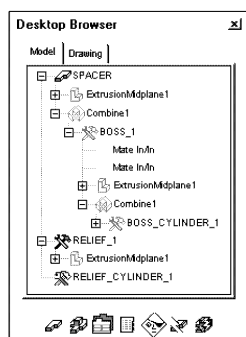
**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ** Если Вы не уверены, какая деталь является телом втулки, щелкните по RELIEF\_1 в Обзорщике. Тело будет подсвечено.

- Создайте новое тело с именем RELIEF\_CYLINDER.



<b>Обзорщик</b>	Щелкните правой кнопкой мыши по на заднем плане и выберите New → New Part / Toolbody.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Toolbody → New Toolbody.
<b>Пиктограмма</b>	New Toolbody
<b>Меню Desktop</b>	Toolbody → Toolbody → New Toolbody
<b>Команда</b>	AMNEW

- В командной строке, введите **relief\_cylinder**. Новое название детали будет добавлено в Обзорщик.



#### Для создания новой детали

- Создайте круг.



<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 2D Sketching → Circle.
<b>Пиктограмма</b>	Circle
<b>Меню Desktop</b>	Design → Circle → Center, Radius
<b>Команда</b>	CIRCLE

- Создайте профиль из эскиза.



<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Sketch Solving → Single Profile.
<b>Пиктограмма</b>	Single Profile
<b>Меню Desktop</b>	Design → Sketch Solving → Single Profile
<b>Команда</b>	AMPROFILE

- Наложите зависимости на профиль.



<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Dimensioning → New Dimension.
<b>Пиктограмма</b>	New Dimension
<b>Меню Desktop</b>	Dimensioning → Dimensioning → New Dimension
<b>Команда</b>	AMPARDIM

4. Выберите круг и введите размер **90**.

5. Выдавите профиль.

**Обозреватель** Щелкните правой кнопкой мыши по Profile1 и выберите Extrude.

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



**Пиктограмма** Extrude

**Меню Desktop** Part → Sketched Features → Extrude

**Команда** AMEXTRUDE

9. В диалоговом окне Extrusion Feature (Элемент Выдавливания) укажите:

Termination: Blind

Distance: Введите **10**

Draft Angle: Введите **2**

Нажмите ОК.

Затем, Вы разместите цилиндр на верхней части RELIEF\_1, используя сборочные зависимости также, как Вы делали для цилиндра втулки. Когда Вы будете выбирать геометрию для зависимостей, убедитесь, что выбрали верхние кромки цилиндра выточки и тела выточки.

#### Для наложения зависимостей на тела

1. Используйте две зависимости соединения для совмещения тел.

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



**Пиктограмма** Mate

**Меню Desktop** Assembly → 3D Constraints → Mate

**Команда** AMMATE



2. После добавления зависимости, активизируйте RELIEF\_1.

**Обозреватель** Щелкните правой кнопкой мыши по RELIEF\_1 и выберите Activate Toolbody.

**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Choose Toolbody → Activate Toolbody.



**Пиктограмма** Activate Toolbody

**Меню Desktop** Toolbody → Toolbody → Activate Toolbody

**Команда** AMNEW

3. Комбинируйте цилиндр выточки и тело выточки.



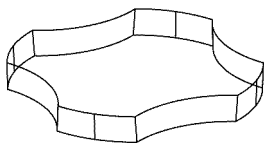
**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите, Extrude Features → Combine.

**Пиктограмма** Combine

**Меню Desktop** Design → Extrude Features → Combine

**Команда** AMCOMBINE

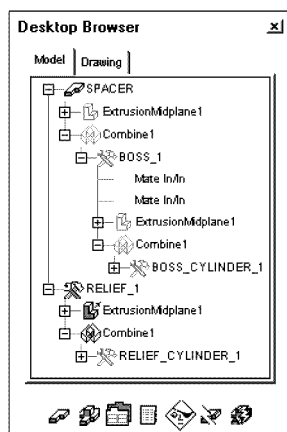
4. Выберите Intersect и выберите цилиндр выточки как тело.



Сохраните ваш файл.

## Комбинирование Тела с Распоркой

В Обозревателе, убедитесь, что тело выточки имеет комбинированный элемент, который содержит тело цилиндра выточки.



### Для комбинирования тела с распоркой

1. Активизируйте распорную деталь.

**Обозреватель** Щелкните правой кнопкой мыши по пиктограмме SPACER и выберите Activate Part.

**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Part → Activate Part.



**Пиктограмма** Activate Part

**Меню Desktop** Part → Part → Activate Part

**Команда** AMACTIVATE

2. Используйте сборочные зависимости также, как Вы совмещали тело выточки с распорной деталью.



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

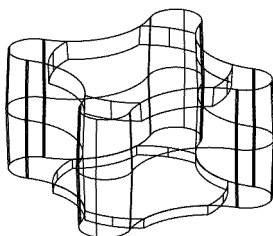
**Пиктограмма** Mate

**Меню Desktop** Assembly → 3D Constraints → Mate

**Команда** AMMATE

Когда Вы будете комбинировать распорную деталь с телом выточки в шаге 3, Вы вырежете из распорной детали тело. Поэтому, убедитесь, что совместили тело и распорную деталь по высоте.

После наложения зависимостей на тело выточки ваша модель должна выглядеть следующим образом:



3. Комбинируйте распорную деталь и тело выточки.



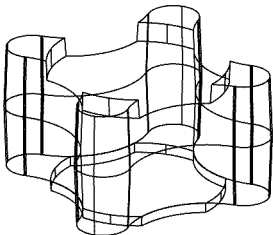
**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите, Extrude Features → Combine.

**Пиктограмма** Combine

**Меню Desktop** Design → Extrude Features → Combine

**Команда** AMCOMBINE

4. Выберите Cut и выберите тело выточки.



Сохраните ваш файл.

## Добавление Облегчающих Отверстий

Распорная гильза – ответственный компонент шасси, так что ее вес должен быть сведен к минимуму. Для достижения этого, Вы вырежете облегчающие отверстия в детали. Производитель детали предлагает распорные гильзы разных размеров с облегчающими отверстиями разного размера. Использование параметрических Булевых операций – идеальный путь к получению модели, потому что легко заменить одну комбинацию элементов другой.

Файл *spacer.dwg* уже содержит геометрию, из которой Вы должны создать элементы выдавливания для сокращения веса и которая вырезает материал из середины распорной детали. Внешний файл содержит деталь, которую Вы будете использовать для удаления материала из каждой из четырех сторон распорной детали.

Сначала, Вы присоедините внешний файл.

#### Для минимизации веса детали, используя внешнее тело

1. Присоедините тело облегчающего отверстия.



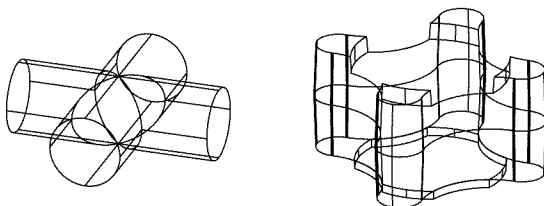
<b>Обозреватель</b>	Щелкните по кнопке Catalog.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Catalog.
<b>Пиктограмма</b>	Part Catalog
<b>Меню Desktop</b>	Toolbody → Catalog
<b>Команда</b>	AMCATALOG

2. Выберите ярлычок External (Внешний). Отключите переключатель Return to Dialog (Вернуться в Диалоговое Окно). Щелкните правой кнопкой мыши по WR\_HOLES и выберите Attach (Присоединить).

3. Ответьте на запросы следующим образом:

Specify New insertion point: *Укажите точку слева от распорной детали*

Specify insertion point for another instance or <continue> *нажмите ENTER*



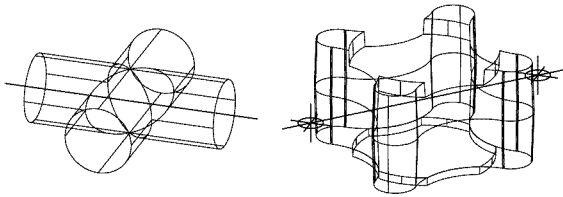
Распорная деталь создана как элемент выдавливания от середины плоскости. Поэтому, *линия разделения* проявляется как профиль, проходящий по середине детали. Когда Вы привяжите облегчающий элемент выдавливания к распорной детали, Вы выберете геометрию линии разделения.

4. Наложите зависимости на эти две детали.

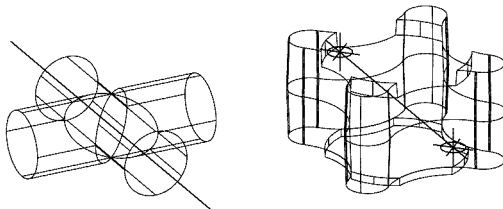


<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 3D Constraints → Mate.
<b>Пиктограмма</b>	Mate
<b>Меню Desktop</b>	Assembly → 3D Constraints → Mate
<b>Команда</b>	AMMATE

5. Совместите ось одного из облегчающих выдавленных цилиндров с линией, которая проходит через центры дуг распорной детали. Используйте точку при указании оси, как Вы делали в предыдущей зависимости соединения.



6. Используйте следующую зависимость соединения для совмещения оси второго выдавленного облегчающего цилиндра с линией, которая проходит через центры дуг распорной детали.



7. Убедитесь, что распорная деталь является активной и скомбинируйте эти две детали.



**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите, Extrude Features → Combine.

**Пиктограмма** Combine

**Меню Desktop** Design → Extrude Features → Combine

**Команда** AMCOMBINE

8. Для вырезания облегчающих элементов выдавливания из распорной детали, выберите Cut и укажите облегчающий элемент выдавливания в качестве тела.

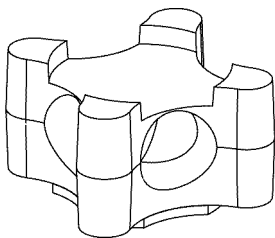
9. Удалите невидимые линии.



**Пиктограмма** Hidden

**Меню Desktop** View → Hide

**Команда** HIDE



Сохраните ваш файл.

Облегчающее отверстие расположено очень близко к выточке. Для уравнивания, отверстия должны располагаться по центру распорной детали. Чтобы оставить достаточно материала между отверстиями и выточкой, Вы должны уменьшить глубину выточки и диаметра отверстий.

Для проведения изменений, Вы отредактируете вложенное тело цилиндра выточки и уменьшите его расстояние выдавливания.

**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ** Когда Вы редактируете более сложные детали, иногда проще выбирать команды из меню или инструментальных панелей вместо поиска элемента в Обзорвателе и использовании его меню.



## Для центрирования облегчающих отверстий

1. Возвратитесь каркасному отображению.



**Пиктограмма** 3D Wireframe  
**Меню Desktop** View → Shade → 3D Wireframe

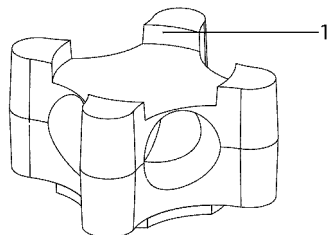
2. Восстановите тело выточки.



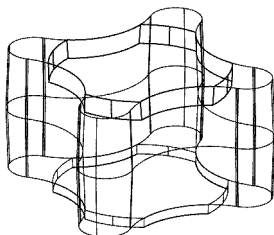
**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Edit Features → Edit.  
**Пиктограмма** Edit Features  
**Меню Desktop** Part → Edit Feature  
**Команда** AMEDITFEAT

3. Ответьте на запросы следующим образом:

Enter an option [Independent Array instance/Sketch/surfCut/Toolbody/select Feature] <select Feature>: Введите **t**  
 Select parametric boolean to Edit: Выберите кромку тела выточки (1)  
 Enter an option [Accept/Next] <Акцепт>:  
 Когда тело выточки подсветится нажмите ENTER



Mechanical Desktop восстанавливает тело и отображает его в положении, привязанном к распорной детали. Тело выточки активно и содержит тело цилиндра выточки.



4. Восстановите цилиндр выточки.

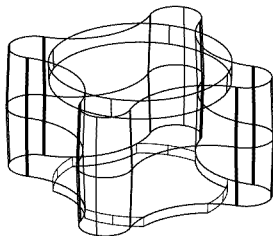


**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Edit Features → Edit.  
**Пиктограмма** Edit Features  
**Меню Desktop** Part → Edit Feature  
**Команда** AMEDITFEAT

5. Ответьте на подсказку следующим образом:

Enter an option [Independent Array instance/Sketch/surfCut/Toolbody/select Feature] <select Feature>: Введите **t**

Mechanical Desktop восстанавливает тело цилиндра выточки и отображает его в положении, привязанном к телу выточки.



6. Измените толщину цилиндра выточки.



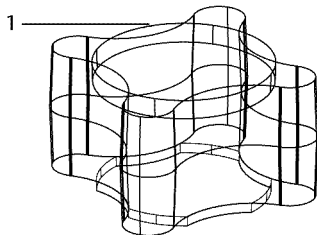
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Edit Features → Edit.
<b>Пиктограмма</b>	Edit Features
<b>Меню Desktop</b>	Part → Edit Feature
<b>Команда</b>	AMEDITFEAT

7. Ответьте на подсказку следующим образом:

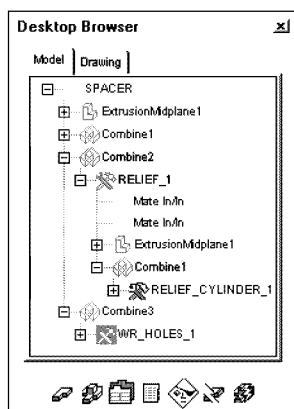
Enter an option [Independent Array instance/Sketch/surfCut/Toolbody/select Feature] <select Feature>: Выберите цилиндр (1)

В диалоговом окне Extrusion (Выдавливание) измените расстояние на **5**. Затем нажмите OK и продолжите в командной строке.

Select object: Нажмите ENTER



9. Обратите внимание, что в Обозревателе тело выточки и тело цилиндра выточки имеет желтый фон. Это указывает, что они должны быть обновлены.



10. Обновите детали.

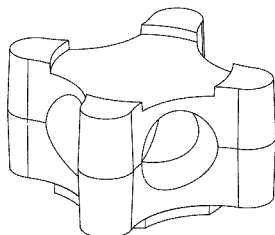
<b>Обозреватель</b>	Щелкните по пиктограмме Update Part.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Update Part
<b>Пиктограмма</b>	Update Part
<b>Меню Desktop</b>	Part → Update Part
<b>Команда</b>	AMUPDATE



#### 11. Ответьте на запросы следующим образом:

Toolbody Updates Pending: 2

Enter an option [Full/stEp/posiTiOning] <Full>: *нажмите ENTER для обновления  
обоих деталей*



Затем, Вы измените диаметр облегчающих отверстий. Поскольку тело является внешней ссылкой, Вы активизируете ее первой. Затем Вы измените диаметры цилиндров.

#### Для редактирования облегчающих цилиндров

1. Подсветите облегчающие цилиндры так, чтобы Вы могли их редактировать.
2. Отредактируйте диаметры обоих облегчающих цилиндров.

<b>Обозреватель</b>	Щелкните по пиктограмме Update Part.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Update Part
<b>Пиктограмма</b>	Update Part
<b>Меню Desktop</b>	Part → Update Part
<b>Команда</b>	AMUPDATE



#### 3. Ответьте на запросы следующим образом:

Enter an option [Independent Array instance/Sketch/surfCut/Toolbody/select Feature] <select Feature>: *Введите t*

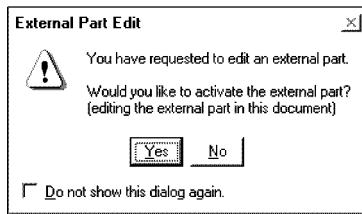
Select parametric boolean to Edit: *Укажите один из цилиндров*

4. Активизируйте тело облегчающих цилиндров.

<b>Обозреватель</b>	Щелкните правой кнопкой мыши по WR_HOLES и выберите Activate Toolbody.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Choose Toolbody → Activate Toolbody.
<b>Пиктограмма</b>	Activate Toolbody
<b>Меню Desktop</b>	Toolbody → Toolbody → Activate Toolbody
<b>Команда</b>	AMACTIVATE



5. Выберите Yes в диалоговом окне External Part Edit (Редактирование Внешней Детали).



6. Измените диаметр одного из цилиндров.



**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Edit Features → Edit.

**Пиктограмма** Edit Features

**Меню Desktop** Part → Edit Feature

**Команда** AMEDITFEAT

7. Ответьте на запросы следующим образом:

Enter an option [Independent Array instance/Sketch/surfCut/Toolbody/select Feature] <select Feature>: *Укажите цилиндр*

8. Нажмите OK для выхода из диалогового окна Extrusion (Выдавливание) и продолжите в командной строке.

Select object: *Укажите диаметральный размер*

Enter Dimension value <42>: *Введите 35*

Solved fully constrained sketch.

Select object: *нажмите ENTER*

9. Повторите шаги с 6 по 8 для соседнего цилиндра.

Затем, подтвердите ваши изменения во внешнем файле и обновите вашу комбинированную деталь.

**Для подтверждения изменений во внешнем файле**

1. Обновите внешнюю деталь.

**Обозреватель** Щелкните по пиктограмме Update Part.

**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Update Part



**Пиктограмма** Update Part

**Меню Desktop** Part → Update Part

**Команда** AMUPDATE

2. Ответьте на запросы следующим образом:

Enter an option [Active Part/Full/Commit/Links] <Active Part>: *Введите c*

Save the changes to the External Part file? [Yes/No] <Yes>: *нажмите ENTER*

3. Обновите комбинированную деталь.

<b>Обозреватель</b>	Щелкните по пиктограмме Update Part.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Update Part
<b>Пиктограмма</b>	Update Part
<b>Меню Desktop</b>	Part → Update Part
<b>Команда</b>	AMUPDATE

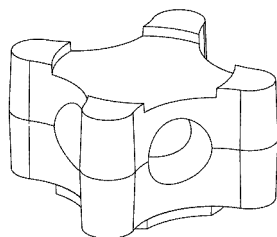


4. Ответьте на запросы следующим образом:

Enter an option [Full/posiTioning] <Full>: *Нажмите ENTER*

5. Удалите невидимые линии для проверки конструкции.

<b>Пиктограмма</b>	Hidden
<b>Меню Desktop</b>	View → Hide
<b>Команда</b>	HIDE



Сохраните ваш файл.

## Добавление Облегчающих Элементов Выдавливания

Остается еще один облегчающий элемент выдавливания. Эскизная геометрия находится на слое WEIGHT\_REDUCTION\_EXTRUSION.

### Для копирования геометрии и создания нового эскиза

1. Возвратитесь к каркасному отображению.

<b>Пиктограмма</b>	3D Wireframe
<b>Меню Desktop</b>	View → Shade → 3D Wireframe



2. Включите слой WEIGHT\_REDUCTION\_EXTRUSION и сделайте его текущим.

<b>Пиктограмма</b>	Layers
<b>Меню Desktop</b>	Assist → Format → Layer
<b>Команда</b>	LAYER



Этот эскиз был легко сконструирован созданием копии эскиза профиля распорной детали перед ее использованием. Его масштаб был затем уменьшен на 50 процентов, используя базовую точку в центре эскиза.

3. Перейдите к виду сверху вашей детали.

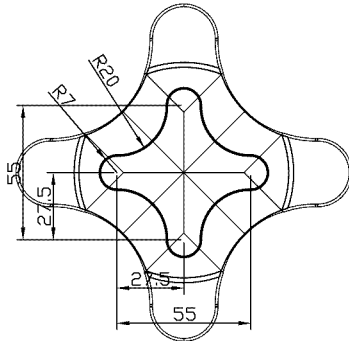


**Пиктограмма**

Top View

**Меню Desktop**

View → 3D Views → Top



4. Создайте новую деталь.

**Обозреватель**

Щелкните правой кнопкой мыши по на заднем плане и выберите New → New Part / Toolbody.

**Контекстное Меню**

В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Toolbody → New Toolbody.



**Пиктограмма**

New Toolbody

**Меню Desktop**

Toolbody → Toolbody → New Toolbody

**Команда**

AMNEW

5. Введите имя WT\_REDUCTION\_EXTRUSION.

6. Выключите слой 0, который содержит распорную деталь.



**Пиктограмма**

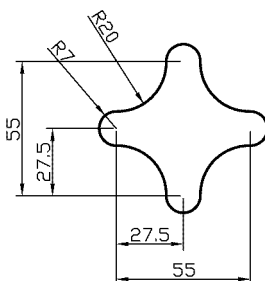
Layers

**Меню Desktop**

Assist → Format → Layer

**Команда**

LAYER



7. Создайте профиль из эскиза.

**Контекстное Меню**

В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Sketch Solving → Single Profile.



**Пиктограмма**

Single Profile

**Меню Desktop**

Design → Sketch Solving → Single Profile

**Команда**

AMPROFILE

8. Выберите эскиз и все его существующие размеры.

Mechanical Desktop преобразовывает стандартные размеры в параметрические и определяет эскиз.

Solved underconstrained sketch requiring 2 Dimensions or Constraints.

(Для определения неопределенного эскиза требуется 2 размера или зависимости)

#### Для наложения зависимостей и выдавливания эскиза

1. Добавьте две зависимости Значение X к профилю для полного определения эскиза.



**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите 2D Constraints → X Value.

**Пиктограмма** X Value

**Меню Desktop** Design → 2D Constraints → X Value

**Команда** AMADDCON

2. Ответьте на запросы следующим образом:

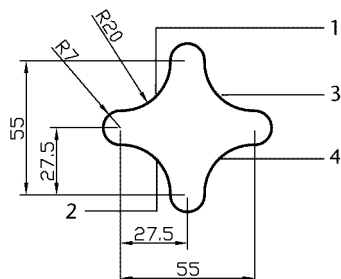
Valid selections: Line, arc, circle or Spline segment

Select object to be reoriented: *Выберите дугу (1)*

Valid selections: Line, arc, circle or Spline segment

Select object x value is based on: *Выберите дугу (2)*

Solved underconstrained sketch requiring 1 Dimensions or Constraints.



Valid selections: Line, arc, circle or Spline segment

Select object to be reoriented: *Выберите дугу (3)*

Valid selections: Line, arc, circle or Spline segment

Select object x value is based on: *Выберите дугу (4)*

Solved fully constrained sketch.

Valid selections: Line, arc, circle or Spline segment

Select object to be reoriented: *нажмите ENTER*

Enter an option

[Hor/Ver/PErp/PAr/Tan/CL/CN/PROj/Join/XValue/YValue/Radius/Length/Mir/Fix/eXit] <eXit>: *нажмите ENTER*

3. Восстановите сохраненный вид.



**Пиктограмма** Named Views

**Меню Desktop** View → Named Views

**Команда** VIEW

4. В диалоговом окне View (Вид) сделайте SPACER\_VIEW текущим и нажмите ОК.

5. Выдавите профиль.

<b>Обозреватель</b>	Щелкните правой кнопкой мыши по Profile1 и выберите Extrude.
<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Sketched & Work Features → Extrude.
<b>Пиктограмма</b>	Extrude
<b>Меню Desktop</b>	Part → Sketched Features → Extrude
<b>Команда</b>	AMEXTRUDE

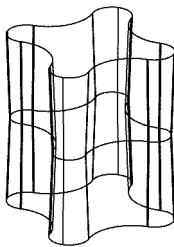


6. В диалоговом окне Extrusion Feature (Элемент Выдавливания) укажите:

Termination: Mid Plane

Distance: Введите **75**

Draft Angle: Введите **2**



Нажмите OK.

Затем, скомбинируйте новую деталь с SPACER\_1.

**Для комбинирования облегчающих элементов выдавливания с распорной деталью**

1. Включите слой 0 и сделайте его текущим.

<b>Пиктограмма</b>	Layers
<b>Меню Desktop</b>	Assist → Format → Layer
<b>Команда</b>	LAYER



2. Активизируйте распорную деталь и затем скомбинируйте облегчающий элемент выдавливания и распорную деталь.

<b>Контекстное Меню</b>	В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите, Extrude Features → Combine.
-------------------------	---

<b>Пиктограмма</b>	Combine
<b>Меню Desktop</b>	Design → Extrude Features → Combine
<b>Команда</b>	AMCOMBINE



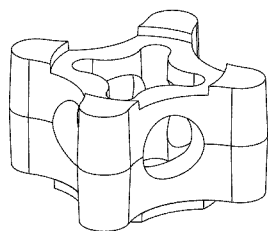
3. Выберите Cut для вырезания облегчающего элемента выдавливания из распорной детали и, затем, выберите облегчающий элемент выдавливания в качестве тела.

4. Удалите невидимые линии.

<b>Пиктограмма</b>	Hidden
<b>Меню Desktop</b>	View → Hide
<b>Команда</b>	HIDE







Сохраните ваш файл.

## Добавление Монтажных Отверстий

Заключительный шаг должен добавить в вашу модель монтажные отверстия.

### Для добавления монтажных отверстий

1. Возвратитесь к каркасному отображению.



**Пиктограмма** 3D Wireframe  
**Меню Desktop** View → Shade → 3D Wireframe

2. Создайте установочные отверстия.



**Контекстное Меню** В графической области, щелкните правой кнопкой мыши и выберите Extrude Features → Hole.

**Пиктограмма** Hole  
**Меню Desktop** Design → Extrude Features → Hole  
**Команда** AMHOLE

3. В диалоговом окне Hole (Отверстие) укажите:

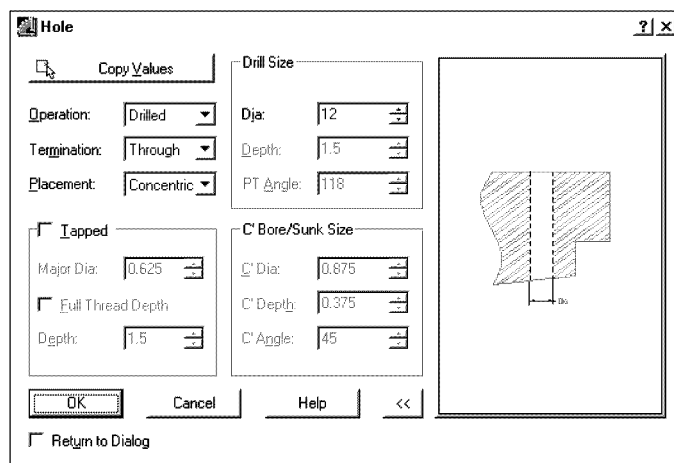
Operation: Drilled

Termination: Through

Placement: Concentric

Drill Size: Введите 12

Return to Dialog: Отключите переключатель

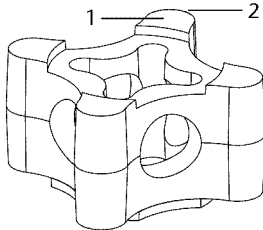


4. Ответьте на запросы следующим образом:

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

Выберите верхнюю поверхность (1)

Select concentric Edge: Выберите цилиндрическую кромку (2)

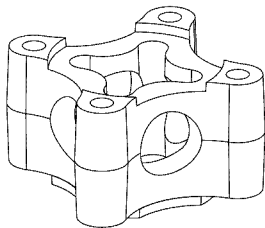


5. Повторите шаг 4 для создания еще трех отверстий и, затем, нажмите, ENTER.

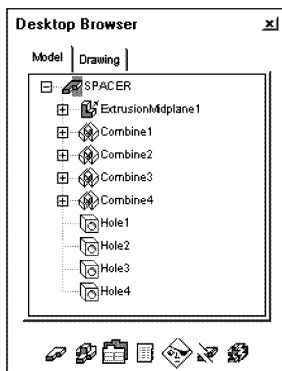
6. Удалите невидимые линии.



<b>Пиктограмма</b>	Hidden
<b>Меню Desktop</b>	View → Hide
<b>Команда</b>	HIDE



7. В Обзорщике, сверните структуру элементов, щелкая по знаку "минус" перед пиктограммами Combine.



Распорная деталь содержит один элемент выдавливания, четыре комбинированных элемента и четыре отверстия.

Сохраните ваш файл.

Вы сейчас создали и отредактировали комбинированную деталь в среде Моделирования Детали.