

**Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет**

**ЗАДАЧИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ В
SOLIDWORKS**

Задачник

Уфа 2008

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет

Кафедра двигателей внутреннего сгорания

ЗАДАЧИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ В SOLIDWORKS

Задачник

Уфа 2008

Составители: С.Н. Атанов, С.А. Загайко, Р.Ю. Сакулин

УДК

ББК

Задачи конструирования двигателей в SolidWorks: Задачник / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост.: С.Н. Атанов, С.А. Загайко, Р.Ю. Сакулин. – Уфа, 2008. – 84 с.

В первом разделе работы показаны основные принципы и этапы построения твердотельных моделей в SolidWorks от создания эскизов до генерации чертежей. Во втором разделе показана последовательность построения основных деталей кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания: поршня, поршневого компрессионного кольца, поршневого пальца, шатуна, коленчатого вала и гильзы цилиндра. В третьем разделе предлагаются задачи для самостоятельного практического изучения программы SolidWorks.

Предназначен для подготовки бакалавров по направлению 140500 – «Энергомашиностроение» и дипломированных специалистов по специальности 140501 – «Двигатели внутреннего сгорания», изучающих дисциплины «Рабочие процессы и конструирование двигателей, работающих на биотопливах», «Конструирование ДВС» и «Специализированные прикладные программы для IBM PC».

Ил. 170. Библиогр.: 2 назв.

Рецензенты: докт. техн. наук, проф. Ахмедзянов Д.А.;
канд. техн. наук, доц. Дударева Н.Ю.



Задачник разработан в рамках реализации инновационной образовательной программы подготовки кадров в области информационных технологий проектирования, производства и эксплуатации сложных технических объектов Уфимского государственного авиационного технического университета (Приоритетный национальный проект «Образование»)

© Уфимский государственный авиационный технический университет, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Основные принципы и этапы твердотельного проектирования в SolidWorks	5
1.1. Построение эскиза.....	5
1.2. Создание объемной модели	5
1.3. Создание сборок.....	7
1.4. Генерация чертежей.....	8
2. Примеры построений геометрических моделей деталей двигателя	10
2.1. Построение поршня	15
2.2. Построение поршневого кольца.....	23
2.3. Построение поршневого пальца.....	26
2.4. Построение шатуна	28
2.5. Построение крышки шатуна	41
2.6. Построение коленчатого вала.....	43
2.7. Построение гильзы цилиндра	48
3. Практические задания.....	50
3.1. Эскизы	50
3.2. Простейшие трехмерные построения	55
3.3. Массивы	57
3.4. Чертежи	61
3.5. Сложные твердотельные модели.....	65
3.6. Листовой материал.....	68
3.7. Сборка.....	73
3.8. Литейные формы	76
3.9. Конфигурация деталей	79
3.10. Детали на основе поверхностей.....	81
Список литературы	83

ВВЕДЕНИЕ

Продукт американской компании SolidWorks представляет собой систему трехмерного твердотельного параметрического проектирования механических узлов и конструкций, разработанную специально для семейства операционных систем Windows. Локализация от самой фирмы SolidWorks и ориентация на использование Windows делает систему легко осваиваемой и быстро работающей. Система реализует классический процесс трехмерного параметрического проектирования — от идеи к объемной модели, от модели к чертежу. Несмотря на легкость освоения, в SolidWorks реализуются сложные геометрические построения благодаря использованию объемного ядра Parasolid. При этом возможности твердотельного моделирования, реализованные в системе, вполне сопоставимы с возможностями систем "тяжелого" класса, работающих на платформе UNIX, такие как Unigraphics, ANSYS и т. д.

SolidWorks "играет" точно по принятым в Windows правилам, к числу которых можно отнести многооконный режим работы, поддержку метода drag-and-drop, настраиваемый пользователем интерфейс, использование буфера обмена и полную поддержку технологии OLE Automation. Являясь стандартным приложением Windows, SolidWorks прост в использовании и, что особенно важно, легок в изучении. И разработчики системы совершенно оправданно заявляют, что "если Вы уже знаете Windows, то можете смело начинать проектирование с помощью SolidWorks".

Предлагаемый задачник сможет помочь студентам построить свои первые детали двигателя в SolidWorks и отточить навыки работы в программе на представленных в работе задачах.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В SOLIDWORKS

1.1. Построение эскиза

Процесс моделирования начинается с построения эскиза [1, 2], а построение эскиза начинается с выбора конструктивной плоскости, в которой будет строиться этот двухмерный эскиз. Впоследствии его можно тем или иным способом легко преобразовать в твердое тело. При создании эскиза доступен полный набор геометрических построений и операций редактирования. Нет никакой необходимости сразу точно выдерживать требуемые размеры, достаточно примерно соблюдать конфигурацию эскиза. Позже, если потребуются, конструктор может изменить значение любого размера и наложить связи, ограничивающие взаимное расположение отрезков, дуг, окружностей и т. п. Эскиз конструктивного элемента может быть легко отредактирован в любой момент работы над моделью. Кроме того, в процессе построения эскиза конструктор может воспользоваться инструментарием, позволяющим проводить диагностику эскиза и быстро находить ошибки построения (например, *SketchXpert*).

1.2. Создание объемной модели

Пользователю предоставляются несколько различных средств создания объемных моделей. Основными формообразующими операциями в SolidWorks являются команды добавления и снятия материала. Система позволяет выдавливать контур с различными конечными условиями, в том числе на заданную длину или до указанной поверхности, а также вращать контур вокруг заданной оси. Возможно создание тела по заданным контурам с использованием нескольких образующих кривых (так называемая операция лофтинга) и выдавливанием контура вдоль заданной траектории. Кроме того, в SolidWorks необычайно легко строятся литейные уклоны на выбранных гранях модели, полости в твердых телах с заданием различной толщины для разных граней, скругления постоянного и переменного радиуса, фаски и отверстия сложной формы. Также как и в построении эскизов,

здесь есть свой инструментарий для оформления элементов деталей (например, *FilletXpert*, *DraftXpert* и т. д.).

При этом система позволяет отредактировать в любой момент однажды построенный элемент твердотельной модели.

Значительно упрощают работу многочисленные сервисные возможности, такие как копирование выбранных конструктивных элементов по линии или по кругу (создание массивов), зеркальное отображение указанных примитивов или модели.

При редактировании конструктор может вернуть модель в состояние, предшествовавшее созданию выбранного элемента. Это может потребоваться для выполнения каких-либо действий, невозможных в текущий момент.

Кроме проектирования твердотельных моделей SolidWorks поддерживает и возможность поверхностного представления объектов. При работе с поверхностями используются те же основные способы, что и при работе с твердыми телами. Возможно построение поверхностей, эквидистантных к выбранным, а также импорт поверхностей из других систем с использованием формата IGES, ACIS и др.

При проектировании деталей, изготавливаемых литьем, очень полезной оказывается возможность создания разъемных литейных форм.

Если для работы необходимо использовать какие-либо часто повторяющиеся конструктивные элементы, на помощь приходит способность системы сохранять примитивы в виде библиотек.

Важной характеристикой системы является возможность получения разверток для спроектированных деталей из листового материала. При необходимости в модель, находящуюся в развернутом состоянии, могут быть добавлены новые места сгиба и различные конструктивные элементы, которые по каким-либо причинам нельзя было создать раньше.

Для упрощения работы с трехмерной моделью на любом этапе проектирования и повышения ее наглядности в SolidWorks используется **Дерево Конструирования** (Feature Manager) в стиле Проводника Windows. Оно представляет собой своеобразную графическую карту модели, последовательно отражающую все геометрические примитивы, которые были использованы при создании детали, а также конструктивные оси и вспомогательные плоскости, на которых создавались двухмерные эскизы. При работе же в режиме сборки **Дерево**

Конструирования показывает список деталей, входящих в сборку. Обычно **Дерево Конструирования** отображается в левой части окна SolidWorks, хотя его положение можно в любой момент изменить. **Дерево Конструирования** предоставляет мощные средства редактирования структуры модели или узла. Оно позволяет переопределять порядок следования отдельных конструктивных элементов либо целых деталей, создавать в пределах детали или сборки несколько вариантов конфигурации какого-либо элемента и т. д.

При выполнении команд чаще всего параметры задаются через **Менеджер Свойств** (Property Manager), которое появляется на месте **Дерева Конструирования** при вызове той или иной команды, при этом само **Дерево Конструирования** перемещается в графическую область построений и становится прозрачным.

При проектировании деталей конструктору доступна единая библиотека физических свойств материалов, текстур и штриховок, возможно управление историей построения модели. Кроме того возможно ручное и автоматическое образмеривание, а также динамичное внесение изменений в режиме реального времени.

1.3. Создание сборок

SolidWorks предлагает конструктору довольно гибкие возможности создания узлов и сборок. Система поддерживает как создание сборки способом "снизу вверх", т. е. на основе уже имеющихся деталей, число которых может достигать сотен и тысяч, так и проектирование "сверху вниз" – от сборки к детали. В этом случае сборка основывается на так называемом "компоновочном эскизе", который является основополагающим при создании сборки. В результате создания такого эскиза возникают детали в составе сборки. Характерной особенностью такой сборки является то, что если конструктор будет изменять компоновочный эскиз, то автоматически будут изменяться размеры зависимых деталей.

Проектирование сборки начинается с задания взаимного расположения деталей друг относительно друга, причем обеспечивается предварительный просмотр накладываемой пространственной связи. Для цилиндрических поверхностей могут быть заданы связи концен-

тричности, для плоскостей — их совпадение, параллельность, перпендикулярность или угол взаимного расположения. Работая со сборкой, можно по мере необходимости создавать новые детали, определяя их размеры и расположение в пространстве относительно других элементов сборки. Наложённые связи позволяют автоматически перестраивать всю сборку при изменении параметров любой из деталей, входящих в узел. Каждая деталь обладает материальными свойствами, поэтому существует возможность контроля "собираемости" сборки. Для проектирования изделий, получаемых с помощью сварки, система позволяет выполнить объединение нескольких свариваемых деталей в одну, а также возможно проектирование рамных или ферменных конструкций по набору 2D или 3D эскизов.

В процессе работы со сборками возможно контекстное редактирование деталей в составе сборки, назначение автосопряжения, а также возможен режим работы с большими сборками. Кроме того, можно создавать массивы компонентов сборки, осуществлять вырезы и отверстия в контексте сборки, объединять и разделять детали.

SolidWorks позволяет проектировать изделия с учетом специфики изготовления. Например, при изготовлении изделия из листового материала SolidWorks позволяет проводить построение разверток, осуществлять моделирование "от детали к развертке" и "от развертки к детали", а также делать вырезы для снятия напряжений. При проектировании пресс-форм и штампов программа позволяет проводить анализ уклонов, строить линии и поверхности разъема и т. д.

1.4. Генерация чертежей

После того как будет создана твердотельная модель детали или сборки, конструктор может автоматически получить рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, проекций, сечений и разрезов, а также с проставленными размерами. SolidWorks поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении управляющего размера на чертеже автоматически перестраиваются все связанные с этим размером конструктивные элементы в трехмерной модели. И наоборот, любое изменение, внесенное в твердотельную модель, повлечет за


собой автоматическую модификацию соответствующих двухмерных чертежей.



В SolidWorks поддерживается выпуск чертежей в соответствии со стандартами GOST, ANSI, ISO, JIS и рядом других. При оформлении чертежно-конструкторской документации в полном соответствии с ЕСКД SolidWorks является самодостаточным, т. е. в SolidWorks есть все средства для оформления чертежей по российским стандартам. Но для повышения эффективности создания чертежей рекомендуется использование SolidWorks совместно с различными мощными чертежно-графическими редакторами, которые могут выступать в роли электронного "нормоконтролера". К таким редакторам относятся, например, КОМПАС, MechaniCS и др. Здесь надо отметить то, что при использовании этих редакторов теряется ассоциативная связь модели с размерами на чертеже, т. е. применять такие редакторы надо на заключительном этапе создания чертежей, когда изменение модели более не предполагается. В противном случае процесс переноса чертежа в графический редактор придется повторить.

Когда чертеж готов, вывести его на бумажный носитель можно любыми имеющимися "под рукой" принтерами либо плоттерами.

2. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

В данном разделе рассмотрим пошаговые построения основных деталей кривошипно-шатунного механизма двигателей. Начало построения всех деталей имеет типовую последовательность, поэтому рассмотрим ее перед основными построениями.

1. Для начала запустите программу SolidWorks. Запуск программы осуществляется щелчком мыши по значку  на рабочем столе или выбором команды **Пуск\Программы \ SolidWorks 2007 \ SolidWorks 2007**.

2. После запуска программы будут доступны два значка в левом верхнем углу экрана:  — открытие существующих файлов деталей, сборок или чертежей и  — создание новых файлов. Воспользуйтесь вторым значком для создания нового файла, щелкнув по нему левой кнопкой мыши. Если у вас уже есть какие-либо файлы, воспользуйтесь первым значком.

3. В появившемся окне шаблонов выберем шаблон **Деталь**, выделив соответствующий значок, и нажмем кнопку **ОК**.

Теперь вы видите перед собой пользовательский интерфейс SolidWorks, находящийся в режиме **Эскизы** (рис. 2.1). Программа написана в соответствии со стандартами Windows, поэтому все элементы интерфейса расположены на привычных местах. В верхней части находится строка меню, из которого вызываются команды программы. Например, в меню **Файл** сгруппированы такие команды, как **Создать**, **Открыть**, **Заккрыть**, **Сохранить** и др., то есть работающие с файлами. Меню **Правка** позволяет вырезать, копировать, вставлять и удалять элементы построения, а также отменять введенные команды. Меню **Вид** объединяет команды, задающие ориентацию модели и вида проектируемой детали или сборки. Меню **Вставка** предназначено для добавления различных элементов построения. Через меню **?** (Помощь) можно получить доступ к обширной электронной справочной системе, с помощью которой опытный пользователь SolidWorks 2007 может быстро освежить в памяти подзабывшиеся команды.

Чуть ниже строки меню располагаются значки, которые предназначены для быстрого вызова команд, то есть они дублируют коман-

ды, расположенные в меню.

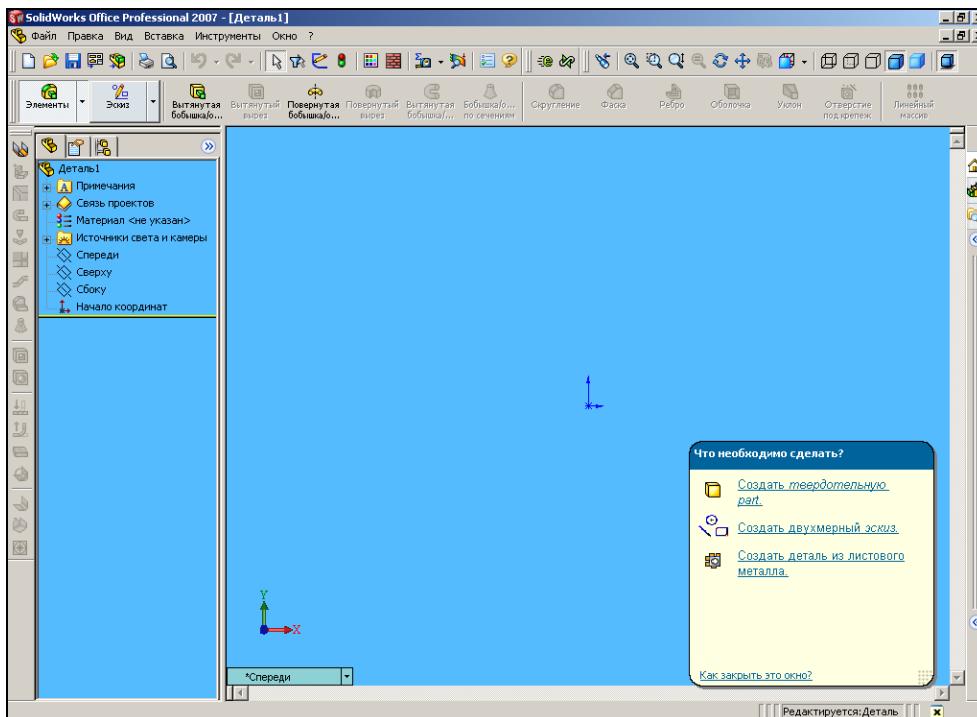


Рис. 2.1. Пользовательский интерфейс программы SolidWorks

Все значки собраны в инструментальные панели, которые, в свою очередь, также можно настраивать — отключать, перемещать на экране и т. д.

4. Для того чтобы изменить настройки панели инструментов, необходимо выбрать команду **Инструменты | Настройка** и на вкладке **Панель инструментов** установить или убрать соответствующие флажки (рис. 2.2).

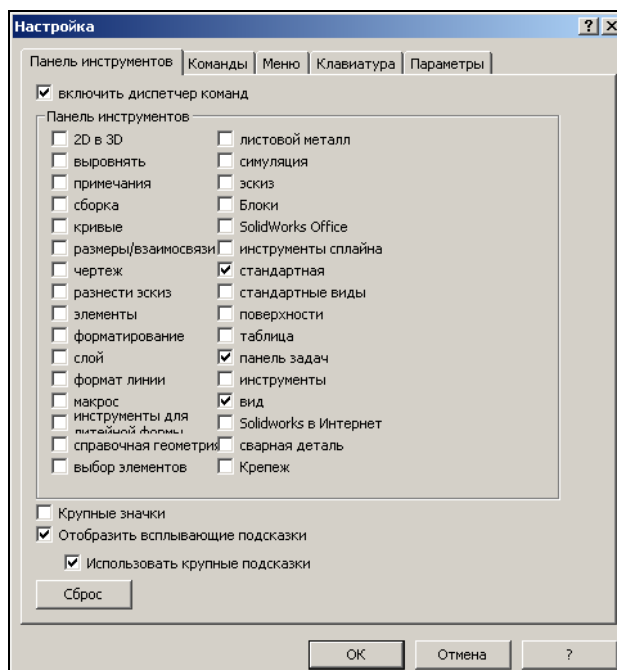


Рис. 2.2. Диалоговое окно **Настройка**

5. Если перейти на вкладку **Команды**, можно добавить или убрать отдельные значки на панель инструментов. Все значки разбиты по категориям для удобства их систематизации и выбора (рис. 2.3).

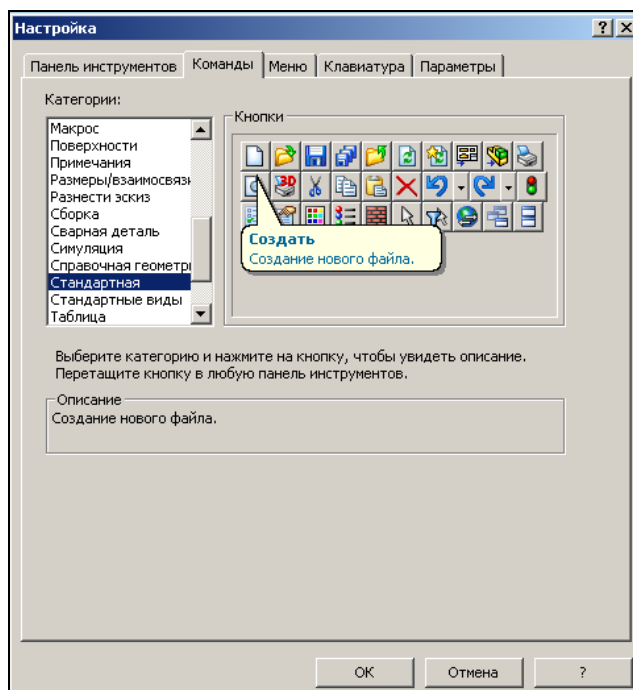



Рис. 2.3. Вкладка **Команды** окна **Настройка**

6. Чтобы добавить значок на панель инструментов, необходимо найти его в соответствующей категории (для новичков внизу есть краткое описание команды в разделе **Описание**), а затем, наведя ука-

затель мыши, нажать левую кнопку и, удерживая ее, перетащить значок в удобное для работы место на панели, и отпустить кнопку. Добавленный значок отобразится на экране.

Чтобы удалить значок, необходимо "схватить" значок мышью в окне программы и перетащить его в окно настроек. После того как кнопка мыши будет отпущена, значок исчезнет с экрана.

После всех манипуляций со значками нажмите кнопку **ОК**.

7. По умолчанию в левой части экрана расположено **Дерево Конструирования**  (рис. 2.4), в котором будут отображаться все наши построения. Мы только готовимся создавать геометрическую модель, поэтому **Дерево Конструирования** пусто и имеются только исходные плоскости **Спереди**, **Сверху** и **Сбоку**, на которых можно начинать построение эскизов, и точка **Начало координат**.

Инструментальная панель **Элементы**, служащая для создания твердотельной модели, находится в верхней части экрана. В данный момент она не доступна, так как мы находимся в режиме рисования эскизов.

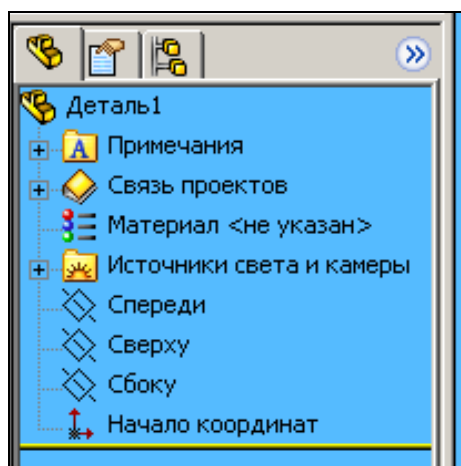
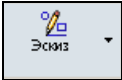


Рис. 2.4. **Дерево Конструирования SolidWorks**

8. Для того чтобы перейти в режим рисования эскиза, щелкните левой кнопкой мыши на плоскости **Спереди** и на кнопке  **Эскиз** — **Эскиз**. Тут же инструментальная панель **Элементы** заменяется инструментальной панелью **Эскиз**, которая в данный момент становится активной. Инструментальная панель **Эскиз** включает в себя основные кнопки, требующиеся для создания эскизов.

В каждый момент времени на экране появляются только те инструменты, которые необходимы в том или ином режиме работы. Та-

кой способ организации позволяет избежать чрезмерной перегруженности интерфейса: иконок в панели инструментов не так много, и каждая панель инструментов появляется только тогда, когда она действительно нужна. Кроме того, панели инструментов можно перетаскивать мышью в любое место экрана так же, как вы это проделываете в Windows.

В нижней части экрана располагается статусная строка, в которой указываются текущие координаты курсора и режимные параметры модели.

Таким образом, на начальном этапе построения детали необходимо проделывать вышеперечисленные операции, кроме настроек панелей инструментов. Панели инструментов достаточно настроить только один раз, положение кнопок в дальнейшем не изменяется.

2.1. Построение поршня

В SolidWorks вытягивание геометрических тел можно осуществлять двумя способами: призматическим и круговым вытягиванием. Для цилиндрических тел экономичнее использовать круговое вытягивание, поэтому для формирования модели поршня воспользуемся именно этим способом.

Построение геометрической модели поршня будем проводить в следующей последовательности:

1. Создайте новую деталь SolidWorks и на плоскости **Спереди** откройте новый эскиз.

2. Постройте на выбранной плоскости эскиз по своим размерам или по размерам, показанным на рис. 2.5. Старайтесь, чтобы эскиз был полностью определен, то есть все линии эскиза имели черный цвет.

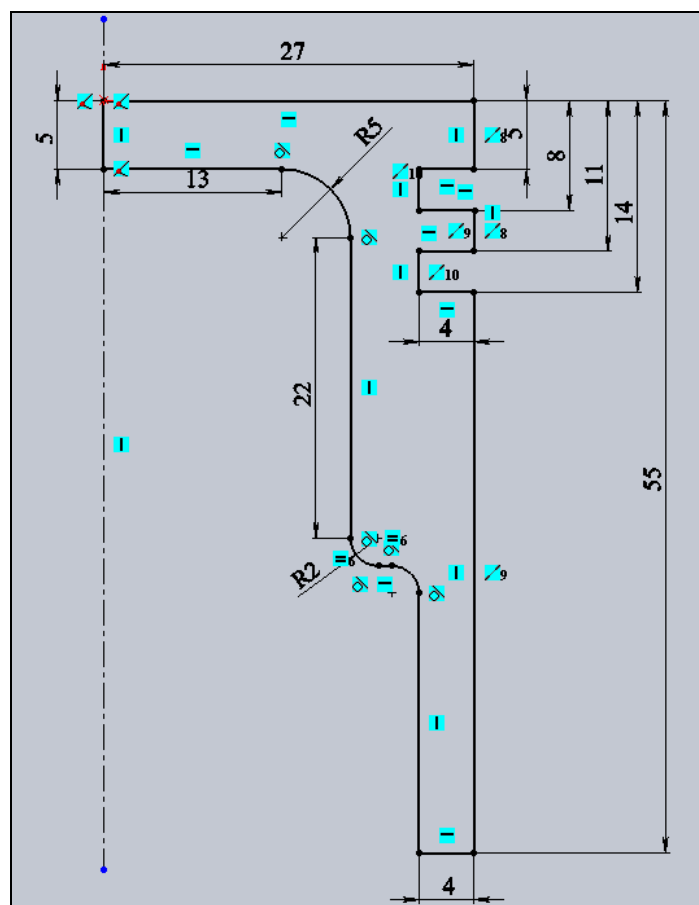


Рис. 2.5. Эскиз основы поршня

3. Через левую вертикальную линию длиной 5 мм проведите осевую линию (на рис. 2.5 она показана штрихпунктирной линией).

киза | Зеркальное отражение. Откроется диалоговое окно Зеркальное отражение (рис. 2.8.).

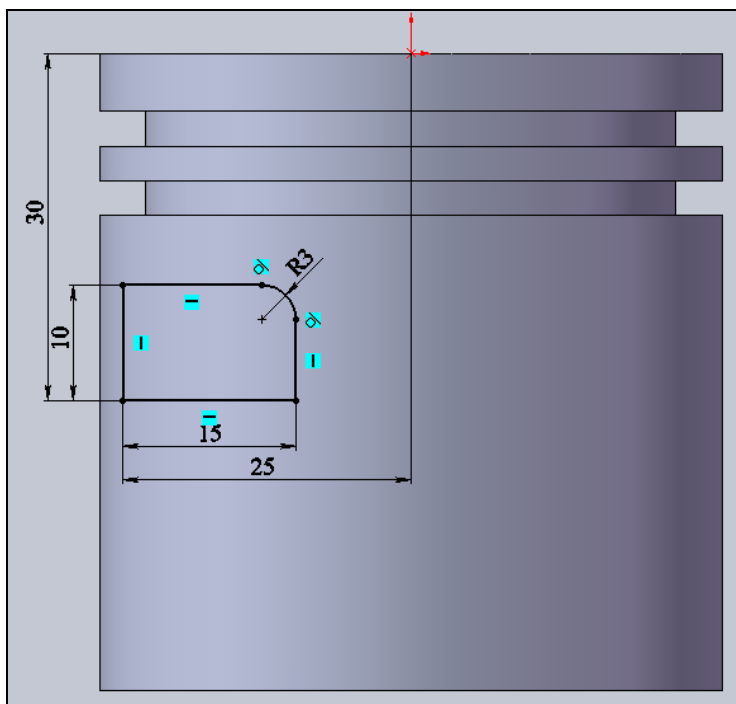


Рис. 2.7. Эскиз для формирования бобышки поршня

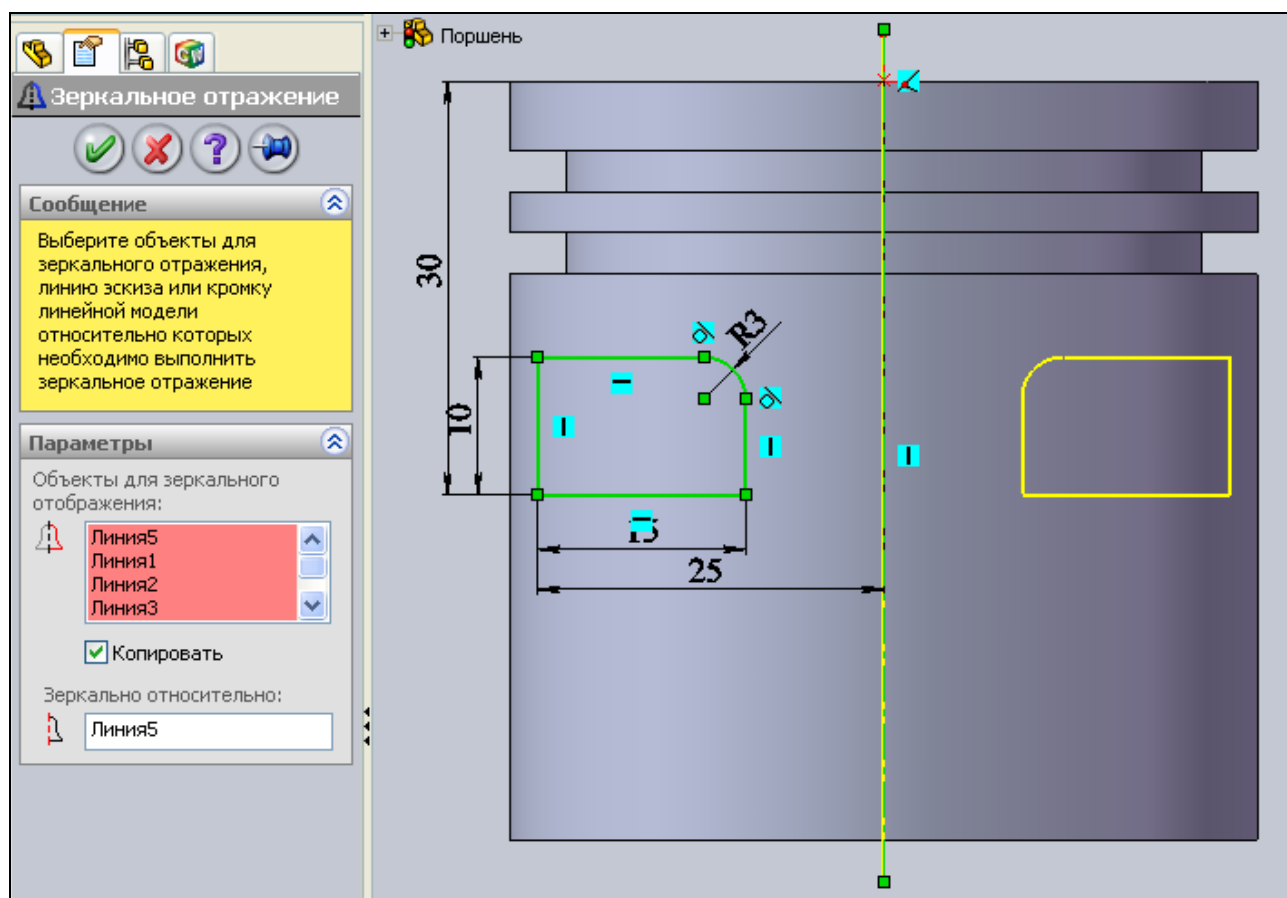


Рис. 2.8. Зеркальное отражение объектов эскиза

В этом диалоговом окне щелкните мышью в области **Объекты для зеркального отражения** и затем выберите элементы в эскизе для отражения (контур бобышки). Затем щелкните в поле **Зеркально относительно** и укажите вертикальную осевую линию (на рис. 2.8. **Линия5**). Для принятия команды нажмите кнопку **ОК**

Теперь через две нижние горизонтальные линии проведите еще одну осевую линию. Эскиз готов к вытягиванию.

Бобышки сформируем поворотом контура построенного эскиза вокруг осевой линии. Для этого вновь воспользуйтесь инструментом **Повернутая бобышка/основание** (рис. 2.9). В качестве осевой линии из двух осевых линий выберите горизонтальную (на рис. 2.9 это **Линия10**). Для принятия команды нажмите кнопку **ОК** .

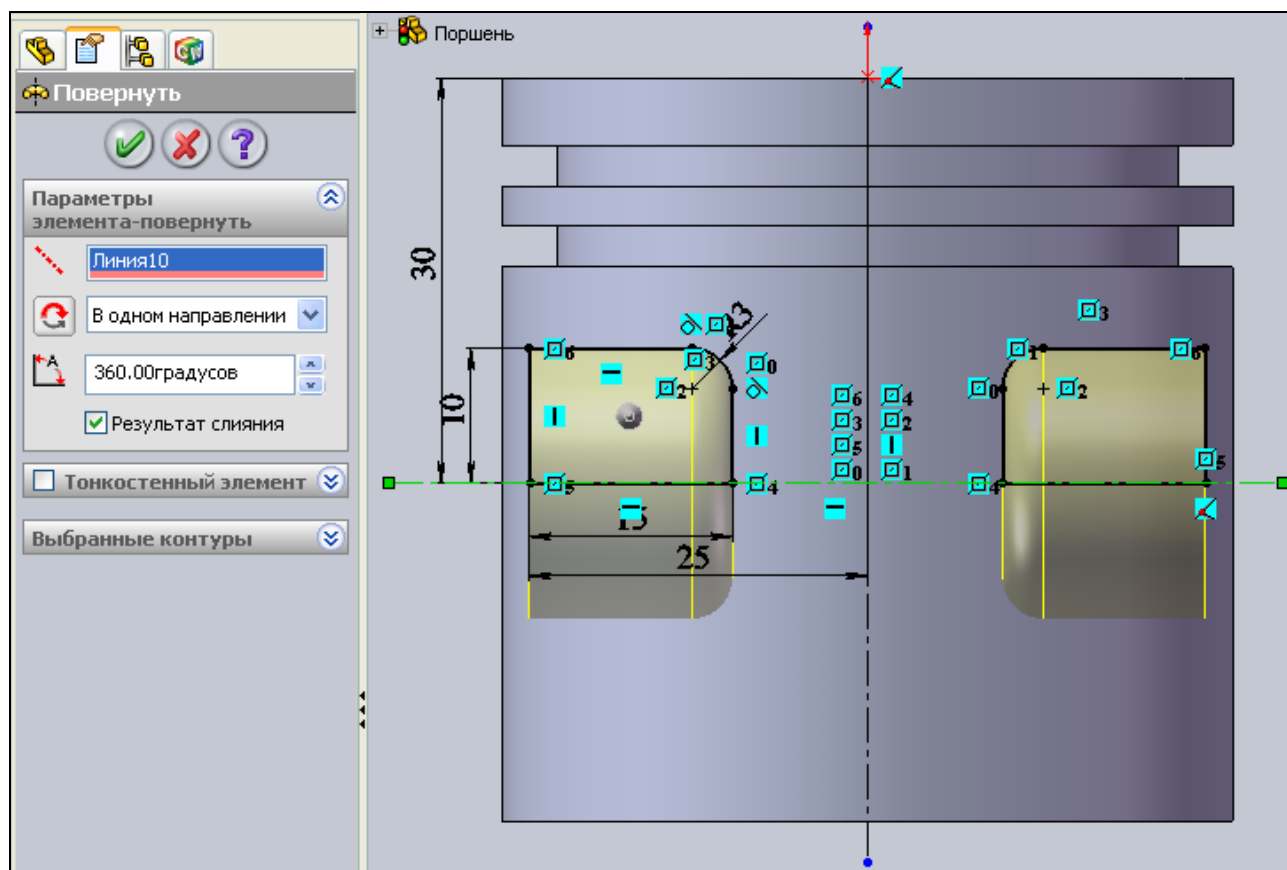




Рис. 2.9. Поворот контура эскиза бобышек поршня

6. Выполним отверстия для поршневого пальца, которое должно пройти через бобышки. Для этого щелкните мышью в **Дереве Конструирования** на плоскость **Справа** и затем на этой плоскости откройте новый эскиз. Поскольку в данный момент включен режим отображения — **Закрасить с кромками**, то внутренние части мо-

дели не видны. Для отображения внутренних частей выберите команду  — **Каркасное представление всех кромок модели** в панели инструментов **Вид** или в главном меню **Вид | Отобразить | Каркасное представление**. Затем нарисуйте эскиз окружности внутри бо- бышки так, как показано на рис. 2.10 и вызовите команду  — **Вытянутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из глав- ного меню **Вставка | Вырез | Вытянуть**.

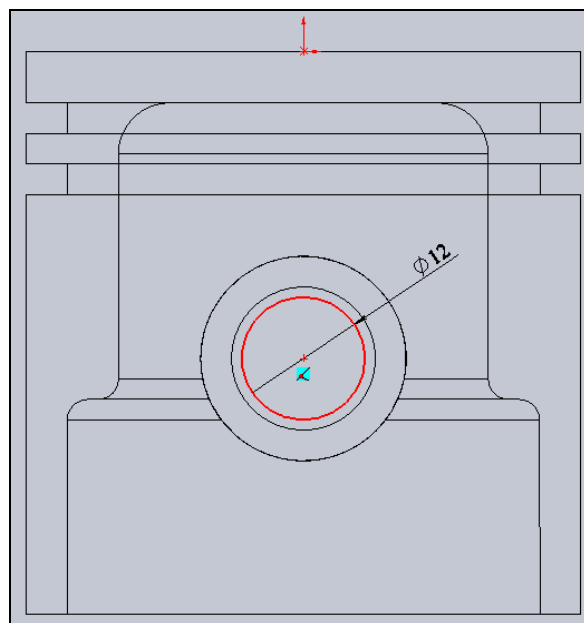





Рис. 2.10. Эскиз окружности отверстия под поршневой палец

В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез- Вытянуть** (рис. 2.11). В качестве эскиза программа принимает эскиз отверстия, так как вызов команды происходил из режима рисования эскиза. Чтобы отверстие было прорезано насквозь, необходимо во вкладке **Направление 1** в окне **Граничное условие** (рядом с кнопкой ) установить значение **Через все**. Это же условие требуется соблюсти и для противоположного направления, для чего необходимо установить флажок во вкладке **Направление 2** и для граничного условия также установить значение **Через все**.

После задания всех параметров нажмите кнопку **ОК** . Можно также переключить модель в вид отображения  — **Закрасить с кромками**. Эта кнопка расположена в панели инструментов **Вид** или в главном меню **Вид | Отобразить | Закрасить с кромками**.

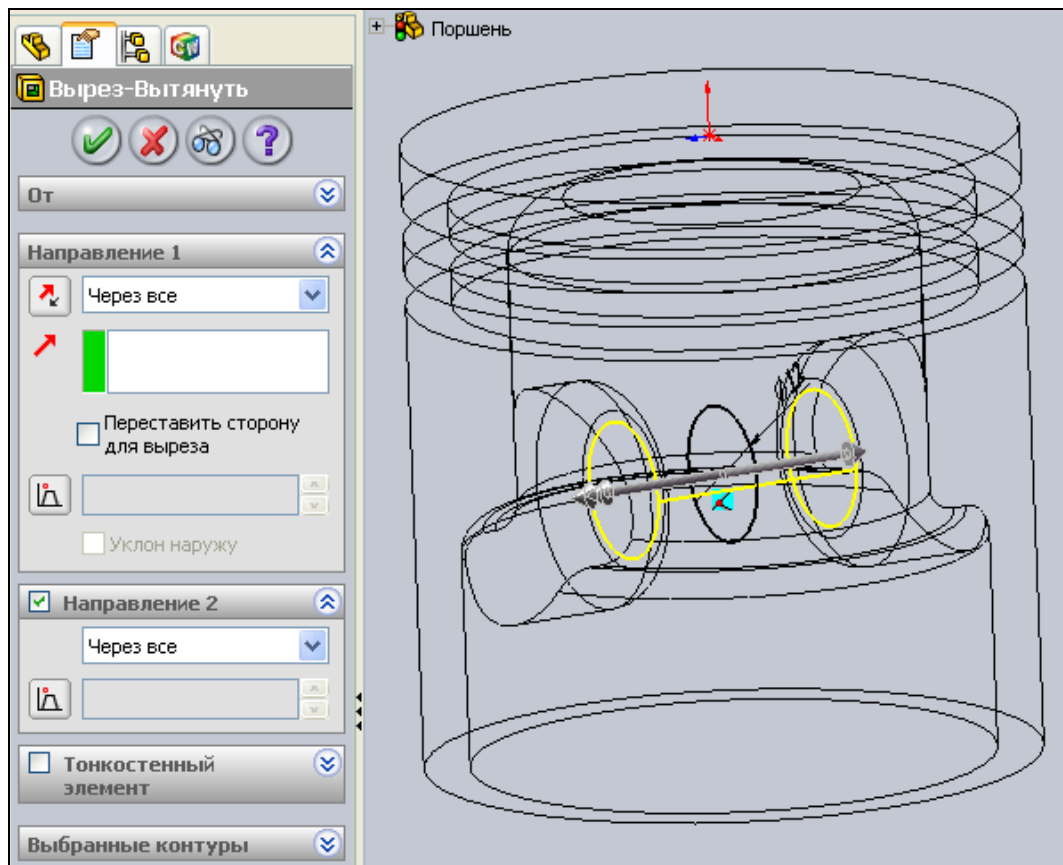


Рис. 2.11. Вырез отверстия в бобышке под палец

7. Следующий элемент поршня – отверстия для стекания масла в канавке под маслосъемное кольцо – выполняется следующим образом: сначала формируется одно отверстие, а затем происходит его копирование для создания нескольких экземпляров.

На плоскости **Спереди** создайте эскиз и нарисуйте окружность так, как показано на рис. 2.12. После этого произведите вытягивание отверстия с параметром **Через все** в одном направлении. В результате должно получиться одно отверстие.

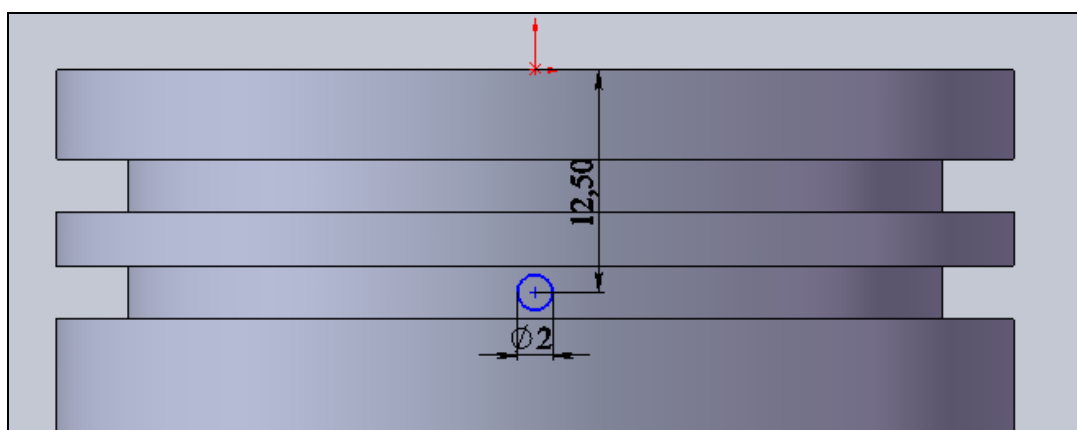




Рис. 2.12. Эскиз отверстия для слива масла

Чтобы создать несколько отверстий, расположенных по кругу, необходимо создать ось, вокруг которой они будут располагаться. Вставка оси осуществляется с помощью команды  — **Ось** из панели инструментов **Справочная геометрия** или из главного меню **Вставка | Справочная геометрия | Ось**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Ось** (рис. 2.13), в котором требуется выбрать любую цилиндрическую грань поршня (например, **Грань<1>**). После выбора грани нажмите кнопку **ОК** .

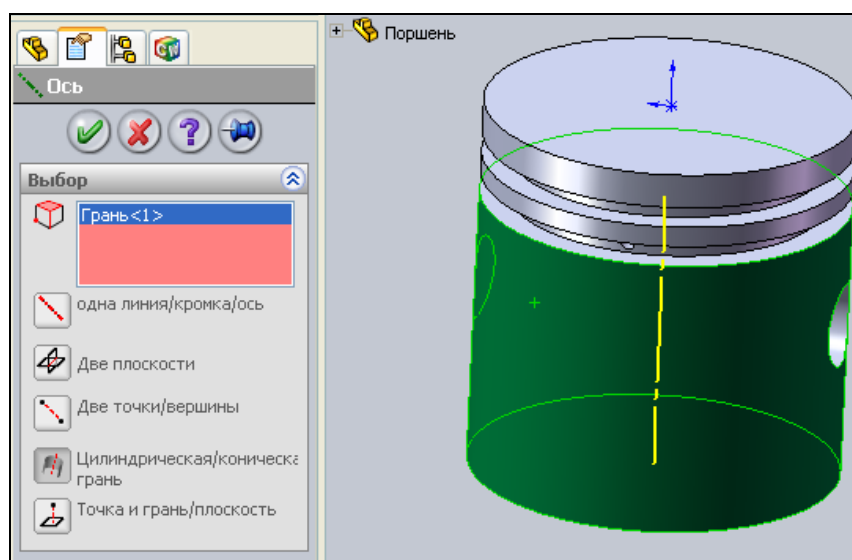






Рис. 2.13. Вставка оси

Для создания нескольких отверстий воспользуемся инструментом  — **Круговой массив** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Массив/Зеркало | Круговой массив**. Откроется диалоговое окно **Круговой массив**, показанное на рис. 2.14. Во вкладке **Настройки** в области **Массив оси** (рядом с кнопкой ) необходимо мышью указать только что построенную ось (**Ось1** на рис. 2.14). Затем щелкните мышью в области вкладки **Копировать элементы** и в **Дереве Конструирования** выберите элемент отверстия (**Вырез-Вытянуть2**). Задайте количество элементов, например, равным 10, в параметре **Количество экземпляров** , с равным расстоянием между отверстиями, для чего установите флажок у параметра **Равный шаг**. После задания всех параметров нажмите кнопку **ОК** . В результате получится 10 отверстий одинакового диаметра с равномерным расположением по окружности.

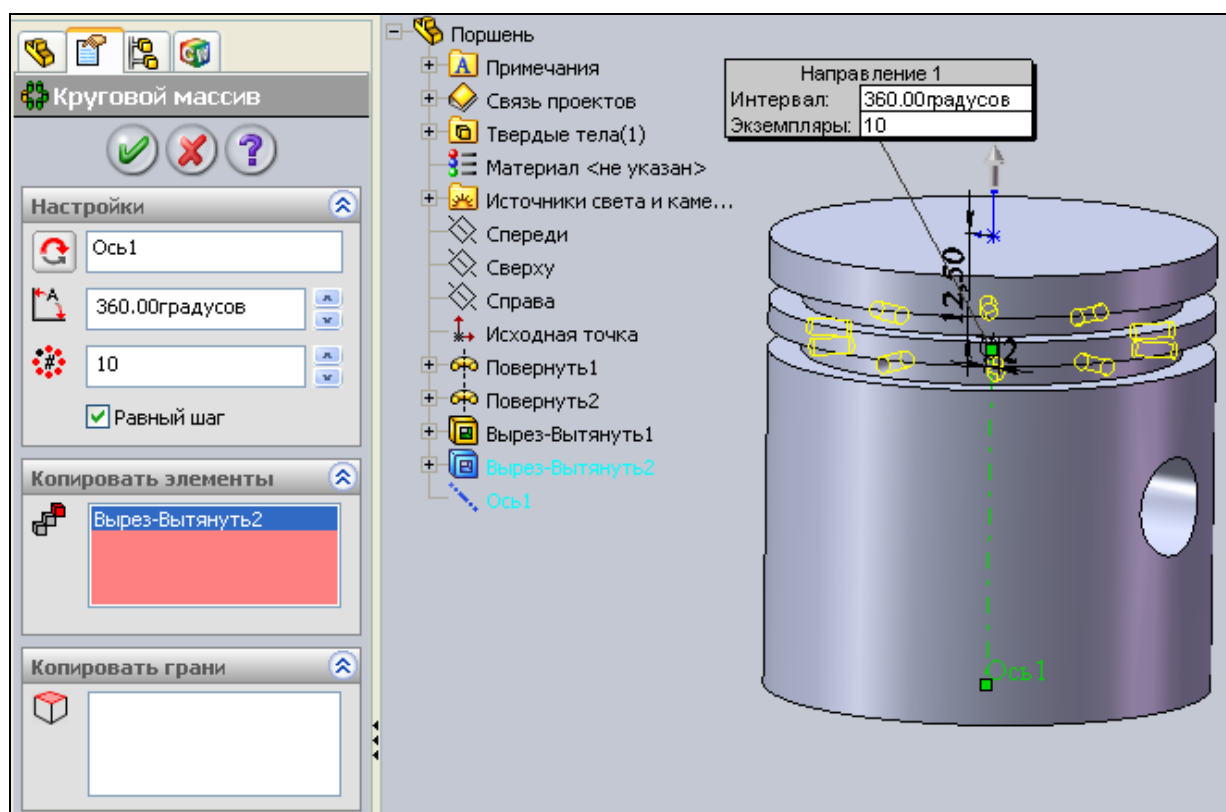


Рис. 2.14. Создание кругового массива отверстий

8. После всех сделанных построений **Дерево Конструирования** изменило свой вид (рис. 2.15): в нем появились новые элементы. Каждый элемент отвечает за свои построения. Если щелкнуть мышью по элементу **Дерева Конструирования**, то в графической области подсветится соответствующий ему элемент. Чтобы изменить параметры элемента, щелкните по нему правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Редактировать определение**, или **Редактировать эскиз** – если требуется изменить эскиз, на котором построен этот элемент.

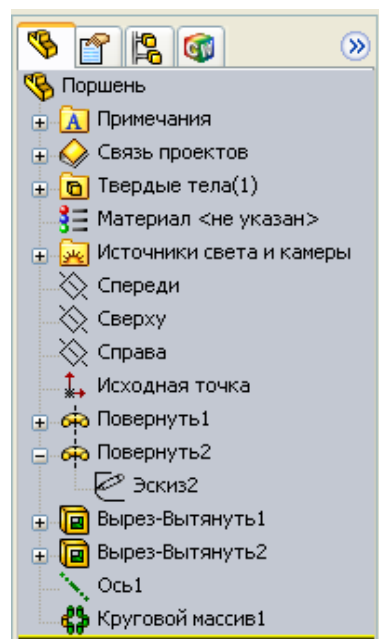



Рис. 2.15. Измененное **Дерево Конструирования**

9. Поршень готов. Осталось сохранить деталь. Для этого нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Сохранить**. В открывшемся диалоговом окне введите имя файла, например, **Поршень**, и нажмите кнопку **ОК**.

2.2. Построение поршневого кольца

Построение геометрической модели поршневого кольца будем проводить в следующей последовательности:

1. Создайте новую деталь SolidWorks и на плоскости **Спереди** откройте новый эскиз.

2. Постройте на выбранной плоскости эскиз по своим размерам или по размерам, показанным на рис. 2.16. Старайтесь, чтобы эскиз был полностью определен, то есть все линии эскиза имели черный цвет.

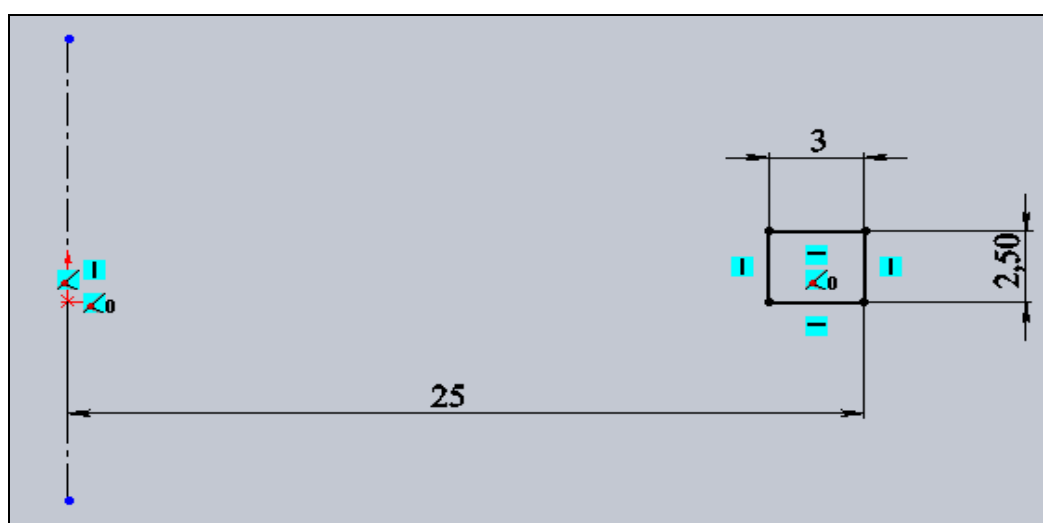





Рис. 2.16. Эскиз поршневого кольца

3. Через начало координат (исходную точку) проведите вертикально осевую линию (на рис. 2.16 она показана штрихпунктирной линией). Кольцо будем строить поворотом эскиза вокруг оси.

4. Далее не выходя из режима рисования эскиза, активируйте панель нажатием на кнопку  и вызовите команду **Повернутая бобышка/основание**  из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Бобышка/Основание | Повернуть**. Откроется диалоговое окно **Повернуть** (рис. 2.17), в котором уже будут заданы все необходимые параметры, так как осевая линия одна и программа ее принимает по умолчанию. Также по умолчанию программа поворачивает эскиз на 360 градусов. Но поскольку поршневое кольцо является незамкнутым, то вместо 360 градусов установите 359 градусов. Для принятия команды нажмите кнопку **ОК** . В результате модель приобретет цилиндрическую форму с замком.

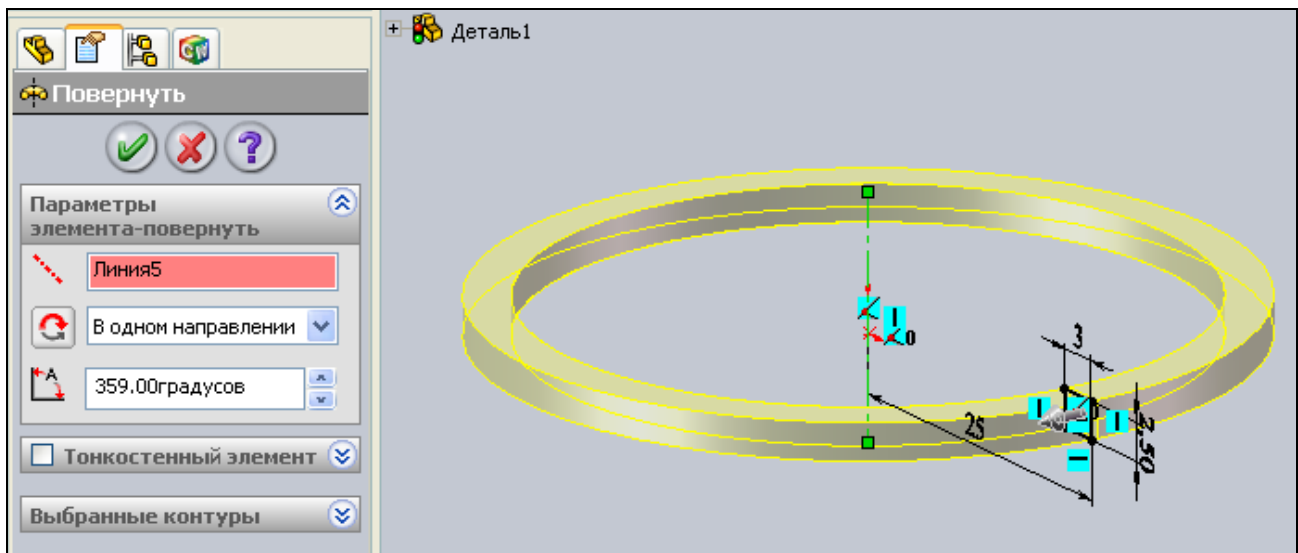


Рис. 2.17. Применение команды **Повернуть** для эскиза кольца

5. В принципе модель поршневого кольца готова. Как видите, профиль кольца легко сформировать в эскизе. Например, если требуется сформировать кольцо скребкового типа, то это легко сделать, редактируя эскиз. Для этого щелкните правой кнопкой мыши в **Дереве Конструирования** на элементе **Повернуть1** и в контекстном меню выберите **Редактировать эскиз**. Графический экран перейдет в режим рисования эскиза и можно будет исправить эскиз, например, так, как показано на рис. 2.18. В результате после выхода из эскиза получится кольцо, показанное на рис. 2.19.

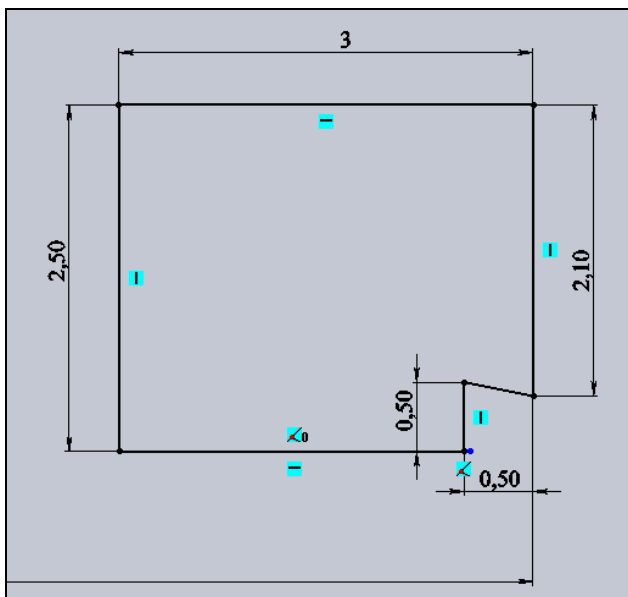


Рис. 2.18. Эскиз для кольца скребкового типа

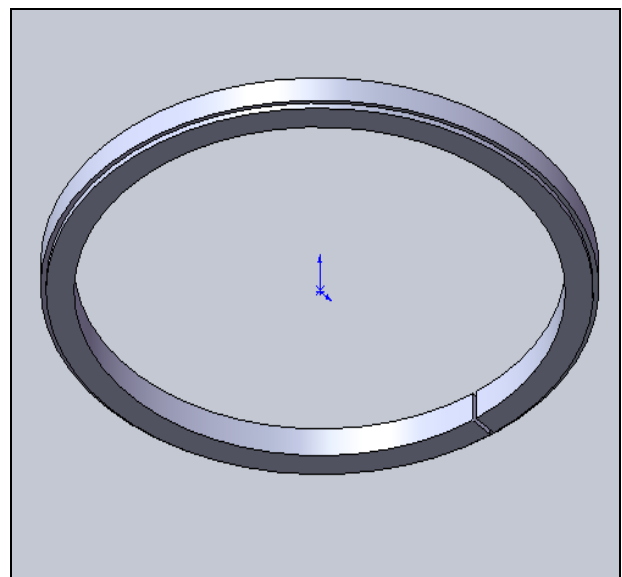



Рис. 2.19. Кольцо скребкового типа (вид снизу)

6. В двухтактных двигателях поршневое кольцо фиксируют относительно поршня, чтобы кольцо не проворачивалось на поршне и кромки кольца не попали в выпускное или продувочное окно. Фиксацию кольца осуществляют с помощью штифта, установленного в поршень, а в замке кольца изготавливают ответный вырез под штифт. Давайте изменим форму кольца под этот штифт. Для этого щелкните мышью в **Дереве Конструирования** на плоскости **Справа** и затем на этой плоскости откройте новый эскиз. Чтобы повернуть эскиз плоскостью параллельно экрану нажмите на кнопку  — **Перпендикулярно** в панели инструментов **Стандартные виды**. Постройте эскиз, показанный на рис. 2.20.

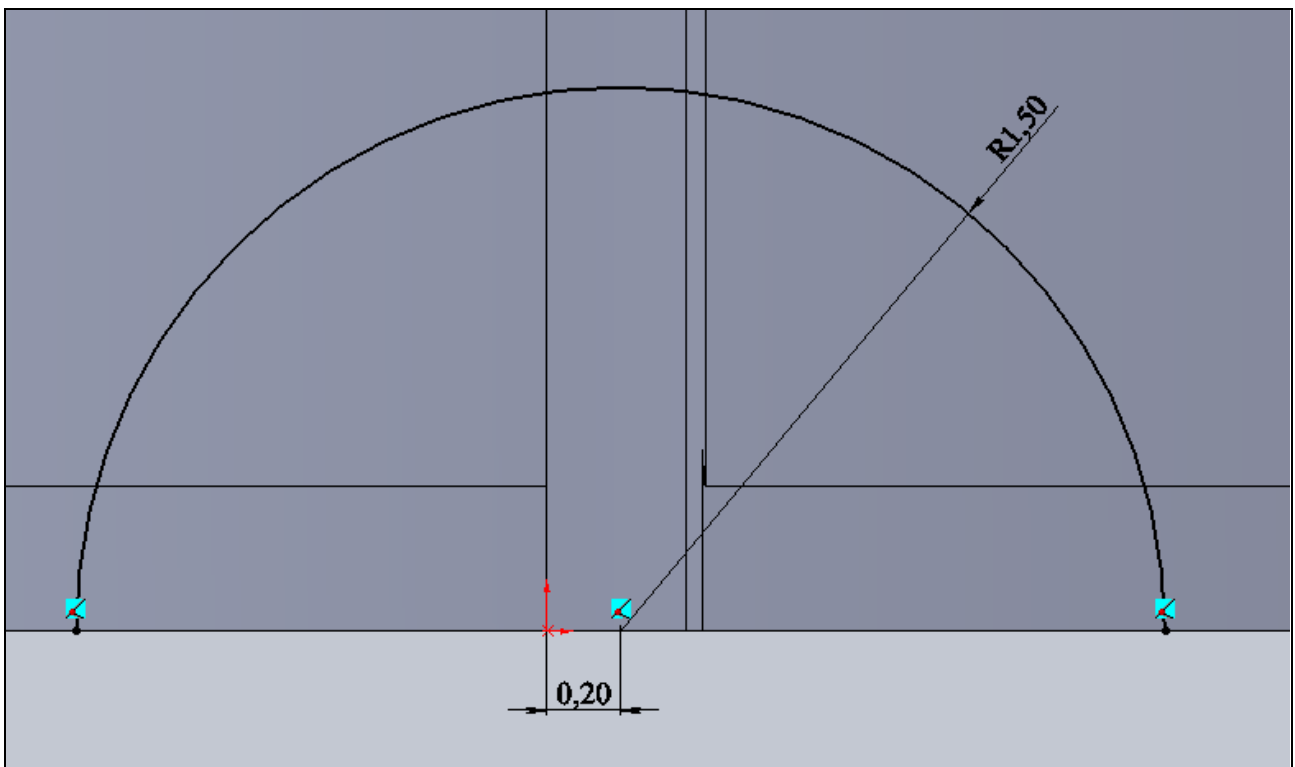




Рис. 2.20. Эскиз выреза под штифт

Далее вызовите команду  — **Вытянутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Вырез | Вытянуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез-Вытянуть** (рис. 2.21). В качестве эскиза программа принимает эскиз полуокружности, так как вызов команды происходил из режима рисования эскиза. Если направление выреза будет обращено в сторону, противоположную замку, то для изменения направления выреза нажмите кнопку **Реверс направления** .

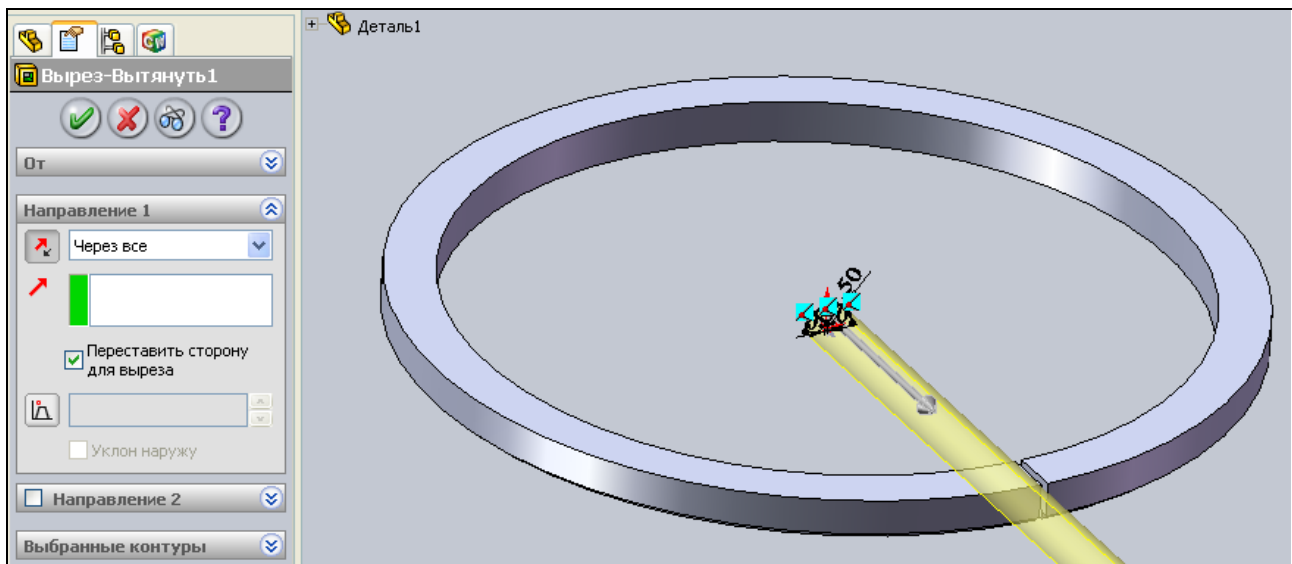



Рис. 2.21. Вырез отверстия в кольце под штифт

После задания всех параметров нажмите кнопку **ОК**  и вас должен получиться вырез, показанный на рис. 2.22.

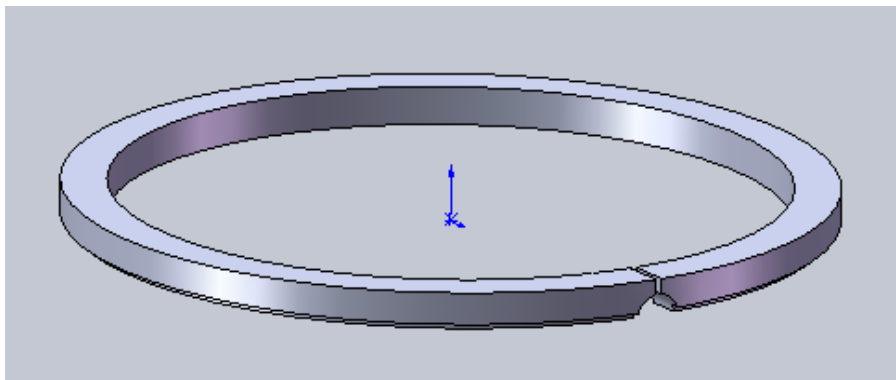



Рис. 2.22. Геометрическая модель поршневого кольца

7. Поршневое кольцо готово. Осталось сохранить деталь. Для этого нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Сохранить**. В открывшемся диалоговом окне введите имя файла, например, **Поршневое кольцо**, и нажмите кнопку **ОК**.

2.3. Построение поршневого пальца

Построение геометрической модели поршневого пальца будем проводить в следующей последовательности:

1. Создайте новую деталь SolidWorks и на плоскости **Спереди** откройте новый эскиз.

2. Постройте на выбранной плоскости эскиз по своим размерам или по размерам, показанным на рис. 2.23. Старайтесь, чтобы эскиз был полностью определен, то есть все линии эскиза имели черный цвет.

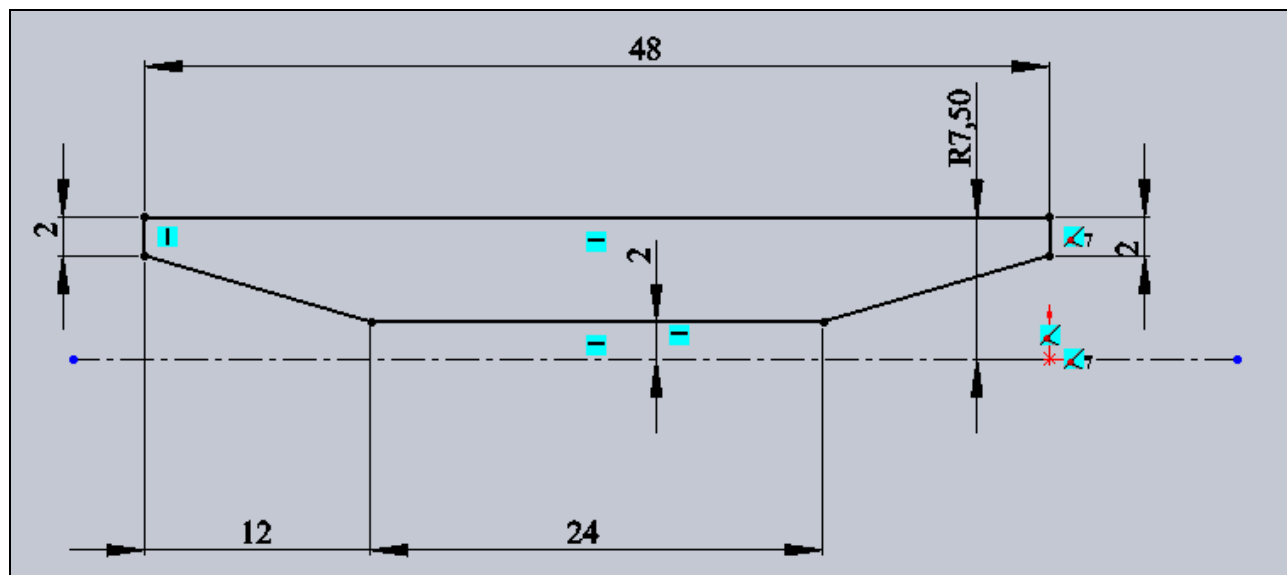






Рис. 2.23. Эскиз поршневого пальца

3. Через начало координат (исходную точку) проведите горизонтально осевую линию (на рис. 2.16 она показана штрихпунктирной линией). Палец будем строить поворотом эскиза вокруг оси.

4. Далее не выходя из режима рисования эскиза, активируйте панель нажатием на кнопку  и вызовите команду **Повернутая бобышка/основание**  из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Бобышка/Основание | Повернуть**. Откроется диалоговое окно **Повернуть** (рис. 2.24), в котором уже будут заданы все необходимые параметры, так как осевая линия одна и программа ее принимает по умолчанию. Также по умолчанию программа поворачивает эскиз на 360 градусов. Для принятия команды нажмите кнопку **ОК** .

5. Поршневой палец готов. Осталось сохранить деталь. Для этого нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Сохранить**. В открывшемся диалоговом окне введите имя файла, например, **Поршневой палец**, и нажмите кнопку **ОК**.

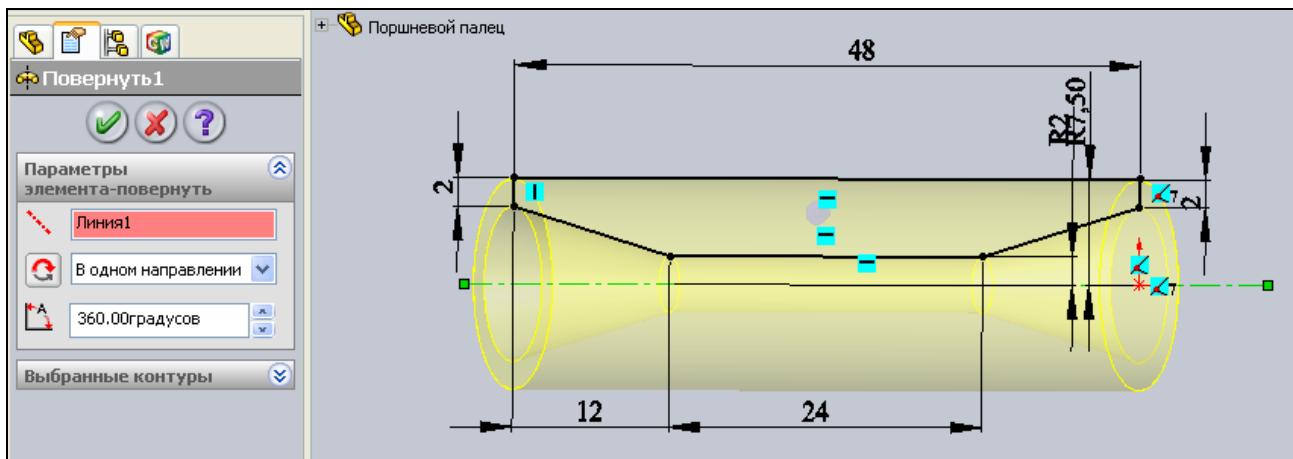


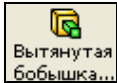

Рис. 2.24. Поворот эскиза поршневого пальца вокруг осевой линии

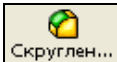
2.4. Построение шатуна

Построение геометрической модели шатуна будем проводить в следующей последовательности:

1. Создайте новую деталь SolidWorks и на плоскости **Спереди** откройте новый эскиз.

2. Постройте на выбранной плоскости эскиз основы шатуна по своим размерам или по размерам, показанным на рис. 2.25. Старайтесь, чтобы эскиз был полностью определен, то есть все линии эскиза имели черный цвет.

3. Далее построим основу шатуна, для чего не выходя из режима рисования эскиза вызовите команду  — **Вытянутая бобышка/основание** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Бобышка/Основание | Вытянуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вытянуть**, в котором задайте вытягивание материала в режиме **От средней поверхности** на расстояние, например, 26 мм (рис. 2.26). В этом случае вытягивание произойдет в обе стороны от плоскости построений **Спереди** на расстояние 13 мм. Для принятия команды нажмите кнопку **ОК** . Получится твердотельная модель основы шатуна.

4. Для придания прочности в кривошипной головке шатуна добавим скругление на кромку, образованной на стыке стержня шатуна и кривошипной головки (рис. 2.27). Вызовите команду  — **Скругление** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Элементы | Скругление**.

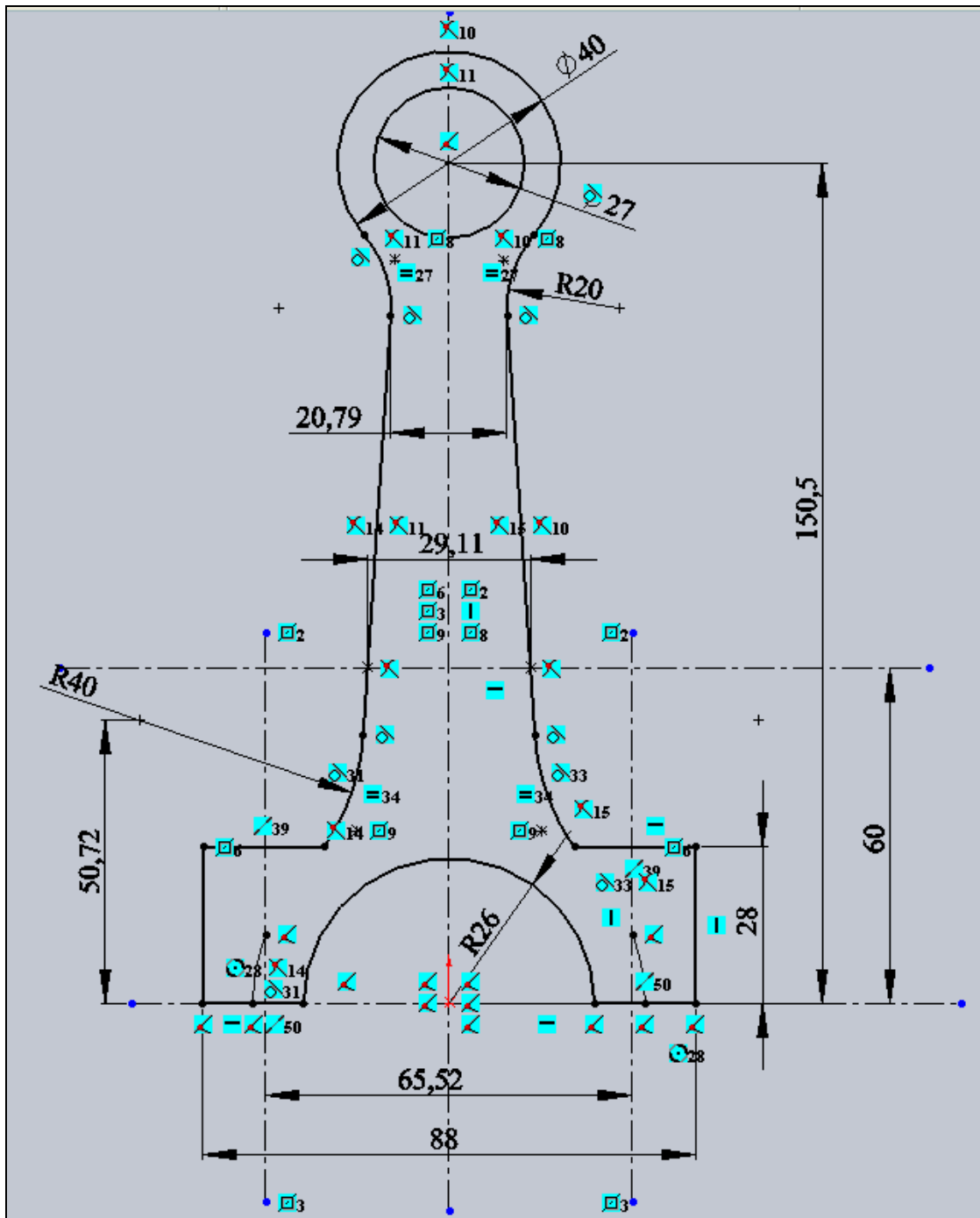


Рис. 2.25. Эскиз основы шатуна

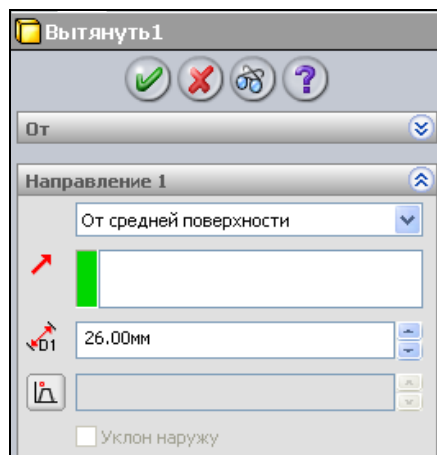



Рис. 2.26. Вытягивание эскиза

Откроется диалоговое окно **Скругление** (рис. 2.27), в котором укажите кромки, которые требуется скруглить, задайте радиус скругления (например, 30 мм) и нажмите кнопку **ОК** .

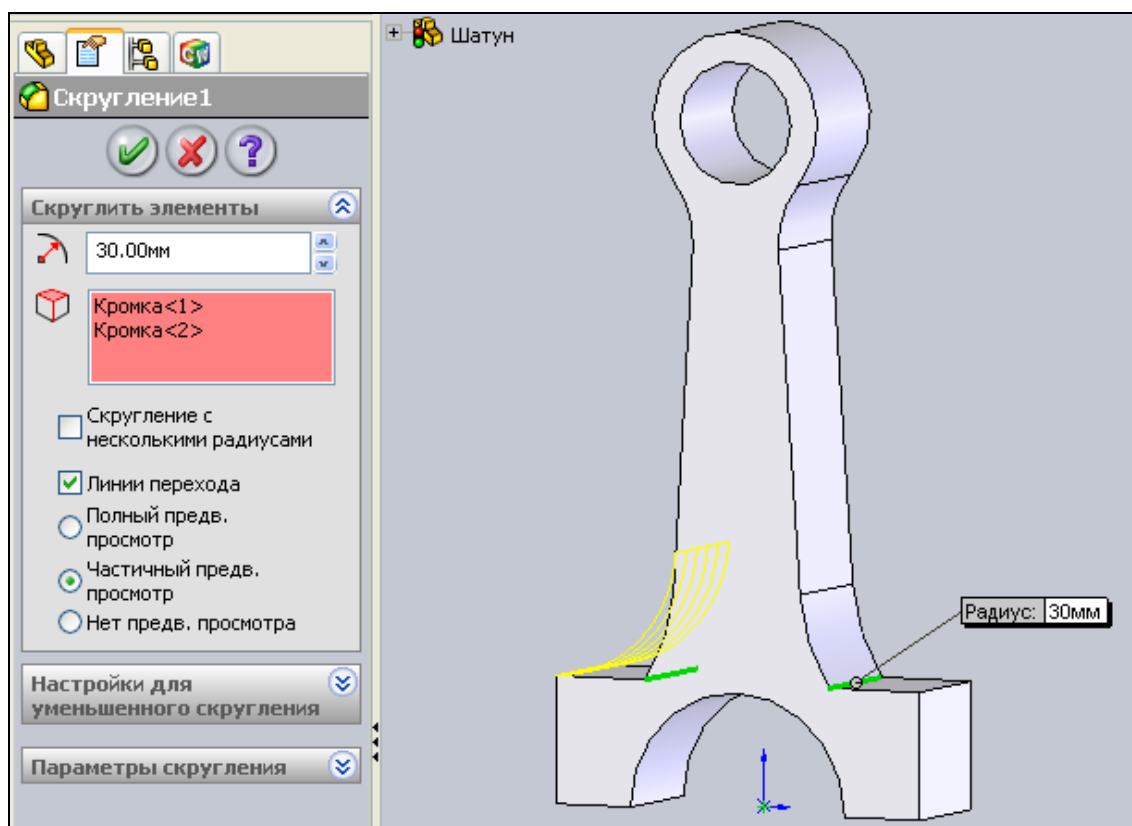




Рис. 2.27. Создание скругления

5. Сформируем стержень шатуна по высоте. Для этого на плоскости **Справа** откройте новый эскиз и сделайте построения, показанные на рис. 2.28. В построении используйте зеркальное отражение.

Далее построим отсечение материала стержня, для чего не выходя из режима рисования эскиза вызовите команду  — **Вытянутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Вырез | Вытянуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез-Вытянуть**, в котором задайте вытягивание материала в режиме **От средней поверхности** на расстояние, например, 50 мм (рис. 2.29). Это расстояние должно быть не меньше ширины стержня в самом широком месте. После задания параметров нажмите кнопку **ОК** .

6. Сформируем окантовку кривошипной головки шатуна. Для этого вновь на плоскости **Справа** откройте новый эскиз и на кривошипной головке нарисуйте эскиз, показанный на рис. 2.30.

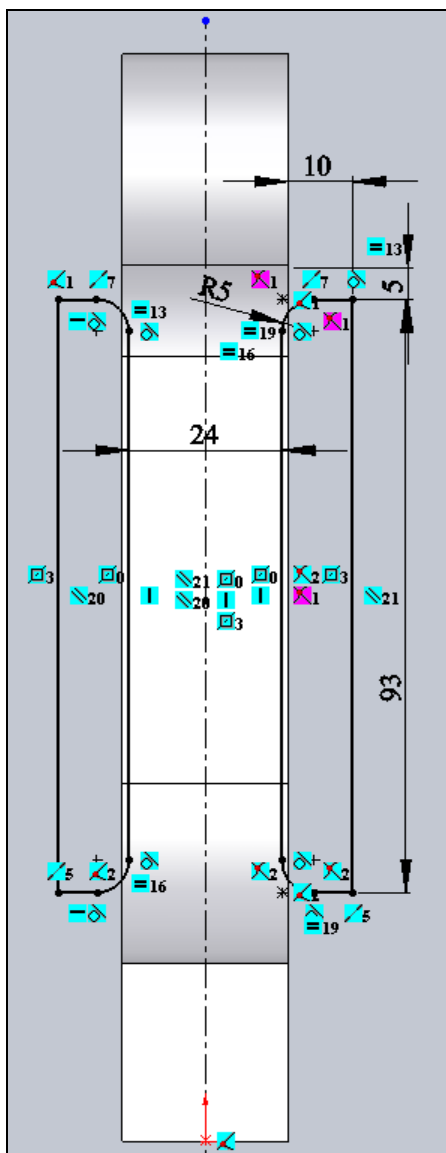


Рис. 2.28. Эскиз для формирования стержня

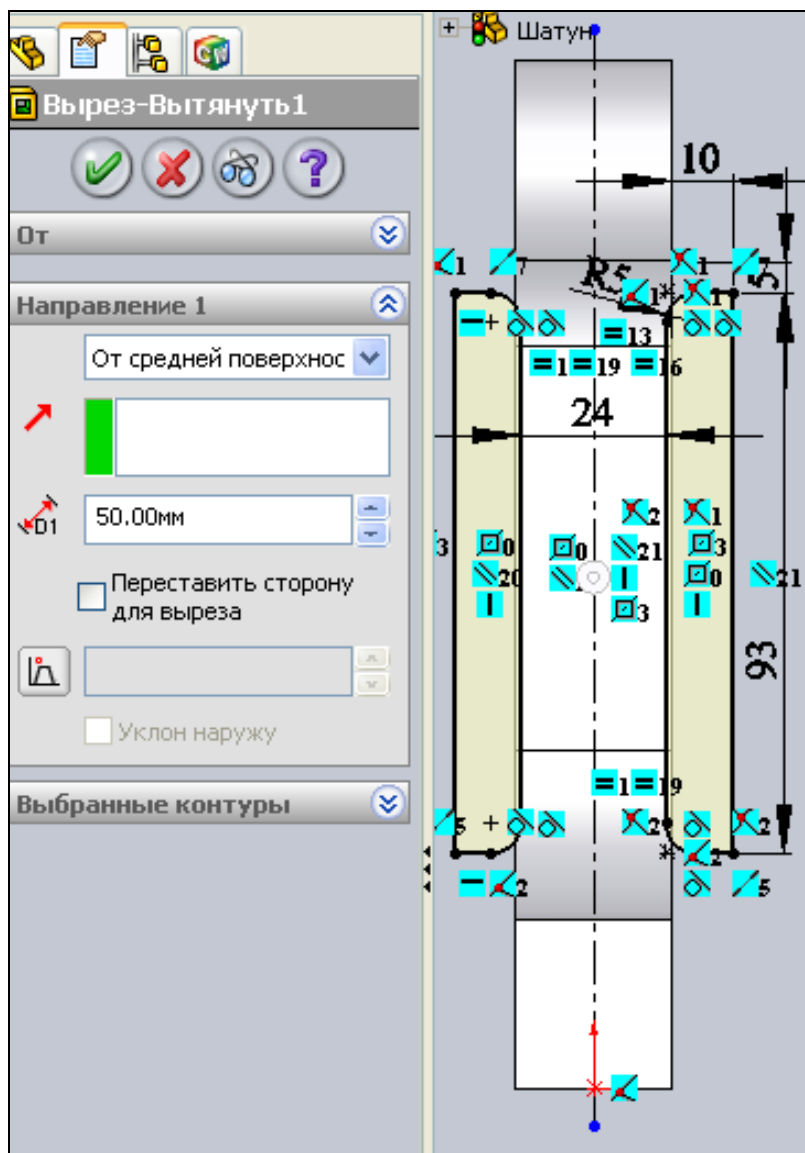
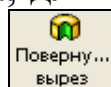



Рис. 2.29. Вытягивания выреза

При рисовании эскиза не забудьте построить нижнюю горизонтальную осевую линию для поворотного выреза.

Затем построим полукруглое отсечение материала кривошипной головки шатуна, для чего не выходя из режима рисования эскиза вызовите команду



— **Повернутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Вырез | Повернуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез-Повернуть**, в котором в качестве **Оси вращения** укажите нижнюю горизонтальную осевую линию. Параметр **Угол** можно задать 360 градусов (рис. 2.31). После задания всех параметров нажмите кнопку **ОК** .

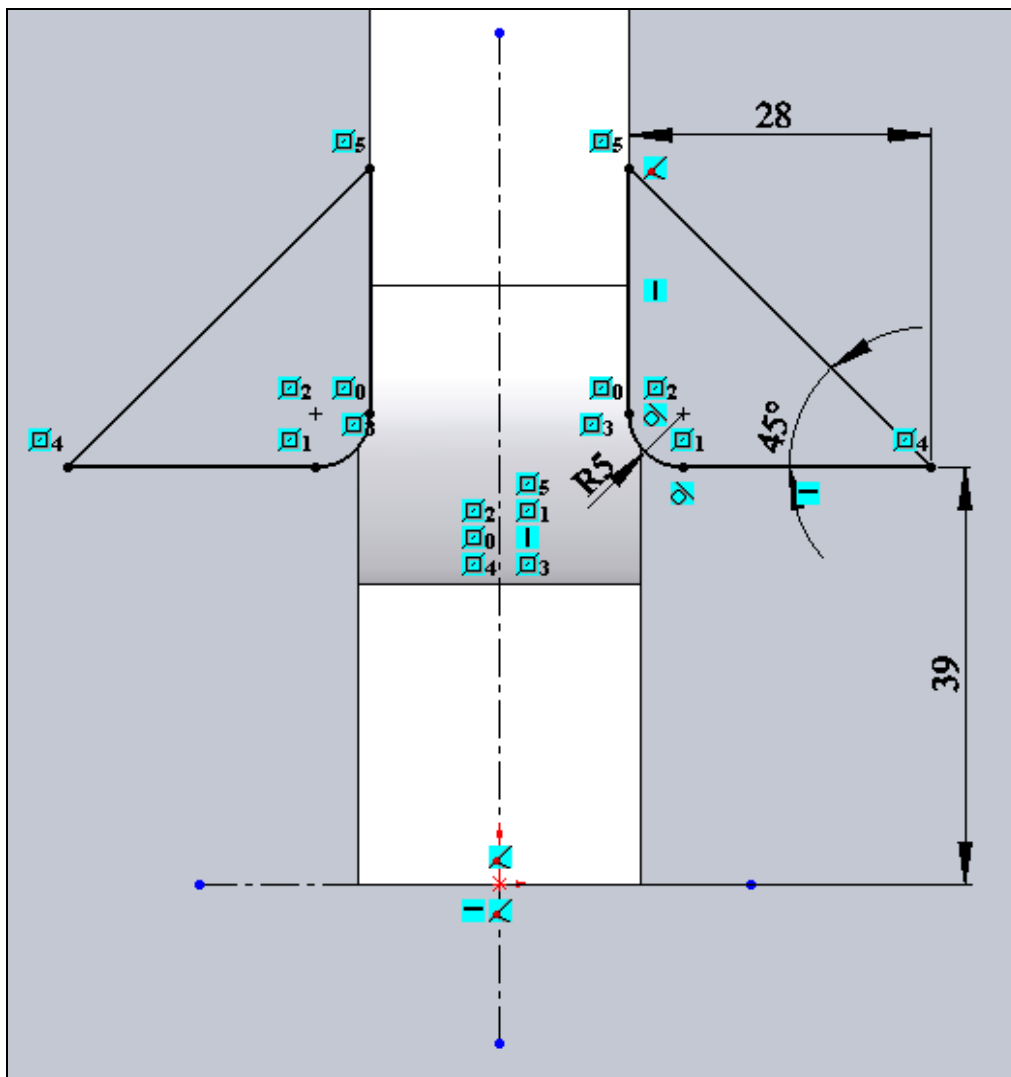


Рис. 2.30. Эскиз для формирования окантовки

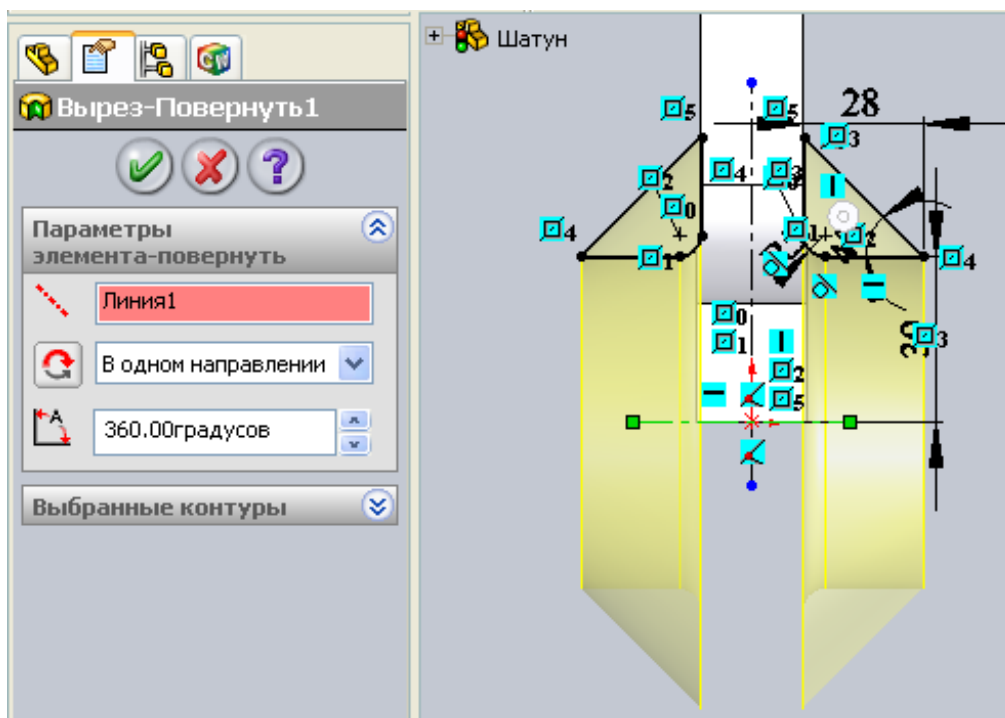




Рис. 2.31. Вырез окантовки инструментом **Повернутый вырез**

7. Сделаем вырез в стержне шатуна для его облегчения. Для этого щелкните мышью по передней грани шатуна в районе стержня и создайте эскиз, показанный на рис. 2.32.

Далее построим вырез материала стержня, для чего не выходя из режима рисования эскиза

вызовите команду  — **Вытянутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Вырез | Вытянуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез-Вытянуть**, в котором задайте вытягивание материала в режиме **На расстояние от поверхности** и в качестве поверхности выберите плоскость **Спереди**. Расстояние задайте, например, 4 мм (рис. 2.33) – вырез будет произведен от грани, на которой построен эскиз, до расстояния, отстоящего от плоскости **Спереди** на 4 мм, то есть слой материала от осевой линии шатуна до выреза составит 4 мм.

При задании параметров обратите внимание на параметр **Угол уклона**. Он составляет 2 градуса. Поскольку шатуны часто изготавливаются литьем, то этот угол предназначен для того, чтобы обеспечить извлечение детали из формы. Чтобы назначить уклон, нажмите на кнопку  — **Включить/выключить уклон** и задайте в окне **Угол уклона** величину в градусах. Так как уклон осуществляется вовнутрь, то флажок у параметра **Уклон наружу** устанавливать не нужно. После задания всех параметров нажмите кнопку **ОК** .

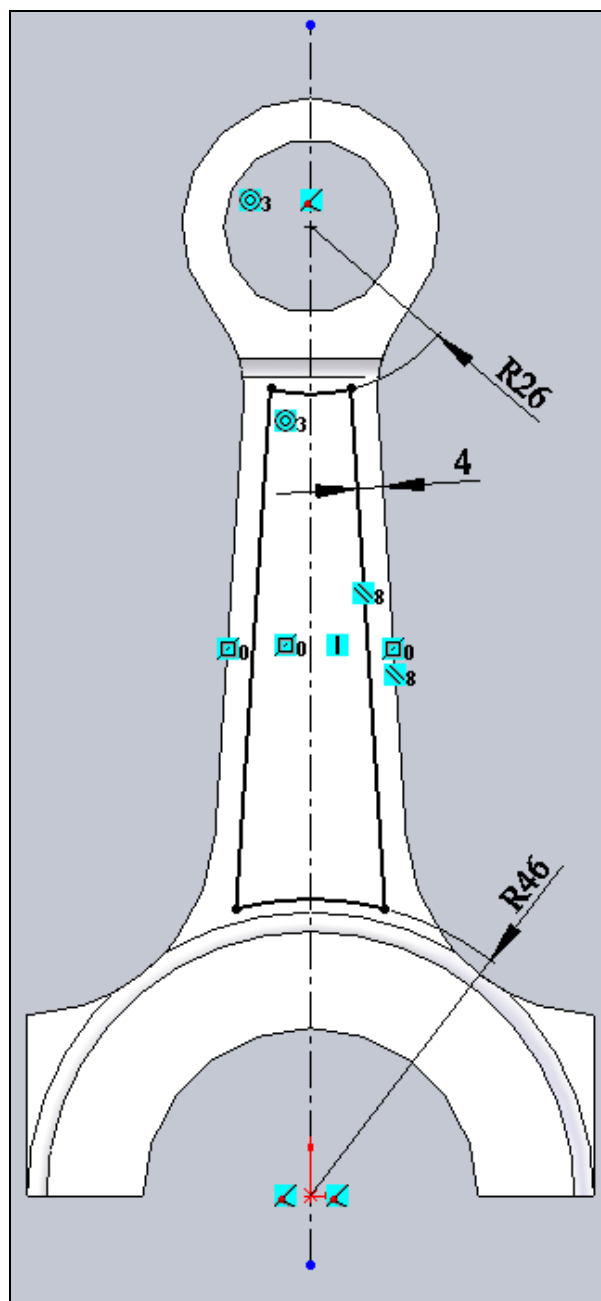


Рис. 2.32. Эскиз выреза в стержне

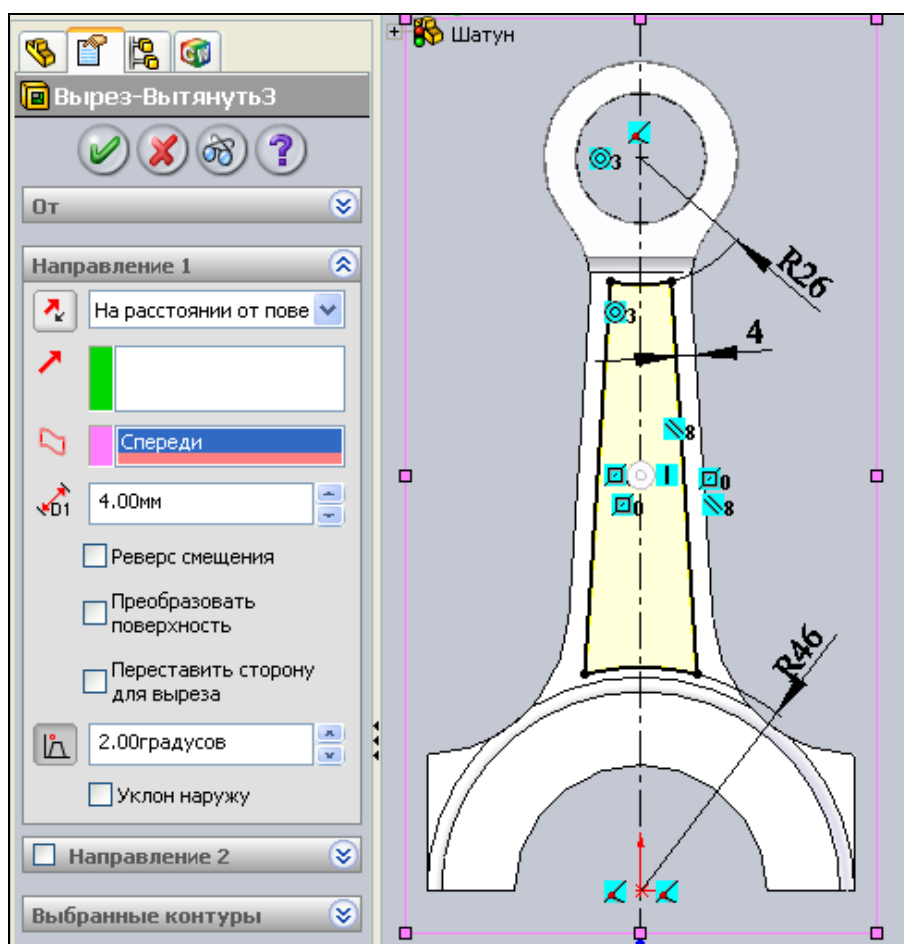








Рис. 2.33. Вырез материала в стержне шатуна

8. Сделаем аналогичные уклоны на наружной поверхности стержня. Для этого на плоскости **Спереди** нарисуйте эскиз, показанные на рис. 2.34. Обратите внимание, что в эскизе нет ни одного размера, но он, тем не менее, полностью определен. Все дело в том, что часть линий правой фигуры построена на базе существующего шатуна и осуществлена привязка к кромкам имеющейся детали (кордиальность , коллинеарность  и совпадение , а часть линий связана взаимосвязями касательность . Левая фигура построена зеркальным отображением  правой фигуры относительно осевой линии, проведенной вертикально через начало координат. Далее не выходя из режима рисования эскиза вызовите команду  — **Вытянутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Вырез | Вытянуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез-Вытянуть**, в котором задайте вытягивание материала в режиме **На заданное расстояние** и установите расстояние, например, 30 мм (рис. 2.35). Задайте параметр **Угол уклона** равным 2 градусам и установите флажок у параметра **Уклон наружу**.

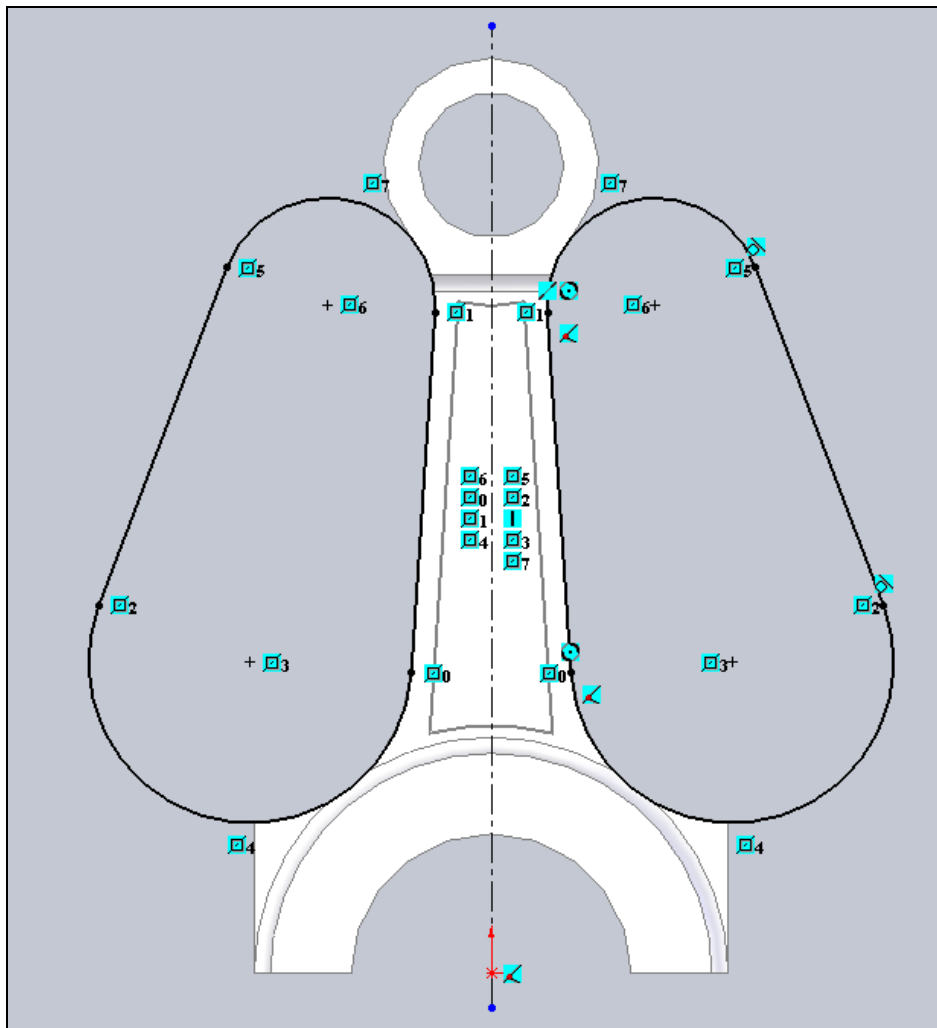


Рис. 2.34. Эскиз для создания наружных уклонов

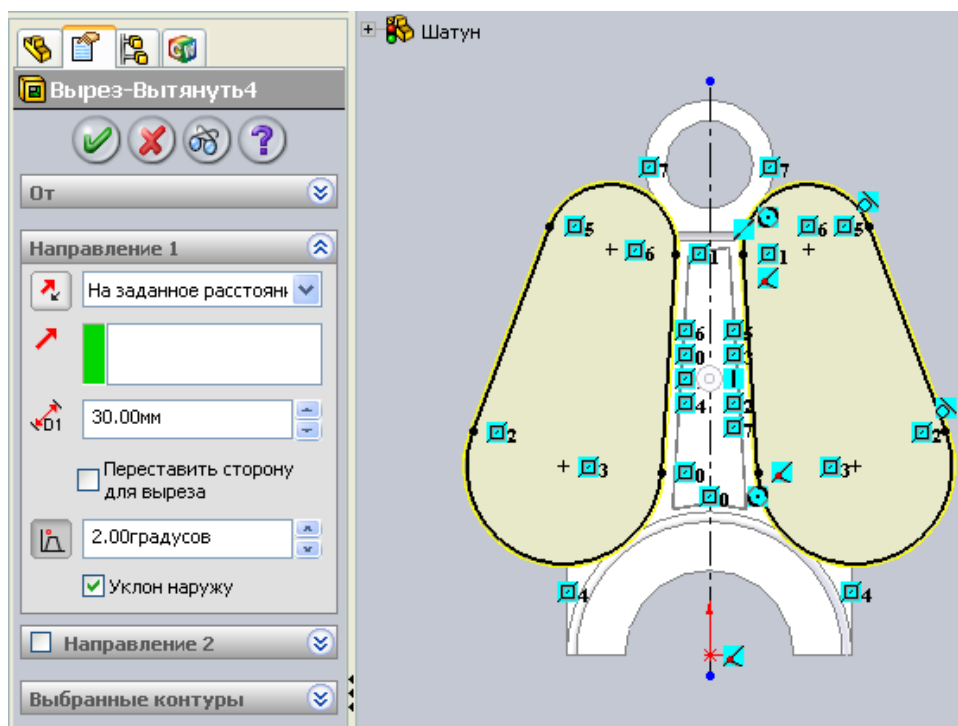
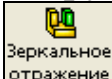





Рис. 2.35. Создание уклона на боковой поверхности стержня

После задания всех параметров нажмите кнопку **ОК** .

9. Сейчас шатун имеет вырез в центре стержня и уклон снаружи только с одной стороны. Чтобы сделать аналогичные вырезы и уклоны с другой стороны, воспользуемся инструментом зеркального отображения. Для этого вызовите команду  — **Вытянутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Массив/Зеркало | Зеркальное отражение**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Зеркальное отражение** (рис. 2.36), в котором сначала щелкните мышью в поле  вкладки **Зеркально отразить грань/плоскость** и затем щелкните в **Дереве Конструирования** по элементу **Спереди** – таким образом будет указано, что зеркальное отражение необходимо проводить относительно этой плоскости. Далее щелкните в поле  вкладки **Копировать элементы** и затем укажите в **Дереве Конструирования** элементы, которые требуется отразить (на рис. 2.36 этими элементами являются **Вырез-Вытянуть3** и **Вырез-Вытянуть4**). После выполнения всех манипуляций нажмите кнопку **ОК** .

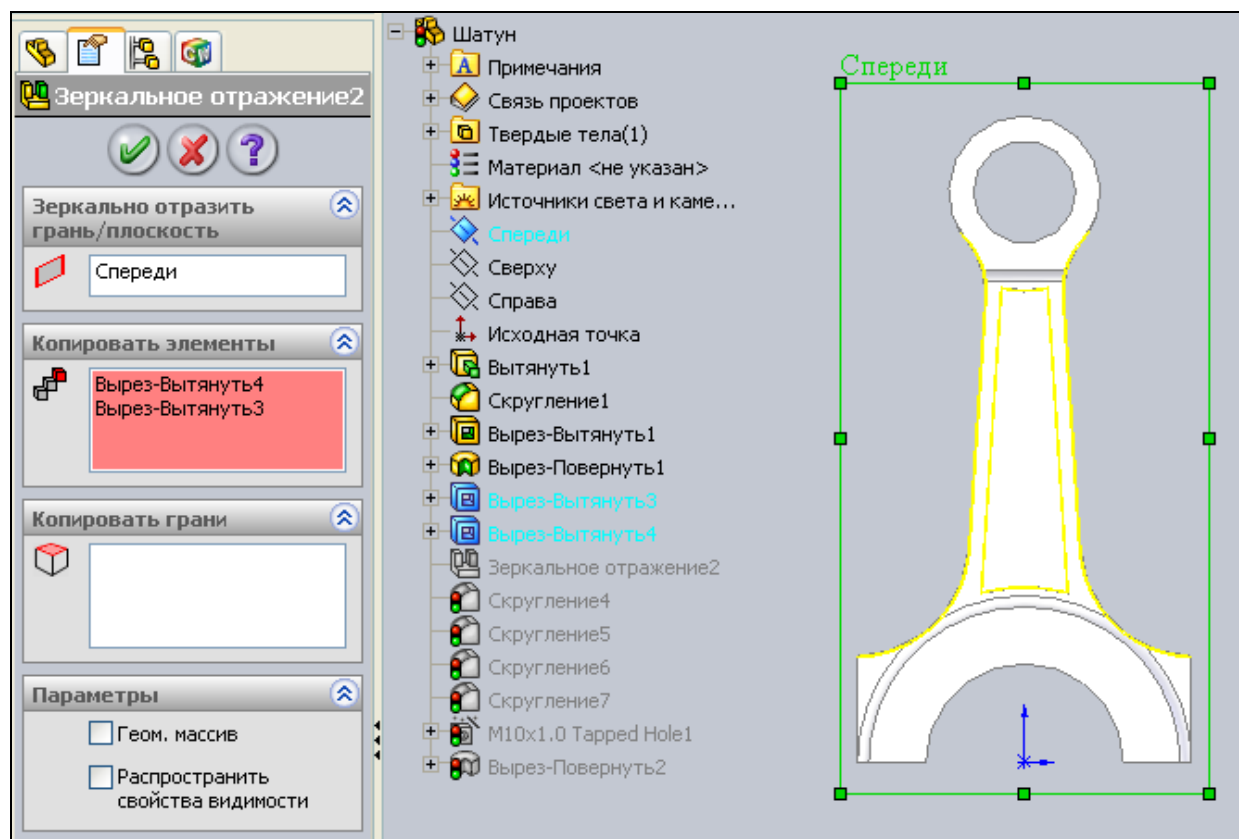




Рис. 2.36. Использование команды **Зеркальное отражение**

10. На данном этапе построений стержень шатуна имеет острые кромки, но так как стержень шатуна испытывает переменные нагрузки, то для повышения усталостной прочности требуется скругление этих кромок. Поэтому проведем скругление ряда кромок. Для этого вызовите команду  — **Скругление** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Элементы | Скругление**. Откроется диалоговое окно **Скругление**, в котором укажите кромки, которые требуется скруглить, задайте радиус скругления и нажмите кнопку **ОК** . Таким образом, сделайте скругления кромок, показанных на рис. 2.37 радиусом 3 мм, на рис. 2.38 – 5 мм, кромок, принадлежащих граням на рис. 2.39 – 2 мм, на рис. 2.40 – 1,5 мм.

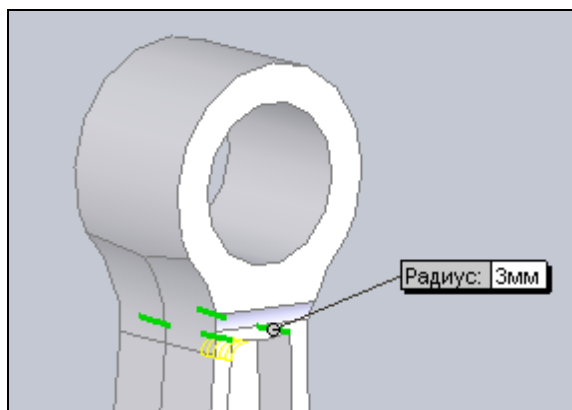


Рис. 2.37

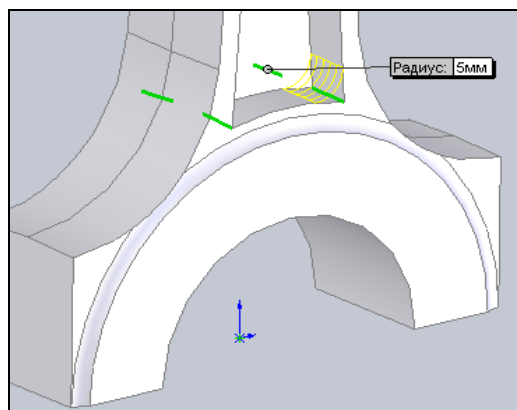


Рис. 2.38

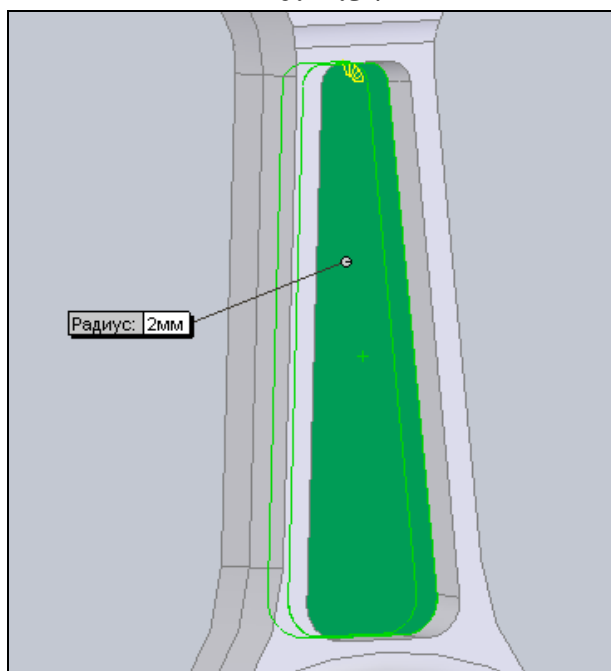


Рис. 2.39

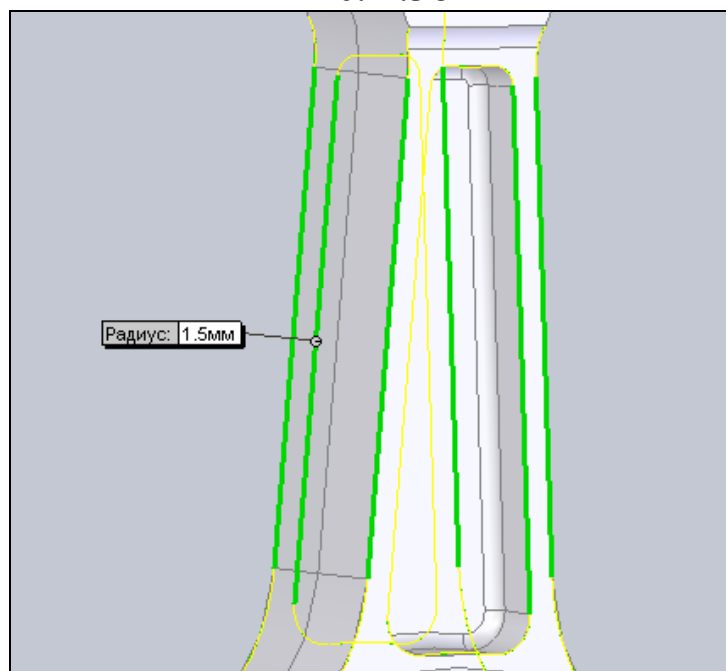


Рис. 2.40

11. Выполним в кривошипной головке шатуна отверстия под шатунные болты. Для этого на нижней грани шатуна постройте эскиз с размерами, показанными на рис. 2.41.

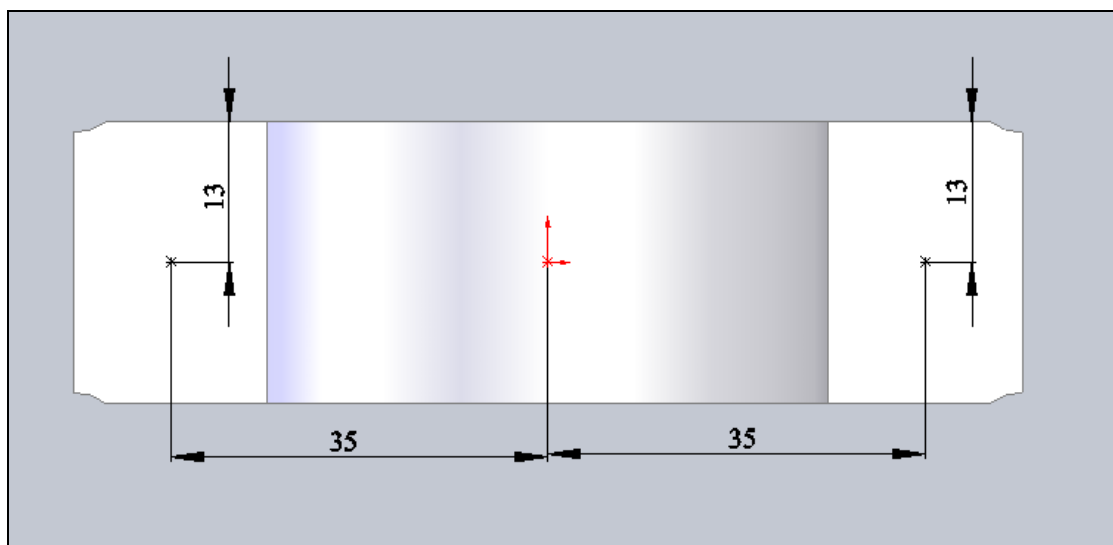
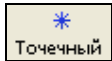
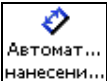
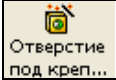




Рис. 2.41. Эскиз для указания центров отверстия

Для указания центров отверстия в эскизе воспользуйтесь инструментом  — **Точечный** из панели инструментов **Эскиз** или из главного меню **Инструменты | Объекты эскиза | Точка**. Поставьте точки на эскизе, а затем задайте месторасположение точек с помощью инструмента  — **Автоматическое нанесение размеров** из панели инструментов эскиз **Размеры/взаимосвязи** или в главном меню **Инструменты | Размеры | Авто**.

После построения эскиза выйдите из него и в панели инструментов **Элементы** выберите команду  — **Отверстие под крепеж** или в главном меню пройдите путь **Вставка | Элементы | Отверстие | Под крепеж**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Спецификация отверстия** (рис. 2.42), в котором можно задать характеристики отверстия. Например, выберем отверстие под болт с резьбой M10 и мелким шагом 1 мм. Мелкий шаг требуется для того, чтобы не происходило самопроизвольной вывинчивание шатунного болта. Длину глухого отверстия задайте 25 мм, а длину резьбовой части – 20 мм. Задайте все остальные параметры так, как указано на рис. 2.42. Затем переключите вкладку  **Расположения** и укажите на рисованные в предыдущем эскизе точки. Затем нажмите кнопку **ОК** .

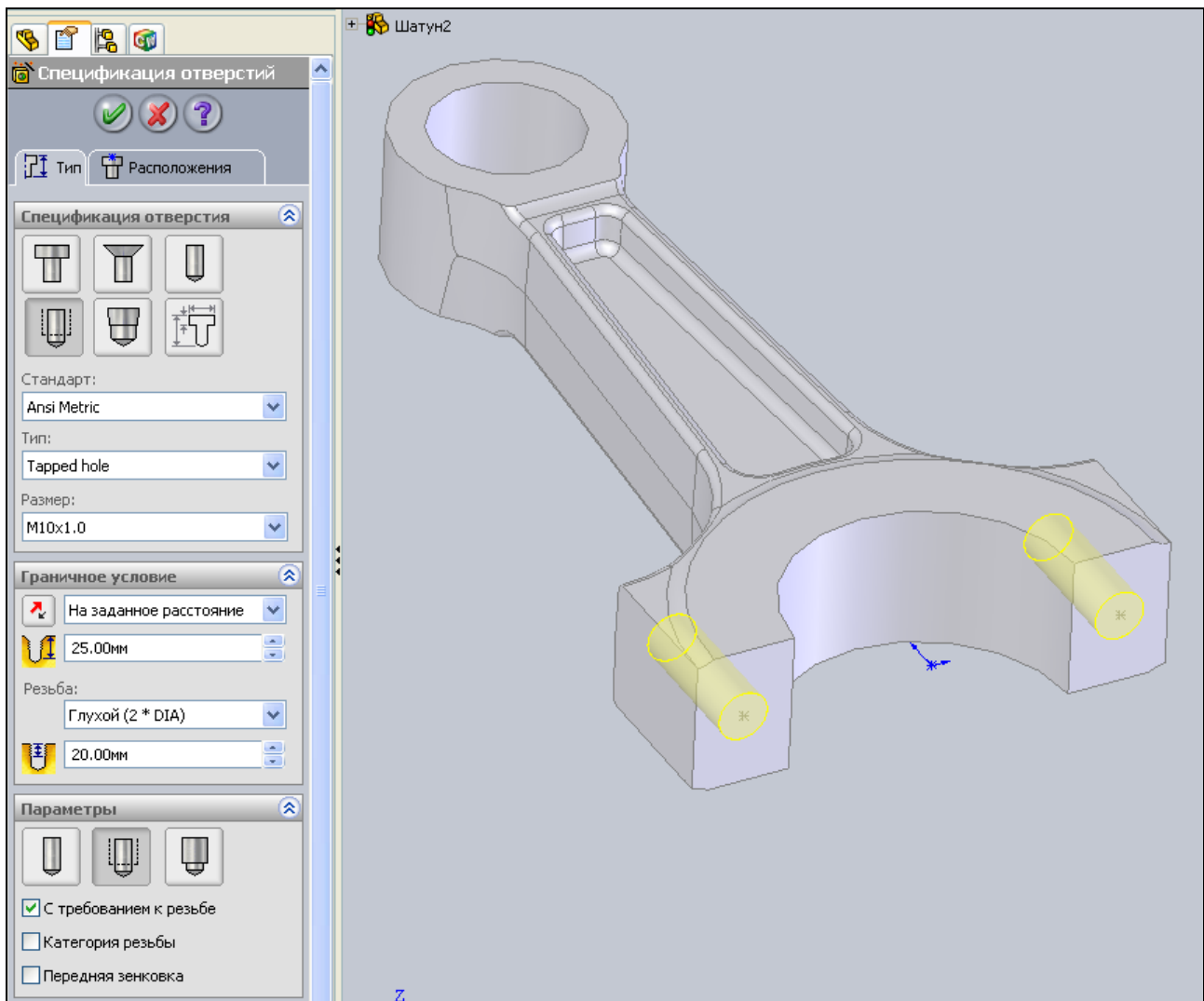



Рис. 2.42. Формирование отверстий под болты

Если окажется, что резьба не прорисована, то зайдите в настройки, нажав кнопку  в панели инструментов Стандартный или в главном меню **Инструменты | Параметры**. Откроется окно **Настройки пользователя**. Перейдите на вкладку **Свойства документа** и выберите слева пункт **Отображение примечаний**.

Справа в области **Отобразить фильтр** установите флажок у параметра **Закрашенные условные изображения резьбы**. Чтобы закрыть окно настроек, нажмите кнопку ОК. После этого резьба должна стать закрашенной так, как показано на рис. 2.43.

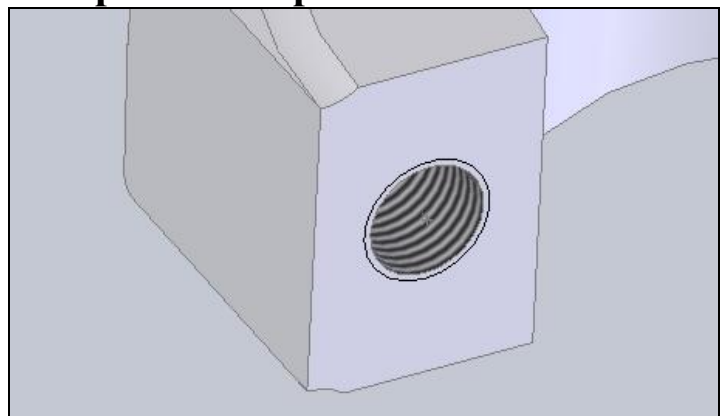


Рис. 2.43. Пример резьбы

12. И заключительный момент. Изготовление углубления для усика вкладыша, препятствующего провороту последнего. Для этого на нижней торцевой поверхности шатуна создайте эскиз, показанный на рис. 2.44.

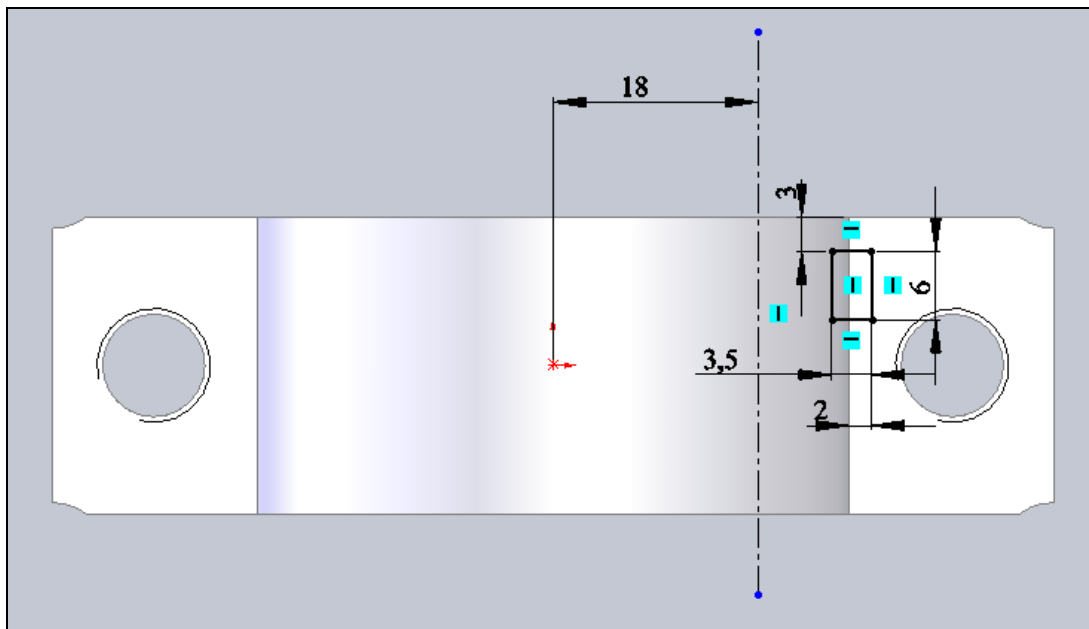



Рис. 2.44. Эскиз для создания углубления под усик вкладыша

Затем не выходя из режима рисования эскиза вызовите команду



— **Повернутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Вырез | Повернуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез-Повернуть**, в котором в качестве **Оси вращения** укажите вертикальную осевую линию. Параметр **Угол** можно задать 360 градусов (рис. 2.45). После задания всех параметров нажмите кнопку **ОК** .

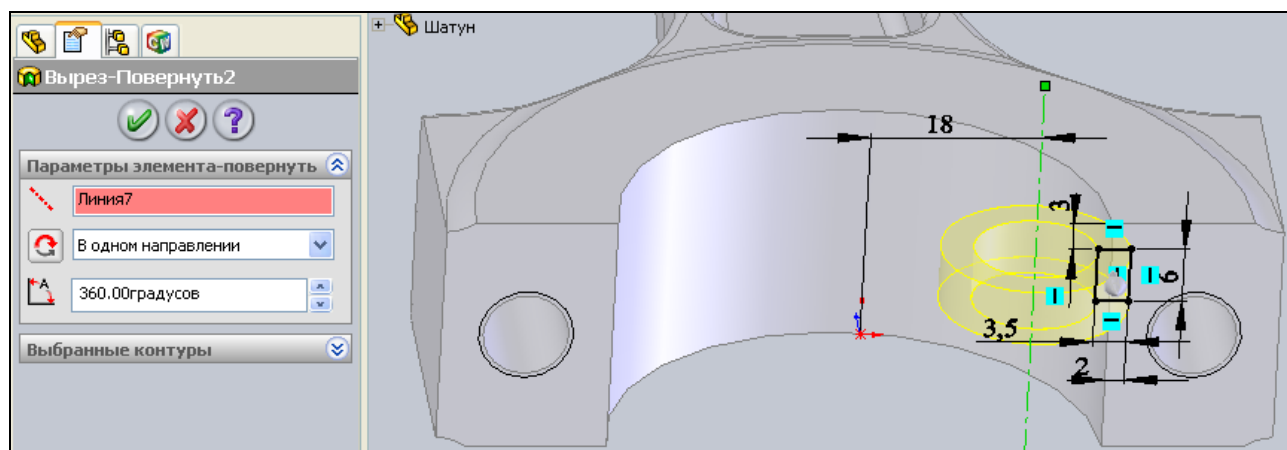




Рис. 2.45. Использование инструмента **Повернутый вырез**

13. Шатун готов. Осталось сохранить деталь. Для этого нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Сохранить**. В открывшемся диалоговом окне введите имя файла, например, **Шатун**, и нажмите кнопку **ОК**.



2.5. Построение крышки шатуна

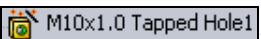
Построение геометрической модели крышки шатуна проводится в следующей последовательности:

1. Поскольку крышка шатуна является ответной частью шатуна и образует кривошипную головку шатуна, то создать геометрическую модель крышки можно путем редактирования геометрической модели шатуна. Для этого загрузите модель шатуна, нажав кнопку  — **Открыть** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Открыть**. В открывшемся диалоговом окне выберите файл **Шатун.sldprt**.

2. Чтобы не повредить существующий файл **Шатун.sldprt** во время построения крышки шатуна, то сохраните его в новый файл, выбрав в главном меню **Файл | Сохранить как** и в открывшемся диалоговом окне введите новое имя файла, например, **Крышка шатуна**.

3. Теперь можно приступить к редактированию шатуна с целью его преобразования в крышку. Для этого на плоскости **Спереди** откройте новую плоскость для построений и нарисуйте эскиз, показанный на рис. 2.46.

Затем вызовите команду  — **Вытянутый вырез** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Вырез | Вытянуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырез-Вытянуть**, в котором задайте вытягивание материала в режиме **Через все** (рис. 2.47) во вкладках **Направление 1** и **Направление 2**. После задания параметров нажмите кнопку **ОК** .

4. Остался последний штрих. В шатуне под шатунные болты были сформированы отверстия с резьбой. В крышке шатуна должны быть сквозные отверстия и без резьбы. Для корректировки отверстий щелкните правой кнопкой мыши в **Дереве Конструирования** по элементу .

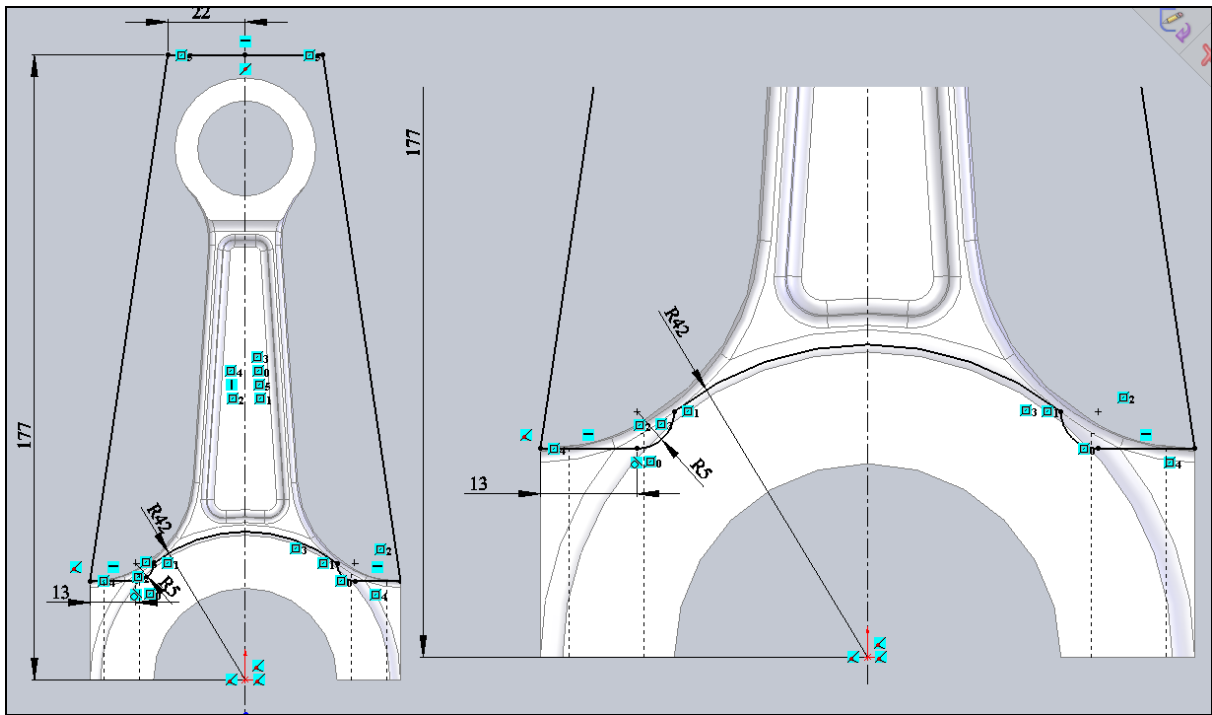


Рис. 2.46. Эскиз для отсечения части шатуна

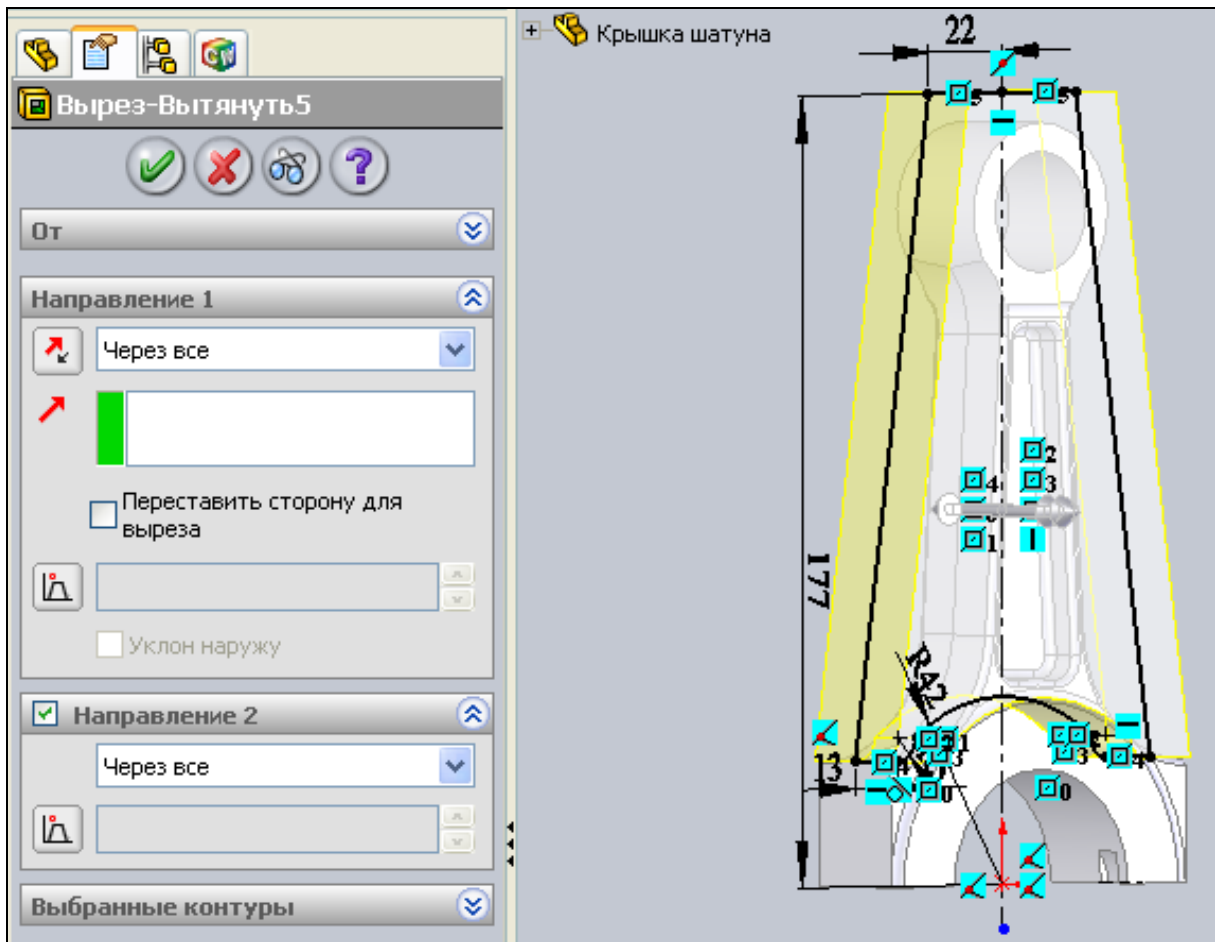



Рис. 2.47. Отсечение верхней части шатуна

Откроется диалоговое окно **Спецификация отверстий**, показанное на рис. 2.42, в котором отредактируйте крышку так, чтобы отверстия были сквозными и без резьбы.

5. Крышка шатуна готова. Осталось сохранить деталь. Для этого нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Сохранить**. Так как имя детали было задано, то диалоговое окно открываться не будет, а просто произойдет сохранение файла.

2.6. Построение коленчатого вала

Построение геометрической модели коленчатого вала будем проводить в следующей последовательности:

1. Создайте новую деталь SolidWorks и на плоскости **Спереди** откройте новый эскиз.

2. Коленчатый вал будем строить поэлементно. Сначала создадим коренную шейку. Для этого постройте на выбранной плоскости эскиз по своим размерам или по размерам, показанным на рис. 2.48. Старайтесь, чтобы эскиз был полностью определен, то есть все линии эскиза имели черный цвет.

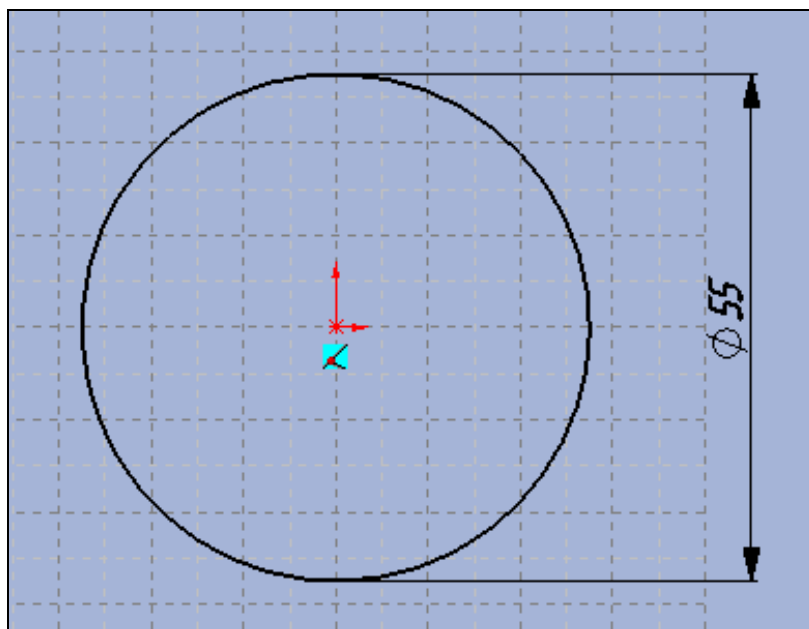
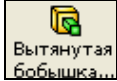

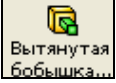



Рис. 2.48. Эскиз для коренной шейки

Далее построим коренную шейку, для чего не выходя из режима

рисования эскиза вызовите команду  — **Вытянутая бобышка/основание** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Бобышка/Основание | Вытянуть**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вытянуть**, в котором задайте вытягивание материала в режиме **На заданное расстояние**, например, 67 мм (рис. 2.49). Для принятия команды нажмите кнопку **ОК** . Получится твердотельная модель коренной шейки.

3. Затем построим щеку коленчатого вала. Для этого на торцовой поверхности коренной шейки создайте новую плоскость построения и нарисуйте эскиз, показанный на рис. 2.50. Далее вызовите команду  — **Вытянутая бобышка/основание** из панели инструментов **Элементы** или из главного меню **Вставка | Бобышка/Основание | Вытянуть**. Откроется диалоговое окно **Вытянуть**, в котором задайте вытягивание материала 18 мм (рис. 2.51). Для принятия команды нажмите кнопку **ОК** .

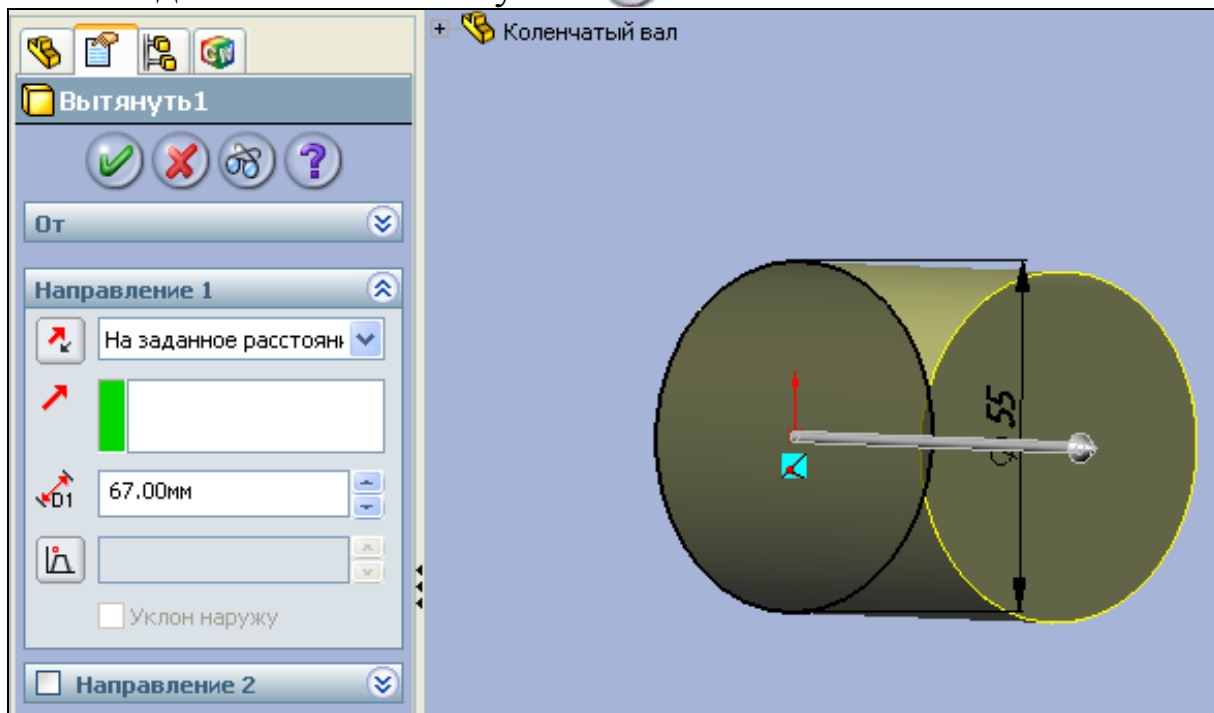


Рис. 2.49. Вытягивание материала для коренной шейки

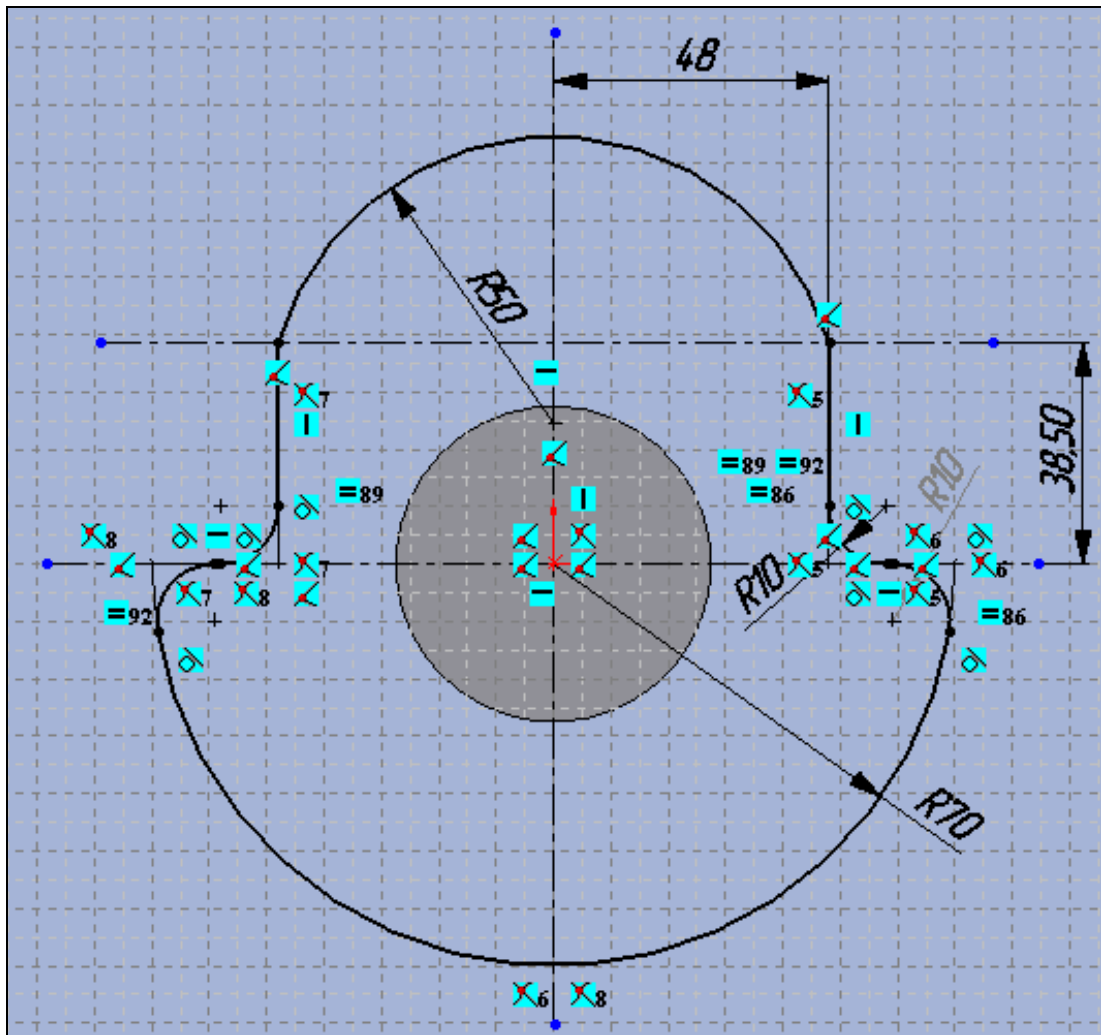


Рис. 2.50. Эскиз щеки

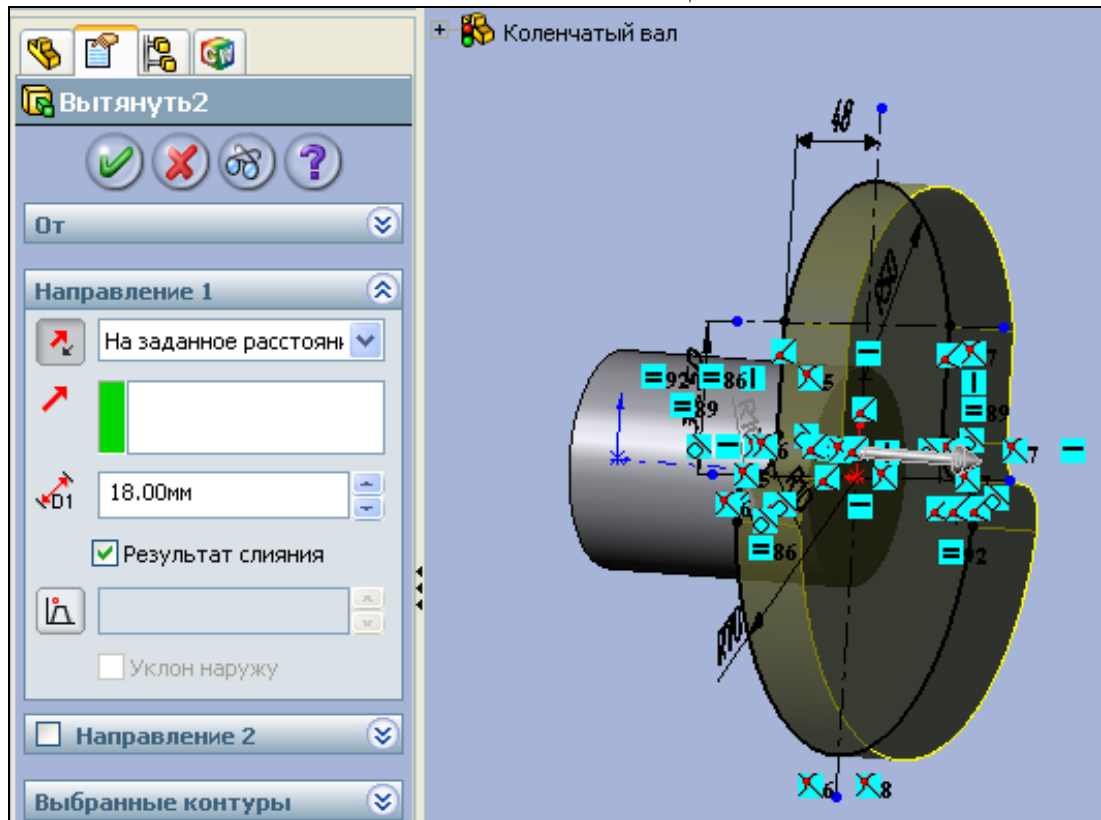


Рис. 2.51. Формирование щеки вытягиванием материала

4. Создадим шатунную шейку коленчатого вала. Для этого на грани щеки, свободной от коренной шейки, постройте эскиз, показанный на рис. 2.52.

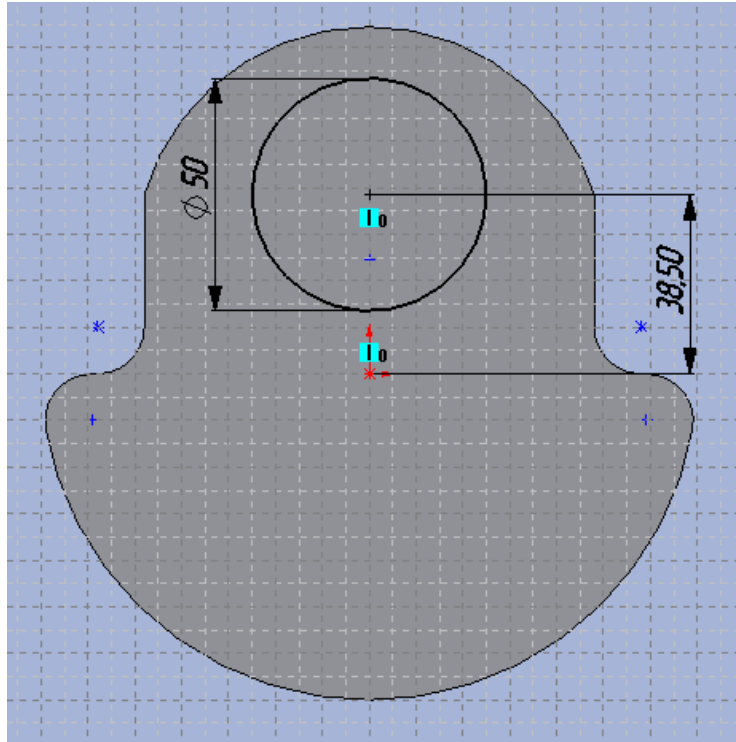


Рис. 2.52. Эскиз шатунной шейки

Затем вытяните эскиз на 45 мм.

5. Постройте вторую щеку аналогично последовательности, указанной в п. 3.

6. Постройте вторую коренную шейку аналогично последовательности, указанной в п. 2. В результате у вас получится деталь, показанная на рис. 2.53.

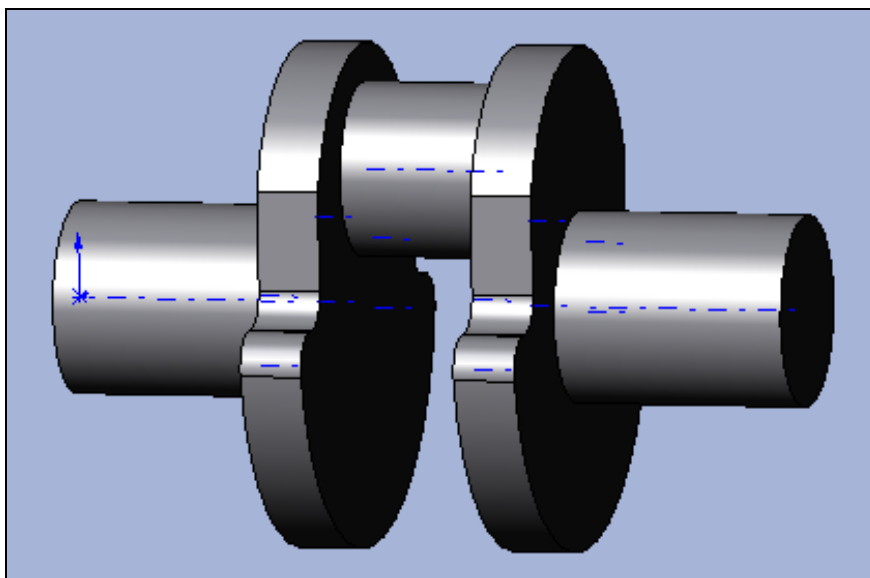


Рис. 2.53. Коленчатый вал для одного цилиндра

7. Щеки, шатунные и коренные шейки многоцилиндрового двигателя строятся аналогично вышеописанным. Например, на рис. 2.54 показан коленчатый вал для двух цилиндров.

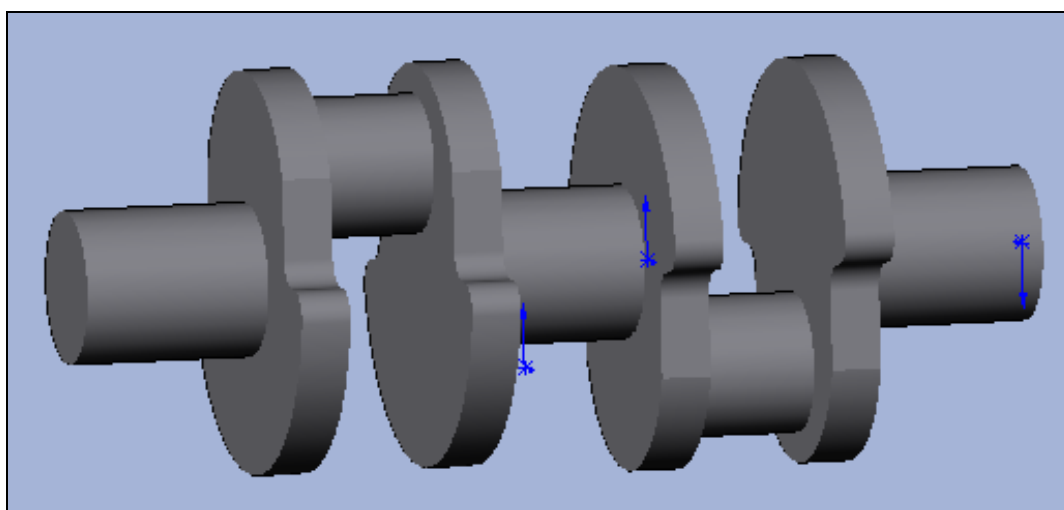



Рис. 2.54. Коленчатый вал двухцилиндрового двигателя

8. Коленчатый вал готов. Осталось сохранить деталь. Для этого нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Сохранить**. В открывшемся диалоговом окне введите имя файла, например, **Коленчатый вал**, и нажмите кнопку **ОК**.

2.7. Построение гильзы цилиндра

Построение геометрической модели гильзы цилиндра будем проводить в следующей последовательности:

1. Создайте новую деталь SolidWorks и на плоскости **Спереди** откройте новый эскиз.

2. Постройте на выбранной плоскости эскиз по своим размерам или по размерам, показанным на рис. 2.55. Старайтесь, чтобы эскиз был полностью определен, то есть все линии эскиза имели черный цвет.

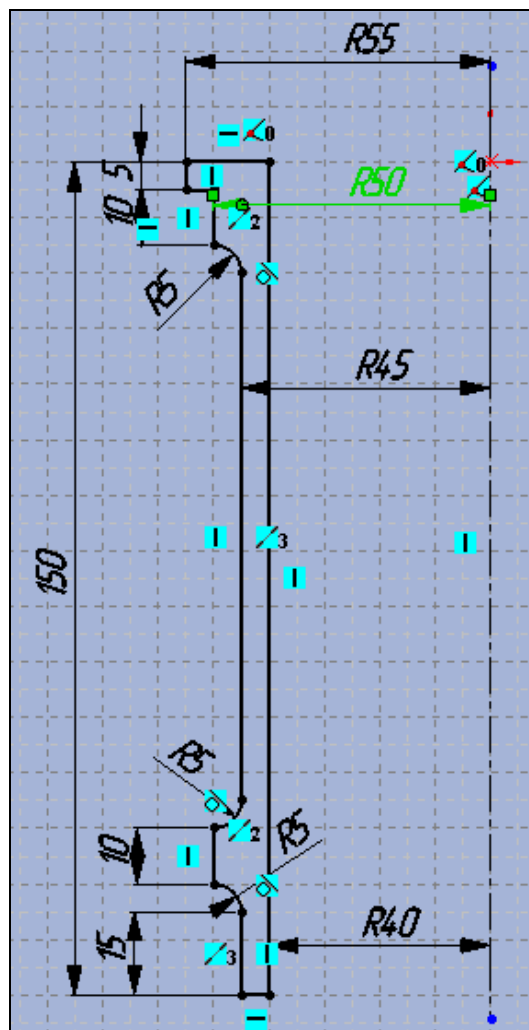

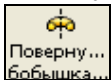



Рис. 2.55. Эскиз гильзы цилиндра

3. Через начало координат (исходную точку) проведите вертикально осевую линию (на рис. 2.55 она показана штрихпунктирной линией). Гильзу будем строить поворотом эскиза вокруг оси.

4. Далее не выходя из режима рисования эскиза, активируйте панель нажатием на кнопку  и вызовите команду **Повернутая бобышка/основание**  из панели инструментов **Элементы** или

из главного меню **Вставка | Бобышка/Основание | Повернуть**. Откроется диалоговое окно **Повернуть** (рис. 2.56), в котором уже будут заданы все необходимые параметры, так как осевая линия одна и программа ее принимает по умолчанию. Также по умолчанию программа поворачивает эскиз на 360 градусов. Для принятия команды нажмите кнопку **ОК** .

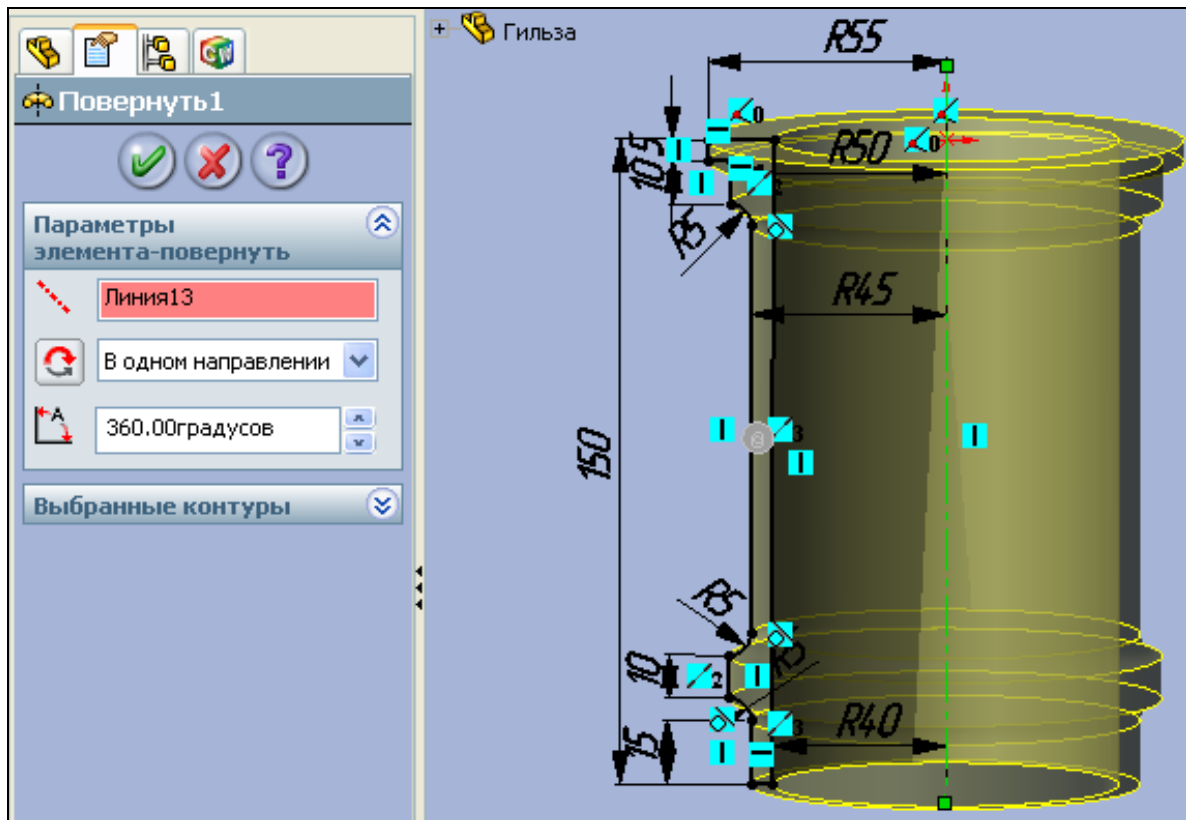




Рис. 2.56. Поворот эскиза гильзы вокруг осевой линии

5. Гильза цилиндра готова. Осталось сохранить деталь. Для этого нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартный** или в главном меню **Файл | Сохранить**. В открывшемся диалоговом окне введите имя файла, например, **Гильза цилиндра**, и нажмите кнопку **ОК** .

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

3.1. Эскизы

Задание 1. Проведение контурных линий.

Постройте последовательно все эскизы согласно рисунков 3.1–3.10.

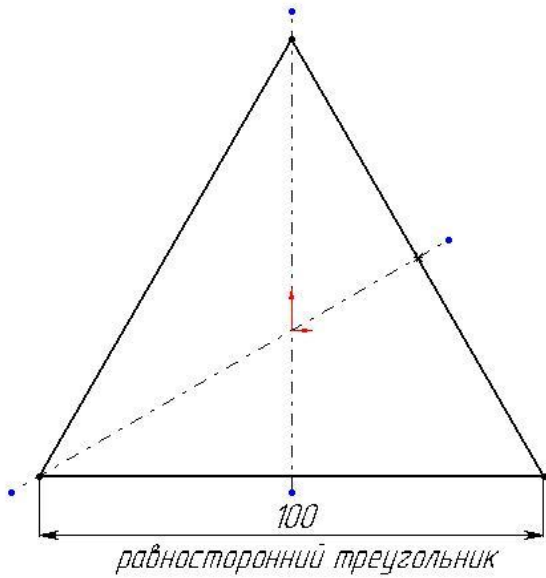


Рис. 3.1

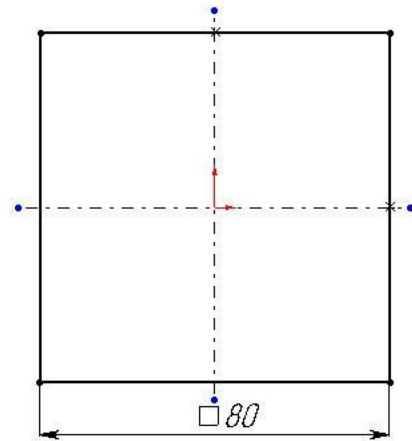


Рис. 3.2

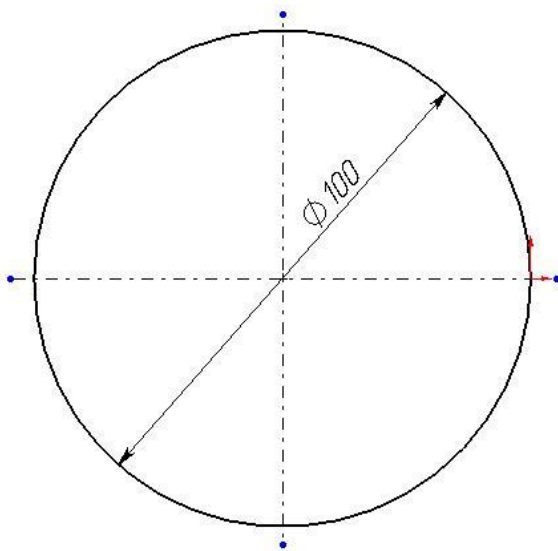


Рис. 3.3

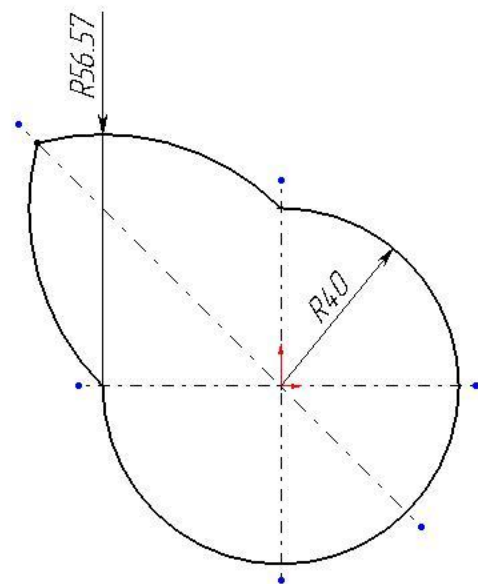


Рис. 3.4

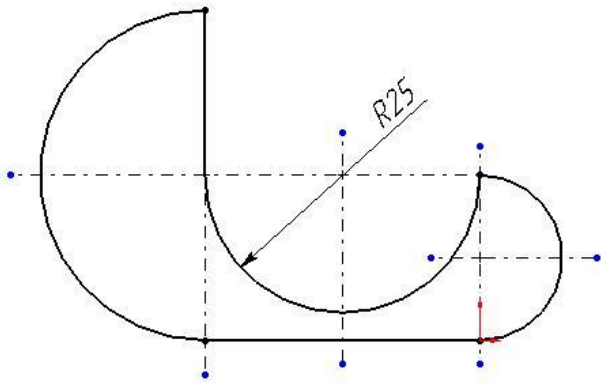


Рис. 3.5

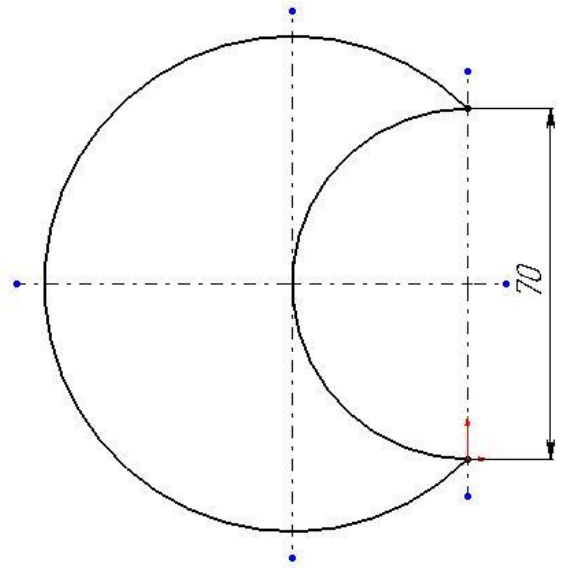


Рис. 3.6

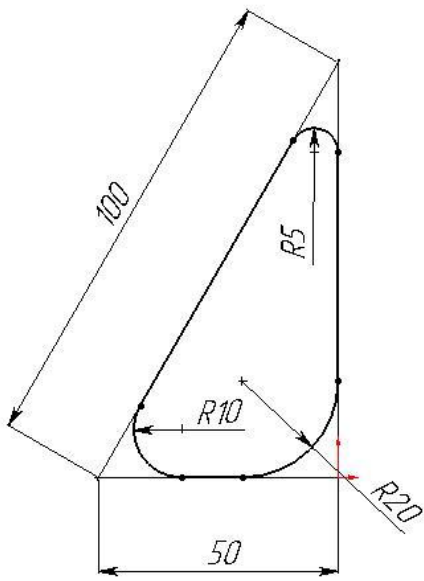


Рис. 3.7

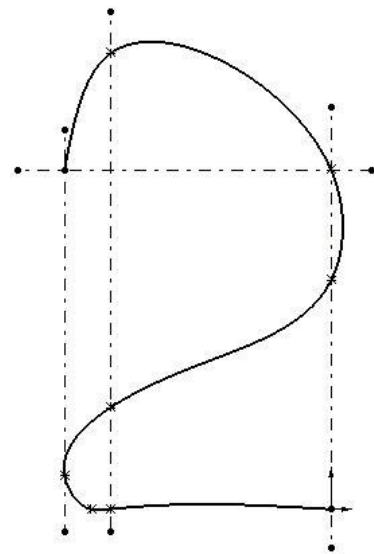


Рис. 3.8

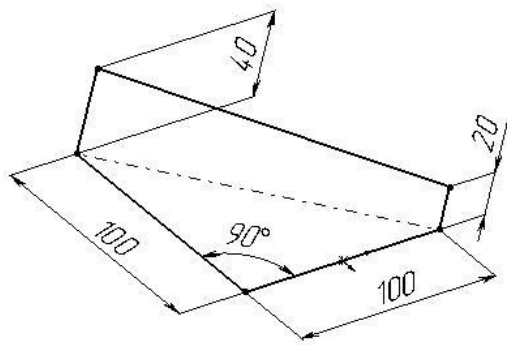


Рис. 3.9

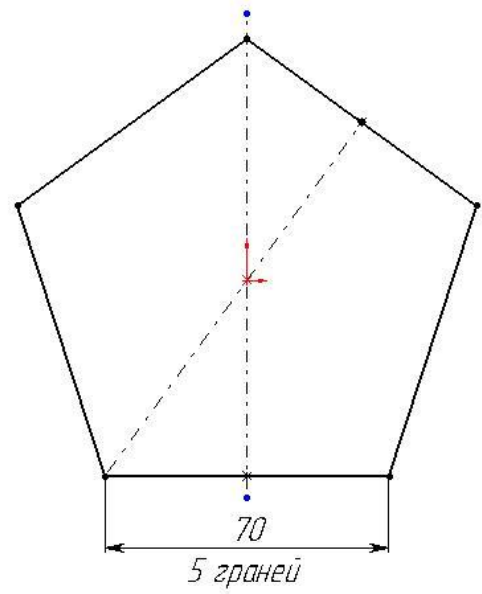


Рис. 3.10

Задание 2. Построение сложных эскизов с массивами и симметрией. Постройте один из эскизов согласно рисунков 3.11–3.19.

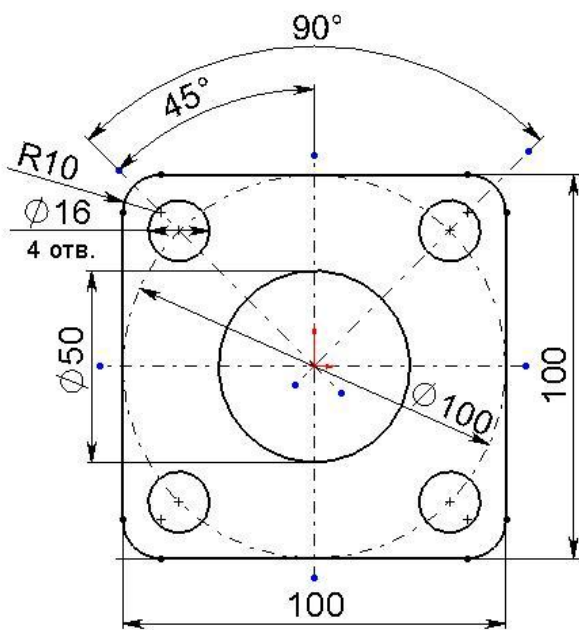


Рис. 3.11

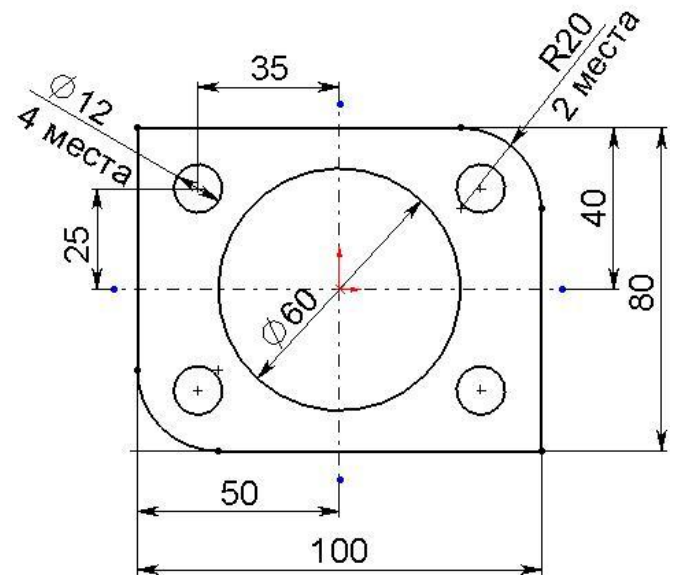


Рис. 3.12

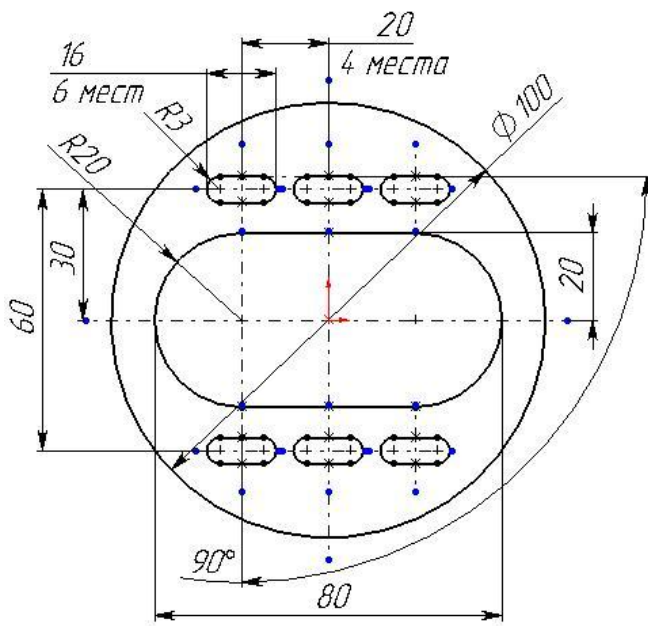


Рис. 3.13

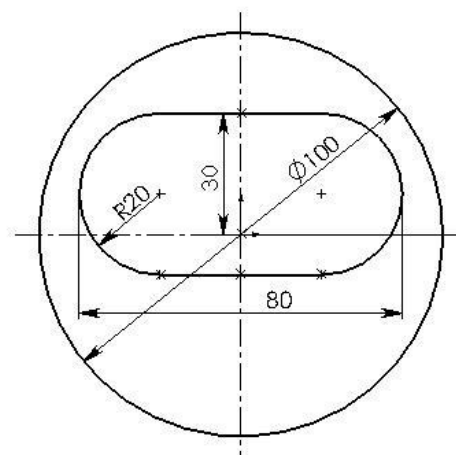


Рис. 3.14

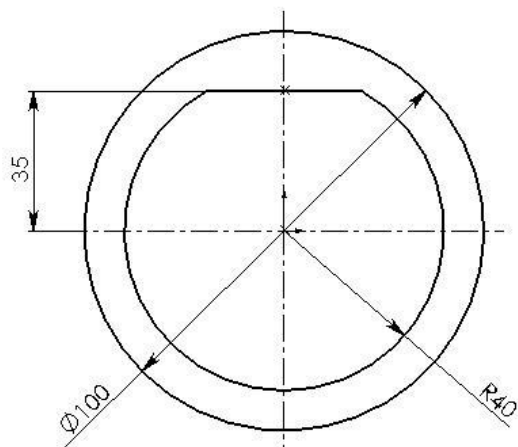


Рис. 3.15

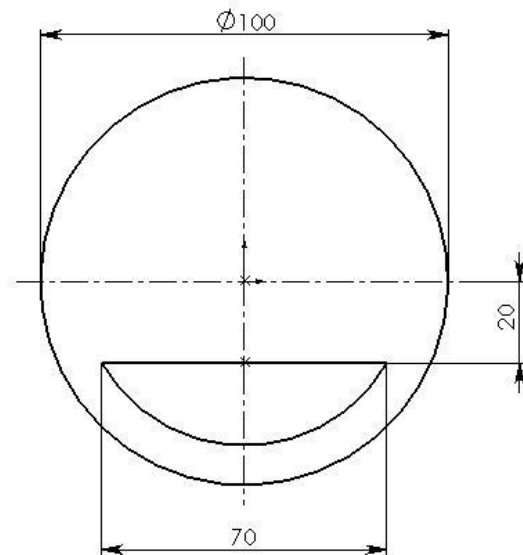


Рис. 3.16

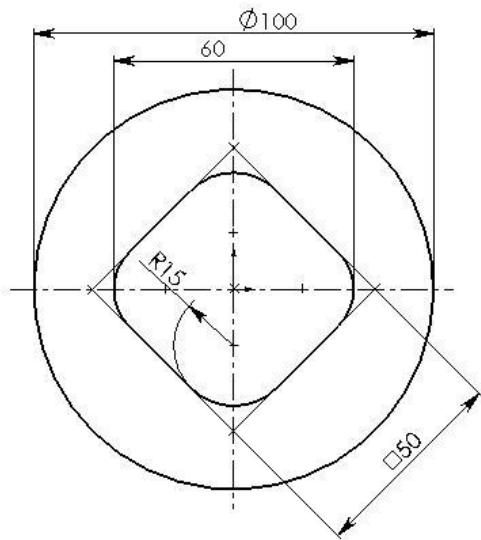


Рис. 3.17

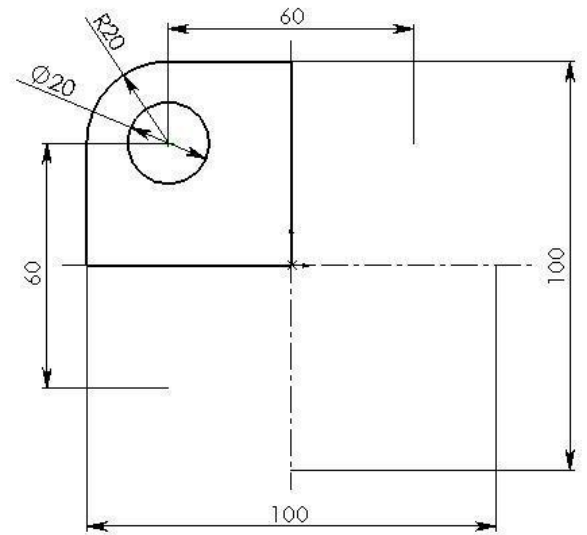


Рис. 3.18

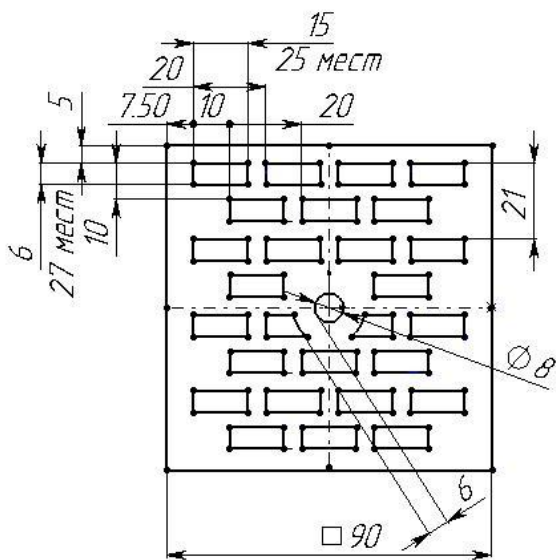


Рис. 3.19

3.2. Простейшие трехмерные построения

Задание 1. Постройте одну из твердотельных моделей, приведенных на рис. 3.20–3.29, без точного задания размеров, в глазомерном масштабе, используя команды вытягивания и поворота.

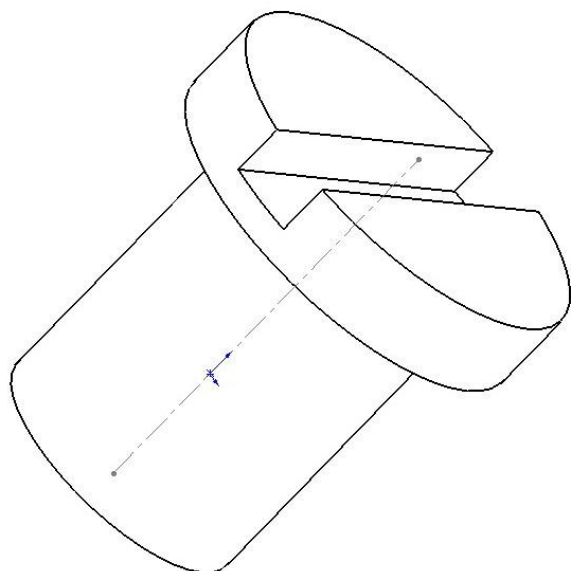


Рис. 3.20

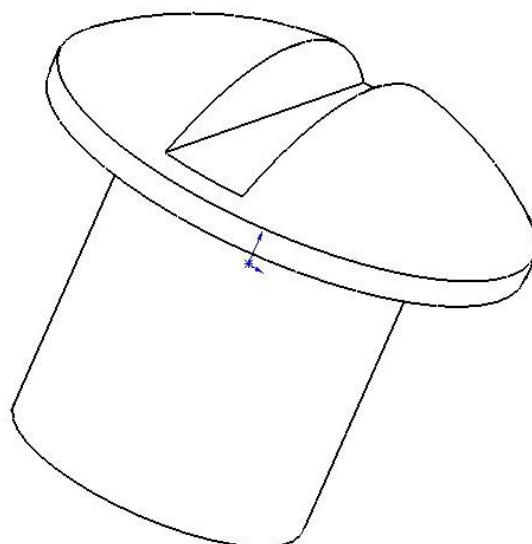


Рис. 3.21

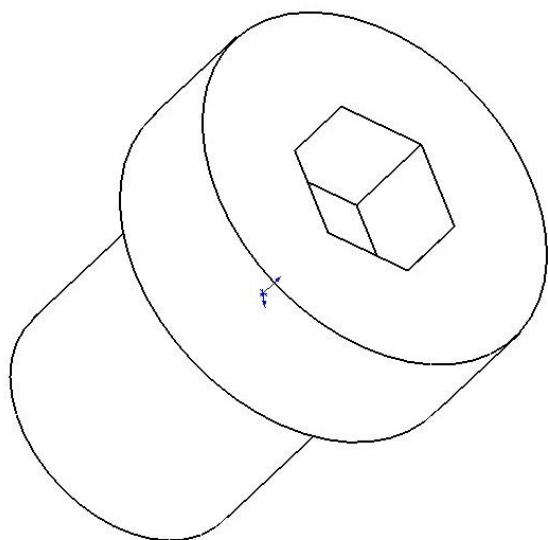


Рис. 3.22

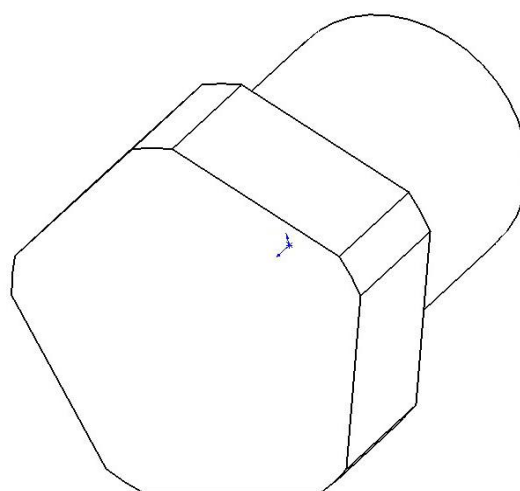


Рис. 3.23

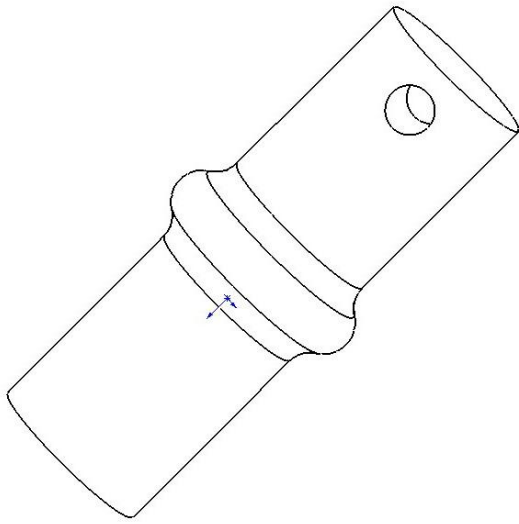


Рис. 3.24

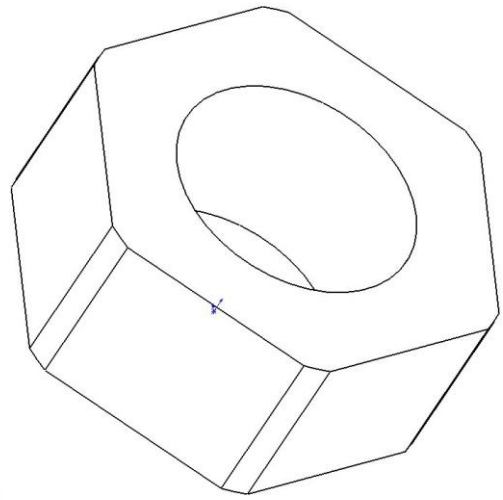


Рис. 3.25

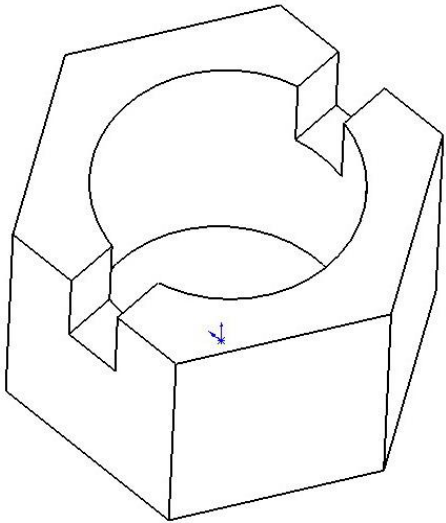


Рис. 3.26

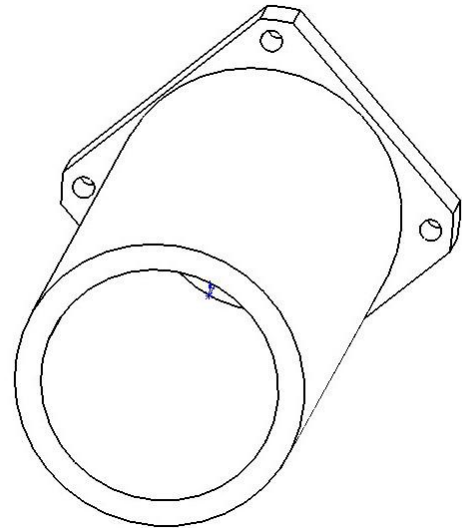


Рис. 3.27

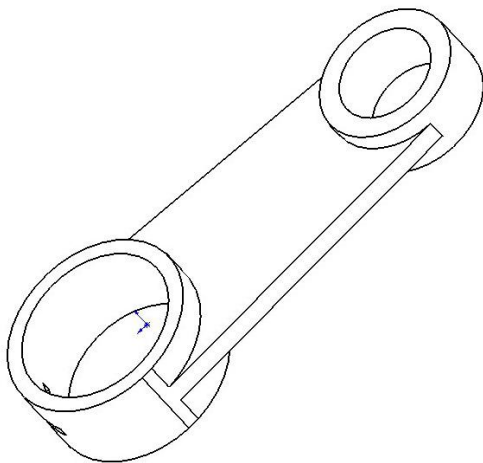


Рис. 3.28

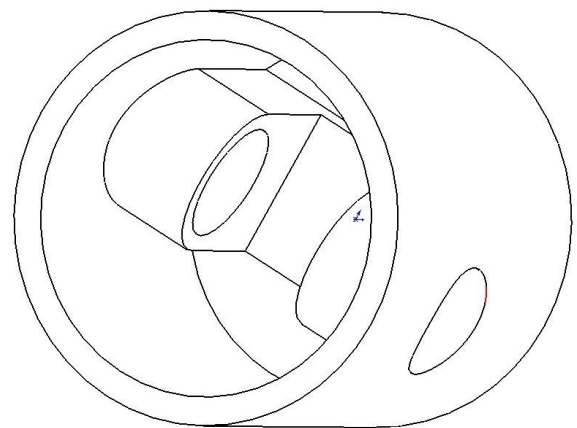


Рис. 3.29

3.3. Массивы

Задание 1. Круговой массив. Постройте твердотельную модель одной из деталей, приведенных на рис. 3.30–3.39, без задания размеров.

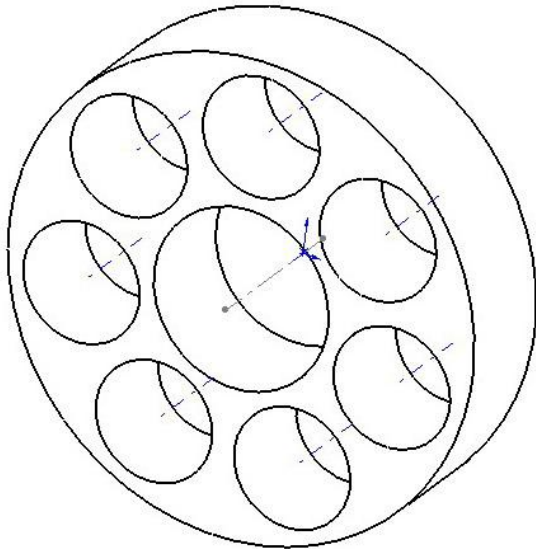


Рис. 3.30

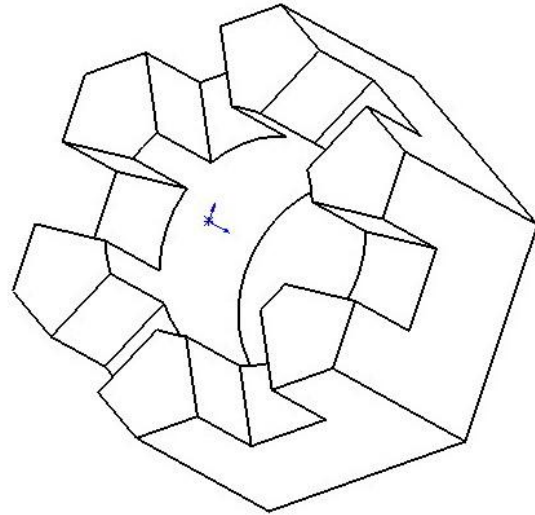


Рис. 3.31

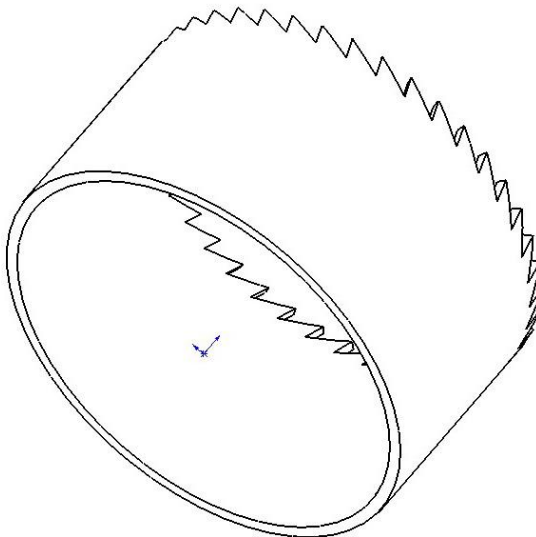


Рис. 3.32

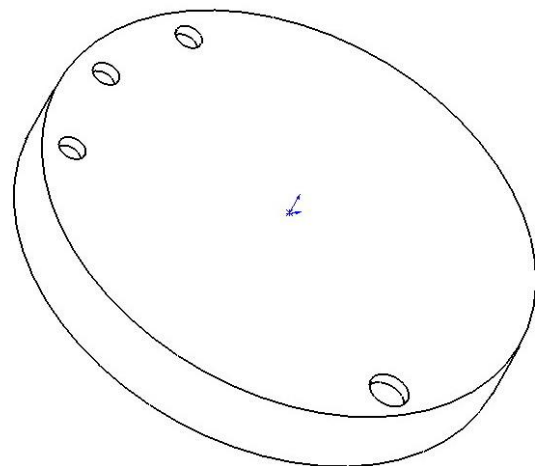


Рис. 3.33

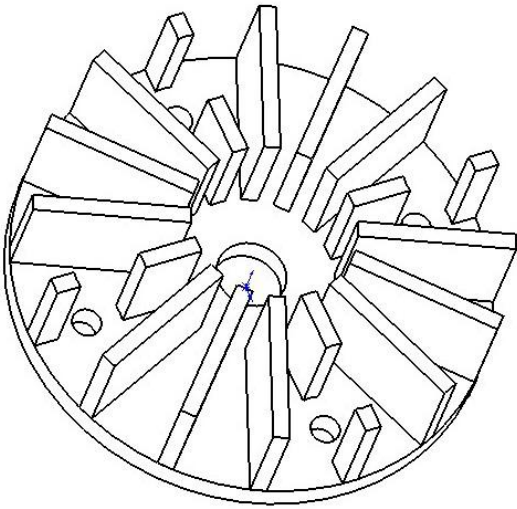


Рис. 3.34

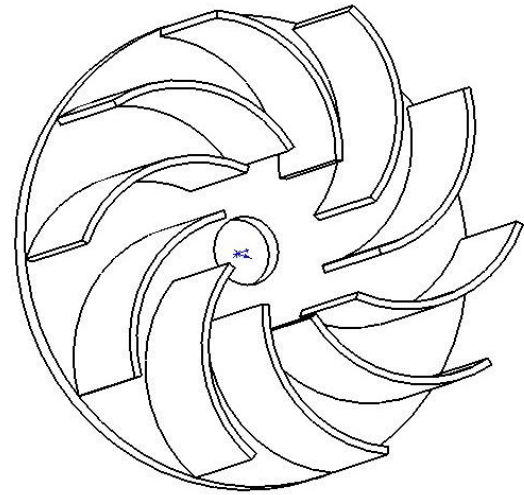


Рис. 3.35

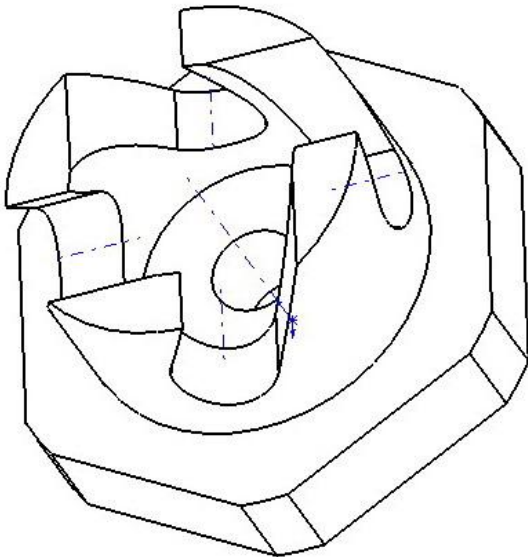


Рис. 3.36

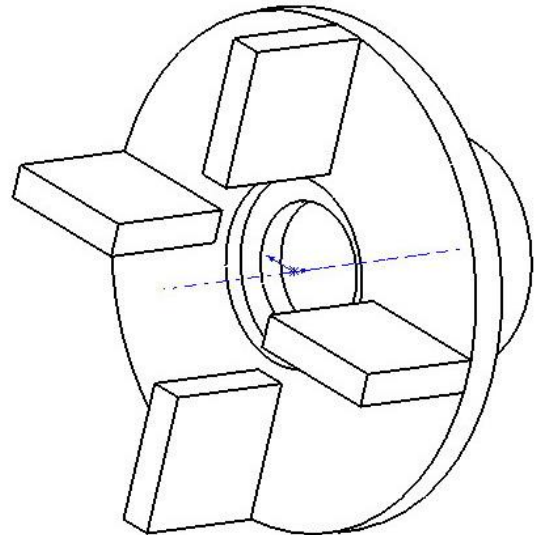


Рис. 3.37

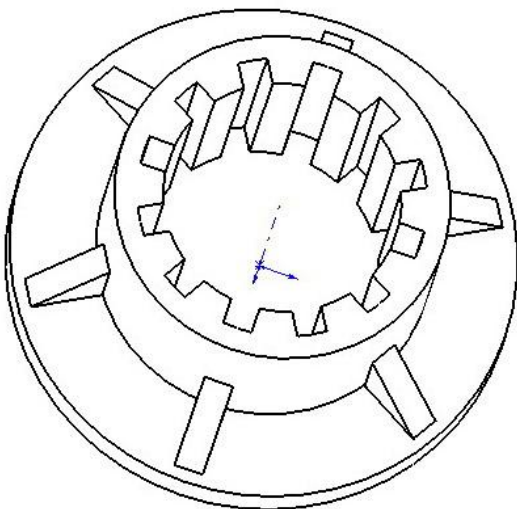


Рис. 3.38

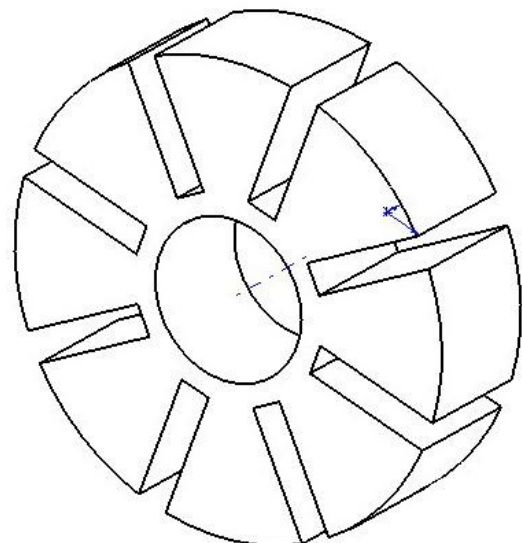


Рис. 3.39

Задание 2. Линейный массив. Постройте твердотельную модель одной из деталей, приведенных на рис. 3.40–3.49, без задания размеров.

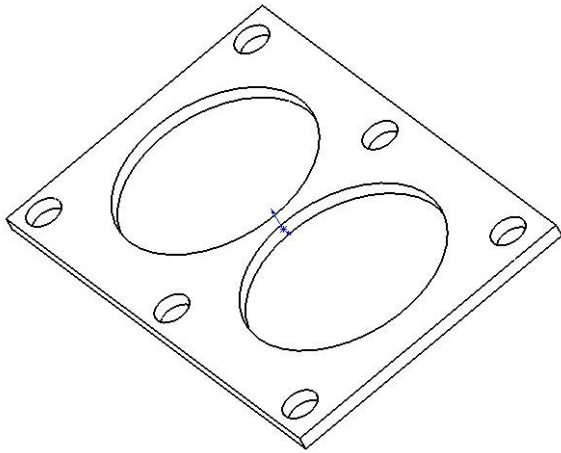


Рис. 3.40

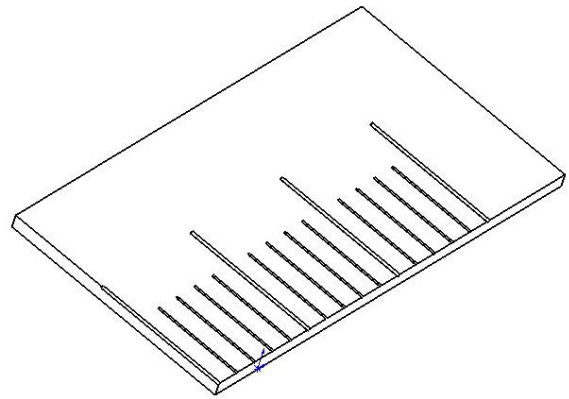


Рис. 3.41

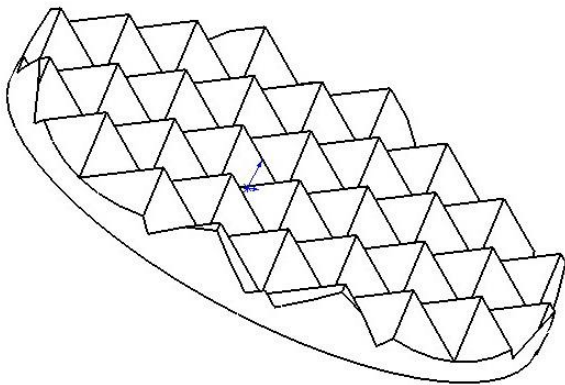


Рис. 3.42

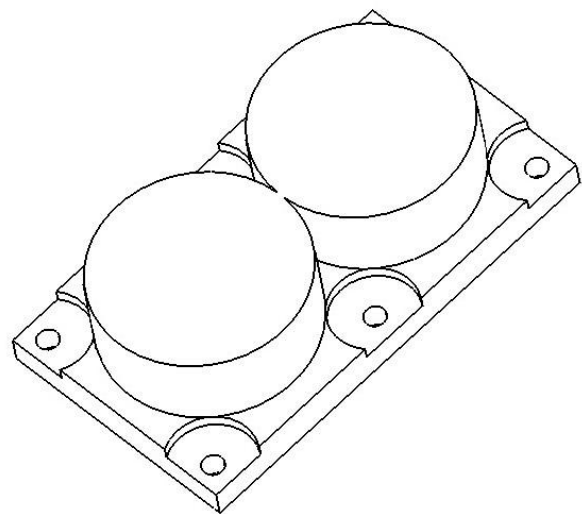


Рис. 3.43

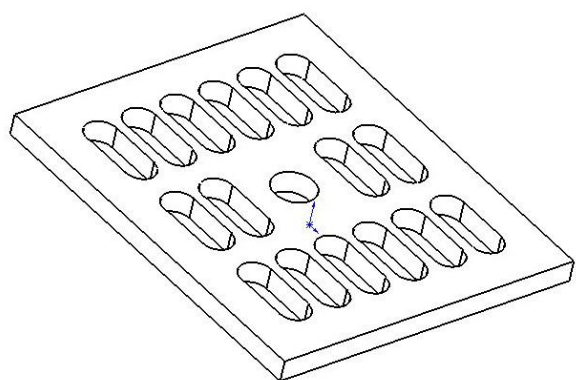


Рис. 3.44

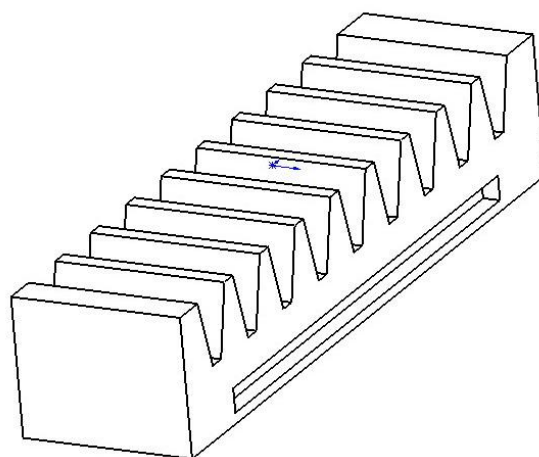


Рис. 3.45

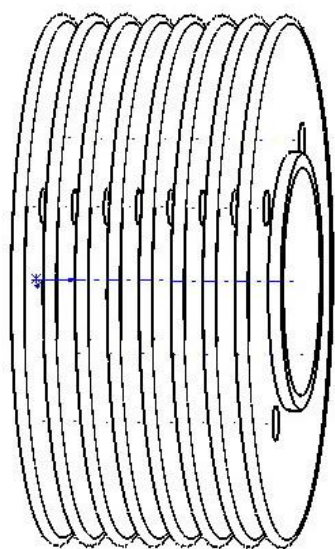


Рис. 3.46

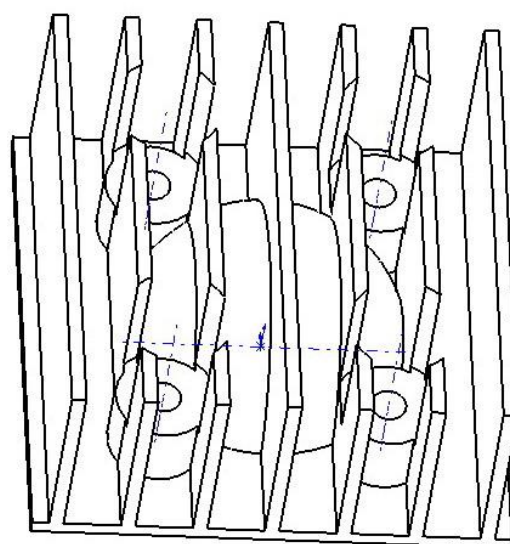


Рис. 3.47

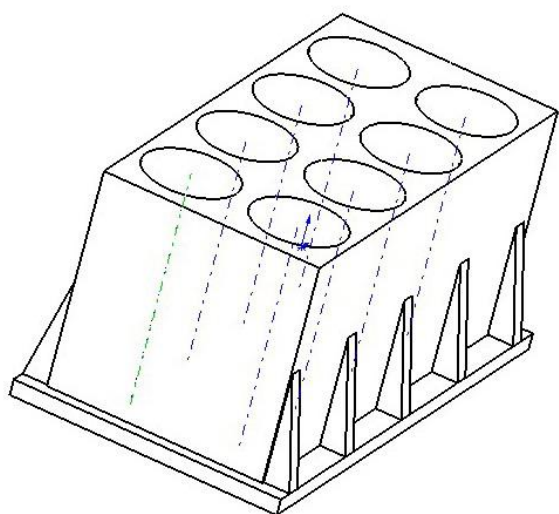


Рис. 3.48

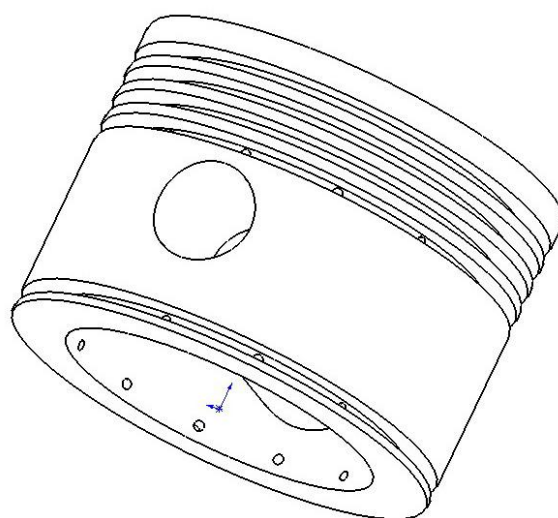
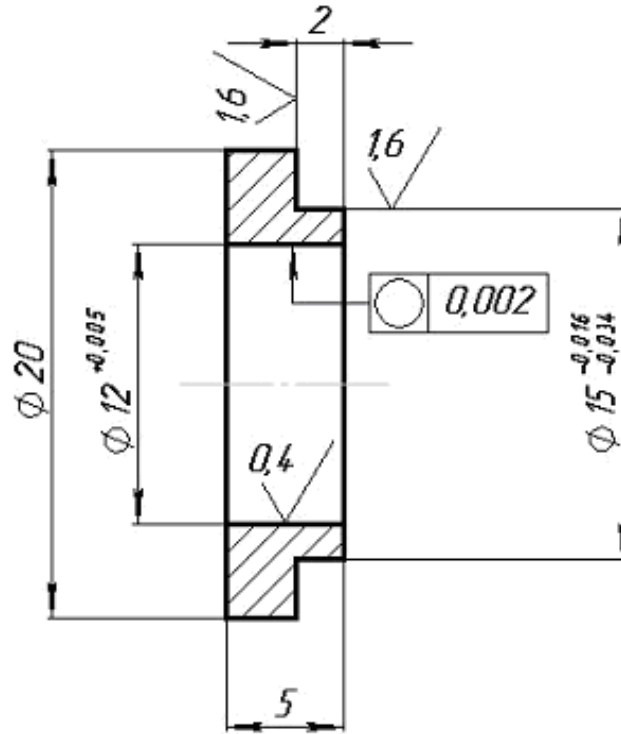


Рис. 3.49

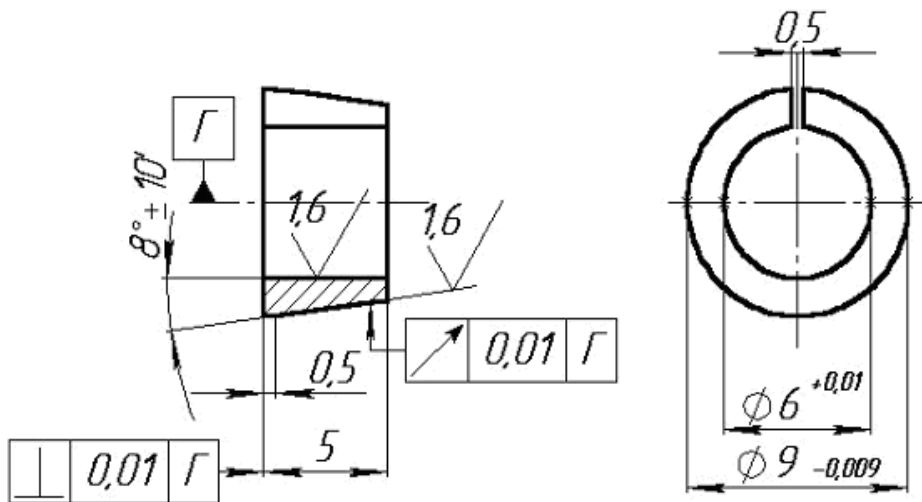
3.4. Чертежи

Задание 1. По одному из заданных чертежей, показанных на рис. 3.50–3.57, постройте трехмерную твердотельную модель детали, и затем выполните чертеж с нанесением размеров, допусков, шероховатости, технических требований.



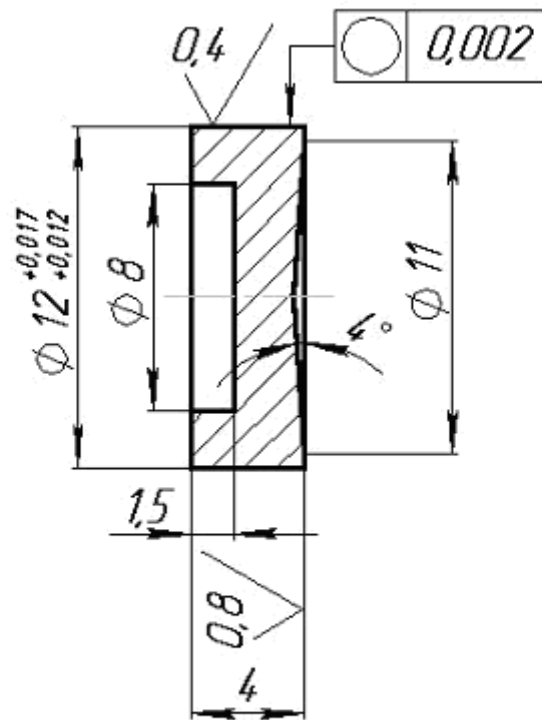
1 Неуказанные предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей по ОСТ 1 00022-80.

Рис. 3.50



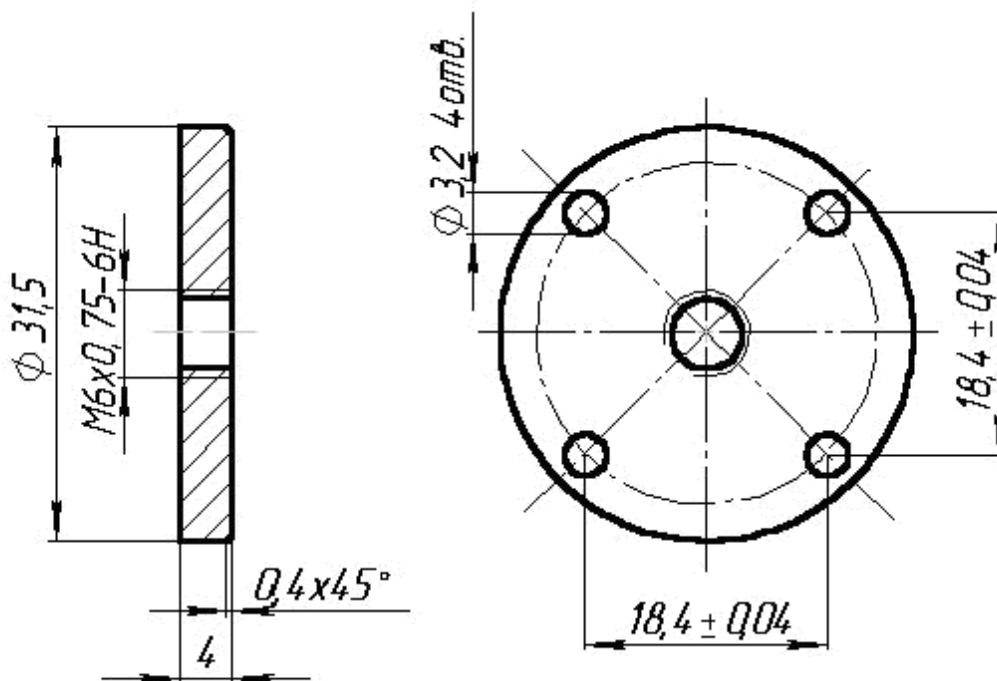
1 Неуказанные предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей по ОСТ 1 00022-80.

Рис. 3.51



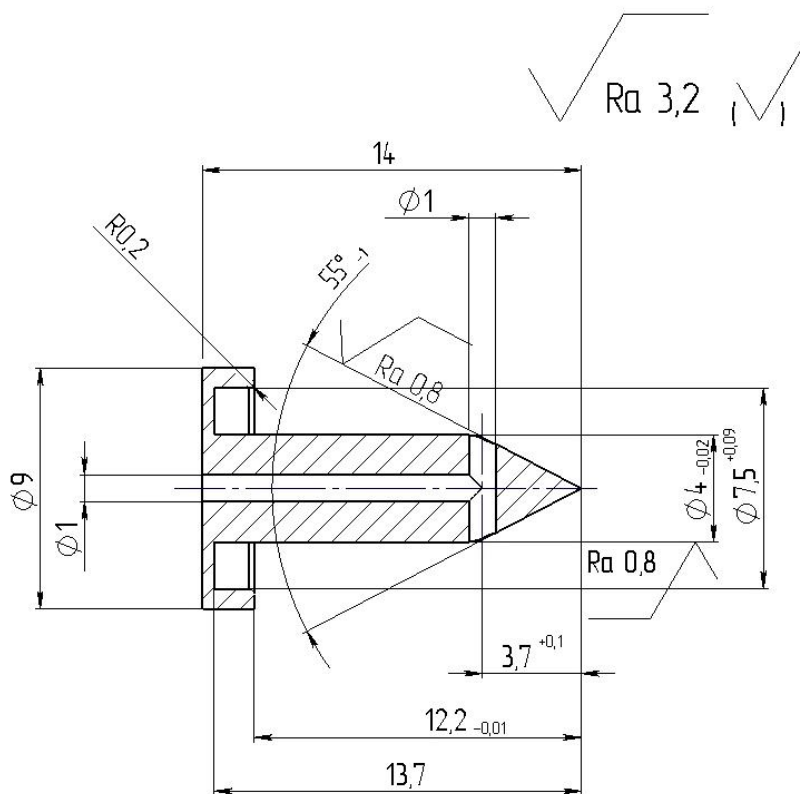
1. Неуказанные предельные отклонения размеров, формы и расположение поверхностей по ОСТ 1 00022-80.

Рис. 3.52



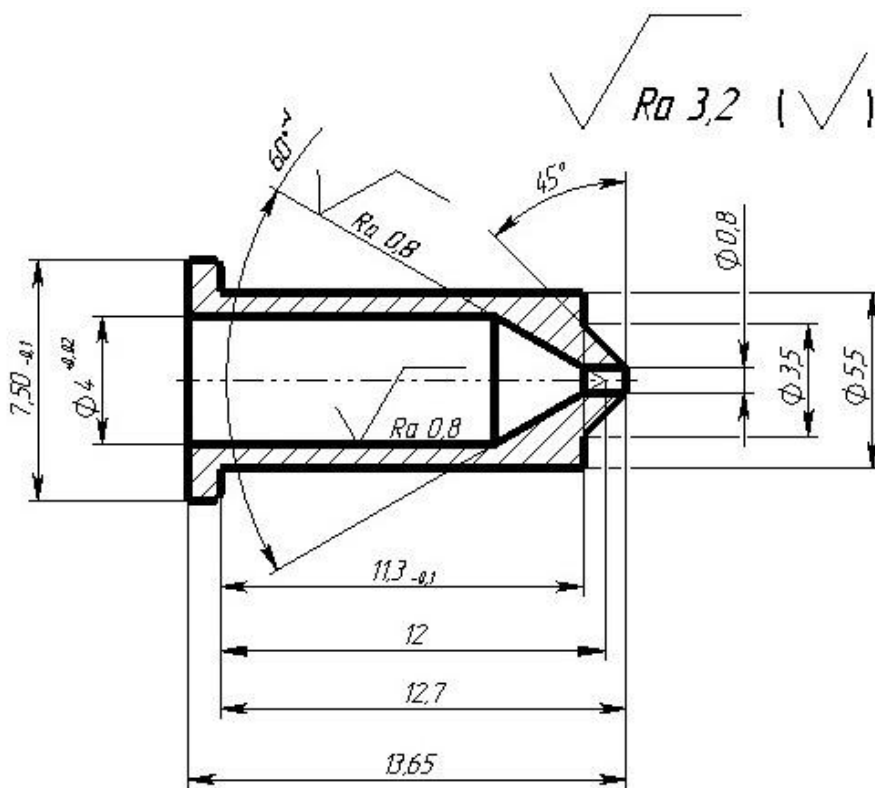
1. Неуказанные предельные отклонения размеров, формы и расположение поверхностей по ОСТ 1 00022-80.
 2. Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки и фаски по ГОСТ 10549-80.

Рис. 3.53



1. Неуказанные предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей по ГОСТ 100022-80.

Рис. 3.54



1. Неуказанные предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей по ГОСТ 100022-80

Рис. 3.55

3.5. Сложные твердотельные модели

Задание 1. По одному из заданных чертежей, показанных на рис. 3.58–3.67, постройте трехмерную твердотельную модель детали, используя команды **По сечениям** и **По траектории**.

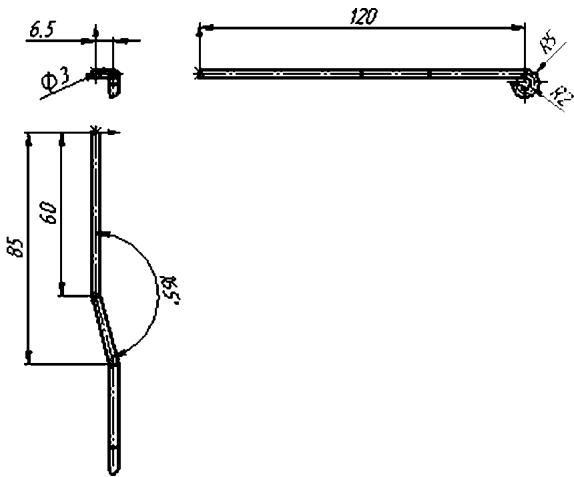


Рис. 3.58

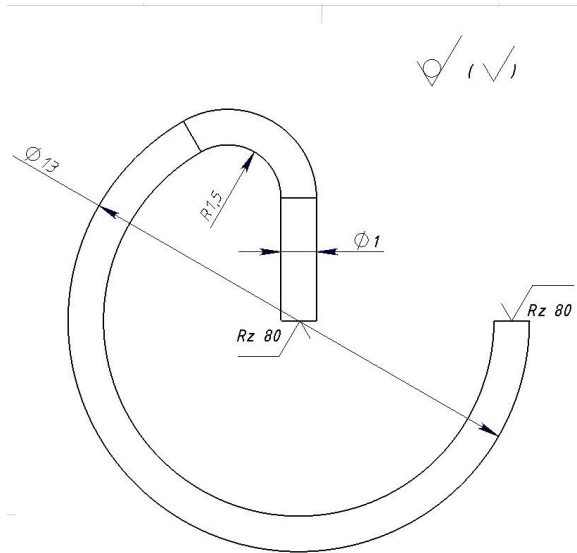


Рис. 3.59

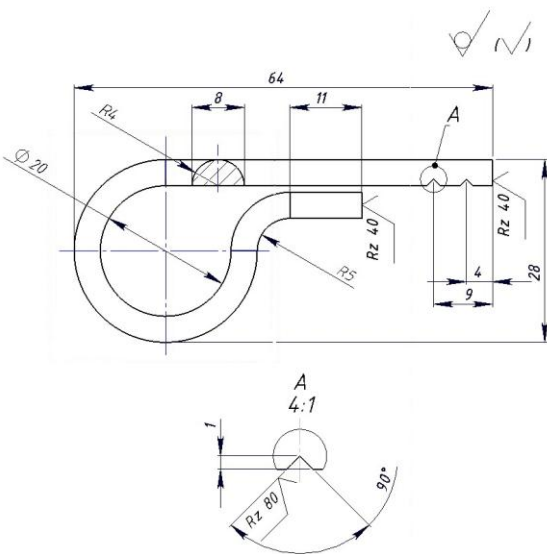


Рис. 3.60

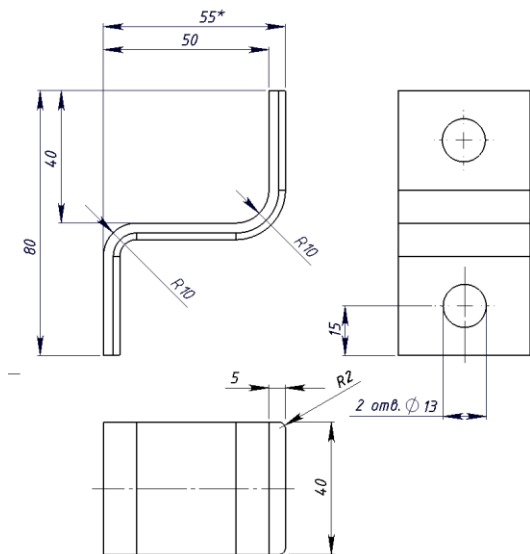


Рис. 3.61

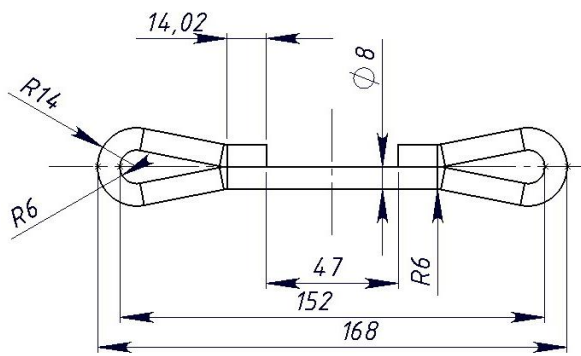


Рис. 3.62

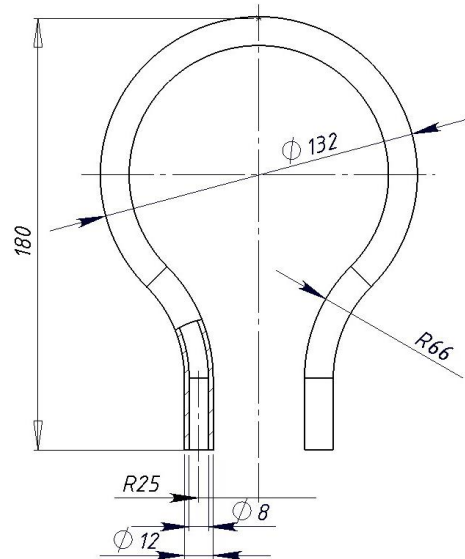


Рис. 3.63

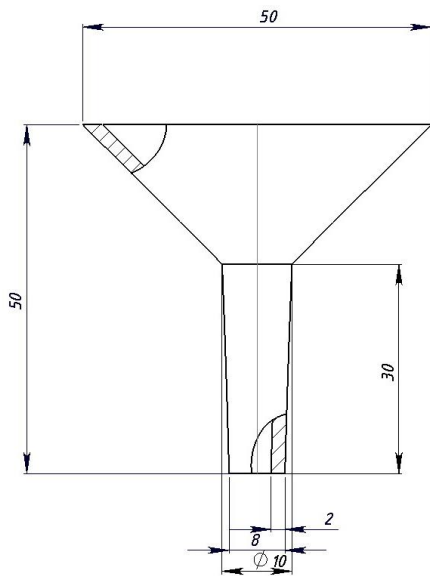


Рис. 3.64

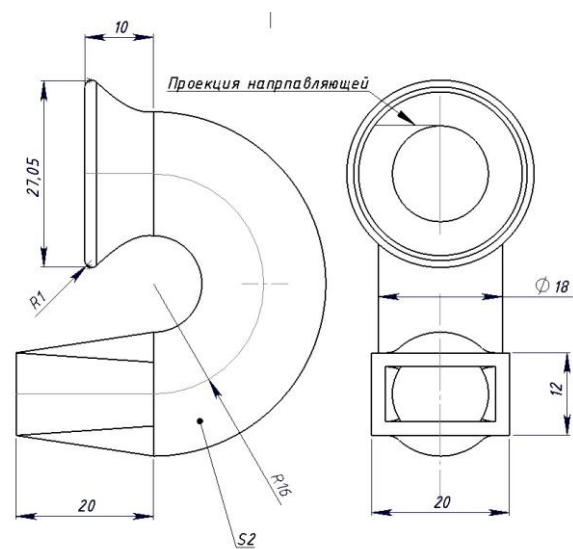


Рис. 3.65

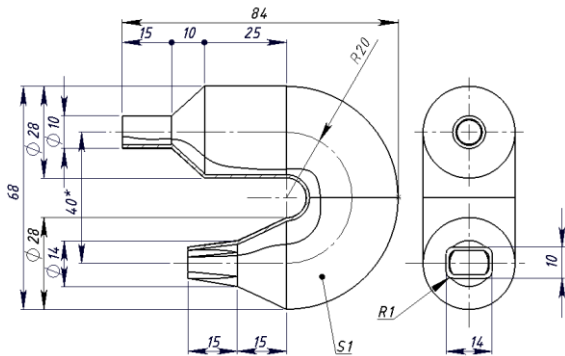


Рис. 3.66

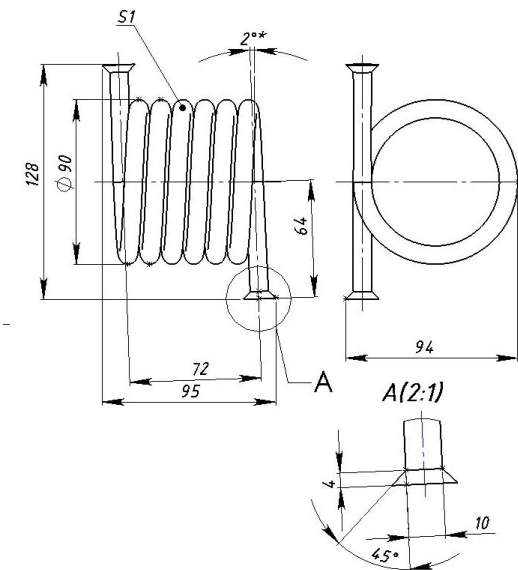


Рис. 3.67

Задание 2. По одному из заданных чертежей, показанных на рис. 3.68–3.71, постройте трехмерную твердотельную модель детали и постройте вырез, используя команды **Вырез | По сечениям**.

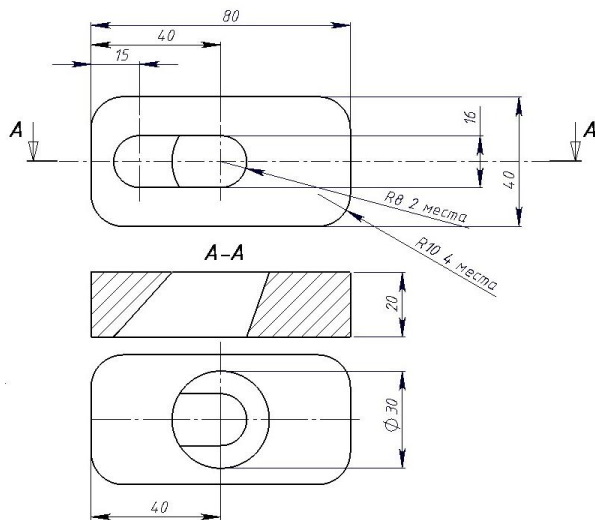


Рис. 3.68

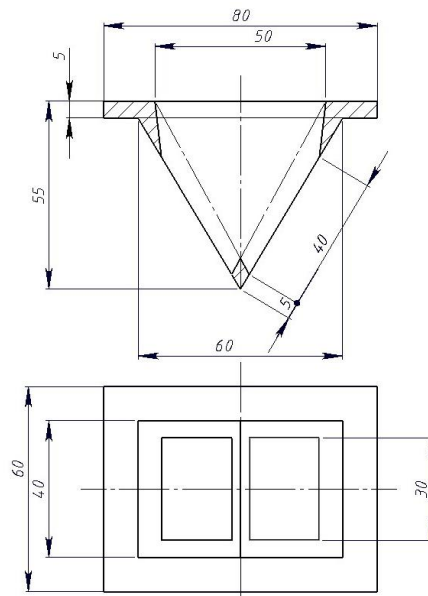


Рис. 3.69

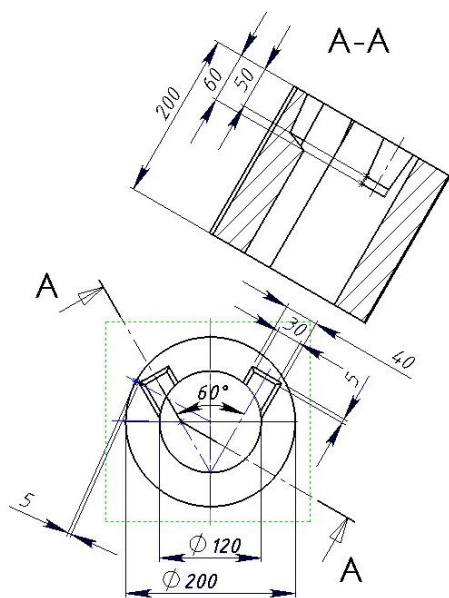


Рис. 3.70

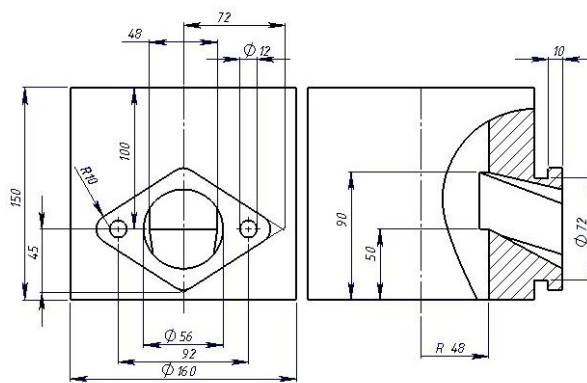


Рис. 3.71

3.6. Листовой материал

Задание 1. Создайте деталь из листового материала согласно эскизу (рис. 3.72). Толщина листа 0,3 мм. Нарисуйте линии сгиба (рис. 3.73).

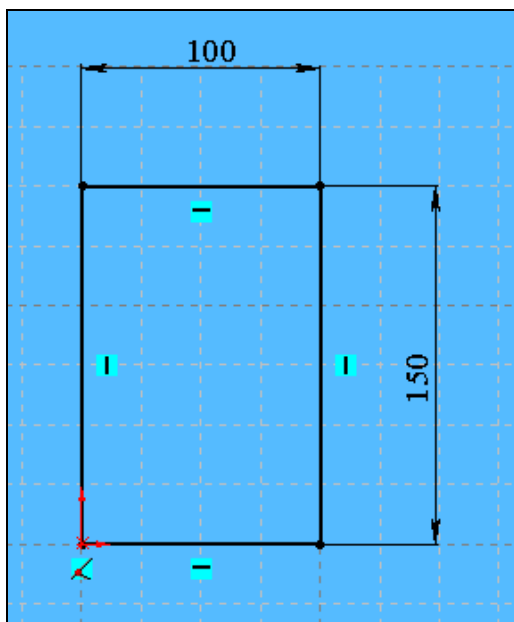


Рис. 3.72

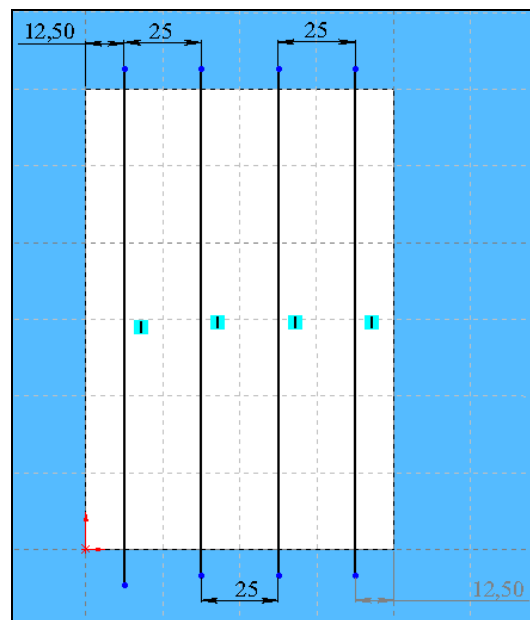


Рис. 3.73

Согните деталь, как на рис. 3.74. Все радиусы сгибов — 1 мм, боковые линии сгибаются под углом 90° , а центральная линия - под углом 180° . Должна получиться деталь, напоминающая в согнутом состоянии бумажный самолет. Оформите чертеж.

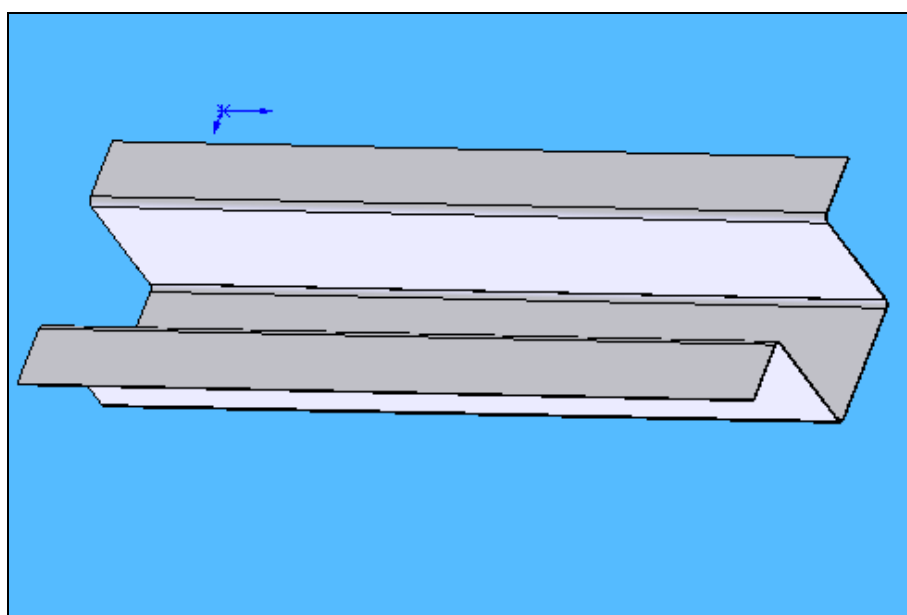


Рис. 3.74

Задание 2. Создайте деталь из листового материала согласно эскизу (рис. 3.75). Сначала нарисуйте контур развертки. Затем вытяните деталь. Толщина листа 2 мм. Согните развертку согласно приведенному эскизу. Сохраните деталь. Оформите чертеж.

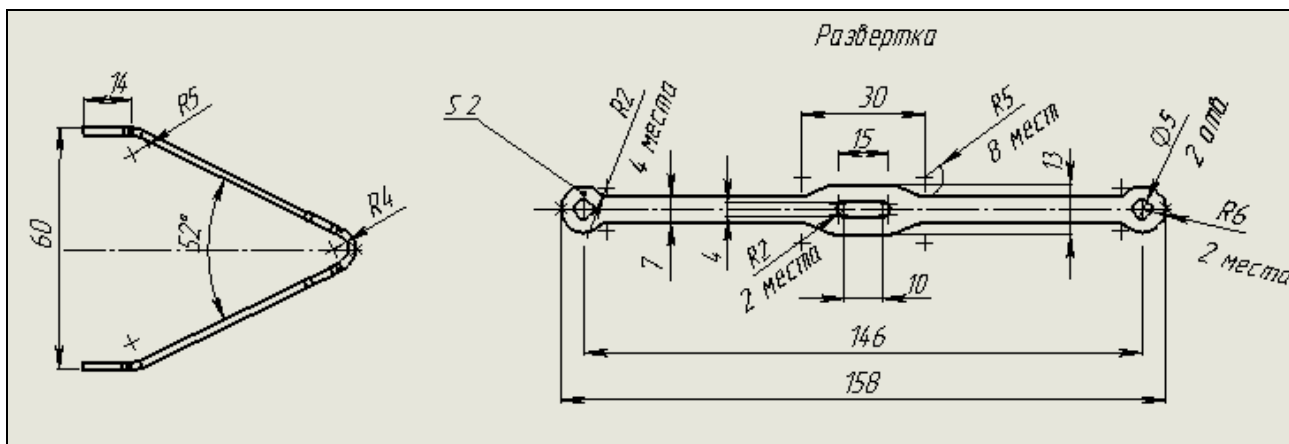


Рис. 3.75

Задание 3. Создайте деталь в согнутом состоянии, как деталь из листового металла с толщиной листа 1 мм. (рис. 5.76). Сохраните ее. Разогните деталь, активизировав строку Развертка. Создайте чертеж.

Для наглядности приведем изображение данной детали в согнутом состоянии (рис. 3.77).

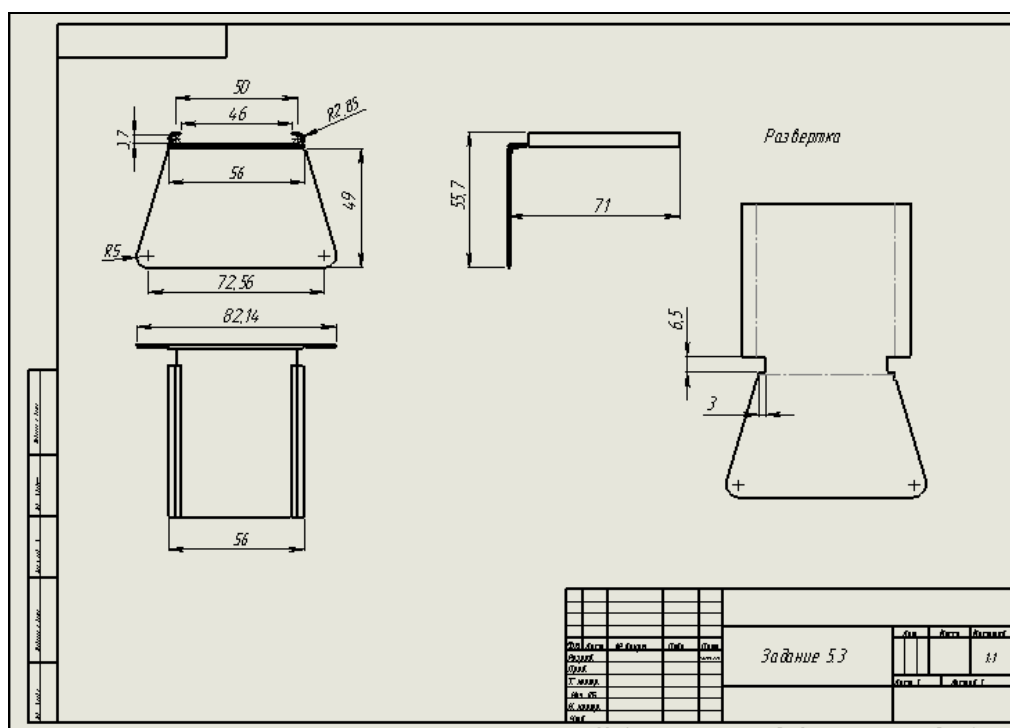


Рис. 3.76

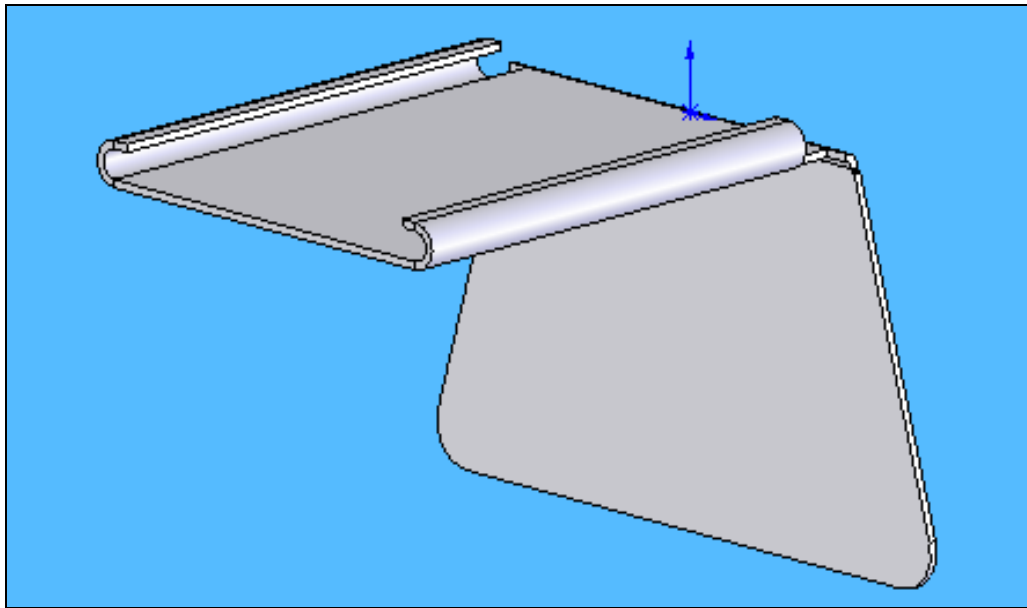


Рис. 3.77

Задание 4. Спроектируйте деталь в виде пятиугольной призмы (рис. 3.78) высотой 100 мм, оформите в ней полость (толщина стенки 1 мм), задайте разрезы, сгибы и создайте развертку (рис. 3.79). Затем верните деталь в согнутое состояние. Разогните три грани данной детали, а затем согните две из них. Создайте чертеж детали и ее развертки.

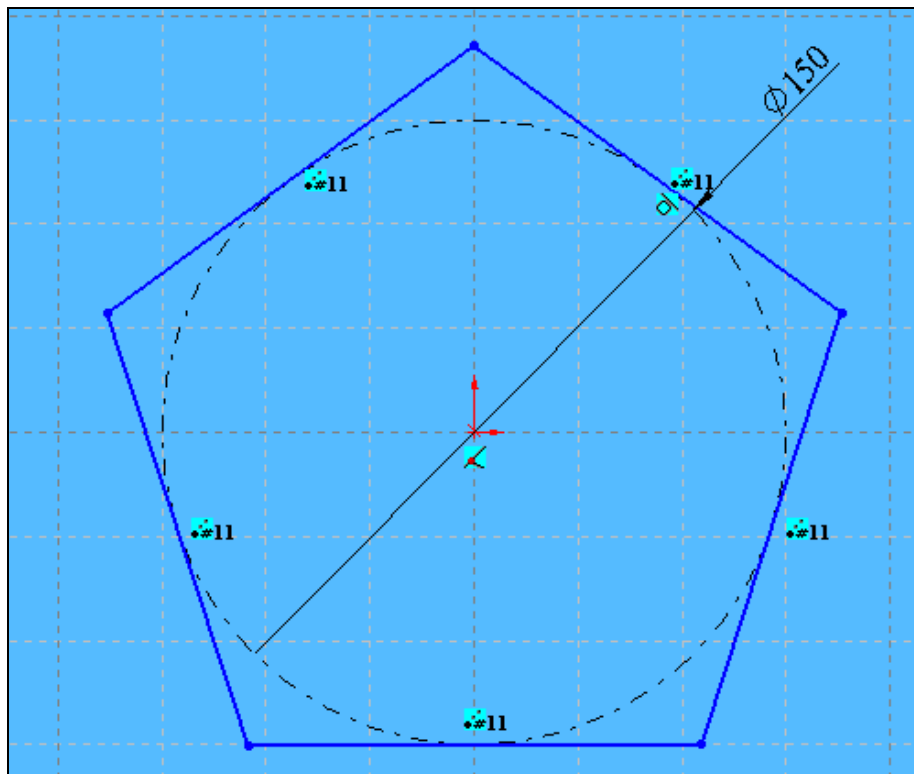


Рис. 3.78

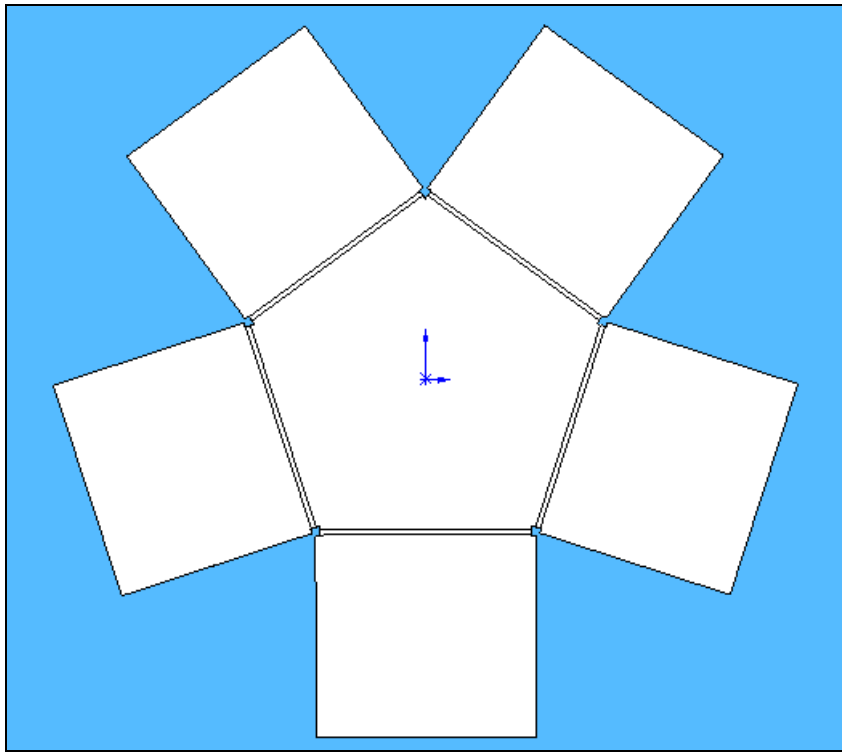


Рис. 3.79

Задание 5. Создайте эскиз тонкостенной детали (рис. 3.80) толщиной 1 мм. Задайте линии сгиба так, как показано на рис. 3.81.

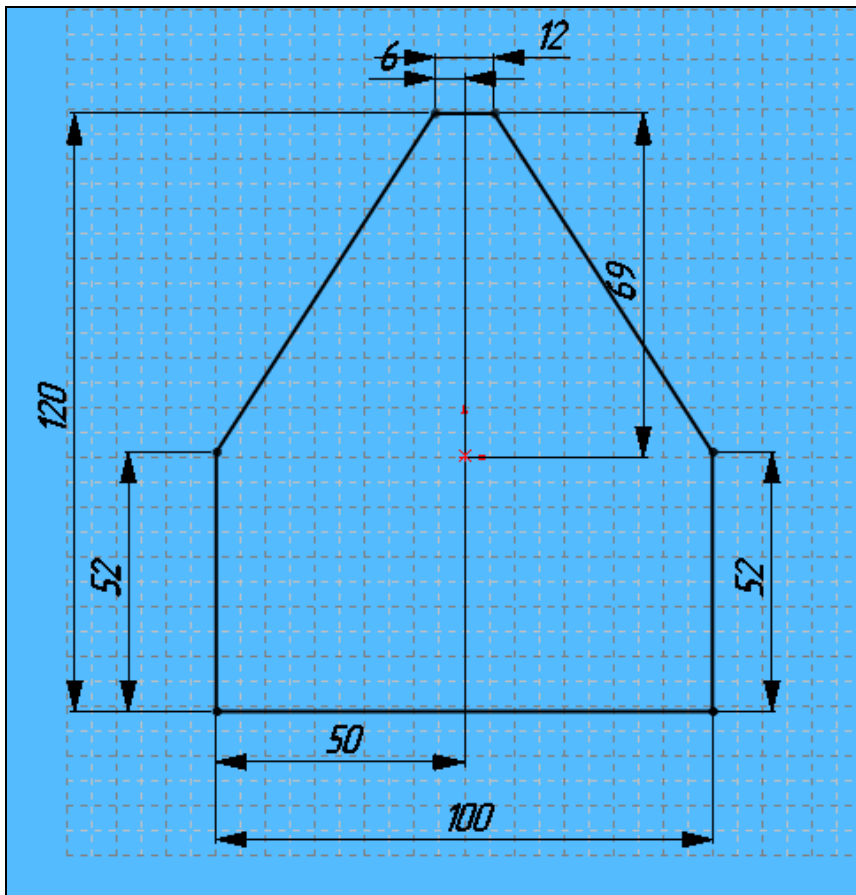


Рис. 3.80

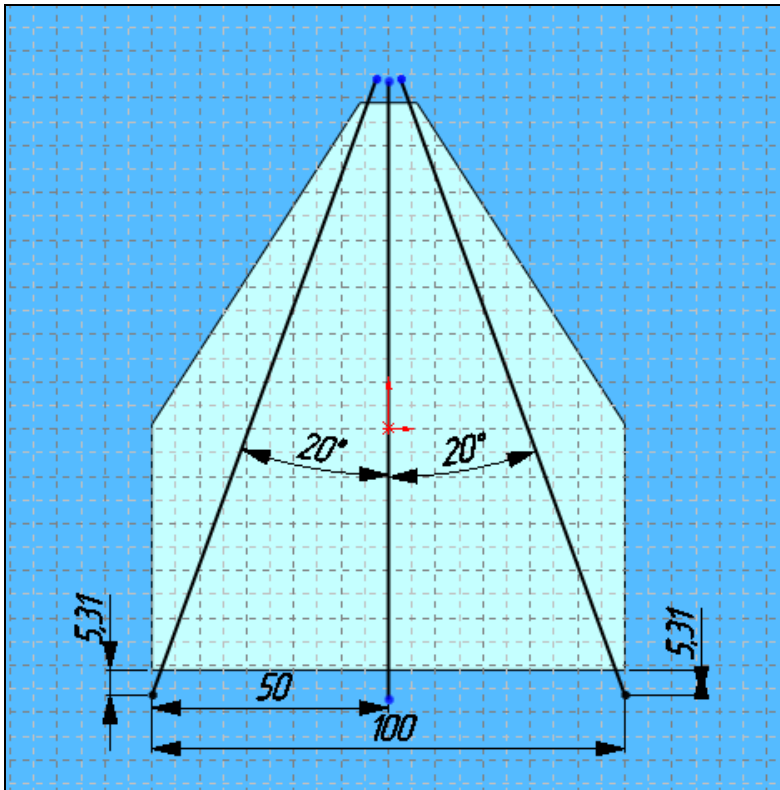


Рис. 3.81

Затем согните деталь так, как показано на рис. 3.82. Создайте чертеж детали и ее развертки.

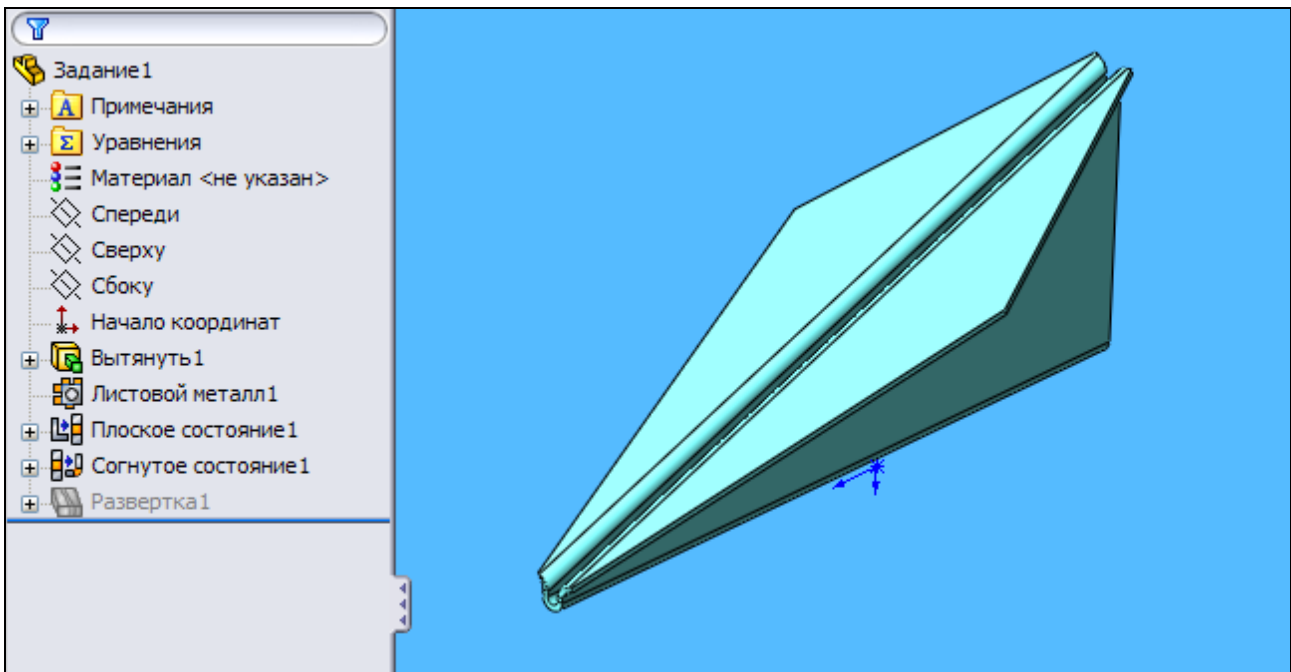


Рис. 3.82

3.7. Сборка

Задание 1. Создайте сборку "сверху-вниз" на основе приведенного эскиза сборки (рис. 3.83). Примите ширину шкивов и ремня 10 мм. Толщина ремня, как тонкостенного элемента, составляет 1 мм.

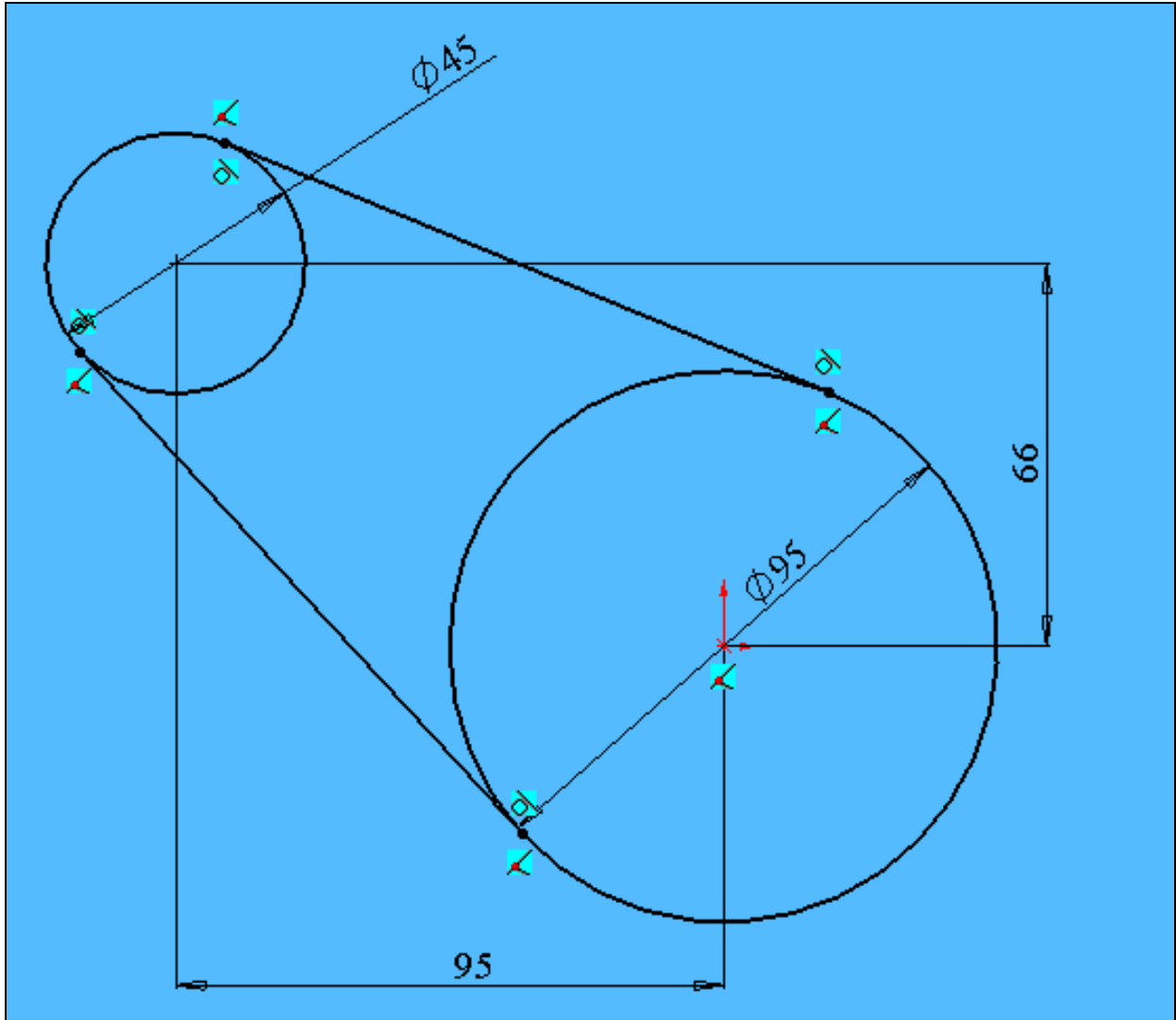


Рис. 3.83

Задание 2. Создайте сборку "сверху-вниз" на основе приведенного эскиза сборки (рис. 3.84). Ширина шкивов и ремня 20 мм, толщина ремня 1 мм.

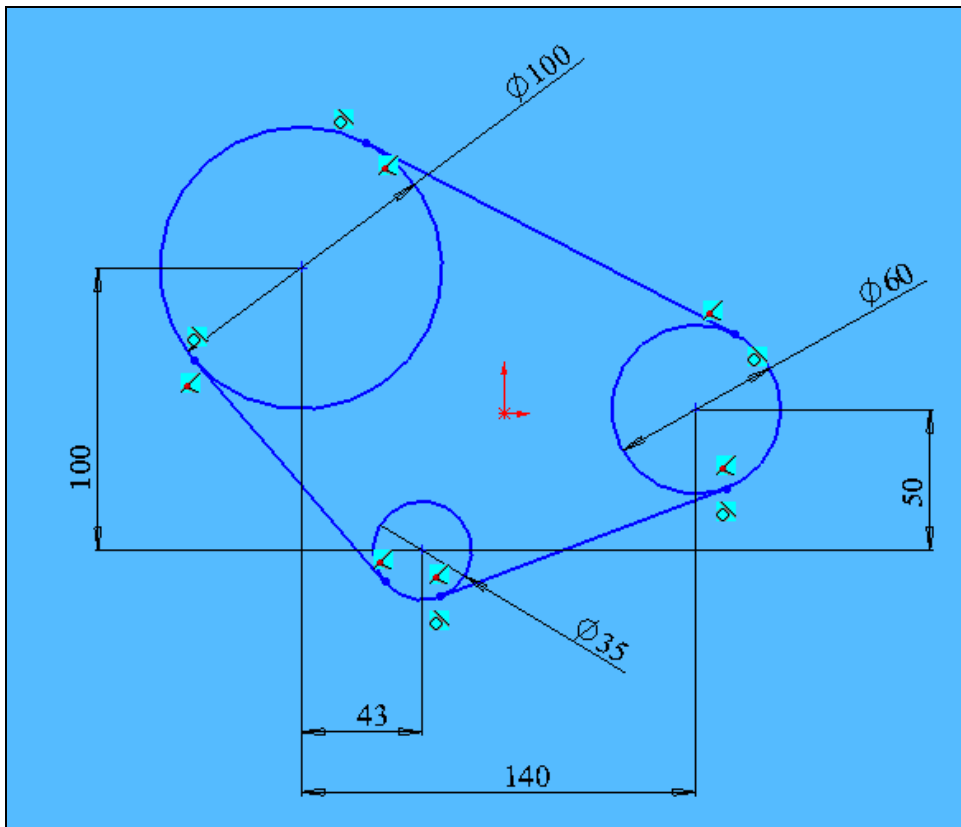


Рис. 3.84

Задание 3. Создайте сборку "сверху-вниз" на основе эскиза сборки (рис. 3.85). Ширина шкивов и ремня 30 мм, толщина ремня 2 мм. Оформите сборочный чертёж и спецификацию.

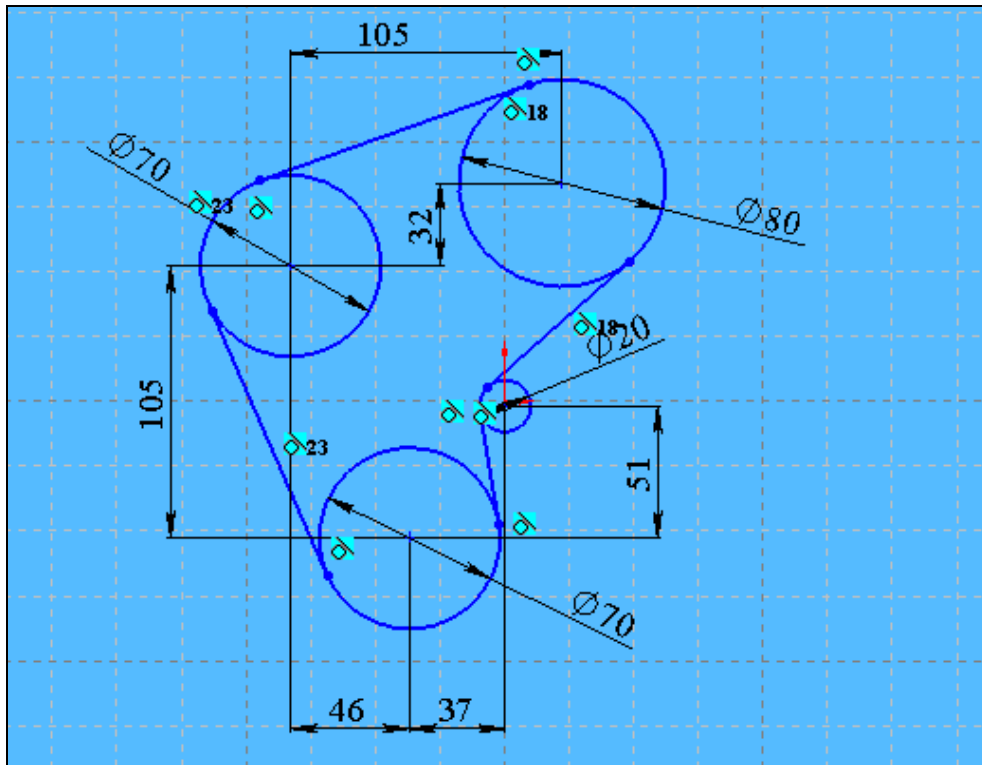


Рис. 3.85

Задание 4. Создайте сборку "снизу-вверх" кривошипно-шатунного механизма (рис. 3.86) на основе самостоятельно построенных деталей. Оформите сборочный чертеж и спецификацию.

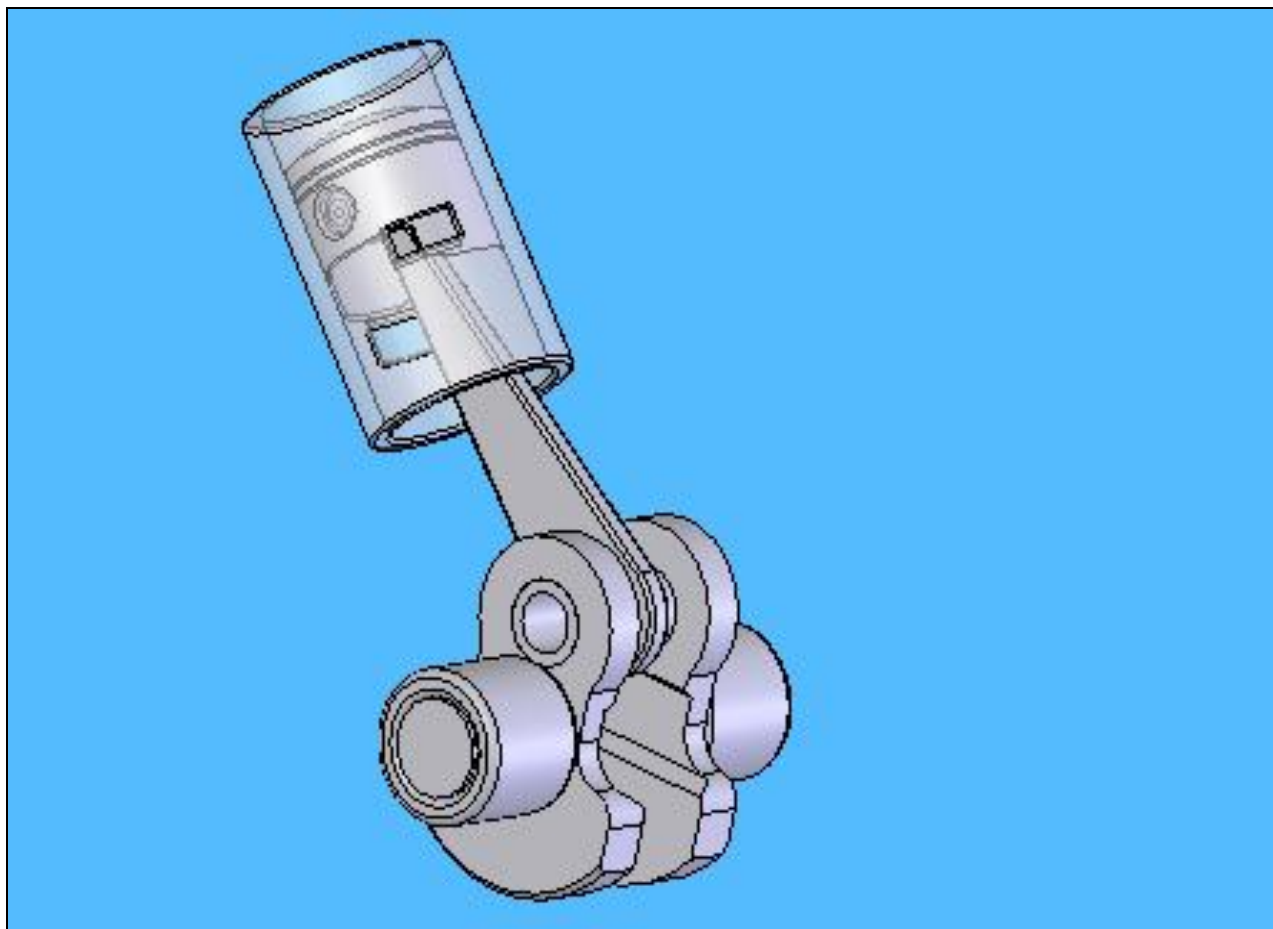


Рис. 3.86

3.8. Литейные формы

Задание 1. Постройте фигуру в виде элемента натяжения по сечениям примерно такую, как показано на рис. 3.87, и создайте из нее полость в фигуре, как на рис. 3.88.

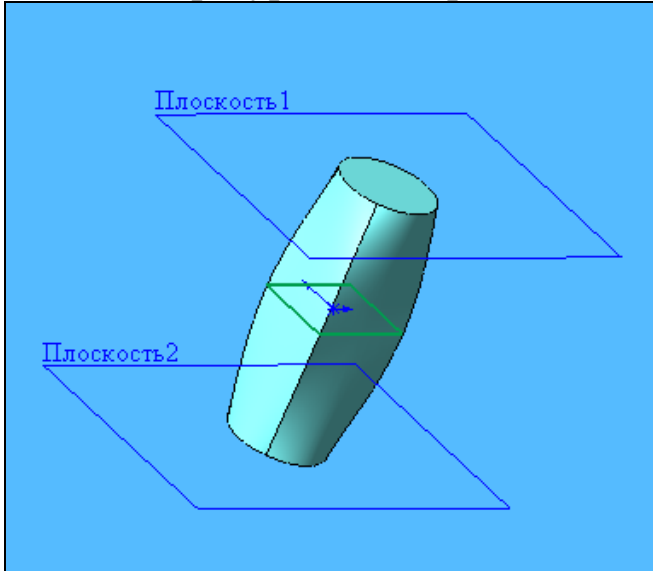


Рис. 3.87

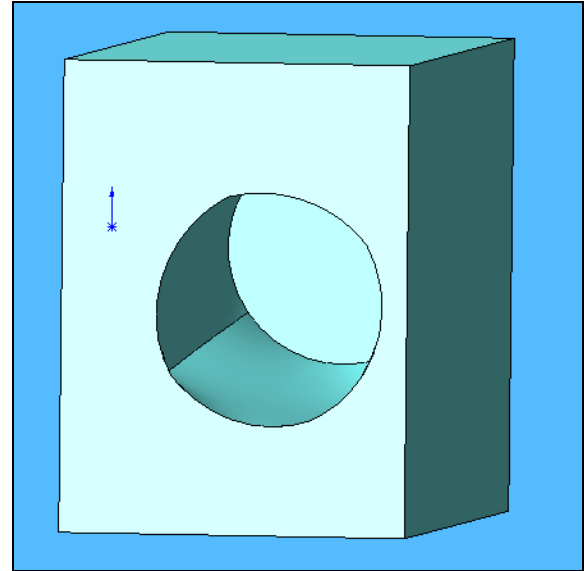



Рис. 3.88

Задание 2. Постройте параллелепипед. Далее с помощью команды  — Линия разъема на одной из граней постройте линию разъема в виде сплайна (см. рис. 3.89) и спроецируйте ее на все грани параллелепипеда. Затем от этой линии задайте литейные уклоны величиной 5°.

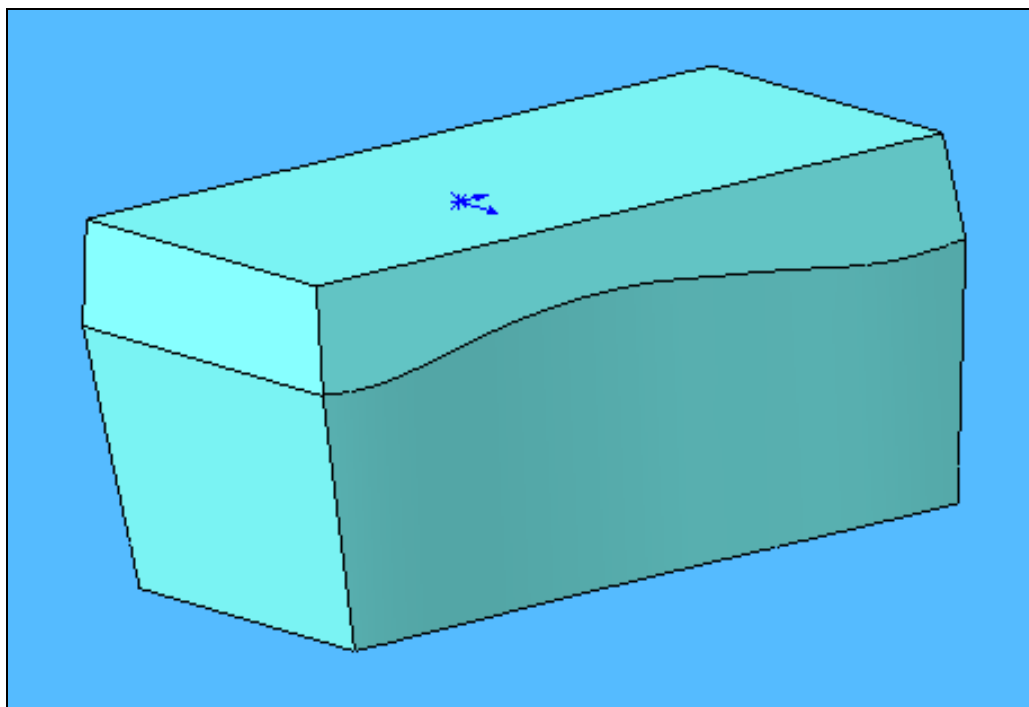


Рис. 3.89

Задание 3. Для детали типа "конус" (см. рис. 3.90) спроектируйте разъемные литые формы с анализом уклона и выточек (рис. 3.91).

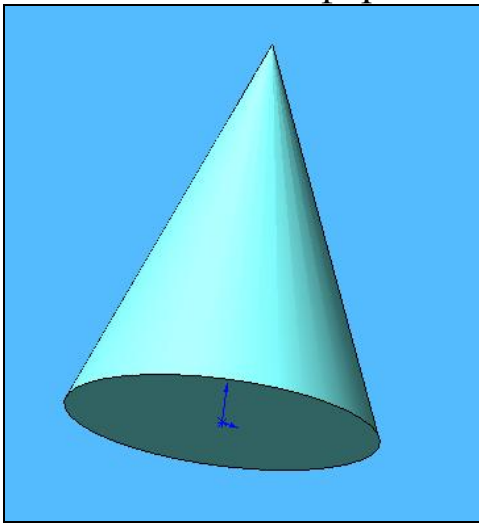


Рис. 3.90

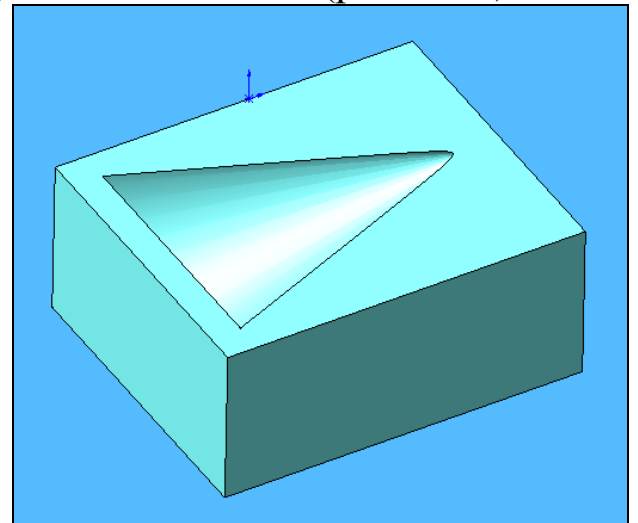


Рис. 3.91

Постройте детали, показанные на рис. 3.92–3.95, и спроектируйте для них разъемные литые формы.

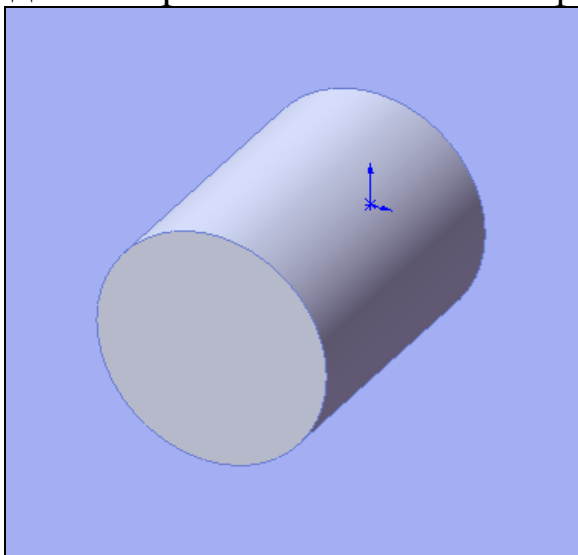


Рис. 3.92

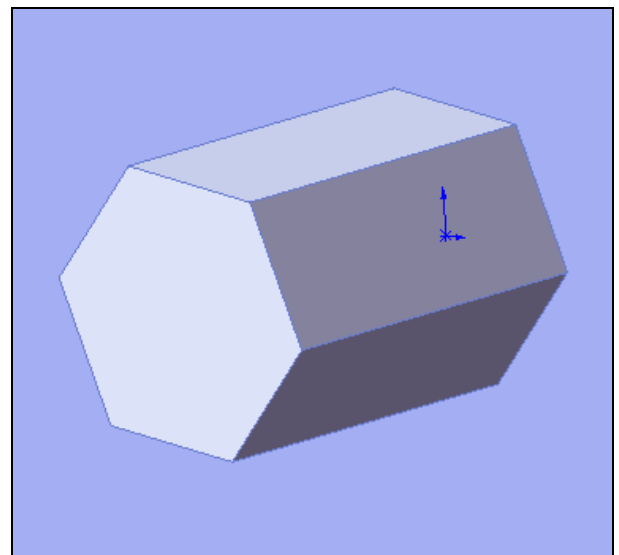


Рис. 3.93

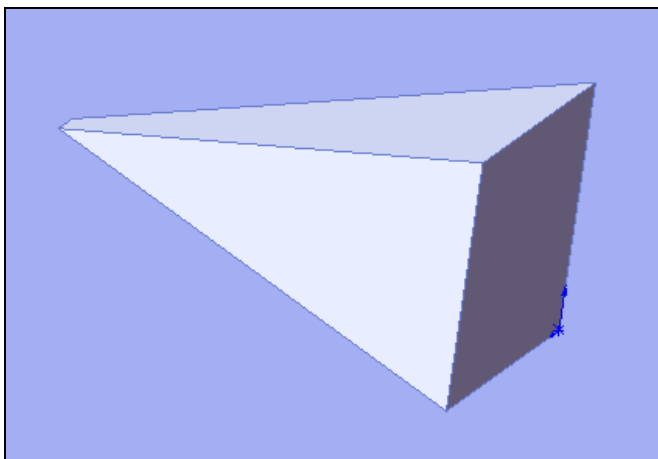


Рис. 3.94

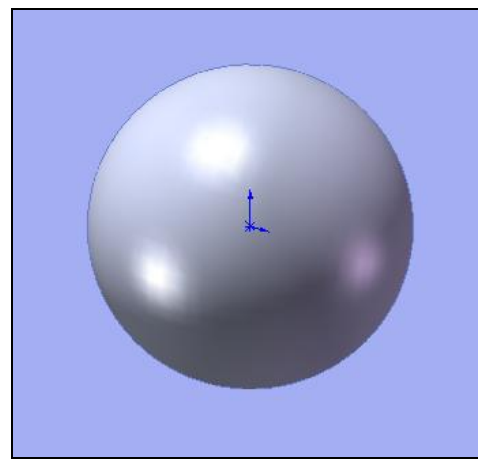


Рис. 3.95

Задание 4. Постройте многотельную деталь, состоящую из двух пересекающихся цилиндров, показанную на рис. 3.96. Скомбинируйте эти цилиндры так, чтобы получить тело, которое является пересечением цилиндров. Результат сравните с рис. 3.97.

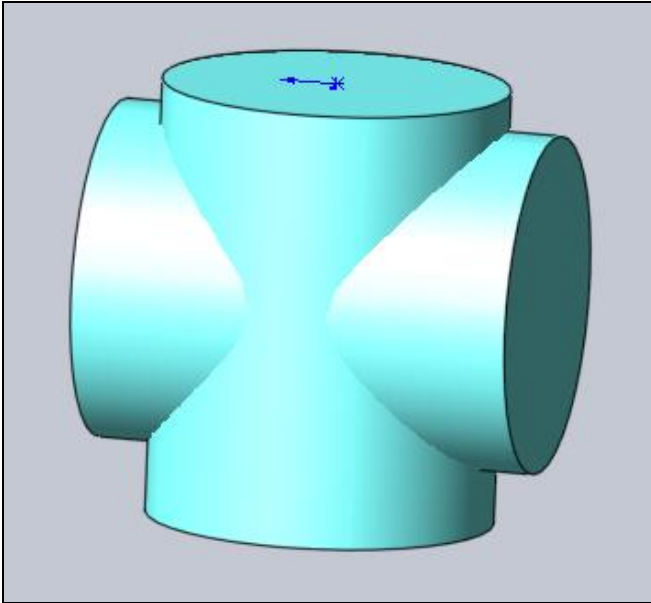


Рис. 3.96

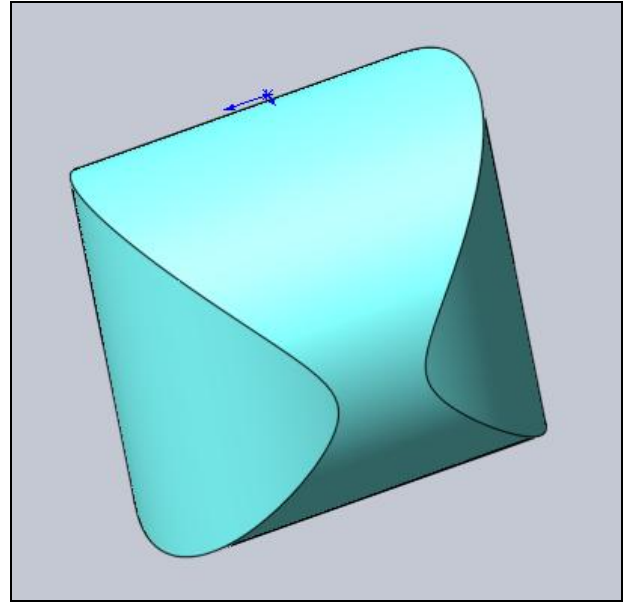


Рис. 3.97

Постройте многотельную сложную деталь, показанную на рис. 3.98 и с помощью операции Пересечение постройте деталь, показанную на рис. 3.99.

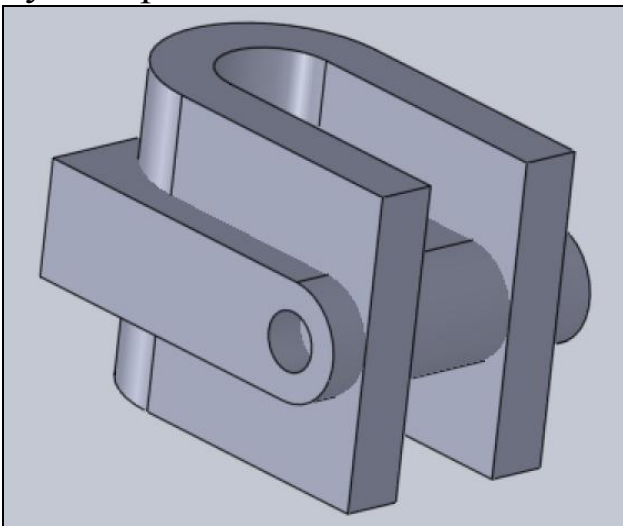


Рис. 3.98

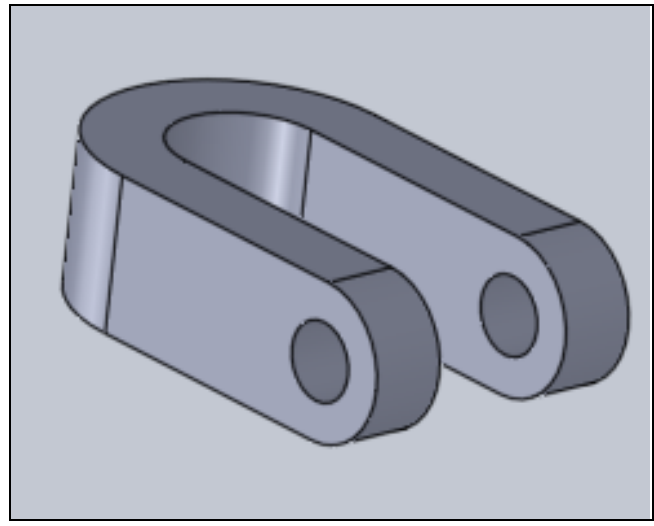


Рис. 3.99

3.9. Конфигурация деталей

Задание № 1. Постройте деталь типа цилиндр. Диаметр детали – 50 мм, длина – 150 мм (рис. 3.100). Создайте на основе этой детали три конфигурации с именами 1, 2, 3. Отличаться эти конфигурации должны лишь длиной цилиндра: у конфигурации № 1 длина 200 мм (рис. 3.101), у конфигурации № 2 – 250 мм (рис. 3.102), у конфигурации № 3 – 300 мм (рис. 3.103).

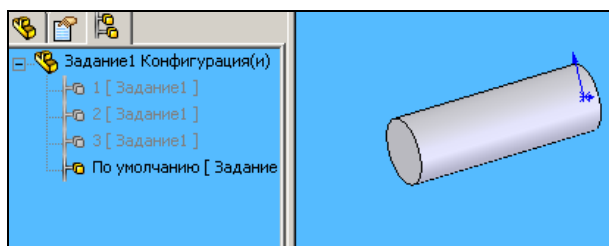


Рис. 3.100

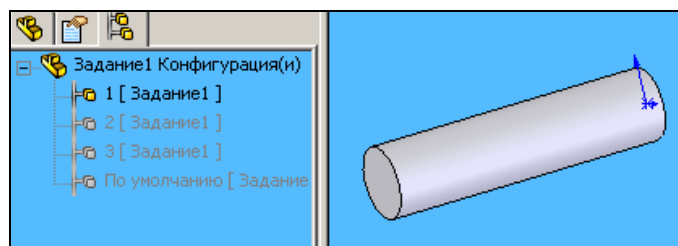


Рис. 3.101

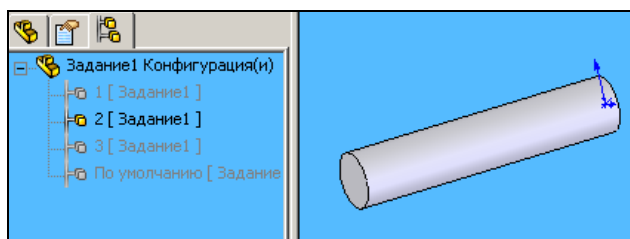


Рис. 3.102

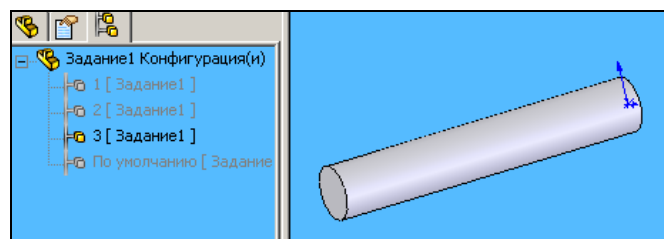


Рис. 3.103

Задание № 2. Постройте деталь типа кольцо (рис. 3.104), наружный диаметр $D1 = 200$ мм, внутренний диаметр $D2 = 100$ мм, причем эти размеры связаны уравнением: $D2 = D1/2$. Толщина кольца – 10 мм.

Постройте две конфигурации этой детали. У конфигурации № 1 наружный диаметр $D1 = 100$ мм, а внутренний, согласно уравнению, $D2 = 50$ мм. Наружный диаметр кольца у конфигурации № 2 составляет $D1 = 300$ мм, а внутренний - $D2 = 150$ мм.

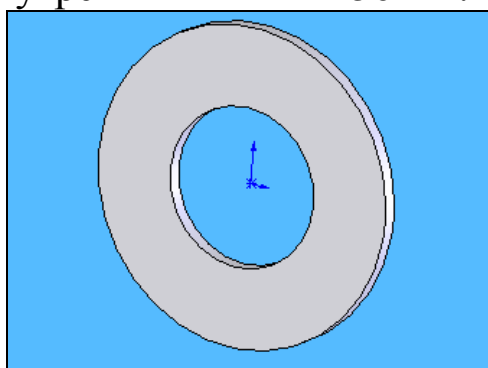


Рис. 3.104

Задание № 3. Постройте деталь типа пластины согласно эскизу (рис. 3.105). Толщина детали – 10 мм. Постройте дополнительно три конфигурации, используя таблицу параметров. Изменению в конфигурациях подлежат два размера: толщина пластины D1@Вытянуть1 и диаметр центрального отверстия D1@Эскиз2. Таблица параметров показана на рис. 3.106.

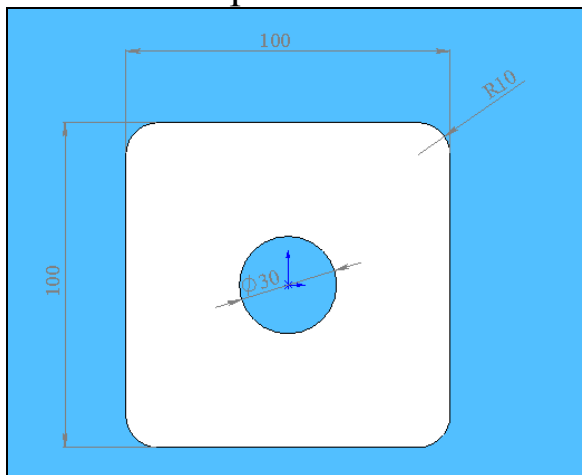


Рис. 3.105

	A	B	C	D	E
1	Таблица параметров для: Задание3				
2		D1@Вытянуть1	D1@Эскиз2		
3	По умолчанию	10	30		
4	1	20	40		
5	2	30	50		
6	3	40	60		
7					

Рис. 3.106

Задание № 4. Постройте простую сборку, состоящую из пластины с отверстиями, в которые помещаются детали типа винтов. Размер пластины 100x100 мм толщина – 10 мм, диаметр отверстий - 6 мм.

Постройте сборку, которая будет обозначена - По умолчанию. Эта сборка должна состоять из пластины и одного винта.

Создайте две конфигурации этой сборки: № 1 и № 2, которые будут отличаться между собой количеством винтов (рис. 3.107–3.110).

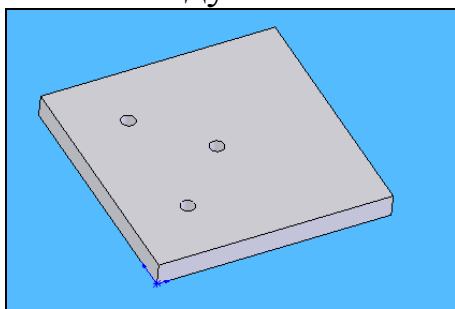


Рис. 3.107

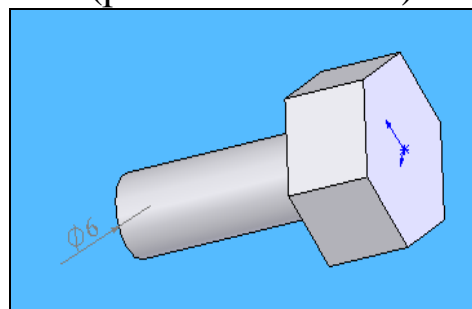


Рис. 3.108

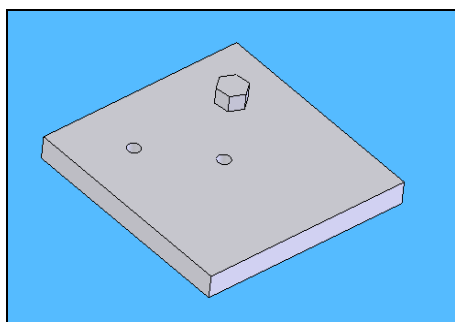


Рис. 3.109

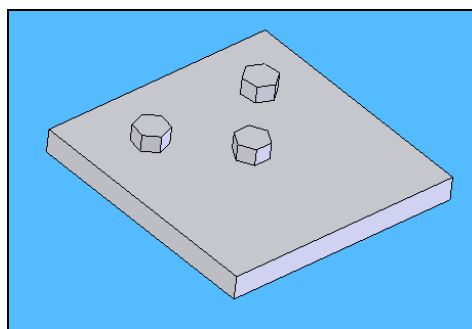


Рис. 3.110

3.10. Детали на основе поверхностей

Задание 1. Создайте две пересекающиеся поверхности, как на рис. 3.111. Первая поверхность получена простым вытягиванием, вторая построена поворотом кривой на 120° . Отсеките часть произвольно выбранной поверхности.

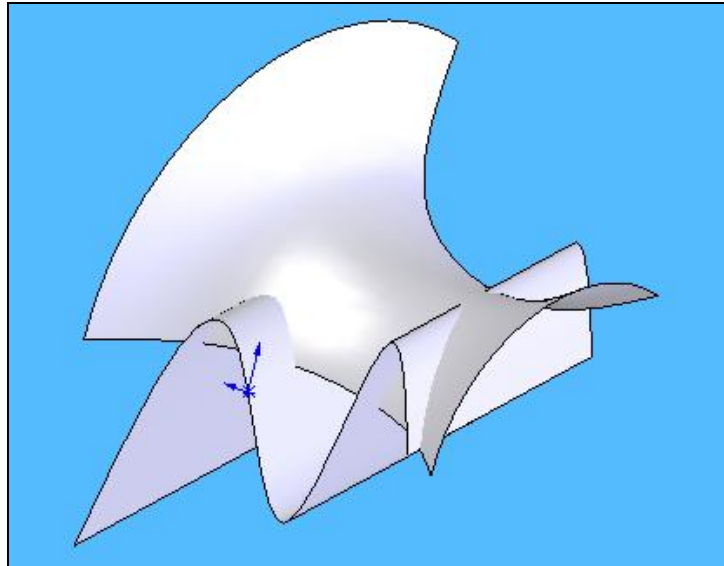


Рис. 3.111

Задание 2. Создайте поверхность по траектории и постройте к ней эквидистанту на расстоянии 20 мм (рис. 3.112).

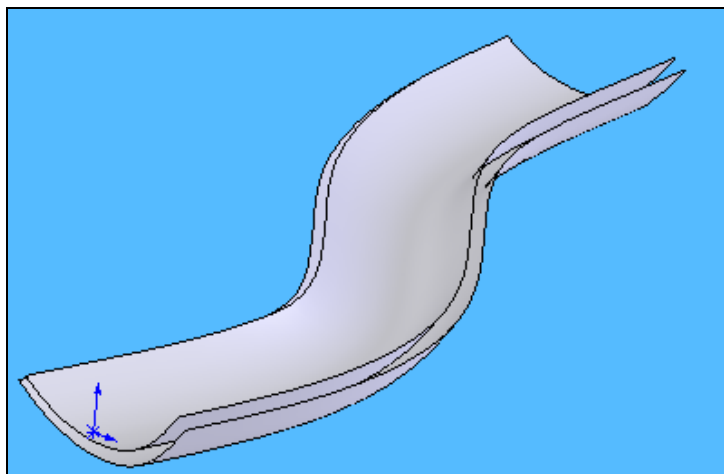


Рис. 3.112

Задание 3. Создайте деталь на основе простой вытянутой поверхности. В основание детали поместите эскиз прямоугольника, расположив его на дополнительной плоскости. Вытяните деталь до поверхности с уклоном наружу в 10° (рис. 3.113).

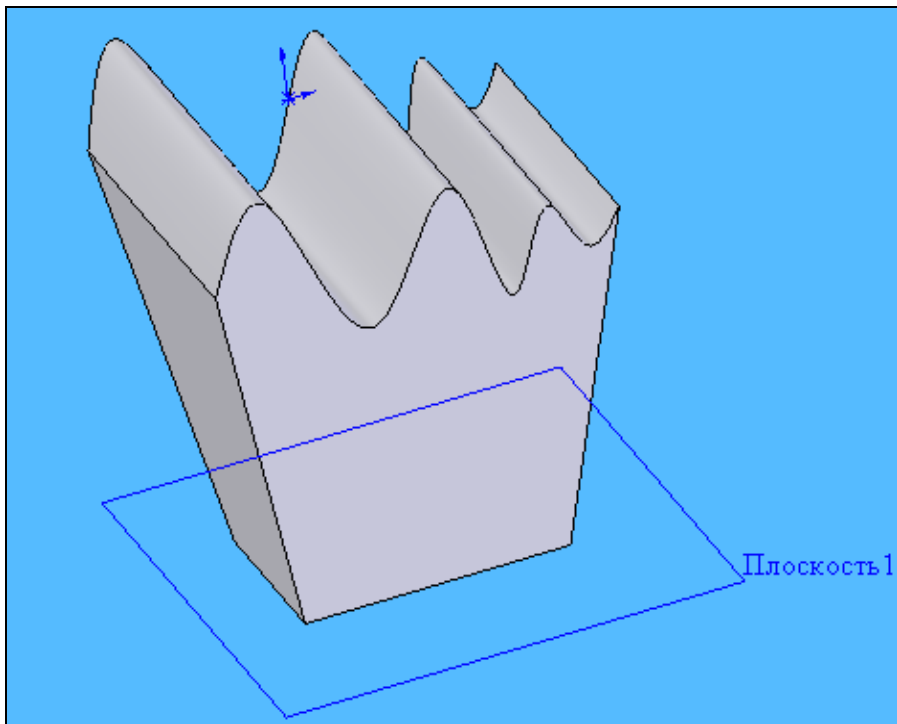


Рис. 3.113

Задание 4. Создайте поверхность по сечениям. На основе этой поверхности постройте твердое тело методом утолщения поверхности на 10 мм с обеих сторон (рис. 3.114).

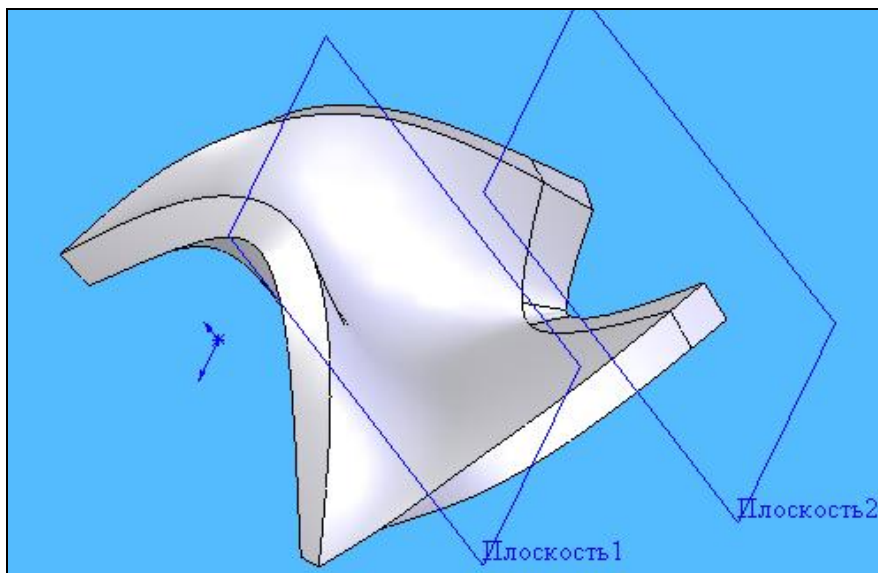


Рис. 3.114

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дударева, Н.Ю.** Самоучитель SolidWorks 2006: учеб. пособие / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. - 336 с.
2. **Дударева, Н.Ю.** SolidWorks 2007 на примерах: учеб. пособие / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко. – СПб: БХВ-Петербург, 2007. - 528 с.

Составители: АТАНОВ Сергей Николаевич
ЗАГАЙКО Сергей Андреевич
САКУЛИН Роман Юрьевич

ЗАДАЧИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ В SOLIDWORKS

Задачник

Подписано в печать __.__.2008. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman Cyr.

Усл. печ. л. __,__. Усл. кр.-отт. __,__. Уч.-изд. л. __,__.

Тираж 100 экз. Заказ № ____.

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет

Центр оперативной полиграфии УГАТУ

450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12