

ГЛАВА 2



Детали

Деталью в SolidWorks 2011 называется отдельный трехмерный объект, состоящий из элементов. Деталь может являться компонентом сборки, а также может быть представлена видами на плоском чертеже. Все детали в SolidWorks 2011 проектируются в шаблоне Деталь и сохраняются в отдельных файлах с расширением sldprt. В Дереве Конструирования можно задать материал, а также оценить массовые характеристики детали.

Эта глава посвящена рассмотрению основных принципов и возможностей построения трехмерных деталей в SolidWorks 2011.

2.1. Основные принципы построения деталей в SolidWorks 2011

В SolidWorks 2011 существует несколько базовых приемов, используя которые можно создать трехмерные детали. Эти приемы могут являться альтернативными или дополнять друг друга в процессе проектирования сложной детали. Программа SolidWorks 2011 предоставляет конструктору практически неограниченные возможности для воплощения своих замыслов. Мы рассмотрим основные способы построения трехмерных моделей, а решать, каким из них пользоваться в каждом конкретном случае, должны вы сами.

2.1.1. Основные способы построения деталей

В SolidWorks 2011 существуют следующие способы конструирования трехмерных деталей:

- ♦ *вытягивание* — самый простой способ формирования твердого тела, с которого обычно и начинается знакомство с SolidWorks 2011, основан на вытягивании эскиза в одном или двух направлениях. Эта команда активизируется кнопкой  — **Вытянутая бобышка/основание** панели инструментов **Элементы**. Функция команды заключается в заполнении объема, описываемого контуром эскиза при его параллельном прямолинейном перемещении, виртуальным мате-

риалом твердого тела. Можно осуществлять вытягивание эскиза под углом, т. е. формировать твердое тело в виде конуса. При вытягивании также можно создать тонкостенную деталь, указав это при выполнении команды и задав толщину стенки;

- ♦ *вращение* — другой довольно распространенный способ построения твердого тела выполняется нажатием кнопки  — **Повернутая бобышка/основание** панели инструментов **Элементы**. При выполнении команды эскиз поворачивается вокруг заданной оси, а пространство, описываемое контуром эскиза в результате вращения, заполняется материалом твердого тела. При этом эскиз детали, формируемой методом вращения, обязательно должен состоять из контура детали и оси поворота. Вращение контура вокруг оси может осуществляться на любую желаемую величину угла вплоть до 360° .

SolidWorks 2011 предлагает также несколько способов создания деталей сложной конфигурации: трубопроводов, пружин, деталей с переменными сечениями, деталей с криволинейными гранями. Возможности SolidWorks 2011 обширны и позволяют спроектировать деталь практически любой сложности, воплотив в реальность самые смелые фантазии конструктора при условии, что такие детали можно изготовить в действительности. Рассмотрим перечисленные способы построения деталей сложной конфигурации подробнее.

- ♦ *Вытягивание элемента по траектории*. Суть этого метода заключается в том, что формирование твердого тела происходит в результате заполнения виртуальным веществом (материалом) объема, который образуется при перемещении профиля по некоторой траектории. Команда для вытягивания элемента по траектории запускается нажатием кнопки  — **Бобышка/основание по траектории** панели инструментов **Элементы**. Для проектирования деталей по траектории необходимо создать минимум два эскиза — эскиз профиля и эскиз траектории. В качестве профиля обычно выступает контур эскиза, который должен быть замкнутым. А в качестве траектории — контур эскиза, который может быть как замкнутым, так и незамкнутым. В процессе перемещения профиль может оставаться параллельным самому себе или же сохранять неизменным начальный угол с траекторией. Можно также задать вращение профиля в процессе его перемещения по траектории. Кроме того, профиль может менять свои размеры и конфигурацию согласно форме направляющей кривой. Способом вытягивания элемента по траектории удобно создавать детали типа пружин, при этом траекторией является спираль. Как и в случае простого вытягивания, при формировании элемента по траектории можно проектировать тонкостенные детали. Эта возможность широко используется при конструировании трубопроводов.
- ♦ *Вытягивание элемента по сечениям*. Команда вытягивания твердых тел на основе сечений активизируется кнопкой  — **Бобышка/основание по сечениям** на панели инструментов **Элементы** и позволяет проектировать детали путем создания плавных переходов между профилями (сечениями). Профили представляют собой эскизы, расположенные на различных плоскостях. Эти плоско-

сти могут располагаться как параллельно друг другу, так и под углом. В SolidWorks 2011 существует целый набор приемов для создания вспомогательных плоскостей. При проектировании деталей с помощью команды **Бобышка/основание по сечениям** можно также использовать в качестве вспомогательного элемента направляющую кривую, в этом случае плавные переходы между профилями будут строиться согласно форме этой направляющей.

- ◆ **Оформление вырезов.** Для формирования вырезов и отверстий в SolidWorks 2011 используются те же возможности, что и для создания твердого тела. Кнопки команд для оформления вырезов располагаются на панели инструментов **Элементы** или в меню **Вставка | Вырез**. Различают следующие основные виды вырезов:
 - **вытянутый вырез** — запускается одноименной командой **Вытянутый вырез** ;
 - **повернутый вырез** — можно активизировать кнопкой **Повернутый вырез** ;
 - **вырез по траектории** — запуск команды осуществляется кнопкой **Вырез по траектории** ;
 - **вырез по сечениям** — команда активизируется нажатием одноименной кнопки .

2.1.2. Дополнительные возможности

В SolidWorks 2011 можно формировать отдельные элементы деталей: фаски, скругления, купола, уклоны. В распоряжении конструктора имеются также команды, значительно ускоряющие процесс построения деталей: массивы (линейный, круговой и др.) и зеркальное отражение.

- ◆ Команда **Скругление** активизируется нажатием одноименной кнопки  панели инструментов **Элементы** и позволяет скруглить любую выделенную кромку детали. Для этого необходимо лишь указать кромку и задать радиус скругления.
- ◆ Кнопка  — **Фаска** также располагается на панели инструментов **Элементы** и позволяет снять фаску с указанной кромки детали. Для построения фаски необходимо указать величину фаски и ее угол либо размеры фаски в двух направлениях.
- ◆ **Купол** — команда дает возможность превратить одну из граней детали в вогнутый или выпуклый купол, для чего нужно активизировать кнопку  — **Купол** и задать величину вытягивания купола.
- ◆ Можно изменять углы между гранями уже построенной детали. Команда **Уклон** запускается нажатием соответствующей кнопки  — **Уклон** на панели инст-

рументов **Элементы**, затем указываются тип уклона, угол уклона, нейтральная плоскость и грань, положение которой в пространстве должно измениться.

- ◆ Команда  — **Оболочка** позволяет из твердотельной детали сформировать полую деталь, при этом одна или несколько граней могут быть удалены, а остальные преобразуются в тонкостенные. При помощи этой команды можно построить также замкнутую полую деталь.
- ◆ Массивы значительно ускоряют процесс конструирования деталей, т. к. позволяют размножать ранее созданные элементы детали. Программа SolidWorks 2011 располагает возможностями построения круговых и линейных массивов. При проектировании зубчатых колес необходимо лишь активизировать команду  — **Круговой массив**, указать количество зубьев и ось массива.
- Команда  — **Линейный массив** позволяет указать копируемый элемент и интервалы между элементами.
- ◆ Команду  — **Зеркальное отражение** удобно использовать при проектировании симметричных деталей.

Рассмотрим практическое применение предлагаемых программой SolidWorks приемов построения твердых тел на конкретных примерах. Начнем с самых простых деталей — призматических.

2.2. Призматические детали

К группе призматических деталей условно отнесем детали, которые можно построить способом простого вытягивания. Наиболее показательной деталью в данном случае, на наш взгляд, является винт.

Пример № 1. Винт с шестигранной головкой

Начнем построение винта с оформления шестигранной головки. В Дереве Конструирования выберем плоскость Спереди и нарисуем, активизировав кнопку  — **Многоугольник** на панели инструментов **Эскиз**, шестигранник с диаметром вписанной окружности 17 мм (рис. 2.1).

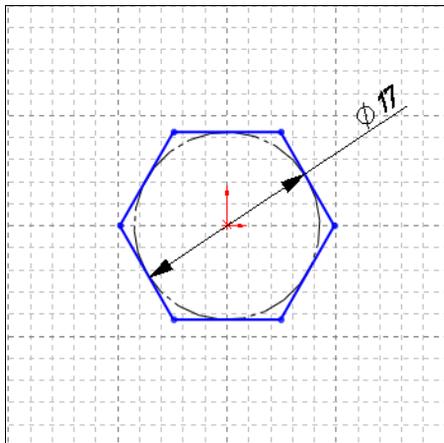


Рис. 2.1

Для того чтобы создать шестигранную головку винта, нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и вытянем бобышку на 7 мм (рис. 2.2).

Оформим цилиндрическую часть винта. В качестве поверхности эскиза выберем плоскую шестигранную грань головки винта, войдем в эскиз и нарисуем окружность диаметром 10 мм (рис. 2.3).

Вытянем этот эскиз на 40 мм, нажав кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** (рис. 2.4).

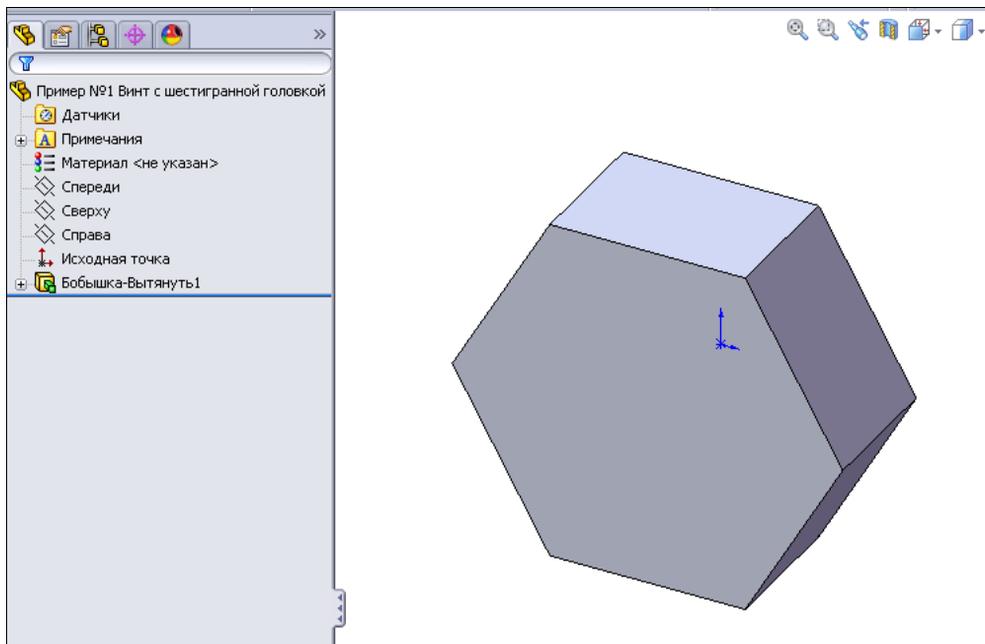


Рис. 2.2

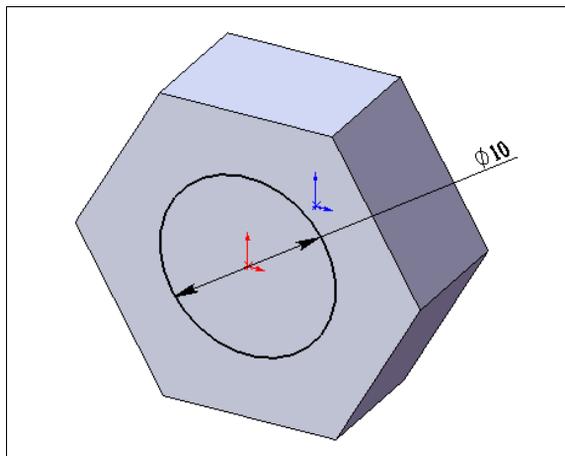


Рис. 2.3

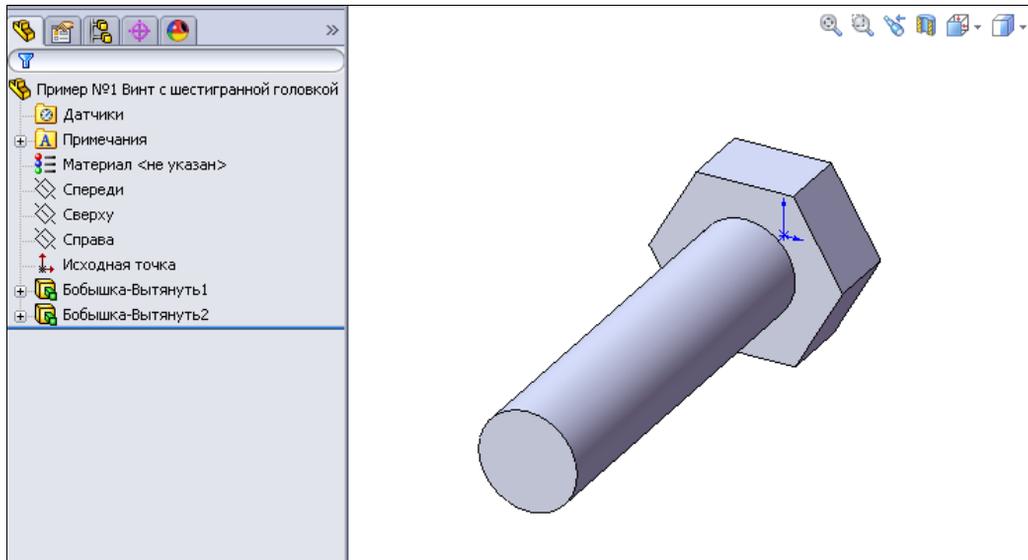


Рис. 2.4

Оформим фаску на цилиндрической части винта. Для этого необходимо выделить кромку, на которой будет создана фаска, и нажать кнопку  — **Фаска**. В окне **Фаска** укажем расстояние (размер фаски) и угол. Пусть расстояние составляет 2 мм, а угол 45° (рис. 2.5).

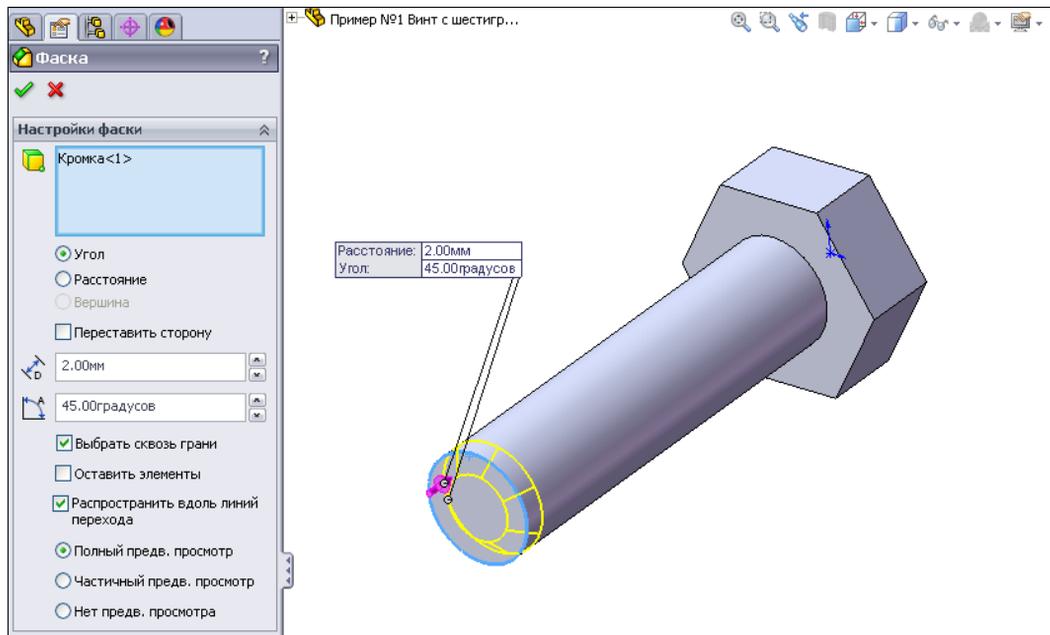


Рис. 2.5

Следующим этапом построения винта станет оформление скругления на стыке шестигранной головки и цилиндрической части винта. Для этого выделяем кромку, по которой происходит сопряжение элементов винта, и активизируем кнопку  — **Скругление**, укажем радиус скругления кромки — 0,5 мм (рис. 2.6).

Закончим построение скругления, нажав кнопку **ОК** .

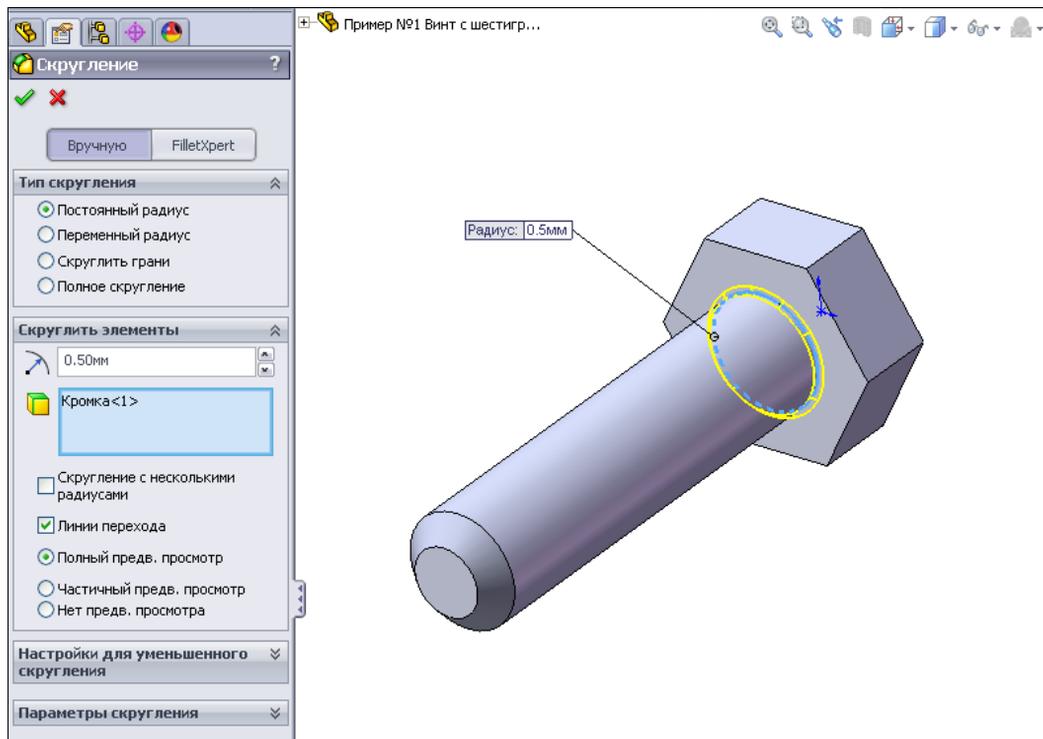


Рис. 2.6

Оформим резьбовую часть винта. Для этого отметим наружную кромку фаски на цилиндрической части винта — ту кромку, с которой "нарезается" резьба (рис. 2.7).

Затем откроем окно **Условное изображение резьбы** по команде **Вставка | Примечание | Условное изображение резьбы...** В разделе **Настройки резьбы** выберем стандарт резьбы — **ISO**, укажем тип резьбы — **Машинная резьба**, а затем укажем ее размеры в зависимости от выбранного стандарта и типа резьбы (рис. 2.8). Как вы уже поняли, мы выбрали длину резьбы у винта 22 мм, а размер — M10.

ПРИМЕЧАНИЕ

Окно **Требования к резьбе** доступно, если в окне **Условное изображение резьбы**, в разделе **Настройки резьбы** выбрать стандарт резьбы — **Нет**.

Построенная резьба в автоматическом режиме будет показана на чертеже винта согласно требованиям к оформлению чертежей.

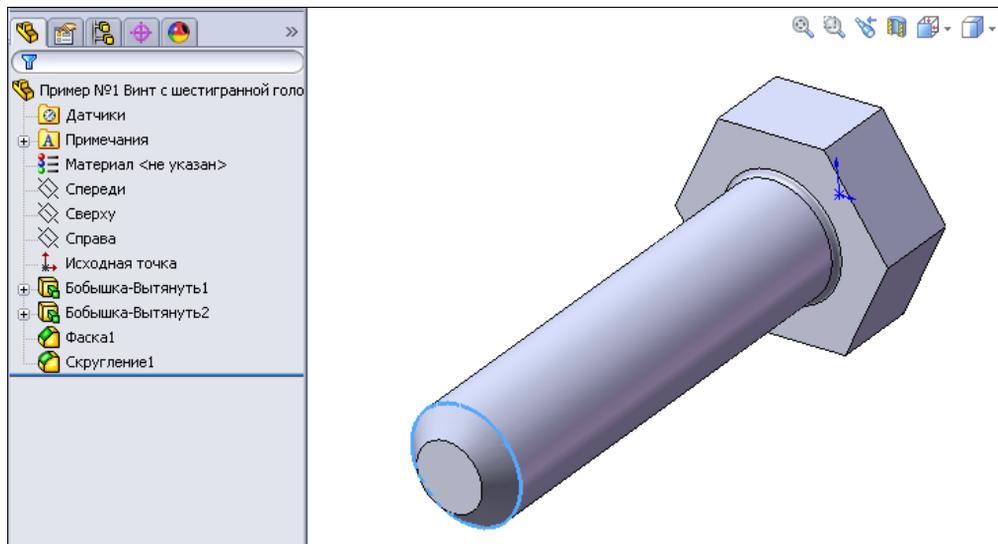


Рис. 2.7

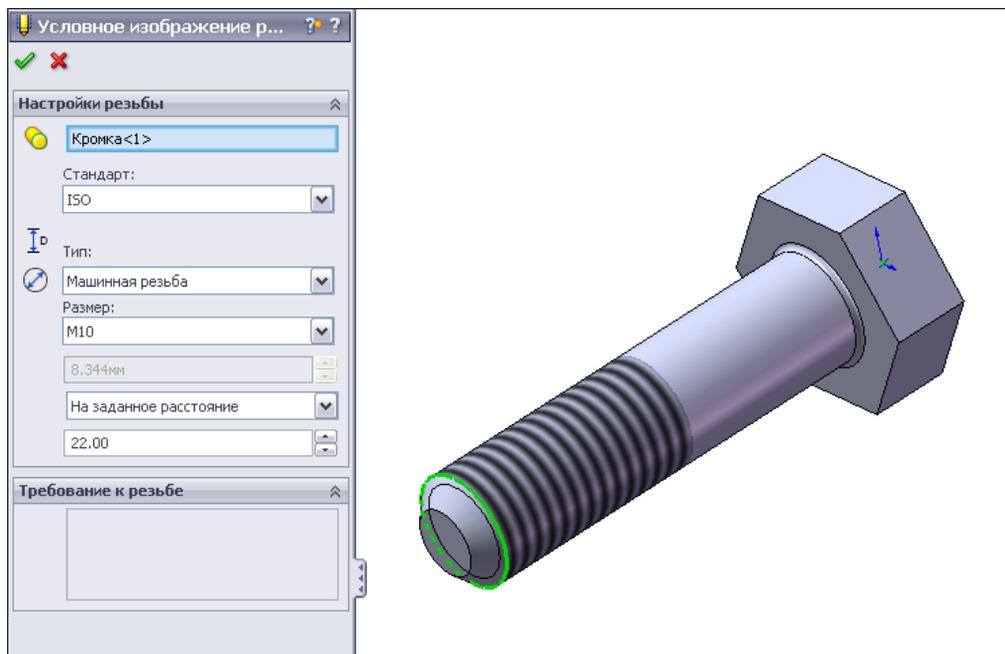


Рис. 2.8

ПРИМЕЧАНИЕ

Изображение резьбы в трехмерных моделях, как на рис. 2.8, используется лишь для наглядности построений. При желании можно убрать изображение резьбы на деталях, в меню **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Оформление** сняв флажок **Закрашенные условные изображения резьбы**.

Винт с шестигранной головкой практически готов. Остался неоформленным лишь один элемент винта — фаска на шестигранной головке.

Нам нельзя использовать команду **Фаска**, т. к. в этом случае фаска будет снята по периметру шестигранника и примет неверную конфигурацию. Рассмотрим прием, благодаря которому можно оформить такую сложную фаску. Для начала отметим шестигранную грань в качестве плоскости для построения эскиза (рис. 2.9).

Войдем в эскиз и нарисуем окружность диаметром 15 мм внутреннего контура фаски (рис. 2.10).

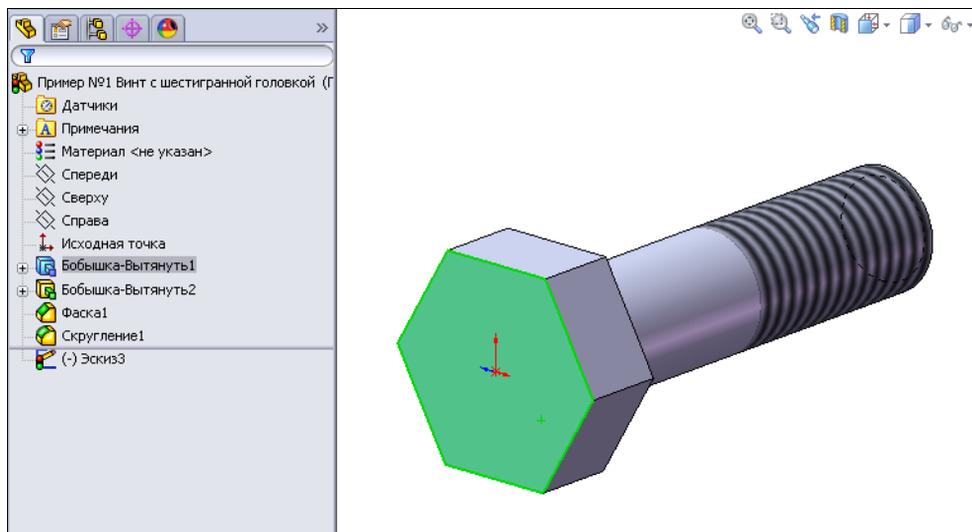


Рис. 2.9

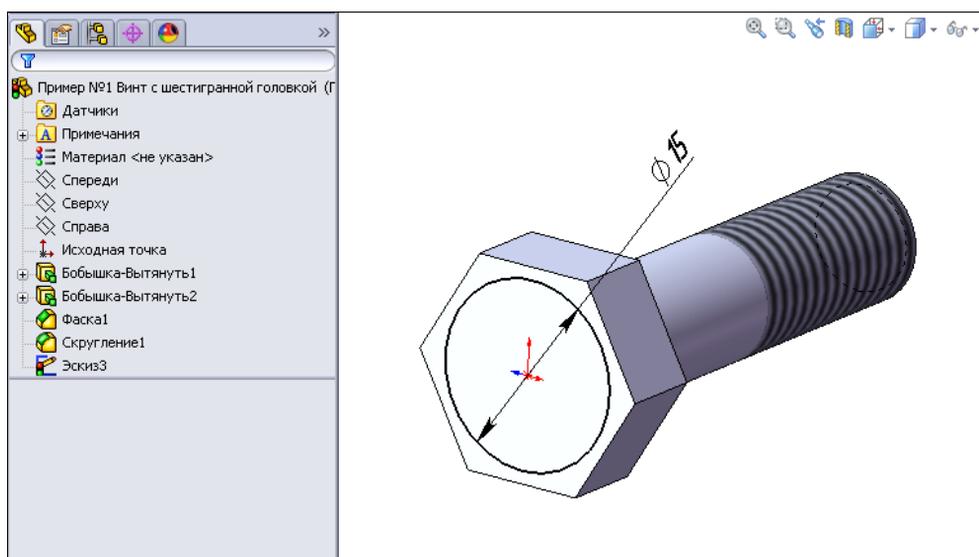


Рис. 2.10

Теперь оформим фаску как вырез, нажав кнопку  — **Вытянутый вырез**. На экране появится окно **Вырез-Вытянуть**. В этом окне укажем глубину выреза, пусть она составит 30 мм, хотя это значение не является определяющим. Единственное пожелание: глубина выреза не должна быть меньше высоты шестигранной головки. Затем установим флажок **Переставить сторону для выреза**, активизируем строку **Уклон**, нажав кнопку  **Включить/Выключить уклон** в разделе **Направление 1**, и укажем в строке значение уклона — 60° (рис. 2.11).

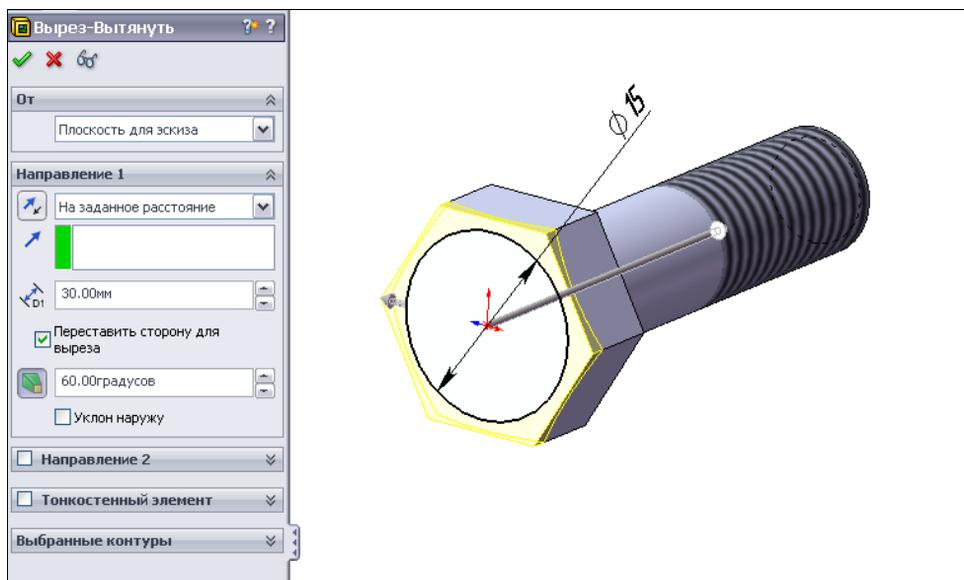


Рис. 2.11

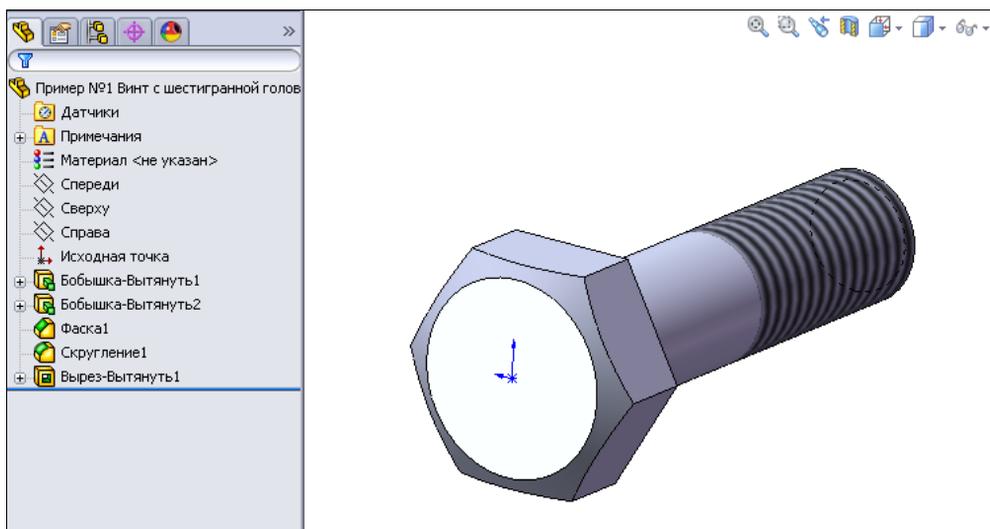


Рис. 2.12

ПРИМЕЧАНИЕ

Флажок **Переставить сторону для выреза** указывает на то, что материал будет удален с внешней стороны эскиза окружности под заданным углом.

Нажмем кнопку **ОК**  и закончим оформление не только фаски на цилиндрической головке, но и винта в целом (рис. 2.12).

Мы с вами поэтапно рассмотрели пример построения винта с цилиндрической головкой в SolidWorks 2011. Теперь рассмотрим построение другой, не менее популярной детали в машиностроении — ступенчатого вала.

Пример № 2. Ступенчатый вал

Ступенчатый вал является основной деталью редукторов, двигателей и других машин и механизмов.

Для построения выберем в Дереве Конструирования плоскость Спереди и нарисуем эскиз левого конца вала — окружность диаметром 20 мм (рис. 2.13).

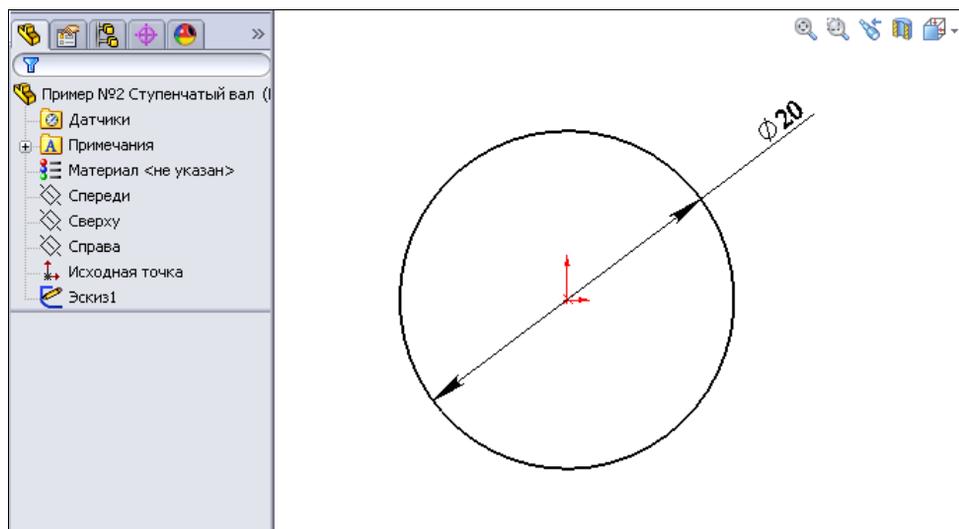


Рис. 2.13

Вытянем этот эскиз на 80 мм, для чего нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и в появившемся окне **Бобышка-Вытянуть1** укажем глубину вытягивания — 80 мм (рис. 2.14). Закончим построение левого конца вала, нажав кнопку **ОК** .

Оформим проточку вала: укажем правый плоский торец вала в качестве плоскости следующего эскиза, активизируем кнопку  — **Эскиз** на одноименной панели инструментов и нарисуем окружность диаметром 19 мм (рис. 2.15).

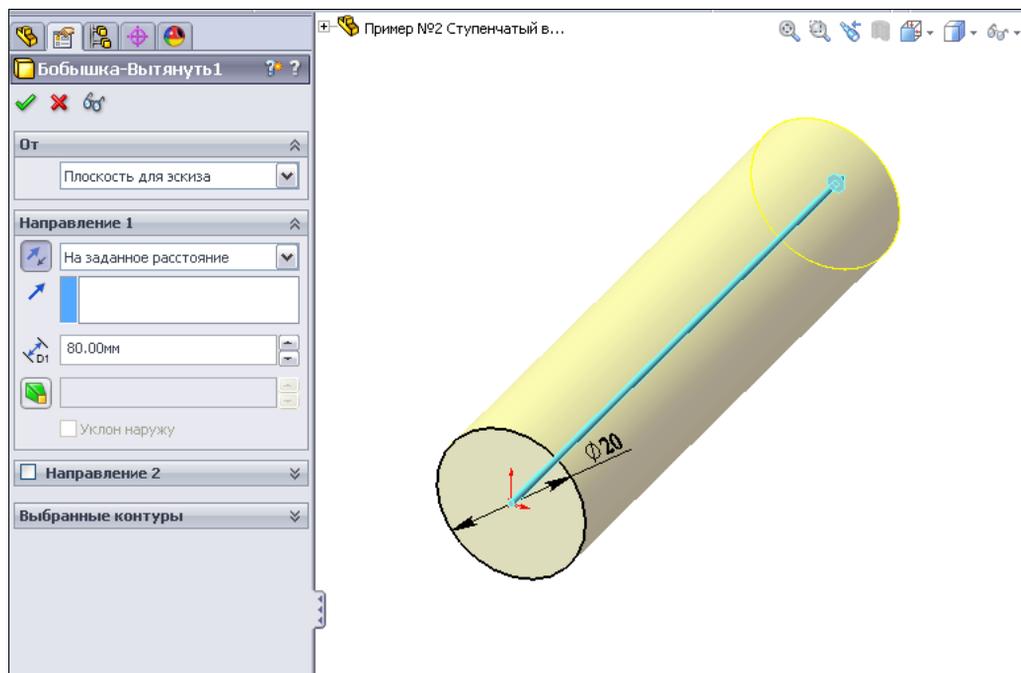


Рис. 2.14

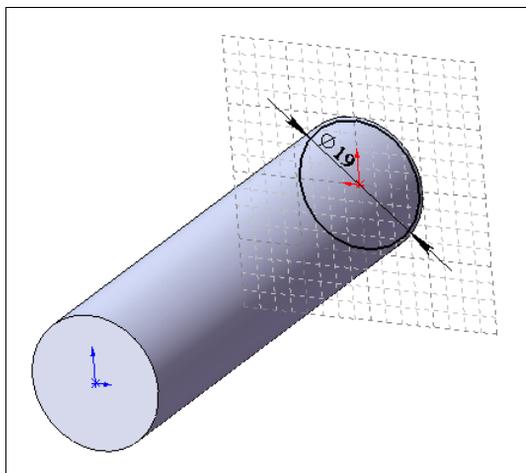


Рис. 2.15

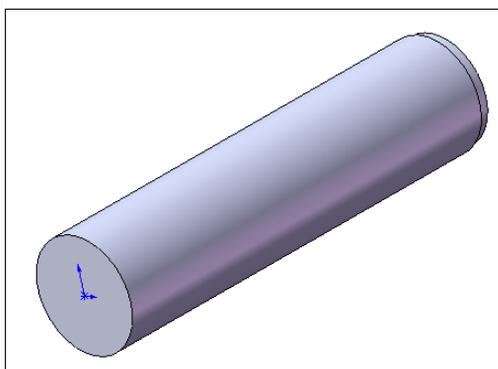


Рис. 2.16

Теперь вытянем этот эскиз на 2 мм, для чего нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и в окне **Бобышка-Вытянуть1** укажем глубину вытягивания. Вал приобретет вид, как на рис. 2.16.

Прорисуем третью ступень вала. В качестве плоскости эскиза выберем плоский торец вала с диаметром 19 мм. Войдем в режим рисования эскиза и построим эскиз

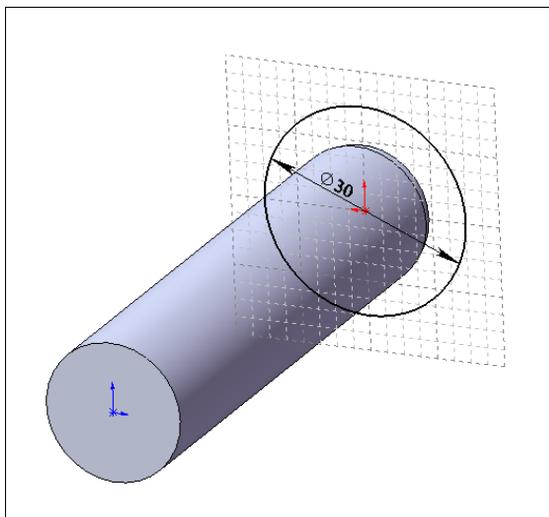


Рис. 2.17

третьей ступени, которая также представляет собой окружность диаметром 30 мм (рис. 2.17).

Вытянем этот эскиз на 75 мм и получим вал, состоящий из трех ступеней (рис. 2.18).

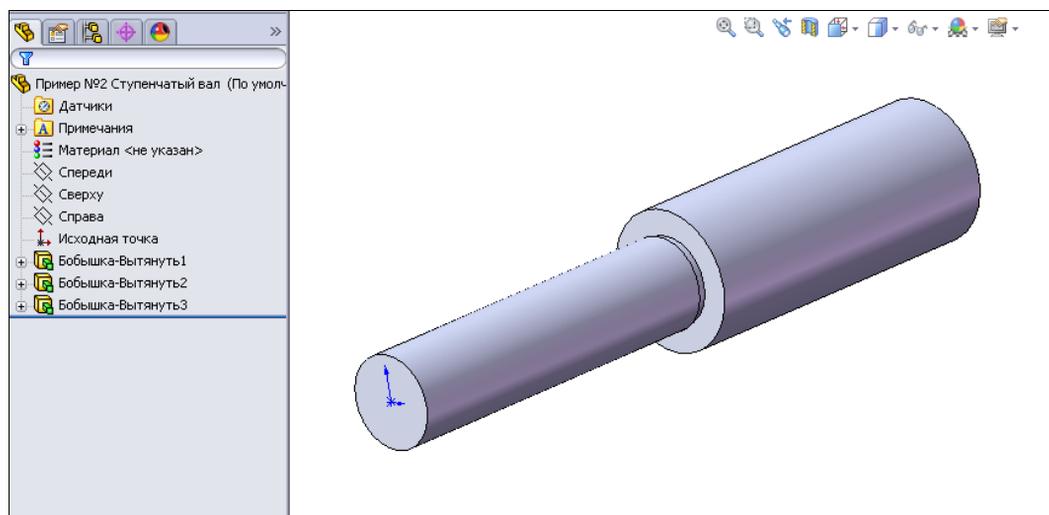


Рис. 2.18

Следующие ступени вала рисуются аналогично. Каждая последующая ступень строится на торцевом конце предыдущей:

- ◆ четвертая ступень — диаметр 29 мм, длина 2 мм;
- ◆ пятая ступень — диаметр 40 мм, длина 5 мм;
- ◆ шестая ступень — диаметр 30 мм, длина 40 мм;

- ◆ седьмая ступень — диаметр 19 мм, длина 2 мм;
- ◆ восьмая ступень — диаметр 20 мм, длина 12 мм.

В результате будет построен восьмиступенчатый вал, показанный на рис. 2.19.

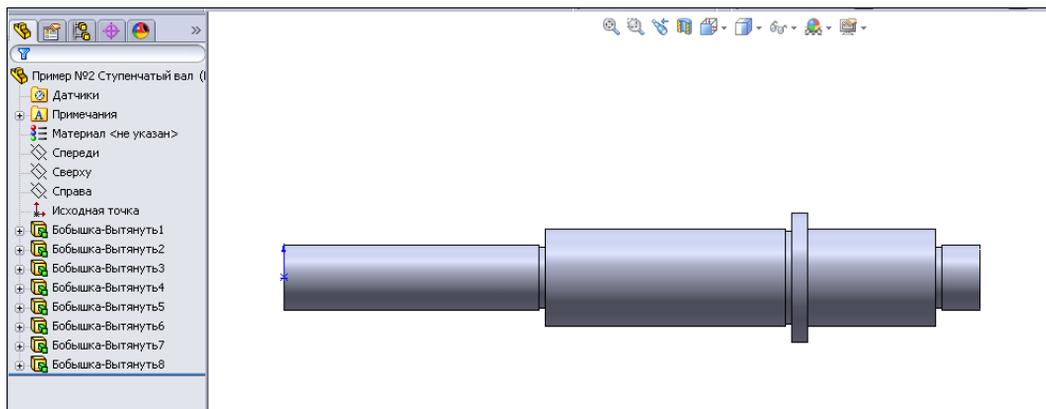


Рис. 2.19

Перейдем к оформлению трех фасок размером $1 \times 45^\circ$. Сначала активизируем кнопку  — **Фаска**. В разделе **Настройки фаски** укажем кромки, на которых предполагается оформить фаски, а также их размеры (рис. 2.20).

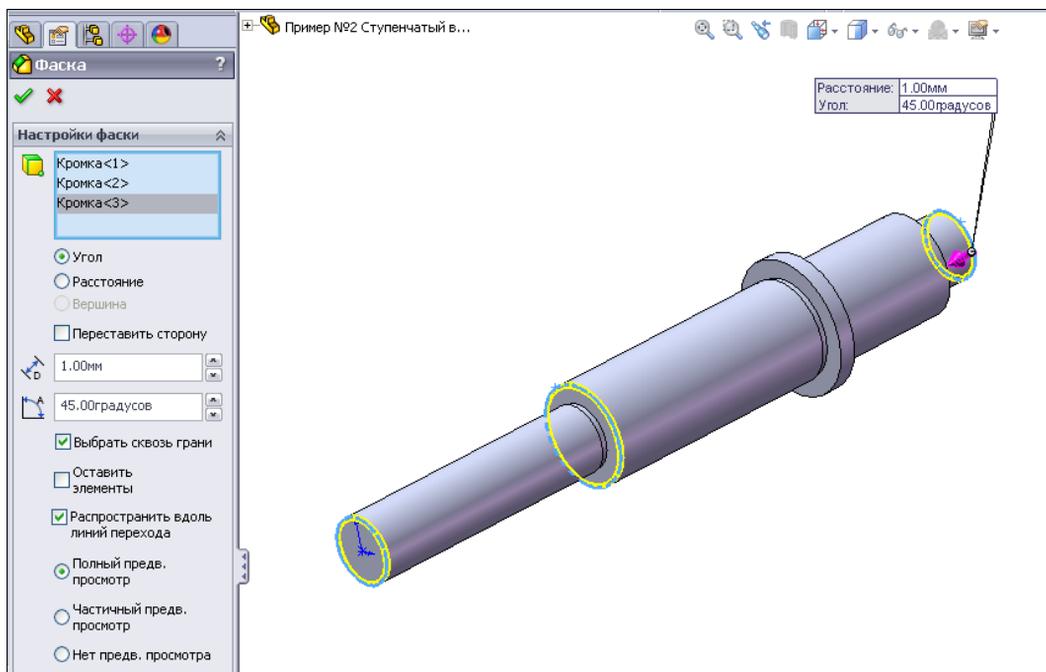


Рис. 2.20

Следующим этапом конструирования вала станет построение двух шпоночных пазов. Элементы детали типа шпоночных пазов можно оформить двумя способами, каждый из них имеет свои достоинства. Рассмотрим первый способ оформления паза, который располагается на выходном конце вала. Для построения эскиза создадим вспомогательную плоскость, параллельную плоскости Справа, для чего выделим ее в трехмерном пространстве (рис. 2.21).

Затем обратимся к выпадающему меню **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость...**, и на экране появится окно **Плоскость** (рис. 2.22).

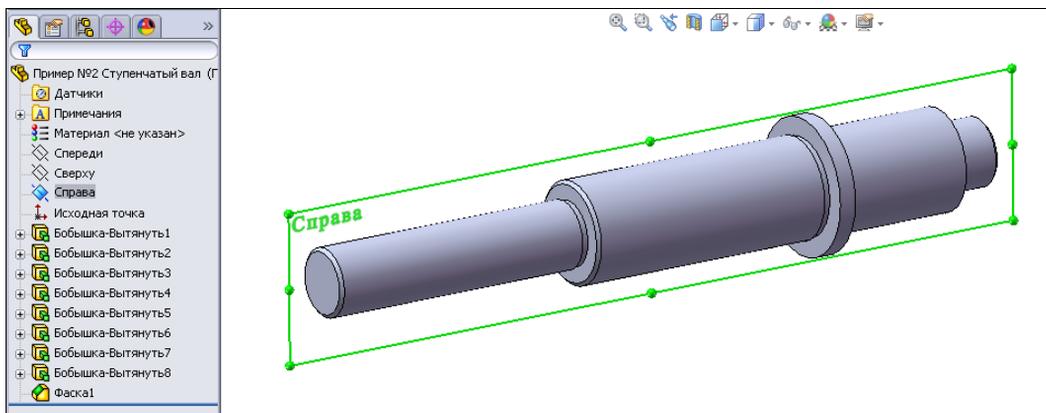


Рис. 2.21

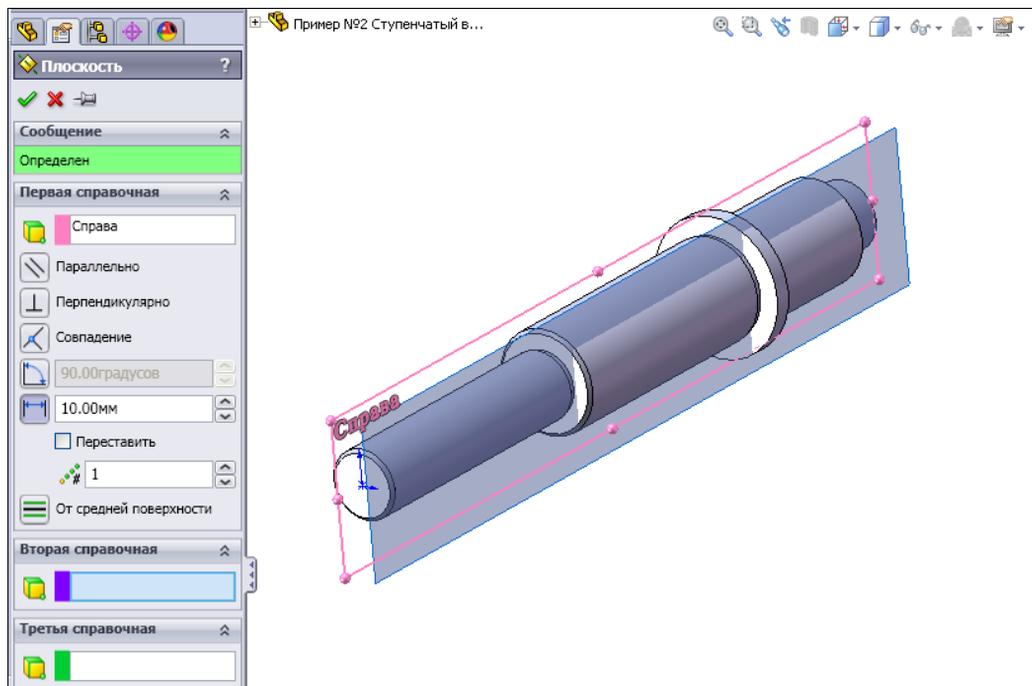


Рис. 2.22

В этом окне укажем расстояние смещения новой параллельной плоскости — 10 мм и закончим построение вспомогательной плоскости нажатием кнопки **ОК** .

Новая плоскость смещена относительно плоскости Справа на половину диаметра выходного конца (10 мм) и является касательной к поверхности этого цилиндрического элемента (рис. 2.23). В результате проведенных построений в Дереве Конструирования появился новый элемент **Плоскость1**.

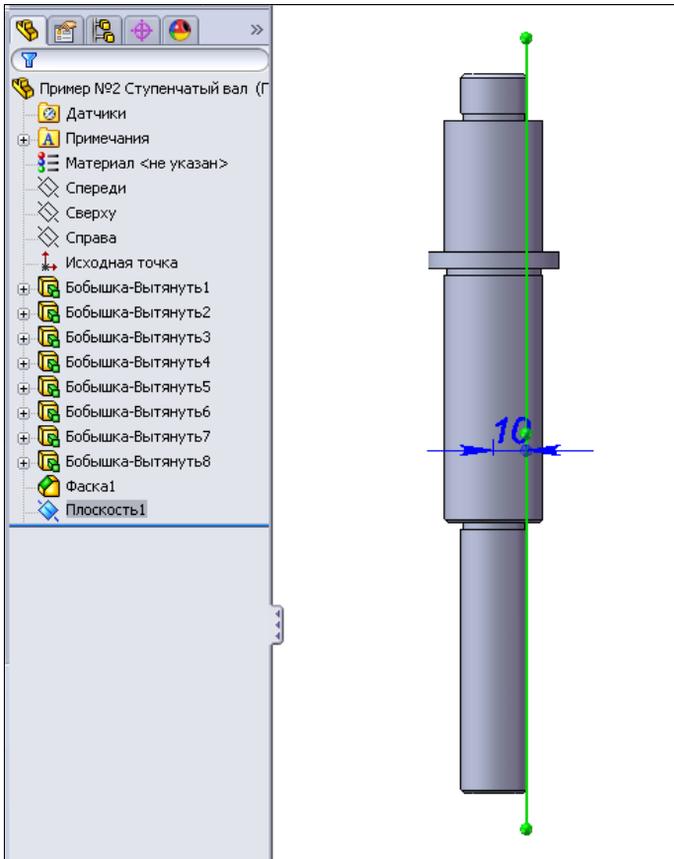


Рис. 2.23

Выделим **Плоскость1**, войдем в эскиз и построим эскиз шпоночного паза (рис. 2.24).

Теперь вытянем вырез на 4 мм, согласно конфигурации эскиза, кнопкой  — **Вытянутый вырез**. В результате будет сформирован шпоночный паз на выходном конце ступенчатого вала (рис. 2.25).

Построим еще один шпоночный паз. Второй метод конструирования шпоночного паза также требует создания вспомогательной плоскости, только эта плоскость будет параллельна плоскости Спереди, располагаться от нее на расстоянии 136 мм и называться в Дереве Конструирования — **Плоскость2** (рис. 2.26).

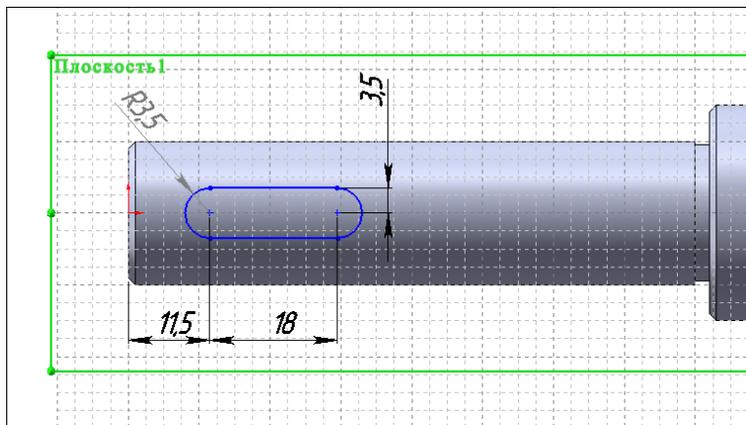


Рис. 2.24

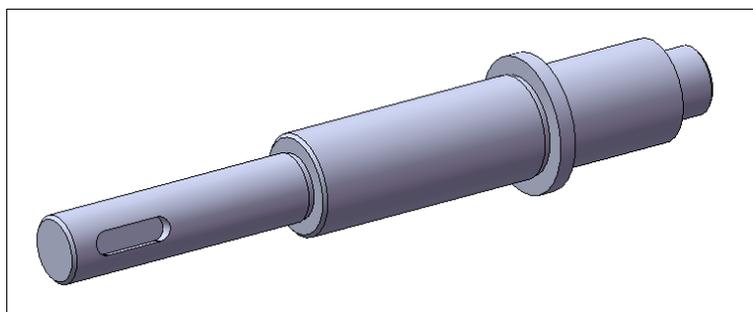


Рис. 2.25

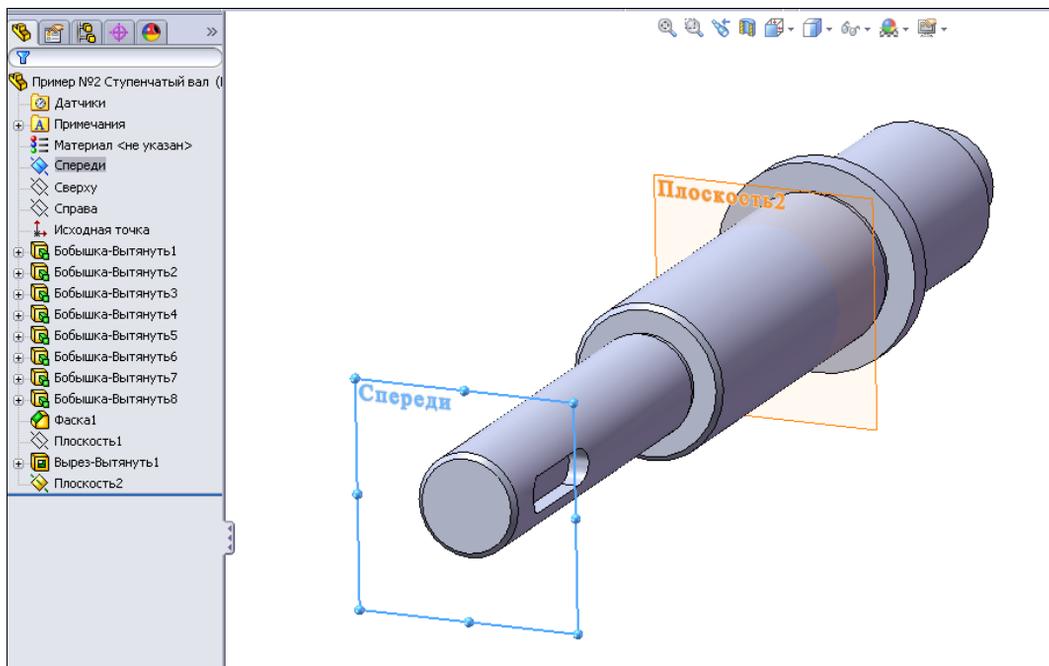


Рис. 2.26

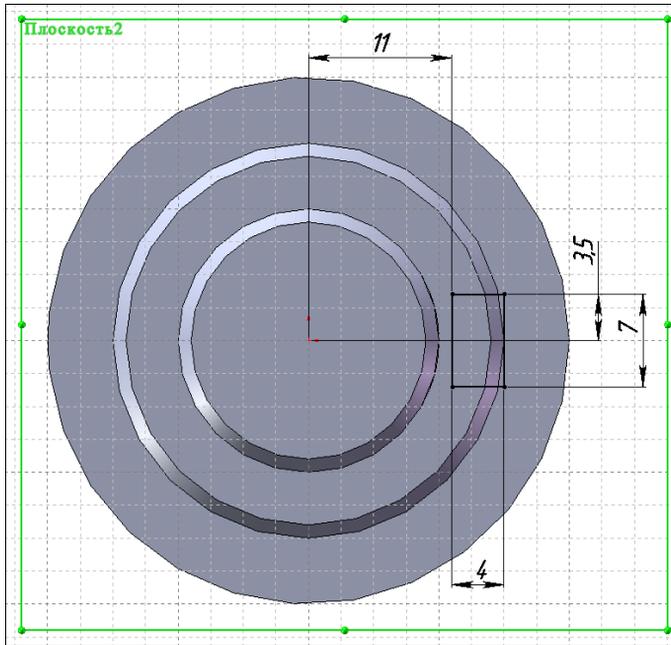


Рис. 2.27

Выберем вспомогательную Плоскость2 и нарисуем эскиз шпоночного паза (рис. 2.27).

Затем оформим вырез согласно этому эскизу, нажав кнопку  — **Вытянутый вырез**. Вытянем вырез на 20 мм, в результате будет сформирована основа второго шпоночного паза (рис. 2.28).

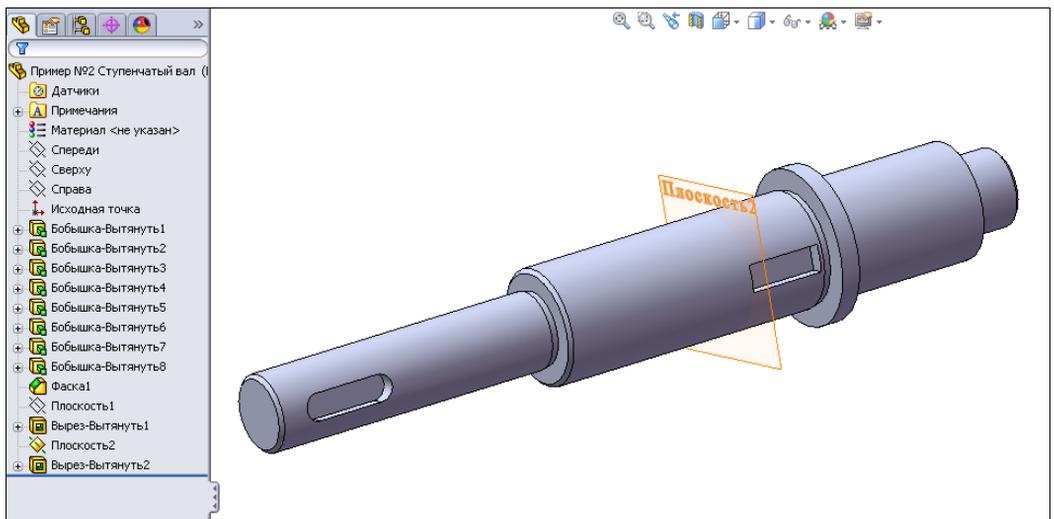


Рис. 2.28

Осталось оформить скругления шпоночного паз, для этого активизируем кнопку  — **Скругление**, укажем скругляемые кромки и радиус скругления, равный половине ширины шпоночного паз — 3,5 мм (рис. 2.29).

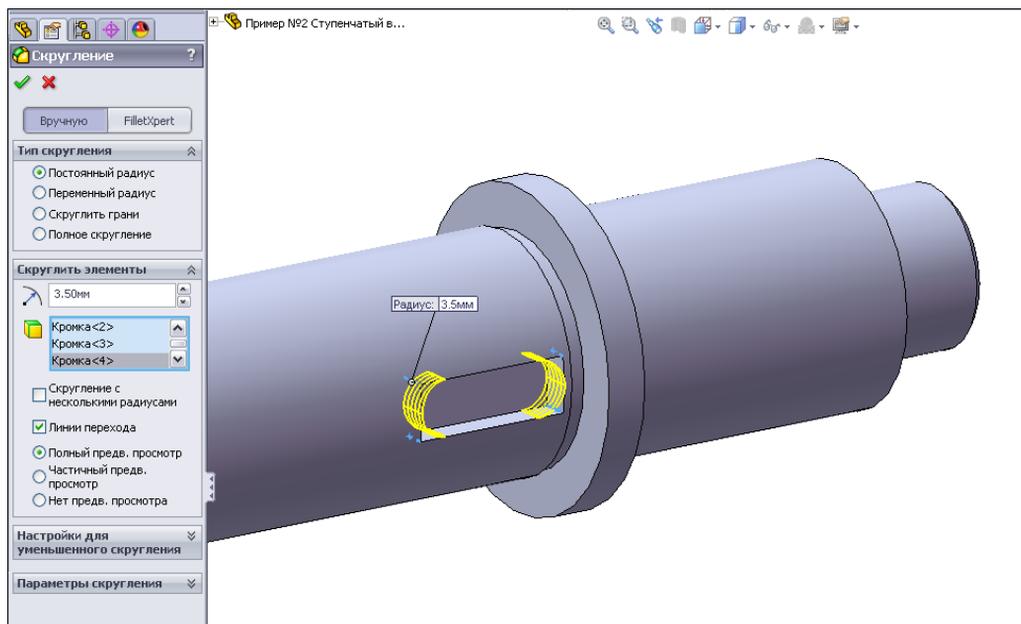


Рис. 2.29

Нажмем кнопку **OK** . В результате будет оформлен шпоночный паз для зубчатого колеса и закончено построение ступенчатого вала (рис. 2.30).

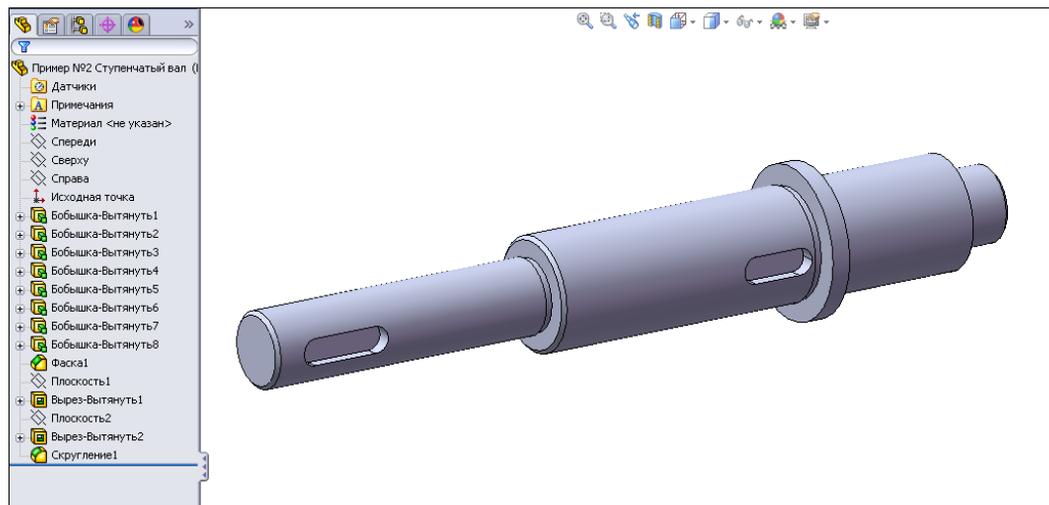


Рис. 2.30

Мы рассмотрели способы конструирования деталей, используя лишь две команды — **Вытянутая бобышка/основание** и **Вытянутый вырез**. Однако в SolidWorks 2011 существуют специальные приемы построения тел вращения.

2.3. Детали — тела вращения

Тела вращения широко используются в современном машиностроении. Яркими представителями этого класса являются зубчатые колеса, манжеты и валы. Хотя такие детали в SolidWorks 2011 можно зачастую построить методом простого вытягивания, но использование команды  — **Повернутая бобышка/основание** позволяет значительно ускорить процедуру. Кроме того, некоторые элементы деталей, такие как вырезы и поднутрения, можно оформить только с использованием возможностей поворота эскиза вокруг оси. Перейдем к рассмотрению конкретных примеров.

Пример № 3. Манжета

Манжета является классической деталью, при конструировании которой в SolidWorks 2011 лучше всего использовать команду **Повернутая бобышка/основание**. Рассмотрим построение этой детали поэтапно.

Для создания эскиза выберем плоскость Спереди, войдем в **Эскиз** и нарисуем сечение манжеты (рис. 2.31).

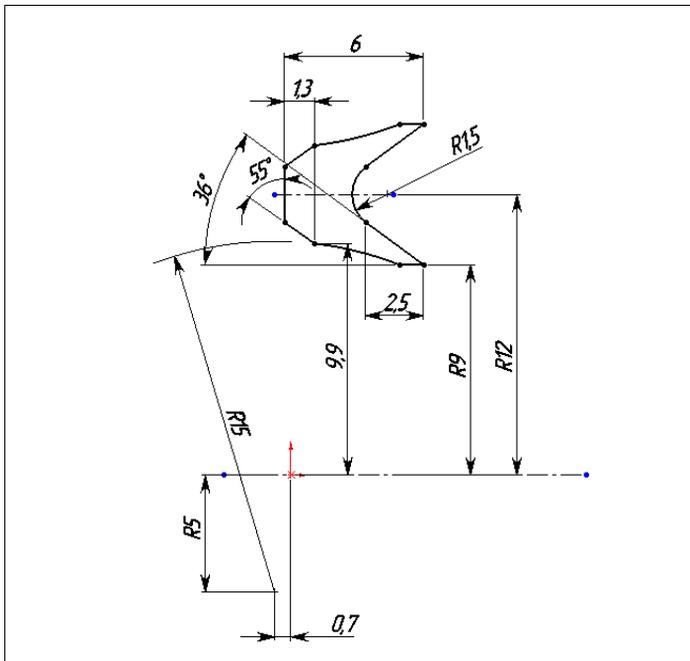


Рис. 2.31

Как видно из рис. 2.31, эскиз манжеты представляет сложную замкнутую кривую, с радиусами скругления. На расстоянии 9 мм от эскиза построена ось манжеты, которая также является осью поворота эскиза. Существует несколько обязательных требований для построения тел вращения в SolidWorks 2011:

- ◆ контур эскиза детали должен быть замкнутым;
- ◆ на эскизе должна быть изображена ось вращения;
- ◆ контур эскиза не должен пересекать ось вращения;
- ◆ эскиз детали должен располагаться лишь в одной полуплоскости относительно оси вращения.

ПРИМЕЧАНИЕ

В том случае, если эскиз не является замкнутым, программа сама предлагает его замкнуть и делает это, соединяя между собой крайние точки эскиза.

Когда эскиз готов, для построения детали остается лишь нажать кнопку  — **Повернутая бобышка/основание**. В окне **Повернуть** нужно указать ось вращения и угол поворота эскиза, для манжеты он составляет 360° (рис. 2.32).

Закончим построение манжеты, нажав кнопку **OK**  (рис. 2.33).

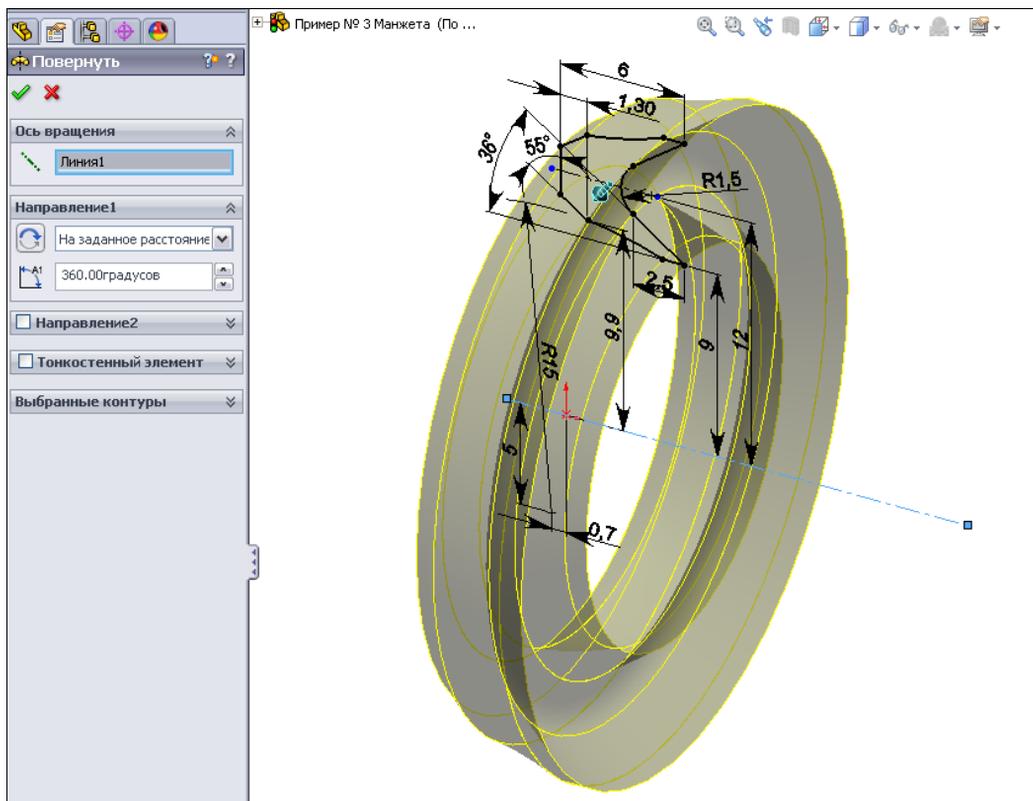


Рис. 2.32

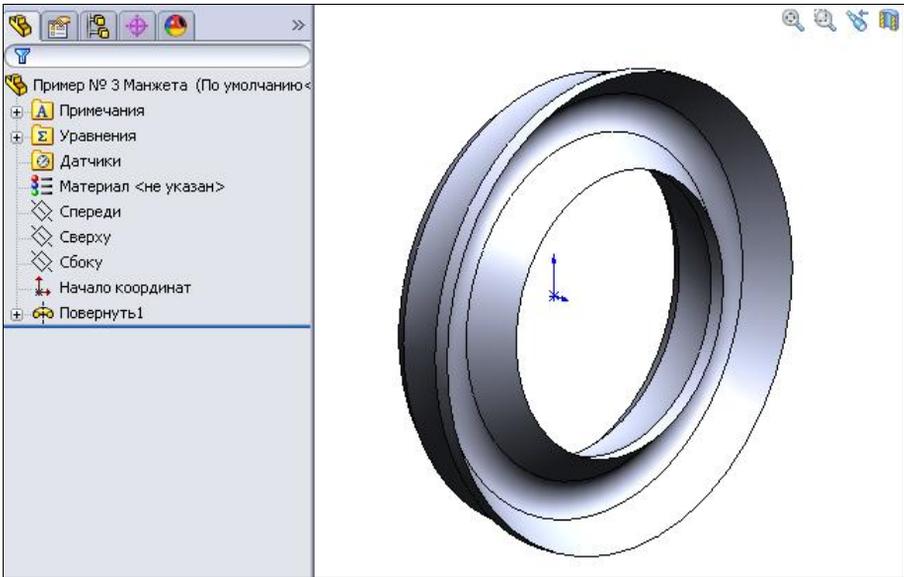


Рис. 2.33

В данном примере мы не только создадим конфигурацию трехмерной детали, но и покажем способ задания материала, из которого она должна быть изготовлена.

1. Укажем материал манжеты. В Дереве Конструирования установим курсор на строке  **Материал <не указан>** и вызовем правой кнопкой мыши панель со списком различных материалов (рис. 2.34).

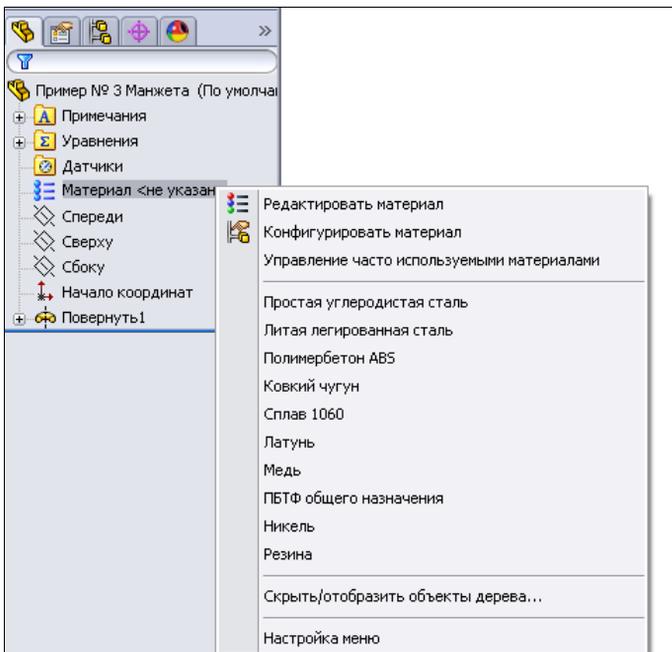


Рис. 2.34

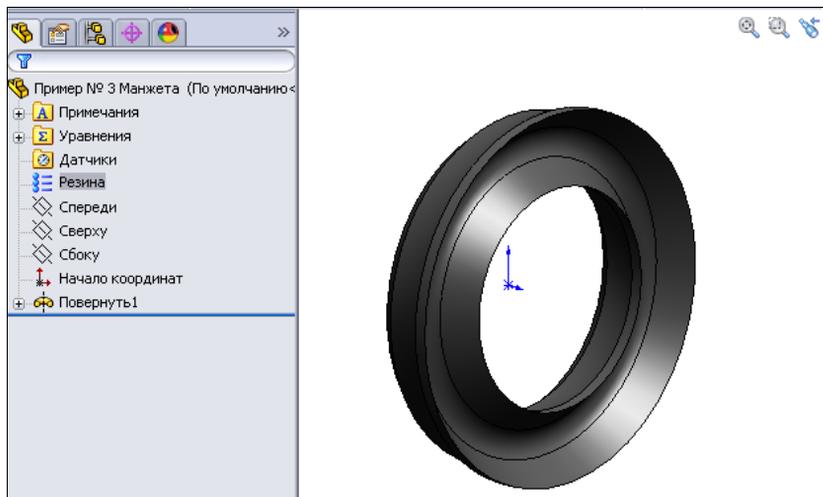


Рис. 2.35

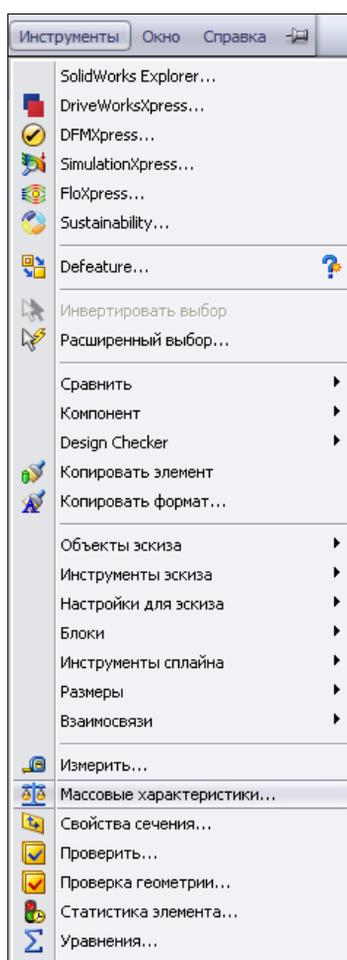


Рис. 2.36

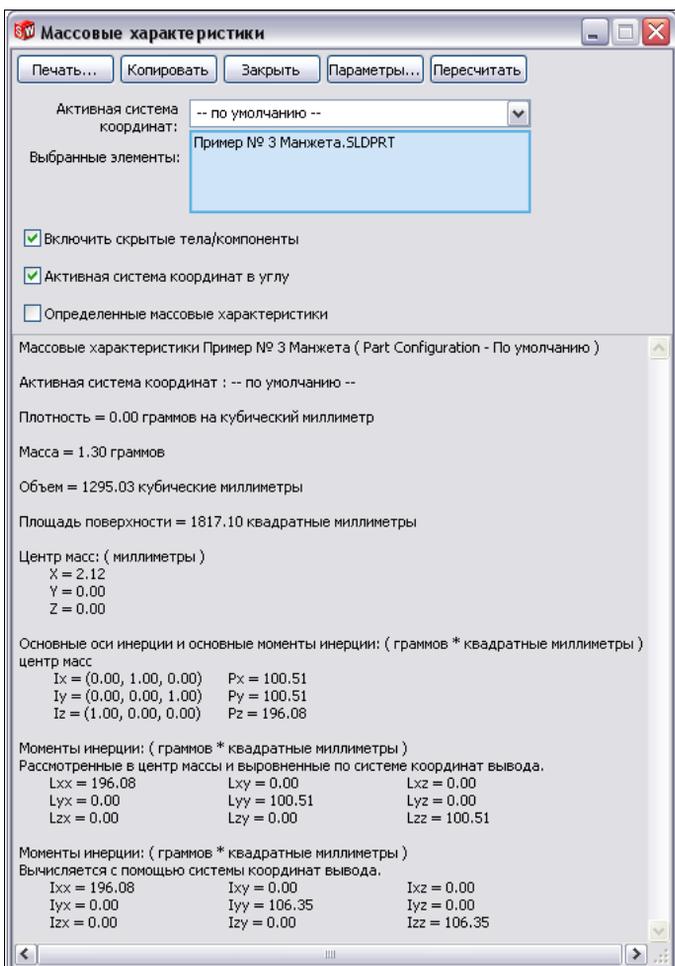


Рис. 2.37

- Из предлагаемого перечня материалов остановим выбор на резине, для этого щелкнем на строке **Резина**. В Дереве Конструирования, в строке **Материал** появится надпись **Резина**, а деталь окрасится в характерный для резины черный цвет (рис. 2.35).
- После того как задан материал, можно определить ее массовые характеристики: массу, объем, площадь поверхности и др. Для этого достаточно войти в меню **Инструменты** |  **Массовые характеристики...** (рис. 2.36).

На экране отобразится окно, в котором будут указаны массовые характеристики с учетом плотности резины (рис. 2.37).

- Закончим конструирование детали Манжета, сохранив все построения.

Мы рассмотрели пример создания трехмерной модели уплотнительной манжеты — детали сложной формы, которую программа SolidWorks 2011 позволяет легко и быстро спроектировать. Кроме того, показали способ задания материала детали и определения ее массовых характеристик в автоматическом режиме.

Манжета является классической деталью, которая получается путем поворота эскиза вокруг оси, аналогичным образом можно оформить и вырезы. Рассмотрим их на примере детали Крышка.

Пример № 4. Крышка

Сконструируем крышку. Эту деталь с равным успехом можно оформить как методом вытягивания, так и методом поворота. Построим крышку методом вытягивания, а вырез оформим поворотом.

- Спроектируем основу детали, для чего войдем в эскиз на плоскости Спереди и нарисуем окружность диаметром 92 мм (рис. 2.38).

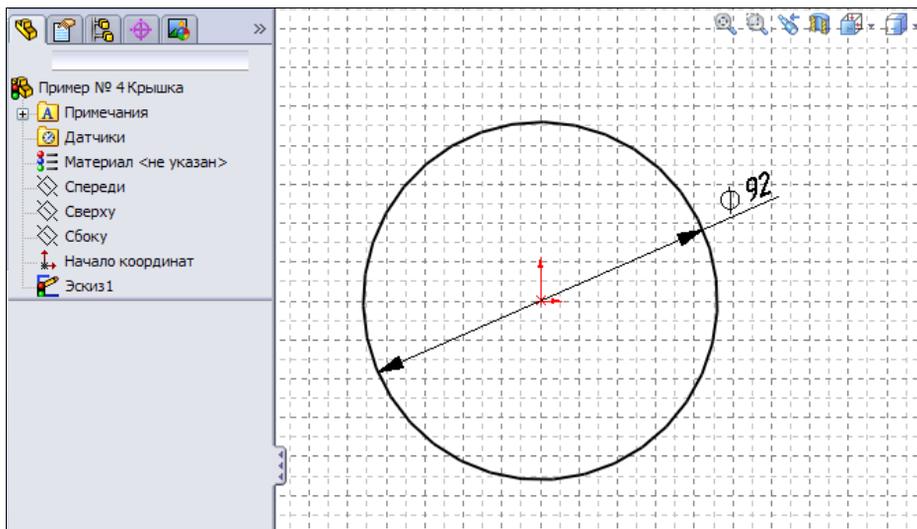


Рис. 2.38

2. Вытянем контур окружности на 8 мм, активизировав кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** (рис. 2.39).
3. Закончим построение основания крышки, нажав кнопку **ОК** .

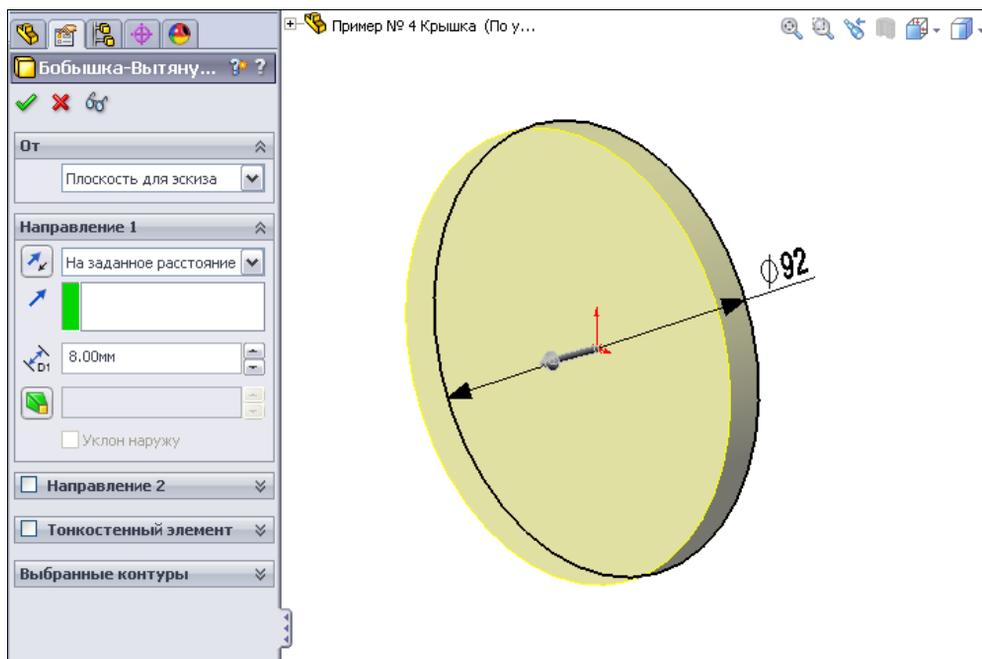


Рис. 2.39

4. Выберем одну из плоских поверхностей сконструированного диска, войдем в эскиз и нарисуем окружность диаметром 40 мм (рис. 2.40).
5. Теперь вытянем эту окружность на 5 мм кнопкой  — **Вытянутая бобышка/основание**. В открывшемся окне **Вытянуть** укажем глубину вытягивания — 5 мм и закончим построение нажатием кнопки **ОК** . В результате оформится ступенчатое основание крышки (рис. 2.41).

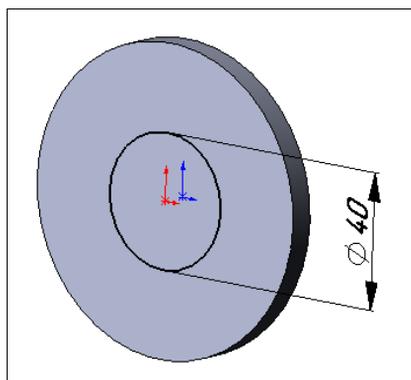


Рис. 2.40

6. На ступеньке основания крышки оформим фаску . В окне **Фаска**, в разделе **Настройки фаски** укажем кромку для фаски, а также ее размер $5 \times 45^\circ$ (рис. 2.42).

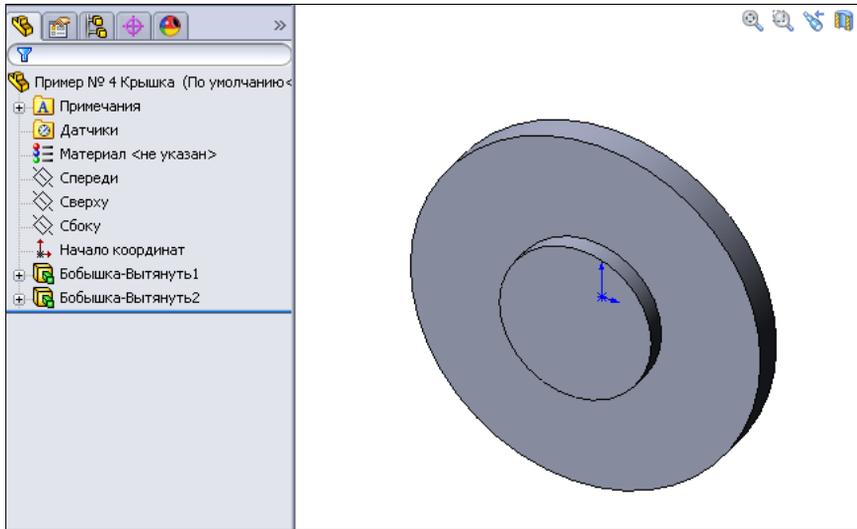


Рис. 2.41

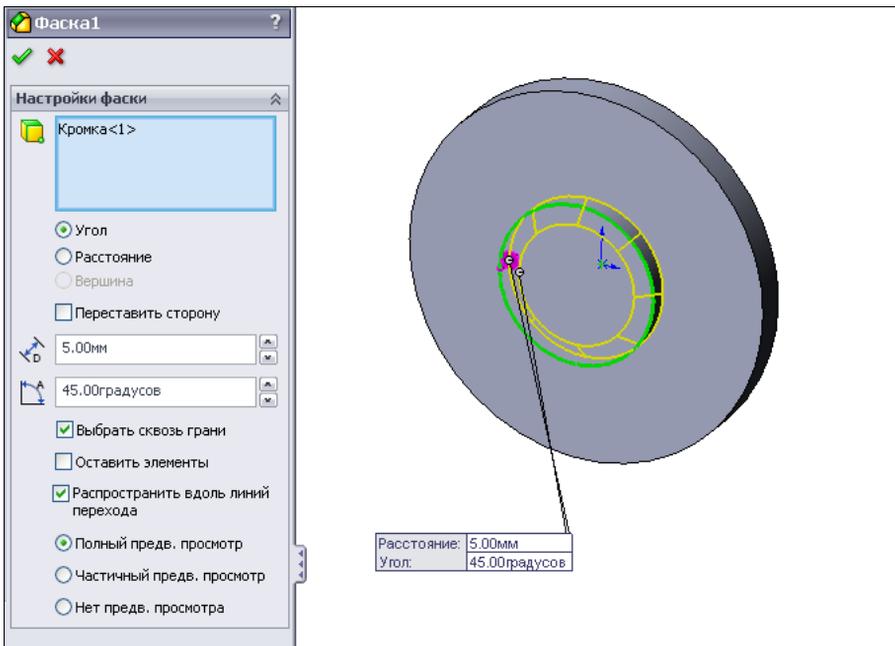


Рис. 2.42

7. Наждем кнопку **ОК** , закончив таким образом построение фаски.

8. Аналогично построим еще одну фаску размером $2 \times 45^\circ$ (рис. 2.43).

В результате работы мы построили ступенчатое основание крышки с двумя фасками (рис. 2.44).

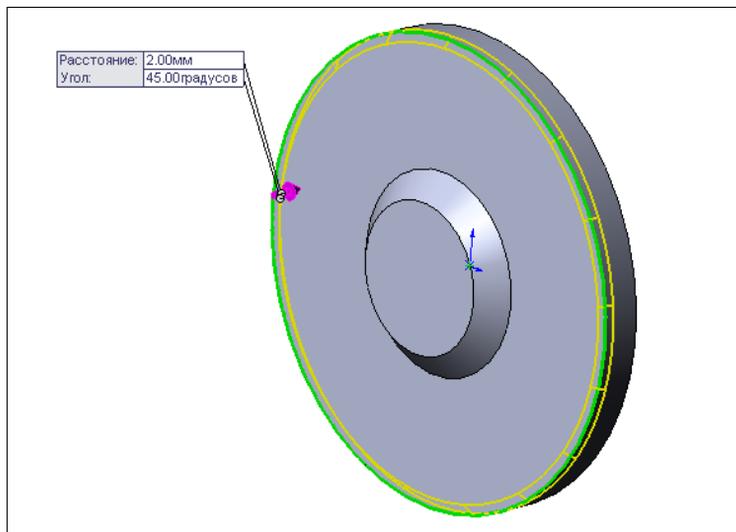


Рис. 2.43

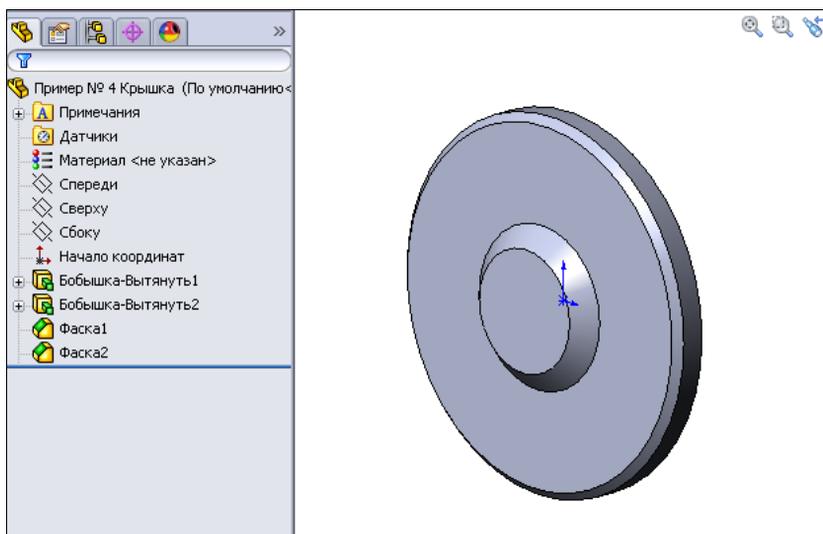


Рис. 2.44

9. Оформим вырез крышки методом поворота. Для построения эскиза выреза выберем плоскость, в которой располагается ось основания крышки. В данном случае это может быть плоскость **Сверху** или плоскость **Сбоку**. Выберем плоскость **Сбоку** и войдем в эскиз  (рис. 2.45).

10. Построим контур выреза, обязательно прорисовав ось поворота (рис. 2.46).

11. Оформим вырез, для чего активизируем команду **Повернутый вырез** нажатием одноименной кнопки  на панели инструментов **Элементы**. На экране по-

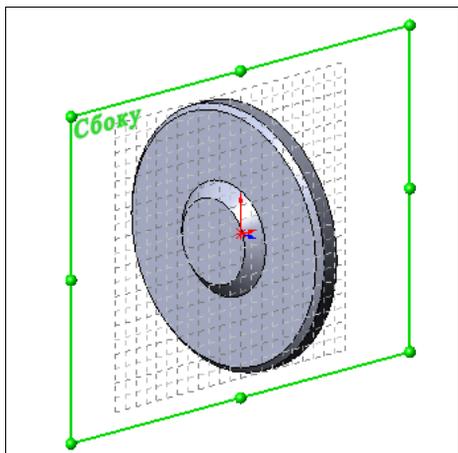


Рис. 2.45

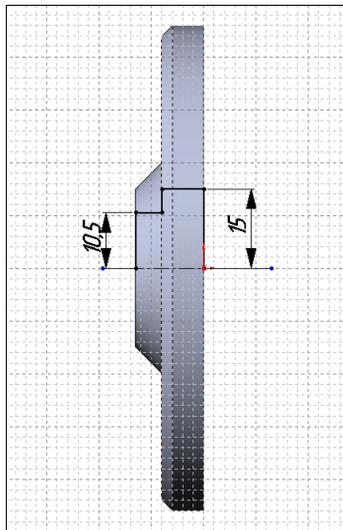


Рис. 2.46

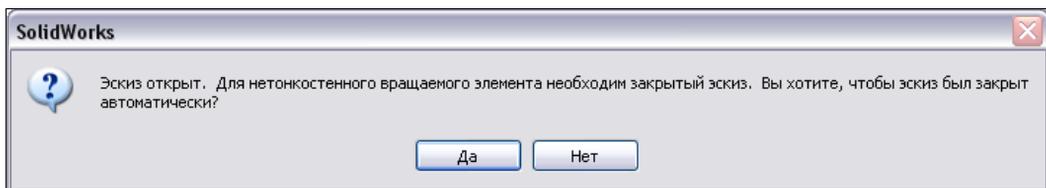


Рис. 2.47

явится сообщение, что эскиз открыт, и предложение замкнуть его автоматически. Согласимся, нажав кнопку **Да** в окне этого сообщения (рис. 2.47).

12. В окне **Вырез-Повернуть** укажем угол поворота эскиза выреза 360° (рис. 2.48).
13. Наждем кнопку **ОК** и получим основание крышки с вырезом, оформленным посредством поворота эскиза вокруг оси (рис. 2.49).

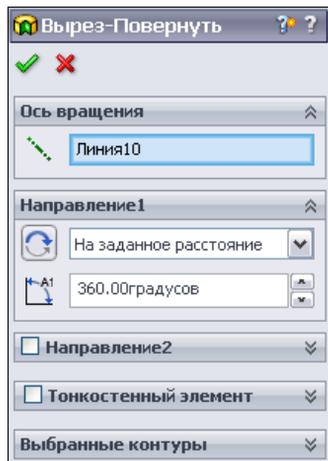


Рис. 2.48

14. Создадим в крышке четыре отверстия для ее крепления на корпусе. Для этого выберем торцевую плоскость крышки и войдем в эскиз (рис. 2.50).
15. В этом эскизе нарисуем окружность отверстия под крепеж (рис. 2.51).

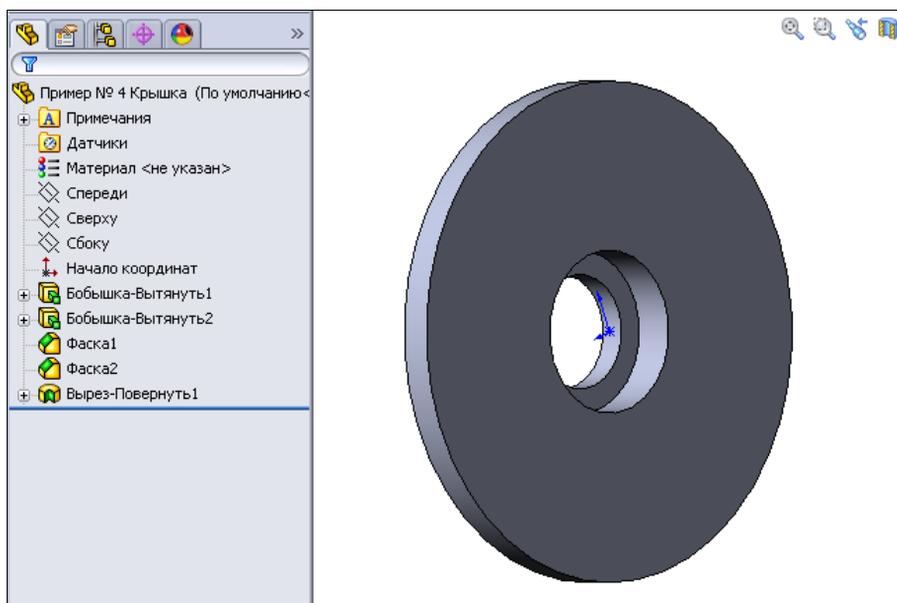


Рис. 2.49

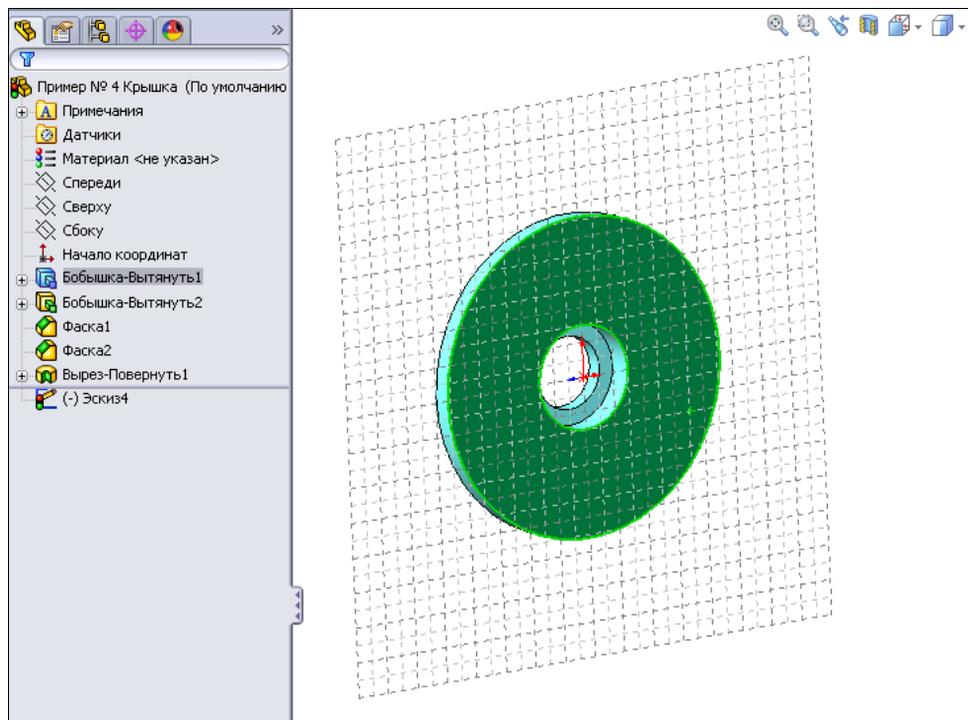


Рис. 2.50

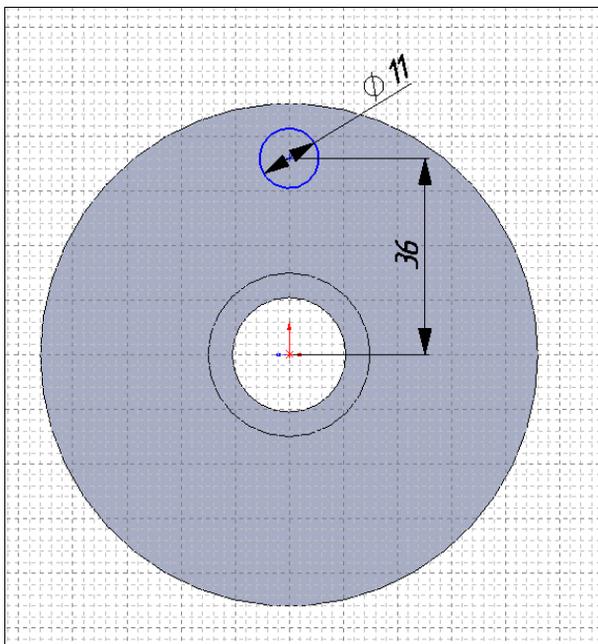


Рис. 2.51

16. На крышке должно быть четыре таких отверстия одинакового диаметра, равномерно расположенных по окружности. Построим эти отверстия за один прием, расположив их в одном эскизе. Для этого воспользуемся командой **Круговой массив эскиза**  панели инструментов **Эскиз**. В окне **Параметры** укажем центр массива (координаты $x=0$ и $y=0$), количество элементов массива — 4, радиус окружности массива — 36 мм, поставим флажок **Равный шаг** (рис. 2.52). В разделе **Объекты в массив** отметим ранее построенную окружность с диаметром 11 мм — **Дуга1** (рис. 2.52).
17. Закончим построение массива, нажав кнопку **ОК** . В результате получим эскиз отверстий под крепеж на детали Крышка (рис. 2.53).
18. Для оформления отверстий согласно спроектированному эскизу активизируем кнопку  — **Вытянутый вырез**. На экране откроется окно **Вырез-Вытянуть**, в разделе **Направление 1** выберем граничное условие — **Насквозь** (рис. 2.54).
19. Нажмем кнопку **ОК** , закончив построение отверстий под крепеж и крышки в целом (рис. 2.55).

Далее перейдем к построению деталей более сложной конфигурации. Рассмотрим первый тип деталей из этого класса — трубопровод.

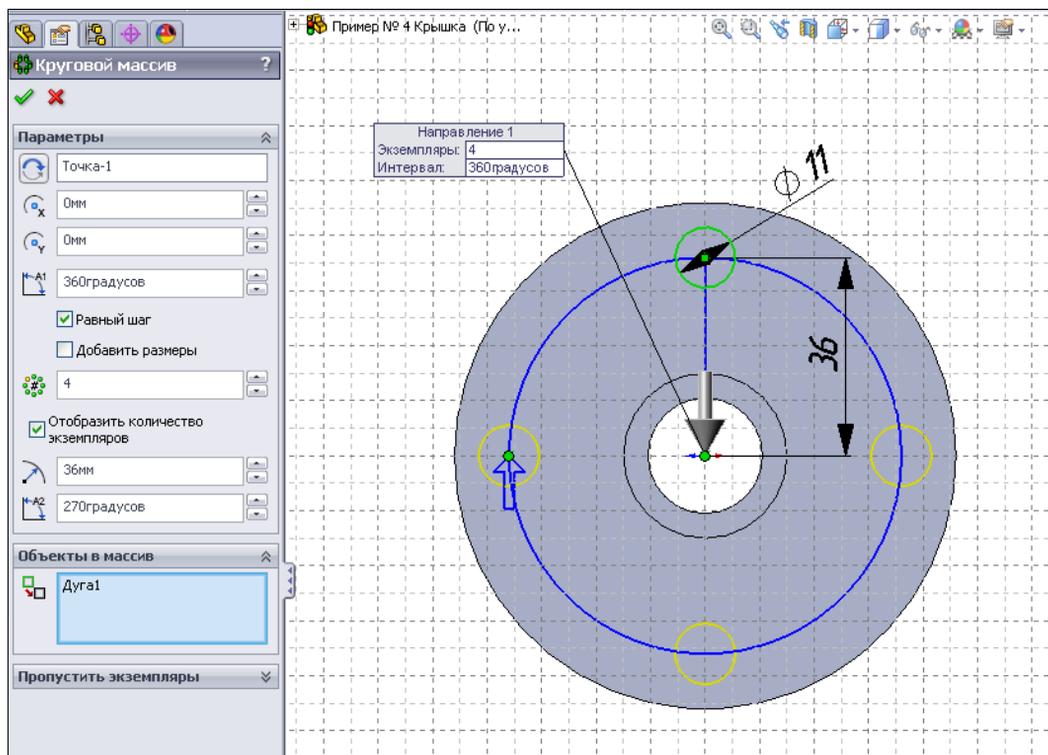


Рис. 2.52

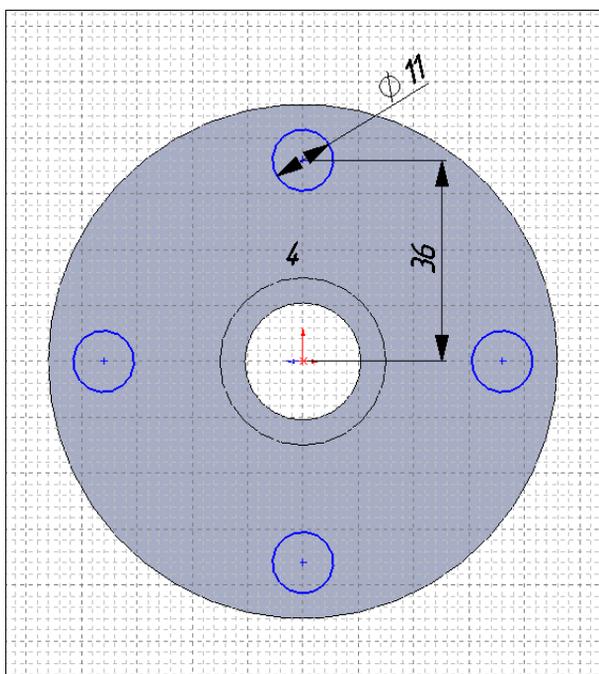


Рис. 2.53

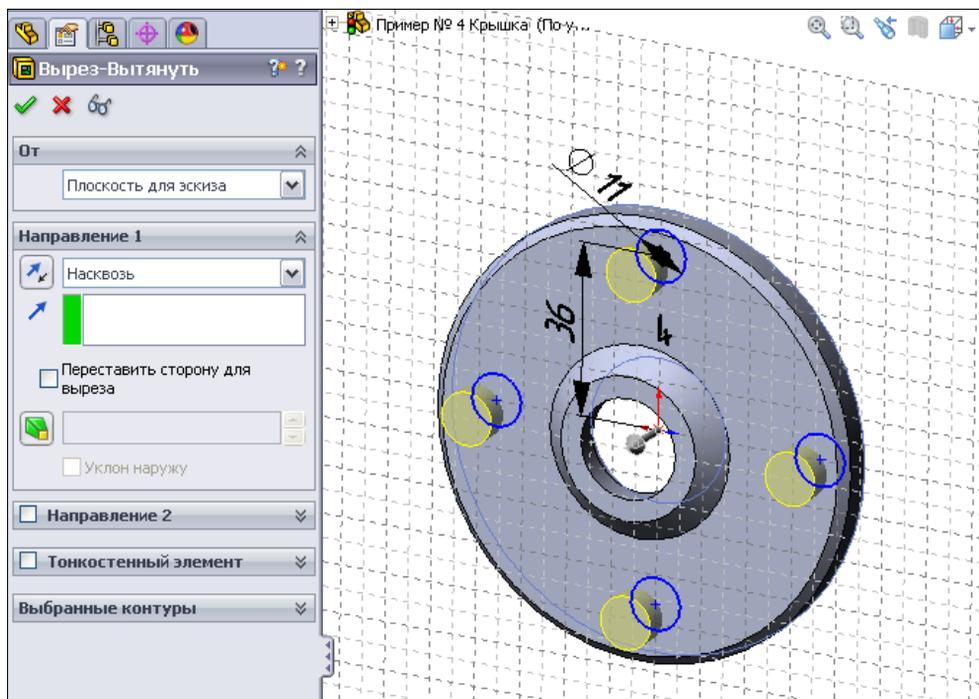


Рис. 2.54

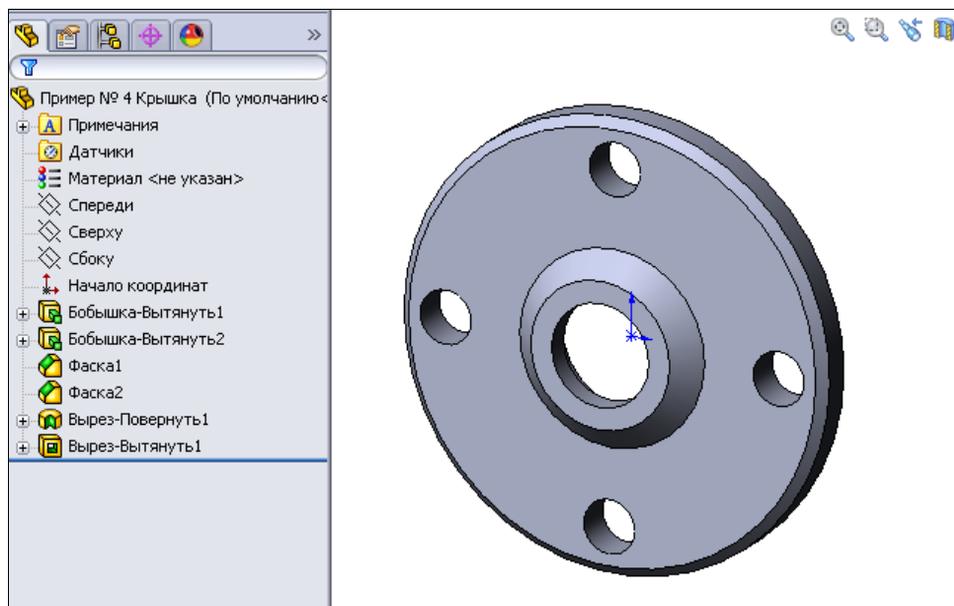


Рис. 2.55

2.4. Детали типа трубопроводов

В этом разделе речь пойдет о трехмерных моделях, которые в программе SolidWorks 2011 можно построить с использованием команды **Бобышка/основание по траектории**. Типичным примером таких деталей являются изогнутые трубы.

Пример № 5. Труба

Для построения трубы как элемента по траектории необходимо нарисовать два эскиза — замкнутый профиль, который для трубы имеет вид окружности, и эскиз траектории (линию изгиба трубы).

Нарисуем эскиз профиля трубы. Для этого в трехмерном пространстве SolidWorks 2011 выберем плоскость Спереди, войдем в эскиз и построим окружность диаметром 60 мм, которая будет представлять в дальнейшем наружный диаметр трубы (рис. 2.56).

Нажмем **ОК**  и выйдем из эскиза. Таким образом, мы создали профиль трубы.

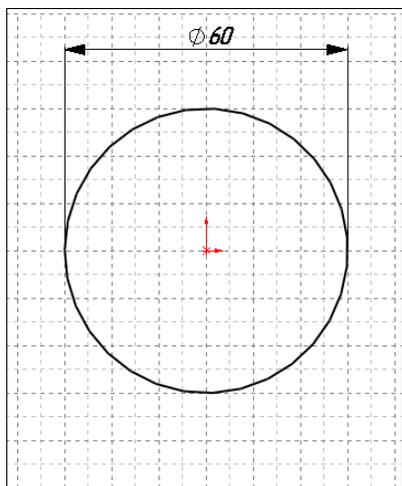


Рис. 2.56

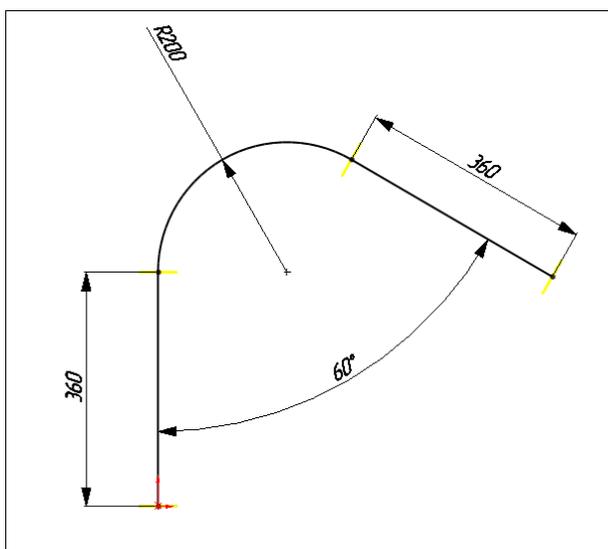


Рис. 2.57

Построим эскиз траектории, для чего выберем плоскость Сверху и войдем в режим рисования эскиза. Нарисуем траекторию трубы (рис. 2.57).

ПРИМЕЧАНИЕ

Эскиз траектории всегда строится в плоскости, расположенной под углом к плоскости профиля. Мы для этой цели выбрали плоскость Сверху, которая перпендикулярна плоскости Спереди, хотя можно выбрать и плоскость Сбоку. Кроме того, следует помнить, что траектория должна начинаться или пересекать плоскость, в которой расположен профиль.

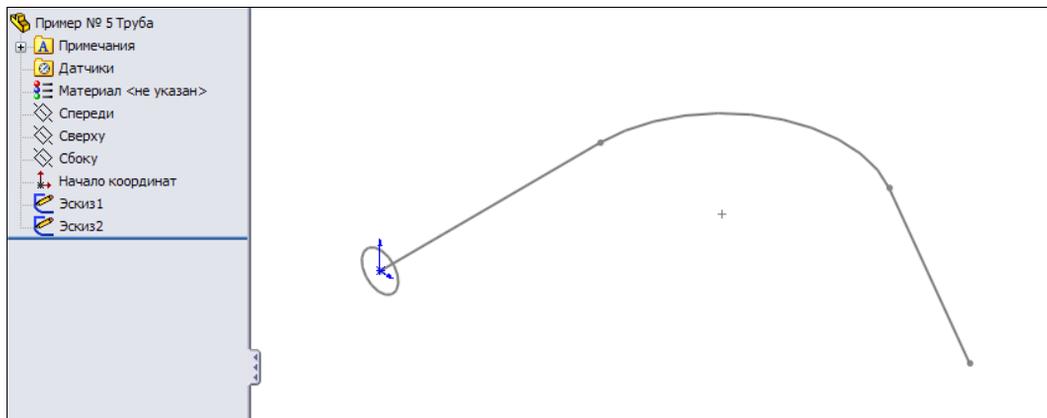


Рис. 2.58

В результате приведенных построений получилось два эскиза, которые обозначены в Дереве Конструирования как **Эскиз1** и **Эскиз2** (рис. 2.58).

Оформим трубу как вытянутую бобышку по траектории. Активизируем кнопку — **Бобышка/основание по траектории**. На экране появится окно **По траектории**.

В этом окне, в разделе **Профиль и направление**, выделим профиль **Эскиз1**, а также маршрут (направление) **Эскиз2**. Окно **Профиль** обозначено значком , а окно **Маршрут** — значком (рис. 2.59). Необходимо также указать, что деталь Труба вытягивается как тонкостенный элемент с толщиной 5 мм (рис. 2.59).

Закончим построение трубы, нажав кнопку **ОК** (рис. 2.60).

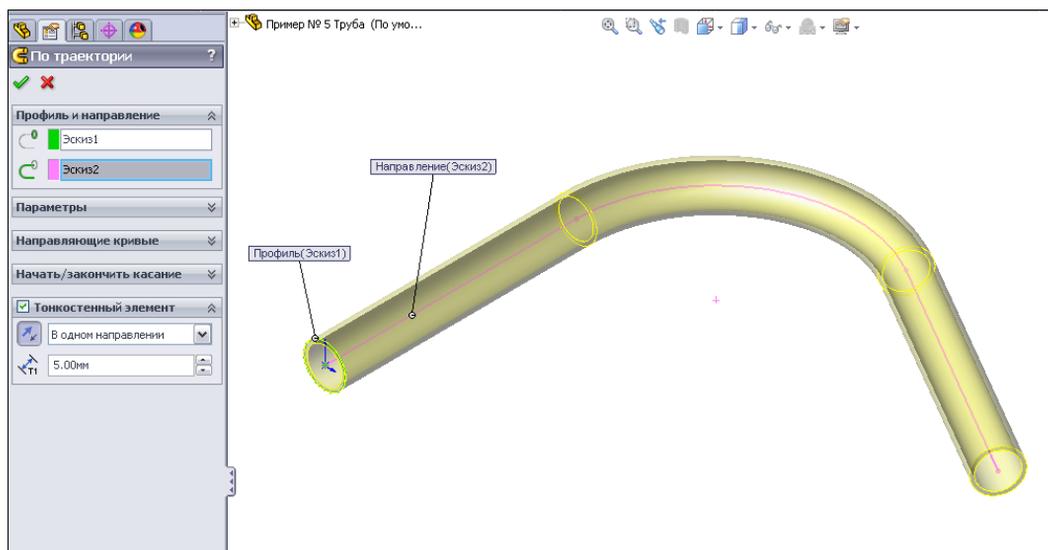


Рис. 2.59

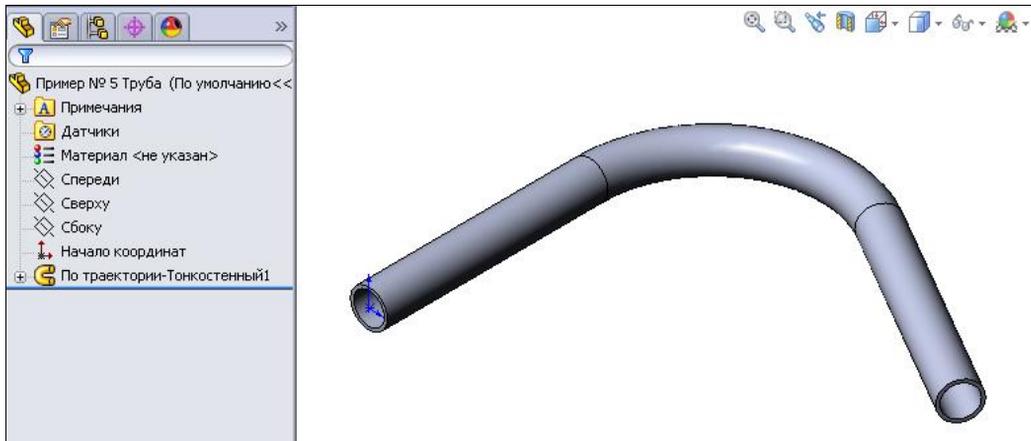


Рис. 2.60

Мы рассмотрели с вами пример построения тонкостенной детали с использованием команды **Бобышка/основание по траектории**. Таким же образом можно построить вырез по траектории.

Пример № 6. Крышка с маслоотгонной резьбой

Нарисуем крышку, на внутренней поверхности которой выполним маслоотгонную резьбу. Возьмем за основу крышку, спроектированную ранее в *Примере № 4 настоящей главы* (рис. 2.61). У исходной крышки внутреннее отверстие имеет ступенчатую конфигурацию для размещения уплотнительной манжеты. В новой крышке уплотнение осуществляется при помощи маслоотгонной резьбы, поэтому отверстие будет гладкое.

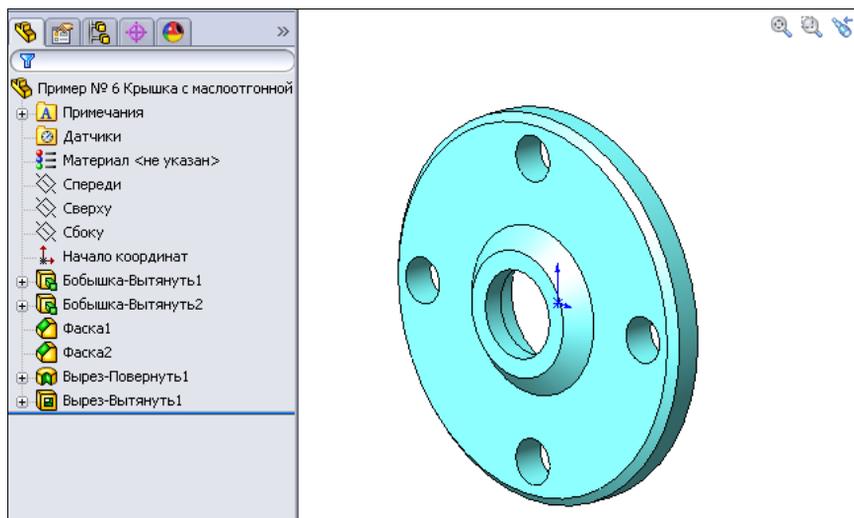


Рис. 2.61

Внесем изменения в конструкцию крышки, для чего сохраним файл под другим именем, а затем удалим в Дереве Конструирования строку **Вырез-Повернуть1** вместе с эскизом этого выреза (рис. 2.62).

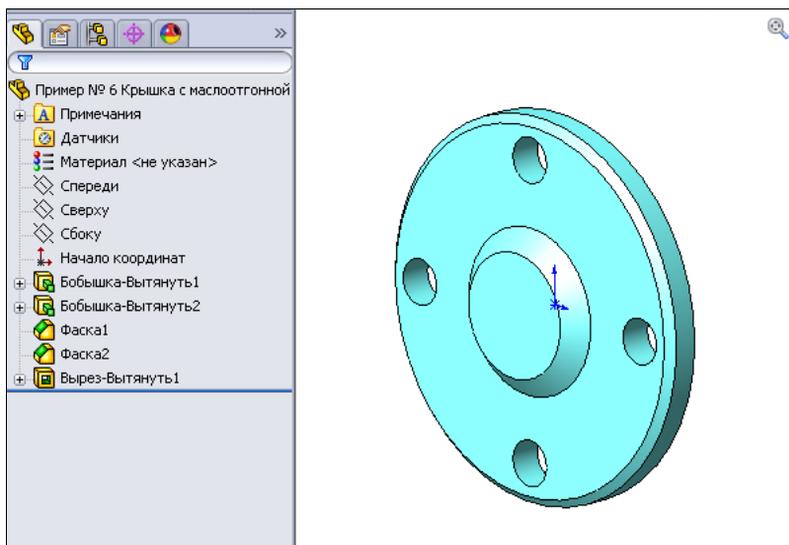


Рис. 2.62

Построим отверстие в крышке. Для этого войдем в эскиз на плоской торцевой поверхности крышки и нарисуем окружность диаметром 21 мм (рис. 2.63).

Вытянем вырез, используя кнопку  — **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы** и указав в окне **Вырез-Вытянуть** граничное условие — **Насквозь** (рис. 2.64).

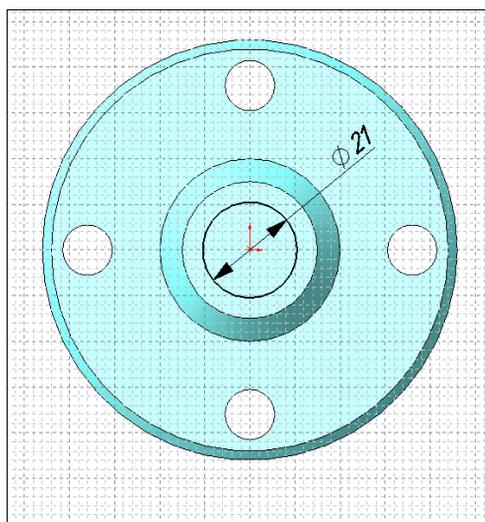


Рис. 2.63

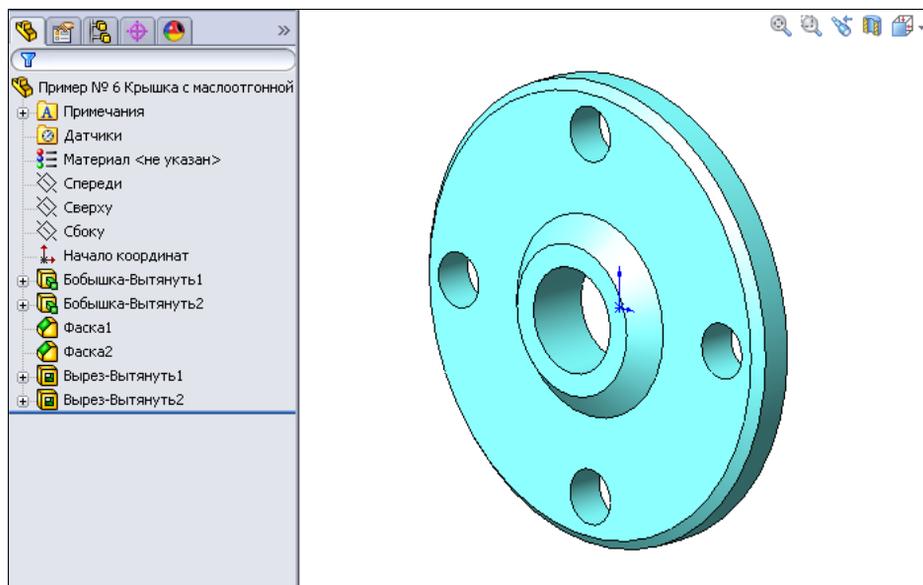


Рис. 2.64

Оформим маслоотгонную резьбу как вырез по траектории. В данном случае траектория представляет собой спираль. Как и при конструировании твердого тела по траектории, для построения выреза необходимо создать два эскиза — эскиз профиля выреза и эскиз траектории выреза. Сначала построим профиль выреза маслоотгонной резьбы. Эскиз этого профиля должен быть расположен в плоскости, совпадающей с осью крышки, поэтому для его создания выберем плоскость Сбоку и войдем в режим построения эскиза (рис. 2.65).

В этом эскизе нарисуем профиль канавки, который имеет вид прямоугольника (рис. 2.66), и выйдем из эскиза.

Нарисуем эскиз траектории — спираль, причем начало этой спирали должно располагаться внутри контура эскиза профиля. По этой причине необходимо создать вспомогательную плоскость, параллельную плоскости Спереди и отстоящую от нее на 10,5 мм. Для этого выберем курсором плоскость Спереди, а затем активизируем команду меню **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость**, в результате на экране появится окно **Плоскость** (рис. 2.67).

В этом окне укажем расстояние смещения новой параллельной плоскости — 10,5 мм. И закончим построение этой плоскости нажатием кнопки **ОК** . Новая плоскость пересекает эскиз профиля ровно посередине (рис. 2.67). В Дереве Конструирования эта плоскость получила название **Плоскость1** (рис. 2.68).

Войдем в эскиз на Плоскости1 и нарисуем окружность диаметром 21 мм (рис. 2.69). Построим спираль, обратившись к меню **Вставка | Кривая | Спираль/Плоская спираль....** Можно также воспользоваться кнопкой  — **Геликоид и спираль**, которая расположена на панели инструментов **Кривые**.

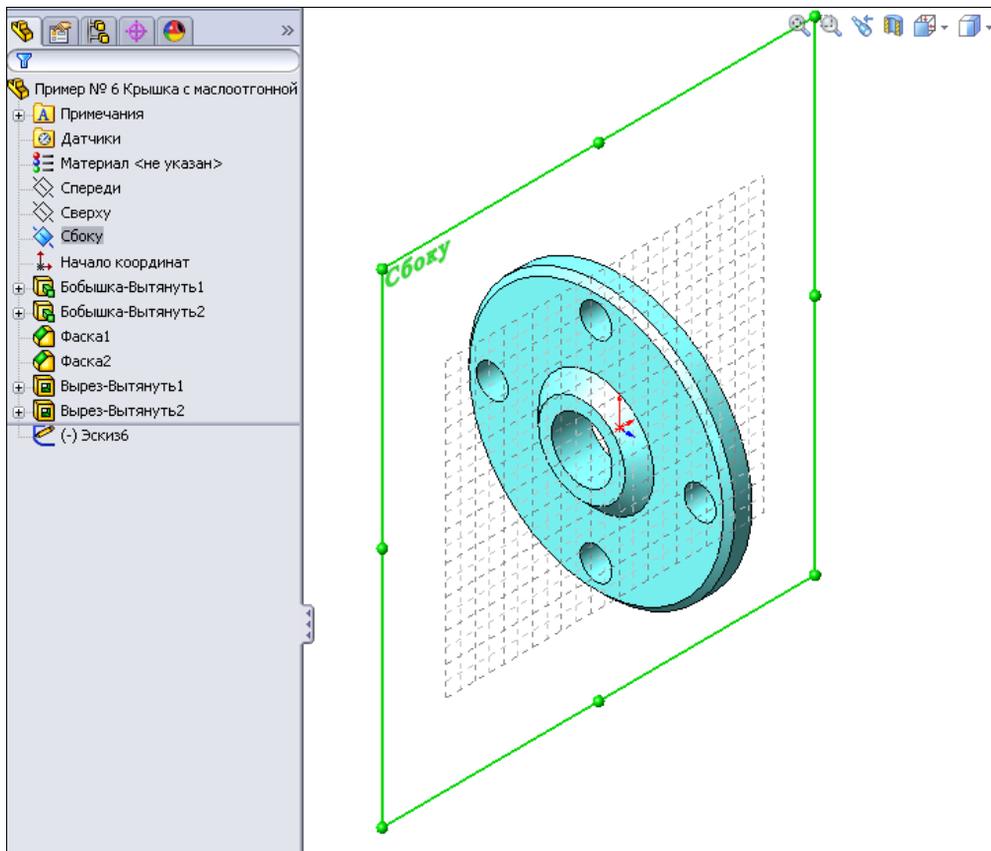


Рис. 2.65

На экране появится окно **Спираль**. В этом окне необходимо указать основные параметры спирали: шаг — 2,5 мм, поворотов — 3, начальный угол — 90° (рис. 2.70).

ПРИМЕЧАНИЕ

Все параметры спирали выбирают таким образом, чтобы ее начало пересекало контур профиля и конфигурация соответствовала форме маслоотгонной резьбы.

Закончим построение спирали, нажав

кнопку **ОК** .

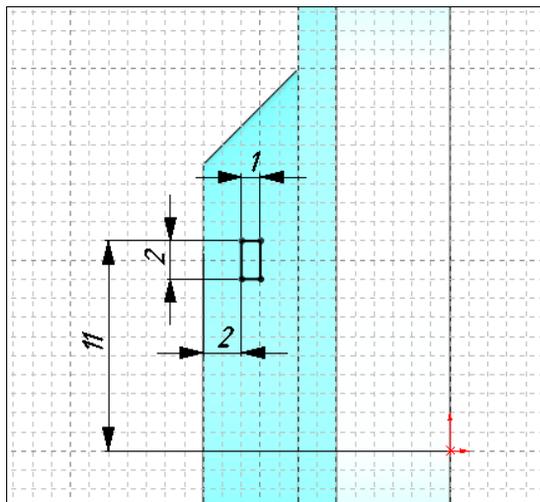


Рис. 2.66

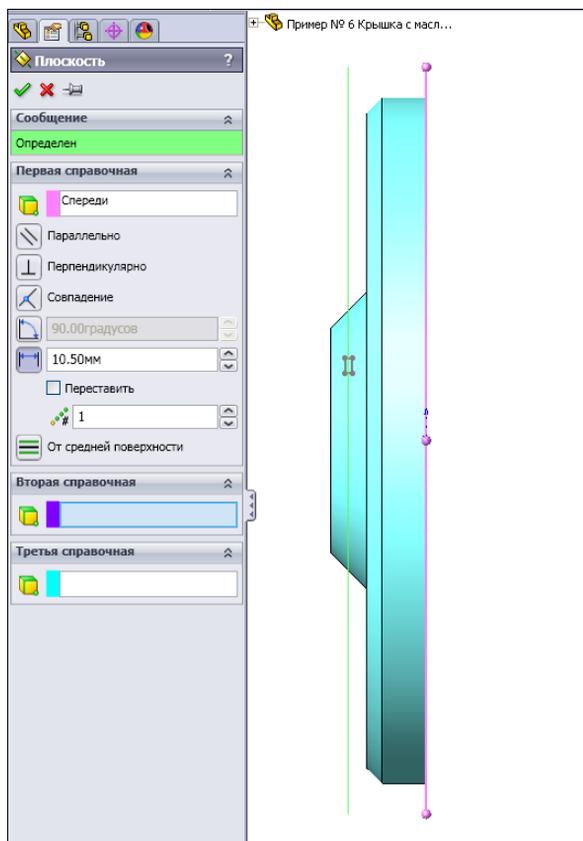


Рис. 2.67

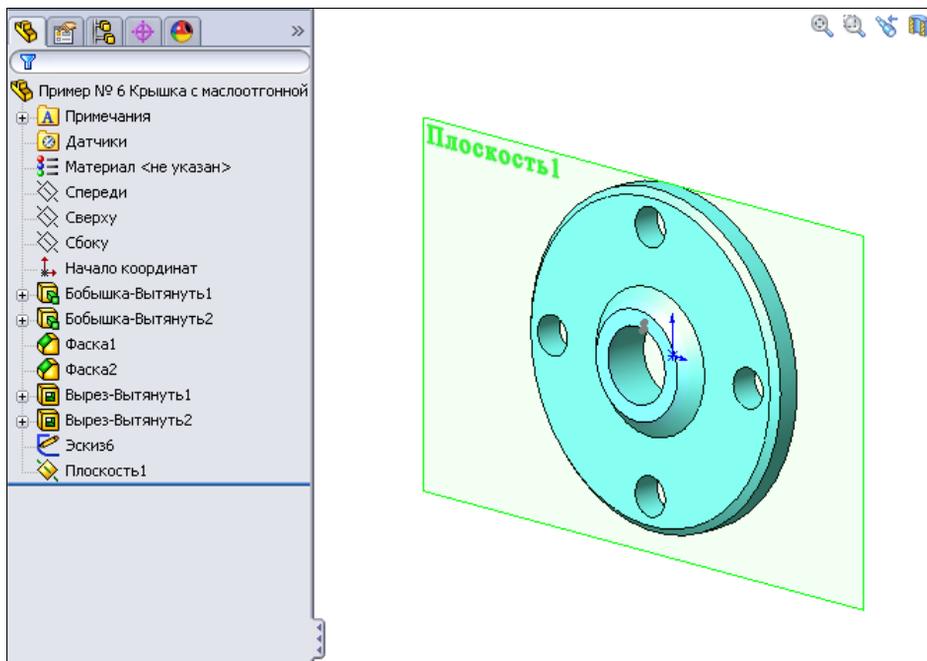


Рис. 2.68

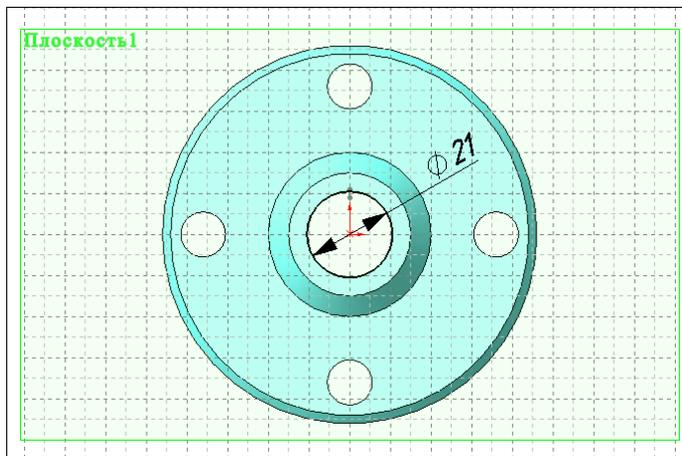


Рис. 2.69

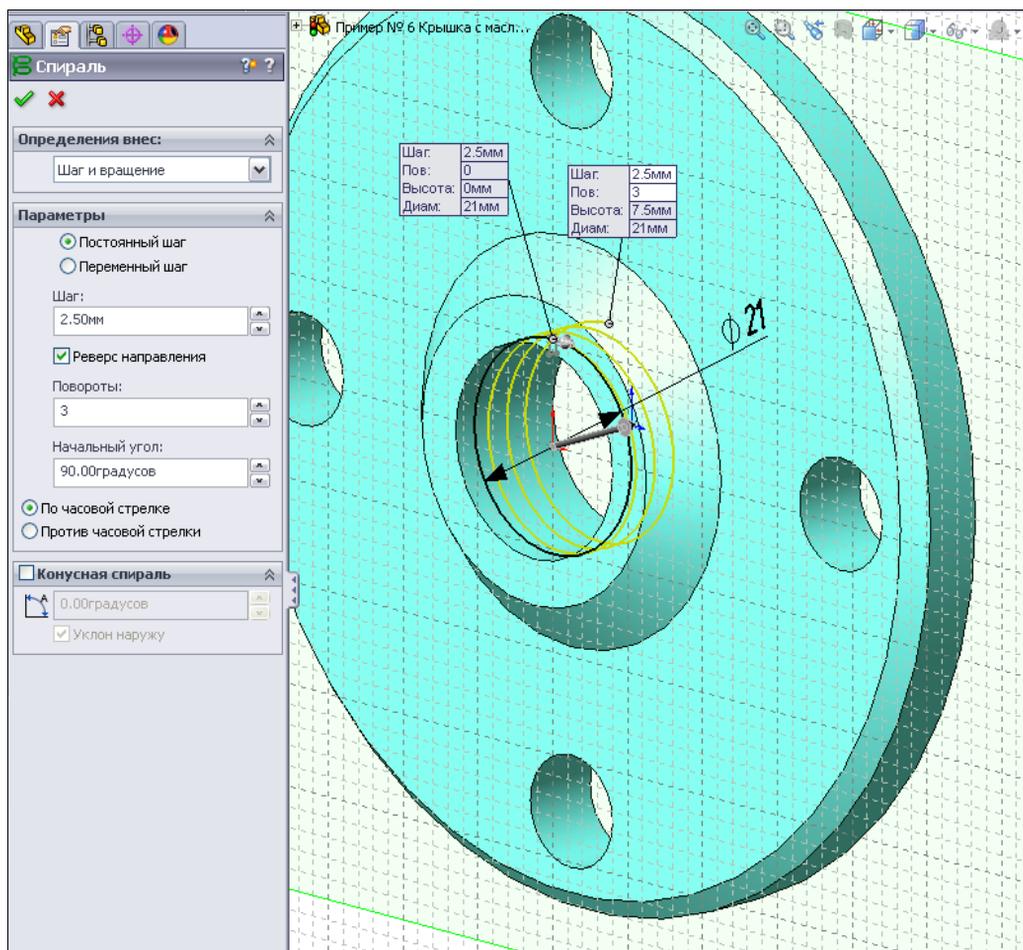


Рис. 2.70

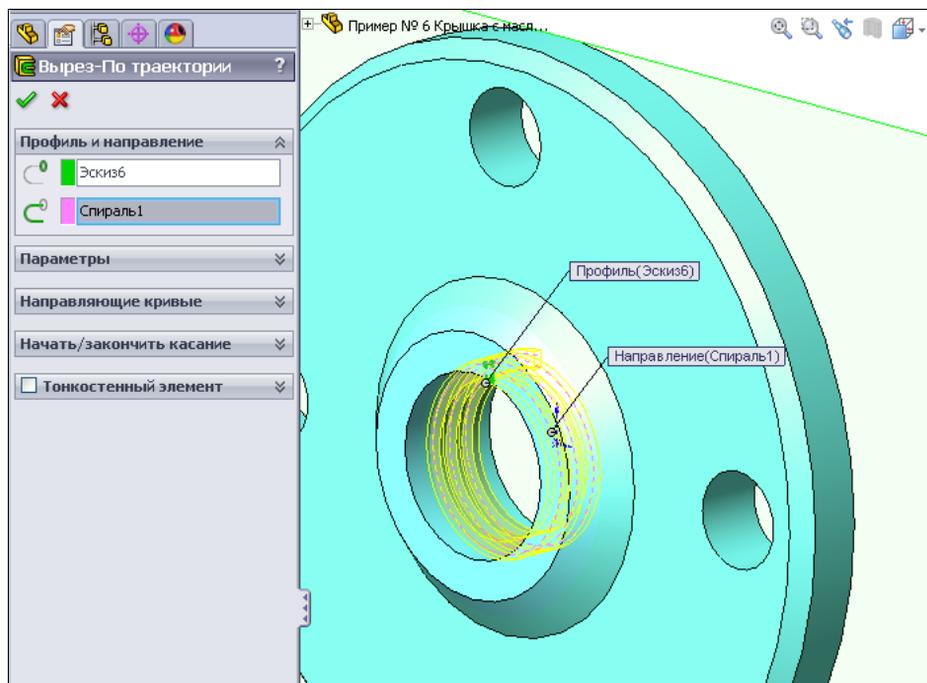


Рис. 2.71

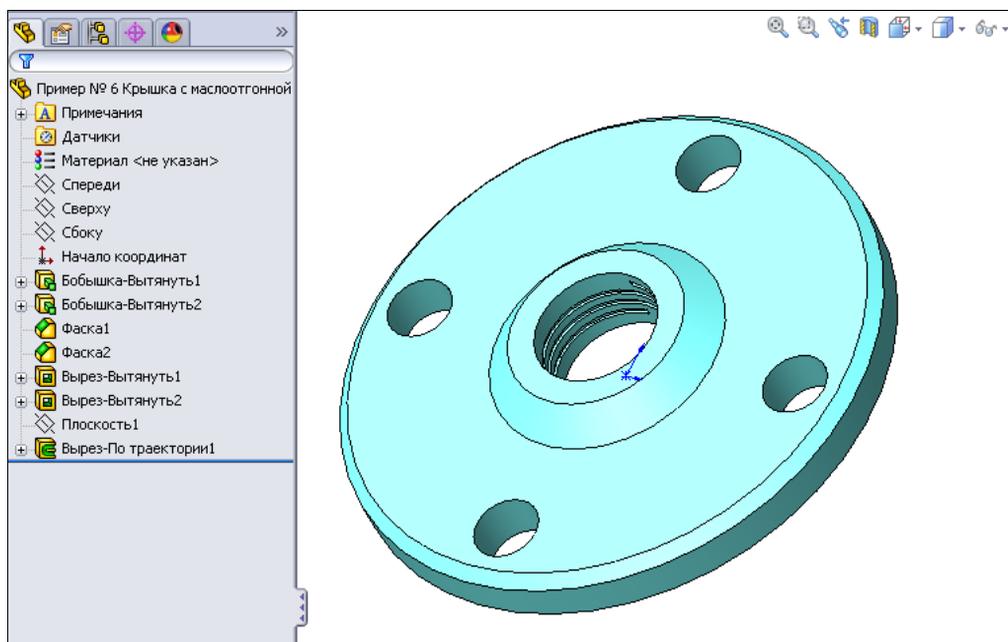


Рис. 2.72

В результате приведенных построений получилось два эскиза, которые обозначены в Дереве Конструирования как **Эскиз6** и **Спираль1**.

Оформим маслоотгонную резьбу как вырез по траектории, для этого активизируем кнопку  — **Вырез по траектории** на панели инструментов **Элементы**. На экране появится окно **Вырез-По траектории** (рис. 2.71). В этом окне, в разделе **Профиль и направление**, выделим профиль  **Эскиз6**, а также траекторию (маршрут ) **Спираль1** (рис. 2.71).

Нажмем кнопку **ОК**  и получим маслоотгонную резьбу (рис. 2.72).

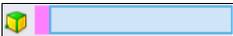
Мы рассмотрели построение в SolidWorks 2011 твердых тел и вырезов по траектории с использованием плоских и трехмерных направляющих. Перейдем к рассмотрению приемов построения деталей сложной конфигурации с использованием сечений.

2.5. Детали сложной конфигурации

В этом разделе мы расскажем о построении деталей сложной конфигурации, используя команды **Бобышка/основание по сечениям** или **Вырез по сечениям**. Как вы уже знаете, основной принцип построения элементов по сечениям заключается в плавном соединении профилей сечений, которые располагаются на различных плоскостях.

Профиль представляет собой замкнутый и непересекающийся эскиз в некоторой плоскости. Обязательное условие — плоскости с профилями должны быть расположены на некотором расстоянии друг от друга, параллельно или под углом.

В SolidWorks 2011 существует целый набор методов построения вспомогательных плоскостей. Для создания вспомогательной (справочной) плоскости необходимо нажать кнопку  — **Плоскость** панели инструментов **Справочная геометрия** или воспользоваться командой меню: **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость...** На экране Менеджера свойств откроется окно **Плоскость** (рис. 2.73).

Объекты **Первая справочная**, **Вторая справочная** и **Третья справочная**  будут использоваться для построения новой плоскости. Такими объектами могут быть плоскости Спереди, Сверху или Справа, грани, кромки или вершины твердого тела. После выбора справочных объектов предлагается задать тип сопряжения вспомогательной плоскости со справочными объектами (рис. 2.74):

- ◆  — Параллельно;
- ◆  — Перпендикулярно;
- ◆  — Совпадение;

- ◆  — Под углом;
- ◆  — На заданном расстоянии;
- ◆  — От средней поверхности;
- ◆  — Касательно;
- ◆  — **Проект** позволяет создать проекцию точечного объекта (точки, вершины или начала координат) на неплоскую поверхность и использовать эту проекцию для построения вспомогательной плоскости.

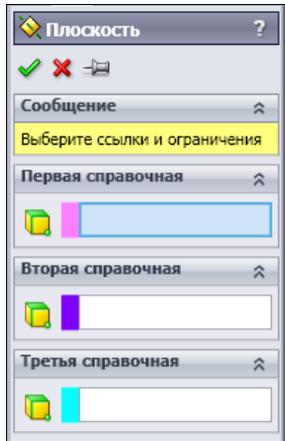


Рис. 2.73

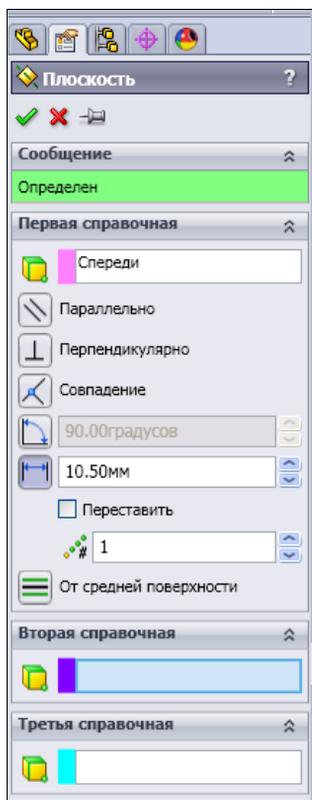


Рис. 2.74

Для создания точной формы элемента по сечениям можно использовать направляющую кривую. В общем случае при построении направляющей кривой необходимо соблюдать несколько правил:

- ◆ направляющая должна лежать в плоскости, которая пересекает профили сечений;
- ◆ направляющая должна пересекать все профили;
- ◆ направляющая кривая может быть длиннее элемента по сечениям;

- ♦ в качестве направляющих можно использовать ранее созданные элементы, кромки объектов и любые другие кривые;
- ♦ направляющих может быть несколько.

Если направляющая кривая не пересекает профили, необходимо применять взаимосвязи **Совпадение** или **Точка пронзания**.

В том случае, если направляющая кривая отсутствует, ее роль выполняет виртуальная кривая, которая получается при соединении профилей друг с другом во время построения элемента по сечениям.

В качестве направляющей также может выступать осевая линия, проходящая через середину сечений и не касающаяся их контуров.

Перейдем к конкретным примерам. Рассмотрим построение детали Патрубок.

Пример № 7. Патрубок

Патрубок строится на основе двух профилей, которые соединяются между собой при помощи направляющей осевой линии. Для оформления патрубка необходимо создать два профиля в разных плоскостях и одну направляющую.

1. Откроем трехмерное пространство SolidWorks 2011, выберем плоскость Спереди и войдем в эскиз. Нарисуем эскиз левого конца патрубка (рис. 2.75). Этот эскиз в Дереве Конструирования обозначится как **Эскиз1**.

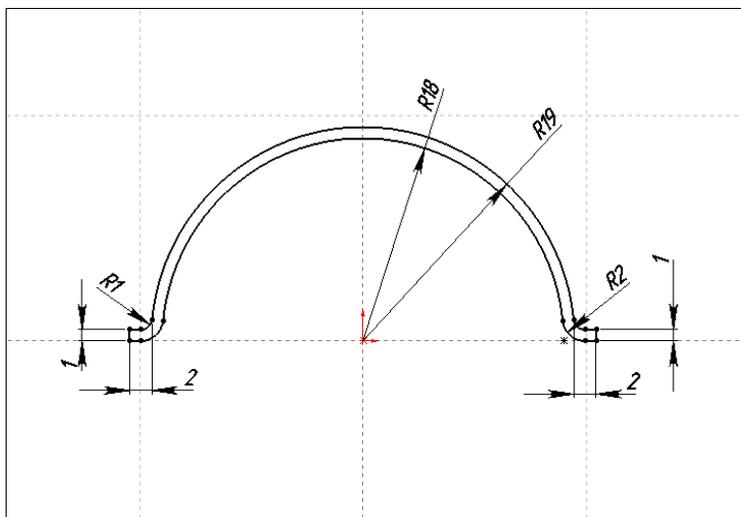


Рис. 2.75

2. Вытянем этот эскиз на 30 мм, используя команду  — **Вытянутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы** (рис. 2.76).

В результате создана вытянутая бобышка, а в Дереве Конструирования появилась строка **Бобышка-Вытянуты1**.

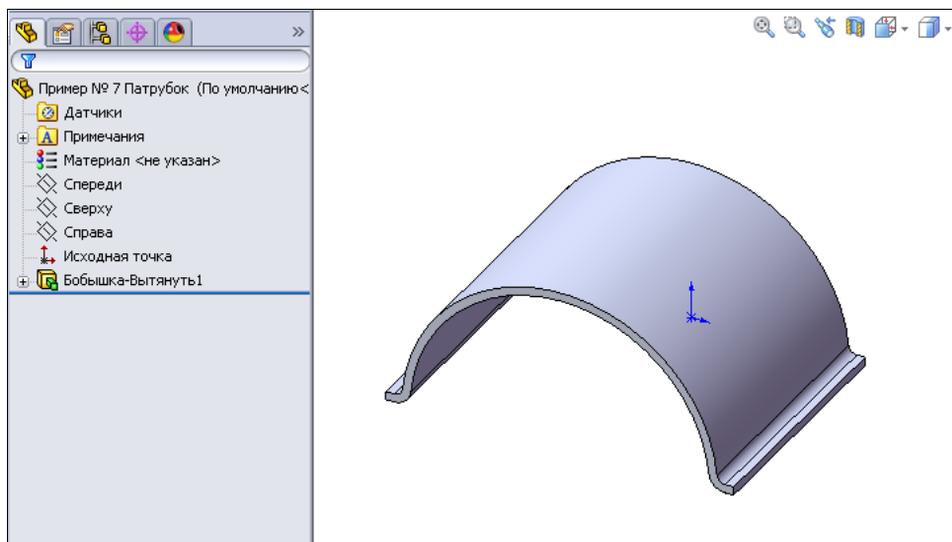


Рис. 2.76

3. Теперь построим направляющую кривую: в плоскости Сверху (перпендикулярной плоскости Эскиза1) нарисуем дугу радиусом 132 мм (рис. 2.77).

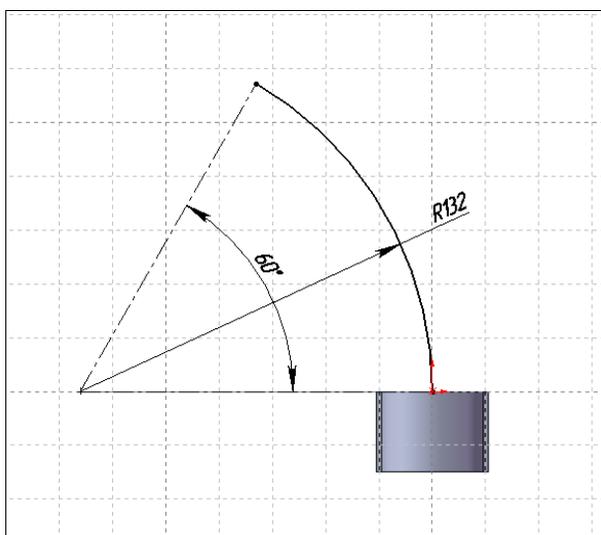


Рис. 2.77

ПРИМЕЧАНИЕ

В отличие от обычной направляющей, осевая направляющая не должна пересекаться или сопригаться с контурами сечений.

4. Создадим вспомогательную плоскость для построения второго профиля под углом 60° к плоскости Спереди и перпендикулярно направляющей кривой. Активируем команду **Плоскость**  на панели инструментов **Справочная гео-**

метрия или воспользуемся командой меню: **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость**. В разделе **Первая справочная** зададим конечную точку направляющей кривой, через которую будет проходить новая плоскость — Точка11@Эскиз2, а также выберем тип сопряжения — **Совпадение**. В разделе **Вторая справочная** укажем направляющую кривую — Дуга4@Эскиз2, тип сопряжения — **Перпендикулярно** (рис. 2.78).

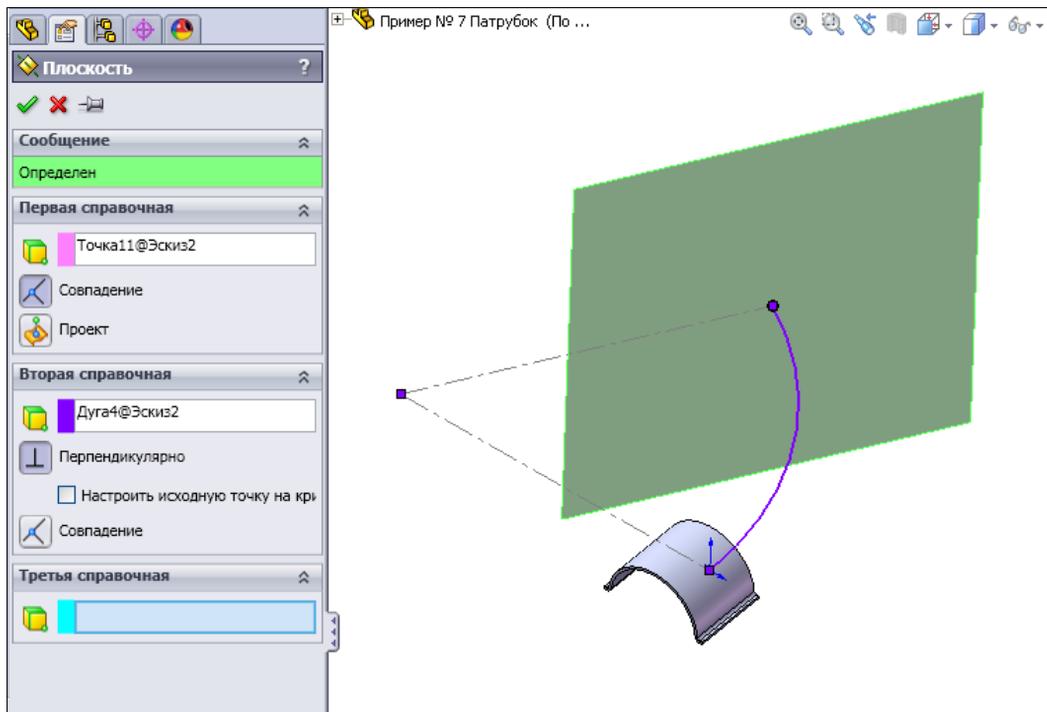


Рис. 2.78

Нажмем кнопку **ОК**  — и на экране, а также в Дереве Конструирования появится новая справочная **Плоскость1**.

5. Построим второе сечение патрубка, для чего выберем **Плоскость1** и нарисуем эскиз второго профиля детали (рис. 2.79).

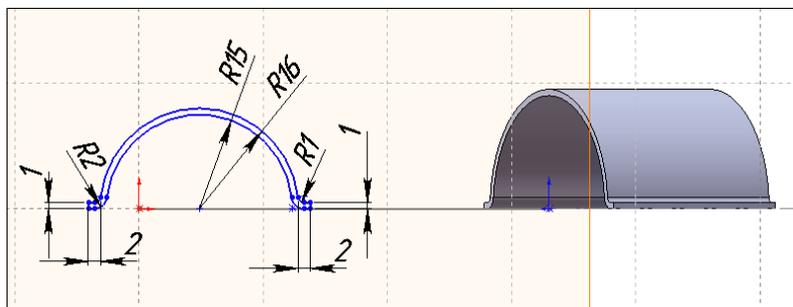


Рис. 2.79

Для оформления патрубка как элемента по сечениям необходимо плавно соединить между собой Эскиз1 и Эскиз3, используя направляющую кривую — Эскиз2.

6. Построим элемент по сечениям, для чего на панели инструментов **Элементы** активируем кнопку  — **Бобышка/основание по сечениям**. На экране появится окно **По сечениям** (рис. 2.80). В разделе **Выбор** отметим профили **Эскиз1** и **Эскиз3**, а в разделе **Настройки осевой линии** укажем направляющую осевую — **Эскиз2** (рис. 2.80).

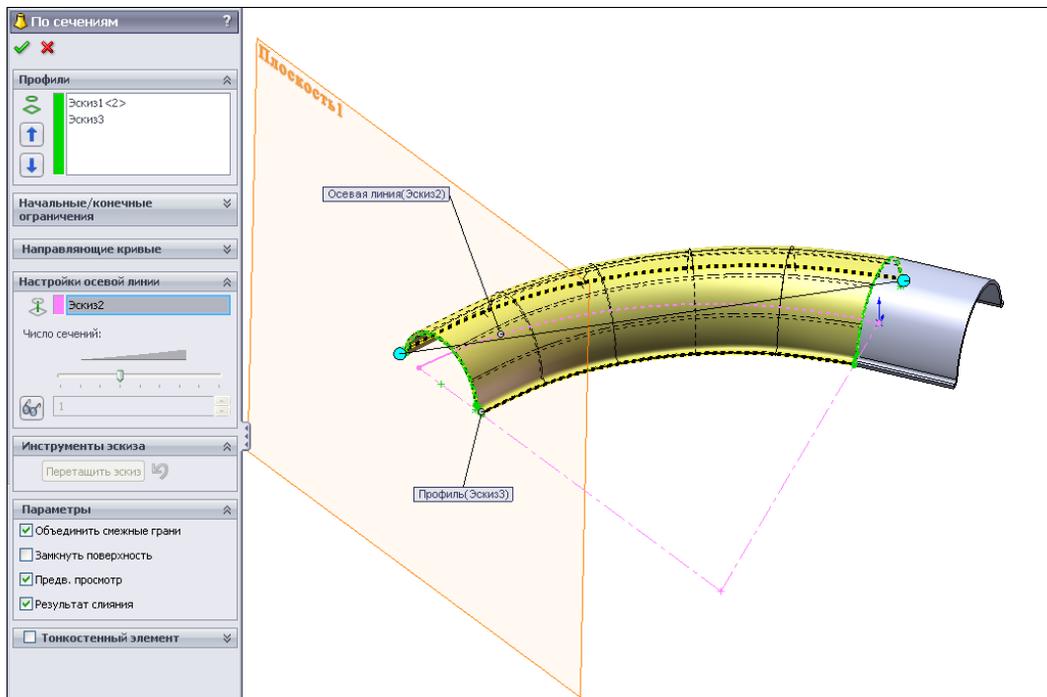


Рис. 2.80

ПРИМЕЧАНИЕ

В окне настроек **По сечениям** можно указывать не только профили и направляющие для построения элемента по сечениям, но и тип сопряжения этого элемента и профилей. В разделе **Начальные/конечные ограничения** (рис. 2.80) из выпадающего списка можно выбрать тип ограничения (сопряжения) создаваемого элемента по сечениям с начальным и конечным профилем.

7. Нажмем кнопку **ОК** , закончив построение патрубка (рис. 2.81).

Действуя аналогичным образом, в SolidWorks 2011 можно построить вырез по сечениям.

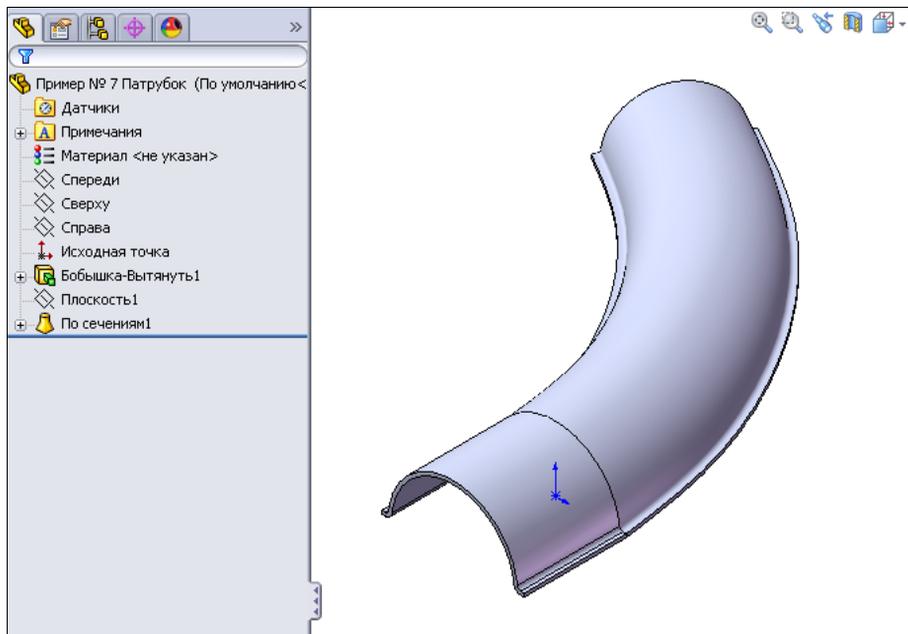


Рис. 2.81

Пример № 8. Проставка

Деталь Проставка представляет собой плоскую призму с круглыми отверстиями и вырезом по сечениям.

1. Построим основу проставки на плоскости Спереди. Нарисуем эскиз основания проставки (рис. 2.82).

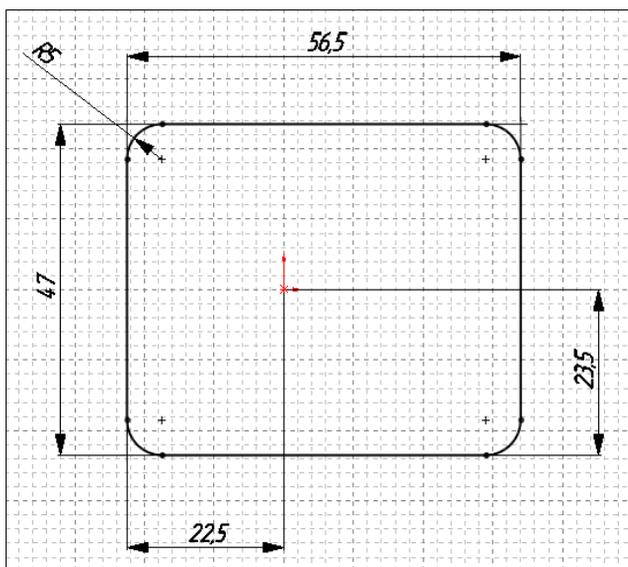


Рис. 2.82

- Вытянем этот эскиз на 16 мм, для чего активизируем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы** и в окне **Вытянуть** укажем глубину вытягивания (рис. 2.83).

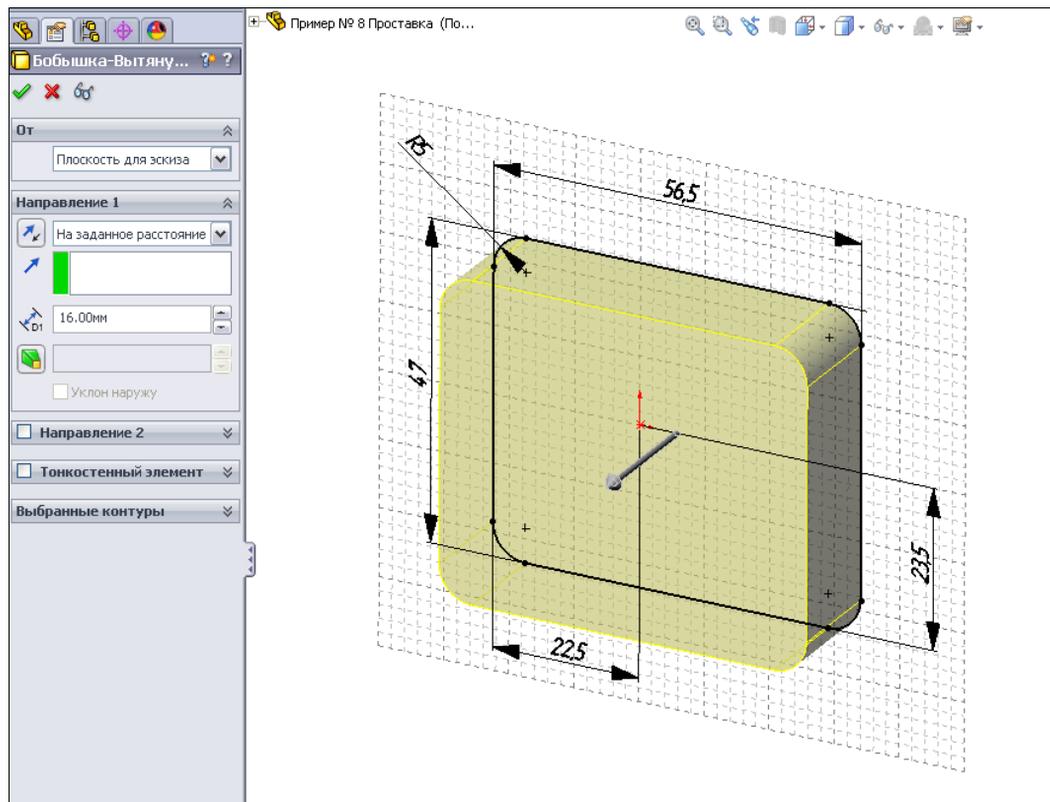


Рис. 2.83

- Нажмем кнопку **ОК** . В результате будет построено прямоугольное основание проставки (рис. 2.84).
- Оформим вырез по сечениям на параллельных плоских гранях основания проставки. Нарисуем первое сечение выреза: выберем грань проставки и нарисуем эскиз — окружность диаметром 20 мм (рис. 2.85).
- Выйдем из эскиза, нажав кнопку **ОК** .
- Построим профиль второго сечения выреза. Для этого выберем противоположную плоскость основания, войдем в эскиз и нарисуем эскиз профиля (рис. 2.86).

В результате получилось основание проставки, на параллельных гранях которой созданы эскизы выреза по сечениям — **Эскиз2** и **Эскиз3** (рис. 2.87).

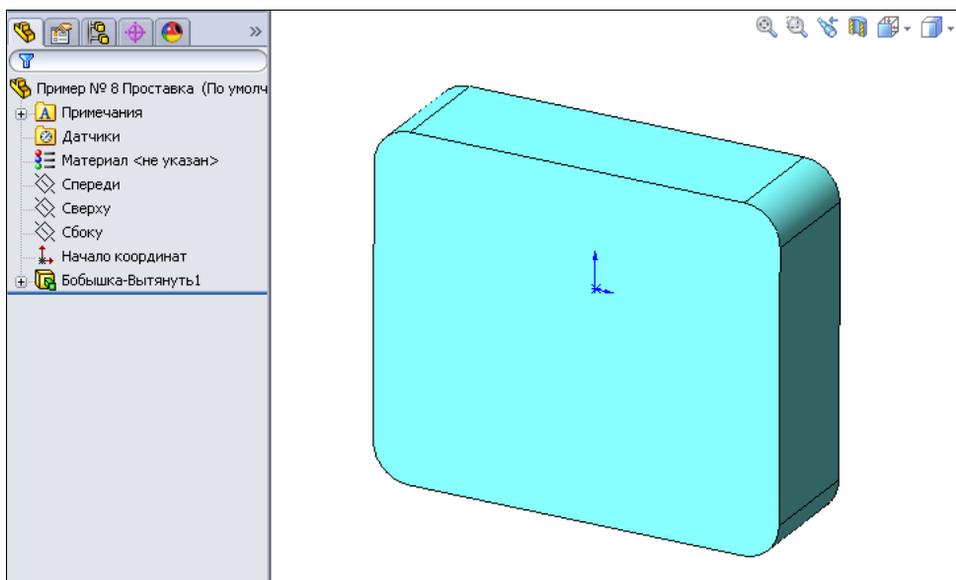


Рис. 2.84

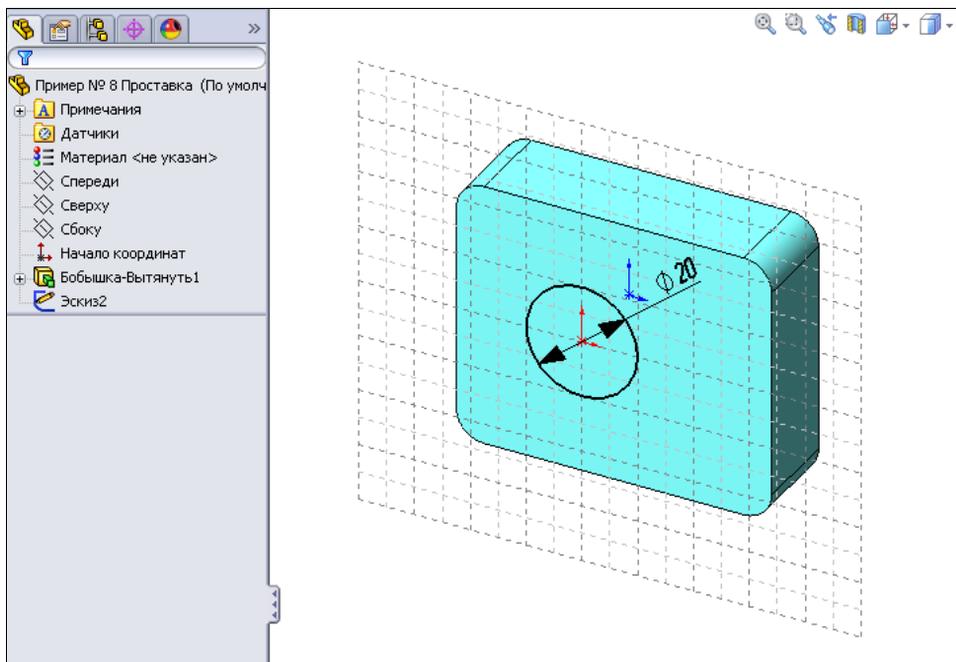


Рис. 2.85

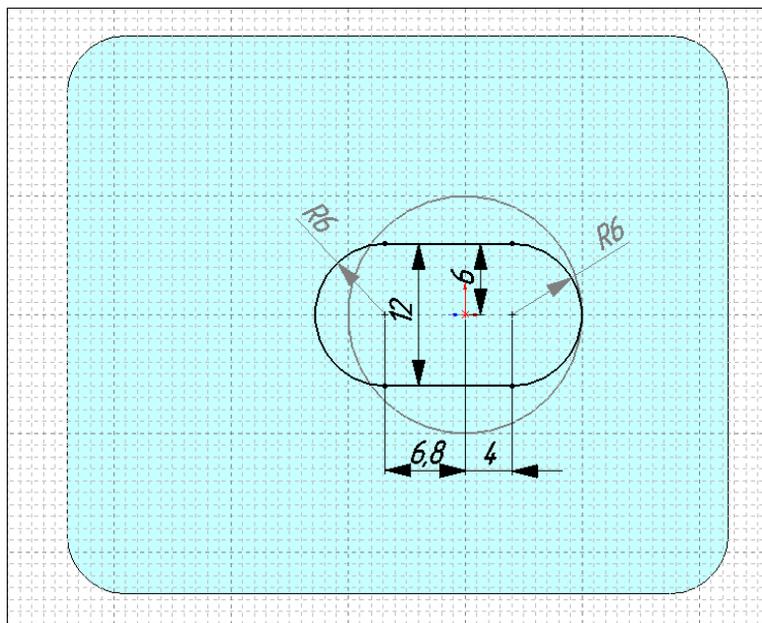


Рис. 2.86

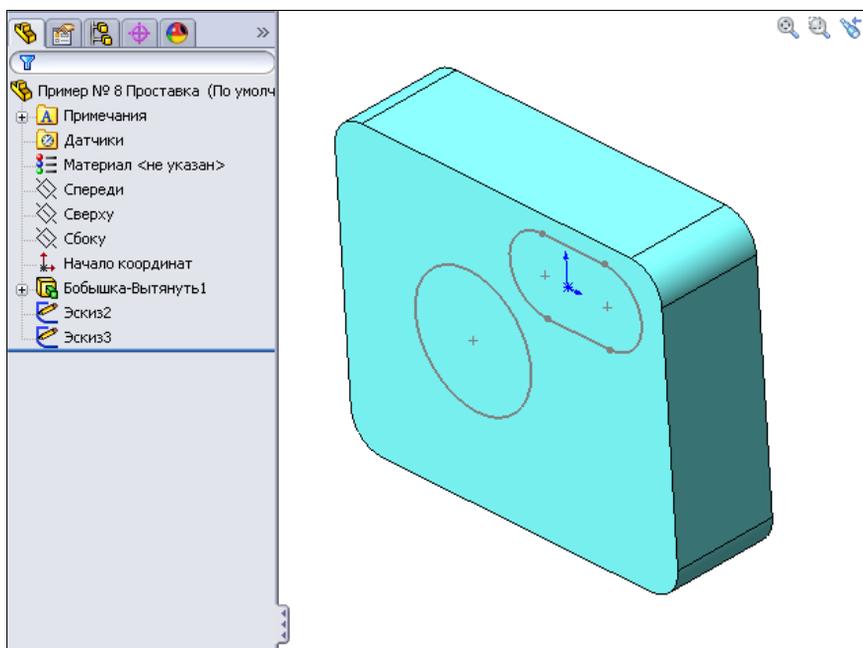


Рис. 2.87

7. Теперь оформим вырез по сечениям. Для этого активизируем кнопку  — **Вырез по сечениям** на панели инструментов **Элементы**, в появившемся окне **Вырез-По сечениям** в разделе **Профили** укажем оба эскиза — **Эскиз2** и **Эскиз3** (рис. 2.88).

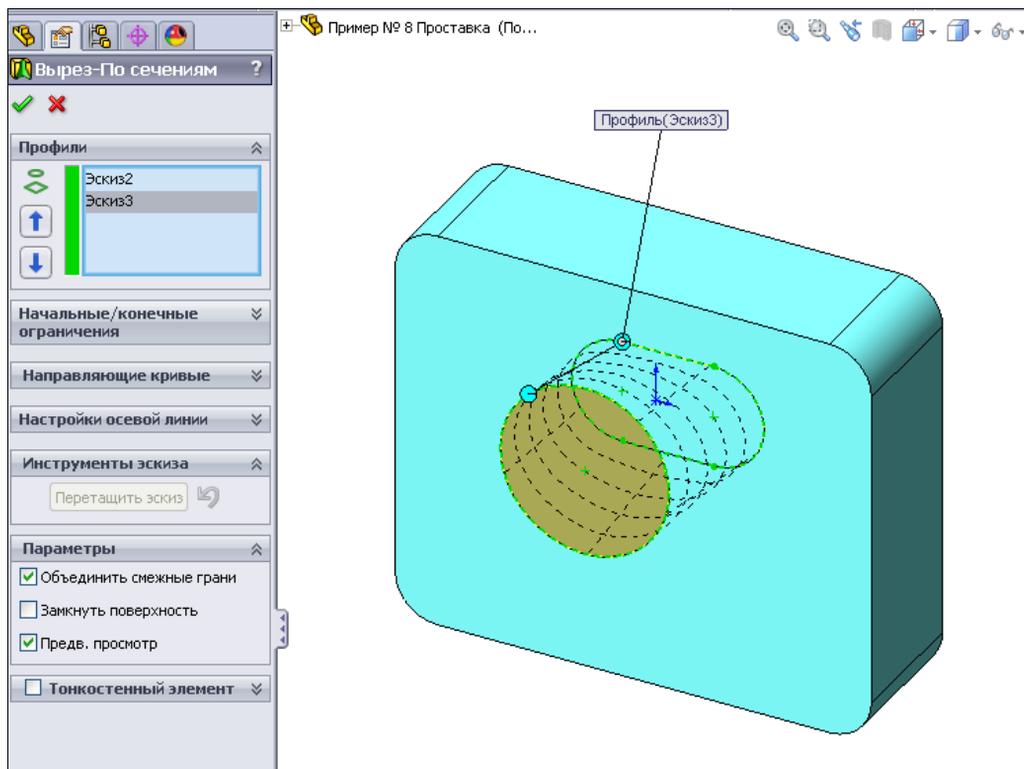


Рис. 2.88

8. Закончим построение выреза по сечениям, нажав кнопку **ОК** . Получим модель проставки с вырезом на основе двух профилей сечений (рис. 2.89).
9. Оформим последний элемент детали Проставка — три простых круглых отверстия. Для этого выберем плоскую грань основания, войдем в режим рисования эскиза и построим эскизы отверстий (рис. 2.90).
10. Оформим отверстия при помощи команды  — **Вытянутый вырез** (рис. 2.91).
В результате у нас построена деталь Проставка с вырезом по сечениям.

В этом разделе были рассмотрены способы создания сложных элементов деталей на основе профилей сечений. Следующий раздел главы посвятим деталям сложной конфигурации, которые оформляются с помощью вспомогательных поверхностей.

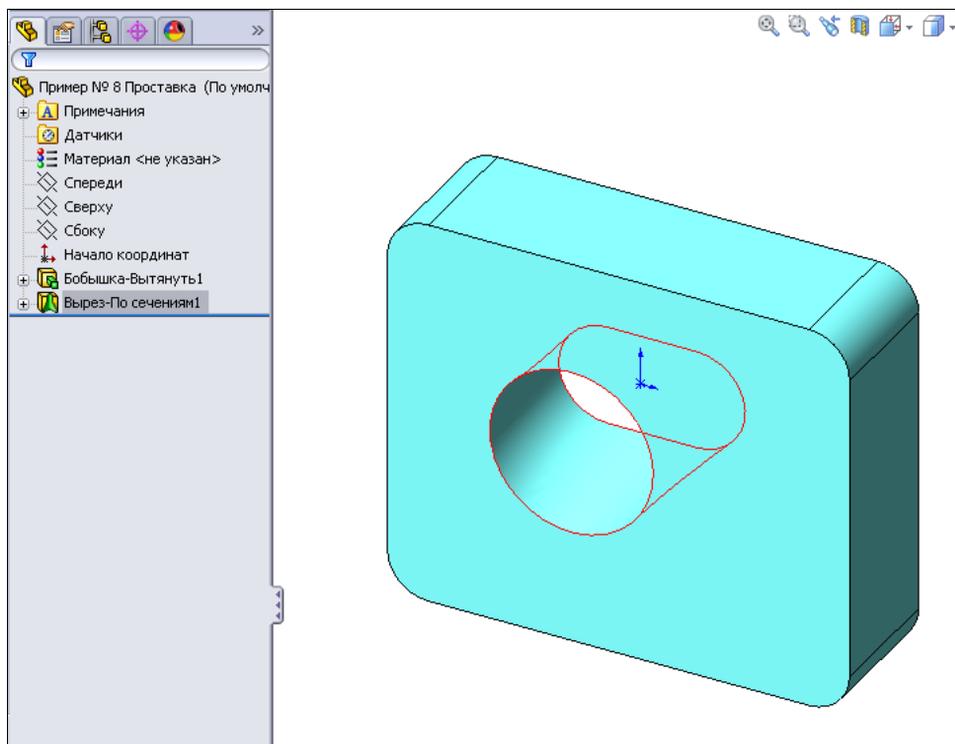


Рис. 2.89

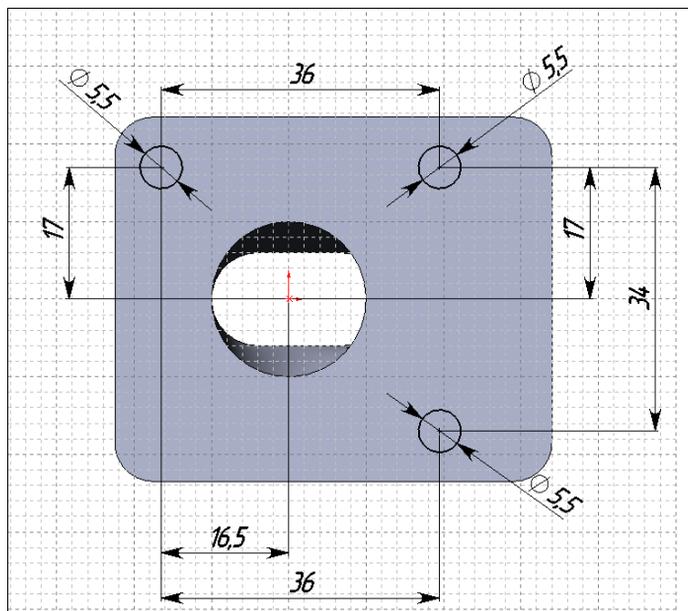


Рис. 2.90

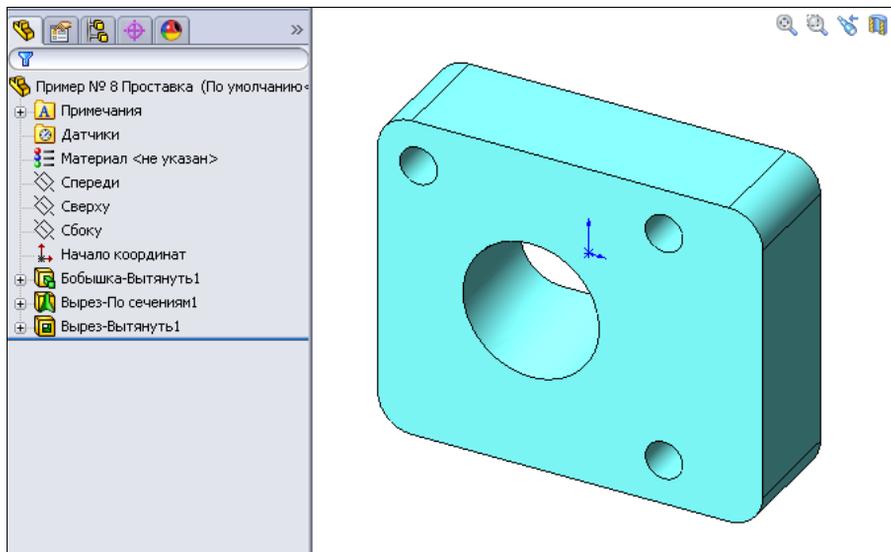


Рис. 2.91

2.6. Детали на основе поверхностей

Прежде чем начать разговор о деталях на основе поверхностей, определимся с тем, что представляют собой поверхности и как они строятся.

Поверхность — это элемент нулевой толщины, играющий вспомогательную роль при построении твердого тела и не отображающийся на чертеже детали.

Построить поверхность можно методом простого вытягивания, поворотом контура вокруг оси, а также создать как элемент по траектории или по сечениям. Ее можно удлинить, отсечь, скруглить, починить (заполнить), сшить и т. д. Все перечисленные команды находятся на панели инструментов **Поверхности**. Для того чтобы поместить эту панель на экран, необходимо обратиться к меню **Инструменты | Настройка | Панели инструментов** и установить флажок **Поверхности**.

В SolidWorks 2011 представлены два основных метода построения деталей на базе поверхностей: методом вытягивания эскиза до поверхности и методом утолщения поверхности.

Рассмотрим на конкретных примерах различные способы конструирования и изменения поверхностей, а также приемы проектирования с их помощью деталей. Выберем в качестве примера довольно сложную деталь — корпус редуктора.

Пример № 9. Корпус редуктора

Корпус редуктора является симметричной деталью с двумя осями симметрии. По этой причине нет необходимости строить корпус целиком. Мы спроектируем лишь четверть корпуса, которую затем, для получения цельной детали, скопируем при помощи команды **Зеркальное отражение** (окончательное построение см. в разд. 2.7).

Порядок построения корпуса будет следующим: сначала создадим набор отдельных элементарных соприкасающихся поверхностей, затем сошьем поверхности между собой, а потом построим твердое тело, придав этим поверхностям толщину.

1. Выберем в Дереве Конструирования плоскость Спереди и нарисуем эскиз первой поверхности (рис. 2.92).

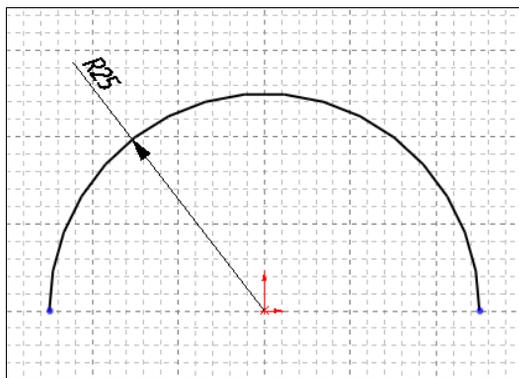


Рис. 2.92

ПРИМЕЧАНИЕ

Эскиз для построения поверхностей, в отличие от твердых тел, может быть как замкнутым, так и незамкнутым контуром.

2. Активируем кнопку  — **Вытянутая поверхность**, которая находится на панели инструментов **Поверхность**. В появившемся окне настроек **Поверхность-Вытянуть** укажем глубину вытягивания — 15 мм (рис. 2.93).

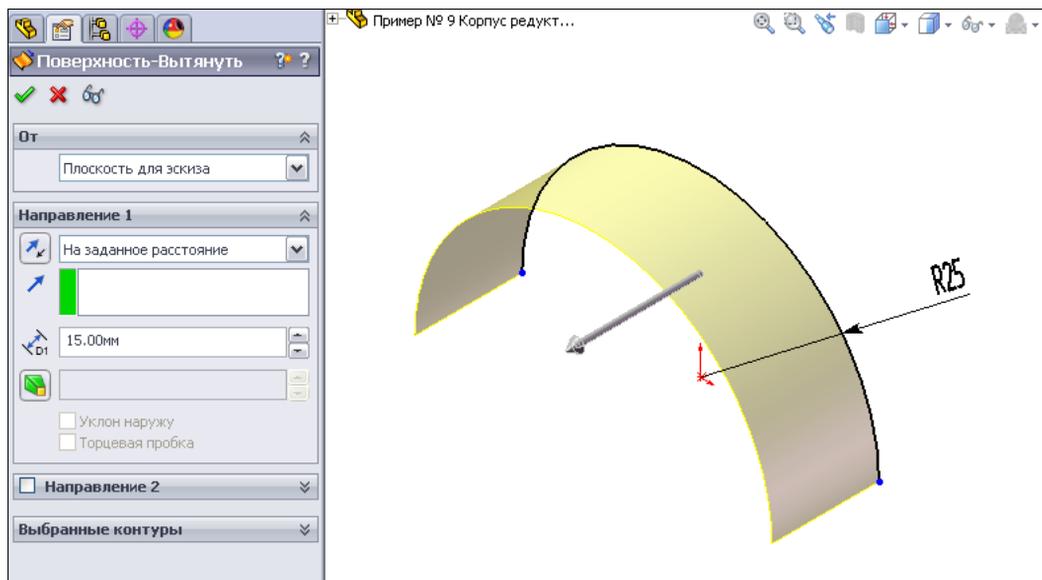


Рис. 2.93

3. Закончим построение первой поверхности в форме полукольца, нажав кнопку **OK** . В Дереве Конструирования она обозначится как элемент **Поверхность-Вытянуть1** (рис. 2.94).

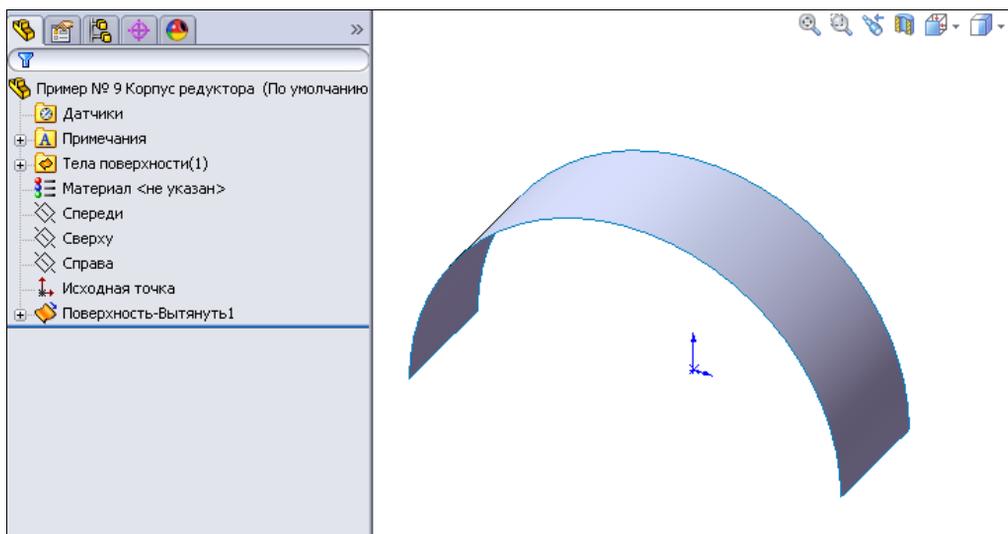


Рис. 2.94

4. Построим вторую поверхность: выберем снова плоскость **Спереди** и создадим эскиз второй поверхности (рис. 2.95).

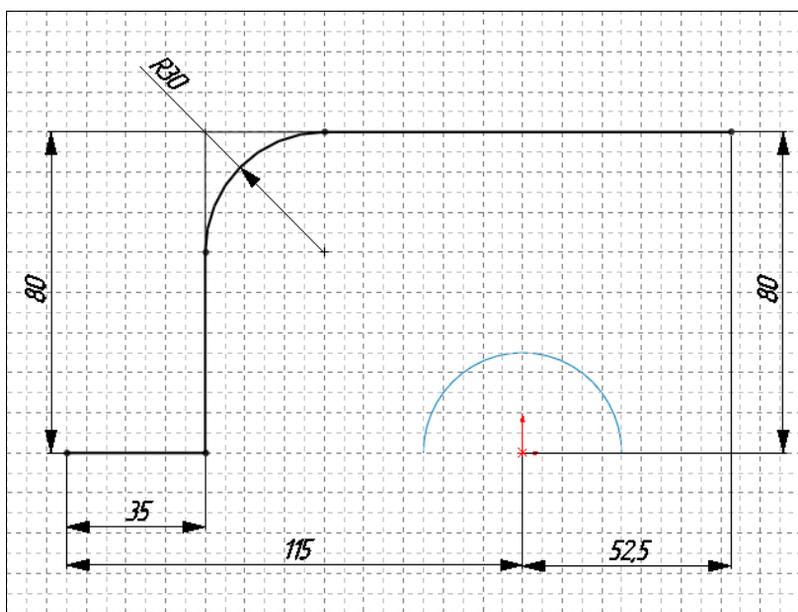


Рис. 2.95

5. Вытянем этот эскиз на 61 мм. Активизируем кнопку  — **Вытянутая поверхность**, на панели инструментов **Поверхность** и в окне **Поверхность-Вытянуть** укажем параметры вытягивания (рис. 2.96).

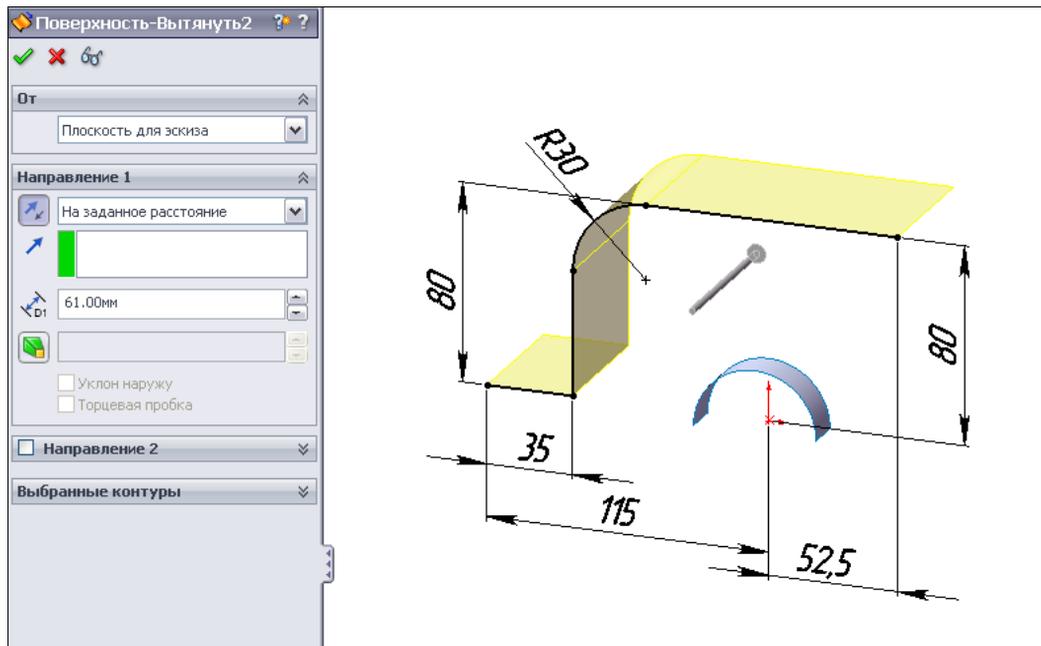


Рис. 2.96

ПРИМЕЧАНИЕ

Вытягивание второй поверхности производим в противоположную сторону.

6. Построим третью поверхность, которая будет соединять между собой две первые. Для этого также выберем плоскость Спереди и создадим эскиз третьей поверхности в виде описанного прямоугольника Эскиза2 (рис. 2.97).

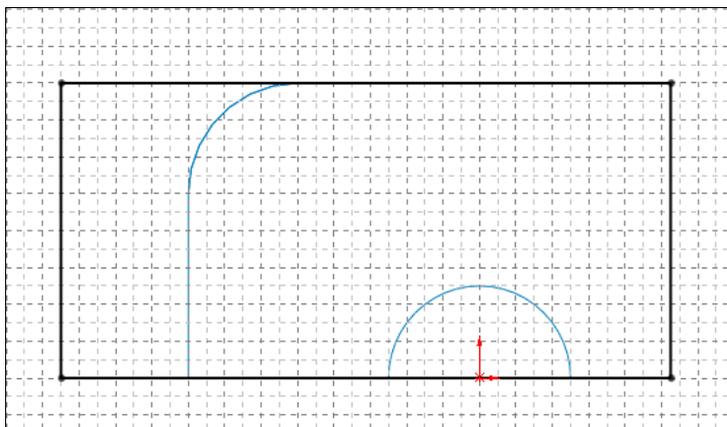


Рис. 2.97

ПРИМЕЧАНИЕ

Для сопряжения можно использовать команду  — **Добавить взаимосвязь** и тип взаимосвязи точек Эскиза2 и Эскиза3 — **Совпадение**.

7. Активизируем команду  — **Плоская поверхность** и в разделе **Ограничивающие объекты** зададим **Текущий эскиз** или **Эскиз3** (рис. 2.98).

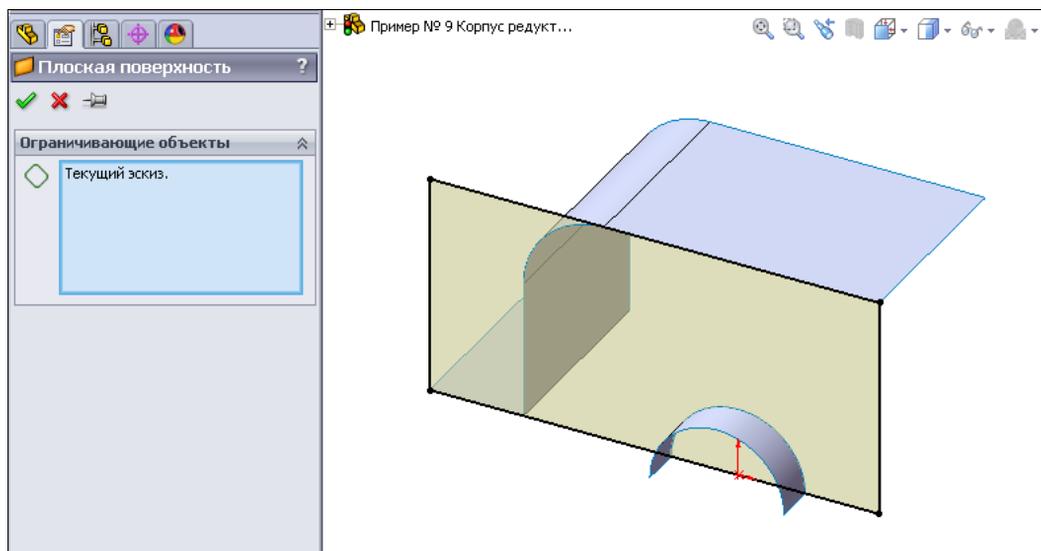


Рис. 2.98

8. Закончим построение, нажав кнопку **ОК** . Три поверхности обозначены как **Поверхность-Вытянуть1**, **Поверхность-Вытянуть2** и **Поверхность-Плоскость1** (рис. 2.99).
9. Очевидно, третья плоская поверхность выступает за пределы первых двух. Отсечем ненужные части третьей поверхности. Для этого нажмем кнопку  — **Отсечь поверхность** на панели инструментов **Поверхность**. В разделе **Тип отсечения** поставим флажок **Стандарт**. В разделе **Выбор** обозначим в качестве инструмента отсекающую поверхность , а в разделе  — **Сохранить выбранные параметры** укажем ту часть плоской поверхности, которая должна остаться (рис. 2.100).
10. Нажмем кнопку **ОК** , и все лишние части плоской поверхности будут удалены, а в Дереве Конструирования появится строка **Поверхность-Отсечь1** (рис. 2.101).
11. Аналогичным способом удалим часть плоской поверхности, которая отсекается цилиндрической поверхностью (рис. 2.102).

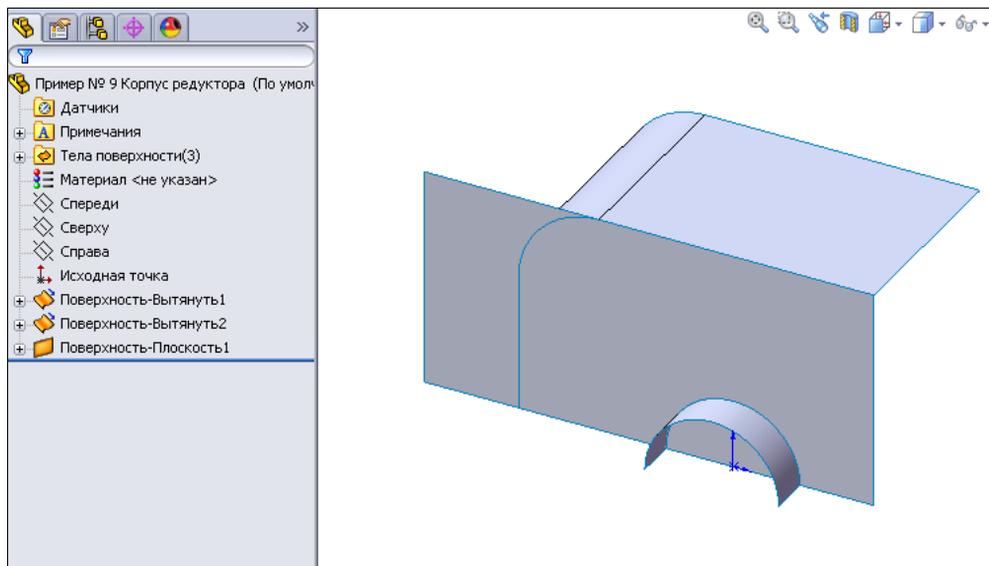


Рис. 2.99

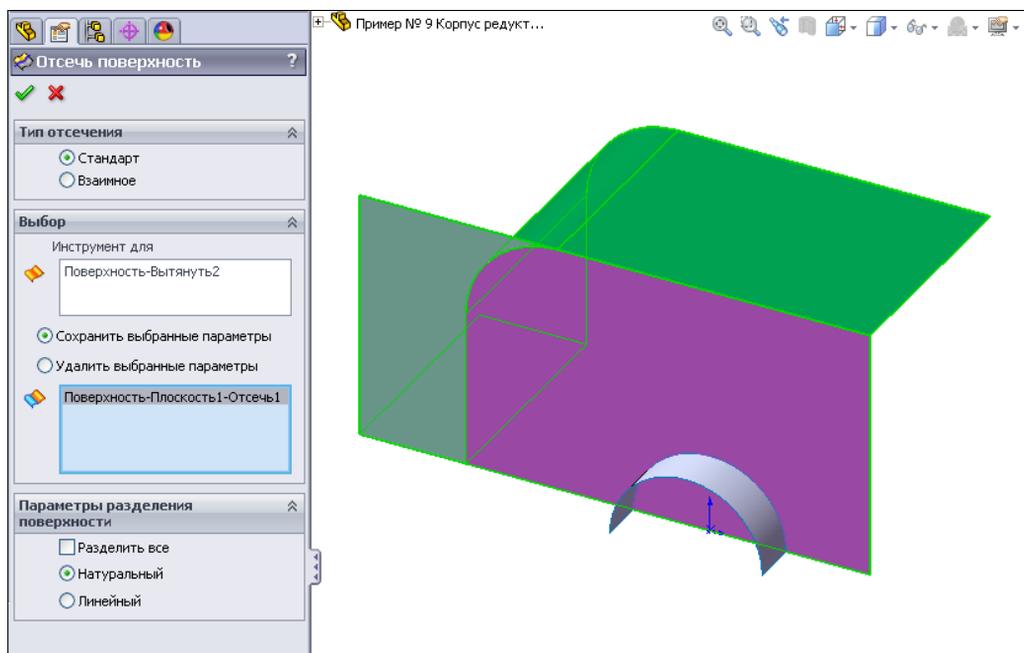


Рис. 2.100

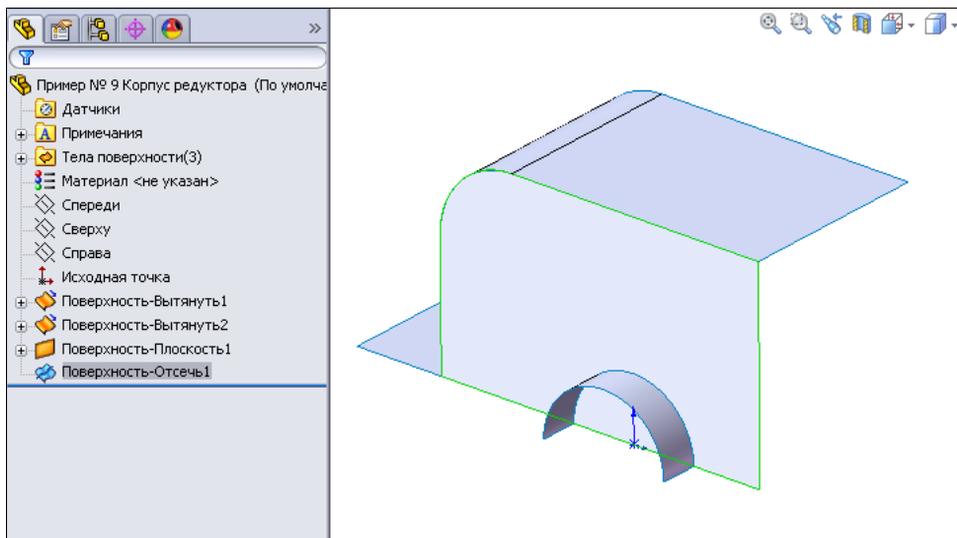


Рис. 2.101

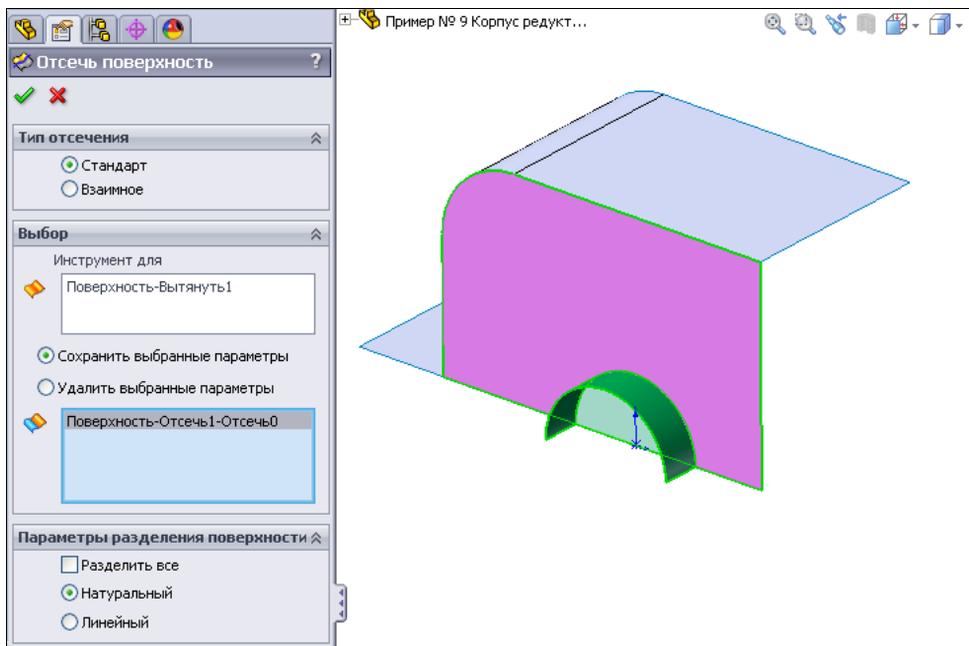


Рис. 2.102

12. Закончим изменения плоской поверхности нажатием кнопки **ОК** . В результате получился набор из трех сопряженных поверхностей (рис. 2.103).
13. Построим четвертую поверхность: выберем плоскость Сверху и нарисуем эскиз четвертой поверхности в форме прямоугольника (рис. 2.104).

ПРИМЕЧАНИЕ

Целесообразно добавить взаимосвязи между эскизами поверхностей — **Совпадение**.

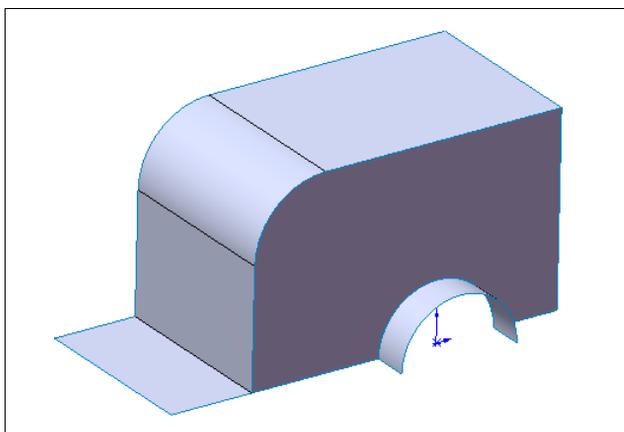


Рис. 2.103

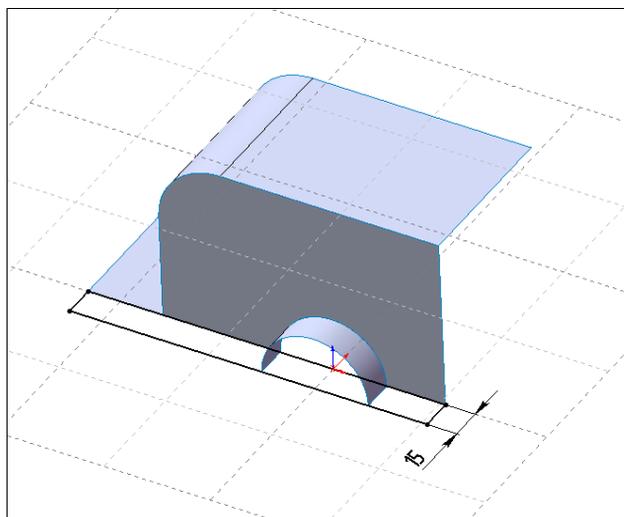


Рис. 2.104

14. Оформим этот эскиз как плоскую поверхность  на панели инструментов **Поверхность**. В результате получим **Поверхность-Плоскость2** (рис. 2.105).
15. Удалим лишнюю часть этой плоской поверхности (рис. 2.106).
16. Закончим построение поверхностей нажатием кнопки **ОК** . В результате получим четыре поверхности, которые сопрягаются между собой (рис. 2.107).

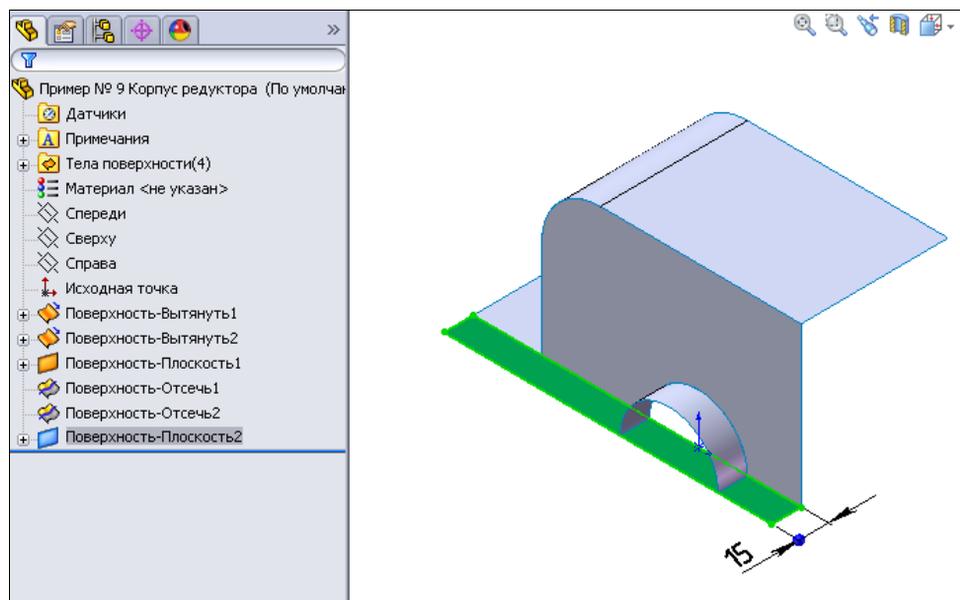


Рис. 2.105

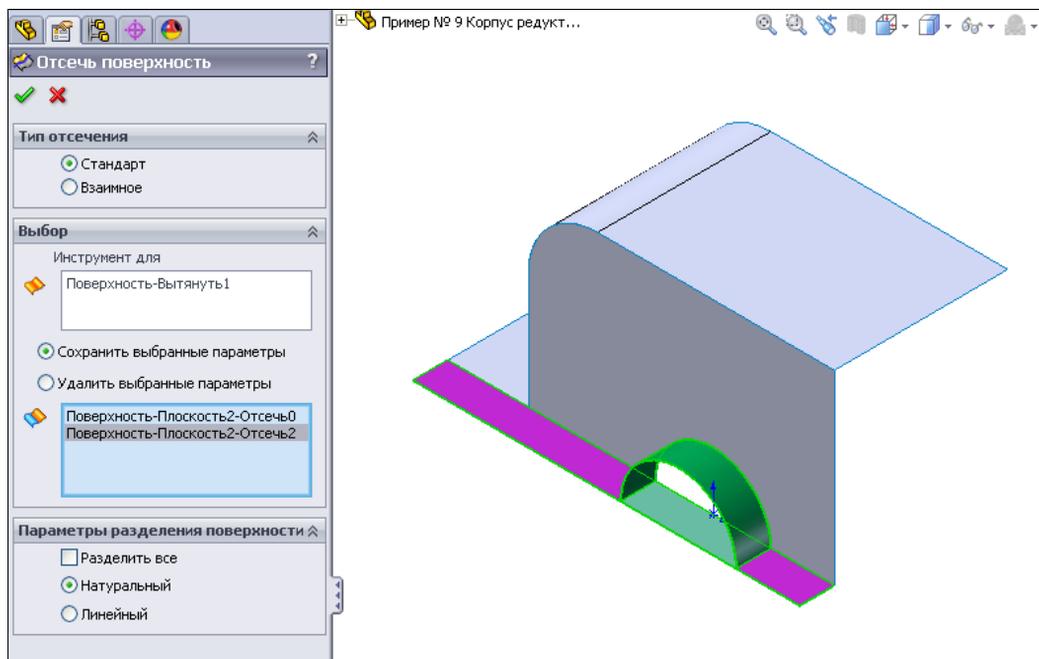


Рис. 2.106

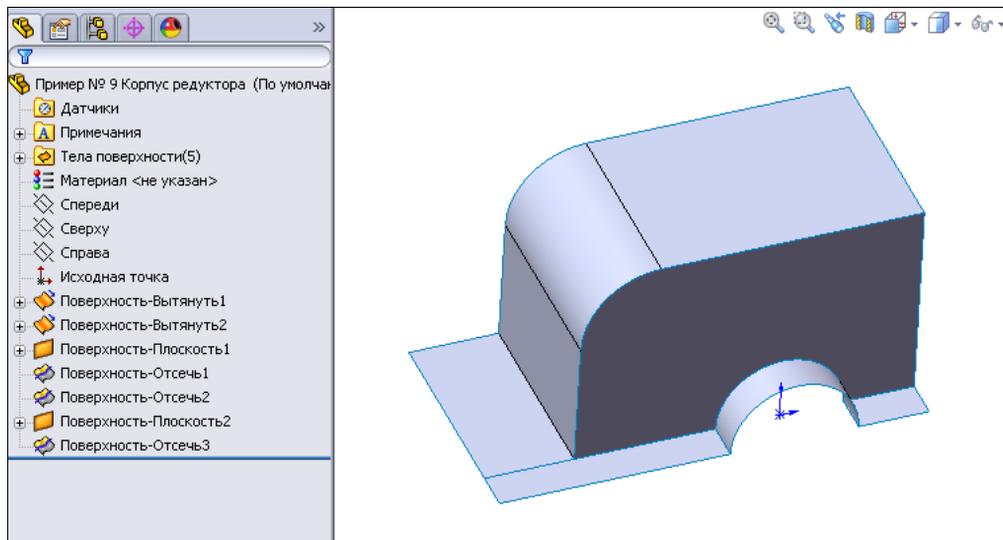


Рис. 2.107

17. Соединим три из четырех поверхностей командой  **Сшить поверхность** на панели инструментов **Поверхность**. Можно также воспользоваться меню **Вставка | Поверхность | Сшить поверхность...**. В разделе **Выбор** укажем все объединяемые (сшиваемые) поверхности (рис. 2.108).

ПРИМЕЧАНИЕ

Кромки сшиваемых поверхностей должны быть смежными и соприкаться между собой без зазоров и перекрытий. Максимально допустимый зазор между сшиваемыми поверхностями можно указать в разделе **Управление фильтрами**.

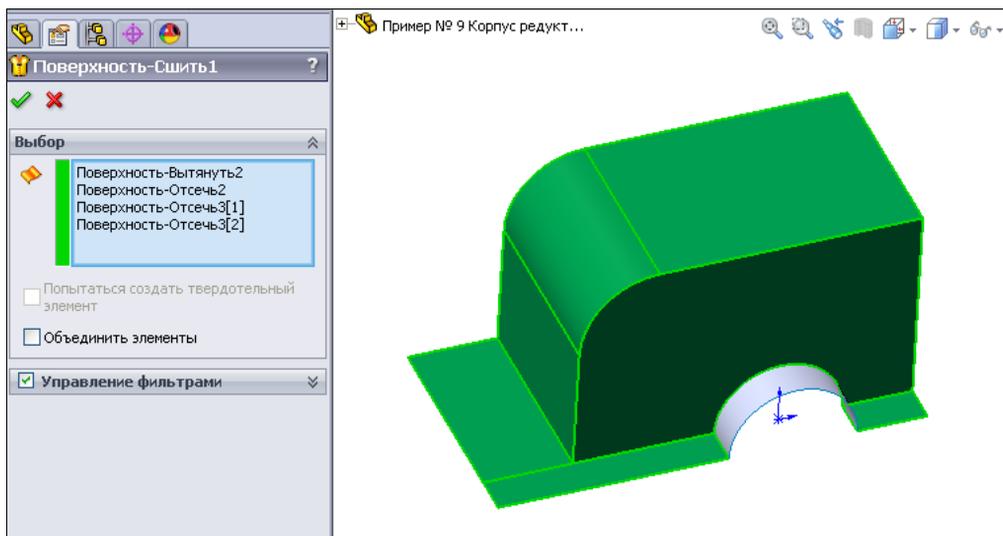


Рис. 2.108

18. Закончим сшивание поверхностей, нажав кнопку **ОК** . В результате из четырех поверхностей получится одна поверхность, которая в Дереве Конструирования будет обозначена как элемент **Поверхность-Сшить1**, при этом внешний вид сшитых поверхностей не изменится (рис. 2.109).

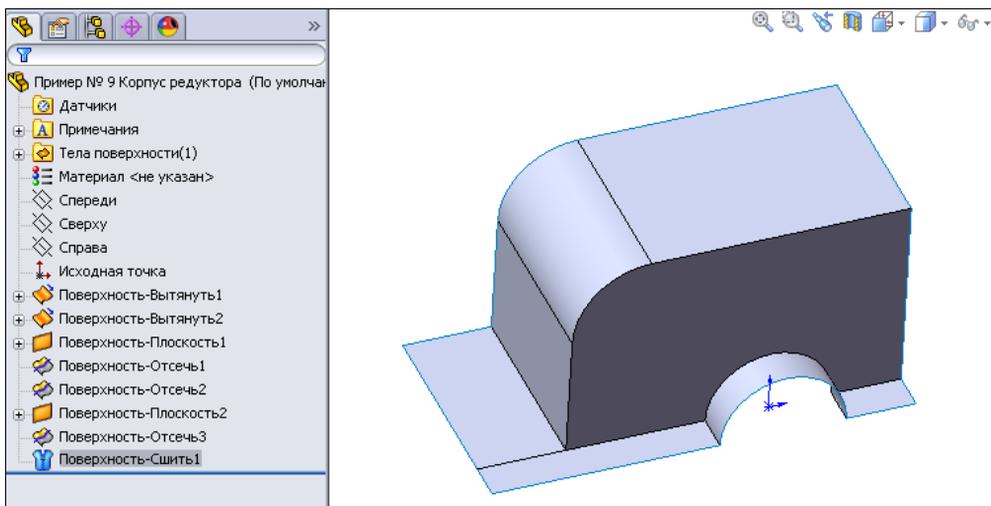


Рис. 2.109

На основе сшитых поверхностей теперь можно построить часть детали, задав толщину 12 мм. Цилиндрическую поверхность утолщим на 22 мм, поэтому с другими поверхностями ее не сшивали.

19. Оформим твердое тело на основе созданных поверхностей командой  — **Придать толщину...** В разделе **Придать толщину поверхности** укажем утолщаемую поверхность — **Поверхность-Сшить1**, а в разделе **Толщина** зададим значение толщины — 12 мм (рис. 2.110).

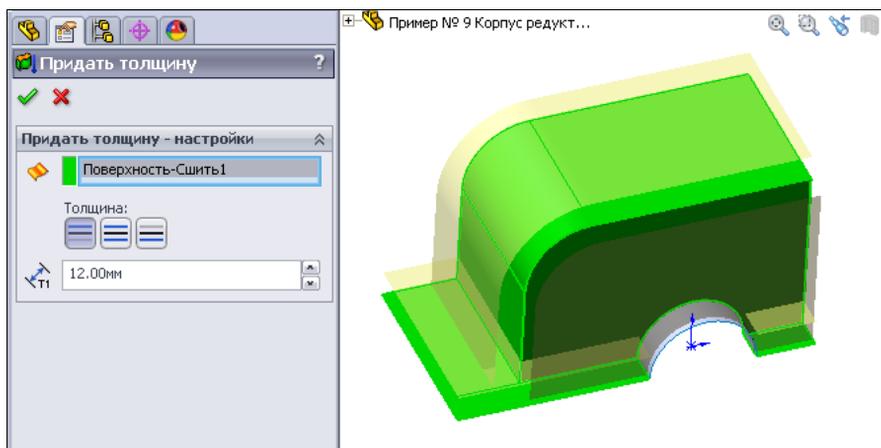


Рис. 2.110

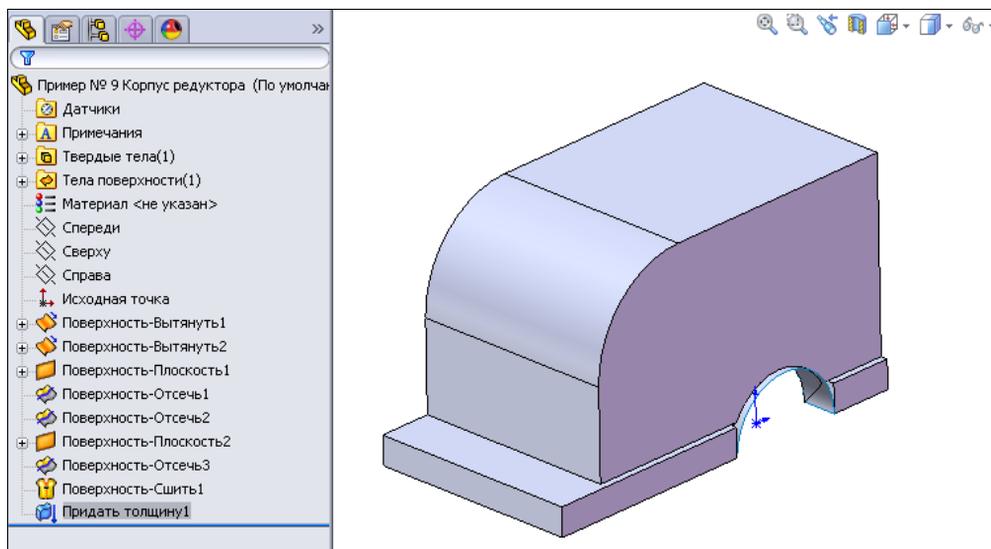


Рис. 2.111

20. В заключение нажмем кнопку **ОК**  , в результате получим следующую деталь (рис. 2.111).
21. Теперь аналогичным образом утолщим цилиндрическую поверхность на 22 мм (рис. 2.112).

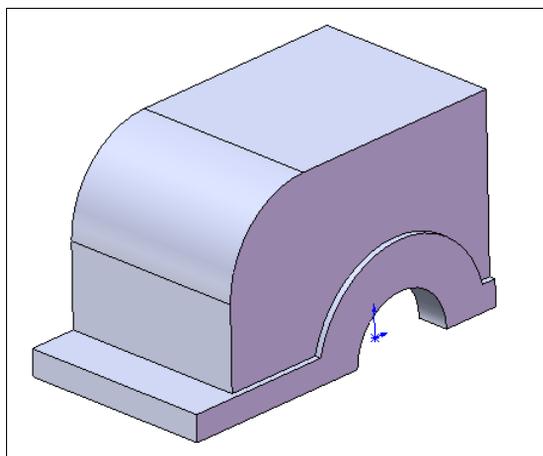


Рис. 2.112

22. Корпуса редукторов обычно изготавливают методом литья, и грани этой детали будут сопрягаться через скругление радиусом 3 мм. Обратимся к команде  — **Скругление** на панели инструментов **Элементы**, в появившемся окне укажем скругляемые кромки и радиус скругления (рис. 2.113).
23. Нажмем кнопку **ОК**  и получим четверть корпуса редуктора (рис. 2.114).

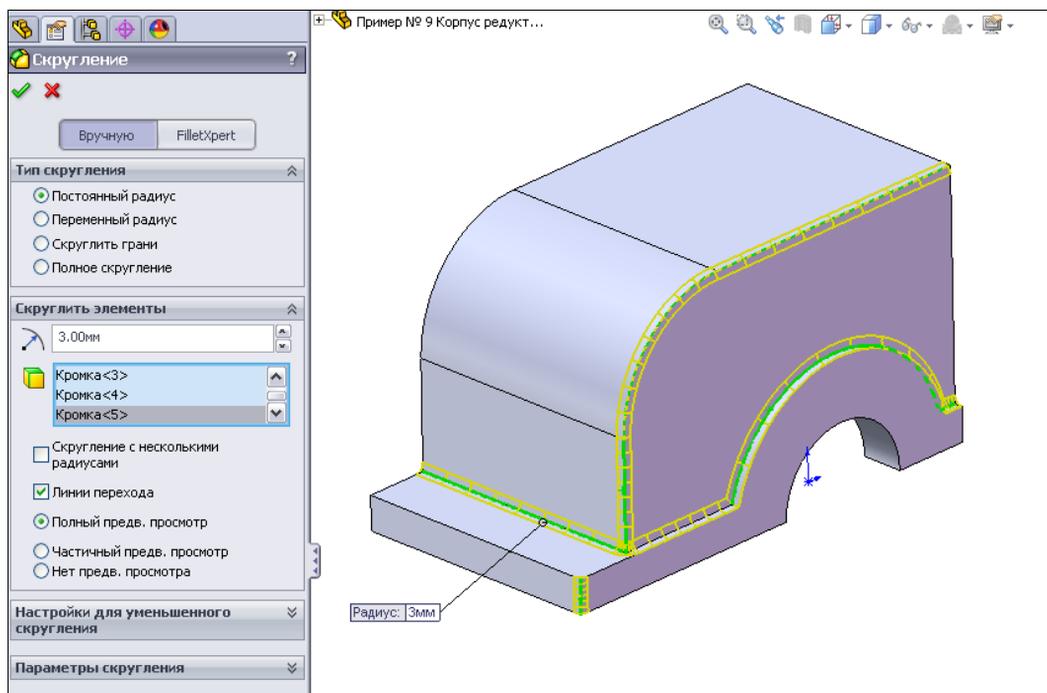


Рис. 2.113

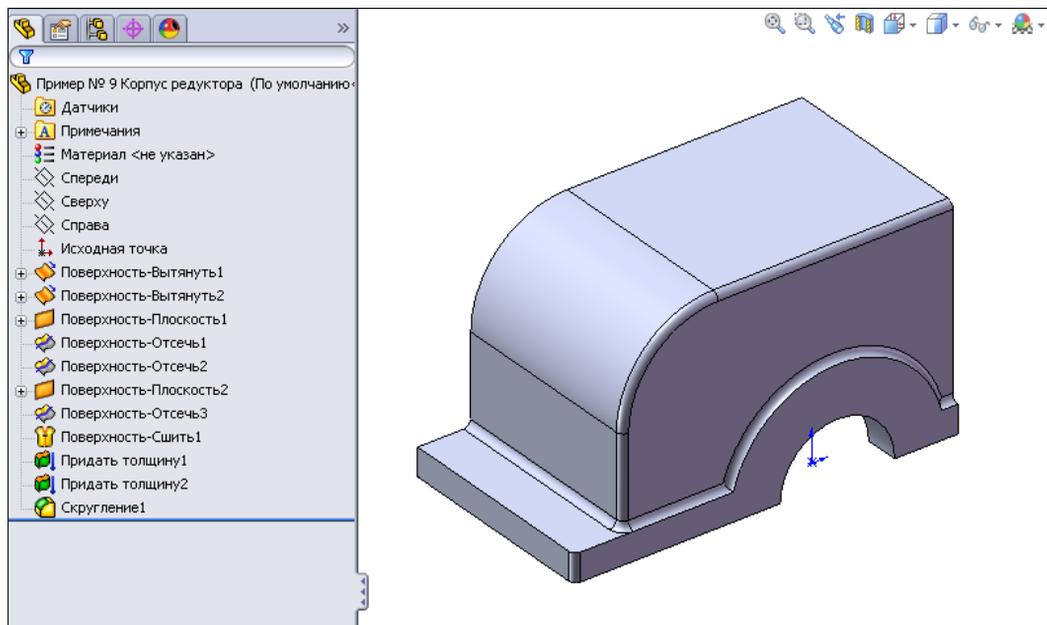


Рис. 2.114

Таким образом, поэтапно, с использованием вспомогательных поверхностей, был построен корпус редуктора, а точнее — лишь его четверть. Окончательно эта деталь будет построена с использованием команды **Зеркальное отражение** в разд 2.7. Существует еще один способ использования вспомогательных поверхностей — вытягивание плоского эскиза до поверхности. Рассмотрим этот способ на примере создания детали Кнопка.

Пример № 10. Кнопка

Проектирование кнопки начнем с построения вспомогательной поверхности.

1. Войдем в режим построения эскиза на плоскости Спереди и нарисуем эскиз поверхности, которую будем создавать методом поворота (рис. 2.115).

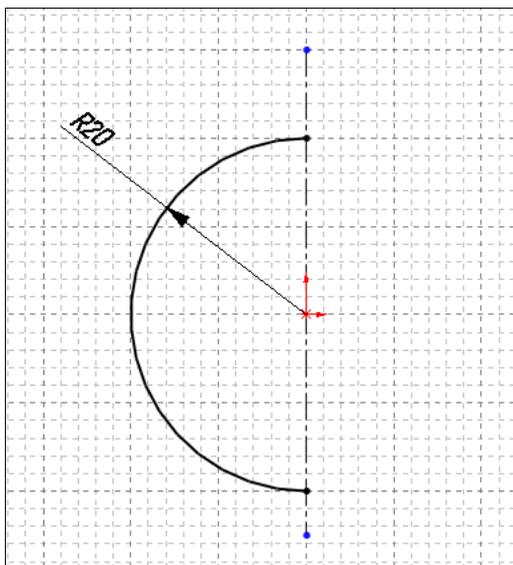


Рис. 2.115

ПРИМЕЧАНИЕ

Если поверхность создается методом поворота некоторого контура вокруг оси, необходимо нарисовать не только ее контур, но и ось.

2. Оформим поверхность, нажав кнопку  — **Повернутая поверхность** на панели инструментов **Поверхность**. На экране появится окно **Поверхность-Повернуть**, где укажем ось вращения и угол поворота контура 180° (рис. 2.116).

В результате получим куполообразную поверхность (рис. 2.117).

3. Для построения основания кнопки необходимо создать плоскость, параллельную плоскости Спереди и отстоящую от нее на 14 мм. Обратимся к меню **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость** (рис. 2.118).

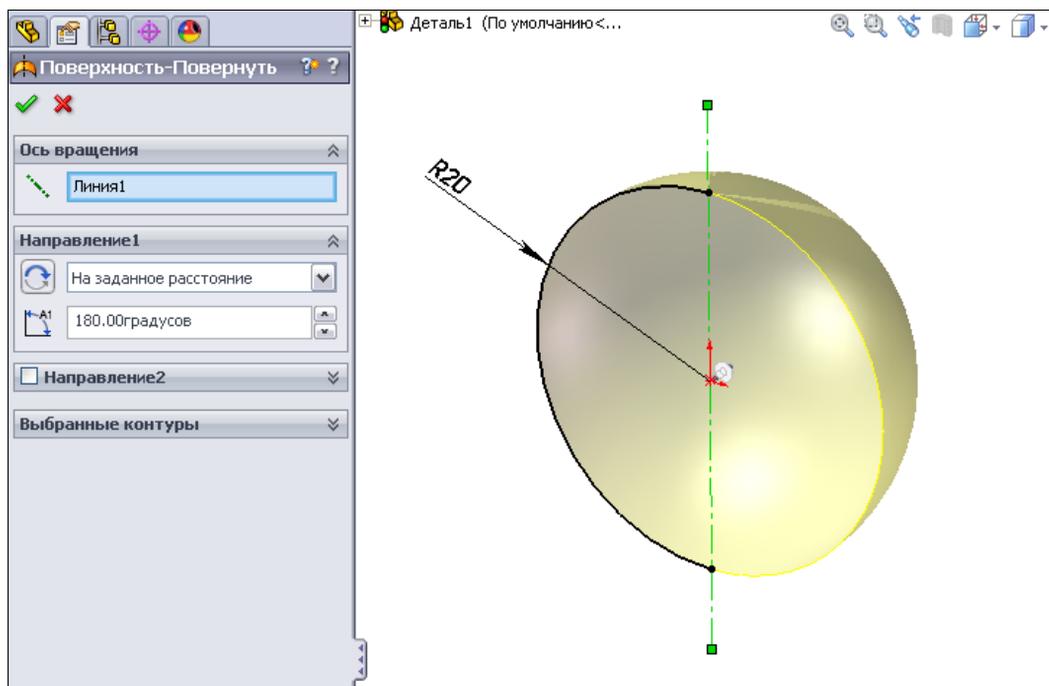


Рис. 2.116

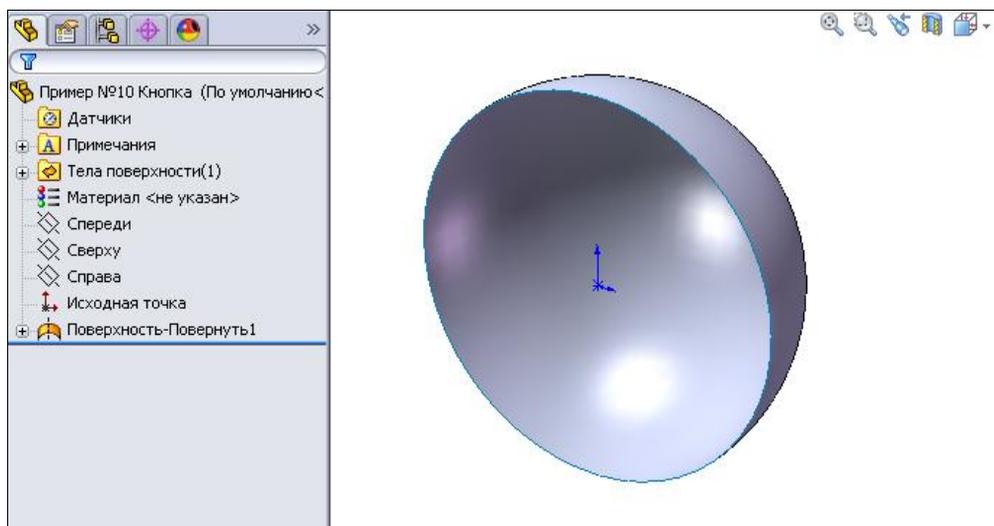


Рис. 2.117

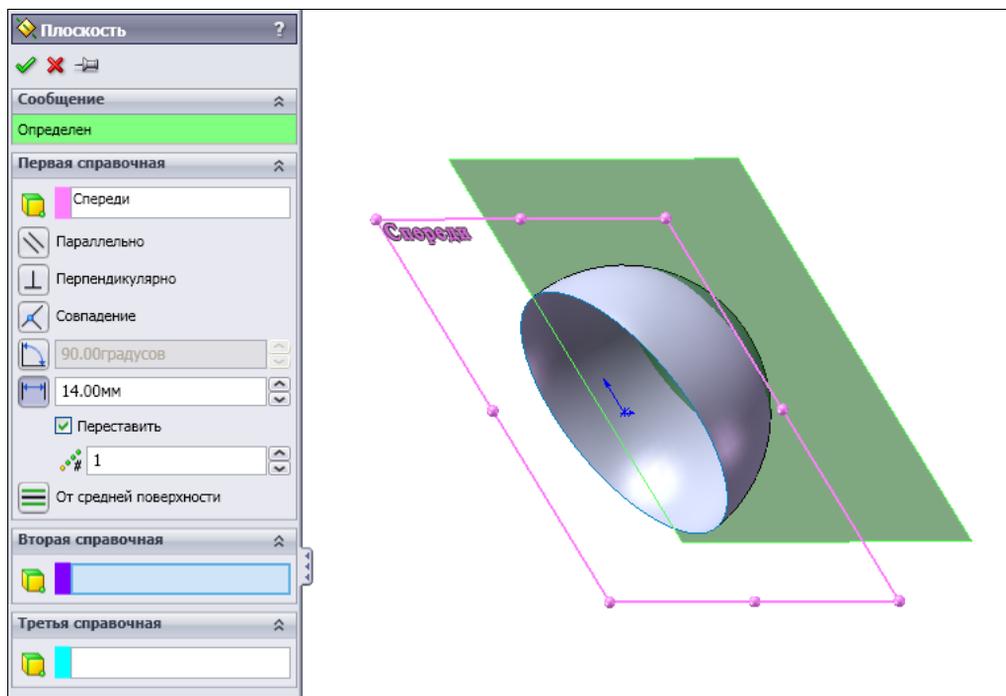


Рис. 2.118

4. В разделе **Первая справочная** выберем плоскость **Спереди**, в поле  — **Расстояние смещения** укажем величину смещения плоскости 14 мм и закончим построение нажатием кнопки **ОК** . В Дереве Конструирования новая плоскость обозначится как **Плоскость1**.
5. Построим основание кнопки. Выберем **Плоскость1**, войдем в эскиз и нарисуем эскиз основания (рис. 2.119).

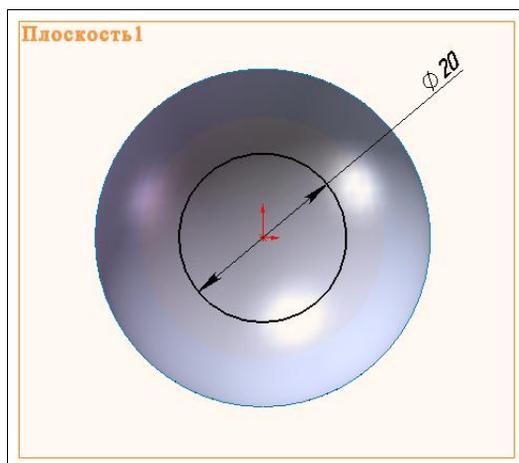


Рис. 2.119

6. Вытянем этот эскиз при помощи команды  — **Вытянутая бобышка/основание**. В разделе **Направление 1** укажем граничное условие — **На заданное расстояние** и зададим глубину 2 мм (рис. 2.120). В разделе **Направление 2** выберем граничное условие — **До поверхности**, в разделе **Грань/Плоскость** укажем поверхность, до которой вытягивается эскиз — **Поверхность-Повернуть1** (рис. 2.120). Закончим построение основания кнопки нажатием **ОК** .

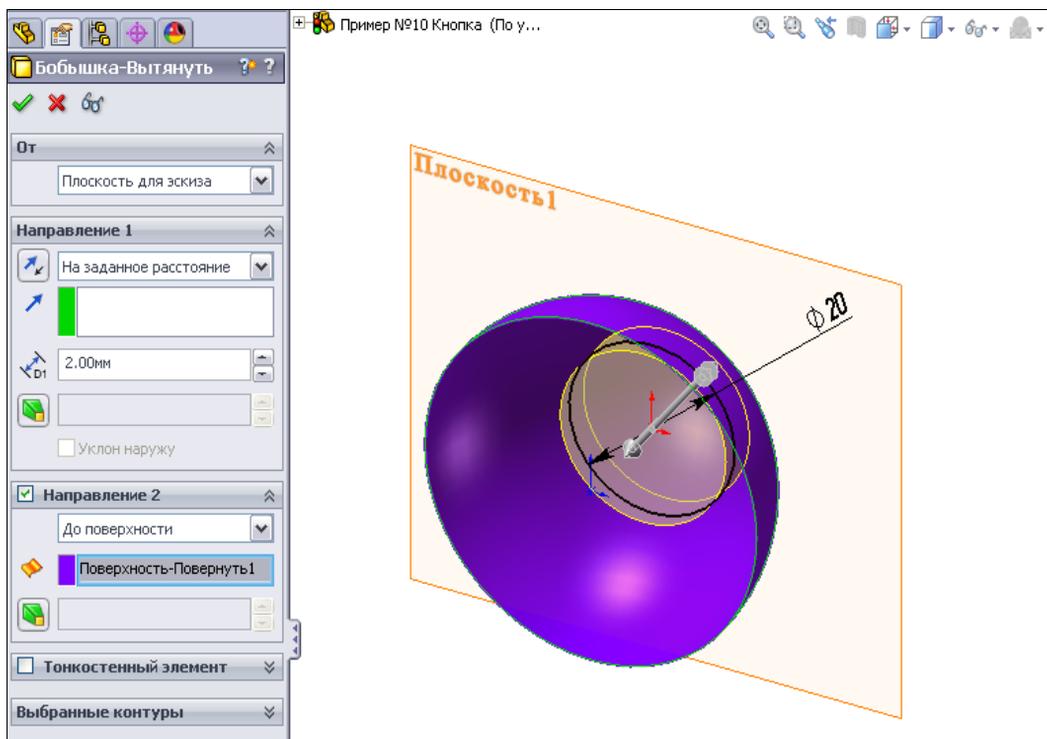


Рис. 2.120

7. Чтобы поверхность не мешала дальнейшим построениям, скроем ее. Для этого щелкнем правой кнопкой мыши по имени поверхности в Дереве Конструирования — **Поверхность-Повернуть1**. Из появившегося контекстного меню выберем команду **Скрыть** . Поверхность исчезнет, а на экране останется лишь изображение детали (рис. 2.121).
8. Продолжим конструирование детали Кнопка. Выберем плоскую поверхность детали, войдем в режим рисования эскиза и нарисуем эскиз ножки кнопки (рис. 2.122).
9. Вытянем этот эскиз на 10 мм. Для этого нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и вытянем эскиз на указанную величину (рис. 2.123).

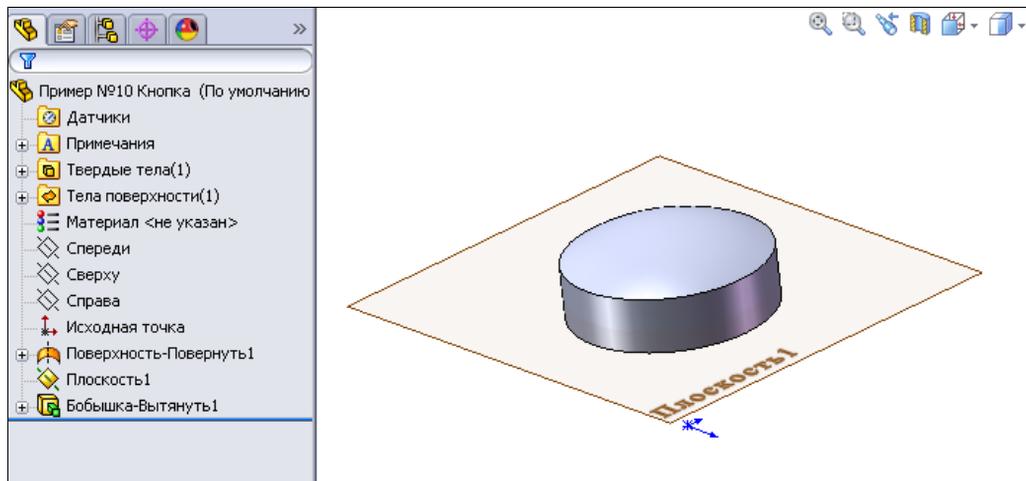


Рис. 2.121

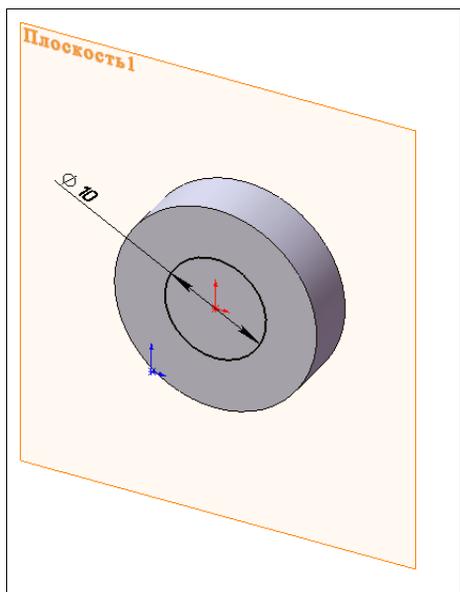


Рис. 2.122

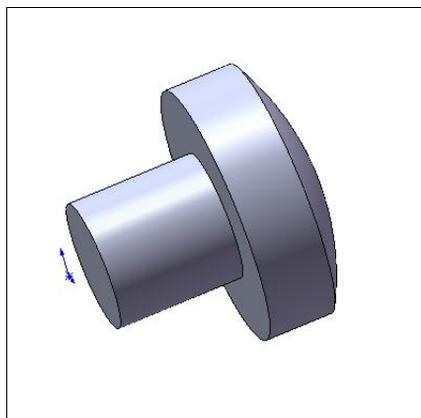


Рис. 2.123

10. Оформим скругление между головкой и ножкой кнопки. Активируем команду  — **Скругление** на панели инструментов **Элементы**, укажем скругляемую кромку и радиус скругления 1 мм (рис. 2.124).
11. Нажмем кнопку **ОК**  и закончим оформление скругления (рис. 2.125).
12. Построим отверстие кнопки. На плоской поверхности ножки кнопки создадим эскиз отверстия, а затем нажмем кнопку  — **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы**. Вытянем вырез на 9 мм (рис. 2.126).

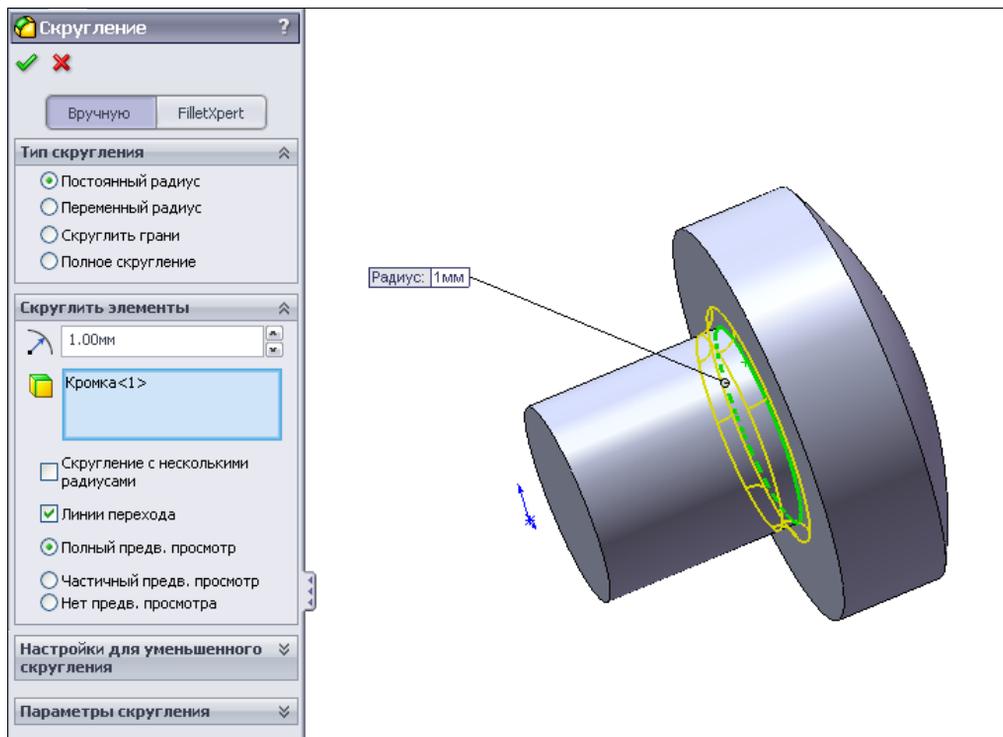


Рис. 2.124

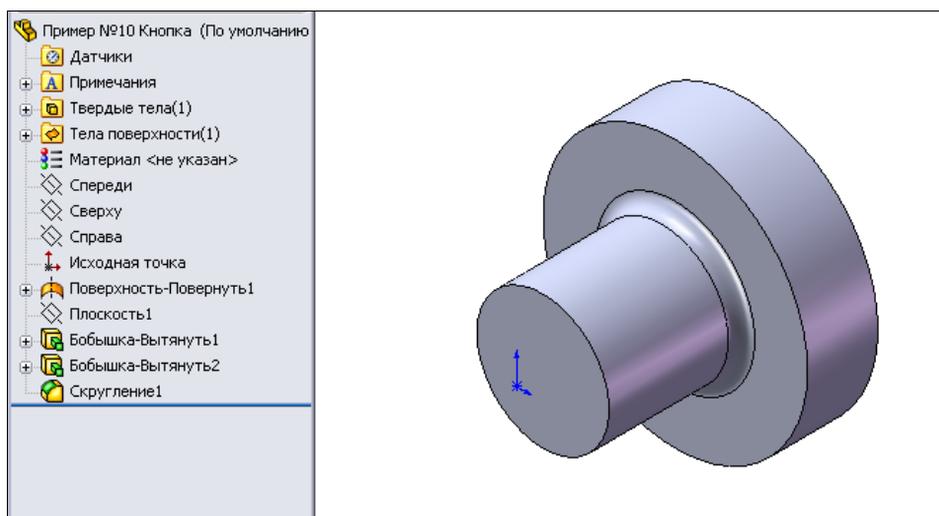


Рис. 2.125

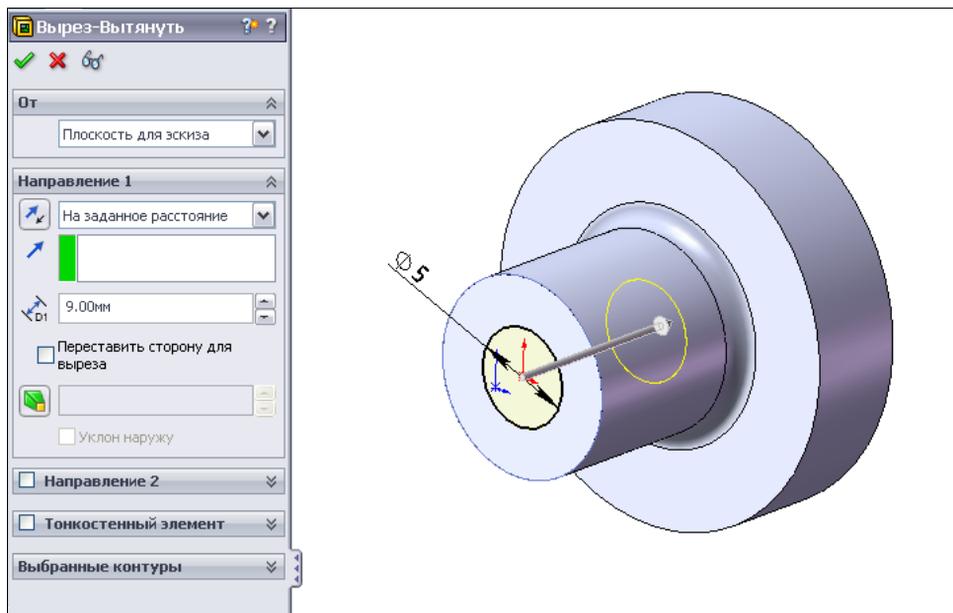


Рис. 2.126

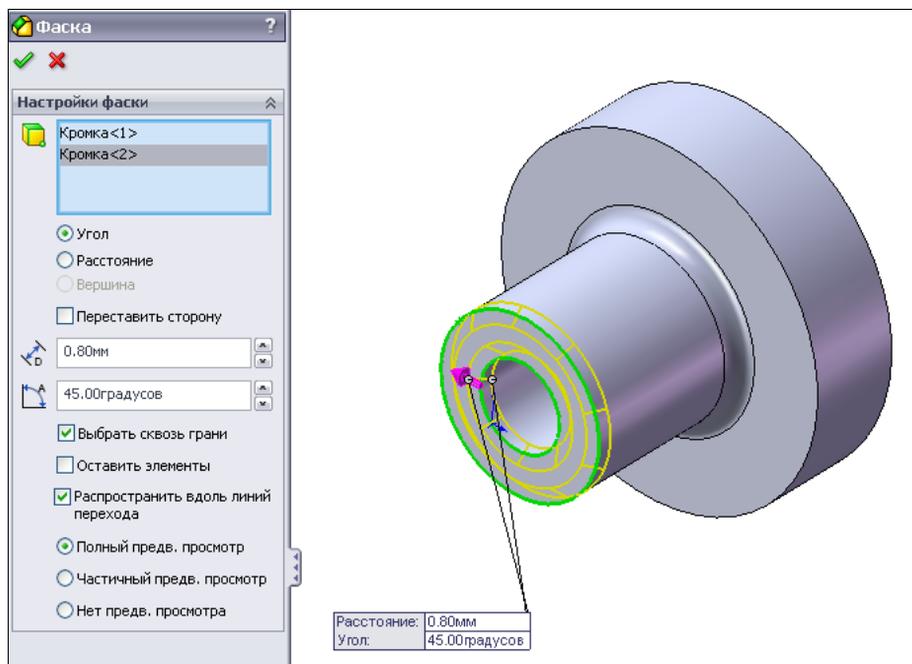


Рис. 2.127

13. Оформим фаски на двух кромках кнопки, для чего активизируем команду  — **Фаска**. Размер фасок $0,8 \times 45^\circ$ (рис. 2.127).
14. Закончим построение детали Кнопка с использованием вспомогательной поверхности и команды вытягивания бобышки до этой поверхности, нажав **ОК**  (рис. 2.128).

Мы рассмотрели два примера конструирования деталей на основе поверхностей.

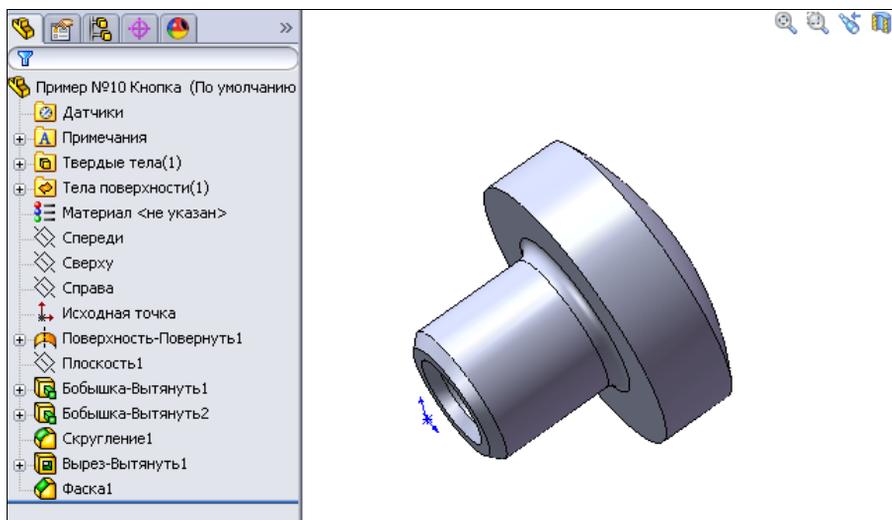


Рис. 2.128

2.7. Дополнительные возможности SolidWorks 2011

В этом разделе речь пойдет о командах, позволяющих в значительной мере ускорить процесс конструирования деталей. К ним относятся все команды создания массивов, а также команда **Зеркальное отражение** панели инструментов **Элементы**.

В SolidWorks 2011 можно построить несколько видов массивов:

- ◆ линейный массив;
- ◆ круговой массив;
- ◆ массив, управляемый кривой;
- ◆ массив, управляемый эскизом;
- ◆ массив, управляемый таблицей;
- ◆ образец заполнения.

При создании любых массивов всегда указывается копируемый элемент, количество копируемых элементов, расстояние между ними и способ построения массива.

- ◆ **Линейный массив** активизируется нажатием кнопки  — **Линейный массив** и позволяет размножить копируемые элементы детали, расположив их на одинаковом расстоянии в виде столбцов и рядов.
- ◆ **Круговой массив** запускается одноименной кнопкой . Для его построения кроме копируемого элемента нужно еще указать общее количество, угол между элементами и ось, которая служит центром копирования.
- ◆ **Массив, управляемый кривой**  — указывается элемент и кривая (кромка или специально построенный эскиз), вдоль которой располагаются копируемые элементы.
- ◆ **Массив, управляемый эскизом**  — позволяет размножить элемент детали, расположив копируемые элементы по конкретным точкам. Эти точки строятся заранее и располагаются в отдельном эскизе.
- ◆ **Массив, управляемый таблицей**  — позволяет расположить копируемые элементы по точкам, координаты которых задаются в специальной таблице.
- ◆ **Образец заполнения** — эта команда запускается одноименной кнопкой  и предоставляет конструктору возможность создать массив, заполняя копируемыми элементами определенную область.

Благодаря команде  — **Зеркальное отражение** выбранные элементы копируются, зеркально отражаясь от выбранной плоскости.

Рассмотрим использование некоторых из этих команд на конкретных примерах.

Пример № 11. Корпус редуктора (продолжение)

В этом примере достроим корпус редуктора, часть которого была сконструирована в *Примере № 9 настоящей главы* (рис. 2.129).

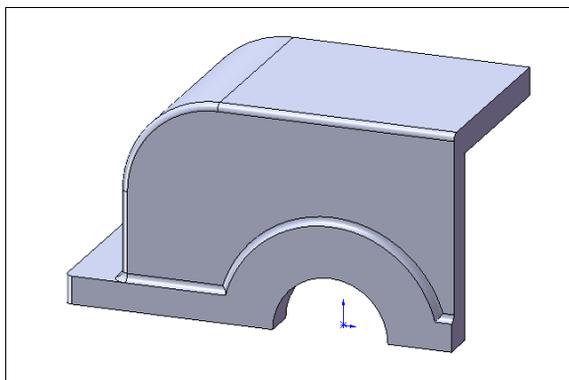


Рис. 2.129

1. На основании четверти корпуса редуктора построим его половину. Для этого активируем кнопку  — **Зеркальное отражение** на панели инструментов **Элементы**. На экране появится окно **Зеркальное отражение** (рис. 2.130). В разделе **Зеркально отразить грань/плоскость** укажем грань детали, относительно которой будет построено зеркальное отражение, а в разделе **Копировать тела** обозначим твердое тело четверти корпуса редуктора (рис. 2.130).

Нажмем кнопку **ОК**  и получим половину корпуса редуктора (рис. 2.131).

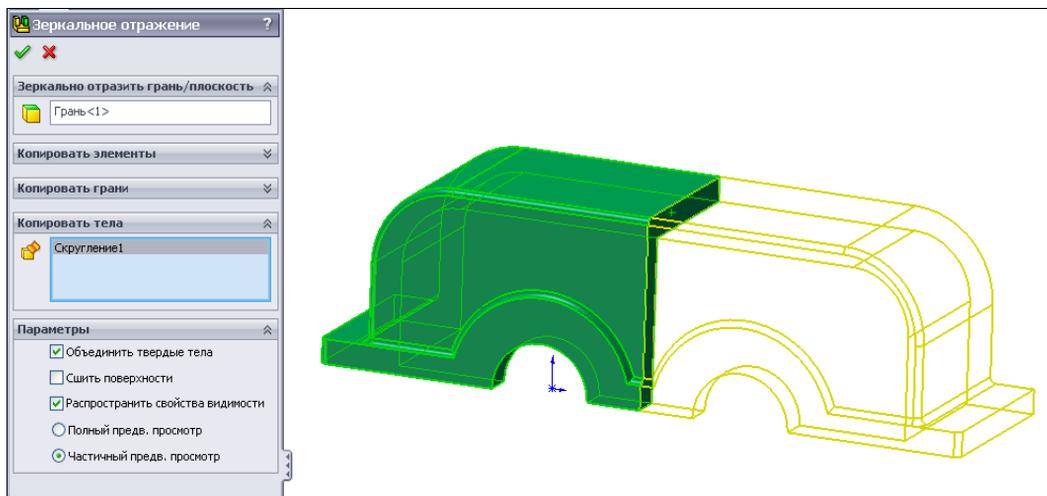


Рис. 2.130

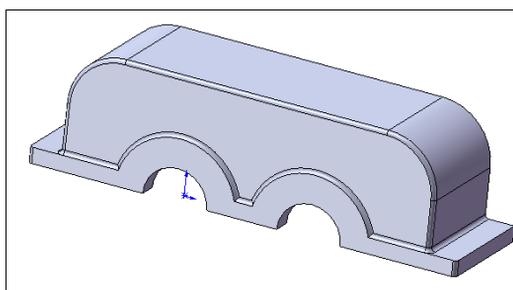


Рис. 2.131

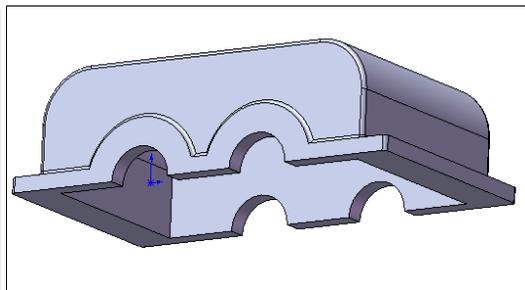


Рис. 2.132

2. Аналогичным образом построим вторую половину корпуса. Нажмем кнопку  — **Зеркальное отражение**. В разделе **Зеркально отразить грань/плоскость** обозначим плоскую грань детали. В разделе **Копировать тела** укажем твердое тело половины корпуса. В результате будет построен корпус редуктора (рис. 2.132).

3. В существующем корпусе не хватает отверстий для крепления крышек. Сконструируем эти отверстия: укажем плоскую грань корпуса, где должны быть построены отверстия, и нарисуем эскиз отверстий (рис. 2.133).

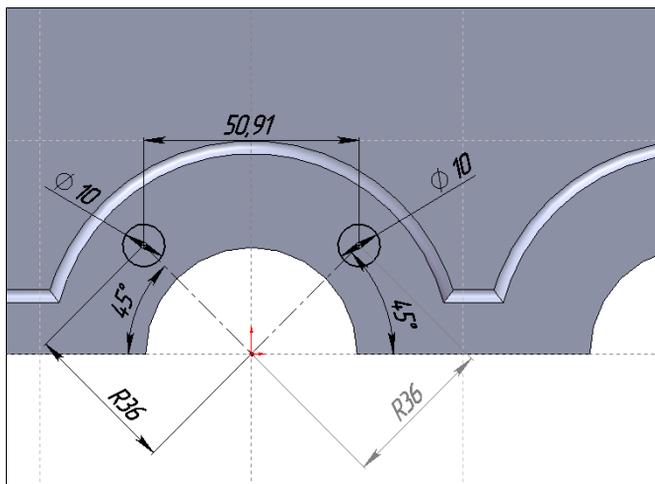


Рис. 2.133

Для оформления отверстий согласно построенному эскизу активизируем кнопку



— **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы**. На экране откроется окно **Вырез-Вытянуть**, в разделе **Направление 1** выберем граничное условие **На заданное расстояние** и укажем расстояние 25 мм. Закончим построение отверстий нажатием кнопки **ОК**  (рис. 2.134).

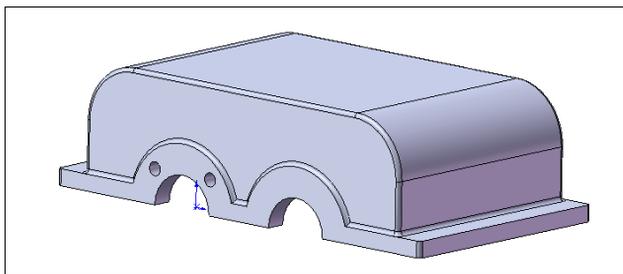


Рис. 2.134

Кроме того, что на детали сформировались два отверстия, в Дереве Конструирования появилась строка — **Вырез-Вытянуты1**.

4. Оформим внутри этих отверстий резьбу. Обратимся к меню **Вставка | Примечание | Условное изображение резьбы...** В появившемся на экране окне **Условное изображение резьбы** укажем кромки отверстий, а также выберем стандарт резьбы, длину резьбы и ее размер (рис. 2.135). Длина резьбовой части отверстий составляет 15 мм, а размер — M12.

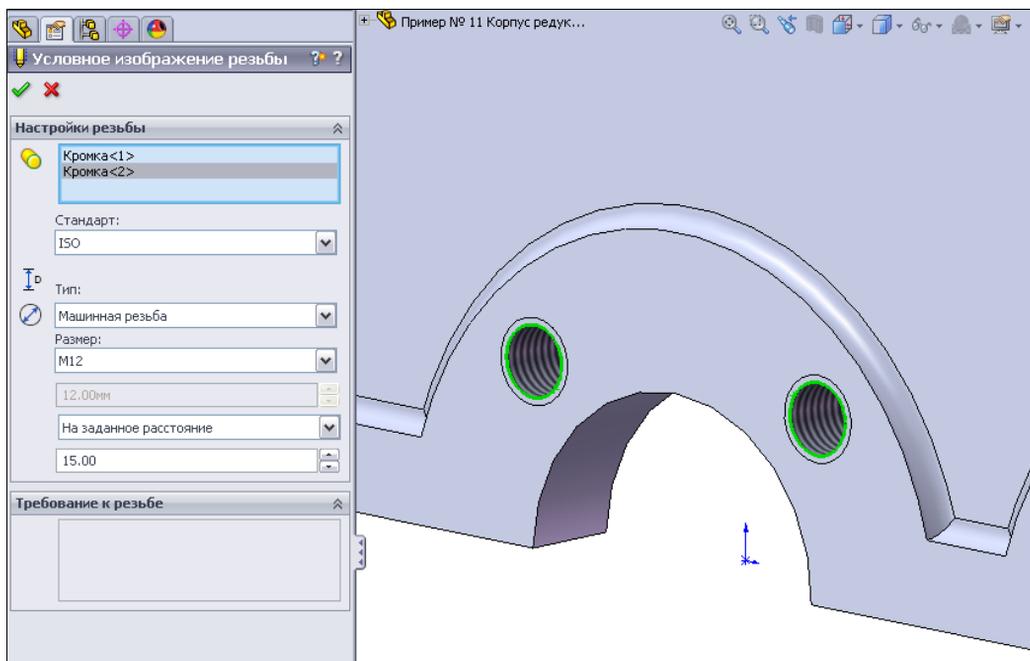


Рис. 2.135

5. Закончим оформление отверстий и резьбы, нажав кнопку **ОК** .
6. Теперь, используя команду **Линейный массив**, скопируем эти отверстия и на другие три бобышки. После нажатия кнопки  — **Линейный массив** на экране появится окно **Линейный массив1** (рис. 2.136). В разделе **Направление 1** укажем направление массива — длиновую кромку корпуса; интервал между элементами — 105 мм; количество экземпляров — 2. В разделе **Направление 2** укажем кромку, перпендикулярную первому направлению; интервал между элементами — 127 мм; количество экземпляров — 2; в качестве копируемых элементов в разделе **Копировать элементы** укажем **Вырез-Вытянуты1** (рис. 2.136).
7. Нажмем кнопку **ОК**  и получим корпус редуктора с резьбовыми отверстиями для крепления крышек (рис. 2.137).
8. Построим четыре гладких отверстия на бурте корпуса. Для этого отметим плоскость бурта и нарисуем эскиз отверстия (рис. 2.138).
9. Вытянем отверстие, для чего активизируем кнопку  — **Вытянутый вырез**. В окне **Вырез-Вытянуть** обозначим глубину выреза — **Насквозь**, затем нажмем кнопку **ОК**  и получим отверстие на бурте корпуса (рис. 2.139).
10. Оформим четыре таких отверстия, используя команду **Линейный массив**. Нажмем кнопку  — **Линейный массив**, в разделе **Направление 1** укажем

длиновую кромку корпуса; интервал между элементами 311 мм; количество экземпляров 2. В разделе **Направление 2** обозначим другую кромку, перпендикулярную Направлению 1; интервал между элементами — 128 мм; количество экземпляров — 2; в качестве копируемых элементов укажем **Вырез-Вытянуть2** (рис. 2.140).

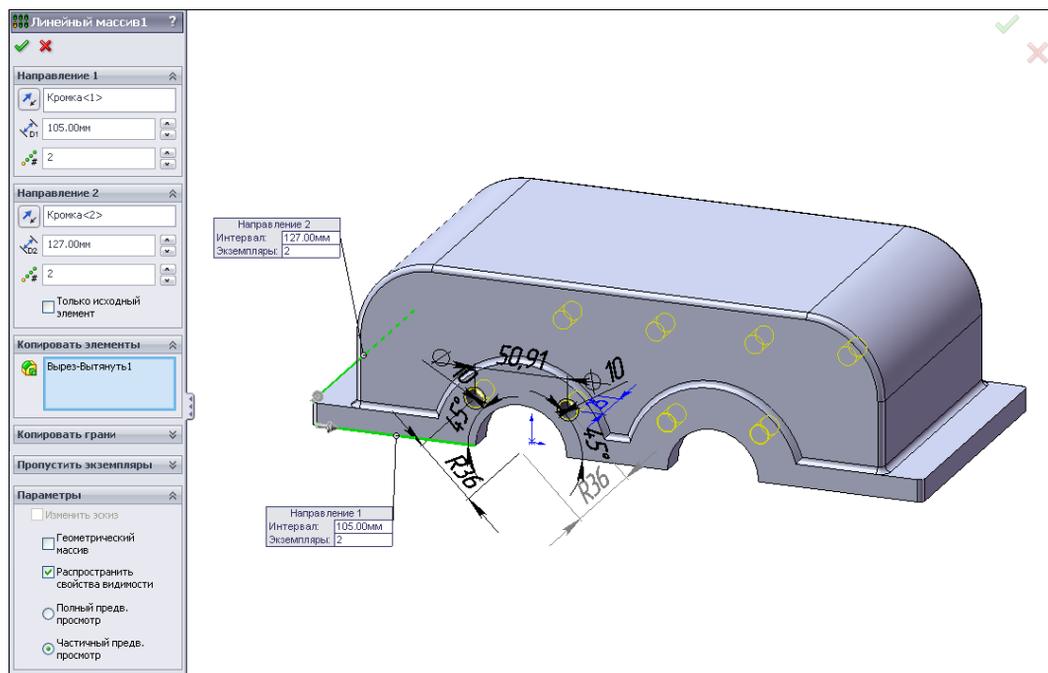


Рис. 2.136

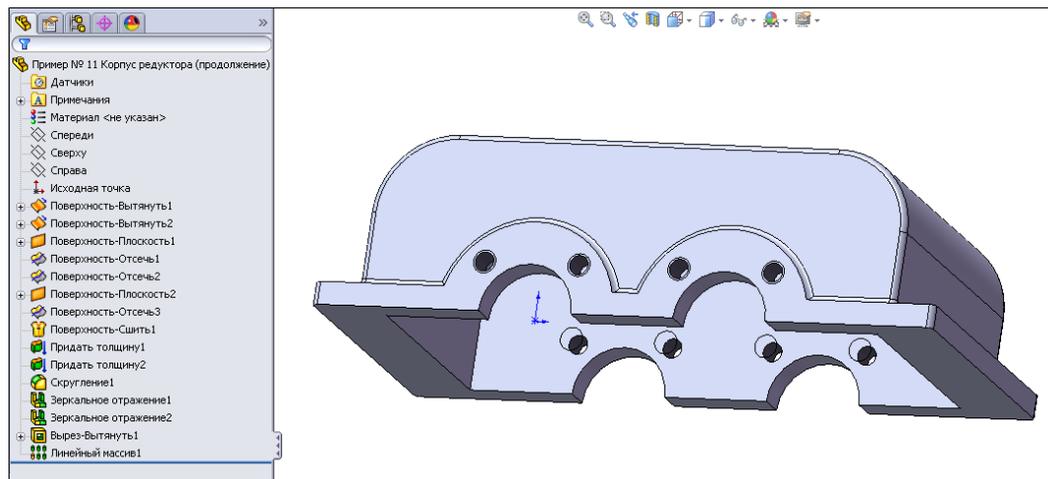


Рис. 2.137

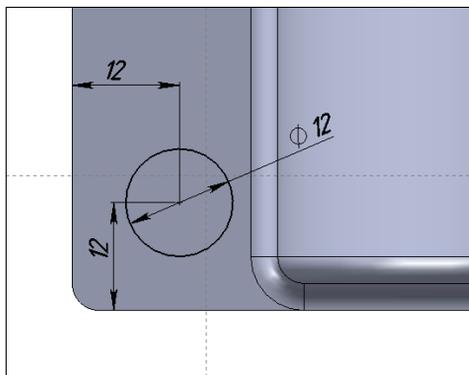


Рис. 2.138

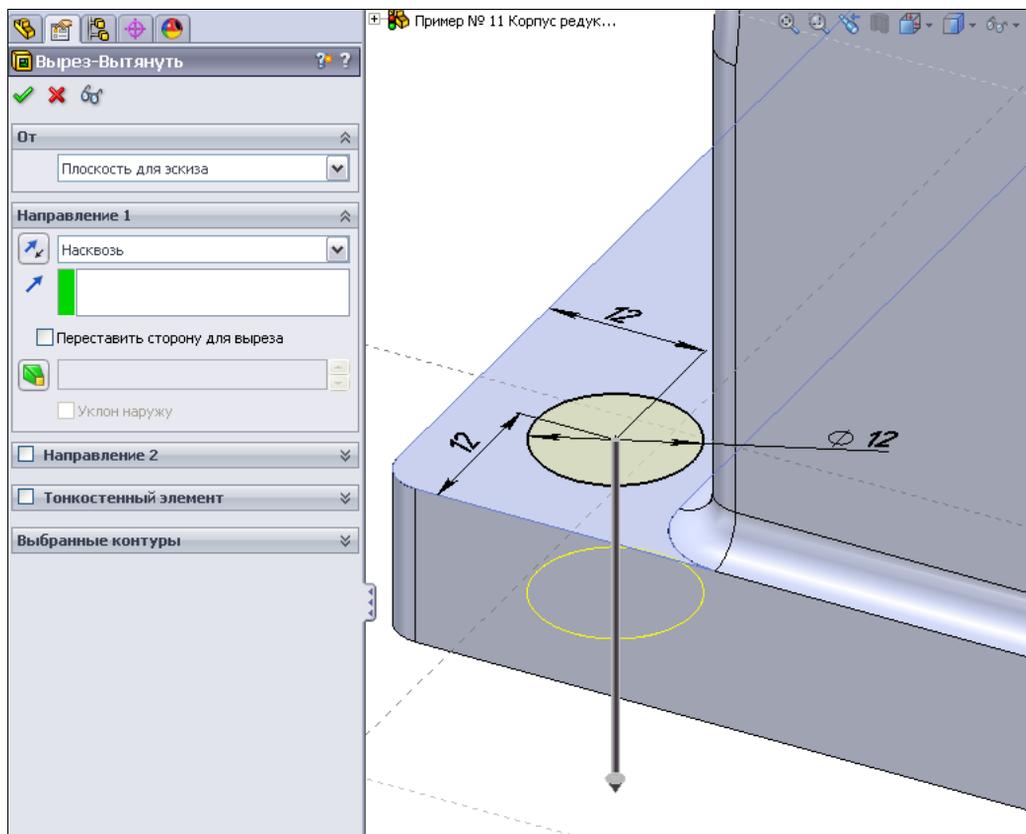


Рис. 2.139

11. Наждем кнопку **ОК**  и в результате получим готовый корпус редуктора, построенный при помощи вспомогательных поверхностей, зеркального отражения и линейных массивов (рис. 2.141).

Перейдем к рассмотрению круговых массивов. Показательным примером детали с круговыми массивами является зубчатое колесо.

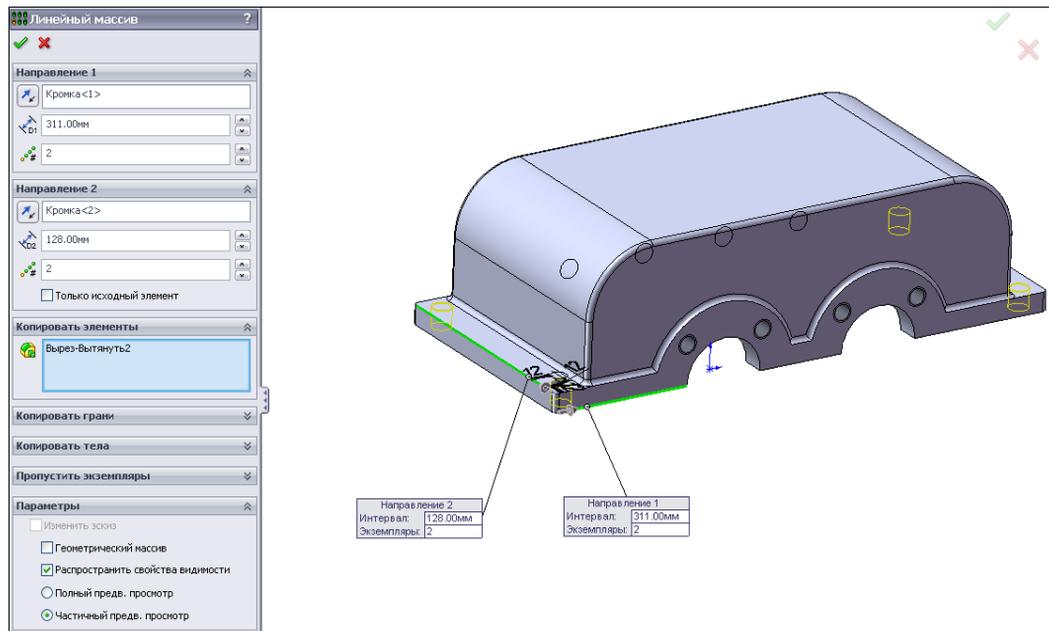


Рис. 2.140

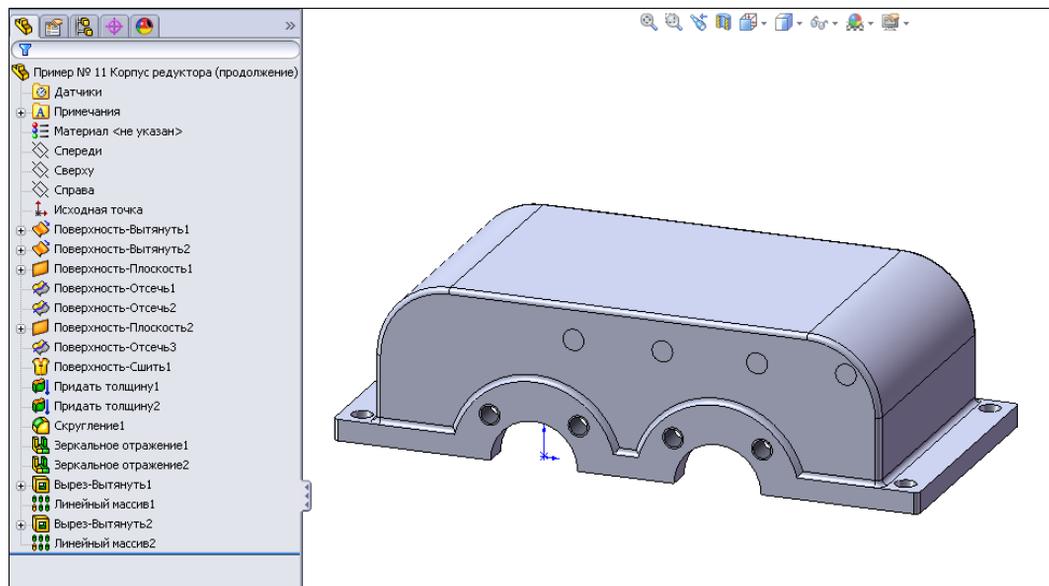


Рис. 2.141

Пример № 12. Зубчатое колесо

В этом примере мы сконструируем зубчатое колесо.

1. Построение зубчатого колеса начнем с оформления эскиза, для чего выберем плоскость Спереди в трехмерном пространстве SolidWorks 2011 и войдем в эскиз, обратившись к кнопке  — **Эскиз** на одноименной панели инструментов.
2. Оформим эскиз зубчатого колеса в виде его половины, не забыв изобразить ось детали (рис. 2.142).

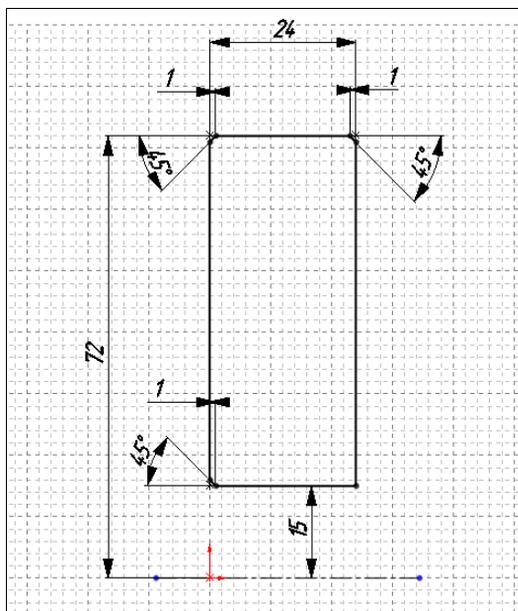


Рис. 2.142

Как видно из рис. 2.142, эскиз зубчатого колеса представляет собой прямоугольник с тремя фасками $1 \times 45^\circ$. На расстоянии 15 мм от прямоугольника построена ось детали, которая также является осью поворота эскиза.

3. Когда эскиз готов, для построения детали остается лишь нажать кнопку  — **Повернутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы**. На экране дисплея появится окно **Повернуть**, в котором необходимо указать угол поворота эскиза, для колеса он составляет 360° (рис. 2.143).
4. Нажмем кнопку **ОК**  и в результате получим колесо с фасками (рис. 2.144), а в Дереве Конструирования появится строка **Повернуть1**.
5. Построим шпоночный паз на зубчатом колесе. Для создания эскиза шпоночного паза выберем одну из плоских поверхностей колеса и войдем в эскиз, активизировав кнопку  — **Эскиз** на одноименной панели инструментов. Нарисуем эскиз шпоночного паза (рис. 2.145).

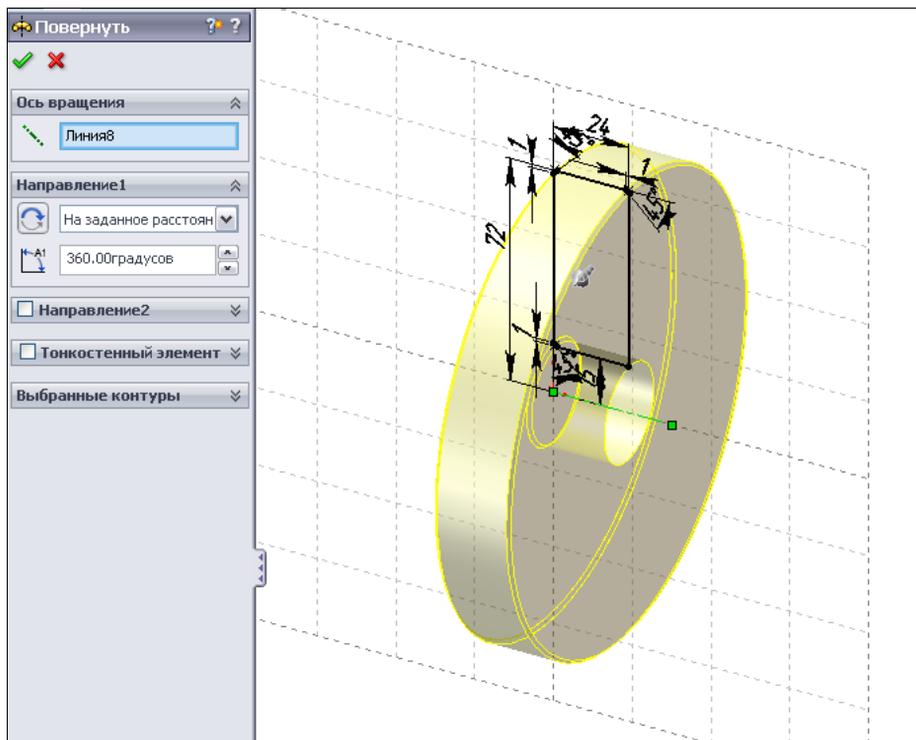


Рис. 2.143

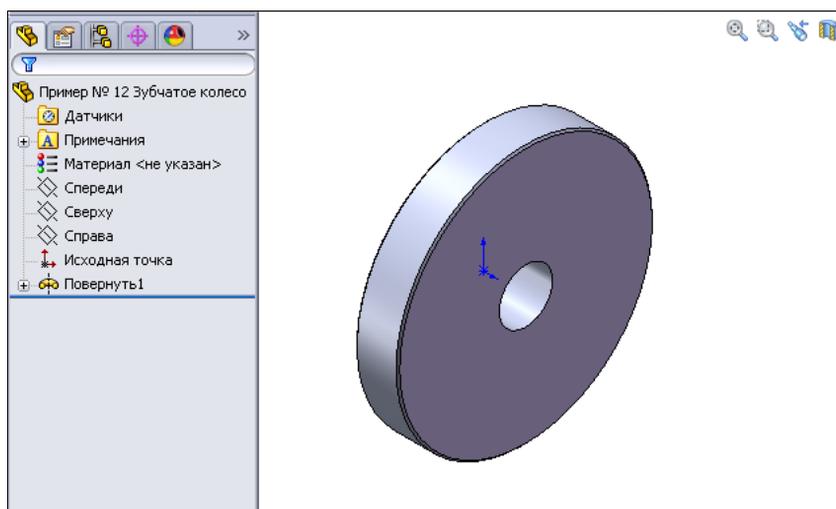


Рис. 2.144

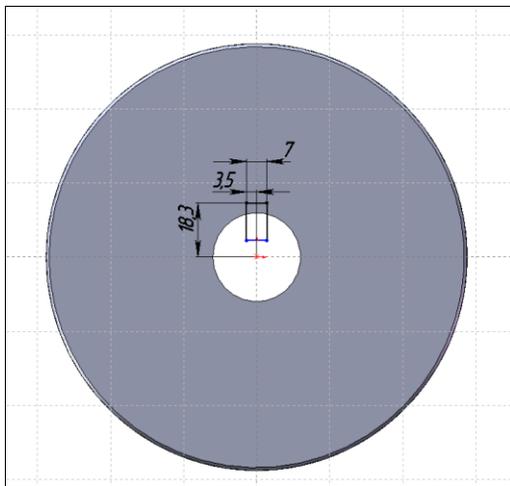


Рис. 2.145

6. Вытянем эскиз шпоночного паза, для чего активизируем кнопку  — **Вытянутый вырез**. На экране откроется окно **Вырез-Вытянуть**. В разделе **Направление 1** укажем граничное условие оформляемого выреза — **Насквозь** (рис. 2.146).

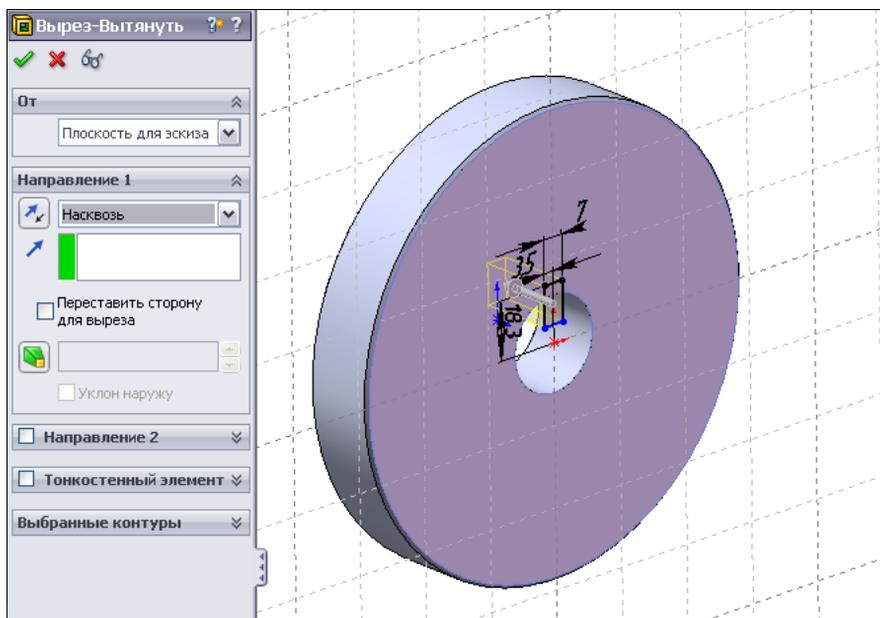


Рис. 2.146

7. Закончим построение шпоночного паза, нажав кнопку **ОК** . В результате получим заготовку зубчатого колеса, пока без зубьев, но с фасками и шпоночным пазом (рис. 2.147).

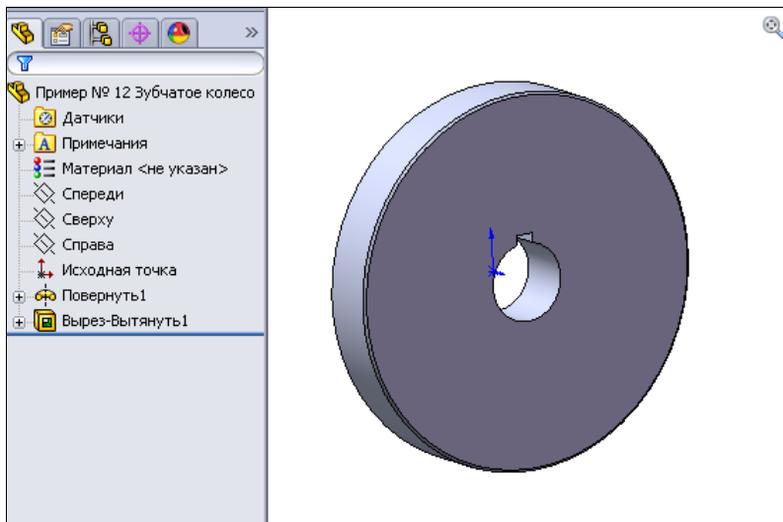


Рис. 2.147

Перейдем к оформлению зубьев.

1. Отметим плоскую поверхность колеса и построим эскиз впадины зуба (рис. 2.148).

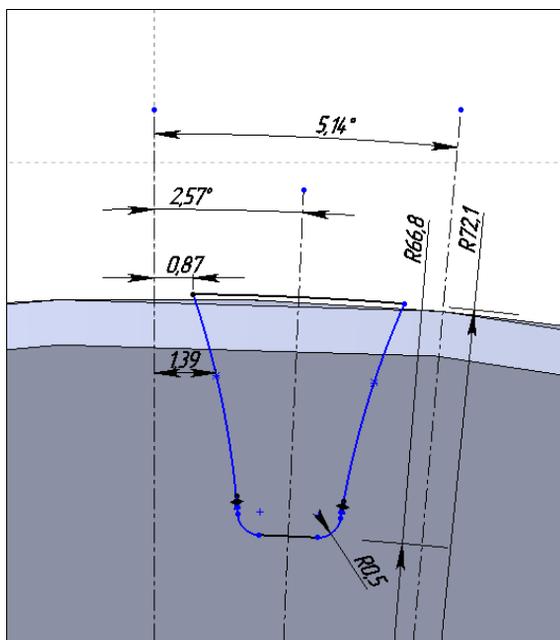


Рис. 2.148

2. Теперь оформим впадину, для чего нажмем кнопку  — **Вытянутый вырез**. В разделе **Направление 1** укажем граничное условие оформляемого выреза —

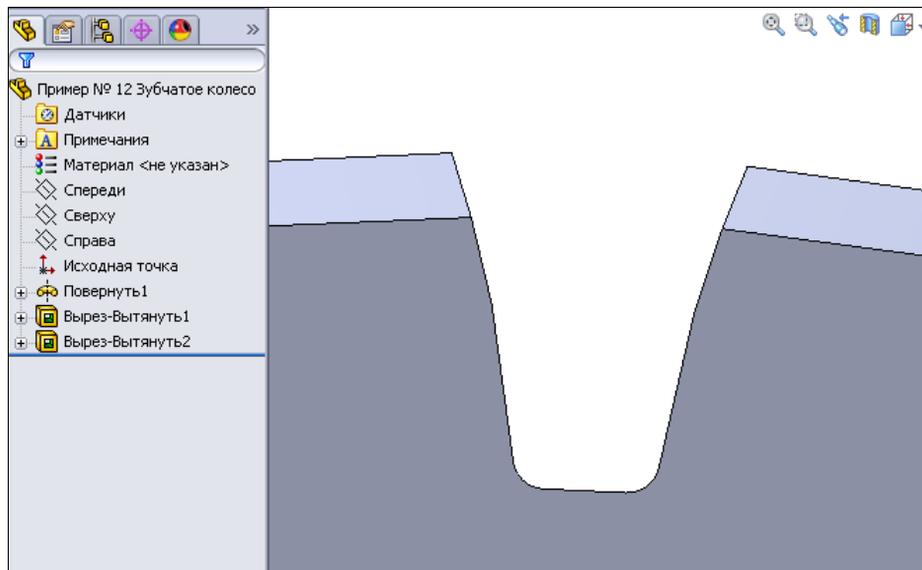


Рис. 2.149

Насквозь, нажмем кнопку **ОК**  и получим колесо с вырезом в виде впадины зуба (рис. 2.149).

3. При помощи кругового массива скопируем впадину зуба. Для этого нажмем кнопку  — **Круговой массив**. На экране появится окно **Круговой массив**. В разделе **Параметры** укажем ось массива посредством меню **Вид | Временные оси**. В трехмерной модели детали появится ось, которую необходимо выделить. Ее название отобразится в разделе **Параметры** (рис. 2.150). В этом разделе также укажем суммарный угол массива — 360° , количество копируемых элементов (впадин) — 70, поставим флажок **Равный шаг** (рис. 2.150). В разделе **Копировать элементы** необходимо обозначить вырез зуба — **Вырез-Вытянуть2** (рис. 2.150).
4. Нажмем кнопку **ОК** , чтобы закончить построение зубчатого колеса. На экране отобразится зубчатое колесо со шпоночным пазом (рис. 2.151).

Сконструировав зубчатое колесо, мы закончили рассмотрение основных способов проектирования деталей в SolidWorks 2011. Используя описанные приемы и методы, можно создавать трехмерные объекты различной сложности. Кроме этого, в SolidWorks 2011 существуют средства, позволяющие проектировать детали из листового металла, сварные конструкции, создавать литейные формы, а также приемы оформления различных конфигураций одной детали.

В следующей главе рассмотрим методы построения конфигураций.

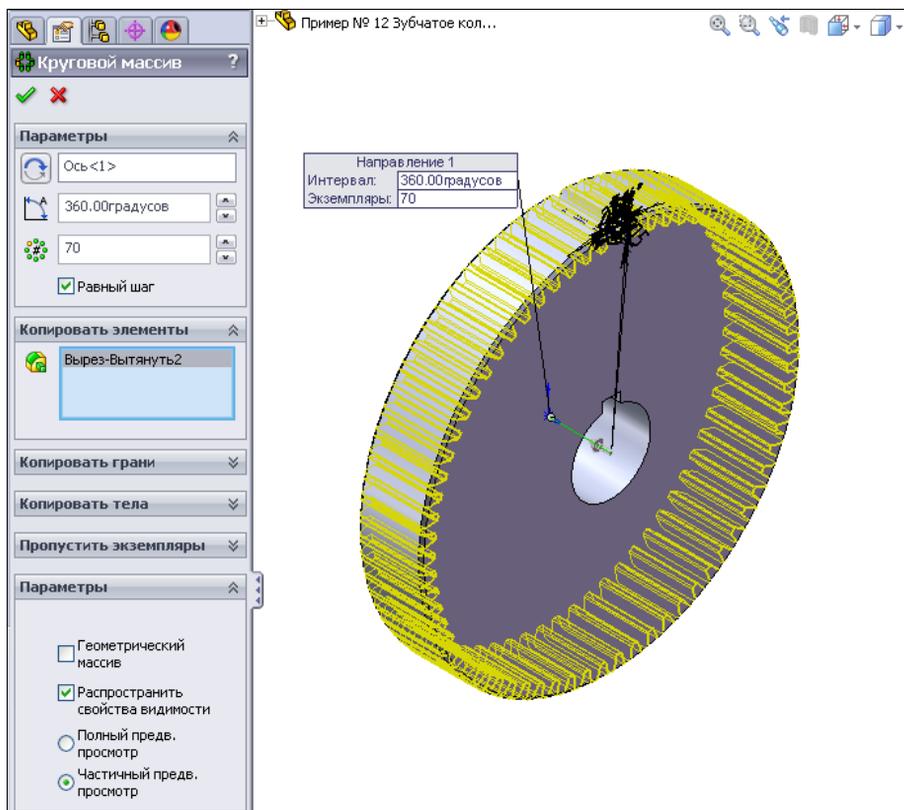


Рис. 2.150

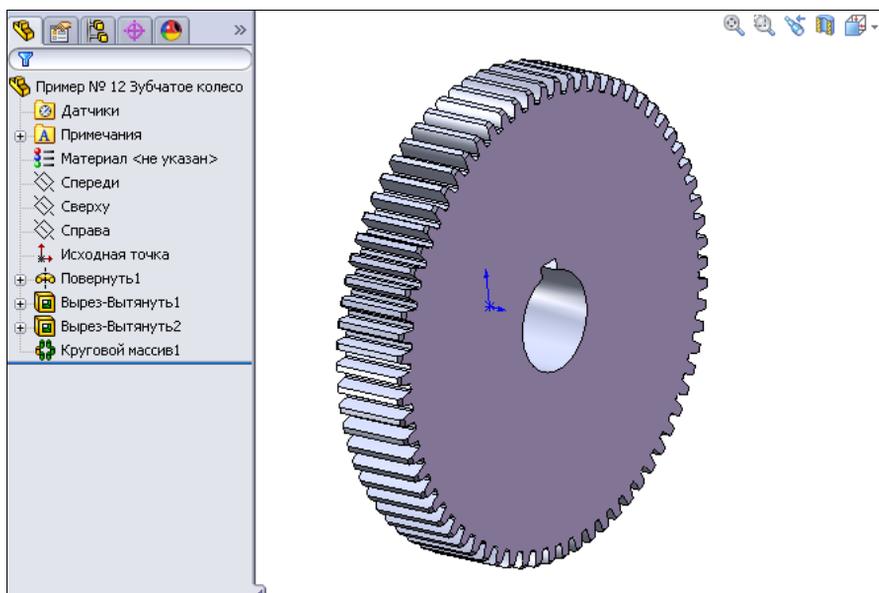


Рис. 2.151