

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автоматизированные системы управления»

ИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности*

*1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных
технологий» дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 004.92
ББК 32.973-018.2
И74

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автоматизированные системы управления»
«12» октября 2021 г., протокол № 3

Составитель канд. техн. наук, доц. А. В. Шилов

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. К. Крутолевич

Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине
«Информатика и компьютерная графика» для студентов специальнос-
ти 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»
дневной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое издание

ИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск	А. И. Якимов
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевнича

Подписано в печать . Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Основы твердотельного моделирования деталей.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Массивы в эскизах и массивы твердотельных элементов.....	12
3 Лабораторная работа № 3. Конфигурации трехмерных моделей и их параметризация	15
4 Лабораторная работа № 4. Создание модели детали по сечениям	21
5 Лабораторная работа № 5. Создание сварных конструкций	25
6 Лабораторная работа № 6. Построение детали с помощью элементов листового металла в SW	28
7 Лабораторная работа № 7. Создание модели рессоры.....	34
8 Лабораторная работа № 8. Поверхностное моделирование в SolidWorks	40
Список литературы	48

Введение

Предмет «Информатика и компьютерная графика» является дисциплиной общеобразовательного цикла. Отличие информатики от других технических дисциплин, изучаемых в высшей школе, состоит в том, что ее предмет изучения меняется ускоренными темпами. Сегодня количество компьютеров в мире превышает 800 миллионов единиц и продолжает удваиваться в среднем каждые три года. Изучение основ современных информационных технологий с использованием компьютерных технологий является одним из важнейших этапов при подготовке современного инженера. Это обусловлено стремительным внедрением новейших информационных технологий во все сферы человеческой деятельности. Квалифицированный инженер должен владеть инструментами автоматизированного проектирования и уметь их применять для решения задач в своей профессиональной деятельности в различных интегрированных средах.

Целью учебной дисциплины является формирование знаний, умений и навыков у студентов при работе с системами трехмерного проектирования деталей и сборочных узлов при производстве изделий на основе трехмерных технологий.

Автоматизированное проектирование (computer-aided design – CAD) представляет собой технологию, состоящую в использовании компьютерных систем для облегчения создания, изменения, анализа и оптимизации проектов. Таким образом, любая программа, работающая с компьютерной графикой, так же как и любое приложение, используемое в инженерных расчетах, относится к системам автоматизированного проектирования. Другими словами, множество средств САД простирается от геометрических программ для работы с формами до специализированных приложений для анализа и оптимизации. Между этими крайностями уместятся программы для анализа допусков, расчета масс-инерционных свойств, моделирования методом конечных элементов и визуализации результатов анализа.

Основная функция САД – определение геометрии конструкции (детали механизма, архитектурные элементы, электронные схемы, планы зданий и т. п.), поскольку геометрия определяет все последующие этапы жизненного цикла продукта. Для этой цели обычно используются системы разработки рабочих чертежей и геометрического моделирования. Поэтому эти системы обычно и считаются системами автоматизированного проектирования. Более того, геометрия, определенная в этих системах, может использоваться в качестве основы для дальнейших операций в системах CAE и CAM. Это одно из наиболее значительных преимуществ САД, позволяющее экономить время и сокращать количество ошибок, связанных с необходимостью определять геометрию конструкции с нуля каждый раз, когда она требуется в расчетах.

1 Лабораторная работа № 1. Основы твердотельного моделирования деталей

Цель работы: изучить структуру среды SolidWorks (SW) и основные виды выполняемых работ в среде SW. Изучить основные приемы работы при создании деталей, построении эскиза, взаимосвязи элементов эскиза.

При загрузке программы SW с помощью ярлыка на рабочем столе вы увидите начальный экран программы SW. При наведении курсора мыши на логотип SW появляется меню (рисунок 1.1).

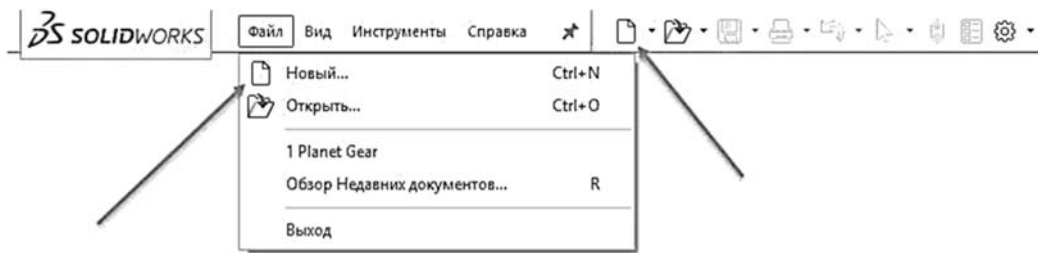


Рисунок 1.1 – Меню программы SW

Создание нового документа.

Новый документ, деталь, сборка или чертеж создаются нажатием на соответствующую иконку в меню, либо нажатием на Файл – Новый. Либо одновременным нажатием клавиш Ctrl + N (рисунок 1.2).

«Деталь» активна по умолчанию (см. рисунок 1.2). Выбор подтверждаем нажатием ОК, после чего загрузится среда построения 3D-деталей (рисунок 1.3).

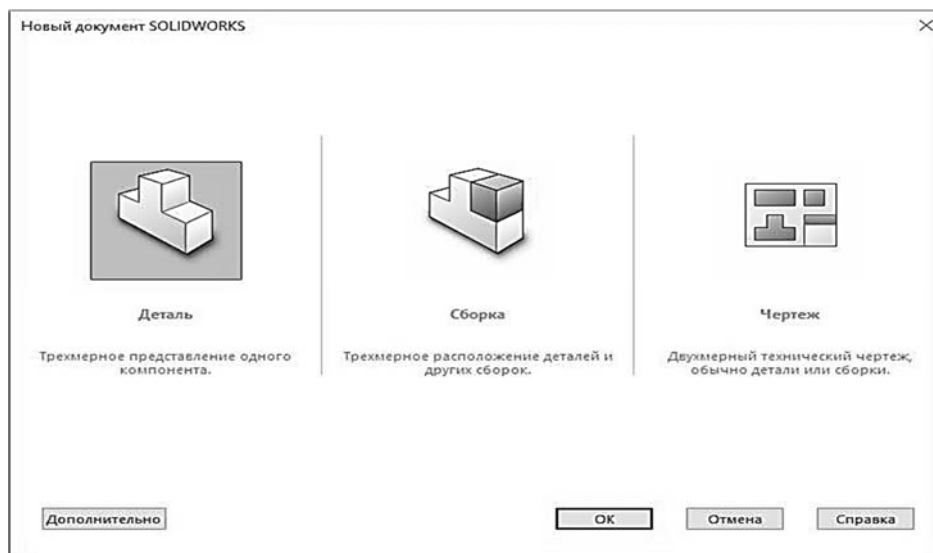


Рисунок 1.2 – Диалоговое окно выбора типа электронного документа

В среде построения деталей происходит построение тел, поверхностей и моделей из листового материала (см. рисунок 1.3).

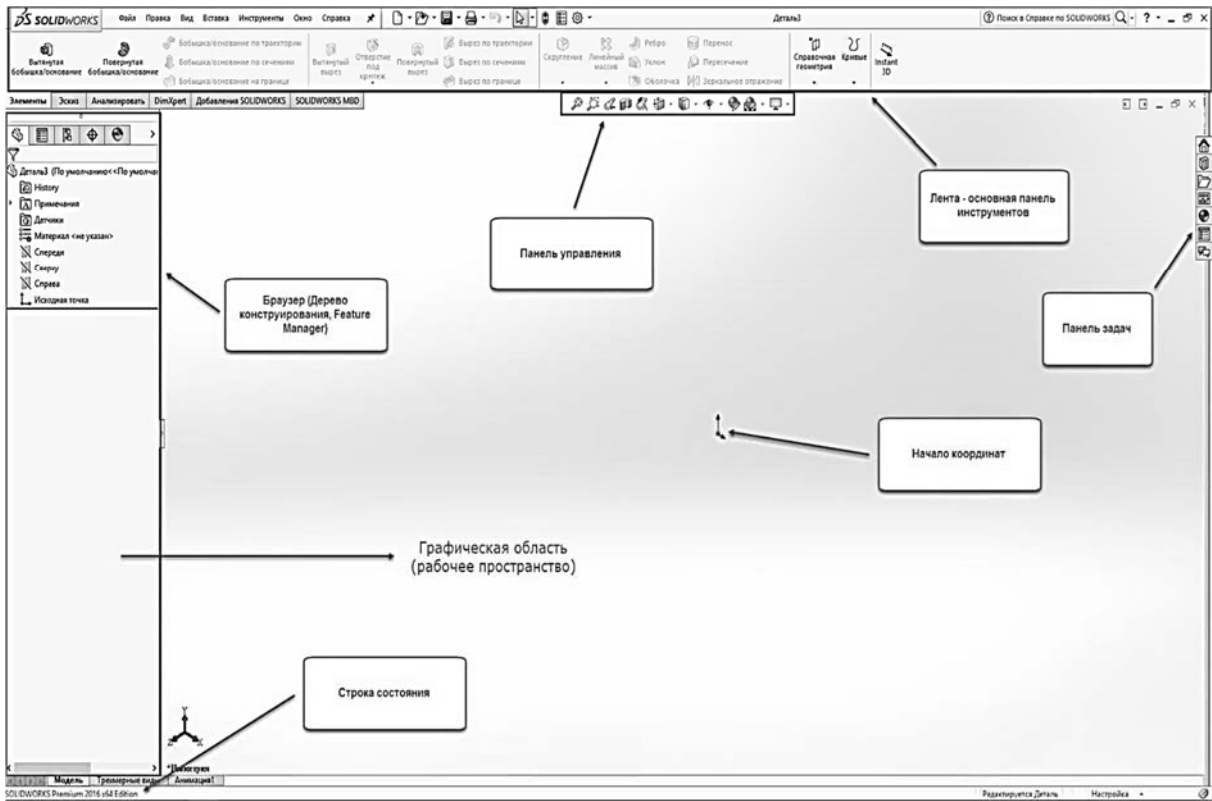


Рисунок 1.3 – Диалоговое окно выбора типа электронного документа

Задание к лабораторной работе: необходимо создать 3D-деталь, изображенную на рисунке 1.4. Габариты основания – $60 \times 120 \times 40$ мм; диаметр отверстий по углам – 10 мм, в центре детали – 30 мм.

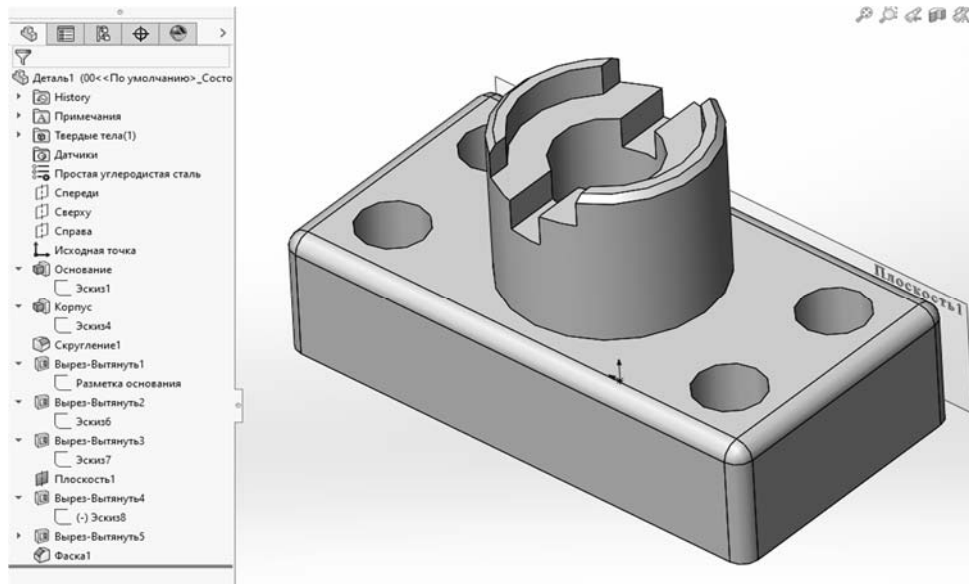


Рисунок 1.4 – Окончательный вид детали и дерева построения

Построение детали начинается с построения эскиза основания. Нажатие клавиши мыши на вкладку «Эскиз» главной панели инструментов

(в левом верхнем углу экрана) на мониторе приведет к появлению основных инструментов для работы с плоским эскизом (рисунок 1.5).

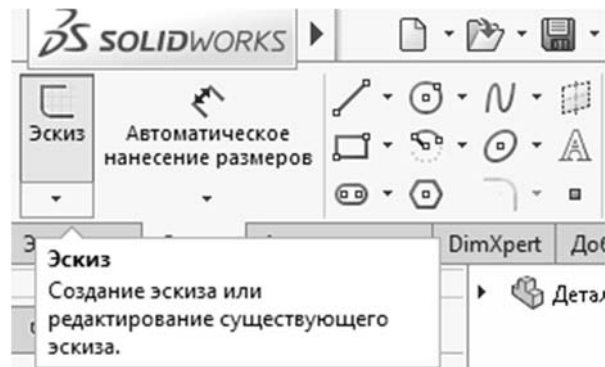


Рисунок 1.5 – Основные инструменты для работы с плоским эскизом

В режиме эскиза доступны следующие группы команд:

- для создания геометрических элементов;
- для преобразования объектов;
- для работы со связями между объектами.

Затем нажатием клавиши мыши выбираем плоскость «Сверху», после чего произойдет ее разворот до совпадения с плоскостью монитора.

Выбрав плоскость построения, с помощью инструментов меню «Эскиз» создают плоский эскиз. Сначала с помощью инструмента «Прямоугольник из центра» надо нарисовать эскиз прямоугольника произвольного размера, **привязав его начальную точку к началу координат** (рисунок 1.6).

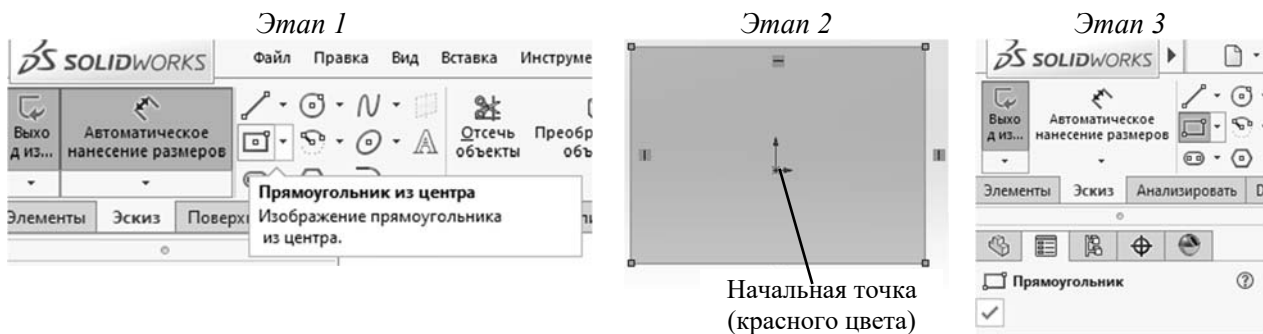


Рисунок 1.6 – Построение прямоугольника произвольных размеров инструментом «Прямоугольник из центра» вкладки «Эскиз»

Для задания размеров прямоугольника необходимо выбрать «Автоматическое нанесение размеров», присвоить сторонам размеры, указанные в задании, после чего эскиз будет **отображаться черными линиями** (рисунок 1.7), что означает – эскиз полностью определен. Только после этого можно приступить к построению 3D-фигуры, путем выбора на вкладке «Элементы» операции «Вытянутая бобышка» на расстояние 40 мм.

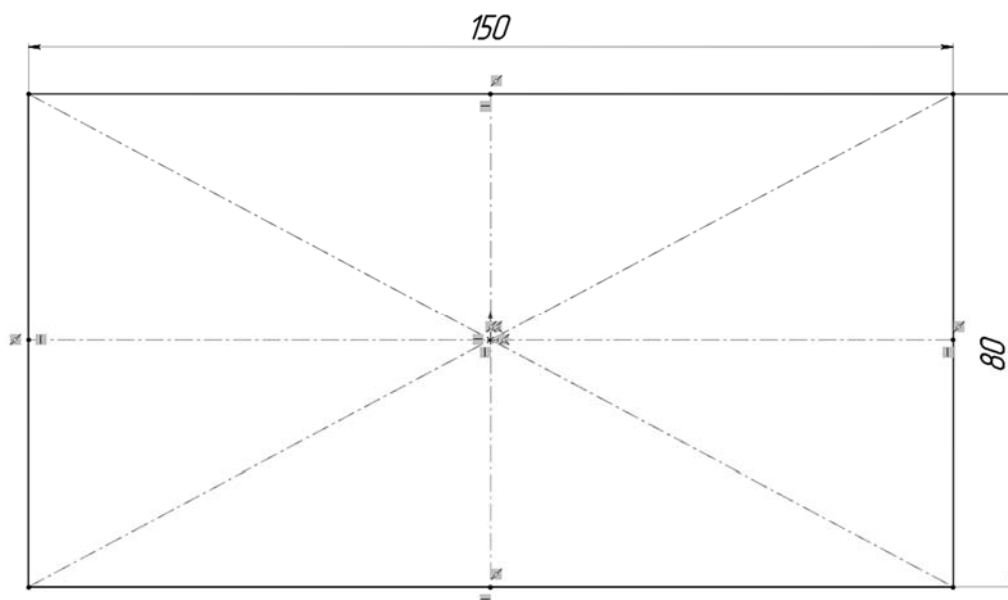


Рисунок 1.7 – Построение эскиза основания (80 × 150 мм)

Состояние геометрии эскиза.

Геометрия эскиза может находиться в одном из следующих состояний.

Полностью определен – **черный** цвет. Размеры и взаимосвязи описаны полностью и правильно.

Недоопределен – **синий** цвет. Размеры и взаимосвязи не определены адекватным образом, и линии могут неожиданно перемещаться или изменяться в размере.

Переопределен – **красный** цвет. Данная геометрия содержит слишком много ограничений в виде размеров и/или взаимосвязей.

Подвешенные – **коричневый** цвет, штриховые линии. Относится только к объекту эскиза, который был добавлен в эскиз автоматически в последнее известное положение подвешенной геометрии модели.

Не решено – **розовый** цвет. Положение данной геометрии не может быть определено с помощью существующих ограничений.

Недопустимый – **желтый** цвет. Данная геометрия при расчете окажется геометрически недопустимой.

Построение эскиза на грани твердого тела.

Выбрать указателем мыши верхнюю грань прямоугольного тела. Выбрать режим построения эскиза. Выбрать построение окружности. Центр окружности задать отслеживанием от серединных точек смежных ребер корпуса. Радиус указать приблизительно. Затем при помощи инструмента «Автоматическое нанесение размеров» указать его значение 60 мм.

Построение цилиндрической части детали.

Перейти на вкладку «Элементы». Применить операцию вытягивания эскиза. Задать расстояние вытягивания 50 мм. Подтвердить построение. Переименовать все твердое тело в «Корпус» в дереве конструирования (рисунок 1.8).

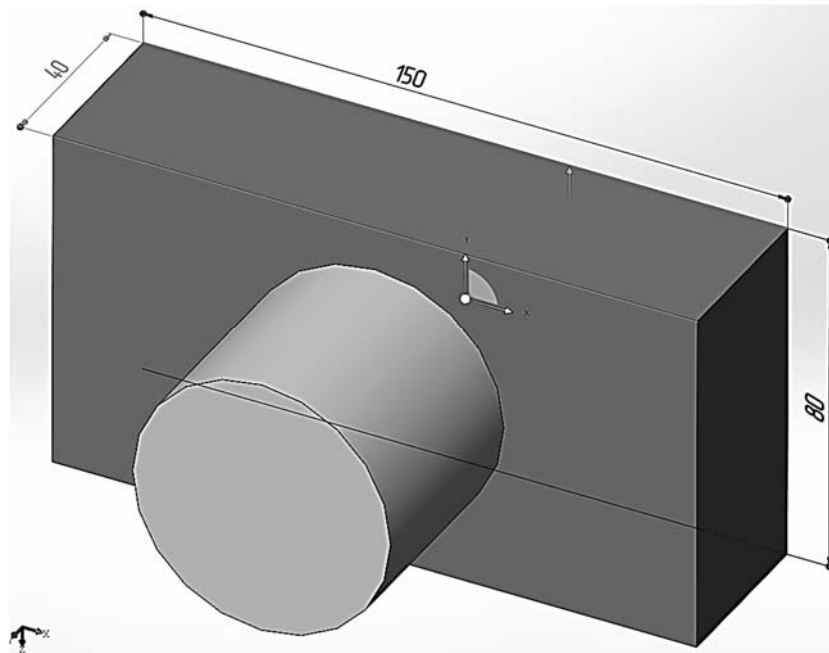


Рисунок 1.8 – Построение цилиндрической части детали

Образование скруглений твердого тела.

Выбрать вкладку «Элементы». Выбрать операцию «Скругление». Указать параметр радиуса скругления 5 мм. Указать кромки, подлежащие скруглению. Подтвердить построение (рисунок 1.9).

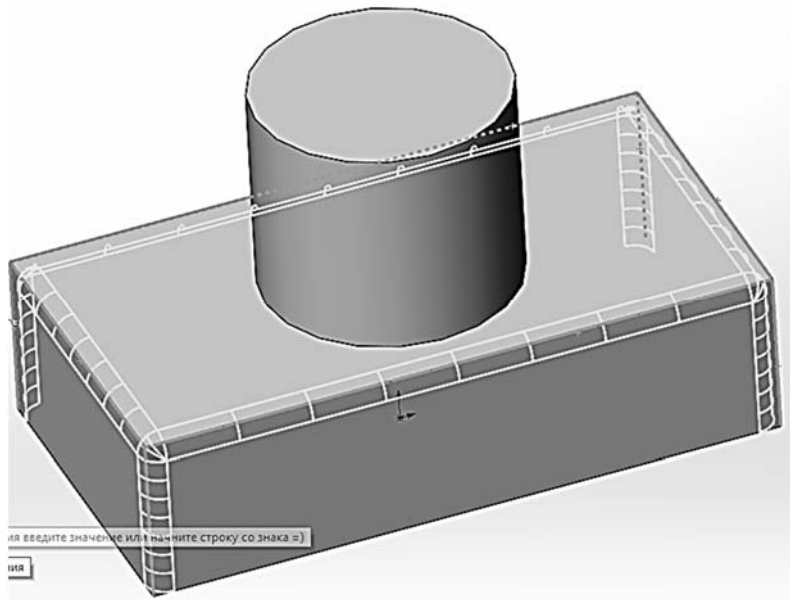


Рисунок 1.9 – Образование скруглений твердого тела

Вытягивание вырезов. Разметка грани нижнего основания.

Выбрать нижнюю грань. Выбрать режим построения эскиза. Выбрать команду «Смещение объектов». Задать параметр смещения 20 мм, поставив флаг на реверс и «Вспомогательная геометрия». Подтвердить построение.

Создание отверстий вытягиванием выреза.

Выбрать вкладку «Элементы». Выбрать команду «Вытянутый вырез». Указать грань для эскизов сечений будущих отверстий. Создать по очереди четыре окружности с центрами в точках разметки и диаметром 20 мм. Закрывать эскиз. В свойствах выреза установить «Насквозь» (рисунок 1.10).

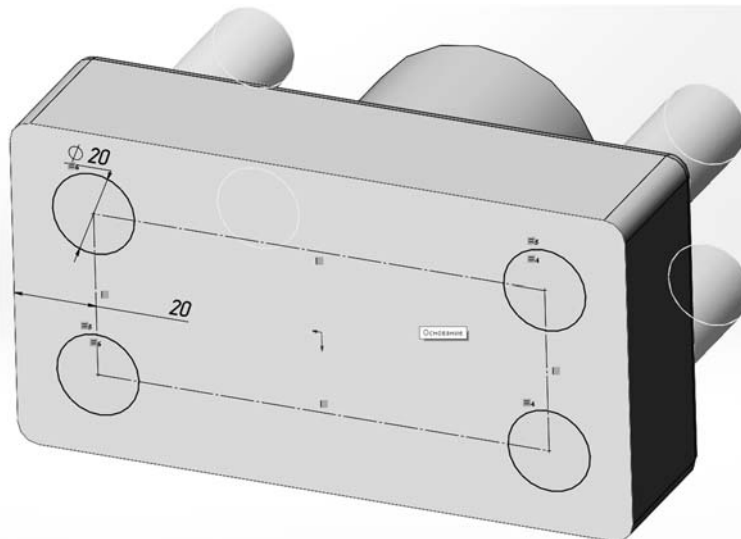


Рисунок 1.10 – Создание отверстий вытягиванием выреза

Оформление центрального ступенчатого отверстия.

Используя верхнюю грань цилиндрической бобышки, создать цилиндрическое углубление диаметром 50 мм на глубину 10 мм.

Затем создать сквозное отверстие диаметром 30 мм (рисунок 1.11).

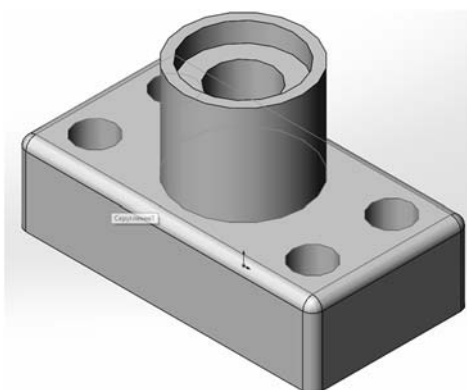


Рисунок 1.11 – Оформление центрального ступенчатого отверстия

Создание паза вытягиванием выреза.

Чтобы создать эскиз сечения вытягиваемого выреза, нужна дополнительная плоскость. Для этого при помощи «Справочная геометрия» создаем вспомогательную плоскость по передней грани основания корпуса (рисунок 1.12). На этой плоскости создаем прямоугольник из центра (центр прямоугольника

привязать к середине проекции окружности), вырез вытянуть до противоположной грани. Аналогично создать второй вырез (рисунок 1.13).

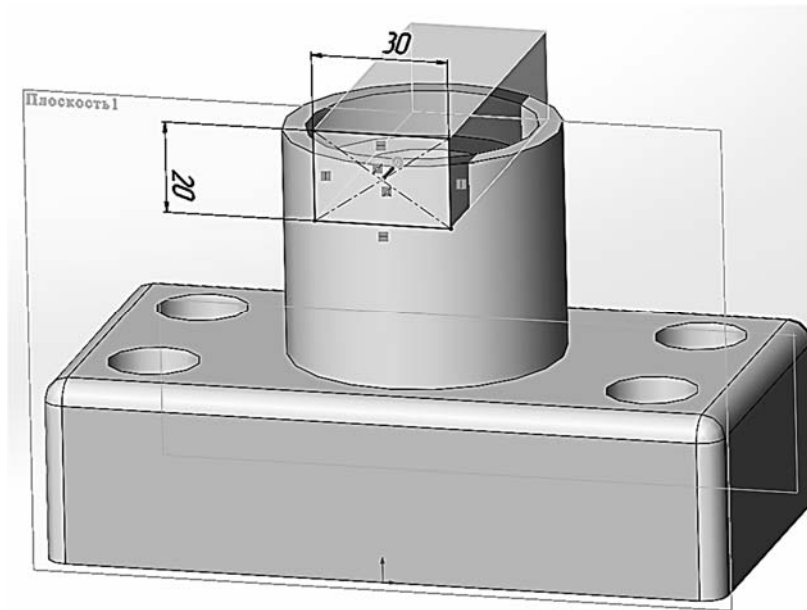


Рисунок 1.12 – Создание первого выреза вытягиванием

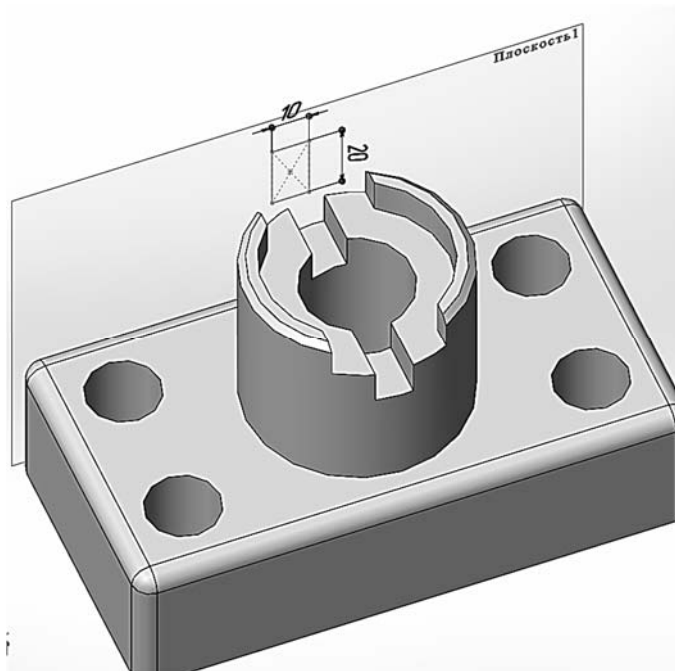


Рисунок 1.13 – Создание второго выреза

Применить фаски к верхним кромкам цилиндрической части детали корпуса.

Применить цвета и текстуры материала для детали, выбрав в дереве построения материал детали «Простая углеродистая сталь» [1].

2 Лабораторная работа № 2. Массивы в эскизах и массивы твердотельных элементов

Цель работы: построение твердотельной модели фланца при помощи круговых массивов.

В SW следует отличать массивы в эскизах и массивы твердотельных элементов.

Эскизы, на которых основывается создание твердых тел, должны быть по возможности простыми. Лучше сделать больше эскизов, но простых по конструкции.

Для построения эскиза основания фланца необходимо:

- построить эскиз двух окружностей с общим центром диаметром 200 и 50 мм;
- для формирования ушка будущей детали на большей окружности построить две (рисунок 2.1) диаметром 40 и 20 мм;
- обрезать лишнее, скруглить радиусом 10 мм переход между ушком и окружностью.

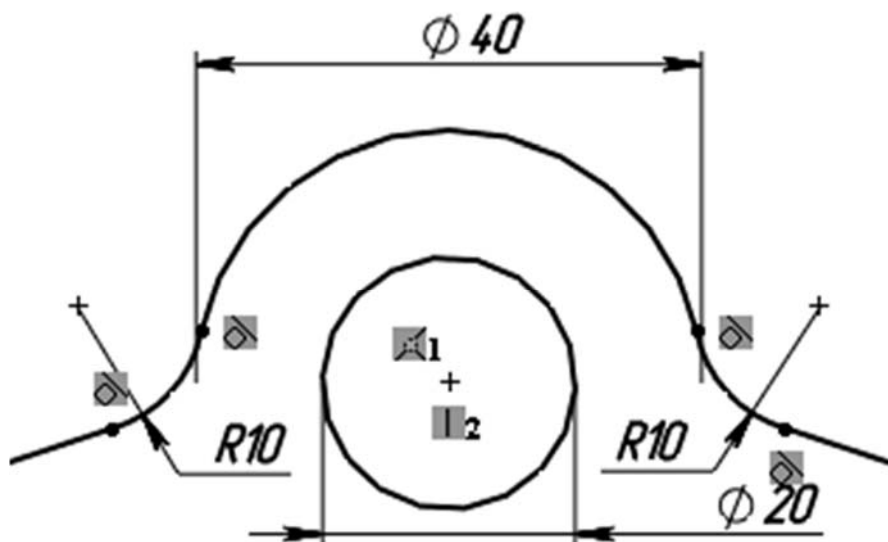


Рисунок 2.1 – Эскиз ушка фланца

С помощью «Кругового массива» построить массив из семи элементов под углом 45°. В массив включить набор элементов из трех дуг и окружность. Включить реверс построения. Обрезать лишнее (рисунок 2.2).

Построение основания фланца вытягиванием эскиза.

Полученный эскиз вытянуть на расстояние 20 мм. На плоской грани фланца создать бобышку под болт вытягиванием эскиза из двух окружностей: одну получите преобразованием из кромки отверстия и вторую диаметром 30 мм. Скруглить кромку радиусом 5 мм (рисунок 2.3).

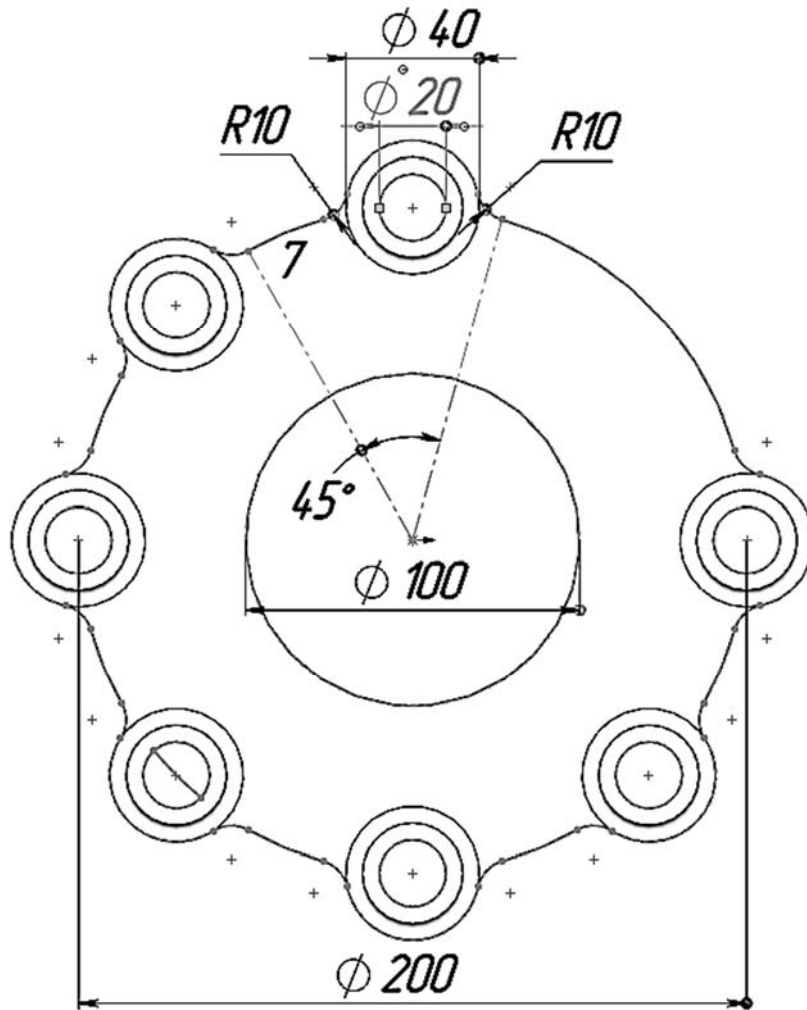


Рисунок 2.2 – Построение массива элементов фланца

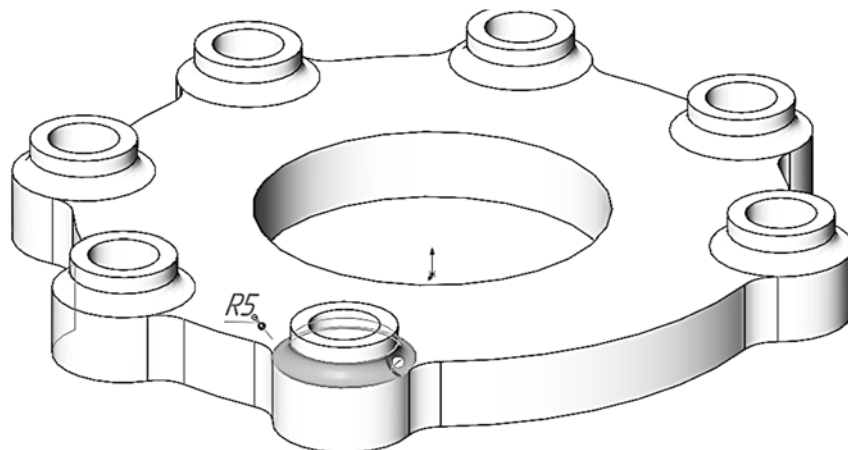


Рисунок 2.3 – Построение бобышки под болт

Построение кругового массива твердых элементов.

Для построения кругового массива элементов нужна *вспомогательная ось*, которую необходимо построить в центре детали, выбрав способ ее задания по центральной внутренней цилиндрической поверхности.

Перед построением массива выберите размножаемые элементы (в данном случае вытянутая бобышка и скругление), включив в выбор *ось*.

В панели инструментов элементов выберите круговой массив и задайте построение семи элементов для массива с равным шагом 45° на дуге 270° .

Построение посадочного места для ступицы и канавок для уплотнителя (рисунок 2.4).

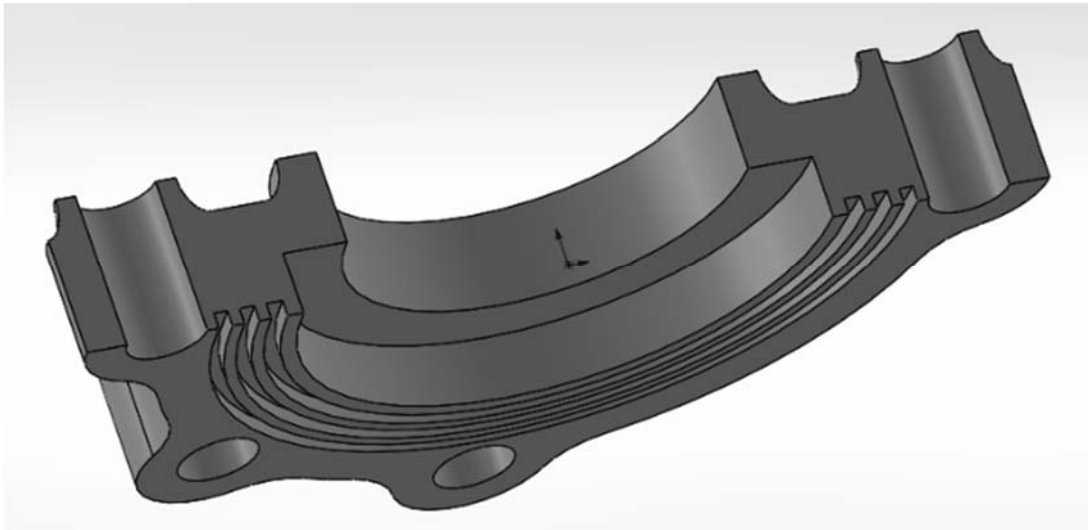


Рисунок 2.4 – Построение посадочного места для ступицы и канавок для уплотнителя

На конструктивной плоскости «Справа» постройте эскиз из прямоугольников (10×10 и 3×3 мм 3 шт., расстояние между ними 3 мм). Постройте осевую линию в центре детали. На основе эскиза создайте элемент «Повернутый вырез».

Окончательный вид и история детали (рисунок 2.5). По периметру верхней грани фланца скруглите кромку радиусом 10 мм. Сохраните файл под именем «Фланец».

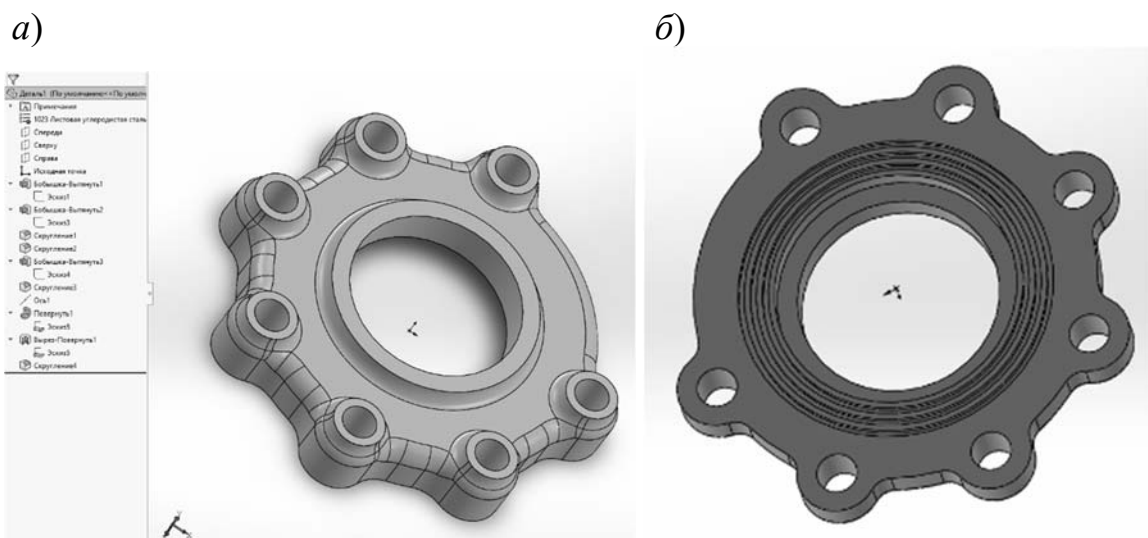


Рисунок 2.5 – Окончательный вид детали (а) и обратная сторона фланца (б)

3 Лабораторная работа № 3. Конфигурации трехмерных моделей и их параметризация

Цель работы: изучить построение вариантов детали при помощи конфигураций и параметризации.

Конфигурации позволяют создать несколько конструктивных вариантов модели детали или сборки в одном документе.

Применительно к детали конфигурации позволяют создавать ряды моделей с различными размерами, с разными элементами и свойствами. Можно использовать конфигурации, чтобы управлять моделями с разными размерами, компонентами или другими параметрами.

Применительно к сборкам конфигурации позволяют:

- создать упрощенные варианты проекта путем погашения или скрытия компонентов;
- ряды сборок с различными конфигурациями компонентов, различными параметрами для элементов сборок, различными размерами или свойствами пользователя, относящимися к конфигурации.

Конфигурации можно создавать вручную, а для создания одновременно нескольких конфигураций можно использовать таблицу параметров.

Таблицы параметров позволяют создавать и обрабатывать конфигурации в простой таблице. Таблицы параметров можно использовать в документах как деталей, так и сборок, а затем использовать для создания спецификаций или отображать в чертежах.

Свойства пользователя, созданные в таблицах параметров, автоматически добавляются на вкладку «Относится к конфигурации» в диалоговом окне «Суммарная информация».

Для параметризации созданного объекта создается таблица в формате Excel. Таблица состоит из строк и столбцов, в которых записывается необходимая информация: шифр, названия составляющих объекта, числовое выражение размеров объекта.

Между таблицей и объектом существует взаимосвязь, т. е. при выборе определенного номера объекта программа обращается к таблице и выдает измененный вид в зависимости от тех данных, которые записаны в конкретной ячейке.

Параметризация трехмерных моделей.

Рассмотрим принципы параметризации на детали типа «Втулка».

Создание детали.

На любой плоскости построения создать эскиз профиля, который состоит из двух концентрических окружностей. Размер внутреннего диаметра – 50 мм, наружного – 100 мм. Вытянуть эскиз на 50 мм.

Простановка и наименование размеров (параметров).

Конфигурацию произвольной детали могут определять размеры и другие параметры. При параметризации надо определить те размеры, которые могут

изменяться.

В данном случае размеров не много (внутренний и наружный диаметры и высота детали).

Простановка размеров.

На вкладке «Вид» выберите «Отобразить/скрыть» и в выпадающем меню активируйте «Наименование размеров» и «Размеры эскиза». При выборе детали размеры будут отображаться, как на рисунке 3.1.

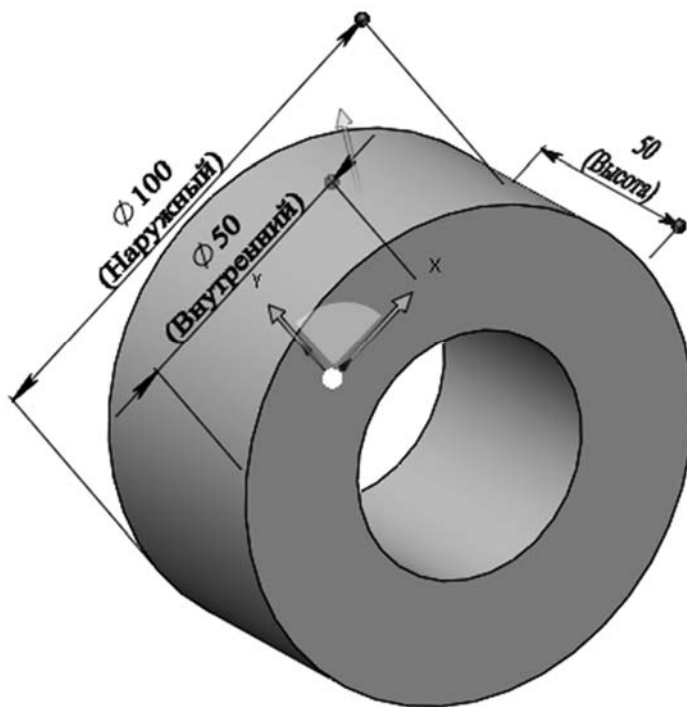


Рисунок 3.1 – Изображение меню для настройки отображения размеров, детали, свойства размера

Создание конфигурации вручную.

В дереве построения детали или сборки выберите вкладку «Конфигурации». В диалоговом окне введите имя конфигурации и укажите имя для новой конфигурации.

Изменение конфигураций.

Двойным щелчком активируйте конфигурацию, перейдите во вкладку дерева конструирования, измените размеры исходной модели для создания конструктивных вариантов.

В данном случае выполнить следующие изменения, применив их только в *этой конфигурации*: на эскизе основания детали изменить размер внутренней окружности и высоты втулки на 5 мм (рисунок 3.2).

Создание конфигураций с помощью таблицы параметров.

Таблица параметров позволяет создавать несколько конфигураций деталей или сборок путем задания параметров в таблице Microsoft Excel и сохраняется в документе модели. При этом у нее отсутствует связь с исходным файлом Excel. Вносимые в модель изменения не отражаются в исходном файле Excel. Однако,

если необходимо, можно связать документ модели с файлом Excel.

Применительно к детали можно управлять следующими элементами:

- размерами и состоянием погашения элементов;
- параметрами конфигурации, включая обозначение в спецификации, производные конфигурации, уравнения, взаимоотношения эскиза, заметки и свойства пользователя.

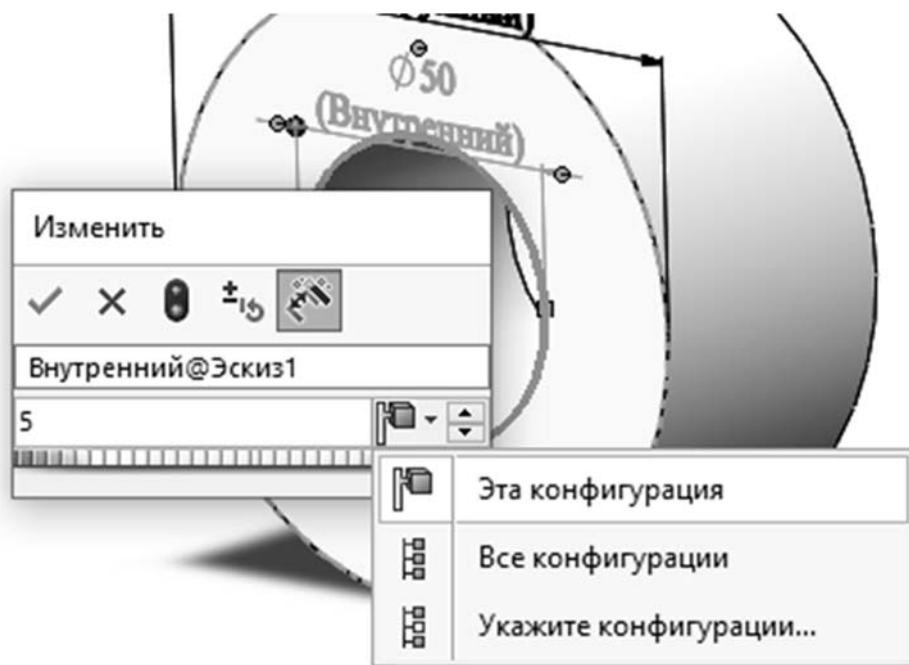


Рисунок 3.2 – Изменение размера втулки для конфигурации «Ручная»

Применительно к сборке можно контролировать следующие параметры:

- компоненты – состояние погашения, видимость, ассоциированная конфигурация;
- элементы сборки – размеры, состояние погашения;
- сопряжения – размеры для сопряжений «расстояние» и «угол», состояние погашения;
- свойства конфигурации – обозначение и отображение в спецификации (при использовании в качестве узла сборки), производные конфигурации, уравнения, взаимоотношения эскиза, заметки и свойства пользователя.

Перед табличной параметризацией необходимо предварительные определить: имена конфигураций, которые требуется создать, установить какие параметры будут контролироваться, продумать какие значения эти параметры будут принимать.

Можно вставить частично заполненную таблицу, затем отредактировать ее для добавления других конфигураций, управления дополнительными параметрами или обновления значений.

Создание таблицы параметров.

Существует несколько способов вставки таблицы параметров.

Выбрать команду меню: *Вставка/Таблицы/Таблица параметров* или

указать соответствующую кнопку на панели инструментов «Инструменты». Появится окно диалога «Таблица параметров» в Менеджере свойств (PropertyManager).

Способы создания таблицы параметров.

Ознакомьтесь со способами создания таблицы. В данной работе можно выбрать любой способ.

Способ 1. Вставка таблицы параметров автоматически.

В разделе «Источник» выберите Авто – Создать. Установить другие настройки. В окне появится встроенная таблица, появятся панели Excel.

Способ 2. Вставка пустой таблицы параметров.

В разделе «Источник» выберите параметр Пустой. Установить другие настройки. В окне появится встроенная таблица и панели инструментов Excel. Откроется диалоговое окно внесения параметров. Выбрать нужные. При выборе нескольких желаемых параметров удерживайте клавишу [Ctrl]. Подтвердите выбор параметров.

Способ 3. Вставка внешнего файла Microsoft Excel в качестве таблицы параметров.

Ранее должен быть создан внешний файл таблицы параметров. В разделе «Источник» выберите опцию создания таблицы «Из файла», затем нажмите кнопку [Обзор], чтобы найти файл Excel. Чтобы установить связь таблицы параметров с моделью, выберите параметр «Связать с файлом». Ассоциированная таблица параметров считывает данные из внешнего файла Excel.

Если ассоциированная таблица параметров обновляется в программе Microsoft Excel, а затем открывается модель SW, можно обновить модель, используя значения таблицы параметров или таблицу параметров, используя значения модели.

Можно задать параметры обновления, выбрав **Инструменты, Параметры, Настройки пользователя, Внешние ссылки**. Установите для параметра **Обновить старые ассоциированные таблицы параметров** на значение **Модель, Файл Excel** или **Спросить**.

Установить другие настройки, подтвердить. В окне появятся встроенная таблица и панели инструментов Excel.

Структура и редактирование таблицы параметров.

В *дереве конструирования FeatureManager* выбрать элемент «Таблица параметров» (рисунок 3.3).

В контекстном меню выбрать команду «Редактировать таблицу ...».

В окне появится встроенная таблица и панели инструментов Excel.

Обратите внимание на то, что ячейка **B2** активна.

Ячейка **A1** определяет таблицу как «Таблица параметров» для: *имя_модели*.

Ячейка **A2** по умолчанию резервируется в качестве ячейки *Семейство*. Данная ячейка определяет, откуда начинаются данные параметров и конфигурации. Ячейка *Семейство* не содержит текста, однако в программе Excel в ячейке Поле имени отображается Семейство. **Оставьте ячейку A2 пустой.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Таблица параметров для: Втулка									
2			\$ЗАМЕТКА	\$ЦВЕТ	\$ОБОЗНАЧЕНИЕ	D_Vnutr@Эскиз1	D_Vnesh@Эскиз1	D1@Вытянуть1	\$СОСТОЯНИЕ@Вытянуть	
3	truba	Табличная		\$С	20	22	100	Henor		
4	disk	Табличная		\$С	10	50	5	Henor		
5	prutok	Табличная		\$С	1	10	50	Henor		
6										

Рисунок 3.3 – Окно «Таблица параметров» в Excel

В строке 2 находятся или вводятся имена параметров, которые необходимо контролировать. Имя размера имеет следующий вид: Размер@Элемент или Размер@Эскиз1.

Полное имя для глубины вытянутого элемента будет следующим: D1@Вытянуть1.

Можно использовать для назначения размерам значимых названий. Можно в таблицу ввести имена вручную. Можно также ввести параметры, дважды щелкнув на элемент или размер в графической области (если открыт эскиз) или в дереве конструирования FeatureManager. При двойном нажатии на элемент или размер связанное с ним значение появляется в строке *Первого экземпляра*.

В столбце А (ячейки А3, А4 и т. д.) вводятся имена конфигураций, которые требуется создать. Имена могут включать цифры, но нельзя использовать символы косой черты (/) или @.

Возможно, ячейка А3 содержит имя по умолчанию для первой новой конфигурации – *Первый экземпляр*. Можно изменить данное имя.

Возможно, таблица содержит строки с характеристиками ранее созданных вручную конфигураций.

1 Если строки удалить, тогда конфигурации останутся по-прежнему ручные.

2 Если строки оставить, тогда конфигурации станут табличными.

Любым из способов введите имена контролируемых размеров, если их не хватает в таблице.

Можно удалить столбцы с именами неиспользуемых параметров.

В основных ячейках таблицы введите **значение для контролируемых размеров**.

Если значение в ячейке не указано, используется размер, имевшийся на момент создания конфигурации.

Пустая ячейка в столбце имен конфигураций означает окончание таблицы параметров.

Закрытие таблицы после заполнения – щелчком мыши за пределами таблицы, но в рабочей области.

Отобразится сообщение со списком созданных конфигураций.

Данные таблицы можно изменять, для этого необходимо зайти в меню Редактирование (Edit) и выбрать Edit Design Table.

Просмотр конфигураций.

Откройте дерево конфигураций. В дерево конфигураций будут добавлены созданные конфигурации. Для просмотра вида конфигурации необходим двойной щелчок на ее пиктограмме, чтобы отобразить небольшое окно предварительного просмотра конфигурации в окне *PropertyManager* (Менеджера свойств).

В *ConfigurationManager* (Менеджере конфигурации) нажмите правой кнопкой мыши на конфигурацию, предварительное изображение которой необходимо отобразить, и выберите **Предварительный просмотр**.

Если предварительное изображение не отобразится, откройте каждую конфигурацию и сохраните документ в каждой конфигурации. Когда **Предварительный просмотр** будет выбран в следующий раз, предварительное изображение отобразится.

Во время отображения предварительного изображения нажмите на любую другую конфигурацию в окне *ConfigurationManager* (Менеджера конфигураций), чтобы обновить предварительное изображение.

Нажмите в любом месте графической области, чтобы скрыть предварительное изображение.

Результат полученных конфигураций (рисунок 3.4).

Модифицируйте настройки размеров конфигураций разнообразным образом. Получите разные формы одной концептуальной модели.

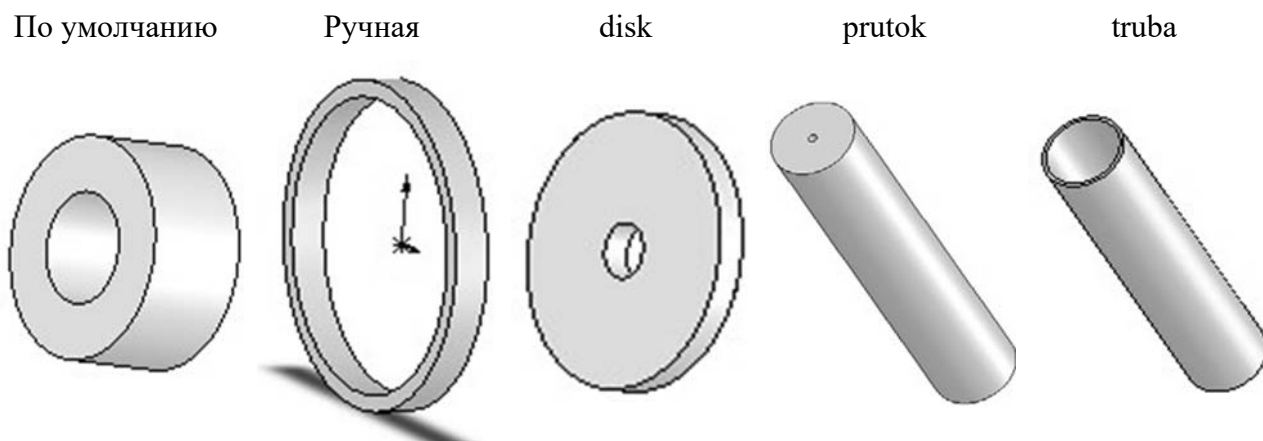


Рисунок 3.4 – Конфигурации детали

4 Лабораторная работа № 4. Создание модели детали по сечениям

Цель работы: освоить навыки и овладеть приемами создания твердотельного элемента посредством соединения профилей (с помощью элемента по сечениям).

Создайте документ новой детали. Создайте *вспомогательные плоскости*. Для этого выберите плоскость «Спереди» в «Дереве конструирования» и нажмите на «Справочная геометрия» во вкладке «Элементы» (рисунок 4.1).

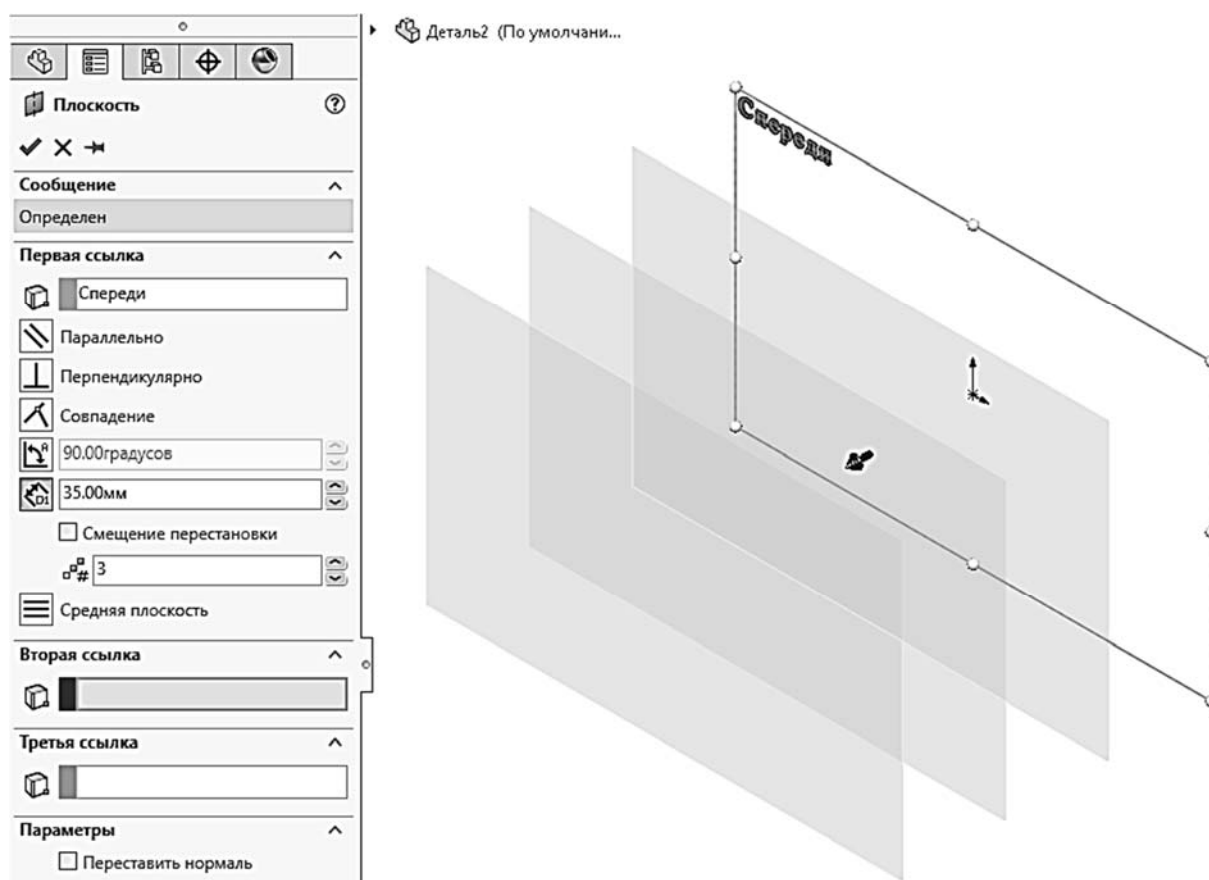


Рисунок 4.1 – Создание вспомогательной геометрии

В появившемся диалоговом окне установите количество плоскостей (три) и на каком расстоянии будут находиться плоскости (согласно варианту в таблице 4.1).

Рисование эскизов профилей.

Нажмите на плоскость «Спереди» в «Дереве конструирования» или выберите её в графической области. Создайте эскиз с квадратом из центра с размером A1 для своего варианта (см. таблицу 4.1), как показано на рисунке 4.2. Выйдите из эскиза.

В «Плоскости 1» создайте эскиз окружности из исходной точки диаметром D1 в соответствии с вашим вариантом (см. таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Варианты заданий

Вариант	L1	L2	L3	L4	A1	D1	A3	A4
1	20	20	20	180	42	32	132	3
2	21	21	21	181	44	34	134	3
3	22	22	22	182	46	36	136	3
4	23	23	23	183	48	38	138	3
5	24	24	24	184	50	40	140	3
6	25	25	25	185	52	42	142	4
7	26	26	26	186	54	44	144	4
8	27	27	27	187	56	46	146	4
9	28	28	28	188	58	48	148	4
10	29	29	29	189	60	50	150	5
11	30	30	30	190	62	52	152	5
12	31	31	31	191	64	54	154	5
13	32	32	32	192	66	56	156	5
14	33	33	33	193	68	58	158	5
15	34	34	34	194	70	60	160	5
16	35	35	35	195	72	62	162	6
17	36	36	36	196	74	64	164	6
18	37	37	37	197	76	66	166	6
19	38	38	38	198	78	68	168	6
20	39	39	39	199	80	70	170	6
21	40	40	40	200	82	72	172	6
22	41	41	41	201	84	74	174	7
23	42	42	42	202	86	76	176	7
24	43	43	43	203	88	78	178	7
25	44	44	44	204	90	80	180	7
26	45	45	45	205	92	82	182	7
27	46	46	46	206	94	84	184	7
28	47	47	47	207	96	86	186	7
29	48	48	48	208	98	88	188	7
30	49	49	49	209	100	90	190	7

Примечание – L1, L2, L3 – расстояние между плоскостями (см. рисунок 4.1); L4 – расстояние рабочей части инструмента (рисунок 4.4); A1 – длина стороны квадрата (рисунок 4.2); A3, A4 – ширина и высота рабочей части (рисунок 4.5)

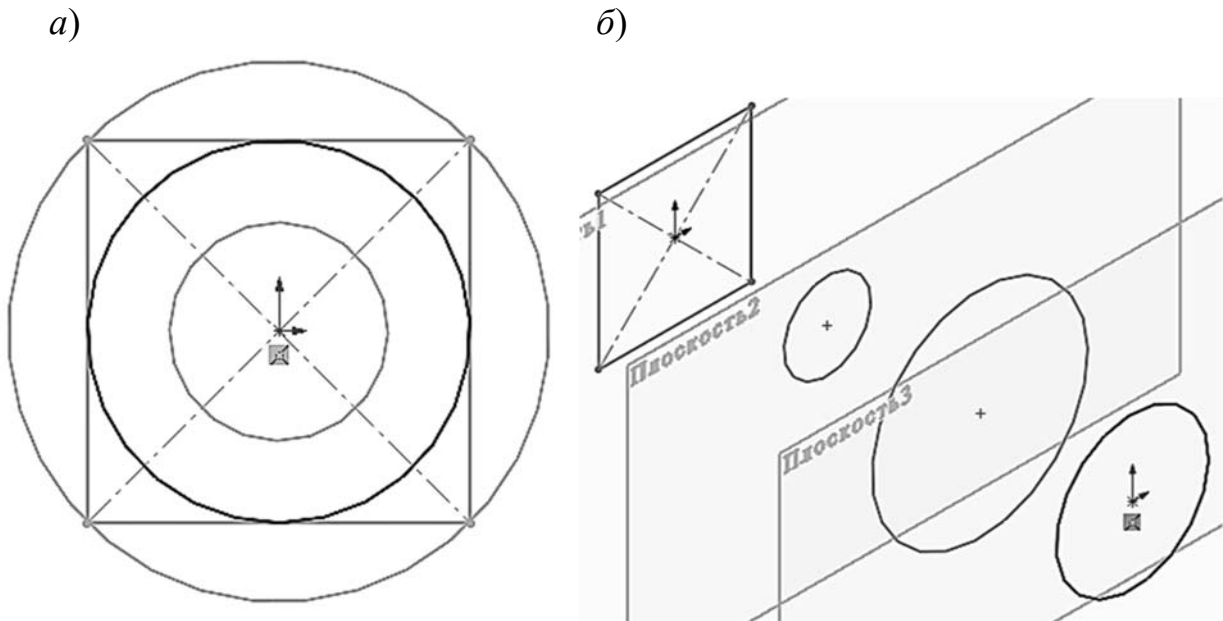


Рисунок 4.2 – Эскизы сечений модели в виде «Спереди» (а) и изометрии (б)

В «Плоскости 2» создайте эскиз окружности с центром в начальной точке, а радиус задайте таким образом, чтобы он совпадал с вершиной квадрата.

В «Плоскости 3» создайте эскиз окружности с центром в начальной точке, а радиус задайте таким образом, чтобы он совпадал со стороной квадрата.

Создание элемента по сечениям.

Создайте элемент «Бобышка / основание по сечениям». В графической области укажите все эскизы в той последовательности, которые необходимы для соединения. Названия эскизов отобразятся в окне «Профиль». Если вы соединили эскизы не в нужной последовательности, то можно воспользоваться кнопками со стрелками «вверх» и «вниз», тогда на предварительном изображении будет показано, как соединяются профили. Если на предварительном изображении видно, что соединяются не те точки, то нажмите правую кнопку мыши в графической области и выберите «Удалить выбранные элементы» и повторите выбор.

Создайте ещё одну плоскость, отстоящую от передней плоскости на расстоянии $L4$, при этом включите реверс направления (рисунок 4.3).

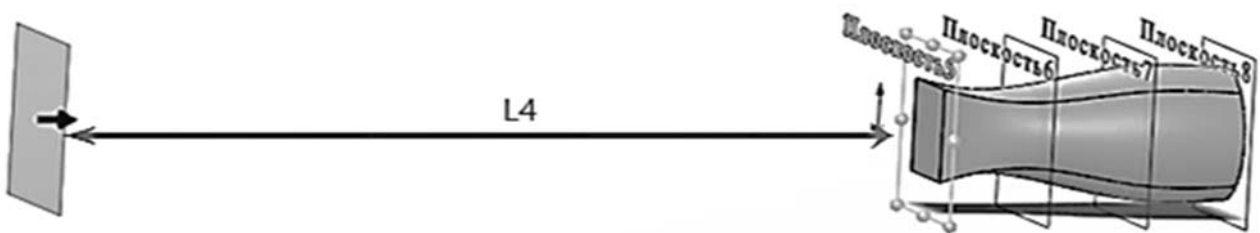


Рисунок 4.3 – Создание новой плоскости с реверсом

В новой плоскости создайте эскиз узкого прямоугольника в соответствии с размерами для вашего варианта (рисунок 4.4). Выйдите из эскиза.

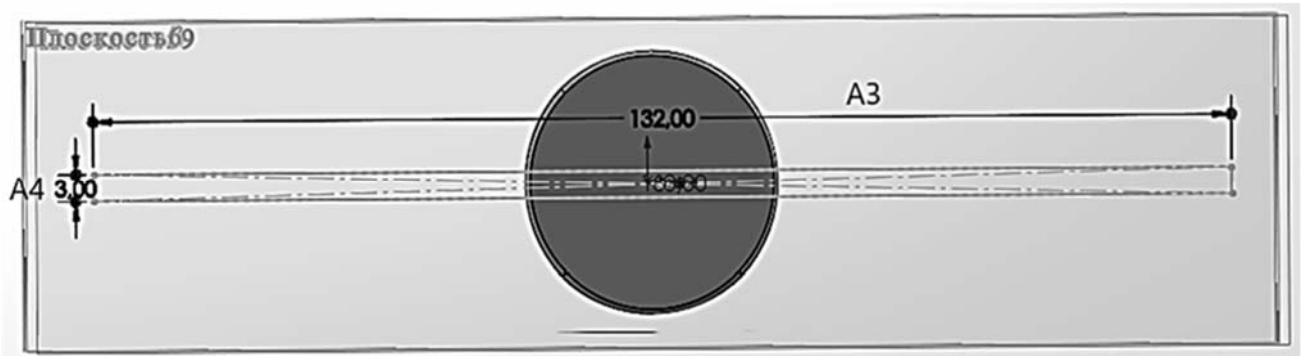


Рисунок 4.4 – Создание эскиза прямоугольника

Нажмите правой кнопкой мыши на сторону элемента по сечениям (квадрат) и выберите в контекстном меню пункт «Выбрать другой» при этом указатель мыши меняет свой вид. Нажатием на правую кнопку осуществляется выбор кромки и грани путем высвечивания их по очереди. После выбора нужной грани выберите верхний угол эскиза прямоугольника. Окончательный вид детали изображен на рисунке 4.5.

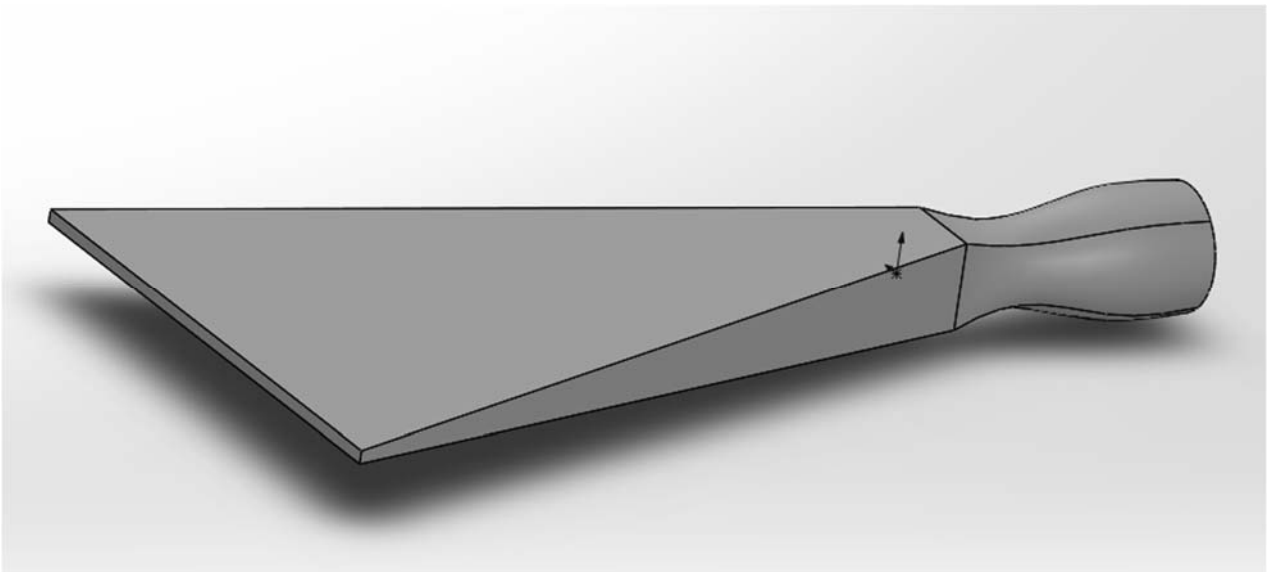


Рисунок 4.5 – Готовая деталь

5 Лабораторная работа № 5. Создание сварных конструкций

Цель работы: освоить навыки и овладеть приемами создания модели сварочного изделия с применением различных инструментов эскиза; научиться использовать взаимосвязь эскиза и элементов.

Сварные конструкции можно создавать как сборки из нужных нам профилей и как детали. Составные части сварной конструкции рационально делать как отдельные детали, состоящие из профилей нужной конфигурации.

Для создания сварной конструкции как детали в SW есть меню «Сварные детали». Чтобы его добавить, необходимо кликнуть правой кнопкой мыши на вкладках Command Manager, отобразив «Сварные детали» [2].

Для начала работы необходимо создать трехмерный эскиз с осевыми габаритами будущей сварной конструкции. Для этого создадим при помощи линий эскиз конструкции. Работу с трехмерным эскизом стоит начинать, предварительно выровняв вид в соответствующей плоскости.

После создания геометрии (рисунок 5.1) для построения конструкции из профильной трубы выберем в меню «Сварные детали» иконку «Конструкция», стандарт – ISO, тип профиля – квадратная труба 20 × 20 × 2 мм и добавим группы параллельных или коллинеарных элементов трехмерного эскиза.

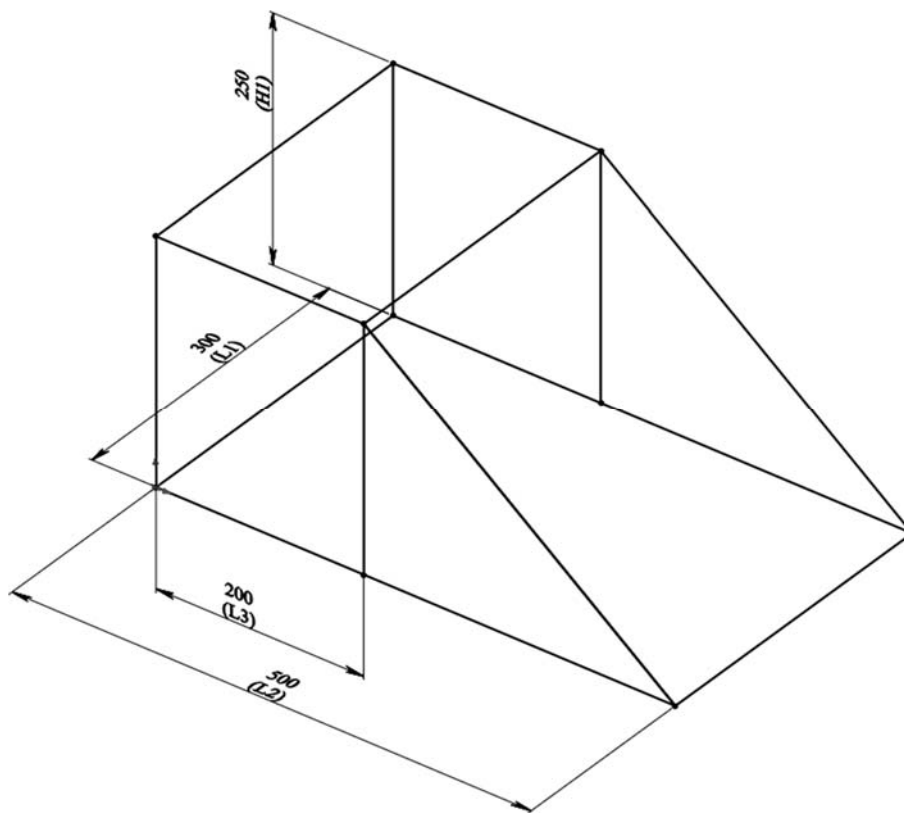


Рисунок 5.1 – 3D-эскиз сварного изделия

После добавления трубы при помощи меню «Отсечь/удлинить» необходимо настроить стыковку элементов при сварке.

Для создания замкнутого профиля выберем в блоке «Тип угла» кнопку «Граничное – кромка под углом» и зададим зазор. Также можно задать обычное стыковое соединение (рисунок 5.2).

Далее необходимо добавить сварной шов, как и в предыдущем способе сделать это можно как через путь сварки, так и через геометрию сварки. Так как созданные автоматически элементы совпадают или имеют фиксированный зазор, то удобнее будет использовать пункт геометрия сварки, что позволяет создать сварной шов на границе совпадающей геометрии твердых тел.

Открытые сечения необходимо закрыть торцевой пробкой. Этот инструмент позволяет создать заглушку на тонкостенном элементе (рисунок 5.3).

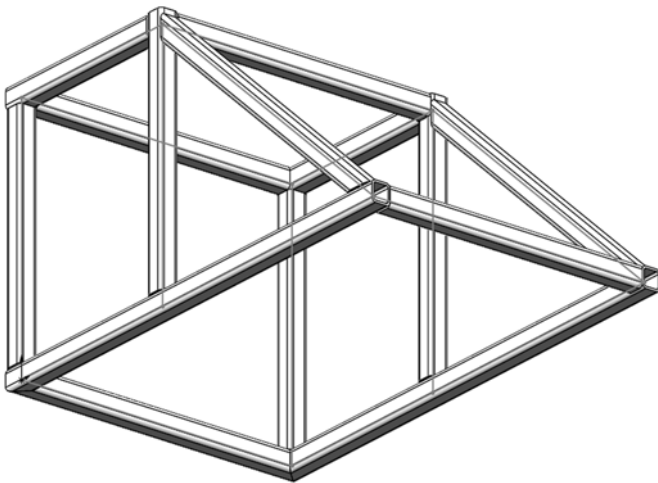


Рисунок 5.2 – Стыковка профилированной трубы

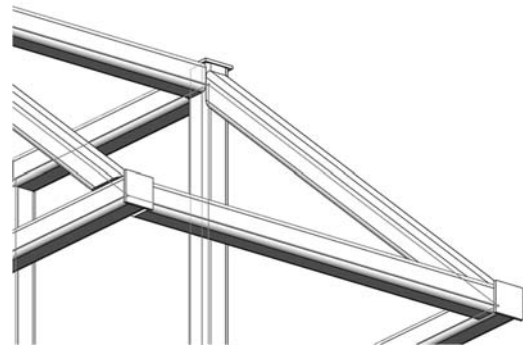


Рисунок 5.3 – Торцевые пробки

Для увеличения жёсткости конструкции при помощи угловых соединений выделите грани, нажмите «Косынка», укажите размеры $d1$ и $d2$ в соответствии с вариантом (таблица 5.1). Обработайте все четыре угла верхней части конструкции (рисунок 5.4).

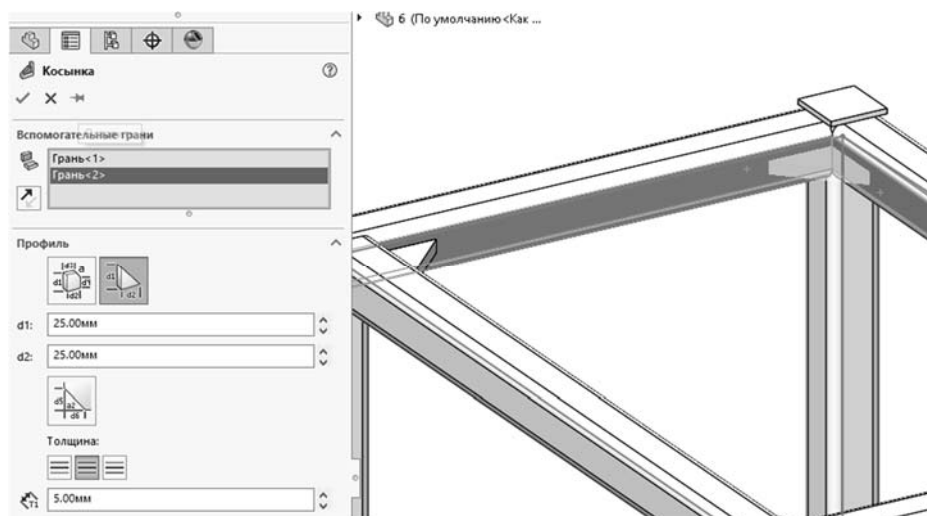


Рисунок 5.4 – Торцевые пробки и косынки

Таблица 5.1 – Исходные данные для построения сварной конструкции

Вариант	Исходные данные, мм						
	L1	L2	L3	L4	H1	d1	d2
1	100	300	100	120	100	25	25
2	105	305	105	125	105	26	26
3	110	310	110	130	110	27	27
4	115	315	115	135	115	28	28
5	120	320	120	140	120	29	29
6	125	325	125	145	125	30	30
7	130	330	130	150	130	31	31
8	135	335	135	155	135	32	32
9	140	340	140	160	140	33	33
10	145	345	145	165	145	34	34
11	150	350	150	170	150	35	35
12	155	355	155	175	155	36	36
13	160	360	160	180	160	37	37
14	165	365	165	185	165	38	38
15	170	370	170	190	170	39	39
16	175	375	175	195	175	40	40
17	180	380	180	200	180	41	41
18	185	385	185	205	185	42	42
19	190	390	190	210	190	43	43
20	195	395	195	215	195	44	44
21	200	400	200	220	200	45	45
22	205	405	205	225	205	46	46
23	210	410	210	230	210	47	47
24	215	415	215	235	215	48	48
25	220	420	220	240	220	49	49
26	225	425	225	245	225	50	50
27	230	430	230	250	230	51	51
28	235	435	235	255	235	52	52
29	240	440	240	260	240	53	53
30	245	445	245	265	245	54	54

6 Лабораторная работа № 6. Построение детали с помощью элементов листового металла в SW

Цель работы: построение детали «Короб с вентиляционным отверстием» с помощью элементов листового металла.

На плоскости «Спереди» создайте эскиз квадрата со стороной 63 мм, который будет являться четвертью будущей детали. На вкладке «Листовой металл» воспользуйтесь элементом «Базовая кромка».

Толщину листового металла задайте 1,5 мм, а допуск сгиба при помощи коэффициента $K = 0,5$ (рисунок 6.1). Это будет означать, что длина в плоском состоянии будущей детали будет рассчитываться по средней линии толщины детали.

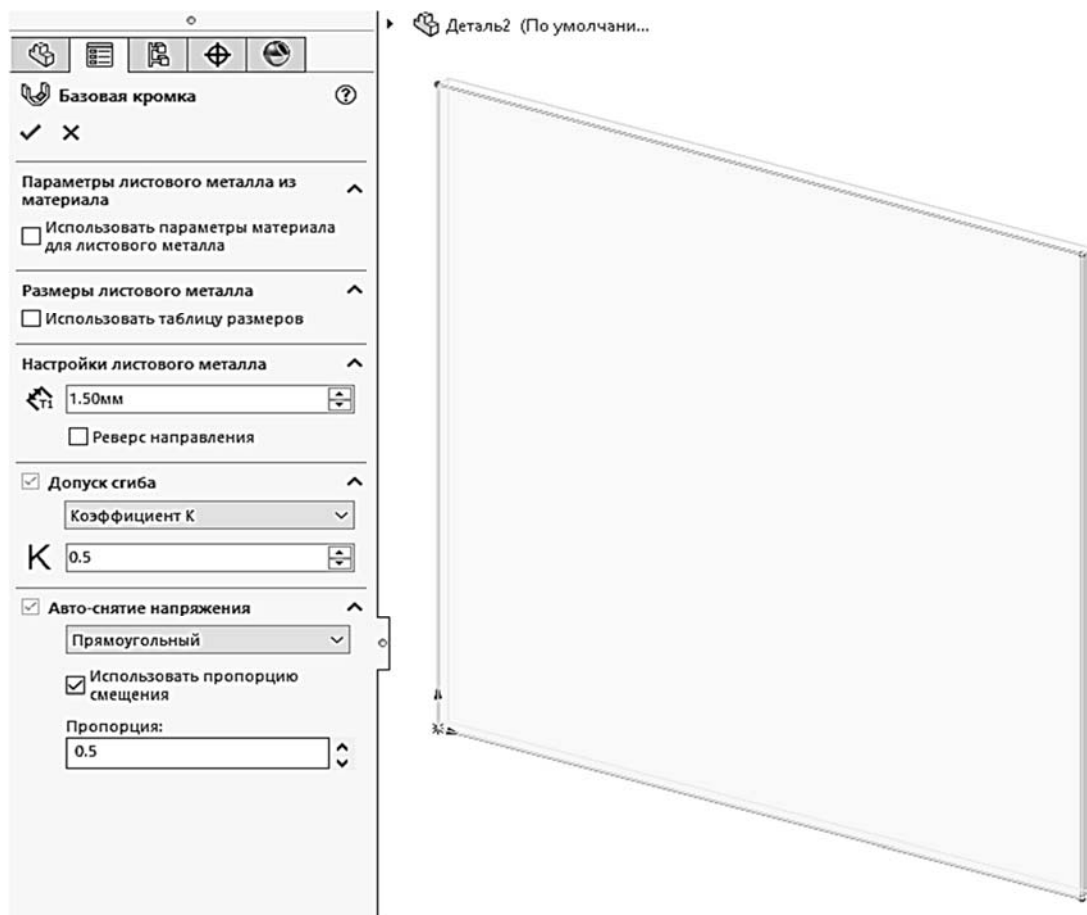


Рисунок 6.1 – Выбор параметров листового металла

Для построения стенок короба воспользуйтесь элементом «Кромка под углом». Для создания плоскости для эскиза выберите верхнюю грань существующей детали. Для создания эскиза будущей кромки, перейдите в плоскость создания эскиза, высоту стенки задайте равной 16 мм. После выхода из эскиза появится предварительный просмотр создаваемой кромки.

Выберите дополнительную смежную кромку и воспользуйтесь элементом «Ребро – кромка». Выберите место для создания будущих кромок, вторым

щелчком левой кнопки мыши указав направление ее создания (вторую смежную кромку).

В поле раздела «Настройки фланцев» в графической области укажите расстояние зазора – 1 мм, угол – 52° , длина фланца – 21 мм.

В «Расположение кромки» поставьте «Материал снаружи».

Снова активируйте команду «Ребро – кромка». В поле раздела «Настройки фланца» выберите кромку. Вторым щелчком левой кнопки мыши выберите направление создания кромки, выберите смежную, угол установите 44° , расстояние зазора – 1 мм, длина фланца – 44 мм (рисунок 6.2).

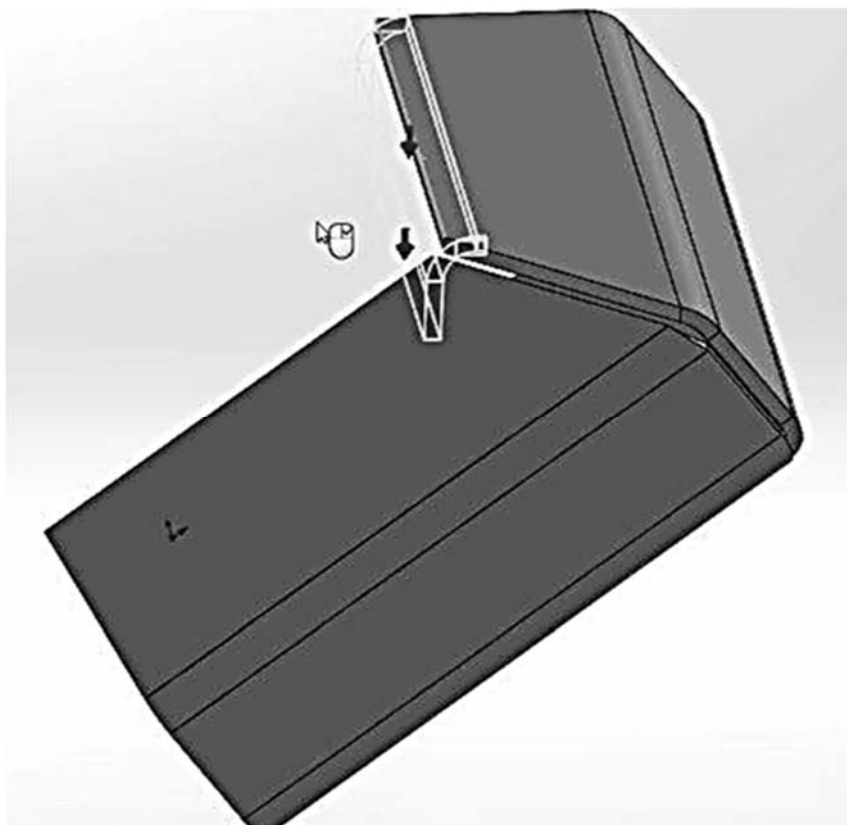


Рисунок 6.2 – Построение смежных кромок

Для добавления материала снаружи уже существующей кромки смените угол на 40° и «Расположение кромки» – «Сгиб снаружи».

Далее на виде спереди создадим эскиз, который будет являться вспомогательным эскизом для создания изгибов на детали (рисунок 6.3).

На выбранной грани создадим изгибы под 90° . Для этого создадим эскиз и спроецируем линию ранее нарисованного вспомогательного эскиза на вновь создаваемый эскиз (см. рисунок 6.3).

С помощью инструмента «Преобразование объекта» на вкладке «Листовой металл» выберем элемент «Изгиб». В «Дереве конструирования» выберем необходимый для использования существующий эскиз (рисунок 6.4).

В разделе «Зафиксированные грани» выберем зафиксированную грань. Расстояние смещения – 10 мм, угол изгиба – 90° . Уберем радиус по умолчанию и введем радиус 1 мм.

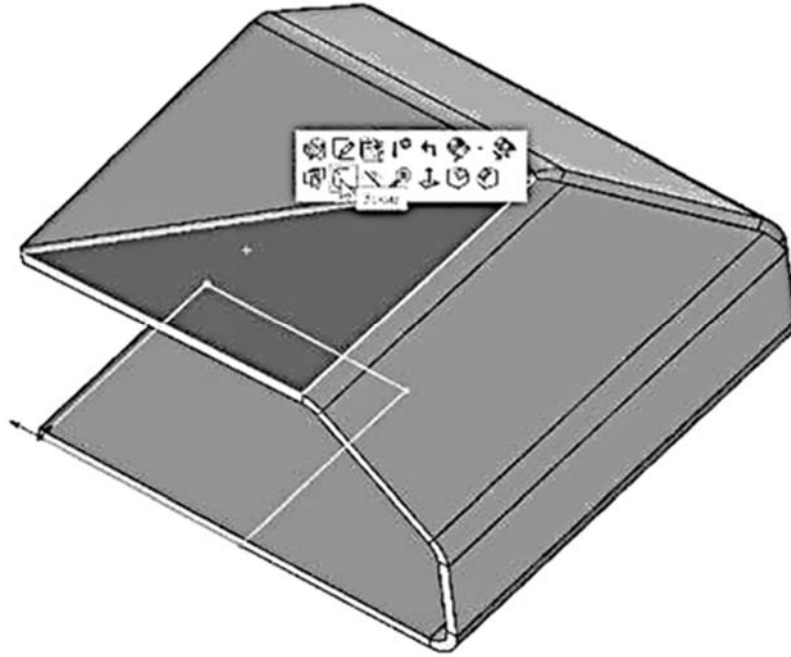


Рисунок 6.3 – Построение вспомогательного эскиза

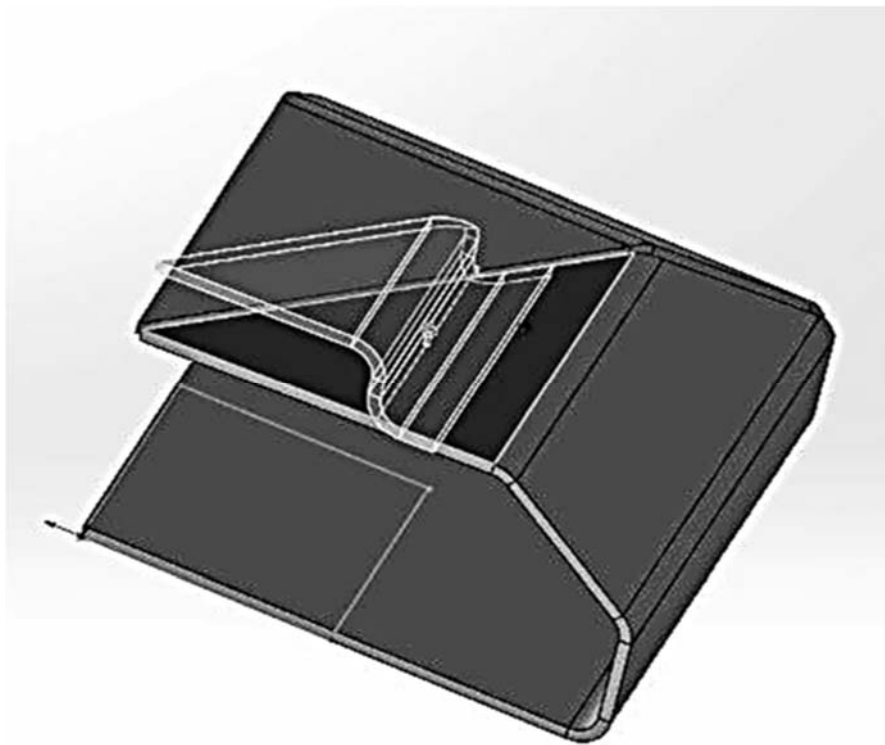


Рисунок 6.4 – Вспомогательный эскиз

На второй грани сделаем ту же операцию, только воспользуемся другим способом – не создавая эскиз предварительно, а создав эскиз непосредственно уже в команде.

Выберем элемент «Изгиб», выберем плоскую грань, на которой необходимо нарисовать линию сгиба и спроецируем из вспомогательного эскиза линию для

создания сгиба.

После выхода из эскиза в разделе «Зафиксированная грань» выберем зафиксированную грань. Как видим, настройки сохранились из предыдущей команды, поэтому нажимаем «ОК».

Создадим «Зеркальное отражение» получившейся детали.

На вкладке «Элементы» выберем инструмент «Зеркальное отражение».

Выберем грань для зеркального отражения.

В поле «Копировать тела» выберем деталь. Подтвердите выбор.

Скроем вспомогательный эскиз для того, чтобы он не мешал. И дальше создадим еще одну половину детали. Для этого воспользуемся командой «Зеркальное отражение», где выберем грань для зеркального отражения и тела для копирования (рисунок 6.5).

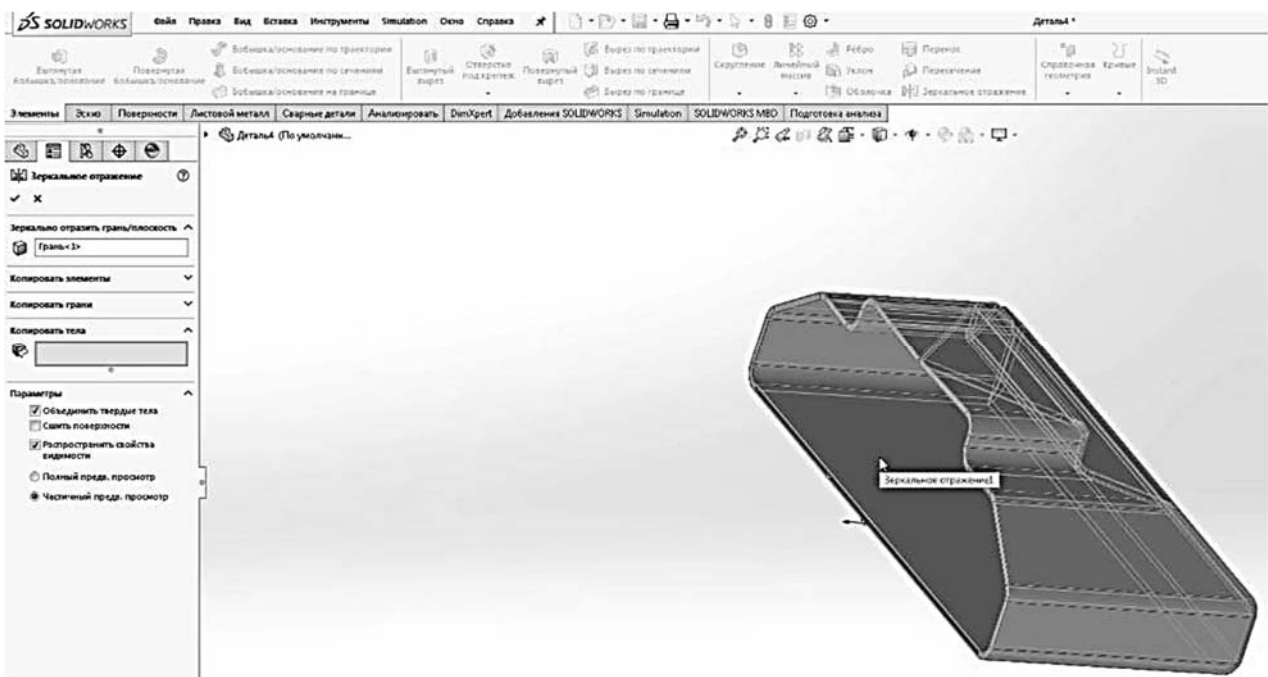


Рисунок 6.5 – Построение вспомогательного эскиза вторым способом

На нижней грани создадим эскиз вентиляционного отверстия (рисунок 6.6).

После создания эскиза воспользуемся элементом «Входное отверстие». В разделе «Граница» выберем границу для вентиляционного отверстия.

В разделе «Свойства геометрии» выберем грань, на которой будет создаваться отверстие, радиус скругления поставим 1 мм, в разделе «Ребра» выберем линии для создания направляющих ребер.

Глубина ребер в данном случае является толщиной детали. Ввод их не доступен, т. к. толщина детали из листового металла по умолчанию составляет 1,5 мм. Ширина ребер – 5 мм (рисунок 6.7).

В поле раздела «Переключатели» выберем элемент для создания области.

Введем значение ширины переключателя – 10 мм.

В поле «Границы заполнения» выберем элементы эскиза, которые будут являться границами заполнения.

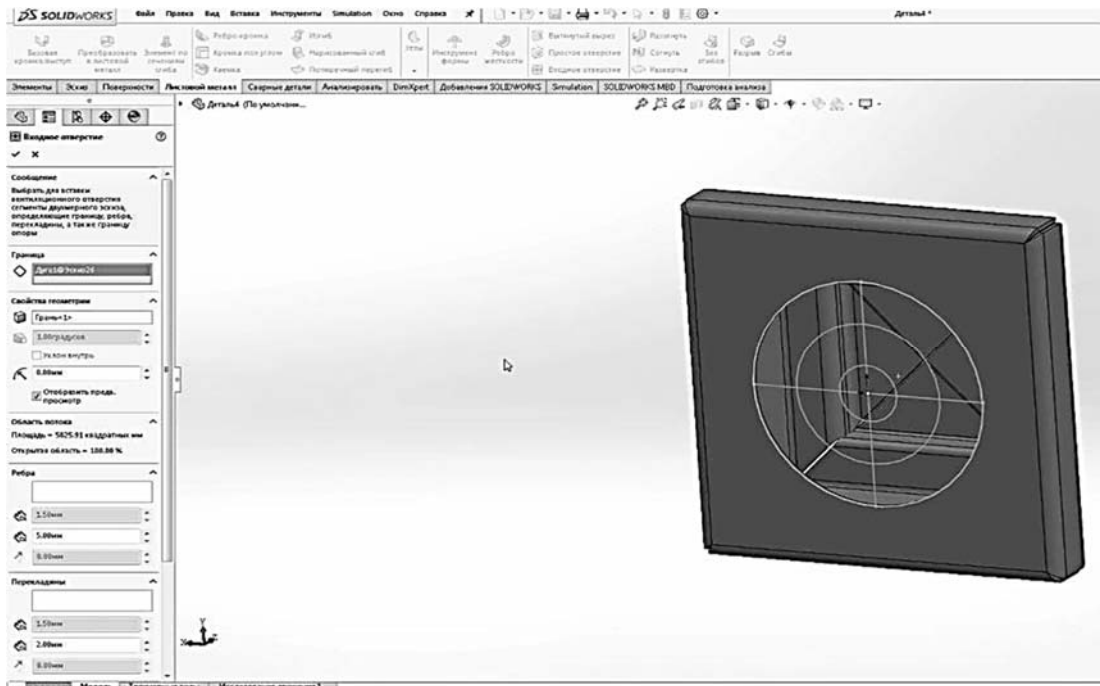


Рисунок 6.6 – Эскиз вентиляционного отверстия

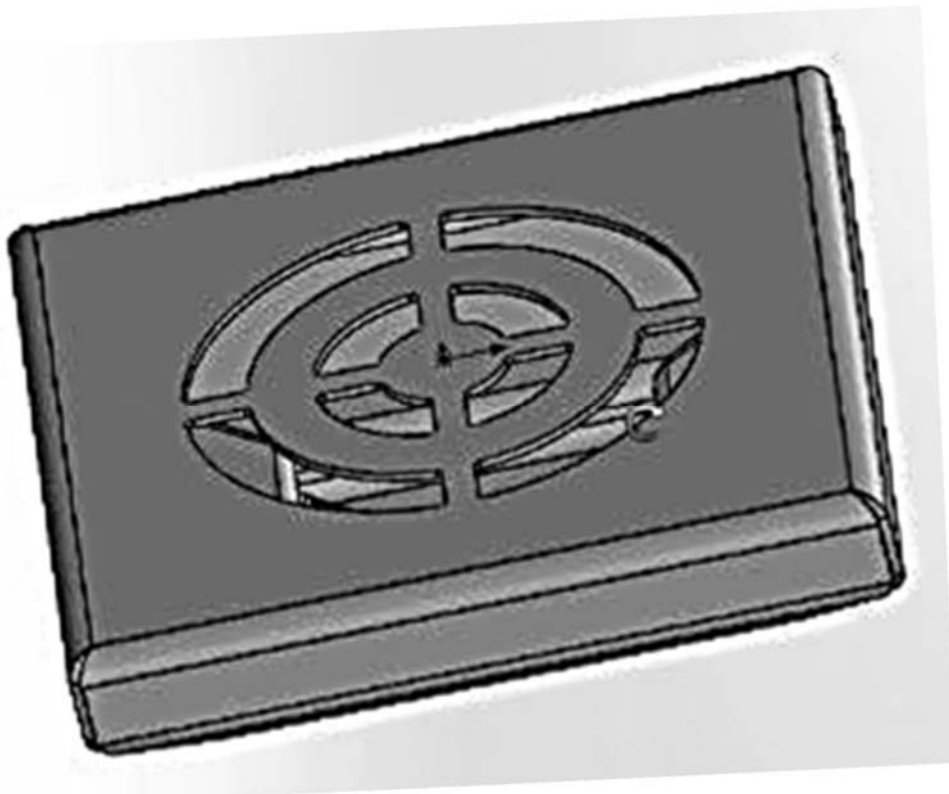


Рисунок 6.7 – Вентиляционное отверстие

Чтобы посмотреть на деталь в развернутом виде, нужно выбрать элемент на вкладке «Листовой металл» и выбрать «Развертка» (рисунок 6.8). Сохраните деталь.

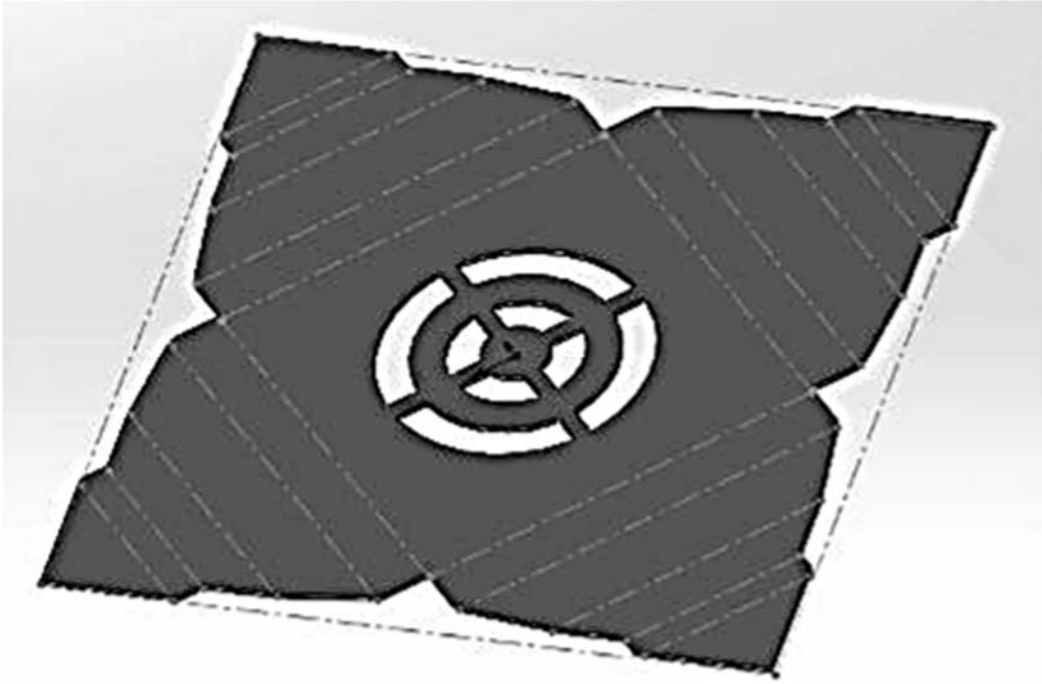


Рисунок 6.8 – Развертка детали из листового металла

Чтобы создать чертеж из файла детали, необходимо в главном меню выбрать «Файл» – «Создать чертеж из детали», выбрать шаблон чертежа и подтвердить выбор.

Из палитры видов справа выбрать необходимый вид и зажатием левой кнопки мыши перенести на чертеж. Для получения развертки детали на чертеже, необходимо из палитры видов перенести вид «Развертка».

Проставить все недостающие размеры и пояснения, а также добавить основную надпись. Сохраните чертеж.

7 Лабораторная работа № 7. Создание модели рессоры

Цель работы: освоить навыки и овладеть приемами создания модели рессоры в сборке, используя ранее изученные элементы.

Запустите SolidWorks. Создайте документ новой детали: первой пластины. Создайте эскиз прямоугольника с размерами согласно своему варианту (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Исходные данные

Вариант	Исходные данные, мм							
	A1	B1	R1	A2	B2	R2	A3	B3
1	22	120	6	220	30	38	27	360
2	23	121	6	230	30	37	27	370
3	24	122	6	240	30	36	27	380
4	25	123	6	250	30	35	27	390
5	26	124	6	260	32	34	26	400
6	27	125	6	270	32	33	26	410
7	21	126	6	210	32	32	26	350
8	20	127	6	200	32	31	26	340
9	22	128	5	220	34	30	25	360
10	23	129	5	230	34	29	25	370
11	24	130	5	240	34	28	25	380
12	25	131	5	250	34	27	25	390
13	26	132	5	260	36	26	24	400
14	27	133	5	270	36	25	24	410
15	21	134	5	210	36	24	24	350
16	20	135	5	200	36	23	24	340
17	22	136	7	220	28	22	23	360
18	23	137	7	230	28	21	23	370
19	24	138	7	240	28	20	23	380
20	25	139	7	250	28	19	23	390
21	26	140	7	260	26	18	22	400
22	27	141	7	270	26	17	22	410
23	21	142	7	210	26	16	22	350
24	20	143	7	200	26	15	22	340
25	22	144	6	220	24	38	21	360
26	23	145	6	230	24	37	21	370
27	24	146	6	240	24	36	21	380
28	25	147	6	250	24	35	21	390
29	26	148	6	260	25	34	20	400
30	27	149	6	270	25	33	20	410

Используя инструменты «Окружность» и «Отсечь», постройте эскиз таким образом, как показано на рисунке 7.1.

Над эскизом нарисуйте вспомогательную горизонтальную линию произвольной длины, удаленную от центра окружности R1 на расстоянии 3780 мм. Выйдите из эскиза.

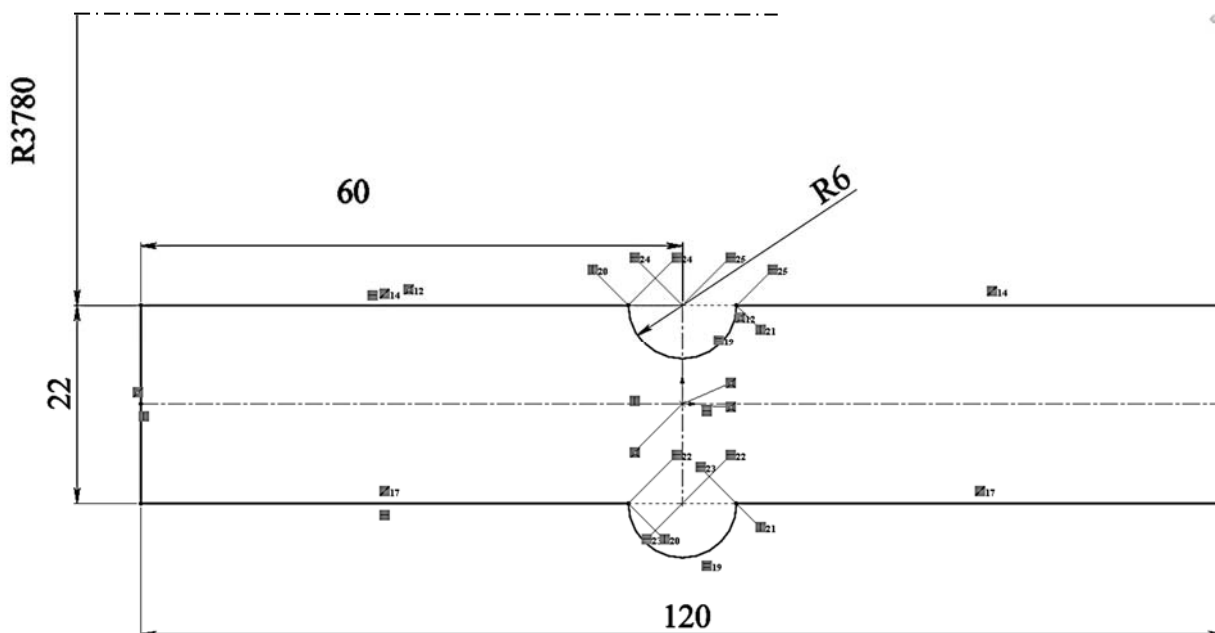


Рисунок 7.1 – Эскиз для создания пластины рессоры

На вкладке «Элементы» нажмите кнопку «Повернутая бобышка/основание». На левой панели появится диалоговое окно «Повернуть». Вид эскиза будет показан в изометрии. В качестве линии, вокруг которой осуществляется поворот, используйте вспомогательную линию.

Установите параметры $A1 = A2 = 12^\circ$ (рисунок 7.2).

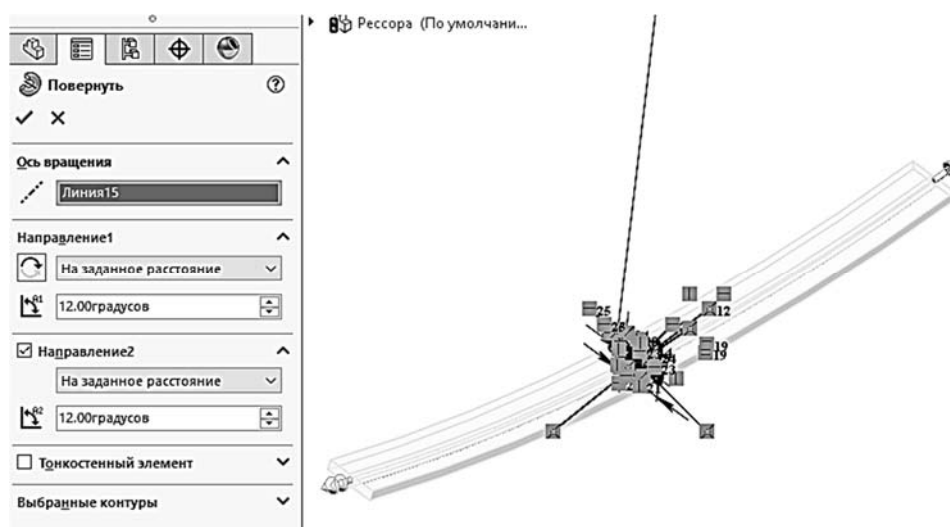


Рисунок 7.2 – Создание пластины с помощью «Повернутая бобышка/основание»

Создание отверстий.

Создайте новый эскиз окружности радиусом R2 на плоскости «Сверху» (рисунок 7.3).

При помощи «Повернутый вырез» на вкладке «Элементы» сделайте вырез (рисунок 7.4). В качестве оси вращения укажите вспомогательную линию, проходящую через исходную точку.

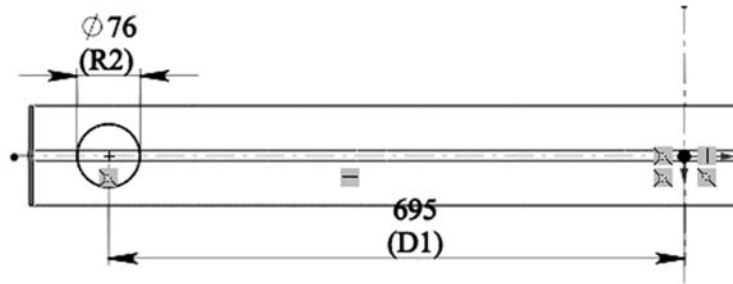


Рисунок 7.3 – Создание отверстия в пластине

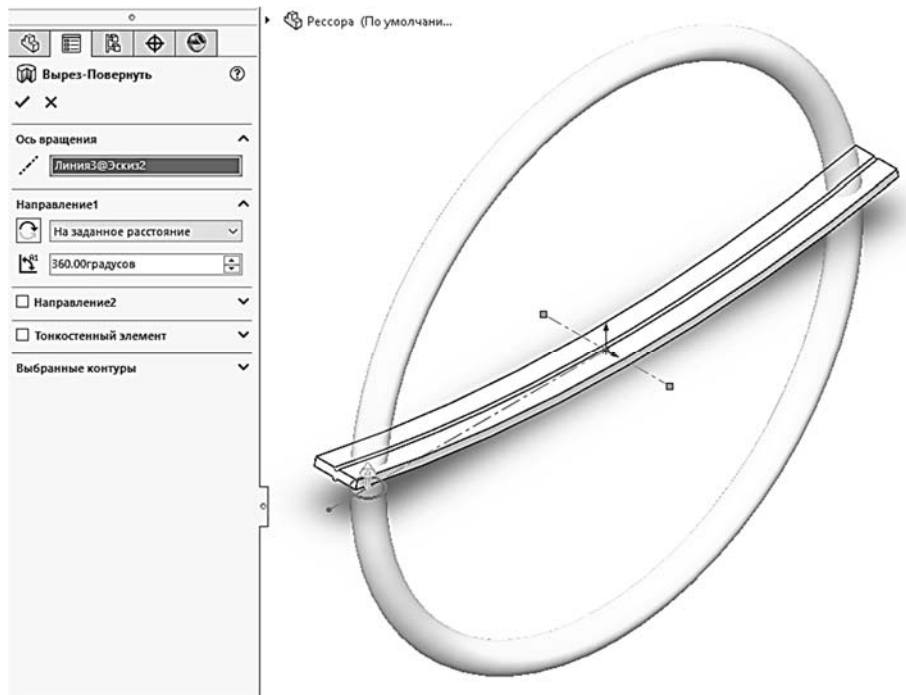


Рисунок 7.4 – Круговой вырез в пластине

Создание выреза.

На боковой грани пластины рессоры создайте новый эскиз. Нарисуйте прямоугольник в соответствии с теми размерами, которые проставлены на рисунке 7.5.

Сделайте вырез глубиной 3 мм, фаску под углом 30° и скругление радиусом 1,5 мм (рисунок 7.6).

Построенную деталь сохраните 3 раза под разными именами. При сборке будут использоваться три подобные рессорные пластины.

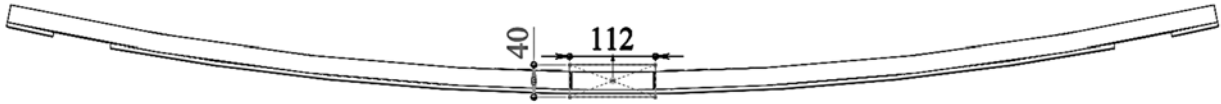


Рисунок 7.5 – Прямоугольный вырез на боковой грани пластины

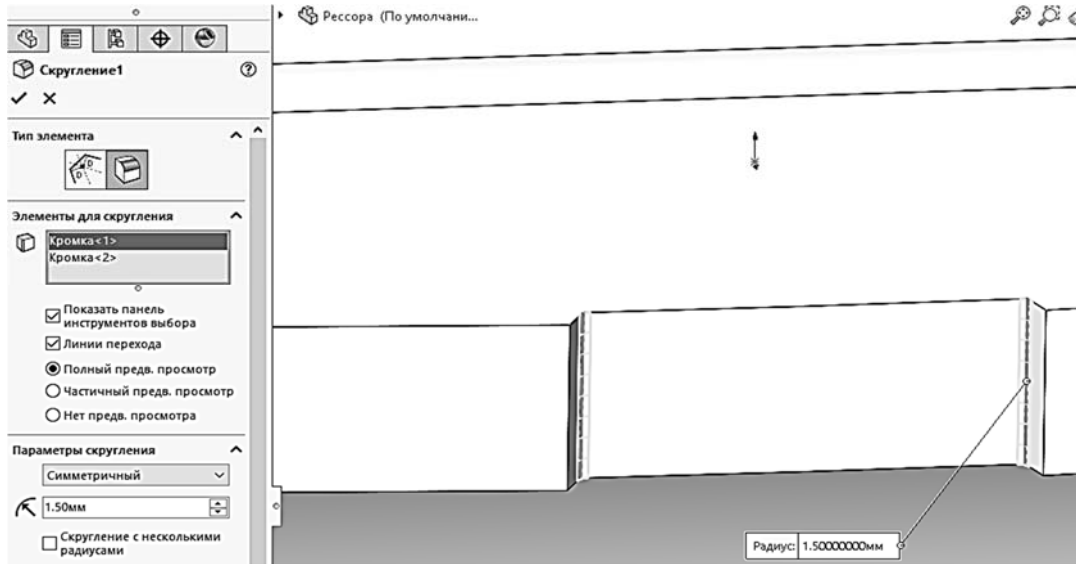


Рисунок 7.6 – Прямоугольный вырез на боковой грани пластины

Создание второй пластины рессоры.

Вторая пластина рессоры создается аналогично первой и с теми же размерами.

Обрезка пластины.

Создайте новый эскиз на плоскости «Сверху». Нарисуйте прямоугольник, как показано на рисунке 7.7. Размеры прямоугольника должны превышать размеры рессоры. Выйдите из эскиза.

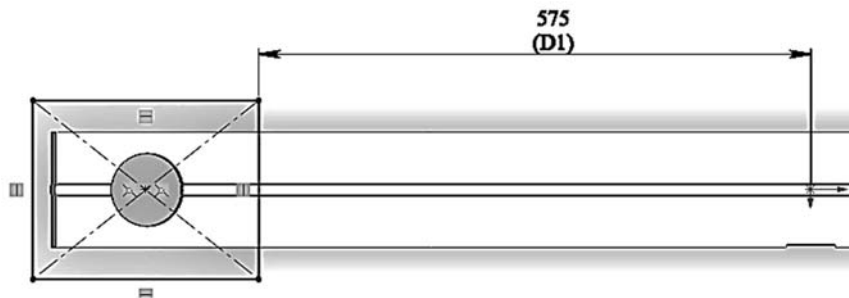


Рисунок 7.7 – Обрезка пластины

При помощи «Повернутый вырез» обрежьте пластину.

Создание третьей и последующих пластин рессоры.

Третья и последующие пластины рессоры создаются аналогично первой (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Расстояние обрезки от центра

Номер пластины	2	3	4	5	6	7	8
Расстояние, мм	575	495	415	335	255	175	95

Создание серьги рессоры.

Создайте новую деталь. Создайте новый эскиз в соответствии с размерами, проставленными на рисунке 7.8, а. Расстояние вытяжки – 112 мм.

Выберите вид «Справа» и создайте новый эскиз на боковой грани основания. Нарисуйте окружность радиусом R2, как показано на рисунке 7.8, б.

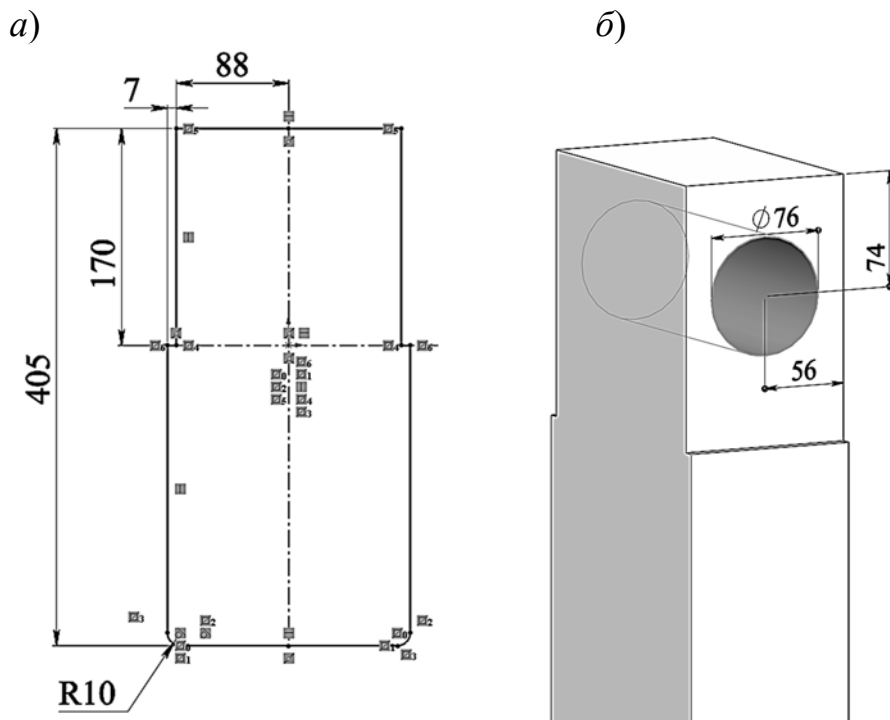


Рисунок 7.8 – Обрезка пластины

Сделайте сквозной вырез ранее созданной окружности.

Выберите вид «Справа» и создайте новый эскиз на боковой грани основания.

Создайте треугольники в нижней части (рисунок 7.9) для вытянутого выреза. Сделайте сквозной вырез ранее созданных треугольников.



Рисунок 7.9 – Вырез треугольников

Выберите вид «Спереди» и создайте новый эскиз на передней грани детали, как показано на рисунке 7.10. Сделайте вырез «Насквозь». Сохраните готовую деталь.

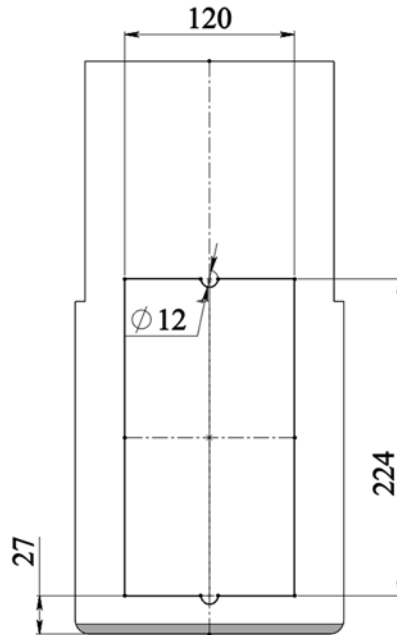


Рисунок 7.10 – Эскиз выреза для пластин рессоры

Создание сборки.

В меню «Создать» выберите «Создать сборку из детали», затем шаблон «Сборка». Добавьте 3 раза первую рессорную пластину. Задайте сопряжения: «По касательной» пластины и верхней кромки выреза в серьге и два сопряжения «Ширина» для торцевых и боковых граней пластины и соответствующих граней серьги.

Добавьте остальные пластины и при помощи сопряжения закрепите их.

В итоге вы должны получить сборку, которая приведена на рисунке 7.11.

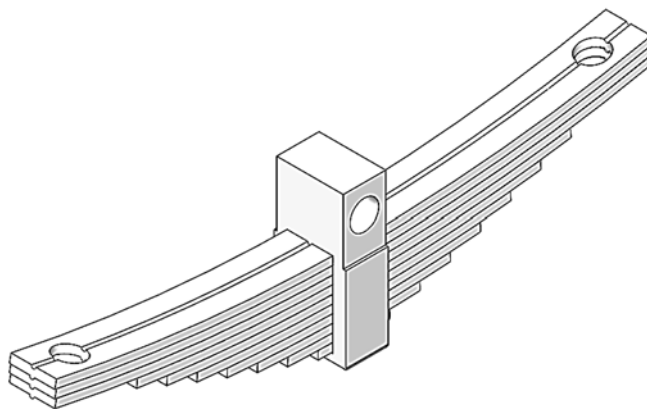


Рисунок 7.11 – Рессора в сборе

8 Лабораторная работа № 8. Поверхностное моделирование в SolidWorks

Цель работы: создание твердотельной модели корпуса мыши с использованием методов гибридного моделирования.

Настройка элементов управления.

Перед началом работы необходимо настроить интерфейс SolidWorks для удобной работы. Добавьте вкладку «Поверхности» в *Command Manager*. Включите видимость эскизов в графическом окне. Для этого щелкните по кнопке меню SolidWorks. В меню «Вид» выберите «Эскизы».

Создание опорных точек и контуров обвода корпуса.

Создание направляющей дуги спинки.

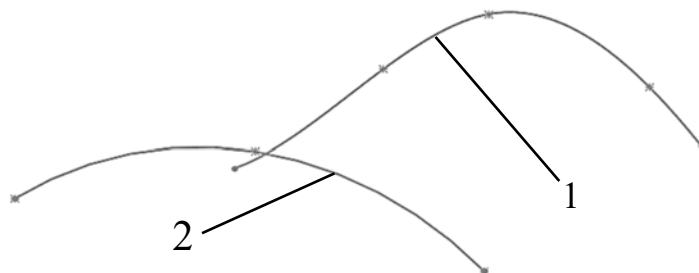
Нажмите «Вставка», выберите «Трехмерный эскиз». Плоскость для построения «Сверху». Выберите инструмент «Точка». Введите координаты для следующих пяти точек с координатами из таблицы 8.1 (при $y = 0$) и зафиксируйте их.

Таблица 8.1 – Координаты для построения точек

Точка	1	2	3	4	5
X	6,35	-38,1	-69,85	-121,92	-139,7
Z	12,7	25,4	31,75	12,7	0

Завершите эскиз и назовите его **Точки_сплайн_1**.

Выберите команду «Трехмерный эскиз». Выберите команду «Сплайн». Создайте сплайн, последовательно соединив точки эскиза. Убедитесь, что все точки эскиза определены (имеют черный цвет) (рисунок 8.1).



1 – направляющей дуги спинки; 2 – профиль дуги спинки

Рисунок 8.1 – Эскизы для построения плоскостей

Создание профиля дуги спинки.

Создайте эскиз на плоскости **Справа** и постройте точки с координатами из таблицы 8.2. Зафиксируйте **Точку 1** и **2**. На **Точку 3** наложите зависимость пронзания со **Сплайном_1**. Выберите команду **Дуга через 3 точки** и проведите дугу, последовательно выбирая **Точки 1–3**. Третью точку дуги укажите

около **Точки 2**. Наложите зависимость совпадения между дугой и **Точкой 2** (см. рисунок 8.1).

Таблица 8.2 – Координаты для построения дуги спинки

Точка	1	2	3
X	0	0	-15
Y	-44,5	44,5	0

Убедитесь, что эскиз полностью определен. Завершите эскиз и назовите его **Дуга_спинки**.

Создание контура левой стенки.

Выберите вкладку «Эскиз». Выберите плоскость **Спереди** в качестве плоскости эскиза. Выберите команду «Точка». Введите координаты для шести точек из таблицы 8.3 и зафиксируйте каждую точку (рисунок 8.2). Завершите эскиз и назовите его **Точки_Сплайн_2**.

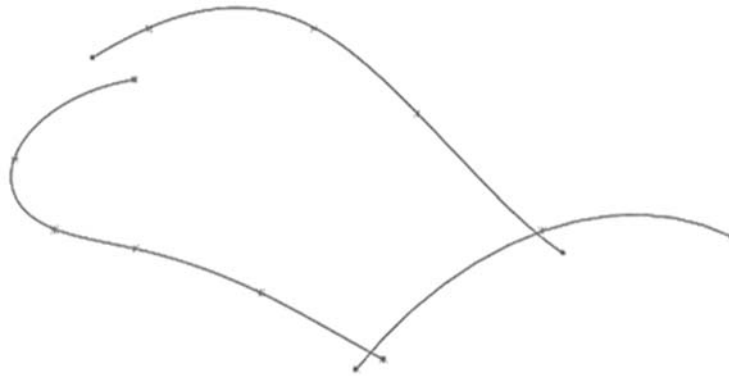


Рисунок 8.2 – Изображение точек для построения и сплайн

Таблица 8.3 – Координаты для построения дуги спинки

Точка	1	2	3	4	5	6
X	0	-38,1	-69,85	-85,09	-114,3	-127
Y	38,1	38,1	44,45	50,8	38,1	0

Выберите команду «Сплайн». Создайте сплайн таким образом, чтобы он последовательно проходил через все точки эскиза **Точки_сплайн_1**. Убедитесь, что все точки эскиза определены (имеют черный цвет).

Завершите эскиз и назовите его **Сплайн_2**.

Создание контура передней стенки.

Выберите команду «Эскиз». Выберите плоскость **Спереди** в качестве плоскости эскиза. Выберите команду «Точка». Введите координаты для двух точек из таблицы 8.4 и зафиксируйте каждую точку.

Выберите команду **Дуга через 3 точки**. Проведите дугу, последовательно выбирая **Точки 1 и 2**. Третью точку дуги укажите около исходной точки модели. Наложите зависимость совпадения между дугой и **Точкой 2** (рисунок 8.3).

Завершите эскиз и назовите его **Дуга_3**.

Таблица 8.4 – Координаты для построения дуги спинки

Точка	1	2
X	-44,5	-44,5
Y	-4,5	44,5

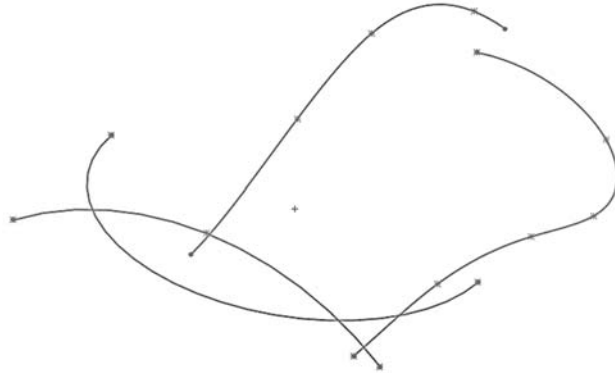


Рисунок 8.3 – Создание контура передней стенки

Построение обводов вытягиванием профиля.

Активизируйте вкладку «Поверхности». Скройте ненужную каркасную геометрию. Для этого выделите группу элементов «Точки_сплайн_1», «Сплайн_1», «Дуга_спинки», «Точки_сплайн_2», щелкните правой клавишей мыши (ПКМ) по выделенной группе элементов и в появившемся контекстном меню выберите команду «Скрыть».

Создание левой стенки.

Отобразите эскиз Сплайн_2. Выберите операцию «Вытянутая поверхность». Укажите эскиз **Сплайн_2**. В зоне «Направление вытяжки» укажите плоскость **Спереди**. В поле «Глубина» введите расстояние 25 мм (рисунок 8.4). Выберите кнопку и назовите полученную поверхность **Стенка_левая**.

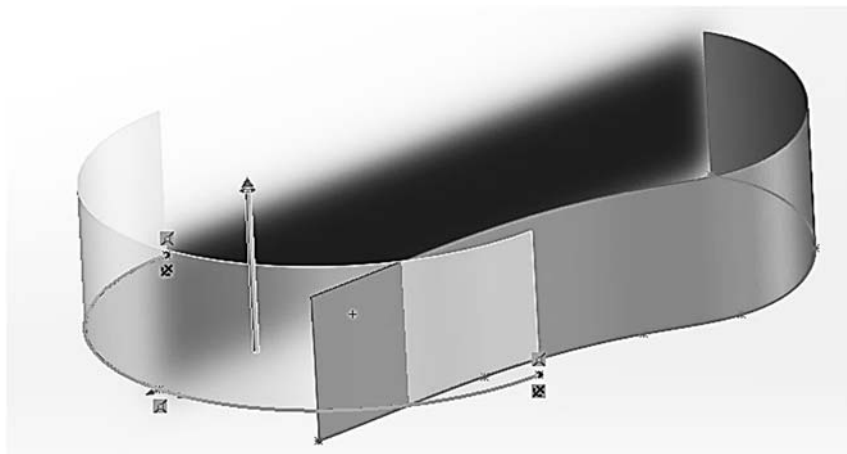


Рисунок 8.4 – Создание поверхности левой и передней стенки

Создание передней стенки.

Отобразите эскиз **Дуга_3**. Выберите команду «Вытянутая поверхность». Укажите эскиз **Дуга_3**. В поле «Глубина» введите расстояние 25 мм (см. рисунок 8.4). Полученную поверхность назовите **Стенка_передняя**.

Построение обводов протягиванием профиля по траектории.

Скройте геометрию, которая не потребуется в этом упражнении. Для этого в «Дереве конструирования» разверните группу «Тела поверхности», выделите обе поверхности, щелкните по ним правой клавишей мыши и в появившемся контекстном меню выберите команду **Скрыть**. Отобразите требуемую каркасную геометрию. Для этого в Дереве конструирования выделите группу элементов «Сплайн_1» и «Дуга_спинки», щелкните ПКМ по выделенной группе элементов и в появившемся контекстном меню выберите команду **Отобразить**.

Создание спинки.

Выберите команду «Поверхность по траектории». В поле **Профиль** укажите эскиз **Дуга_спинки**, а в поле **Направление** укажите эскиз **Сплайн_1**. Остальные параметры оставьте по умолчанию (рисунок 8.5). Полученную поверхность назовите **Спинка**.

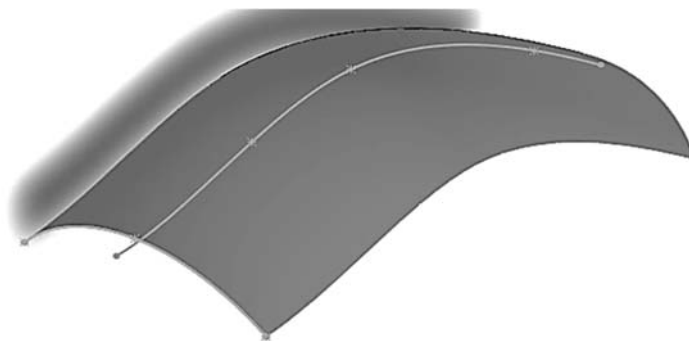


Рисунок 8.5 – Спинка 3D-модели

Создание правой стенки.

Выберите команду «Эскиз», плоскость **Спереди** и команду «Сплайн». Создайте сплайн по пяти точкам. На первую и последнюю точки наложите зависимость «Точка пронзания» с кромками **Передней стенки** и **Левой Стенки** соответственно. Для остальных точек укажите следующие координаты и зафиксируйте их (таблица 8.5).

Таблица 8.5 – Координаты для построения дуги спинки

Точка	2	3	4
X	-57,6	-90,5	-114,7
Y	-44	-40,8	-29,8

Наложите на маркер **Точки 1** зависимость **Горизонтальность**, а на маркер **Точки 5** зависимость **Вертикальность**. Закройте эскиз и назовите его **Сплайн_3**.

Выберите команду «Поверхность по сечениям». В поле «Профили» укажите кромки **Передней стенки** и **Левой Стенки**. Если боковые стороны создаваемой поверхности перекрещиваются, перетащите любой из маркеров в противоположную точку кромки. В поле «Направляющие кривые» укажите эскиз **Сплайн_3**. Остальные параметры оставьте по умолчанию. Полученную поверхность назовите **Стенка_правая**.

Скругление боковых стенок.

Отобразите поверхность **Спинка**. Выберите команду «Скругление». Выберите «Скруглить грани». В первой и второй группе поверхностей укажите соответственно поверхности **Передняя стенка** и **Левая стенка**. Радиус скругления задайте **25 мм** и включите «Предварительный просмотр». При необходимости кнопками «Реверс грани» установите требуемое местоположение скругления. Полученную поверхность назовите **Стенка_боковая**.

Сшивание боковых стенок.

Выберите команду «Сшить поверхности». Укажите поверхности **Стенка боковая** и **Стенка правая**. Полученную поверхность назовите **Поверхность_боковая**.

Удлинение спинки.

Выберите команду «Удлинить поверхность». Укажите три удлиняемые кромки на поверхности **Спинка**. Введите расстояние удлинения **12 мм**. Выберите кнопку и назовите полученную поверхность **Спинка_удлинить**.

Выберите команду «Плоская поверхность». Укажите четыре кромки на поверхности **Спинка**, которые образуют замкнутый контур. Выберите кнопку и назовите полученную поверхность **Брюшко**.

Отсечение поверхностей.

Выберите команду «Отсечь поверхность». Выберите переключатель **Взаимное**. В зоне **Поверхности** укажите поверхности **Поверхность_боковая** и **Спинка_удлинить**. Выберите переключатель «Удалить выбранные параметры» и в зоне «Удалить части» укажите внешние части поверхностей.

Выберите кнопку и назовите полученную поверхность **Верх**.

Изменение истории построений. Выполнение операций с деревом построения.

Возьмитесь за границу текущего положения в «Дереве конструирования» и перетащите его под элемент **Брюшко**.

Выберите команду «Эквидистанта к поверхности». Выберите поверхность спинки и укажите расстояние смещения **3 мм**. Пиктограммой «Изменить направление» добейтесь, чтобы эквидистанта была направлена в сторону **Брюшка**. Полученную поверхность назовите **Спинка_Эквидистанта**. Возьмитесь за границу текущего положения в «Дереве конструирования» и верните его в конец «Дерева конструирования» под элемент **Верх** (рисунок 8.6). Скройте поверхность **Спинка_Эквидистанта**.

Гибридное моделирование. Создание твердого тела на основе поверхностей.

Выберите команду «Сшить поверхности». Укажите боковые поверхности, «Верх» и «Брюшко» и установите флажок в поле «Попытаться создать твердотельный элемент».

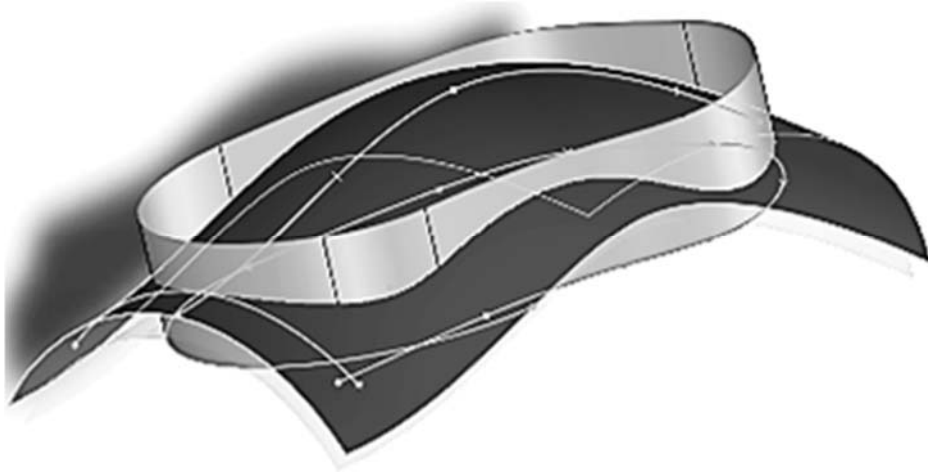


Рисунок 8.6 – Построение эквидистантной поверхности

Выберите кнопку и назовите полученный твердотельный элемент **Тело_мыши**.

Создание блока клавиш.

Отобразите поверхность **Спинка_Эквидистанта**. Выберите команду «Эскиз». Выберите плоскость **Спереди** в качестве плоскости эскиза. Подсветите три кромки, как указано на рисунке 8.7 и выберите команду «Преобразование объектов». Из **Точки 1** нарисуйте вертикальную линию до пересечения с кромкой и обрежьте выступающий сегмент кромки (см. рисунок 8.7).

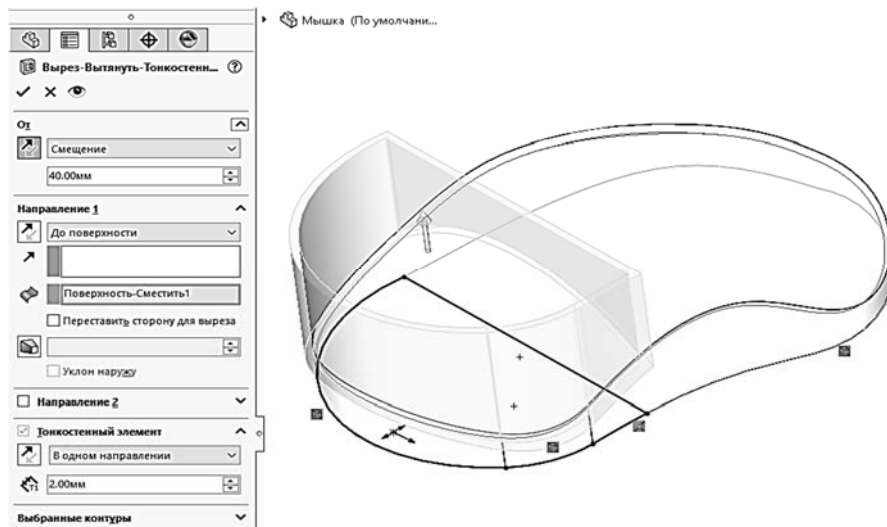


Рисунок 8.7 – Создание блока клавиш

Выберите команду «Вытянутый вырез». В зоне **От** выберите опцию «Смещение» и укажите расстояние смещения 40 мм. В выпадающем списке **Направление 1** выберите опцию «До поверхности» и укажите поверхность **Спинка_Эквидистанта**, до которой будет выполнен вырез. Установите флажок «Тонкостенный элемент» и укажите толщину стенки 1 мм. Пиктограммой «Изменить направление» добейтесь, чтобы вырез был направлен внутрь тела.

Выберите кнопку и назовите полученный элемент **Блок_клавиш**. Скройте

поверхность **Спинка_Эквидистанта**.

Создание вспомогательной геометрии для клавиш.

Выберите команду «Эквидистанта к поверхности». Выберите поверхность в области клавиш и укажите расстояние смещения 1 мм. Пиктограммой «Изменить направление» добейтесь, чтобы создаваемая поверхность находилась внутри блока клавиш.

Полученную поверхность назовите **Блок_клавиш_Эквидистанта**. Выберите команду «Удлинить поверхность». Укажите три кромки на поверхности, расстояние удлинения – 5 мм (рисунок 8.8).

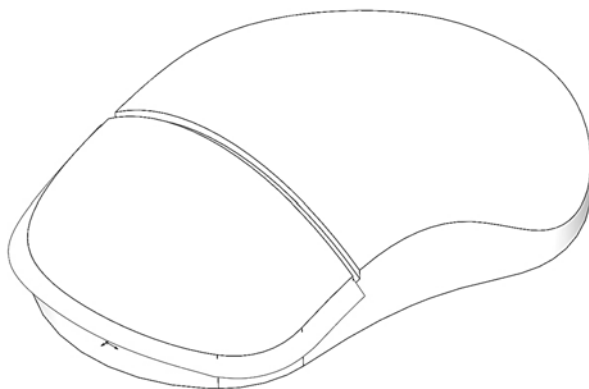


Рисунок 8.8 – Построение эквидистанты к поверхности и поверхности клавиш

Полученную поверхность назовите **Блок_клавиш_Удлинение**.

Построение клавиш.

На вкладке «Прямое редактирование» выберите команду «Разделить». Укажите в качестве инструмента отсечения поверхность **Блок_клавиш_Удлинение**. В результате должно быть получено два тела, проверить во вкладке «Твердые тела» (рисунок 8.9).

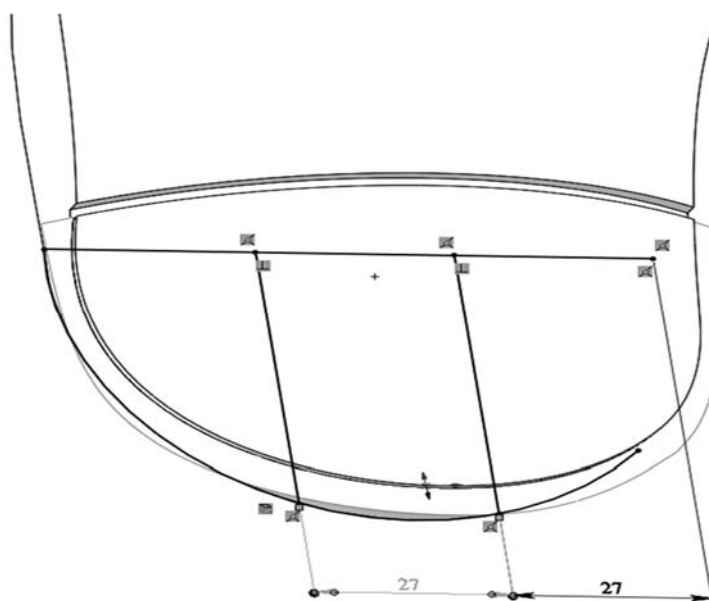


Рисунок 8.9 – Построение эскиза клавиш

Для разделения блока клавиш постройте «Эскиз» в плоскости **Спереди**, как показано на рисунке 8.9. Выберите команду «Вытянутый вырез». В зоне **От** выберите опцию «Смещение» и расстояние смещения укажите 40 мм. В выпадающем списке **Направление 1** выберите опцию «До поверхности» и укажите поверхность **Блок_клавиш_Удлинение**. Установите флажок «Тонкостенный элемент» и укажите толщину стенки 1 мм (рисунок 8.10).

Полученный элемент назовите «Мышь».

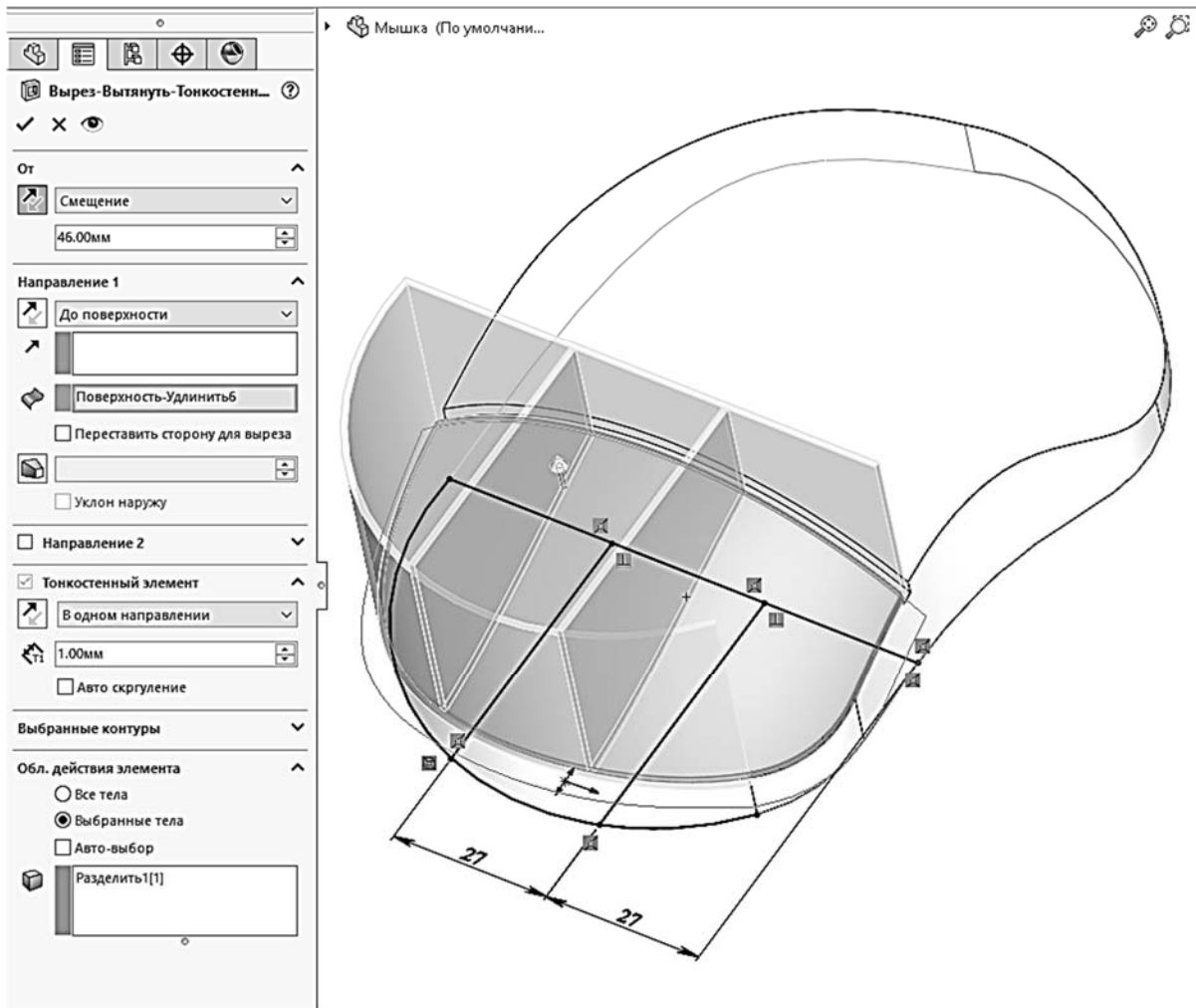


Рисунок 8.10 – Построение вырезов клавиш

Список литературы

1 MySolidWorks – Official SolidWorks Community [Electronic resource]. – Mode of access: <https://my.solidworks.com/training>. – Date of access: 01.10.2021.

2 **Зиновьев, Д. В.** Основы проектирования в SOLIDWORKS 2016 [Электронный ресурс] / Д. В. Зиновьев // Студия Vertex. – 2017. – Режим доступа: <https://autocad-lessons.ru/kniga-solidworks/>. – Дата доступа: 01.10.2021.