

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техносферная безопасность и производственный дизайн»

МАШИННАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
7-06-0715-01 «Транспорт»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2024

УДК 004.92
ББК 32.973.26-02
М75

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техносферная безопасность и производственный дизайн» «19» марта 2024 г., протокол № 8

Составители: ст. преподаватель Ю. А. Гуца;
ст. преподаватель Ж. В. Рымкевич

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. С. Федосенко

В методических рекомендациях для студентов специальности 7-06-0715-01 «Транспорт» очной и заочной форм обучения приводятся этапы выполнения лабораторных работ по тематике учебной программы дисциплины.

Учебное издание

МАШИННАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск	А. В. Щур
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 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, 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Интерфейс пользователя SolidWorks.....	5
2 Интерфейс КОМПАС-3D для создания трехмерных моделей.....	9
3 Методы формирования графических примитивов. Режим построения примитивов в графических редакторах.....	10
4 Построение трехмерных моделей простых геометрических тел в графических редакторах.....	12
5 Построение трехмерных моделей деталей по наглядному изображению в графических редакторах.....	15
6 Создание модели с использованием инструмента «Вытянутая бобышка» в графических редакторах.....	16
7 Создание модели с использованием инструментов «Вытянутая бобышка» и «Вытянутый вырез» в графических редакторах.....	18
8 Построение симметричной детали в графических редакторах.....	18
9 Построение модели с использованием инструмента «Гибкие» в графических редакторах.....	23
10 Валы и механические передачи 3D. Построение зубчатого колеса в графических редакторах.....	25
11 Валы и механические передачи 3D. Построение конической прямозубой передачи в графических редакторах.....	28
12 Создание сборочных единиц в графических редакторах.....	39
13 Создание сборки изделия в графических редакторах.....	41
14 Добавление стандартных изделий в графических редакторах.....	44
15 Создание сборочного чертежа в графических редакторах.....	45
16 Построение тел вращения в графических редакторах.....	46
Список литературы.....	48

Введение

В настоящее время на производстве почти повсеместно для выполнения чертежей применяются компьютерные системы. Объясняется это тем, что графическая работа с их использованием проходит в несколько раз быстрее, аккуратнее и точнее, чем при ручном исполнении. При этом имеется неограниченная возможность обращения к материалам учебной, справочной литературы и стандартов по специальностям. Кроме того, полученный графический результат (чертеж изделия) может быть визуализирован объемными изображениями и уже на стадии идеи-проектирования внешне оценен [1].

В учебных целях целесообразно обратить внимание на такие системы, как КОМПАС-3D и SolidWorks. Эти системы русскоязычные, имеют библиотеку стандартных элементов, аналогичных белорусским, более приемлемы с точки зрения приобретения лицензионных версий, а также хорошо адаптированы к области машиностроительных чертежей.

Дисциплина «Машинная графика» необходима для получения студентами навыков работы в графических редакторах.

В методических рекомендациях показаны основные приемы работы в системах трехмерного проектирования в САПР КОМПАС-3D и SolidWorks.


1 Интерфейс пользователя SolidWorks

Цель работы: знакомство с интерфейсом системы SolidWorks.

Задача работы: изучить интерфейс системы SolidWorks.

Порядок выполнения работы: запустить программу SolidWorks, изучить содержание пунктов главного меню, панели инструментов, дерева конструирования, область графического построения.

Работа над чертежом в среде SolidWorks может быть условно разделена на этапы: запуск программы, выбор вида конструкторского документа, задание требуемого формата для чертежа, непосредственное выполнение чертежа, сохранение полученных результатов по окончании работы.

Запуск программы SolidWorks можно выполнить либо выбрав имя программы в списке программ, установленных на компьютере до получения изображения стартовой страницы, либо нажатием на иконку  на рабочем столе (рисунок 1.1).

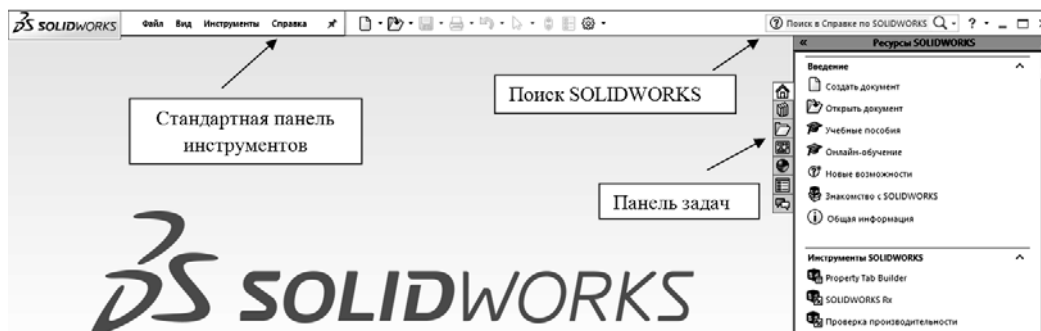


Рисунок 1.1 – Стартовая страница SolidWorks

В системе проектирования SolidWorks возможны три типа создаваемого документа: *деталь*, *сборка*, *чертеж*. Для запуска соответствующего документа необходимо в строке главного меню произвести действия *Файл / Новый*. На экране появится диалоговое окно с перечнем новых документов (рисунок 1.2). Обратите внимание, что документ *Чертеж* не делится на чертежи детали и сборочный чертеж. Любой двумерный чертеж в программе SolidWorks создается при помощи файла *Чертеж*. Начинать работу можно после выбора раздела меню.

Рассмотрим тип документа *Деталь*, выбрав соответствующий раздел меню. Рабочее окно *Деталь* включает следующие области: *Меню*, *Панели инструментов*, *Дерево конструирования*, *Область графического построения* (рисунок 1.3) [2]. По умолчанию SolidWorks присваивает имя файла *Деталь* и порядковый номер, например *Деталь1*. В области графического построения модели отображена ее исходная точка, целью которой является определить положение детали в пространстве. Если не привязать деталь к исходной точке, она так и останется не определенной.

В главном меню программы основной интерес представляют пункты меню: *Вставка*, *Инструменты*, в которых находятся основные команды для работы с моделью, а также пункт меню *Окно*. В пункте меню *Окно* отображаются все открытые на данный момент документы. Если открыто сразу несколько документов, можно выбрать удобный вид отображения окон.

Интерфейс SolidWorks позволяет использовать стандартные свойства Windows [2]. Правая кнопка мыши применяется для открытия контекстного меню, левая – для выбора объектов.

На рисунке 1.4 представлены основные панели инструментов, доступные после открытия документа.

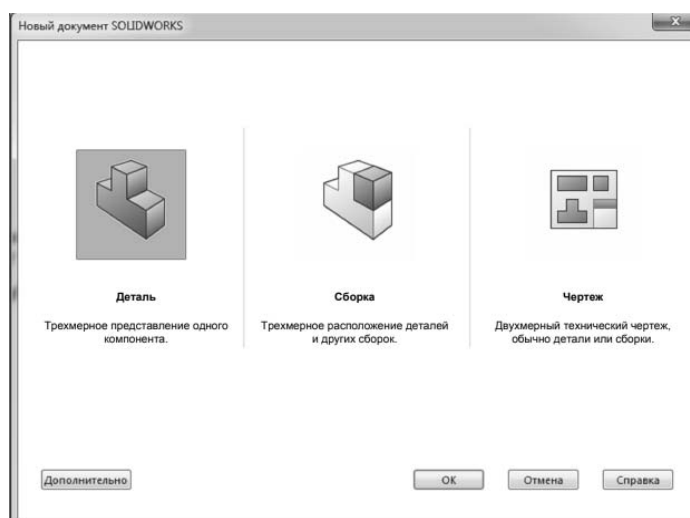


Рисунок 1.2 – Создание нового документа в SolidWorks

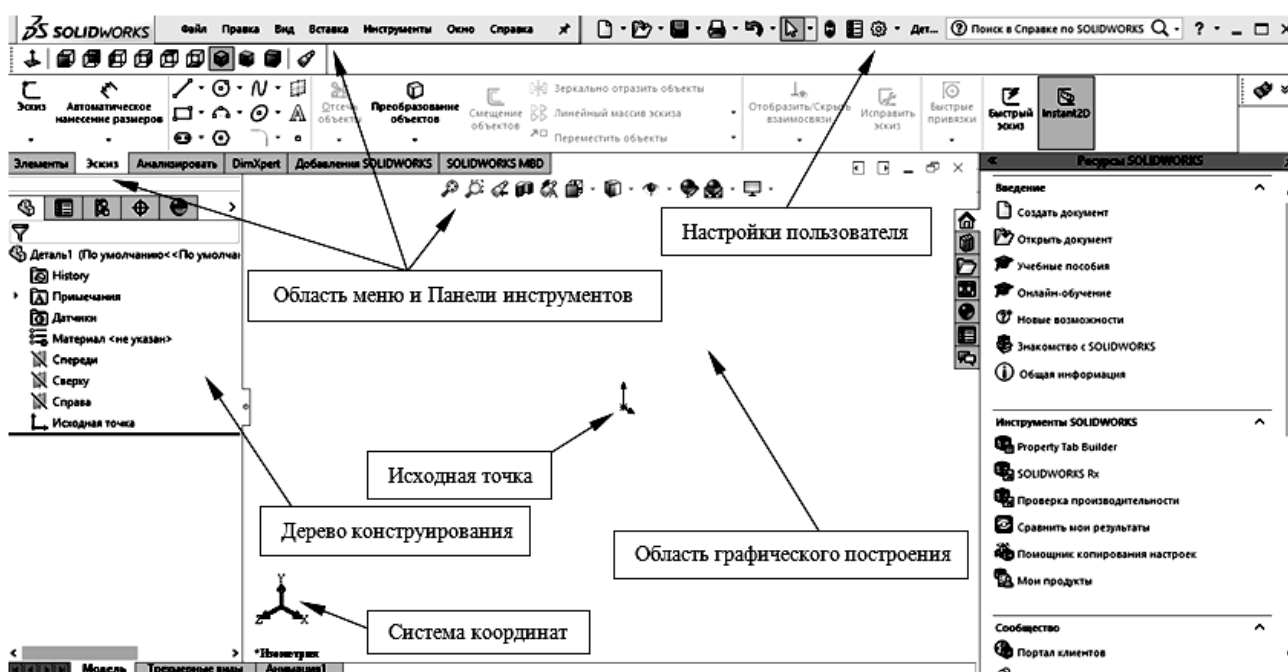


Рисунок 1.3 – Строение рабочего окна *Деталь* в SolidWorks

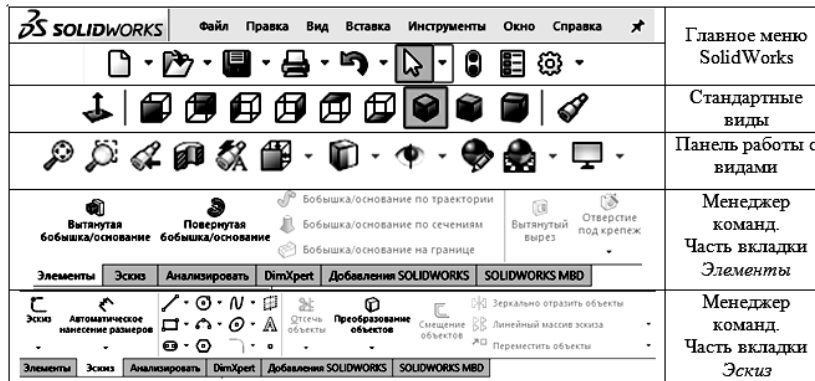


Рисунок 1.4 – Основные панели документов

Дерево конструирования содержит информацию о структуре документа. Расположение элементов в дереве конструирования имеет принципиальное значение – элементы располагаются в хронологическом порядке. Дерево конструирования позволяет выбирать соответствующие плоскости при создании модели; менять и определять последовательности выполнения элементов; отображать размеры элемента; выбирать элементы по имени; присваивать новые имена элементам; погашать или скрывать элементы; с помощью полосы отката возвращать модель или сборку в предыдущее состояние. Для того чтобы откатить деталь к какому-либо элементу, необходимо нажать на него правой клавишей мыши и выбрать команду *Откат*. Выбранный элемент и все последующие элементы будут погашены, т. е. не будут оказывать влияние на конечную деталь.

Погашенные и не погашенные элементы будут разделены горизонтальной линией, которая называется полосой отката (рисунок 1.5).

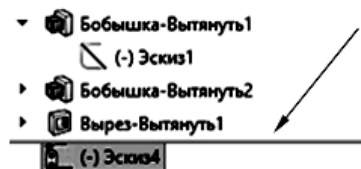


Рисунок 1.5 – Полоса отката

Перед созданием трехмерной детали необходимо создать двумерный эскиз. Существуют следующие состояния эскизов в SolidWorks:

- *не доопределен* (отображается синим цветом) – указывает на объект эскиза, которому необходимо задать взаимосвязь с другим объектом эскиза или присвоить размер;
- *определен* (отображается черным цветом) – взаимосвязи с объектами эскиза и размеры заданы правильно;
- *управляем* (отображается желтым цветом) – указывает на ненужную взаимосвязь или повторяющийся размер;
- *подвешен* (отображается коричневым цветом) – не решена геометрия эскиза;

– *не решено* (отображается красным цветом) – положение одного или нескольких объектов эскиза не может быть определено с помощью геометрии эскиза;

– *не допустимо* (отображается желтым цветом) – указывает на неверные объекты эскиза, которые создают нерешенный в настоящем состоянии эскиз.

Изменение масштаба модели детали в SolidWorks можно осуществлять с помощью мыши или одновременным зажатием клавиши «Shift» плюс *колесо мыши*. Движение указателя вверх приблизит модель, вниз – удалит. Для перемещения модели необходимо одновременно нажать клавишу «Ctrl» и *колесо мыши*, модель будет следовать за указателем. Для вращения модели необходимо нажать *колесо мыши* и перемещать указатель.

В меню *Настройки пользователя* можно задать жесты мыши – настроить «*сегментное кольцо*» (рисунок 1.6). Для этого необходимо выбрать меню *Параметры / Настройка / Жесты мыши*. Далее идет пункт «*Включить жесты мыши*». Можно выбрать либо четыре жеста, либо восемь жестов. Для того чтобы увидеть команды для назначенных жестов, необходимо поставить галочку напротив пункта «*Отобразить только команды с назначенными жестами мыши*» (см. рисунок 1.6) и нажать *Ок*. Чтобы сегментное кольцо появилось в области графического построения, необходимо нажать правую кнопку мыши и подвигать мышью в левую или в правую сторону.

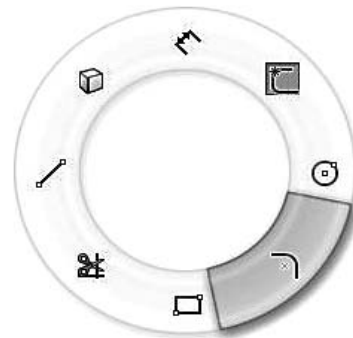
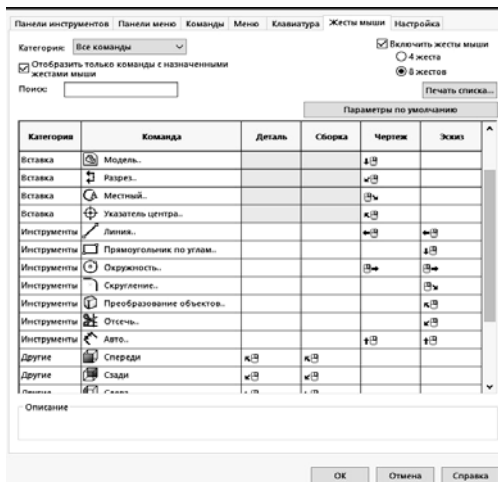


Рисунок 1.6 – Настройка жестов мыши

Вопросы для самоконтроля

- 1 Как осуществляется запуск программы SolidWorks?
- 2 Расскажите об интерфейсе SolidWorks.
- 3 Назовите типы документов, создаваемых в системе SolidWorks.
- 4 Назовите области рабочего окна *Деталь*.
- 5 Какую информацию содержит *Дерево конструирования*?
- 6 Перечислите состояния эскизов в SolidWorks.

2 Интерфейс КОМПАС-3D для создания трехмерных моделей

Цель работы: знакомство с интерфейсом системы КОМПАС-3D для создания трехмерных моделей.

Задача работы: изучить интерфейс системы КОМПАС-3D.

Порядок выполнения работы: запустить программу КОМПАС-3D, изучить содержание пунктов главного меню, панели инструментов, дерева конструирования, область графического построения.

Работа над чертежом в среде КОМПАС-3D может быть условно разделена на этапы: запуск программы, выбор вида конструкторского документа, задание требуемого формата для чертежа, непосредственное выполнение чертежа, сохранение полученных результатов по окончании работы [1].

При первом запуске рекомендуется выполнить действия по следующей цепочке: *Пуск / АСКОН / КОМПАС-3D* до получения изображения стартовой страницы (рисунок 2.1). Если же на рабочем столе компьютера уже имеется ярлык «КОМПАС-3D», то для запуска достаточно его активировать (нажать по ярлыку двойным щелчком левой кнопкой мыши). На экране появляется окно с перечнем новых документов: *Деталь, Сборка, Чертеж, Текстовый документ, Спецификация, Фрагмент* (см. рисунок 2.1).

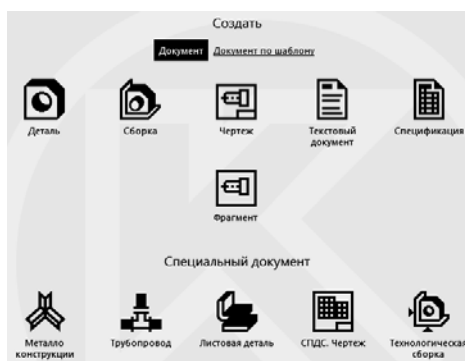





Рисунок 2.1 – Стартовая страница КОМПАС-3D

Выбор вновь создаваемого конструкторского документа может быть осуществлен разными способами. Его можно выполнить активацией ярлычка требуемого документа из перечня, находящегося на стартовой странице, либо активацией подпункта  или *Файл / Создать*, находящегося в главном меню.

 **Деталь** – документ, содержащий трехмерное изображение модели (детали). Файлы моделей имеют расширение M3D.

 **Сборка** – документ с трехмерным изображением модели (узла), содержащей как детали, так и стандартные (библиотечные) компоненты. Файлы сборок имеют расширение A3D.

После создания или открытия документа в окне КОМПАС-3D появляются элементы для работы с документами и объектами в них (рисунок 2.2).

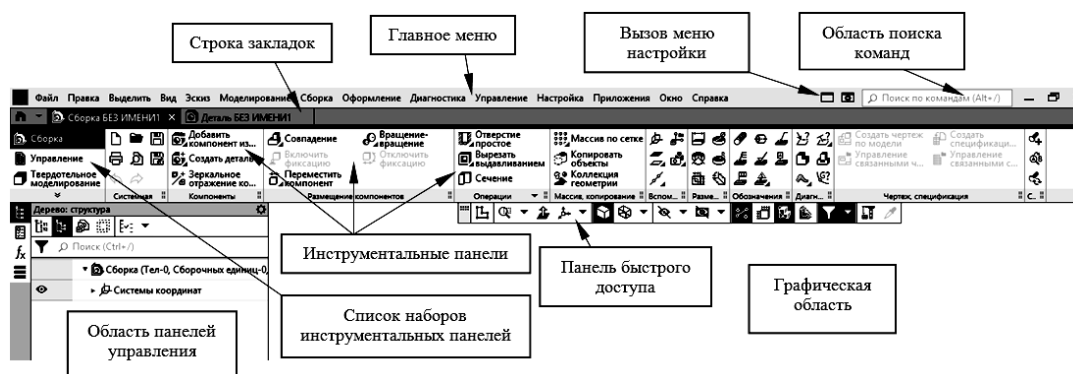


Рисунок 2.2 – Элементы интерфейса КОМПАС-3D

Инструментальная область служит для выбора команд, просмотра, печати, создания и редактирования объектов. *Строка закладок* служит для переключения между открытыми документами. Вызов команд системы осуществляется в *Главном меню*. Кнопка *Вызов меню настройки* раскрывает меню с командами. *Область поиска команд* служит для поиска команд по названиям. *Область панелей управления* включает в себя *Панель параметров* и *Дерево построения*. Большую часть окна КОМПАС-3D занимает *Графическая область*, которая предназначена для работы с документом. В верхней части *Графической области* расположена *Панель быстрого доступа*, которая включает в себя управление изображением, команды выбора режима и др.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Как осуществляется запуск программы КОМПАС-3D?
- 2 Элементы интерфейса КОМПАС-3D.
- 3 Назовите типы документов, создаваемых в системе КОМПАС-3D.

3 Методы формирования графических примитивов. Режим построения примитивов в графических редакторах

Цель работы: изучить методы формирования графических примитивов, режимы построения примитивов в графических редакторах.

Задача работы: выполнить построение плоского контура.

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу SolidWorks. В строке главного меню произведите действия *Файл / Новый / Деталь*.

2 В *Дереве конструирования* выберите плоскость *Спереди*. Откройте панель инструментов *Эскиз* и в верхнем левом углу нажмите на пиктограмму *Эскиз*.

При этом в правом верхнем углу графической области появятся следующие пиктограммы: выход из эскиза с сохранением результатов построения и без сохранения (рисунок 3.1).

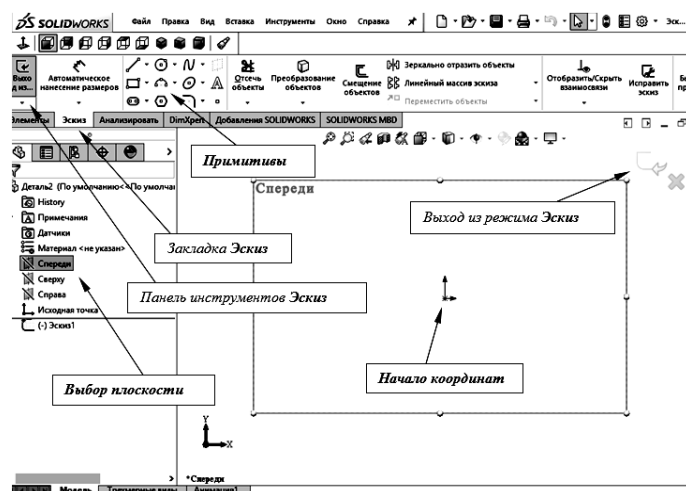


Рисунок 3.1 – Создание плоского эскиза

3 Выполните построение плоского контура детали с произвольными размерами, сохраняя пропорции (рисунок 3.2).

4 Сделайте эскиз определенным, т. е. проставьте размеры. Для этого в *Дереве конструирования* нажмите на элемент *Эскиз*, в появившемся контекстном меню выберите команду *Редактировать эскиз* (см. рисунок 3.2). Вызовите на панели *Эскиз* команду *Автоматическое нанесение размеров*, выберите контур для простановки размера и в появившемся диалоговом окне задайте необходимый размер. Поле простановки всех необходимых размеров элементы эскиза отобразятся черным цветом. Это будет означать, что эскиз полностью определен (рисунок 3.3). Отобразить взаимосвязи геометрических элементов можно с помощью команды *Отобразить / Скрыть взаимосвязи* на панели *Эскиз*. Сохраните чертёж.



Рисунок 3.2 – Пример выполнения и начала редактирования эскиза

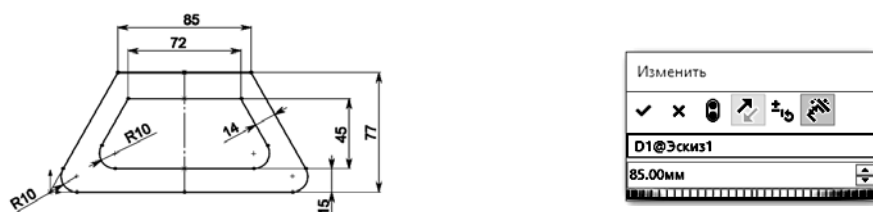


Рисунок 3.3 – Нанесение размеров на чертёж детали

5 Изучите режимы построения примитивов: *Отсечь объекты, Зеркально отразить объекты, Линейный массив эскиза, Круговой массив эскиза, Переместить объекты, Копировать объекты, Повернуть объекты, Масштабировать объекты, Растянуть элементы.*

Вопросы для самоконтроля

- 1 Этапы создания эскиза детали.
- 2 Панель инструментов *Эскиз*.
- 3 Выбор плоскости для работы с эскизом.
- 4 Команда *Автоматическое нанесение размеров*.
- 5 Отображение взаимосвязей геометрических элементов.
- 6 Режимы построения примитивов в SolidWorks.

4 Построение трехмерных моделей простых геометрических тел в графических редакторах

Цель работы: изучить принцип построения трехмерных моделей простых геометрических тел в графических редакторах.

Задача работы: построить трехмерные модели призмы, конуса и сферы.

Принцип построения трехмерных моделей простых геометрических тел рассмотрим на примере графического редактора SolidWorks.

Перед тем как создать трехмерную модель какого-либо геометрического тела необходимо выполнить построение плоского эскиза основания геометрической фигуры: для гранных поверхностей выбираем *n*-угольник, поверхностей вращения (цилиндр, конус) – окружность заданного радиуса, поверхностей вращения (сфера, тор) – эскиз образующей и ось вращения. Далее необходимо выбрать формообразующую операцию из раздела меню *Элементы*, расположенного на панели инструментов (рисунок 4.1) [2].

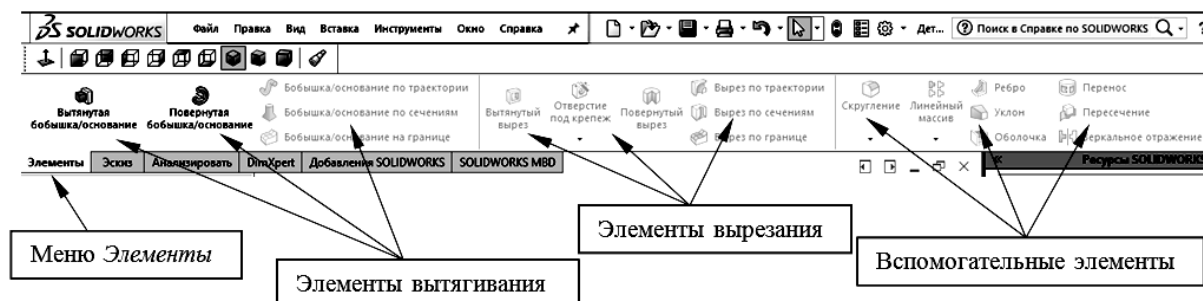


Рисунок 4.1 – Формообразующие операции меню *Элементы* в SolidWorks

Рассмотрим построение геометрических фигур на примерах шестигранной призмы, конуса и сферы.

Порядок выполнения работы.

1 Постройте плоский эскиз основания призмы: в *Дереве конструирования* выберите плоскость *Сверху*, в закладке *Эскиз* выберите геометрический примитив *Многоугольник*, укажите необходимые параметры (рисунок 4.2).

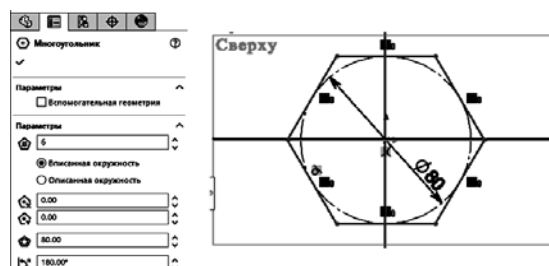


Рисунок 4.2 – Построение эскиза основания шестигранной призмы в SolidWorks

2 В меню *Элементы* выберите команду *Вытянутая бобышка / основание*, задайте высоту призмы, равную 60 мм, создайте трехмерную модель. На панели *Работа с видами* выберите команду *Редактировать внешний вид* и задайте цвет изображения, трехмерная модель призмы готова (рисунок 4.3).

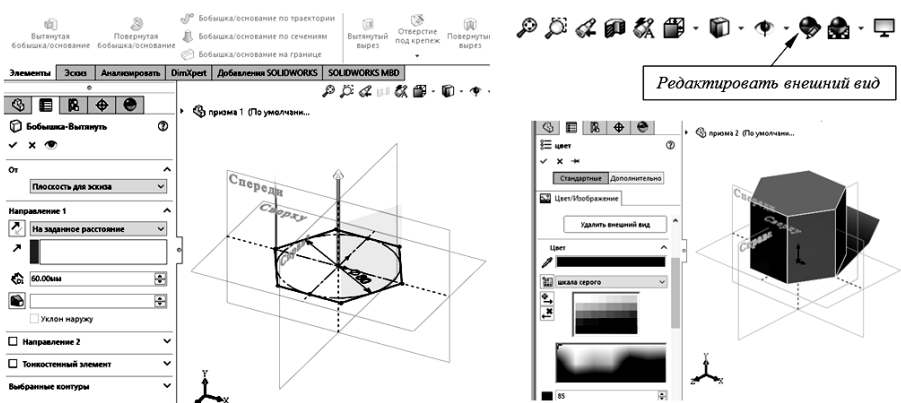


Рисунок 4.3 – Создание трехмерной модели призмы в SolidWorks

3 Постройте плоский эскиз основания конуса: в *Дереве конструирования* выберите плоскость *Сверху*, в закладке *Эскиз* выберите геометрический примитив *Окружность*, укажите радиус окружности 40 мм (рисунок 4.4).

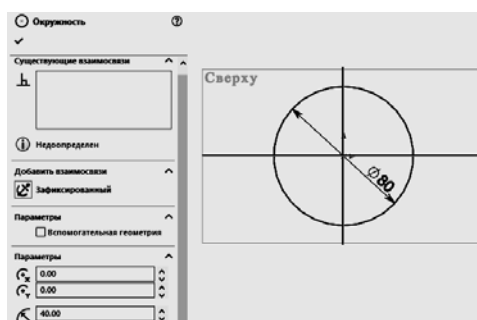


Рисунок 4.4 – Создание примитива *Окружность* в SolidWorks

4 Задайте точку вершины конуса на расстоянии 80 мм от основания с помощью *Смещенной плоскости*. Для этого в режиме трехмерного эскиза выполните действия по следующей цепочке: вкладка *Элементы* / *Справочная геометрия* / *Плоскость*. В *Дереве конструирования* укажите параметры: плоскость *Сверху*, расстояние 80 мм, сохраните параметры (рисунок 4.5).

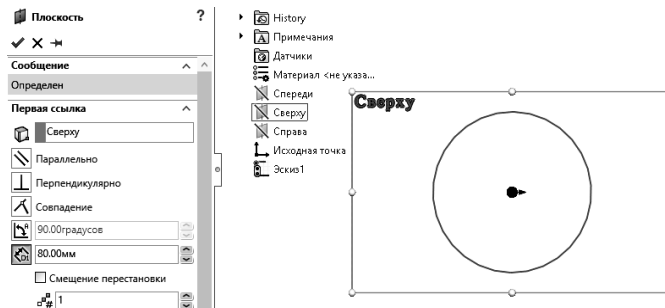


Рисунок 4.5 – Создание *Смещенной плоскости* в SolidWorks

5 В *Смещенной плоскости* создайте примитив *Точка* в центре окружности.

6 Во вкладке *Элементы* вызовите команду *Бобышка / основание по сечениям*, в *Дереве конструирования* укажите профили (*эскиз1*, *точка1*), включите предварительный просмотр, сохраните параметры (рисунок 4.6).

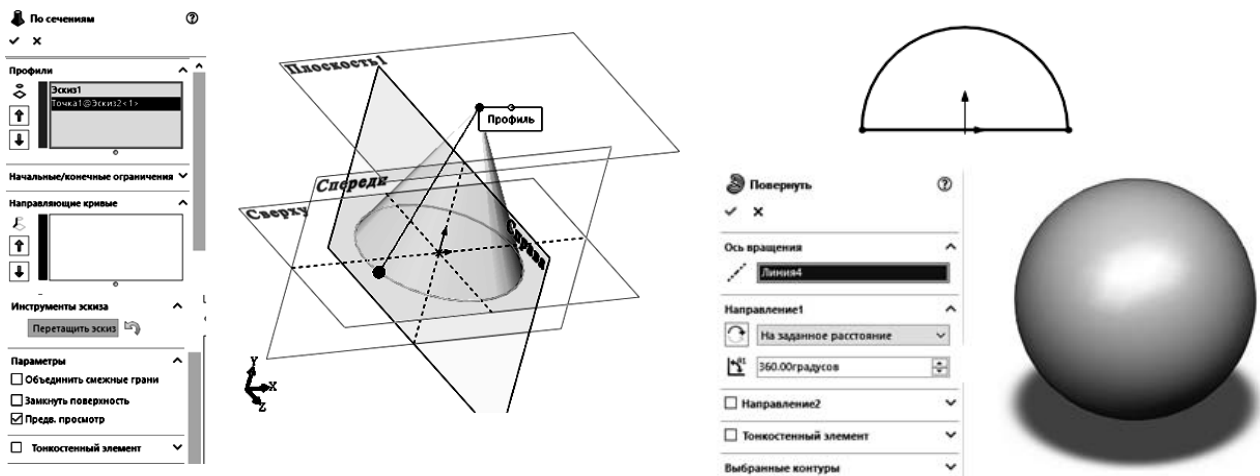


Рисунок 4.6 – Трехмерная модель конуса и сферы в SolidWorks

7 Для создания трехмерной модели сферы постройте двумерный эскиз произвольных размеров, используя примитивы линия и дуга. Затем примените команду *Повернутая бобышка / основание* (см. рисунок 4.6). Самостоятельно создайте трехмерную модель цилиндра произвольных размеров.

8 Создайте трехмерную модель пятигранной призмы с двойным проницанием, представленную на рисунке 4.7, используя команды *Элементов вырезания* в меню *Элементы* панели инструментов (см. рисунок 4.1), предварительно создав плоские эскизы отверстий. Сохраните данные.

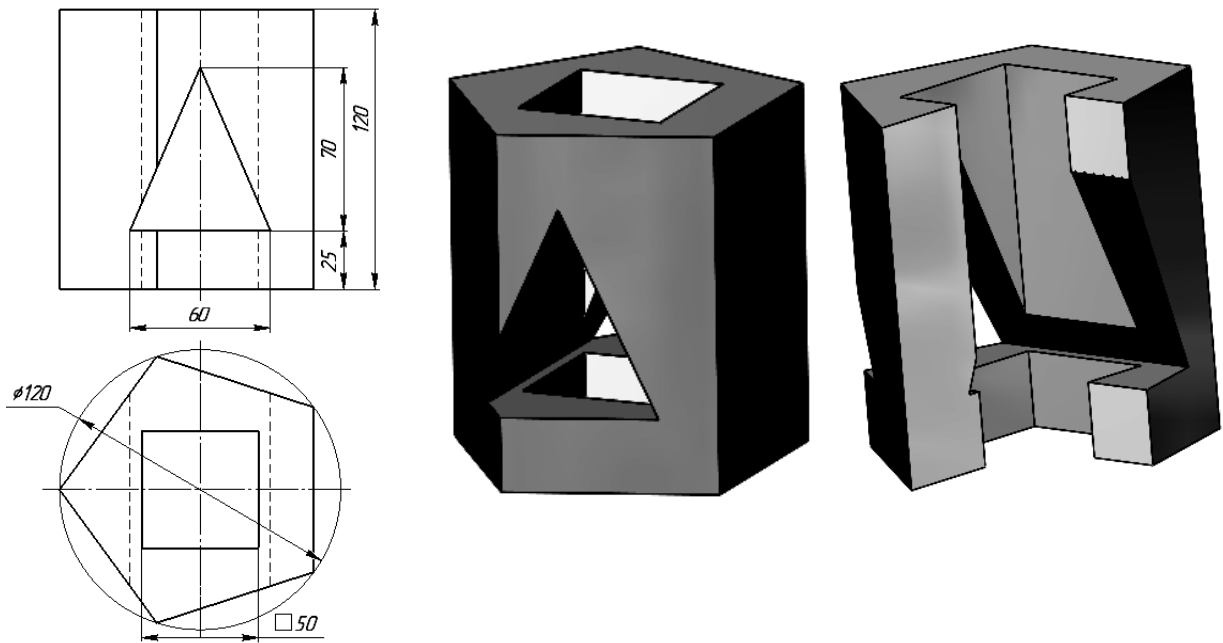


Рисунок 4.7 – Трехмерная модель призмы с элементами вырезания в SolidWorks

Вопросы для самоконтроля

- 1 Элементы вытягивания.
- 2 Команда *Редактировать внешний вид*.
- 3 Работа с командой *Плоскость*.
- 4 Создание трехмерных моделей конус, призма, сфера, цилиндр в SolidWorks.
- 5 Элементы вырезания.

5 Построение трехмерных моделей деталей по наглядному изображению в графических редакторах

Цель работы: изучить принципы построения трехмерных моделей деталей по наглядному изображению; приобрести навыки построения двумерных чертежей, используя готовую трехмерную модель детали.

Задача работы: построить двумерный чертеж, используя готовую трехмерную модель детали.

Порядок выполнения работы.

- 1 Запустите SolidWorks. Создайте новый чертеж: *Файл / Новый / Чертеж*.
- 2 В открывшемся диалоговом окне *Формат листа / Размер*, нажав кнопку *Обзор*, выберите формат чертежного листа (a3 – gost_sh1.slddrt), нажмите *Ок*.
- 3 Выберите сохраненную трехмерную модель: вкладка *Расположение видов / Вид модели / Обзор*.

4 Постройте необходимые виды детали, используя настройки вкладки меню *Вид модели*. Нанесите размеры на плоском чертеже (рисунок 5.1).

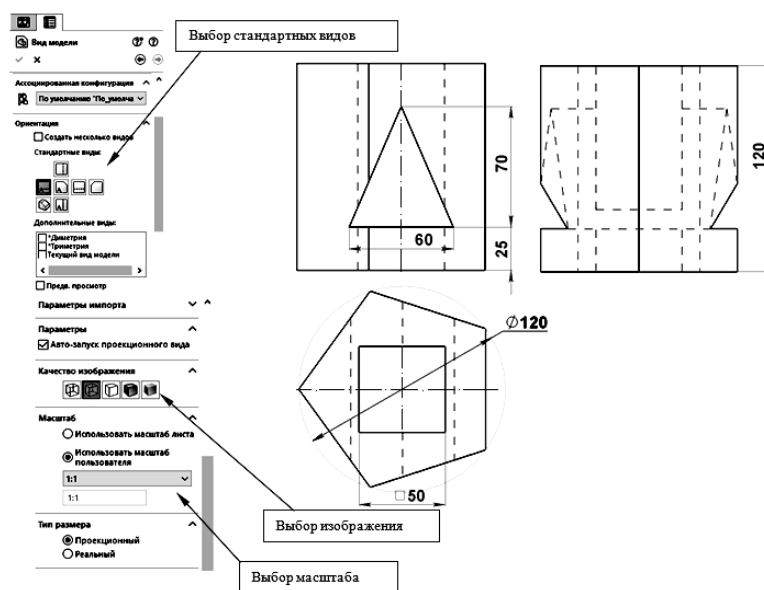


Рисунок 5.1 – Двумерный чертеж детали на основе трехмерной модели в SolidWorks

Вопросы для самоконтроля

- 1 Создание документа *Чертеж*.
- 2 Выбор необходимого формата листа.
- 3 Выбор сохраненной трехмерной модели для создания двумерного чертежа в SolidWorks. Построение необходимых видов детали в SolidWorks.

6 Создание модели с использованием инструмента «Вытянутая бобышка» в графических редакторах

Цель работы: создать модель с использованием инструмента «Вытянутая бобышка».

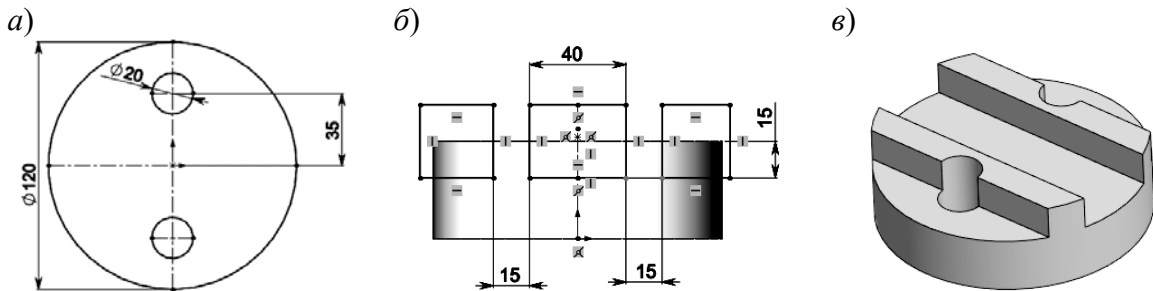
Задача работы: создать трехмерную модель детали (рисунок 6.1).

Построение трехмерной модели детали рассмотрим на примерах графических редакторов SolidWorks и КОМПАС-3D.

Порядок выполнения работы.

- 1 Запустите программу SolidWorks, выберите тип документа *Деталь* и постройте первый эскиз, проставьте размеры согласно рисунку 6.1, а.
- 2 Выйдите из режима построения эскиза.
- 3 Вкладка *Элементы*, команда *Вытянутая бобышка / основание*. Задайте величину выдавливания 40 мм. Нажмите *Ок*.
- 4 В *Дереве конструирования* выберите плоскость *Справа*, создайте второй эскиз согласно рисунку 6.1, б и выйдите из режима создания эскиза.

5 Вкладка *Элементы*, команда *Вытянутый вырез*. Установите параметр *Насквозь – оба направления*, нажмите *Ок*. Модель готова. Сохраните результат. Закройте программу SolidWorks.



a – создание первого эскиза; *b* – создание второго эскиза, *в* – трехмерная модель

Рисунок 6.1 – Этапы выполнения модели детали в SolidWorks

6 Запустите программу КОМПАС и выберите документ *Деталь*.

7 В *Дереве конструирования* выберите плоскость *XУ* для создания эскиза и нажмите на пиктограмму *Создать эскиз* .

8 Создайте эскиз окружности: вкладка *Геометрия / Окружность*, указав диаметр окружности, равный 120 мм.

9 Во вкладке *Элементы тела* вызовите команду *Элемент выдавливания*, укажите параметр расстояния 40 мм, нажмите *Готово*.

10 Для создания сквозных отверстий выполните действия: выбор основания модели / *Создать эскиз* / вкладка *Геометрия / Окружность* / вкладка *Элементы модели / Вырезать выдавливанием* / *Готово*.

11 Создайте новый эскиз. Команда *Вырезать выдавливанием*, завершите построение модели, глубина выдавливания равна 15 мм (рисунок 6.2).

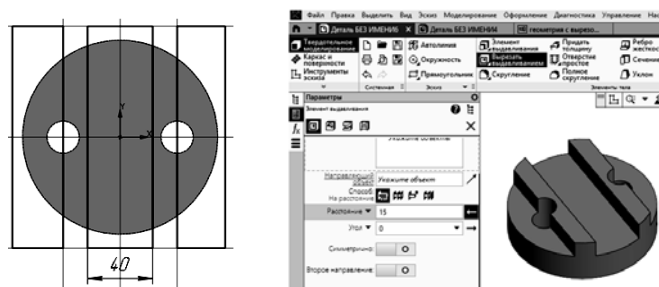


Рисунок 6.2 – Завершение построения модели

Вопросы для самоконтроля

- 1 Команда *Вытянутая бобышка / основание* в среде SolidWorks.
- 2 Создание эскиза в среде КОМПАС-3D.
- 3 Вкладка панели инструментов *Элементы модели* в среде КОМПАС-3D.
- 4 Работа с командой *Вырезать выдавливанием* в среде КОМПАС-3D.

7 Создание модели с использованием инструментов «Вытянутая бобышка» и «Вытянутый вырез» в графических редакторах

Цель работы: изучить инструменты «Вытянутая бобышка» и «Вытянутый вырез».

Задача работы: создать трехмерную модель детали (рисунок 7.1).

Порядок выполнения работы.

- 1 Запустите программу SolidWorks. Выберите тип документа *Деталь*.
- 2 Создайте трехмерную модель детали по размерам, представленным на рисунке 7.1, используя вкладки меню *Эскиз*, *Элементы*. Сохраните документ.
- 3 Постройте двумерный чертеж модели, создав новый документ *Чертеж*.
- 4 Откройте сохраненный документ трехмерной модели и выполните вырез четверти модели, используя команду *Вытянутый вырез* (см. рисунок 7.1).
- 5 Сохраните документ, присвоив новое имя документу.

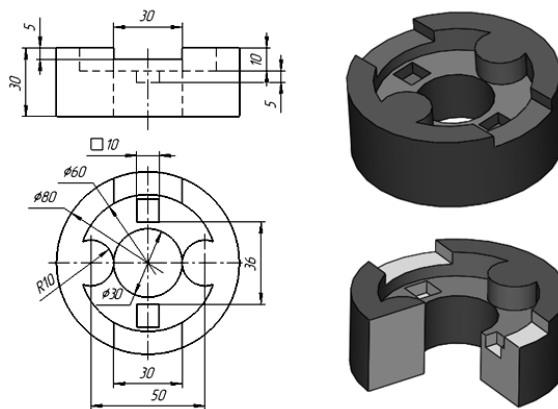


Рисунок 7.1 – Условие для выполнения лабораторной работы № 7

Вопросы для самоконтроля

- 1 Этапы выполнения эскизов при создании модели.
- 2 Создание двумерного чертежа по наглядному изображению трехмерной модели детали.
- 3 Выполнение выреза четверти модели в SolidWorks.

8 Построение симметричной детали в графических редакторах

Цель работы: изучить инструмент «Зеркальное отражение» на примере графического редактора SolidWorks.



Задача работы: создать симметричную трехмерную модель детали *Кронштейн* в графических редакторах (рисунок 8.13).

Построение трехмерной модели детали рассмотрим на примере графического редактора SolidWorks.

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу SolidWorks. Выберите тип документа *Деталь*.

2 Выберите в дереве конструирования плоскость для построения эскиза, щелкнув на пункте «Спереди».

3 Выберите команду построения эскиза . Постройте эскиз согласно рисунку 8.1. Проставьте размеры . После чего выйдите из режима создания эскиза, отжав кнопку *Эскиз*.

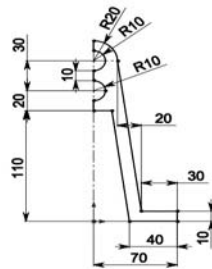


Рисунок 8.1 – Построение эскиза

4 Выделите в дереве конструирования построенный эскиз. Выберите команду *Вытянутая бобышка*. Выдавите на 50 мм (рисунок 8.2).



Рисунок 8.2 – Результат применения команды *Вытянутая бобышка*

5 Укажите переднюю плоскость модели. Создайте эскиз в виде двух равных по диаметру окружностей (рисунок 8.3).

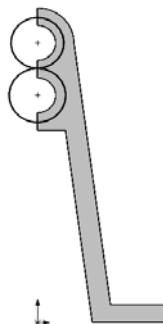


Рисунок 8.3 – Добавление окружностей

6 Выделите обе окружности, назначьте взаимосвязи командой *Добавить взаимосвязь*, представленные на рисунке 8.4.

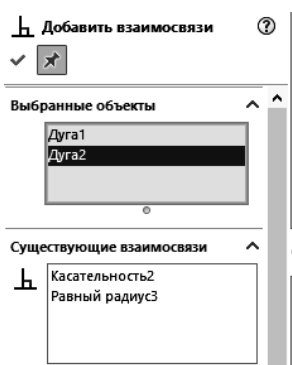


Рисунок 8.4 – Команда *Добавить взаимосвязи*

7 Выделите вертикальные грани и малые дуги модели, вызовите команду *Преобразование объектов* для проецирования данных объектов в текущий эскиз. Командой *Отсечь*, обрежьте ненужные фрагменты примитивов. Выделите две большие дуги. С помощью ручек, которые появились на концах дуг, предварительно удалив взаимосвязи *Совпадение* и *Проецирование*, переместите конечную точку дуги большей окружности вправо, тем самым исключив самопересечение контура (рисунок 8.5).

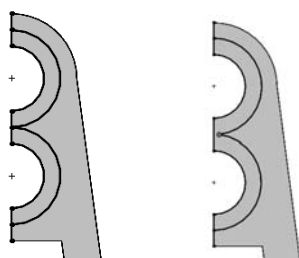


Рисунок 8.5 – Перемещение конечных точек дуг

8 Выберите команду *Вытянутая бобышка*. Выдавите построенный эскиз на 8 мм (рисунок 8.6).

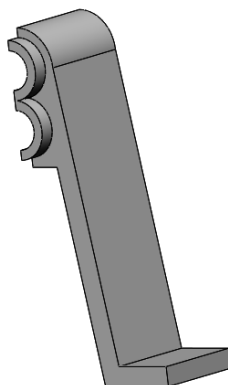


Рисунок 8.6 – Команда *Вытянутая бобышка*

9 Выберите плоскость *Справа*. Создайте эскиз – прямоугольник с размерами 110×20 мм (рисунок 8.7).

10 Вырежьте, используя команду *Вытянутый вырез*, построенный эскиз из модели детали (рисунок 8.8).

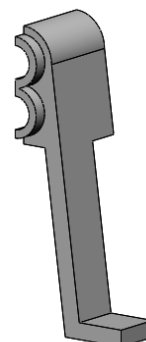
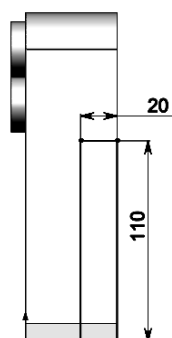



Рисунок 8.7 – Эскиз прямоугольника

Рисунок 8.8 – Команда *Вытянутый вырез*

11 Выберите верхнюю плоскость основания как плоскость построения эскиза. Выберите команду *Вставка / Элементы / Отверстие / Под крепеж...*, или нажмите на кнопку . Выберите вид отверстия – *с зенковкой*. Установите параметры отверстия *M8*. На вкладке *Расположение* задайте размерами положение центра отверстия (рисунки 8.9 и 8.10).

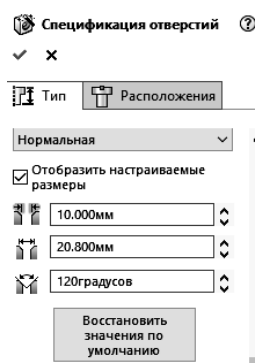
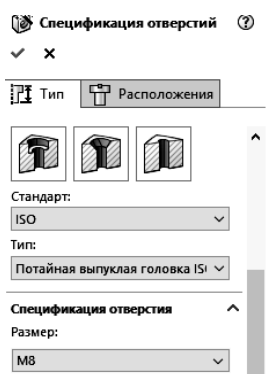


Рисунок 8.9 – Выбор параметров для отверстия под крепеж

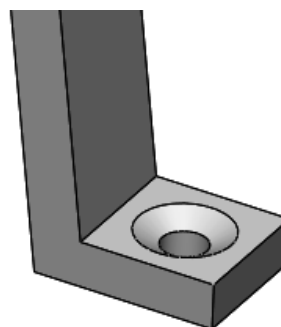
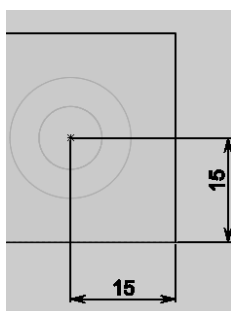


Рисунок 8.10 – Создание отверстия под крепеж

12 Создайте скругления элементов радиусом, равным 3 мм (рисунок 8.11).

13 Выберите команду построения зеркального отражения. Выделите все элементы, укажите плоскость отражения – грань модели (рисунок 8.12). Еще раз зеркально отразите модель (см. рисунок 8.13). Модель детали *Кронштейн* готова. Сохраните результат.

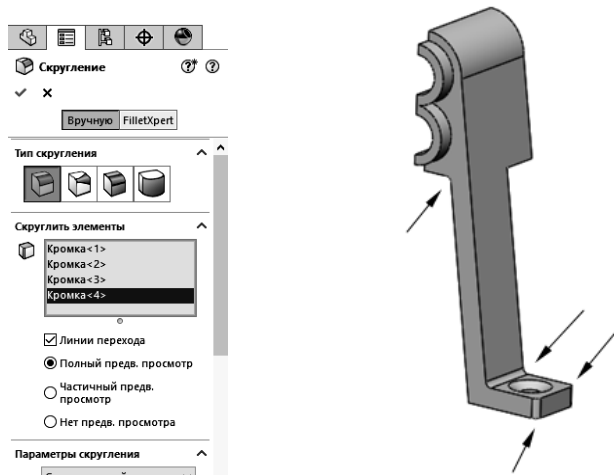


Рисунок 8.11 – Скругление кромок

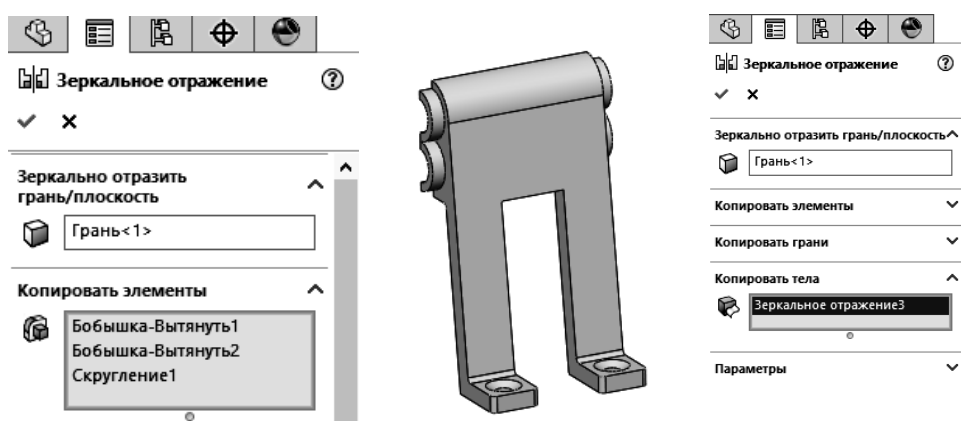


Рисунок 8.12 – Результат отражения

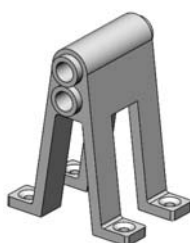


Рисунок 8.13 – Результат моделирования детали *Кронштейн*

Вопросы для самоконтроля

- 1 Этапы построения симметричной трехмерной модели в SolidWorks.
- 2 Команда *Зеркальное отражение* в SolidWorks.

9 Построение модели с использованием инструмента «Гибкие» в графических редакторах

Цель работы: изучить инструмент «Гибкие» в графических редакторах.

Задача работы: построить трехмерную модель «Ваза».

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу SolidWorks. Выберите тип документа *Деталь*.

2 В *Дереве конструирования* выберите плоскость *Спереди*. Постройте эскиз согласно рисунку 9.1. Вызовите команду *Повернутая бобышка / основание*, укажите параметры (см. рисунок 9.1), завершите команду.

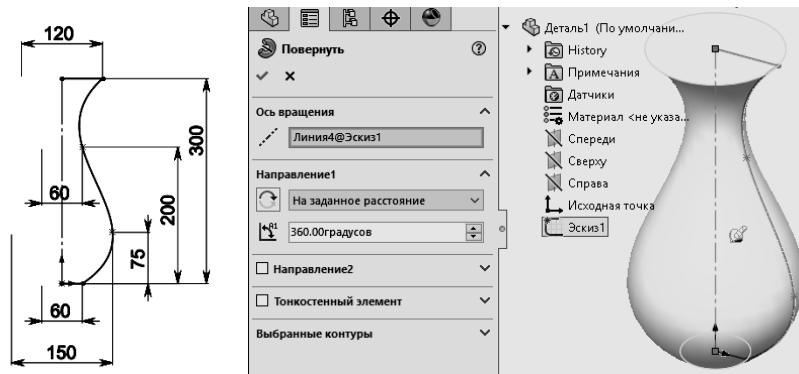


Рисунок 9.1 – Команда *Повернутая бобышка / основание*

3 В *Дереве конструирования* выберите плоскость *Спереди*, постройте новый эскиз (рисунок 9.2). Вызовите команду *Бобышка / основание по траектории*, укажите параметры (см. рисунок 9.2), завершите команду.

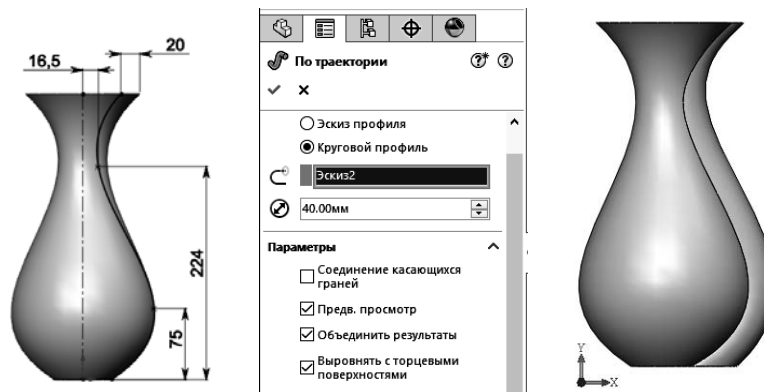
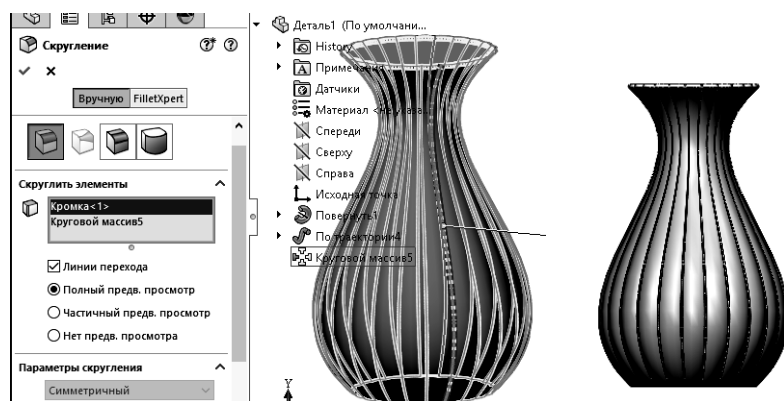
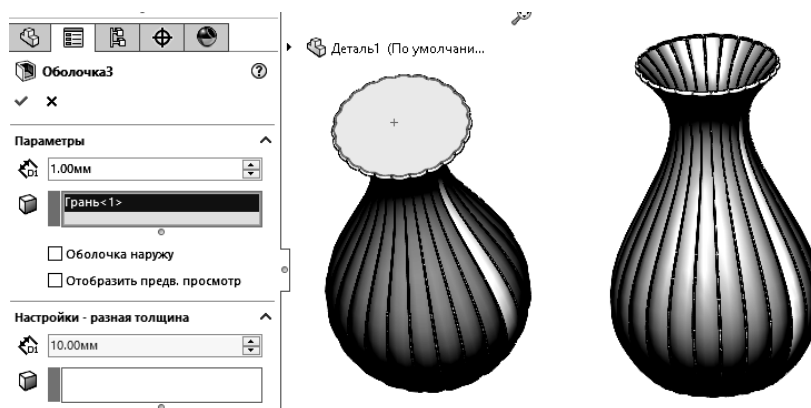


Рисунок 9.2 – Команда *Бобышка / основание по траектории*

4 Вызовите команду *Круговой массив*. Укажите параметры: ось массива – *Кромка 1*, угол равен 15° , количество экземпляров – 24 шт. Завершите команду.

5 Вызовите команду *Скругление*, укажите параметры (рисунок 9.3), радиус скругления равен 1 мм, завершите команду.

6 Вызовите команду *Оболочка*, укажите параметры (рисунок 9.4), завершите команду.

Рисунок 9.3 – Команда *Скругление*Рисунок 9.4 – Команда *Оболочка*

7 Вызовите команду *Скругление*, укажите параметры (рисунок 9.5), завершите команду.

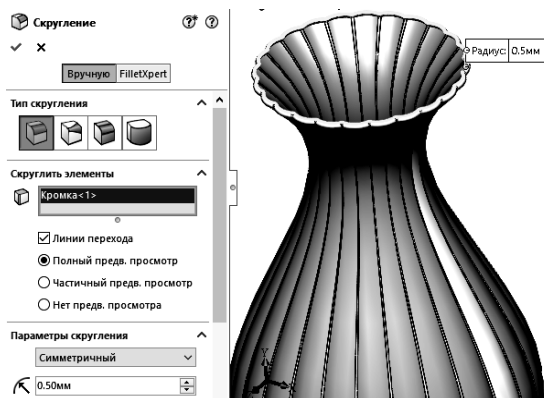


Рисунок 9.5 – Скругление кромки

8 Вызовите команду *Гибкие* – (*Вставка / Элементы / Гибкие*), укажите параметры (рисунок 9.6), завершите команду. Сохраните документ.

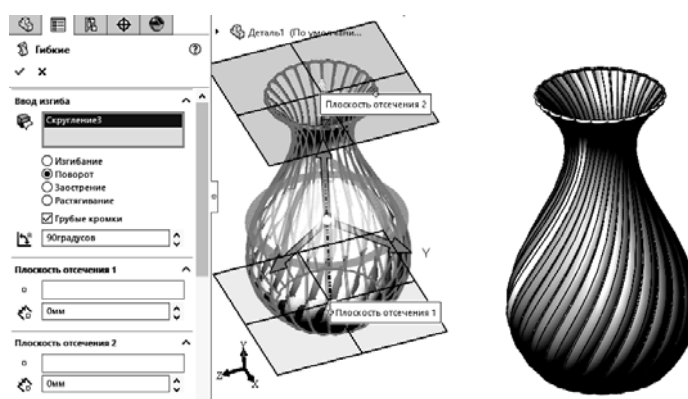


Рисунок 9.6 – Инструмент «Гибкие»

Вопросы для самоконтроля

- 1 Команда *Бобышка* / *основание по траектории* в SolidWorks.
- 2 Команда *Оболочка* в SolidWorks.
- 3 Инструмент «Гибкие» в SolidWorks.

10 Валы и механические передачи 3D. Построение зубчатого колеса в графических редакторах

Цель работы: изучить приложение «Валы и механические передачи 2D».

Задача работы: создать с помощью данного приложения трехмерную модель колеса зубчатого.

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу КОМПАС-3D. Выберите тип документа *Чертеж*, задайте формат листа А3 горизонтального расположения.

2 Выполните цепочку действий: *Приложения* / *Механика* / *Валы и механические передачи 2D* / *Построение модели* / *Новая модель*, укажите необходимые пункты (рисунок 10.1).

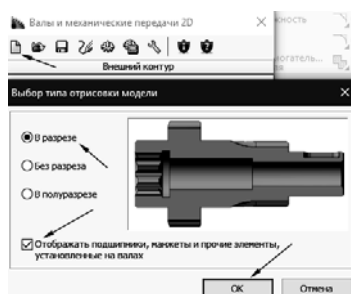


Рисунок 10.1 – Выбор типа отрисовки модели

3 Укажите базовую точку. В дереве *Модель* выполните действия: *Простые ступени* / *Цилиндрическая ступень* / *параметры* / *Готово* (рисунок 10.2). Далее

выполните цепочку действий: *Элементы механических передач / Шестерни и зубчатые рейки / Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями / параметры фаски / Запуск расчета / Геометрический расчет / По межосевому расстоянию*. Введите необходимые параметры. Рассчитайте межосевое расстояние, нажав на значок калькулятора (рисунок 10.3).

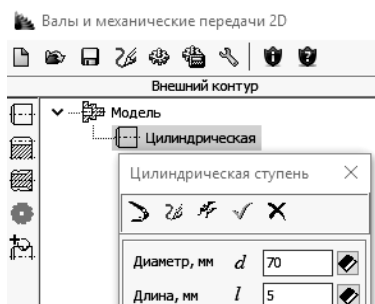


Рисунок 10.2 – Команда *Цилиндрическая ступень*

Тип передачи		Ведущее колесо		Ведомое колесо	
Цилиндрическая внешнего зацепления		30		80	
Запуск расчёта		8			
1. Число зубьев		Z_1, Z_2			
2. Модуль, мм		m_n			
4. Направление линии зуба ведущего колеса				прямое	
5. Угол профиля зуба исходного контура		α		20°	0' 0"
6. Коэффициент высоты головки зуба исходного контура		h_a^*		1	
7. Коэффициент радиального зазора исходного контура		c^*		0.25	
8. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура		ρ_f^*		0.38	
9. Ширина зубчатого венца, мм		b_1, b_2		60	60
10. Межосевое расстояние, мм		a_w		440	

Рисунок 10.3 – Задание параметров

4 Перейдите на следующую страницу. Закончите расчет. В диалоговом окне *Выбор объекта построения* нажмите *Ок*. В окне *Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями* нажмите *Готово* (рисунок 10.4).

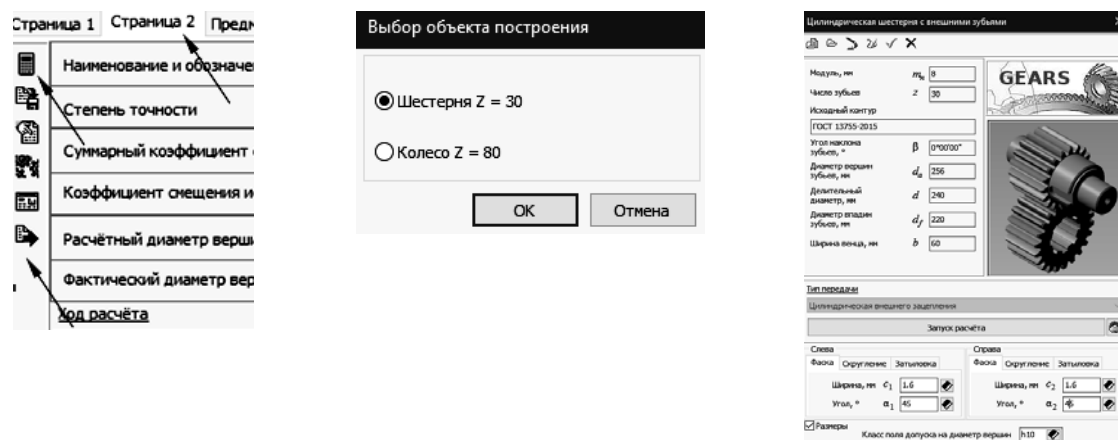


Рисунок 10.4 – Параметры цилиндрической шестерни с внешними зубьями

5 Далее: *Дополнительные построения / Кольцевые пазы / Тип 1*, укажите значение диаметра $D1 = 176$ мм. Нажмите *Ок*.

6 В пункте «Шестерня» выберите *Дополнительные построения / Вырезы по круговому массиву*, задайте параметры: диаметр расположения центра отверстий – 132 мм, диаметр отверстий – 20 мм, количество отверстий – 4 шт. Нажмите *Ок*.

7 В пункте «Шестерня» выберите *Цилиндрическая ступень*, задайте параметры второй ступени: диаметр равен 70 мм, длина равна 5 мм. Вызовите таблицу параметров: *Шестерня / Дополнительные построения / Таблица параметров*, укажите данные, нажмите *Ок* (рисунок 10.5). Таблица параметров появится на двумерном чертеже колеса зубчатого.

8 Создайте внутренний контур шестерни, выполнив цепочку действий: *Модель / Простые ступени / Цилиндрическая ступень* (рисунок 10.6).

9 Постройте шпоночный паз: *Дополнительные построения / Шпоночные пазы / Под призматическую шпонку*. Задайте параметры, нажмите *Готово*. Поставьте вид слева шестерни (достаточно показать внутреннее отверстие и шпоночный паз), оформите чертеж (рисунок 10.7).

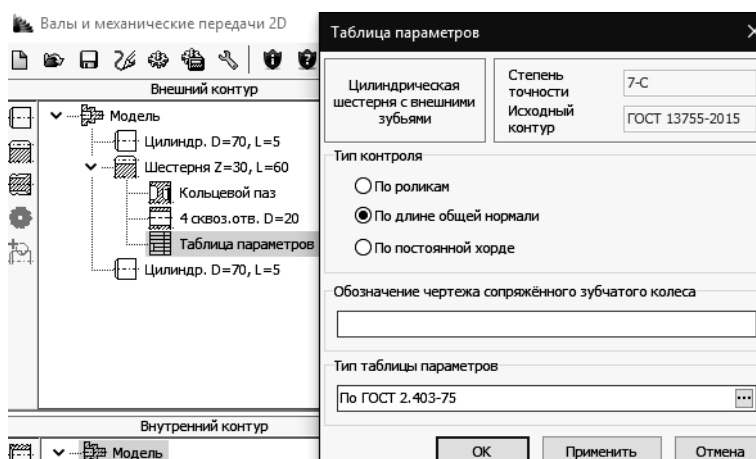


Рисунок 10.5 – Создание таблицы параметров

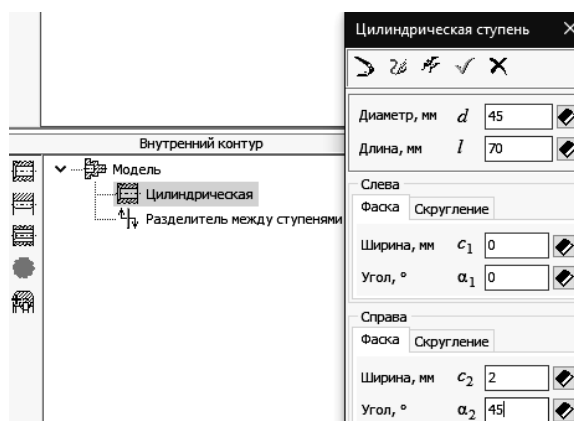


Рисунок 10.6 – Создание внутреннего контура шестерни

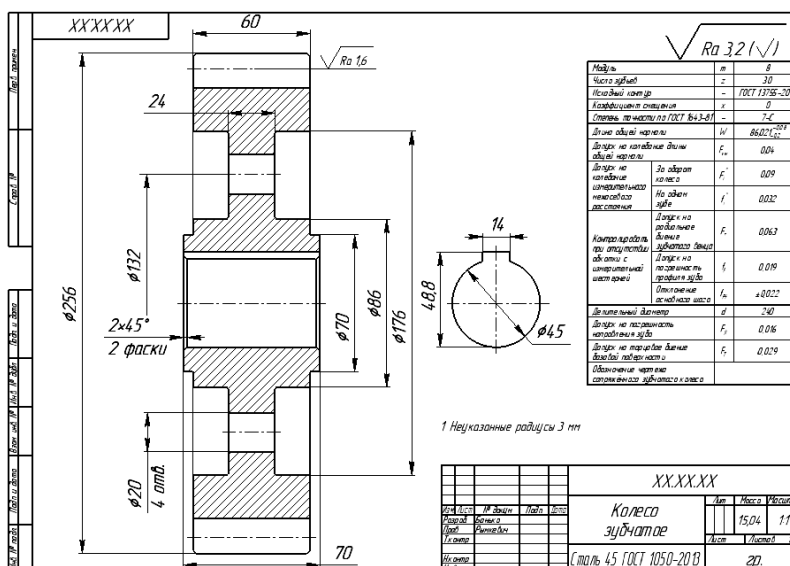


Рисунок 10.7 – Чертеж колеса зубчатого

10 Закончите выполнение трехмерной модели шестерни: *Дополнительные построения и действия / Генерация твердотельной модели* (рисунок 10.8).



Рисунок 10.8 – Результат генерации твердотельной модели

Вопросы для самоконтроля

- 1 Приложение «Валы и механические передачи 2D» в КОМПАС-3D.
- 2 Построение внешнего контура колеса зубчатого, ввод параметров.
- 3 Построение кольцевых пазов в приложении.
- 4 Работа с *Таблицей параметров* колеса зубчатого.
- 5 Построение внутреннего контура колеса зубчатого, ввод параметров.
- 6 Построение шпоночного паза.
- 7 Генерация твердотельной модели.

11 Валы и механические передачи 3D. Построение конической прямозубой передачи в графических редакторах

Цель работы: изучить приложение «Валы и механические передачи 3D».

Задача работы: построить коническую прямозубую передачу в графических редакторах.

Лабораторную работу выполните в графической среде КОМПАС-3D.

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу КОМПАС-3D. Выберите тип документа *Чертеж*, задайте формат листа A2 горизонтального расположения.

2 Для создания модели конической шестерни с прямыми зубьями выполните цепочку действий: *Приложения / Механика / Валы и механические передачи 2D / Построение модели / Новая модель*, укажите необходимые пункты (см. рисунок 10.1).

3 Укажите базовую точку. В дереве построения модели вызовите команду *Коническая шестерня с прямыми зубьями*.

4 В диалоговом окне нажмите *Запуск расчета* (рисунок 11.1). Выберите *Геометрический расчет / По диаметрам вершин колес*, укажите параметры (рисунок 11.2).

5 Перейдите на вторую страницу, назначьте степень точности и нажмите кнопку расчет (рисунок 11.3). Подтвердите выбор, нажав *Ок* (рисунок 11.4). Выполните построение. В окне *Выбор объекта построения* укажите *Шестерня*, нажмите *Ок* (рисунок 11.5).



Рисунок 11.1 – Запуск расчета

Геометрический расчёт		Страница 1 Страница 2 Предмет расчёта	
Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	z_1, z_2	43	50
2. Внешний диаметр вершин ведомого колеса, мм	d_{a2}		100
3. Межосевой угол передачи	Σ	90 ° 0 ' 0 "	
4. Угол профиля	α	20 ° 0 ' 0 "	
5. Коэффициент высоты головки зуба	h_a^*	1	
6. Коэффициент радиального зазора	c^*	0.2	
7. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба	ρ_f^*	0.3	
8. Ширина зубчатого венца, мм	b	15	$\leq \min \left(\frac{0.3 \cdot R_g}{10 \cdot m_g} \right) = 19$
9. Коэффициент смещения исходного контура ведущего колеса	x_1	0.05	
10. Коэффициент изменения расчетной толщины зуба исходного контура ведущего колеса	x_{c1}	0	
11. Радиус закругления вершины реза, мм	ρ_{k0}	0.593	

Рисунок 11.2 – Параметры для геометрического расчета

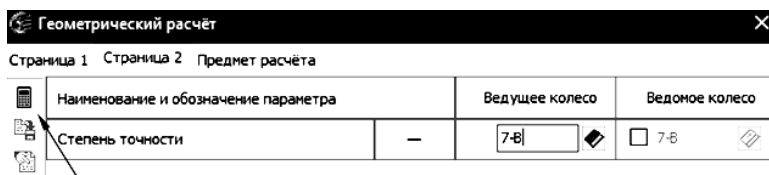


Рисунок 11.3 – Запуск геометрического расчета

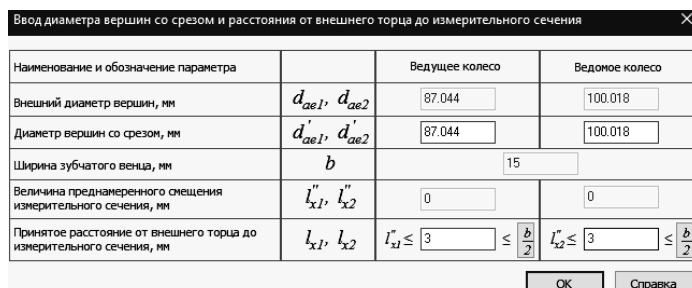


Рисунок 11.4 – Ввод данных для геометрического расчета

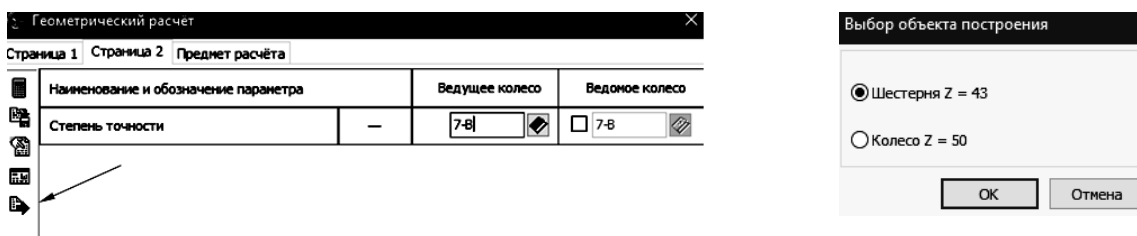


Рисунок 11.5 – Геометрический расчет и выбор объекта

6 Завершите построение конической шестерни с прямыми зубьями, нажав *Готово* (рисунок 11.6). Построение шестерни выполнено.



Рисунок 11.6 – Параметры для построения конической шестерни с прямыми зубьями

7 Добавьте для конической шестерни *Таблицу параметров*. Для этого выполните цепочку действий: *Шестерня коническая / Дополнительные построения / Таблица параметров / Ок* (рисунок 11.7).

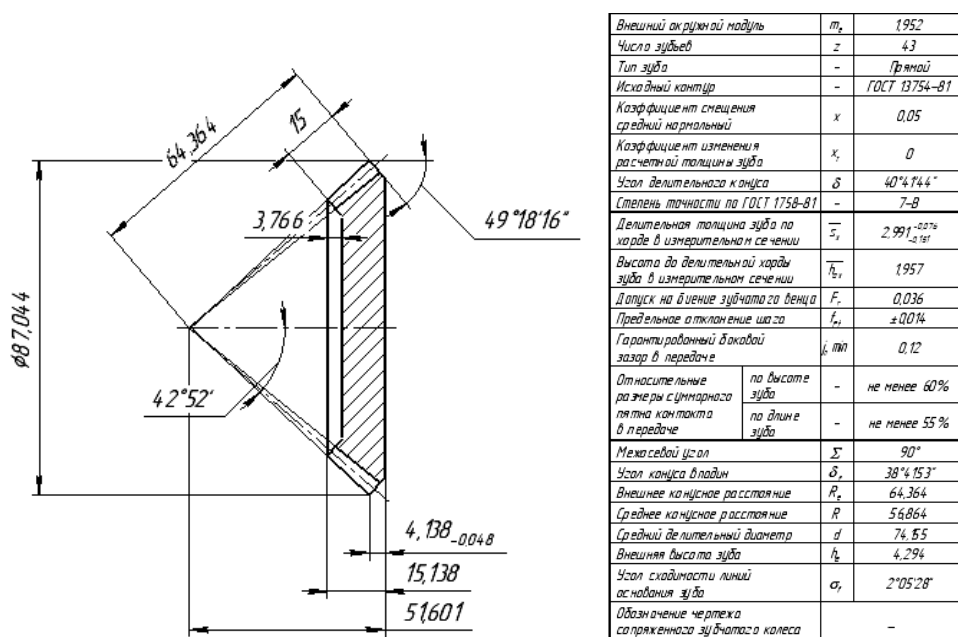


Рисунок 11.7 – Чертеж конической шестерни с прямыми зубьями

8 Добавьте цилиндрическую ступень, нажмите *Сохранить модель и выйти* (рисунок 11.8).

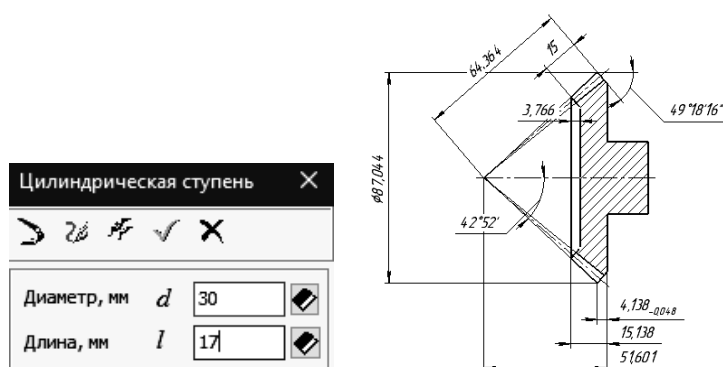


Рисунок 11.8 – Добавление цилиндрической ступени

9 Заполните основную надпись, сохраните результат.

10 Закончите выполнение трехмерной модели конической шестерни с прямыми зубьями: *Дополнительные построения и действия / Генерация твердотельной модели* (рисунок 11.9). Сохраните результат.



Рисунок 11.9 – Результат генерации конической шестерни с прямыми зубьями

11 Выполните построение твердотельной модели «Вал – шестерня» (параметры, необходимые для выполнения и расчета модели, выдает преподаватель) (рисунки 11.10 и 11.35).



Рисунок 11.10 – Твердотельные модели для выполнения задания

12 Запустите программу КОМПАС-3D. Выберите тип документа *Чертеж*, задайте формат листа A2 горизонтального расположения.

13 Для создания модели «Вал – шестерня» выполните цепочку действий: *Приложения / Механика / Валы и механические передачи 2D / Построение модели / Новая модель*, укажите необходимые пункты (см. рисунок 10.1).

14 Укажите базовую точку. В дереве построения модели вызовите команду *Коническая шестерня с прямыми зубьями* (рисунок 11.11).

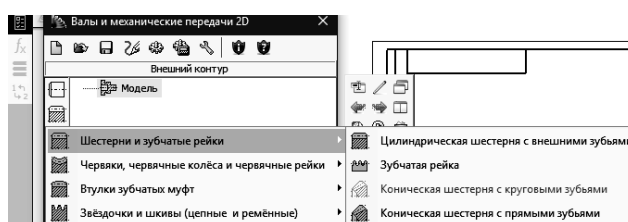


Рисунок 11.11 – Вызов команды *Коническая шестерня с прямыми зубьями*

15 В диалоговом окне нажмите *Запуск расчета* (рисунок 11.12). Выберите *Геометрический расчет / По внешнему окружному модулю*, укажите параметры (рисунок 11.13).

16 Перейдите на вторую страницу, назначьте степень точности и нажмите кнопку расчет (рисунок 11.14). Откорректируйте параметры, нажмите *Ок* (рисунок 11.15). Выполните построение (рисунок 11.16). В окне *Выбор объекта построения* укажите *Шестерня*, нажмите *Ок* (рисунок 11.17).

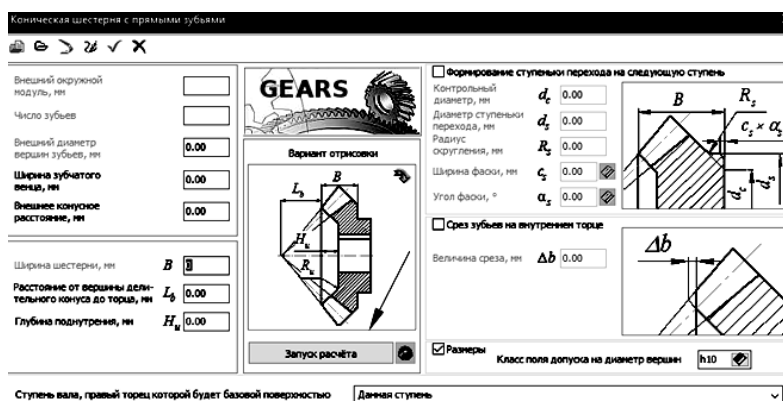


Рисунок 11.12 – Запуск расчета

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	z_1, z_2	20	80
2. Внешний окружной модуль, мм	m_e	2	
3. Межосевой угол передачи	Σ	90 ° 0 ' 0 "	0 "
4. Угол профиля	α	20 ° 0 ' 0 "	0 "
5. Коэффициент высоты головки зуба	h_a^*	1	
6. Коэффициент радиального зазора	c^*	0.2	
7. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба	ρ_f^*	0.3	
8. Ширина зубчатого венца, мм	b	$20 \leq \min\left(\frac{0.3 \cdot R_e}{10 \cdot m_e}\right) = 20$	
9. Коэффициент смещения исходного контура ведущего колеса	x_1	0.42	
10. Коэффициент изменения расчетной толщины зуба исходного контура ведущего колеса	x_{c1}	0.042	
11. Радиус закругления вершины реза, мм	$\rho_{\Sigma 0}$	0.608	

Рисунок 11.13 – Параметры для геометрического расчета

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	—	8-B	8-B

Рисунок 11.14 – Геометрический расчет

Ввод диаметра вершин со срезом и расстояния от внешнего торца до измерительного сечения

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
Внешний диаметр вершин, мм	d_{ae1}, d_{ae2}	45.51	160.563
Диаметр вершин со срезом, мм	d_{ae1}^i, d_{ae2}^i	45	160
Ширина зубчатого венца, мм	b	20	
Величина преднамеренного смещения измерительного сечения, мм	l_{x1}^i, l_{x2}^i	0.909	0.289
Принятое расстояние от внешнего торца до измерительного сечения, мм	l_{x1}, l_{x2}	$l_{x1}^i \leq 10 \leq \frac{b}{2}$	$l_{x2}^i \leq 10 \leq \frac{b}{2}$

OK Справка

Рисунок 11.15 – Корректировка данных для геометрического расчета

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	—	8-B	8-B

Указ расчёта

Критерии качества зацепления	Нет	---
Подразные зубья	Нет	Нет
Застранные зубья	Нет	Нет
Коэффициент перекрытия в пределах нормы	Да	Да

Контролируемые, измерительные параметры и параметры качества зацепления в норме

Рисунок 11.16 – Закончить расчет

Выбор объекта построения

Шестерня Z = 20

Колесо Z = 80

OK Отмена

Рисунок 11.17 – Выбор объекта построения

17 Откорректируйте данные для построения: ширина шестерни равна 41 мм, глубина поднутрения равна 0 мм. Поставьте галочку напротив пункта «Формирование ступеньки перехода на следующую ступень». Укажите диаметр ступеньки перехода, равный 35 мм, *Готово*. С помощью одной операции вы построили зубчатый венец и цилиндрическую ступень (рисунок 11.18).

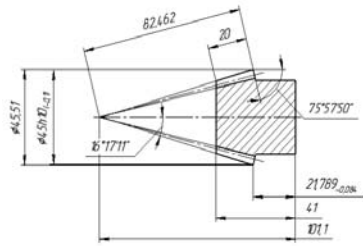
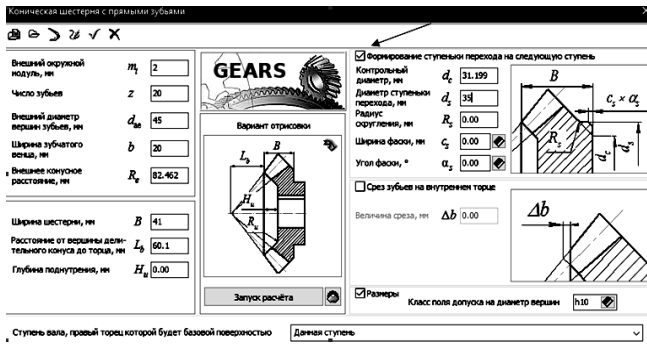


Рисунок 11.18 – Построение зубчатого венца и цилиндрической ступени

18 Выполните построение второй цилиндрической ступени. Отредактируйте построение шестерни, указав в качестве базовой поверхности вторую ступень (рисунок 11.19). Базовые размеры будут пересчитаны (рисунок 11.20).

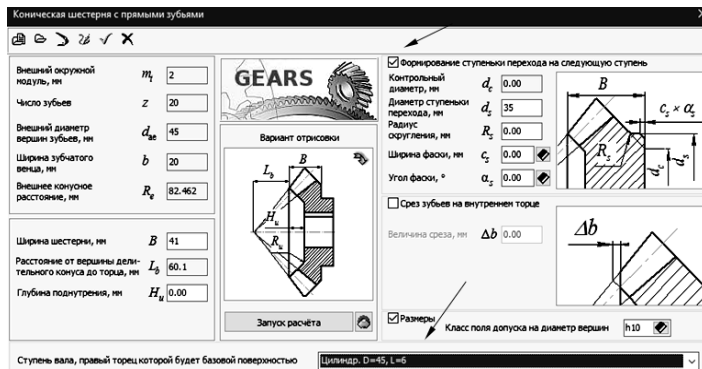
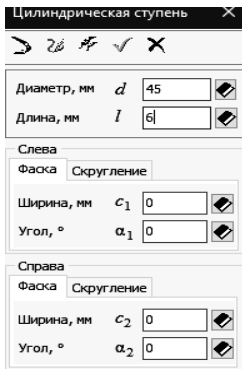


Рисунок 11.19 – Параметры для второй цилиндрической ступени

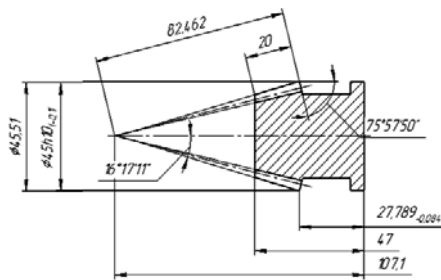


Рисунок 11.20 – Построение второй цилиндрической ступени

19 Постройте следующую ступень диаметром, равным 40 мм. За ней следует резьбовая ступень с метрической резьбой и диаметром, равным 36 мм, под шлицевую гайку и стопорную многолапчатую шайбу. В данном случае нет необходимости строить отдельно две ступени, поскольку они взаимосвязаны. Постройте ступень диаметром, равным 40 мм, и общей суммарной длиной, равной 144 мм (рисунок 11.21).

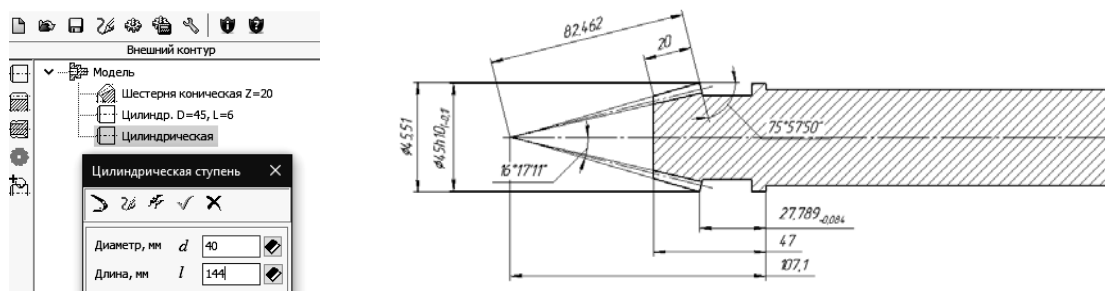


Рисунок 11.21 – Построение цилиндрической ступени суммарной длины, равной 144 мм

20 Постройте последнюю ступень (рисунок 11.22).

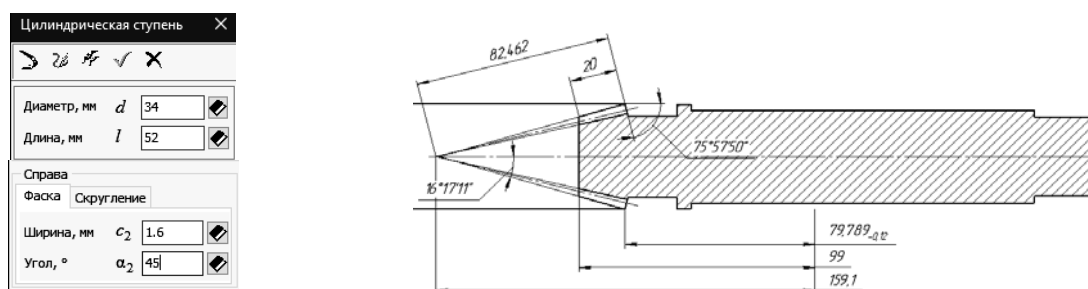


Рисунок 11.22 – Построение цилиндрической ступени суммарной длины, равной 144 мм

21 Добавьте для шестерни *Таблицу параметров*, внеся в нее обозначение сопряженного зубчатого колеса (рисунок 11.23).

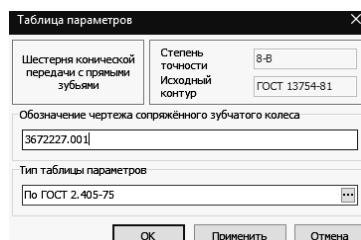


Рисунок 11.23 – Добавление *Таблицы параметров* для шестерни

22 Разместите выносной элемент измерительного сечения шестерни на чертеже (рисунок 11.24).

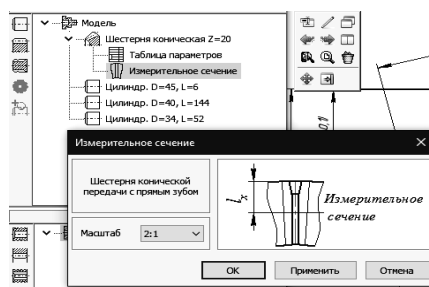


Рисунок 11.24 – Добавление измерительного сечения шестерни

23 Слева на третьей ступени постройте канавку для выхода шлифовального круга, выбрав соответствующую. Постройте выносной элемент канавки на чертеже (рисунок 11.25). Постройте проточку (канавку) с заданными параметрами (рисунок 11.26).

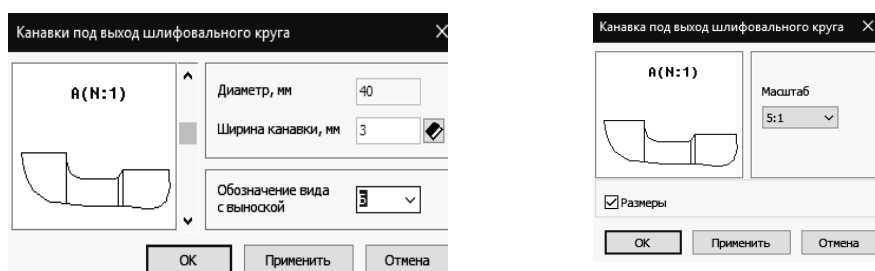


Рисунок 11.25 – Добавление канавки для выхода шлифовального круга

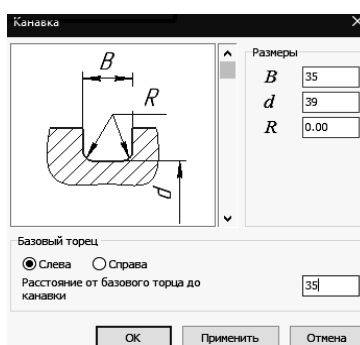


Рисунок 11.26 – Параметры для построения проточки

24 Постройте место под установку круглой шлицевой гайки и многолапчатой шайбы. Для этого выполните цепочку действий: ступень *Цилиндр*, $D = 40$, $L = 144$ / *Дополнительные построения* / *Место под установку стопорных элементов* / *Круглой шлицевой гайки и стопорной многолапчатой шайбы*, укажите параметры. Расположение гайки и форму выхода канавки выберите по образцу (рисунок 11.27).

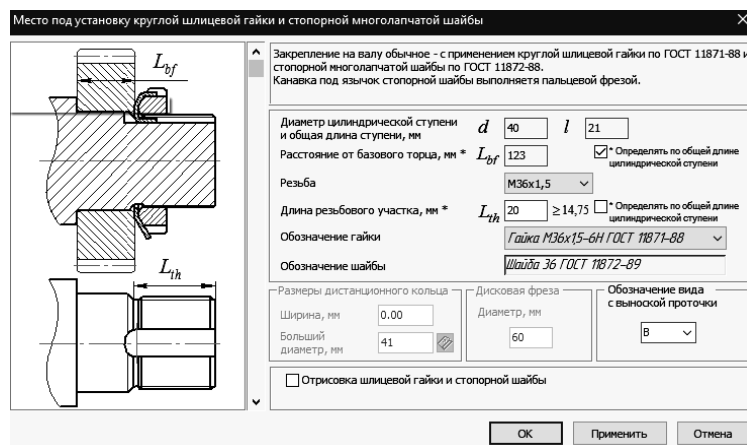


Рисунок 11.27 – Параметры для установки гайки и шайбы

25 Создайте в выбранном масштабе выносной элемент профиля канавки под язычок шайбы. Для этого выполните цепочку действий: *Дополнительные построения / Профиль канавки под язычок стопорной шайбы*, укажите параметры (рисунок 11.28).

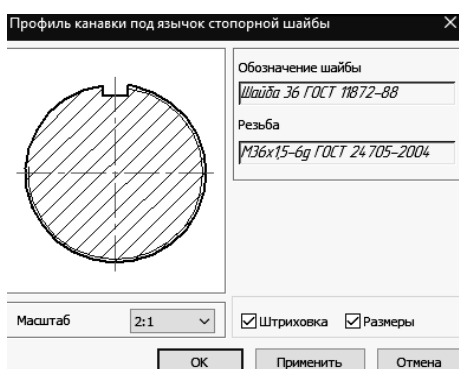


Рисунок 11.28 – Параметры для выносного элемента профиля канавки под язычок шайбы

26 Постройте профиль проточки для выхода резьбообразующего инструмента: *Дополнительные построения / Профиль проточки под выход резьбообразующего инструмента*, укажите параметры (рисунок 11.29).



Рисунок 11.29 – Проточка под выход резьбообразующего инструмента

27 Постройте на последней ступени прямобочные шлицы. Для этого выполните цепочку действий: ступень *Цилиндр*, $D = 34$, $L = 52$ / *Дополнительные построения / Шлицы / Прямобочные*, укажите параметры. Создайте выносной элемент (рисунок 11.30).

28 Перейдите к построению внутренних ступеней. Создайте слева центровое отверстие, укажите параметры (рисунок 11.31).

29 Справа постройте цилиндрическое отверстие с резьбой: *Разделитель между ступенями / Цилиндрическая ступень* (рисунок 11.32). Заглушите отверстие.



Рисунок 11.30 – Параметры для построения прямоугольных шлиц и создания выносного элемента

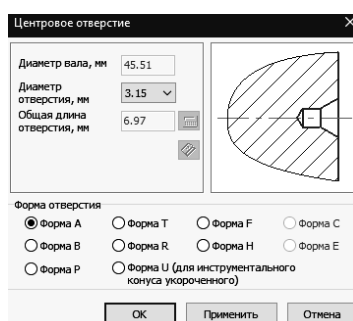


Рисунок 11.31 – Параметры для построения центрального отверстия

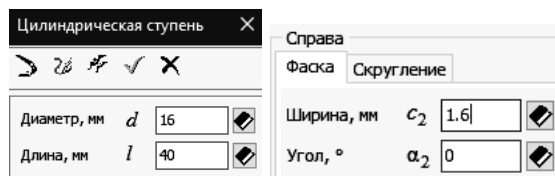


Рисунок 11.32 – Построение цилиндрического отверстия

30 В цилиндрическом отверстии укажите параметры для создания резьбы. (рисунок 11.33). Постройте выносной элемент профиля резьбы с размерами.

31 Выполните регенерацию модели, задав в настройках параметр по верхнему пределу поля допуска (см. рисунок 11.10).

32 Постройте на чертеже профиль зуба в измерительном сечении. Размер сечения считается непосредственно с модели (рисунок 11.34).

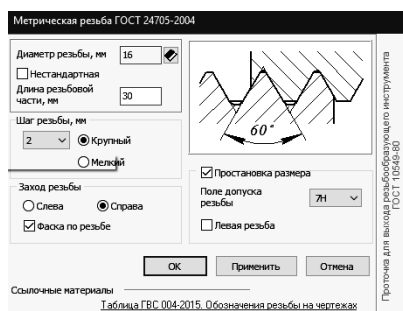


Рисунок 11.33 – Параметры резьбы

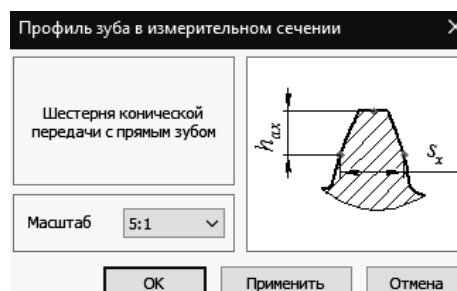


Рисунок 11.34 – Профиль зуба

33 Создание модели закончено. Заполните основную надпись, сохраните чертеж. Заполните свойства трехмерной модели: Базовая часть – 3Б724.37.001, Наименование – Вал-шестерня, Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543–71, сохраните модель (рисунок 11.35).

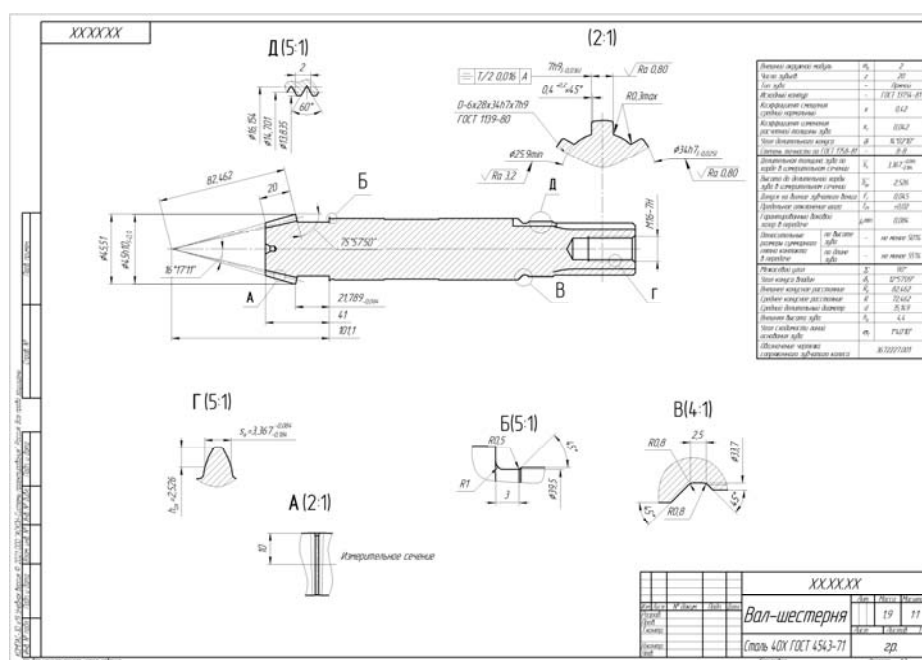


Рисунок 11.35 – Чертеж модели «Вал – шестерня»

Вопросы для самоконтроля

- 1 Вызов команды *Коническая шестерня с прямыми зубьями*.
- 2 Запуск геометрического расчета параметров.
- 3 Построение зубчатого венца и цилиндрической ступени.
- 4 Добавление выносных элементов на чертеж: измерительного сечения шестерни, канавки для выхода шлифовального круга, проточки под выход резьбообразующего инструмента.
- 5 Построение внутренних ступеней.
- 6 Этапы создания модели «Вал – шестерня».

12 Создание сборочных единиц в графических редакторах

Цель работы: создание сборочных единиц в графических редакторах.

Задача работы: создать сборочную единицу *Ролик*, состоящую из двух деталей *Ролик* и *Втулка*.

Порядок выполнения работы.

- 1 Запустите программу КОМПАС-3D. Выберите тип документа *Сборка*. Дважды щелкнув по *Сборке* в *Дереве построений*, можно перейти в параметры

и свойства сборки, где вводится обозначение и наименование *Сборки*, выбираются материал, цвет и другие свойства [1].

2 Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку *Добавить из файла* на панели *Сборка* и выберите *Добавить компонент из файла*. Откройте файл *Ролик* в папке *Tutorials / Блок направляющий* (рисунок 12.1).

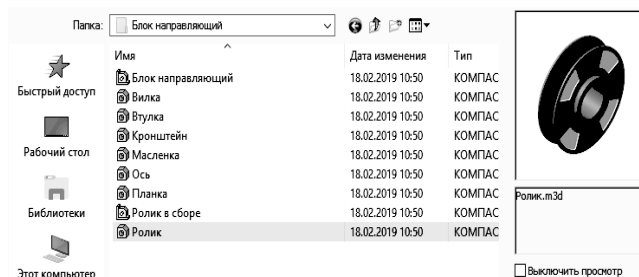


Рисунок 12.1 – Открытие файла из библиотеки

3 Укажите точку начала координат сборки. Курсор должен находиться в режиме указания в начале координат. При добавлении в сборку детали *Втулка* достаточно указать ее произвольное положение (рисунок 12.2). Сдвиг изображения выполняется командой *Сдвинуть изображение* на панели *Главное меню / Вид* – при этом курсор меняет свою форму. Для поворота компонента нажмите кнопку *Повернуть* – при этом курсор меняет свою форму. При нажатии левой кнопки мыши и перемещении курсора деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра. Также вращать модель можно, перемещая мышью с нажатой правой кнопкой.

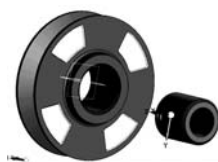


Рисунок 12.2 – Добавление в сборку деталей *Ролик* и *Втулка*

4 После предварительного размещения компонента можно приступить к заданию его точного положения в сборке. Это достигается за счет формирования сопряжений между компонентами.

Сопряжение – параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Для того чтобы определить положение детали *Втулка*, задайте два сопряжения.

Для соосного сопряжения компонентов нажмите кнопку *Соосность*, укажите цилиндрические грани на ролике и втулке, положение детали *Ролик* зафиксируется в пространстве сборки. При этом деталь *Втулка* развернется так, что указанные грани станут соосны (рисунок 12.3).

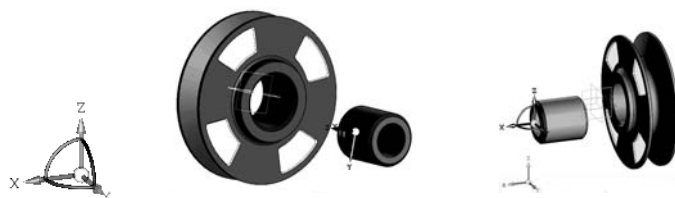


Рисунок 12.3 – Придание соосности деталям *Ролик* и *Втулка*

5 Чтобы добиться осевого совмещения объектов, нажмите *Совпадение объектов* и укажите плоские кольцевые грани на ролике и втулке. Деталь *Втулка* займет точное положение в сборке (рисунок 12.4). Все сопряжения сохраняются в *Дереве модели* и при необходимости могут быть отредактированы, исключены из расчета или удалены.



Рисунок 12.4 – Сборка деталей *Ролик* и *Втулка*

Вопросы для самоконтроля

- 1 Добавление компонента в сборку из файла.
- 2 Выполнение сопряжения *Соосность*.
- 3 Выполнение сопряжения *Совпадение объектов*.

13 Создание сборки изделия в графических редакторах

Цель работы: создание сборки изделия в графических редакторах.

Задача работы: создать сборку изделия из заранее подготовленных деталей.

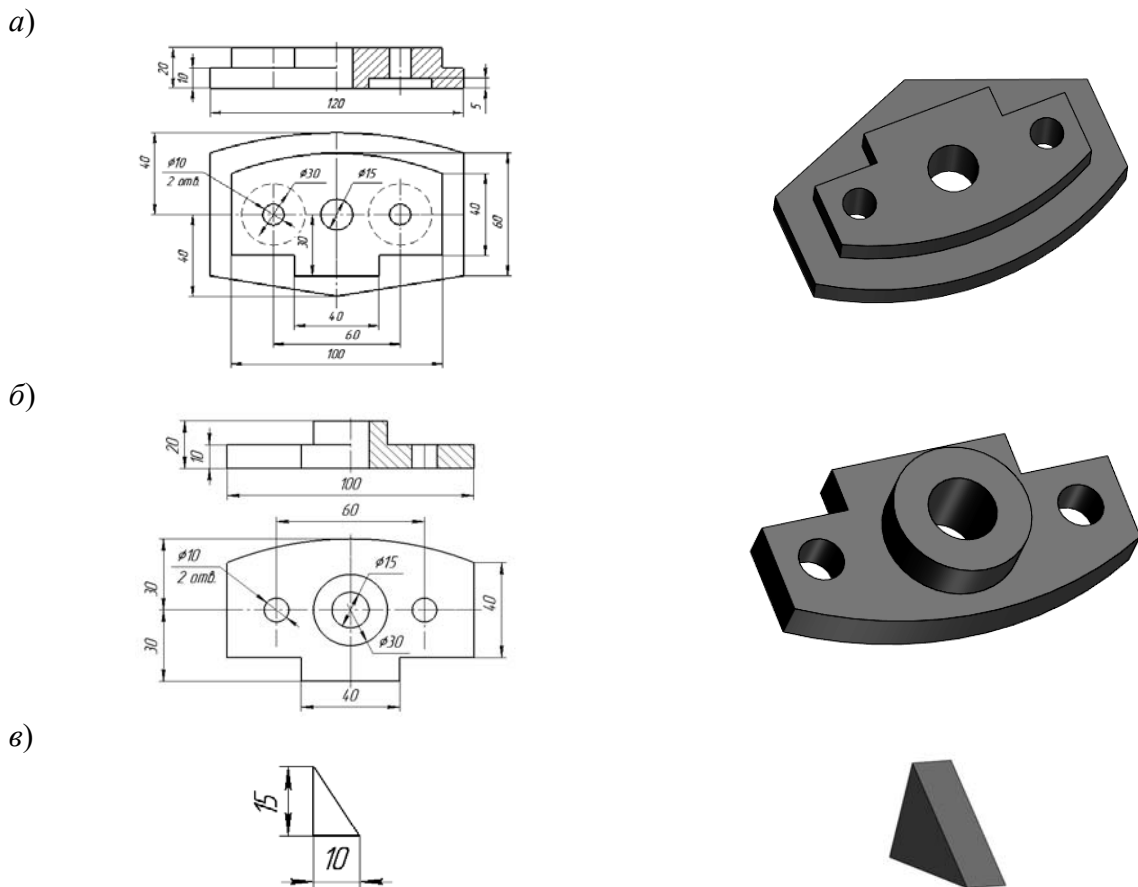
Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу КОМПАС-3D. Создайте твердотельные модели деталей, входящих в сборку изделия, сохраните документы (рисунок 13.1).

2 Выберите команду *Сборка*. Сборка создается методом *Снизу вверх* с размещением компонентов.

3 Создайте новый файл сборки, установите ориентацию. В режиме определения свойств сборки задайте ее обозначение *КГ.00.00* и наименование, после чего сохраните документ [2].

4 Для добавления детали *Корпус* нужно нажать кнопку *Добавить компонент из файла*. В диалоге открытия файлов укажите деталь *Корпус* и нажмите кнопку *Открыть* (рисунок 13.2).



a – корпус; *б* – крышка; *в* – ребро

Рисунок 13.1 – Модели деталей, входящие в сборку



Рисунок 13.2 – Добавление детали *Корпус*

5 Далее аналогично добавьте детали *Крышка* и *Ребро жесткости*, нажмите *Готово* (рисунок 13.3).

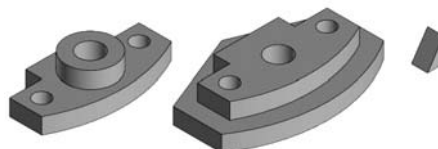


Рисунок 13.3 – Добавление деталей *Крышка* и *Ребро жесткости*

6 В группе *Размещение компонентов* на панели свойств нажмите кнопку *Совпадение*. Укажите последовательно грань на детали *Корпус* и грань на детали *Крышка* (рисунок 13.4).

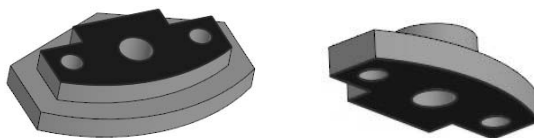


Рисунок 13.4 – Выбор граней для команды *Совпадение*

7 Среди сопряжений выберите кнопку *Соосность*. Укажите цилиндрическую грань *корпуса*, а затем – цилиндрическую грань *крышки*, детали займут правильное положение в сборке (рисунок 13.5).

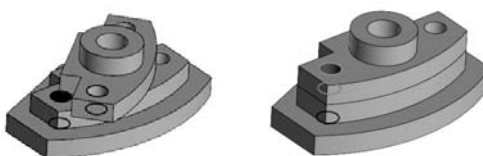


Рисунок 13.5 – Выбор граней для команды *Соосность*

8 Для присоединения ребра жесткости к сборке в группе *Размещение компонентов* на панели свойств нажмите кнопку *Совпадение*, выберите *Соединение на расстоянии*, укажите грань ребра, плоскость и задайте параметр расстояния (рисунок 13.6). Ребро жесткости станет на место. Повторите эти действия для установки второго ребра, сменив направление. Сборка деталей готова, сохраните документ (рисунок 13.7). Добавление в сборку стандартных изделий рассмотрим в лабораторной работе № 14.

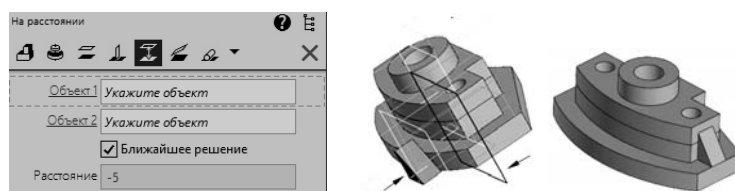


Рисунок 13.6 – Команда *Соединение на расстоянии*

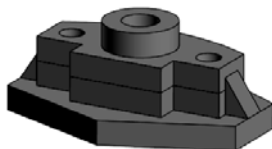


Рисунок 13.7 – Результат сборки деталей

Вопросы для самоконтроля

- 1 Создание документа *Сборка*.
- 2 Добавление компонента в сборку из файла.
- 3 Инструментальная панель *Размещение объектов*.

14 Добавление стандартных изделий в графических редакторах

Цель работы: научиться добавлять в сборку крепежные элементы из Библиотеки *Стандартные изделия*.

Задача работы: добавить в сборку крепежные элементы из Библиотеки *Стандартные изделия* (болт, гайка, шайба).

Для вставки стандартных изделий необходимо войти в Библиотеку, выбрать необходимый элемент, подобрать его размер в соответствии с ГОСТом, другие параметры и вставить в указанное место.

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу КОМПАС-3D. Откройте документ сборки, выполненный в лабораторной работе № 13. Далее: *Приложения / Стандартные изделия / Вставить элемент / Крепежные изделия / Шайбы / Шайба класса А ГОСТ 11371–78*. Выберите второе исполнение шайбы, задайте параметры шайбы и нажмите *Применить*.

2 Укажите плоскую грань, на которую будет устанавливаться шайба, цилиндрическую грань для придания соосности изделия (рисунок 14.1). Автоматически создается объект спецификации (рисунок 14.2). Аналогично установите вторую шайбу.

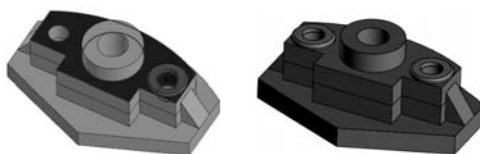


Рисунок 14.1 – Установка шайбы

Объект спецификации						
Идентификатор	Значение	Гор.	Обозначение	Наименование	Гор.	Примечание
	61			Шайба 2.10.37 ГОСТ 11371-78	2	

Рисунок 14.2 – Создание объекта спецификации

2 Выбор гайки: *Приложения / Стандартные изделия / Вставить элемент / Крепежные изделия / Гайки / Гайки шестигранные / Гайка ГОСТ 5915–70*. Выберите первое исполнение гайки, задайте параметры и нажмите *Применить*. Укажите плоскую и цилиндрическую грань шайбы. Повторите действия для установки второй гайки, *Готово* (рисунок 14.3).

Объект спецификации						
Идентификатор	Значение	Гор.	Обозначение	Наименование	Гор.	Примечание
	5			Гайка М10х1-6Н ГОСТ 5915-70	2	



Рисунок 14.3 – Выбор и установка гайки

3 В отверстия сборки необходимо вставить болты, которые добавляются аналогичным способом.

4 Для правильного расположения и фиксированного положения граней гайки и болта вызовите кнопку *Параллельность граней*, задайте параллельность граней и выбранной плоскости (рисунок 14.4). Сохраните результат.



Рисунок 14.4 – Команда *Параллельность граней*

Вопросы для самоконтроля

- 1 Работа с приложением «Стандартные изделия».
- 2 Команда *Переместить компонент*.

15 Создание сборочного чертежа в графических редакторах

Цель работы: создание в графических редакторах сборочного чертежа и его оформление.

Задача работы: создать чертежные виды сборочного чертежа.

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу КОМПАС-3D. Нажмите кнопку *Создать* на панели *Стандартная*, укажите тип создаваемого документа *Чертеж*. Нажмите кнопку *Стандартные виды с модели* на инструментальной панели *Виды*. Выберите деталь *Ролик*, нажав кнопку *Добавить из файла*.

Чертеж сборочной единицы «Ролик» должен содержать единственный вид – его разрез. Вначале придется создать два вида: *Главный вид* и *вид Слева*. Отказаться от создания *Главного вида* невозможно, а *вид Слева* потребуется для размещения в нем линии разреза, по которой будет автоматически построен разрез. После построения разреза *вид Слева* можно скрыть. Нажмите кнопку *Схема видов* для выбора нужных видов, выберите вид спереди и вид слева, укажите масштаб уменьшения 1:2.

2 Выполните построение двух видов: вида спереди и вида слева.

3 Щелкните мышью на пунктирной рамке *Главного вида* – вид будет выделен цветом, нажмите клавишу *Delete*.

4 Выполнив построение двух видов, постройте разрез (рисунок 15.1). Для этого в дереве чертежа сделайте текущим вид номер 2 – *вид Слева*. Линия разреза должна пройти точно через центр детали (см. рисунок 15.1).

5 Вид слева является лишним на чертеже. Нажмите кнопку *Скрыть* на контекстной панели – *вид Слева* исчезнет с чертежа (см. рисунок 15.1).

6 Сборочный чертеж необходимо оформить: проставить размеры и обозначения позиций, ввести технические требования, заполнить основную надпись (рисунок 15.2).

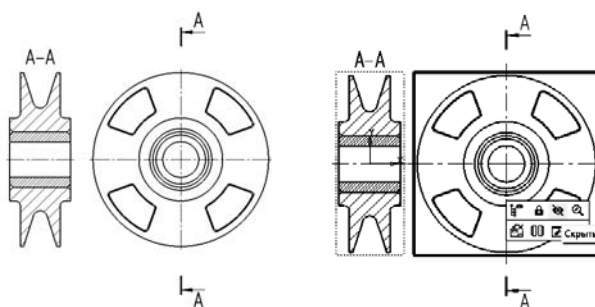


Рисунок 15.1 – Построение разреза с использованием вида слева



Рисунок 15.2 – Оформление сборочного чертежа

Вопросы для самоконтроля

- 1 Построение видов с применением инструментальной панели *Виды*.
- 2 Как скрыть лишний вид на чертеже?
- 3 Оформление сборочного чертежа.

16 Построение тел вращения в графических редакторах

Цель работы: изучение основных приемов построения тел вращения типа вал в графических редакторах.

Задача работы: построить тело вращения типа вал.

Для проектирования тел вращения и элементов механических передач целесообразно применять специальное приложение – интегрированную систему моделирования тел вращения «Валы и механические передачи 3D». На данном занятии используются только базовые функции системы [1].

Порядок выполнения работы.

1 Запустите программу КОМПАС-3D. Установите ориентацию *Изометрия XYZ*. Создайте новый эскиз на *Плоскости ZY*.

2 На панели *Глобальные привязки* отключите привязку *Выравнивание*, включите привязку *Угловая*. Контур будет располагаться справа от точки начала координат эскиза. Нажмите кнопку *Автолиния* на панели *Геометрия*, поставьте галочку

ку на кнопке *Непрерывный ввод объектов*, из точки начала координат постройте замкнутую ломаную линию (рисунок 16.1).

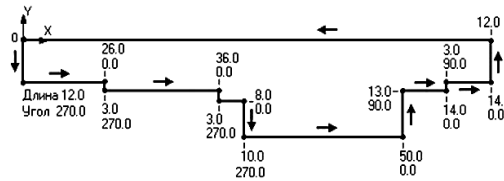


Рисунок 16.1 – Координаты для построения детали *Вал*

3 Для получения точной геометрии контура нужно проставить размеры. При создании размера общей длины контура 148 мм включите опцию *Информационный размер* (в диалоговом окне *Установить значение размера*), чтобы после простановки всех предыдущих размеров геометрия контура полностью определилась (рисунок 16.2).

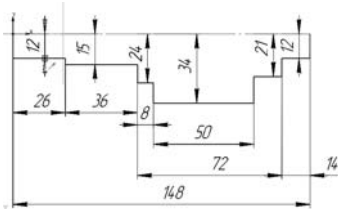


Рисунок 16.2 – Отредактированные размеры детали *Вал*

4 Нажав кнопку *Элемент выдавливания* на панели *Элементы тела*, выберите кнопку *Операция Вращения* и, выбрав соответствующий контур, получите тело вращения (рисунок 16.3).



Рисунок 16.3 – Тело вращения – вал

5 Построение разнообразных канавок, проточек, отверстий и прочих конструктивных элементов выполняется следующим образом: *Приложения, Стандартные изделия, Вставить элемент*. Открыв вкладку *Конструктивные элементы*, выберите путь *Отверстия / Центровые отверстия / Центровое отверстие ГОСТ 14034–74 форма А*. В списке *Выбор типоразмеров и параметров* выполните двойной щелчок на значении диаметра отверстия 4 мм.

6 Необходимо указать поверхности, где должны быть вставлены центровые отверстия. На вкладке *Позиционирование* нажмите кнопку *Центр круглого ребра* и укажите соответствующее ребро.

7 Для создания канавки для наружного шлифования по цилиндру в *Библиотеке* выберите *Канавки / Канавки для выхода шлифовального круга ГОСТ 8820–69 / Канавки для круглого шлифования*. Укажите поверхность для вставки, система автоматически подберет параметры канавки. Канавки выполняются на трех шейках вала.

8 Для создания шпоночного паза из *Библиотеки* выберите *Шпоночный паз наружный ГОСТ 23360–78*.

Далее для построения необходимо:

– указать цилиндрическую грань, на которой нужно построить шпоночный паз и плоскую грань для определения положения паза;

– в поле *Расстояние* на панели свойств ввести значение 5 мм, в поле *Угол поворота* ввести значение 90°;

– в списке *Выбор типоразмеров и параметров* выполнить двойной щелчок на значении длины паза 22 мм. Шпоночная канавка будет построена.

9 На круглых ребрах постройте фаски длиной 1,6 мм в соответствии с указаниями стрелок (рисунок 16.4). Сохраните документ.



Рисунок 16.4 – Построение фасок

Вопросы для самоконтроля

1 Основные приемы построения деталей тел вращения.

2 Поверхность выдавливания. Поверхность вращения.

Список литературы

1 Компьютерная графика и 3D-моделирование: методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направлений подготовки 15.03.01 «Машиностроение» и 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» очной формы обучения: в 2 ч. / Сост. Ж. В. Рымкевич [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2021. – Ч. 2. – 47 с.

2 Черчение и моделирование в системе SolidWorks. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» / С. В. Красовский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2019. – 72 с.

3 Прикладные программы для компьютерной графики и 3D-моделирования: методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направлений подготовки 15.03.01 «Машиностроение» и 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» очной формы обучения / Сост. Ж. В. Рымкевич, О. А. Воробьева. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 48 с.