

Валерий Сергеевич
Директор филиала
Дата: 22.06.2026 17:41:56
Идентификационный ключ:
Федеральный государственный автономный образовательный учреждение
Рязанский институт (филиал)
высшего образования
«Московский политехнический университет»

Рязань
2022

УДК 004.92
ББК 30.2
Г 81

Гречушкина, Н.В.

Г 81 Компьютерная графика в САПР КОМПАС. 3D-моделирование: учебно-методическое пособие / Н.В. Гречушкина, С.В. Челебаев. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. – 48 с.

Учебно-методическое пособие содержит теоретические сведения по работе с системой автоматизированного проектирования КОМПАС, примеры решения задач и указания по выполнению практических заданий.

Пособие предназначено для студентов направлений подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, 27.03.04 Управление в технических системах всех форм обучения.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

УДК 004.92
ББК 30.2

© Гречушкина Н.В., Челебаев С.В., 2022
© Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического
университета, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Основы 3D-моделирования в КОМПАС 3D.....	5
1.1 Общие сведения о 3D-моделировании в КОМПАС 3D	5
1.2 Команды построения трехмерных моделей.....	6
2 Создание 3D-моделей объектов выдавливанием	8
2.1 Создание и редактирование объекта выдавливанием.....	8
2.2 План построения модели крышки	10
3 Создание 3D-моделей объектов вращением	12
3.1 Команды для создания тела вращения.....	12
3.2 План построения модели корпуса крана.....	13
4 Создание 3D-моделей объектов по траектории.....	17
4.1 Команды создания объекта перемещением эскиза по траектории	17
4.2 План построения модели втулки и вала	18
5 Создание 3D-моделей объектов по сечениям.....	21
5.1 Команды создания объекта с помощью операций по сечениям...	21
5.2 План построения модели кольцевой пружины	23
6 Использование вспомогательных примитивов	25
6.1 Вспомогательные примитивы.....	25
6.2 План построения модели ступенчатого вала.....	27
7 Создание 3D-модели с элементами ее обработки.....	29
7.1 Команды редактирования изображений	29
7.2 План построения модели корпусной детали	38
8 Создание ассоциативных изображений по 3D-моделям.....	41
8.1 Создание чертежных видов и ассоциативного чертежа.....	41
8.2 План выполнения чертежа учебной детали	43
Библиографический список.....	47

Введение

КОМПАС – автоматизированная система разработки и оформления конструкторской и проектной документации, ориентированная на полную поддержку стандартов ЕСКД, СПДС или стандартов конкретного предприятия. КОМПАС позволяет в оперативном режиме выпускать чертежи изделий, конструкций, планы зданий, схемы, спецификации, различные ведомости, инструкции, расчётно-пояснительные записки, технические условия и прочие документы. Получение навыков работы с системой автоматизированного проектирования (САПР) КОМПАС необходимо для понимания принципов инженерного проектирования и создает основу для успешного освоения работы в других САПР.

В учебно-методическом пособии рассмотрены следующие вопросы: основы создания 3D моделей объектов в САПР КОМПАС 3D, операции создания и редактирования трехмерных объектов, получение ассоциативных видов 3D модели, параметрическое моделирование. Данное учебно-методическое пособие продолжает серию пособий по компьютерной графике и рекомендуется к изучению после пособия «Компьютерная графика в САПР КОМПАС» авторов Н.В. Гречушкиной и С.В. Челебаева С.В. [5].

Предлагаемое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, 27.03.04 Управление в технических системах.

Данное пособие предназначено для использования на занятиях по дисциплинам «Компьютерная графика», «Инженерная компьютерная графика», «Машиностроительная компьютерная графика в системе КОМПАС», «Компьютерная графика при конструировании подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования».

Пособие печатается после апробации на практических и лабораторных занятиях.

1 3D-моделирование в КОМПАС 3D

1.1 Общие сведения о 3D-моделировании в КОМПАС 3D

Общим принципом твердотельного моделирования является выполнение над телами булевых операций: объединения, вычитания и пересечения. Формообразование объемных геометрических элементов осуществляется перемещением (прямолинейным, вращательным, криволинейным) плоской фигуры, называемой эскизом, в пространстве. Прямолинейное перемещение порождает призмы, пирамиды, цилиндры или конусы. Вращением плоской фигуры создаются тела вращения. Криволинейное перемещение позволяет создавать тела, ограниченные сложными криволинейными поверхностями.

Основные элементы интерфейса 3D-моделирования во многом аналогичны элементам интерфейса при 2D-моделировании (рисунок 1). В состав инструментальных панелей и Главного меню введены команды, необходимые для трехмерного моделирования. Состав панели быстрого доступа существенно отличается. Процесс построения модели шаг за шагом отражается в Дереве построения модели.

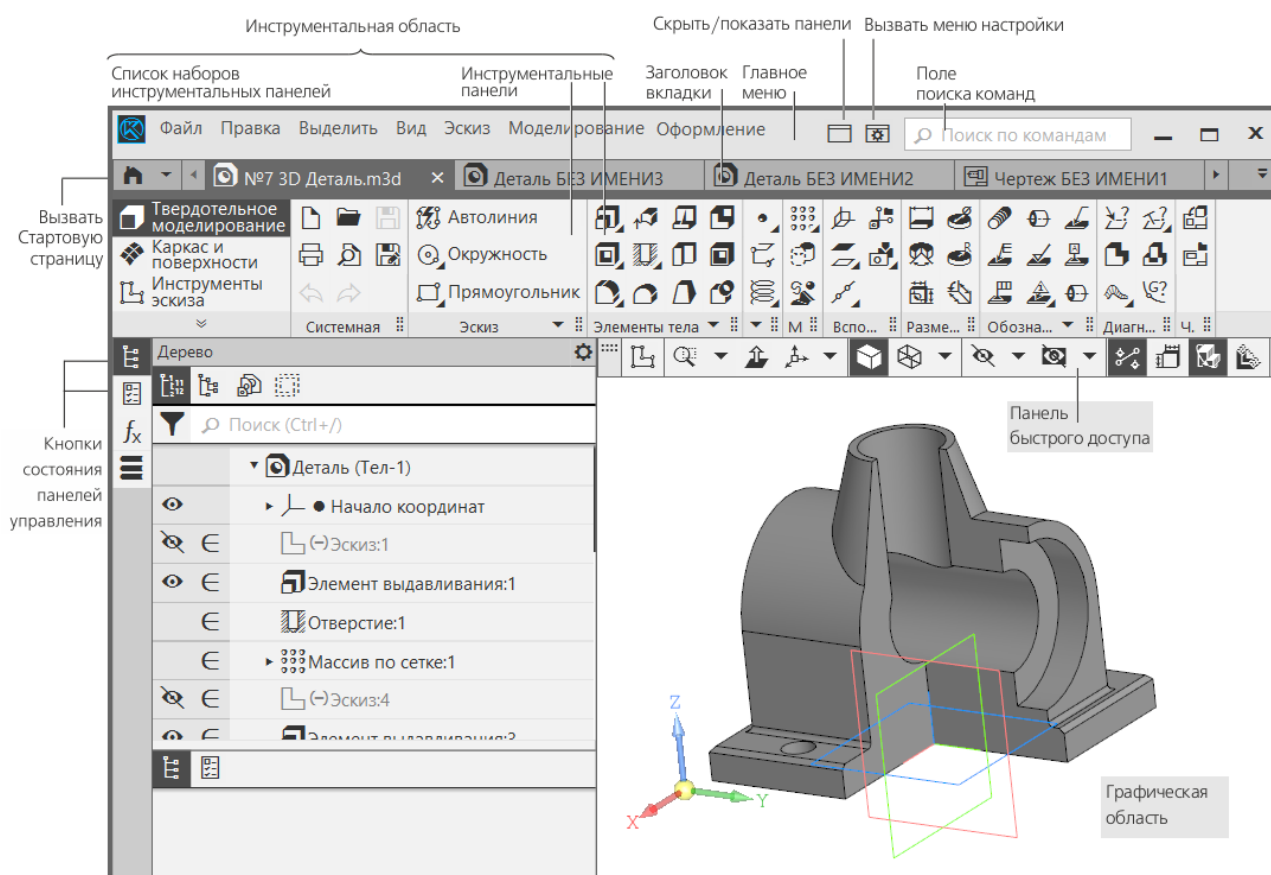


Рисунок 1 – Основные элементы интерфейса 3D-моделирования

В каждом файле детали существует система координат и проекционные плоскости, определяемые этой системой. Название этих объектов появляется в окне Дерево построений после создания нового файла детали. Изображение

системы координат появляется посередине окна построения модели; чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в Дереве построений. Плоскости показываются на экране в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях; такое отображение позволяет увидеть расположение плоскости в пространстве. Иногда для понимания расположения плоскости требуется, чтобы символизирующий ее прямоугольник был больше (меньше) или был расположен в другом месте плоскости. Можно изменить размер и положение этого прямоугольника. Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить из файла модели. Их можно переименовать, а также отключить их показ в окне модели. В КОМПАС-3D принята ориентация координатных осей и плоскостей проекций, показанная на рисунке 1.

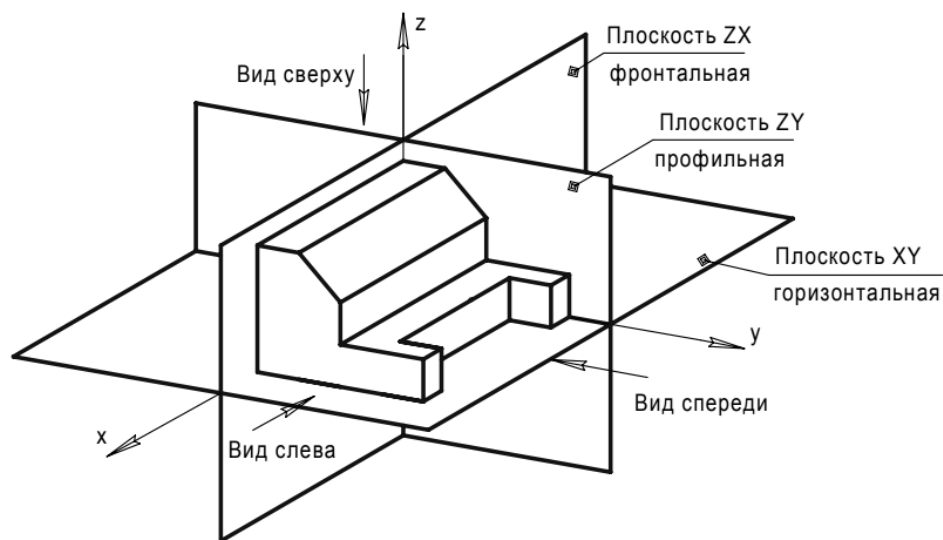


Рисунок 2 – Ориентация координатных осей и плоскостей проекций в КОМПАС-3D

При выполнении чертежа детали необходимо правильно выбрать главное изображение. Согласно ГОСТ 2.305–68 [3], в качестве главного принимается изображение на фронтальной плоскости проекций. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме, размерах и функциональном назначении предмета.

1.2 Команды построения трехмерных моделей

Процесс формообразования трехмерной модели начинается с ее первого фрагмента – основания. Создание основания начинается с эскиза, который располагается в одной из координатных плоскостей: Фронтальной, Горизонтальной или Профильной (рисунок 2). Выбор плоскости зависит от ориентации детали в пространстве. При формировании других элементов модели эскиз может выполняться также на гранях модели или вспомогательных плоскостях. В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного

чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Команда «Эскиз» предназначена для создания плоского изображения, используемого в дальнейшем при создании трехмерного объекта различными способами. Она доступна, если выделена одна из плоскостей (XY, ZX, ZY) в Дереве построения модели, какой-либо эскиз или плоский объект (поверхность, грань). Для вызова команды «Эскиз» нужно нажать кнопку на панели быстрого доступа или выбрать ее название на панели Главного меню (рисунок 3).

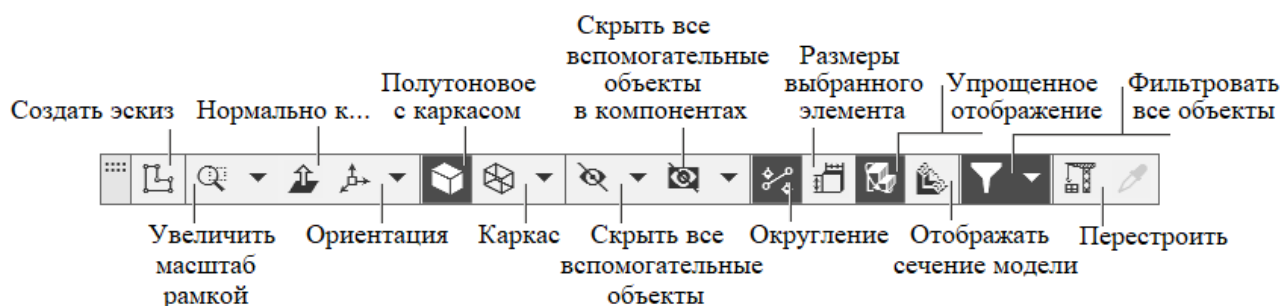


Рисунок 3 – Панель быстрого доступа

Если кнопка «Эскиз» нажата, то система находится в режиме редактирования эскиза. В нем доступны все команды построения графических объектов, команды измерения и ряд других. Порядок построения в эскизах ничем не отличается от порядка построения аналогичных объектов в графическом документе «Чертеж». После построения эскиза для возвращения в режим работы с 3D-моделью нужно отжать кнопку «Эскиз».

Формообразующее перемещение эскиза, в результате которого образуется объемный элемент, называется операцией. В системе КОМПАС есть четыре базовые *формообразующие операции*: выдавливание, вращение, движение по траектории (кинематическая) и движение по сечениям (рисунок 4).

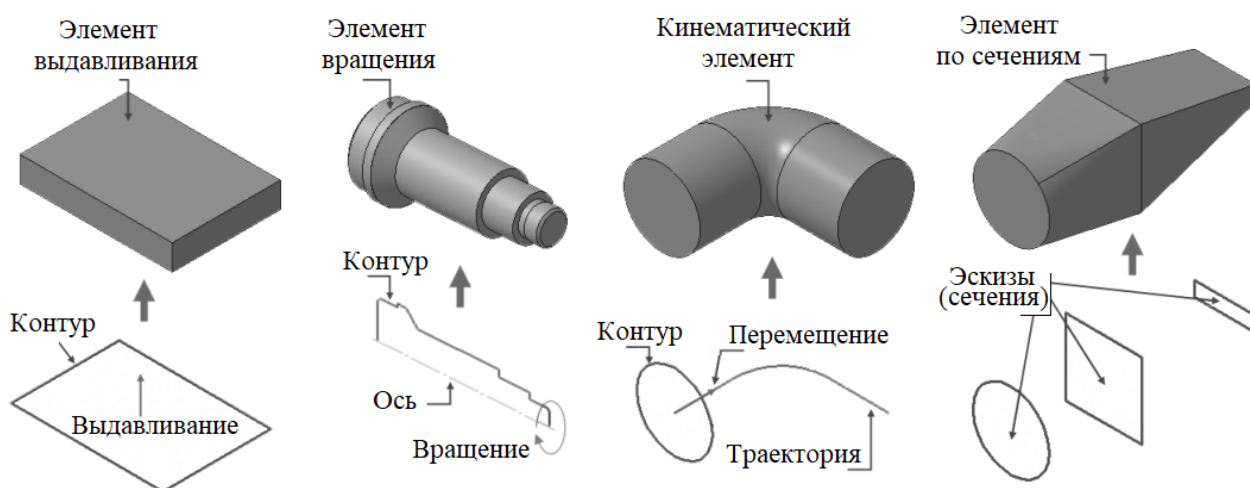


Рисунок 4 – Базовые формообразующие операции КОМПАС

Команды операций находятся на инструментальной панели «Элементы тела» или в соответствующих разделах вкладки «Моделирование» (рисунок 5).

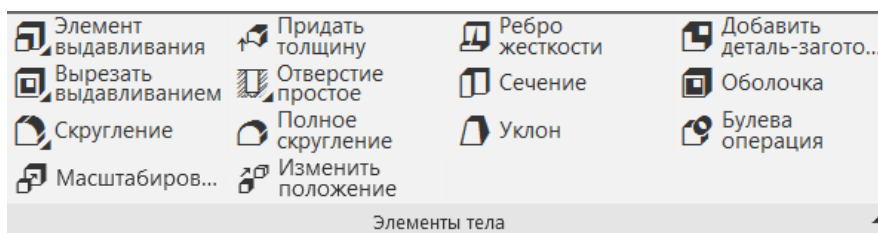


Рисунок 5 – Инструментальная панель «Элементы тела»

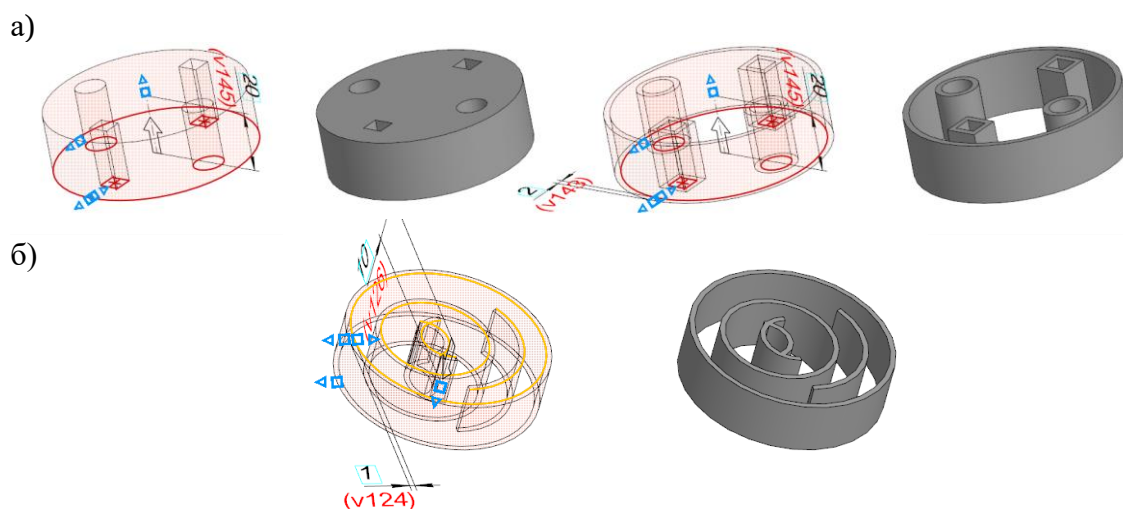
Для создания и редактирования 3D-моделей существует множество команд, из которых в этом пособии рассмотрены наиболее часто используемые.

2 Создание 3D-моделей объектов выдавливанием

2.1 Команды для создания тела выдавливания

Тело выдавливания образуется путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости. Тело выдавливания в КОМПАС можно создавать с помощью команд «Элемент выдавливания» и «Вырезать выдавливанием». Каждая из этих команд доступна, если выделен один эскиз, отвечающий следующим требованиям:

- допускается любой уровень вложенности контуров в эскизе;
- в эскизе может быть один замкнутый контур (несколько замкнутых непересекающихся контуров); в этом случае возможно как построение тонкостенных элементов, так и не тонкостенных (рисунок 6а);
- в эскизе может быть замкнутый контур (или несколько) и разомкнутый / самопересекающийся контур (или несколько), пересекающиеся контуры; в этом случае возможно только построение тонкостенных элементов (рисунок 6б).



- а) по замкнутым контурам;
 б) по замкнутым, разомкнутым и самопересекающимся контурам

Рисунок 6 – Создание тела выдавливания

Команда «Элемент выдавливания» позволяет создать модель детали, представляющую собой тело выдавливания (рисунок 4). Для вызова команды нажмите кнопку «Элемент выдавливания» на инструментальной панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Добавить элемент» ⇒ «Элемент выдавливания».

Команда «Вырезать выдавливанием» позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело выдавливания. Для вызова команды нажмите кнопку «Вырезать выдавливанием» на инструментальной панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Вырезать элемент» ⇒ «Вырезать выдавливанием».

При вызове команды необходимо указать графическим курсором на эскизе контур (сечение) для выдавливания и направляющий объект, задающий направление выдавливания. На панели управления следует задать способ выдавливания, угол и расстояние выдавливания, параметры элемента, если он является тонкостенным. Изменения параметров вращения отображаются на фантоме элемента в окне детали, что позволяет оценить правильность построения и скорректировать его.

Существует 4 способа выдавливания:

- «на расстояние»; глубина выдавливания задается пользователем в поле «Расстояние»; при выборе варианта «Симметрично» в каждую сторону от плоскости эскиза откладывается половина указанного расстояния;
- «через всё»; глубина выдавливания определяется автоматически; элемент выдавливается на минимальное расстояние, при котором все точки торца оказываются за габаритным параллелепипедом модели или на грани, наиболее удаленной от плоскости эскиза в направлении выдавливания;
- «до объекта»; глубина выдавливания определяется автоматически по положению указанного объекта – вершины, поверхности (грани, плоскости);
- «до ближайшей поверхности»; глубина выдавливания определяется автоматически; элемент выдавливается точно до ближайшей в направлении выдавливания грани тела, иными словами, до тех пор, пока не встретит на своем пути грань (или грани); торец элемента имеет форму грани (граней).

По умолчанию наклон боковых граней элемента устанавливается равным 0° (рисунок 7а). Наклон боковых граней элемента выдавливания задается в поле «Угол» (рисунок 7б).

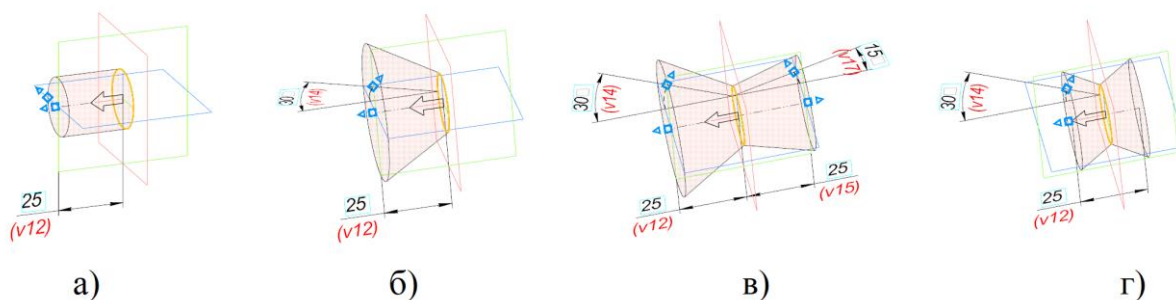


Рисунок 7 – Создание тела выдавливания с наклоном боковых граней

Для выдавливания в двух направлениях угол требуется ввести дважды – для прямого и обратного направления (рисунок 7в). Для варианта построения «Симметрично», угол задается один раз и в каждую сторону от плоскости эскиза выполняется выдавливание элементов под заданным углом (рисунок 7г).

Управление построением тонкостенных элементов производится в разделе «Тонкостенный элемент» на панели управления команды. Для создания такого элемента необходимо установить переключатель «Тонкостенный элемент» в положение «Включено», а затем ввести соответствующие значения в поля «Толщина 1» (для направления внутрь от контура) и «Толщина 2» (для направления наружу от контура). Оба значения необходимо указывать при создании тонкостенного элемента в двух направлениях.

В разделе «Отображение» задаются параметры цвета и поверхности построенного объекта. Для их изменения следует перейти в режим «Вручную».

2.2 План построения модели крышки

Цель работы: создание 3D-модели детали с использованием операций выдавливания.

Последовательность выполнения работы

Выполнение данной работы предполагает создание детали, исходные данные для которой приведены на рисунке 8. Рекомендации по построению чертежа детали содержатся в описании работы 2, приведенном в учебно-методическом пособии «Компьютерная графика в САПР КОМПАС» [5].

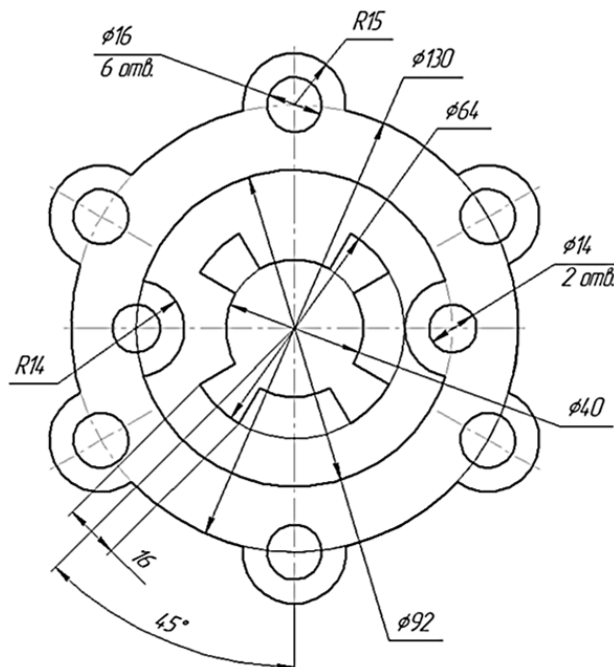


Рисунок 8 – Исходные данные для выполнения задания

1. Создайте новый документ Деталь. Установите ориентацию Изометрия XYZ. Выберите в дереве модели Плоскость ZY, войдите в режим создания эскиза.

2. Скопируйте из чертежа или постройте внешний контур крышки со всеми окружностями (рисунок 9а). Выйдите из эскиза, отжав кнопку «Эскиз».

3. Выберите команду «Элемент выдавливания». Выдавите на 40 мм в прямом направлении (рисунок 9б).

4. Выберите переднюю торцевую плоскость модели, вызовите команду построения эскиза (рисунок 9в).

5. Скопируйте из чертежа и вставьте в эскиз или постройте второй контур крышки (рисунок 9г). Выйдите из эскиза.

6. Выберите команду «Вырезать выдавливанием». Вырежьте эскиз в прямом направлении на 15 мм (рисунок 9д).

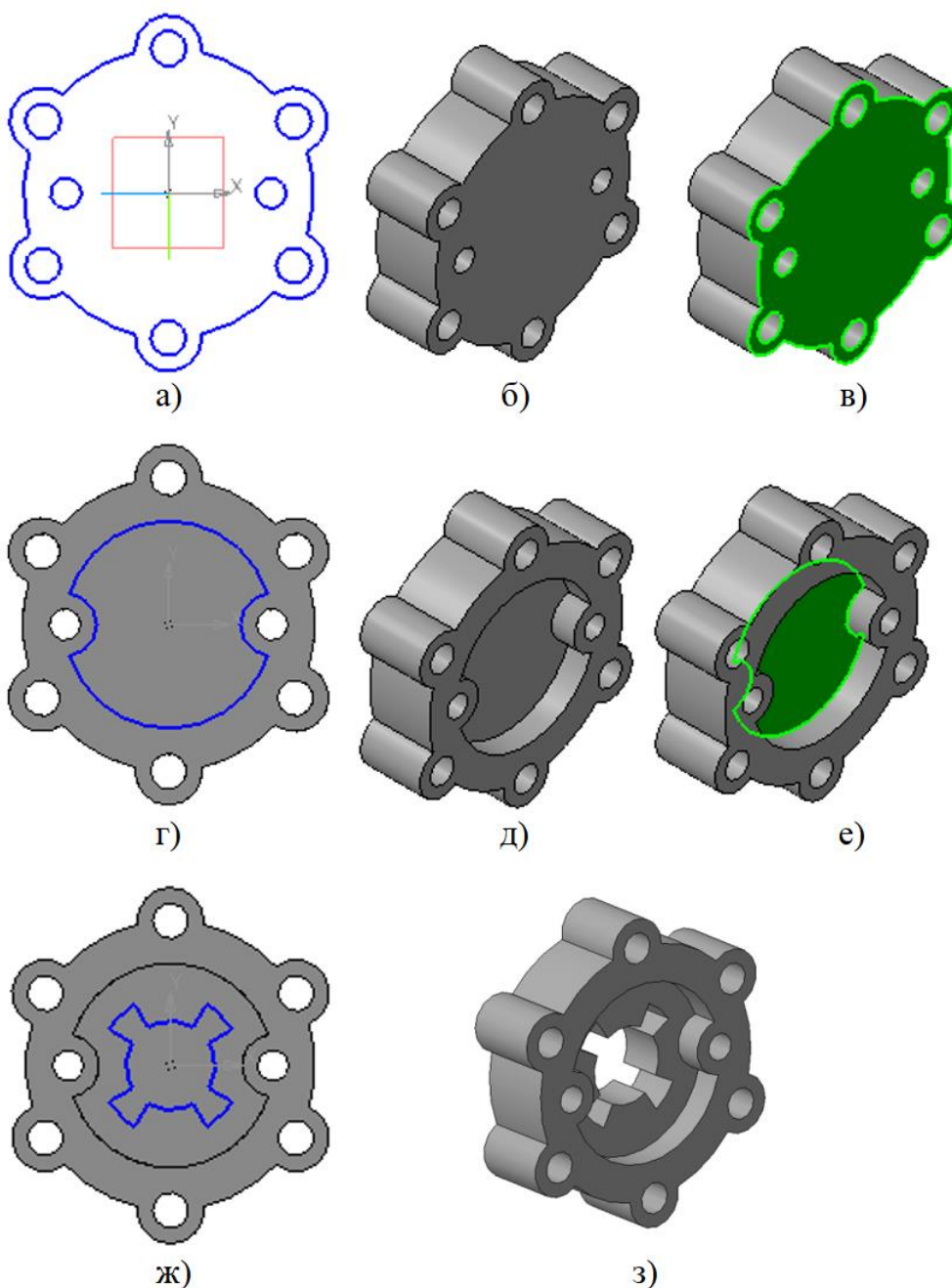


Рисунок 9 – Последовательность выполнения задания

7. Выберите торцевую плоскость построенного углубления, вызовите команду построения эскиза (рисунок 9е).

8. Скопируйте из чертежа и вставьте в эскиз или постройте третий контур крышки (рисунок 9ж). Выйдите из эскиза.

9. Выберите команду «Вырезать выдавливанием». Вырежьте эскиз в прямом направлении способом «Через всё» (рисунок 9з). Сохраните файл.

3 Создание 3D-моделей объектов вращением

3.1 Команды для создания тела вращения

Тело вращения в КОМПАС можно создавать с помощью команд «Элемент вращения», «Вырезать вращением». Каждая из этих команд доступна, если выделен один эскиз, отвечающий следующим требованиям:

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии «Осевая»;
- ось вращения должна быть одна;
- в эскизе может быть один или несколько контуров для вращения;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения;
- допускается любой уровень вложенности контуров;
- все контуры должны лежать по одну сторону от оси вращения.

Команда «Элемент вращения» позволяет создать модель детали, представляющую собой тело вращения (рисунок 4). Для вызова команды нажмите кнопку «Элемент вращения» на инструментальной панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Добавить элемент» ⇒ «Элемент вращения».

Команда «Вырезать вращением» позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело вращения. Для вызова команды нажмите кнопку «Вырезать вращением» на инструментальной панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Вырезать элемент» ⇒ «Вырезать вращением».

При вызове команды необходимо указать графическим курсором на эскизе ось вращения и контур (сечение) для вращения. На панели управления следует задать тип построения (тороид или сфероид), угол (направление) вращения и параметры элемента, если он является тонкостенным. Изменения параметров вращения отображаются на фантоме элемента в окне детали, что позволяет оценить правильность построения и скорректировать его.

Направление вращения контура задается величиной угла, на который будет производиться вращение. Для вращения в двух направлениях угол требуется ввести дважды – для прямого и обратного направления. Для варианта построения «Симметрично», угол задается один раз, в каждую сторону от оси вращения откладывается его половина.

Существует 2 способа вращения:

- «на угол»; угол выдавливания задается пользователем в поле «Угол»; при выборе варианта «Симметрично» в каждую сторону от плоскости эскиза откладывается половина указанного угла;
- «до объекта»; угол вращения определяется автоматически по положению указанного пользователем объекта – вершины или поверхности (границы, плоскости);

Управление построением тонкостенных элементов производится в разделе «Тонкостенный элемент» на панели управления команды. Для создания такого элемента необходимо установить переключатель «Тонкостенный элемент» в положение «Включено», а затем ввести соответствующие значения в поля «Толщина 1» (для направления внутрь от контура) и «Толщина 2» (для направления наружу от контура). Оба значения необходимо указывать при создании тонкостенного элемента в двух направлениях.

3.2 План построения модели корпуса крана

Цель работы: создание 3D-модели детали с использованием операций вращения.

Последовательность выполнения работы

Деталь состоит из нескольких тел вращения и плоской внутренней поверхности. Исходная задача состоит в построении линии пересечения поверхностей вращения и плоских поверхностей.

1. Создайте новый документ Деталь.
2. Выберите в дереве модели Плоскость XY, войдите в режим создания эскиза. Постройте первый эскиз плоской изогнутой поверхности (рисунок 10).

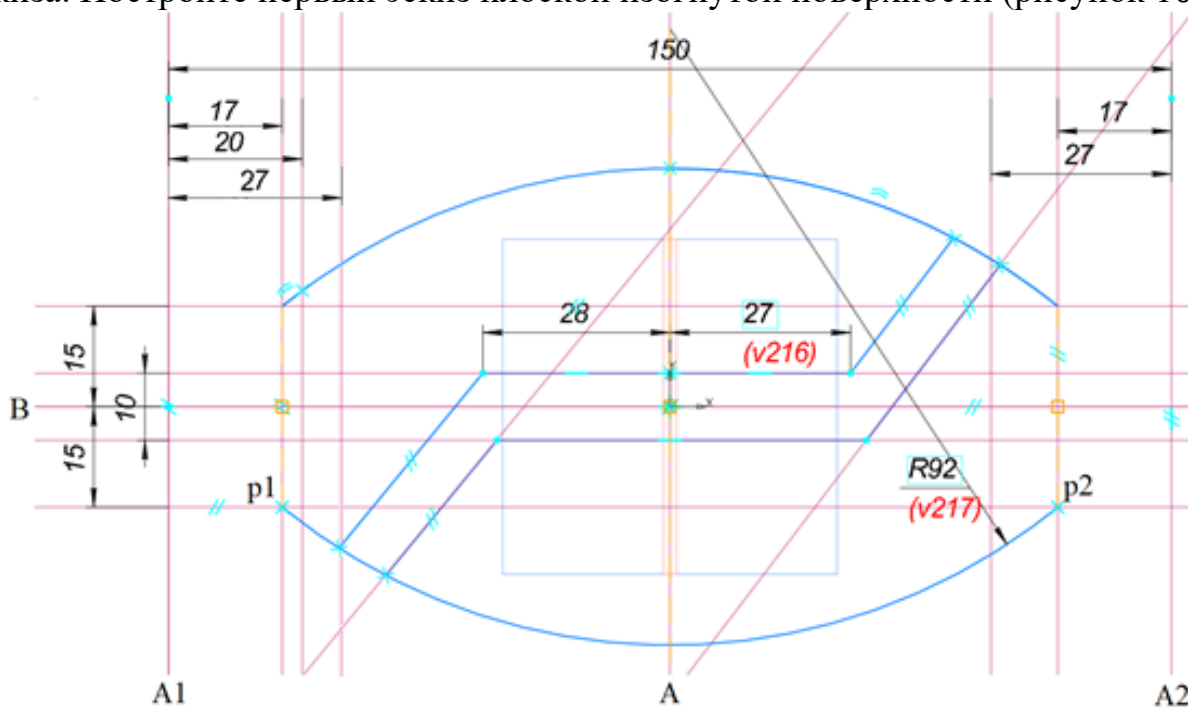


Рисунок 10 – Построение эскиза плоской изогнутой поверхности

Создайте вспомогательные прямые А и В, проходящие через центр координат под углом 0° и 90° .

От прямой А постройте параллельные прямые А1 и А2 на 75 мм в обе стороны.

От прямой А1 постройте параллельные прямые, отложив вправо 17 мм, 20 мм и 27 мм, от прямой А2 – отложив влево 17 мм и 27 мм.

От прямой В постройте параллельные прямые на 5 мм и на 15 мм в обе стороны.

Постройте дугу радиусом 92 мм по двум точкам – р1 и р2.

Отразите дугу зеркально, используя в качестве оси симметрии прямую В.

Достройте контур, как показано на рисунке 11а.

Удалите ненужные части кривых (рисунок 11б).

Удалите вспомогательные прямые.

Выйдите из эскиза, отжав кнопку «Эскиз».

Выдавите этот эскиз на 90 мм в средней плоскости (симметрично), как показано на рисунке 11в.

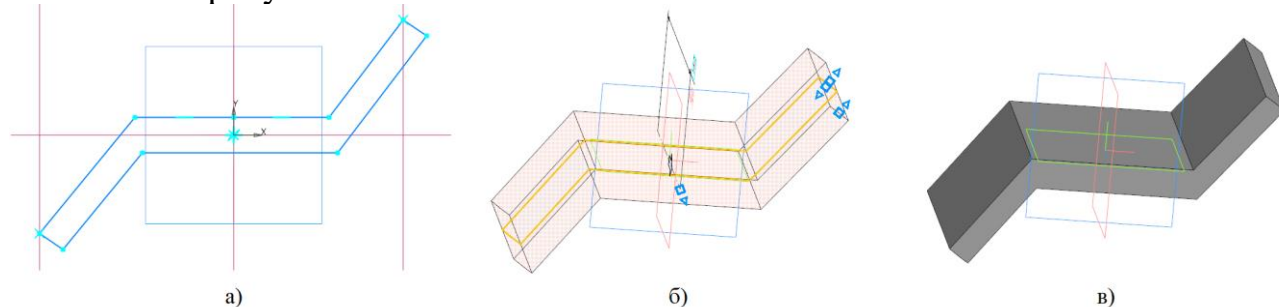


Рисунок 11 – Создание модели плоской изогнутой поверхности

3. Полученную модель необходимо обрезать по форме внутренней полости крана.

В плоскости XY создайте следующий эскиз (рисунок 12) и вырежьте его вращением. Для построения второй дуги радиусом 70 мм используйте команду «Дуга по двум точкам».

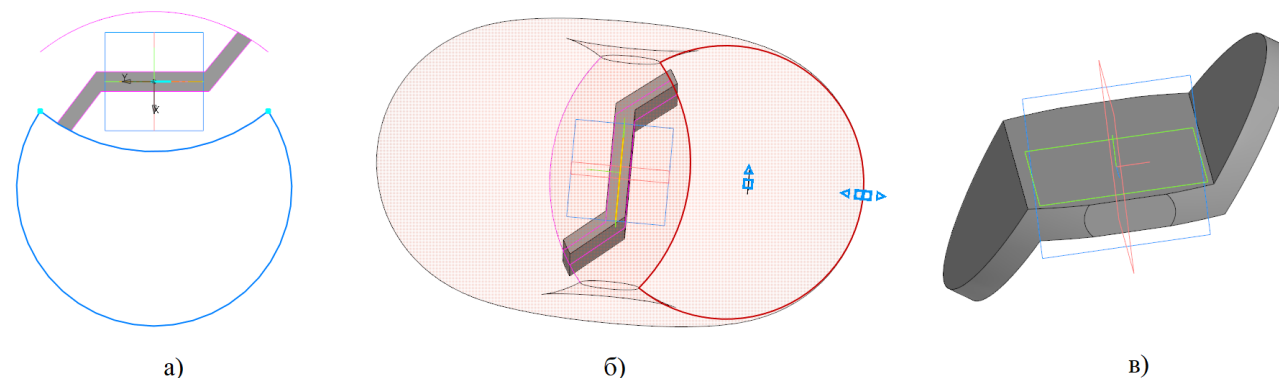


Рисунок 12 – Обрезка модели плоской изогнутой поверхности

4. Выделите графическим курсором нужную поверхность модели и войдите в режим создания эскиза. Начертите окружность радиусом 20 мм, как

показано на рисунке 13. Выйдите из эскиза. В центральной части модели вырежьте отверстие.

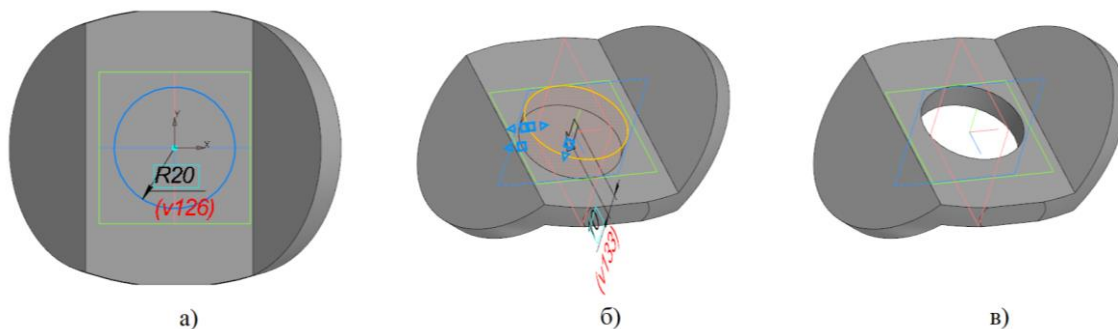


Рисунок 13 – Создание отверстия в плоской изогнутой поверхности

5. В плоскости XY создайте эскиз «тела» крана (рисунок 14).

Для построения второй дуги радиусом 100 мм воспользуйтесь командой «Эквидистанта кривой» (расстояние 8 мм). Выдавите эскиз вращением.

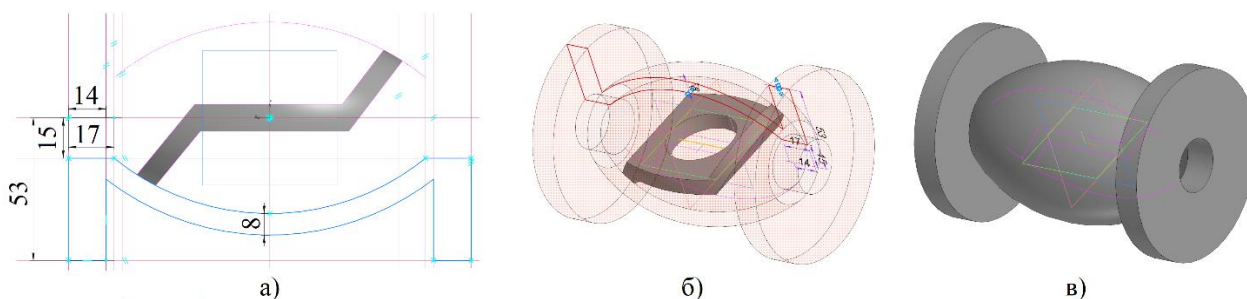


Рисунок 14 – Создание модели «тела» крана

6. Создайте смещенную плоскость для плоскости ZX. Смещенная плоскость – это вспомогательная плоскость, расположенная на заданном расстоянии от указанного плоского объекта (плоскости, поверхности, грани).

Для построения смещенной плоскости выделите плоскость ZX в дереве модели и нажмите кнопку «Смещенная плоскость» на инструментальной панели «Вспомогательные объекты» или выполните команду «Моделирование» ⇒ «Плоскость» ⇒ «Смещенная плоскость». Укажите расстояние смещения 70 мм. Войдите в режим эскиза в этой плоскости и начертите окружность радиусом 55 мм. Выйдите из эскиза, выдавите его в обратном направлении на 14 мм (рисунок 15).

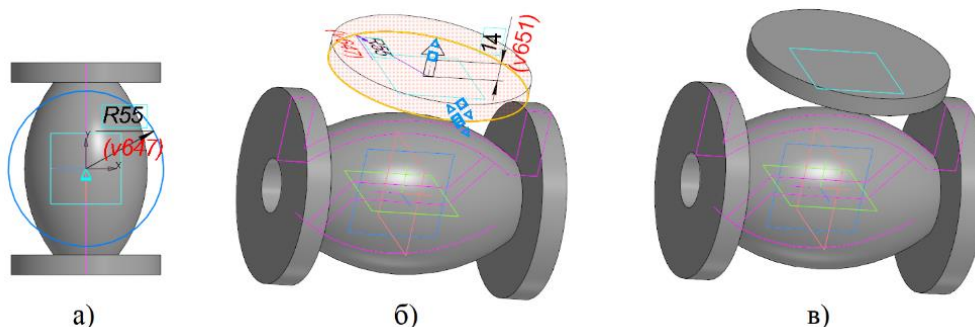


Рисунок 15 – Создание заготовки фланца

7. Полученную заготовку фланца нужно соединить с основной частью модели. Выделите поверхность нижнего основания фланца (рисунок 16а).

Войдите в режим эскиза и начертите окружность диаметром 70 мм.

Выйдите из эскиза и выдавите окружность до поверхности корпуса (до ближайшей поверхности), как показано на рисунке 16.

8. Выделите верхнюю поверхность фланца, войдите в эскиз и постройте окружность диаметром 54 мм.

Выйдите из эскиза и вырежьте выдавливанием отверстие диаметром 54 мм на расстояние 60 мм.

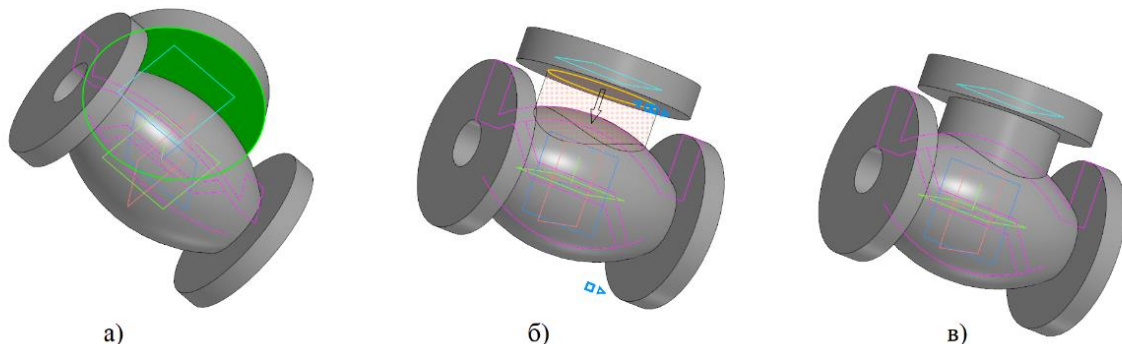


Рисунок 16 – Создание модели крана

9. В режиме эскиза создайте на поверхностях фланцев (слева и справа) окружности диаметром 10 мм (расстояние центра окружности от центра фланца – 43 мм), как показано на рисунке 17а.

Вырежьте выдавливанием отверстие (до ближайшей поверхности), указав обратную поверхность фланца.

Выделите построенный элемент и создайте массив по концентрической сетке общим количеством 8 копий (рисунок 17в).

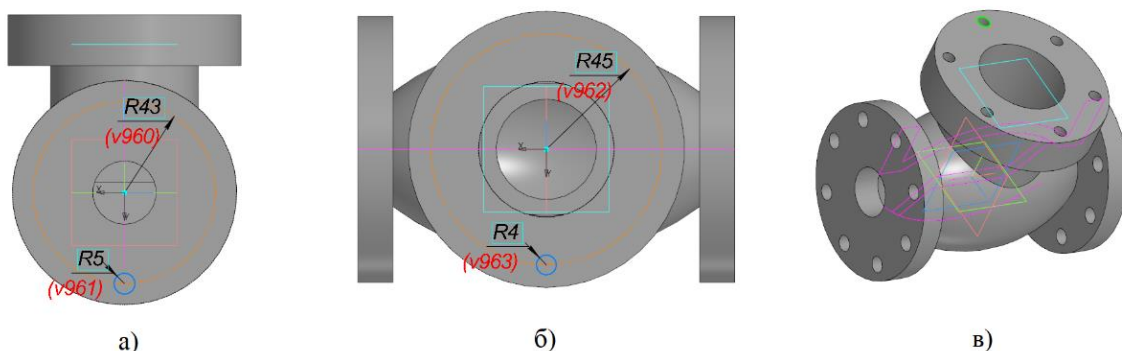


Рисунок 17 – Создание отверстий на поверхностях фланцев

10. Аналогичным образом (см. п. 9) создайте на поверхности верхнего фланца окружность диаметром 8 мм с центром на расстоянии от центра фланца – 45 мм (рисунок 17б).

Вырежьте отверстие (до ближайшей поверхности), указав обратную поверхность фланца.

Выделите построенный элемент и создайте массив по концентрической сетке общим количеством 6 копий (рисунок 17в).

4 Создание 3D-моделей объектов по траектории

4.1 Команды создания объекта перемещением эскиза по траектории

КОМПАС 3D позволяет создавать модель детали, представляющую результат перемещения эскиза (образующей) вдоль выбранной траектории. При построении кинематической поверхности используются как минимум два эскиза: в одном из них изображена образующая кинематического элемента (кинематической поверхности), в остальных – траектория движения сечения.

В эскизе-сечении (образующая) находится только один контур, который может быть разомкнутым или замкнутым.

Если траектория (направляющая) состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:

- в эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза сечения.

Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:

- в каждом эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур должен быть разомкнутым;
- контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого);
- если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения;
- если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то её начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

Команда «Элемент по траектории» позволяет создать модель детали, представляющую собой результат перемещения эскиза (образующей) вдоль выбранной траектории (рисунок 4). Для вызова команды нажмите кнопку «Элемент по траектории» на инструментальной панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Добавить элемент» ⇒ «Элемент по траектории».

Команда «Вырезать по траектории» позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой результат перемещения эскиза (образующей) вдоль выбранной траектории. Для вызова команды нажмите кнопку «Вырезать по траектории» на инструментальной панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Вырезать элемент» ⇒ «Вырезать по траектории».

При вызове команды открывается панель управления командой, где необходимо задать следующие параметры: «Сечение» (эскиз-сечение), «Траектория» (эскиз-траектория), «Движение сечения» (сохранять угол наклона, параллельно самому себе или ортогонально траектории). Если

траектория или сечение выбраны неверно, удалите их из соответствующего поля и задайте новые значения.

Построение тонкостенного кинематического элемента и настройка свойств поверхности элемента ничем не отличается от рассмотренных выше операций выдавливания и вращения.

4.2 План построения модели втулки и вала

Цель работы: создание 3D-модели детали с использованием операций перемещения эскиза по заданной траектории.

Последовательность выполнения работы

Для изображения резьбы чертеже применяется команда «Условное изображение резьбы», вызываемая из панели «Элементы оформления». Для получения условного изображения резьбы укажите ребро, задайте длину резьбы и ее шаг. Для получения рельефной резьбы на модели, необходимо кинематически вырезать профиль винтовой линии резьбы. Для этого нужно создать эскиз и задать траекторию движения этого эскиза.

Для выполнения задания необходимо создать вал и втулку и нанести соответственно наружную и внутреннюю метрическую резьбу М42×2 на валу и втулке. Профилем резьбы является равносторонний треугольник с углом 60° при вершине (рисунок 18). Высота треугольника рассчитывается по формуле

$$H=0,86 \cdot p,$$

где p -шаг резьбы.

$$H=0,86 \cdot 2=1,72 \text{ мм.}$$

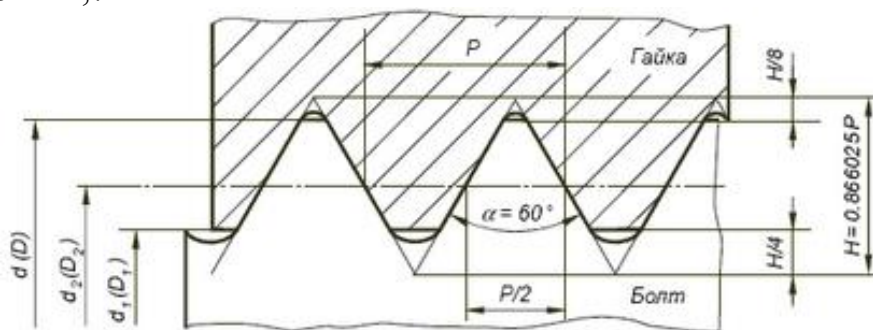


Рисунок 18 – Профиль метрической резьбы

1. Создайте новый документ Фрагмент. Создайте эскиз треугольника во фрагменте (рисунок 19). Скопируйте его в буфер обмена.

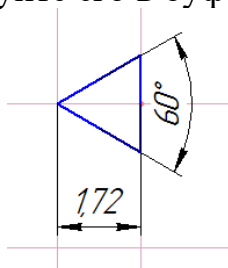


Рисунок 19 – Эскиз треугольника

2. Создайте новый документ Деталь. Создайте вал диаметром 42 мм и длиной 60 мм, изометрия XYZ, плоскость XY (рисунок 20 а, б). Сделайте на валу фаску $2 \times 45^\circ$ (рисунок 20в).

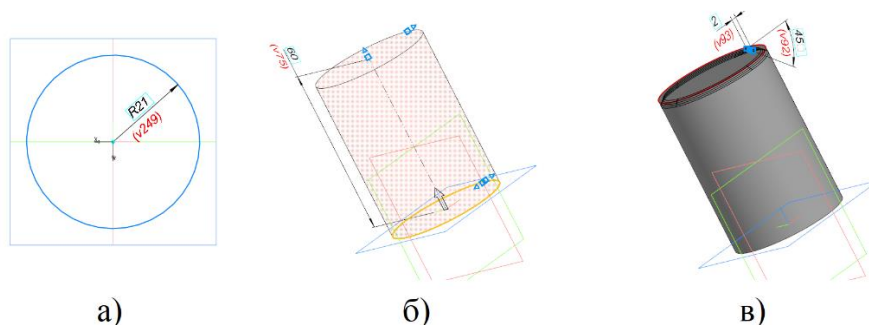


Рисунок 20 – Создание вала

3. Выделите торец вала, выберите на инструментальной панели «Вспомогательные объекты» инструмент «Смещенная плоскость» и создайте плоскость, смещенную на 2 мм от торца вала (рисунок 21а). Выделите построенную плоскость, выберите на панели «Элементы каркаса» инструмент «Спираль цилиндрическая» (рисунок 21б). Укажите ее параметры: количество витков 15, шаг 2 мм, направление обратное, диаметр 42 мм (рисунок 21в).

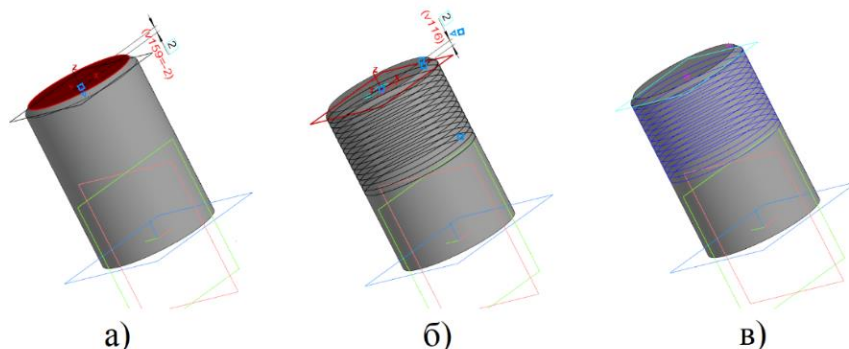


Рисунок 21 – Создание спирали

4. Выделите плоскость ZX, так как именно ей перпендикулярен один из концов спирали. Создайте эскиз и вставьте с него контур треугольника, как показано на рисунке 22а. Выйдите из эскиза и вызовите команду «Вырезать по траектории». Укажите в дереве модели сечение – Эскиз 3 и траекторию – Спираль цилиндрическую (рисунок 22б). Создайте резьбу (рисунок 22в). Скройте спираль, выделив ее в дереве модели правой кнопкой мыши (команда Скрыть).

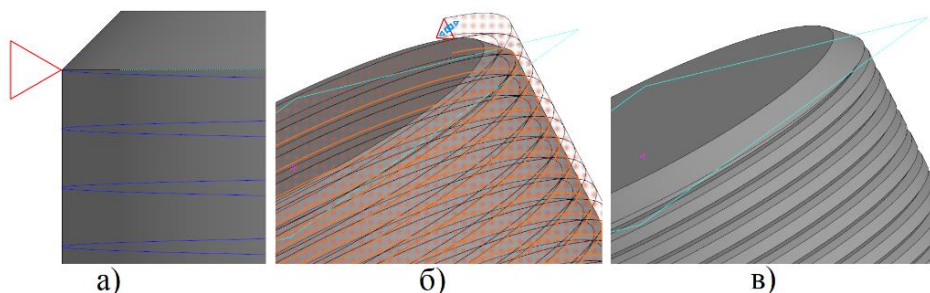


Рисунок 22 – Создание резьбы

5. Увеличьте *точность отрисовки модели* (чтобы все линии были плавные). Для этого нажмите «Настройки» ⇒ «Параметры» ⇒ «Точность отрисовки и МЦХ» ⇒ установите максимальное значение.

6. Сделайте сбеги резьбы. Выделите графическим курсором нужную поверхность (рисунок 23а). На инструментальной панели «Элементы тела» активизируйте команду «Вырезать выдавливанием» с параметром «Через все» (рисунок 23б). Завершите построение (рисунок 23в).

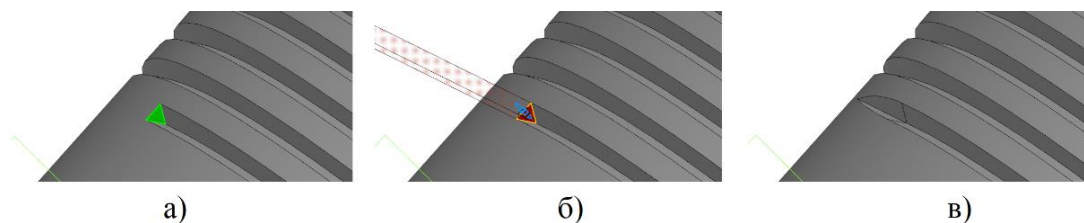


Рисунок 23 – Создание сбегов резьбы

7 Создайте втулку с наружным диаметром 54 мм, внутренним 42 мм, делаем фаску $2 \times 45^\circ$. Выделите торец втулки, создайте спираль цилиндрическую, количество витков укажите через всю деталь (рисунок 24).

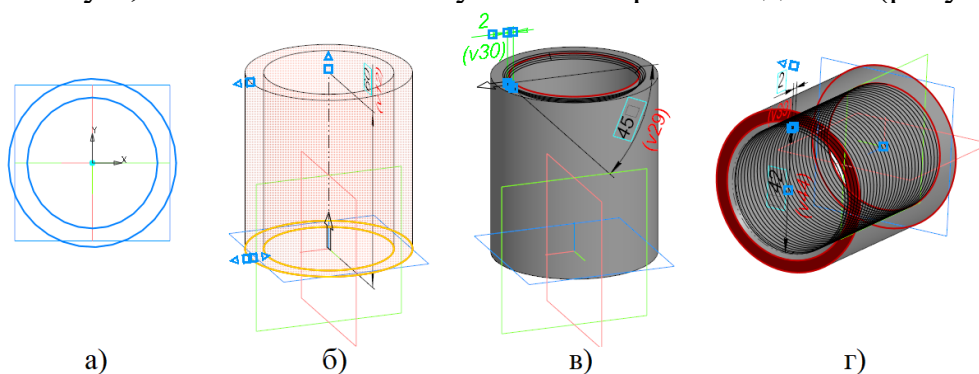


Рисунок 24 – Создание модели втулки

8. На плоскости ZX создайте эскиз. Вставьте треугольник в эскиз на модели, повернув его с помощью команды «Повернуть».

Вырежьте кинематически эскиз, скройте спираль (рисунок 25).

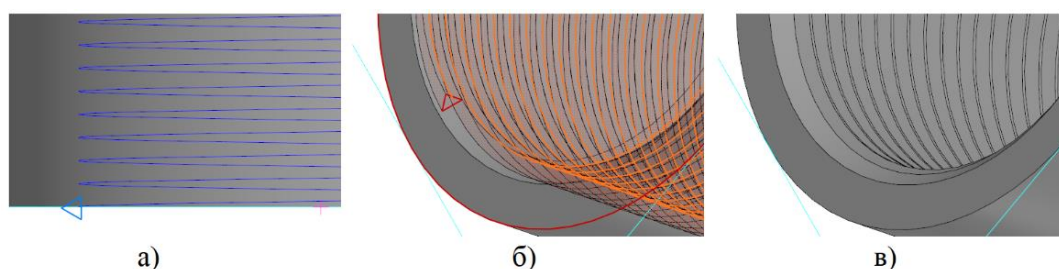


Рисунок 25 – Создание резьбы

9. Создайте новый документ «Сборка». С помощью команды «Добавить компонент из файла», расположенной на панели «Компоненты», вставьте в сборку втулку.

Аналогичным образом добавьте вал, который нужно повернуть резьбовой стороной к втулке (рисунок 26а).

С помощью команды «Совпадение» $\Rightarrow$ «Соосность» на инструментальной панели «Размещение компонентов» задайте соосность вала и отверстия втулки (рисунок 26б).

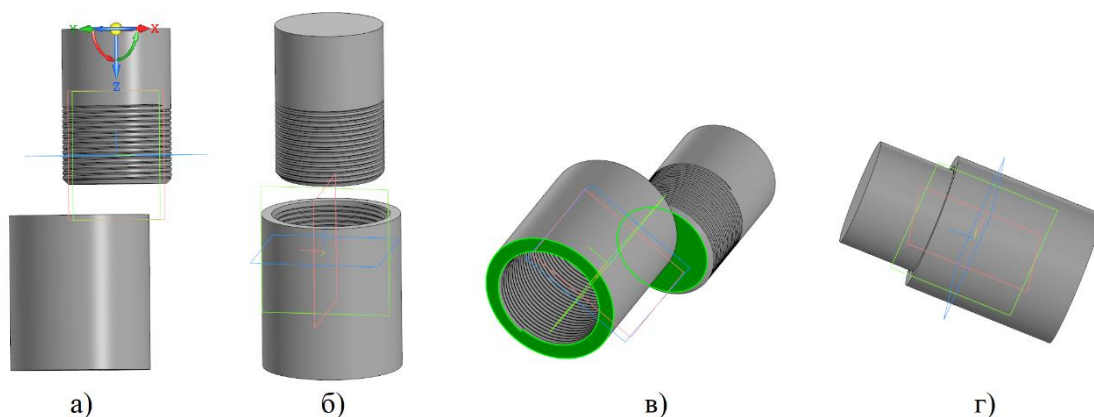


Рисунок 26 – Создание сборки Вал – Втулка

Для создания эффекта ввернутости вала во втулку задайте сопряжение на расстоянии. Выделите торцы вала и втулки (рисунок 26в). С помощью команды «Совпадение» $\Rightarrow$ «На расстоянии» на инструментальной панели «Размещение компонентов» «вворачивайте» вал во втулку, регулируя расстояние (рисунок 26г). При необходимости повторно задайте соосность вала и отверстия втулки.

5 Создание 3D-моделей объектов по сечениям

5.1 Команды создания объекта с помощью операций по сечениям

Операции по сечениям позволяют создать основание детали, указав несколько его сечений, изображённых в разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения элемента по сечениям. Команда доступна, если в детали существует хотя бы два эскиза. Требования к эскизам элемента по сечениям следующие:

- эскизы можно располагать в произвольно ориентированных плоскостях;
- эскиз начального (конечного) сечения может точку вместо контура;
- эскиз промежуточного сечения может содержать только контур;
- контур в эскизе может быть только один;
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу осевой линии следующие:

- в эскизе может быть только один контур, разомкнутый или замкнутый;
- контур осевой линии должен пересекать плоскости всех эскизов, то есть лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Команда «Элемент по сечениям» позволяет создать модель детали, которая формируется путем соединения заданных сечений (рисунок 27). Для вызова команды нажмите кнопку «Элемент по сечениям» на инструментальной

панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Добавить элемент» ⇒ «Элемент по сечениям».

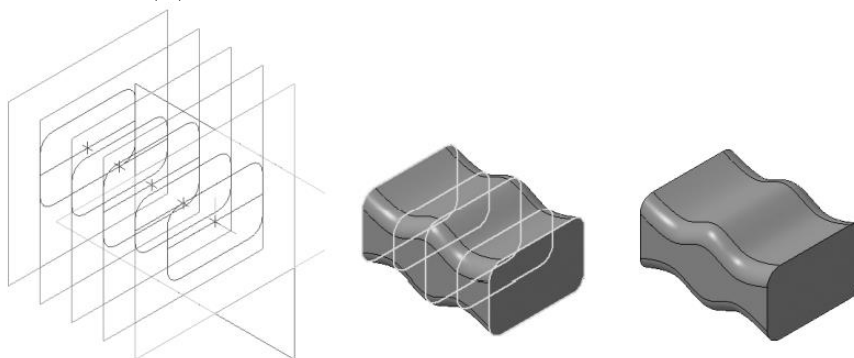


Рисунок 27 – Пример создания элемента по сечениям

Команда «Вырезать по сечениям» позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой результат соединения заданных сечений. Для вызова команды нажмите кнопку «Вырезать по сечениям» на инструментальной панели «Элементы тела» или используйте последовательность команд «Моделирование» ⇒ «Вырезать элемент» ⇒ «Вырезать по сечениям».

Для задания сечений элемента нажмите «Сечения» на вкладке параметров команды и укажите нужные эскизы в Дереве построения или в окне модели. Перечень эскизов в порядке их указания появляется в окне «Список сечений». В этом же порядке сечения будут соединены при построении элемента. Для изменения порядка следования сечений или удаления каких-либо из них, воспользуйтесь кнопками «вверх», «вниз» и «удалить» справа от поля «Сечения». Компас позволяет замкнуть траекторию при указании соответствующего параметра, а также настроить положение начального и конечного сечений (автоопределение, по нормали или по объекту).

Для задания осевой линии, задающей общее направление построения элемента, нажмите «Осевая линия» на вкладке параметров команды и укажите нужный объект в окне модели. В качестве осевой линии может использоваться любая пространственная или плоская кривая (ось, криволинейное ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе). Если осевой линией является контур в эскизе, то он должен подчиняться перечисленным выше требованиям. Если осевая линия выбрана неверно, её можно указать повторно, не выходя из команды. Для этого щёлкните мышью по нужному объекту. Выделение с ранее указанной кривой будет снято. Выбранной для выполнения операции окажется заново указанная кривая. Операция по сечениям может быть выполнена и без указания осевой линии.

Построение тонкостенного элемента и настройка свойств поверхности элемента ничем не отличаются от рассмотренных выше операций выдавливания и вращения, кроме следующего условия. Построение тонкостенного тела по сечениям возможно, если только все эскизы – сечения содержат контуры. Использовать эскизы, содержащие точки, для создания такого элемента нельзя.

5.2 План построения модели кольцевой пружины

Цель работы: создание 3D-модели детали с использованием операций по сечениям.

Последовательность выполнения работы

1. Создайте новый документ Деталь.

Укажите плоскость ZX, войдите в режим создания эскиза и постройте сечение витка на внешнем диаметре – пружины окружность диаметром 2 мм с координатами центра (0; 25). Выйдите из эскиза (рисунок 28а).

2. Укажите плоскость ZX, войдите в режим создания эскиза и постройте вспомогательную окружность диаметром 40 мм (диаметр размещения сечений внутренних витков) с координатами центра (0; 0).

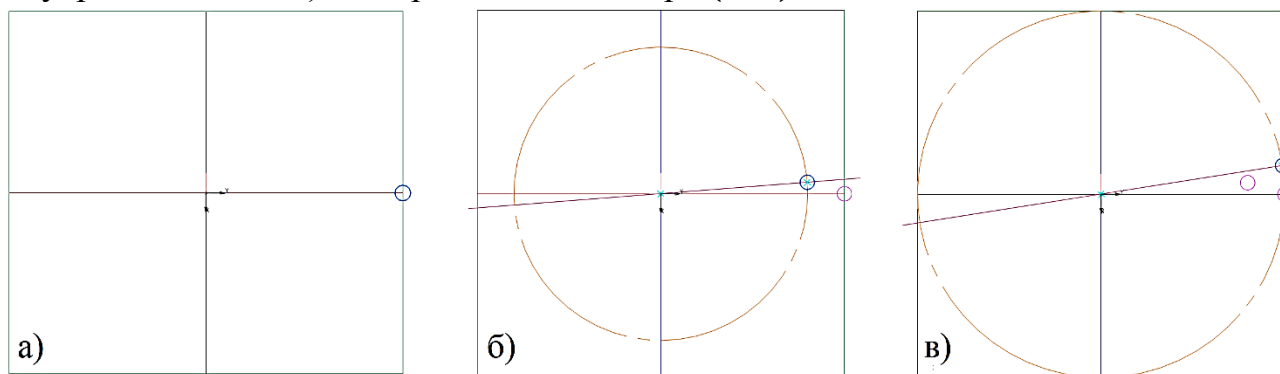


Рисунок 28 – Эскизы сечений витков пружины

Необходимо узнать на какой угол сместить ось сечения от предыдущего. Количество витков пружины равно 40. Угловой шаг витка равен $360^\circ:40=9^\circ$, отсюда следует, что эскиз 2 должен быть смещен относительно эскиза 1 на $4,5^\circ$.

Постройте вспомогательную прямую под углом $90^\circ+4,5^\circ=94,5^\circ$.

На пересечении вспомогательной окружности и прямой постройте контур витка – окружность диаметром 2 мм (рисунок 28б). Выйдите из эскиза.

3. Укажите плоскость ZX, войдите в режим создания эскиза и постройте вспомогательную окружность диаметром 50 мм (диаметр размещения сечений внутренних витков) с координатами центра (0; 0).

Постройте ещё один контур витка (рисунок 28в). Третий эскиз должен быть смещен относительно первого на 9° . Выйдите из эскиза.

4. Создайте два эскиза в плоскости ZY – дуги окружностей (каждая дуга равна 1/2 окружности).

Дуги нужны для того, чтобы создать траекторию для выполнения операции по сечениям (рисунок 29а).

Укажите плоскость ZY, войдите в режим создания эскиза. В эскизе 4 постройте первую дугу радиусом 2,5 мм и координатами центра (22,5; 0); построение против часовой стрелки. Выйдите из эскиза.

Укажите плоскость ZY, войдите в режим создания эскиза. В эскизе 5 постройте вторую дугу радиусом 2,5 мм и координатами центра (22,5; 0); построение по часовой стрелке. Выйдите из эскиза.

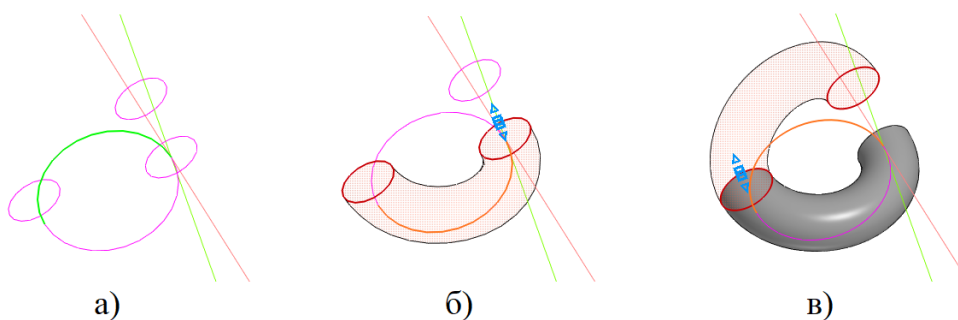


Рисунок 29 – Создание элемента по сечениям

5. В дереве построения модели выделите эскизы 1 и 2 и вызовите команду «Элемент по сечениям». Укажите в качестве осевой первую дугу (эскиз 4) (рисунок 29б). Выполните построение.

6. В дереве построения модели выделите эскизы 2 и 3 и вызовите команду «Элемент по сечениям». Укажите в качестве осевой вторую дугу (эскиз 5) (рисунок 29в). Завершите построение, нажав кнопку создания объекта.

Один полный виток кольцевой пружины готов. Необходимо создать ещё 39 витков с помощью операции «Массив по концентрической сетке».

7. Создайте ось массива. На инструментальной панели «Вспомогательные объекты» запустите команду «Ось через две точки» и выберите вариант построения «Ось на пересечении двух плоскостей». Команду также можно вызвать следующим образом: «Моделирование» ⇒ «Оси» ⇒ «Ось на пересечении двух плоскостей». Укажите плоскости XY и ZY, чтобы создать ось перпендикулярную плоскости ZX и проходящую через начало координат. Завершите выполнение команды.

8. В дереве построения модели выделите два построенных ранее элемента по сечениям и вызовите команду «Массив по концентрической сетке» («Моделирование» ⇒ «Массив» ⇒ «Массив по концентрической сетке»). На панели управления команды укажите ось массива – построенную ранее конструктивную ось. Задайте количество экземпляров по направлению (витков пружины) – 40 и угол 360° (рисунок 30а). Нажмите кнопку создания объекта. Кольцевая пружина построена (рисунок 30б). Задайте точность отображения, цвет и оптические свойства модели. Скройте эскизы, плоскости и оси.

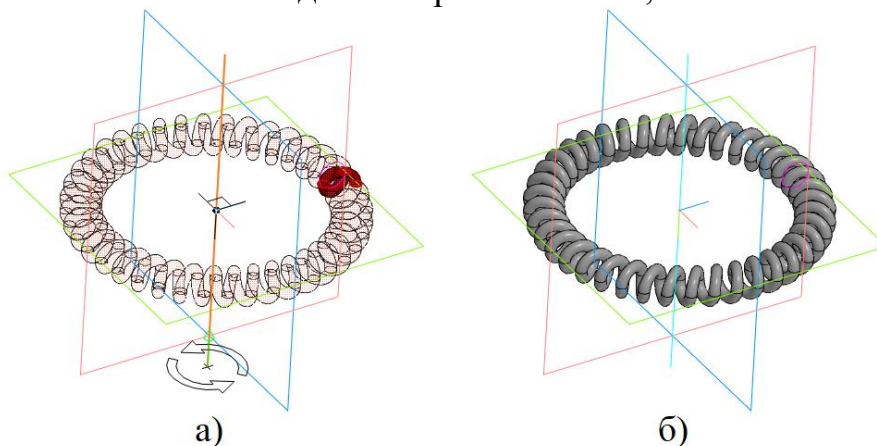


Рисунок 30 – Создание объекта с помощью массива по концентрической сетке

6 Использование вспомогательных примитивов

6.1 Вспомогательные примитивы

При построении трехмерных моделей часто возникает необходимость во вспомогательных построениях. Чем сложнее модель, тем более разнообразным становится арсенал используемых вспомогательных примитивов. К вспомогательным примитивам относятся оси, плоскости и линии разъема.

Вспомогательные оси применяются в тех случаях, когда имеющихся в модели осей или ребер недостаточно для нужных построений. Команда «Ось» позволяет создать одну или несколько конструктивных осей.

Существуют следующие варианты построения вспомогательной оси:

- Ось через две точки: вспомогательная ось, проходящая через указанные точечные объекты;
- Ось на пересечении двух плоскостей: вспомогательная ось, являющаяся линией пересечения двух плоских объектов или их продолжений;
- Ось через ребро: вспомогательная ось, проходящая через прямолинейный объект;
- Ось через точку по направлению: вспомогательная ось, проходящая через указанный точечный объект в направлении выбранного объекта или вектора;
- Ось конической поверхности: вспомогательная ось, являющаяся осью поверхности вращения.

Для создания вспомогательной оси выберите команду на инструментальной панели «Вспомогательные объекты» или выполните команду «Моделирование» ⇒ «Оси». Затем укажите необходимые для создания оси объекты. Завершите ввод осей, нажав кнопку прерывания команды. Все созданные оси отображаются в дереве построения модели. Выделив нужную ось, можно настроить ее параметры, задать название и цвет оси.

Вспомогательные плоскости применяются в тех случаях, когда имеющихся в модели трех плоскостей недостаточно для нужных построений.

В КОМПАС можно построить следующие вспомогательные плоскости:

- смещенную плоскость: вспомогательная плоскость, расположенная на заданном расстоянии от указанного плоского объекта (рисунок 31а);
- плоскость под углом к другой плоскости: вспомогательная плоскость, проходящая через прямолинейный объект под заданным углом к плоскому объекту (рисунок 31б);
- плоскость через три точки: вспомогательная плоскость, проходящая через три указанных точечных объекта (рисунок 31в);
- нормальную плоскость: вспомогательная плоскость, нормальная к поверхности вращения (кроме сферы);
- касательную плоскость: вспомогательная плоскость, касательная к цилиндрической или конической грани модели (рисунок 31г);

- плоскость через ребро и точку: вспомогательная плоскость, проходящая через указанные прямолинейный и точечный объекты (рисунок 31д);
- плоскость через плоскую кривую: вспомогательная плоскость, проходящая через указанную плоскую кривую;
- плоскость через точку параллельно другой плоскости: вспомогательная плоскость, проходящая через точечный объект параллельно плоскому объекту;

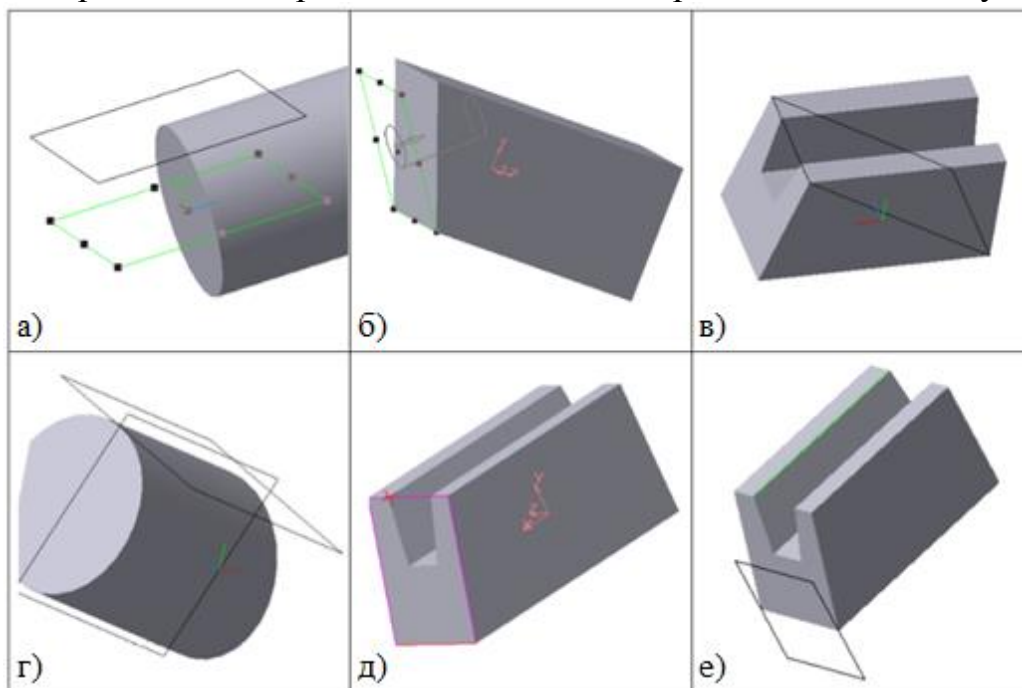


Рисунок 31 – Вспомогательные плоскости (примеры построения)

- плоскость через точку перпендикулярно ребру: вспомогательная плоскость, проходящая через точечный объект перпендикулярно кривой (ребру, линии эскиза, сплайну и т.п.);
- плоскость, касательную к грани в точке: вспомогательная плоскость, касающаяся указанной грани в заданной точке;
- плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру: вспомогательная плоскость, проходящая через указанный прямолинейный объект параллельно или перпендикулярно другому прямолинейному объекту (рисунок 31е);
- плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани: вспомогательная плоскость, проходящая через указанный прямолинейный объект параллельно или перпендикулярно плоскому объекту;
- среднюю плоскость: вспомогательная биссекторная плоскость двугранного угла.

Для создания вспомогательной плоскости выберите команду на инструментальной панели «Вспомогательные объекты» или выполните команду «Моделирование» ⇒ «Плоскости». Укажите необходимые для создания плоскости объекты. Завершите построение. Все созданные плоскости отображаются в дереве построения модели. Выделив нужную плоскость, можно настроить ее параметры или создать в ней эскиз.

6.2 План построения модели ступенчатого вала

Цель работы: создание 3D-модели детали с использованием вспомогательных осей и плоскостей.

Последовательность выполнения работы

На рисунке 32а приведено изображение, на основе которого создана трехмерная модель детали (рисунок 32б).

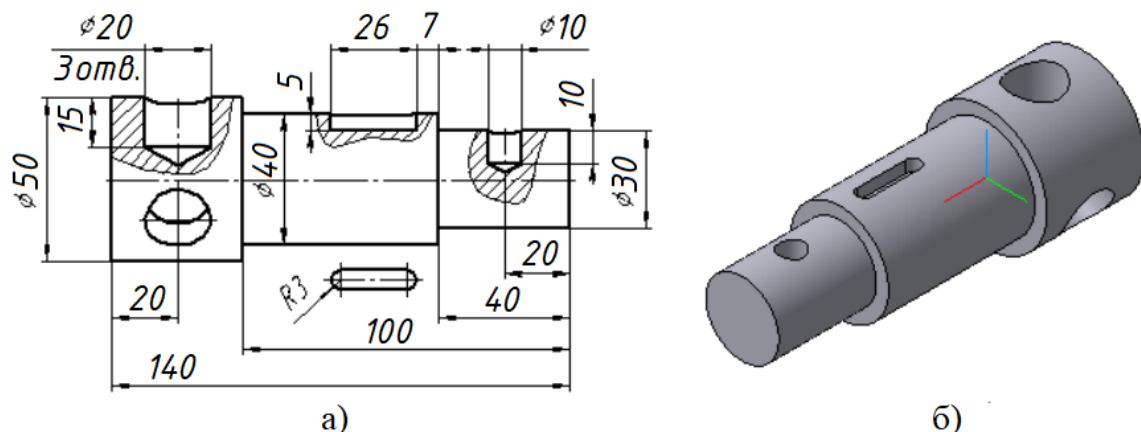


Рисунок 32 – Исходные данные для выполнения работы

1. Создайте новый документ Деталь. Используя команды трехмерного моделирования в соответствии с исходными данными (рисунок 32а), создайте модель ступенчатого вала (рисунок 33а).
2. Для формирования отверстий и углублений нужно создать эскизы в различных конструктивных плоскостях. Эти плоскости постройте, используя команды «Касательная плоскость» и «Смещенная плоскость» (рисунок 33а). Смещенные плоскости должны быть параллельны координатной плоскости XZ.

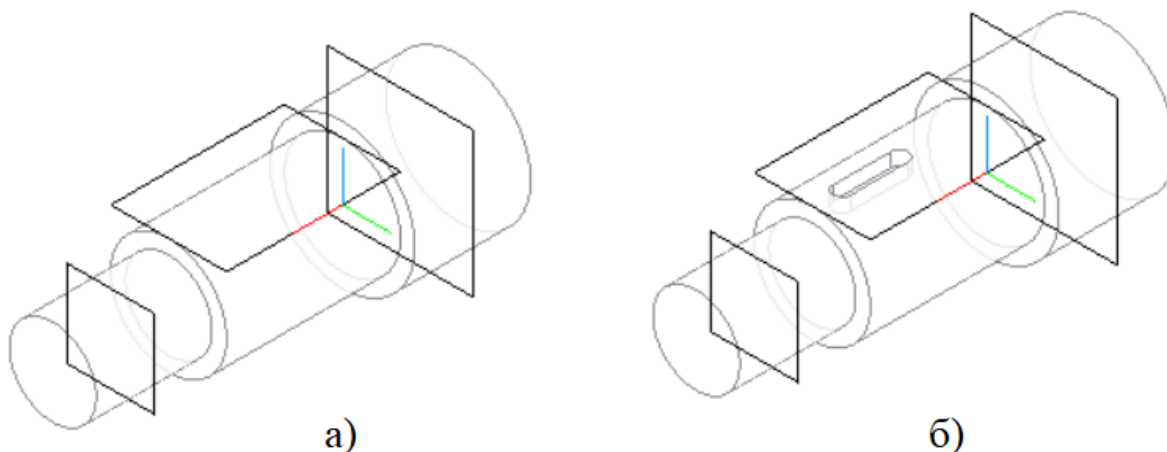


Рисунок 33 – Построение вала

Порядок создания смещенной плоскости.

Укажите плоский объект, относительно которого задается смещение новой плоскости. Наименование выбранного объекта появится в поле «Базовая плоскость» на панели параметров. Фантом создаваемой плоскости появится в графической области.

В поле «Расстояние» введите значение расстояния от плоского объекта до создаваемой плоскости. Задайте направление смещения с помощью кнопки «Сменить направление» справа от поля «Расстояние». После нажатия кнопки стрелка на пиктограмме изменится на противоположную. Для завершения построения плоскости нажмите кнопку «Создать объект».

Порядок создания касательной плоскости.

Укажите цилиндрическую / коническую грань и плоский объект, проходящий через ось этой грани. Наименования выбранных объектов появятся в полях «Поверхность вращения» и «Базовая плоскость» на панели параметров. В графической области появится фантом создаваемой плоскости: она проходит через линию пересечения цилиндрической / конической грани и плоского объекта перпендикулярно последнему.

Укажите, по какую сторону от цилиндрической / конической грани должна быть построена касательная плоскость. Для этого установите в нужное положение переключатель «Положение 1 / Положение 2». Задайте угол поворота плоскости в поле «Угол» или выберите значение из раскрывающегося списка. Угол поворота отсчитывается от текущего положения плоскости. Для завершения построения плоскости нажмите кнопку «Создать объект». Для завершения работы команды нажмите кнопку «Завершить».

3. Постройте эскиз для паза. Сформируйте паз с использованием команды «Вырезать выдавливанием» (рисунок 33б).

4. Для отверстий выполните эскизы с учетом последующей операции – операции вращения. Размеры и форму эскиза задайте, используя чертеж детали (рисунок 31а).

5. Сформируйте отверстия, используя команду «Вырезать вращением» (рисунок 34а) со следующими параметрами: способ построения – сфероид; тонкая стенка – нет.

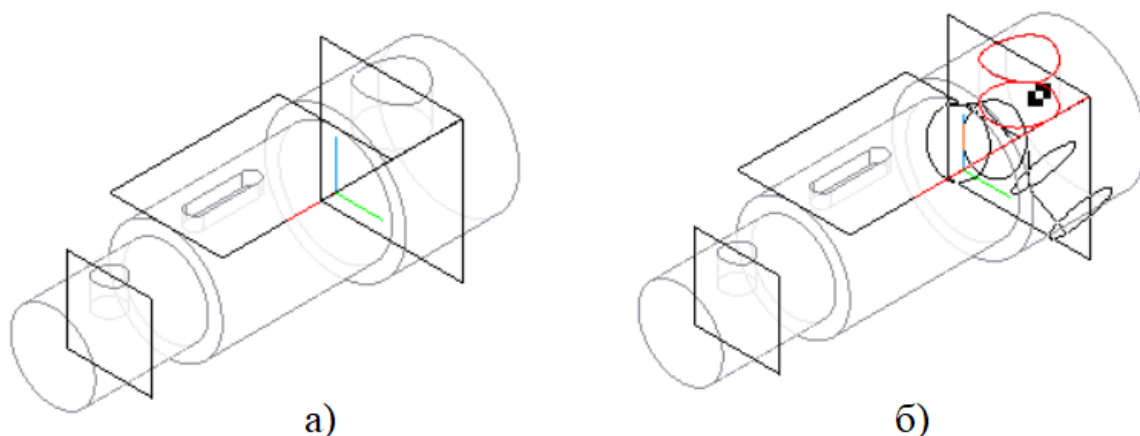


Рисунок 34 – Формирование отверстий и углублений

6. Так как в одной из ступеней вала выполнено три одинаковых отверстия, то для их формирования используйте команду «Массив по концентрической сетке» (рисунок 34б).

7. Конечный вариант представлен на рисунке 32б.

7 Создание 3D-модели с элементами ее обработки

7.1 Команды обработки 3D-модели

После построения трехмерной модели с использованием различных операций по формообразованию так же, как и при материальном изготовлении детали, возникает необходимость в ее обработке. Под обработкой понимается выполнение фасок, скруглений, отверстий, разрезов, установка ребер жесткости и пр. Для этих целей в системе КОМПАС предусмотрены следующие команды: «Фаска», «Скругление», «Отверстие», «Ребро жесткости», «Уклон», «Оболочка» и «Сечение».

Фаска. Фаской называют поверхность, образованную скосом торцевой кромки материала. Фаска используется для упрощения монтажа (например, в крепежных элементах), сглаживания острых кромок детали и т.д. Создание фаски целесообразно на завершающих этапах создания модели.

Команда «Фаска» позволяет создать фаску на указанных ребрах детали. Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями. Для вызова команды нажмите кнопку «Фаска» на инструментальной панели «Элементы тела» или выберите ее название в меню «Моделирование» ⇒ «Дополнительные элементы» ⇒ «Фаска». На панели управления командой укажите способ построения фаски: «По стороне и углу» или «По двум сторонам».

Построение фаски по стороне и углу показано на рисунке 35а: на исходное состояние объекта наложен фантом фаски, на котором показаны ребро, длина стороны фаски (указывается в поле «Длина 1»), и угол между этой стороной и поверхностью фаски (указывается в поле «Угол»). На рисунке 35б показан результат выполнения операции.

Построение фаски по двум сторонам показано на рисунке 35в: на исходное состояние объекта наложен фантом фаски, на котором показаны ребро, длины сторон фаски (указываются в полях «Длина 1» и «Длина 2»). На рисунке 35г показан результат выполнения операции.

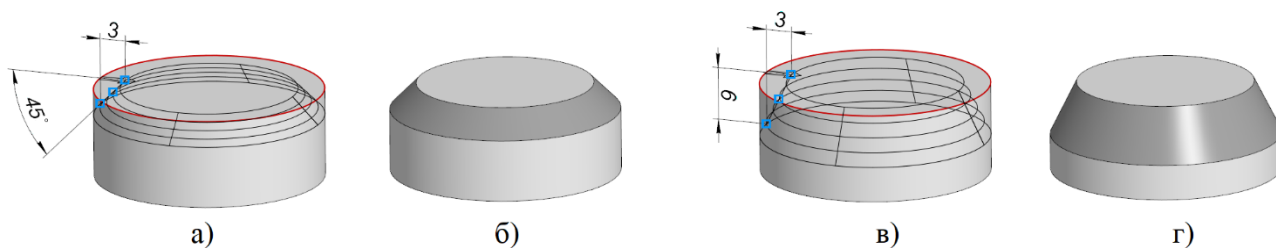


Рисунок 35 – Построение фаски

Укажите в окне детали ребра, на которых требуется построить фаску. Если требуется построить фаски на всех ребрах какой-либо грани, укажите эту грань. После указания первого ребра в окне детали возникает фантом – стрелка, направленная вдоль одной из граней. Она показывает направление первой стороны фаски. Для изменения направления воспользуйтесь переключателем

«Направление». В поле «Объекты» перечислены ребра и грани, указанные для выполнения операции. Чтобы исключить какой-либо объект (ребро или грань) из числа выбранных, укажите его в окне детали повторно. Выделение с этого объекта будет снято, и при построении фаски он учитываться не будет. Опция «По касательным ребрам» в некоторых случаях позволяет указать меньшее количество ребер для выполнения команды. Настройка свойств поверхности фаски осуществляется на вкладке «Свойства». После задания всех параметров фаски и настройки ее свойств нажмите кнопку «Создать объект».

Скругление. Команда «Скругление» позволяет скруглить выбранные ребра детали. КОМПАС-3D предоставляет различные способы построения скруглений: дугой окружности, дугой эллипса, с постоянным коэффициентом и с заданной хордой. Целесообразно строить скругления на завершающих этапах создания модели. Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями.

При скруглении ребер создается поверхность, плавно переходящая от одной грани к другой. При этом в каждом сечении этой поверхности, построенном перпендикулярно ребру, получается дуга окружности заданного радиуса, дуга эллипса или коническая кривая. Доступно скругление ребер с переменным радиусом. На рисунке 36 показано скругление ребер: исходное состояние, когда указаны ребро и грань (рисунок 36а) и результат выполнения операции (рисунок 36б).

Возможно создание полного скругления. Полное скругление строится для трех смежных граней (совокупностей граней): двух боковых и центральной. В результате операции центральная грань исчезает, а боковые грани соединяются поверхностью, сечение которой в каждой точке является дугой, касательной к трем изначально указанным граням. На рисунке 36 показано полное скругление: исходное состояние, когда указаны три смежные грани (рисунок 36в) и результат выполнения операции (рисунок 36г).

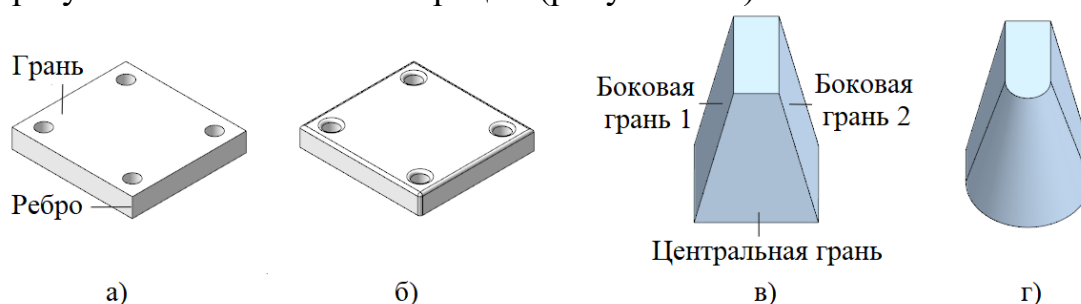


Рисунок 36 – Построение скруглений

Для вызова команды нажмите кнопку «Скругление» на инструментальной панели «Элементы тела» или выберите ее название в меню «Моделирование» ⇒ «Дополнительные элементы» ⇒ «Скругление». На панели управления командой укажите способ построения скругления. Укажите параметры, которые определяются способом построения скругления:

- радиус окружности, дугой которой будет выполняться скругление;
- значения полуосей эллипса, дугой которого будут скруглены ребра;

- радиус и коэффициент при скруглении с постоянным коэффициентом;
- длину хорды при скруглении заданной хордой.

Укажите в окне детали ребра, на которых требуется построить скругление. Если требуется построить скругление на всех ребрах какой-либо грани или поверхности, укажите эту грань или поверхность. После указания первого ребра в окне детали возникает фантом скругления. В поле «Объекты» перечислены ребра и грани, указанные для выполнения операции. Чтобы исключить какой-либо объект (ребро или грань) из числа выбранных, укажите его в окне детали повторно. Выделение с этого объекта будет снято, и при построении скругления он учитываться не будет. Опция «По касательным ребрам» в некоторых случаях позволяет указать меньшее количество ребер для выполнения команды. Настройка свойств поверхности скругления осуществляется на вкладке «Свойства». После задания всех параметров скругления и настройки ее свойств нажмите кнопку «Создать объект».

Активизируйте опцию «Автоопределение», чтобы включить автоматический выбор способа построения скругления в случаях его пересечения с соседними гранями. Если во всех таких случаях необходимо сохранение кромки, выключите опцию «Автоопределение» и включите опцию «Сохранять кромку». Эти опции доступны только при создании скругления с постоянным радиусом.

Отверстие. Команда «Отверстие» позволяет создать круглые ступенчатые отверстия различной конфигурации. Перед вызовом команды требуется выделить плоский объект (плоскую грань детали, вспомогательную или конструктивную плоскость), на котором должно располагаться отверстие. Для вызова команды нажмите кнопку «Простое отверстие» на инструментальной панели «Элементы тела». Команду также можно вызвать, выбрав ее название в меню «Моделирование».

Элементы управления вкладки становятся доступными после указания типа отверстия. Возможно построение следующих отверстий: простое, с зенковкой, с цековкой, с зенковкой и цековкой, коническое (рисунок 37). Выбрав отверстие, введите значения его параметров.

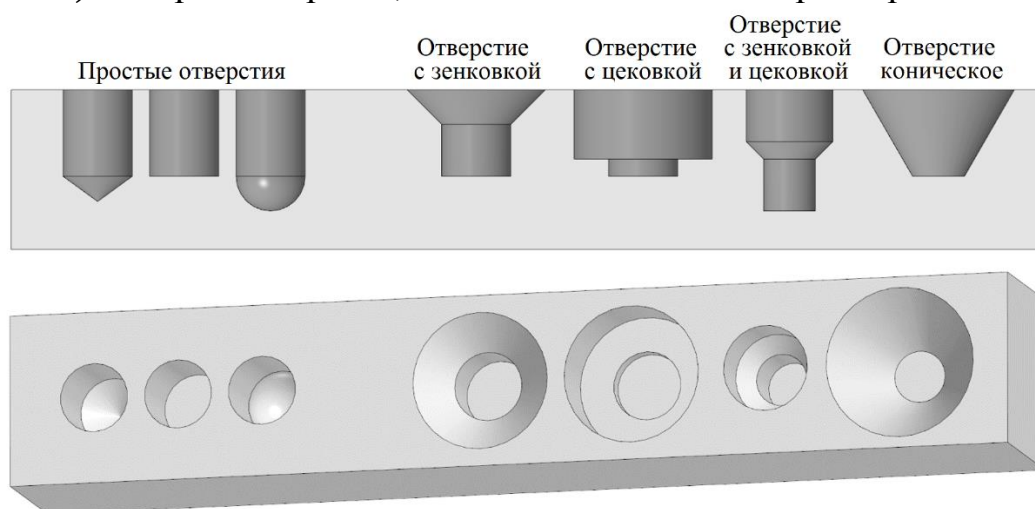


Рисунок 37 – Построение отверстий

Группа переключателей «Глубина» позволяют выбрать способ определения глубины отверстия: на расстояние, через все или до объекта. Фантом отверстия с заданными параметрами отображается в окне модели. Точка привязки отверстия по умолчанию располагается в начале локальной системы координат плоского объекта, на котором создается это отверстие. При активизации переключателя «Резьба» возможно построение отверстия с резьбой.

Не все значения размеров можно менять в произвольном порядке. Например, нельзя сделать диаметр резьбы меньше диаметра отверстия. Если требуется уменьшить диаметр резьбы, сначала измените диаметр отверстия, а затем диаметр резьбы.

Ребро жесткости. Часть конструкции (или детали), которая принимает на себя основную нагрузку и обеспечивает конструкции большую прочность при нагрузке без изменения толщины, называется ребром жесткости. Для создания ребра жесткости в модели требуется построить эскиз, определяющий форму внешнего края ребра. Ребро строится от линии в эскизе к телу. В результате формируется тонкая стенка, ограниченная с одной стороны линией эскиза, а с остальных сторон – гранями тела. Грани, ограничивающие ребро, должны принадлежать одному и тому же телу.

Команда «Ребро жесткости» позволяет создавать ребра жесткости детали. Команда доступна, если выделен один эскиз. К эскизу ребра жесткости предъявляются следующие требования:

- в эскизе должен содержаться только один контур;
- контур в эскизе ребра жесткости может не доходить до тела детали (в этом случае система продолжит контур до пересечения с ближайшей гранью);
- криволинейные контуры продолжаются по касательным к ним в крайних точках.

Для вызова команды нажмите кнопку «Ребро жесткости» на инструментальной панели «Элементы тела». Команду также можно вызвать из меню «Моделирование» ⇒ «Дополнительные элементы» ⇒ «Ребро жесткости».

На рисунке 38а показано формирование ребра жесткости с использованием параметра «Ортогонально плоскости эскиза» в прямом направлении. Результат формообразования приведен на рисунке 38б.

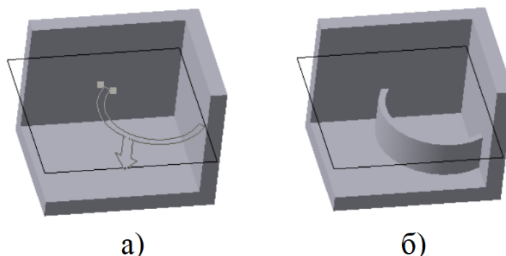


Рисунок 38 – Создание ребра жесткости

Возможна ориентация ребра жесткости в двух направлениях: в плоскости эскиза и ортогонально плоскости эскиза. Направление построения ребра жесткости показано фантомной стрелкой в окне детали (рисунок 2а). Если

требуется изменить автоматически выбранное направление, измените параметр «Направление», который имеет два значения: прямое и обратное. Если требуется, чтобы боковые грани ребра имели уклон, введите в поле «Угол» значение угла. Направление уклона граней ребра жесткости – только наружу, изменить его нельзя. Для определения толщины ребра жесткости выберите способ задания толщины стенки и затем введите нужное значение в поле «Толщина». Если выбрано создание ребра жесткости в двух направлениях, то толщину требуется ввести дважды (для направлений внутрь и наружу). Изменение толщины или способа ее определения отображается на фантоме ребра жесткости в окне детали. Это позволяет оценить правильность задания параметров стенки и при необходимости откорректировать их.

Уклон. Команда «Уклон» позволяет придать уклон плоским граням, перпендикулярным основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпендикулярны основанию (рисунок 39).

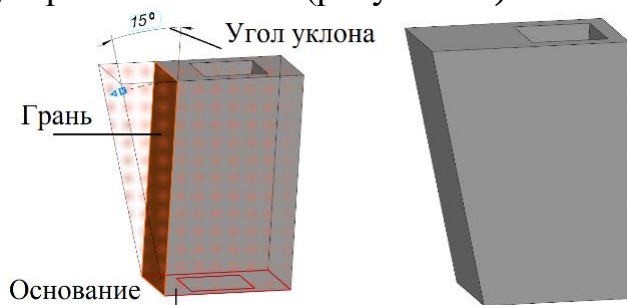


Рисунок 39 – Построение уклона плоской грани

Для вызова команды нажмите кнопку «Уклон» на инструментальной панели «Элементы тела». Команду также можно вызвать, выбрав ее название в меню «Моделирование». Задайте основание, уклоняемую грань, направление ее уклона (внутри или наружу), угол уклона. Завершите построение нажатием кнопки «Создать объект».

Если грань, указанная для выполнения операции, гладко соединяется с другими гранями, то им автоматически придается уклон с теми же параметрами, что были заданы для выбранной грани. При создании уклонов следует придерживаться следующих рекомендаций.

1. Не наклоняйте каждую грань в отдельности. Если возможно, указывайте при выполнении команды «Уклон» как можно большее количество граней, которые требуется наклонить под одинаковым углом к одному и тому же основанию. В этом случае расчеты при перестроении модели будут производиться быстрее.

2. Если требуется скруглить одно или несколько ребер, ограничивающих уклоняемую грань, сделайте это после придания грани уклона.

Команда не выполняется, если система обнаружит, что грани, перестроенные в соответствии с заданными параметрами уклона, не образуют тело. Если применить команду «Уклон» к грани, уже наклоненной к основанию под каким-либо углом, то этот угол учитываться не будет. Применение команды «Уклон» наиболее эффективно на завершающих этапах

проектирования литых деталей, когда отдельным граням требуется придать небольшой уклон для облегчения выемки отливок из форм.

Массив элементов. При создании трехмерных моделей иногда возникает необходимость в построении одинаковых элементов, расположенных в детали с определенной закономерностью. Для этой цели в системе КОМПАС предусмотрена команда «Массив», которая позволяет создавать копии элементов, организованно размещенные в узлах параллелограммной сетки (Массив по сетке), на концентрических окружностях (Массив по окружности), вдоль кривой («Массив вдоль кривой») и др. Команда «Массив» вызывается нажатием кнопки «Массив по сетке» инструментальной панели «Массив, копирование» или из меню «Моделирование» ⇒ «Массивы».

Массив по сетке. Команда позволяет создать массив, элементы которого располагаются в узлах параллелограммной сетки (рисунок 40). Элементы, которые требуется скопировать, можно выделить перед вызовом команды. Для этого укажите их в Дереве построения или в окне детали.

Для вызова команды нажмите кнопку с пиктограммой команды на инструментальной панели «Массив, копирование» или выберите ее название в меню «Моделирование».

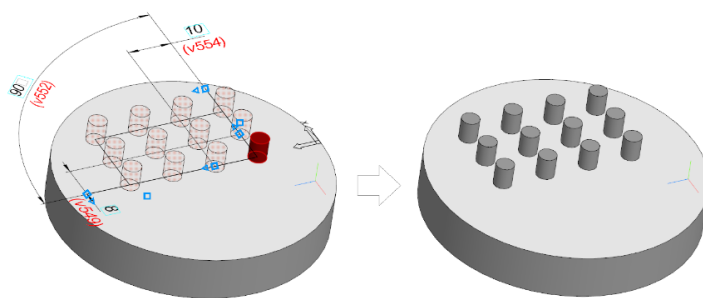


Рисунок 40 – Выполнение команды «Массив по сетке»

Укажите направляющие объекты, если автоопределение осей вам не подходит. Направление осей сетки можно задать двумя способами:

- указать существующие в модели прямолинейные объекты (ребра, конструктивные оси, отрезки и ломаные прямые);
- задать углы, характеризующие расположение осей.

Укажите копируемые элементы, если они не были выделены перед вызовом команды. Введите количество экземпляров по направлениям вдоль осей в поля «Экземпляров по направлению» и шаг массива в поля «Расстояние 1» и «Расстояние 2». Может быть указано расстояние между соседними элементами (шаг) или между крайними элементами. В последнем случае указывается расстояние между соответствующими точками первого и последнего экземпляров массива вдоль оси, то есть заданное количество экземпляров равномерно размещается на участке, длина которого задана.

Дополнительным параметром является схема размещения копий: стандартная (с экземплярами массива во всех узлах сетки), с удалением копий внутри сетки (сохраняются копии по периметру сетки), с размещением копий только вдоль осей, со сдвигом размещенных копий вдоль оси 1 или вдоль оси 2.

Для создания геометрического массива активизируйте соответствующий переключатель. Включение этой опции ускоряет создание и перестроение массива, так как не производится копирование операций и их параметров. При создании геометрического массива копируются только грани и ребра исходных элементов. Однако иногда скопированные поверхности располагаются относительно имеющихся так, что не образуют тело. В таких случаях опция «Геометрический массив» должна быть отключена.

Для исключения из массива геометрических элементов укажите их, выделив любые грани, затем нажмите клавишу «Delete». Список номеров удаленных элементов массива приведен в поле «Удаленные экземпляры» на панели управления команды. Удаление элементов из списка восстанавливает их массиве.

На рисунке 40 показан результат выполнения команды «Массив по сетке» при следующих параметрах: количество экземпляров вдоль первой оси – 3, второй – 4, шаг между соседними экземплярами вдоль первой оси – 8, вдоль второй оси – 10, угол раствора -90° , схема размещения стандартная.

При редактировании параметров сетки можно изменить значения количественных и качественных параметров, которые определяли эту сетку при ее создании, но нельзя изменить тип сетки. Например, концентрическую сетку нельзя превратить в прямоугольную, и наоборот.

Массив по концентрической сетке. Команда позволяет создать массив, элементы которого располагаются в узлах концентрической сетки (рисунок 41). Элементы, которые требуется скопировать, можно выделить перед вызовом команды. Для этого укажите их в Дереве построения или в окне детали.

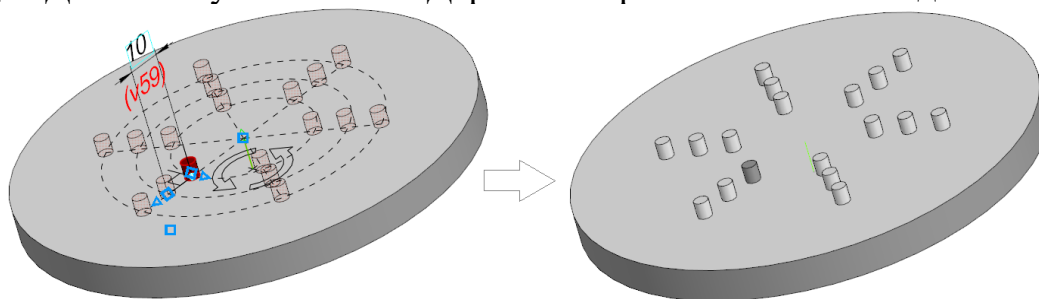


Рисунок 41 – Выполнение команды «Массив по концентрической сетке»

Для вызова команды нажмите кнопку с пиктограммой команды на инструментальной панели «Массив, копирование» или выберите ее название в меню «Моделирование».

Концентрическая сетка характеризуется положением ее плоскости, центра, радиусами окружностей и углом между пересекающимися их радиальными лучами. Чтобы задать положение плоскости сетки и ее центра, укажите «Ось массива» – любой прямолинейный объект в «Дереве построения» или в окне детали. Плоскость сетки будет перпендикулярна оси массива, а центр сетки будет лежать на этой оси. Укажите копируемые элементы, если они не были выделены перед вызовом команды. Введите количество экземпляров в радиальном и кольцевом направлениях в поля «Экземпляров по направлению».

В поле «Расстояние» введите значение расстояния в радиальном направлении между соседними элементами (шаг) или между крайними элементами (расстояние между соответствующими точками первого и последнего экземпляров массива вдоль радиального направления, то есть заданное количество экземпляров равномерно размещается на участке, длина которого задана). Аналогичным образом можно задать величину шага для соседних элементов массива или для крайних элементов, введя в поле «Угол» значение углового шага в кольцевом направлении. При необходимости введите значение смещения элементов по оси массива в поле «Шаг вдоль оси».

Параметр «Направление» управляет расположением массива относительно начальной оси: прямое и обратное. Начальная ось сетки проводится через любую точку исходного экземпляра массива. Затем добавляются остальные оси.

Параметр «Ориентация» управляет ориентацией экземпляров массива относительно проекционных плоскостей. Если все экземпляры должны быть ориентированы относительно плоскостей проекций также, как и исходный объект, активизируйте переключатель «Сохранять исходную ориентацию». Активизация переключателя «Доворачивать до радиального направления» означает, что экземпляры массива будут повернуты так, чтобы углы между ними и осями сетки, на которых они расположены, равнялись углу между исходным объектом и начальной осью сетки.

Для создания геометрического массива активизируйте соответствующий переключатель. При копировании элемента, выдавленного до поверхности, с отключенной опцией «Геометрический массив» каждый экземпляр массива выдавливается до этой же поверхности. В результате этого геометрические элементы могут отличаться друг от друга формой торца поверхности. При включенной опции «Геометрический массив» каждое геометрическое тело является точной копией исходного элемента.

Для исключения элементов из массива укажите их, выделив любые грани, затем нажмите клавишу «Delete». Список номеров удаленных элементов массива приведен в поле «Удаленные экземпляры» на панели управления команды. Удаление элементов из списка восстанавливает их массиве.

На рисунке 41 показан результат выполнения команды «Массив по концентрической сетке» при следующих параметрах: количество экземпляров вдоль радиальной оси – 3, в кольцевом направлении – 5, шаг в радиальном направлении – 10, в кольцевом направлении – 360° , ориентация «Доворачивать до радиального направления». Опция «Геометрический массив» отключена.

На рисунке 42 показан результат выполнения команды «Массив по концентрической сетке» при следующих параметрах: количество экземпляров вдоль радиальной оси – 1, в кольцевом направлении – 5, шаг в кольцевом направлении – 360° , ориентация «Доворачивать до радиального направления». Опция «Геометрический массив» отключена. Для наглядности полученная модель представлена также после использования команды «Сечение».

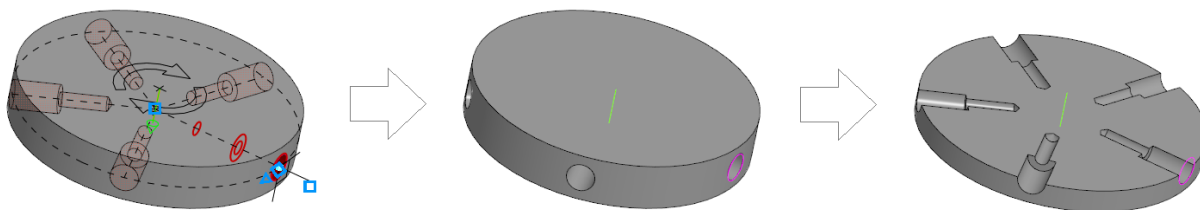


Рисунок 42 – Выполнение команды «Массив по концентрической сетке»

Сечение. При создании трёхмерной модели возникает необходимость отсечения части детали. Границей сечения может служить базовая плоскость либо эскиз. Для этих целей предусмотрена команда «Сечение».

Для вызова команды выберите в дереве построения модели секущую поверхность (плоскость или эскиз) и нажмите кнопку «Сечение» на инструментальной панели «Элементы тела». Команду также можно вызвать, выбрав ее название в меню «Моделирование».

Сечение поверхностью позволяет удалить часть модели, находящейся по одну сторону пересекающей эту модель поверхности, вспомогательной или проекционной плоскости, импортированной или построенной в детали поверхности, грани (рисунок 43). Название поверхности, выделенной перед вызовом команды или указанной в пространстве построения модели появится в поле «Секущий объект». Можно удалить часть модели по любую сторону от указанной поверхности. Чтобы изменить направление отсечения (оно показывается на фантоме в окне модели в виде стрелки), воспользуйтесь соответствующим переключателем на вкладке «Параметры».

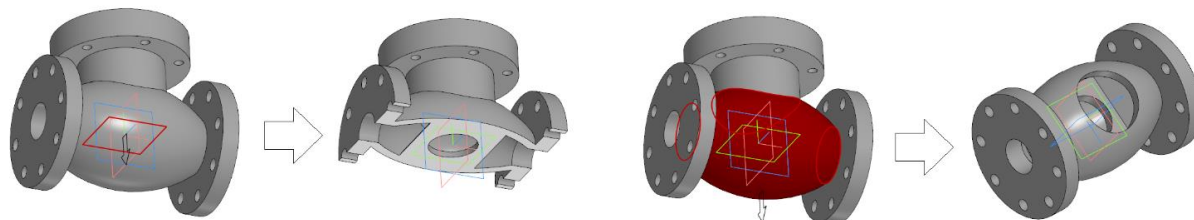


Рисунок 43 – Сечение поверхностью

После выбора направления отсечения и настройки свойств нажмите кнопку создания объекта. Для корректного отсечения неплоской поверхностью она должна располагаться так, чтобы пересекать всю модель.

Сечение по эскизу удаляет часть исходной модели поверхностью, образованной выдавливанием выбранного эскиза или плоскостью эскиза (рисунок 44). Направление перемещения эскиза перпендикулярно его плоскости. Удаление происходит по одну сторону от поверхности.

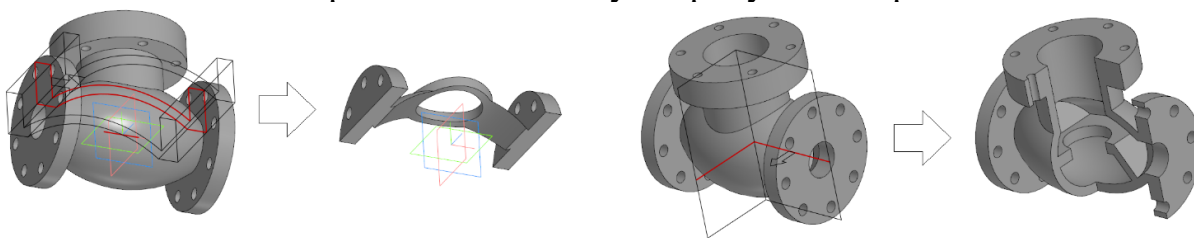


Рисунок 44 – Сечение контуром по эскизу

Перед вызовом команды выделите эскиз, задающий направляющую поверхности. К эскизу предъявляются следующие требования:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур в эскизе разомкнут;
- проекция модели на плоскость эскиза должна пересекать его контур.

Название эскиза, выделенного перед вызовом команды или указанного в пространстве построения модели отображается в поле «Секущий объект». Можно удалить часть модели по любую сторону от поверхности, образованной выдавливанием выбранного эскиза. Чтобы изменить направление отсечения (оно показывается на фантоме в окне модели в виде стрелки), воспользуйтесь соответствующим переключателем на вкладке «Параметры». Для сечения модели контуром эскиза установите переключатель «Способ» в положение «Контуром», для сечения плоскостью эскиза – в положение «плоскостью».

7.2 План построения модели корпусной детали

Цель работы: создание 3D-модели детали с использованием команд обработки 3D-модели.

Последовательность выполнения работы

Исходными данными для работы является чертеж корпусной детали (рисунок 45). Трехмерная модель может быть создана несколькими вариантами. В описании к работе приводится один из них.

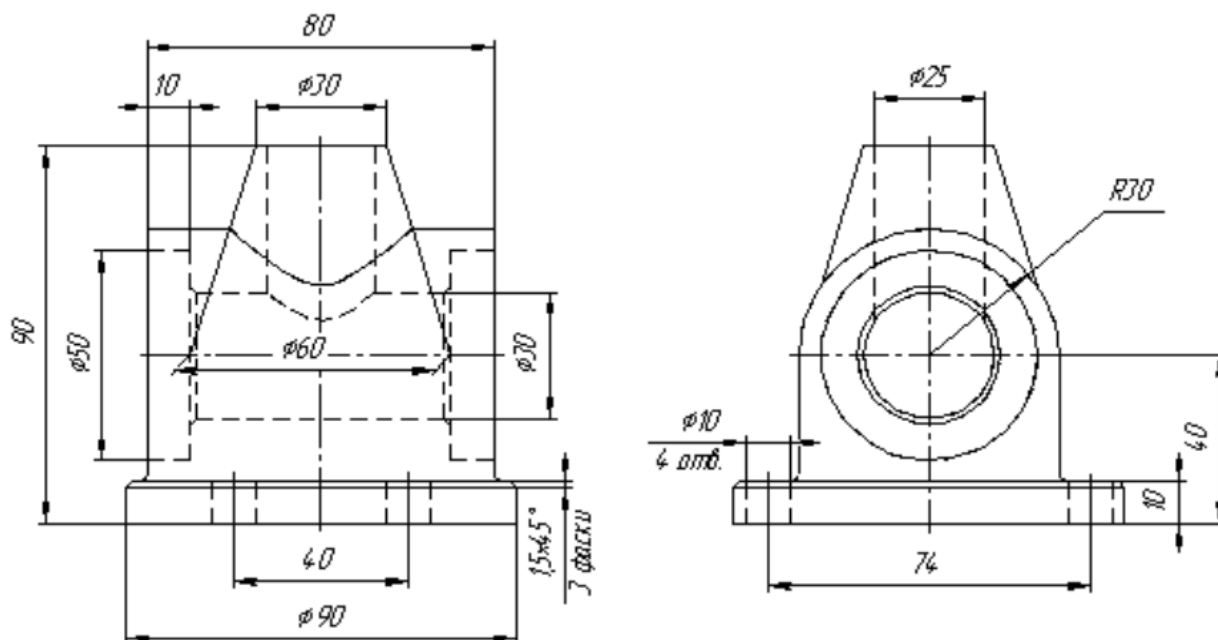


Рисунок 45 – Исходные данные для выполнения работы

1. Используя команды трехмерного моделирования, в соответствии с исходными данными (рисунок 45) создать модель основания, а затем выполнить в нем одно отверстие.

Создайте остальные три отверстия с помощью команды «Массив по сетке» с параметрами: количество по первой оси – 2, Шаг – 40; количество по второй оси – 2, Шаг – 74; угол раствора – (-90°) . Результат выполнения показан на рисунке 46а.

2. Для получения центрального арочного свода создайте эскиз в координатной плоскости YZ. Выдавите полученный эскиз на расстояние 80 мм (направление выдавливания – средняя плоскость, т.е. на расстояние 40 в двух направлениях). Результат выполнения команды показан на рисунке 46б.

3. Добавьте к модели коническую часть. Для этого создайте эскиз в координатной плоскости YZ. При создании эскиза учитывайте последующую операцию – операции вращения.

С помощью команды «Добавить элемент» $\Rightarrow$ «Элемент вращения» создайте коническую часть модели (способ построения – Сфероид; Тонкая стенка – Нет). Результат выполнения показан на рисунке 46в.

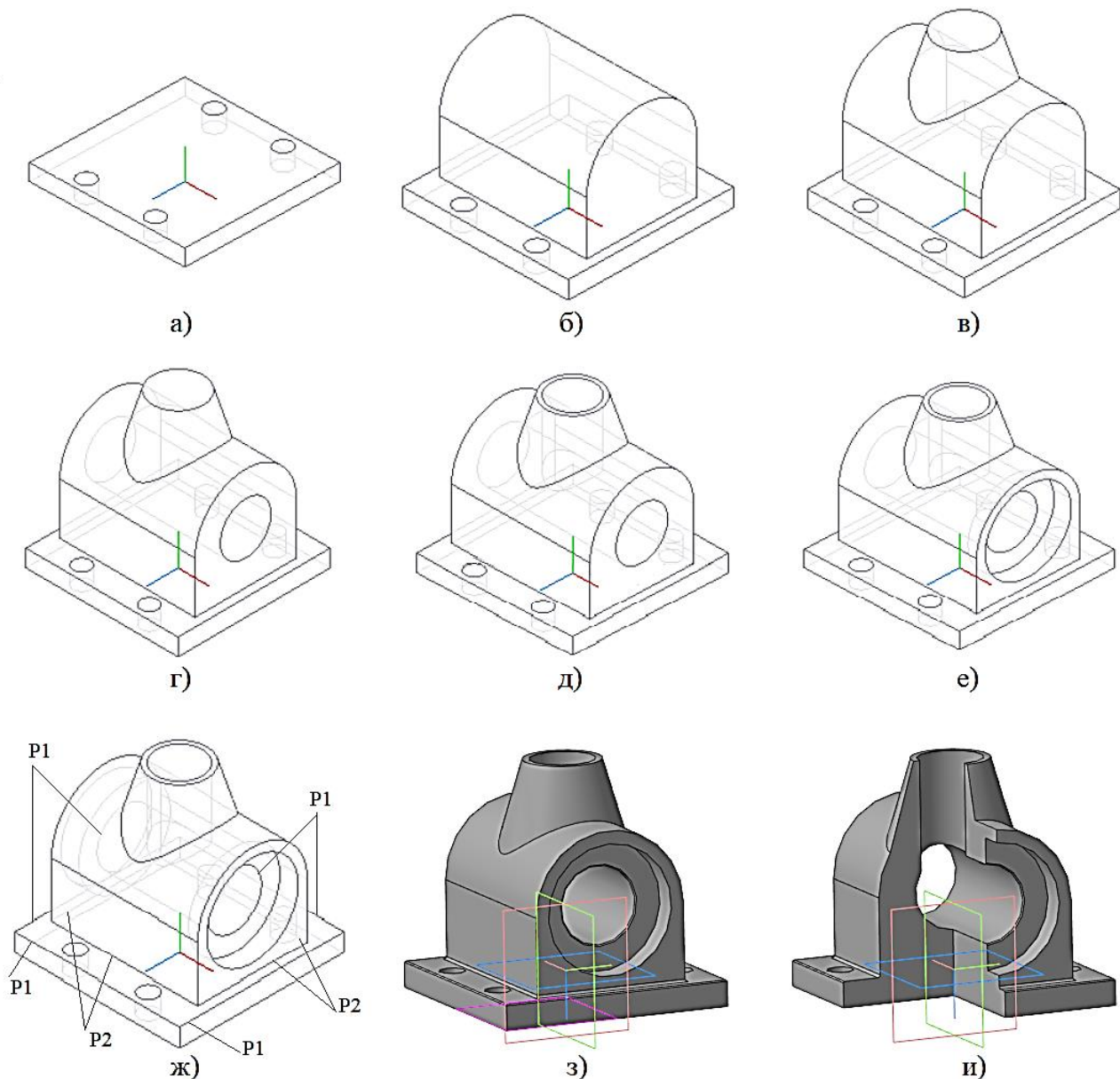


Рисунок 46 – Порядок выполнения работы

4. Для создания горизонтального сквозного отверстия создайте эскиз в конструктивной плоскости модели. Постройте окружность радиуса 15 мм. Вырежьте выдавливанием окружность со следующими параметрами: направление выдавливания – прямое, способ построения – через всё (рисунок 46г).

5. Для создания вертикального отверстия в конической части модели также потребуется эскиз. Его плоскость – это верхняя конструктивная плоскость модели – верхнее основание конуса. Эскиз содержит окружность радиуса 12,5 мм.

Полученный эскиз используйте для создания отверстия при помощи операции «Вырезать выдавливанием» (способ построения – до поверхности). В качестве поверхности-границы укажите созданное на предыдущем этапе сквозное отверстие (рисунок 46д).

6. Для создания углублений диаметром 50 мм создайте эскиз в конструктивной плоскости модели. Постройте в эскизе окружность диаметром 30 мм, центр которой совпадает с центром сквозного отверстия. Вырежьте выдавливанием построенную окружность на расстояние – 10 мм (рисунок 46е).

Для создания симметричного углубления воспользуйтесь инструментом «Зеркальный массив» (выполните команду «Моделирование» ⇒ «Массивы» ⇒ «Зеркальный массив» или выберите на инструментальной панели «Массив, копирование» инструмент «Массив по сетке» и затем укажите вариант команды «Зеркальный массив» на панели управления командой).

В качестве данных для операции последовательно укажите в Дереве построений модели последнюю операцию выдавливания и координатную плоскость YZ (рисунок 46ж).

7. Для снятия фаски выполните команду «Моделирование» ⇒ «Дополнительные элементы» ⇒ «Фаска» или выберите на инструментальной панели «Элементы тела» инструмент «Скругление» и затем укажите вариант команды «Фаска» на панели управления командой. Указав необходимые ребра (ребра P1 на рисунке 46ж), создайте фаску $0,5 \times 45^\circ$.

Основание арочной части модели скруглите, используя команду «Скругление». Указав необходимые ребра (ребра P2 на рисунке 46ж), создайте скругление радиусом 1,5 мм. Результат построения показан на рисунке 46з.

8. Вырез четверти модели создайте при помощи команды «Сечение».

Для создания сечения создайте эскиз в нижней конструктивной плоскости модели – основание модели. В эскизе постройте квадрат со стороной 45 мм, правый верхний угол которого совпадает с началом координат.

Выйдите из эскиза, выделите его в Дереве построения модели и вызовите команду «Сечение», расположенную на инструментальной панели «Элементы тела». Способ построения сечения – контуром, направление – обратное. Результат работы представлен на рисунке 46и. Способ отображения – полутонное с каркасом.

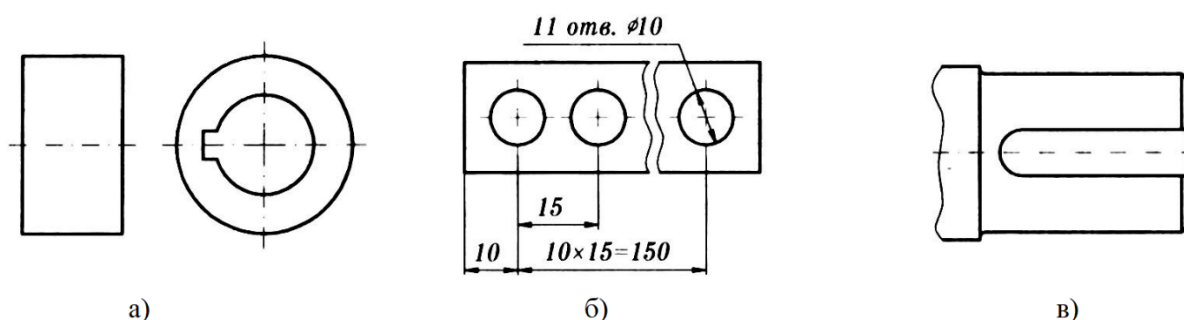
8 Создание ассоциативных изображений по 3D-моделям

8.1 Создание чертежных видов и ассоциативного чертежа

Как правило, вначале следует создать основной вид, например, вид спереди или сверху, а затем получают проекционные (дополнительные) виды.

Для создания *основного вида* чертежа, как правило, используются виды модели (спереди, сверху, слева и т. д.).

Проекционный вид является одним из основных или дополнительным видом. Он выполняется на основе ранее полученного вида (опорного, родительского). Этот вид создаётся при проецировании линий, перпендикулярных или находящихся под углом к основному виду. Полученный вид является ортогональным (рисунок 47а).



а) проекционный вид; б) изображение с разрывом; в) изображение части изделия

Рисунок 47 – Чертежные виды

Изображение с разрывом (разъединённый вид) используется для отображения компонента без его средней части. Этот вид применяется для отображения компонентов, длина которых велика по отношению к ширине. При этом вид разъединяется в горизонтальном или вертикальном направлении таким образом, чтобы чертёж поместился в заданной области (рисунок 47б).

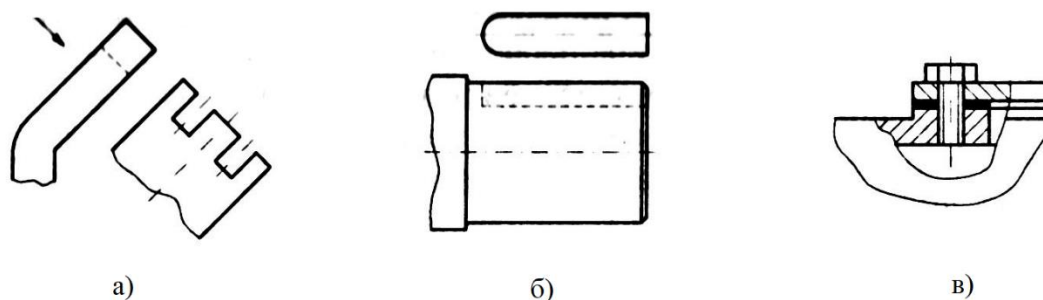
Изображение части изделия (обрезанный вид) используется для удаления краёв существующего вида, включённого в замкнутый эскиз, связанный с этим видом. Часть вида, которая лежит в пределах связанного эскиза, сохраняется, а оставшаяся часть удаляется (рисунок 47в).

Дополнительный (вспомогательный) вид образуется при проецировании линий, нормальных к указанной кромке существующего вида (рисунок 48а). Направление проецирования на рисунке указано стрелкой.

Местный вид используется для отображения части существующего вида (рисунок 48б). Увеличивая масштаб, эту часть можно выделить для более детального отображения, чем в исходном виде. Аналогично выполняются выносные элементы.

Разрез создаётся путём разрезания части существующего вида при помощи плоскости и последующего просмотра родительского вида с направления, нормального к плоскости разреза. Плоскость разреза определяется при помощи одного или нескольких отрезков эскизных линий.

При оформлении чертежа эта плоскость изображается утолщённой разомкнутой линией.

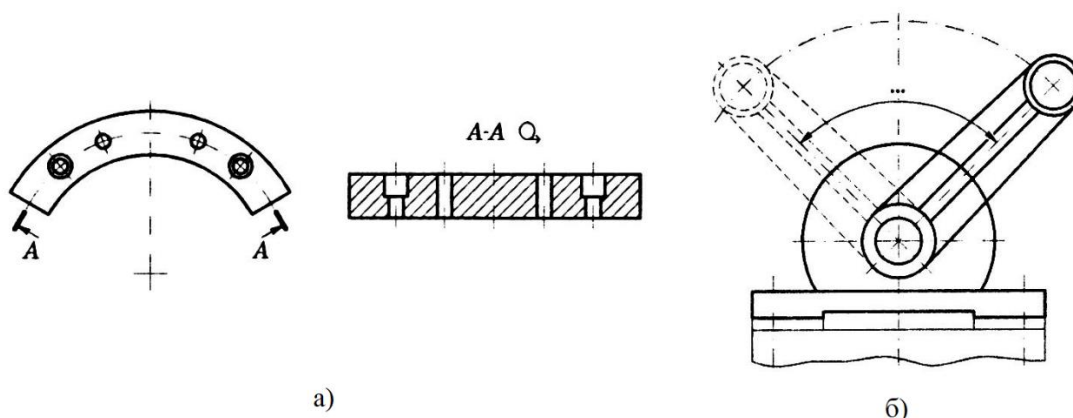


а) дополнительный вид; б) местный вид; в) местный разрез

Рисунок 48 – Чертежные виды

Местный (вынутый) разрез используется для удаления части существующего вида и отображения области модели или сборки, которая находится за удалённой частью. Этот тип разреза создаётся при помощи замкнутого эскиза, связанного с исходным видом (рисунок 48в).

Развёрнутый (выровненный) разрез используется для разрезания элементов, которые расположены под определённым углом по отношению к главной плоскости разреза. Выравнивание разреза состоит в повороте элементов вокруг оси, нормальной к плоскости вида. При этом ось, по которой выравнивается элемент, должна лежать на плоскостях разреза (рисунок 49а). На рисунке показано положение секущей плоскости, направление взгляда и обозначение разреза согласно ГОСТ 2.305–68 [3].



а) развёрнутый разрез; б) изображение крайних положений изделия

Рисунок 49 – Чертежные виды

Изображение крайних положений изделия (наложенный вид) используется для создания вида, в котором можно показать максимальный и минимальный диапазоны движения сборки. Основное положение отображается, в чертёжном виде непрерывной линией, а наложенный вид сборки отображается в том же чертёжном виде штрихпунктирной линией (рисунок 49б).

На базе модели можно также создавать аксонометрическое изображение изделия.

8.2 План выполнения чертежа учебной детали

Цель работы: разработка и оформление чертежей и аксонометрии деталей, 3D-модели которых созданы в ходе выполнения работ 5 и 6.

Последовательность выполнения работы

Выполнение данной работы предполагает разработку и оформление пяти чертежей (и аксонометрии) деталей, для трех из которых 3D-модели созданы в ходе выполнения работ 3, 5 и 6 (корпус крана, ступенчатый вал и корпусная деталь), а для двух 3D-модели необходимо создать, используя приведенные в задании исходные данные.

1. Создайте новый документ Чертеж. Выберите формат А3 с основной надписью вдоль длинной стороны.

Для получения чертежа на основе трехмерной модели выберите инструмент «Стандартные виды с модели» на панели «Виды».

На панели управления командой укажите необходимые виды, установите зазор между видами по горизонтали и по вертикали 25мм и масштаб 1:2.

Создайте разрез, как показано на рисунке 50.

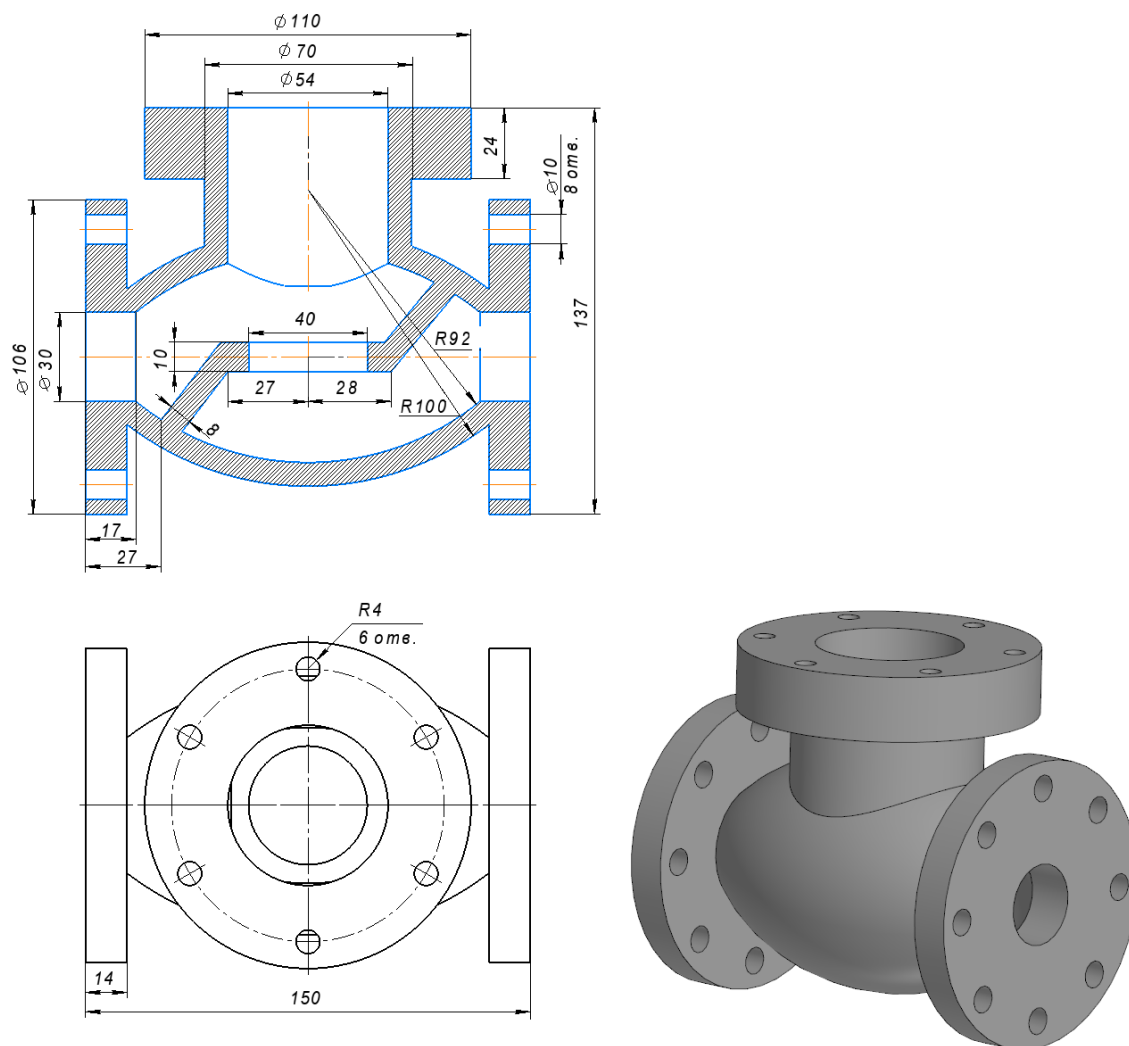


Рисунок 50 – Исходные данные для выполнения задания 1

Выполните оформление чертежа по правилам проекционного черчения: проведите компоновку чертежа, нанесите осевые линии, размеры, технические требования, надписи. Заполните основную надпись.

Примечание: обозначение документа на учебных чертежах в данной работе имеет вид НД.АА.АА.АА.00.13.001 и состоит из:

НД – наименование дисциплины (ИКГ – инженерная компьютерная графика, МКГ – машиностроительная компьютерная графика и т.п.);

АА.АА.АА – код специальности учебной группы (09.03.01, 15.03.01, 23.03.03 и т.п.);

00 – номер варианта студента (вариант 00 указывается для заданий, выполняемых по методическим указаниям);

13 – номер практической работы (по единой нумерации работ);

001 – номер детали (для следующих 4 заданий данной практической работы номера указать соответственно 002, 003, 004 и 005).

2. Создайте новый документ Чертеж. Выберите формат А3 с основной надписью вдоль короткой стороны.

Получите необходимые виды ступенчатого вала (работа 5) с использованием созданной ранее модели. Разместите их в рабочем пространстве чертежа. Выполните необходимые местные разрезы (рисунок 51).

Выполните оформление чертежа по правилам проекционного черчения: проведите компоновку чертежа, нанесите осевые линии, размеры, технические требования, надписи. Заполните основную надпись.

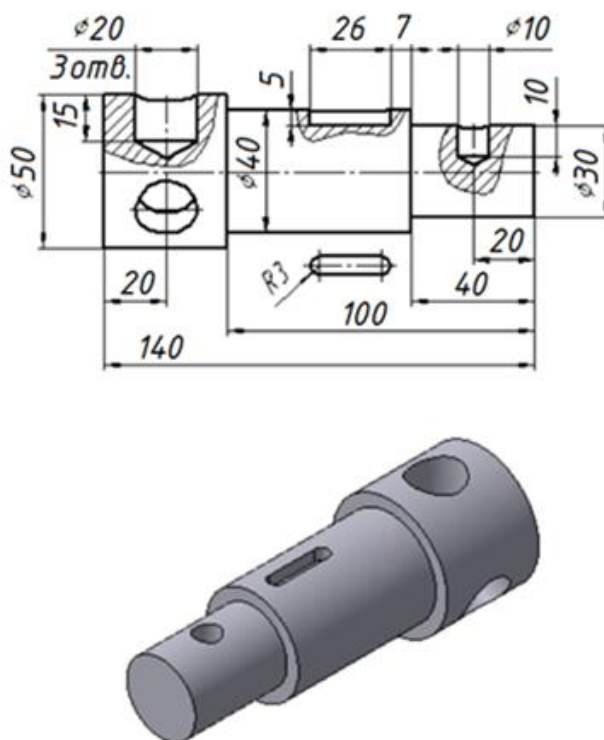


Рисунок 51 – Исходные данные для выполнения задания 2

Создайте новый документ Чертеж. Выберите формат А3 с основной осью вдоль длинной стороны.

Выполните необходимые разрезы (рисунок 52). Так как деталь симметрична, то на месте главного изображения совмещаем половины вида спереди и фронтального разреза, а на профильном изображении – половины вида слева и профильного разреза. Виды и разрезы на всех изображениях разделяем осевой штрихпунктирной линией. На разрезах наносим штриховку.

Выполните оформление чертежа по правилам проекционного черчения: проведите компоновку чертежа, нанесите осевые линии, размеры, технические требования, надписи. Заполните основную надпись.

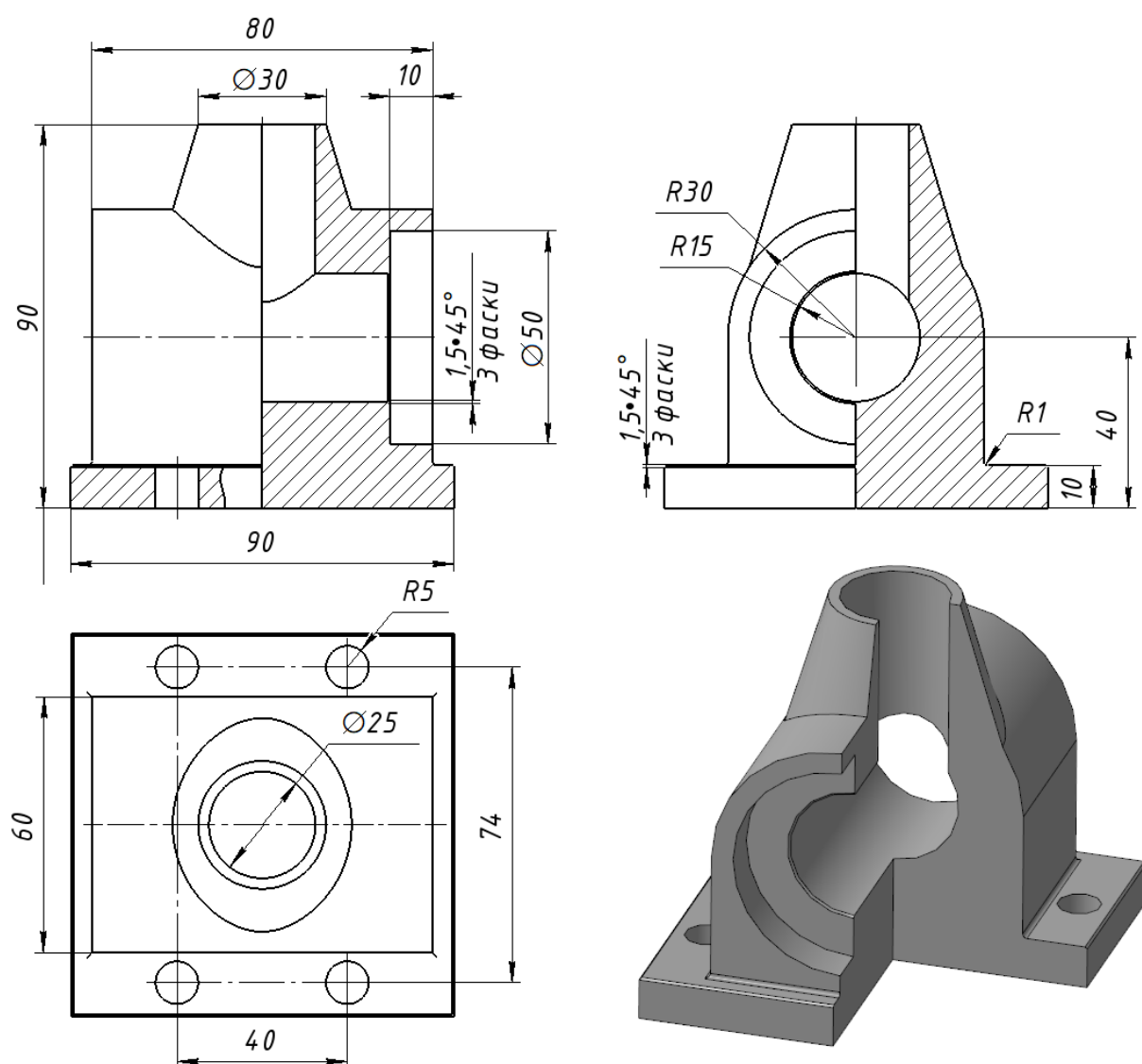


Рисунок 52 – Исходные данные для выполнения задания 3

4. По исходным данным, представленным на рисунке 53, создайте деталь.

Сформируйте чертеж (необходимые виды и аксонометрия) на основе созданной трехмерной модели.

Выполните оформление чертежа по правилам проекционного черчения: проведите компоновку чертежа, нанесите осевые линии, размеры, технические требования, надписи. Заполните основную надпись.

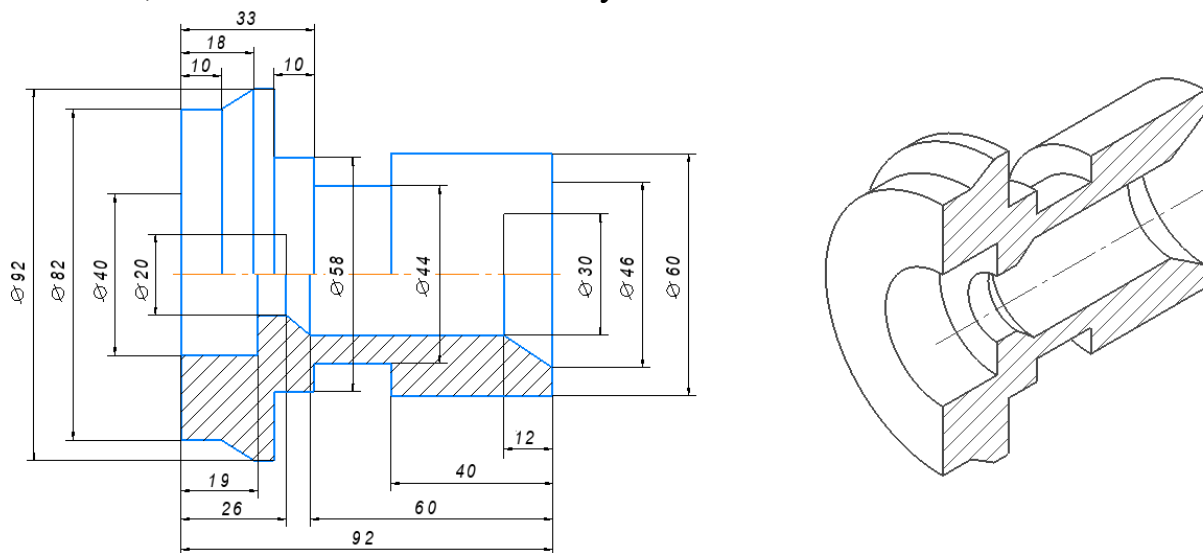


Рисунок 53 – Исходные данные для выполнения задания 4

5. По исходным данным, представленным на рисунке 54, создайте деталь.

Сформируйте чертеж (необходимые виды и аксонометрия) на основе созданной трехмерной модели.

Выполните оформление чертежа по правилам проекционного черчения: проведите компоновку чертежа, нанесите осевые линии, размеры, технические требования, надписи. Заполните основную надпись.

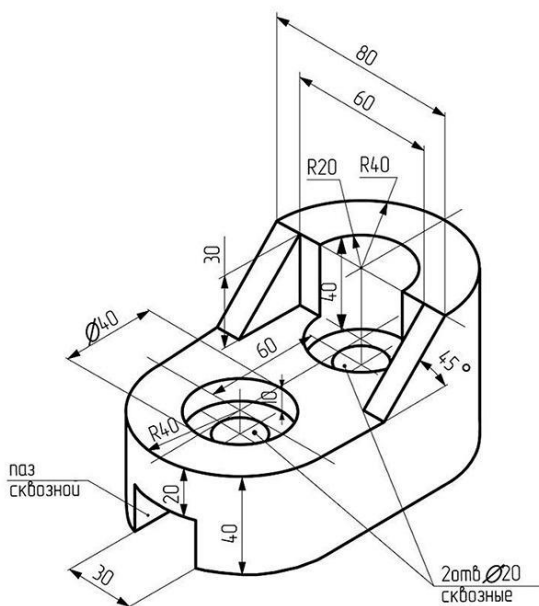


Рисунок 54 – Исходные данные для выполнения задания 5

Библиографический список

1. ГОСТ 2.104–2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 14 с.
2. ГОСТ 2.303–68. Единая система конструкторской документации. Линии. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 6 с.
3. ГОСТ 2.305–68. Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 16 с.
4. ГОСТ 2.307–2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 31 с.
5. Гречушкина, Н.В., Челебаев С.В. Компьютерная графика в САПР КОМПАС : учебно-методическое пособие. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. – 48 с.
6. Инженерная и компьютерная графика : учебник и практикум для вузов / Р.Р. Анамова [и др.] ; под общей редакцией Р.Р. Анамовой, С.А. Леоновой, Н.В. Пшеничновой. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 246 с.
7. Инженерная компьютерная графика. Вводный курс : учебник / П.Н. Учаев, С.Г. Емельянов, С.А. Чевычелов [и др.]; под общ. ред. проф. П.Н. Учаева. – Старый Оскол : ТНТ, 2014. – 216 с.

Учебное издание

Гречушкина Нина Владимировна

Челебаев Сергей Валерьевич

Компьютерная графика в САПР КОМПАС.

3D-моделирование

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать _____ Тираж 15 экз.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53