

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

М. А. Игнатенко-Андреева, П. В. Авраменко, О. В. Мулярова

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА:
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по аграрному
техническому образованию в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования по группам
специальностей: 0812 «Агроинженерия» и 1021 «Охрана труда»*

Минск
БГАТУ
2024

УДК 744:62(07)
ББК 151.3я7
И26

Рецензенты:
кафедра инженерной графики машиностроительного профиля
Белорусского национального технического университета
(кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой *Т. В. Матюшинец*);
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики
УО «Белорусский государственный университет информатики и электроники» *Н. П. Амельченко*

Игнатенко-Андреева, М. А.
И26 Начертательная геометрия и инженерная графика: компьютерное моделирование : учебно-методическое пособие / М. А. Игнатенко-Андреева, П. В. Авраменко, О. В. Мулярова. – Минск : БГАТУ, 2024. – 164 с.
ISBN 978-985-25-0246-7.

Содержит основные теоретические сведения, методические рекомендации, варианты и примеры оформления лабораторных и практических работ при самостоятельной работе студентов по разделу «Компьютерное моделирование» дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Для студентов дневной и заочной формы обучения учреждений высшего образования, а также может быть использовано для учащихся учреждений среднего специального и профессионально-технического образования.

УДК 744:62(07)
ББК 151.3я7

ISBN 978-985-25-0246-7

© БГАТУ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ КОМПАС-3D.....	5
Практическая работа № 1 ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКОГО КОНТУРА НА БАЗЕ СОПРЯЖЕНИЙ.....	13
Практическая работа № 2 ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ВИДОВ И РАЗРЕЗОВ ДЕТАЛИ.....	37
Практическая работа № 3 ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛ» С НЕОБХОДИМЫМИ СЕЧЕНИЯМИ	61
Практическая работа № 4 ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	88
Практическая работа № 5 ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ЗУБЧАТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ	112
Практическая работа № 6 ВЫПОЛНЕНИЕ ДЕТАЛИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	131
Практическая работа № 7 ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	145
Практическая работа № 8 ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМ (ПО НАПРАВЛЕНИЯМ).....	154
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	163

ВВЕДЕНИЕ

Компьютерное моделирование является одним из основных разделов курса начертательная геометрия и инженерная графика, входит в учебные программы технических вузов как обязательная общетехническая дисциплина при обучении специалистов инженерно-технического профиля, необходима для профессиональной деятельности инженера при решении различных технических задач и выполнении чертежей.

Учебно-методическое пособие содержит краткие теоретические сведения, методические рекомендации, варианты и примеры оформления графических работ.

Методика выполнения заданий содержит указания и рекомендации по выполнению каждой работы и оформлению чертежей. Условия выполнения всех заданий изложены в доступной форме и направлены на выработку грамотного чтения и выполнения графических работ, что поможет студентам применить свои знания на практике.

В лабораторных работах приведены учебные чертежи деталей в упрощенном виде без допусков размеров, форм, взаимного расположения и шероховатостей поверхностей.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ КОМПАС-3D

Основные компоненты КОМПАС-3D – система трехмерного моделирования, чертежно-графический редактор, система проектирования спецификаций и текстовый редактор. Все модули тесно интегрированы друг с другом. Приложения и справочники подключаются к системе по мере необходимости.

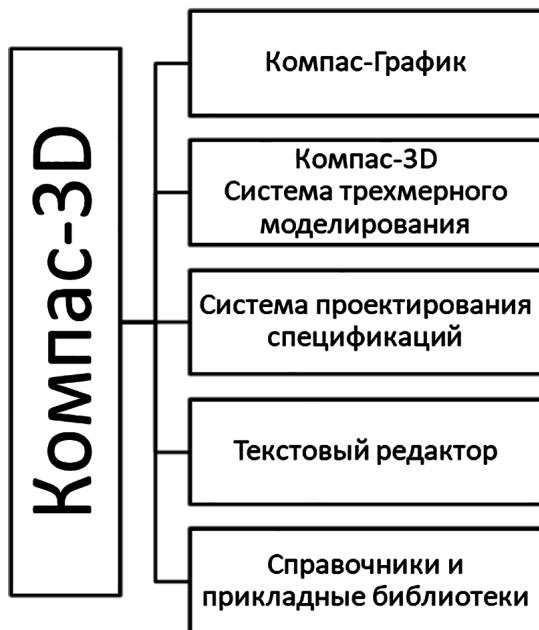


Рис. 1. Состав пакета КОМПАС-3D

Название КОМПАС-3D относится как ко всей системе целиком, так и к одному из ее основных модулей – модулю трехмерного моделирования.

КОМПАС-3D – это программа для операционной системы *Windows*. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие *Windows*-приложения.

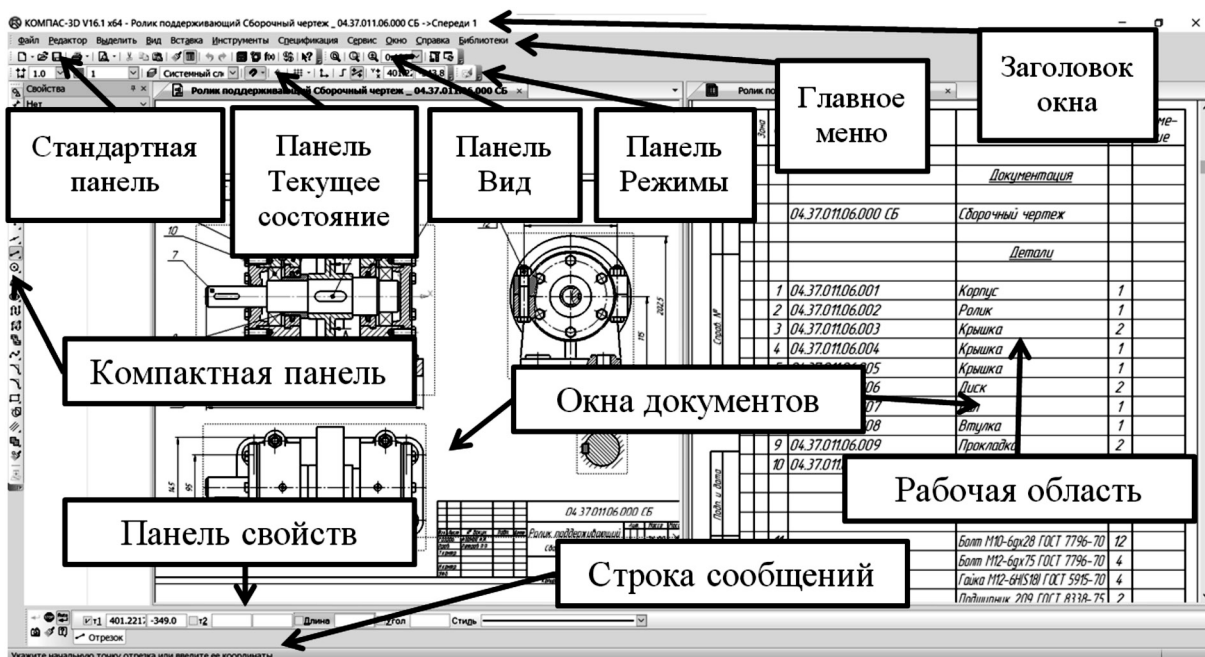


Рис. 2. Главное окно системы

Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа.



Рис. 3. Главное меню

Главное меню расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.



Рис. 4. Стандартная панель

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами.

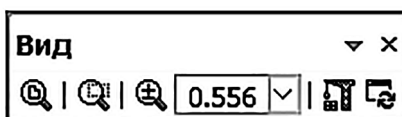


Рис. 5. Панель Вид

На панели **Вид** расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб и перемещать изображение.

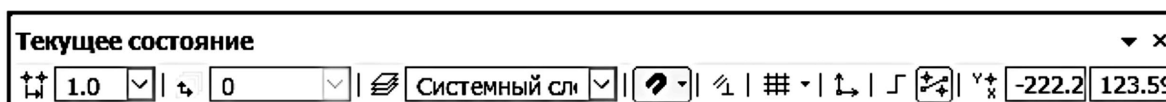


Рис. 6. Панель Текущее состояние

Панель **Текущее состояние** находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режиме работы с чертежом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т. д.

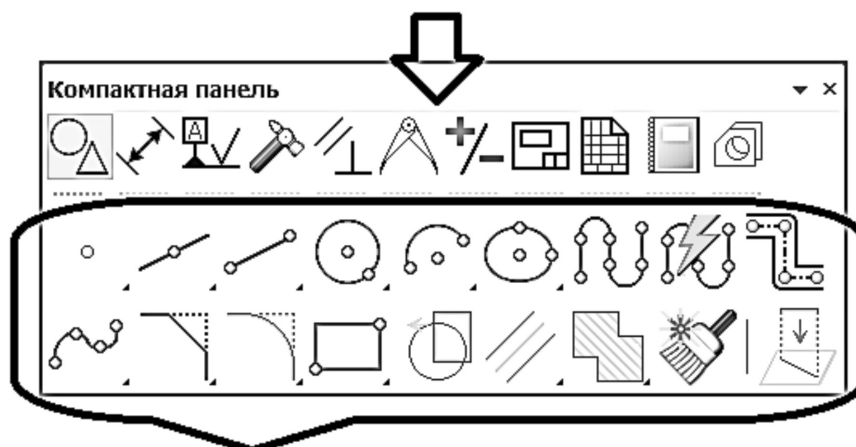


Рис. 7. Панель Режимы

На панели **Режимы** расположены кнопки включения/отключения специальных режимов работы с документами. Набор режимов зависит от типа текущего документа. На рисунке панель показана в режиме работы со спецификацией.

В **рабочей области** располагаются окна открытых документов: чертежей, спецификаций, фрагментов и т. д.

Панель переключения



Инструментальная панель – Геометрия





Рис. 8. Компактная панель

Компактная панель находится в левой части окна системы и состоит из **Панели переключения** и **инструментальных панелей**. Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат наборы кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав **Компактной панели** зависит от типа активного документа. В данном случае Компактная панель для удобства показана в горизонтальном положении.

Таблица 1

Состав компактной панели КОМПАС-График

Пиктограмма	Наименование	Описание
1	2	3
	Геометрия	При работе с графическими документами на Панели переключения по умолчанию активна кнопка Геометрия и открыта одноименная инструментальная панель. На этой панели расположены команды, с помощью которых можно создавать графические объекты: точки, вспомогательные прямые, отрезки, окружности и т. д.
	Размеры	На панели Размеры расположены кнопки команд, с помощью которых в графических документах можно проставлять размеры: линейные, диаметральные, радиальные и т. д.
	Обозначения	На панели Обозначения расположены кнопки команд, позволяющих оформить графический документ: сделать текстовые надписи, создать таблицы, проставить знаки шероховатости поверхностей, обозначения баз и т. д.
	Редактирование	Команды панели Редактирование позволяют изменять графическое изображение: перемещать, вращать, копировать, делать зеркальные копии и т. д.
	Параметризация	Команды панели Параметризация используются в параметрическом режиме черчения. Этот специальный режим не рассматривается в данном учебнике. О нем подробно рассказано в документе Азбука КОМПАС-3D
	Измерения (2D)	Команды панели Измерения (2D) выполняют различные сервисные функции: измеряют координаты точек, расстояния между точками, углы наклона отрезков, площади, периметры и т. д.
	Выделение	В системе КОМПАС-График действует правило: прежде чем выполнить над объектом операцию редактирования (удалить, переместить и т. д.), его необходимо выделить. На панели Выделение представлены различные команды выделения объектов

1	2	3
	Виды	Команды панели Виды используются для автоматического создания чертежей при наличии трехмерной модели. При создании чертежа в ручном режиме команды позволяют создавать новые (пустые) виды, создавать разрывы видов, просматривать и менять параметры существующих видов
	Спецификация	Команды панели Спецификация используются в режиме создания спецификаций. При работе с чертежами используются лишь некоторые команды, связанные с созданием и редактированием объектов спецификации и описанием спецификаций
	Отчеты	Команды панели Отчеты используются для создания и настройки отчетов – специальных таблиц, содержащих значения определенных свойств объектов, составляющих документ
	Вставки и макроэлементы	Команды панели Вставки и макроэлементы позволяют вставлять в документ изображения из других чертежей, внешние фрагменты, создавать в документе локальные фрагменты и макроэлементы, а также выполнять различные действия над этими объектами

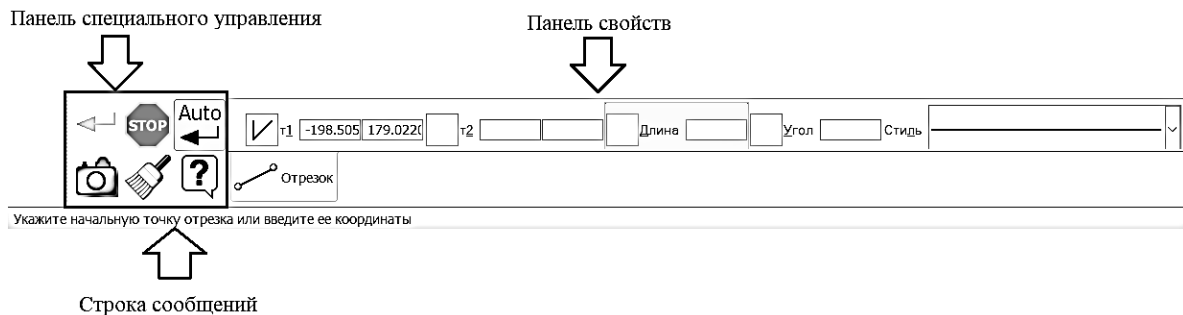


Рис. 9. Панель свойств, Панель специального управления и Строка сообщений

Панель свойств служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и **Панель специального управления**.

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому программой.

Внимательно следите за состоянием **Строки сообщений**. Это поможет правильно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок при выполнении построений.

Контекстная панель отображается на экране при выделении объектов документа и содержит кнопки вызова наиболее часто используемых команд редактирования. Набор команд на панели зависит от типа выделенного объекта и типа документа.



Рис. 10. Контекстная панель

Контекстное меню – меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. В нем находятся часто используемые команды, выполнение которых возможно в данный момент. Вызов контекстного меню осуществляется щелчком правой кнопки мыши на поле документа, объекте или элементе интерфейса системы в любой момент работы.

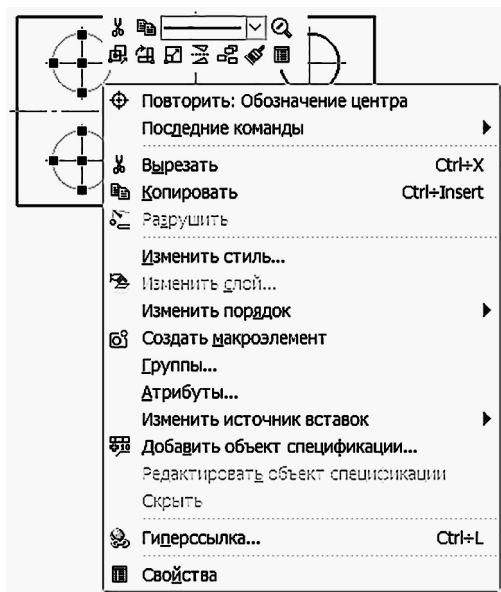


Рис. 11. Контекстное меню

В системе КОМПАС-3D чертежи можно создать двумя способами.

1. Чертеж может быть начерчен вручную средствами чертежного редактора КОМПАС-График.
2. Чертеж может быть создан автоматически по трехмерной модели, построенной средствами системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D.

Модель в КОМПАС-3D состоит из **геометрических объектов** – эскизов, пространственных кривых и точек, поверхностей, тел.

Геометрические объекты, в свою очередь, состоят из примитивов – вершин, ребер, граней. Помимо геометрических объектов модель в КОМПАС-3D может содержать:

- элементы оформления – обозначения, размеры, допуски, посадки и т. п.;
- объекты «измерение» – объекты, содержащие результаты работы операции измерения: расстояния, площади и т. п.;
- компоненты, являющиеся самостоятельными моделями.
- Модель в КОМПАС-3D может быть:
 - твердотельной – представленной телами и обладающей ненулевой массой;
 - поверхностной – представленной поверхностями и обладающей нулевой массой;
 - а также сочетающей результаты твердотельного и поверхностного моделирования.

Объекты модели создаются с помощью Операций. Условно в твердотельном моделировании операции построения тел можно разделить на формообразующие, добавляющие материал и дополнительные. Основными формообразующими операциями являются:

- Операция выдавливания.
- Операция вращения.
- Кинематическая операция.
- Операция по сечениям.

С помощью этих операций можно решить значительную часть задач твердотельного моделирования. В то время как дополнительные позволяют требуемым образом скорректировать результаты формообразующих операций. Примеры дополнительных операций:

- вырезать выдавливанием;
- скругление;
- подсечка (для листовых тел).

Тело, полученное в результате моделирования, обладает свойствами **Материал**, **Плотность**, **Масса**. Поэтому оно наиболее полно представляет реальное изделие. При этом существуют задачи, когда для достижения требуемого результата использование операций построения тел недостаточно. В этих случаях возможно применение операций построения **поверхностей** КОМПАС-3D, которые позволяют создавать сложные геометрические формы. Следует заметить, что их получение исключительно за счет операций построения тел труднодостижимо либо невозможно.

Поверхность либо **совокупность поверхностей** на завершающем этапе их моделирования могут быть преобразованы в **тело**.

В КОМПАС-3D имеются два основных типа моделей: **деталь** и **сборка**. Также в КОМПАС-3D предоставляется возможность подготовки модели – детали или сборки – к разработке технологического процесса ее изготовления или компоновки. Для этого используется тип модели – технологическая сборка.

Модели в качестве объектов, в свою очередь, могут входить в другие модели, то есть являться их компонентами. Такой состав модели характерен для сборки.

На модели могут оформляться чертежи, содержащие ассоциативные виды с этих моделей:

На сборку также может быть выпущена спецификация, содержащая ассоциативные данные о ее составе.

Для упрощения и ускорения разработки чертежей и сборок, содержащих типовые и стандартизованные детали (крепеж, пружины, подшипники, резьбовые отверстия, канавки, элементы электросхем, строительные конструкции и т. п.), предусмотрено использование Приложений – готовых параметрических библиотек, работающих в среде КОМПАС-3D.

В системе трехмерного моделирования КОМПАС-3D интерфейс системы не отличается, но некоторые панели приобретают дополнительные команды.

На панели **Вид** расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением – изменять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели.



Рис. 12. Панель Вид-3D

Панель **Текущее состояние** находится в верхней части окна над окном документа. Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т. д.

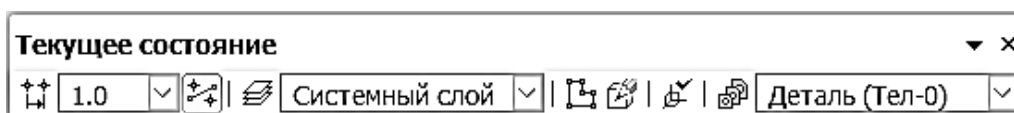


Рис. 13. Панель Текущее состояние-3D

Компактная панель находится в левой части окна системы и состоит из **Панели переключения** и **инструментальных панелей**. Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. **Инструментальная панель** содержит набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа. По умолчанию **Компактная панель** расположена вертикально, но здесь для удобства показана в горизонтальном виде.



Инструментальная панель - Редактирование модели

Рис. 14. Компактная панель трехмерного моделирования

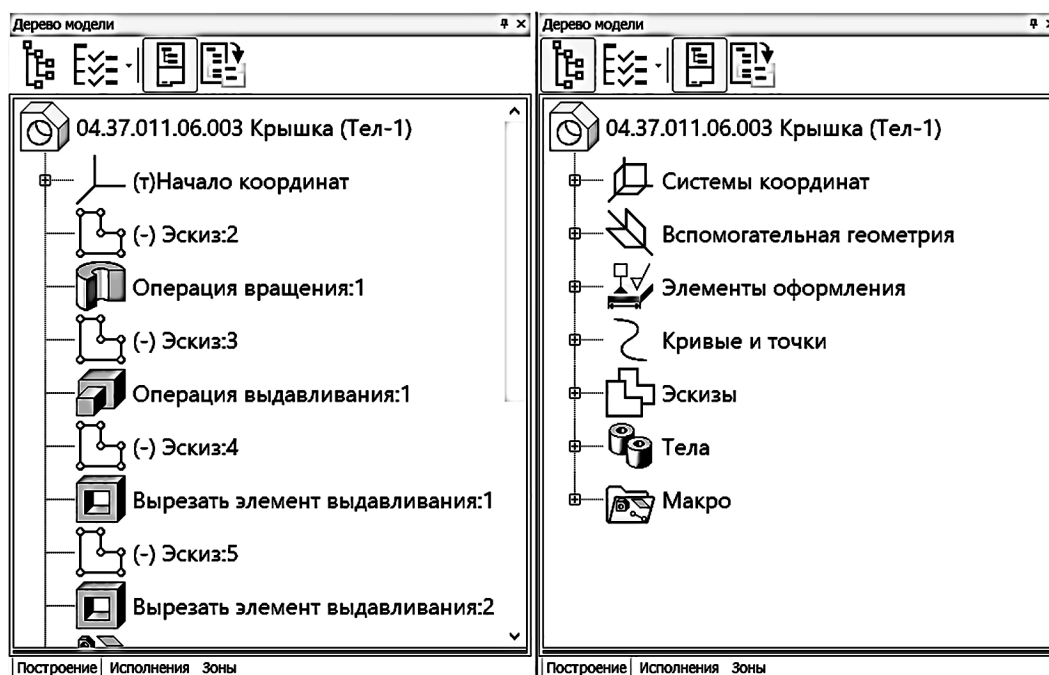


Рис. 15. Дерево модели

Дерево модели – это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект **Дерева** – сама модель, т. е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически появляются в **Дереве модели** сразу после создания этих объектов в модели. В окне **Дерева** отображается либо последовательность построения модели (рис. 15, слева), либо ее структура (рис. 15, справа). Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки **Отображение структуры модели** на инструментальной панели **Дерева модели**.

В нижней части **Дерева модели** расположены вкладки, предназначенные для управления построением, исполнениями и зонами.

Принципы работы в системе трехмерного моделирования Компас-3D.

Построение **детали** начинается с создания первого формообразующего элемента детали – одного из элементов, к которому удобнее добавлять все прочие элементы. Часто такой подход повторяет технологический процесс изготовления детали.

Для этого создается **эскиз** на одной из плоскостей. Выбор плоскости для построения эскиза не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойства. От этого зависит будущее положение детали в пространстве при заданной ориентации.

Изображение в эскизе должно подчиняться следующим правилам:

- **Контур, к которому будет применена операция, должен отображаться стилем линии Основная (синие линии);**
- **Контуры в эскизе не должны пересекаться и не должны иметь общих точек.**

Закрывается эскиз – для этого нажимается кнопка *Эскиз* еще раз.

Нажимается кнопка *Операция выдавливания* на панели *Редактирование детали*. На экране появится фантом трехмерного элемента – временное изображение, показывающее текущее состояние создаваемого объекта. Для окончательного создания объекта нажимается кнопка *Создать объект* на *Панели специального управления* – будет построен элемент детали.

Практическая работа № 1

ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКОГО КОНТУРА НА БАЗЕ СОПРЯЖЕНИЙ

Цель: научиться пользоваться инструментами пакета Компас-График.

Задание

- 1 Выполнить плоский контур детали.
- 2 Нанести размеры.
- 3 Оформить чертеж.

Задание выполняется на формате А4.

Варианты задания представлены в табл. 2.

Пример выполнения задания представлен на рис. 16.

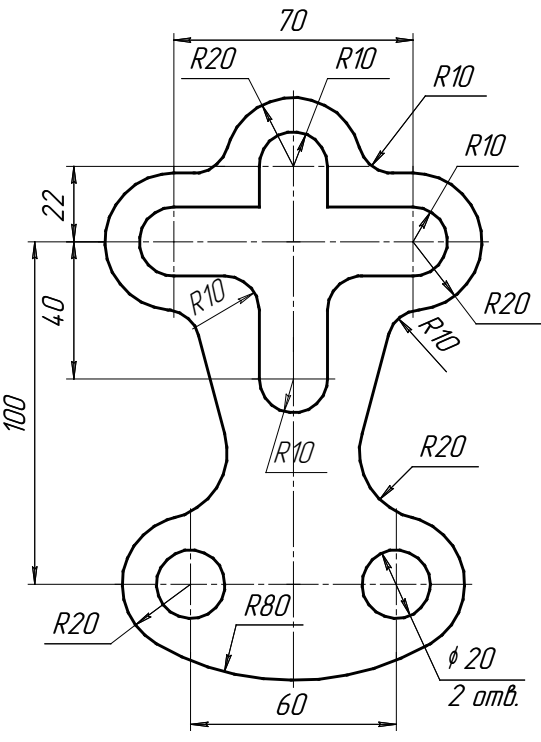
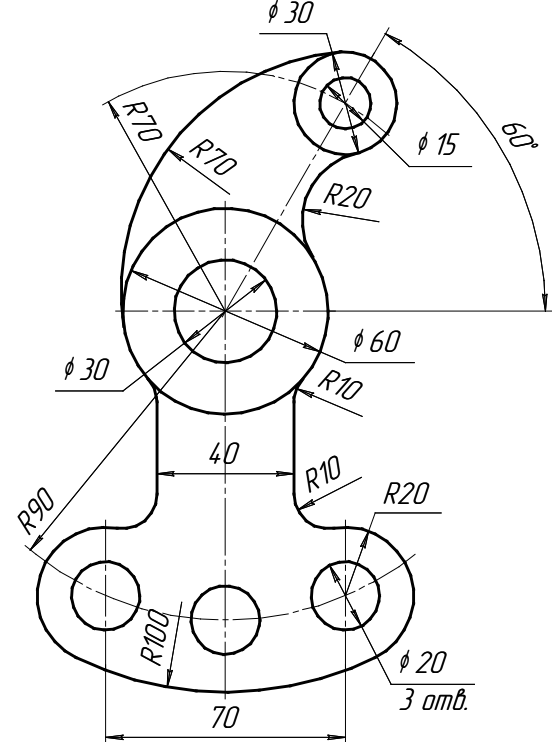
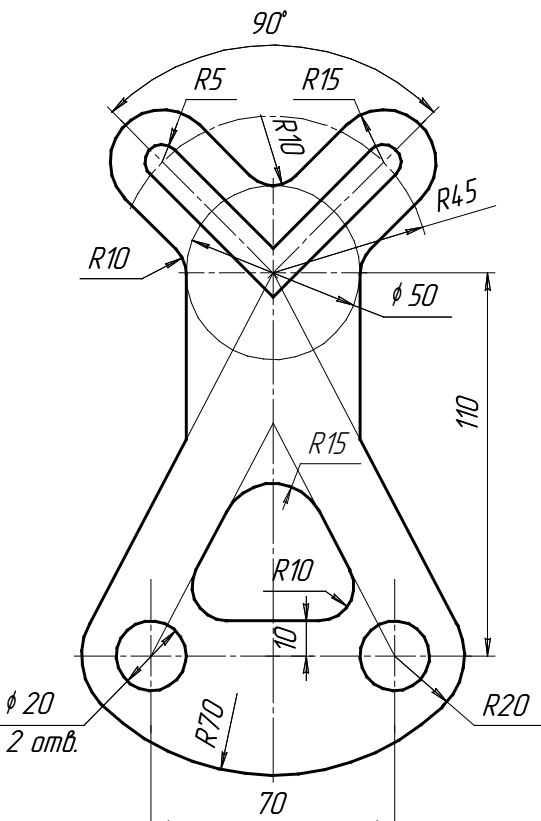
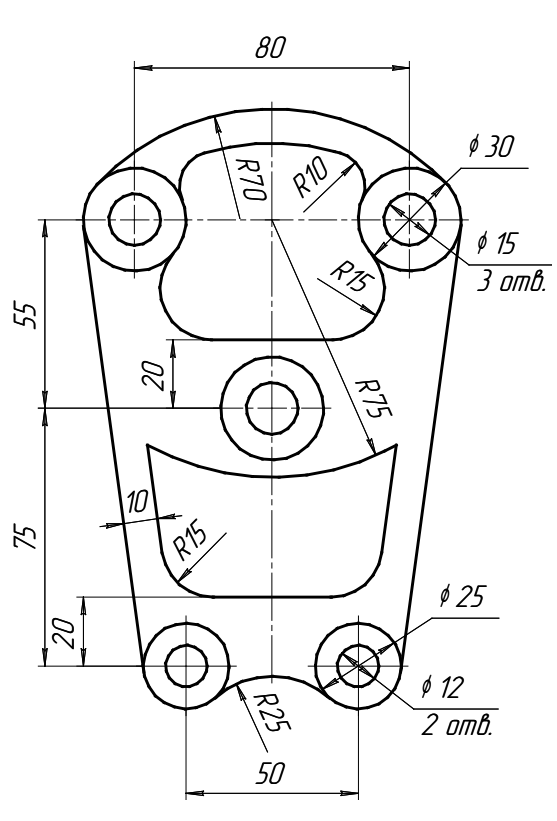
Таблица 2

Варианты задания для выполнения практической работы № 1

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
1		2	

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
3		4	
5		6	

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
7		8	
9		10	

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
11		12	
13		14	

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
15		16	

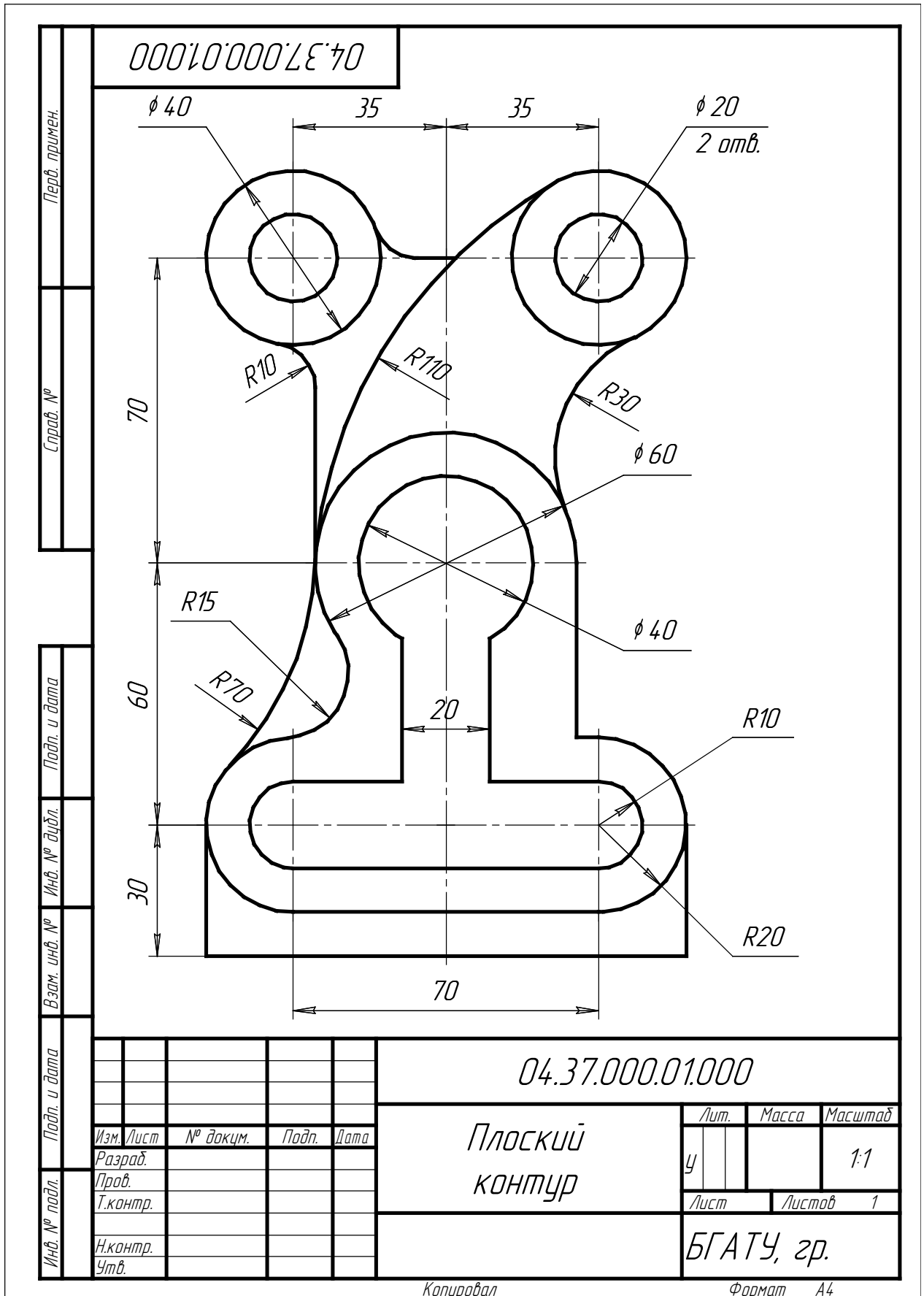


Рис. 16. Пример выполнения задания на построение плоского контура

Методические указания и последовательность выполнения

Открыть программу КОМПАС-3D на компьютере, используя следующий путь:

Пуск → Программы → АСКОН → КОМПАС-3D.

Войти в компонент **КОМПАС-График**. Для этого необходимо создать новый чертеж (рис. 17). По умолчанию создается чертеж формата А4 (рис. 18).

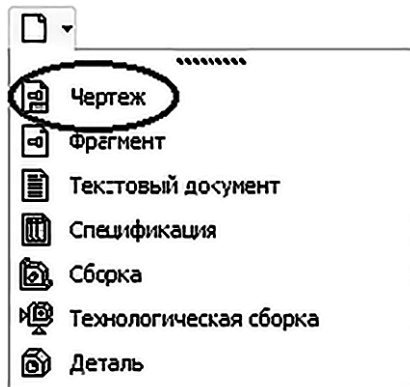


Рис. 17. Создание нового документа

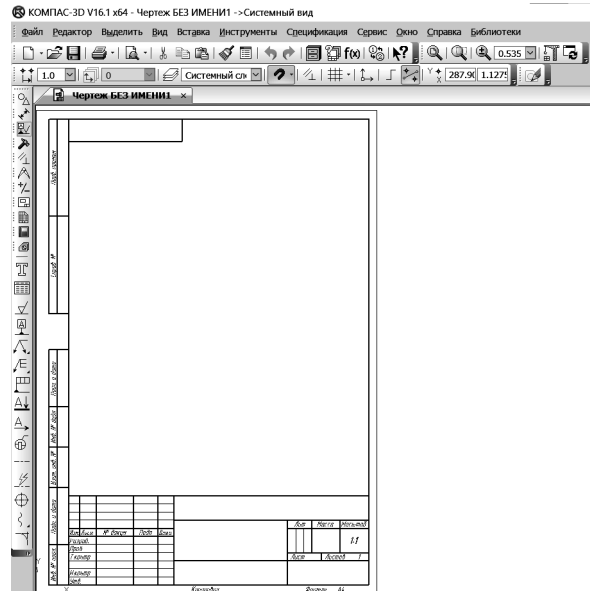


Рис. 18. Новый чертеж

Сохранить документ, указав путь сохранения и наименование файла

«Плоский контур + ФИО студента».

Выполнить плоский контур детали. Для примера выполним задание «Плоский контур» (рис. 19).

Проанализируем задание на составные компоненты (рис. 20). Опорные компоненты имеют все размеры для позиционирования и построения на чертеже (рис. 20, а и б), дуги сопряжения – получаются построением (рис. 20, в), в Компас-3D имеется отдельная команда для построения сопряжений – **Скругление**.

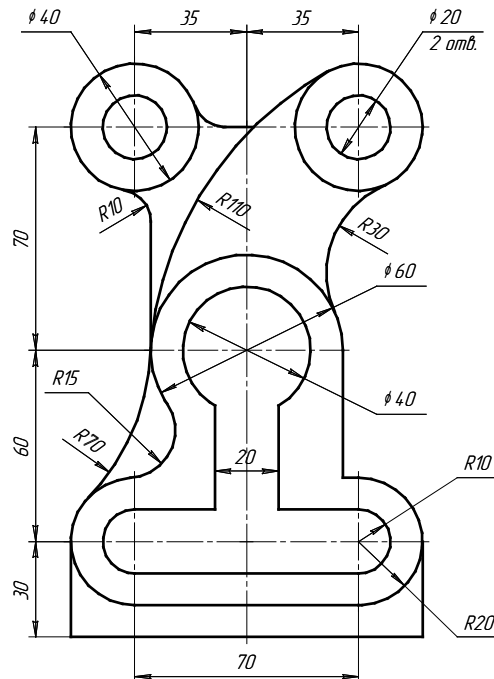


Рис. 19. Пример задания на построение плоского контура

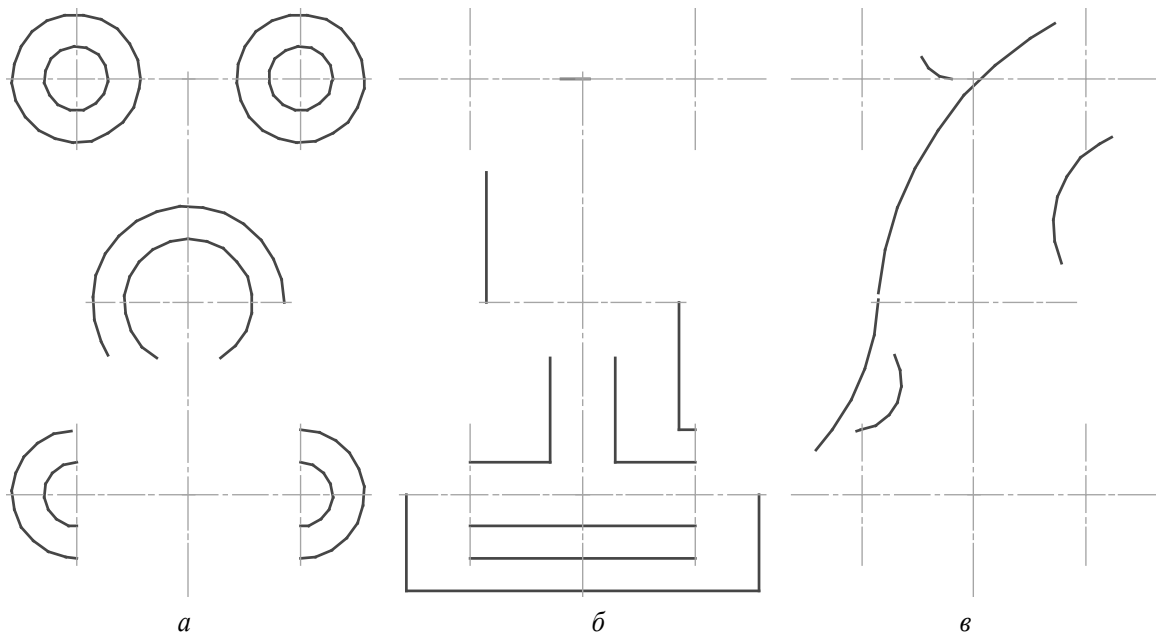


Рис. 20. Анализ задания

Построение начинаем с осевых линий, в их качестве используем **Вспомогательные прямые** (рис. 21). Две первых линии (вертикальную и горизонтальную) проводим произвольно (рис. 22).



Рис. 21. Команда Вспомогательная прямая

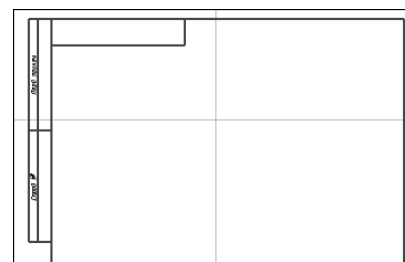


Рис. 22. Построение осевых линий

Последующие линии проводим в соответствии с размерами, для этого используем команду **Параллельные прямые** (рис. 23). Выбираем линию, от которой будут откладываться размеры (вертикальная прямая, рис. 24), на Панели свойств указываем параметры построения (расстояние – 35 мм), режим (две линии), нажимаем кнопку **Создать объект** (рис. 26). Получаем еще две вертикальных линии, отодвинутых от центральной вертикали на заданное расстояние (рис. 25).



Рис. 23. Команда Параллельные прямые

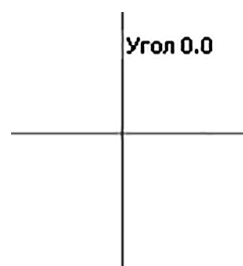


Рис. 24. Выбор опорной прямой

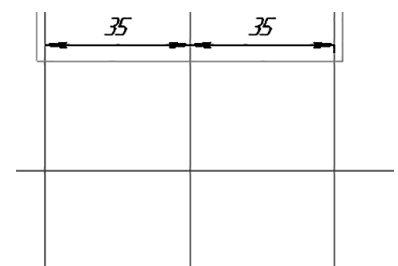


Рис. 25. Получение параллельных прямых

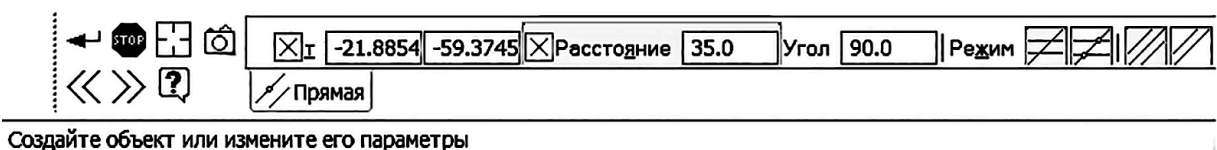



Рис. 26. Задание параметров на Панели свойств

На полученных пересечениях строим заданные окружности диаметрами 20 и 40 мм с помощью команды **Окружность** . Центр окружности устанавливаем в пересечение вспомогательных линий (рис. 27), на **Панели свойств** вводим значение диаметра. Нажимаем **Enter** (рис 29). Получаем по две окружности диаметрами 20 и 40 мм справа и слева от центральной вертикали (рис. 28).

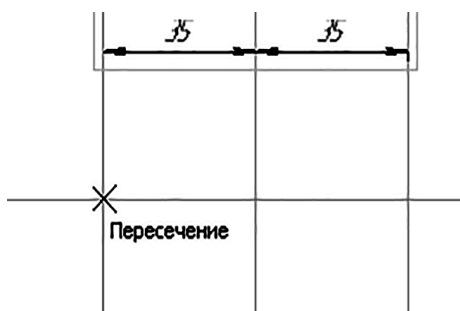


Рис. 27. Выбор центра окружности

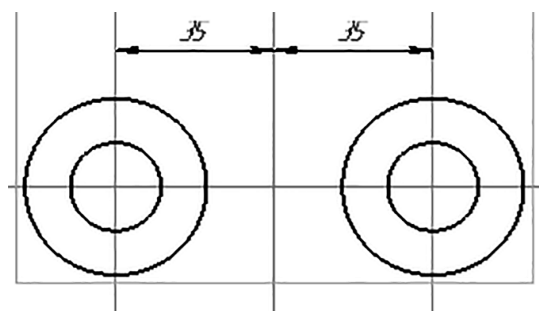


Рис. 28. Построенные окружности



Рис. 29. Задание параметров окружности на Панели свойств

Строим еще одну горизонтальную вспомогательную линию, сдвинутую от первой на расстояние 70 мм (рис. 30). Для удобства переключаем режим на одну линию и вводим расстояние 70 мм (рис. 31). Нажимаем кнопку **Создать объект** и получаем еще одну горизонтальную осевую линию (рис. 32).

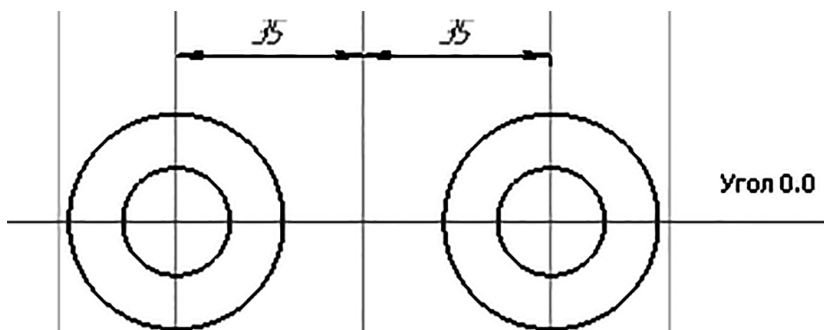
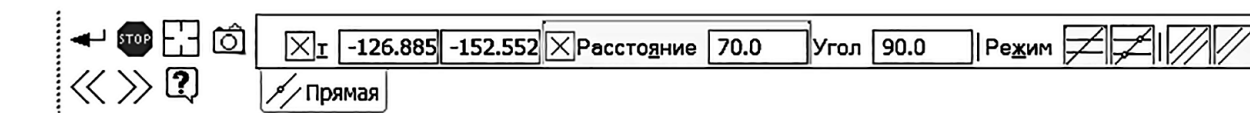


Рис. 30. Выбор опорной прямой



Создайте объект или измените его параметры

Рис. 31. Задание параметров параллельных прямых на Панели свойств

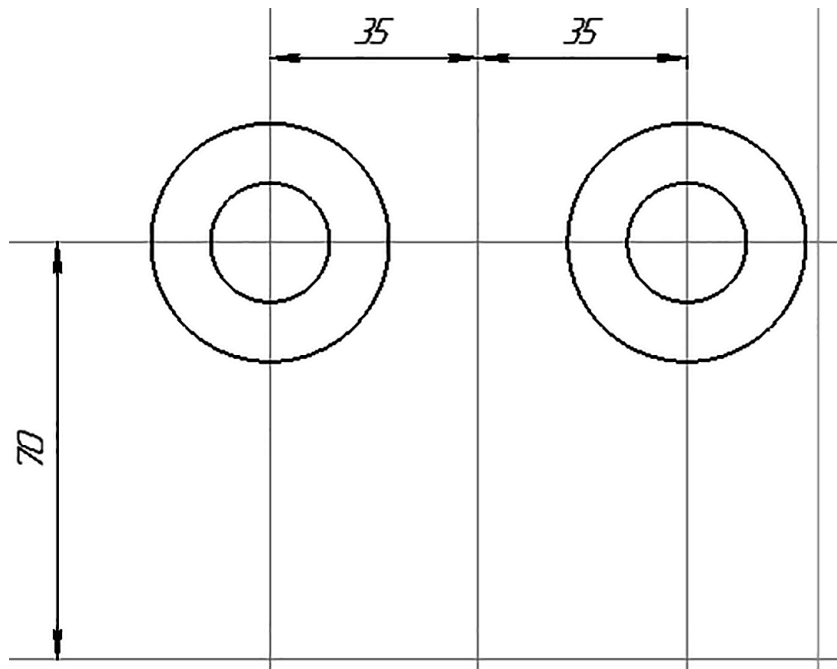


Рис. 32. Построенная параллельная прямая

На полученном пересечении с центральной вертикалью строим две окружности диаметрами 40 и 60 мм (рис. 33).

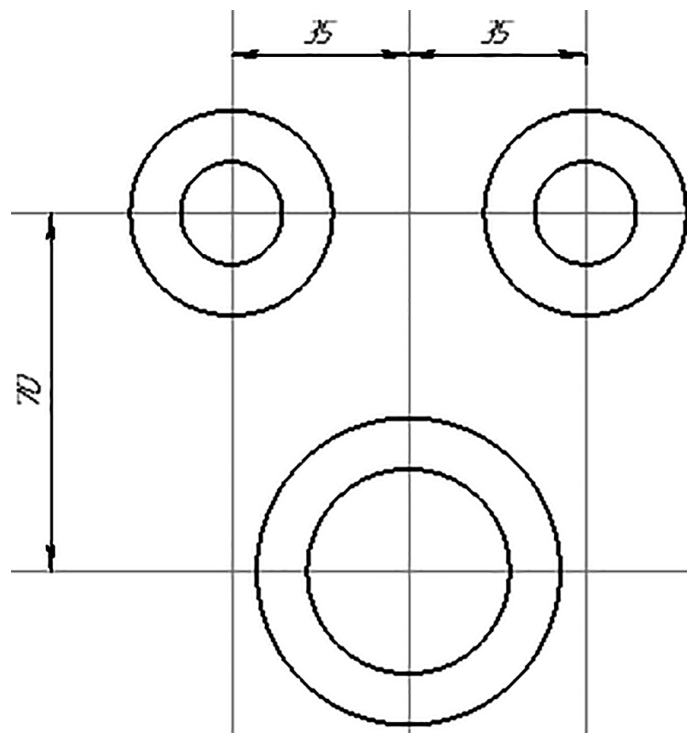


Рис. 33. Построенные окружности

Строим еще одну горизонтальную вспомогательную прямую, сдвинутую от предыдущей на расстояние 60 мм (рис. 34).

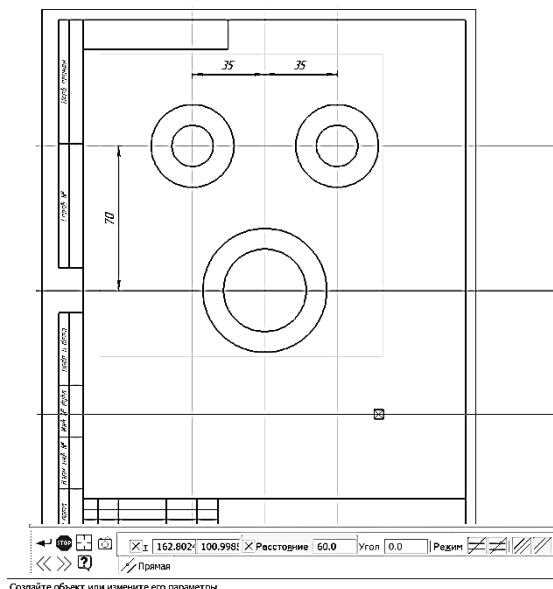


Рис. 34. Построение вспомогательной параллельной прямой

На полученном пересечении с боковыми вертикалями строим по две дуги радиусами 10 и 20 мм с помощью команды *Дуга*. Центр дуги устанавливаем в пересечении вспомогательных линий (рис. 35), на *Панели свойств* вводим значение радиуса дуги 10 мм, начальную и конечную точки дуги можно указать мышкой, щелкнув на вертикальной вспомогательной прямой выше и ниже центра дуги, или прописать на *Панели свойств* в окошках *Угол 1* и *Угол 2* углы начальной и конечной точек 270° и 90° соответственно (рис. 37). Получаем по две дуги справа и слева от центральной линии (рис. 36).

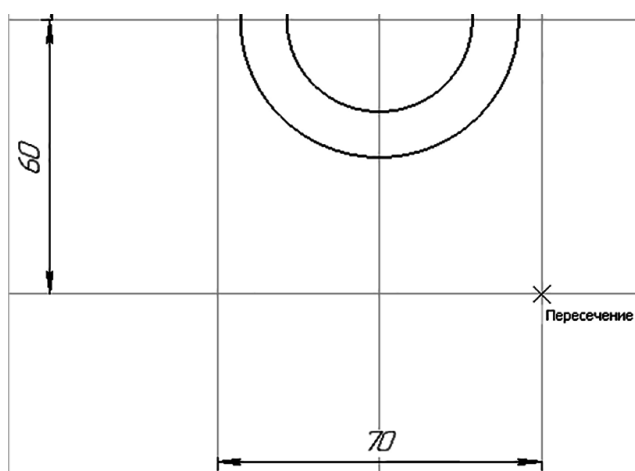


Рис. 35. Построение центральных дуг

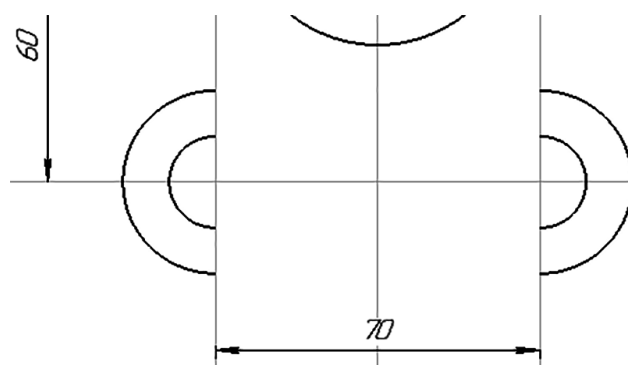


Рис. 36. Построение боковых дуг



Рис. 37. Задание параметров дуг на Панели свойств

Все опорные окружности и дуги построены, следом строим опорные отрезки.

Для построения отрезков используем команду *Отрезок*. Начальные и конечные точки отрезков указываем мышкой на поле чертежа по построению. Для отдельных случаев используем разновидности команды *Отрезок* (рис. 38).

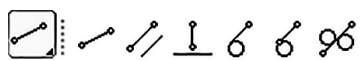


Рис. 38. Виды команды Отрезок

Нижнюю часть изображения достраиваем командой Отрезок, указав начальную точку на пересечении дуги радиусом 20 мм и ее горизонтальной оси (это пересечение также является серединой дуги) (рис. 39). На **Панели свойств** вводим длину отрезка, по заданию 30 мм, и угол 270°. Нажимаем **Enter** (рис. 41). Аналогично проводим отрезок с другой стороны (рис. 40). Проводим горизонтальный отрезок, соединяя нижние края предыдущих построенных отрезков. И три горизонтальных отрезка, соединяя нижние точки дуг радиусом 20 мм и нижние и верхние точки дуг радиусом 10 мм (рис. 42).

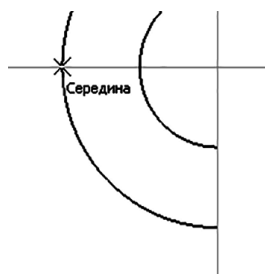


Рис. 39. Выбор начальной точки отрезка

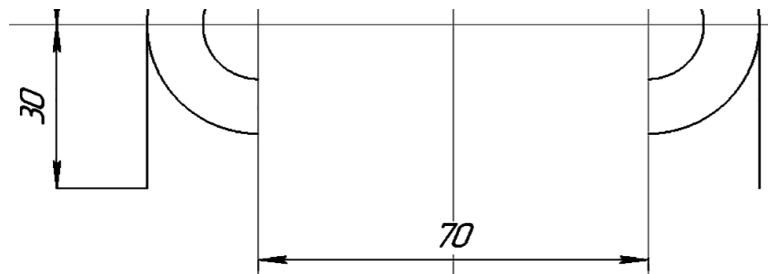
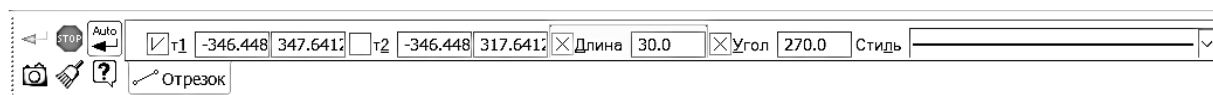


Рис. 40. Построенные отрезки



Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты

Рис. 41. Задание параметров отрезка на Панели свойств

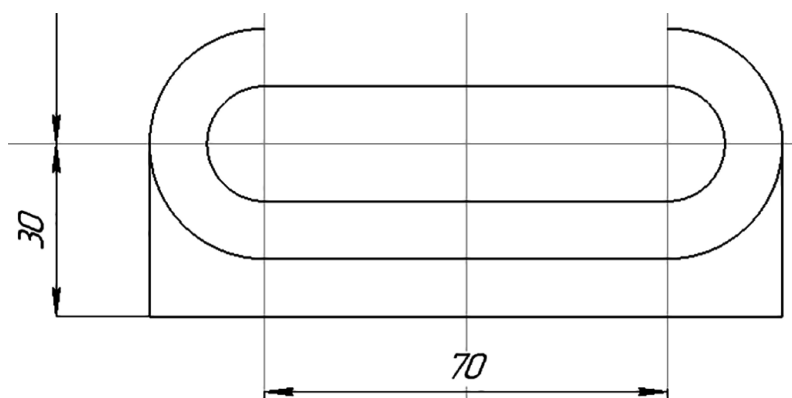



Рис. 42. Построенные три горизонтальных отрезка

Таким же образом строим правую часть изображения, где вертикальный отрезок выходит из места пересечения окружности диаметром 60 мм, а горизонтальный отрезок идет из верхней точки правой дуги радиусом 20 мм. Оба отрезка заканчиваются в одной точке. Для соблюдения вертикальности и горизонтальности при вычерчивании отрезков (т. н. ортогональности) рекомендуется на панели **Текущее состояние** включить команду **Ортогональное черчение**  или зажимать клавишу **Shift** на клавиатуре (рис. 43).

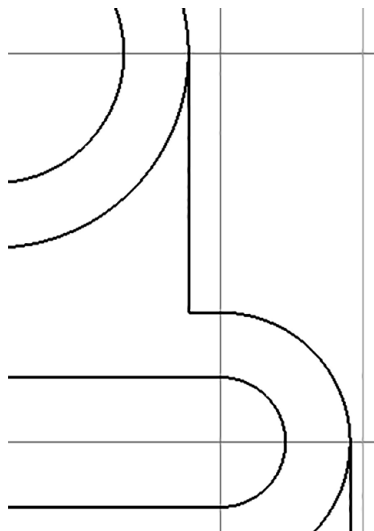


Рис. 43. Построенная правая часть задания

С левой стороны также строим вертикальный отрезок от места пересечения окружности диаметром 60 мм с ее горизонтальной осевой вверх на произвольную длину (рис. 44).

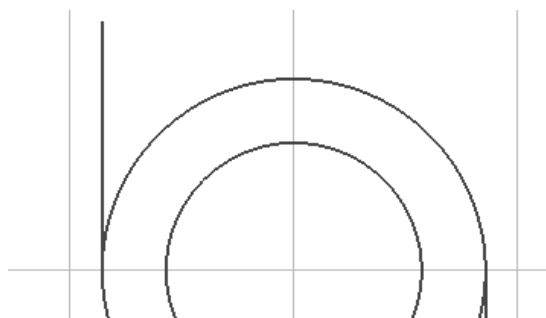


Рис. 44. Построенный вертикальный отрезок

В центральной части изображений строим два вертикальных отрезка, расстояние между которыми составляет 20 мм. Для этого воспользуемся командой Параллельный отрезок. В качестве опоры для параллельного отрезка указываем центральную вертикальную вспомогательную линию. На **Панели свойств** вводим расстояние от опорного объекта до отрезка в окошко **Расстояние** (по построению вправо и влево от центральной линии нужно взять по 10 мм). Длину отрезков регулируем мышью, начальную точку можно взять внизу на горизонтальном отрезке, конечная будет находиться на окружности диаметром 40 мм (рис. 45).

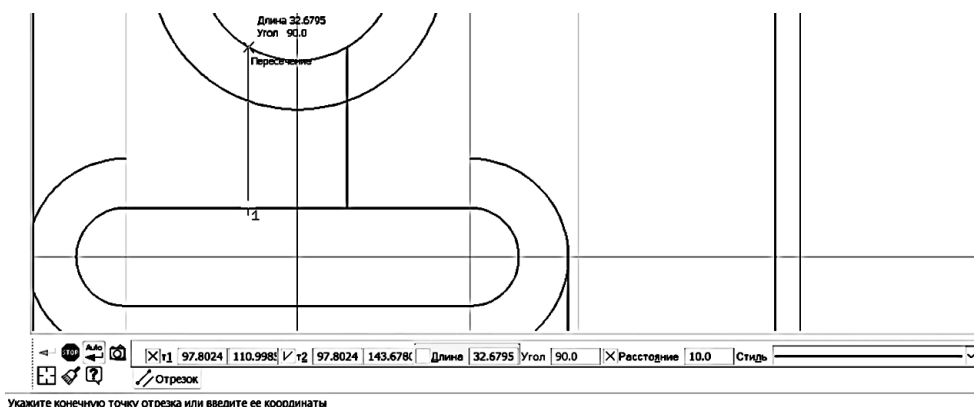


Рис. 45. Построение центральных отрезков

Последний отрезок проводим в верхней части изображения, он проводится произвольной длины на уровне горизонтальной оси верхних окружностей (рис. 46).

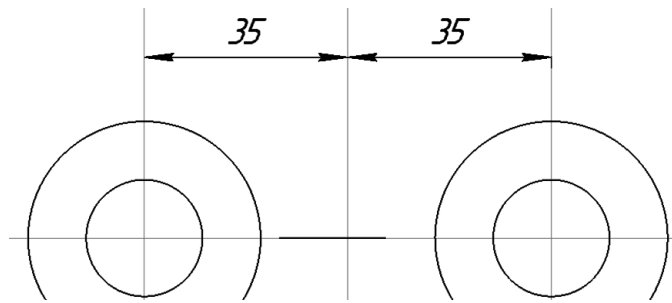
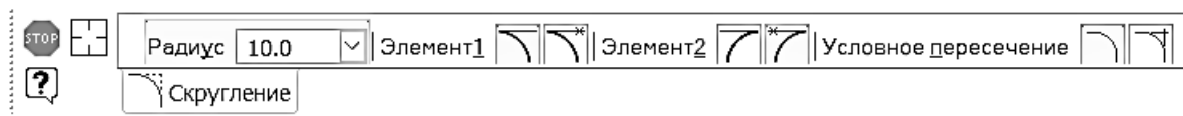


Рис. 46. Построенный верхний отрезок

Все опорные объекты построены, далее переходим к построению сопряжений.

Для построения сопряжений используем команду **Скругление**.

Для каждого сопряжения на **Панели свойств** указываем требуемый радиус. По необходимости переключаем режимы **Усекать элемент** на **Не усекать элемент** в окошках Элемент 1 и Элемент 2 (рис. 47).



Укажите первую кривую для скругления

Рис. 47. Задание параметров скругления на Панели свойств

Строим сопряжение радиусом 10 мм. Одно сопряжение соединяет левую окружность диаметром 40 мм с горизонтальным отрезком, второе – эту же окружность с вертикальным отрезком (рис. 48). Объекты выбираем кликом мыши по ним.

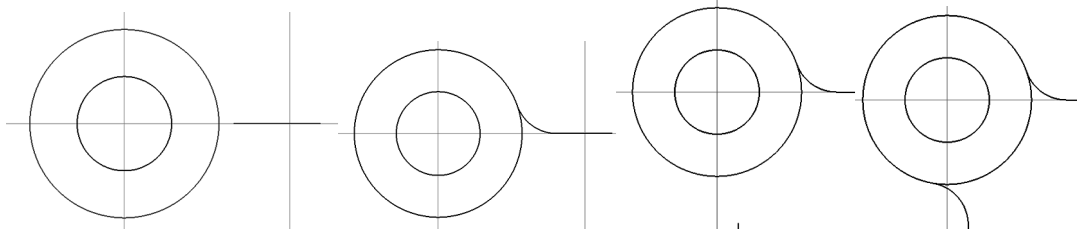


Рис. 48. Построение скругления окружности и отрезка

Сопряжения радиусом 110 мм и 30 мм соединяют правую окружность диаметром 40 мм и центральную окружность диаметром 60 мм. Большее сопряжение является внутренним (центры сопрягаемых окружностей находятся внутри дуги сопряжения), меньшее – внешним. Для построения внутреннего сопряжения при указании элементов курсор следует наводить на более дальние участки окружностей, для внешнего – указываются ближайшие участки (рис. 49).

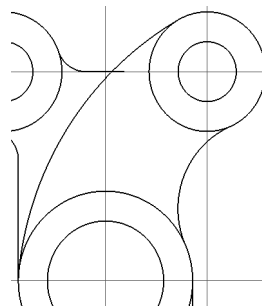


Рис. 49. Выполненное скругление двух окружностей

Сопряжение радиусом 70 мм соединяет центральную окружность диаметром 60 мм и левую дугу радиусом 20 мм (рис. 50). Так как эта же дуга будет использоваться в другом построении, то на **Панели свойств** для одного из элементов следует переключить режим на **Не усека́ть элемент** (дугу выбирать при построении в том порядке, режим которому переключили).

Последнее сопряжение радиусом 15 мм соединяет те же элементы, что и в предыдущем случае. В этом случае все элементы будут усека́ться (рис. 51).

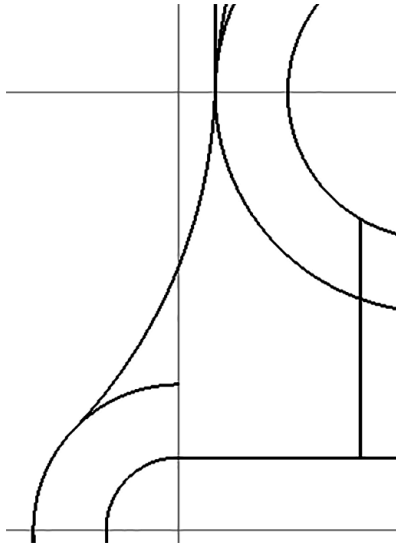


Рис. 50. Выполненное скругление дуги и окружности без усе́чения

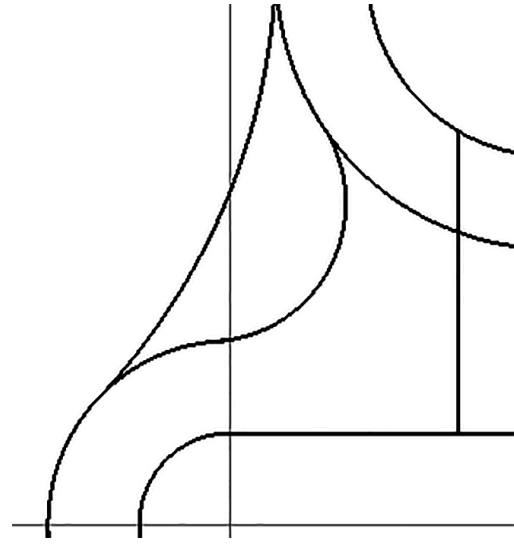


Рис. 51. Выполненное скругление дуги и окружности с усе́чением

Весь контур по заданию построен. Но он требует редактирования, чтобы соответствовать заданию (рис. 52).

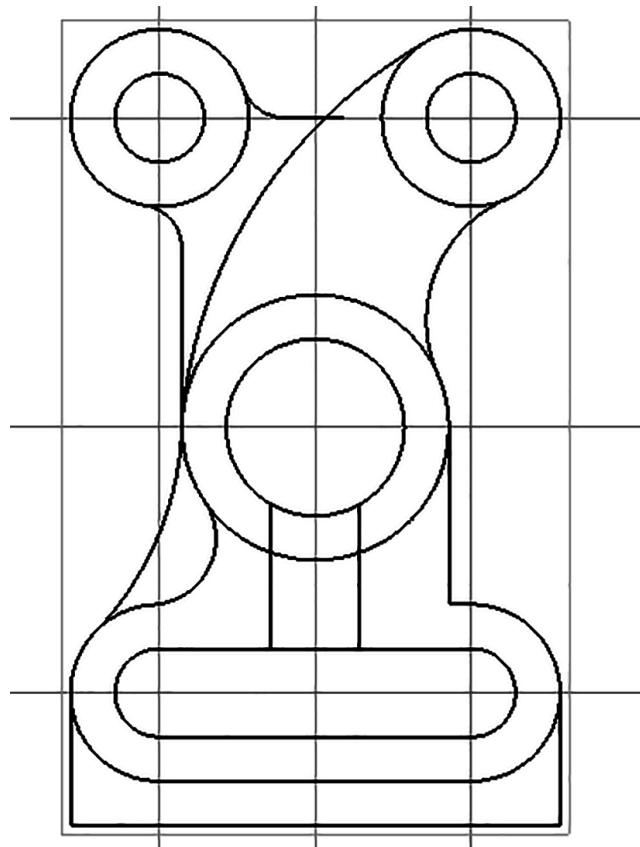




Рис. 52. Задание до редактирования

Удаляем с чертежа вспомогательные линии, в меню выбираем

Редактор → **Удалить** → **Вспомогательные кривые и точки** → **В текущем виде**.

Для удаления с чертежа частей отрезков, окружностей и дуг включаем на Боковой панели вкладку Редактирование  и выбираем команду Усечь кривую . Кликаем мышью на ненужные элементы на чертеже. Выключаем команду (рис. 53).

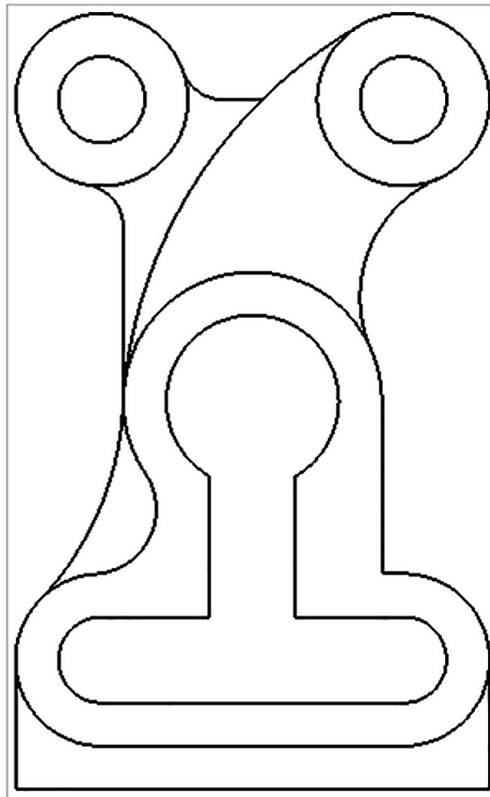




Рис. 53. Задание после редактирования

Оформляем чертеж. На **Боковой панели** переключаемся на вкладку **Обозначения** , выбираем команду **Обозначение центра** . Данная команда создает центровые линии для окружностей и дуг в соответствии с ГОСТ. Для выставления центровых линий следует кликнуть мышью на одну из окружностей и задать ориентацию осевых на плоскости (рис. 54). Если из одного центра выведено две и более окружностей, то центровые линии указываются для большей по диаметру. Таким образом выставляем центровые линии для всех окружностей и дуг (рис. 55).

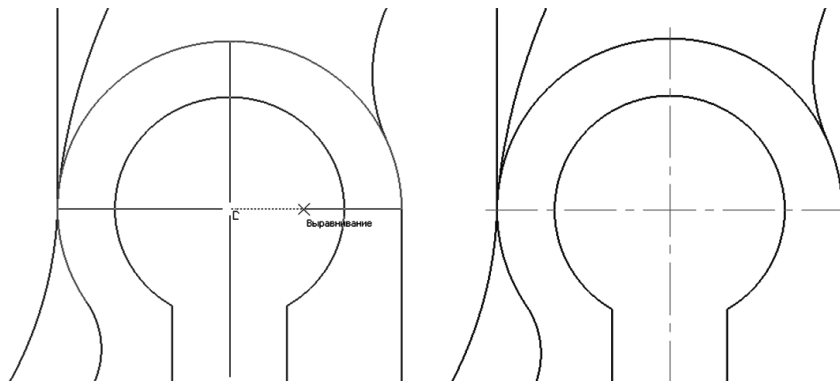


Рис. 54. Простановка центровых линий

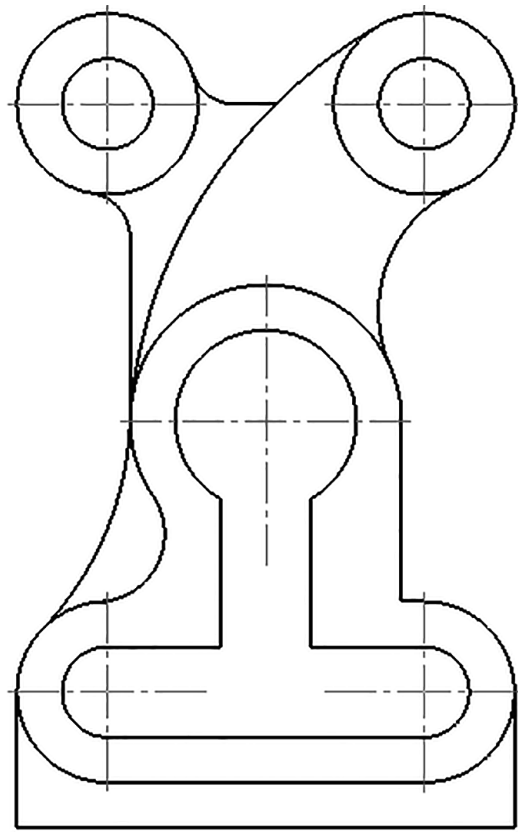


Рис. 55. Проставленные все центровые линии

Отредактируем осевые линии так, чтобы они соответствовали заданию. Для этого кликнем на центральные осевые один раз левой кнопкой мыши (элемент меняет цвет на зеленый и появляются характерные точки), выбрав нижнюю характерную точку, изменяем длину данной части осевых линий, перетянув ее до нижнего края изображения (рис. 56). То же самое повторяем с верхней точкой. Боковые центровые линии тоже редактируем таким образом, чтобы их горизонтальные части встречались на центральной осевой (рис. 57).

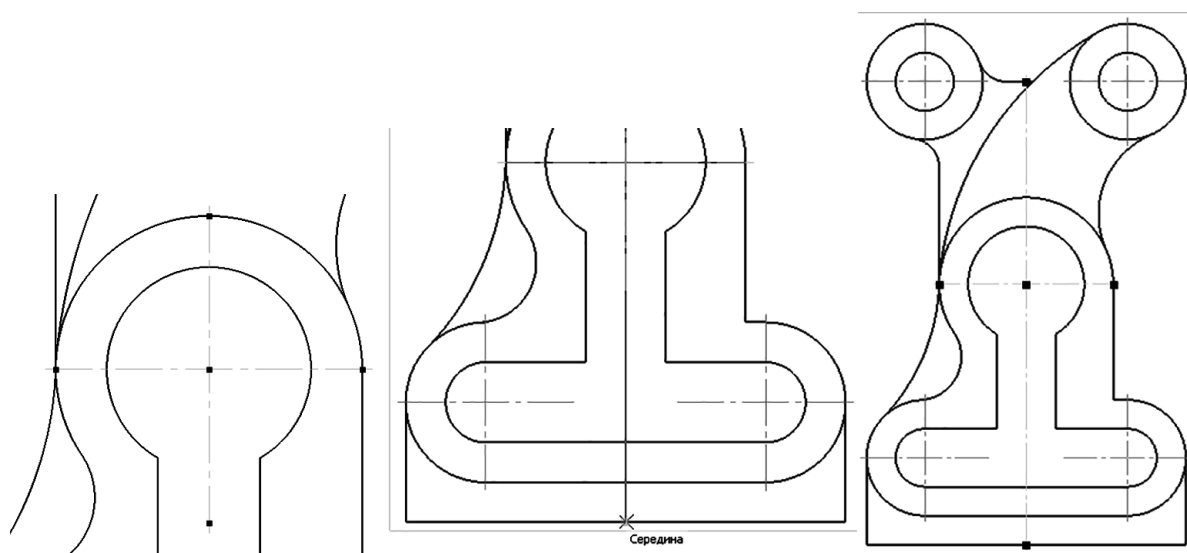


Рис. 56. Редактирование центровых линий

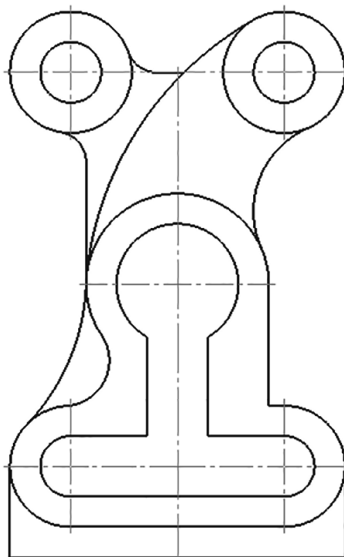


Рис. 57. Выполненный плоский контур

Нанесение размеров. На **Боковой панели** выбираем переключатель **Размеры**. Для нанесения размеров используем команды **Линейный размер**, **Диаметральный размер**, **Радиальный размер** и **Угловой размер**. Размеры в Компас-3D проставляются автоматически с использованием всех необходимых знаков, для их простановки требуется указать, для какого элемента ставится размер.

Перед простановкой размеров требуется провести настройку системы: в меню выбрать **Сервис** → **Параметры**; в открывшемся окне на вкладке **Текущий чертеж** в дереве параметров слева выбрать **Размеры** → **Допуски и предельные значения** → **Параметры** и в правой части окна снять галочку **Предельные отклонения или значения**. Нажать **ОК** (рис. 58).

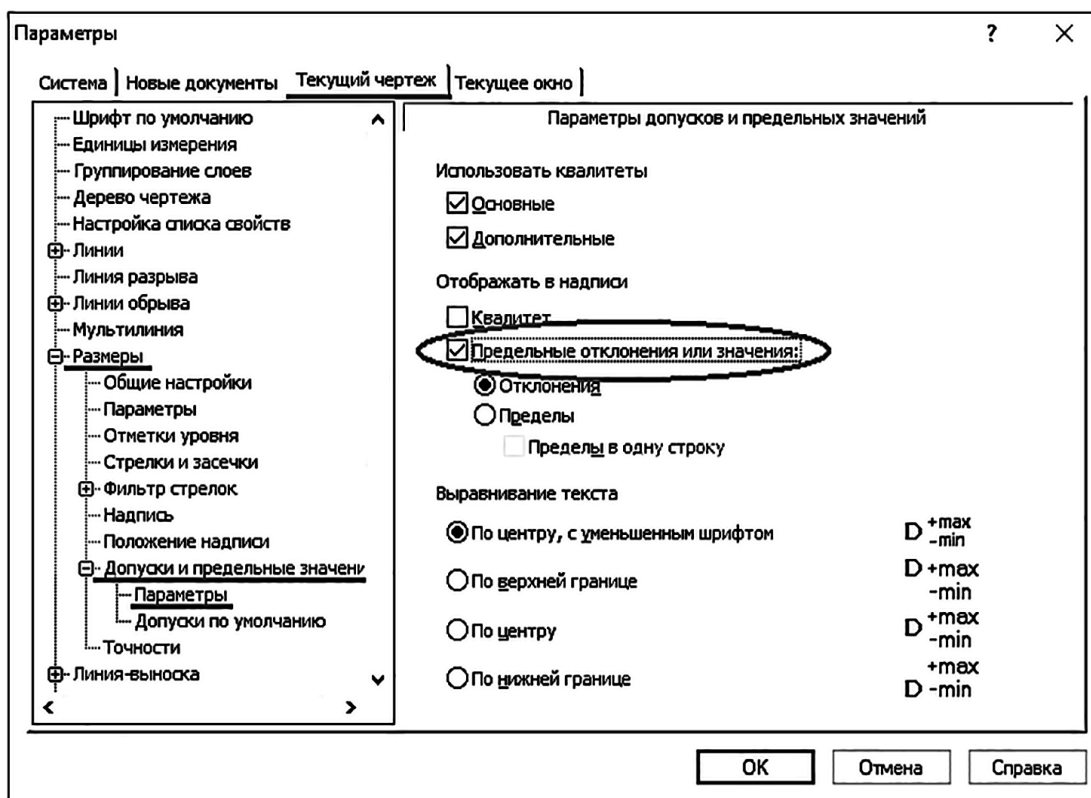


Рис. 58. Настройка системы для простановки размеров

Проставляем линейные размеры, указываем начальную и конечную точки привязки размера, регулируем длину выносных линий, фиксируем размер (рис. 59). Линейные размеры по умолчанию ставятся параллельно объекту (рис. 60), для выставления горизонтального или вертикального размера на **Панели свойств** требуется переключить **Тип размера** на горизонтальный или вертикальный (рис. 62 и рис. 61). Проставляем все линейные размеры (рис. 63).

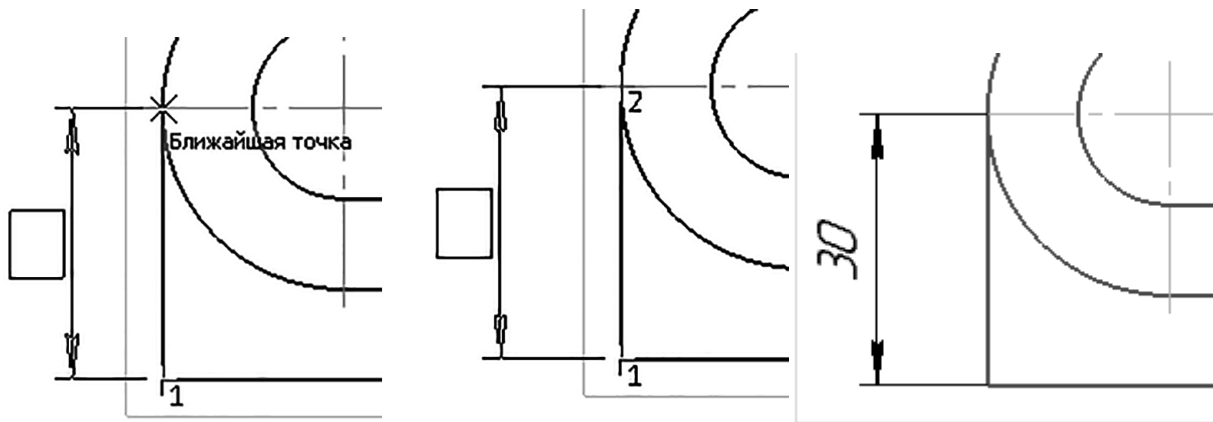


Рис. 59. Простановка линейных размеров

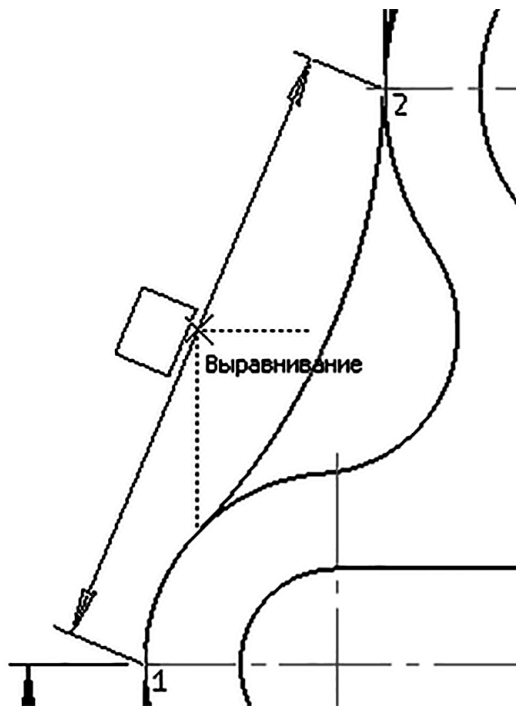
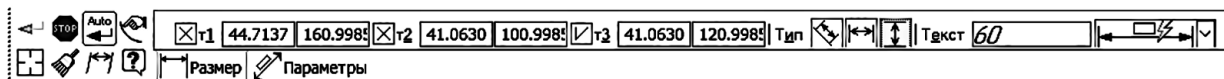


Рис. 60. Линейный размер, параллельный объекту



Рис. 61. Линейный размер, выровненный вертикально



Укажите положение размерной линии и надписи или введите координаты точки

Рис. 62. Задание параметров линейного размера

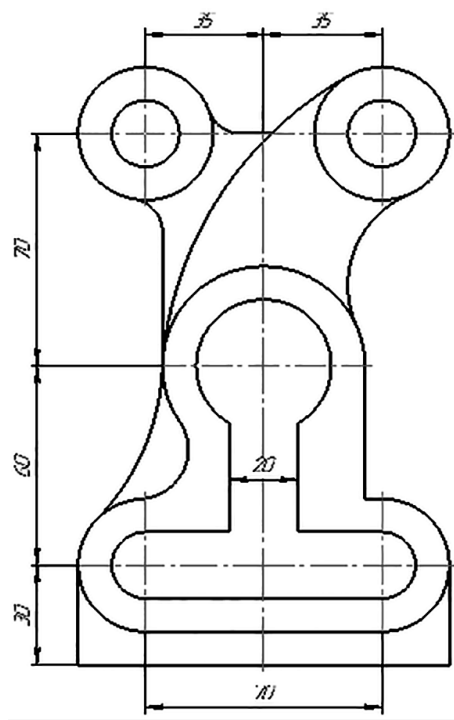


Рис. 63. Проставленные линейные размеры

Проставляем диаметральные размеры, указывая требуемую окружность, регулируя направление размерной линии и длину выносной линии, фиксируем размер (рис. 64). Для внесения в размерную надпись дополнительных сведений на **Панели свойств** требуется кликнуть в окошко **Текст** (рис. 65), откроется окно **Задание размерной надписи**, здесь в окошке **Текст под** (подразумевается текст под размерной линией) следует написать *2 отв.* для указания размера на одинаковые окружности (рис. 66), нажимаем **ОК** (рис. 67). Проставляем все диаметральные размеры (рис. 68).

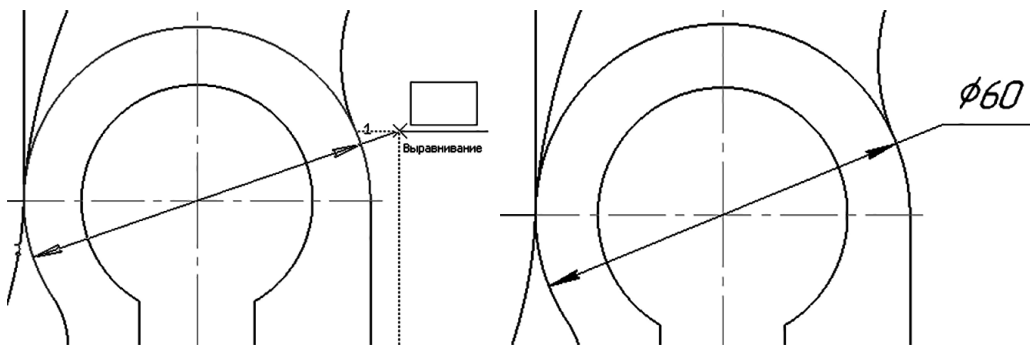
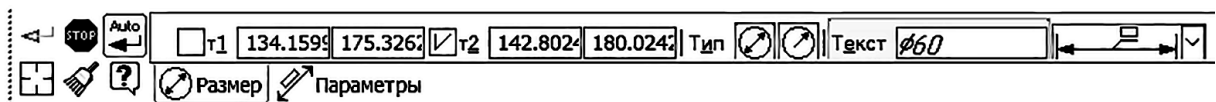


Рис. 64. Проставка диаметального размера



Укажите точку начала полки или введите ее координаты

Рис. 65. Задание параметров диаметального размера на Панели свойств

Задание размерной надписи

Текст до:

Допуск
 Квадрат... H14 Отобразить

ϕ 20 Авто

Отклонения +0,520000 ± Отобразить
 Пределы +0,000000

Единица измерения:

Текст после: ×45°

Текст под:

Номинальный (в ранге)

Оформление:
 Подчеркнуть
 Пределы в одну строку

Размер в скобках:
 Круглых
 Квадратных

Выравнивание текста:

Использовать по умолчанию

OK Отмена Справка

$\phi 20$

Рис. 66. Задание размерной надписи

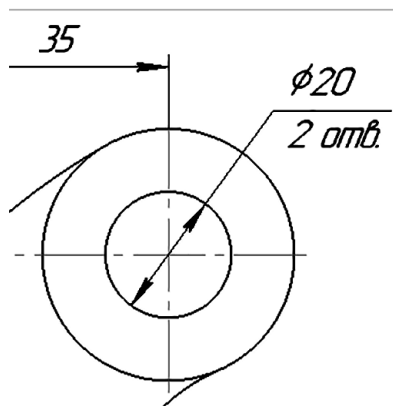


Рис. 67. Диаметральный размер для нескольких одинаковых окружностей

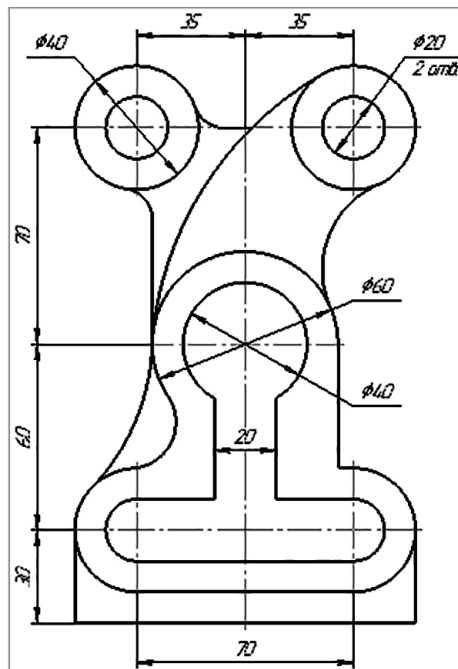


Рис. 68. Проставленные диаметральный размеры

Проставляем радиальные размеры, указывая дугу, регулируя длину выносной линии и фиксируя размер (рис. 69). На **Панели свойств** радиального размера есть переключатель **типа раз-**

меров: Радиальный размер не от центра окружности и ... от центра окружности (рис. 70). По умолчанию активен тип Радиальный размер от центра окружности, чаще всего используется именно он для дуг с известным центром. Радиальный размер не от центра окружности используется для дуг сопряжения или для больших радиусов (рис. 71). Проставляем все радиальные размеры (рис. 72).

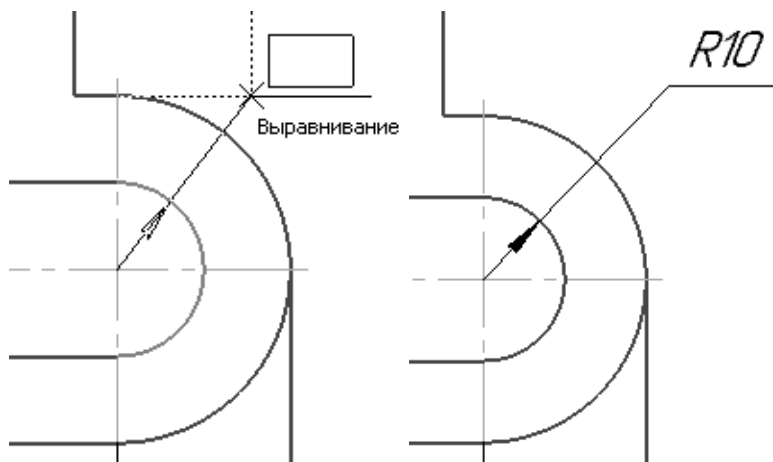
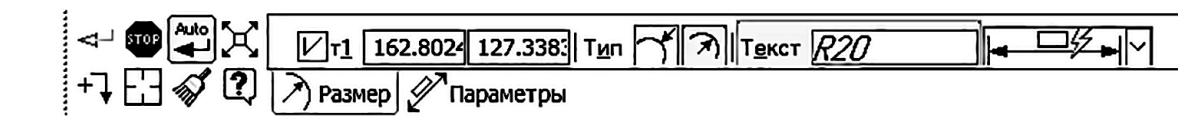
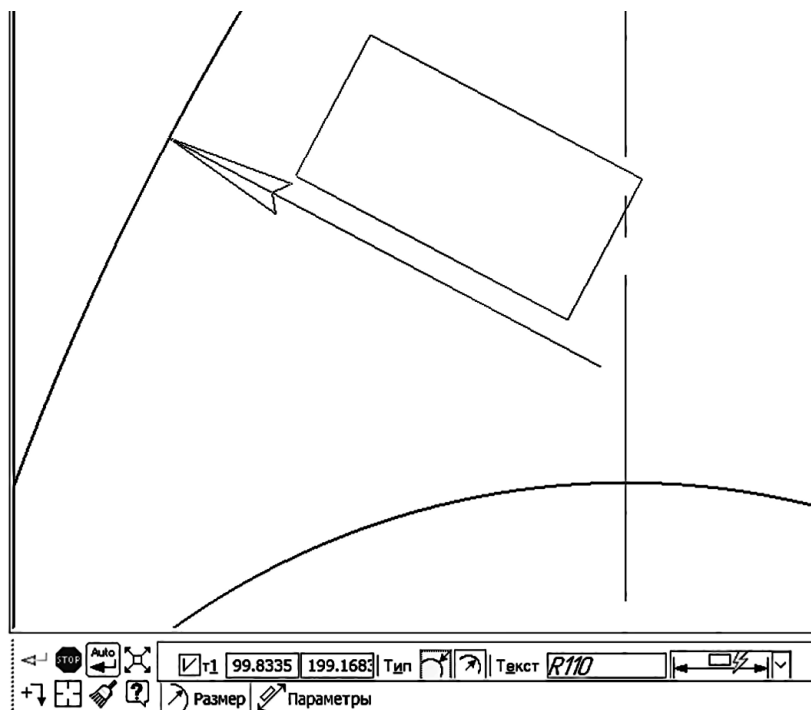


Рис. 69. Простановка радиального размера



Укажите положение размерной линии и надписи (с Ctrl – добавление полки) или следующую окружность/дугу

Рис. 70. Задание параметров радиального размера на Панели свойств



Укажите положение размерной линии и надписи (с Ctrl – добавление полки) или следующую окружность/дугу

Рис. 71. Редактирование параметров радиального размера на Панели свойств

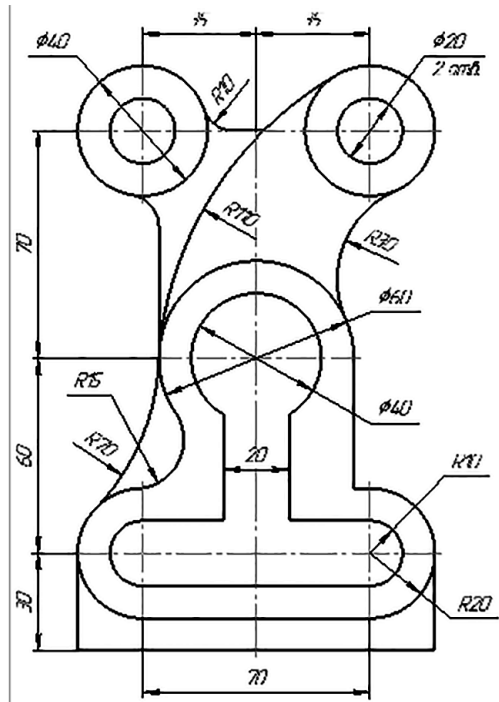


Рис. 72. Выполненный плоский контур

Оформляем чертеж, заполняя основную надпись. Для ее активации дважды кликаем ЛКМ на таблице основной надписи. Заполняем графы: разработал, проверил, наименование изделия, обозначение документа, наименование или шифр предприятия, выпускающего документ; ставим литеру документа по ГОСТ 2.103–2013. Нажимаем кнопку **Создать объект** или **Ctrl+Enter** (рис. 73).

Инв. № подл.					04.37.000.01.000			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
№ подл.	Разраб.	Иванов И.И.			Плоский контур	У		1:1
	Пров.	Петров П.П.				Лист	Листов	
	Т.контр.					БГАТУ, гр. 12 тс		
И.контр.				Копировал				Формат А4
Утв.								

Наименование изделия

ГOST type A 10.0 1.0 15.0 ЛавьЮля Русский

А формат Вставка

Рис. 73. Заполнение штампа основной надписи

Сохраняем документ (рис. 74).

Практическая работа № 2

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ПОСТРОЕНИЕ ВИДОВ И РАЗРЕЗОВ ДЕТАЛИ

Цель: научиться пользоваться инструментами пакета Компас-3D; научиться получать двухмерные изображения на основании трехмерной модели; изучить и научиться применять команды вкладки Виды пакета Компас-График.

Задание

- 1 Выполнить трехмерную модель детали.
- 2 Создать чертеж детали на основе выполненной модели.
- 3 Выполнить на чертеже необходимые разрезы.
- 4 Создать аксонометрию детали с вырезом $\frac{1}{4}$.
- 5 Нанести размеры.
- 6 Оформить чертеж.

Задание выполняется на формате А3.

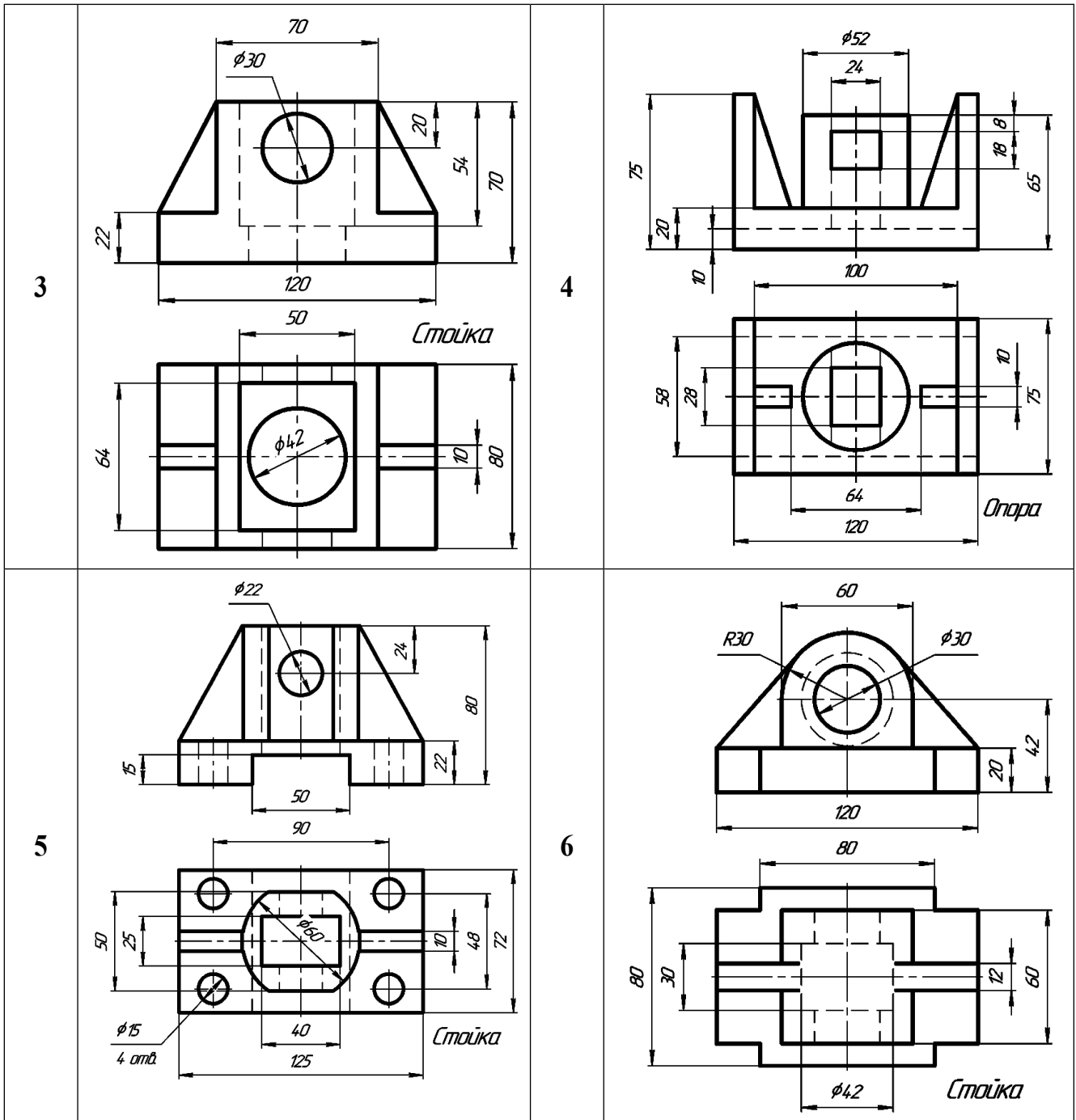
Варианты задания представлены в табл. 3.

Пример выполнения задания представлен на рис. 75.

Таблица 3

Варианты задания на построение видов и разрезов детали

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
1		2	



Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
7		8	
9		10	

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
11		12	
13		14	

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
15		16	

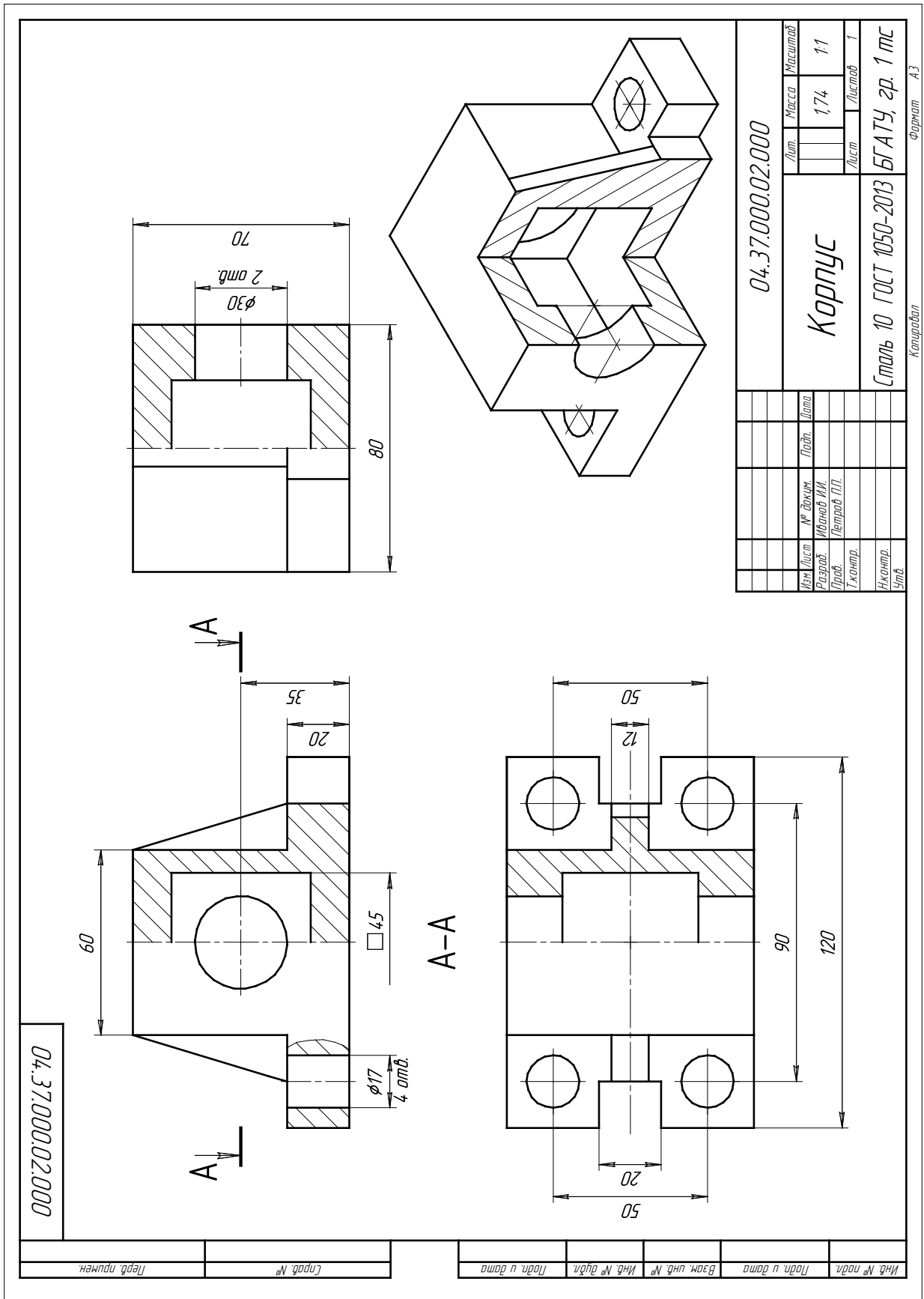


Рис. 75. Пример выполнения задания на построение видов и разрезов детали

Методические указания и последовательность выполнения

Открыть программу КОМПАС-3D на компьютере, используя следующий путь:

Пуск → Программы → АСКОН → КОМПАС-3D.

Войти в компонент **КОМПАС-3D**. Для этого необходимо создать новую **Деталь** (рис. 76). Рабочее пространство Компас-3D представлено на рис. 77, оно представляет собой трехмерное пространство, для ориентации в котором даны точка начала координат, три стандартных оси x , y , z и три стандартных плоскости XY , XZ , YZ .



Рис. 76. Создание документа

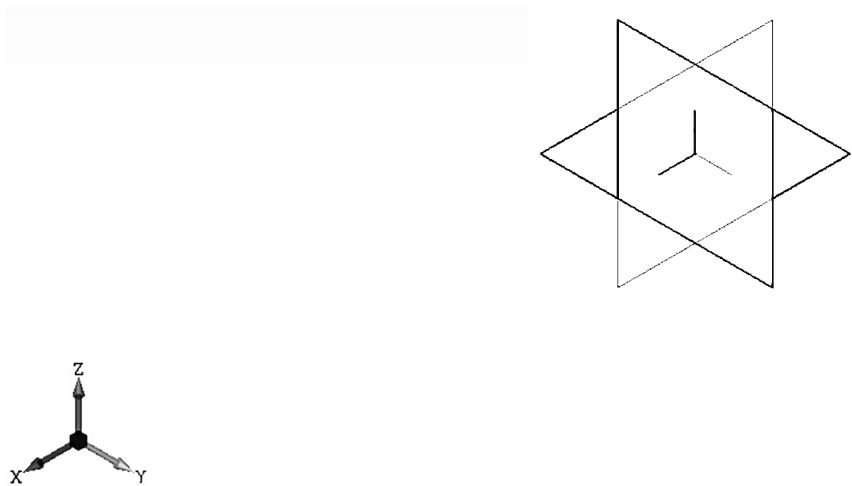


Рис. 77. Рабочее пространство Компас-3D

Установить ориентацию осей в положение **Изометрия XYZ**. По умолчанию ориентация устанавливается в положение **Изометрия YZX**, для смены на панели **Вид** выбрать кнопку Ориентация и выбрать **Изометрия XYZ** (рис. 78).

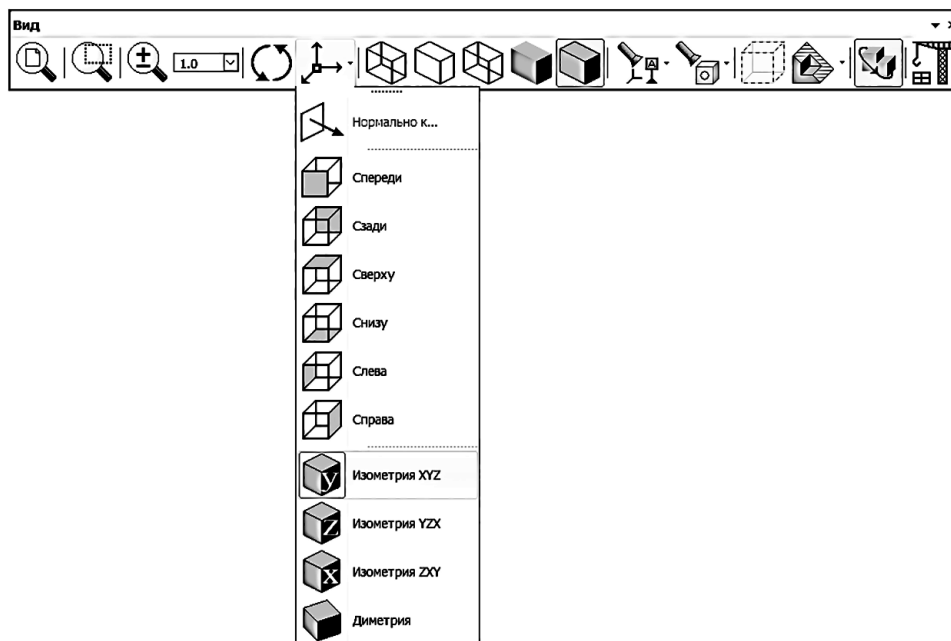


Рис. 78. Ориентация

Дать наименование модели. В *Дереве чертежа* щелкнуть ПКМ на деталь и в меню выбрать *Свойства модели*. В открывшемся окне нажать кнопку *Настройка списка свойств* и поставить галочки на следующих параметрах: *Обозначение, Наименование, Разработал, Проверил*. Нажать *ОК*. Заполнить появившиеся ячейки. По желанию можно изменить оптические свойства модели. Нажать кнопку *Создать объект*.

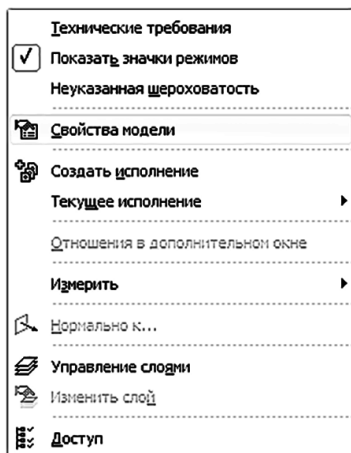


Рис. 79. Изменения свойств модели

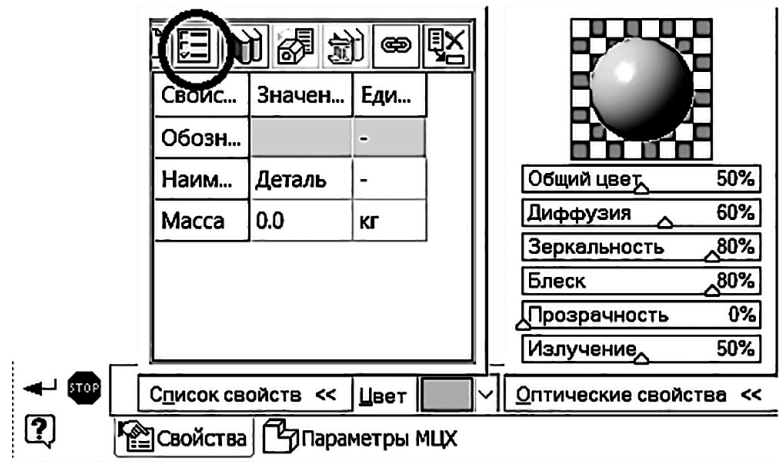


Рис. 80. Настройка свойств модели

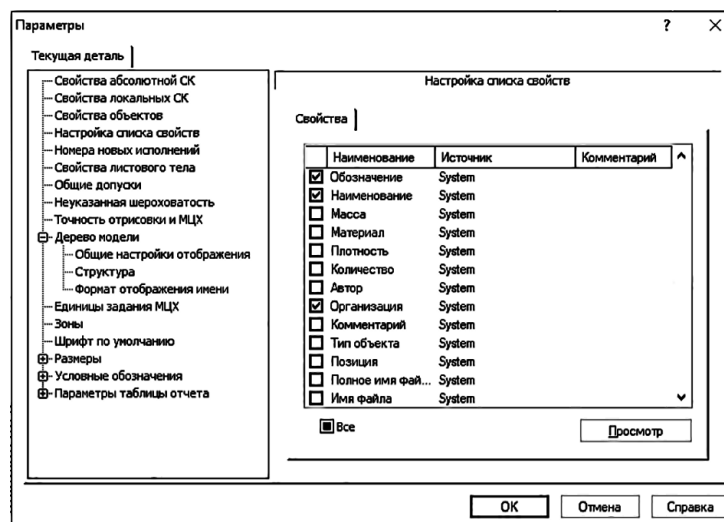


Рис. 81. Выбор свойств модели



Рис. 82. Указание свойств модели

Сохранить документ, указав путь сохранения и наименование файла

«Наименование детали + ФИО студента».

Выполнить модель детали. Для примера выполним задание «Корпус» (рис. 83).

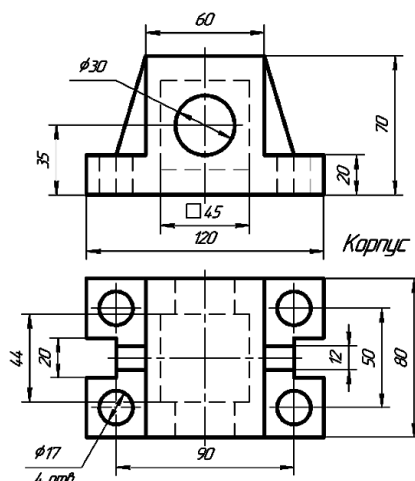



Рис. 83. Образец задания

Для начала требуется проанализировать задание: основание корпуса – прямоугольная платформа размерами $120 \times 80 \times 20$ мм, в ней вырезаны пазы шириной 20 мм, глубиной по 15 мм ($((120-90)/2)$) на всю высоту платформы и 4 сквозных отверстия диаметром 17 мм, межосевые размеры для которых составляют 90 и 50 мм; на платформе выполнена надстройка размерами $60 \times 80 \times 50$ мм (высота рассчитывается $70-20=50$ мм); слева и справа на детали имеются ребра жесткости, толщиной 12 мм, соединяющие основание детали и надстройку; в центре детали на высоте 35 мм располагается центр для отверстий, отверстия составные: 2 цилиндрических диаметром 30 мм и между ними призматическое квадратное отверстие со стороной 45 мм и глубиной 44 мм.

Строим основание. Выбираем **Плоскость XZ** и нажимаем на кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, выбранная плоскость развернется параллельно экрану, в правом верхнем углу рабочего пространства отобразится значок режима (рис. 84). На боковой панели автоматически появятся инструменты для двухмерного черчения.

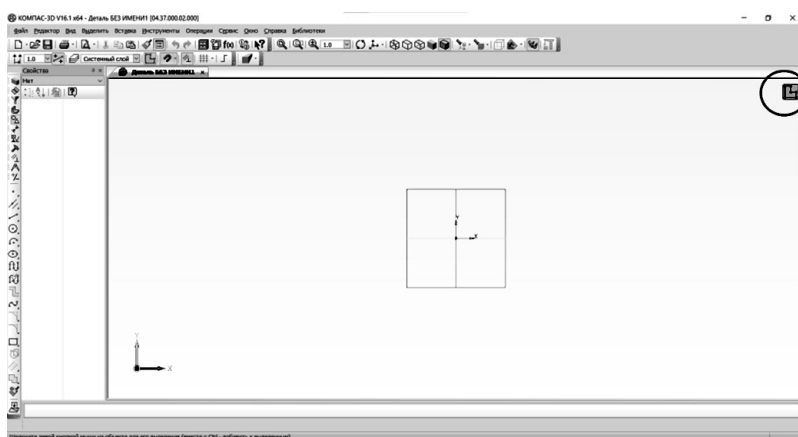


Рис. 84. Режим редактирования эскиза

Центр основания и, соответственно, всей детали нужно располагать в начале координат, что облегчит позиционирование всех остальных элементов детали. В качестве осевых и центровых линий используем вспомогательные прямые, с их же помощью откладываем размеры. Вычерчиваем прямоугольник основания размером 120×80 мм (рис. 85, а). Выполняем по бокам пазы, шириной 20 мм и глубиной по 15 мм, пазы располагаются симметрично, относительно го-

горизонтальной осевой линией. Лишние части линий убираем командой *Усечь кривую* (рис. 85, б). Проводим центровые линии для отверстий и прочерчиваем 4 окружности диаметром 17 мм (рис. 85, в). Все эти элементы выполняем в одном эскизе, т. к. они обладают одной высотой. Выходим из эскиза, нажав ЛКМ на значок режима (рис. 85, г).

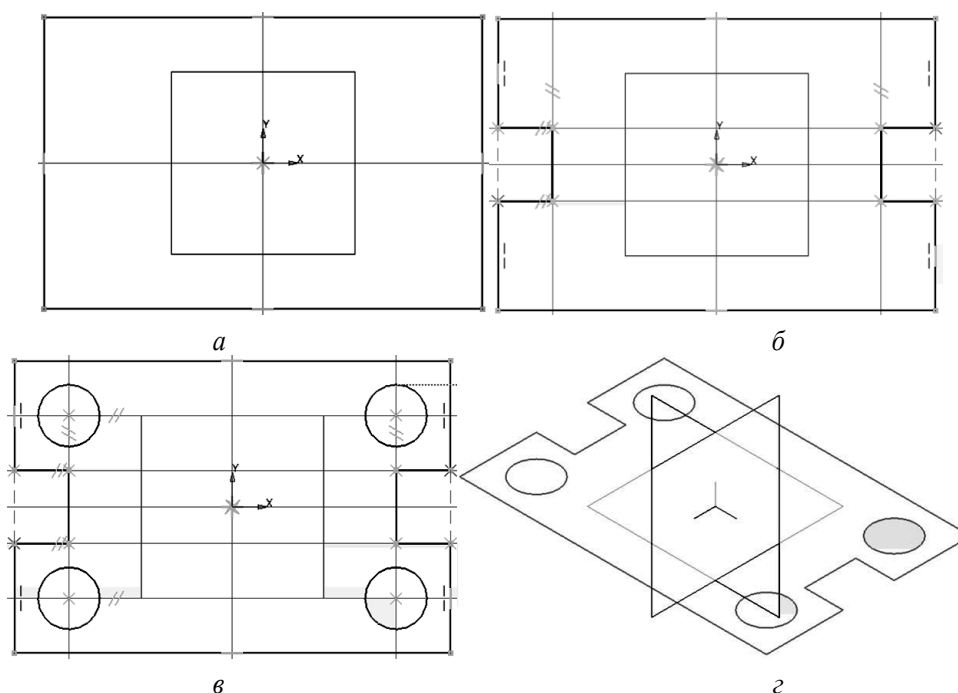



Рис. 85. Создание эскиза основания корпуса:

a – первоначальная платформа; *б* – вырезание пазов; *в* – добавление отверстий; *г* – законченный эскиз

На боковой панели выбираем команду *Операция выдавливания* . На панели свойств указываем параметры выдавливания: в окошке сечение выдавливания должен быть указан *Эскиз 1* (если нет, то его нужно выбрать в дереве модели), направление выдавливания – прямое, на расстояние 20 мм (рис. 86). На экране появится фантом построения (рис. 87). Нажимаем кнопку *Создать объект* (рис. 88).

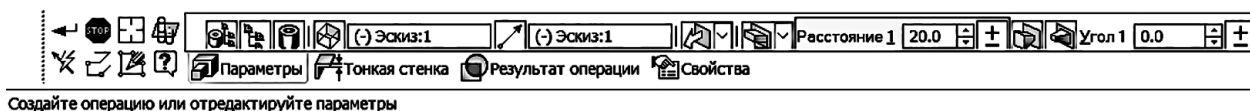


Рис. 86. Параметры операции выдавливания

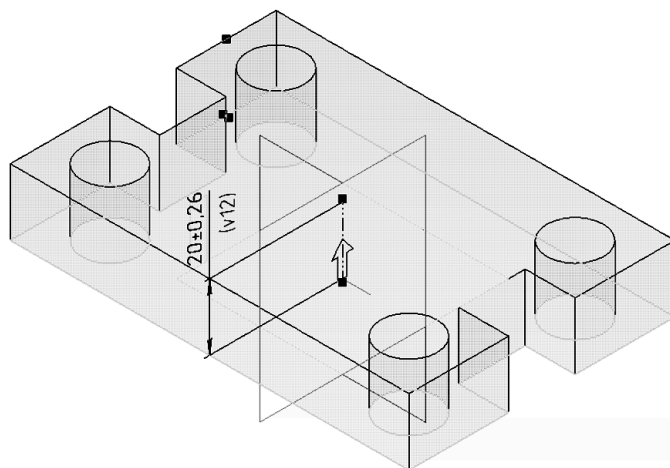


Рис. 87. Фантом построения операции выдавливание

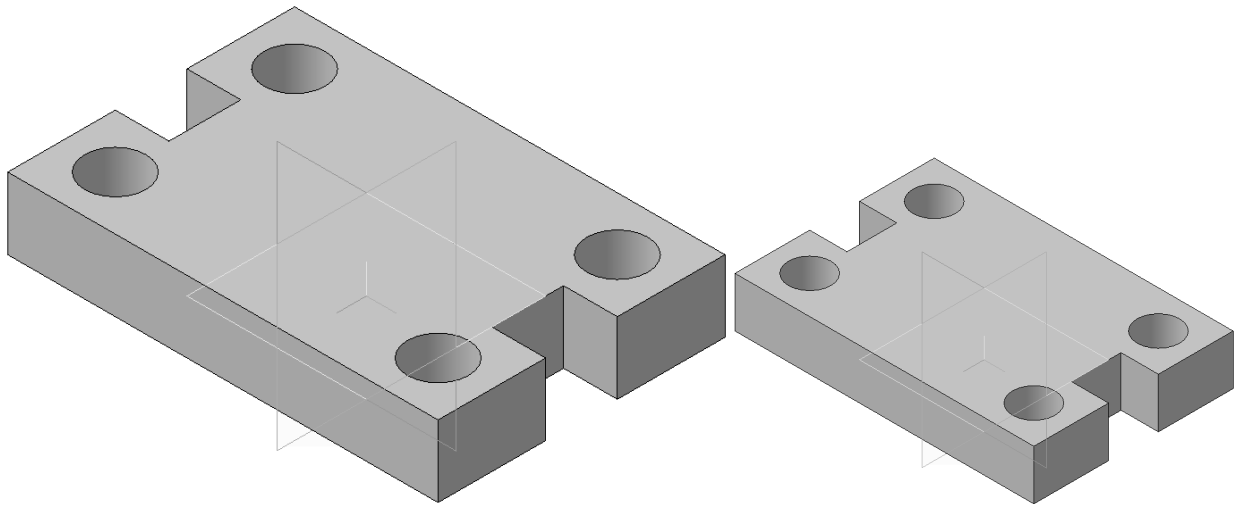


Рис. 88. Создание основания корпуса

Строим надстройку. В качестве плоскости построения эскиза используем верхнюю плоскость платформы. Центр прямоугольника надстройки совмещаем с началом координат и, соответственно, с центром платформы. Выдавливаем эскиз на расстояние 50 мм. **Создаем объект** (рис. 89).

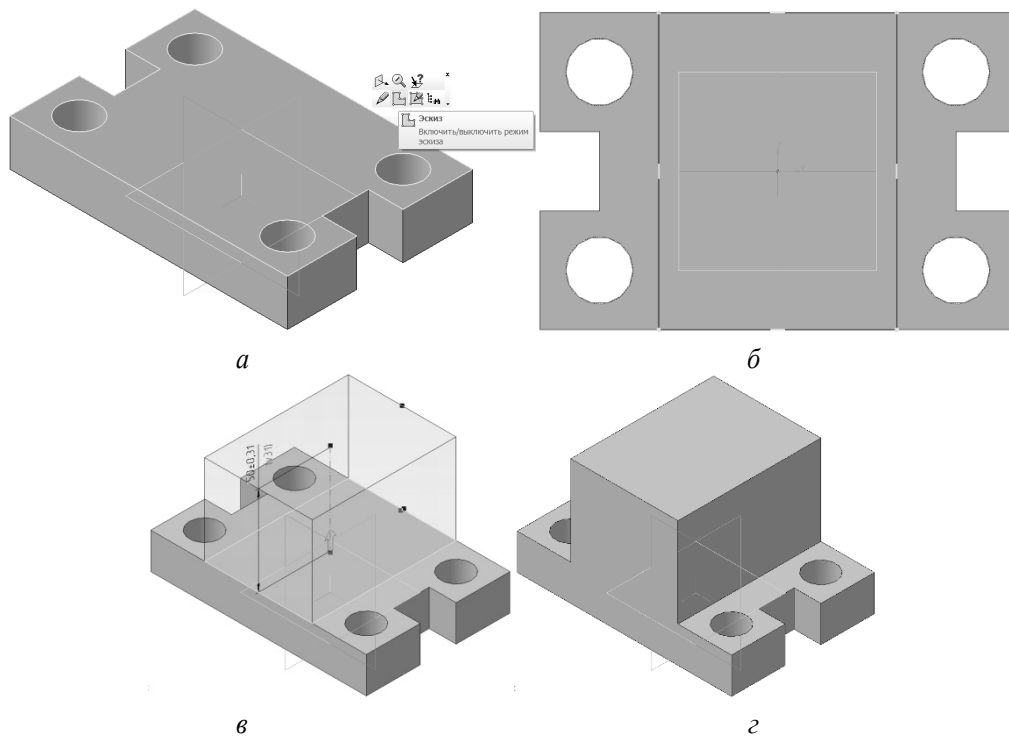


Рис. 89. Построение надстройки корпуса:

a – выбор плоскости; *б* – вычерчивание эскиза надстройки; *в* – фантом надстройки; *г* – создание надстройки корпуса

Строим ребра жесткости. Ребра жесткости нужно строить по отдельности. В качестве плоскости построения эскиза ребра выбираем **плоскость XY**. Эскиз будет находиться в плоскости симметрии детали. Эскиз представляет собой одну линию, ограничивающую ребро сверху. Для точности построения ребра по размерам используем вспомогательные прямые (рис. 90).

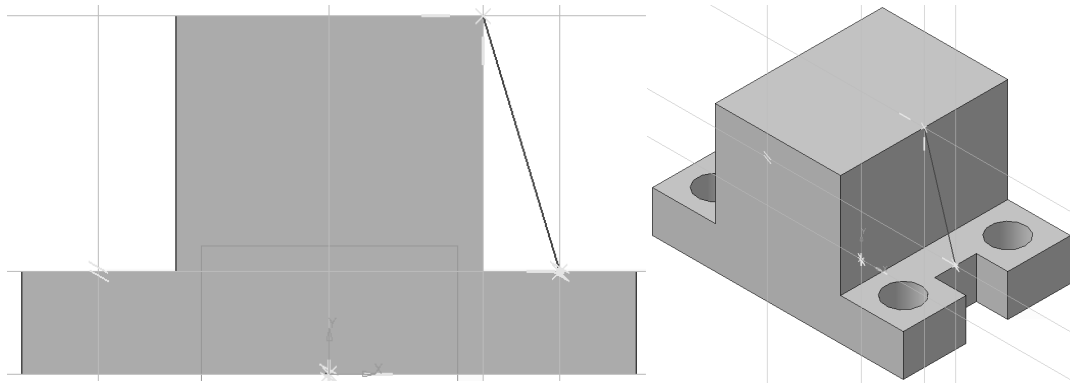
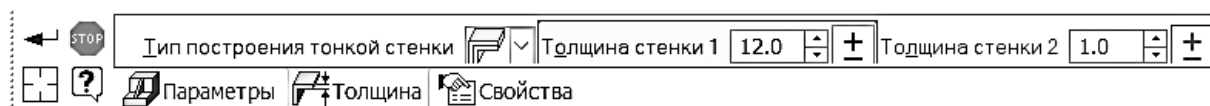


Рис. 90. Вычерчивание эскиза ребра жесткости

На **Боковой панели** выбираем команду **Ребро жесткости** (рис. 91). На **Панели свойств** во вкладке **Толщина** указываем **Тип построения – Средняя плоскость** и задаем толщину 12 мм (рис. 92). Нажимаем кнопку **Создать объект** (рис. 93).



Рис. 91. Команда Ребро жесткости



Создайте операцию или отредактируйте параметры

Рис. 92. Задание параметров ребра жесткости на Панели свойств

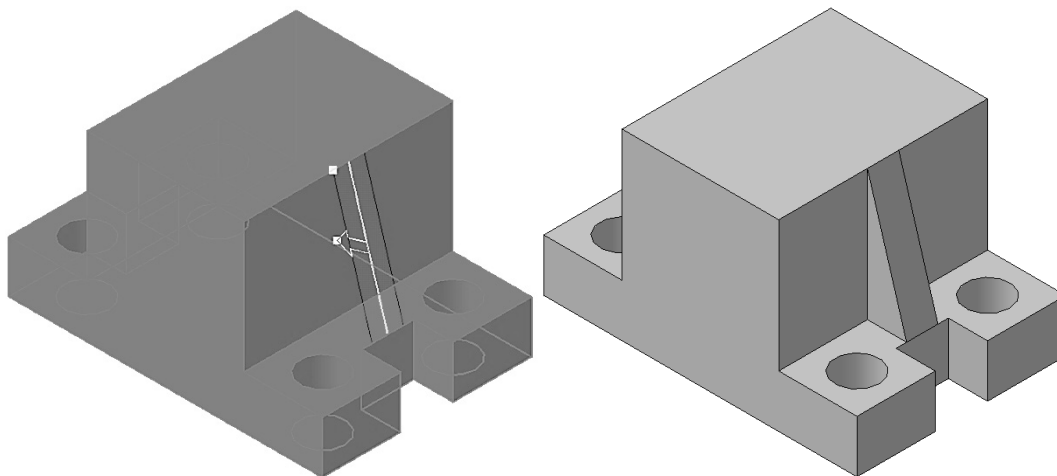


Рис. 93. Построение ребра жесткости

Второе ребро жесткости создадим копированием. В **Дереве модели** выбираем ребро жесткости одним кликом ЛКМ и включаем во вкладке **Массивы** команду **Зеркальный массив**. На **Панели свойств** в окошке **Объекты** проверяем, чтобы было указано нужное ребро, в качестве **Плоскости симметрии** задаем **плоскость ZY** (рис. 94) и нажимаем кнопку **Создать объект** (рис. 95).

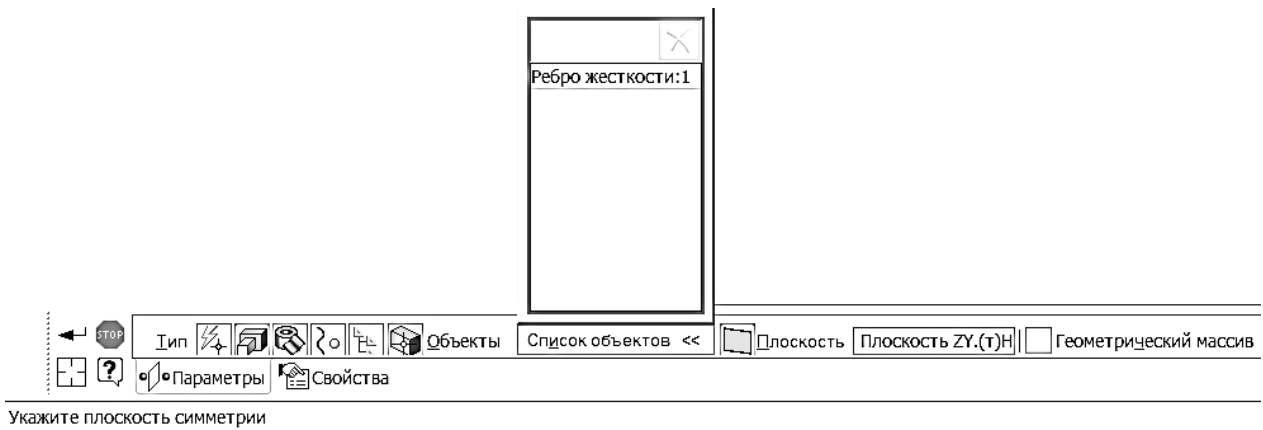


Рис. 94. Задание параметров для зеркального массива на Панели свойств

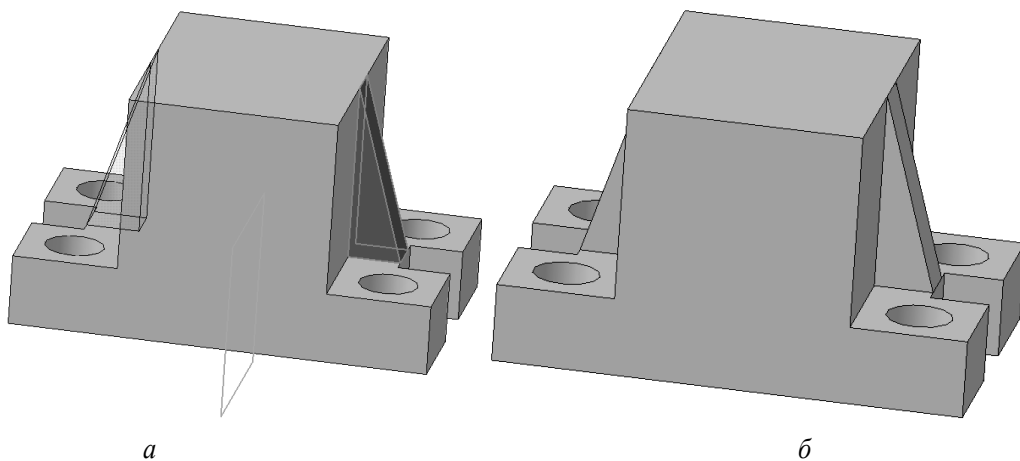


Рис. 95. Построение зеркального массива ребра жесткости:
a – выбор плоскости симметрии; *б* – создание ребра жесткости

Строим отверстия. Для построения квадратного отверстия выбираем **плоскость XY** и включаем режим **Эскиз**. Вспомогательными прямыми строим центр отверстия на высоте 35 мм от нижнего края детали. Чертим квадрат со стороной 45 мм. Выключаем режим **Эскиз**. Эскиз отверстия располагается в центре детали (рис. 96).

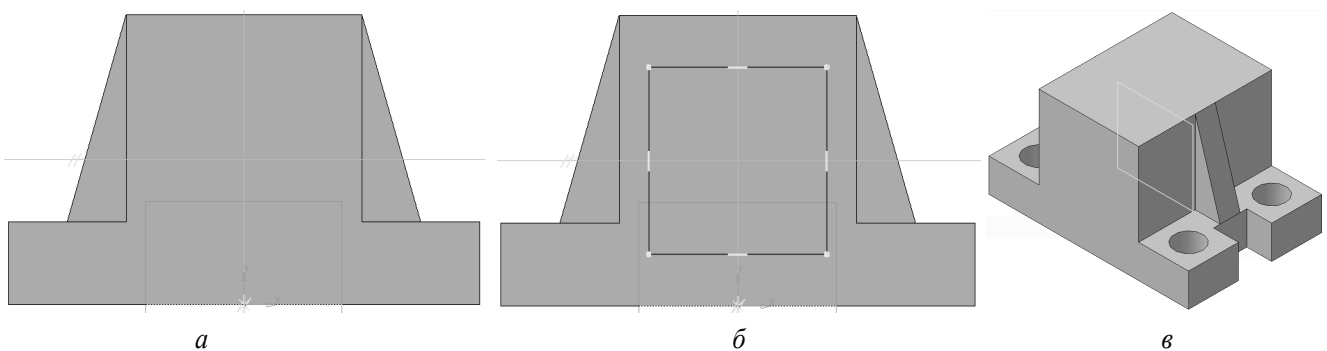



Рис. 96. Построение эскиза квадратного отверстия:
a – нахождение центра отверстия; *б* – вычерчивание эскиза; *в* – размещение эскиза относительно детали

Отверстие вырезаем с помощью команды **Вырезать выдавливанием** . На **Панели свойств** задаем параметры вырезания: **Направление** – *средняя плоскость*, **Расстояние** – 44 мм (рис. 97). Нажимаем кнопку **Создать объект** (рис. 98).



Создайте операцию или отредактируйте параметры

Рис. 97. Задание параметров операции Вырезать выдавливанием на Панели свойств

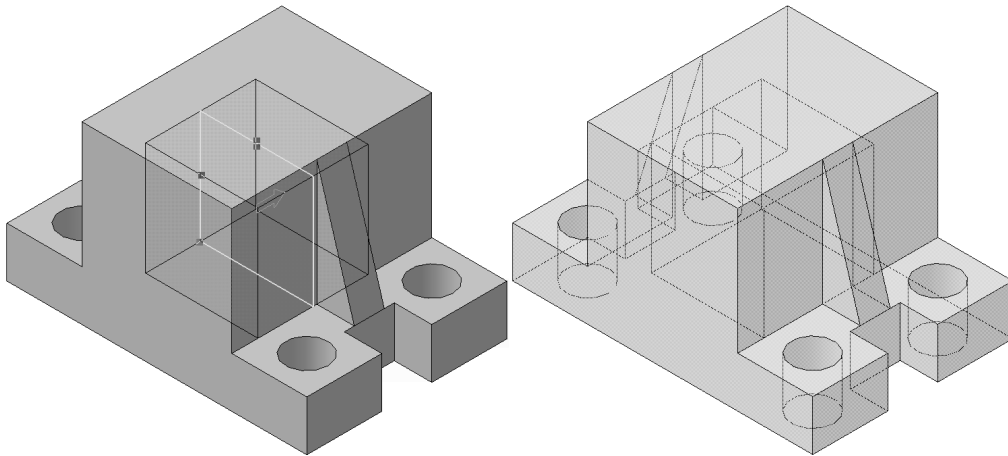


Рис. 98. Построение квадратного отверстия

Цилиндрические отверстия вырезаем таким же образом, но в качестве плоскости построения эскиза можно использовать переднюю грань детали. Вспомогательными линиями находим центр отверстия. Прочерчиваем окружность диаметром 30 мм (рис. 99). Включаем команду **Вырезать выдавливанием** и на **Панели свойств** указываем в окошке **Направления** – **Прямое направление**, в окошке **Глубина вырезания** – **Через все** (рис. 100). **Создаем объект** (рис. 101).

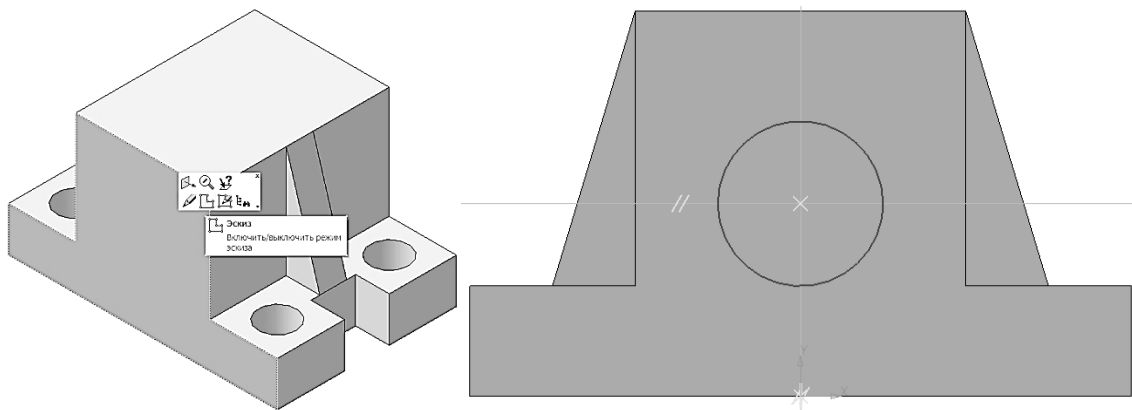
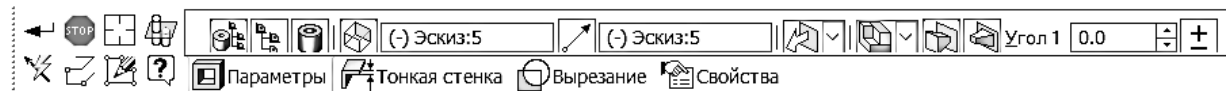


Рис. 99. Построение эскиза круглого отверстия



Создайте операцию или отредактируйте параметры

Рис. 100. Задание параметров операции Вырезать выдавливанием на Панели свойств

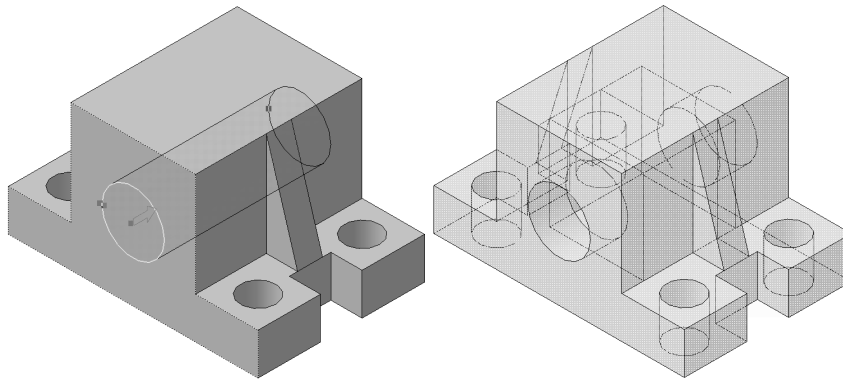


Рис. 101. Построение круглого отверстия

Сохраняем модель.

Для построения аксонометрии с вырезом $\frac{1}{4}$ в модели детали нужно эту $\frac{1}{4}$ вырезать и сохранить модель отдельным документом (в итоге должно быть два файла с деталями). Для этого на верхней грани детали вычерчиваем эскиз, по которому будет вырезаться $\frac{1}{4}$ часть. Двумя прямыми очерчиваем правый нижний угол детали от центра к краям (рис. 102). Выходим из режима эскиза. На **Боковой панели** включаем команду **Сечение по эскизу** (рис. 103), на **Панели свойств** проверяем направление сечения (рис. 104) и **Создаем объект** (рис. 105).

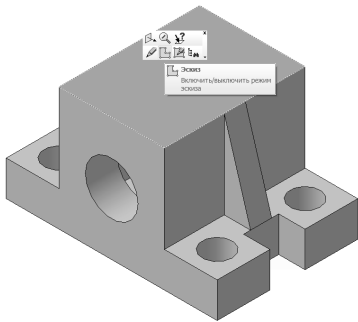


Рис. 102. Построение эскиза для сечения модели

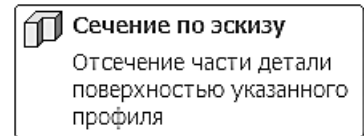
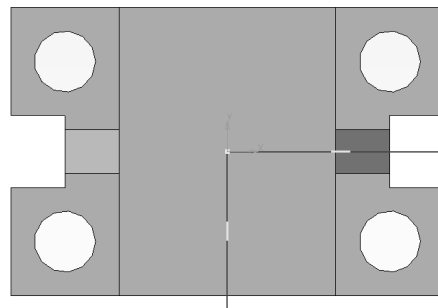
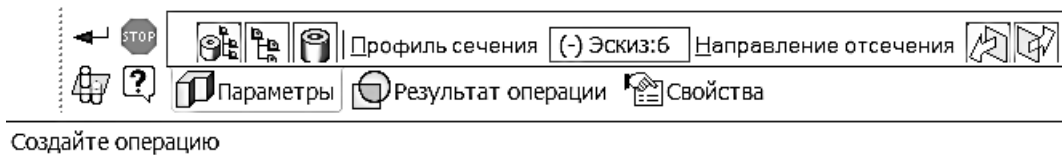


Рис. 103. Команда Сечение по эскизу



Создайте операцию

Рис. 104. Задание параметров сечения на Панели свойств

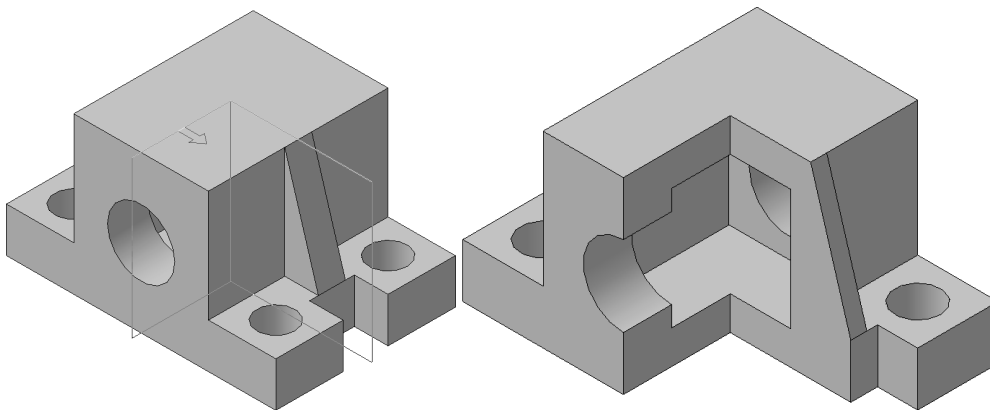


Рис. 105. Построение сечения модели

Сохраняем документ **Файл – Сохранить как..**, указываем путь сохранения и к имеющемуся названию добавляем **«...с вырезом»**. Нажимаем **ОК**.

Создание чертежа по модели детали.

В меню выбираем **Операции – Создать новый чертеж из модели** (рис. 106). По умолчанию создается чертеж формата А4 и в качестве модели для вставки используется открытый документ (у нас это деталь с вырезом). На **Панели свойств** в окошке **Виды** выбираем **#Изометрия XYZ** (рис. 107). На запрос системы «**Укажите точку привязки вида...**» щелкаем ЛКМ на рабочем поле чертежа (рис. 108).

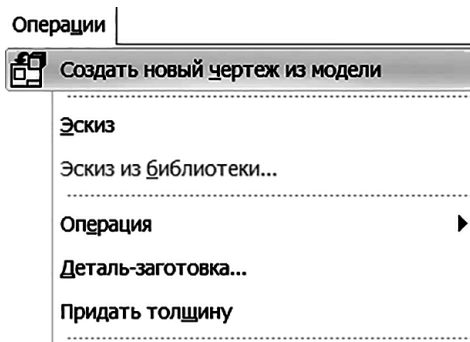


Рис. 106. Создание нового чертежа из модели



Рис. 107. Задание параметров вида на Панели свойств

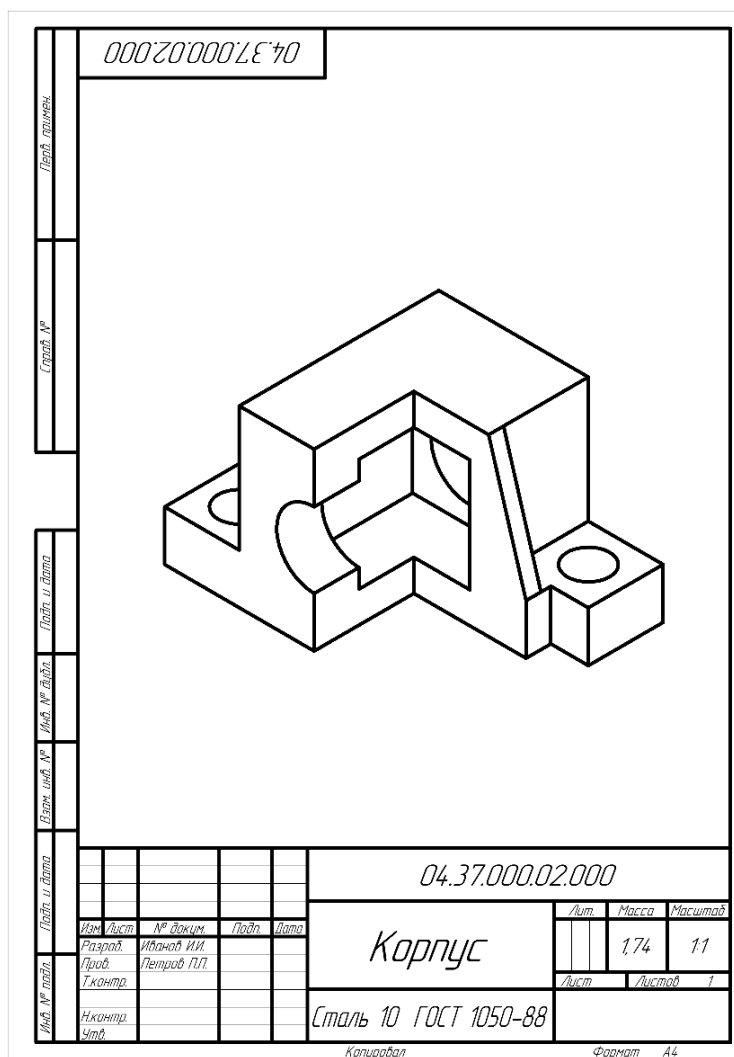


Рис. 108. Размещение нового вида на поле чертежа

Настраиваем чертеж. На **Стандартной панели** выбираем команду **Менеджер документа** и меняем формат чертежа на А3 горизонтального расположения. Нажимаем **ОК** (рис. 109).

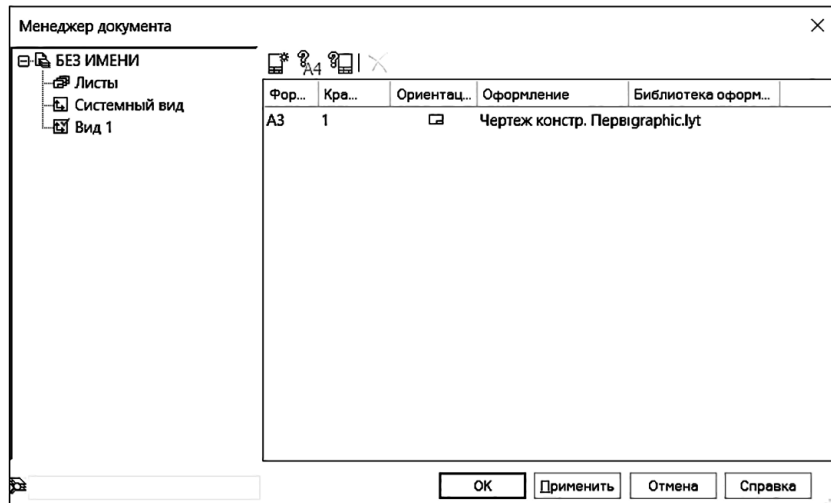


Рис. 109. Настройка параметров чертежа

На **Боковой панели** активизируем вкладку **Виды** и выбираем команду **Стандартные виды**. В окне **Открытые документы** нажимаем кнопку **Из файла...** и выбираем файл «**Корпус + ФИО студента**» из папки сохранения (рис. 110). Указываем точку привязки вида на рабочем поле чертежа (рис. 111).

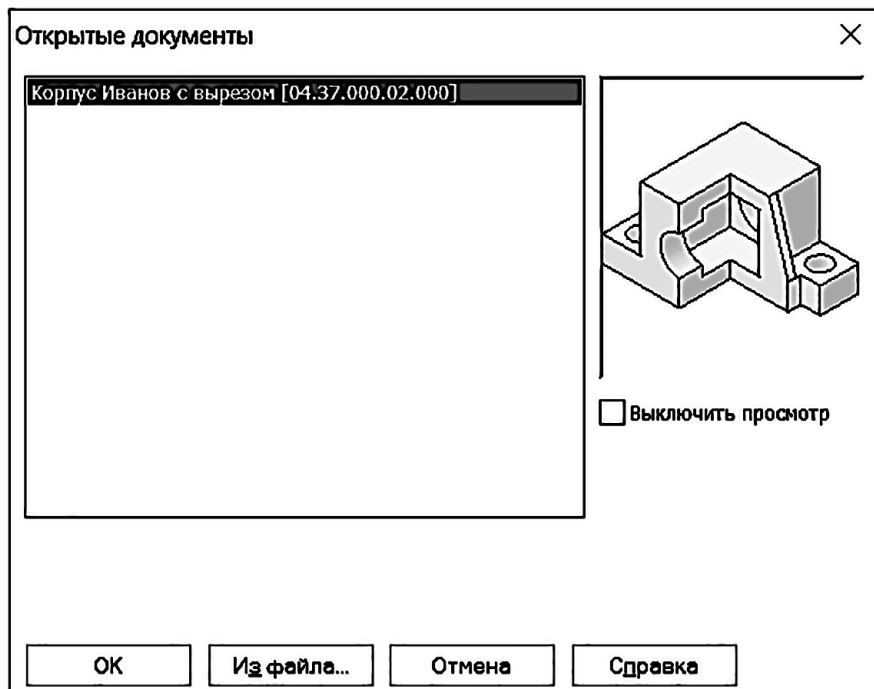


Рис. 110. Выбор модели для создания чертежа

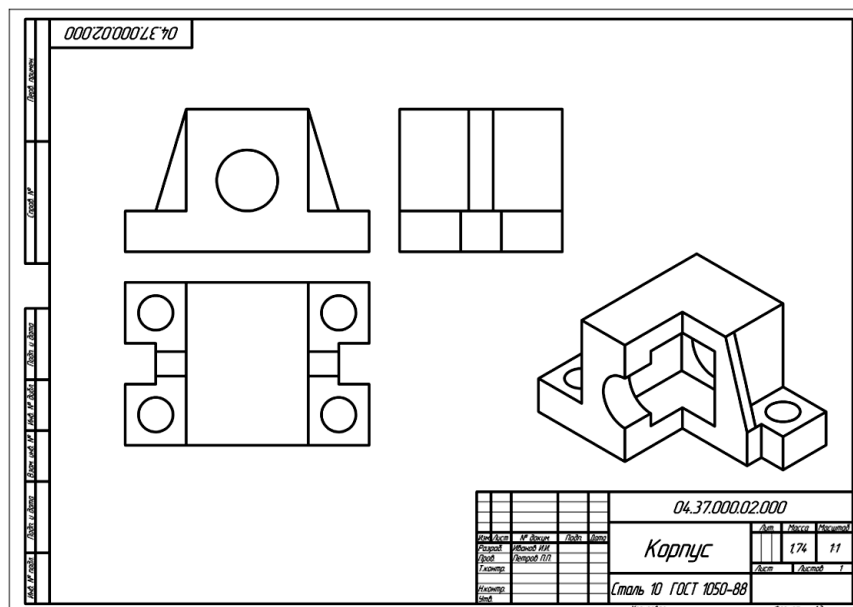




Рис. 111. Размещение стандартных видов на поле чертежа

Выполняем разрезы. Т. к. изображения видов детали симметричные, то разрезы совмещаются с видами, а секущие плоскости для фронтального и профильного разрезов не обозначаются, т. к. они совпадают с плоскостями симметрии детали. Для отображения разрезов на чертеже

будем использовать команду **Местный разрез** . Для выполнения любых действий с одним из видов он должен быть активным (линии отображаются цветными).

На виде спереди указываем место отображения разреза командой **Прямоугольник**  из вкладки **Геометрия** (используем прямоугольник, т. к. контур для разреза должен быть замкнутый). Прямоугольником обводим правую половину детали (рис. 112). Включаем команду **Местный разрез** и на запрос системы «Укажите замкнутую кривую для построения местного разреза...» щелкаем ЛКМ на построенный прямоугольник. На запрос системы «Укажите положение секущей плоскости местного разреза...» переводим курсор на вид сверху или сбоку (появляется линия, обозначающая секущую плоскость) и устанавливаем его по центру детали. Разрез на виде спереди построен (рис. 113).

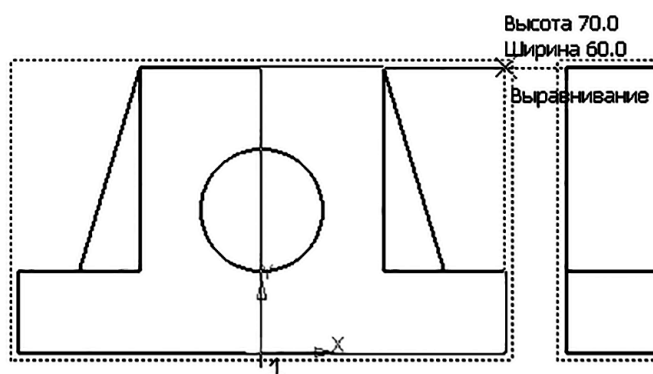


Рис. 112. Указание места построения местного разреза на виде спереди

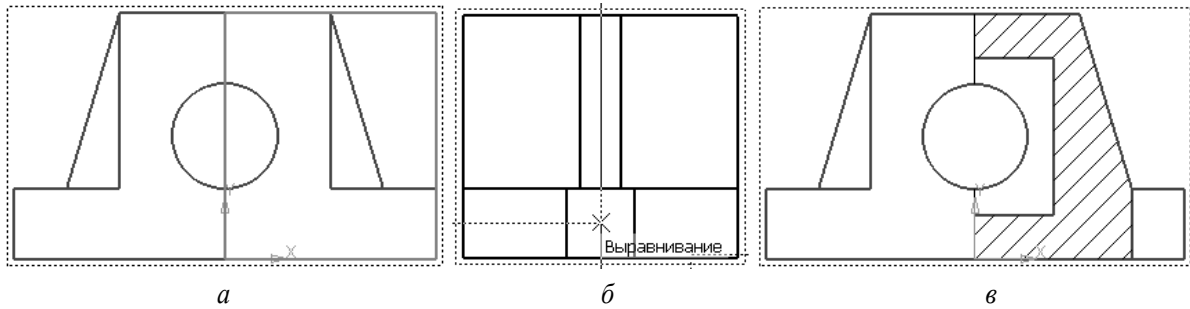


Рис. 113. Построение местного разреза на виде спереди:

a – выбор контура сечения; *б* – указание местоположения секущей плоскости; *в* – создание местного разреза

Для построения такого же разреза на виде сбоку активируем его, дважды щелкнув ЛКМ на линии ограничения вида. Прочерчиваем прямоугольник для местного разреза. Включаем команду **Местный разрез**, выбираем прямоугольник и указываем положение секущей плоскости по центру вида спереди или сверху (рис. 114).

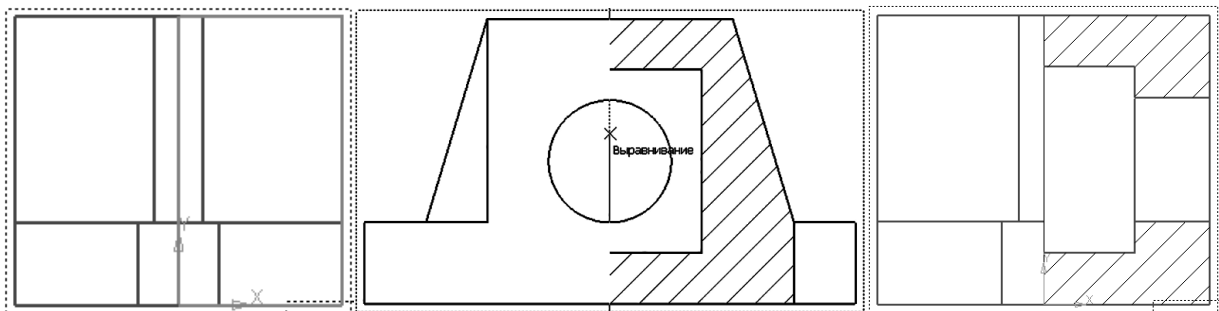


Рис. 114. Построение местного разреза на виде сбоку

Повторяем то же самое для горизонтального разреза, но положение секущей плоскости указываем через центр цилиндрического отверстия (рис. 115).

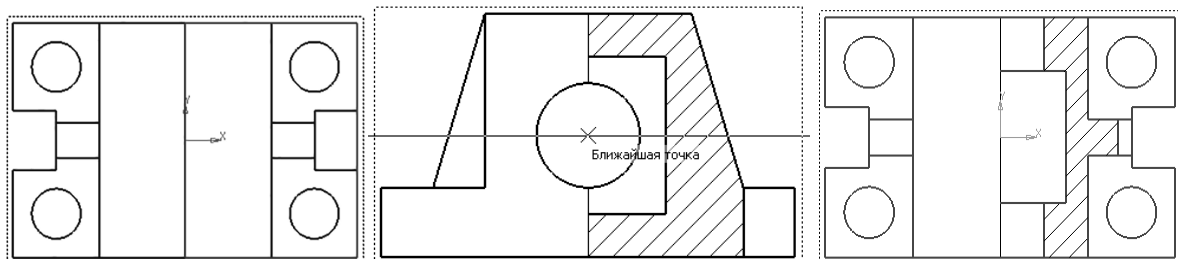


Рис. 115. Построение местного разреза на виде сверху

Отверстия диаметром 17 мм не попадают ни в один из разрезов, поэтому для них требуется сделать отдельный местный разрез на виде спереди или сбоку. Место нахождения отверстия обводим **Окружностью**, **Овалом** или **Кривой Безье** (указав для нее замкнутый контур) и выполняем местный разрез (рис. 116).

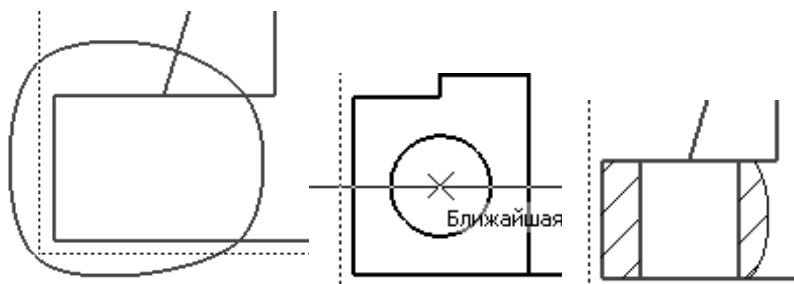


Рис. 116. Построение местного разреза для отверстий

Оформляем чертеж.

На рис. 117 показаны места, где имеются ошибки в оформлении. На всех трех видах граница раздела вида и разреза представляет собой линию обрыва, а должна быть осевой. На виде спереди ребро жесткости включено в разрез, а по правилам выполнения разрезов – не должно. Данные ошибки исправляются вручную, для этого требуется разрушить связь вида с его моделью.

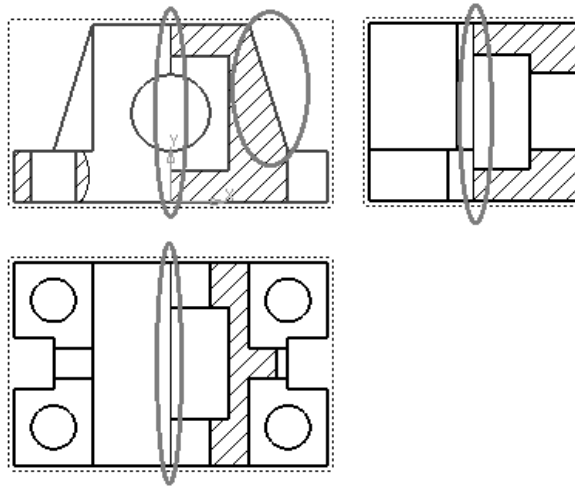


Рис. 117. Ошибки оформления чертежа

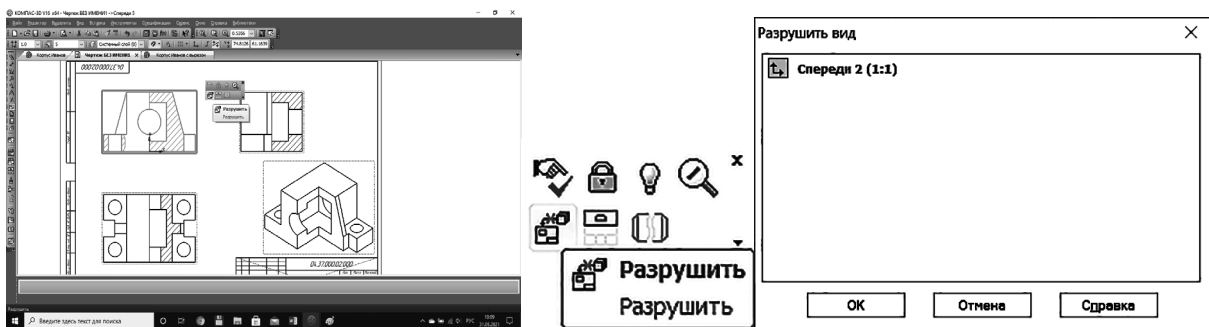

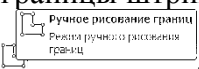


Рис. 118. Разрушение вида для его редактирования

При выборе вида команду **Разрушить** можно найти в **Контекстном меню** или нажав ПКМ на границе вида. На вопрос системы «**Разрушить вид?..**» нажимаем ОК (рис. 118). Разрушив вид, удаляем штриховку, удаляем линию обрыва. Прочерчиваем отрезком ребро жесткости, наносим осевые и центровые линии, штрихуем разрез согласно правилам. Команда **Штриховка**  находится во вкладке **Геометрия**, и т. к. выполняем только половину разреза, границы штриховки указываем вручную, включив на **Панели свойств** соответствующий режим . **Шаг** и **Направление** штриховки должны совпадать с уже нанесенной штриховкой на других видах. Для создания контура штриховки и для подтверждения создания самой штриховки на **Панели свойств** нажимаем кнопку **Создать объект** (рис. 119).

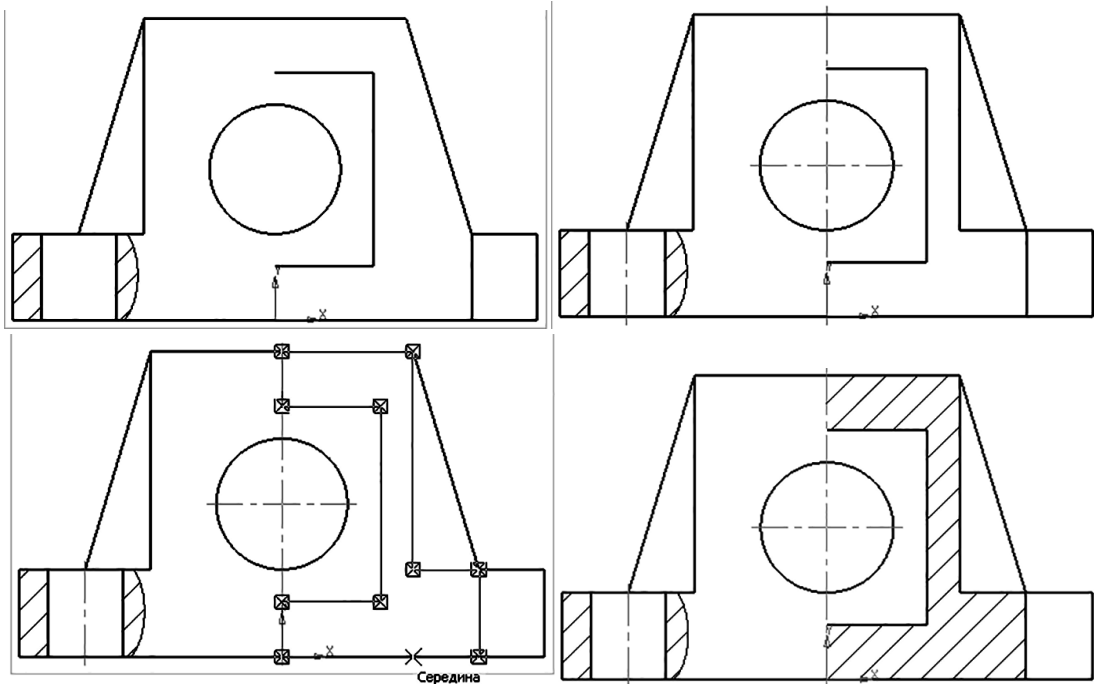


Рис. 119. Исправление ошибок в штриховке вида спереди

На видах сверху и сбоку заменяем линию обрыва на осевую и проставляем центровые линии для отверстий (рис. 120).

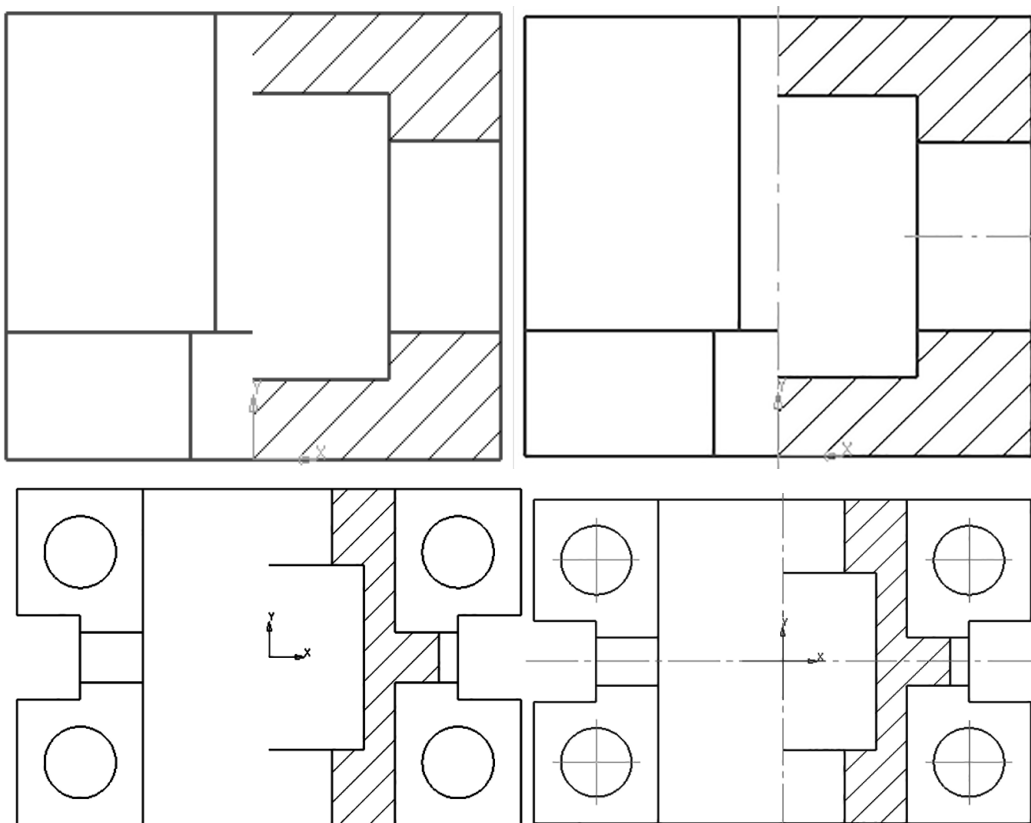


Рис. 120. Исправление ошибок на видах сверху и сбоку

Оформляем аксонометрическую проекцию: наносим осевые линии и штриховку. Центровые линии для отверстий в аксонометрии наносятся в трех направлениях. Для штриховки фронтального разреза указываем угол наклона -60° , профильного разреза -60° (рис. 121).

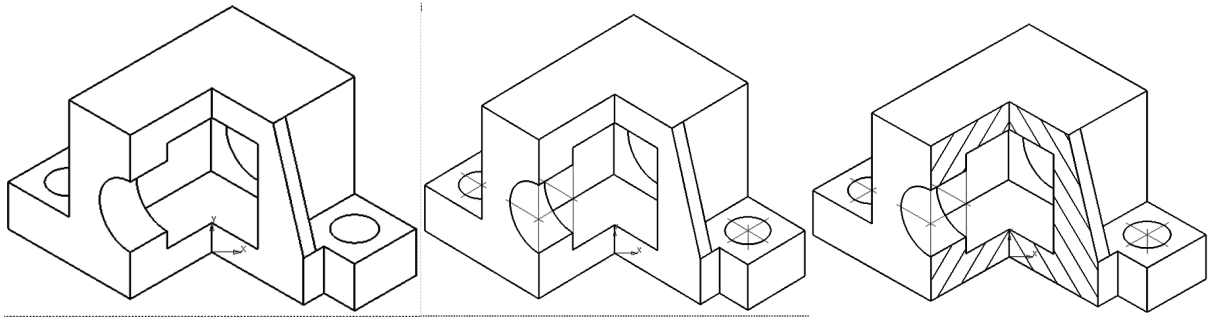


Рис. 121. Оформление аксонометрической проекции

Изображения трех видов детали и аксонометрии с вырезом $\frac{1}{4}$ готовы (рис. 122).

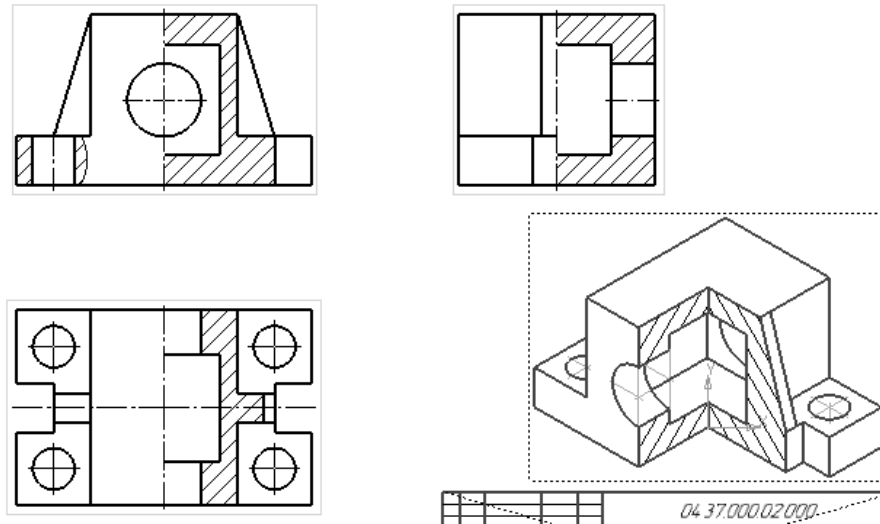


Рис. 122. Окончательный вариант видов на чертеже

Наносим размеры. Для начала настраиваем систему: на свободном месте чертежа щелкаем ПКМ и в открывшемся меню выбираем **Параметры текущего чертежа...**, в левой части открывшегося окна раскрываем ветку **Размеры – Допуски и предельные значения – Параметры**, в правой части окна снимаем галочку **Предельные отклонения или значения**. Нажимаем **ОК** (рис. 123).

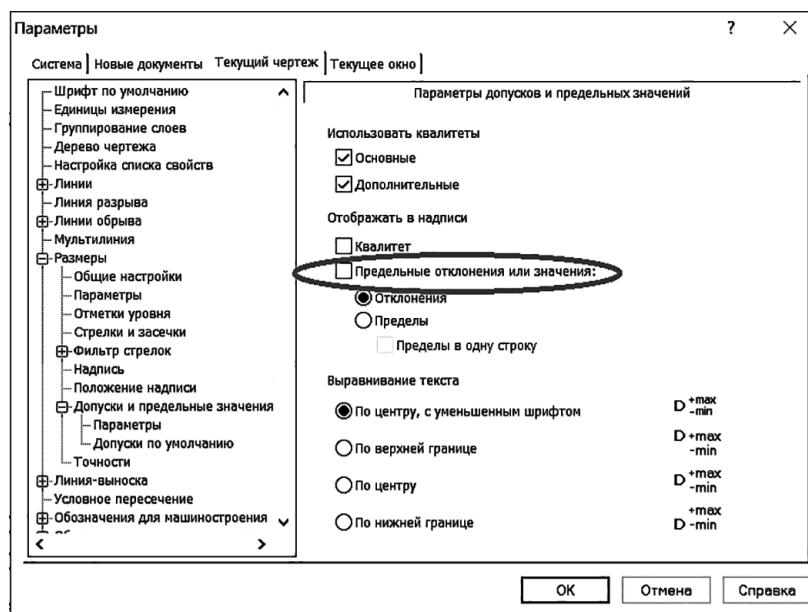


Рис. 123. Настройка системы

Размеры, указанные в задании, наносим на все три стандартных вида. Размеры отверстий наносим на том виде, где видна его глубина (рис. 124).

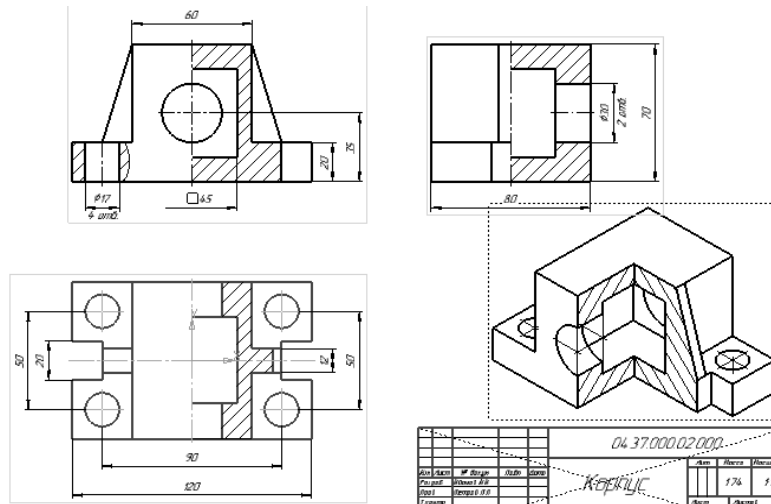



Рис. 124. Нанесение размеров на виды

Для горизонтального разреза обозначаем секущую плоскость с помощью команды **Линия разреза**  на вкладке **Обозначения**. Секущая плоскость для горизонтального разреза проходила через центр отверстия, там обозначения и проставляем. Название разреза устанавливаем над видом сверху, где изображен горизонтальный разрез (рис. 125).

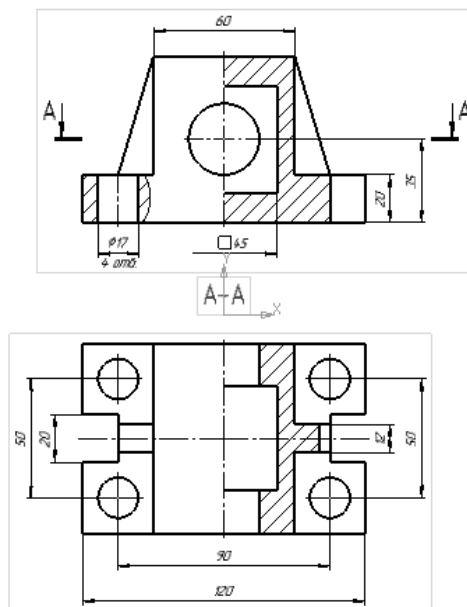


Рис. 125. Обозначение горизонтального разреза

Заполняем основную надпись. Основные ячейки (**Наименование**, **Обозначение документа**, графа **Разработал** и **Проверил**) заполнились автоматически. Вручную заполняем ячейку места создания документа и подтверждаем создание объекта (рис. 126).

					04.37.000.02.000		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов И.И.					1,74	1:1
Проб.	Петров П.П.				Лист	Листов	
Т.контр.							
Н.контр.				Сталь 10 ГОСТ 1050-88	БГАТУ, зр. 1 мс		
Утв.							

Рис. 126. Заполнение штампа основной надписи

Сохраняем документ.

Контрольные вопросы и задания

1. Порядок работы при создании детали.
2. Отличие инструментальных панелей в пакете Компас-3D от Компас-График.
3. Основные приемы при моделировании деталей.
4. Последовательность получения чертежа из модели.
5. Какая команда на панели переключателей отвечает за работу с видами детали?

Практическая работа № 3

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛ» С НЕОБХОДИМЫМИ СЕЧЕНИЯМИ

Цель: научиться пользоваться инструментами пакета Компас-3D; научиться пользоваться встроенными библиотеками Компас-3D; научиться получать двухмерные изображения на основании трехмерной модели; изучить и научиться применять команды вкладки Виды и Обозначения пакета Компас-График.

Задание

1. Выполнить трехмерную модель детали.
2. Создать чертеж детали на основе выполненной модели.
3. Выполнить на чертеже необходимые сечения.
4. Нанести размеры.
5. Оформить чертеж.

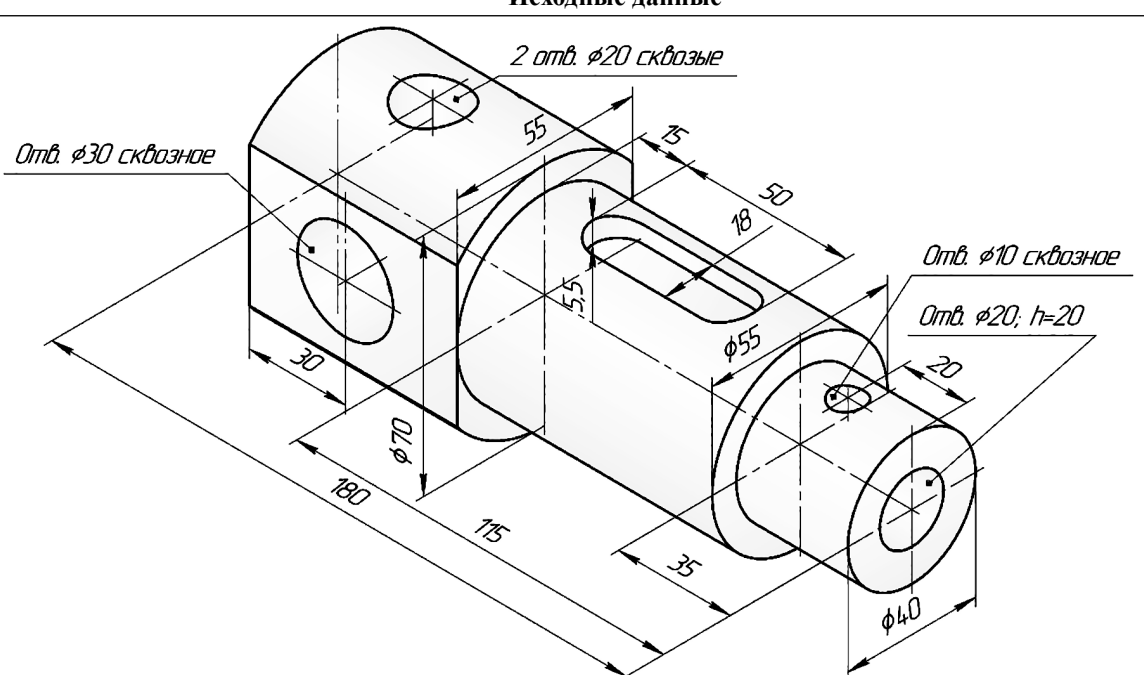
Задание выполняется на формате А3.

Варианты задания представлены в табл. 4.

Пример выполнения задания представлен на рис. 127.

Таблица 4

Варианты задания «Вал»

Вар.	Исходные данные
1	 <p style="text-align: center;">2 отв. $\phi 20$ сквозные</p> <p style="text-align: left;">Отв. $\phi 30$ сквозное</p> <p style="text-align: right;">Отв. $\phi 10$ сквозное Отв. $\phi 20$; $h=20$</p> <p>Dimensions shown: 30, 180, 115, 15, 55, 75, 18, 50, 55, 55, $\phi 70$, $\phi 55$, 20, $\phi 40$, 35.</p>

Вар.	Исходные данные
2	<p>4 отв. $\phi 10$, $h=6$</p>
3	<p>Отв. $\phi 10$ сквозное</p> <p>Отв. $\phi 20$ сквозное</p>

Вар.	Исходные данные
4	<p>Technical drawing of a mechanical part for variant 4. The part is cylindrical with a total length of 180. Key dimensions include: diameter 45 at the left end; hole diameter 20, height 35; hole diameter 14, height 5.5, located 36 units from the left end; main body diameter 60, length 75; diameter 40 at the right end; hole diameter 20, height 10; and a chamfered section with diameter 25 and height 20.</p>
5	<p>Technical drawing of a mechanical part for variant 5. The part is cylindrical with a total length of 180. Key dimensions include: diameter 80 at the left end; hole diameter 22, сквозное (through); hole diameter 6, height 16, located 70 units from the left end; main body diameter 55, length 80; diameter 30 at the right end; hole diameter 30, height 30.</p>

Вар.	Исходные данные
6	<p> $\phi 46$ $\phi 80$ $\phi 40$ 20 36 65 14 5.5 45 20 70 180 32.5 Отв. $\phi 30$; $h=45$ 4 отв. $\phi 10$ сквозные Отв. $\phi 20$; $h=50$ </p>
7	<p> $\phi 40$ $\phi 60$ $\phi 50$ 15 32 50 5 25 65 12 17 35 180 2 отв. $\phi 16$; $h=20$ 2 отв. $\phi 14$ сквозные </p>

Вар.	Исходные данные
8	<p>Отв. $\phi 16$ сквозное</p> <p>Отв. $\phi 20$; $h=30$</p> <p>$5 \times 45^\circ$</p>
9	<p>4 отв. $\phi 12$; $h=20$</p> <p>Отв. $\phi 18$ сквозное</p>

Вар.	Исходные данные
10	<p>Technical drawing of a mechanical part for variant 10. Dimensions include: $\phi 38$, 15, 40, 12, 4.5, $\phi 70$, 20, 44, 45, 180, $\phi 10$ сквозное, $\phi 74$, 30, $\phi 20$ сквозное.</p>
11	<p>Technical drawing of a mechanical part for variant 11. Dimensions include: $\phi 34$, 10, 22, 10, 4.7, $\phi 80$, 50, 180, 65, 32.5, 60, 40, $\phi 45$, $\phi 20$ сквозное, 4 отв. $\phi 12$ сквозные.</p>

Вар.	Исходные данные
12	<p>Отв. $\phi 32$, $h=50$</p> <p>Отв. $\phi 30$ сквозное</p> <p>Отв. $\phi 10$ сквозное</p> <p>80, 15, 50, 22.5, 55, 18, $\phi 60$, 25, 180, 80, 55, $\phi 40$</p>
13	<p>Отв. $\phi 18$, $h=35$</p> <p>Отв. $\phi 16$ сквозное</p> <p>3x45°</p> <p>8, 25, 60, 18, 20, 30, 80, 40, 180, 10, 15, $\phi 30$, $\phi 60$, $\phi 50$</p>

Вар.	Исходные данные
14	<p>Technical drawing of a mechanical part for variant 14. The part is cylindrical with a total length of 180 mm. Key features include:</p> <ul style="list-style-type: none"> Left end diameter: $\phi 50$ Hole diameter: $\phi 12$ (сквозное), located 25 mm from the left end. Section length: 55 mm Intermediate diameter: $\phi 70$ Hole diameter: $\phi 24$ (сквозное), located 60 mm from the start of the $\phi 70$ section. Right end diameter: $\phi 30$ Hole diameter: $\phi 10$, located 4.5 mm from the right end. Right end chamfer: $5 \times 45^\circ$ Other dimensions: 70 mm, 22 mm, 25 mm, 4.5 mm.
15	<p>Technical drawing of a mechanical part for variant 15. The part is cylindrical with a total length of 180 mm. Key features include:</p> <ul style="list-style-type: none"> Left end diameter: $\phi 42$ Hole diameter: $\phi 16$ (сквозное), located 20 mm from the left end. Section length: 70 mm Intermediate diameter: $\phi 60$ Hole diameter: $\phi 10$, located 12 mm from the start of the $\phi 60$ section. Hole diameter: $\phi 26$ (сквозное), located 30 mm from the start of the $\phi 60$ section. Right end diameter: $\phi 40$ Four holes diameter: $\phi 10$ (сквозные), located 10 mm from the right end. Other dimensions: 4.5 mm, 10 mm, 30 mm, 60 mm, 30 mm.

Вар.	Исходные данные
16	<p>Technical drawing of a stepped shaft with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Total length: 180 Section 1 (left): Diameter $\phi 48$, length 70. Contains a hole with diameter $\phi 20$ (labeled "Отв. $\phi 20$ сквозное") and a chamfered end with a radius of 15. The hole is 5 units from the left end and 35 units from the right end of this section. Section 2 (middle): Diameter $\phi 60$, length 60. Contains a hole with diameter $\phi 20$ (labeled "Отв. $\phi 20$ сквозное") located 25 units from the right end of this section. Section 3 (right): Diameter $\phi 40$, length 32. Contains a hole with diameter $\phi 14$ (labeled "Отв. $\phi 14$ сквозное") located 20 units from the right end of this section. Additional dimensions: 35 units from the end of Section 2 to the start of Section 3.

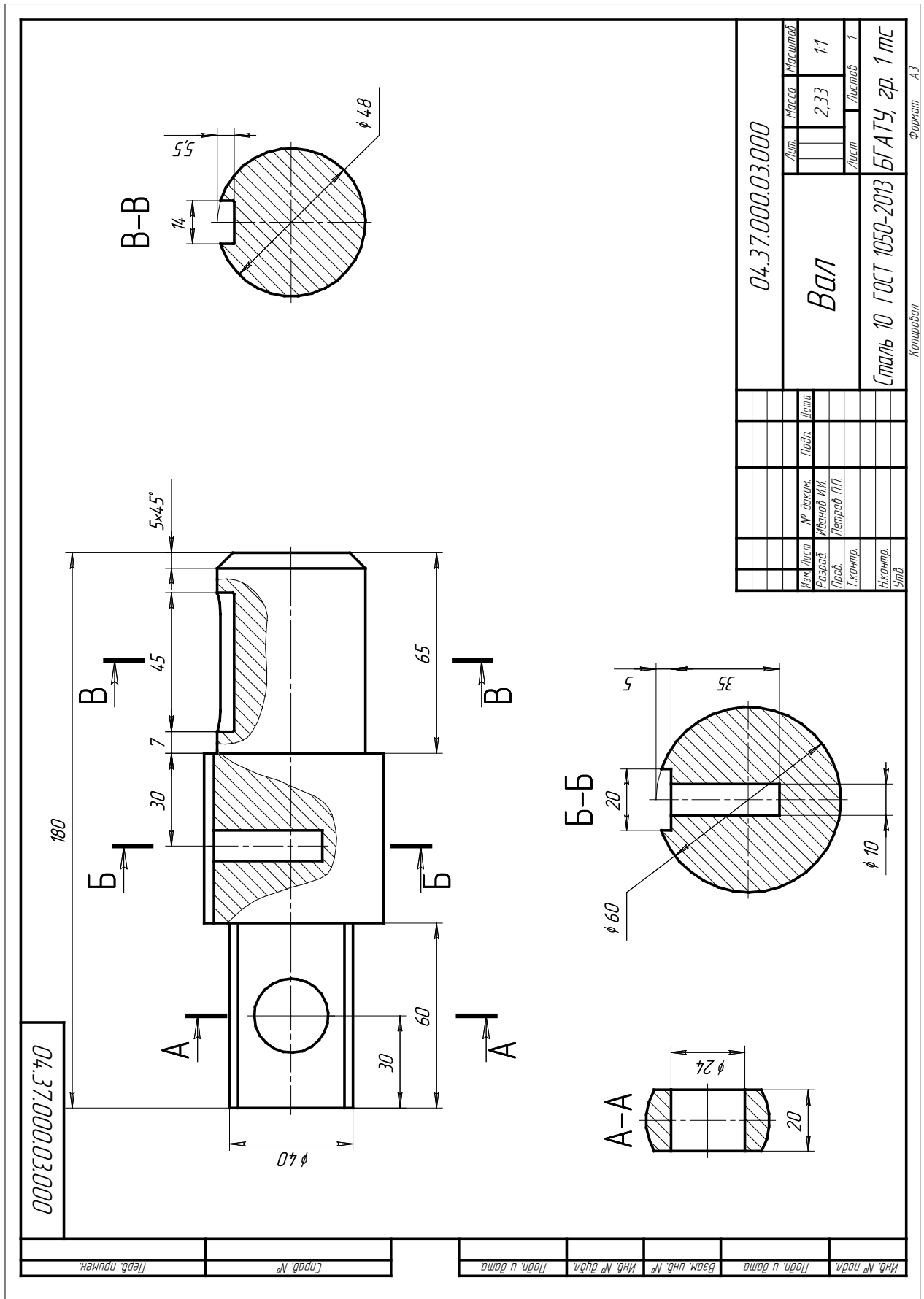


Рис. 127. Пример выполнения задания «Вал»

Методические указания и последовательность выполнения

Открыть программу **КОМПАС-3D** на компьютере, используя следующий путь:

Пуск → *Программы* → *АСКОН* → *КОМПАС-3D*.

Войти в компонент **КОМПАС-3D**. Для этого необходимо создать новую Деталь (рис. 128).

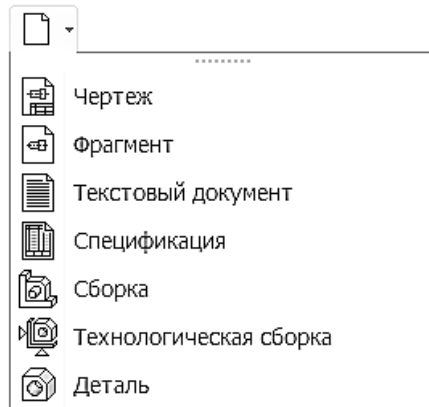


Рис. 128. Создание документа

Установить ориентацию осей в положение **Изометрия XYZ**. По умолчанию ориентация устанавливается в положение **Изометрия YZX**, для смены на панели **Вид** выбрать кнопку **Ориентация** и выбрать **Изометрия XYZ** (рис. 129).

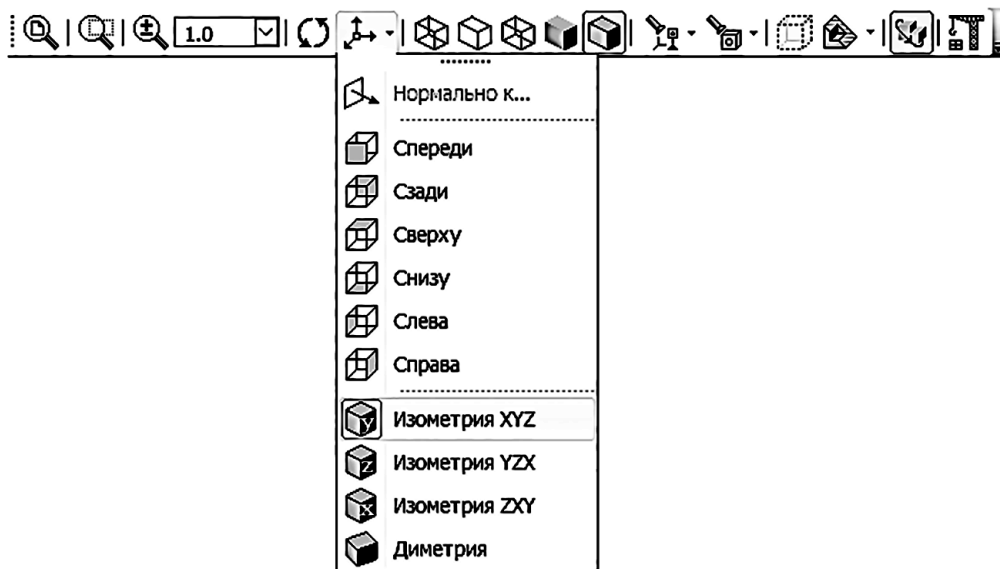


Рис. 129. Ориентация

Дать наименование модели. В **Дереве чертежа** щелкнуть ПКМ на деталь и в меню выбрать **Свойства модели** (рис. 130). В открывшемся окне щелкнуть на кнопку **Настройка списка свойств** (рис. 131) и поставить галочки на следующих параметрах: **Обозначение**, **Наименование**, **Разработал**, **Проверил** (рис. 132). Нажать **ОК**. Заполнить появившиеся ячейки. По желанию можно изменить оптические свойства модели (рис. 133). Нажать кнопку **Создать объект**.

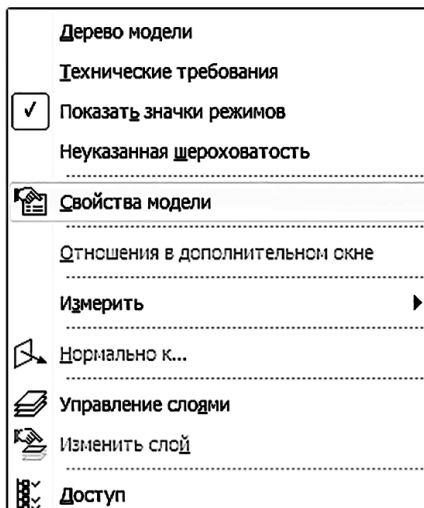


Рис. 130. Изменения свойств модели

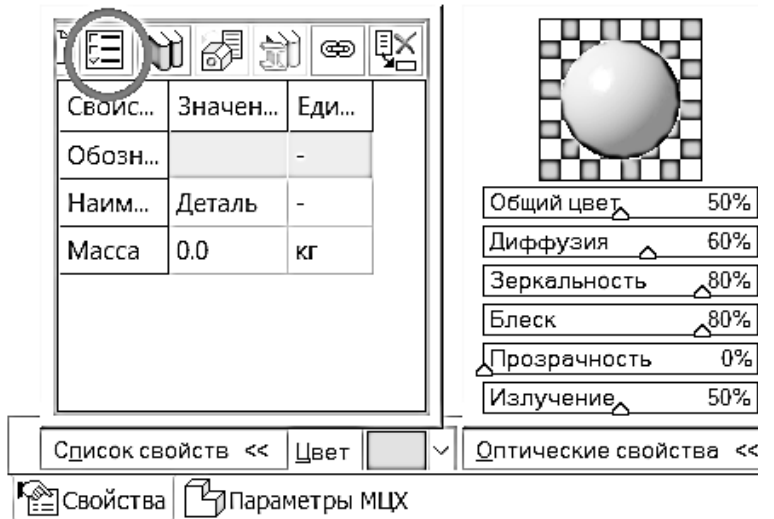


Рис. 131. Настройка свойств модели

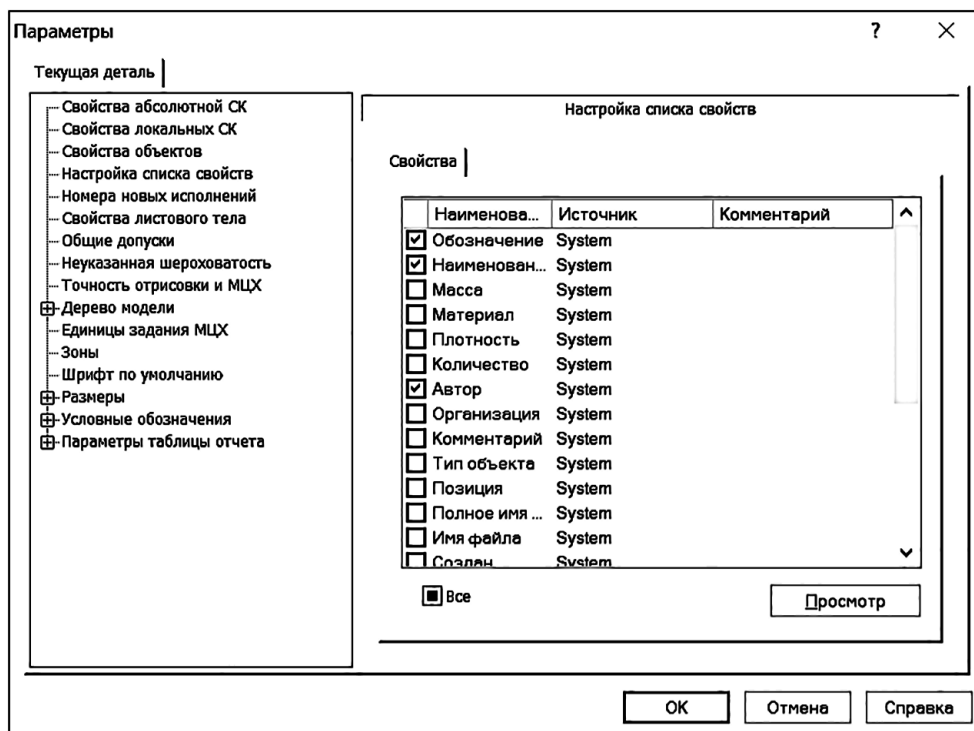


Рис. 132. Выбор свойств модели



Рис. 133. Указание свойств модели

Сохранить документ, указав путь сохранения и наименование файла «Вал + ФИО студента». Выполнить модель детали. Для примера выполним задание «Вал» (рис. 134).

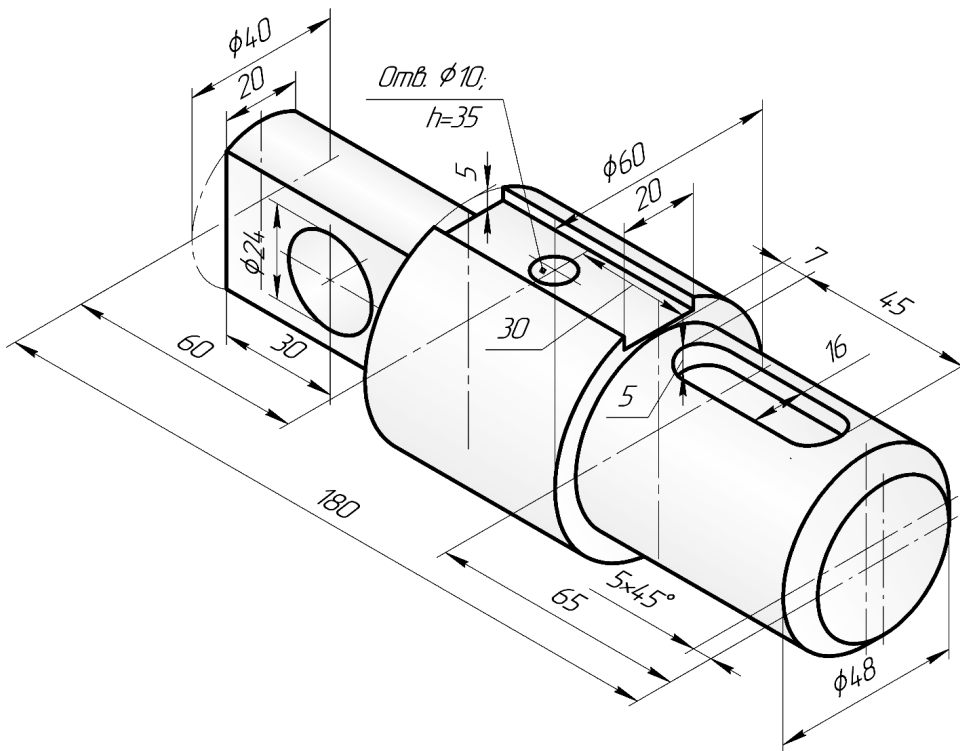



Рис. 134. Образец задания «Вал»

Деталь типа «Вал» – это тело вращения и для его создания будем использовать команду

Операция вращения. Выбираем **Плоскость XY** и нажимаем на кнопку **Эскиз**  на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, выбранная плоскость развернется параллельно экрану, в правом верхнем углу рабочего пространства отобразится значок режима (рис. 135). На боковой панели автоматически появятся инструменты для двухмерного черчения.

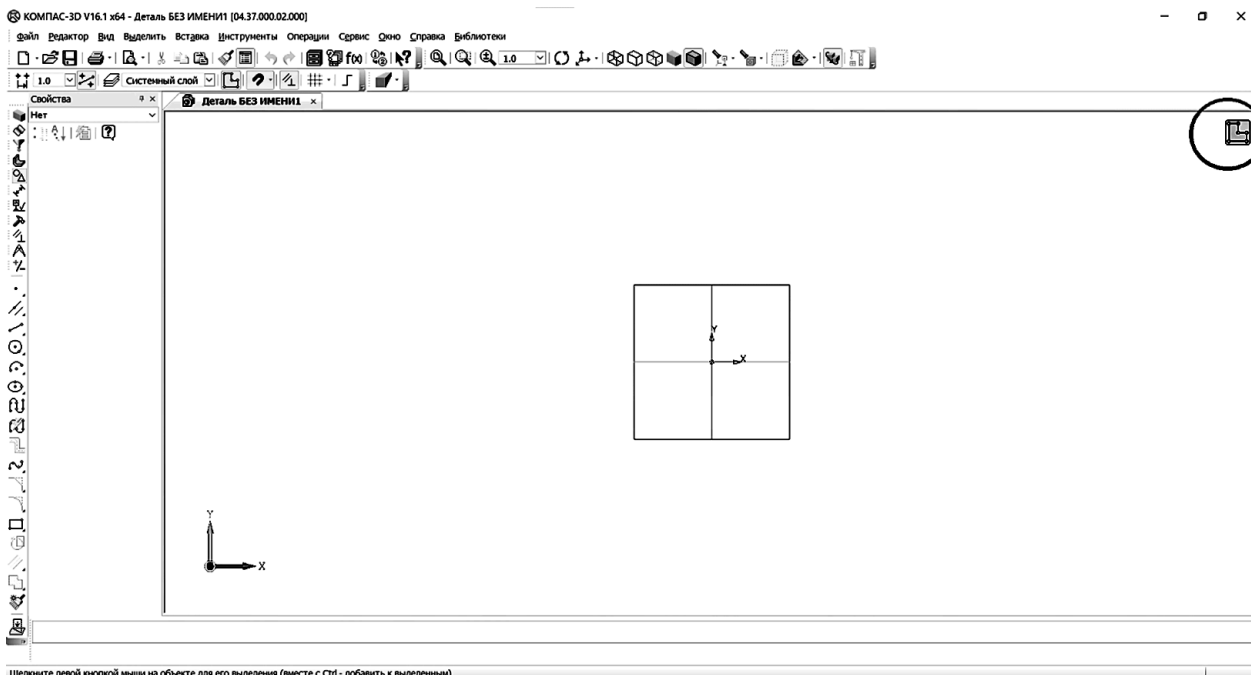


Рис. 135. Режим редактирования эскиза

Эскиз детали типа «Вал» представляет собой половину внешнего контура детали, с проведенной по центру осевой линией (рис. 136). Выходим из эскиза, нажав ЛКМ на значок режима.

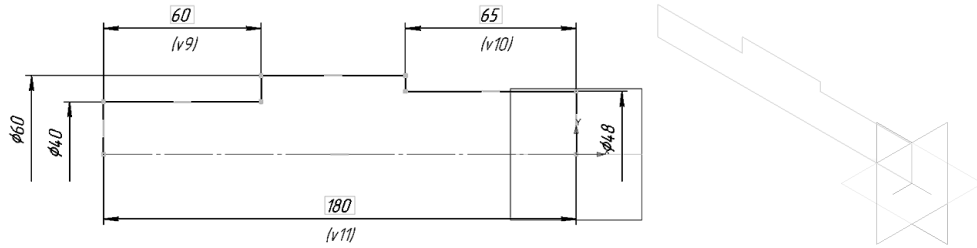


Рис. 136. Эскиз вала

На боковой панели выбираем команду **Операция вращения** (рис. 137). На панели свойств указываем параметры вращения: в окошке сечение вращения должен быть указан **Эскиз 1** (если нет, то его нужно выбрать в дереве модели), направление вращения – прямое, угол поворота 360° (рис. 138). На экране появится фантом построения. Нажимаем кнопку **Создать объект** (рис. 139).



Рис. 137. Команда Операция вращения

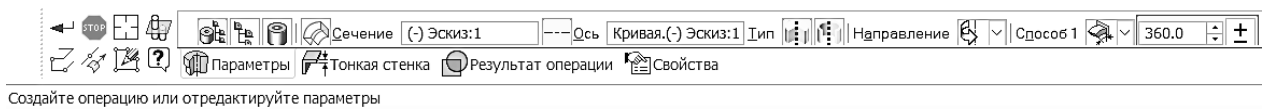


Рис. 138. Задание параметров операции вращения на Панели свойств

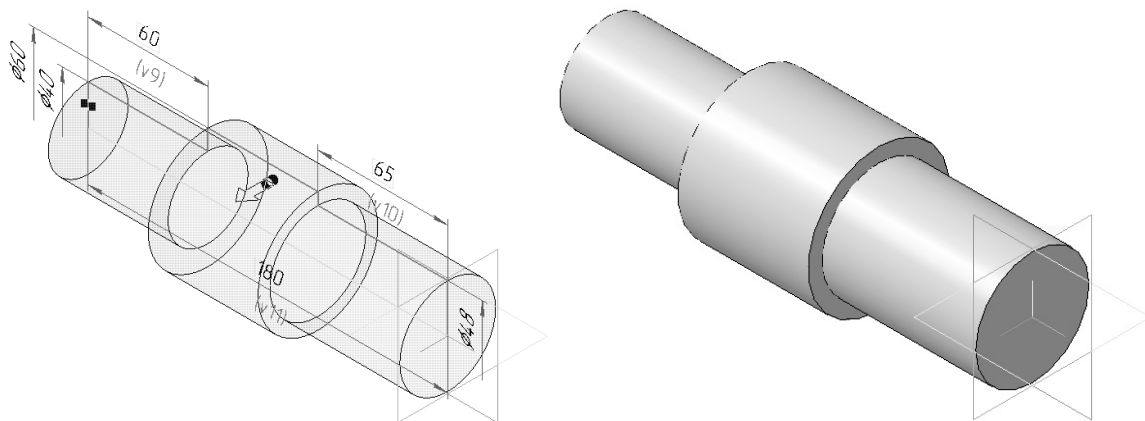


Рис. 139. Процесс создания модели вала

Создаем элементы первой ступени вала диаметром 48 мм. Фаску (скос кромки детали) строим с помощью команды **Фаска** (рис. 140). На панели свойств задаем длину 5 мм, угол скоса – 45° (рис. 141), указываем на детали ребро и нажимаем кнопку **Создать объект** (рис. 142).

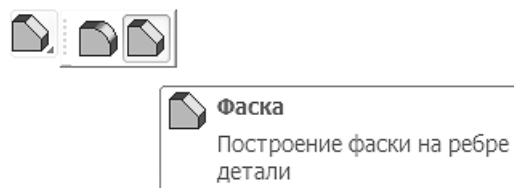


Рис. 140. Команда Фаска

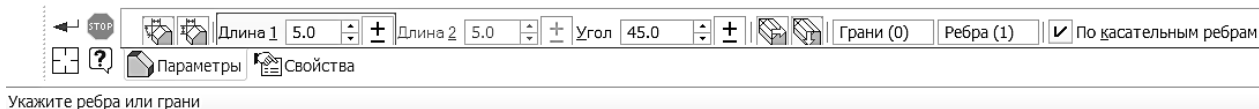


Рис. 141. Задание параметров фаски на Панели свойств

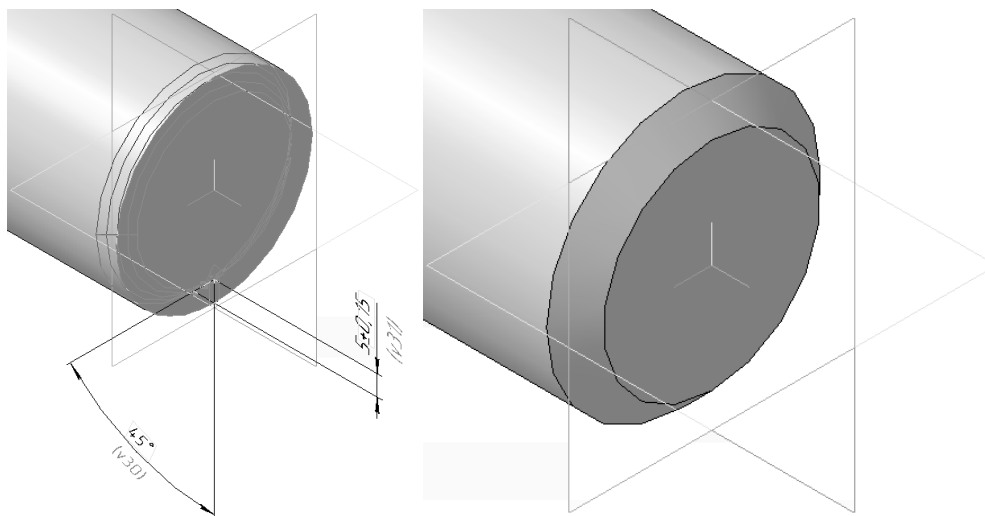


Рис. 142. Процесс создания фаски

Шпоночный паз строим с помощью библиотек стандартных элементов. Выбираем в меню *Библиотеки* → *Стандартные изделия* → *Вставить элемент* (рис. 143).

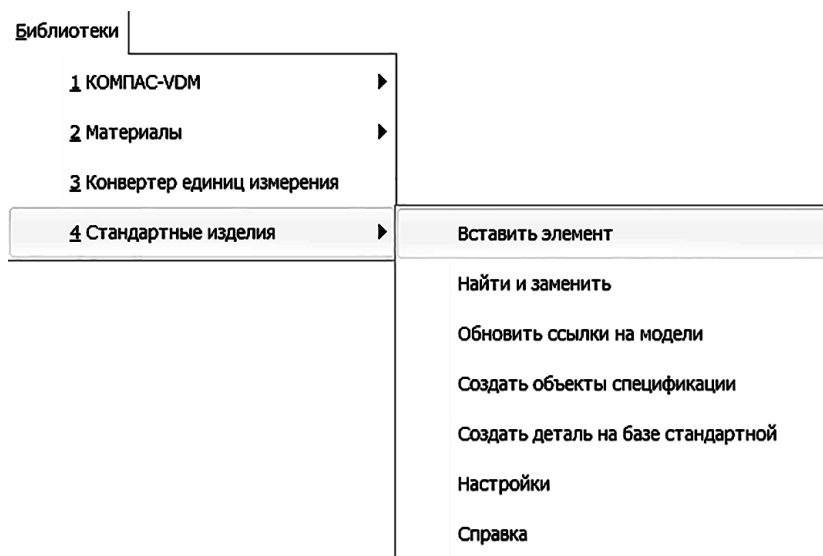


Рис. 143. Активация библиотек Компас-3D

В открывшемся окне Библиотеки стандартных изделий переключаемся на вкладку Конструктивные элементы, раскрываем ветвь *Шпоночные пазы* и выбираем *Шпоночный паз ГОСТ 23360–78 наружный* (рис. 144).

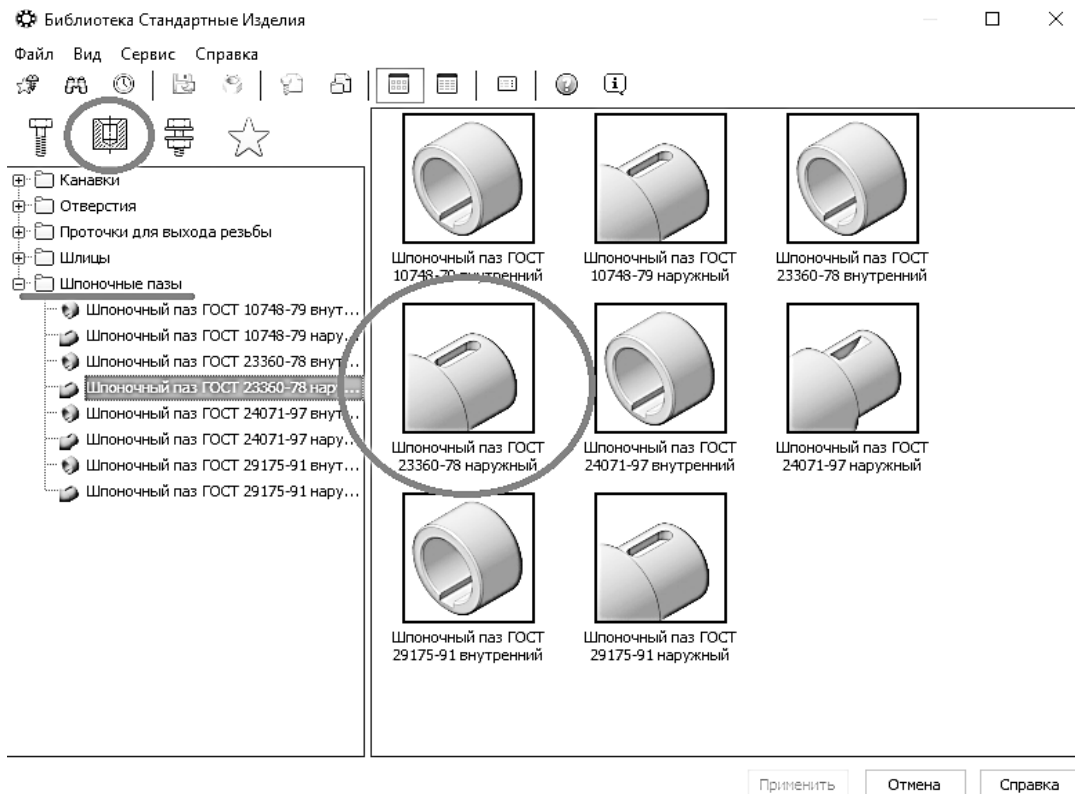


Рис. 144. Выбор типа шпоночного паза

Для позиционирования шпоночного паза на валу указываем мышкой плоскую грань, которая будет являться начальной поверхностью, от которой подсчитывается расстояние до начала шпоночного паза, наружную цилиндрическую поверхность, на которой будет располагаться шпоночный паз. На **Панели свойств** вводим расстояние до начала шпоночного паза, равное 7 мм, и угол поворота 0° (рис. 145). Для контроля расположения шпоночного паза на детали появляется линия, указывающая на место его начала. Если все верно, нажимаем кнопку **Создать объект**.

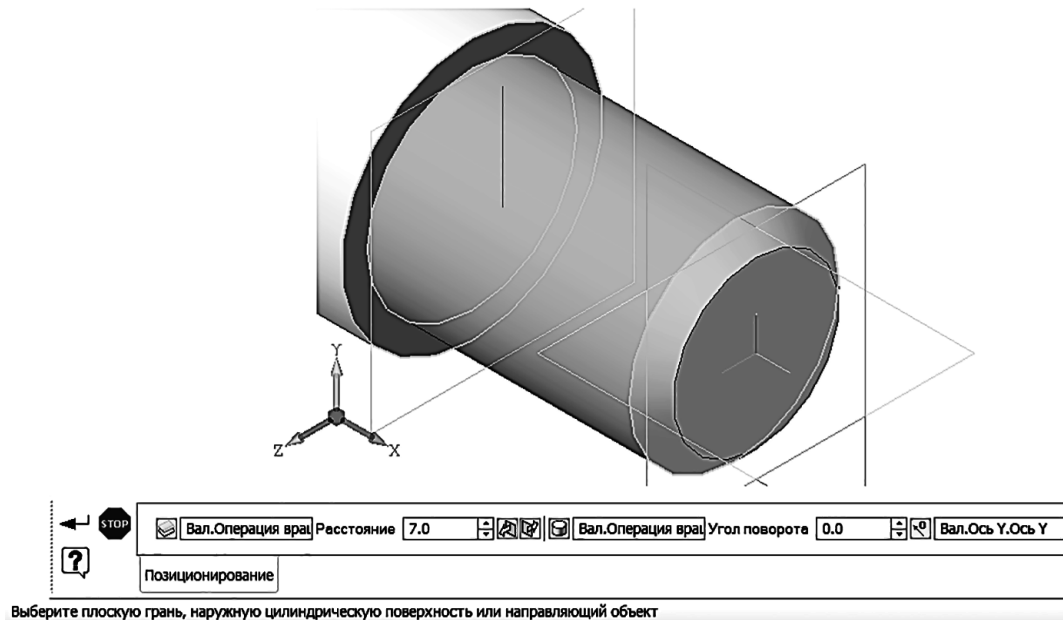


Рис. 145. Задание параметров шпоночного паза на Панели свойств

Возвращаемся в окно Библиотека стандартные изделия. Размеры шпоночного паза подбираются автоматически по диаметру вала, требуется только отредактировать его длину в ветке Конструкция и размеры (рис. 146).

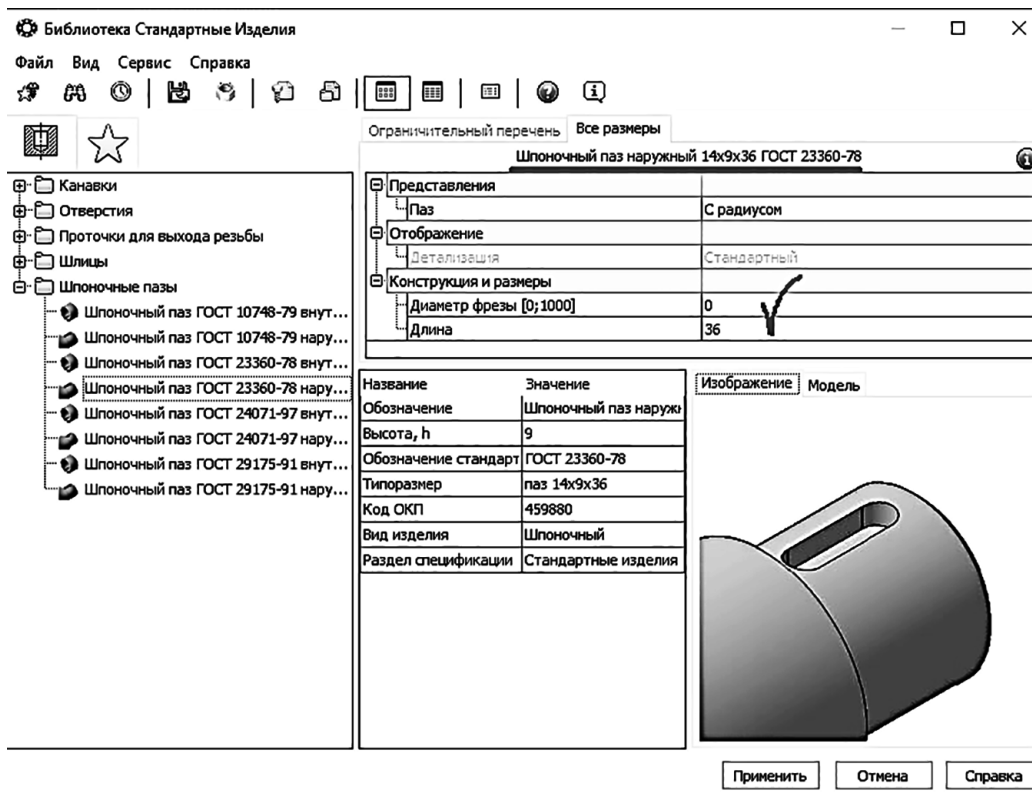


Рис. 146. Редактирование настраиваемых размеров шпоночного паза

Дважды кликнув ЛКМ на строке *Длина* в открывшемся окне **Выбор типоразмеров и параметров**, выбираем из стандартного ряда длин шпоночных пазов требуемую 45 мм (рис. 147). Нажимаем ОК и в предыдущем окне **Применить**. Шпоночный паз построен (рис. 148). Прерываем команду и выходим из **Библиотек**.



Рис. 147. Выбор размеров шпоночного паза

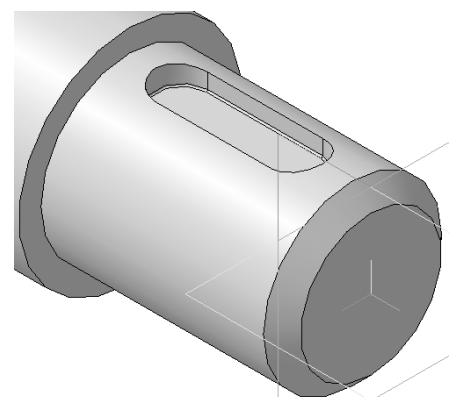


Рис. 148. Создание шпоночного паза

Для построения среза на средней ступени вала диаметром 60 мм выбираем одну из торцевых плоскостей и переходим в режим **Эскиз**. С помощью вспомогательных линий отмеряем размеры для среза и вычерчиваем эскиз (рис. 149). Внимательно следим за положением вала в пространстве при построении эскиза, т. к. деталь может перевернуться на 180°.

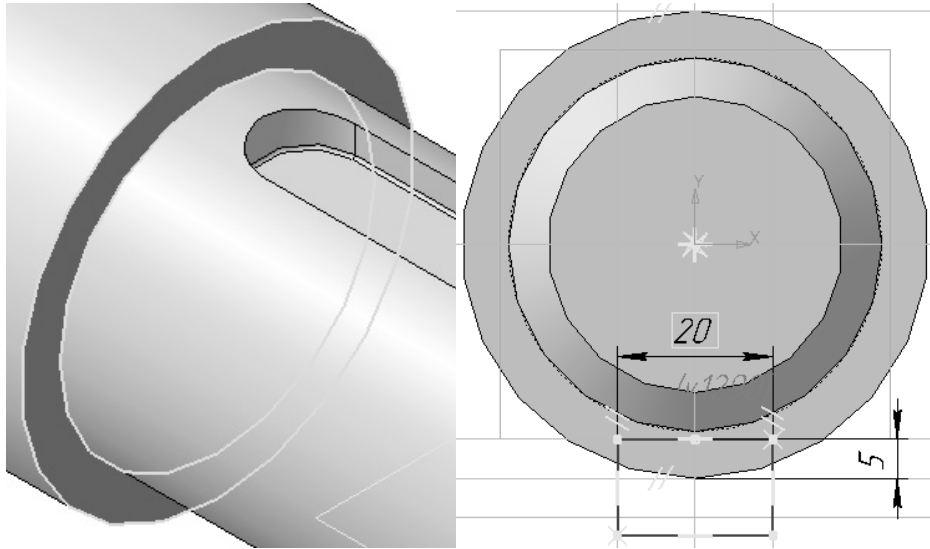
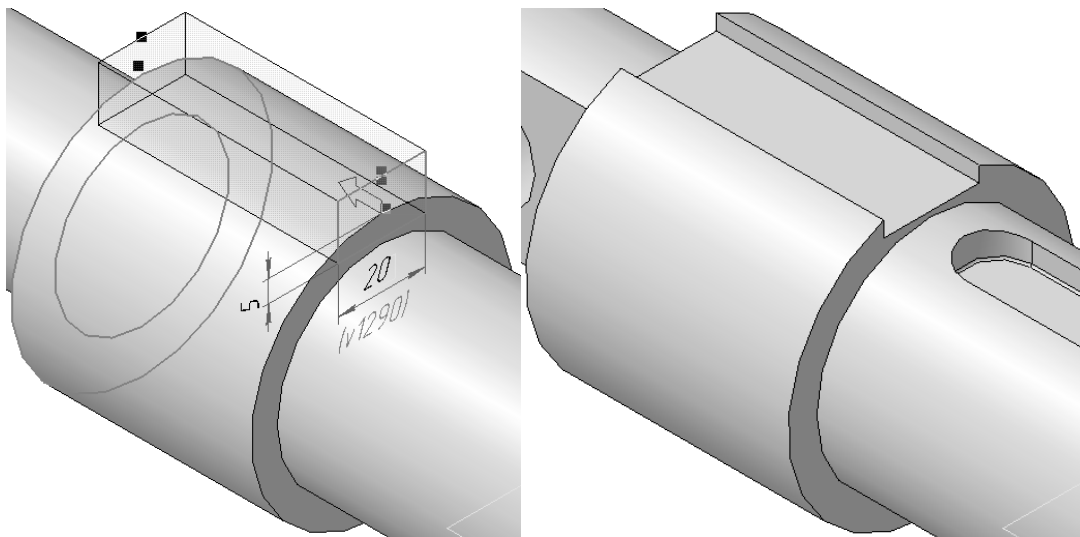


Рис. 149. Выполнение эскиза среза на валу

Командой **Вырезать** выдавливанием делаем срез, на **Панели свойств** указываем тип среза До поверхности и на детали мышкой указываем вторую торцевую плоскость ступени $\text{Ø}60$ мм (рис. 150).



Создайте операцию или отредактируйте параметры

Рис. 150. Задание параметров операции Вырезать выдавливанием на Панели свойств

Отверстие на валу строим командой **Простое отверстие** (рис. 151).



Рис. 151. Команда Простое отверстие

На **Панели свойств** во вкладке **Параметры** вводим диаметр отверстия 10 мм, глубину – 35 мм и выбираем плоскую форму торца отверстия (рис. 152).



Рис. 152. Задание параметров команды Простое отверстие на Панели свойств

Переключаемся на вкладку **Размещение** и задаем параметры: в окошке **Смещение** выбираем **Смещение** от двух объектов и кликаем мышью на плоскость, где должно быть вырезано отверстие, в качестве объектов смещения указываются ребра грани, вводим расстояния 30 и 10 мм от первого и второго ребер соответственно (рис. 153), нажимаем **Создать объект**.

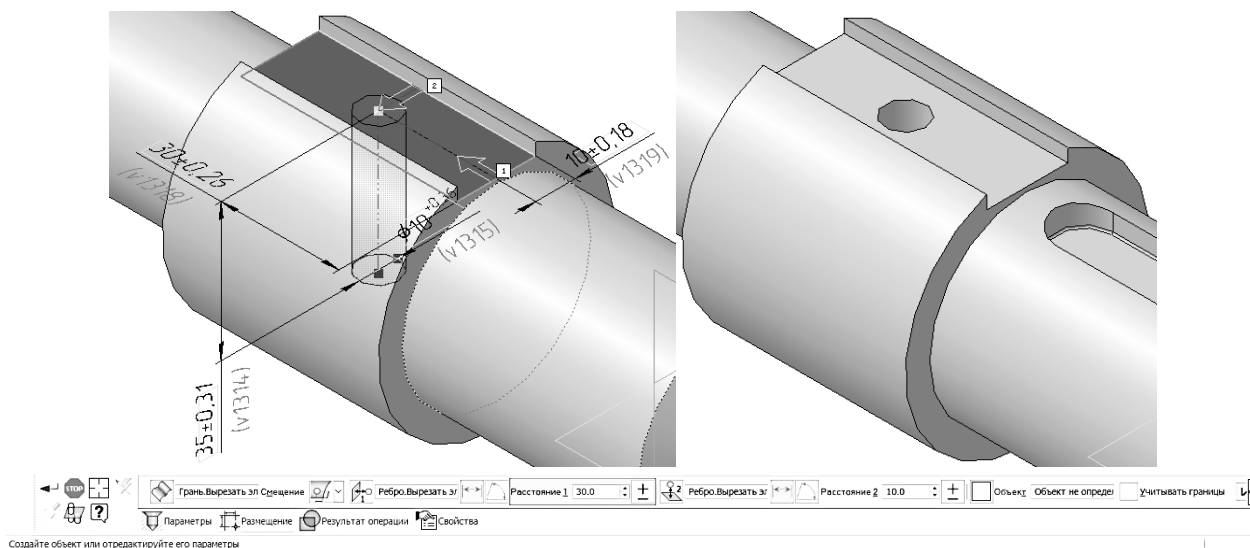


Рис. 153. Задание параметров размещения отверстия на Панели свойств

На последней ступени вала диаметром 40 мм строим лыски. Для создания эскиза выбираем торцевую плоскость ступени и вычерчиваем эскиз симметрично с двух сторон (рис. 154).

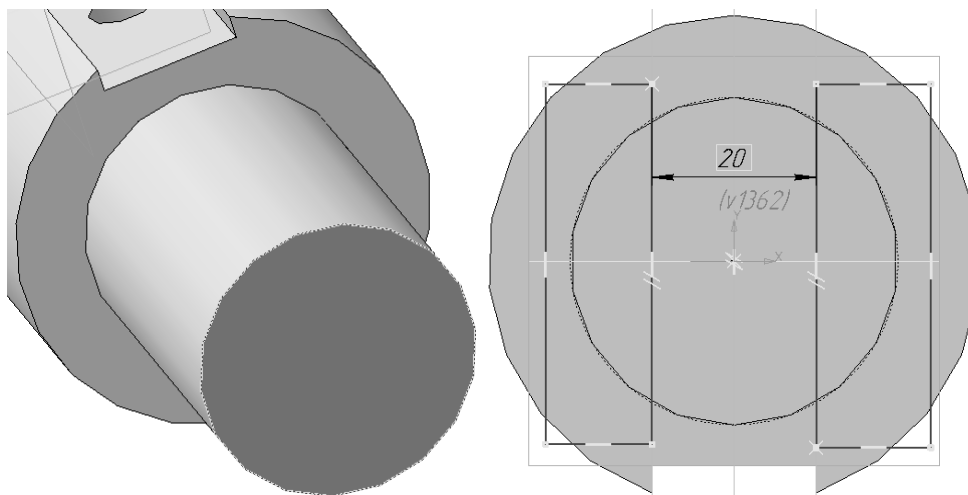


Рис. 154. Выполнение эскиза лысок на валу

Срезаем лыски операцией **Вырезать** выдавливанием на расстояние 60 мм (рис. 155). Создаем объект.

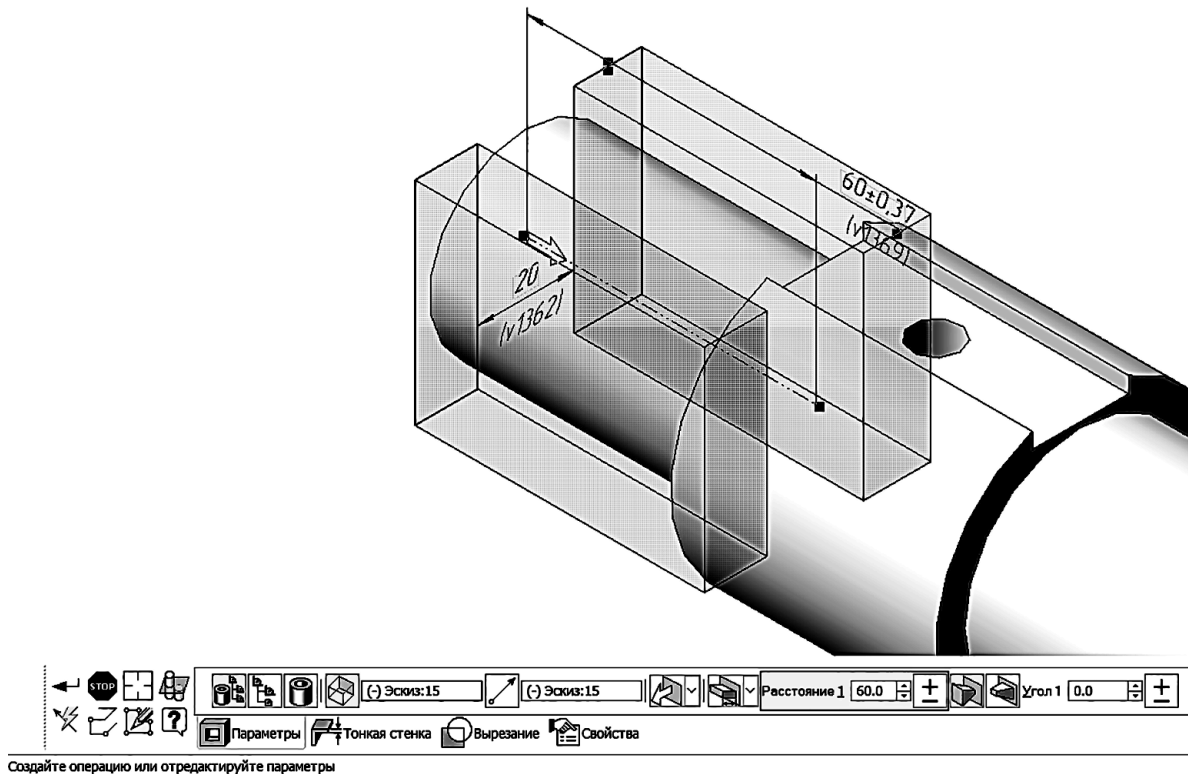


Рис. 155. Задание параметров операции Вырезать выдавливанием на Панели свойств

Для отверстия на третьей ступени выбираем команду **Простое отверстие**. На **Панели свойств** во вкладке **Параметры** задаем диаметр 24 мм, глубину – **Через все**. На вкладке **Размещение** в окошке **Смещение** выбираем **По координатам на плоскости**, тип координат – **Ортогональные**, X = -150, Y = 0 (рис. 156). Создаем объект.

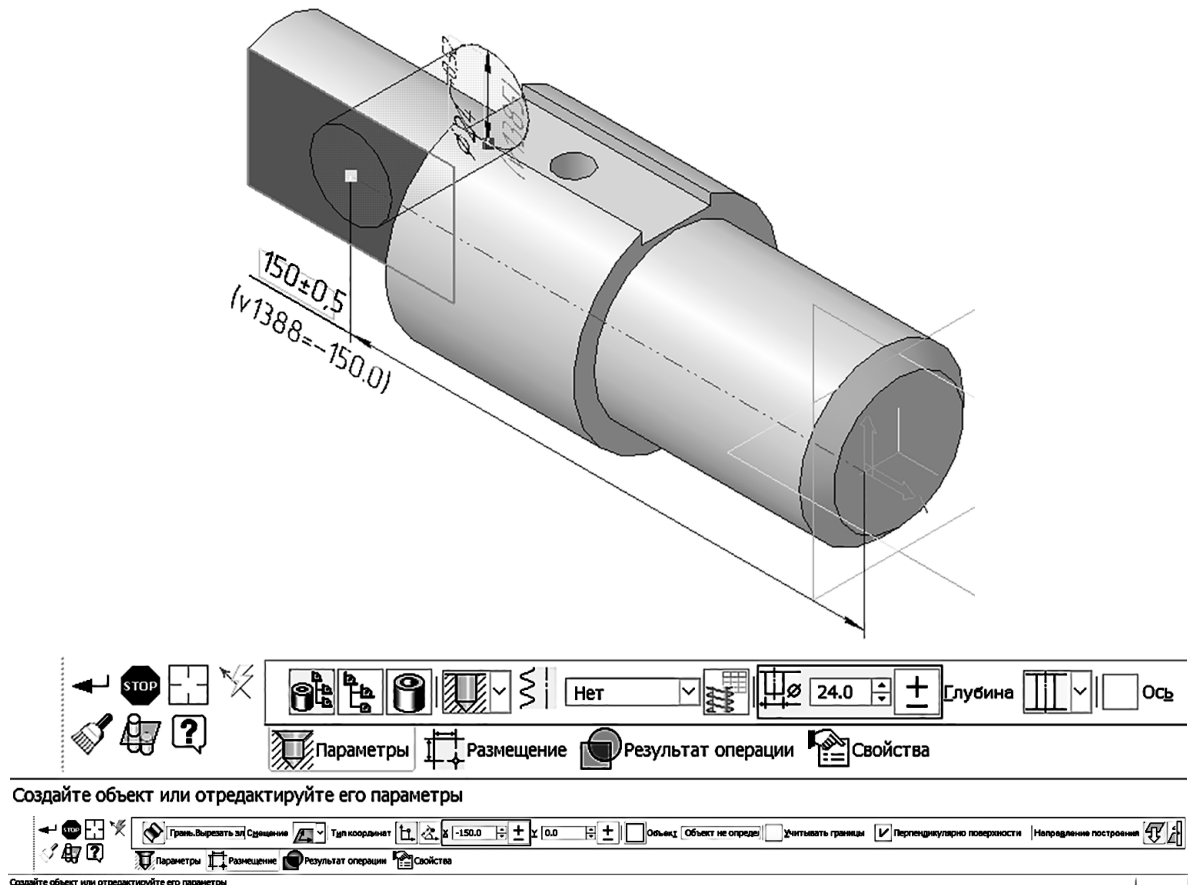


Рис. 156. Задание параметров Простого отверстия и его размещения на Панели свойств

Вал готов (рис. 157), сохраняем документ.

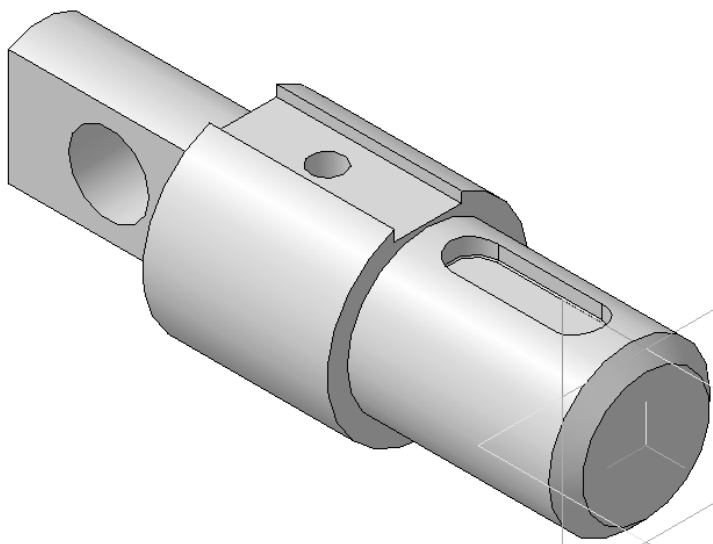


Рис. 157. Выполненная модель вала

Для создания чертежа по модели выбираем в меню **Операции** → **Создать новый чертеж** из модели. Включается новый документ **Чертеж**, на **Панели свойств** проверяем отображение (вид **#Спереди**), масштаб – 1:1, без невидимых линий и линий переходов (рис. 158). Указываем точку привязки вида в любом месте рабочего поля чертежа.

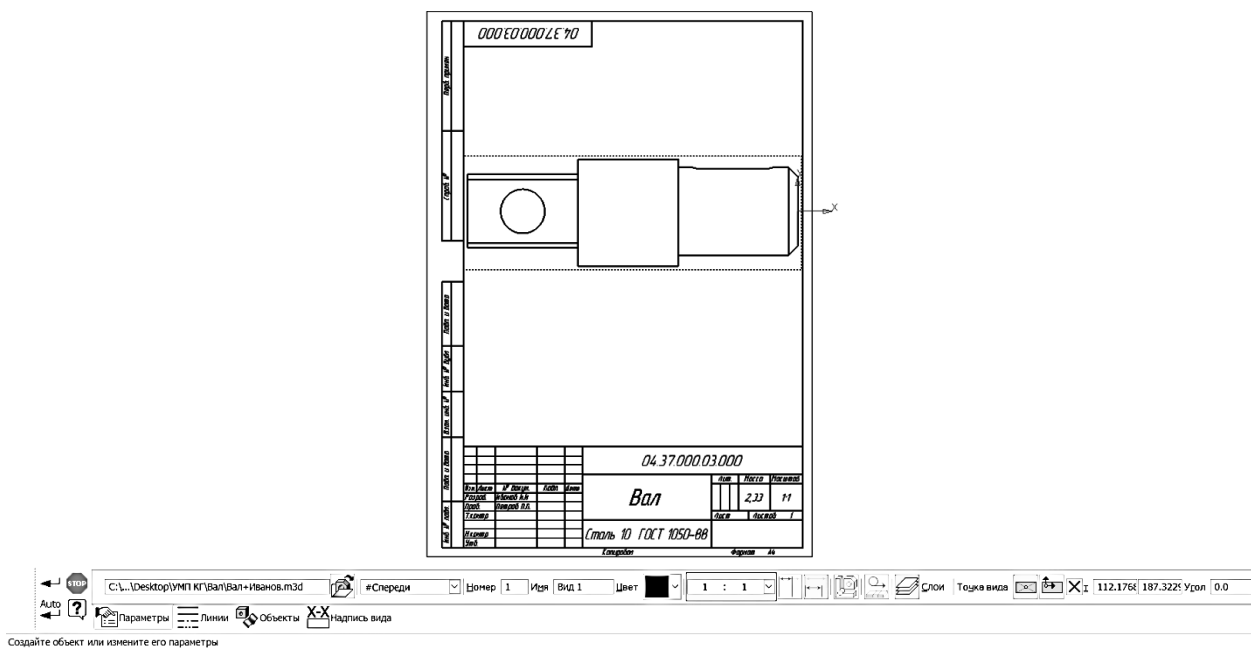



Рис. 158. Размещение главного вида вала на поле чертежа и задание его параметров на Панели свойств

По умолчанию создается новый чертеж формата А4, меняем его на формат А3 горизонтального расположения через **Менеджер документа**.

Выполняем необходимые сечения. На панели переключения выбираем **Обозначения** и включаем команду **Линия разреза** . Указываем начало и конец секущей плоскости выше и ниже ступени вала, секущая плоскость должна проходить через центр отверстия, для выравнивания можно использовать вспомогательные прямые. На **Панели свойств** отключаем **Проекционный вид**, переключаемся на **Сечение** (рис. 159). Точку привязки вида указываем на свободном месте поля чертежа.

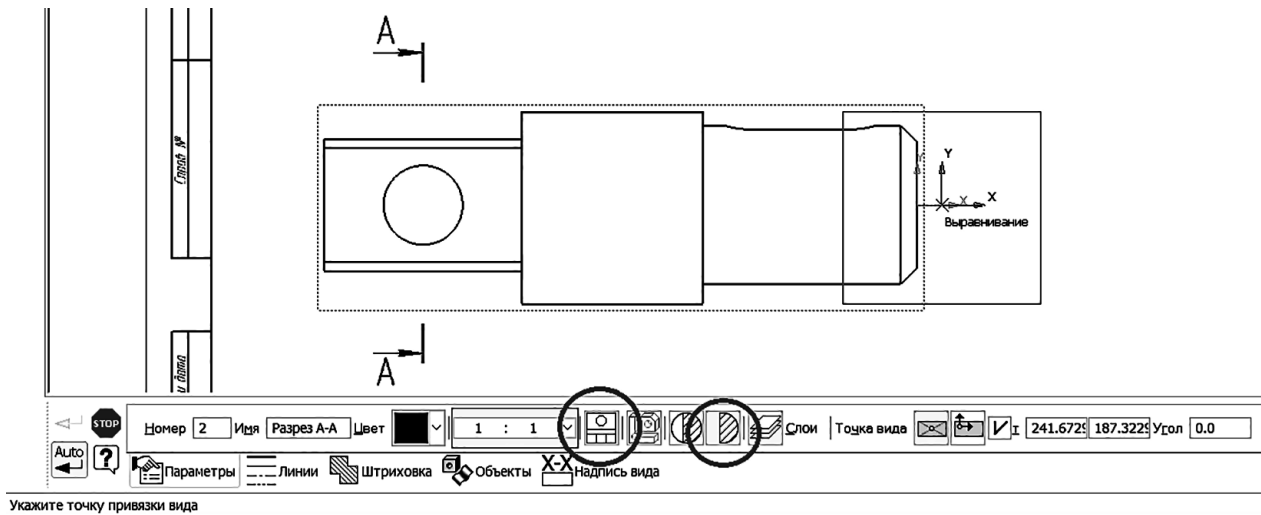


Рис. 159. Выполнение первого сечения вала

Сечение А-А построено (рис. 160). Т. к. при сечениях через отверстия изображения разбиваются на несколько частей, то их нужно заменять разрезами. Доработаем сечение А-А, соединив части изображения между собой командой **Отрезок**. Также сразу проставим центровые линии, используя команду **Обозначение центра** (рис. 161). Все манипуляции с видами нужно проводить, когда они активны (подсвечены синим).

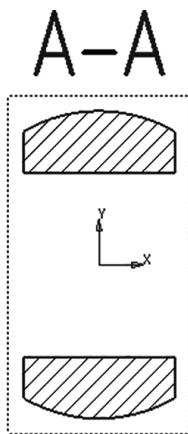


Рис. 160. Полученное сечение

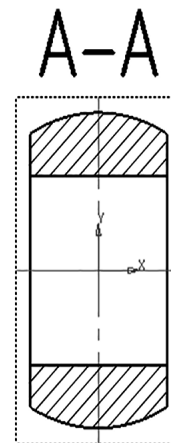


Рис. 161. Отредактированное сечение

Активизируем главный вид вала, дважды щелкнув **ЛКМ** на рамке ограничения вида. Строим второе сечение аналогично первому (рис. 162).

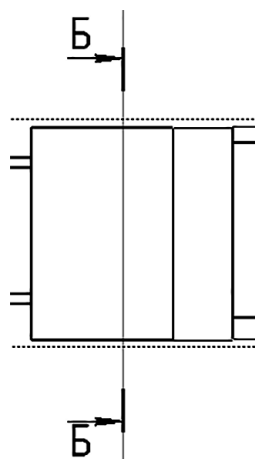


Рис. 162. Выполнение второго сечения

Сечение Б-Б располагаем на свободном месте чертежа, дорабатываем контур и проводим осевые линии (рис. 163).

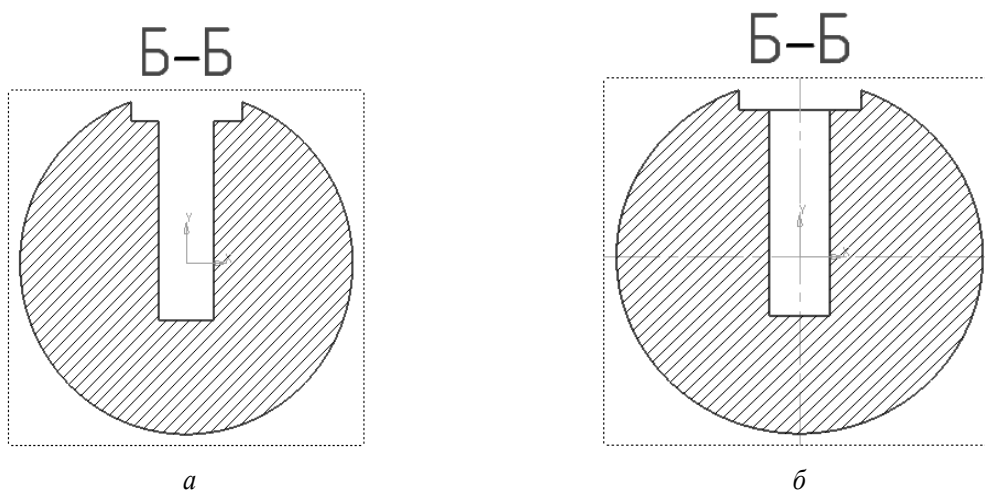


Рис. 163. Второе сечение вала: *a* – полученное; *б* – отредактированное

Третье сечение располагаем в проекционной связи на месте вида слева (рис. 164).

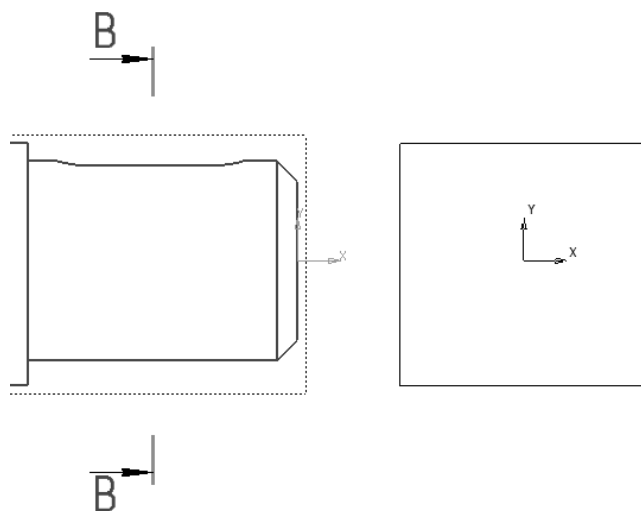


Рис. 164. Выполнение третьего сечения вала

Сечение В-В не требует доработки, проставляем только осевые линии (рис. 165).

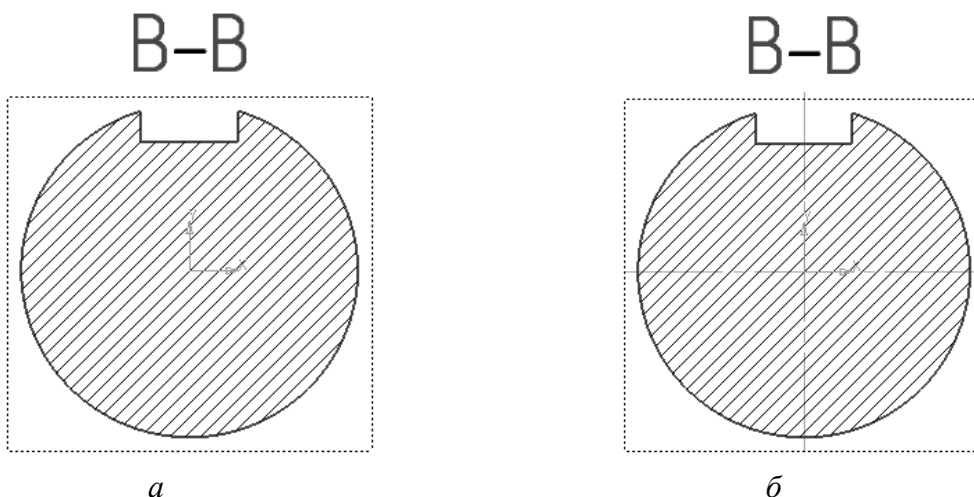



Рис. 165. Третье сечение вала: *a* – полученное; *б* – доработанное

На главном виде в месте расположения шпоночного паза требуется сделать местный разрез. Для этого место расположения шпоночного паза обводим кривой линией с помощью команды *Слайн по точкам* . На *Панели свойств* в окошке тип кривой выбираем *Кривая Безье*, режим – замкнутая кривая и указываем мышью точки прохождения кривой (рис. 166).

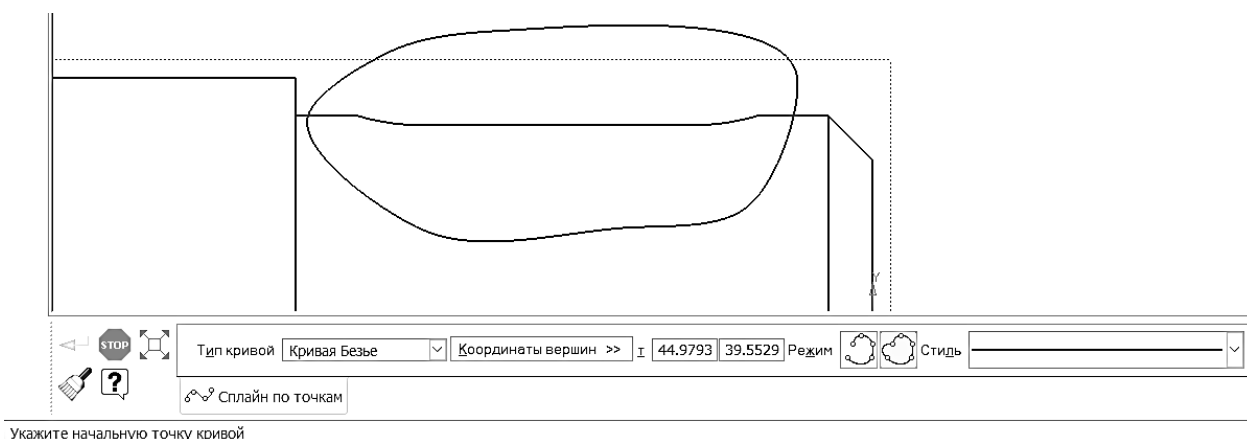




Рис. 166. Указание границы местного разреза через шпоночный паз

На *Боковой панели* во вкладке *Виды*  выбираем команду *Местный разрез*  и указываем начерченную кривую как линию ограничения местного разреза, переводим курсор на вид сечения В-В и указываем место прохождения секущей плоскости через центр детали. На главном виде отобразится построенный местный разрез (рис. 167).

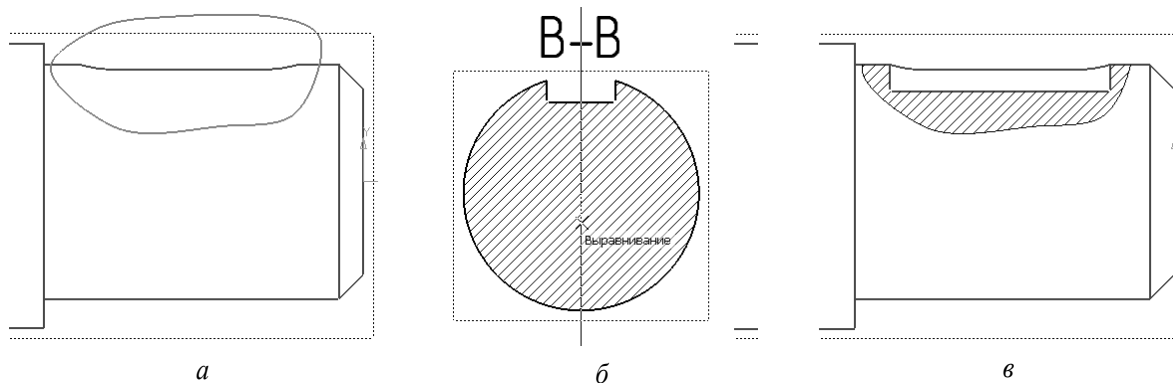


Рис. 167. Построение местного разреза через шпоночный паз:

а – указание местоположения; *б* – указание расположения секущей плоскости; *в* – готовый местный разрез

Повторяем то же самое на центральной ступени вала в месте расположения отверстия, но место расположения секущей плоскости указываем на сечении Б-Б (рис. 168).

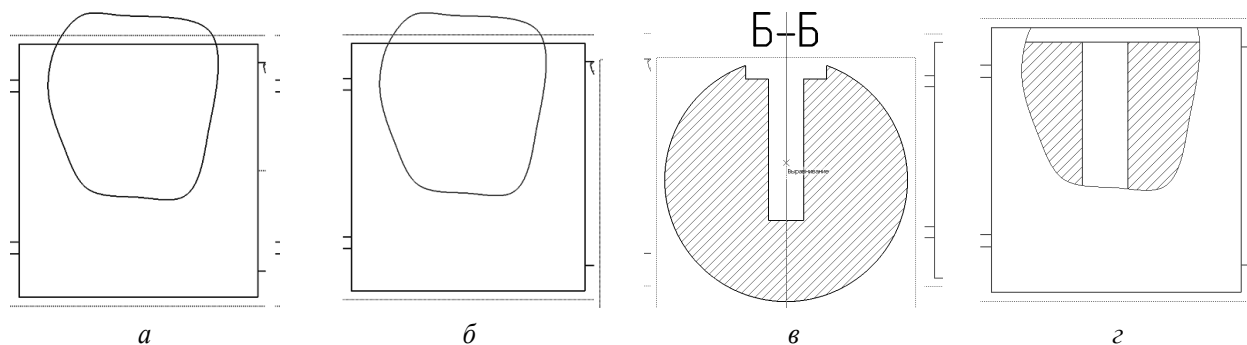


Рис. 168. Построение местного разреза через отверстие: *а* – указание границы местного разреза; *б* – указание местоположения местного разреза; *в* – указание расположения секущей плоскости; *г* – готовый местный разрез

Прочерчиваем на главном виде осевые для всех элементов. **Главный вид** вала готов (рис. 169).

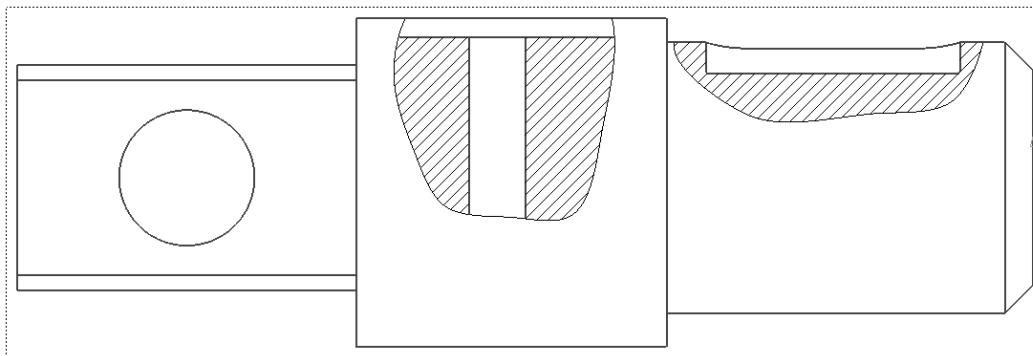


Рис. 169. Главный вид вала с необходимыми местными разрезами

При существующем местном разрезе средней ступени вала не просматривается паз сверху ступени. По выполненному местному разрезу не понятно, сквозной паз или нет. Для редактирования местного разреза или его удаления на чертеже нужно включить отображения окна **Дерево чертежа**. Для этого в меню выбираем **Вид** → **Дерево чертежа** (рис. 170).

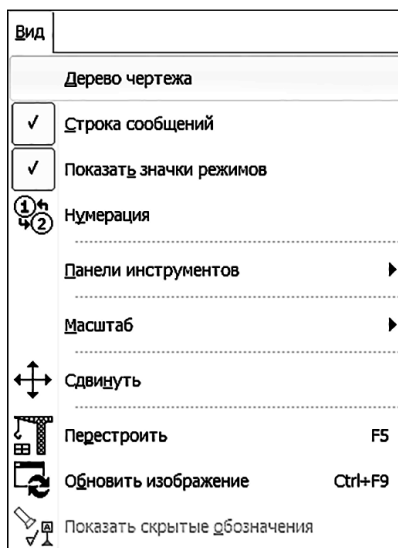


Рис. 170. Активация Дерева чертежа

В окне **Дерево чертежа** раскрываем ветвь **Вид 1**, на строке **Местный разрез 2** щелкаем **ПКМ** и в контекстном меню убираем галочку **Местный разрез** (рис. 171).

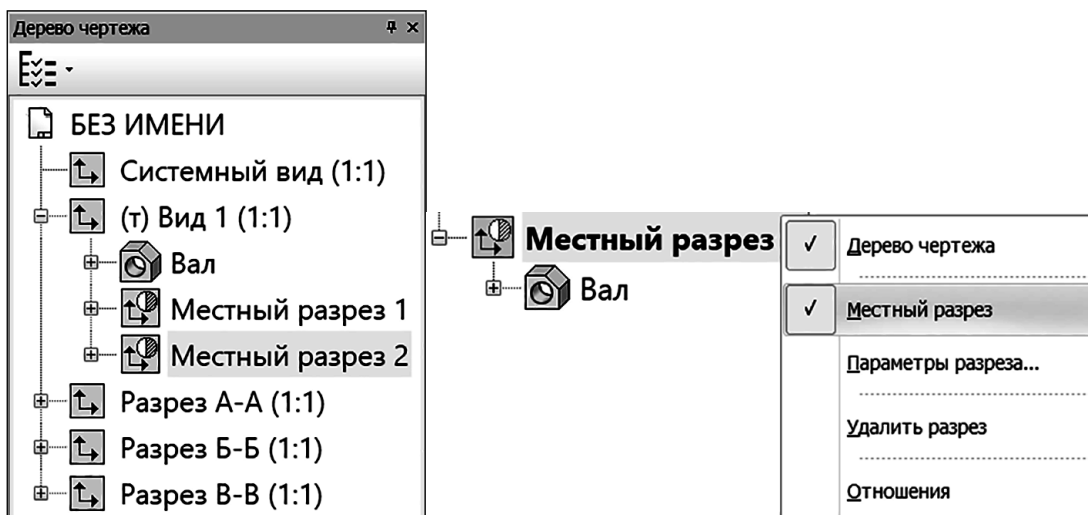


Рис. 171. Отключение отображения местного разреза

На главном виде отображение местного разреза пропадет, а отобразится кривая, которой ограничивали местный разрез. Отредактируем ее таким образом, чтобы она захватывала края ступени (рис. 172). Для отображения местного разреза в *Дереве чертежа* для *Вида 1* вернем галочку *Местный разрез* в строке *Местный разрез 2*.

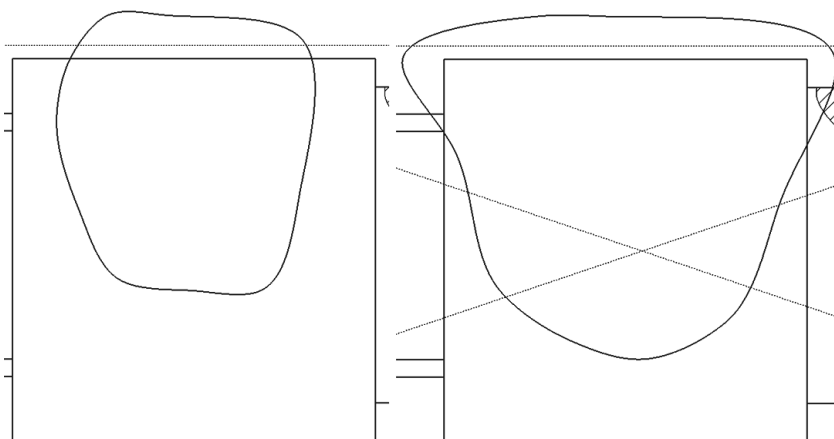


Рис. 172. Редактирование границы местного разреза через отверстие

Ставим размеры. На сечениях проставляем размеры для тех элементов детали, которые не видны на главном виде, либо не информативны (рис. 173). Перед простановкой размеров не забываем активизировать тот или иной вид.

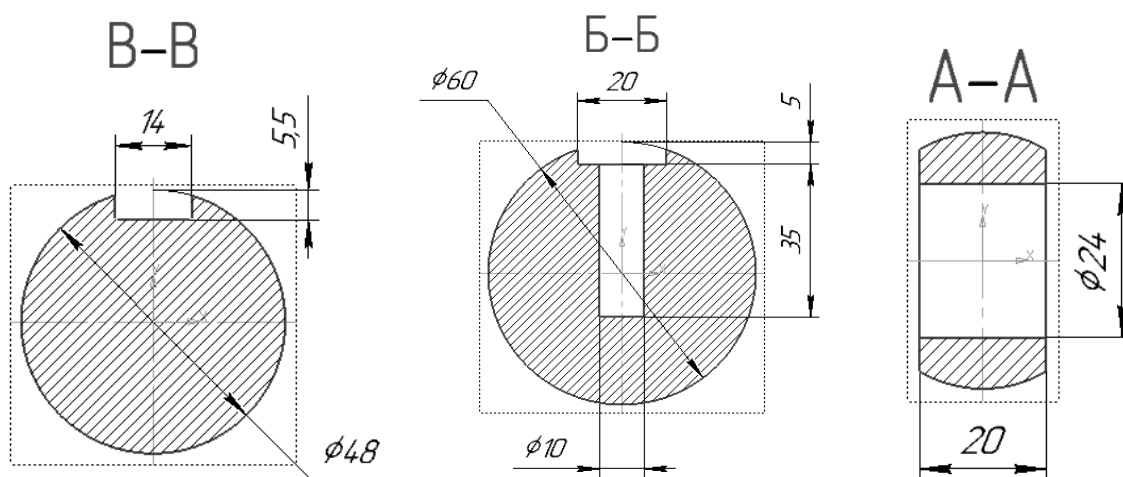


Рис. 173. Простановка размеров на сечениях

Остальные размеры ставим на главном виде (рис. 174).

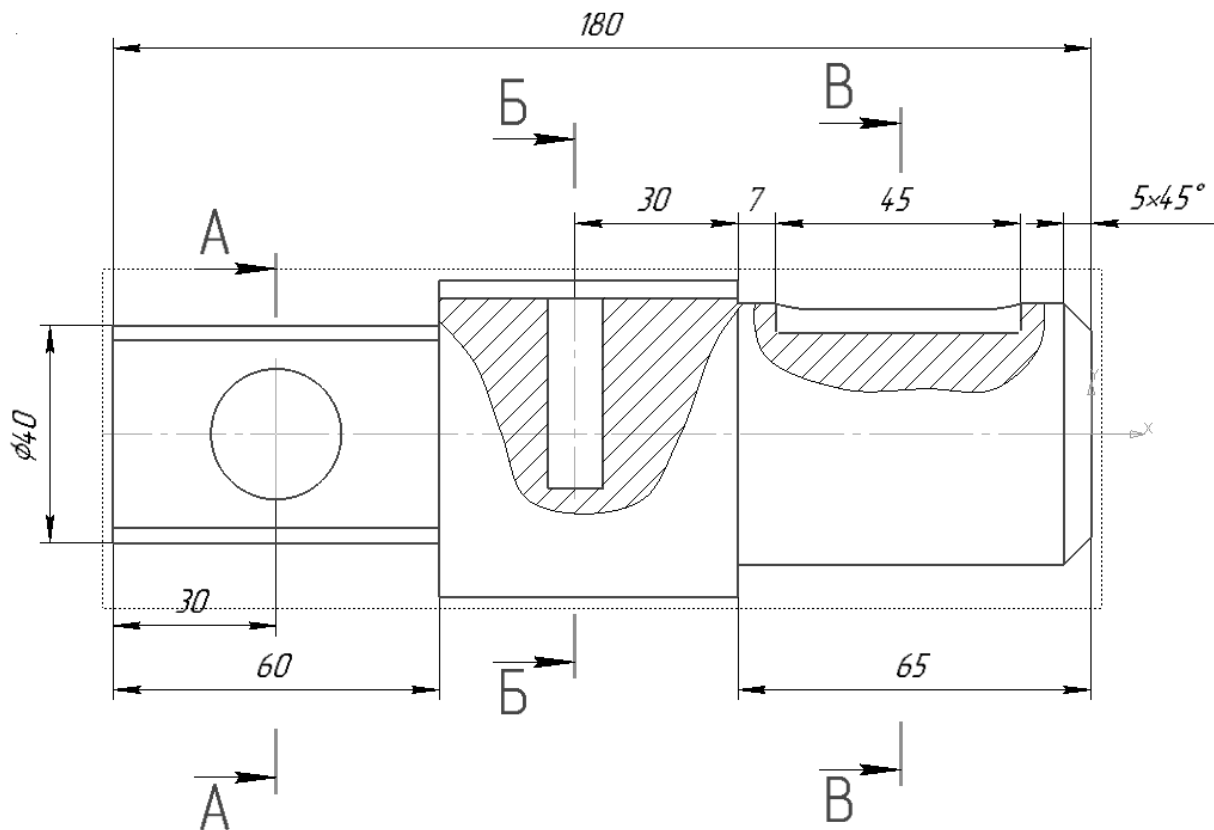


Рис. 174. Простановка размеров на главном виде

Заполняем пустующие ячейки основной надписи (рис. 175). Создаем объект.

				<i>04.37.000.03.000</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
						2,33	1:1
				<i>Вал</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов И.И.</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Пров.</i>	<i>Петров П.П.</i>						
<i>Т.контр.</i>							
<i>Н.контр.</i>				<i>Сталь 10 ГОСТ 1050-2013</i>			
<i>Утв.</i>				<i>5ГАТУ, зр. 1 тс</i>			
				<i>Копировал</i>		<i>Формат А3</i>	

Рис. 175. Заполнение штампа основной надписи

Сохраняем чертеж, указав путь сохранения и название «**Вал + ФИО студента**».

Контрольные вопросы и задания

1. Отличие эскиза для операции вращения от остальных видов эскиза.
2. Какая команда используется для получения тел вращения?
3. Как работать со встроенными библиотеками Компас-3D?
4. Какие конструктивные элементы вставляются на вал?
5. Принцип создания сечений вала.

Практическая работа № 4

ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Цель: изучить и научиться применять на практике методы компьютерного моделирования, базы данных библиотек с выполнением сборочного чертежа и спецификации.

Задание

1. Рассчитать и выбрать из баз данных библиотек соединения деталей болтом, винтом и шпилькой.
2. Выполнить сборочный чертеж резьбовых соединений. Нанести необходимые размеры.
3. Составить спецификацию к сборочному чертежу.
4. Исходные данные – рис. 176 и табл. 5.

Пример выполнения – рис. 177 и рис. 178.

Методические рекомендации и последовательность выполнения

1. По рис. 176 вычертить по заданным размерам соединяемые детали на формате А3.
2. По исходным данным (табл. 5) подобрать по базам данных библиотек и вставить в чертеж резьбовые соединения данных деталей.
3. Выполнить штриховку чертежа согласно примеру (рис. 177).
4. Нанести присоединительные и габаритные размеры, указать размеры для справок.
5. Проставить нумерацию позиций деталей согласно примеру (рис. 177) и привязать их к спецификации.
6. Заполнить основную надпись чертежа согласно примеру (рис. 177).
7. Создать спецификацию на сборочный чертеж по примеру (рис. 178).

В работе будет использована комплексная вставка наборов крепежных элементов из конструкторской библиотеки и автоматизированное создание спецификации, ассоциативно связанной со сборочным чертежом.

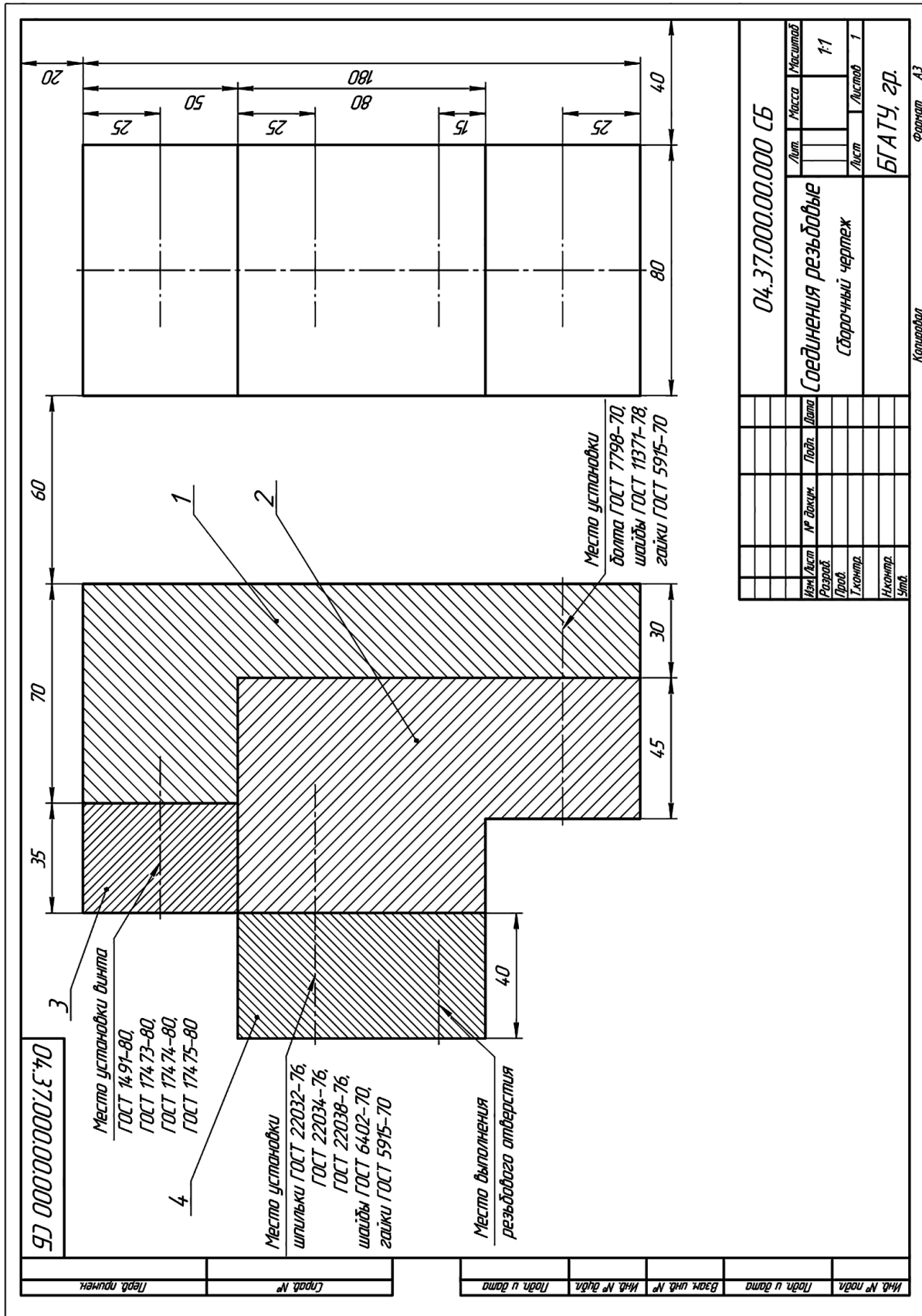


Рис. 176. Исходные данные для компоновки скрепляемых деталей

Исходные данные для выполнения задания

Вариант	Отверстие резьбовое d, мм	Винт		Шпилька d, мм	Болт d, мм	Материал детали		
		d, мм	ГОСТ			1	2	4
1	10	12	1491–80	24	20	СЧ	Легкий сплав	КЧ
2	12	16	17473–80	16	24	КЧ	Легкий сплав	Бр
3	12	16	17474–80	20	24	Легкий сплав	Легкий сплав	КЧ
4	16	12	17475–80	24	20	Ст	СЧ	КЧ
5	10	10	1491–80	16	24	Бр	КЧ	Ст
6	12	12	17474–80	20	16	Латунь	Легкий сплав	СЧ
7	14	16	17473–80	20	24	СЧ	Латунь	Ст
8	16	12	17474–80	24	20	КЧ	Бр	Ст
9	10	12	17475–80	16	24	Легкий сплав	СЧ	КЧ
10	14	10	1491–80	24	16	Ст	Легкий сплав	Бр
11	10	12	17473–80	20	24	Легкий сплав	Ст	Легкий сплав
12	12	16	17474–80	16	20	Легкий сплав	СЧ	Ст
13	12	16	17475–80	20	24	СЧ	Латунь	КЧ
14	16	12	1491–80	24	20	КЧ	Ст	Бр
15	14	12	17475–80	16	24	Ст	Легкий сплав	Латунь
16	10	16	17473–80	24	16	Бр	СЧ	Ст
17	12	12	17474–80	20	24	Легкий сплав	КЧ	СЧ
18	12	12	1491–80	16	24	СЧ	Легкий сплав	Ст
19	16	10	17475–80	20	24	Ст	КЧ	Латунь
20	14	12	17473–80	24	16	КЧ	Бр	Ст
21	10	12	17474–80	16	20	Легкий сплав	СЧ	Бр
22	12	16	1491–80	24	20	Бр	СЧ	Легкий сплав
23	16	12	17473–80	16	24	СЧ	Легкий сплав	Ст
24	16	10	1491–80	20	16	Ст	КЧ	Бр
25	14	12	17473–80	16	24	Ст	Легкий сплав	Бр
26	10	16	17475–80	24	20	КЧ	Бр	Легкий сплав
27	12	16	17474–80	20	24	Легкий сплав	Ст	СЧ
28	12	12	17473–80	16	20	Бр	Легкий сплав	КЧ
29	16	10	17475–80	20	24	Латунь	Легкий сплав	КЧ
30	14	12	1491–80	24	16	Ст	СЧ	Бр

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А3			04.37.000.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	04.37.000.00.001	Корпус	1	
		2	04.37.000.00.002	Крышка	1	
		3	04.37.000.00.003	Накладка	1	
		4	04.37.000.00.004	Пластина	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		5		Болт М20-6gx105 ГОСТ 7796-70	1	
		6		Винт В.М10-6gx45 ГОСТ 17473-80	1	
		7		Гайка М20-6Н ГОСТ 5915-70	1	
		8		Гайка М24-6Н ГОСТ 5915-70	1	
		9		Шайба 24Л ГОСТ 6402-70	1	
		10		Шайба С 20.37 ГОСТ 10450-78	1	
		11		Шпилька М24-6gx75 ГОСТ 22034-76	1	
			04.37.000.00.000			
			Соединения резьбовые			
			БГАТУ, гр.			
			Копировал Формат А4			

Рис. 178. Пример оформления спецификации на построение резьбовых соединений

Создание заготовки чертежа

Начните новый чертеж (формат **A3**), заполните основную надпись и сохраните документ в своей личной папке.

В соответствии с рис. 179 постройте вспомогательные линии и начертите соединяемые детали (размеры даны в исходных данных, см. рис. 177).

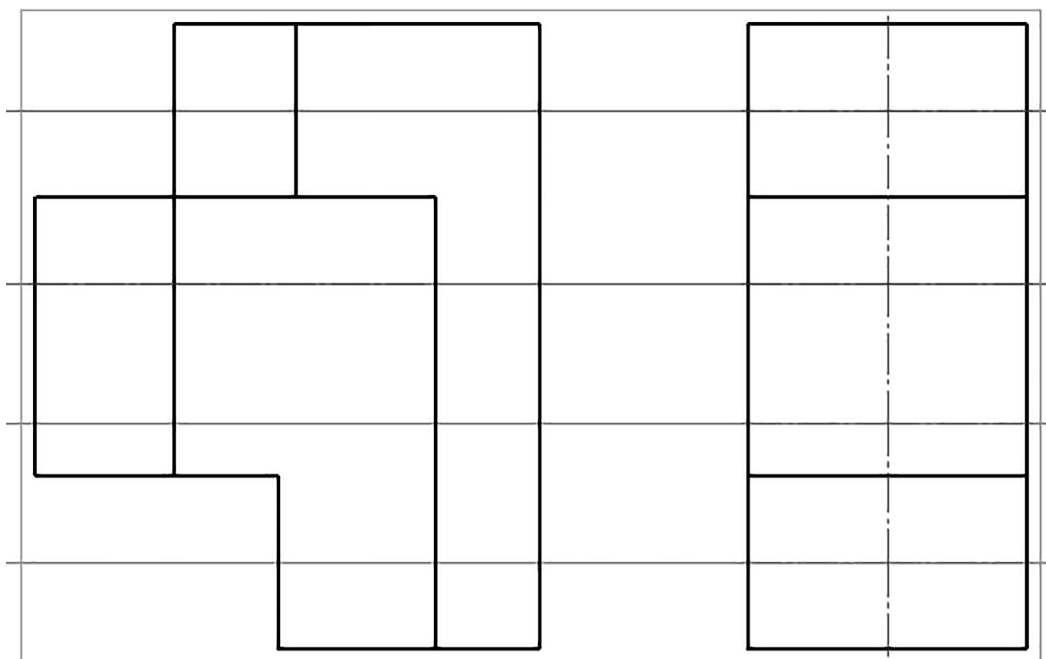


Рис. 179. Создание заготовки

Предварительная настройка системы

Перед созданием сборочного чертежа выполните настройку отображения номеров позиций. Для этого вызовите команду **Сервис – Параметры...**, активируйте вкладку **Система**, раскройте ветвь **Экран – Цвет текстовых элементов**, включите режим **Номера позиций с объектами спецификации** и нажмите **ОК** (рис. 180).

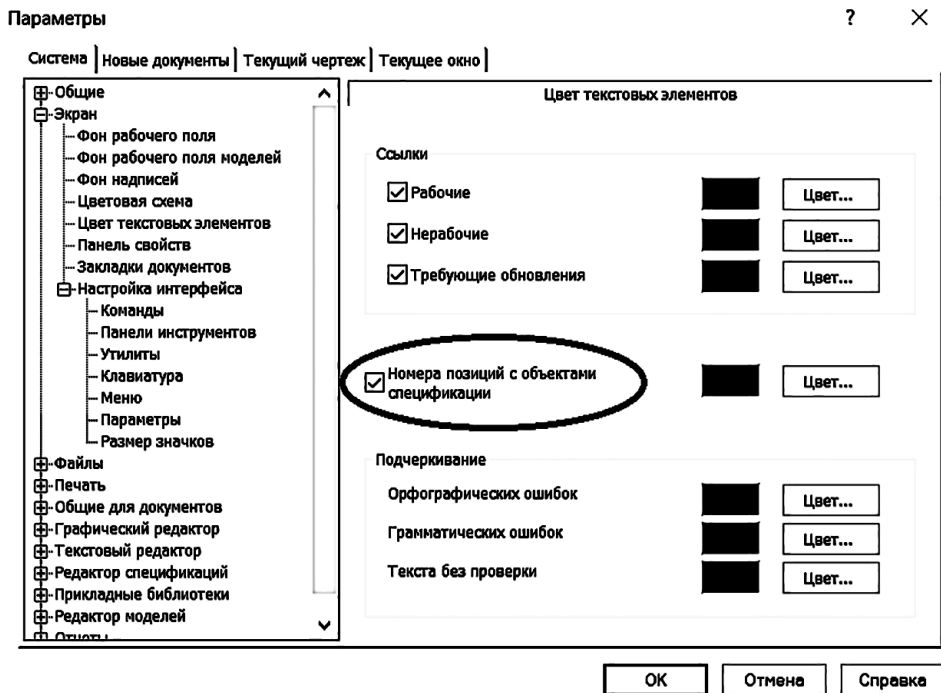


Рис. 180. Настройка системы

Генерация крепежных элементов

Далее необходимо выполнить соединение болтовое, номинальный диаметр болта **M20** ГОСТ 7796–70. Для этого:

- вызовите команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент...** (рис. 181);

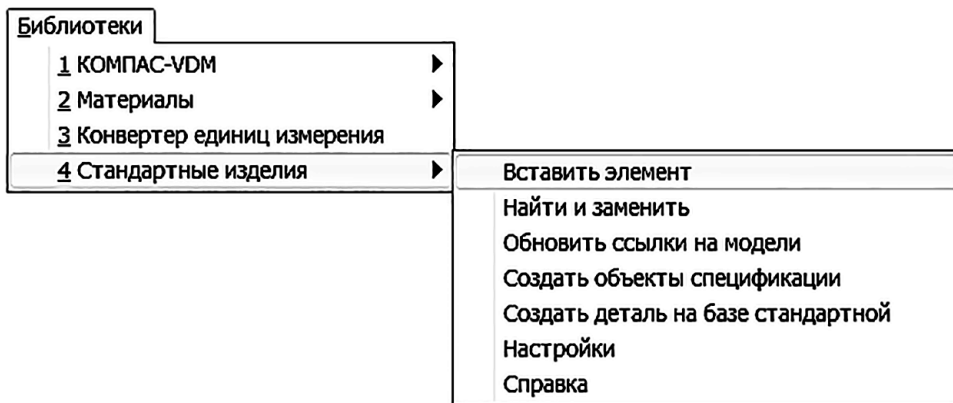


Рис. 181. Активация Библиотек Компас-3D

- в открывшемся окне активируйте закладку **Крепежные соединения** (рис. 182);
- выберите набор **Болтовое соединение с отверстием** (при необходимости отредактируйте состав набора; если нужный набор отсутствует, создайте его самостоятельно);

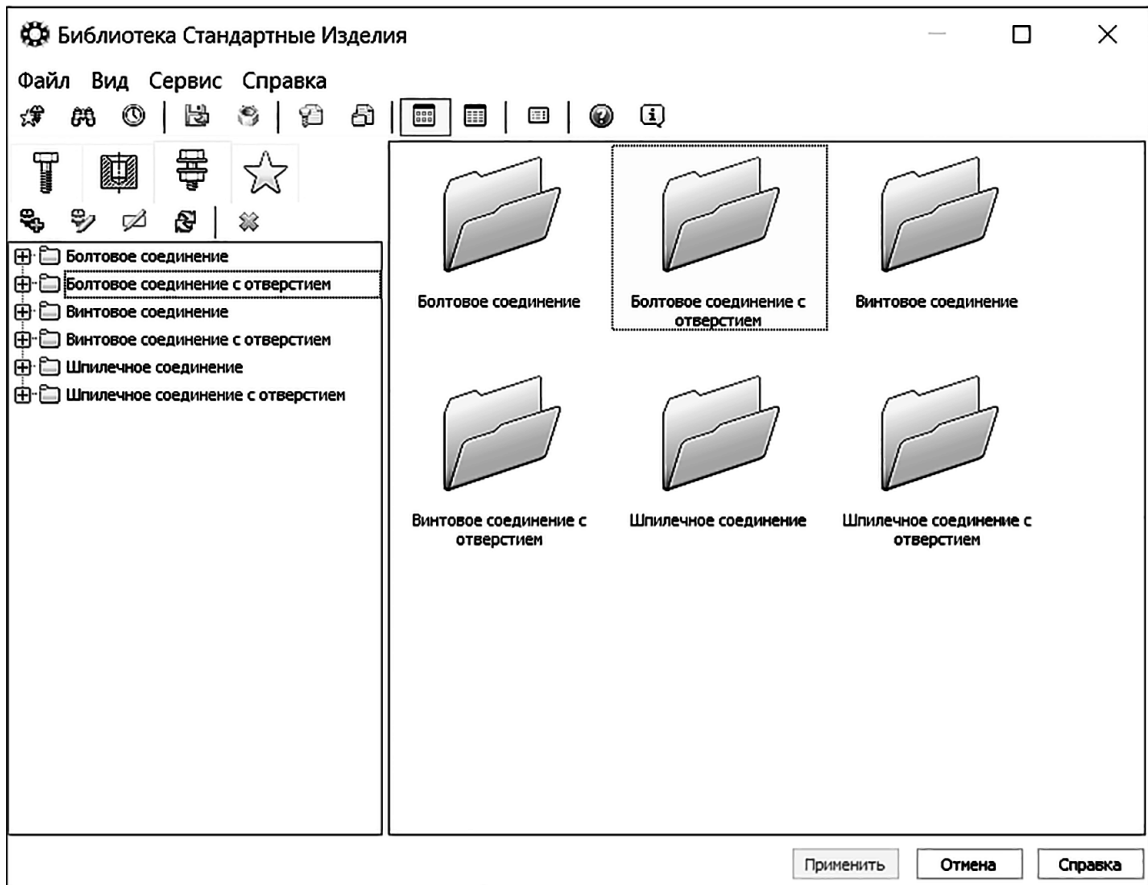


Рис. 182. Выбор болтового соединения с отверстием

- задайте необходимые параметры: диаметр 20 мм, толщина скрепления 75 мм (рис. 183);

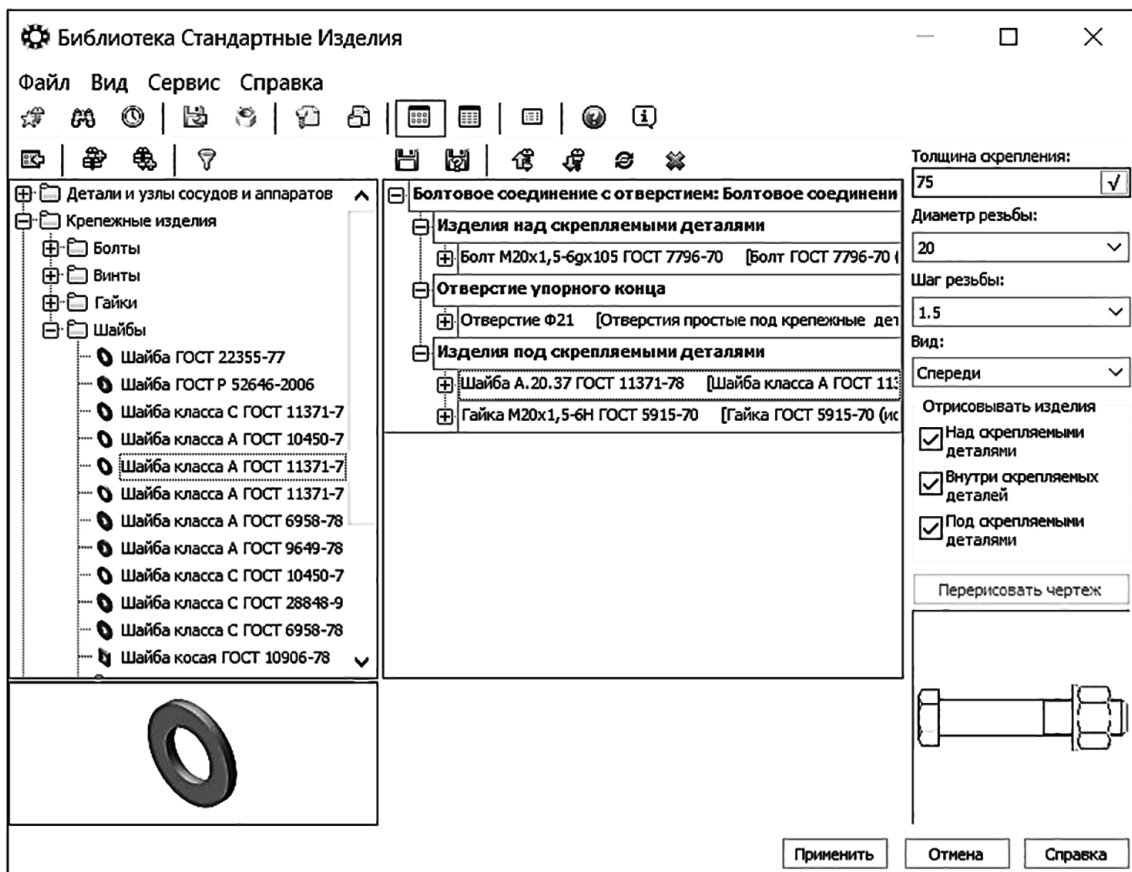
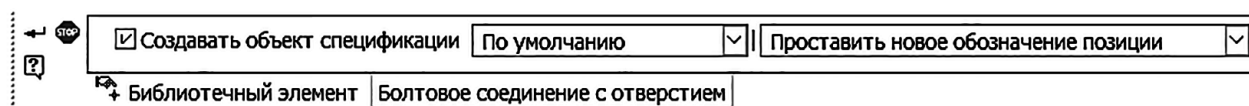


Рис. 183. Задание параметров болтового соединения

- нажмите кнопку **Применить** – появится фантом болтового соединения;
- на **Панели свойств** укажите галочку **Создавать объект спецификации** и в окошке выберите **Проставить новое обозначение позиции** (рис. 184);



Выберите расположение и угол

Рис. 184. Задание параметров спецификации на Панели свойств укажите базовую точку для вставки болтового соединения и угол вставки (рис. 185)

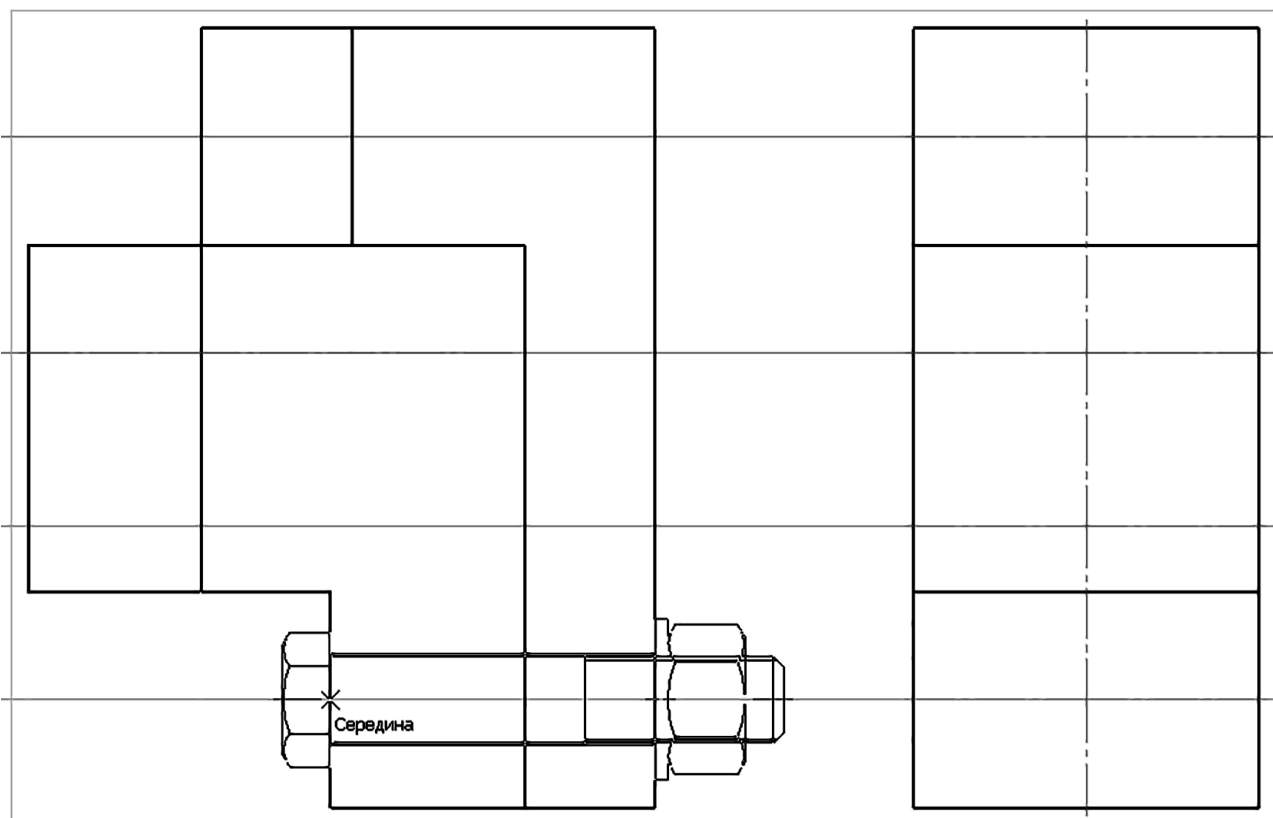


Рис. 185. Указание местоположения болтового соединения

- на запрос системы **Укажите точку, на которую указывает линия-выноска** укажите точку на болтовом соединении и зафиксируйте расположение начала полки линии-выноски (номер позиции может быть любым, т. к. на заключительном этапе оформления спецификации номера позиций будут согласованы с номерами позиций на чертеже, и система выполнит автоматическую сортировку объектов в разделах спецификации согласно ГОСТ 2.108–68) (рис. 186);
- нажмите кнопку **Создать объект**;

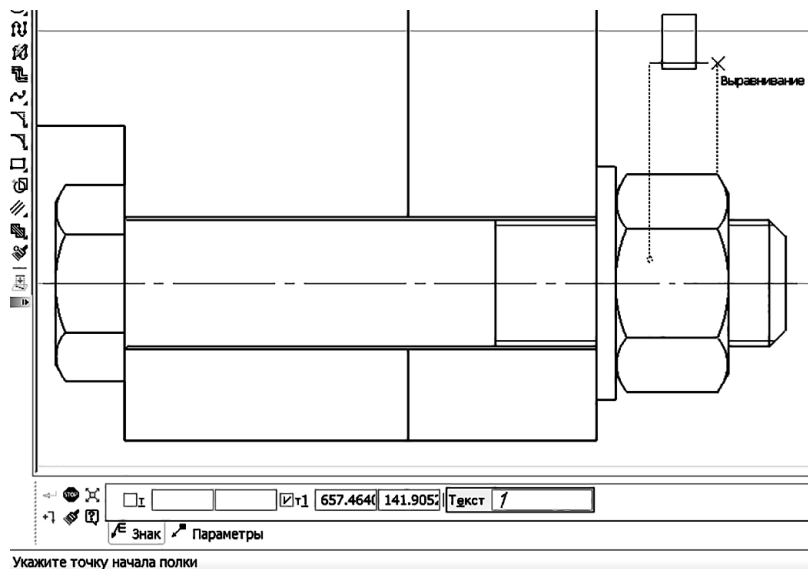


Рис. 186. Простановка линии-выноски на болтовом соединении

- прервите выполнение команды;
- аналогично главному виду постройте вид слева для болтового соединения, включив в диалоговом окне (рис. 187) соответствующий режим и отключив режим создания объектов спецификации.

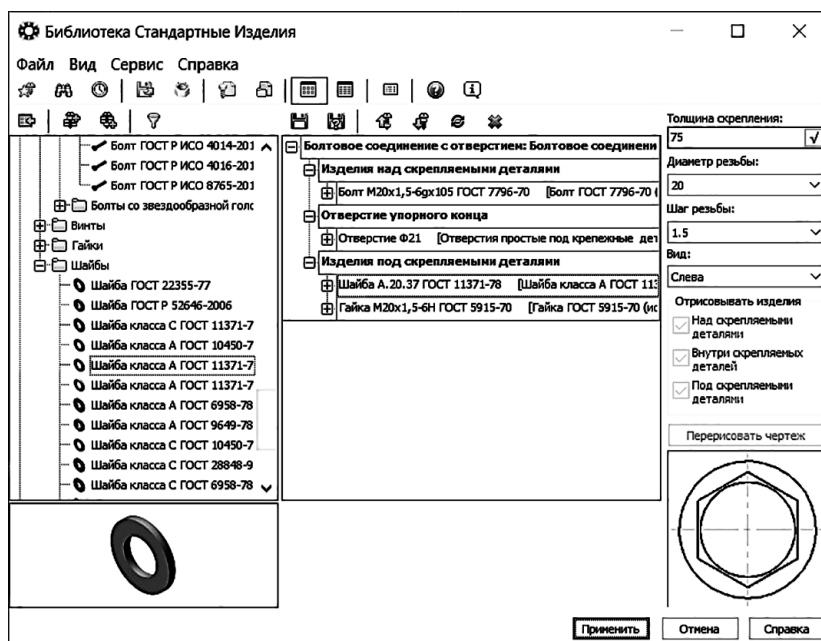


Рис. 187. Изменение вида отображения болтового соединения

Далее необходимо выполнить соединение винтом, номинальный диаметр винта **M10** ГОСТ 17473–80 (винт вкручивается в деталь позиции 1, материал детали – *Сталь*). Для этого:

- вызовите команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент...**;
- в открывшемся окне активируйте закладку **Крепежные соединения**;
- выберите **Винтовое соединение с отверстием**;
- задайте параметры: **диаметр 10 мм, толщина скрепления 35 мм**;
- по расчетам и исходным данным отредактируете вид винта и его длину в ветке **Изделия над скрепляемыми деталями**, раскрыв ветвь **Винт ГОСТ 17473–80** и дважды щелкнув левой кнопкой мыши (ЛКМ) по табл. **Конструкция и размеры** (рис. 188);

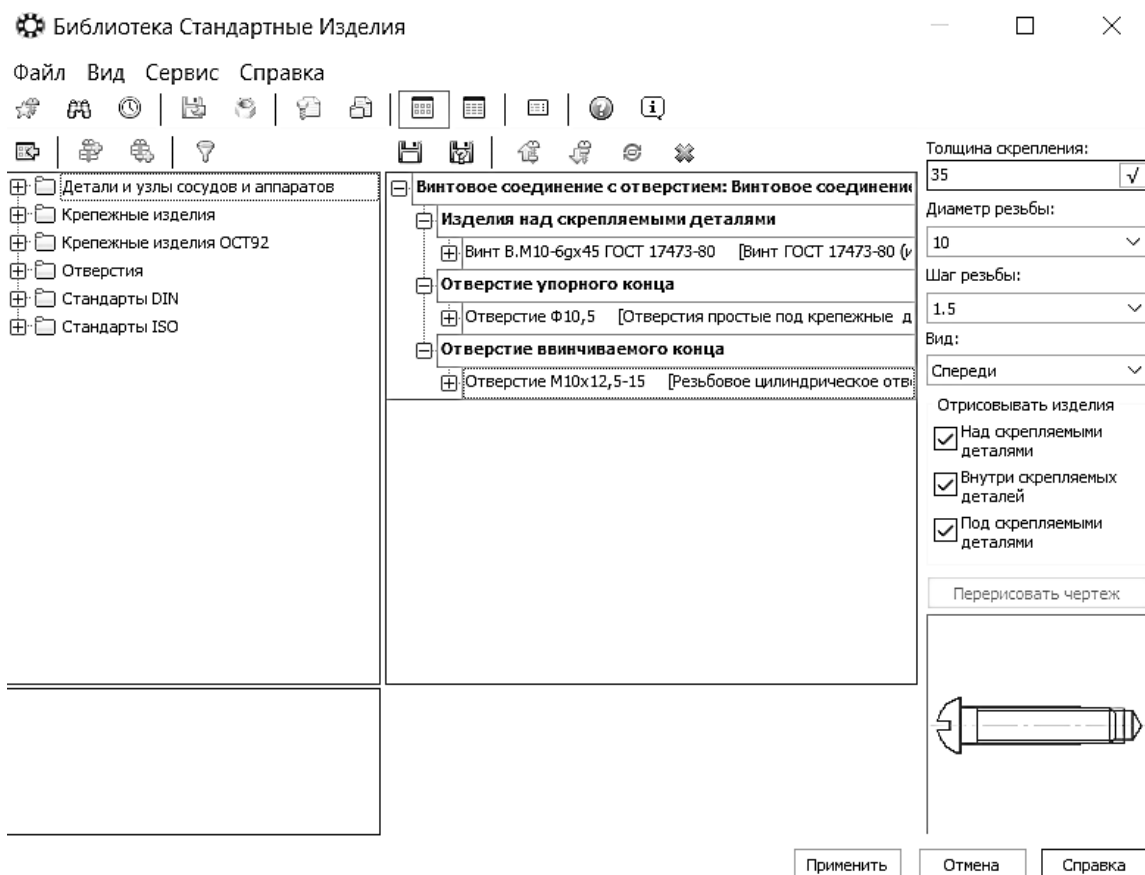


Рис. 188. Задание параметров винтового соединения

- задайте длину винта **45 мм** (длина винта зависит от толщины скрепляемой детали и длины ввинчивания, которая, в свою очередь, зависит от материала детали) (рис. 189);

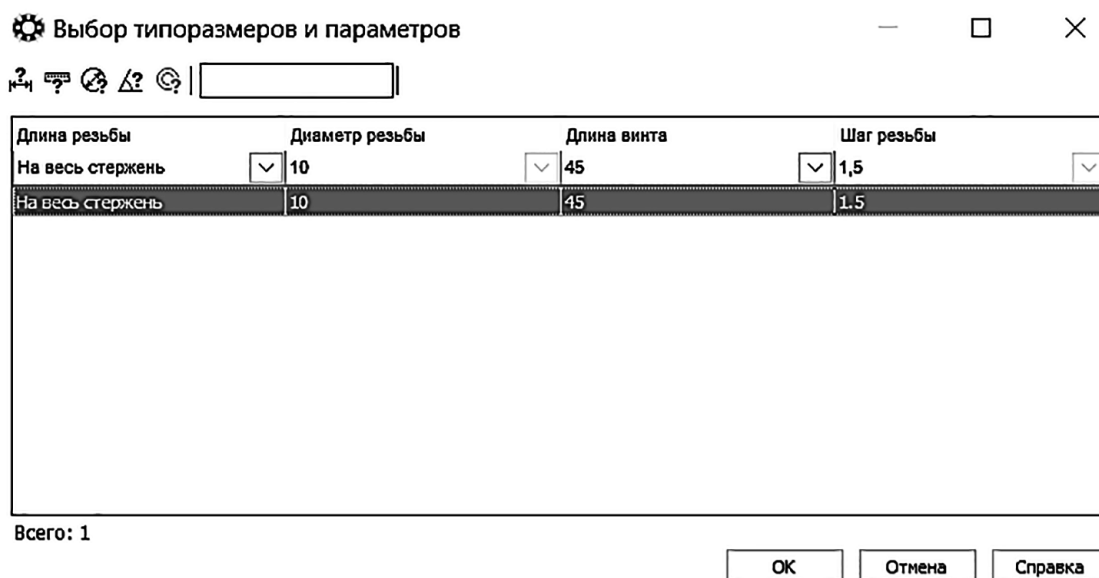


Рис. 189. Указание параметров винта

- отредактируете отверстие ввинчиваемого конца: раскройте ветвь **Резьбовое цилиндрическое отверстие простое глухое** и дважды щелкните ЛКМ по табл. Конструкция и размеры (рис. 190);
- согласно расчетам укажите **Глубину отверстия 15 мм** и **Глубину резьбы 12,5 мм**, нажмите **ОК**;

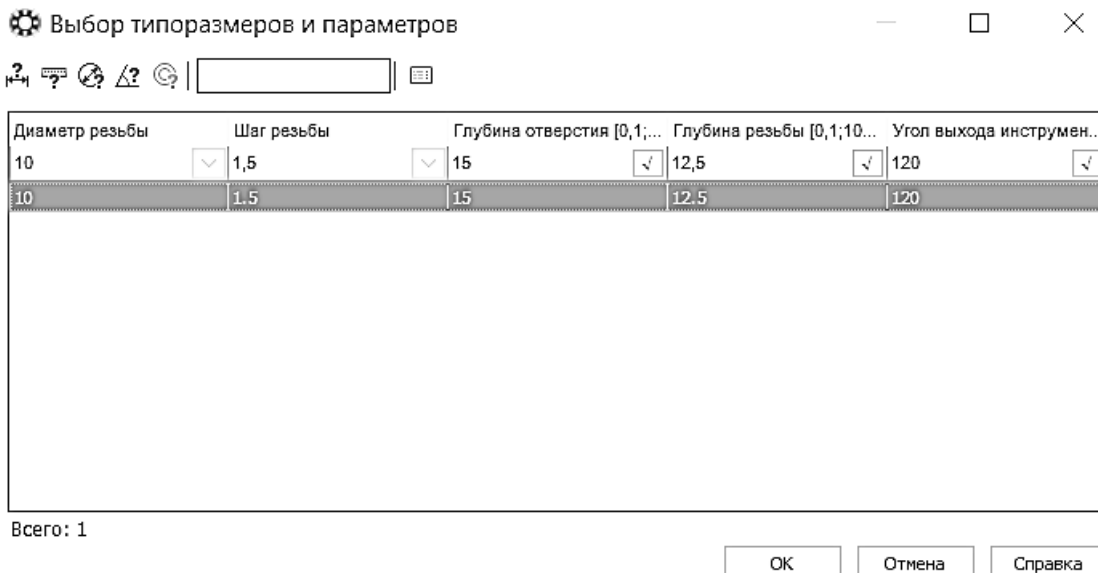


Рис. 190. Указание параметров резьбового отверстия под винт

- в этой же ветке дважды щелкните ЛКМ по табл. **Отображение** и на вкладке Детализация выберите вариант Стандартный (вокруг отверстия не будет отображаться вырыв), нажмите **ОК** (рис. 191);

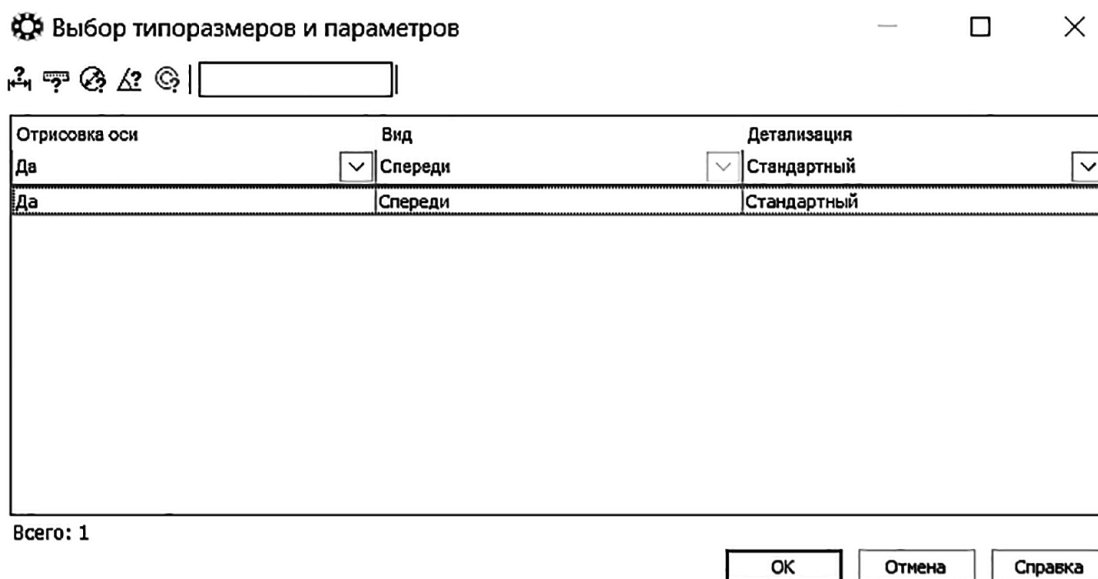


Рис. 191. Изменение отрисовки резьбового отверстия под винт

- таким же образом отредактируйте отображение отверстия упорного конца, выбрав стандартную детализацию;
- нажмите **Применить** – появится фантом винтового соединения;
- на **Панели свойств** укажите галочку **Создать объект спецификации** и выберите **Проставить новое обозначение позиции**;
- укажите базовую точку для вставки винтового соединения и угол вставки;
- на запрос системы **Укажите точку, на которую указывает линия-выноска** укажите точку на винтовом соединении и зафиксируйте расположение начала полки линии-выноски;
- нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 192);

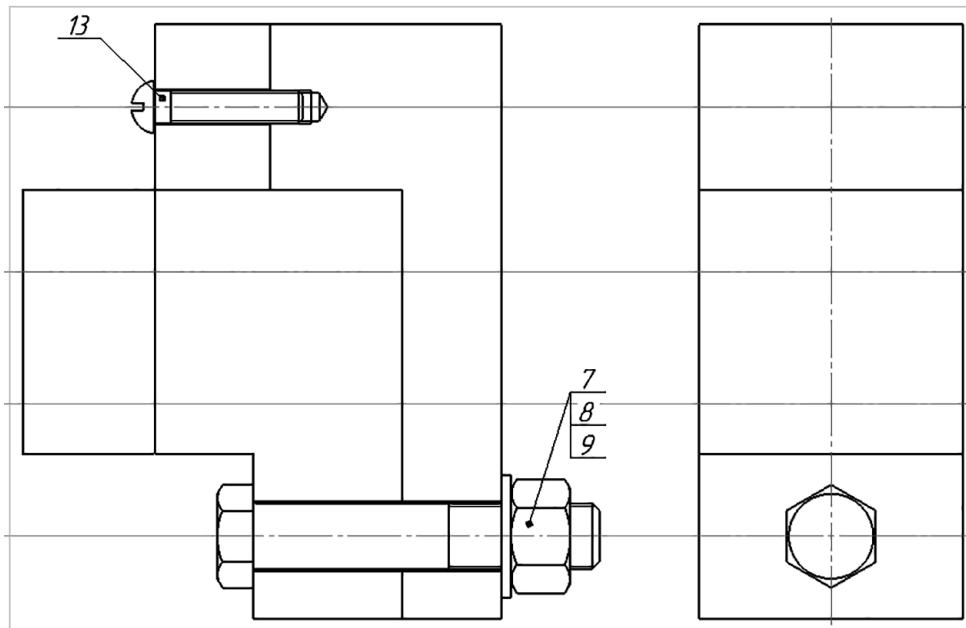


Рис. 192. Создание винтового соединения

- прервите выполнение команды;
- аналогично главному виду постройте вид слева для винтового соединения, включив в диалоговом окне (рис. 193) соответствующий режим и отключив режим создания объектов спецификации.

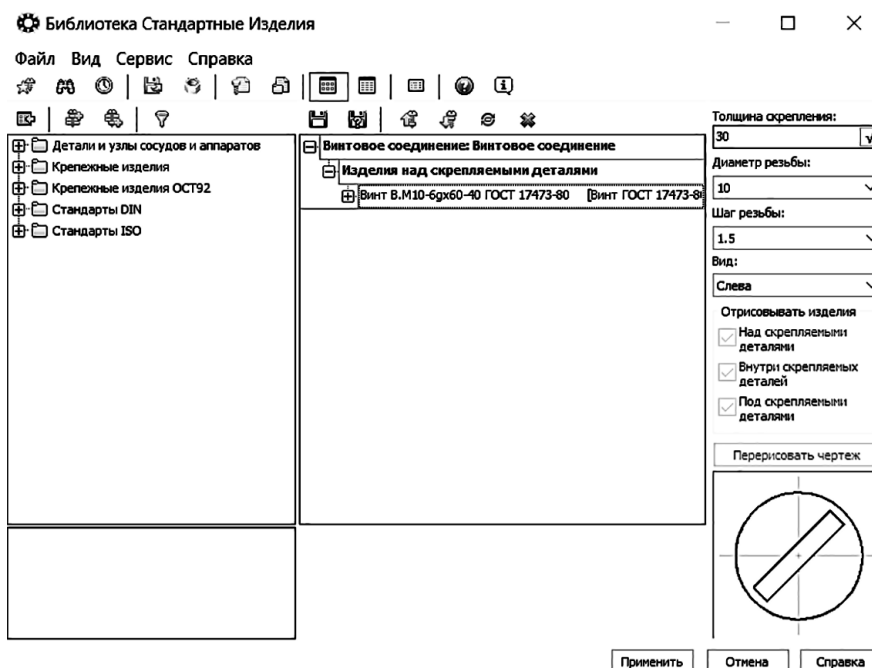


Рис. 193. Изменение вида отображения винта

Построение шпильчного соединения номинальным диаметром М24 (шпилька вкручивается в деталь позиции 2, материал детали – СЧ):

- вызовите команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент...**;
- в открывшемся окне активируйте закладку **Крепежные соединения**;
- выберите **Шпильчное соединение с отверстием**;
- задайте параметры: **диаметр 24 мм, толщина скрепления 40 мм**;
- по расчетам и исходным данным отредактируйте шпильку в ветке **Изделия под скрепляемыми деталями**. При необходимости удалите предложенную шпильку и самостоятельно выберите в окне слева шпильку ГОСТ 22034–76 с требуемой длиной ввинчиваемого конца 1,25d (рис. 194);

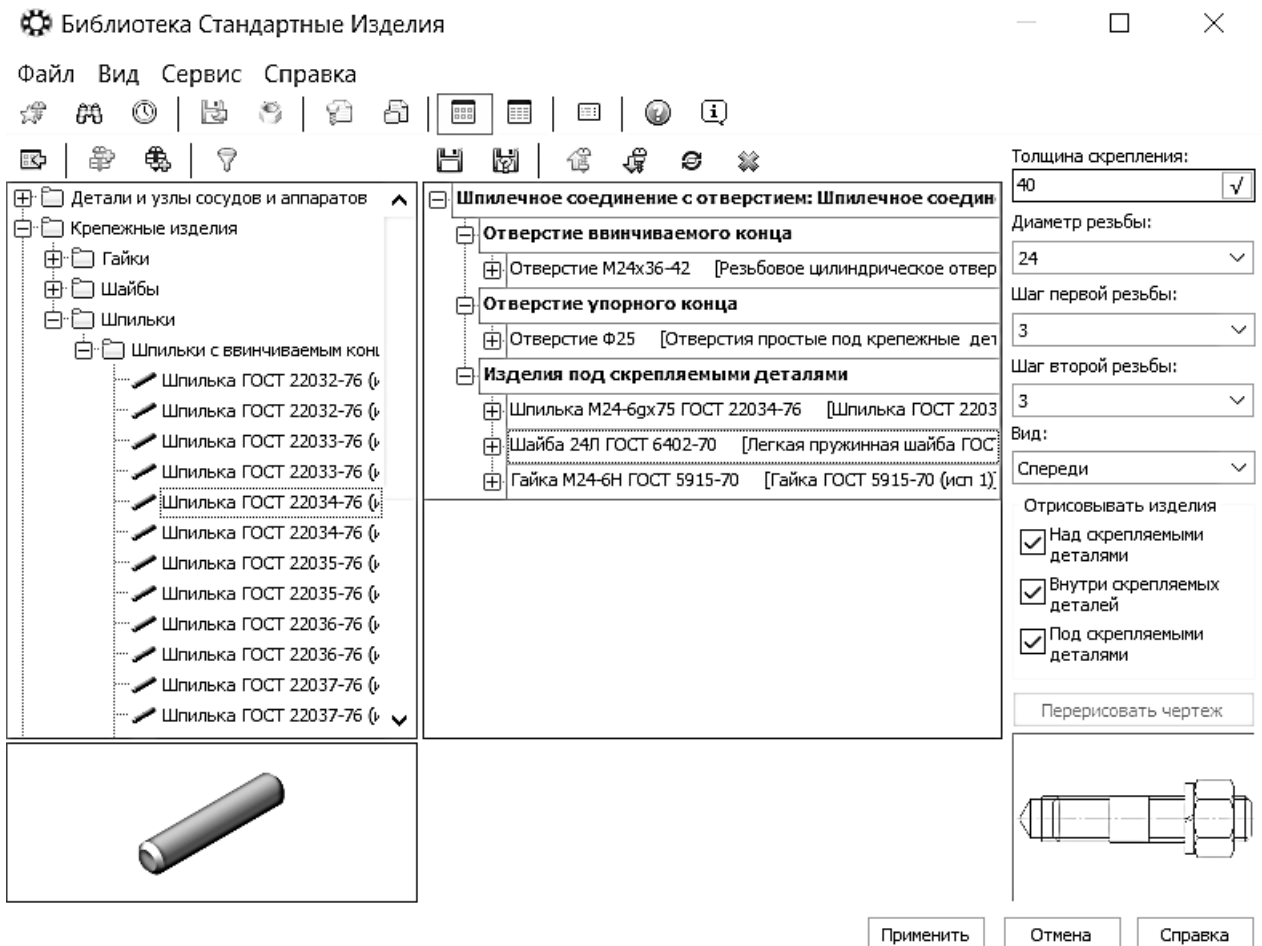


Рис. 194. Задание параметров шпильчатого соединения

- отредактируйте **Отверстие винчиваемого конца**, раскрыв ветвь **Резьбовое цилиндрическое отверстие простое глухое** и дважды щелкнув ЛКМ по таблице **Конструкция и размеры**;
- задайте согласно расчетам размеры **Глубина отверстия 42 мм** и **Глубина резьбы 36 мм** (рис. 195). Нажмите **ОК**;

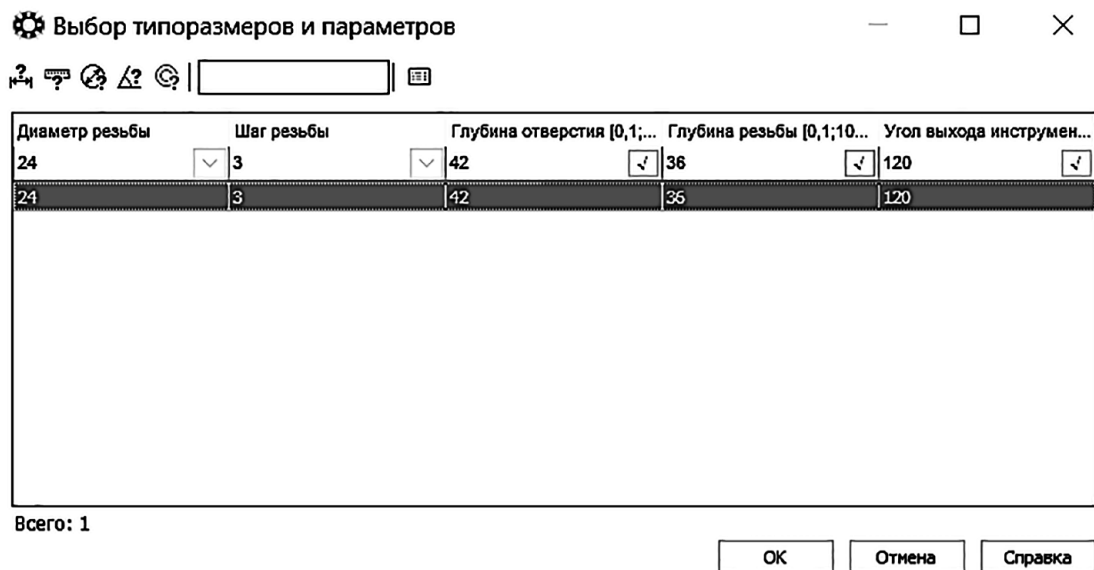


Рис. 195. Указание параметров резьбового отверстия под шпильку

- в этой же ветке измените отображение на стандартную детализацию, чтобы вокруг отверстия не строился вырыв;

- таким же образом отредактируйте **Отверстие упорного конца**, изменив отображение на стандартную детализацию, и при необходимости изменив диаметр отверстия в таблице **Конструкция и размеры**;

- нажмите **Применить** – появится фантом шпилечного соединения;

- на **Панели свойств** укажите галочку **Создать объект спецификации** и выберите **Проставить новое обозначение позиции**;

- укажите базовую точку для вставки шпилечного соединения и угол вставки;

- на запрос системы **Укажите точку, на которую указывает линия-выноска** укажите точку на шпилечном соединении и зафиксируйте расположение начала полки линии-выноски;

- нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 196);

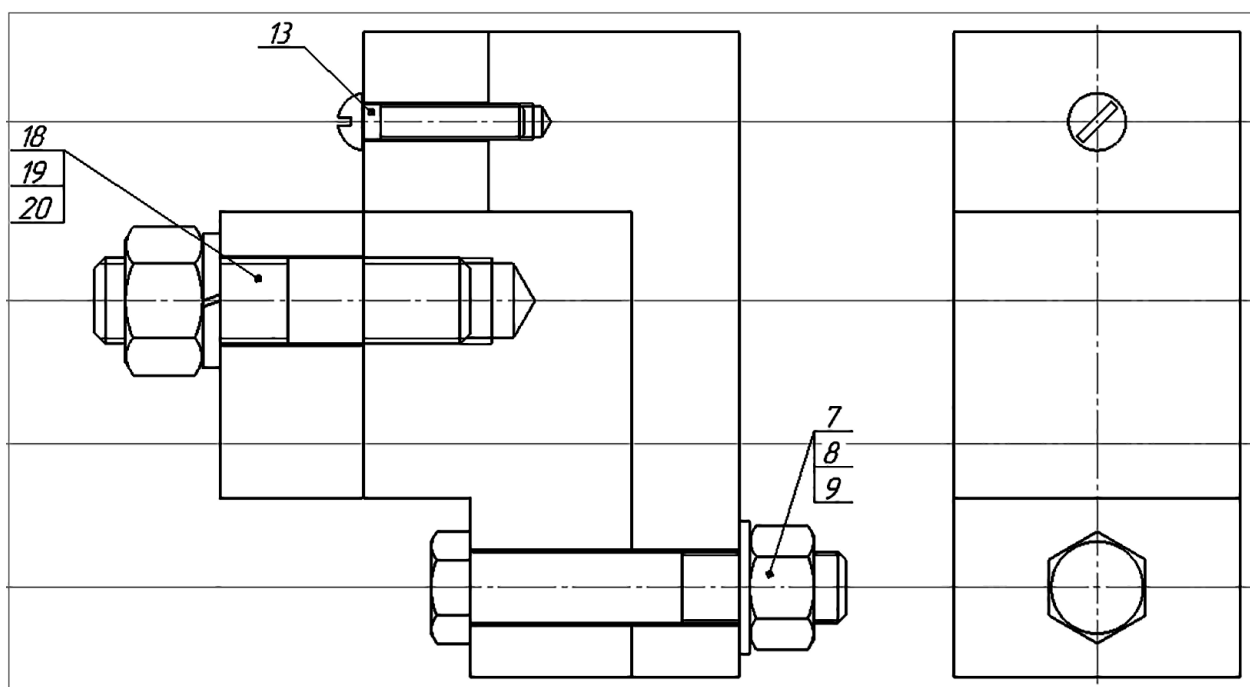


Рис. 196. Создание шпилечного соединения

- прервите выполнение команды;

- аналогично главному виду постройте вид слева для шпилечного соединения, включив в диалоговом окне (рис. 197) соответствующий режим и отключив режим создания объектов спецификации.

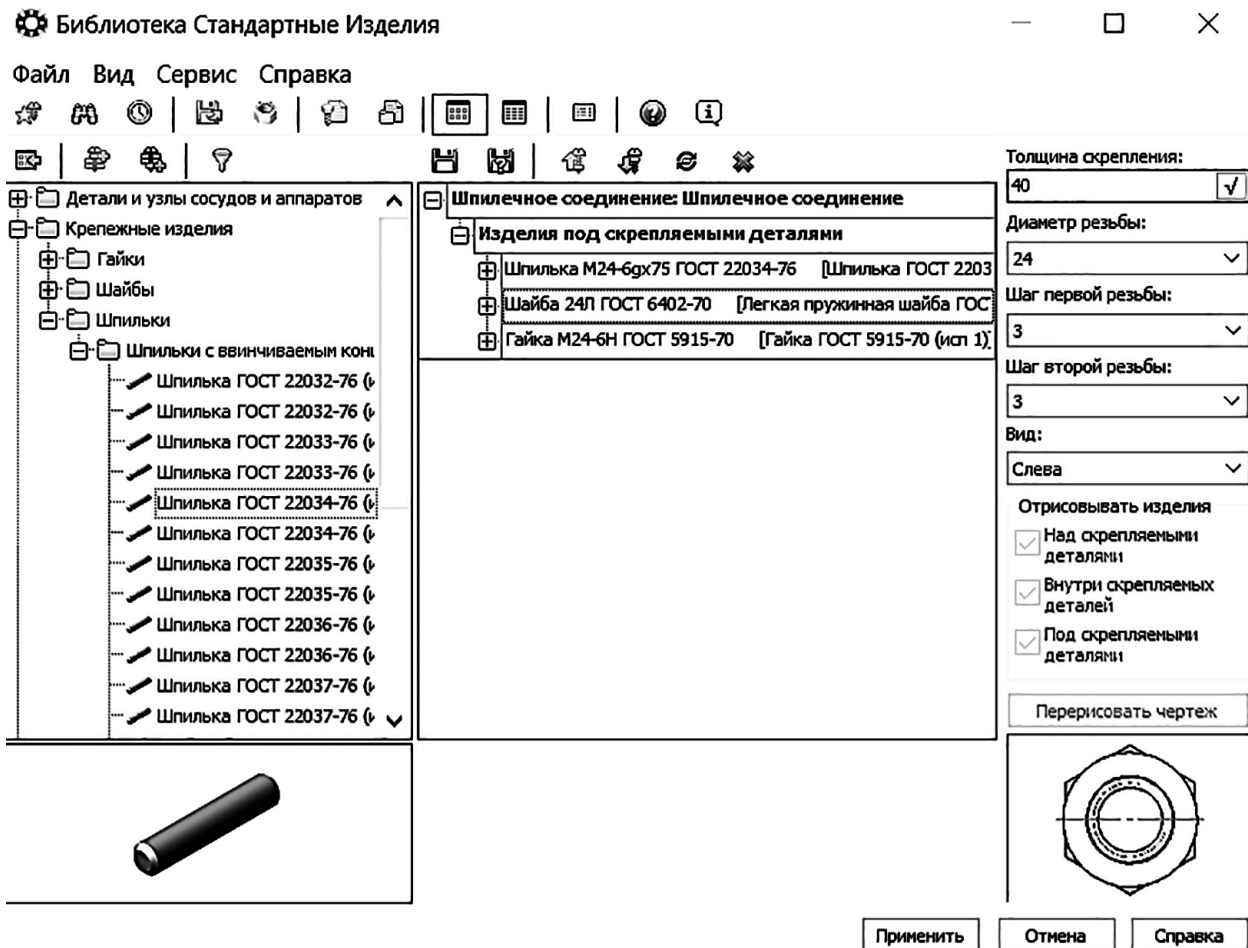


Рис. 197. Изменение вида отображения шпилечного соединения

Для создания резьбового отверстия номинальным диаметром М12 (отверстие выполнено в детали позиции 4, материал детали – легкий сплав):

- вызовите команду **Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент...**;
- в открывшемся окне активируйте закладку **Конструктивные элементы** (рис. 198);

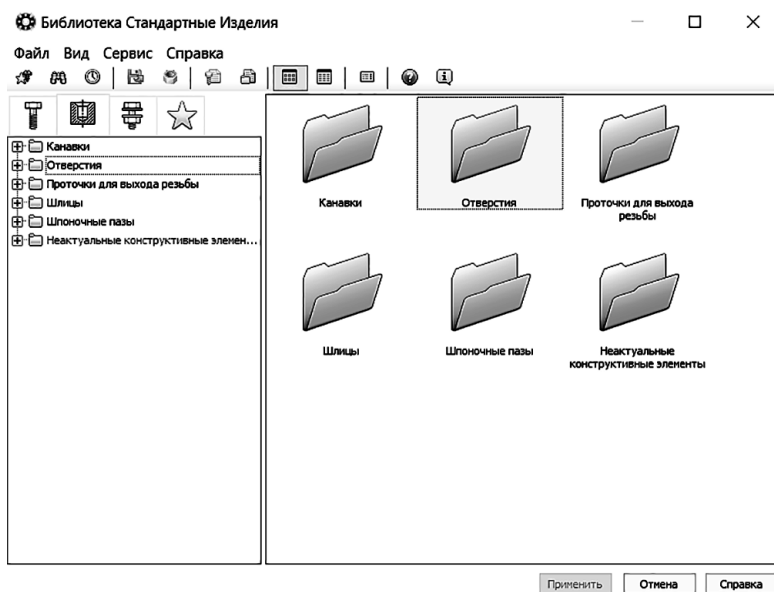


Рис. 198. Выбор резьбового отверстия

- раскройте ветвь **Отверстия – Отверстия цилиндрические – Отверстия резьбовые** и выберите среди предложенных отверстий **Резьбовое цилиндрическое отверстие с фаской глухое** (рис. 199);

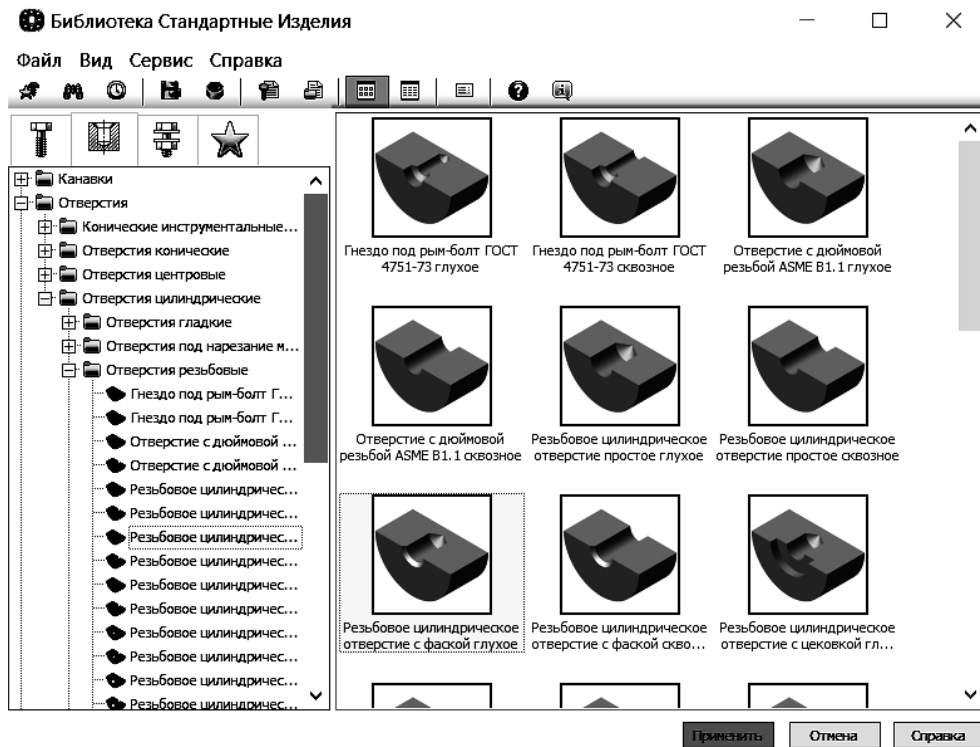


Рис. 199. Выбор типа резьбового отверстия

- в таблице **Отображение** выберите стандартную детализацию, дважды щелкните ЛКМ по табл. **Конструкция и размеры**, чтобы задать требуемые параметры отверстию (рис. 200);

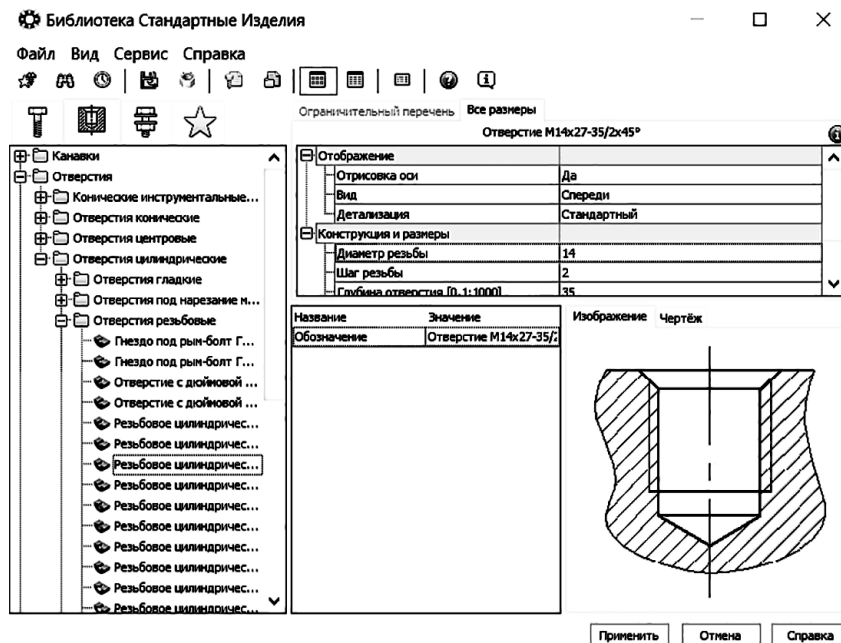


Рис. 200. Задание параметров резьбового отверстия

- укажите диаметр резьбового отверстия **M12**, согласно исходным данным, размеры **Глубина отверстия 35 мм** и **Глубина резьбы 27 мм**, согласно расчетам (рис. 201), нажмите **OK**;

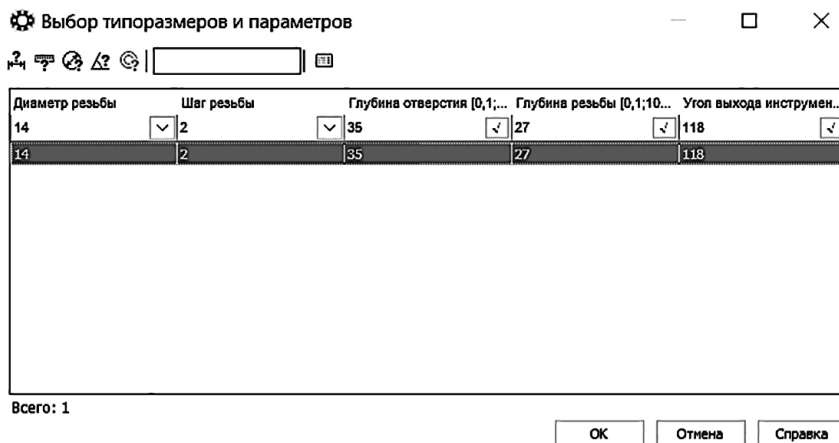


Рис. 201. Указание параметров резьбового отверстия

- нажмите **Применить** – появится фантом резьбового отверстия;
- укажите базовую точку для вставки резьбового отверстия и угол вставки;
- прервите выполнение команды;
- аналогично главному виду постройте вид слева для резьбового отверстия, включив в диалоговом окне соответствующий режим (рис. 202).

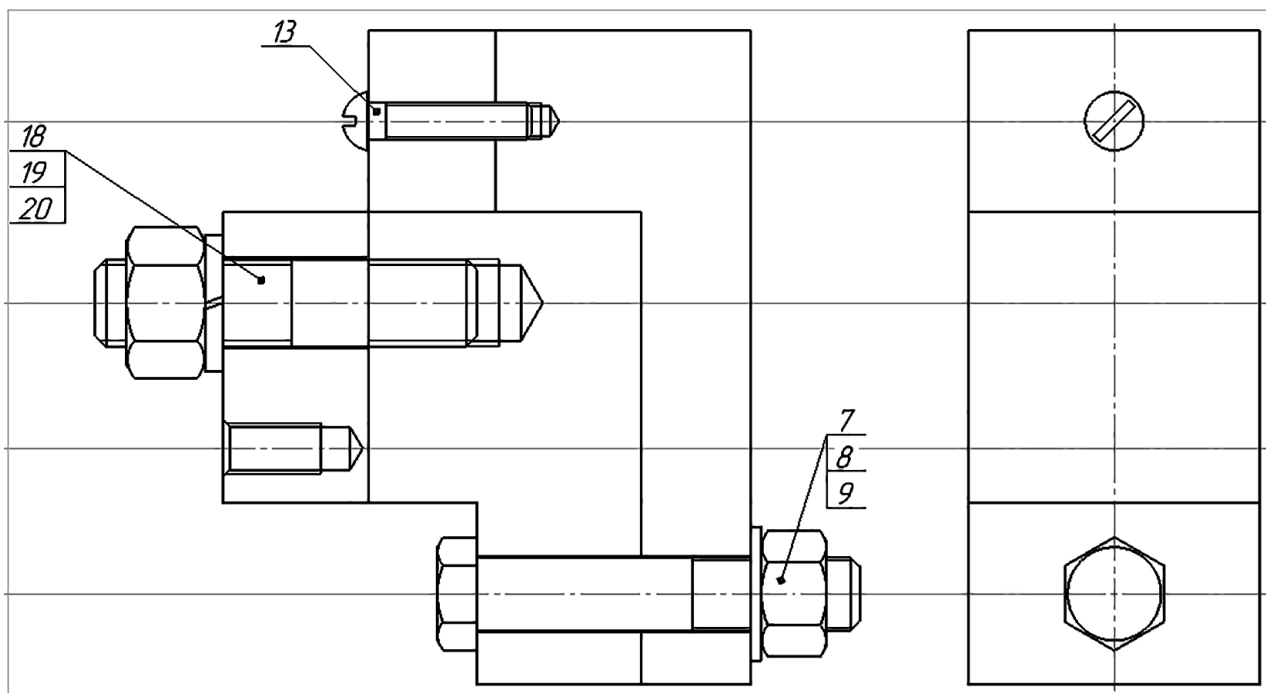


Рис. 202. Создание резьбового отверстия

Удалите вспомогательные построения и выполните штриховку для каждой детали отдельно (рис. 203).

Выполните позиционные полки-выноски для нестандартных деталей с помощью команды **Обозначение позиций** из панели **Обозначения** (можно с произвольной нумерацией, так как после создания спецификации номера позиций будут синхронизированы).

Расположение полок для простановки номеров позиций можно не выполнять строго по горизонтали и вертикали, так как в системе предусмотрена возможность быстрого выполнения данной операции. Обратите внимание, что цвет номеров позиций для деталей черный, т. к. для них пока не созданы объекты спецификации.

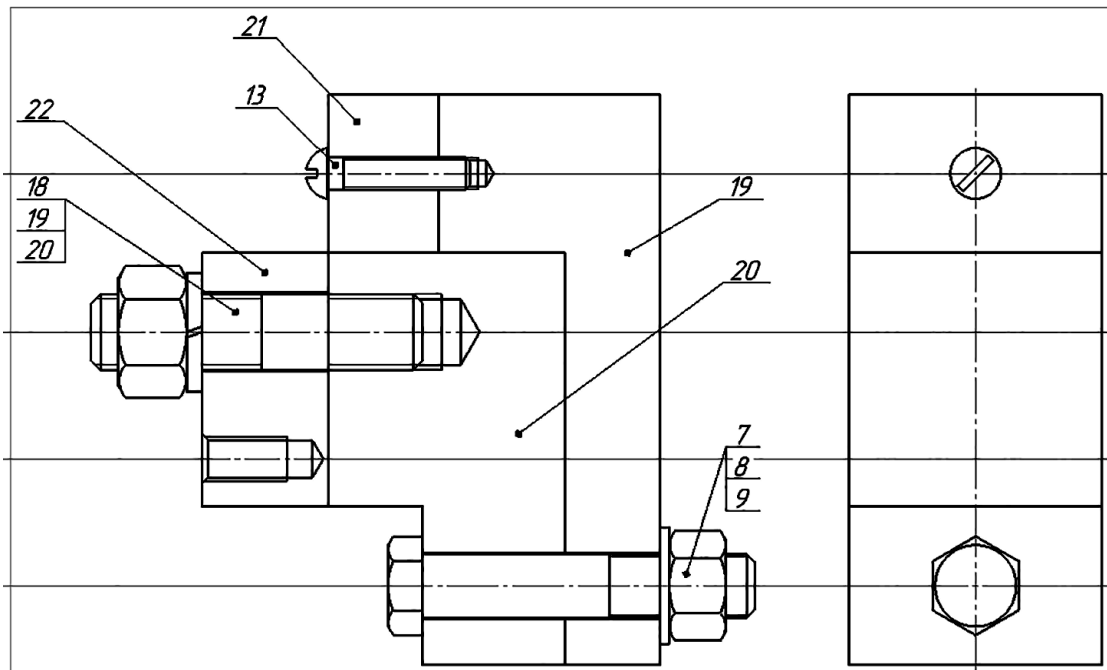


Рис. 203. Нанесение недостающих полок-выносок

Создание объектов спецификации в сборочном чертеже

Далее необходимо внести информацию о нестандартных деталях, входящих в сборку. Для этого выполните следующие операции:

- выделите изображение детали **обязательно вместе с обозначением номера позиции** (можно только номер позиции, щелкнув на линии-выноске);
- выполните команду **Спецификация – Добавить объект..**, в диалоговом окне **Выберите раздел и тип объекта** выберите раздел **Детали** и нажмите кнопку **Создать** (рис. 204);

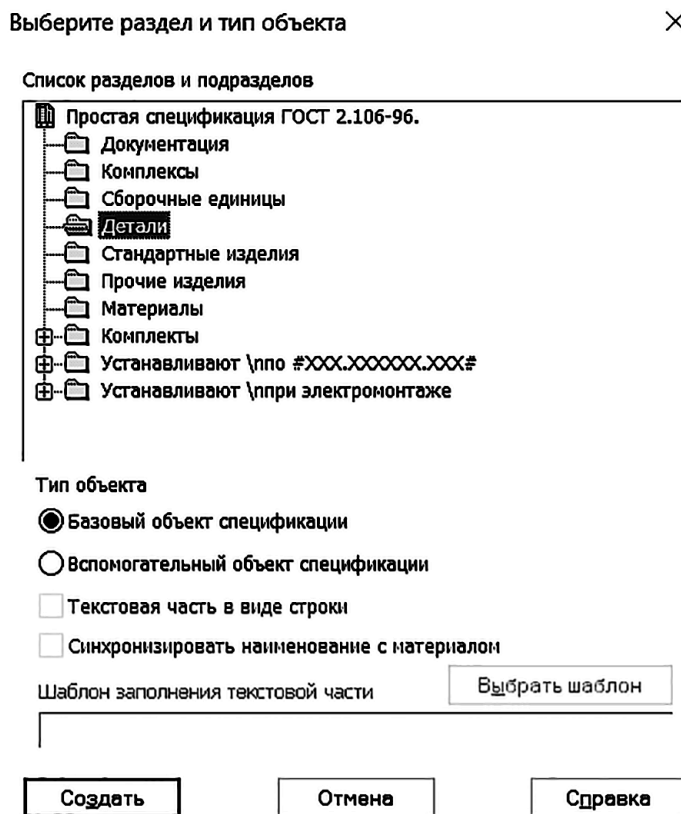


Рис. 204. Создание раздела спецификации

- в появившемся окне **Объект спецификации** заполните ячейки **Обозначение**, **Наименование** в соответствии с принятой для изделия схемой обозначений и нажмите **ОК** (рис. 205);

Объект спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		21	04.37.000.00.001	Корпус	1	

Рис. 205. Задание параметров раздела спецификации

После этого в чертеже будет создан объект спецификации. В обычном режиме эта информация не видна, но ее можно в любой момент просмотреть и отредактировать. Не обращайте внимания на значение номера позиции. Правильную расстановку номеров позиций система выполнит в режиме работы со спецификацией.

Таким же способом создайте объекты спецификации для оставшихся трех деталей (наименования для деталей задайте **Крышка**, **Накладка**, **Пластина**).

Для того чтобы просмотреть информацию об объектах спецификации, выполните команду **Спецификация – Редактировать объекты**. На экране появится окно, содержащее табличный бланк с созданными в нем объектами спецификации. Это не спецификация, а специальный режим сборочного чертежа, называемый **Подчиненным режимом чертежа**. Можно одновременно просматривать два окна: окно подчиненного режима и окно со сборочным чертежом (рис. 206). Для этого вызовите команду **Окно – Мозаика вертикально**. Сделайте текущим окно со сборочным чертежом и щелкните на кнопке **Показать все** на панели **Вид**. Сделайте текущим окно **Объекты спецификации**. Обратите внимание на изменившееся содержание панели **Вид**. Щелкните кнопку **Масштаб по ширине листа** в панели **Вид**.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Г/ч
				<u>Детали</u>		
		11	04.37.000.00.001	Корпус	1	
		12	04.37.000.00.002	Крышка	1	
		13	04.37.000.00.003	Накладка	1	
		14	04.37.000.00.004	Пластина	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		1		Болт М20-6х105 ГОСТ 7796-70	1	
		4		Винт ВМ10-6х45 ГОСТ 17473-80	1	
		3		Гайка М20-6Н ГОСТ 5915-70	1	

Рис. 206. Отображение подчиненного режима спецификации

Активируйте кнопку **Показать состав объекта** на панели **Спецификация** и укажите на любой объект в окне объектов спецификации. При этом на сборочном чертеже система должна выделить зеленым цветом выбранный объект и позиционную линию-выноску.

Если при создании объектов спецификации не выделен состав объекта, то необходимо связать объект спецификации в окне *Подчиненного режима* с его составом на чертеже сборочной единицы. Для этого необходимо (на примере детали **Корпус**);

- перейти в окно *Подчиненного режима* и выделить строку объекта *Корпус*;
- нажмите кнопку *Редактировать состав объекта* на панели *Спецификация*;
- в окне сообщения о редактировании состава объекта щелкните по кнопке *Добавить*;
- активируйте кнопку *Показать состав объекта* на панели *Спецификация*. При этом на сборочном чертеже система должна выделить зеленым цветом объект *Корпус*.

Создание файла спецификации и подключение к ней сборочного чертежа

Для создания спецификации в отдельном файле выполните команду *Файл – Создать – Спецификация*. На экране появился пустой бланк спецификации.

Для оформления спецификации нужно подключить к ней документ сборочный чертеж. Для этого выполните следующие действия:

- находясь в окне документа спецификация, вызовите команду *Управление сборкой*;
- в диалоговом окне *Управление сборкой* щелкните кнопку *Подключить документ*;
- в диалоговом окне *Выберите файлы для открытия* сделайте текущим свой сборочный чертеж и щелкните кнопку *Открыть* в окне *Управление сборкой* в списке подключенных файлов и окне просмотра отобразится выбранный чертеж (рис. 207);

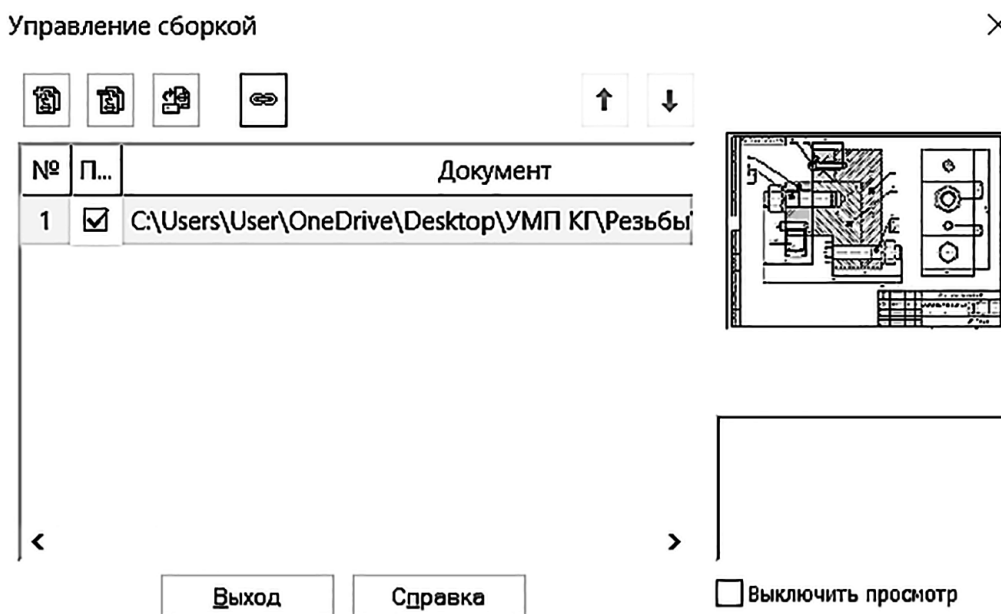


Рис. 207. Выбор связанного сборочного чертежа

- включите флажок *Передавать изменения в документ* и нажмите кнопку *Выход* – в спецификации появятся все созданные объекты и система автоматически проставит номера позиций объектов согласно ГОСТ (если позиции проставлены неверно, воспользуйтесь командой *Расставить позиции*).

- для уменьшения количества резервных строк выделите строку объекта *Пластина* (поз. 4) и на панели *Текущее состояние* задайте количество резервных строк **0** (рис. 208);
- вновь расставьте номера позиций.

Файл Редактор Вид Вставка Формат Таблица Сервис Окно Справка Библиотеки

1.0

12 Спецификаци...

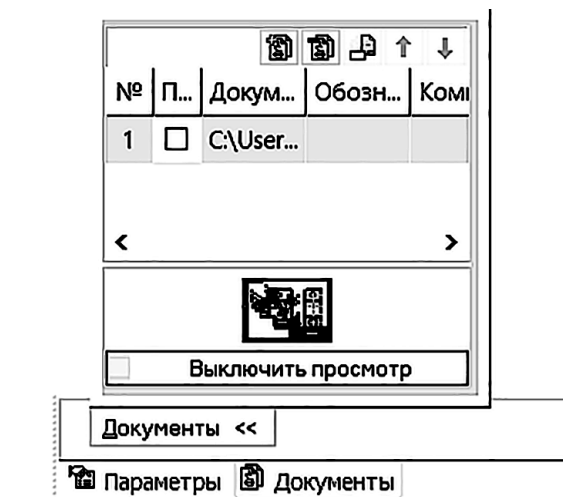
Спецификация пример Соединения резьбовые _ 04.37.000.00.000 x

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A3		04.3	04.37.000.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
				<i>Детали</i>		
	1	04.37.000.00.001		Корпус	1	
	2	04.37.000.00.002		Крышка	1	
	3	04.37.000.00.003		Накладка	1	
	4	04.37.000.00.004		Пластина	1	

Рис. 208. Изменение количества запасных строк спецификации

Добавьте в спецификацию раздел *Документация*. Для этого:

- выполните команду *Вставка – Раздел...*;
- в списке разделов укажите *Документация* и нажмите кнопку *Создать*;
- в спецификации появятся указанный раздел и новая строка объекта спецификации в режиме редактирования его текстовой части;
- для автоматического заполнения строки откройте вкладку *Документы* на *Панели свойств* (рис. 209) и нажмите кнопку *Добавить документ*;



Введите или отредактируйте объект спецификации

Рис. 209. Создание раздела Документация

- в диалоге открытия файла выберите файл своего сборочного чертежа, нажмите *Открыть* и на запрос *Взять данные из основной надписи документа ...?* нажмите *Да* и нажмите кнопку *Создать объект*;

- уменьшите количество резервных строк после раздела *Документация*.

В данный момент система работает в нормальном режиме отображения спецификации (включена кнопка *Нормальный режим*). В этом режиме спецификация представляется как один

непрерывный и бесконечный бланк без основной надписи и доступна проверка ассоциативной связи. Для заполнения основной надписи и полного оформления спецификации активируйте кнопку **Разметка страниц** на панели **Вид**.

При подключении к файлу спецификации сборочного чертежа произойдет заполнение основной надписи спецификации информацией из сборочного чертежа. Заполните пустые графы в основной надписи. Сохраните файл спецификации с именем, предложенным по умолчанию.

Далее необходимо выровнять полки обозначений позиций деталей по горизонтали и (если необходимо) по вертикали. Для этого сделайте окно со сборочным чертежом активным. Выделите необходимое количество выносных линий. Из расширенной панели простановки обозначения позиций вызовите команду **Выровнять позиции по горизонтали** и на запрос системы **Укажите базовую точку...** укажите курсором точку, относительно которой будут выровнены все остальные позиции.

Отобразите на экране рядом два окна: файл сборочного чертежа и файл спецификации (в нормальном режиме). Проверьте ассоциативную связь объектов спецификации с объектами сборочного чертежа.

Сохраните файл сборочного чертежа и файл спецификации.

Нанесите присоединительные и габаритные размеры.

Добавьте на чертеж технические требования: выберите **Вставка – Технические требования – Ввод**, в окне ввода технических требований выберите **Вставить текстовый шаблон**. Среди предложенных шаблонов текста раскрываем ветку **Технические требования – ТТ для чертежей кабелей и жгутов** и дважды щелкаем ЛКМ по шаблону «*Размеры для справок» (рис. 210).

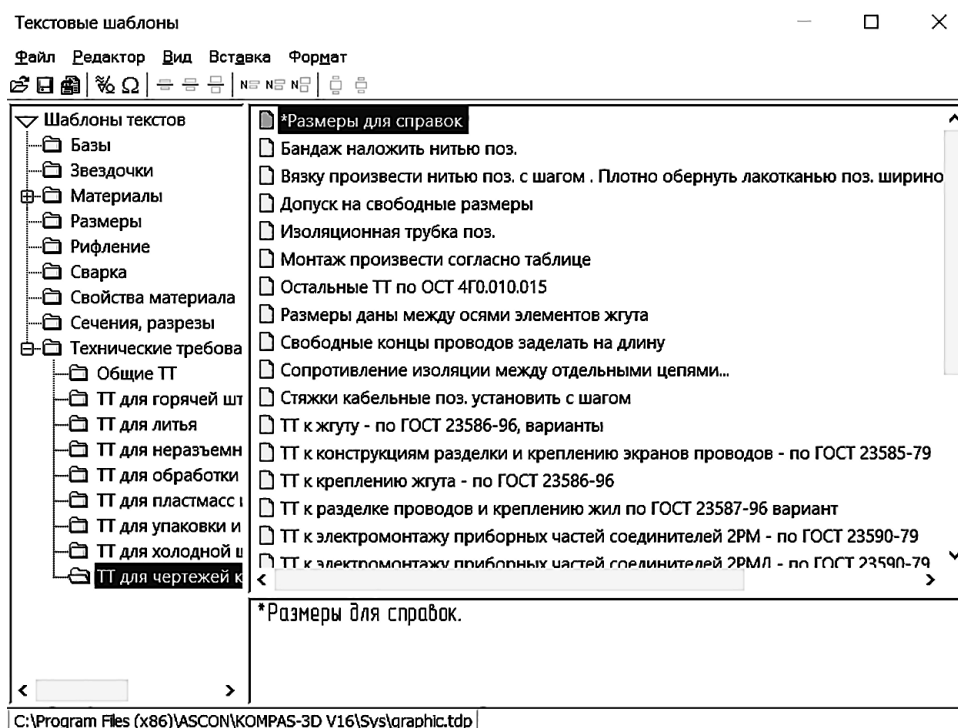


Рис. 210. Выбор текстового шаблона для технических требований

Закрываем окно ввода технических требований, на запрос системы **Сохранить изменения в технических требованиях?...** нажимаем Да (рис. 211).

Для размещения технических требований над основной надписью выбираем **Вставка – Технические требования – Размещение** и перетаскиваем мышкой технические требования в нужное место (рис. 212).

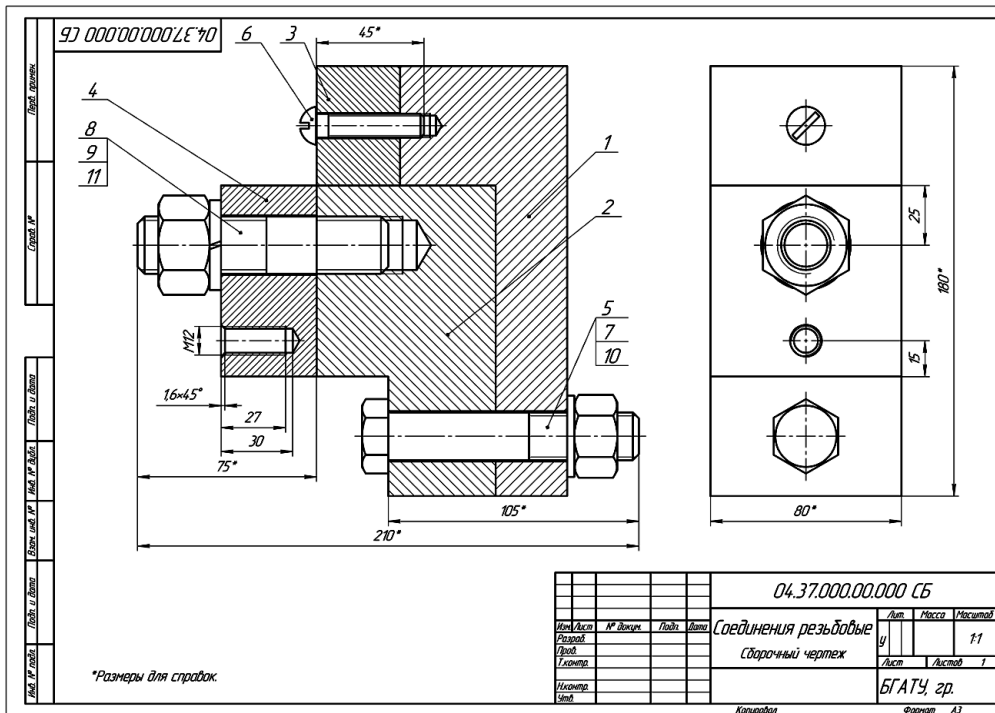


Рис. 211. Размещение технических требований на поле чертежа

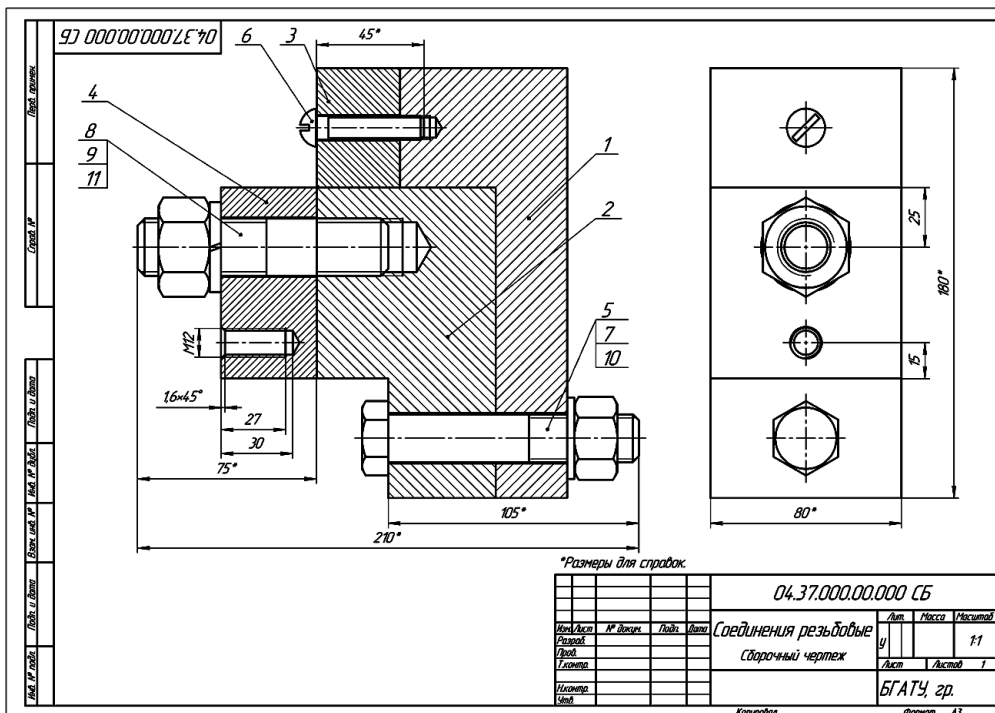


Рис. 212. Сборочный чертеж резьбовых соединений

Сохраните файл сборочного чертежа.

Контрольные вопросы и задания

1. Выбор и вставка болтового соединения на чертеж.
2. Выбор и вставка шпилечного соединения на чертеж.
3. Выбор и вставка винтового соединения на чертеж.
4. Как связать позиции деталей на чертеже со спецификацией?
5. Как привязать сборочный чертеж к спецификации?

Практическая работа № 5

ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ЗУБЧАТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

Цель: научиться рассчитывать и изображать зубчатую передачу с применением комплекса программ проектирования зубчатых передач GEARS.

Задание

1. Рассчитать и выполнить зубчатую передачу.
2. Выполнить шпоночное и шлицевое соединение.
3. Выполнить на чертеже разрез.
4. Нанести размеры.
5. Оформить чертеж.

Задание выполняется на формате А3.

Варианты задания и исходные данные представлены в табл. 6 и на рис. 213.

Пример оформления чертежа – рис. 214.

Таблица 6

Варианты задания для расчета зубчатой передачи

Номер варианта	m	Параметры и размеры деталей							
		Колесо ведущее			Шпонка $l^*=35$	Колесо ведомое			
		z_1	d_e	$d_{ст1}$		z_2	$d_{ст2}$	Шлицы	
1	4	20	25	40	Шпонка $b \times h \times l^*$ выбирается в зависимости от диаметра вала d в по ГОСТ 23360–78	32	55	42	Размеры прямого шлицевого соединения $z \times d \times D \times b$ выбираются в зависимости от диаметра шлицевого вала D по ГОСТ 1139–80 (для средней серии)
2	4	17	25	40		33	50	38	
3	4	18	25	40		31	55	42	
4	4	19	28	42		32	50	38	
5	3	26	30	45		40	55	38	
6	3	24	25	40		42	55	42	
7	3	36	40	55		28	45	32	
8	3	34	40	55		30	45	34	
9	5	17	30	45		21	50	38	
10	5	15	28	42		23	55	42	
11	5	18	30	45		22	50	38	
12	5	16	25	38		24	60	48	
13	4,5	17	30	45		27	55	42	
14	4,5	18	28	42		26	55	42	
15	4,5	19	35	50		25	55	42	
16	4,5	15	25	40		30	60	48	
17	4	26	40	55		26	50	38	
18	4	26	40	55		27	55	42	
19	4	22	35	50		28	50	38	
20	4	21	30	45		29	55	42	
21	5	21	40	55		21	55	42	
22	5	13	20	35		27	60	48	
23	5	27	45	60		13	40	28	
24	5	25	42	60		15	40	28	
25	2,5	26	20	35		56	65	34	
26	2,5	32	30	45		48	55	42	
27	2,5	30	28	45		50	50	38	
28	2,5	25	30	45		57	60	48	

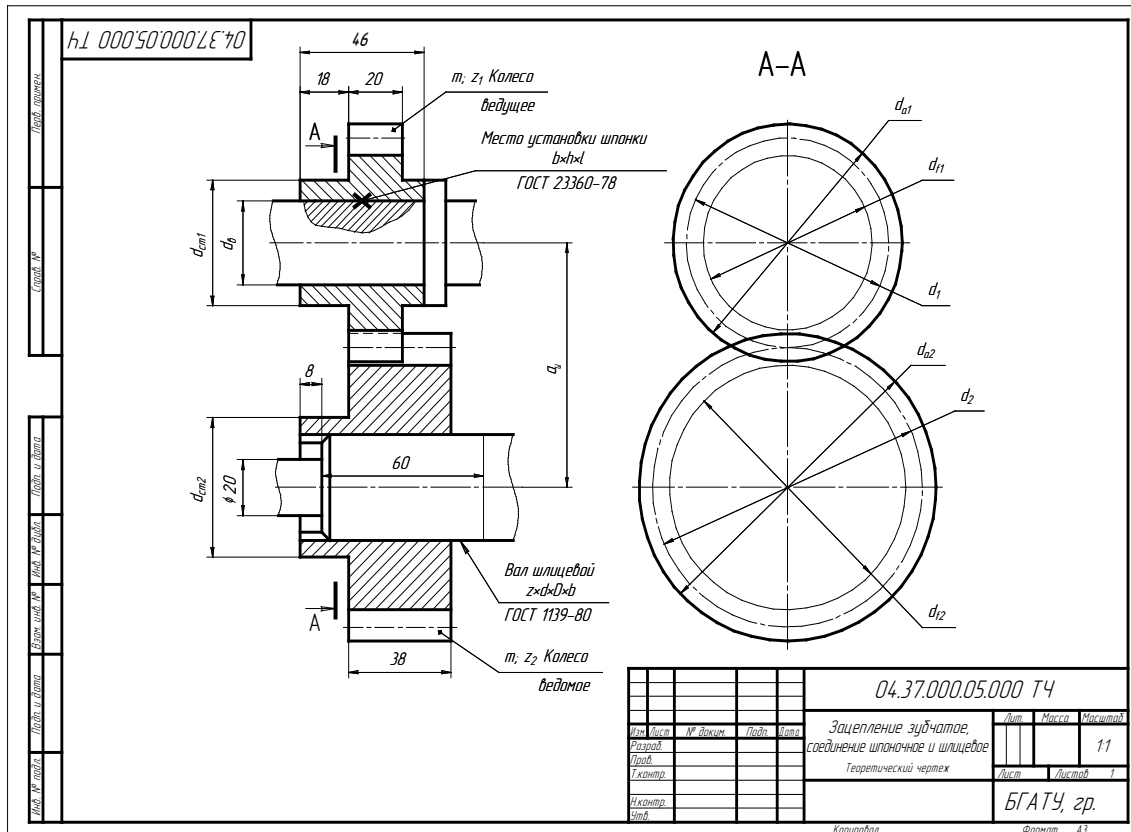


Рис. 213. Исходные данные для выполнения чертежа зубчатой передачи

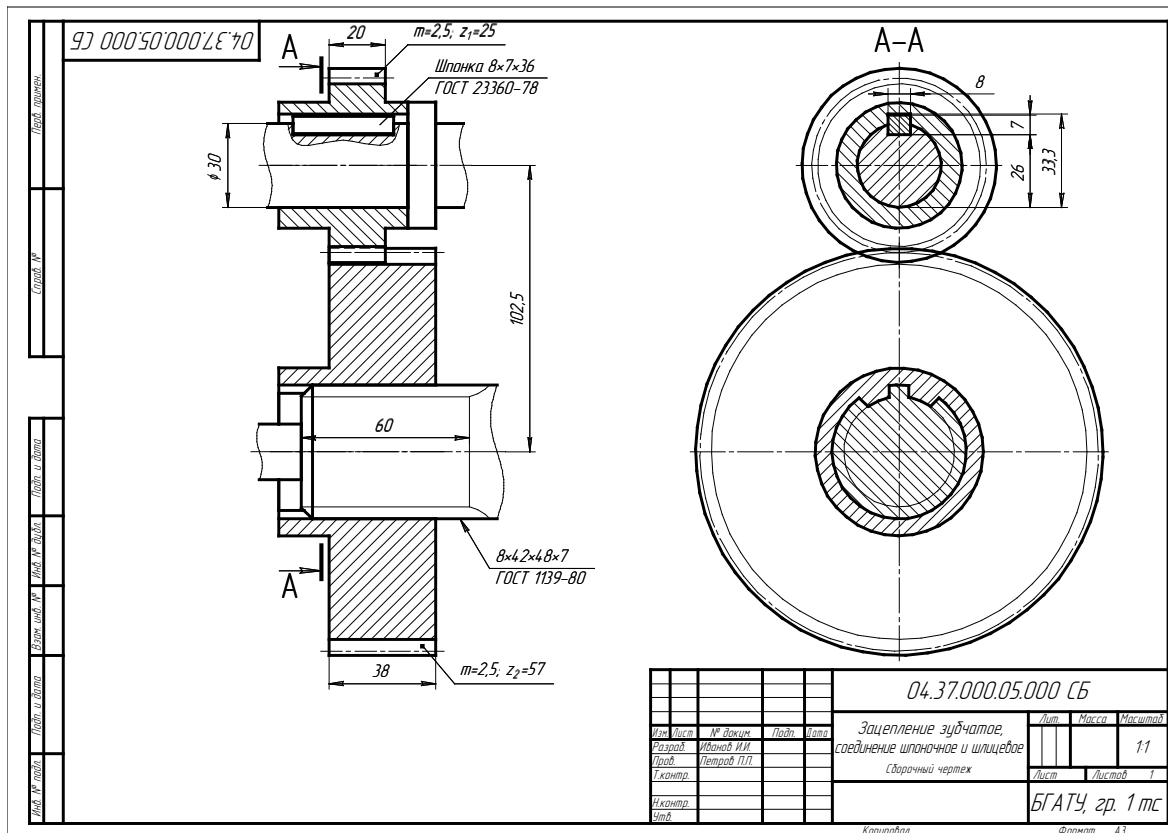


Рис. 214. Пример выполнения чертежа зубчатой передачи

Методические указания и последовательность выполнения

1. Открыть программу **КОМПАС-3D** на компьютере, используя следующий путь:
Пуск → Программы → АСКОН → КОМПАС-3D.
2. Войти в компонент КОМПАС-График. Для этого необходимо создать новый чертёж. Установить формат А3 горизонтального расположения через *Менеджер документа*.
3. Сохранить документ, указав путь сохранения и наименование файла «**Зубчатая передача + ФИО студента**».
4. Подключаем *Менеджер библиотек КОМПАС-3D*, выбрав путь
Сервис → Менеджер библиотек.
5. Среди библиотек **КОМПАС-3D** выбираем папку *Механики* и включаем библиотеку **Валы и механические передачи 2D** (рис. 215).

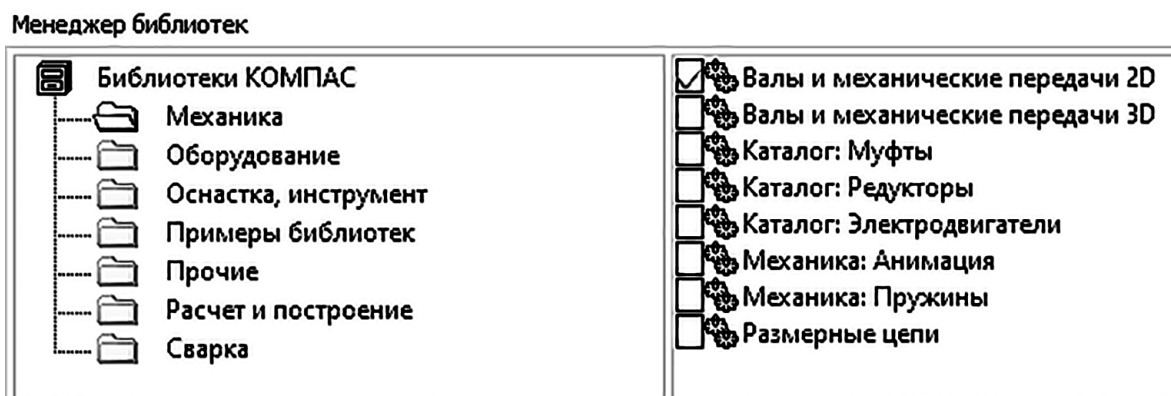


Рис. 215. Подключение библиотек Компас-3D

6. По заданным параметрам (табл. 7) рассчитаем зубчатую передачу с применением комплекса программ проектирования зубчатых передач **GEARS**, для этого выберем функцию **Расчеты механических передач** (рис. 216). В главном окне комплекса программ проектирования зубчатых передач **GEARS** выбираем **Цилиндрическую передачу внешнего зацепления** и нажимаем кнопку **Выполнить расчет** (рис. 217). Выполняем **Геометрический расчет по межосевому расстоянию** (рис. 218).

Таблица 7

Исходные данные для примера расчетов и построения

m	Параметры и размеры деталей							
	Колесо ведущее				Колесо ведомое			
	z_1	d_e	d_{cm1}	Шпонка $l^*=35$	z_2	d_{cm2}	Шлицы	
2,5	25	30	45	По d_e ГОСТ 23360–78	57	60	D^{**} 48	По D^{**} ГОСТ 1139–80

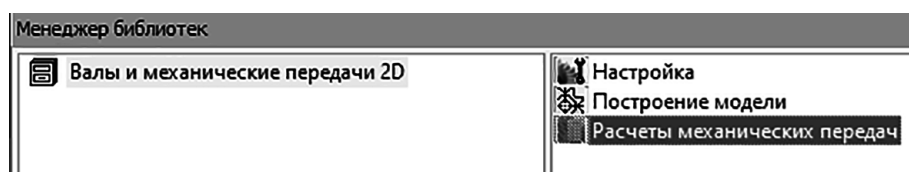


Рис. 216. Активация комплекса программ GEARS

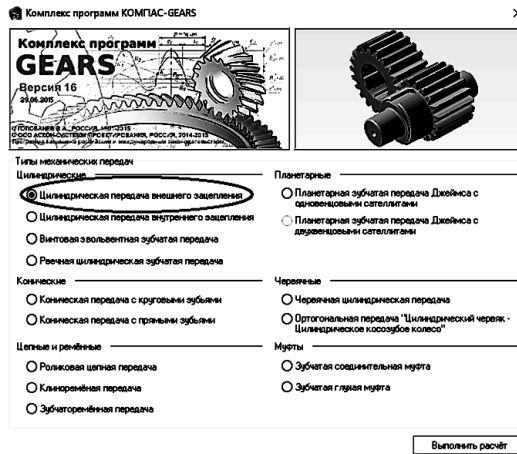


Рис. 217. Выбор типа зубчатой передачи для расчёта

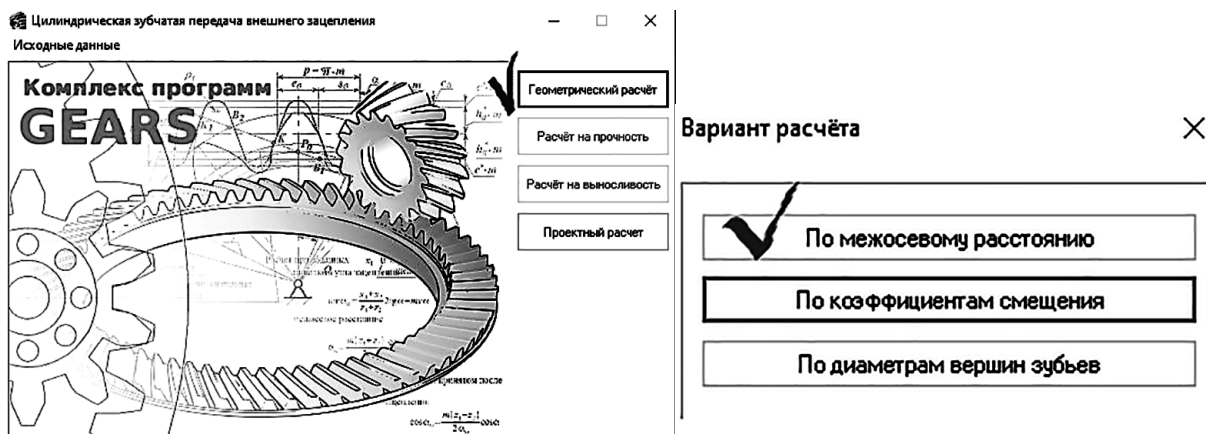


Рис. 218. Выбор типа расчёта

По исходным данным указываем: число зубьев для ведущего и ведомого колеса 25 и 57, выбираем модуль из стандартного ряда и нажимаем **OK** (рис. 220), ширину зубчатого венца для ведущего и ведомого колеса 20 и 38 мм, нажимаем кнопку Рассчитать межосевое расстояние (рис. 219). Остальные параметры установлены по умолчанию и не требуют редактирования.

Геометрический расчёт		Ведущее колесо		Ведомое колесо	
Страница 1 Страница 2 Предмет расчёта					
Наименование и обозначение параметра					
1. Число зубьев	z_1, z_2	25	57		
2. Модуль, мм	m_n	2.5			
3. Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	0° 0' 0"	0° 0' 0"		
4. Направление линии зуба ведущего колеса	—	прямое			
5. Угол профиля зуба исходного контура	α	20° 0' 0"	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	20	38		
10. Межосевое расстояние, мм	a_r	102.5			
11. Диаметр измерительного ролика, мм	D_1, D_2	4.345	4.345		
12. Инструмент для обработки	—	рейка			
13. Параметры инструмента	—				

Рис. 219. Задание параметров зубчатой передачи

Выбор модуля и исходного контура

Мелкомодульные передачи с исходным контуром по ГОСТ 9587-81
 Питчевые модули (исходный контур по стандартам других стран)
 Метрические модули (исходный контур по стандартам других стран) Нестандартный модуль
 Крупномодульные высоконапряженные передачи с исходным контуром по ГОСТ Р 50531-93
 Крупномодульные передачи с исходным контуром по ГОСТ 13755-81

Ряд 1	Ряд 2
1	
1,25	1,125
1,5	1,375
	1,6*
2	1,75
2,5	2,25
3	2,75
	3,15*
	3,25
	3,5
	3,75**
4	4,25**
	4,5
5	5,5
6	

Примечания:
 При выборе модуля ряд 1 ряд следует предпочитать ряду 2
 * Допускается применение в редукторостроении
 ** Допускается применение в тракторной промышленности

Исходный контур по ГОСТ 13755-81

Угол наклона профиля $\alpha = 20^\circ$
 Коэффициент высоты головки $h_a^* = 1$
 Коэффициент высоты ножки $h_f^* = 1.25$
 Коэффициент срабаточной высоты $h_i^* = 2$
 Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой $\rho_f^* = 0.38$
 Коэффициент радиального зазора $c^* = 0.25$

OK Отмена Справка

Рис. 220. Выбор модуля зацепления

Переходим на Страницу 2 и нажимаем кнопку **Расчет**. В окне **Ход расчета** отобразятся результаты расчета контролируемых параметров зацепления и итоговое сообщение «Контролируемые, измерительные параметры и параметры качества зацепления в норме». Нажимаем кнопку **Закончить расчеты** (рис. 221).

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	7-C	7-C
Суммарный коэффициент смещения	x_Σ	0
Коэффициент смещения исходного контура	x_1, x_2	0.388
Расчётный диаметр вершин зубьев, мм	d_{a1}, d_{a2}	69.44
Диаметр вершин зубьев со срезом, мм	d'_{a1}, d'_{a2}	69.44

Ход расчёта

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	7-C	7-C
Суммарный коэффициент смещения	x_Σ	0
Коэффициент смещения исходного контура	x_1, x_2	0.388
Расчётный диаметр вершин зубьев, мм	d_{a1}, d_{a2}	69.44
Диаметр вершин зубьев со срезом, мм	d'_{a1}, d'_{a2}	69.44

Ход расчёта

Контролируемые и измерительные параметры	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Возможность измерения постоянной хорды	Есть	Есть
Возможность измерения длины общей нормали	Есть	Есть
Возможность измерения размера по роликам	Есть	Есть

Критерия качества зацепления

Критерий	Ведущее колесо	Ведомое колесо
Подрезание зубьев	Нет	Нет
Интерференция зубьев	Нет	Нет
Заострение зубьев	Нет	Нет
Коэффициент перекрытия в пределах нормы	Да	

Контролируемые, измерительные параметры и параметры качества зацепления в норме.

Рис. 221. Выполнение и проверка расчета

Закрываем окно комплекса программ проектирования зубчатых передач **GEARS** и в библиотеке **Валы и механические передачи 2D** выбираем **Построение модели**. Откроется окно построения моделей, в нем выбираем функцию **Новая модель** (рис. 222). Строим ведущее колесо, поэтому в окне **Выбор типа отрисовки модели** выбираем **В разрезе** и нажимаем **ОК** (рис. 223).

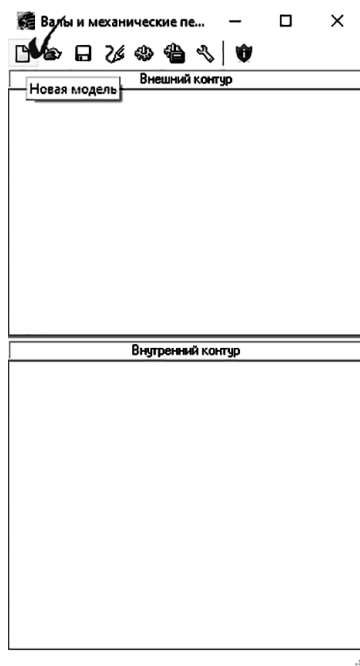


Рис. 222. Создание новой модели



Рис. 223. Выбор отрисовки модели

Строим первую ступень ведущего колеса (ступицу), выбрав в окошке **Внешний контур** **Простые ступени** → **Цилиндрическая ступень**. В окне параметров **Цилиндрической ступени** задаем длину 18 мм и диаметр 45 мм согласно исходным данным (рис. 224).

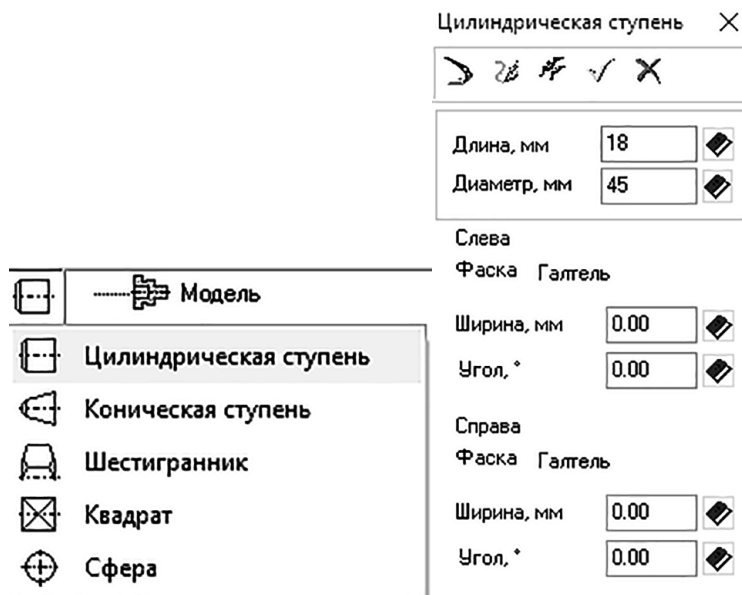


Рис. 224. Создание первой ступени

В окне сообщений появится информация о построенной ступени, а на рабочем поле чертежа отобразится сформированная ступень (рис. 225).

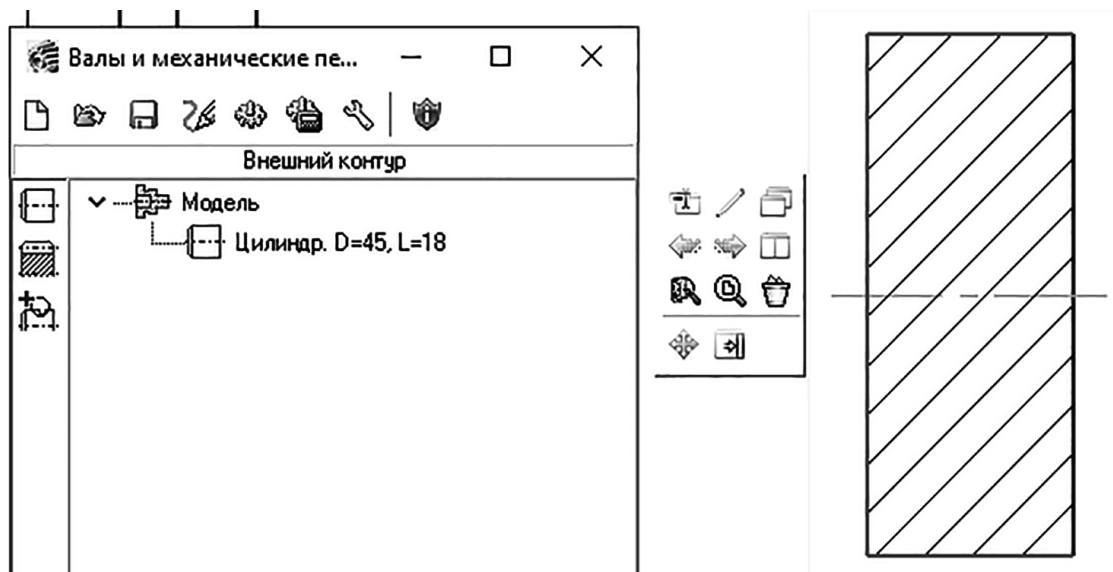


Рис. 225. Отображение первой ступени

Далее строим зубчатый венец ведущего колеса, для этого выбираем *Элементы механических передач* → *Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями* (рис. 226).

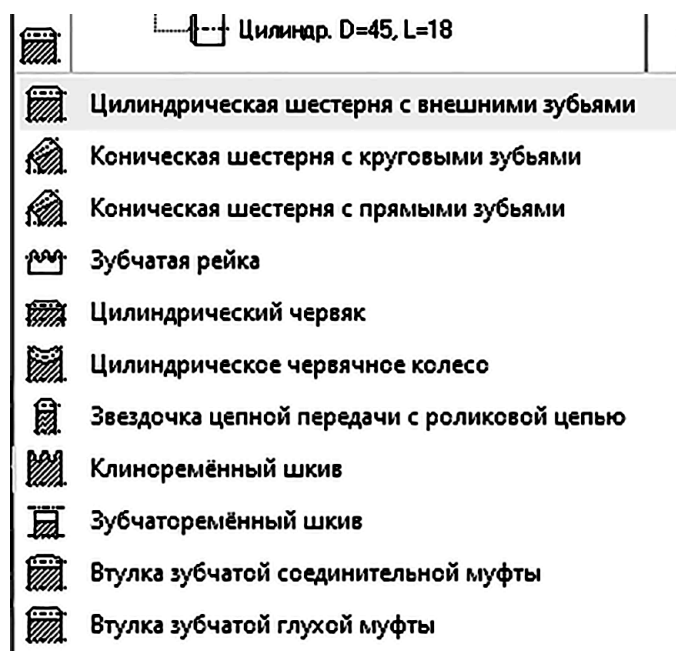


Рис. 226. Создание второй ступени (зубчатого венца)

В открывшемся окне комплекса программ проектирования зубчатых передач **GEARS** выбираем функцию **Загрузить последний выполненный расчет** (рис. 227). В появившемся окне **Выбор объекта построения** указываем шестерню и нажимаем **ОК**.

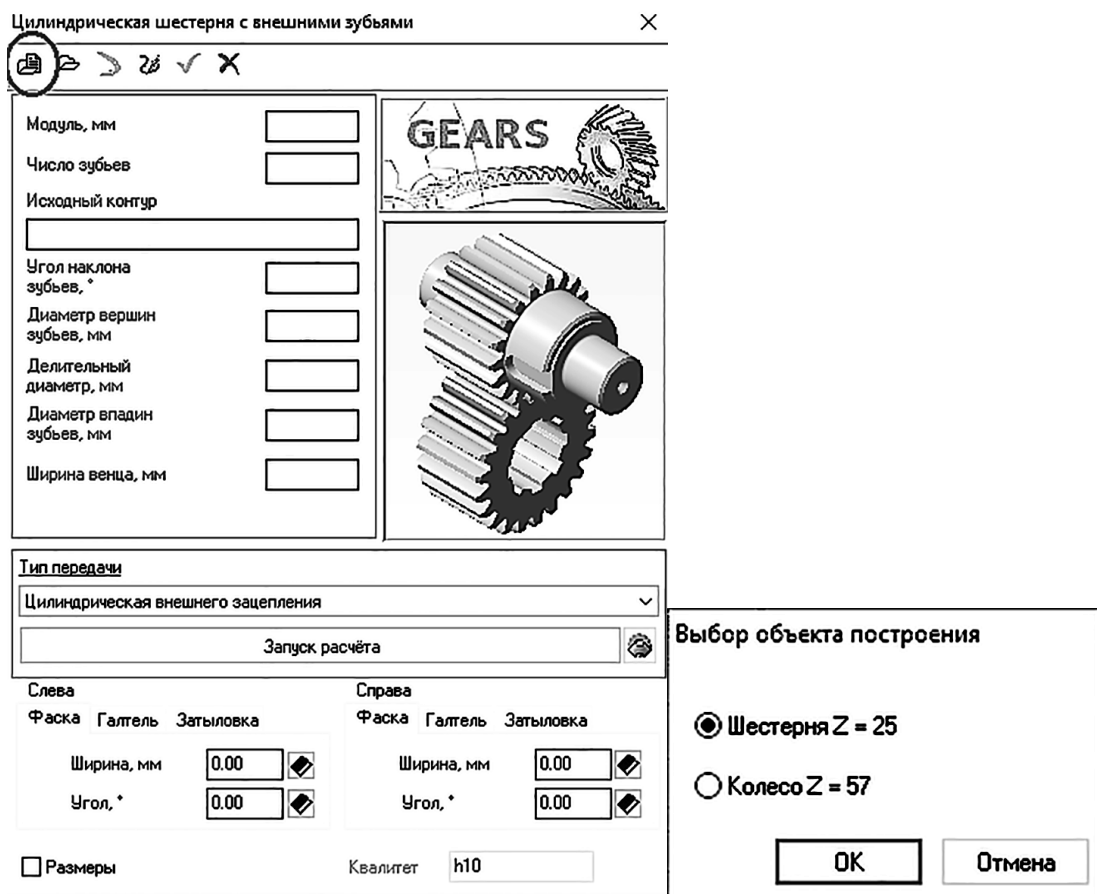


Рис. 227. Выбор данных для построения зубчатого венца

В окне комплекса программ проектирования зубчатых передач **GEARS** появятся данные расчета для ведущего колеса, по необходимости указываем размеры конструктивных элементов (фаски, галтели, затыловки) и нажимаем **OK** (рис. 228).

Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями ✕

Модуль, мм	m_n	<input type="text" value="2.5"/>	
Число зубьев	z	<input type="text" value="25"/>	
Исходный контур	<input type="text" value="ГОСТ 13755-81"/>		
Угол наклона зубьев, °	β	<input type="text" value="0°00'00''"/>	
Диаметр вершин зубьев, мм	d_a	<input type="text" value="69.44"/>	
Делительный диаметр, мм	d	<input type="text" value="62.5"/>	
Диаметр впадин зубьев, мм	d_f	<input type="text" value="58.19"/>	
Ширина венца, мм	b	<input type="text" value="20"/>	

Тип передачи

Цилиндрическая внешнего зацепления ▼



Слева			Справа		
Фаска	Галтель	Затыловка	Фаска	Галтель	Затыловка
Ширина, мм	<input type="text" value="0.00"/> 		Ширина, мм	<input type="text" value="0.00"/> 	
Угол, °	<input type="text" value="0.00"/> 		Угол, °	<input type="text" value="0.00"/> 	

Размеры Квалитет

Рис. 228. Создание зубчатого венца

В окне сообщений появится информация о построенной ступени, а на рабочем поле чертежа отобразится сформированная ступень зубчатого венца (рис. 229).

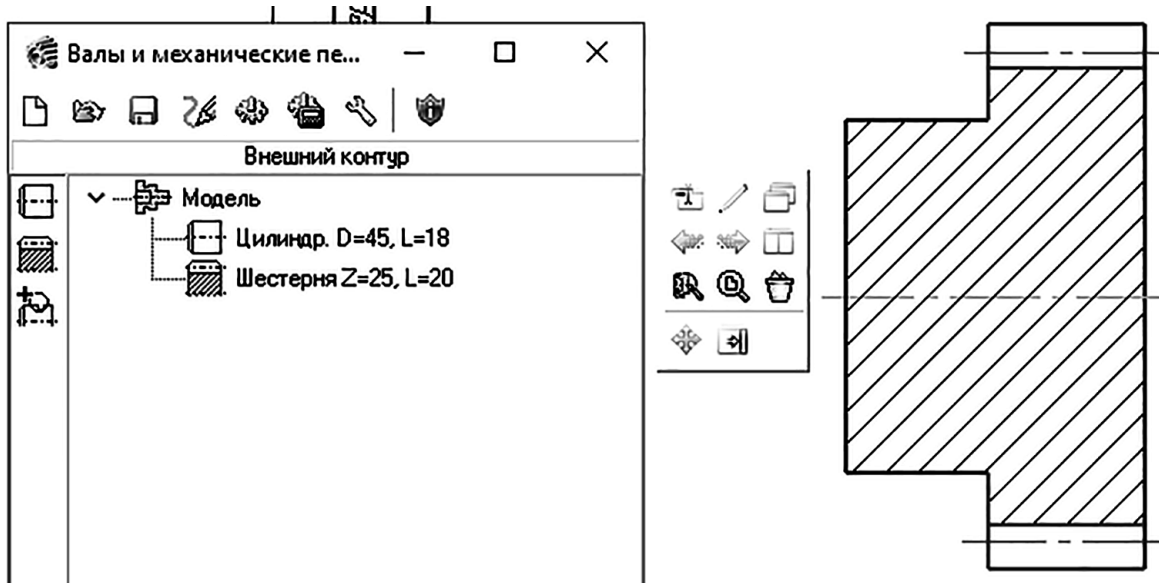


Рис. 229. Отрисовка зубчатого венца

Таким же образом строим третью ступень ведущего колеса (ступицу) с размерами: длина 8 мм, диаметр 45 мм.

Переходим к построению внутреннего контура ведущего колеса. Выбираем **Простые ступени** → **Цилиндрическая ступень** и в окне параметров указываем длину 46 мм (длина всего колеса) и диаметр 30 мм (диаметр вала под ведущее колесо по исходным данным) (рис. 230). Создаем ступень (рис. 231).

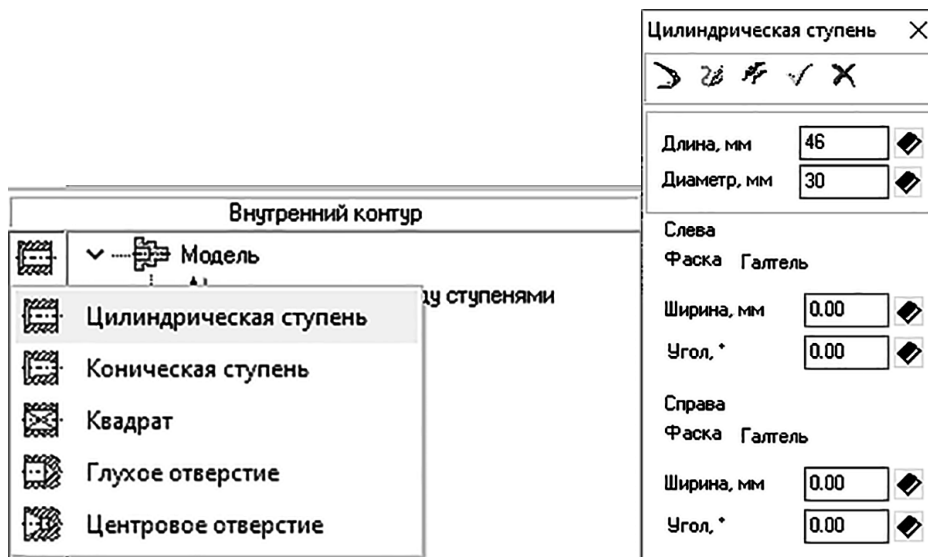


Рис. 230. Создание третьей ступени

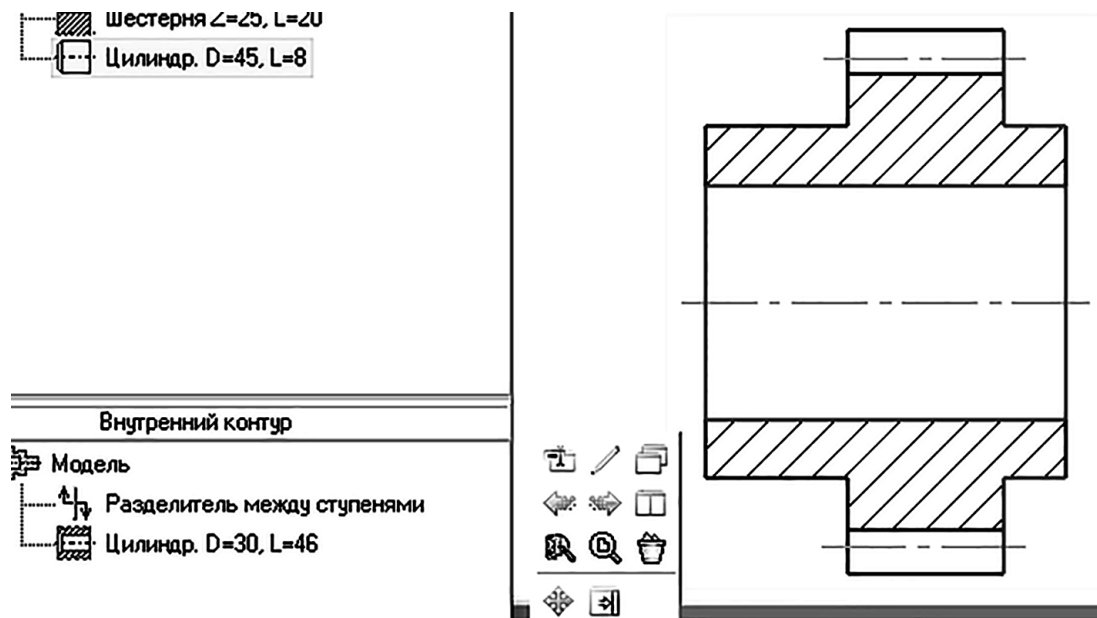


Рис. 231. Отрисовка третьей ступени

Для построения шпоночного паза выбираем *Дополнительные построения* → *Шпоночные пазы* → *Под призматическую шпонку* (рис. 232). В окне выбора параметров шпоночного паза выбираем из стандартного ряда размеров шпонок и нажимаем *Применить* и *ОК* (рис. 233).



Рис. 232. Выбор шпоночного паза



Рис. 233. Выбор параметров шпоночного паза

На рабочем поле чертежа отобразится ведущее зубчатое колесо со всеми элементами (рис. 234). Для завершения процесса построения нажимаем кнопку **Сохранить модель** и выйти (рис. 235).

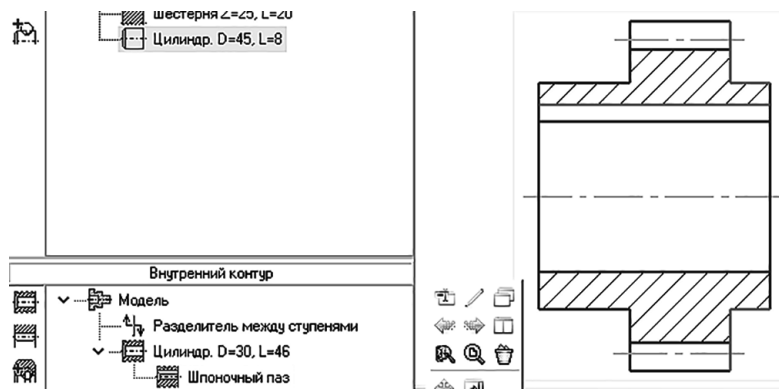


Рис. 234. Отрисовка колеса со шпоночным пазом

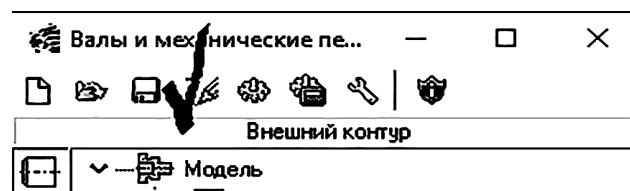


Рис. 235. Сохранение модели

Далее аналогично строим ведомое колесо. Для точного позиционирования вводим вспомогательные прямые и отмечаем межосевое расстояние (по расчетам 102,5 мм) (рис. 236). При проектировании зубчатого венца ведомого колеса при выборе объекта построения переключаемся на колесо (рис. 237).

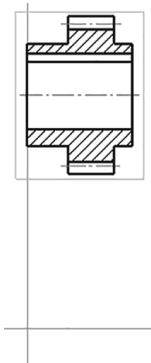


Рис. 236. Позиционирование второго зубчатого колеса

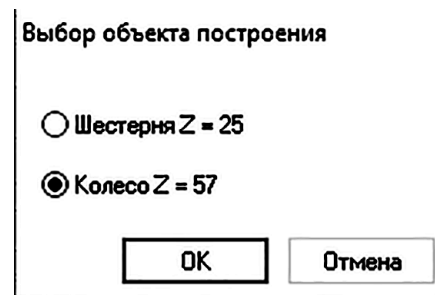


Рис. 237. Выбор объекта построения

При построении внутреннего контура в отверстии колеса строим шлицы прямоугольные (рис. 238).

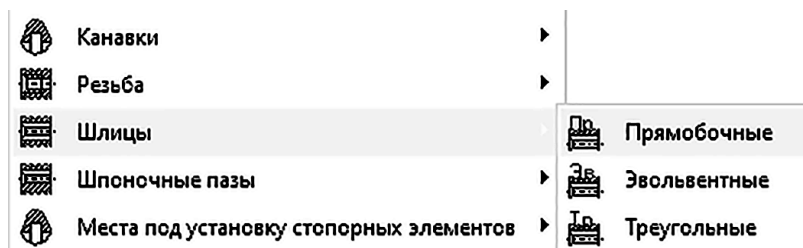


Рис. 238. Выбор шлицов

Шлицы выбираем из стандартного ряда по средней серии, ориентируясь на параметр D^{**} из исходных данных. По стандартному обозначению шлицов $z \times d \times D \times b$ – это третья цифра (в примере $D^{**}=48$, поэтому выбираем $8 \times 42 \times 48 \times 7$) (рис. 239).

На рабочем поле чертежа отобразится ведомое зубчатое колесо (рис. 240).

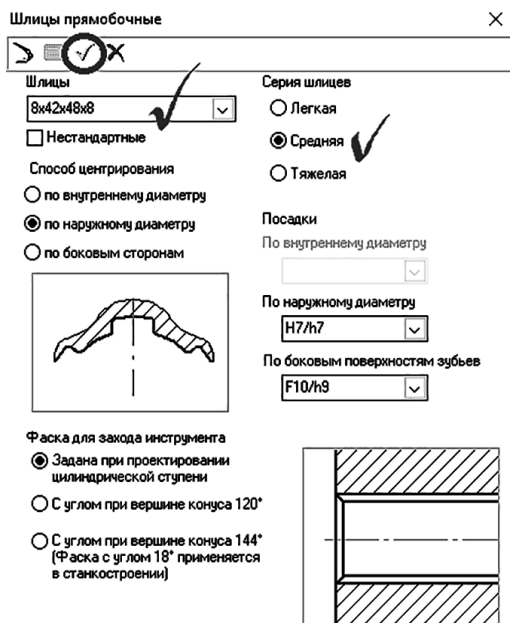


Рис. 239. Выбор параметров шлицов

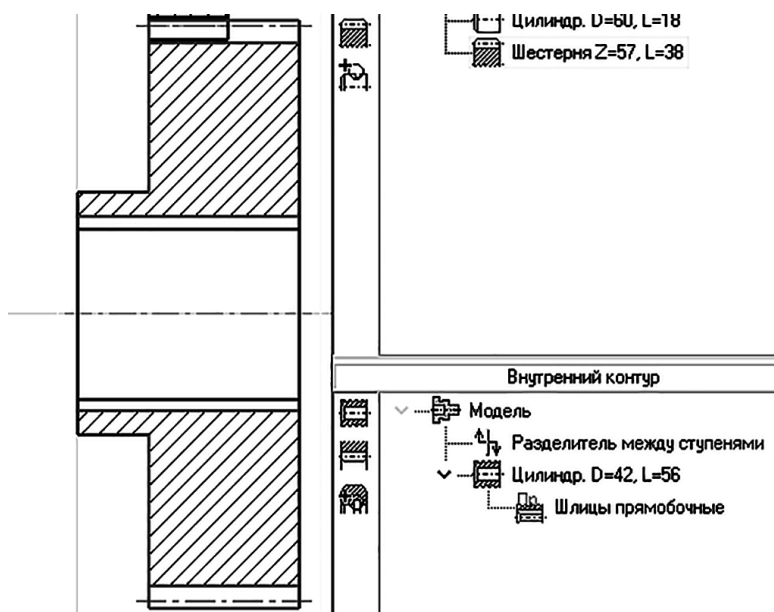


Рис. 240. Отрисовка зубчатого колеса

Строим ведущий вал. Модель размещаем в стороне от построенных зубчатых колес, отрисовку модели выбираем без разреза (рис. 241). Параметры первой ступени вала – диаметр 30 мм (по исходным данным), длина – 50 мм и более (по построению). На этой ступени строим шпоночный паз, размеры для паза выбираем из стандартного ряда (согласно выбранному шпоночному пазу на ведущем колесе), задаем базовый торец и расстояние от него до паза и указываем вариант отрисовки *Местный разрез* (рис. 242). Нажимаем *Применить* и *ОК*.

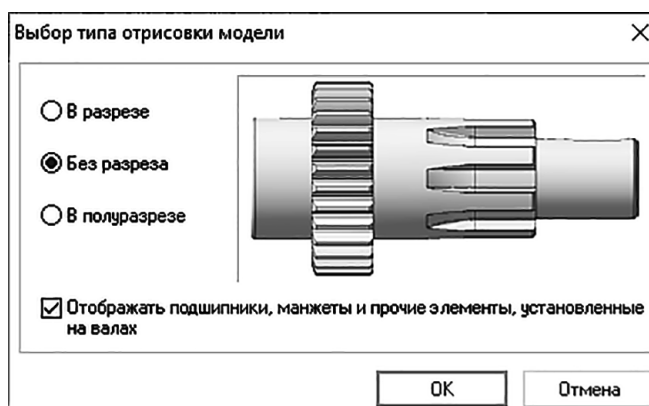


Рис. 241. Создание ведущего вала

Достраиваем вторую и третью ступени вала, диаметры соответственно 45 мм и 30 мм, длины – произвольные (рис. 243).

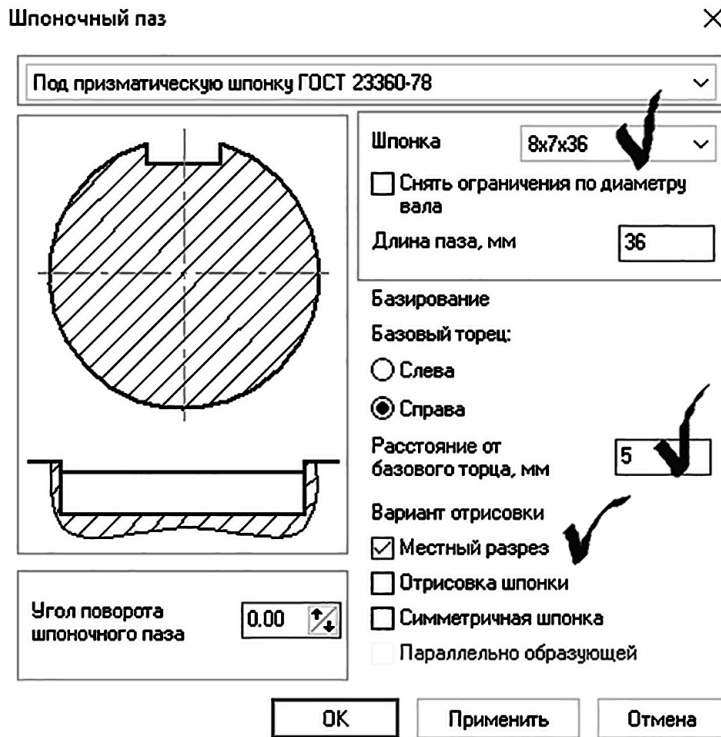


Рис. 242. Выбор параметров шпоночного паза на валу

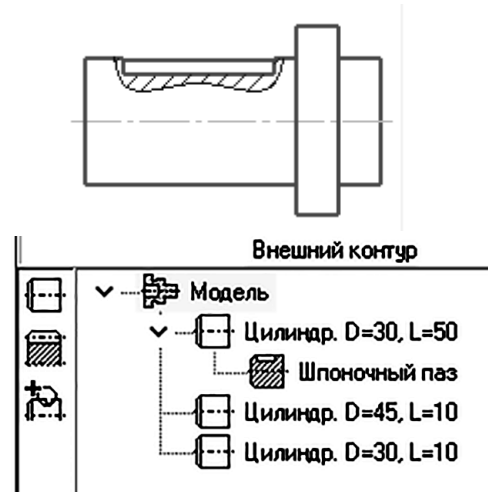


Рис. 243. Отрисовка ведущего вала

Создаем модель ведомого вала. Первая ступень – диаметр 20 мм, длина произвольная; вторая ступень – диаметр 48 мм (под шлицы), длина – более 60 мм. При создании второй ступени указать размер фаски из стандартного ряда. Для второй ступени создаем **Дополнительные построения** → **Шлицы** → **Шлицы прямоугольные**, параметры подбираем аналогично шлицам ведомого колеса (рис. 244). Нажимаем **OK**. Модель ведомого вала создана (рис. 245).

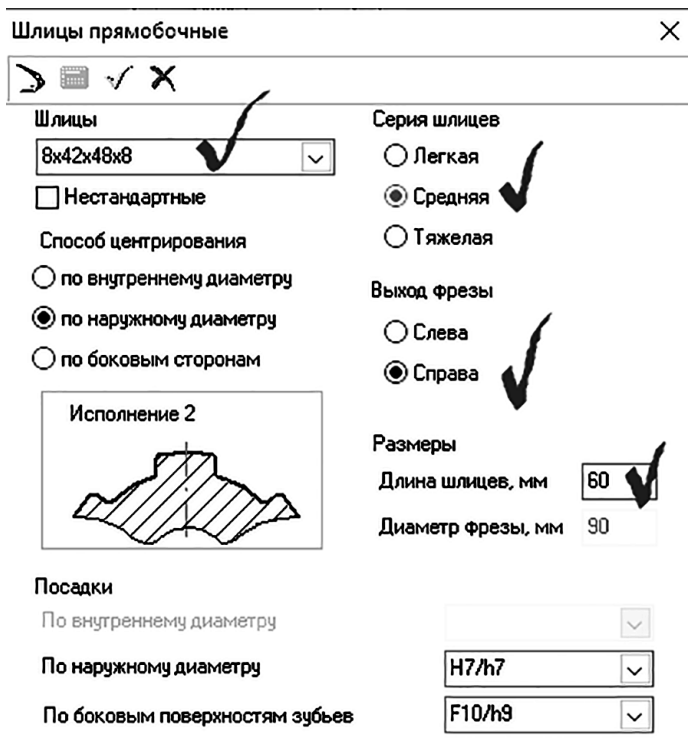


Рис. 244. Выбор параметров шлицов для ведомого вала

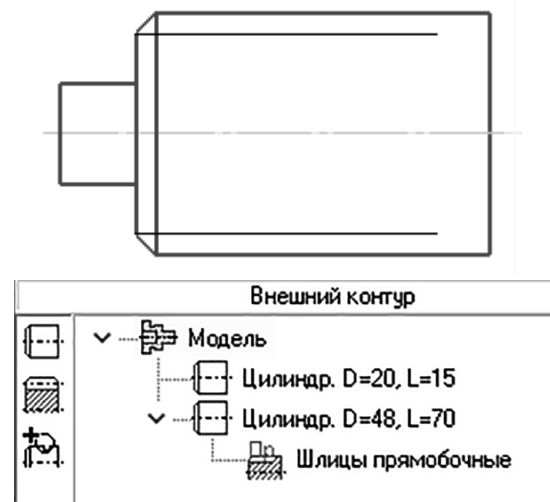


Рис. 245. Отрисовка ведомого вала

Для размещения валов на главном виде изображения вырезаем их с изначального местоположения и вставляем с привязкой к зубчатым колесам (рис. 246).

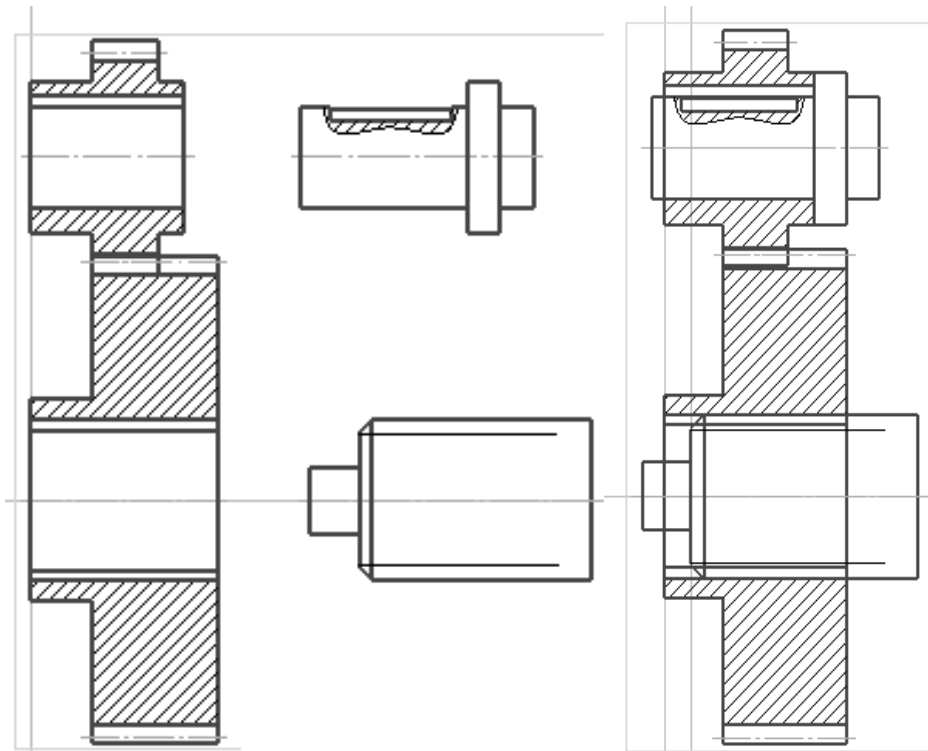


Рис. 246. Перемещение валов на зубчатые колеса

Шпонку в соединение вставляем из библиотек **КОМПАС-3D**, указав путь:

Библиотеки → Стандартные изделия → Вставить элемент.

В окне Библиотеки стандартных изделий на вкладке **Стандартные изделия** раскрываем ветви **Подшипники и детали машин → Шпонки → Призматические шпонки → Шпонки ГОСТ 23360–78**, из предложенных вариантов выбираем шпонку исполнения 1 (рис. 247).

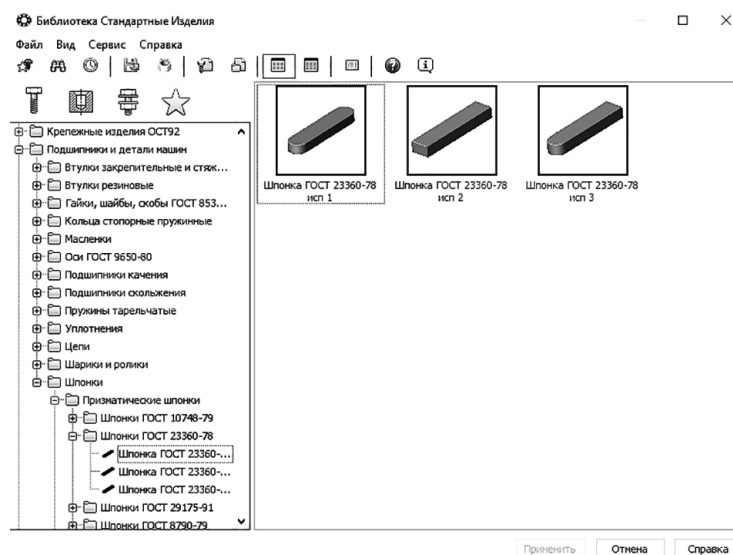


Рис. 247. Выбор шпонки из библиотек Компас-3D

Редактируем длину шпонки согласно выбранным шпоночным пазам и нажимаем **Применить** (рис. 248).



Рис. 248. Задание параметров шпонки

Курсором управляем вставкой фантома шпонки и устанавливаем ее в шпоночный паз на валу (рис. 249).

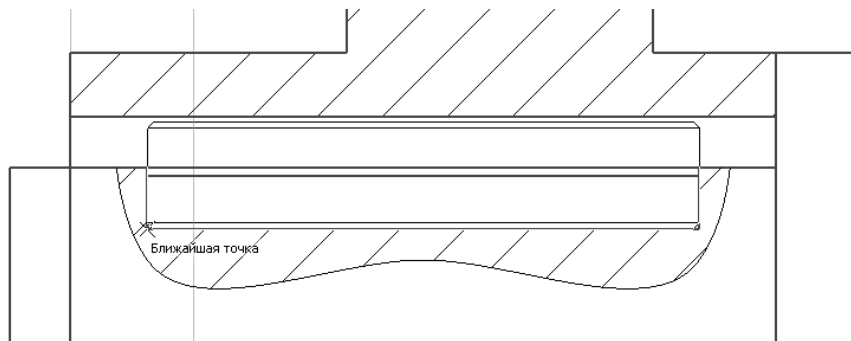


Рис. 249. Вставка шпонки в соединение

Отредактируем отображение моделей на чертеже, уберем лишние линии. Выбираем модель ведущего колеса и в контекстном меню нажимаем кнопку *Разрушить* (рис. 250) или щелкаем ПКМ на модели и меню выбираем команду *Разрушить*.

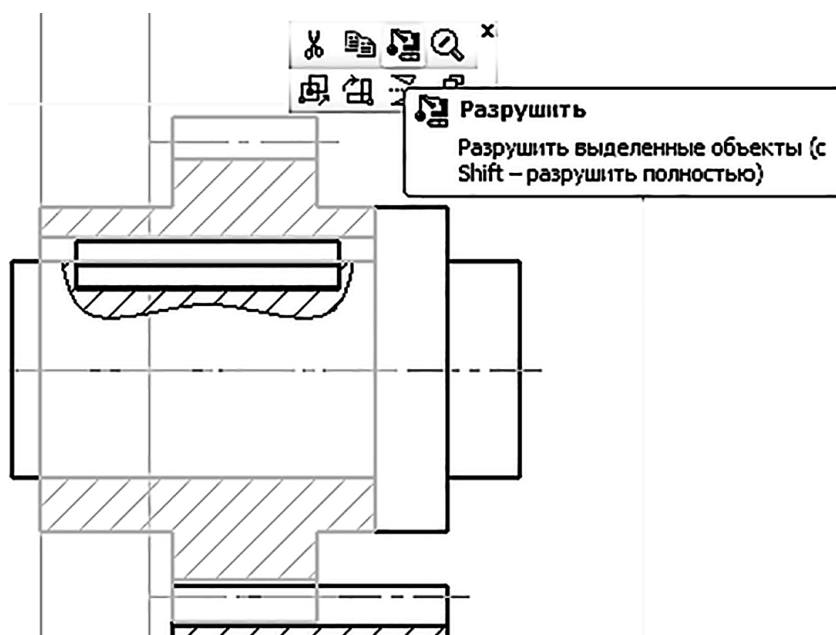


Рис. 250. Разрушение вида

Удаляем линии колеса, скрытые валом (рис. 251).

То же самое повторяем с ведомым колесом, убираем линии, скрытые валом, а в месте зацепления зубчатых колес меняем видимый контур ведомого колеса на невидимый (рис. 252).

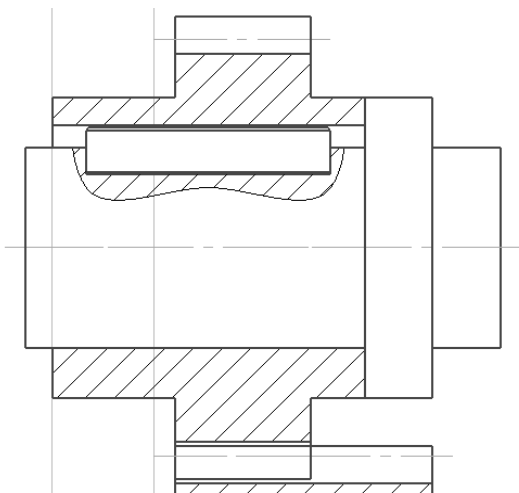


Рис. 251. Редактирование отображения ведущего зубчатого колеса

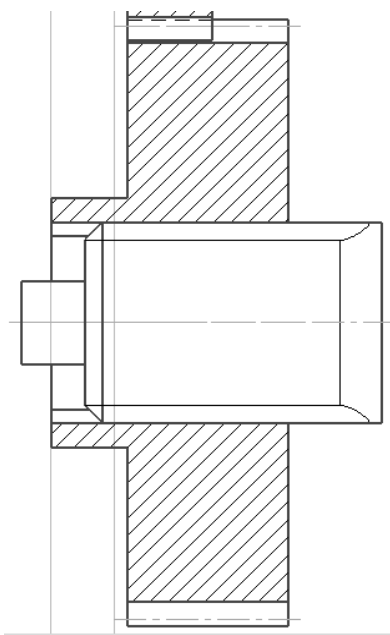


Рис. 252. Редактирование отображения ведомого зубчатого колеса

Разрушаем валы и контуры краев валов заменяем линиями обрыва (рис. 253).

Строим вид слева. Для сохранения проекционной связи видов используем вспомогательные прямые. Прочерчиваем для каждого из колес по три окружности, причем диаметр по вершинам зубьев – основной линией, делительный диаметр – осевой, диаметр по впадинам зубьев – тонкой линией (рис. 254).

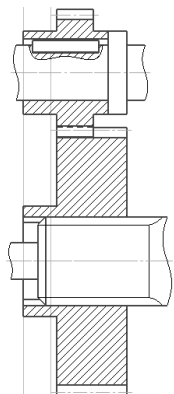


Рис. 253. Редактирование отображения валов

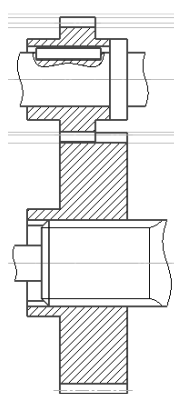
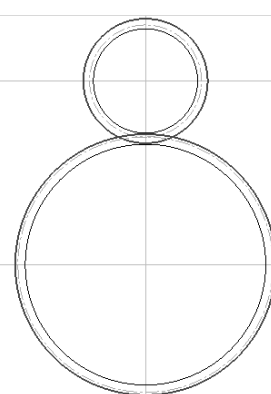
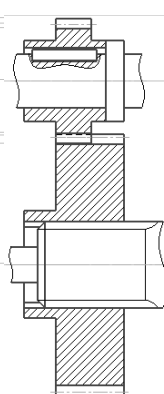


Рис. 254. Построение вида слева



Строим окружности для ступиц зубчатых колес, окружности валов. С учетом того, что на виде слева отображается разрез, проходящий через шпоночное и шлицевое соединения, вычерчиваем на виде слева шпоночное соединение (рис. 255) и шлицевое соединение (рис. 256).

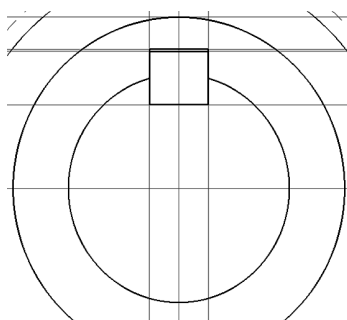


Рис. 255. Построение вида слева шпоночного соединения

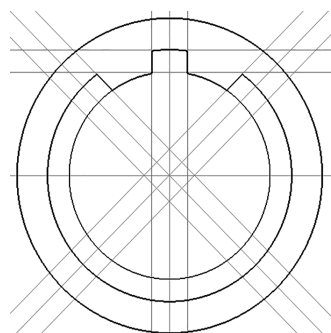


Рис. 256. Построение вида слева шлицевого соединения

Штрихуем детали (рис. 257).

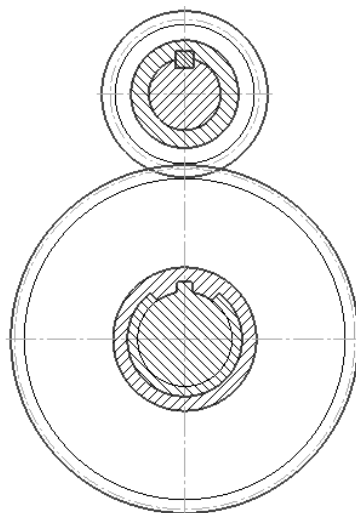
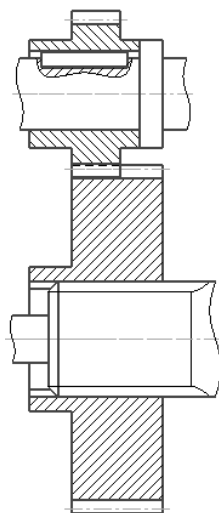


Рис. 257. Штриховка деталей

Наносим габаритные и присоединительные размеры, указываем параметры для зубчатых колес, для шлицевого и шпоночного соединения. Обозначаем выполненный разрез (рис. 258).

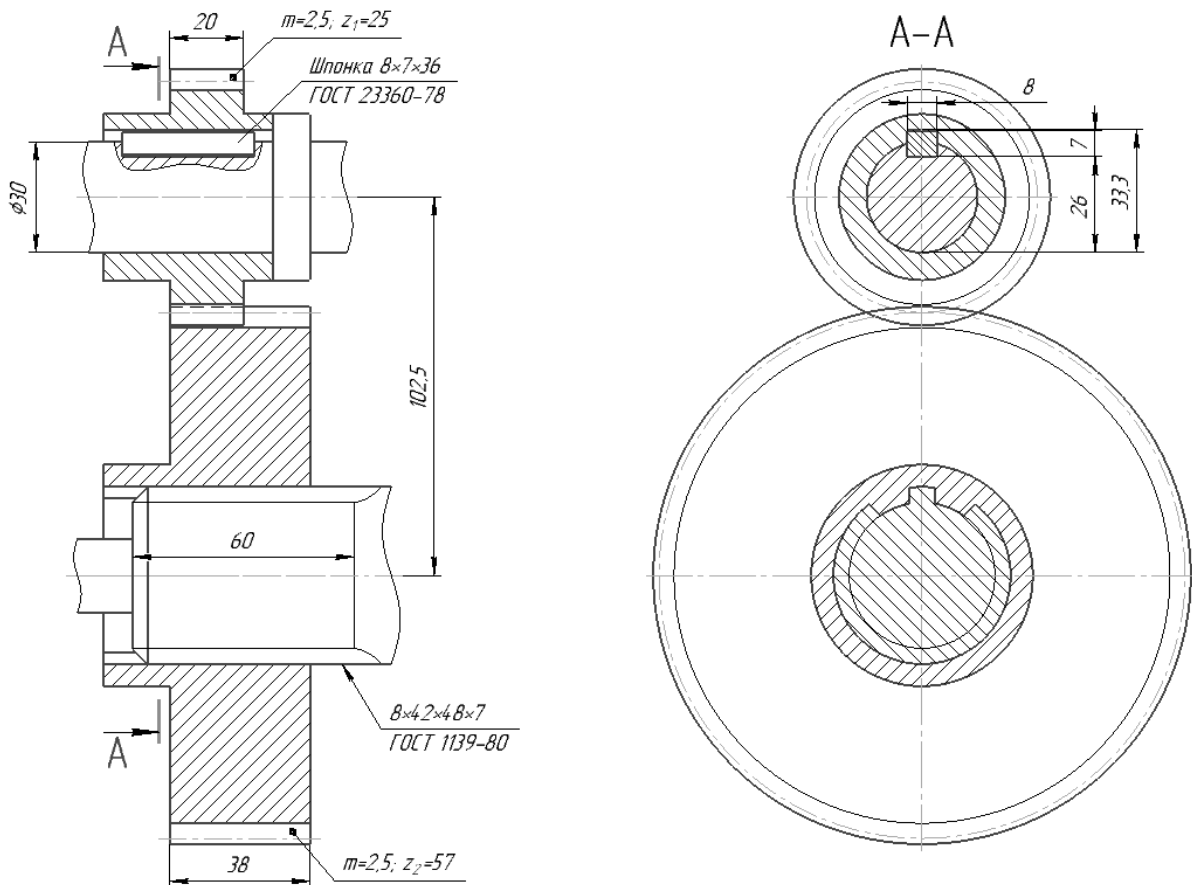


Рис. 258. Нанесение необходимых размеров

Заполняем основную надпись (рис. 259).

				04.37.000.05.000 СБ			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Зацепление зубчатое соединение шпоночное и шлицевое Сборочный чертеж	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов И.И.						1:1
Проб.	Петров П.П.				Лист	Листов	
Т.контр.					БГАТУ, гр. 1 мс		
Н.контр.							
Утв.							
				Копировал	Формат А3		

Рис. 259. Заполнение штампа основной надписи

Сохраняем чертеж.

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего применяется комплекс программ проектирования зубчатых передач **GEARS**?
2. Как активировать комплекс программ проектирования зубчатых передач **GEARS**?
3. Порядок расчета зубчатой передачи по межосевому расстоянию.
4. Порядок создания модели зубчатого колеса.
5. Порядок создания модели вала.

Практическая работа № 6

ВЫПОЛНЕНИЕ ДЕТАЛИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Цель: изучение механизмов построения трехмерных моделей деталей средствами компьютерного моделирования, изучение команд встроенных библиотек для конструктивных элементов, изучение команд для работы с видами, для выполнения сечений и разрезов, выносных элементов на чертеже детали.

Задание

1. Построить трехмерные модели деталей со всеми конструктивными элементами по заданному сборочному чертежу.
2. Выполнить чертеж детали на основании трехмерной модели с минимально достаточным количеством видов, с необходимыми разрезами и выносными элементами.
3. Нанести размеры, необходимые для изготовления и контроля детали.
4. Оформить индивидуальную графическую работу.

Задание для выполнения выдается преподавателем по альбому С. К. Боголюбова.

Образец задания для выполнения дан на рис. 260.

Примеры выполнения задания приведены на рис. 269–280.

Задание выполняется на формате А4 или А3 (в зависимости от сложности детали и ее размеров) в программе Компас-3D в произвольном масштабе.

Методические указания и последовательность выполнения

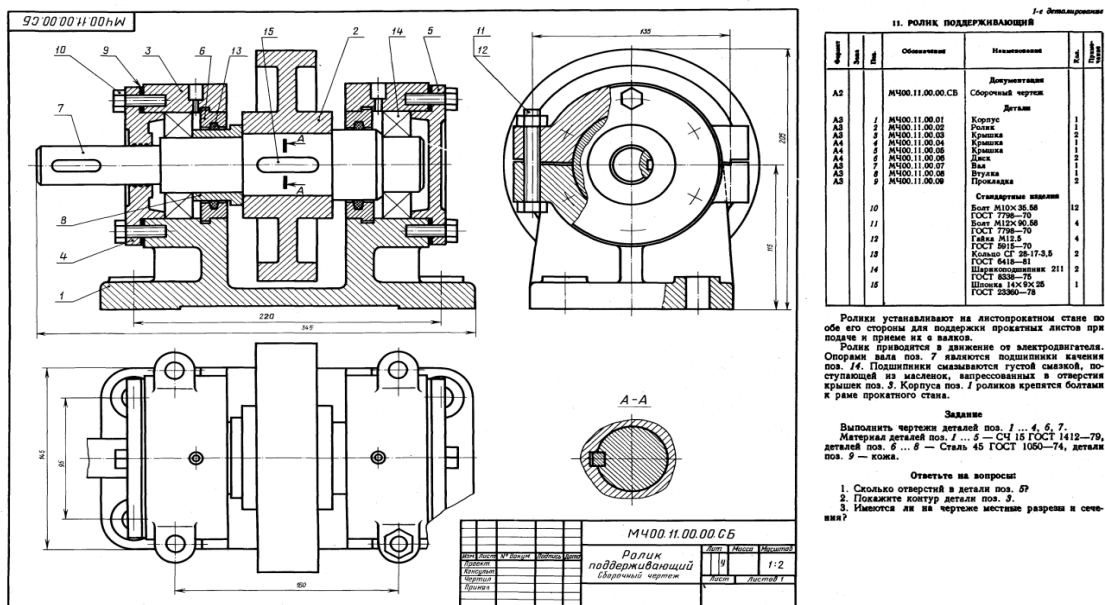


Рис. 260. Образец задания для выполнения детализации сборочного чертежа

Для примера разберем создание детали «Корпус» из альбома С. К. Боголюбова, вариант 11 «Роллик поддерживающий».

Для построения трехмерной модели одной из заданных деталей (поз. 1 «Корпус») проведем предварительный анализ сборочного чертежа. Ролик поддерживающий состоит из двенадцати основных деталей (корпус, ролик, две крышки, две крышки подшипников, диск, вал, втулка, две прокладки) и стандартных изделий (болт, гайка, кольца уплотнительные, подшипник, шпонка). На вал (поз. 7) одевается ролик (поз. 2), соединение вал-ролик фиксируется шпонкой. Также на вал одеваются втулка (поз. 8) и диски (поз. 6) и запрессовываются подшипники. Все это укладывается в корпус (поз. 1), чтобы не было смещения, в корпусе предусмотрены проточки под выступы дисков. Далее на корпус накладываются крышки (поз. 3), которые фиксируются болтами и гайками. С торцов подшипники закрываются крышками (поз. 4 и 5) с прокладками (поз. 9), которые фиксируются болтами.

Сам корпус, являясь самой крупной и главной деталью, на сборочном чертеже изображен на всех видах (рис. 261), и по этим изображениям можно судить о его форме и размерах. Первым делом определяем контур детали. По рис. 261 видно, что на виде сбоку контур корпуса больше, чем на виде спереди. Это означает, что корпус частично закрыт другими деталями. На виде спереди корпус изображен в разрезе, внутри показано полуотверстие цилиндрической формы, в которое закладываются подшипники и другие детали. На виде сбоку хорошо просматривается полукруглая форма верхней части корпуса, а также ушки, служащие для установки и крепления верхних крышек. На виде сверху видно основание корпуса, его формы и размеры, а также форма ушек для установки крышек. На основании проведенного анализа можно создавать трехмерную модель детали с помощью графического редактора «Компас-3D».

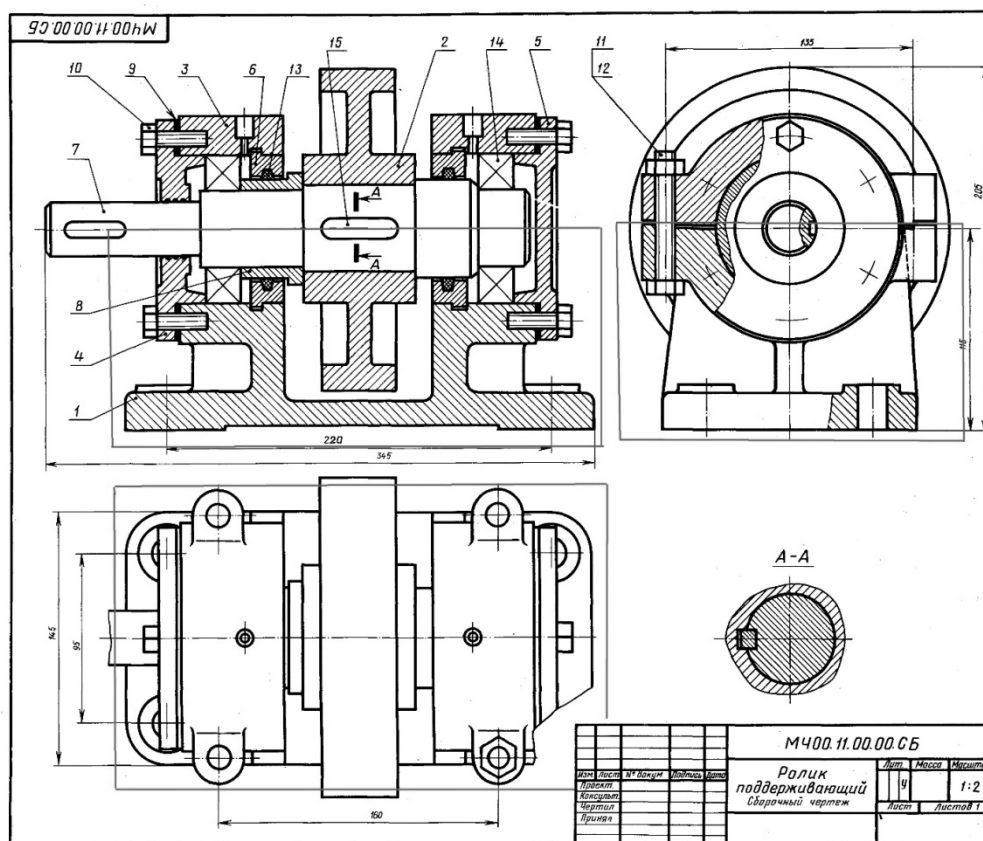


Рис. 261. Анализ задания

Для создания модели корпуса разобьем его на составные части: основание и две опорные поверхности. Основание создаем по эскизу, повторяющему форму основания корпуса по виду сверху. Операцией выдавливания придаем объем основанию корпуса (рис. 262, а). Таким же образом добавляем на основание бобышки (рис. 262, б). Операцией вырезать выдавливанием прорезаем отверстия для крепления корпуса к полу и сквозной паз в нижней части основания (рис. 262, в и г).

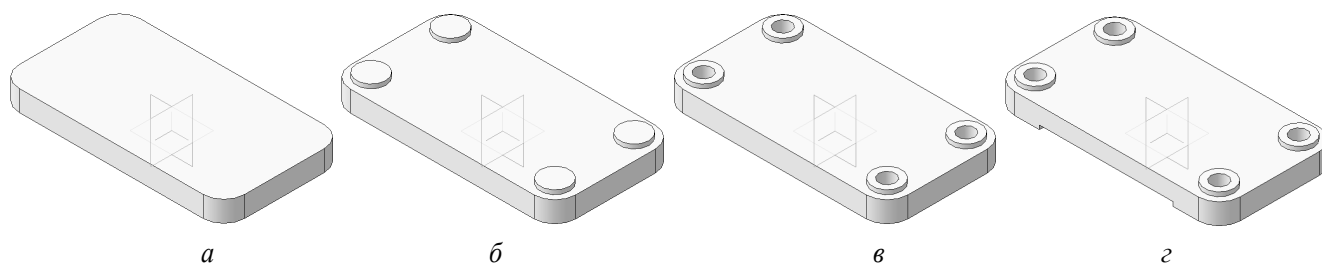


Рис. 262. Создание основания корпуса

Для построения опорных поверхностей корпуса вводим вспомогательные **смещенные плоскости** (рис. 263) на расстоянии от центральной с помощью **вспомогательной геометрии**.

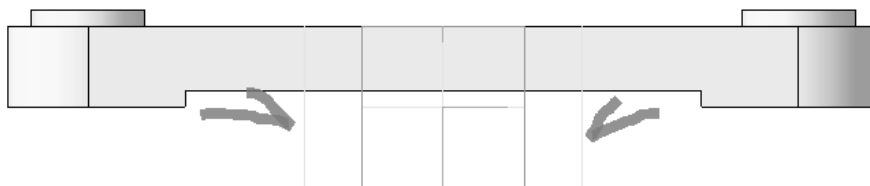


Рис. 263. Создание смещенных плоскостей

В **смещенной плоскости** вычерчиваем эскиз опорной стенки, придаем ей толщину командой **операция выдавливания** (рис. 264, а). На этой стенке вычерчиваем эскиз полукруглой части корпуса и также придаем ей толщину (рис. 264, б). Добавляем под полукруглой частью тонкую стенку командой **ребро жесткости** (рис. 264, в). Вырезаем полукруглое отверстие под подшипник командой **вырезать выдавливанием** (рис. 264, г), а также операцией **вырезать вращением** делаем канавку под выступ диска (рис. 264, д).

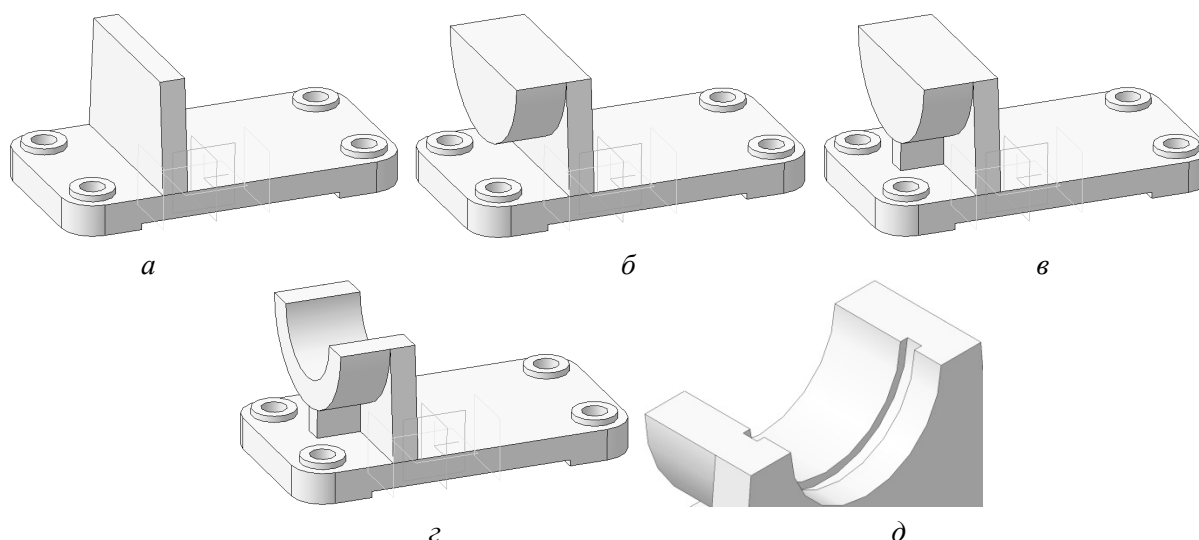


Рис. 264. Создание левой опоры корпуса

В верхней плоскости опорной поверхности вычерчиваем эскизы для создания ушек, контур эскиза нужно углубить в уже созданную модель, чтобы при выдавливании ушка оно не отсоединилось от поверхности корпуса. Операцией выдавливания придаем толщину ушкам по заданному размеру (рис. 265, а). На ушках корпуса требуется сделать выступ для фиксации крышки. Его тоже создаем **операцией выдавливания**, но эскиз прочерчиваем только на полукруглую часть ушка (рис. 265, б). Отверстия под болты выбираем в библиотеке: **Библиотека** → **Стандартные изделия** → **Вставить элемент** → **Конструктивные элементы** → **Отверстия** → **Отверстия цилиндрические** → **Отверстия сквозные под крепежные изделия ГОСТ 11284–75** → **Отверстия простые под крепежные детали**. По экспликации определяем диаметр болта и указываем

его в таблице типоразмеров. Размещаем отверстие на поверхности ушка. Отверстие во втором ушке выполняем командой (рис. 265, в).

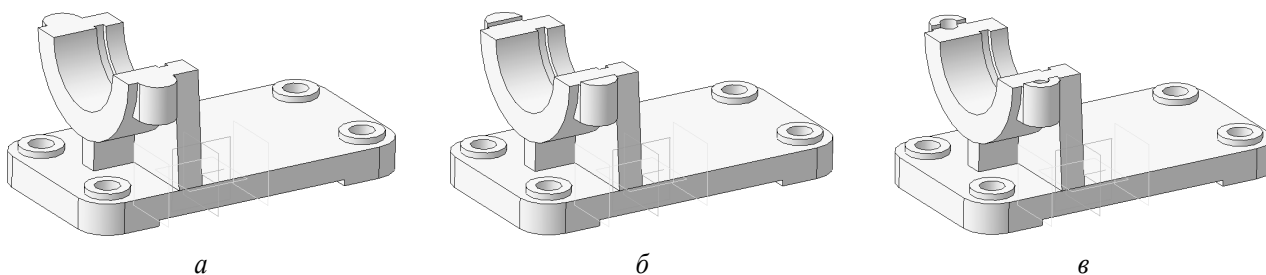


Рис. 265. Создание ушек корпуса

Для крепления крышек подшипника в корпусе выполняют отверстия под болты. Их также возьмем в библиотеке стандартных элементов: **Библиотека** → **Стандартные изделия** → **Вставить элемент** → **Конструктивные элементы** → **Отверстия** → **Отверстия цилиндрические** → **Отверстия резьбовые** → **Резьбовое цилиндрическое отверстие с фаской глухое**. В таблице типоразмеров по диаметру болта выбираем требуемое отверстие, длину отверстия и длину резьбы в отверстии рассчитываем в зависимости от материала корпуса (материал деталей указан на сборочном чертеже в разделе Задание – СЧ 15 ГОСТ 1412–85). Размещаем отверстия по радиусу осевой линии и угловому смещению (рис. 266).

По всему периметру выполняется сглаживание переходов между элементами корпуса командой **скругление** (рис. 267).

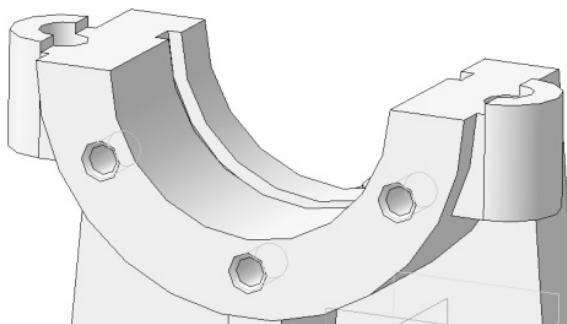


Рис. 266. Создание резьбовых отверстий

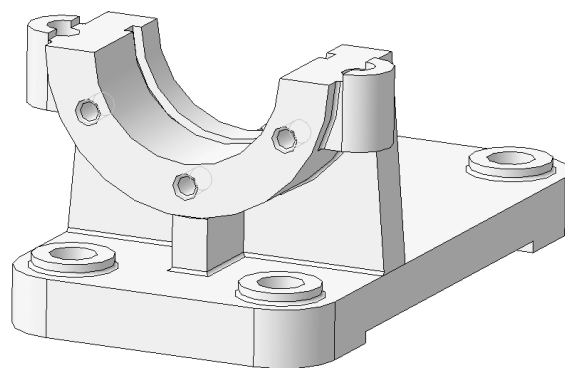


Рис. 267. Выполнение скруглений по элементам корпуса

Так как обе опорные поверхности симметричны между собой, то вторую половину корпуса получим, отзеркалив все операции построения левой опоры, с помощью команды **зеркальный массив** относительно центральной плоскости построения (рис. 268).

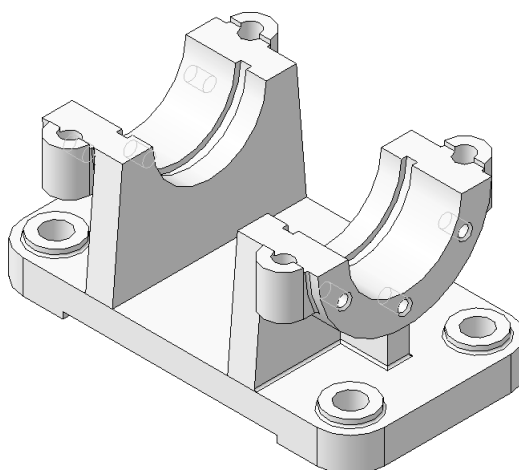


Рис. 268. Создание правой опоры корпуса

Заполняем свойства модели, присвоив ей наименование, обозначение, изменив оптические свойства, сохраняем документ. Все этапы построения и окончательный вид детали «Корпус» представлены на рис. 269.

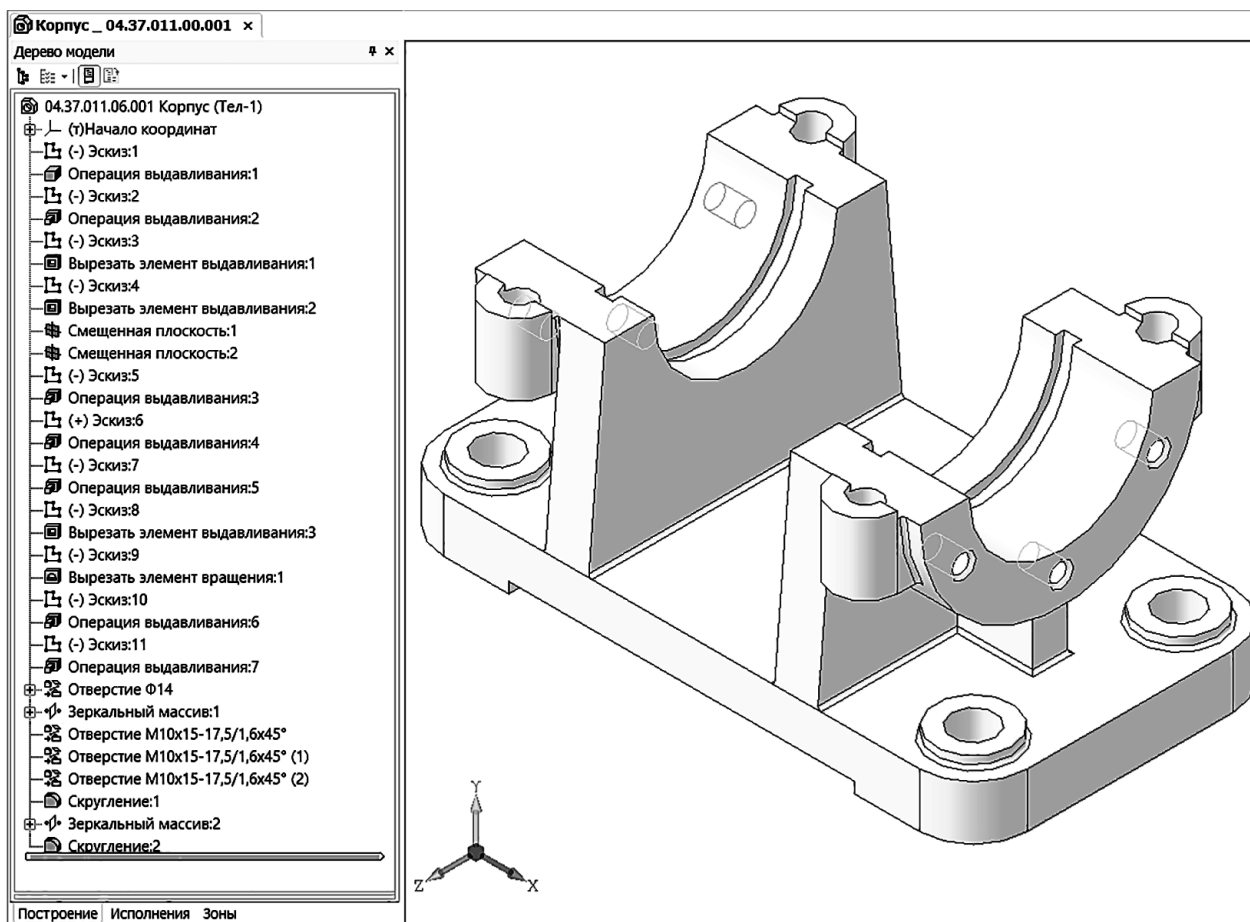


Рис. 269. Дерево построения и модель корпуса поз. 1

На основании построенной модели корпуса создаем рабочий чертеж (рис. 270): **Операции** → **Создать новый чертеж из модели**. Чертеж корпуса выполняем на формате А3 в горизонтальном расположении в масштабе 1:2. На главном виде выполняем разрез детали, выполняем необходимые местные разрезы через отверстия под болты, по необходимости редактируем штриховку и наносим размеры. Для удобства нанесения размеров резьбовое отверстие выносим на свободное поле чертежа. Заполняем основную надпись и сохраняем документ.

Все остальные детали создаем аналогично. При создании деталей размеры сопрягаемых элементов должны быть одинаковы, иначе в дальнейшем при попытке собрать сборочный узел появятся ошибки.

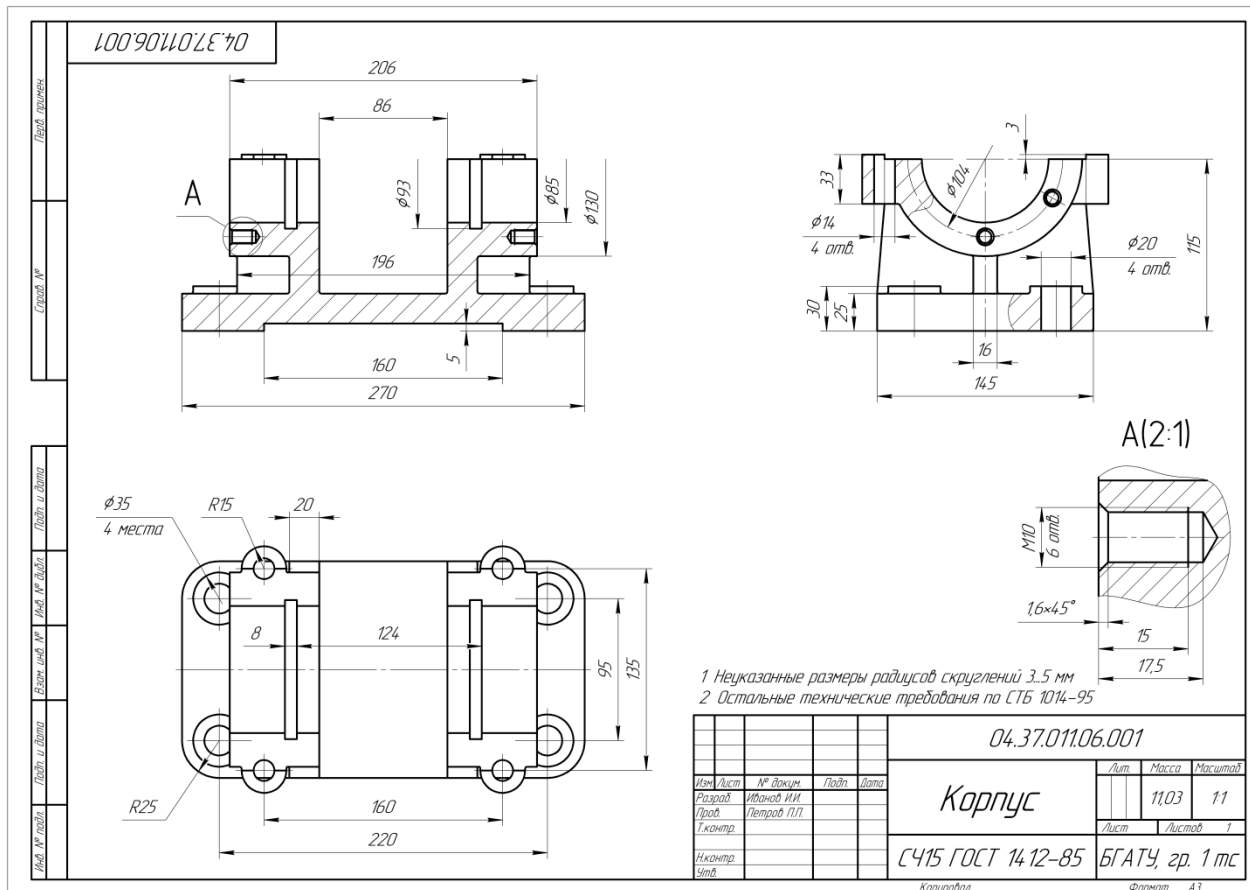


Рис. 270. Чертеж корпуса поз. 1

Создадим все детали, кроме стандартных, и на основе моделей деталей создадим рабочие чертежи (рис. 271–286).

Контрольные вопросы и задания

1. Как создать эскиз операции?
2. Как выполнить формообразующую операцию?
3. Для чего применяется отсечение части детали?
4. Создание чертежа на основе модели детали.
5. Связь модели детали и ее чертежа.

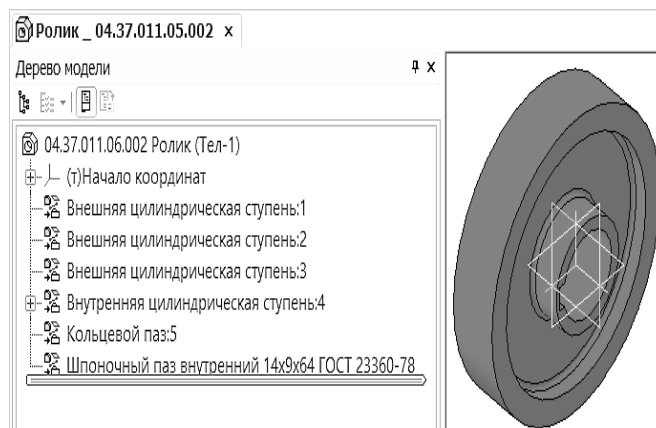


Рис. 271. Дерево построения и модель ролика поз. 2

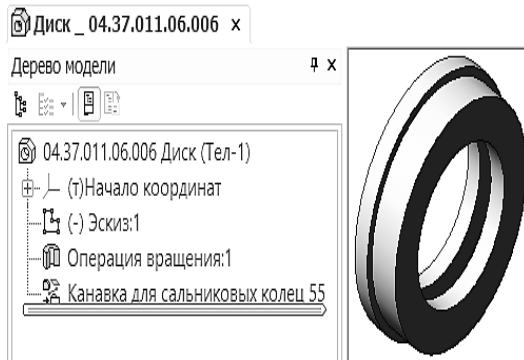


Рис. 279. Дерево построения и модель диска поз. 6

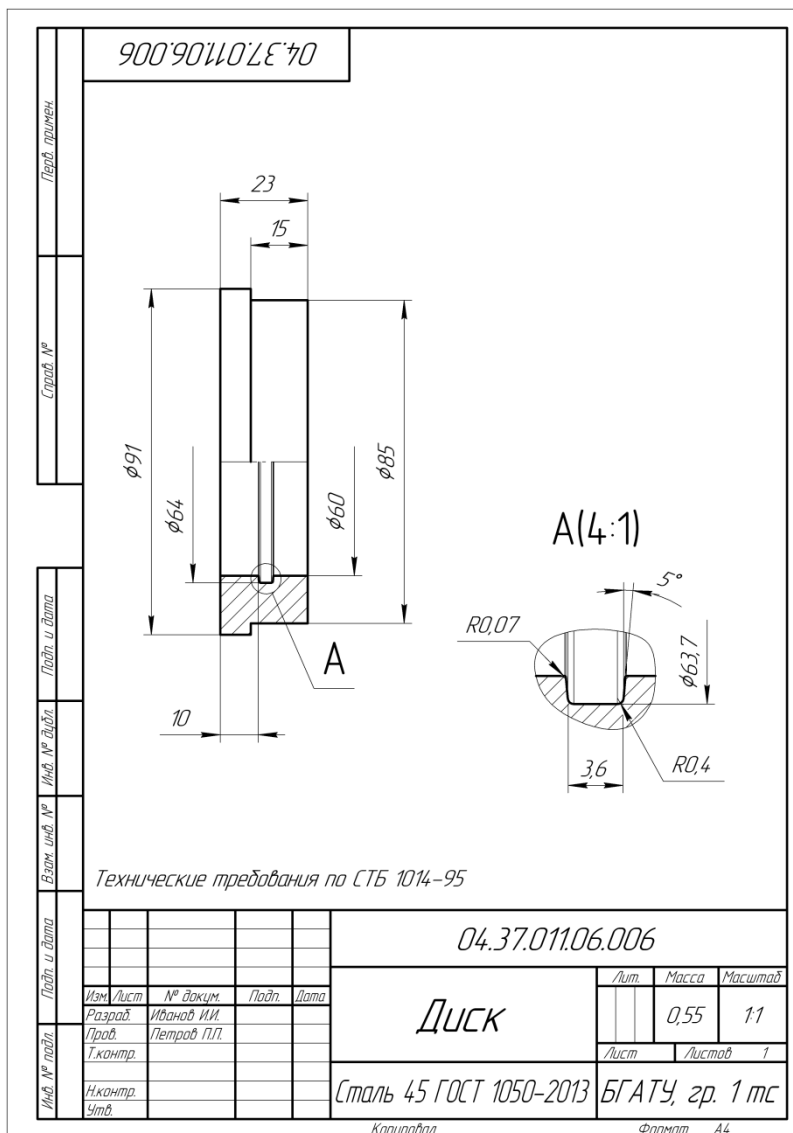


Рис. 280. Чертеж диска поз. 6

Вал_04.37.011.06.007 x

Дерево модели

- 04.37.011.06.007 Вал (Тел-1)
- (т)Начало координат
- Внешняя цилиндрическая ступень:1
- Внешняя цилиндрическая ступень:2
- Внешняя цилиндрическая ступень:3
- Внешняя цилиндрическая ступень:4
- Внешняя цилиндрическая ступень:5
- Шпоночный паз наружный 8x7x36 ГОСТ 23360-78
- Шпоночный паз наружный 14x9x45 ГОСТ 23360-78
- Фаска:1
- Фаска:3
- Фаска:4

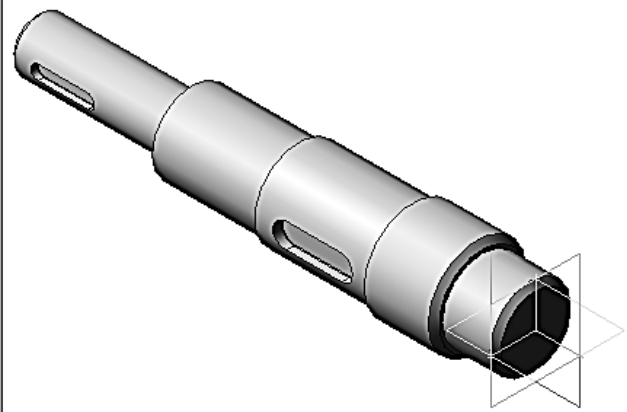


Рис. 281. Дерево построения и модель вала поз. 7

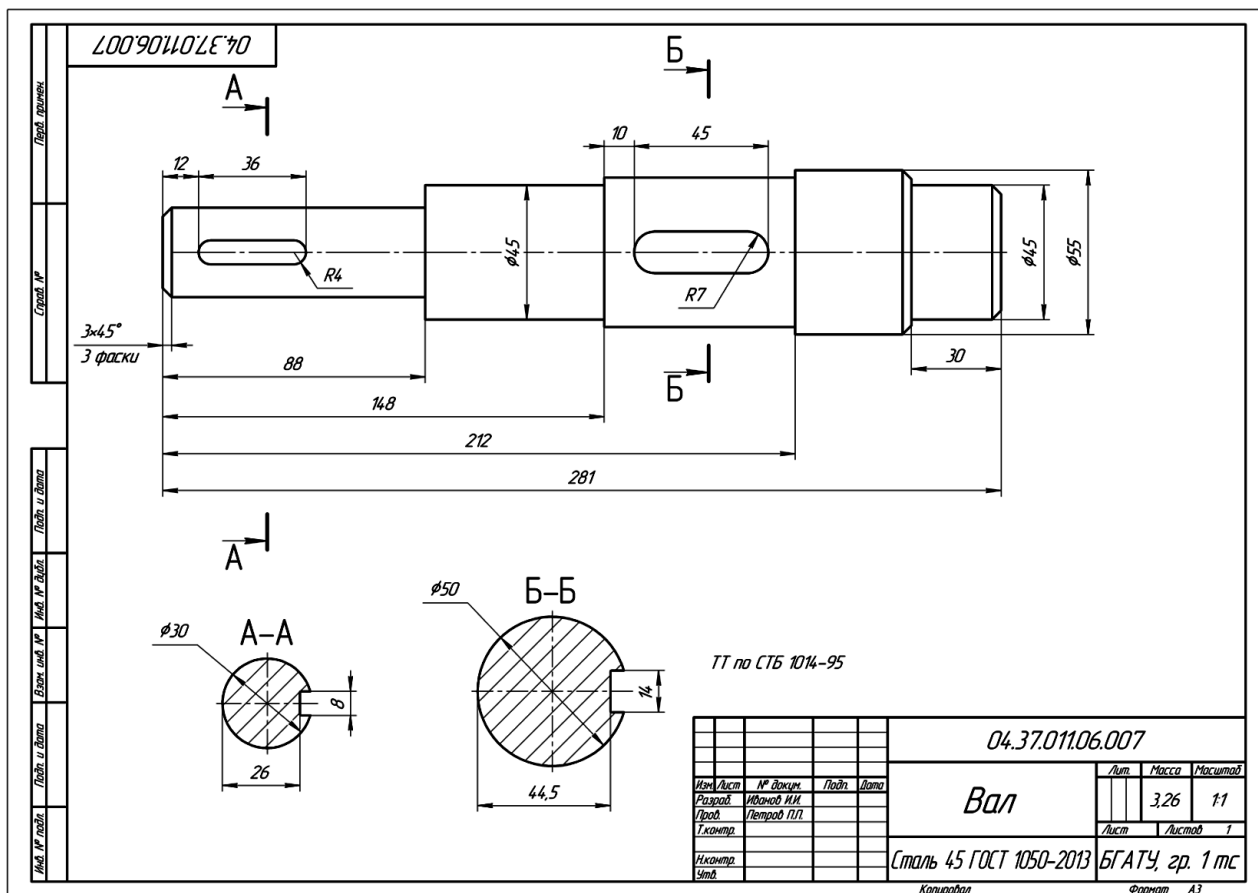


Рис. 282. Чертеж вала поз. 7

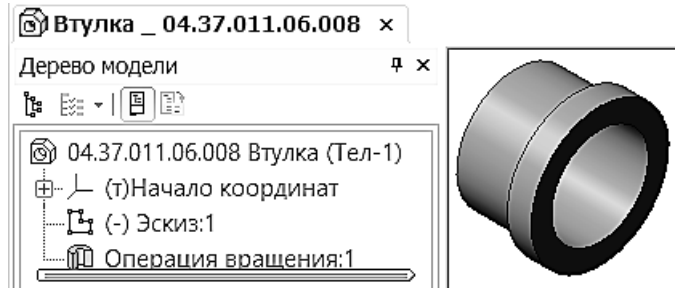


Рис. 283. Дерево построения и модель втулки поз. 8

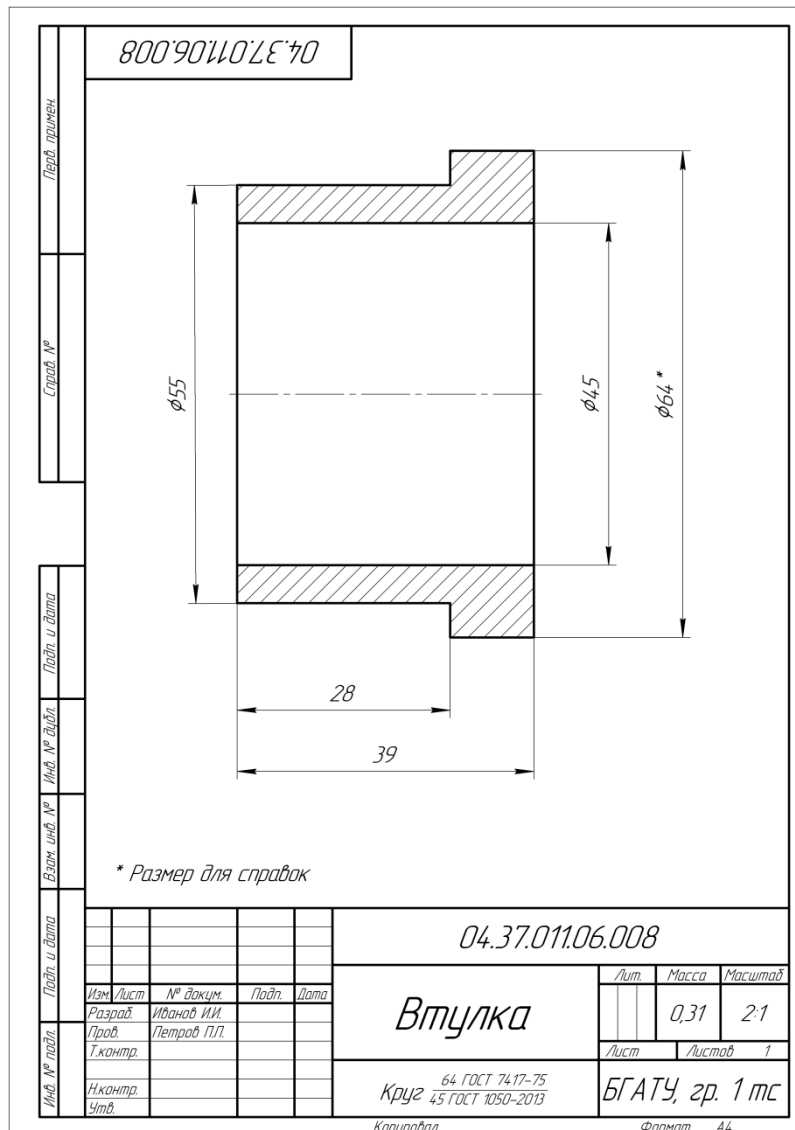


Рис. 284. Чертеж втулки поз. 8

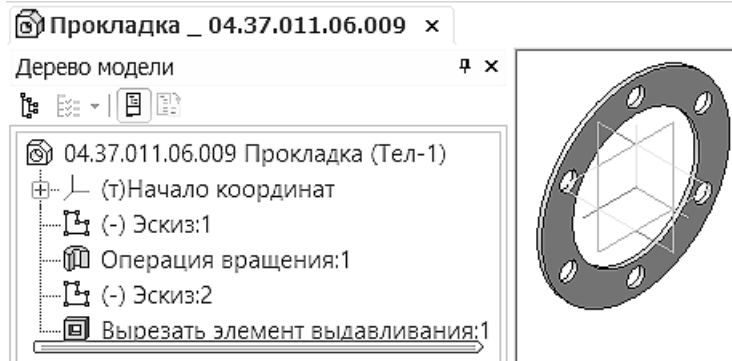


Рис. 285. Дерево построения и модель прокладки поз. 9

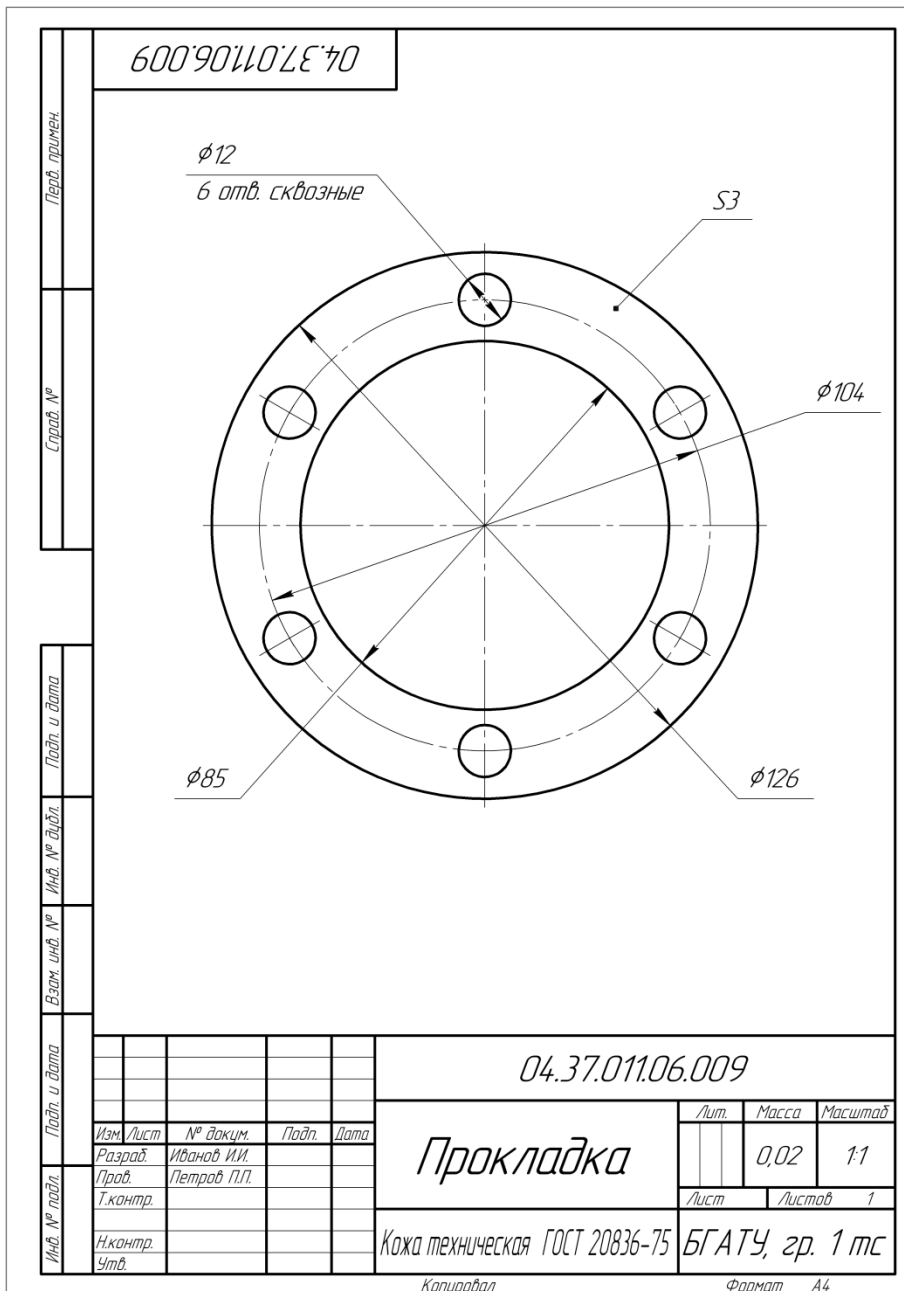


Рис. 286. Чертеж прокладки поз. 9

Практическая работа № 7

ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Цель: изучение механизмов построения сборок средствами компьютерного моделирования, изучение команд редактирования сборок, выполнения сопряжений деталей между собой, изучение выполнения сборочного чертежа на основе трехмерной сборки и редактирование сборочного чертежа через дерево построений.

Задание

1. Выполнить трехмерную сборку узла или механизма из ранее созданных деталей (практическая работа № 6).
2. Установить необходимые сопряжения деталей между собой.
3. Выполнить сборочный чертеж узла или механизма на основании трехмерной сборки.
4. Выполнить необходимые разрезы с редактированием изображения через дерево построений.
5. Нанести необходимые размеры.
6. Оформить индивидуальную графическую работу.

Задания для выполнения практической работы № 7 выдаются преподавателем по альбому С. К. Боголюбова в соответствии с практической работой № 6.

Пример выполнения работы приведен на рис. 306–307.

Задание выполняется на формате А3 в программе Компас-3D в произвольном масштабе.

Методические указания и последовательность выполнения

Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**.

Укажите тип создаваемого документа **Сборка** и нажмите кнопку ОК (рис. 287).

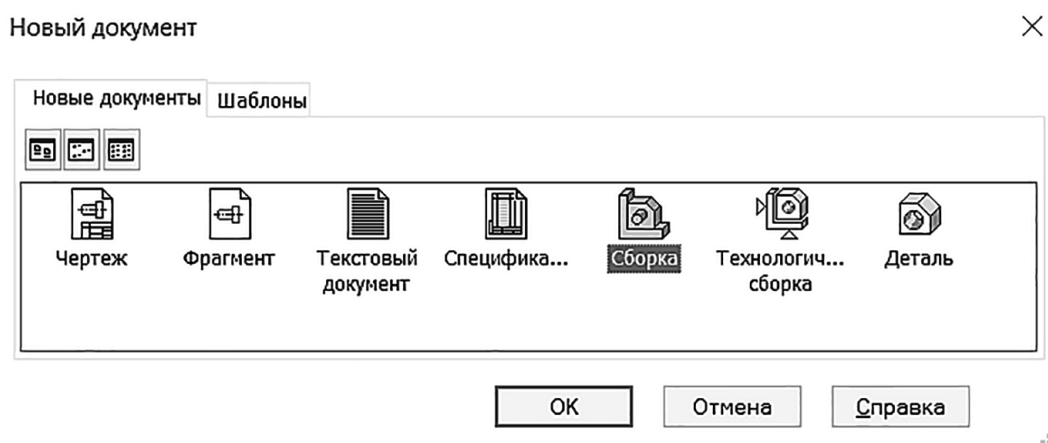


Рис. 287. Создание нового документа



На экране появится окно новой сборки.

Сохраните сборку под именем Ролик поддерживающий.

Задайте свойства сборки – обозначение 04.37.011.07.000 и наименование Ролик поддерживающий.

Установите для сборки ориентацию **Изометрия XYZ**.

Добавление деталей

Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку **Добавить из файла**  на панели **Редактирование сборки** .

В диалоге открытия файлов в нужной папке укажите файл Вал.m3d и нажмите кнопку **Открыть** (рис. 288).

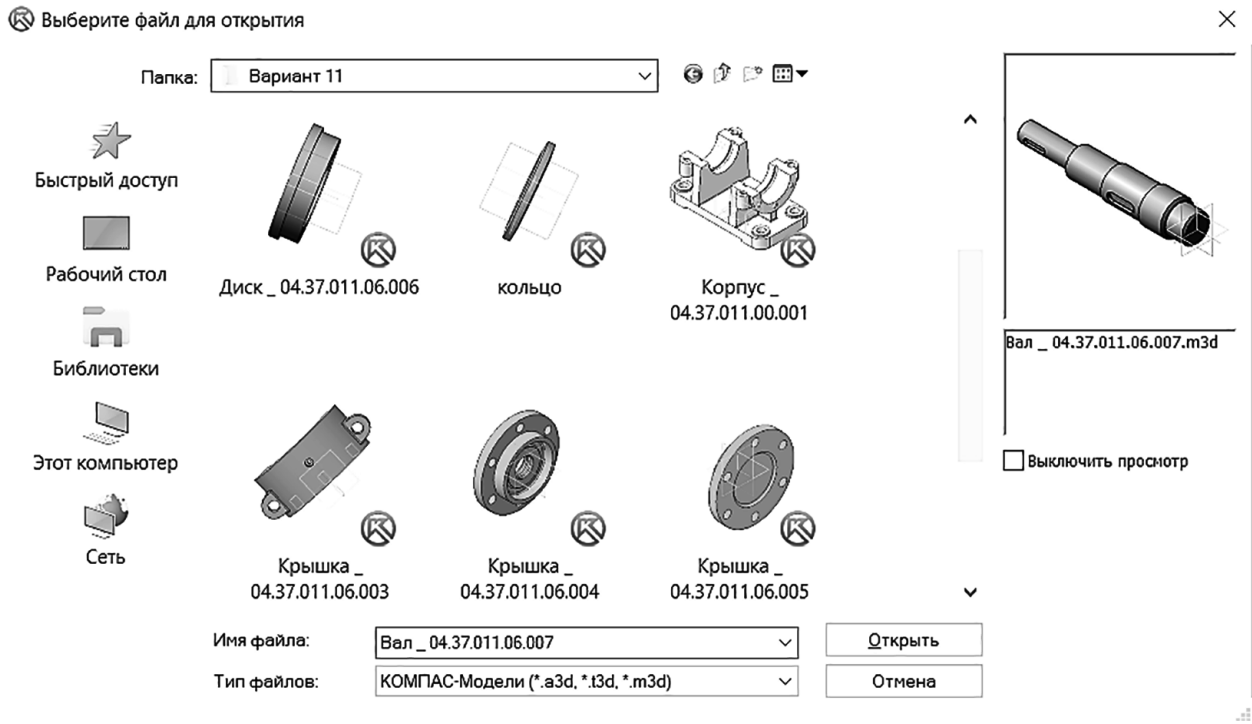


Рис. 288. Вставка детали в сборку

Обычно в качестве первого выбирают тот компонент сборки, к которому удобнее добавлять все прочие компоненты. Часто процесс создания сборки повторяет реальные сборочные операции.

На экране появится фантом выбранного компонента, на котором показан **Элемент базирования** (рис. 289).

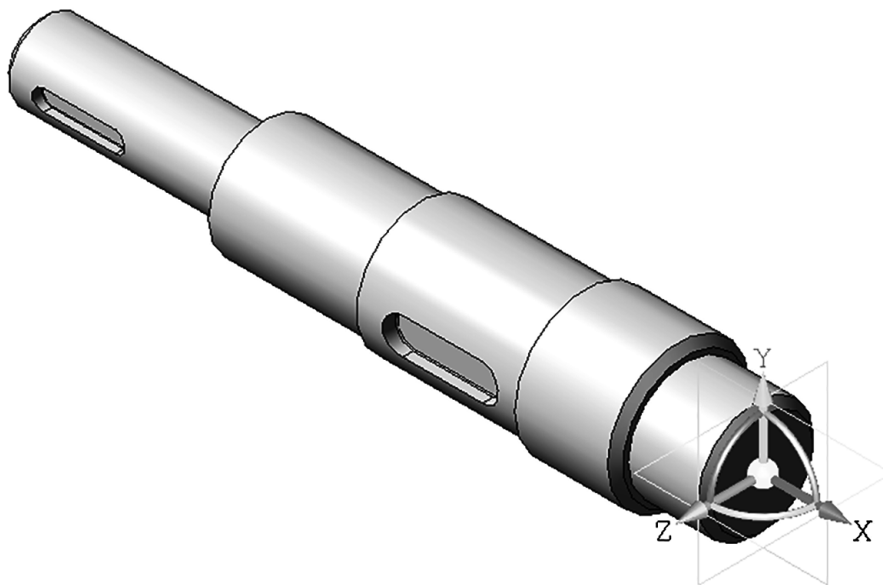


Рис. 289. Размещение детали в пространстве

Укажите точку начала координат сборки. Для этого подведите курсор к этой точке – он будет находиться в режиме указания начала координат.

Для того чтобы совместить вставляемый элемент с началом координат, достаточно нажать комбинацию клавиш **Ctrl+0**, а затем клавишу **Enter**.

Нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**.

После вставки компонента в сборку его начало координат, направление осей координат и системные плоскости совмещаются с аналогичными элементами сборки.

Добавление деталей с созданием сопряжений


Сопряжение – параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки.

Процесс наложения сопряжений можно запустить непосредственно в процессе вставки. Таким образом, все необходимые сопряжения можно наложить на компонент еще до завершения вставки. Объекты компонента, участвующие в сопряжениях, можно указывать как в основном окне модели, так и в дополнительном окне, содержащем только вставляемый компонент и **Дерево его построения**.

Для того чтобы определить положение детали **Втулка**, нужно создать два сопряжения – разместить деталь на оси **Вала**, задать совпадение с его торцом.

Добавьте в сборку деталь **Втулка**. Для этого вновь вызовите команду **Добавить из файла**.

После того как вы выбрали деталь в диалоге открытия файлов, укажите положение вставляемой детали, щелкнув мышью в любом месте окна модели.

Задайте сопряжения. Для этого на **Панели свойств** нажмите кнопку **По сопряжениям**  (рис. 290).

Чтобы задать сопряжение соосности, в группе **Выбор сопряжения** нажмите кнопку

Соосность .

В **Дополнительном окне** укажите цилиндрическую грань **Втулки**. В окне модели укажите цилиндрическую грань **Вала**. Втулка займет положение на оси вала (рис. 291).

Чтобы задать сопряжение совпадения, в группе **Выбор сопряжения** нажмите кнопку **Совпадение** .

В **Дополнительном окне** укажите торцевую грань **Втулки**. В окне модели укажите торцевую грань **Вала**. Втулка займет свое положение на валу (рис. 292).

Нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 293).



Укажите сопрягаемые объекты в компоненте и в сборке, выберите тип сопряжения для его создания

Рис. 290. Выбор сопряжений для деталей

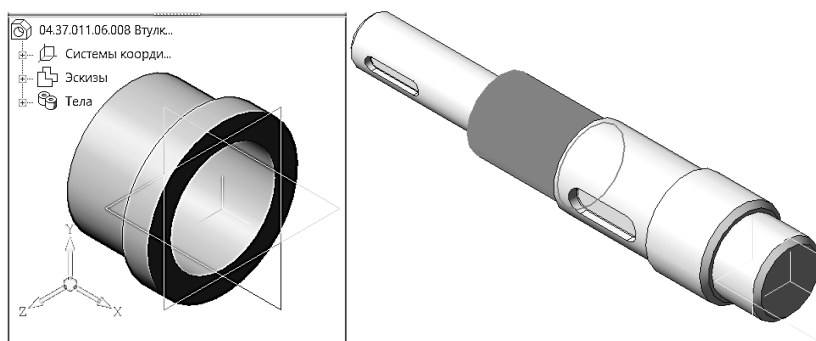


Рис. 291. Указание поверхностей сопряжения (соосность)

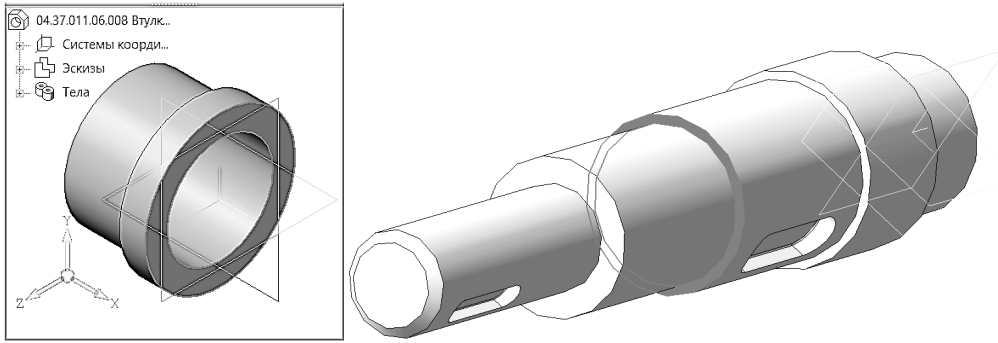


Рис. 292. Указание поверхностей сопряжения (совпадение)

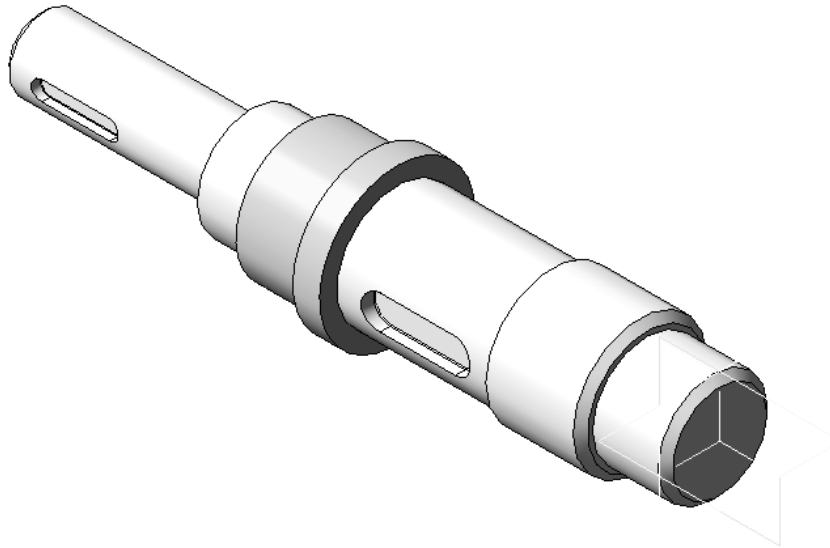



Рис. 293. Отображение соединенных деталей

Таким же образом вставьте остальные детали (рис. 294–304). В процессе сборки периодически проверяйте сопряжение деталей, для этого можно использовать команду **Сечение поверхностью**  на вкладке **Редактирование модели** (см. рис. 300, 303 и 305).

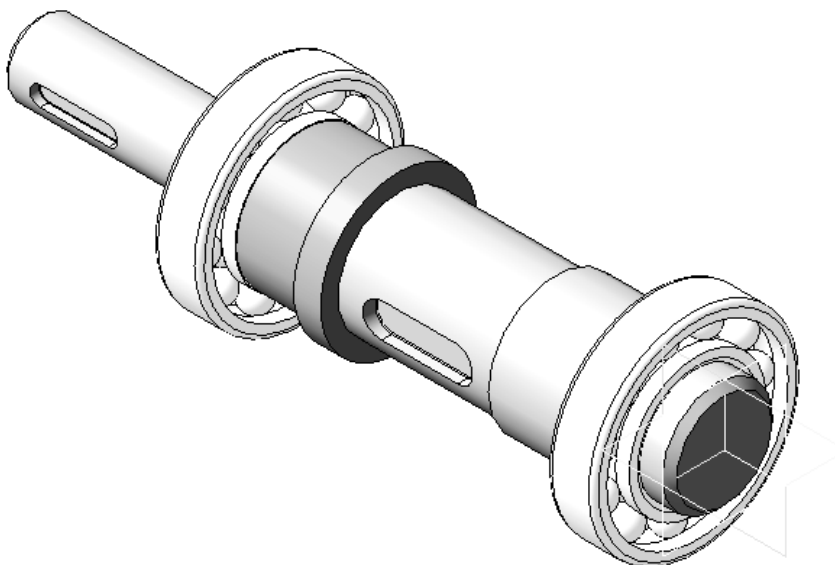


Рис. 294. Добавление подшипников в сборку

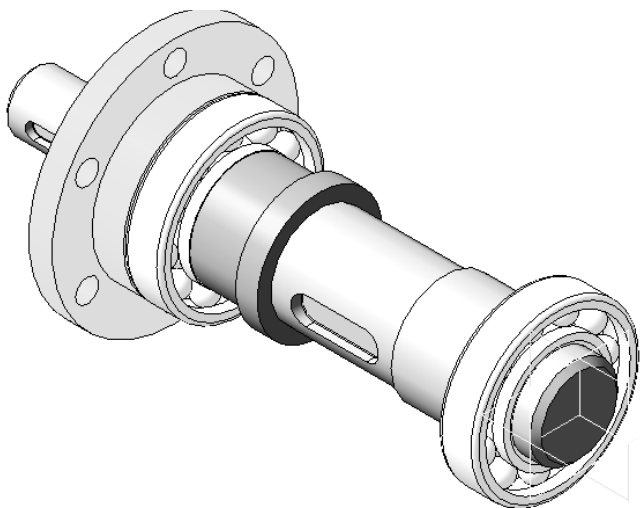


Рис. 295. Добавление крышки в сборку

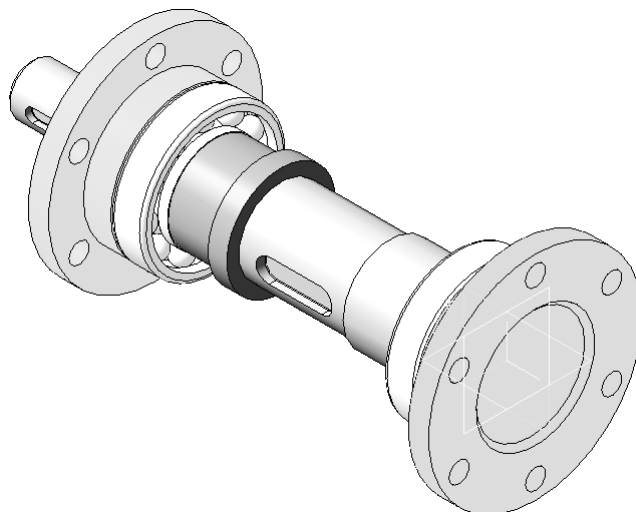


Рис. 296. Добавление второй крышки в сборку

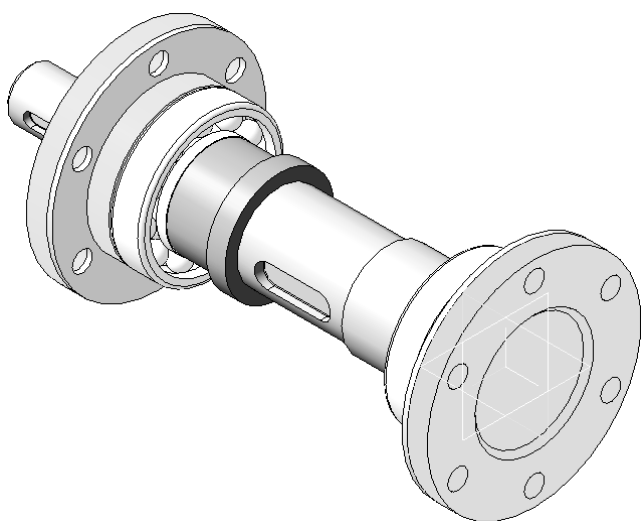


Рис. 297. Добавление прокладок в сборку

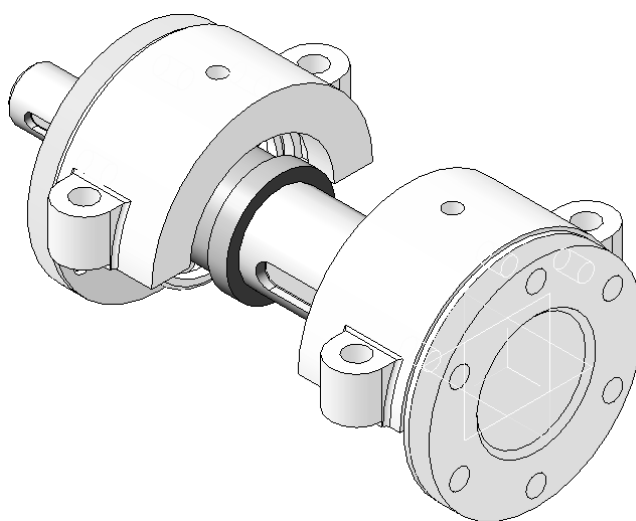


Рис. 298. Добавление крышек в сборку

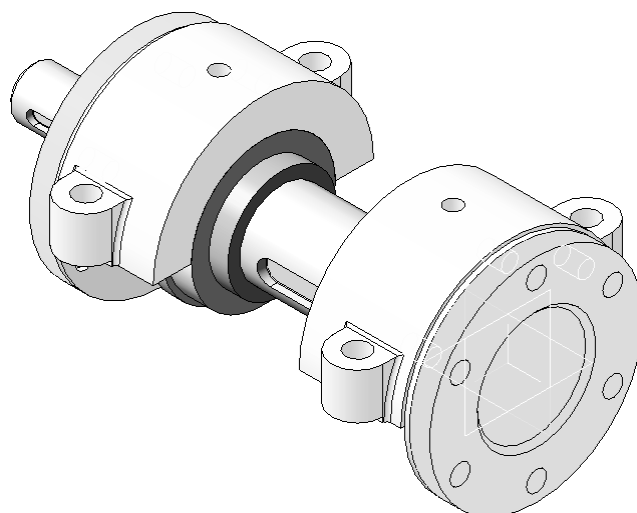


Рис. 299. Добавление дисков в сборку

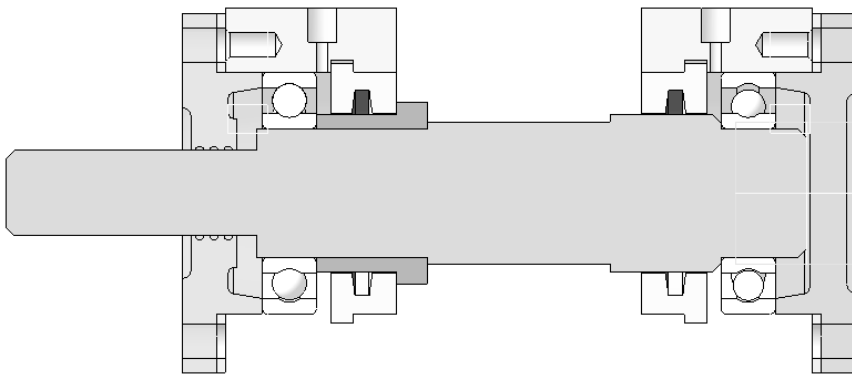


Рис. 300. Сечение сборки плоскостью и проверка соединения

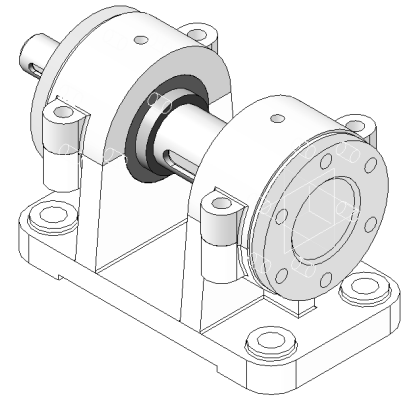


Рис. 301. Добавление корпуса в сборку

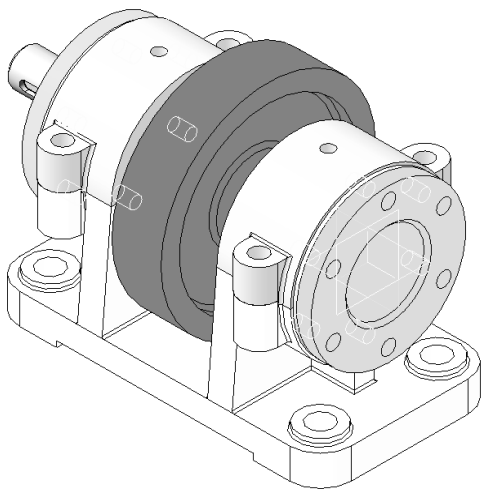


Рис. 302. Добавление ролика в сборку

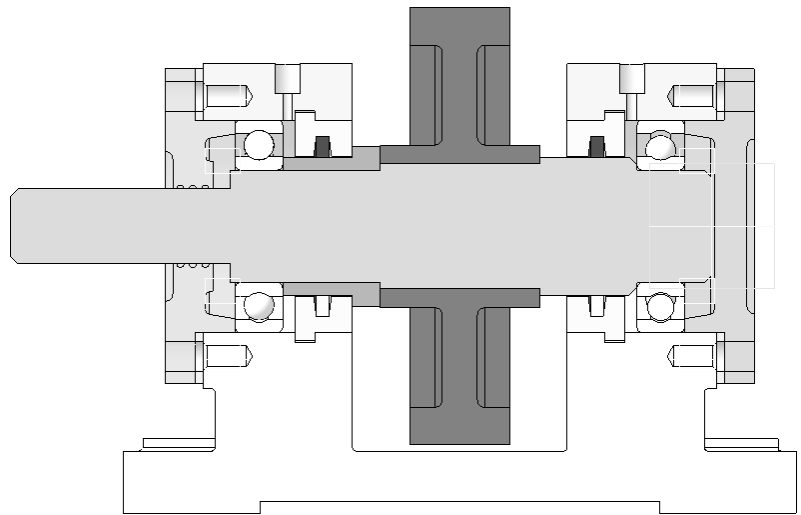


Рис. 303. Рассечение сборки плоскостью и проверка соединений

Стандартные изделия вставляем из **Библиотеки стандартных изделий**, предварительно рассчитав длину болтов.

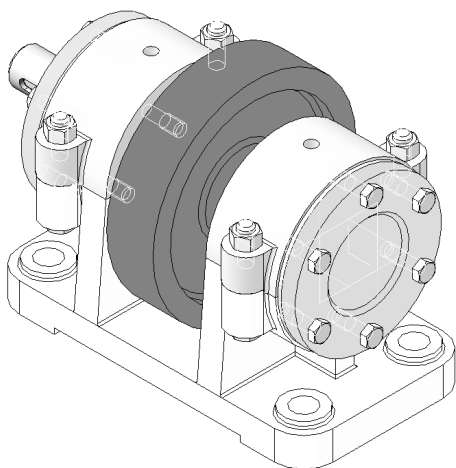


Рис. 304. Добавление болтовых соединений в сборку

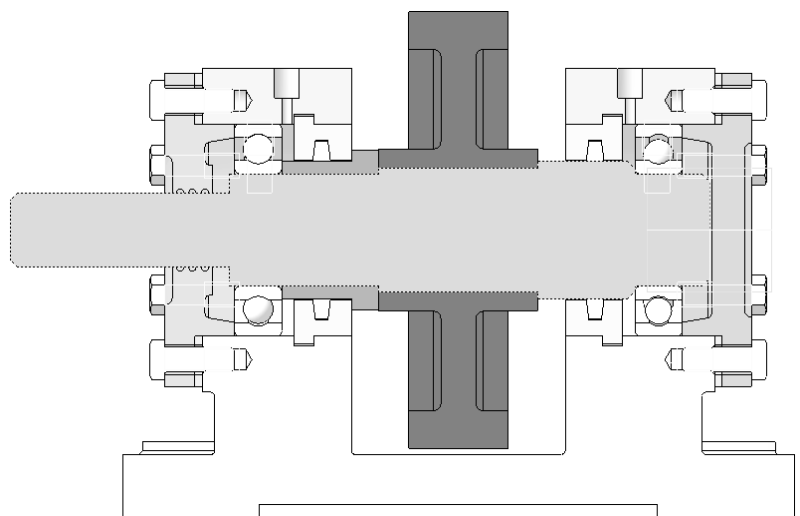




Рис. 305. Проверка соединений

Создадим чертеж по сборке Ролик поддерживающий.а3d.

Нажмите кнопку **Создать**  на панели **Стандартная**, укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**.

Нажмите кнопку **Стандартные виды**  на панели **Виды** .

Если окно модели Ролик поддерживающий.a3d открыто, выделите модель и нажмите **ОК**. Если окно модели было закрыто, нажмите кнопку **Из файла** и укажите ее положение на диске.

На **Панели свойств** выберите ориентацию главного вида **#Спереди**. Укажите положение видов на чертеже.

Оформите чертеж, как показано на рис. 306 – выполнив необходимые разрезы, местные разрезы, отключив разсечение стандартных изделий и вала. Проставьте размеры.

Проставьте позиционные линии-выноски и номера позиций. Для этого нажмите кнопку **Обозначение позиций** на панели **Обозначения**.

Создайте спецификацию, ассоциированную со сборочным чертежом (рис. 307).

Сохраните чертеж и спецификацию на диске под именем Ролик поддерживающий.

Контрольные вопросы и задания

1. Как добавлять детали в сборку?
2. Как осуществляется размещение детали в пространстве?
3. Сопряжение деталей: виды, типы и область применения.
4. Как создается сборочный чертеж на основе сборки?
5. Ассоциативная связь сборочного чертежа и его спецификации.

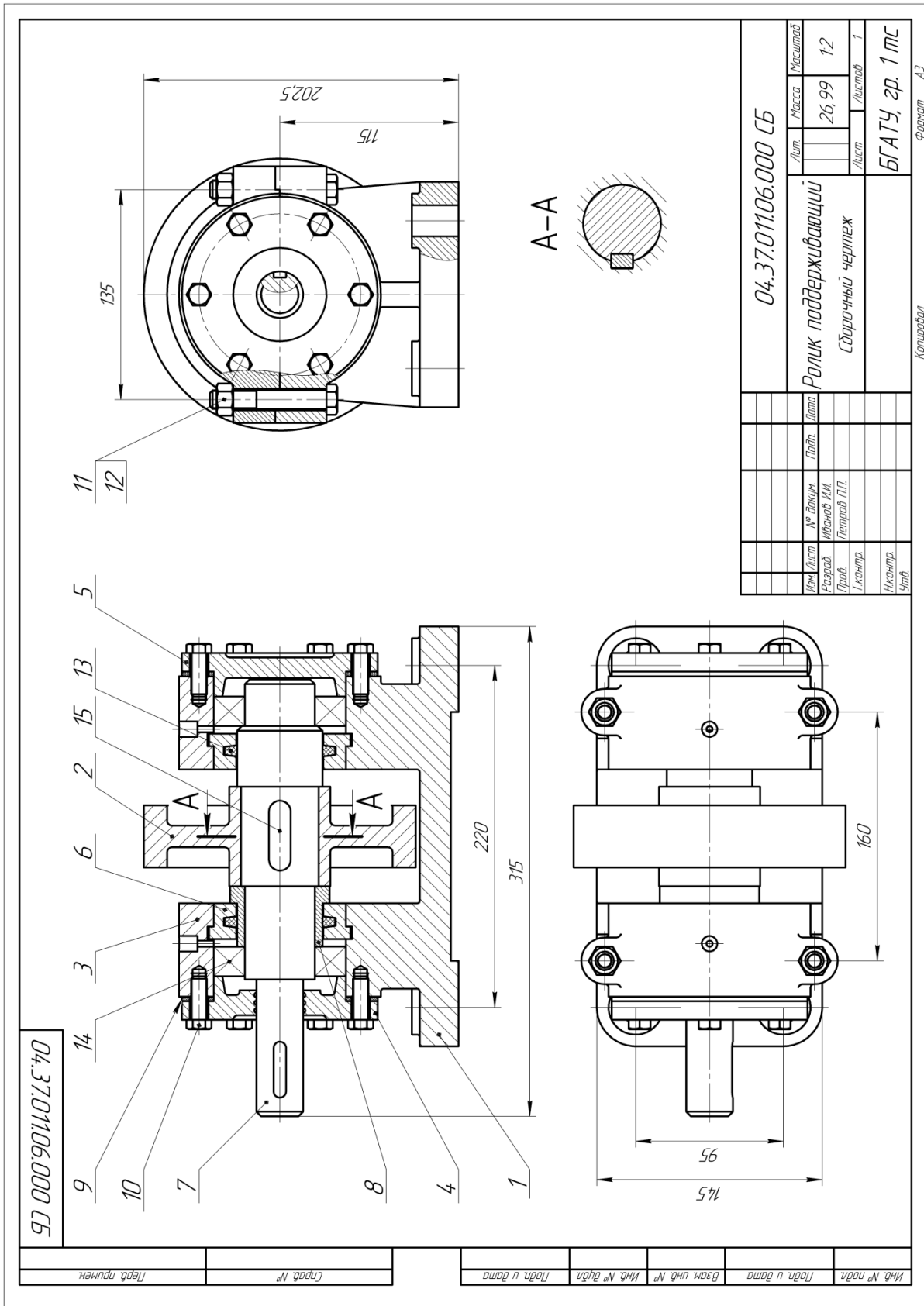


Рис. 306. Получение сборочного чертежа на основании сборки

Практическая работа № 8 ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМ (ПО НАПРАВЛЕНИЯМ)

Цель: научиться выполнять схемы (по направлениям) с использованием встроенных библиотек Компас-3D, закрепить знания по оформлению схем в соответствии со стандартами ЕСКД.

Задание

1. Выполнить схему кинематическую (электрическую) принципиальную.
2. Заполнить экспликацию.
3. Оформить индивидуальную графическую работу.

Задания для выполнения работы представлены в табл. 8 и 9.

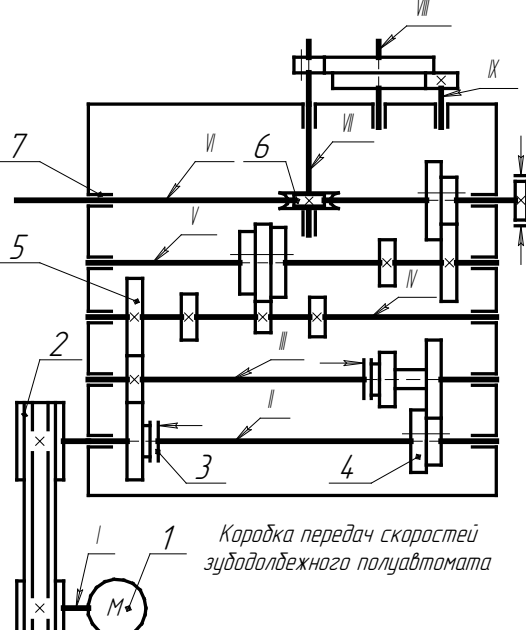
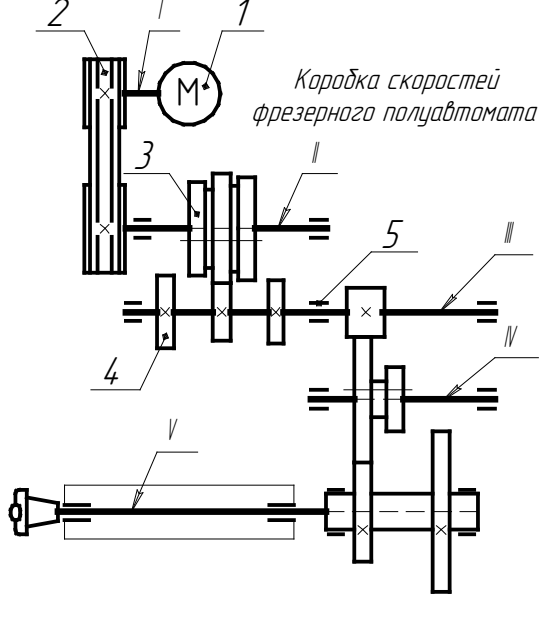
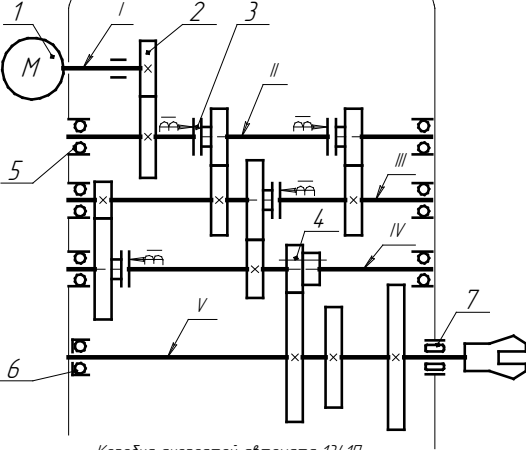
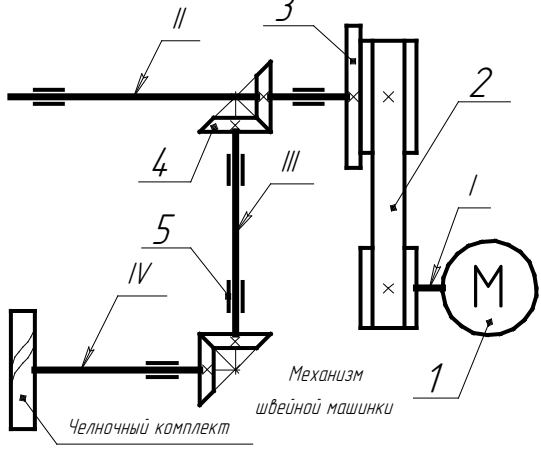
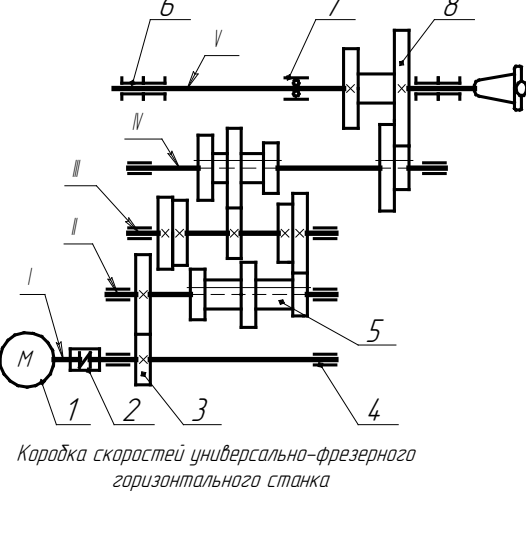
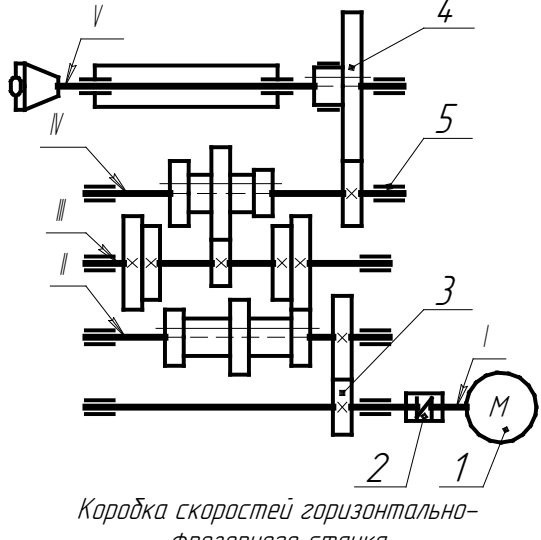
Пример выполнения работы приведен на рис. 308 и 309.

Задание выполняется на формате А4.

Таблица 8

Варианты задания для выполнения схемы кинематической

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
1	<p style="text-align: center;"><i>Коробка скоростей карусельно-фрезерного станка</i></p>	2	<p style="text-align: center;"><i>Коробка скоростей вертикально-сверлильного станка</i></p>
3	<p style="text-align: center;"><i>Коробка скоростей продольно-фрезерного станка</i></p>	4	<p style="text-align: center;"><i>Механизм скоростей радиально-сверлильного станка</i></p>

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
5	 <p>Коробка передач скоростей зубодолбежного полуавтомата</p>	6	 <p>Коробка скоростей фрезерного полуавтомата</p>
7	 <p>Коробка скоростей автомата 134117</p>	8	 <p>Механизм швейной машинки Челночный комплект</p>
9	 <p>Коробка скоростей универсально-фрезерного горизонтального станка</p>	10	 <p>Коробка скоростей горизонтально-фрезерного станка</p>

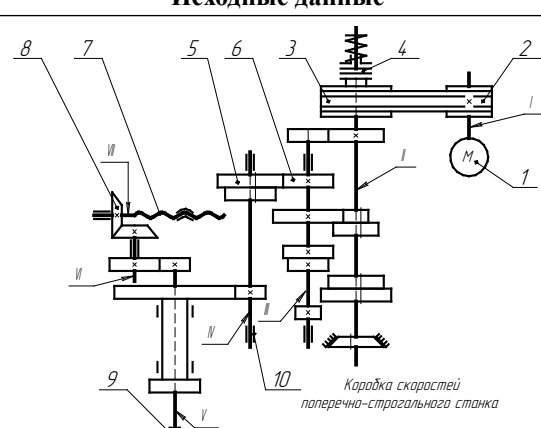
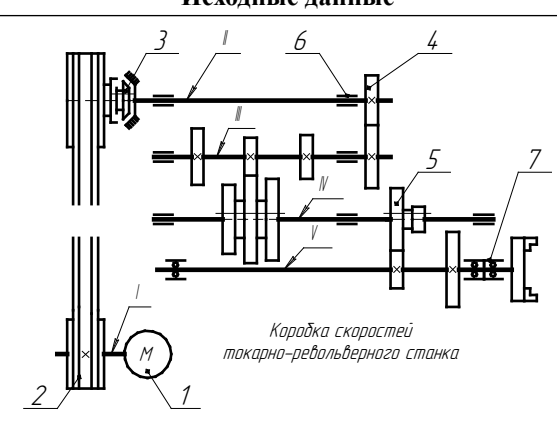
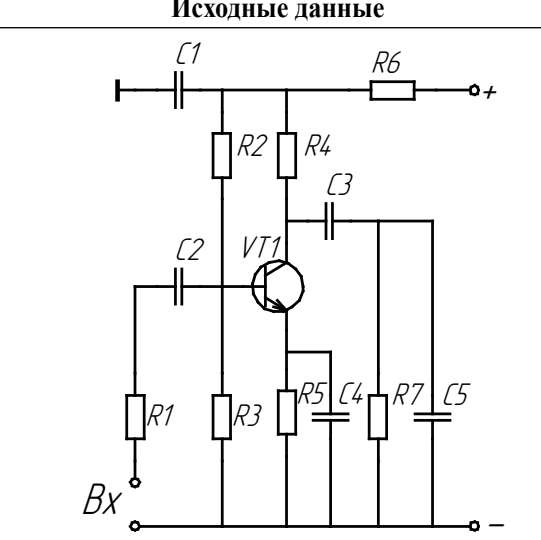
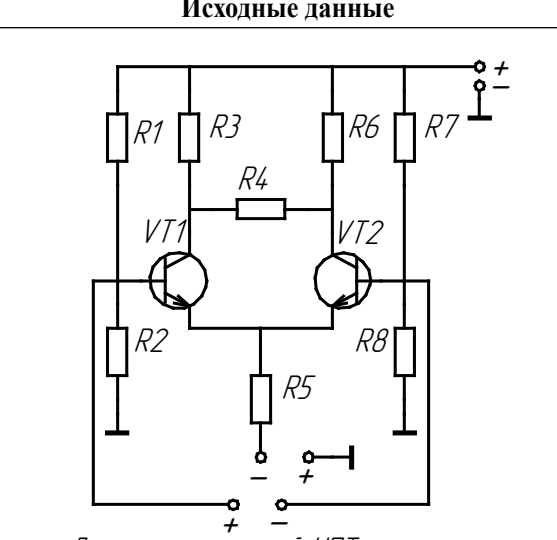
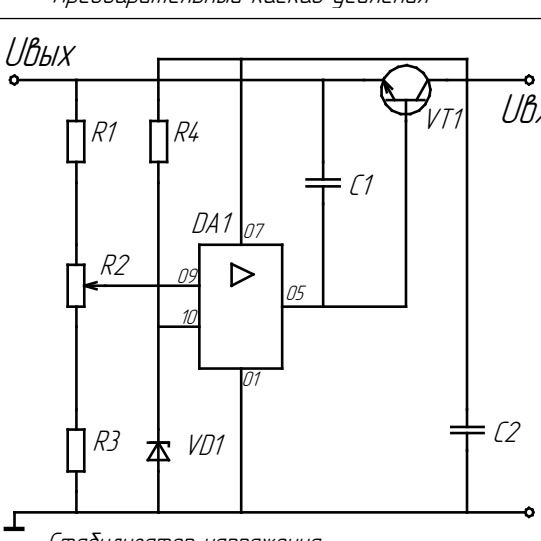
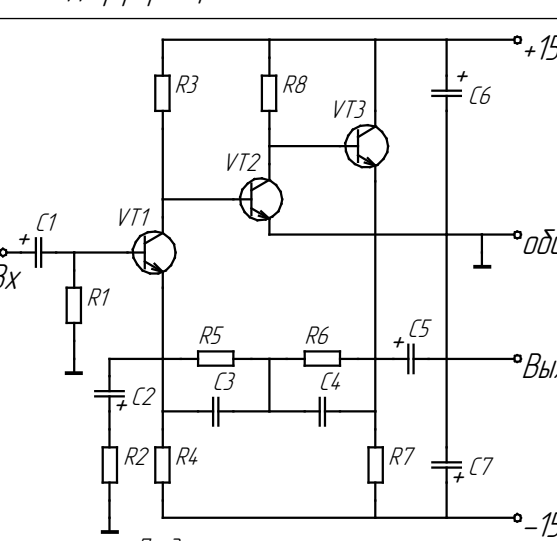
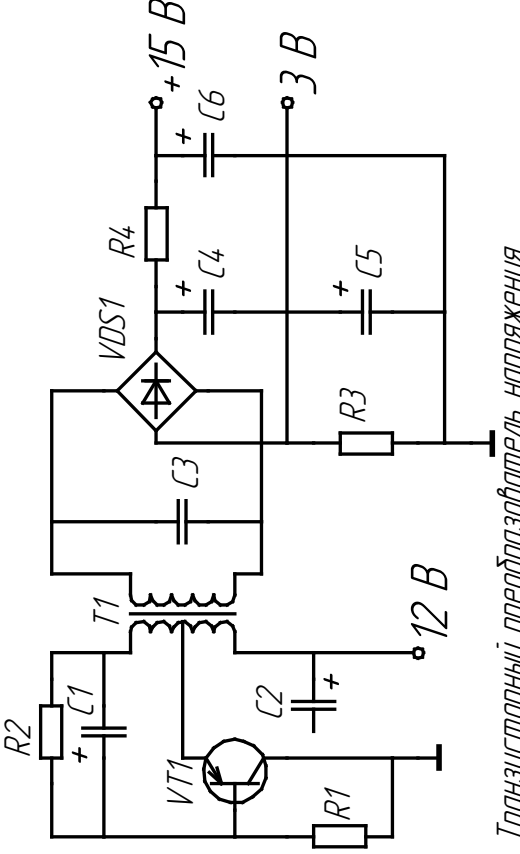
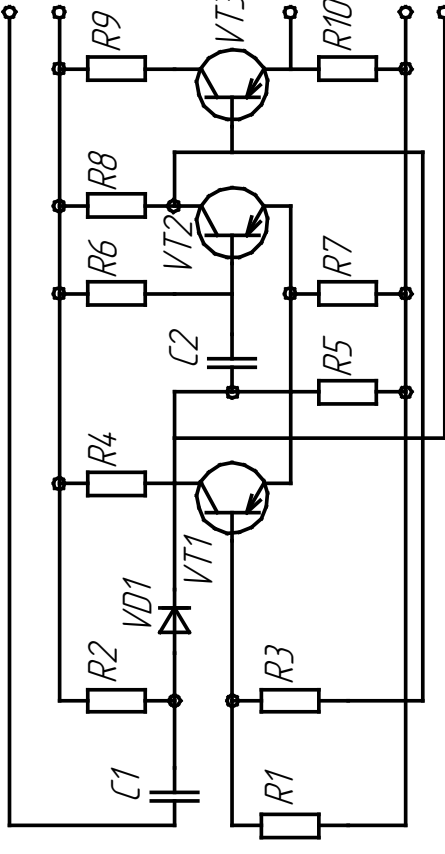
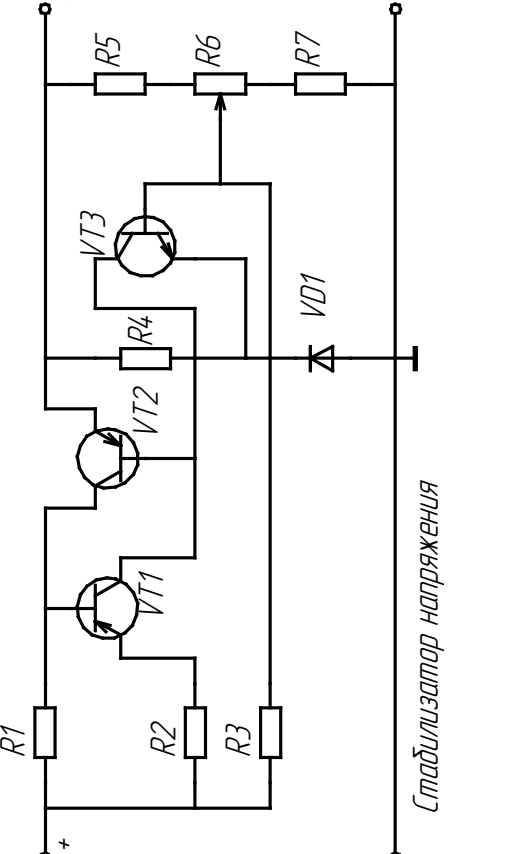
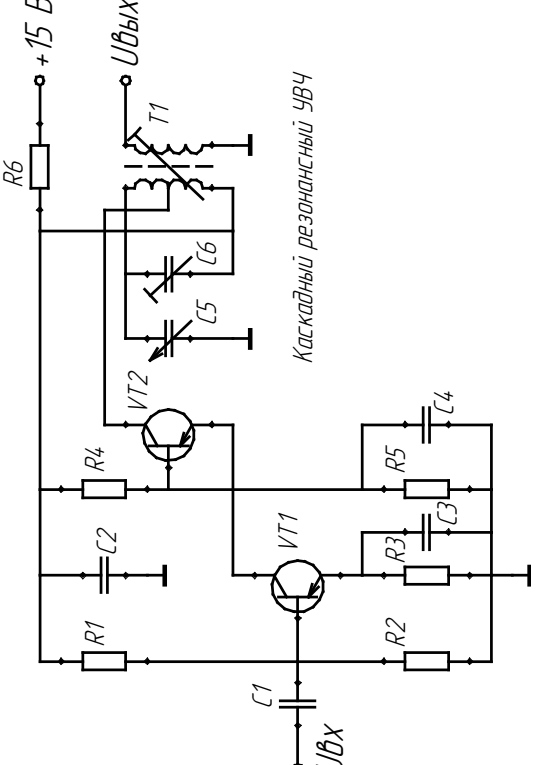
Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
11	 <p>Коробка скоростей поперечно-строгального станка</p>	12	 <p>Коробка скоростей токарно-револьверного станка</p>

Таблица 9

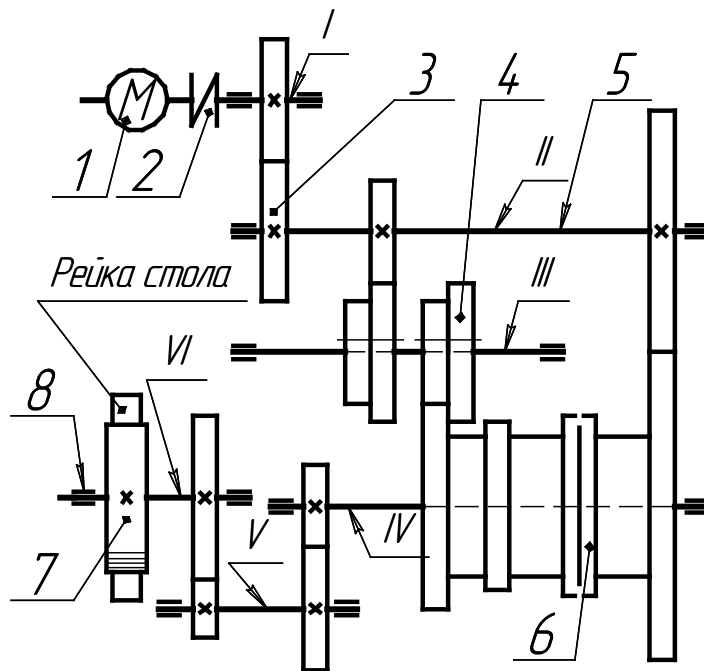
Варианты задания для выполнения схемы электрической

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
1	 <p>Предварительный каскад усиления</p>	2	 <p>Дифференциальный УПТ</p>
3	 <p>Стабилизатор напряжения</p>	4	 <p>Предусилитель корректор</p>

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
5	<p style="text-align: center;"><i>Детектор отношений</i></p>	6	<p style="text-align: center;"><i>Индикатор уровня</i></p>
7	<p style="text-align: center;"><i>Смеситель сигналов</i></p>	8	<p style="text-align: center;"><i>Фотореле</i></p>

Вар.	Исходные данные	Вар.	Исходные данные
9	 <p data-bbox="742 481 782 1075"><i>Транзисторный преобразователь напряжения</i></p>	 <p data-bbox="1364 616 1444 1064"><i>Мультивибратор ждущий с эмиттерным повторителем</i></p>	
11	 <p data-bbox="662 1601 702 1948"><i>Стабилизатор напряжения</i></p>	 <p data-bbox="1189 1288 1228 1579"><i>Каскадный резонансный УВЧ</i></p>	

04.37.000.00.000 КЗ



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Двигатель	1	
2	Эластичное соединение двух соосных валов	1	
3	Шестерня, глухо закрепленная на валу	8	
4	Подвижное вдоль оси соединение детали с валом	2	
5	Вал	5	
6	Муфта фрикционная дисковая двухсторонняя	1	
7	Рейка стола	1	
8	Подшипник радиальный	12	

				04.37.000.00.000 КЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Коробка скоростей продольно-строгального станка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.					Схема кинематическая принципиальная			1:1
Проб.						Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А4

Рис. 308. Пример выполнения чертежа схемы кинематической

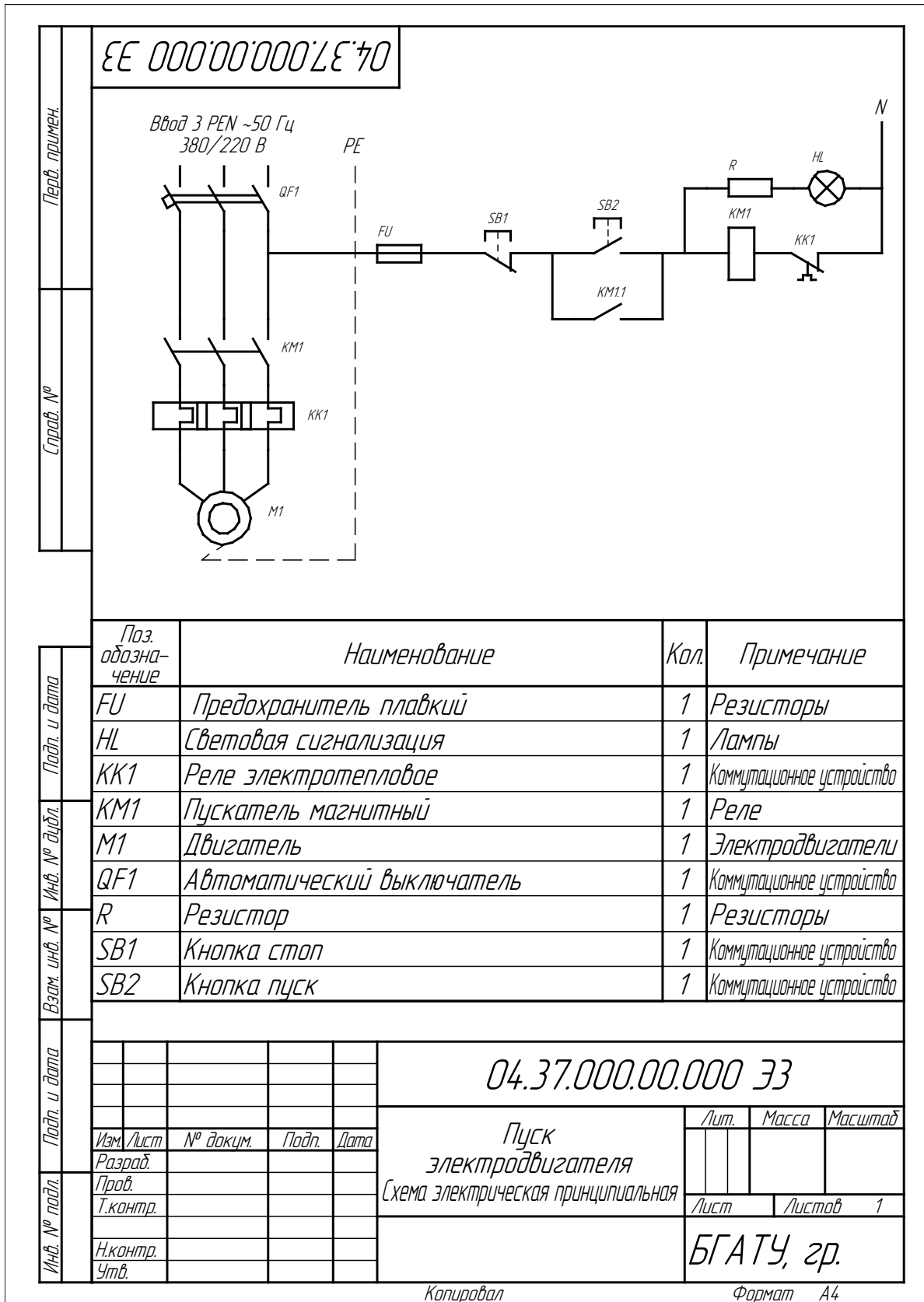


Рис. 309. Пример выполнения чертежа схемы электрической

Методические указания и последовательность выполнения

Схема – графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102–68).

Правила выполнения схем, условные графические изображения и обозначения их элементов установлены стандартами седьмой классификационной группы ЕСКД (ГОСТ 2.701–84 и последующие).

Наименование схемы определяется ее видом и типом. Примеры кодов:

- схема электрическая принципиальная – **ЭЗ**;
- схема гидравлическая соединений – **Г4**;
- схема электрическая соединений и подключений – **Э0**;
- схема кинематическая – **К2**.

Каждой схеме присваивают код, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы.

ГОСТ 2.701–84 предусматривает следующие основные требования к выполнению схем:

- схемы выполняются без соблюдения масштаба и действительного расположения составных частей изделия (установки);
- допускается располагать условные графические обозначения элементов на схеме в том же порядке, в котором они расположены в изделии, при условии, что это не затруднит чтение схемы;
- графические обозначения элементов и соединяющие их линии располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Каждая схема сопровождается перечнем элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

На схемах допускается приводить различные технические данные, характер которых определяется видом и типом схемы. Эти сведения помещают около графических обозначений (по возможности справа или сверху) или на свободном поле схемы (по возможности над основной надписью). Около графических обозначений элементов и устройств помещают, в частности, номинальные значения их параметров, а на свободном поле – диаграммы, таблицы, текстовые указания.

Все элементы на схемах изображаются условными графическими обозначениями, начертание и размеры которых установлены в стандартах ЕСКД (ГОСТ 2.703–68 ГОСТ 2.770–68).

Взаимное расположение элементов на кинематической схеме должно соответствовать исходному, среднему или рабочему положению исполнительных органов изделия (механизма).

Если элемент при работе изделия меняет свое положение, то на схеме допускается показывать его крайние положения тонкими штрих-пунктирными линиями.

На кинематической схеме, не нарушая ясности схемы, допускается:

- переносить элементы вверх или вниз от их истинного положения, выносить их за контур изделия, не меняя положения;
- поворачивать элементы в положения, наиболее удобные для изображения. В этих случаях сопряженные звенья пары, вычерченные отдельно, соединяют штриховой линией.

Если валы или оси при изображении на схеме пересекаются, то линии, изображающие их, в местах пересечения не разрывают.

Если на схеме валы или оси закрыты другими элементами или частями механизма, то их изображают как невидимые.

Допускается валы условно повертывать так, как это показано на схеме.

Соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

На принципиальных схемах изображают:

- валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы и т. п. – сплошными основными линиями толщиной s ;
- элементы, изображенные упрощенно в виде контурных очертаний, зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки и т. п. – сплошными линиями толщиной $s/2$;
- контур изделия, в который вписана схема, – сплошными тонкими линиями толщиной от $s/2$ до $s/3$ и др.

На принципиальной схеме изделия указывают:

- наименование каждой кинематической группы элементов, учитывая ее основное функциональное назначение (например, привод подачи), которое наносят на полке линии-выноски, проведенной от соответствующей группы;
- основные характеристики и параметры кинематических элементов, определяющие исполнительные движения рабочих органов изделия или его составных частей.

На принципиальной схеме допускается указывать:

- предельные величины чисел оборотов валов кинематических цепей;
- справочные и расчетные данные (в виде графиков, диаграмм, таблиц), представляющие последовательность процессов по времени и поясняющие связи между отдельными элементами.

Кинематические схемы выполняют в виде развертки: все валы и оси условно считаются расположенными в одной плоскости или в параллельных плоскостях.

Взаимное положение элементов на кинематической схеме должно соответствовать исходному, среднему или рабочему положению исполнительных органов изделия (механизма). Допускается пояснять надписью положение исполнительных органов, для которых изображена схема. Если элемент при работе изделия меняет свое положение, то на схеме допускается показывать его крайние положения тонкими штрихпунктирными линиями.

На кинематической схеме элементам присваиваются номера в порядке передачи движения. Валы нумеруются римскими цифрами, остальные элементы – арабскими. Порядковый номер элемента указывают на полке линии-выноски, проводимой от него. Под полкой линии-выноски указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента (тип и характеристику двигателя, диаметры шкивов ременной передачи, модуль и число зубьев зубчатого колеса и др. (см. рис. 308).

Данные об элементах записывают в перечень элементов, который оформляют в виде таблицы (рис. 310), располагаемой обычно над основной надписью чертежа.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Рис. 310. Форма таблицы для перечня элементов кинематической схемы

Контрольные вопросы

1. Какие конструкторские документы называют схемами?
2. Что такое условное графическое обозначение элемента схемы?
3. В каких размерах на схемах вычерчиваются стандартные условные обозначения элементов?
4. Где размещается на схеме перечень элементов?
5. Как присваиваются порядковые номера элементам на кинематических принципиальных схемах?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронное практическое руководство «Азбука КОМПАС-График». Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-Graphic.pdf (дата обращения 28.05.2020).
2. Электронное практическое руководство «Азбука КОМПАС-3D». Режим доступа: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf (дата обращения 28.05.2020).
3. Начертательная геометрия и инженерная графика. Раздел «Инженерная графика» : учебно-методическое пособие / А. Г. Вабишевич [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – 136 с.
4. Боголюбов, С. К. Чтение и детализирование сборочных чертежей : учеб. пособие для учащихся машиностроительных техникумов / С. К. Боголюбов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986. – 84 с.

Учебное издание

Игнатенко-Андреева Марьяна Анатольевна,
Авраменко Павел Викторович,
Мулярова Ольга Викторовна

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА:
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *П. В. Авраменко*

Редактор *Г. В. Анисимова*

Корректор *Г. В. Анисимова*

Компьютерная верстка *А. А. Покало*

Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 26.04.2024. Формат 60×84¹/₈.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 19,06. Уч.-изд. л. 7,45. Тираж 99 экз. Заказ 70.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.