

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. И. Пунько, О. М. Львова

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
6-05-0812-01 «Техническое обеспечение производства
сельскохозяйственной продукции»*

Минск
БГАТУ
2024

УДК 658.512(07)

ББК 32.965я7

ПЗ4

Рецензенты:

кафедра инженерной графики машиностроительного профиля

Белорусского национального технического университета

(кандидат технических наук, доцент,

заведующий кафедрой *В. А. Коваль*);

заместитель начальника конструкторского бюро РУП «НПЦ НАН

Беларуси по механизации сельского хозяйства» *Б. Л. Лавор*

Пуцько, А. И.

ПЗ4 Системы автоматизированного проектирования. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / А. И. Пуцько, О. М. Львова. – Минск : БГАТУ, 2024. – 192 с.

ISBN 978-985-25-0255-9.

Рассмотрены базовые приемы работы, способы построения трехмерных моделей деталей и формирования конструкторской документации в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D.

Лабораторный практикум ориентирован на студентов сельскохозяйственного профиля, может быть использован при организации самостоятельной работы студентов.

УДК 658.512(07)

ББК 32.965я7

ISBN 978-985-25-0255-9

© БГАТУ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1 Создание 3D-моделей с использованием базовых операций	5
Лабораторная работа № 2 Создание 3D-моделей сложной топологии и конфигурации	33
Лабораторная работа № 3 Автоматизированное формирование ассоциативных видов деталей	51
Лабораторная работа № 4 Применение библиотек материалов при создании 3D-моделей деталей	74
Лабораторная работа № 5 Методы создания и редактирования трехмерных сборок	78
Лабораторная работа № 6 Применение библиотек стандартных конструктивных элементов при создании сборок	86
Лабораторная работа № 7 Автоматизированное формирование ассоциативных видов и спецификаций для сборок	91
Лабораторная работа № 8 Параметрическое моделирование 2D и 3D геометрических объектов в САПР	97
Лабораторная работа № 9 Создание 3D-моделей изделий из листового сортамента	101
Лабораторная работа № 10 Создание конструкторской документации на изделия из листового сортамента на основе их 3D-моделей	110
Лабораторная работа № 11 Моделирование металлоконструкций с применением прикладных библиотек	113
Лабораторная работа № 12 Создание конструкторской документации на металлоконструкции на основе их 3D-моделей	120
Лабораторная работа № 13 Проектирование пружин с использованием прикладных библиотек САПР	124
Лабораторная работа № 14 Проектирование механических передач с использованием прикладных библиотек САПР (на примере зубчатого колеса)	129
Лабораторная работа № 15 Проектирование механических передач с использованием прикладных библиотек САПР (на примере вала)	145
Лабораторная работа № 16 Выполнение инженерного анализа с помощью прикладных библиотек САПР	162
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	171
ПРИЛОЖЕНИЯ	172

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время профессиональная деятельность большинства пользователей САПР основывается на трехмерных технологиях проектирования, позволяющих в наилучшей степени решать задачи, стоящие перед разработчиками новой техники.

Большинство современных 3D-систем машиностроительного САПР (например, Solid Works, Pro/Engineer, T-FlexCAD, КОМПАС-3D), кроме стандартного набора команд по трехмерному моделированию, снабжаются также дополнительными встроенными модулями, расширяющими их возможности: создание литейных форм, работа с деталями из листового металла, проектирование трубопроводов, валы и механические передачи, штампы. При этом процесс проектирования часто воспроизводит технологический процесс изготовления детали.

Учебно-методическое пособие посвящено изучению основных приемов выполнения различных работ в САПР при конструировании деталей и узлов, позволяющих решить задачу автоматизации проектирования сельскохозяйственных машин.

Издание составлено на основании стандартов ЕСКД, СТБ и ГОСТ, используемых при проектировании сельскохозяйственной техники, а также материалов основных учебников, которые представлены в списке литературы.

Лабораторная работа № 1

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

Цель работы: изучение приемов формирования твердотельных моделей с использованием базовых операций «Элемент выдавливания» и «Элемент вращения».

Содержание работы:

- 1) изучить основные элементы интерфейса системы КОМПАС-3D, основные типы документов, порядок формирования твердотельных моделей;
- 2) с помощью операции «Элемент выдавливания» построить трехмерную модель детали «Планка», определить свойства модели, сохранить документ;
- 3) создать трехмерную модель (3D) детали «Втулка» с использованием формообразующих операций «Элемент вращения», «Элемент выдавливания» или их комбинацией;
- 4) создать трехмерную модель (3D) детали Ролик с использованием формообразующей операции «Элемент вращения»;
- 5) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемой детали.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D, версия 18.1 или выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Трехмерная твердотельная модель создается в результате последовательного выполнения объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами, из которых состоит реальная деталь. Такими объемными элементами могут быть призмы, цилиндры, пирамиды.

Основными базовыми формообразующими операциями, применяемыми для моделирования сложных трехмерных деталей, являются:

- *выдавливание*, задающее перемещение эскиза вдоль линии, перпендикулярной его плоскости;
- *вращение*, задающее вращение эскиза вокруг заданной оси;

- *по траектории*, задающее перемещение эскиза вдоль заданной траектории;
- *по сечениям*, задающее плавный переход между несколькими эскизами сечений, лежащими в разных плоскостях.

Для создания объемных элементов используется перемещение эскизов в пространстве. Эскиз представляет собой сечение объемного элемента. Одним из элементов, используемым при описании эскиза, является контур.

Контур – это любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединяющихся линейных графических объектов (отрезков, дуг, сплайнов, ломаных и т. д.).

Задание 1. Создать 3D-модель детали «Планка»

Построение трехмерной модели детали «Планка» (рис. 1.1) будет осуществляться с помощью формообразующей операции «Элемент выдавливания». Конструктивные размеры детали представлены на ее чертеже в Приложении А.



Рис. 1.1. Трехмерная модель детали «Планка»

При создании детали придерживайтесь следующей последовательности действий:

1. Создать файл детали.
2. Определить свойств детали.
3. Сохранение файла модели.

1. Создание файла детали

Выполните команду **Файл** → **Создать** (или нажмите горячую клавишу **Ctrl + N**). Укажите тип создаваемого документа → **Деталь** на панели **НОВЫЙ ДОКУМЕНТ** (рис. 1.2).

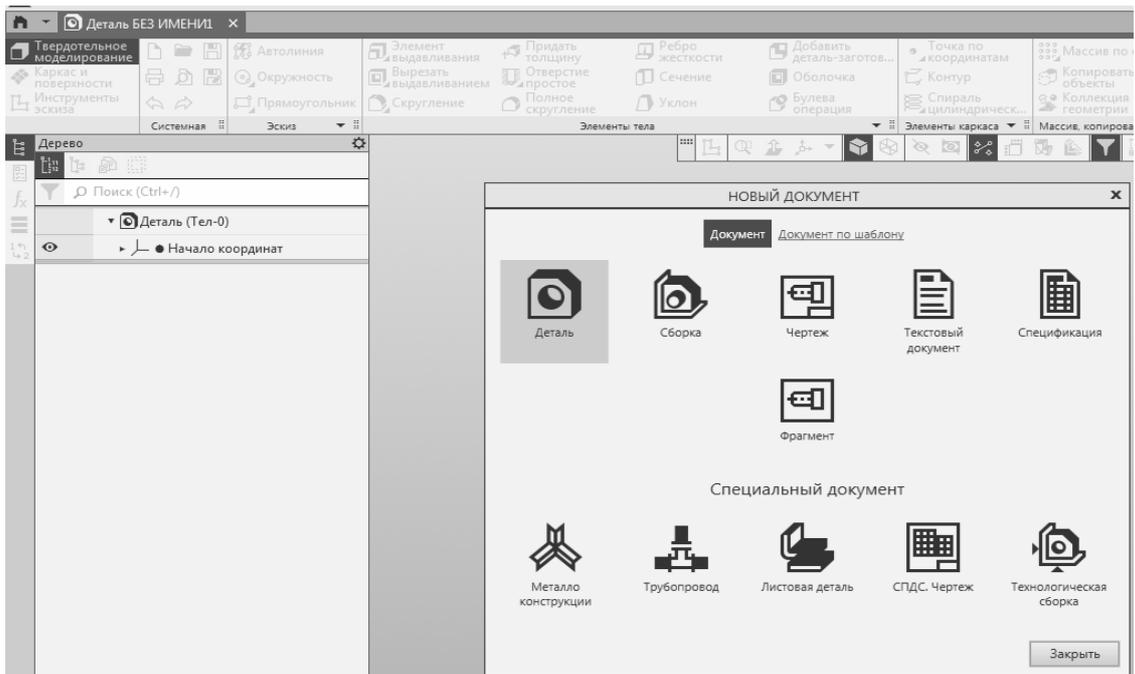


Рис. 1.2. Окно **Новый документ**

2. Определение свойств детали

Щелкните быстро 2 раза левой кнопкой мыши (ЛКМ) по кнопке **Деталь** для входа в режим определения свойств детали, после чего откроется **Панель свойств** (рис. 1.3).

Тот же результат можно достигнуть, щелкнув в любом месте окна детали правой кнопкой мыши (ПКМ) и из появившегося контекстного меню выбрать команду **Свойства модели**.

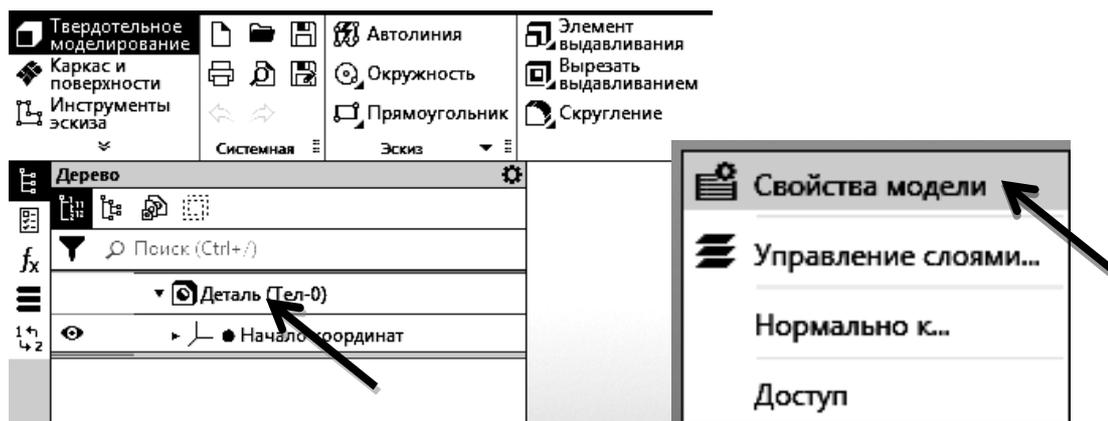


Рис. 1.3. Вызов панели **Параметры** (свойства) детали

Раскройте Список свойств и установите следующие свойства (рис. 1.4):

1. В поле **Обозначение** введите шифр, по указанию преподавателя, например, **04.88.001.00.001**

где: 04 – означает, что данный материал относится к лабораторной работе
01 – дипломный проект, 02 – курсовой проект, 03 – курсовая работа и т. д.)

88 – шифр кафедры стандартизации, метрологии и инженерной графики,
на которой выполняется лабораторная работа;

001 – порядковый номер студента по журналу преподавателя;

00 – уровень детали в сборочном чертеже (корневой);

001 – порядковый номер (первая деталь) в сборочном узле.

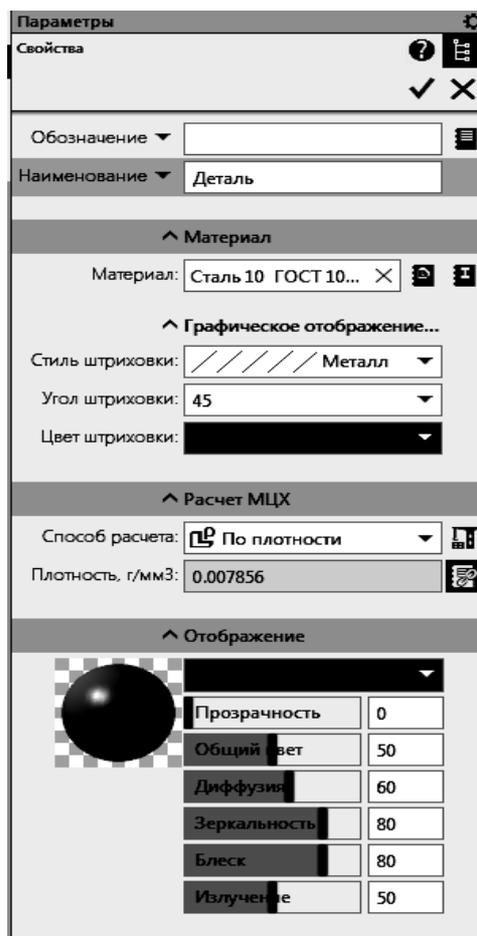


Рис. 1.4. Панель **Параметры** (свойства) детали

В поле **Наименование** введите название детали – «Планка» (рис. 1.5).

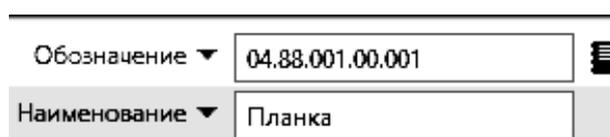


Рис. 1.5. Поле **Наименование**

Для выбора материала, из которого изготовлена деталь, в секции **Материалы** нажмите кнопку «**Выбрать материал из списка**» → откроется окно

«Плотность материалов» → укажите материал детали и его марку в соответствии с чертежом – Сталь 08 ГОСТ 1050–2013 (рис. 1.6).

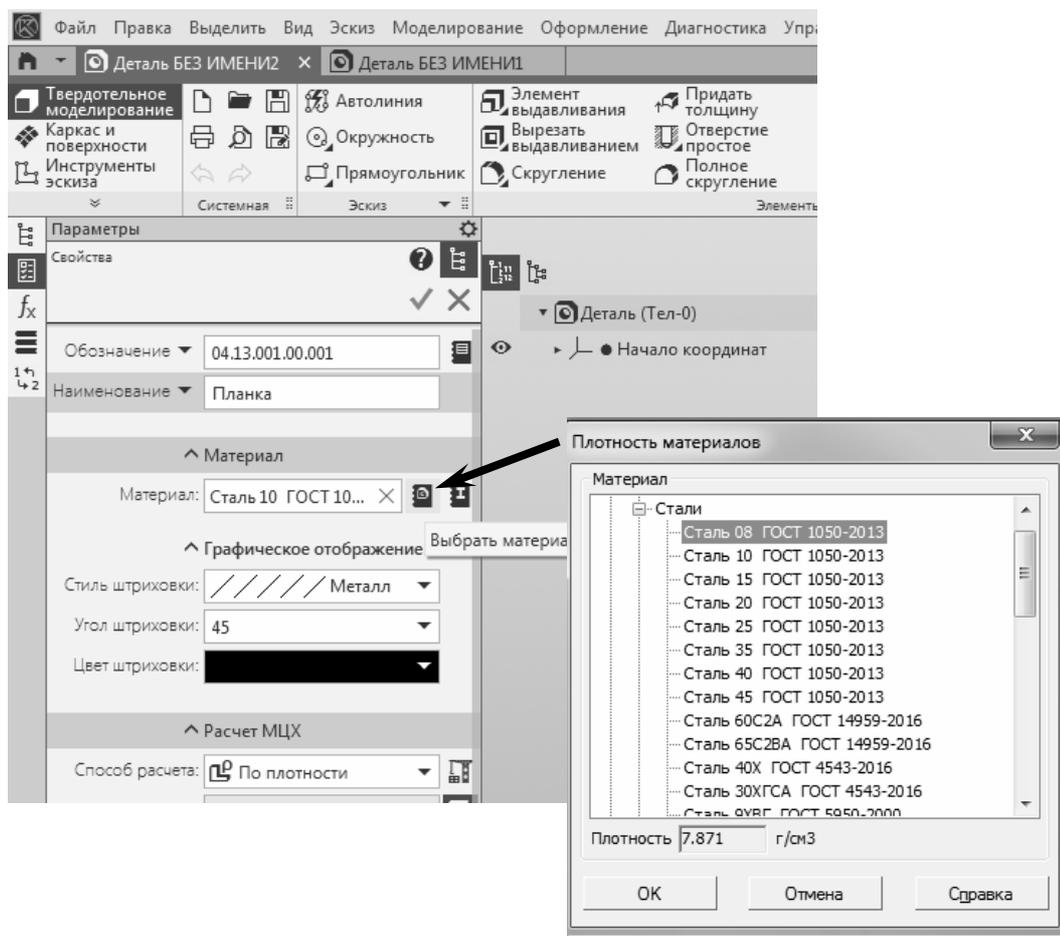


Рис. 1.6. Выбор материала детали

3. Откройте вкладку **Отображение** и укажите цвет новой детали, например, зеленый или любой другой на Ваш выбор (рис. 1.7).

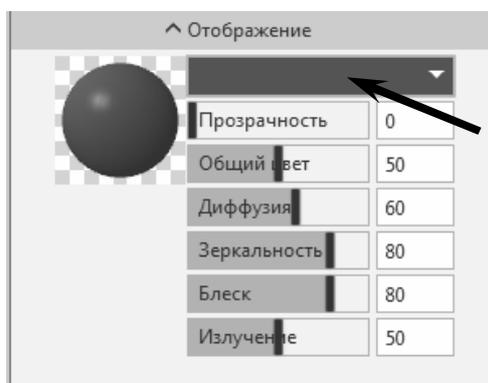


Рис. 1.7. Выбор цвета детали

Нажмите кнопку  для сохранения новых свойств детали.

Обратите внимание на то, что в **Дереве модели** наименование **Деталь** изменилось на «**Планка**» (рис. 1.8).

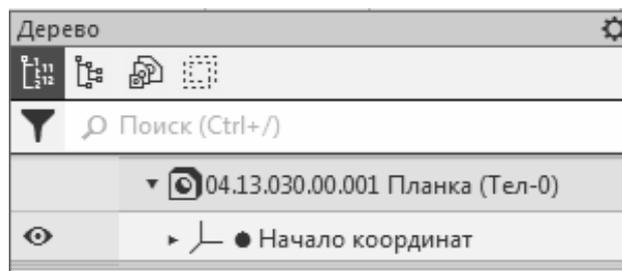


Рис. 1.8. Новое обозначение и наименование детали

3. Сохранение файла модели

Предварительно создайте папку **Блок направляющий** для сохранения созданных моделей и чертежей деталей.

- **Файл** → **Сохранить** или нажмите кнопку  на панели инструментов.
- Убедитесь, что поле **Имя файла** заполнено данными из свойств модели.

Обратите внимание на то, как изменился заголовок окна и его закладка – теперь там показано имя детали (ранее было «**Деталь БЕЗ ИМЕНИ 1**»).

Построение 3D-модели детали

Выбор начальной ориентации модели

На Панели быстрого доступа нажмите кнопку меню справа от кнопки «**Ориентация...** » и укажите вариант «**Изометрия**» (рис. 1.9).

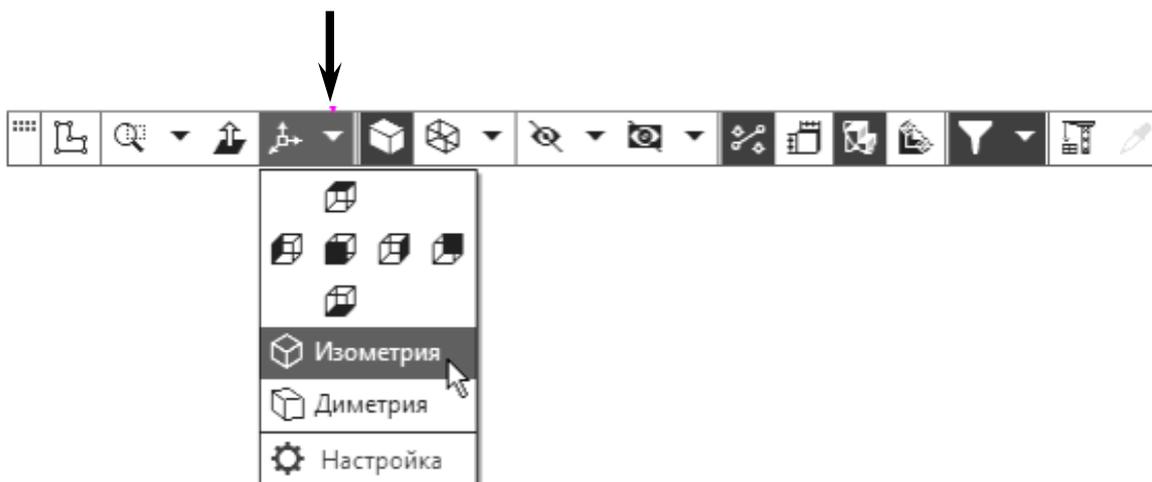


Рис. 1.9. Выбор первоначальной ориентации вида

Закройте вкладку **Параметры**, нажав на кнопку .

Выбор проекционной плоскости

В Дереве построения раскройте раздел **Начало координат** → выберите плоскость **Плоскость XY** (выбранная плоскость будет выделена зеленым цветом) (рис. 1.10).

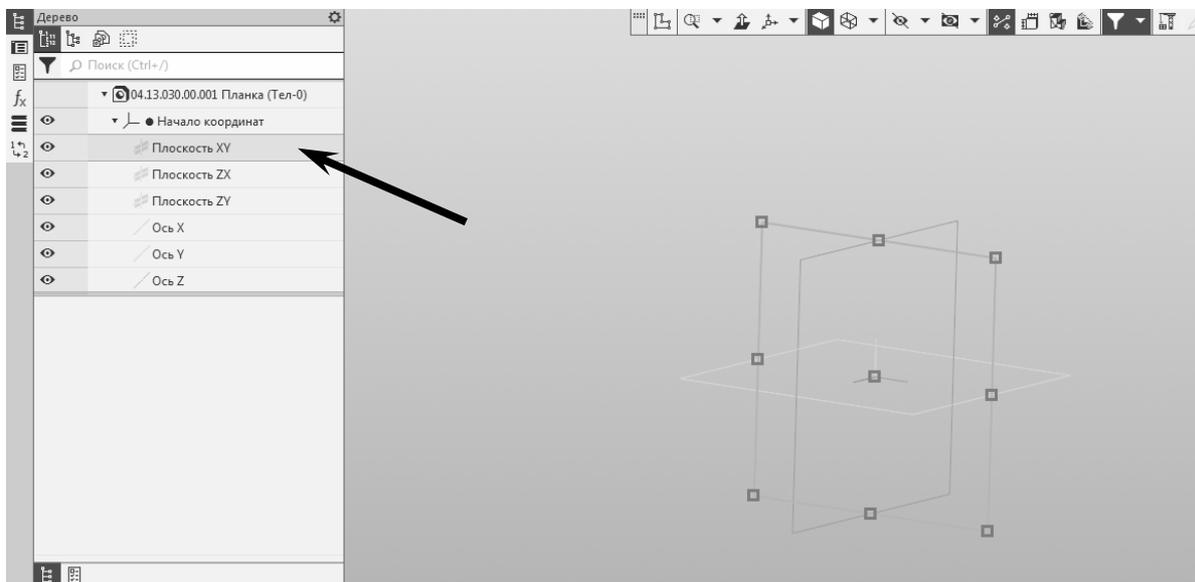


Рис. 1.10. Выбор плоскости XY

Создание и построение эскиза

Нажмите кнопку «Создать эскиз»  на панели инструментов (рис. 1.11) и система перейдет в режим редактирования эскиза.

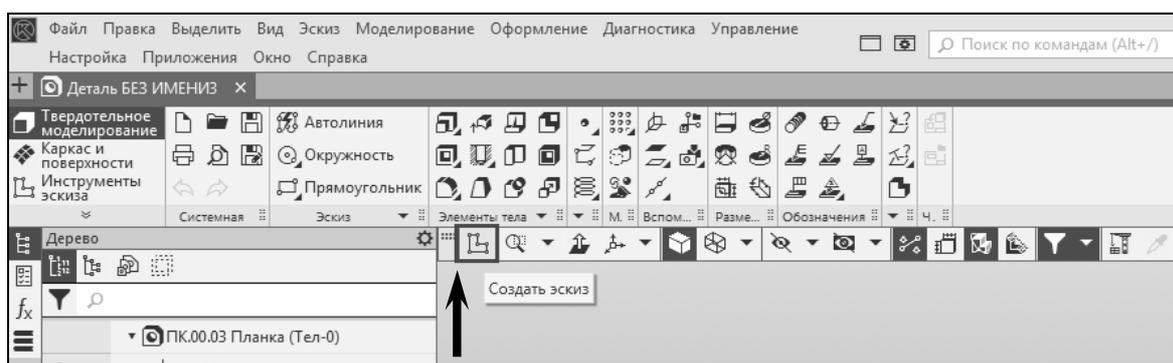
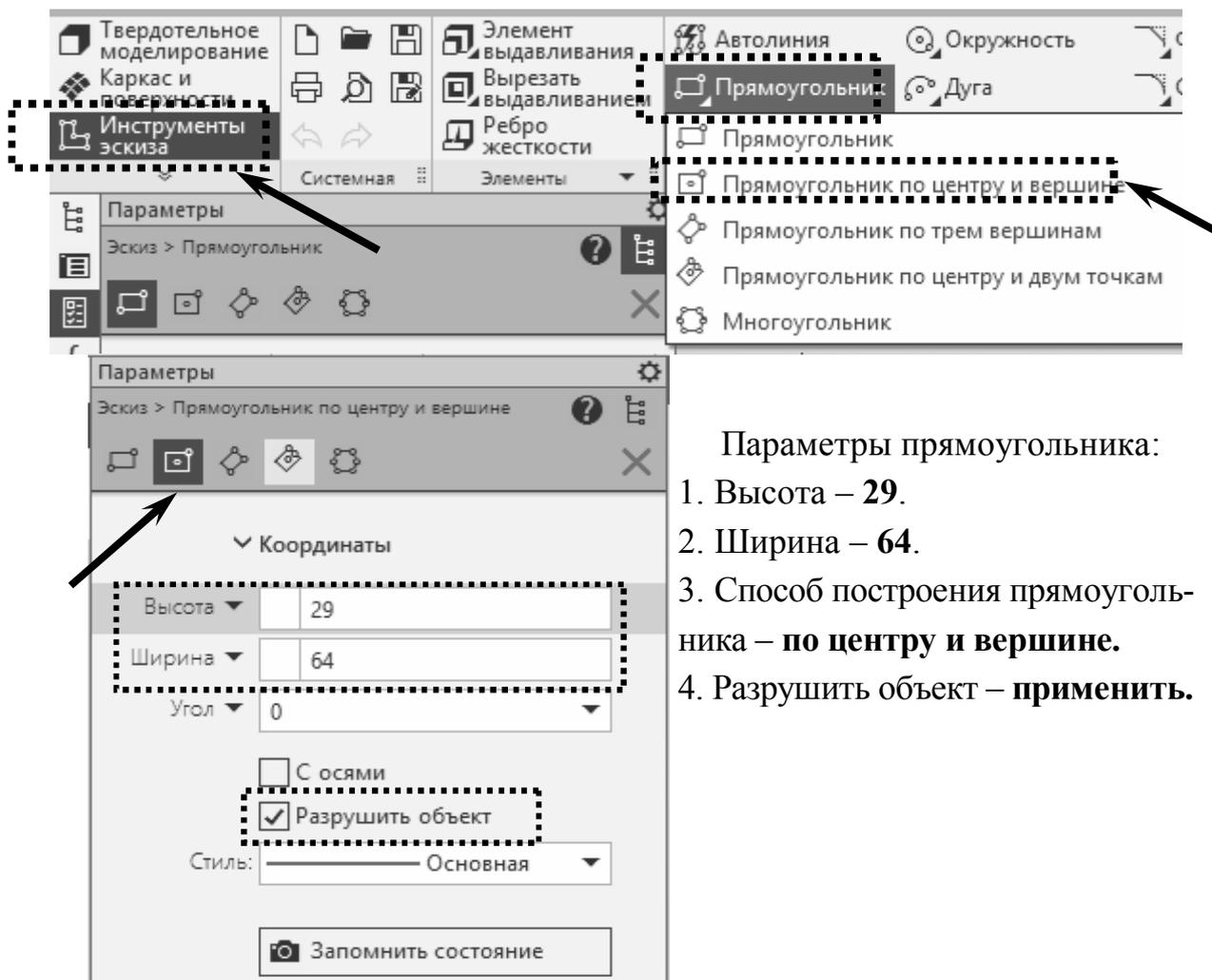


Рис. 1.11. Переход в режим создания (редактирования) эскиза

Построения в эскизе

На компактной панели выберите инструментальную панель **Инструменты эскиза** и нажмите кнопку «**Прямоугольник**», внизу откроется подменю **Параметры**, в которой установите параметры, в соответствии с чертежом детали (см. Приложение в конце методических указаний). Результаты представлены на рис. 1.12.



- Параметры прямоугольника:
1. Высота – 29.
 2. Ширина – 64.
 3. Способ построения прямоугольника – **по центру и вершине**.
 4. Разрушить объект – **применить**.

Рис. 1.12. Ввод размеров и параметров прямоугольника

Фантом прямоугольника нужно переместить и, совместив с центром системы координат, зафиксировать, щелкнув ЛКМ. В результате будет построен прямоугольник с заданными параметрами.

На панели **Параметры** нажмите кнопку для завершения операции.

Скругление

Выполним скругление ребер разрабатываемой детали (рисунки 1.13, 1.14 и 1.15). Для этого выполним следующие действия:

– На панели **Инструменты эскиза** нажмите кнопку «Скругление».

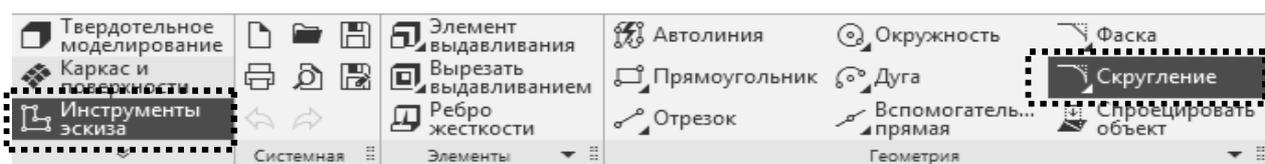


Рис. 1.13. Выбор операции **Скругление**

В поле Радиус на панели **Параметры** задайте значение **8**.

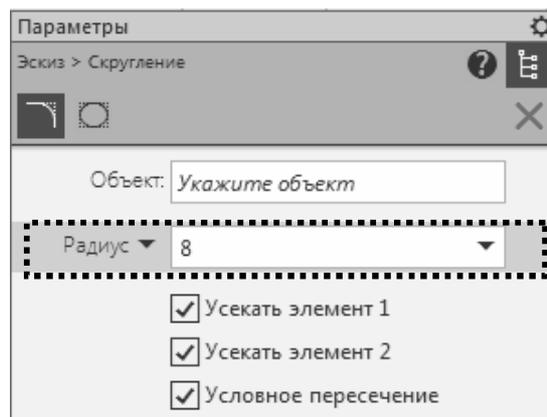


Рис. 1.14. Выбор параметров (радиуса) скругления

Укажите **ЛКМ** последовательно ребра детали (1–2, 2–3) для скругления. Форма курсора будет иметь вид

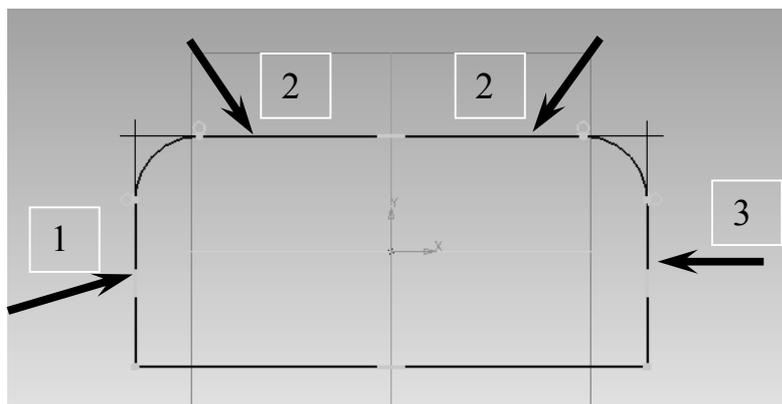


Рис. 1.15. Выбор объектов (отрезков) для скругления

На панели **Параметры** нажмите кнопку для завершения операции.

Закройте эскиз → для этого нажмите кнопку «**Эскиз**» и обратите внимание, что в **Дереве модели** появилась пиктограмма эскиза с порядковым номером (Эскиз:1).

Операция выдавливания

На панели **Твердотельное моделирование** детали нажмите кнопку «**Элемент выдавливания**», и на экране появится фантом трехмерного элемента.

При этом установите следующие параметры:

- Способ построения – **на расстояние**.
- Расстояние – **4**.
- Угол – **0**.

Результат представлен на рис. 1.16.

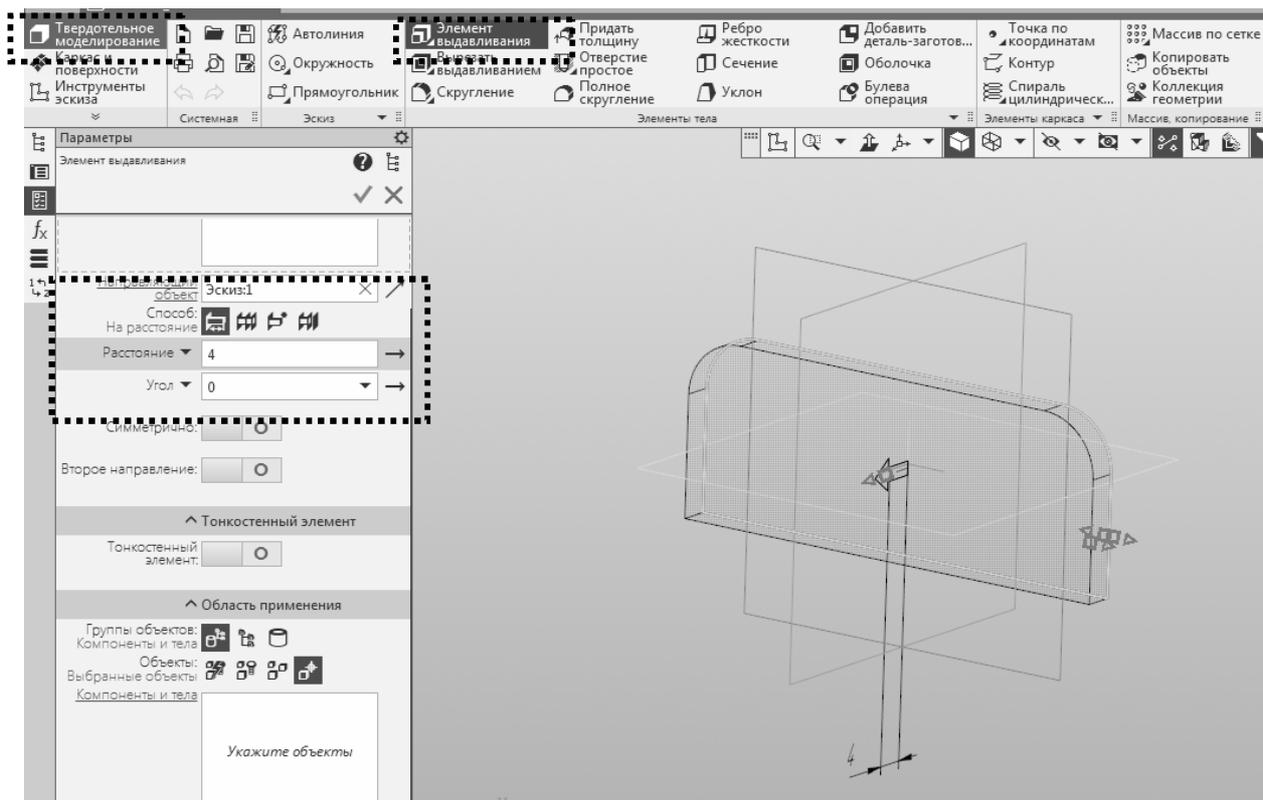


Рис. 1.16. Выбор параметров операции **Выдавливание**

Нажмите кнопку  для создания объекта. Будет построено основание детали, пиктограмма операции отображается в Дереве модели. Результат выполнения операции **Элемент выдавливания** представлен на рис. 1.17.

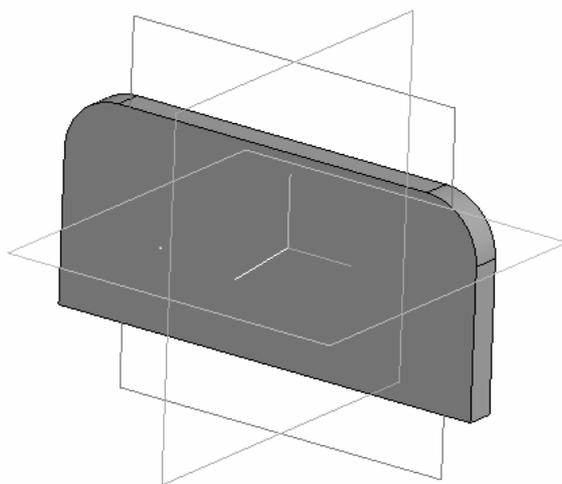


Рис. 1.17. Результат выполнения операции **Элемент выдавливания**

Построение отверстий – операция «**Вырезать выдавливанием**»

Для создания отверстий на основании детали укажите на указанную плоскость (она выделяется зеленым цветом) и нажмите «Эскиз»  (рис. 1.18).

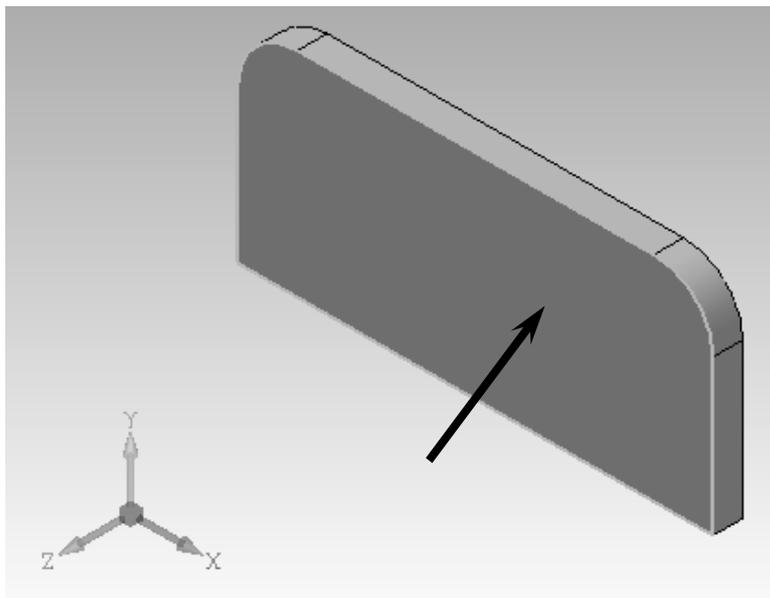


Рис. 1.18. Выбор плоскости для создания нового эскиза

Для определения местоположения центров отверстий в эскизе необходимо использовать вспомогательные прямые. Для их выбора на панели **Инструменты эскиза** выбрать панель **Геометрия**, подменю **Вспомогательные прямые**, а в ней команду **Параллельная прямая** (рис. 1.19).

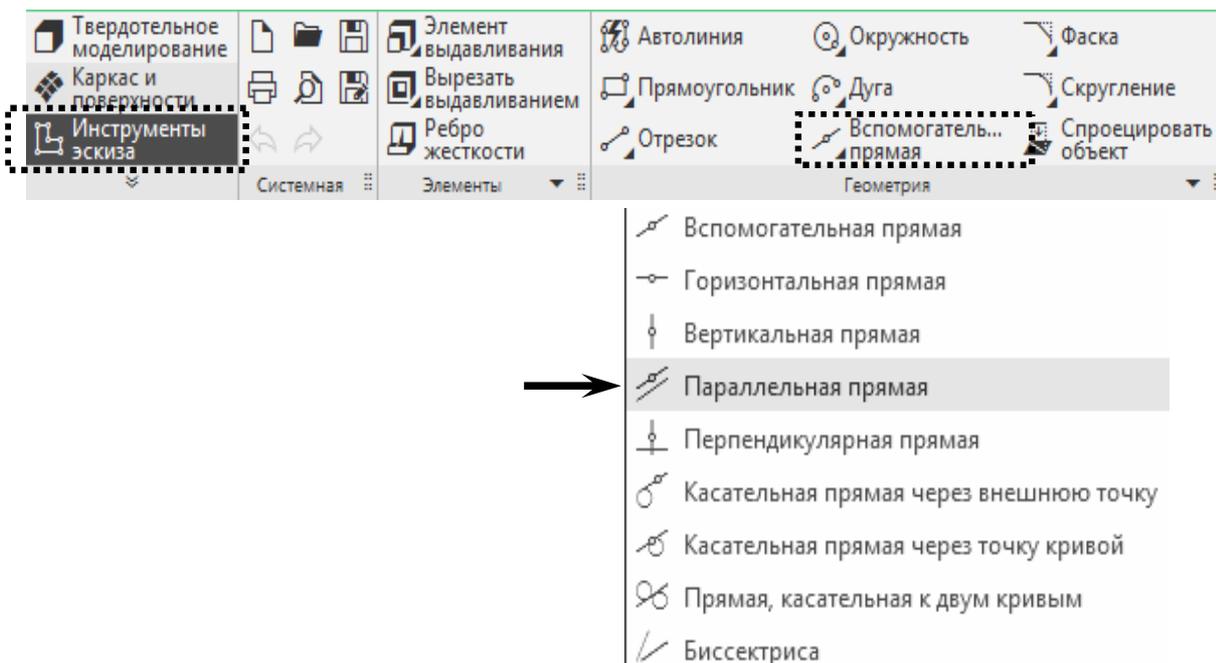


Рис. 1.19. Выбор команды **Параллельная прямая**

Выполните построение эскиза по размерам в соответствии с рис. 1.20.

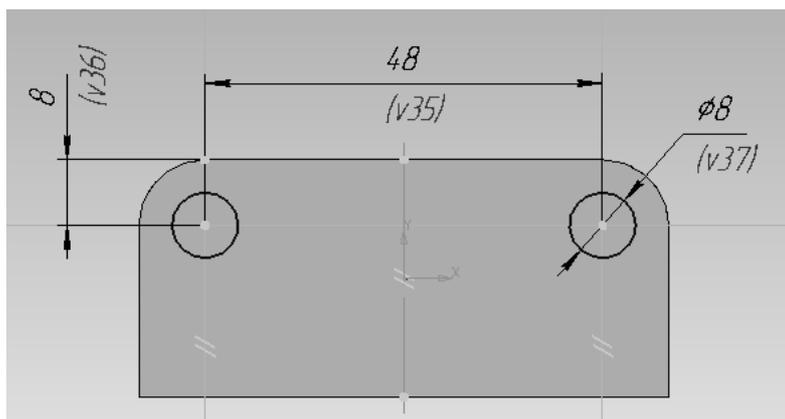


Рис. 1.20. Создание эскиза для построения двух отверстий

На панели **Твердотельное моделирование** детали выберите команду **«Вырезать выдавливанием»** и установите следующие параметры (рис. 1.21).

1. Направление построения – **Прямое направление**.
2. Способ – **через все**.
3. Угол – **0**.

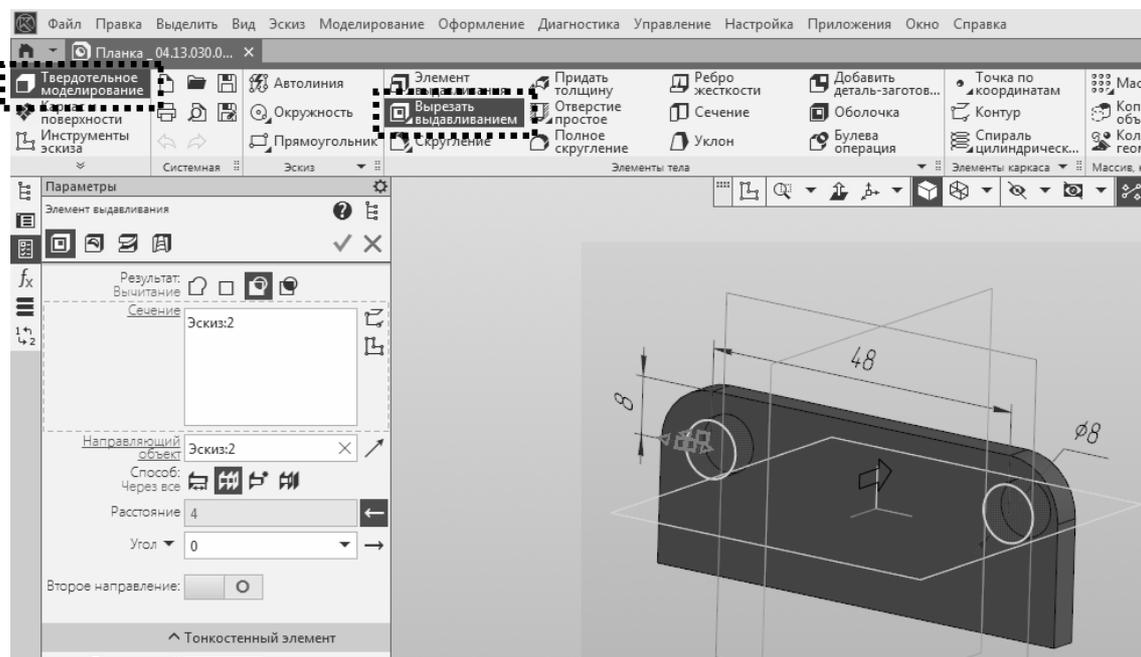


Рис. 1.21. Фантом трехмерного элемента при выполнении операции **«Вырезать выдавливанием»**

Нажмите кнопку  для создания объекта. Результат выполнения операции представлен на рис. 1.22.

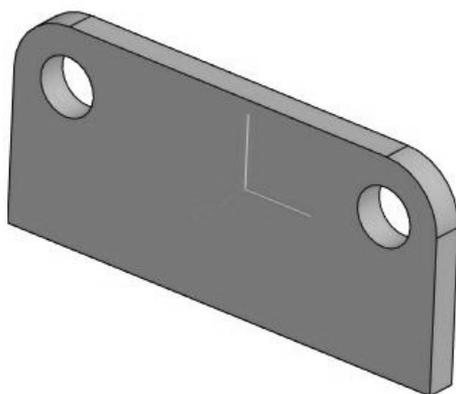


Рис. 1.22. Результат выполнения операции «Вырезать выдавливанием»

На панели **Параметры** нажмите кнопку  для завершения операции.

Формирование фаски

Добавим фаски к сквозным отверстиям детали. Для этого на панели **Твердотельное моделирование** нажмите на кнопку «Фаска» , которая расположена на расширенной панели команд построения скруглений и фасок  и установите следующие параметры:

- Способ построения – **по стороне и углу**.
- Длина 1–1 (по умолчанию предлагается 5).
- Угол – **45**.

Результат выполнения операции представлен на рис. 1.23.

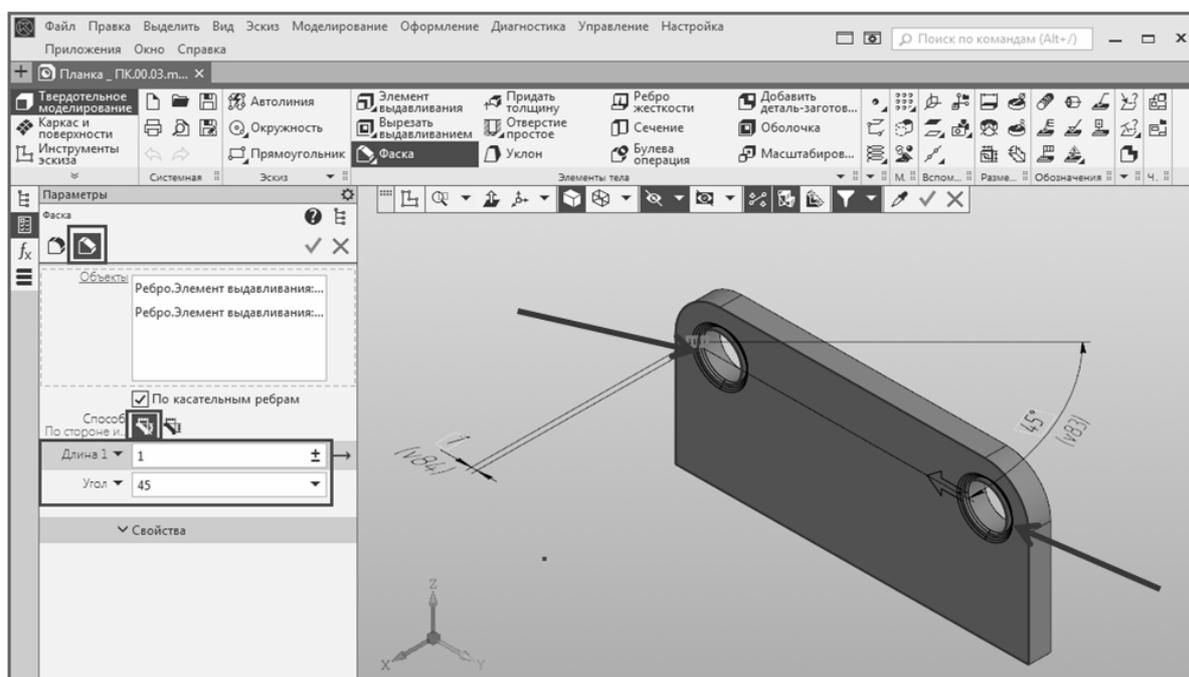


Рис. 1.23. Выполнение операции Фаска

Нажмите кнопку  для создания объекта. Результат выполнения операции представлен на рис. 1.24.

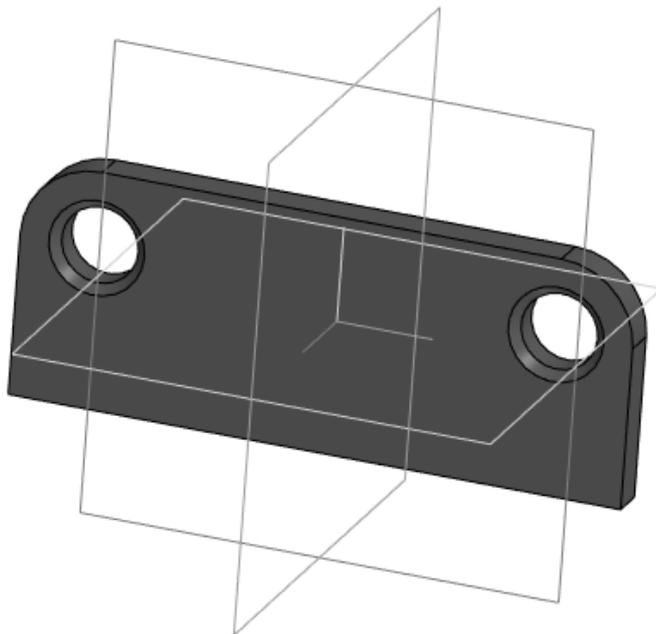


Рис. 1.24. Деталь «Планка»

Завершите работу команды кнопкой **Завершить** .

Задание 2. Создать 3D-модели деталей «Втулка», «Ось», «Ролик»

Построение трехмерных моделей деталей «Втулка», «Ось», «Ролик» (рис. 1.25) будет осуществляться с помощью формообразующих операций «Элемент вращения», «Элемент выдавливания» и их комбинацией. Конструктивные размеры этих деталей представлены на чертежах в Приложениях Б, В и Г соответственно.

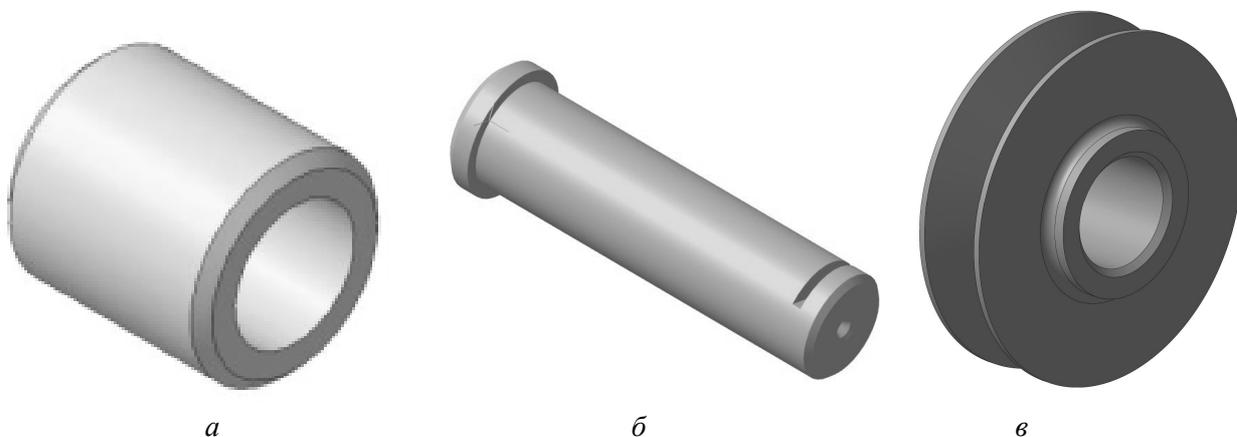


Рис. 1.25. 3D-модели деталей: *a* – «Втулка»; *б* – «Ось»; *в* – «Ролик»

2.1 Построение 3D-модели детали «Втулка»

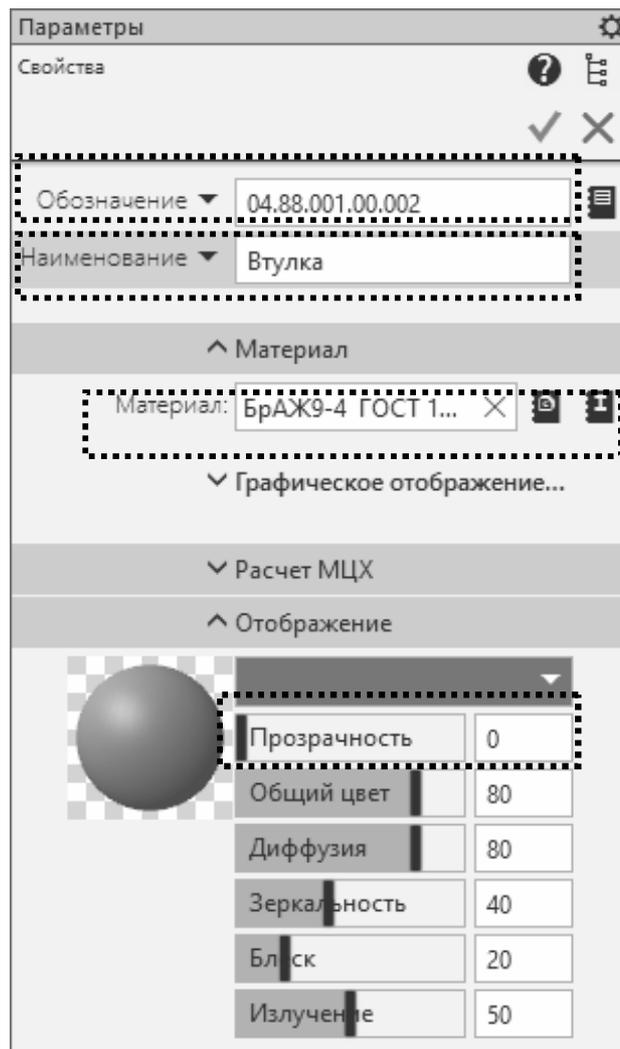


Рис. 1.26. Выбор свойств детали «Втулка»

1. Создайте новый документ типа *Деталь* .

2. Определите свойства детали, заполнив поля (рис. 1.26).

Обозначение – **04.88.001.00.002**

Наименование – **Втулка**.

Материал – **Бронза БрАЖ9-4**.

Цвет – **по своему усмотрению**.

Нажмите кнопку  для сохранения новых свойств детали. Обратите внимание – в Дереве модели наименование «Деталь» изменилось на «**04.88.001.00.002 Втулка**».

3. Сохраните деталь на диске в папке «**Блок направляющий**», расположенной в папке группы в папке с фамилией студента.

Особенность построения тел вращения заключается в том, что в эскизе достаточно создать половину проекции (заштрихованная область) и **обязательно** указать ось вращения в виде горизонтальной линии (рис. 1.27).

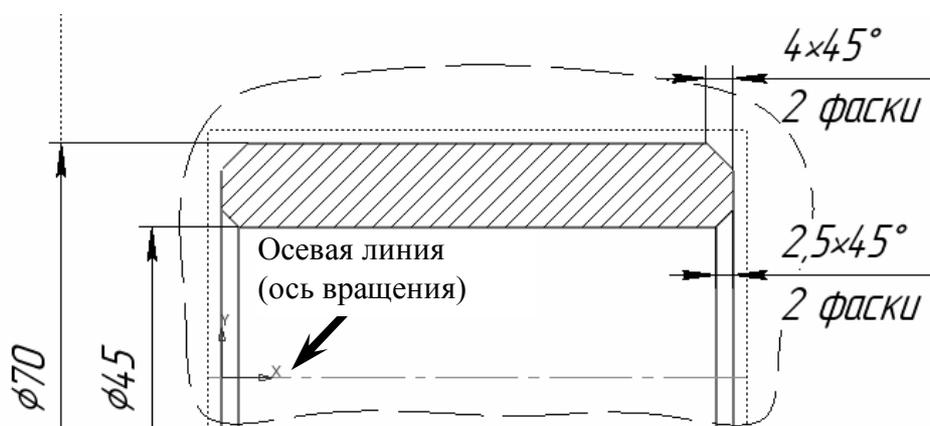


Рис. 1.27. Половина эскиза детали «Втулка»

На панели **Инструменты эскиза** нажмите кнопку **«Прямоугольник»** и создайте его с размерами согласно эскизу, представленному на рис. 1.28. Левая сторона прямоугольника находится на оси Y. Ось вращения – это отрезок произвольной длины, оформленный со стилем **Осевая**, проведенный от начала координат вдоль оси X.

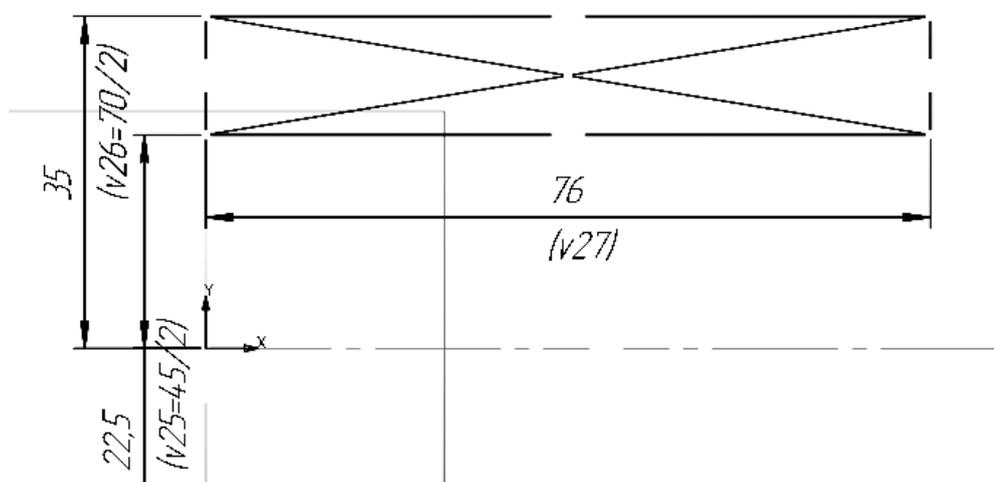


Рис. 1.28. Эскиз прямоугольника

Формирование фасок

Добавим по две фаски (внутри $2,5 \times 45^0$ и снаружи 4×45^0) к каждой стороне с помощью команды **Фаска**, установив способ построения – **по углу и длине**. Результаты представлены на рис. 1.29.

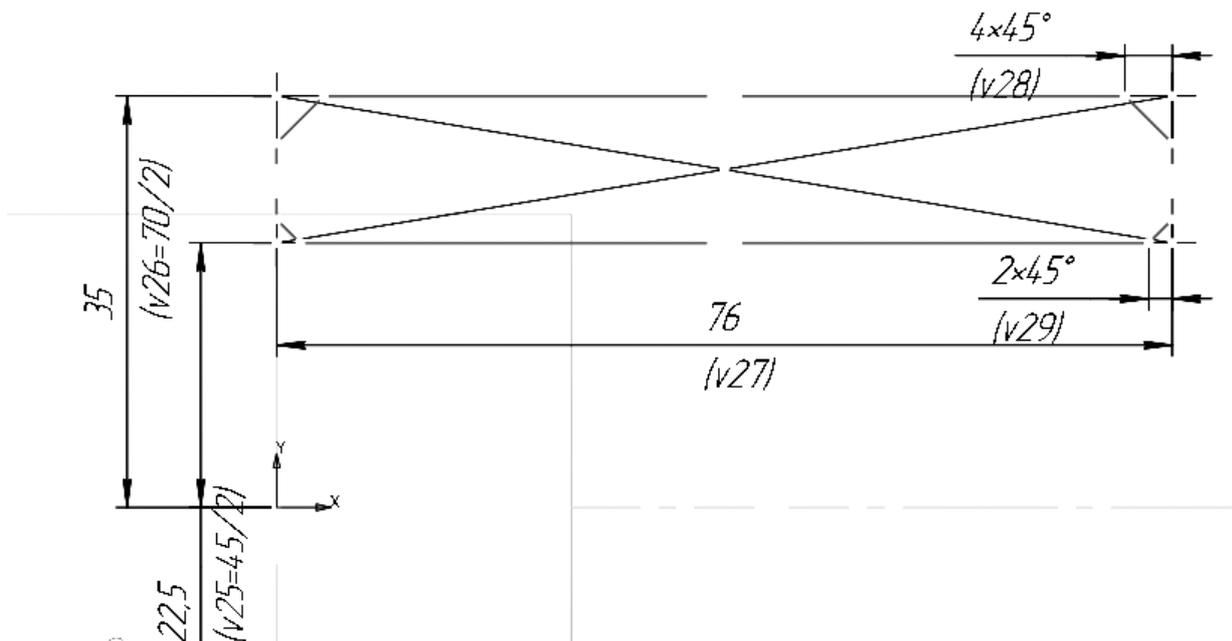


Рис. 1.29. Простановка фасок по углам прямоугольника эскиза

Завершите работу в режиме редактирования эскиза, нажав кнопку «Эскиз».

Выделив (выбрав) Эскиз:1 в дереве построения, используйте команду «Элемент вращения» для построения втулки в объеме (рис. 1.30).

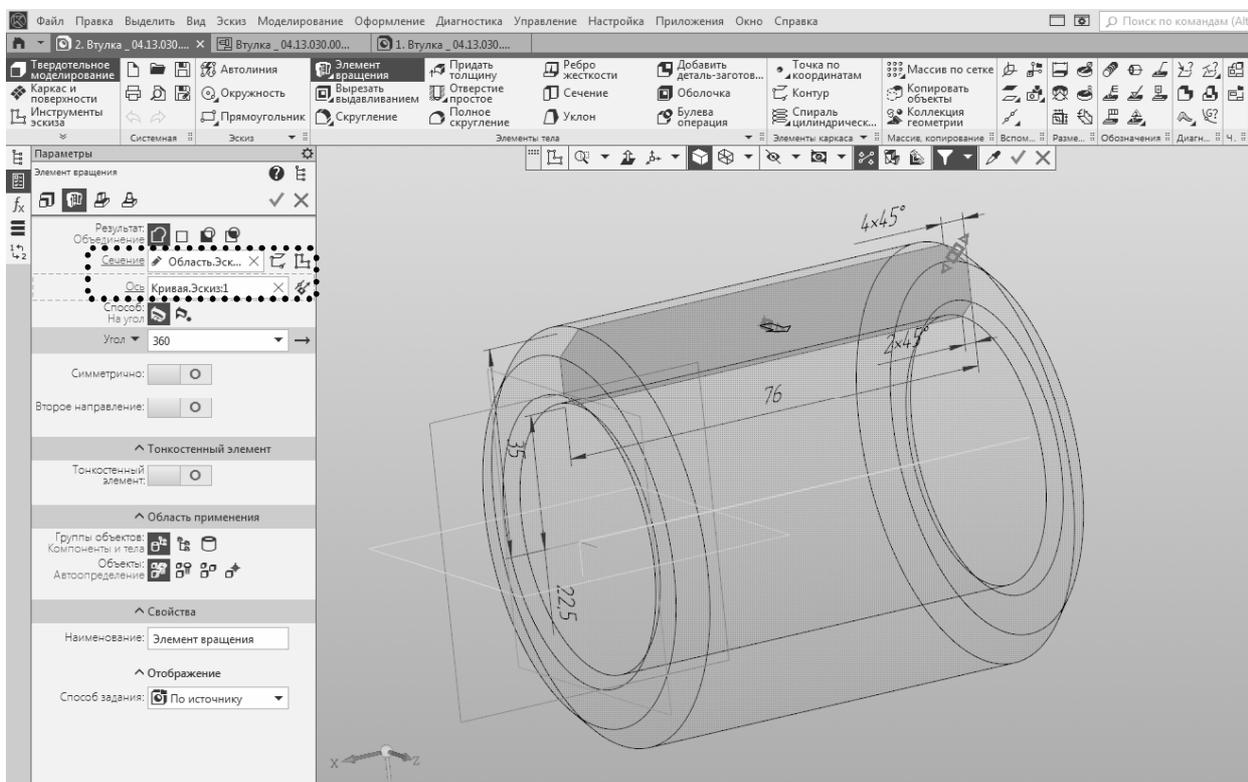


Рис. 1.30. Фантом детали при создании 3D-модели с помощью операции «Элемент вращения»

Нажмите кнопку  для создания объекта. Конечный результат построения 3D-модели представлен на рис. 1.31.

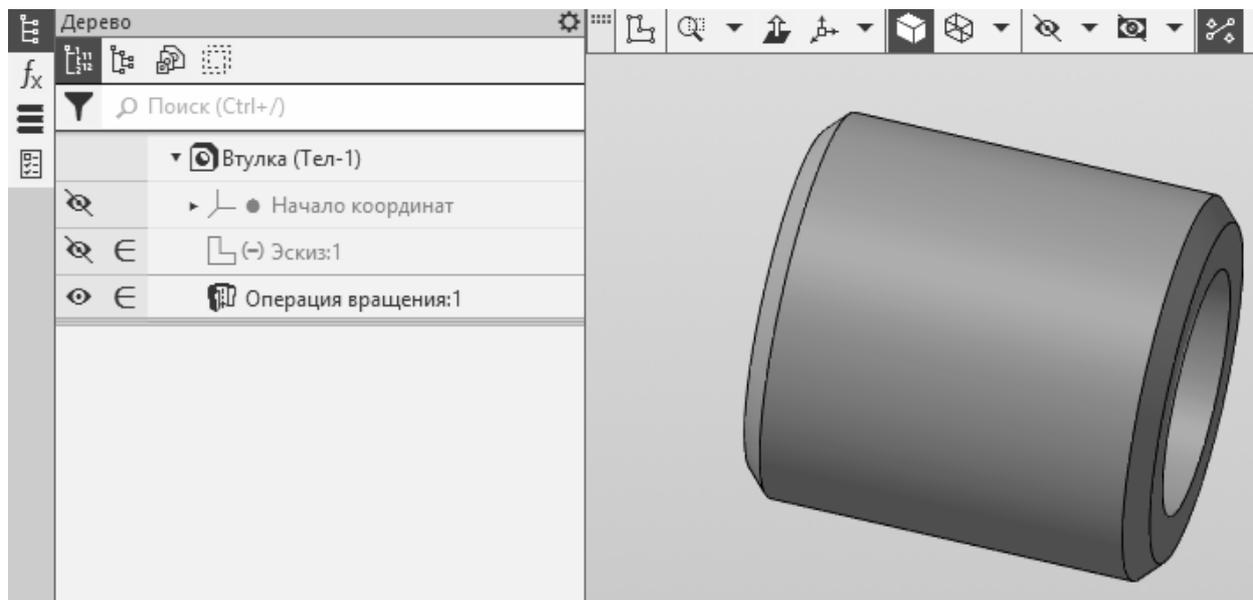


Рис. 1.31. 3D-модель детали «Втулка», созданная методом вращения

Построение 3D-модели детали «Втулка» с помощью команды «Элемент выдавливания»

Создайте Эскиз на панели **Инструменты эскиза** и нажмите кнопку «**Окружность**». Внизу откроется подменю, в котором установите следующие параметры первой окружности:

1. Центр – координата $X = 0$, $Y = 0$ (центр окружности находится в точке начала координат). Тот же результат можно достичь, если фантом окружности совместить с центром системы координат и щелкнуть ЛКМ.

2. Параметр окружности – **диаметр**.

3. Значение диаметра – **70 мм**.

Аналогичным образом, создайте вторую окружность, но с диаметром 45 мм.

Используя команду **Диаметральный размер** , проставьте поочередно нужные размеры на эскизе. Результаты представлены на рис. 1.32 и 1.33.

Завершите работу с эскизом. Для этого снова нажмите кнопку «**Эскиз**»  и обратите внимание, что в Дереве модели появилась пиктограмма эскиза с порядковым номером (Эскиз:1).

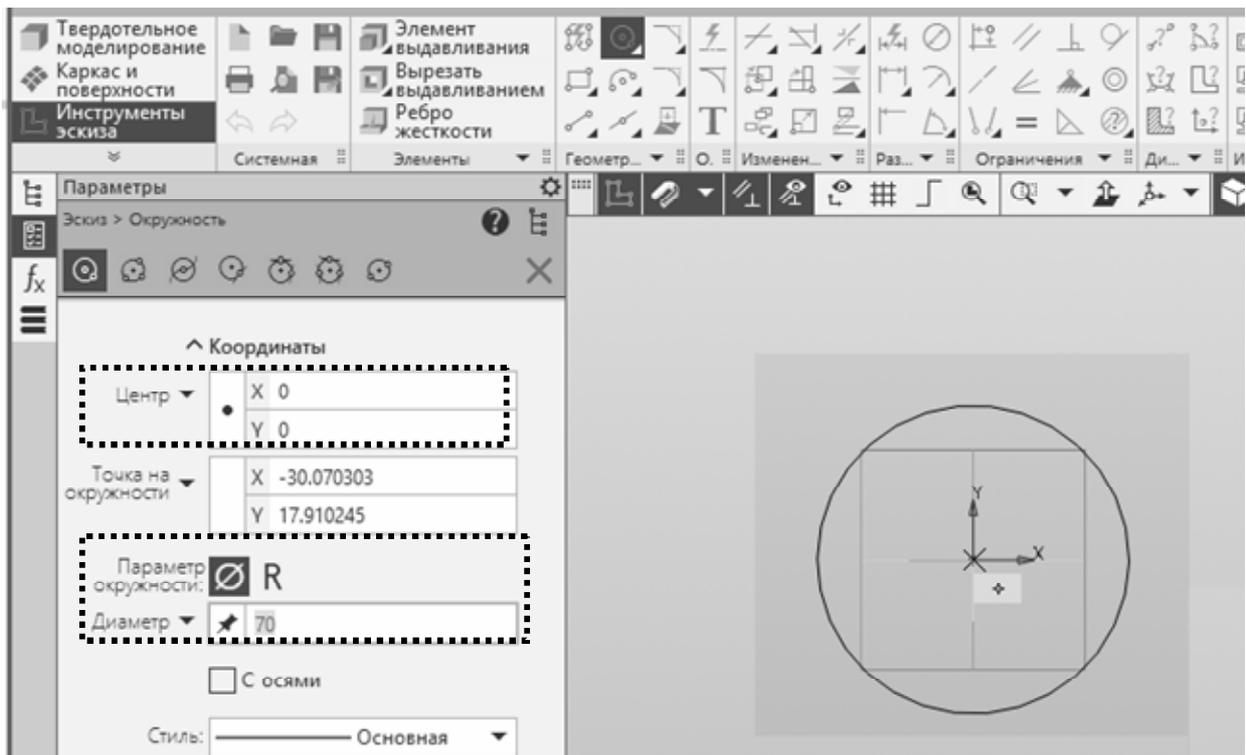


Рис. 1.32. Ввод размеров и параметров эскиза первой окружности

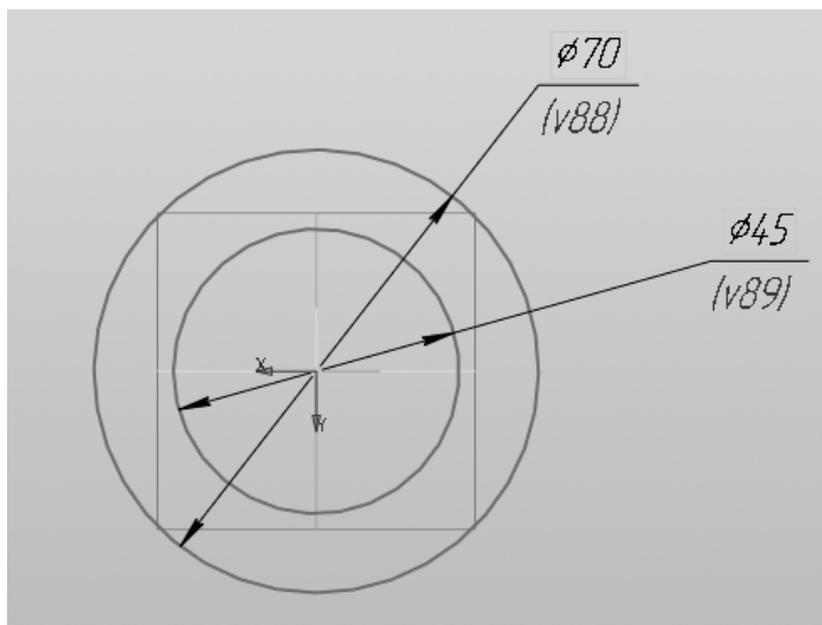


Рис. 1.33. Простановка размеров (диаметров) на окружностях

На панели **Твердотельное моделирование** детали выберите команду «**Элемент выдавливания**» и на экране появится фантом трехмерного элемента (рис. 1.34).

В параметрах установите следующие значения: способ построения – **на расстоянии** (расстояние – **76 мм**).

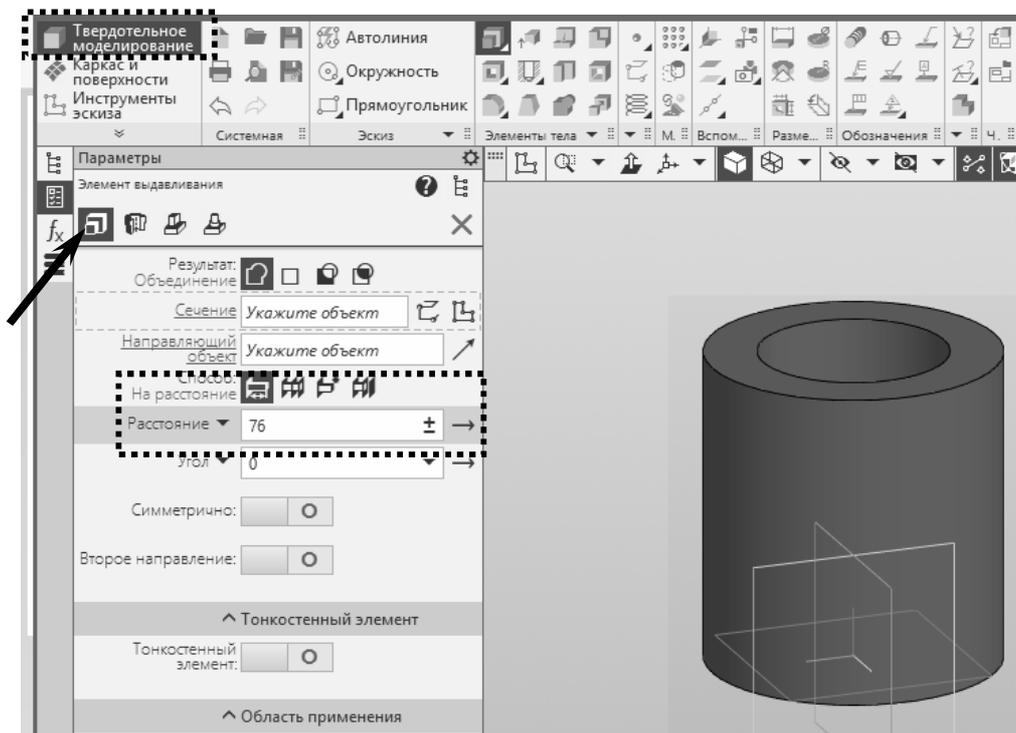


Рис. 1.34. Результат выполнения операции выдавливания

На торцах втулки с двух сторон снимем фаски $2,5 \times 45^{\circ}$ у внутреннего отверстия и $4 \times 45^{\circ}$ на внешней цилиндрической поверхности. Для этого на панели **Твердотельное моделирование** нажмите и, удерживая кнопку «Скругление», выберите из подменю команду «Фаска». Введите нужные параметры.

Результаты представлены на рис. 1.35.

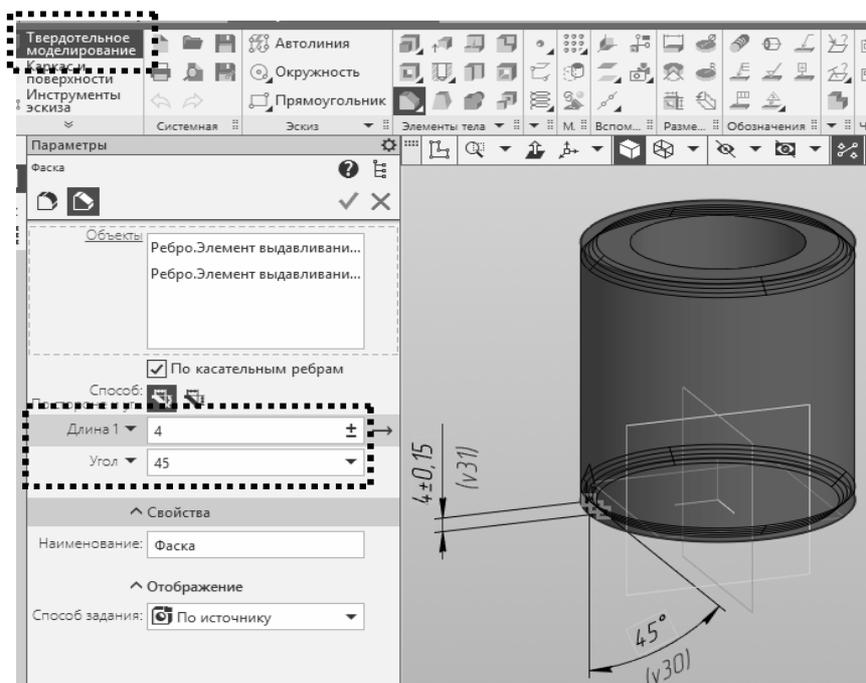


Рис. 1.35. Построение фасок $4 \times 45^{\circ}$ на внешней цилиндрической поверхности

Аналогичным образом, создайте фаску длиной 2,5 мм и углом 45° на внутренней стороне втулки. Конечный результат построения 3D-модели представлен на рис. 1.36.

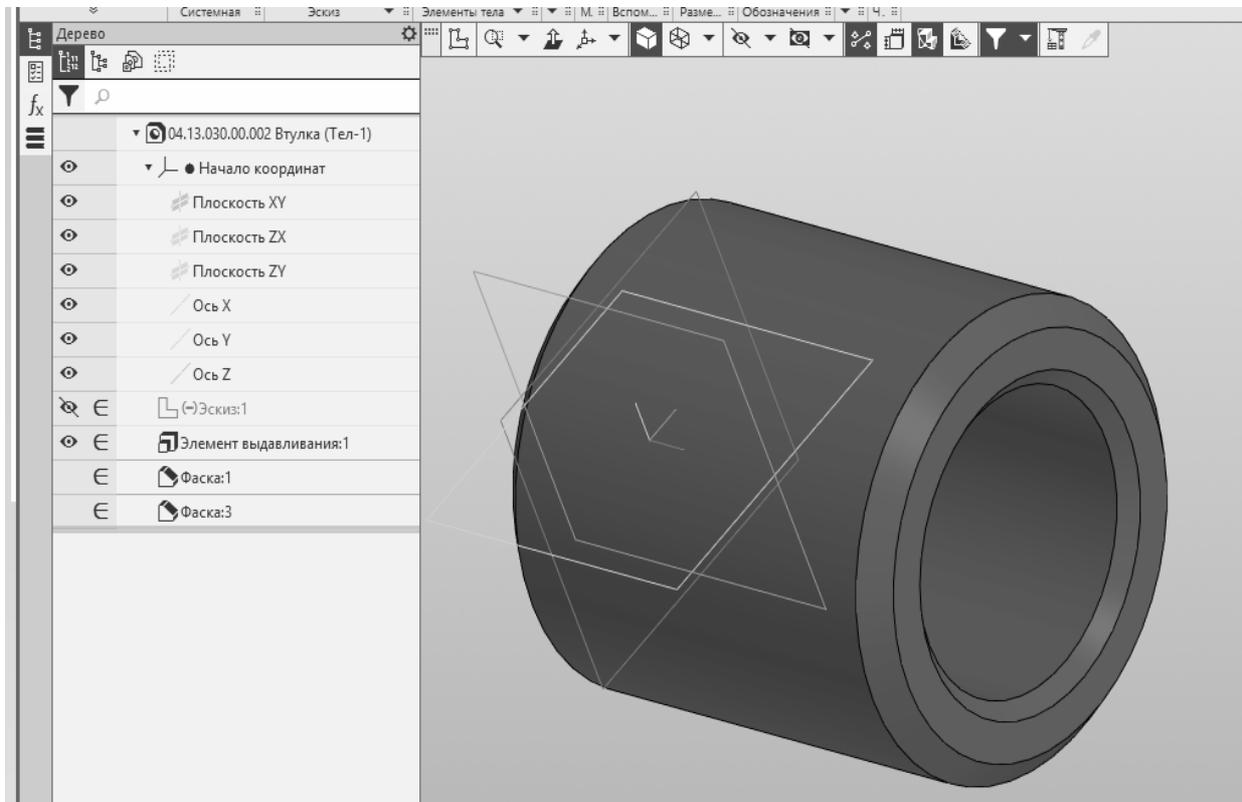


Рис. 1.36. 3D-модель детали «Втулка», созданная методом выдавливания

2.2 Построение 3D-модели детали «Ось»

1. Создайте новый документ типа *Деталь* .

2. Задайте свойства детали:

- Обозначение – **04.88.001.00.003.**
- Наименование – **Ось.**
- Материал – **Сталь 45 ГОСТ 1050–2013.**
- Цвет – **произвольный.**

3. Сохраните деталь на диске в папке «**Блок направляющий**», расположенной в папке группы в папке с фамилией студента.

4. На панели **Вид** нажмите кнопку «**Ориентация**»  и в меню «**Настройка**» выберите начальную ориентацию модели – «**Y-аксонометрия**» (рис. 1.37).

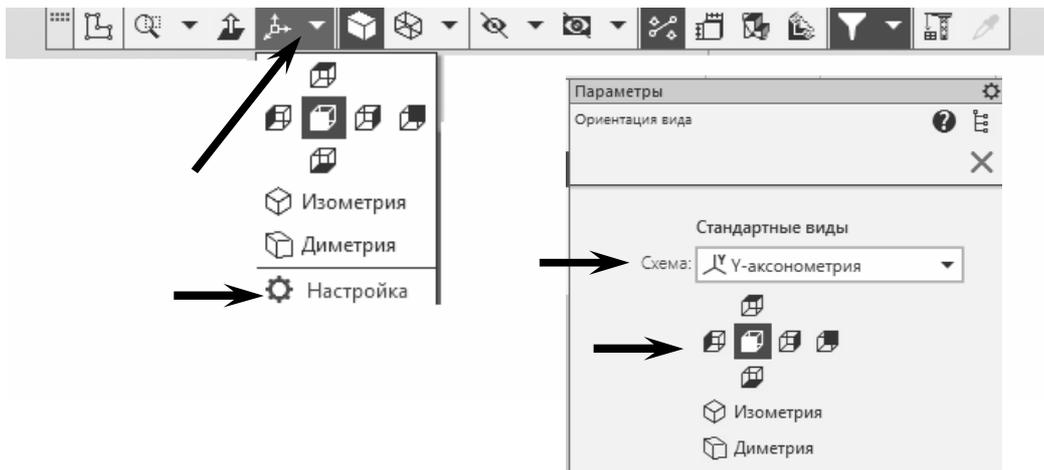


Рис. 1.37. Выбор первоначальной ориентации вида

5. В разделе **Начало координат** установите проекционную плоскость – **Плоскость XY**. Перейдите в режим построения **Эскиза** (нажмите кнопку ) и постройте его с размерами, указанными на рис. 1.38.

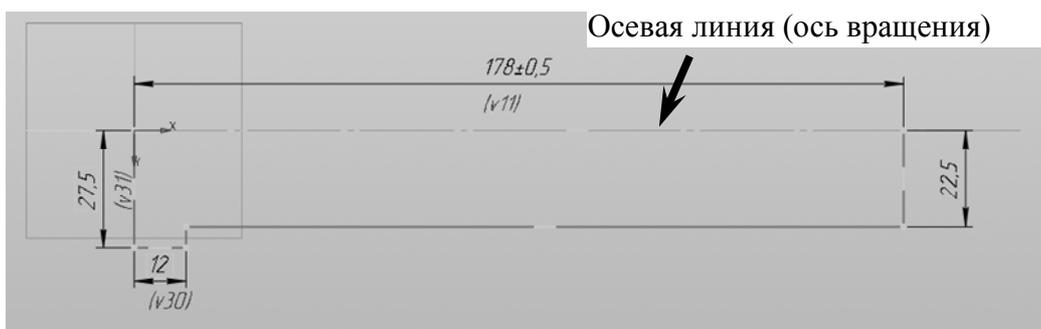


Рис. 1.38. Эскиз детали «Ось»

Завершите работу в режиме редактирования эскиза (нажмите кнопку «Эскиз»). Выделив (выбрав) **Эскиз:1**, в дереве построения используйте команду «**Элемент вращения**» для построения детали в объеме (рис. 1.39).

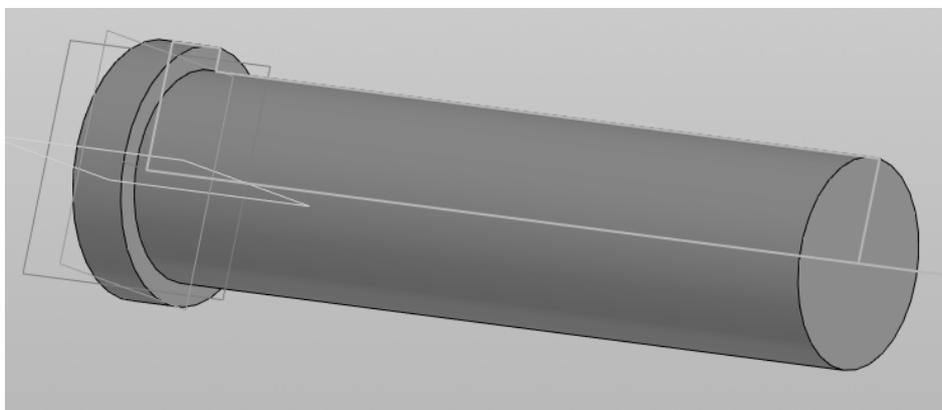


Рис. 1.39. Результат выполнения операции «Элемент вращения»

Для создания паза в цилиндрической части детали необходимо сделать следующее:

1. Выбрать плоскость, проходящую вдоль через середину детали (например, базовую плоскость **X_Y** (**X_Z**), и создать в ней эскиз, содержащий прямоугольник с размерами **4x13,5** мм (рис. 1.40).

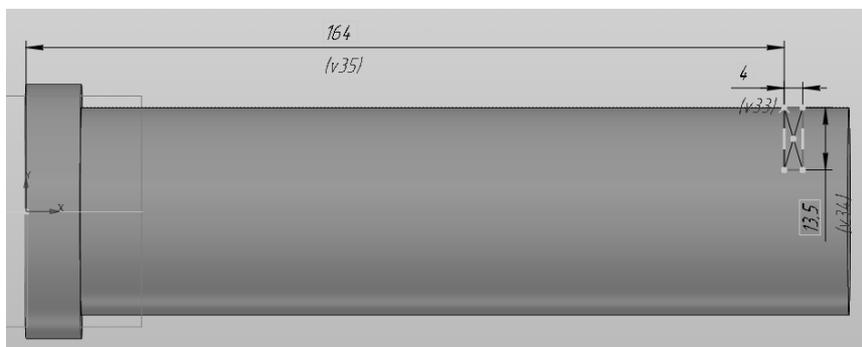


Рис. 1.40. Создание эскиза паза

2. Выбрав **Эскиз:2** в дереве построения, примените команду «**Вырезать выдавливанием**» со следующими параметрами (рис. 1.41):

- Способ выдавливания – **через все**.
- Второе направление – **включено** (активно).
- Способ выдавливания для второго направления – **через все**.

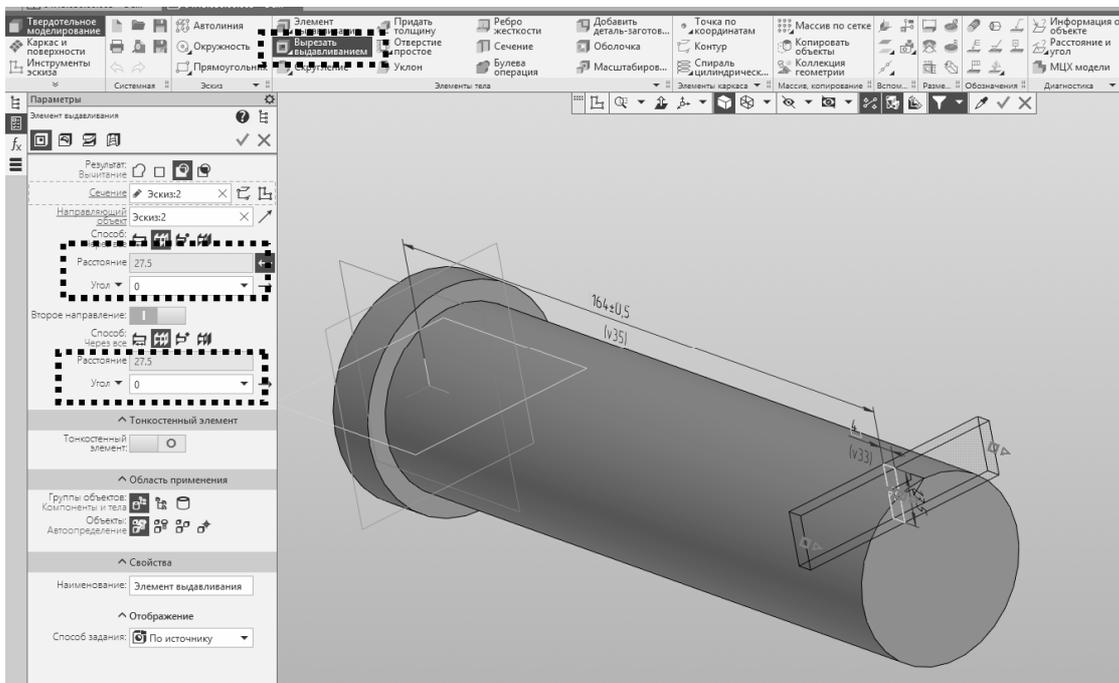


Рис. 1.41. Фантом детали при выполнении операции **Вырезать выдавливанием** с заданными параметрами

3. После завершения операции на торцевых плоскостях выполните необходимые фаски ($2,5 \times 45^\circ$ и $4 \times 45^\circ$) с помощью команды **Фаска**. Конечный результат представлен на рис. 1.42.

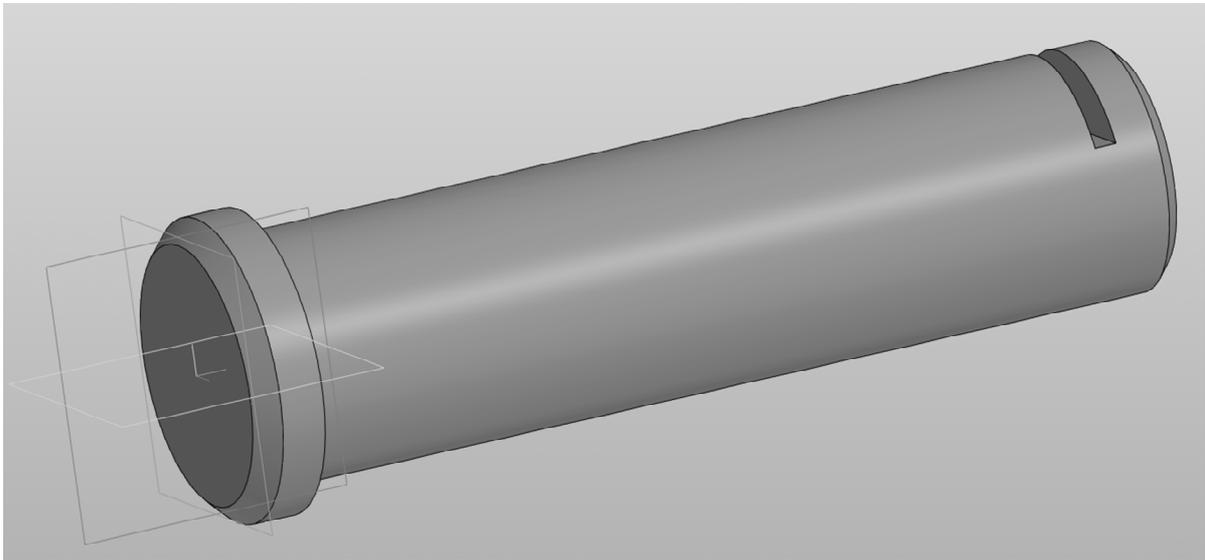


Рис. 1.42. 3D-модель детали Ось

2.3 Построение модели детали «Ролик»

1. Создайте новый документ типа *Деталь*

2. Задайте свойства детали:

- Обозначение – **04.88.001.00.004.**
- Наименование – **Ролик.**
- Материал – **Сталь 45 ГОСТ 1050–2013.**
- Цвет – **произвольный.**

3. Сохраните деталь на диске в папке **«Блок направляющий»**, расположенной в папке группы в папке с фамилией студента.

4. Выберите проекционную плоскость и создайте эскиз

Так как эта деталь является телом вращения, то в эскизе нужно отобразить только половину поперечного сечения и обязательно ось вращения.

На панели **Инструменты эскиза** нажмите кнопку команды **«Автолиния»** и, начиная от центра координат (начальная точка $X = 0$, $Y = 0$), постройте эскиз в соответствии с размерами, представленными на рис. 1.43.

Команда **Автолиния** позволяет выстроить последовательно по цепочке отрезки, уже соединенные между собой.

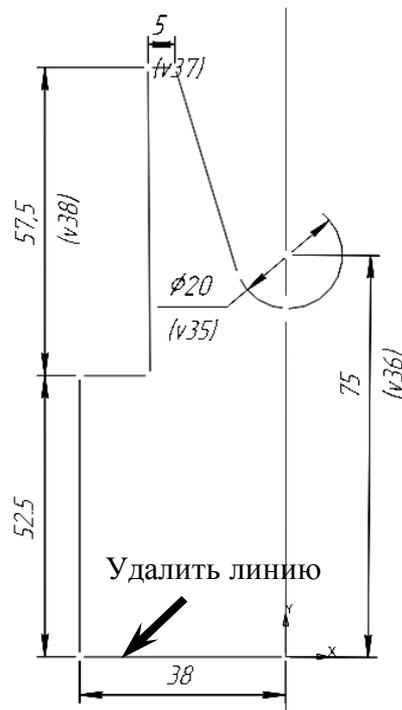


Рис. 1.43. Построение эскиза ролика

Перед построением криволинейного участка дуги проведите вспомогательную вертикальную прямую, проходящую через начало координат. С помощью команды «Окружность» постройте окружность диаметром **20 мм** и центром, расположенным на расстоянии **75 мм** от начала координат.

Проведите отрезок от правой верхней точки отрезка длиной 5 мм вниз до касания с окружностью, при этом для соединения второго конца отрезка в нужной точке воспользуйтесь привязкой «Касание», выбрав ее из меню при нажатии правой кнопки мыши (рис. 1.44).

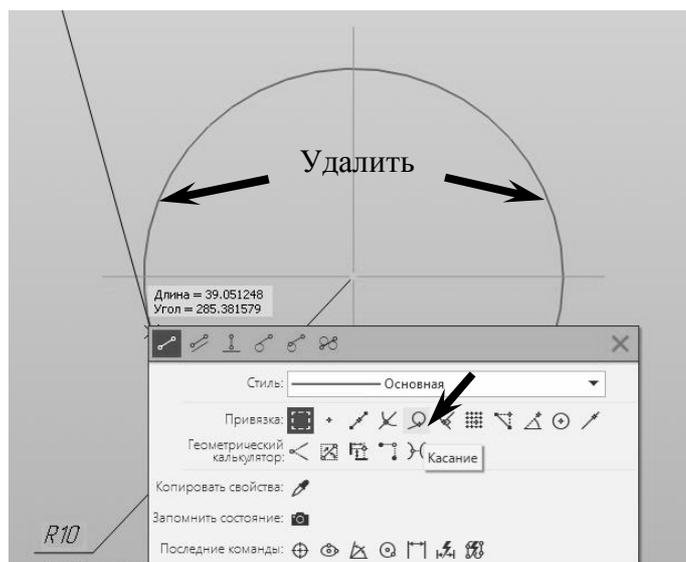


Рис. 1.44. Построение эскиза ролика с использованием привязки «Касание»

После соединения этого отрезка с окружностью с помощью команды «Усечь кривую» (панель **Изменение геометрии**) удалите указанные участки окружности. Также с помощью этой команды удалите первый созданный отрезок длиной **38 мм** (рис. 1.43).

После построения этой части эскиза (левой) правую часть можно построить аналогично или воспользоваться командой «**Зеркально отразить**», расположенной также на панели **Изменение геометрии**. Эскиз можно выделить, проведя с нажатой ЛКМ секущую рамку с левого верхнего угла в правый нижний. При этом выделенные объекты (размеры, отрезки и т. д.) станут ярче.

В качестве оси симметрии укажите вертикальную вспомогательную прямую. Результат представлен на рис 1.45.

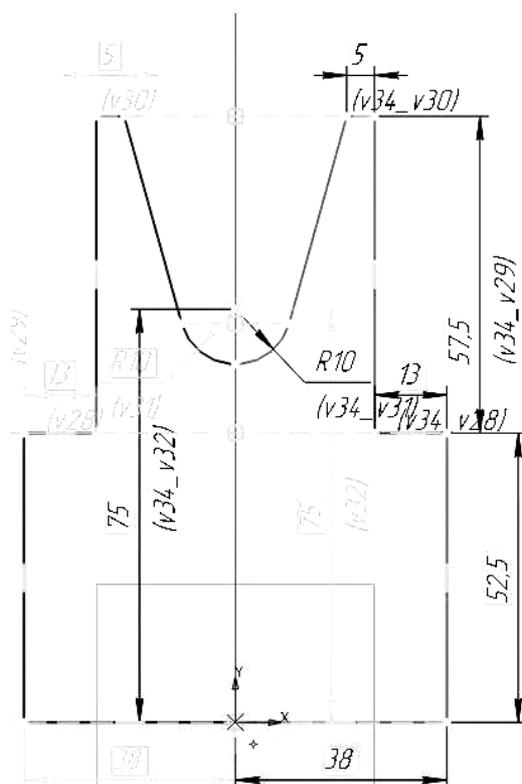


Рис. 1.45. Создание правой части эскиза ролика с помощью команды «Зеркально отразить»

Удалите все вспомогательные кривые.

В завершение построения проведите осевую линию. Это отрезок, оформленный со стилем **Осевая**, проведенный от левой до правой крайних точек эскиза.

Завершите работу с эскизом. Для этого снова нажмите «**Эскиз**» и обратите внимание, что в **Дереве модели** появилась пиктограмма эскиза с порядковым номером (Эскиз:1).

Используя команду «Элемент вращения», создайте 3D-модель детали. Результат представлен на рис. 1.46.

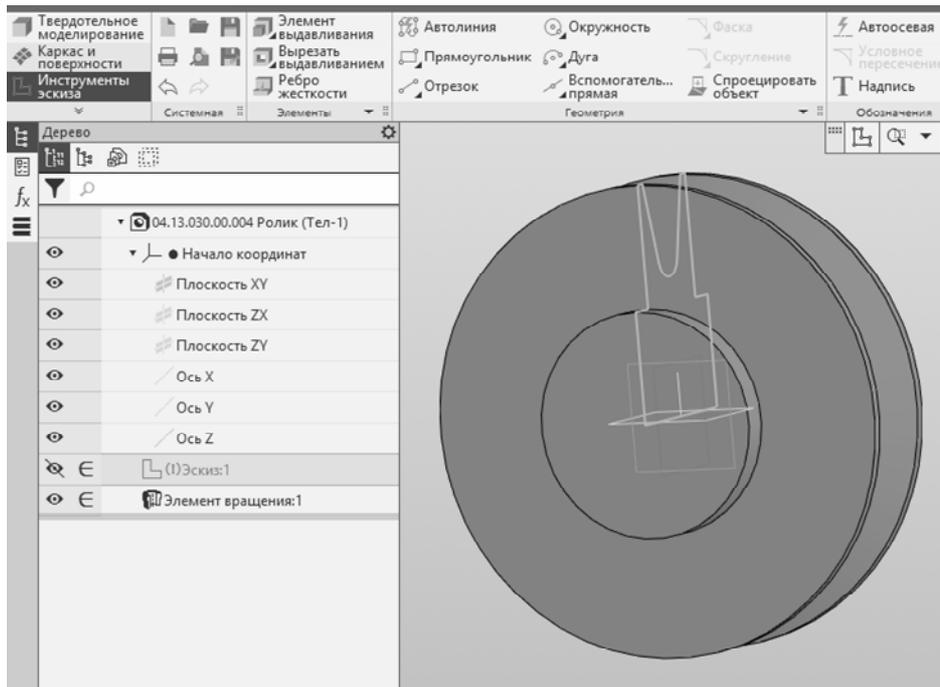


Рис. 1.46. Результат операции вращения эскиза

Для создания внутреннего сквозного отверстия на торцевой поверхности цилиндрической части создайте эскиз и постройте в нем окружность с центром в точке начала координат и диаметром **70 мм**.

С помощью команды «**Вырезать выдавливанием**» сформируйте цилиндрическое отверстие на всю толщину детали (рис. 1.47).

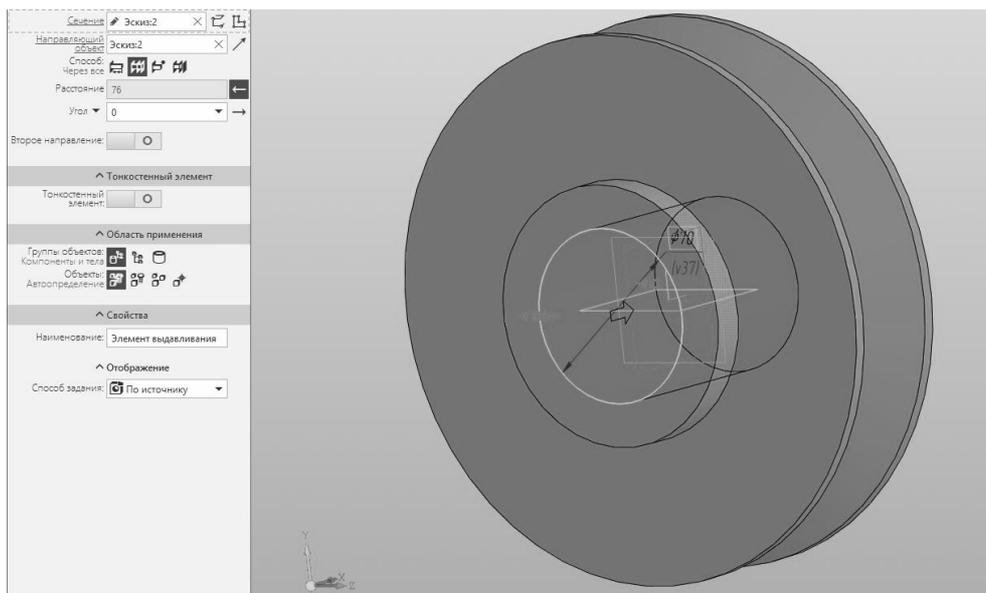


Рис. 1.47. Создание сквозного отверстия в 3D-модели

В сквозном отверстии с двух сторон сделайте фаску 4×45^0 . Для этого на панели «Твердотельное моделирование» → «Элементы тела» нажмите и, удерживая кнопку «Скругление» (фаска), выберите из подменю команду «Фаска».

Введите нужные параметры фаски (4×45^0). Аналогично выполните скругление радиусом 6 мм. Конечный результат представлен на рис. 1.48.

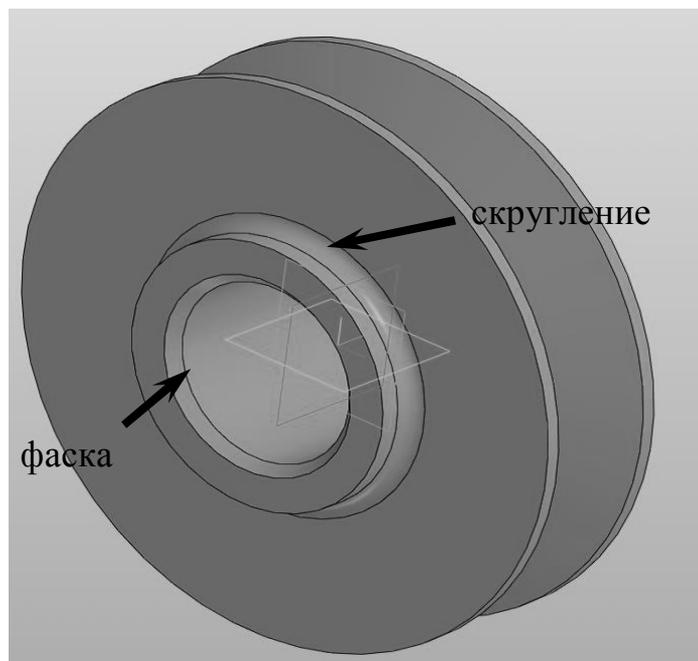


Рис. 1.48. Результат выполнения операции командами «Фаска» и «Скругление»

Контрольные вопросы

1. Какие компоненты включает в себя система трехмерного проектирования КОМПАС-3D?
2. Назовите основные формообразующие операции для создания трехмерных моделей.
3. Какие виды документов можно создавать в системе КОМПАС-3D?
4. Сформулируйте этапы построения трехмерной модели.
5. Какие свойства определяют при построении твердотельной модели детали?
6. Используя какие формообразующие операции, можно построить трехмерную модель деталей «ось», «конус», «шар»?

Лабораторная работа № 2

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ СЛОЖНОЙ ТОПОЛОГИИ И КОНФИГУРАЦИИ

Цель работы: изучение возможностей системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D по созданию трехмерных моделей сложной топологии и конфигурации.

Содержание работы:

- 1) построить 3D-модель детали «**Вилка**», изучить возможности системы КОМПАС-3D по выполнению копирования группы компонентов или операций;
- 2) создать 3D-модель детали «**Кронштейн**», построение ребра жесткости;
- 3) получить навыки построения отверстий, в том числе, под резьбу, инструментами системы КОМПАС-3D;
- 4) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемой детали.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D, версия 18.1 или выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Реальные объекты проектирования имеют сложную форму – с различными отверстиями, в том числе, наклонными, ребрами жесткости, бобышками, выступами, вырезами и другими элементами. При моделировании таких моделей к объекту, полученному в результате первой формообразующей операции, добавляют или вычитают дополнительные элементы.

Для того чтобы определить последовательность моделирования детали, имеющей сложную конфигурацию, сначала следует изучить деталь для выделения первого формообразующего элемента. Этот элемент будет в дальнейшем использоваться в качестве основания для последующего моделирования.

Часто используемыми операциями при построении сложных деталей являются: создание массивов, ребер жесткости, построение смещенных плоскостей; формирование отверстий.

Массивы элементов используются для создания в модели упорядоченных групп одинаковых объектов (операций или компонентов).

Типы массивов в КОМПАС-3D: по сетке, по концентрической сетке, вдоль кривой, по точкам, по таблице, зеркальный массив, по образцу.

Зеркальный массив – массив объектов, которые являются зеркальным отражением исходных объектов относительно указанного плоского объекта.

Ребро жесткости представляет собой тонкостенный элемент, предназначенный для усиления различных форм сечения на сгибе детали.

Смещенная плоскость – вспомогательная плоскость, расположенная на заданном расстоянии от указанного плоского объекта.

Отверстие. В процессе моделирования возможно создание цилиндрических и конических круглых отверстий. Цилиндрические отверстия могут быть построены с зенковкой и/или с цековкой. При построении круглых отверстий со сложным профилем используют библиотеку отверстий.

Задание 1. Создать 3D-модель детали «Вилка»

Построение трехмерной модели детали «Вилка» (рис. 2.1) будет осуществляться с помощью формообразующей операции «**Элемент выдавливания**». Конструктивные размеры детали представлены на ее чертеже в Приложении Д.

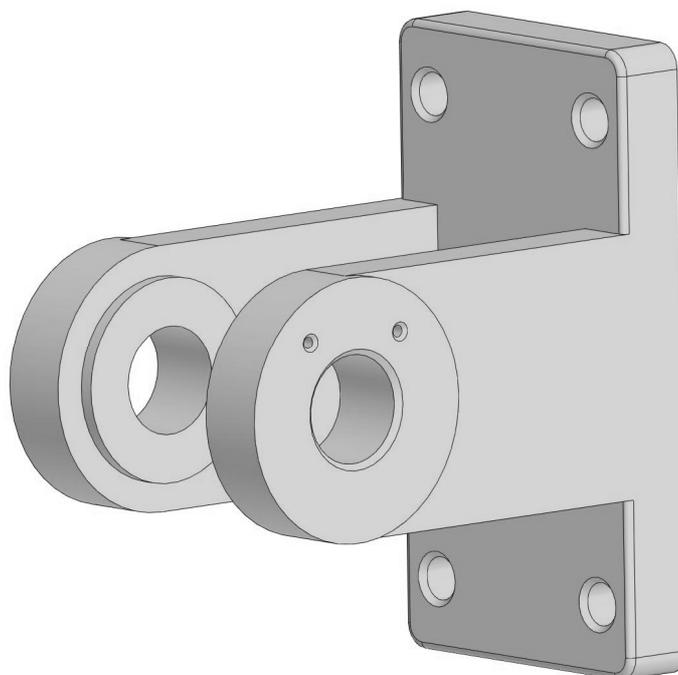


Рис. 2.1. Трехмерная модель детали «Вилка»

Создание и сохранение файла детали

Создайте новый документ типа – **Деталь** .

Определите свойства детали, заполнив соответствующие поля:

- Обозначение – **04.88.001.00.005**.
- Наименование – **Вилка**.
- Материал – **Чугун серый СЧ 18 ГОСТ 1412–85**.
- Цвет – **произвольный**.

Нажмите кнопку  для сохранения новых свойств детали.

3. Сохраните деталь на диске в папке «Блок направляющий», расположенной в папке группы с фамилией студента.

4. На панели «Вид» нажмите кнопку «Ориентация»  и в меню «Настройка» выберите начальную ориентацию модели – «Y-аксонометрия». Последовательность действий представлена на рис. 2.2.

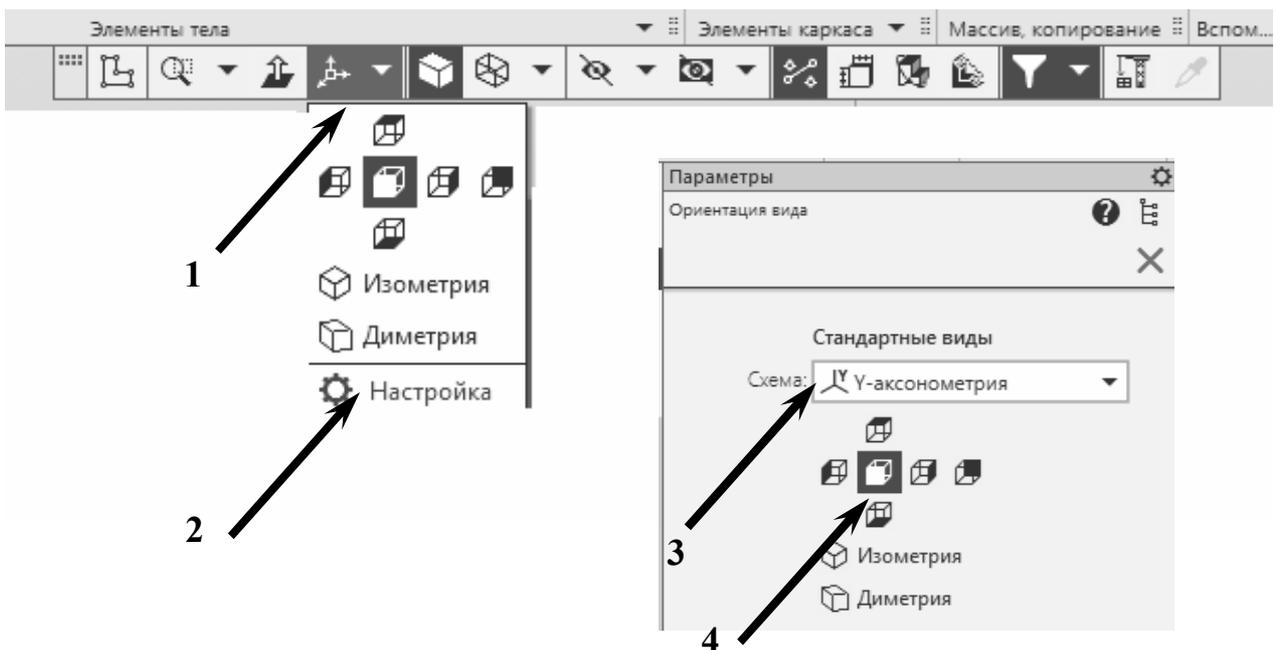


Рис. 2.2. Выбор первоначальной ориентации вида

В проекционной плоскости **XУ** постройте **Эскиз** , как показано на рис. 2.3. Рекомендуется использовать команду «**Прямоугольник по центру и вершине**». Центр прямоугольника должен совпадать с центром начала координат.

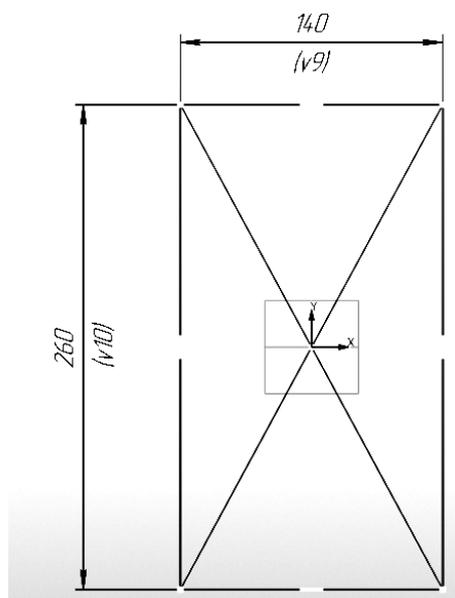


Рис. 2.3. Основание детали «Вилка»

На панели Редактирование выберите команду «Элемент выдавливания», в поле **Расстояние**, установите величину **30 мм**.

К 4 ребрам детали добавьте скругления радиусом **R10**, для этого используйте команду «Скругление» на панели **Элементы тела**.

Постройте отверстия. Для этого выделите переднюю грань построенного элемента → нажмите кнопку «Эскиз» и с помощью операции постройте четыре отверстия диаметром **18 мм**, как показано на рис. 2.4.

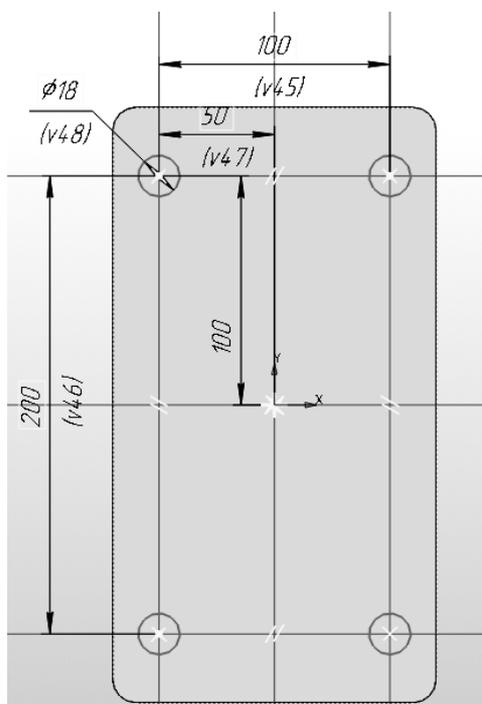


Рис. 2.4. Эскиз основания детали «Вилка» с отверстиями

С помощью операции «**Вырезать выдавливанием**» сформируйте отверстия на передней грани детали.

Постройте фаски $2,5 \times 45^0$ ко всем 4 отверстиям.

Создание проушины

Укажите боковую грань элемента, как указано на рис. 2.5.

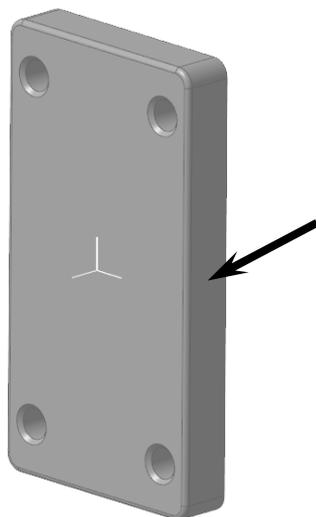


Рис. 2.5. Выделение грани для построения эскиза

Нажмите кнопку «**Эскиз**»  и применив команду «**Прямоугольник**» (панель **Геометрия**) постройте прямоугольник с размерами, как показано на рис. 2.6, а. Добавьте фигуру «**Окружность**» (панель **Геометрия**), используйте привязку «**Центр**» для определения центра окружности и привязку «**Ближайшая точка**» в вершине прямоугольника для завершения построения (рис. 2.6, б).

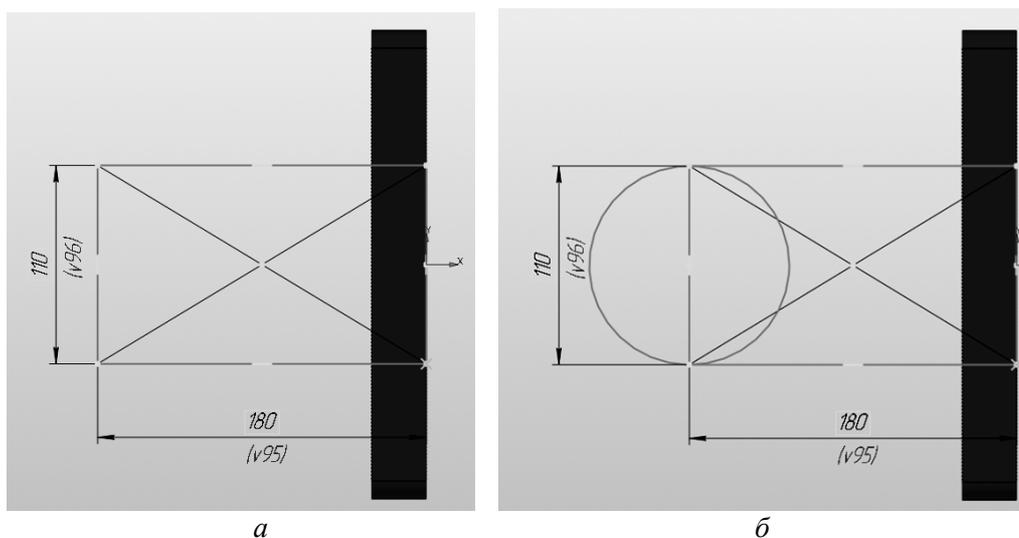


Рис. 2.6. Построение прямоугольника (а) и окружности (б) в эскизе

3. На панели Редактирование выберите команду «Усечь кривую»  укажите мишенью «лишние» участки окружности и прямоугольника, как показано на рис. 2.7.

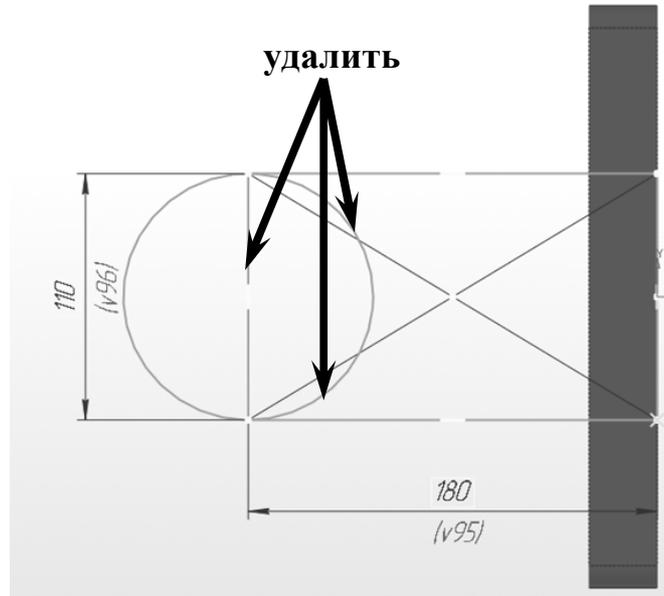


Рис. 2.7. Команда «Усечь кривую»

4. С помощью команды «Элемент выдавливания» выдавите эскиз в *обратном направлении* (щелкнуть по кнопке на панели параметров ) на расстояние **24 мм**. Результат представлен на рис. 2.8.

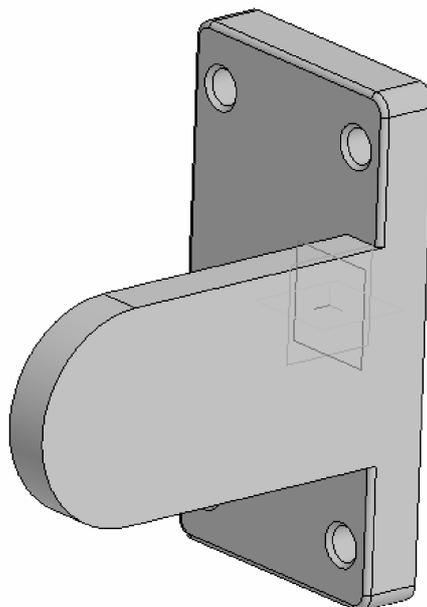


Рис. 2.8. Результат выполнения операции «Элемент выдавливания»

Добавление бобышки

Укажите грань элемента (рис. 2.9), создайте эскиз.

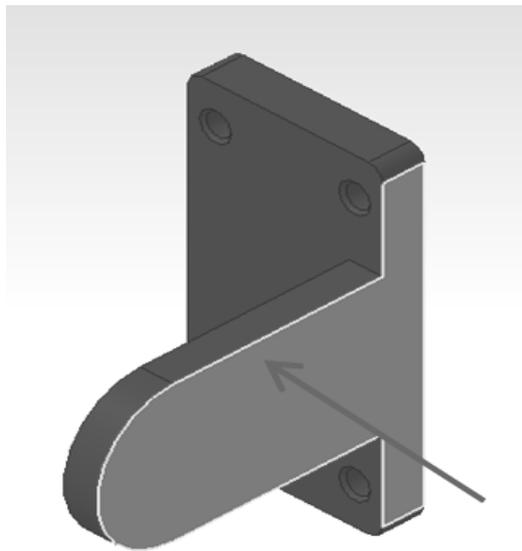


Рис. 2.9. Выделение грани для построения эскиза

Постройте **Окружность** , для нахождения центра которой используйте привязку **Ближайшая точка**. Диаметр окружности – **110 мм**. Результат представлен на рис. 2.10.

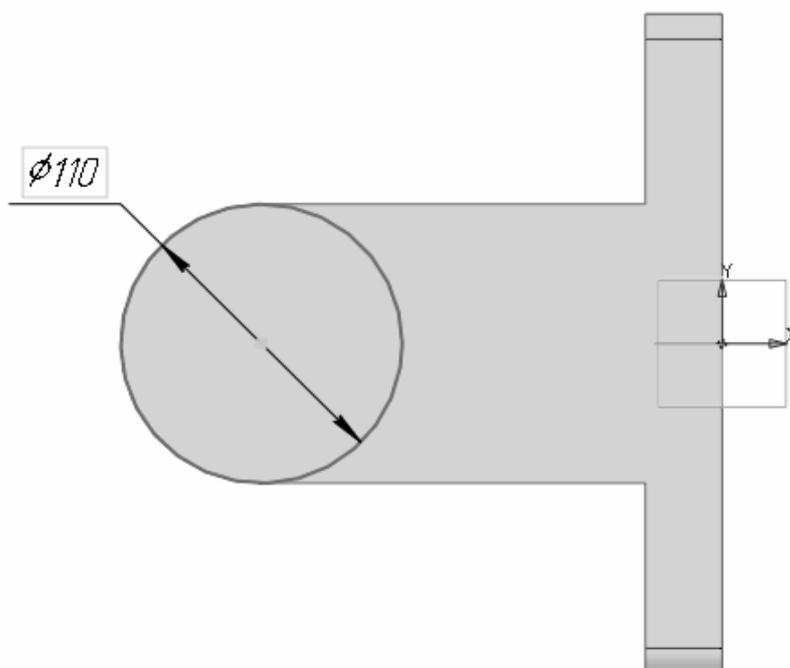


Рис. 2.10. Результат построения окружности

С помощью операции «**Элемент выдавливания**» выдавите эскиз в *прямом направлении* на **расстояние 6 мм**.

Постройте бобышку диаметром 110 мм и толщиной 6 мм на противоположной стороне проушины.

Для создания сквозного отверстия выделите плоскость на внешней бобышке, создайте эскиз с окружностью диаметром **45 мм**, центр которой совпадает с центром круглого ребра. Результат представлен на рис. 2.11.

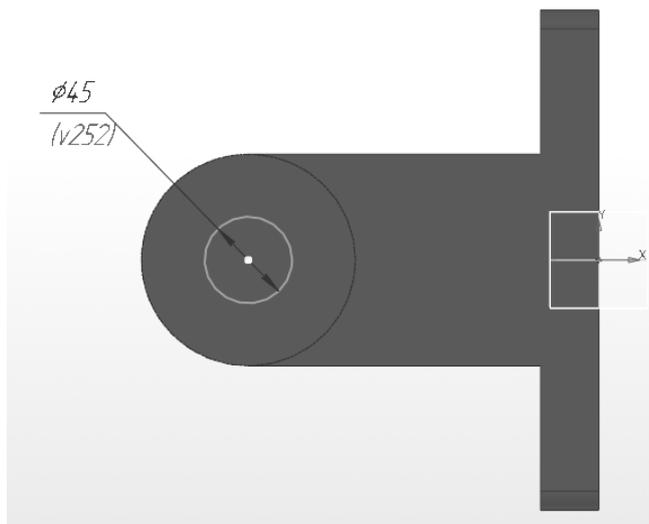


Рис. 2.11. Результат построения окружности

С помощью операции «**Вырезать выдавливанием**»  на панели **Элементы тела** создайте сквозное отверстие. Для этого установите «**Прямое направление**», Тип построения – «**Через все**». Результат представлен на рис. 2.12.

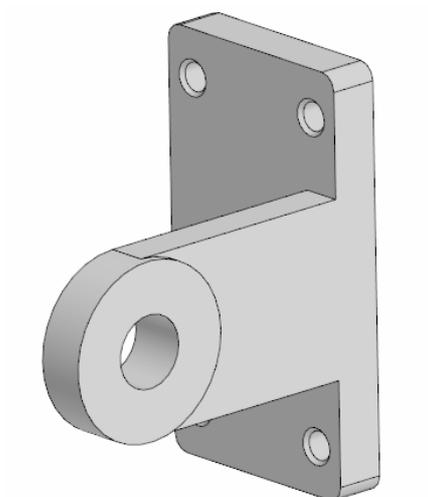


Рис. 2.12. Результат выполнения операции «**Вырезать выдавливанием**»

Постройте **фаску 2,5x45°** с внешней стороны внутреннего отверстия. Результат представлен на рис. 2.13.

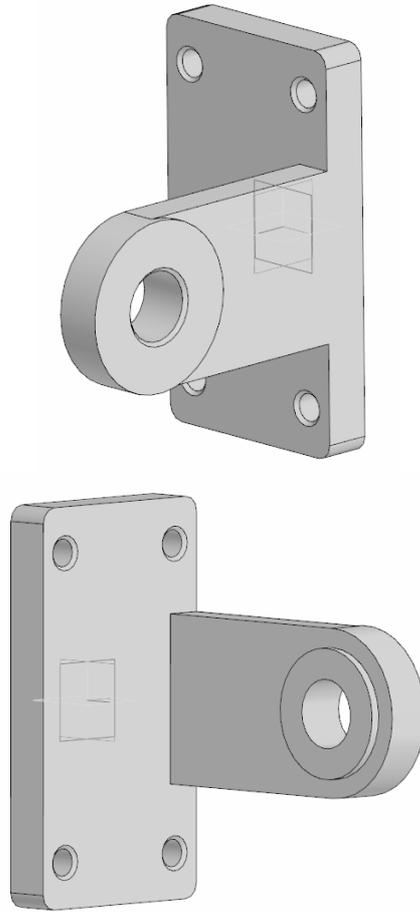


Рис. 2.13. Результат построения одной проушины с бобышками с обеих сторон

Зеркальный массив

Элементы, из которых состоит проушина, можно зеркально отобразить относительно плоскости симметрии самой детали. Для этого выполните следующие действия:

1. На панели «**Массив, копирование**» выберите команду «**Массив по сетке**»  (панель **Параметры**). Нажмите кнопку «**Зеркальный массив**».

2. Нажмите на кнопку **Дерево** , справа отобразится копия дерева построения.

3. Нажмите клавишу **Ctrl** и укажите **операции выдавливания 2–5**, которые сформировали проушину с двумя бобышками и внутренним отверстием, а также **фаску 1**. Результат представлен на рис. 2.14.

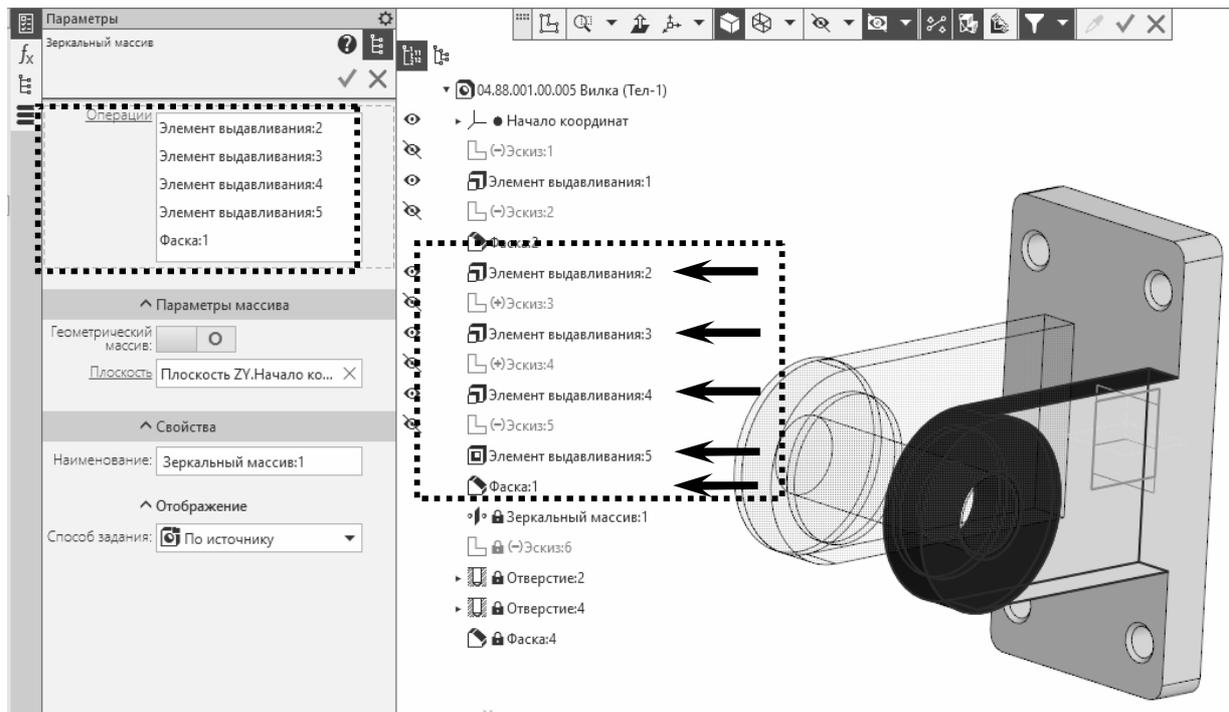


Рис. 2.14. Выбор операций для зеркального массива

На панели **Параметры** активизируйте поле **Плоскость** щелчком мыши по его названию. Затем раскройте список **Начало координат** и укажите **Плоскость ZX**, в результате будет построен фантом зеркального массива (рис. 2.15).

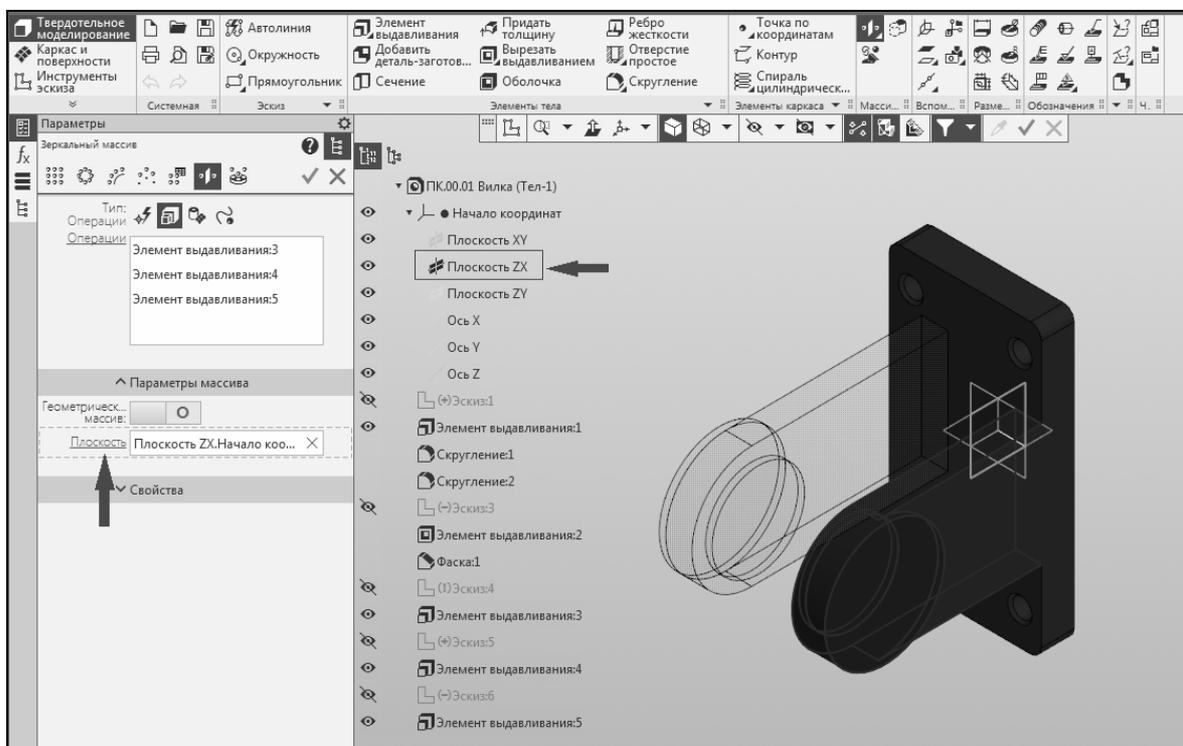


Рис. 2.15. Фантом зеркального массива

Нажмите кнопку «Создать объект». Результат представлен на рис. 2.16.

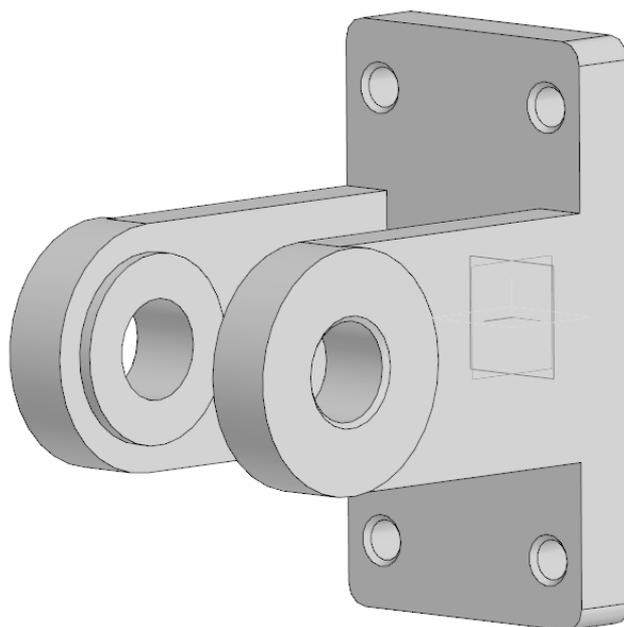


Рис. 2.16. Результат выполнения операции «Зеркальный массив»

Отверстие с резьбой

1. На внешней бобышке требуется построить два глухих отверстия с фаской $1,6 \times 45^\circ$ и резьбой $M6 \times 1$ по ГОСТ 24705–2004. Для этого укажите боковую грань, как показано на рисунке, и создайте эскиз (рис. 2.17).

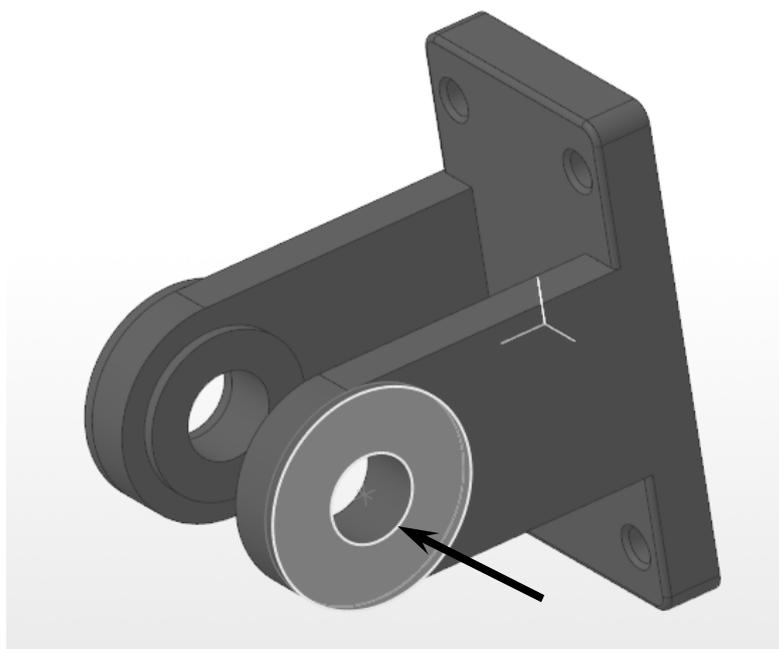


Рис. 2.17. Результат выделения грани для построения эскиза

2. В эскизе постройте «Окружность» , используйте стиль линии – *вспомогательная*. Диаметр окружности – **77,5 мм**.

3. На окружности укажите две точки (кнопка «Точка» на панели Геометрия), расстояние между точками – **48 мм**. Результат выполнения операции представлен на рис. 2.18.

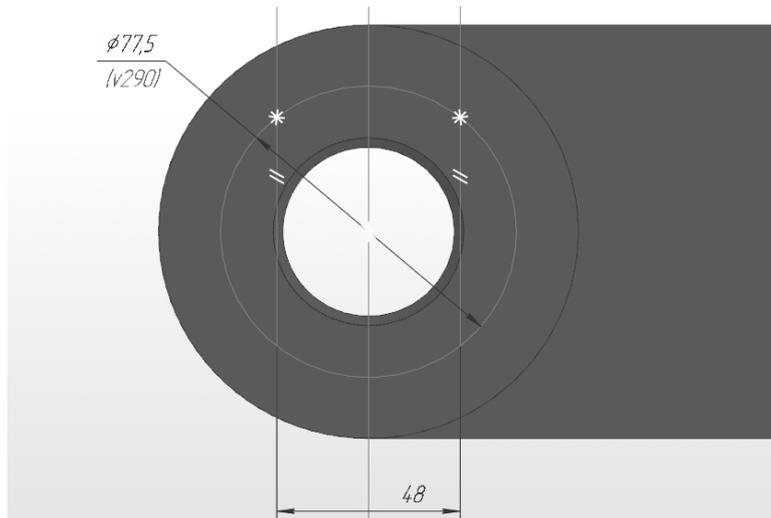


Рис. 2.18. Эскиз для построения отверстий

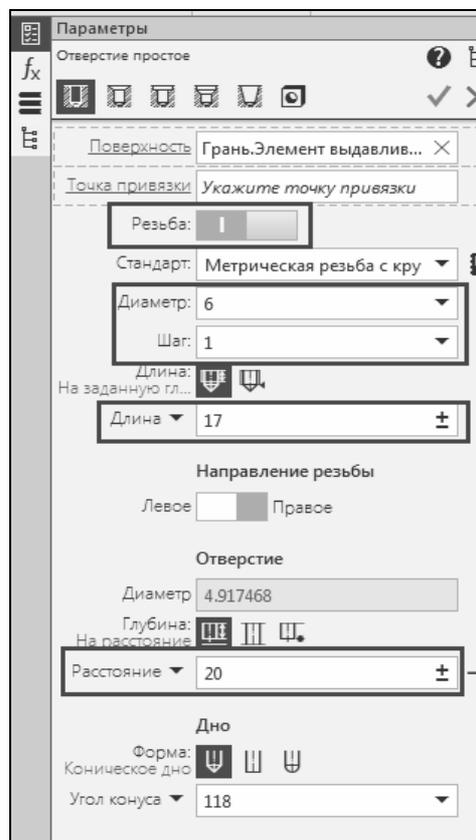


Рис. 2.19. Панель параметров

Укажите грань, на которой будут размещены отверстия → на панели **Элементы поля** нажмите кнопку «**Отверстие простое**»  → откроется панель «**Параметры**».

На панели параметров выполните следующие настройки:

- Переключатель «**Резьба**» установите в положение **I** (включено).
- В поле «**Стандарт**» выберите «**Метрическая резьба ГОСТ 24705–2004**».
- Выберите из раскрывающихся списков следующие параметры резьбы: Диаметр – **6 мм**. Шаг – **1 мм**. Длина – **17 мм**.
- В группе **Отверстие** задайте глубину в поле **Расстояние** – **20 мм**.

Остальные параметры оставьте без изменения. Результат выполнения операции представлен на рис. 2.19.

Укажите курсором точку, в которой разместится отверстие, курсор должен принять вид  → завершите операцию, нажав на кнопку **Создать объект**. Аналогично создайте второе отверстие. Постройте **фаски 1,6x45°** к отверстиям. Скруглите нужные грани радиусом, указанным в технических требованиях. Деталь «**Вилка**» должна принять вид, представленный на рис. 2.20.

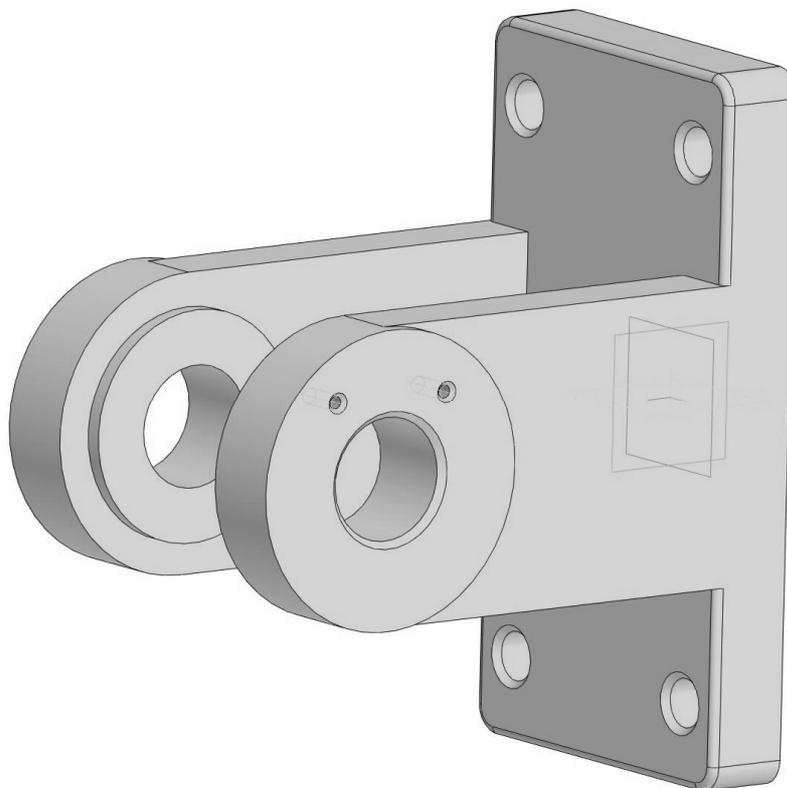


Рис. 2.20. 3D-модель детали «**Вилка**»

Задание 2. Создать 3D-модель детали «Кронштейн».

Построение 3D-модели детали «Кронштейн» (рис. 2.21) будет осуществляться с помощью операции «Элемент выдавливания». Конструктивные размеры детали представлены на ее чертеже в Приложении Е.

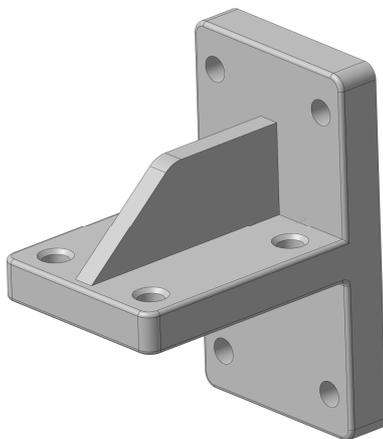


Рис. 2.21. 3D-модель детали «Кронштейн»

Создайте новый документ типа – **Деталь**. Определите свойства детали, заполнив соответствующие поля. Необходимую информацию нужно взять из чертежа детали, цвет детали выберите произвольный. Сохраните деталь на диске в папке «Блок направляющий».

Создание основания

В проекционной плоскости **XУ** постройте эскиз, как показано на рис. 2.22. Рекомендуется использовать команду **Прямоугольник по центру и вершине**, а также вспомогательные линии для симметрии при создании окружностей.

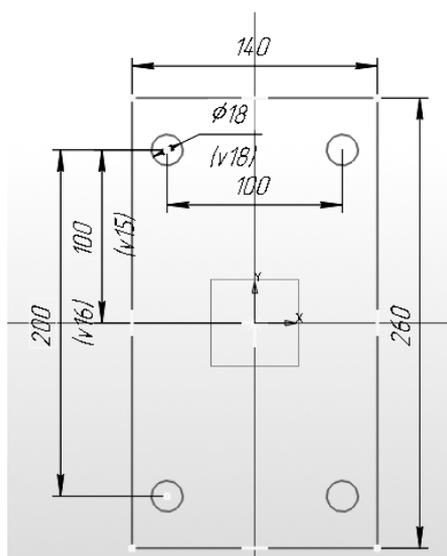


Рис. 2.22. Основание детали Кронштейн

Используя команду «Элемент выдавливания», создайте основание толщиной **30 мм**. Результат представлен на рис. 2.23.

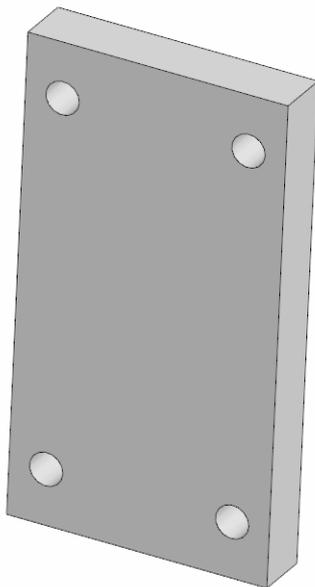


Рис. 2.23. Результат операции выдавливания

Добавление опорной площадки

В средней части основания нужно построить опорную площадку. Для этого разверните модель в пространстве так, чтобы стала видна обратная грань основания. Укажите плоскость, как показано на рис. 2.24, и создайте новый эскиз – поперечное сечение опорной площадки.

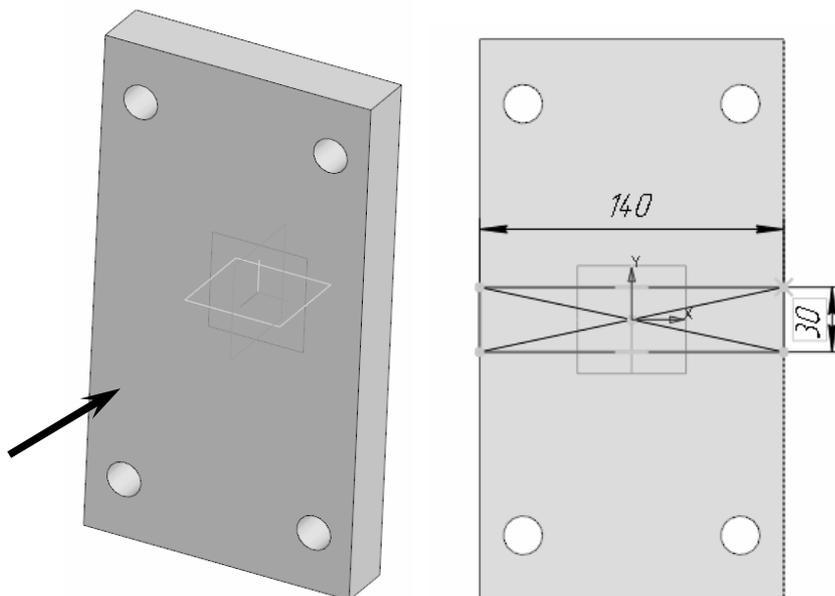


Рис. 2.24. Выделение грани и построения эскиза поперечного сечения опорной площадки

Используя команду «**Прямоугольник по центру и вершине**», постройте его с размерами **140x30 мм** и центром, расположенным в начале координат.

Если центр построенного прямоугольника не совпадает с началом координат, то, выбрав команду «**Объединить точки**»  (панель **Ограничения**), можно переместить центр прямоугольника в точку начала координат эскиза, указав поочередно на них.

С помощью команды «**Элемент выдавливания**» выдавите эскиз на расстояние **170 мм**. Результат представлен на рис. 2.25.

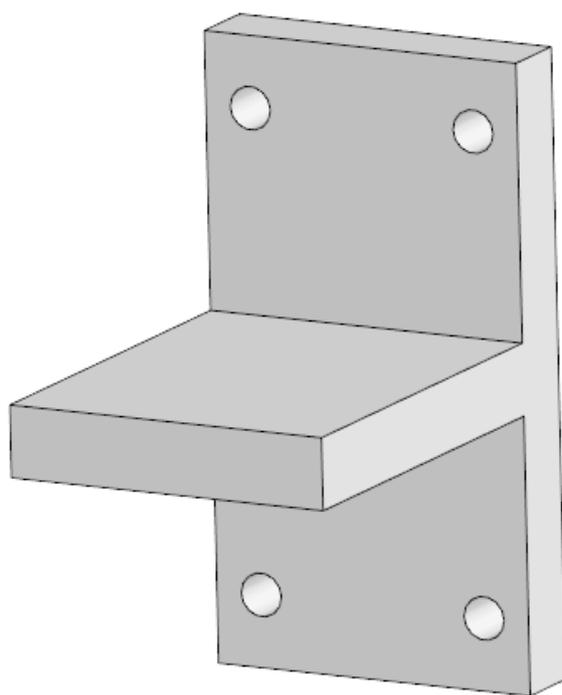


Рис. 2.25. Результат операции выдавливания

Создание ребра жесткости

Основание нужно связать с опорной площадкой ребром жесткости. Для этого в **Дереве построения** → **Начало координат** выберите плоскость, проходящую через середину детали (например, **XY**), создайте новый эскиз ребра жесткости. Он представляет собой простой контур, состоящий из горизонтального (длиной 90 мм) и наклонного отрезков (рис. 2.26).

Примените команду «**Ребро жесткости**» (панель **Редактирование детали**). Откройте вкладку **Толщина** на панели свойств и введите значение **15 мм**. Скруглите верхнюю грань ребра жесткости, используя команду «**Скругление**», радиус скругления определите по чертежу детали.

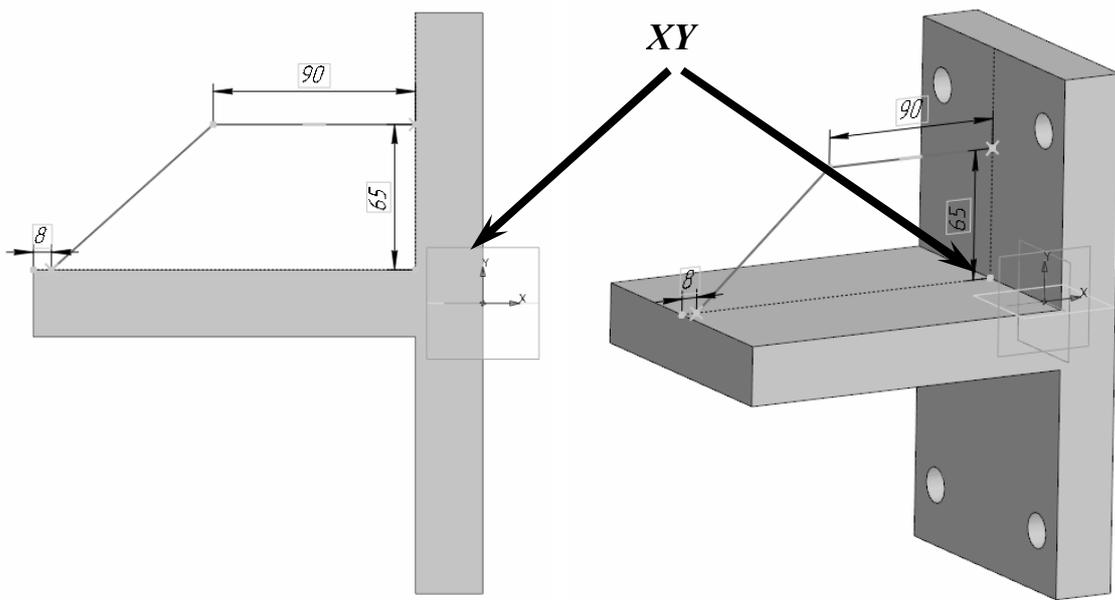


Рис. 2.26. Построение контура ребра жесткости

Результат выполнения операции представлен на рис. 2.27.

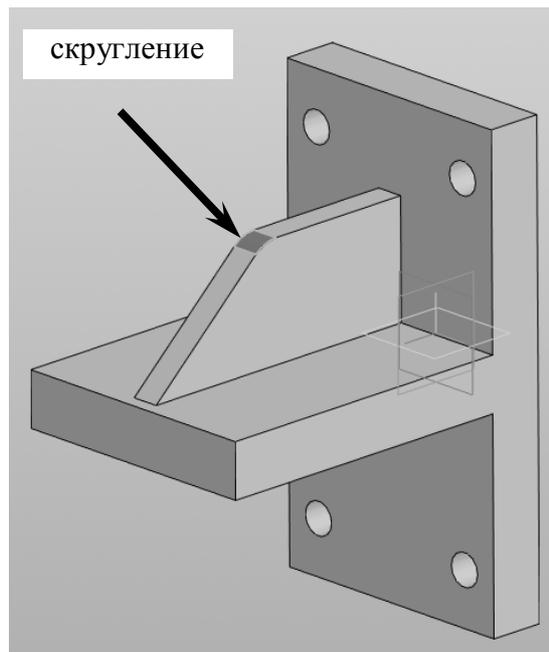


Рис. 2.27. Результат выполнения операций

На опорной площадке постройте эскиз с 4 отверстиями (рис. 2.28).

Создайте отверстия и выполните в них фаски, с размерами, которые определите по чертежу детали. На опорной площадке и на основании по вершинам постройте 6 скруглений радиусом **10 мм**. На основании и по периметру опорной площадки сверху и снизу выполните скругление радиусом **3 мм**.

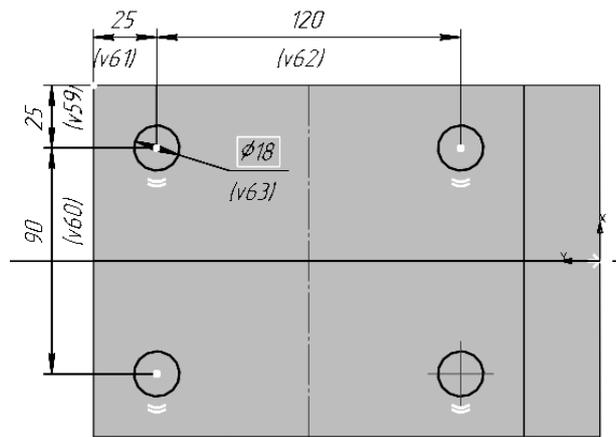


Рис. 2.28. Эскиз с отверстиями в опорной площадке

Деталь «Кронштейн» должна принять вид, представленный на рис. 2.29.

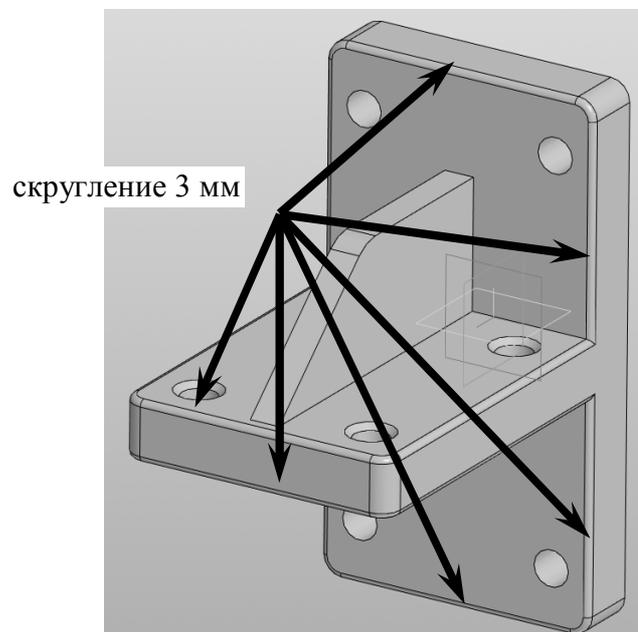


Рис. 2.29. 3D-модель детали «Кронштейн»

Пример оформления чертежа детали представлен в Приложении Е.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры задают для команд «Фаска» и «Скругление»?
2. Как построить резьбовое отверстие?
3. Назовите основные параметры резьбы.
4. Какие параметры задают для выполнения команды «Зеркальный массив»?
5. Какие параметры необходимо задать для построения ребра жесткости?

Лабораторная работа № 3

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ВИДОВ ДЕТАЛЕЙ

Цель работы: изучение методов автоматизации процессов разработки ассоциативных видов деталей на основе их трехмерных моделей.

Содержание работы:

- 1) построить ассоциативные виды деталей по их 3D-моделям;
- 2) создать необходимые разрезы;
- 3) нанести осевые линии, размеры и другие элементы оформления чертежей;
- 4) заполнить основную надпись чертежа;
- 5) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде чертежей, оформленных в соответствии с требованиями ЕСКД и распечатанных на листах формата А4.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D, версия 18.1 или выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Система КОМПАС–3D позволяет автоматически создавать ассоциативные чертежи детали по ее трехмерной модели. **Ассоциативный вид** – это чертеж, связанный с 3D-моделью. При редактировании модели изображение на ассоциативных видах, связанных с этой моделью, будет изменяться. Пока ассоциативный вид сохраняет связь с моделью, редактирование геометрических объектов, составляющих проекцию модели, невозможно. При необходимости связь между видом и моделью может быть разрушена. В этом случае вид становится простым.

Один чертеж может содержать несколько ассоциативных видов, в том числе видов, изображающих разные модели.

В КОМПАС-3D доступно создание следующих ассоциативных видов:

- стандартные виды (спереди, сзади, сверху, снизу, справа, слева, изометрия);
- произвольный вид (вид произвольной модели в произвольной ориентации);

- проекционный вид (вид по направлению, указанному относительно другого вида);
- вид по стрелке;
- разрез/сечение (простой, ступенчатый, ломаный);
- выносной элемент;
- местный вид;
- местный разрез.

Один из видов чертежа является **текущим**. Все новые объекты (размеры, разрезы, сечения и т. п.) создаются в текущем виде и принадлежат именно этому виду. Поэтому, если вам требуется работать с определенным видом (проставлять в нем размеры, добавлять обозначения, строить разрезы и т. д.), **обязательно** сделайте этот вид текущим. Текущий вид выделяется **синим цветом основных линий**.

Задание 1. Создать рабочий чертеж детали Планка на основе ее трехмерной модели.

Для создания чертежа необходимо последовательно выбрать команды из меню **Файл** → **Создать** → **Чертеж**. Также можно воспользоваться «горячей клавишей» вызова команды – нажать одновременно кнопки **Ctrl + N**. Результат выполнения операции представлен на рис. 3.1.

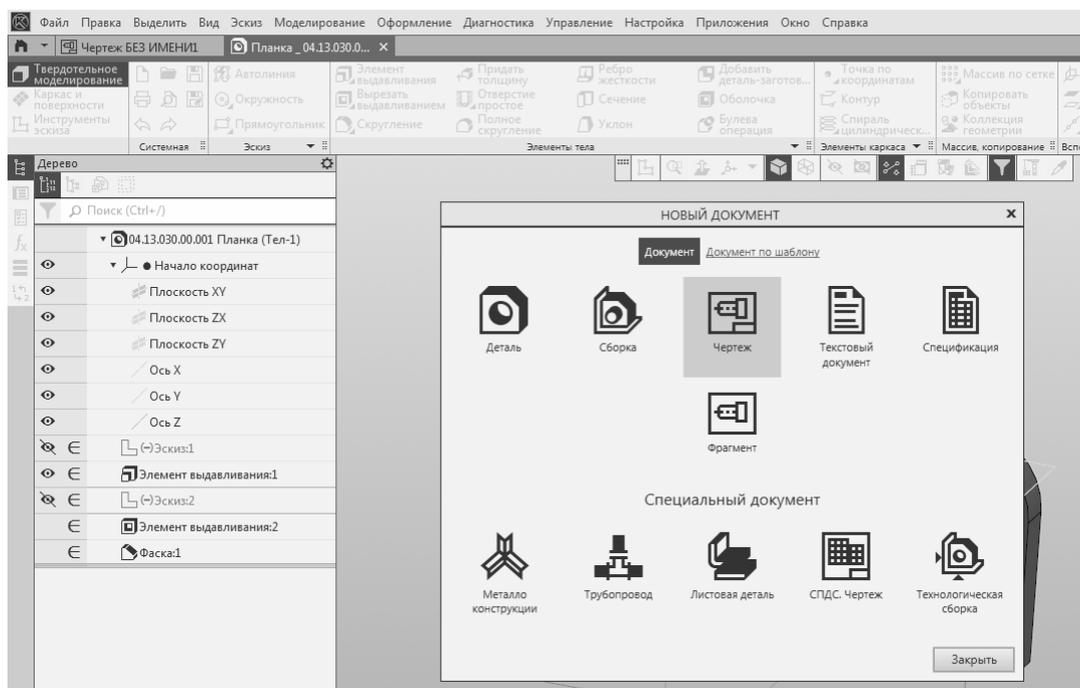


Рис. 3.1. Создание нового документа – чертежа

Произведите настройку. Для этого убедитесь, что для текущего документа установлен формат листа А4, кратность – 1, ориентация – вертикальная (рис. 3.2).

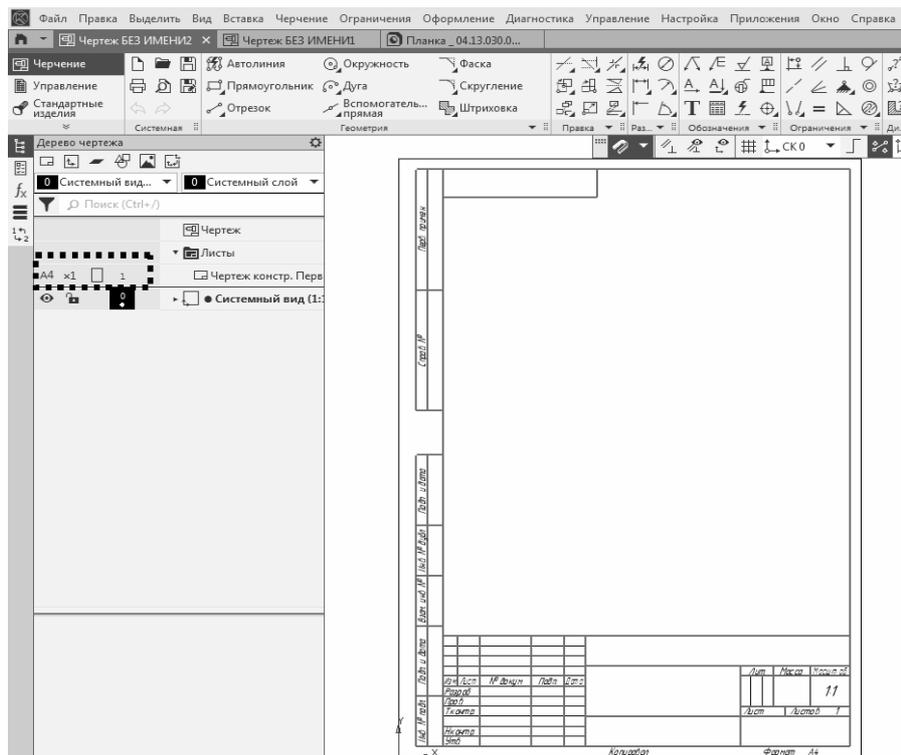


Рис. 3.2. Установка нужных параметров чертежа

Настройку чертежа также можно выполнить с помощью последовательности команд из вкладок меню: **Настройка** → **Параметры** → **Текущий чертеж** → **Параметры первого листа** → **Формат** и установки нужных параметров (рис. 3.3).

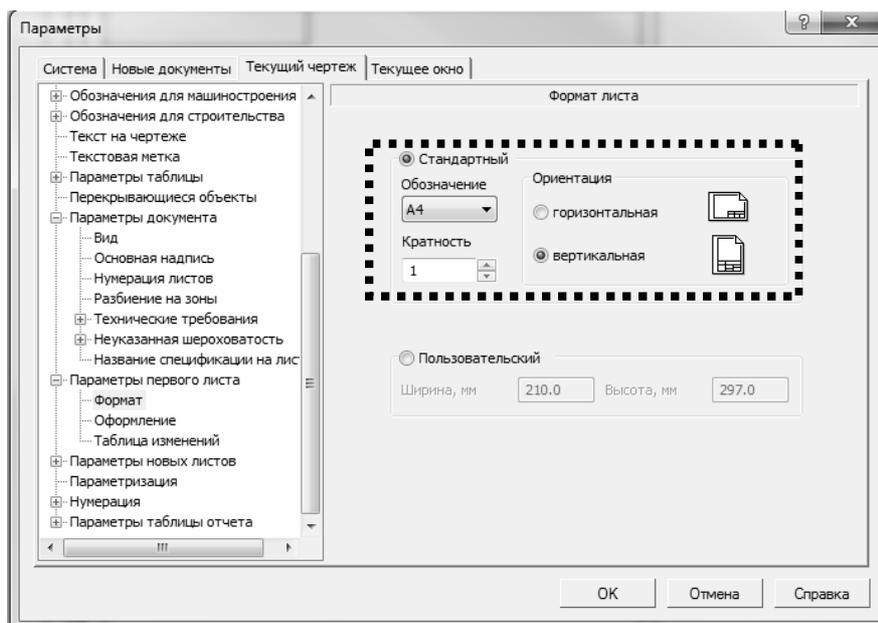


Рис. 3.3. Установка **Параметров** чертежа через меню **Настройка**

Алгоритм создания ассоциативных видов

С помощью последовательности команд из вкладок меню: **Вставка** → **Вид с модели** → **Стандартные виды с модели**), в диалоговом окне **ОТКРЫТЫЕ ДОКУМЕНТЫ** выберите нужный файл модели, в данном случае **Планка** (рис. 3.4).

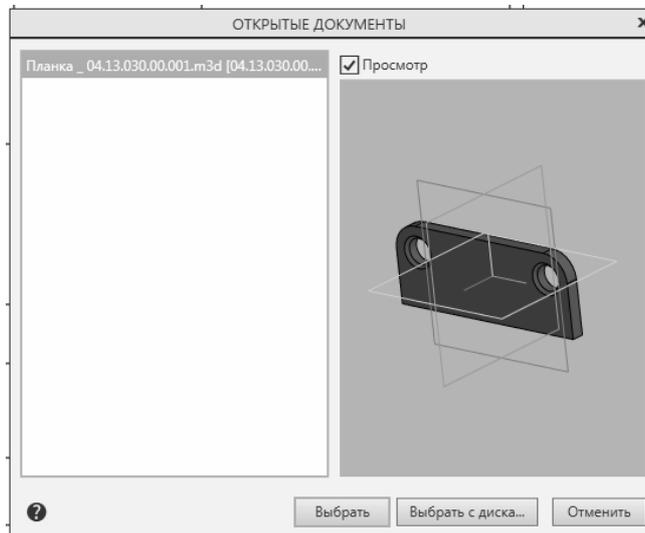


Рис. 3.4. Выбор объекта (детали «Планка»)

На панели свойств выполните следующие настройки (рис. 3.5).

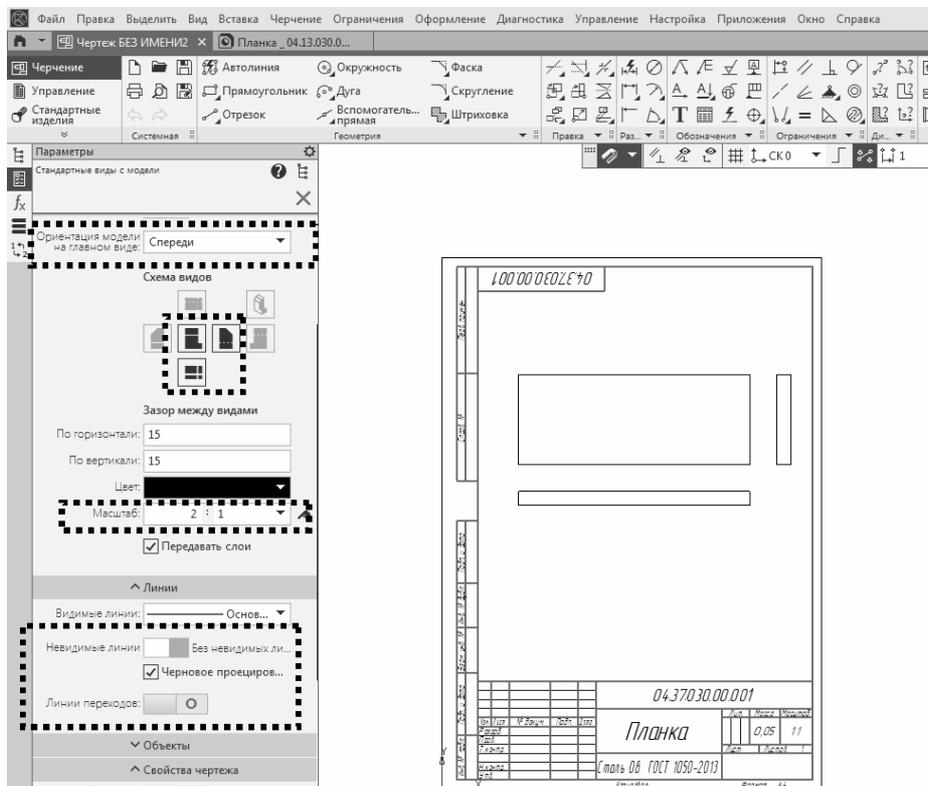


Рис. 3.5. Настройка параметров чертежа при создании ассоциативных видов детали

Вкладка **Параметры**

1. В списке **Ориентация модели** на главном виде выбрать – спереди.
2. Нажмите кнопку **«Схема видов»**, оставьте главный вид, остальные виды отключите, повторно нажав на их изображения на панели.
3. Из списка **Масштаб** вида выберите масштаб изображения, в этой работе рекомендуется выбрать масштаб 2:1.
4. Вкладка **«Линии»**: убедитесь, что установлены следующие режимы:
 - Невидимые линии – **без видимых линий**.
 - Линии переходов – **отключены**.

Укажите на экране **ЛКМ** местоположение начала координат главного вида.

Создание разреза

Линия разреза должна пройти через центры отверстий на детали. Предварительно можно построить вспомогательную прямую и использовать ее в качестве объекта привязки при построении линии разреза.

Для этого на компактной панели выберите **Черчение**, на панели **«Геометрия»** выберите из меню **«Вспомогательная прямая»**, нажмите кнопку **«Горизонтальная прямая»** (рис. 3.6).

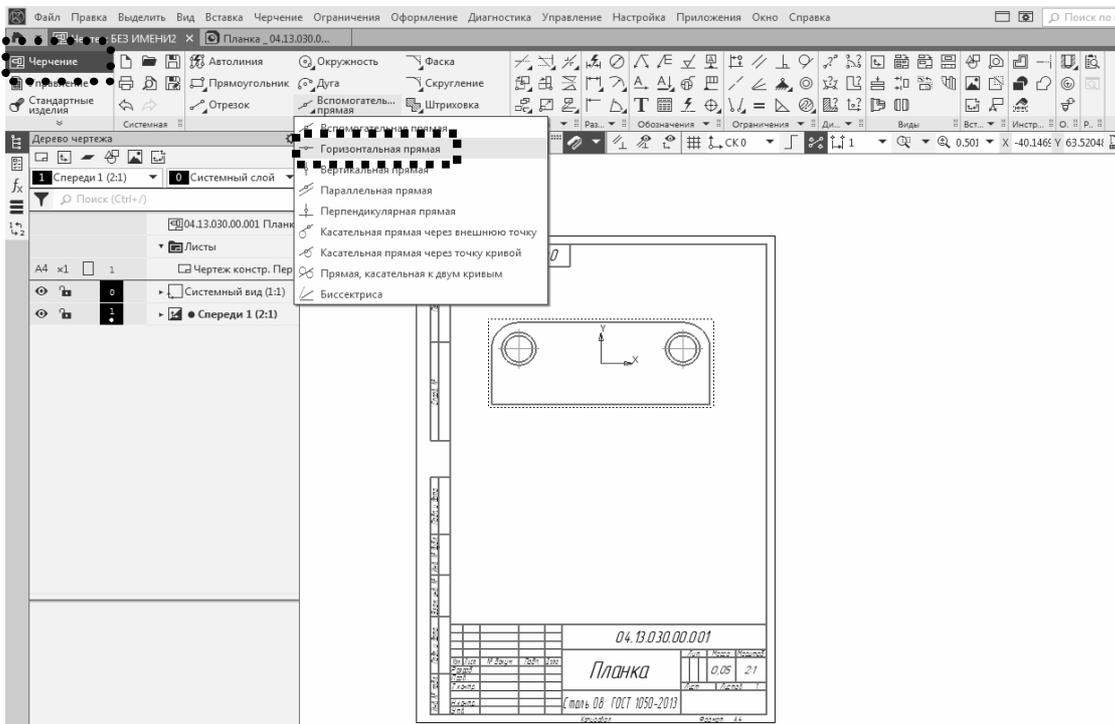


Рис. 3.6. Выбор команды **Горизонтальная прямая** из меню вспомогательных прямых

Укажите центр одного из отверстий и построите горизонтальную прямую. С помощью команды **Линия разреза/сечения** (панель **Обозначения**) постройте

линию «разреза А-А». Для этого укажите начальную точку линии разреза (точка 1), затем направление линии разреза – вспомогательную прямую и конечную точку линии разреза (точка 2). Перемещая курсор, расположите стрелки, как показано на рис. 3.7.

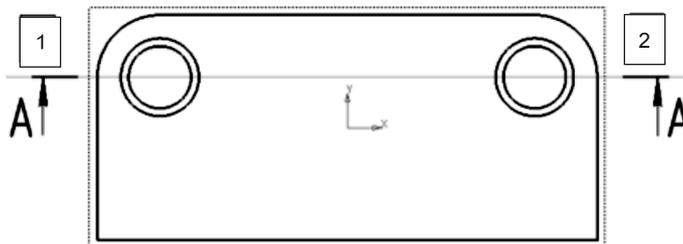


Рис. 3.7. Построение линии разреза

Укажите положение разреза на чертеже – система создаст новый вид (рис. 3.8). Удалите вспомогательную горизонтальную прямую.

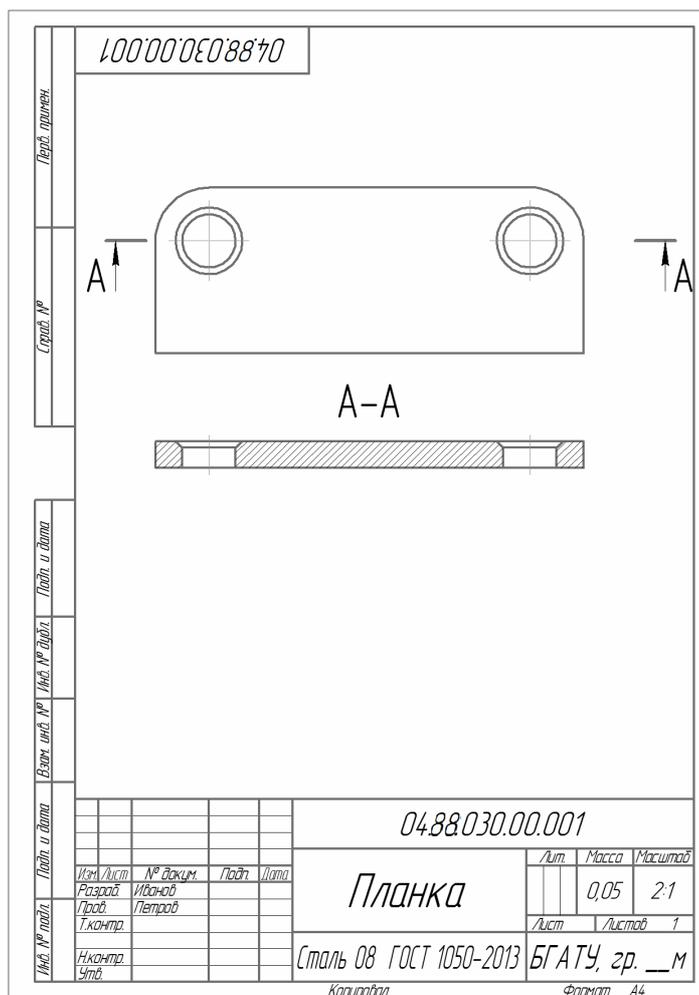


Рис. 3.8. Результат построения разреза детали

Для окончательного оформления чертежа необходимо расставить осевые линии, размеры и заполнить основную надпись, как показано на рисунке.

Простановка осевых линий

На панели **Обозначения** нажмите кнопку «**Осевая линия по двум точкам**». С помощью привязки «**Середина**» укажите две средние точки отрезков, соедините точки (рис. 3.9).

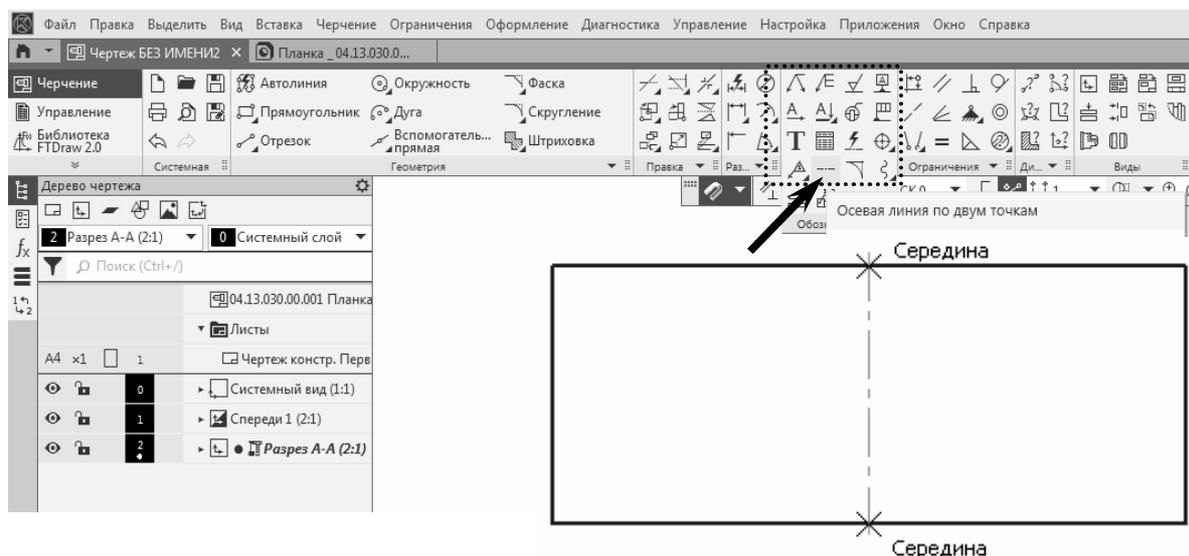


Рис. 3.9. Построение осевой линии с помощью команды «**Осевая линия по двум точкам**».

Обозначение центра окружности

Нажмите кнопку «**Обозначение центра**»  на панели «**Обозначения**» и укажите мишенью внешнюю основную окружность в любом месте. Удерживая кнопку **Shift** и нажав **ЛКМ**, установите обозначения центра.

Простановка размеров

Команды простановки линейных, диаметральных, радиальных и угловых размеров находятся на панели **Размеры**  (рис. 3.10).

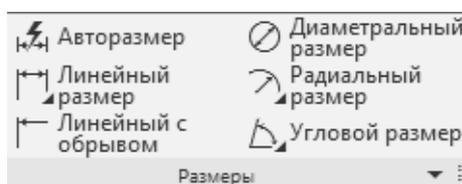


Рис. 3.10. Инструментальная панель **Размеры**

Используя команду **Линейный размер** (панель **Размеры**), укажите размеры, как на образце (рис. 3.8). Для простановки диаметров отверстий используйте команду **Диаметральный размер**.

Простановка знака шероховатости

Знак шероховатости проставляется с помощью команды «Шероховатость» на панели **Обозначения** (рис. 3.11).

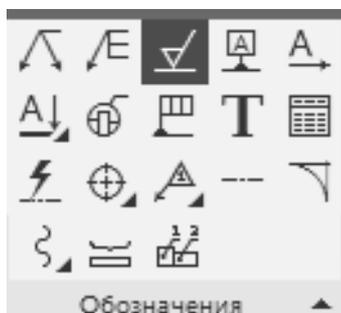


Рис. 3.11. Инструментальная панель **Обозначения**

Установите нужные параметры шероховатости поверхностей (рис. 3.12). На торцевых поверхностях детали укажем **Способ обработки – не устанавливается**.

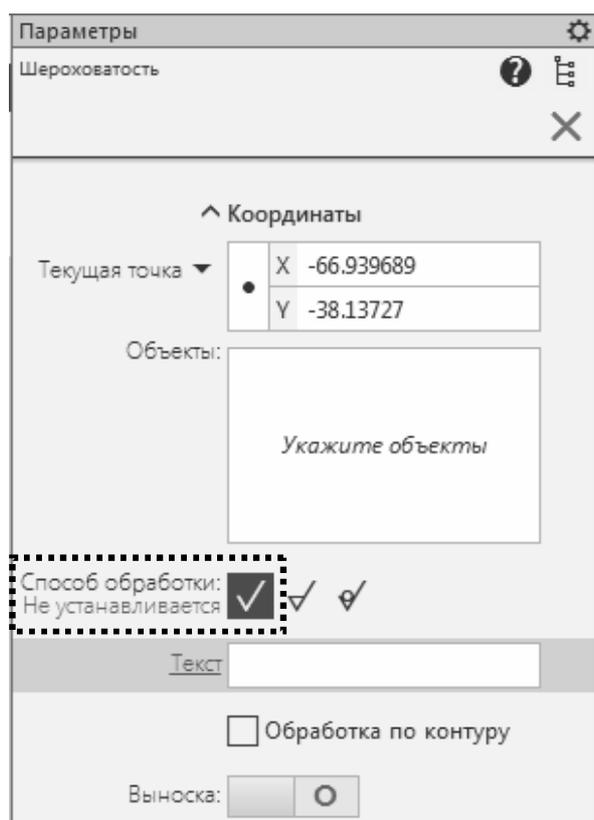


Рис. 3.12. Выбор параметров шероховатости

Оформление технических требований

С помощью последовательности команд из вкладок меню: **Оформление** → **Технические требования** → **Задать / изменить** (рис. 3.13).

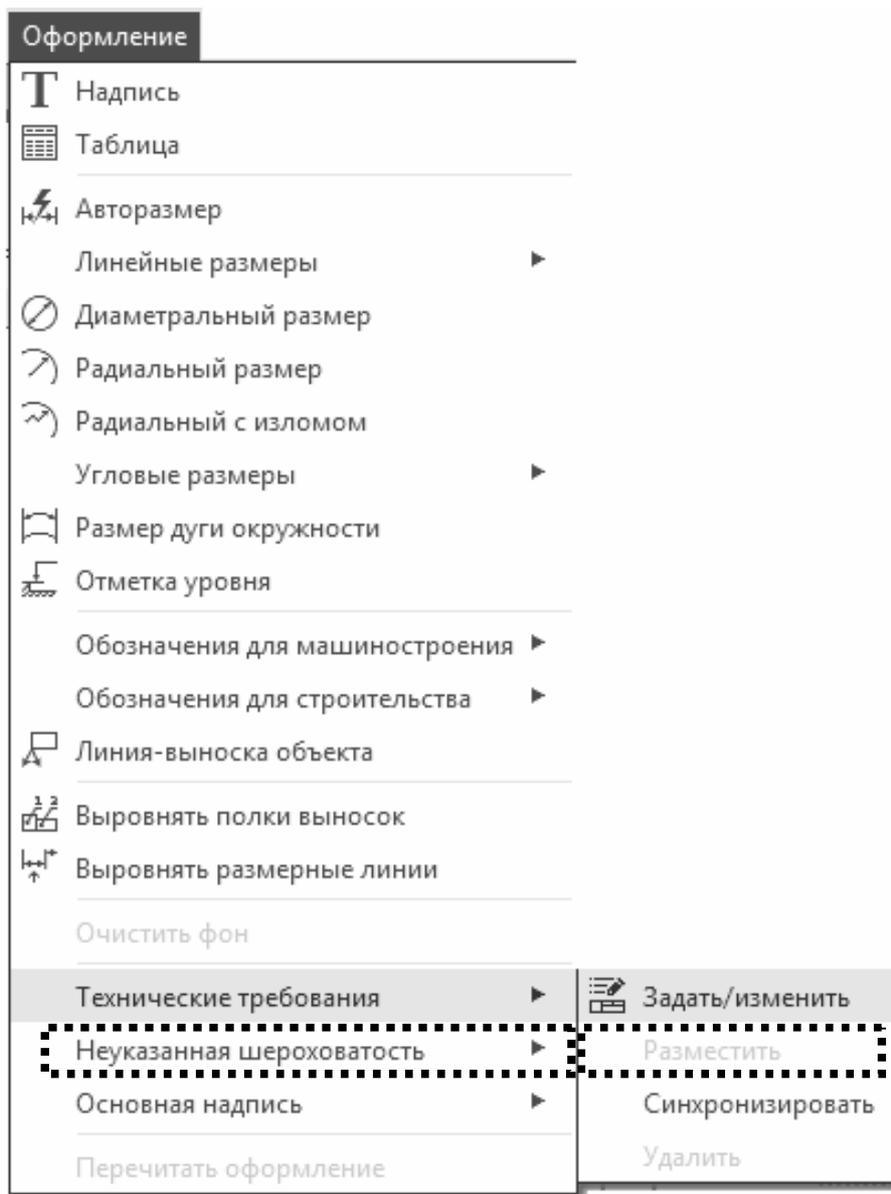


Рис. 3.13. Ввод технических требований

В режиме текстового редактора введите следующий текст технических требований:

1 *Размер для справок.

2 Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий H14, валов h14, остальных $\pm IT 14/2$.

Для выхода из режима ввода технических требований нажмите кнопку «Завершить редактирование», сохранив изменения.

Простановка знака неуказанной шероховатости выполняется с помощью последовательности команд из вкладок меню: **Оформление** → **Неуказанная шероховатость** → **Задать / изменить** (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Простановка знака неуказанной шероховатости

Дважды щелкните мышью в поле **Текст** и укажите нужное значение шероховатости ($Ra\ 3,2$) выбрав его из меню после двойного нажатия **ЛКМ** (рис. 3.15).

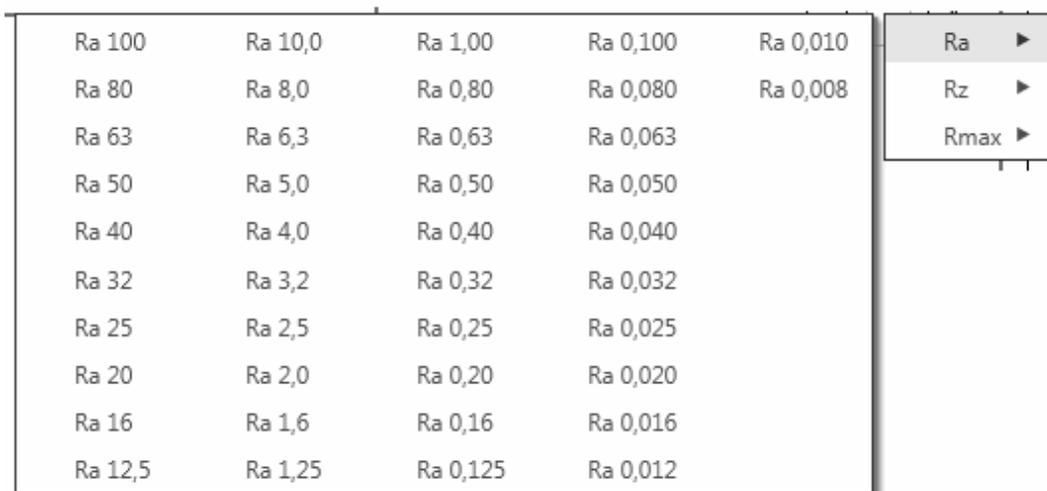


Рис. 3.15. Выбор значения неуказанной шероховатости

Заполнение основной надписи

Выполните быстрое двойное нажатие **ЛКМ** в области основной надписи и войдите в режим редактирования.

Заполните графы основной надписи. Укажите фамилии разработчика (студента) и проверяющего (преподавателя). После заполнения штампа нажмите кнопку  для создания объекта.

Оформленный чертеж детали «Планка» представлен в Приложении А.

Задание 2. Создать рабочий чертеж детали Втулка на основе ее трехмерной модели.

Для создания чертежа необходимо последовательно выбрать команды из меню **Файл** → **Создать** → **Чертеж** или кнопка на панели инструментов .

С помощью последовательности команд из вкладок меню: **Вставка** → **Вид с модели** → **Стандартные виды с модели** (рис. 3.16).

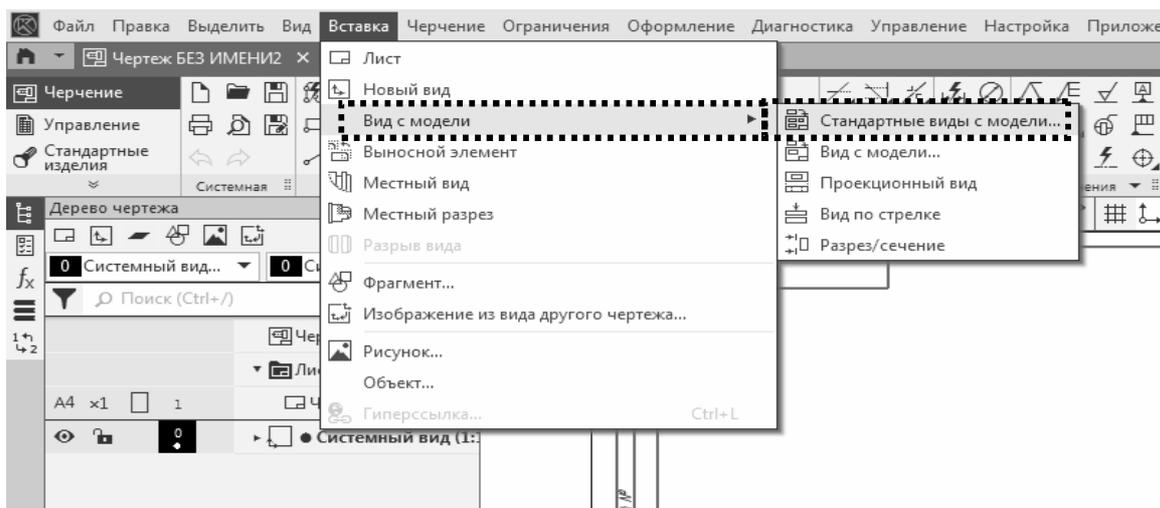


Рис. 3.16. Получение ассоциативных видов с модели

В диалоговом окне **ОТКРЫТЫЕ ДОКУМЕНТЫ** выберите файл 3D-модели детали «Втулка». На чертеже укажите постановку только главного вида.

Создание разреза

Линия разреза должна пройти через центр детали. Предварительно можно построить вспомогательную вертикальную прямую и использовать ее в качестве объекта привязки при построении линии разреза.

Для этого на компактной панели выберите «Черчение», на панели «Геометрия» выберите из меню «Вспомогательная прямая» нажмите кнопку

«Вертикальная прямая» (рис. 3.17). С помощью команды «Линия разреза/сечения» на панели **Обозначения** постройте линию разреза А-А.

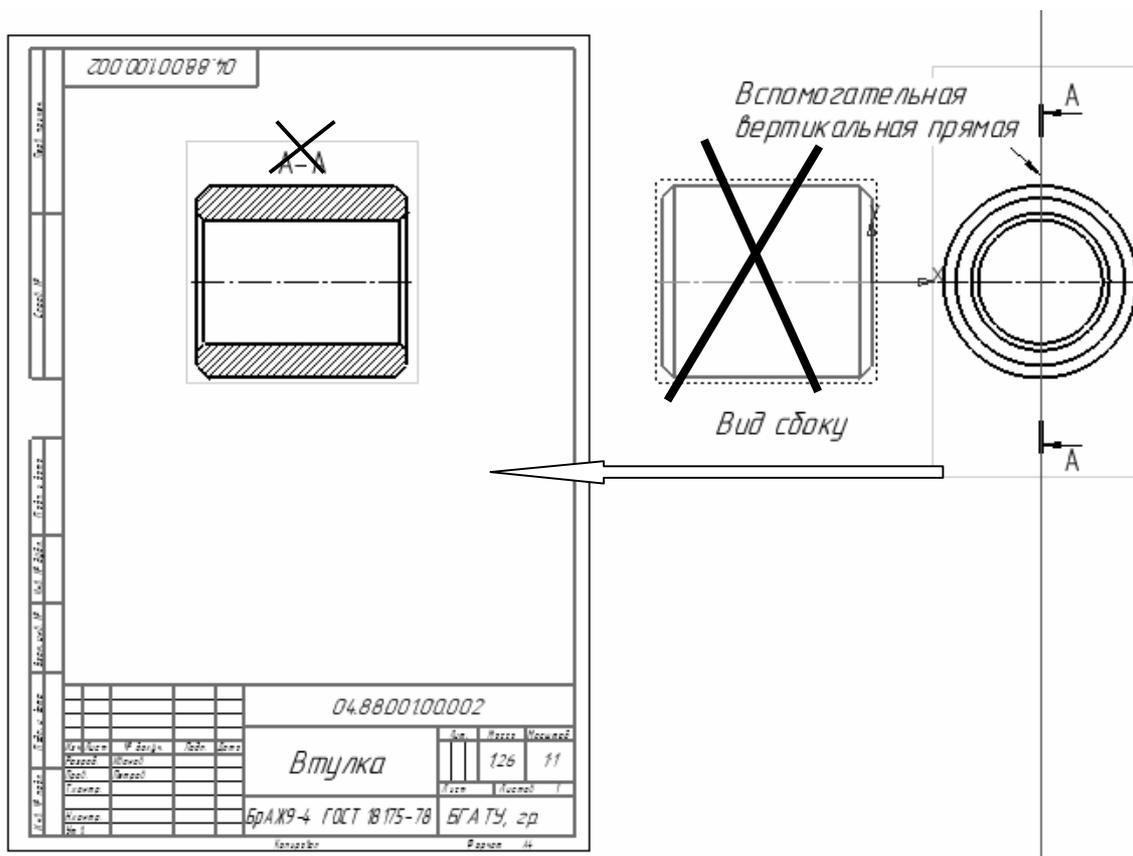


Рис. 3.17. Создание разреза с помощью команды **Линия разреза**

Перемещая курсор, расположите стрелки, как показано на рисунке. Укажите положение разреза на чертеже, в направлении стрелки \leftarrow система создаст новый вид. Удалите вспомогательную вертикальную прямую, **но не удаляйте** саму линию «разреза А-А». Главный вид нужно скрыть, нажав правую кнопку мыши (ПКМ) в области их построения и выбрав соответствующую команду «Скрыть», а вид сбоку можно удалить.

Оформление чертежа

Для окончательного оформления чертежа необходимо расставить осевые линии, необходимые геометрические размеры и шероховатости, записать технические требования и заполнить **основную надпись**.

Команды простановки линейных, диаметральных, радиальных и угловых размеров находятся на панели **Размеры** . Используя команду «Линейный размер», укажите необходимые размеры. Для простановки допусков укажите

Класс допуска Н11 (для отверстия диаметром **35 мм**) или **Класс допуска г6** вала диаметром **70 мм**, взяв его из справочника .

При необходимости включите отображение полей допусков и предельные отклонения (пиктограмма ) (рис. 3.18).

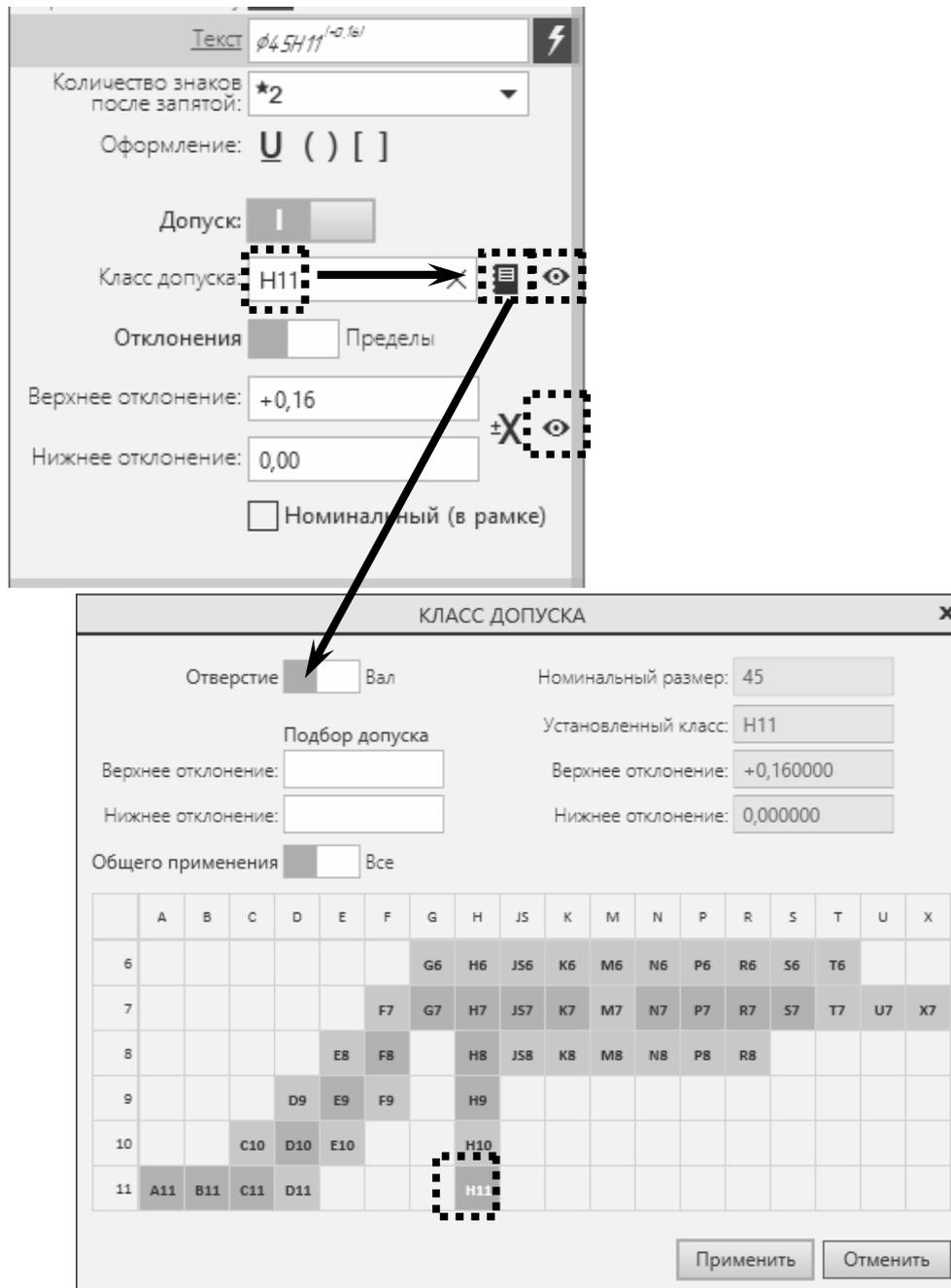


Рис. 3.18. Выбор класса допуска.

Знак шероховатости проставляется с помощью команды **Шероховатость** на панели **Обозначения**.

Для ввода технических требований с помощью последовательности команд из вкладок меню: **Оформление** → **Технические требования** → **Задать / изменить**. Сделайте следующую запись: *H14, h14, ± IT14/2*.

С помощью последовательности команд из вкладок меню: **Оформление** → **Неуказанная шероховатость** → **Задать / изменить** укажите нужное значение шероховатости неуказанных поверхностей (**Ra 1,25**), выбрав его из меню после двойного нажатия левой кнопкой мыши.

Выполните быстрое двойное нажатие **ЛКМ** и войдите в режим редактирования основной надписи чертежа.

Заполните графы основной надписи. Укажите фамилии разработчика (студента) и проверяющего (преподавателя). После заполнения штампа нажмите кнопку  для создания объекта.

Оформленный чертеж детали «**Втулка**» представлен в Приложении Б.

Задание 3. Создать рабочий чертеж детали «Ролик» на основе ее трехмерной модели

Чертеж детали «**Ролик**» должен содержать единственный вид, в котором сочетаются половина вида и половина разреза. Сразу создать такой вид нельзя. Сначала следует создать два вида: главный вид и вид сбоку (слева). Отказаться от создания главного вида нельзя, а вид слева потребуется для размещения в нем линии разреза. После построения разреза вид слева можно будет удалить или скрыть.

Для создания чертежа необходимо последовательно выбрать команды из меню **Файл** → **Создать** → **Чертеж** или кнопка **Создать** на панели инструментов. С помощью последовательности команд из вкладок меню: **Вставка** → **Вид с модели** → **Стандартные виды с модели**.

В диалоговом окне **ОТКРЫТЫЕ ДОКУМЕНТЫ** выберите файл 3D-модели детали «**Ролик**». На панели **Параметры** в группе **Схема видов** отключите вид **Сверху**. Установите масштаб **1:2**.

Остальные параметры оставьте без изменения, укажите положения видов на чертеже. Нажмите кнопку «**Создать объект**» .

Результат построения представлен на рис. 3.19.

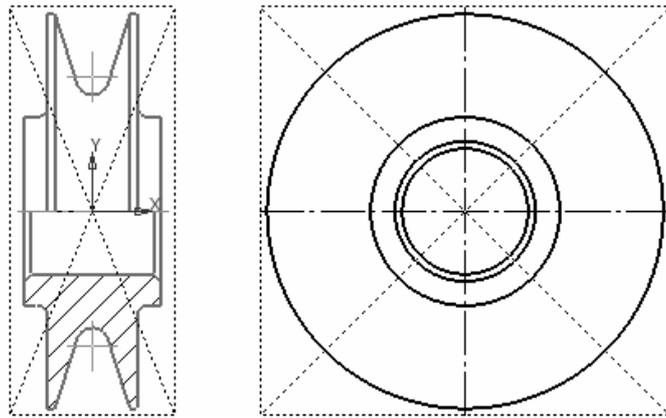


Рис. 3.19. Построение двух видов детали «Ролик»

Переместите главный вид за пределы чертежа.

На виде сбоку создайте прямоугольник (стиль линии – Основная) произвольного размера, при этом необходимо захватить верхнюю часть вида Ролика до осевой линии.

Используя команду **Местный разрез** (меню **Черчение** → панель **Виды** → команда **Местный разрез**), укажите на любую сторону прямоугольника (поз. 1) (он подсветится красным цветом), а затем переместите курсор мыши вправо в область вида сбоку (поз. 2) и появившуюся вертикальную линию (секущую плоскость) (поз. 3) установите через центр этого вида.

На главном виде детали в области прямоугольника появится изображение местного разреза (поз. 4). Результаты представлены на рис. 3.20.

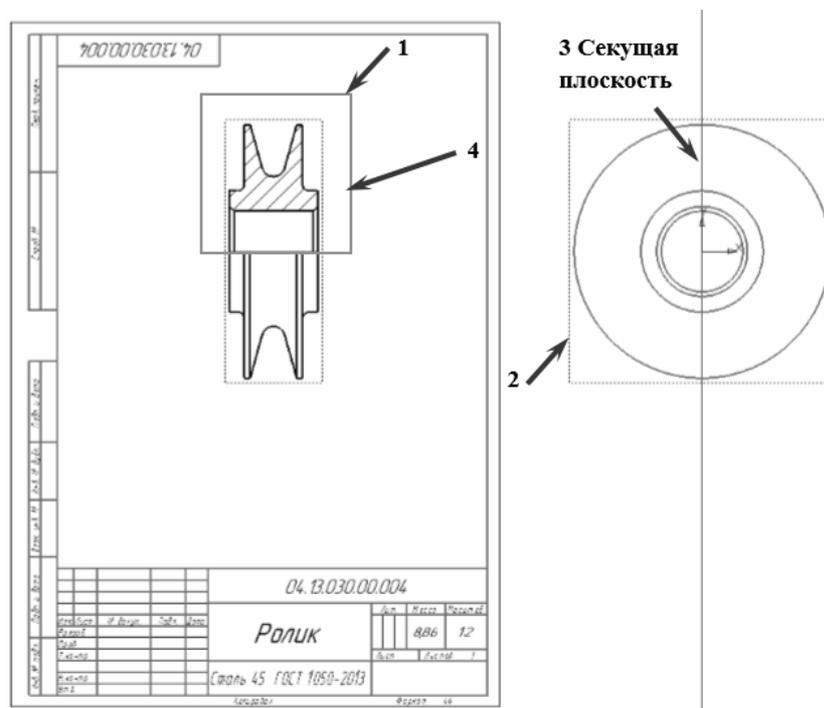


Рис. 3.20. Построение местного разреза

Простановка осевых линий

На панели **Обозначения** нажмите кнопку «**Осевая линия по двум точкам**». С помощью привязки «**Середина**» (вызывается при нажатии **ПКМ** и последующего выбора из контекстного меню) укажите средние точки левой и правой сторон детали, соединив их (рис. 3.21).

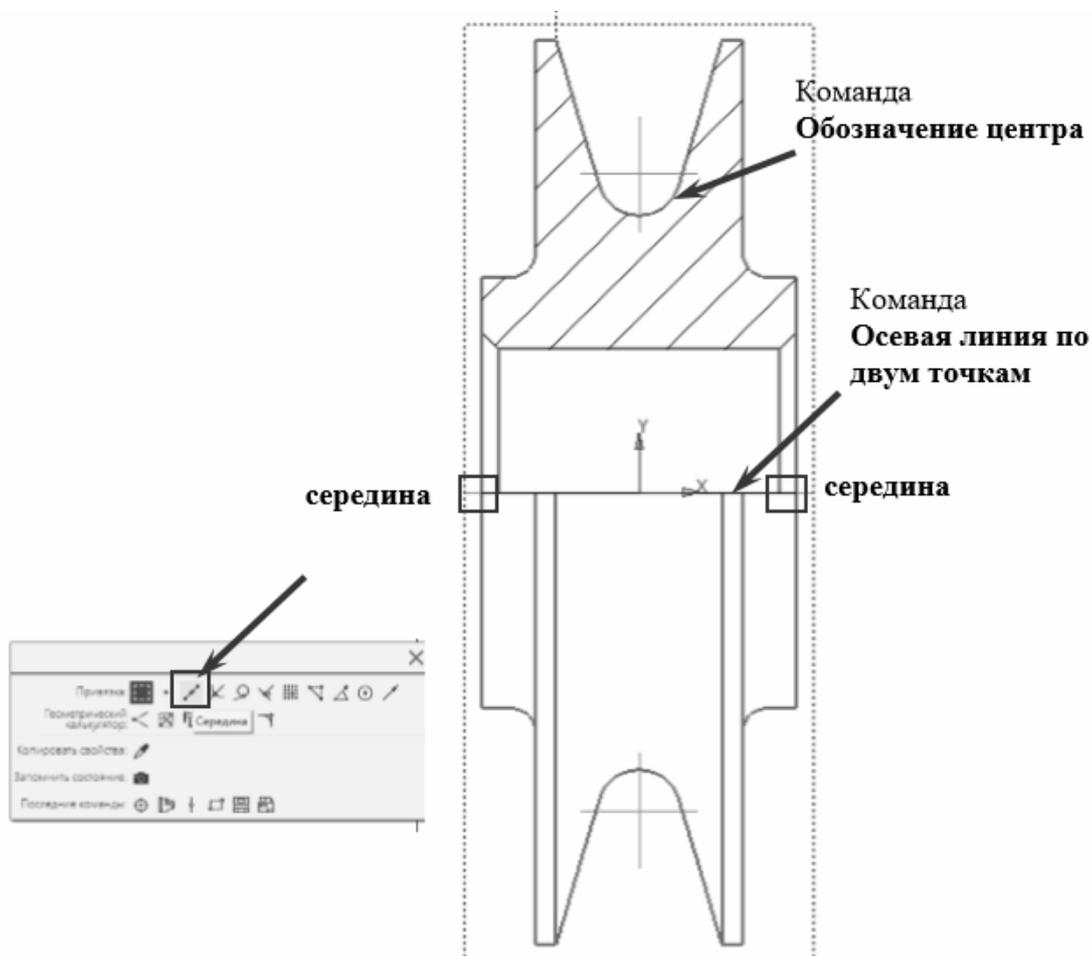


Рис. 3.21. Построение осевых линий

Нажмите кнопку «**Обозначение центра**» на панели **Обозначения** и укажите мишенью часть дуги. Удерживая кнопку **Shift** и нажав **ЛКМ**, установите обозначения центра.

Команды простановки линейных, диаметральных, радиальных и угловых размеров находятся на панели **Размеры**. Используя команду «**Линейный размер**», укажите необходимые размеры.

При простановке размера $\varnothing 70$, в котором не отражается вторая стрелка и выносная линия, нужно использовать команду «**Линейный с обрывом**» с вводом необходимого значения размера (рис. 3.22).

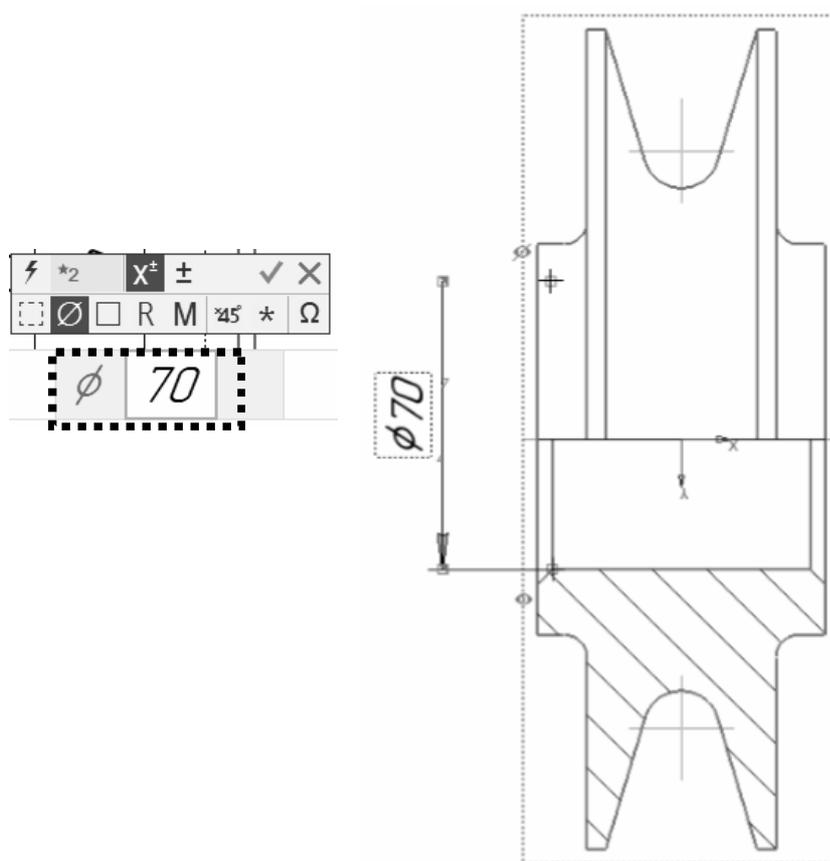


Рис. 3.22. Частичное отображение размера на чертеже

При оформлении технических требований (меню **Оформление** → **Технические требования** → **Задать / изменить** введите следующий текст технических требований.

*1 *Размер для справок.*

2 Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий H14, валов h14, остальных $\pm IT14/2$.

Для выхода из режима ввода технических требований нажмите кнопку «**Завершить редактирование**», сохранив изменения.

Для постановки знака неуказанной шероховатости (меню **Оформление** → **Неуказанная шероховатость** → **Задать / выберите из предлагаемого списка значение Ra 12,5**).

Двойное нажатие ЛКМ в области основной надписи чертежа позволяет войти в режим ее редактирования. Укажите фамилии разработчика (студента) и проверяющего (преподавателя), группу. После заполнения штампа нажмите кнопку для создания объекта.

Оформленный чертеж детали «**Ролик**» представлен в Приложении Г.

Задание 4. Создать рабочий чертеж детали «Вилка» на основе ее трехмерной модели

Создайте новый документ **Чертеж**.

В **Дереве чертежа** измените формат и ориентацию чертежа. Для этого раскройте список **Листы** → укажите формат листа **A3** → установите **Горизонтальная ориентация** (рис. 3.23).

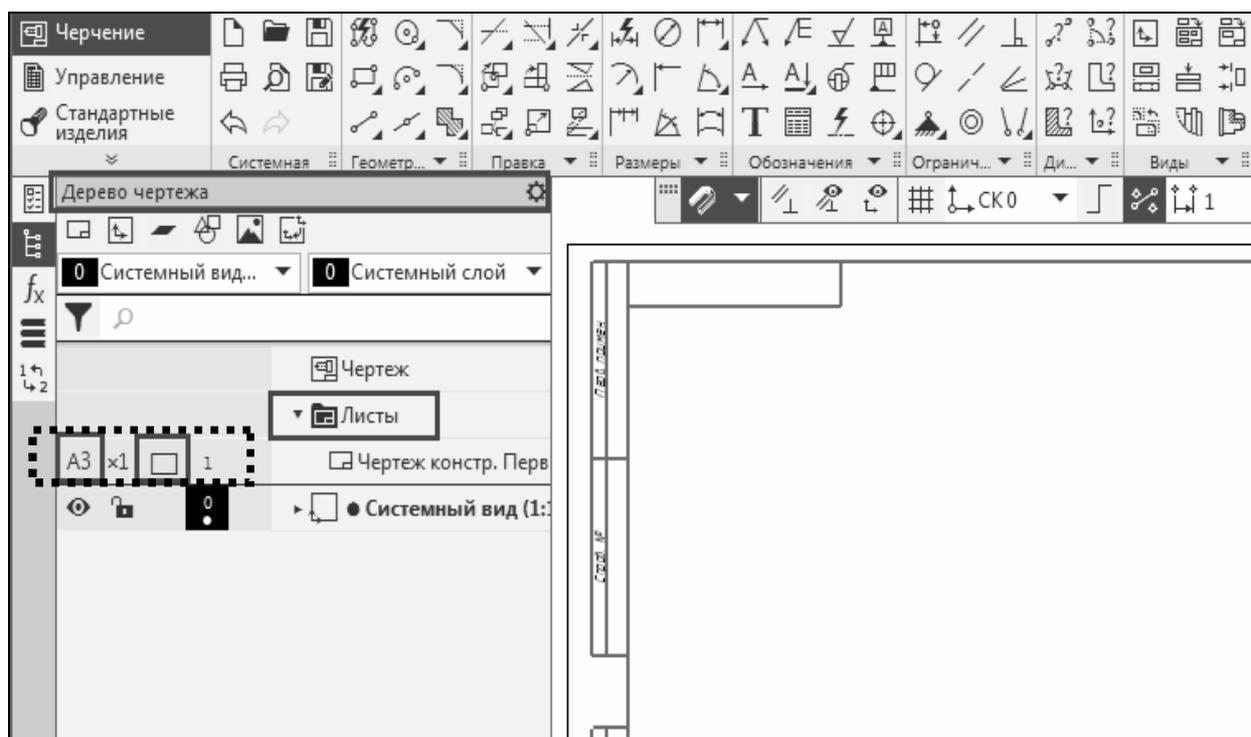


Рис. 3.23. Изменение формата и ориентации листа чертежа

На панели **Виды** выбрать команду **Стандартные виды с модели**  (альтернативный подход – меню **Вставка** → **Вид с модели** → **Стандартные виды с модели**) → в диалоговом окне **Открытые документы** выберите файл модели **Вилка**.

Настройте параметры вставки видов:

- Ориентация модели на главном виде – **Справа**.
- Схема видов – **оставить все три вида**.
- Масштаб – **1:2**.

Остальные параметры оставьте без изменения (рис. 3.24).

Укажите на экране левой кнопкой мыши местоположение чертежа детали

Создание местных разрезов

Сделайте текущим вид № 1 – *главный вид* детали.

Используя команду «Сплайн по точкам» (панель **Геометрия**) постройте замкнутую область в том месте, где необходимо получить местный разрез (рис. 3.25).

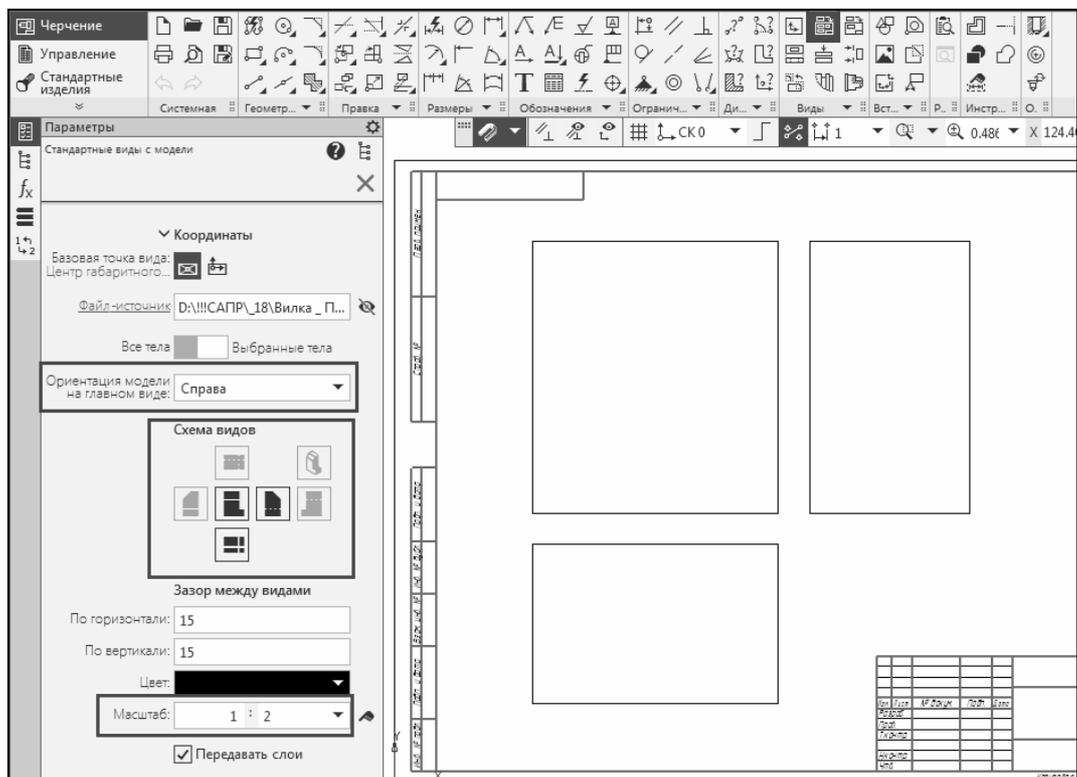


Рис. 3.24. Параметры чертежа

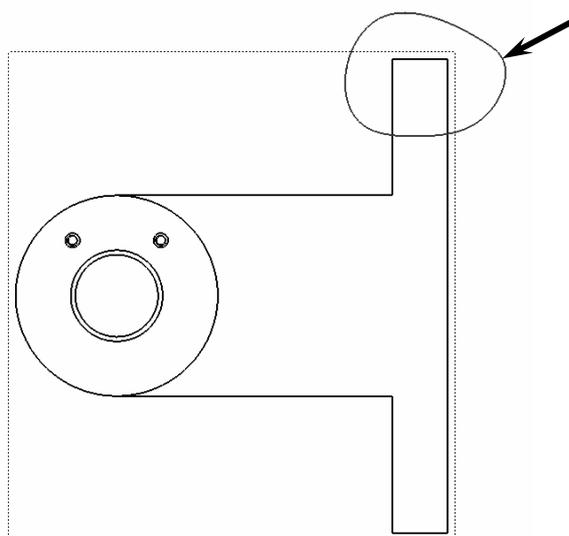


Рис. 3.25. Создание области местного разреза

На панели **Виды** выберите команду «**Местный разрез**» (альтернатива: меню **Вставка** – команда **Местный вид**), укажите на построенную замкнутую область (она подсветится красным цветом) и на виде справа укажите положение секущей плоскости местного разреза (рис. 3.26).

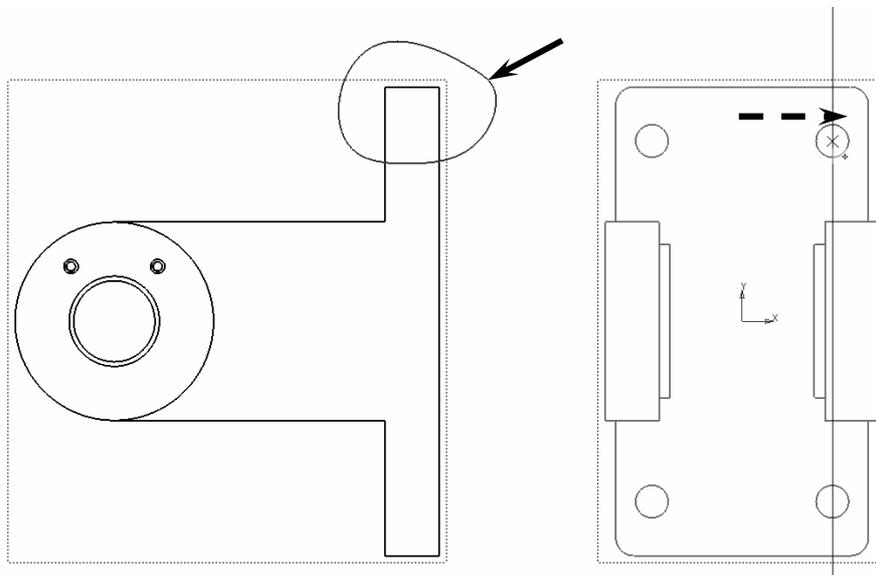


Рис. 3.26. Указание положения секущей плоскости

На главном виде чертежа будет построен местный разрез (рис. 3.27).

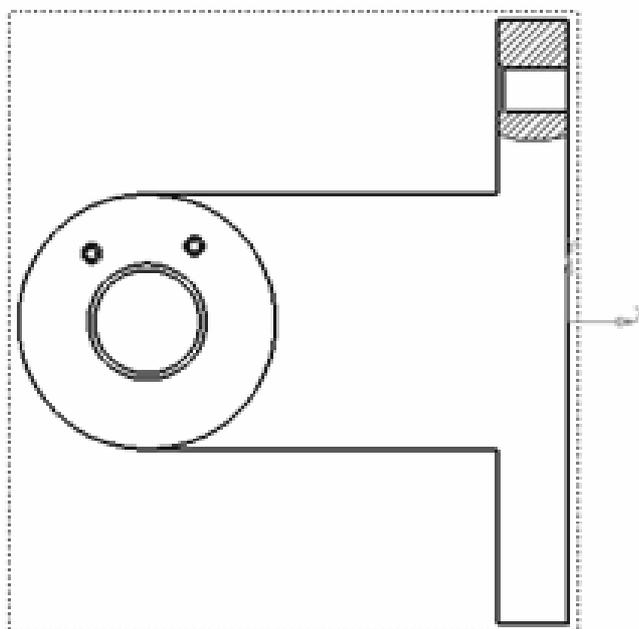


Рис. 3.27. Местный разрез на главном виде

Аналогично постройте местные разрезы на виде сверху, предварительно сделав его **текущим**. Результат представлен на рис. 3.28.

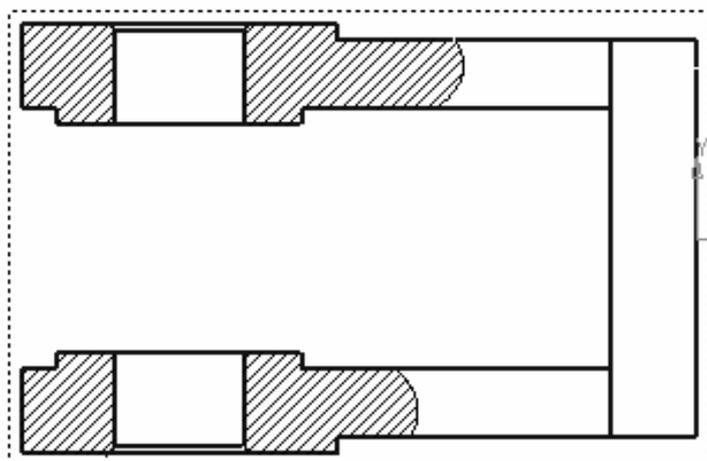


Рис. 3.28. Местные разрезы на виде сверху

Для выполнения местного разреза на виде справа также создадим замкнутую кривую той части детали, где будет располагаться местный разрез. На панели **Геометрия** нажмите кнопку «Сплайн по точкам» , на Панели параметров поставьте «галочку» в окне «Замкнуть кривую» → нажмите на кнопку **Создать объект**  (рис. 3.29).

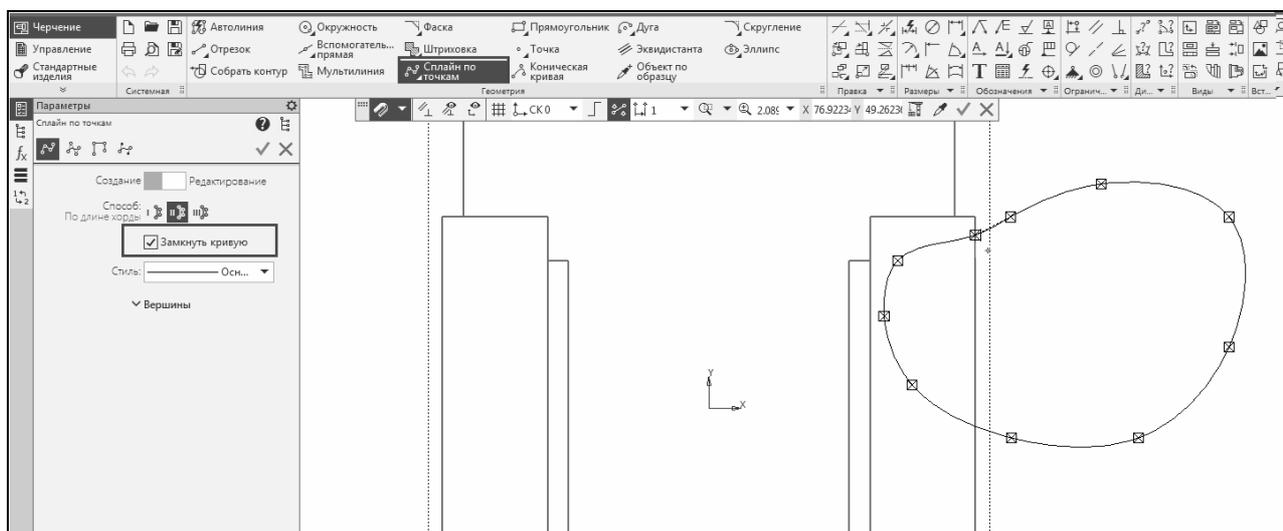


Рис. 3.29. Создание замкнутой кривой

Построение выносного элемента

- На панели **Обозначения** нажмите кнопку «Выносной элемент» .
- Укажите центр окружности – точка **1**, затем точку, определяющую ее размер, – точка **2**. Укажите точку начала полки – точка **3**.

На курсоре появится фантом выносного элемента (рис. 3.30).

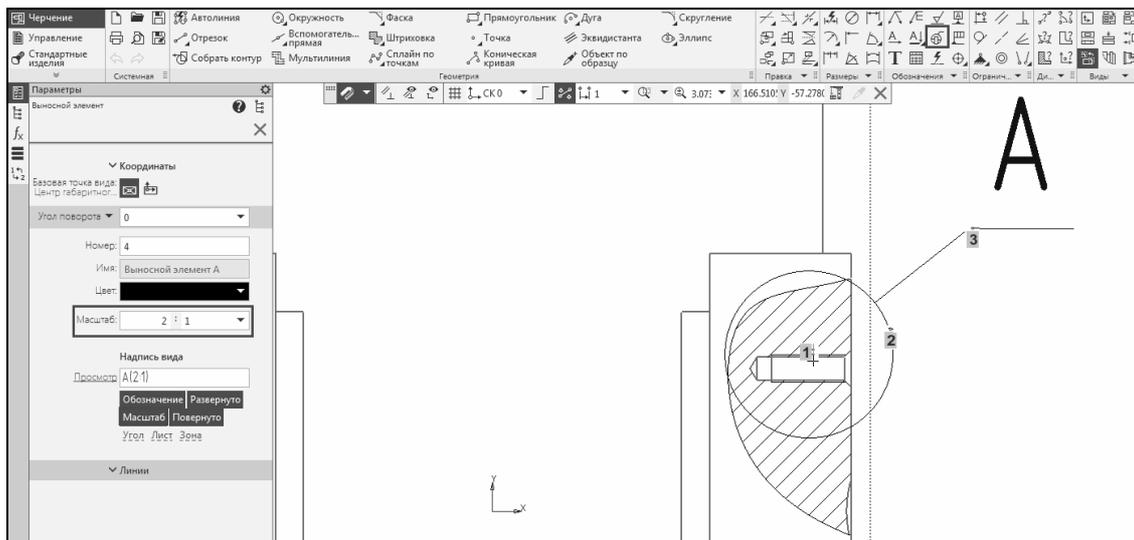


Рис. 3.30. Построение выносного элемента

- Раскройте список **Масштаб** на **Панели параметров** и выберите **2:1**.
- Нажмите кнопку «**Масштаб**» для того, чтобы он отображался в надписи.
- Укажите положение вида на чертеже щелчком мыши.

Обозначение базы

Для обозначения базовой поверхности используется команда «**База**», расположенная на панели **Обозначения**.

Обозначение допуска формы

Для обозначения допуска формы используйте команду «**Допуск формы**» (панель **Обозначения**) и установите требуемые параметры в соответствии с чертежом детали.

Оформленный чертеж детали «**Вилка**» представлен в Приложении Д.

Задание 5. Создать рабочий чертеж детали «Кронштейн» на основе ее трехмерной модели

1. Создайте новый документ **Чертеж**. Установите формат **A3**, альбомную ориентацию чертежа и масштаб **1:2**.
2. **Создание местных разрезов**
 - Сделайте текущим вид номер **1** – *главный вид* детали.
 - Используя команду «**Слайн по точкам**» (панель **Геометрия**), постройте замкнутую область в том месте, где необходимо получить местный разрез.
 - На панели **Виды** нажмите кнопку «**Местный разрез**» , укажите построенную замкнутую область, затем на виде справа укажите положение секущей

плоскости местного разреза. На главном виде чертежа будет построен местный разрез (рис. 3.31).

- Закончите чертеж – нанесите размеры, добавьте осевые линии, вставьте технические требования.

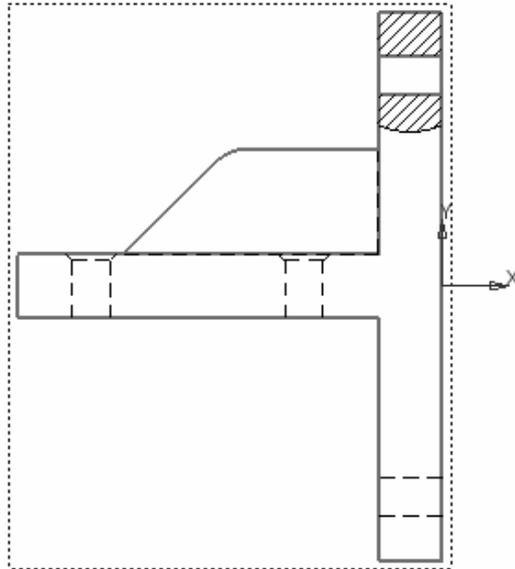


Рис. 3.31. Местный разрез на главном виде

Оформленный чертеж детали **Кронштейн** представлен в Приложении Е.

Контрольные вопросы

1. Какой конструкторский документ называется чертежом?
2. Что такое ассоциативный вид?
3. Как изменить формат и ориентацию чертежа?
4. Как изменить масштаб изображения на чертеже?
5. Как установить неуказанную шероховатость?
6. Какие команды используются при нанесении осевых линий на чертеже?
7. Как заполнить и редактировать технические требования на чертеже?

Лабораторная работа № 4

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕК МАТЕРИАЛОВ ПРИ СОЗДАНИИ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Цель работы: изучить возможности приложения «Справочник Материалы и Сортаменты» при проектировании деталей в системе КОМПАС

Содержание работы:

- 1) изучить структуру приложений «Справочник Материалы и Сортаменты», освоить работу со справочной системой, получить представление о дополнительных возможностях приложения;
- 2) выбрать материал для детали «Ось» по указанию преподавателя;
- 3) представить отчет о выполненной работе на примере ранее выполненных чертежей деталей в электронном виде.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

При проведении проектно-конструкторских работ, технологической подготовке производства, подготовке конструкторской документации требуется информация о материалах, применяемых при изготовлении изделий.

Библиотека «Справочник Материалы и Сортаменты» содержит обширный перечень материалов и сортаментов, информацию о свойствах материалов, назначении и области применения, заменителях и условий замены, информацию по нормативным документам и т. д. База данных включает в себя сведения о следующих объектах: материалы, сортаменты, формы, обработки, документы. Объекты различных типов характеризуются разным набором параметров. К общим параметрам, присущим любому объекту, относятся: наименование, обозначение и описание.

Для каждого материала в библиотеке записаны его физические, механические, технологические и другие свойства, причем для разных состояний материала. Доступен химический состав, область применения и назначение материала,

экземпляры сортамента, шаблоны обозначений, настроенные в соответствии с нормативно-технической документацией.

Работа в библиотеке может осуществляться в двух режимах: чтение и редактирование. В режиме редактирования пользователь может выполнять редактирование или удаление существующих материалов, сортаментов, нормативных документов, форм, обработок, типоразмеров.

1. Откройте файл, содержащий 3D-модель детали «Ось».

2. Войдите в режим определения свойств детали: главное меню **Управление** → **Свойства модели** → В группе **Материал** нажмите кнопку «**Выбрать материал из справочника**», в появившемся меню выполните команду «**Выбрать материал...**» (рис. 4.1).

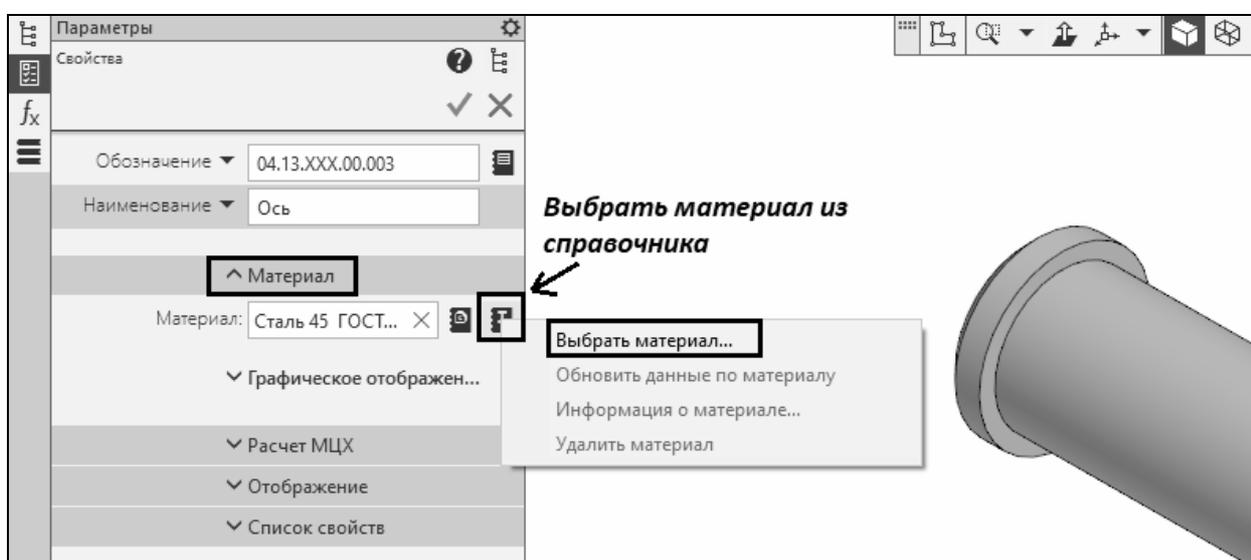


Рис. 4.1. Вызов команды «**Выбрать материал**»

3. В окне **Выбор объекта** нажать кнопку **Добавить объект из справочника** (рис. 4.2). На экране откроется окно **Библиотека Материалы и Сортаменты**.

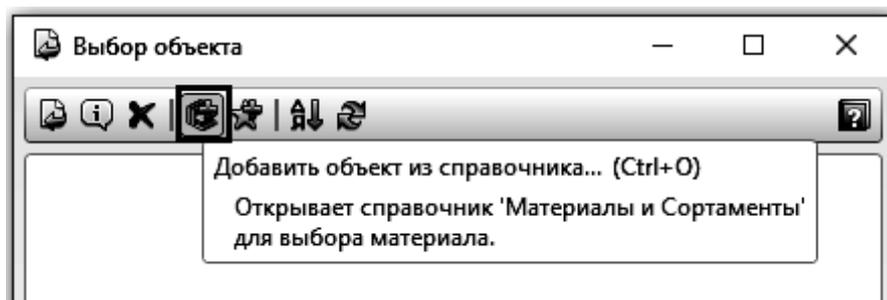


Рис. 4.2. Диалоговое окно «**Выбор объекта**»

4. На панели выбора (в левой части окна) последовательно откройте «ветви» **Металлы и сплавы – Металлы черные – Стали – Стали качественные** (рис. 4.3).

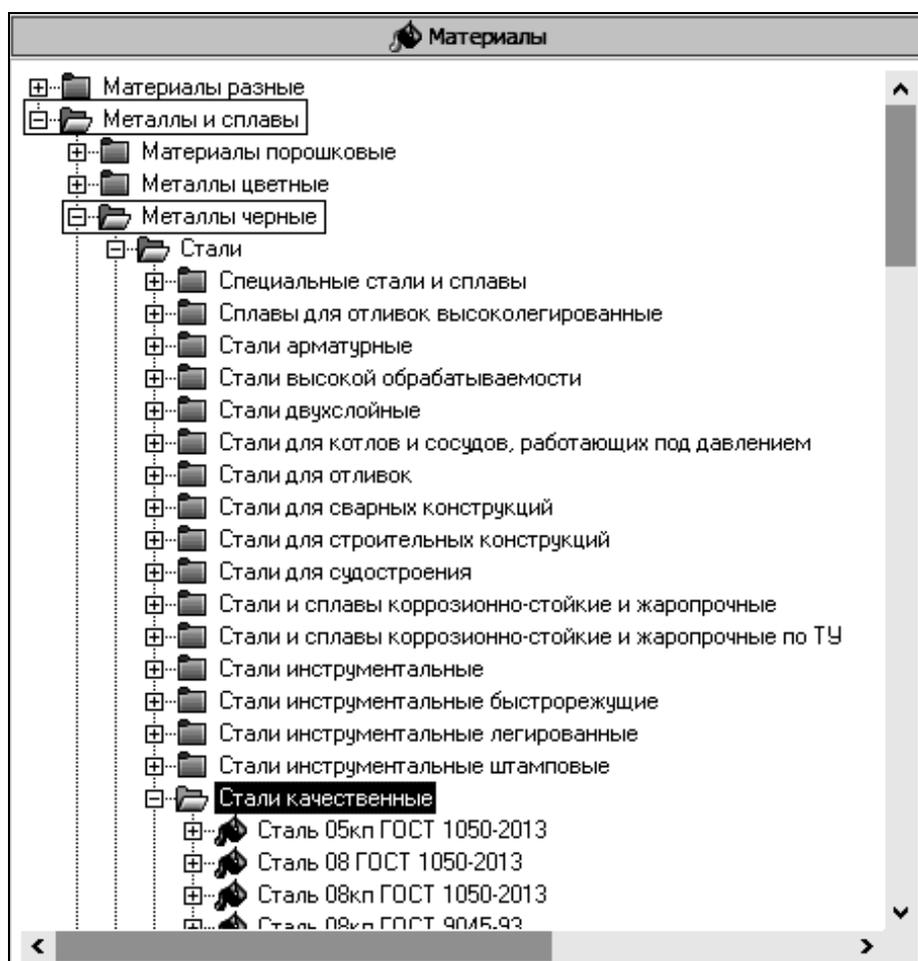


Рис. 4.3. Ветвь «Материалы и сплавы»

5. Далее откройте «ветвь» **Сталь 40 ГОСТ 1050–2013** и укажите сортament **Круг (калиброванный) ГОСТ 7417–75**.

6. В списке **Типоразмеры** (правая часть экрана) укажите обозначение типоразмера **55**, соответствующее диаметру оси 55 мм. В окне **Сортамент** появится обозначение экземпляра сортамента, созданного для данного типоразмера. Перечень параметров экземпляра сортамента будет отображен ниже списка Типоразмеры.

7. Для того, чтобы передать обозначение экземпляра сортамента в свойства модели, нажмите кнопку **«Выбрать»** на Панели инструментов окна **«Сортамент»** (рис. 4.4).

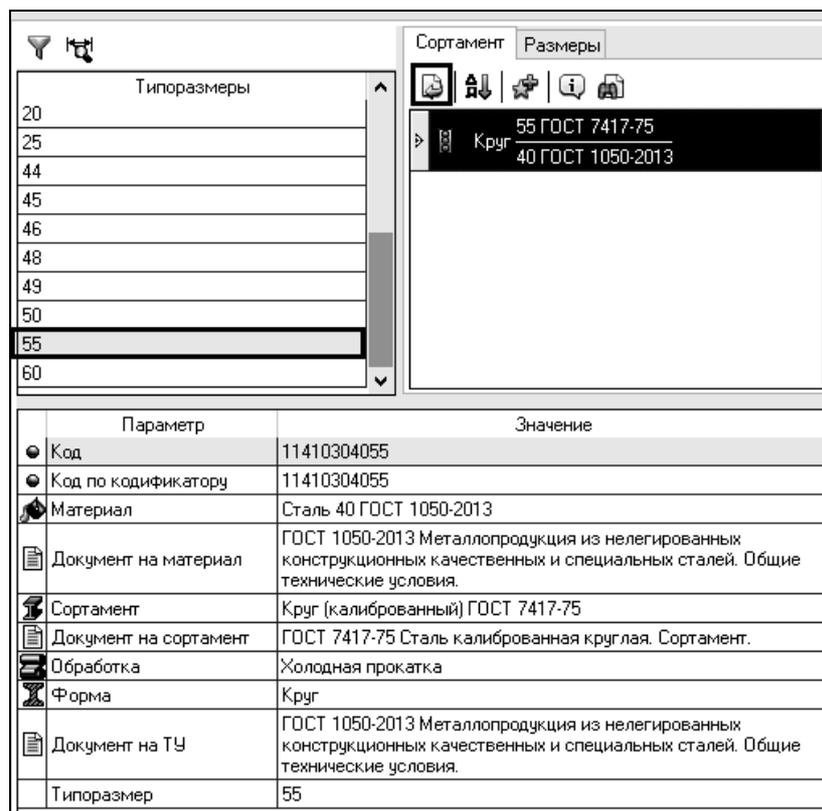


Рис. 4.4. Окно «Сортамент»

8. Нажмите кнопку на панели **Параметры** для сохранения внесенных изменений.

Контрольные вопросы

1. Как вызвать справочник «Материалы и сортаменты»?
2. Для чего предназначена Панель выбора, какие вкладки содержит?
3. Какие объекты справочника доступны на вкладках Панели выбора?
4. Опишите процесс редактирования базы данных справочника.
5. Какие дополнительные возможности по работе с материалами предоставляет справочник?

Лабораторная работа № 5

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ СБОРОК В САПР

Цель работы: получение навыков создания и редактирования сборки из заранее созданных моделей деталей методом «снизу вверх» (восходящим).

Содержание работы:

- 1) создать электронную модель сборочной единицы **Блок направляющий**, выполнив необходимые сопряжения между компонентами изделия;
- 2) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемой сборки.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D, версия 18.1 или выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Сборка в КОМПАС-3D – трехмерная модель, объединяющая модели деталей, сборочных единиц и стандартных изделий, в сборку также включается информация о взаимном положении компонентов.

Выделяют следующие способы проектирования сборок:

- **Снизу вверх (восходящий)** – в сборку вставляются уже готовые модели компонентов, разработанные независимо друг от друга.
- **Сверху вниз (нисходящий)** – компоненты создаются в контексте сборки, при этом построение следующих может базироваться на предыдущих.
- **Смешанный (комбинированный) способ проектирования** – сочетание приемов проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

Проектирование сборочной единицы методом снизу вверх проводится в следующем порядке:

1. Создается и сохраняется документ типа **Сборка**. Модели присваиваются обозначение и наименование.
2. В документ вставляется первый базовый компонент, относительно которого удобно задавать положение остальных компонентов.

3. В сборку добавляется следующий компонент: его положение указывается произвольно в любом месте окна документа. При необходимости задаются свойства нового компонента (цвет, оптические свойства и т. д.).

4. Определяются порядок и тип необходимых сопряжений между компонентами.

5. Формируются необходимые сопряжения и задается точное место и ориентация компонента в сборке.

6. Вставляются стандартные изделия, задается их положение и ориентация.

7. При необходимости проводится редактирование сборки.

8. В полуавтоматическом режиме составляется спецификация.

9. Создается ассоциативный сборочный чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД.

10. Завершается оформление сборочного чертежа: наносятся оси, проставляются размеры, заполняется основная надпись и т. д.

Изделие **Блок направляющий** состоит из 6 деталей и 12 стандартных изделий (рис. 5.1).

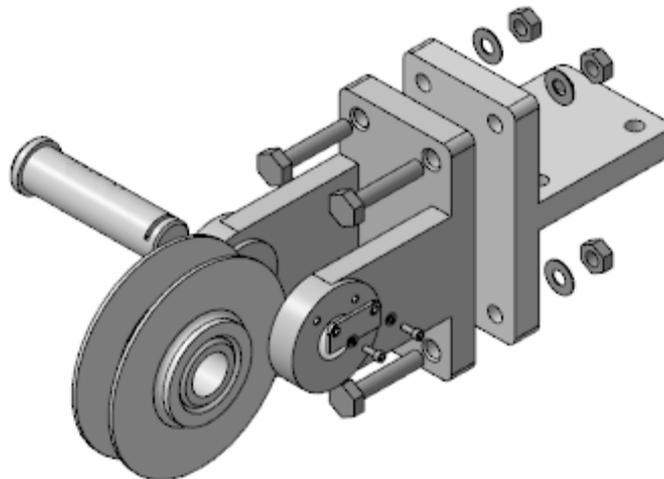


Рис. 5.1. Трехмерная модель изделия **Блок направляющий**

Задание 1. Создать сборочную единицу «Блок направляющий» методом «Снизу вверх» с последовательным размещением компонентов

1. Создание файла сборки

- Создать документ-сборку: **Файл → Создать → Сборка.**
- Задайте свойства сборки:
 - обозначение **04.88.001.00.000 СБ.** Код документа (**СБ**) выберите из справочника и укажите – **Сборочный чертеж**;
 - наименование – **Блок направляющий**;

– материал: удалите **Сталь 10**, нажав на крестик справа. Это необходимо, т. к. входящие в него детали изготавливаются из разных материалов.

- Сохраните сборку  в своей рабочей папке.
- Установите для сборки ориентацию **Изометрия**.

2. Добавление компонентов из файлов

• Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, на панели **Компоненты** нажмите кнопку «**Добавить компонент из файла...**» .

• В диалоге открытия файлов укажите деталь **Вилка** и нажмите кнопку «**Открыть**». На экране появится фантом указанного компонента, который можно перемещать в окне сборки.

• Зафиксируйте эту деталь в сборке, совместив начало координат сборки и начало координат ролика. Такого же результата можно достигнуть, если указать на панели координат значения **0** по всем трем осям (рис. 5.2).

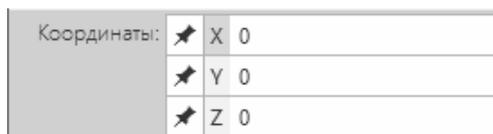


Рис. 5.2. Указание положения начала координат сборки

• Добавьте в сборку деталь «**Ось**». Разместите ее в любом месте рабочего поля, недалеко от детали «**Вилка**». Откажитесь от повторной вставки этой же детали. Используя команды «**Переместить компонент/Повернуть компонент**» (панель **Размещение компонентов**), расположите деталь «**Ось**», как показано на рис. 5.3).

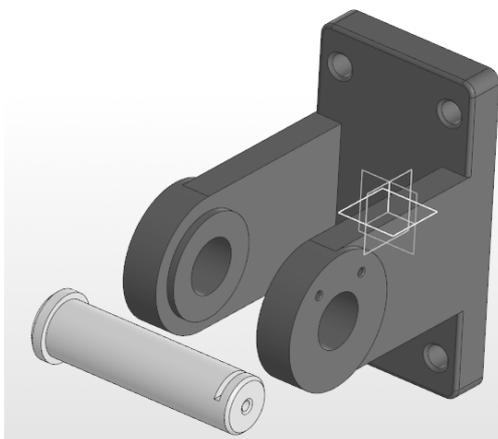


Рис. 5.3. Взаимное расположение элементов сборки

3. Наложение сопряжений

• Наложите на компоненты сборки сопряжение «Соосность»: выберите команду «Соосность» на панели **Размещение компонентов** – затем укажите ЛКМ цилиндрические поверхности деталей, как показано на рис. 5.4. Нажмите кнопку для завершения операции.

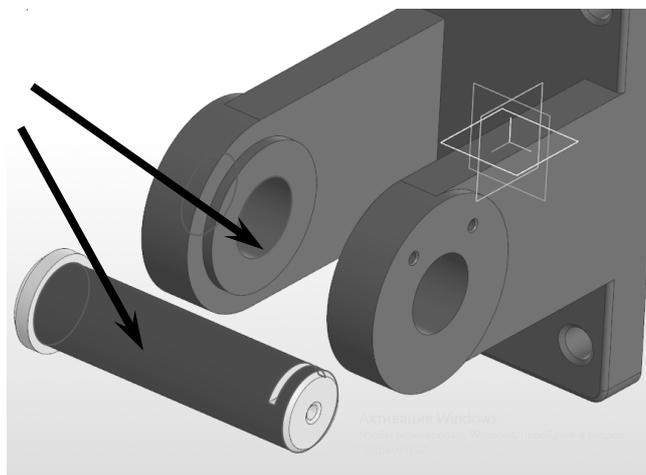


Рис. 5.4. Применение сопряжения «Соосность»

• Наложите на компоненты сборки сопряжение «Совпадение»: выберите команду «Совпадение» на панели **Размещение компонентов** – затем укажите ЛКМ на плоскую кольцевую грань детали «Ось» и грань на проушине детали «Вилка», куда должна упереться ось, как показано на рис. 5.5. Нажмите кнопку для завершения операции.

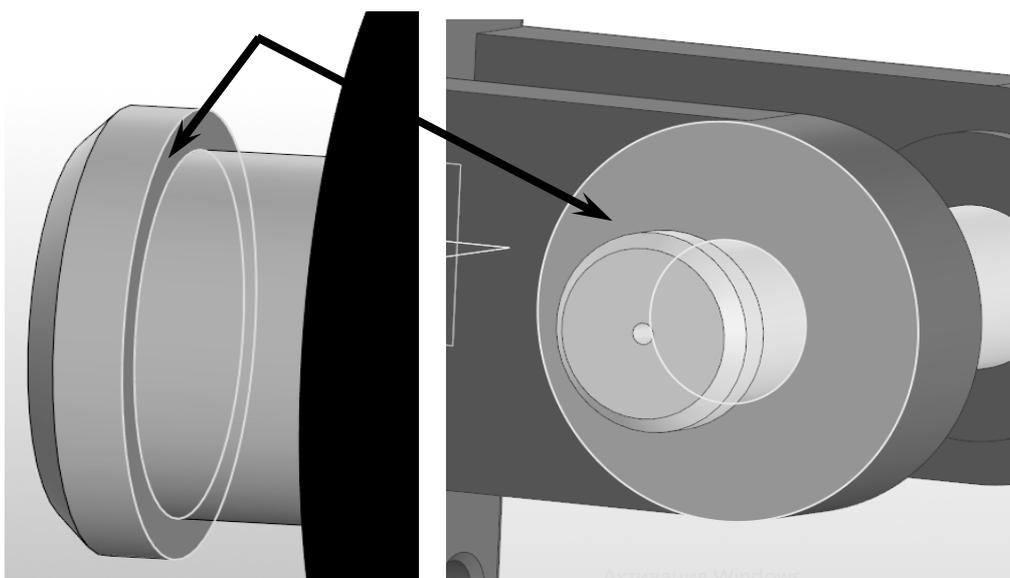


Рис. 5.5. Применение сопряжения «Совпадение»

- Для полной фиксации этих деталей между собой необходимо задать третье сопряжение. Наложите на компоненты сборки сопряжение «**Параллельность**», указав следующие грани деталей: горизонтальная плоская грань на дне паза детали «Ось», горизонтальная плоская грань на проушине детали «Вилка», как показано на рис. 5.6.

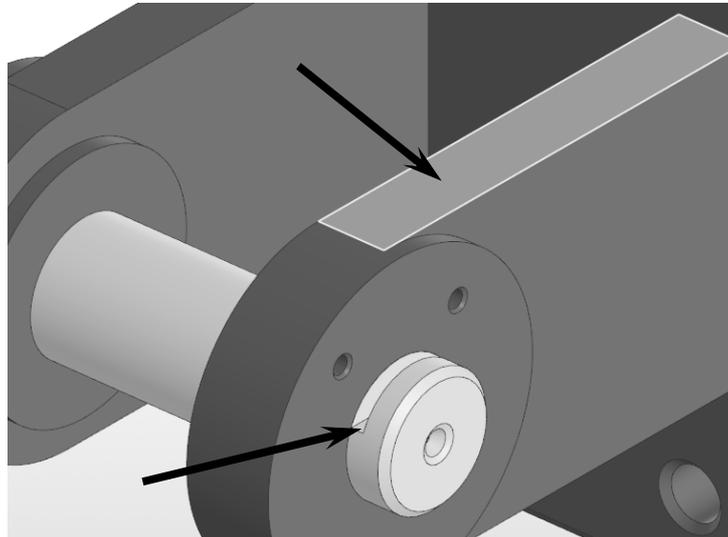


Рис. 5.6. Применение сопряжения «**Параллельность**»

- Добавьте в сборку детали «Ролик» и «Втулка». Разместите их в произвольном месте рабочего поля, недалеко от детали «Вилка» (рис. 5.7).

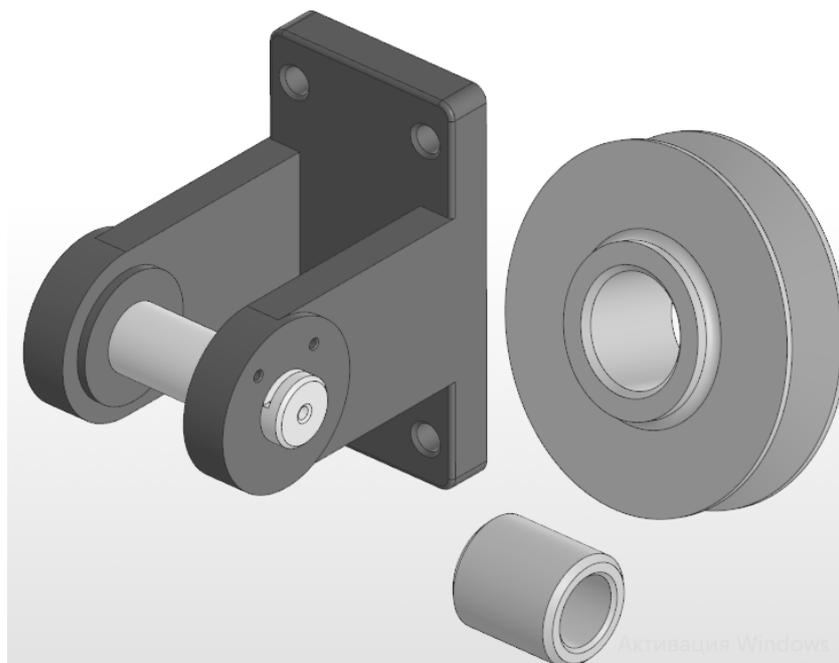


Рис. 5.7. Добавление последующих деталей в сборку

- Наложите на компоненты сборки «Ролик» и «Втулка» сопряжения «Соосность», указав мышкой цилиндрические грани деталей, как показано на рис. 5.8. Нажмите кнопку для завершения операции.

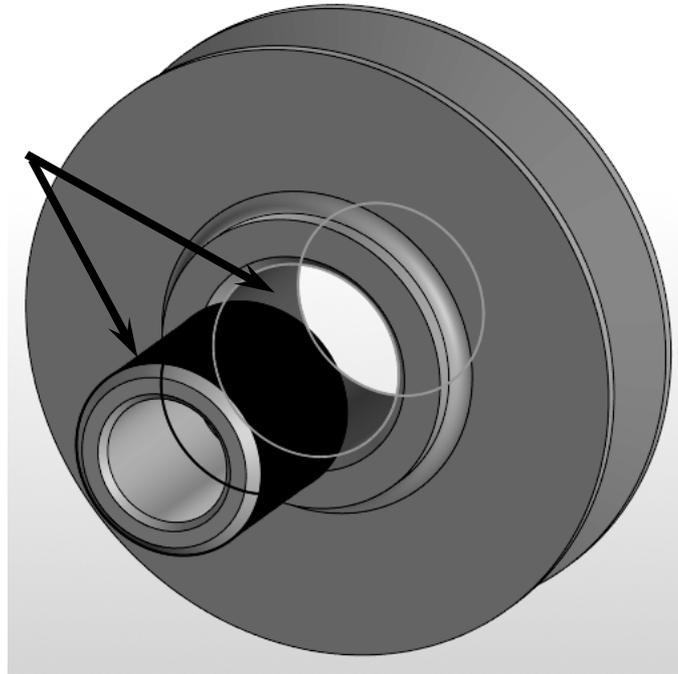


Рис. 5.8. Применение сопряжения «Соосность» между компонентами сборки

- Наложите на детали сборки «Ролик» и «Втулка» сопряжение «Совпадение объектов»: выберите команду «Совпадение» на панели **Параметры** – укажите мышью плоские грани деталей, как показано на рис. 5.9. Завершите операцию.

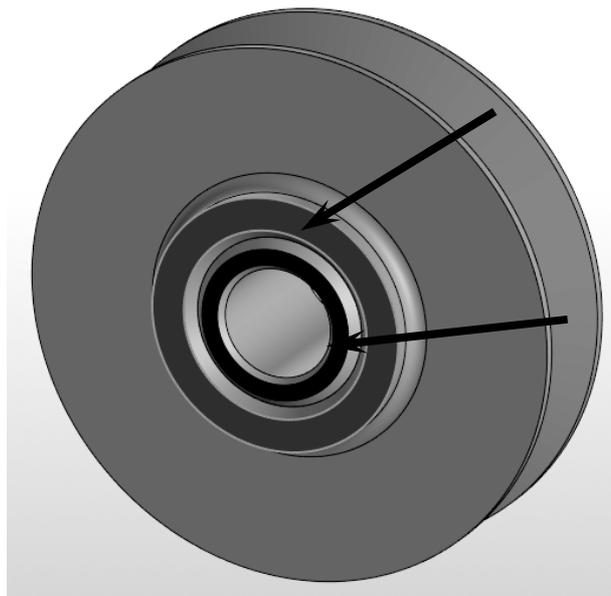


Рис. 5.9. Применение сопряжения «Совпадение объектов» между компонентами сборки

- Для обеспечения неподвижного соединения этих двух деталей между собой необходимо применить третье сопряжение. Чтобы устранить вращение деталей «Втулка» внутри «Ролика», применим сопряжение «**Параллельность**», например, между **плоскостями XY** этих деталей, указав на них в дереве построения.

- Для установки деталей «Ролик» с «Втулкой» на «Ось» наложите сопряжение «**Соосность**», указав **ЛКМ** цилиндрические грани деталей (рис. 5.10).

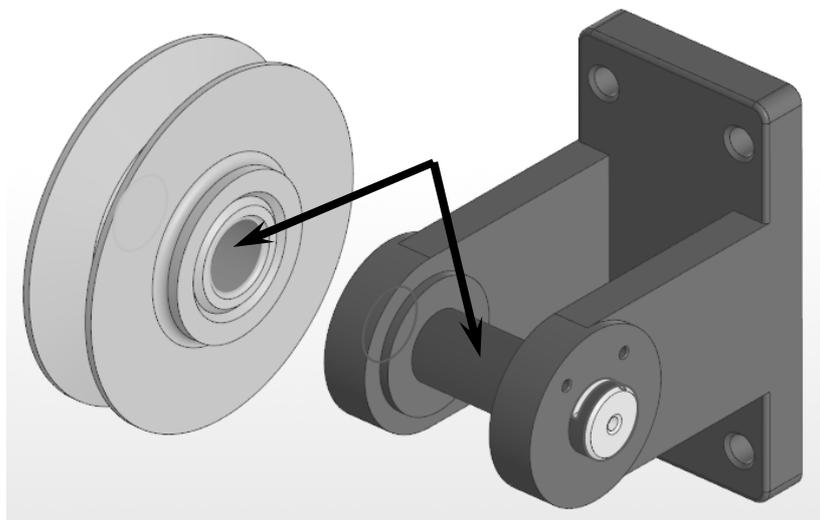


Рис. 5.10. Применение сопряжения **Соосность** между компонентами сборки

- Для обеспечения симметричного расположения «Ролика» на «Оси» применим сопряжение **Симметрия**, указав на них в дереве построения в качестве плоскости симметрии **Плоскость ZY** детали «Вилка», а в качестве граничных объектов – левую и правую стороны «Ролика». Завершите операцию.

Последовательно вставьте в сборку остальные компоненты с заданием каждому компоненту необходимых сопряжений (табл.).

Таблица

Сопряжения компонентов в сборке

Компонент	Вид сопряжения	Объекты
Деталь «Планка»	Соосность	«Вилка», «Планка» – пара цилиндрических граней отверстий
	Совпадение объектов	Соприкасающиеся грани деталей «Вилка» и «Планка»
Деталь «Кронштейн»	Соосность	Вилка, Кронштейн – цилиндрические грани отверстий для крепежных элементов, например, расположенные по диагонали
	Совпадение объектов	Соприкасающиеся грани деталей «Вилка» и «Кронштейн»

Контрольные вопросы

1. Какой объект в КОМПАС 3D-называется сборкой?
2. Какие способы проектирования сборок существуют?
3. Как создать файл сборки?
4. Как разместить компоненты в сборке?
5. Какие особенности размещения первого компонента в файле сборки?
6. Какие виды сопряжений компонентов сборки позволяет выполнить САПР КОМПАС?
7. Можно ли редактировать созданные сопряжения?
8. Можно ли заменить стандартное изделие в сборке с сохранением зависимостей?
9. Какая команда позволяет выполнить анализ пересечений в сборке?

Лабораторная работа № 6

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕК СТАНДАРТНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СОЗДАНИИ СБОРОК

Цель работы: получение навыков применения справочника «Стандартные изделия» при создании сборок.

Содержание работы:

- 1) выполнить закрепление деталей «Планка» и «Вилка»;
- 2) соединить детали «Вилка» и «Кронштейн» набором крепежных деталей;
- 3) представить отчет о выполненной работе на примере ранее выполненной 3D-модели сборки «Блок направляющий» в электронном виде.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше, пакет прикладных программ Microsoft Office.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Библиотека – это программный модуль, приложение, созданное для расширения стандартных возможностей системы КОМПАС-3D. Библиотека представляет собой ориентированную на конкретную задачу подсистему автоматизированного проектирования, которая после выполнения проектных расчетов формирует готовые конструкторские документы или их комплекты.

Библиотека «Стандартные изделия» предназначена для получения информации о стандартных конструктивных элементах и вставки их в документы КОМПАС-3D.

Основные функциональные возможности библиотеки:

- поиск элементов по названию, обозначению, атрибутам;
- представление в удобном для пользователя виде элементов с помощью трехмерных моделей;
- создание крепежных соединений с автоматическим подбором типоразмеров элементов;

- экспорт графических представлений в файлы различных графических форматов.

Типовые элементы сгруппированы по тематическим вкладкам: стандартные изделия, конструктивные элементы, крепежные соединения, избранные. Для доступа к командам Библиотеки из КОМПАС-3D-используется инструментальная панель, панель быстрого доступа «Стандартные изделия» либо через команды главного меню.

Задание 1. Деталь «Планка» прикрепить к детали «Вилка» с помощью крепежных элементов (винтов и шайб)

1. Откройте файл сборки «Блок направляющий».
2. Установите ориентацию **Изометрия**, увеличьте место установки детали «Планка».
3. Откройте библиотеку «Стандартные изделия», выполнив последовательность команд: **Приложения – Стандартные изделия – Вставить элемент**.
4. На вкладке «Стандартные изделия» раскройте последовательно списки **Крепежные изделия – Шайбы** (рис. 6.1).

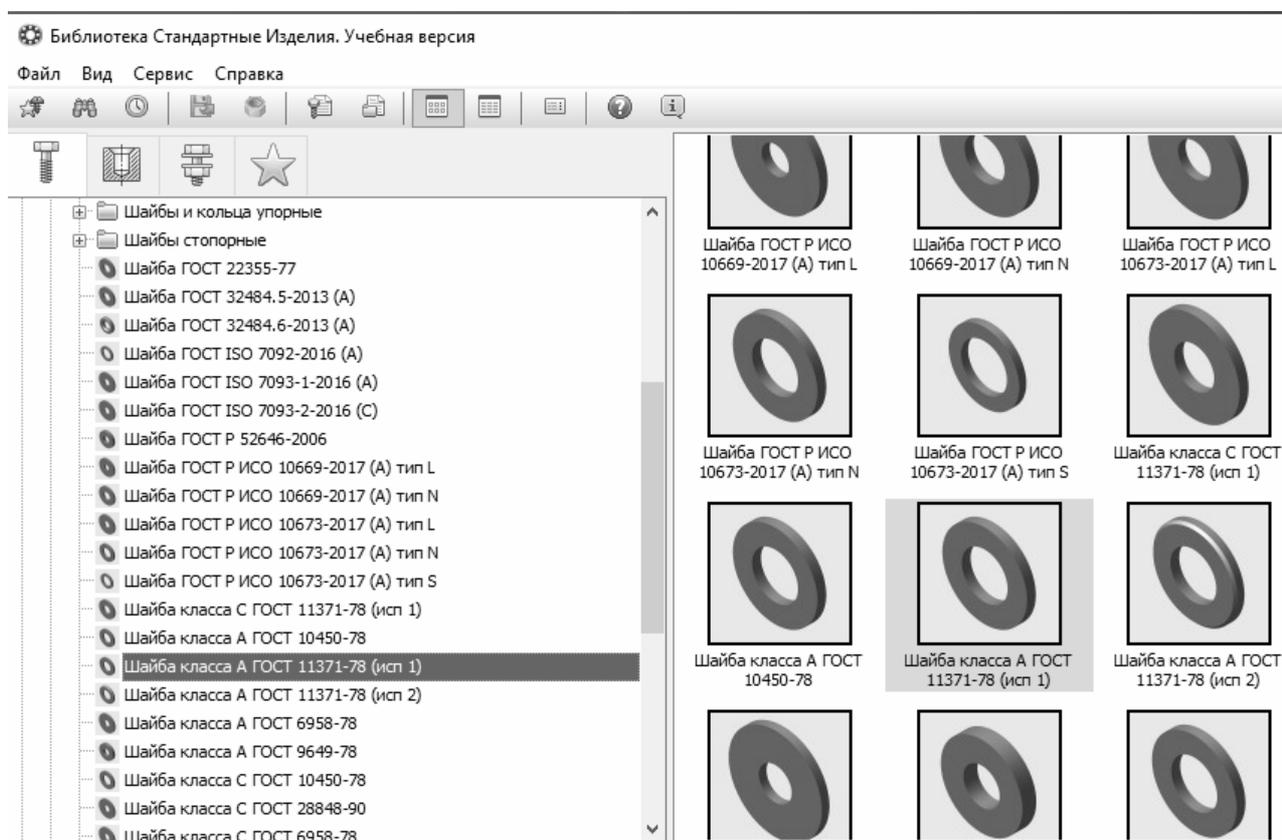


Рис. 6.1. Окно библиотеки «Стандартные изделия»

5. Поместите в сборку элемент **Шайба А.6.37 ГОСТ 11371–78 (исп. 1)**

6. Выполните сопряжение «Шайбы» с деталью «Планка» по «Соосности» отверстий и «Совпадению объектов».

7. Поместите в сборку крепежный элемент **Винт В.М6-6gx18 ГОСТ 17473–80**.

8. Выполните сопряжение деталей «Винт» и «Планка» по «Соосности» отверстий и «Совпадению объектов». Результат представлен на рис. 6.2.

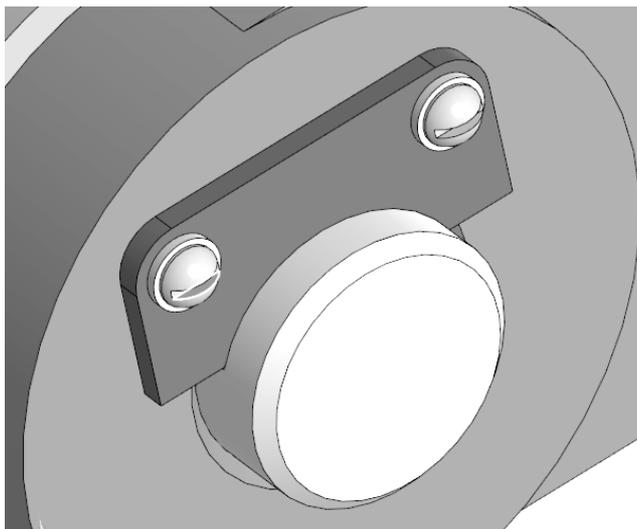


Рис. 6.2. Установка крепежных изделий «Винт» и «Шайба» в резьбовые отверстия детали «Планка»

9. Самостоятельно разместите такие же шайбу и винт во втором отверстии «Планки».

Для того чтобы паз в головке винта был расположен горизонтально, можно применить сопряжение «Параллельность» одной из его плоских граней и, например, верхней грани «Планки».

Задание 2. Детали «Вилка» и «Кронштейн» соединить набором крепежных деталей: болтом, шайбой и гайкой

1. В сборку последовательно из библиотеки «Стандартные изделия» необходимо добавить следующие крепежные элементы:

- **Шайба А.16.37 ГОСТ 11371–78 (исп. 1).**
- **Болт М16×1,5gx85 ГОСТ 7798–70 (исп. 1).**
- **Шайба 16Л ГОСТ 6402–70.**
- **Гайка М16×1,5-6Н ГОСТ 5915–70.**

Место сборки набора – верхний ближний угол «Вилки» и «Кронштейна».

2. Откройте библиотеку «Стандартные изделия» и выполните последовательность команд: **Приложения** → **Стандартные изделия** → **Вставить элемент** → **Шайба А.16.37 ГОСТ 11371–78 (исп. 1)**. Выполните сопряжение между основанием «Вилки» и «Шайбой» по «Соосности» и «Совпадению объектов».

3. Аналогично добавьте в сборку **Болт М16×1,5gx85 ГОСТ 7798–70 (исп. 1)** и выполните его сопряжение с **Шайбой**, ранее установленной на «Вилке», по «Соосности» отверстий и «Совпадению объектов».

4. Добавьте в сборку элемент **Шайба 16Л ГОСТ 6402–70** и выполните сопряжение с основанием «Кронштейна» по «Соосности» и «Совпадению объектов».

5. Добавьте в сборку элемент **Гайка М16×1,5-6Н ГОСТ 5915–70** и выполните сопряжение **Шайбой**, ранее установленной на «Кронштейне», по «Соосности» отверстий и «Совпадению объектов».

Результат действий представлен на рис. 6.3.



Рис. 6.3. Установка стандартных изделий при соединении деталей «Вилка» и «Кронштейн»

6. Для набора элементов **Шайба–Болт–Шайба–Гайка** создайте массив по образцу.

- Нажмите кнопку «**Массив по сетке**» на панели «**Массив, копирование**».

- В Дереве модели укажите элементы **Шайба**, **Болт**, **Шайба** и **Гайка**. В области построения появится фантом соединения.

- Задайте параметры массива для первой оси: количество элементов (копий) – **2**; шаг – **200**.

- Задайте параметры массива для второй оси: количество элементов (копий) – **2**; шаг – **100**.

- Нажмите кнопку для построения массива крепежных элементов.
7. Сохраните сборку. Результат построения представлен на рис. 6.4.

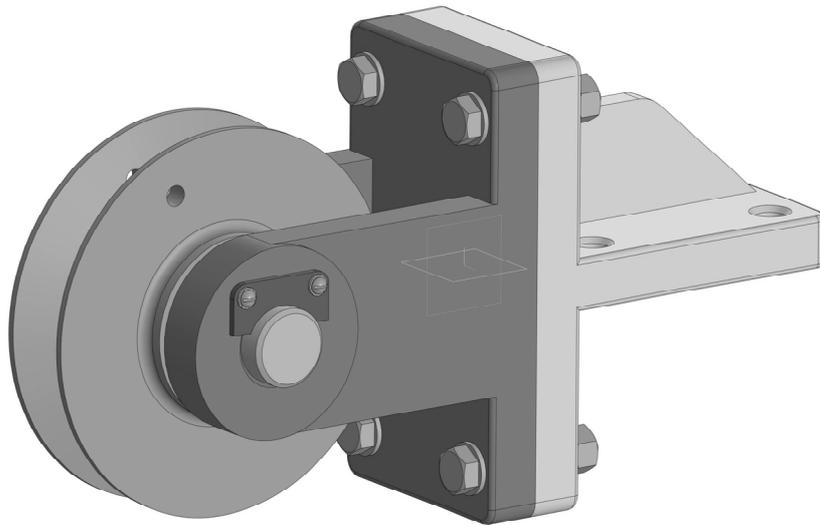


Рис. 6.4. Общий вид 3D-модели «Блок направляющий» с применением стандартных конструктивных элементов

Контрольные вопросы

1. Назначение библиотеки Стандартные изделия.
2. Какие тематические вкладки доступны в библиотеке?
3. Опишите порядок поиска требуемого элемента в библиотеке.
4. Можно ли редактировать созданные сопряжения со стандартными изделиями?
5. Можно ли заменить стандартное изделие в сборке с сохранением наложенных сопряжений?

Лабораторная работа № 7
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ
АССОЦИАТИВНЫХ ВИДОВ И СПЕЦИФИКАЦИЙ ДЛЯ СБОРОК

Цель работы:

- изучение приемов построения ассоциативных чертежей сборочных единиц;
- изучение приемов создания спецификации в полуавтоматическом режиме.

Содержание работы:

- 1) создать сборочный чертеж сборочной единицы «Ролик»;
- 2) создать сборочный чертеж изделия «Блок направляющий»;
- 3) сформировать файл спецификации на изделие «Блок направляющий»;
- 4) заполнить основную надпись в чертежах и спецификации;
- 5) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде чертежей и спецификаций, оформленных в соответствии с требованиями ЕСКД и распечатанных на листах формата А4 и А3.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

После создания трехмерной модели сборочной единицы необходимо создать комплект конструкторской документации: сборочный чертеж, спецификацию и чертежи деталей, входящих в сборку.

Сборочный чертеж – это конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее изготовления (сборки) и контроля.

Сборочный чертеж должен содержать следующую информацию:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей (деталей), соединяемых по данному чертежу и обеспечивающему возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;

- указания о способе соединения деталей неразъемных соединений (сварка, пайка и др.);
- габаритные, установочные, присоединительные, справочные размеры, а также все параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие.

Также сборочный чертеж должен содержать достаточное количество изображений, дающих представление о последовательности сборки, характере связи между деталями и о способах их соединения.

Все составные части сборочной единицы должны быть пронумерованы в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации.

Спецификация – текстовый документ, определяющий состав сборочной единицы. Она выполняется в виде таблицы на отдельных листах формата А4 в соответствии с требованиями ЕСКД.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, расположенных в следующем порядке:

- 1) документация;
- 2) комплексы;
- 3) сборочные единицы;
- 4) детали;
- 5) стандартные изделия;
- 6) прочие изделия;
- 7) материалы;
- 8) комплекты.

Задание 1. Создать сборочный чертеж, используя 3D-модель сборочной единицы «Блок направляющий»

1. Создать новый документ: **Файл – Создать – Чертеж**.
2. Создадим нужную нам ориентацию главного вида сборки, например, вид сбоку.

Укажем на боковую поверхность детали «Вилка» («Кронштейн») и, нажав **ПКМ**, выберем из контекстного меню команду «**Нормально к...**».

На панели «Вид» нажмите кнопку «Ориентация»  и в меню «Настройка» выберите главный вид по текущей ориентации . Последовательность действий представлена на рис. 7.1.

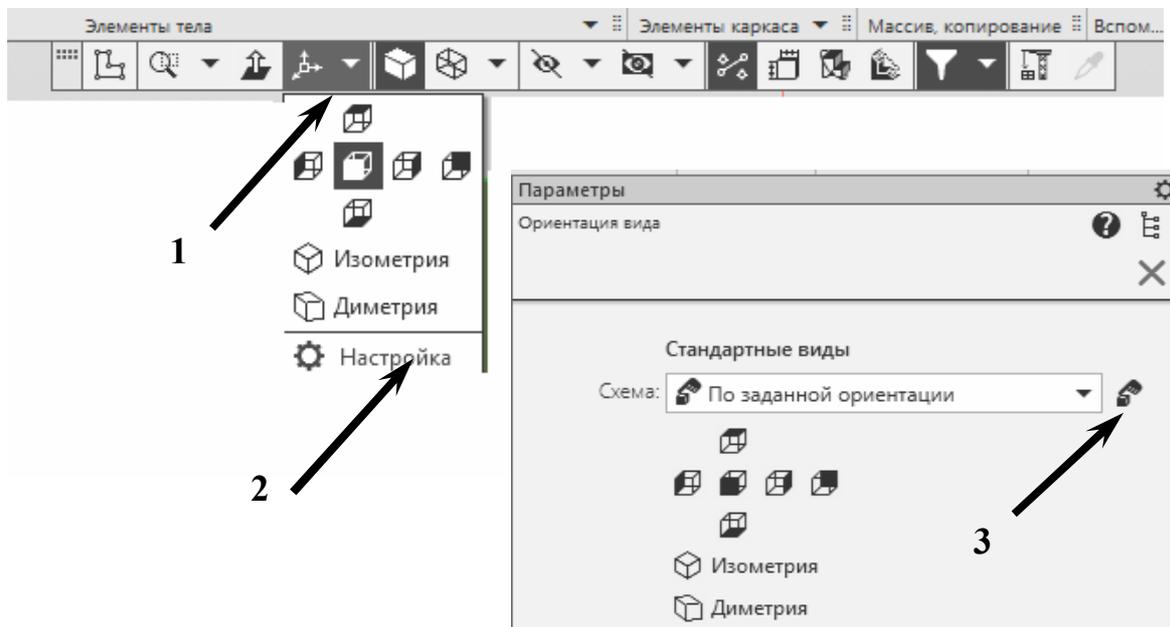


Рис. 7.1. Выбор первоначальной ориентации вида

3. Нажмите кнопку «Стандартные виды с модели...»  на панели **Виды**, в диалоговом окне выберите файл со сборочной единицей «Блок направляющий».

Заполните панель «Параметры», как показано на рис. 7.2.

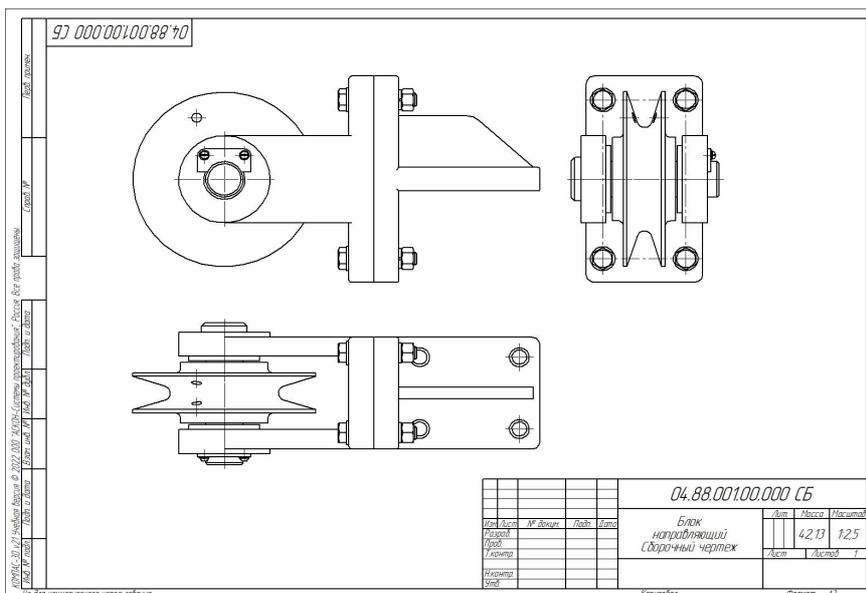


Рис. 7.2. Вставка трех стандартных видов с 3D-модели

- установите масштаб **1:2,5**;
 - для сохранения изменений нажмите кнопку .
4. Постройте **местные разрезы** на всех 3 видах.
 5. Выставьте позиционные **линии выносок** (команда «**Обозначение позиций**» , панель **Обозначения**).
 6. Оформите сборочный чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД. Проставьте габаритные размеры, укажите технические требования и знак неуказанной шероховатости.

Оформите основную надпись, указав нужную информацию, наименование, шифр и код документа – **СБ** (рис. 7.3).

					<i>04.88.001.000.000 СБ</i>		
					<i>Блок направляющий Сборочный чертеж</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>
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>					<i>42,13</i>	<i>1:2,5</i>
<i>Проб.</i>	<i>Петров</i>						
<i>Т.контр.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
<i>Н.контр.</i>					<i>БГАТУ, гр.</i>		
<i>Утв.</i>							

Рис. 7.3. Основная надпись с наименованием и кодом документа

Пример оформления сборочного чертежа «**Блок направляющий**» приведен в Приложении Ж.

Задание 2. Создать файл спецификации для сборочного чертежа «**Блок направляющий**»

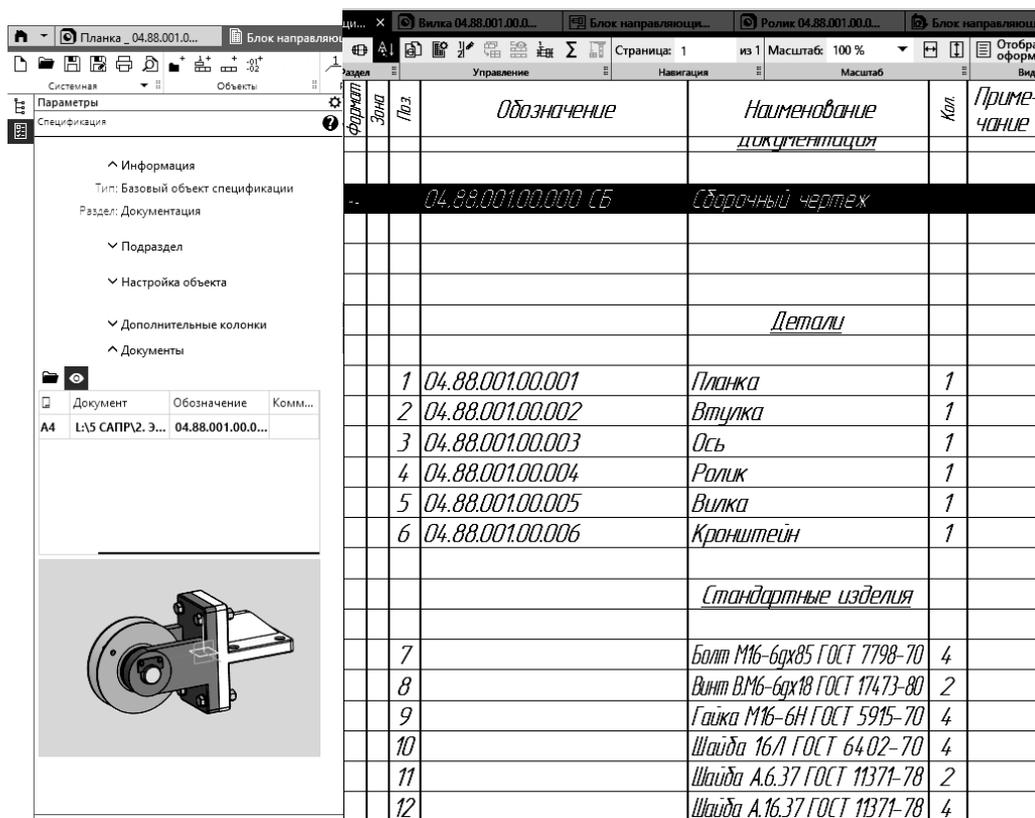
Для того чтобы спецификация была создана корректно, необходимо:

1. Проверить, чтобы все детали, входящие в сборку «**Блок направляющий**», имели обозначение, наименование и также был указан материал, из которого изготовлена деталь.

2. Для каждой детали создать объект спецификации, для этого выполните последовательность команд: **Управление – Спецификация – Внешний объект спецификации – Детали** – поочередно добавить чертежи деталей, входящих в сборку.

Альтернатива: выполнить редактирование элементов спецификации: **Управление → Спецификация → Редактировать объекты спецификации.**

1. Откройте файл сборки «Блок направляющий».
2. Выполните команду **Управление** → **Создать спецификацию по документу**.
3. Подключите сборку и сборочный чертеж: **Управление** → **Управление сборкой** – в окне **Параметры** нажать кнопку «Добавить документ»  – добавить в спецификацию сборочный чертеж (рис. 7.4).
4. Добавьте в спецификацию раздел **Документация**. Выполните последовательность команд **Вставка** → **Добавить раздел** → раздел **Документация** → **Создать**.
5. Удалите резервные строки. Для этого **ЛКМ** укажите заголовок **Детали** и в списке **Настройка объекта** укажите нужное значение в строке **Резервные строки** – например, «0».
6. **Оформление основной надписи**. Выполните команды **Вид** → **Отображать оформление**. Отредактируйте основную надпись спецификации, указав нужную информацию.
7. Сохраните файл спецификации в папке «Блок направляющий».



Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование документация	Кол	Примечание
			04.88.001.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	04.88.001.00.001	Планка	1	
		2	04.88.001.00.002	Втулка	1	
		3	04.88.001.00.003	Ось	1	
		4	04.88.001.00.004	Ролик	1	
		5	04.88.001.00.005	Вилка	1	
		6	04.88.001.00.006	Кронштейн	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт М16-6х85 ГОСТ 7798-70	4	
		8		Винт ВМ6-6х18 ГОСТ 17473-80	2	
		9		Гайка М16-6Н ГОСТ 5915-70	4	
		10		Шайба 16Л ГОСТ 6402-70	4	
		11		Шайба А.6.37 ГОСТ 11371-78	2	
		12		Шайба А.16.37 ГОСТ 11371-78	4	

Рис. 7.4. Редактирование спецификации

Пример оформления спецификации показан в Приложении И.

Контрольные вопросы

1. Какой конструкторский документ называется сборочным чертежом?
2. Как назначить код сборочному чертежу?
3. Каков порядок выполнения сборочного чертежа?
4. Какую информацию должен содержать сборочный чертеж?
5. Какой конструкторский документ называется спецификацией?
6. Из каких разделов состоит спецификация?
7. Каким образом можно добавить раздел в спецификацию?

Лабораторная работа № 8

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 2D И 3D ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В САПР

Цель работы: изучить методы построения параметрических моделей в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D.

Содержание работы:

- 1) создать трехмерную модель детали;
- 2) провести параметризацию модели;
- 3) построить таблицу переменных;
- 4) представить отчет о выполненной работе преподавателю в электронном виде.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 и выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Параметрическое моделирование (параметризация) – проектирование с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами. Параметризация позволяет за короткое время с помощью изменения параметров или геометрических соотношений создать различные конструктивные схемы и избежать принципиальных ошибок.

Параметрическое моделирование существенно отличается от обычного *двумерного черчения* или *трёхмерного моделирования*. Конструктор в случае параметрического проектирования создает математическую модель объектов с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали, взаимные перемещения деталей в сборке и т. п.

Различают двумерное и трехмерное параметрическое моделирование, второе является гораздо более эффективным инструментом. Отличие параметрического изображения от обычного состоит в том, что в нем хранится информация не только о расположении и характеристиках геометрических объектов, но и о взаимосвязях между объектами и наложенных на них ограничениях. Под взаимосвязью объектов подразумевается зависимость между параметрами нескольких объектов.

При редактировании одного из взаимосвязанных параметров изменяются другие. Редактирование параметров одного объекта, не связанных с параметрами других объектов, не влияет ни на какие параметры. При удалении одного или нескольких объектов взаимосвязь исчезает.

Задание 1. Создать параметрическую трехмерную модель детали

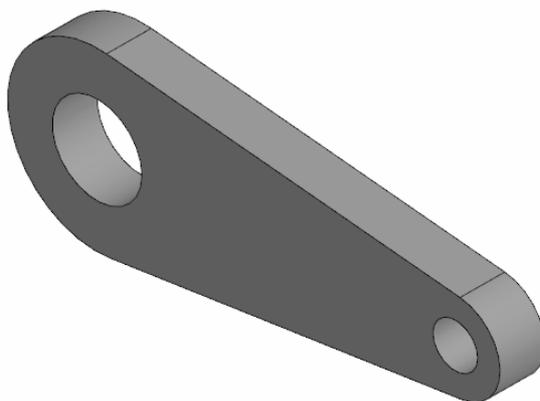


Рис. 8.1. Трехмерная модель детали

1. **Построение 3D-модели.** Создайте эскиз детали в соответствии с чертежом, представленным на рис. 8.2. Выполните операцию выдавливания на расстояние **10 мм**.

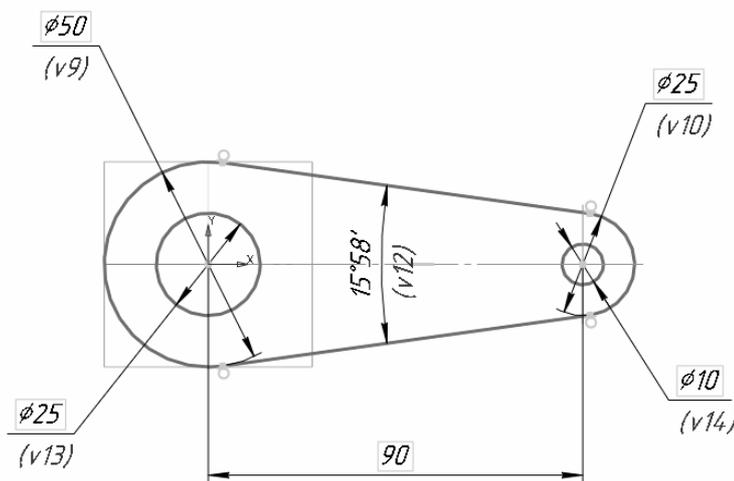


Рис. 8.2. Чертеж детали

2. Параметризация модели.

• Выберите команду **Переменные** . Откроется окно **Переменные** (рис. 8.3).

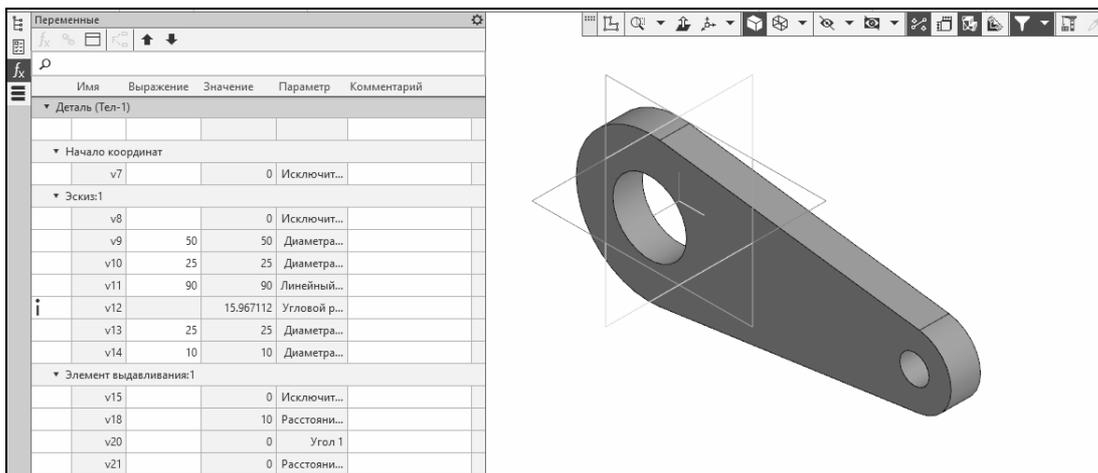


Рис. 8.3. Окно **Переменные** с трехмерной моделью детали

- Заполните диалоговое окно **Переменные** (рис. 8.4).

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Деталь (Тел-1)				
D		50		Основной диаметр
d	D/2	25		Зависимый диаметр
L	(D+d)*1.4	105		Длина
d1	D/2	25		Отверстие 1
d2	d1/2	12.5		Отверстие 2
h	D/4	12.5		Высота
▼ Начало координат				
v7		0	Исключит...	
▼ Эскиз:1				
v8		0	Исключит...	
v9	D	50	Диаметра...	
v10	d	25	Диаметра...	
v11	L	105	Линейный...	
v12		13.674282	Угловой р...	
v13	d1	25	Диаметра...	
v14	d2	12.5	Диаметра...	
▼ Элемент выдавливания:1				
v15		0	Исключит...	
v18	h	12.5	Расстояни...	
v20		0	Угол 1	
v21		0	Расстояни...	

Рис. 8.4. Параметризация модели

Создайте основные переменные, заполните для каждой переменной поля **Выражение** и **Комментарий**. Установите параметр **Внешняя** для всех переменных главного раздела с помощью контекстного меню.

- Измените значение параметра **D** на **100**. Изменятся значения всех связанных переменных. Для перестроения модели нажмите кнопку «**Перестроить**»

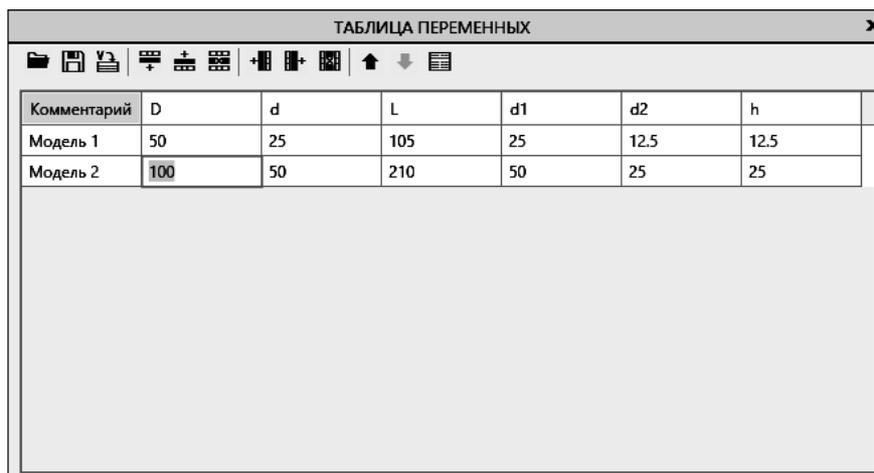


или **F5**.

3. Таблица переменных.

- В строке меню диалогового окна **Переменные** щелкните кнопку «**Таблица переменных**» . В строке меню диалогового окна «**Таблица переменных**» щелкните кнопку «**Читать внешние переменные**». Будут прочитаны имена внешних переменных и создана одна строка значений переменных.

- Там же в строке меню выберите команду «**Добавить строку ниже**». Будет создана новая строка, повторяющая первую строку. Замените параметры в нижней строке в соответствии с рис. 8.5.



Комментарий	D	d	L	d1	d2	h
Модель 1	50	25	105	25	12.5	12.5
Модель 2	100	50	210	50	25	25

Рис. 8.5. Таблица переменных

- Выделите нижнюю строку и щелкните клавишу «**Присвоить значения переменным**». В окне переменных изменятся значения переменных. В панели инструментов **Вид** выберите команду «**Перестроить**» (или нажмите функциональную клавишу **F5**). Произойдет перестроение модели в соответствии с новыми значениями переменных. Аналогично можно создать остальные строки таблицы параметров.

- Сохраните таблицу в свою рабочую папку командой «**Сохранить в файл**».

Контрольные вопросы

1. Что понимается под взаимосвязью объектов?
2. Как включить режим отображения ограничений?
3. Как включить режим отображения степеней свободы?
4. Какое средство используется для связывания переменных зависимостями между собой?
5. С какой целью переменным присваивается статус – «Внешняя»?
6. Что такое таблица переменных и как она создается?

Лабораторная работа № 9

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВОГО СОРТАМЕНТА

Цель работы: приобретение практических навыков создание 3D-моделей тел, изготавливаемых из листового сортамента, построение разверток.

Содержание работы:

1) создать трехмерную модель детали «**Кожух**» из листового сортамента, построить развертку детали;

2) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемой детали в КОМПАС-3D версии 18.1.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

К листовым деталям относят конструкции, выполненные из листового металла с одинаковой толщиной S . Эти детали могут использоваться в качестве кронштейнов, резервуаров, коробов, кожухов, скоб, шайб и т. д. Особенностью листовой детали является возможность ее сгибания и разгибания.

Чертежи листовых деталей, кроме основных изображений готовой детали, содержат полную или частичную развертку этой детали, которая вычерчивается сплошными основными линиями. На изображение развертки наносят только те размеры, которые нельзя указать на изображении готовой детали. Над изображением развертки помещают соответствующий условный знак.

В начале моделирования создается **листовое тело**, к которому затем добавляют листовые элементы: сгибы, вырезы, отверстия, пластины. К полученной в результате детали можно добавлять элементы выдавливания, вращения, кинематические, по сечениям; добавлять фаски, скругления, ребра жесткости и т. д.

Перед построением листового тела создается эскиз, который определяет форму тела. Для работы с листовой моделью предназначены инструменты, расположенные на панели инструментов **Элементы листового тела** (рис. 9.1).

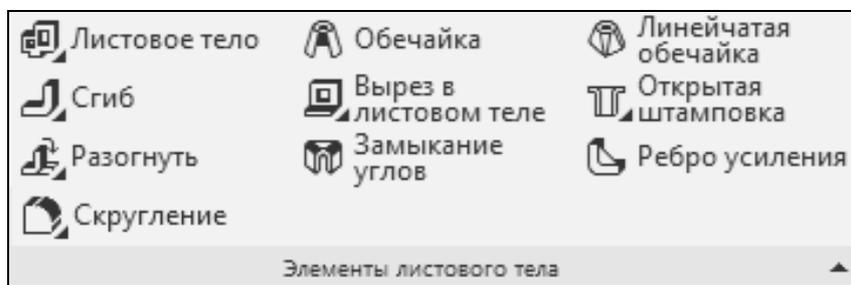


Рис. 9.1. Панель Элементы листового тела

Задание 1. Создать 3D-модель детали «Кожух» из листового сортамента. Построить развертку листовой детали

1. Создайте новый документ **Листовая деталь**. Установите ориентацию **Изометрия**. Постройте эскиз в плоскости ZX в соответствии с рис. 9.2.

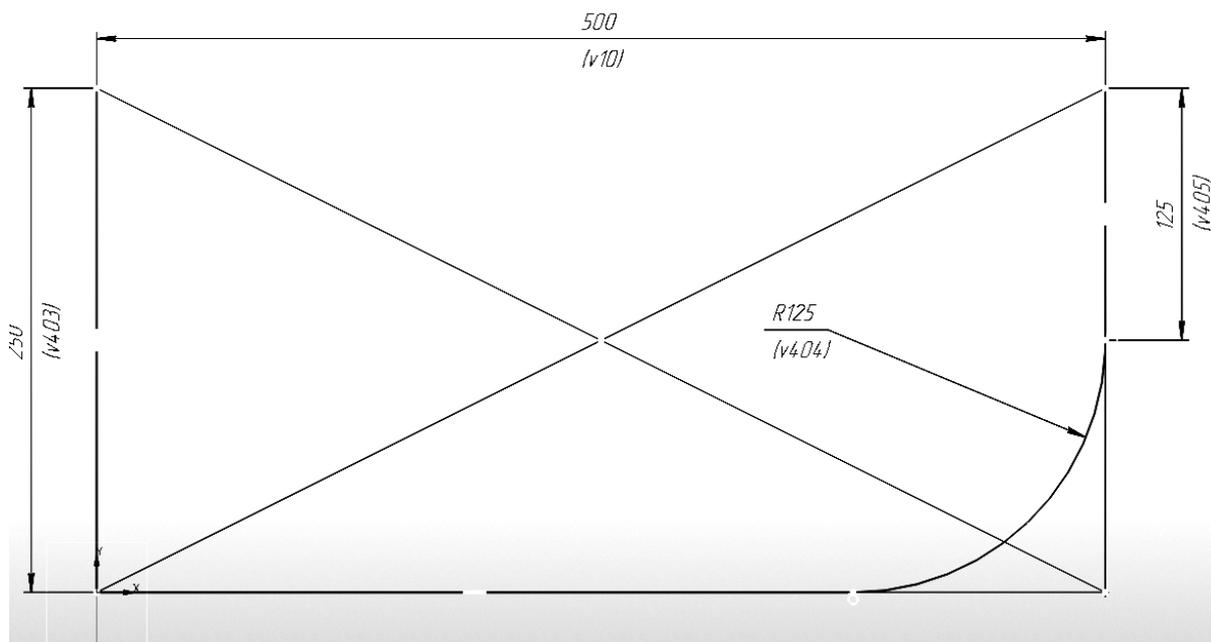


Рис. 9.2. Эскиз листового тела

2. На панели **Элементы тела** выберите **Листовое тело**, на вкладке **Параметры** укажите: толщина – **2 мм**; радиус – **4 мм**; расстояние – **200 мм** (рис. 9.3). Нажмите кнопку **«Создать объект»** .

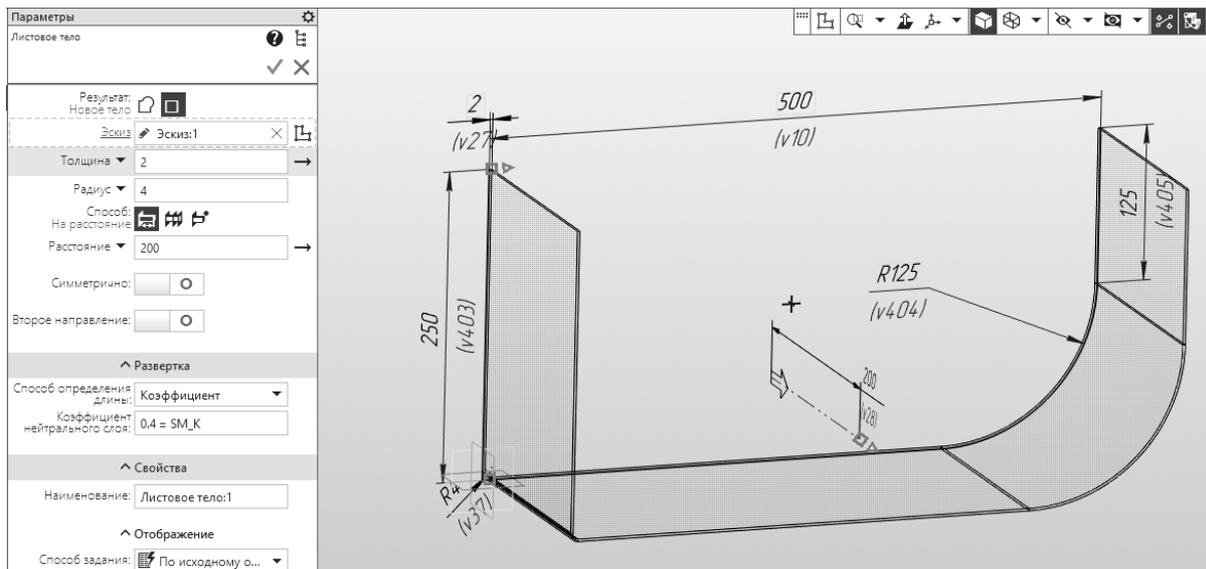


Рис. 9.3. Моделирование детали из листового сортамента

3. Указываем верхнее ребро боковой грани. Переключим тип задания ширины на «Два отступа». Установим отступ слева 4 мм, способ построения продолжения сгиба – «До объекта». Указываем в качестве объекта одну из вершин вертикального ребра. Устанавливаем радиус 4 мм (рис. 9.4). Создаем **НОВЫЙ ЭСКИЗ**.

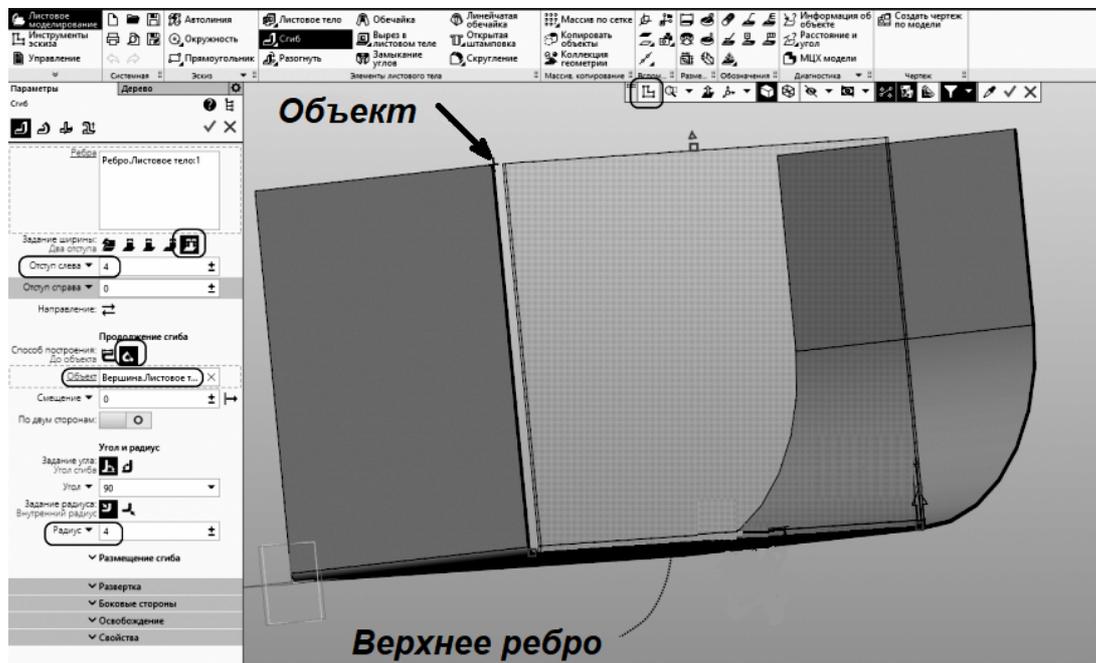


Рис. 9.4. Моделирование прямоугольной части боковой грани

4. Создание пластин. Применим команду **Пластина** (панель **Элементы листового тела**). Указываем на боковую грань сгиба в качестве плоскости для

построения эскиза пластины (рис. 9.5, а). С помощью команды «Спроецировать объект» проецируем внешние вертикальное и дугообразное ребра сгиба (рис. 9.5, б). Достаиваем нижнюю часть эскиза, как на рис. 9.5, в.

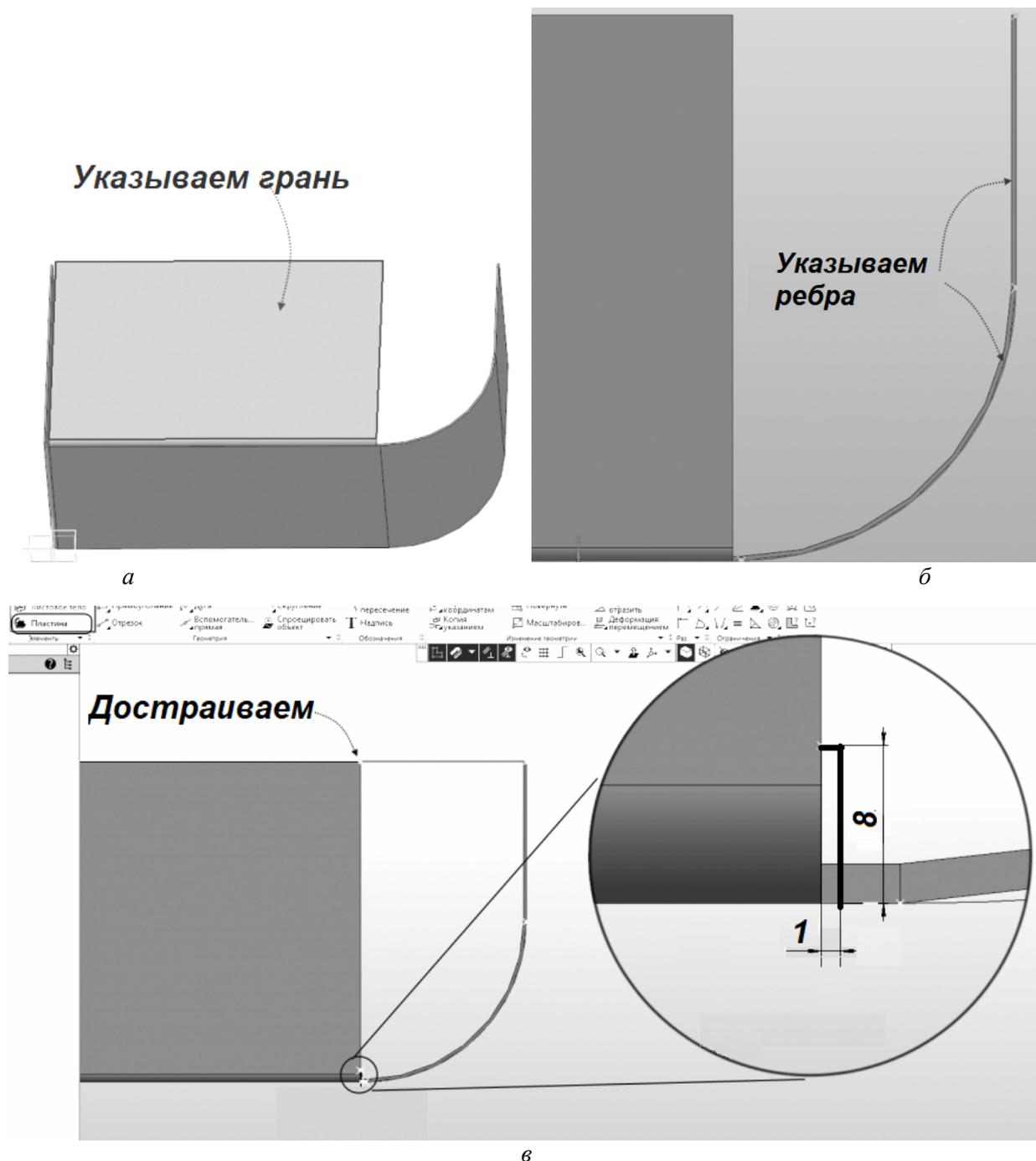


Рис. 9.5. Моделирование криволинейной части боковой грани:
 а – выбор грани; б – проецирование контура; в – доработка контура

Нажмите кнопку «Создать объект» . Будет создана пластина, соединенная с основной частью прямоугольной формы как единое целое.

5. Замыкание углов. Запускаем команду «Замыкание углов». Указываем сгиб. Устанавливаем способ замыкания «Замыкание с перекрытием» (рис. 9.6).

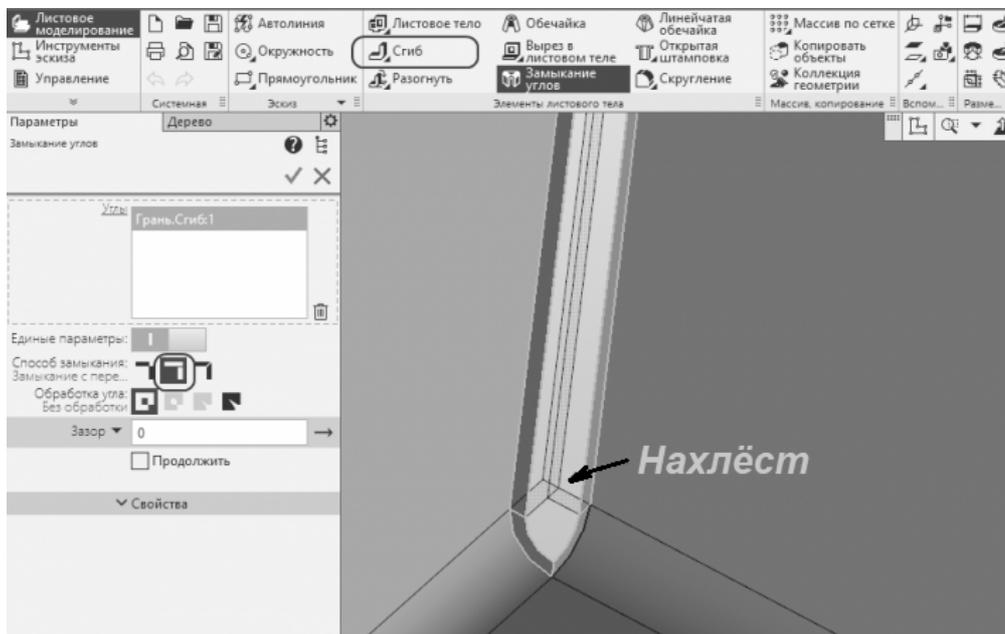


Рис. 9.6. Моделирование замыкания угла боковых граней

6. Моделирование плоского сгиба. Данный сгиб нужен для жесткости стенки, также он позволяет убрать острый край. Запускаем команду «Сгиб». Указываем внутреннее ребро вертикальной грани передней (изогнутой) части листовой детали. Устанавливаем угол 180° радиус – 0,01 мм, длину – 10 мм (рис. 9.7). Нажмите кнопку «Создать объект» ✓.

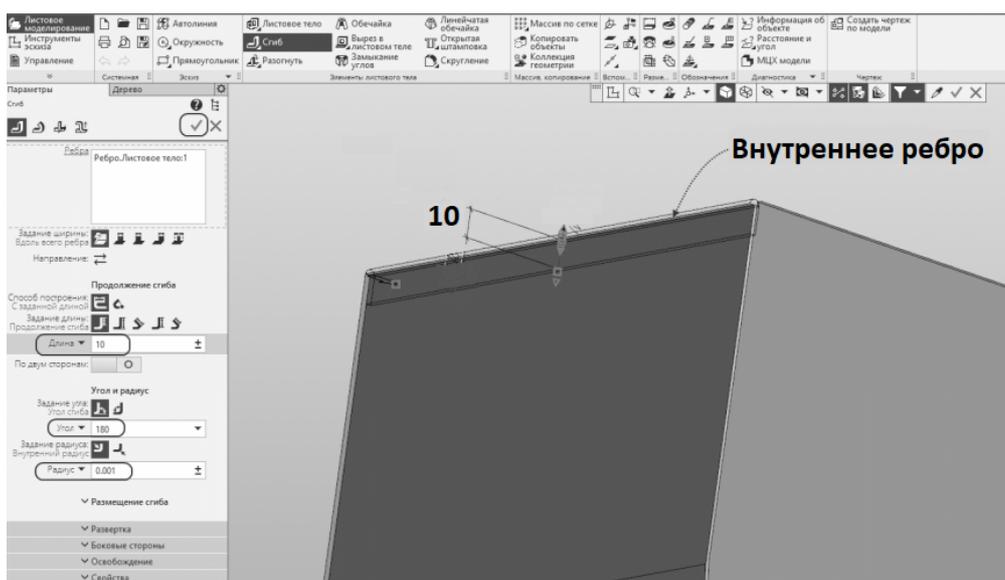


Рис. 9.7. Моделирование плоского сгиба на передней (изогнутой) грани

7. Указываем внутреннюю грань противоположного вертикального ребра. Переключим тип задания ширины на два отступа. Установим **отступ слева 3 мм**, чтобы не было пересечения с боковым сгибом (рис. 9.8). Остальные параметры не меняем.

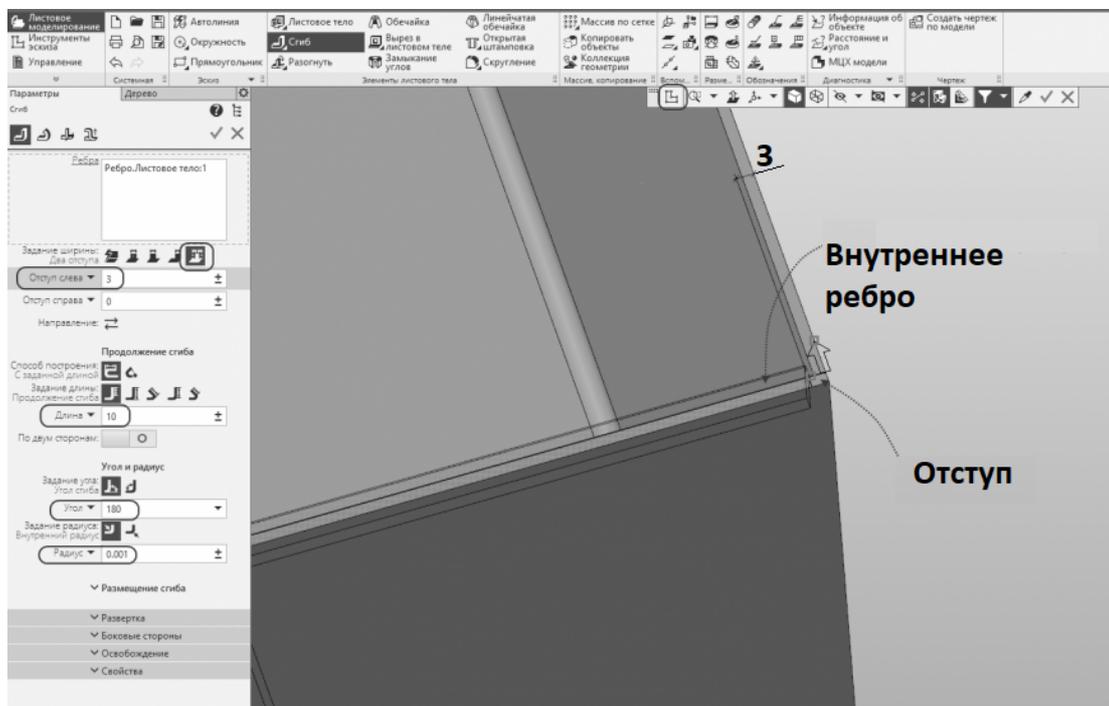


Рис. 9.8. Моделирование плоского сгиба на противоположной стороне грани

8. Создание штамповочного элемента – буртика. Он придаст боковой стороне кожуха жесткость. Для его моделирования создаем эскиз на боковой грани сгиба (рис. 9.9), а затем применим команду «Буртик» (Панель Элементы листового тела, группа команд «Открытая штамповка»).

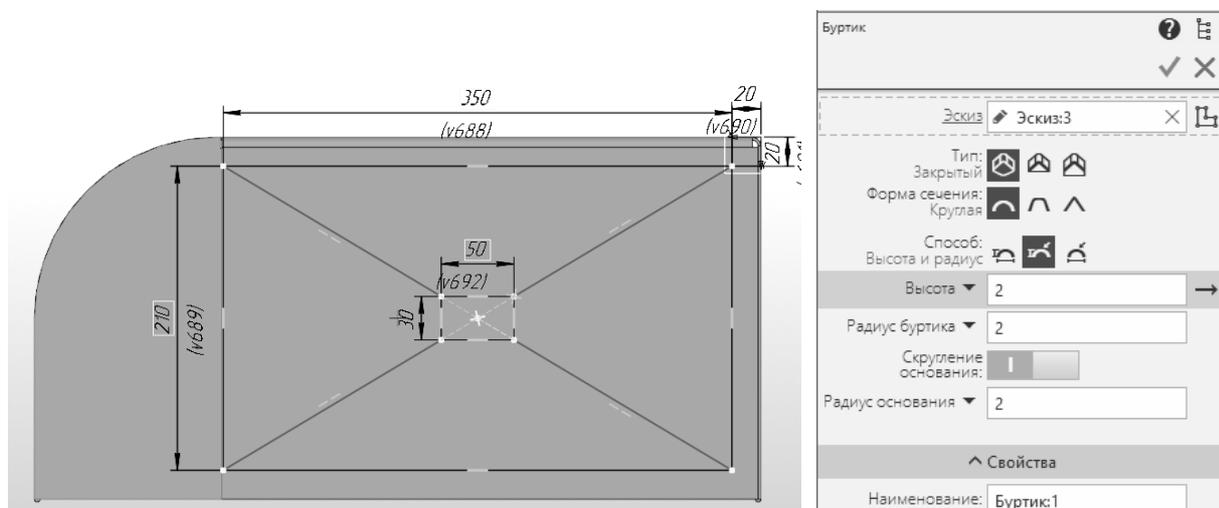


Рис. 9.9. Параметры эскиза и команды «Буртик» при его моделировании

Установим следующие параметры команды:

- высота буртика **2 мм**;
- радиус – **2 мм**;
- радиус основания буртика – **2 мм**.

9. Создание штамповочного элемента – жалюзи. Они необходимы для притока воздуха вовнутрь кожуха при теплообмене. Для их моделирования указываем **ЛКМ** на вертикальную грань изогнутой части передней стенки и создаем эскиз. Применим команду «Жалюзи» (Панель **Элементы листового тела**, группа команд «**Открытая штамповка**»).

Установим следующие параметры команды (рис. 9.10):

- высота жалюзи – **6 мм**;
- ширина – **16 мм**;
- радиус основания жалюзи – **2 мм**.

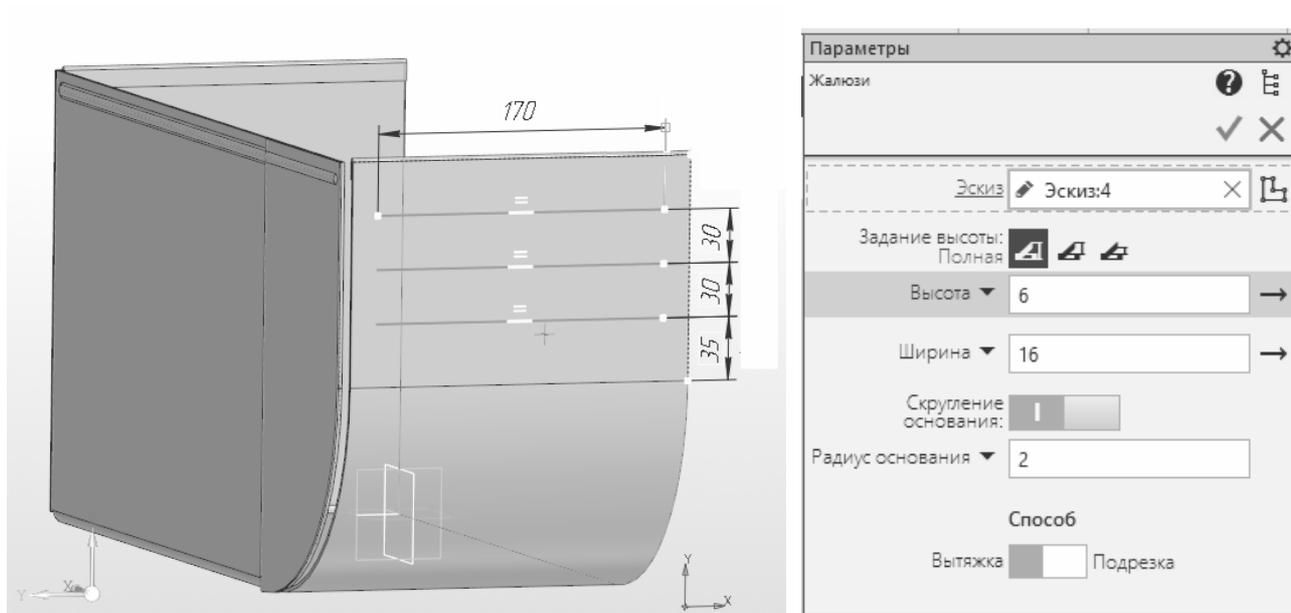


Рис. 9.10. Параметры эскиза и команды «Жалюзи» при моделировании объекта

10. Для создания второй симметричной части кожуха используем команду «**Зеркальный массив**» (панель **Массив, копирование**). Тип объектов массива указываем — «**Тела или поверхности**», указываем листовое тело, а в качестве плоскости симметрии – используем «**Плоскость ZX**». Создаем операцию, потом выходим из команды. Результат представлен на рис. 9.11.

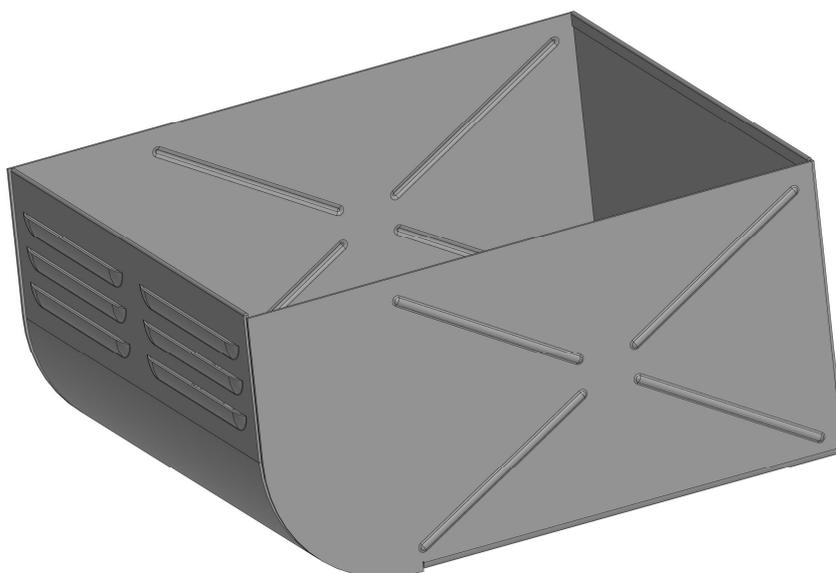


Рис. 9.11. Результат применения зеркального отражения при создании листового тела

11. Для создания развертки листового тела необходимо выполнить последовательность команд «**Моделирование** → **Листовое моделирование** → **Развернуть**». Укажите грань, которая будет оставаться неподвижной. После нажатия кнопки «**Создать объект**» и кнопки «**Развертка**»  будет сформирован фантом развертки листовой детали (рис. 9.12).

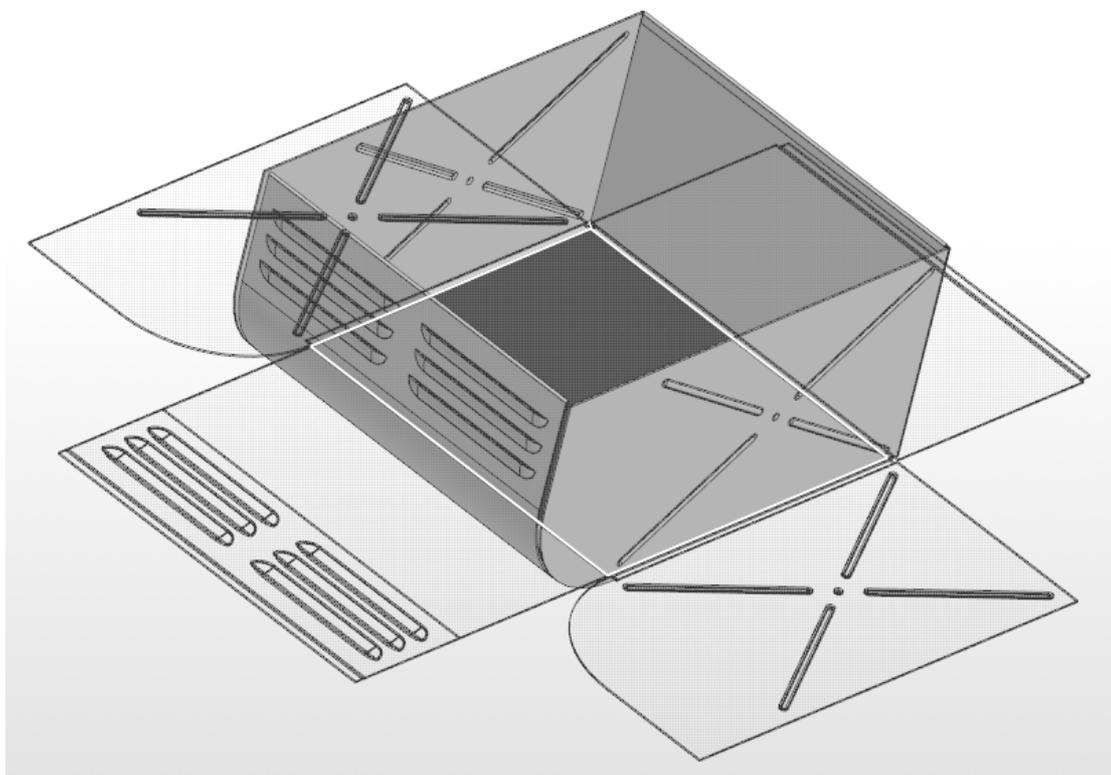


Рис. 9.12. Фантом развертки листовой детали «Кожух»

Контрольные вопросы

1. Как настраиваются параметры листового тела, задаваемые по умолчанию?
2. Какие команды можно использовать для создания сгибов?
3. Что создает в листовом теле команда «Подсечка»?
4. В чем различие команд «Отверстие в листовом теле» и «Вырез в листовом теле»?
5. Какой элемент листового тела создается командой «Пластина»?
6. Как создать буртик в листовом теле?
7. Как создать жалюзи в листовом теле?
8. Как на чертеже детали, выполненном по модели листового тела, сгенерировать развертку?

Лабораторная работа № 10

СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗДЕЛИЯ ИЗ ЛИСТОВОГО СОРТАМЕНТА НА ОСНОВЕ ИХ 3D-МОДЕЛЕЙ

Цель работы: получение навыков формирования конструкторской документации из листовых тел.

Содержание работы:

- 1) получить необходимые проекционные виды;
- 2) создать развертку изделия «Кожух»;
- 3) сформировать необходимые выносные элементы, разрезы, виды;
- 4) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде чертежей, оформленных в соответствии с требованиями ЕСКД и распечатанных на листах формата А3.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше, приложение «Оборудование: Металлоконструкции».

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Детальные чертежи конструкции листового тела имеют специфические требования – необходимо 2 типа чертежей. Один чертеж (развертка) должен быть создан для детали, когда она все еще плоская, а другой чертеж необходим для продукта после того, как весь листовой металл был спроектирован и согнут должным образом.

Задание 1. Создать конструкторскую документацию (КД) на изделие «Кожух»

3D-модель была получена ранее в результате выполнения лабораторной работы № 9. Комплект конструкторской документации должен включать в себя: сборочный чертеж изделия, рабочие чертежи элементов конструкции, спецификацию.

Создание чертежа

1. Откройте электронный файл, содержащий изделие «**Кожух**» (лабораторная работа № 9).

2. Запускаем команду «Создать чертеж по модели».

В дереве раскрываем секцию «Листы» команда «**Добавить лист**» (пиктограмма  в верхнем левом углу дерева чертежа). Выбираем нужный формат (например, **A3**), кратность «**x1**» и горизонтальное (альбомное) расположение.

В параметрах вида во вкладке **Линии** включаем отображение **Линии переходов**. Перемещаем вид внутрь рамки листа 3 стандартных вида модели с масштабом 1:4 (рис. 10.1).

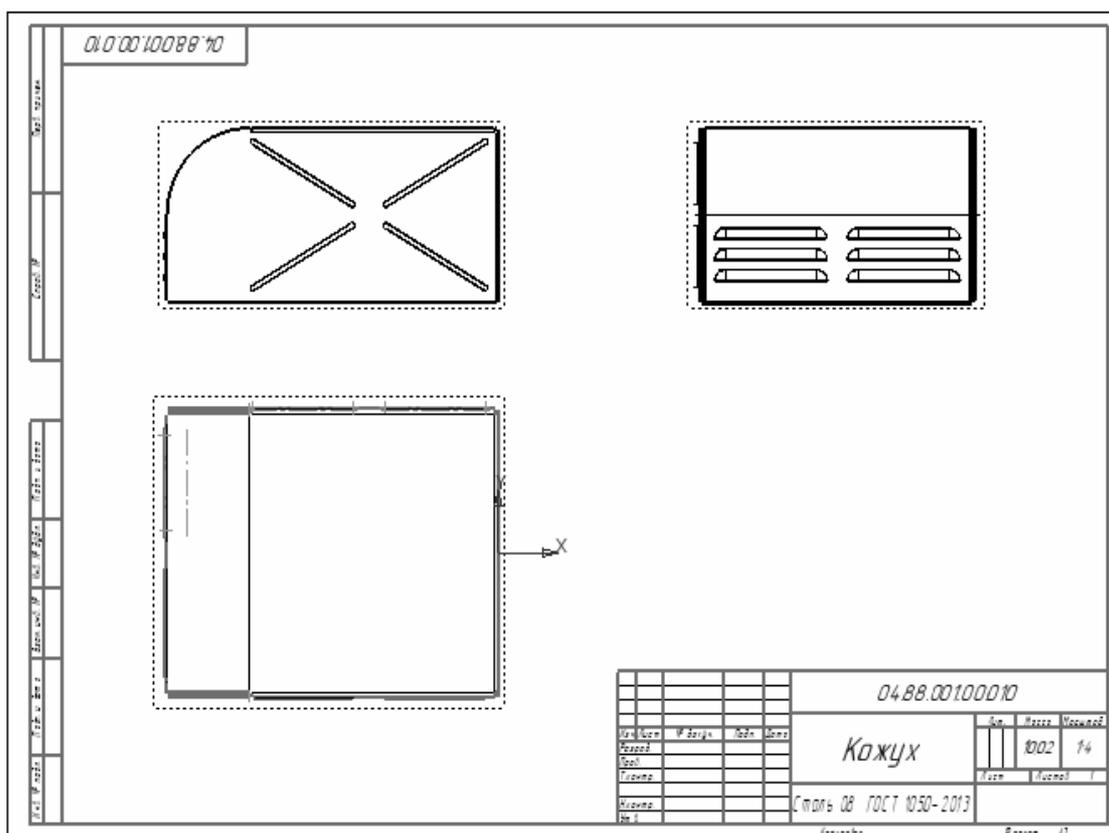


Рис. 10.1. Стандартные виды листовой детали «**Кожух**»

3. Для получения развертки создаем дополнительный (второй лист формата A3) и вставляем в него **Новый вид с модели** – выбирая ориентацию модели «**Развертка**», ставим масштаб **1:4**, активируем опцию «**Развертка**», раскрываем секцию «Линии» и включаем отображение линий сгибов. Указываем произвольную точку на экране, чтобы расположить вид (рис. 10.2).

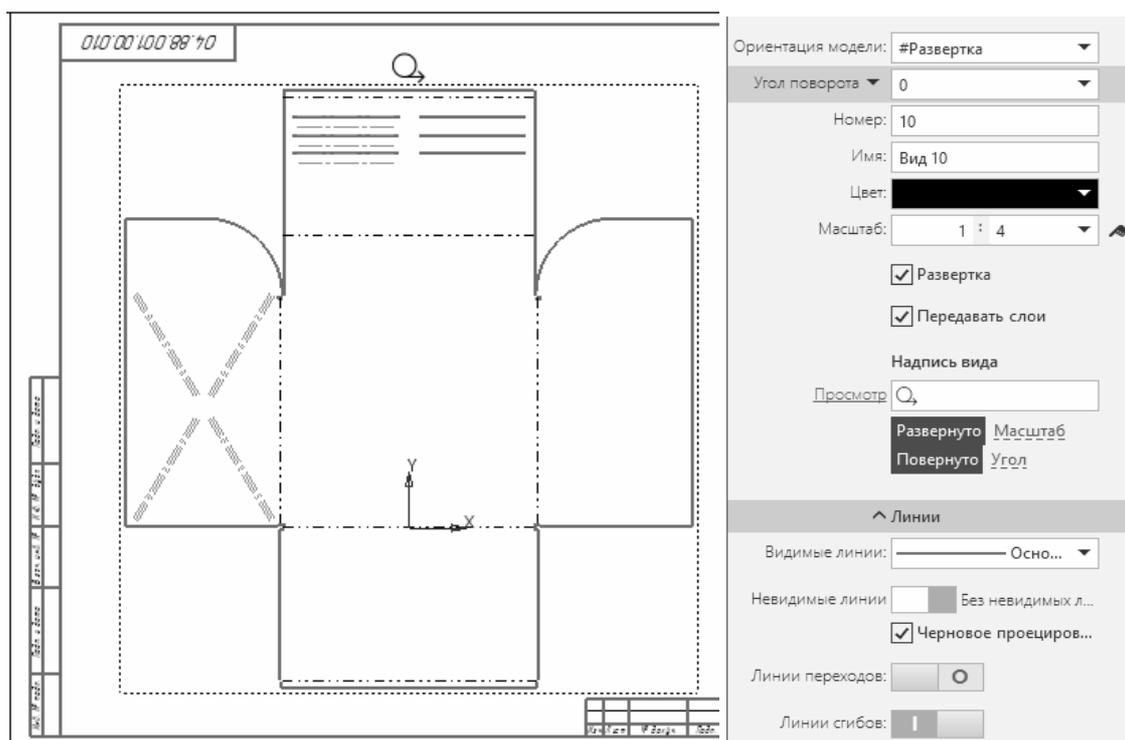


Рис. 10.2. Параметры развертки на втором листе чертежа

4. Далее необходимо оформить чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД. Для показа мелких элементов необходимо использовать выносные элементы (команда «**Выносной элемент**», панель **Обозначения**). Обязательно указать на линии сгиба с помощью выносок и их ответвлений (команда «**Линия-выноска**», панель **Обозначения**), необходимые радиусы скругления, габаритные размеры развертки и детали.

5. Сохраните файл в своей рабочей папке. Оформленный чертеж листовой детали «Кожух» представлен в Приложении К.

Лабораторная работа № 11

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ БИБЛИОТЕК

Цель работы: приобретение практических навыков моделирования металлоконструкций с помощью приложения «**Оборудование: Металлоконструкции**», входящего в пакет КОМПАС-3D.

Содержание работы:

1) создать трехмерную модель детали «**Кронштейн**», выполненную из профиля металлопроката;

2) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемой детали в КОМПАС-3D версии 18.1.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше, приложение «**Оборудование: Металлоконструкции**».

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Приложение «**Оборудование: Металлоконструкции**» предназначено для автоматизации работ по созданию металлоконструкций и каркасных сооружений из профиля металлопроката.

Приложение позволяет:

- создавать конструкции в пространстве с использованием каталога сортаментов, **Справочника Материалы и Сортаменты**;
- выполнять обработку торцов, угловых участков и стыков объектов;
- редактировать профили изменением длины, отсечением поверхностями и т. д.;
- строить пластины и ребра жесткости, соединяющие профили и другие объекты модели;
- создавать на объектах фаски, пазы и группы отверстий;

- вставлять графическое изображение сечения профиля, взятого из каталога, в документ.

При создании металлоконструкций рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

1. Создание каркаса изделия.
2. Создание профилей – на этом этапе выбирается сортament, задаются параметры построения и свойства объекта.
3. Обработка профилей – при необходимости изменяется длина профилей, выполняется разделка торцов.
4. Создание дополнительных элементов – выполняются, если требуется, построения дополнительных элементов (пластины, ребра жесткости, фаски, пазы и отверстия).

Задание 1. Создать 3D-модель детали «Кронштейн»

Трехмерная модель детали «Кронштейн» представлена на рис. 11.1.

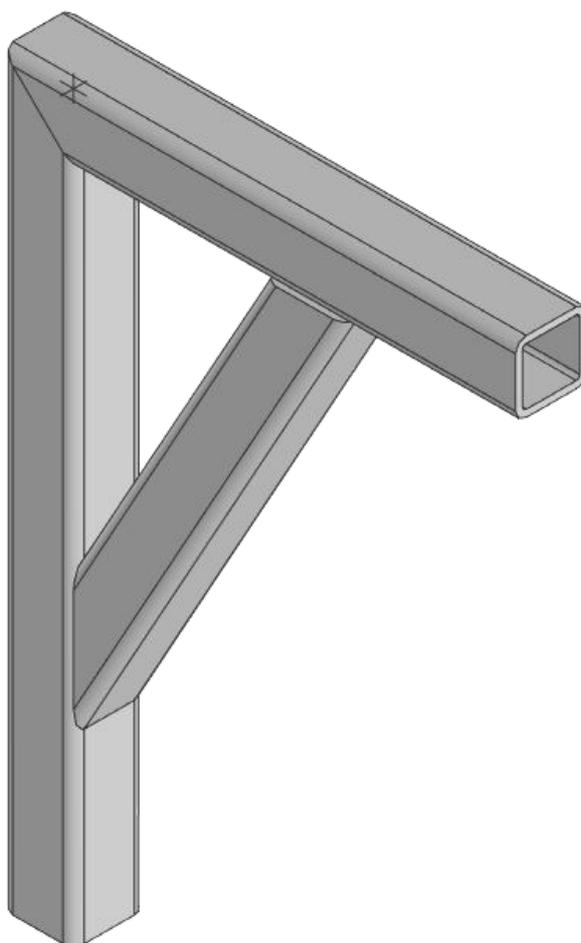


Рис. 11.1. 3D-модель детали «Кронштейн»

1. Выполните последовательность команд: «**Файл** → **Создать**» → из группы **Специальный документ** выбрать **Металлоконструкции** (рис. 11.2).



Рис. 11.2. Окно «Новый документ»

2. Задайте свойства детали: определите обозначение и наименование детали. Сохраните файл в своей рабочей папке.

3. Постройте эскиз в плоскости **ZY**, как показано на рис. 11.3.

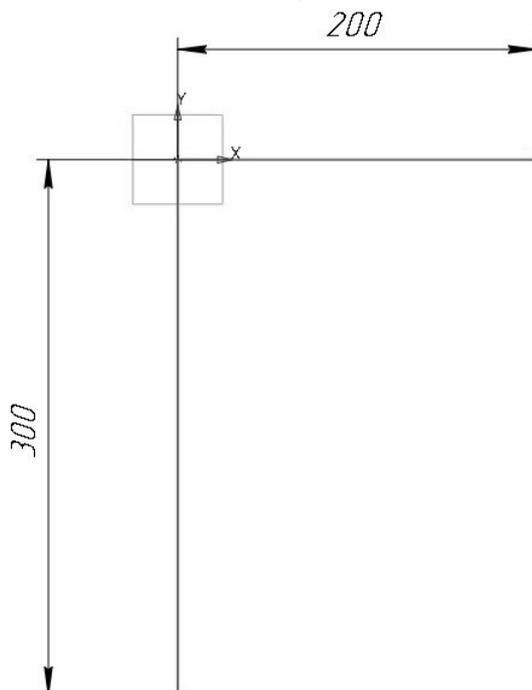


Рис. 11.3. Эскиз детали «Кронштейн»

4. На вкладке **Металлоконструкции** выберите команду «**Профили по образующим**». В окне **Параметры** задайте сортament **Труба квадратная 30x30x3** (рис. 11.4). Нажмите кнопку для завершения операции.

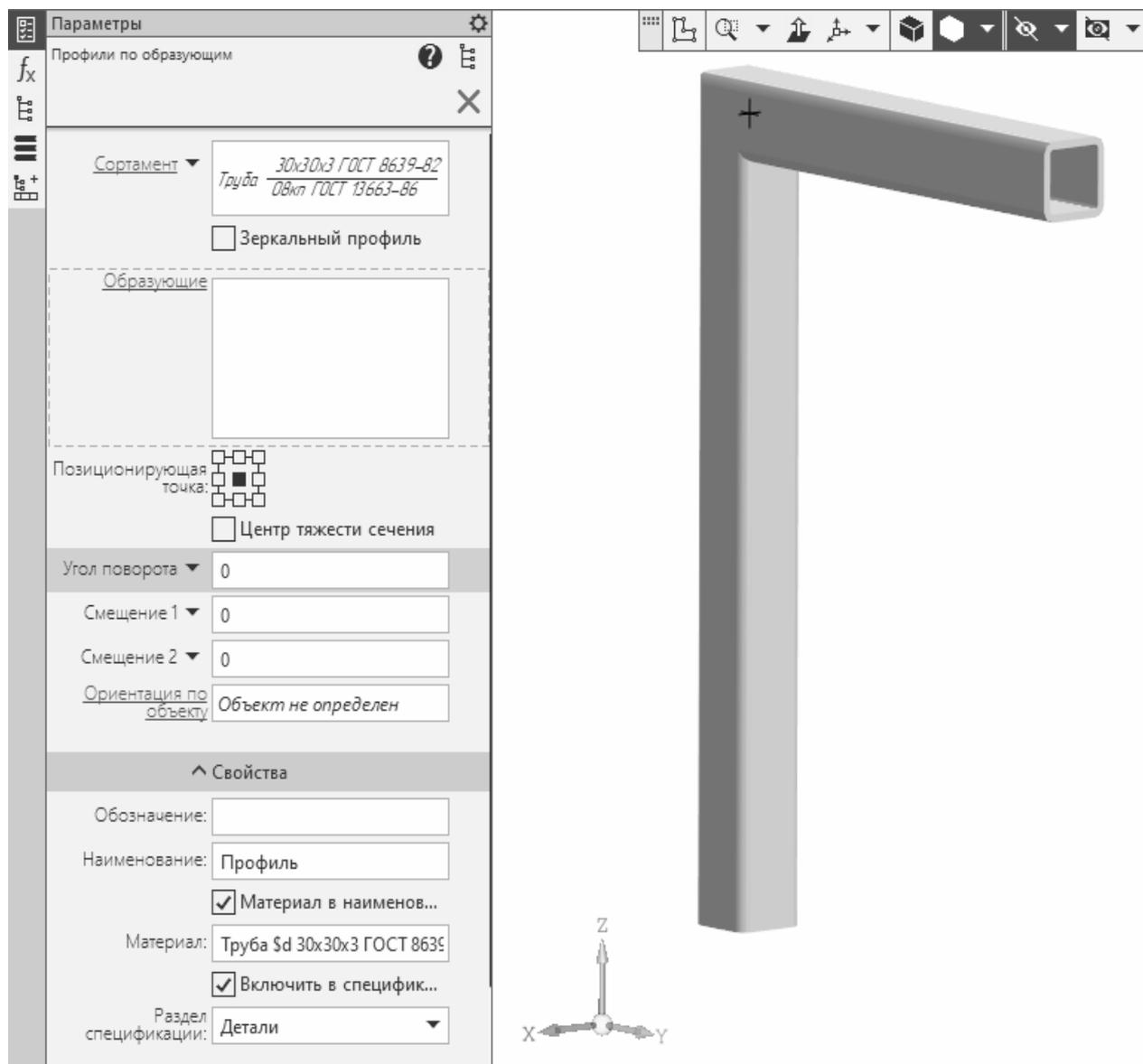


Рис. 11.4. Построение профиля по образующим

5. Для замыкания углов профилей на вкладке **Металлоконструкции** выберите команду «**Угловая разделка**». Выделите профили, их наименования должны появиться в поле *Редактируемые профили* в окне **Параметры**. Нажмите кнопку для завершения операции.

Результат применения команды «**Угловая разделка**» представлен на рис. 11.5.

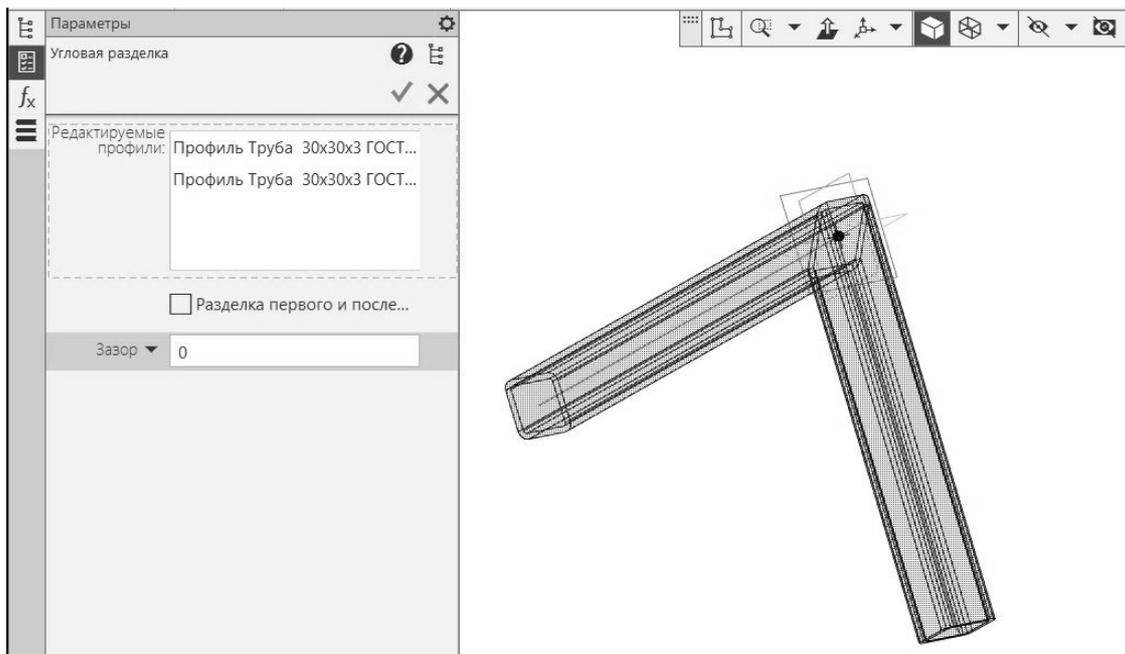


Рис. 11.5. Результат применения команды «Угловая разделка»

6. На плоскости **ZY** постройте эскиз, содержащий отрезок, показанный на рис. 11.6.

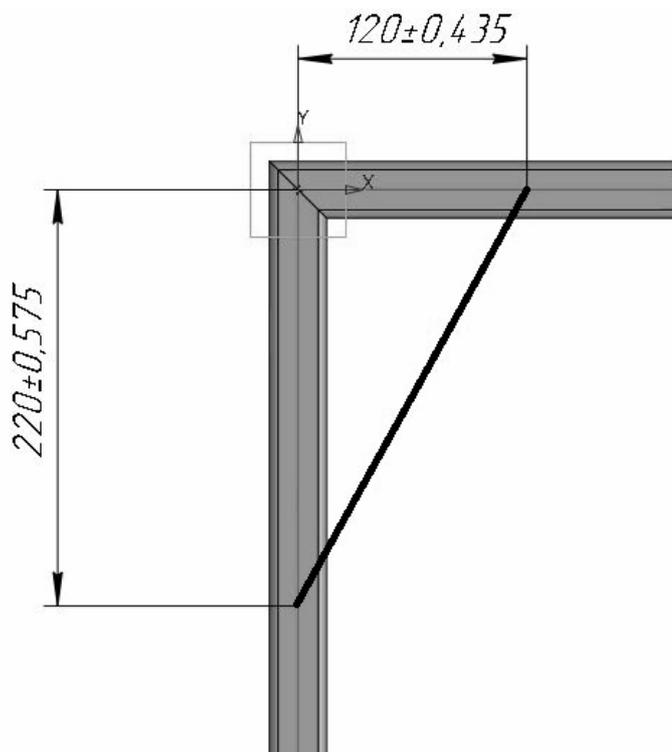


Рис. 11.6. Эскиз в плоскости **ZY**

7. Выполните команду **Профили по образующим** (панель **Металлоконструкции**). Задайте сортament – **Труба квадратная 30x30x3**. Результат выполнения операции представлен на рис. 11.7.

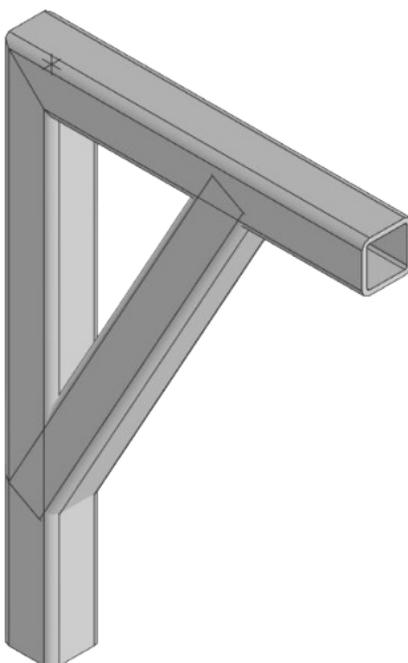


Рис. 11.7. Конструкция кронштейна с усилением в виде раскоса

8. Выполните команду «Усечь/Удлинить профиль» (вкладка **Металлоконструкции**). Укажите редактируемый профиль (усиление) и плоскость, до которой изменяется длина профиля (указано стрелкой на рис. 11.8). Затем аналогично усечь вторую сторону.

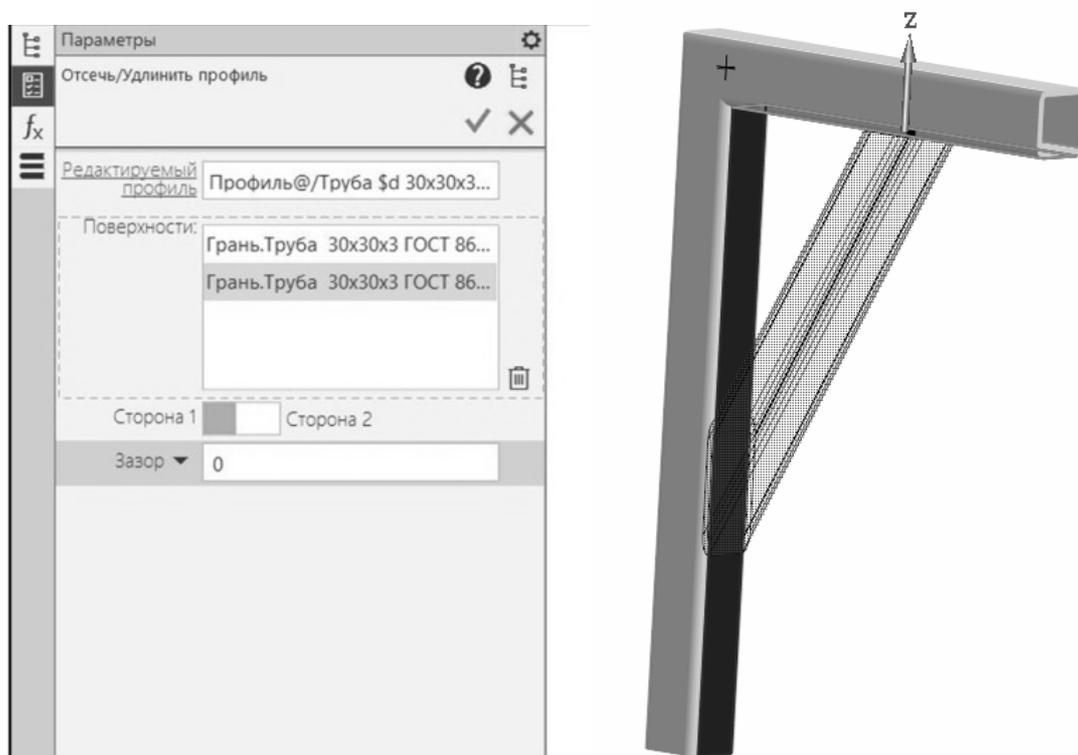


Рис. 11.8. Операция «Усечь/Удлинить профиль»

9. Завершите операцию, сохраните файл.

Контрольные вопросы

1. Какие команды можно использовать для создания металлоконструкций?
2. Можно ли редактировать уже созданные объекты в приложении «Оборудование: Металлоконструкции»?
3. Как настраиваются параметры профиля?
4. Перечислите команды, используемые при построении профиля.
5. Какие команды используются, если необходимо изменить длину профиля?
6. Как создать фаски, пазы и отверстия на профилях?
7. Назовите последовательность команд, используемых для создания металлоконструкций.

Лабораторная работа № 12

СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ ИХ 3D-МОДЕЛЕЙ

Цель работы: получение навыков формирования конструкторской документации на металлоконструкции.

Содержание работы:

- 1) создать сборочный чертеж изделия «Кронштейн»;
- 2) создать чертежи отдельных деталей конструкции;
- 3) сформировать спецификацию на изделие;
- 4) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде чертежей, оформленных в соответствии с требованиями ЕСКД и распечатанных на листах формата А4.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows, система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше, приложение «Оборудование: Металлоконструкции».

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Формирование конструкторской документации предусматривает подготовку следующих видов документов:

- рабочие чертежи элементов проектируемой конструкции;
- формирование ведомости отправочных марок;
- формирование ведомости метизов;
- формирование выборки металлов;
- формирование сборочного чертежа;
- создание файла спецификации изделия.

Задание 1. Создать комплект конструкторской документации на изделие «Кронштейн»

3D-модель была получена ранее в результате выполнения лабораторной работы № 11. Комплект конструкторской документации должен включать в себя: сборочный чертеж изделия, рабочие чертежи элементов конструкции, спецификацию.

Создание сборочного чертежа

1. Откройте файл, содержащий изделие «Кронштейн» (лабораторная работа № 11). В вертикальной направляющей создайте два сквозных отверстия диаметром **12...14 мм** с расстоянием между ними **180–200 мм**.

2. На вкладке **Оформление** выберите команду «Создать чертеж по модели». Установите масштаб **1:2**.

3. Отредактируйте основную надпись чертежа – добавьте код документа, введите данные о разработчике.

4. Введите обозначения позиций, проставьте габаритные размеры, создайте необходимые проекционные виды и разрезы. Пример оформления сборочного чертежа приведен в Приложении Л.

Рабочие чертежи деталей конструкции

1. На вкладке **Оформление** выберите команду «Создать чертежи деталей конструкции»  (панель **Оформление**). На панели **Параметры** откроется окно **Создать чертежи**. Последовательно выделите детали (1 – Опора, 2 – Полка, 3 – Раскос), входящие в состав «Кронштейна». Их наименования будут отображены в окне. Заполните поля «**Обозначение** и **Наименование**» (рис. 12.1).

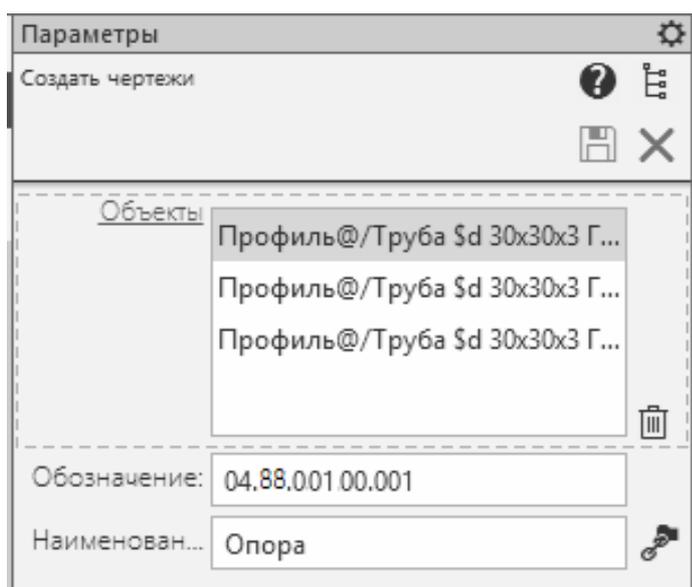


Рис. 12.1. Выделение объектов кронштейна (первого)

2. Нажмите кнопку «Сохранить» . В результате будут сформированы первичные рабочие чертежи деталей «Опора», «Полка», «Раскос», и система вернется обратно к файлу 3D-модели «Кронштейна» (рис. 12.2).

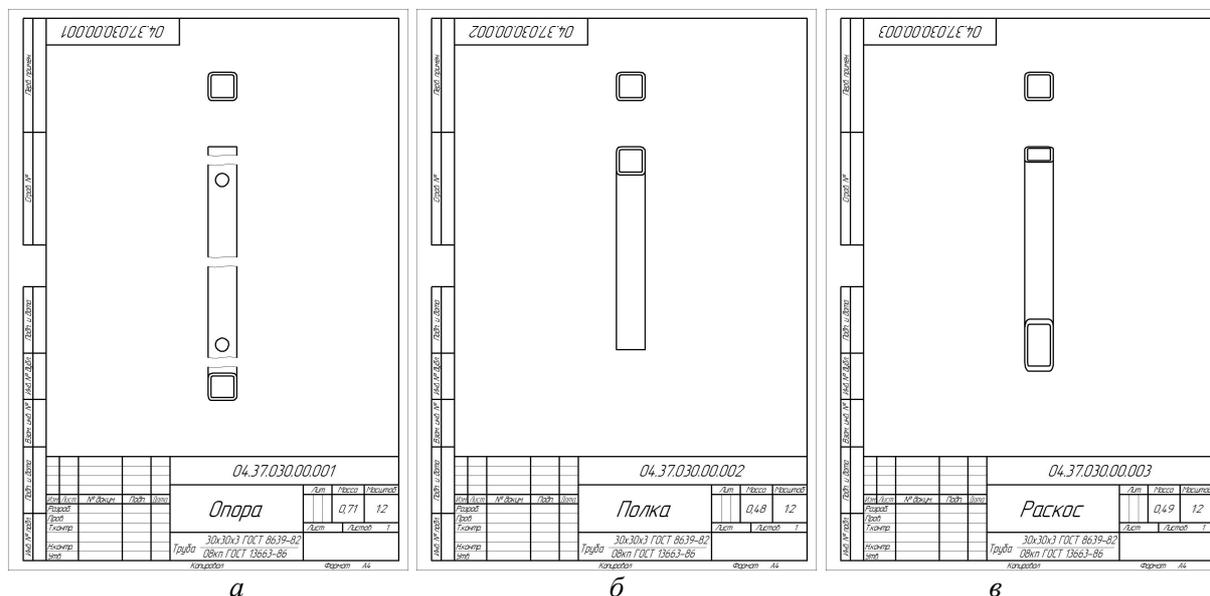


Рис. 12.2. Первичные рабочие чертежи деталей: а – «Опора»; б – «Полка»; в – «Раскос»

3. Доработайте все три чертежа – выполните необходимые разрезы, расставьте размеры, шероховатости поверхностей, отредактируйте основную надпись. Сохраните чертежи в своей рабочей папке.

Например, для того чтобы получить информацию о конструкции детали «Раскос», нужно выполнить ее разрез (рис. 12.3).

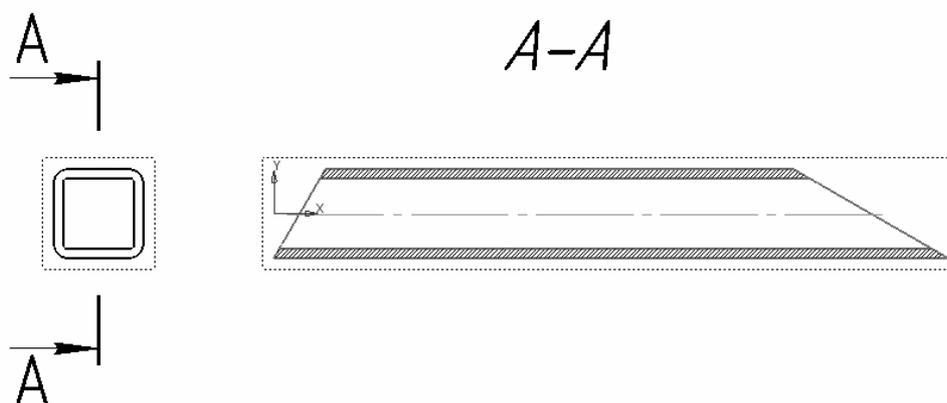


Рис. 12.3. Разрез детали «Раскос»

Пример оформления одной из деталей кронштейна «Раскос» представлен на рис. 12.4.

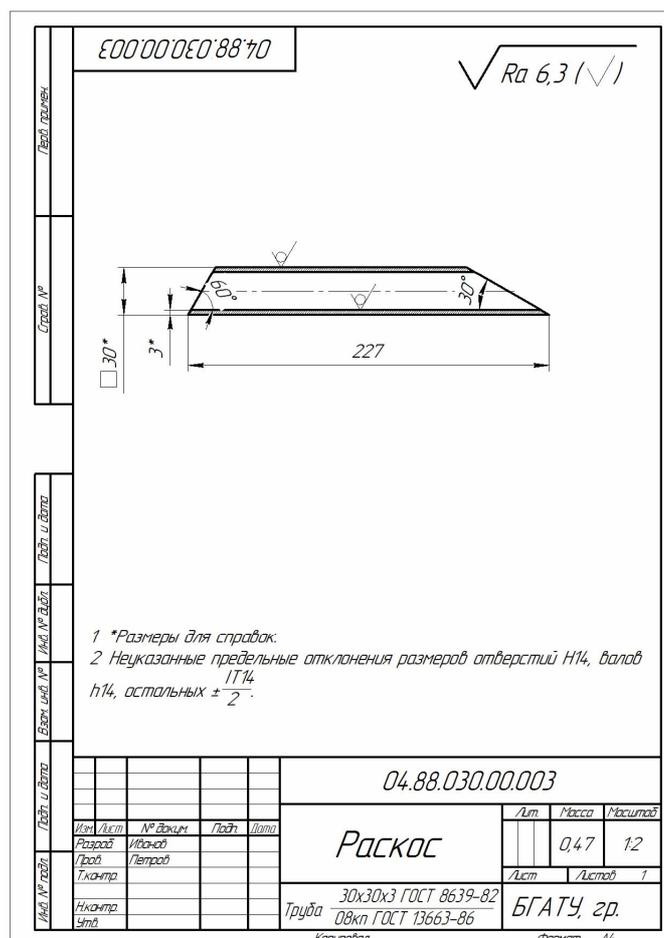


Рис. 12.4. Чертеж детали «Раскос»

Создание спецификации

1. Выполните команду «Создать спецификацию по документу».
2. В созданную спецификацию добавьте раздел **Документация**. Подключите к разделу сборочный чертеж кронштейна.
3. Сохраните файл в своей рабочей папке. Оформленная спецификация детали «Кронштейн» представлена в Приложении М.

Контрольные вопросы

1. Какие документы составляют конструкторскую документацию на металлоконструкции?
2. Укажите последовательность создания сборочного чертежа на металлоконструкцию.
3. Какой сортament применялся при создании конструкции?
4. Как создать рабочие чертежи деталей конструкции?
5. Назовите последовательность команд, используемых для создания спецификации на металлоконструкции.

Лабораторная работа № 13

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ БИБЛИОТЕК САПР

Цель работы: изучение приемов построения пружин с использованием библиотеки КОМПАС 3D – «Механика: Пружины».

Содержание работы:

- 1) построить чертеж пружины сжатия по заданным параметрам;
- 2) сформировать трехмерную модель пружины сжатия;
- 3) представить отчет о выполненной работе. Отчет должен быть выполнен в виде чертежей, оформленных в соответствии с требованиями ЕСКД и распечатанных на листах формата А4.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows; система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше; приложение «Механика: Пружины».

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Приложение «Механика: Пружины» позволяет выполнять проектные и проверочные расчеты пружин сжатия, растяжения, кручения, а также тарельчатых, конических и фасонных пружин. По результатам расчетов автоматически формируются чертежи и 3D-модели.

В результате проектного расчета система предлагает несколько решений, удовлетворяющих исходным данным, из которых конструктор может выбрать оптимальное решение по одному или нескольким критериям.

При создании чертежа пружины возможны выбор типа зацепов, автоматическая постановка размеров, выносных видов, диаграмм деформаций или усилий.

После вставки модели пружины в сборку можно изменять длину пружины, что позволяет выставить деталь в рабочее состояние или промежуточное.

Использование приложения «Механика: Пружины» позволяет в 15–20 раз повысить скорость проектирования и выпуска конструкторской документации пружин.

Задание 1. Построить чертеж пружины сжатия

1. В меню приложения выберите пункт **Механика: Пружины** → **Пружины сжатия**. В результате будет запущен модуль «Проектирование цилиндрической пружины сжатия», диалоговое окно которого показано на рис. 13.1.



Рис. 13.1. Окно приложения «Проектирование цилиндрической пружины сжатия»

2. В окне «Проектирование цилиндрической пружины сжатия» на вкладке «**Построение без расчета**» укажите «**Плоский чертеж**».

3. В окне «**Построение без расчета – плоский чертеж**» заполните поля в соответствии с заданием. Поставьте галочку в поле **Диаграмма** и заполните открывшиеся параметры (значения возьмите из чертежа) → поле «**Материал**» заполните с помощью справочника «**Материалы и сортаменты**» (рис. 13.2). Нажмите кнопку «**ОК**».

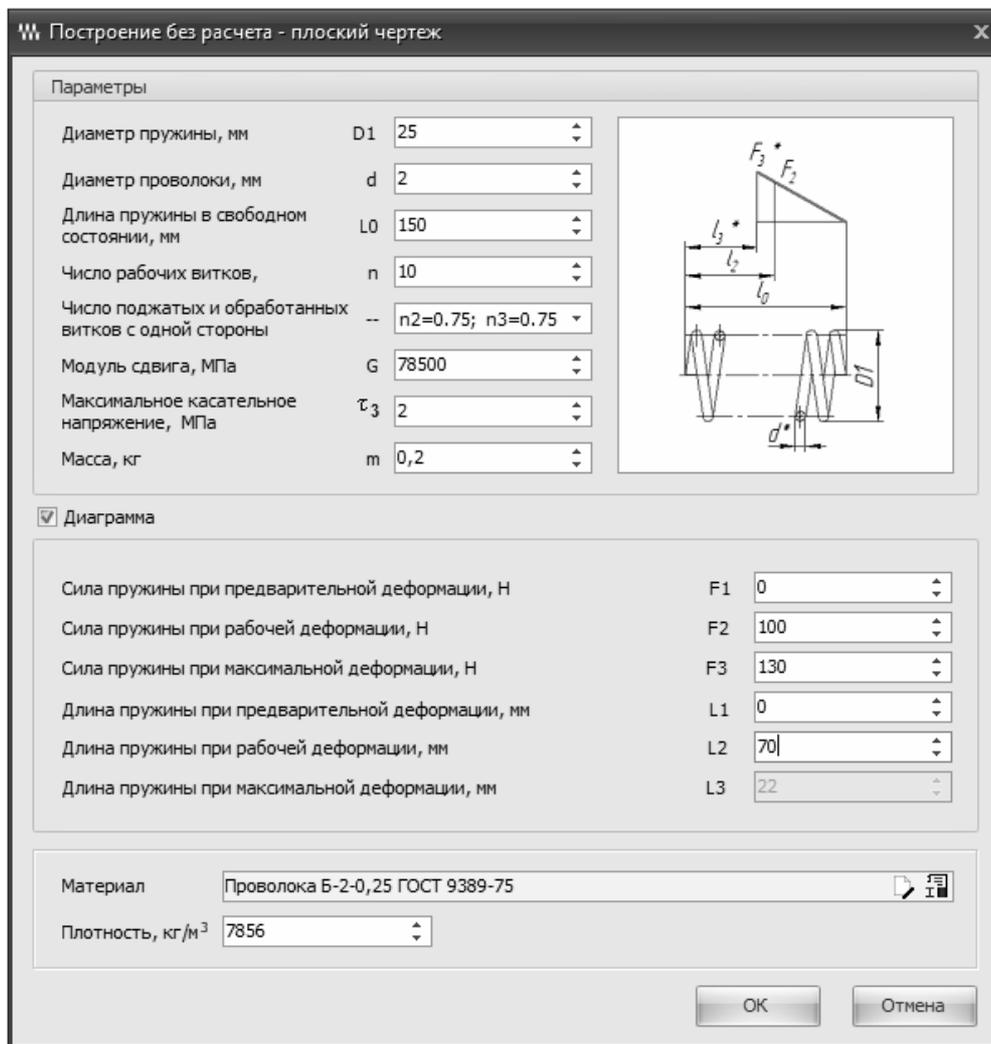


Рис. 13.2. Окно «Построение без расчета – плоский чертеж»

4. В окне **Построение пружины сжатия** укажите параметры «**Отрисовка с размерами**» и «**Отрисовка диаграммы**» (рис. 13.3). Нажмите кнопку «**ОК**».

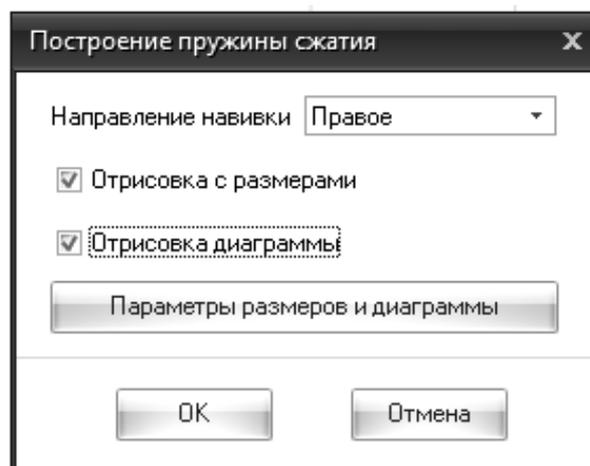


Рис. 13.3. Окно «Построение пружины сжатия»

5. На экране появится фантом чертежа, мышкой укажите место расположения его на листе.

6. Окончательно отредактируйте чертеж пружины: заполните основную надпись, укажите шифр детали и т. п. Сохраните чертеж в своей рабочей папке.

Пример оформленного чертежа пружины приведен в Приложении Н.

Задание 2. Построить 3D-модель пружины сжатия

1. Откройте модуль «Проектирование цилиндрическое пружины сжатия»: меню **Приложения** → **Механика: Пружины** → **Пружины сжатия** – в окне **Проектирование цилиндрической пружины** выберите **Построение без расчета** – **Трехмерная модель**.

2. В окне «Построение без расчета – 3D-модель» укажите параметры в соответствии с заданием (рис. 13.4). В результате будет сгенерирована трехмерная модель пружины.

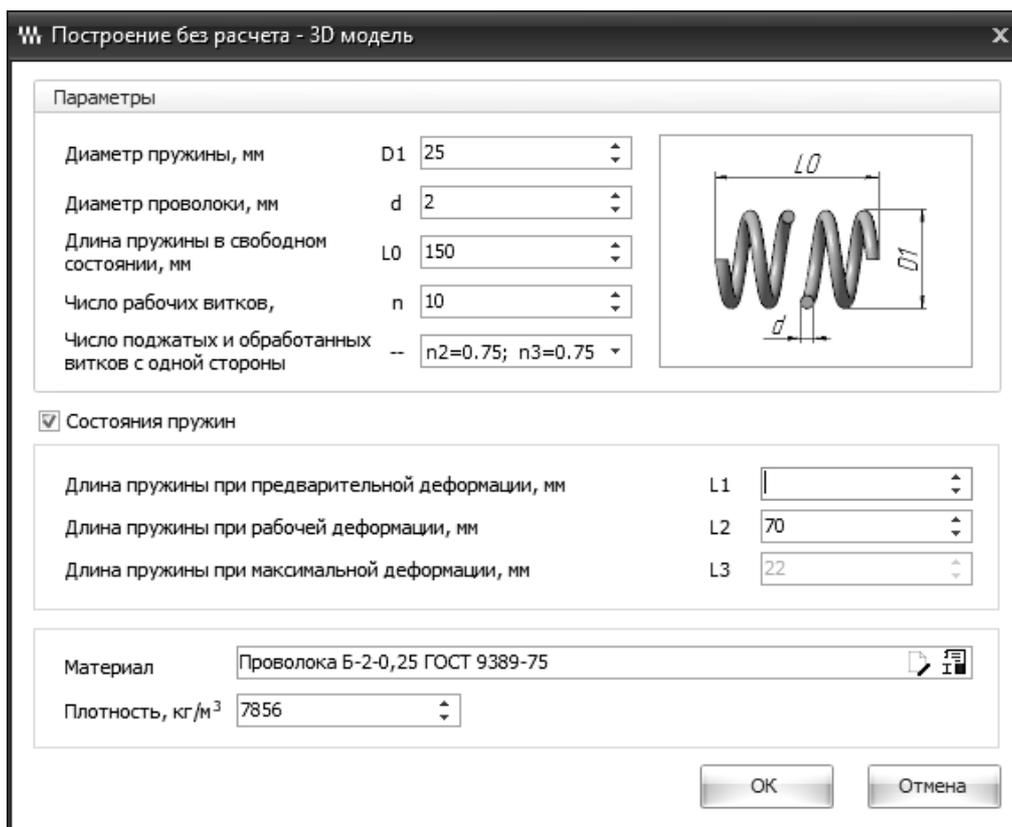


Рис. 13.4. Окно «Параметры без расчета – 3D-модель»

3. 3D-модель пружины: задайте свойства модели (наименование + обозначение). Сохраните модель в своей рабочей папке.

Контрольные вопросы

1. Какие пружины позволяет рассчитывать и строить приложение «Механика: Пружины»?
2. Какие существуют методики расчета пружин сжатия?
3. Какие параметры пружины можно рассчитать в приложении?
4. Чем конструктивно отличается пружина сжатия от пружины растяжения?
5. Какие исходные данные требуется указать при построении чертежа пружины сжатия?
6. Какие параметры требуется указать при построении трехмерной модели пружины сжатия?

Лабораторная работа № 14
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ БИБЛИОТЕК САПР
(НА ПРИМЕРЕ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА)

Цель работы: изучение приемов построения механических передач с использованием библиотеки КОМПАС-3D «Механика: Валы и механические передачи».

Содержание работы:

- 1) выполнить расчет и построить чертеж детали «Колесо зубчатое» с использованием приложения «Механика: Валы и механические передачи 2D»;
- 2) сгенерировать 3D-модель зубчатого колеса;
- 3) представить отчет о выполненной работе в виде электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемой детали и чертежа, оформленного в соответствии с требованиями ЕСКД и распечатанного на листе формата А3.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows; система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше; приложение «Механика: Валы и механические передачи 2D».

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Приложение «Механика: Валы и механические передачи 2D» предназначено для проектирования:

- валов (простых элементов внешнего контура);
- втулок (простых элементов внутреннего контура);
- элементов механических передач;
- элементов зуборезного инструмента.

На простых элементах могут быть смоделированы шлицевые, резьбовые и шпоночные участки, а также другие конструктивные элементы – канавки, проточки, пазы, лыски и т. д.

Параметрические модели сохраняются непосредственно в чертеже и доступны для последующего редактирования. При создании и редактировании может

быть изменен порядок ступеней модели, отредактировано значение любого параметра ступени.

Система включает дополнительные модули:

- «Модуль расчетов механических передач КОМПАС-GEARS», который позволяет выполнять геометрические и прочностные расчеты механических передач.
- «Модуль выбора материала», который предназначен для выбора материала проектируемого изделия.

Задание 1. Построить 3D-модель детали «Колесо зубчатое» и оформить его чертеж

Порядок выполнения работы:

1. Создать документ **Чертеж**, установить формат **A3**, ориентация – **горизонтальная**.
2. Активировать прикладную библиотеку, пройдя по пути: вкладка **Приложения** → **Механика** → **Валы и механические передачи 2D** → **Построение модели**. В результате откроется окно приложения **Валы и механические передачи 2D** (рис. 14.1).

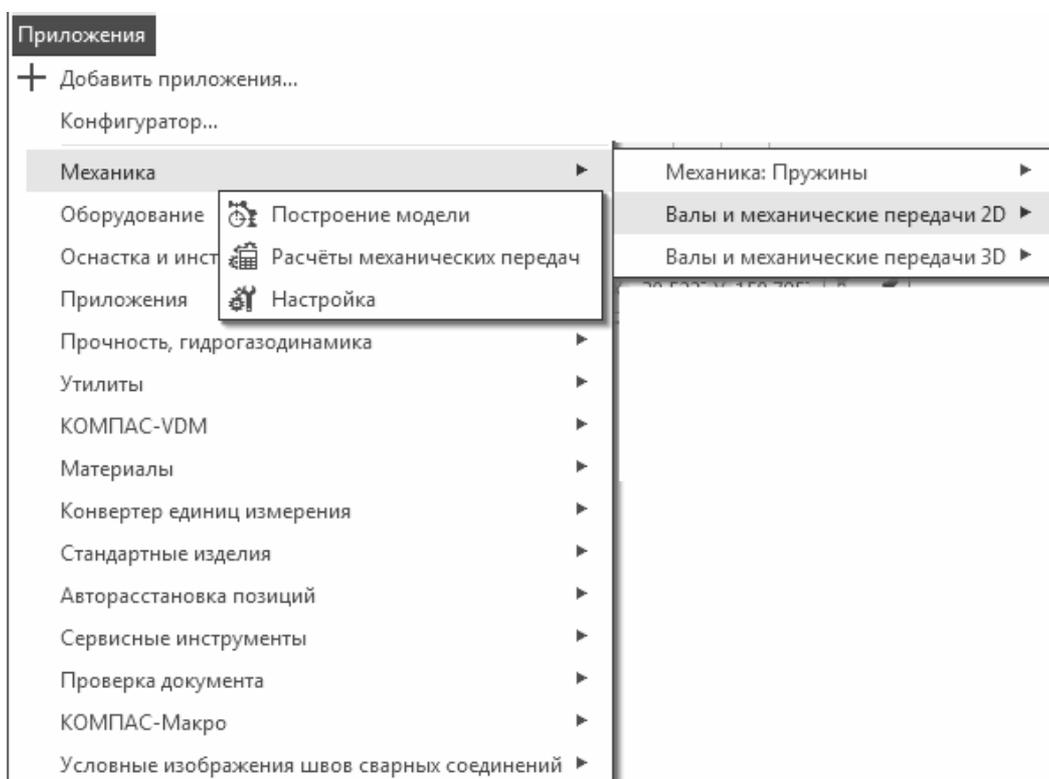


Рис. 14.1. Активация приложения «Валы и механические передачи 2D»

3. Выберите команду **Новая модель**  и укажите тип отрисовки модели «В разрезе» (рис. 14.2).

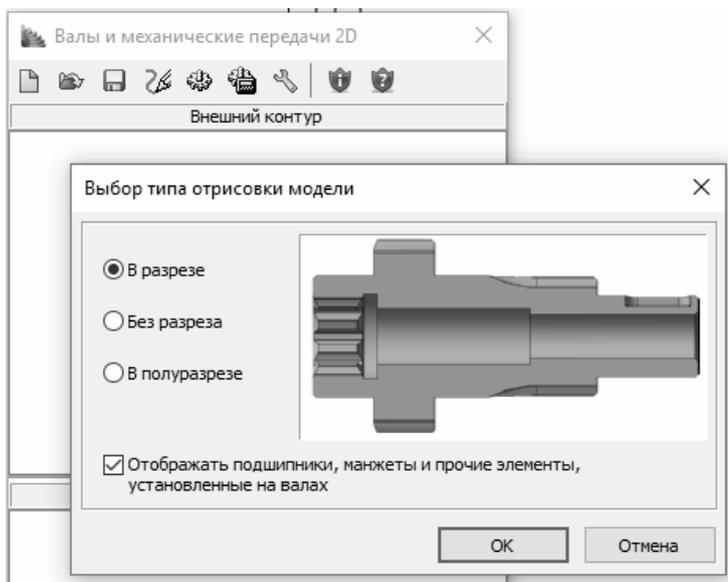


Рис. 14.2. Создание новой модели

4. Построение зубчатого колеса.

4.1. Для построения зубчатого колеса укажите на чертеже в произвольном месте первую точку изображения.

Построим выступающую часть ступицы: в окне **Внешний контур** выбрать «Простые ступени» → «Цилиндрическая ступень» (рис. 14.3).

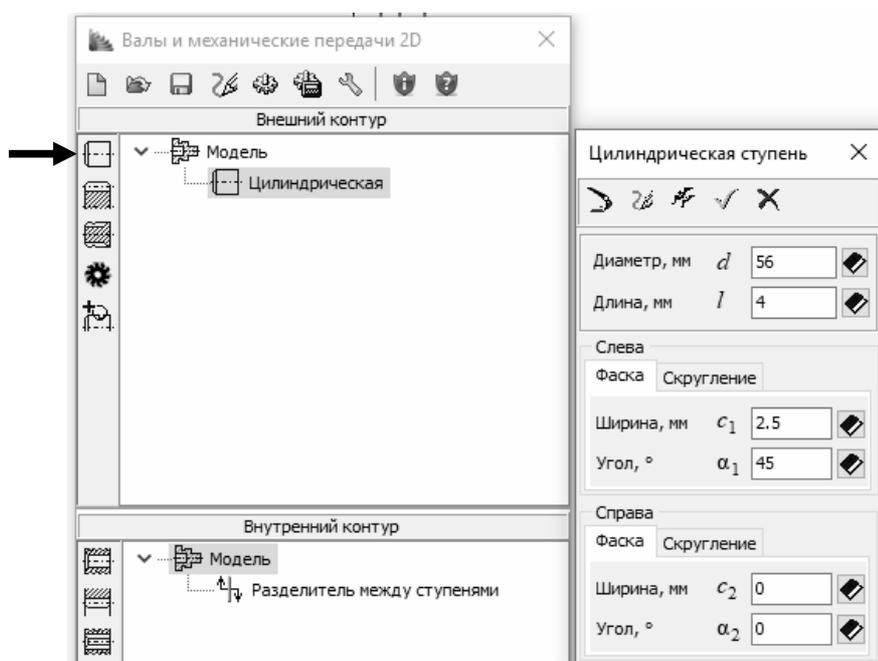


Рис. 14.3. Выбор цилиндрической ступени и ввод ее параметров

Примем следующие размеры цилиндрической ступени:

- длина L – 4 мм;
- диаметр D – 56 мм;
- слева фаска – $2,5 \times 45^0$.

Для ввода указанных параметров нажмите кнопку . В результате будет построена выступающая часть ступицы.

4.2. Построение шестерни начинается с выбора команды по следующему пути: «Элементы цилиндрических передач» → «Шестерни и рейки» → «Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями» (рис. 14.4).

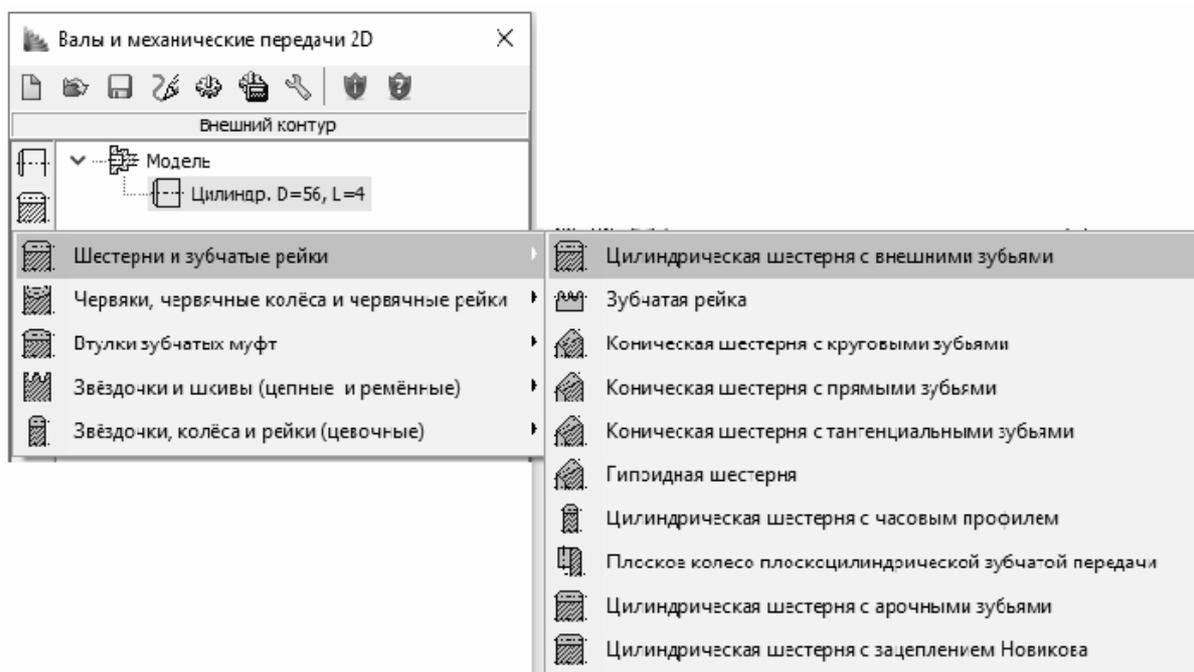


Рис. 14.4. Выбор цилиндрической шестерни с внешними зубьями

Запускается «Модуль расчетов механических передач КОМПАС-GEARS». В открывшемся окне необходимо указать (рис. 14.5):

- тип передачи – «Цилиндрическая внешнего зацепления»;
- задать фаски слева и справа $1,6 \times 45^0$. Параметры выбирать из справочника;
- нажать кнопку «Запуск расчета».

Для выполнения самого расчета нужно ввести параметры зубчатой передачи. Для этого необходимо открыть окно «Цилиндрическая зубчатая передача внешнего зацепления» – выбрать «Геометрический расчет» – в окне «Вариант расчета» и выбрать вариант «По межосевому расстоянию» – откроется окно «Геометрический расчет».

Рис. 14.5. Ввод параметров цилиндрической шестерни с внешними зубьями

Заполните поля, вводя необходимые данные (рис. 14.6). Принимаем условие, что в зубчатой передаче участвуют два колеса (шестерни) с одинаковыми параметрами:

- число зубьев в шестерне Z ($z_1 = z_2$) **80**;
- модуль m_n , мм (значение выбираем из справочника) **2,5**;
- ширина зубчатого венца b ($b_1 = b_2$), мм **34**;
- межосевое расстояние a_w , мм (нужное значение рассчитывается после нажатия значка калькулятора )

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	z_1, z_2	80	80
2. Модуль, мм	m_n	2.5	
3. Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	0 ° 0 ' 0 "	
4. Направление линии зуба ведущего колеса	—	прямое	
5. Угол профиля зуба исходного контура	α	20 ° 0 ' 0 "	
6. Коэффициент высоты головки зуба исходного контура	h_a^*	1	
7. Коэффициент радиального зазора исходного контура	c^*	0.25	
8. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура	ρ_f^*	0.38	
9. Ширина зубчатого венца, мм	b_1, b_2	34	34
10. Межосевое расстояние, мм	a_w	200	
11. Диаметр измерительного ролика, мм	D_1, D_2	4.345	4.345
12. Тип зуборезного инструмента	—	червячная фреза	червячная фреза
13. Параметры зуборезного инструмента	Число зубьев	z_{o1}, z_{o2}	14
	Диаметр вершин, мм	d_{ao1}, d_{ao2}	100
14. Ширина межвенцовый канавки для выхода инструмента (у шевронных колёс), мм	b_{11}, b_{12}	—	—

Рис. 14.6. Ввод параметров цилиндрической шестерни с внешними зубьями (страница 1)

После этого перейдите на вкладку «Страница» и нажмите кнопку «Расчет». Если все в норме (внизу будет надпись зеленого цвета «Контролируемые, измерительные критерии и критерии качества зацепления в норме»), нажать кнопку «Закончить расчеты»  (рис. 14.7).

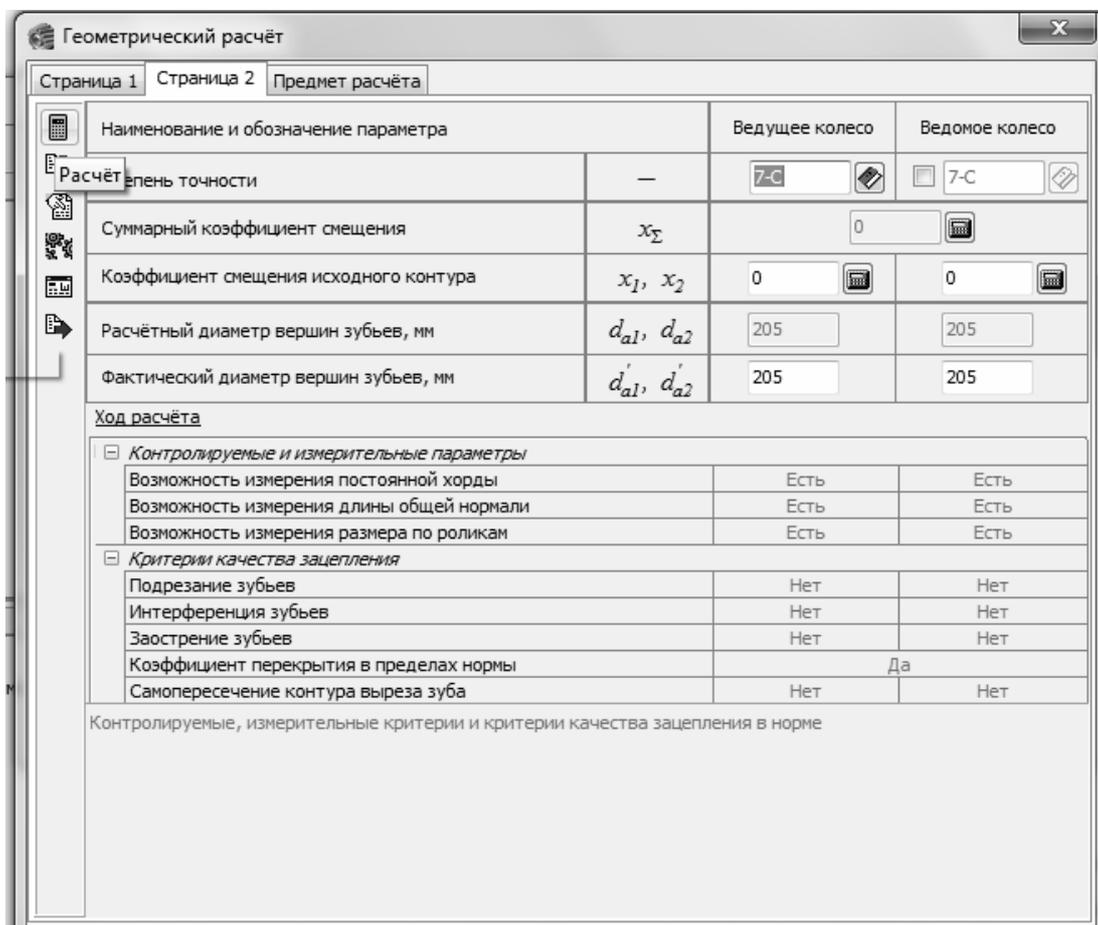


Рис. 14.7. Завершение ввода параметров цилиндрической шестерни с внешними зубьями (страница 2)

Выбираем объект построения – «Колесо» и нажимаем команду «ОК» для завершения расчетов (рис. 14.8).

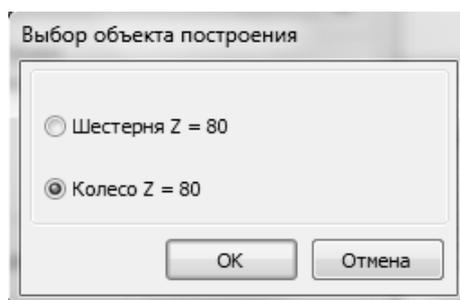


Рис. 14.8. Выбор объекта построения

Если необходимо откорректировать положение шестерни на чертеже – сохраните модель (кнопка «**Сохранить модель**» и выйти) и переместите чертеж. Двойной щелчок **ЛКМ** по чертежу возвращает в режим построения.

Далее необходимо достроить правую часть ступицы аналогично левой (повторить действия согласно п. 4.1).

Внешний контур зубчатого колеса построен, результат представлен на рис. 14.8.

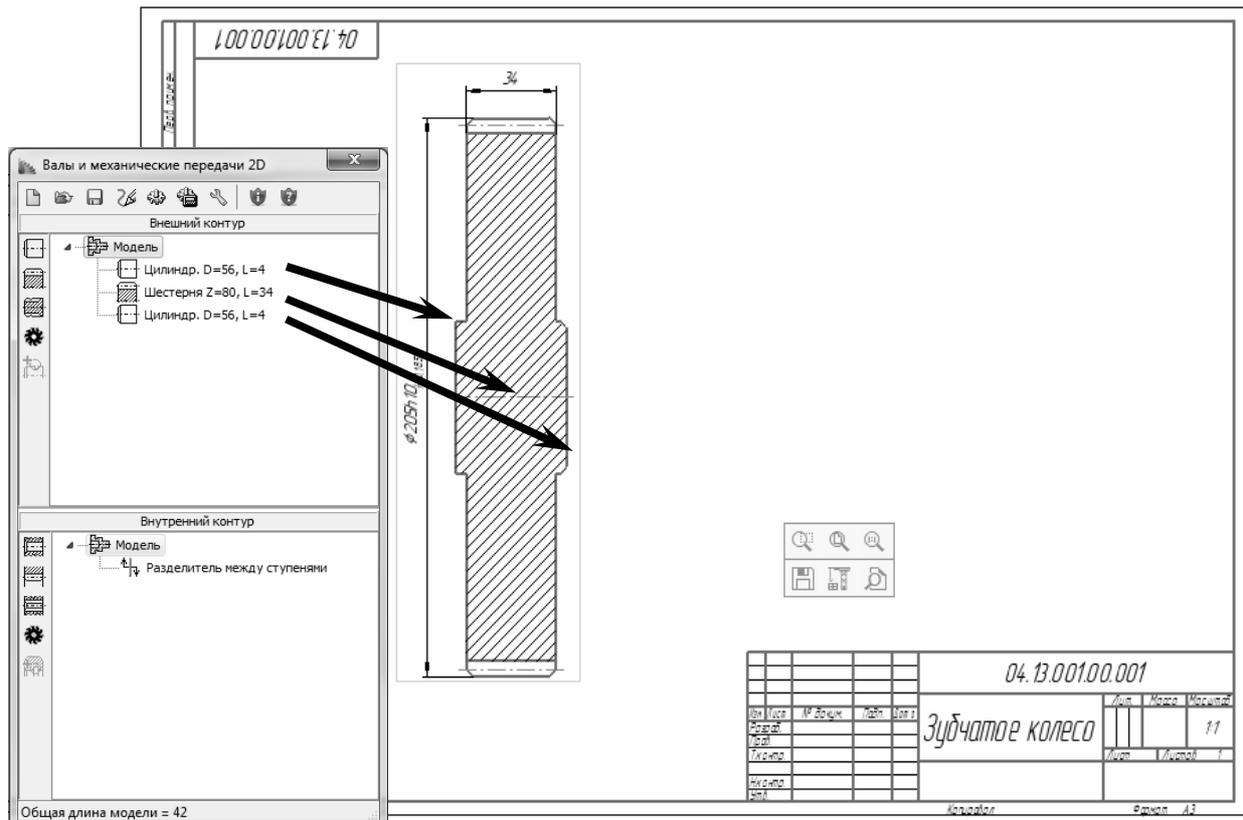


Рис. 14.8. Результат построения зубчатого колеса

5. Построение внутреннего контура зубчатого колеса

Перейдите на вкладку «**Внутренний контур**», выберите команду «**Простые ступени**», а затем «**Цилиндрическая ступень**» (рис. 14.9).

Заполните поля в соответствии с данными из задания.

- диаметр – **34 мм**;
- длина – **42 мм**;
- слева и справа – фаски **2x45°**.

Нажмите команду «**ОК**» для завершения построения.

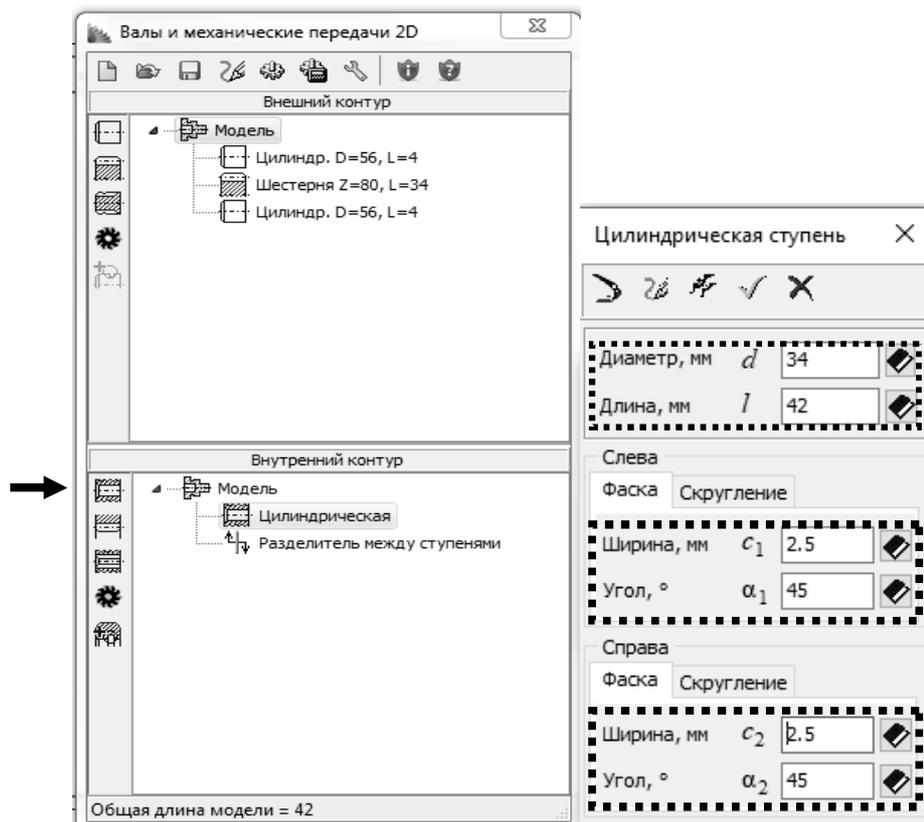


Рис. 14.9. Построение внутренней цилиндрической ступени

Внутренний контур ступицы зубчатого колеса построен, результат представлен на рис. 14.10.

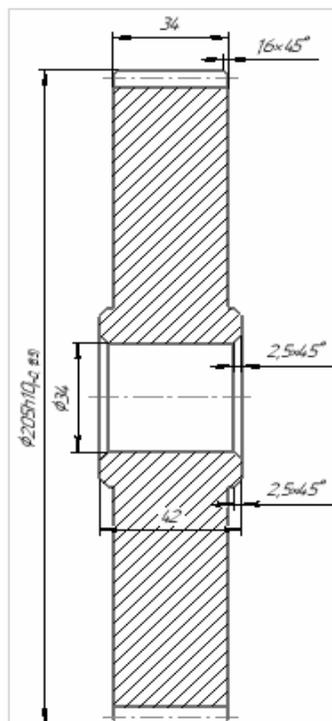


Рис. 14.10. Внутренний контур ступицы зубчатого колеса

6. Построение шпоночного паза

Для построения шпоночного паза на внутренней поверхности ступицы необходимо пройти по пути: выбрать вкладку «Дополнительные построения» → «Шпоночные пазы» → «Призматическая шпонка» (рис. 14.11).

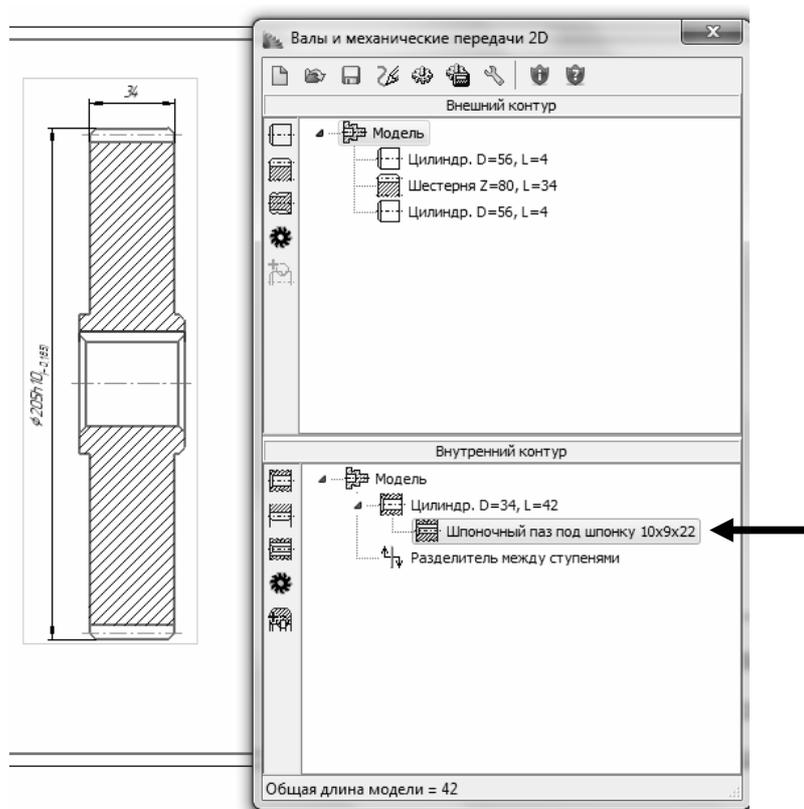


Рис. 14.11. Выбор команды для построения шпоночного паза

Размеры паза (длина, ширина и глубина) определяются автоматически. Результат построения представлен на рис. 14.12.

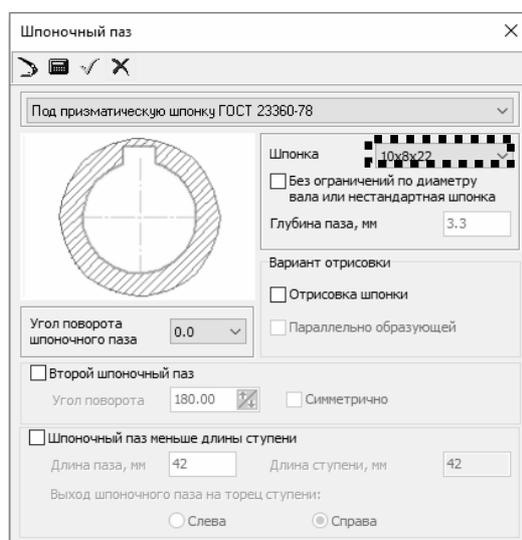


Рис. 14.12. Построение шпоночного паза под призматическую шпонку

7. Построение кольцевых пазов

7.1. Для построения кольцевых пазов необходимо выполнить команду, пройдя по пути: на вкладке «**Внешний контур**» выбрать нужную шестерню «**Шестерня Z=80, L=34**», затем во вкладке «**Дополнительные построения**» выбрать «**Кольцевые пазы**» → «**Тип 1**». Результат представлен на рис. 14.13.

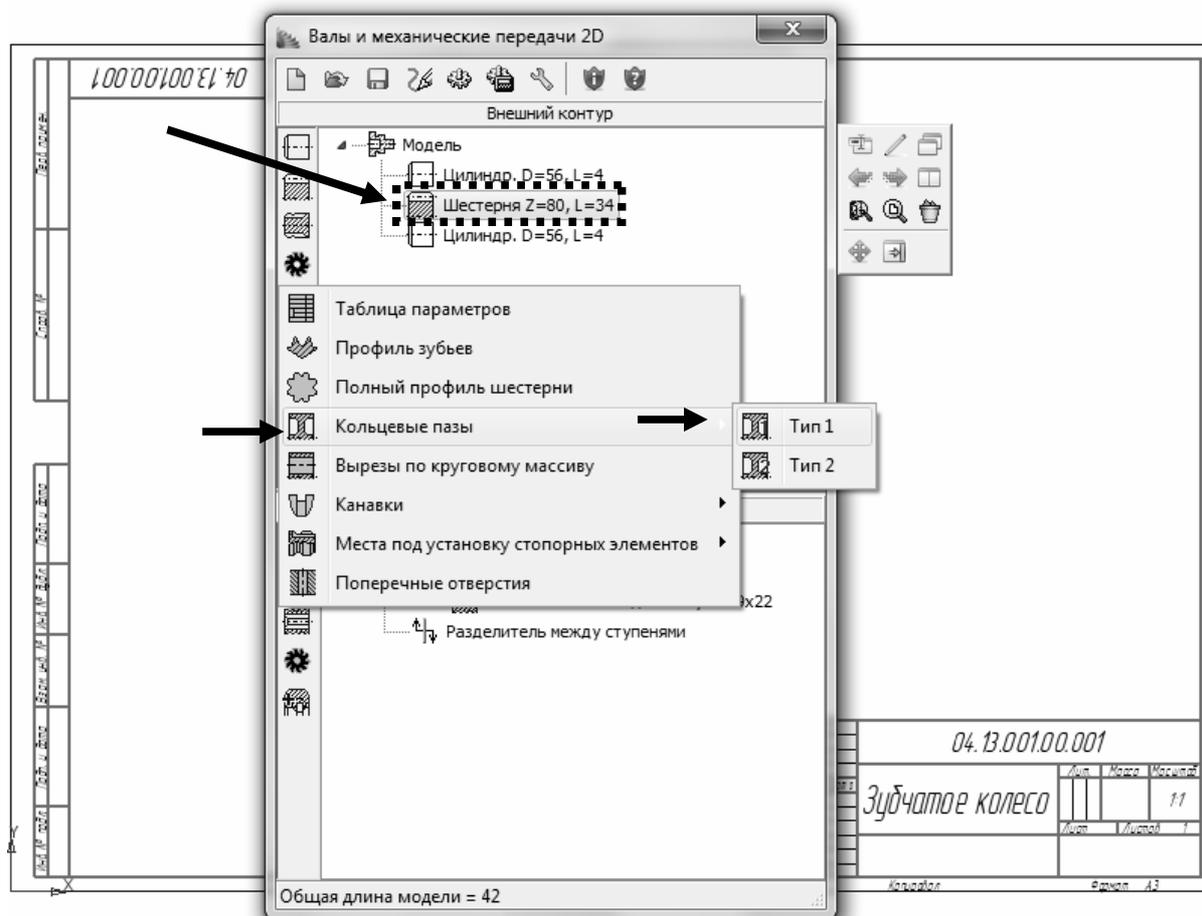


Рис. 14.13. Построение кольцевого паза

7.2. Введите следующие параметры кольцевого паза:

- диаметр D_1 – 160 мм;
- диаметр ступицы D_2 – 70 мм;
- ширина B – 10 мм;
- радиусы $R_1 = R_1 = 2$ мм;
- фаски снизу и сверху $1,6 \times 45^\circ$.

7.3. Нажмите кнопку «**ОК**», и кольцевые пазы будут построены во внешнем контуре колеса (рис. 14.14.)

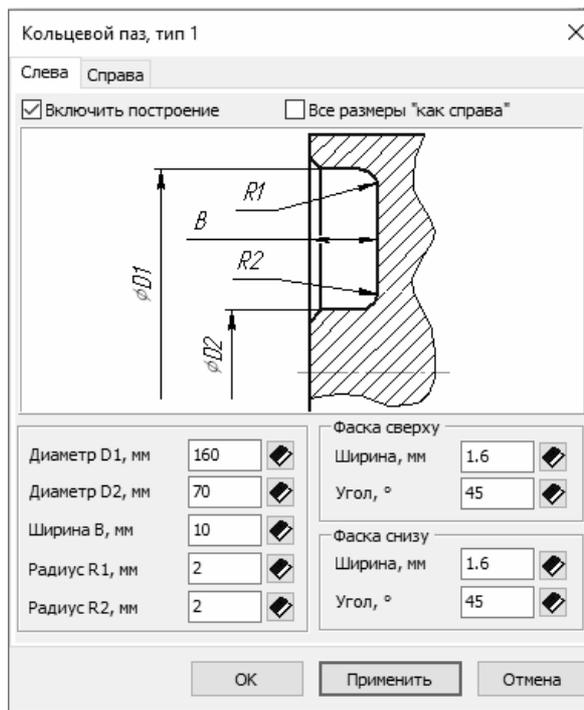


Рис. 14.14. Построение кольцевого паза

8. Построение кольцевых отверстий

8.1. Для построения кольцевых отверстий на вкладке «**Внешний контур**» укажите на шестерню в дереве построения (**Шестерня Z=80, L=34**) и далее во вкладке «**Дополнительные построения**» выберите команду «**Вырезы по кольцевому массиву**» (рис. 14.15).

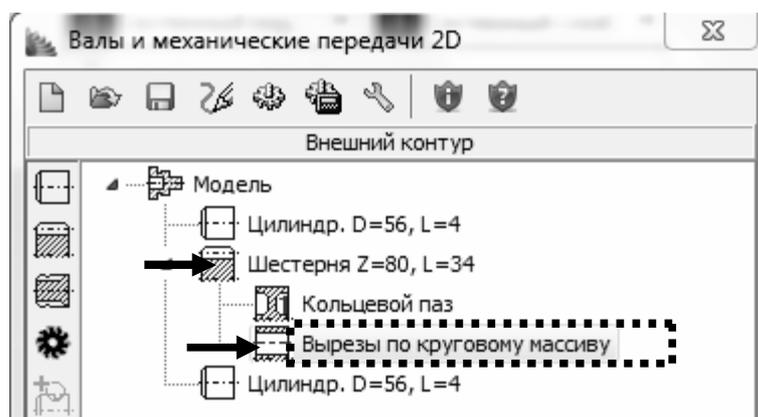


Рис. 14.15. Выбор команды Вырезы по кольцевому массиву.

8.2. Введите следующие параметры (рис. 14.16):

- диаметр расположения центра отверстий – **120 мм**;
- диаметр отверстий – **25 мм**;
- количество отверстий – **8**.

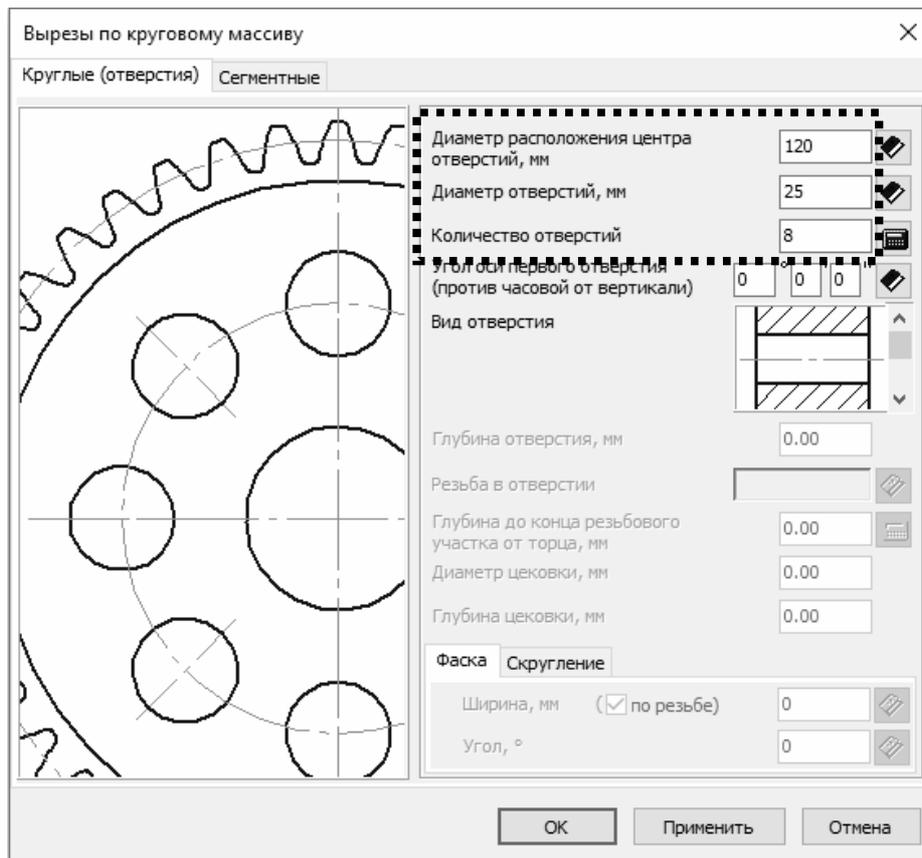


Рис. 14.16. Параметры кольцевых отверстий

8.3. Нажмите кнопку «**ОК**» – чертеж зубчатого колеса представлен на рис. 14.17.

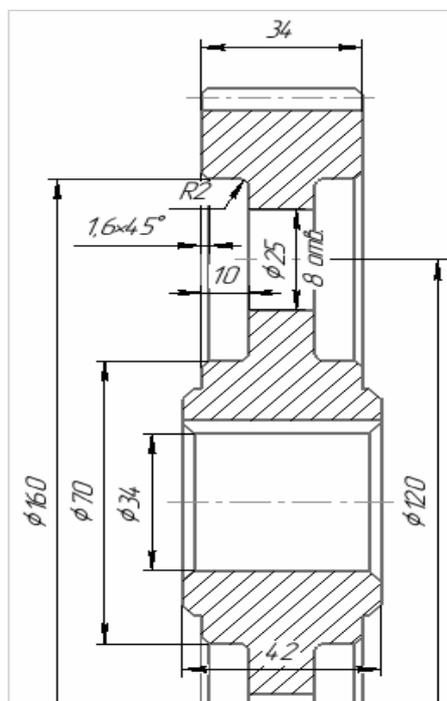


Рис. 14.17. Результат построения кольцевого паза и кольцевых отверстий

9. Построение таблицы параметров

9.1 На вкладке «**Внешний контур**» укажите в дереве построения на шестерню (**Шестерня Z=80, L=34**), нажмите на кнопку «**Дополнительные построения**» и выберите пункт «**Таблица параметров**».

9.2 Выберите тип таблицы параметров – «**Упрощенная (с межосевым расстоянием)**», а тип контроля – «**По роликам**».

Результат представлен на рис. 14.18.

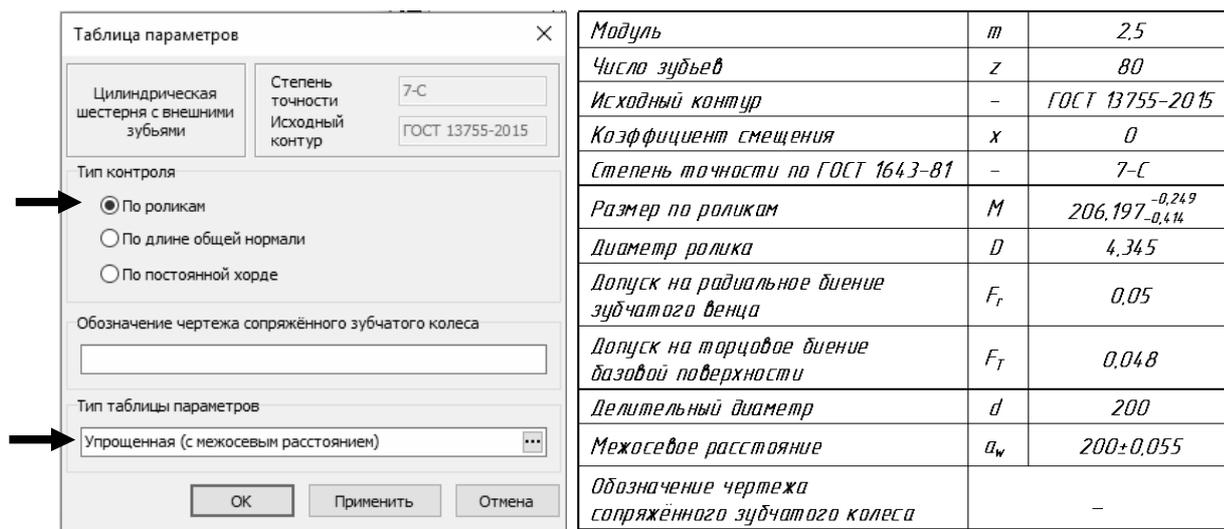


Рис. 14.18. Выбор характеристик и Таблицы параметров

9.3. Нажмите кнопку «**ОК**», и таблица параметров будет вставлена в чертеж.

10. Создание выносного элемента

10.1 Для построения профиля шпоночного паза выполните следующую последовательность действий: вкладка «**Внутренний контур**» → выбрать элемент «**Шпоночный паз**» → «**Дополнительные построения**» → «**Профиль шпоночного паза**». При необходимости можно изменить стандартные параметры, выбрать нужную посадку соединения, масштаб.

После нажатия кнопки «**ОК**» на чертеж будет добавлен выносной элемент – профиль шпоночного паза с размерами (рис. 14.19).

11. Создание профиля зубьев

11.1. Для построения профиля зубьев выполните следующую последовательность действий: на вкладке «**Внешний контур**» укажите в дереве построения на шестерню (**Шестерня Z=80, L=34**), нажмите на кнопку «**Дополнительные построения**» и выберите пункт «**Профиль зубьев**».

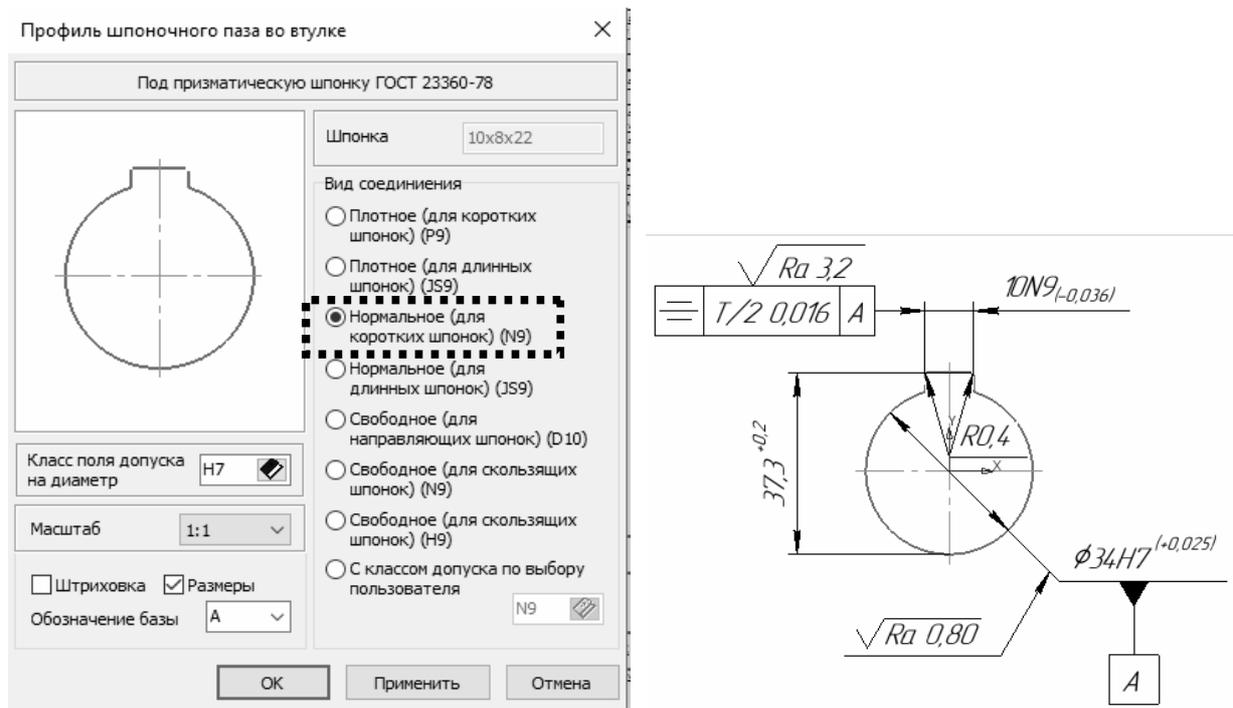


Рис. 14.19. Выбор характеристик и профиль шпоночного паза с размерами

11.2. При необходимости можно изменить стандартные параметры, например, указать на необходимость обозначения термообработки, выбрать нужное количество расчетных точек, масштаб. Результат представлен на рис. 14.20.

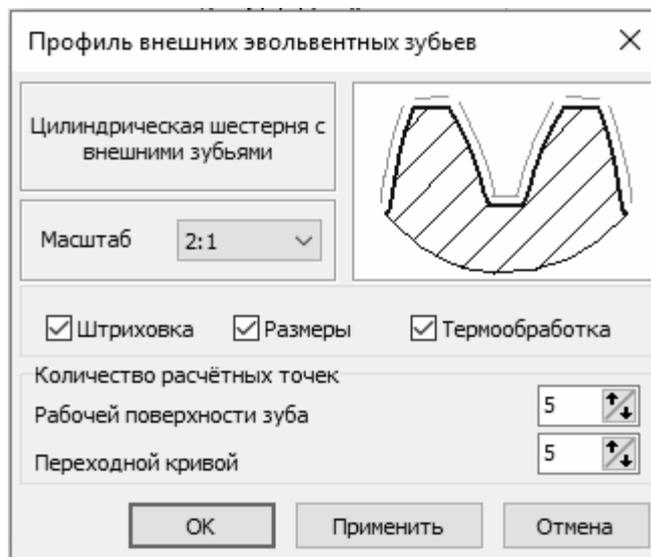


Рис. 14.20. Выбор параметров профиля зубьев

На чертеже зубчатого колеса обозначьте разрез зубчатого венца **Б-Б**. Используя команду «Переместить на чертеже»  разместите «Профиль зубьев» в свободной зоне чертежа.

12. Создание твердотельной модели

12.1. Необходимо выбрать материал для изготовления зубчатого колеса. Для этого нажимаем команду «**Механические свойства материала модели**»  и выбираем сталь, например, «**Сталь 30 ХГСА ГОСТ 4543–2016**» (рис. 14.21).

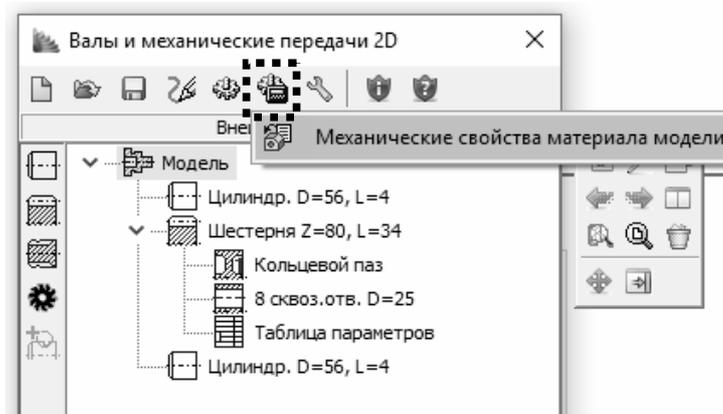


Рис. 14.21. Выбор механических свойств (материала) модели

12.2. Для создания 3D-модели зубчатого колеса нажмите кнопку «**Дополнительные построения и действия**» и выберите пункт «**Генерация твердотельной модели**» (рис. 14.22).

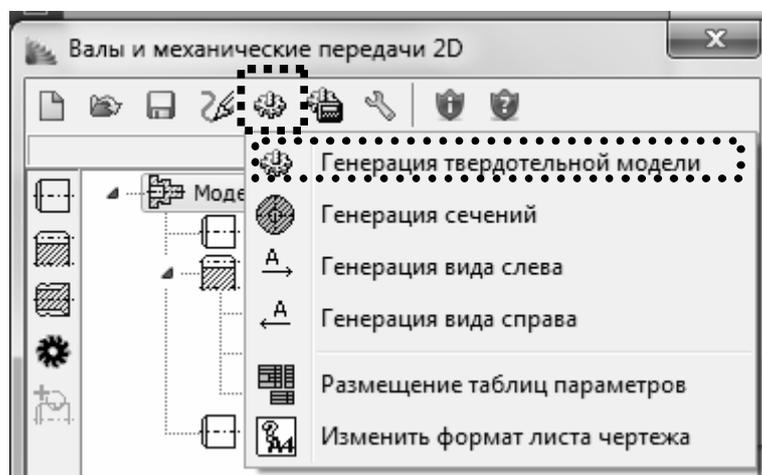


Рис. 14.22. Генерация твердотельной 3D-модели

Построение займет некоторое время. Конечный результат представлен на рис. 14.23.

Укажите в свойствах модели следующую информацию:

- Обозначение – **04.88.XXX.14.001**
- **XXX** – порядковый номер студента по журналу преподавателя;

- Наименование – **Колесо зубчатое.**
- **14** – порядковый номер лабораторной работы;
- **001** – порядковый номер детали в сборочном узле.

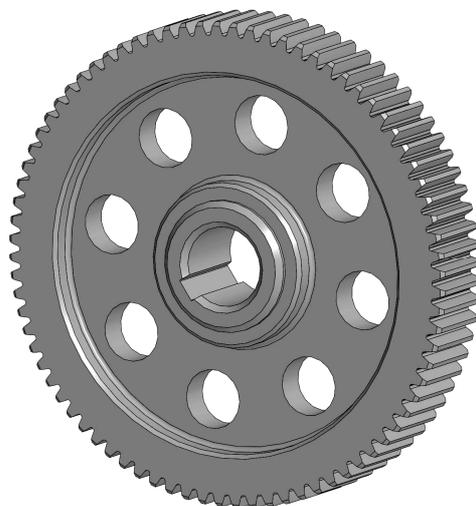


Рис. 14.23. 3D-модель зубчатого колеса

Нажмите кнопку «**Сохранить**»  для создания файла.

13. Завершите оформление чертежа зубчатого колеса в соответствии с требованиями ЕСКД. Проставьте размеры детали и шероховатости поверхностей. Укажите технические требования и неуказанную шероховатость. Отредактируйте таблицу параметров. Оформите основную надпись.

Пример оформления чертежа зубчатого колеса представлен в Приложении П.

Контрольные вопросы

1. Какие объекты позволяет рассчитывать и строить приложение «Механика: Валы и механические передачи 2D»?
2. Какие модели расчетов зубчатых зацеплений существуют в КОМПАС- 3D?
3. Какие параметры и характеристики можно задать и рассчитать в рассматриваемом приложении?
4. С помощью какой команды указывается материал для изготовления зубчатого колеса?
5. Как можно редактировать параметры зубчатого зацепления?

Лабораторная работа № 15
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ БИБЛИОТЕК САПР
(НА ПРИМЕРЕ ВАЛА)

Цель работы: изучение приемов построения механических передач с использованием библиотеки КОМПАС-3D «Механика: Валы и механические передачи 2D».

Содержание работы:

- 1) выполнить расчет и построить чертеж детали «Вал» с использованием приложения «Механика: Валы и механические передачи 2D»;
- 2) сгенерировать 3D-модель вала;
- 3) представить отчет о выполненной работе в виде электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемой детали и чертежа, оформленного в соответствии с требованиями ЕСКД и распечатанного на листе формата А3.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows; система трехмерного проектирования КОМПАС-3D-v18.1 или версии выше; приложение «Механика: Валы и механические передачи 2D».

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Приложение «Механика: Валы и механические передачи 2D» предназначено для проектирования:

- валов (простых элементов внешнего контура);
- втулок (простых элементов внутреннего контура);
- элементов механических передач;
- элементов зуборезного инструмента.

На простых элементах могут быть смоделированы шлицевые, резьбовые и шпоночные участки, а также другие конструктивные элементы – канавки, проточки, пазы, лыски и т. д. (рис. 15.1).



Рис. 15.1. Вал со ступенями разной формы с конструктивными и технологическими элементами

Параметрические модели сохраняются непосредственно в чертеже и доступны для последующего редактирования. При создании и редактировании может быть изменен порядок ступеней модели, отредактировано значение любого параметра ступени.

Задание 1. Построить 3D-модель детали «Вал» и оформить его чертеж

Эскиз вала представлен на рис. 15.2.

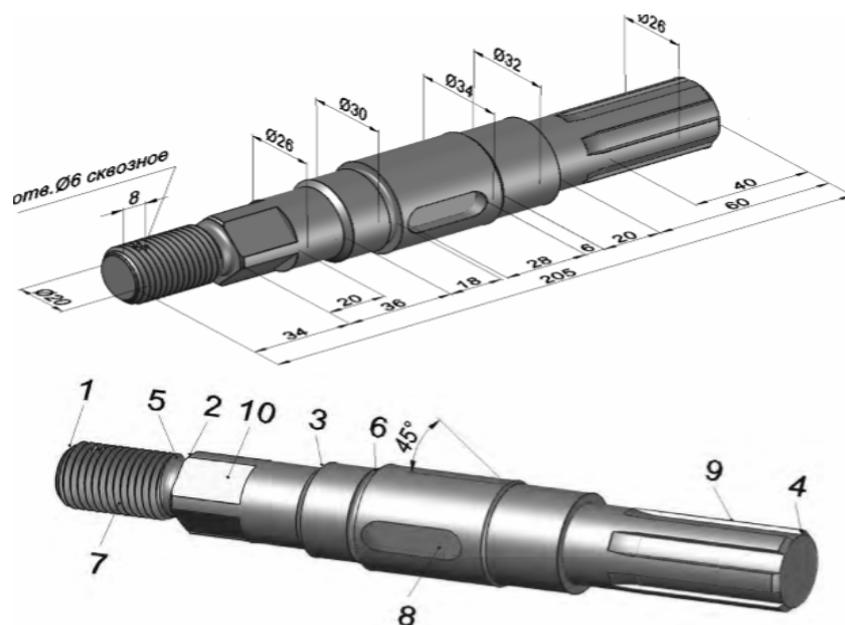


Рис. 15.2. Эскиз вала для построения

Вал имеет следующие конструктивные и технологические элементы:

1, 4 – фаска $2,5 \times 45^\circ$,

2, 3 – фаска $1 \times 45^\circ$;

5 – проточка для наружной метрической резьбы с крупным шагом;

6 – канавка для выхода шлифовального круга;

7 – резьба метрическая с крупным шагом;

8 – шпоночный паз под призматическую шпонку;

9 – шлицы прямоугольные (легкая серия), ГОСТ 1139–80;

10 – лыска квадратная.

Порядок выполнения работы:

1. Создать документ **Чертеж**, установить формат **A3**, ориентация – **горизонтальная**.

2. Активировать прикладную библиотеку, пройдя по пути: вкладка «**Приложения**» → «**Механика**» → «**Валы и механические передачи 2D**» → «**Построение модели**». В результате откроется окно приложения «Валы и механические передачи 2D» (рис. 15.3).

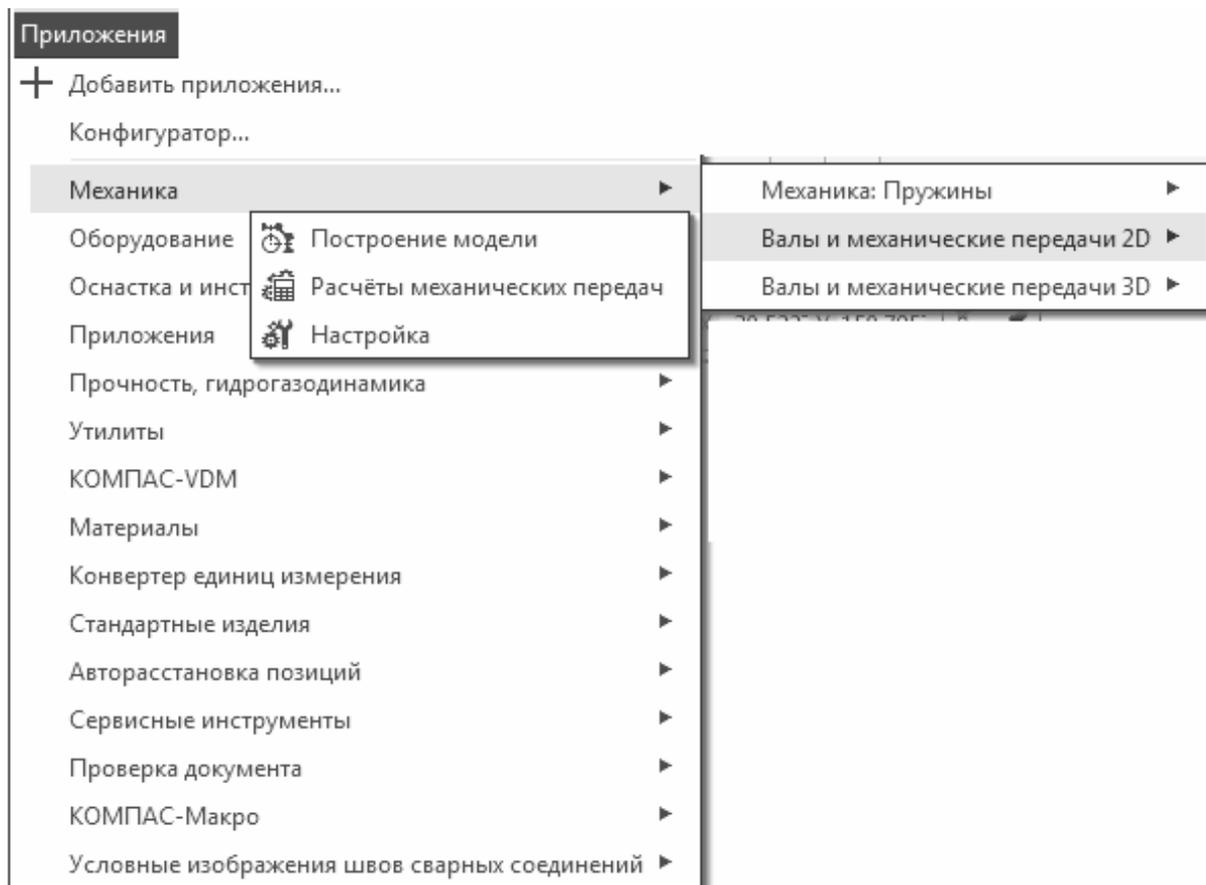


Рис. 15.3. Активация приложения «Валы и механические передачи 2D»

3. Выберите команду «**Новая модель**»  и укажите тип отрисовки модели «**В разрезе**» (рис. 15.4).

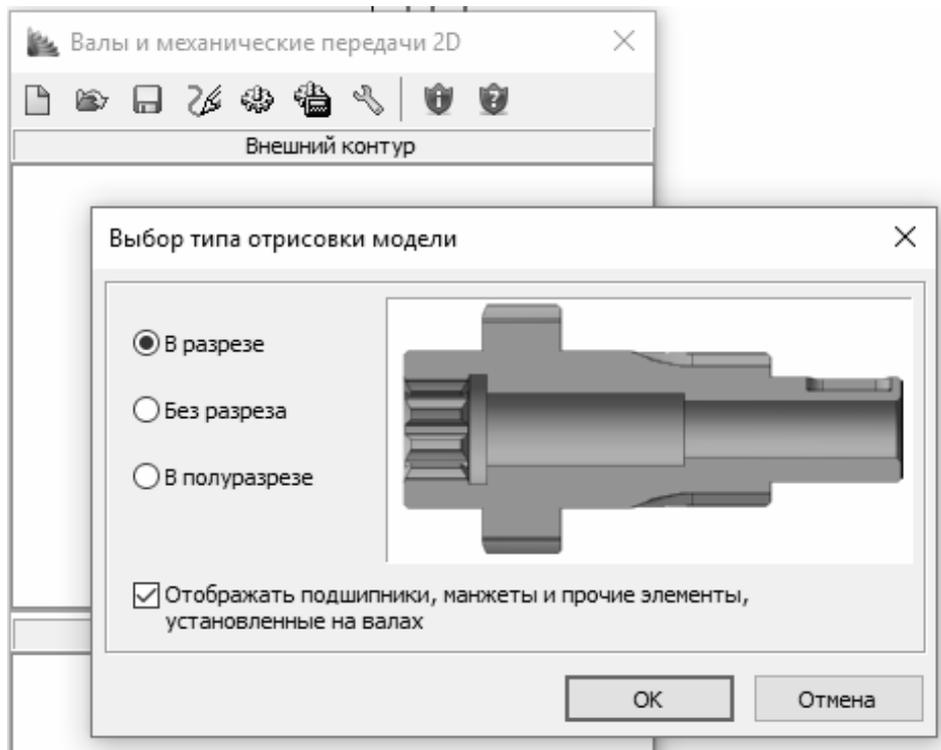


Рис. 15.4. Создание новой модели

4. Построение вала.

4.1 Для построения вала укажите на чертеже в произвольном месте первую точку изображения.

Разделим всю длину вала (205 мм) на цилиндрические ступени (участки), имеющие разный диаметр. Данные приведены в табл. и на рис. 15.5.

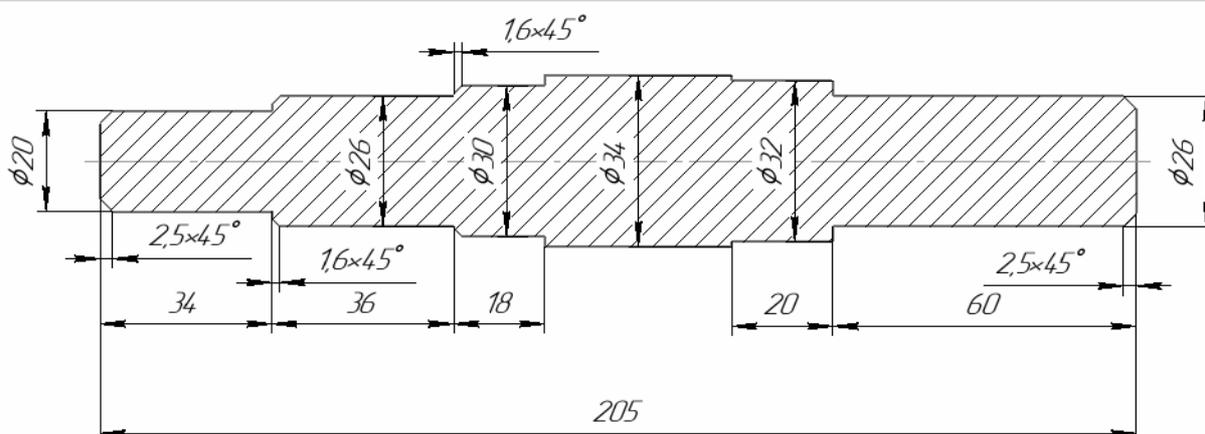


Рис. 15.5. Цилиндрические участки вала

Цилиндрические ступени и их конструктивные особенности

Участок	Диаметр	Длина	Конструктивные особенности
Первый	20	34	фаска, резьба метрическая с крупным шагом, проточка (канавка), сквозное отверстие
Второй	26	36	фаска, квадратная лыска
Третий	30	18	фаска, канавка для выхода шлифовального круга
Четвертый	34	37	шпоночный паз под призматическую шпонку
Пятый	32	20	-
Шестой	26	60	шлицы прямобочные

Построим последовательно эти участки.

Построим первую часть вала. В окне «**Внешний контур**» выбрать «**Простые ступени**», затем «**Цилиндрическая ступень**» и ввести следующие размеры цилиндрической ступени (рис. 15.6):

- длина – 34 мм;
- диаметр – 20 мм;
- слева фаска – $2,5 \times 45^\circ$.

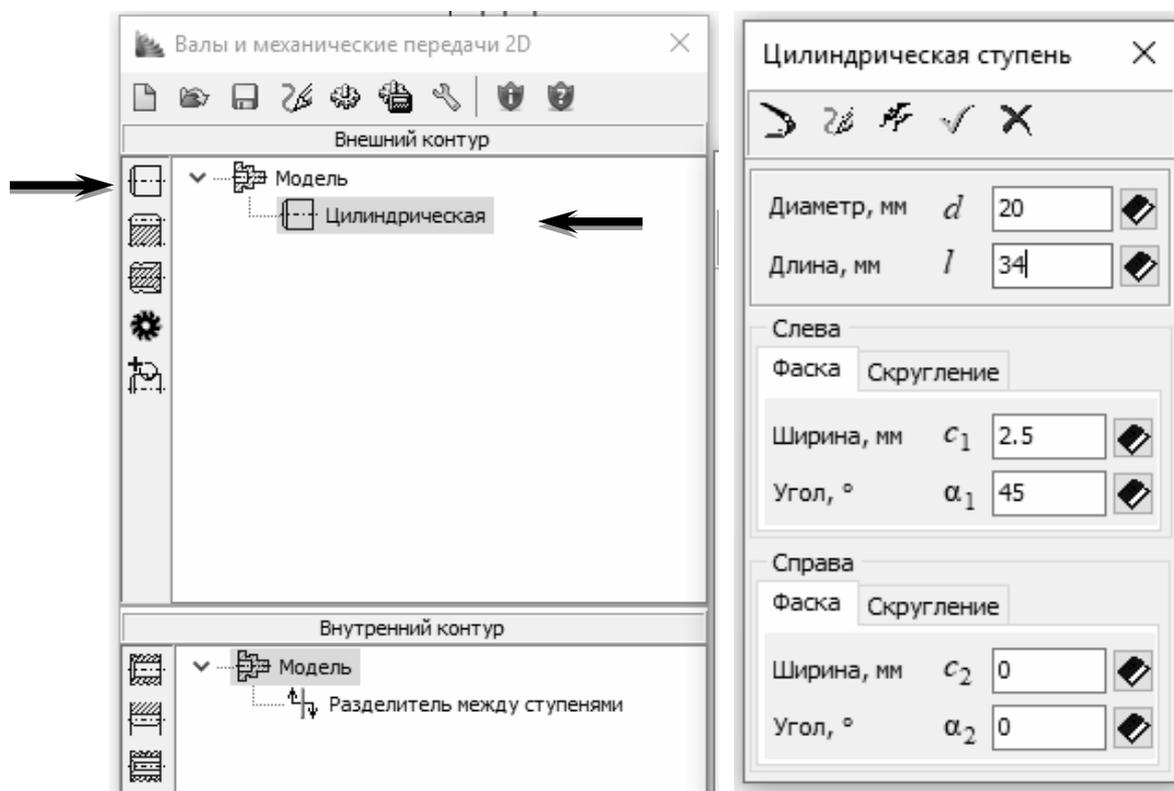


Рис. 15.6. Выбор цилиндрической ступени и ввод ее параметров

Для ввода указанных параметров нажмите кнопку . В результате будет построена первая часть вала.

Второй участок вала представляет собой также цилиндрическую ступень длиной 36 мм и диаметром 26 мм. Строим вторую цилиндрическую ступень со следующими параметрами:

- длина – **36 мм**;
- диаметр – **26 мм**;
- слева фаска – **1,6x45⁰**.

Следующий участок вала (третий) представляет собой цилиндрическую ступень длиной 18 мм и диаметром 30 мм. Строим эту цилиндрическую ступень со следующими параметрами:

- длина – **18 мм**;
- диаметр – **30 мм**;
- слева фаска – **1,6x45⁰**.

Строим 4 цилиндрическую ступень диаметром 34 мм и длиной 37 мм.

Строим 5 цилиндрическую ступень диаметром 32 мм и длиной 20 мм.

Строим шестую цилиндрическую ступень диаметром 26 мм, длиной 60 мм и фаской 2,5x45⁰ с правой стороны.

Последовательность построения представлена на рис. 15.7.

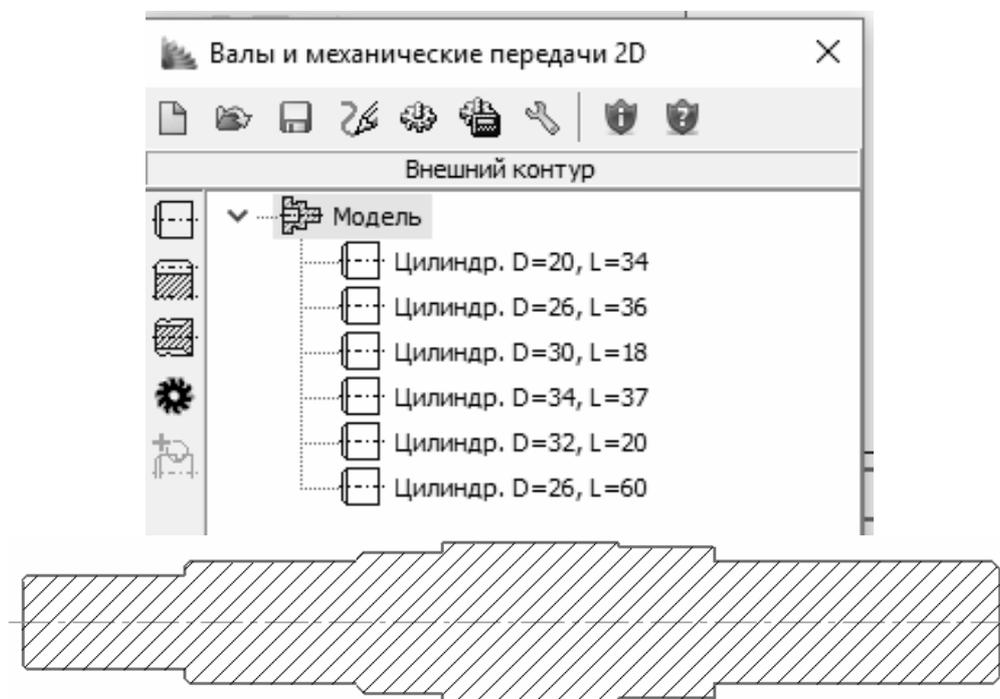


Рис. 15.7. Построение цилиндрических ступеней вала

5. Построение дополнительных элементов.

5.1. Для построения резьбы на внешней поверхности первого участка необходимо выделить первую цилиндрическую ступень в дереве построения (**Цилиндр. D = 20, L = 34**) и выбрать вкладку «Дополнительные построения» → «Резьба» → «Метрическая» и ввести необходимые параметры (рис. 15.8).

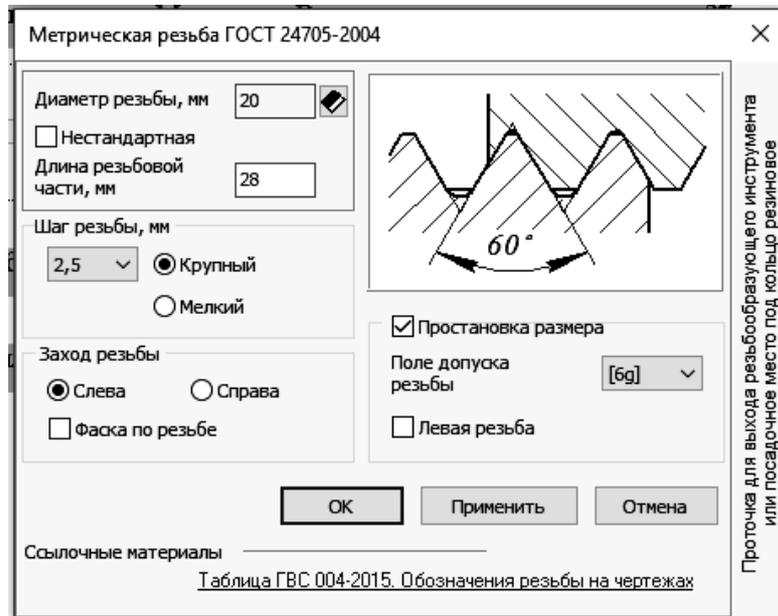


Рис. 15.8. Выбор параметров метрической резьбы

5.2. Так же на первом участке имеется технологический элемент – проточка, которая необходима для работы инструмента (резца). Для ее построения необходимо выделить и выбрать вкладку «Дополнительные построения» – «Канавки» – «Канавка сферическая». Ввести необходимые параметры (рис. 15.9).

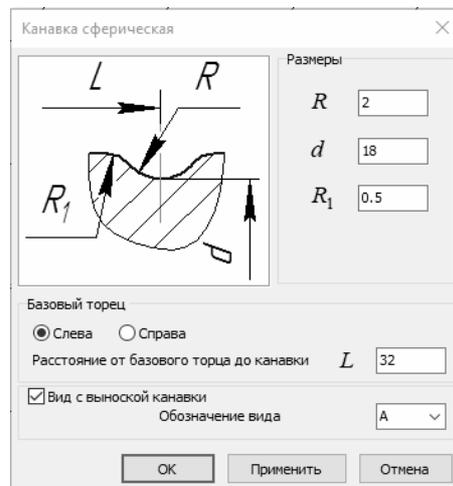


Рис. 15.9. Выбор параметров сферической канавки для проточки

5.3. Для построения сквозного отверстия диаметром 6 мм необходимо выбрать вкладку «Дополнительные построения» – «**Поперечные отверстия**» и ввести необходимые параметры (рис. 15.10):

- диаметр отверстия – **6 мм**;
- базовый торец – **слева**;
- расстояние от базового торца до оси отверстия, **L – 8 мм**;
- вид отверстия – **сквозное, без фасок**.

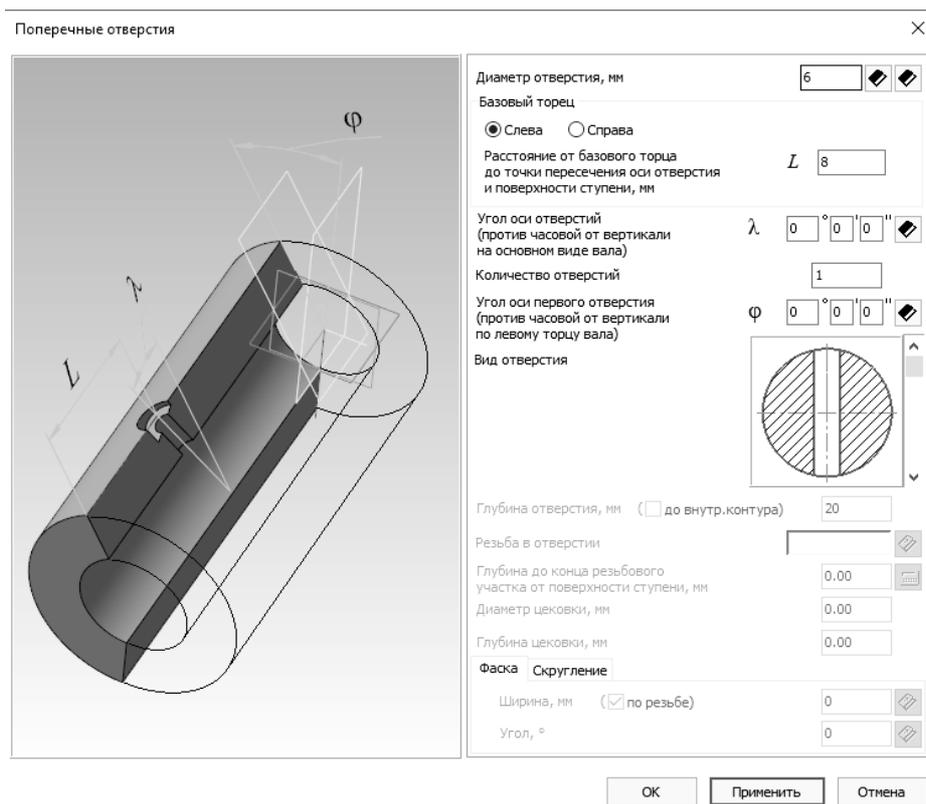


Рис. 15.10. Выбор параметров поперечного отверстия

Результат построения дополнительных элементов на первой цилиндрической ступени вала представлен на рис. 15.11.

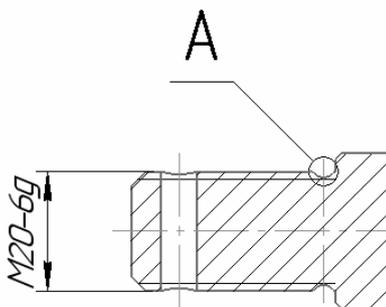


Рис. 15.11. Результат построения трех дополнительных элементов на первой цилиндрической ступени вала

5.4. На втором участке вала выполнена квадратная лыска, т. е. усечение профиля производится в горизонтальной и вертикальной плоскостях, сверху и снизу, с поворотом на 45° . Указав в дереве построения на вторую цилиндрическую ступень (**Цилиндр. $D = 26, L = 36$**) через вкладку **Дополнительные построения**, выберем команду «Лыска» и введем необходимые параметры (рис. 15.12).

- ширина лыски $B - 20$ мм;
- глубина лыски $H - 3$ мм;
- радиус скругления, $R - 0,5$ мм.

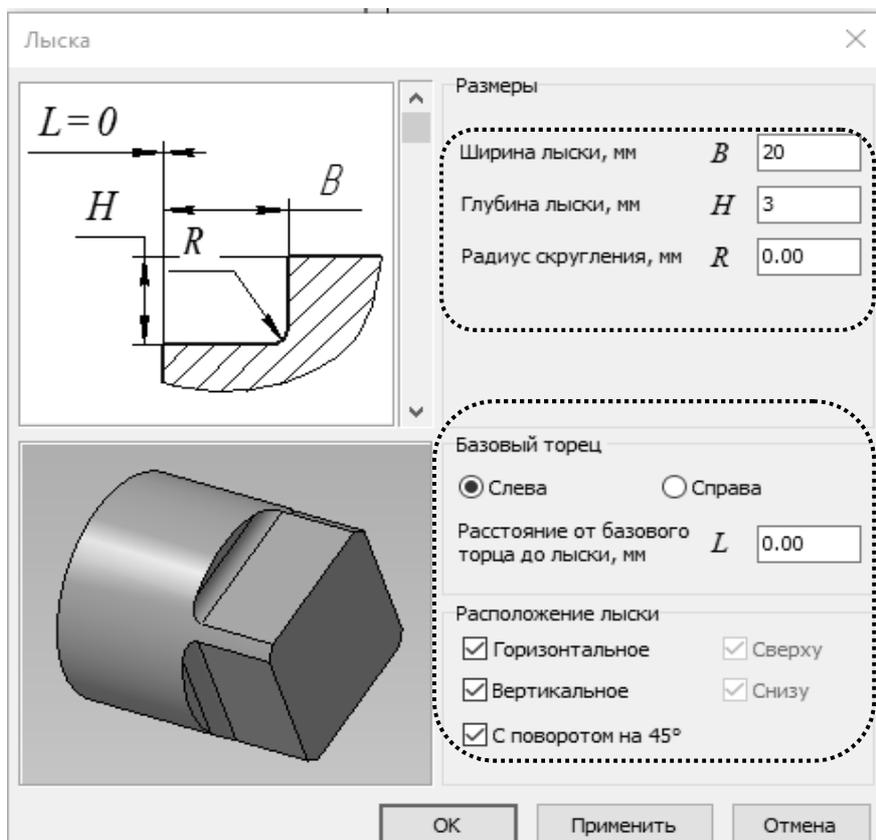


Рис. 15.12. Выбор параметров квадратной лыски

5.5. На третьей цилиндрической ступени справа имеется канавка для выхода шлифовального круга. Для ее построения необходимо выделить третью цилиндрическую ступень в дереве построения (**Цилиндр $D = 30, L = 18$**) и выбрать вкладку «Дополнительные построения» → «Канавки» → «Канавка под выход шлифовального круга». Ввести необходимые параметры (рис. 15.13).

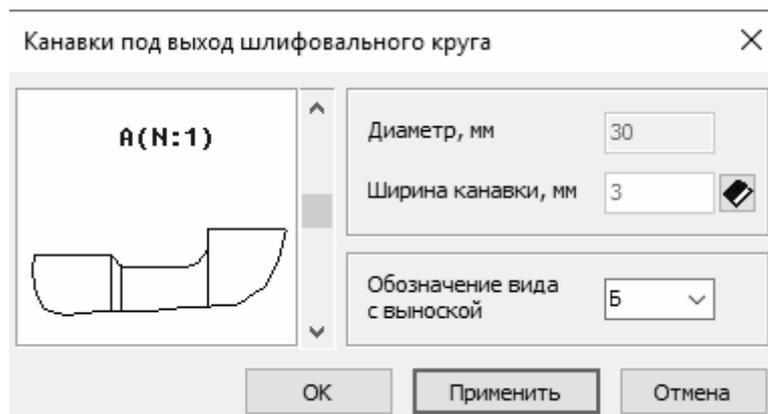


Рис. 15.13. Выбор параметров канавки под выход шлифовального круга

5.6. На четвертой цилиндрической ступени имеется шпоночный паз под призматическую шпонку. Для его построения необходимо выбрать четвертую цилиндрическую ступень в дереве построения (**Цилиндр D = 34, L = 37**), затем вкладку «Дополнительные построения» → «Шпоночные пазы» → «Призматическая шпонка». Ввести необходимые параметры: длина шпонки – **28 мм**, а расстояние от базового торца справа – **6 мм** (рис. 15.14).

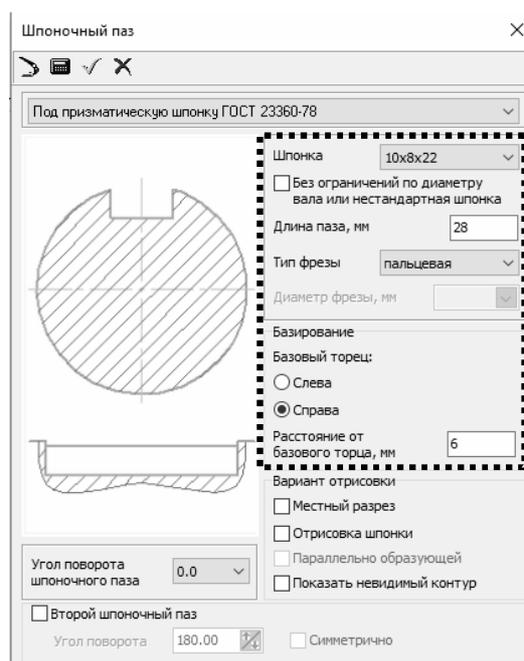


Рис. 15.14. Выбор параметров шпоночного паза под призматическую шпонку

5.7. На шестой цилиндрической ступени имеются прямобоочные шлицы. Для их построения необходимо указать в дереве построения на «**Цилиндр D = 26, L = 60**», выбрать вкладку «Дополнительные построения» → «Шлицы» – «Прямобоочные».

Ввести необходимые параметры (рис. 15.15):

- шлицы – **6x23x26x6**;
- серия – **легкие**;
- способ центрирования – **по наружному диаметру**;
- длина шлицев – **40 мм**;
- диаметр фрезы – **63 мм**;
- выход фрезы – **слева**.

Рис. 15.15. Выбор параметров прямобоочных шлицев

6. Выполнение дополнительных построений на чертеже.

6.1. Для построения выносного элемента сферической канавки необходимо на первой цилиндрической ступени в дереве построения (**Цилиндр. D = 20, L = 34**) выделить «Канавка $r = 2$ » и выбрать вкладку «Дополнительные построения» → «Выносной элемент».

Ввести необходимые параметры (рис. 15.16).

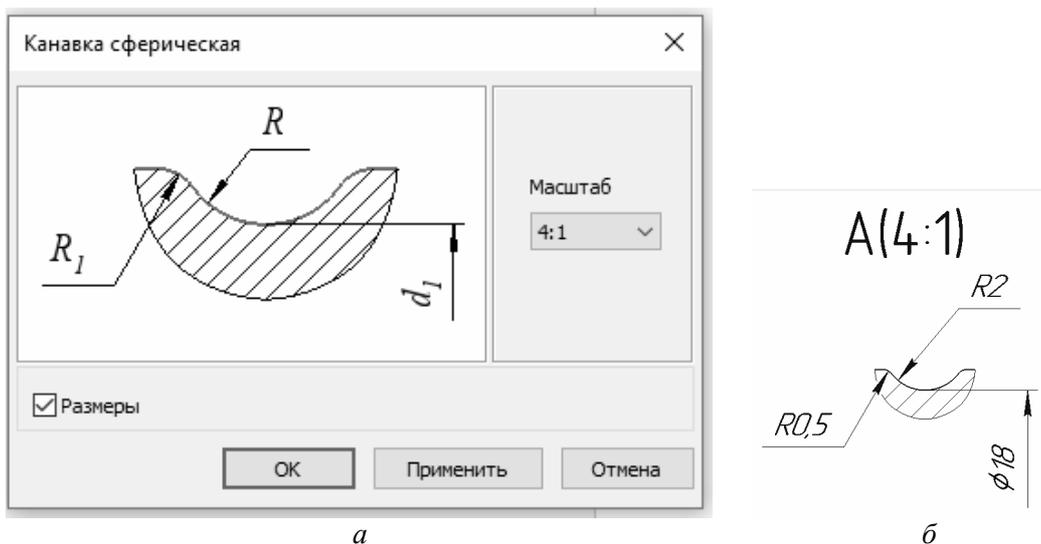


Рис. 15.16. Выбор параметров выносного элемента сферической канавки (а) и результат его построения (б)

6.2. Для построения выносного элемента канавки под выход шлифовального круга необходимо на третьей цилиндрической ступени в дереве построения (**Цилиндр. D=30, L=18**) выделить «**Канавка под выход шлифовального круга b=3**» и выбрать вкладку «**Дополнительные построения**» → «**Выносной элемент**». Ввести необходимые параметры. После нажатия кнопки «**ОК**» на чертеж будет добавлен выносной элемент канавки под выход шлифовального круга с размерами (рис. 15.17).

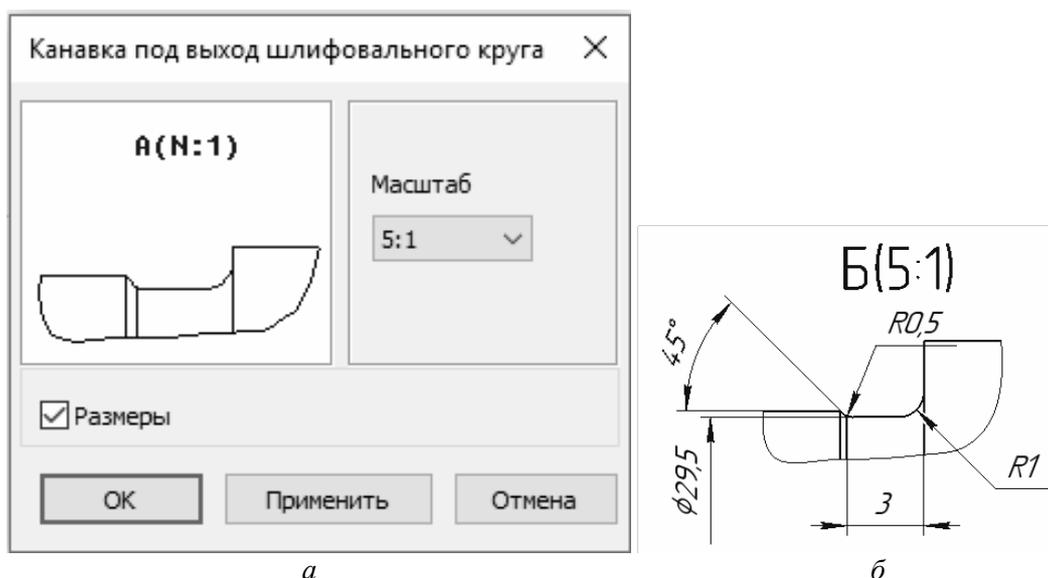


Рис. 15.17. Выбор параметров выносного элемента канавки под выход шлифовального круга (а) и результат его построения (б)

6.3. Для построения профиля шпоночного паза необходимо выделить четвертую цилиндрическую ступень в дереве построения (Цилиндр. $D = 34$, $L = 37$) выделить «Шпоночный паз под шпонку 10x8x22», выбрать вкладку «Дополнительные построения» → «Выносной элемент». Ввести необходимые параметры. При необходимости можно изменить стандартные параметры, выбрать вид соединения, класс поля допуска, масштаб и т. д. После нажатия кнопки «ОК» на чертеж будет добавлен выносной элемент – профиль шпоночного паза с размерами (рис. 15.18).

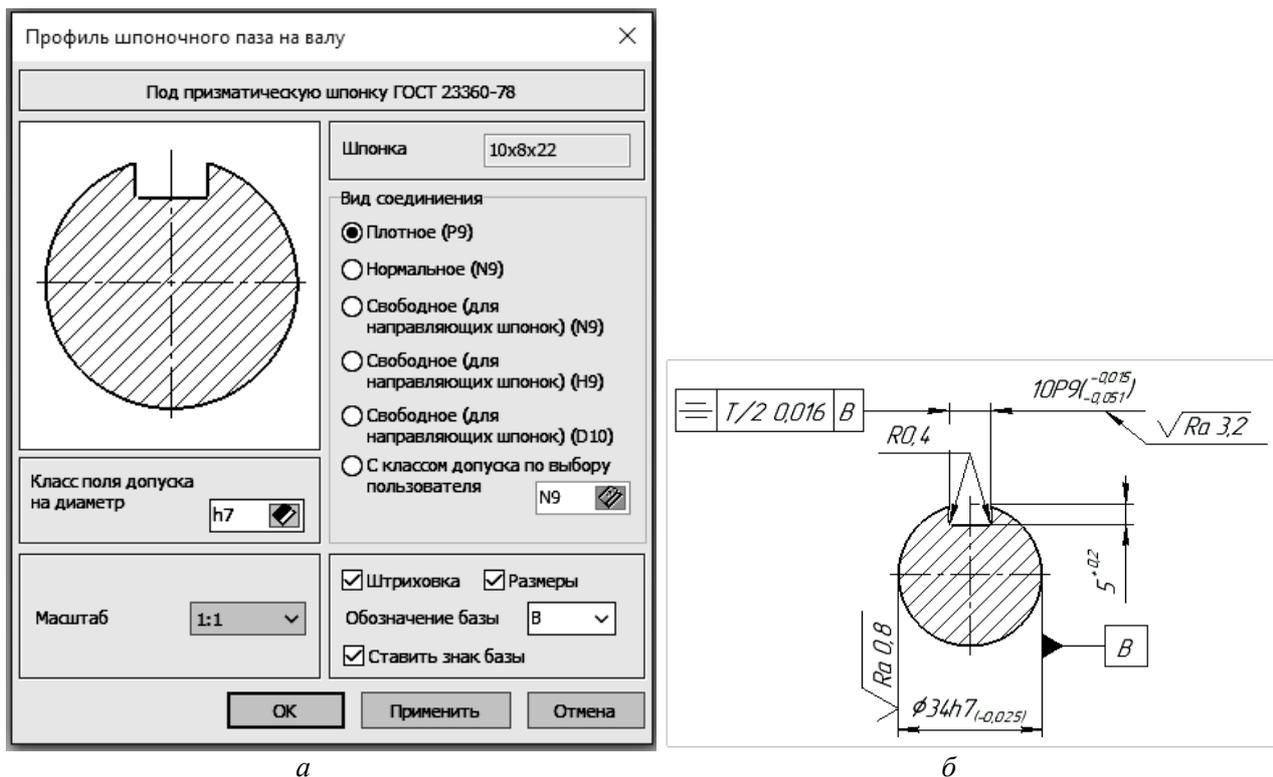


Рис. 15.18. Выбор параметров профиля шпоночного паза (а) и результат его построения (б)

6.4. Для построения профиля шпоночного паза необходимо выделить в дереве построения шестую цилиндрическую ступень (Цилиндр. $D=26$, $L=60$) выделить «Шлицы прямоугольные» и выбрать вкладку «Дополнительные построения» – «Профиль шлицев». Ввести необходимые параметры. При необходимости можно изменить стандартные параметры, выбрать вид соединения, класс поля допуска, масштаб и т. д. (рис. 15.19).

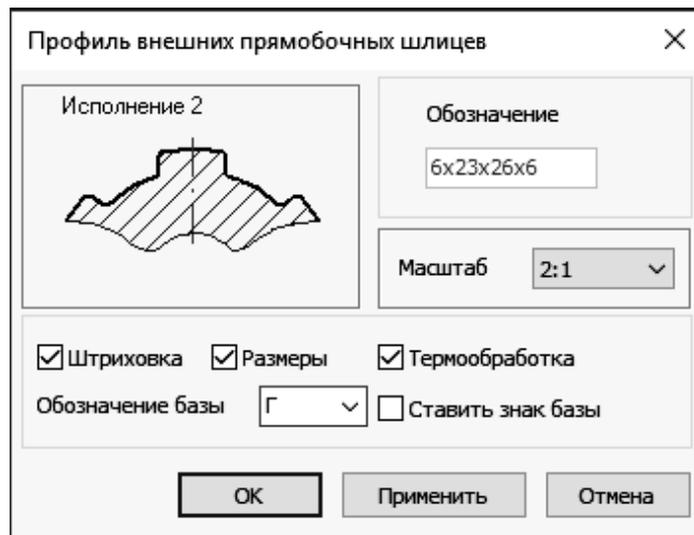


Рис. 15.19. Выбор характеристик и профиль шлицев с размерами

После нажатия кнопки «ОК» на чертеж будет добавлен выносной элемент – профиль шлицев с размерами (рис. 15.20).

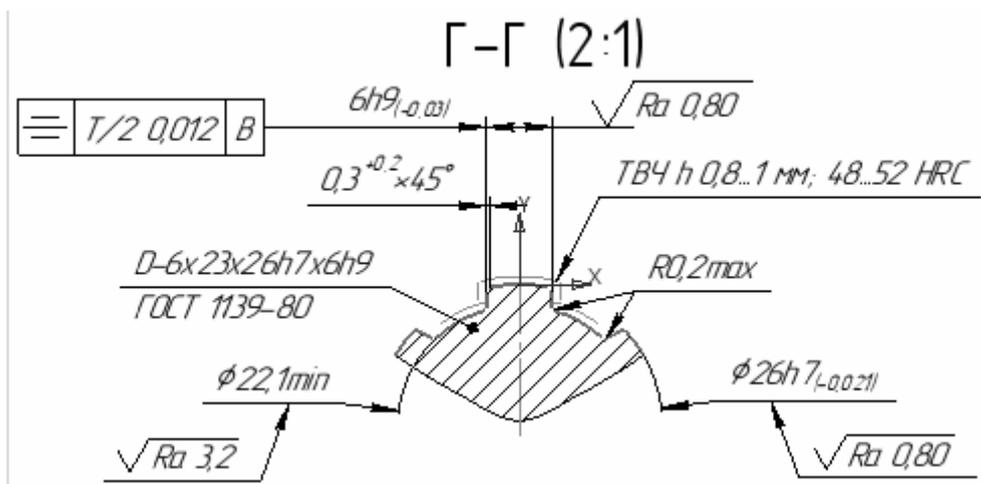


Рис. 15.20. Выбор характеристик и профиль шлицев с размерами

Запись D-6x23x26h7x6h9 на выносном элементе означает следующее:

D – центрирование шлицев по наружному диаметру;

6 – количество шлицев в соединении;

23 – внутренний диаметр, мм;

26h7 – внешний диаметр в мм с допуском h7;

6h9 – ширина зуба в мм с допуском h9.

На чертеже с применением команды «Линия-выноска» (панель **Обозначения**) необходимо указать параметры термообработки ТВЧ h 0,8...1 мм; 48...52 HRC. Эта запись означает, что термообработка будет выполняться

с применением токов высокой частоты (ТВЧ) на глубину $h = 0,8...1$ мм и твердость поверхности после обработки должна составлять 48...52 HRC по Роквеллу.

6.5 Так как на валу имеется такой конструктивный элемент как квадратная лыска, то для ее обозначения необходимо построить дополнительный вид вала – вид слева. Для этого используется команда «Генерация вида слева». Результат построения представлен на рис. 15.21.

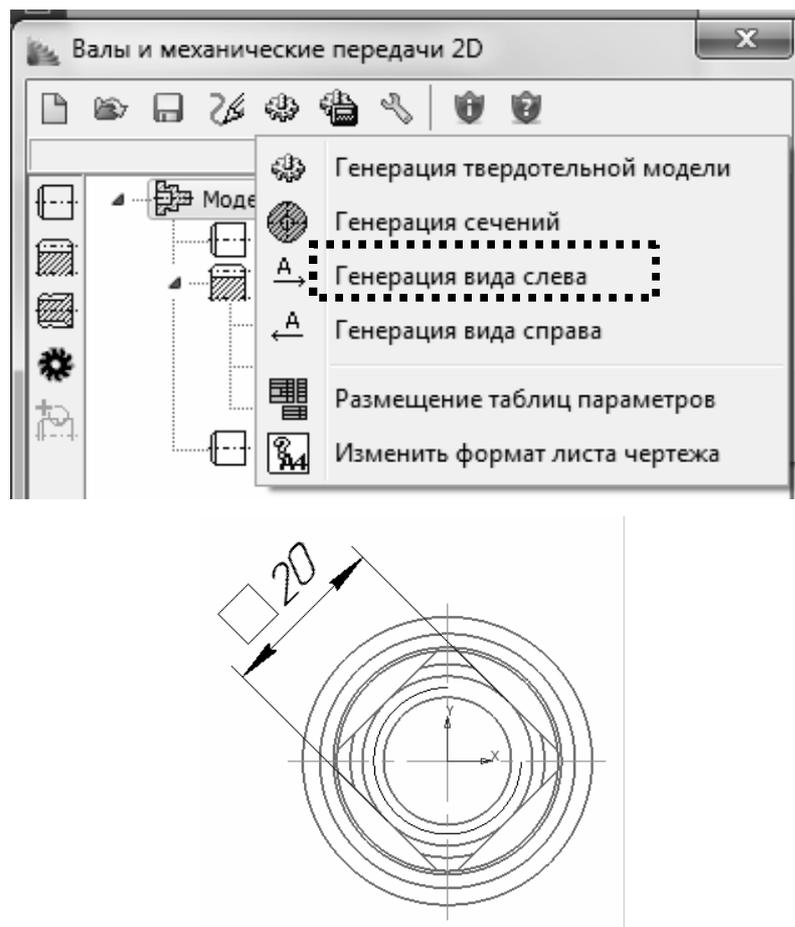


Рис. 15.21. Выбор параметров и результат построения вида слева вала

Следует помнить, что вид слева является проекционным видом вала и находится на чертеже на продолжении его осевой линии.

Также из этого подменю можно изменить формат листа чертежа.

7. Создание твердотельной модели

7.1. Необходимо выбрать материал для изготовления вала. Для этого нужно применить команду «Механические свойства материала модели»  и выбрать сталь, например, «Сталь 40Х ГОСТ 4543–2016» (рис. 15.22).

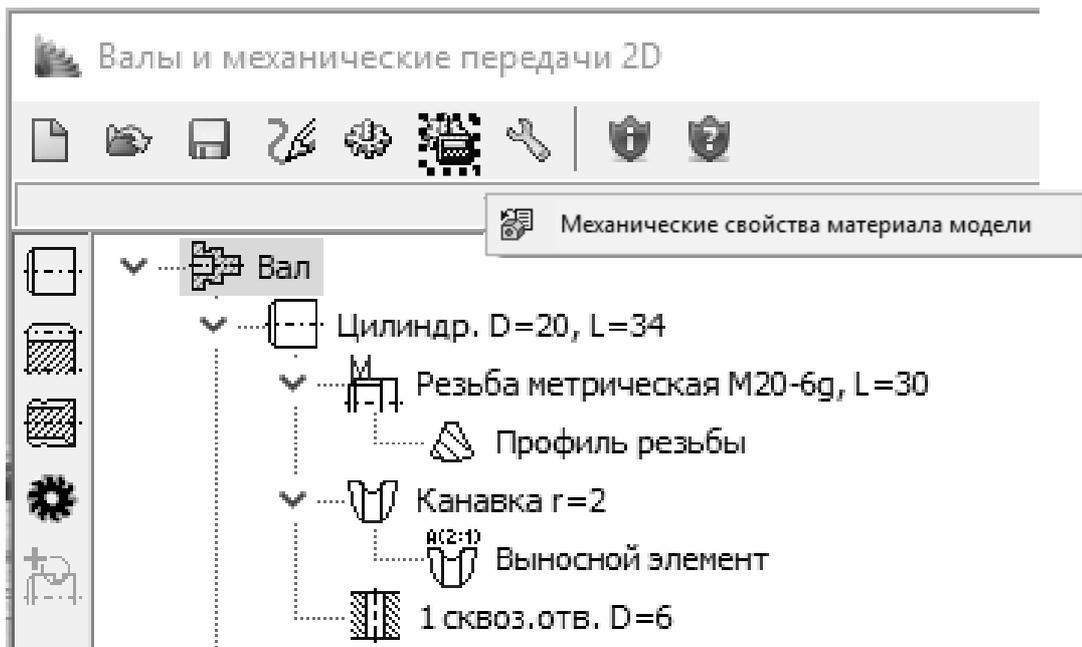


Рис. 15.22. Выбор механических свойств (материала) модели

7.2. Для создания 3D-модели вала колеса нажмите в основном меню кнопку «Дополнительные построения и действия» – выберите пункт «Генерация твердотельной модели» (рис. 15.23).

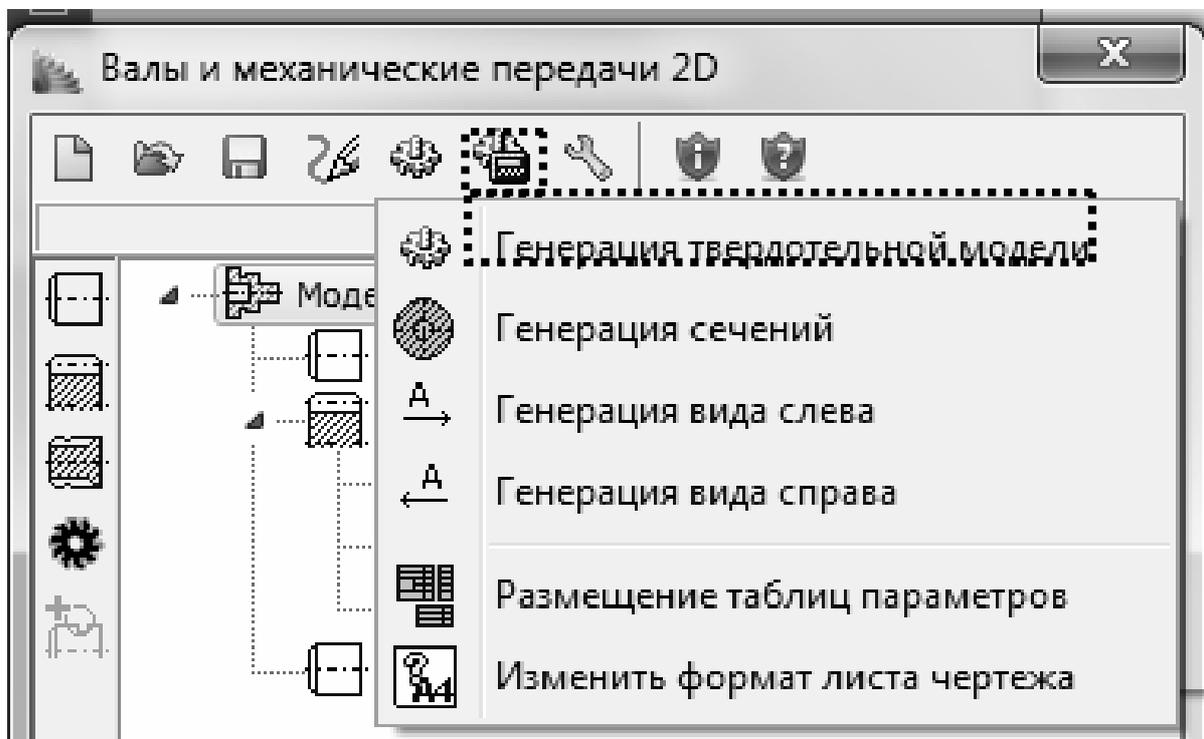


Рис. 15.23. Генерация твердотельной 3D-модели

Результат построения представлен на рис. 15.24.

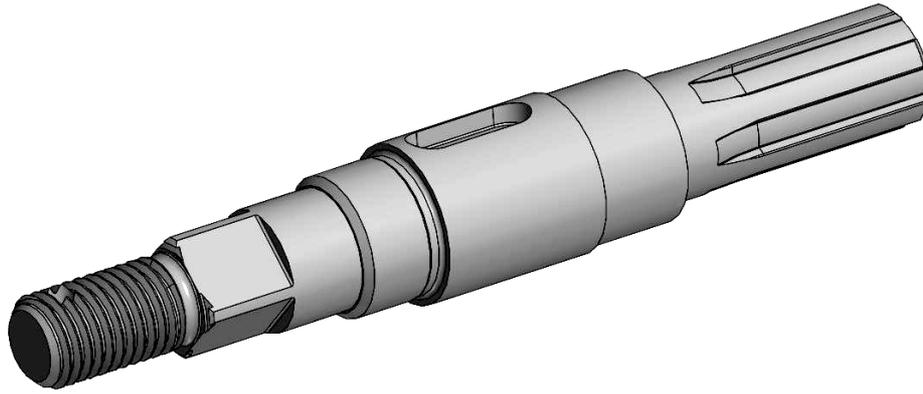


Рис. 15.24. 3D-модель вала

Укажите в свойствах модели следующую информацию:

- Обозначение – **04.88.XXX.15.002**

где 04 – означает, что данный материал относится к лабораторной работе;

88 – шифр кафедры стандартизации, метрологии и инженерной графики, на которой выполняется лабораторная работа;

XXX – порядковый номер студента по журналу преподавателя;

15 – порядковый номер лабораторной работы;

002 – порядковый номер детали в сборочном узле.

- Наименование – **Вал.**

7.3. Сохраните файл.

Пример оформления чертежа детали представлен в Приложении Р.

Контрольные вопросы

1. Какие конструктивные элементы валов могут быть сконструированы с помощью данного приложения?
2. Какие технологические элементы валов могут быть сконструированы с помощью данного приложения?
3. Как построить продольное отверстие внутри вала?
4. С помощью какой команды указывается материал для изготовления вала?
5. Как создаются выносные элементы и профили зубьев (шлицев)?

Лабораторная работа № 16
ВЫПОЛНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА
С ПОМОЩЬЮ ПРИКЛАДНЫХ БИБЛИОТЕК САПР

Цель работы: провести компьютерный инженерный анализ с использованием библиотеки САПР КОМПАС-3D – «АРМ FEM», на основании которого сделать выбор конструкции наиболее отвечающей заданным условиям.

Содержание работы:

- 1) создать 3D-модель кронштейна в соответствии с условиями задачи;
- 2) выполнить силовой анализ с использованием приложения прочностного анализа АРМ FEM;
- 3) предоставить отчет о выполненной работе в виде:
 - электронного файла, содержащего 3D-модель создаваемого узла
 - электронного файла, выполненного в редакторе Microsoft Word, содержащего результаты расчетов и оформленного в соответствии с требованиями, принятыми в БГАТУ.

Оборудование рабочего места: персональный компьютер с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows; система трехмерного проектирования КОМПАС-3D версии 18.1 или выше; приложение АРМ FEM.

Порядок и методика выполнения работы

Общие сведения

Прикладная библиотека (приложение) прочностного анализа АРМ FEM предназначена для выполнения экспресс-расчетов твердотельных объектов в системе КОМПАС-3D и визуализации результатов этих расчетов.

Основные шаги при проведении расчета:

1. Создание и подготовка 3D-модели к проведению расчета прочности (упрощение геометрии).
2. Анализ и задание граничных условий (нагружение, закрепление).
3. Автоматическая генерация конечно-элементной сетки на 3D-модели.
4. Выбор необходимого типа расчета и настройка его параметров.
5. Проведение расчета.

6. Просмотр полученных результатов и анализ значений основных расчетных характеристик (напряжений, коэффициентов запаса, перемещений и т. д.).

7. Проведение модификации модели по результатам проведенных вычислений (изменение геометрии/материала).

8. Повторное проведение расчетного анализа для подтверждения работоспособности изделия.

Задание 1. Создать в САПР КОМПАС-3D-предложенную 3D-модель кронштейна для проведения компьютерного инженерного анализа

Для выполнения необходимо использовать библиотеку «Моделирование металлоконструкций». Построение кронштейна осуществляется по эскизу с применением команды «Профили по образующим» .

1.1. Исходные данные:

- профиль – Полоса 30x5 ГОСТ 4405–75;
- длина горизонтальной полки – 350 мм;
- длина вертикальной опоры – 250 мм.
- 2 отверстия диаметром 12,5 мм для крепления к стене, расположение на опоре – произвольное.

Выполнить угловую разделку торцов с применением соответствующей команды . Образец выполненного кронштейна представлен на рис. 16.1.



Рис. 16.1. Образец выполненного кронштейна

1.2. Активирование библиотеки «АРМ FEM»

Открыть вкладку «Приложения» → «Прочность, гидрогазодинамика»
Запустить библиотеку прочностного анализа «АРМ FEM». Панель инструментов данной библиотеки представлена на рис. 16.2.

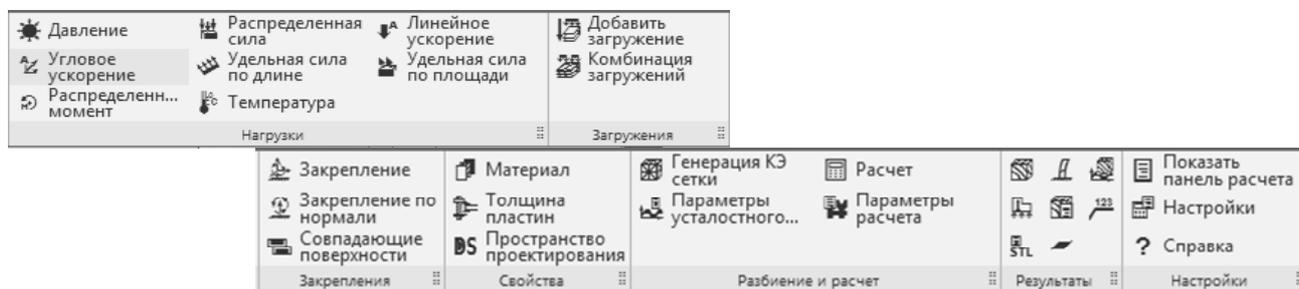


Рис. 16.2. Панель инструментов библиотеки APM FEM: Прочностной анализ

2. Выполнение расчетов по прочностному анализу кронштейна

2.1. Установка нагрузок и закреплений

На панели «Нагрузки» необходимо установить нагрузку «**Распределенная сила**» величиной **1000 Н**. Масштаб изображения можно установить больше, чем по умолчанию, например, **3...5**.

При определении нагрузки на плоскость на панели параметров (рис. 16.3) необходимо указать **величину силы** по оси соответствующей направлению вертикально вниз (примем, что сила F – сила тяжести, возникающая при массе установленного груза 100 кг). Масштаб изображения можно установить больше, например, **коэффициент 3...5**.

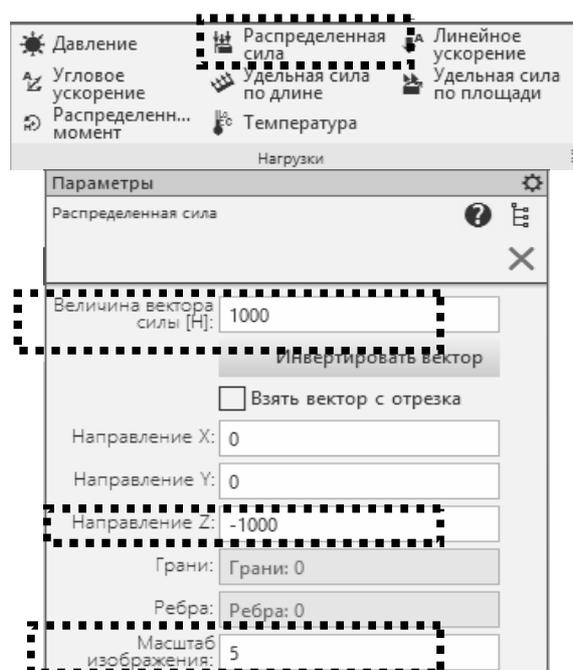


Рис. 16.3. Выбор нагрузки и ее параметров

2.2. Величина силы по оси соответствует направлению вертикально вниз (синие стрелки при условии, что ось Z направлена вниз).

2.3. На панели «**Закрепления**» укажите места закрепления – два отверстия в детали (рис. 16.4).



Рис. 16.4. Выбор способа закреплений и отображение в отверстиях

Результаты представлены на рис. 16.5.

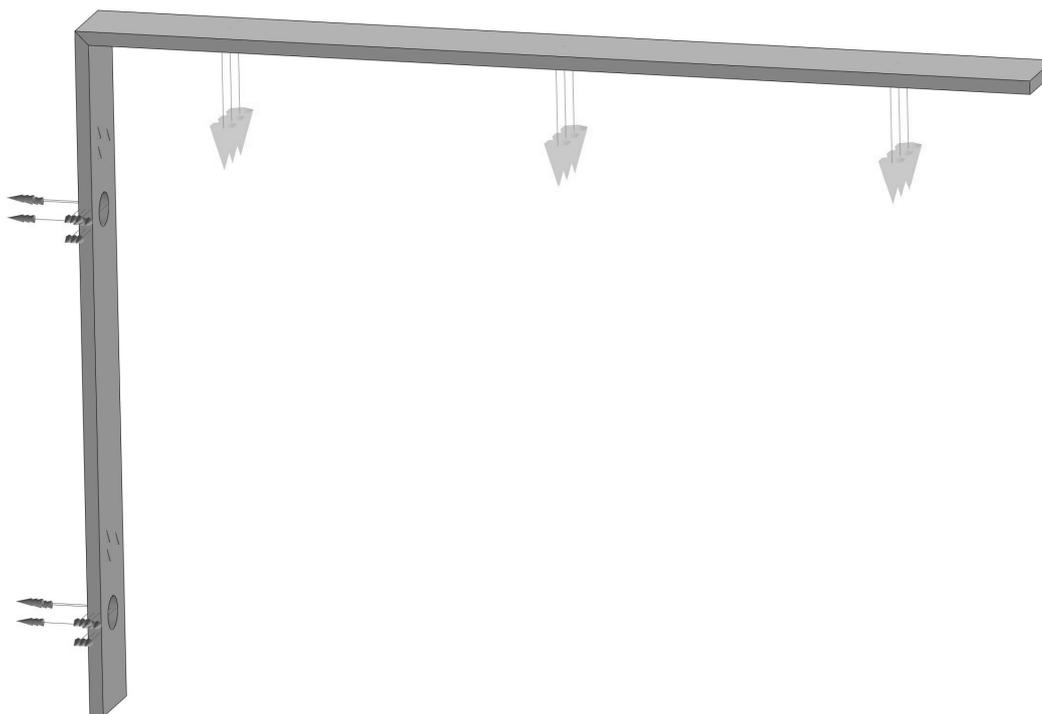


Рис. 16.5. Результаты установки нагрузок и закреплений в отверстиях

3. Генерация конечно-элементной сетки 3D-модели.

3.1 Следующий этап работы – создание сетки конечных элементов (КЭ). На панели «**Расчет и построение**» выберите команду «**Генерация сетки КЭ**» (рис. 16.6).

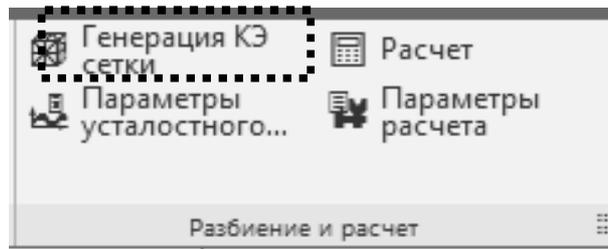


Рис. 16.6. Генерация сетки КЭ

При нажатии кнопки «Генерация сетки КЭ» появится окно, в котором необходимо нажать «Да», для автоматического создания контактов (рис. 16.7). Затем необходимо еще раз нажать на кнопку «Генерация КЭ сетки».

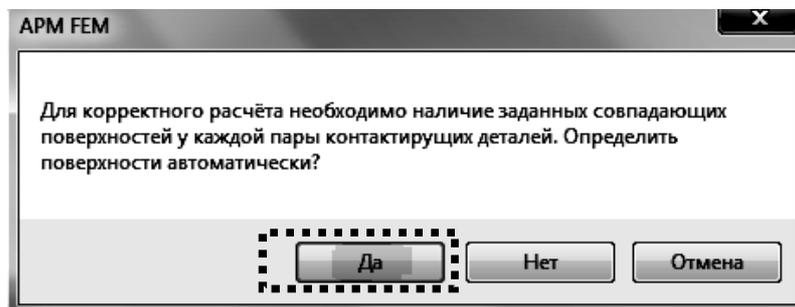


Рис. 16.7. Автоматическое создание контактов

На панели свойств (рис. 16.8) необходимо задать размер стороны конечных элементов.

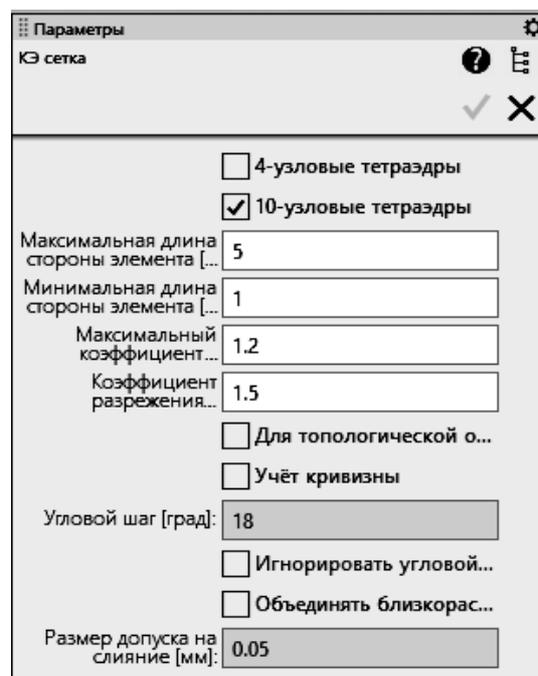


Рис. 16.8. Параметры сетки конечных элементов

Рекомендуемое значение – 5...10 мм в зависимости от размера 3D-модели. Затем нажать создать объект. Произойдет генерация сетки конечных элементов (рис. 16.9).



Рис. 16.9. Сетка конечных элементов кронштейна

4. Выбор типа расчета и настройка его параметров.

4.1. Далее необходимо запустить расчет. В появившемся окне (рис. 16.10) необходимо выбрать типа расчета – «Статический расчёт» и нажать кнопку «ОК».

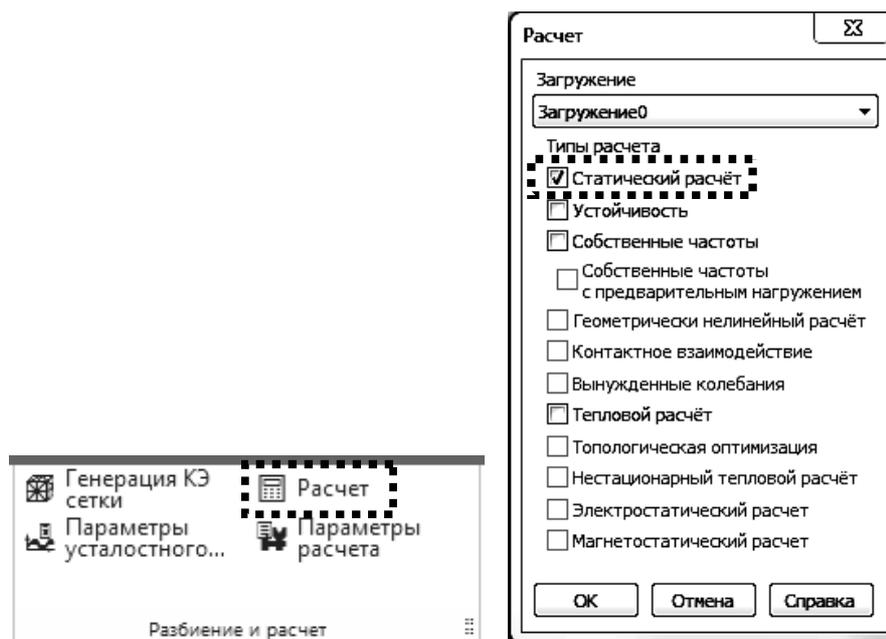


Рис. 16.10. Запуск статического расчета кронштейна

4.2. По окончании расчета для отображения результатов необходимо открыть в панели **Результаты**, выбрать **Карты результатов** (рис. 16.11).

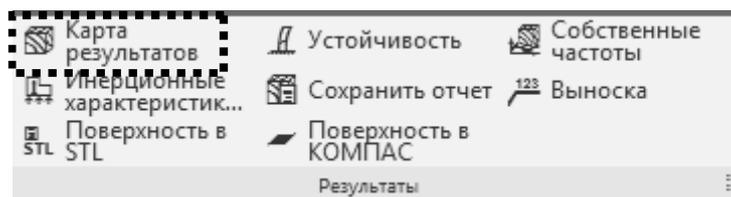


Рис. 16.11. Панель **Результаты**

В появившемся окне (рис. 16.12) выбрать тип результатов «**Напряжения**», «**Полные деформации**» или «**Коэффициент запаса по прочности**» для просмотра результатов расчета.

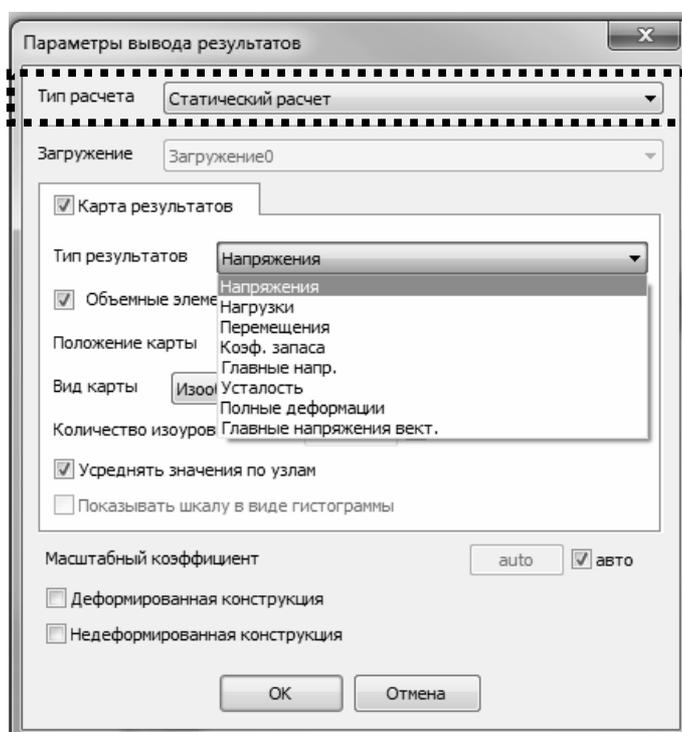


Рис. 16.12. Параметры вывода результатов

Для сохранения отчета в виде HTML страницы необходимо выбрать пункт «**Сохранить отчет...**» (рис. 16.11), выбрать папку для сохранения и дать имя файлу.

Перед сохранением отчета расположите модель в рабочем окне так, чтобы было понятно, как она работает, откуда действует сила и т. д.

Для второй модели кронштейна необходимо провести отдельный расчет и получить свой файл отчета.

5. Результаты расчетов.

Открыв сохраненный файл отчета, ознакомьтесь с его результатами. Для анализа состояния необходимо изучить следующие карты состояния:

- эквивалентные напряжения по Мизесу (рис. 16.13);
- суммарные линейные перемещения (деформации) (рис. 16.14);
- коэффициент запаса по прочности (рис. 16.15).

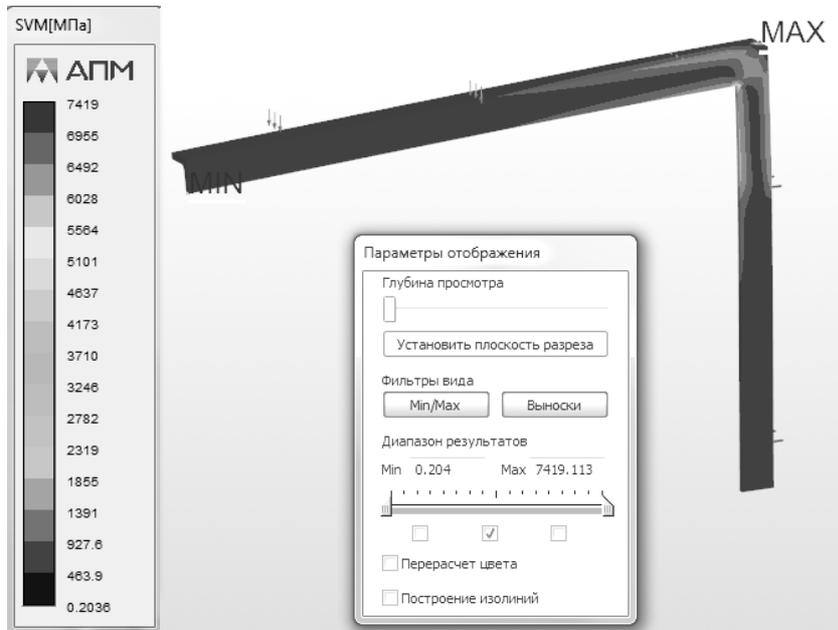


Рис. 16.13. Эквивалентные напряжения по Мизесу

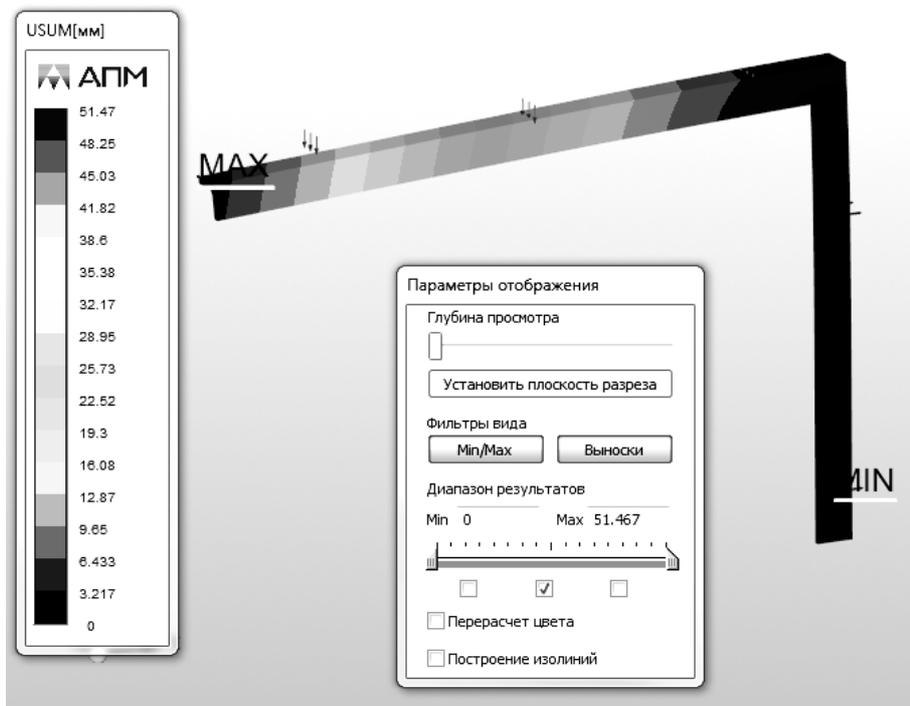


Рис. 16.14. Суммарные линейные перемещения (деформации)

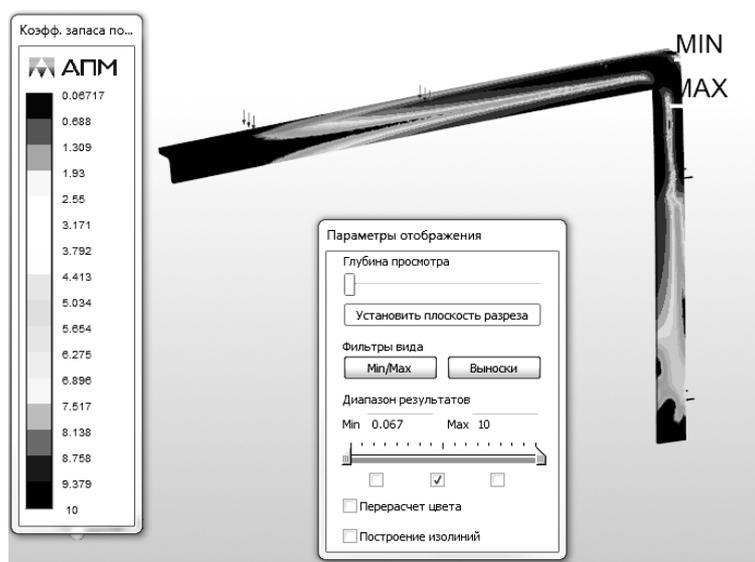


Рис. 16.15. Коэффициент запаса по прочности

6. Просмотр полученных результатов.

Кронштейн считается работоспособным при данных условиях испытаний, если:

- эквивалентные напряжения по Мизесу не превышают предельного значения 250 МПа (если материал изготовления кронштейна – Сталь 10);
- суммарные линейные перемещения (деформации) не превышают 10...15 мм;
- коэффициент запаса по прочности находится в пределах 1,1...25.

Если хотя бы один из параметров не выполняется, необходимо изменить конструкцию кронштейна, например, установив ребро жесткости в месте максимальной концентрации напряжения, или подпорку – в месте значительного линейного перемещения (прогиба).

Для заполнения таблицы напряженно деформированного состояния кронштейна выпишите минимальные и максимальные значения необходимых величин, используя информацию из соответствующих карт состояния (табл.).

Таблица

Анализ напряженно-деформированного состояния

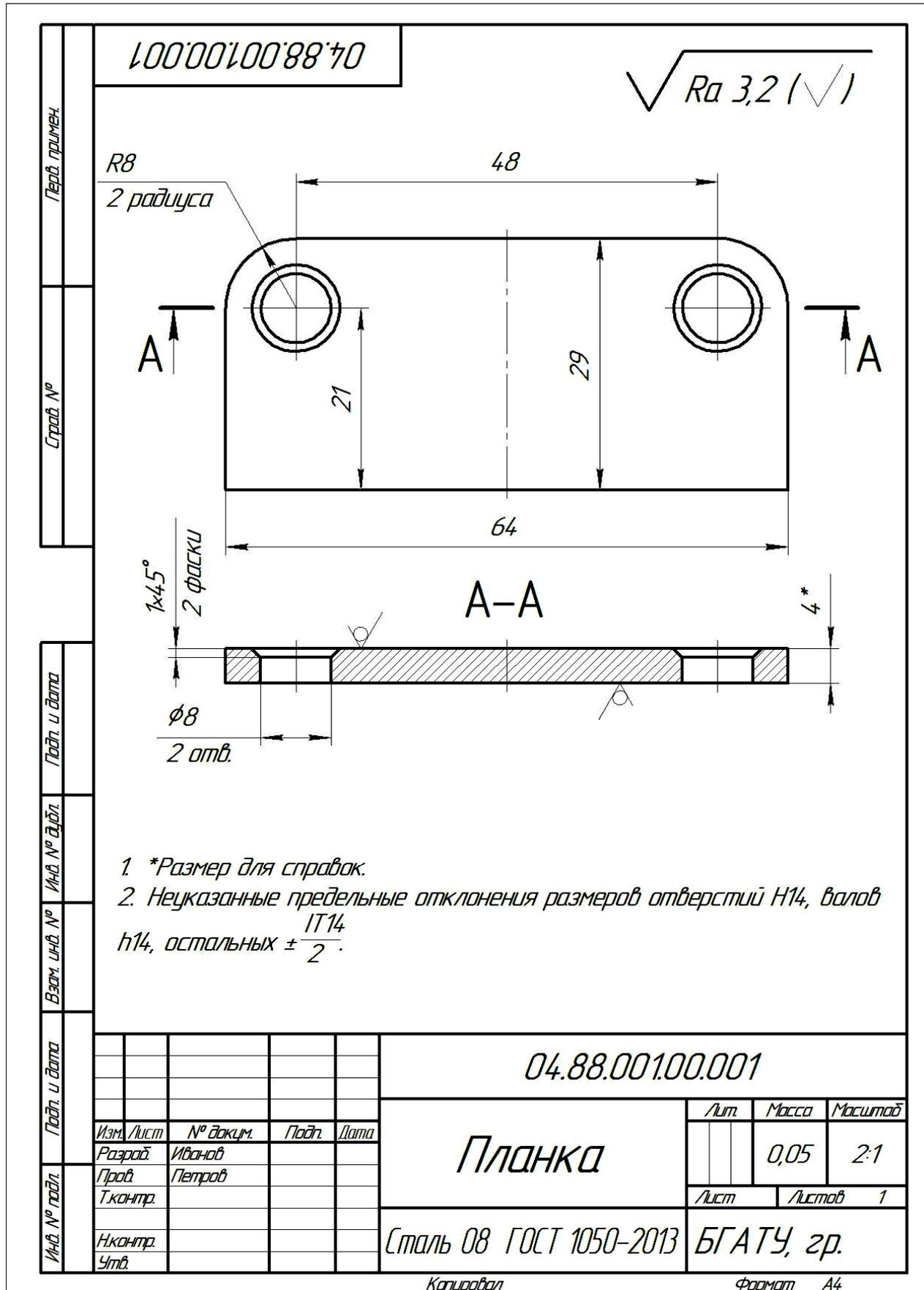
Параметр	Вариант конструкции кронштейна	
	№1	№2
Максимальные напряжения, МПа		
Максимальные деформации, мм		
Коэффициент запаса (минимальное значение)		
Масса, г		
Сортамент		

Пример отчета по лабораторной работе приведен в Приложении С.

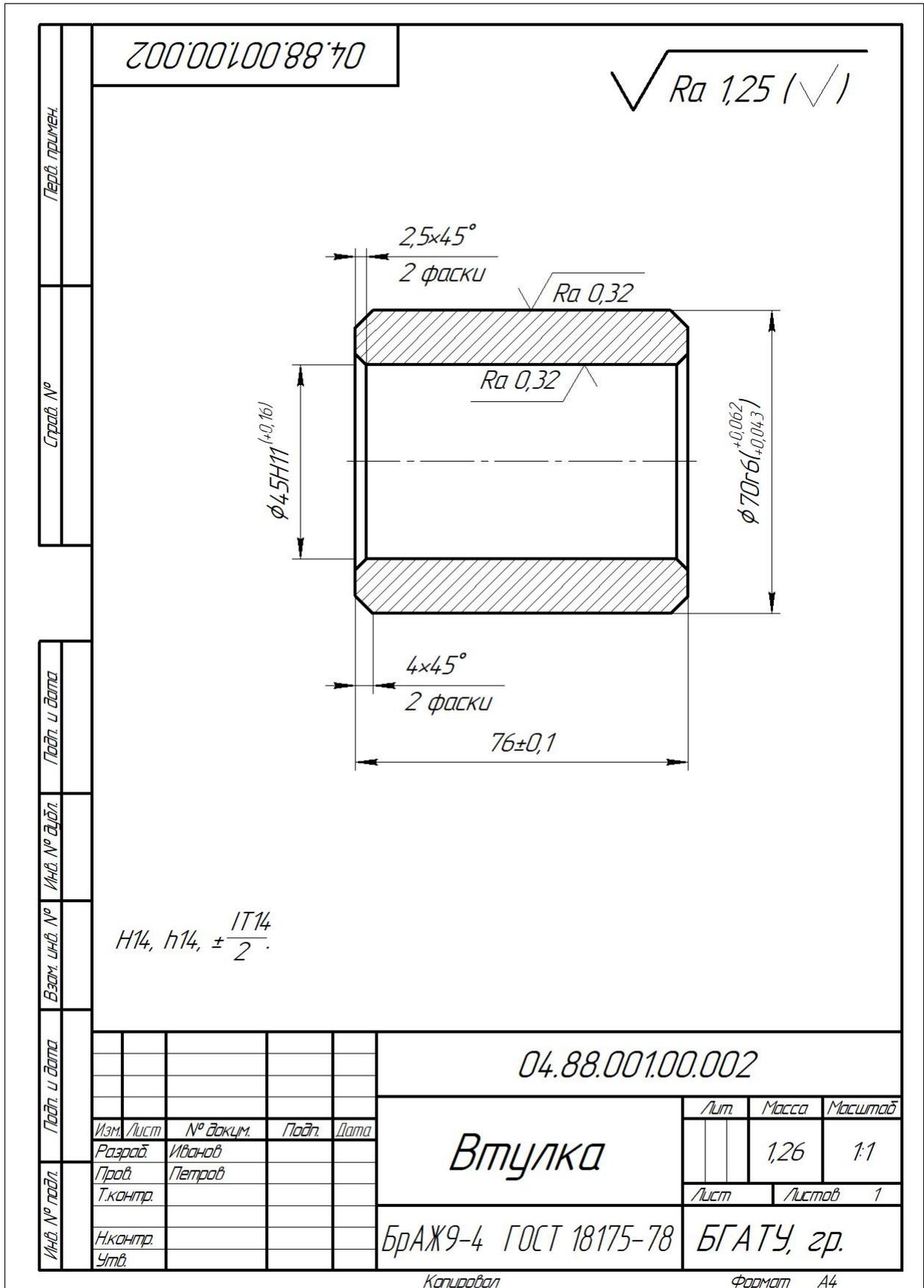
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Конструирование и технология электронных средств» / В. П. Большаков, А. Л. Бочков, Е. А. Лебедева, А. В. Чернов. – СПб. : Питер, 2018. – 366 с.
2. Берлинер, Э. М. САПР конструктора машиностроителя : учебник для студентов вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018. – 288 с.
3. Суворов, А. П. Создание трехмерных моделей для аддитивного производства на основе полигонального моделирования. Лабораторный практикум : учебное пособие для СПО / А. П. Суворов. – СПб. : Лань, 2022. – 64 с.
4. Большаков, В. П. 3D-моделирование в КОМПАС-3D : учебное пособие для вузов / В. П. Большаков, А. В. Чагина. – СПб. : Питер, 2021. – 256 с.
5. Герасимов, А. А. Самоучитель КОМПАС-3D-v19 / А. А. Герасимов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2021. – 624 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

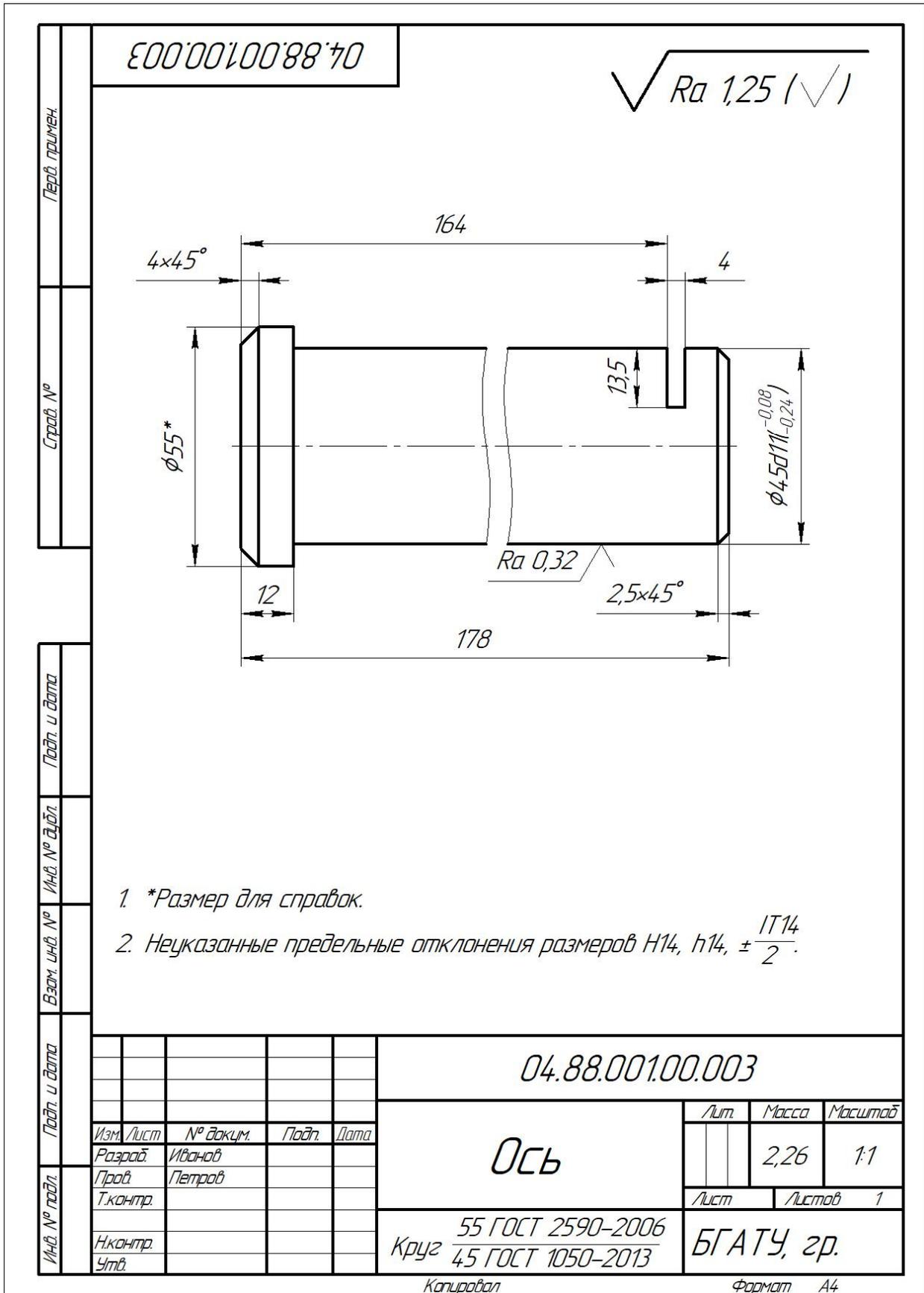


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

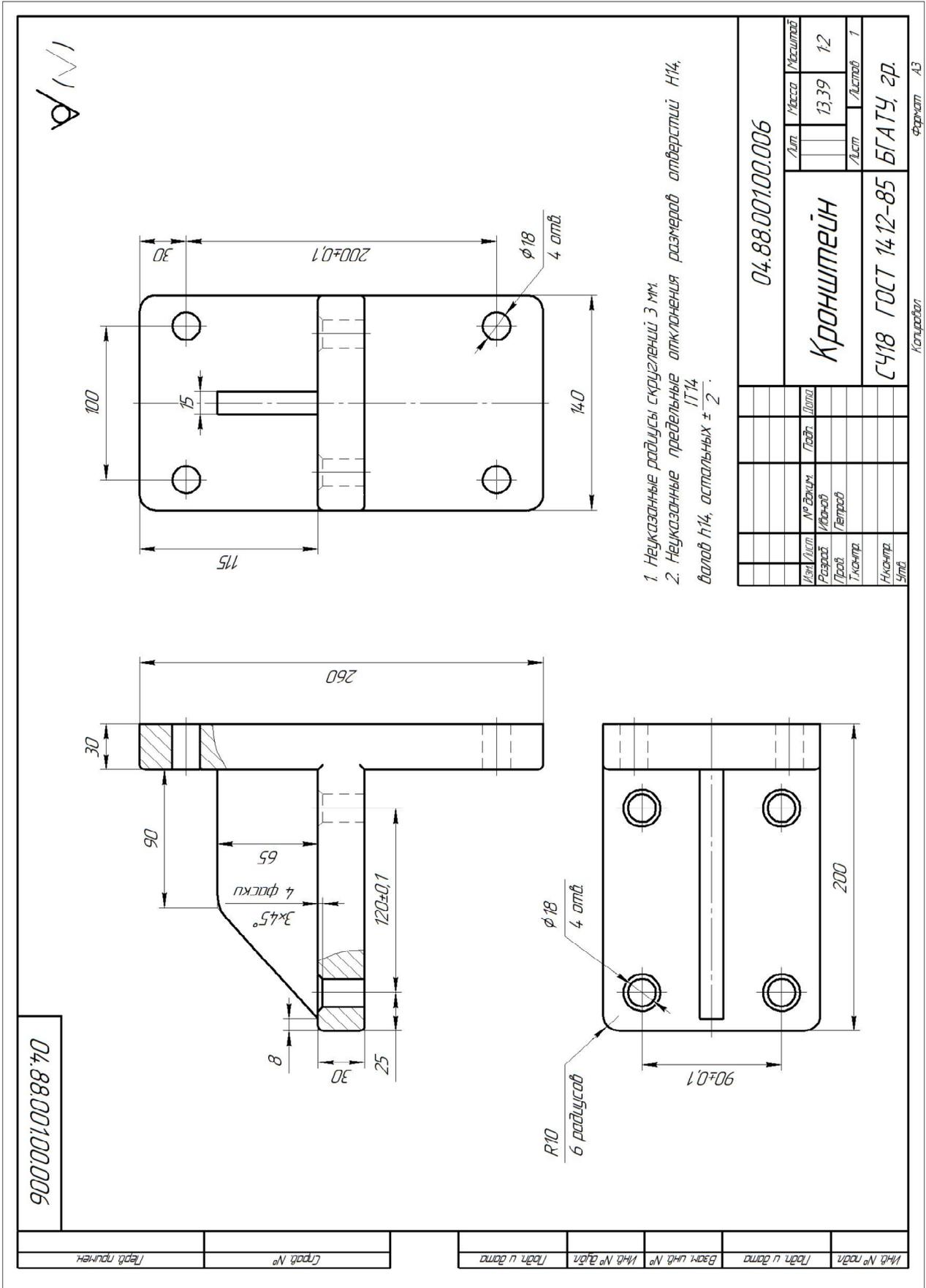


H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

Перв. примен.					04.88.001.00.002					
Справ. №										
Подп. и дата										
Инв. № эд. док.										
Взам. инв. №										
Подп. и дата					04.88.001.00.002					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка	Лит.	Масса	Масштаб	
	Разработ.	Иванов						1,26	1:1	
	Пров.	Петров					Лист	Листов 1		
	Т.контр.						БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78			
	Н.контр.						БГАТУ, зр.			
Утв.						Копировал				
						Формат А4				



Перв. примен.	04.88.001.00.004																																																																																																				
Справ. №																																																																																																					
Подп. и дата	<p>1 *Размер для справок</p> <p>2 Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.</p>																																																																																																				
Инд. № эдл.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="5" rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>РОЛИК</p> <p>220 ГОСТ 2590-2006 Круж 45 ГОСТ 1050-2013</p> </div> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Лит</td> <td style="width: 10%;">Масса</td> <td style="width: 10%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">8,86</td> <td style="text-align: center;">1:2</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td colspan="2">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> </div> </div> </td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Иванов</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Петров</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Взам. инв. №</td> <td colspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Инд. № подл.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Подп. и дата</td> <td colspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p style="text-align: center;">Формат А4</p> </td> </tr> </table>														Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>РОЛИК</p> <p>220 ГОСТ 2590-2006 Круж 45 ГОСТ 1050-2013</p> </div> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Лит</td> <td style="width: 10%;">Масса</td> <td style="width: 10%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">8,86</td> <td style="text-align: center;">1:2</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td colspan="2">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> </div> </div>					Лит	Масса	Масштаб		8,86	1:2	Лист	Листов			1		Разраб.	Иванов				Проб.	Петров				Т.контр.					Взам. инв. №	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Инд. № подл.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>														Инд. № подл.										Н.контр.										Утв.										Подп. и дата	<p style="text-align: center;">Формат А4</p>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>РОЛИК</p> <p>220 ГОСТ 2590-2006 Круж 45 ГОСТ 1050-2013</p> </div> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Лит</td> <td style="width: 10%;">Масса</td> <td style="width: 10%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">8,86</td> <td style="text-align: center;">1:2</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td colspan="2">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> </div> </div>					Лит	Масса	Масштаб		8,86	1:2	Лист	Листов								1																																																																												
Лит	Масса	Масштаб																																																																																																			
	8,86	1:2																																																																																																			
Лист	Листов																																																																																																				
	1																																																																																																				
Разраб.	Иванов																																																																																																				
Проб.	Петров																																																																																																				
Т.контр.																																																																																																					
Взам. инв. №	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Инд. № подл.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>														Инд. № подл.										Н.контр.										Утв.																																																																		
Инд. № подл.																																																																																																					
Н.контр.																																																																																																					
Утв.																																																																																																					
Подп. и дата	<p style="text-align: center;">Формат А4</p>																																																																																																				



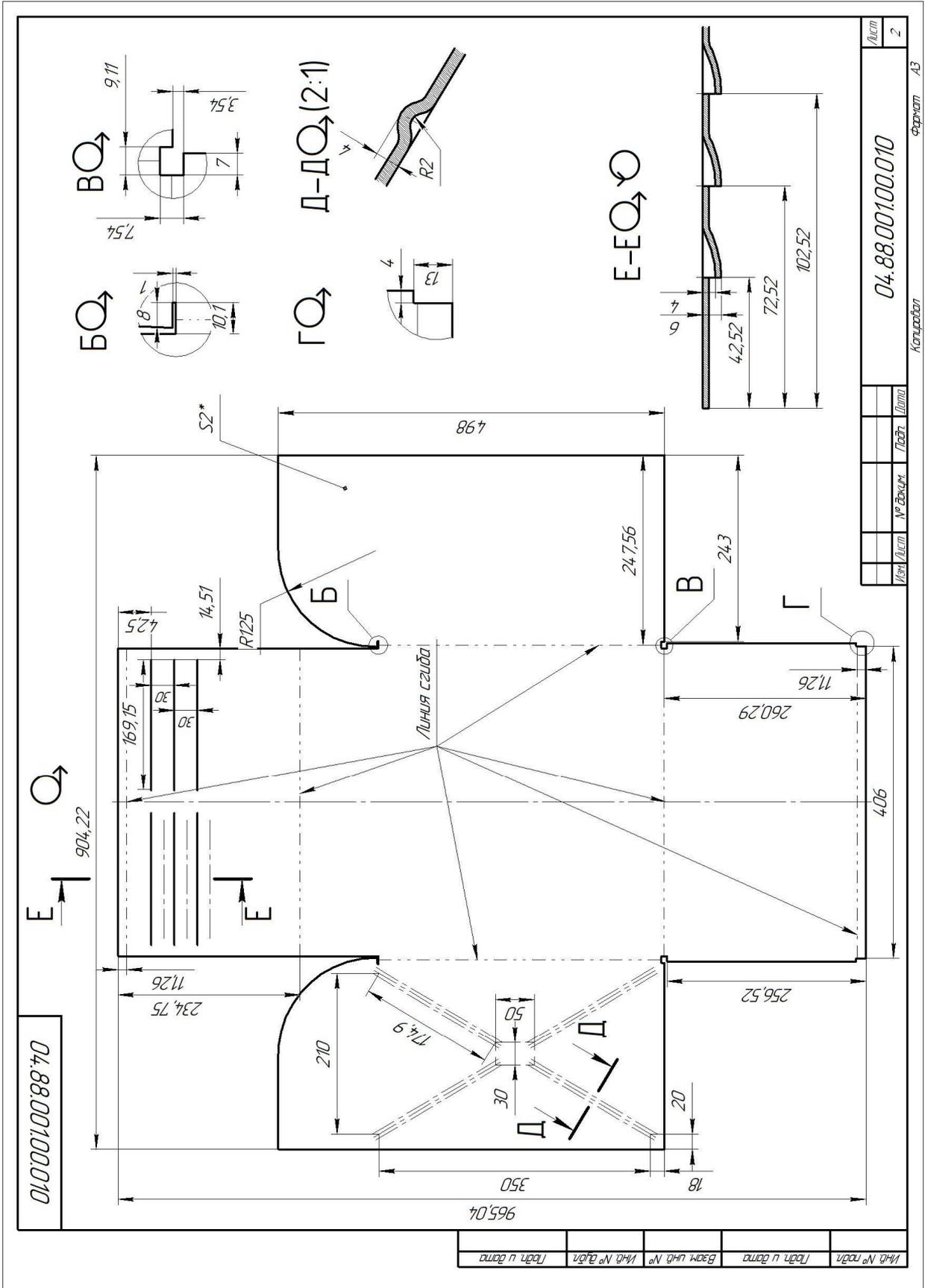
ПРИЛОЖЕНИЕ И

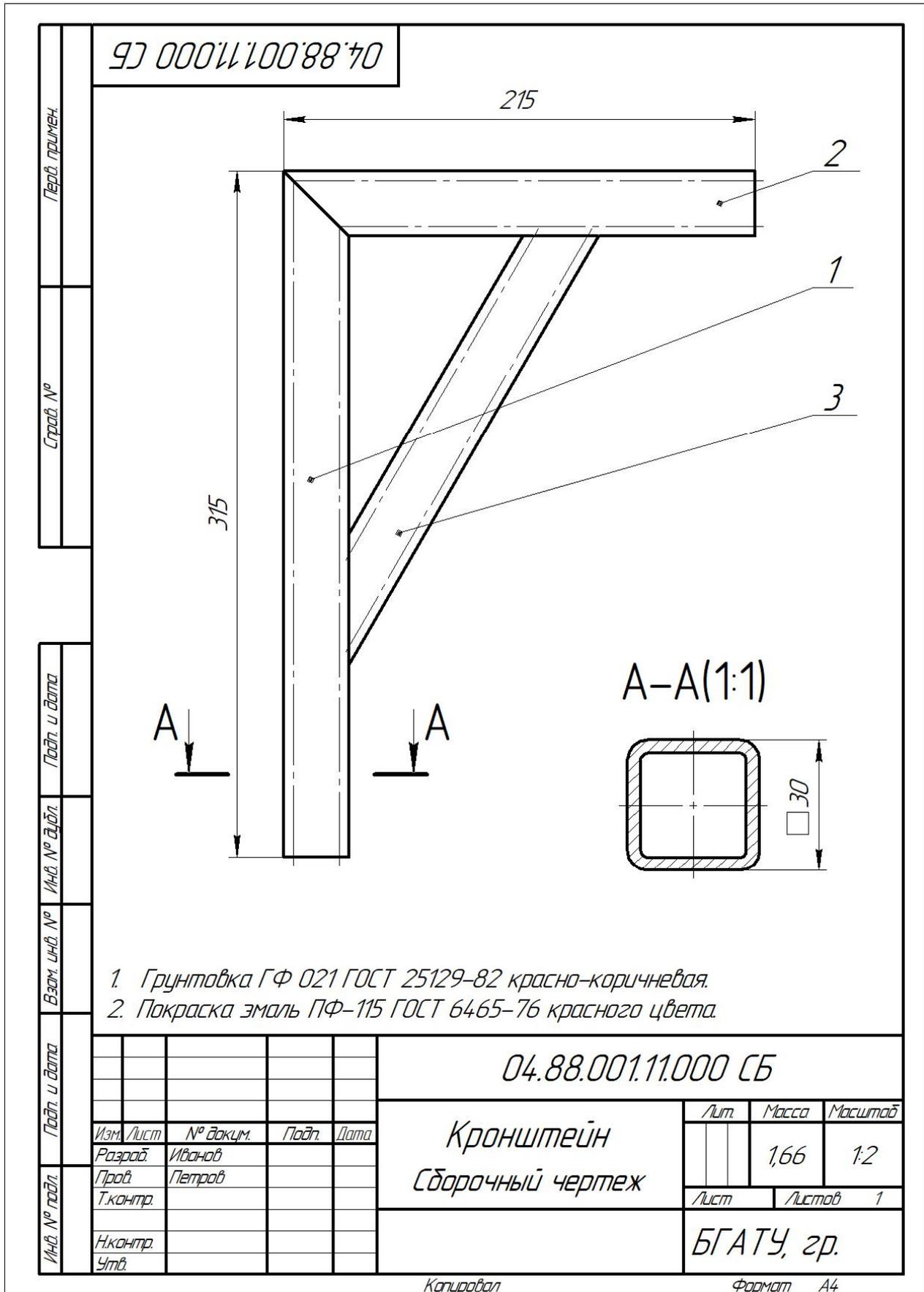
КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Инд. № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Подп. и дата Справ. № Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
					<u>Документация</u>			
	A4			04.88.001.00.000 СБ	Сборочный чертеж			
					<u>Детали</u>			
			1	04.88.001.00.001	Планка	1		
			2	04.88.001.00.002	Втулка	1		
			3	04.88.001.00.003	Ось	1		
			4	04.88.001.00.004	Ролик	1		
			5	04.88.001.00.005	Вилка	1		
			6	04.88.001.00.006	Кронштейн	1		
					<u>Стандартные изделия</u>			
			7		Болт М16-6gx85 ГОСТ 7798-70	4		
			8		Винт ВМ6-6gx18 ГОСТ 17473-80	2		
			9		Гайка М16-6Н ГОСТ 5915-70	4		
			10		Шайба 16Л ГОСТ 6402-70	4		
		11		Шайба А.6.37 ГОСТ 11371-78	2			
		12		Шайба А.16.37 ГОСТ 11371-78	4			
				04.88.001.00.000				
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Блок направляющий	Лит.	Лист	Листов
	Разраб. Иванов							1
	Проб. Петров							
	Н.контр.				БГАТУ, гр.			
	Утв.							

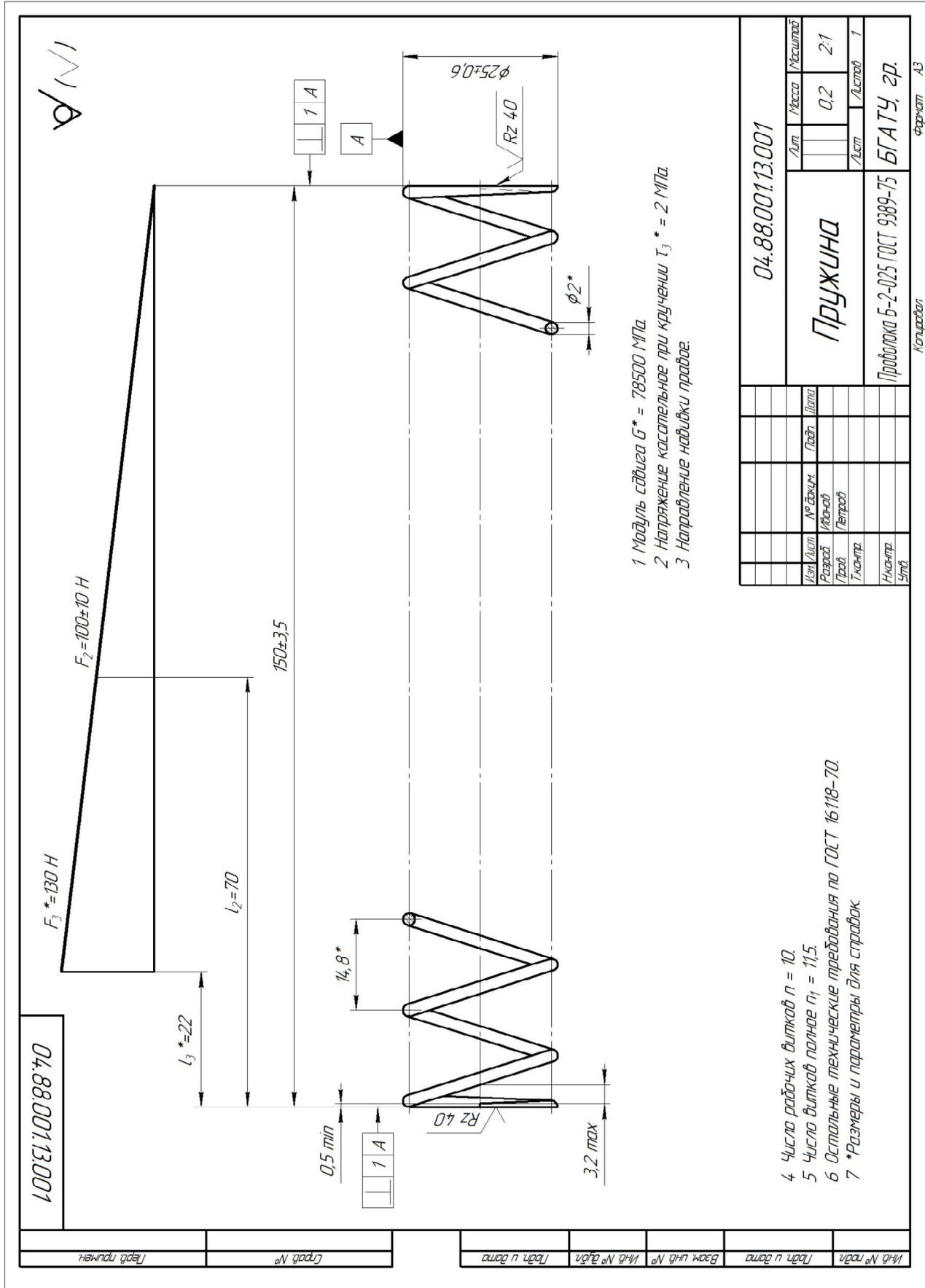
Не для коммерческого использования

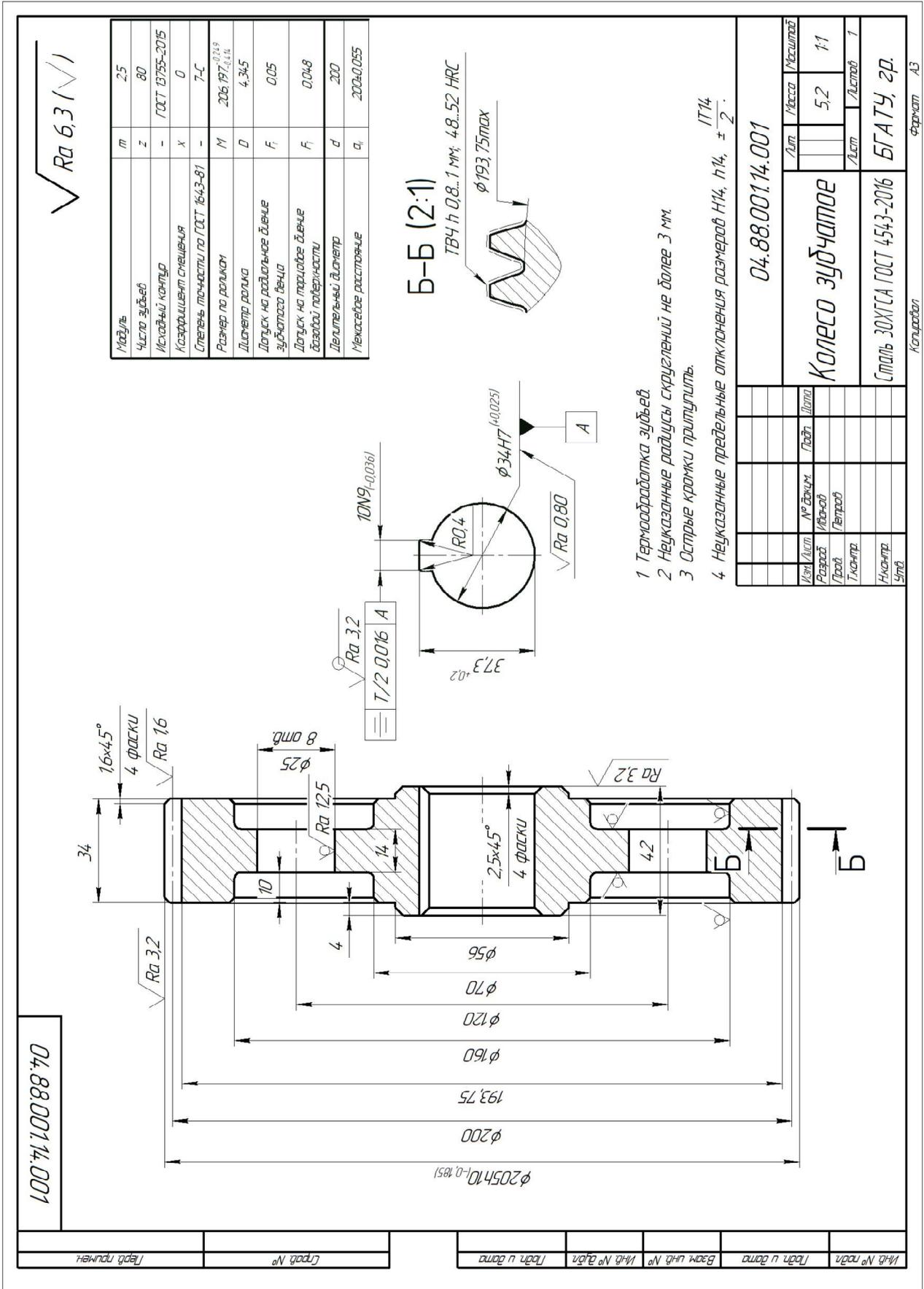
Копировал

Формат А4







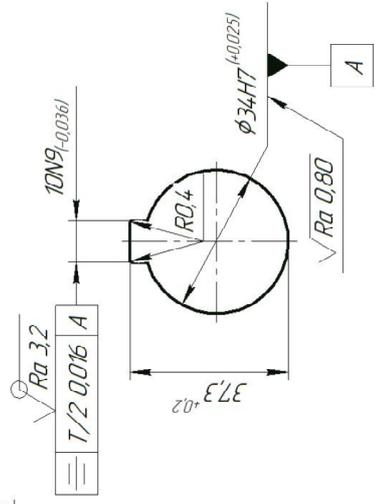
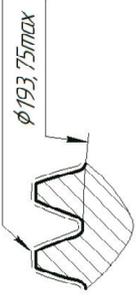


$\sqrt{Ra\ 6,3}$

Модуль	m	2,5
Число зубьев	z	80
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-2015
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-C
Размер по ролкам	M	206/197 _{±0,14} ^{0,249}
Диаметр ролка	D	4,345
Допуск на радиальное биение зубчатого венца	F _r	0,05
Допуск на торцовое биение зубчатого венца	F _t	0,048
Делительный диаметр	d	200
Межосевое расстояние	a _w	200±0,055

Б-Б (2:1)

ТВЧ h 0,8..1 мм; 4,8..5,2 HRC



- 1 Термообработка зубьев
- 2 Неуказанные радиусы скруглений не более 3 мм.
- 3 Острые кромки притупить.
- 4 Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, ± 2^{IT14}.

04.88.001.14.001		Лист	Масса	Кол-во листов
Колесо зубчатое			5,2	1/1
Сталь 30Х1С ГОСТ 4543-2016		Лист	Листов 1	
Исполн. Углов		БГАТУ, зр.		
Исполн. Углов		Формат А3		

04.88.001.14.001

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра стандартизации, метрологии и
инженерной графики**

Лабораторная работа №16

**Выполнение инженерного анализа
с помощью прикладной библиотеки АРМ FEM
САПР КОМПАС V 18.1**

Выполнил: _____ / Иванов И.И.

Проверил: _____ / Петров П.П.

Минск, 202__

Цель работы: провести компьютерный инженерный анализ, на основании которого сделать выбор конструкции кронштейна, наиболее отвечающего требованиям работоспособности в заданных условиях нагружения.

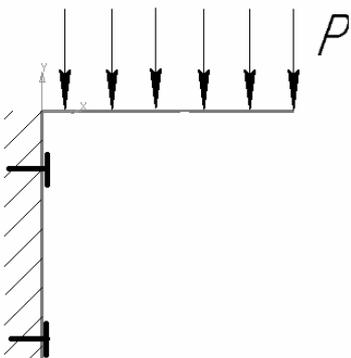
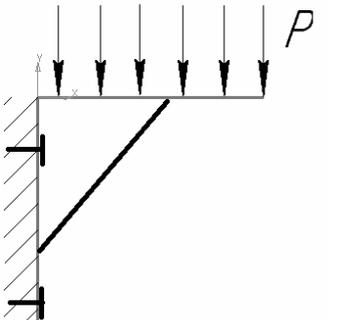
Постановка задачи:

На кронштейны, выполненные из материала Сталь 10 ГОСТ 1050-2013, действует распределенная нагрузка $F = 980$ Н. (принимаем груз весом 100 кг). Кронштейн жестко закреплен в отверстиях. Предел прочности материала равен пределу текучести $[\sigma] = 235$ МПа. Необходимо провести статический анализ и определить кронштейн, выдерживающий данные условия нагружения.

Схемы конструкции кронштейнов, действующие нагрузки, места закрепления представлены в таблице 1. Результаты анализа напряженно деформированного состояния представлены на рисунках 1–3.

Таблица 1

Схемы установки закреплений и нагрузок и параметры моделей

Схемы моделей	Параметры модели
	<p>Нагрузка $F = 980$ Н. Крепление – 2 точечное. Усиление конструкции – нет. Масса $M = 0,7$ кг</p>
	<p>Нагрузка $F = 980$ Н. Крепление – 2 точечное. Усиление конструкции – есть. Масса $M = 0,96$ кг</p>

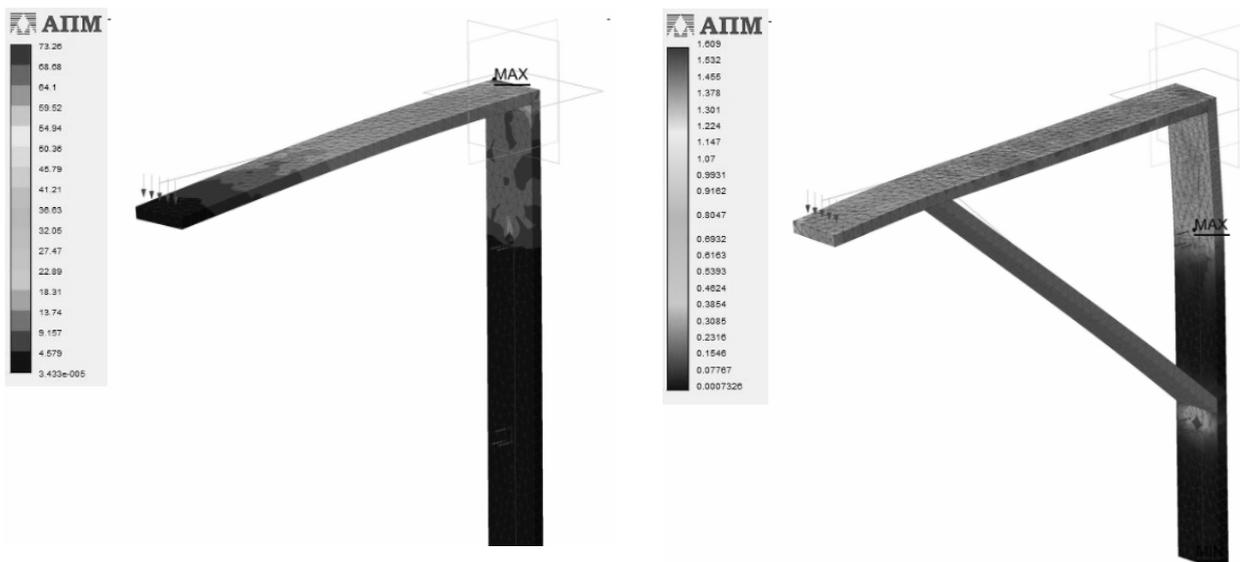


Рис. 1 Эквивалентные напряжения по Мизесу



Рис. 2 Возникающие деформации

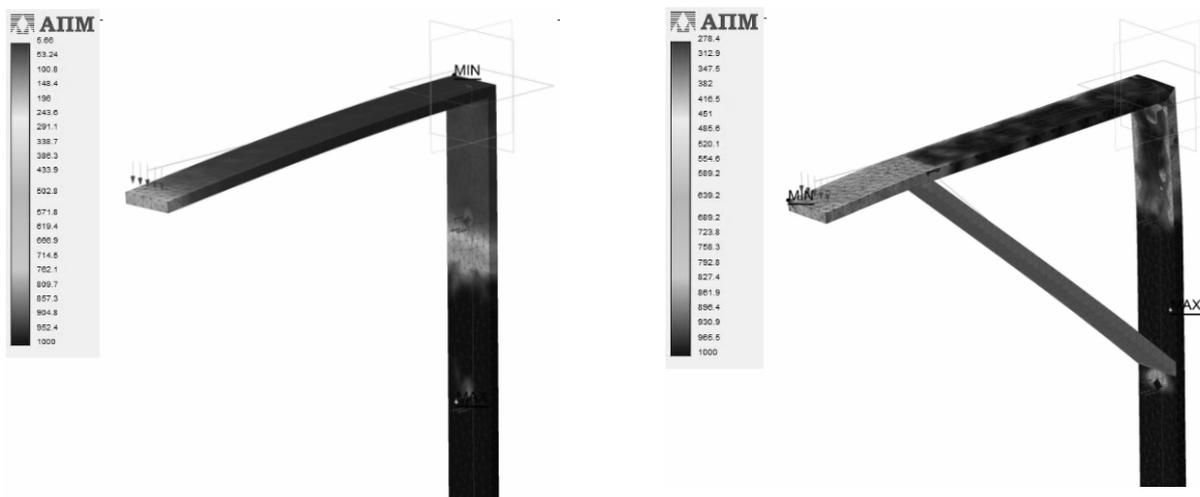


Рис. 3 Коэффициент запаса по прочности

Анализ напряженно-деформированного состояния

Параметр	Модель №1	Модель №2	Предельное значение
Максимальные напряжения, МПа	73,26	10,61	235
Максимальные деформации, мм	1,311	0,004	15
Коэффициент запаса прочности (минимальное значение)	5,7	278,4	1...1,25
Масса, г	700	967	-
Сортамент	Полоса 8x30	Полоса 8x30	-

Вывод: По результатам компьютерного инженерного анализа предложенных конструкций кронштейна по максимальным возникающим напряжениям (рис. 1) подходят первая и вторая модели кронштейнов, т. к. напряжения не превышают предел прочности для материала Сталь 10, а минимальный коэффициент запаса по прочности (рис. 3) находится в допустимых значениях.

Учебное издание

Пуцько Андрей Иванович,
Львова Ольга Михайловна

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *П. В. Авраменко*

Редактор *Г. В. Анисимова*

Корректор *Г. В. Анисимова*

Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*

Дизайн обложки *Д. А. Пекарского*

Подписано в печать 05.08.2024. Формат 60×84¹/₈.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 22,32. Уч.-изд. л. 8,72. Тираж 99 экз. Заказ 228.

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.