

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра твердотельной электроники

ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ для студентов
направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и
теплофизика» профиль «Технологические системы
жизнеобеспечения атомных электростанций и
промышленных предприятий» очной формы обучения

Воронеж 2025

УДК 004.94
ББК 004.94

Составители:
канд. физ.-мат. наук К. Г. Королев

Твердотельное моделирование : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» профиль «Технологические системы жизнеобеспечения атомных электростанций и промышленных предприятий» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: К.Г. Королев. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2025. – 55 с.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле -25. МУ_140301_ТМ_ЛР.pdf.

Ил. 6. Табл. 18. Библиогр.: 5 назв.

Рекомендовано методическим семинаром кафедры твердотельной электроники и методической комиссией ФРТЭ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов

Лабораторная работа № 1. Построение модели детали «Пластина»

Цель работы:

- изучение интерфейса КОМПАС-3D v23;
- изучение команд инструментальной области «Инструменты эскиза».

Задачи:

- получить навыки работы в режиме «Эскиз»;
- построить эскиз для модели детали «Пластина» (рис. 1.1).

Содержание:

- создать замкнутый контур детали «Пластина» в режиме «Эскиз» из простейших геометрических фигур (примитивов): отрезок, окружность, дуга и т. д. Центр дуги диаметра 100 мм совместить с началом координат (0, 0, 0);
- нанесением геометрических и размерных зависимостей, добиться полной определенности 2D-эскиза;
- к построенному контуру применить операцию «Выдавливание» на 10 мм;
- для построения элементов кругового и прямоугольного массивов применить операцию «Вырезать выдавливанием».

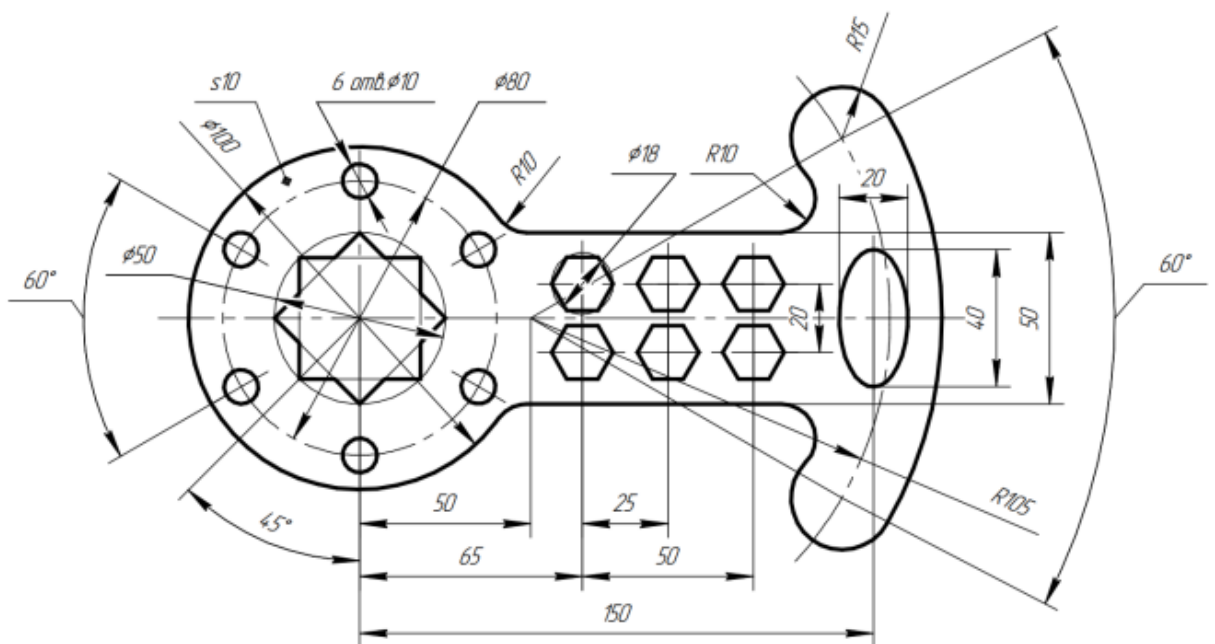


Рис. 1.1. Чертеж детали «Пластина»

1.1 Теоретическая часть

В соответствии с ГОСТ 2.052 «Электронная модель изделия. Общие положения» трехмерная электронная геометрическая модель, представляющая форму изделия – результат композиции заданного множества геометрических элементов с применением операций булевой алгебры к этим геометрическим элементам. Т. е. основой 3D-модели является 2D-эскиз.

Эскизы состоят из одного или нескольких контуров. Контур – плоский графический объект (окружность, эллипс, прямоугольник и т. д.) или совокупность последовательно соединенных графических объектов, на которые наложены размерные и геометрические зависимости. Контур в эскизе всегда отображается стилем линии «Основная». Эскизы используются для различных целей: задание формы сечения тела или поверхности; задание траектории перемещения сечения; задание положения экземпляров массива. В эскизе не должно быть пересекающихся и наложенных линий.

1.2 Алгоритм создания эскиза

Выбор плоскости эскиза.

В качестве плоскостей построения могут быть заданы: координатные плоскости (XY, ZX, ZY); вспомогательные плоскости; плоские грани построенных трехмерных моделей.

Разбиение контура на геометрические примитивы.

Панель «Геометрия» содержит команды для создания геометрических объектов в эскизе (рис. 2).

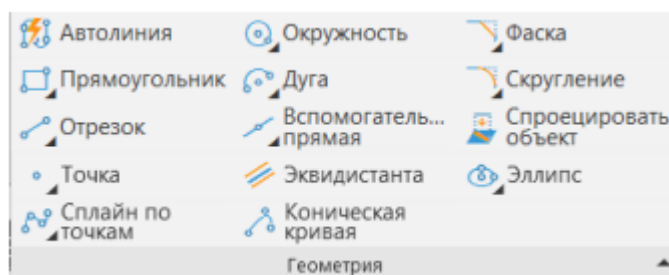


Рис. 1.2. Панель «Геометрия»

Автолиния – команда для создания нескольких объектов (отрезки, дуги окружностей), образующих цепочку.

Прямоугольник – группа команд для построения прямоугольников разными способами и правильных многоугольников (по вписанной или описанной окружности). Фигуры рассматриваются не как набор отрезков, а как цельные объекты.

Отрезок – группа команд для построения отрезков различными способами.

Точка – группа команд для построения точек различными способами. Точка может использоваться как в качестве самостоятельного объекта, так и в качестве вспомогательного элемента.

Слайн по точкам – группа команд для построения сплайнов, ломанных.

Окружность – группа команд, используемых для построения окружностей разными способами.

Дуга – группа команд для построения дуг различными способами.

Вспомогательная прямая – группа команд для вспомогательных построений, по которым формируется контур эскиза.

Эквидистанта – команда для построения контура, равноудаленного от исходного.

Коническая кривая – команда для создания плоских кривых 2-го порядка.

Фаска – команда для создания фаски на пересечении двух отрезков или их продолжении.

Скругление – команда для скругления двух непараллельных отрезков.

Спроецировать объект – команда для получения проекции 3D-объекта на плоскость эскиза.

Эллипс – группа команд для построения эллипса или его дуги.

Определение размеров для моделирования примитивов контура.

Выбор начального примитива и его расположения на рабочей плоскости.

Определение последовательности построения примитивов контура.

Наложением геометрических и размерных зависимостей взаимного положения примитивов полностью определяют 2D-эскиз.

Для построения и редактирования эскиза используют команды панелей «Изменение геометрии», «Размеры», «Ограничения» (см. рис. 1.3 - 1.5).

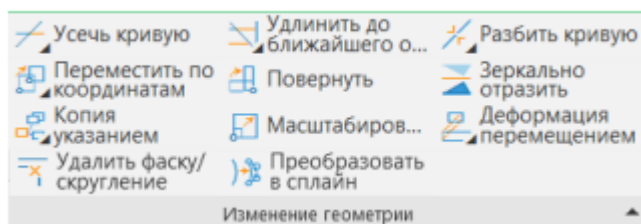


Рис. 1.3. Панель «Изменение геометрии»

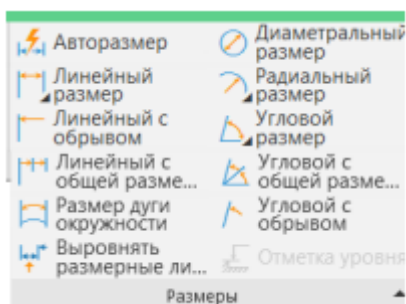


Рис. 1.4. Панель «Размеры»

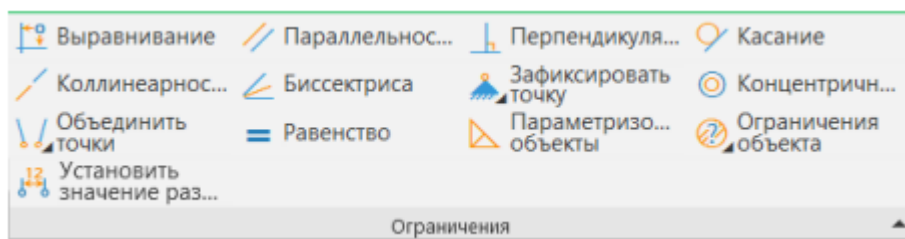


Рис. 1.5. Панель «Ограничения»

Команды панели «Размеры» служат для нанесения размеров (линейных, радиальных, угловых) в эскизе и на чертеже в соответствии с ГОСТ 2.307–2011.

Команды панели «Ограничения» служат для формирования правил, по которым может изменяться положение или размер элемента эскиза (см. рис. 1.5).

Выравнивание – команда позволяет наложить ограничения «Горизонтальность» или «Вертикальность» на прямолинейные объекты, «Выравнивание по горизонтали», «Выравнивание по вертикали» - на пары точек объектов.

Параллельность – команда накладывает ограничение параллельности выбранных объектов.

Перпендикулярность – команда накладывает ограничение перпендикулярности выбранных объектов.

Касание – команда накладывает ограничение касание выбранных объектов.

Коллинеарность – команда накладывает ограничение коллинеарности выбранных объектов.

Биссектриса – команда позволяет расположить прямую на биссектрисе угла, образованного пересекающимися прямыми.

Зафиксировать точку – группа ограничений, позволяющих зафиксировать точки, размеры, длины и углы объекта.

Концентричность – команда устанавливает совпадение центров геометрических объектов.

Объединить точки – группа команд позволяющих объединять точки, размещать точки на кривых, указать симметрию двух точек.

Равенство – команда накладывает равенство длин выбранных объектов, радиусов выбранных дуг.

Параметризованные объекты – команда для автоматического наложения связей и ограничений некоторых типов на геометрические объекты.

Ограничения объекта – команда для просмотра и удаления связей и ограничений объекта.

Установить значение размера – команда для изменения значения управляющего размера.

1.3 Порядок выполнения

1.3.1 Создание нового файла

Файл – Создать – Новый документ – Деталь.

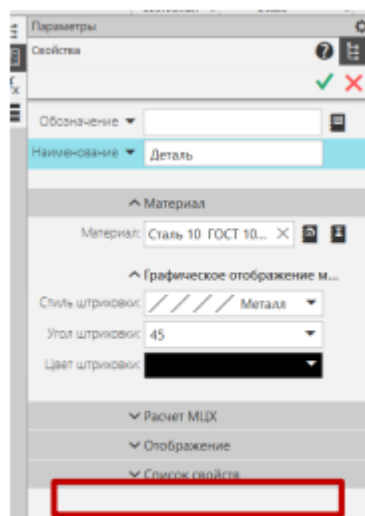


Рис. 1.6. Свойства модели

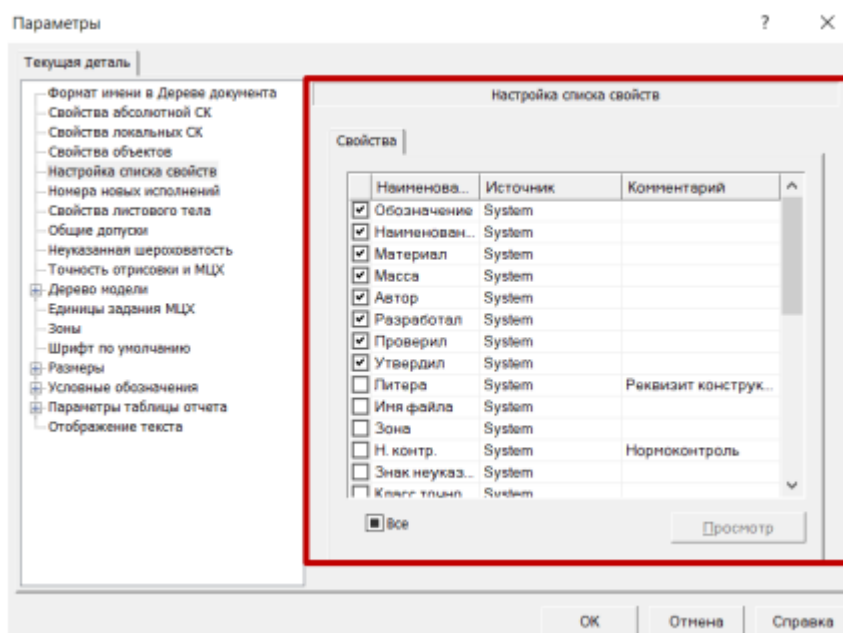


Рис. 1.7. Настройка списка свойств

Дерево построений – Деталь – Параметры – Свойства – Настройка списка свойств. Назначить свойства модели: наименование (Пластина), обозначение (ВГТУ.XXXXXX.001), материал (Сталь 10 ГОСТ 1050–2013), отображение – выбрать цвет модели, разработал – ФИО студента, проверил – ФИО студента, утвердил – ФИО преподавателя.

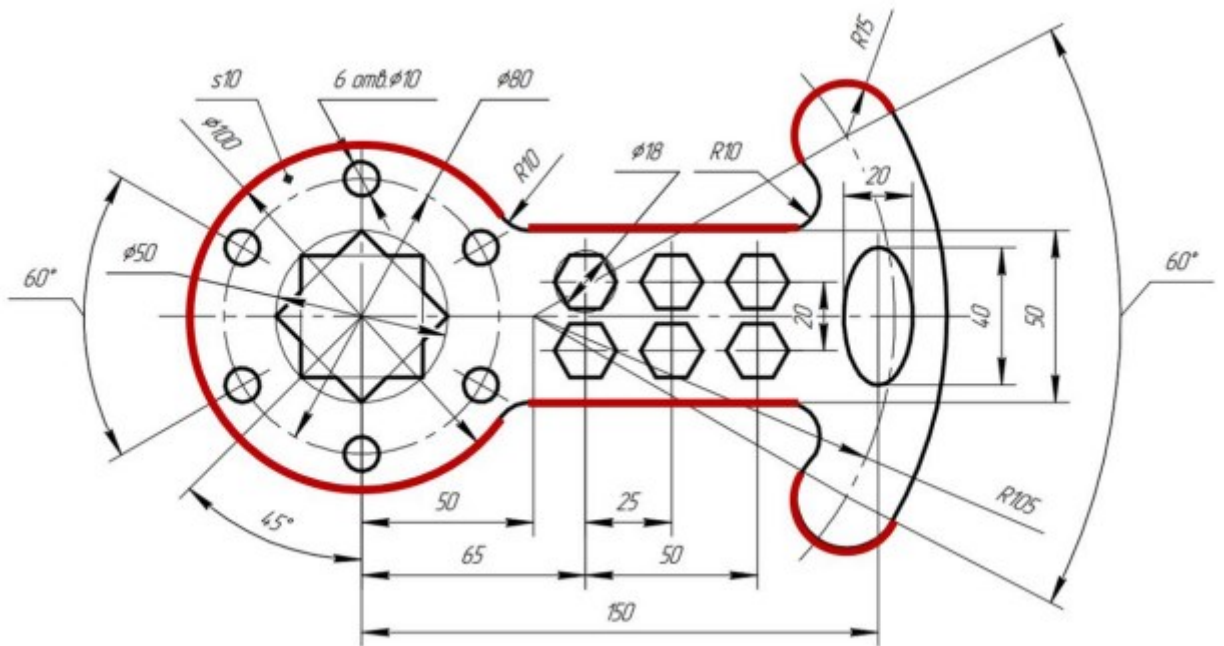


Рис. 1.9. Определение базовых примитивов контура

На рис. 1.10 представлены базовые примитивы с наложенными размерными и геометрическими ограничениями.

Инструменты эскиза – Геометрия – Дуга центр. Параметры команды: размерные зависимости – диаметр дуги 100 мм; геометрические ограничения – «Объединить точки» – центр дуги и начало координат (0, 0, 0).

Инструменты эскиза – Геометрия – Отрезок. Параметры команды: геометрические ограничения - «Выравнивание по горизонтали», «Равенство».

Инструменты эскиза – Геометрия – Дуга центр. Параметры команды: размерные зависимости – радиус дуги 15 мм; геометрические ограничения – «Объединить точки» – центр дуги и точку пересечения вспомогательной прямой, расположенной под углом 30° к горизонтали, с дугой радиуса 105 мм (для примитивов, которые не используются в построении твердого тела, а именно дуга радиуса 105 мм назначить стиль линии «осевая»), «Равенство». Для построений использована команда «Вспомогательная прямая», которая может быть построена одним из способов:

1) указать две точки, через которые должна проходить прямая. При этом угол наклона прямой будет определен автоматически;

2) указать точку и угол наклона прямой – угол между прямой и осью X текущей системы координат. Угол указывается в соответствующем поле Панели параметров.

На рис. 1.10 построение выполнено вторым способом: указана точка (50, 0, 0) и углы 30° и -30° .

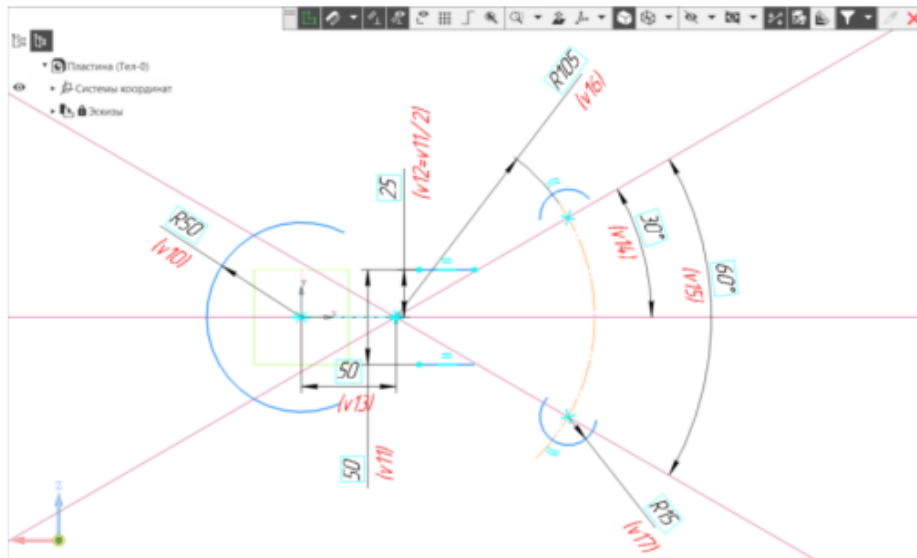


Рис. 1.10. Базовые примитивы контура эскиза детали «Пластина»

Используя ограничения «Объединить точки», «Касание», «Равенство», выполнить сопряжения базовых примитивов дугами окружностей радиусов 120 мм и 10 мм (рис. 1.11).

Инструменты эскиза – Геометрия – Дуга центр. Параметры команды: размерные зависимости – радиус дуги 120 мм, центр дуги расположен в точке (50, 0, 0); геометрические ограничения – «Объединить точки» - концы дуг, «Касание» дуг.

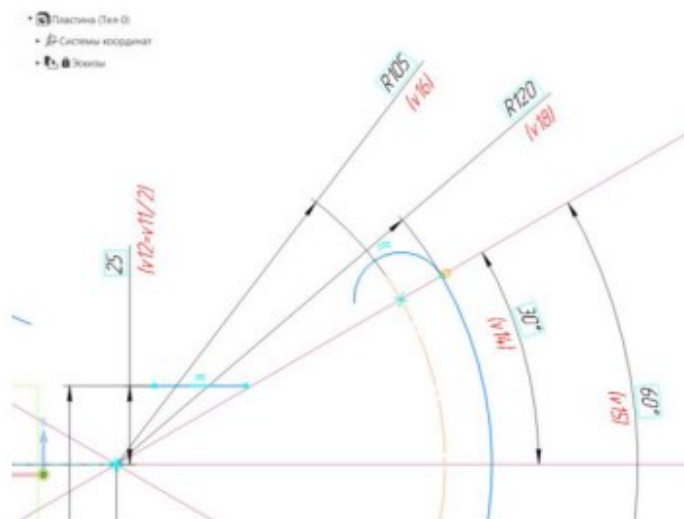


Рис. 1.11. Сопряжение дуг радиусов 15 мм и 120 мм с помощью ограничений «Объединить точки», «Касание»

Инструменты эскиза – Геометрия – Дуга центр. Параметры команды: размерные зависимости – радиус дуги 10 мм; геометрические ограничения –

«Объединить точки» – концы дуги радиуса 10 мм с концом отрезка и с концом базовой дуги, «Касание» – дуг, дуги и отрезка (рис. 1.12).

Результат построения контура в режиме «Эскиз» представлен на рис. 1.13.



Рис. 1.12. Этапы построения сопряжения: (слева) – дуга радиуса 15 мм, прямая, дуга радиуса 10 мм; (по центру) – ограничение «Объединить точки»; (справа) – ограничение «Касание»

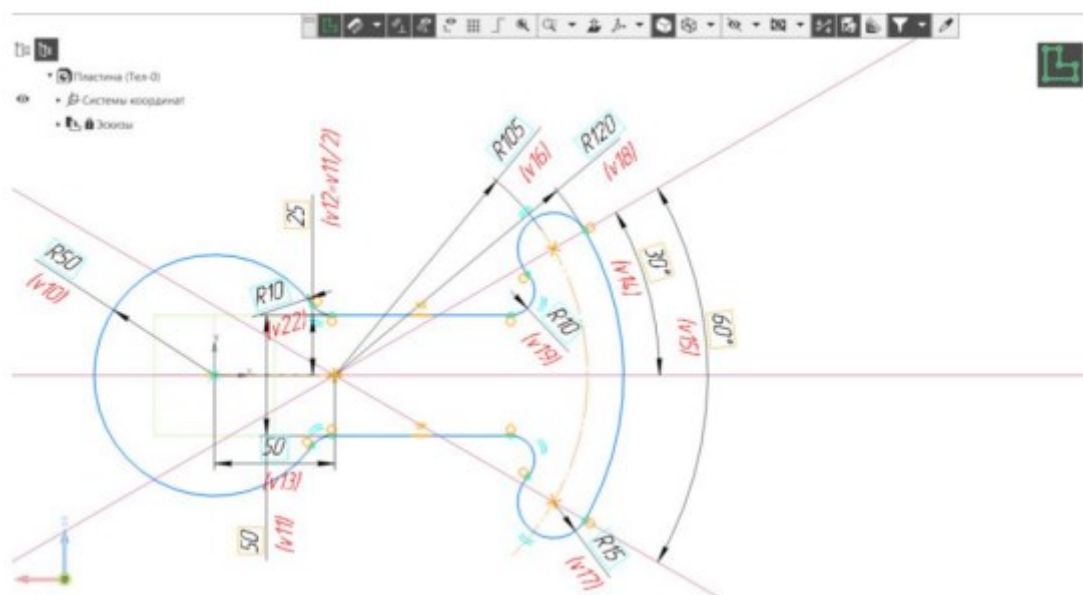


Рис. 1.13. Контур детали «Пластина»

Инструменты эскиза – Геометрия – Эллипс по центральной точке и длинам полуосей. Параметры команды: центр эллипса расположен в точке (150, 0, 0), размеры большой и малой полуосей приняты согласно чертежу – 40 мм и 20 мм, соответственно. Для обеспечения коллинеарности центра эллипса и точки начала координат используют ограничение «Выравнивание». Необходимо указать точку центра эллипса и точку начала координат, затем выбрать фантом горизонтальной прямой.

Инструменты эскиза – Геометрия – Многоугольник. Для построения «звездочки» используется команда «Прямоугольник» – «Многоугольник». Параметры: многоугольник по описанной окружности диаметра 50 мм, количество вершин – 4, угол наклона диаметра, проходящего через вершины квадрата, к оси проекций – 0° (для первого квадрата) и 45° (для второго квадрата) (рис. 1.14). На вершины квадратов наложены ограничения «Зафиксировать точку».

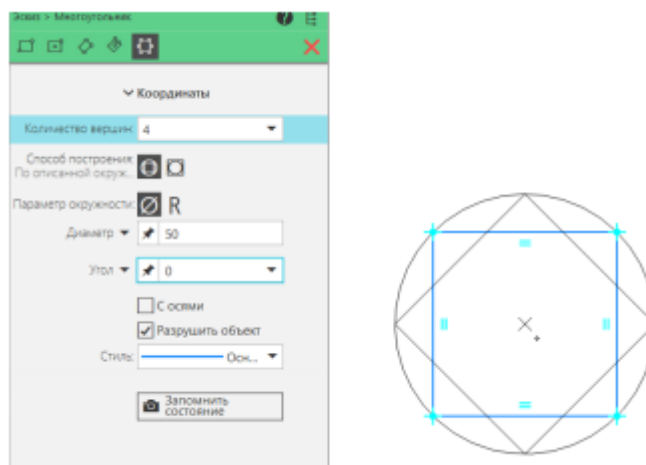


Рис. 1.14. Параметры команды «Многоугольник»

1.3.4 Проверка определенности эскиза

Если эскиз параметрический, то он может находиться в одном из трех состояний: полностью определенный, не полностью определенный или переопределенный. Эти состояния показываются в Дереве построения значками перед названиями эскизов (рис. 1.15):

(+) – полностью определенный эскиз, т. е. его объекты не имеют ни одной степени свободы в системе координат эскиза;

(-) – не полностью определенный эскиз (хотя бы один из его объектов имеет хотя бы одну степень свободы. Для полного определения эскиза следует наложить на его объекты размерные и геометрические ограничения так, чтобы ни один объект не имел ни одной степени свободы);

(!) – переопределенный эскиз (эскиз, на объекты которого наложены избыточные ограничения (при этом степени свободы у объектов могут как присутствовать, так и отсутствовать). Значки избыточных ограничений отображаются оранжевым цветом.

Рекомендуется, чтобы все эскизы в модели были полностью определены.

Система КОМПАС-3D поддерживает возможность проверки замкнутости контура.

Инструменты эскиза – Инструменты – Проверка замкнутости объектов со стилем «Основная». При обнаружении незамкнутости вокруг точек разрыва система создает маячки в форме красной окружности. Если контур,

полностью определен, система выдает сообщение «Все контуры замкнуты» (см. рис. 1.15).

В случае отсутствия определенности в эскизе можно воспользоваться функцией «Отображать степени свободы» на панели быстрого доступа, которая графически (фиолетовые стрелки) отображает оставшиеся степени свободы каждого примитива. При нанесении всех необходимых размеров и ограничений графический индикатор степеней свободы пропадет.

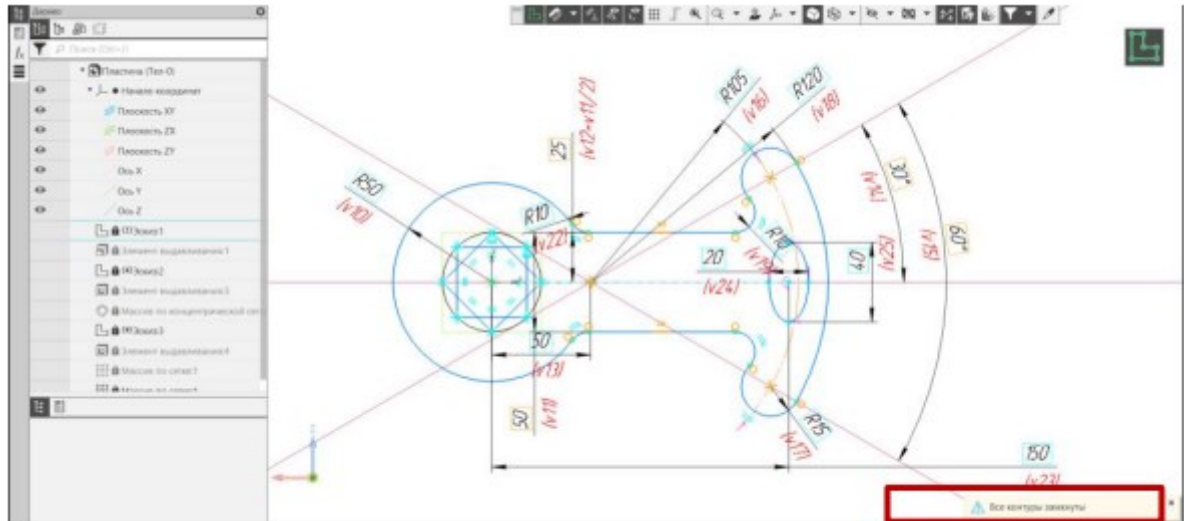


Рис. 1.15. Проверка замкнутости объектов

1.3.5 Создание твердого тела с помощью команды «Элемент выдавливания»

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Элемент выдавливания. Выдавливание – создание элемента или тела в результате добавления глубины к контуру. Для выдавливания задаются: результат (булева операция), сечение, направляющий объект, способ ограничения выдавливания (на расстояние, через все, до объекта или до ближайшей поверхности), направление выдавливания относительно плоскости эскиза, угол конуса.

В данной задаче для получения 3D-модели детали «Пластина» замкнутый контур выдавливают на 10 мм (рис. 15).

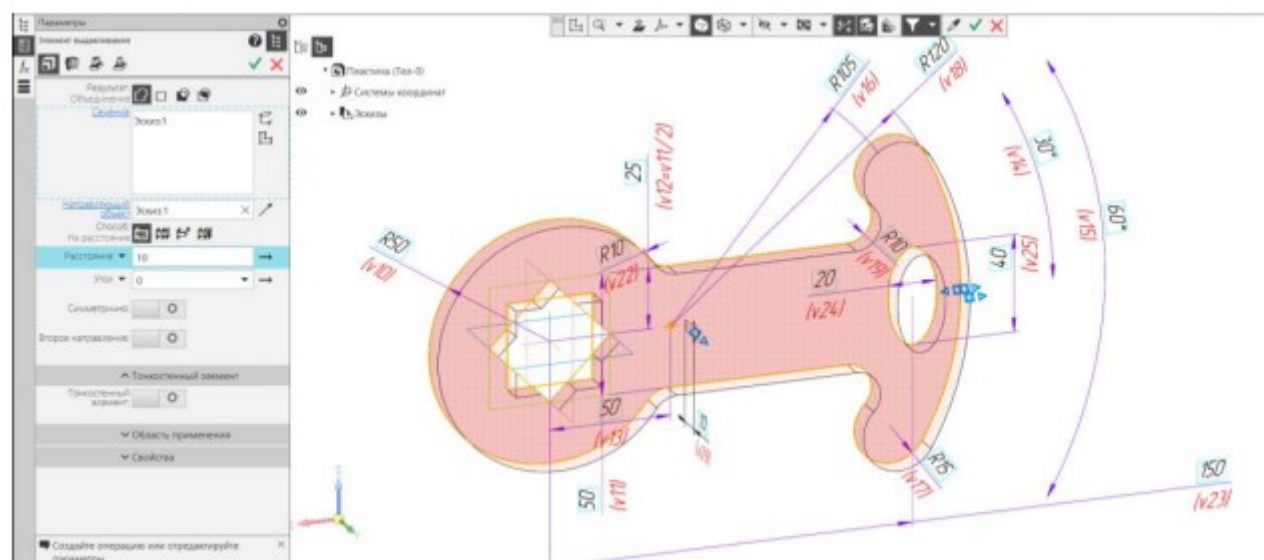


Рис. 1.16. Команда «Элемент выдавливания»

1.3.6 Создание массивов элементов

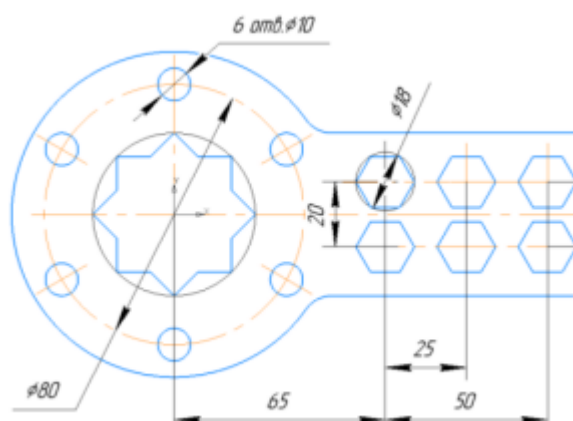


Рис. 1.17. Размеры для моделирования элементов массивов

Для создания кругового массива (см. рис. 1.17):

Плоскость детали – команда «Создать эскиз».

Инструменты эскиза – Геометрия – Окружность центр (рис. 1.18). Параметры команды: размерные зависимости – диаметр окружности 10 мм, центр окружности расположен от начала координат на расстоянии 40 мм; геометрические ограничения – «Выравнивание по вертикали» для центра окружности диаметра 10 мм и начала координат (0, 0, 0).

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Вырезать выдавливанием. Параметры команды: сечение – Эскиз 2, направляющий объект – Эскиз 2, способ – на расстояние 10 мм (можно использовать способ – через все, или до объекта) (см. рис. 1.18).

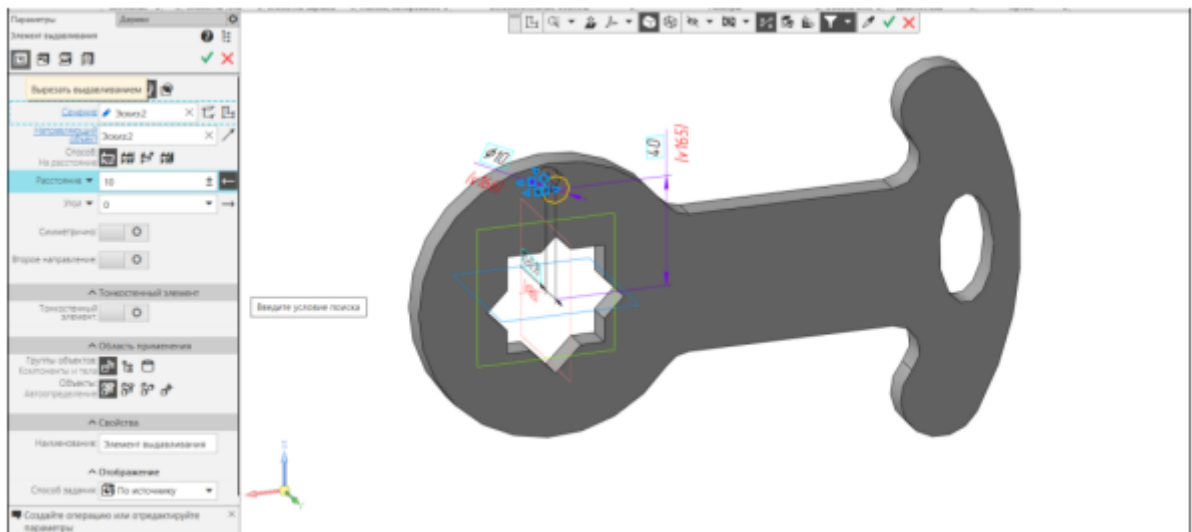


Рис. 1.18. Команда «Вырезать выдавливанием»

Твердотельное моделирование – Массив, копирование – Массив по концентрической сетке. Выбрать элемент массива (Выдавливание 2), ось вращения (Y), количество элементов массива (6), угол (360°) (рис. 1.19).

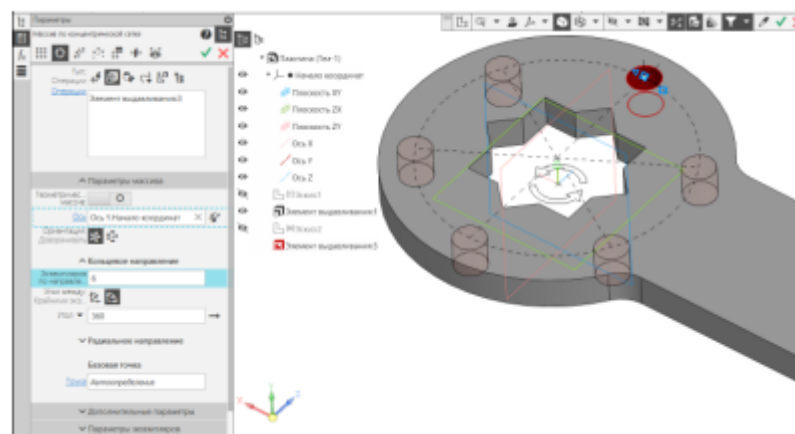


Рис. 1.19. Создание массива по концентрической сетке

Для создания прямоугольного массива:

Плоскость детали – команда «Создать эскиз».

Инструменты эскиза – Геометрия – Многоугольник. Параметры команды: размерные зависимости – шестиугольник (способ построения «По описанной окружности» диаметра 18 мм). Для определенности эскиза задать положение первого элемента (центр описанной вокруг шестиугольника окружности имеет координаты (65, 0,10)). Наложить ограничение «Параллельность» на сторону шестиугольника и горизонтальный отрезок (рис. 1.20).

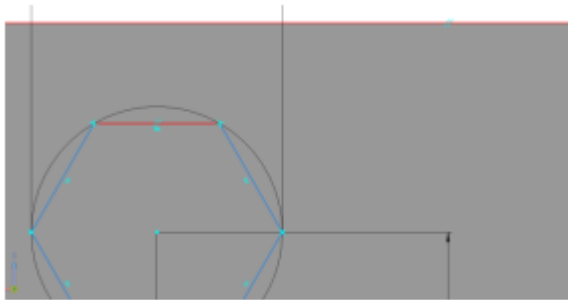


Рис. 1.20. Ограничение «Параллельность» на сторону шестиугольника и горизонтальный отрезок

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Вырезать выдавливанием. Параметры команды: сечение – Эскиз 3, направляющий объект – Эскиз 3, Способ – на расстояние 10 мм (можно использовать способ – через все, или до объекта) (рис. 1.21).

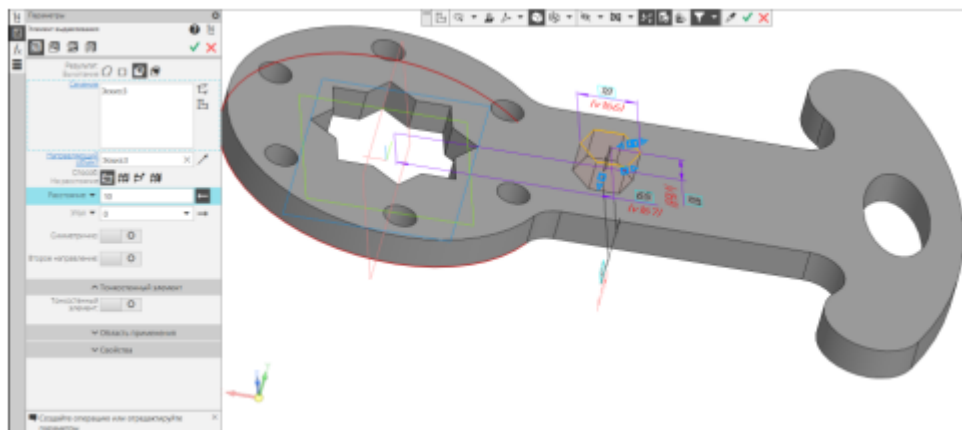


Рис. 1.21. Команда «Вырезать выдавливанием» элемент прямоугольного массива

Твердотельное моделирование – Массив, копирование – Массив по сетке. Выбрать элемент массива, задать направление 1, указав отрезок, параллельный направлению или ось проекций, количество элементов по направлению 1, расстояние между элементами по направлению 1; аналогичный набор ограничений выбирают по направлению 2. Для направления 1 принять количество экземпляров 3, расстояние 25, для направления 2 указать угол раствора – 90° , количество экземпляров 2. (рис. 1.22).

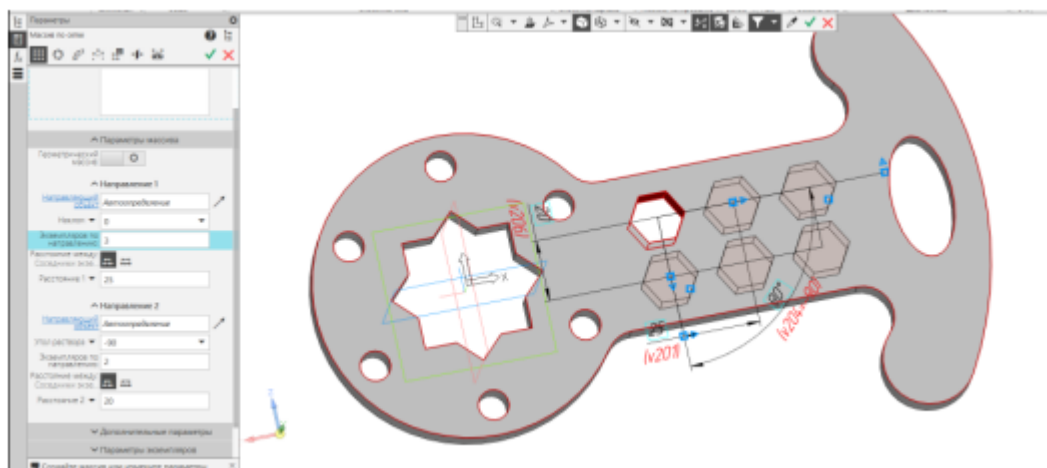


Рис. 1.22. Создание массива по сетке

На рис. 1.23 представлен результат моделирования детали «Пластина» в КОМПАС-3D v23.

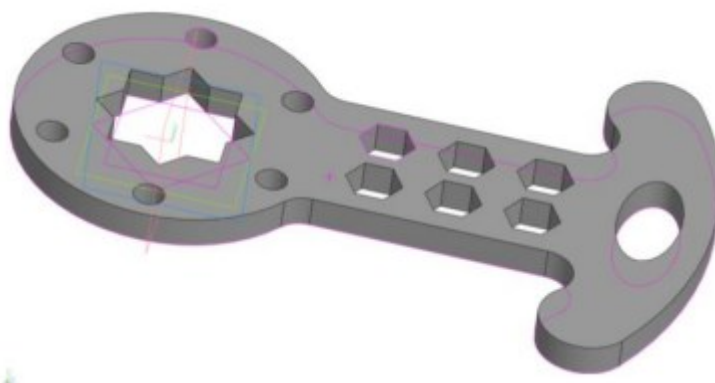


Рис. 1.23. Результат моделирования

Сохраните файл.

Лабораторная работа № 2. Построение модели детали «Корпус»

Цель работы:

- создание электронных моделей и чертежей деталей, входящих в состав сборочной единицы «Клапан предохранительный».

Задачи:

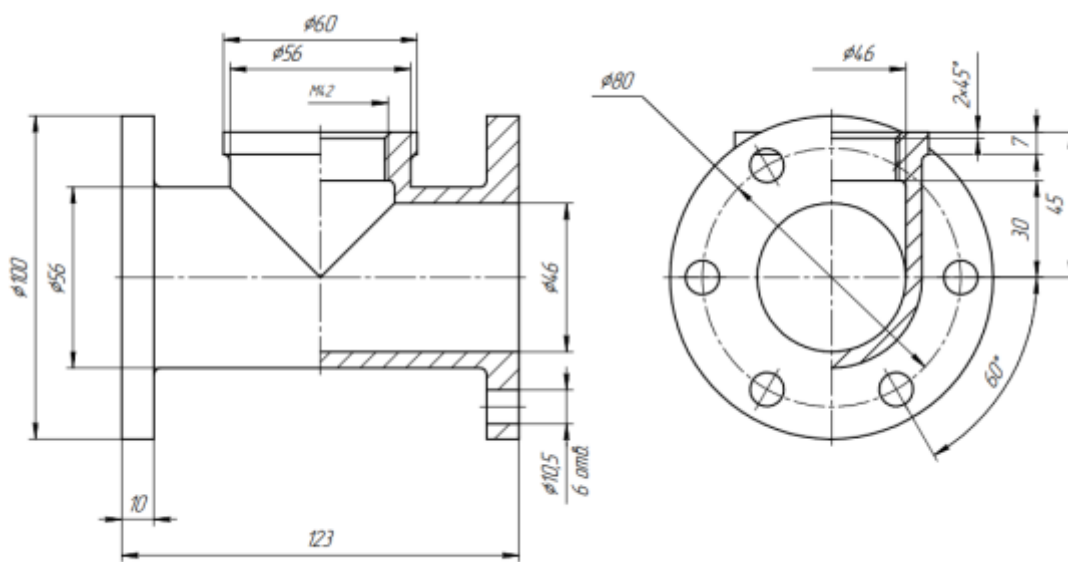
- изучить операции построения и редактирования 3D-моделей деталей;
- изучить операции создания чертежей деталей по их моделям.

Содержание

Для модели детали «Корпус» (рис. 2.1):

- сквозное отверстие диаметра 46 мм выполнить с помощью команды «Вырезать выдавливаем»;

- при построении центрального резьбового отверстия использовать команду «Вырезать вращением» и «Отверстие с зенковкой»;
- при построении отверстий на фланцах Корпуса использовать команду «Массив по концентрической сетке», «Зеркальный массив»;
- создать чертеж детали по модели



Неуказанные литейные радиусы 2...3 мм.

Рис. 2.1. Чертеж детали «Корпус»

2.1 Порядок выполнения

2.1.1 Построение модели детали «Корпус»

Анализ поверхностей, ограничивающих деталь «Корпус»: наружная и внутренняя поверхности детали образованы цилиндрическими поверхностями, оси вращения которых расположены перпендикулярно по отношению к друг другу. По краям горизонтального цилиндра расположены цилиндрические фланцы со сквозными цилиндрическими отверстиями. «Корпус» имеет внутреннюю метрическую резьбу.

Файл – Создать – Новый документ – Деталь.

Дерево построений – Деталь – Свойства – Настройка списка свойств.

Назначить свойства модели – наименование (Корпус), обозначение (ВГТУ.XXXXXX.001), материал (Сталь 45 ГОСТ 1050–2013), отображение – цвет модели, разработал – ФИО студента, проверил – ФИО студента, утвердил – ФИО преподавателя:

Плоскость XY – Создать эскиз. Построение наружной поверхности модели. В Панели быстрого доступа включить режим «Ортогональное черчение».

Инструменты эскиза – Геометрия – Отрезок. Параметры команды Отрезок: геометрические ограничения – Выравнивание отрезков по горизонтали и вертикали; размерные зависимости (рис. 2.2).

Изменить тип линии для горизонтального отрезка, проходящего через начало координат, со сплошной толстой основной на осевую.

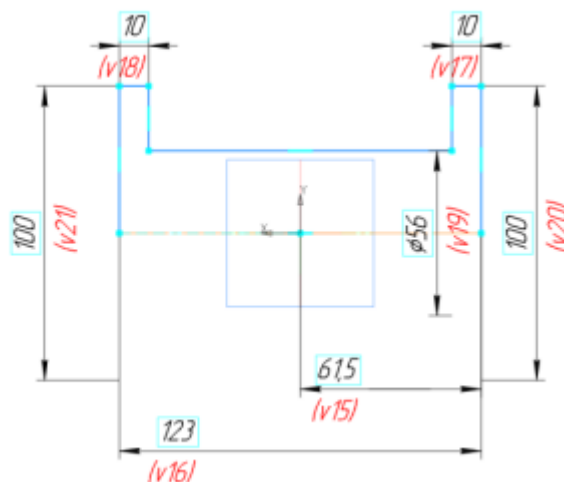


Рис. 2.2. Эскиз наружной поверхности детали

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Элемент вращения.

Параметры команды Элемент вращения: результат – Объединение; сечение – Эскиз 1; ось вращения – Эскиз 1; угол поворота – 360° (рис. 2.3).

Плоскость XY – Создать эскиз. Режим «Ортогональное черчение».

Инструменты эскиза – Геометрия – Отрезок. Параметры команды Отрезок: геометрические ограничения – Начало первого начало координат (0, 0, 0); размерные зависимости (рис. 2.3).

Изменить тип линии для вертикального отрезка, проходящего через начало координат, со сплошной толстой основной на осевую.

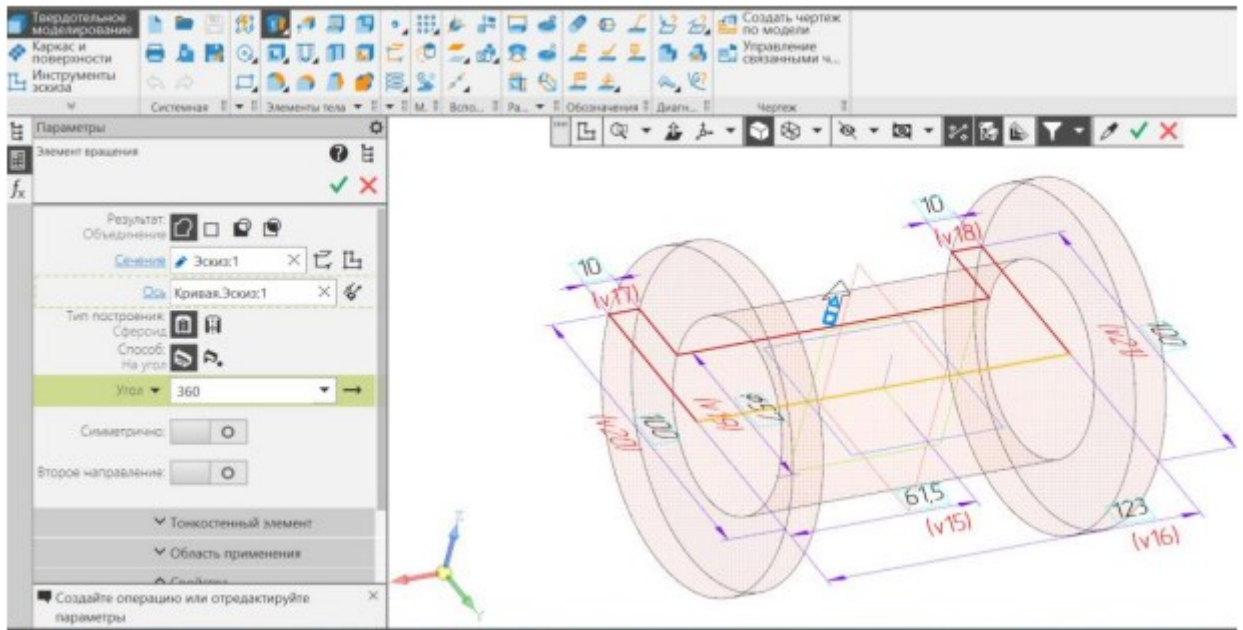


Рис. 2.3. Команда «Элемент вращения 1»

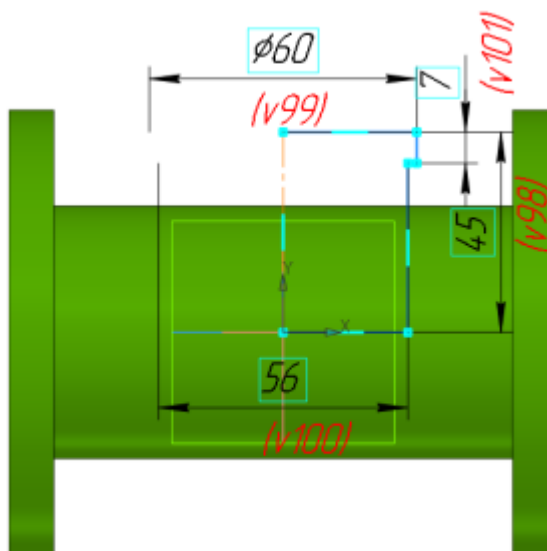


Рис. 2.4. Создание эскиза для команды «Элемент вращения 2»

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Элемент вращения.
 Параметры команды Элемент вращения: результат – Объединение; сечение – Эскиз 2; ось вращения – Эскиз 2; угол поворота – 360° (рис. 2.5 и 2.6).

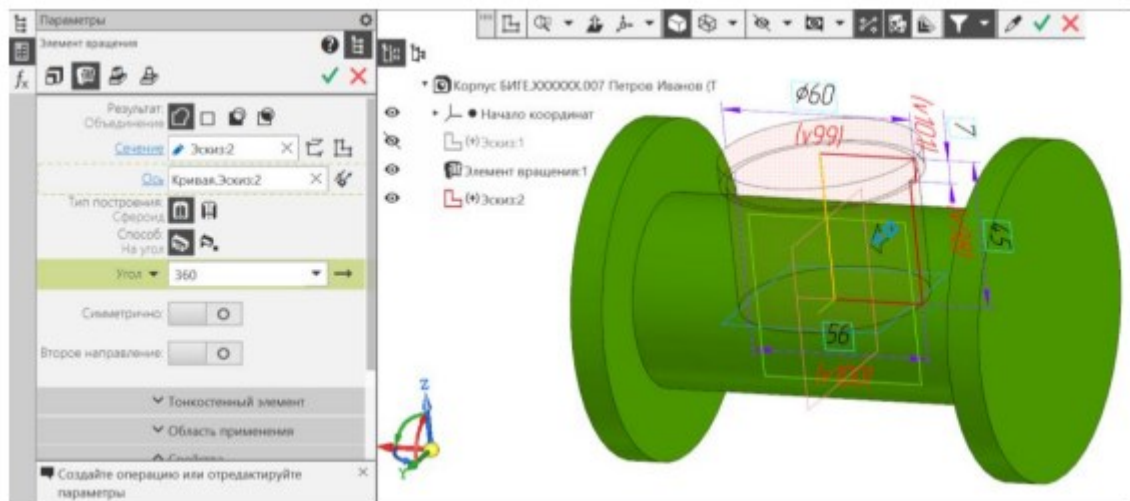


Рис. 2.5. Команда «Элемент вращения 2»

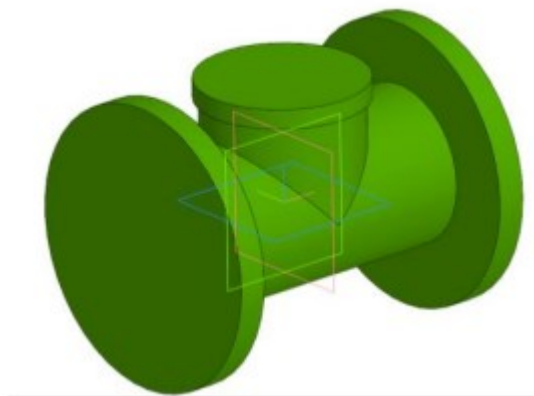


Рис. 2.6. Результат команды «Элемент вращения 2»

Плоскость YZ – Создать эскиз. Построение внутренней поверхности модели.

Инструменты эскиза – Геометрия – Окружность. Параметры команды Окружность: геометрические ограничения – Объединить центр окружности с началом координат; размерные зависимости – диаметр 46 мм (рис. 2.7).

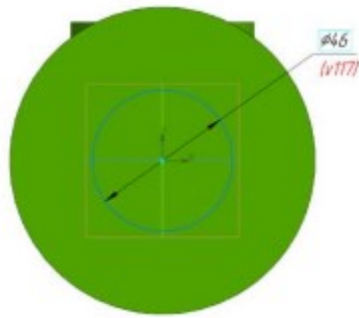


Рис. 2.7. Создание эскиза для команды «Вырезать выдавливанием»

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Вырезать выдавливанием. Параметры выдавливания: результат операции – вычитание; направляющий объект – Эскиз 3 (окружность); способ – через все (рис. 2.8, 2.9).

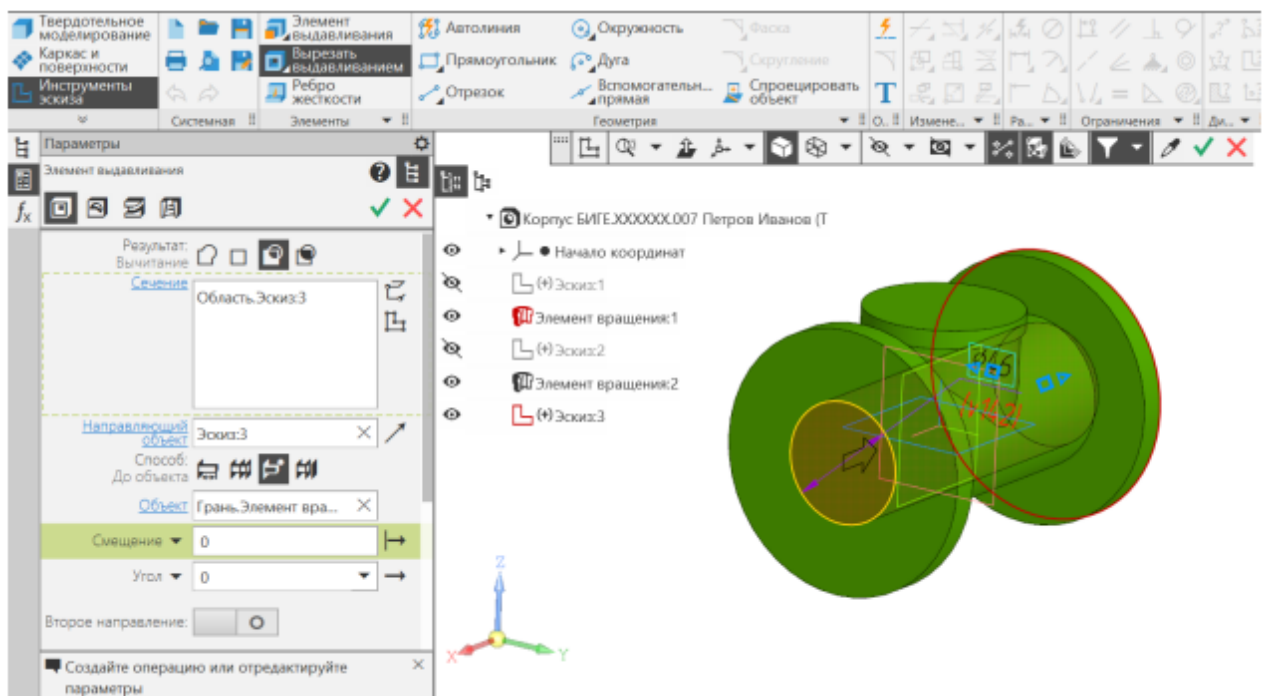


Рис. 2.8. Команда «Вырезать выдавливанием»

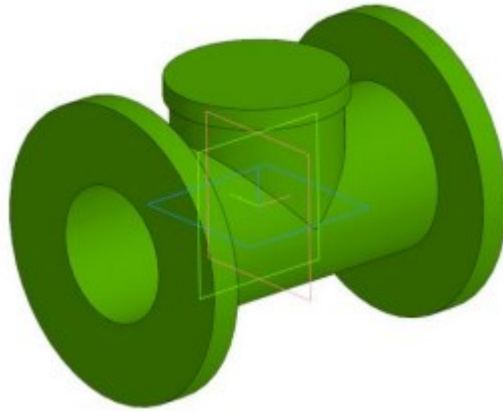


Рис. 2.9. Результат команды «Вырезать выдавливанием»

Плоскость XY – Создать эскиз.

Инструменты эскиза – Геометрия – Окружность. Параметры команды Окружность: геометрические ограничения – объединить центр окружности с началом координат; размерные зависимости – диаметр 46 мм (рис. 2.10).

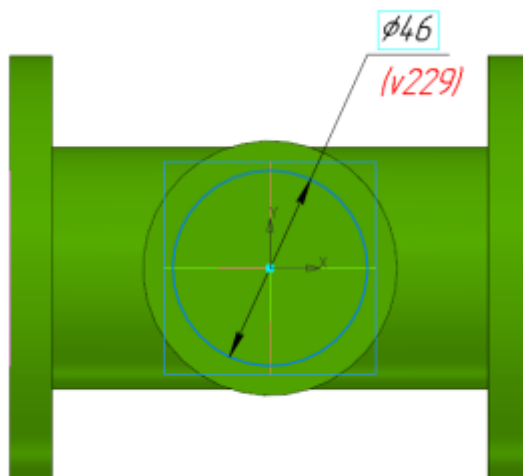


Рис. 2.10. Создание эскиза для команды «Вырезать выдавливанием»

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Вырезать выдавливанием. Параметры Выдавливания: результат операции – Вычитание; направляющий объект – Эскиз 4 (окружность); способ – расстояние 38 мм (рис. 2.11, 2.12).

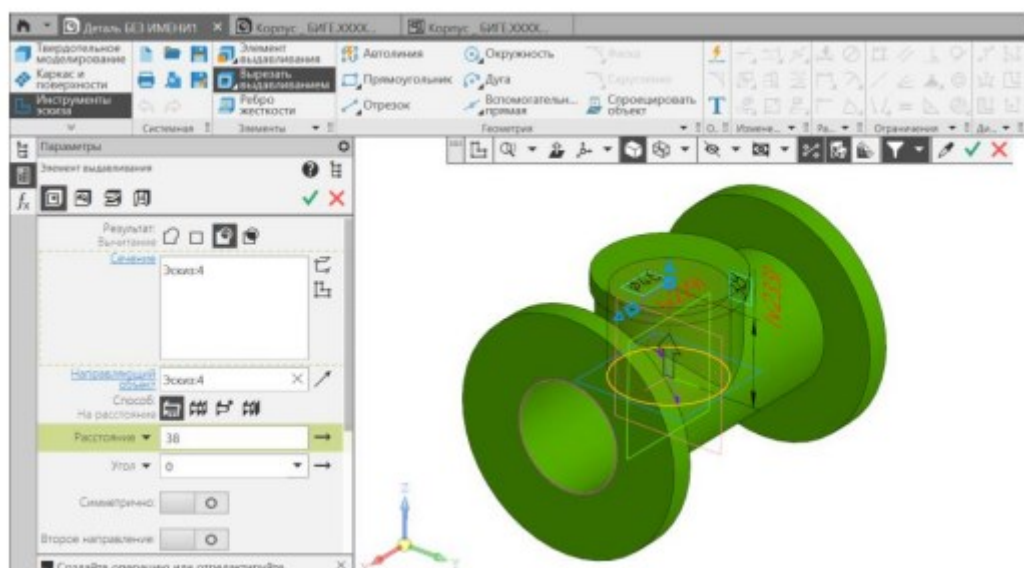


Рис. 2.11. Команда «Вырезать выдавливанием»



Рис. 2.12. Результат операции «Вырезать выдавливанием»

К верхнему фланцу корпуса диаметра 60 мм применить режим «Эскиз».

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Отверстие с зенковкой. Параметры команды Отверстие с зенковкой: поверхность – Грань. Элемент вращения 2; точка привязки – начало координат; Отверстие резьбовое – резьба Метрическая, диаметр 42, шаг 2 мм, ГОСТ 24705–2004 правая; длина нарезания резьбы – на всю глубину; глубина отверстия – до объекта (Грань. Элемент выдавливания 4); зенковка – Исполнение – по глубине (2 мм) и углу (90°) (рис. 2.13, 2.14).

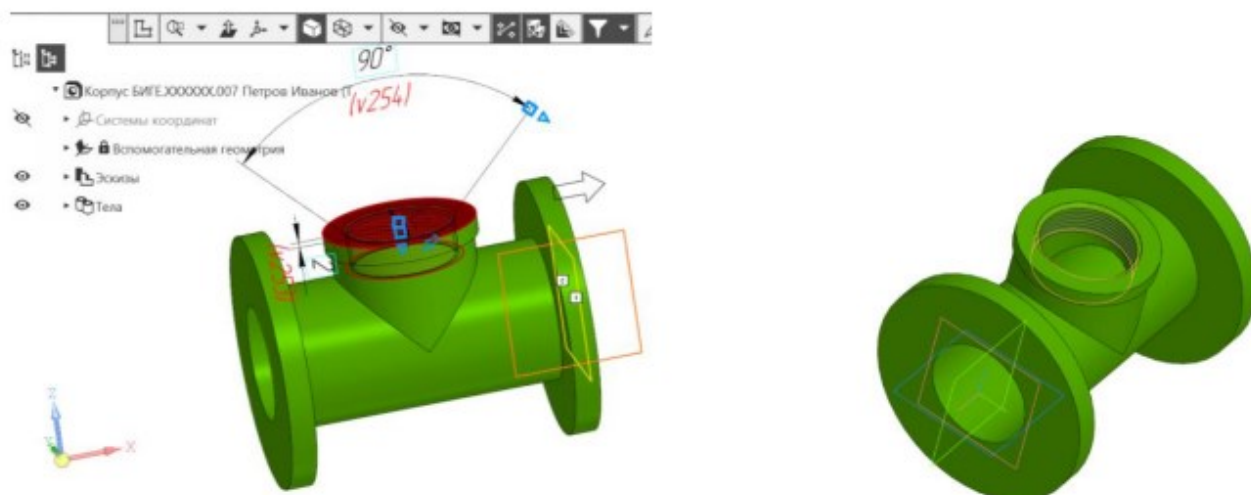


Рис. 2.13. Команда «Отверстия с зенковкой»

Создать эскиз на боковой поверхности фланца.

Инструменты эскиза – Геометрия – Окружность. Эскиз – окружность диаметра 10,5 мм, центр которой расположен на расстоянии 40 мм от начала координат на одной горизонтальной линии с началом координат (рис. 2.14).

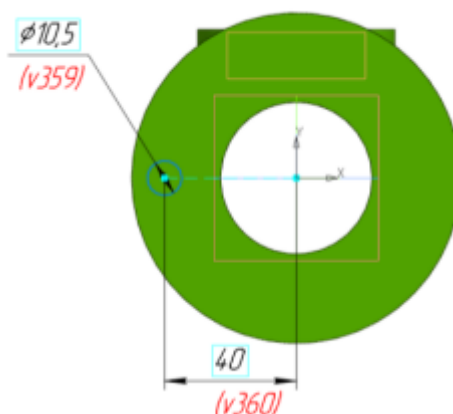


Рис. 2.14. Создание эскиза для команды «Вырезать выдавливанием»

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Вырезать выдавливанием. Параметры выдавливания: результат операции – Вычитание; направляющий объект – Эскиз 6 (окружность); способ – До объекта (Грань элемента вращения 1) (рис. 2.15).

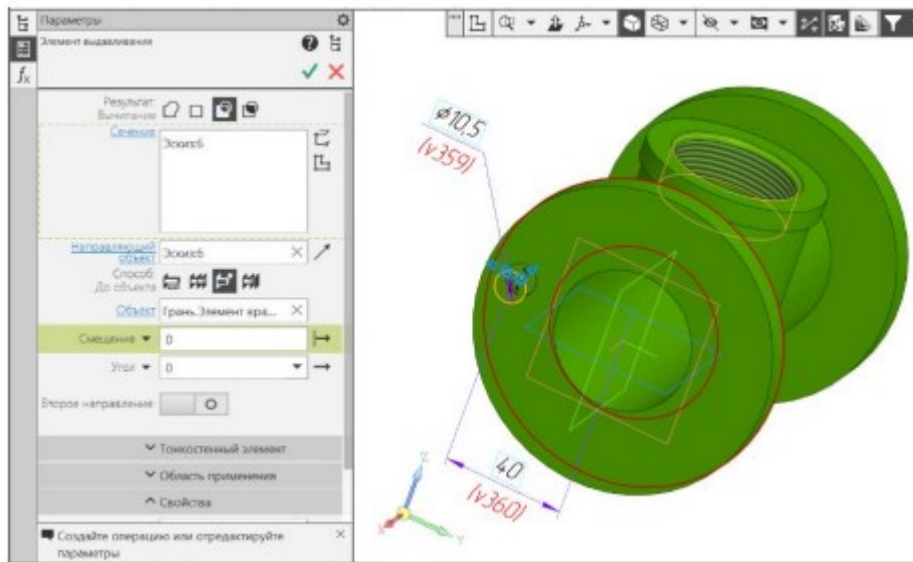


Рис. 2.15. Команда «Вырезать выдавливанием»

Твердотельное моделирование – Массив, копирование – Массив по концентрической сетке. Параметры операции: элемент массива – Элемент выдавливания 5 (отверстие); Ось массива – ось X; количество элементов – 6; угол – 360° (рис. 2.16).

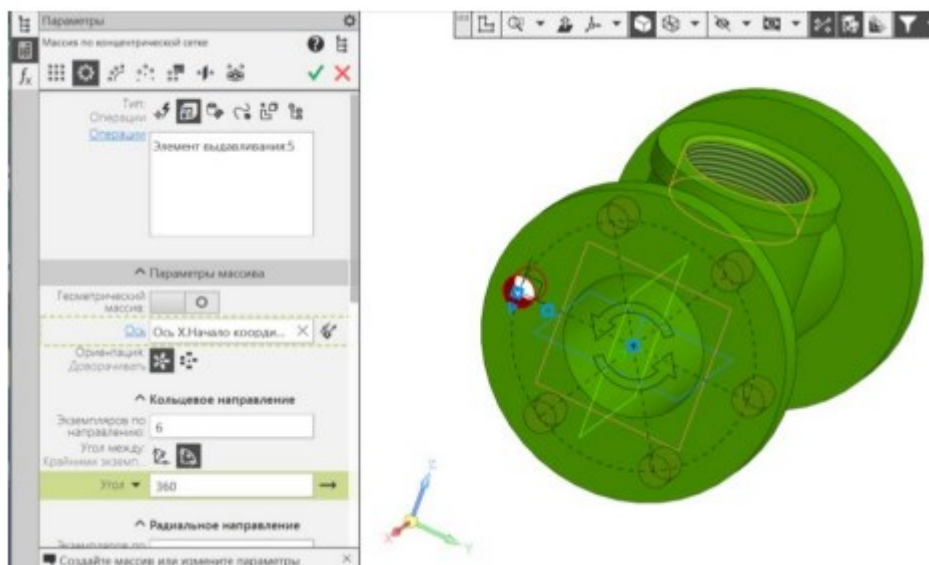


Рис. 2.16. Команда «Массив по концентрической сетке»

Твердотельное моделирование – Массив, копирование – Зеркальный массив. Параметры операции Зеркальный массив 1: тип отображаемого объекта – массив по концентрической сетке 1; Плоскость симметрии – ZY (рис. 2.17)

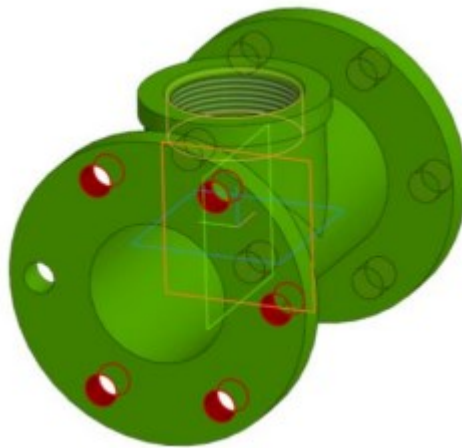


Рис. 2.17. Команда «Зеркальный массив»

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Скругление. Параметры операции Скругление: объекты – 2 ребра Элемента вращения 1 и 1 ребро элемента вращения 2; способ скругления – дугой окружности; радиус скругления – 3 мм (рис. 2.18).

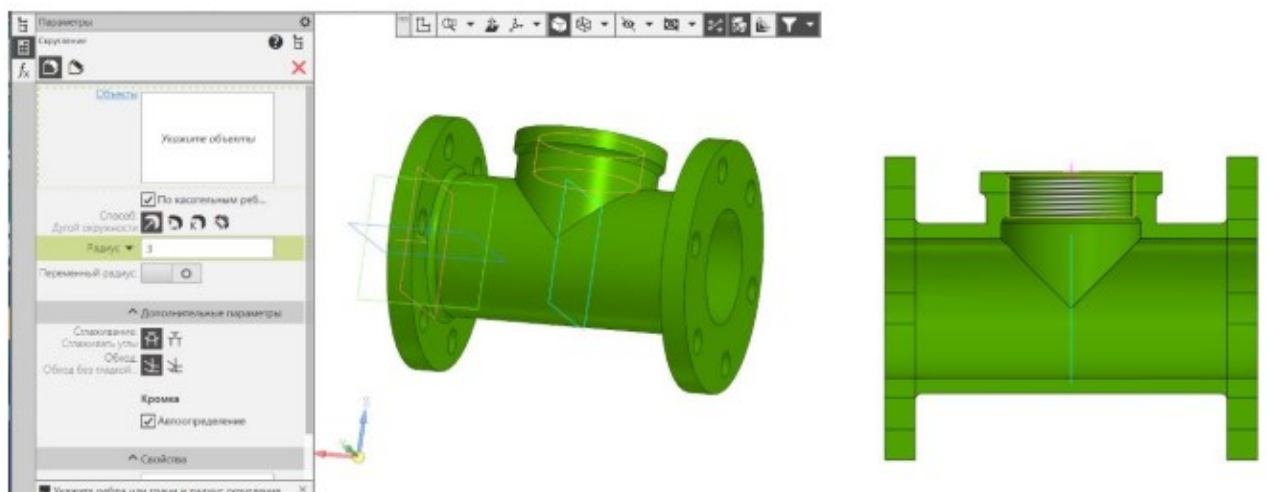


Рис. 2.18. Команда «Скругление»

Сохраните файл

2.2 Создание чертежа детали «Корпус» по модели

Панель быстрого доступа – Ориентация – Настройка (рис. 2.19). Изменить ориентацию детали в пространстве, если при создании модели ее расположение не соответствует расположению главного изображения на чертеже. Через панель быстрого доступа с помощью команды «Нормально к...» расположить модель в пространстве, параллельно плоскости проекций XZ. В дереве

построений в строке «Схема» выбрать команду «Главный вид по текущей ориентации» и сохранить.

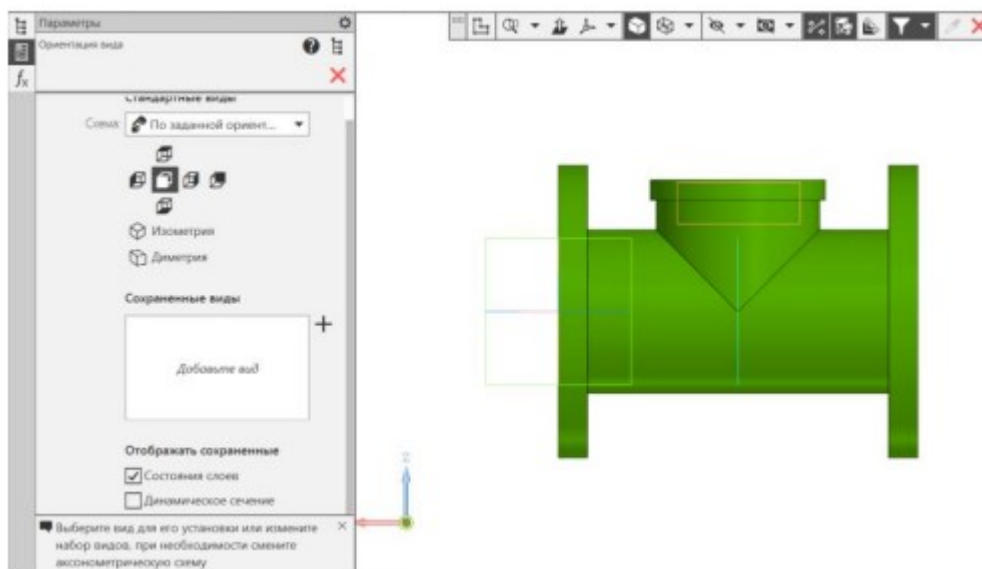


Рис. 2.19. Ориентация модели относительно фронтальной плоскости проекций

Твердотельное моделирование – Чертеж – Создать чертеж по модели.
Выбрать масштаб 1:1, формат А3, горизонтальная ориентация.

На чертеже создать два вида: Спереди и Слева.

Сделать Вид Спереди активным

Черчение – Геометрия – Прямоугольник по двум точкам (рис. 2.20).
Используя геометрический примитив «Прямоугольник по двум точкам» из панели «Геометрия», выделить половину вида (место расположения фронтального разреза).

Черчение – Виды – Местный разрез (см. рис. 2.20, рис. 2.21).

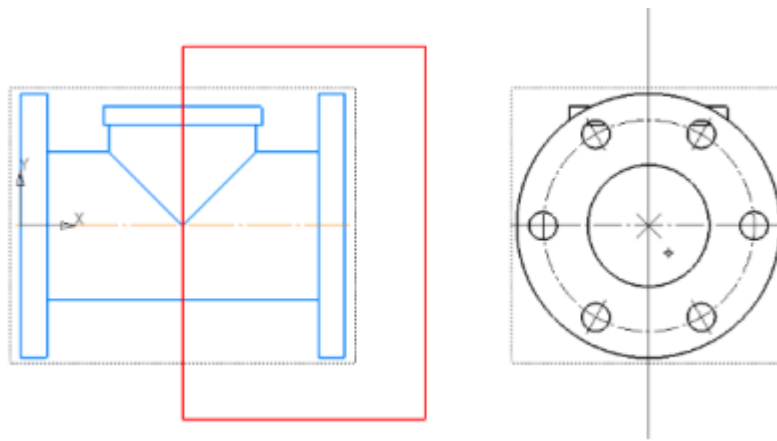


Рис. 2.20. Параметры команды «Местный разрез»

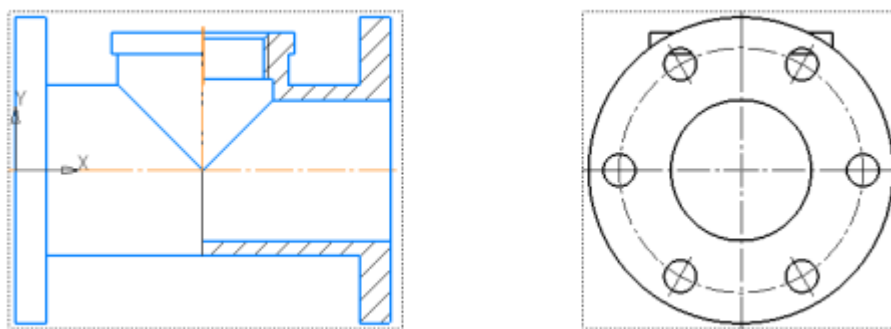


Рис. 2.21. Результат команды «Местный разрез» – Фронтальный разрез

Для выполнения профильного разреза:

Сделать Вид Слева активным.

Черчение – Геометрия – Прямоугольник по двум точкам (рис. 2.22).

Черчение – Виды – Местный разрез (см. рис. 2.22, рис. 2.23).

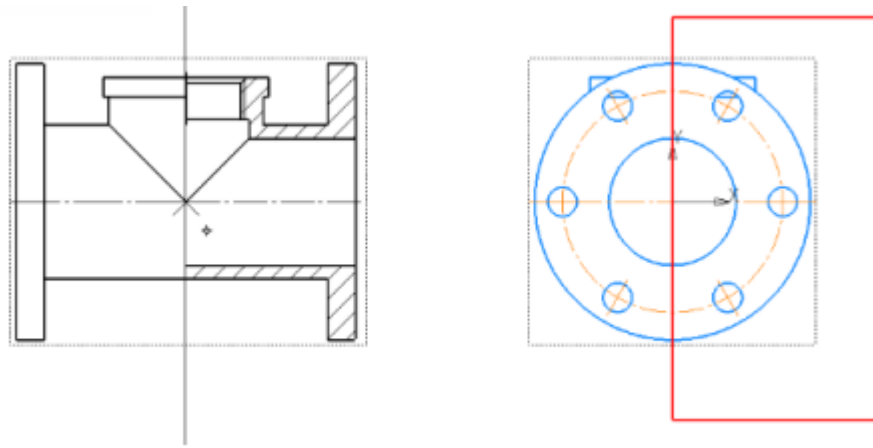


Рис. 2.22. Определение области местного разреза и положения секущей плоскости

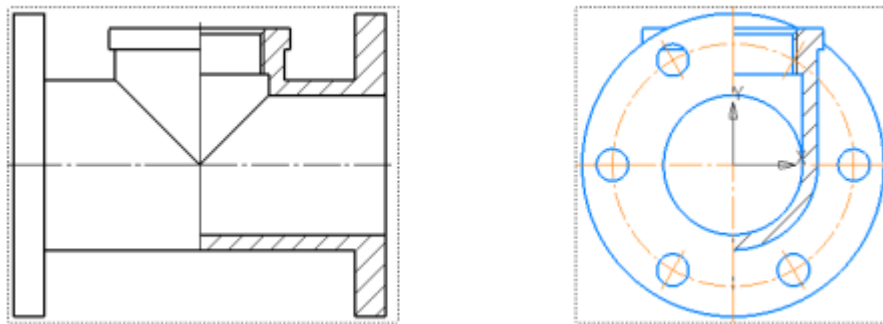


Рис. 2.23. Фронтальный и профильный разрезы

В соответствии с ГОСТ 2.305–2008 «Изображения: виды, разрезы, сечения» допускается изображать в разрезе отверстия на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость. При этом ось отверстия мысленно перемещают по окружности центров в плоскость разреза. Достаточно показать одно отверстие на одном разрезе.

КОМПАС эти требования ЕСКД не выполняет. Решить задачу можно двумя способами:

- 1) выполнить местный разрез;
- 2) в режиме эскиза дорисовать проекцию отверстия на фронтальной плоскости проекций.

Вид Спереди сделать активным (рис. 2.24).

Создать (Добавить) новый слой.

Перенести штриховку на слой (на новый слой).

Слой сделать невидимым.

Черчение – Геометрия – Отрезок.

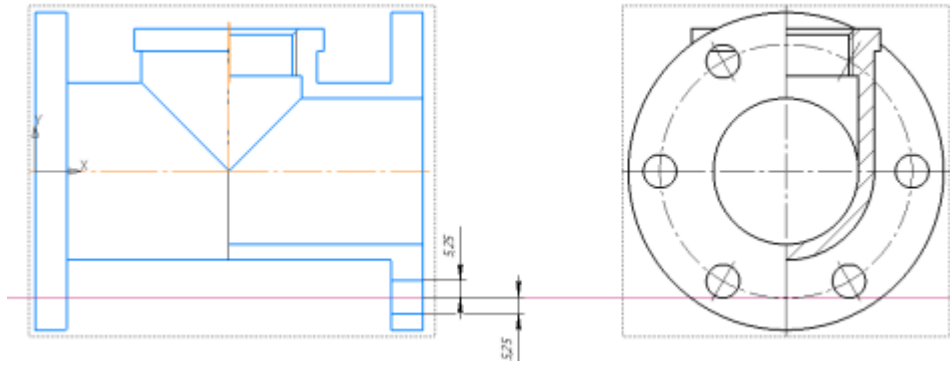


Рис. 2.24. Изображение отверстия в плоскости разреза

Черчение – Геометрия – Штриховка. Используя команду «Штриховка» достроить главное изображение (рис. 2.25).

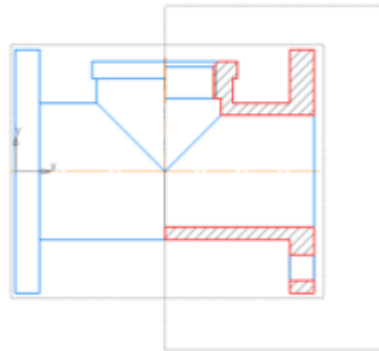


Рис. 2.25. Результат команды «Штриховка»

Черчение – Обозначения – Автоосевая.
Панель быстрого доступа – Параметрический режим.
Черчение – Размеры.
Черчение – Оформление – Технические требования – Задать/Изменить
 (рис. 2.26).

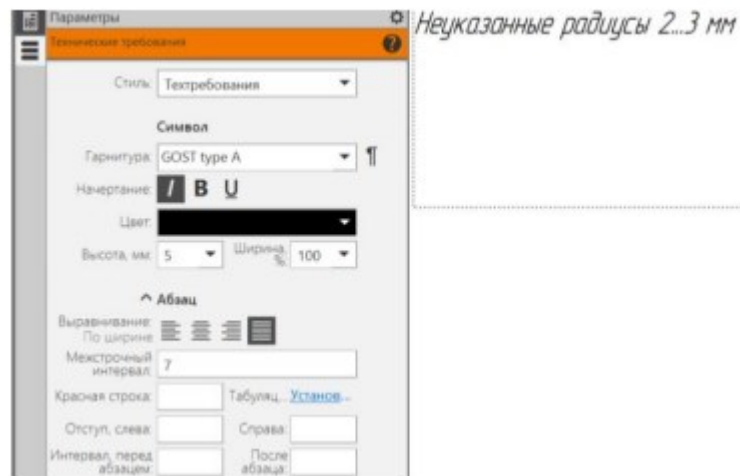


Рис. 2.26. Заполнения текста технических требований

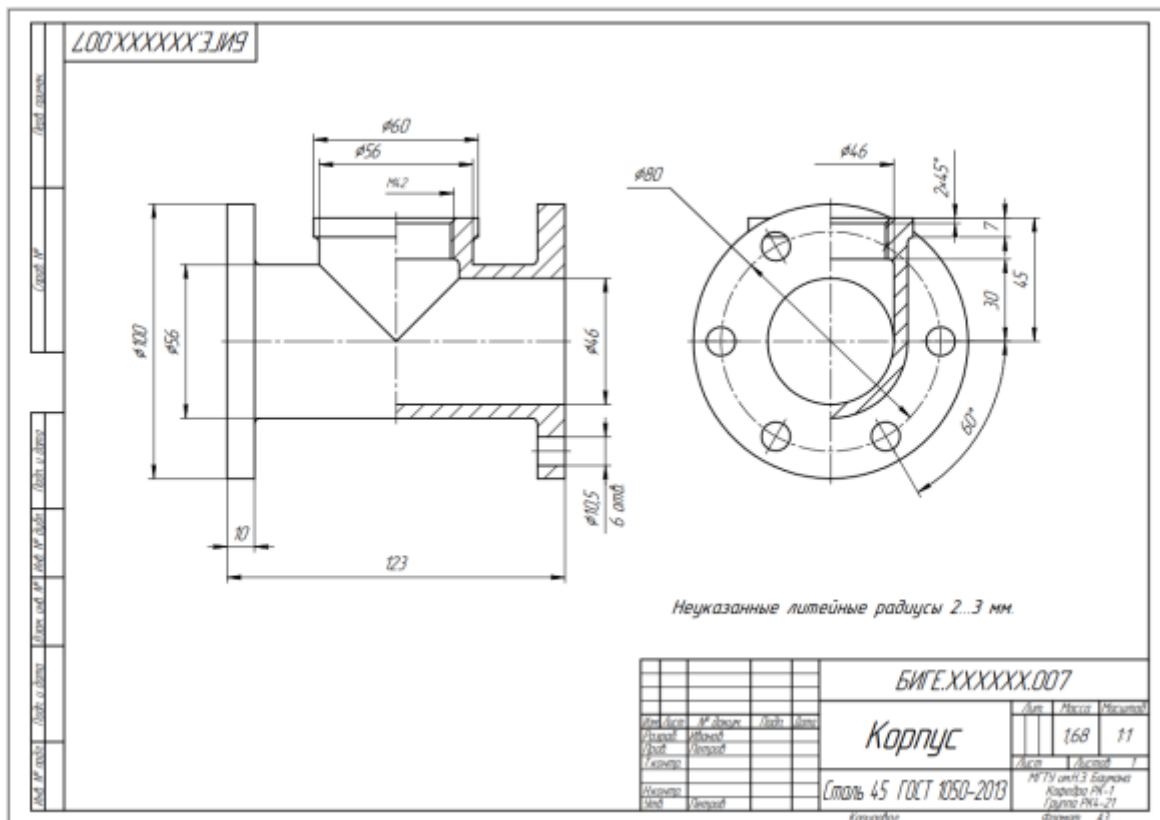


Рис. 2.27. Чертеж детали «Корпус»

**Заполнение основной надписи чертежа (рис. 2.27).
Сохраните файл.**

Лабораторная работа № 3. Построение детали «Пружина»

Цель работы:

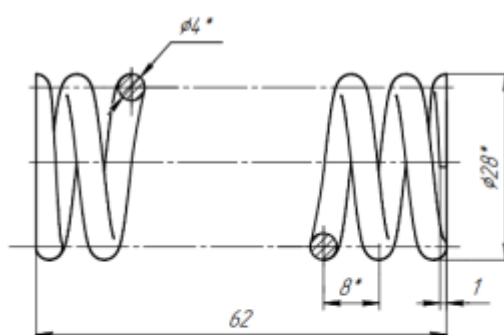
- создание электронных моделей и чертежей деталей, входящих в состав сборочной единицы «Клапан предохранительный».

Задачи:

- изучить операции построения и редактирования 3D-моделей деталей с использованием Приложения «Механика: Пружины»;
- изучить операции создания чертежей деталей по их моделям.

Содержание

- создать электронную модель детали «Пружина» (рис. 3.1):
- при моделировании детали использовать Приложение «Механика: пружины»;
- создать чертеж пружины по модели в соответствии с ГОСТ 2.401–68 «Правила выполнения чертежей пружин»



1. Направление набивки правое
2. $n = 7$
3. $D_s = 19.2$
4. *Размеры для справок

Рис. 3.1. Чертеж детали «Пружина»

3.1 Порядок выполнения работы

3.1.1 Построение модели детали «Пружина»

Файл – Создать – Новый документ – Деталь.

Дерево построений – Деталь – Свойства – Настройка списка свойств.

Назначить свойства модели – наименование (Пружина), обозначение (ВГТУ.ХХХХХХ.002), отображение – цвет модели, разработал – ФИО студента, проверил, утвердил – ФИО преподавателя.

Назначение материала модели. Используют базу данных Справочник материалов и сортаментов. Материал – Выбрать материал из справочника – Металлы и сплавы – Металлы черные – Стали – Стали пружинные – Сталь 3К 7 ГОСТ 9389–75 – Выбрать (рис. 3.2).

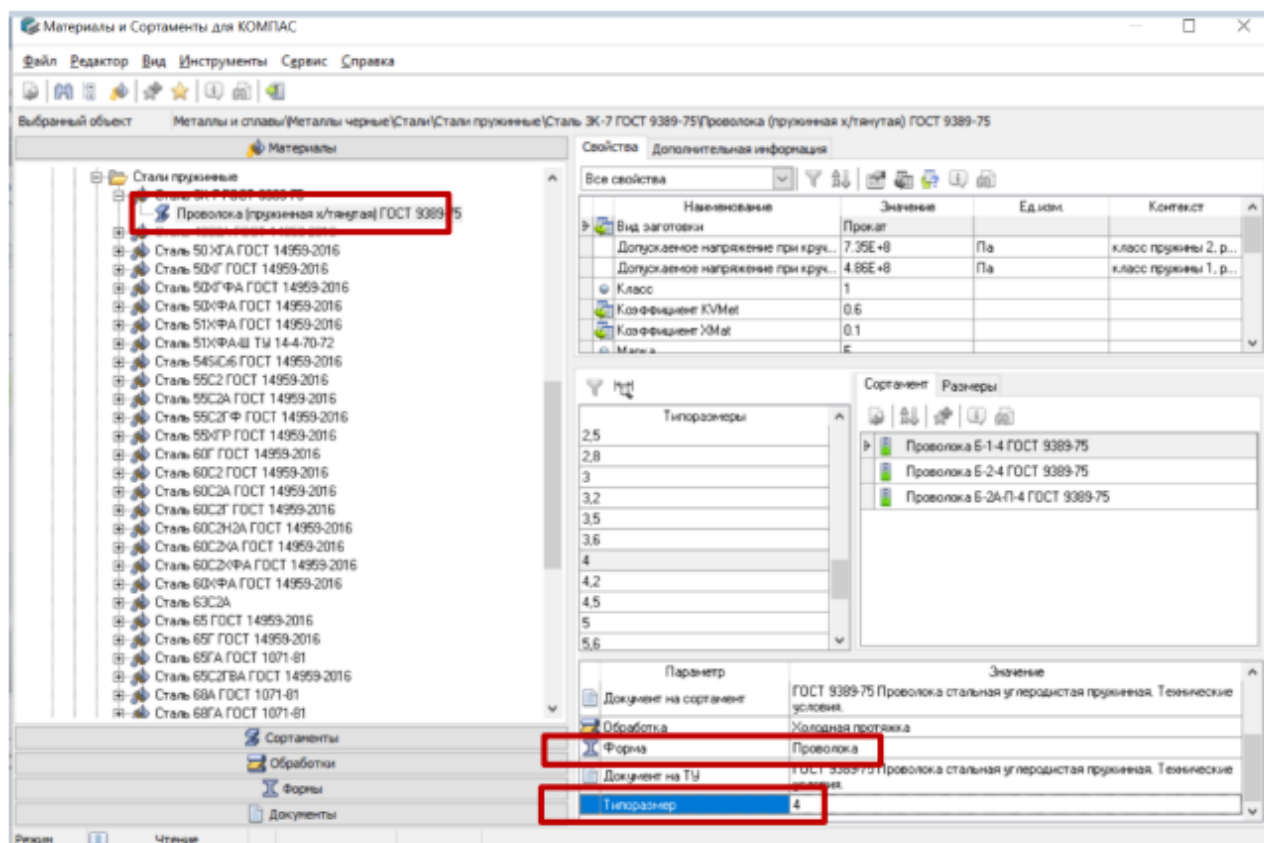


Рис. 3.2. Назначение материала для модели детали Пружина

Сохраните файл.

Для создания модели Пружины можно использовать следующие команды: Палитра – Пружины или Главное меню – Приложения – Механика: Пружины (рис. 3.3).

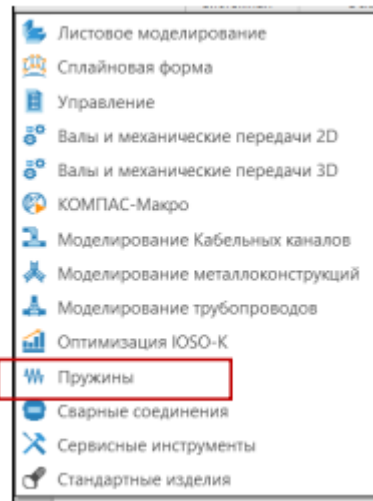


Рис. 3.3. Палитра Приложений

В Инструментальной панели выбрать **Пружины – Пружины сжатия**.

Для построения модели Пружины выбрать функцию **Построение без расчета – Трехмерная модель**. Согласно чертежа (см. рис. 1) задают параметры пружины (наружный диаметр – 28 мм, диаметр проволоки – 4 мм, длина пружины в свободном состоянии – 62 мм, число рабочих витков – 7, крайние витки поджаты и зашлифованы на $\frac{3}{4}$) (рис. 3.4).

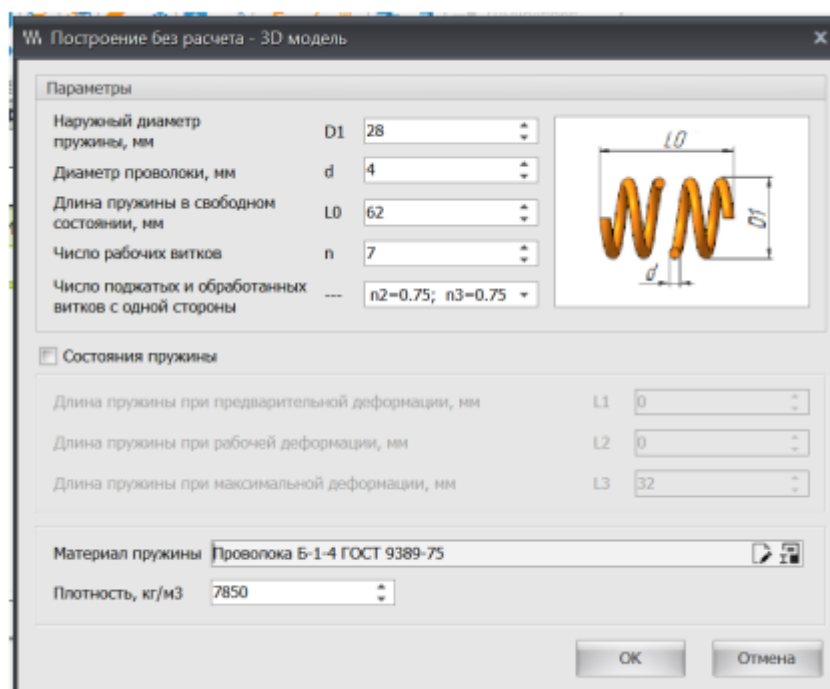


Рис. 3.4. Назначение параметров Пружины сжатия

Твердотельное моделирование – Диагностика – Расстояние и угол.
Необходимо проверить длину пружины в свободном состоянии – 62 мм (рис. 3.5).

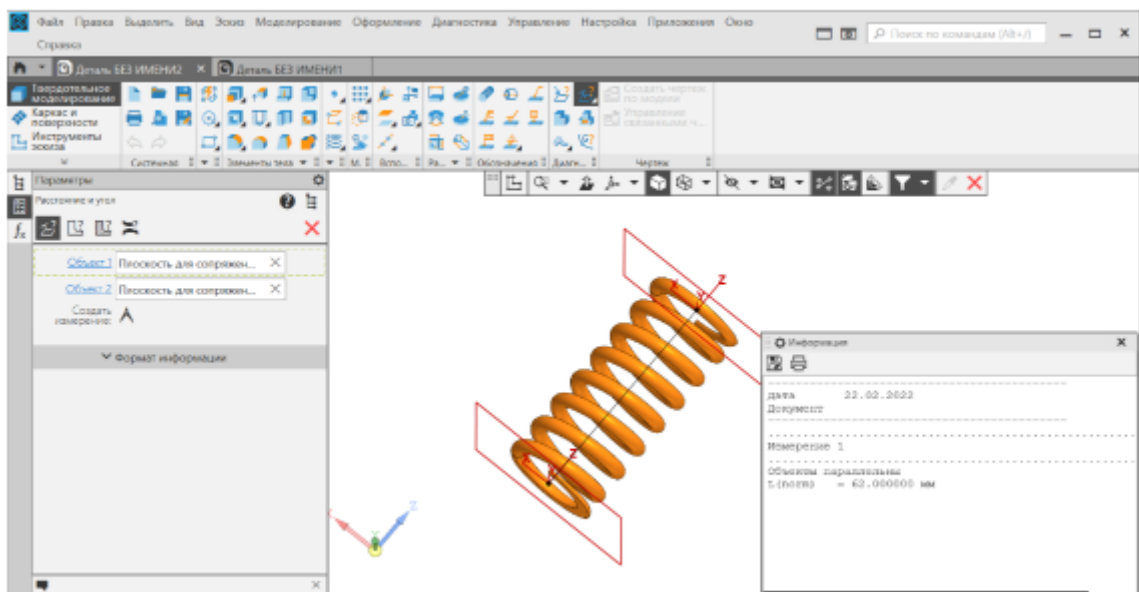


Рис. 3.5. Диагностика модели детали Пружина

Сохраните файл.

3.1.2 Создание чертежа детали «Пружина» по модели

Панель быстрого доступа – Ориентация – Настройка (рис. 3.6).

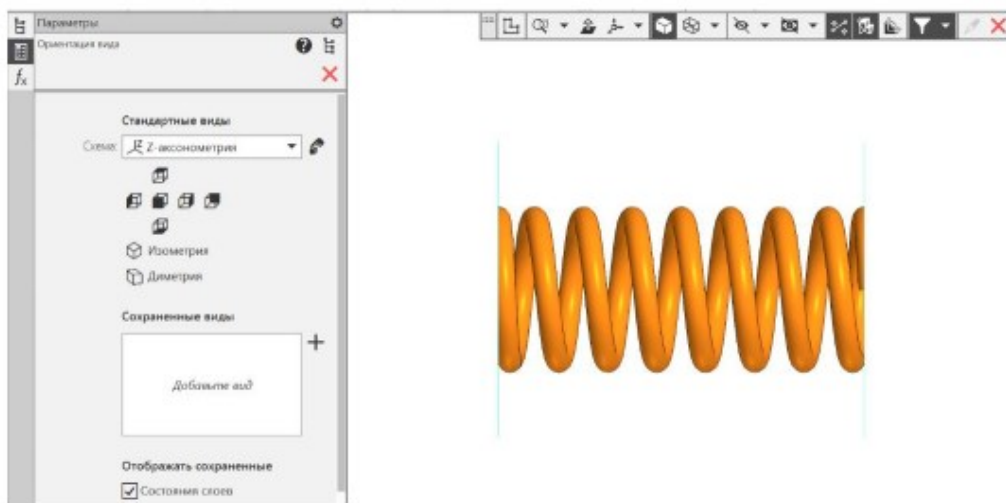


Рис. 3.6. Выбор ориентации пружины

Твердотельное моделирование – Чертеж – Создать чертеж по модели (рис. 3.7)

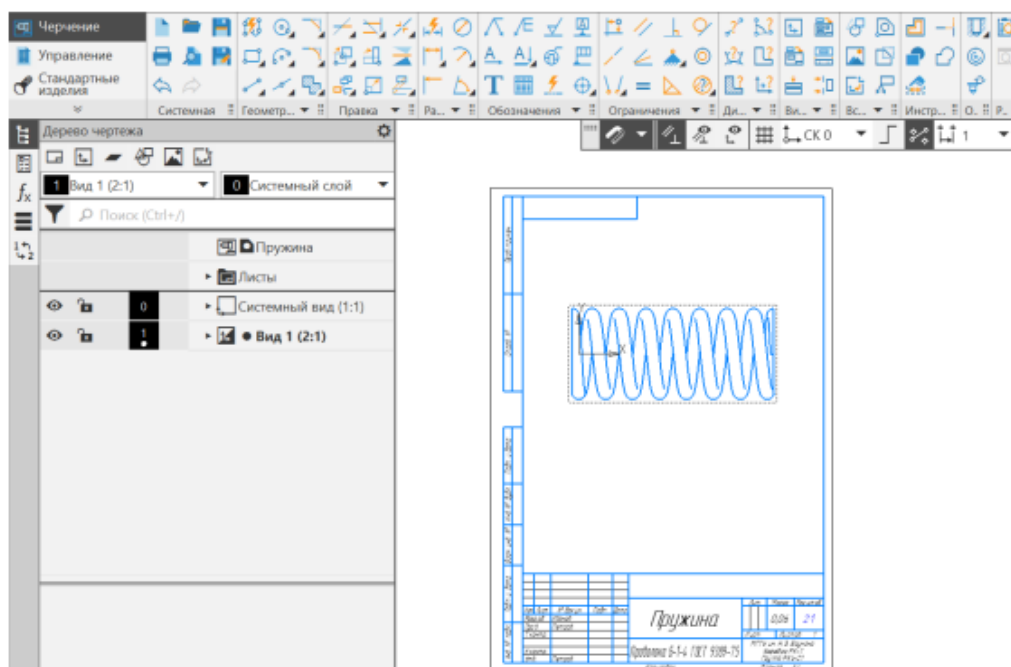


Рис. 3.7. Результат команды «Создать чертеж по модели»

Сделать вид СПЕРЕДИ активным.

Черчение – Виды – Проекционный вид. Для создания фронтального разреза создать проекционный вид СЛЕВА, расположив его за форматом чертежа.

Черчение – Геометрия – Прямоугольник по двум точкам. С помощью примитива «Прямоугольник» ограничить область для фронтального разреза (рис. 3.8).

Черчение – Виды – Местный разрез. Во вкладке «Виды» выбрать команду «Местный разрез». Указать на контур прямоугольника и положение секущей плоскости на виде СЛЕВА (см. рис. 3.8).

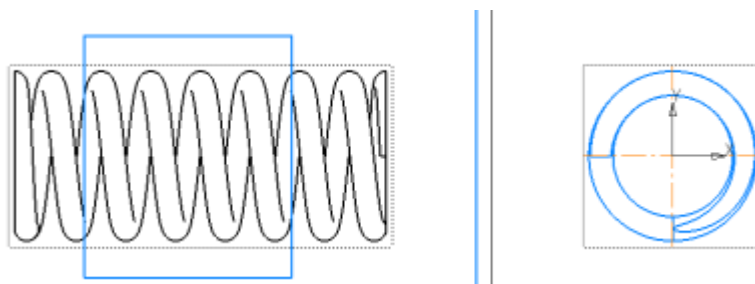


Рис. 3.8. Выделение области для создания местного разреза

Перенести все выделенные линии на новый слой невидимых линий (рис. 3.9).

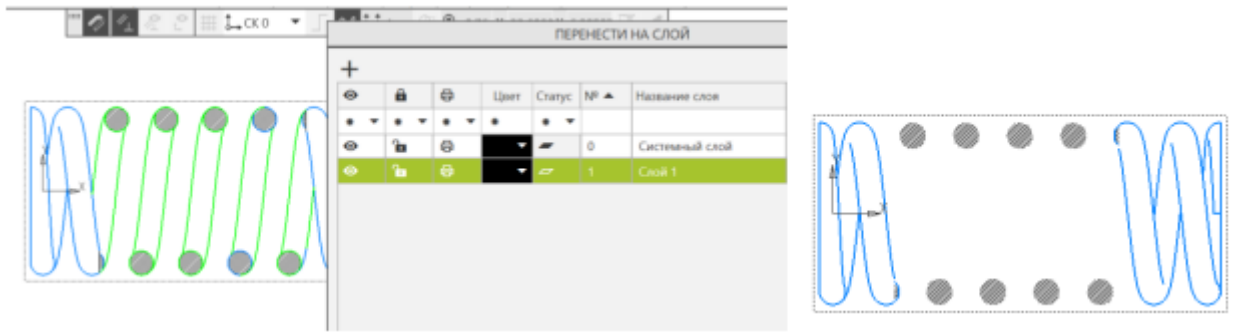


Рис. 3.9. Результат операции «Перенести на слой»

Перенести на слой невидимых линий штриховку (рис. Рис. 3.10).



Рис. 3.10. Результат операции «Перенести на слой» линии штриховки

Черчение – Геометрия – Окружность по трем точкам. Восстановить окружности с помощью примитива дуга по трем точкам (рис. 3.11).

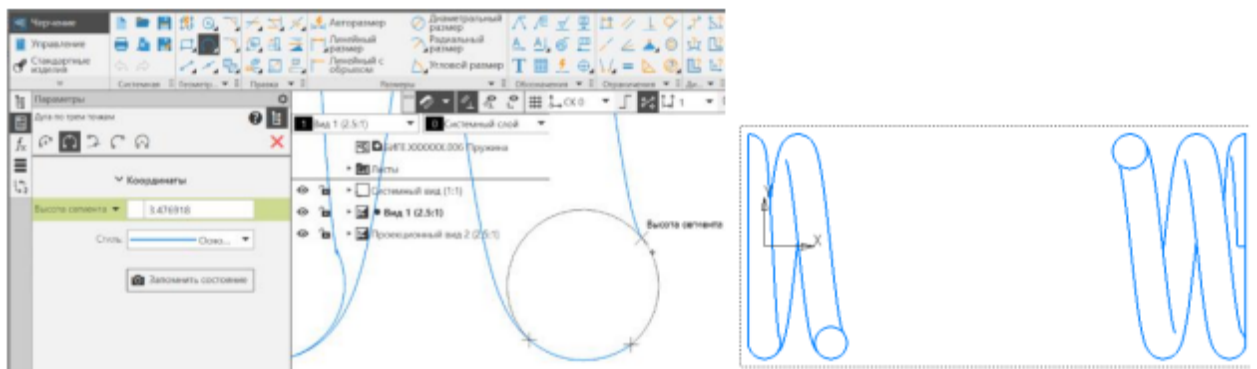


Рис. 3.11. Результат операции «Дуга по трем точкам»

Черчение – Геометрия – Штриховка. К полученным окружностям применить операцию «Штриховка» из вкладки «Геометрия» на инструментальной панели (рис. 3.12).

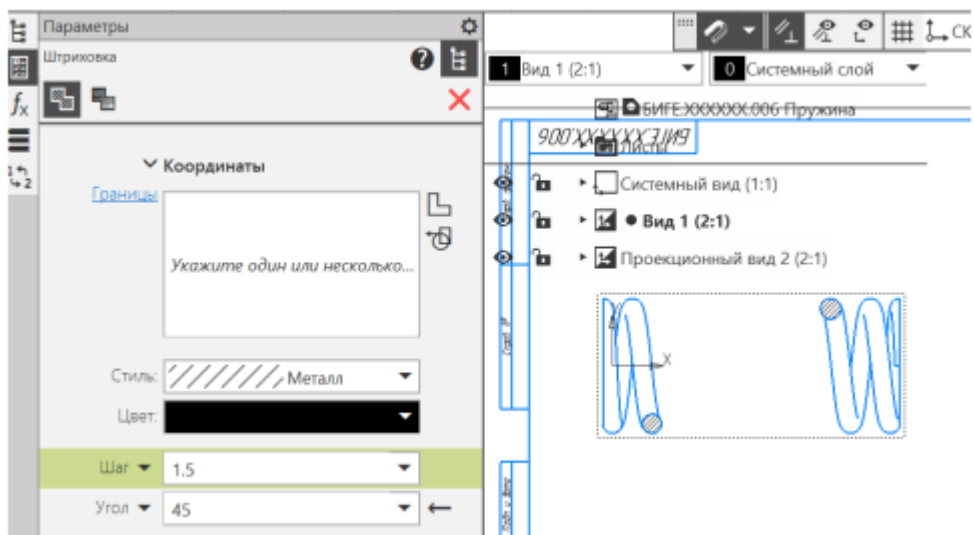


Рис. 3.12. Результат операции «Штриховка»

Черчение – Обозначения – Автоосевая.

Черчение – Размеры.

Черчение – Оформление – Технические требования – Задать/Изменить
(рис. 3.13).

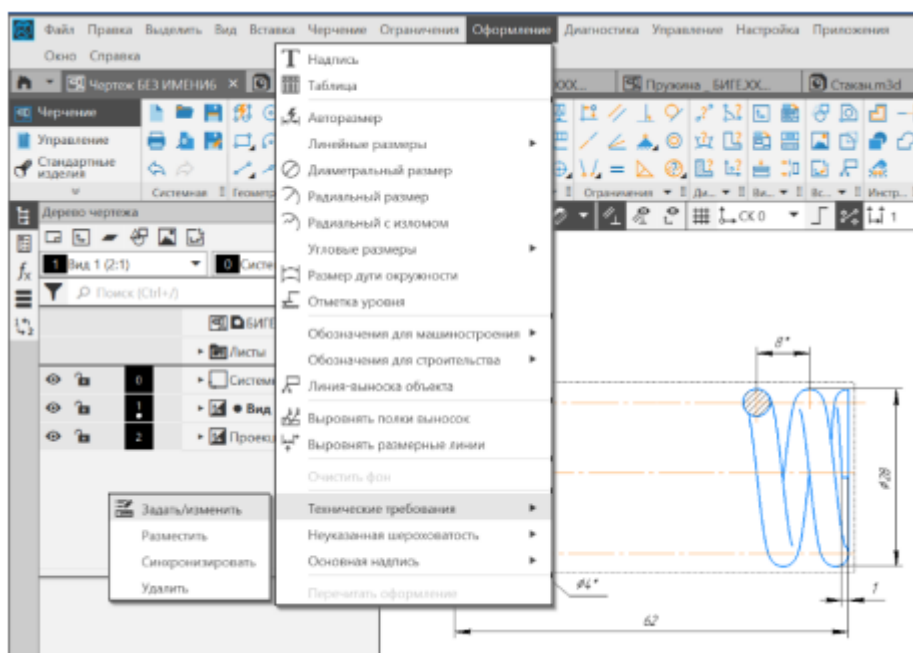


Рис. 3.13. Команда «Технические требования»

В раскрывшемся окне внести текст технических требований, предварительно в окне «Параметры» выбрав тип и размер шрифта (рис. 3.14).

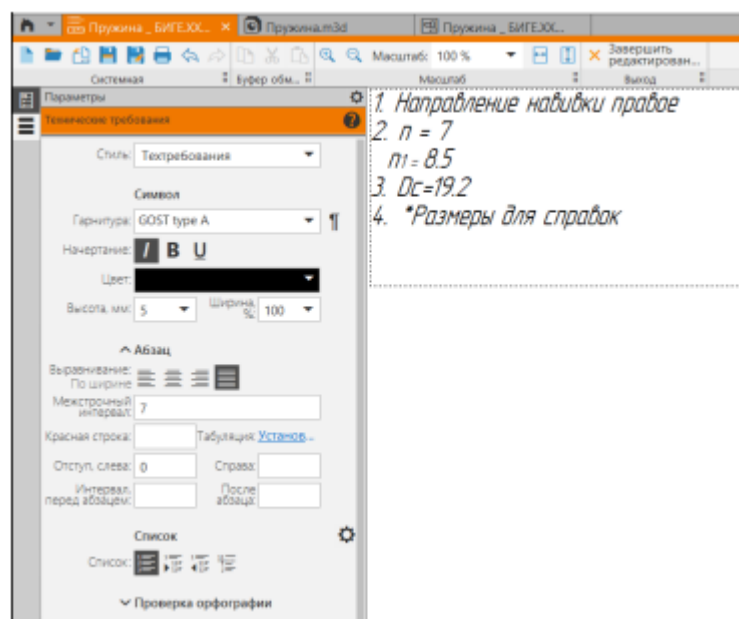


Рис. 3.14. Оформление технических требований

Для изменения расположения текста в горизонтальном направлении можно внести в графу «отступ, слева» соответствующее числовое значение (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Изменения расположения текста

Для того, чтобы после номера в списке текста стояла «точка», во вкладке параметры – «Список» раскрыть пентаграмму (рис. 3.16, 3.17). В графу «Текст после номера» внести символ «.» (см. рис. 3.16).

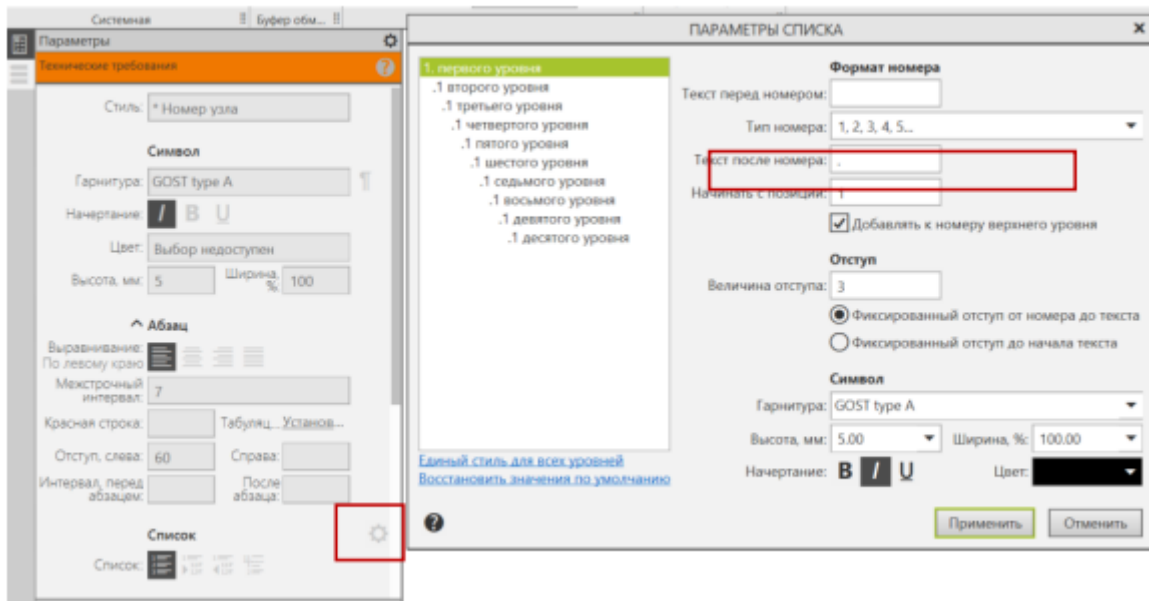


Рис. 3.16. Параметры списка

Заполните основную надпись.
Сохраните файл.

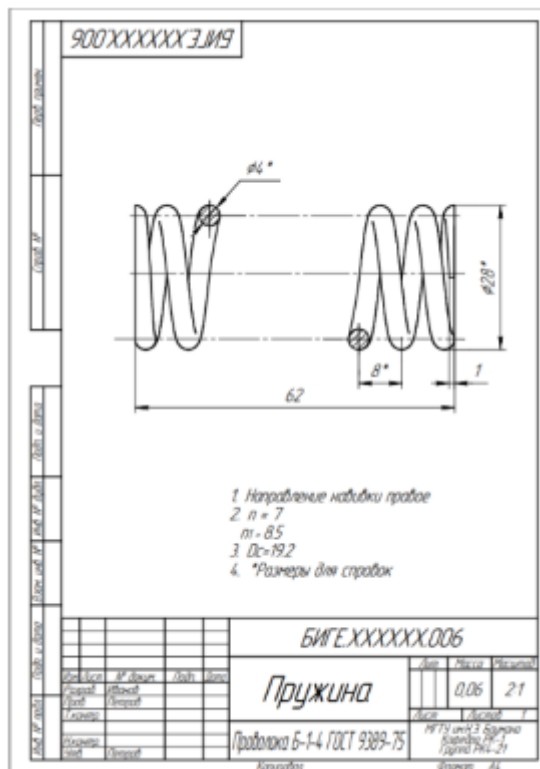


Рис. 3.17. Чертеж пружины

Лабораторная работа № 4. Построение детали «Клапан»

Цель работы:

- создание электронных моделей и чертежей деталей, входящих в состав сборочной единицы «Клапан предохранительный».

Задачи:

- изучить операции построения 3D-моделей деталей с использованием команд «Элемент вращения», «Элемент выдавливания»;
- изучить операции создания чертежей деталей по их моделям.

Содержание

Для модели детали «Клапан» (рис. 1):

- модель построить с помощью команды «Элемент вращения»;
- глухое отверстие на торце цилиндрической поверхности выполнить с помощью команды «Отверстие с зенковкой»;
- операцию «Круговой массив» моделирования 12-ти выступов на цилиндрической поверхности выполнить с предварительным использованием команды «Выдавить выдавливанием».
- создать чертеж детали по модели.

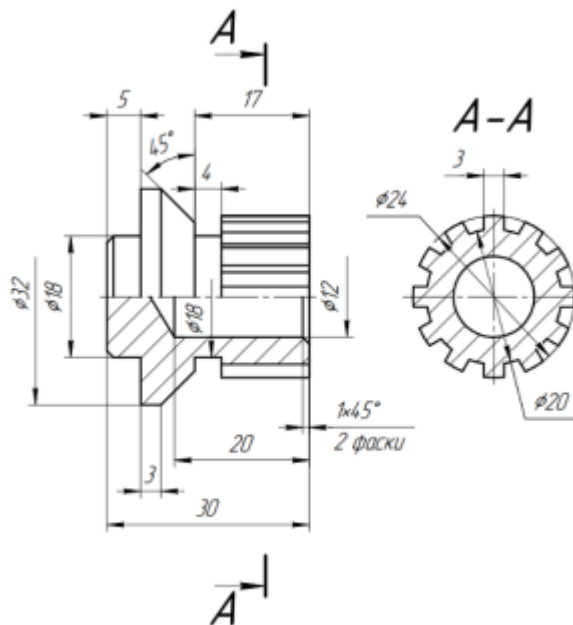


Рис. 4.1. Чертеж детали «Клапан»

4.1 Порядок выполнения работы

4.1.1 Построение модели детали «Клапан»

Файл – Создать – Новый документ – Деталь.

Дерево построений – Деталь – Свойства – Настройка списка свойств.

Назначить свойства модели – наименование (Клапан), обозначение (ВГТУ.XXXXXX.003), материал (Сталь 40Х ГОСТ 4543–2016), отображение –

цвет модели, разработал – ФИО студента, проверил – ФИО студента, утвердил – ФИО преподавателя.

Сохраните файл.

Анализ поверхностей, ограничивающих деталь «Клапан»: наружная поверхность детали образована тремя цилиндрическими поверхностями. Деталь «Клапан» имеет внутреннее глухое цилиндрическое отверстие. На правом цилиндре выполнены 12 выступов и цилиндрическая канавка у торцевой поверхности цилиндра диаметром 32 мм.

Плоскость XY – Создать эскиз. В Панели быстрого доступа включить режим «Ортогональное черчение», позволяющий быстро создавать объекты (в данном случае отрезки), перпендикулярные осям текущей плоскости проекций.

Инструменты эскиза – Геометрия – Отрезок. Параметры команды Отрезок: геометрические ограничения – Объединить точки: начало координат (0, 0, 0) и первая точка отрезка, Выравнивание отрезков по горизонтали и вертикали; размерные зависимости (рис. 4.2).

Для удобства нанесения размеров диаметров необходимо изменить тип линии для горизонтального отрезка, проходящего через начало координат, со сплошной толстой основной на осевую. Для этого необходимо выделить отрезок и в окне свойства линии выбрать тип линии «Осевая».

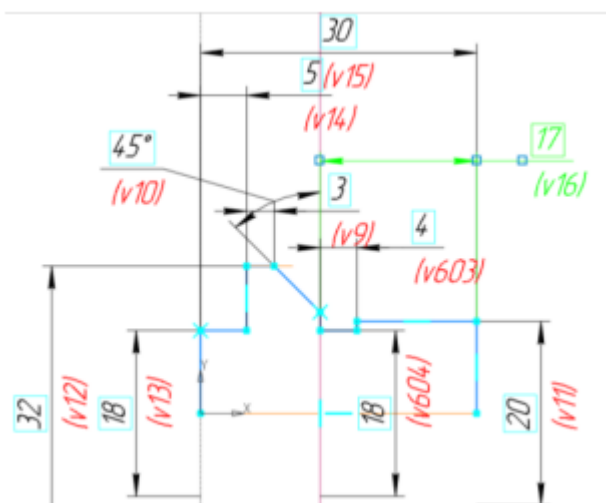


Рис. 4.2. Создание эскиза для моделирования наружной поверхности детали

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Элемент вращения.

Параметры команды Элемент вращения: результат – Объединение; сечение – Эскиз 1; ось вращения – Эскиз 1; угол поворота – 360° (рис. 4.3).

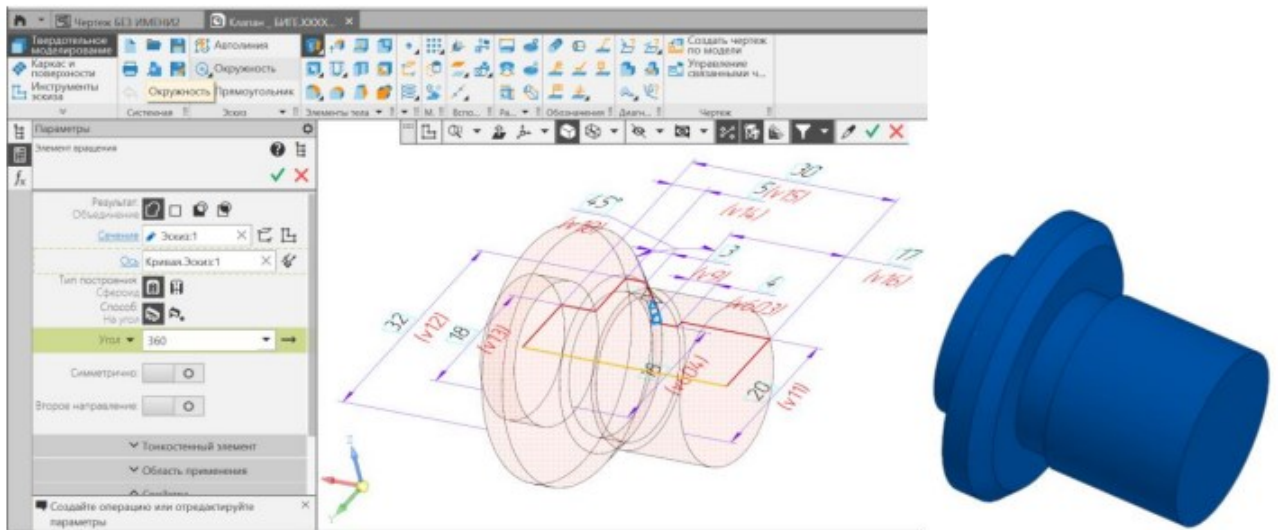


Рис. 4.3. Команда «Элемент вращения 1»

К торцевой поверхности цилиндра диаметра 20 мм применить режим «Эскиз».

Инструменты эскиза – Геометрия – Проецировать объект – Точка. Параметры команды Точка: начало координат (0; 0) (рис. 4.4).

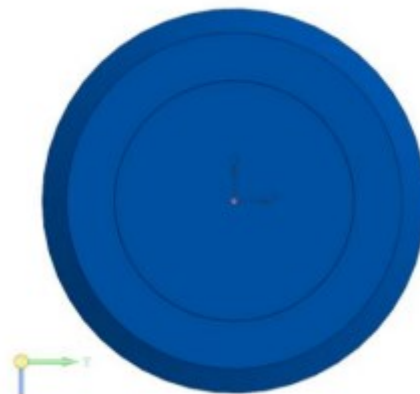


Рис. 4.4. Создание эскиза на торцевой поверхности цилиндра диаметром 20 мм

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Отверстие с зенковкой. Параметры команды Отверстие с зенковкой: поверхность – Грань. Элемент выдавливания 1; точка привязки – Эскиз 2; Отверстие – диаметр 12 мм, глубина 20 мм, форма дна – коническая; зенковка – Исполнение – по глубине (1 мм) и углу (90°) (рис. 4.5).

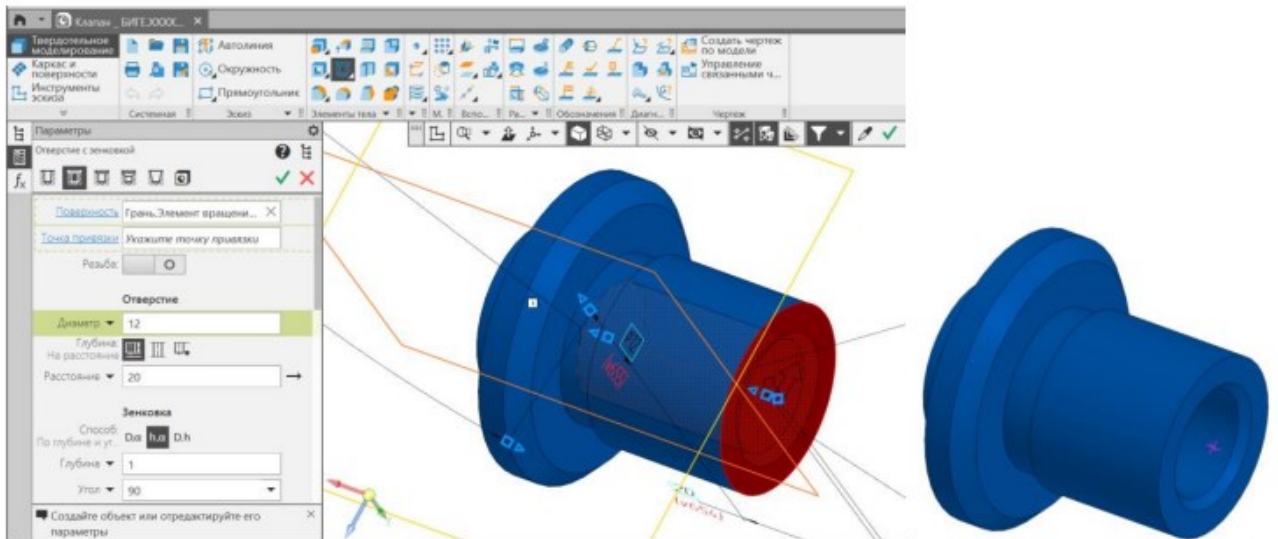


Рис. 4.5. Команда «Отверстие с зенковкой»

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Фаска. Параметры команды Фаска: объекты – Ребро. Элемент вращения 1, Ребро; способ построения – По стороне и углу 1 x 45° (рис. 4.6).

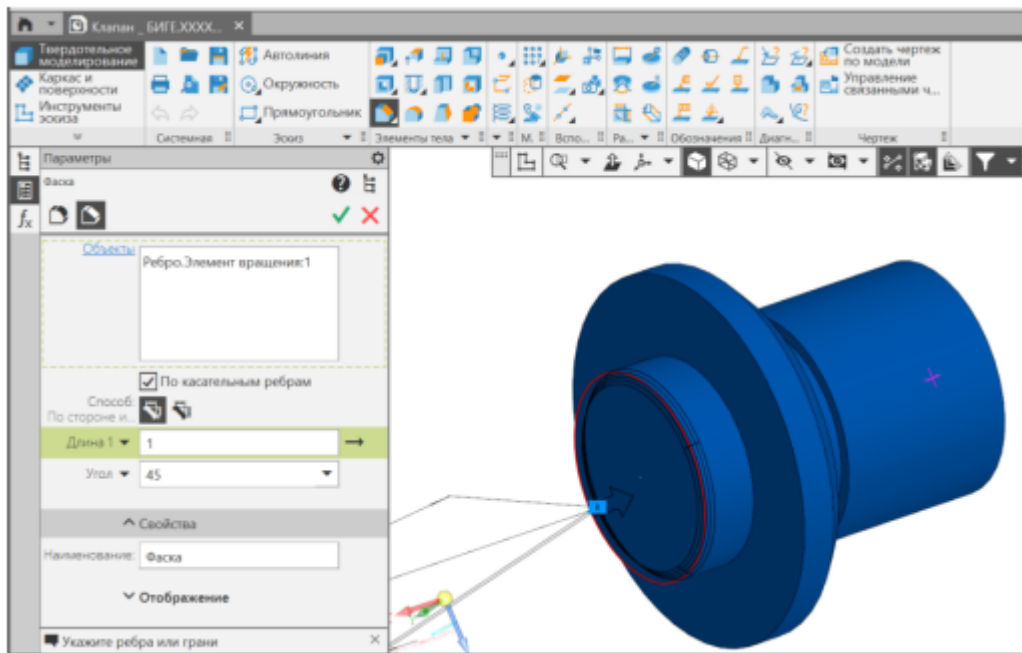


Рис. 4.6. Фаска на цилиндре диаметром 18 мм

Твердотельное моделирование – Элементы тела – Элемент выдавливания. Параметры операции Элемент выдавливания: результат операции –

Объединение; сечение – Эскиз 3; направляющий объект – Эскиз 3; способ выдавливания – расстояние 13 мм (рис. 4.7, 4.8).

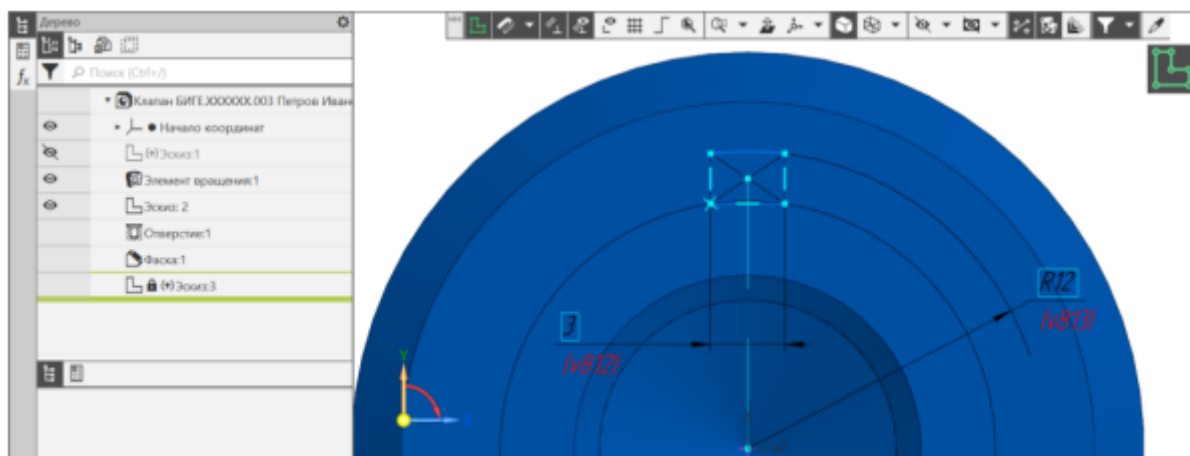


Рис. 4.7. Эскиз 3. Создание направляющего объекта для формирования выступа

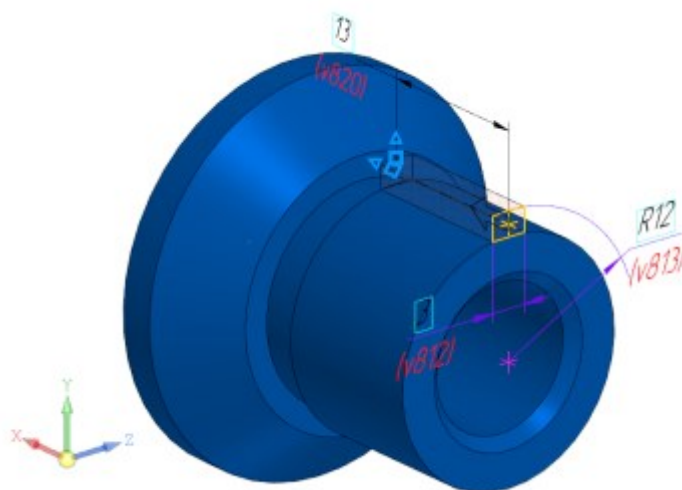


Рис. 4.8. Операция «Элемент выдавливания»

Твердотельное моделирование – Массив, копирование – Массив по концентрической сетке. Параметры операции: элемент массива – Элемент выдавливания 2 (выступ); Ось массива – ось X; количество элементов – 12; угол – 360° (рис. 4.9).

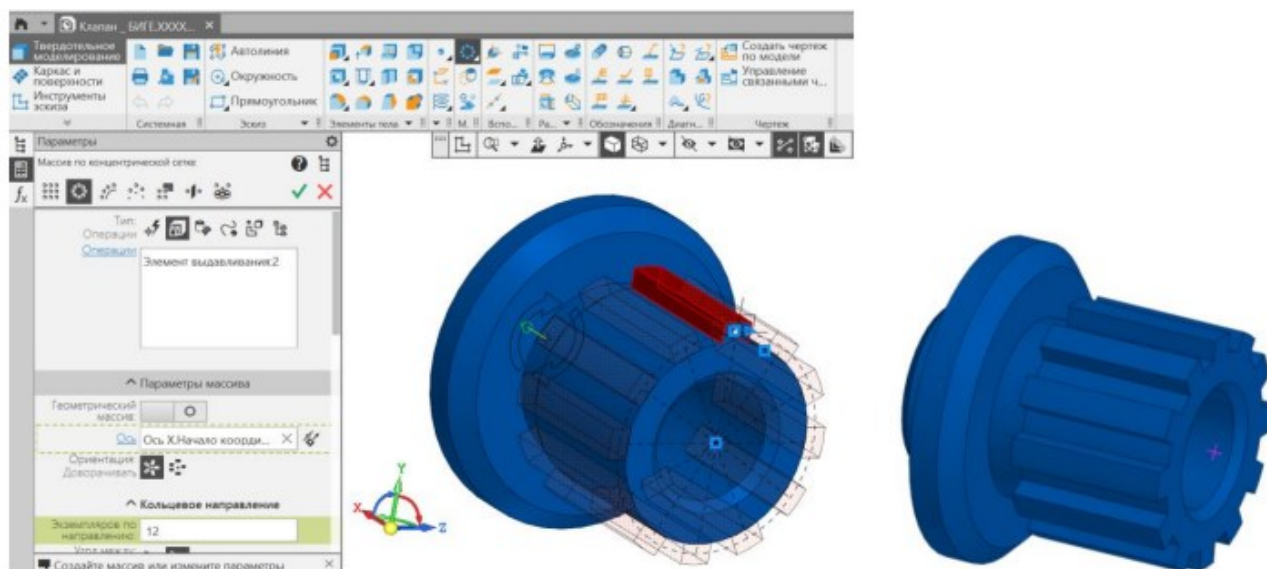


Рис. 4.9. Команда «Массив по концентрической сетке»

Сохраните файл.

4.1.2 Создание чертежа детали «Клапан»

Панель быстрого доступа – Ориентация – Настройка. Изменить ориентацию детали в пространстве, если при создании модели ее расположение не соответствует расположению главного изображения на чертеже. Через панель быстрого доступа с помощью команды «Нормально к...» расположить модель в пространстве, параллельно заданной плоскости проекций (рис. 4.10).

В дереве построений в строке «схема» выбрать команду «главный вид по текущей ориентации» и сохранить. При создании чертежа это ориентации будет соответствовать главному виду.

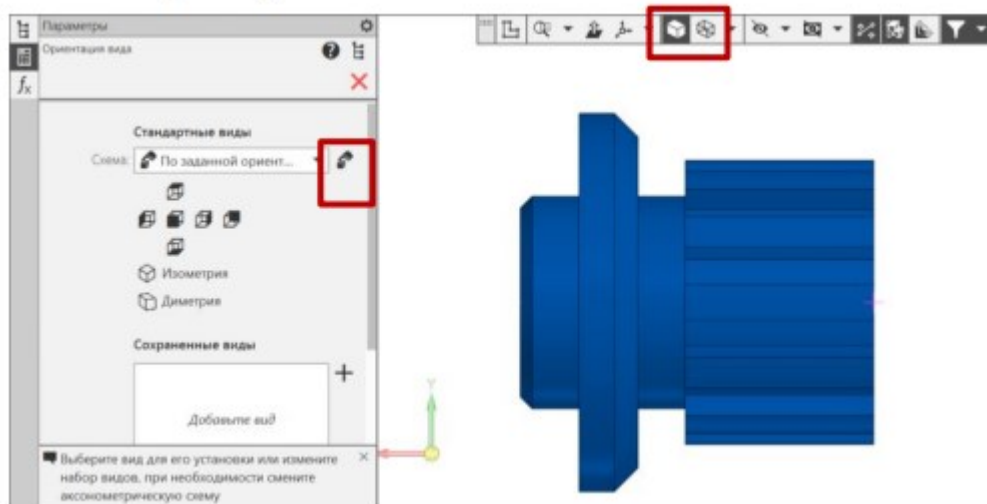


Рис. 4.10. Изменение ориентации модели

Твердотельное моделирование – Чертеж – Создать чертеж по модели.

По умолчанию открывается формат А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104–2006, форма 1. Установить масштаб изображения 2:1 (рис. 4.11).

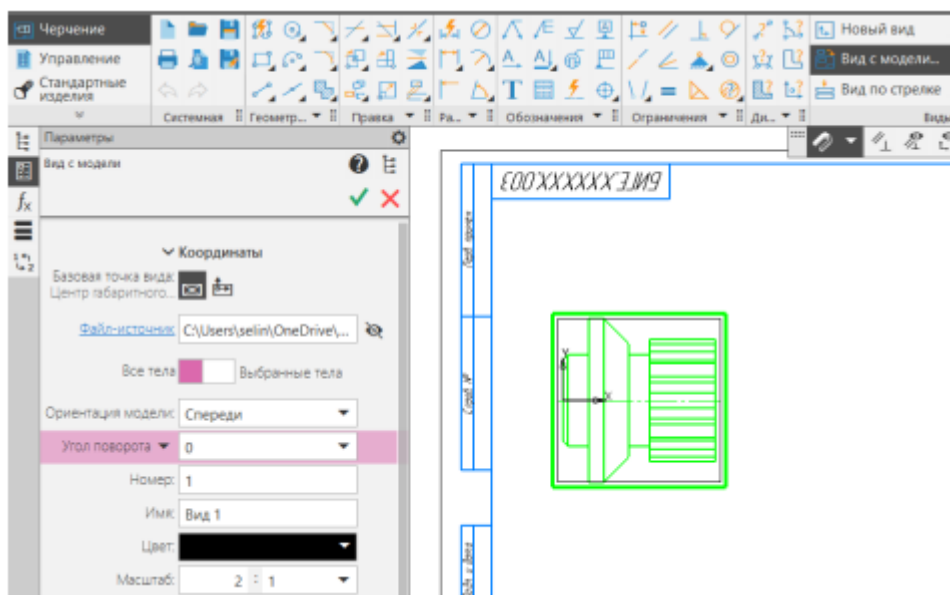


Рис. 4.11. Команда «Создать чертеж по модели»

Сделать вид Спереди активным.

Черчение – Видеы – Проекционный вид. Построить вид Слева.

Черчение – Геометрия – Прямоугольник по двум точкам. С помощью примитива «Прямоугольник» ограничить область фронтального разреза (рис. 12).

Черчение – Виды – Местный разрез. Во вкладке «Виды» выбрать команду «местный разрез». Указать на контур прямоугольника и положение секущей плоскости на виде Слева (см. рис. 4.12).

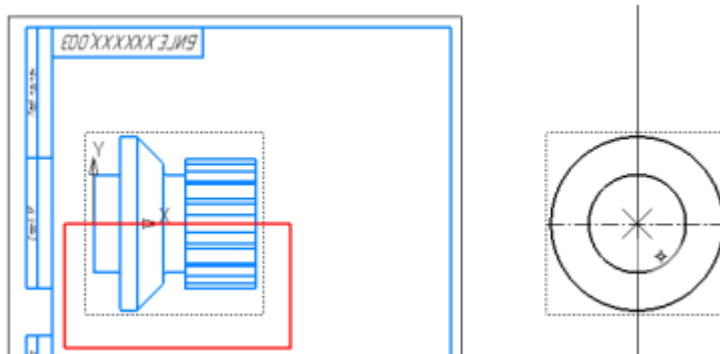


Рис. 4.12. Определение параметров команды «Местный разрез»

Черчение – Обозначения – Линия разреза/сечения. Для выполнения профильного разреза А-А задают положение секущей плоскости на главном изображении. Назначить параметры текста для обозначения разреза (шрифт GOST type B, размер 7 мм, курсив) (рис. 4.13).

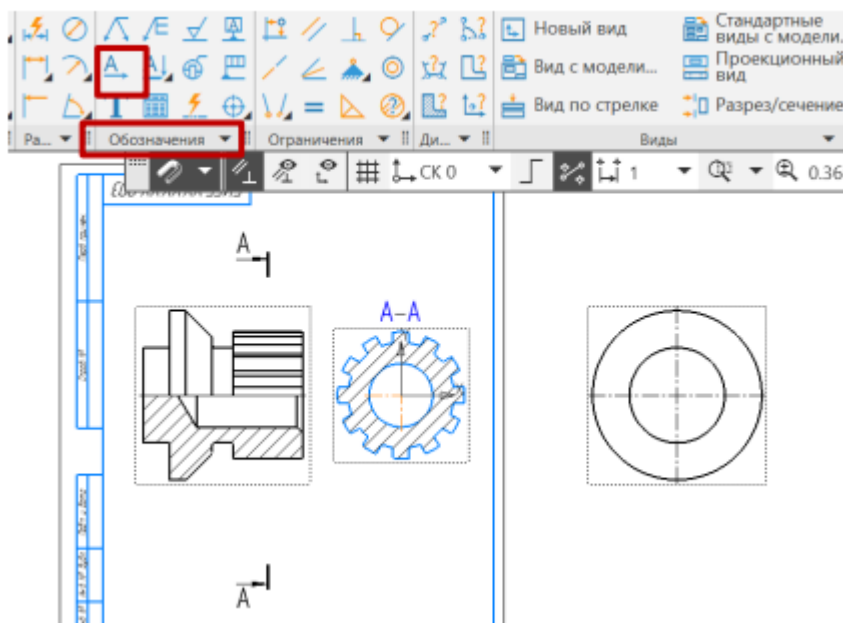


Рис. 4.13. Команда «Линия разреза/сечения»

Вид Спереди сделать активным.

Добавить новый слой.

Перенести штриховку на слой (на новый слой).

Слой сделать невидимым (рис. 4.14).

Для условного изображения выступов необходимо линии штриховки на фронтальном разрезе перенести в слой невидимых (рис. 4.15), провести горизонтальную линию на расстоянии от осевой равном радиусу окружности впадин (рис. 4.16)

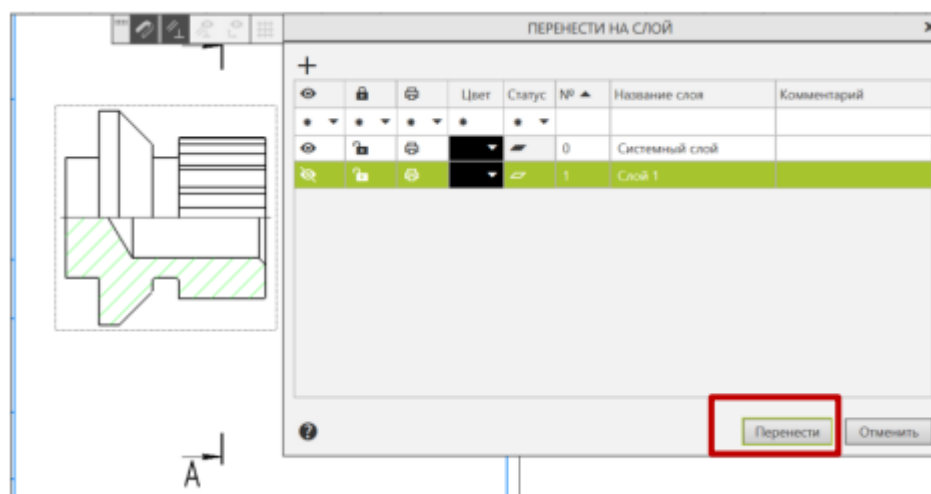


Рис. 4.14. Перенос линий штриховки перенести на новый слой

Черчение – Геометрия – Отрезок (см. рис. 4.15).

Черчение – Геометрия – Штриховка. Используя команду «Штриховка» достроить главное изображение (рис. 4.16).

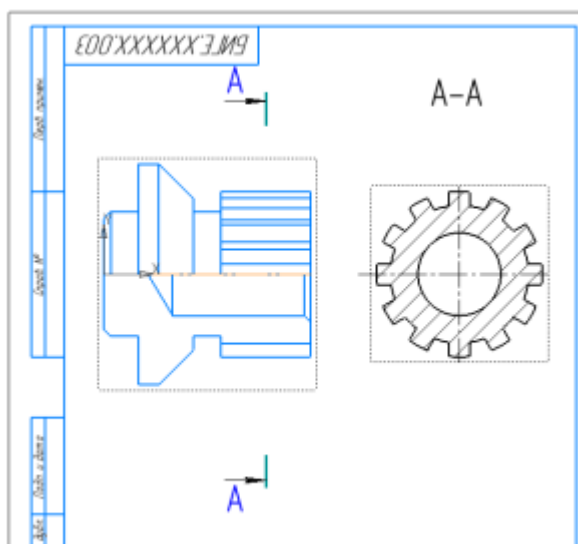


Рис. 4.15. Определение области штриховки

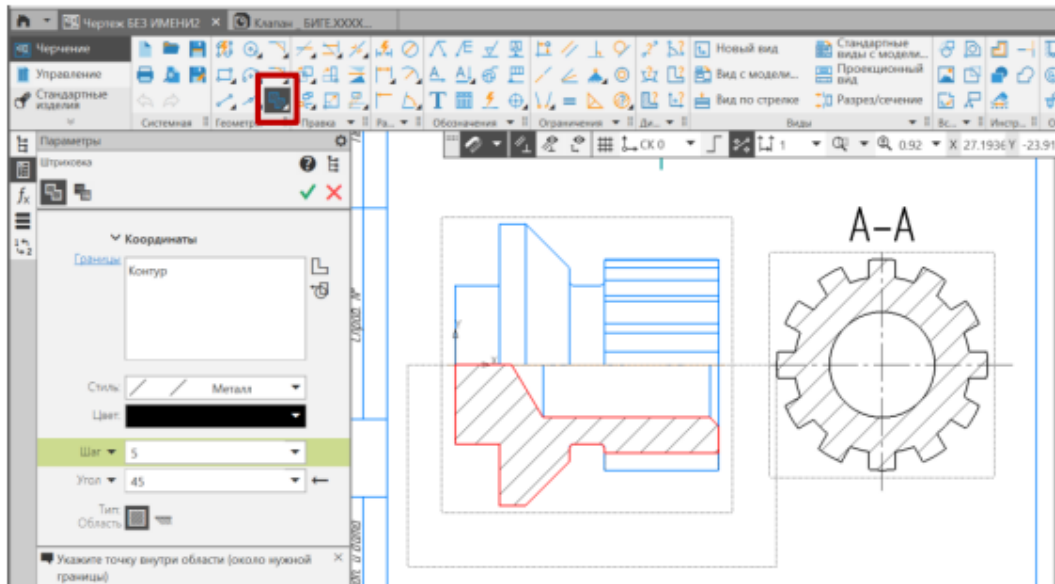


Рис. 4.16. Заливка штриховки на выделенную область

Черчение – Обозначения – Автоосевая. Нанесение осевых линий на чертеже (рис. 4.17).

Черчение – Размеры – Авторазмер (см. рис. 4.17).

Заполнить основную надпись (см. рис. 4.17).

Сохраните файл.

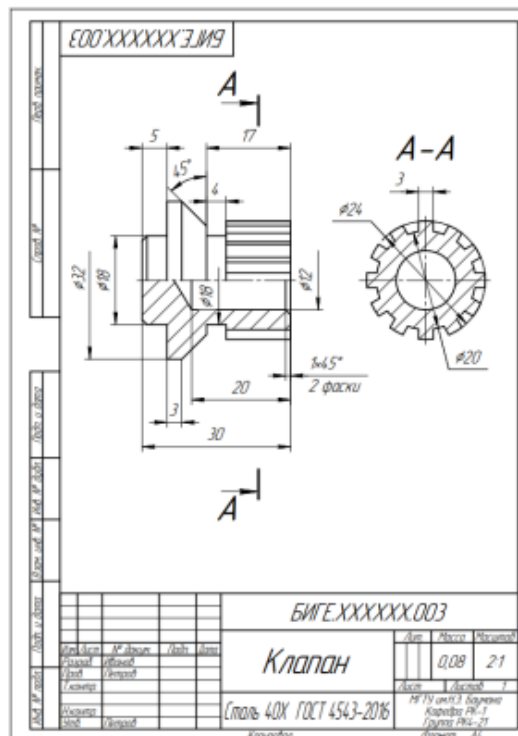


Рис. 4.17. Чертеж детали «Клапан»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Компас-3D Учебная версия. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОТЧЕТА

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Отчет по лабораторной работе
по курсу «Твердотельное моделирование»

Лабораторная работа № 1
«...»

Выполнил(а) студент(ка) группы ...
Фамилия И. О.

Проверил канд. физ.-мат. наук
Королев К. Г.

Воронеж 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. Построение модели детали «Пластина».....	3
1.1 Теоретическая часть	3
1.2 Алгоритм создания эскиза	4
1.3 Порядок выполнения	7
Лабораторная работа № 2. Построение модели детали «Корпус»	17
2.1 Порядок выполнения	18
2.2 Создание чертежа детали «Корпус» по модели.....	27
Лабораторная работа № 3. Построение детали «Пружина».....	32
3.1 Порядок выполнения работы.....	33
Лабораторная работа № 4. Построение детали «Клапан»	42
4.1 Порядок выполнения работы.....	42
Библиографический список	52
Приложение А. Титульный лист отчета	53

ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» профиль «Технологические системы жизнеобеспечения атомных электростанций и промышленных предприятий» очной формы обучения

Составитель:

Королев Константин Геннадьевич

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор К. Г. Королева

Подписано к изданию 00.00.0000.

Уч.-изд. л. 1,5

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84