

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель мероприятия №2
Заместитель директора НОЦ
«Композиты России» (МИЦ)

Стойнова М.В.

Практическая работа №1

Введение в 3D-моделирование и прототипирование

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Лабораторная работа №2

Знакомство с программой Autodesk Inventor

Порядок выполнения работы

Базовая работа с эскизами

Построение любой модели начинается с эскиза. Эскиз – это плоский чертеж, по сути являющийся одним из проекционных видов модели. Выполняя операции над эскизом, получают объемные объекты.

Для удобства построений, включим видимость базовых координатных плоскостей. Выделим все три плоскости, нажмем ПКМ и поставим галочку у надписи «Видимость».

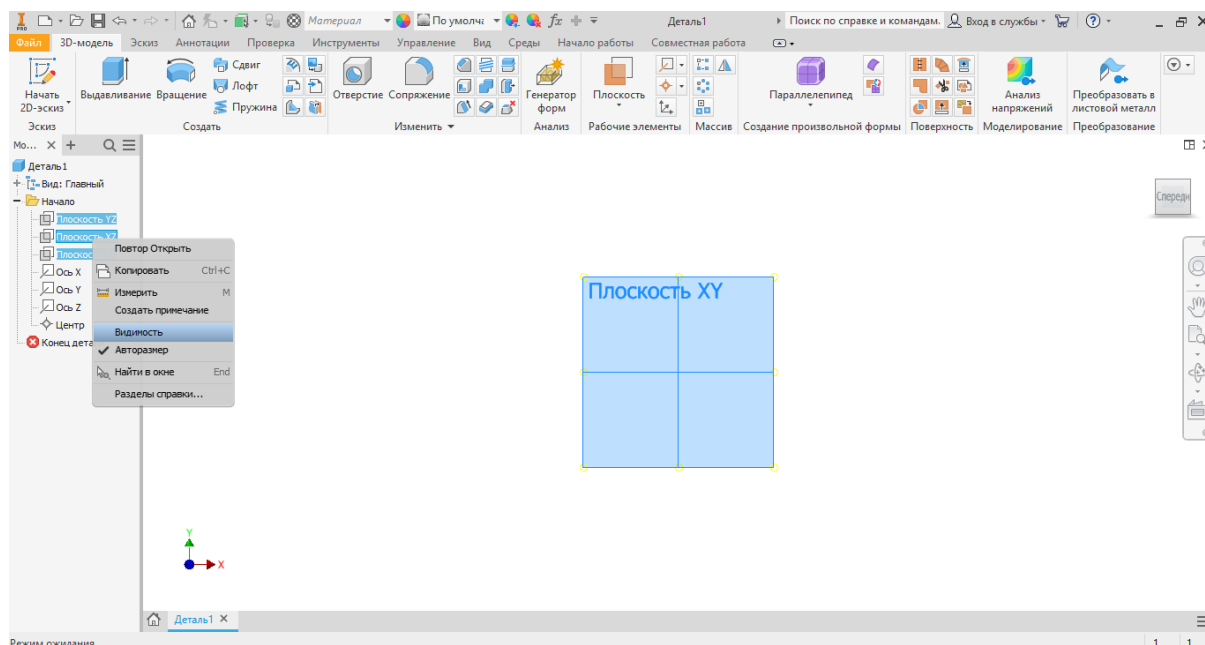


Рис. 1. Включение видимости базовых координатных плоскостей

Повернем видовой куб, чтобы увидеть расположение всех трех плоскостей.

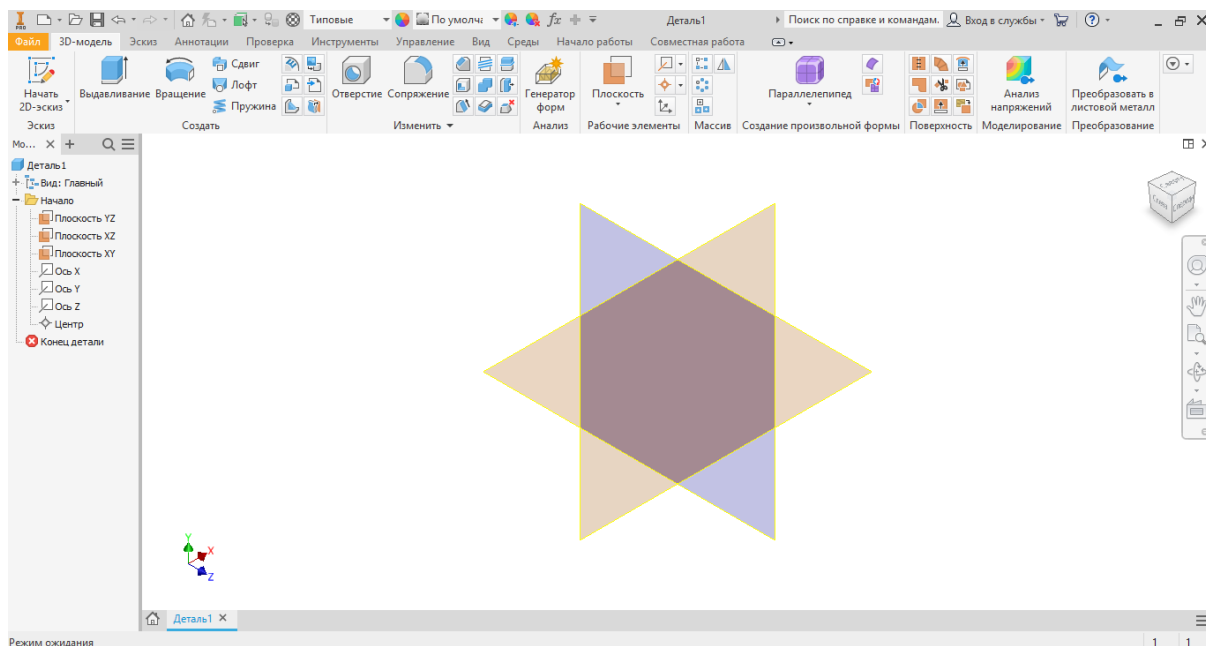


Рис. 2. Расположение базовых координатных плоскостей

Нажимаем на кнопку «Начать 2D-эскиз» и выбираем одну из плоскостей.

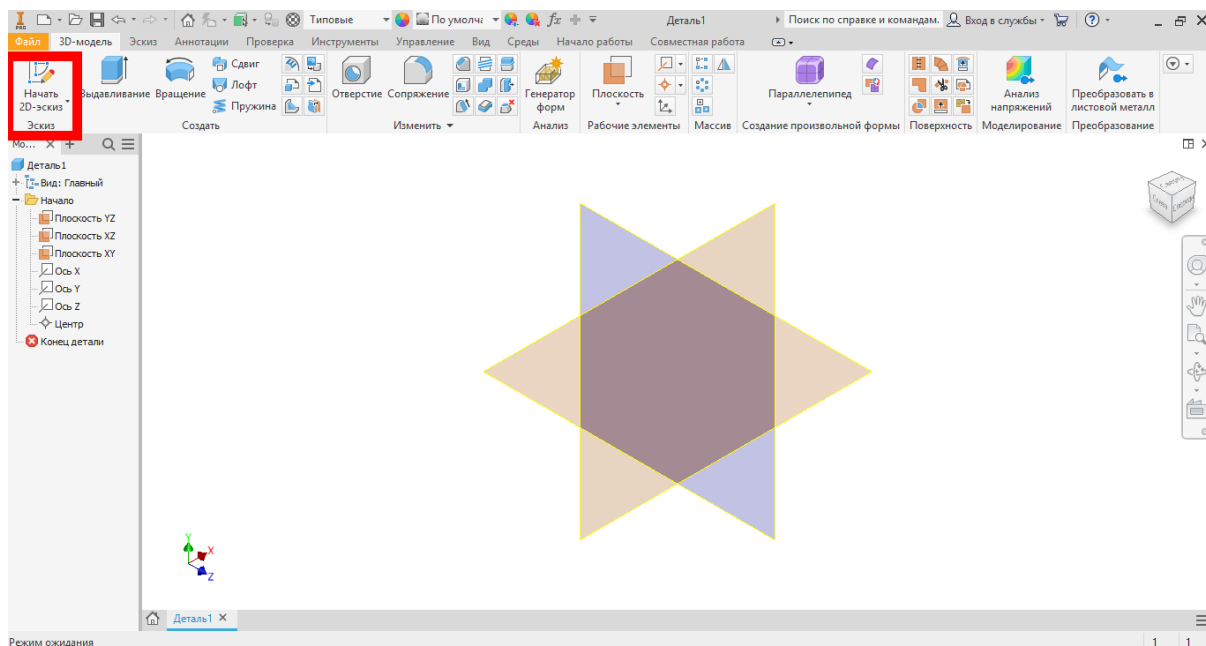


Рис. 3. Начало создания эскиза

Открылось меню построения эскизов. Познакомимся с имеющимися там инструментами.

1. «Отрезок». В данной вкладке мы можем переключаться между построениями прямых отрезков и разными вариантами построения кривых.

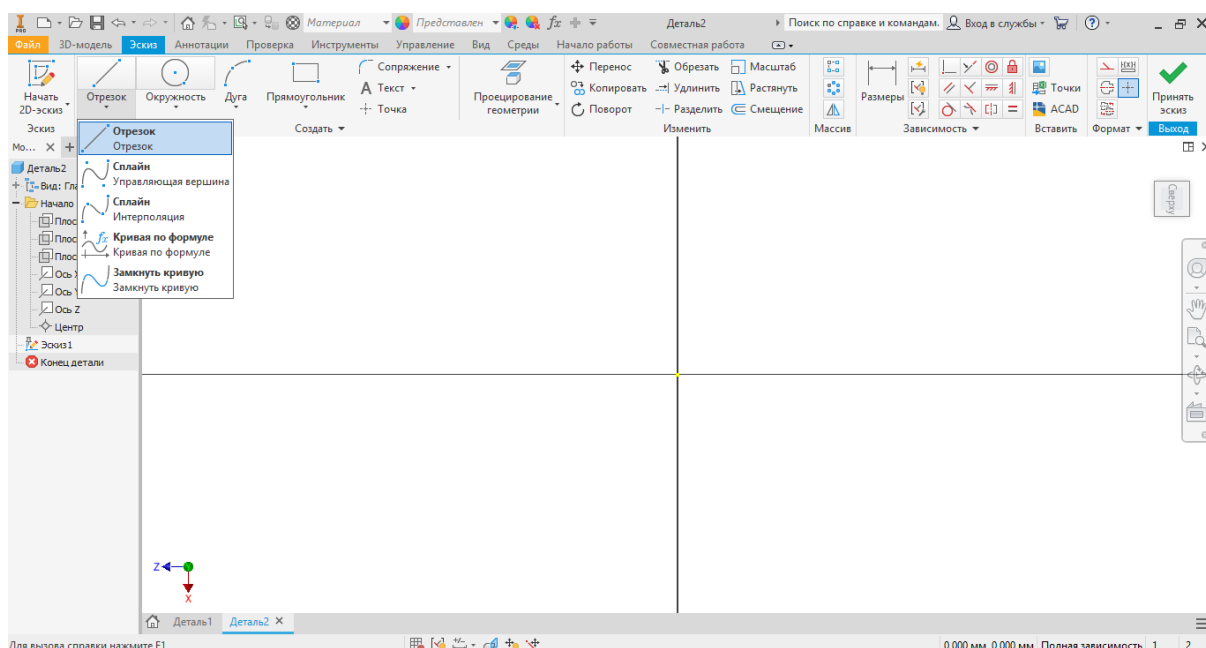


Рис. 4. Вкладка «Отрезок»

2. «Окружность». Доступно три варианта: построение окружности по центру и диаметру, построение окружности по касательным, а также построение эллипса по трем точкам.

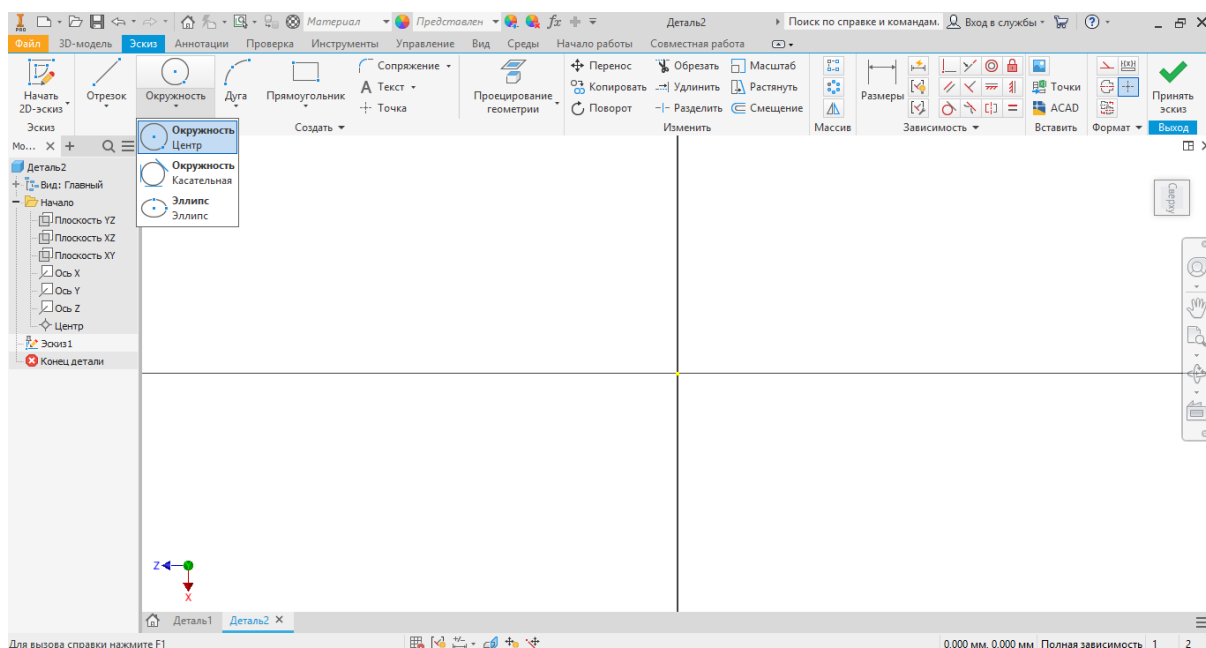


Рис. 5. Вкладка «Окружность»

3. «Дуга». Элемент дуга можно строить по трем точкам, по точке и касательной, а также с помощью указания центра и двух точек начала и конца дуги.

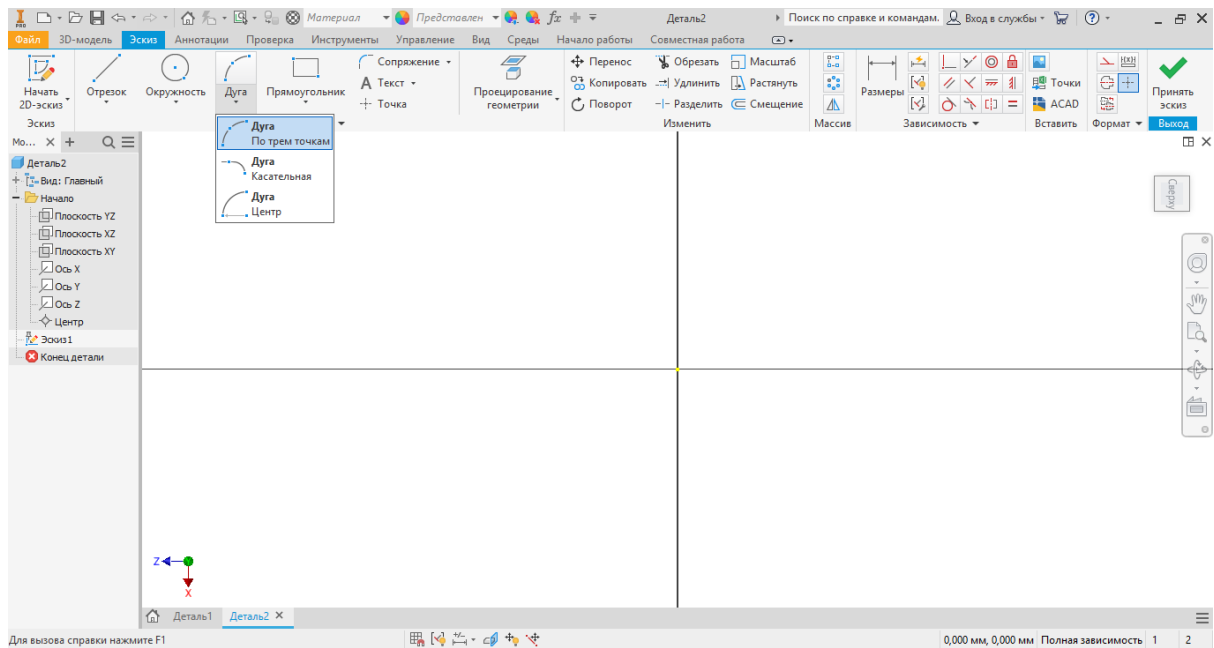


Рис. 6. Вкладка «Дуга»

4. «Прямоугольник». В этой вкладке находится большая часть плоских фигур, которые мы можем построить за несколько кликов. В рамках нашего курса в основном мы будем пользоваться функциями «Прямоугольник» и его вариантами, а также функцией «Многоугольник». Используя функцию «Многоугольник», мы можем построить любую правильный многоугольник.

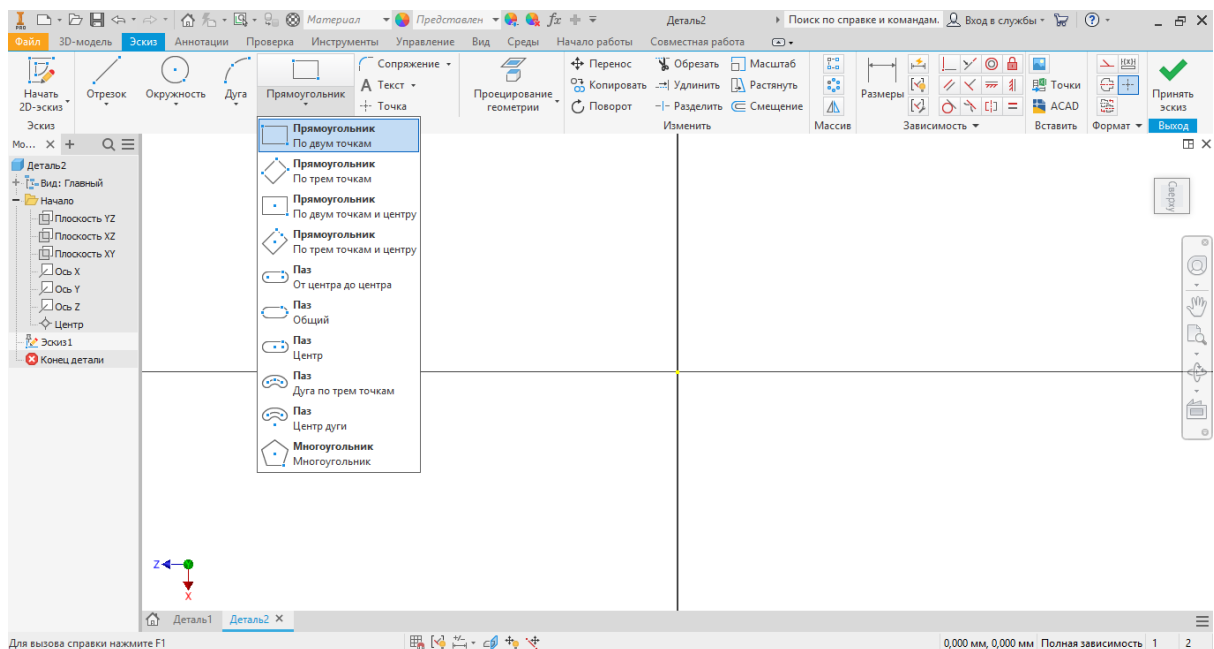


Рис. 7. Вкладка «Прямоугольник»

Познакомимся с этими функциями на примере построения дома и машины.

Сначала построим дом.

Постройте прямоугольник из центра координат. После того как Вы нажали ЛКМ первый раз в центре координат и начали отводить курсор в сторону, появился прямоугольник и два окошка, в которых можно с помощью ввода с клавиатуры указать точные размеры нашего прямоугольника. Переключение между полями ввода осуществляется нажатием кнопки «Tab». Построим квадрат со сторонами 10х10 мм.

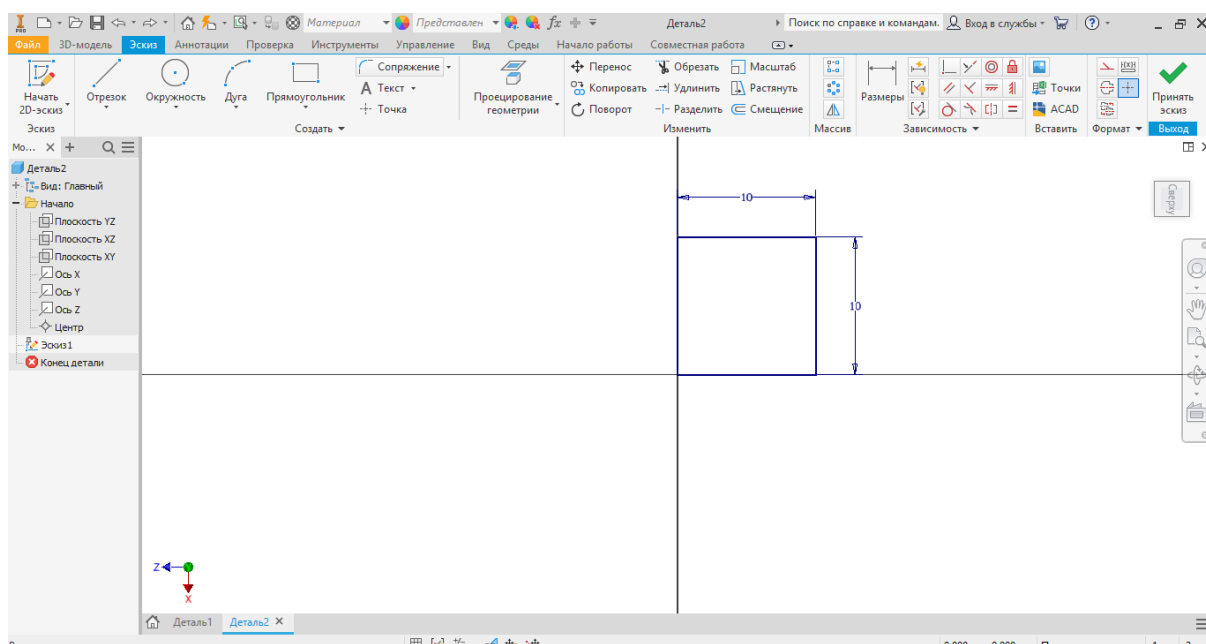


Рис. 8. Построение прямоугольника

Далее с помощью команды «Отрезок» построим крышу, окна и дверь. Для того чтобы построить отрезок, необходимо выбрать две точки: начало и конец отрезка.

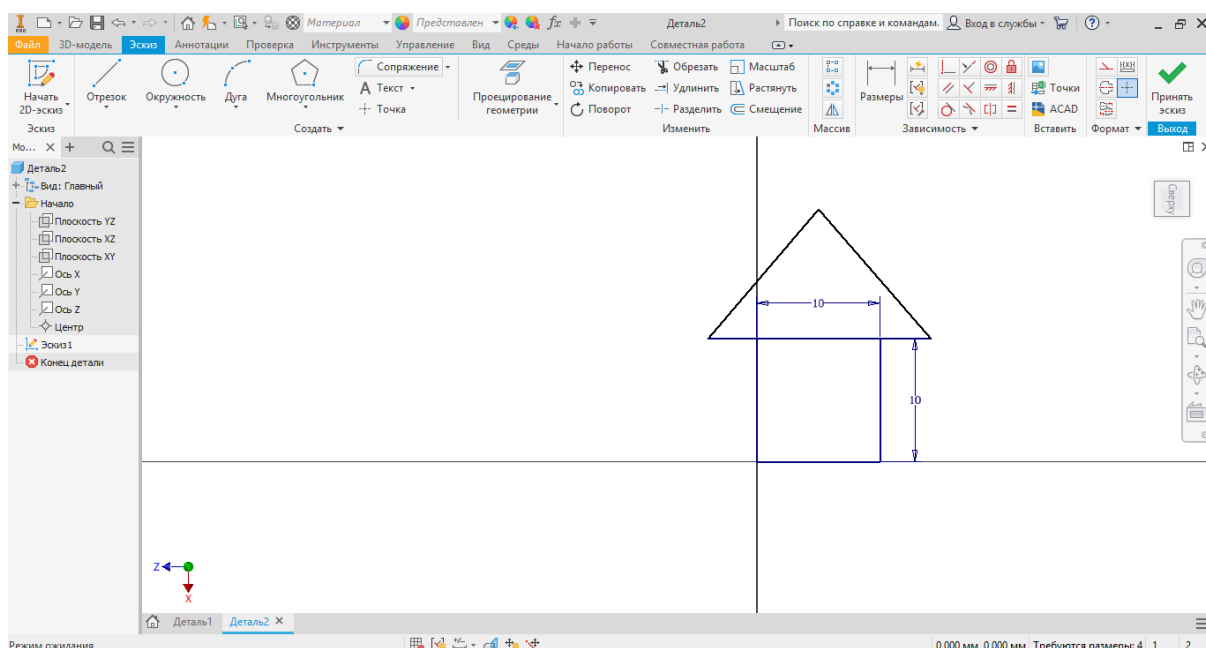


Рис. 9. Пример эскиза с домом

По мере выполнения предложите выполнить учащимся ещё несколько заданий на создание эскизов. Например, машина, звезда, ракета, луноход.

Практическая работа №3

Изучение операции «Выдавливание» на примере моделирования настольного органайзера

Порядок выполнения работы

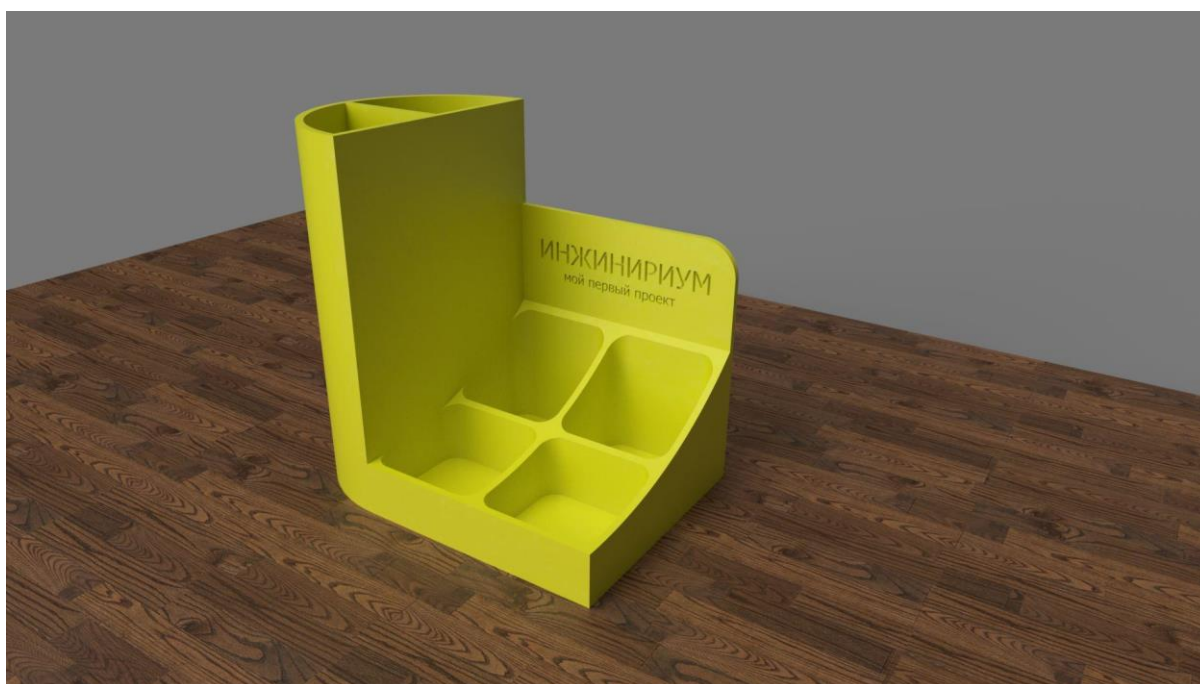


Рис. 1. Рендер итогового проекта «Органайзер»

Операцией в среде Inventor принято называть ту манипуляцию, которая при взаимодействии с 2D-эскизом, трансформирует его в 3D-объект, поверхность или же редактирует уже созданный 3D-объект. Существует 4 основных формообразующих операции:

1. Выдавливание
2. Вращение
3. Сдвиг
4. Лофт

Все основные формообразующие операции находятся во вкладке «3D модель», в верхней части экрана. в рамках текущего занятия рассмотрим операцию «Выдавливание».

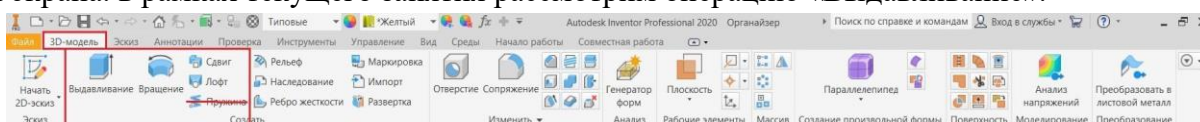


Рис. 2. Формообразующие операции на ленте модификаторов

Создадим новый документ с типом «Деталь». Начнем моделирование с создания 2D-эскиза в горизонтальной базовой плоскости.

Создаем эскиз, используя инструменты прямоугольник по центральной точке и окружность. Из начала координат строим квадрат со стороной 70 мм. На середине левой стороны квадрата строим окружность диаметром 70 мм.

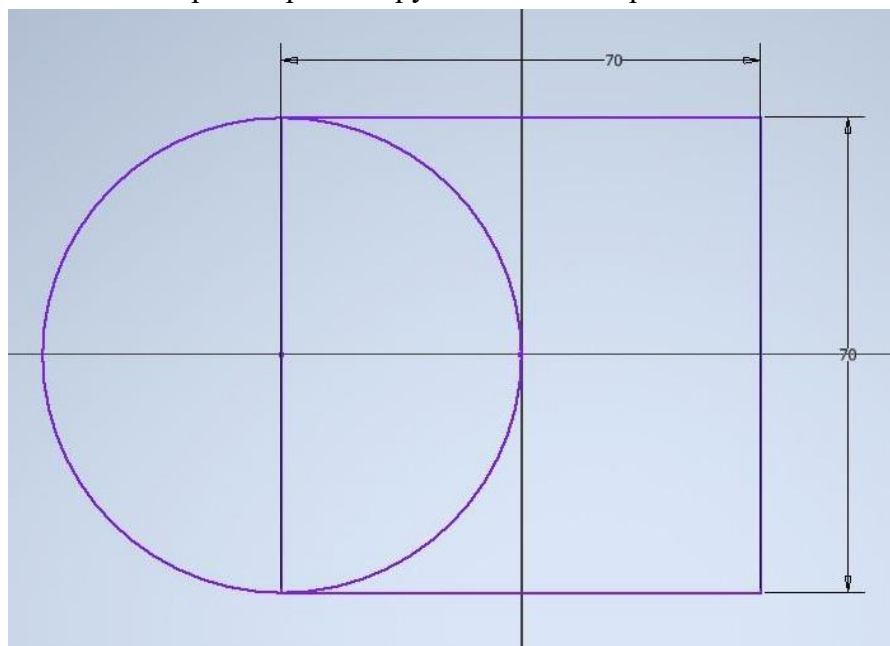


Рис. 3. Эскиз, состоящий из квадрата и окружности

Используем инструмент «обрезать» и удаление элементов через их выбор ЛКМ и нажатие клавиши «Del», чтобы удалить лишнюю геометрию. Далее проставляем размеры.

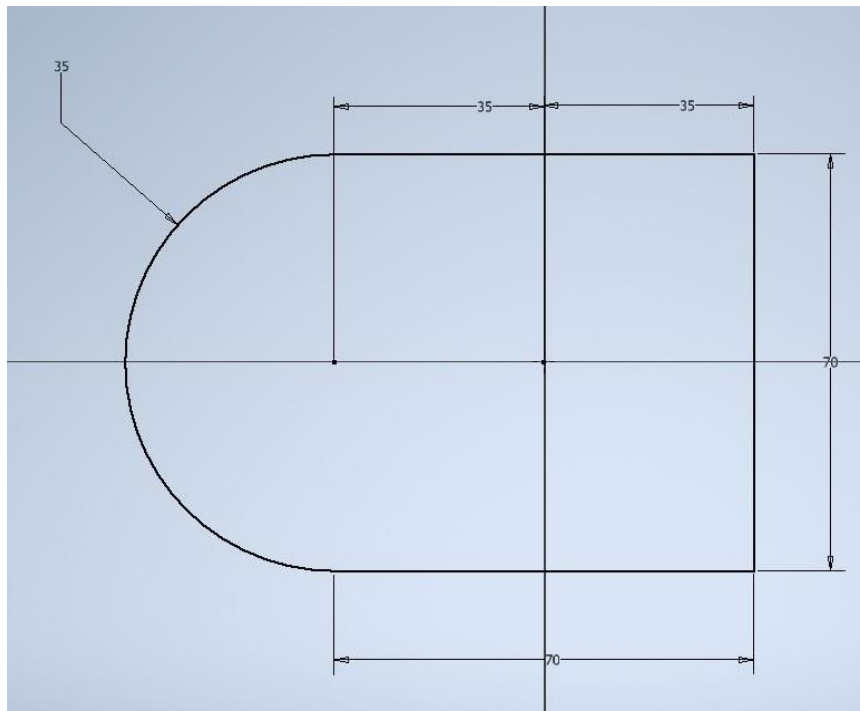


Рис. 4. Финальный эскиз основания органайзера

Принимаем эскиз. Переходим в вкладку «Создать» и выбираем операцию «Выдавливание». Задаем расстояние для выдавливания равное 100 мм и применяем операцию.

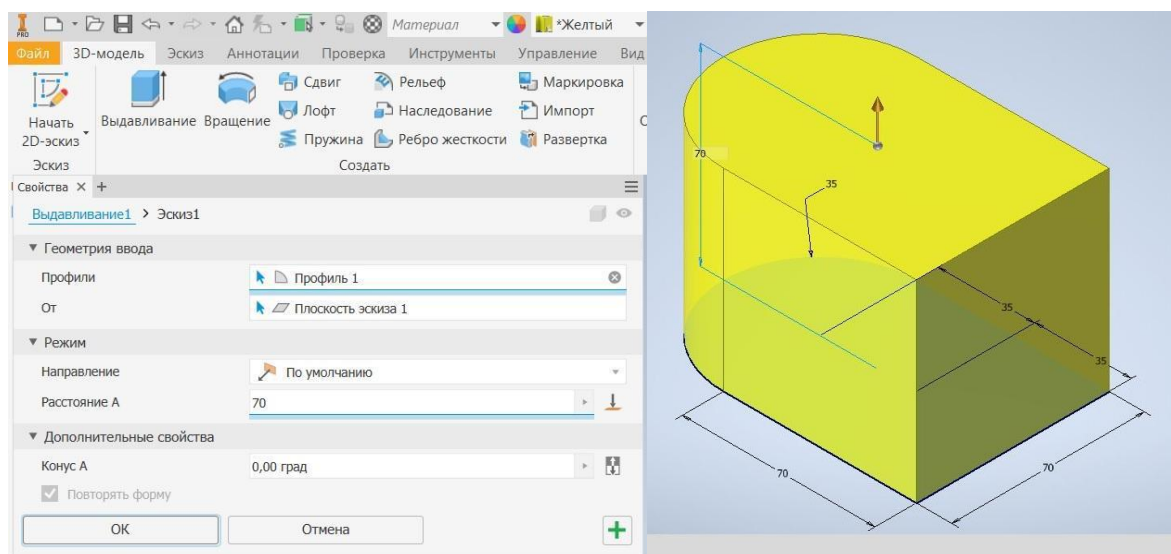


Рис. 5. Результат применения операции «Выдавливание» к эскизу

Далее создаем новый эскиз на верхней плоской грани объекта. В эскизе необходимо сформировать два замкнутых контура, каждый из которых является четвертью окружности, контур следует формировать, применяя такие инструменты как «дуга по трем точкам», «отрезок» при желании также можно воспользоваться функцией «смещение».

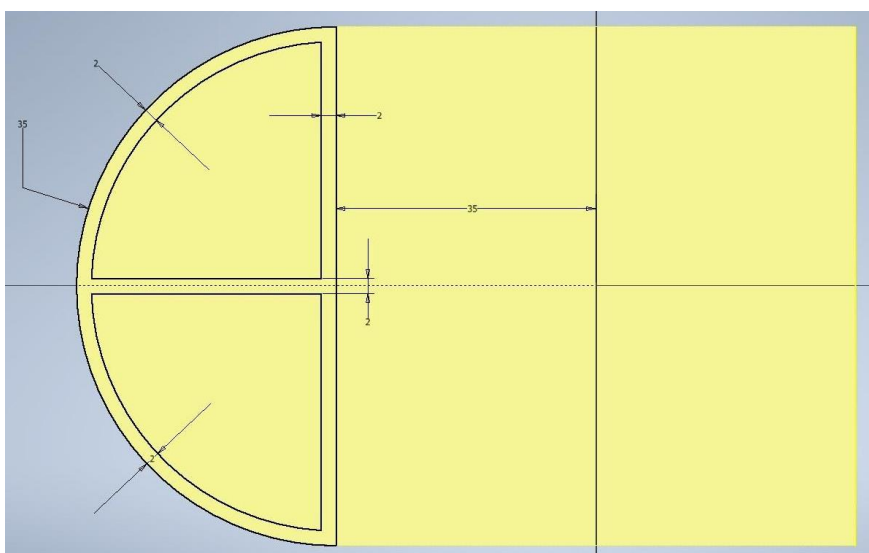


Рис. 6. Эскиз на верхней плоскости

После построения эскиза и расстановки всех пояснений, необходимо применить операцию выдавливание на два замкнутых контура. В этот раз следует использовать замкнутый контур в качестве профиля выреза, для этого необходимо в строке «логический» выбрать соответствующую иконку - «вырезать». При необходимости стоит поменять и направление операции, также выбрав соответствующую иконку. В строке «расстояние» указываем глубину выдавливания 98 мм.

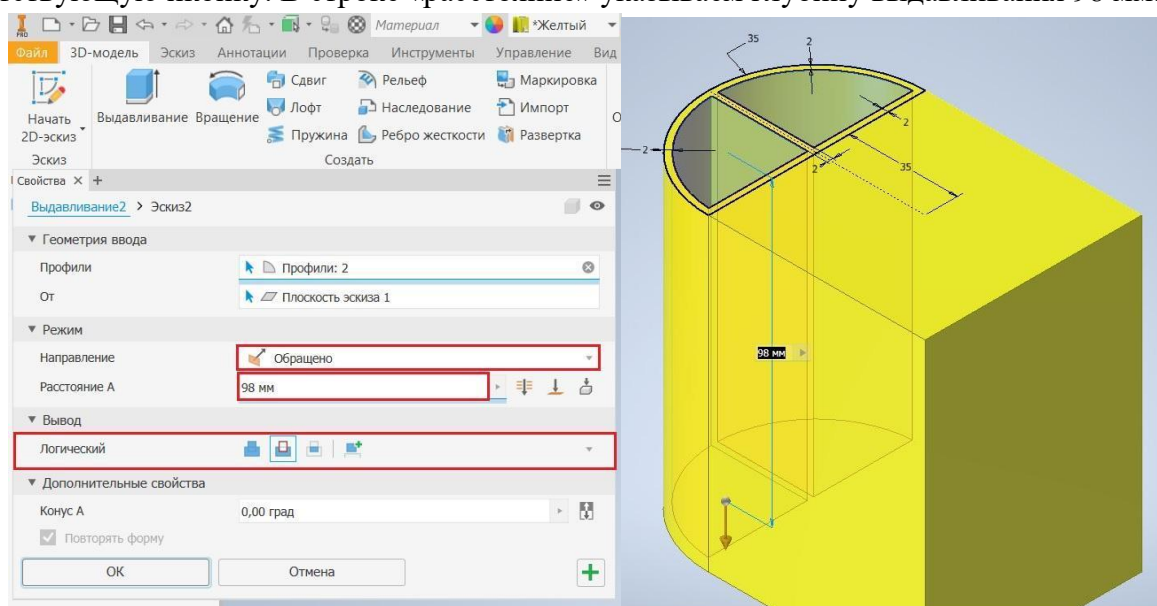


Рис. 7. Вырезание выдавливанием

Далее создадим эскиз на боковой, плоской грани заготовки. При построении эскиза следует использовать тот же набор инструментов, что использовался при построении предыдущего эскиза. Затем используем данный замкнутый контур в качестве профиля и применяем операцию выдавливание с вырезанием. Расстояние выдавливания 70 мм.



Рис. 9. Получение отверстий под канцелярские принадлежности

Далее, по желанию, применяются инструменты «фаска» и «сопряжение». Органайзер готов.

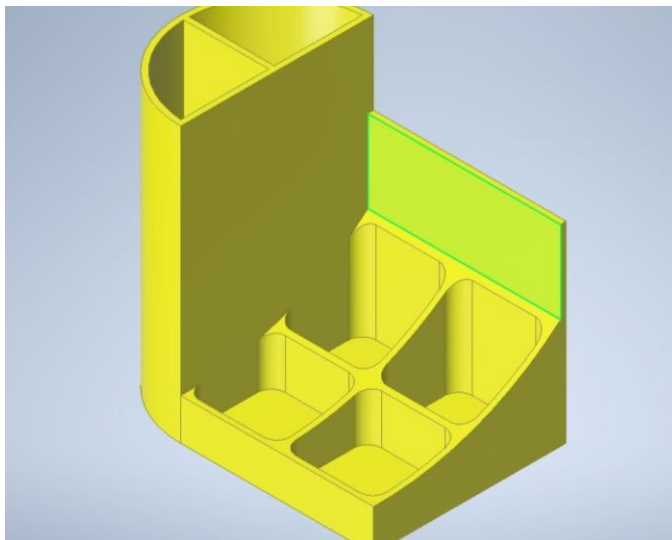


Рис. 10. Выполнение скруглений и фасок

Лабораторная работа №4

Изучение операций «Вращение» и «Сдвиг» на примере моделирования чаши Пифагора

Порядок выполнения работы

Процесс моделирования

Процесс моделирования данного изделия состоит в создании тела кружки в несколько относительно простых этапов, а затем в создании в этом теле скрытого канала, необходимого для работы устройства.

Создадим эскиз, как показано на рисунке, затем, при помощи операции «Вращение» (в качестве оси вращения используем отрезок 150 мм) создадим тело.

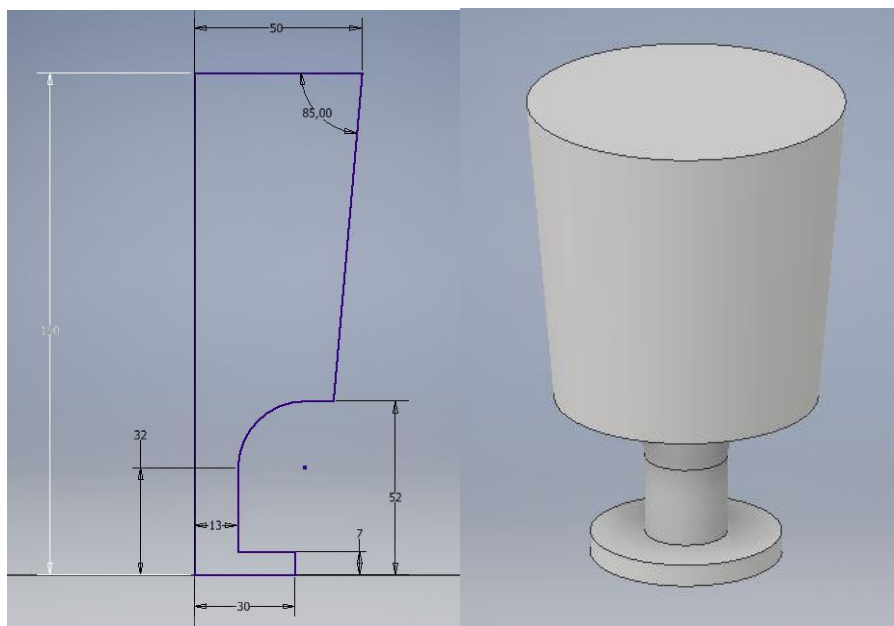


Рис. 1. Эскиз и полученное тело вращения

На одной из базовых плоскостей, проходящей через ось детали, создадим эскиз, как показано на рисунке (центр дуги выровнять с серединой детали по вертикали) и вырежем его операцией «Вращение».

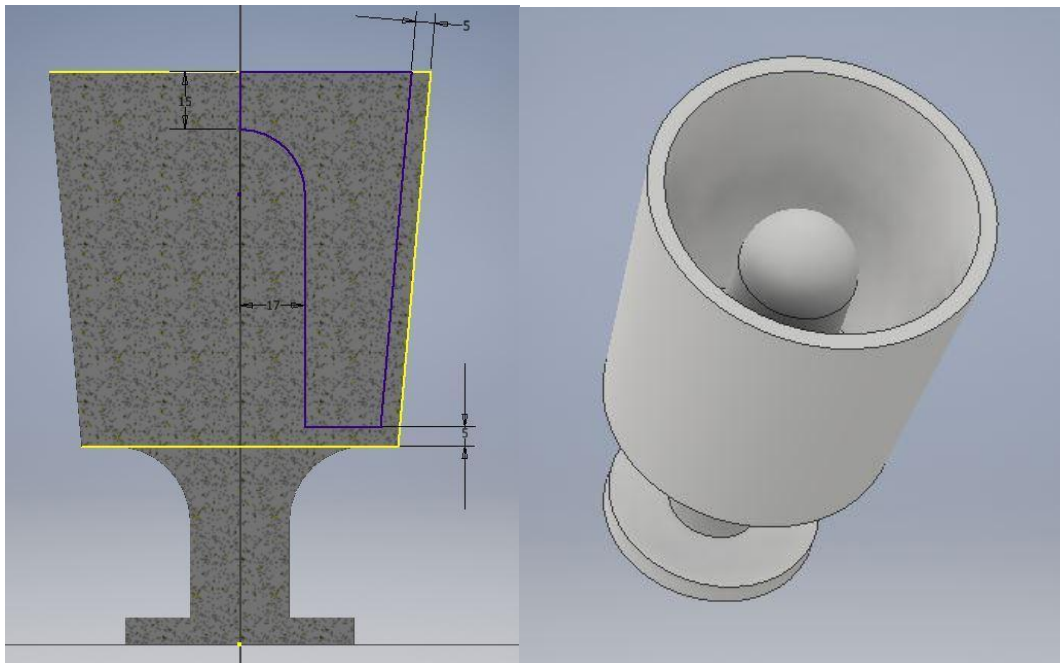


Рис. 2. Вращение с вычитанием

На той же базовой плоскости, что и в прошлом шаге, создадим эскиз в виде оси канала сифона, как показано на рисунке, и примем его.

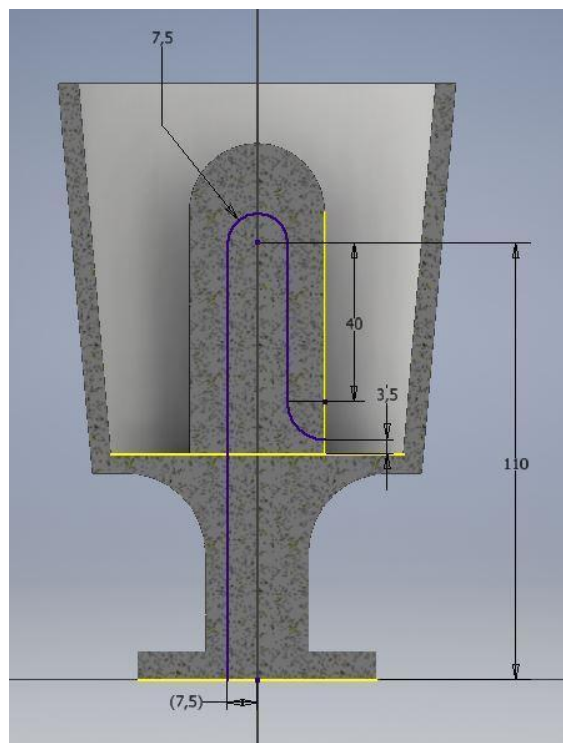


Рис. 3. Эскиз канала сифона

На нижнем торце детали изобразим эскиз сечения канала сифона, как показано на рисунке, примем его, и затем, при помощи операции «Сдвиг», создадим вырез в виде канала. Окружность является профилем, а эскиз, изображенный на рис. 4 - траекторией.

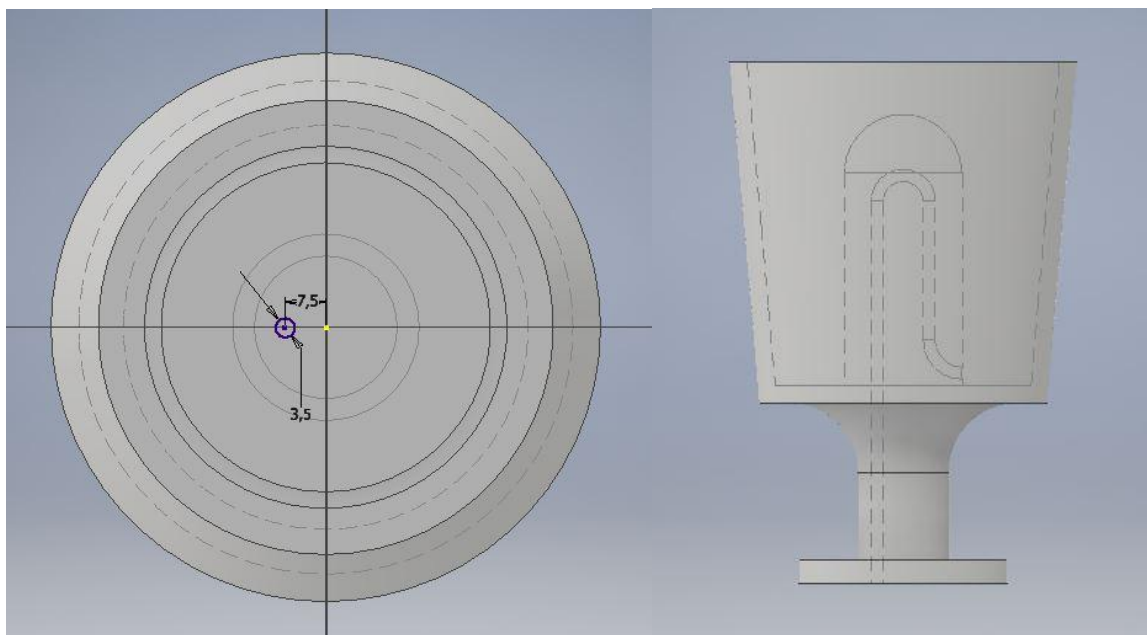


Рис. 4. Эскиз сечения сифона и результат операции «Сдвиг»

Добавим эстетические элементы в виде утолщений по контуру изделия и буртик, задающий максимально допустимый объем жидкости. На базовой плоскости, используемой ранее, создадим эскиз, как показано на рисунке и выдавим его при помощи инструмента «Вращение» с добавлением к ранее смоделированному телу. Не забываем о необходимости создать в эскизе осевой отрезок в середине детали.

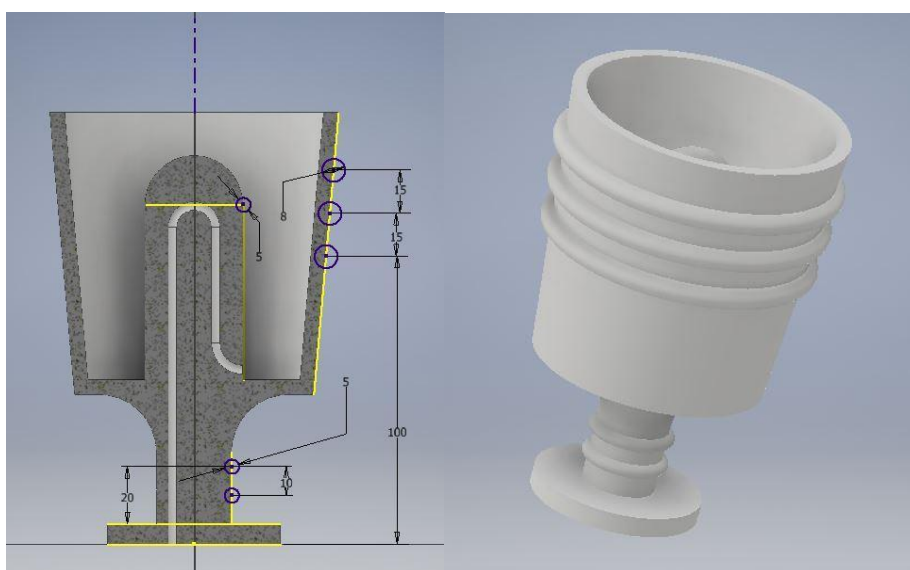


Рис. 5. Моделирование декоративных элементов

Добавим декоративные скругления, как показано на рисунке и сохраним деталь.

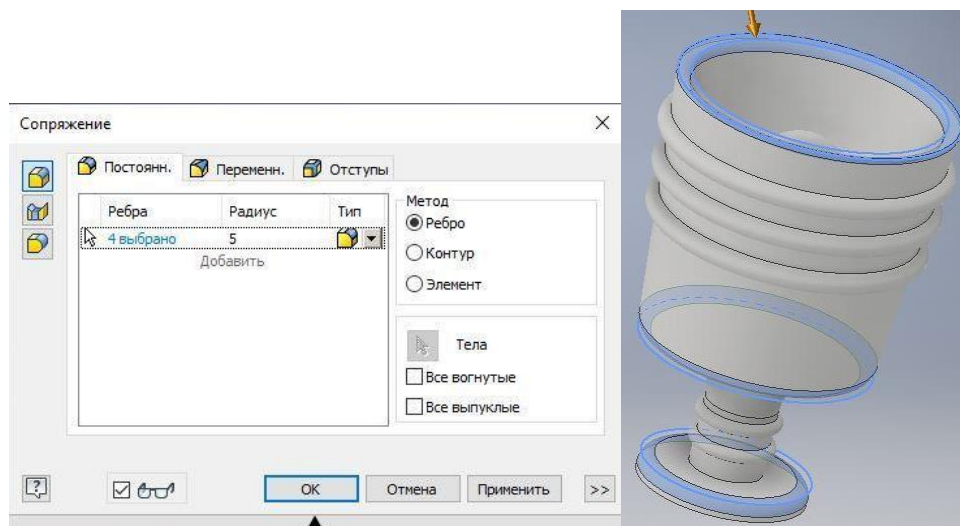


Рис. 6. Выполнение скруглений

Лабораторная работа №5

Оформление чертежа и визуализация модели

Порядок выполнения работы

Создание чертежа чаши Пифагора

Создадим файл чертежа. В дереве построений выберем формат листа А4, дважды нажав на соответствующее название ЛКМ и подтвердив операцию. Добавим на лист главный вид.

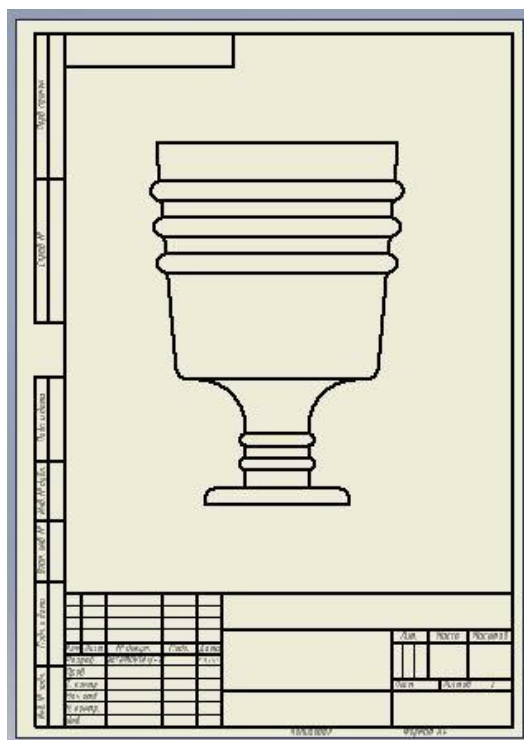


Рис. 1. Расположение базового вида на листе чертежа

На данном чертеже необходимо показать внутренние поверхности, поэтому создадим разрез при помощи инструмента «Местный разрез». Для этого перейдем во вкладку «Эскиз». и при помощи прямоугольника создадим эскиз на главном виде. Этот эскиз будет являться областью, для которой выполняется разрез. Примем эскиз.

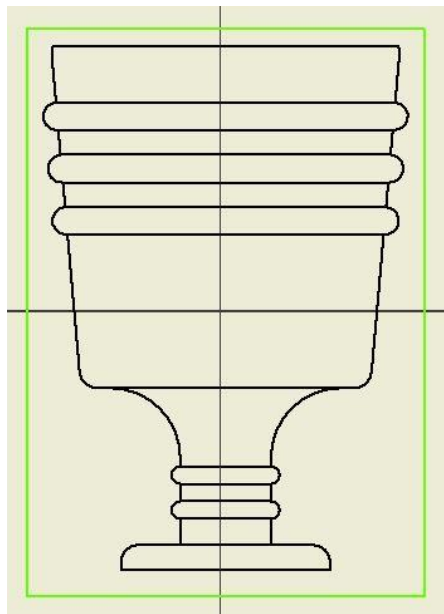


Рис. 2. Пример эскиза для выполнения местного разреза

Выберем инструмент «Местный разрез» и нажмем на вид. В появившемся окне выберем эскиз прямоугольника в графе «эскиз» и зададим точку, принадлежащую секущей плоскости (например, правую верхнюю) в графе «от точки». Примем операцию.

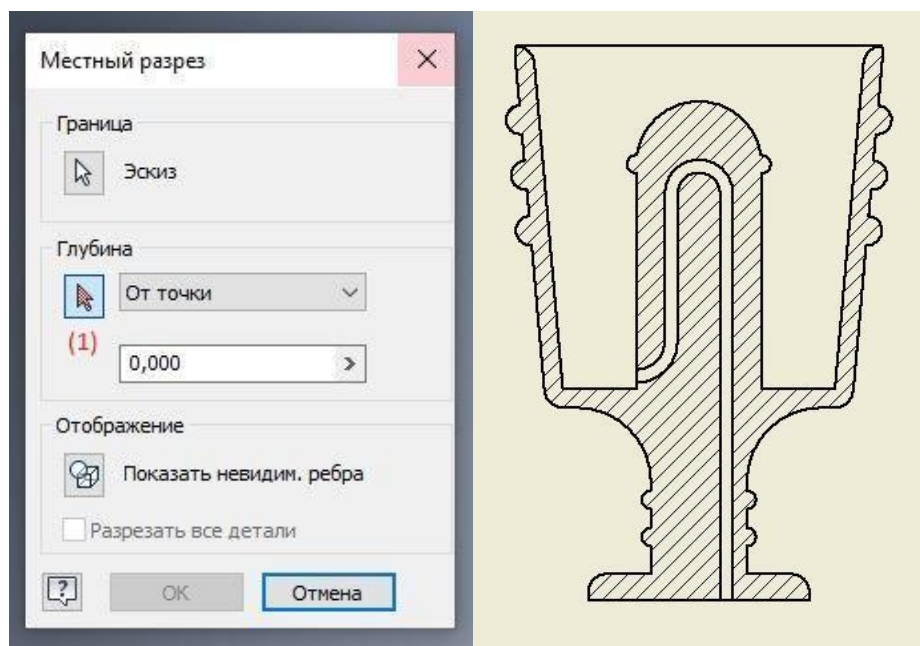


Рис. 3. Выполнение разреза

Изменим цвет модели на «Золотой». Перейдем во вкладку «Вид», и изменим параметры отображения модели, как показано на рис. 5.



Рис. 4. Выполнение размеров и осей

В завершении заполним основную надпись и сохраним чертеж.

Рендеринг модели

Изменим цвет модели на «Золотой». Перейдем во вкладку «Вид», и изменим параметры отображения модели, как показано на рис. 5.

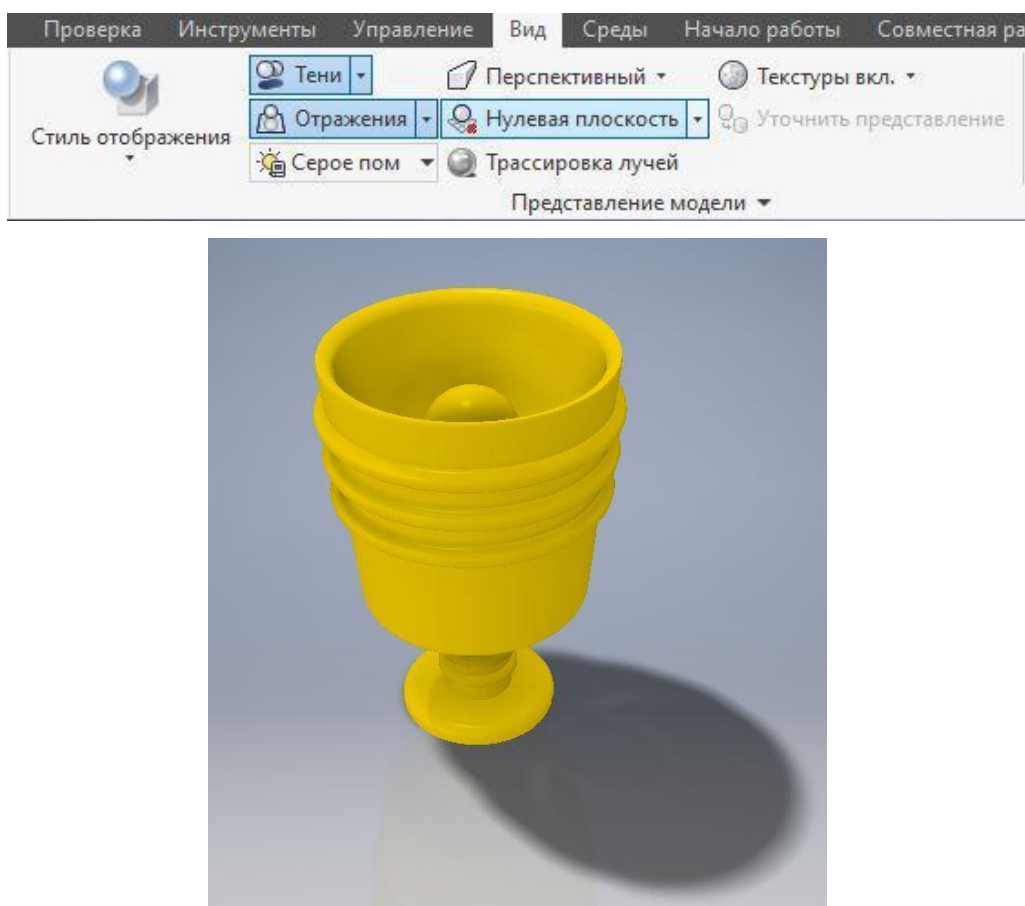


Рис. 5. Настройка параметров отображения модели

Перейдем на вкладку «Среды» и выберем инструмент «Inventor Studio».

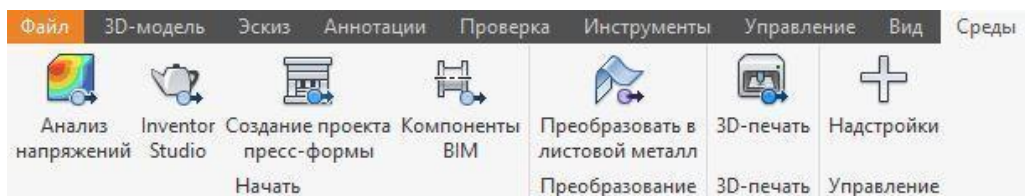


Рис. 6. Вкладка среды

При помощи видового куба выставим камеру так, чтобы хорошо видеть все стороны модели, и выберем инструмент «Визуализация изображения». В появившемся окне установим разрешение итогового изображения – 1920x1080. Вторую вкладку оставим неизменной, а третью настроим согласно рис. 7. Нажмем кнопку «Визуализация» для запуска процесса рендеринга изображения.

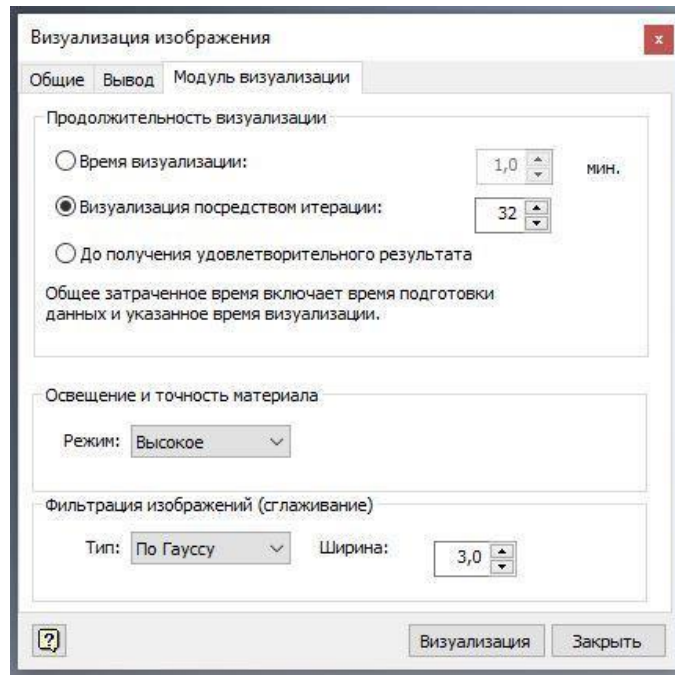


Рис. 7. Настройки окна «Визуализация изображения»

По завершении процесса рендеринга (зеленая полоса сверху окна), нажмем на иконку «Сохранить» в правом верхнем углу и выберем путь для файла с изображением. После этого можно закрыть окно визуализации.



Рис. 8. Фотореалистичное изображение модели

Лабораторная работа №6

Проект «Блок». Моделирование деталей

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Втулка»

Деталь «Втулка» является упрощенной заменой подшипника, необходимого для уменьшения трения между колесом и осью, на которой колесо закреплено.

Создаем новую деталь, начинаем новый 2D-эскиз на одной из базовых плоскостей, при помощи инструментов «Прямоугольник по двум точкам», «Отрезок» и «Размеры» изображаем эскиз, как показано на рис.2.

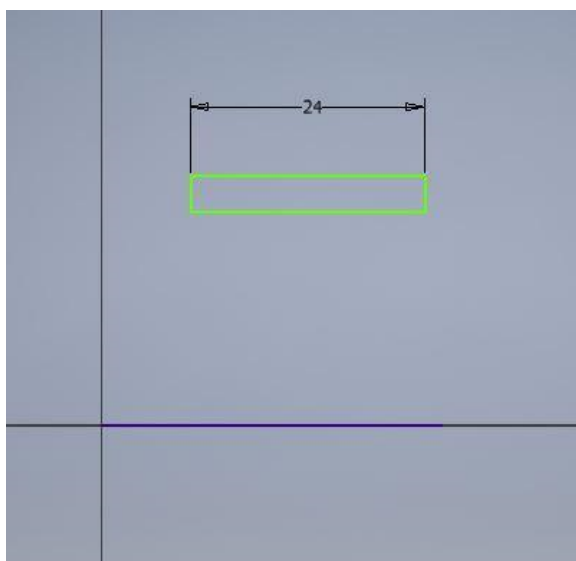


Рис. 1. Предварительный эскиз для детали «Втулка»

Изменим формат горизонтальной линии, построенной из начала координат, на «осевую». Для этого нажимаем ЛКМ на линию, затем на кнопку «Осевая» на панели инструментов.

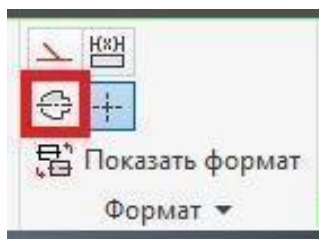


Рис. 2. Изменение формата линии

Определяем эскиз размерами согласно чертежу. При этом важно понимать, что, устанавливая размер от отрезка до осевой линии, мы получаем диаметральный размер, поскольку наличие осевой линии в эскизе подразумевает, что тело, создаваемое из такого эскиза, будет иметь форму тела вращения.

Выравниваем по вертикали точку середины левой стороны прямоугольника и начало координат при помощи зависимости «Горизонтальность/Вертикальность».

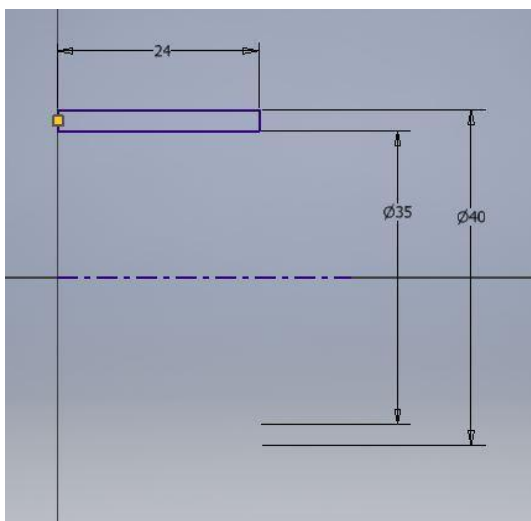


Рис. 3. Окончательный эскиз для детали «Втулка»

Далее нажимаем кнопку «Принять эскиз» в правом верхнем углу интерфейса и выбираем операцию «Вращение» на вкладке «3D-модель» на панели инструментов. Инструмент автоматически определяет требуемые для работы элементы и создает твердое тело по траектории вращения прямоугольника вокруг линии, к которой было добавлено свойство осевой линии. Если этого не происходит, выберем соответствующие элементы вручную, поочередно нажимая ЛКМ на иконки с курсором (1), (2) и соответствующий элемент, пока не появится требуемая объемная форма.

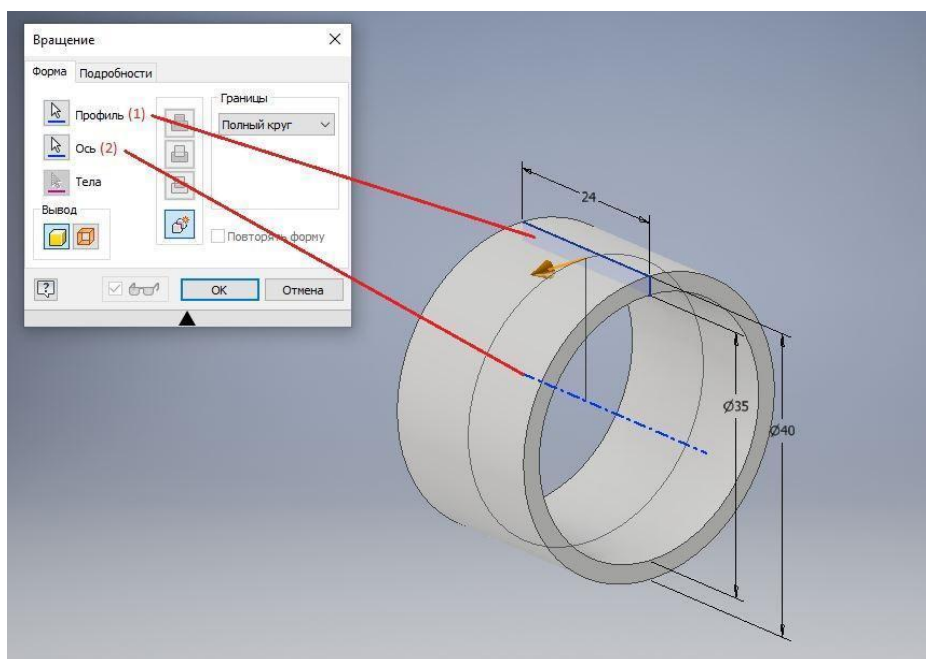


Рис. 4. Результат применения операции «Вращение»

Сохраняем деталь.

Моделирование детали «Палец»

Деталь «Палец» предотвращает выпадение детали «Ось» (которая будет смоделирована на следующем занятии), фиксируя ее в конечной сборке.

Создаем новую деталь, начинаем новый 2D-эскиз на одной из базовых плоскостей, при помощи инструментов «Отрезок» и «Размеры» изображаем эскиз, как показано на рис.6. В данном случае не добавляем осевую линию, поскольку в качестве нее, выберем линию эскиза длиной 40 мм.

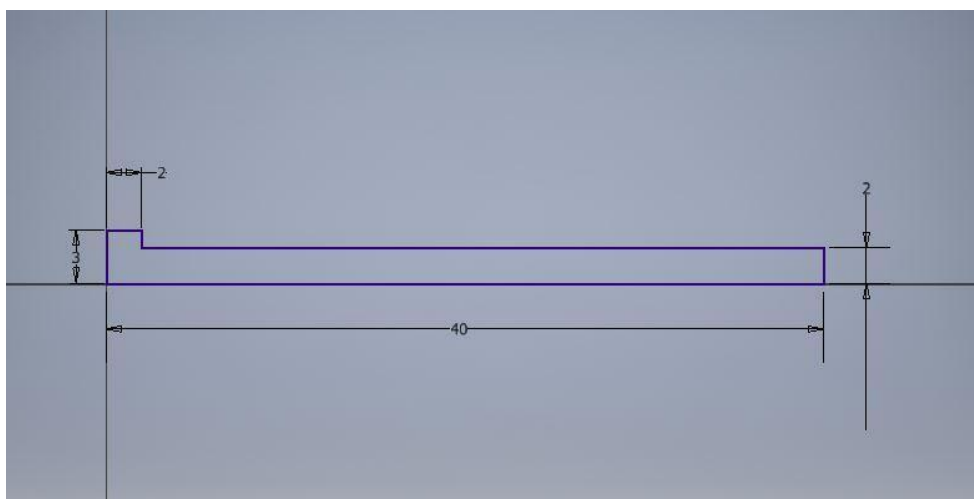


Рис. 5. Эскиз для детали «Палец»

Активируем операцию «Вращение», при этом вращаемый профиль выберется автоматически, а ось вращения укажем вручную.

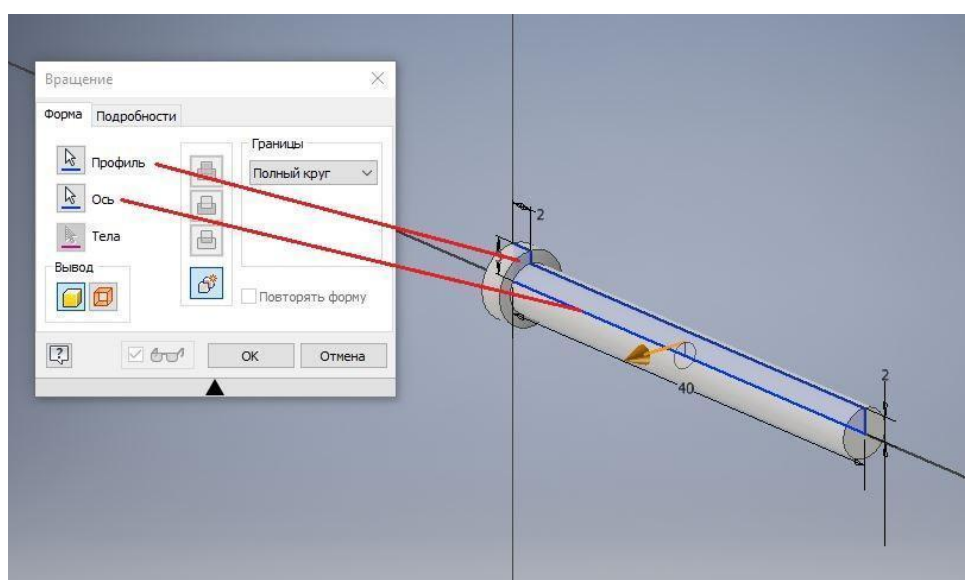


Рис. 6. Результат применения операции «Вращение»

Сохраняем деталь.

Лабораторная работа №7

Проект «Блок». Моделирование детали «Кронштейн»

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Кронштейн»

Деталь «Кронштейн» имеет отверстия для крепления к плоским поверхностям и служит основой для крепления колеса, на которое накидывается трос, веревка и т.д. Условно данную деталь можно разделить на несколько элементов – плоская основа с отверстиями и две ножки, на которых будут закреплены детали «Ось», «Втулка» и «Колесо». Начнем с основы.

Создаем новую деталь, начинаем 2D-эскиз на горизонтальной базовой плоскости при помощи инструмента «Прямоугольник по центру» (центр прямоугольника размещаем в начале координат) и «Размеры». Изображаем эскиз, как показано на рисунке.

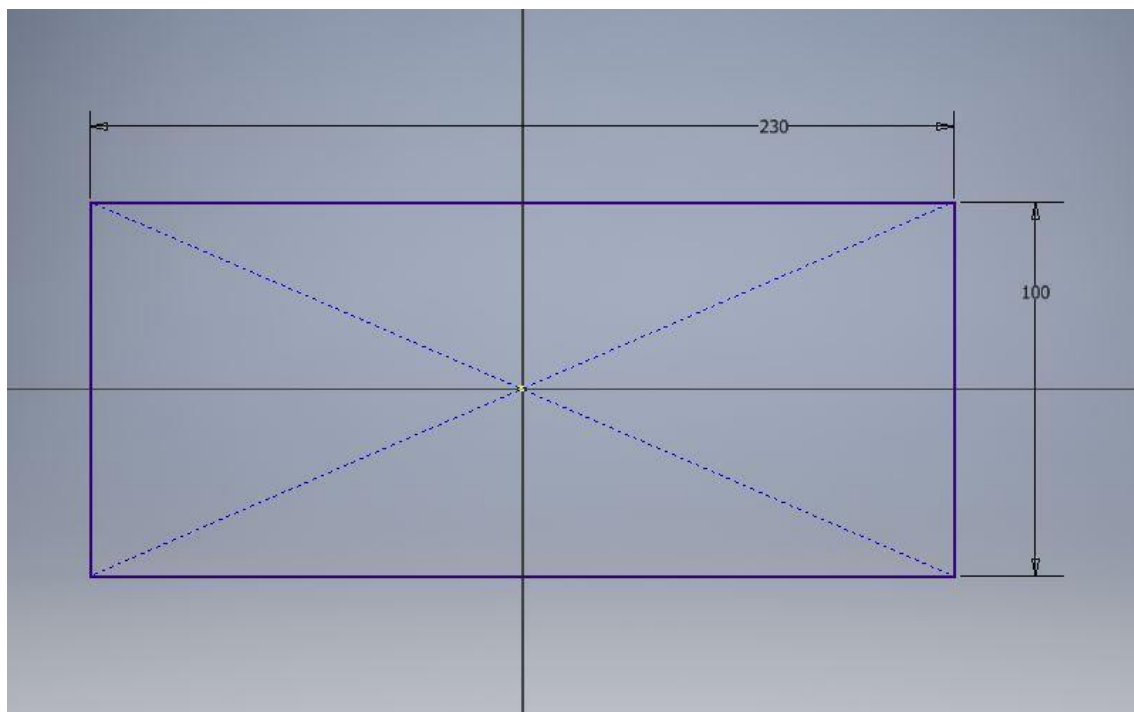


Рис. 1. Эскиз для основания детали «Кронштейн»

Принимаем эскиз и выдавливаем прямоугольник на 10 мм.

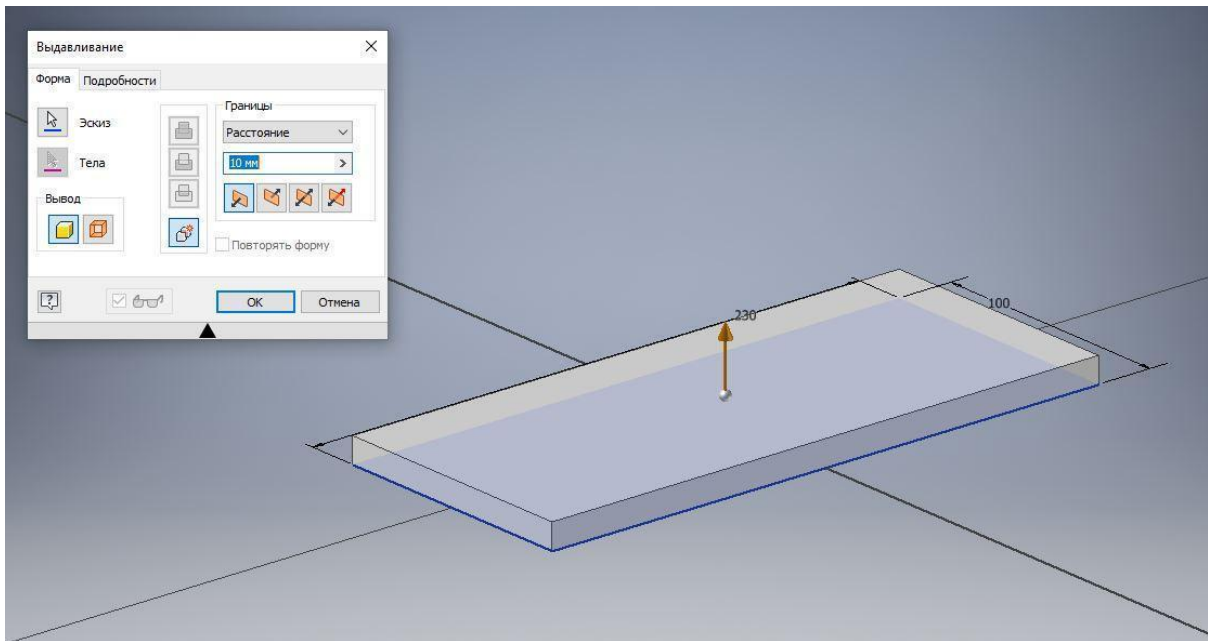


Рис. 2. Результат применения операции «Выдавливание»

Далее, для моделирования одной из ножек кронштейна, необходимо создать новую плоскость для эскиза. Для этого используем инструмент «Плоскость», который позволяет создать плоскость, параллельную существующей на твердом теле и отстоящую от нее на заданное расстояние. Выбираем инструмент «Плоскость», зажимаем ЛКМ на узкой боковой части пластины, и двигаем указатель мыши к середине детали. После отпускаем ЛКМ и в появившееся окно вводим значение отступа 25 мм (либо -25 мм, если в окне отрицательное число) и принимаем операцию.

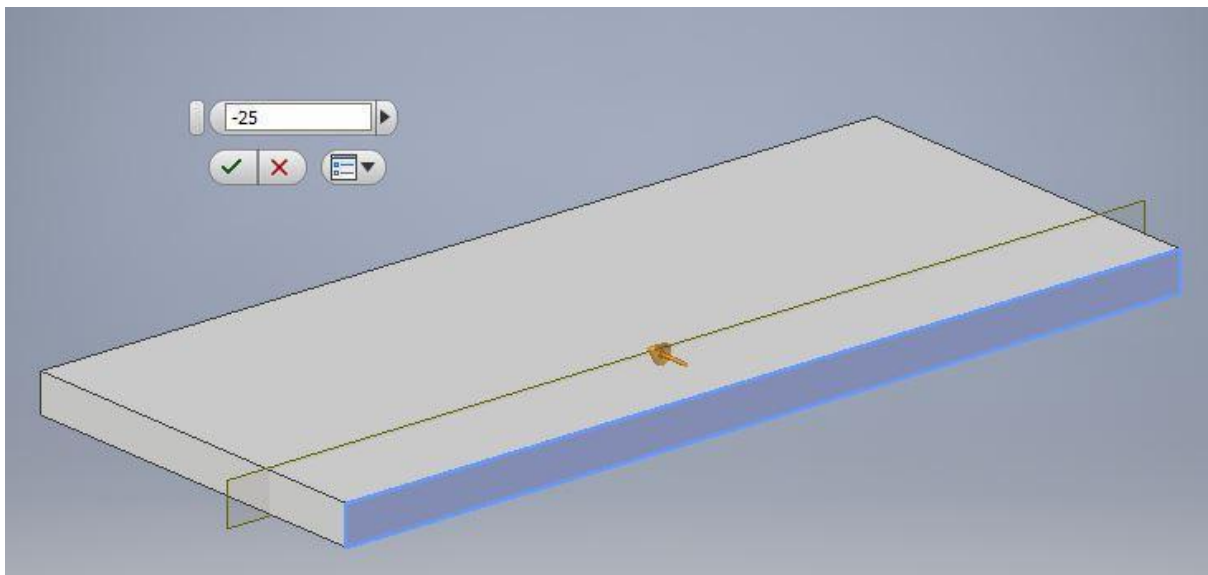


Рис. 3. Построение вспомогательной плоскости

Создаем 2D-эскиз на построенной вспомогательной плоскости согласно чертежу. Сначала изобразим произвольную трапецию, как на рис. 4, при помощи инструмента «Отрезок». Затем установим длину верхнего отрезка равной 60 мм (1) и расстояние от него до низа детали равным 160 мм (2). Далее применим зависимость «Равенство» (3) на боковые стороны трапеции и выровняем по вертикали середину верхнего отрезка и середину всей детали (середина нижнего отрезка прямоугольника серого цвета) (4).

После, при помощи инструмента «Размеры», устанавливаем угол между боковыми сторонами трапеции равным 34° (5). (выбрав инструмент «Размеры», нажимаем ЛКМ последовательно на каждую сторону, затем размещаем размерную стрелку движением мыши и еще раз нажимаем ЛКМ). Принимаем эскиз.

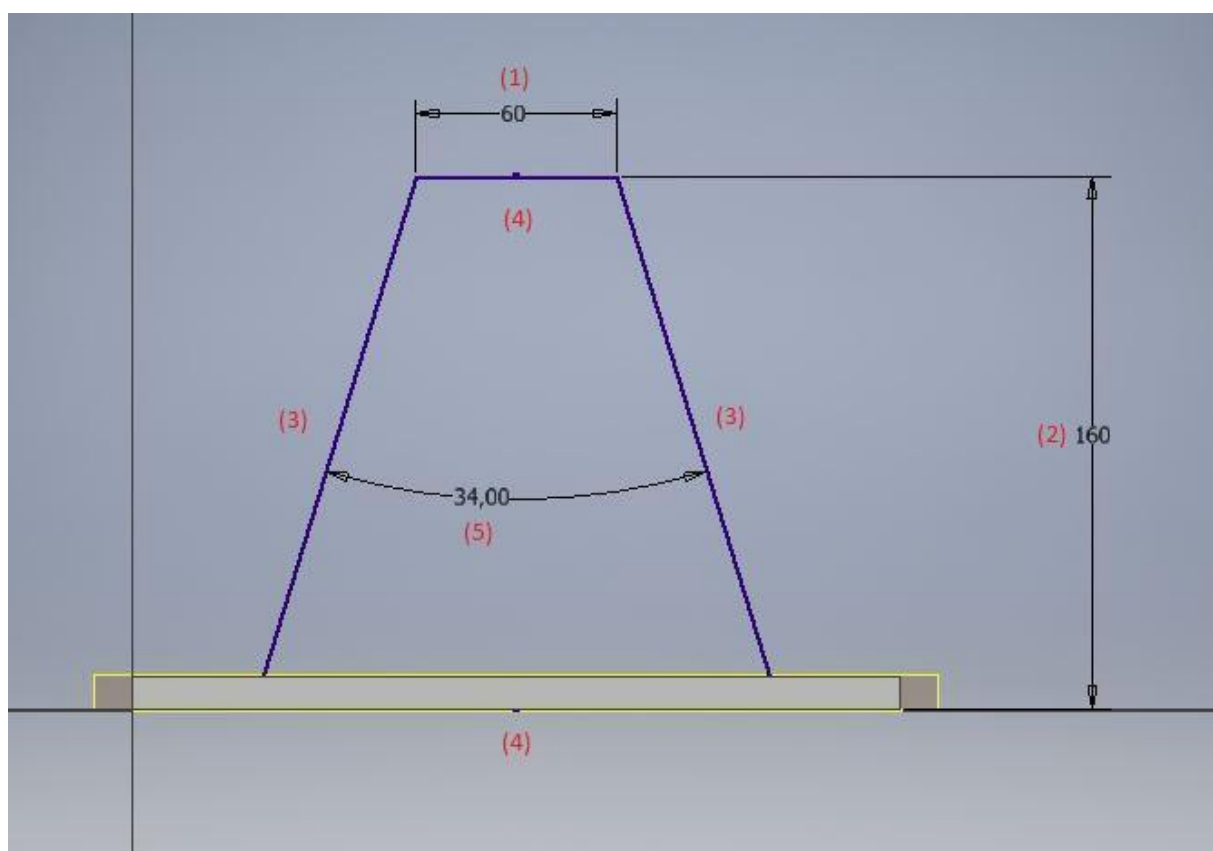


Рис. 4. Построение вспомогательной плоскости

Выдадим полученный эскиз на 10 мм, используя симметричный способ создания границ (это обусловлено тем, что на чертеже точка середины ножки лежит на одной линии с центрами находящихся рядом отверстий).

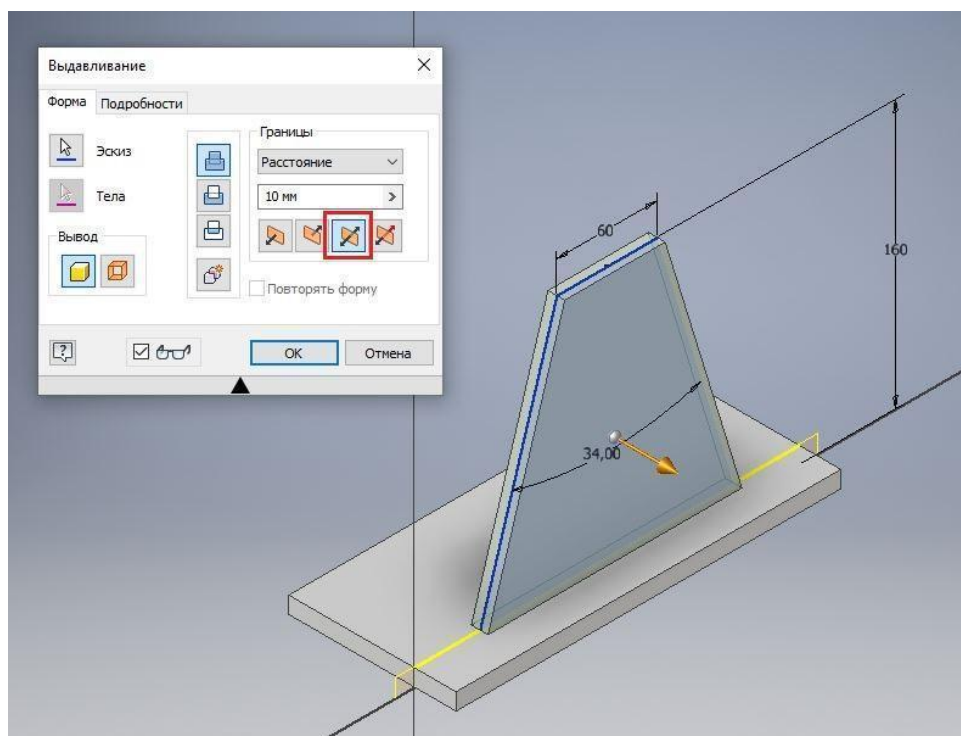


Рис. 5. Симметричное выдавливание

На боковой поверхности ножки создадим 2D-эскиз в виде окружности, с помощью которой будет создано отверстие. Установим диаметр окружности равным 35 мм (1), расстояние от центра окружности до низа детали равным 120мм (2), и выровняем по вертикали центр окружности с серединой верхнего отрезка трапеции (3).

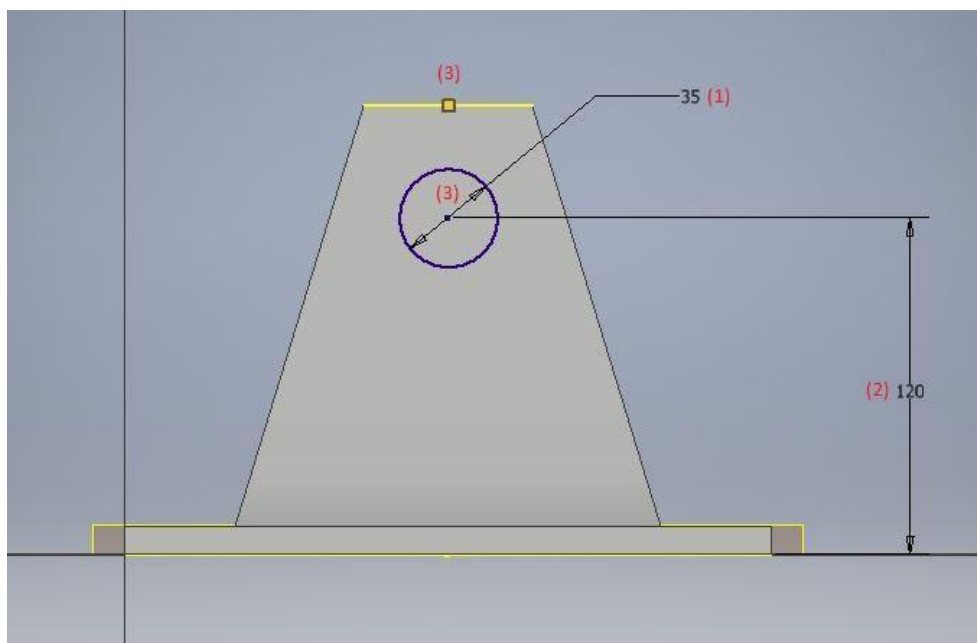


Рис. 6. Симметричное выдавливание

Выдавим окружность, применив инструмент «Выдавливание» с вырезанием.

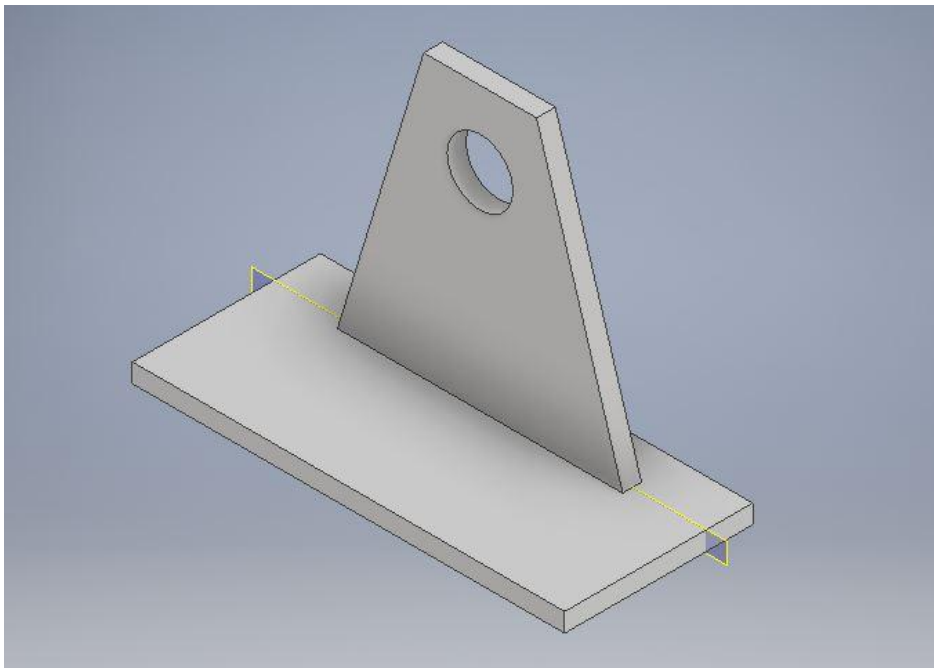


Рис. 7. Получение сквозного цилиндрического отверстия

На внутренней стороне ножки создадим 2D-эскиз в виде кольца с внешним диаметром 50 мм и внутренним – 35мм. Центр кольца при этом должен совпасть с центром отверстия.

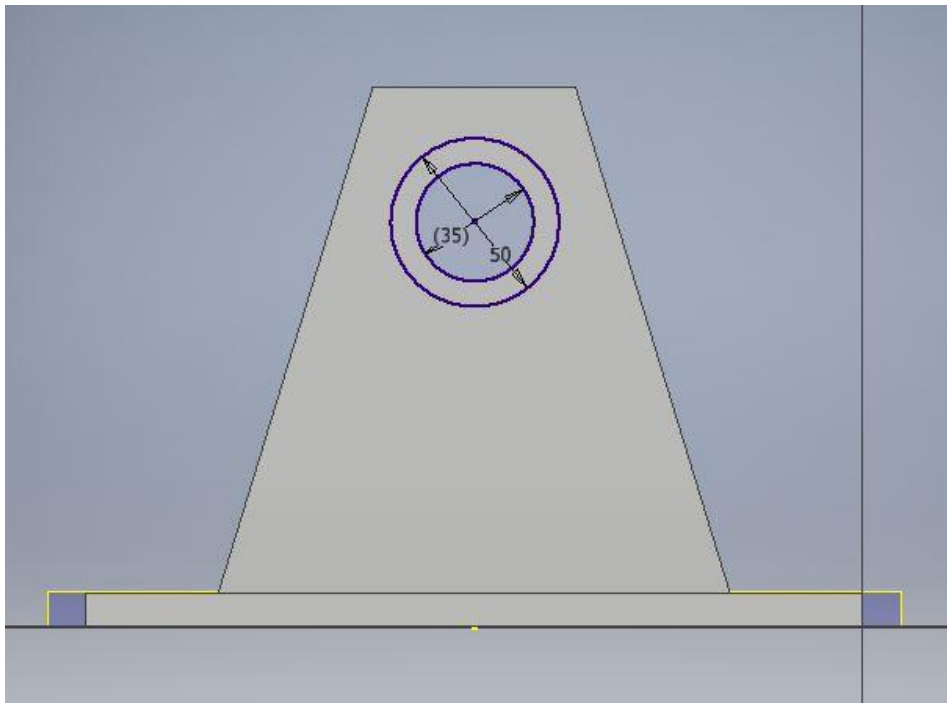


Рис. 8. Эскиз на внутренней стороне ножки

Выдавим эскиз на 8 мм.

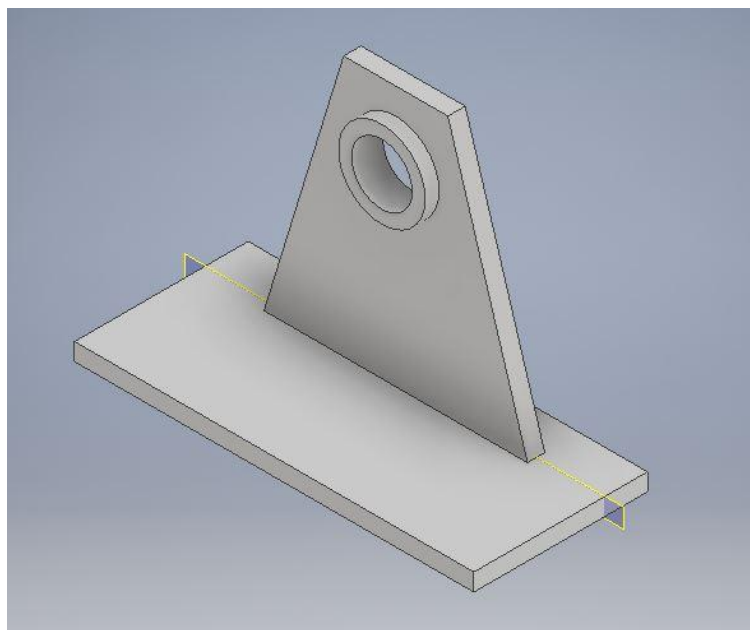


Рис. 9. Результат применения операции «Выдавливание» к эскизу

Далее, для создания зеркальной копии ножки, применим инструмент «Зеркальный массив». Для работы этого инструмента необходимо наличие в модели зеркальной плоскости, относительно которой выполняется копирование. Зеркальной плоскостью будет служить подходящая базовая плоскость, так как эскиз основания был выполнен в виде прямоугольника с центром в начале координат. Выберем инструмент «Зеркальный массив», и поочередно, при помощи нажатий ЛКМ выбираем элементы для отражения и плоскость симметрии. Принимаем операцию.

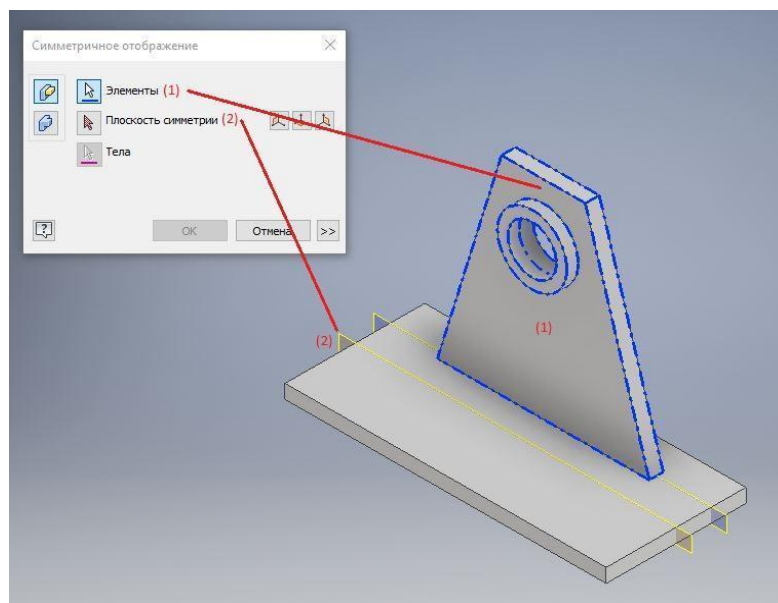


Рис. 10. Выполнение зеркального отражения элементов

На верхней плоскости основания создадим отверстие диаметром 25 мм. Для этого создадим эскиз, как показано на рис. 10, и выдавим его с вырезанием.

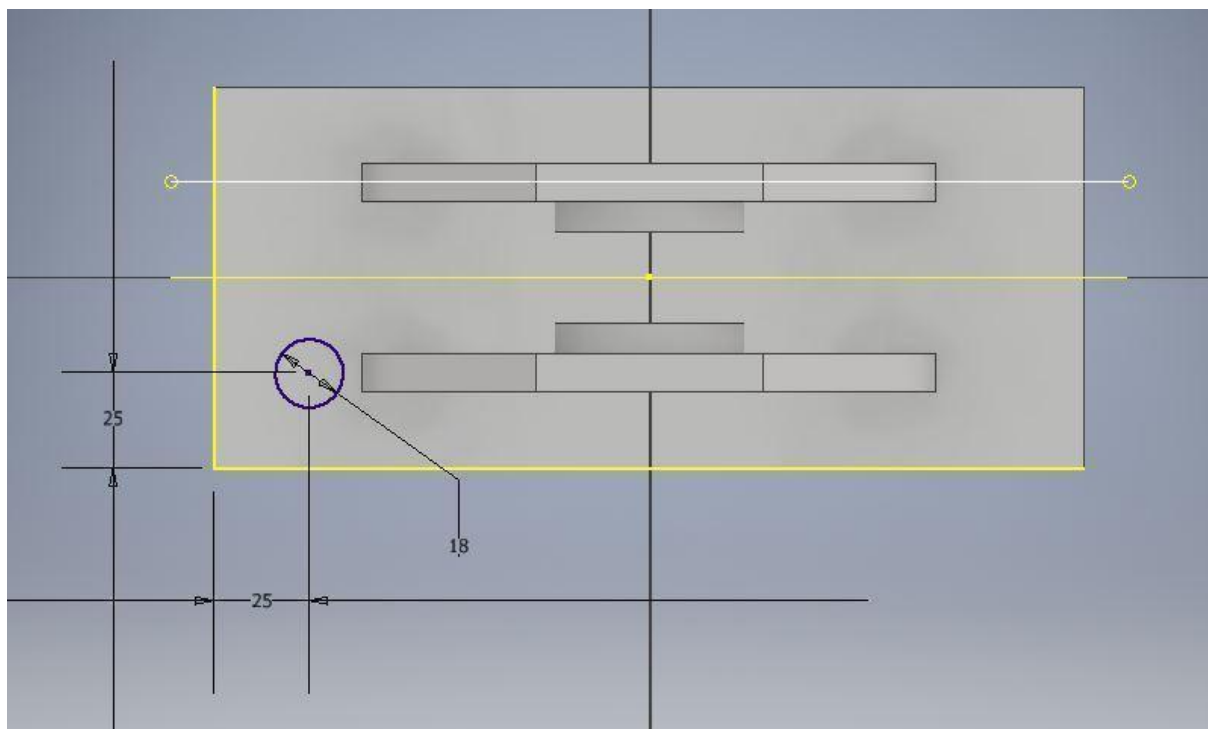


Рис. 11. Эскиз для отверстия

Для копирования используем инструмент «Прямоугольный массив». Суть его работы заключается в создании копий трехмерных элементов вдоль линий уже смоделированного объекта. Выберем инструмент «Прямоугольный массив». После появления окна настроек, нажимаем ЛКМ на внутреннюю поверхность отверстия, как на копируемый объект (1), затем нажимаем ЛКМ на иконку (2) и ребро основания, показанное на рисунке. В окно (3) вводим значение 2 (количество экземпляров копируемого элемента, включая исходный), а в окно (4) – 180 мм (расстояние между исходным элементом и его копией). Для смены направления, в котором создается копия, нажмите иконку (5) (смена направления). После этого нажимаем ЛКМ на иконку (6), затем на ребро, указанное на рисунке, для создания еще двух экземпляров отверстий (исходного и копируемого в предыдущем шаге) вдоль короткого ребра основания. В окне (7) вводим значение 2, а в окно (8) – 50 мм. Принимаем операцию.

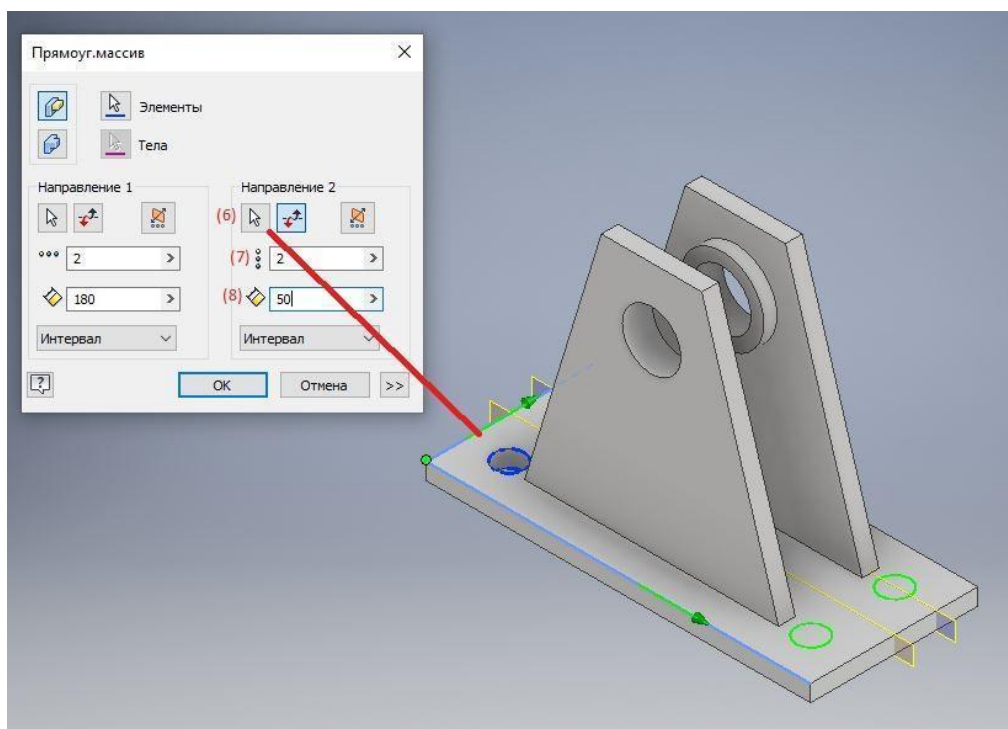


Рис. 12. Выполнение операции «Прямоугольный массив»

Сохраняем деталь.

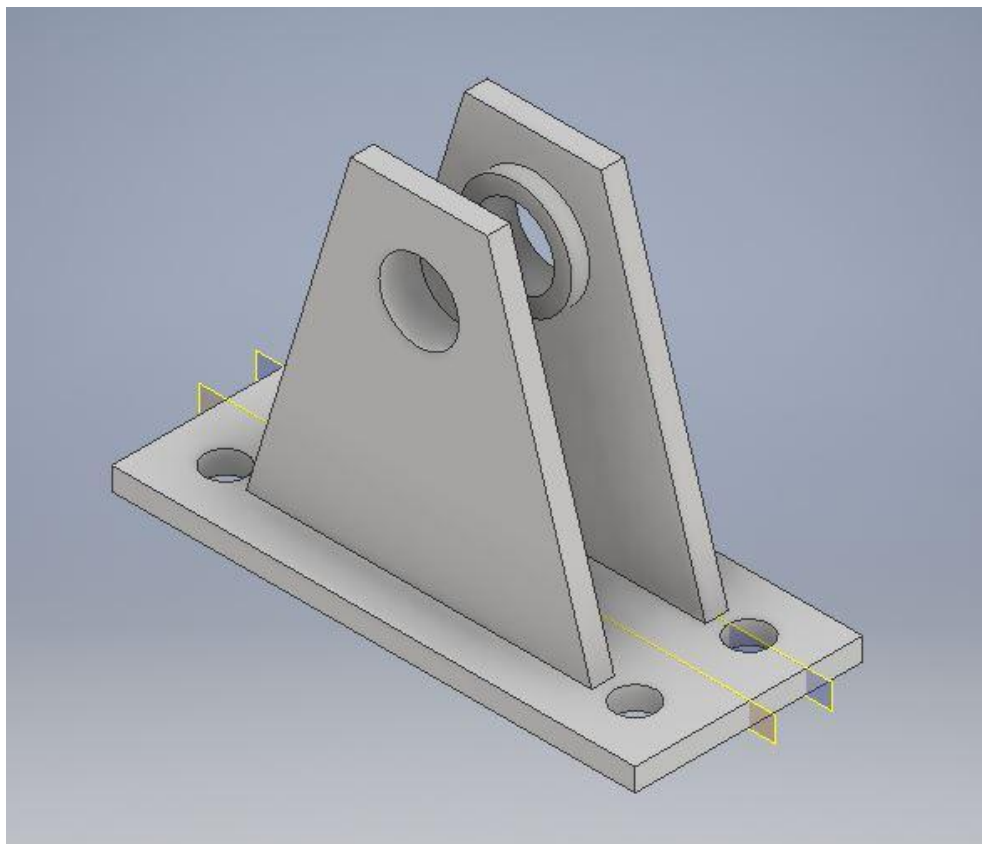


Рис. 13. Модель детали «Кронштейн»

Лабораторная работа №8

Проект «Блок». Моделирование детали «Ось»

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Ось»

Деталь «Ось» служит основой для крепления колеса, вращающегося во время работы блока. Технологические отверстия в корпусе оси необходимы для периодической смазки механизма без разбора самой конструкции. Создадим новый эскиз, как показано на рис.1.

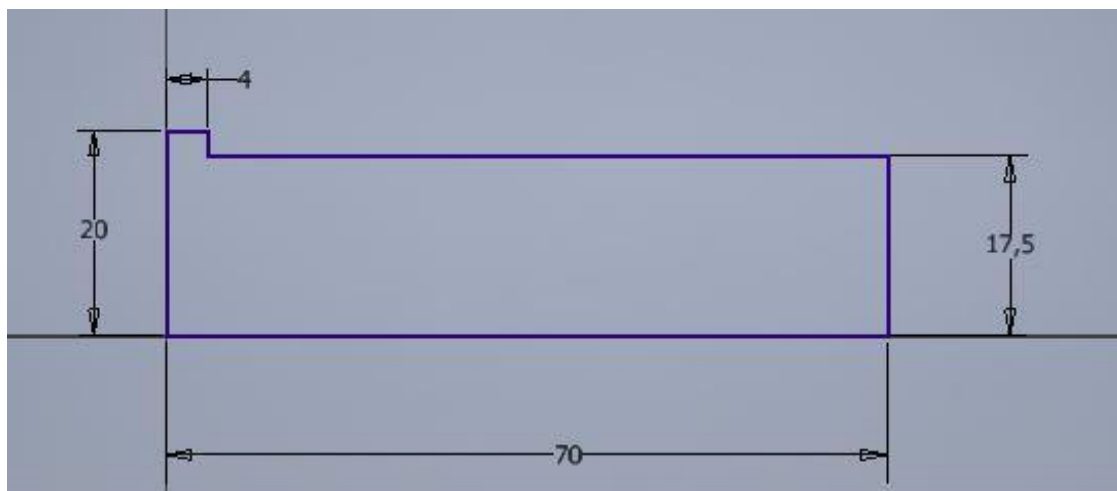


Рис. 1. Эскиз для основания детали «Кронштейн»

Примем эскиз и, при помощи инструмента «Вращение», создадим твердое тело.

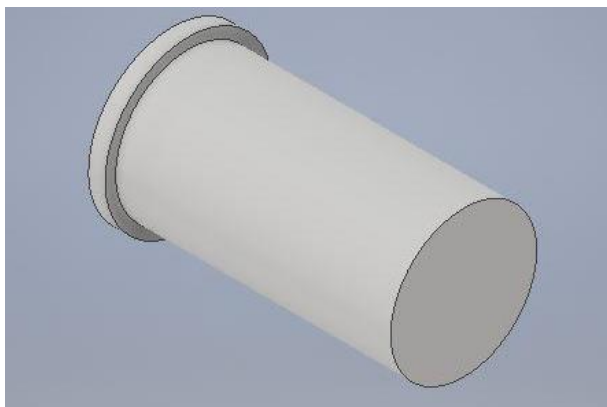


Рис. 2. Результат применения операции «Вращение»

Далее, для создания Г-образного канала внутри детали, будем использовать операцию «Сдвиг». Для корректной работы инструмента необходимо создать два эскиза: эскиз профиля и эскиз траектории, вдоль которой профиль будет перемещаться. Создадим эскиз профиля на «шляпке» детали, как показано на рис. 3, и примем его, нажав на кнопку в правом верхнем углу интерфейса программы.

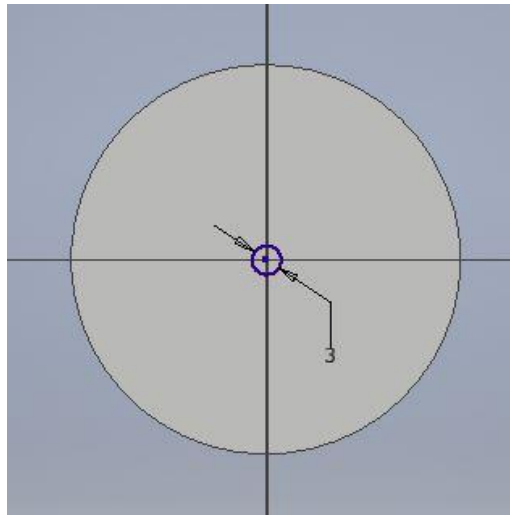


Рис. 3. Эскиз профиля

Далее создадим эскиз на одной из базовых плоскостей, которые пересекают тело по всей длине детали. Для этого откроем папку «Начало» в дереве построений, выберем необходимую плоскость, нажмем на ее название ПКМ, и выберем в контекстном меню команду «Новый эскиз». Изобразим эскиз, как показано на рис. 4 (необходимо установить размер только для одного отрезка, второй построен «на вылет» и может быть любой длины). Для удобства работы с эскизом, расположенным внутри детали, во время создания эскиза нажмем клавишу F7 на клавиатуре («Разрезать модель вдоль рабочей плоскости»). Примем эскиз.

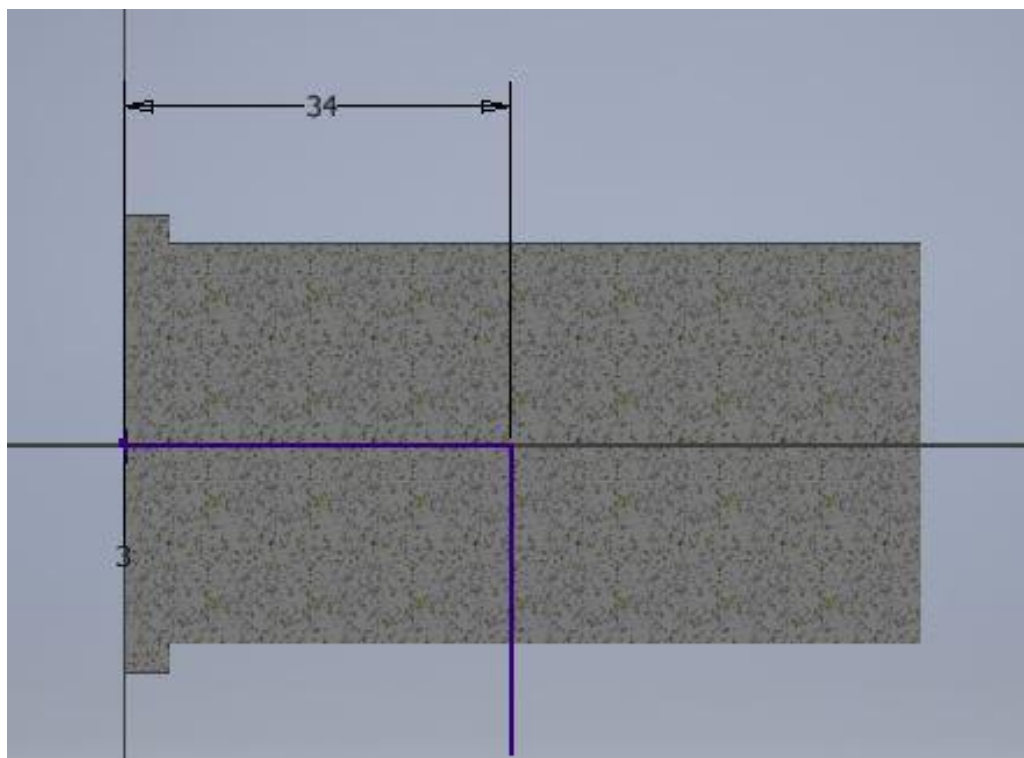


Рис. 4. Эскиз траектории

Далее выберем инструмент «Сдвиг» и применим его, как показано на рис. 5, где (1) - выдавливаемый профиль, (2) - траектория выдавливания, (3) - метод создания объемного тела - вычитание (выбираем элементы, нажимая на них ЛКМ). Примем операцию.

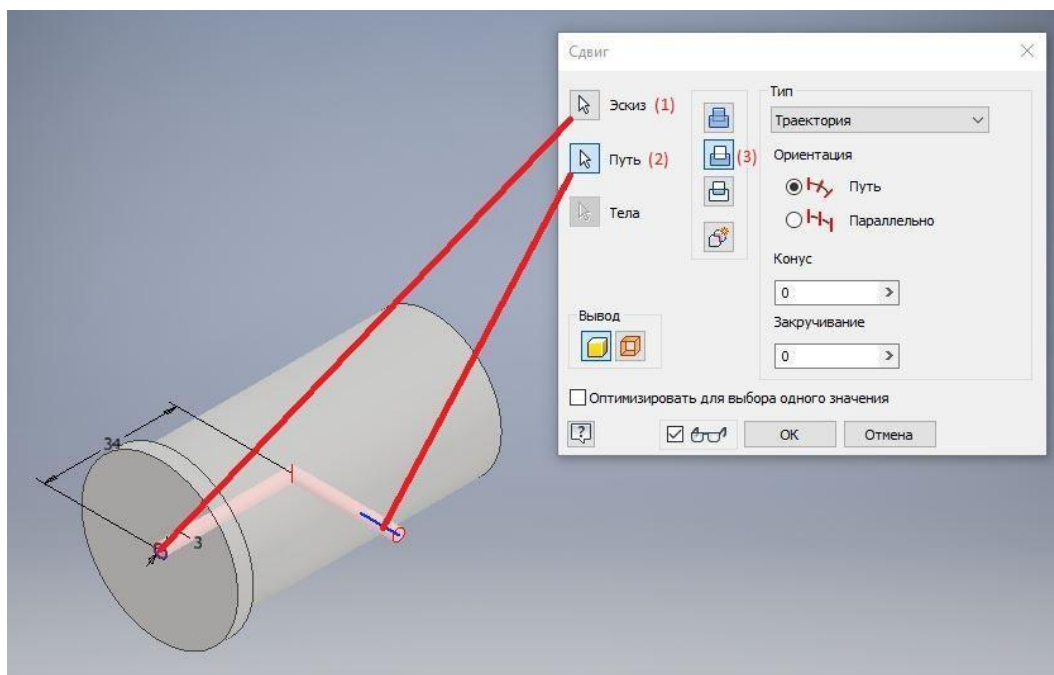


Рис. 5. Выполнение операции «Сдвиг»

Далее создадим сквозное отверстие на конце детали, в которое, в сборке, будет вставлена деталь «Палец». Выберем ту же базовую плоскость, на которой создавали эскиз траектории для инструмента «Сдвиг», и создадим на ней эскиз, как показано на рис. 6.

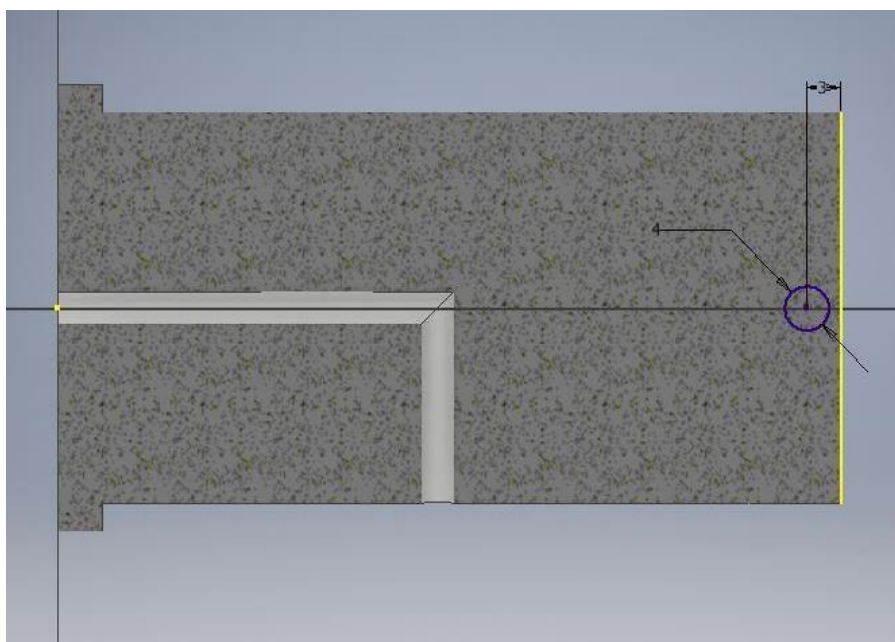


Рис. 6. Эскиз для радиального отверстия

При помощи операции «Выдавливание» создаем отверстие из полученного эскиза (режим построения границ - «Симметрично», метод - «Вычитание»). Принимаем операцию.

При помощи инструмента «Фаска» создадим срез по периметру ребра детали, как показано на рис. 7, где (1) - длина фаски, равная 1 мм (1х45 по чертежу). Примем операцию и сохраним деталь.

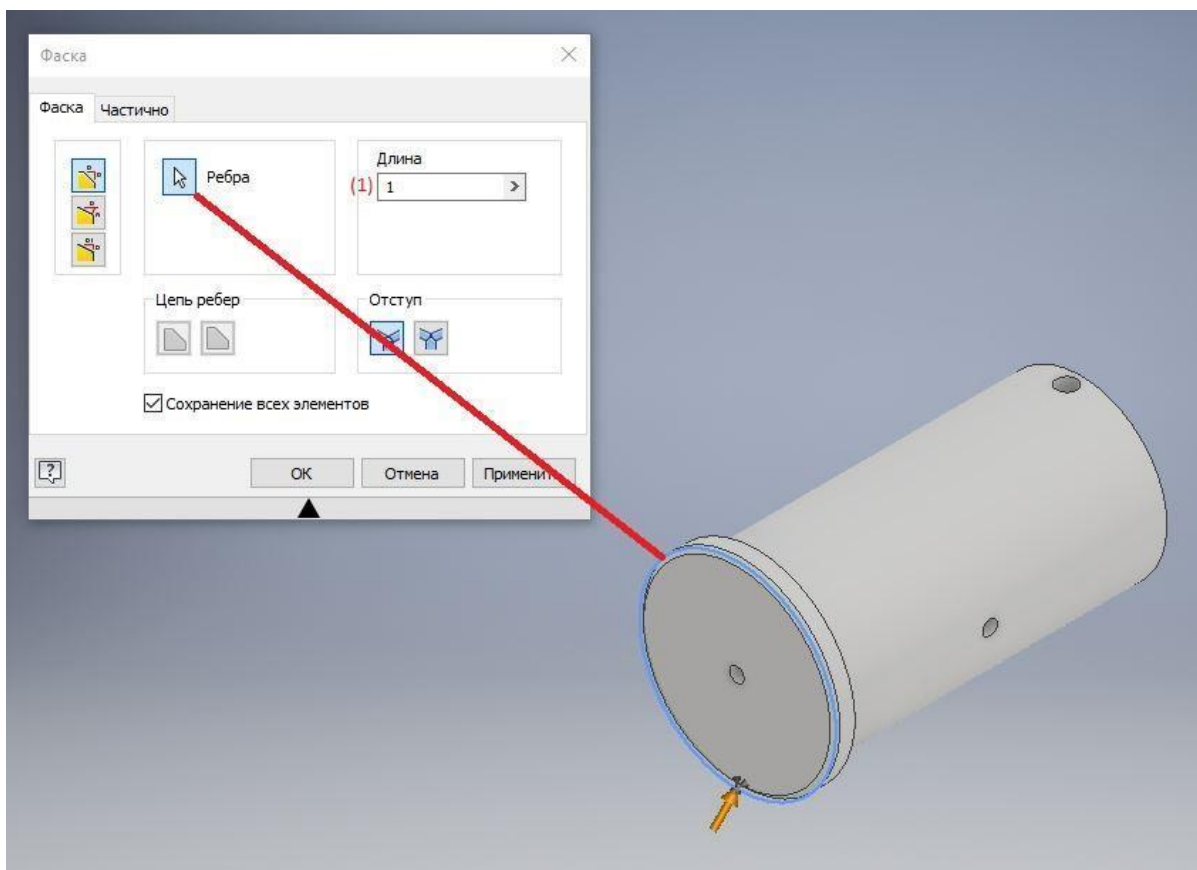


Рис. 7. Создание фаски

Лабораторная работа №9

Проект «Блок». Моделирование детали «Шкив»

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Шкив»

Деталь «Шкив» представляет собой колесо, через которое перекидывается трос для перемещения груза при помощи блока.

Создаем новую деталь и на базовой плоскости выполняем эскиз в виде окружности диаметром 200 мм, выдавливаем ее на 24 мм.

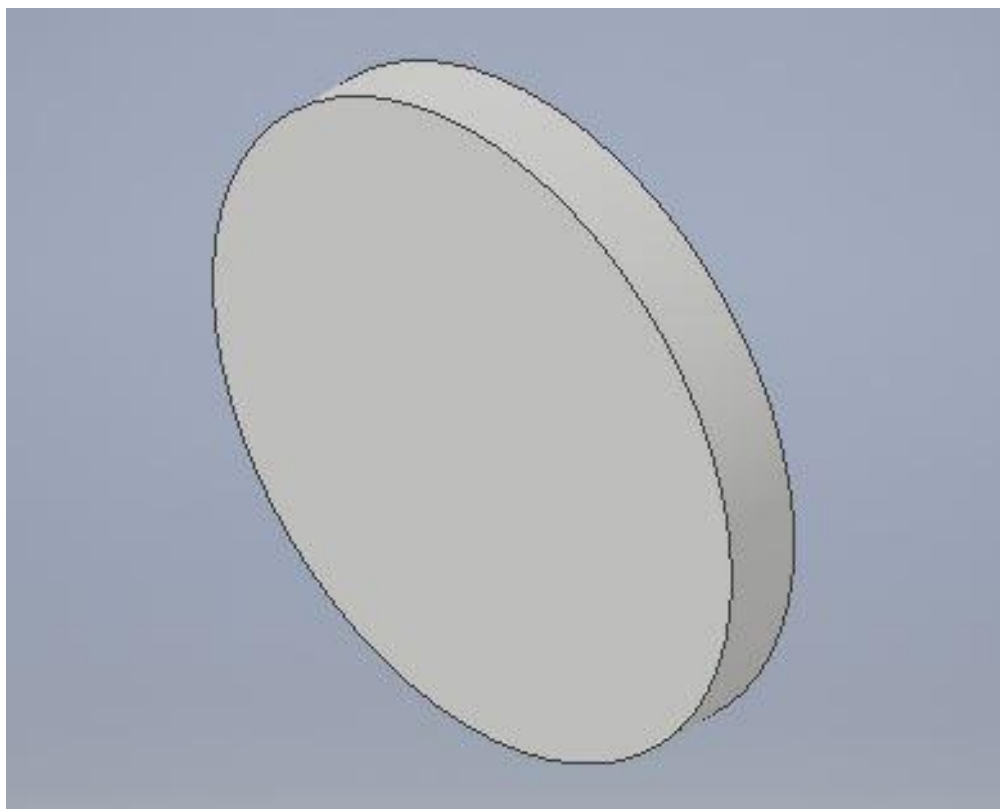


Рис. 1. «Заготовка» для детали «Шкив»

В центре торца получившегося тела создадим сквозное цилиндрическое отверстие диаметром 40 мм.

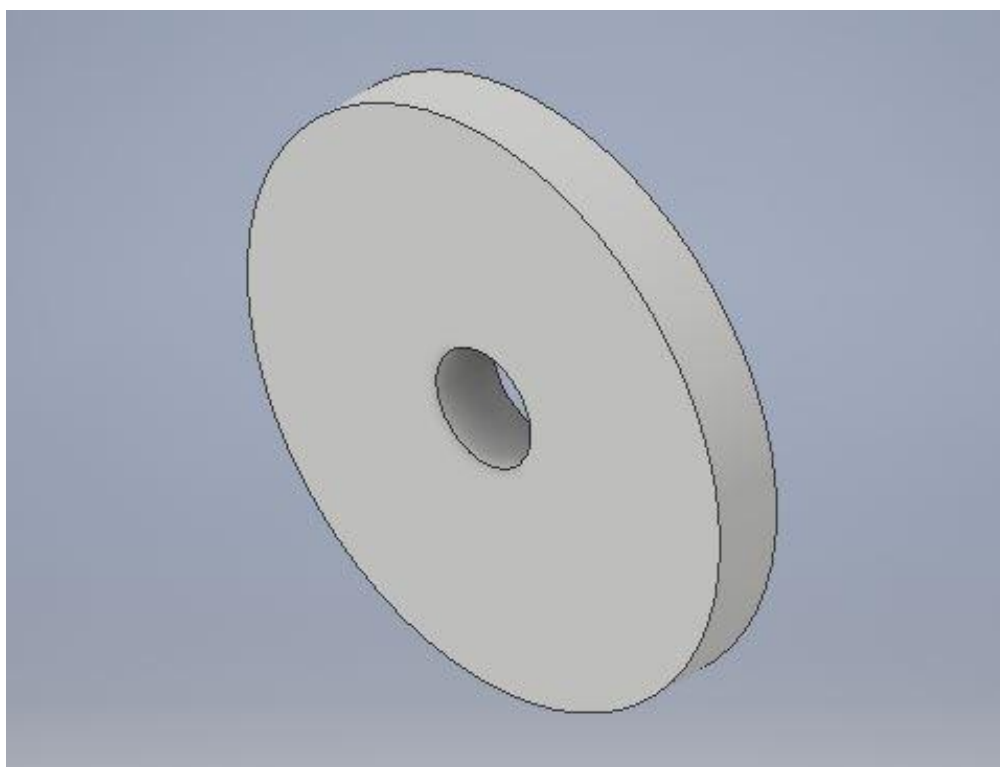


Рис. 2. Отверстие в детали

На торце создадим эскиз, как показано на рис. 3, и выдавим его методом «Вычитание» на глубину 8 мм.

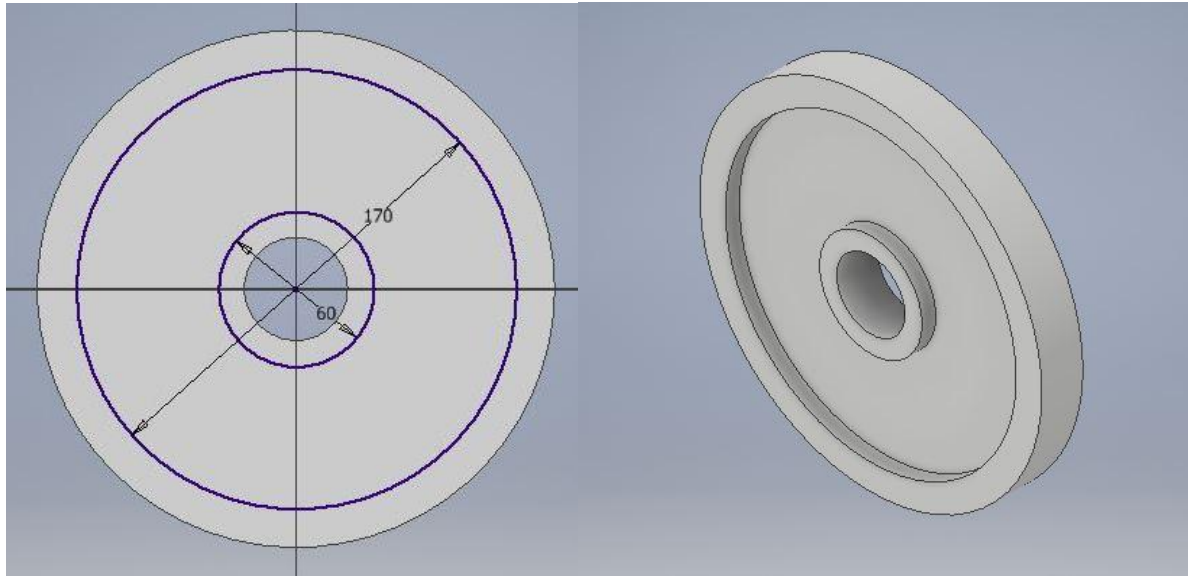


Рис. 3. Эскиз и модель углубления в торце детали

Создадим смещенную на расстояние 12 мм плоскость от торцевой стороны модели, как показано на рис. 4.

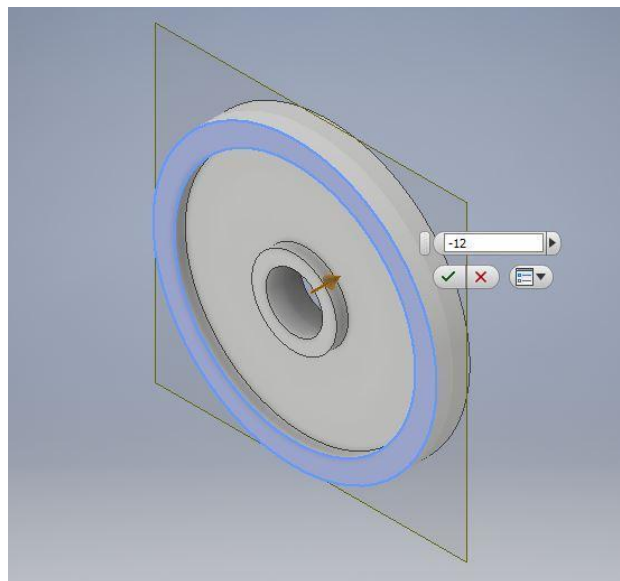


Рис. 4. Создание вспомогательной плоскости симметрии детали

При помощи инструмента «Зеркальный массив» копируем полученное углубление на противоположную сторону детали относительно плоскости симметрии.

На одной из базовых плоскостей, создадим эскиз, как показано на рис. 5. Для того чтобы разрезать деталь вдоль рабочей плоскости при создании эскиза нажмем F7. При помощи операции «Вращение» с вычитанием, создадим желоб в колесе.

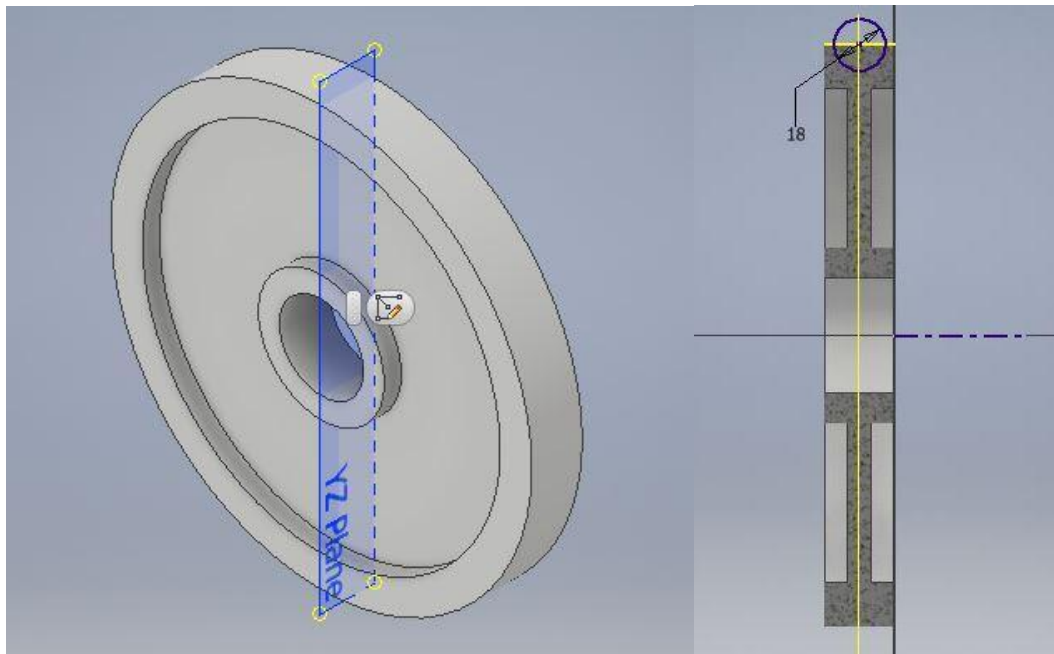


Рис. 5. Создание желоба

На торцевой стороне детали создадим эскиз, как показано на рис. 6, и вырежем его насквозь при помощи операции «Выдавливание».

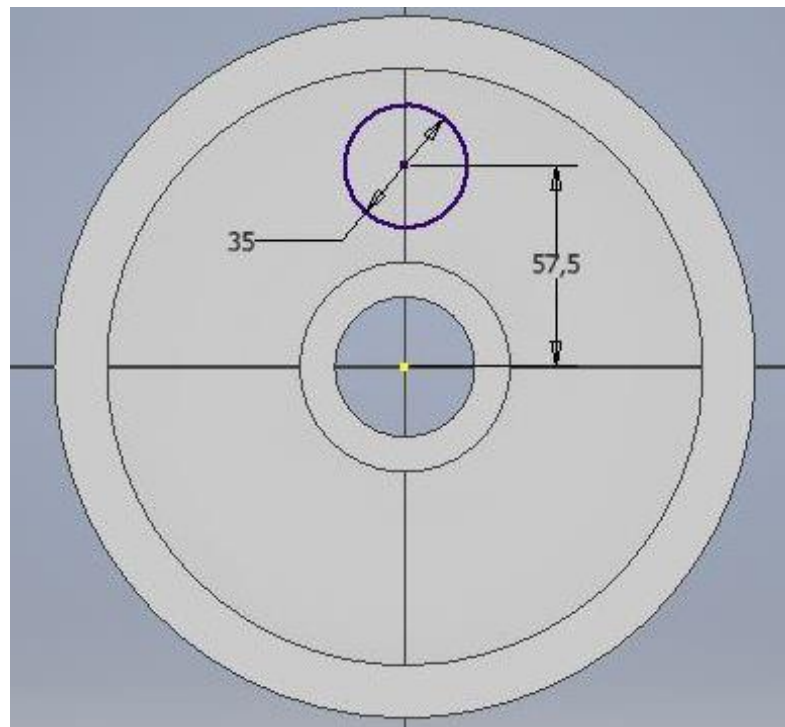


Рис. 6. Эскиз для отверстия

При помощи инструмента «Круговой массив» создадим копии вырезов. В окне настроек операции: (1) - копируемый элемент (нажимаем на иконку, затем - на внутреннюю поверхность отверстия), (2) - ось вращения (нажимаем на иконку, затем - на любую окружность или цилиндрическую поверхность на детали), (3) - количество отверстий, включая исходное. Вводим количество 5 шт. и принимаем операцию.

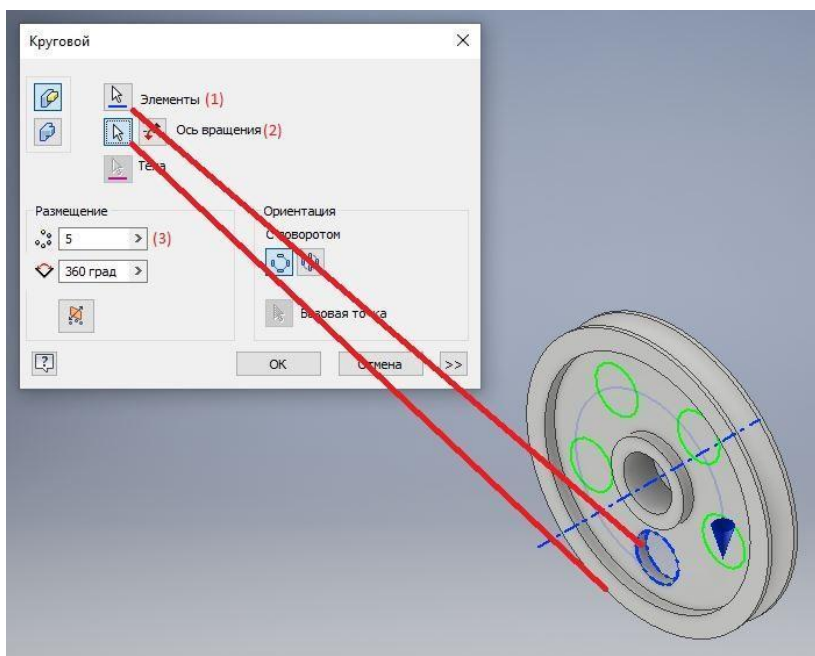


Рис. 7. Выполнение операции «Круговой массив»

При помощи инструмента «Сопряжение» выполним скругления согласно заданию (радиус 5 мм). Сохраним деталь.

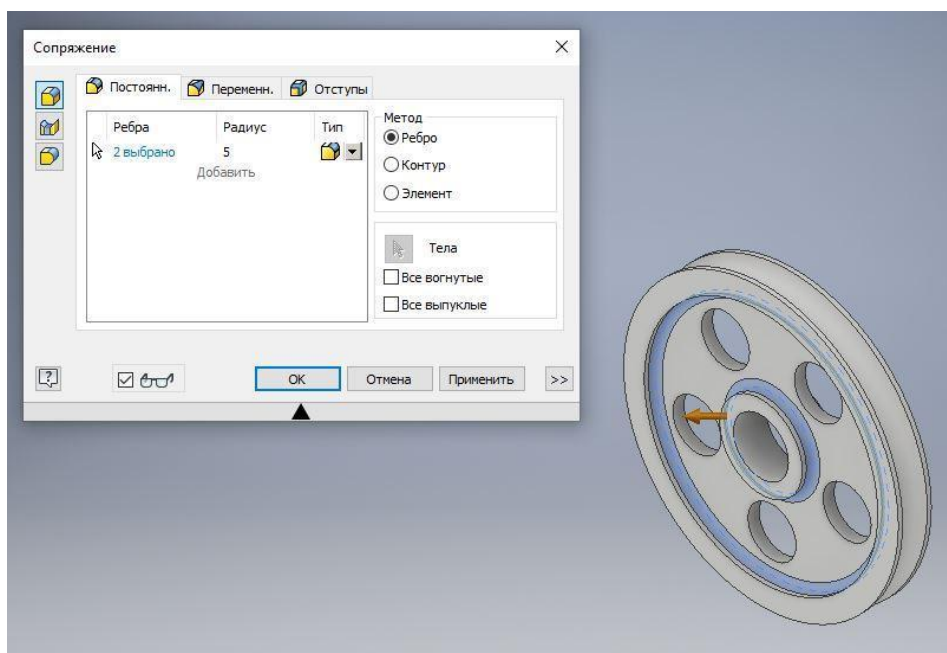


Рис. 8. Создание скруглений

Лабораторная работа №10

Проект «Блок». Сборка изделия

Порядок выполнения работы

Сборка изделия «Блок»

Создадим файл сборки. Добавим на рабочее пространство деталь «Кронштейн» из папки проекта при помощи команды «Вставить». Выбираем файл в проводнике и нажимаем «Открыть». В момент размещения детали нажимаем ПКМ и, в контекстном меню, выбираем команду «Разместить нулевой в начале координат» для того, чтобы зафиксировать деталь в начале системы координат рабочего пространства.

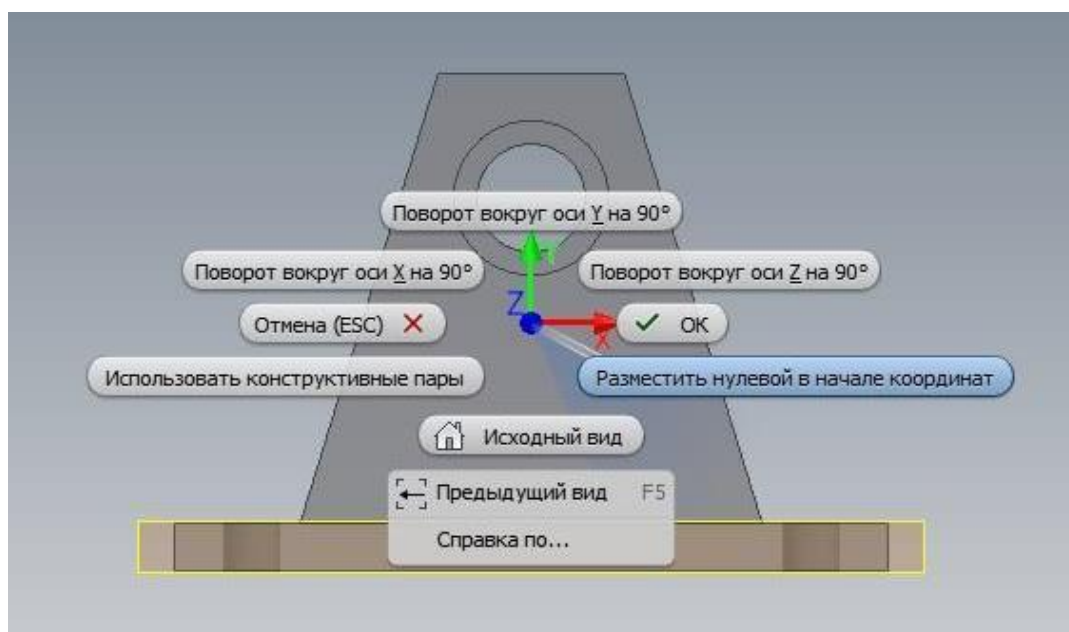


Рис. 1. Размещение базовой детали в начале координат

Далее стараемся добавляем детали так, как бы они добавлялись в случае реальной сборки. Вставим в сборку деталь «Втулка». Выберем инструмент «Соединение», затем выберем ЛКМ центральную точку на торце втулки, а потом точку на внутреннем кольцевом выступе кронштейна, с которой должна совпасть выбранная точка. По окончании процесса выбора точек втулка переместится к кронштейну, выбранные точки совпадут. Тип соединения назначим «с поворотом».

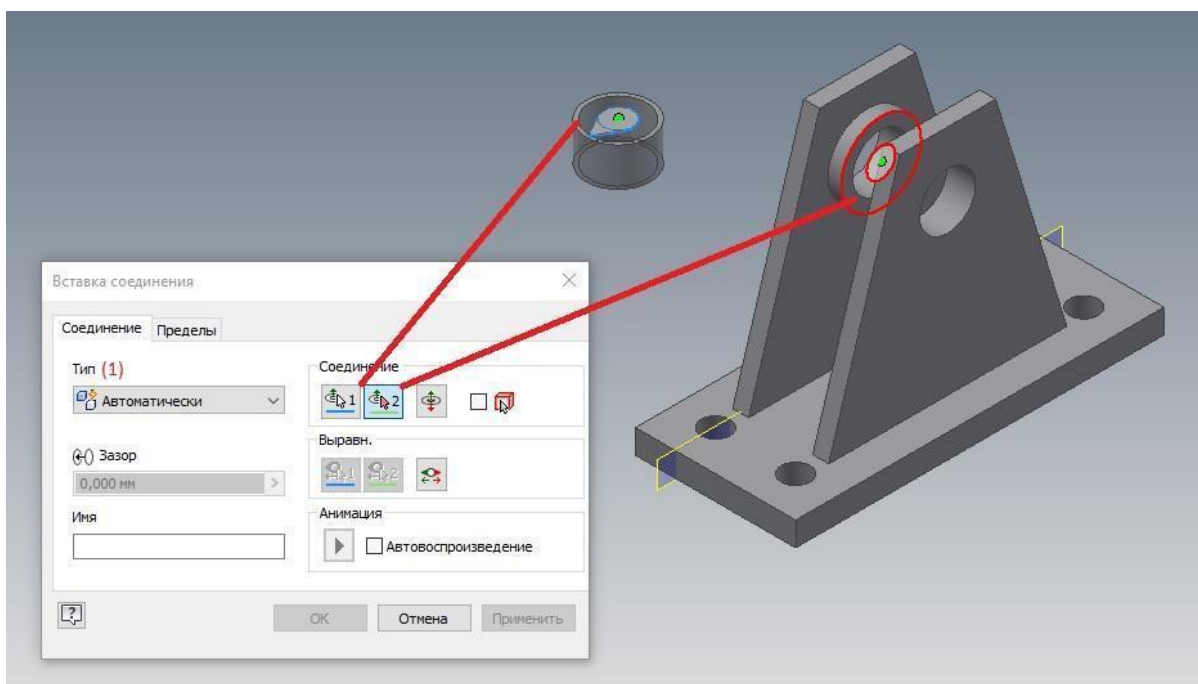


Рис. 2. Соединение втулки с кронштейном

Добавим в сборку деталь «Шкив» аналогичным образом. Здесь можно выбрать центральную точку внутренней цилиндрической поверхности шкива и центральную точку наружной цилиндрической поверхности втулки.

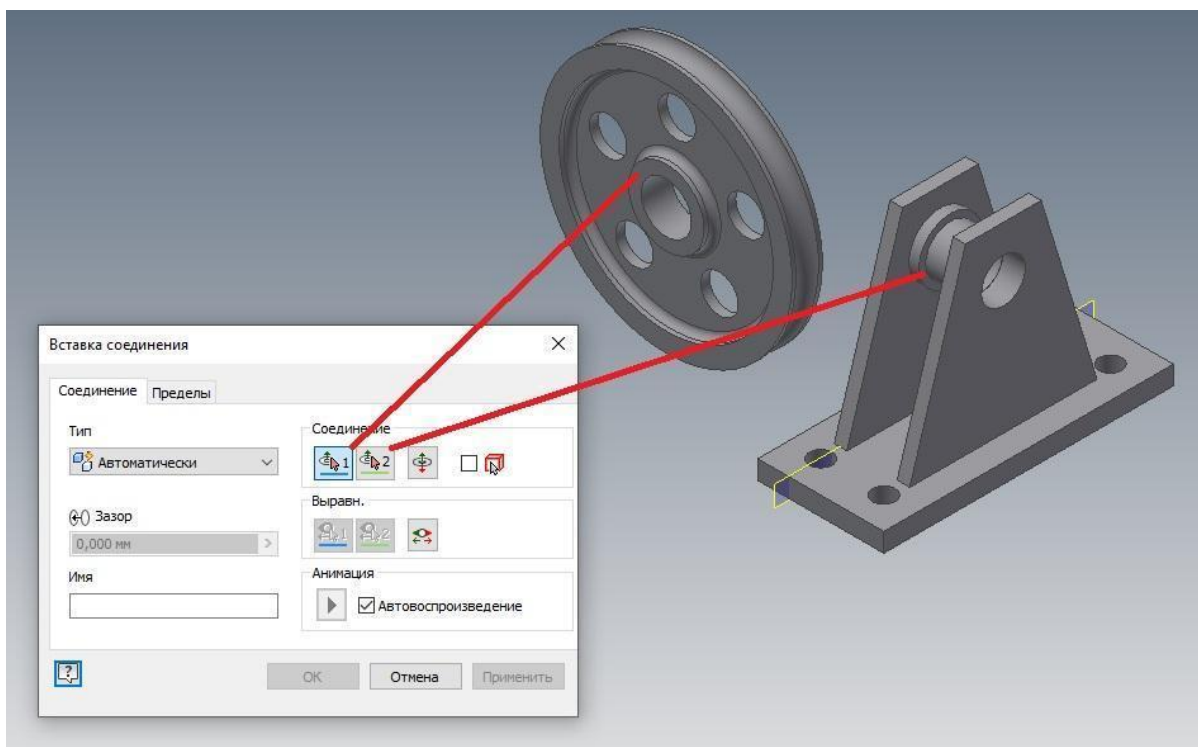


Рис. 3. Соединение шкива со втулкой

Добавим в сборку деталь «Ось». В сборке она должна быть до упора вставлена в отверстие стоек кронштейна, поэтому выбираем центральную точку на границе цилиндра оси со «шляпкой» и точку на внешней поверхности стойки кронштейна, где отверстие.

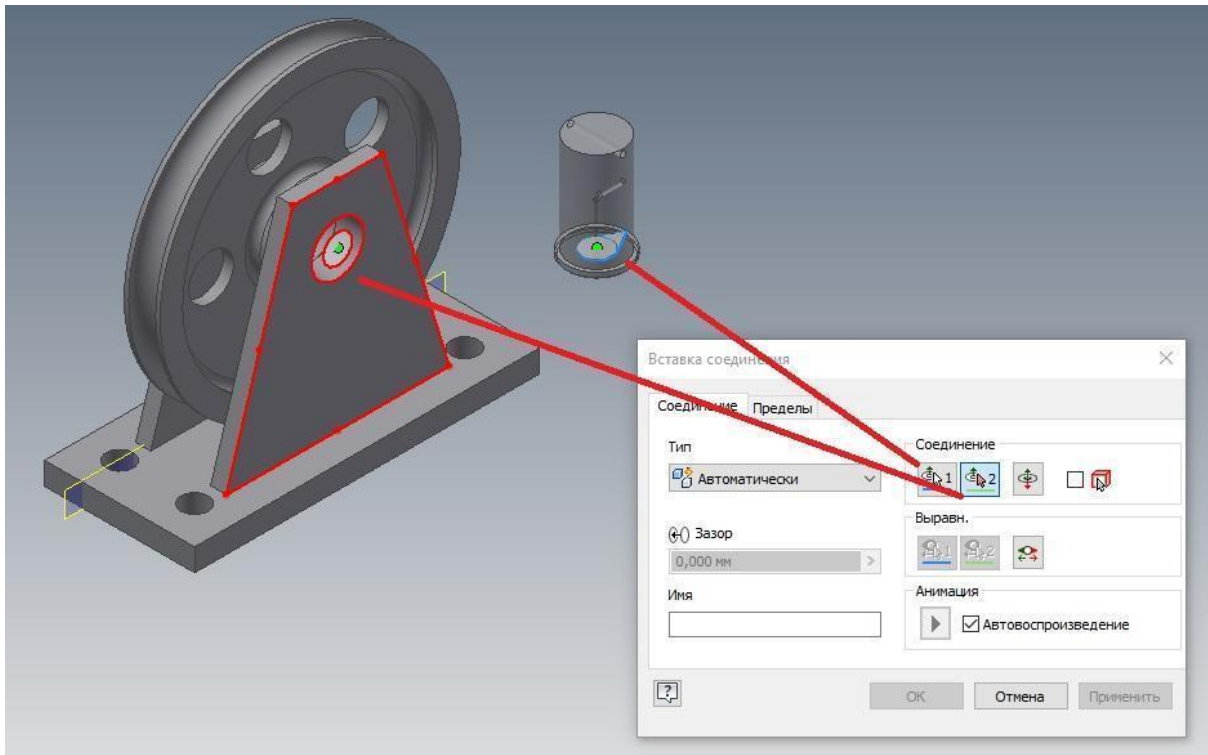


Рис. 4. Соединение оси с кронштейном

Добавим в сборку деталь «Палец». Деталь размещается в сквозном отверстии на конце оси. Если соединяемые элементы указаны верно, но деталь не размещается должным образом, нажимаем на кнопку «сменить направление».

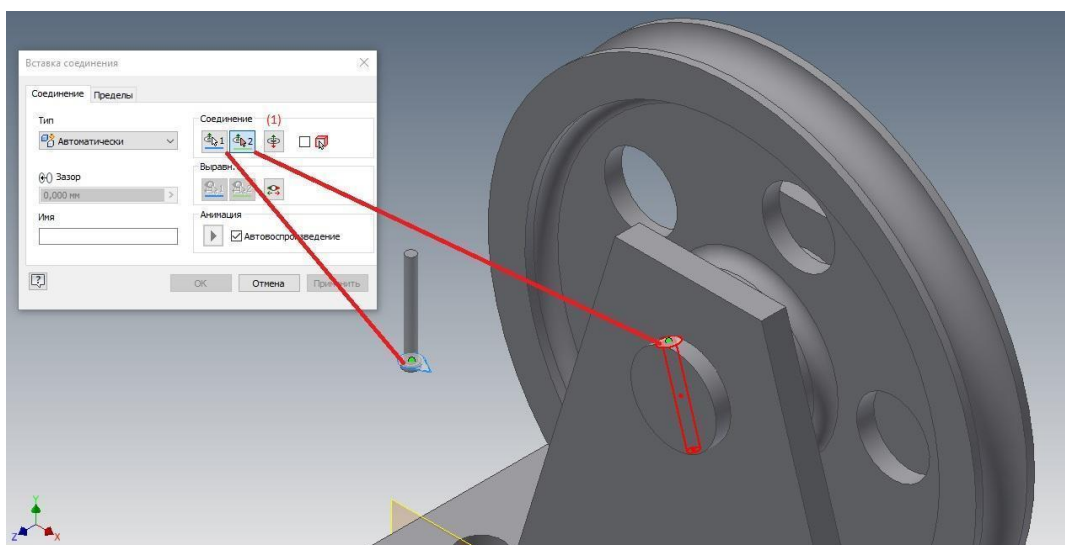


Рис. 5. Соединение пальца с осью

Сборка готова, сохраним файл.

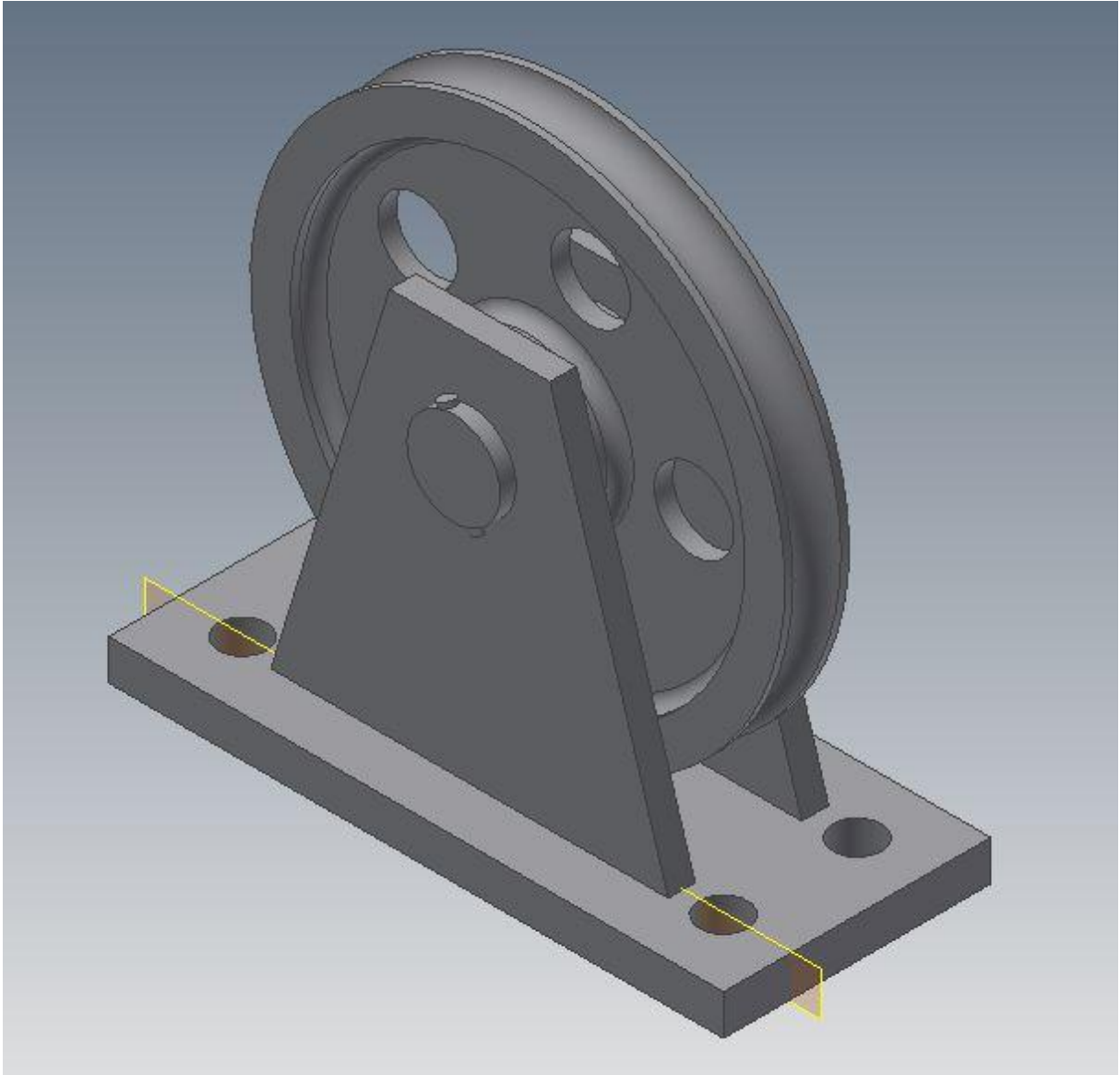


Рис. 6. Финальная сборка

Лабораторная работа №11

Проект «Блок». Создание чертежа

Порядок выполнения работы

Создание чертежа

Чертёж — это графический конструкторский документ, содержащий изображение инженерного объекта (например: детали, сборочной единицы, изделия, здания, сооружения и т. п.), а также данные, необходимые для его изготовления, сборки, монтажа, упаковывания, строительства, контроля и др.

Чертежи выполняются по правилам, определяемым комплексом государственных стандартов (ГОСТ), например, в России – по «Единой системе конструкторской документации» (ЕСКД), составленной по нормам международных стандартов. Обычно чертеж содержит двухмерные изображения, размеры, текстовые надписи и таблицы.

Крайне важно объяснить учащимся, что чертеж является не только необходимым сопутствующим документом результата моделирования, но и способом взаимодействия между разработчиками изделий (например, инженер создает свой собственный проект, а другие инженеры, по чертежам, может самостоятельно воссоздать результат его работы). Потому правильно оформлять чертежи и уметь читать чертежи, оформленные другими, крайне важный навык, это способ коммуникации между участниками производственного процесса в инженерной сфере.

Создадим новый файл чертежа (Файл - Создать - Чертеж).

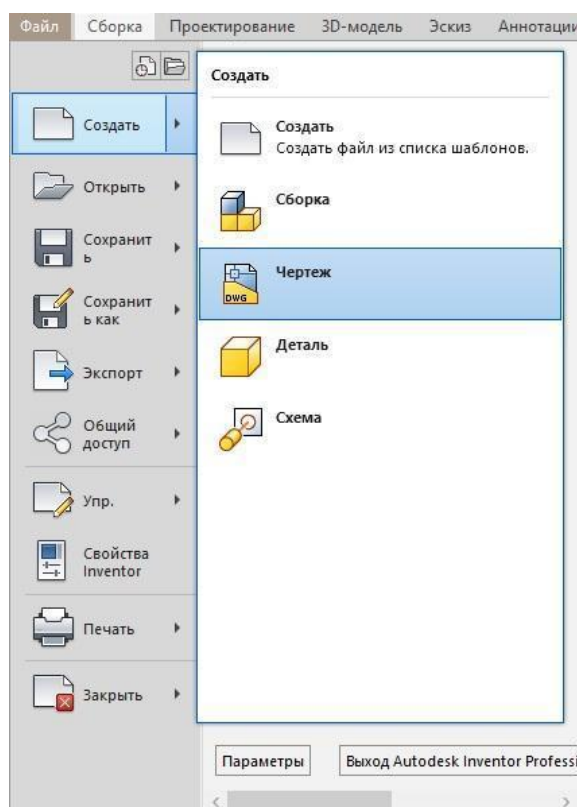


Рис. 1. Создание файла с чертежом

Выберем в правом верхнем углу окна программы команду «Базовый» для размещения базового вида на листе чертежа.

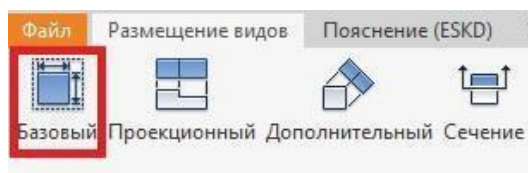


Рис. 2. Блок команд для получения плоских изображений

Программа автоматически предлагает создать чертеж для последней модели, открытой в Inventor (в нашем случае это модель сборки блока). Для того, чтобы создать чертеж для отдельной детали в браузере (1) выберем путь к файлу с моделью детали «Кронштейн». На листе чертежа появится изображение кронштейна в одном из базовых ракурсов (это изображение будет главным видом). Для изменения ракурса главного вида пользуемся видовым кубом. Для изменения стиля отображения вида используем набор функций (2), где, слева направо, выбирается представление вида с отображением скрытой геометрии (например, полостей в твердом теле), без скрытой геометрии (внешний вид детали) и с включенным/выключенным тонированием (цветом) детали. В выпадающем списке (3) выбираем масштаб вида (отношение размеров изображения детали к реальным размерам детали (где 1:N - масштабы уменьшения, N:1 - масштабы увеличения). Важно понимать, что масштаб затрагивает только величину изображения детали на чертеже, не влияя на ее реальные (заданные при моделировании) размеры.

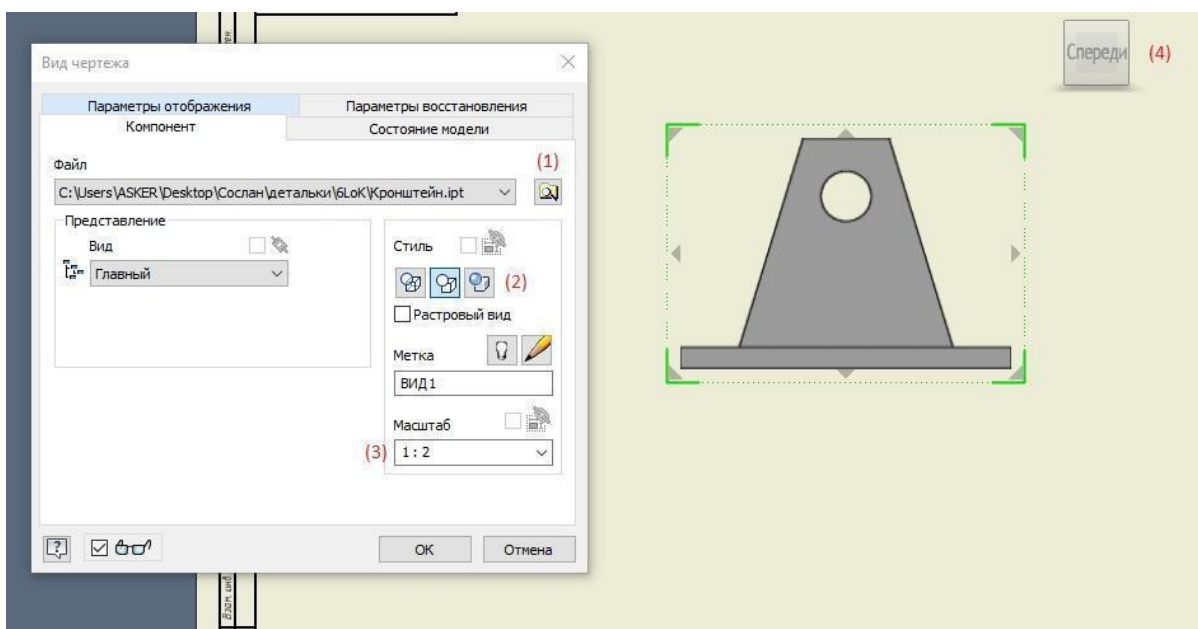


Рис. 3. Окно настроек базового вида

Далее последовательно нажмем ЛКМ ниже главного вида и еще справа от него для получения проекционных видов детали на чертеже (вида сверху и слева соответственно). Примем операцию. Зажав ЛКМ на рамку вокруг изображения вида и двигая указатель мыши в стороны, положения видов можно менять, сохраняя проекционную связь. Расположим виды равномерно по площади листа.

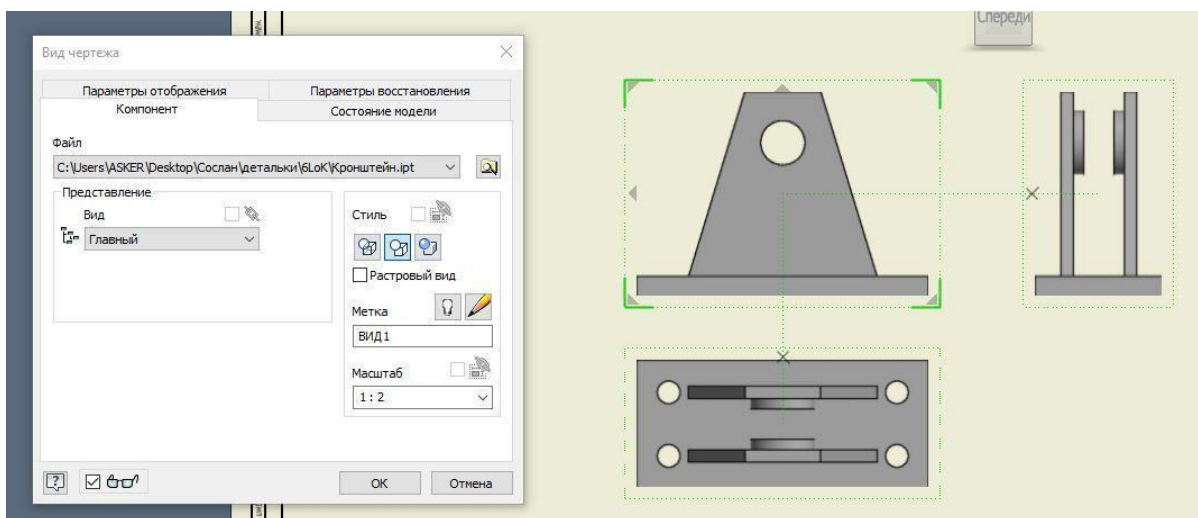


Рис. 4. Получение проекционных видов

При помощи инструмента «Размеры» (вкладка «Пояснение») установим линейные и угловые размеры, как показано на рис. 5. Важно, что на чертеже мы отмечаем такое количество размеров, которое необходимо и достаточно для самостоятельного моделирования/изготовления/контроля изображаемой детали без какой-либо дополнительной информации, кроме имеющейся на чертеже.

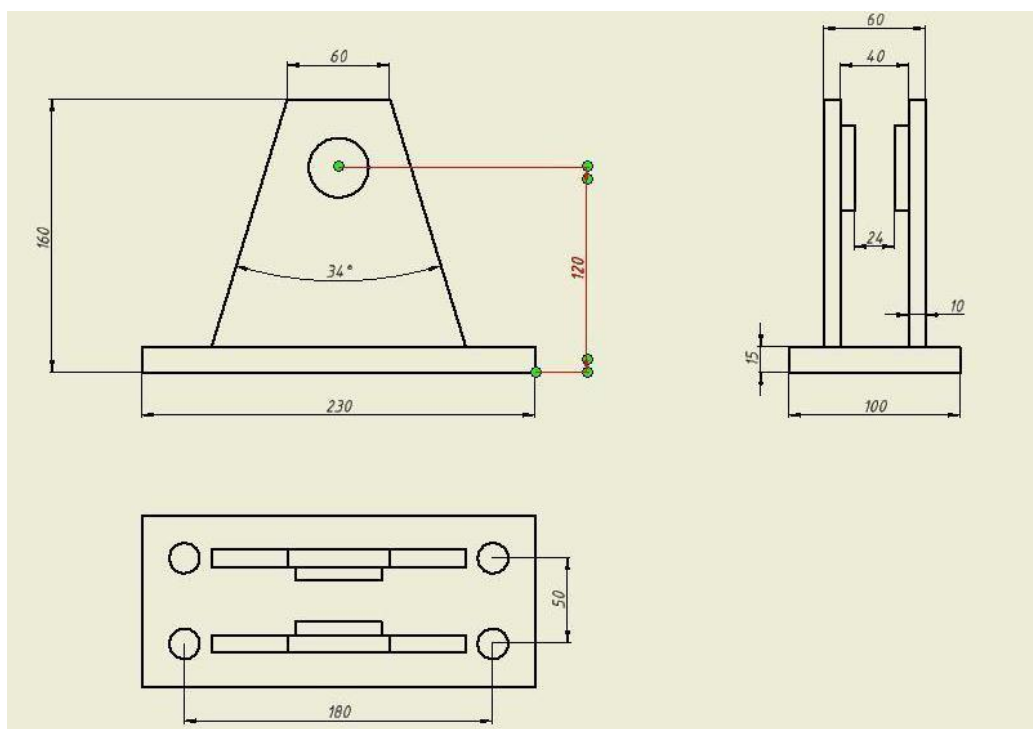


Рис. 5. Пример простановки размеров

Отредактируем диаметральные размеры. Для добавления обозначения диаметра дважды нажмем ЛКМ по размерному числу для его редактирования. То же самое сделаем для добавления обозначения количества отверстий.

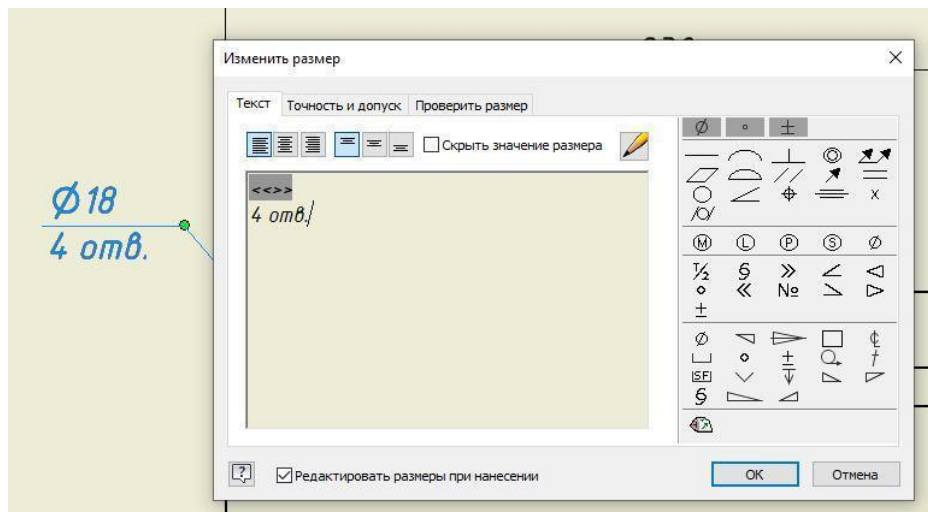


Рис. 6. Окно редактирования размерных чисел

Применим инструмент «Маркер центра» на окружности чертежа. Разместим осевые линии для цилиндрических объектов инструментом «Линия - биссектриса» или «Осевая линия».

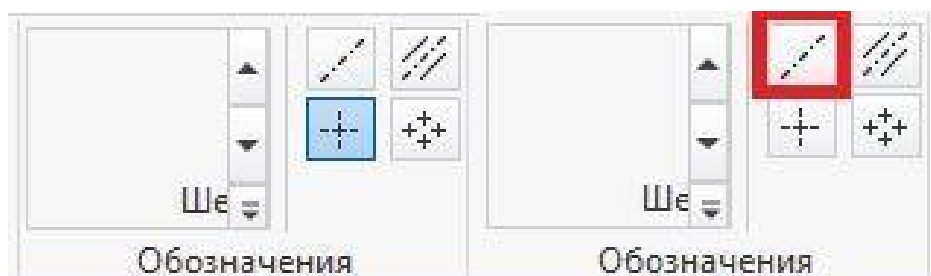


Рис. 7. Инструменты выполнения штрихпунктирных линий

Для редактирования основной надписи чертежа (таблицы в правом нижнем углу листа) используем инструмент «Основная надпись». Заполним ее, как показано на рис.8. Сохраним файл.

Осн.надп.					Кронштейн (название детали)		
Изм.	Лист	№ докум.	Под...	Дата	Блок (название проекта)		
Разраб.	ФИО		12.06...				
Пров.							
Т. контр.							
Нач.отв.					Лит.	Масса	Масштаб
Т. контр.						0,6	1:2
Утв.					Лист	Листы	1
Материал							

Рис. 8. Образец заполнения основной надписи

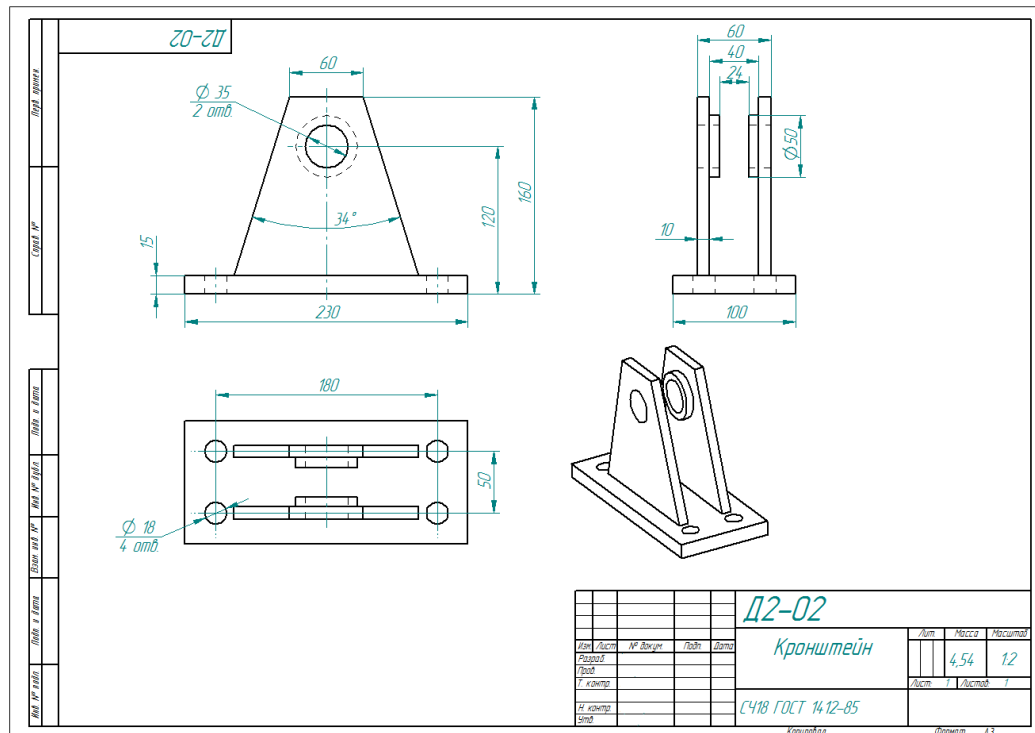


Рис. 9. Пример готового чертежа

Лабораторная работа №12

Аддитивные технологии

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Лабораторная работа №13

FDM-печать

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Лабораторная работа №14

Устройство 3D-принтера

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Лабораторная работа №15

Виды пластиков для 3D-печати

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Практическая работа №16

Проект «Мельница». Моделирование деталей из листового металла.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Втулка»

Создадим эскиз, как показано на рис. 1 и выдавим его. Сохраним деталь.

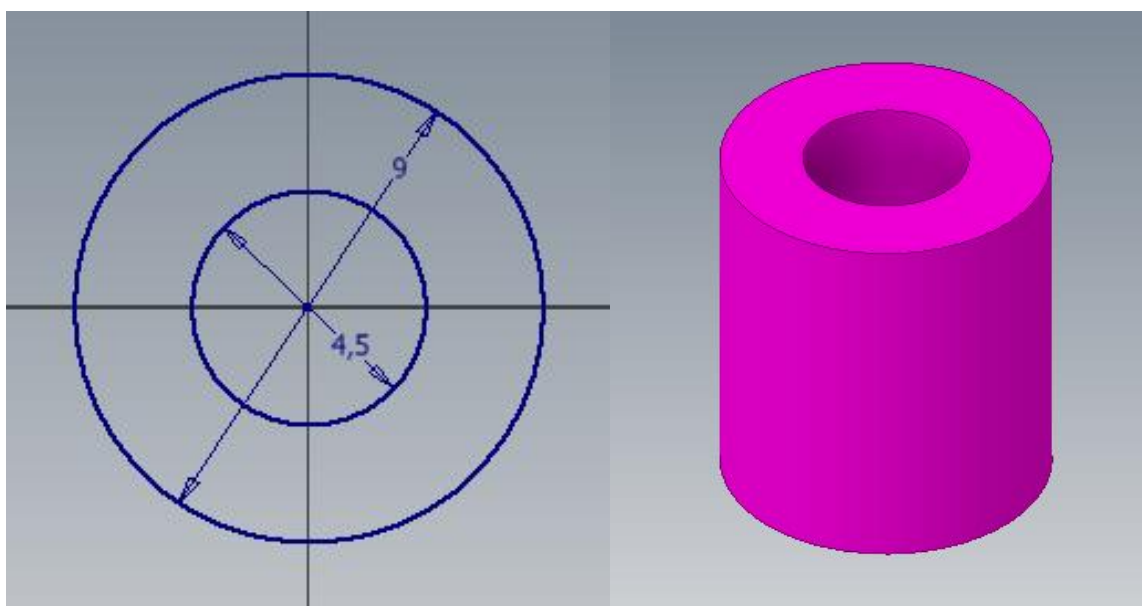


Рис. 1. Моделирование детали «Втулка»

Моделирование детали «Колпак»

Создадим эскиз, как показано на рис. 2, и придадим эскизу объем при помощи операции «Вращение».

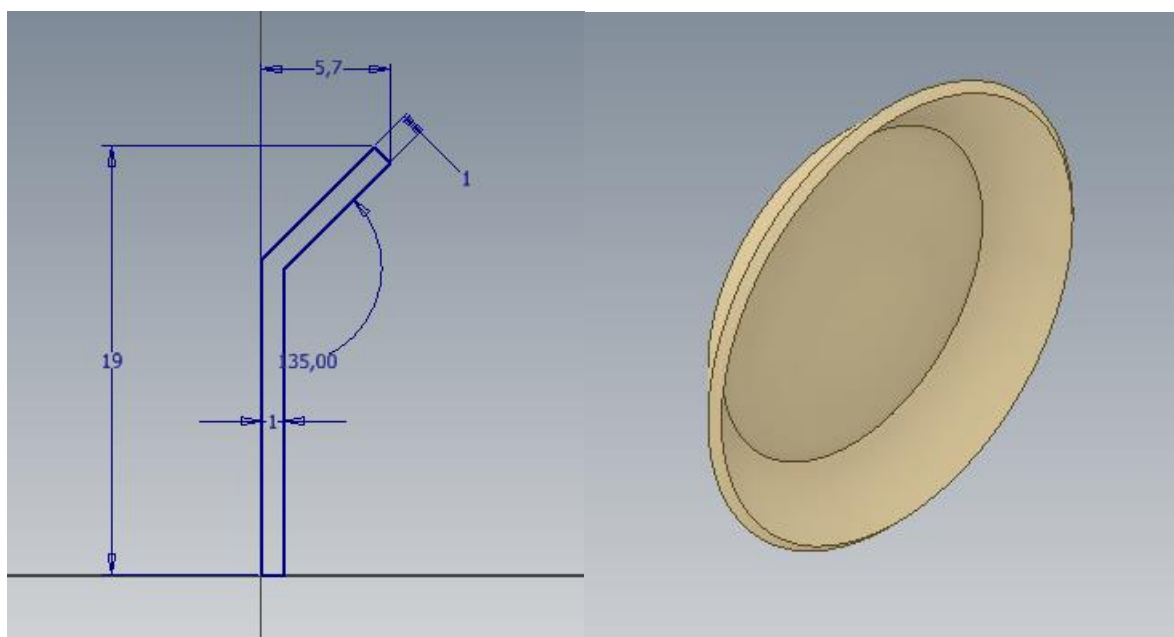


Рис. 2. Вращение эскиза

Добавим сопряжения радиусом 2 мм согласно рис. 3.

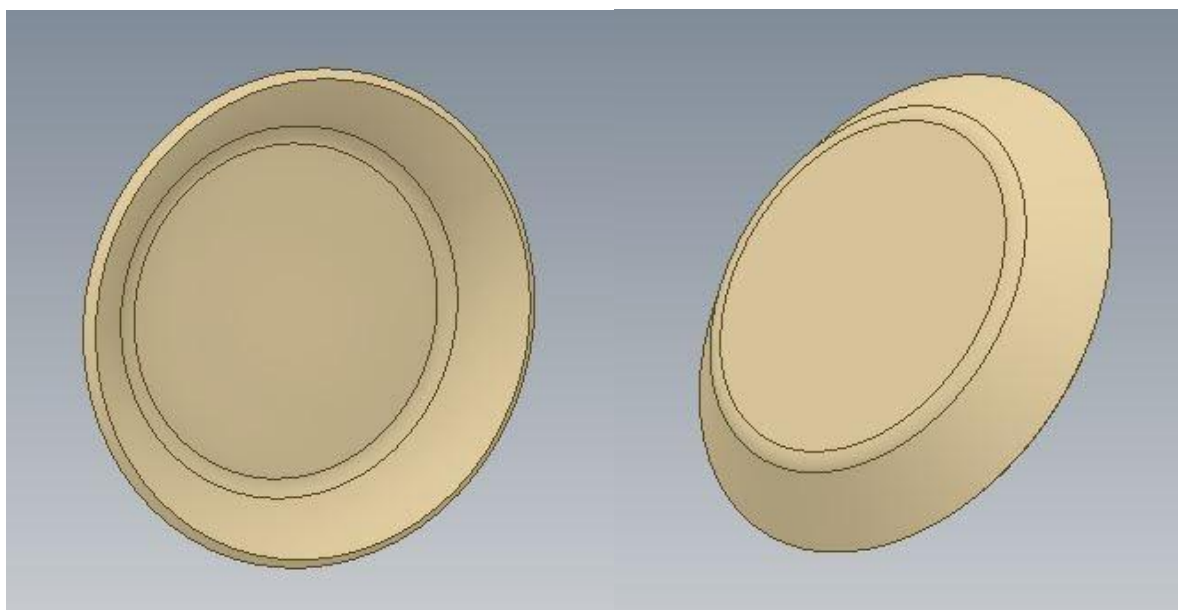


Рис. 3. Добавление скруглений

Изобразим эскиз, как показано на рис. 4, и выдавим его насквозь.

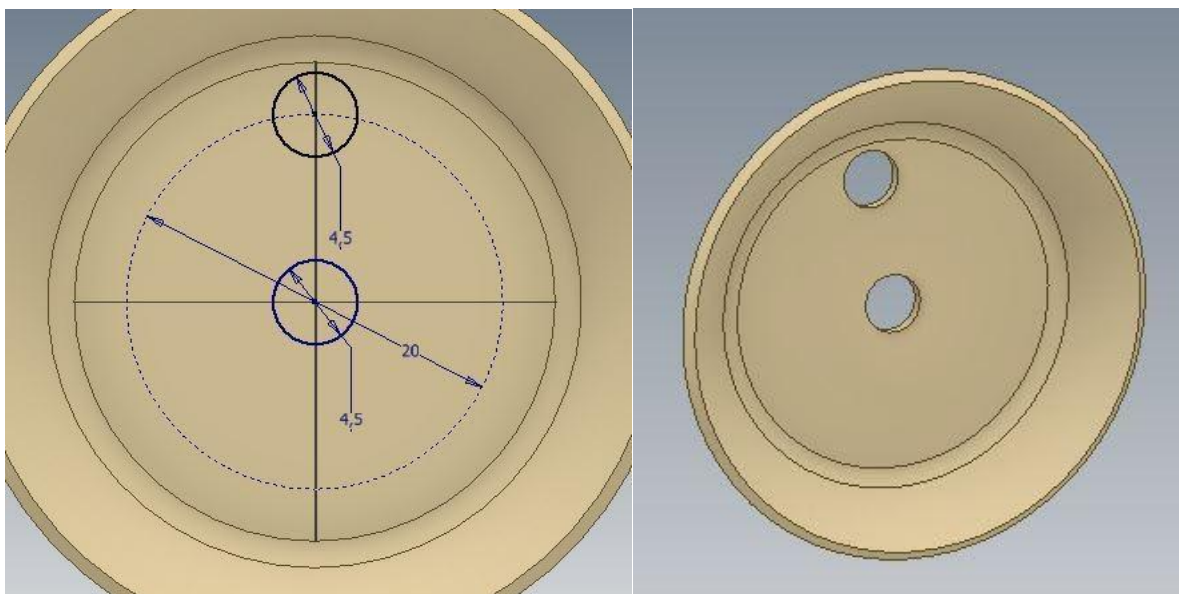


Рис. 4. Получение отверстий

При помощи инструмента «Круговой массив» копируем отверстия и сохраним деталь.



Рис. 5. Круговой массив из отверстий

Моделирование деталей «Планка»

Данные детали выполняются в модуле «Листовой металл». Создадим файл детали, затем, в правом верхнем углу нажимаем на инструмент «Преобразовать в листовой металл».

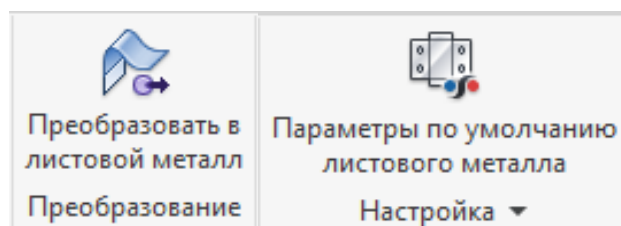


Рис. 6. Кнопки создания детали из листового металла

Перейдем к настройке листового металла. Установим параметры листа согласно рис. 7.

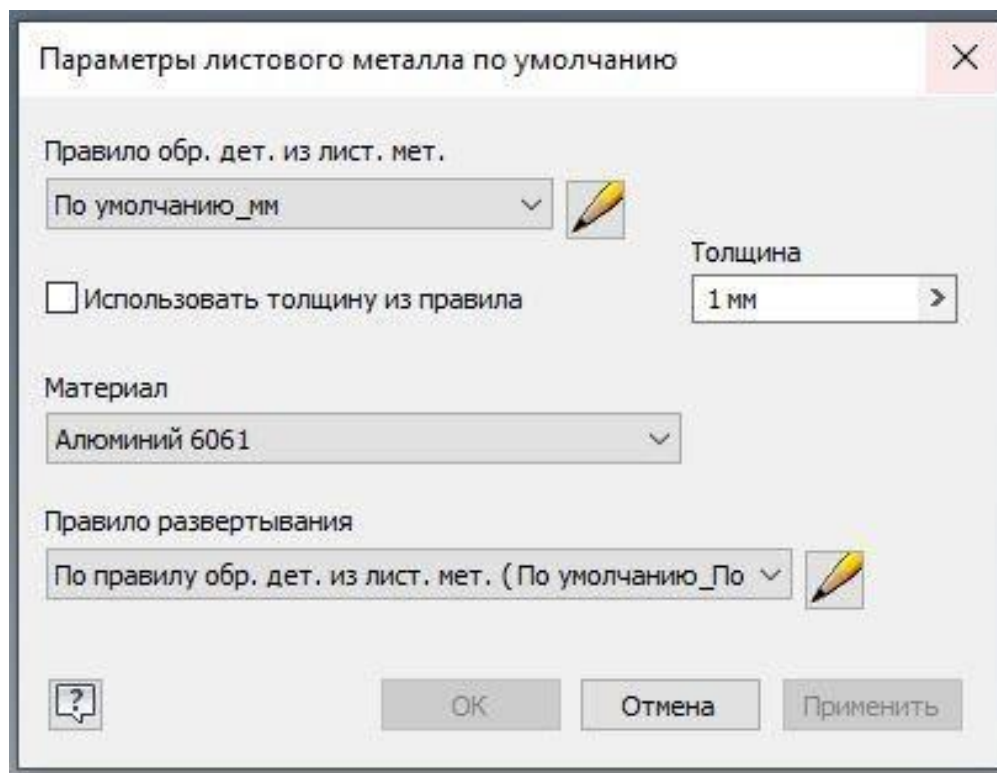


Рис. 7. Окно настроек параметров листового металла

Создадим эскиз, как показано на рис. 8, примем его, и применим к нему инструмент «Грань».

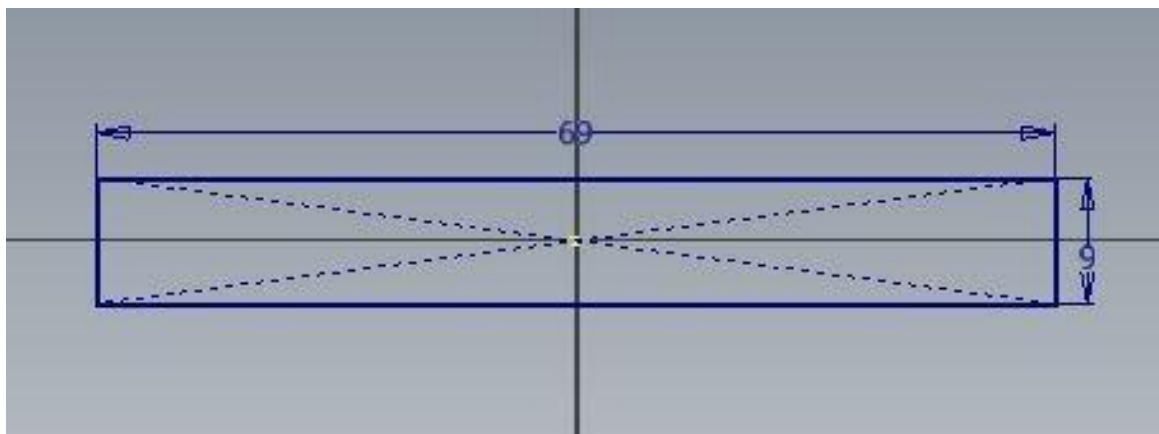


Рис. 8. Эскиз для планки

Создадим сопряжения радиусом 4,5 мм на краях фигуры.

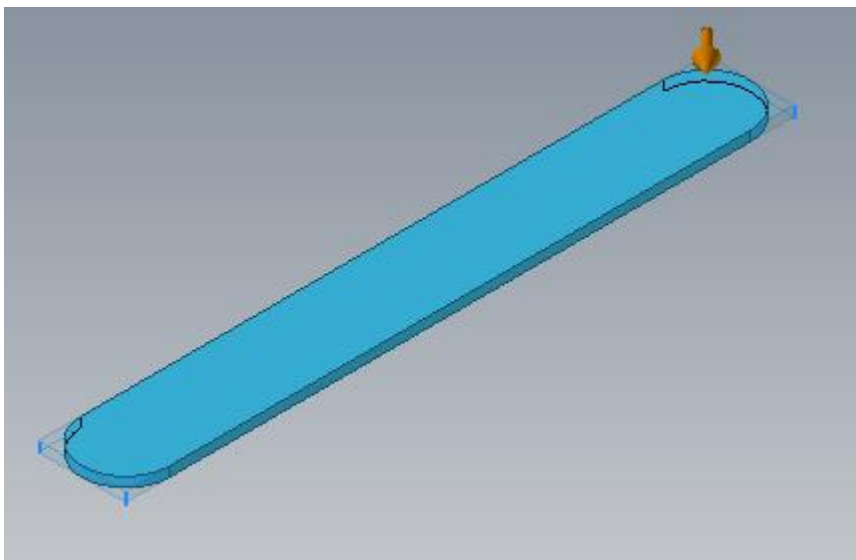


Рис. 9. Создание скруглений

Создадим отверстие диаметром 4,5 мм концентрично скруглениям детали, как показано на рис. 10.

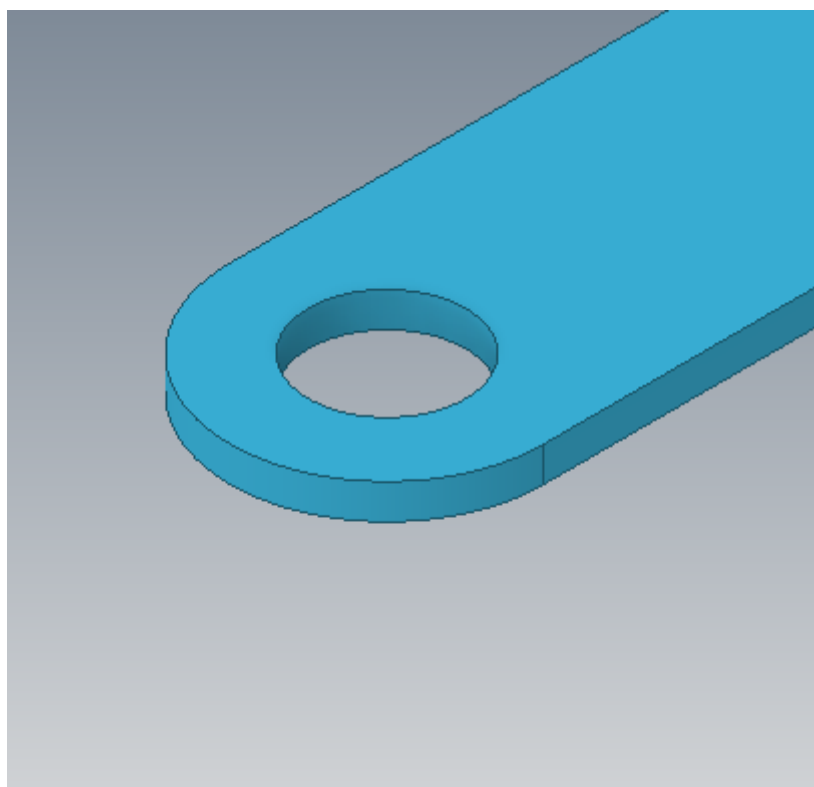


Рис. 10. Получение отверстия

При помощи инструмента «Прямоугольный массив» создадим копии отверстия по всей длине детали и сохраним модель.

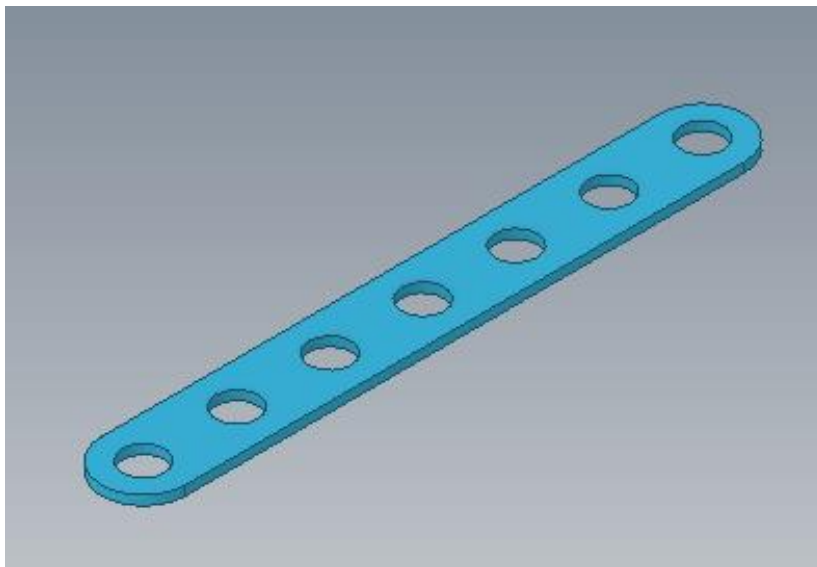


Рис. 11. Модель детали «Планка» с 7 отверстиями

Аналогичным образом, согласно приложенным чертежам, создаем планки с 3, 5 и 10 отверстиями.

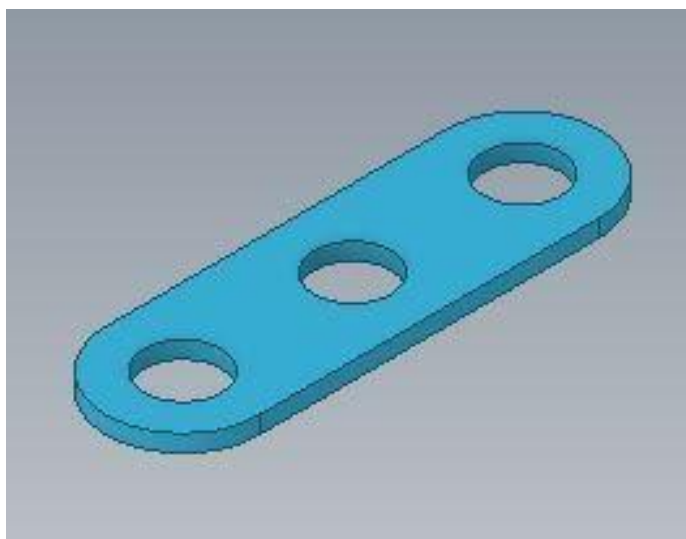


Рис. 12. Модель детали «Планка» с 3 отверстиями

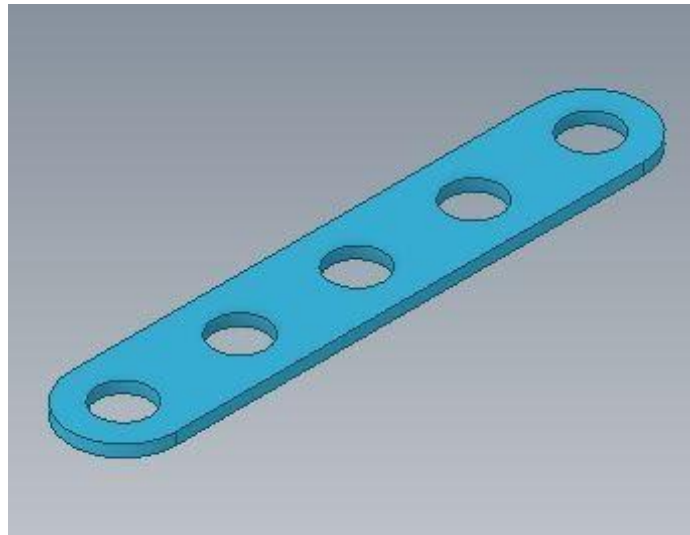


Рис. 13. Модель детали «Планка» с 5 отверстиями

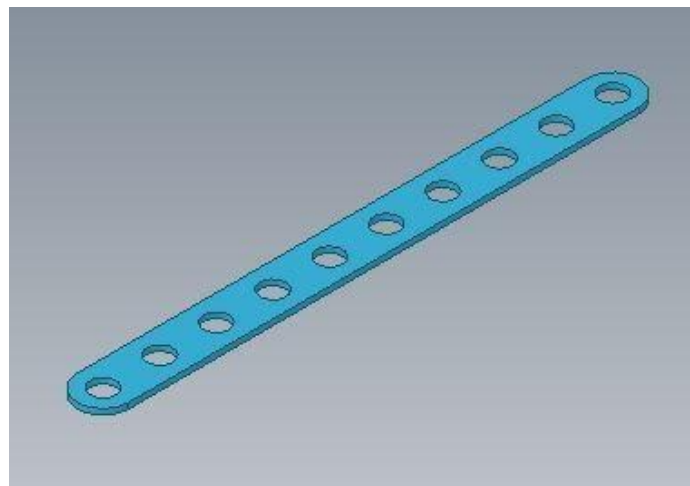


Рис. 14. Модель детали «Планка» с 10 отверстиями

Практическая работа №17

Проект «Мельница». Моделирование деталей из листового металла.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Панель»

Создадим файл листовой детали, применим настройки листового металла, как для предыдущих деталей, создадим эскиз, как показано на рис. 1 и применим к нему инструмент «Фланец с отгибом».

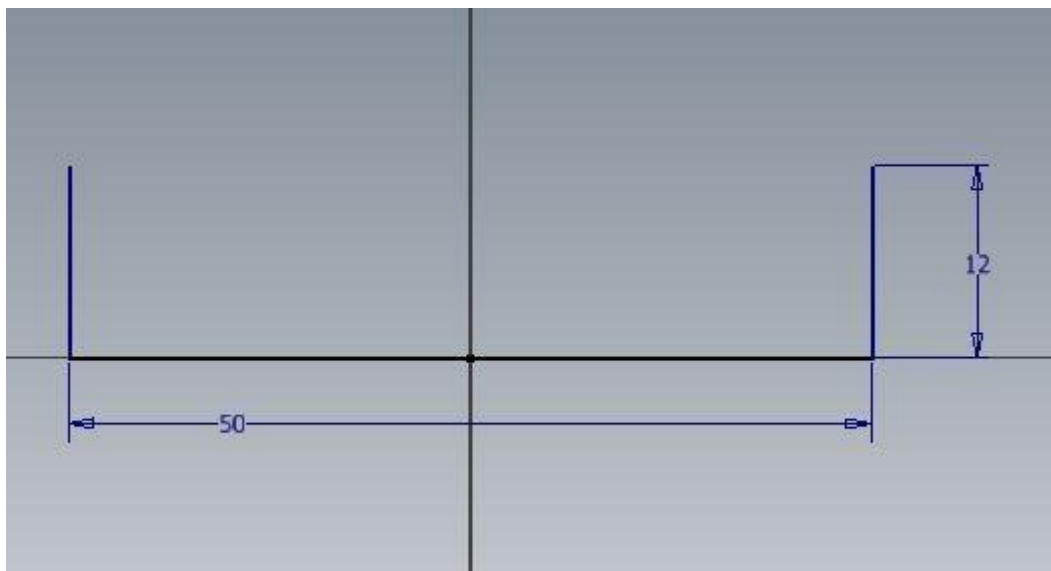


Рис. 1. Эскиз детали

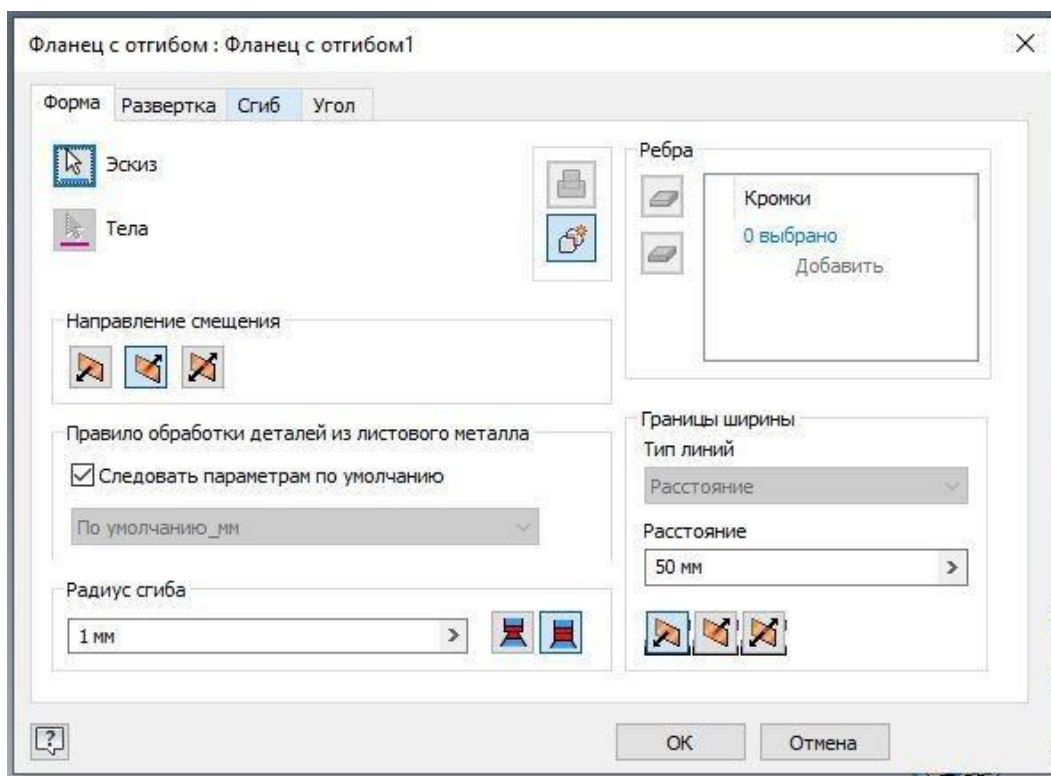


Рис. 2. Настройка фланца с отгибом

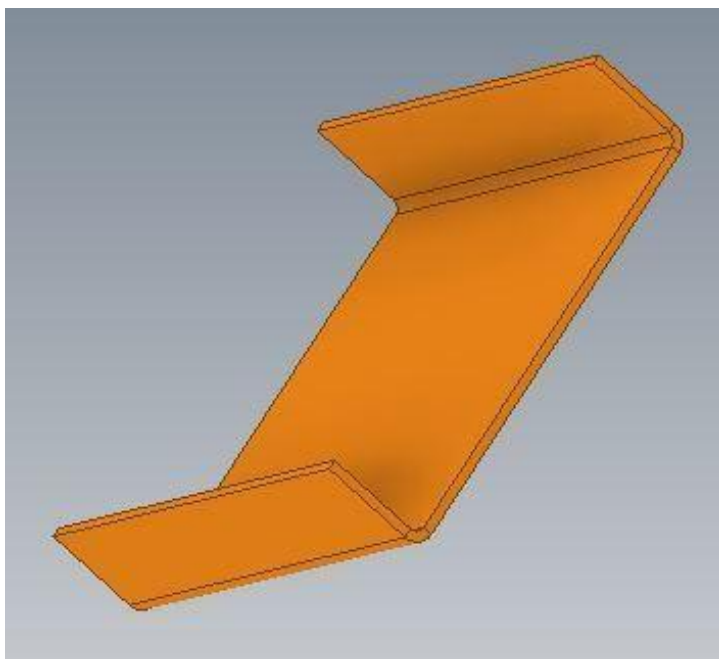


Рис. 3. Результат операции

Создадим эскиз, как показано на рис. 4, выдавим его, а затем, при помощи инструмента «Прямоугольный массив», скопируем отверстие, как показано на рис. 5.

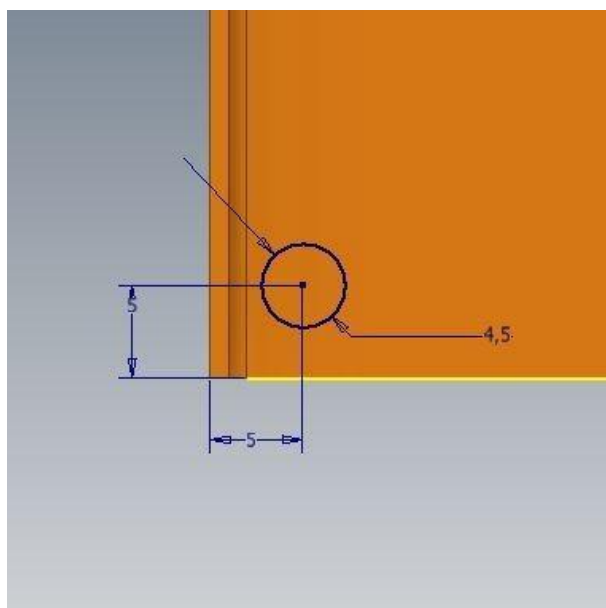


Рис. 4. Эскиз для отверстия

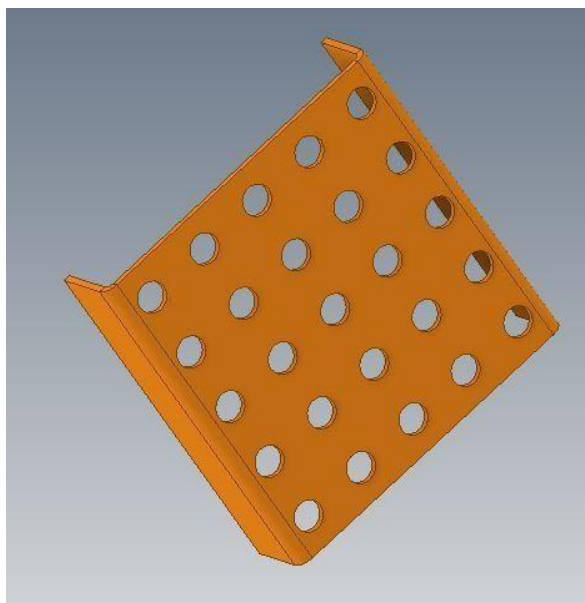


Рис. 5. Копирование отверстий

Создадим эскиз, как показано на рис. 6, выдавим его насквозь, копируем вырез при помощи инструмента «Прямоугольный массив».

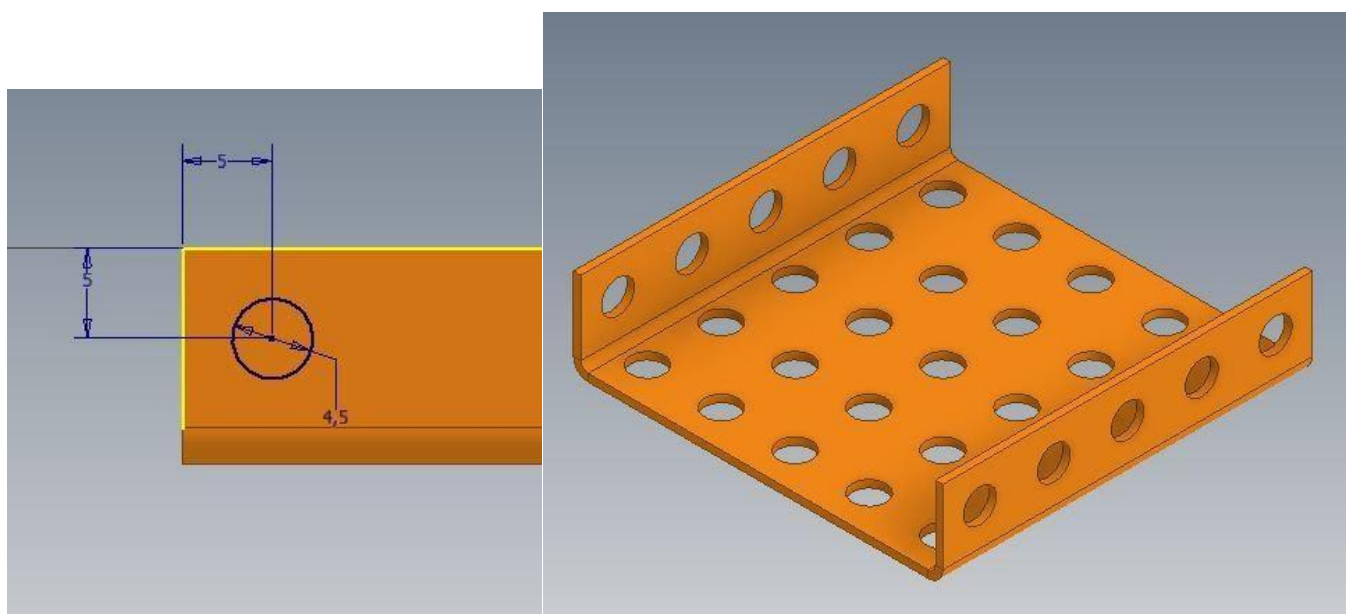


Рис. 6. Получение отверстий на отгибах

Выполним сопряжения радиусом 2 мм на углах детали и сохраним файл.

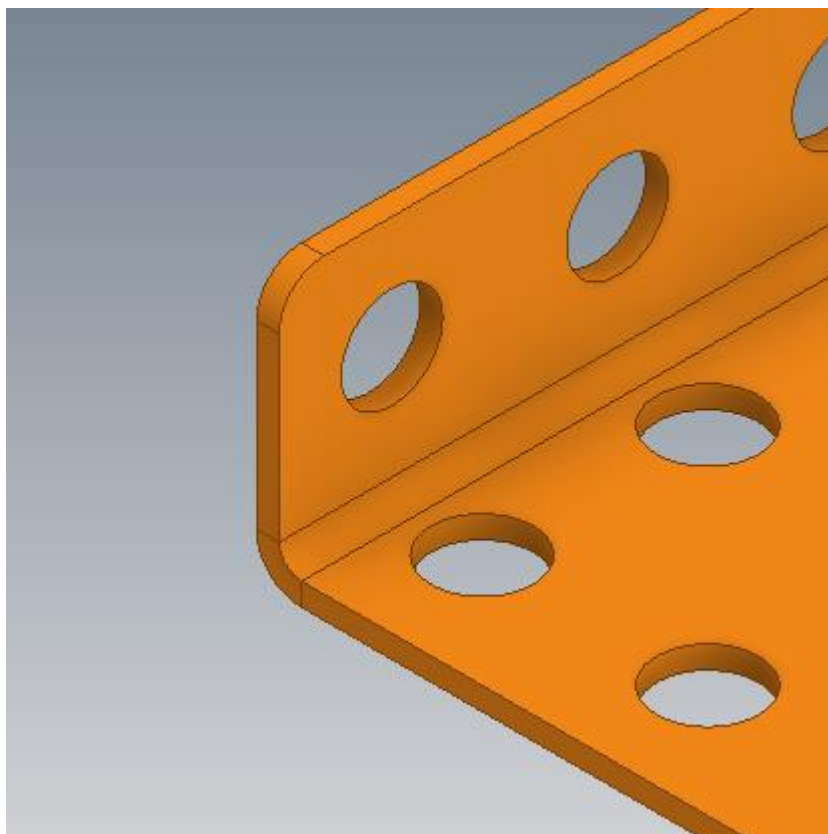


Рис. 7. Выполнение скруглений

Моделирование детали «Скоба»

Создадим файл листовой детали, применим настройки листового металла, как для прошлых деталей, создадим эскиз, как показано на рис. 8 и применим к нему инструмент «Фланец с отгибом».

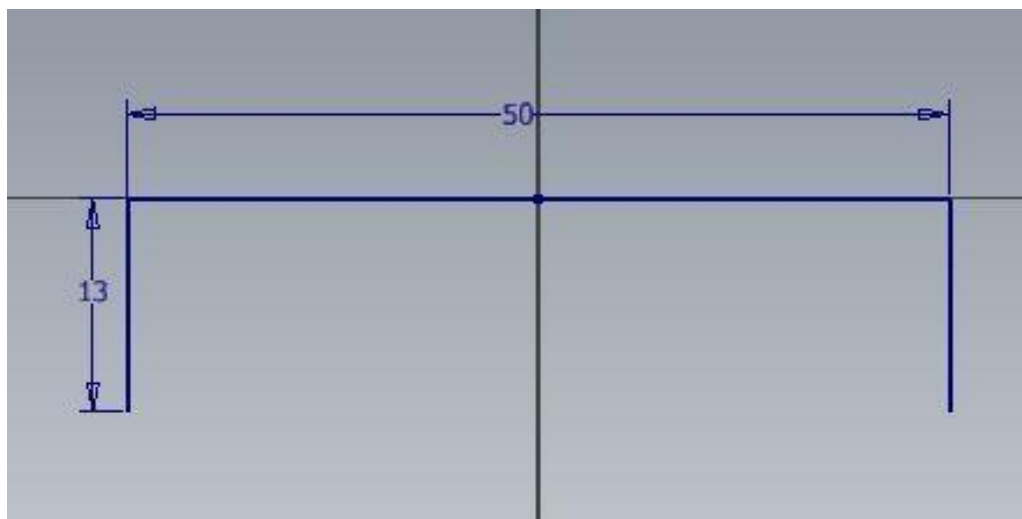


Рис. 8. Эскиз детали

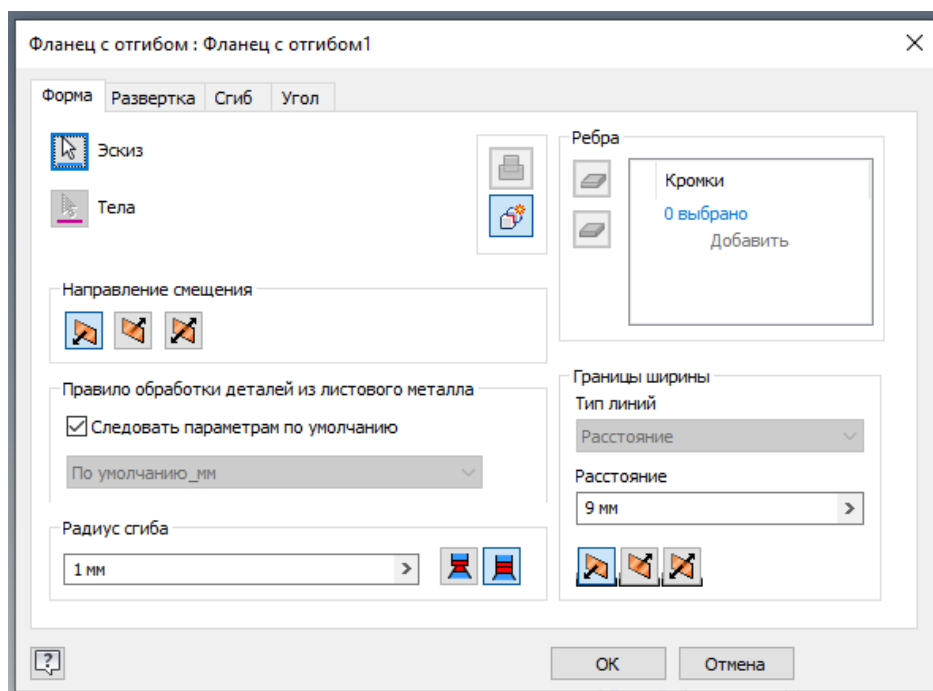


Рис. 9. Настройка фланца с отгибом

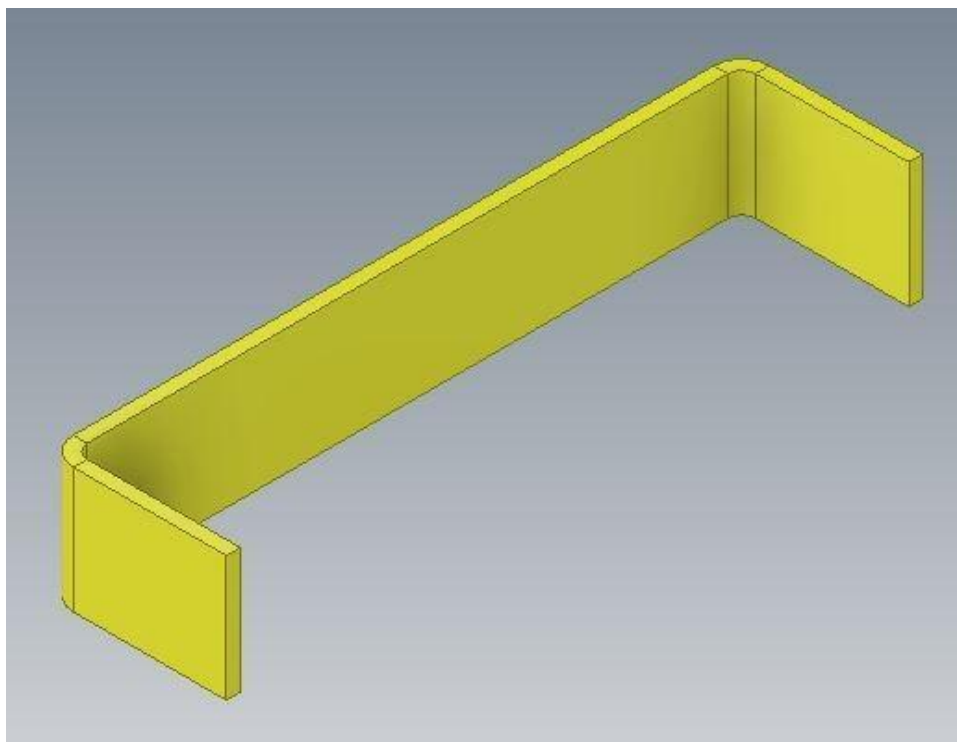


Рис. 10. Результат операции

Создадим сопряжения радиусом 4,5 мм на краях детали.

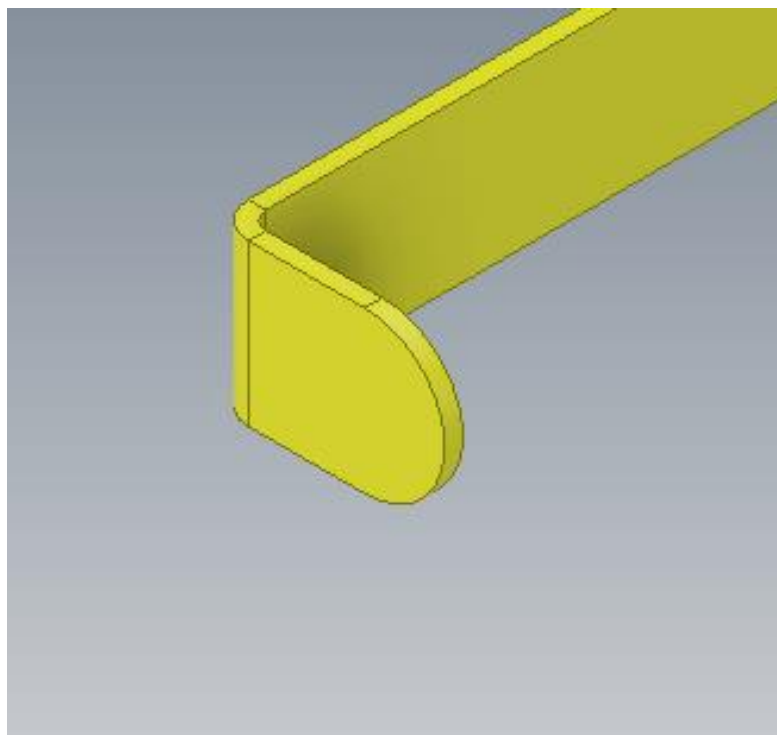


Рис. 11. Выполнение скруглений

Создадим эскиз, как на рис. 12, выдавим его, и копируем отверстие инструментом «Прямоугольный массив».

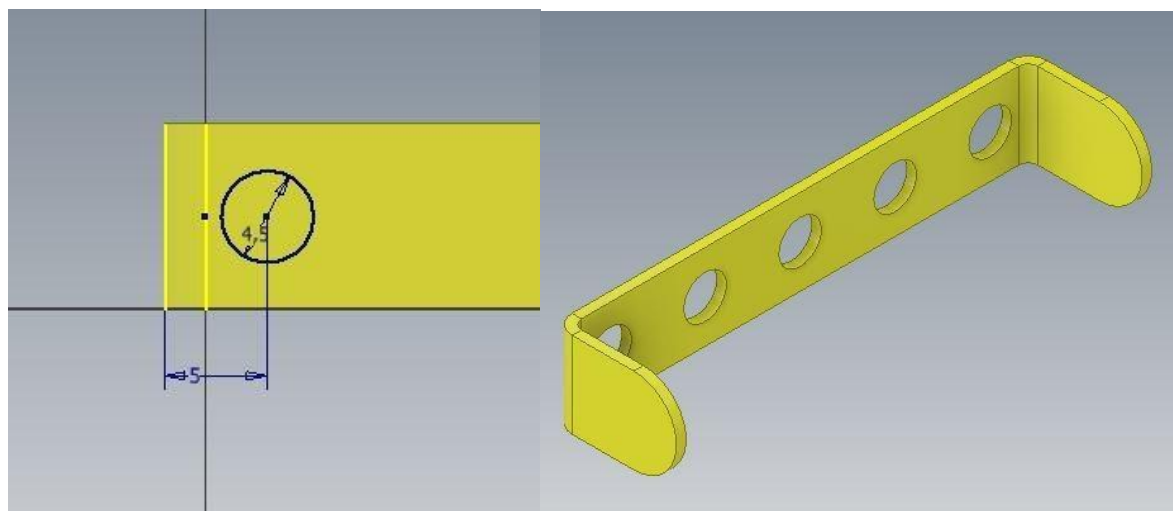


Рис. 12. Получение отверстий

Создадим эскиз, как показано на рис. 13, и выдавим его насквозь. Сохраним деталь.

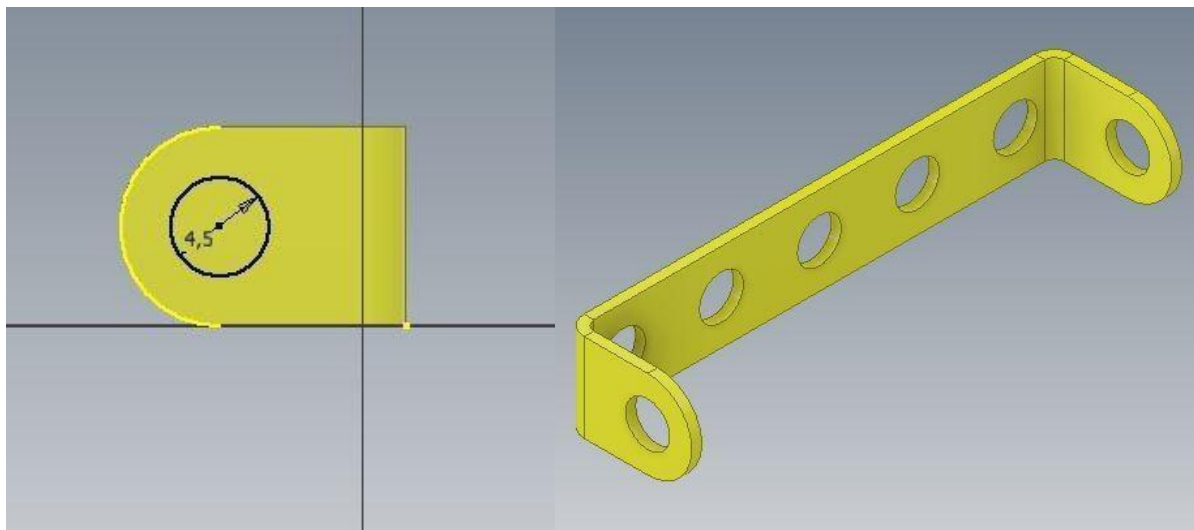


Рис. 13. Готовая деталь

Моделирование детали «Пластина»

Создадим файл листовой детали, применим настройки листового металла, как для прошлых деталей, создадим эскиз, как показано на рис. 14 и применим к нему инструмент «Грань».

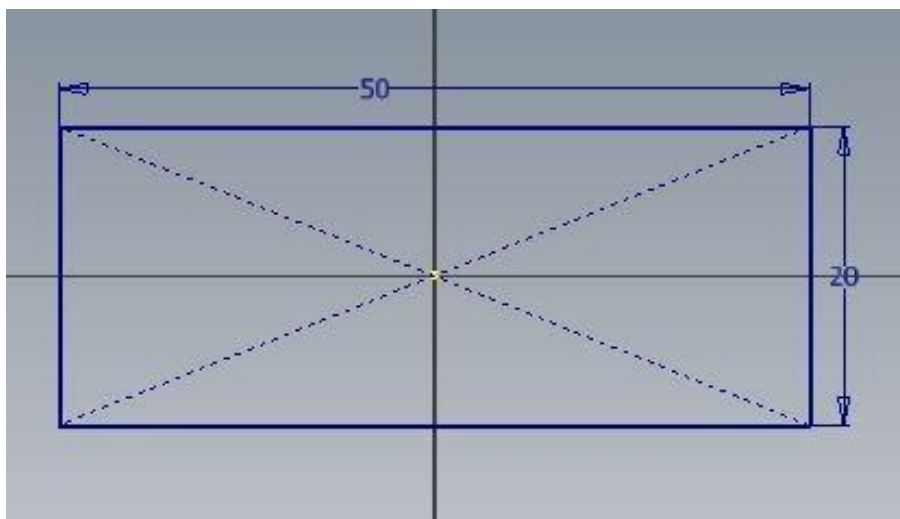


Рис. 14. Эскиз детали

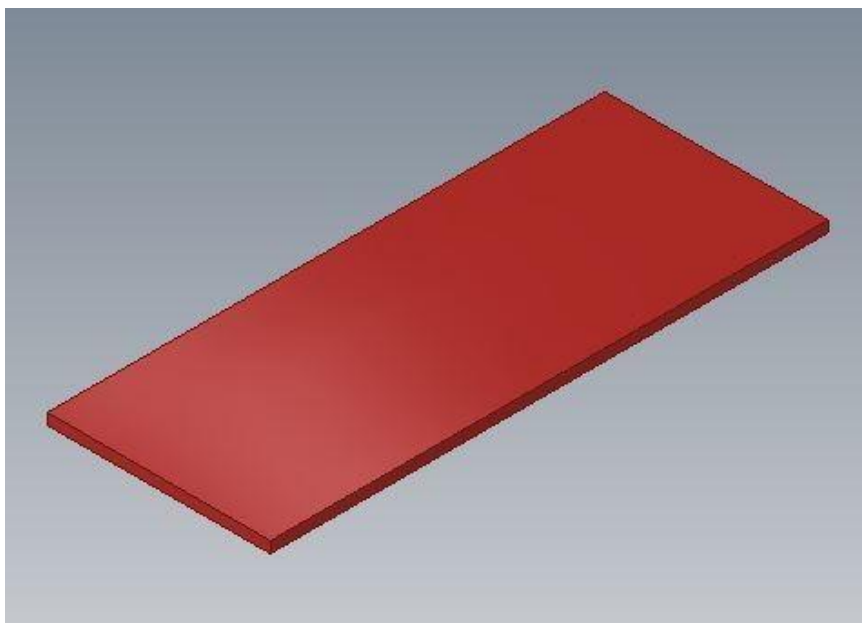


Рис. 15. Результат операции

Создадим сопряжения радиусом 2 мм в углах детали.

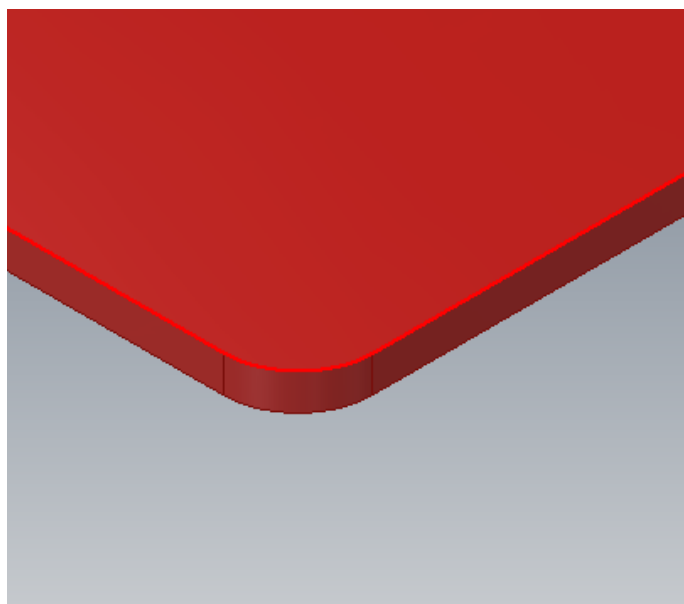


Рис. 16. Создание скруглений

Создадим эскиз, как показано на рис. 17, выдавим его насквозь, и копируем отверстие при помощи инструмента «Прямоугольный массив». Сохраним деталь.

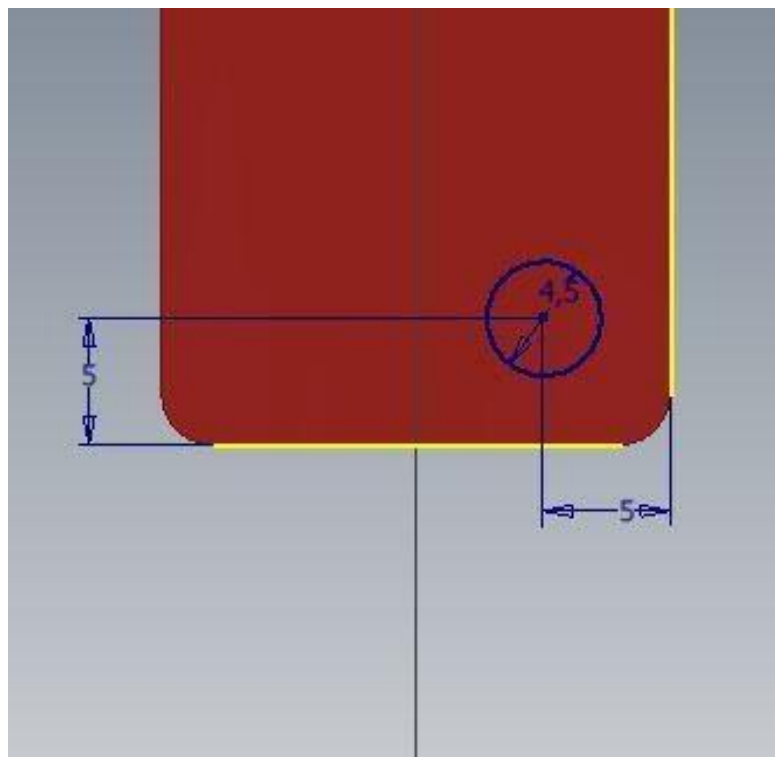


Рис. 17. Эскиз отверстия

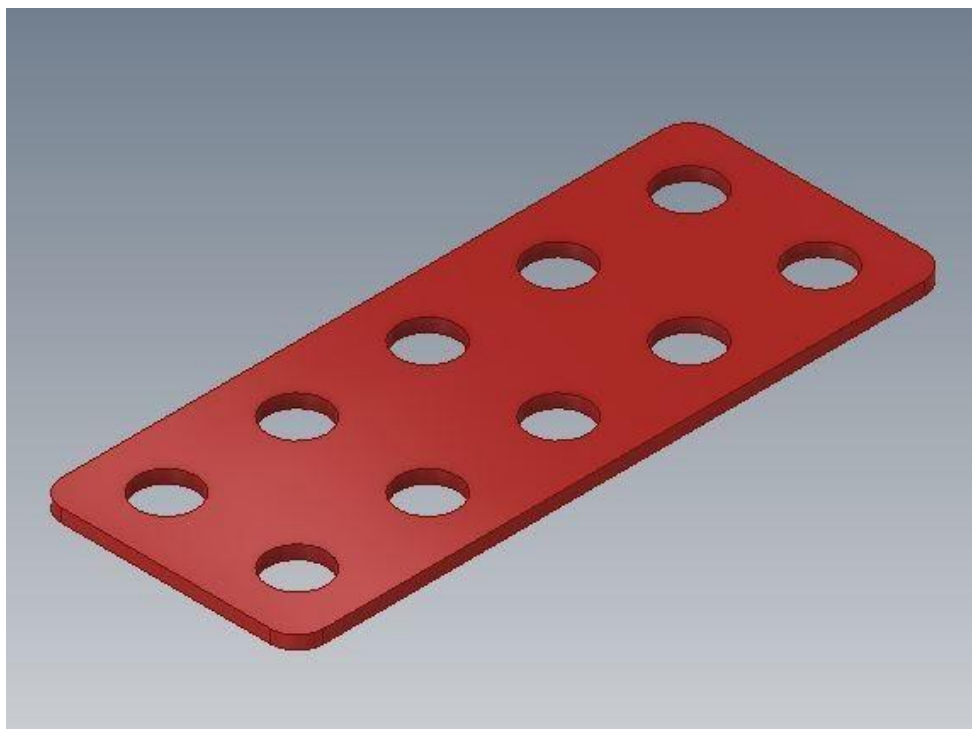


Рис. 18. Готовая деталь

Практическая работа №18

Проект «Мельница». Создание сборочных узлов.

Порядок выполнения работы

Создание под сборки «Лопасть»

Создадим файл сборки, откроем деталь «Планка 7» и разместим ее в начале координат.

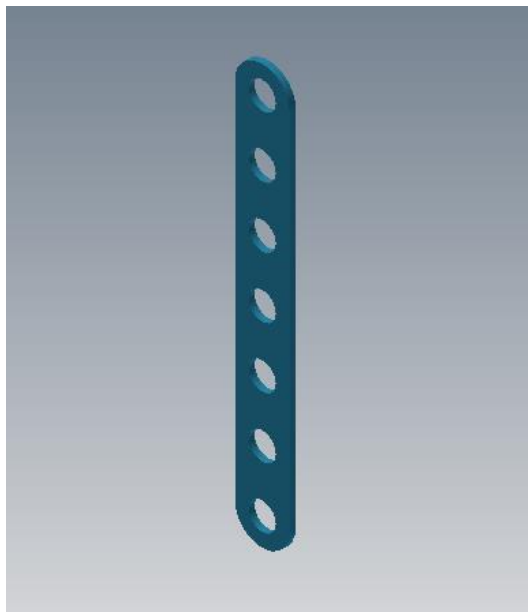


Рис. 1. Деталь «Планка 7»

Добавим в сборку две детали «Планка 3», и соединим с предыдущей деталью, как показано на рис. 2.

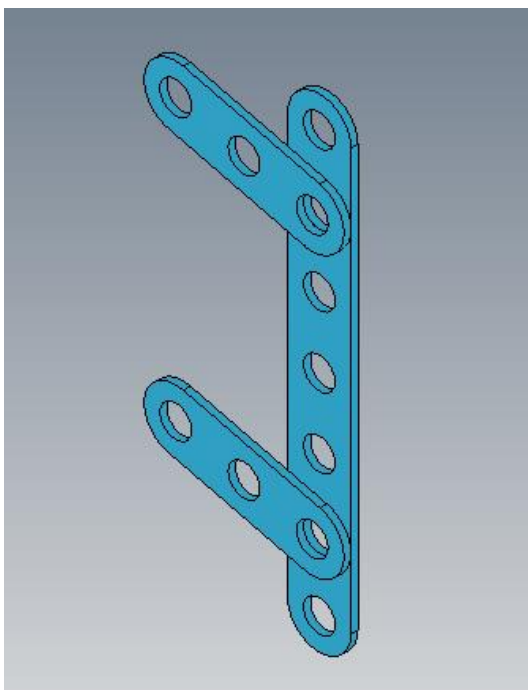


Рис. 2. Соединение деталей

Добавим в сборку деталь «Планка 5» и соединим ее, как показано на рис. 3.

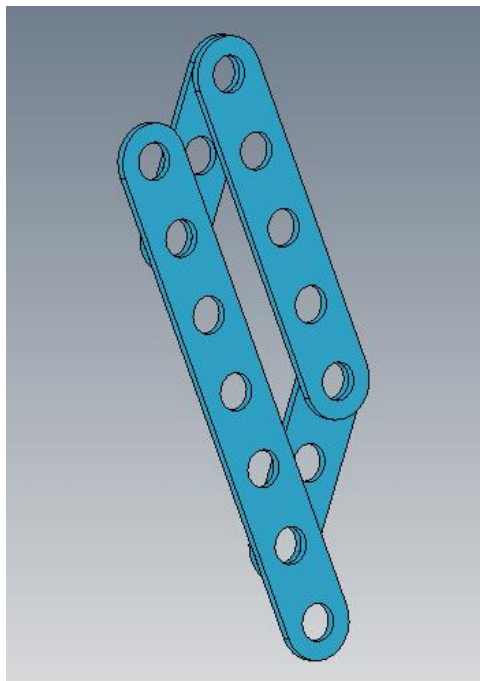


Рис. 3. Соединение деталей

Добавим болтовые соединения в требуемых местах и сохраним сборочный узел.

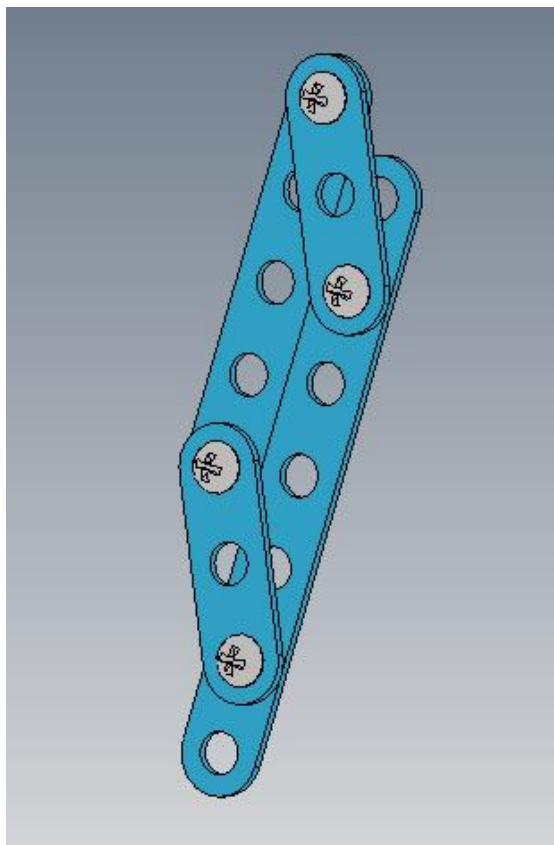


Рис. 4. Сборочный узел «Лопасть»

Создание под сборки «Винт»

Создадим файл сборки, добавим деталь «Колпак» и разместим ее в начале координат.

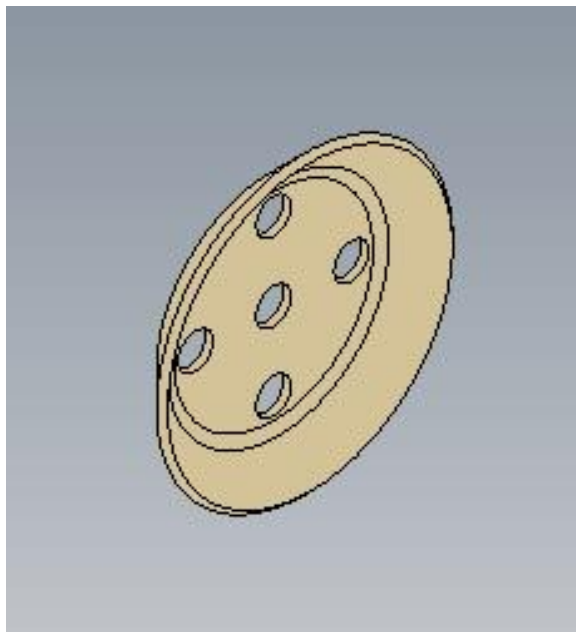


Рис. 5. Деталь «Колпак»

Добавим в сборку файл сборки «Лопасть», созданный ранее, и соединим с колпаком, как показано на рис.6. Затем, при помощи инструмента «Круговой массив», копируем лопасть.

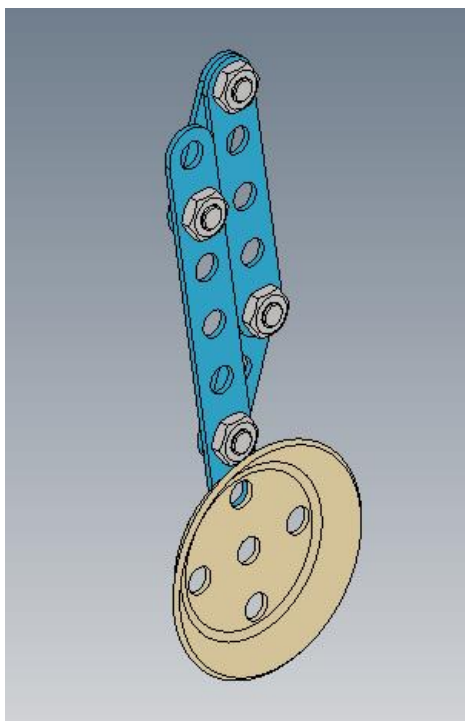


Рис. 6. Соединение сборки с деталью

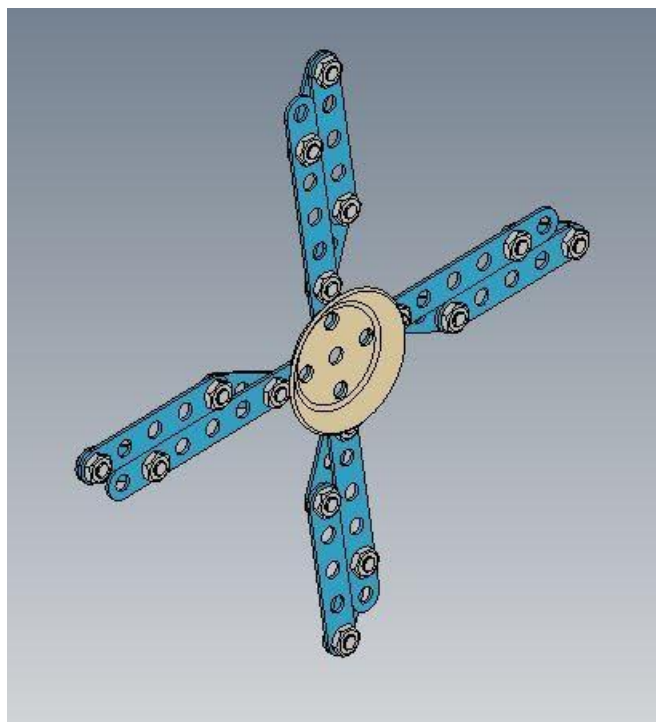


Рис. 7. Копирование лопастей

Разместим крепеж в требуемых местах и сохраним сборочный узел.

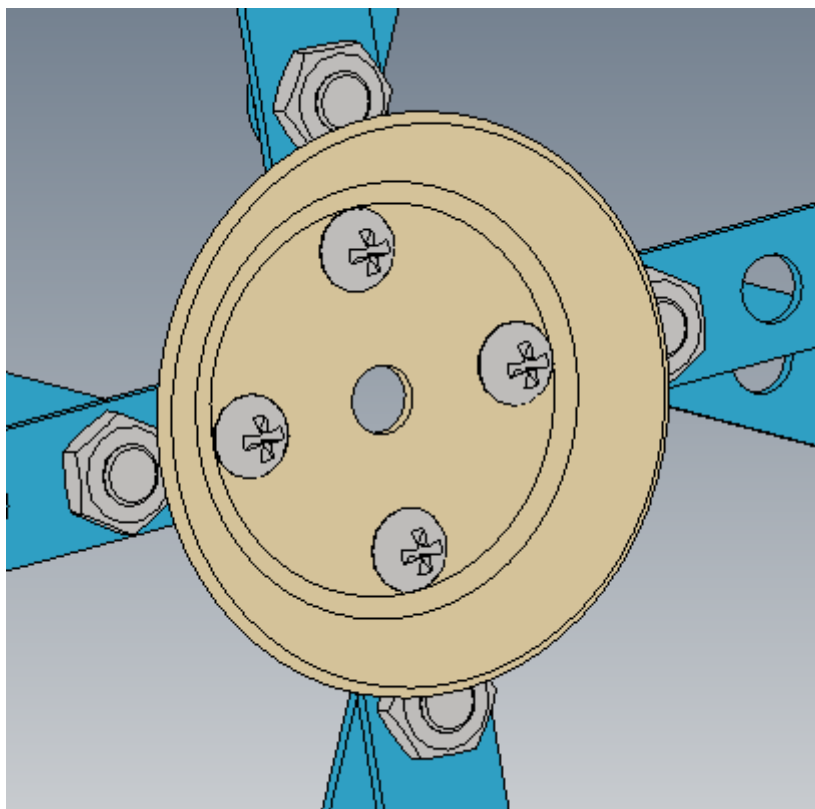


Рис. 8. Размещение крепежа

Практическая работа №19

Проект «Мельница». Создание сборочных узлов.

Порядок выполнения работы

Создание под сборки «Корпус»

Создадим файл сборки, добавим в него деталь «Панель», и разместим ее в начале координат.

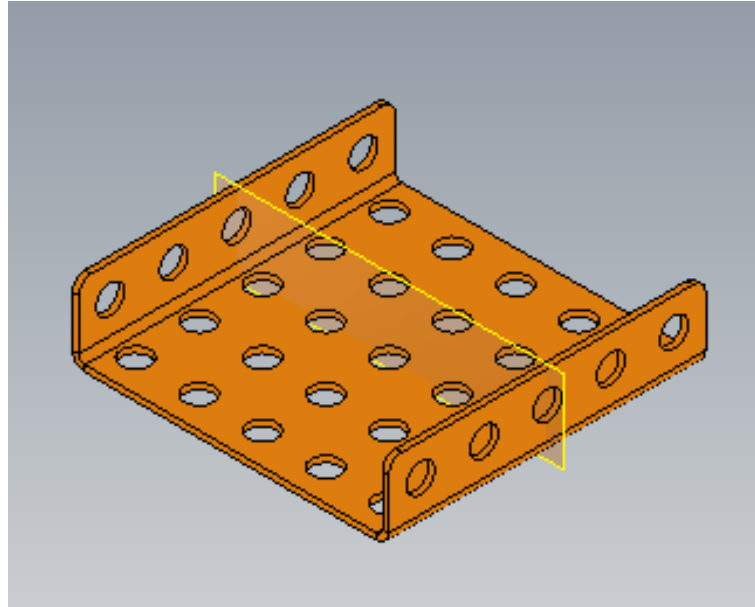


Рис. 1. деталь «Панель»

Добавим в сборку 4 детали «Планка 10» и разместим их, как показано на рис. 2.

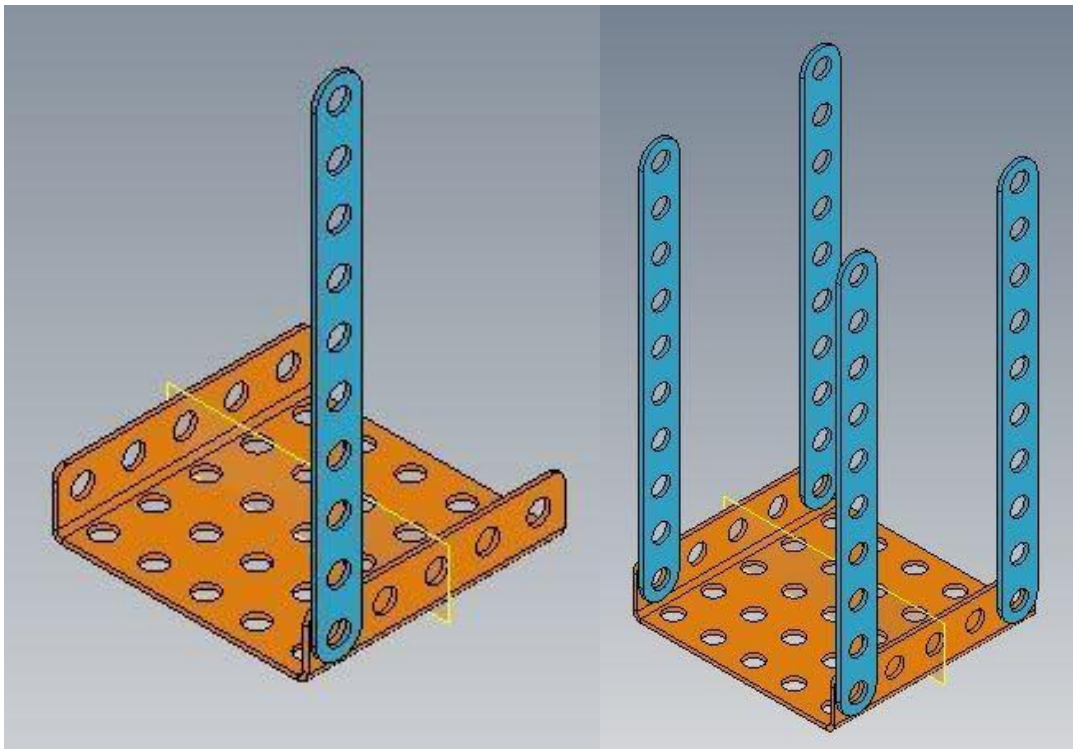


Рис. 2. Соединение деталей

Добавим в сборку две скобы и две детали «Планка 5». Соединим их с другими деталями, как показано на рис. 3.

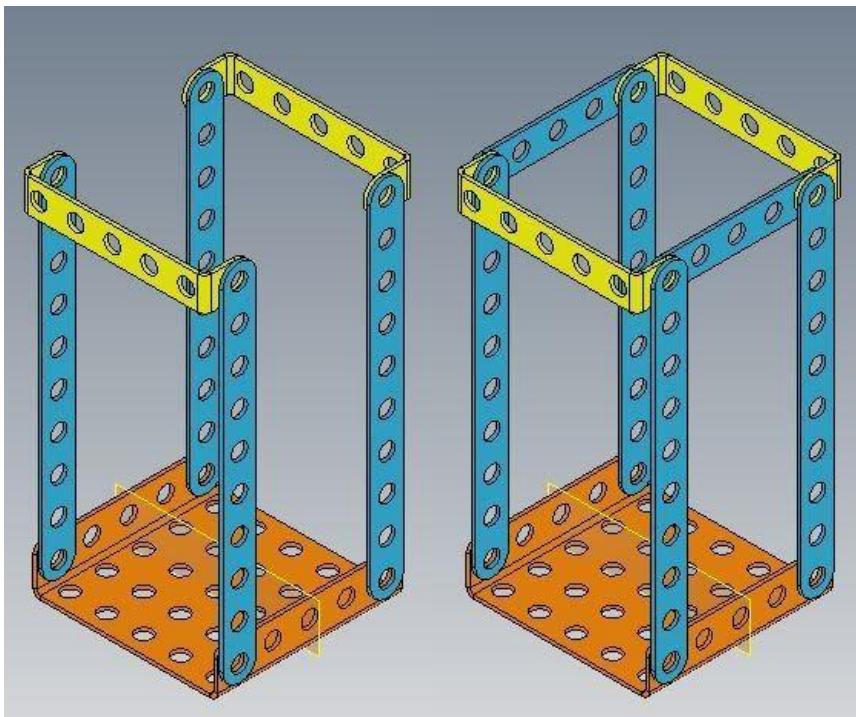


Рис. 4. Соединение деталей

Добавим детали «Планка 3», «Планка 5» и «Скоба», как показано на рис. 4.

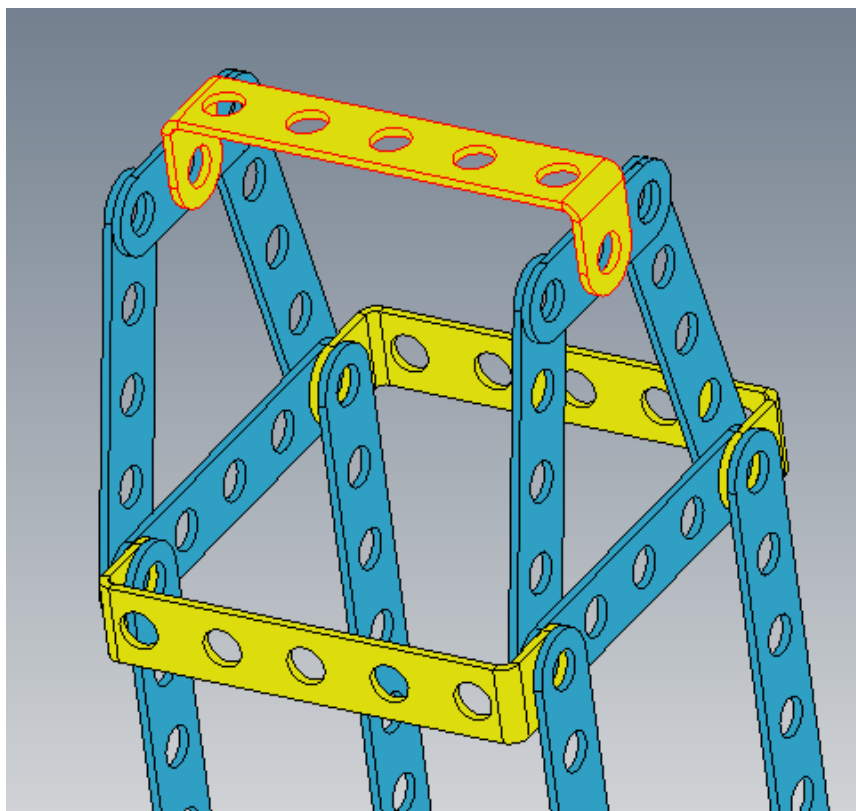


Рис. 5. Соединение деталей

Добавим крепеж и сохраним сборочный узел.

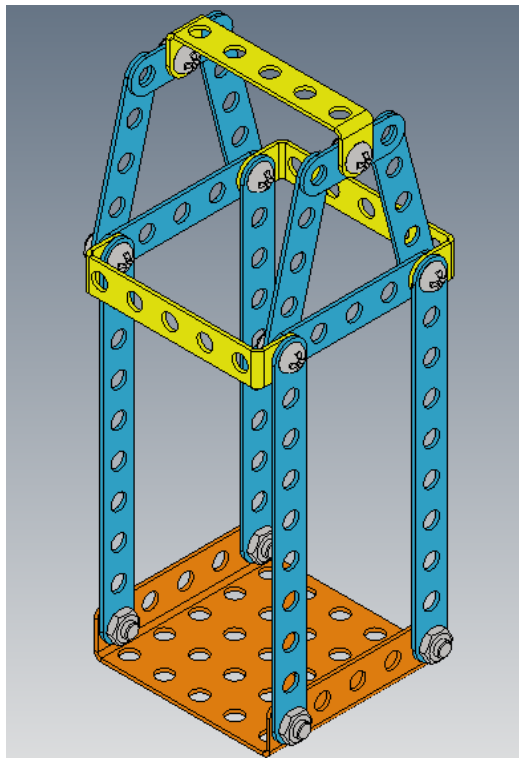


Рис. 6. Соединение деталей

Создание под сборки «Основание»

Создадим файл сборки, добавим в него деталь «Панель», и разместим ее в начале координат.

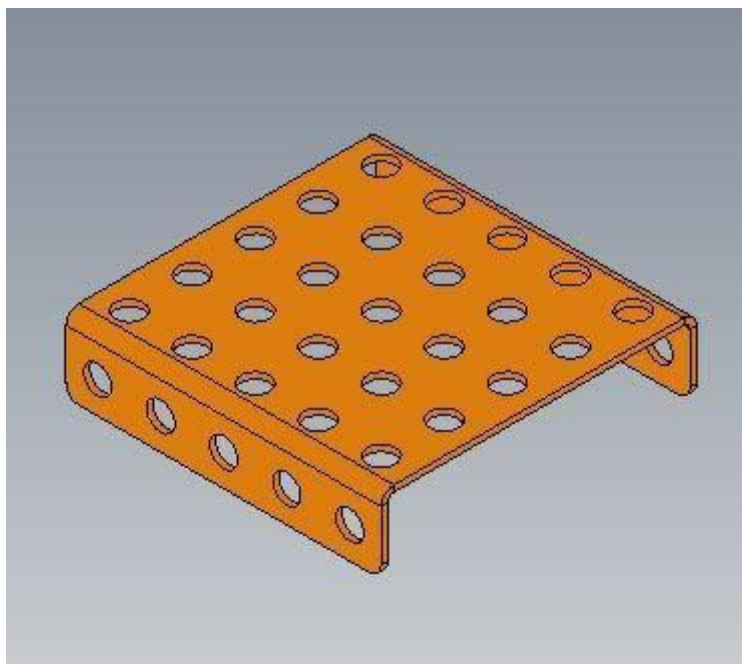


Рис. 7. Деталь «Панель»

Добавим в сборку 4 детали «Планка 3».

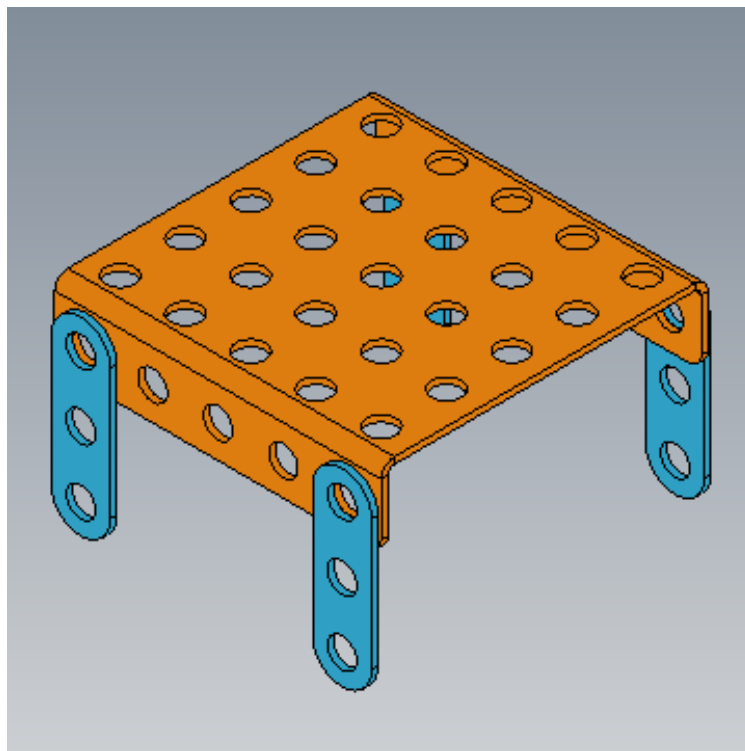


Рис. 8. Соединение деталей

Добавим в сборку две детали «Скоба».

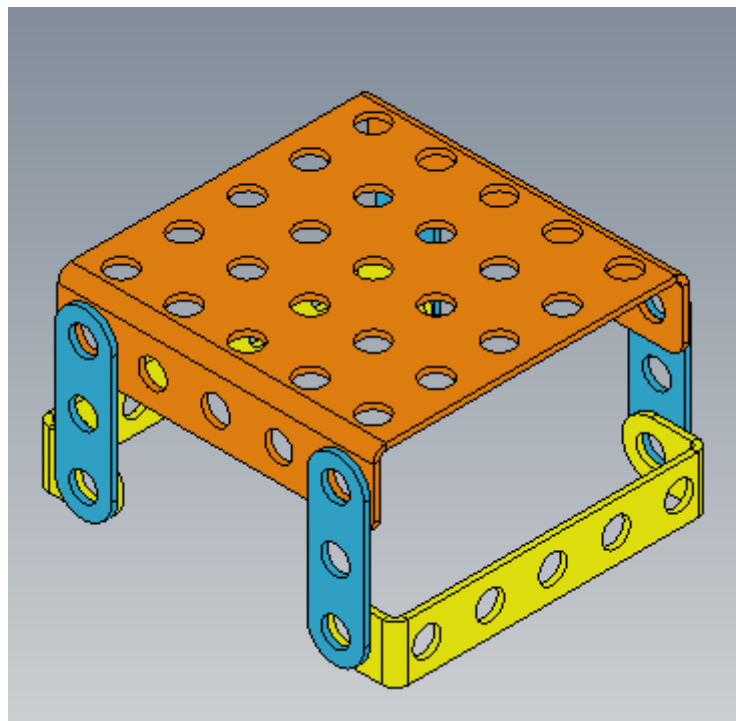


Рис. 9. Соединение деталей

Добавим в сборку пластины.

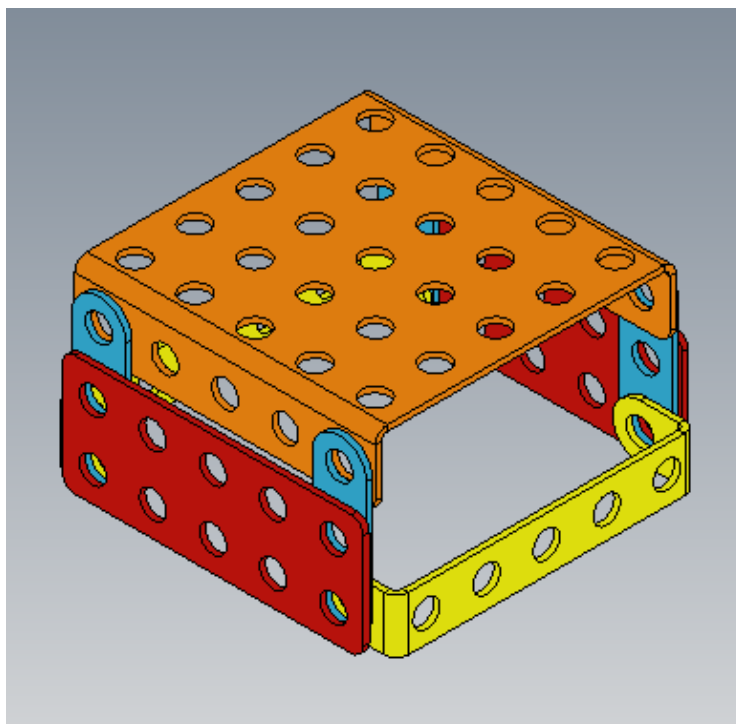


Рис. 10. Соединение деталей

Разместим необходимые крепежные элементы и сохраним подставку.

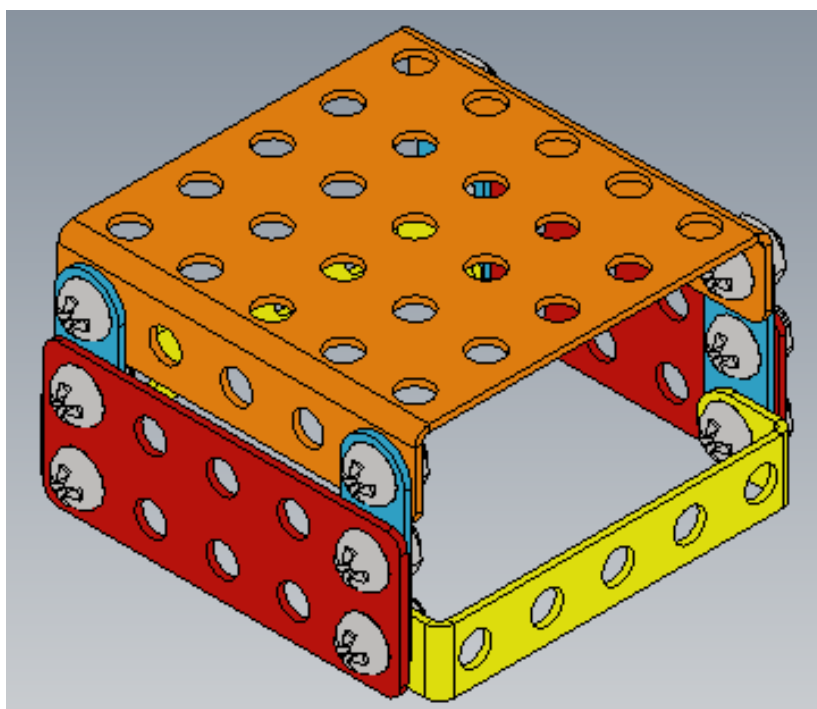


Рис. 11. Соединение деталей

Создание полной сборки изделия

Создадим файл сборки, добавим в него подсборку «Основание» и разместим ее в начале координат.

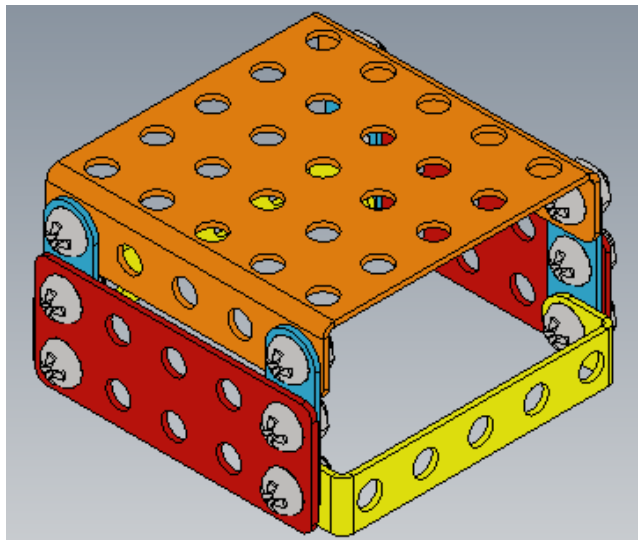


Рис. 12. Сборочный узел «Основание»

Добавим подсборку «Корпус» и соединим его с основанием, вставив крепежные элементы.

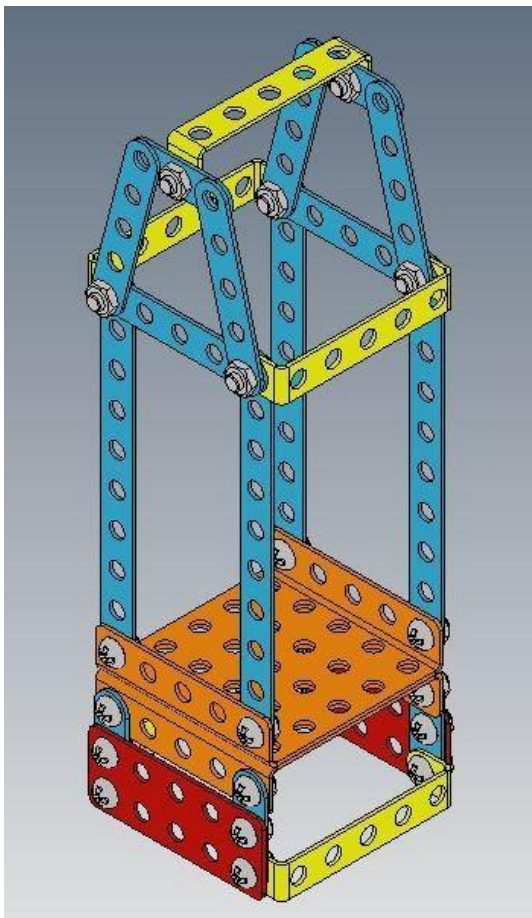


Рис. 13. Соединение сборочных узлов

Добавим в сборку деталь «Втулка».

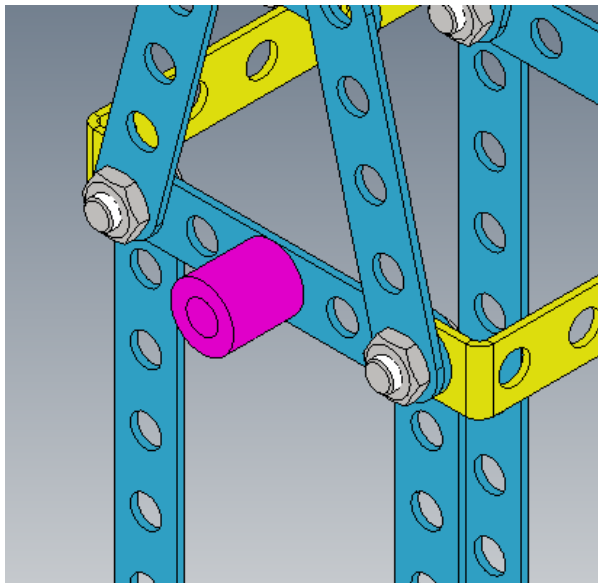


Рис. 13. Соединение детали

Добавим подсборку «Винт», разместим необходимый крепеж и сохраним сборку.

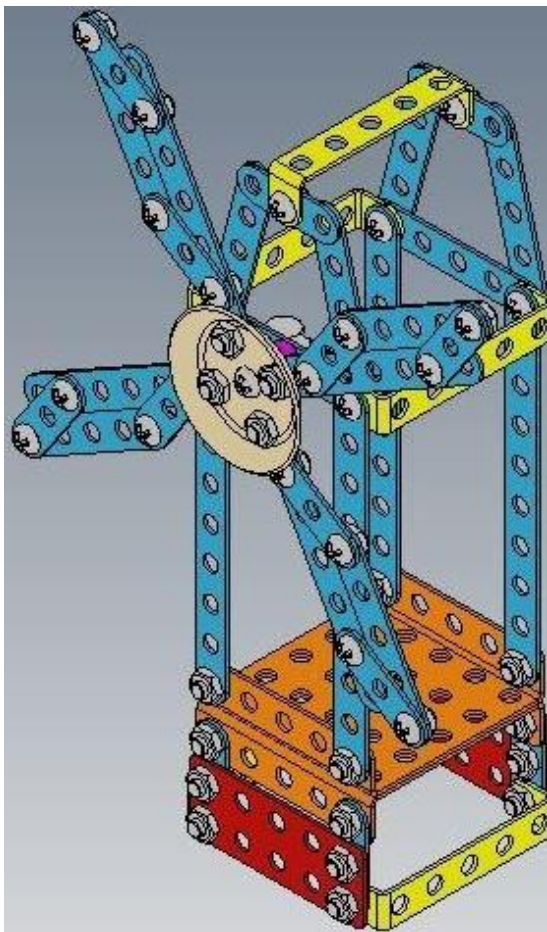


Рис. 14. Окончательный вид сборки

Практическая работа №20

Проект «Винт Архимеда». Моделирование винтовой поверхности

Порядок выполнения работы

Моделирование винта Архимеда

Создадим на базовой плоскости окружность диаметром 40 мм и выдавим ее на 120 мм.

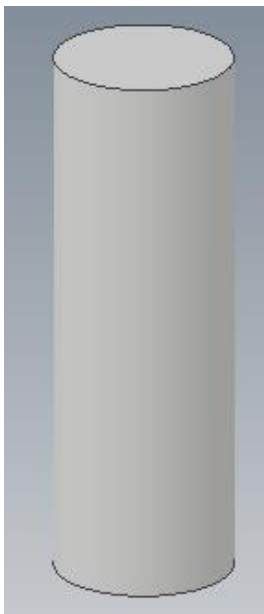


Рис. 1. Цилиндр

Выберем инструмент «3D-эскиз» и создадим спираль, которая выступит траекторией для дальнейшей работы инструмента «Сдвиг». Выберем инструмент «Спираль» и нажмем ЛКМ на точках середины цилиндра сверху и внизу (задаем высоту спирали), после чего, в настройках инструмента, укажем значения, как показано на рис. 2, и примем операцию.

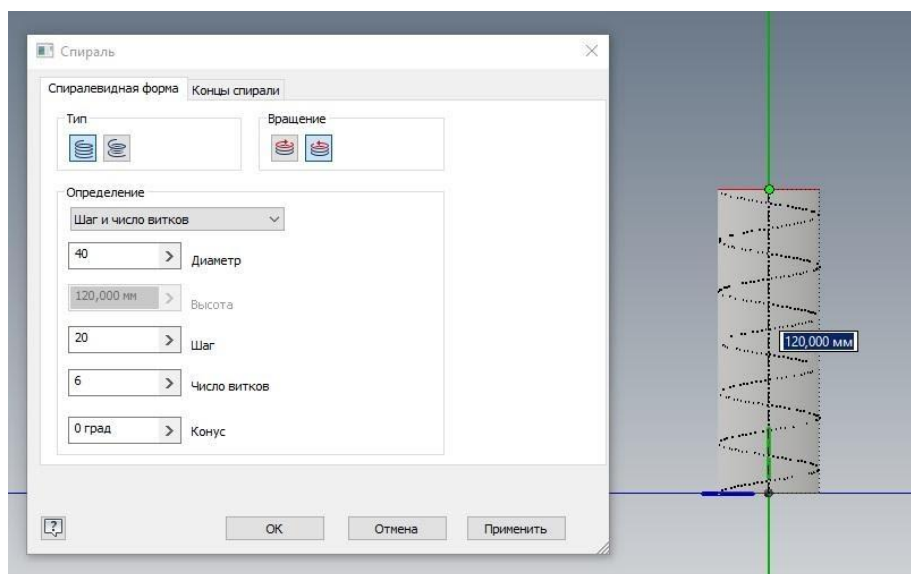


Рис. 2. Создание спирали

На нижней поверхности цилиндра создадим эскиз, как показано на рис. 3 и примем его (вспомогательная окружность определяет общий диаметр винта, а отрезок необходим для работы инструмента «Сдвиг»).

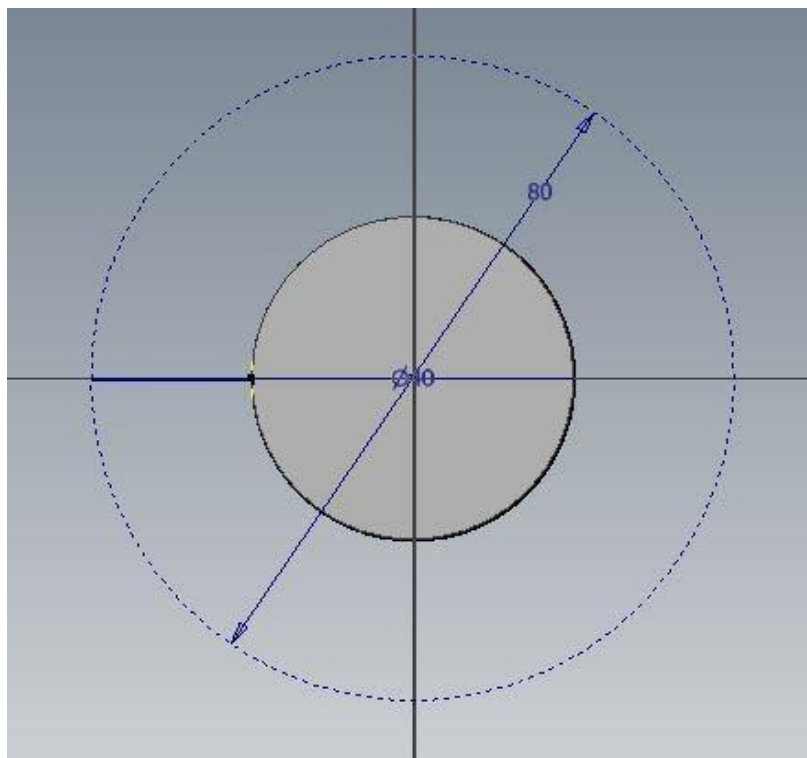


Рис. 3. Эскиз линии-образующей

При помощи инструмента «Сдвиг» создадим винтовую поверхность, как показано на рис. 4.

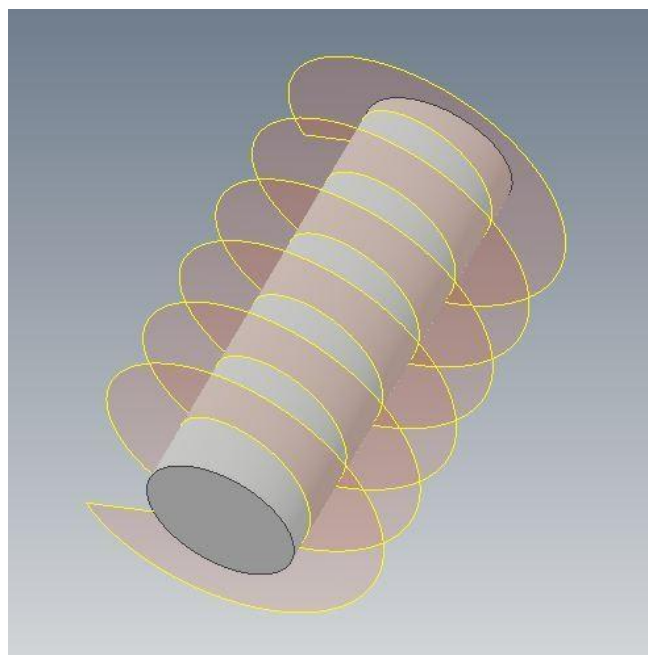


Рис. 4. Винтовая поверхность

При помощи инструмента «Толщина/Смещение» придадим созданной поверхности толщину, равную 3 мм. Сохраним деталь.

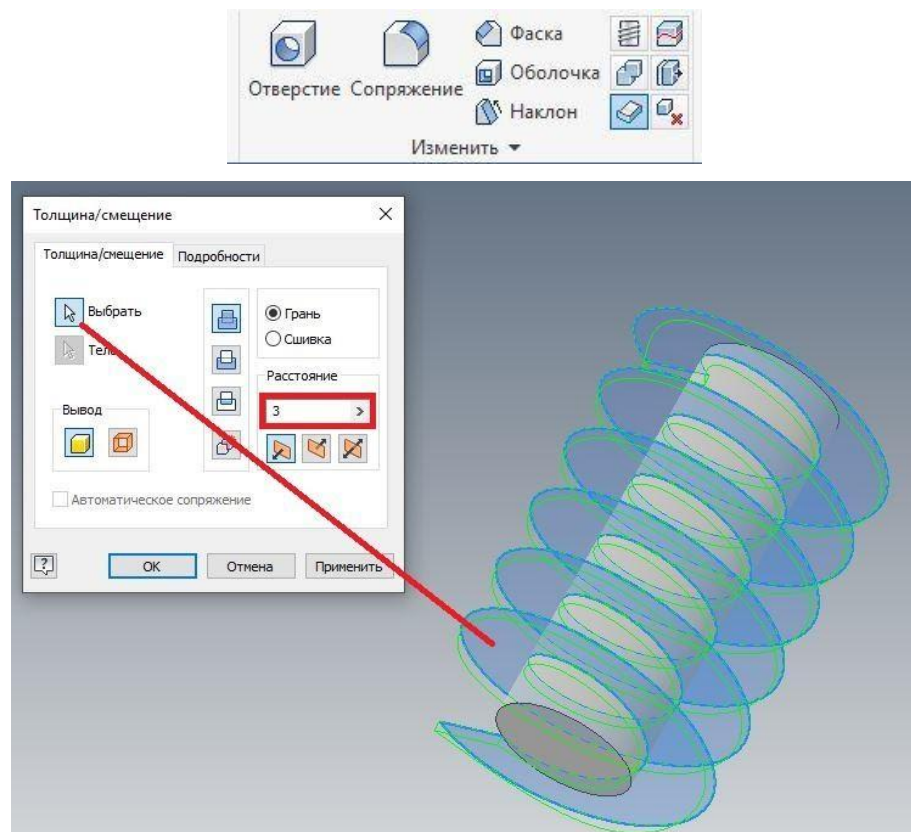


Рис. 5. Инструмент «Толщина/Смещение»

Моделирование корпуса

Создадим эскиз, как показано на рисунке, и выдавим его на 130 мм. Сохраним деталь.

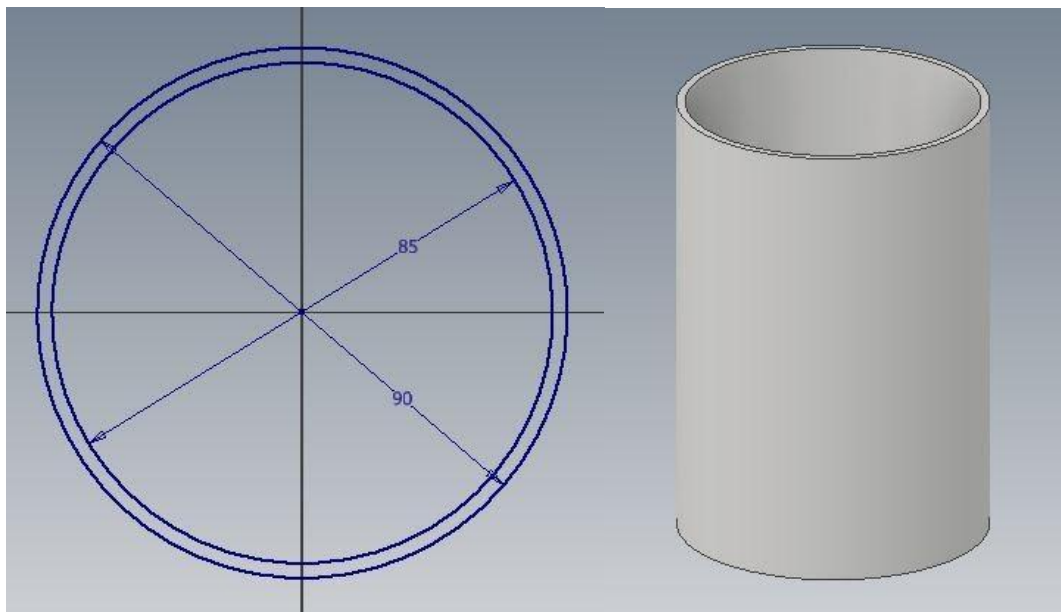


Рис. 7. Модель корпуса

Практическая работа №21

Проект «Винт Архимеда». Создание чертежа и анимация сборки.

Порядок выполнения работы

Создание сборки

Добавим в сборку корпус и закрепим его в начале координат. Добавим в сборку винт и закрепим его внутри корпуса при помощи инструмента «Соединение».

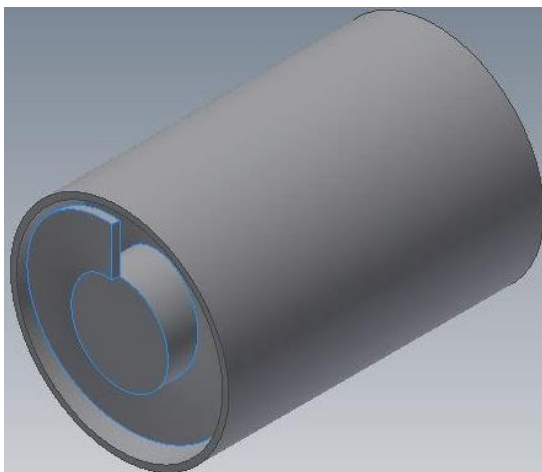


Рис. 1. Соединение деталей

Создадим половинное сечение сборки, чтобы увидеть, как выглядит сборка в разрезе. Выберем инструмент «Половинное сечение» во вкладке «Вид», а затем базовую плоскость, проходящую через середину детали. Примем операцию.

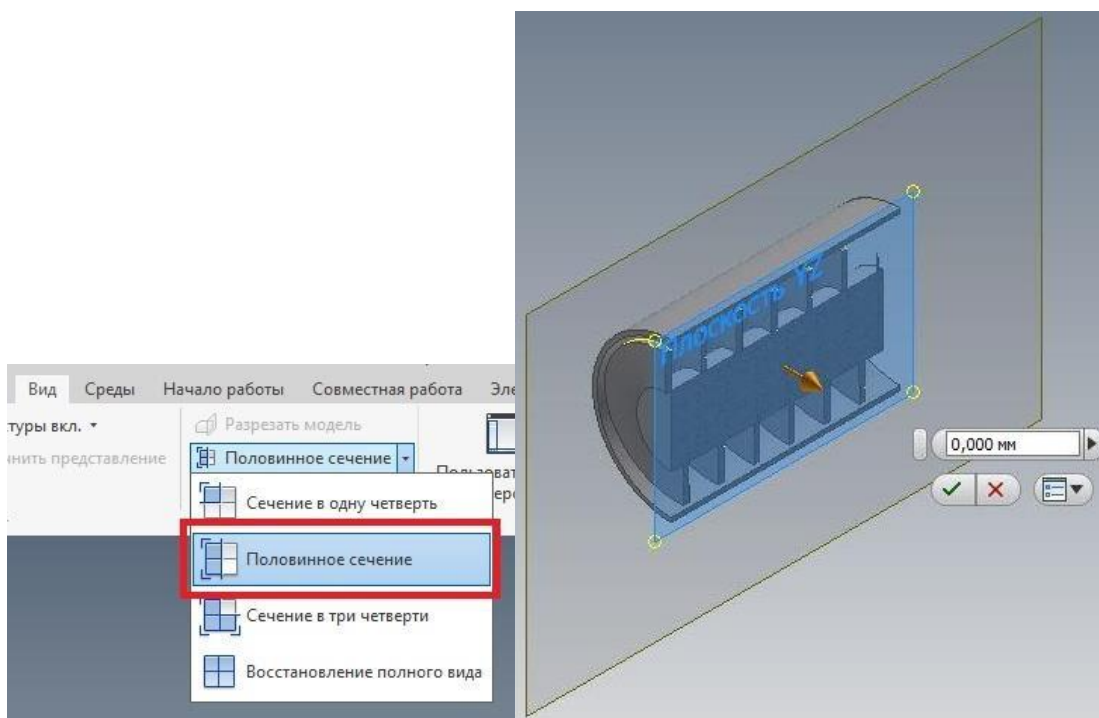


Рис. 2. Инструмент «Половинное сечение»

Создание чертежа

Создадим файл чертежа, добавим ссылку на деталь винта и разместим главный и проекционные виды, как показано на рис. 3.

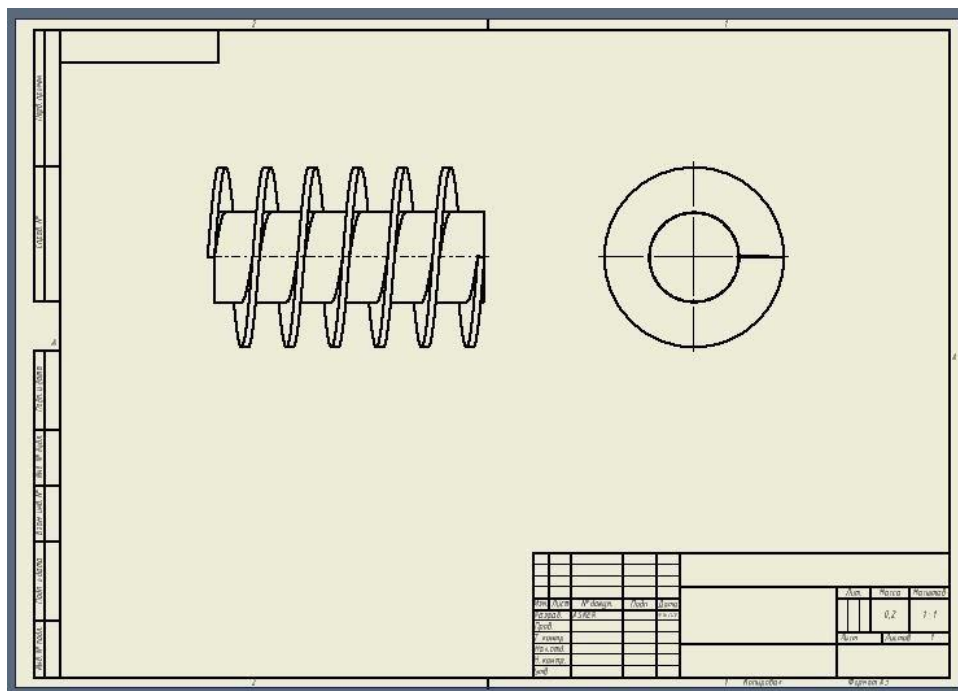


Рис. 3. Расположение видов на листе

Создадим местный разрез на половине главного вида.

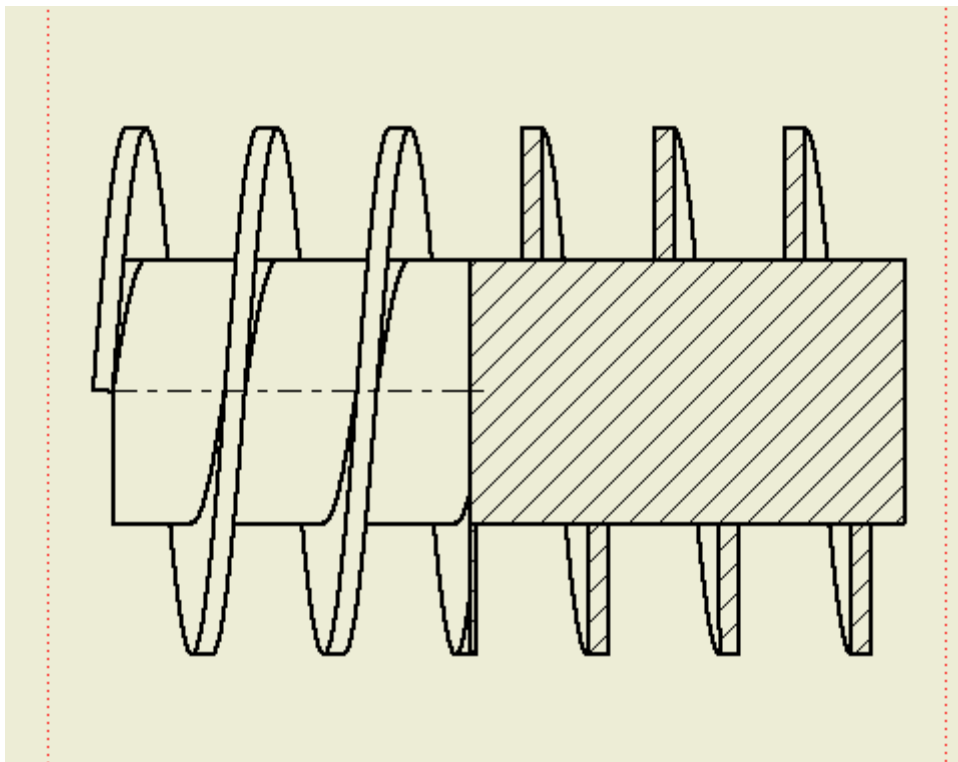


Рис. 4. Местный разрез

Разместим размеры, как показано на рис. 5.

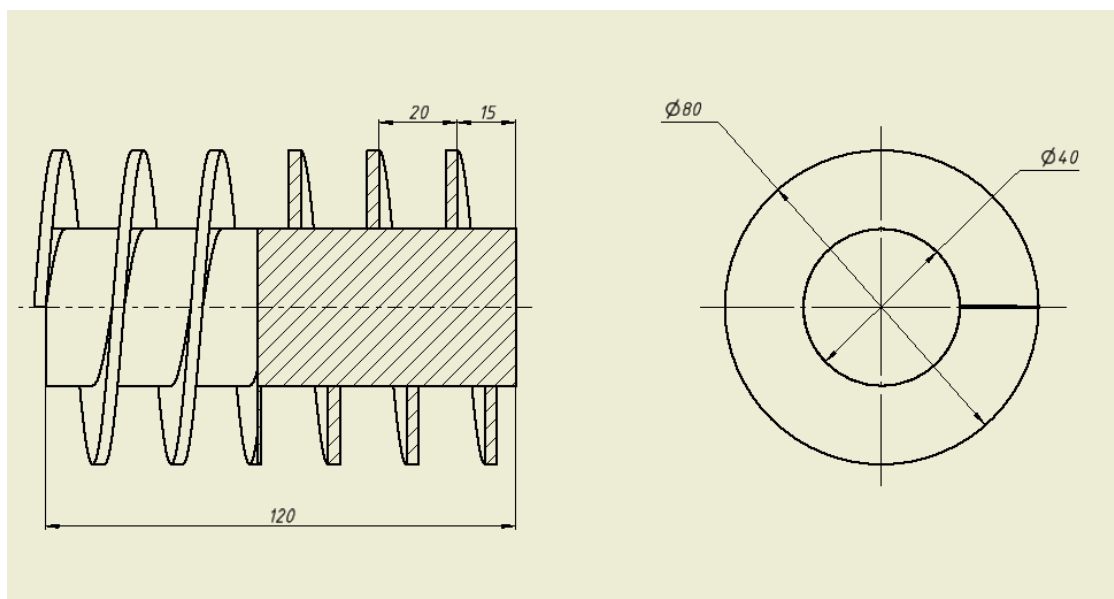


Рис. 5. Размеры

Создание анимации работы винта Архимеда

Создадим файл схемы и откроем сборку винта Архимеда. Откроем файл корпуса и обрежем его частично вдоль длины детали.

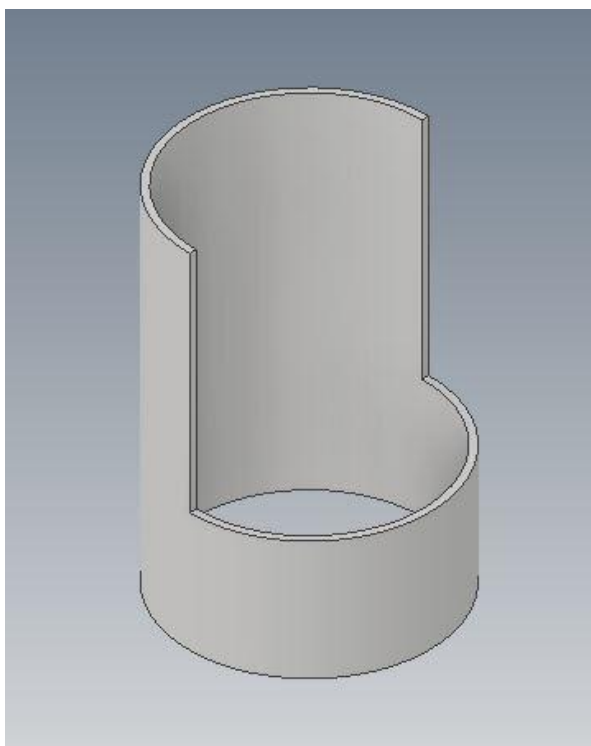


Рис. 6. Вырез в корпусе

Сохраним деталь и вернемся к файлу схемы. Выберем инструмент «Сдвинуть компоненты» и выберем винт. Зададим для операции параметры, как показано на рис. 7 и примем операцию.

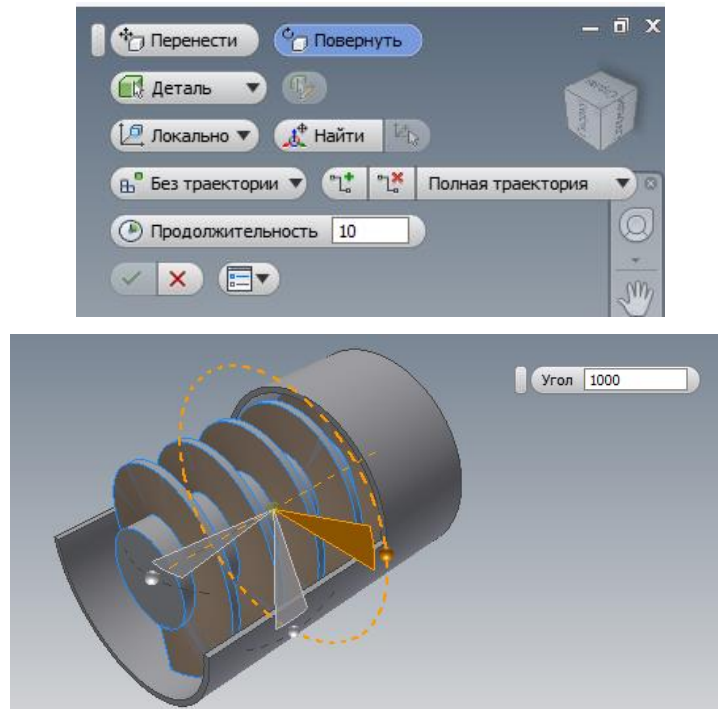


Рис. 7. Параметры движения компонентов

Воспроизведем анимацию, нажав на кнопку «Play» над таймлайном. Убедившись, что схема работает верно, выберем инструмент «Видео». Укажем параметры вывода, как показано на рис. 8.

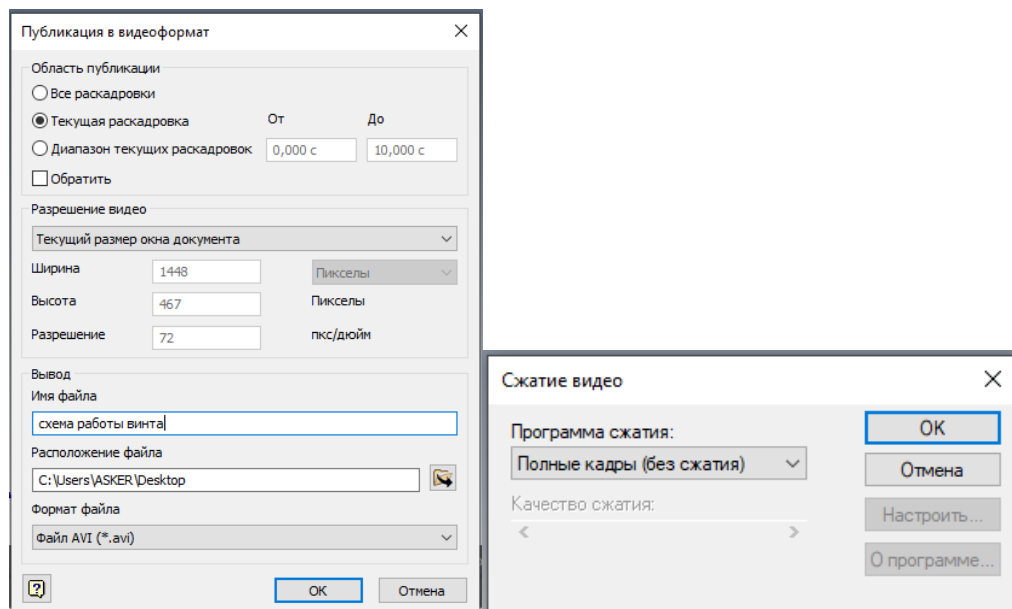


Рис. 8. Параметры видео

По завершении рендеринга видео сохраним все файлы, с которыми работали.

Практическая работа №22

Проект «Лонгборд». Поверхностное моделирование.

Порядок выполнения работы

Создание формы лонгборда

Создадим эскиз фронтального профиля лонгборда, как показано на рис. 1, и примем его.



Рис. 1. Эскиз фронтального профиля

Создадим эскиз бокового профиля лонгборда, как показано на рис. 2, и примем его.

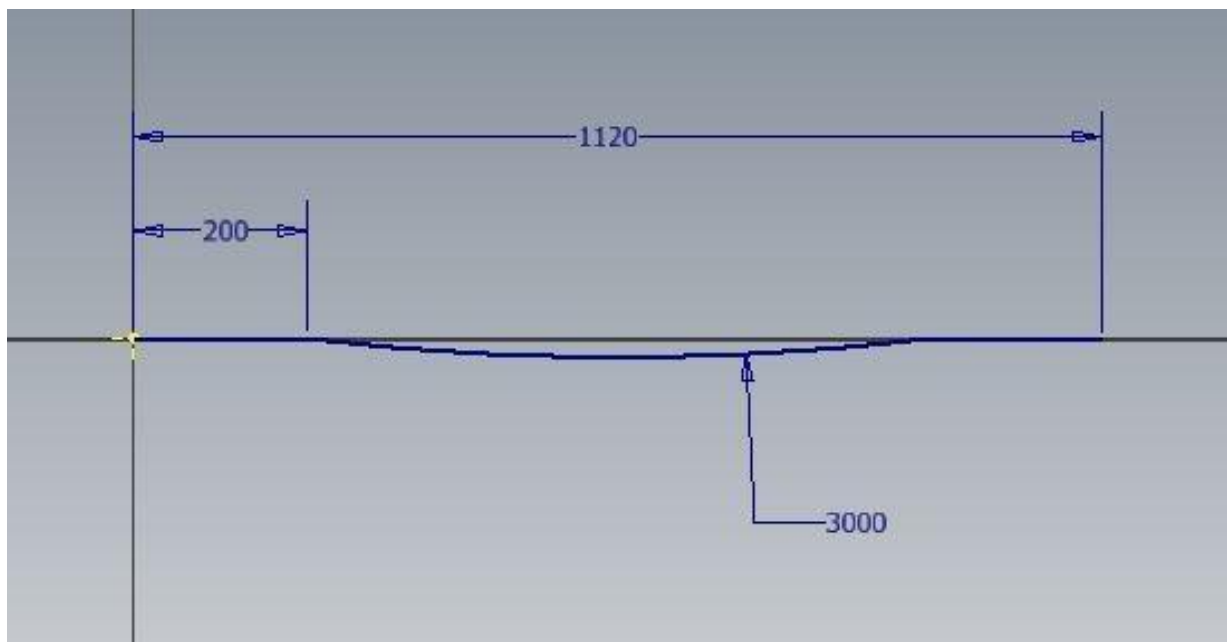


Рис. 2. Эскиз бокового профиля

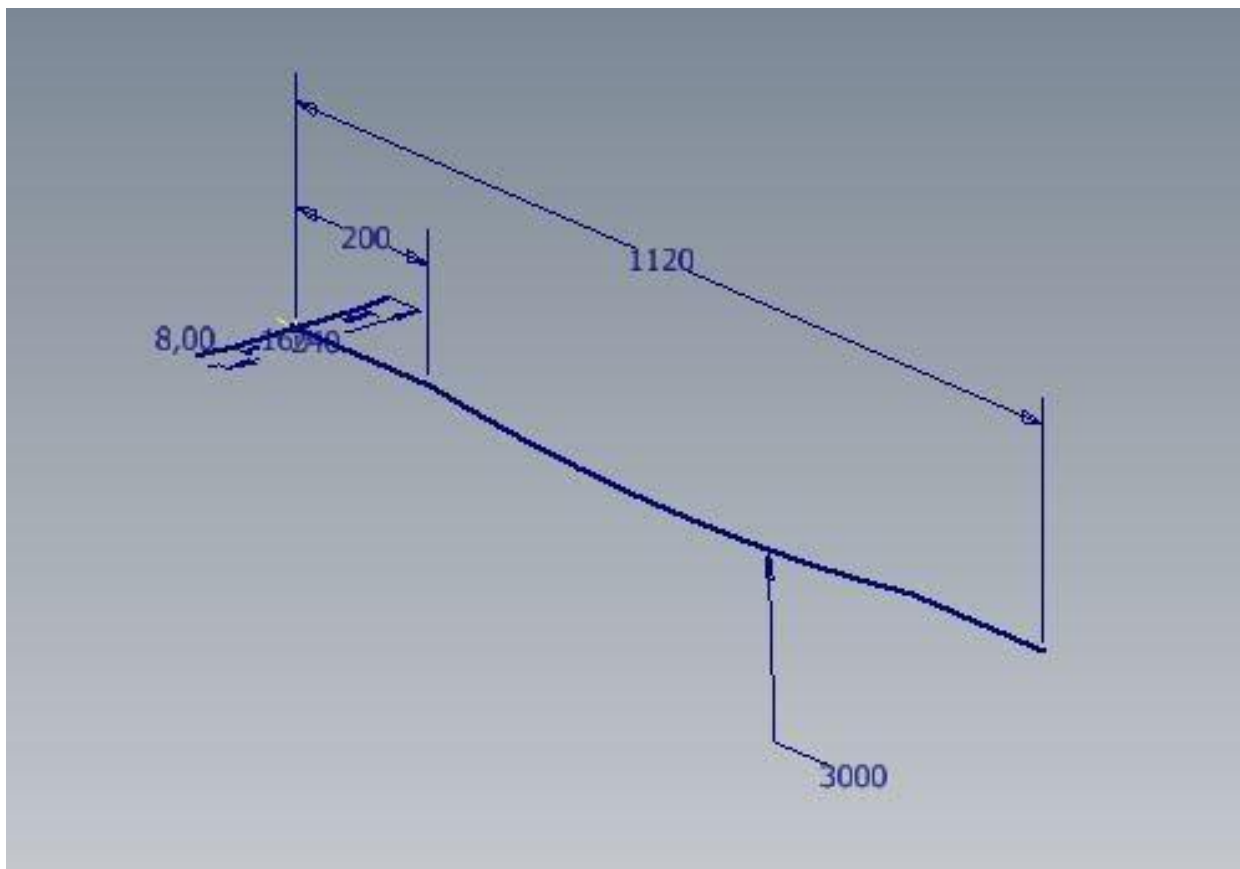


Рис. 3. Взаимное расположение эскизов в пространстве

Далее создадим поверхность при помощи инструмента «Сдвиг», в качестве профиля выбираем первый эскиз, в качестве траектории - второй.

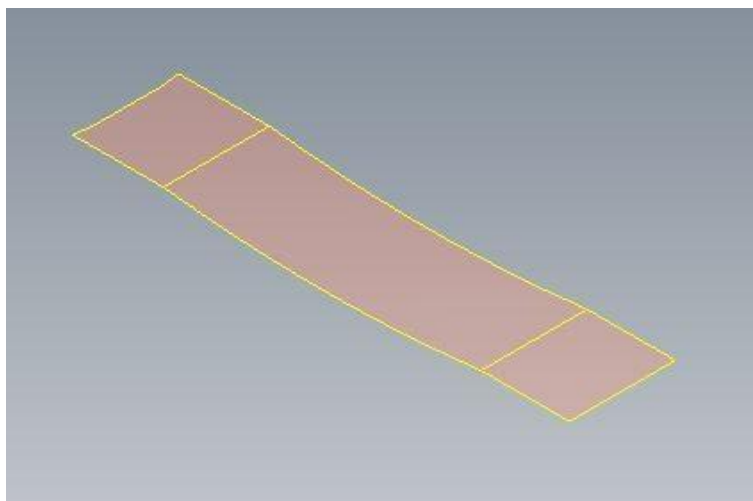


Рис. 4. Поверхность, полученная инструментом «Сдвиг»

Создадим смещенную плоскость на любом расстоянии над созданной поверхностью, и создадим на ней эскиз, формирующий форму лонгборда. Используем для построения размеры, как на рис. 5, и зависимости равенства и касательности.

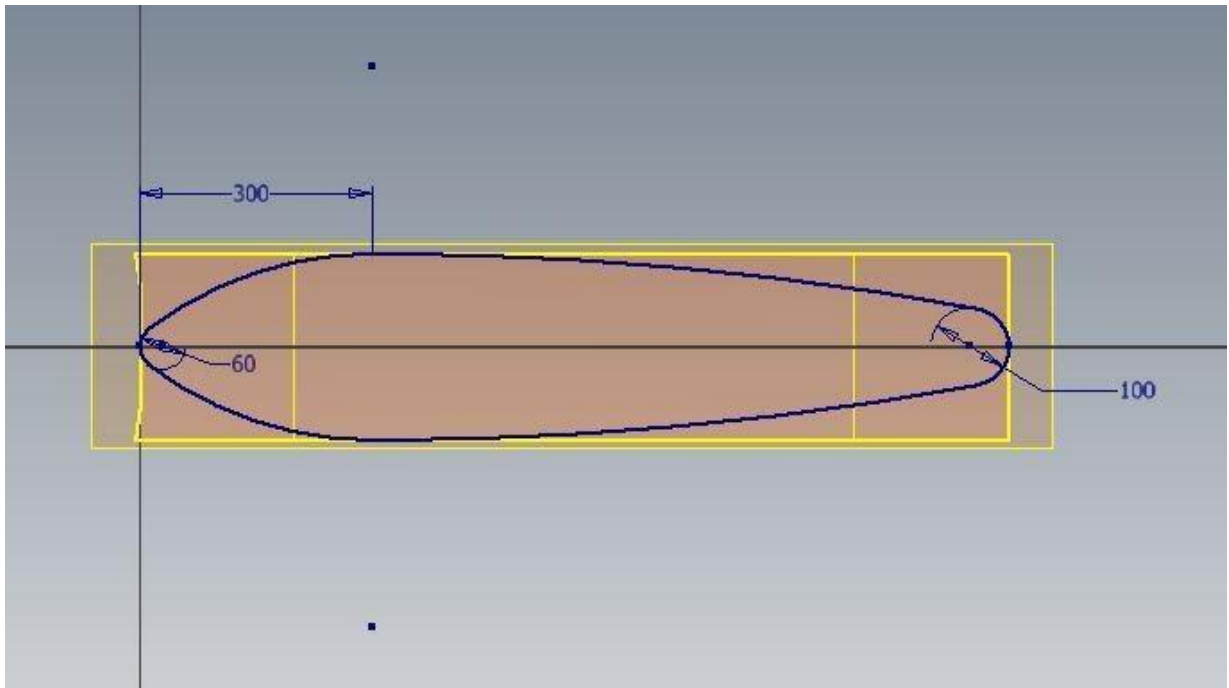


Рис. 5. Эскиз формы лонгборда

Выберем инструмент «Разделить», затем выберем эскиз контура лонгборда и три части поверхности под ним.

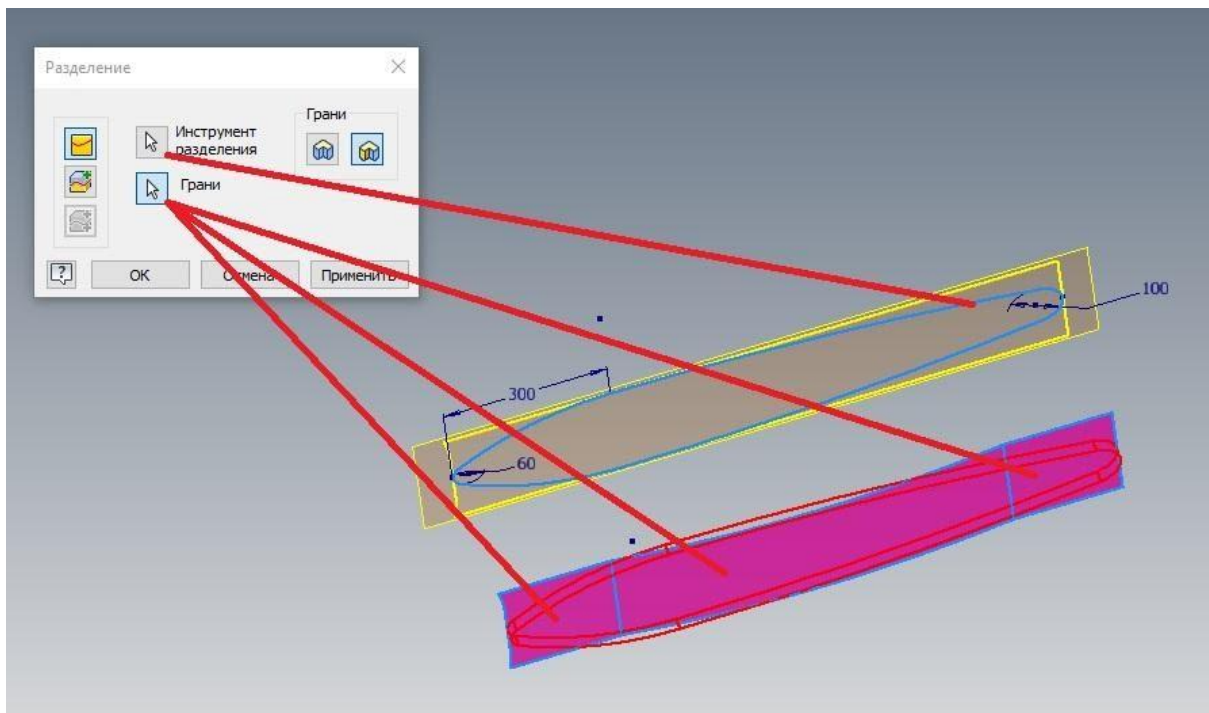


Рис. 6. Разделение поверхности

Далее выберем инструмент «Удалить грани» и выделим участки поверхности, как показано на рис. 8. Примем операцию.

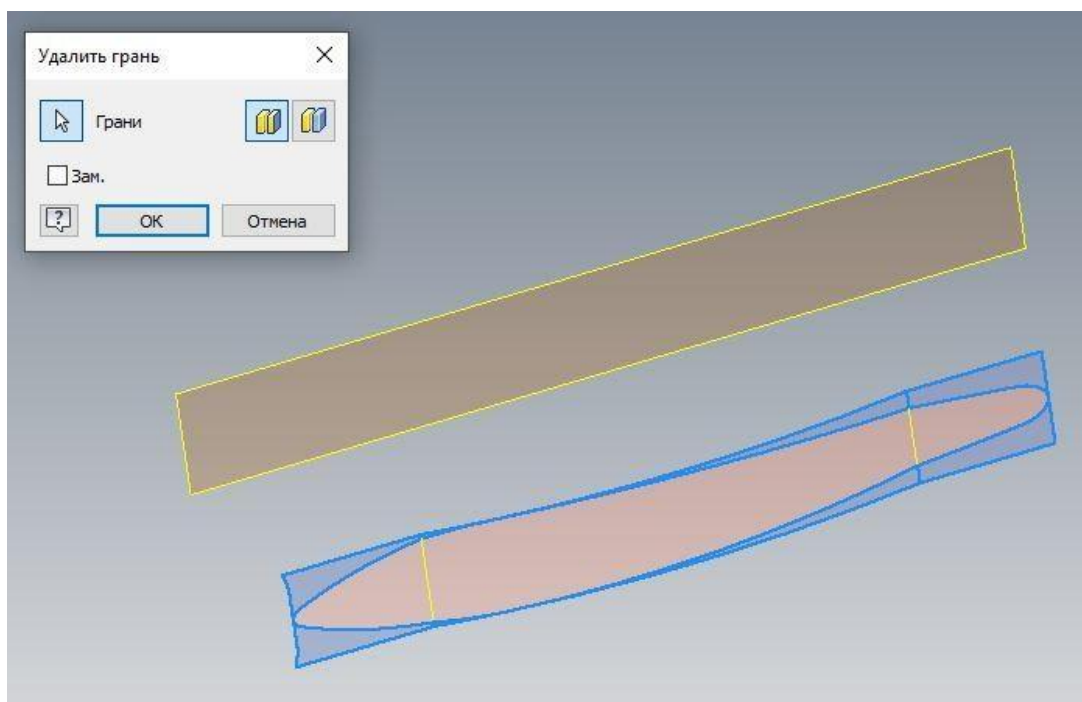


Рис. 7. Удаление граней

Выберем инструмент «Толщина/Смещение» (Thickness/Offset), затем три части поверхности, как на рисунке, и зададим толщину 10 мм. Сохраним деталь.

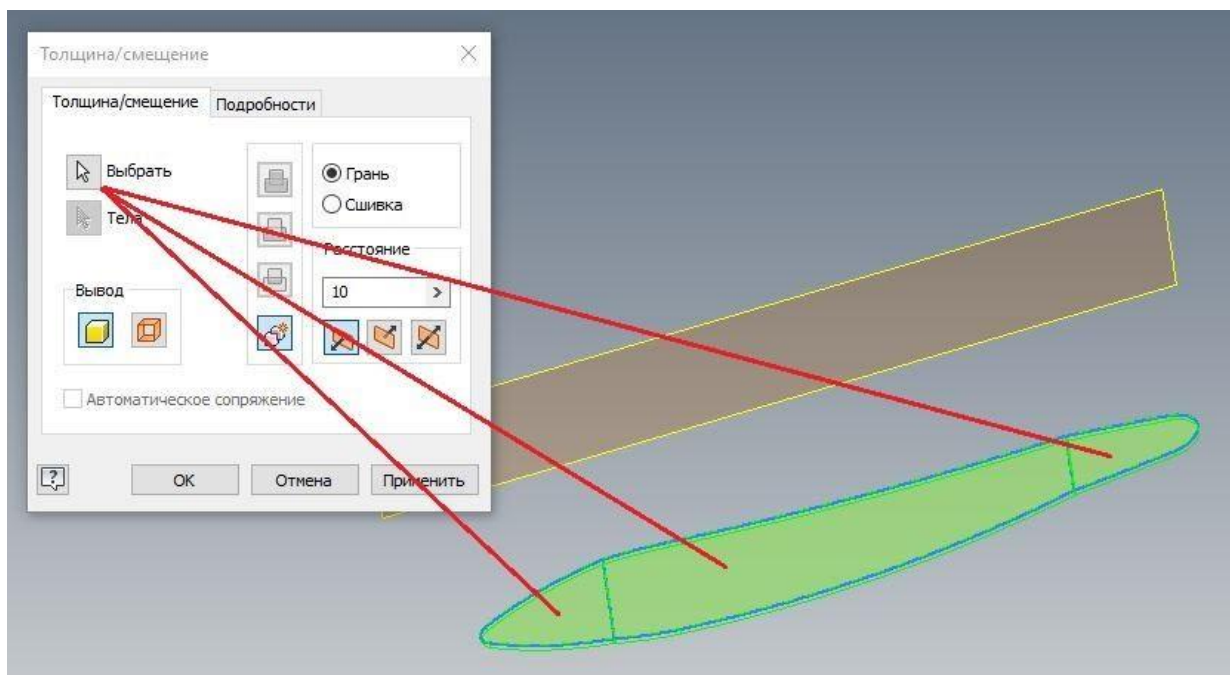


Рис. 8. Придание толщины поверхности

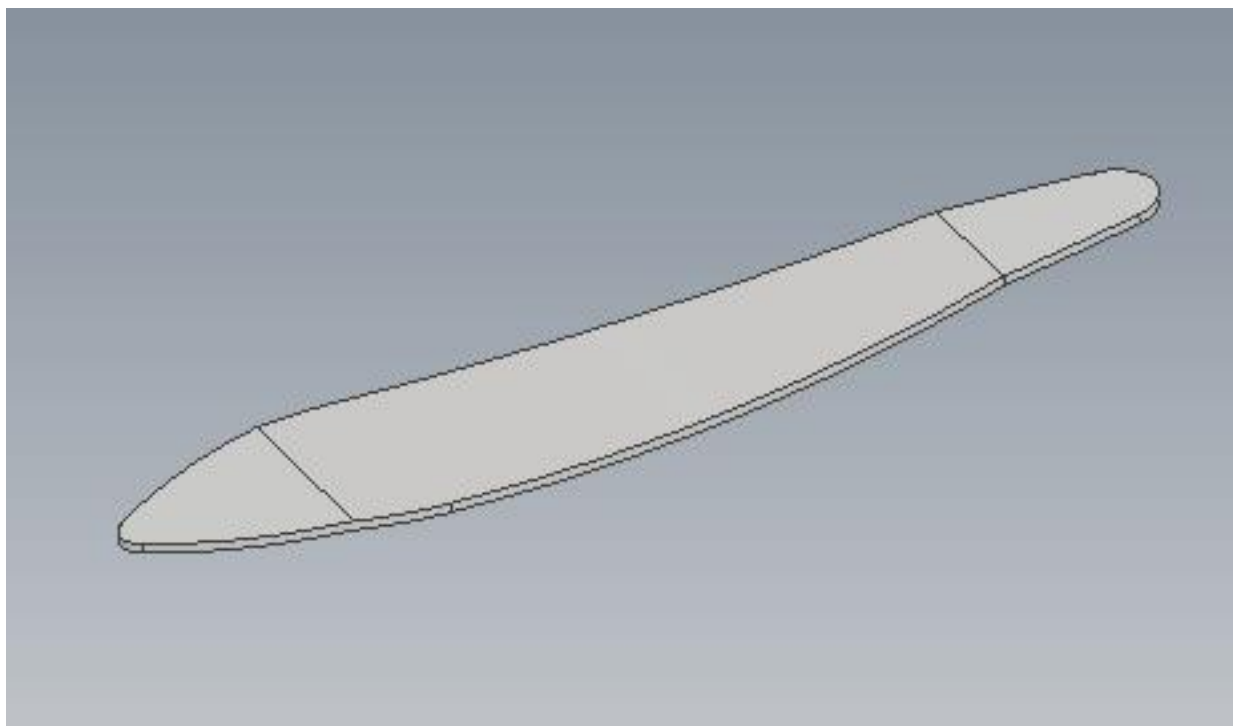


Рис. 9. Итоговая модель

Практическая работа №23

Проект «Лонгборд». Проектирование деталей.

Порядок выполнения работы

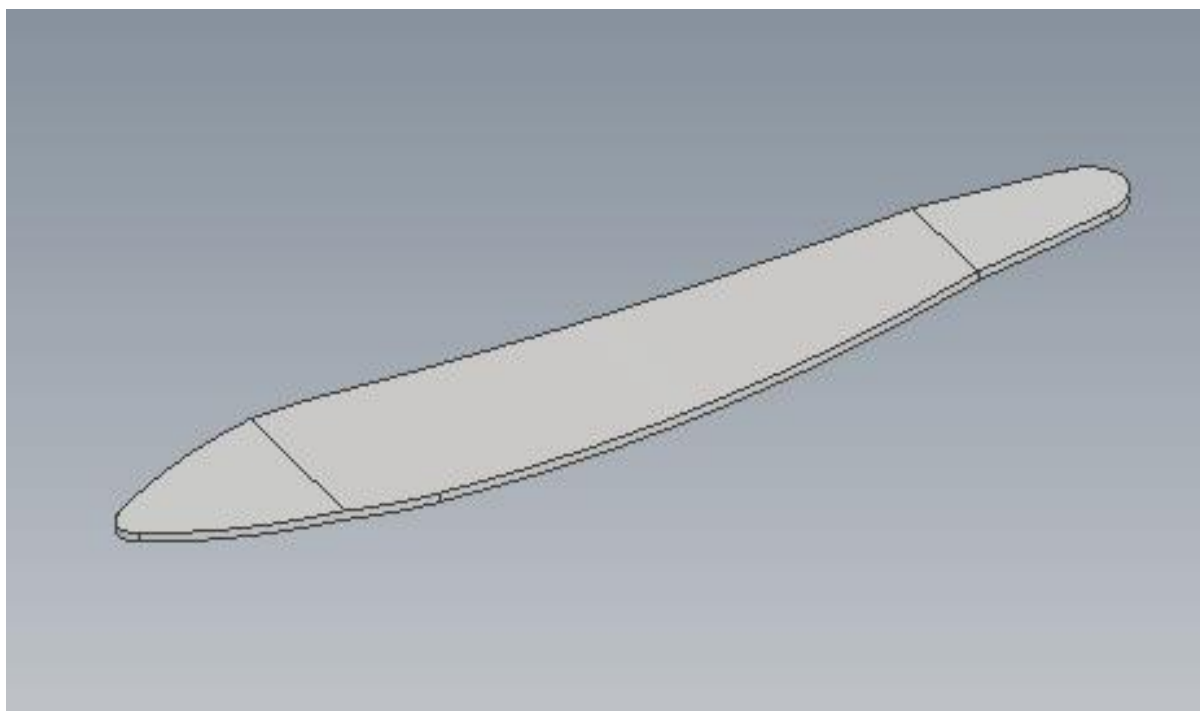


Рис. 1. Модель лонгборда

Лабораторная работа №24

Доработка и оформление выполненных работ

Порядок выполнения работы

Проверить наличие и правильность выполнения проектов за весь курс, внести доработки, если это необходимо; загрузить фотореалистичные изображения выполненных проектов и составить из них презентацию с заголовками, соответствующим названиям проектов.

Контрольная работа №25

Защита проектов

Порядок выполнения работы

Представить презентацию по выполненным проектам, описывая принцип работы спроектированных изделий и особенности компонентов, обеспечивающих работоспособность механизмов.

Практическая работа №26

Проект «Кулачковый насос». Моделирование деталей.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Шатун»

Шатун предназначен для передачи энергии вращающегося кривошипа на поступательно движущийся поршень. Создадим эскиз на одной из базовых плоскостей, как показано на рис. 26.2. Поочередно применим зависимость «Касательность» на отрезок (1) и окружность (3), и отрезок (2) и окружность (3). При помощи инструмента «Обрезать» удалим лишние части окружностей и выдавим полученный эскиз на 4 мм.

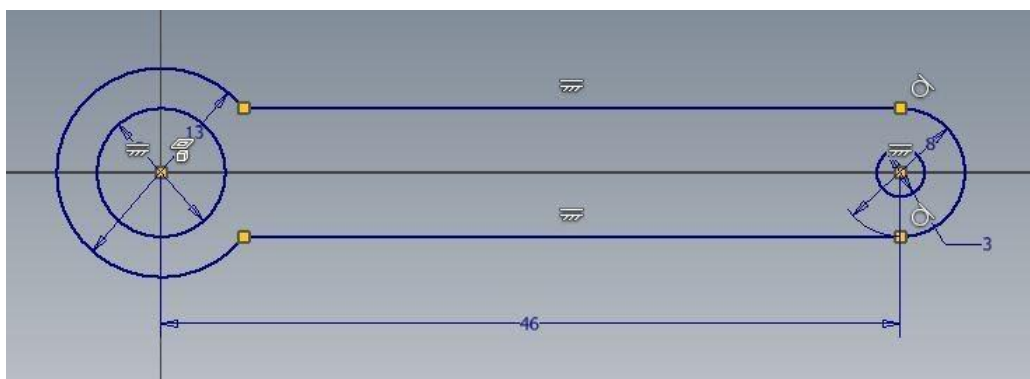


Рис. 1. Эскиз детали «Шатун»

Сохраним деталь.

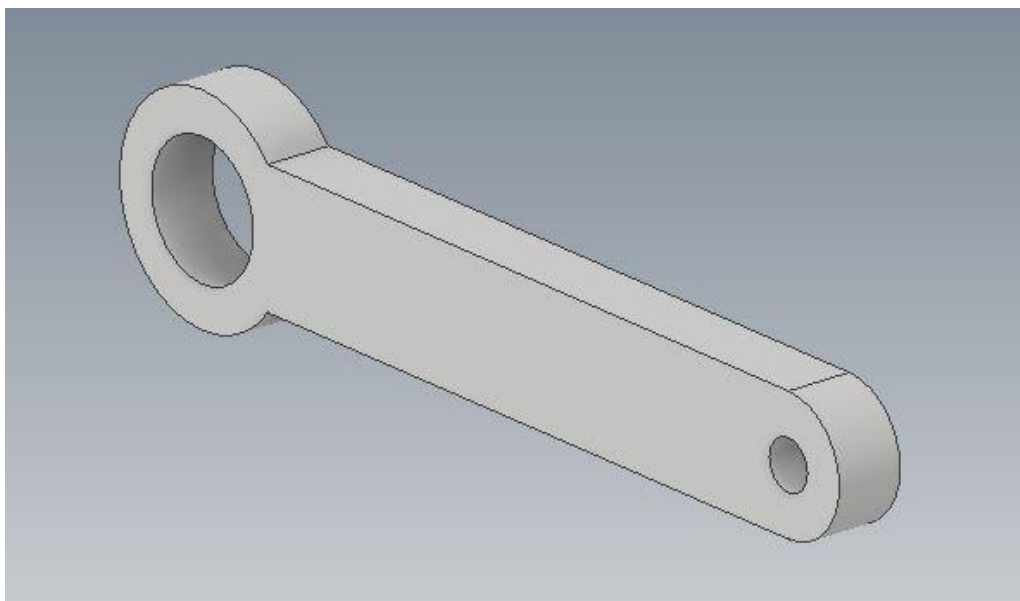


Рис. 2. Модель детали «Шатун»

Моделирование детали «Опора»

Опора предназначена для крепления кривошипа на корпусе поршневого насоса. Создадим эскиз, как показано на рис. 26.4. Инструментом «Обрезать» удалим дугу, выделенную пунктиром и выдавим полученный эскиз на 5 мм.

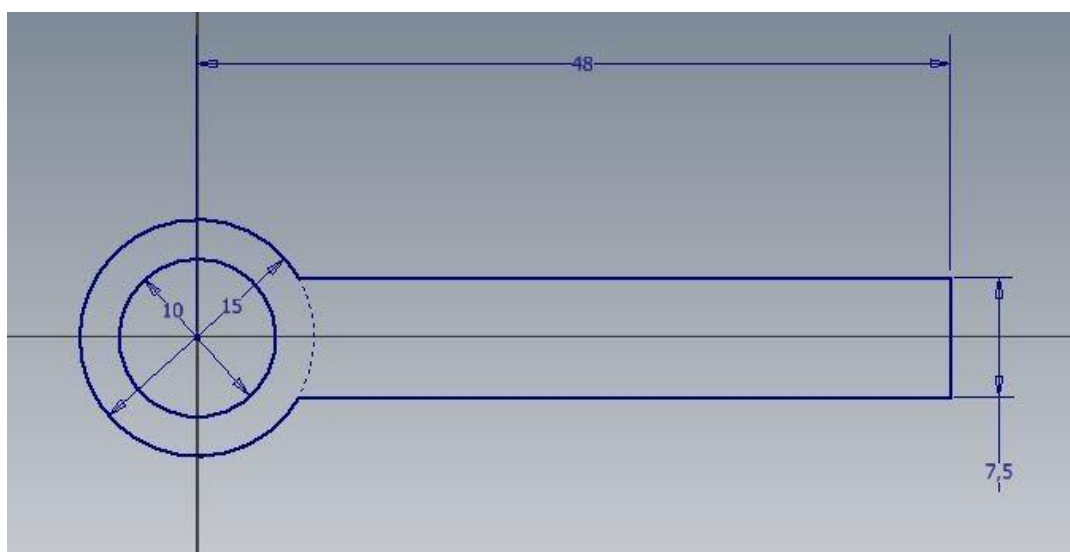


Рис. 3. Эскиз детали «Опора»

На верхней поверхности детали создадим эскиз, как показано на рис. 26.5, и выдавим его насквозь для получения прямоугольного выреза.

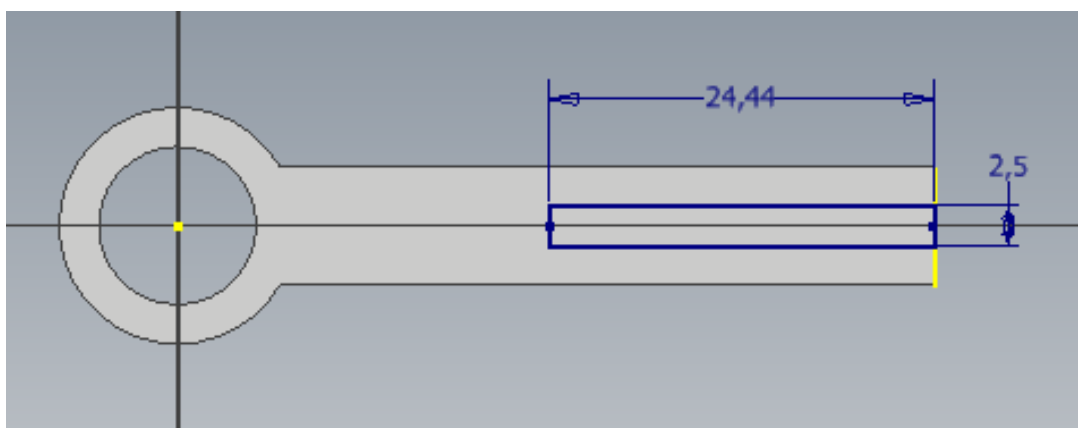


Рис. 4. Эскиз для выреза

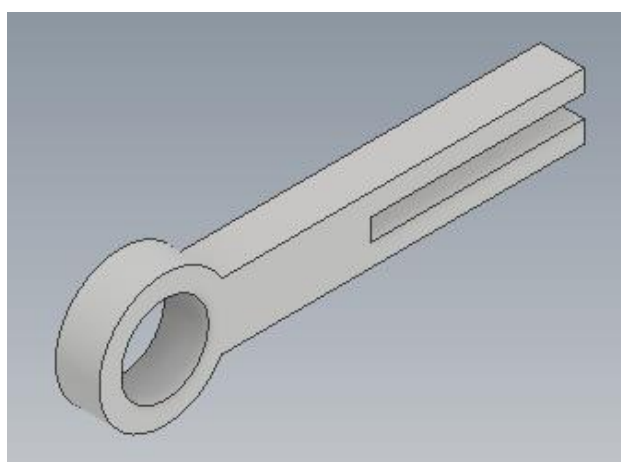


Рис. 5. Вырез на модели

На узкой верхней поверхности детали создадим эскиз, как показано на рис. 26.7, и выдавим его насквозь для получения отверстий. Сохраним деталь.

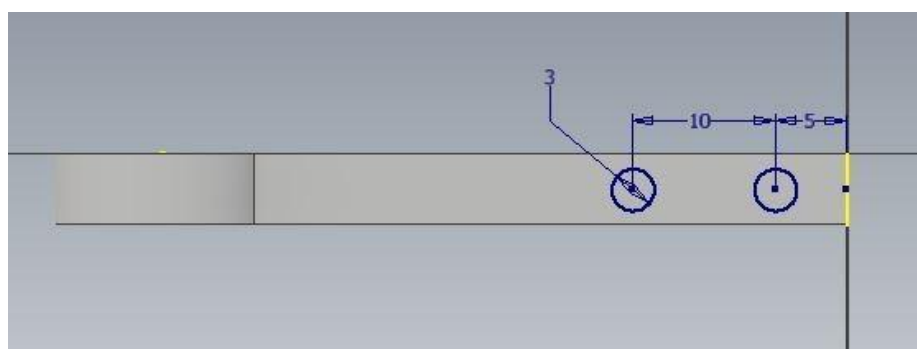


Рис. 6. Эскиз для отверстий

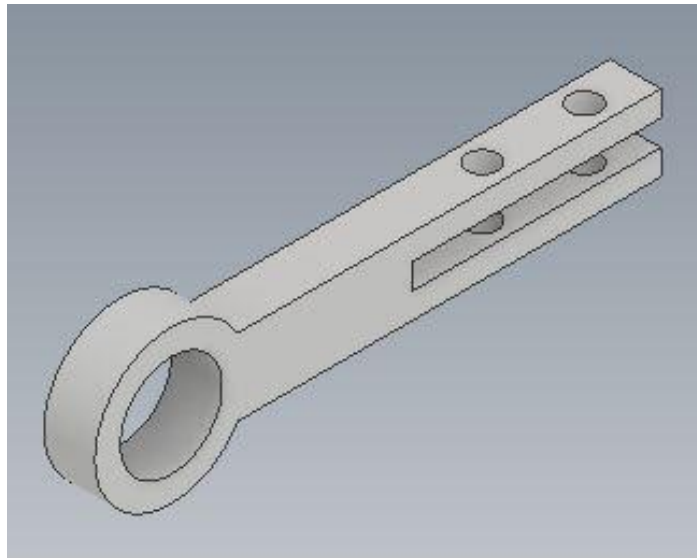


Рис. 7. Модель детали «Опора»

Практическая работа №27

Проект «Кулачковый насос». Моделирование деталей.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Наконечник золотника»

Данная деталь соединяет кулачковый механизм с золотником. При моделировании обратите внимание на обозначение размеров на чертеже - нижняя часть имеет диаметральный размер, следовательно, является цилиндром.

Создадим эскиз, как показано на рис. 1 и выдавим его на 12 мм.

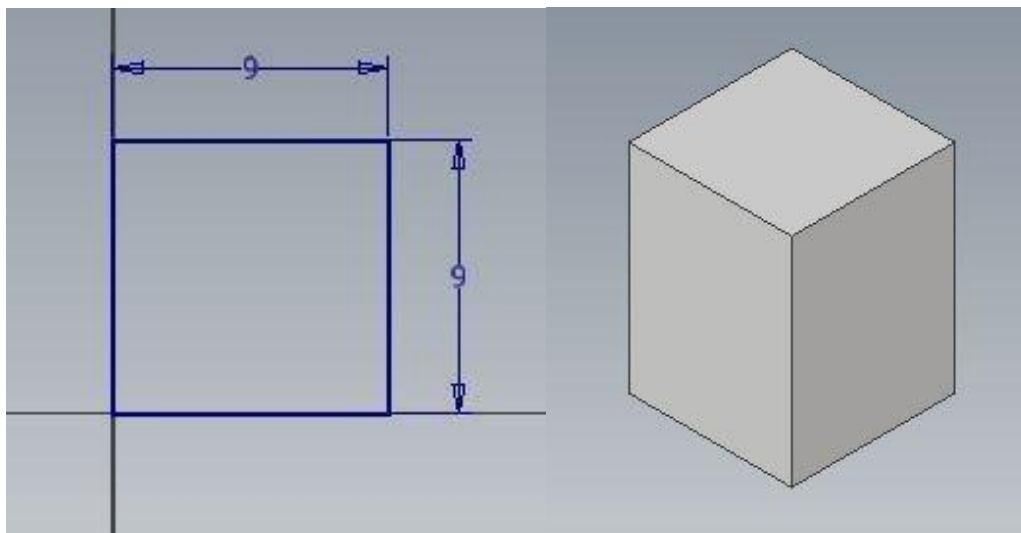


Рис. 1. Прямоугольный параллелепипед

На боковой поверхности создадим эскиз, как показано на рис. 2 и выдавим его насквозь для получения прямоугольного выреза.

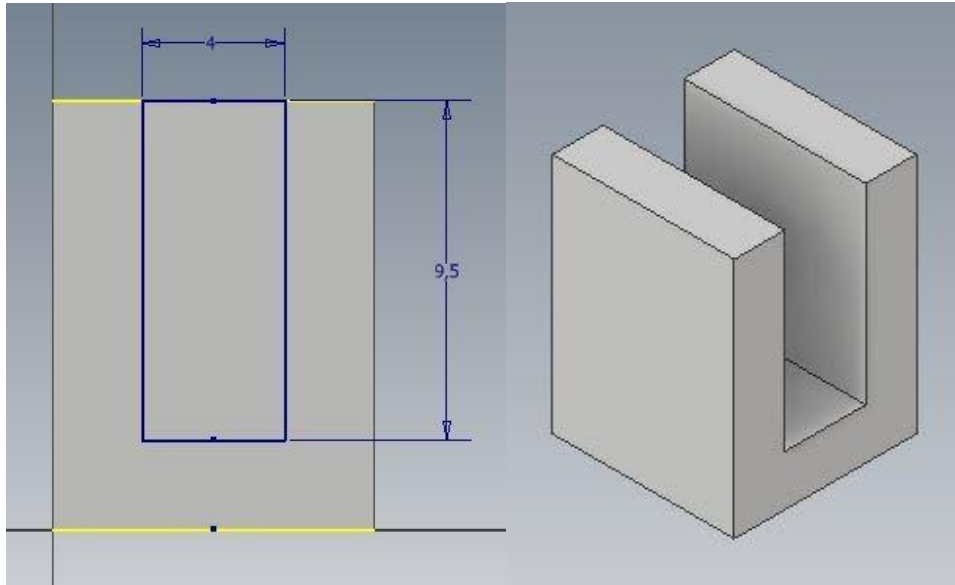


Рис. 2. Получение выреза

На боковой поверхности изобразим эскиз, как показано на рис. 3, и выдавим его для получения двух отверстий.

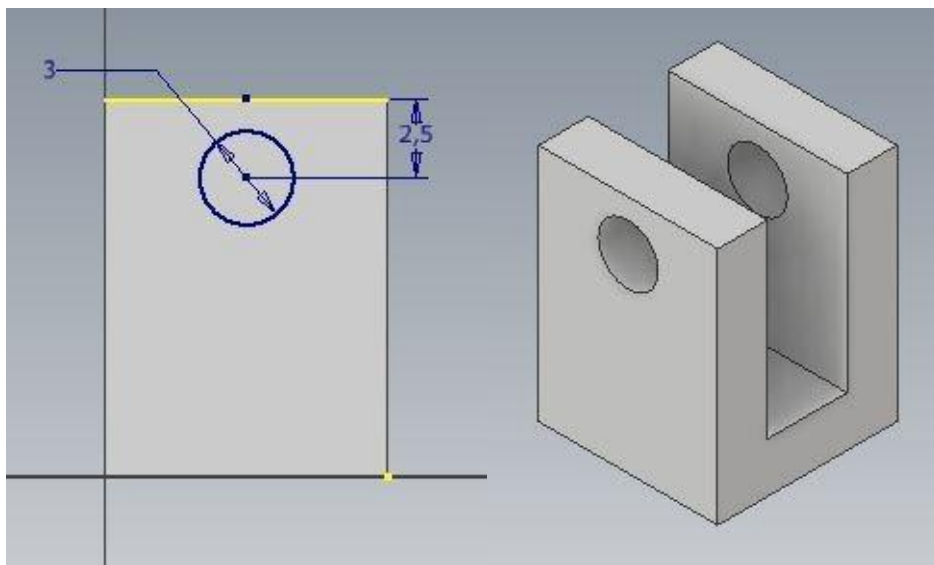


Рис. 3. Получение отверстий

На нижней части детали создадим эскиз в виде окружности и выдавим его на 5 мм с добавлением. Обязательно используем инструмент «Горизонтальность/Вертикальность». Сохраним деталь.

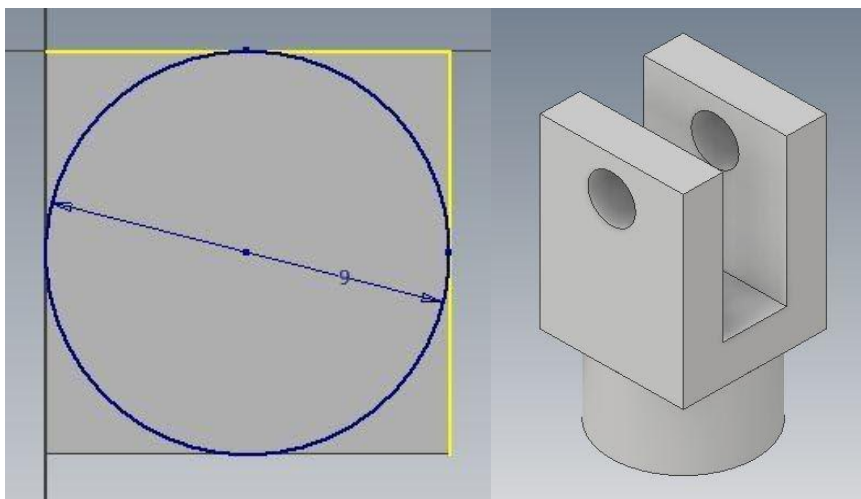


Рис. 4. Получение отверстий

Моделирование детали «Впускной патрубок»

Впускной патрубок, в ходе работы насоса, помещается в резервуар, из которого насосом откачивается жидкость. Создадим эскиз, как показано на рис. 5, и выдавим его на 20 мм.

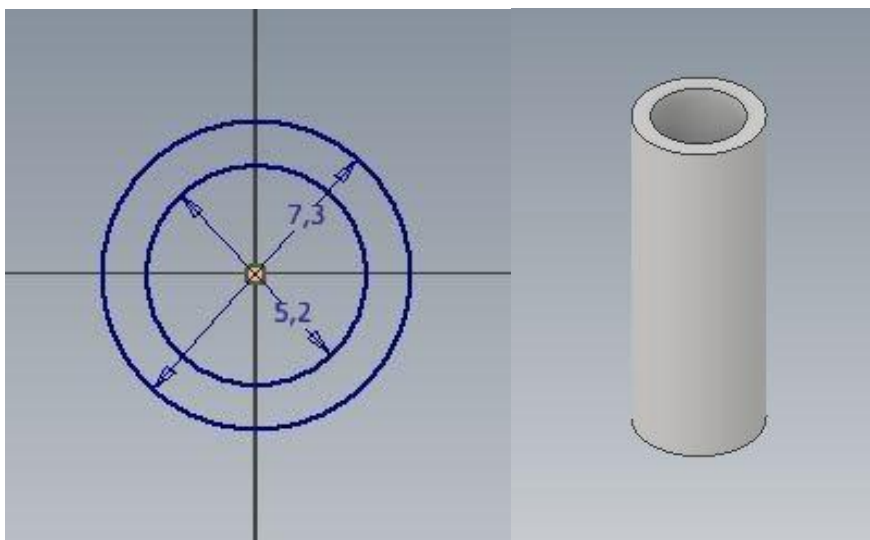


Рис. 5. Модель детали «Впускной патрубок»

Предложите слушателям создать такую же деталь, но с использованием инструмента «Вращение» (как «Втулка» в проекте «Блок»). По окончании процесса моделирования преподавателем проводится контрольная проверка работ учащихся: модели должны быть выполнены качественно, без визуальных дефектов. Ученики заполняют отчеты о выполнении работы, преподаватель проверяет качество заполнения отчета, особое внимание уделяя пункту о возникших у ученика трудностях - по возможности, необходимо дать соответствующее пояснение.

Практическая работа №28

Проект «Кулачковый насос». Моделирование деталей.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Кривошип»

Кривошип приводится в действие внешней силой и создает вращательное движение для одного из концов шатуна, преобразуя это движение в поступательное движение для поршня.

Создадим эскиз, состоящий из прямоугольника и двух окружностей, расположенных на его правой и левой сторонах. Обрежем лишние элементы эскиза и выдавим на 6 мм, чтобы получить результат, как на рис. 1.

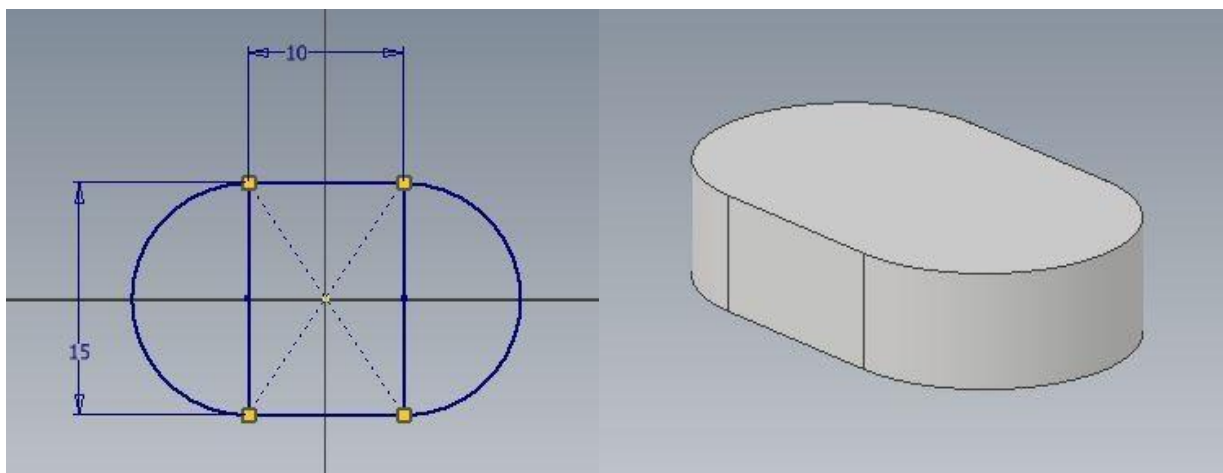


Рис. 1. Основание кривошипа

Создадим эскиз, как показано на рис. 2, и выдавим его на 4 мм.

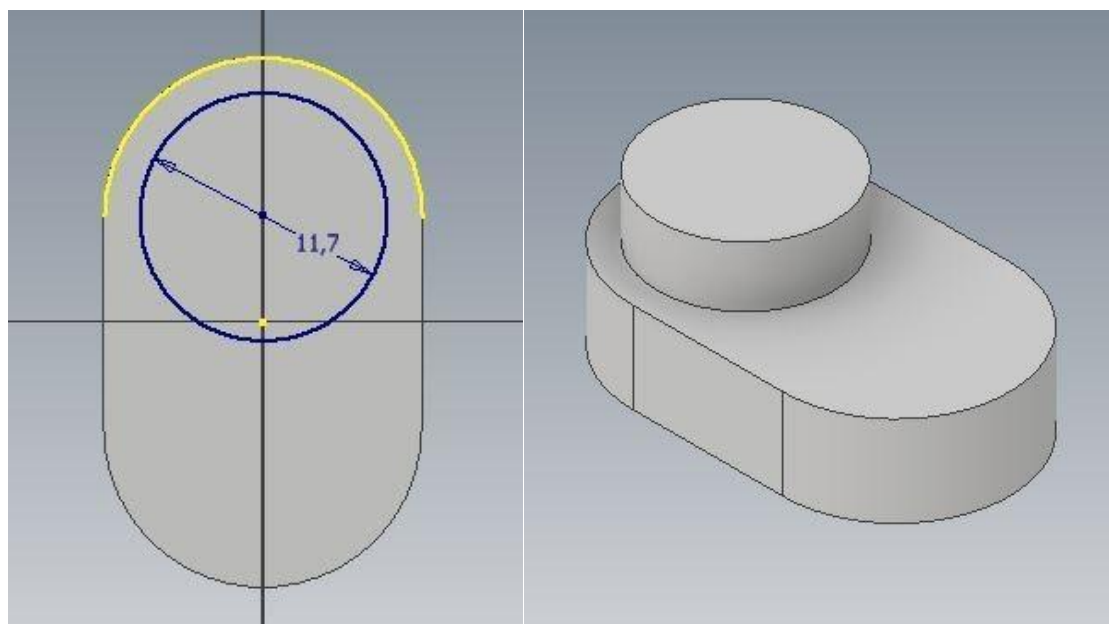


Рис. 2. Моделирование кривошипа

Создадим эскиз на поверхности цилиндра, как показано на рис. 3 и выдавим его на 8 мм.

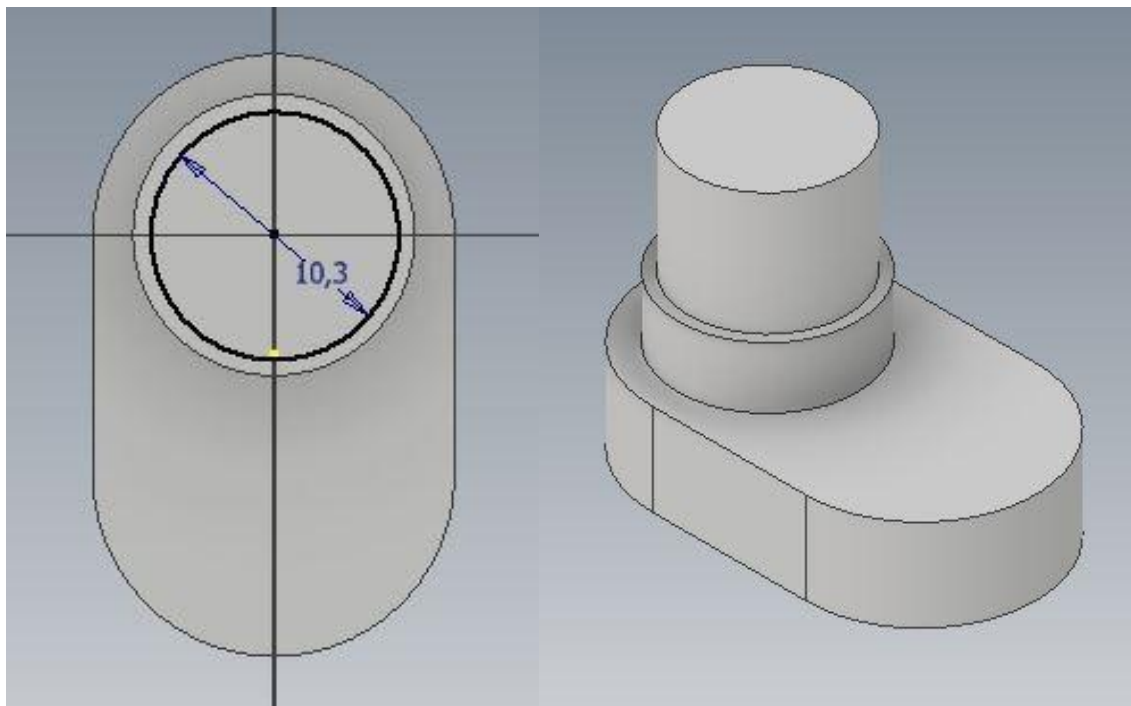


Рис. 3. Моделирование кривошипа

Создадим на поверхности цилиндра эскиз в виде шестиугольника при помощи инструмента «Многоугольник». Изобразим произвольный многоугольник, затем установим для него размер, согласно чертежу и выровняем, если необходимо, один из углов при помощи инструмента «Горизонтальность/Вертикальность». Выдавим эскиз на 15 мм.

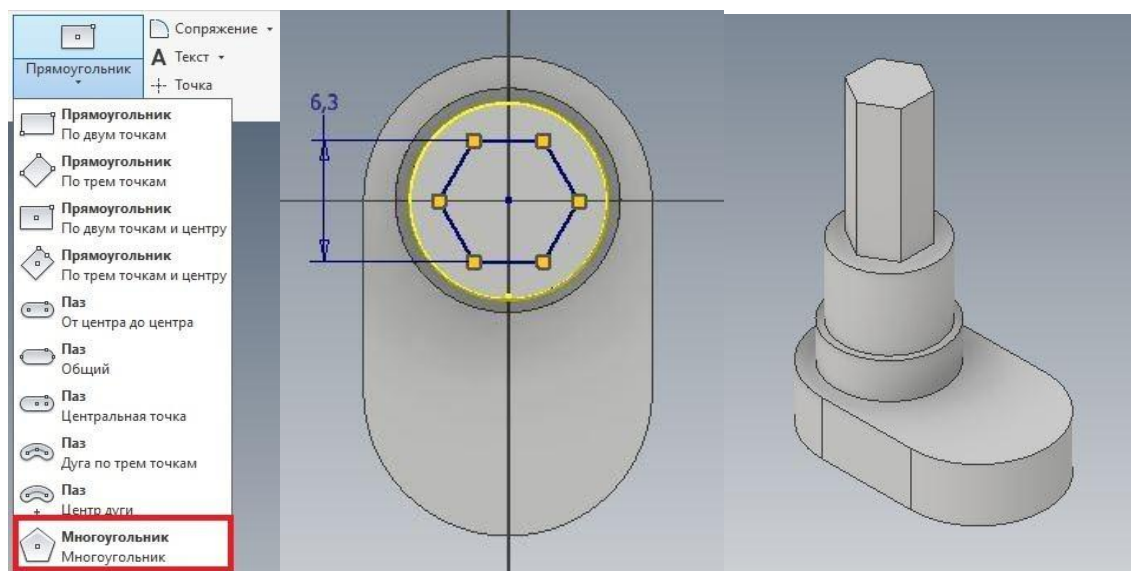


Рис. 4. Получение шестигранной призмы

Создадим эскиз, как показано на рис. 5 и выдавим его насквозь для получения отверстия.

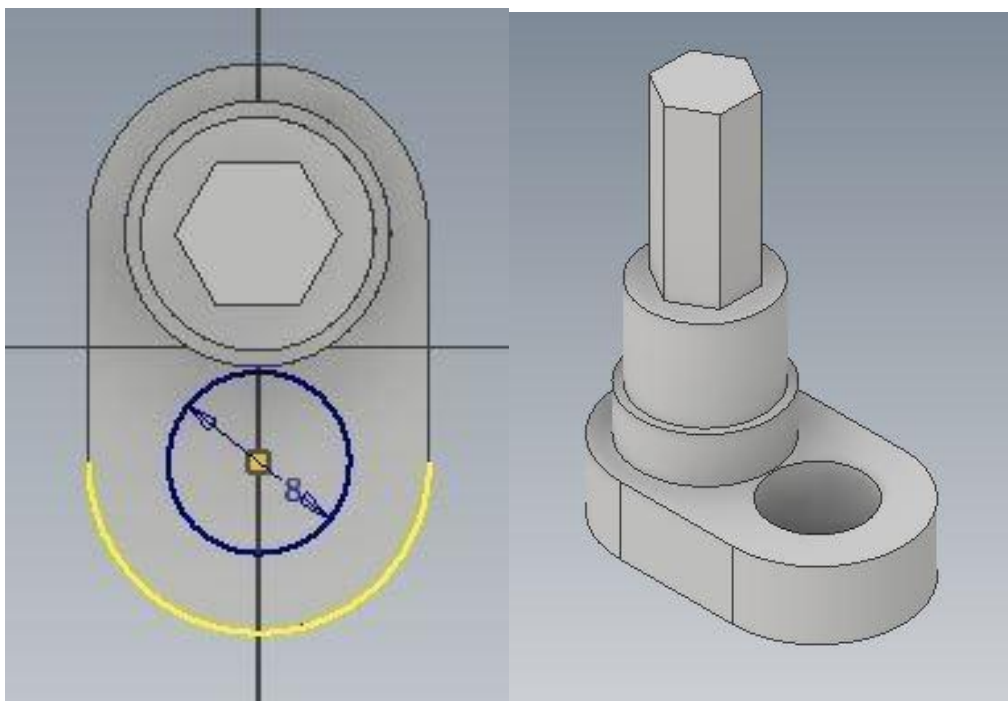


Рис. 5. Создание отверстия

На плоской боковой поверхности детали создадим эскиз, как показано на рис. 6 и выдавим его насквозь для получения отверстия. Сохраним деталь.

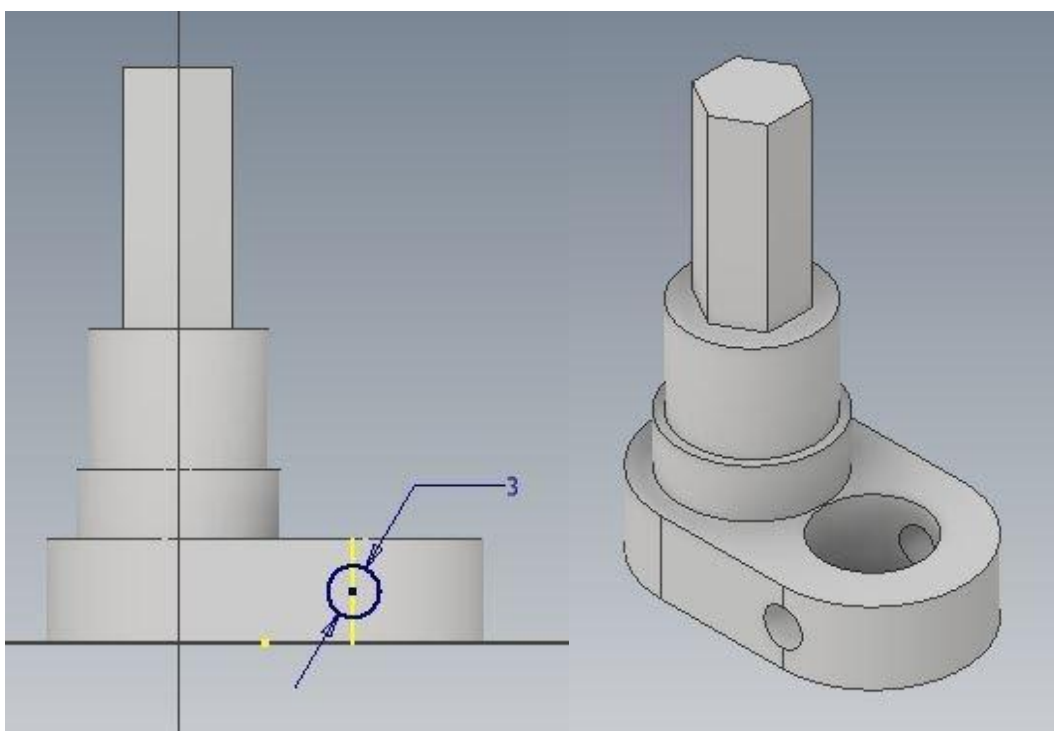


Рис. 6. Создание радиального отверстия

Моделирование детали «Ножка насоса»

Данная деталь в двух экземплярах необходима для поддержания корпуса насоса на небольшом расстоянии от дна резервуара, в который помещается поршневой насос.

Создадим эскиз, как показано на рисунке. Сначала, при помощи инструмента «Отрезок» и «Дуга по трем точкам» изобразим внешний контур детали. Для создания дуги выбираем соответствующий инструмент, нажимаем ЛКМ в точке (1) и (2) для установки концов дуги, затем, переместив указатель мыши немного вверх, нажимаем ЛКМ в точке (3) для задания кривизны дуги (см. рис. 7).

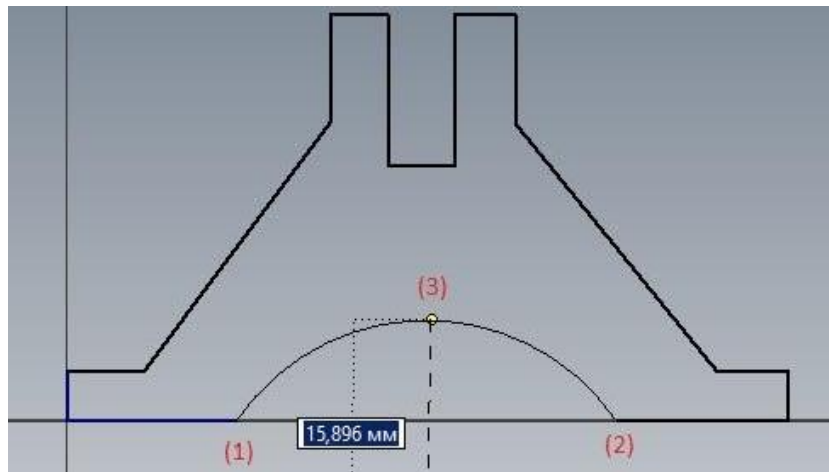


Рис. 7. Построение дуги по трем точкам

Зададим равенство между соответствующими отрезками (зависимость «Равенство»), установим необходимые размеры и выдадим эскиз на 5 мм.

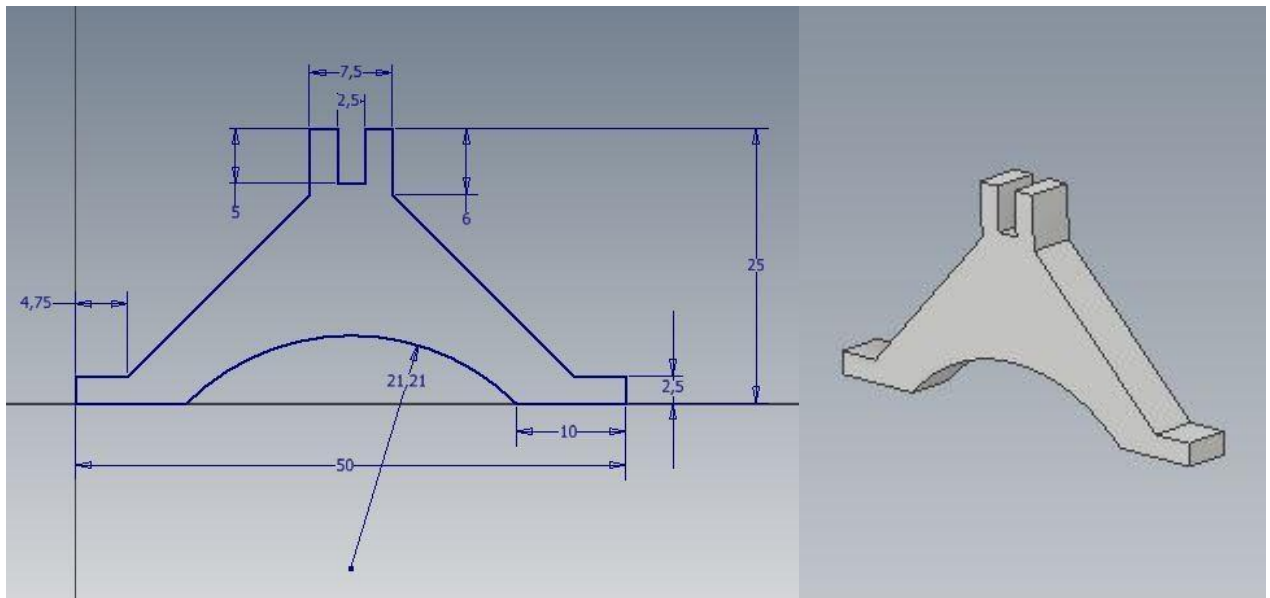


Рис. 8. Профиль ножки

Создадим эскиз на поверхности детали, как показано на рис. 9. Для этого воспользуемся инструментом «Смещение» с величиной 2,5 мм. Выдавим полученный эскиз внутрь детали, для получения углубления, на 2,5мм.

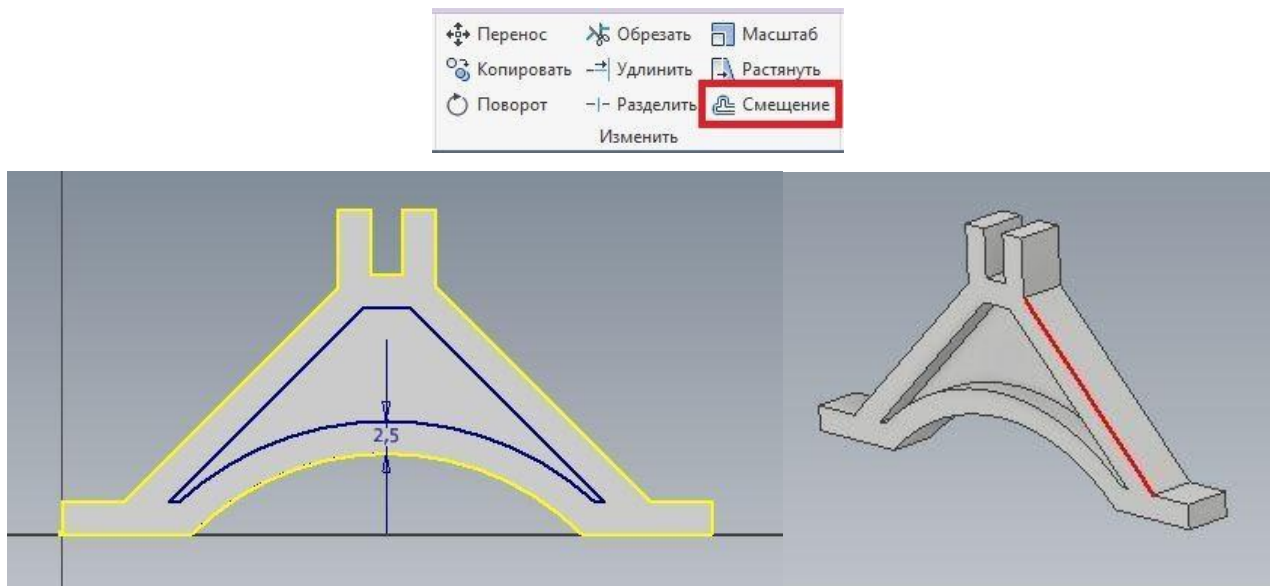


Рис. 9. Работа инструмента «Смещение»

Создадим эскиз, как показано на рисунке, и выдавим его насквозь для получения отверстий в детали. Сохраним деталь.

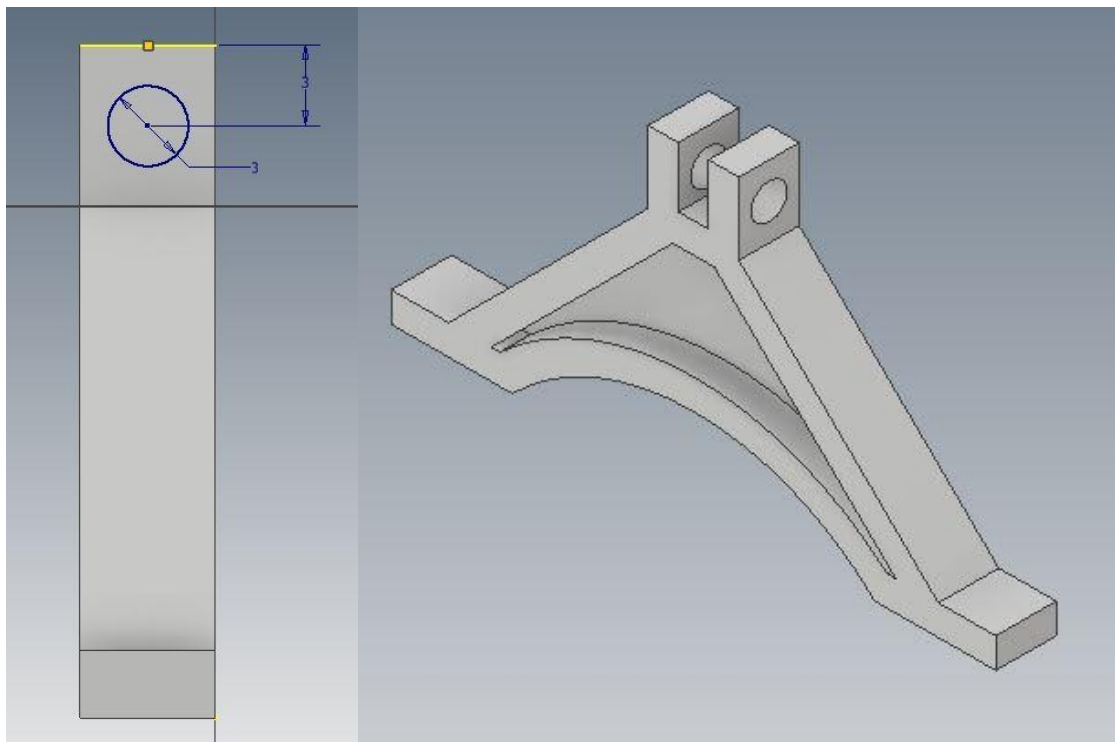


Рис. 10. Получение отверстия

Практическая работа №29

Проект «Кулачковый насос». Моделирование деталей.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Кулачок»

Создадим эскиз, как показано на рис. 1, где (1) - (4) - дуги, (5) и (6) - отрезки. Для установки размера отрезков, как на рисунке, после выбора отрезка инструментом «Размеры», нажимаем ПКМ, и из контекстного меню выбираем «Параллельно». Выдадим эскиз на 4 мм.

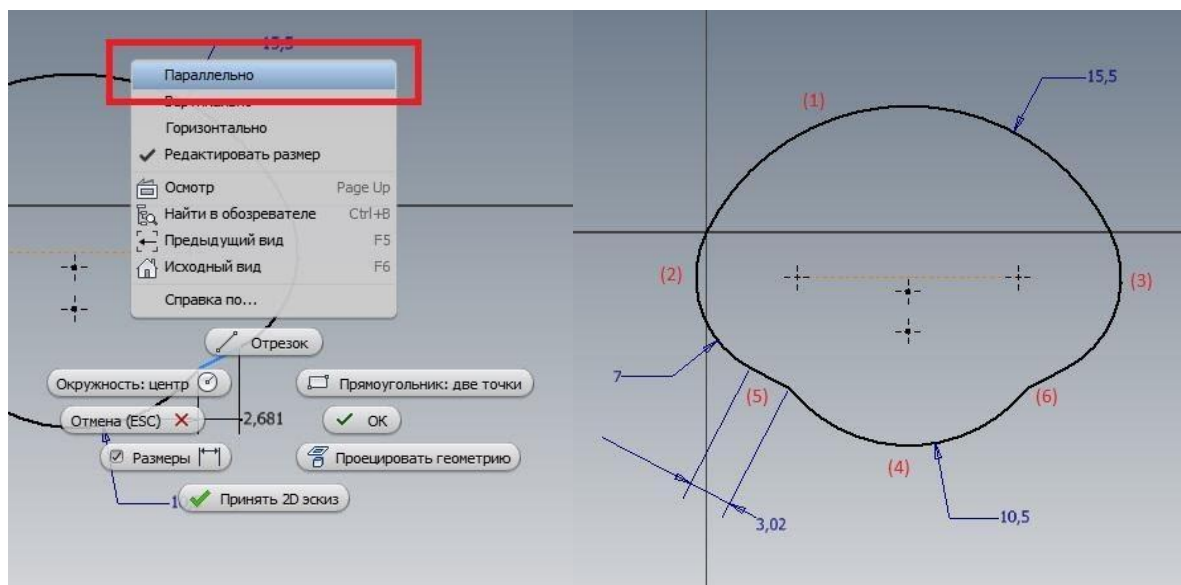


Рис. 1. Эскиз профиля кулачка

При помощи инструмента «Смещение» создадим эскиз, как показано на рис. 2, и выдадим его внутрь детали на 2 мм.

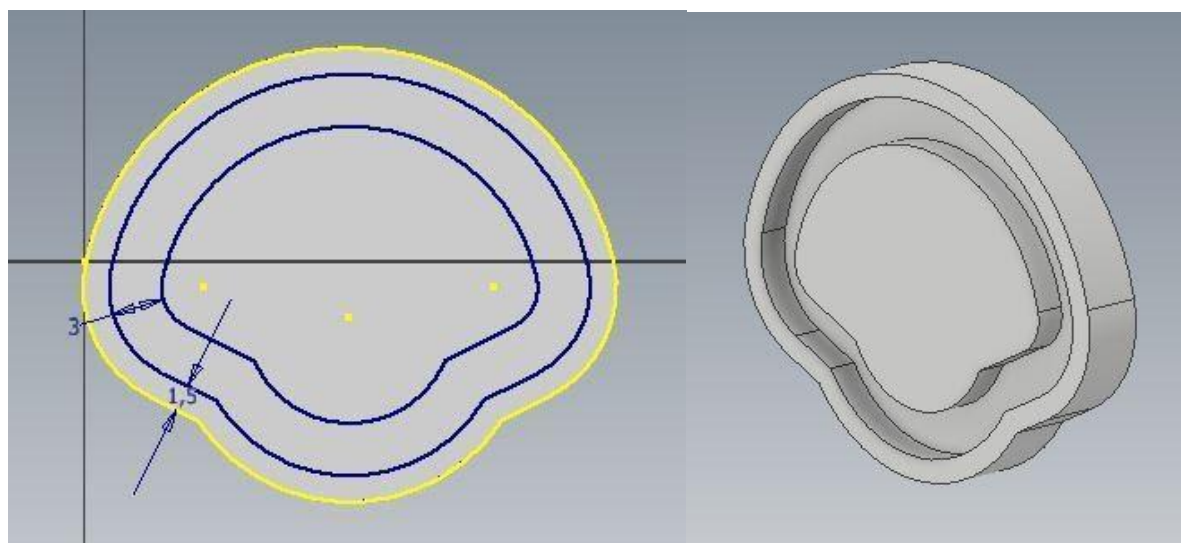


Рис. 2. Получение канавки для толкателя

Создадим эскиз, как показано на рис. 3, и выдавим его насквозь для создания выреза.

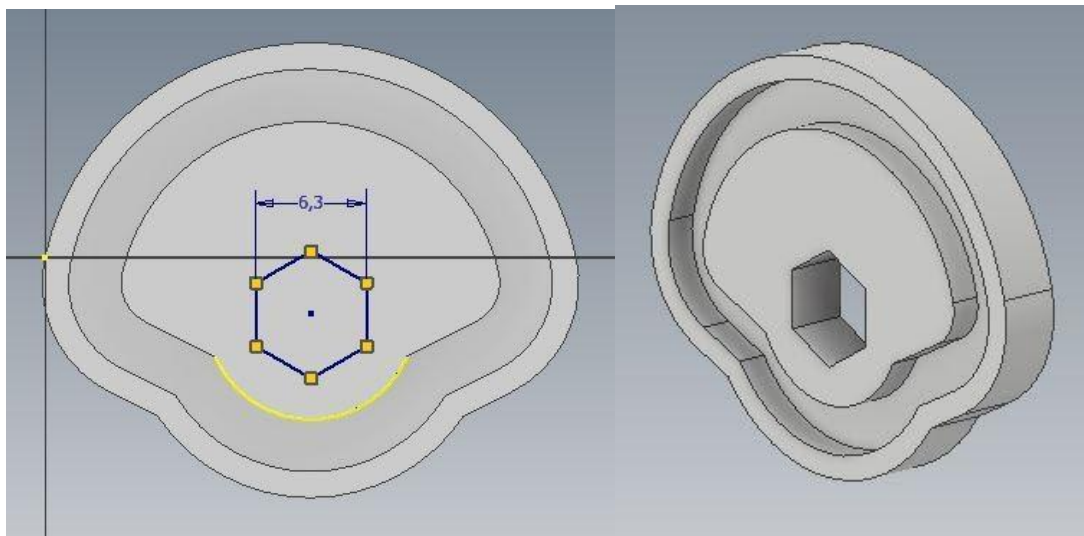


Рис. 3. Получение шестигранного паза

Добавим сопряжения и сохраним деталь.

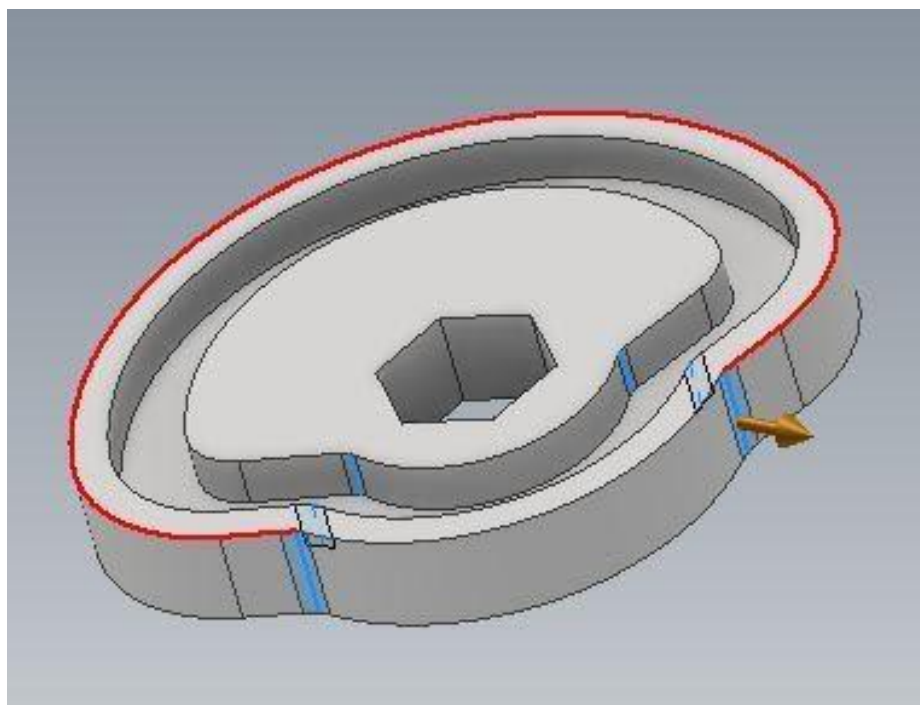


Рис. 4. Модель детали «Кулачок»

Моделирование детали «Шейка шатуна»

Создадим эскиз, как показано на рис. 5, и выдавим его на 16 мм.

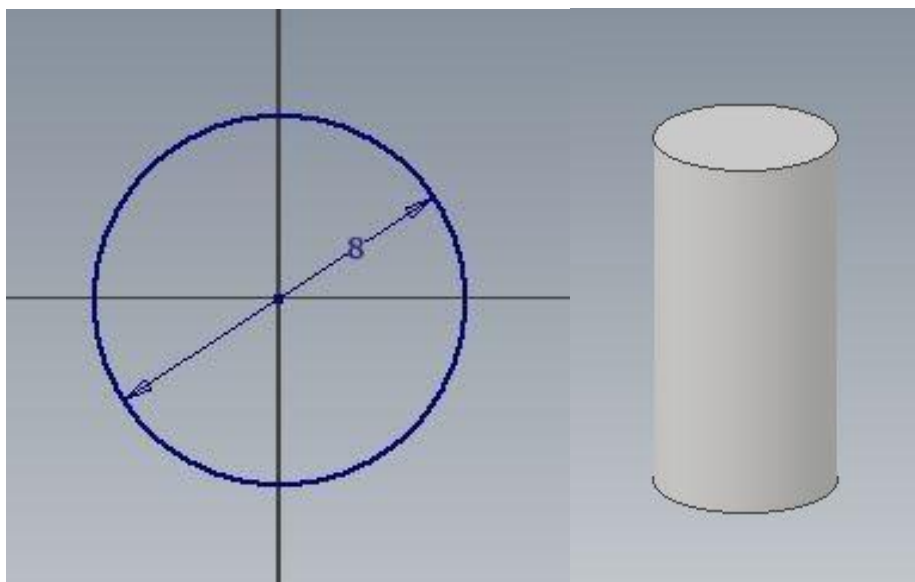


Рис. 5. Цилиндр для детали «Шейка шатуна»

На одной из базовых плоскостей, пересекающих тело, выполним эскиз, как показано на рис. 6, и симметрично выдавим его для создания отверстий. Сохраним деталь.

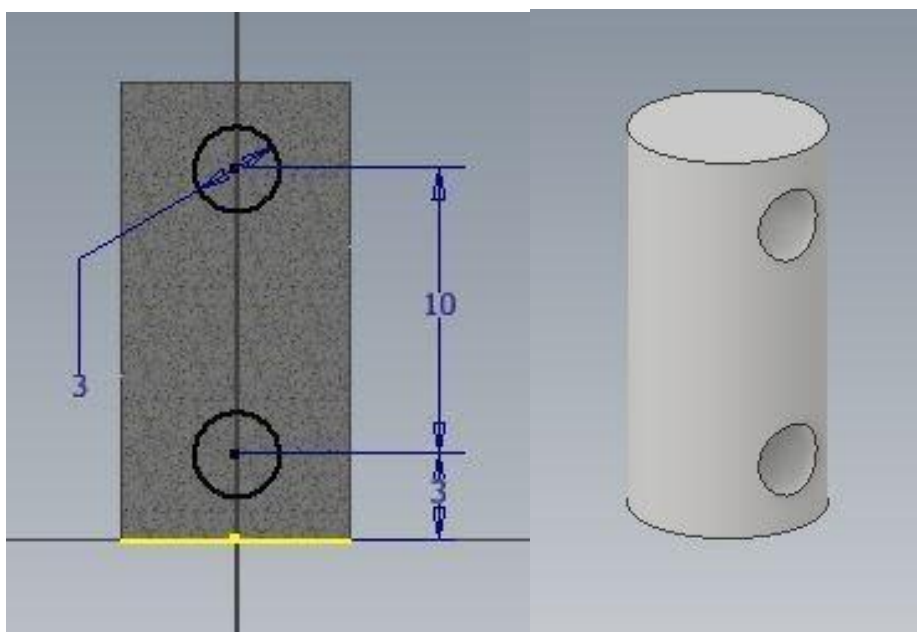


Рис. 6. Получение сквозных радиальных отверстий

Практическая работа №30

Проект «Кулачковый насос». Моделирование деталей.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Выпускной патрубок»

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

Данная деталь служит для выпуска воды из корпуса поршневого насоса в ходе его работы. Создадим эскиз, как показано на рис. 1 и примем его. (обратим внимание на зависимости касательности между дугами и отрезками).

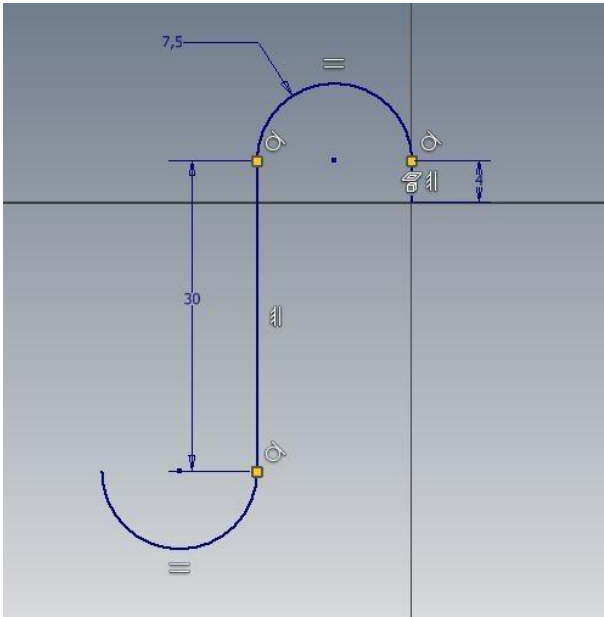


Рис. 1. Эскиз профиля

На базовой плоскости, перпендикулярной отрезку 30 мм, создадим эскиз, как показано на рис. 2 и примем его.

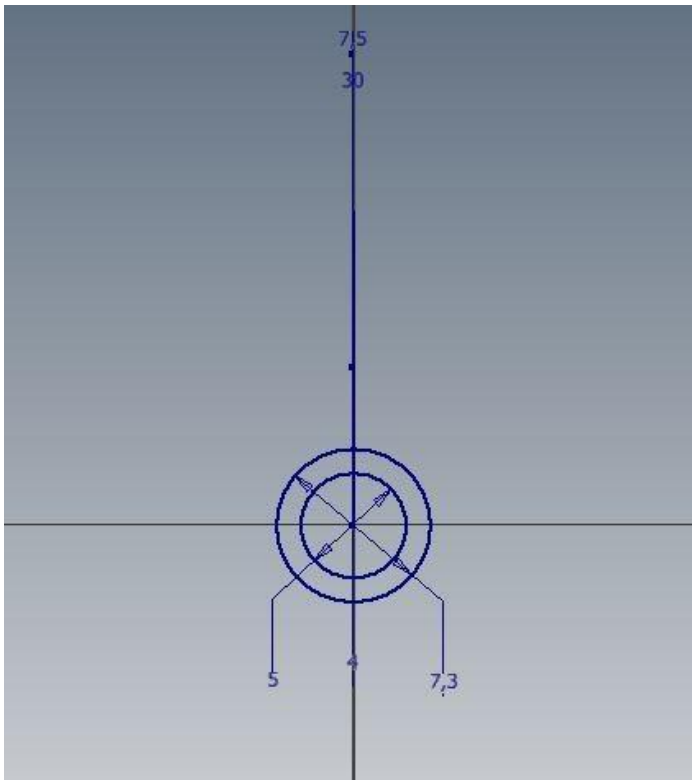


Рис. 2. Эскиз сечения

При помощи инструмента «Сдвиг» создадим объемное тело, (где первый эскиз - траектория, второй эскиз - профиль) и сохраним деталь.

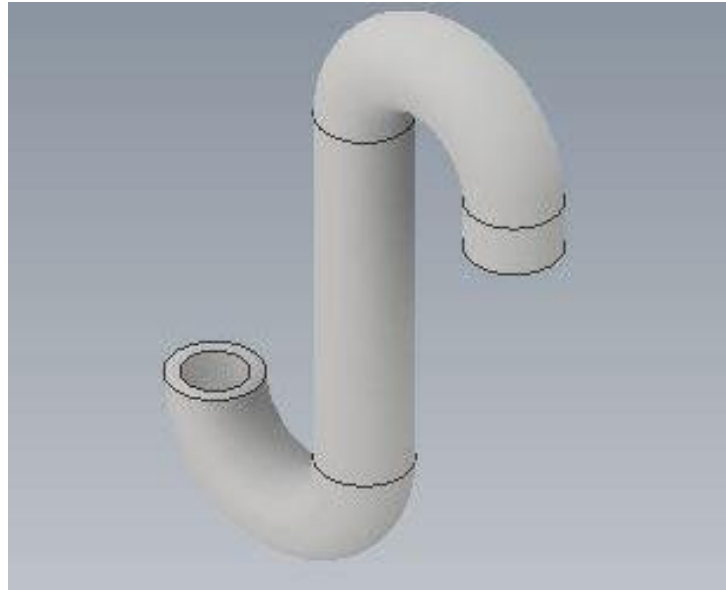


Рис. 3. Модель детали «Выпускной патрубок»

Моделирование детали «Поршень»

Данная деталь, в ходе работы поршневого насоса, движется внутри цилиндрического канала в корпусе, создавая давление/разрежение, необходимые для функционирования устройства.

Создадим эскиз, как показано на рис. 4, и выдавим его на 20 мм.

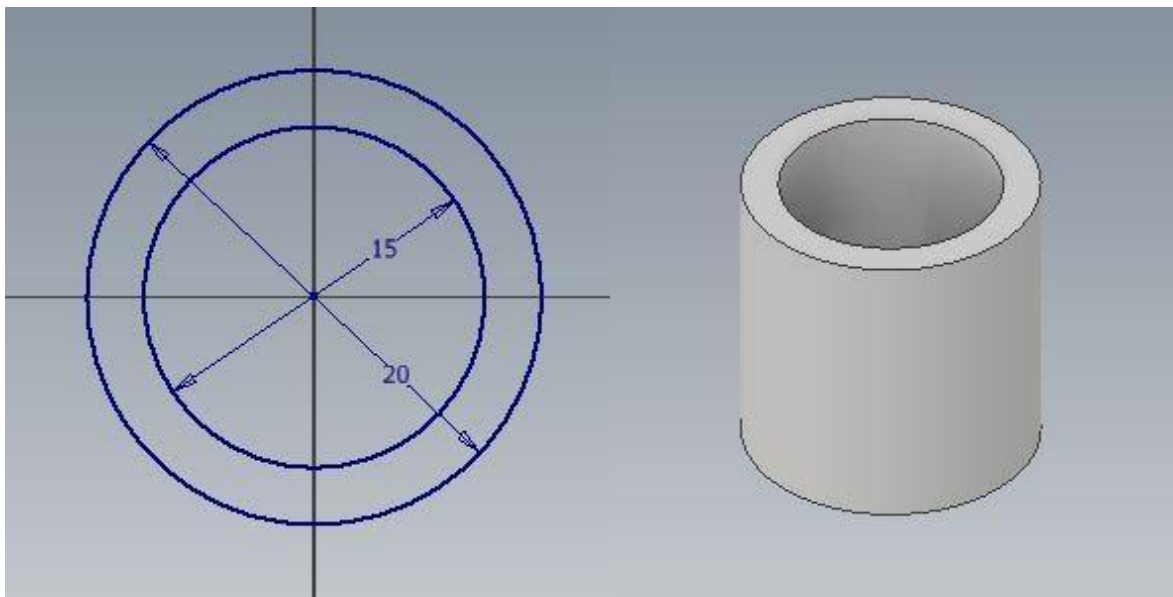


Рис. 4. Модель полого цилиндра для поршня

На нижней поверхности создадим эскиз в виде окружности и выдавим его внутрь детали для создания дна поршня.

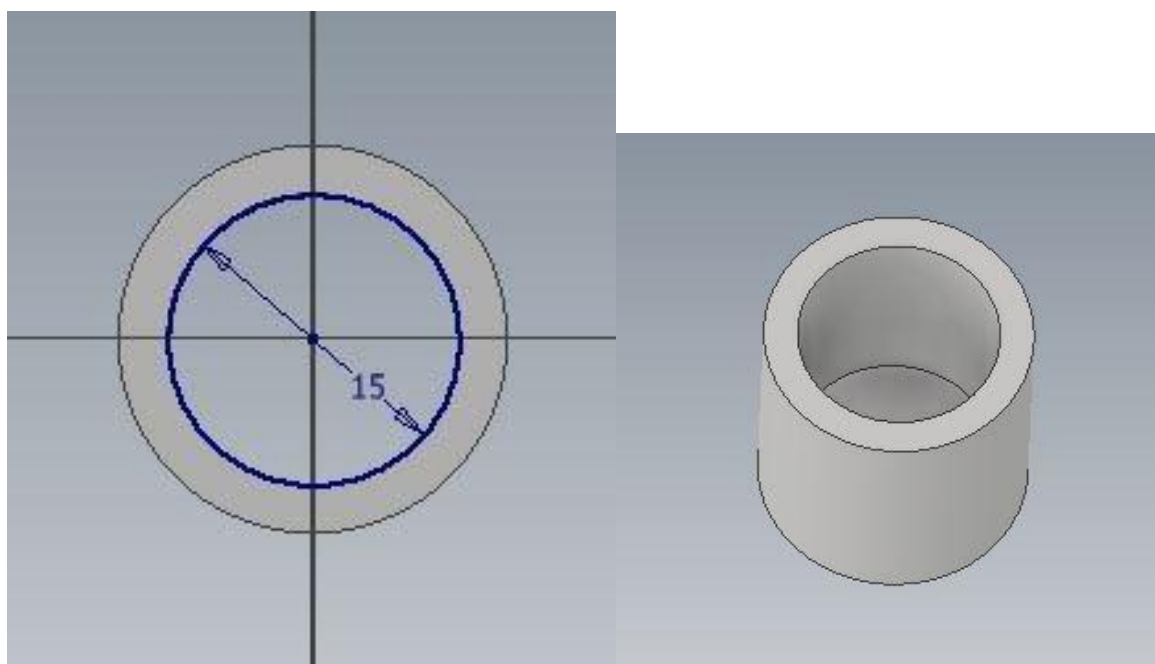


Рис. 5. Создание дня поршня

На одной из базовых плоскостей, пересекающих деталь, создадим эскиз, как показано на рис. 6, и симметрично выдавим его 18 мм.

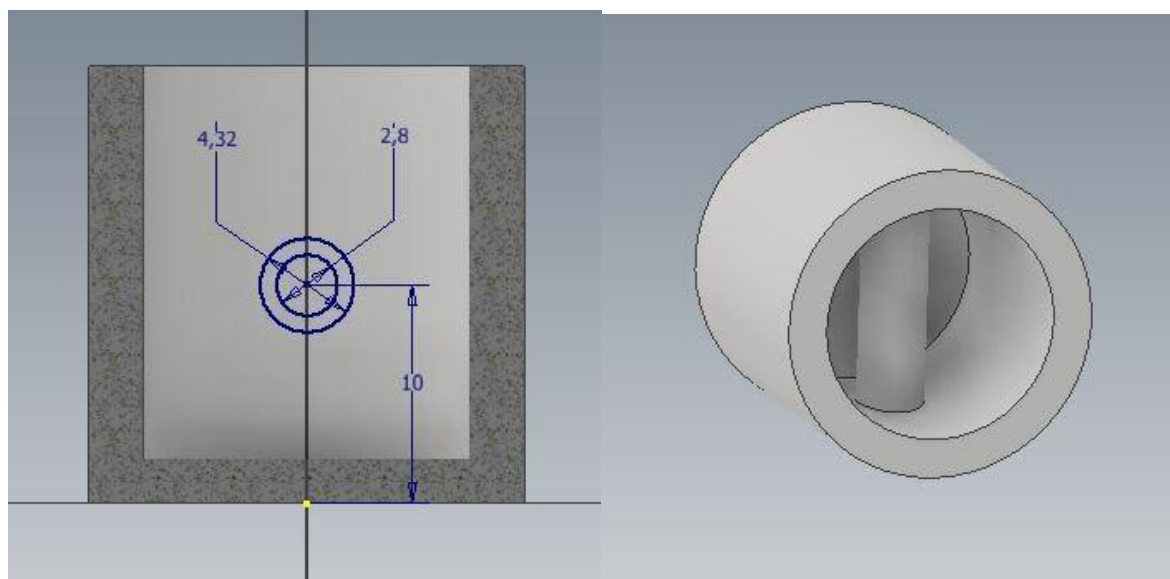


Рис. 6. Создание шейки поршня

На этой же базовой плоскости создадим эскиз, как показано на рисунке, и выдавим его симметрично, насквозь детали, для создания отверстия.

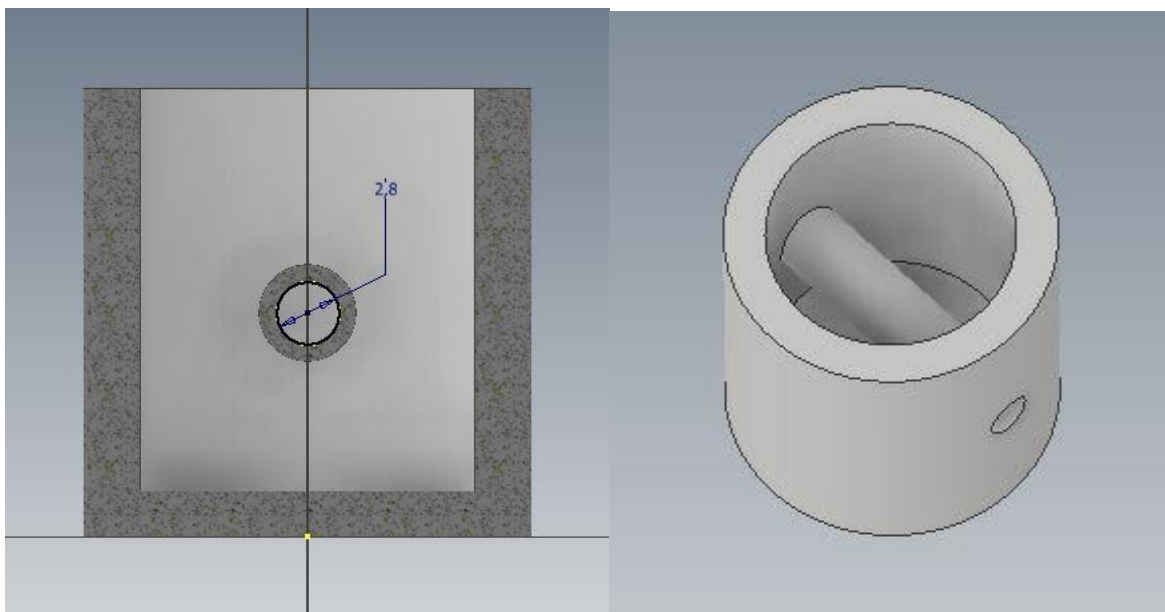


Рис. 7. Создание сквозного отверстия в шейке поршня

Создадим на верхней плоскости поршня эскиз, как показано на рис. 8, и вырежем его выдавливанием так, чтобы прорезать насквозь шейку поршня. Сохраним деталь.

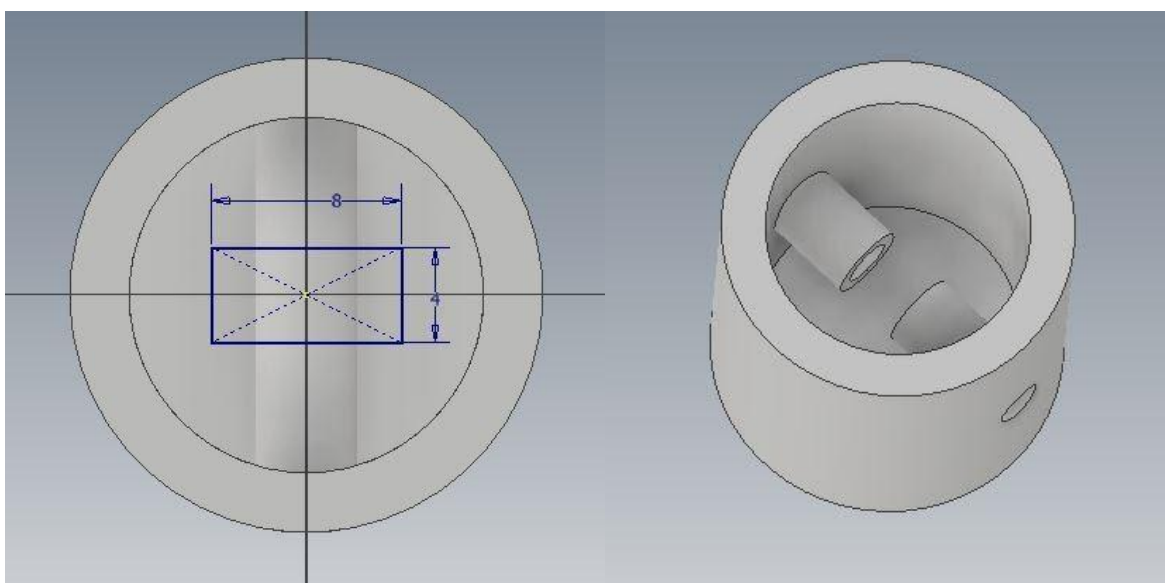


Рис. 8. Создание выреза

Практическая работа №31

Проект «Кулачковый насос». Моделирование сложной корпусной детали.

Порядок выполнения работы

Моделирование детали «Корпус насоса»

Данная деталь представляет собой основу для крепления всех остальных деталей проекта, внутри которой находятся каналы, по которым из впускного патрубка вода движется к выпускному. Создадим эскиз, как показано на рис. 1, и выдавим его на 50 мм.

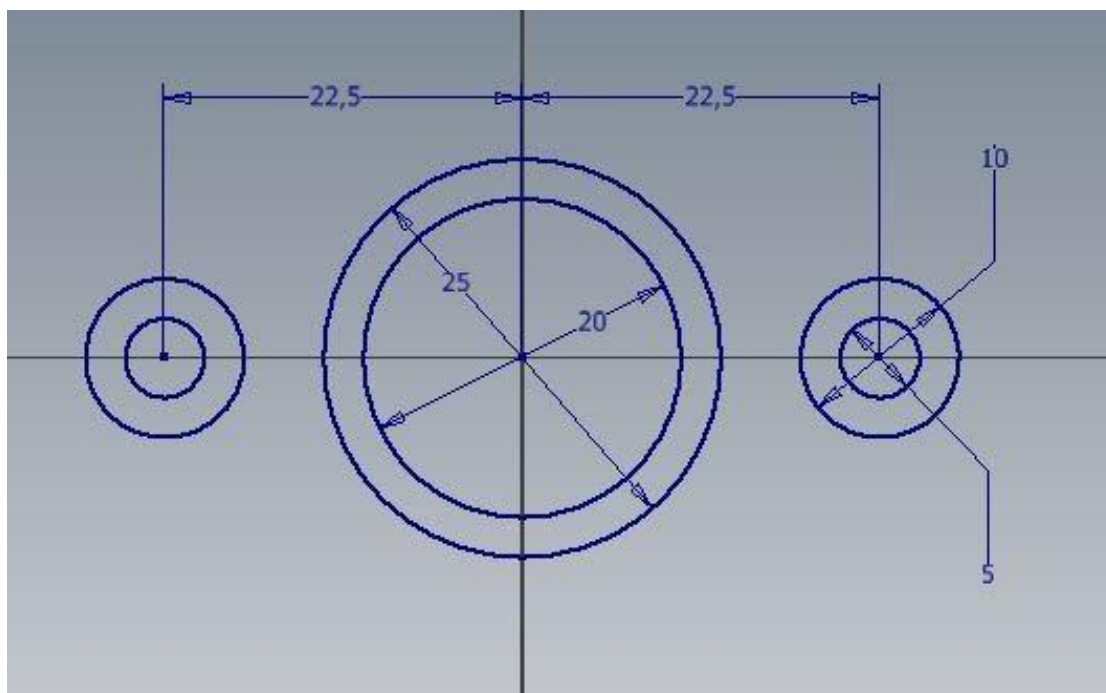


Рис. 1. Базовый эскиз

На одной из базовых плоскостей, пересекающей только большой цилиндр детали, изобразим эскиз, как показано на рис. 2, и выдавим его симметрично на 45 мм.

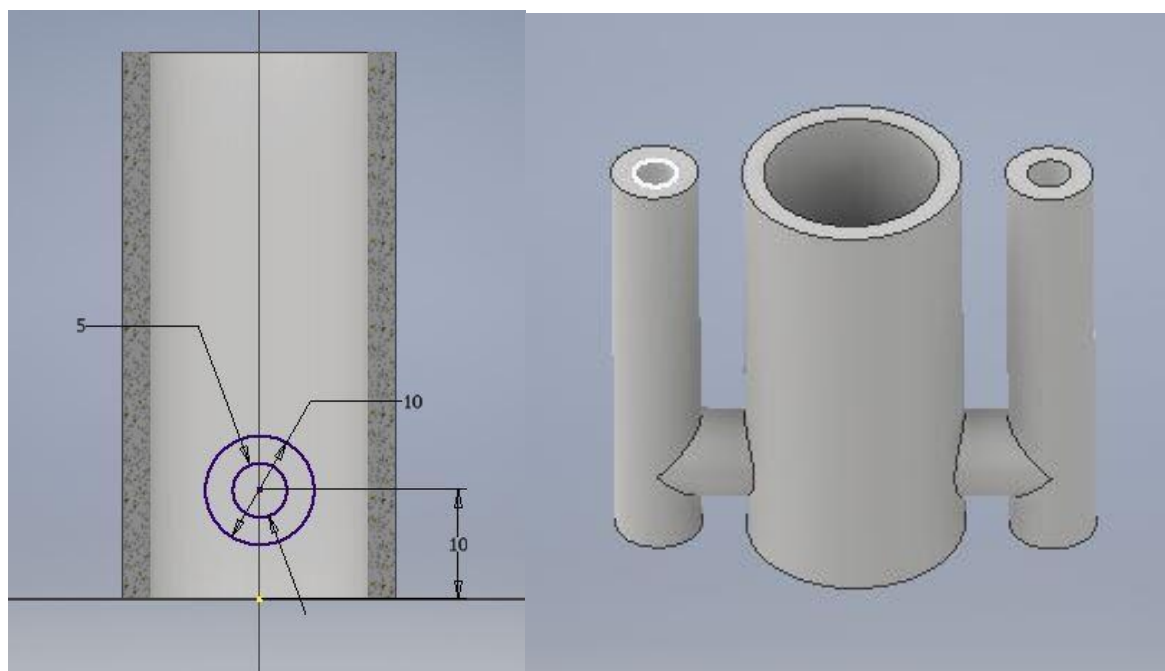


Рис. 2. Соединительные трубки

Создадим эскиз на базовой плоскости, проходящей через все цилиндры детали, как показано на рис. 3, и симметрично выдавим его на 2,5 мм.

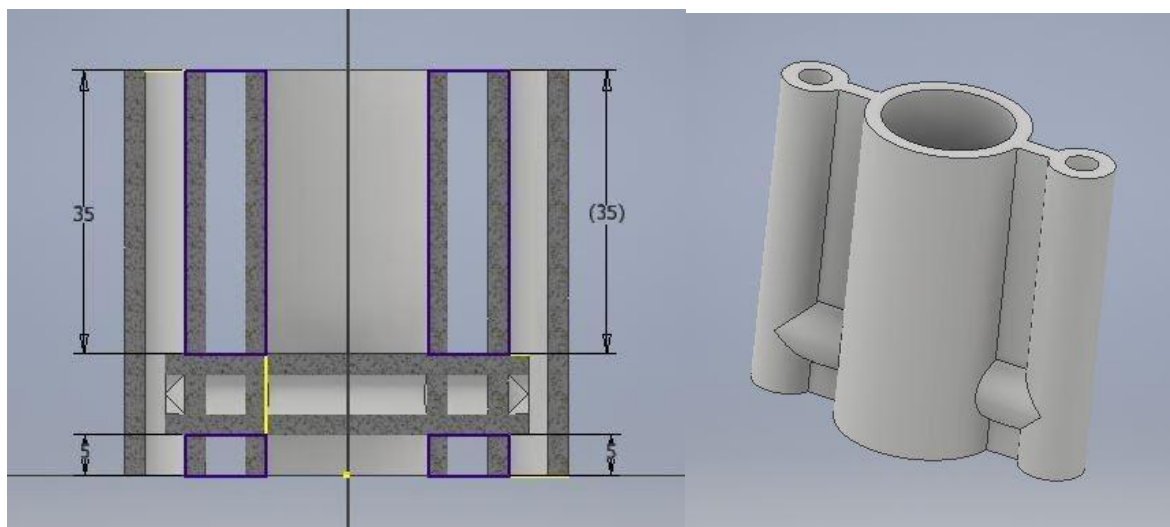


Рис. 3. Ребра жесткости

На только что созданной поверхности создадим эскиз, как показано на рис. 4, и выдавим его насквозь, для создания отверстий.

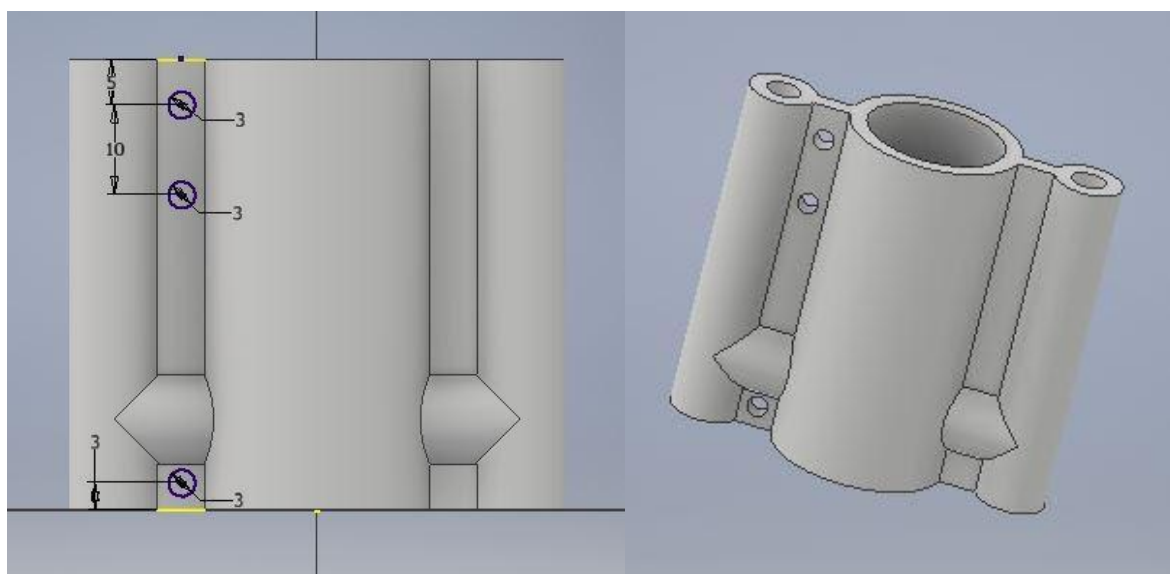


Рис. 4. Получение крепежных отверстий

При помощи инструмента «Зеркальный массив» и базовой плоскости создадим копию набора отверстий.

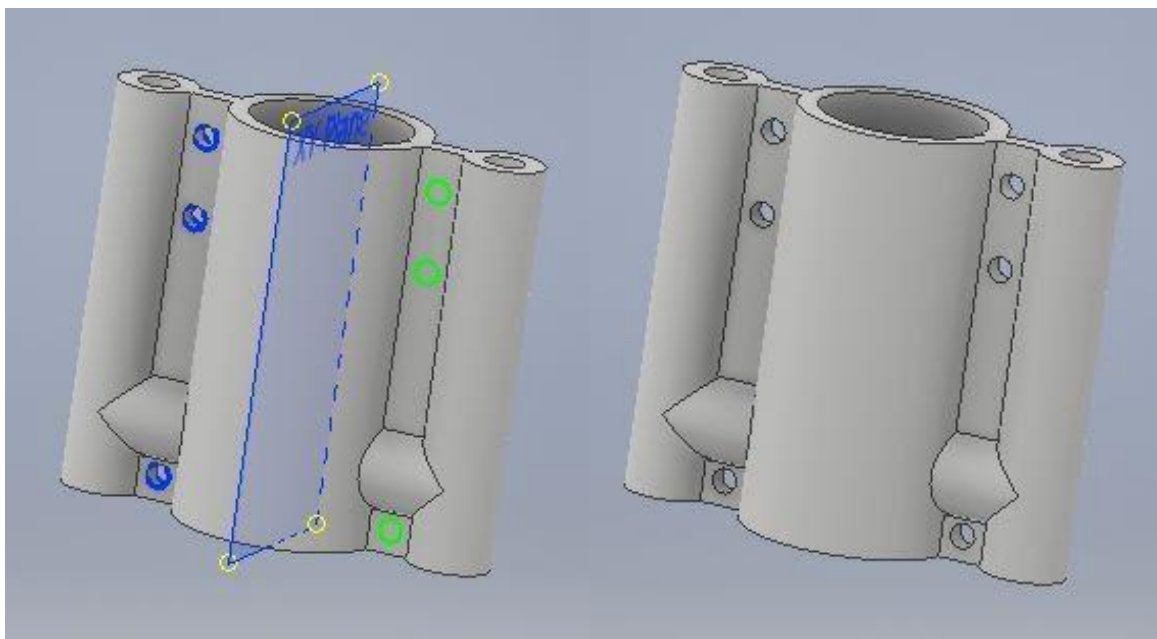


Рис. 5. Зеркальное отражение отверстий

На верхней поверхности детали создадим эскиз, как показано на рис. 6 и выдавим его насквозь.

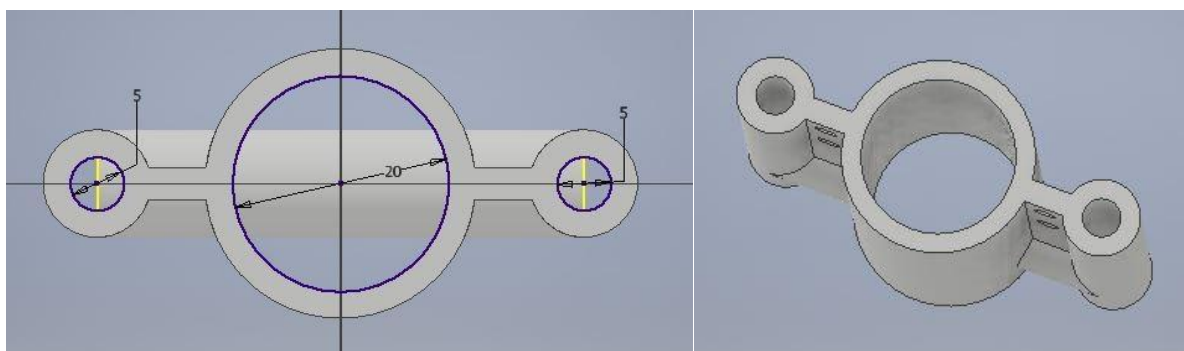


Рис. 6. Вырезание сквозных отверстий

На базовой плоскости детали, проходящей только через средний цилиндр, создадим эскиз, как показано на рис. 7, и вырежем его симметрично на 45мм. Сохраним деталь.

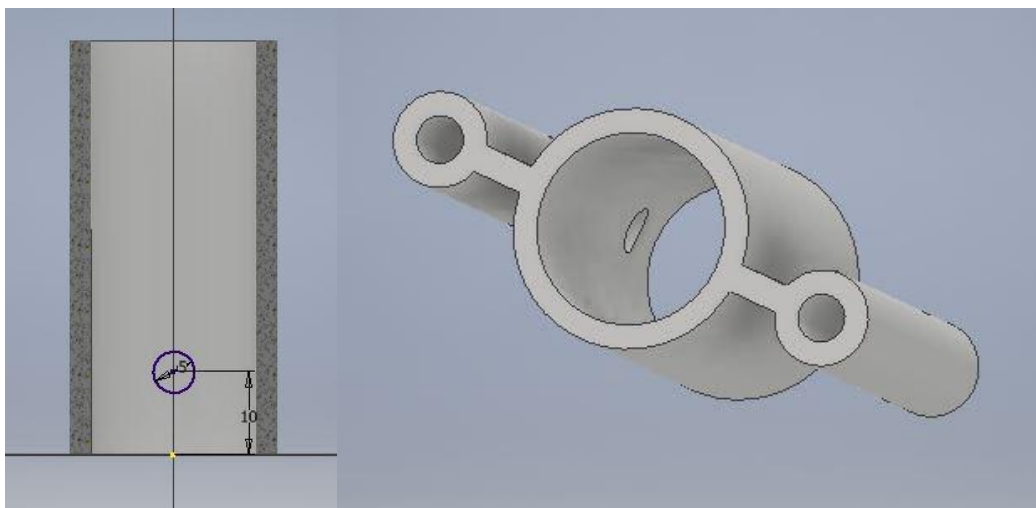


Рис. 7. Вырезание каналов

На нижней поверхности создадим эскиз в виде окружности, и выдавим его внутрь детали для создания дна корпуса.

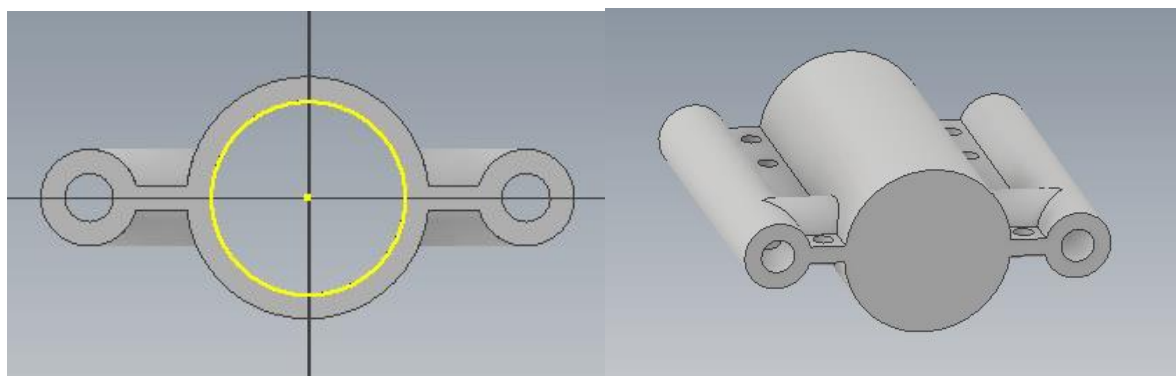


Рис. 8. Создание дна

Деталь готова.

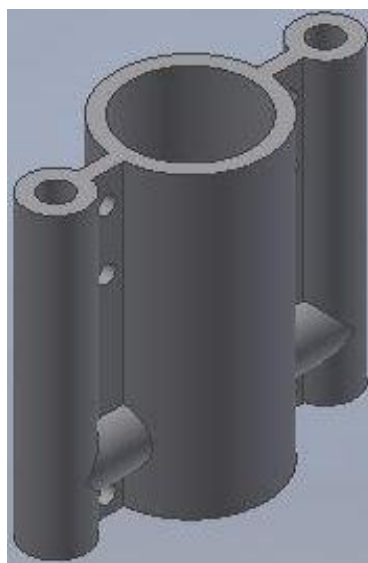


Рис. 9. Деталь «Корпус»

Практическая работа №32

Проект «Кулачковый насос». Сборка изделия.

Порядок выполнения работы

Создание сборки кулачкового насоса

Добавим в сборку основную деталь - корпус, и закрепим ее в начале координат.

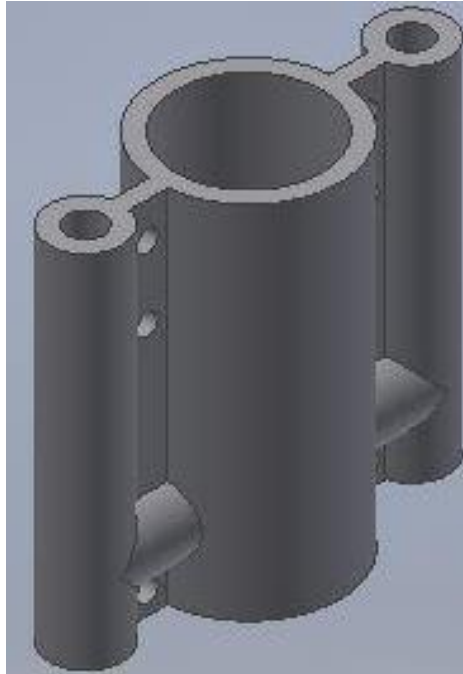


Рис. 1. Деталь «Корпус»

Добавим две ножки насоса. Для этого, в момент размещения детали на рабочей области, дважды нажмите ЛКМ в разных точках рабочего пространства.

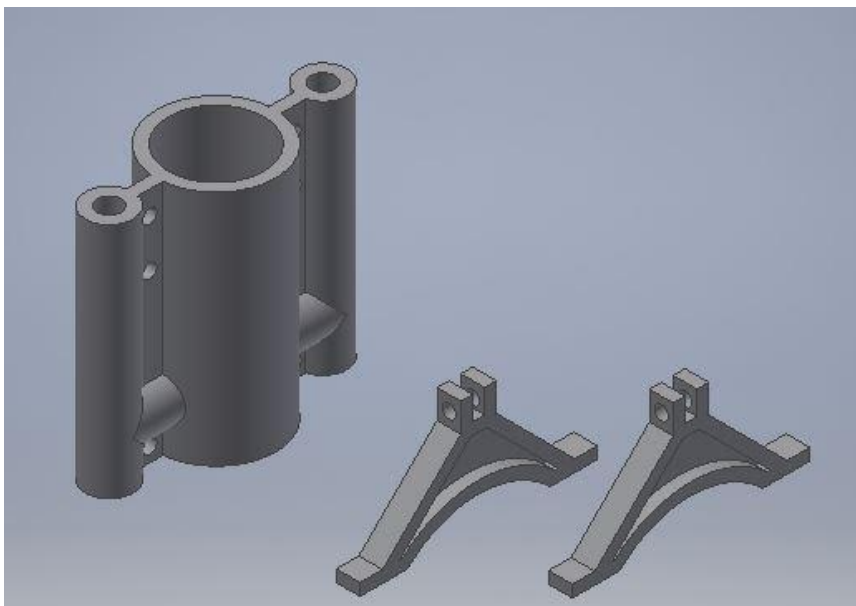


Рис. 2. Вставка ножек

При помощи инструмента «Соединение» прикрепим ножку к корпусу, выбрав элементы, показанные на рисунке. В случае, если соединяемые элементы выбраны верно, но деталь ориентирована некорректно, используйте иконки (1) и (2). Если прикрепляемая деталь располагается под неверным углом, выберете тип соединения «С поворотом», затем, во вкладке «Пределы», устанавливаем текущий предел кратный 90 (90, 180, 270), пока деталь не разместится верно. Установим галочки для начального и итогового значений, равных текущему, и примем операцию. Аналогичным способом крепим вторую ножку.

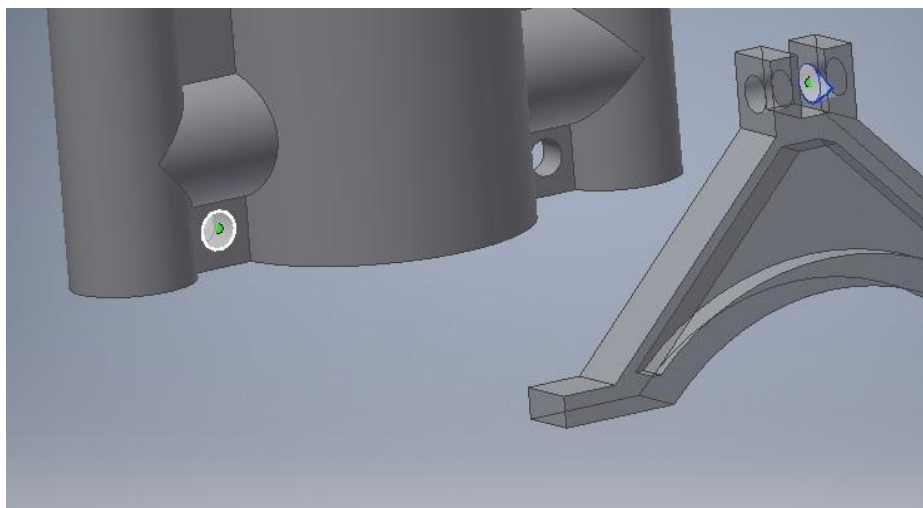


Рис. 3. Соединение ножек

Вставим в сборку, аналогичным способом, впускной и выпускной патрубки, выбирая в качестве соединяемых элементов окружности внизу корпуса и округлые края патрубков.

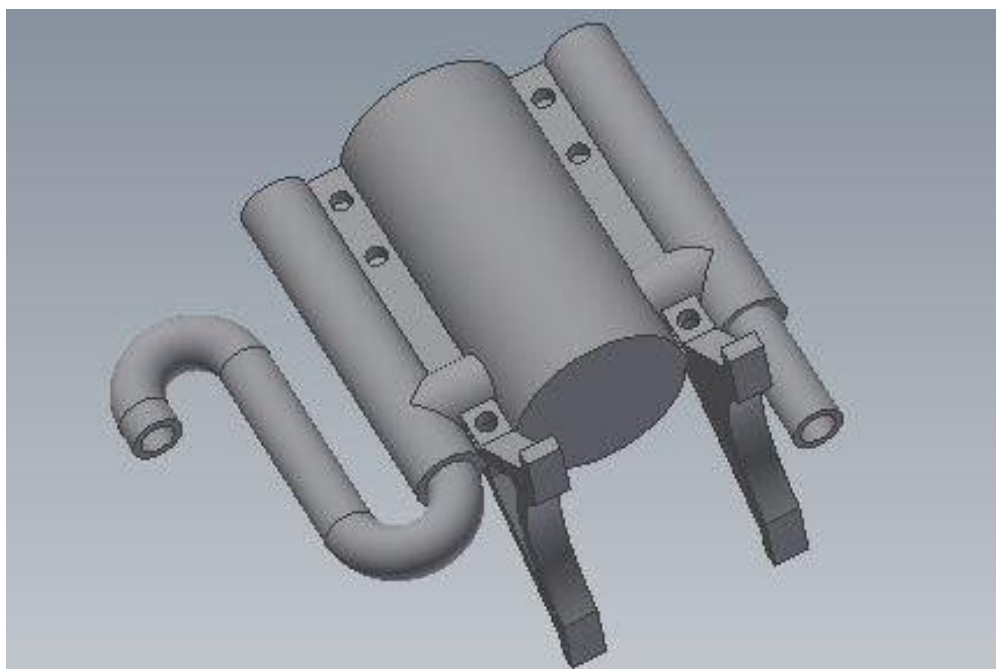


Рис. 4. Присоединение патрубков

Далее, аналогичным способом, добавим в сборку две опоры. Важно, чтобы соответствующие отверстия в опорах и корпусе находились на одном уровне.

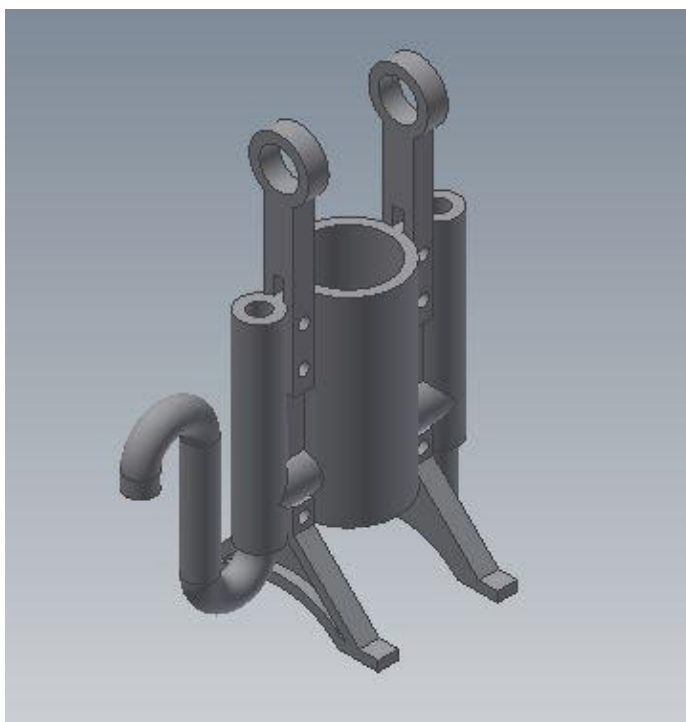


Рис. 5. Присоединение опор

Добавим в сборку два кривошипа, выровняв их оси с осями отверстий в опорах при помощи инструмента «Зависимость».

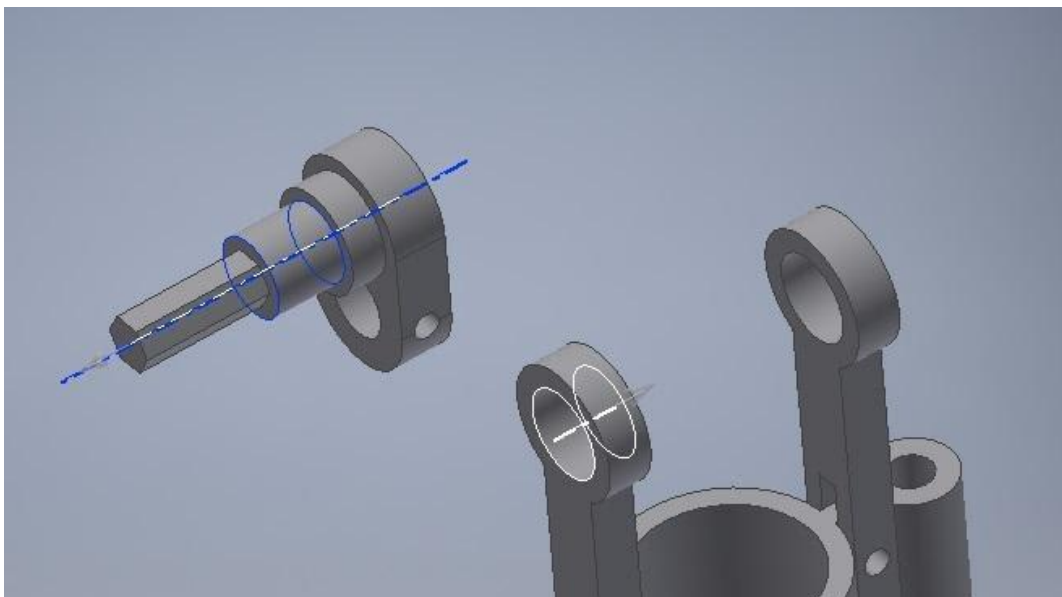


Рис. 6. Присоединение кривошипа

Теперь выровняем оси отверстий кривошипа при помощи инструмента «Зависимость», аналогично прошлому шагу. Выберем внутренние поверхности отверстий и примем операцию.

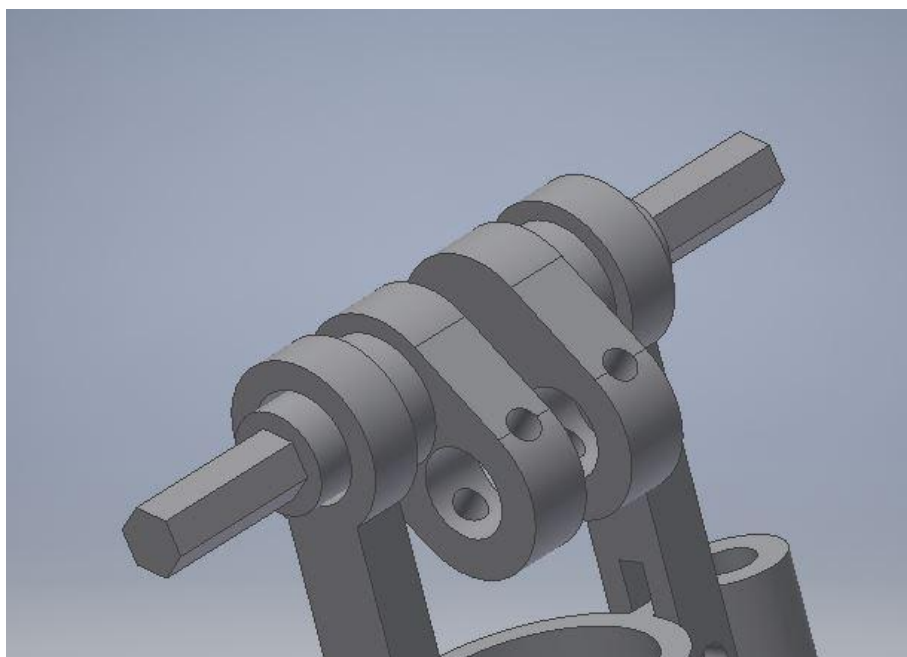


Рис. 7. Соединение кривошипов

Аналогичным образом выровняем оси шейки шатуна и отверстий в кривошипах при помощи инструмента «Зависимость». Затем выровняем оси отверстий в шейке шатуна с осями отверстий в кривошипах.

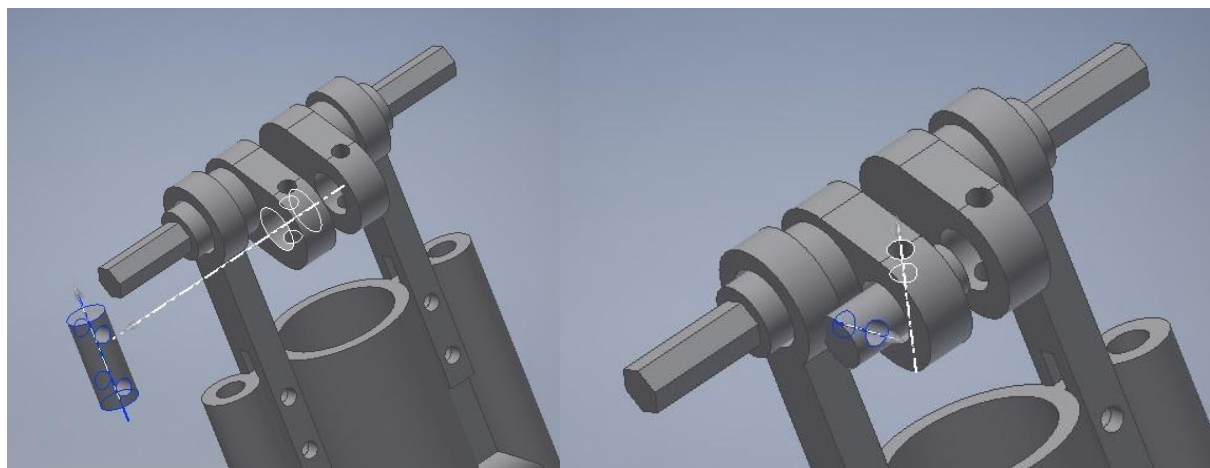


Рис. 8. Присоединение шейки шатуна

При помощи инструмента «Соединение» присоединим к сборке шатун. При этом важно, при выборе элементов, нажимать ЛКМ именно на средние зеленые точки элементов. Если выбрать не получается, наводим указатель мыши на нужную поверхность, затем удерживаем CTRL и выбираем нужную точку.

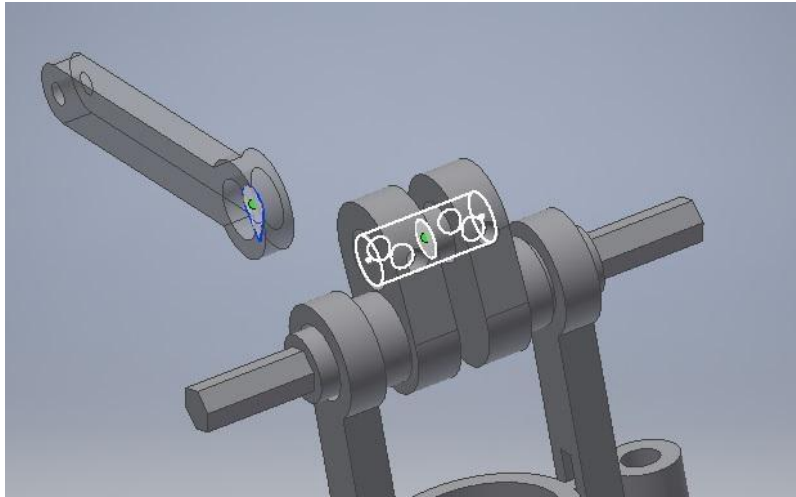


Рис. 9. Присоединение шатуна

Зажав ЛКМ на любую из деталей, ее можно перемещать в пространстве сборки. Делаем это, по необходимости, для более удобного представления текущей сборки. Добавим в сборку поршень, выровняв его ось с осью центрального цилиндра корпуса. Также закрепим поршень на шатун при помощи инструмента «Соединение».

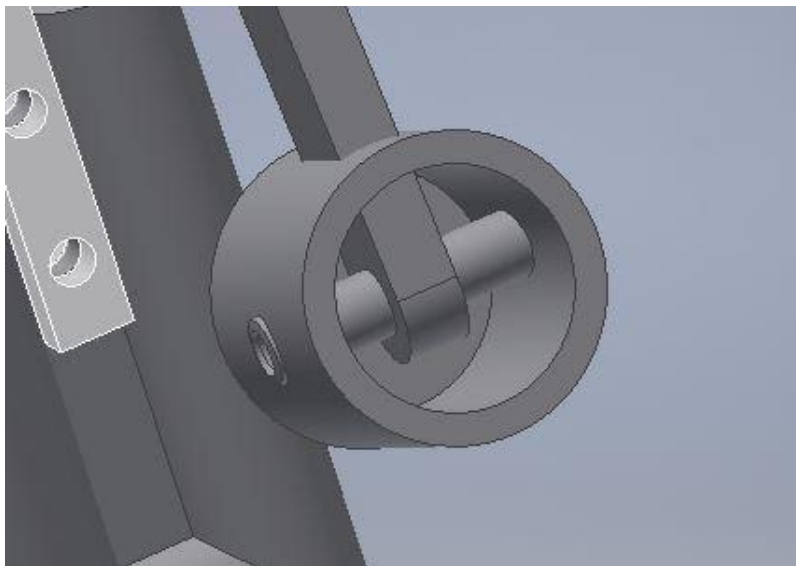


Рис. 10. Присоединение поршня

Добавим в сборку клапаны золотника, выровняв их оси с осями отверстий в корпусе.

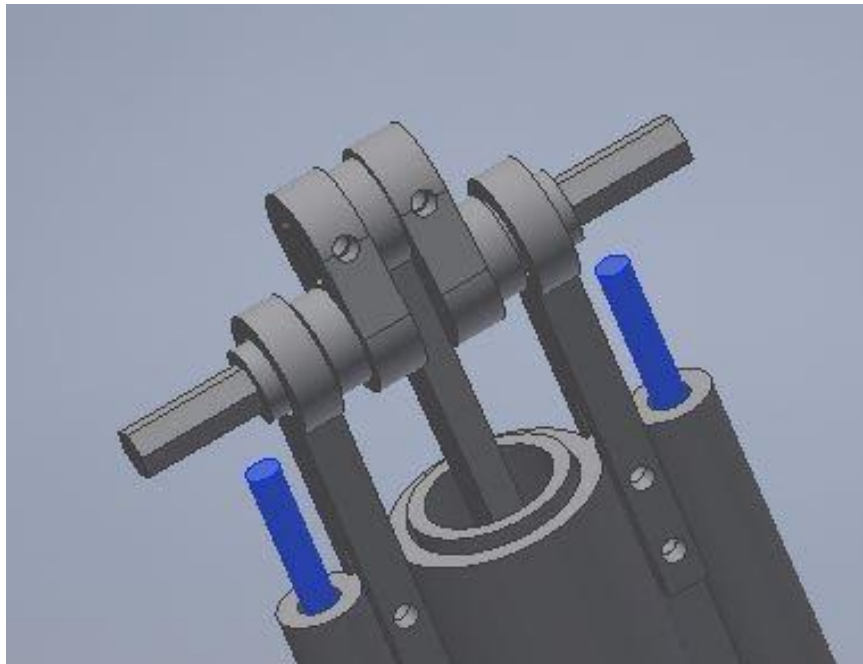


Рис. 11. Вставка золотников

Закрепим наконечник золотника на вершинах клапанов. Укажем тип соединения - «Жесткий».

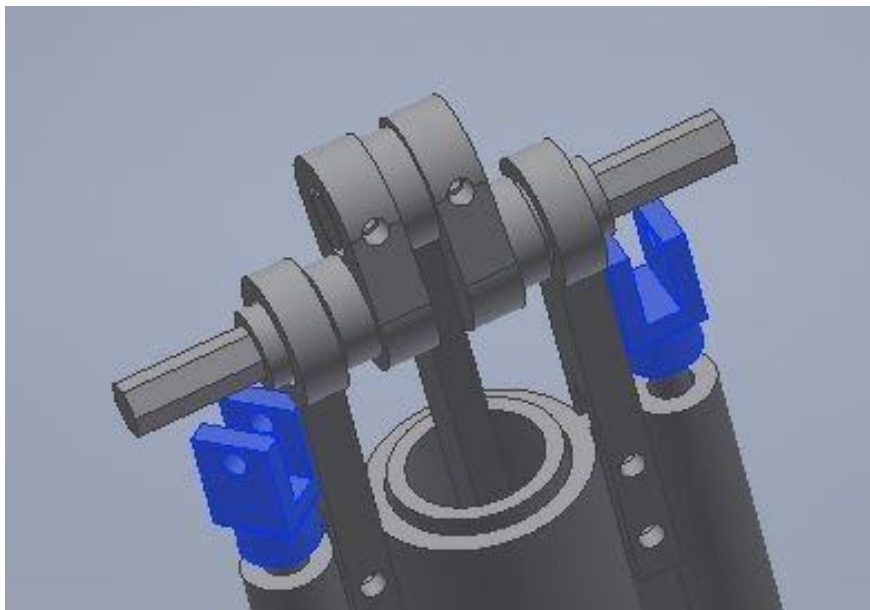


Рис. 12. Соединение наконечников с золотниками

Добавим в сборку кулачок и соединим его с кривошипом, выбрав показанные на рисунке элементы. Тип соединения - «Цилиндрический». Установим зависимость между одной из граней отверстия в кулачке и поверхностью кривошипа. Выберем тип зависимости «Угловой», а способ решения - «Направленный». Аналогично для кулачка на другой стороне детали.

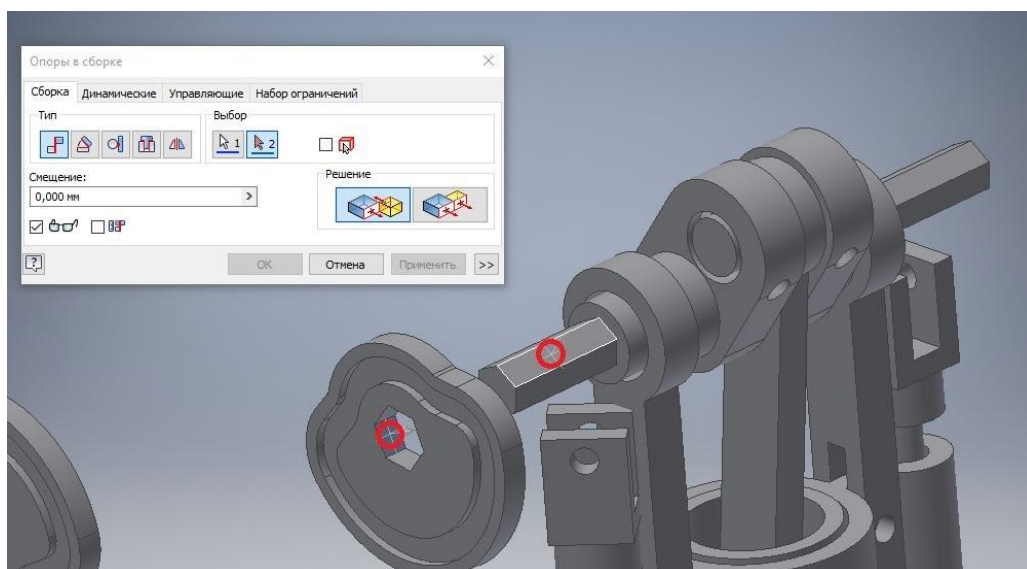


Рис. 13. Соединение кулачка

Теперь, при помощи инструмента «Зависимость», присоединим заднюю плоскость кулачка к соответствующей плоскости наконечника золотника.

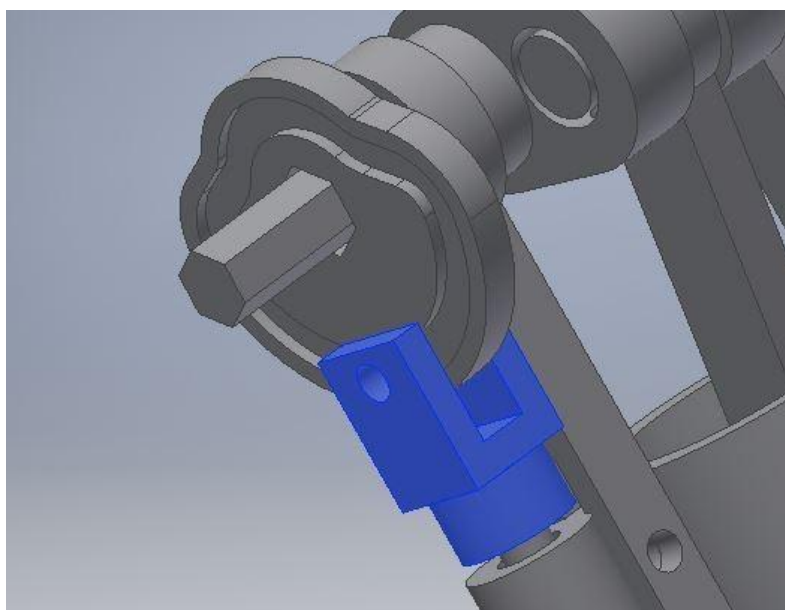


Рис. 14. Выравнивание кулачка с наконечником золотника

Добавим к сборке крепежные изделия. В САПР существует модуль, позволяющий добавлять крепеж из готовой библиотеки стандартизированных элементов, автоматически подбирающий крепеж к отверстиям смоделированных деталей. Выберем инструмент «Болтовое соединение» во вкладке «Проектирование». Зададим параметры, как на рис. 14, выберем крепежный элемент.

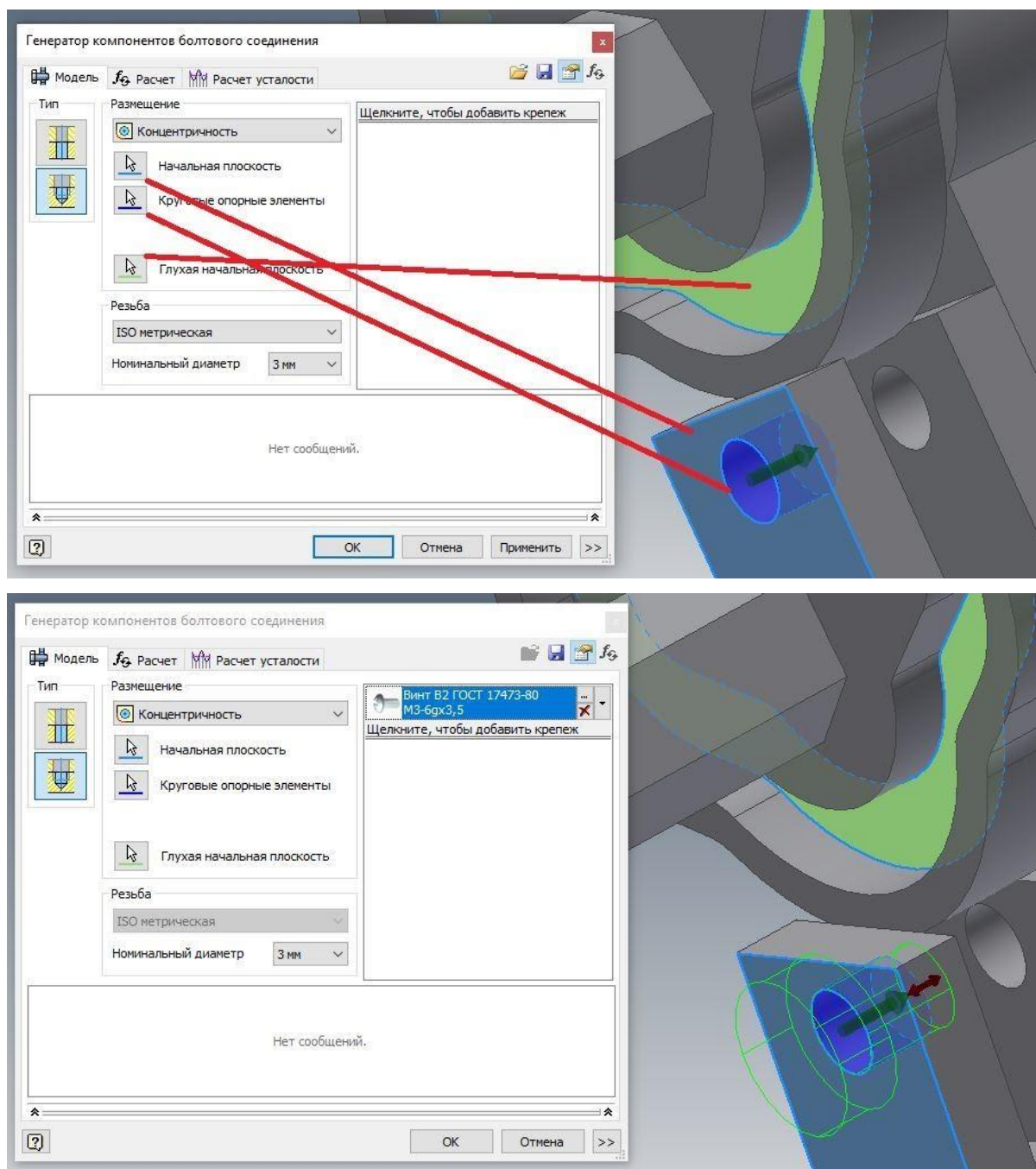


Рис. 15. Вставка крепежного элемента из библиотеки

Установим управляющую зависимость «Обкатка». Аналогично сделаем для противоположного кулачка.

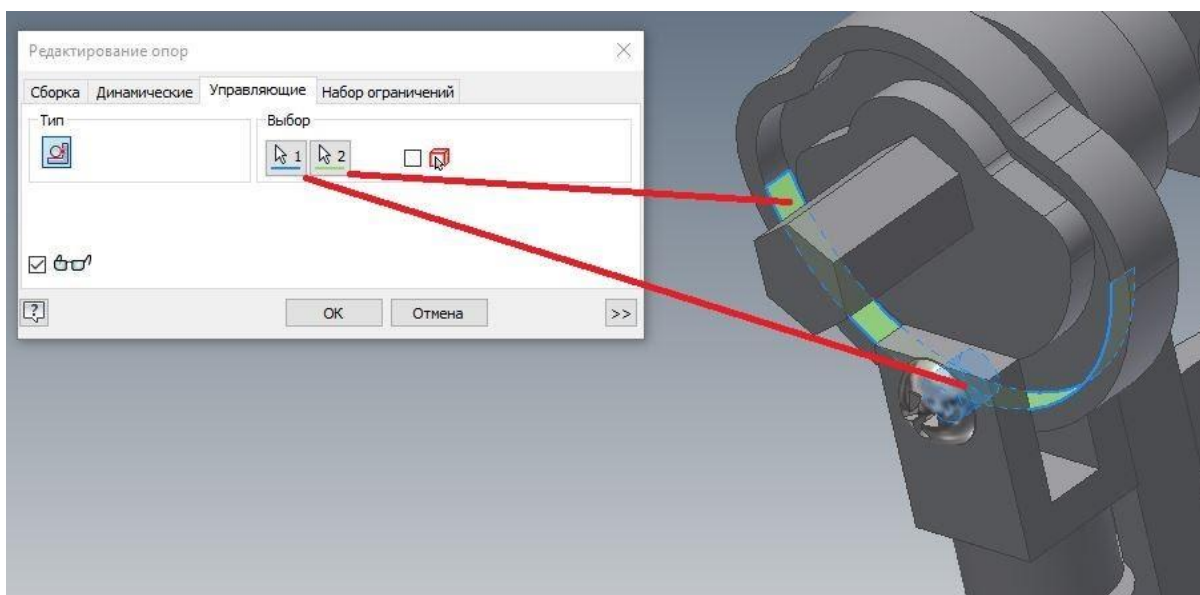


Рис. 16. Зависимость «Обкатка»

Установим крепежи во всех необходимых местах. Сохраним сборку.

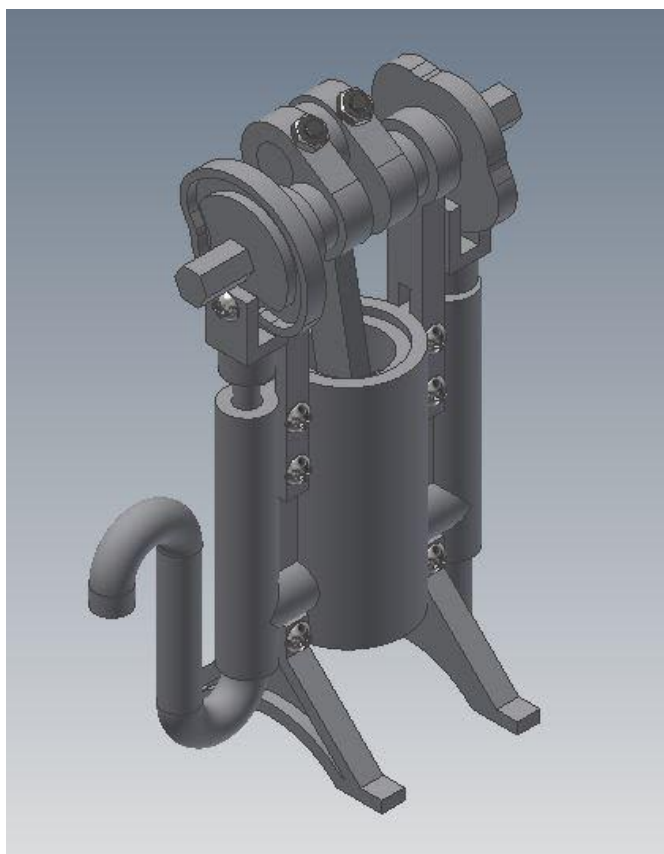


Рис. 17. Готовая сборка

Практическая работа №33

Проект «Кулачковый насос». Анимация разборки механизма.

Порядок выполнения работы

Создание схемы кулачкового насоса

Создадим файл схемы, укажем путь к сборке поршневого насоса.

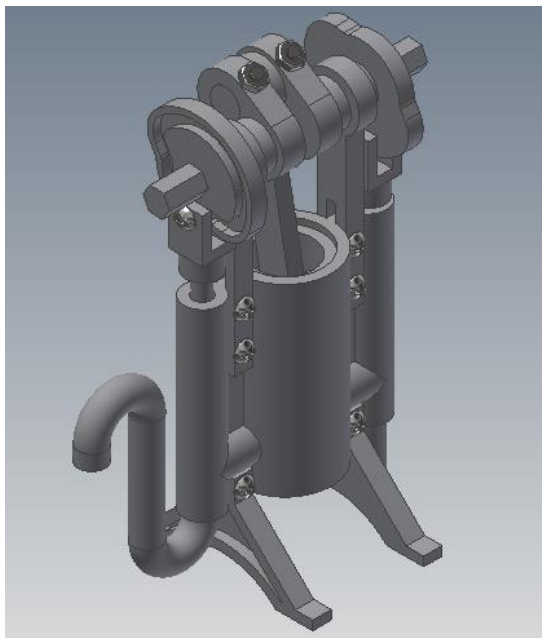


Рис. 1. Кулачковый насос

Выберем инструмент «Сдвинуть компоненты», затем выберем одну из деталей. Укажем параметры, как на рис. 2 и примем операцию.

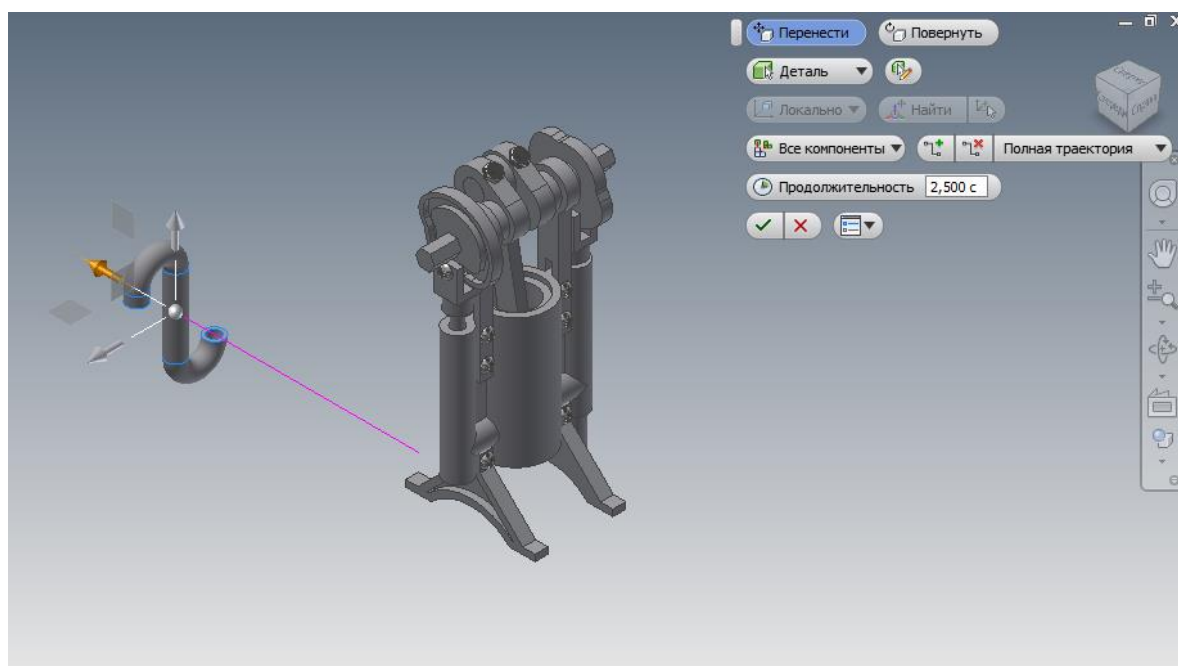


Рис. 2. Сдвиг компонента

Далее, аналогичным способом сдвигаем все компоненты.

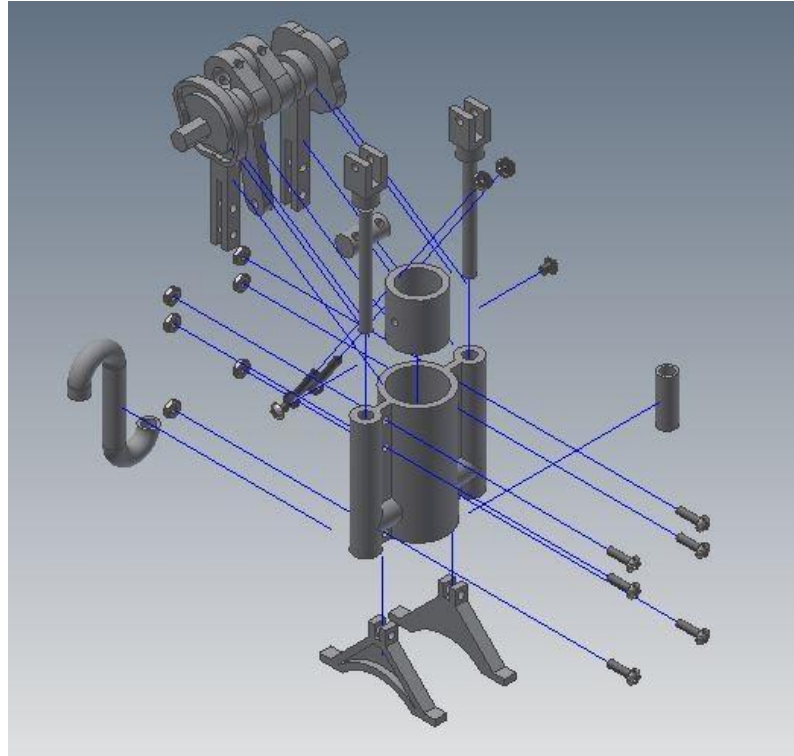


Рис. 3. Сдвиг остальных компонентов

Выберем инструмент «Запись видео», сохраним видеоролик.

Лабораторная работа №34

«Изучение методов 3D-сканирования»

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Лабораторная работа №35

«Особенности 3D-сканирования объекта среднего диапазона»

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Лабораторная работа №36

«Выполнение 3D-сканирования объекта»

Порядок выполнения работы

Выполнение 3D-сканирования объекта

В качестве объекта сканирования была выбрана дрель (рис. 1).



Рис. 1. Объект для сканирования

Подключите сканер для начала работы. Для этого вставьте USB-кабель в USB-порт вашего компьютера; а затем силовой кабель в розетку. Подключение проводов к 3D-сканеру показано на рис. 2. Светодиодный индикатор на корпусе сканера Artec Eva на короткое время загорится синим цветом, сигнализируя о том, что устройство загружается.



Рис. 2. Подключение проводов 3D-сканера Artec Eva

В целях экономии ресурсов компьютера на время сканирования рекомендуется закрывать другие ресурсоемкие приложения. Для начала сканирования необходимо открыть программу Artec Studio, выбрать режим «Съемка» на боковой панели (рис. 3). В открывшейся панели можно:

- выбрать метод позиционирования для текущей сессии; задать границы рабочей зоны в миллиметрах (плоскости отсечения);
- установить чувствительность. При нормальных значениях чувствительности достигается максимальная точность, но возможны проблемы со съемкой поверхностей с малым коэффициентом отражения. Высокие значения чувствительности позволяют снимать широкий диапазон поверхностей даже с низкой отражающей способностью, но с увеличением шумов и сниженной точностью;
- изменить скорость съемки (количество кадров в секунду) - рекомендуемые значения при плавном
- движении сканера лежат в диапазоне 7-15 кадров в секунду;
- установить или снять флажок «не снимать текстуру», чтобы соответственно выключить или
- включить съемку текстуры (рекомендуем снять данный флажок).

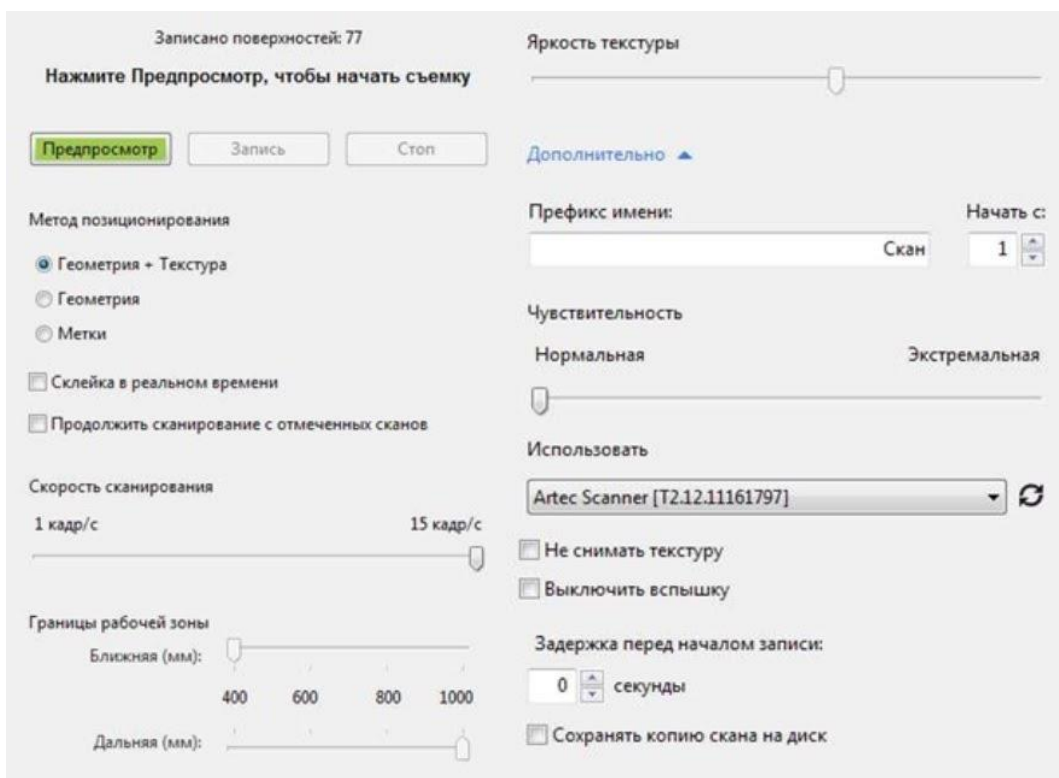


Рис. 3. Панель настроек съемки

Для запуска съемки нажмите либо кнопку «Предпросмотр», либо клавишу F7 на клавиатуре, либо кнопку на корпусе сканера.

«Геометрия + Текстура» - стандартный режим сканирования, подходящий для большинства случаев. Режим Геометрия хорошо работает на низкопроизводительных компьютерах. Используя режим «Склейка» в реальном времени, можно получить модель сразу после завершения сканирования. Чтобы активировать данный режим, нажмите Стоп, а затем установите соответствующий флажок и нажмите «Предпросмотр».

Отсканируйте объект со всех сторон за один сеанс, если это возможно, плавно перемещая сканер вокруг объекта. Возможен другой способ, подразумевающий вращение самого объекта вокруг своей оси и перемещения сканера в вертикальной плоскости.

Во время сканирования обращайте больше внимания на изображение объекта на экране, чем на реальный объект.

Если слышен зуммер, и появляется красное сообщение об ошибке, плавно направьте сканер на уже отсканированный участок. Существует несколько причин появления ошибки «Отслеживание траектории прервано»:

- сканируемый объект находится за пределами экспозиции (рабочая зона сканера от 40 до 100 см от объекта);

- сканер движется слишком быстро.

Как только Вы закончите, нажмите меню «Файл» и выберите «Сохранить проект». Завершив сканирование объекта со всех нужных ракурсов и получив достаточное количество данных, можно приступать к созданию 3D-модели.

После сканирования была получена 3D-модель (рис. 4), в полученной модели могут встречаться ряд дефектов:

- неправильное расположение осей координат;
- наличие лишних элементов, попавших в поле сканера;
- наличие дырок и неровных границ;
- шумные области на 3D-модели.

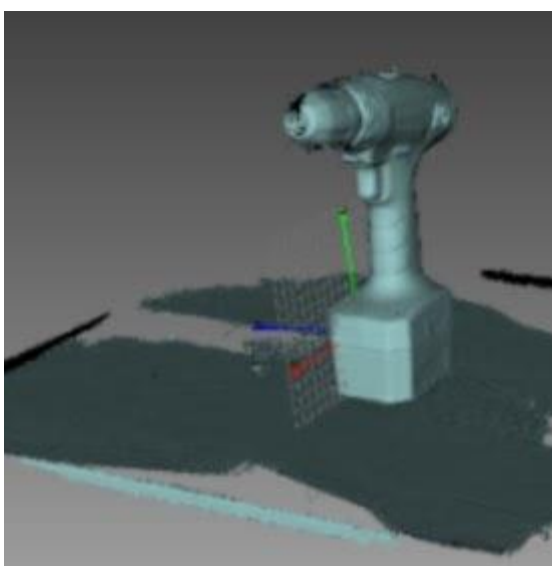


Рис. 4. Модель отсканированного объекта

По окончании практической части преподавателем проводится контрольная проверка качества снятого учащимися 3D-скана объекта. Ученики заполняют отчеты о выполнении работы, преподаватель проверяет качество заполнения отчета, особое внимание уделяя пункту о возникших у ученика трудностях - по возможности, необходимо дать соответствующее пояснение.

Лабораторная работа №37

Лабораторная работа «Обработка результата 3D-сканирования»

Порядок выполнения работы

Обработка результата 3D-сканирования объекта

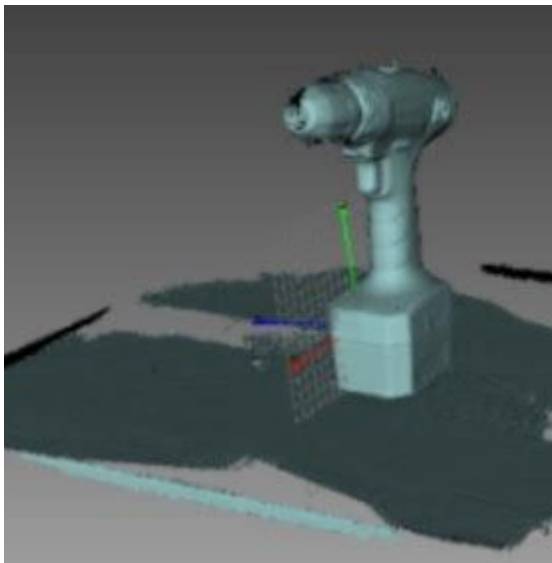


Рис. 1. Модель отсканированного объекта

Разместим модель (Рис. 1) на координатных плоскостях. Для этого используем инструмент «Позиционирование» на панели «Редактор». Выберите координатную плоскость, на которой Вы хотите разместить 3D-модель (ХОУ, YOZ или ZOX). Отметьте с помощью ЛКМ как минимум три точки на поверхности модели, и плоскость, проходящая через центр этого множества точек, построится автоматически. Удалим лишние элементы, попавшие в поле сканера. Для этого необходимо изменить вид объекта из перспективной в ортогональную проекцию (Вид/Ортогональная проекция). Далее изменяем точку обзора модели (Вид/Точка обзора/Прямо).

С помощью инструмента «Ластик» выделяем прямоугольную область и удаляем лишние элементы, тем самым формируя ровную поверхность модели.

При помощи Фильтра мелких объектов можно эффективно удалять ненужные объекты, используя алгоритм фильтрации по размеру объекта. В Рабочей области выделите только редактируемую модель и откройте панель «Команды». Для того, чтобы запустить алгоритм фильтрации, нажмите кнопку «Применить» на закладке Фильтр мелких объектов. При нажатии на стрелке рядом с кнопкой открывается закладка настроек алгоритма. На этой закладке можно выбрать один из двух режимов работы алгоритма (параметр mode):

- mode - при выборе из выпадающего меню варианта leave biggest objects из сцены будут удалены все объекты кроме самого большого; при выборе варианта filter by threshold будут удалены объекты, число полигонов в которых ниже числа, указанного в параметре threshold;
- threshold - пороговое значение фильтра, равное количеству полигонов и используемое в случае выбора режима работы filter by threshold.

Иногда поверхность сканируемого объекта, его форма или условия съёмки не позволяют достаточно хорошо отсканировать все детали - так что на модели, полученной в результате склейки, остаются дыры, соответствующие тем областям реального объекта, которые не попали в поле зрения сканера. Для таких случаев в Artec Studio предусмотрен инструмент, позволяющий интерполировать поверхность в подобных областях.

Для того, чтобы начать анализ и исправление модели, выделите её и нажмите на кнопку «Края боковой панели». Открывшаяся панель состоит из двух вкладок: Края и Дырки, в каждой из которых представлен список замкнутых границ, обнаруженных на поверхности, отсортированный по длине. Работа в обеих вкладках осуществляется идентичным образом. При выделении элемента списка соответствующая граница подсвечивается в окне 3D-вида. Если в панели выбрана опция «Перемещать камеру к выделенному элементу», то модель автоматически развернется таким образом, чтобы выбранная граница была видна в окне 3D-вида. По умолчанию, при переключении между границами камера плавно перемещается от одной границы к другой.

В случае, если рассматриваемая модель имеет слишком большой размер, данное перемещение может занимать много времени. Для быстрого переключения необходимо выключить опцию «Анимировать камеру». Пользователь должен выбрать те границы, которые нуждаются в исправлении, поставив возле их номера галочку. Такие границы будут подсвечены цветом в окне 3D-вида. Для выделения/снятия выделения со всех границ на панели предусмотрены кнопки «Выделить все» и «Снять выделение». Также границы можно выделять непосредственно на поверхности. Для этого нужно развернуть модель таким образом, чтобы интересующая граница оказалась видимой в окне 3D-вида. После этого её можно выделить нажатием ЛКМ. Получившийся результат обработки вы можете видеть на рис. 2.

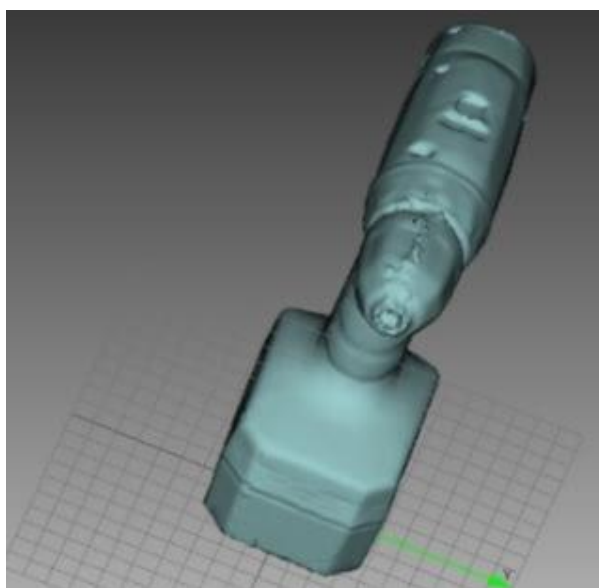


Рис. 2. Модель после закрытия дыр

На вкладке «Дырки» у вас есть возможность запустить автоматическое сглаживание дырок после их заполнения: для этого достаточно поставить галочку в опции «Сглаживать дырки» после заполнения. На вкладке Края интенсивность сглаживания границ настраивается ползунком Интенсивность. Алгоритм сглаживания позволяет сгладить шумные области на 3D-модели. В приложении Artec Studio существует два инструмента: автоматическое сглаживание всей модели и ручное сглаживание отдельных областей кисточкой.

Для того, чтобы воспользоваться ручным инструментом «Сглаживающая кисть», выделите одну поверхность, откройте панель Редактор и нажмите на кнопку в окне 3D вида. При нажатии клавиши Ctrl вокруг курсора в окне 3D-вида появится оранжевое пятно. Его размеры можно изменить при помощи Колеса прокрутки, посредством ввода с клавиатуры значения (мм) диаметра в поле Размер кисти или передвигая ползунок на панели Сглаживающая кисть. Также можно отрегулировать интенсивность сглаживания с помощью ползунка или посредством внесения значения в поле Интенсивность. Нажатие ЛКМ в этом режиме применит сглаживание к выделенному участку модели (рис. 3).

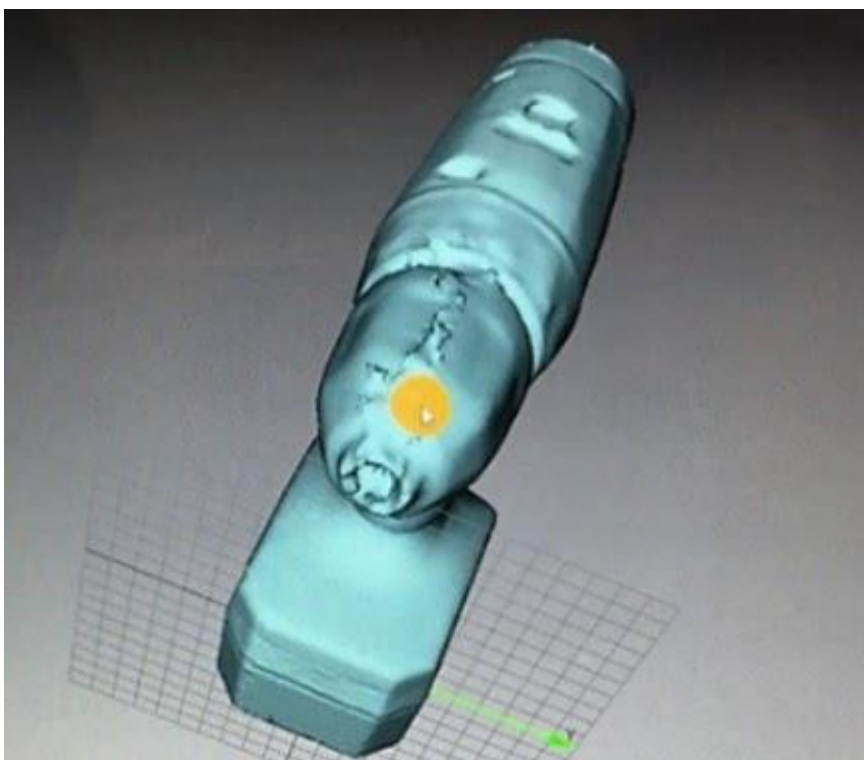


Рис. 3. Сглаживание недостаточно отсканированного участка

После завершения редактирования нажмите кнопку Применить. После окончания процесса обработки экспортируйте полученную модель в формат STL.

По окончании работы преподавателем проводится контрольная проверка качества редактирования учащимися 3D-скана. Ученики заполняют отчеты о выполнении работы,

преподаватель проверяет качество заполнения отчета, особое внимание уделяя пункту о возникших у ученика трудностях - по возможности, необходимо дать соответствующее пояснение.

Практическая работа №38

Проект «Подшипник». Применение и конструкция.

Порядок выполнения работы

Изучение операции «Вращение» на примере моделирования компонентов подшипника

Тела вращения – это объемные тела, которые возникают при вращении некой плоской фигуры, которая, в свою очередь, ограничена кривой и крутится вокруг оси, лежащей в той же плоскости.

Основные тела вращения:

- Шар - это геометрическая фигура, которая образована в результате вращения полукруга вокруг диаметра.
- Цилиндр - это геометрическая фигура, которая образована в результате вращения прямоугольника вокруг одной из его сторон.
- Конус - это геометрическая фигура, которая образована в результате вращения прямоугольного треугольника вокруг одного из своих катетов.
- Тор - это геометрическая фигура, которая образована в результате вращения окружности вокруг прямой.

Проанализируем определение тел вращения и поймем, что для создания такого тела необходим замкнутый контур и ось, вокруг которой будет производиться вращение. Создадим цилиндр. Построим прямоугольник.

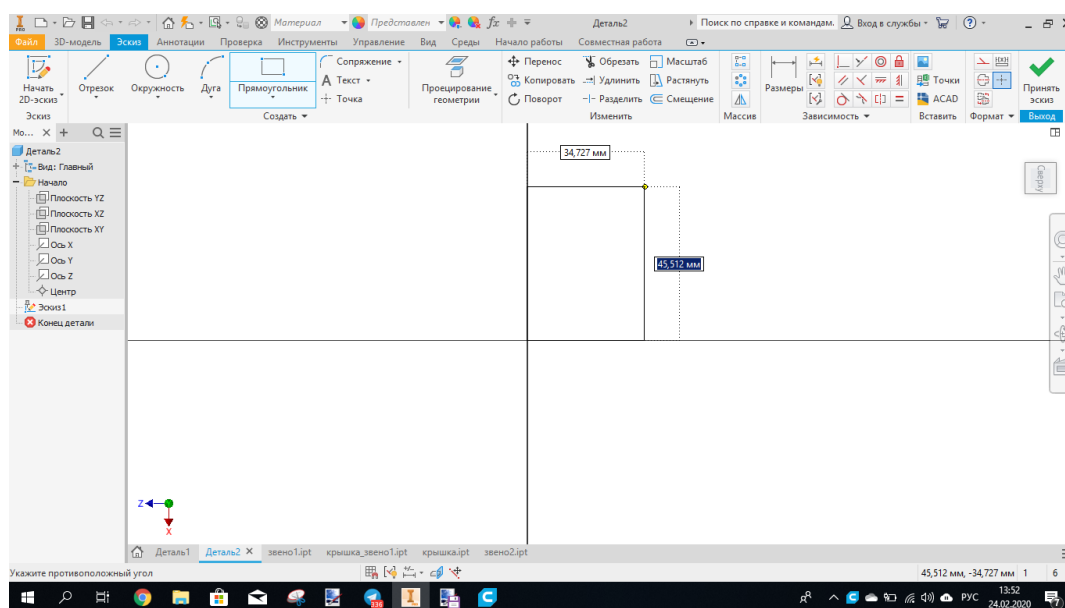


Рис. 1. Эскиз прямоугольника

Повернем прямоугольник вокруг одной из его сторон.

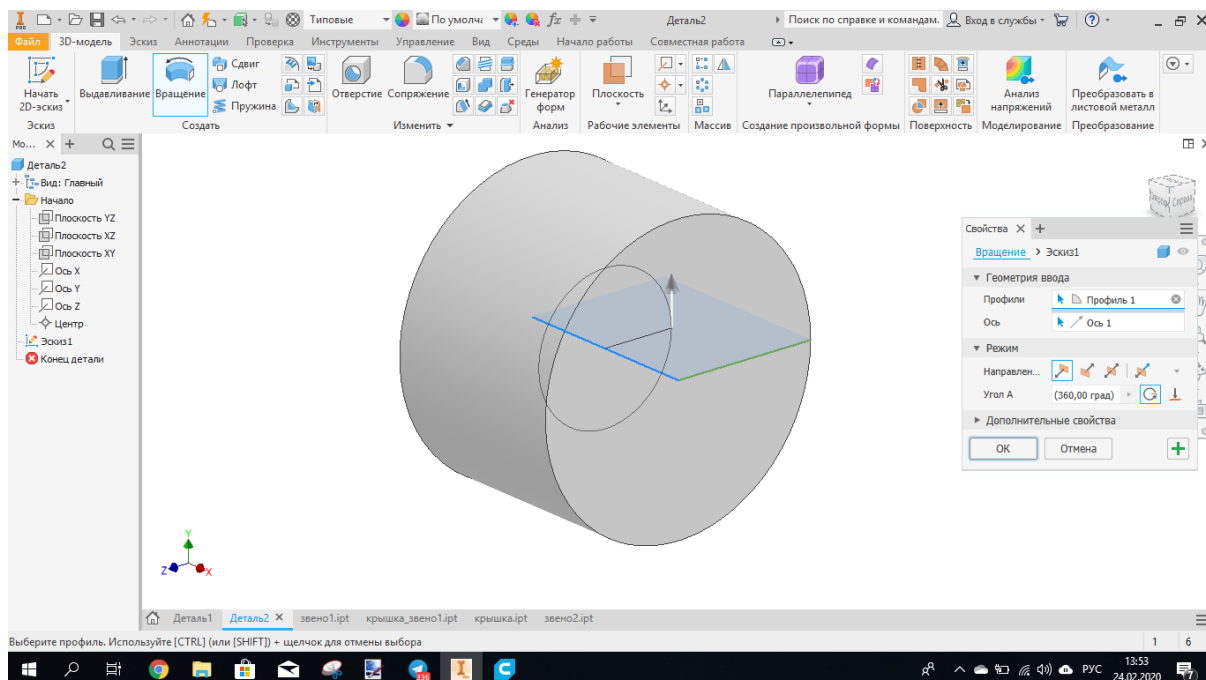


Рис. 2. Моделирование цилиндра

Затем повернем прямоугольника вокруг оси, лежащей вне прямоугольника. Чтобы внести изменения в эскиз воспользуемся деревом построений. Дважды кликаем ЛКМ на «Эскиз» и давайте отредактируем его: проведем отрезок, параллельно одной из сторон прямоугольника на некотором отдалении от него.

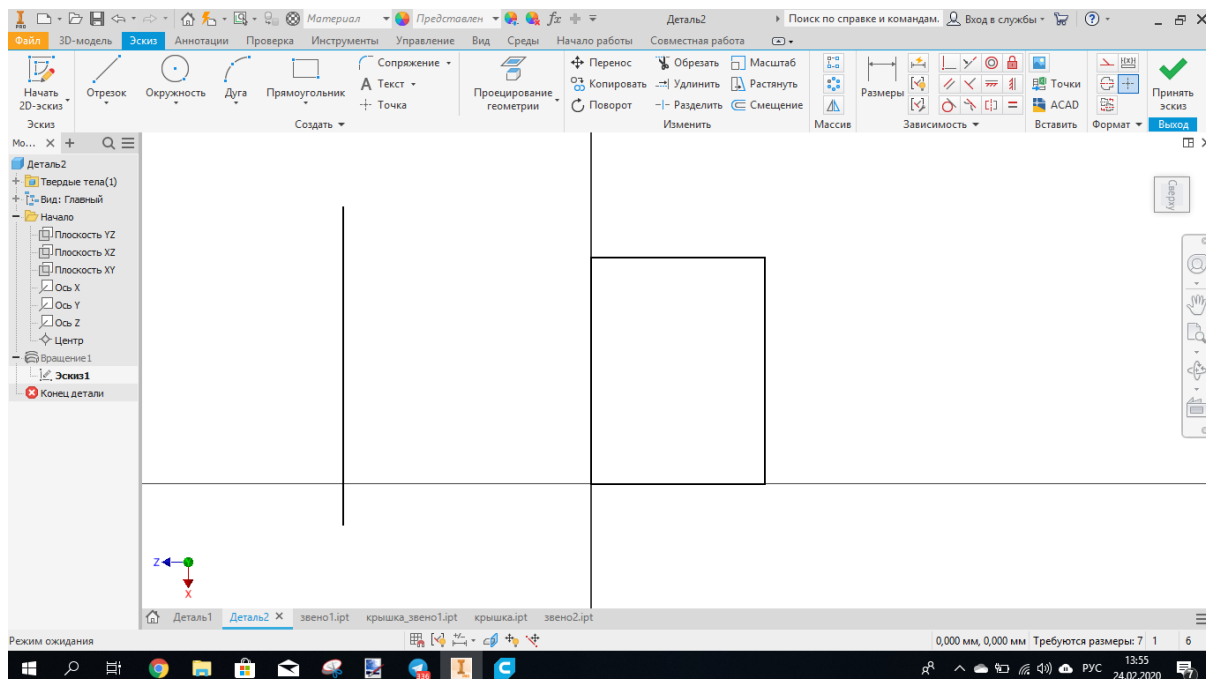


Рис. 3. Редактирование эскиза

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

Принимаем эскиз. Далее дважды кликаем ЛКМ на «Вращение 1» в дереве построений и выбираем другую ось. Таким образом, получим цилиндр с цилиндрическим отверстием - кольцо.

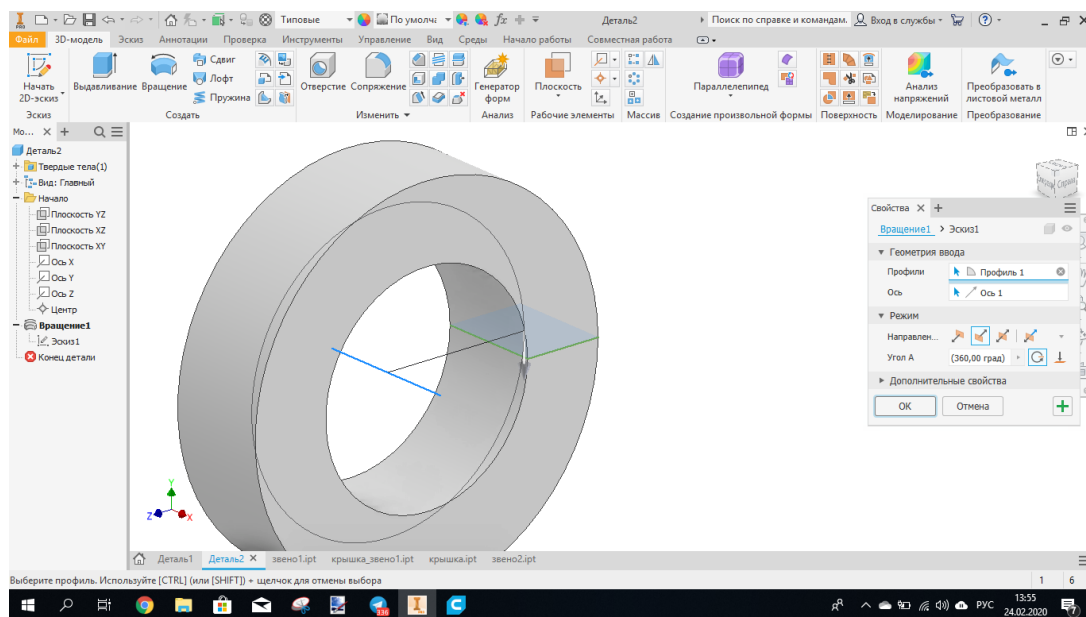


Рис. 4. Моделирование кольца

Практическая работа №39

Проект «Подшипник». Моделирование деталей.

Порядок выполнения работы

Смоделируем первый компонент проекта - внешнее кольцо. Это задание следует выполнять по чертежу.

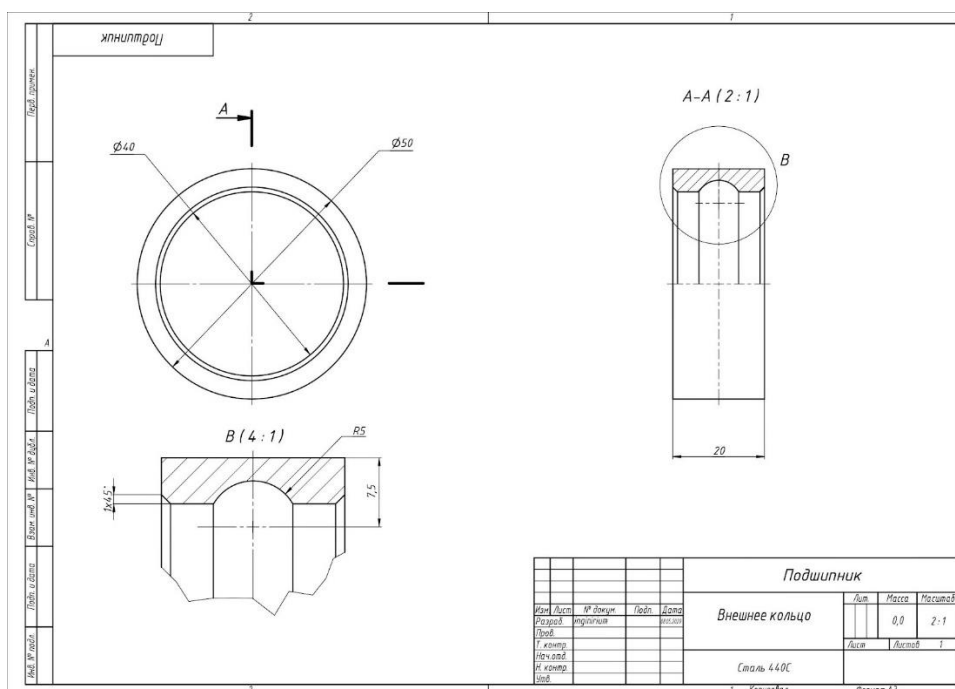


Рис. 1. Чертеж внешнего кольца подшипника

Далее построим сепаратор подшипника. Перед началом моделирования, также, как и в случае с внешним кольцом, следует ознакомиться с чертежом.

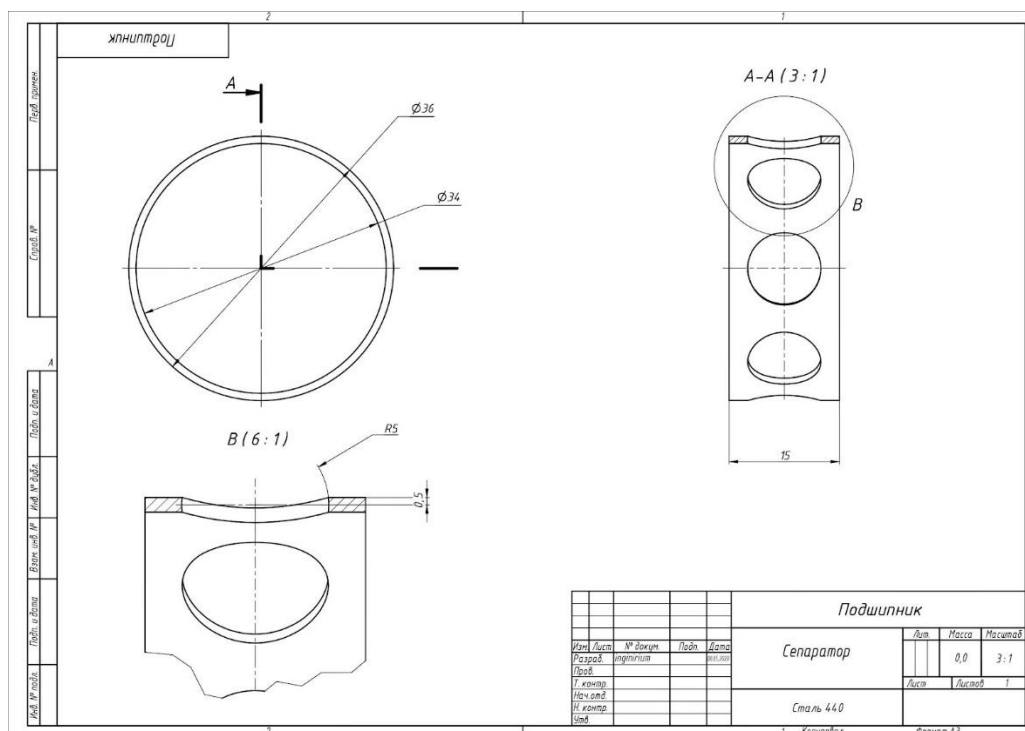


Рис. 4. Чертеж сепаратора подшипника

Построение следует начинать с создания эскиза. В качестве базовой плоскости, можно выбрать любую базовую плоскость. Первым действием необходимо создать кольцо толщиной 1 мм и шириной 15 мм. Создать кольцо можно как используя операцию вращение, так и операцию выдавливание.

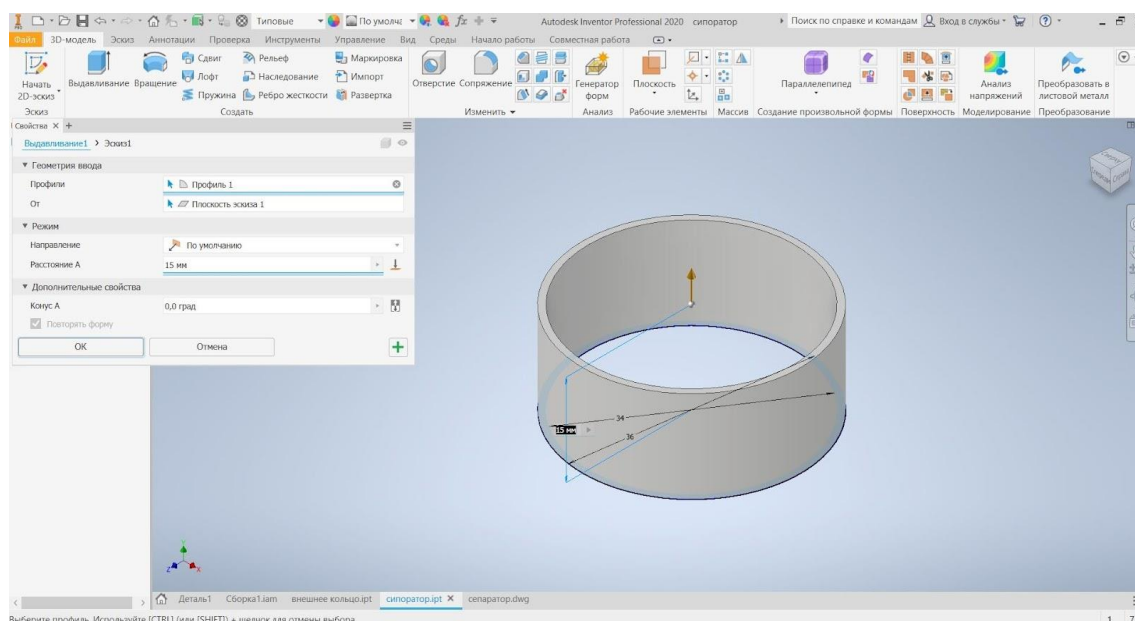


Рис. 5. Модель кольца для сепаратора

Далее, необходимо создать отверстия под тела качения (шарики). Для начала создаем новый 2D-эскиз на одной из основных плоскостей. Плоскость должна разделять модель пополам. При создании можно воспользоваться функцией «разрезать модель», горячая клавиша F7. Создаем необходимый эскиз по чертежу. После формирования эскиза, необходимо применить к нему операцию «Вращение». В качестве вывода устанавливаем «Вырезать» так как в нашем случае, необходимо получить вырез под тело качения, а не шар.

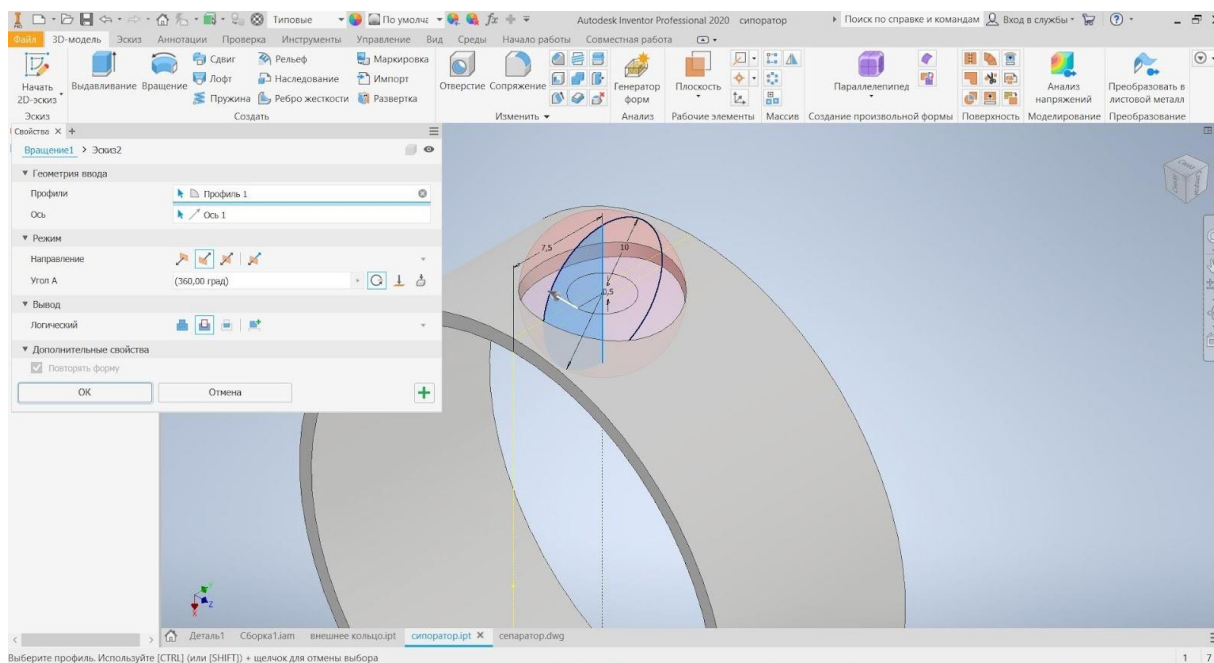


Рис. 6. Вырезание поверхности под тело качения

После создания одного отверстия, воспользовавшись операцией «Круговой массив», нужно создать еще семь копий. После выбора данной операции, открывается меню настройки. В меню настройки имеются следующие основные параметры: инструмент выбора объекта, который подвергается дальнейшему копированию «элементы», инструмент выбора оси вращения «ось вращения», количество копий с учетом оригинала и спектр градуса на котором будет происходить копирование. Преподавателю необходимо объяснить аудитории о базовых настройках кругового массива. Стоит обратить внимание, на то, что в качестве оси вращения можно выбирать подходящую цилиндрическую грань.

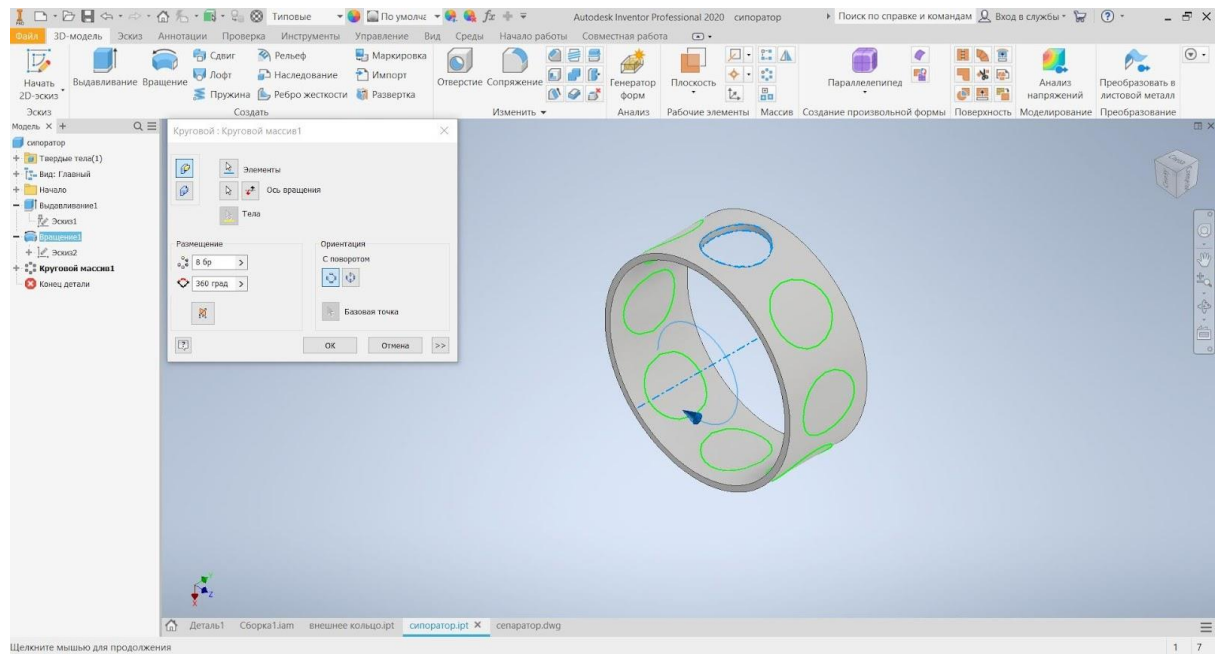


Рис. 7. Копирование отверстия

После применения операции, получаем готовый сепаратор.

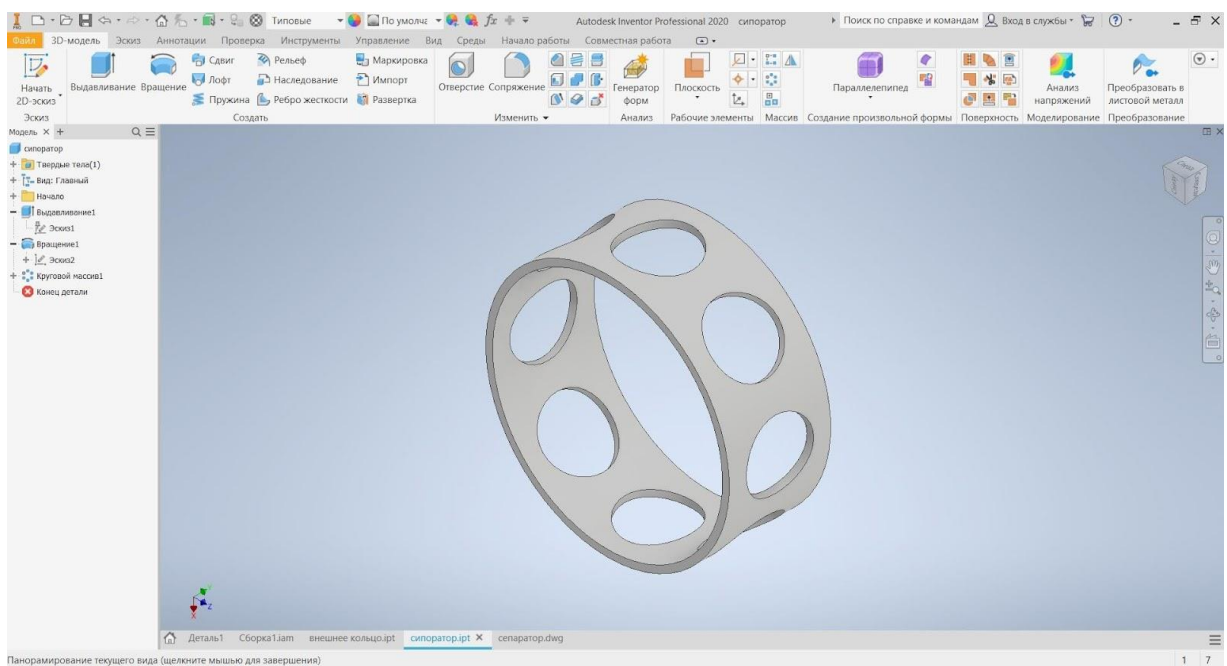


Рис. 8. Деталь «Сепаратор»

Разберем чертеж компонента «Внутреннее кольцо». Моделирование этого компонента выполните самостоятельно.

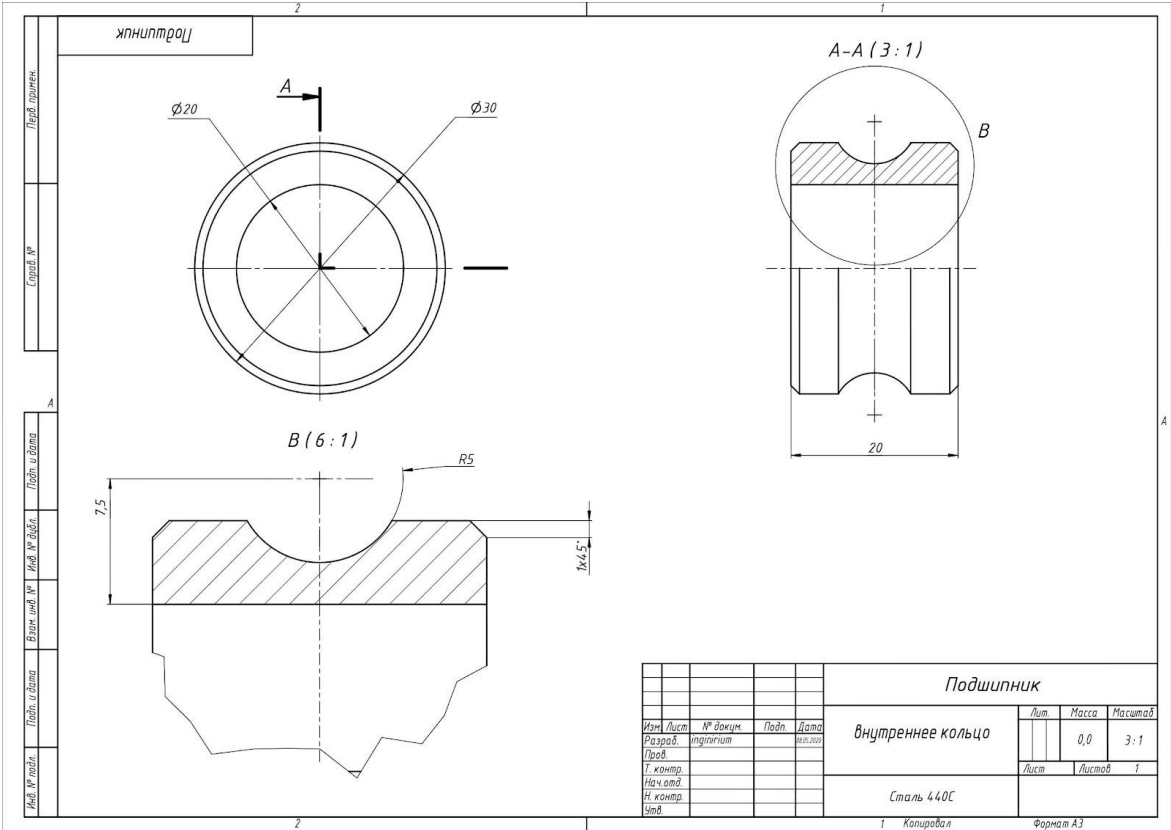


Рис. 9. Чертеж внутреннего кольца подшипника

Практическая работа №40
Проект «Подшипник». Сборка изделия.
Порядок выполнения работы

Создание сборки типового проекта «Подшипник».

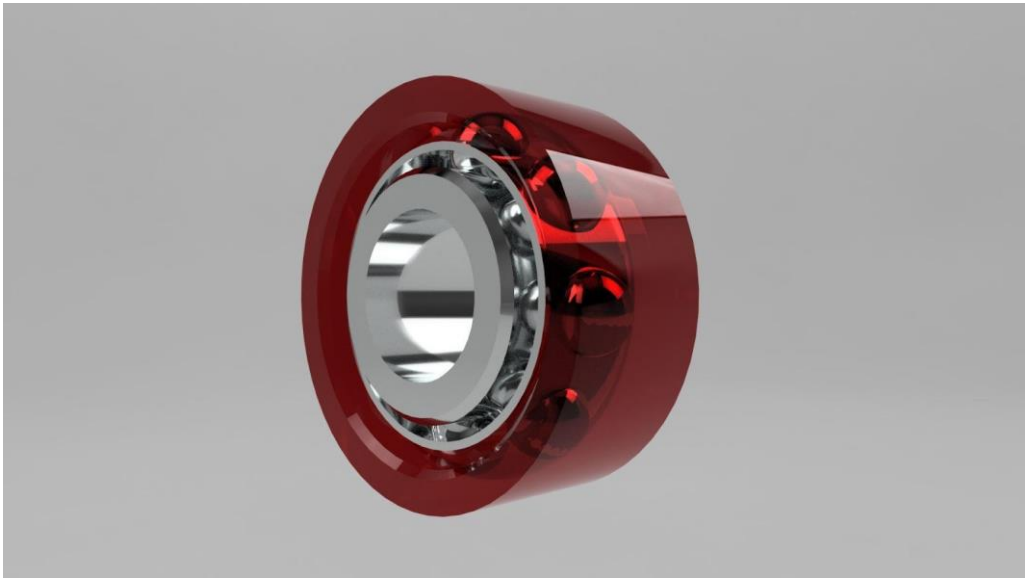


Рис. 1. Модель подшипника

Для проведения занятия необходимо наличие всех компонентов проекта для создания сборки, преподавателю следует убедиться в наличии всех компонентов у каждого обучающегося, в противном случае, преподаватель должен раздать все составляющие сборки ученикам. Компоненты сборки можно взять в приложении.

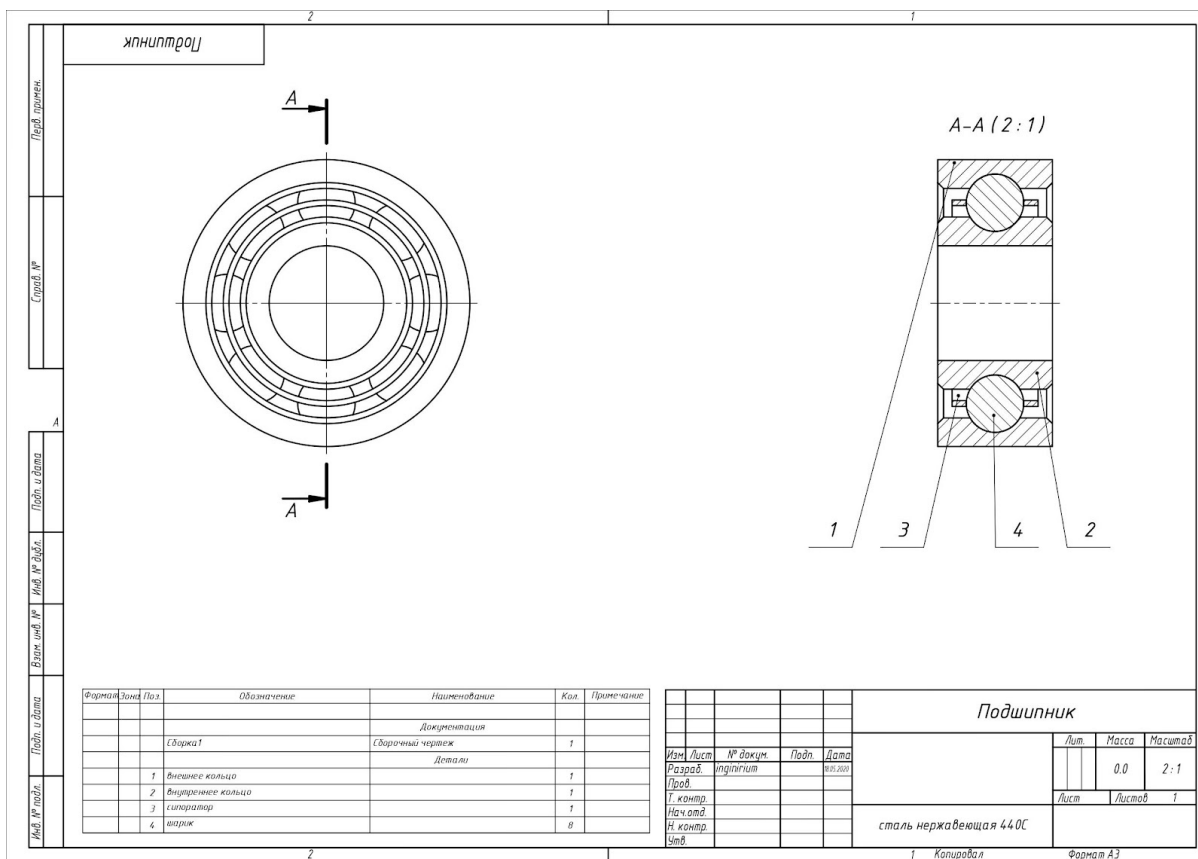


Рис. 2. Чертеж подшипника

Перед созданием сборки необходимо изучить интерфейс рабочей среды.

С левой стороны экрана, находится браузер. В браузере отображаются все компоненты, которые были загружены в сборку. В верхней части экрана панель инструментов. С правой стороны, находится панель инструментов навигации. Для создания сборки необходимо загрузить все компоненты в рабочее пространство среды сборки. За загрузку компонентов отвечает кнопка «Вставить» в верхнем левом углу экрана.

После выбора данной функции, необходимо загрузить все компоненты подшипника:

1. внешнее кольцо
2. внутреннее кольцо
3. сепаратор

Для создания сборки необходим один комплект всех компонентов. Для размещения моделей в рабочей области, нужно щелкнуть ЛКМ. От количества ЛКМ зависит количество загружаемых

компонентов соответственно. Есть возможность загружать каждый компонент как по отдельности, так и группой. Для того, чтобы загрузить группу компонентов, необходимо зажать клавишу ctrl на клавиатуре или воспользоваться областью выделения с помощью зажатой ЛКМ.

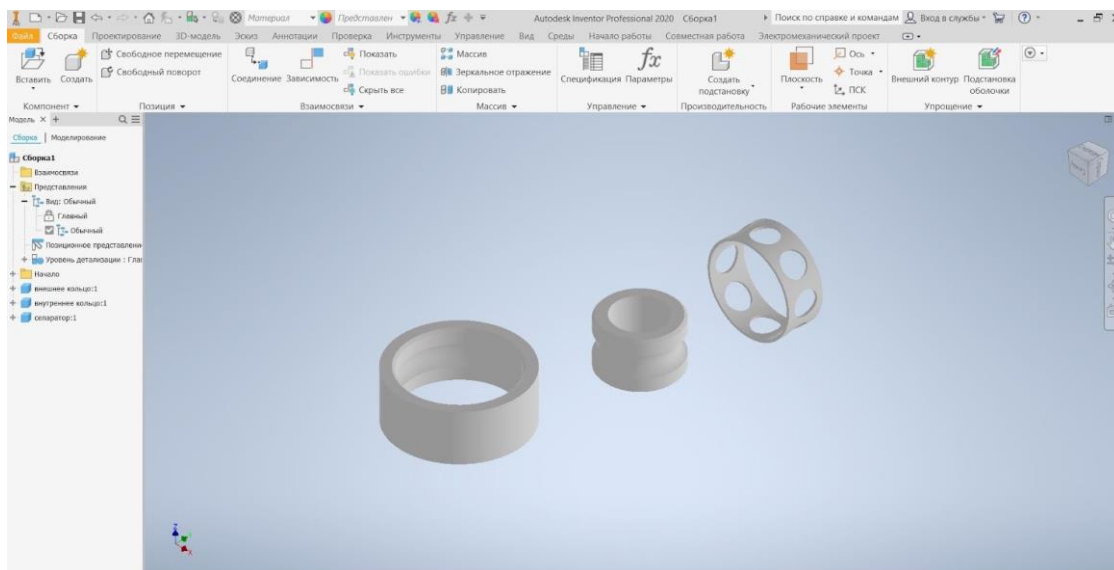


Рис. 3. Компоненты подшипника

Сборку типового проекта необходимо создать с помощью зависимостей.

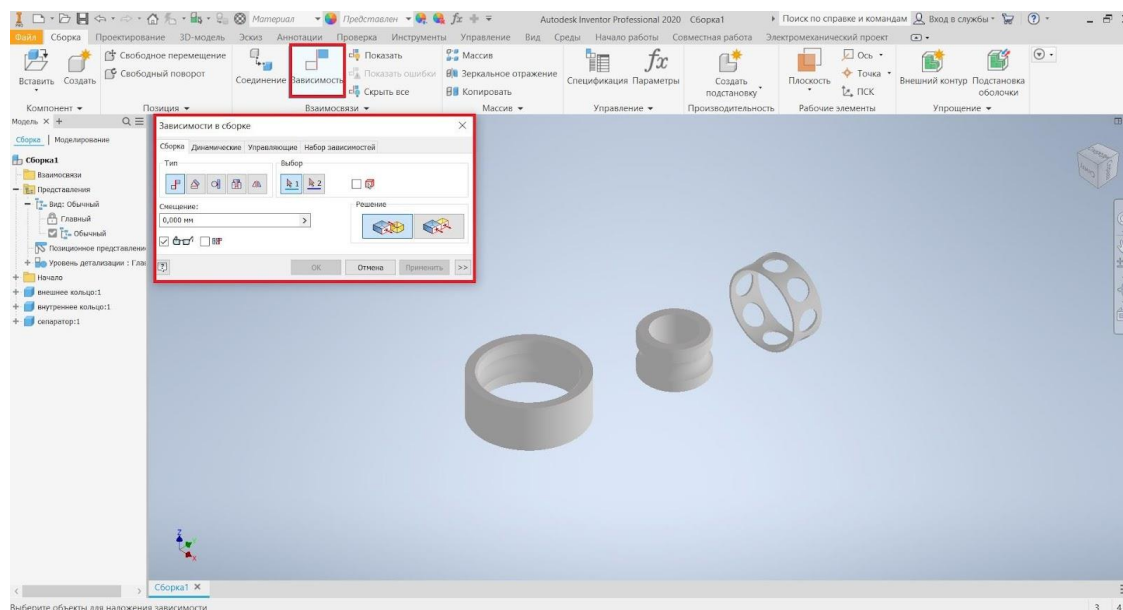


Рис. 4. Задание зависимостей

Преподавателю необходимо разъяснить аудитории основной принцип создания сборок через зависимость. Начинать создание сборки стоит с создания опорного компонента, который не имеет степеней свободы. Лишать степеней свободы выбранный компонент стоит через зависимость, типа «Совмещение», решение «Совмещение» В качестве компонента стоит взять «Внешнее кольцо».

Необходимо создать 3 зависимости, между основными плоскостями всей сборки и основными плоскостями компонента.

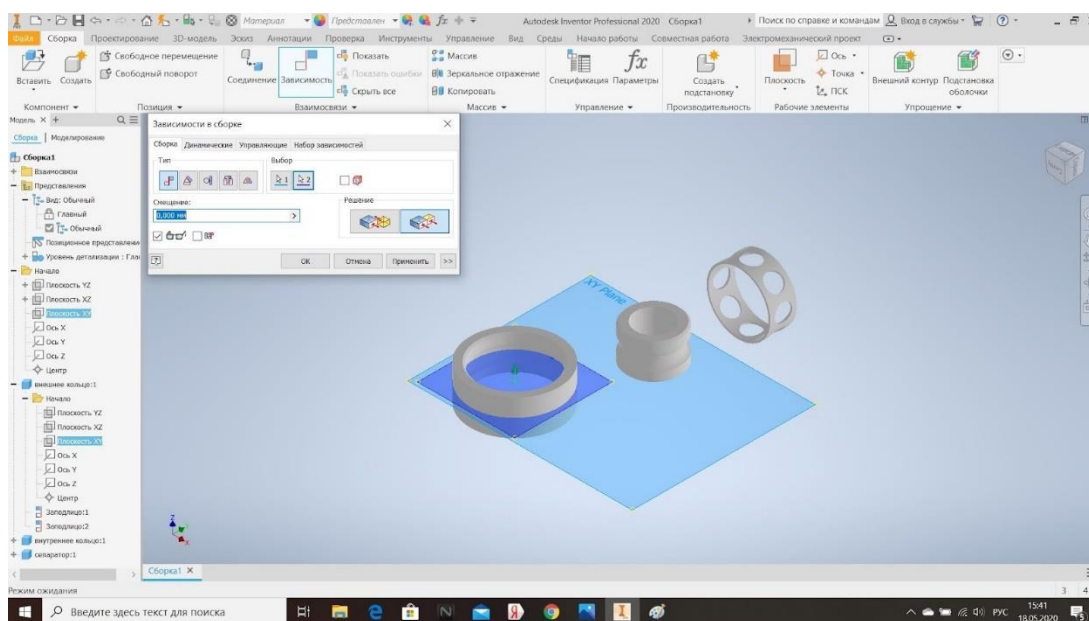


Рис. 5. Задание зависимостей

После создания трех зависимостей совмещение, компонент становится статичным. Стоит обратить внимание, на то, что все созданные зависимости можно найти, раскрыв компонент внешнее кольцо. Каждую из созданных зависимостей можно отредактировать, нажав ПКМ на нужной зависимости и выбрав строку «Правка», или же удалить, нажав ПКМ на зависимости и выбрать строку «Удалить».

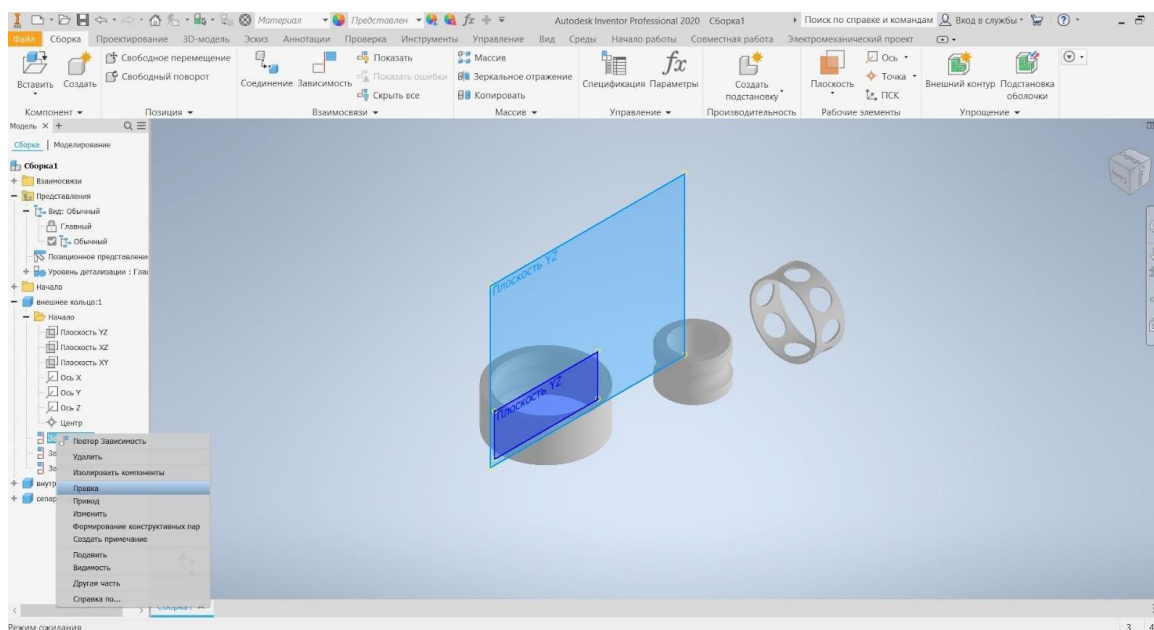


Рис. 6. Задание зависимостей

Следующим этапом нужно создать еще один компонент сборки - шарик (тело качения).

Для этого необходимо выбрать соответствующую команду в ленте «Создать». В открывшемся окне указываем путь сохранения компонента и его название «**Шарик подшипника**».

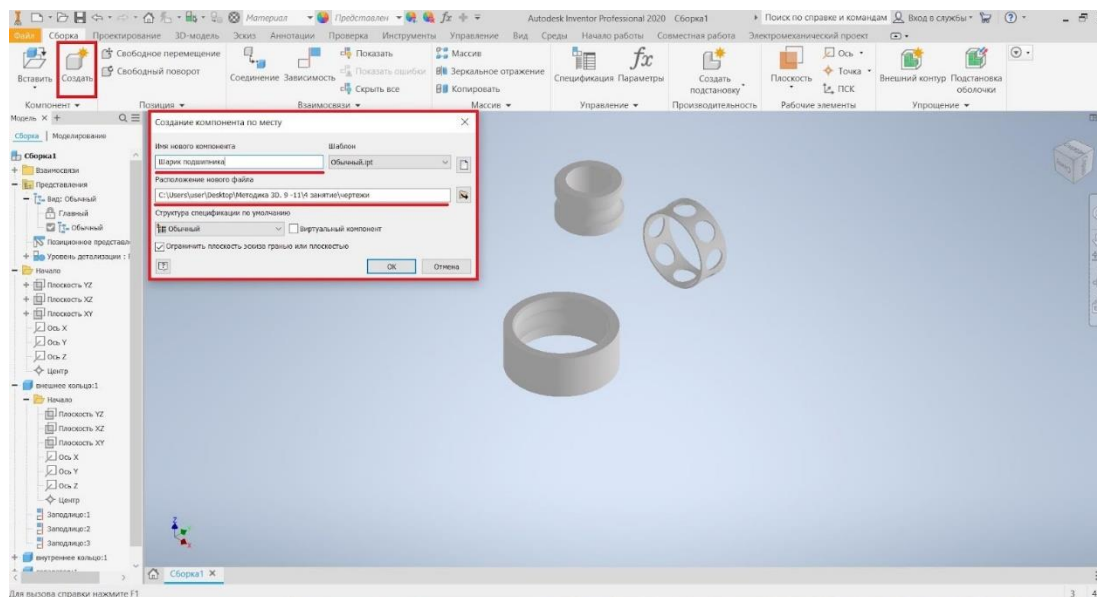


Рис. 7. Создание шариков

После нажатия в любом месте на рабочей области ЛКМ. Приступаем к созданию нового компонента внутри сборки. Создание 3D модели происходит по тем же принципам, которые были пройдены ранее. Диаметр шарика равен 10 мм. Создаем компонент с помощью операции вращения.

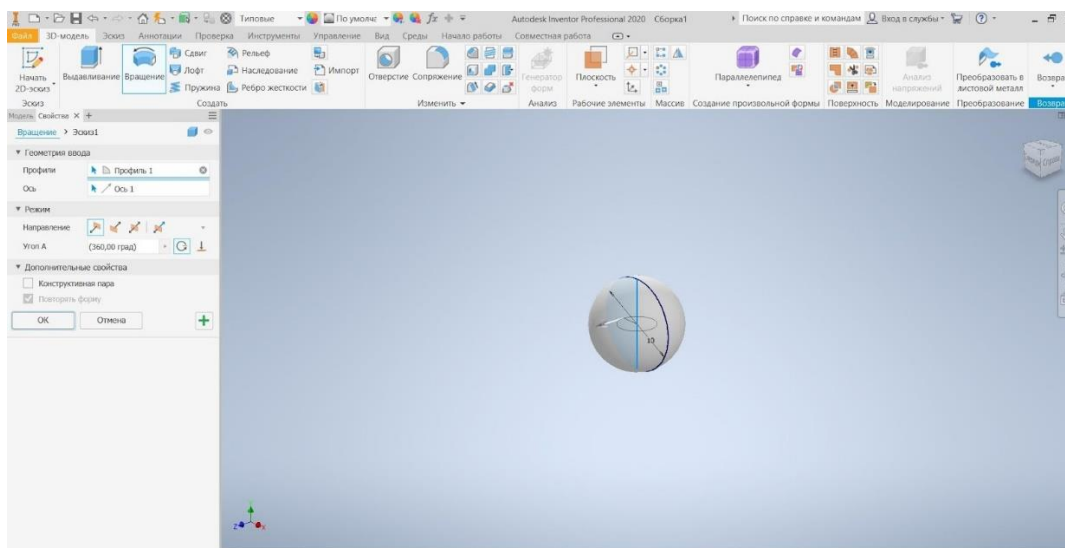


Рис. 8. Создание шариков

После создания компонента, нажимаем кнопку «**Возврат**» в правой части ленты и возвращаемся в режим сборки. Стоит обратить внимание на то, что компонент шарик, появился шарик. Новый компонент готов.

Следующим этапом необходимо создать копии компонента шарик, а затем вставить все тела качения в сепаратор. Для создания копии можно нажать ПКМ на компоненте и выбрать строку **«Копировать»** или используя кнопку **«Вставить»** загрузить необходимое количество копий. Количество шариков в подшипнике: 8 шт.

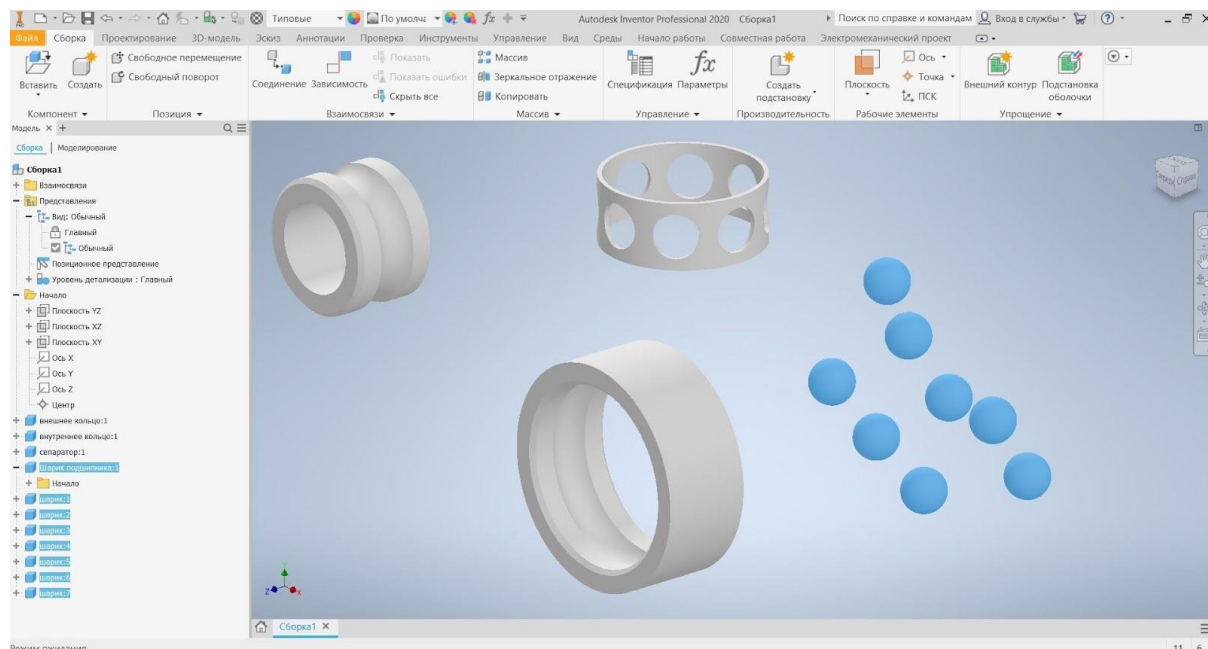


Рис. 9. Создание шариков

Создаем зависимость **«Касательность»** между шариком и внутренней, криволинейной гранью отверстия в сепараторе. Решение зависимости **«Внутри»**.

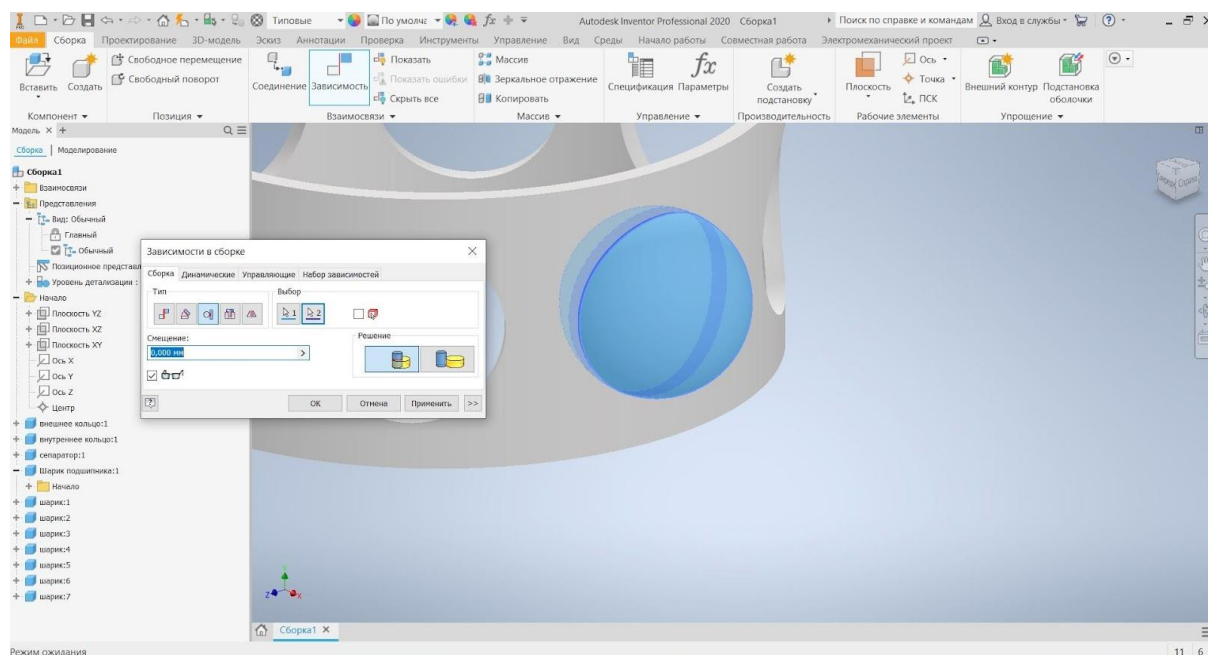


Рис. 10. Создание шариков

Применяем эту зависимость ко всем шарикам и отверстиям сепаратора.

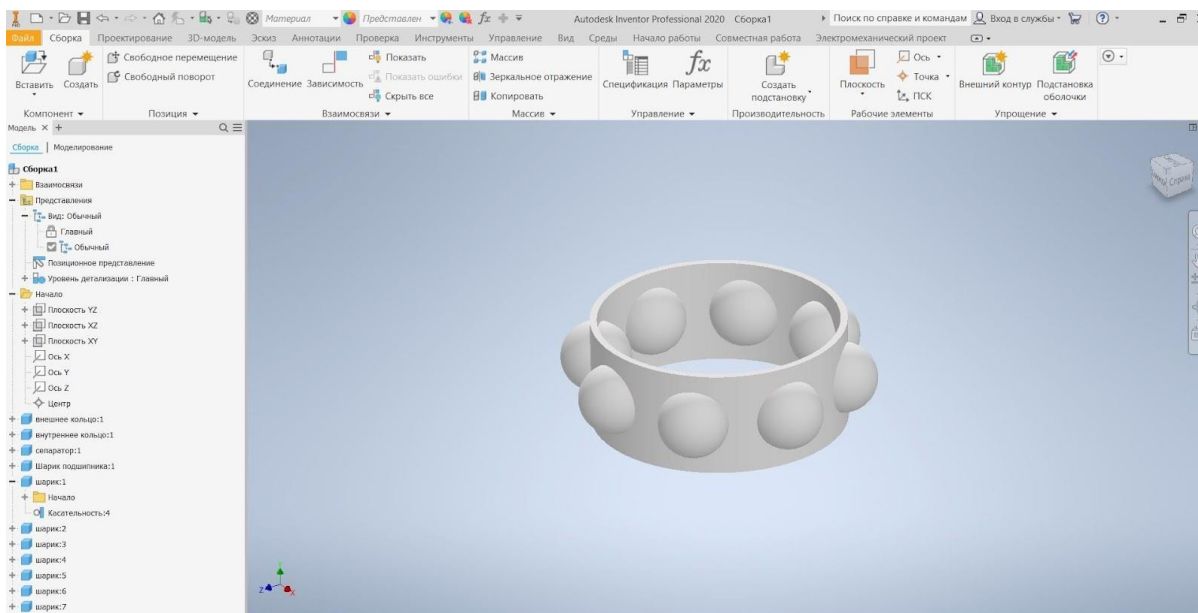


Рис. 11. Создание шариков

Далее, с помощью зависимости «Совмещение» необходимо создать «Соосность» между внешним кольцом и сепаратором. Для того, чтобы применить данную зависимость, необходимо выбрать любую цилиндрическую грань сепаратора и цилиндрическую грань внешнего кольца.

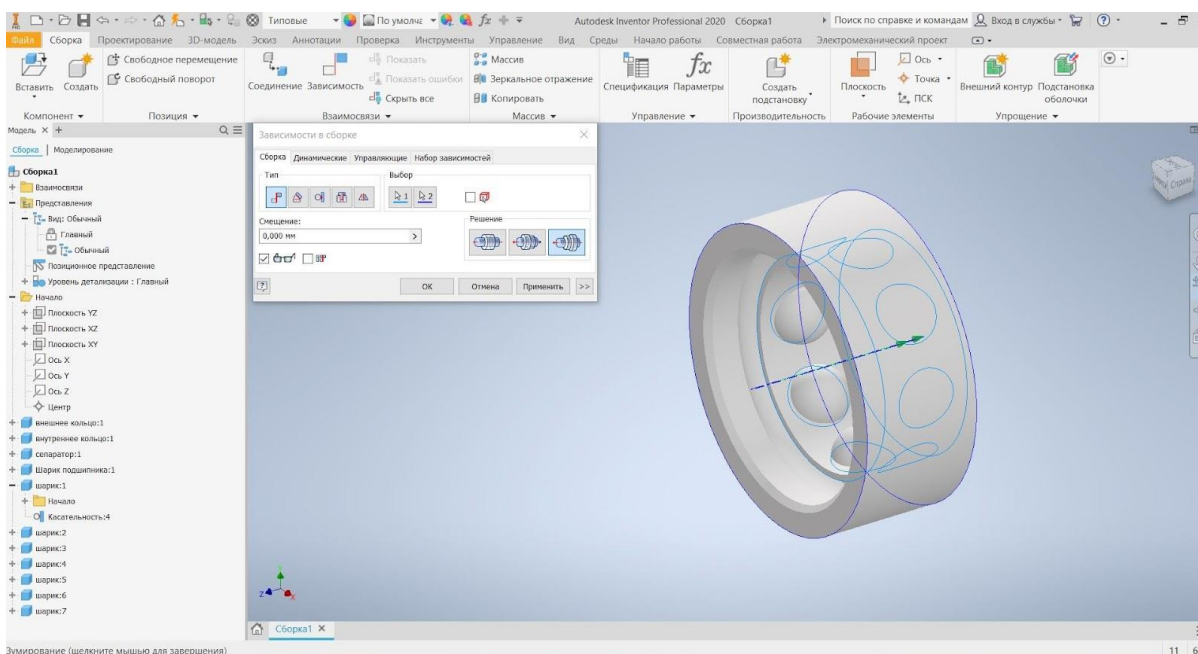


Рис. 12. Задание зависимостей

После чего, необходимо лишить еще одной степени свободы сепаратор с помощью зависимости «Совмещение» относительно плоских граней.

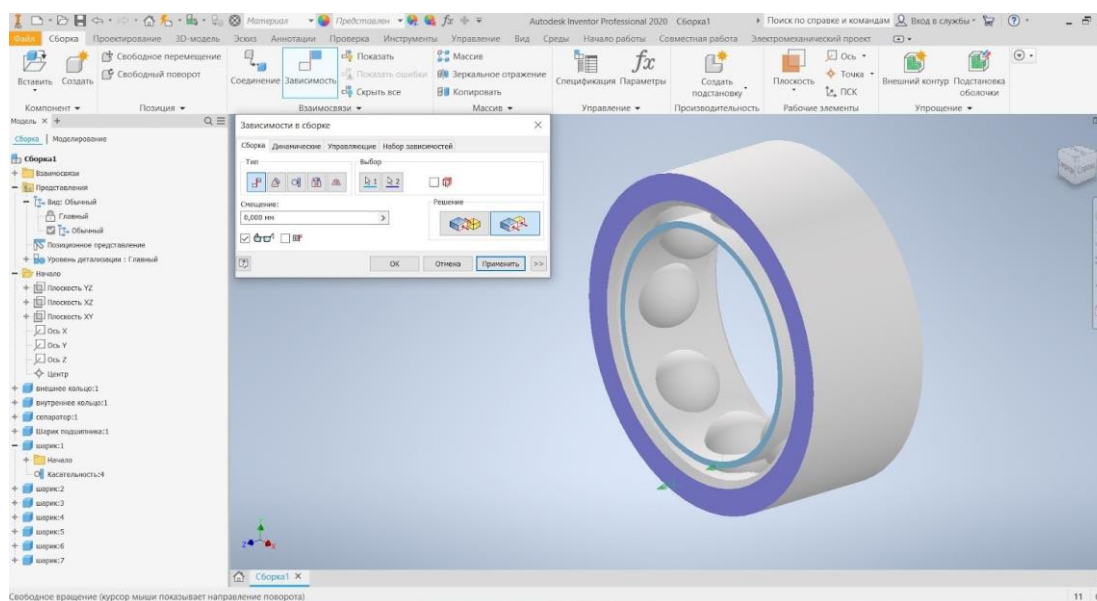


Рис. 13. Задание зависимостей

Тем самым оставив одну степень свободы сепаратору - это вращение. Последним этапом создания сборки будет создания зависимостей «Соосность» и «Совмещение», применительно к внутреннему кольцу. В качестве проверки усвояемости информации, преподавателю стоит дать данное задание учащимся, в качестве самостоятельного. Время на выполнение 5 - 10 минут.

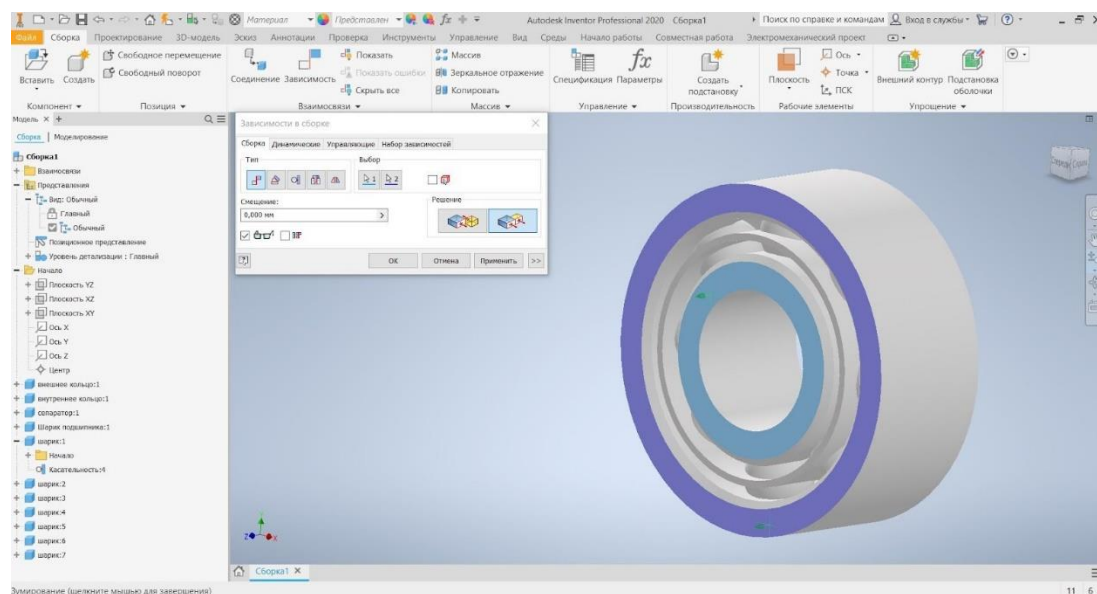


Рис. 14. Задание зависимостей

Сборка завершена. После создание сборки необходимо проверить механизм на наличие пересечений.

Для этого необходимо перейти в соответствующую вкладку «**Проверка**» и выбрать кнопку «**Анализ пересечений**». Для проведения анализа необходимо выбрать все компоненты сборки и

нажать ОК. При наличии пересечений, программа отметит периметр пересечений красным цвет.
Обнаружен ряд пересечений!

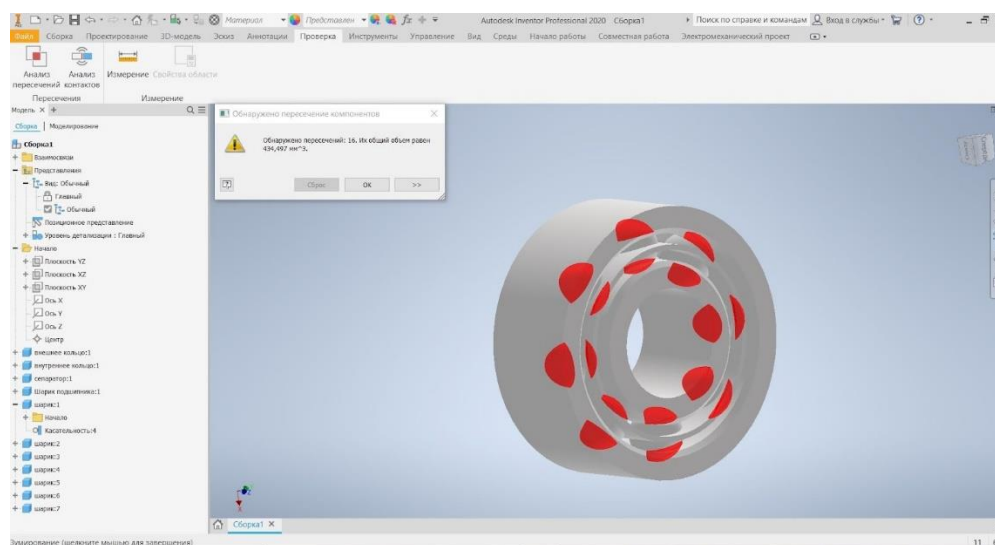


Рис. 15. Ошибка пересечений

Результатом пересечений тел качения, внешнего и внутреннего кольца, связаны с неправильным расположением сепаратора. Для исправления данной ошибки необходимо изменить зависимость «Совмещения» между сепаратором и кольцами. Зависимость можно удалить и создать новую либо редактировать существующую. Для редактирования зависимости, необходимо щелкнуть ЛКМ на зависимости в компоненте «сепаратор» и в открывшемся окне ввести 2,5 мм, тем самым создав необходимое смещение. После редактирования зависимости, пересечения устранились.

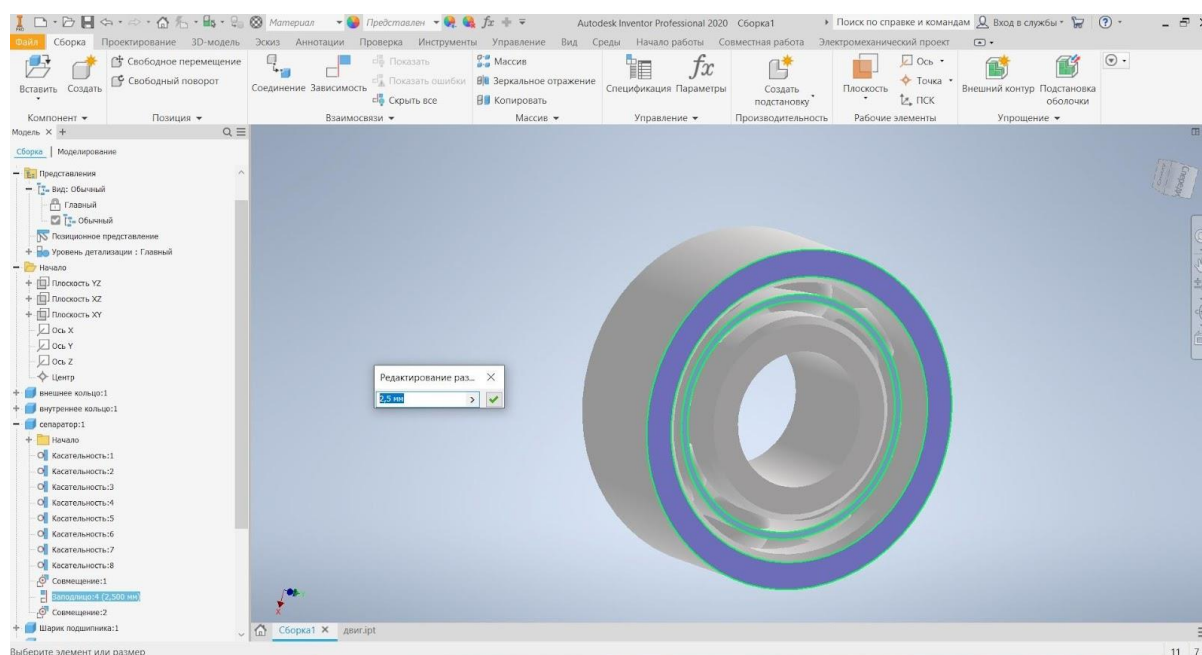


Рис. 16. Итог

Практическая работа №41

Проект «Подшипник». Создание фотореалистичного изображения изделия и анимации его работы.

Порядок выполнения работы

Создание фотореалистичного изображения.

Следующая тема - создание рендера. Перед созданием фотореалистичного изображения, необходимо разъяснить обучающимся о разнице между текстурой материалом и цветом. После чего стоит перейти к задаче материалов, текстур и цвета.

Вкладка выбора материала находится в самой верхней строке программы, вкладка текстур находится правее вкладки материалы, между вкладками текстура и материалы, находится иконка в виде цветового круга, отвечающая за настройку свойств текстуры, правее вкладки текстуры находится иконка в виде цветового круга с бегунком, которая отвечает за цвет.

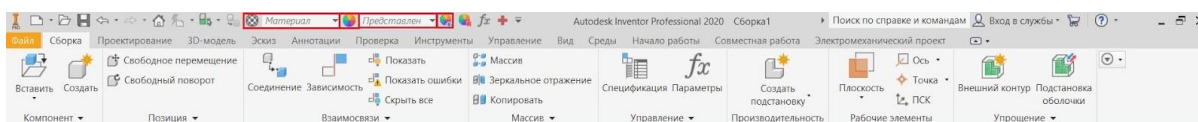


Рис. 1. Интерфейс Inventor

Следует обратить внимание, на тот факт, что после задачи определенного материала, программа автоматически выставляет текстуру, которая соответствует этому материалу. Текстуру в процессе можно поменять. К примеру, можно задать материал, алюминий марки 6061 и поменять соответствующую текстуру алюминия, скажем на древесину - дуб. Внешний вид компонента изменится, но физические свойства компонента из алюминия останутся прежними.

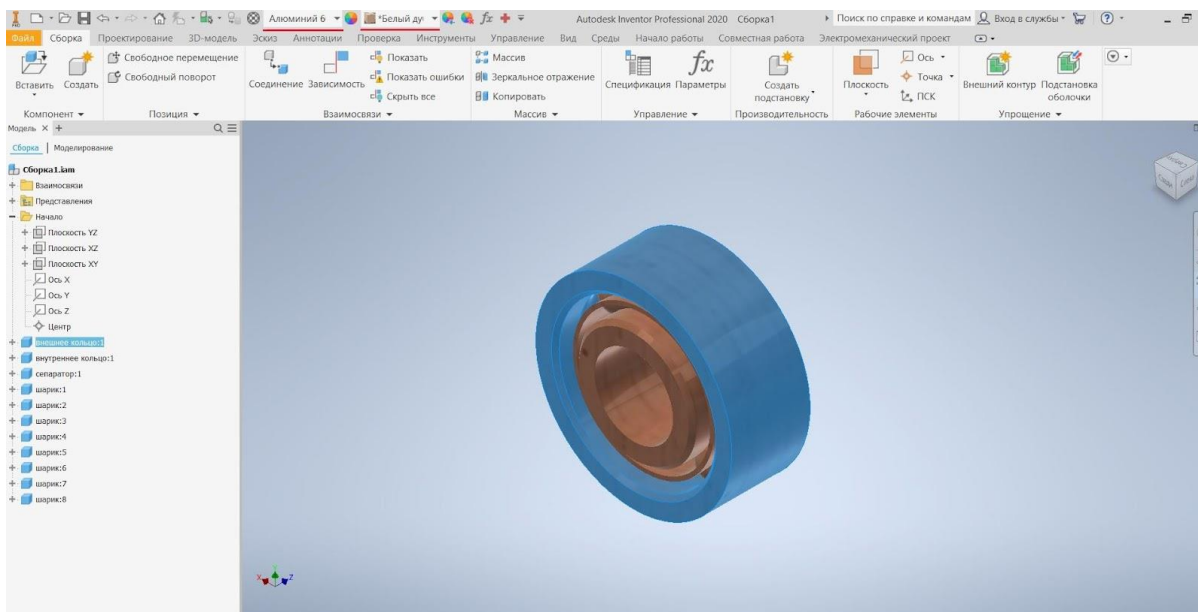


Рис. 2. Подшипник с материалами

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

После задачи определения материала также можно посмотреть основные физические свойства изделия, в соответствии с материалом. Для этого необходимо щелкнуть ЛКМ на значке сборки в браузере и в открывшемся меню выбрать предпоследнюю строку, «Свойства Inventor». После чего откроется меню настройки свойств, в котором нужно выбрать последнюю вкладку «Физические». В открывшейся вкладке можно увидеть плотность материала, после установки точности и выбора кнопки «Обновить», программа сама рассчитает основные свойства, присущие компоненту с учетом материала.

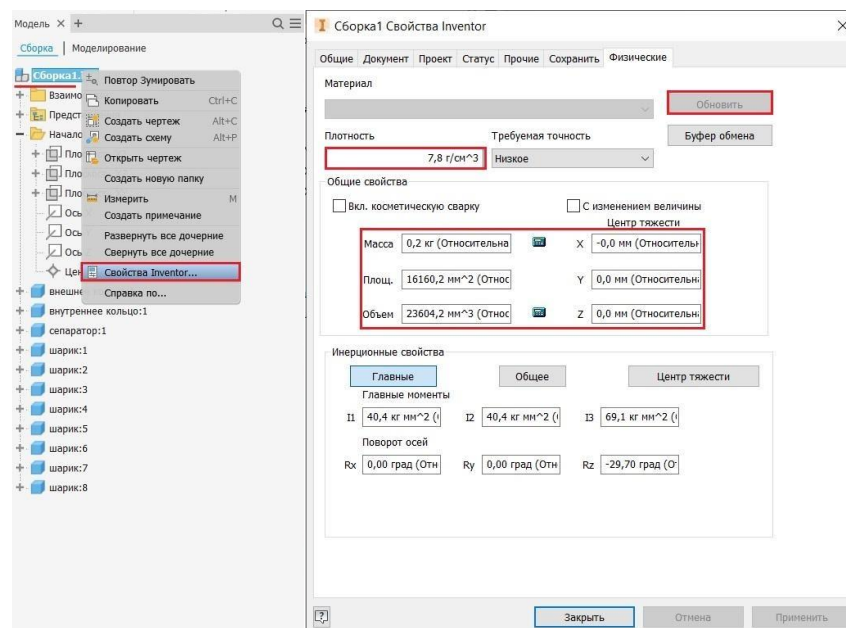


Рис. 3. Свойства материалов

Необходимо задать всем компонентам сборки, материал: **сталь нержавеющая**, текстура внешнего кольца: **прозрачный желтый**.

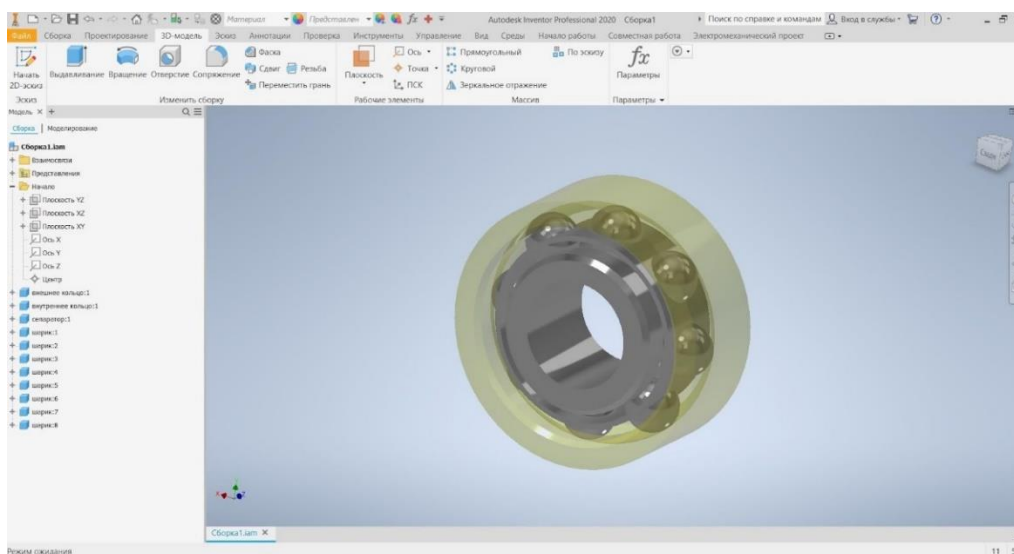


Рис. 4. Подшипник с материалом и текстурами

Далее следует перейти к созданию фотореалистичного изображения. Перед созданием рендера необходимо настроить сцену. Для настройки сцены необходимо перейти в вкладку «Вид».

Необходимо установить следующие параметры:

Стиль отображения: **реалистичный**

Тени: **тени везде**

Вид: **перспективный**

Источник света: **по желанию**

После чего стоит настроить положение камеры и нажать на кнопку «трассировка лучей». После создания чернового рендера нужно изменить освещение и «точность материалов» на «Точное» и дождаться среднего качества изображения.

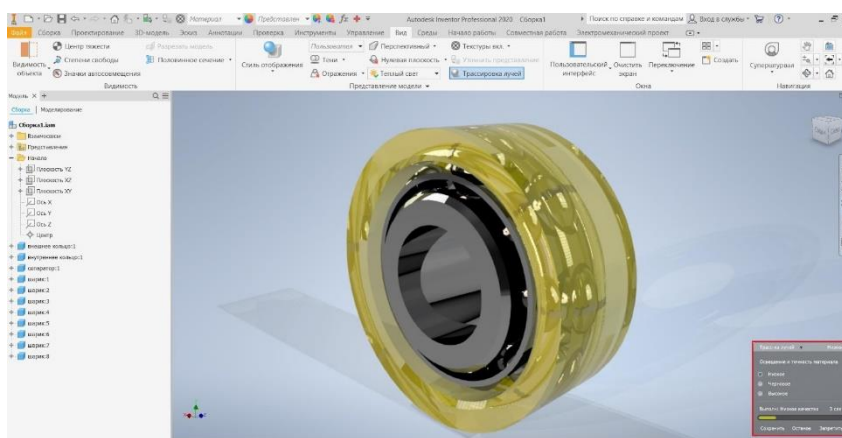


Рис. 5. Фотореалистичное изображение

После создания фотореалистичного изображения, необходимо его сохранить в формате JPG в соответствующую папку с проектом.

Создание анимации

Анимация работы подшипника будет создана в среде «Схема».

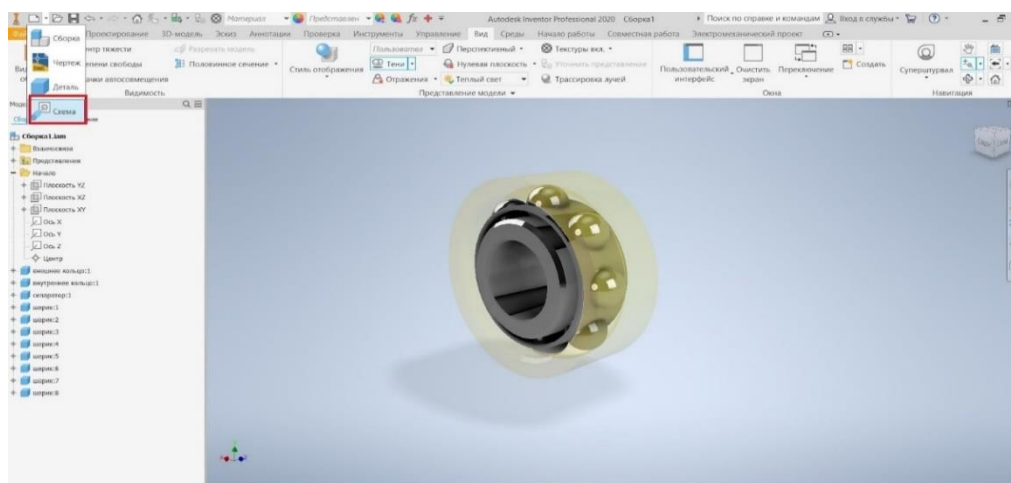


Рис. 6. Среда «Схема»

После выбора соответствующей среды, необходимо указать путь к сборке.

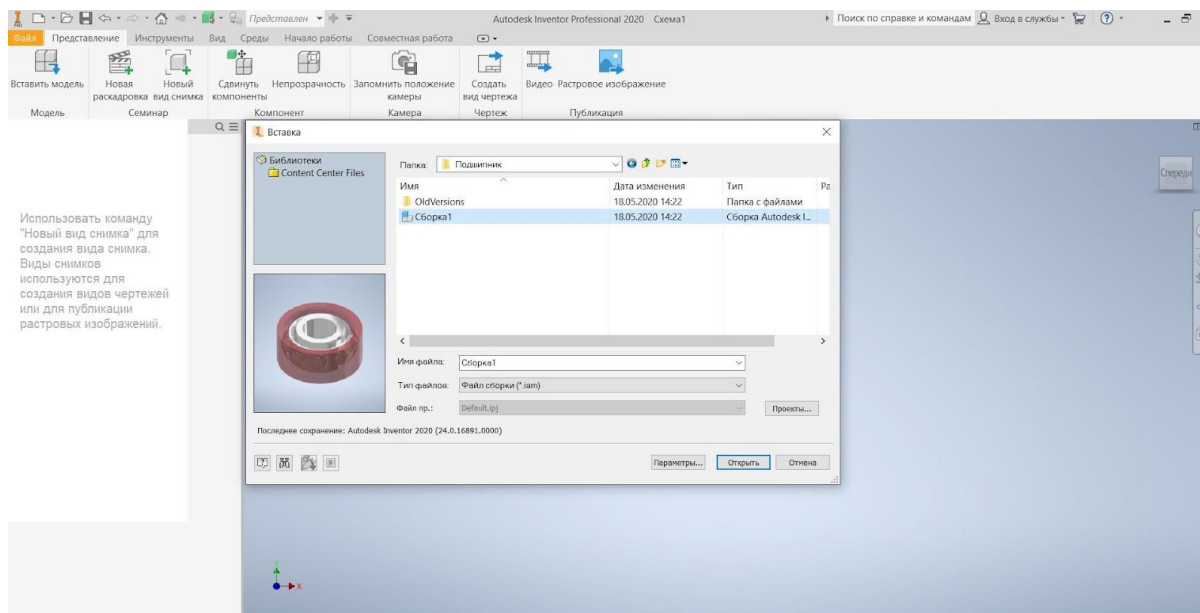


Рис. 7. Путь к сборке

Следует задать вращение внутреннему кольцу, сепаратору и телам вращения. Для этого необходимо выбрать кнопку в панели инструментов **Сдвинуть компонент**, далее нужно выбрать каждый компонент, который будет совершать вращение, выбирать следует компоненты поочередно с зажатой клавишей Ctrl.

В открывшемся меню компонента следует поменять активность кнопки «Перенести» на «Повернуть».

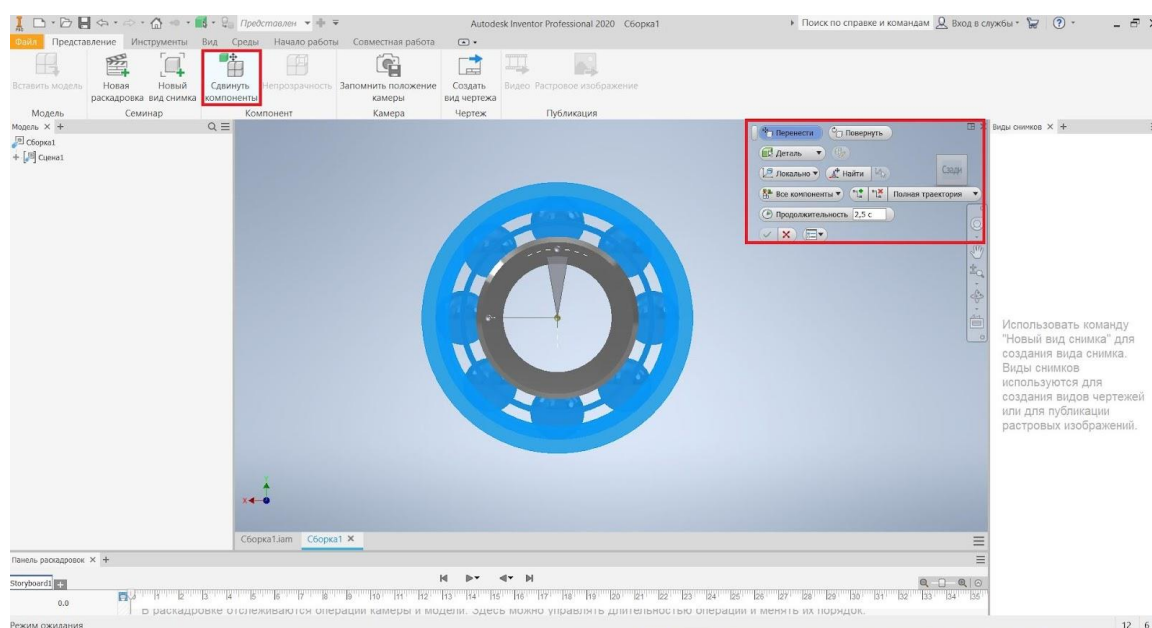


Рис. 8. Настройка анимации

После чего необходимо установить градус поворота, щелкнув на необходимый спектр поворота, всего спектров поворота три соответственно, по одному в каждом измерении, все три спектра появляются после выбора компонентов и подготовки их к анимации. Необходимо установить угол поворота в 1300 градусов, также нужно установить время, за которое будет осуществляться поворот, время поворота 5 секунд.

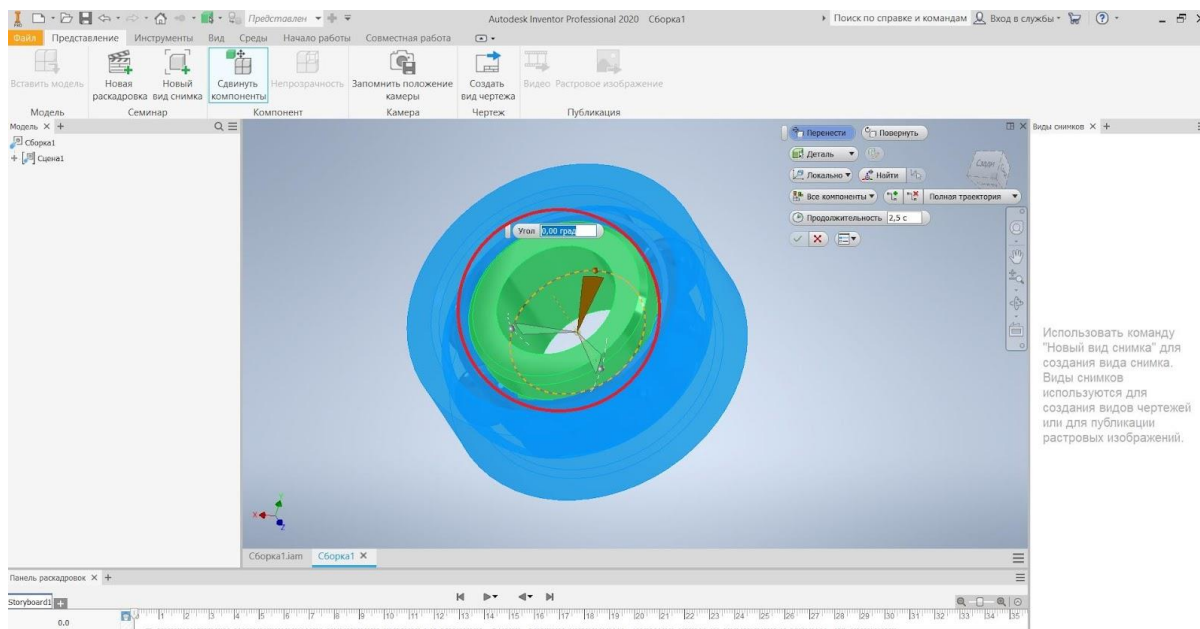


Рис. 9. Настройка анимации

После чего следует применить все действия и нажать на кнопку «ок».

Все необходимые действия выполнены. Для проигрывания анимации есть соответствующая кнопка.



Рис. 10. Кнопка запуска анимации

Для рендера видео нужно выбрать кнопку «Видео».

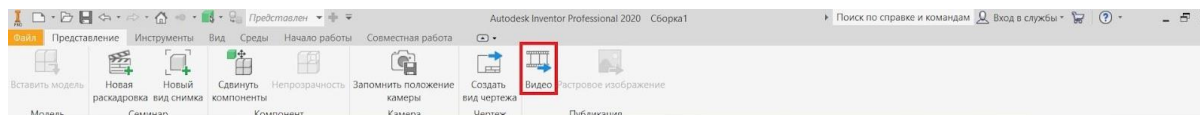


Рис. 11. Кнопка «Видео»

Откроется меню настройки рендера, в котором необходимо обратить внимание на следующие параметры

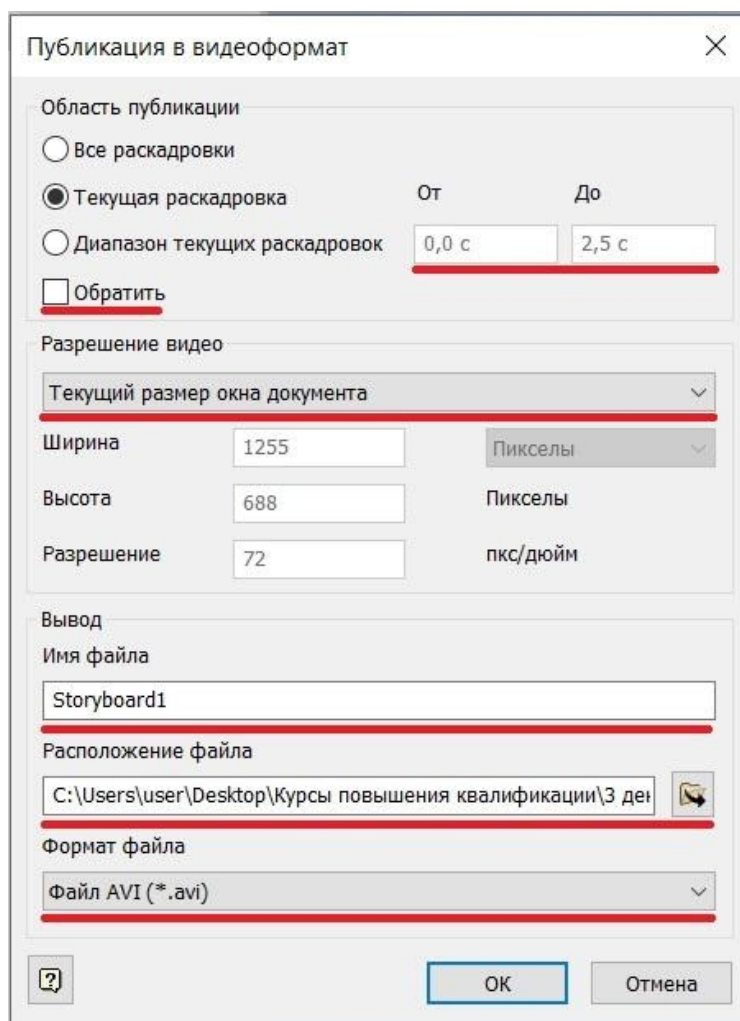


Рис. 12. Настройка рендера

После настройки необходимо принять все действия. По завершению рендера, видео анимации будет находиться в соответствующей папке. Преподаватель делает финальную проверку работ, проводит рефлексю.

Практическая работа №42.

Проект «Редуктор». Зубчатые механизмы и передаточное отношение.

Порядок выполнения работы

Данная работа не содержит практическую работу слушателей.

Практическая работа №43.

Проект «Редуктор». Проектирование зубчатого зацепления.

Порядок выполнения работы

Создание цилиндрического зубчатого зацепления.

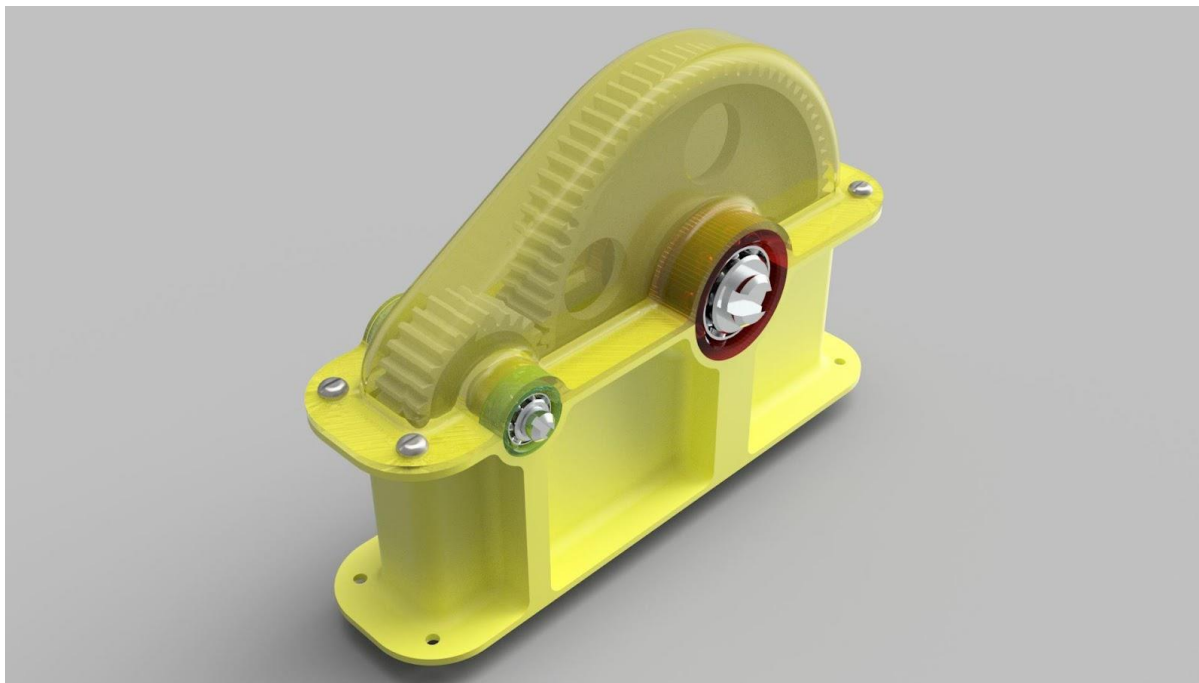


Рис. 1. Модель редуктора

В качестве следующего типового проекта будет смоделирован простейший одноступенчатый редуктор с цилиндрическим зубчатым зацеплением. Для проектирования различных объектов в Inventor, есть так называемые генераторы, которые позволяют быстро создавать объекты по заданным параметрам. Для создания зубчатого зацепления, можно воспользоваться соответствующим генератором, который доступен в среде - сборка, вкладка - **проектирование**. Данный модуль позволяет генерировать различные зубчатые зацепления, необходимо выбрать решение - **цилиндрическое зубчатое зацепление**.

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

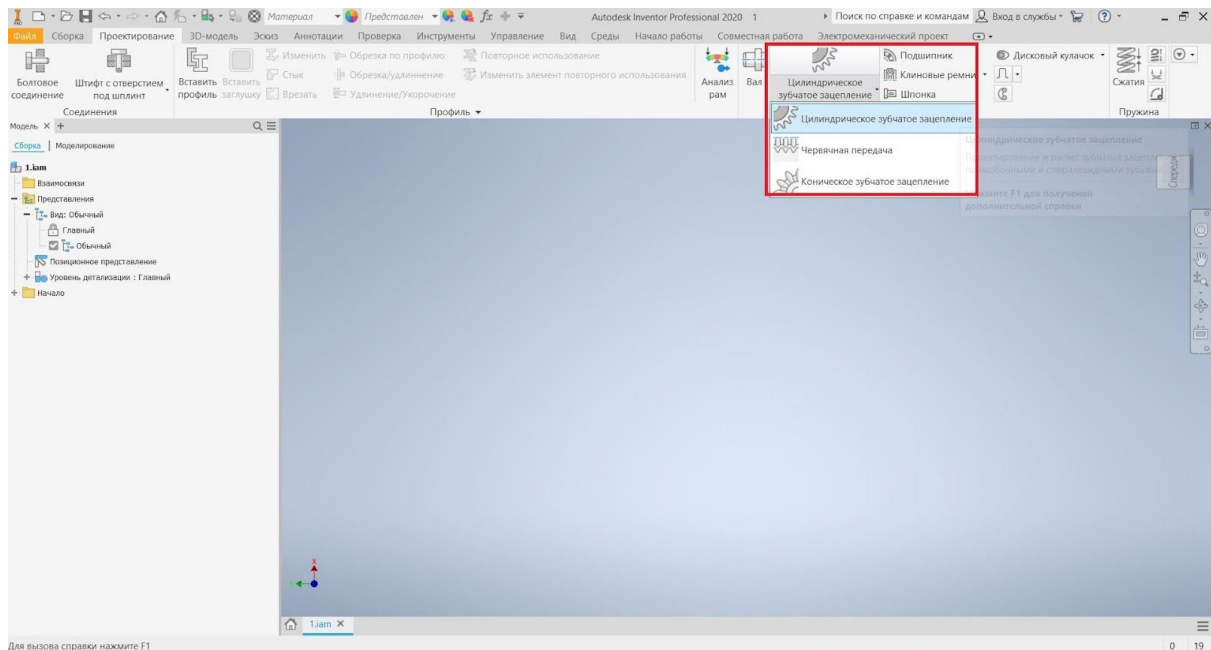


Рис. 2. Создание зубчатого зацепления

После выбора соответствующего пункта, откроется генератор компонентов цилиндрического зубчатого зацепления.

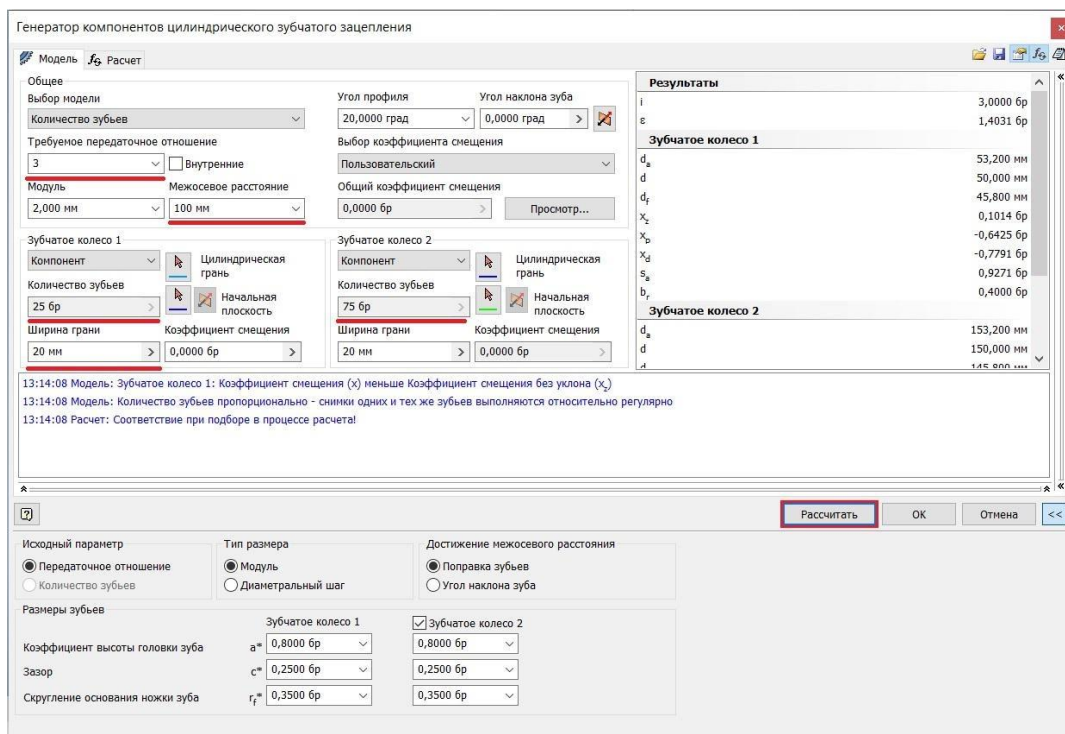


Рис. 3. Создание зубчатого зацепления

В данном генераторе необходимо настроить следующие параметры:
Требуемое передаточное отношение: **3**.

Межосевое расстояние: **100 мм.**

Зубчатое колесо 1

Ширина грани: **20 мм**

Зубчатое колесо 2

Ширина грани: **20 мм**

После ввода параметров, необходимо выбрать - **рассчитать**. Передача готова для создания. По умолчанию, генератор создает сцепку из двух зубчатых колес, но для дальнейшей анимации работы редуктора, нужно создавать, каждое колесо по отдельности. Первым этапом необходимо создать ведущее колесо. В вкладке зубчатое колесо 2(ведомое) нужно выбрать - **нет модели**. После нажатия на кнопку «ок», ведущее колесо зависнет над курсором, однократное нажатие ЛКМ позволит разместить объект на рабочей области. Стоит обратить внимание, что в браузере появилось обозначение цилиндрического зацепления.



Рис. 4. Создание зубчатого зацепления

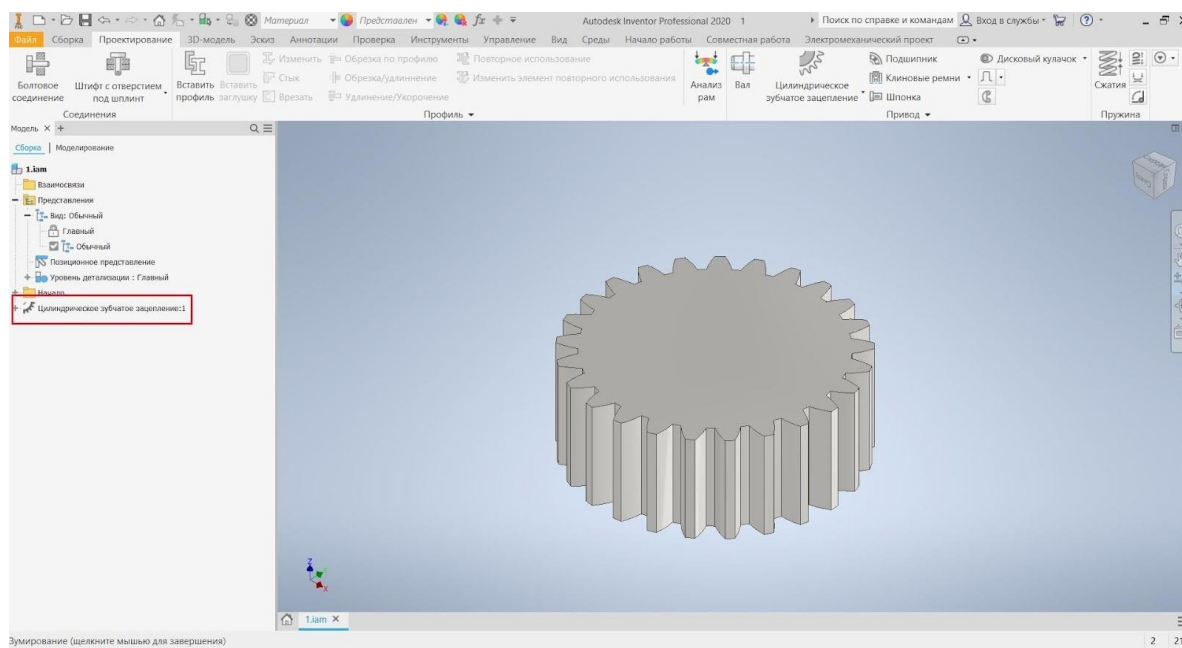


Рис. 5. Зубчатое колесо

По аналогии следует создать ведомое зубчатое колесо. После выбора генератора, настройки в нем остаются неизменными, стоит убрать компонент зубчатое колесо 1, а зубчатое колесо 2, напротив оставить.

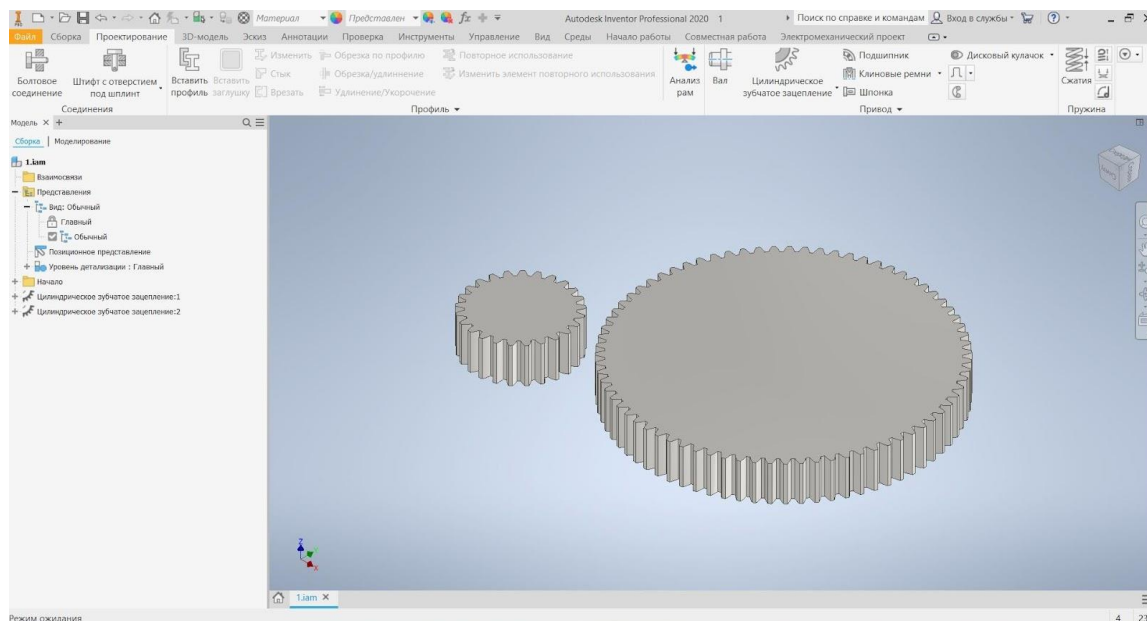


Рис. 6. Создание зубчатого зацепления

Каждый из созданных объектов можно редактировать внутри сборки нажав два раза на объекте ЛКМ. Следует отредактировать объекты по следующим чертежам (чертежи можно найти в приложении).

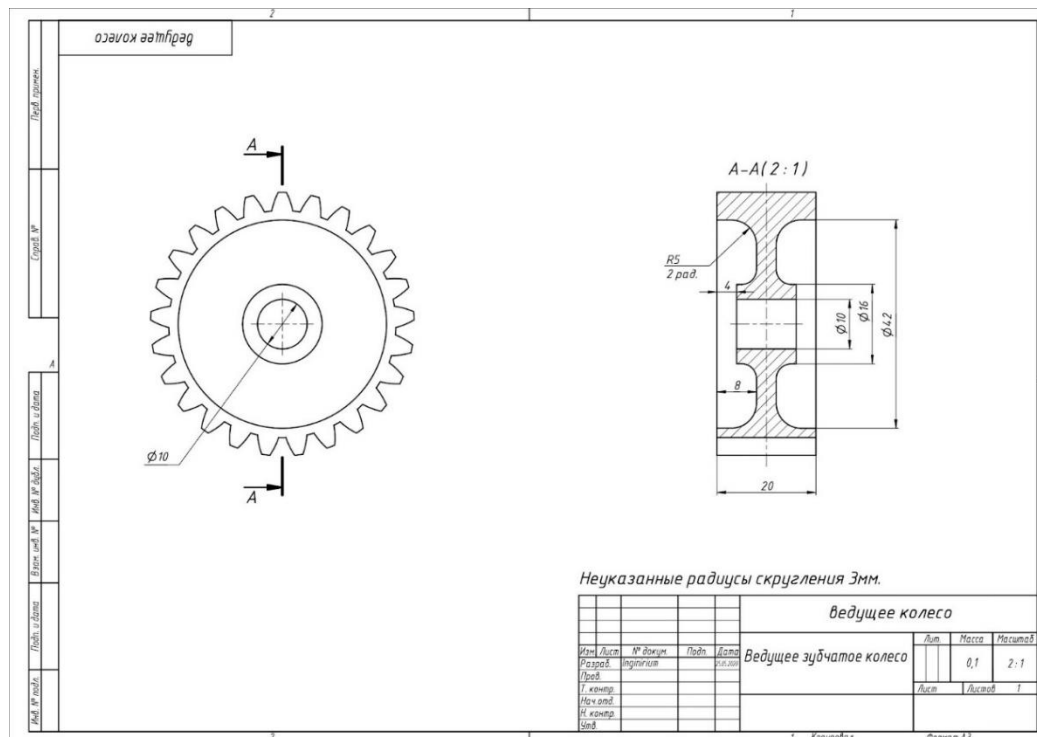


Рис. 7. Чертеж зубчатого колеса

Редактирование ведущего колеса выполняется одной операцией вращения.

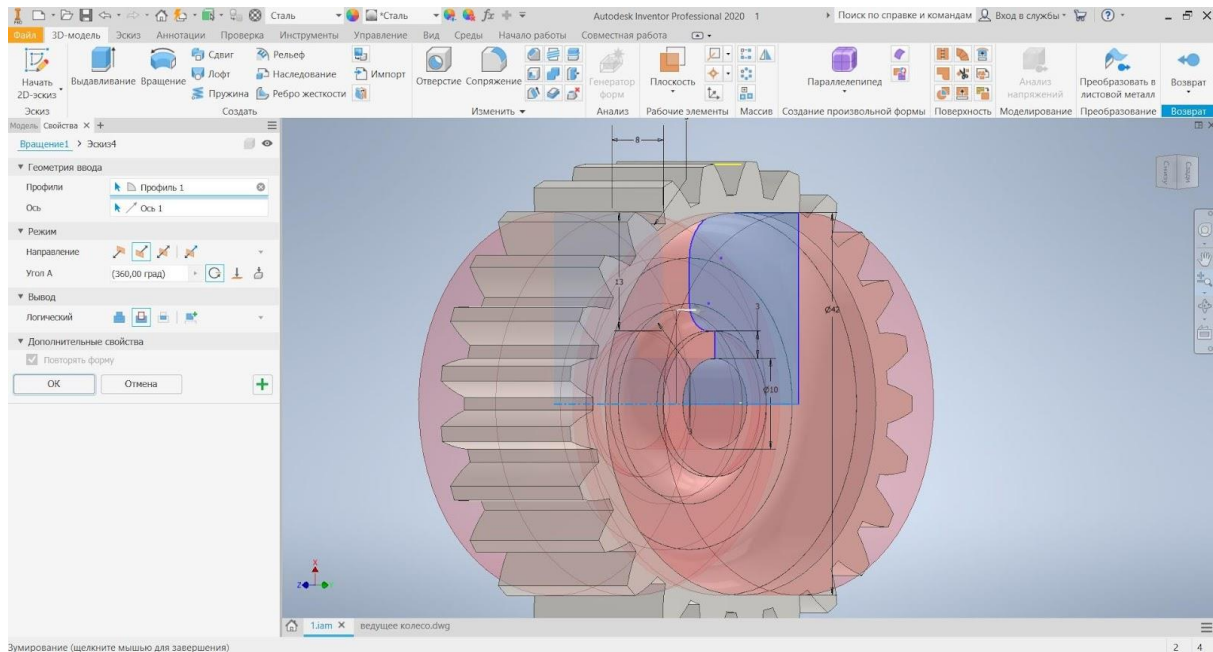


Рис. 8. Редактирование зубчатого колеса

Ведомое зубчатое колесо так же следует отредактировать, по следующему чертежу.

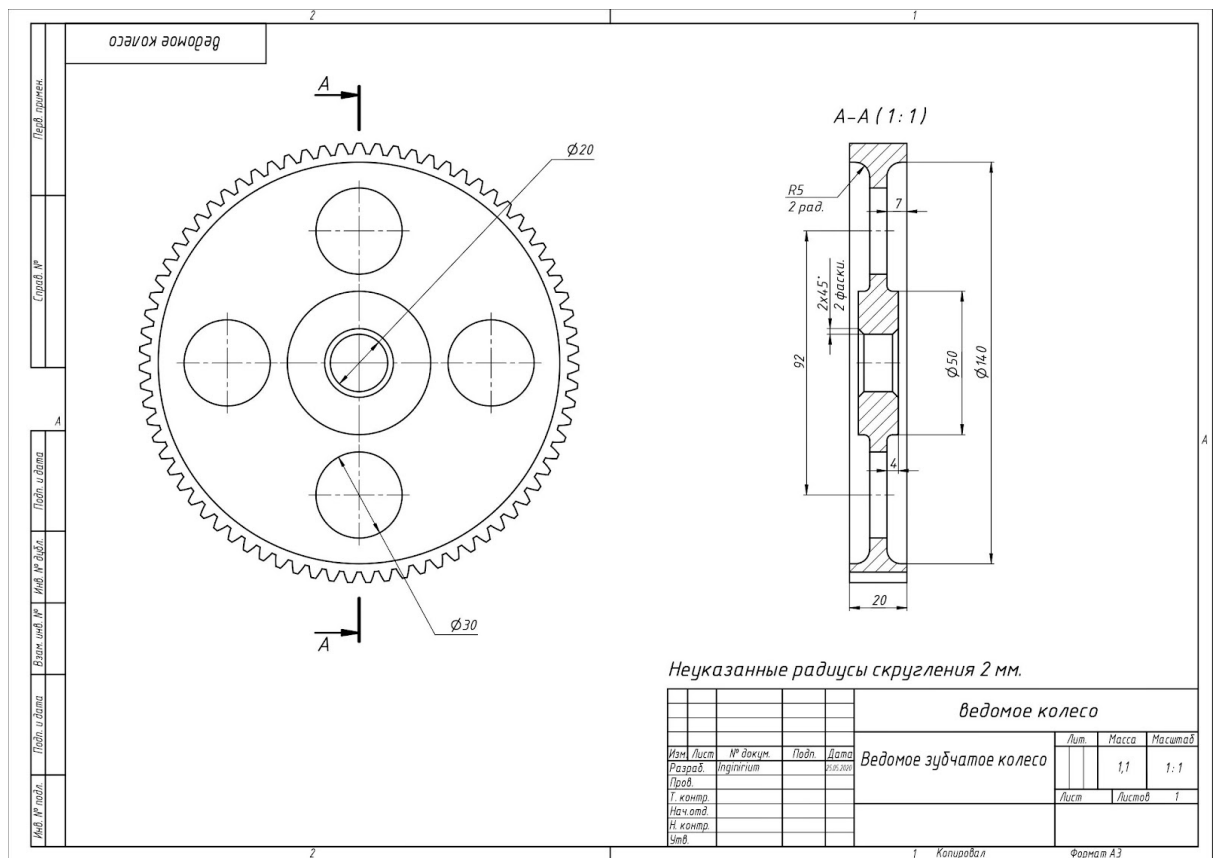


Рис. 9. Чертеж зубчатого колеса

Необходимые редактирования выполняются с помощью трех операций:

1. Вращение
2. Выдавливание
3. Круговой массив

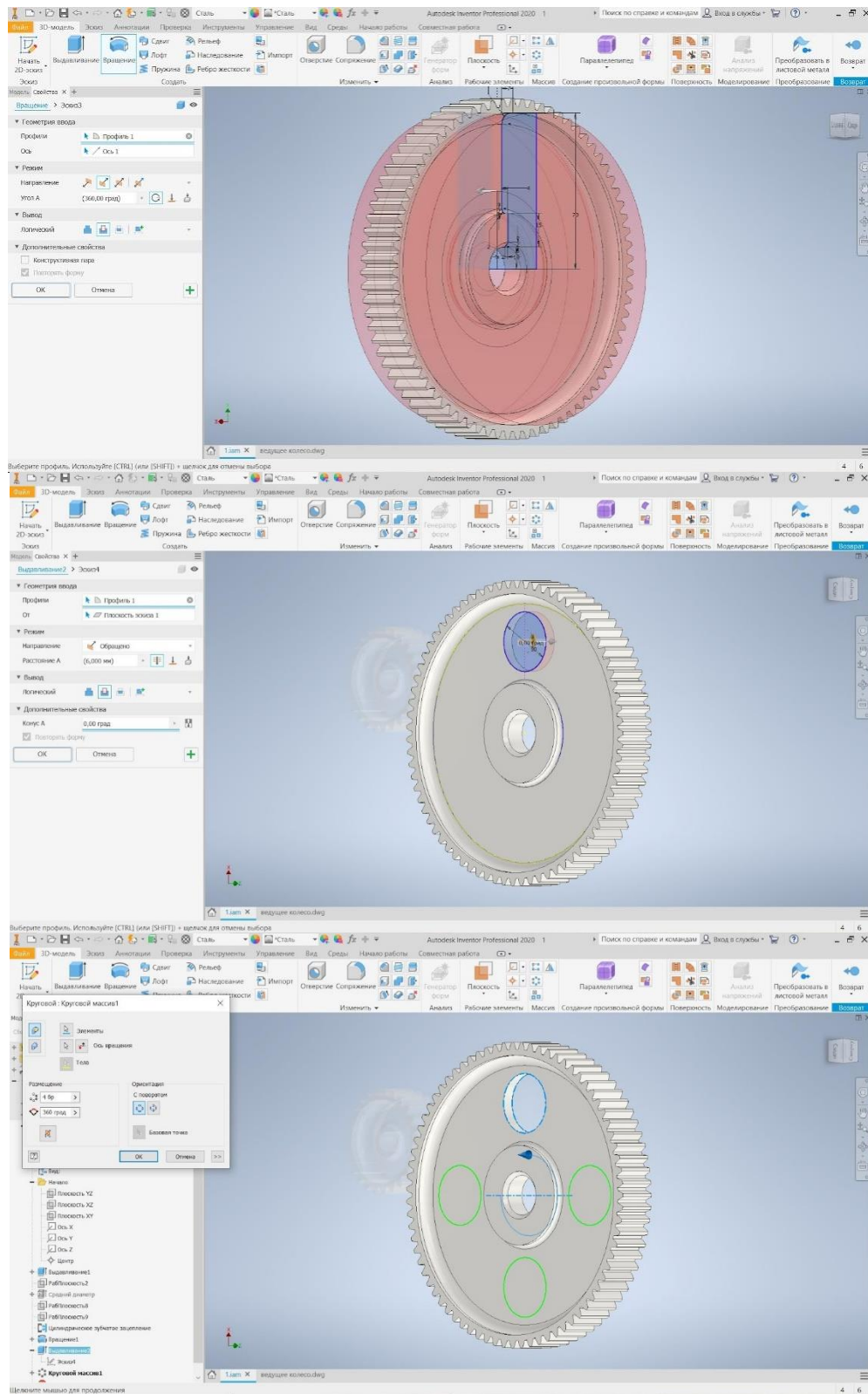


Рис. 10. Редактирование зубчатого колеса

Зубчатые колеса готовы. Следует сохранить проделанную работу в соответствующую папку. Преподаватель осуществляет финальный осмотр работ обучающихся, исправляет ошибки, дает комментарии, проводит рефлекссию.

Практическая работа №44

Проект «Редуктор». Моделирование корпуса под ранее спроектированные детали.

Порядок выполнения работы

Моделирование корпуса редуктора.

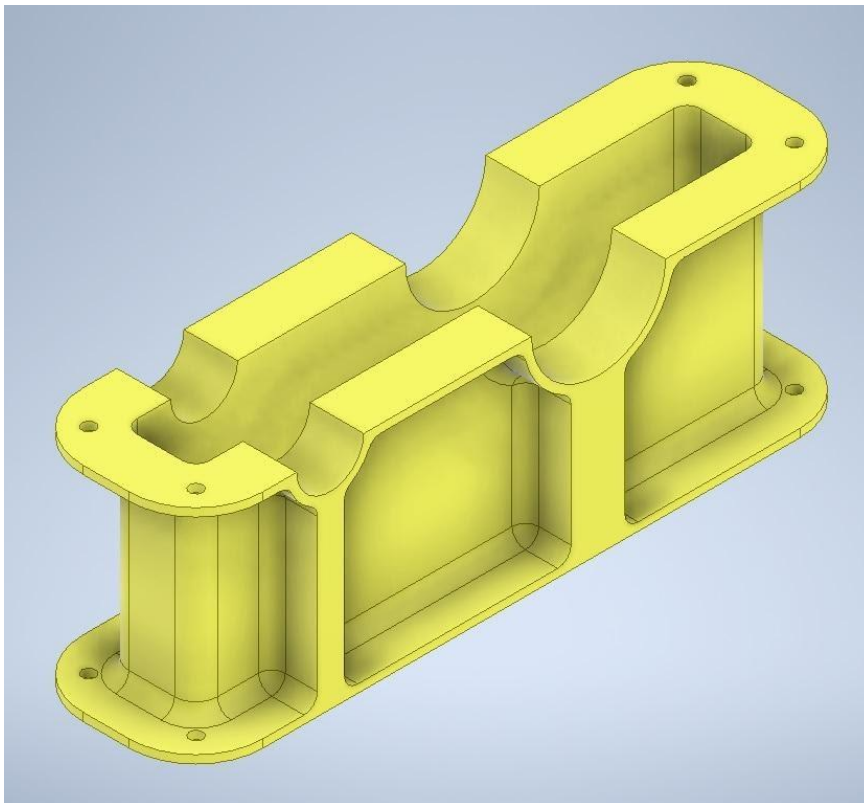


Рис. 1. Корпус редуктора

Первую практическую часть урока следует посвятить моделированию корпуса редуктора. Преподавателю необходимо предоставить чертеж детали в материальном формате(распечатанный) либо в электронном (файл). Корпус моделируется за 13 основных действий. В методике будет описан такой же порядок действий, который представлен на картинке.

Для первой операции - выдавливание потребуется создать 2D эскиз на базовой плоскости XZ, эскиз имеет форму прямоугольника со сторонами 210x27 мм.

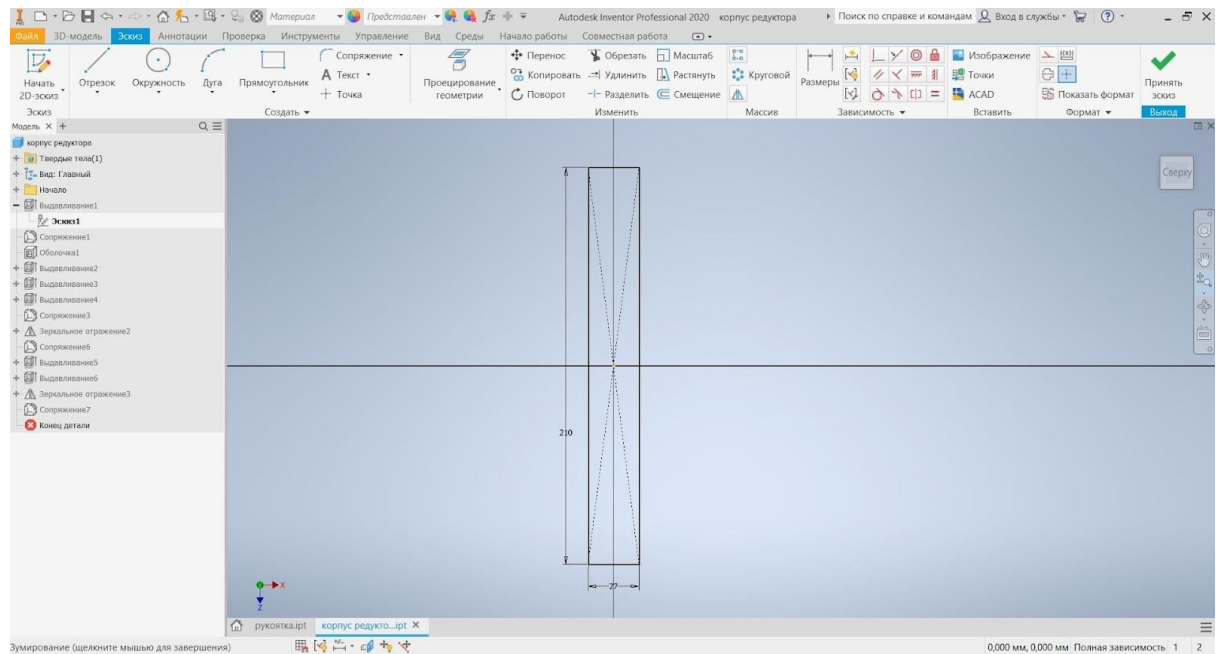


Рис. 2. Создание корпуса редуктора

К эскизу нужно применить операцию выдавливание, глубина выдавливания 76.6 мм.

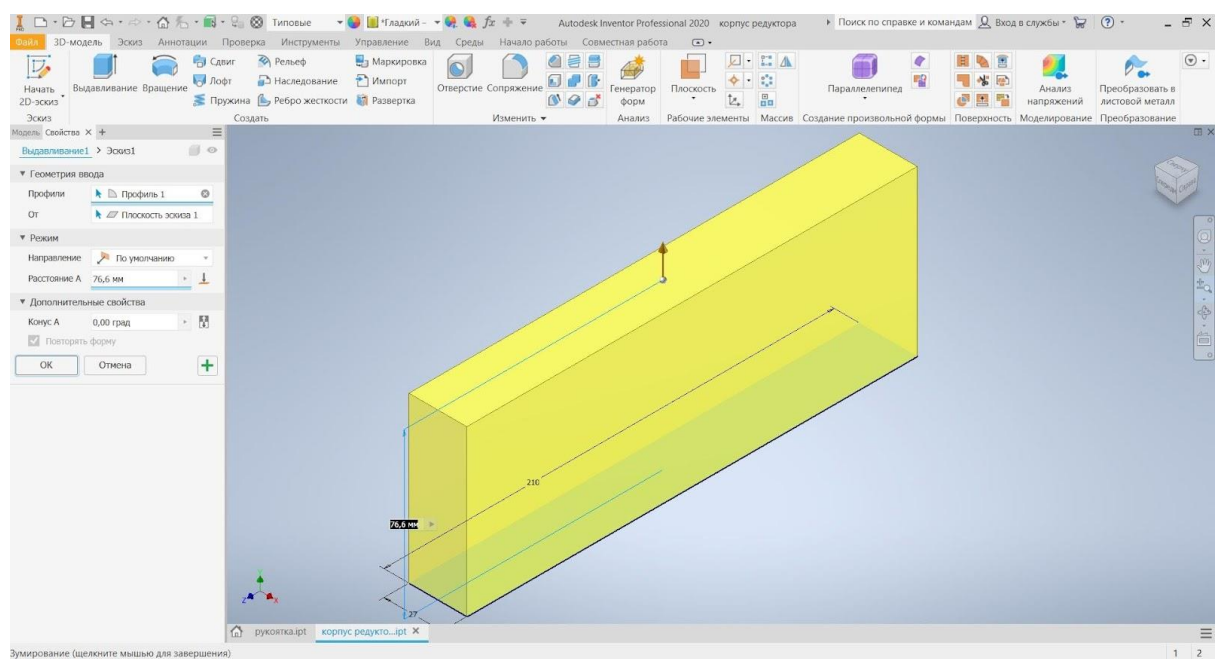


Рис. 3. Создание корпуса редуктора

Вторым действием создается сопряжение, на вертикальных ребрах, радиус сопряжения 5 мм.

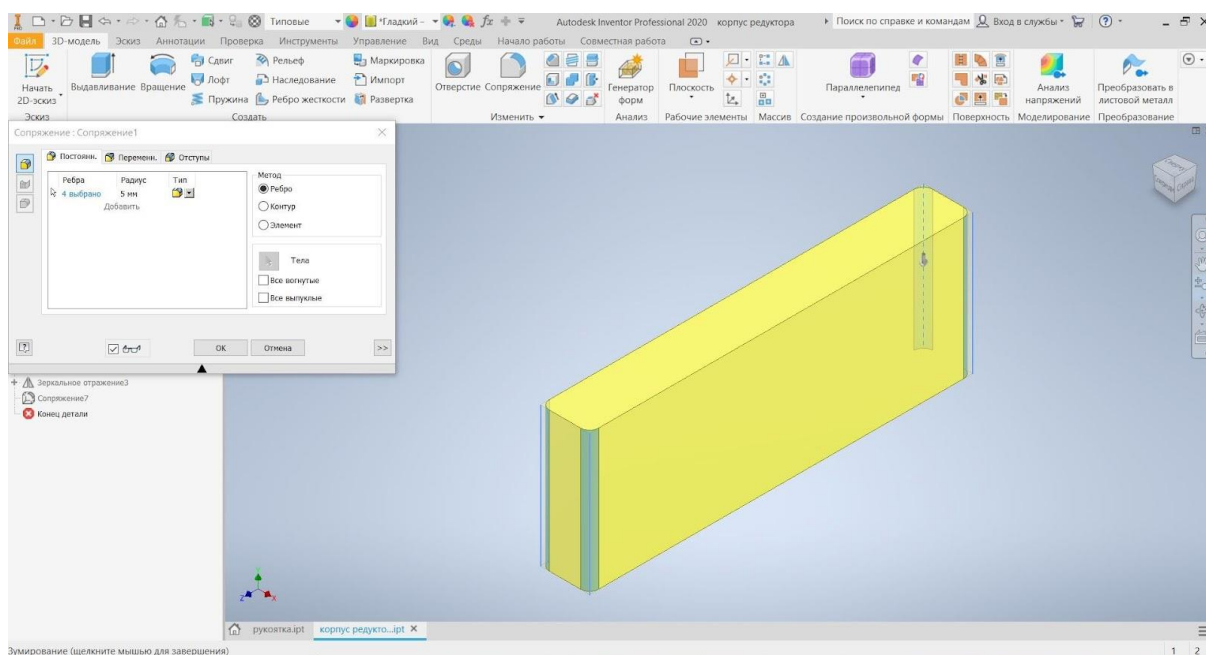


Рис. 4. Создание корпуса редуктора

Далее, следует преобразовать твердое тело в тонкостенный элемент, с помощью операции оболочка, толщина стенки заготовки 3 мм.

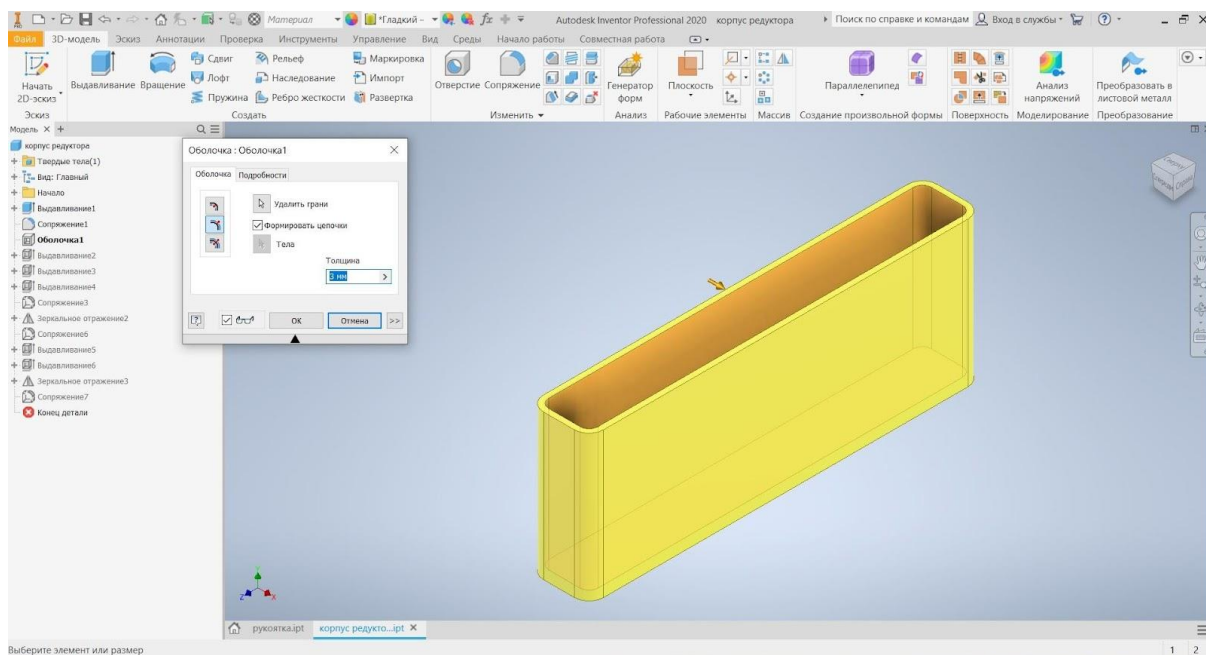


Рис. 5. Создание корпуса редуктора

Для четвертой операции выдавливание, необходимо создать 2D эскиз фланца на верхней плоской грани заготовки.

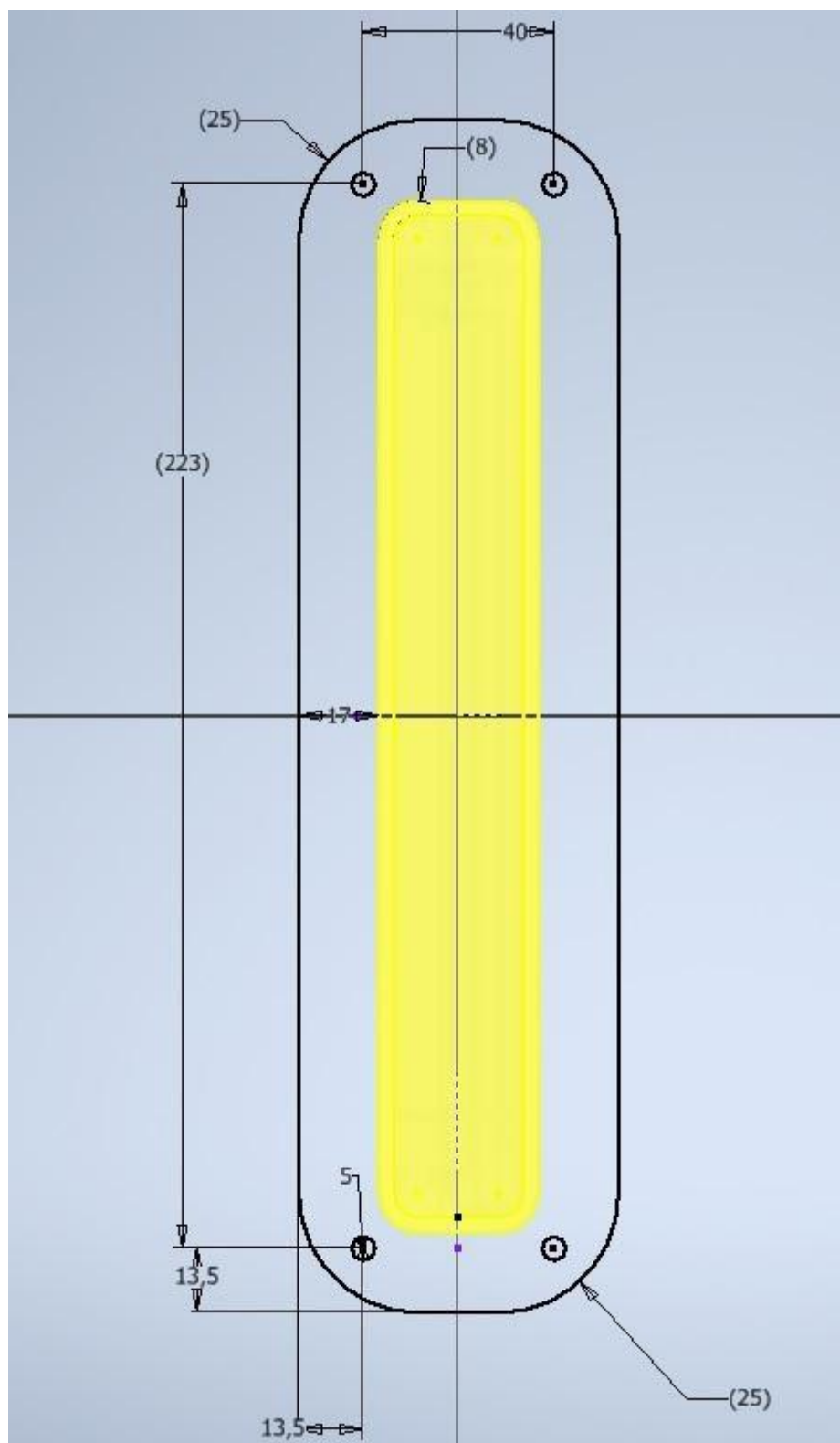


Рис. 6. Создание корпуса редуктора

После применения операции выдавливание на профиле, фланец готов, высота фланца 3 мм.

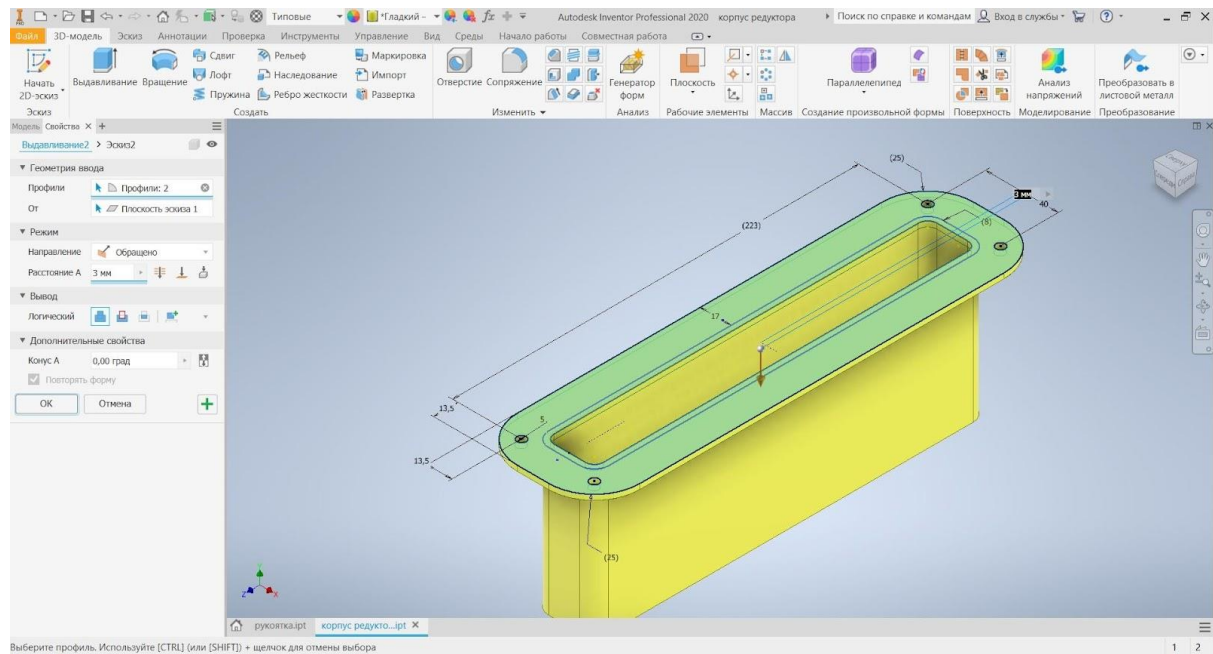


Рис. 7. Создание корпуса редуктора

Следующим этапом необходимо создать два сквозных цилиндрических отверстия, под валы зубчатых колес. Для это нужно создать 2D эскиз на боковой, плоской грани фланца. Так как зубчатое зацепление было сформировано на прошлом занятии, в качестве вспомогательной геометрии, в эскизе можно нарисовать окружности, в которые можно было бы вписать готовые зубчатые колеса, отверстие под вал ведомого колеса составляет 25 мм в радиусе, под подшипник (прошлый проект) отверстие под вал ведущего колеса обладает радиусом в 12.5 мм. Межосевое расстояние 100 мм.

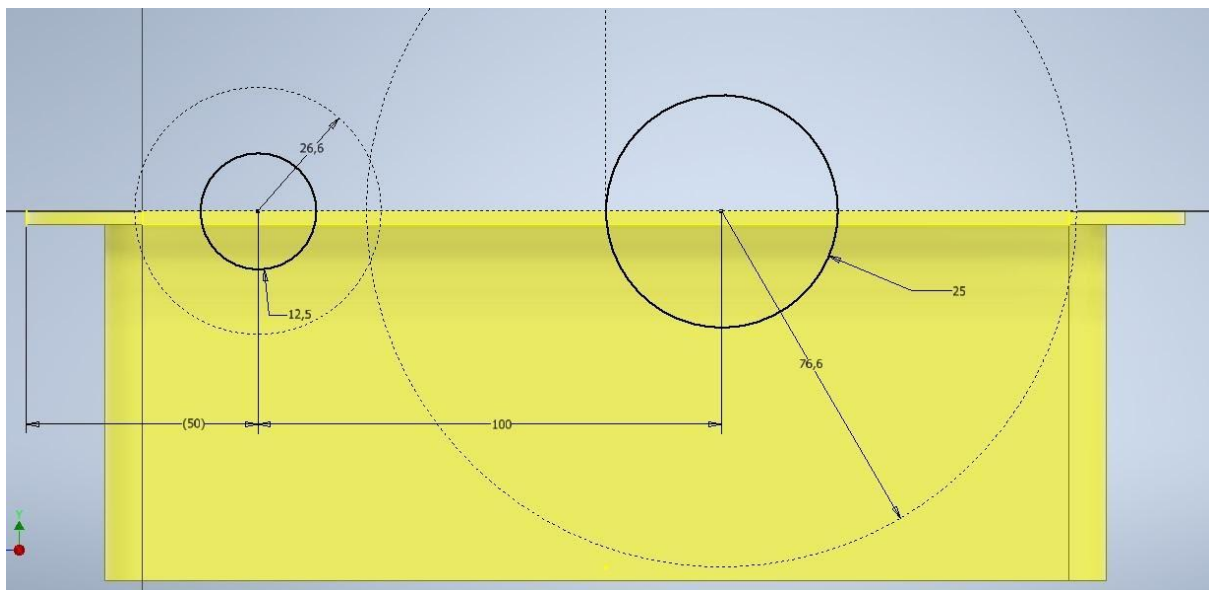


Рис. 8. Создание корпуса редуктора

Следующая операция - выдавливание, в качестве профилей используется предыдущий эскиз, вывод операции - вычитание, расстояние - насквозь.

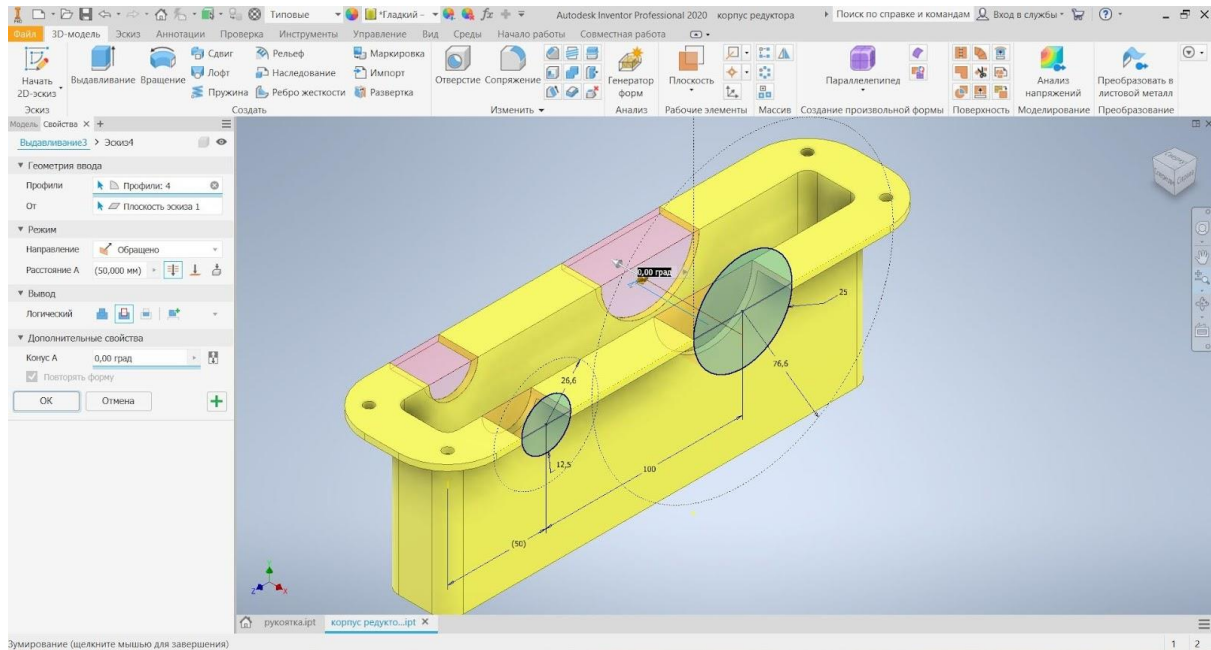


Рис. 9. Создание корпуса редуктора

Далее нужно создать фланец в районе отверстий под валы. Для создания операции выдавливание следует создать эскиз на боковой плоской грани фланца. При создании эскиза удобнее будет пользоваться проецированием геометрии и инструментом **обрезать** толщина фланца 3 мм.

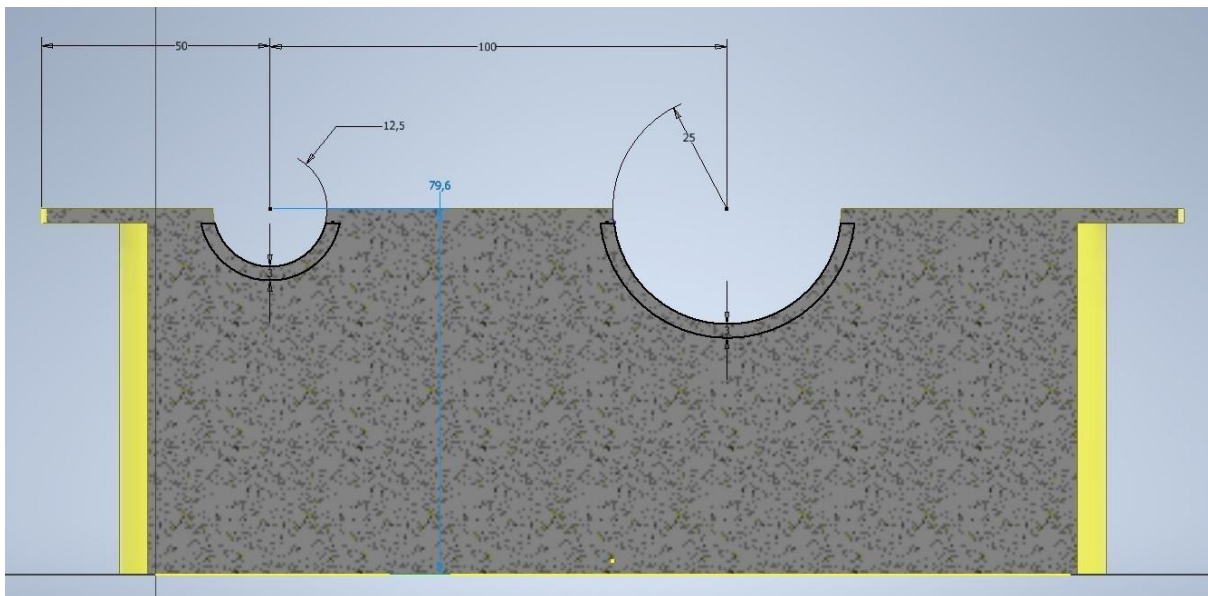


Рис. 10. Создание корпуса редуктора

На данный профиль применяется операция выдавливание, расстояние выдавливания 17 мм.

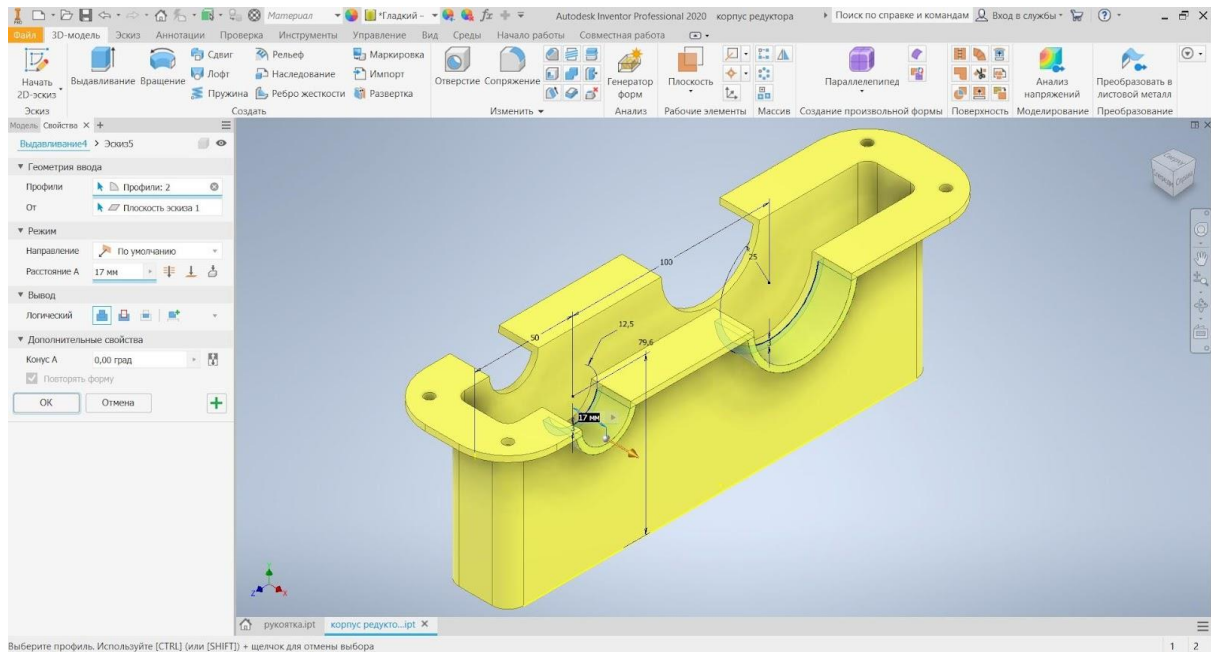


Рис. 11. Создание корпуса редуктора

Следующим этапом необходимо создать сопряжение в местах соединения фланцев, радиус сопряжения 5 мм.

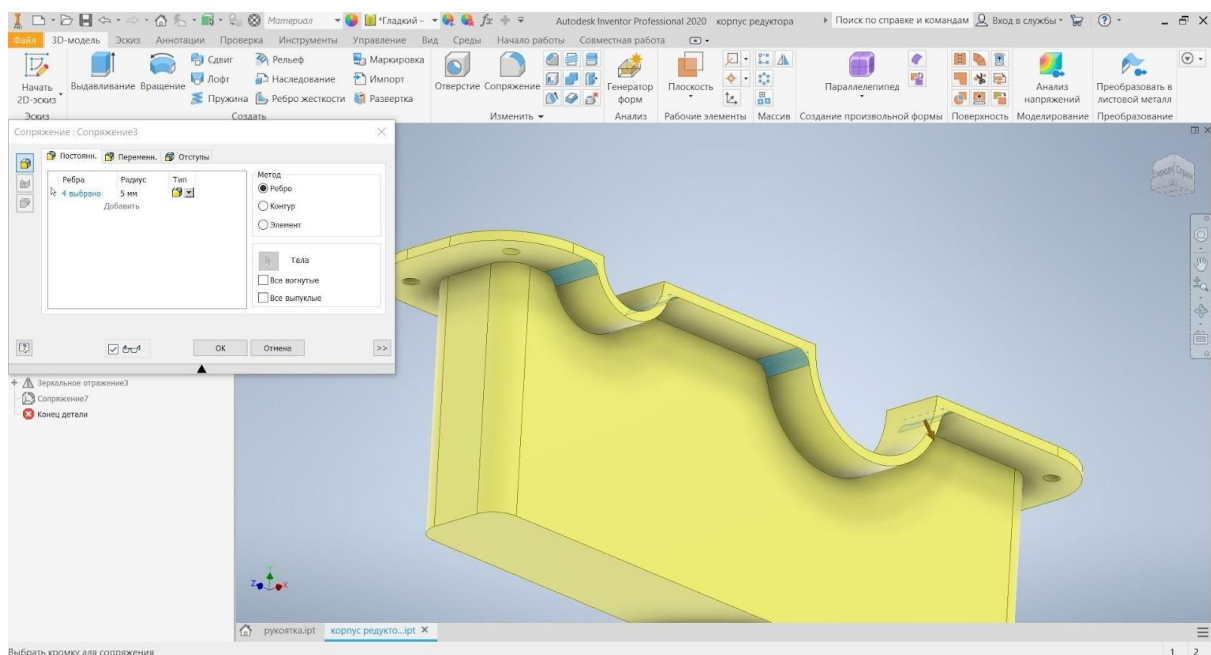


Рис. 12. Создание корпуса редуктора

Также, необходимо, используя операцию симметричное отражение, копировать последние два действия на противоположную сторону детали.

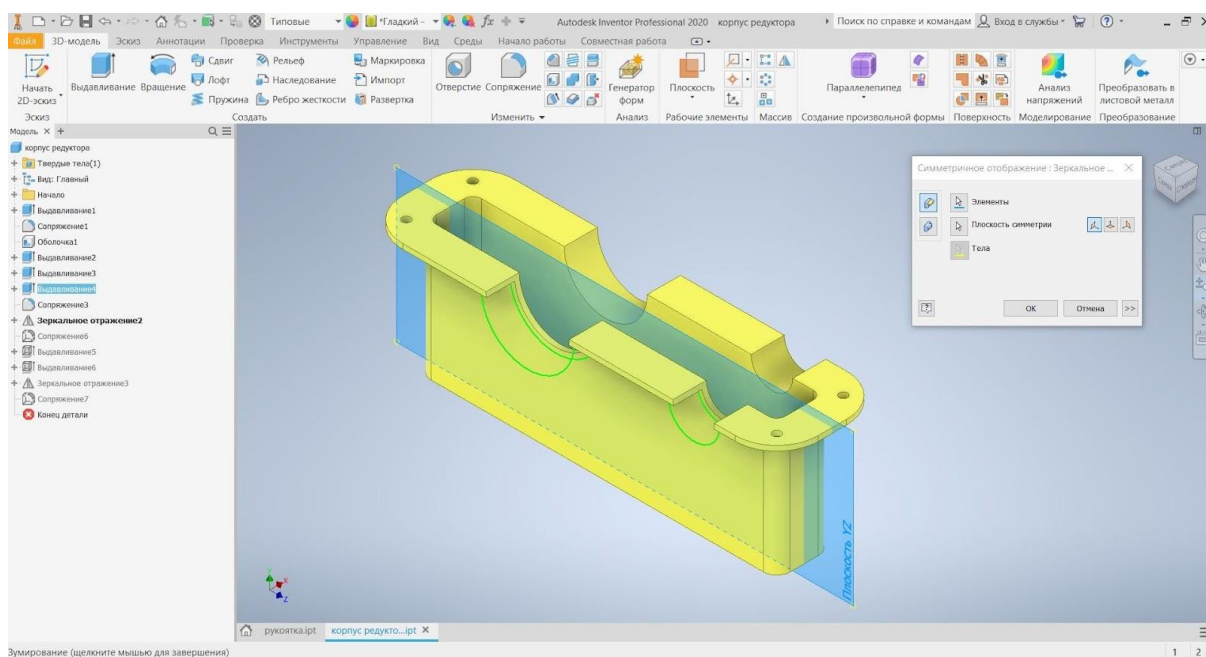


Рис. 13. Создание корпуса редуктора

Следующая операция касается создания нижнего фланца корпуса, нижний фланец идентичный верхнему, эскиз верхнего фланца представлен выше. Высота фланца 3мм. Высота фланца не влияет на габаритные размеры всего компонента! При выполнении операции выдавливание, направление следует выбрать - обратное.

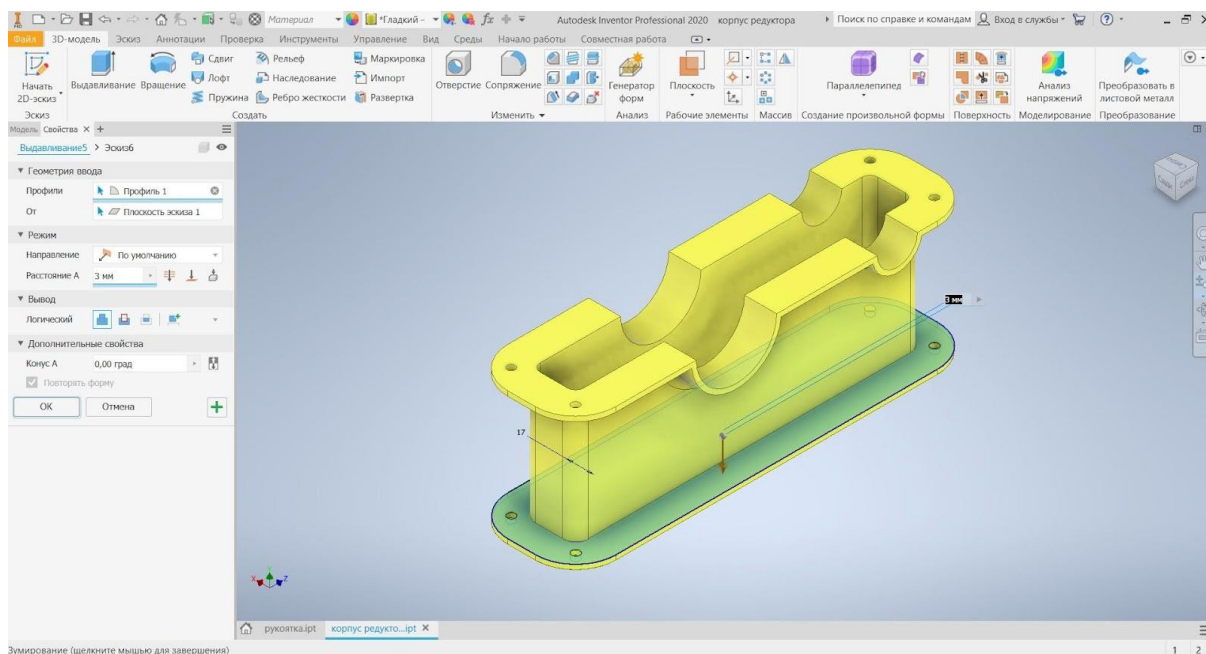


Рис. 14. Создание корпуса редуктора

В качестве 5 выдавливания создается профиль в виде двух прямоугольников.

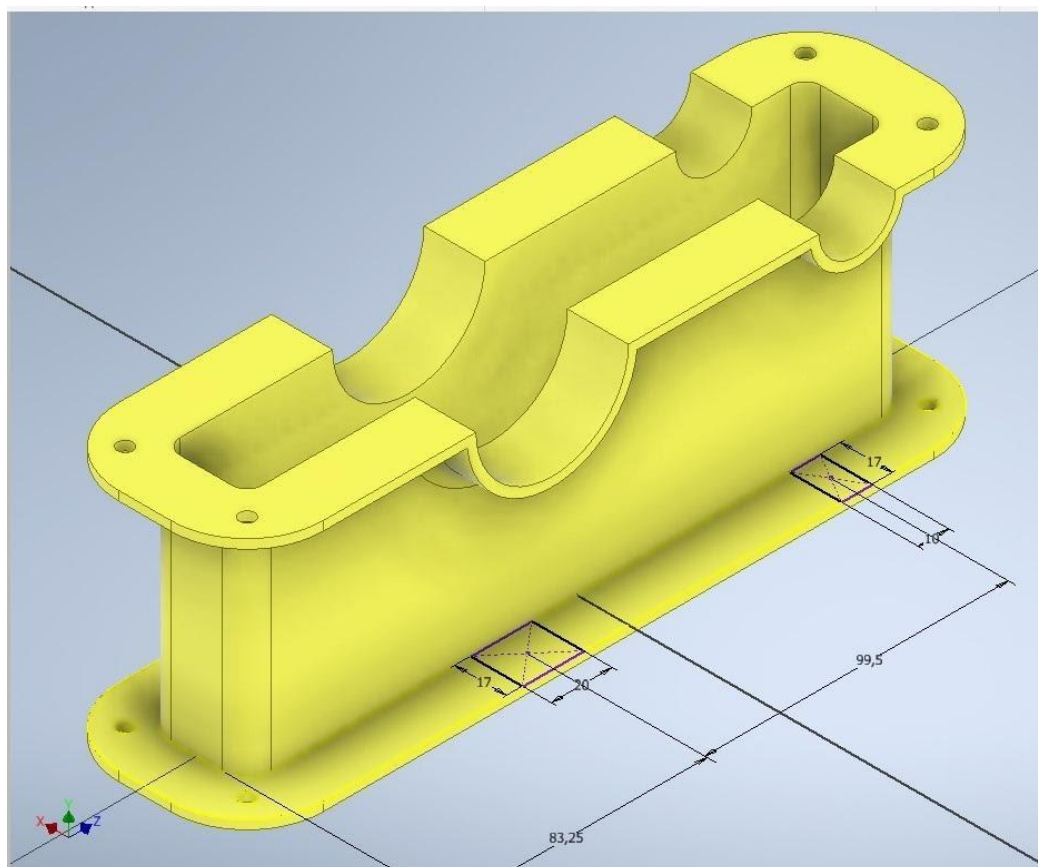


Рис. 15. Создание корпуса редуктора

После применения выдавливания, образуются опоры.

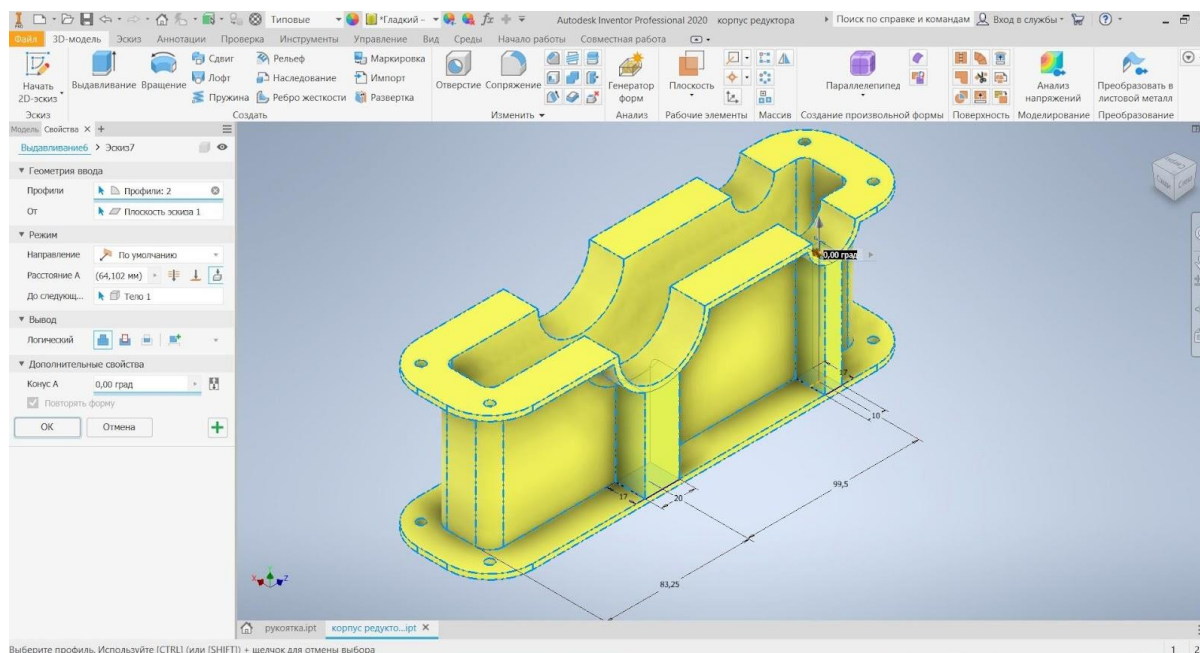


Рис. 16. Создание корпуса редуктора

Опоры нужно скопировать и на другую сторону редуктора.

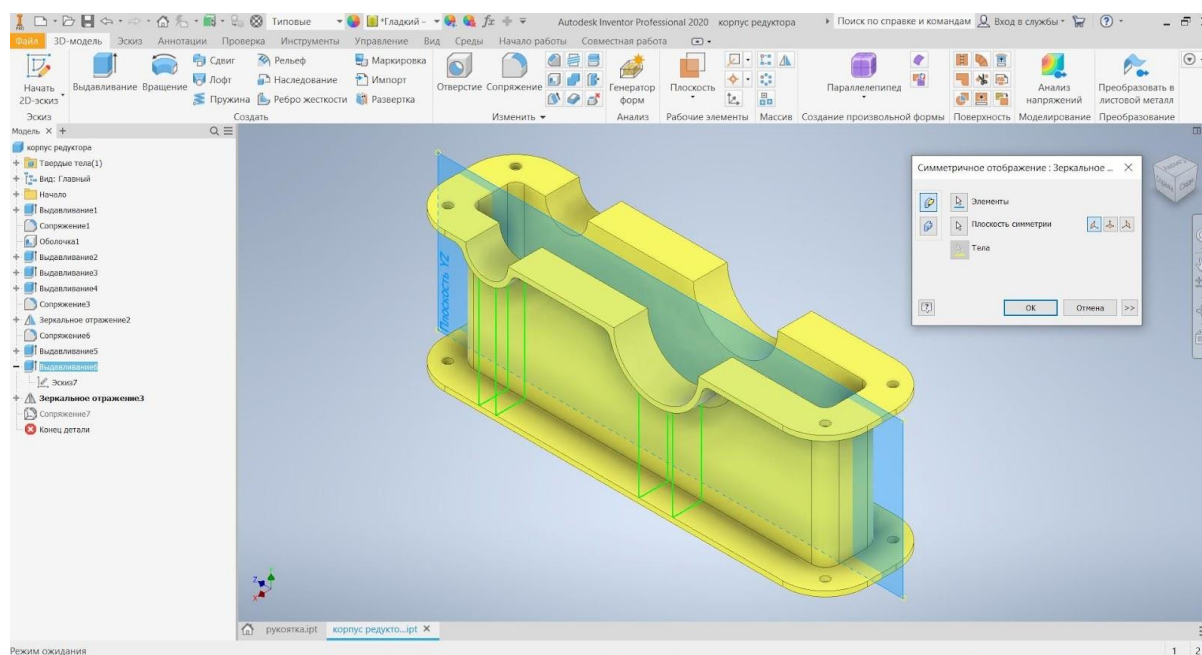


Рис. 17. Создание корпуса редуктора

Последним действием, необходимо создать сопряжение на ребрах соприкосновения корпуса, фланцев и опор радиус сопряжения 5 мм.

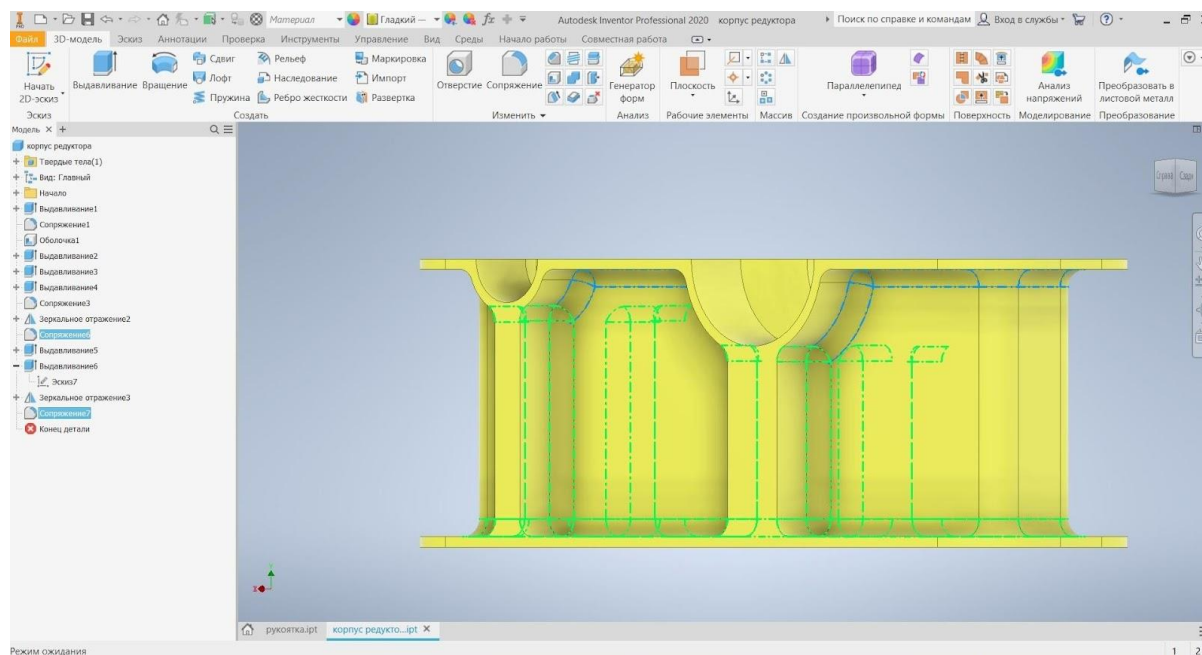


Рис. 18. Создание корпуса редуктора

Корпус редуктора готов.

Практическая работа №45.

Проект «Редуктор». Моделирование крышки редуктора.

Порядок выполнения работы

Создание крышки редуктора.

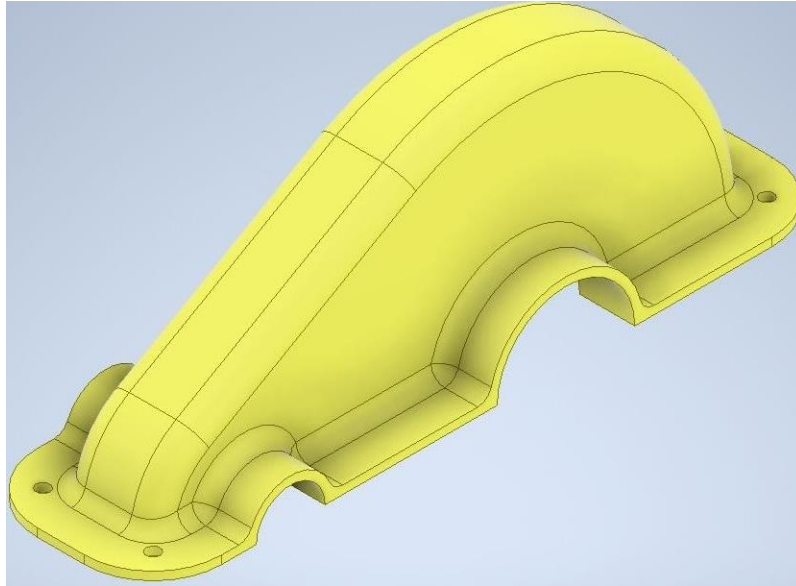


Рис. 1. Модель крышки редуктора

Создание крышки редуктора состоит из 8 операций.

Для первой операции выдавливание необходимо создать следующий эскиз. Для наглядности стоит создать в виде вспомогательной геометрии две окружности, эмитирующие в эскизе зубчатую передачу. Отталкиваясь от вспомогательной геометрии создается профиль крышки корпуса.

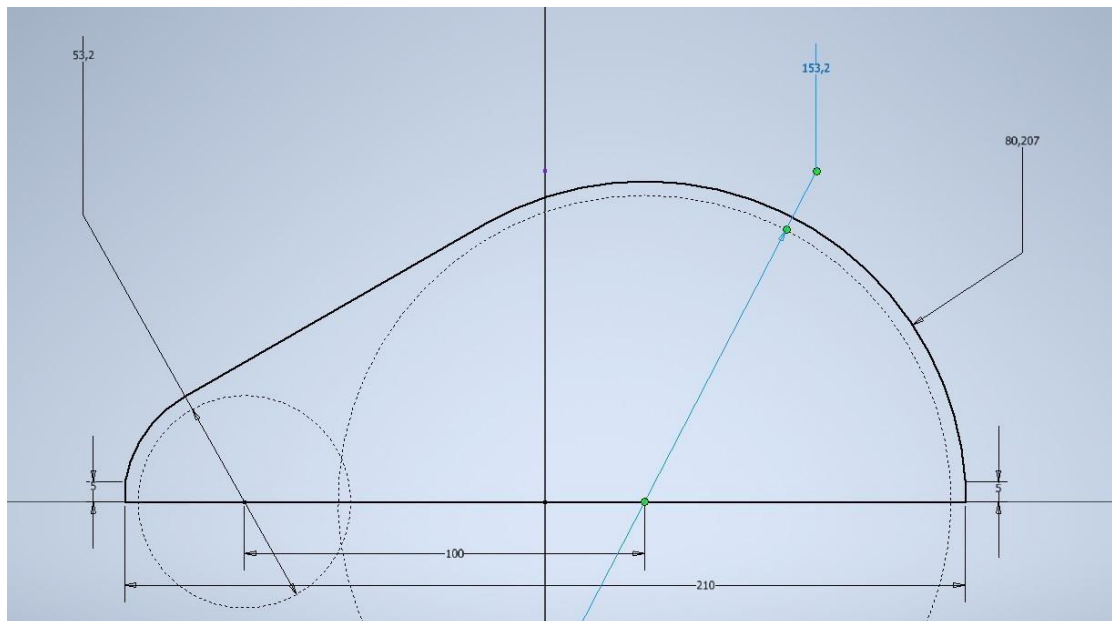


Рис. 2. Создание крышки редуктора

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

В качестве выдавливания используется эскиз профиля. Расстояние выдавливания 27 мм.

Направление выдавливания - симметричность.

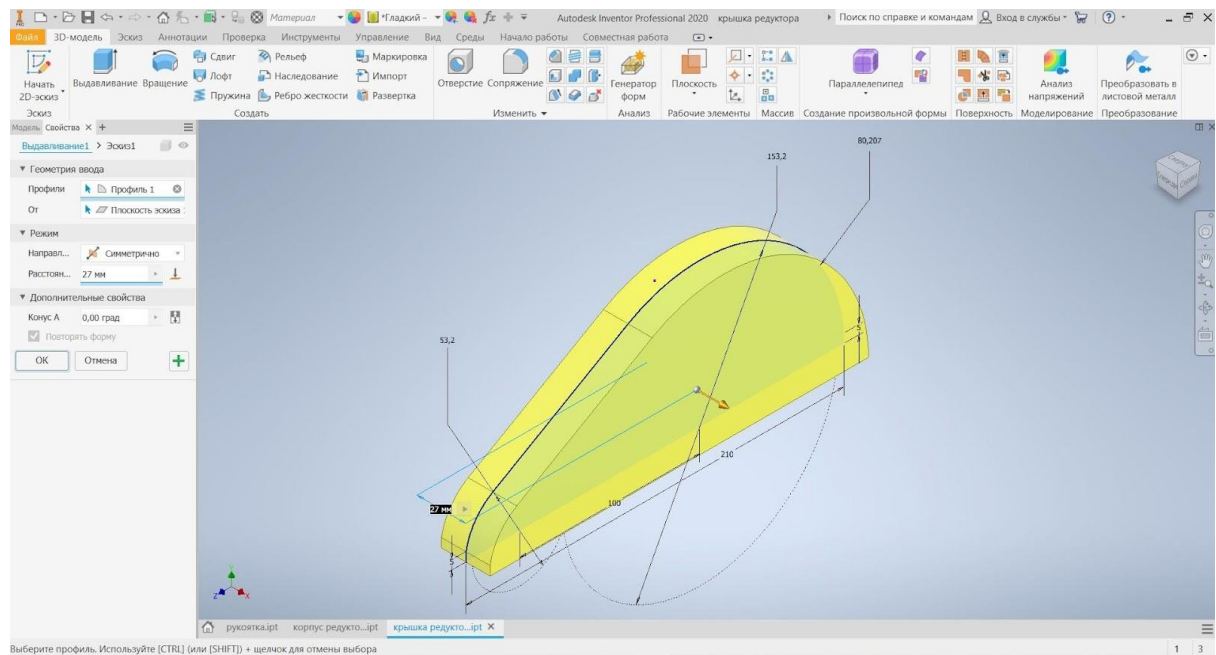


Рис. 3. Создание крышки редуктора

Следующим действием создается сопряжение на внешних ребрах. Радиус сопряжения 5 мм.

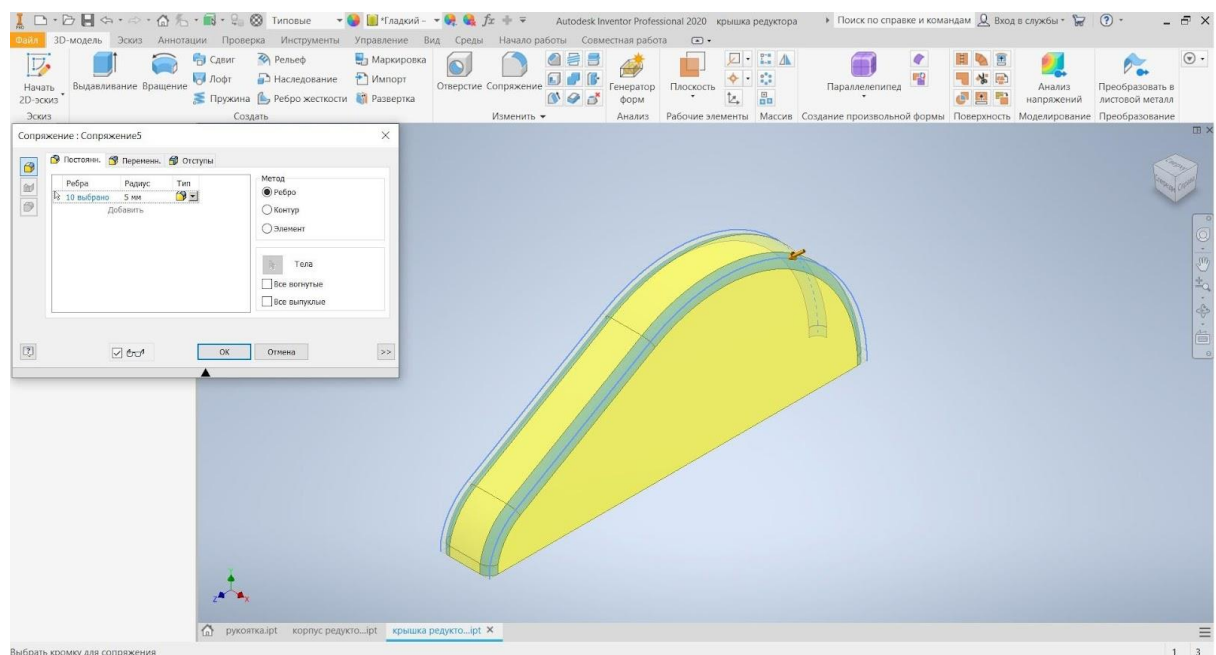


Рис. 4. Создание крышки редуктора

Необходимо преобразовать твердое тело в тонкостенный элемент, толщина стенки 3 мм.

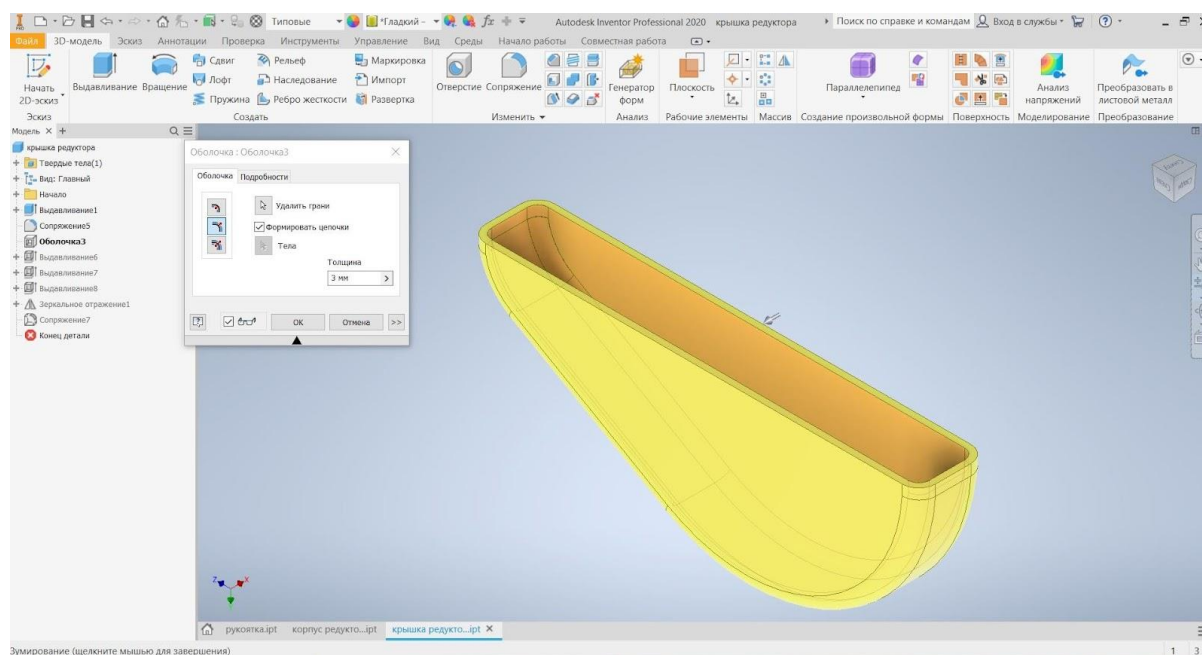


Рис. 5. Создание крышки редуктора

После чего создается фланец крышки, фланец создается идентичен фланцам корпуса редуктора. Толщина фланца 3 мм.

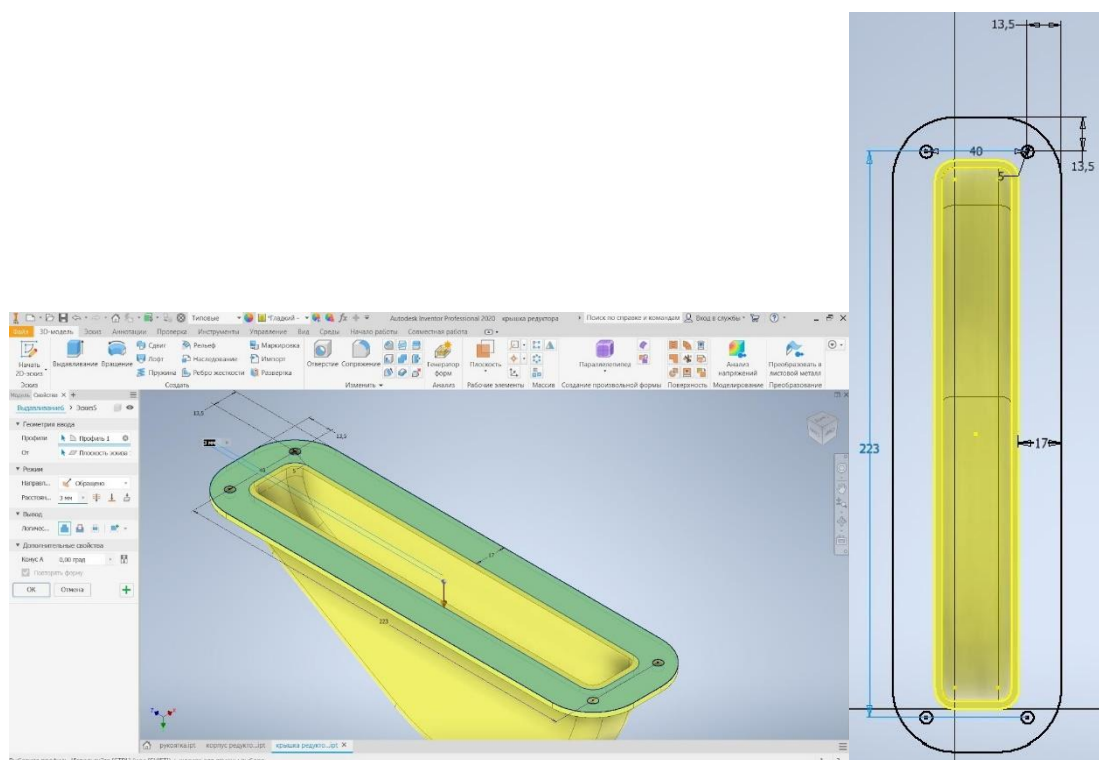


Рис. 6. Создание крышки редуктора

Далее нужно создать сквозные отверстия под валы, для этого создается эскиз на боковой, плоской поверхности фланца в виде двух окружностей, диаметром 25 и 50 мм.

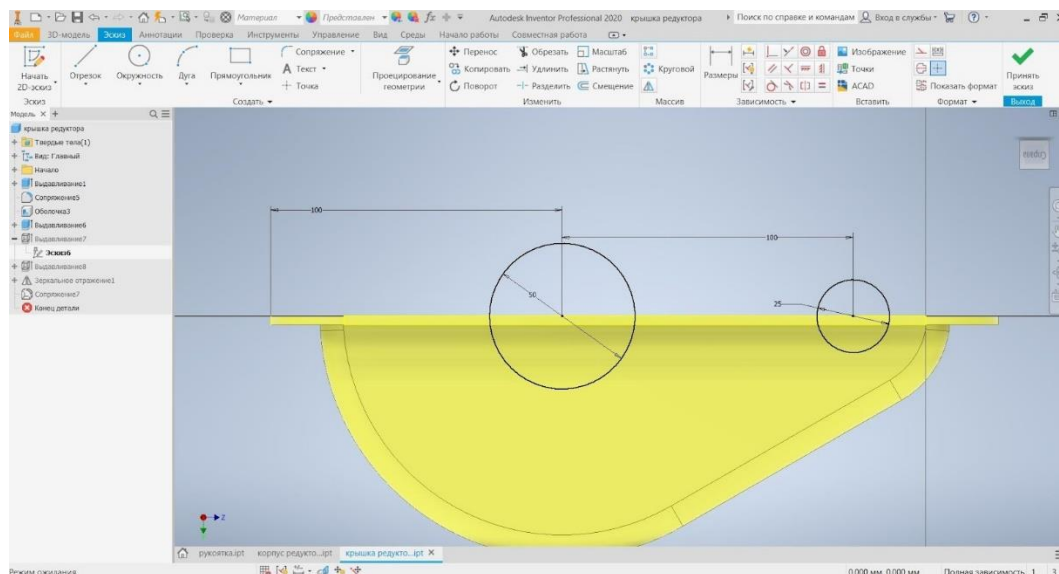


Рис. 7. Создание крышки редуктора

После чего следует выдавить данный профиль насквозь.

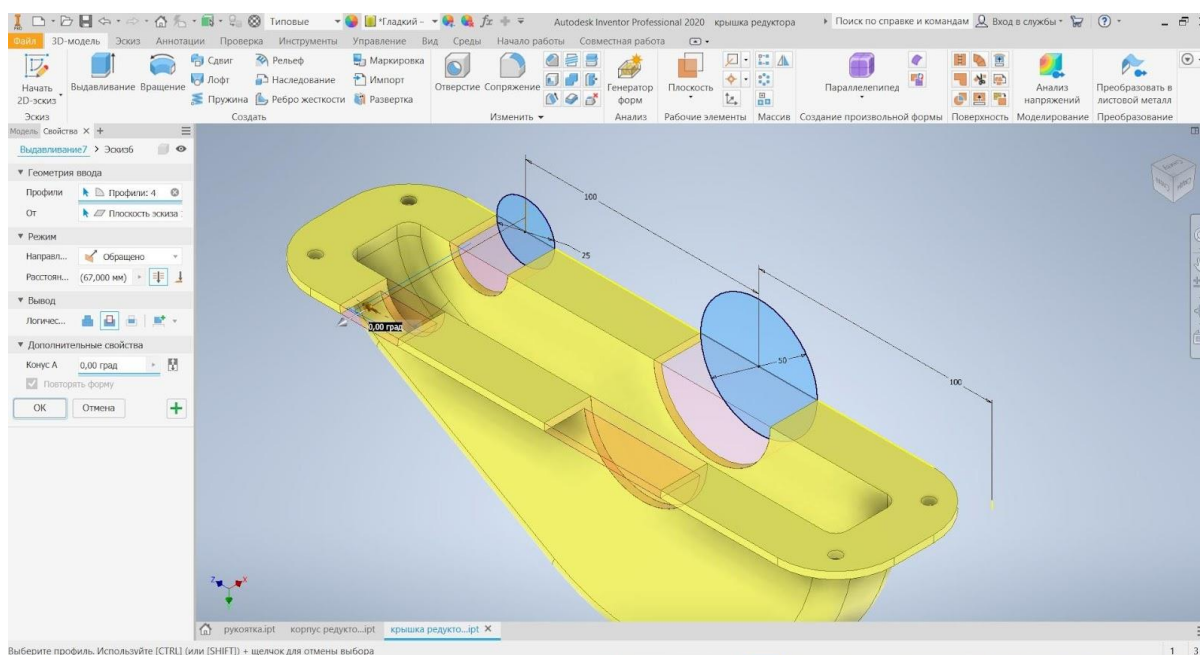


Рис. 8. Создание крышки редуктора

Для созданных отверстий необходимо создать фланец, фланец для отверстий имеет толщину в 3 мм, глубина фланца 17 мм.

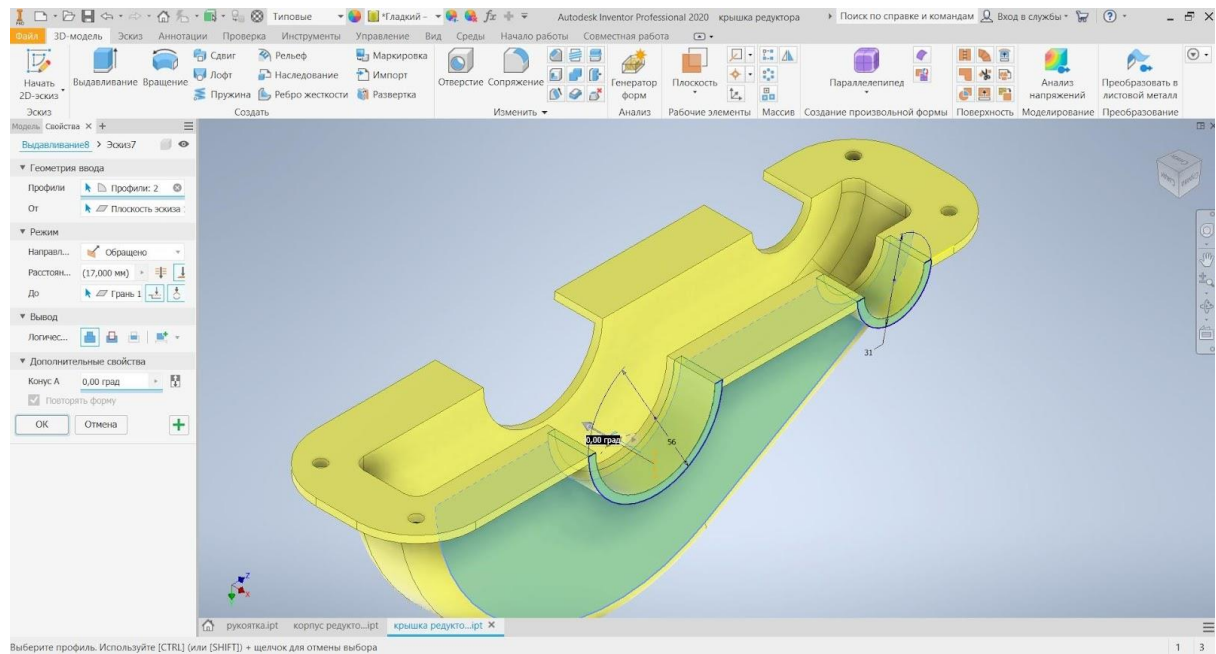


Рис. 9. Создание крышки редуктора

Полученные фланцы, следует отразить и на другую сторону.

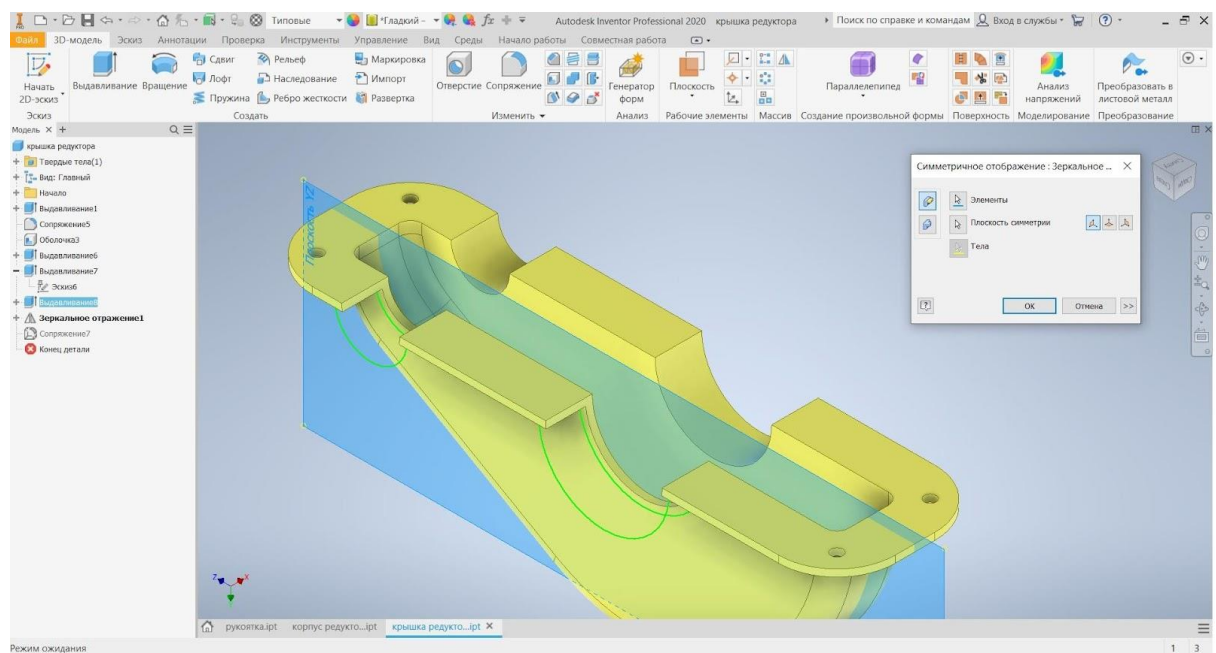


Рис. 10. Создание крышки редуктора

Последней операцией является создания сопряжения на ребрах соединения фланцев и крышки, радиус сопряжения 5 мм.

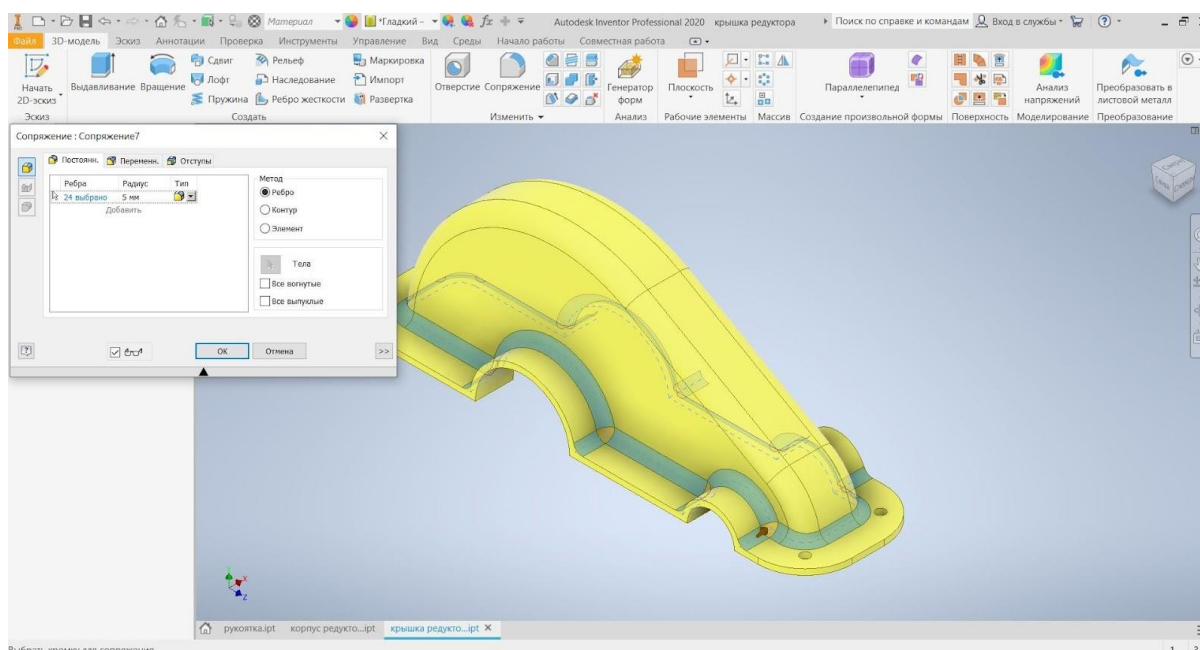


Рис. 11. Создание крышки редуктора

Крышка редуктора готова.

Следует сохранить проделанную работу в соответствующую папку. Преподаватель осуществляет финальный осмотр работ обучающихся, исправляет ошибки, дает комментарии, проводит рефлекссию.

Практическая работа №46.

Проект «Редуктор». Назначение динамических зависимостей и сборка изделия.

Порядок выполнения работы

Создание динамических зависимостей.

Динамические зависимости позволяют проверять правильность работы механизмов и наглядно демонстрировать движение вращения или поступательное. Прежде чем создать динамическую зависимость, необходимо установить зубчатые колеса на определенном расстоянии друг от друга, с учетом межосевого расстояния и других параметров. Для того, чтобы создать динамическую зависимость, нужно создать новую сборку и вставить ведущее и ведомое зубчатые колеса.

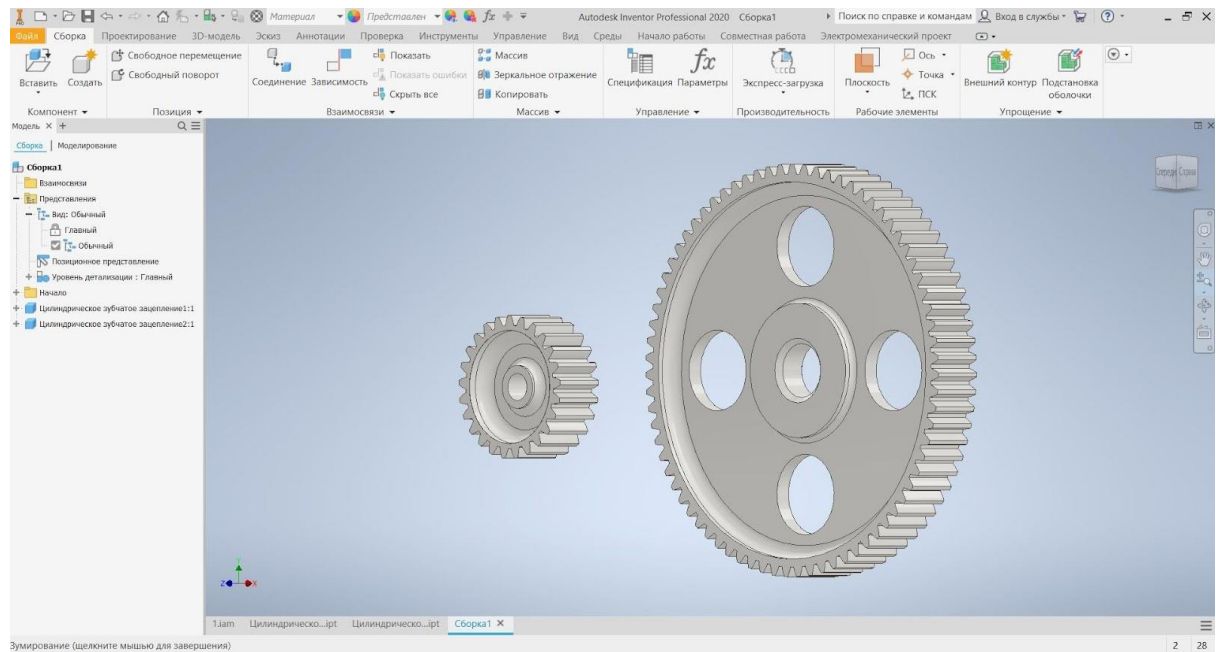


Рис. 1. Зубчатые колёса

Сначала, необходимо выровнять шестерни заподлицо по верхним плоским граням.

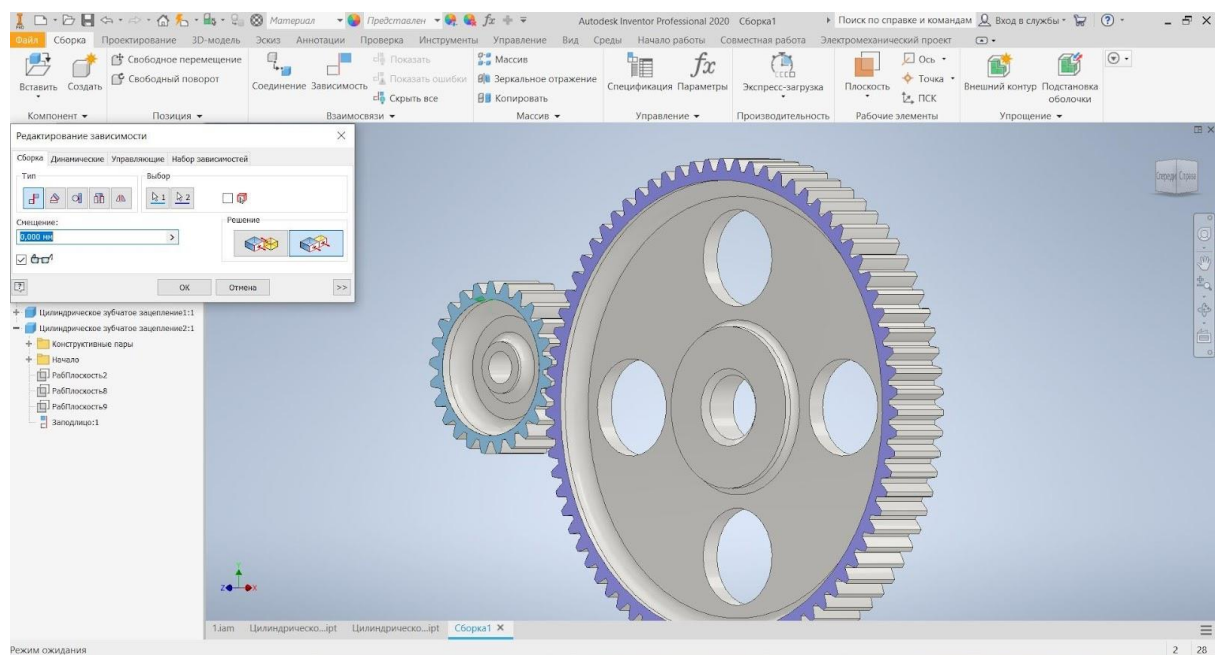


Рис. 2. Зубчатые колёса

Далее, стоит с помощью зависимости совмещения, ограничить степени свободы, ведущей шестерни, таким образом, чтобы оно могло совершать только движение - вращения. Для этого нужно создать ряд зависимостей. Первой зависимостью, необходимо совместить ось вращения шестерни с одной из основных осей всей сборки (в примере используется ось Z).

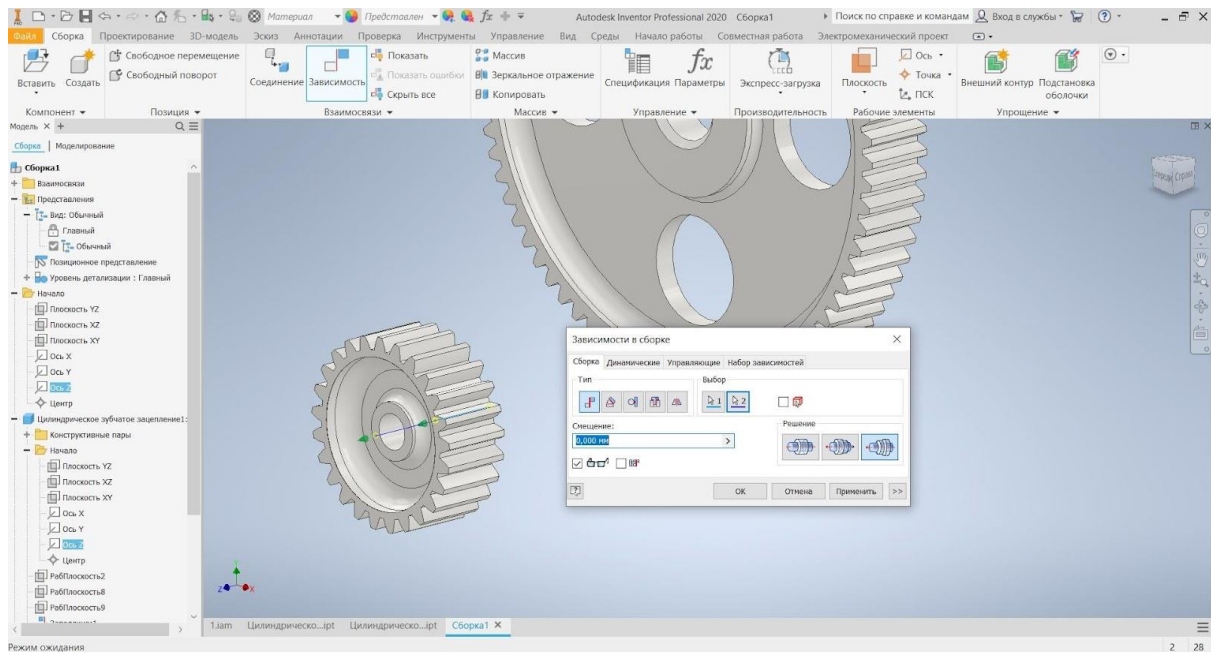


Рис. 3. Задание зависимостей

Далее следует создать зависимость совмещения между нижней плоской грани, ведущей шестерни и одной из основных плоскостей все сборки. Стоит обратить внимание, на то, что зависимость нужно создавать с учетом последней созданной зависимости, в противном случае возникает противоречие (в примере выбрана плоскость XY).

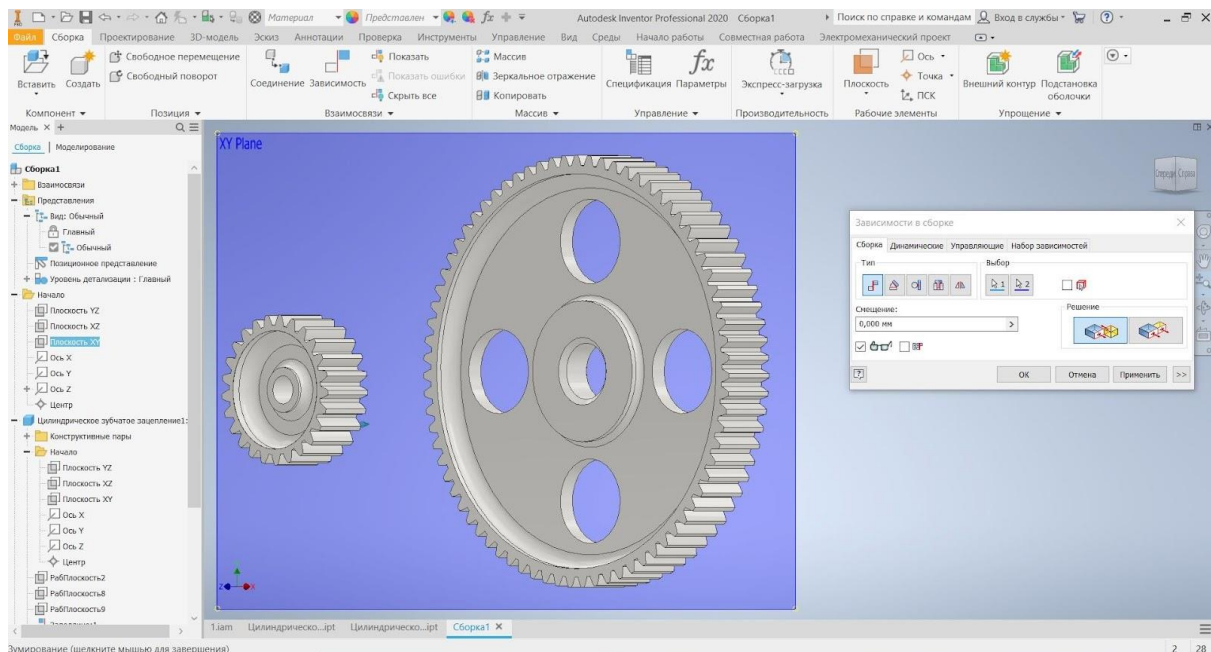


Рис. 4. Задание зависимостей

Далее следует создать соосность со смещением равному межосевому расстоянию зубчатого зацепления 100 мм.

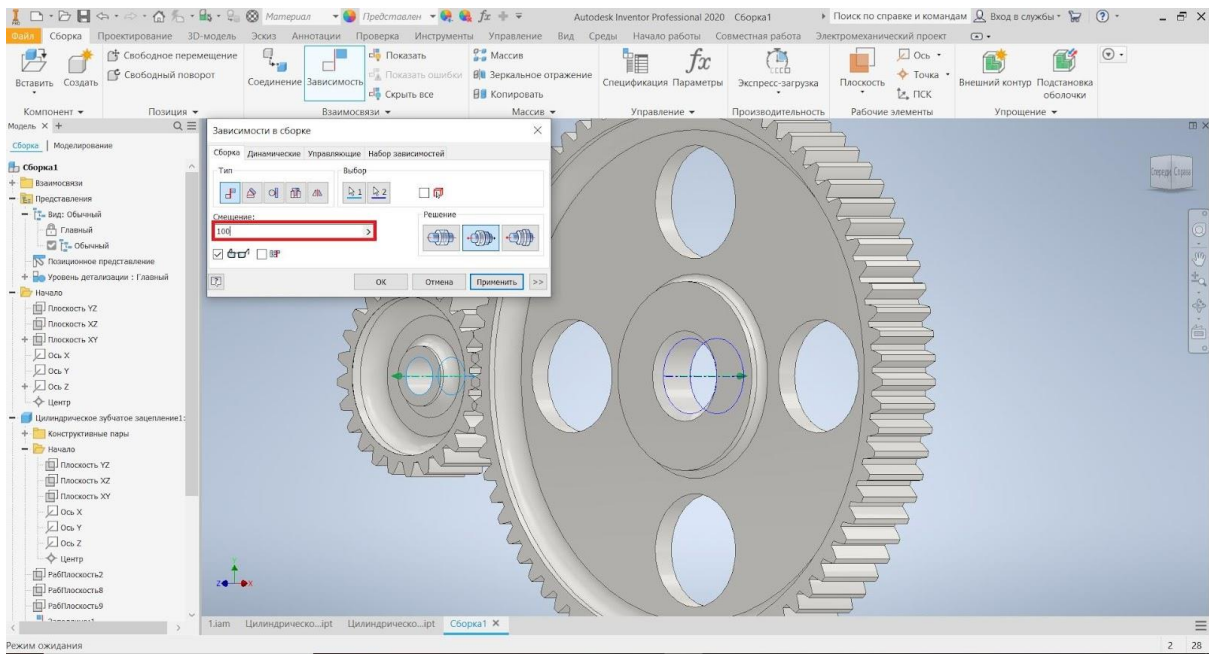


Рис. 5. Задание зависимостей

Следующие действие. Установка осей вращения шестеренок таким образом, чтобы они лежали в одной плоскости. Создается зависимость совмещения между осью вращения ведомого зубчатого колеса и базовой плоскости.

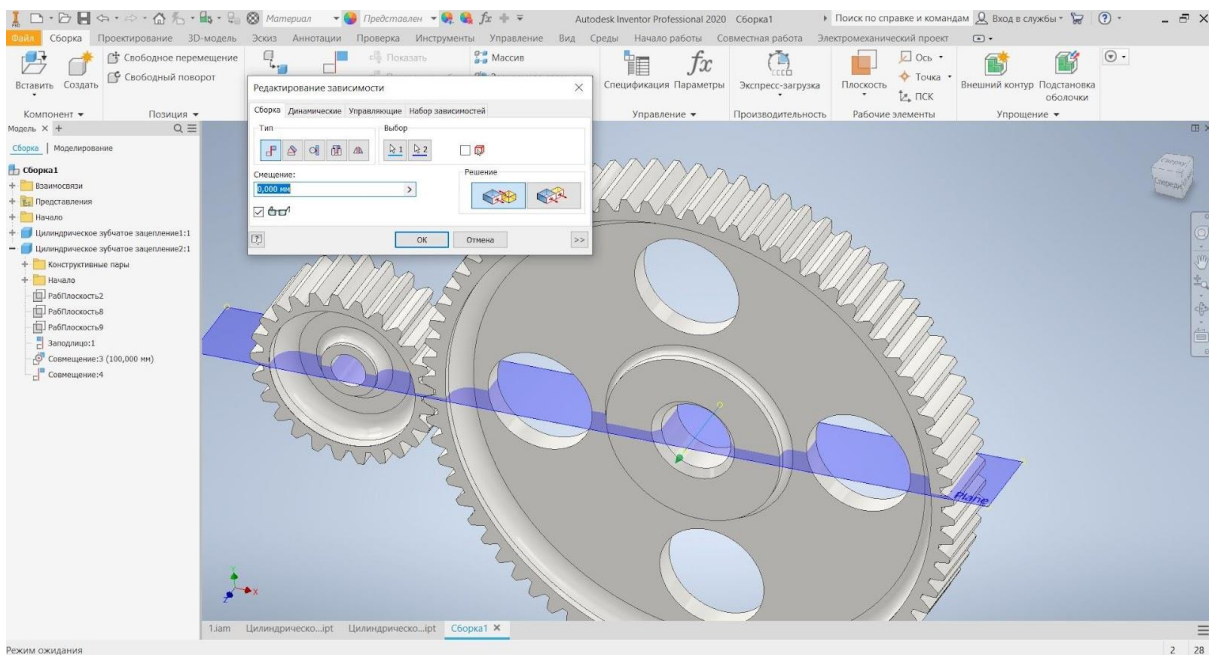


Рис. 6. Задание зависимостей

Для того, чтобы зубья не пересекали друг друга во время анимации, следует проверить колеса вручную соответствующим образом.

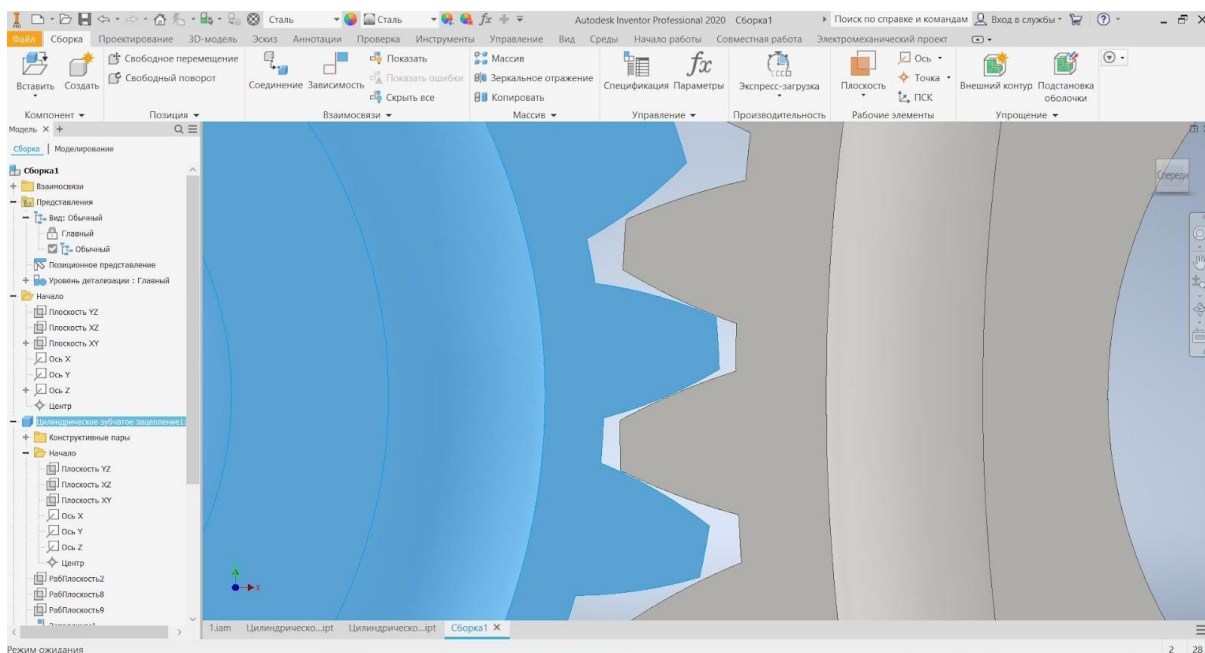


Рис. 7. Установка колёс в нужное положение

Последним действием нужно создать динамическую зависимость. Для того, чтобы выбрать динамическую зависимость, нужно выбрать кнопку - зависимость, в открывшемся меню необходимо переключиться на вкладку динамические.

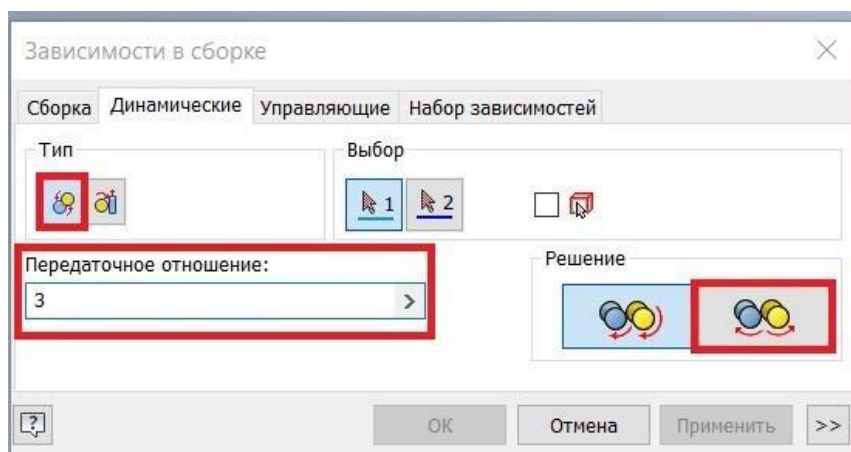


Рис. 8. Задание зависимостей

В меню настройки указывается передаточное значение равное 3, тип зависимости - зубчатая передача, решение - назад. После настройки необходимо выбрать цилиндрические грани зубчатых колес, которые будут соприкасаться при совершении работы.

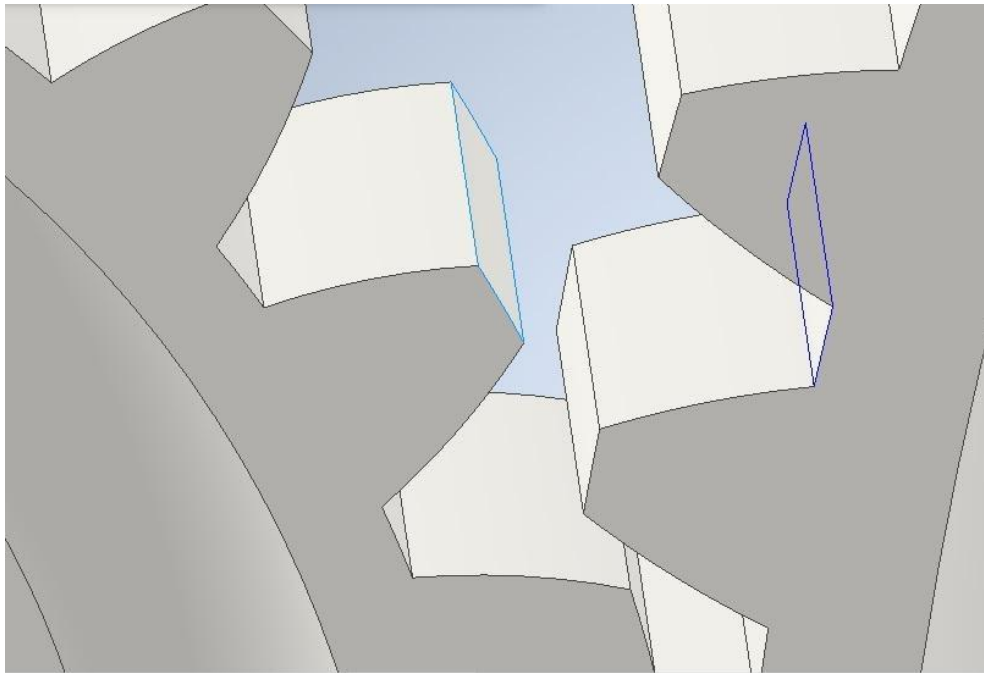


Рис. 9. Задание зависимостей

После применения, динамическая зависимость создана.

Создание сборки с использованием под сборки подшипника

Для проведения следующей части занятия потребуется использовать прошлый проект - подшипник.

Для создания сборки необходимо загрузить к имеющийся сборке зубчатых колес следующие компоненты: корпус редуктора, крышка редуктора, подшипник.

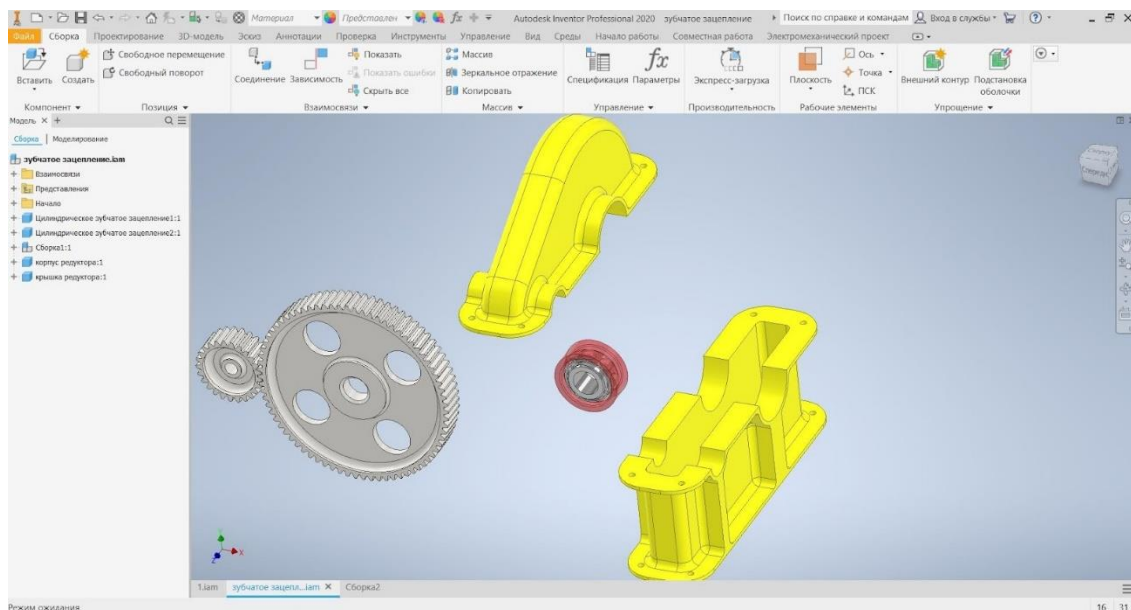


Рис. 10. Создание сборки

Таким образом, подшипник будет использоваться в качестве подборки. Для начала следует поместить шестерни в корпус редуктора с помощью зависимостей соосность.

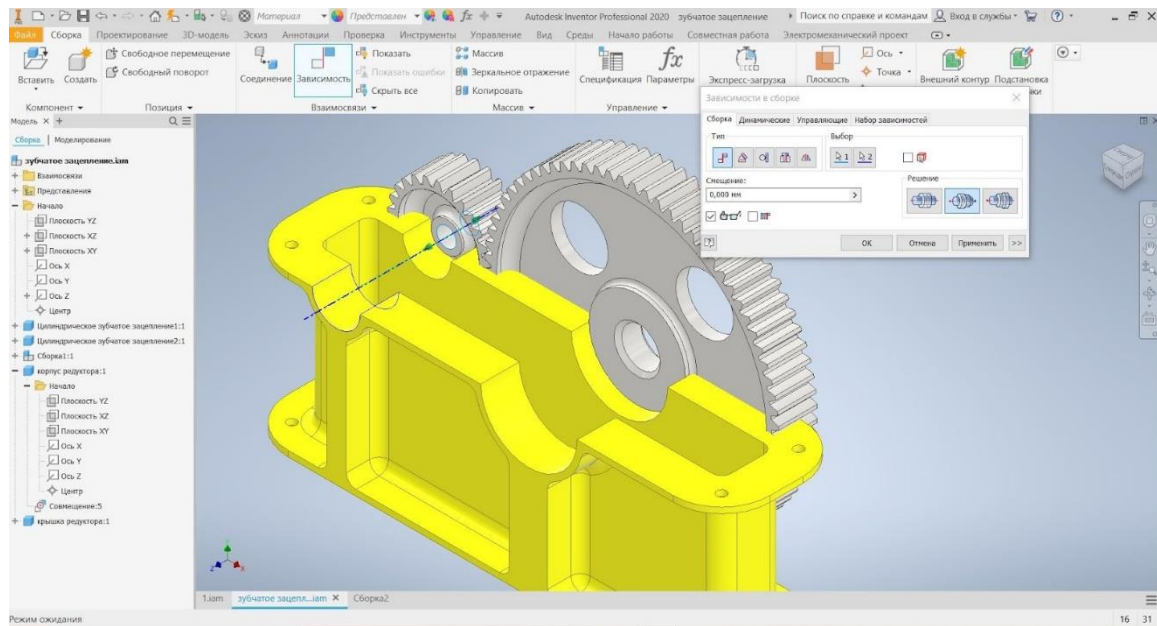


Рис. 11. Создание сборки

И совмещение по плоскостям

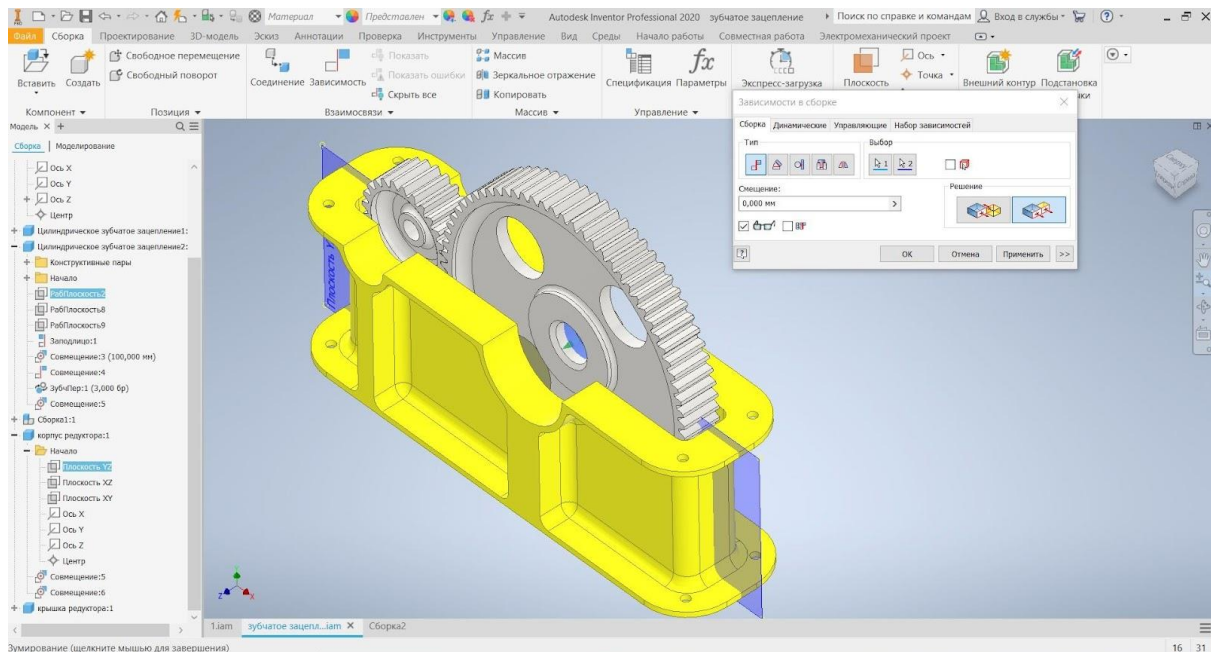


Рис. 12. Создание сборки

Для будущей оси ведомой шестерни устанавливается два подшипника

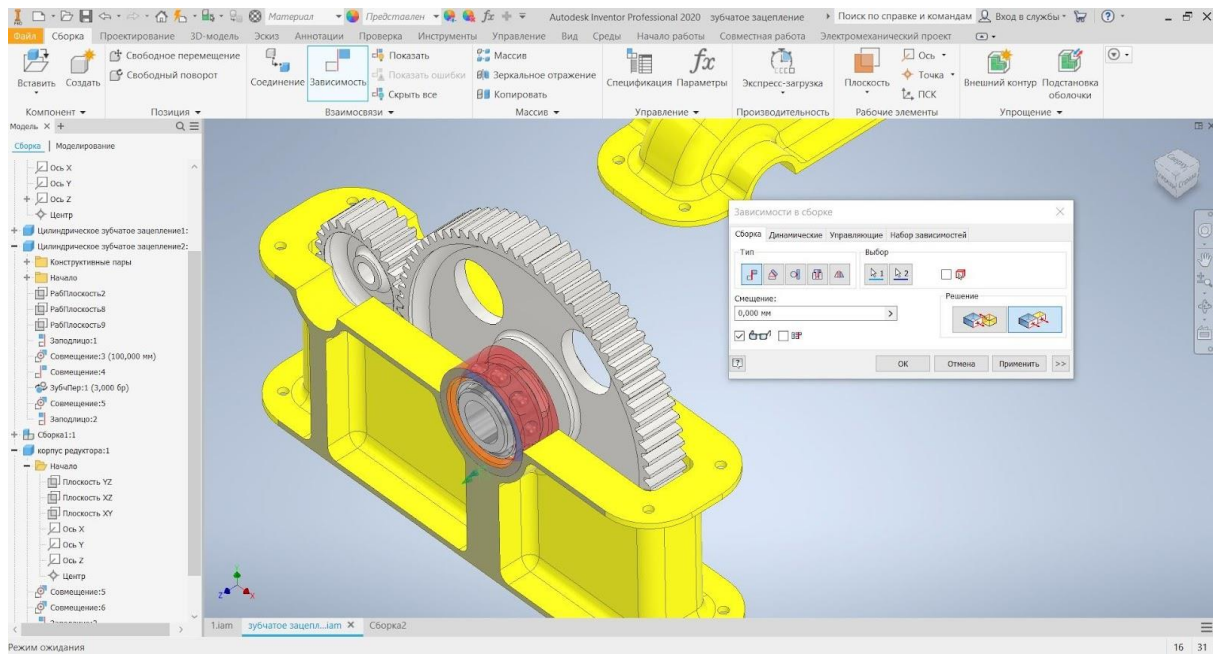


Рис. 13. Создание сборки

После установки подшипников, надевается крышка на корпус редуктора.

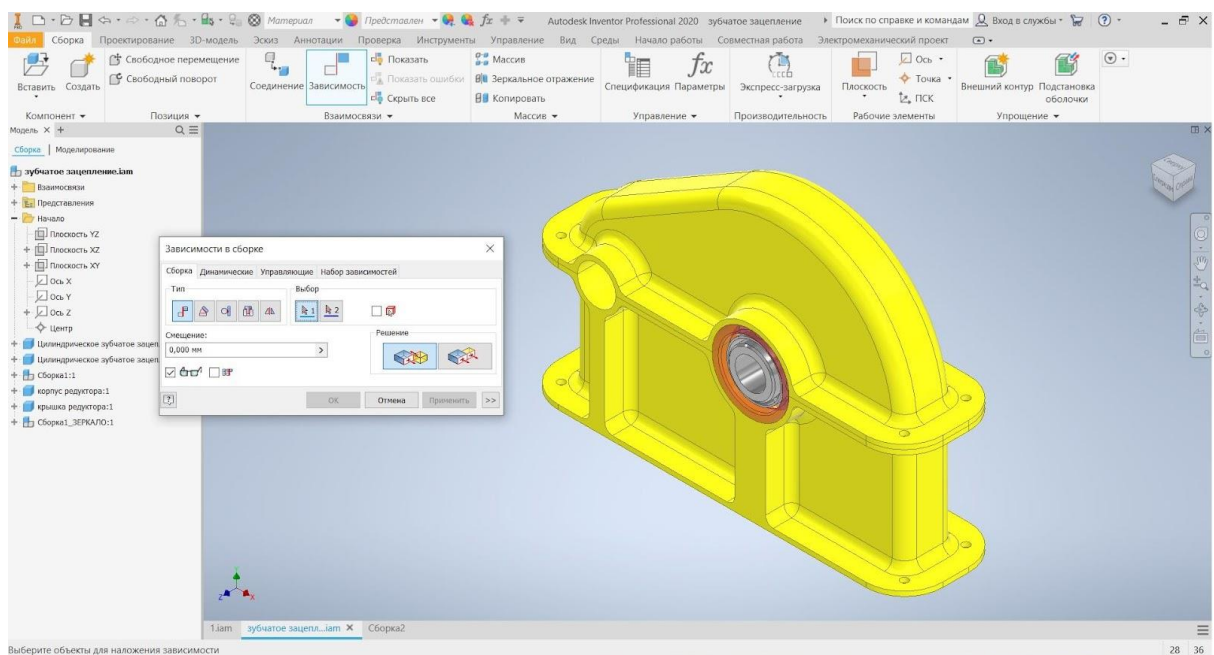


Рис. 14. Создание сборки

Практическая работа №48.

Проект «Редуктор». Анимация разборки механизма.

Порядок выполнения работы

Создание схемы разноса всех компонентов.

Это заключительное занятие касает проекта редуктор. Данное занятие полностью посвящено созданию взрывной схемы или схемы разноса всех компонентов, для создания взрывной схемы используется среда схема. Среда схема уже затрагивалась на прошлых занятиях для создания анимации работы подшипника, на этом занятии следует провести более подробный разбор интерфейса рабочей среды. Для создания анимации разбора всего механизма потребуется сборка проекта редуктор.

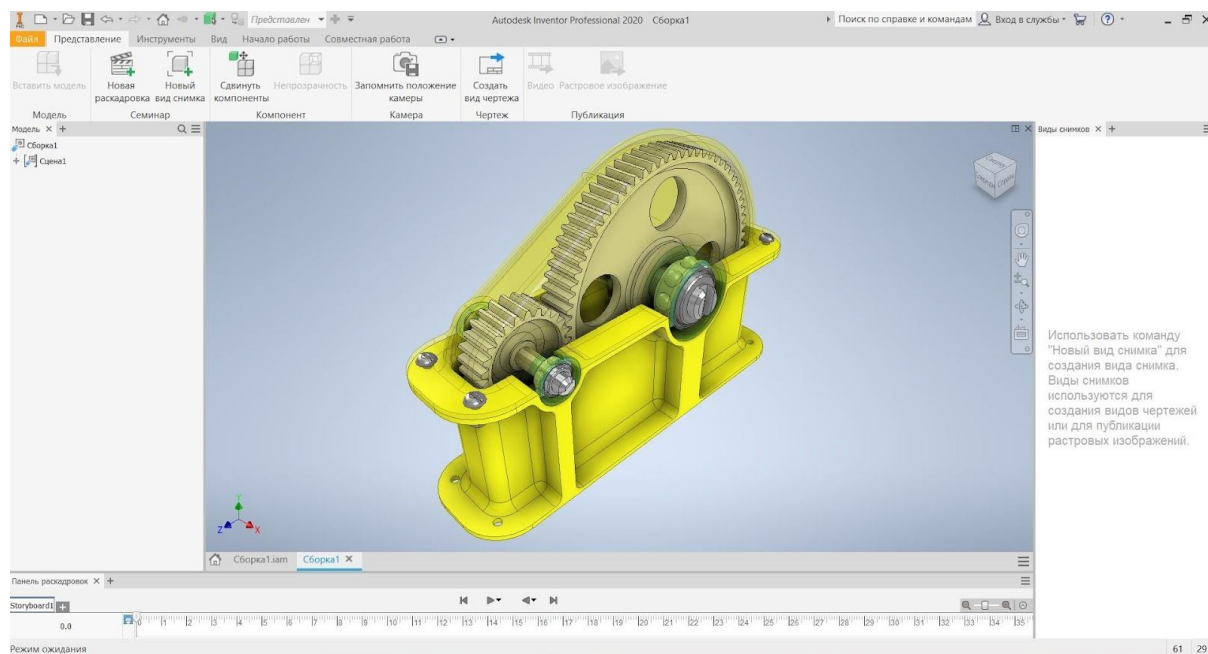


Рис. 1. Схема разноса редуктора

Интерфейс схемы делится на несколько основных управляющих окон. Первое окно - это лента, в ней располагаются основные инструменты.

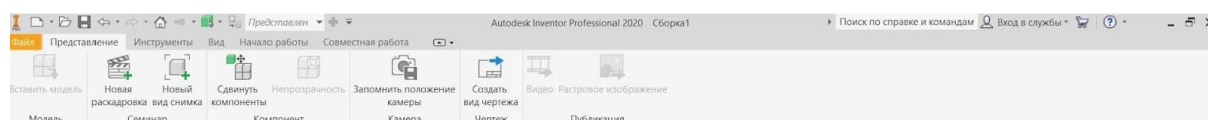


Рис. 2. Интерфейс создания схемы разноса

Следующее основное окно, это браузер, в нем отображаются все действия из которых будет состоять видео схемы.

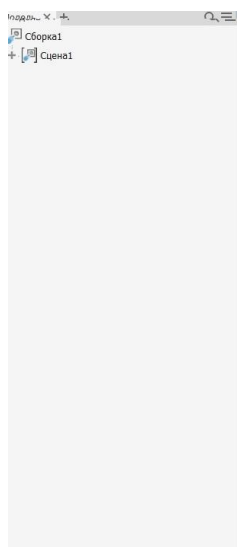


Рис. 3. Интерфейс создания схемы разноса

Последнее окно это time line. В тайм лайн отображается время за которое совершенно то или иное действие.



Рис. 4. Интерфейс создания схемы разноса

На первом этапе разбора редуктора необходимо открутить болтовой крепеж. Редуктор имеет 4 болта и 4 гайки. Сначала откручиваются винты. Откручивание винтов нужно производить одновременно. Данный процесс будет состоять из нескольких действий, это перемещение винтов с одновременным вращением. Каждое действие будет задаваться отдельно. Первое действие — это перемещение винтов вверх. Для сдвига винтов нужно выбрать кнопку в ленте **сдвинуть компонент**.

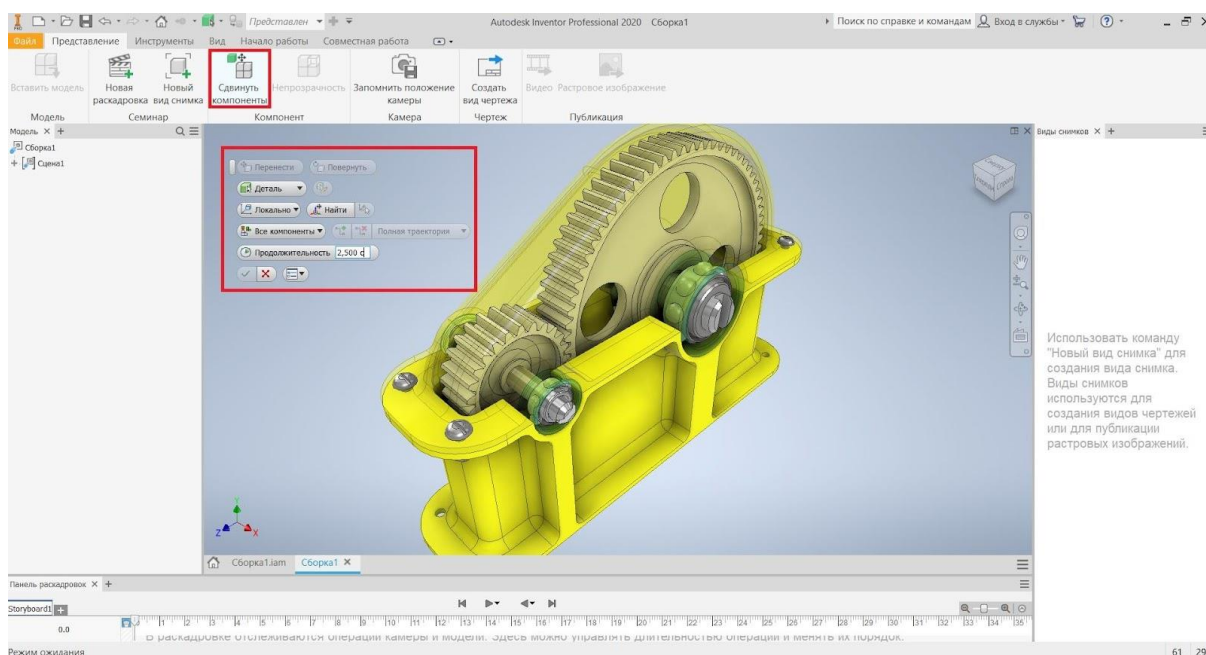


Рис. 5. Сдвиг компонентов

Открывается меню настройки инструмента. Для начала нужно выбрать 4 винта редуктора. Для того, чтобы выбрать несколько компонентов необходимо щелкнуть ЛКМ с зажатым ctrl на каждом винте. Далее настраивается действие смещение с помощью меню. Для определения траектории сдвига есть специальный ориентир в виде трех стрелок, над компонентом, если потянуть за одну из стрелок ЛКМ, то компонент начнет сдвигаться в соответствующую сторону. В данном случае, нужно потянуть за стрелку, указывающую вверх, а потом в соответствующем окне указать расстояние сдвига - 15 мм.

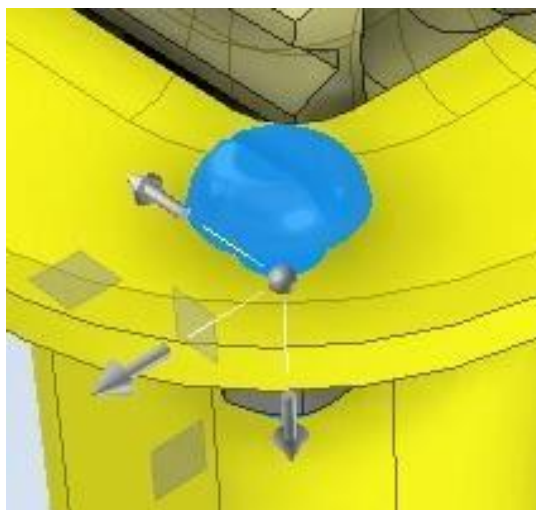


Рис. 6. Сдвиг компонентов

По результату, каждый из винтов сдвинется на заданное расстояние.

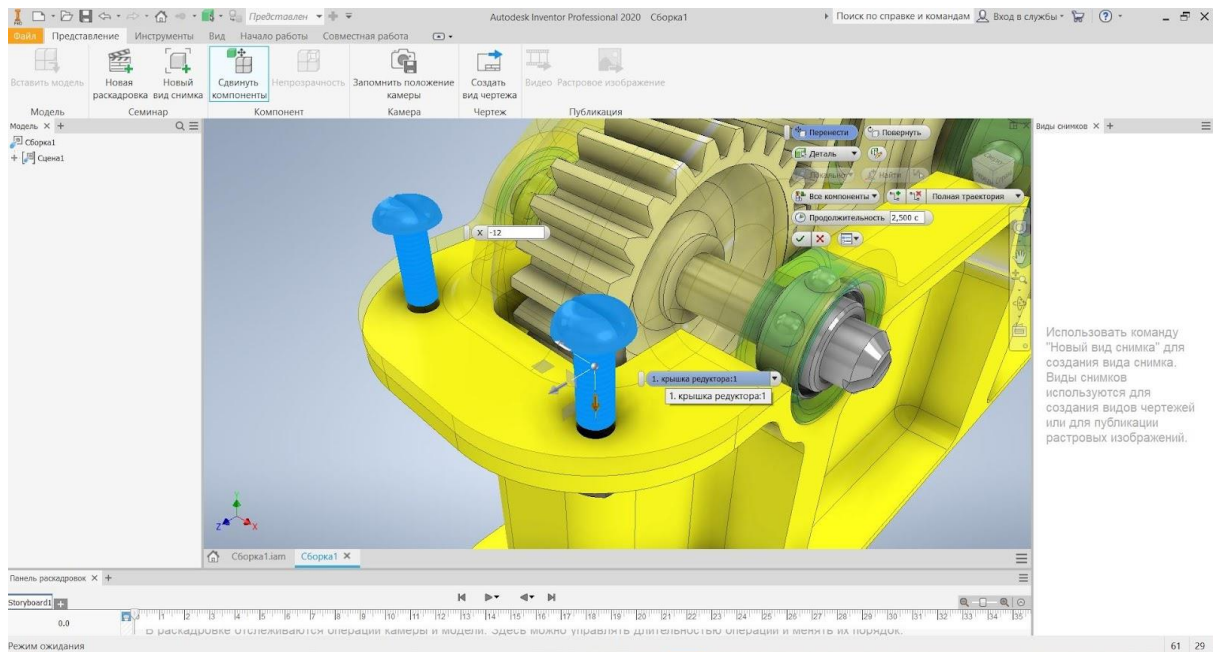


Рис. 7. Сдвиг компонентов

Далее, следует установить временной промежуток, за который будет происходить действие сдвига компонентов - 2 секунды.

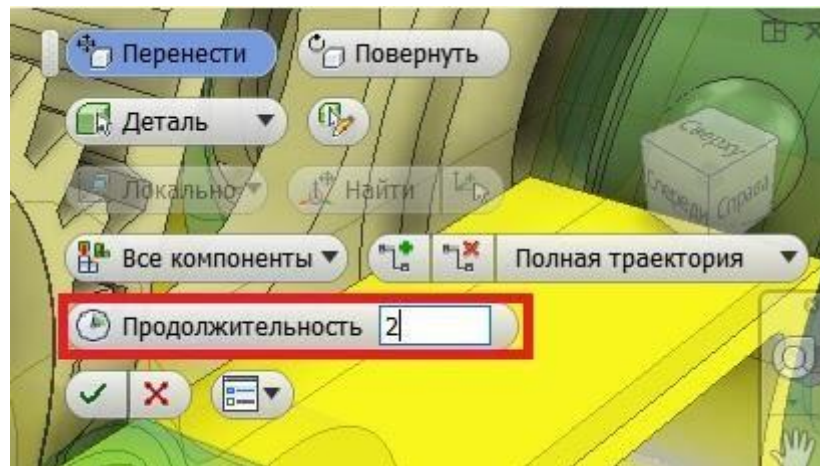


Рис. 8. Сдвиг компонентов

После чего нужно применить действие. Теперь в таймлайн видно отображение действия.

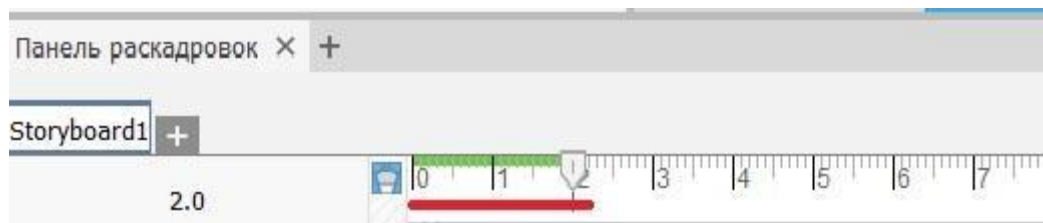


Рис. 9. Таймлайн

Для того, чтобы раскрыть таймлайн, нужно подвести курсор к серой линии и зажав на нем ЛКМ, потянуть вверх.

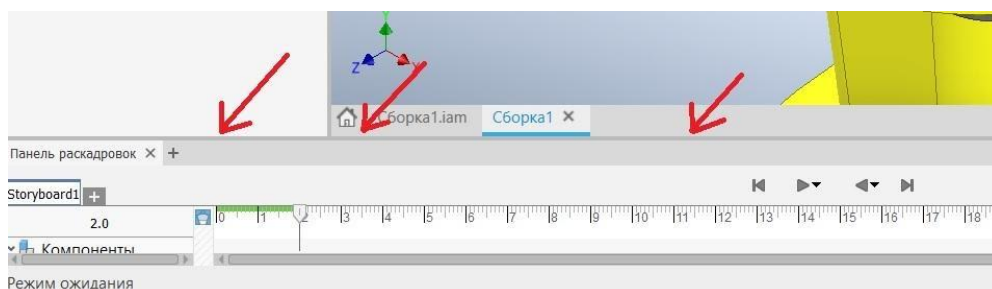


Рис. 10. Таймлайн

В развернутом окне видно все компоненты, которым присвоено действие, также с помощью таймлайн можно определить, за какое время выполняет компонент действие, в случае необходимости, можно увеличить или уменьшить время, за которое будет выполняться действие потянув ЛКМ за синий прямоугольник обозначающий действие компонента. Увеличим время, за которое происходит действие сдвиг для всех винтов, с двух до двух с половиной секунд.

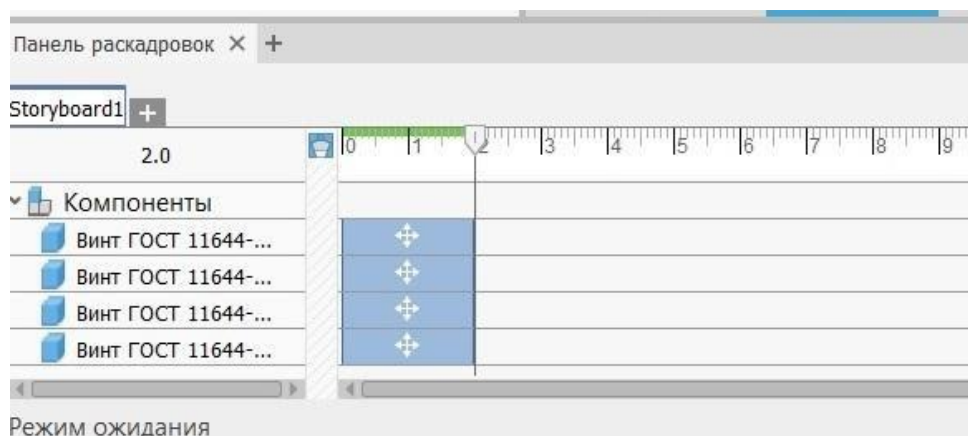


Рис. 11. Таймлайн

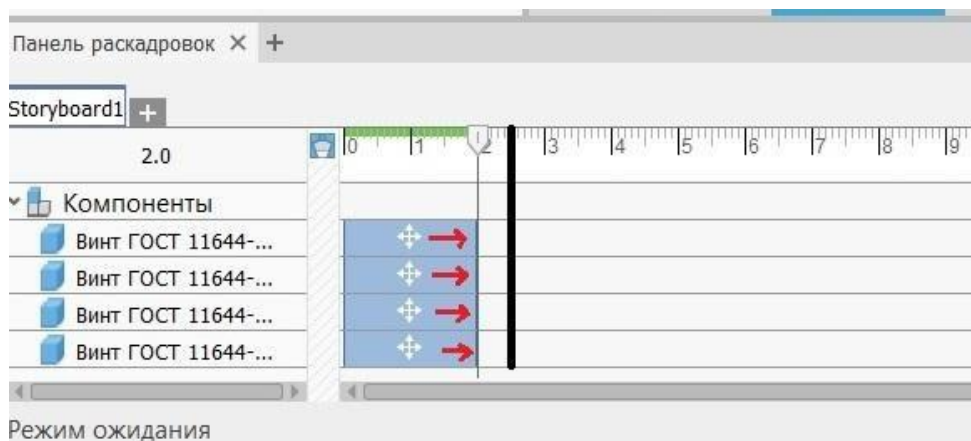


Рис. 12. Таймлайн

Таким образом сдвиг болтов будет происходить за большее количество времени. Для просмотра действия в режиме реального времени нужно нажать на соответствующую кнопку **Play**. Теперь необходимо создать вращение болтов. Следует обратить на то, что вращение должно происходить одновременно с сдвигом болтов. Поэтому для создания следующего действия необходимо передвинуть временной бегунок в начальное положение по тайм лайн, в ноль.

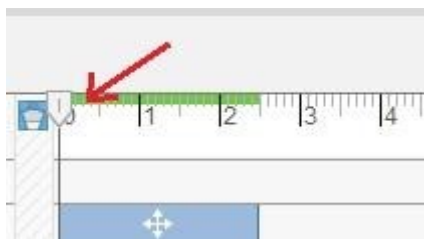


Рис. 13. Таймлайн

Для создания нового действия, выбирается инструмент **сдвинуть компонент**. Далее выбирается винт. В качестве сдвига выбирается решение **повернуть**. Продолжительность действия - 2.3 секунды. Далее над компонентом винтом появится 3 спектра обозначающие направления вращения, каждый из спектров лежит в одной из основных плоскостей XY, XZ и YZ, нужно потянуть ЛКМ за нужный спектр и установить угол равный трем оборотам, то есть 1080 градусам. Так же нужно учитывать, что болт **выкручивается**, а не **вкручивается!!!**

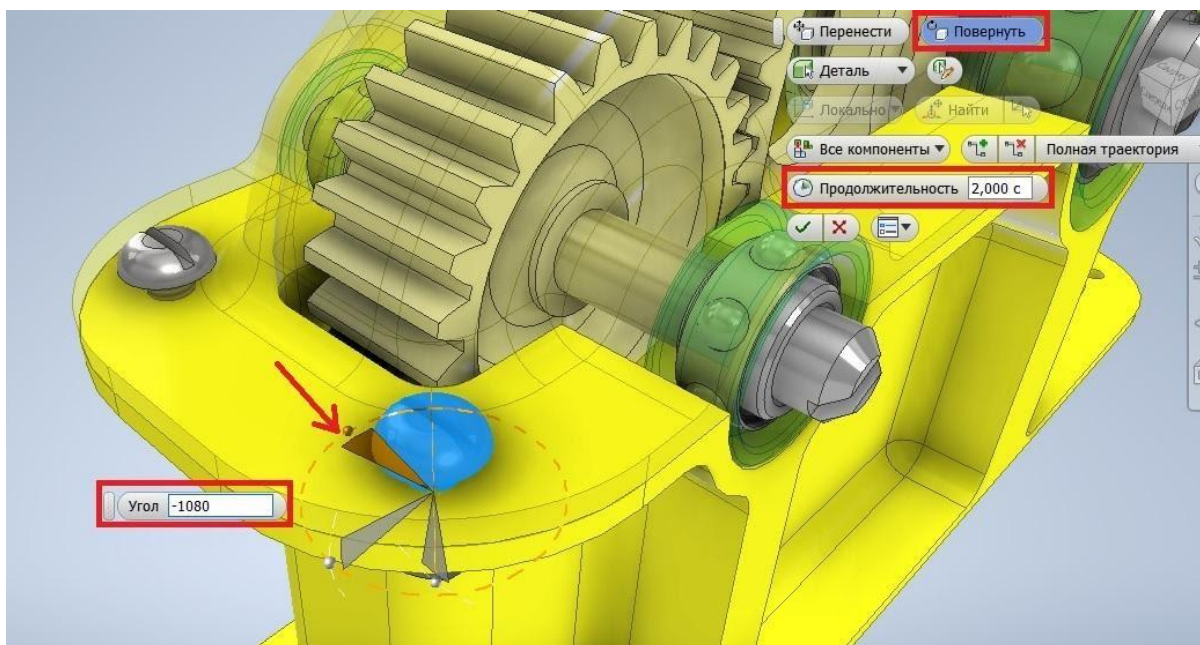


Рис. 14. Настройка компонентов

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

Теперь необходимо повторить действие вращения применительно к каждому винту. Анимация вращения оставшихся винтов, выполняется учащимися самостоятельно под надзором преподавателя.

Далее необходимо сдвинуть гайки, нужно иметь ввиду, что гайки должны начать сдвигать вниз, после того, как болт выкрутится из гайки. Будем считать, что после 1 секунды выкручивания болта, следует сдвинуть гайку вниз. Данная операция выполняется по аналогии с смещением болтов, все гайки начинают смещение, после прошествии 1 секунды, вниз на расстояние 20 мм, продолжительность смещения 1.5 секунды.

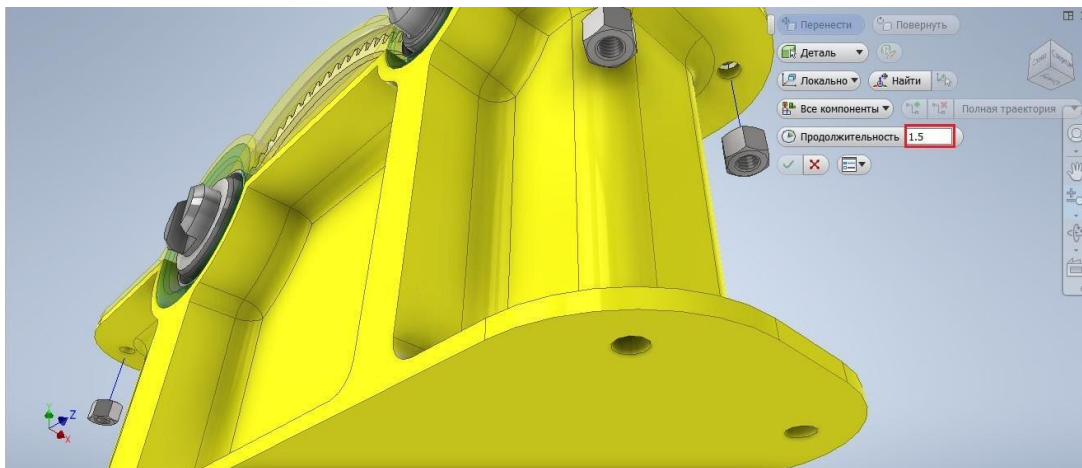


Рис. 15. Настройка компонентов

После создания действия образовались сегменты направляющей сборки, их можно скрыть, нажав на них ПКМ и выбрав в открывшемся меню, соответствующие действие.

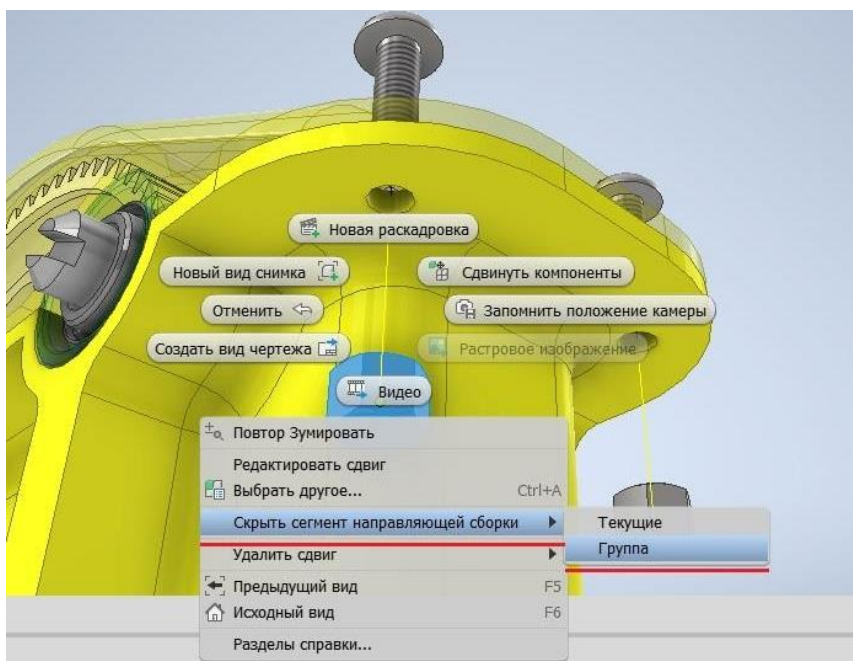


Рис. 16. Настройка компонентов

Следующим действием, нужно снять крышку редуктора, но этому действию будут мешать винты, так как во время сдвига крышки, винты будут ее пересекать. Для этого винты нужно сдвинуть в разные стороны от фланца, на расстояние 30 мм, время действия 1.5 секунды.

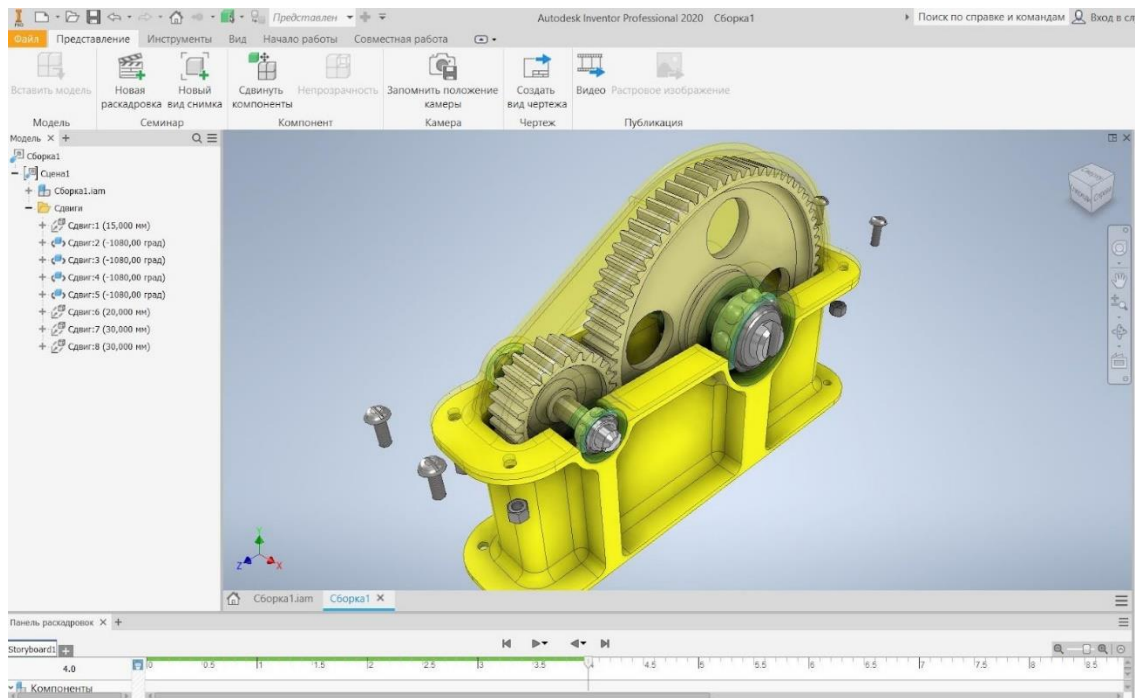


Рис. 17. Настройка компонентов

После сдвига винтов, нужно снять крышку редуктора. Крышка сдвигается вверх на 170 мм, за 2.5 секунды.

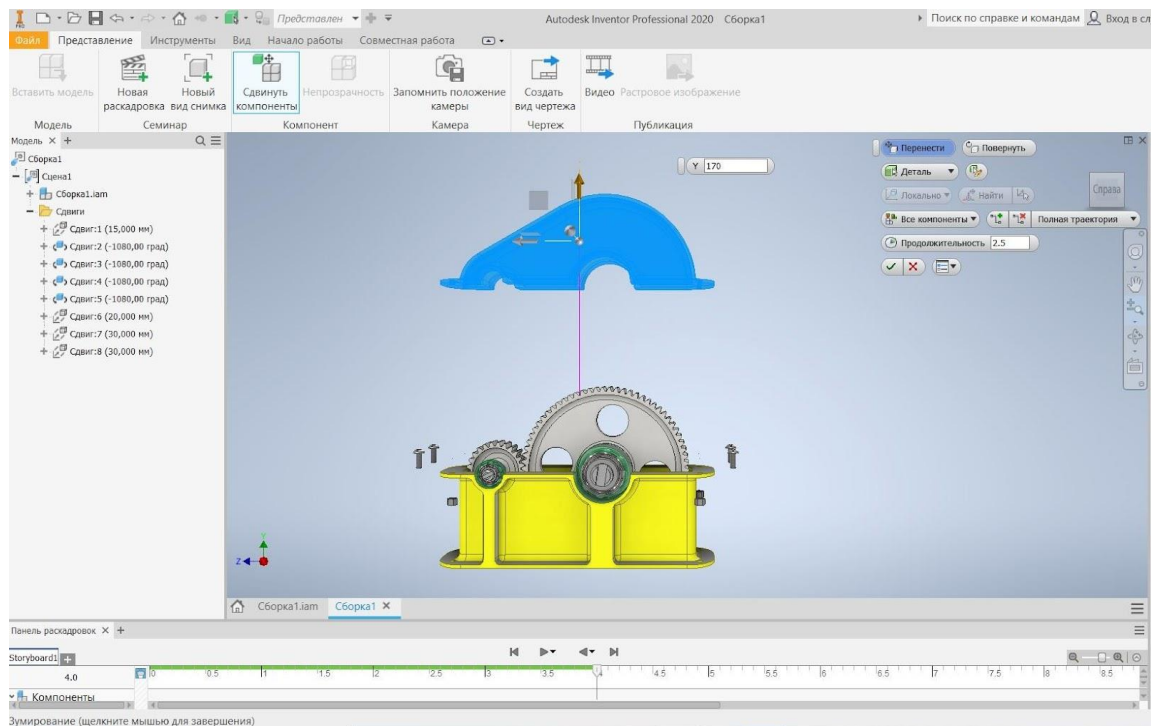


Рис. 18. Настройка компонентов

Далее нужно вытащить из корпуса шестерни с валами и подшипниками. Для более корректной работы можно раскрыть в браузере сборку и выбирать все необходимые детали и под сборки через браузер.

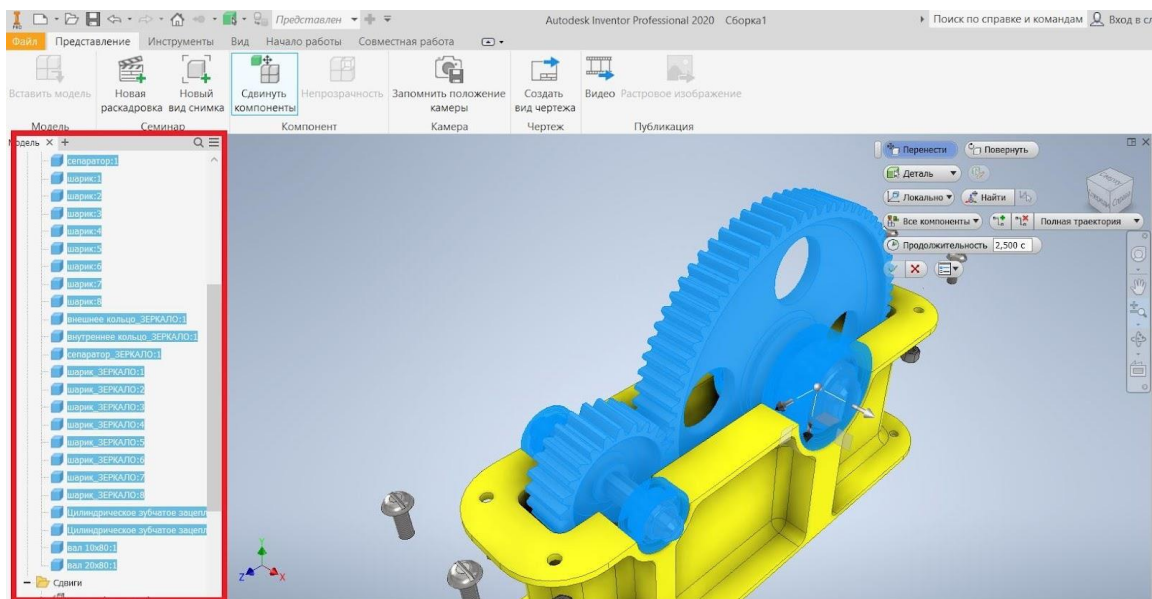


Рис. 19. Компоненты под сборки

В случае неправильного определения начальной точки сдвига, следует воспользоваться кнопкой в меню настройки сдвига **найти**, после выбора данной кнопки нужно выбрать подходящую грань или плоскость, в данном случае подходит верхняя плоская грань фланца корпуса редуктора.

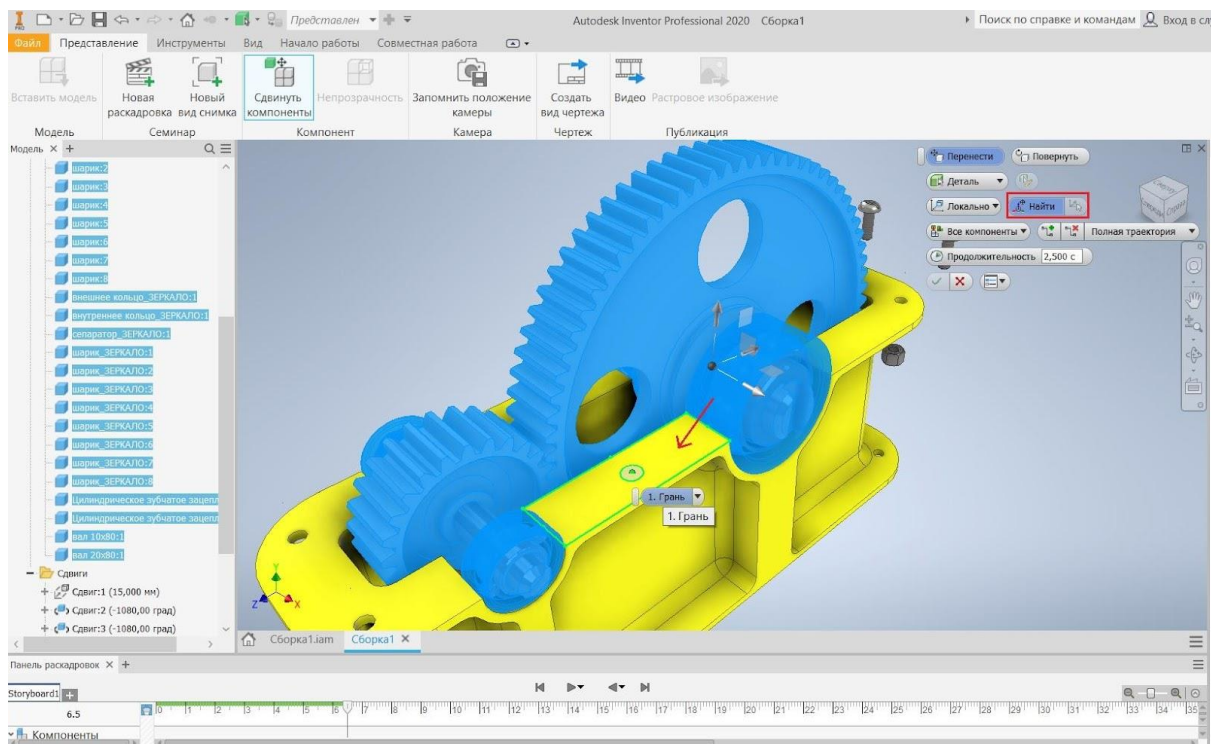


Рис. 20. Компоненты под сборки

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

Сдвиг следует производить вверх, по оси Z, расстояние сдвига 85 мм, время действия 2.5 секунды. Сегменты направляющей сборки - скрыть.

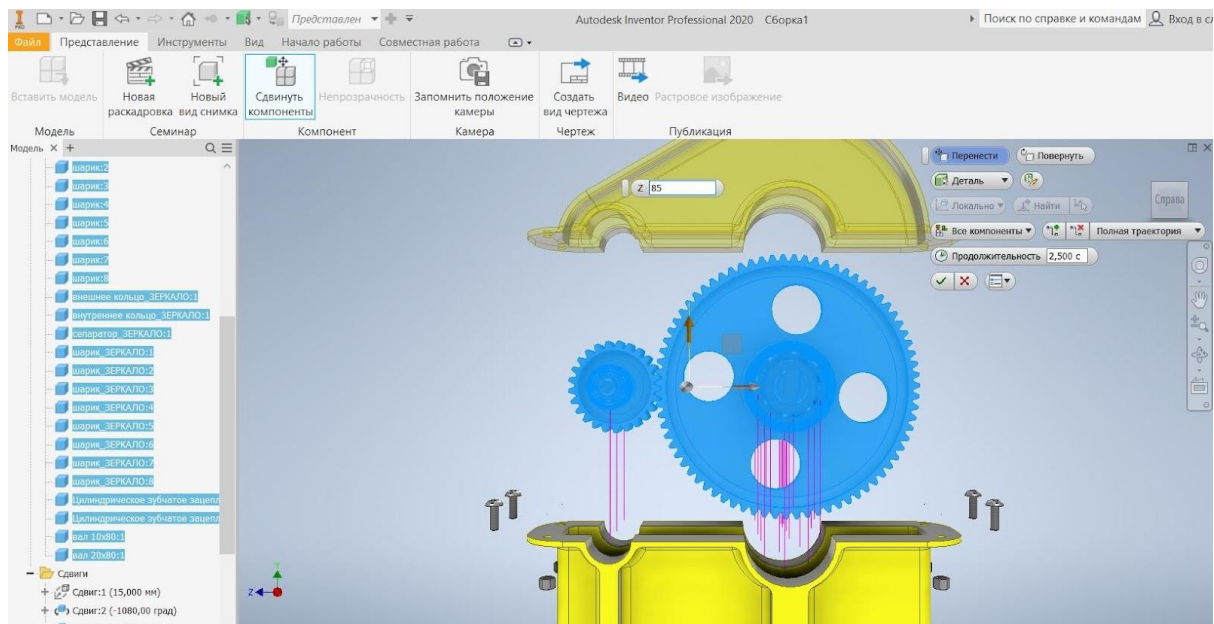


Рис. 21. Компоненты под сборки

Следующим действием снимаются подшипники с осей. Расстояние сдвига 110 мм, время сдвига 2 секунды. Сегменты направляющей скрываются.

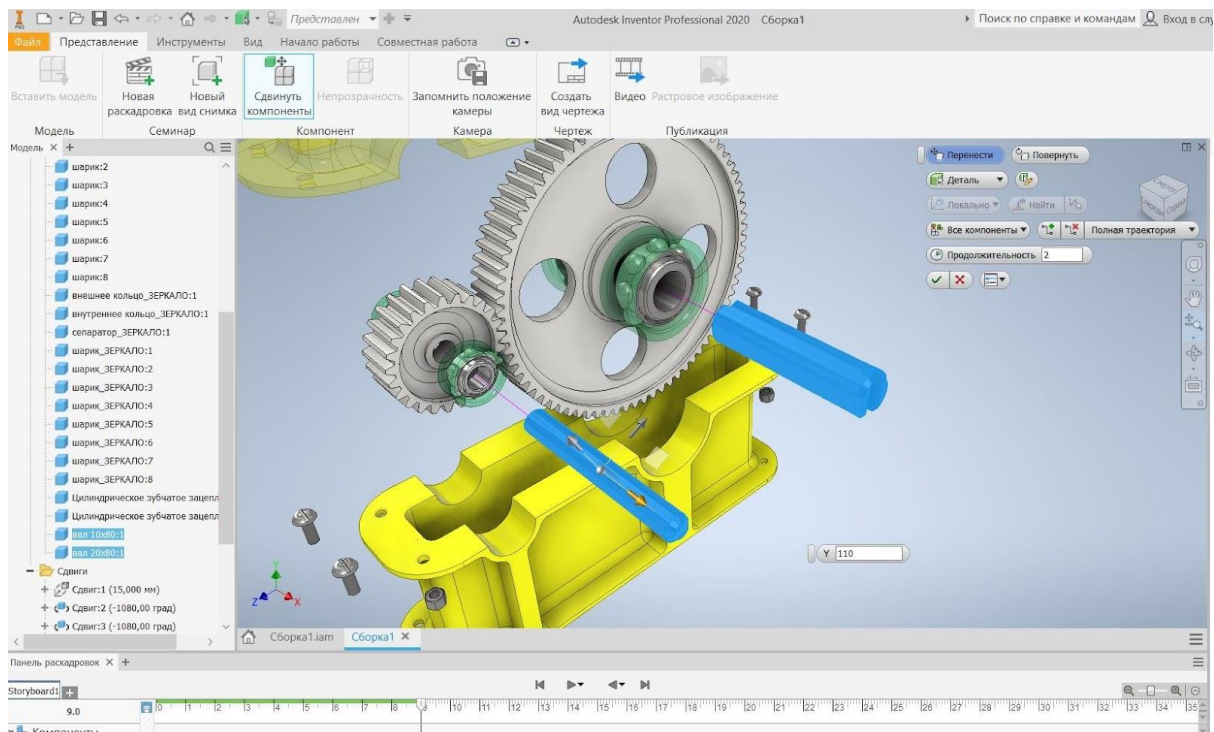


Рис. 22. Компоненты под сборки

Приложение 2.5. «Порядок выполнения работ» к мероприятию №2

Далее сдвигаются подшипники. Сдвиг подшипников на 20 мм в противоположные стороны от шестерен, время сдвига 1 секунда. Сдвиг подшипников производится двумя действиями. Сегменты направляющей сборки скрыть.

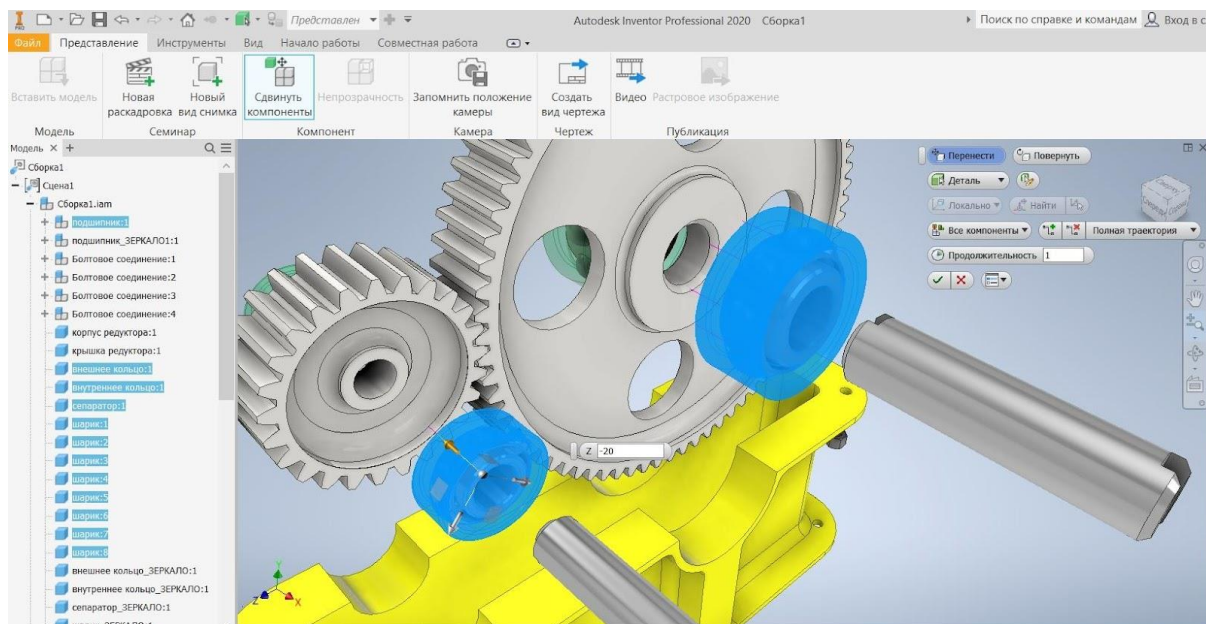


Рис. 23. Компоненты под сборки

Последним этапом разъединяем зубчатые колеса. Шестерни стоит раздвинуть в стороны, одним действием для каждой шестерни. Длина сдвига 30мм продолжительность 1.5 секунды. Общее время разбора 13.5 секунд.

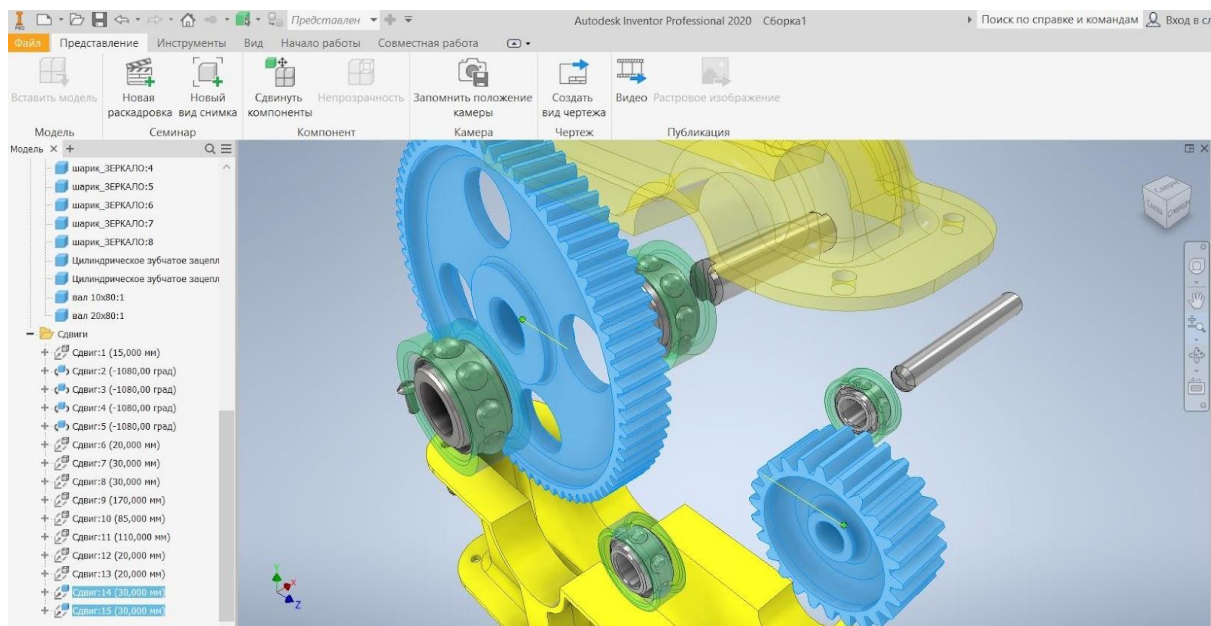


Рис. 22. Компоненты под сборки

Взрывная схема готова, если задание выполнено раньше конца занятия, преподаватель может объяснить обучающимся о повороте и сдвиге камеры. Последним действием необходимо сохранить работу в подходящем формате и сохранить в соответствующую папку, сохранении и о конвертации схемы в видео формат, было рассказано ранее. После окончания создания схемы, преподаватель проводит проверку и рефлексия. В качестве домашнего задания, создание сборочного чертежа.

Лабораторная работа №49.

Лабораторная работа «Доработка и оформление выполненных работ»

Порядок выполнения работы

Слушатели должны самостоятельно проверить наличие и правильность выполнения своих проектов за весь курс, внести доработки, если это необходимо. Загрузить фотореалистичные изображения выполненных проектов и составить из них презентацию с заголовками, соответствующим названиям проектов. Слушатели должны понимать принцип работы разработанных ими изделий. Далее слушатели подготавливают речь, где описывают принцип работы спроектированных изделий и особенности компонентов, обеспечивающих работоспособность механизмов.

По завершении процесса подготовки, на следующем занятии, проводится защита проектов.

Практическая работа №50

Контрольная работа «Защита проектов»

Порядок выполнения работы

Проводится защита презентаций по выполненным проектам.

Слушатели должны понимать принцип работы разработанных ими изделий. Слушатели подготавливают речь, где описывают принцип работы спроектированных изделий и особенности компонентов, обеспечивающих работоспособность механизмов.

Предварительно, слушатели должны самостоятельно проверить наличие и правильность выполнения своих проектов за весь курс, внести доработки, если это необходимо. Загрузить фотореалистичные изображения выполненных проектов и составить из них презентацию с заголовками, соответствующим названиям проектов.