

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра основ конструирования машин

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН
И ОБОРУДОВАНИЯ**
Выполнение контрольной работы

Методические указания для студентов заочной формы обучения
по направлению подготовки
15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составитель
О. В. Томилова

Санкт-Петербург
2025

Утверждено
на заседании кафедры ОКМ
16.06.2025 г., протокол № 8

Рецензент А. М. Хлыновский

Методические указания соответствуют программам и учебным планам дисциплины «Современные методы расчета технологических машин и оборудования» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование». В методических указаниях представлен учебный материал, который подробно знакомит с процессом проектирования сборочных узлов и подборок, выполненных с помощью сварки.

Методические указания предназначены для бакалавров заочной формы обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве
методических указаний

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 09.09.2025 г. Рег.№ 5282/25

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. Современные методы расчета технологических машин и оборудования.....	4
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО УЗЛА.....	6
Создание опоры.....	7
Конструирование в среде «Сварка»	13
Создание сборочного разъемного узла	28
Создание детали «Крышка»	37
Вставка стандартных изделий	41
Создание разнесенного вида.....	50
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	58
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Современные методы расчета технологических машин и оборудования

Дисциплина «Современные методы расчета технологических машин и оборудования» является неотъемлемой частью подготовки специалистов в области инженерии и конструкторской деятельности. В современных условиях важным аспектом является владение специализированным программным обеспечением, которое позволяет ускорить и оптимизировать процесс разработки, проектирования и производства.

Одним из ключевых инструментов, широко используемых в машиностроении, является программное обеспечение семейства КОМПАС от российской компании АСКОН. Этот программный продукт предназначен для автоматизированного проектирования (CAD) и включает широкий спектр возможностей, необходимых для решения задач в инженерной и конструкторской деятельности. КОМПАС-3D предоставляет инженерам инструменты для работы с 3D-моделированием, создания деталей, сборок, чертежей и проектной документации, что делает его незаменимым на этапах разработки и подготовки производства.

Однако программное обеспечение КОМПАС не единственный продукт компании АСКОН, активно применяемый в промышленности. На сегодняшний день компания предлагает целую экосистему инструментов, предназначенных для различных задач. Среди них:

- КОМПАС-График – инструмент для создания чертежей, схем и графической документации в соответствии с российскими стандартами ГОСТ. Программа широко применяется для оформления проектной документации в машиностроении, строительстве и энергетике.

- Вертикаль – программное обеспечение для проектирования технологических процессов (САРР). Система позволяет разрабатывать и управлять технологическими маршрутами, вести учет инструментов, материалов и ресурсов. Это ПО особенно востребовано на предприятиях машиностроения для оптимизации производства и повышения его эффективности.

- ЛОЦМАН – система управления жизненным циклом изделий (PLM). Она помогает организовать совместную работу над проектами, контролировать версионность документов и управлять инженерными данными. Программа незаменима на крупных предприятиях, где требуется четкая координация действий различных отделов.

- ПОЛИНОМ – система для инженерных расчетов (CAE). Она предназначена для проведения статического, динамического и теплового анализа конструкций. Благодаря интеграции с КОМПАС-3D, ПОЛИНОМ используется для проверки прочности и надежности создаваемых конструкций.

- Ренга – система информационного моделирования зданий (BIM). Это решение применяется в строительной отрасли для проектирования архитектурных объектов и инженерных систем.

- Гольфстрим – система для управления производственными процессами (ERP/MES). Программа помогает автоматизировать учет,

планирование и контроль производства, обеспечивая эффективное управление ресурсами.

Каждый из продуктов компании АСКОН нацелен на решение конкретных задач и широко используется в различных отраслях промышленности, таких как машиностроение, энергетика, строительство и авиация. Их применение позволяет предприятиям оптимизировать рабочие процессы, улучшить контроль качества и сократить сроки разработки.

Настоящие методические указания направлены на обучение основам работы в КОМПАС-3D, начиная от изучения интерфейса программ и основных команд для создания и редактирования эскизов до проектирования сложных конструкций и сборок. В ходе изучения будут подробно рассмотрены такие ключевые элементы, как построение винтовой линии, создание деталей, разработка и объединение подборок с применением сварных соединений. Особое внимание уделено работе с интерфейсом программ, чтобы пользователи могли эффективно использовать все её возможности. Скачать учебную версию программы КОМПАС-3D можно с официального сайта <https://kompas.ru/kompas-educational/about/>.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО УЗЛА

Для сдачи контрольной работы нужно выполнить скриншоты сварного соединения и сборки и сохранить их в формате *pdf и загрузить в moodle.

Есть два варианта создания сборок. Первый вариант предполагает первоначальное создание всех деталей, а затем формирование из них сборки. Второй вариант более гибкий и позволяет исключить ошибки нестыковок отверстий под сборку. Во втором варианте создаём корпусную деталь и затем в сборке поэтапно проектируем все остальные детали, опираясь на геометрию предшествующих деталей. Этот вариант более предпочтительный. Именно его и рассмотрим на примере сборки корпуса (рис. 1).

Построение сборки корпуса начинаем с основной детали – сварного корпуса, точнее с его элемента – опоры. Для начала создадим в фронтальной плоскости XZ эскиз опоры (рис. 2).

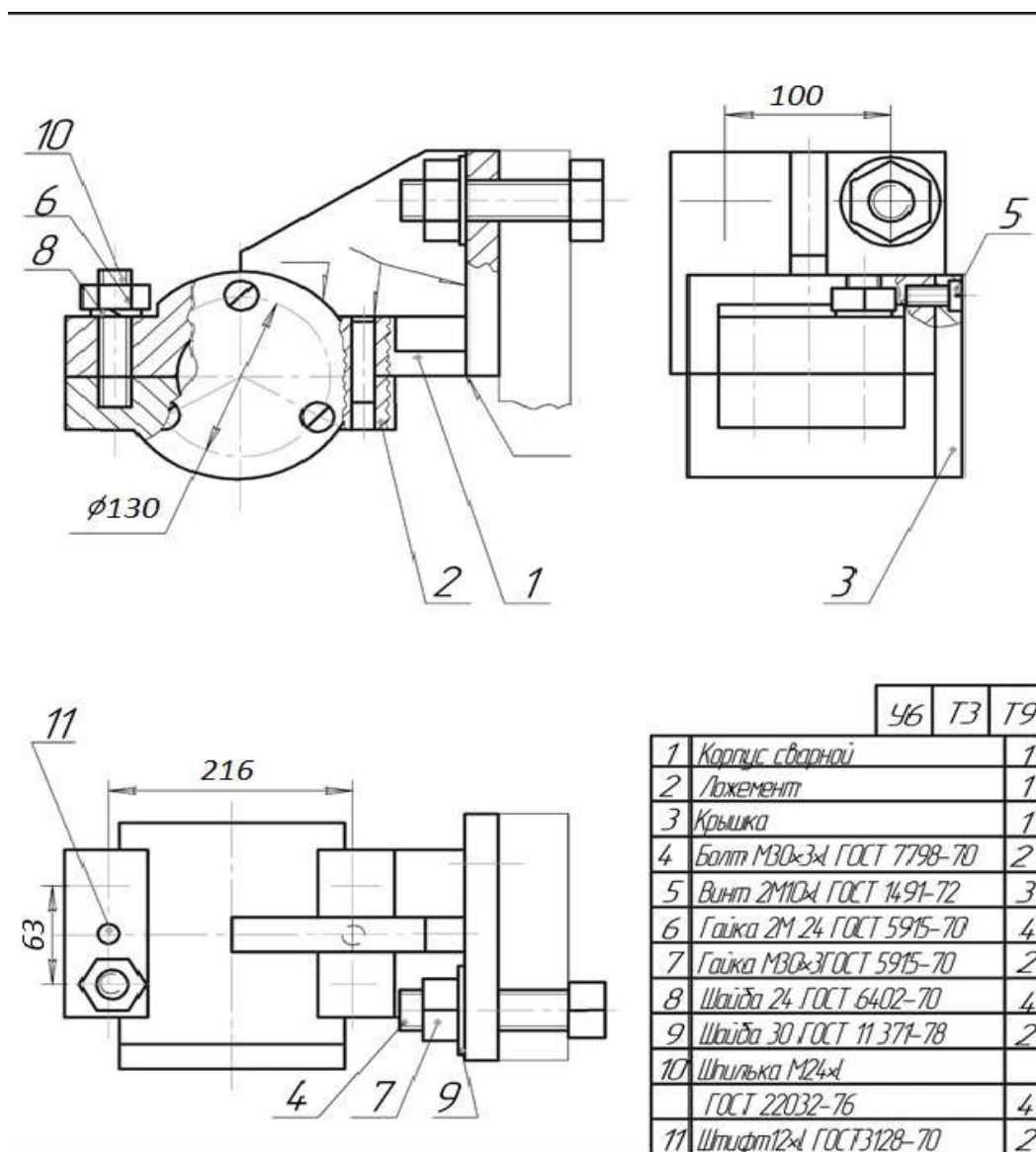


Рисунок 1 – Комплексное задание

Создание опоры

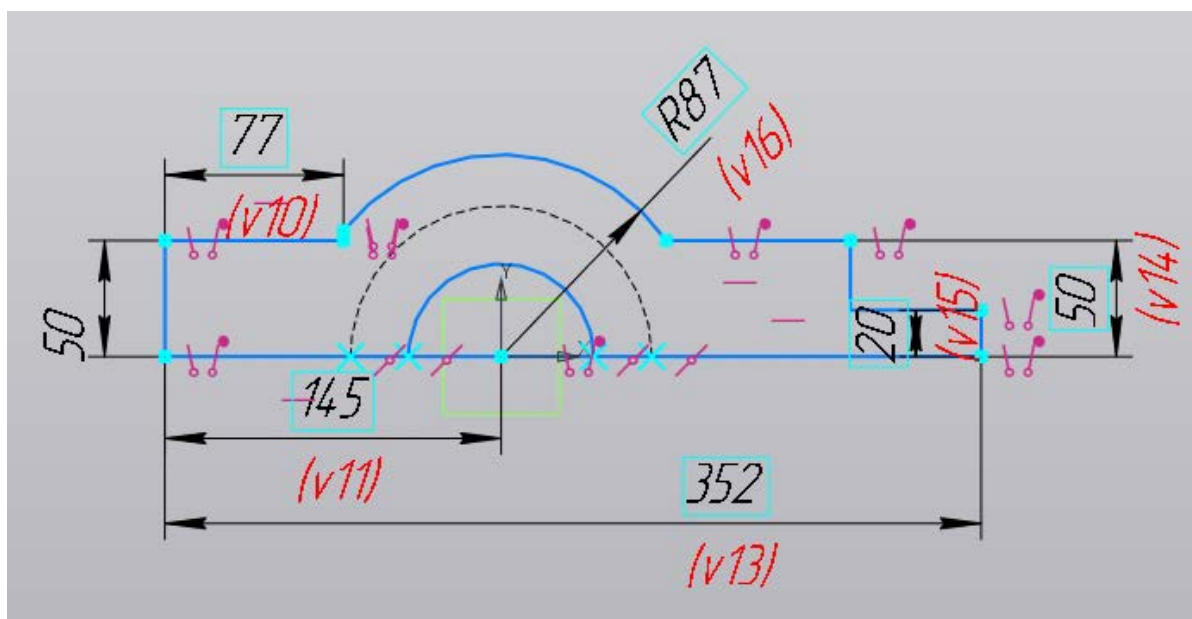


Рисунок 2 – Эскиз опоры сварного корпуса

Полученный профиль выдавим симметрично в двух направлениях глубиной 100 мм (рис. 3).

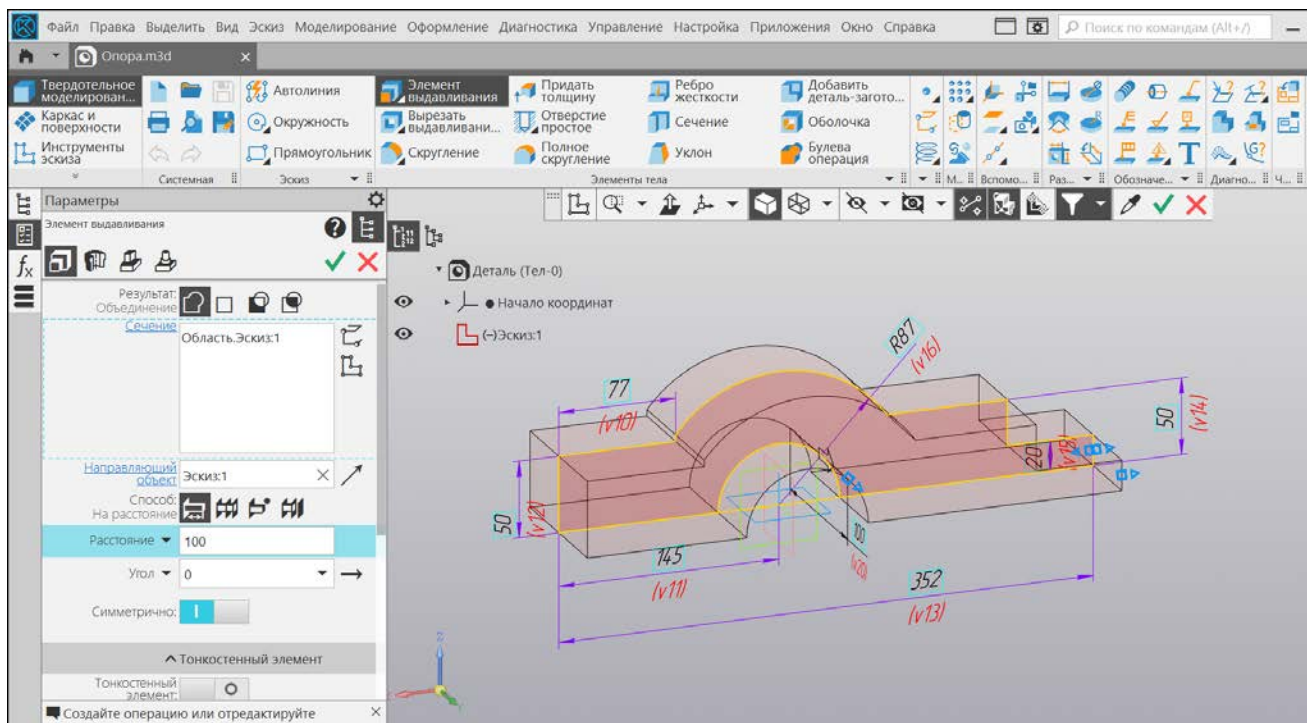


Рисунок 3 – Выдавливание элемента опоры

На фронтальной плоскости модели создадим новый профиль (полуцилиндр), который будет соприкасаться с цилиндрической крышкой. Выдавим его на 20 мм (Рис. 4).

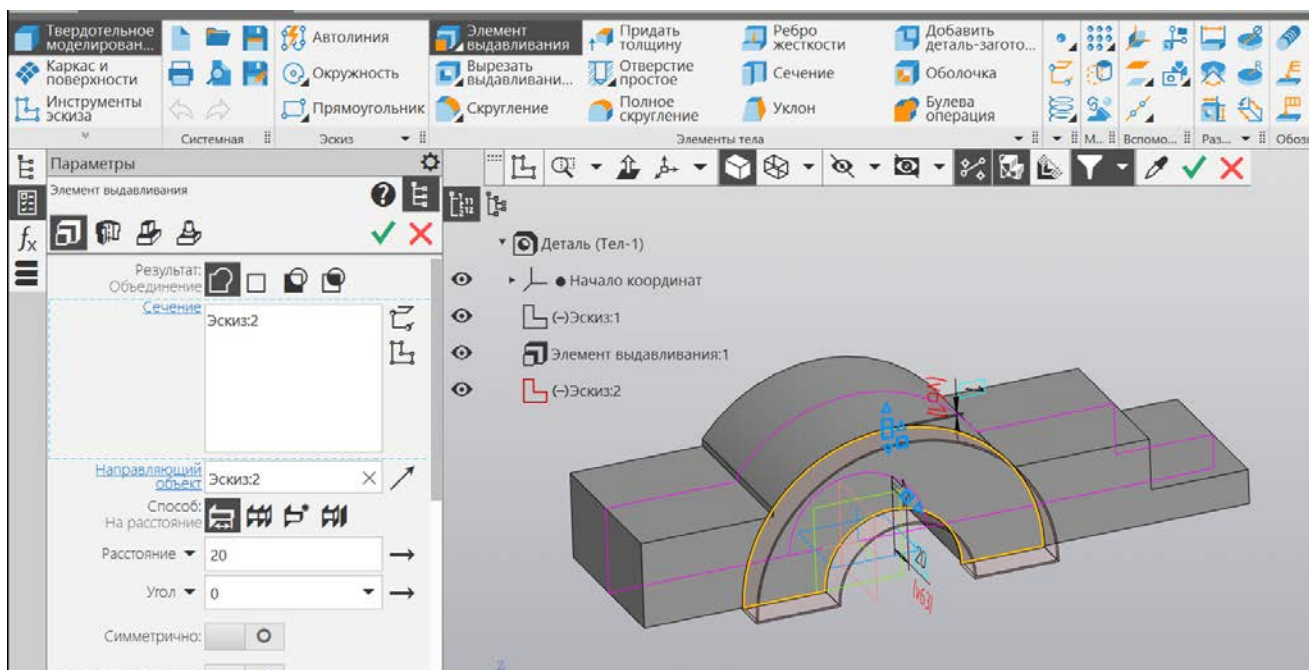


Рисунок 4 – Создание опоры под крышку

Отзеркалим созданный элемент относительно плоскости XZ (рис. 5).

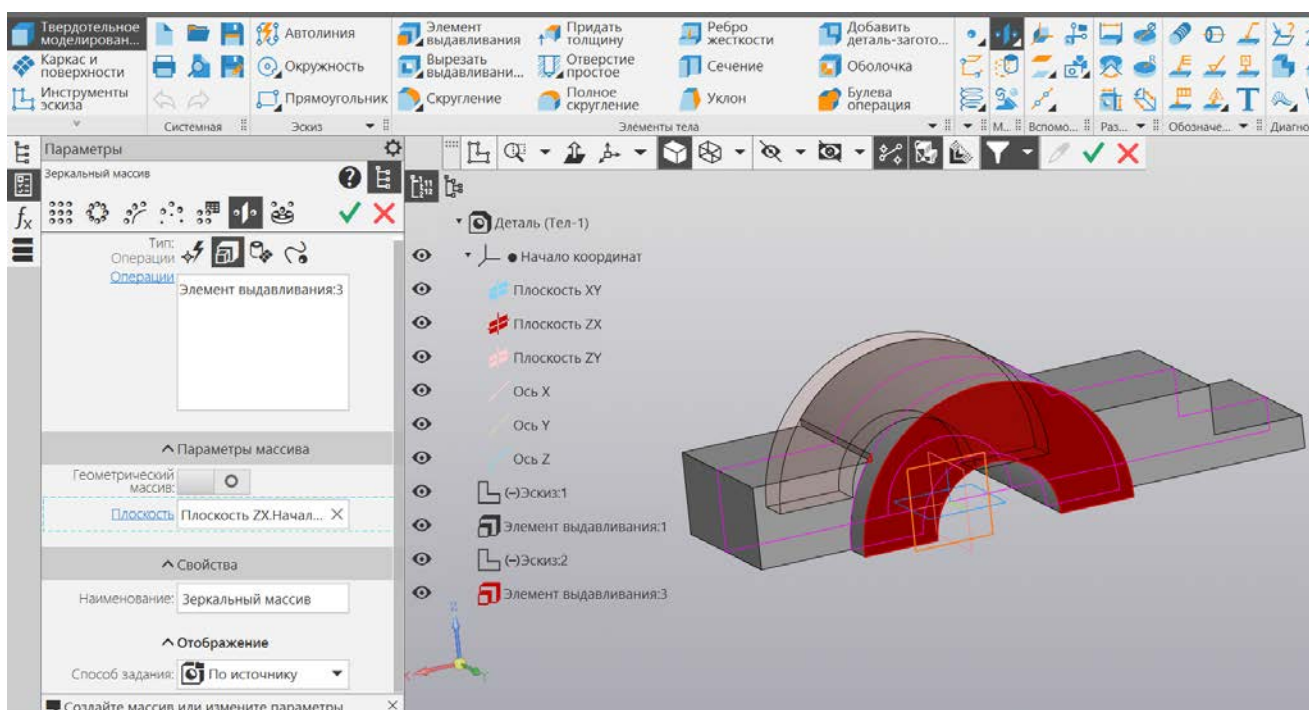


Рисунок 5 – Применение инструмента «Зеркало»

Создадим глухие отверстия для крепления винтом крышки. Винт 2М10 х L. Материал опоры – сталь. Длина ввинчиваемого конца винта зависит от материала детали, в которую он ввинчивается. Для твердых материалов (стали, бронзы, латуни, титановых сплавов) длина d ввинчиваемого стержня равна d наружному диаметру резьбы винта. Глубина отверстия – $2d$ (20 мм), глубина резьбы – $1,5 d$ (15 мм) (ГОСТ 22032-76) (рис. 6, 7).

Обозначим на эскизе точкой место для отверстия, расположенного строго по вертикали на расстоянии $130 / 2 = 65$ мм, примем эскиз и запустим команду «Отверстие». Укажем следующие параметры: глубина отверстия – 20 мм, глубина резьбы – 15 мм.

Крепление к ложементу осуществляется с помощью двух штифтов (Штифт 12 х L ГОСТ 3128-70) и четырех шпилек (Шпилька М24 х L ГОСТ 22032-76).

Создадим отверстие под шпильку (рис. 8). Шпилька проходит через опору и вкручивается в ложемент.

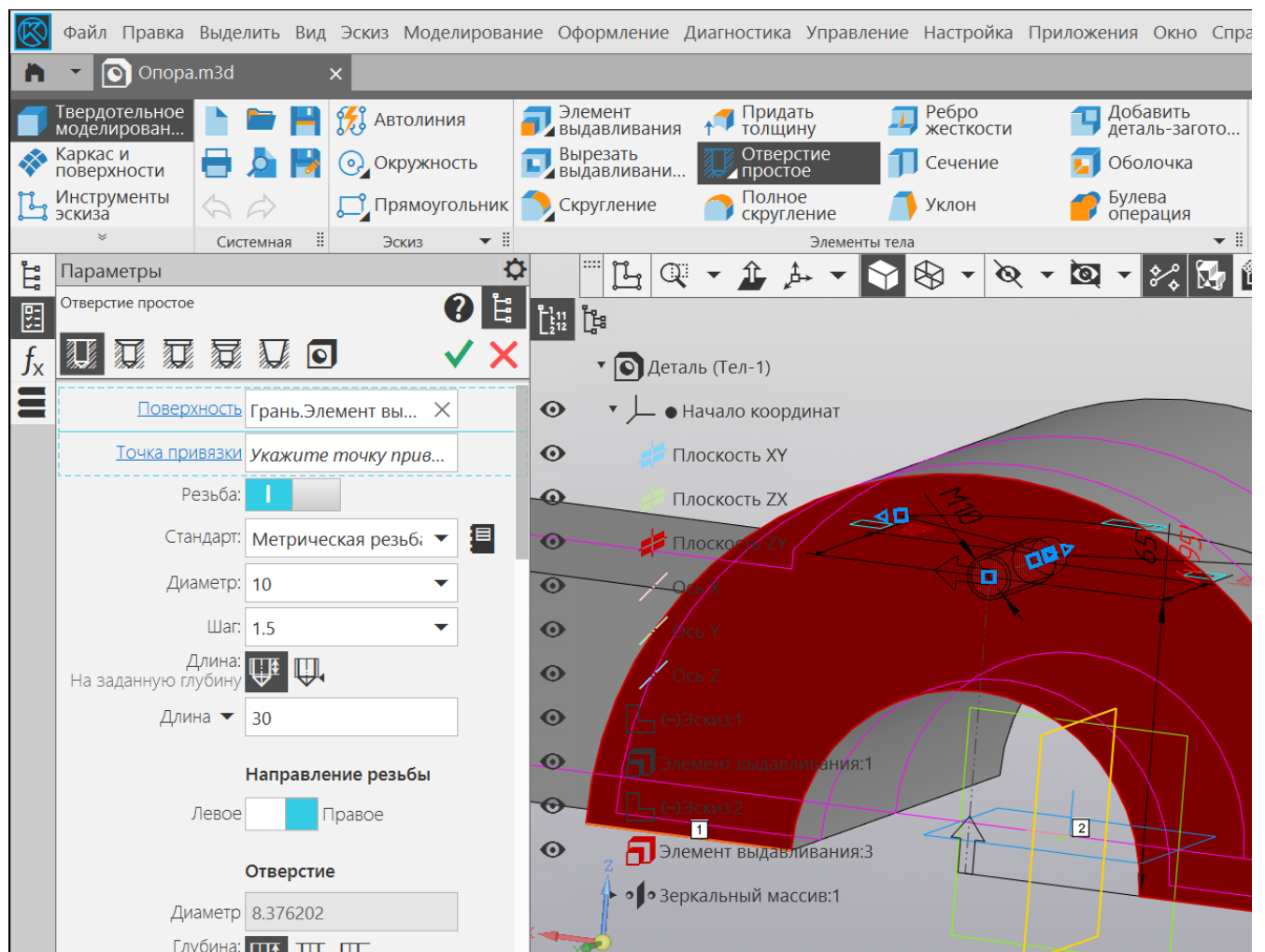


Рисунок 6 – Отверстие под винт

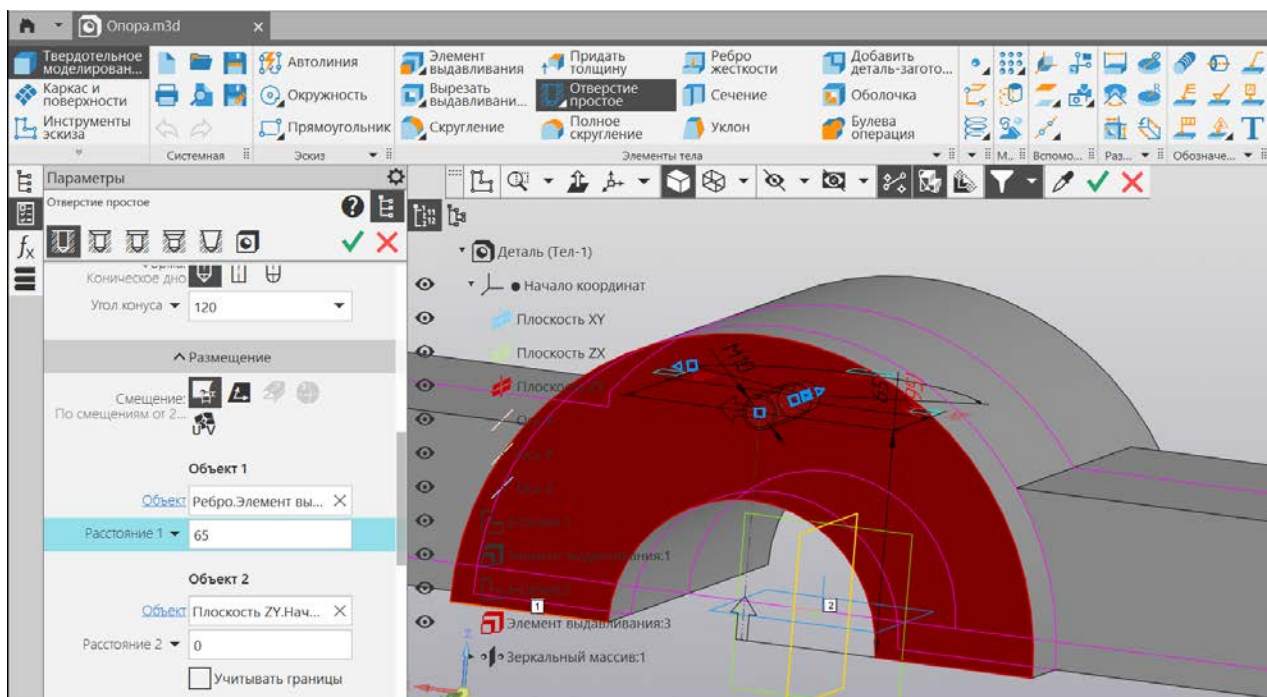


Рисунок 7 – Отверстие под винт, продолжение настроек

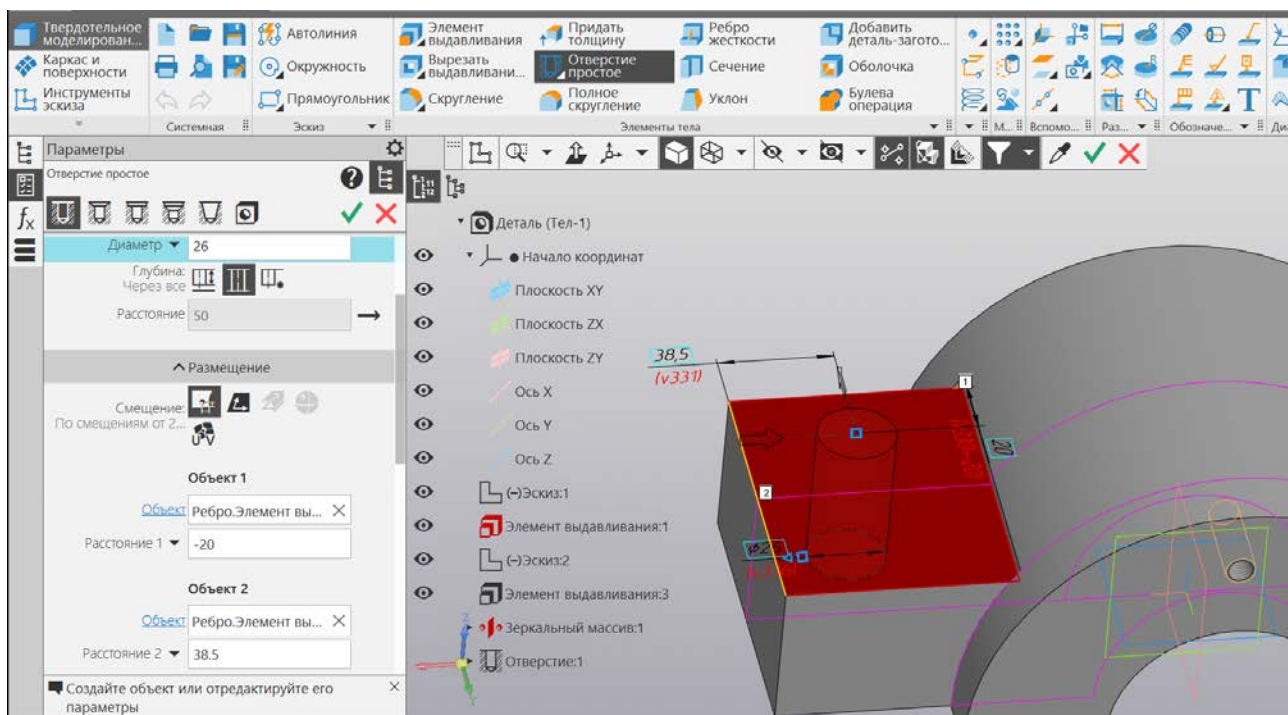


Рисунок 8 – Создание отверстия под шпильку

Второе отверстие создадим с помощью массива по сетке на расстоянии 60 мм по оси Y (рис. 9).

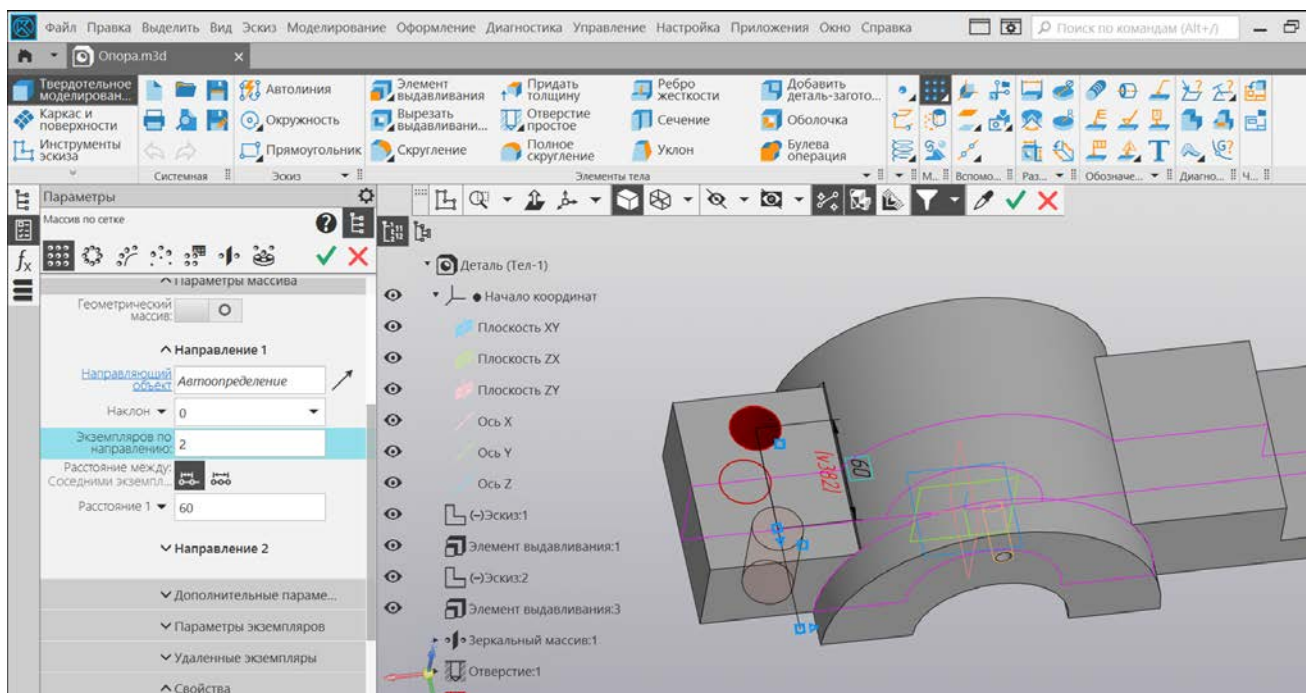


Рисунок 9 – Создание второго отверстия под шпильку с помощью зеркала

С помощью зеркала отразим отверстия относительно плоскости ZY в другую часть детали (рис. 10).

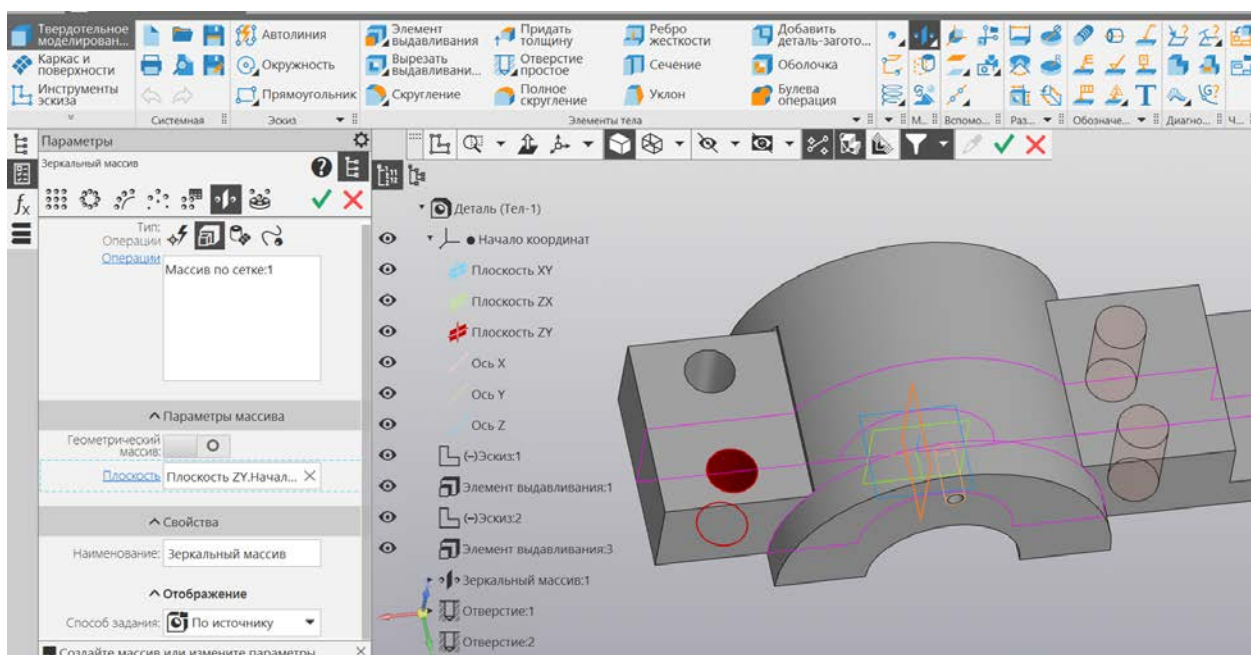


Рисунок 10 – Создание зеркального массива отверстий под шпильки

Между двумя построенными отверстиями создадим ещё одно отверстие посередине (рис. 11). Отзеркалим созданное отверстие (рис. 12).

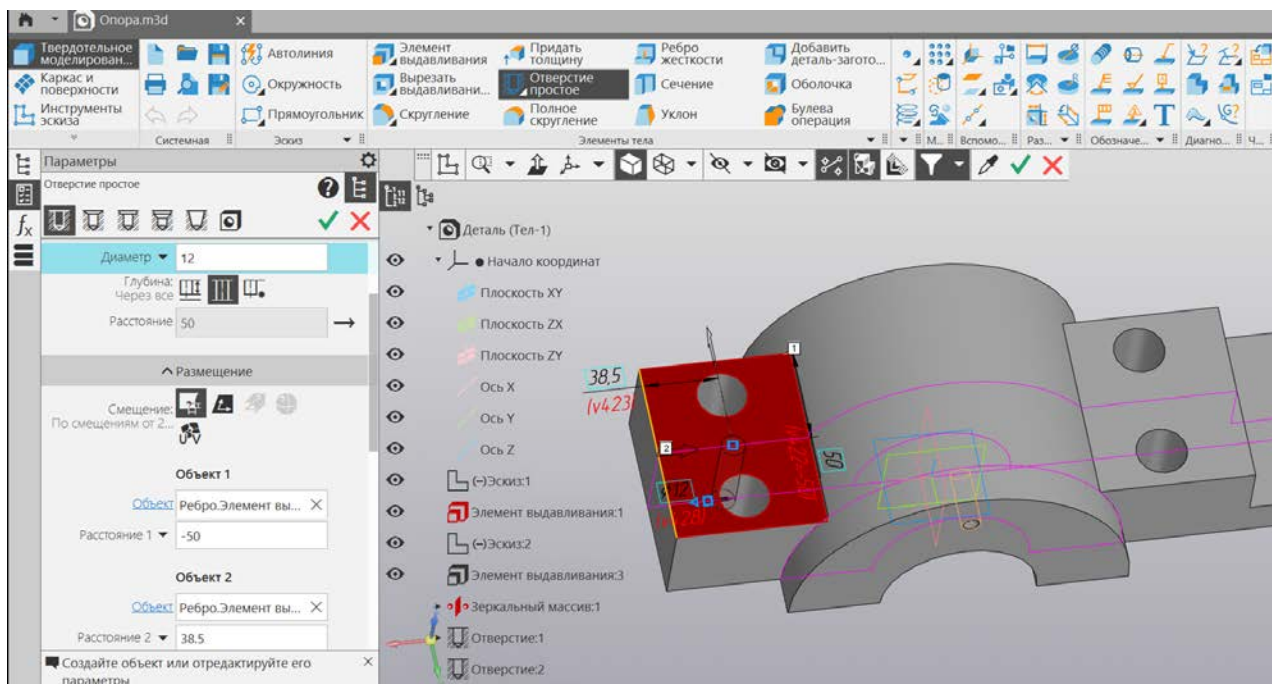


Рисунок 11 – Создание отверстия под штифт

Отзеркалим, только что построенное отверстие.

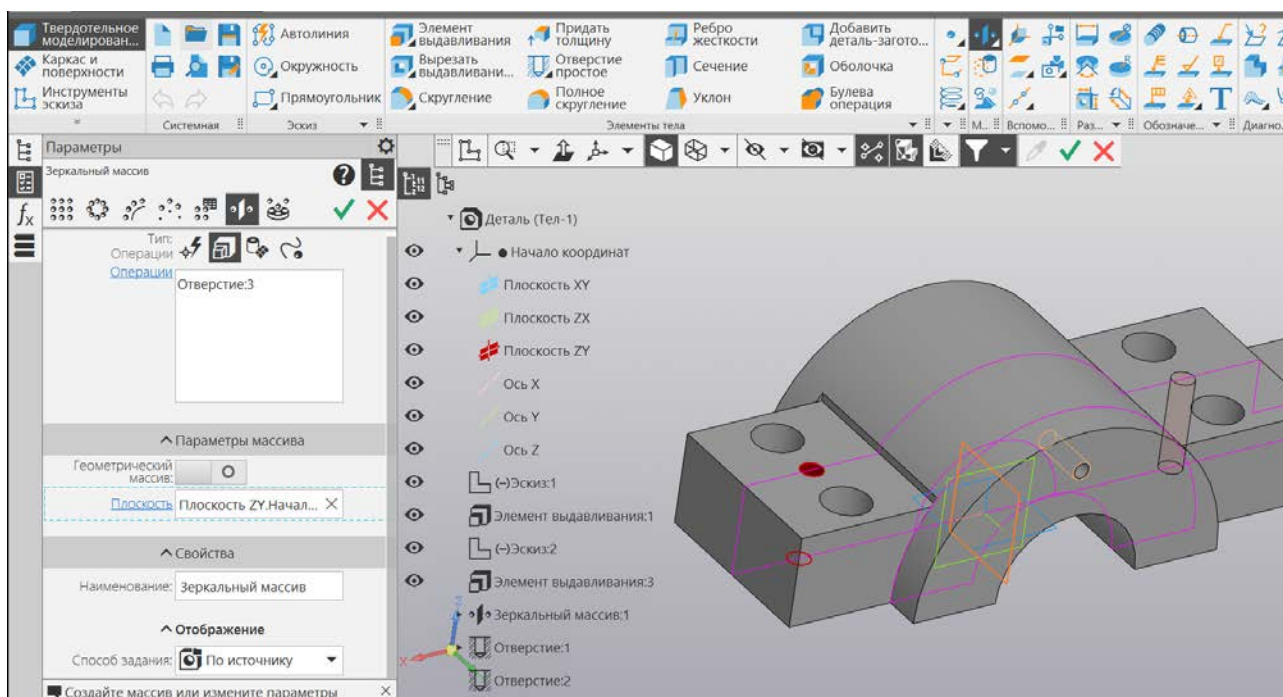


Рисунок 12 – Использование зеркала для построения второго отверстия под штифт

Конструирование в среде «Сварка»

Запускаем Сборку и добавляем в неё компонент – Опора (рис. 13, 14).

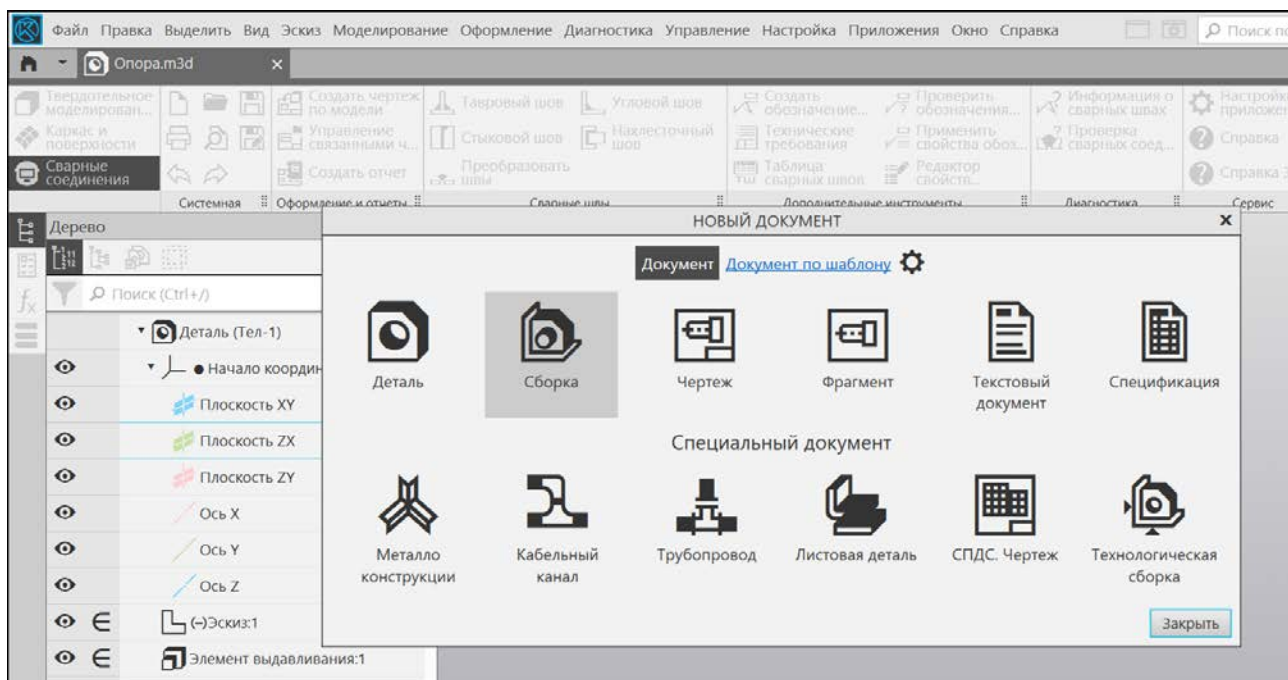


Рисунок 13 – Запуск Сборки

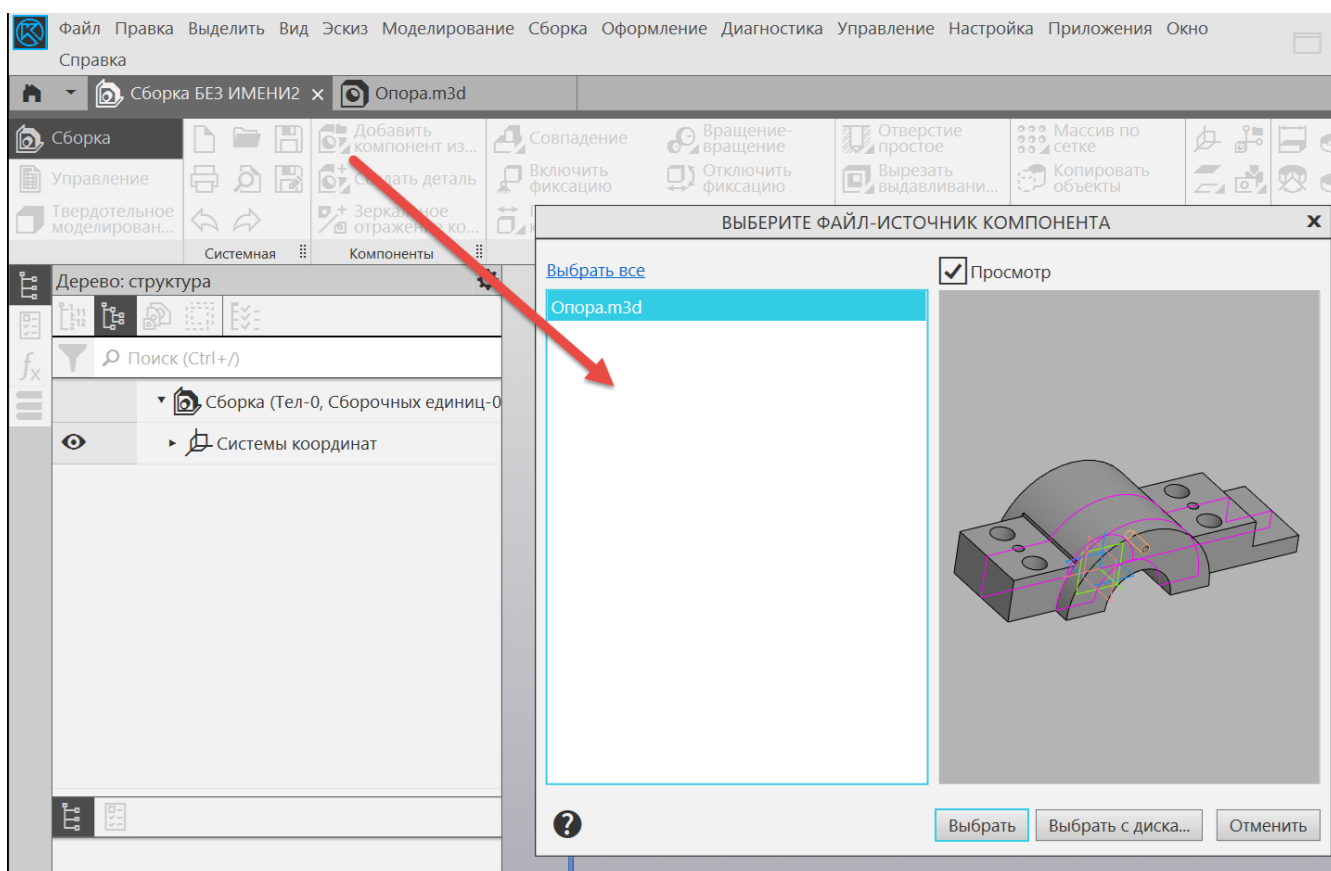


Рисунок 14 – Добавление в сборку компонента «Опора»

Размещаем опору в начале координат (рис. 15).

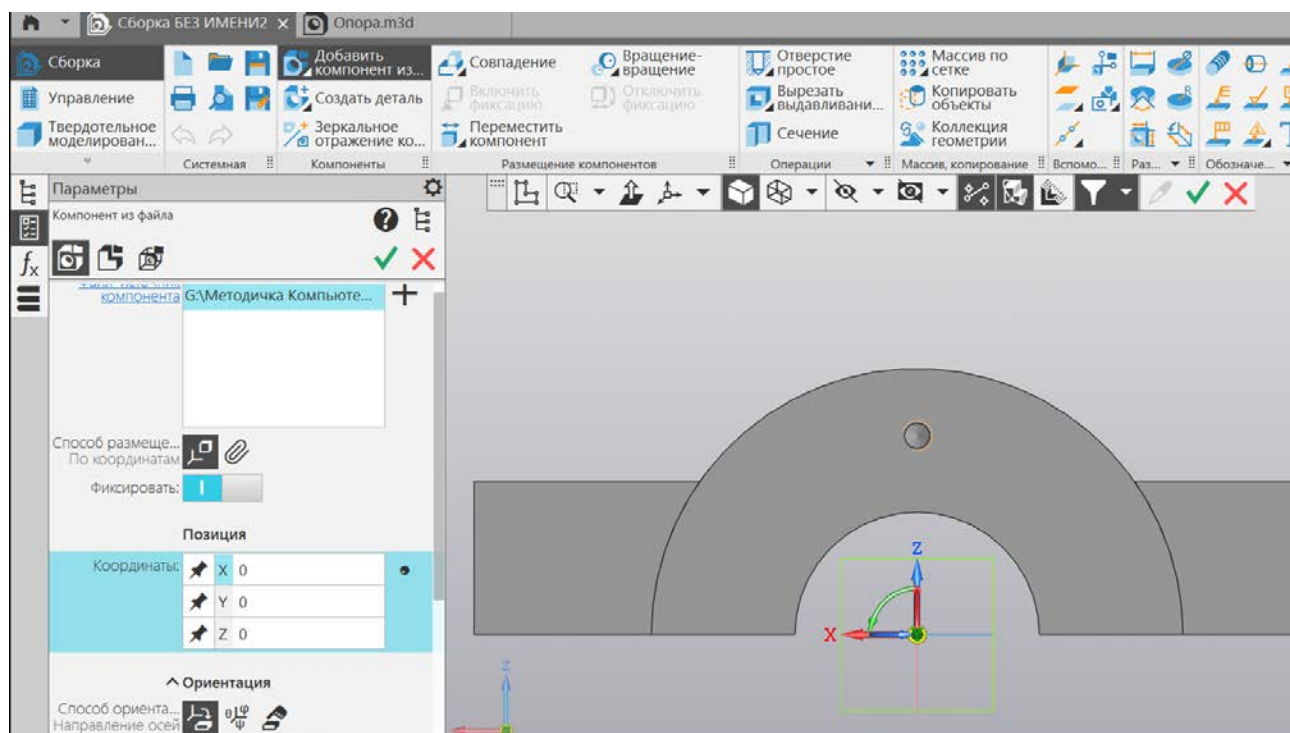


Рисунок 15 – Размещение опоры

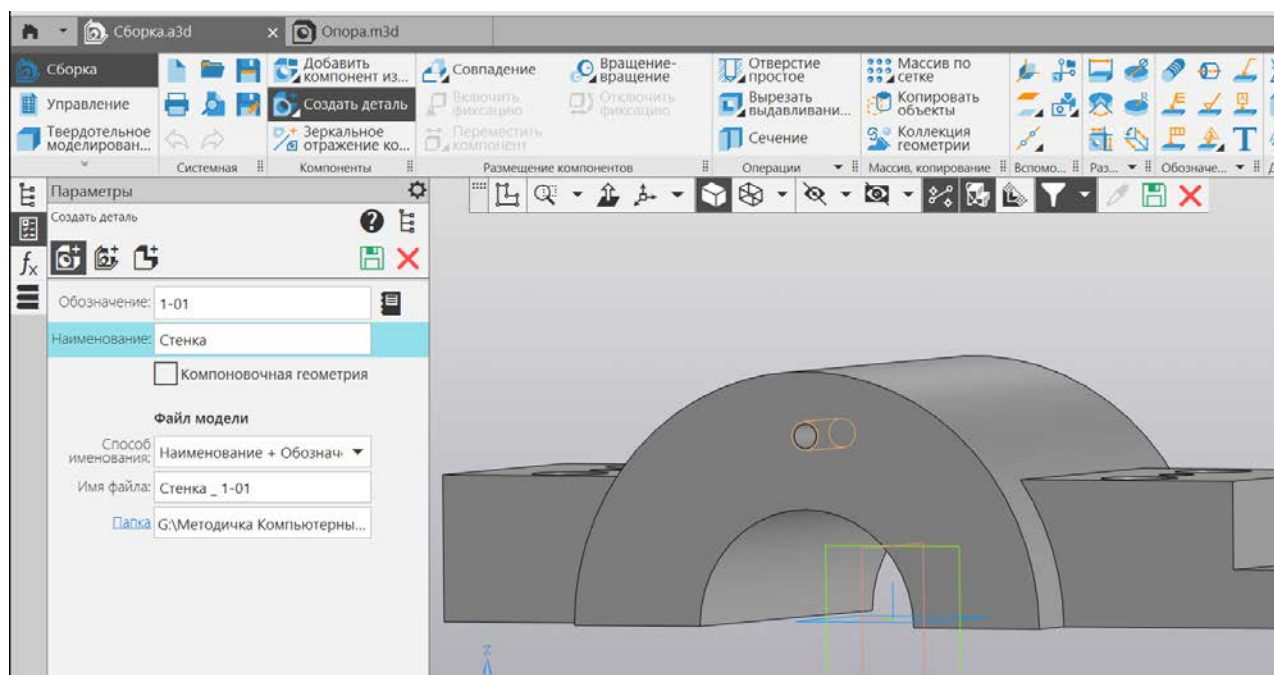


Рисунок 16 – Создание в сборке новой детали «Стенка»

На вкладке Компоненты кликнем левой клавишей мыши по команде «Создать деталь» (рис. 16). В открывшемся окне запишем название детали – «Стенка». Нажимаем на значок дискеты и сохраняем в папку, в которой находится сборка. Создаём эскиз, указывая тыльную сторону опоры, в которой разместим стенку (рис. 17).

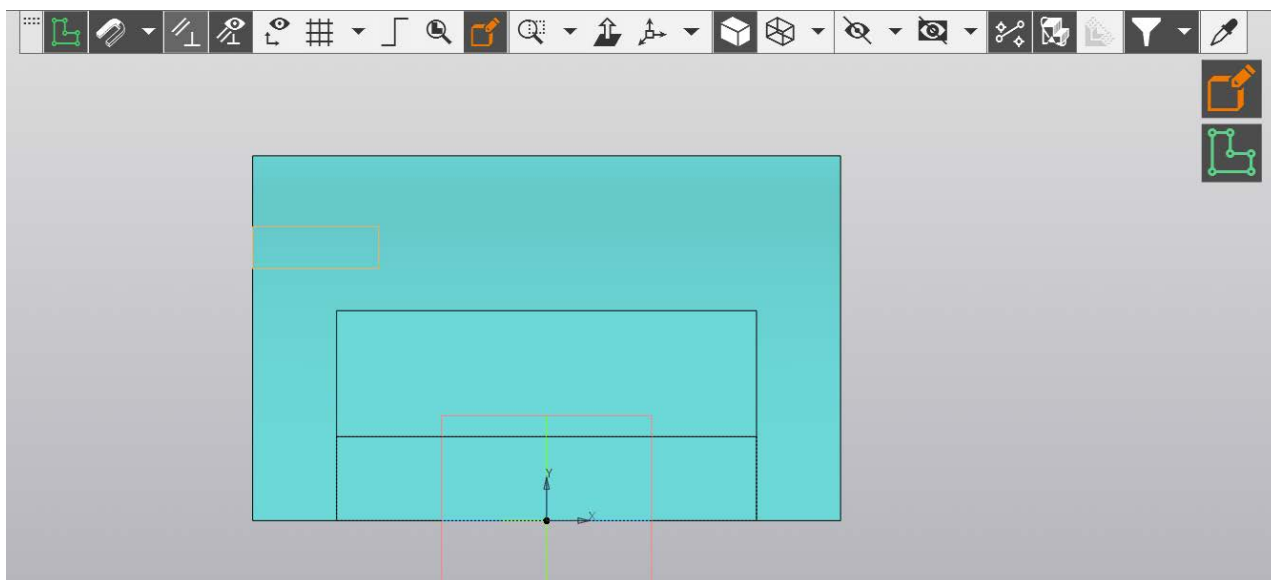


Рисунок 17 – Задание плоскости для размещения эскиза

Создаем эскиз стенки размером 166 x 170. Выравниваем прямоугольник по центру с помощью зависимости «Вертикальность». Выравниваем нижний край эскиза по нижней части опоры. Это можно сделать, спроецировав нижнюю грань опоры на плоскость эскиза (проецирование геометрии) и применив зависимость «Коллинеарность» (рис. 18).

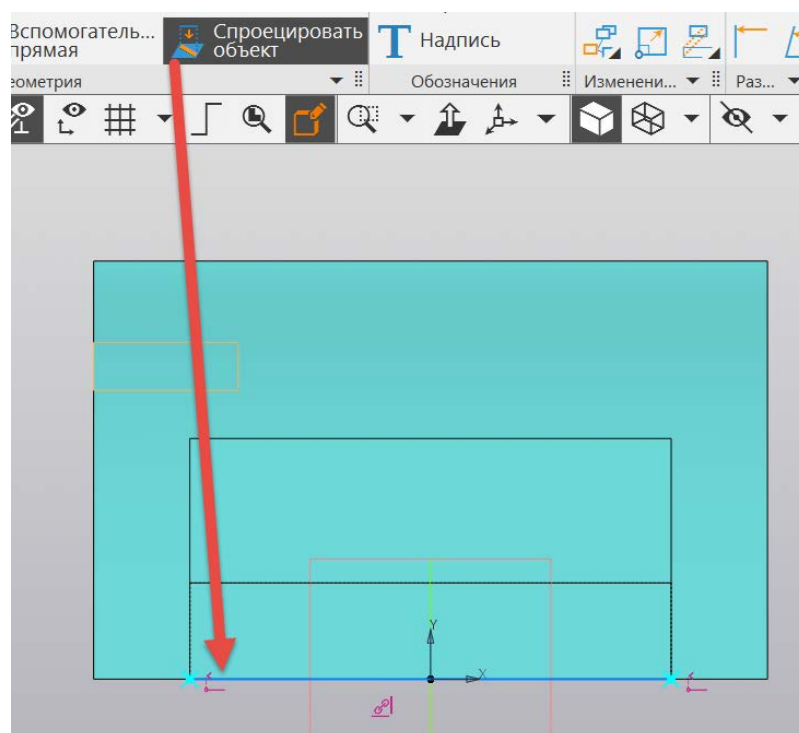


Рисунок 18 – Проецирование грани опоры

Отложим с двух сторон в продолжении прямой два отрезка, равных 33 мм (рис. 19). Достаиваем стенку (рис. 20).

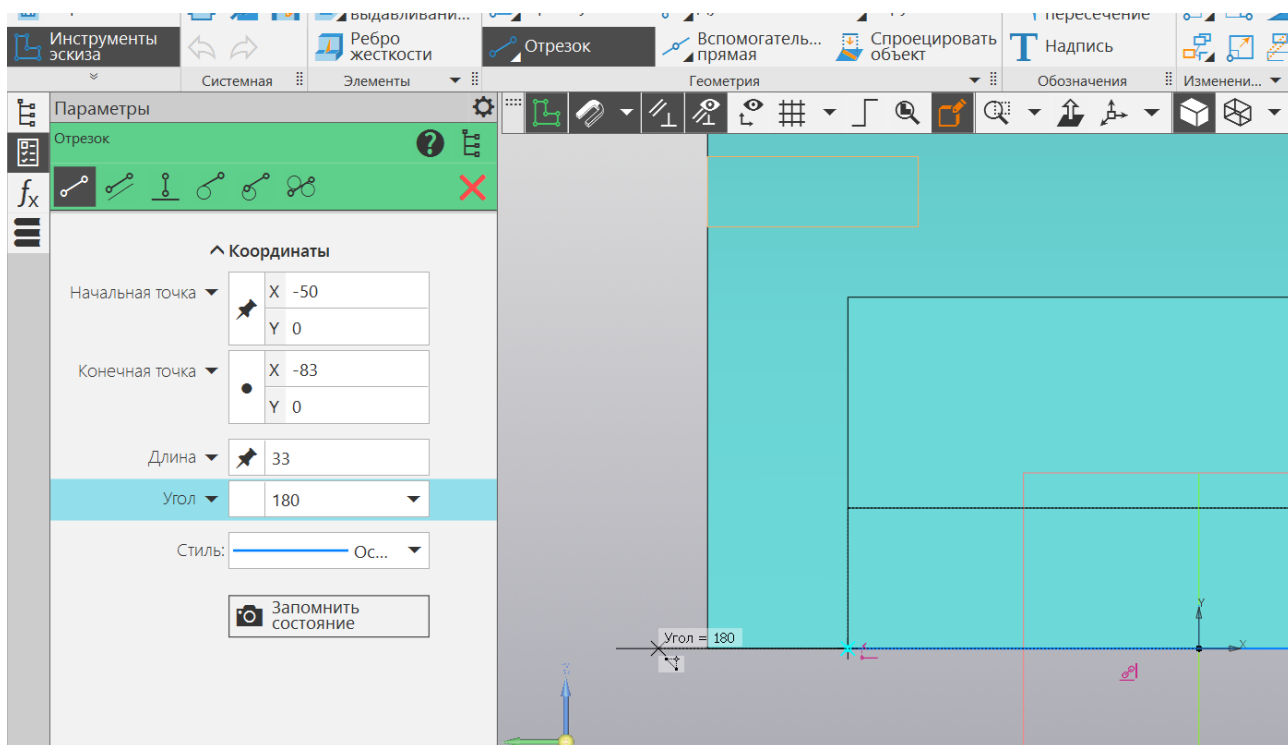


Рисунок 19 – Построение эскиза с привязкой к основанию и к плоскости грани опоры

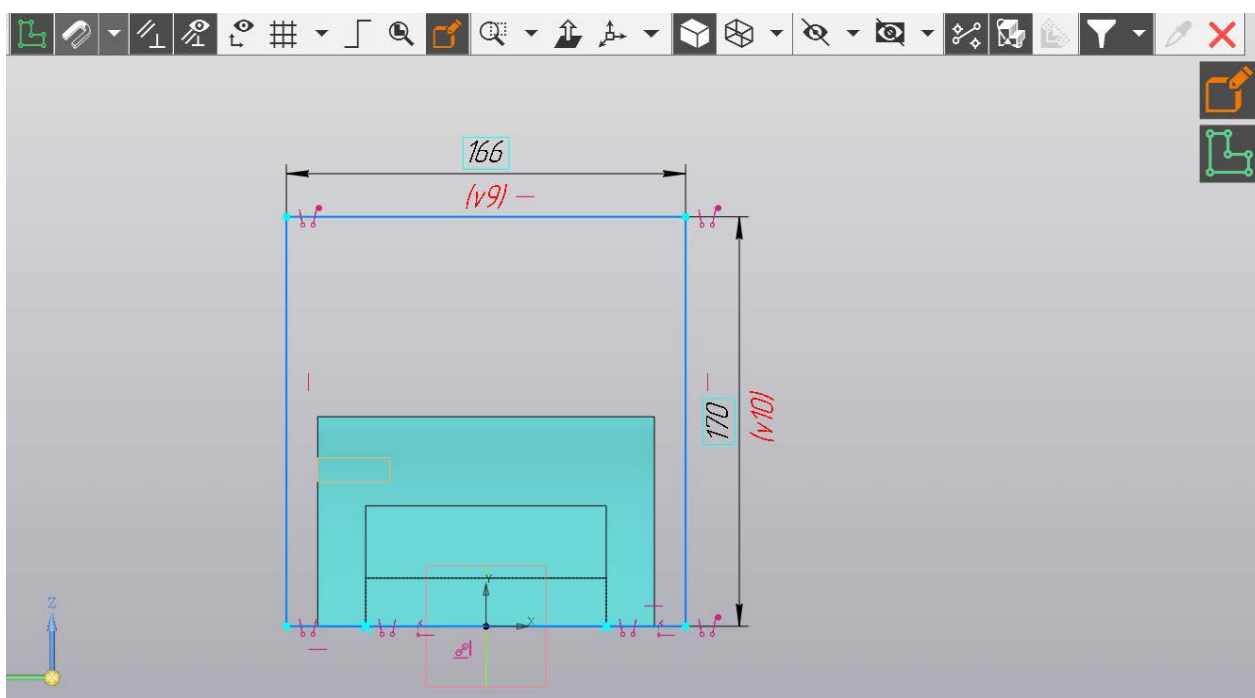


Рисунок 20 – Эскиз стенки

Выдавливаем контур стенки на 20 мм (рис. 21).

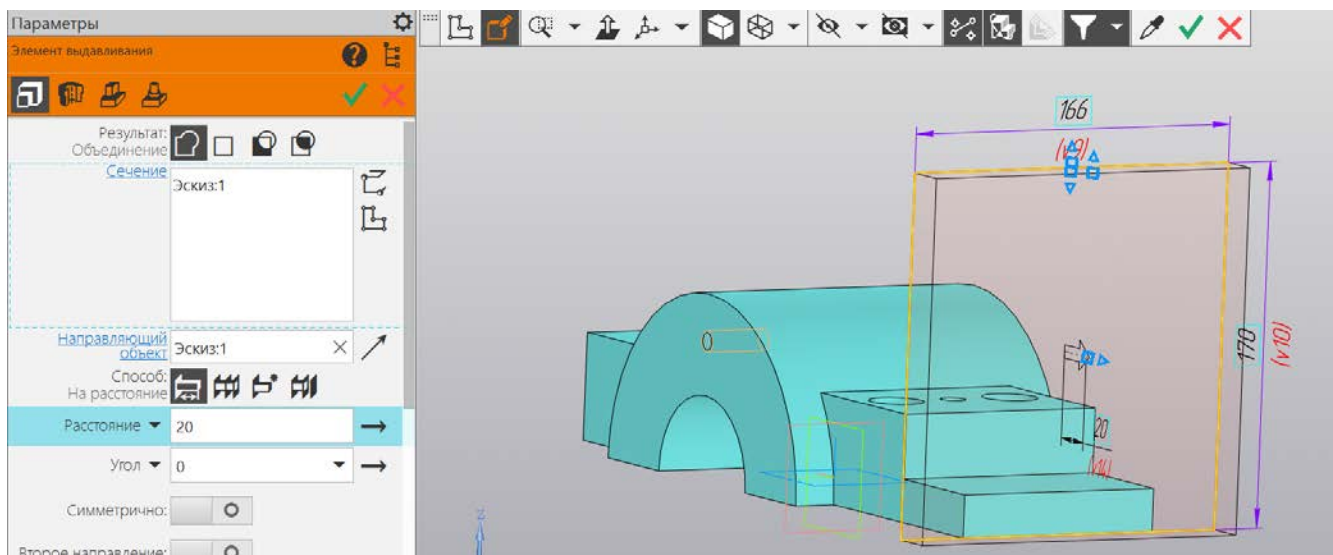


Рисунок 21 – Выдавливание стенки

Создадим в стенке два отверстия под Болты М30 х 3 х L.

Отложим снизу 140 мм, справа 33 мм, диаметр отверстия возьмем с учетом зазора – 33мм (рис. 22).

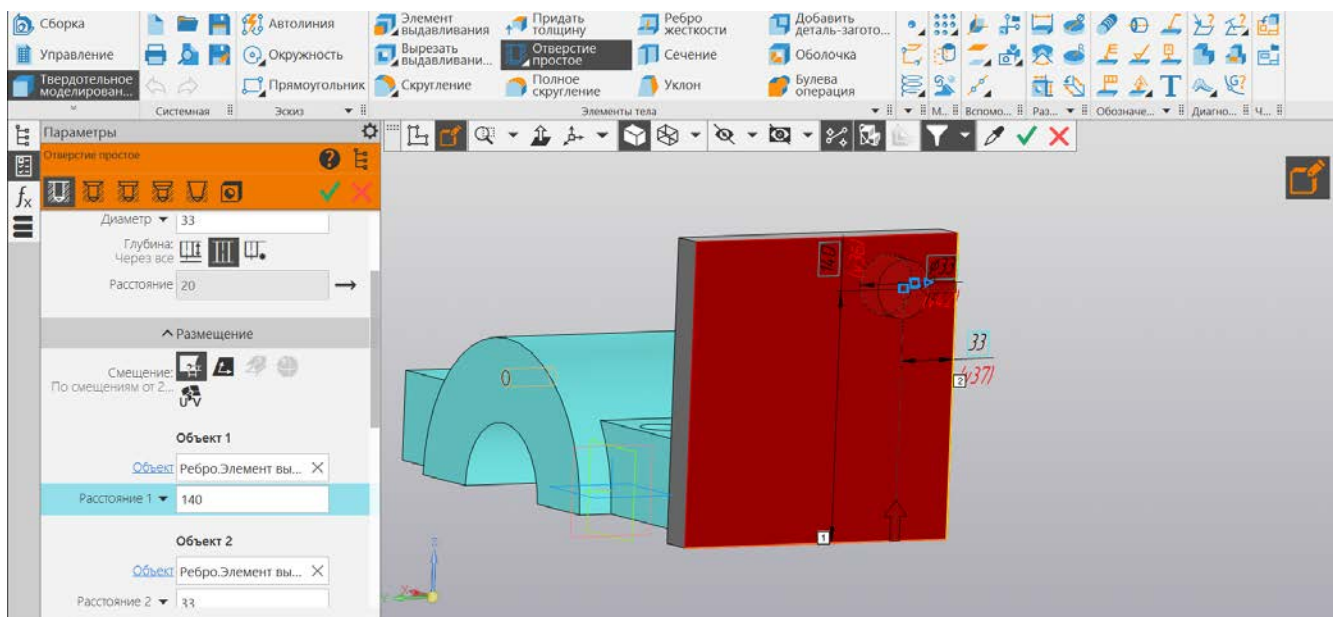


Рисунок 22 – Отверстие в стенке под болт

С помощью зеркального массива построим второе отверстие (рис. 23).

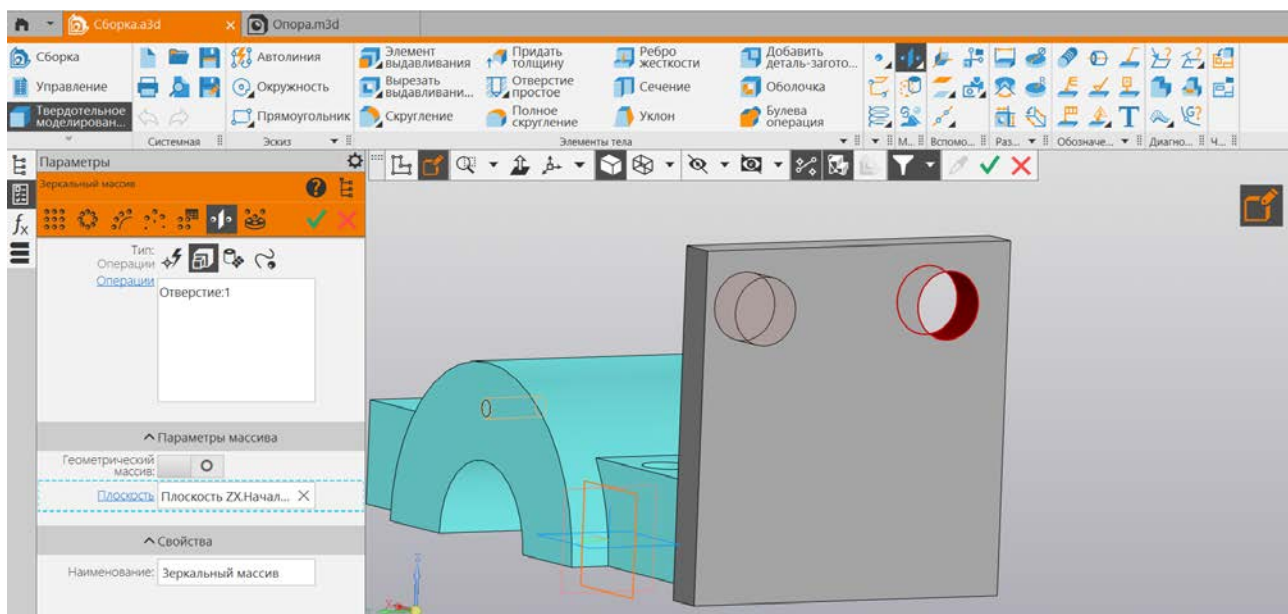


Рисунок 23 – Отражение второго отверстия с помощью «Зеркального массива»

Сохраняем стенку и возвращаемся в сборку. Создаем ребро (рис. 24).

На вертикальной плоскости, проходящей по центру опоры, создаем эскиз ребра. Проецируем опорную геометрию на плоскость эскиза и вычерчиваем профиль ребра (рис. 25).

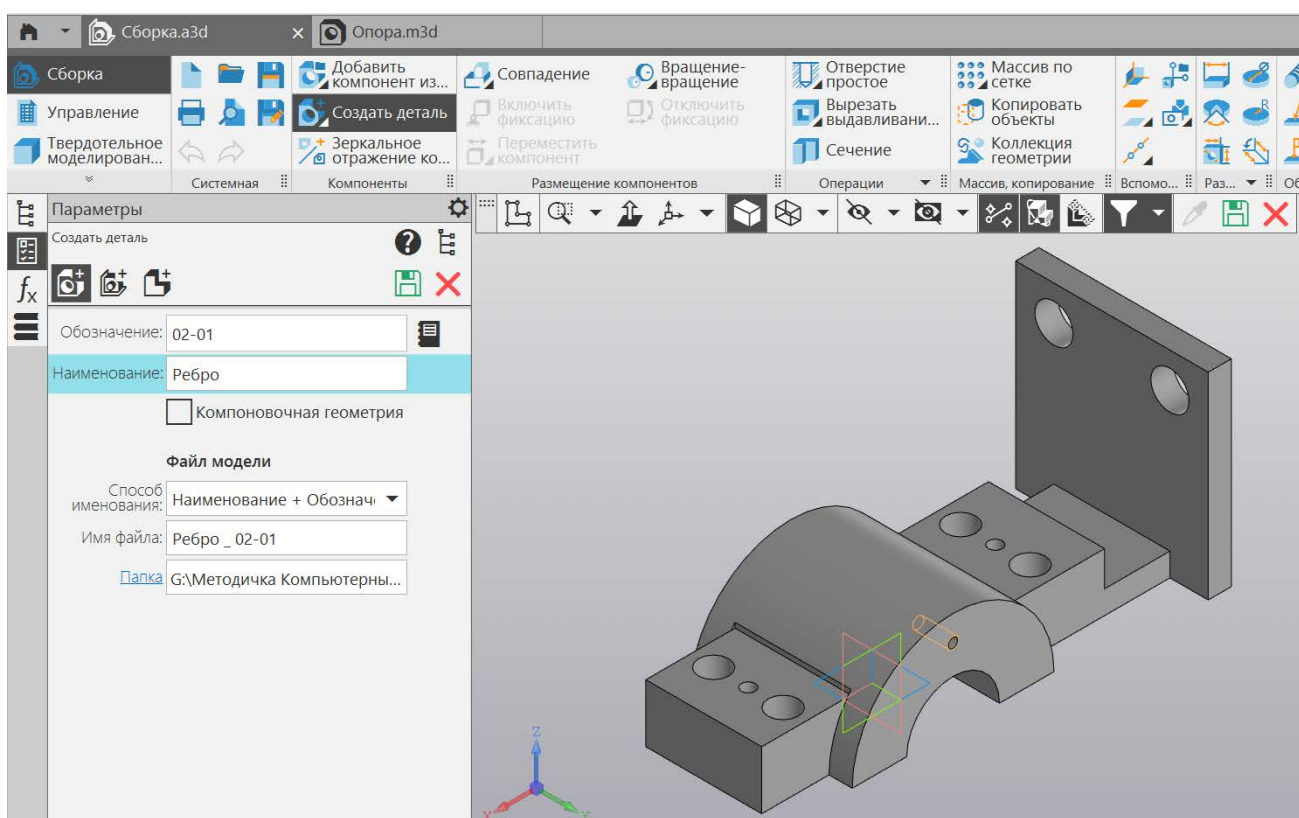


Рисунок 24 – Создание новой детали «Ребро»

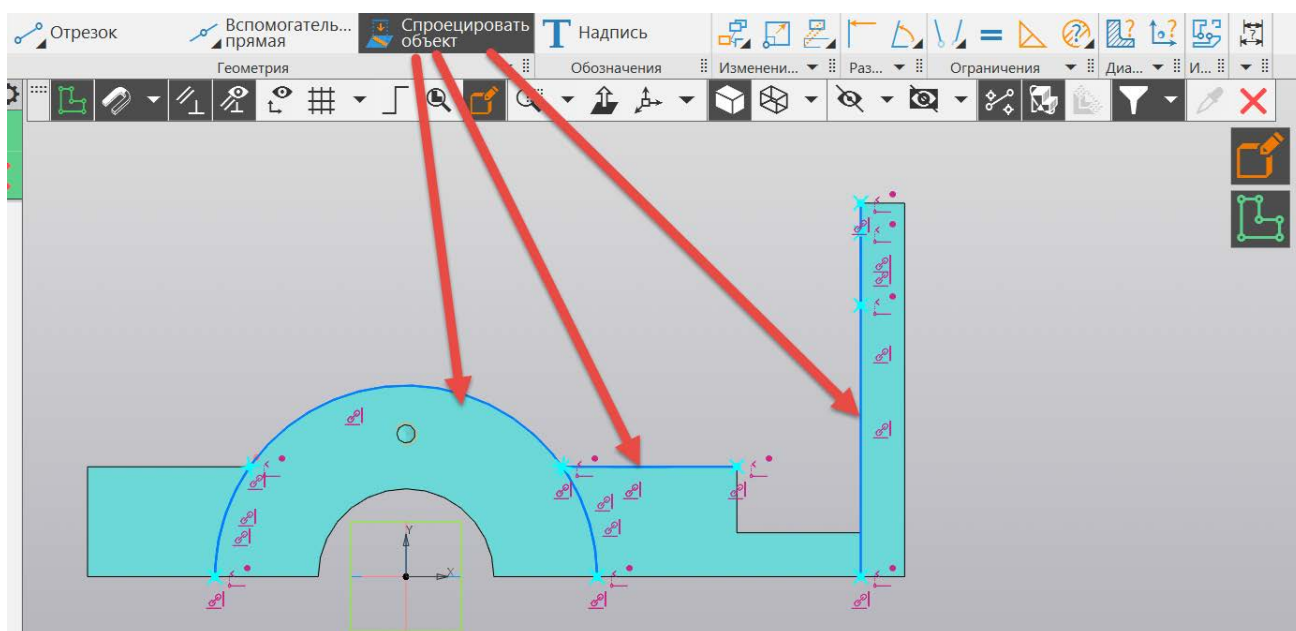


Рисунок 25 – Проецирование геометрии в плоскость эскиза ребра

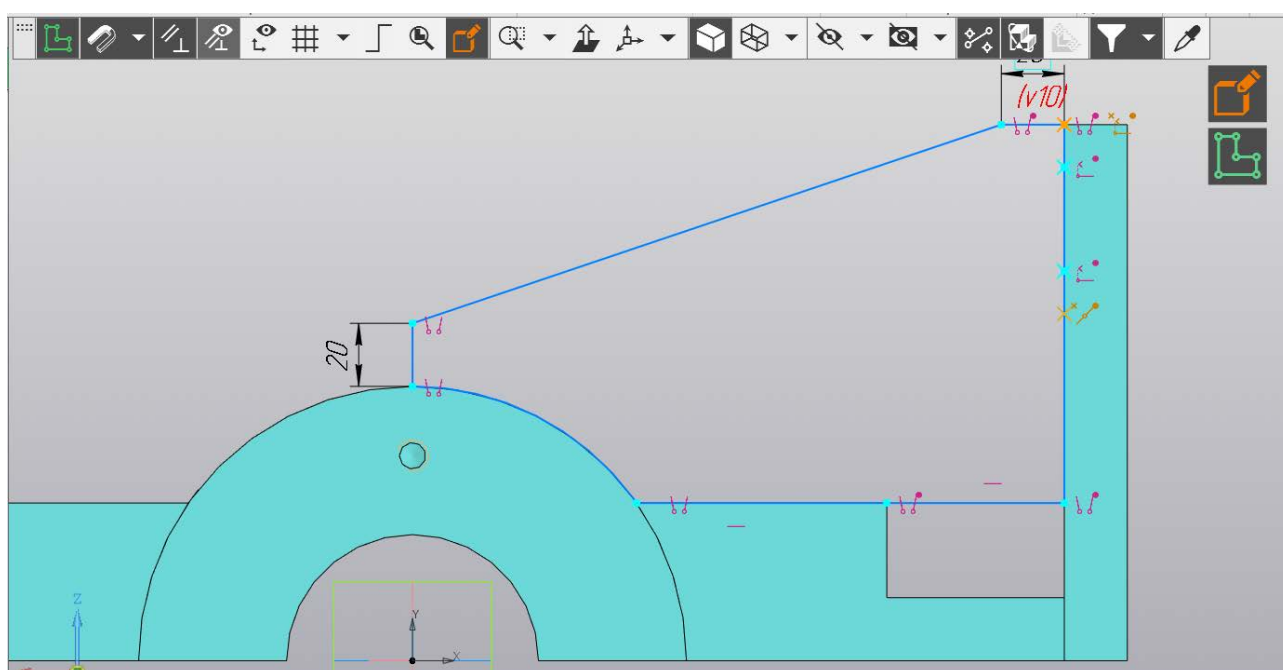


Рисунок 26 – Построение эскиза ребра

Построим эскиз ребра и дополним его недостающими размерами (рис. 26, 27, 28). Симметрично выдавим эскиз в две стороны шириной 20 мм.

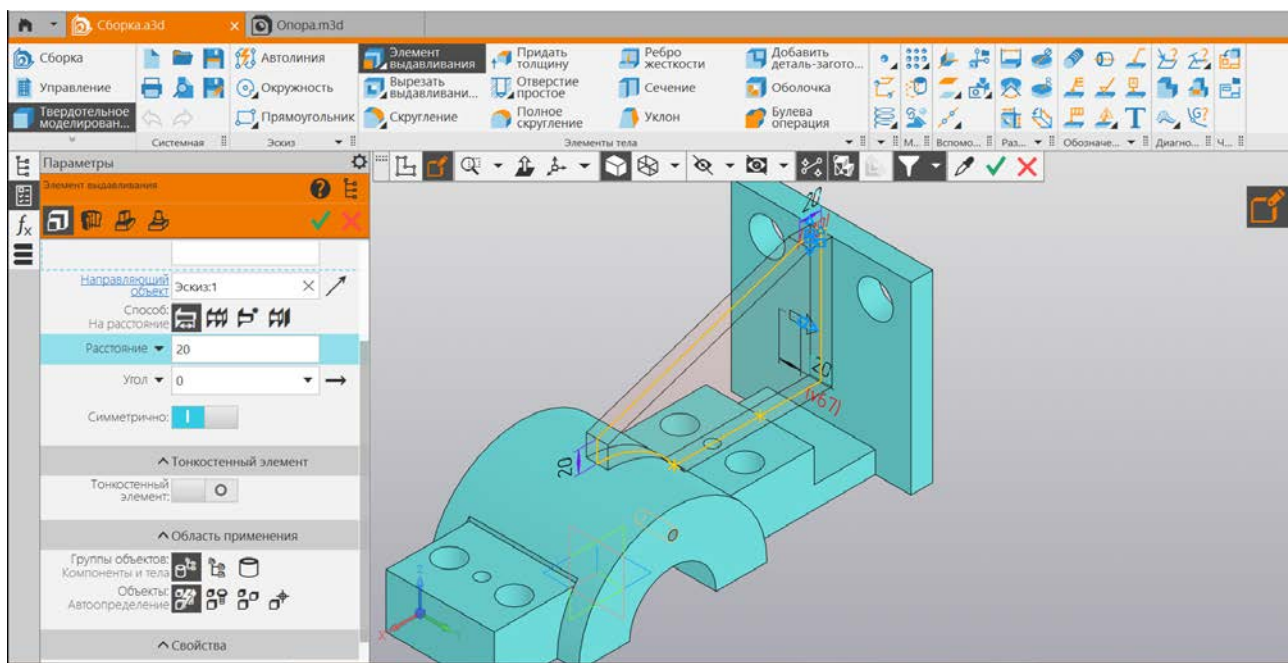


Рисунок 27 – Придание формы ребру за счет операции «Выдавливание»

Возвращаемся в сборку. Переходим на вкладку «Сварные соединения» (рис. 29). Если нет этой вкладки, открываем вкладку «Приложения» и нажимаем на команду «Добавить приложение». Открываются папки, находим там папку «Сварные соединения», заходим в неё и запускаем файл с расширением *.rtw. Приложение добавлено.

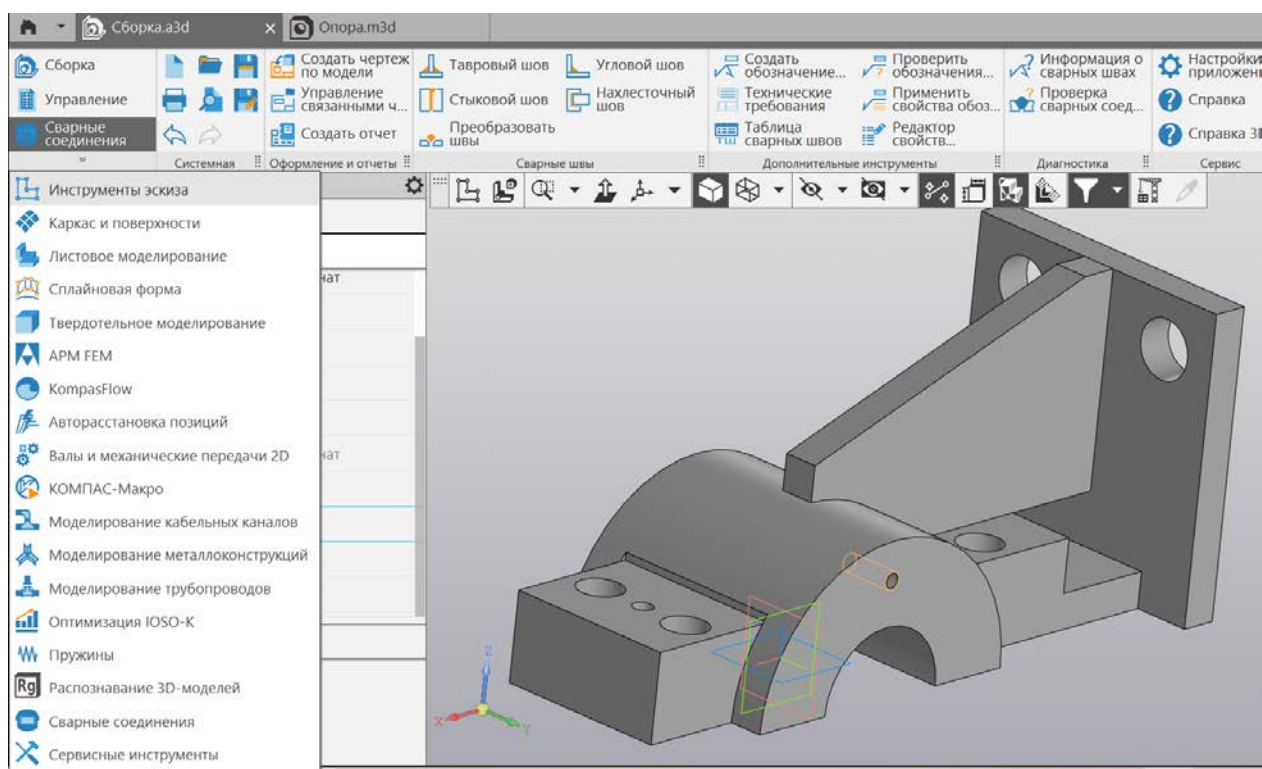


Рисунок 28 – Переход в среду «Сварные соединения»

Опора и ребро крепятся с помощью сварного шва Т9 (ГОСТ 5264-80). Необходимо подготовить четыре кромки у ребра. Параметры катетов фасок примем равными 10 мм. В данном случае будет показано только формирование таврового сварного шва без предварительной обработки кромок. Подготовка кромки будет описана позднее (рис. 30, 31, 32, 33).

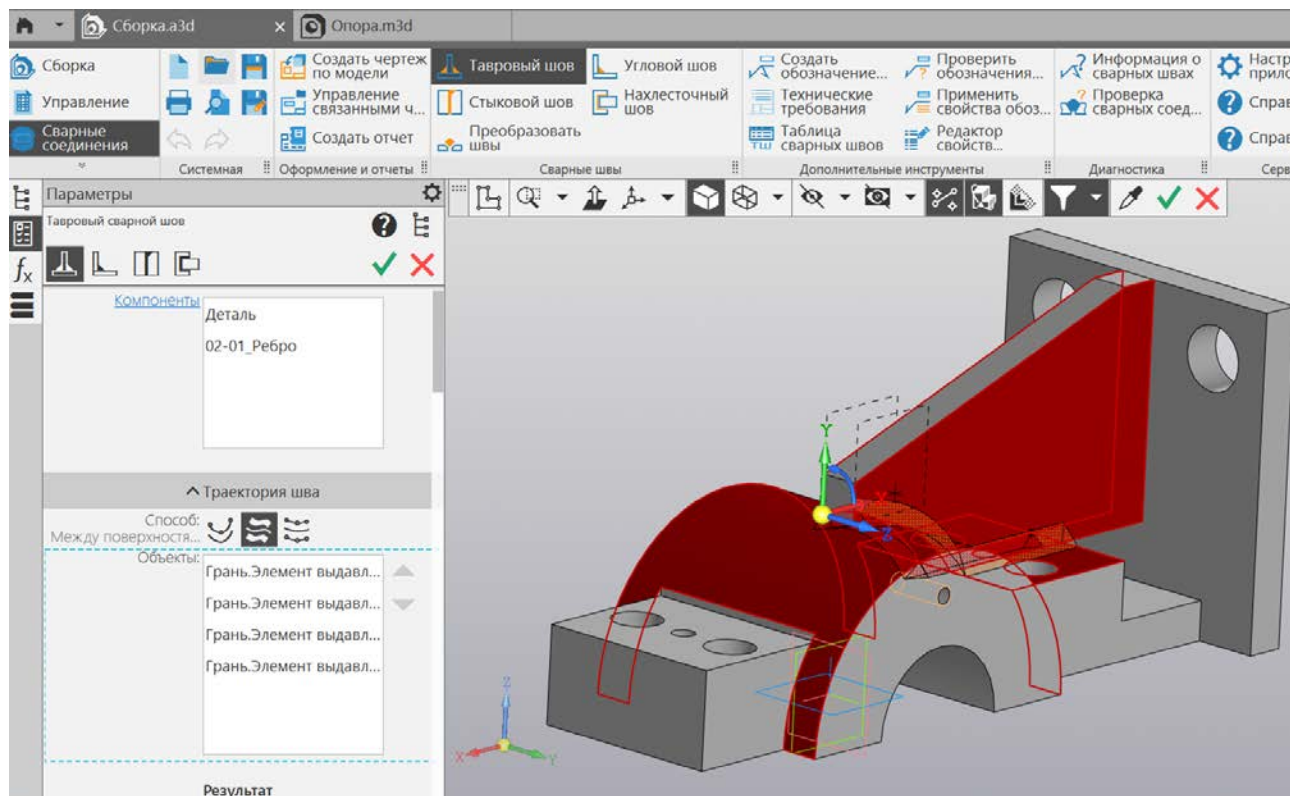


Рисунок 29 – Формирование таврового шва в местах крепления ребра к опоре

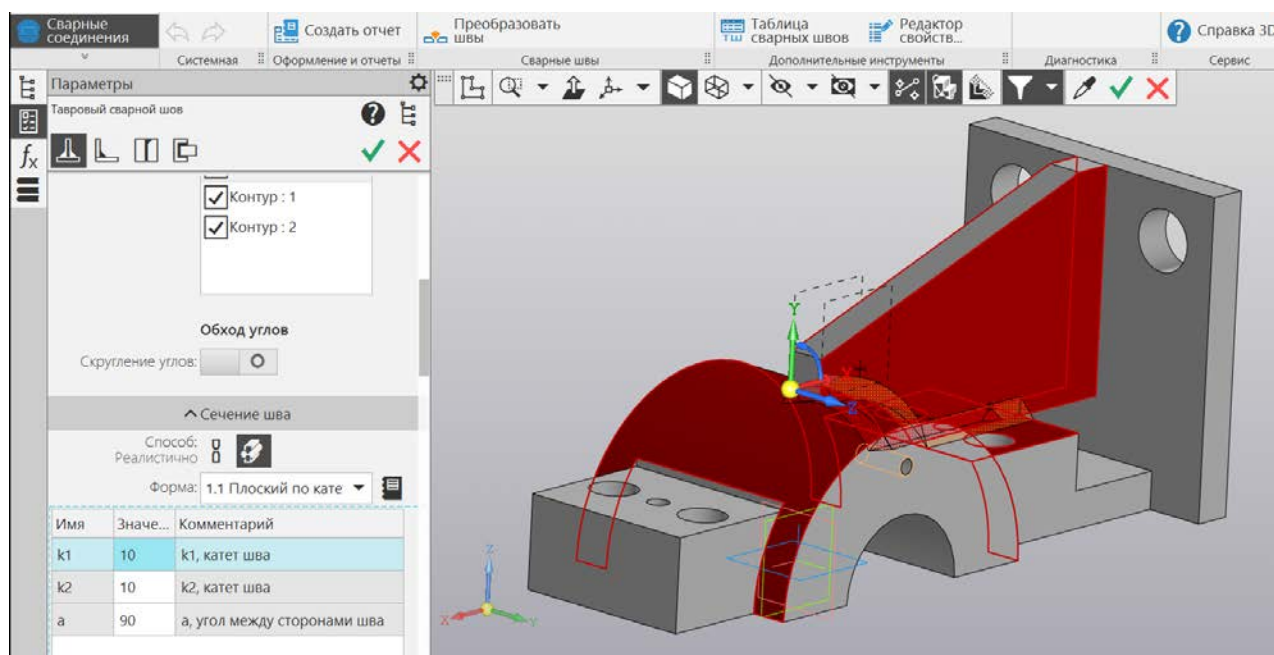


Рисунок 30 – Задание параметров шва

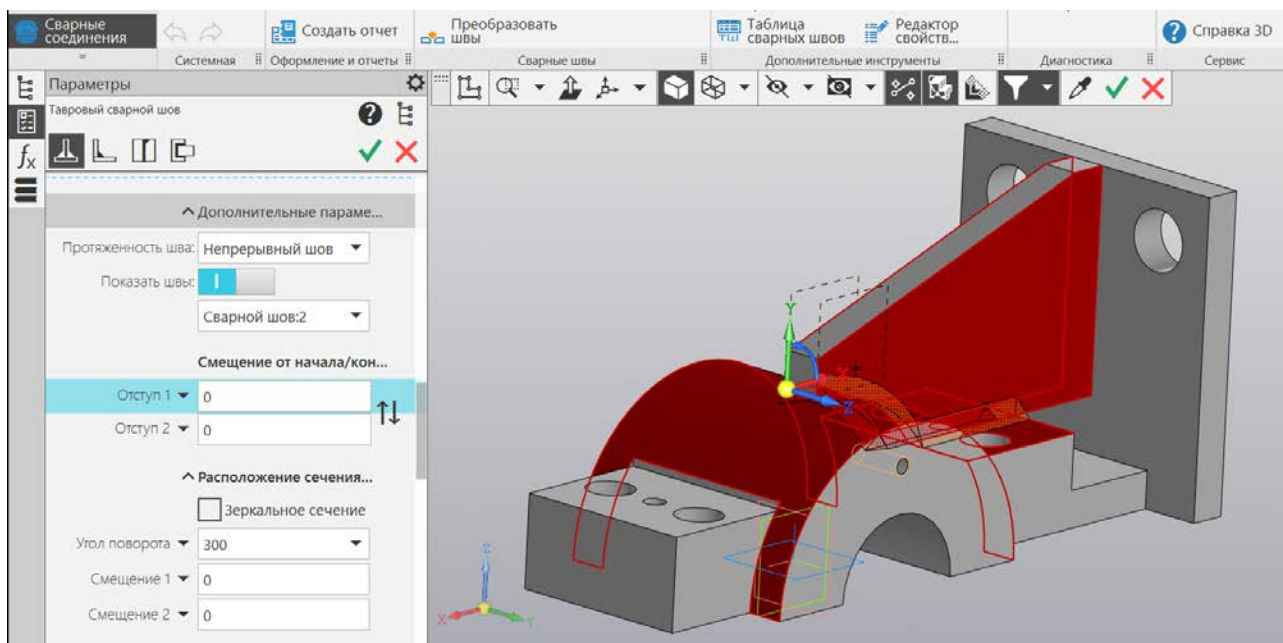


Рисунок 31 – Дополнительные параметры шва

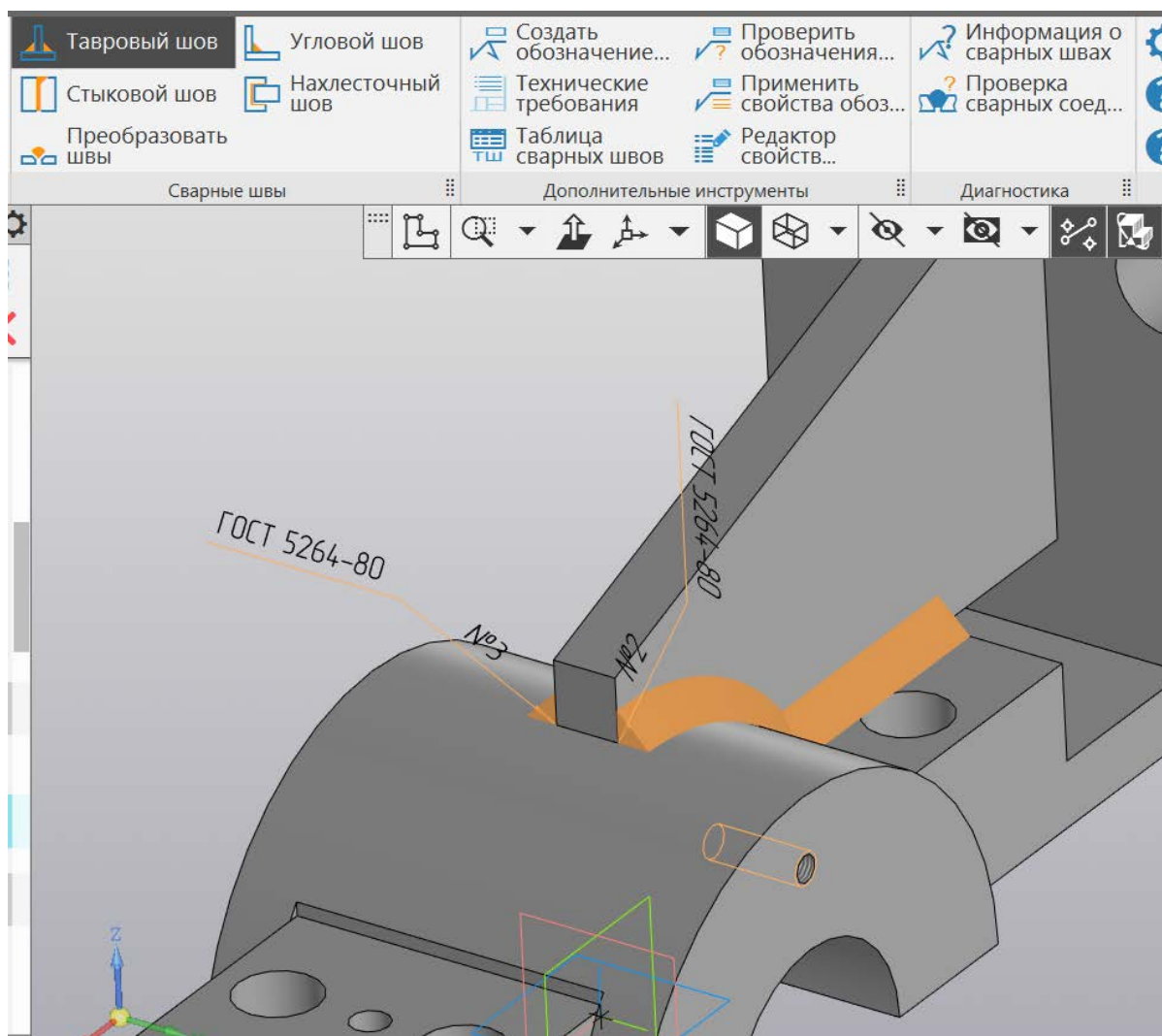


Рисунок 32 – Обозначение сварного шва

Опора и стенка крепятся с помощью сварного шва У6 (ГОСТ 5264-80). Необходимо предварительно подготовить кромку у опоры. Выделяем опору в «Дереве структуры» и нажимаем правую клавишу мыши, в открывшемся меню выбираем «Редактировать компонент на месте». Катет фаски по размеру равен толщине детали в этом месте, значит мы можем убрать часть материала, создав эскиз прямоугольника, и затем выдавить его и вычесть из детали (рис. 34 – 36). Тот же результат мы могли получить, применив команду «Вырезать выдавливанием». Катеты для сварки подбираем с учетом геометрии кромок: 20 мм и 20 мм (рис. 37-40).

Сварным швом ТЗ (ГОСТ 5264-80) привариваем ребро к стенке. Обработка кромок при этом типе шва не требуется. Катет для шва указываем 10 x 10 (рис. 41).

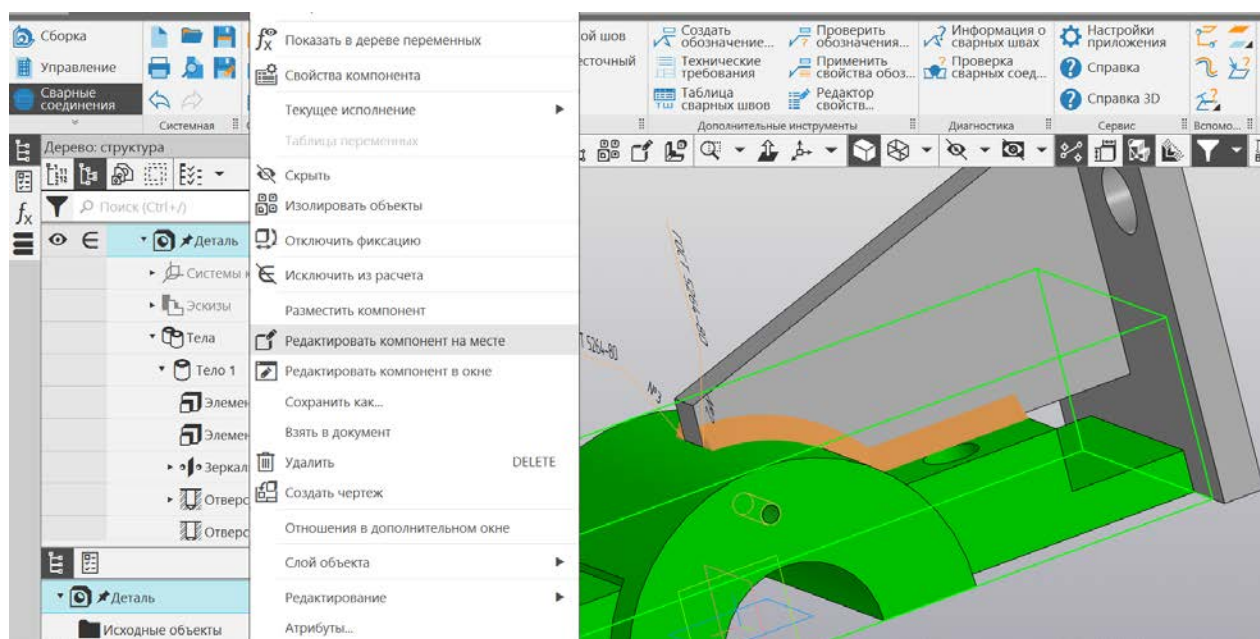


Рисунок 33 – Редактирование компонента на месте

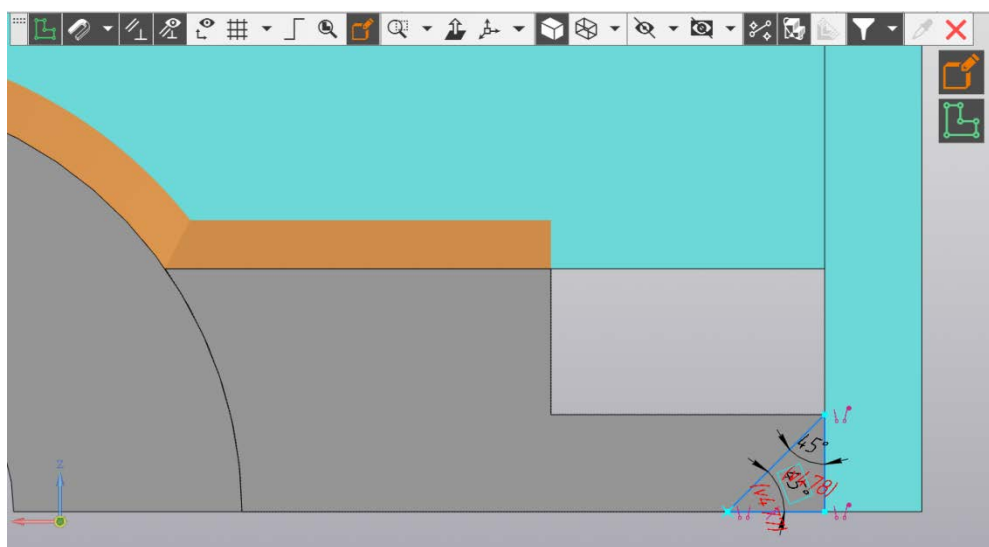


Рисунок 34 – Эскиз кромки под сварку

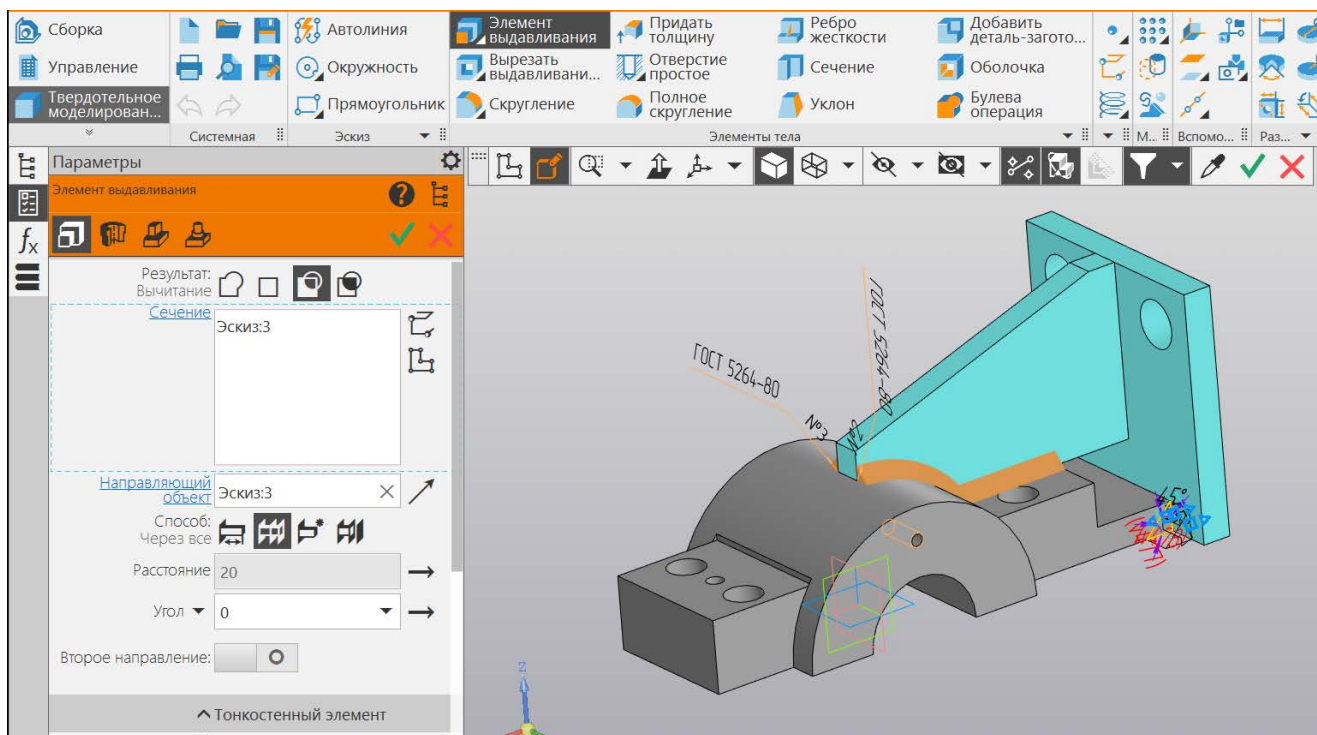


Рисунок 35 – Выдавливание с вычитанием

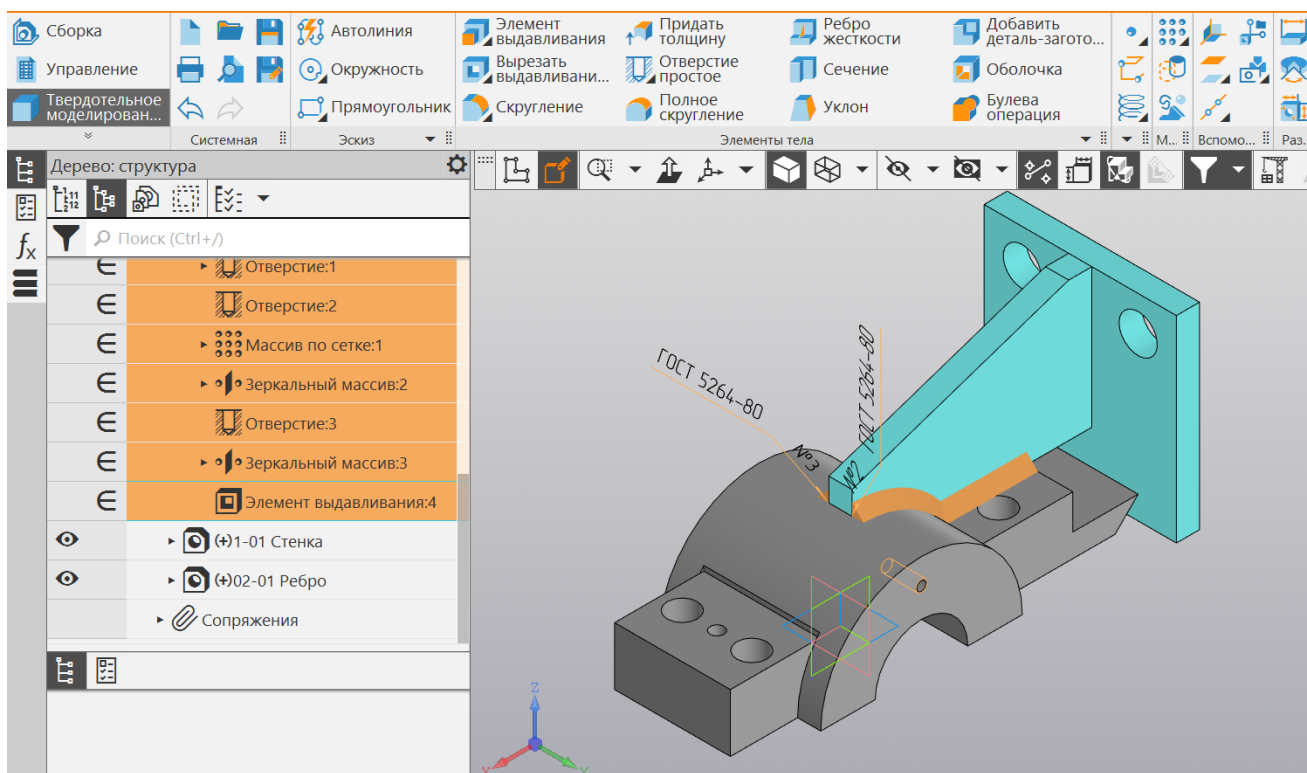


Рисунок 36 – Опора с подготовленной кромкой под сварку

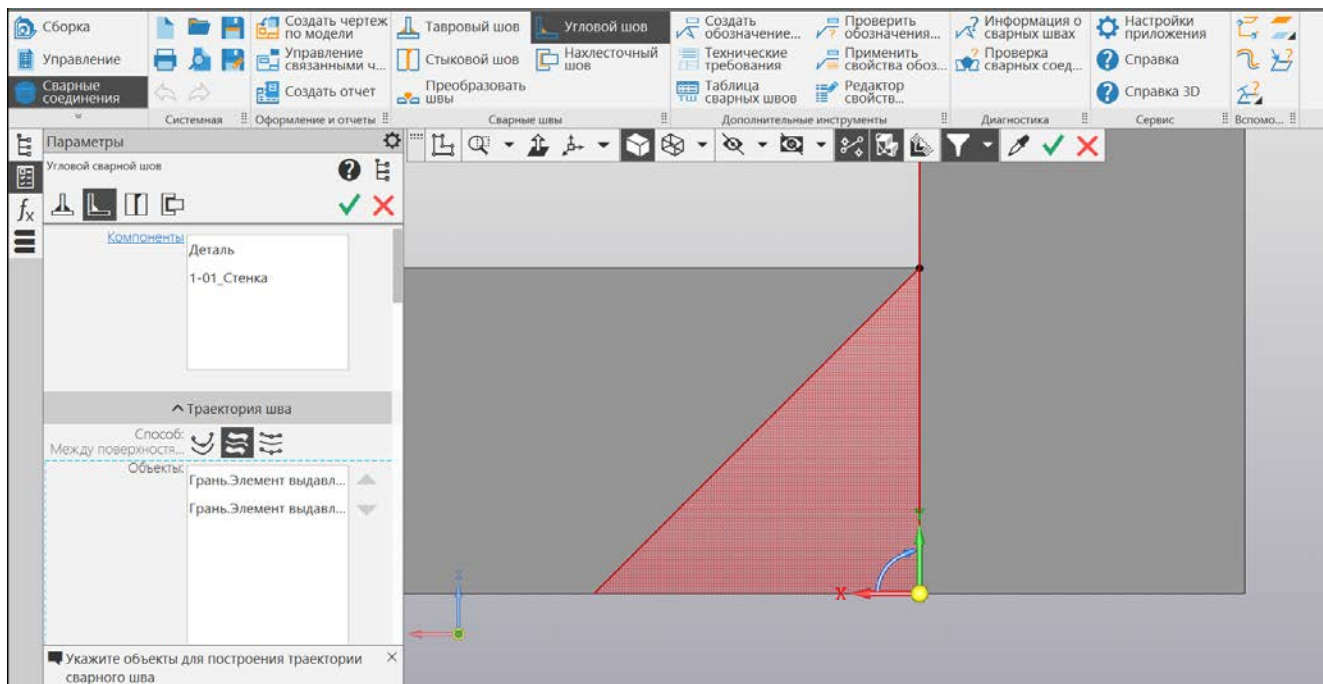


Рисунок 37 – Настройка параметров шва

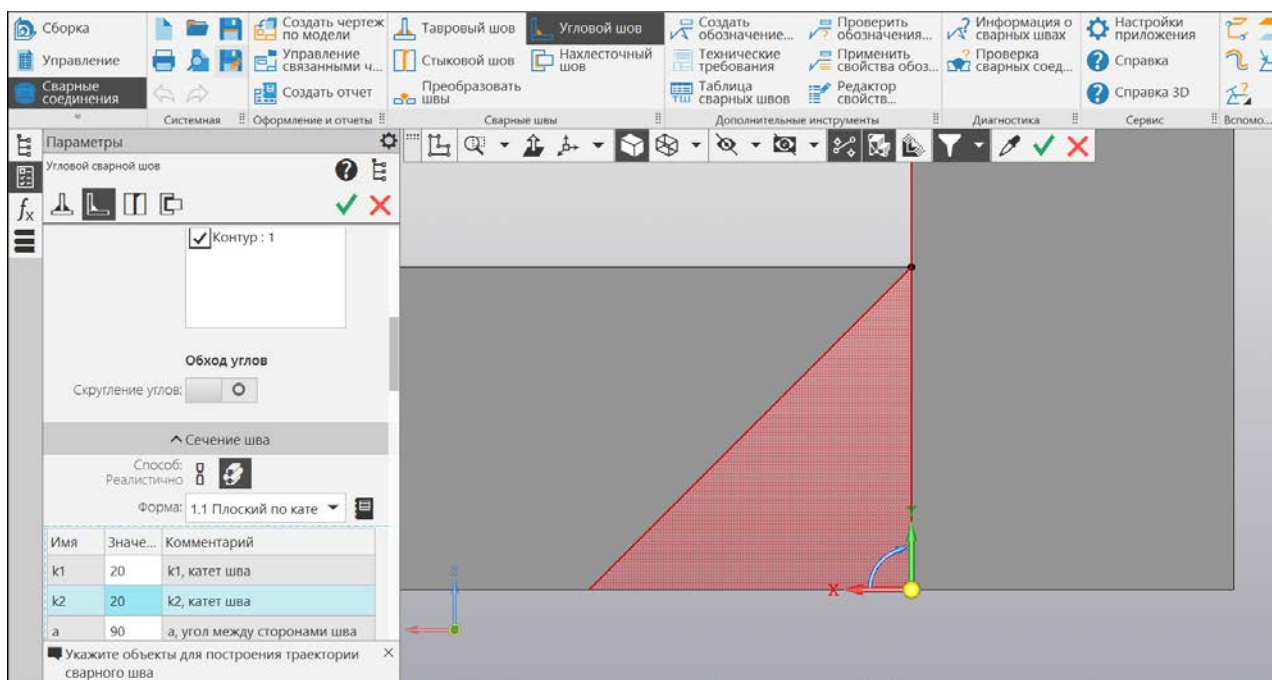


Рисунок 38 – Сечение шва

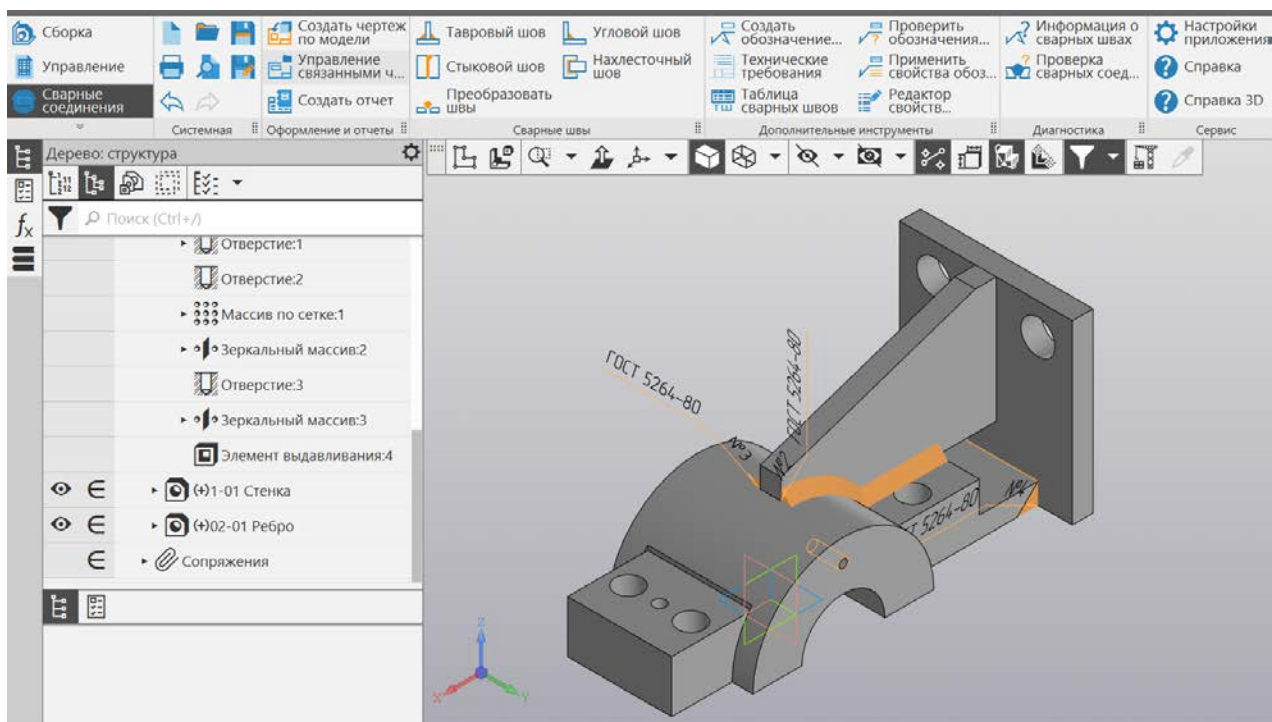


Рисунок 39 – Обозначение шва

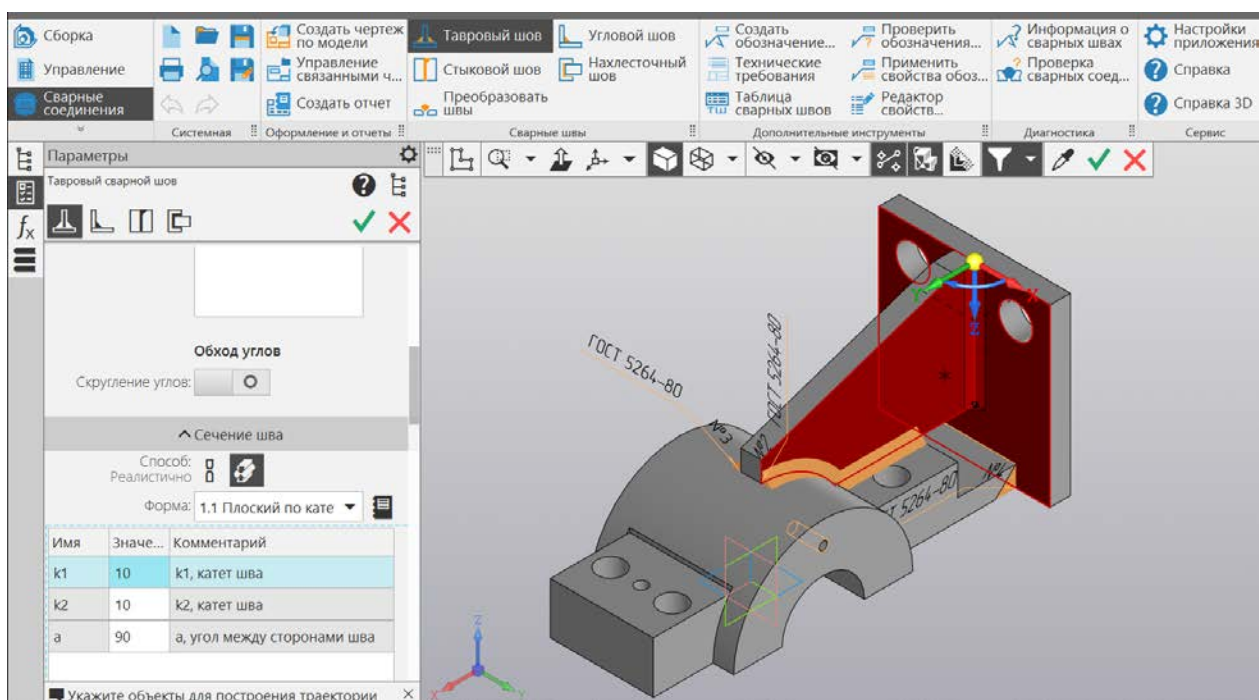


Рисунок 40 – Создание шва между стенкой и ребром

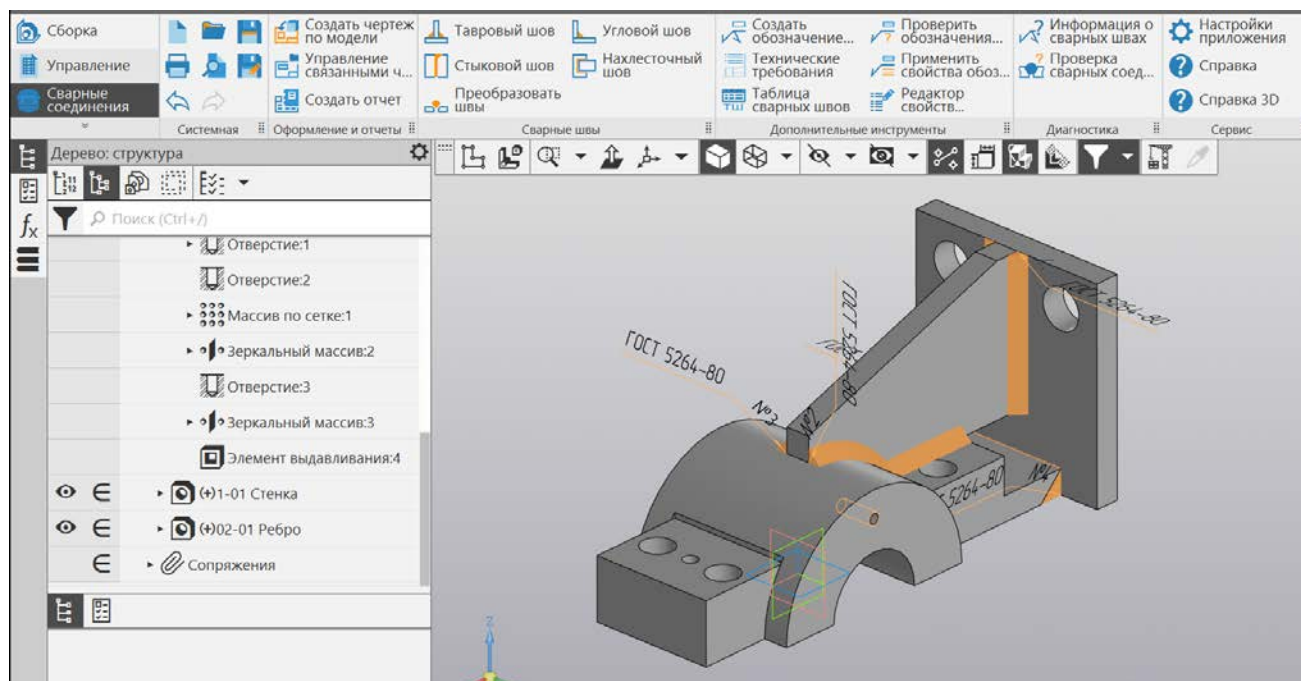


Рисунок 41 – Сварной корпус

Сохраним сварной узел с названием «Корпус сварной».

Создание сборочного разъемного узла

Создадим новую сборку с название Сборочный узел и разместим в ней Корпус сварной, совместив системе координат при вставке (рис. 42, 43).

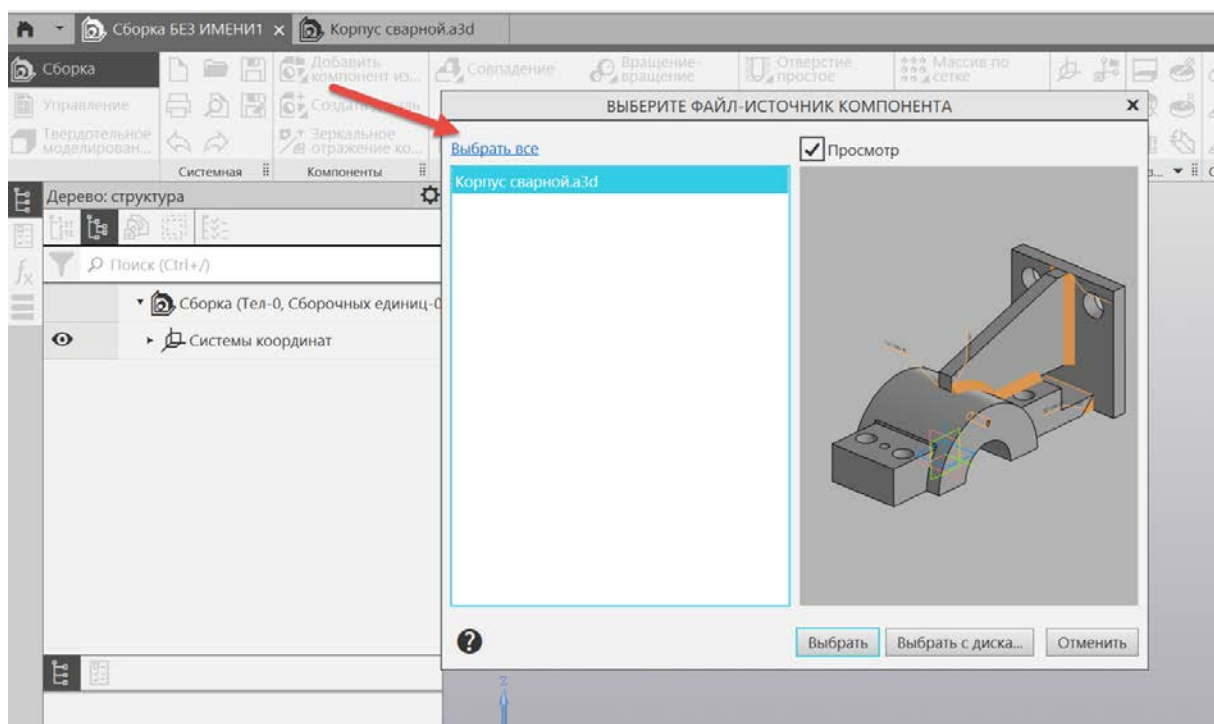


Рисунок 42 – Добавление в сборку корпуса сварного

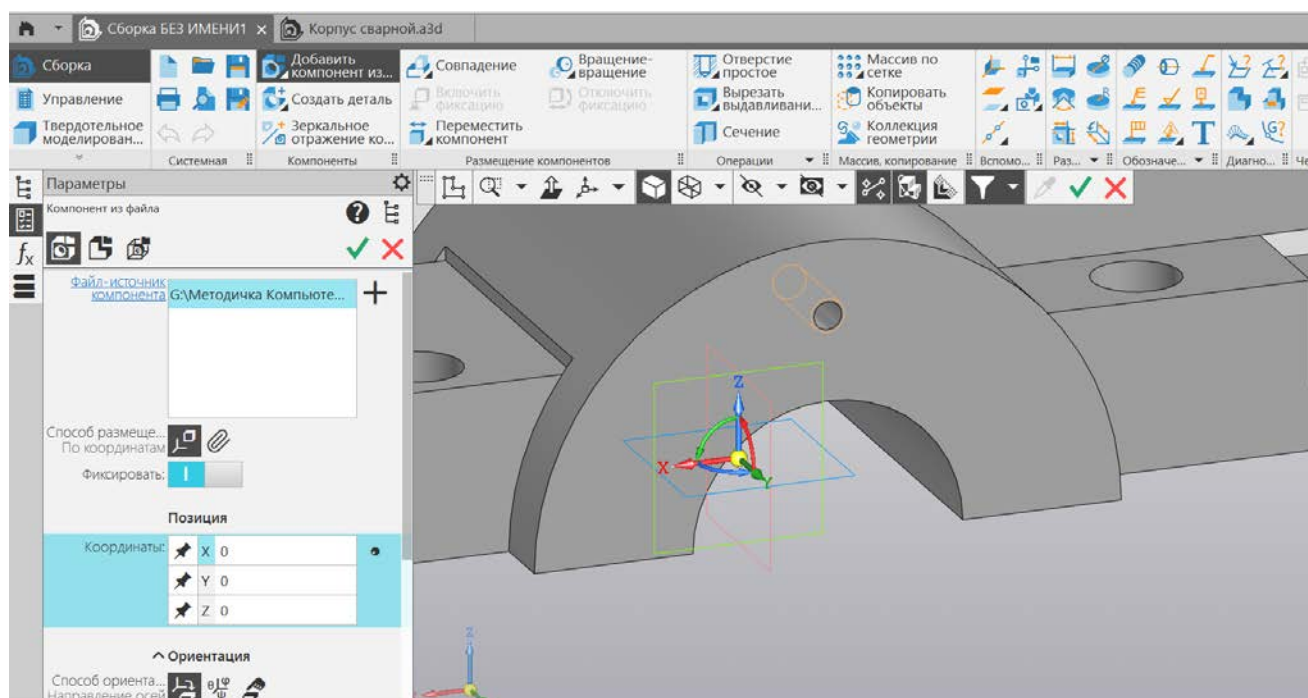


Рисунок 43 – Размещение корпуса в среде сборки

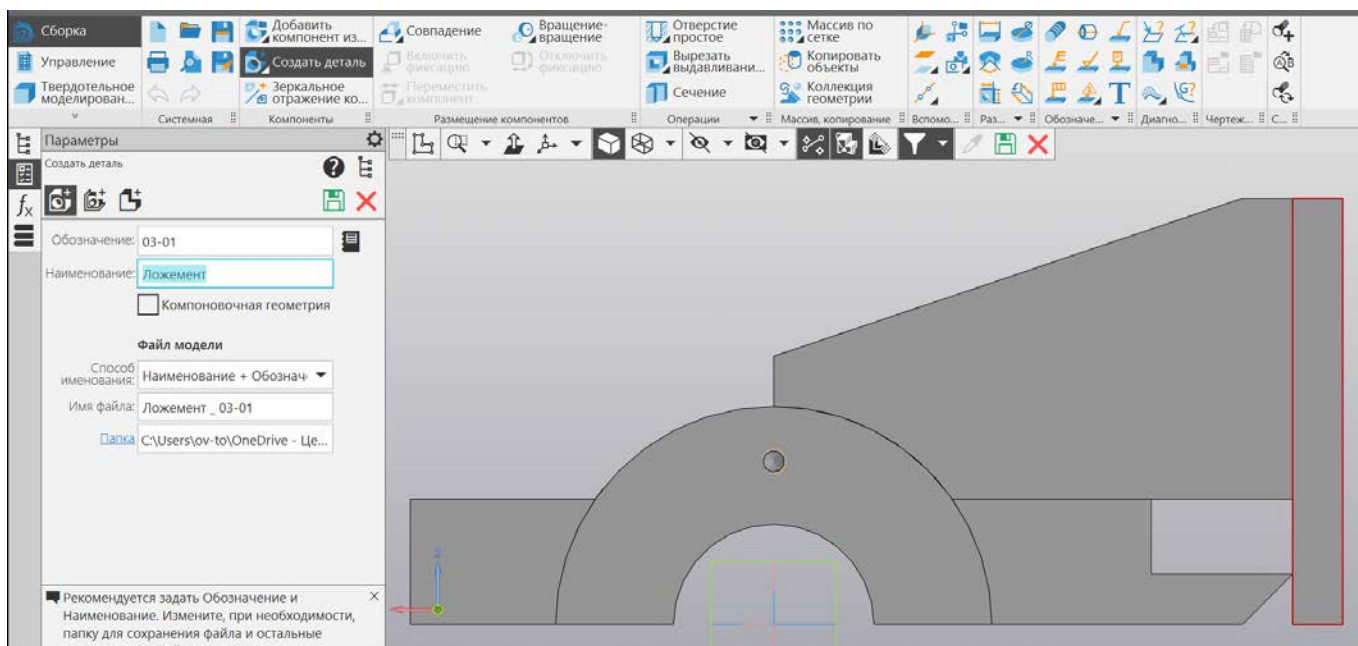


Рисунок 44 – Создание в среде сборки новой детали «Ложемент»

Создадим в сборке новую деталь «Ложемент» (рис. 44). Для создания эскиза воспользуемся плоскостью, которая проходит по центру ребра – YX. Спроецируем вспомогательную геометрию и создадим на ее основе эскиз (рис. 45, 46).

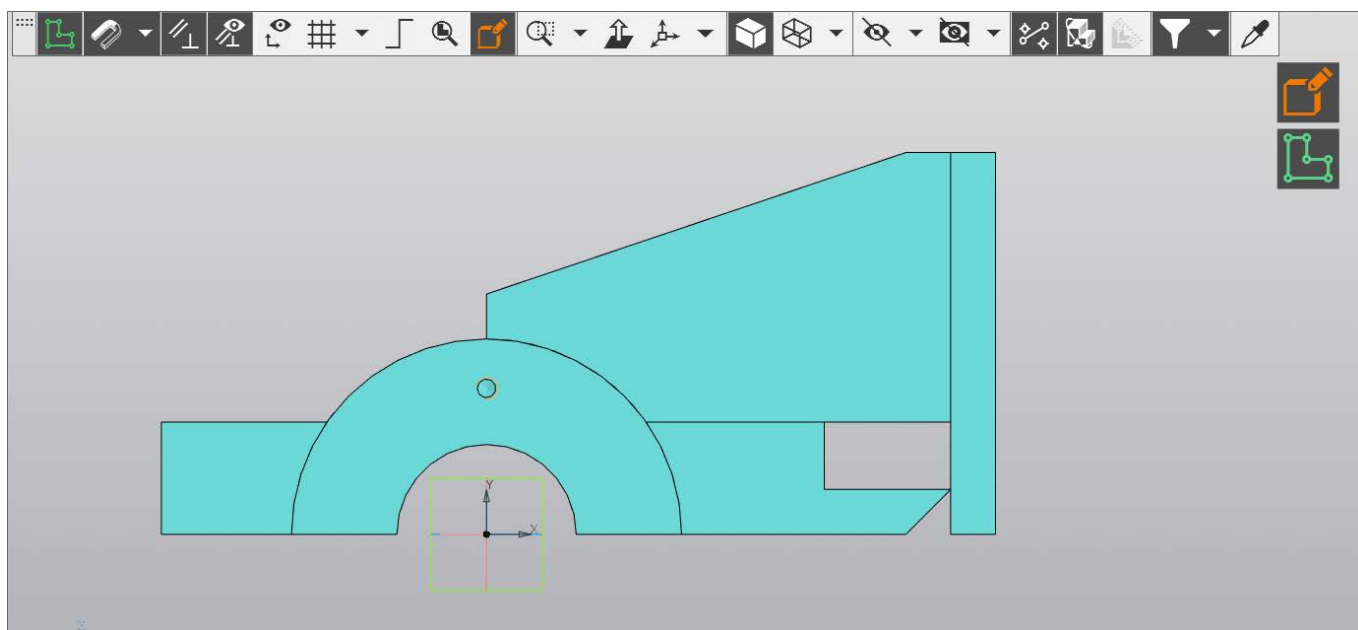


Рисунок 45 – Задание плоскости для размещения эскиза

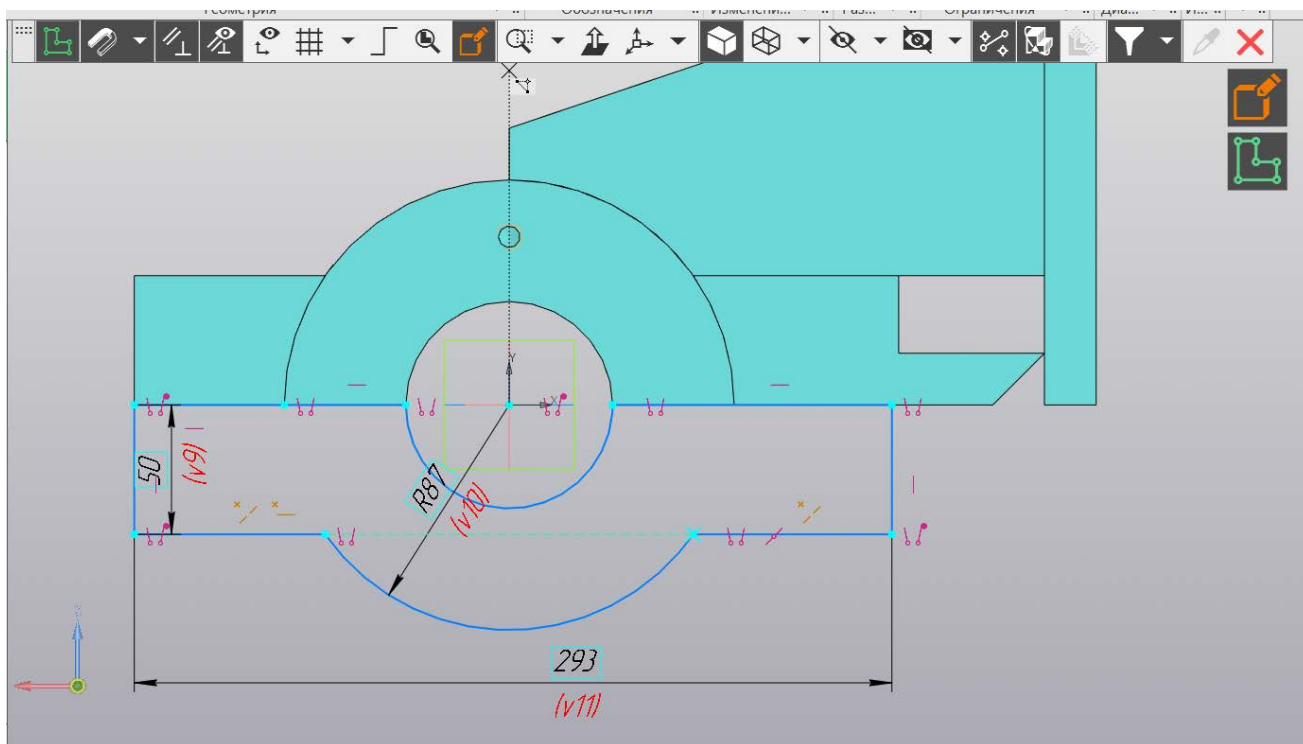


Рисунок 46 – Создание эскиза ложеента

Выдавим профиль модели симметрично в двух направлениях на 100 мм (в совокупности) (рис. 47).

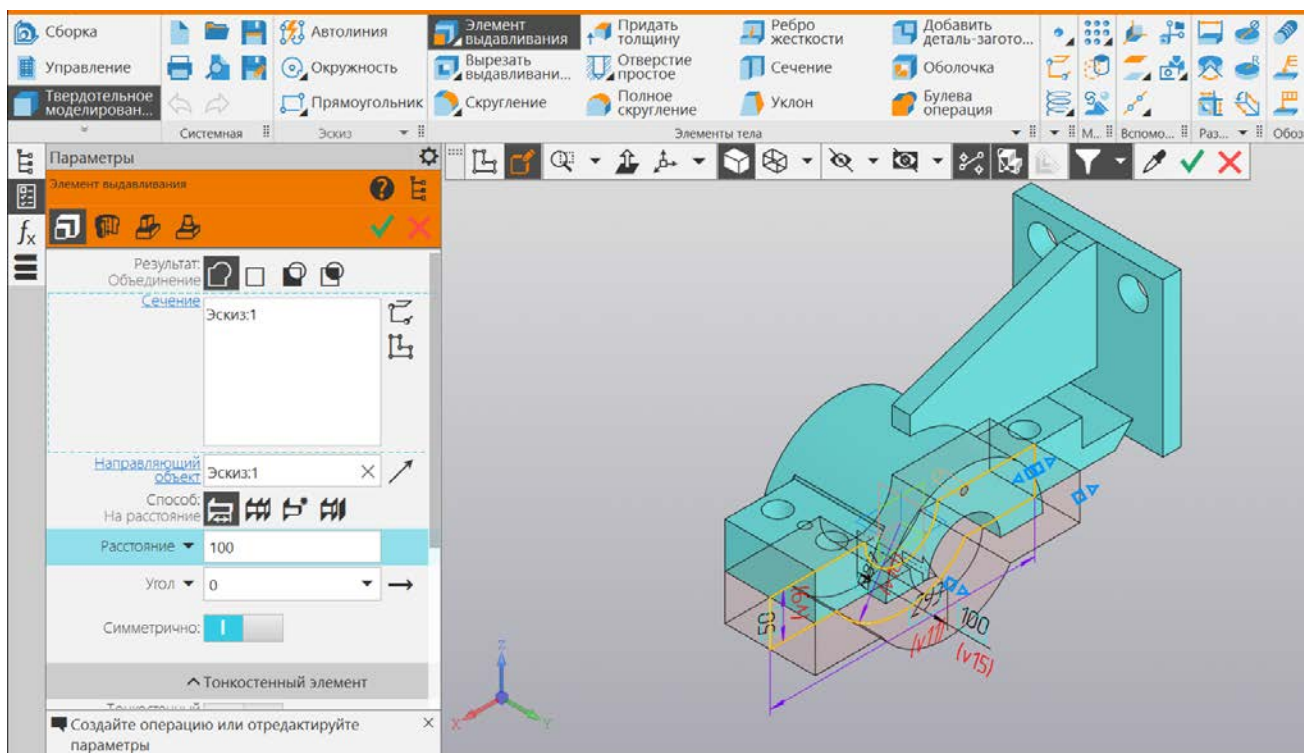


Рисунок 47 – Выдавливание профиля ложеента

Дополним модель двумя полуцилиндрами с обеих сторон глубиной выдавливания 20 мм (рис. 48, 49). Для создания второго элемента примените инструмент «Зеркальный массив» (рис. 50).

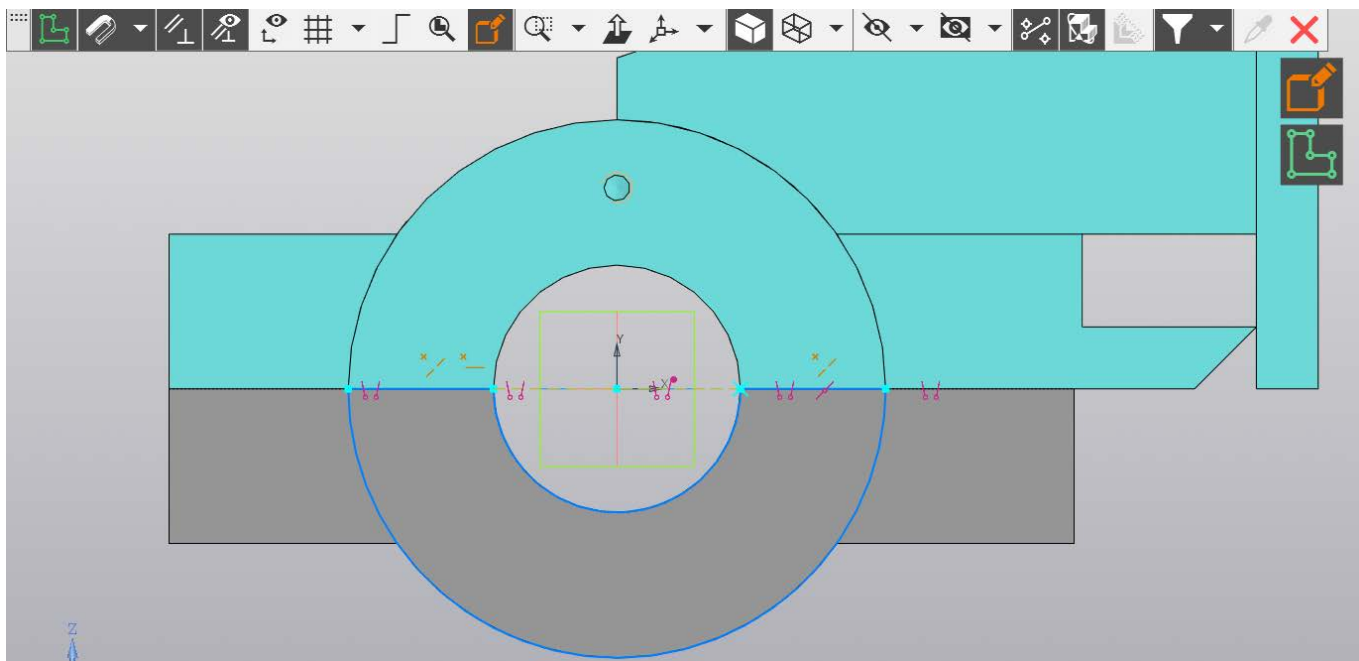


Рисунок 48 – Эскиз полуцилиндра

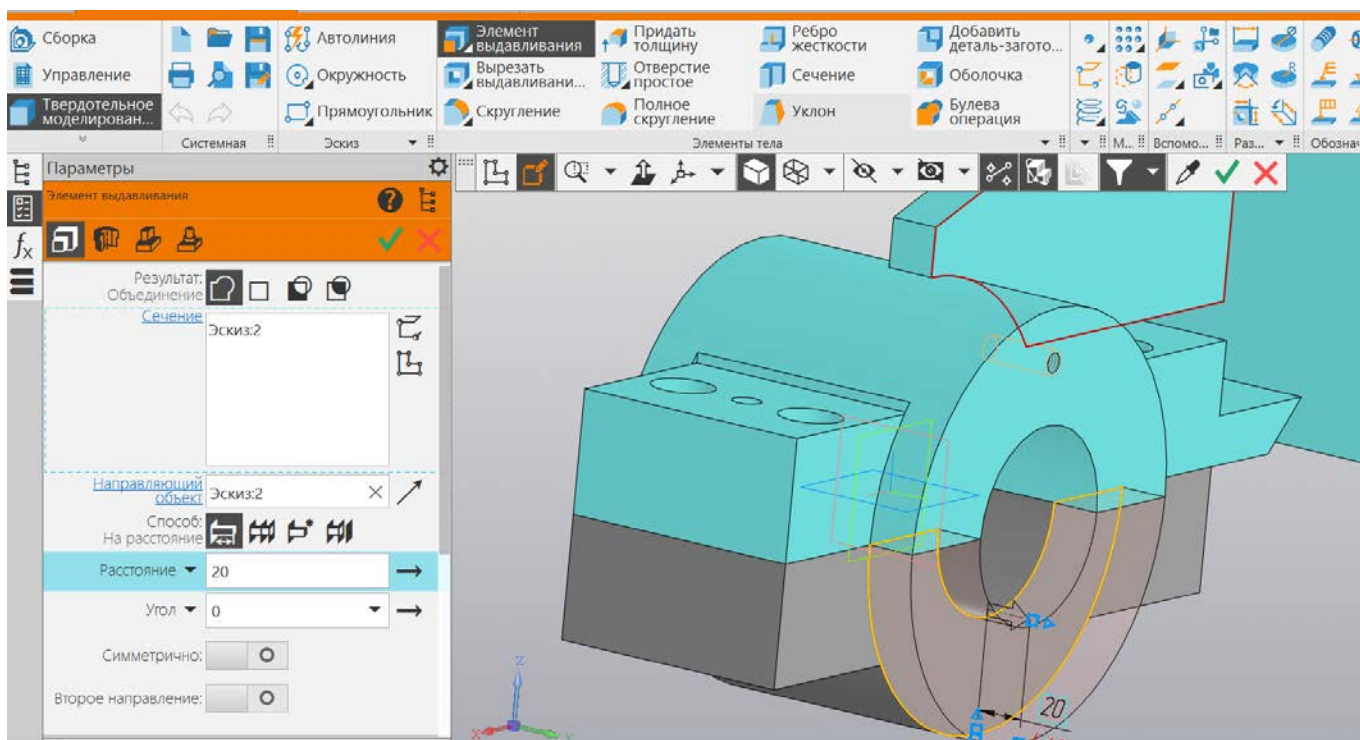


Рисунок 49 – Выдавливание элемента

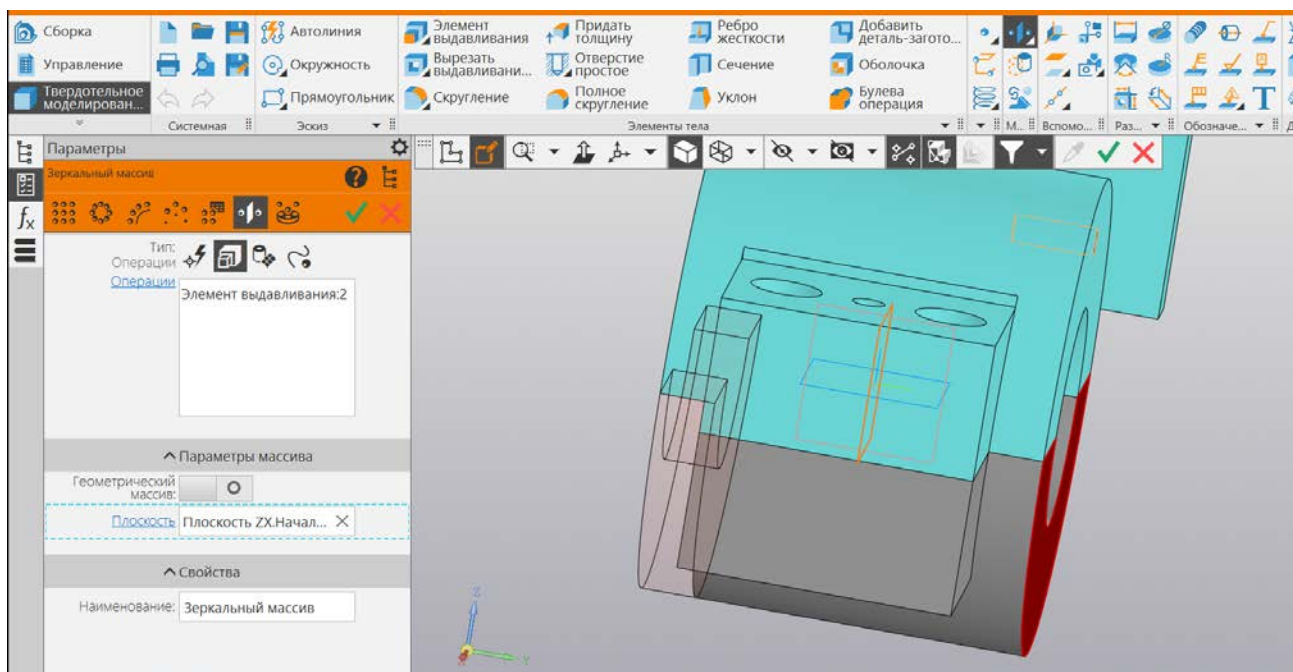


Рисунок 50 – Создание второго элемента с помощью зеркального массива

Создадим отверстия под шпильку. Вначале создадим одно отверстие под шпильку M24 x L ГОСТ 22032-76 (для стального корпуса), подсчитаем по формуле глубину отверстия $2d = 24 \cdot 2 = 48$ мм, а длина резьбы $1,5d = 24 \cdot 1,5 = 36$ мм. Ложемент в месте расположения отверстия имеет толщину – 50 мм. При выполнении отверстия глубиной 48 мм в остатке толщина стенки – 2 мм (менее 5 мм), поэтому целесообразно выполнить отверстие сквозное (рис. 51, 52).

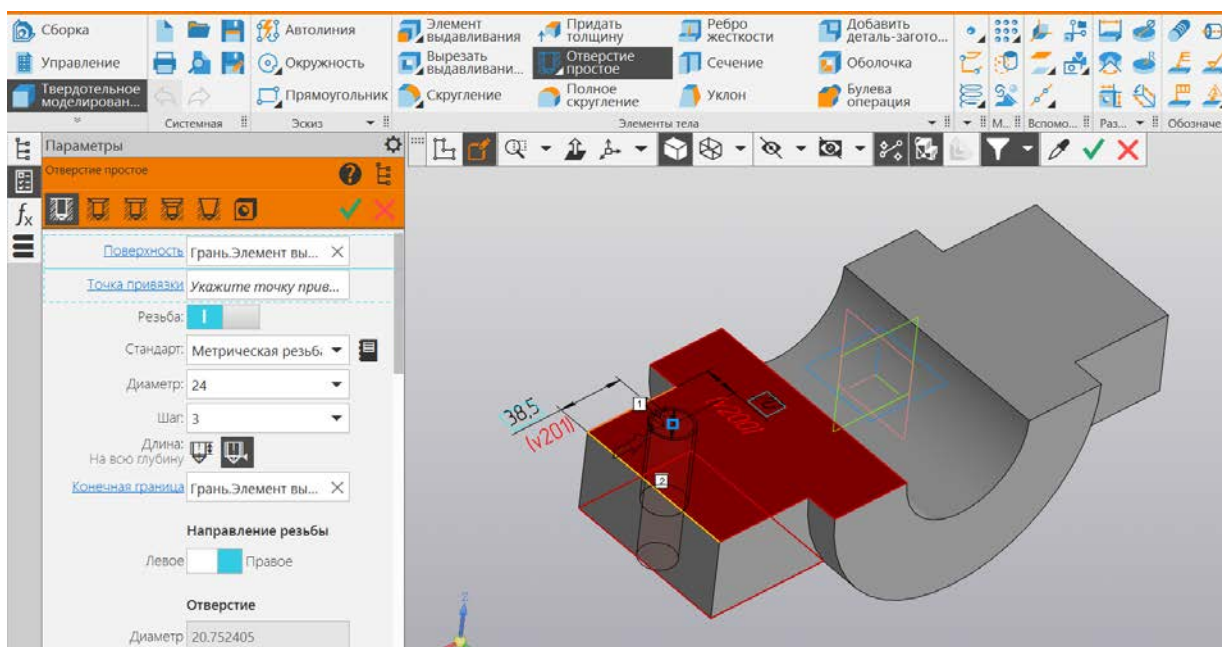


Рисунок 51 – Параметры сквозного отверстия под шпильку

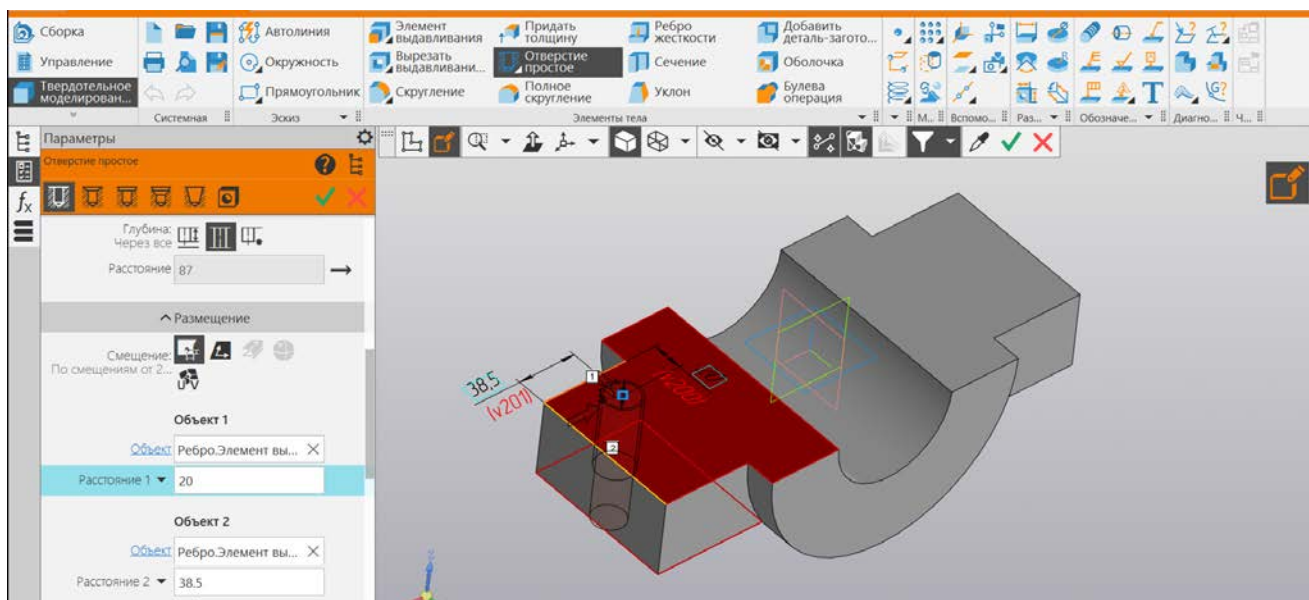


Рисунок 52 – Размещение отверстия

Создаем второе отверстие под шпильку, идентичное первому, с помощью массива по сетке (рис. 53). Затем отразим относительно плоскости симметрии ZY оба отверстия и получим ещё два отверстия под шпильку M24 x L ГОСТ 22032-76 (рис. 54, 55).

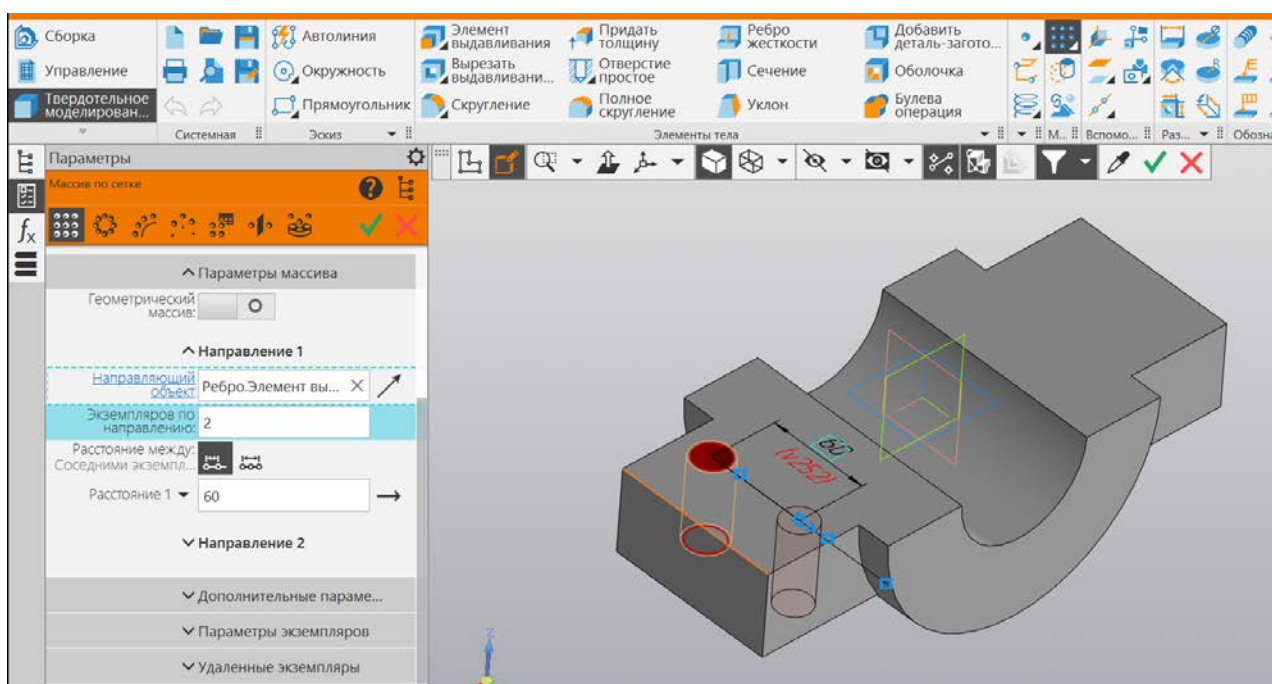


Рисунок 53 – Размещение с помощью массива второго отверстия под шпильку

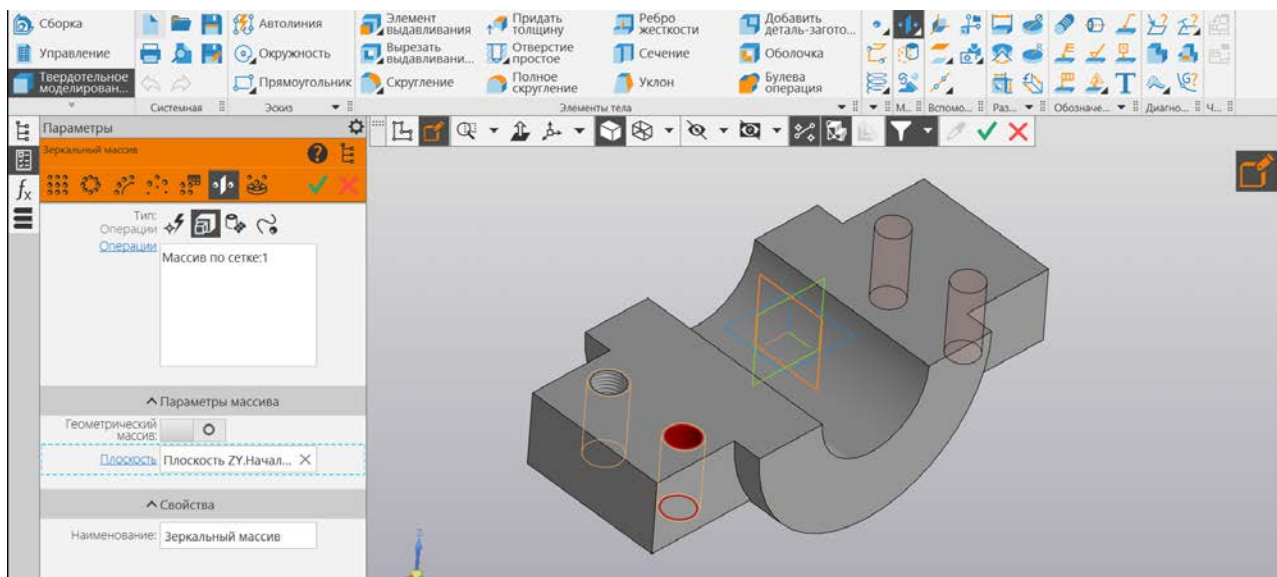


Рисунок 54 – Отражение двух отверстий относительно плоскости симметрии

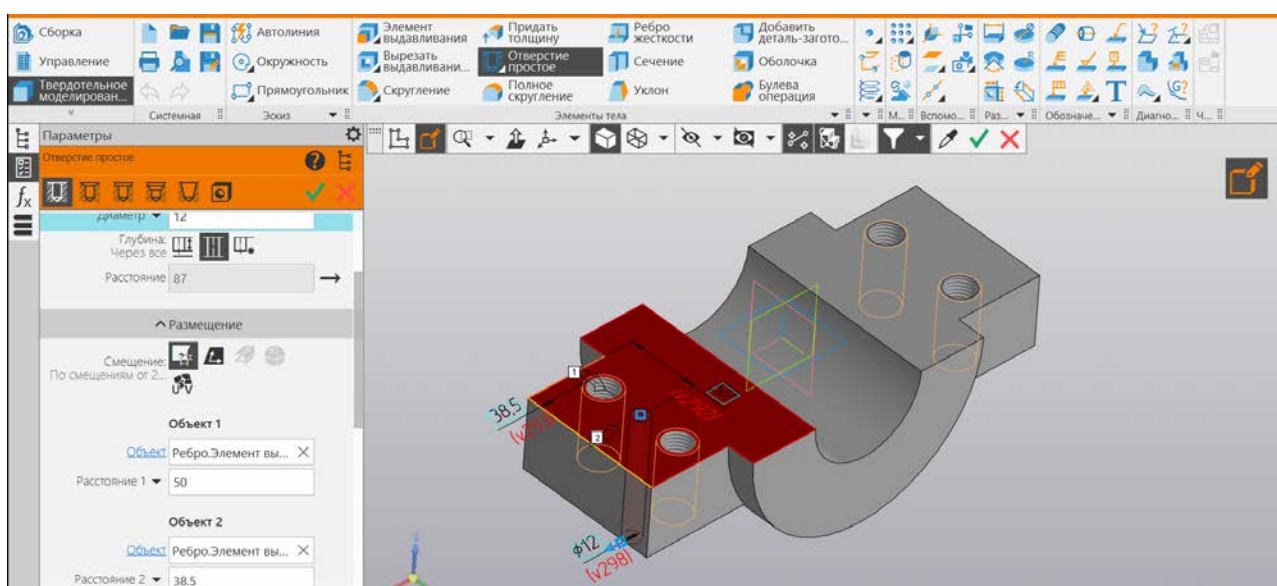


Рисунок 55 – Размещение отверстия под штифт

Создадим отверстия под штифты, спроецировав их в ложемент из опоры. Обозначим место крепления точкой и создадим гладкое отверстие (рис. 56).

Для крепления крышки необходимо создать два отверстия под Винт 2М10 х L ГОСТ 1491-72. Находясь в рабочем пространстве ложемента, создадим эскиз, на котором вспомогательными линиями построим окружность диаметром 130 мм и проведем через неё вспомогательную линию под углом 30 градусов от основания относительно оси цилиндрического отверстия. В месте пересечения поставим точку (рис. 5). Выйдем из эскиза и запустим команду «Отверстие». Укажем следующие параметры: глубина отверстия – 20 мм, глубина резьбы – 15 мм.

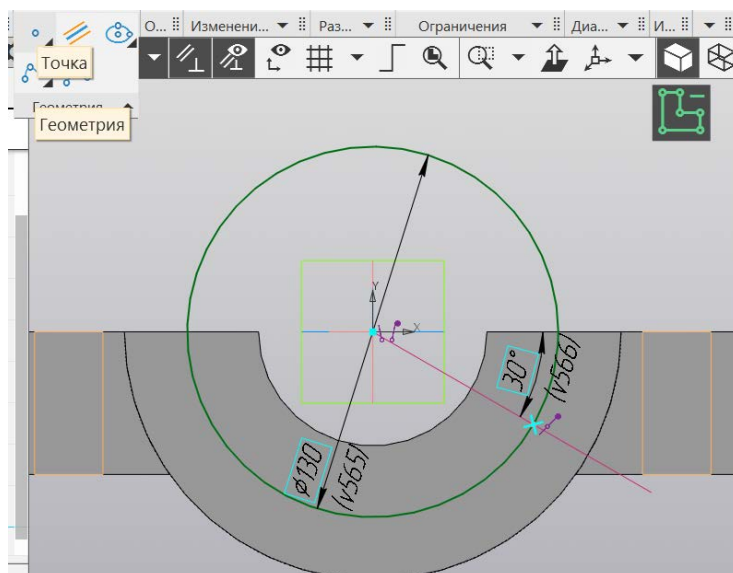


Рисунок 56 – Вспомогательная геометрия для последующего размещения отверстия

Запускаем команду «Отверстие простое», указываем в качестве точки привязки созданную в эскизе точку (рис. 57). Настраиваем параметры отверстия (рис. 58, 59).

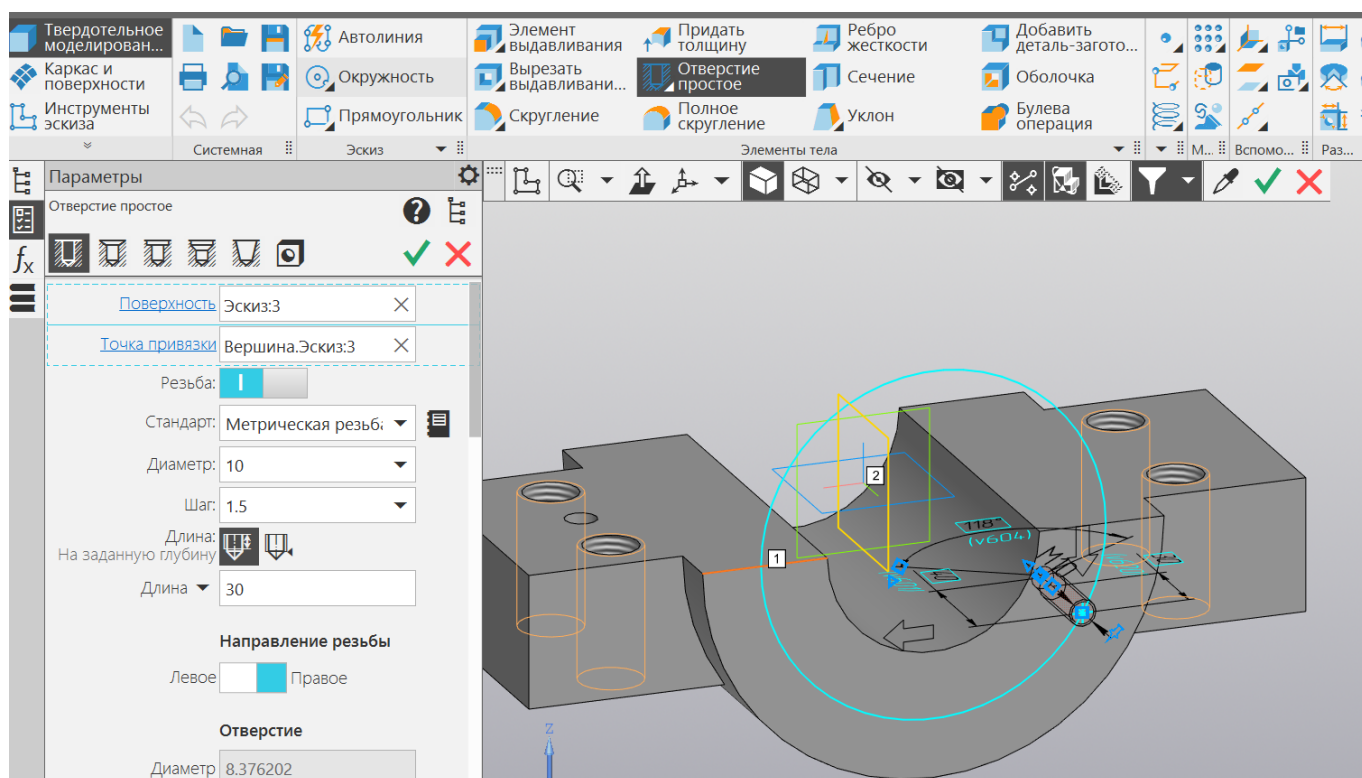


Рисунок 57 – Параметры для размещения отверстия

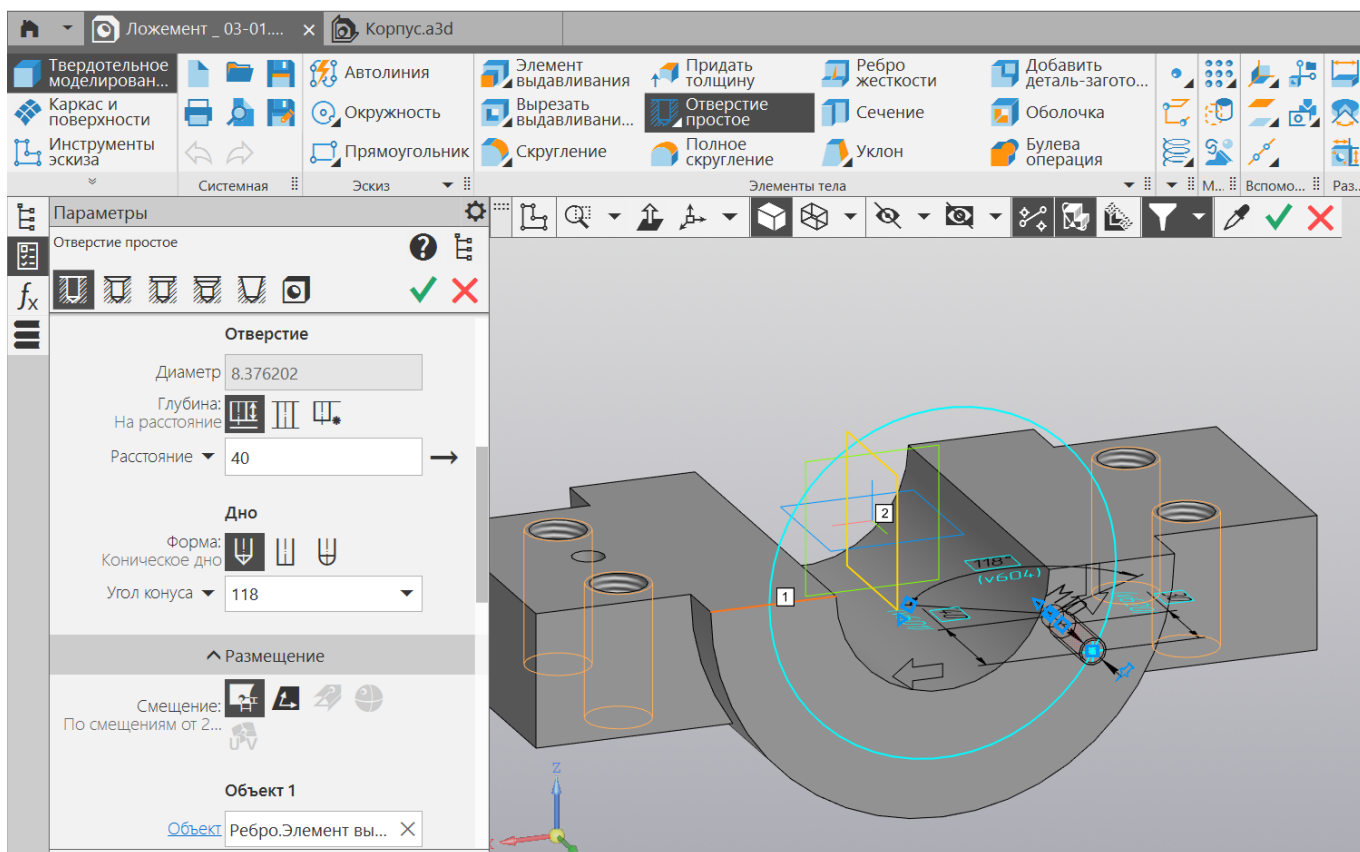


Рисунок 58 – Параметры отверстия

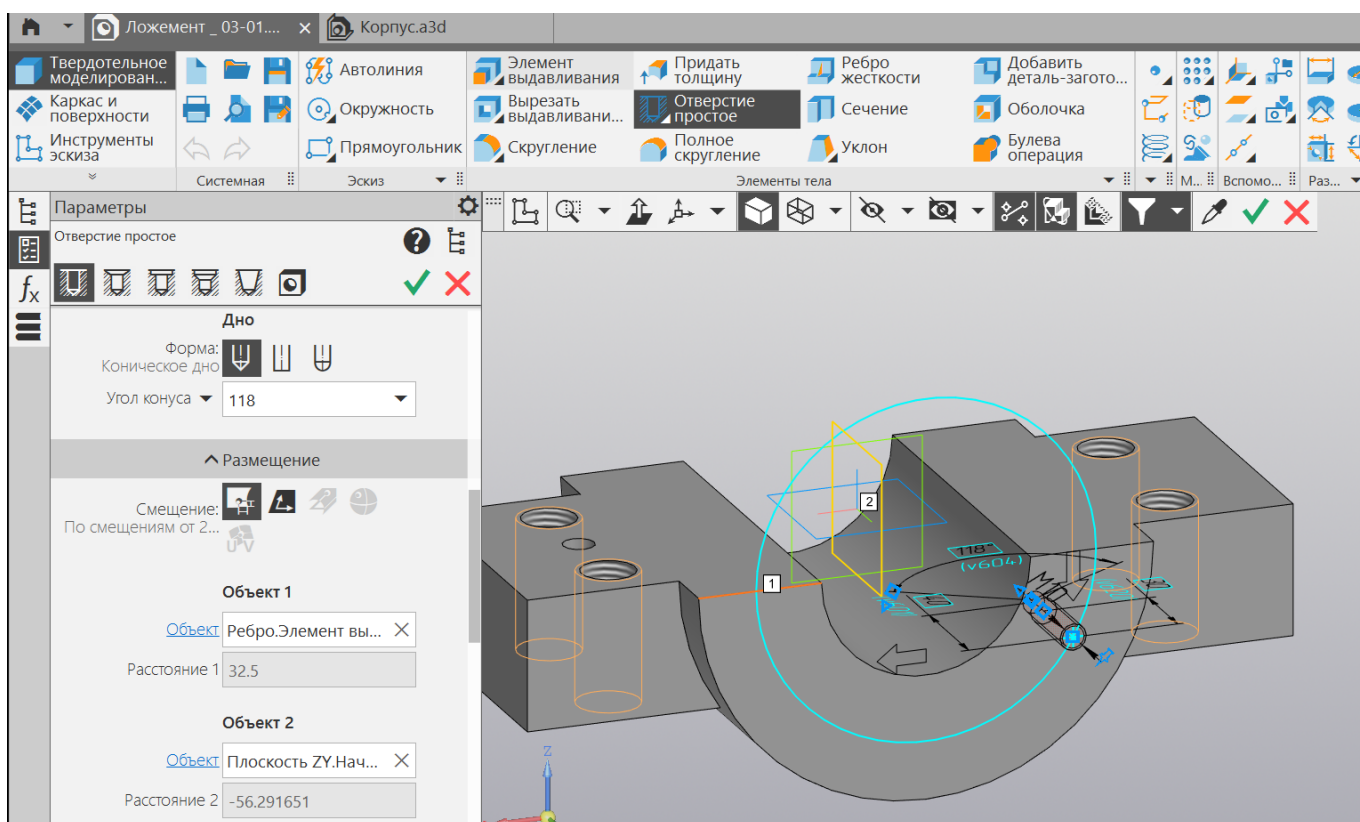


Рисунок 59 – Размещение отверстия

Второе отверстие создаем с помощью массива по концентрической сетке (рис. 60).

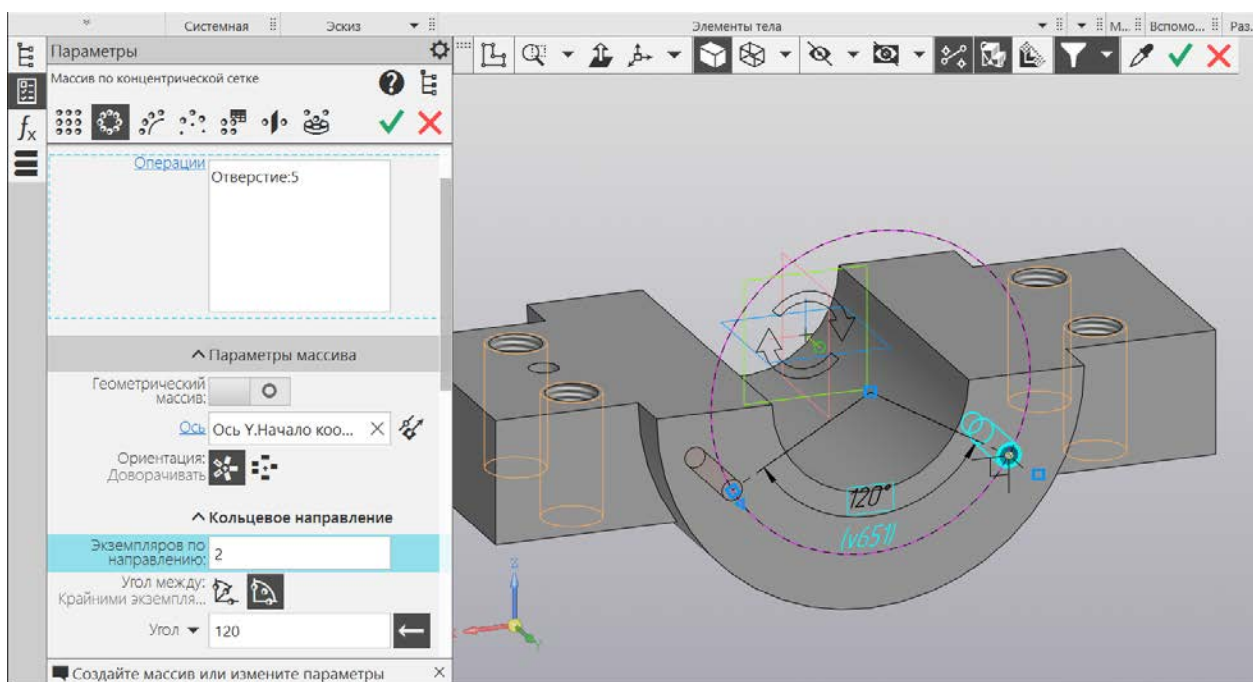


Рисунок 60 – Создание второго отверстия с помощью массива по концентрической сетке

Создание детали «Крышка»

Создадим новый компонент – Крышка (рис. 61).

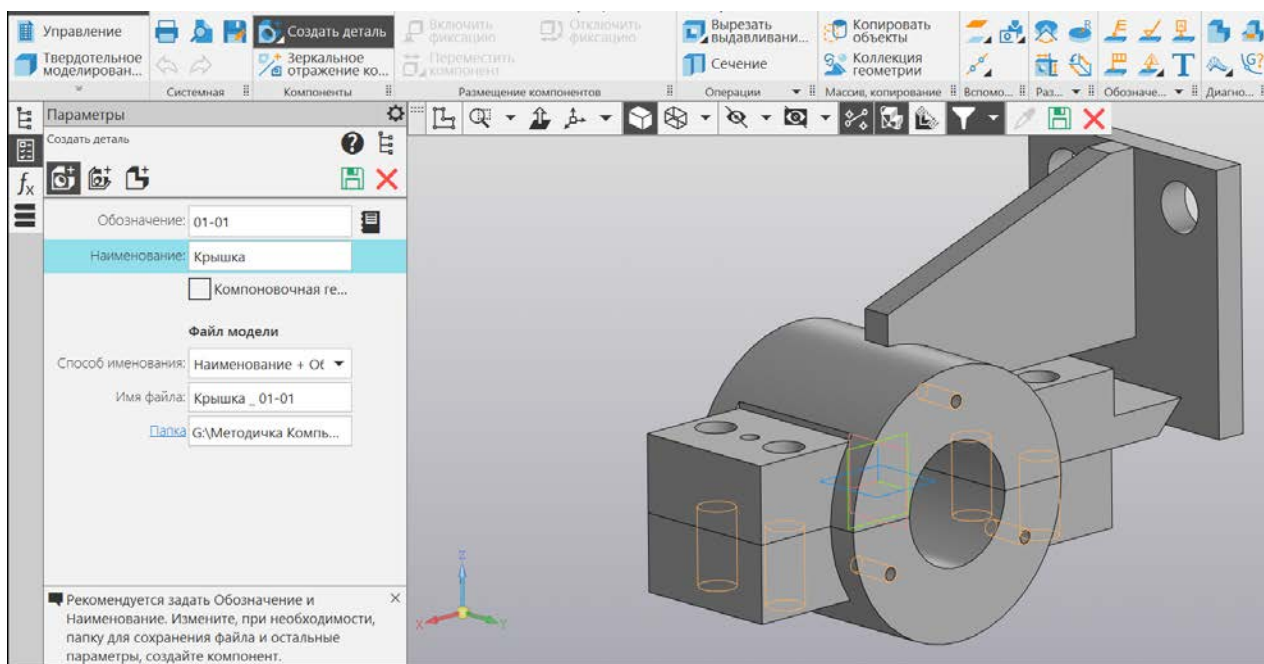


Рисунок 61 – Создание в сборке новой детали «Крышка»

Создаем эскиз крышки – окружность, равную по диаметру окружности, образуемой двумя половинами Опоры и Ложемент. Выдавливаем ее на 15 мм (рис. 62, 63).

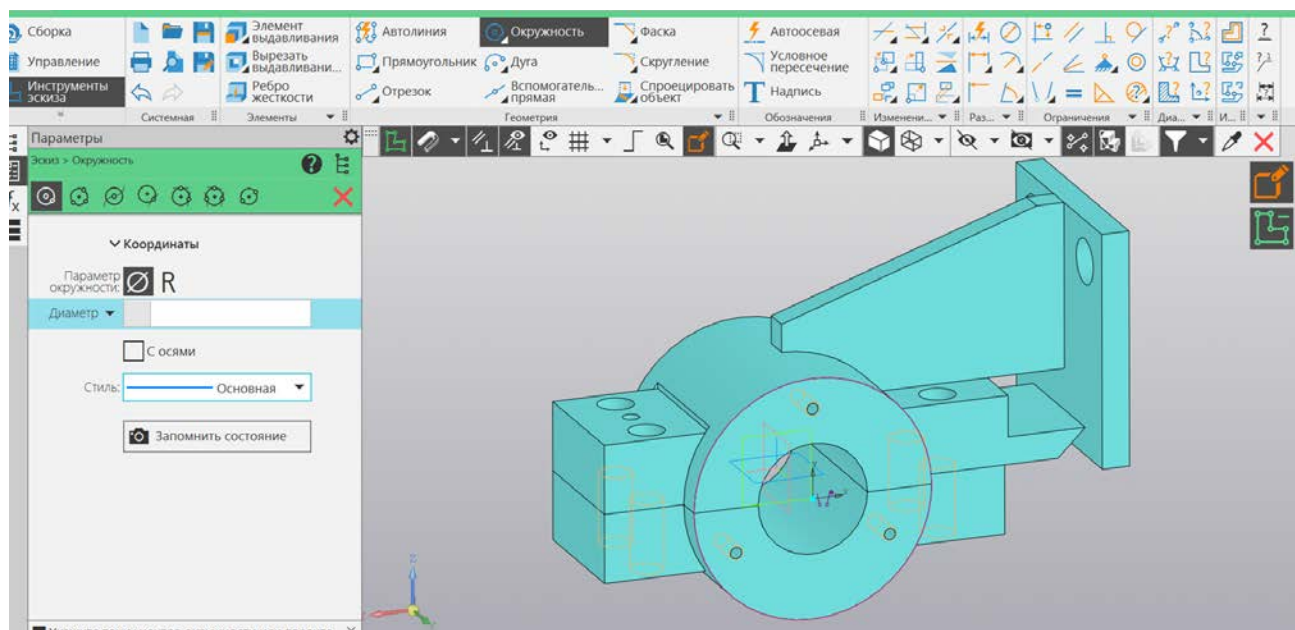


Рисунок 62 – Построение окружности на эскизе

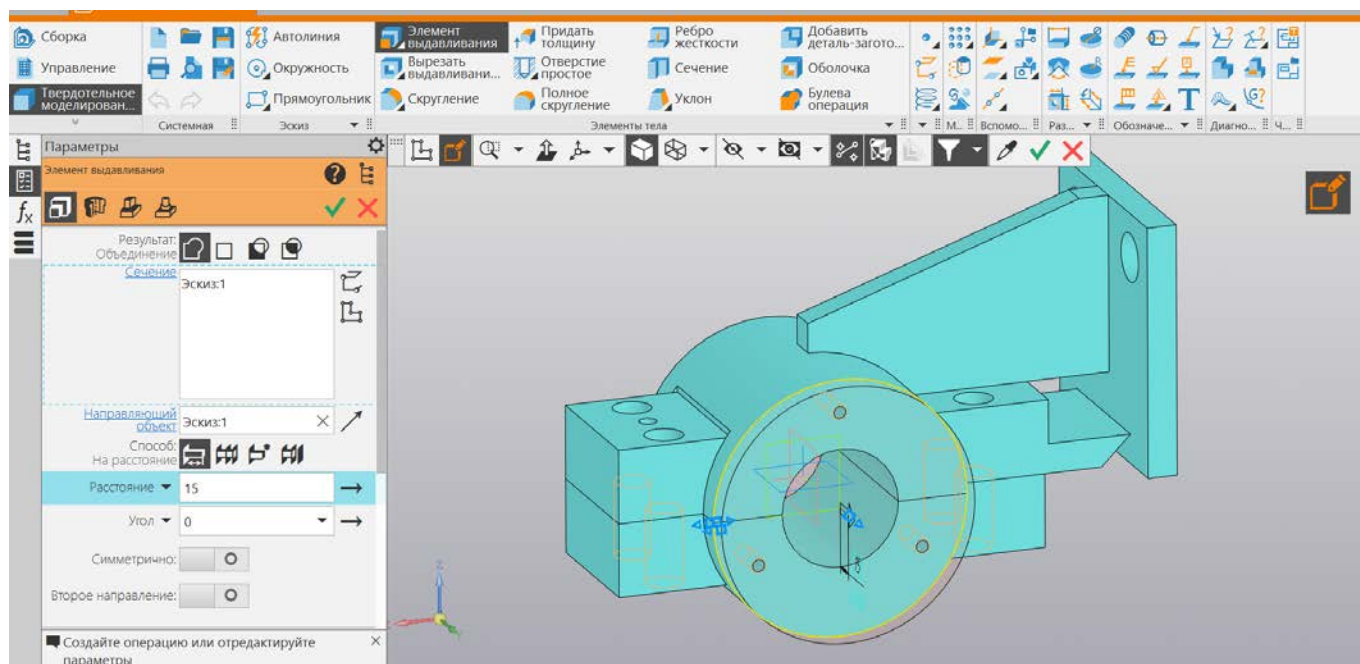


Рисунок 63 – Выдавливание элемента «Крышка»

На лицевой поверхности крышки создаём эскиз, затем отключаем видимость крышки и проецируем на плоскость эскиза верхнее отверстие (рис. 64). Возвращаем видимость крышке. Спроецированной окружности задаем тип линии «вспомогательная» и ставим точку внутри нее (рис. 65). Принимаем эскиз.

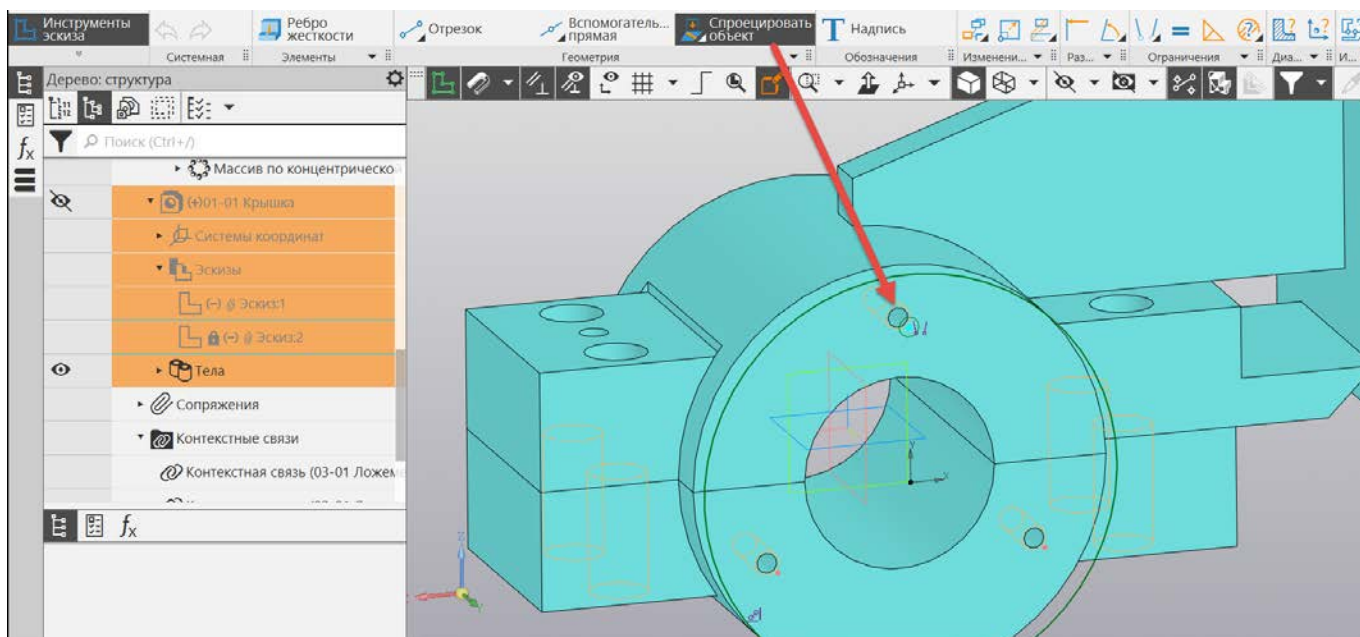


Рисунок 64 – Проецирование окружности

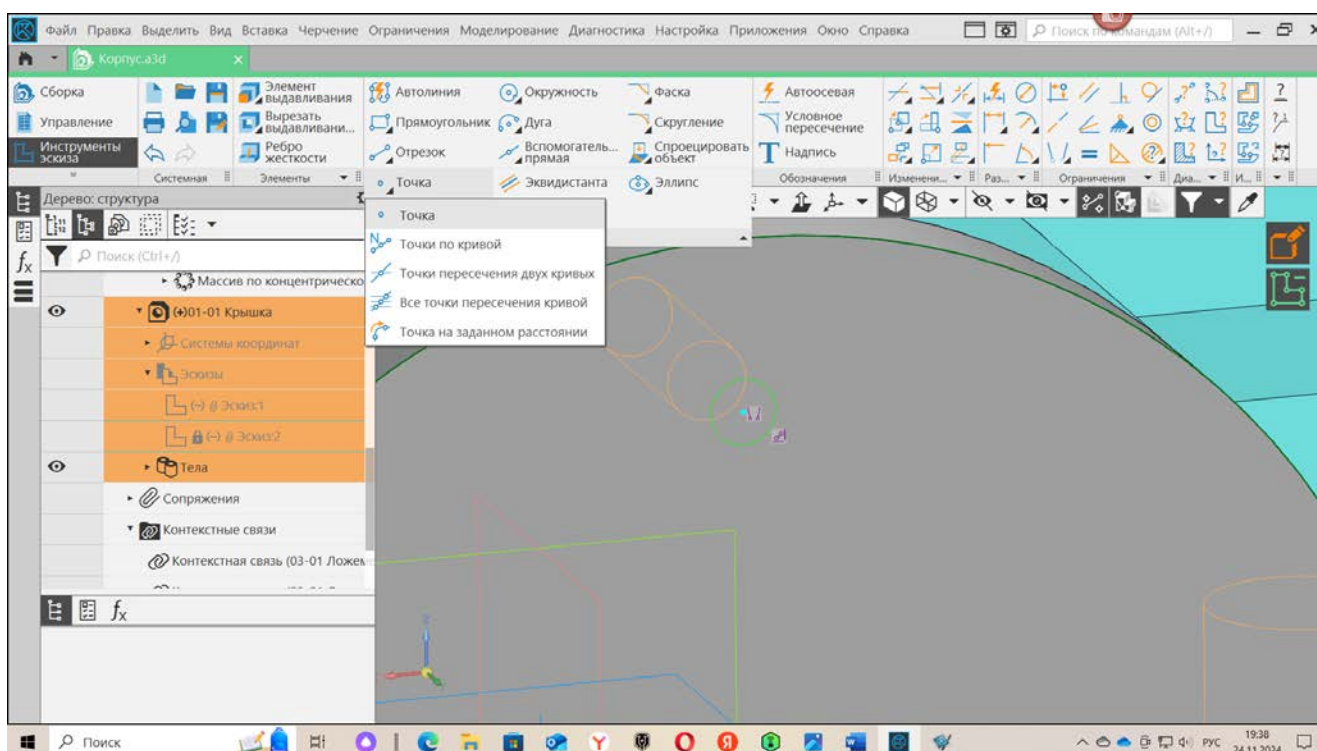


Рисунок 65 – Создание точки

В созданной точке разместим отверстие под Винт. Отверстия ступенчатые, поскольку Винт 2М10 х 20 закручивается вплотай, укажем в программе КОМПАС отверстие с цековкой. В качестве точки привязки укажем созданную ранее точку.

Рекомендуемые размеры отверстий под Винт 2М10 х 20 по ГОСТ 12876-67: D – диаметр под головку винта равен 20 мм, глубина НЗ – 6 мм, диаметр отверстия – 11 мм (рис. 66).

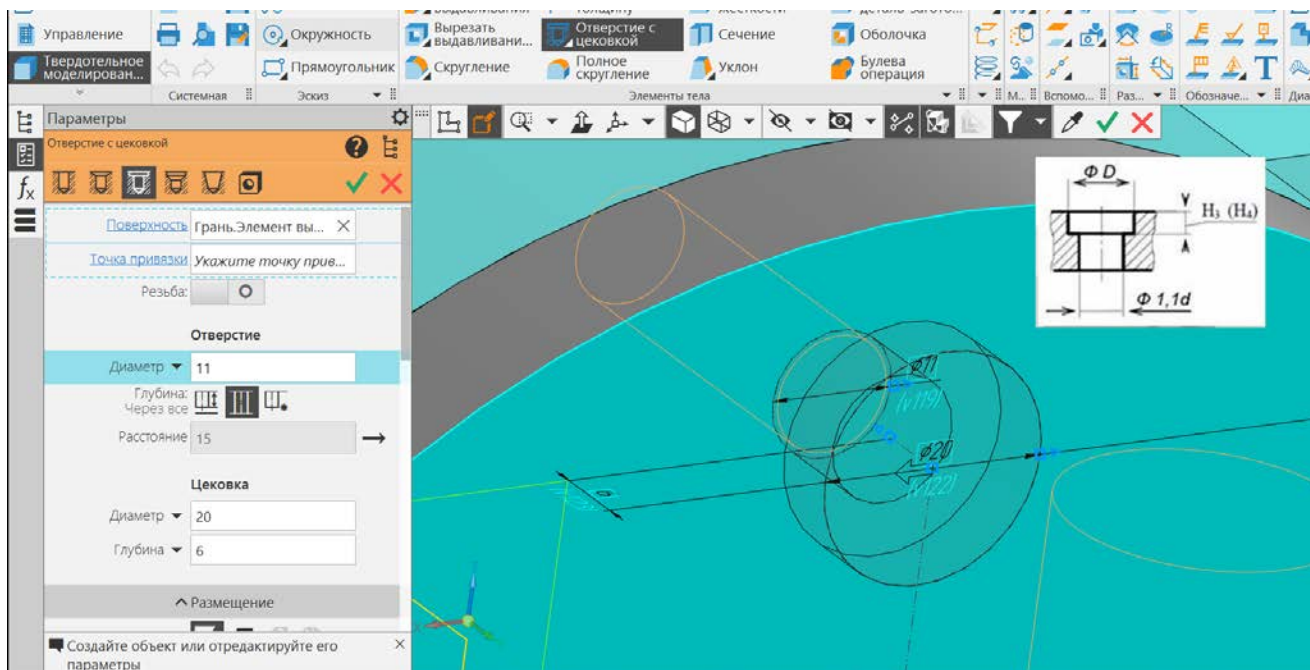


Рисунок 66 – Создание отверстий для винтов с потайной головкой

С помощью массива по концентрической сетке добавим ещё два отверстия (рис. 67).

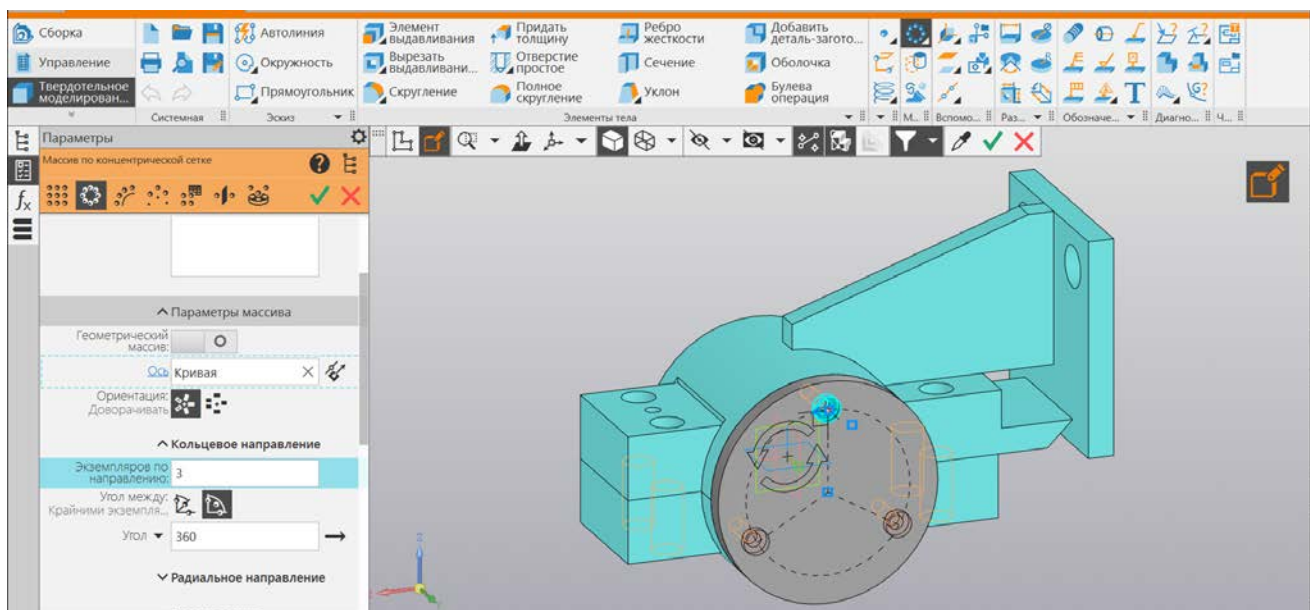


Рисунок 67 – Копирование отверстий в крышке с помощью массива по концентрической сетке

Корпус практически собран. Осталось добавить в сборку стандартные изделия: болты, винты, шпильки, штифты и др.

Вставка стандартных изделий

Перечислим все стандартные детали, участвующие в сборке:

Болт М27 х 2 х 140 ГОСТ 7798-70;

Винт 2 М10 х 16 ГОСТ 1491-70;

Гайка М27 х 2 ГОСТ 5915-70;

Гайка 2 М24 ГОСТ 5915-70;

Шайба 24 ГОСТ 6402-70;

Шайба 30 ГОСТ 11371-78; 7.

Шпилька М24 х 85 ГОСТ 22032-76;

Штифт 12 х 65 ГОСТ 3128-70.

Длина винта рассчитана по формуле:

$$L \approx T + L_1,$$

где T – толщина скрепляемой детали, мм; L_1 – длина, зависящая от материала детали с глухим отверстием, мм.

Так же как и у шпильки, $L_1 = d$ для стали, бронзы и латуни; для чугуна $L_1 = 1,25 d$; а для легкого сплава $L_1 = 2 d$.

Полученную величину L сравнивают с рядом стандартных длин винтов и выбирают ближайшее большее значение.

Расчет длины шпильки выполняется по формуле:

$$L_{шп} = T + 1,15d,$$

где T – толщина пластины, через которую проходит шпилька; d – наружный диаметр резьбы шпильки; $1,15d$ – величина, учитывающая высоту гайки, толщину шайбы и запас резьбы. Полученную величину $L_{шп}$ сравнивают с рядом стандартных длин винтов и выбирают ближайшее большее значение.

Расчет длины болта выполняется по формуле:

$$L = T_1 + T_2 + 1,3d,$$

где T_1 и T_2 – толщины соединяемых деталей, измеряемые по чертежу с учетом масштаба; d – наружный диаметр резьбы болта; $1,3d$ – величина, учитывающая высоту гайки, толщину шайбы и запас длины стержня болта.

Вставим Винт 2 М10 х 18 ГОСТ 1491-72 в сборку. Для этого выбираем команду «Вставить» из «Приложения, Стандартные изделия». В открывшемся окне поиска вводим цифры ГОСТа и выбираем Винт ГОСТ 1491-80 (А), щелкаем левой клавишей мыши по нему дважды в рабочей области для вставки, открывается окно с выбором размера резьбы и ее номинальной длины. Указываем нужные значения и нажимаем ОК (рис. 68, 69).

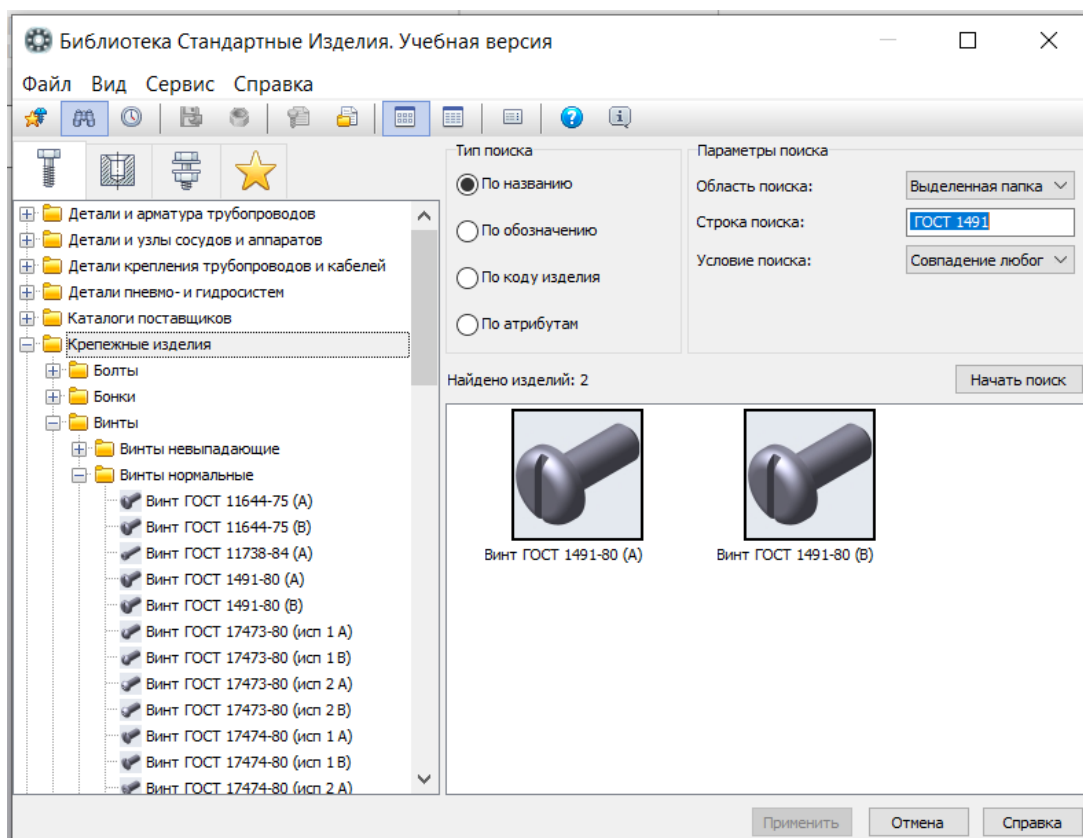


Рисунок 68 – Библиотека Стандартных изделий

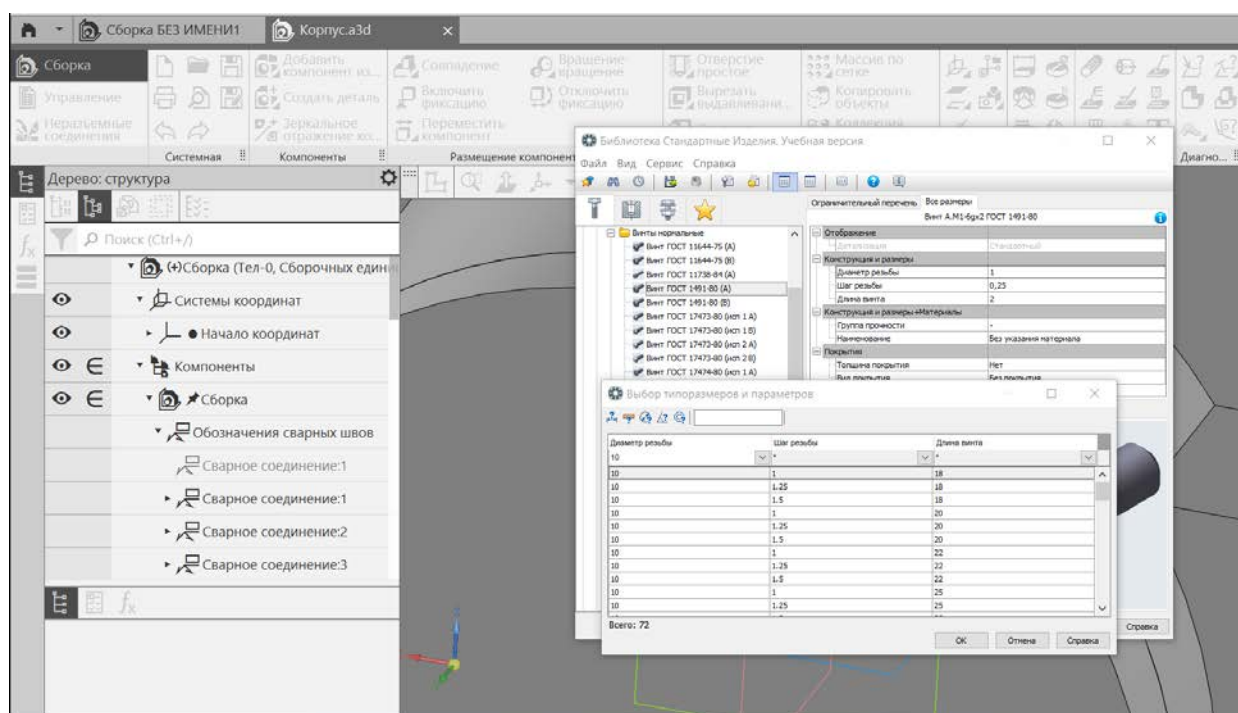


Рисунок 69 – Выбор параметров резьбы

Для размещения винта в отверстии используем два параметра: размещение и соосность (рис. 70, 71). С помощью массива разместим остальные винты (рис. 72)

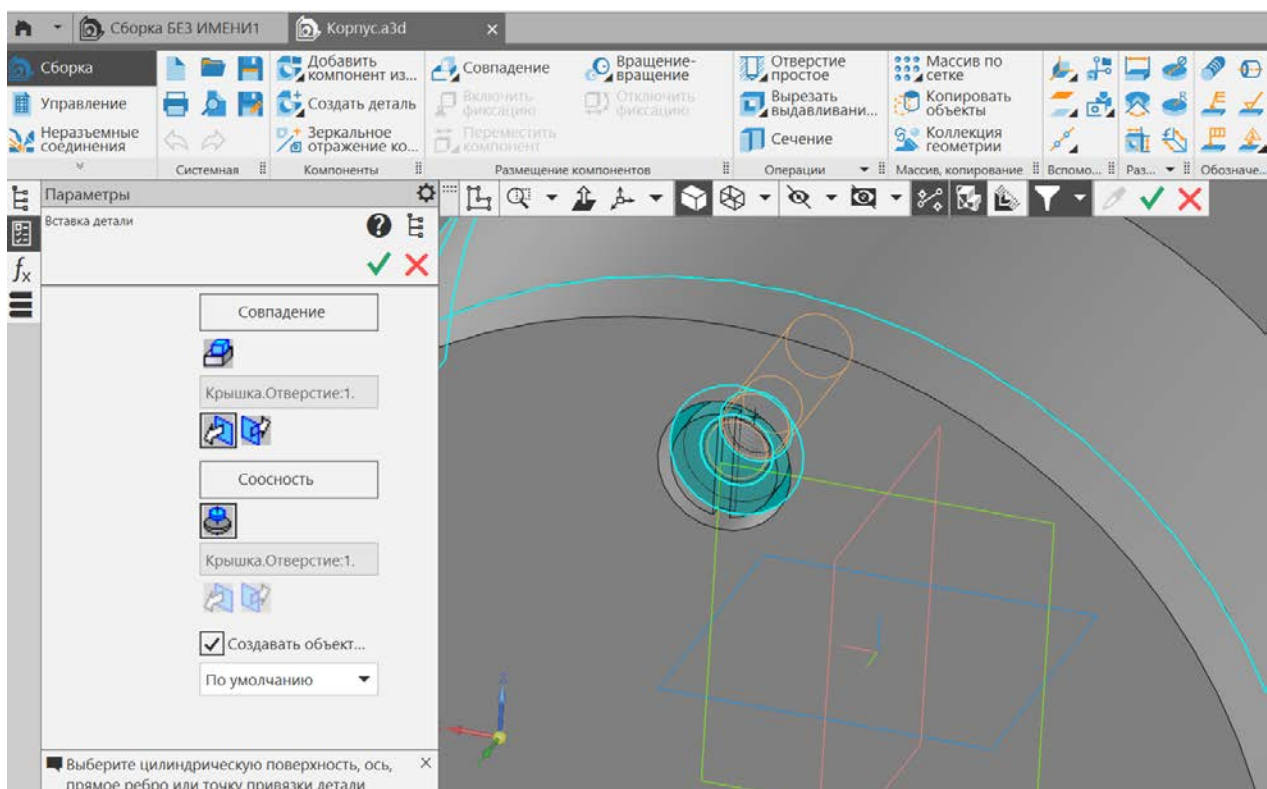


Рисунок 70 – Размещение винта

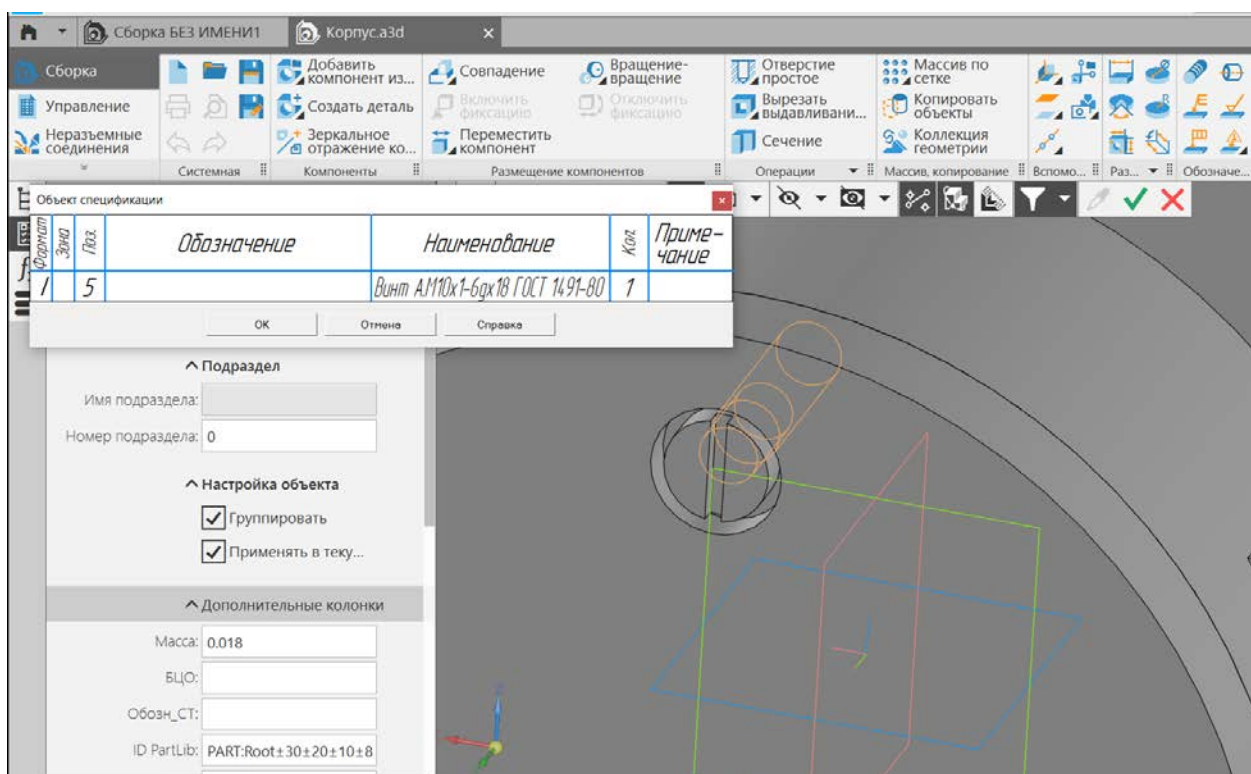


Рисунок 71 – Добавление Винта в спецификацию

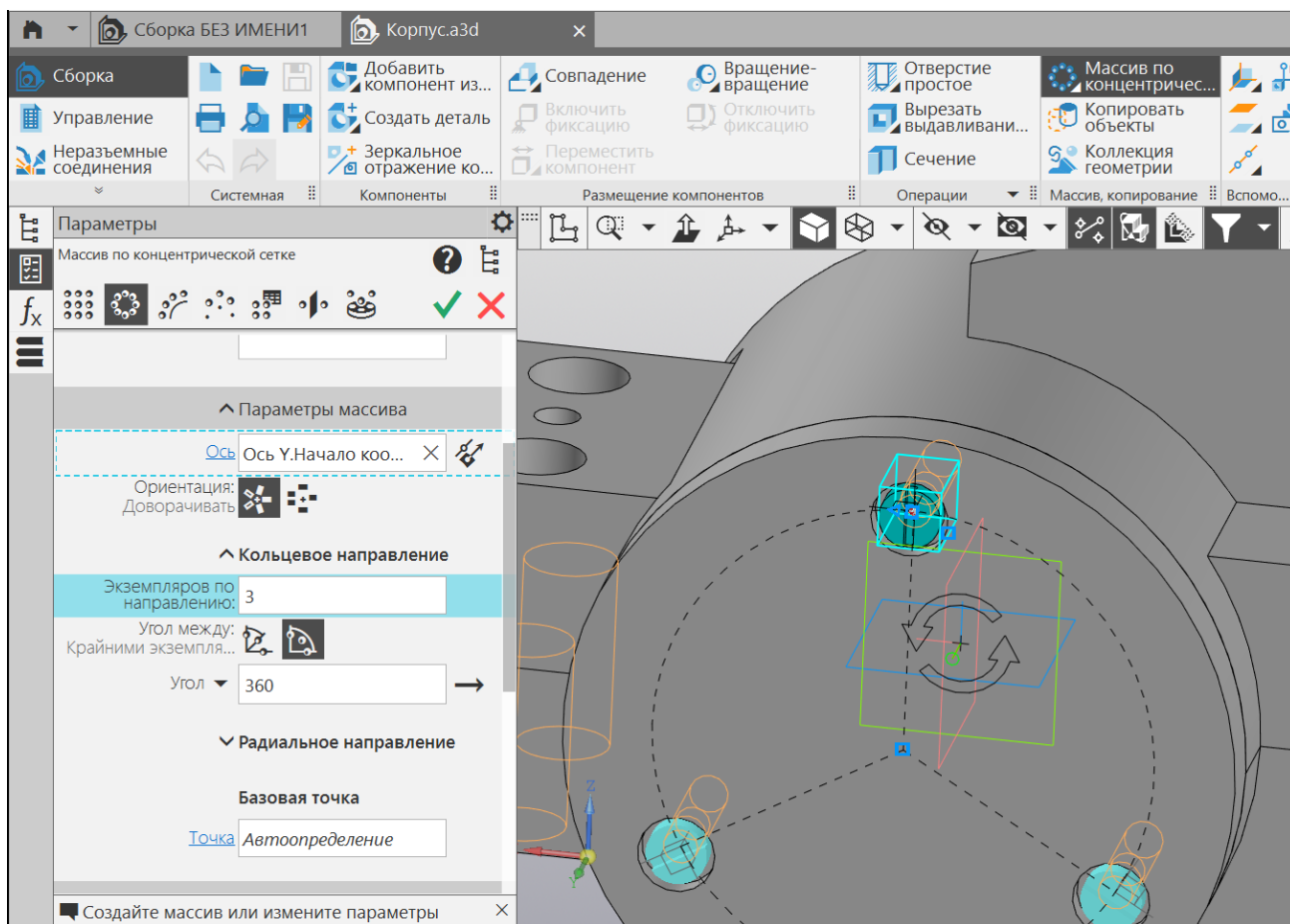


Рисунок 72 – Добавление еще двух экземпляров Винта

Если не планируется вносить правки в стандартные элементы, то можете разместить стандартные изделия в сборке как пользовательские. Тогда каждый винт нужно будет открыть отдельно и пересохранить в папку как пользовательский. По умолчанию в сборке создаётся ссылка на компонент библиотеки, если на другом компьютере библиотека стандартных изделий отсутствует, то стандартные изделия в сборке тоже будут отсутствовать.

Добавим шпильки «Шпилька М24 х 85 ГОСТ 22032-76». Для начала добавим одну шпильку.

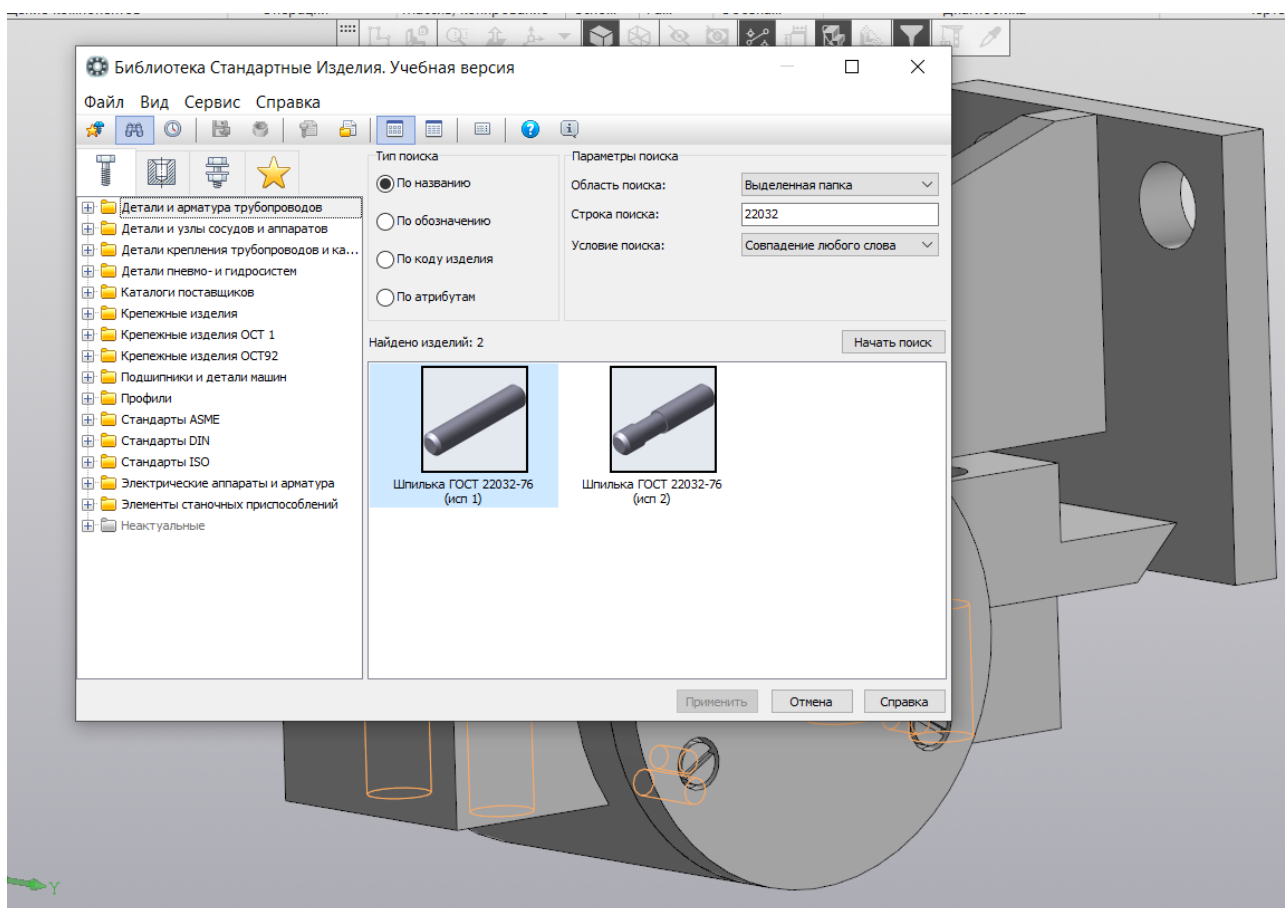


Рисунок 73 – Выбор Шпильки по ГОСТ 22032-76, первое исполнение

Проводим поиск по библиотеке стандартных изделий, находим Шпильку по ГОСТ 22032-76 (рис. 73), выбираем первое исполнение, дважды щелкаем левой клавишей мыши – попадаем в меню подбора параметров (рис. 74). Выбираем нужные параметры, нажимаем на «Применить» и размещаем шпильку на сборке (рис. 75).

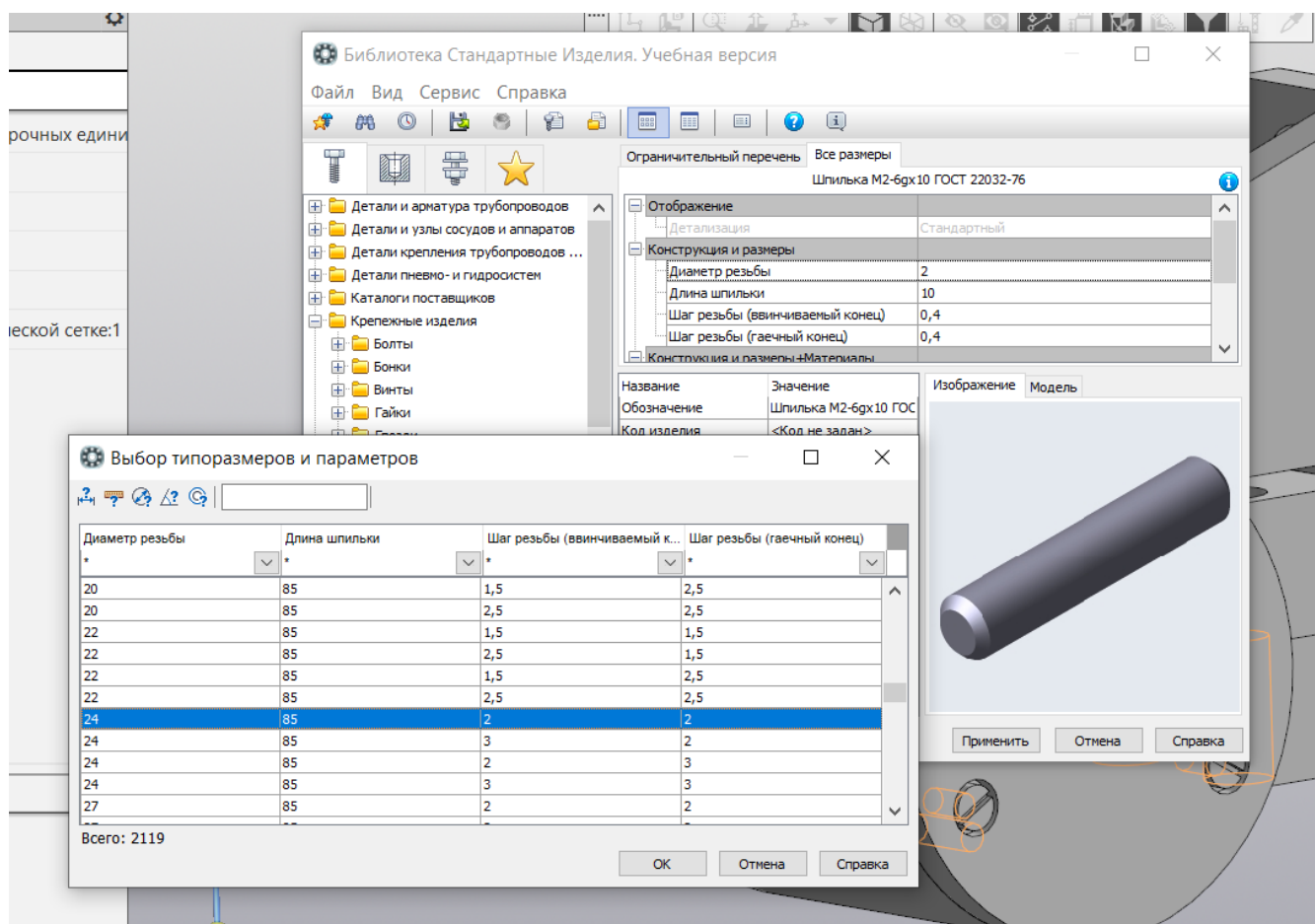


Рисунок 74 – Подбор параметров для шпильки

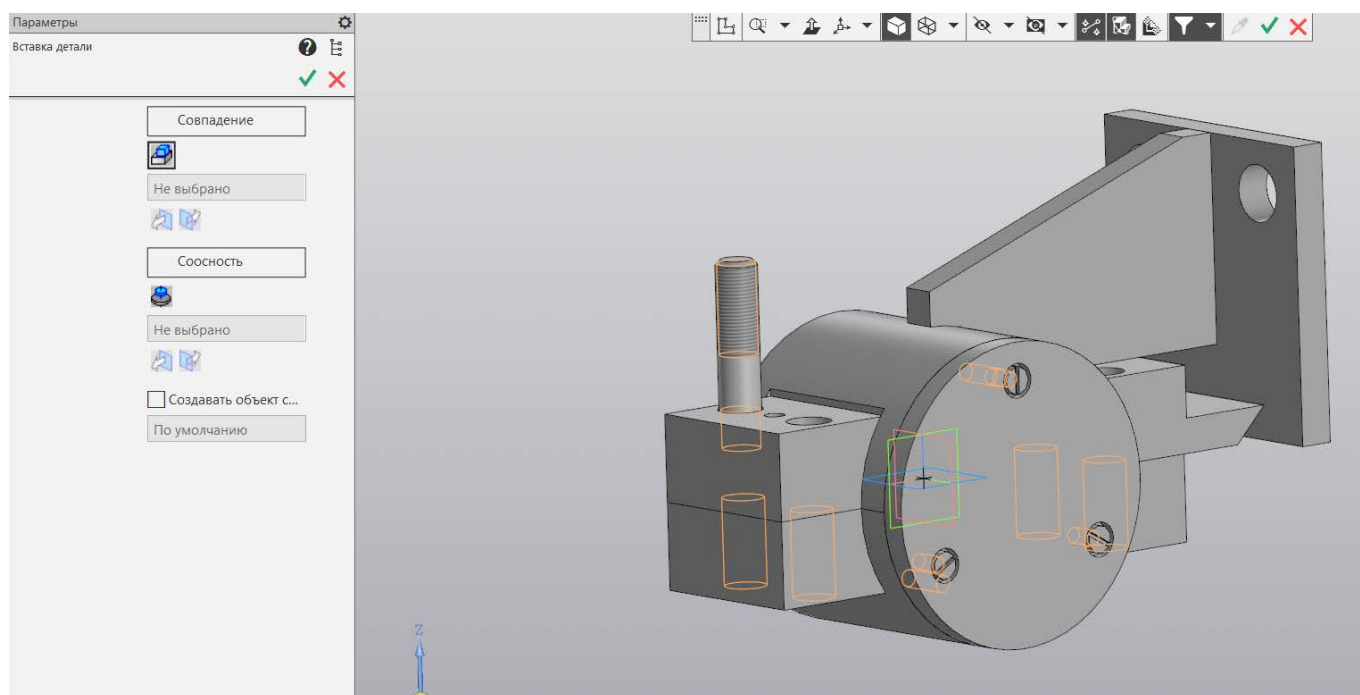


Рисунок 75 – Размещение шпильки в сборке

Оденем на шпильку легкую пружинную шайбу исполнения 1 диаметром 24 ГОСТ 6402-70 и гайку 2 M24 ГОСТ 5915-70 (рис. 76-81).

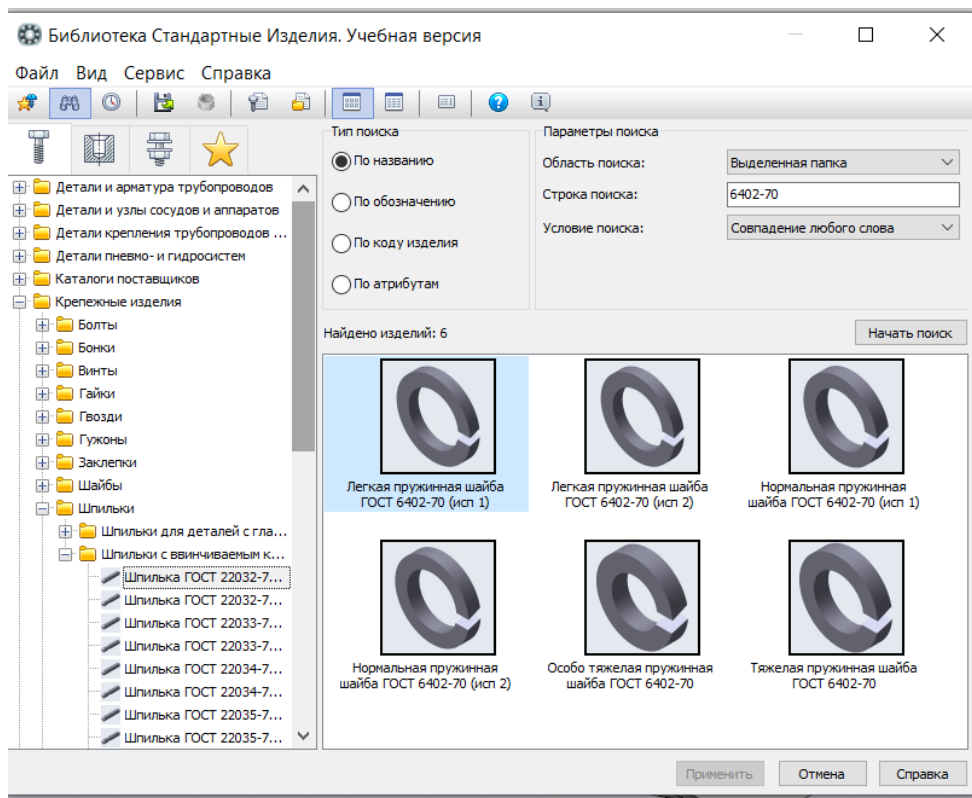


Рисунок 76 – Выбор пружинной шайбы

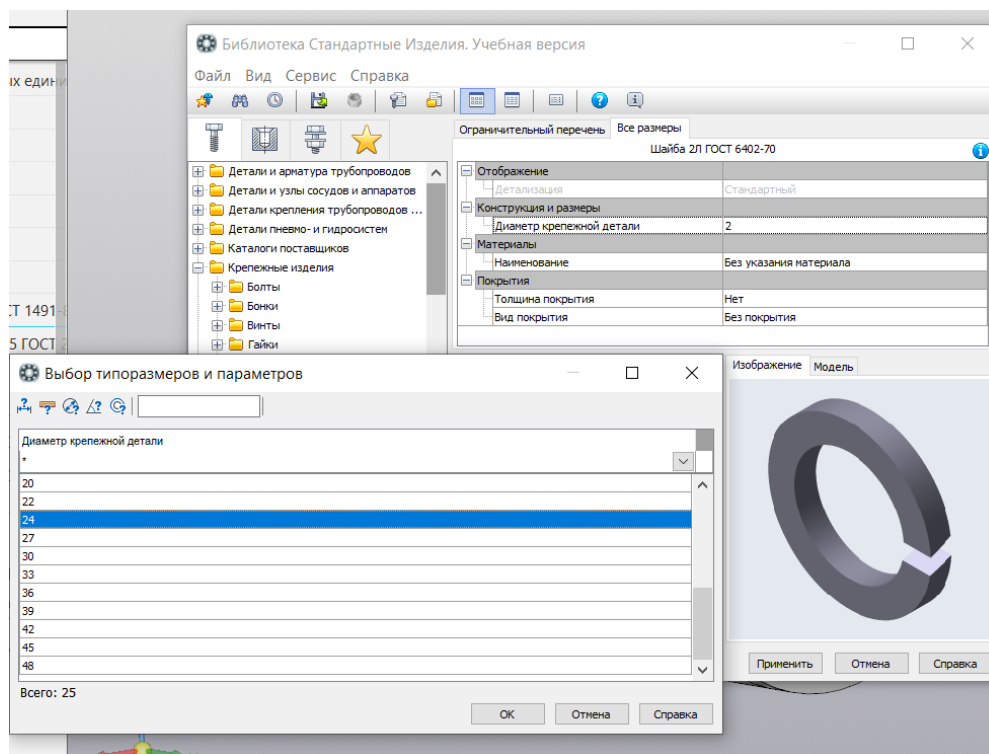


Рисунок 77 – Задание параметров шайбе

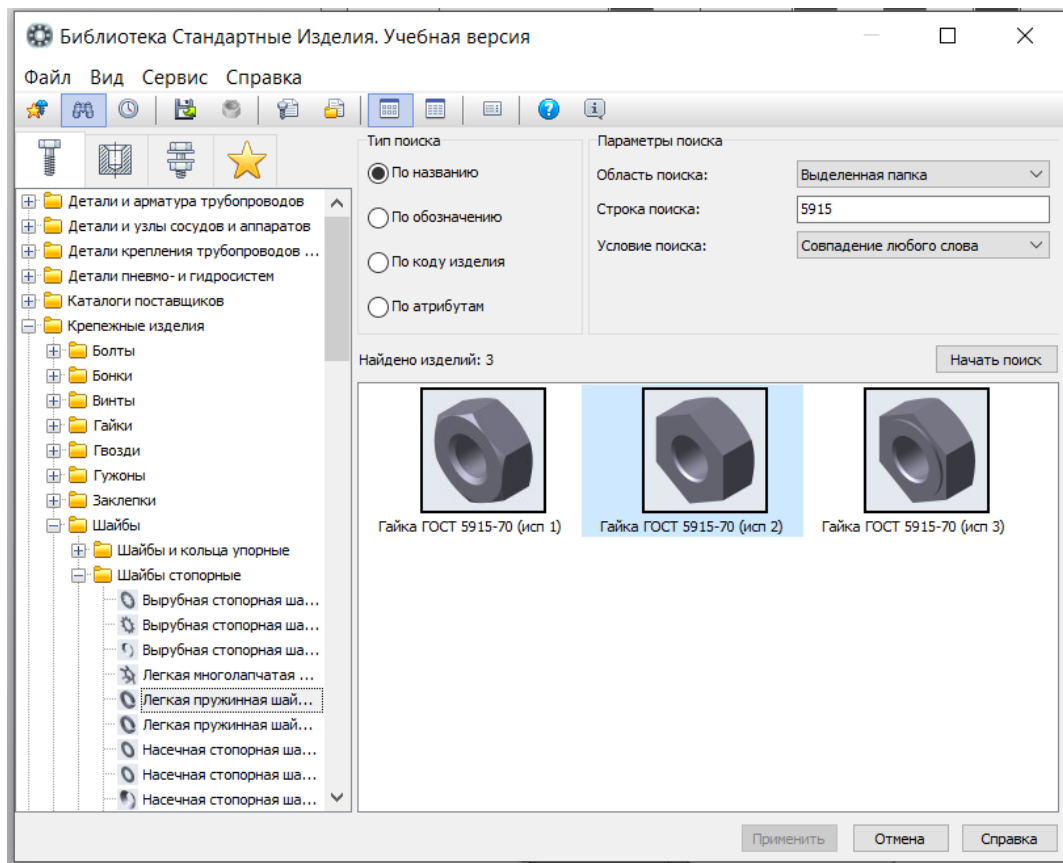


Рисунок 78 – Выбор гайки по ГОСТ 5915-70

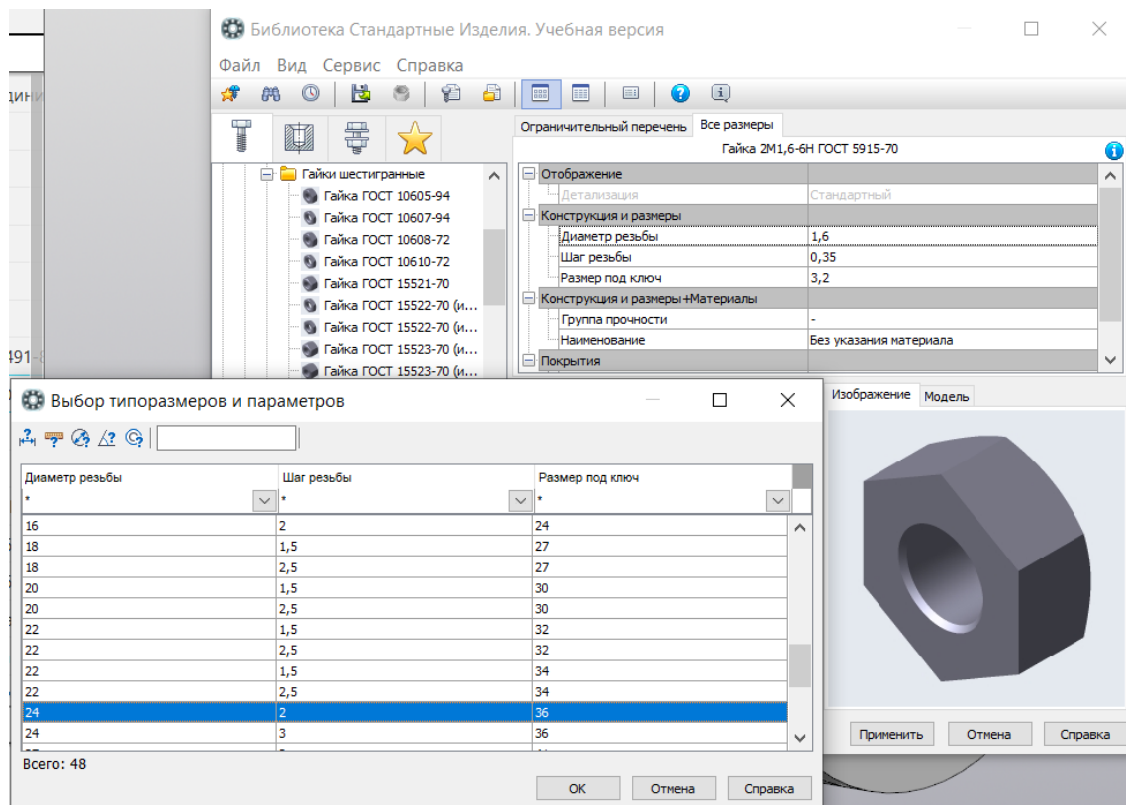


Рисунок 79 – Задание параметров гайке

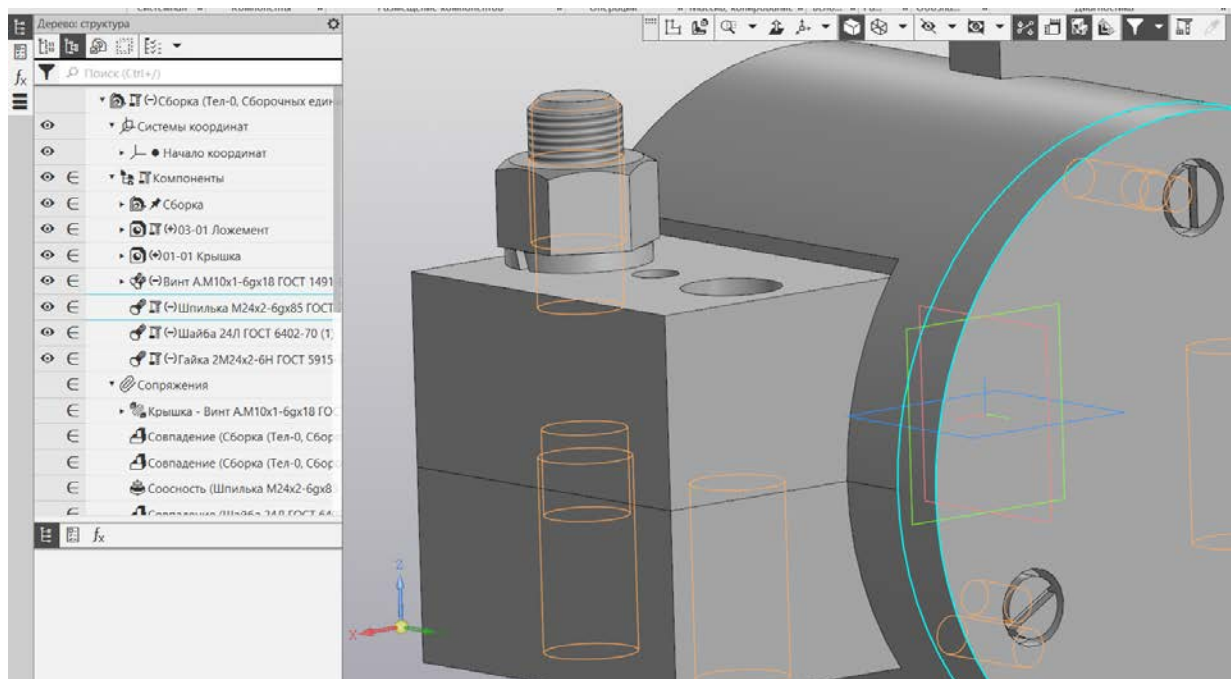


Рисунок 80 – В сборке: шпилька, шайба, гайка

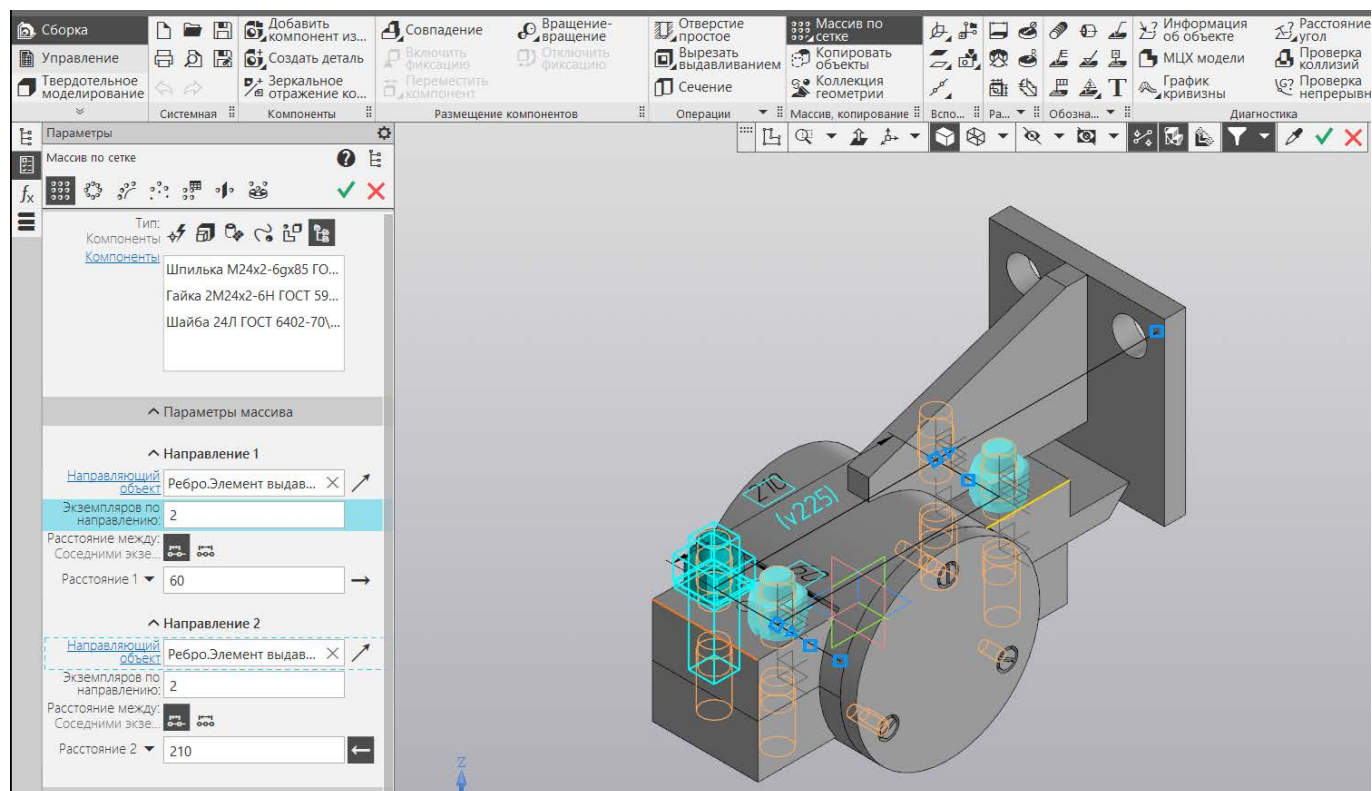


Рисунок 81 – Расстановка шпилек в сборке при помощи команды «Массив по сетке»

С помощью массива создаём остальные соединения шпилькой (рис. 82).

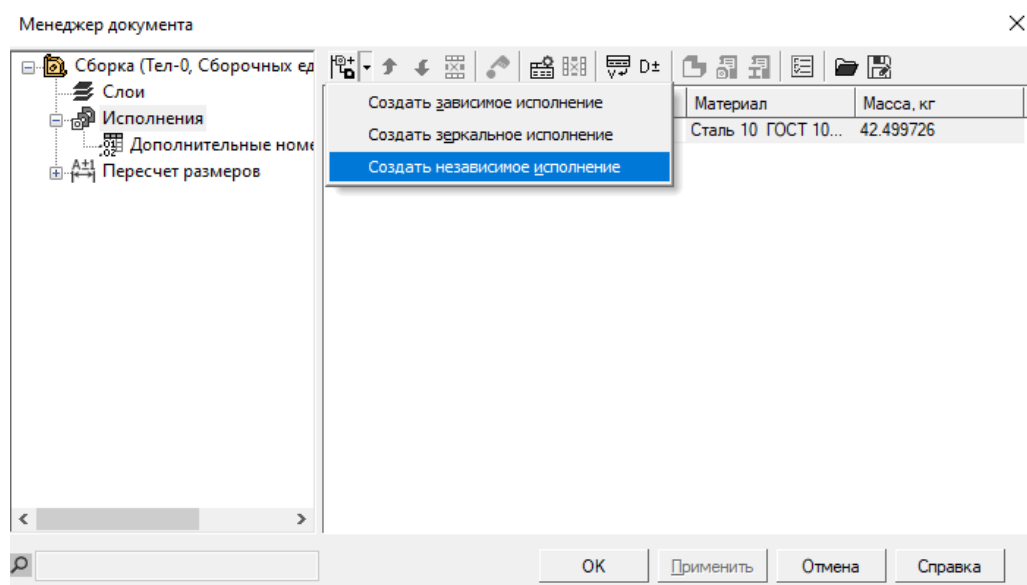


Рисунок 84 – Создание независимого исполнения

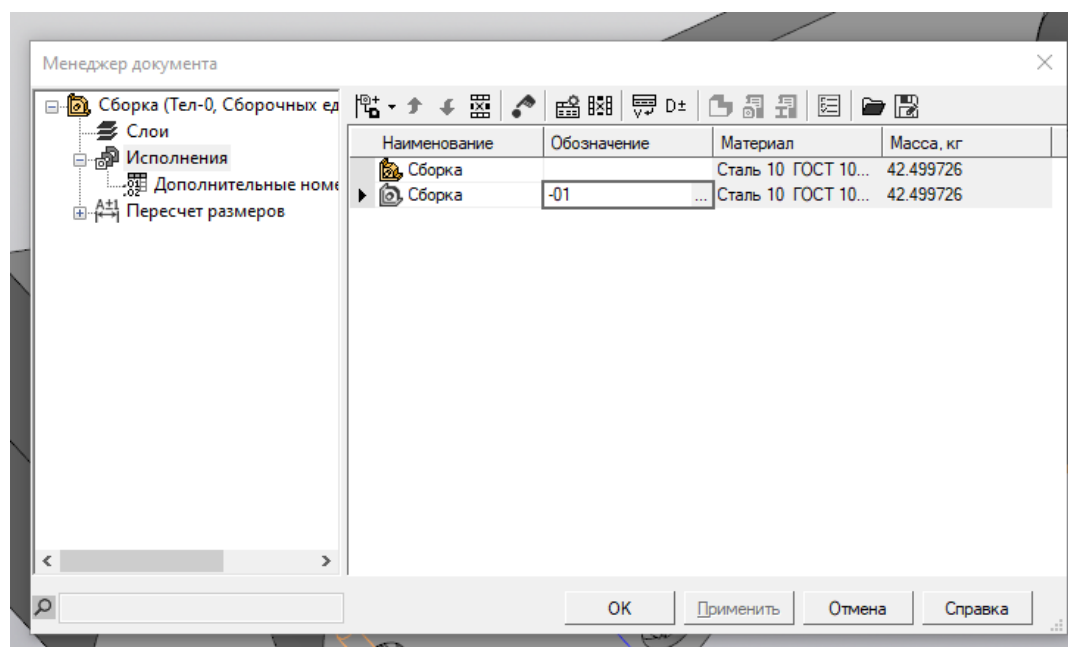


Рисунок 85 – Предварительное создание независимого исполнения

Создадим ломаную, которую будем использовать в качестве будущей траектории.

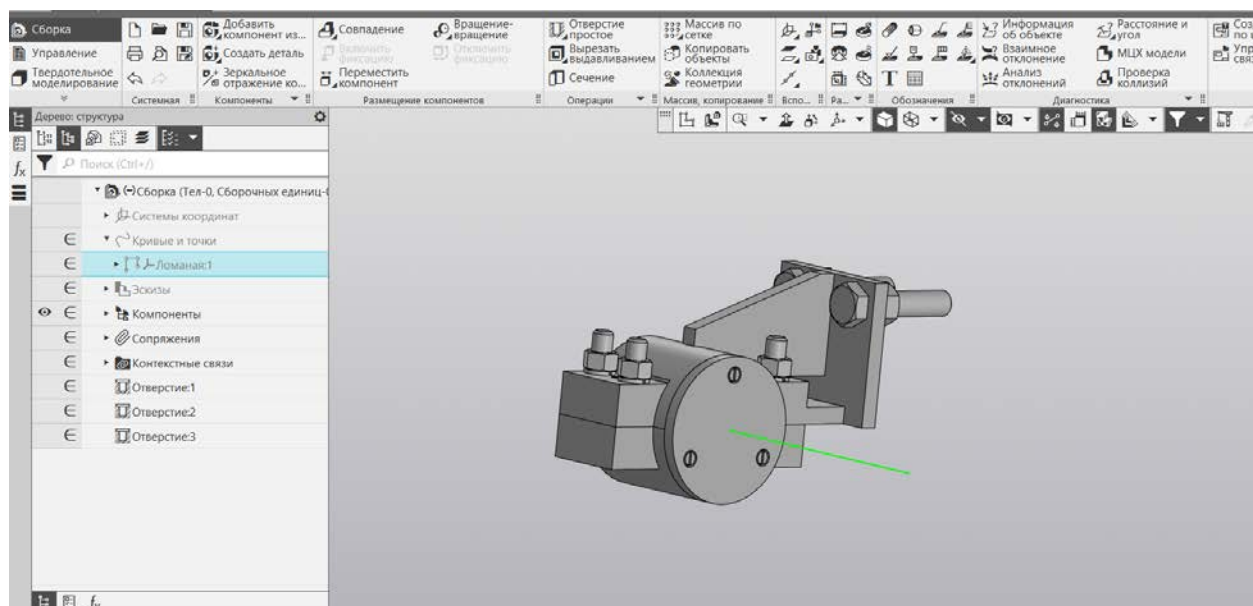


Рисунок 86 – Создание ломаной

Далее переходим в режим создания анимации.

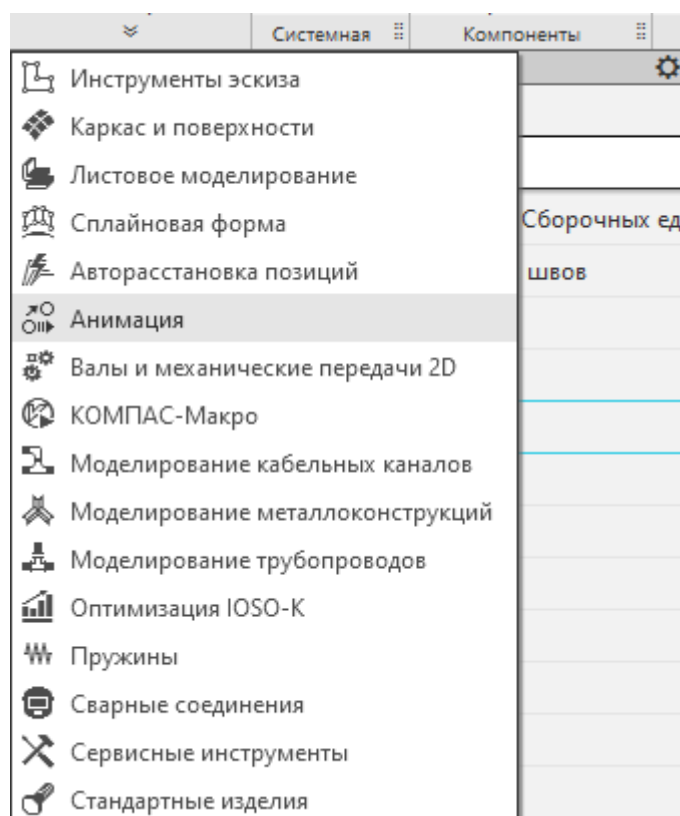


Рисунок 87 – Переход в режим анимации

Затем необходимо нажать ЛКМ по **«Механика: Анимация»**, чтобы открыть диалоговое окно.

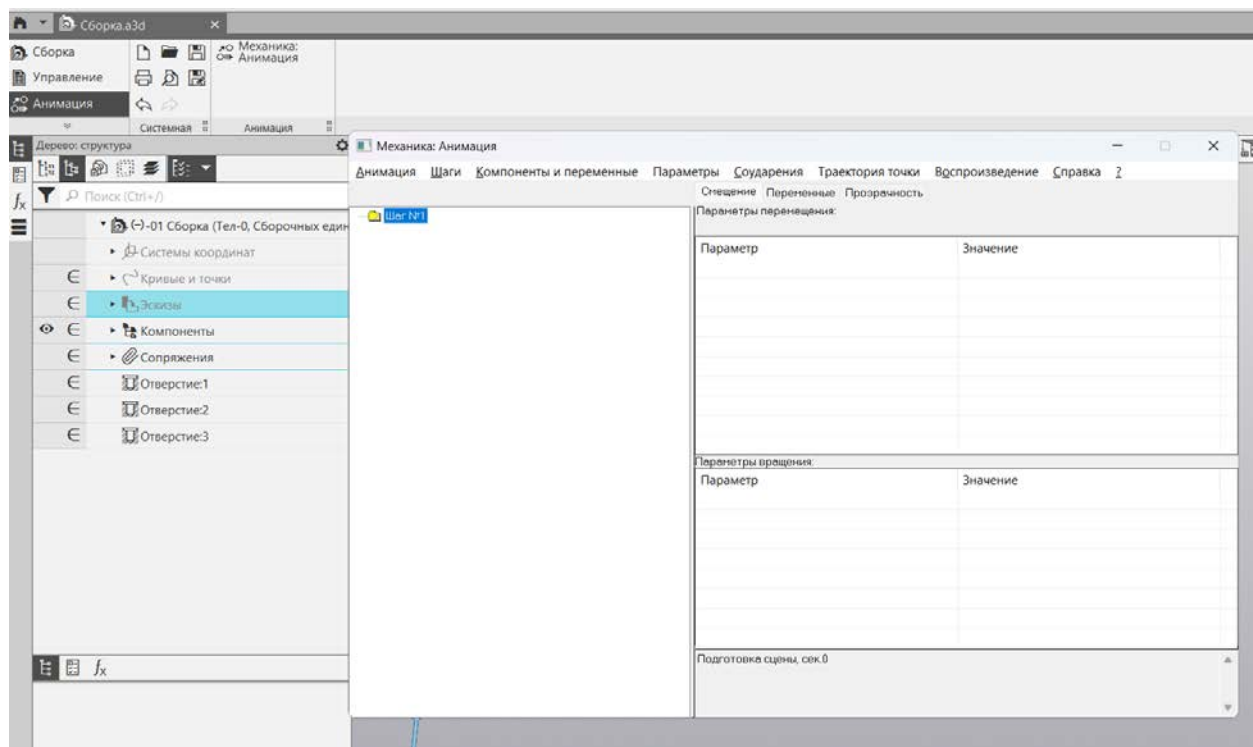


Рисунок 88 – Вызов диалогового окна «Механика: Анимация»

Далее пошагово делаем анимацию нужных нам элементов.

В каждом отдельном шаге выбираем компонент в дереве сборки, нажимаем ЛКМ по интересующему нас компоненту.

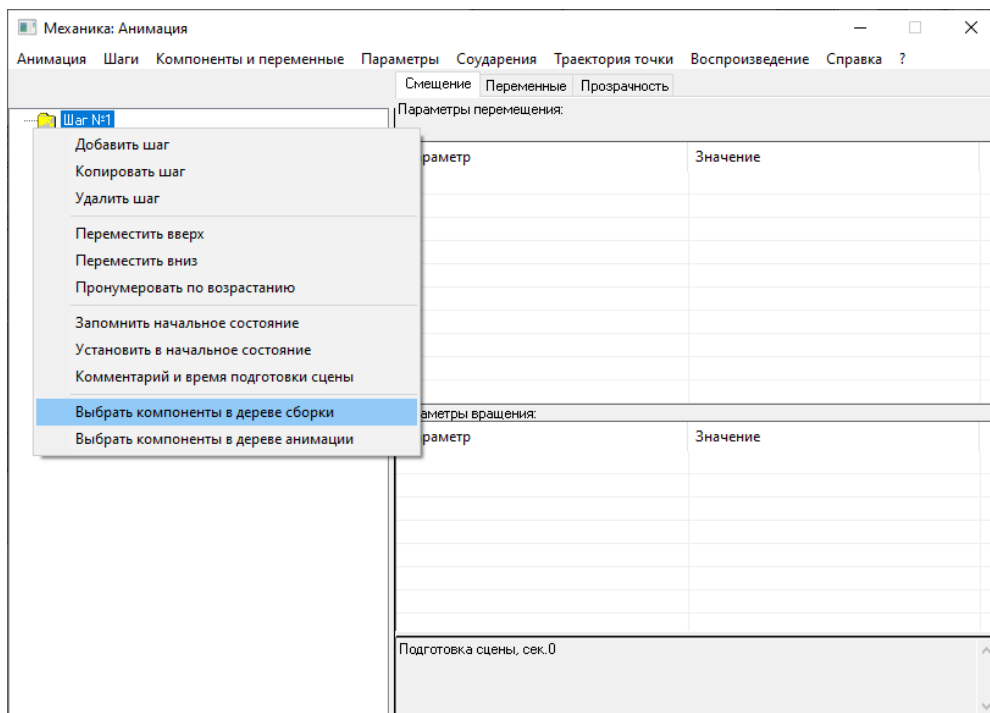


Рисунок 89 – Создание пошаговой анимации

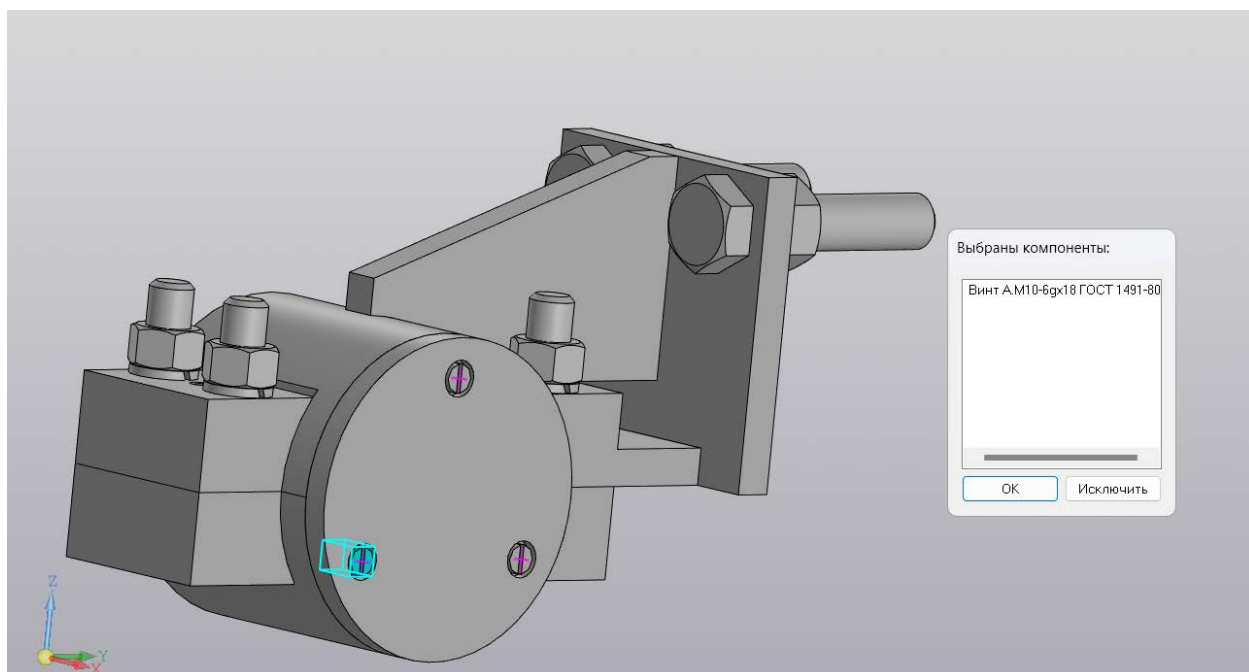


Рисунок 90 – Выбор компонента в дереве сборки

Затем нужно выбрать траекторию в дереве сборки, этой траекторией и будет ломаная, которую мы построили ранее.

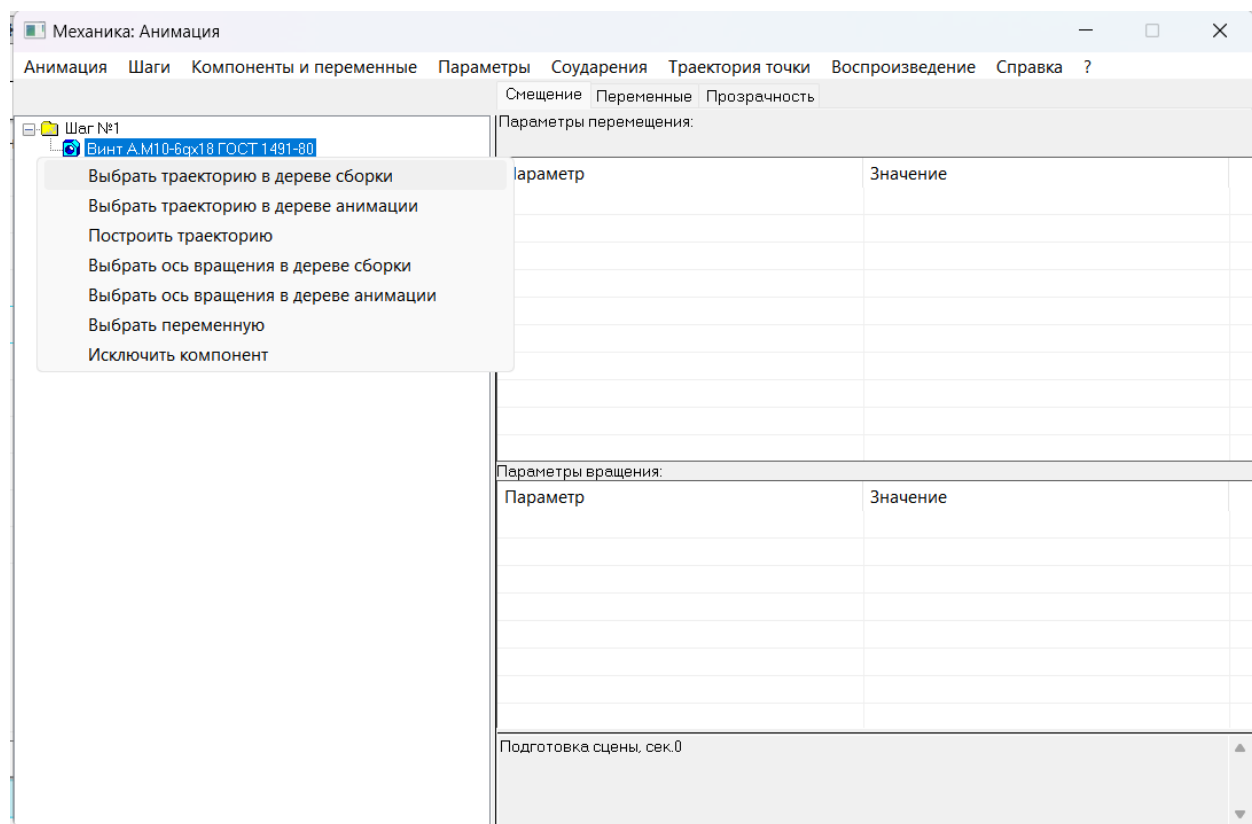


Рисунок 91 – Выбор траектории в дереве сборки

После того, как выберем траекторию, появится диалоговое окно с параметрами перемещения. Эти параметры изменяем, выбрав параметрами перемещения время и ставим его на 5 сек.

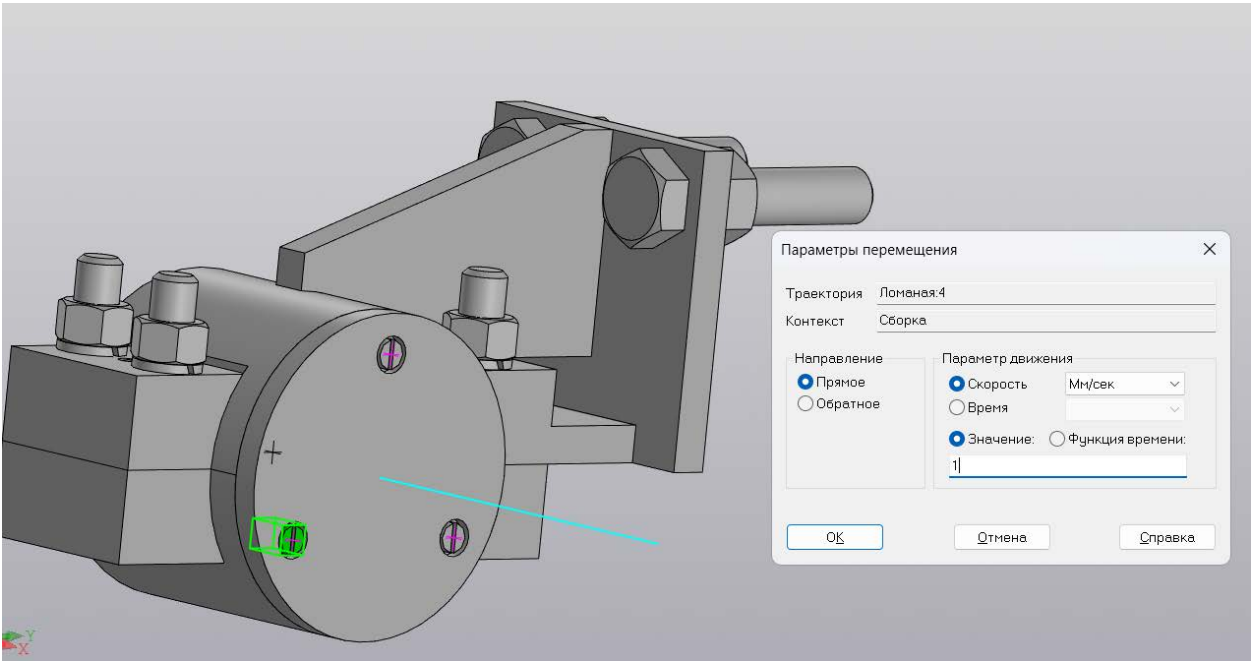


Рисунок 92 – Параметры перемещения

Затем отключим сопряжение компонентов шага.

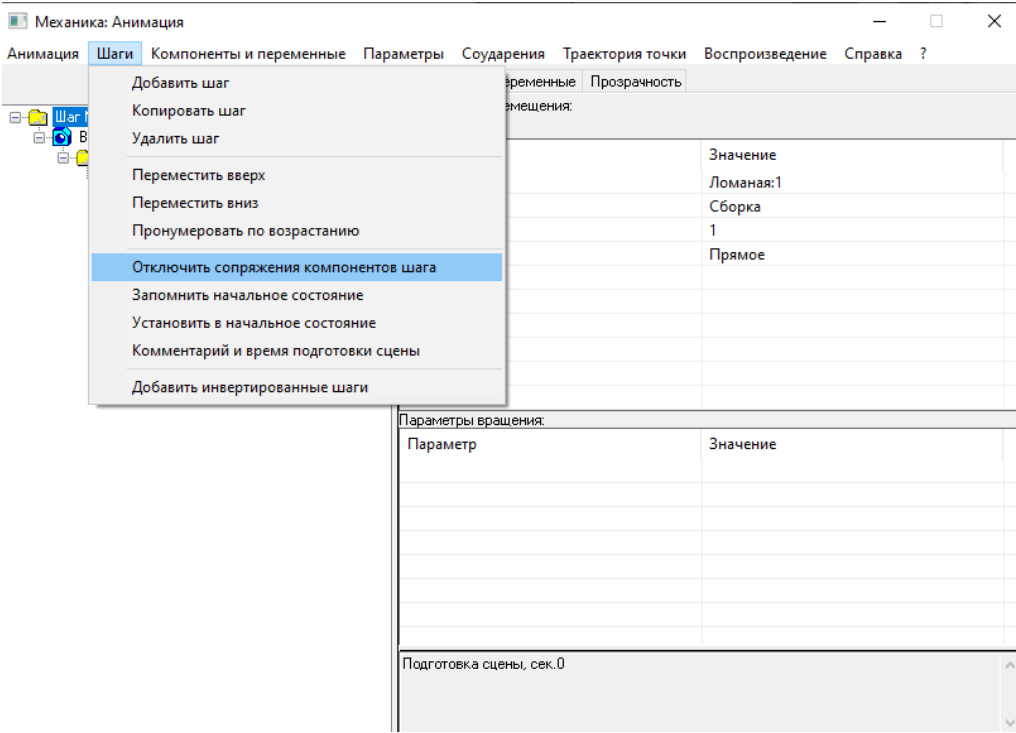


Рисунок 93 – Отключение сопряжения компонентов шага

Теперь можем предварительно посмотреть получившуюся анимацию.

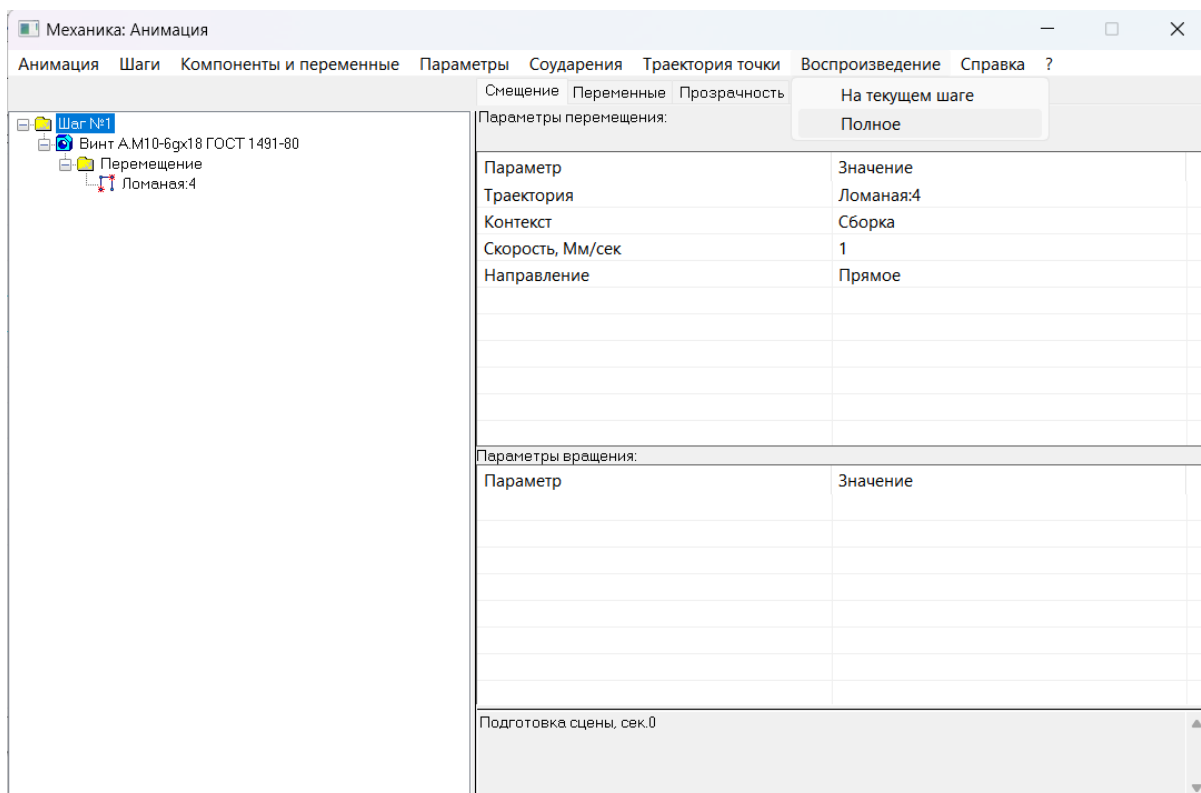


Рисунок 94 – Предварительный просмотр анимации

Далее создаём ещё шаги и аналогично первому шагу строим анимации для остальных элементов.

После создания анимации для всех элементов запускаем предварительное полное воспроизведение анимации, чтобы увидеть получившийся результат.

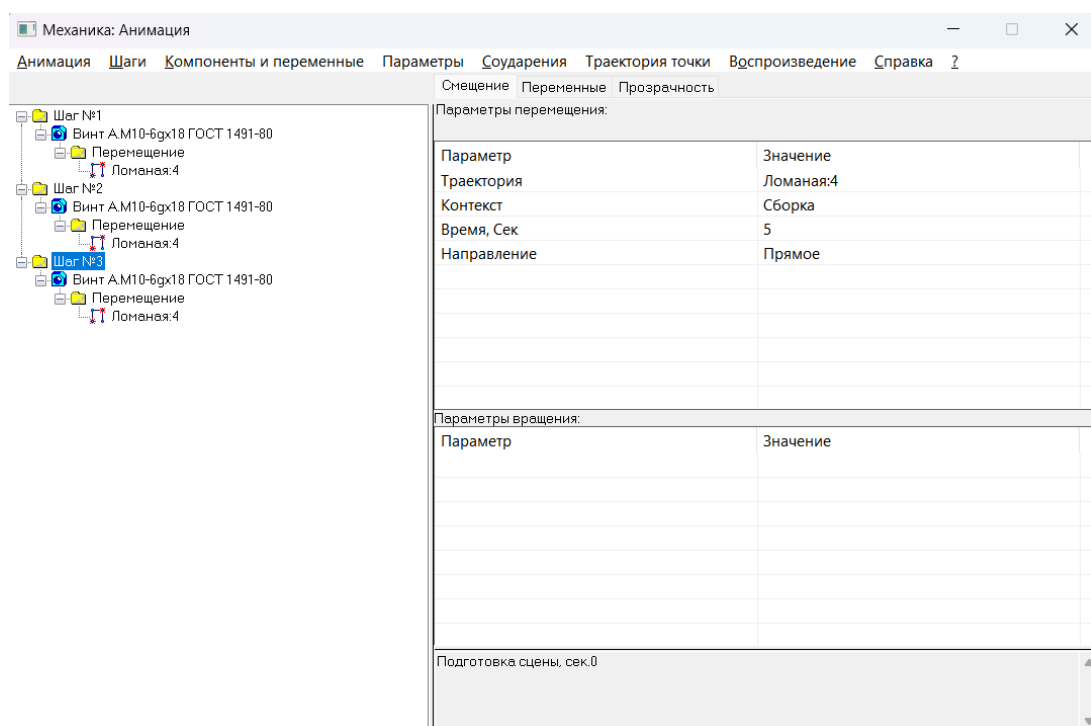


Рисунок 95 – Представлено три шага анимации

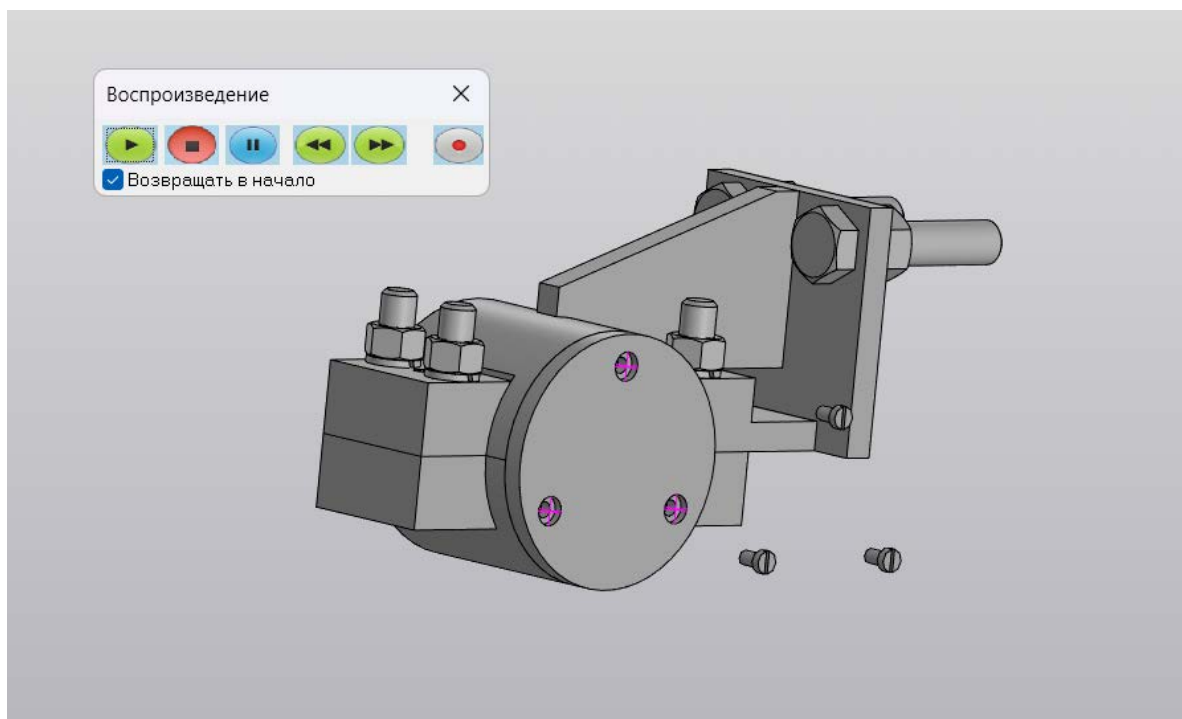
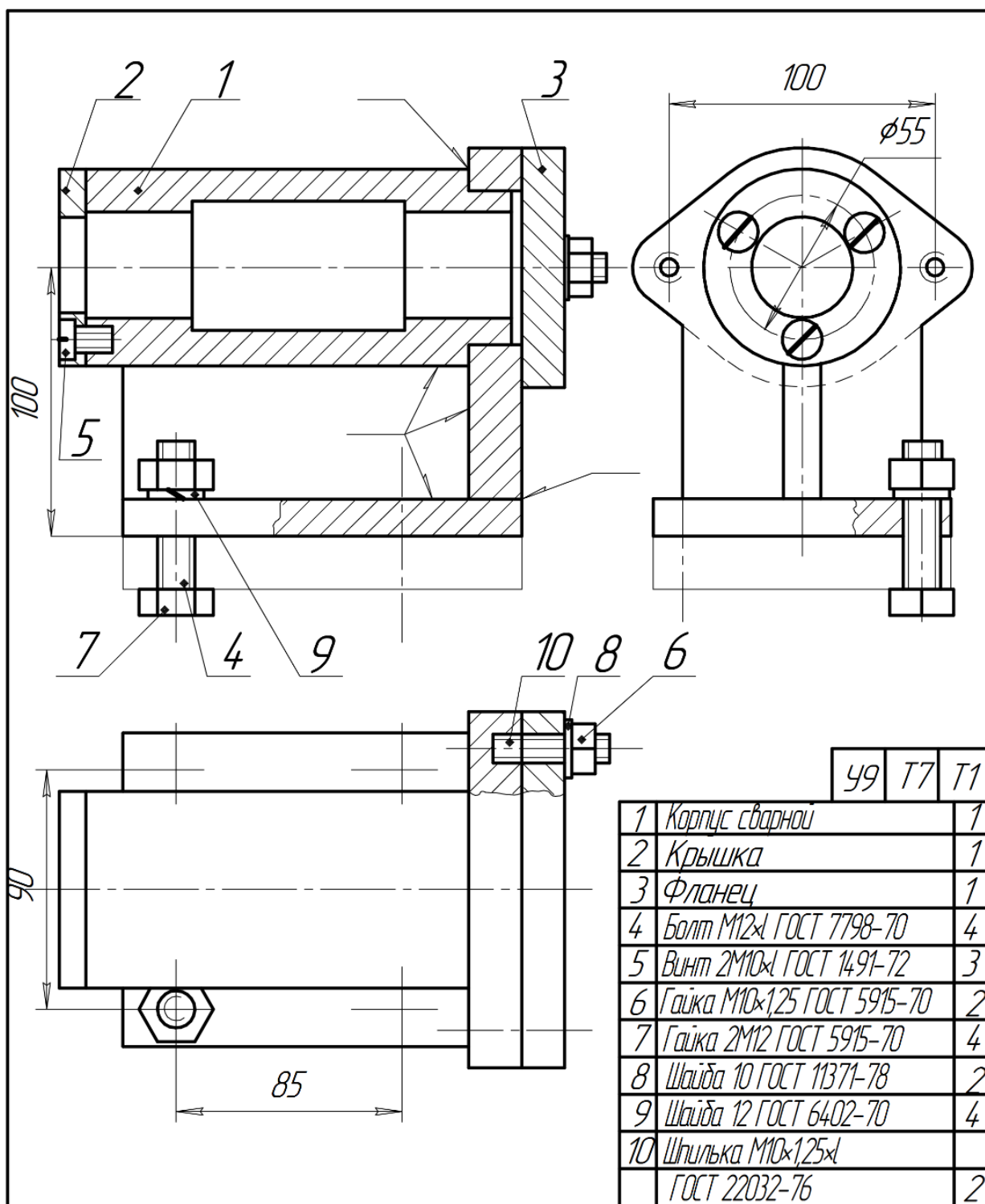


Рисунок 96 – Полное воспроизведение получившейся анимации

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Детали машин. Автоматизированное проектирование : учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин, В. Д. Бурдыкин ; под ред. В.В. Шередкина. – Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2017. – 255 с. – ISBN 978-5-7267-0935-2. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/72661.html> (дата обращения: 31.08.2025). – Текст : электронный.
2. Детали машин и основы конструирования : учебник / С. М. Горбатюк, А. Н. Веремеевич, С. В. Албул [и др.]. – М. : Издательский Дом МИСиС, 2014. – 377 с. – ISBN 978-5-87623-754-5. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/98847.html> (дата обращения: 31.08.2025). – Текст : электронный.
3. Жулай, В. А. Детали машин : учебное пособие / В. А. Жулай. – М. : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 237 с. – ISBN 978-5-4497-1106-9. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/108292.html> (дата обращения: 31.08.2025). – Текст : электронный.
4. Мудров, А. Г. Детали машин и основы конструирования : учебно-методическое пособие / А. Г. Мудров, А. А. Мудрова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-9729-0614-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115120.html> (дата обращения: 31.08.2025)). – Текст : электронный.
5. Беляев, А. Н. Детали машин и основы конструирования. Лабораторный практикум : учебное пособие / А. Н. Беляев, А. В. Кочегаров, В. В. Шередекин ; под редакцией А. Н. Беляева. – Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. – 220 с. – ISBN 978-5-7267-0820-1. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/72660.html> (дата обращения: 31.08.2025). – Текст : электронный.

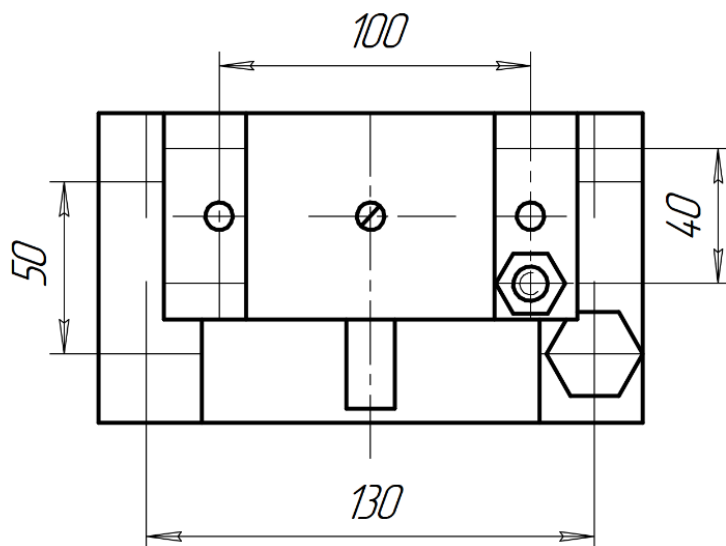
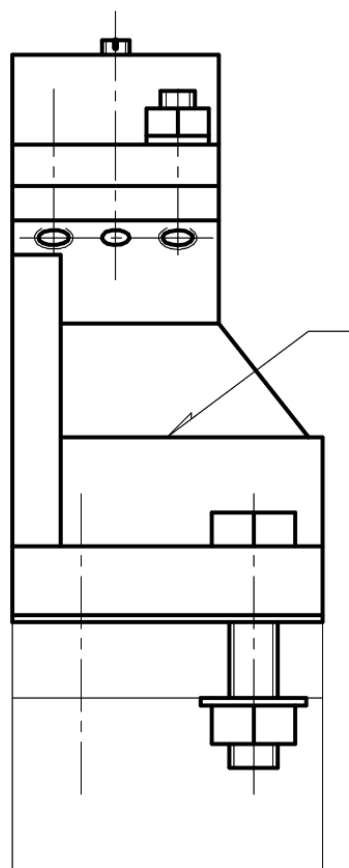
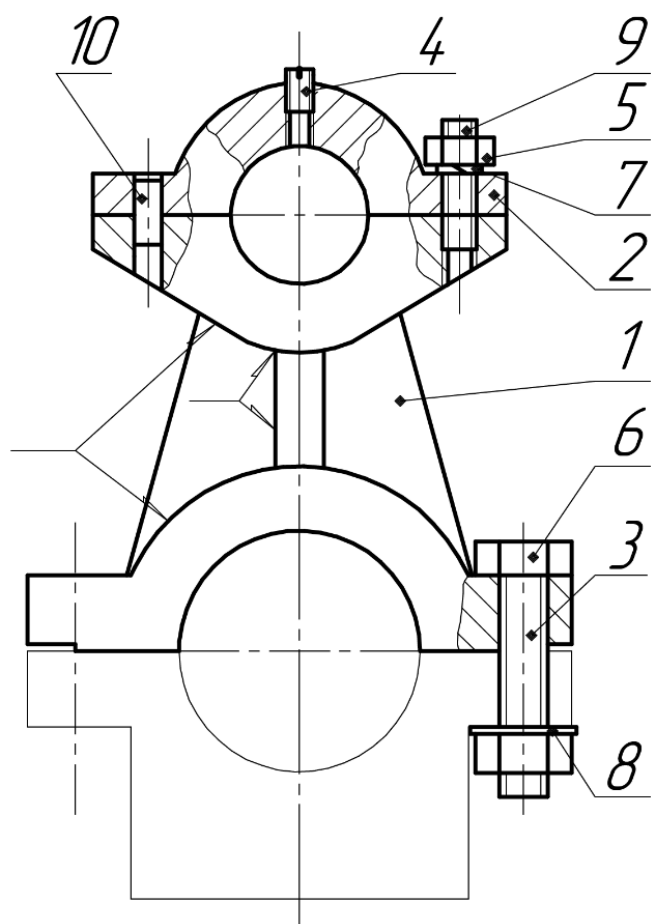
ПРИЛОЖЕНИЕ



ВАРИАНТ 1

М 1:2

Корпус

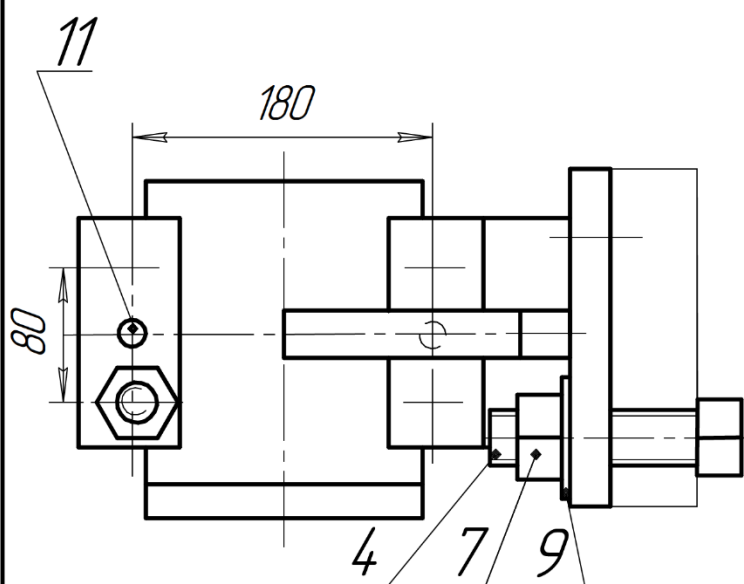
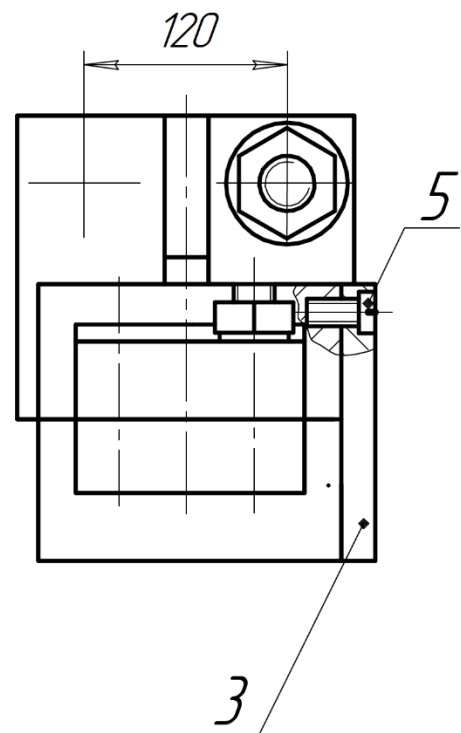
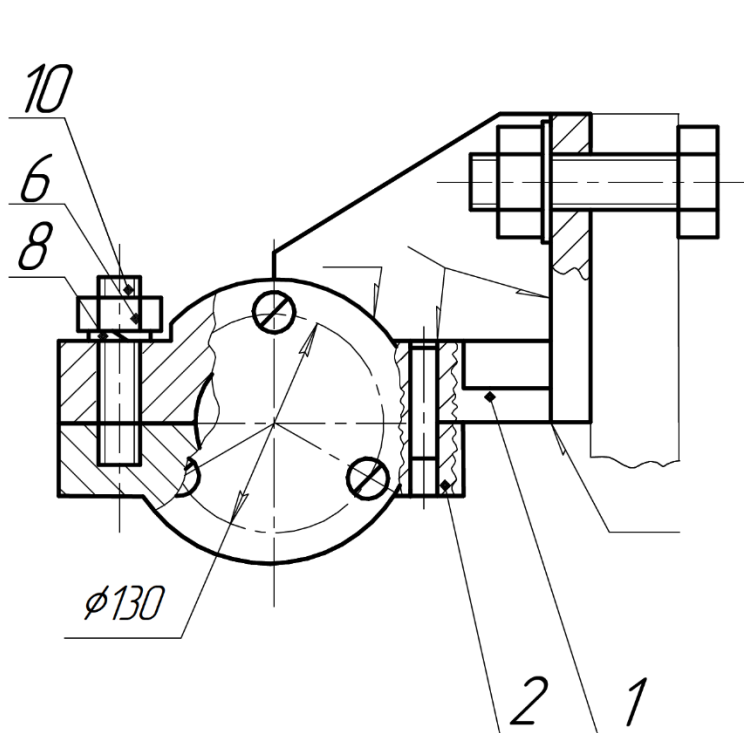


	У6	Т3	Т8
1 Корпус сварной			1
2 Крышка подшипника			1
3 Болт М14х1 ГОСТ 7798-70			4
4 Винт М8х1 ГОСТ 1498-64			1
5 Гайка М10х1,25 ГОСТ 5915-70			4
6 Гайка 2М14 ГОСТ 5915-70			4
7 Шайба 10 ГОСТ 6402-70			4
8 Шайба 10 ГОСТ 6402-70			4
9 Шпилька М10х1,25х1 ГОСТ 22032-76			4
10 Штифт 8х1 ГОСТ 3128-70			2

ВАРИАНТ 2

М 1:2

Кронштейн

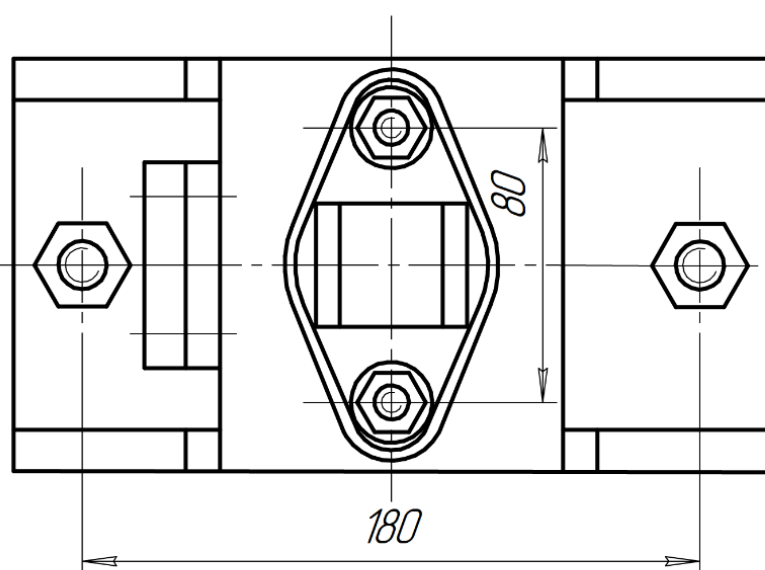
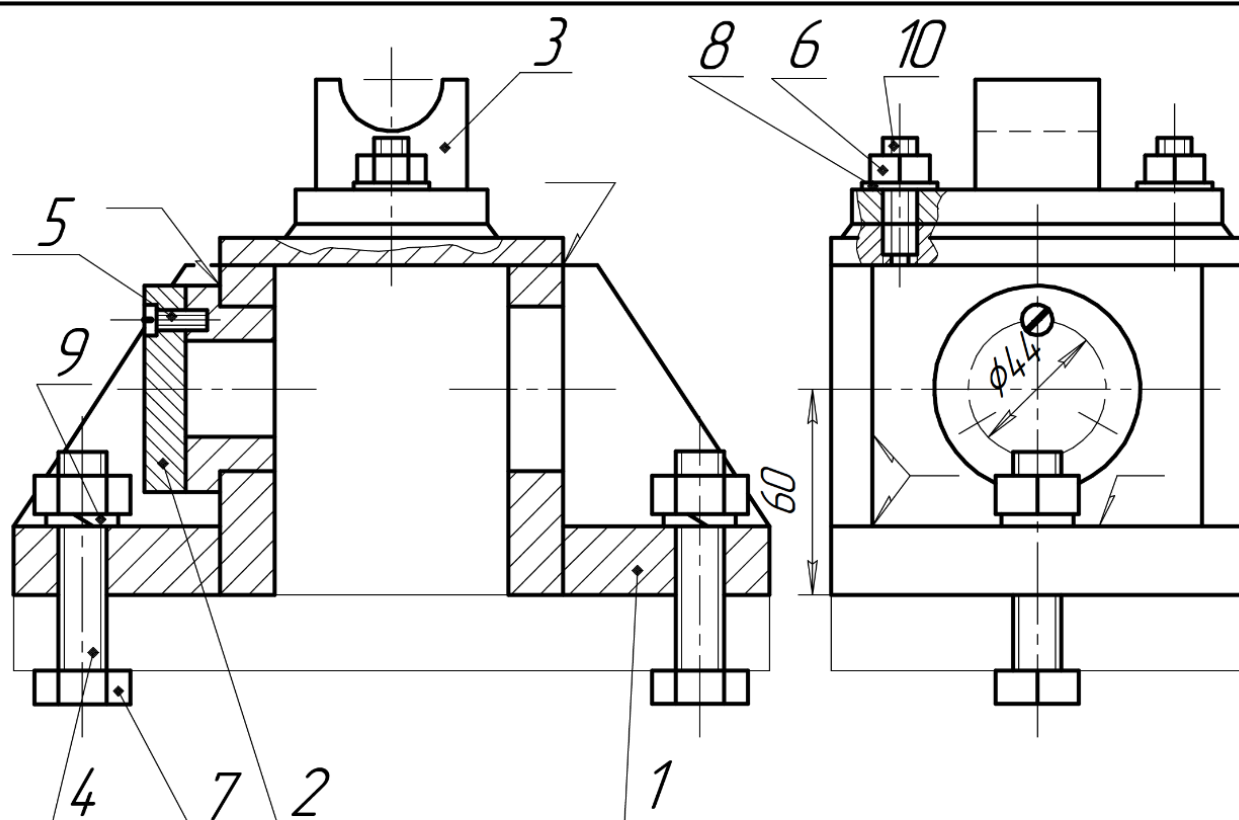


	У6	Т3	Т9
1 Корпус сварной			1
2 Ложемент			1
3 Крышка			1
4 Болт М30×3 ГОСТ 7798-70			2
5 Винт 2М10×1 ГОСТ 1491-72			3
6 Гайка 2М 24 ГОСТ 5915-70			4
7 Гайка М30×3 ГОСТ 5915-70			2
8 Шайба 24 ГОСТ 6402-70			4
9 Шайба 30 ГОСТ 11 371-78			2
10 Шпилька М24×1			
ГОСТ 22032-76			4
11 Штифт 12×1 ГОСТ 3128-70			2

ВАРИАНТ 3

М 1:2

Корпус

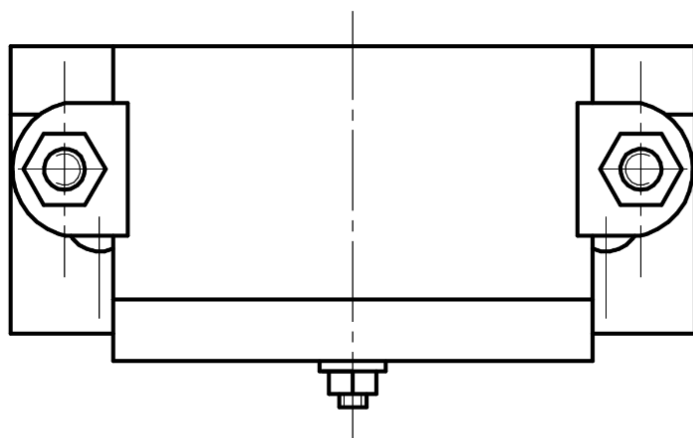
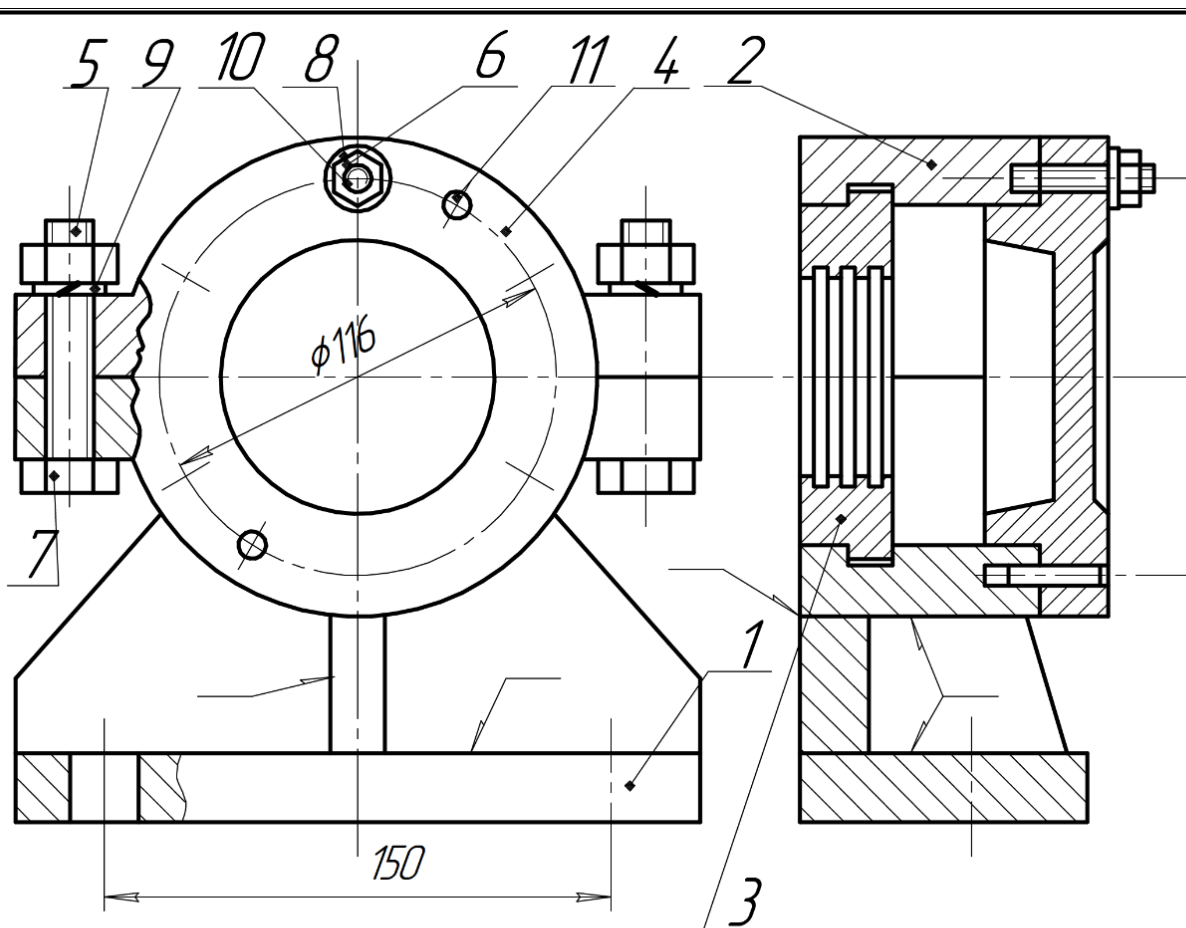


	У8	У9	Т1	Т8
1	Корпус сварной			1
2	Крышка			1
3	Опора			1
4	Болт М14×1,5×l ГОСТ 7798-70			2
5	Винт 2М5×l ГОСТ 1491-72			3
6	Гайка 2М10 ГОСТ 5915-70			2
7	Гайка М14×1,5 ГОСТ 5915-70			2
8	Шайба 2.10 ГОСТ 11371-78			2
9	Шайба 14 ГОСТ 6402-70			2
10	Шпилька М10×l ГОСТ 22032-76			2

ВАРИАНТ 4

М 1:2

Опора

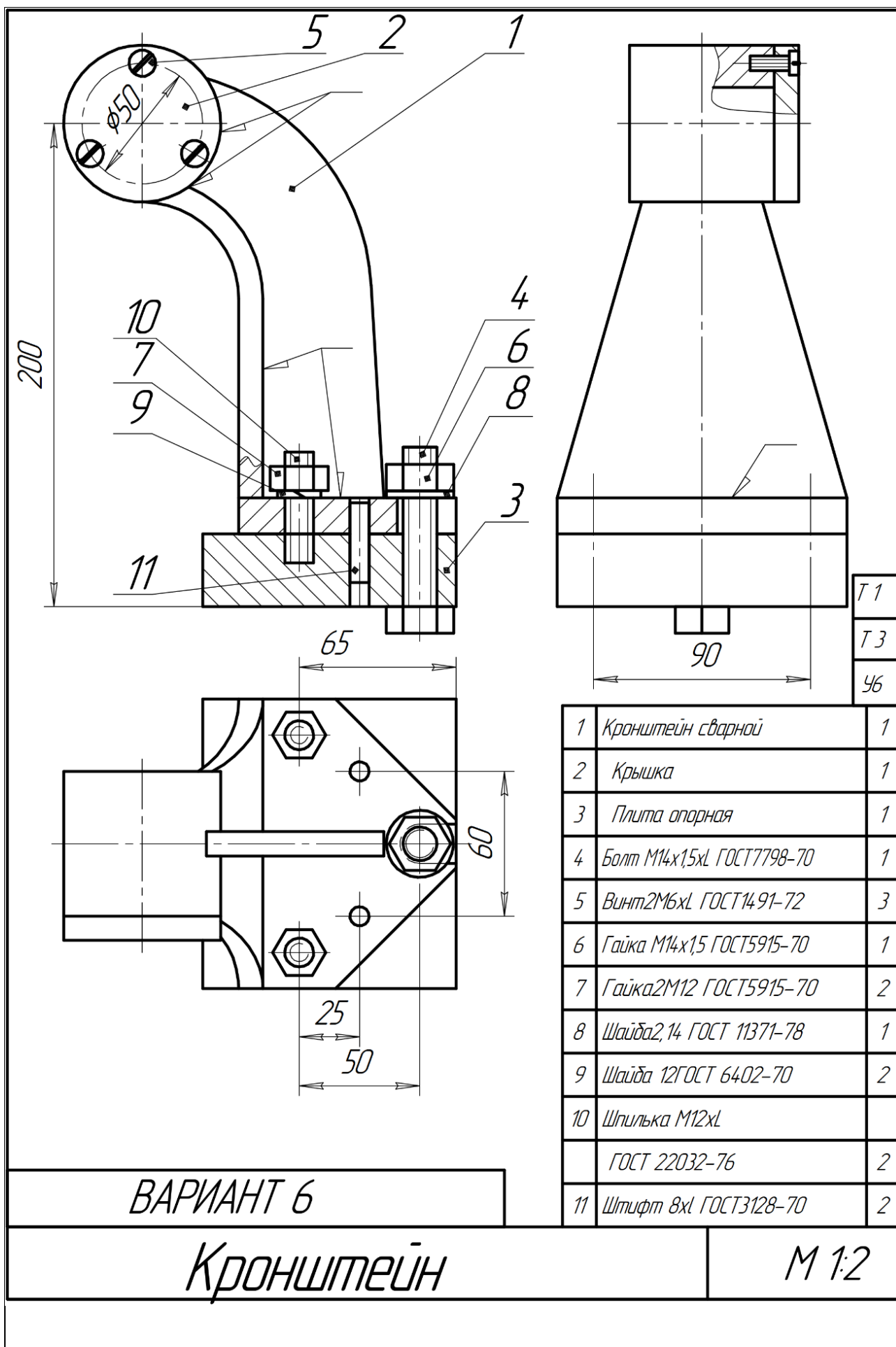


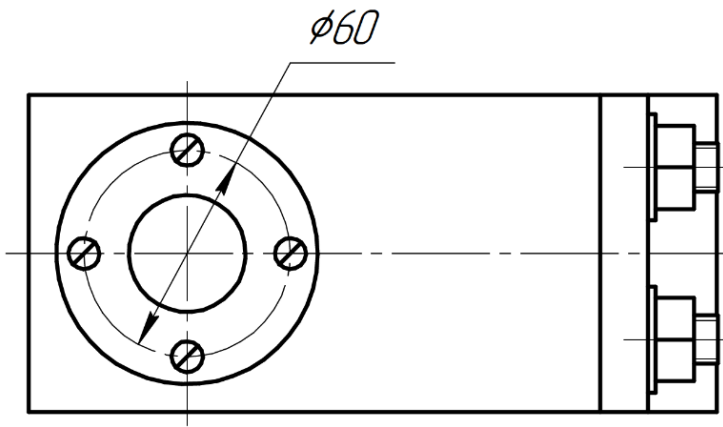
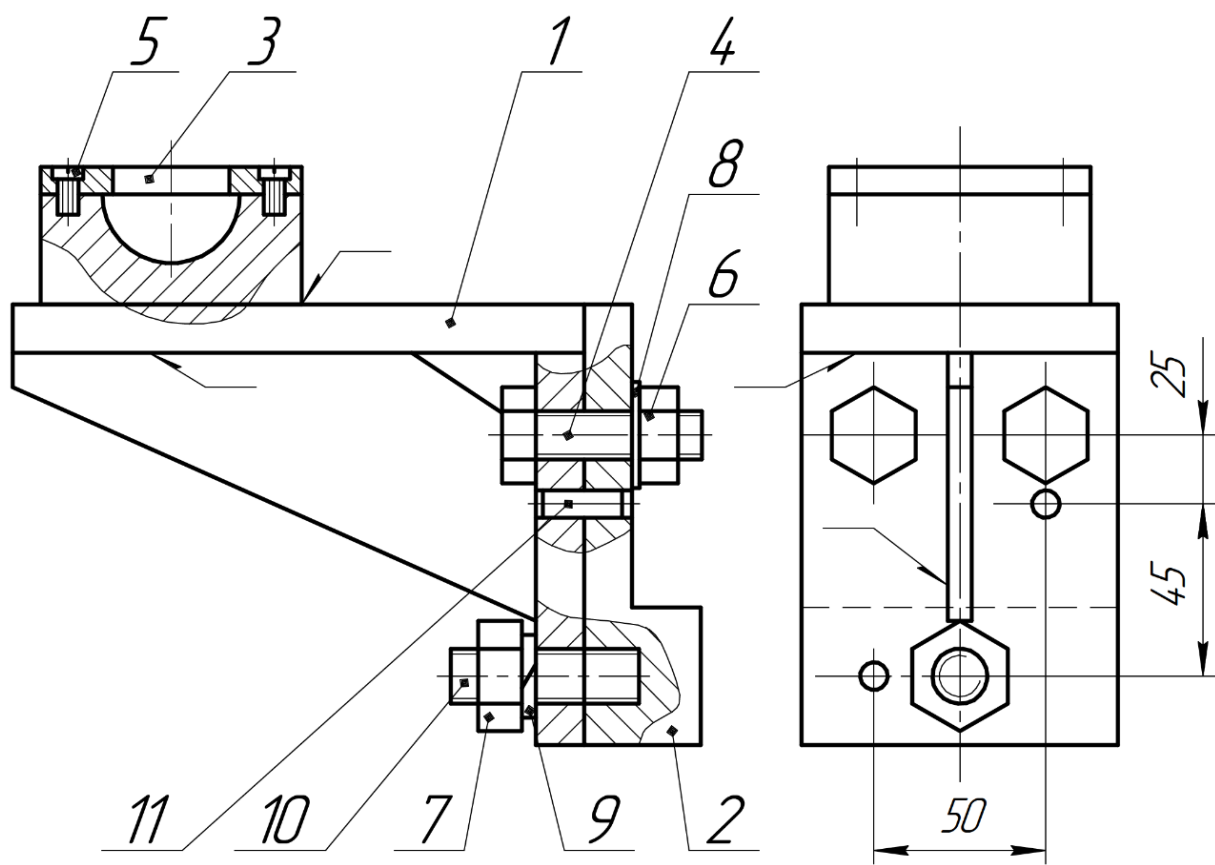
	У6	У9	Т3	Т7
1	Корпус сварной			1
2	Крышка			1
3	Втулка уплотнительная			1
4	Фланец			1
5	Болт М12х1 ГОСТ 7798-70			2
6	Гайка М8х1 ГОСТ 5915-70			6
7	Гайка 2М12 ГОСТ 5915-70			2
8	Шайба 8 ГОСТ 11371-78			6
9	Шайба 12 ГОСТ 6402-70			2
10	Шпилька М8х1х1 ГОСТ 22032-76			6
11	Штифт 6х1 ГОСТ 3128-70			2

ВАРИАНТ 5

М 1:2

Кронштейн



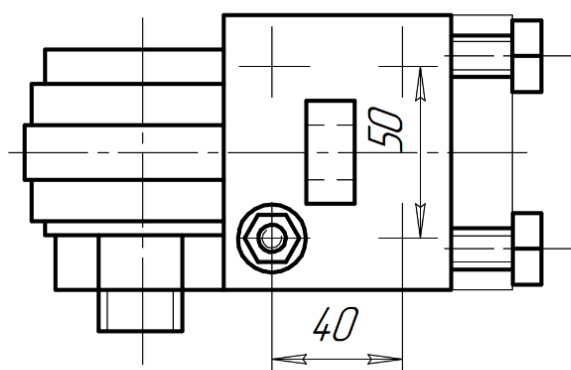
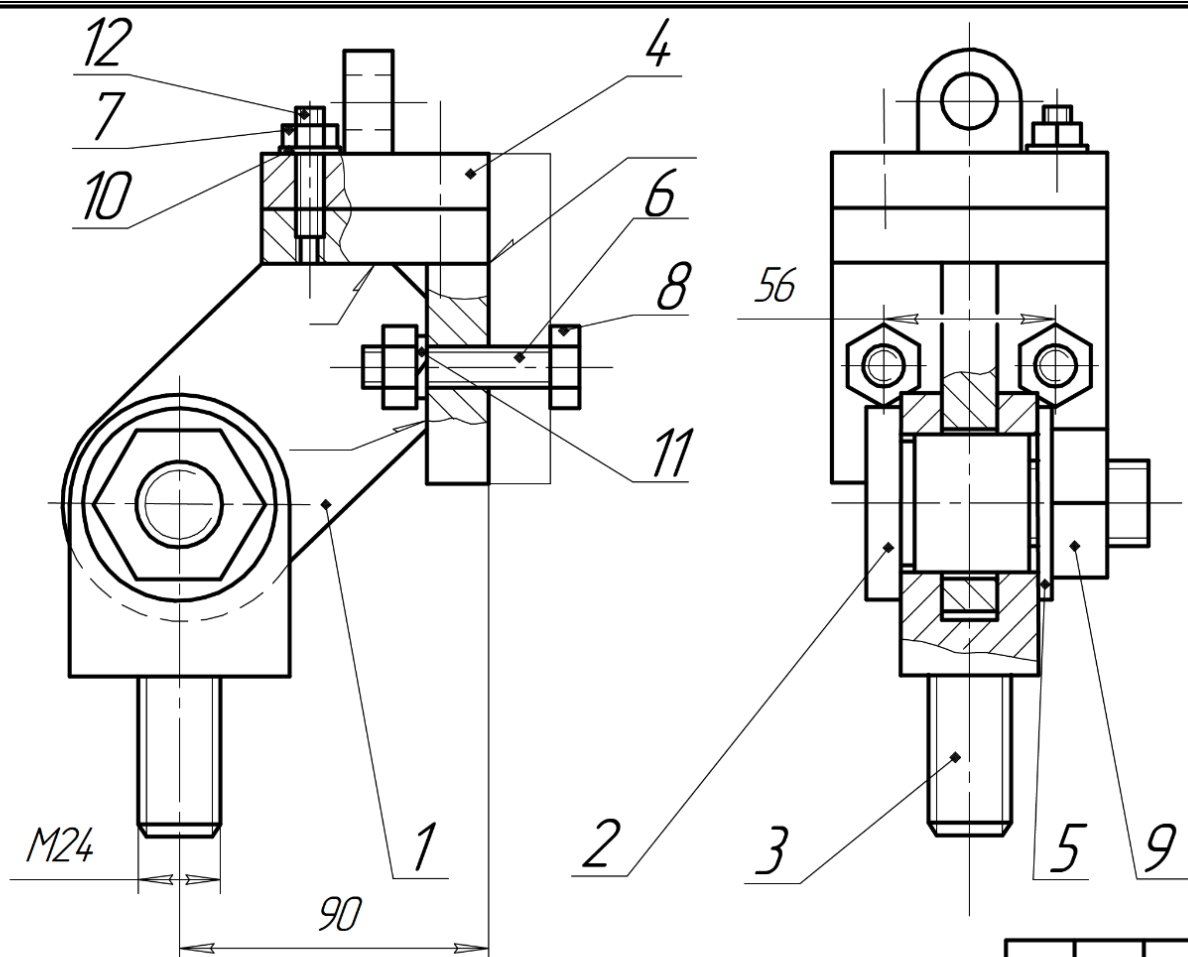


	T1	T3	T8	У7
1 Корпус сварной				1
2 Опора				1
3 Крышка				1
4 Болт М14хl ГОСТ 7798-70				2
5 Винт 2М6хl ГОСТ 1491-72				4
6 Гайка 2М14 ГОСТ 5915-70				2
7 Гайка М16х1,5 ГОСТ 5915-70				1
8 Шайба 14 ГОСТ 11371-78				2
9 Шайба 16 ГОСТ 6402-70				1
10 Шпилька М16х1,5хl ГОСТ 22032-76				1
11 Штифт 8хl ГОСТ 3128-70				2

ВАРИАНТ 7

М 1:2

Кронштейн

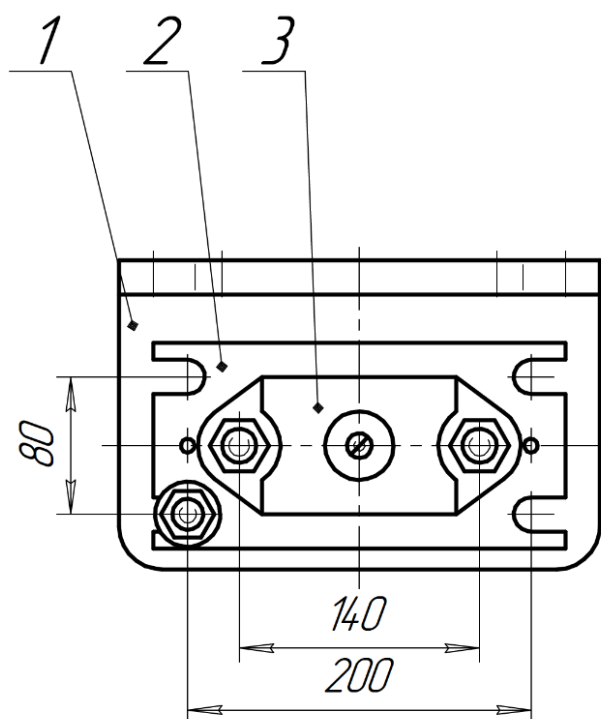
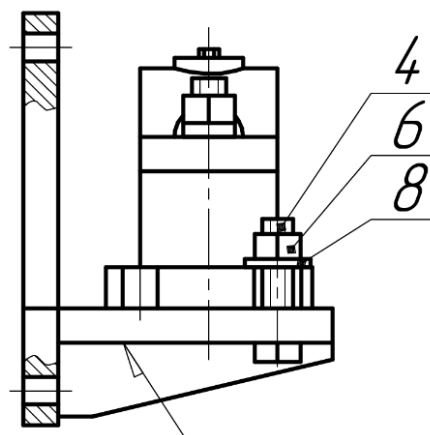
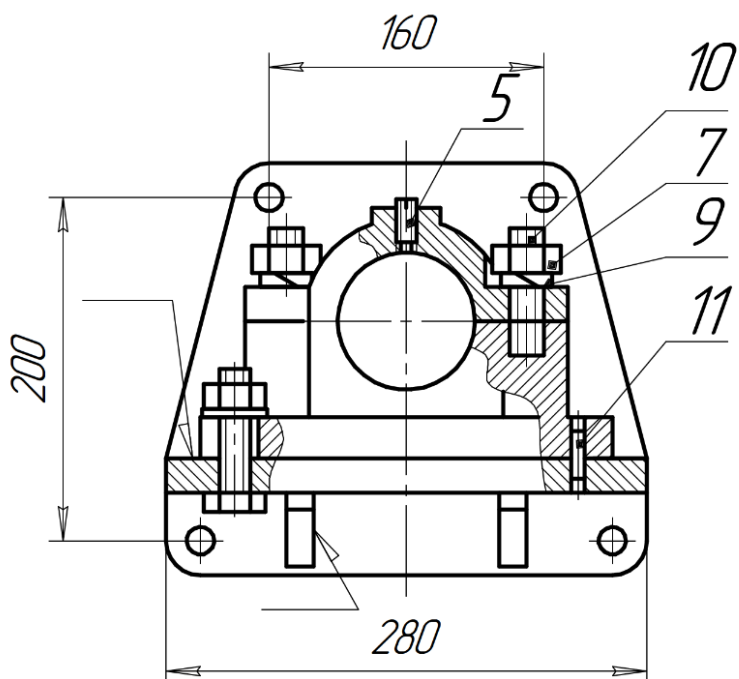


	У5	Т3	Т7
1	Корпус сварной		1
2	Ось		1
3	Вилка		1
4	Ушко		1
5	Шайба		1
6	Болт М12×1,5 ГОСТ 7798-70		2
7	Гайка 2М8 ГОСТ 5915-70		4
8	Гайка М12×1,5 ГОСТ 5915-70		2
9	Гайка М24×2 ГОСТ 15522-70		1
10	Шайба 28 ГОСТ 11371-78		4
11	Шайба 12 ГОСТ 6402-70		2
12	Шпилька М8×1 ГОСТ 22032-76		4

ВАРИАНТ 8

М 1:2

Упор

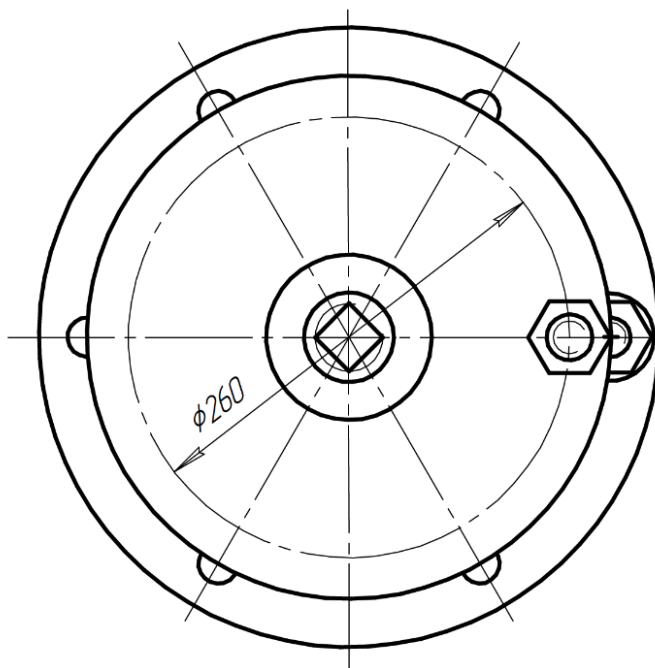
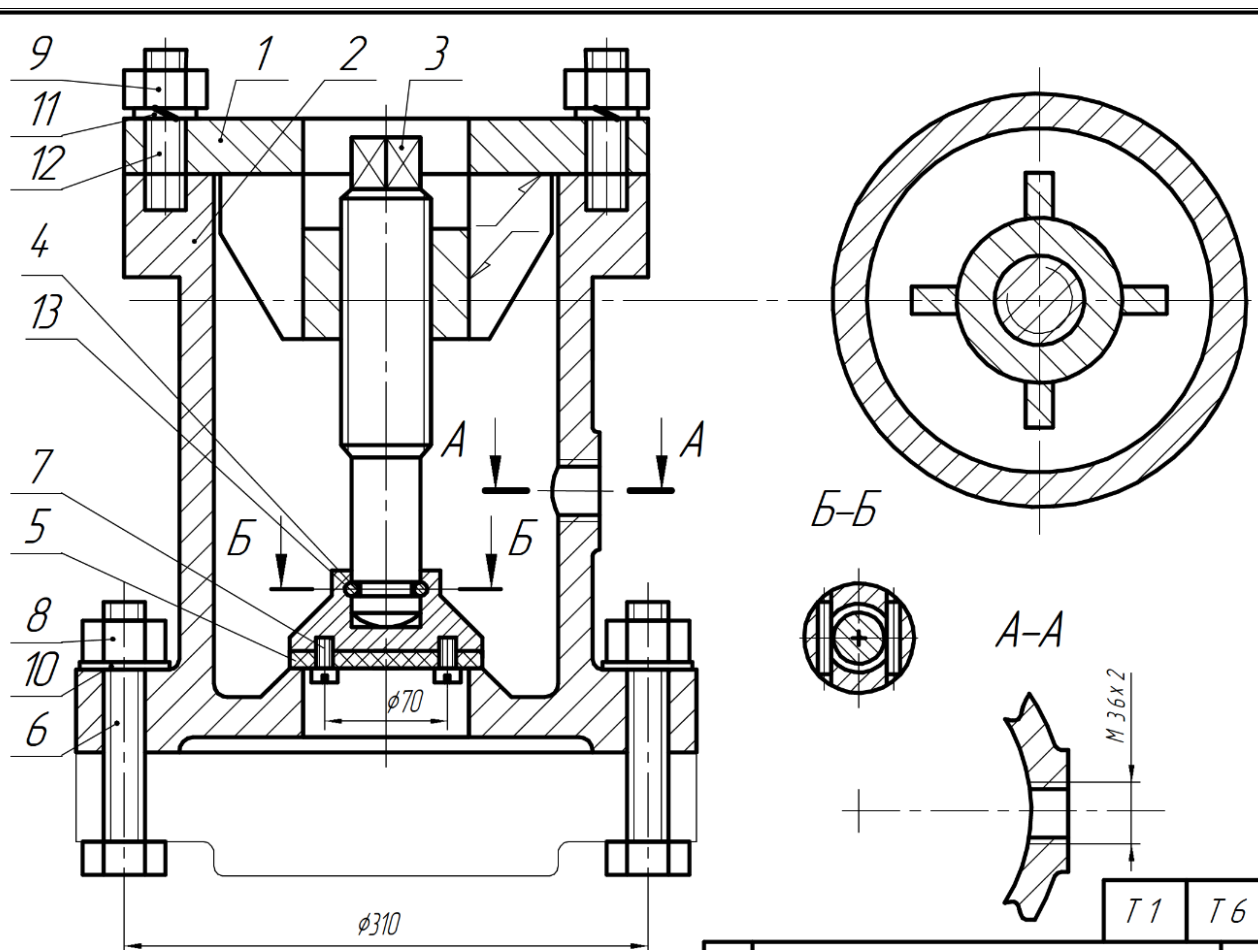


	Т 1	Т 6	Т 9
1 Кронштейн сварной			1
2 Корпус			1
3 Крышка			1
4 Болт М18хL ГОСТ7798-70			4
5 Винт М12хL ГОСТ1477-70			1
6 Гайка 2М18 ГОСТ5915-70			4
7 Гайка М20х15 ГОСТ5915-70			2
8 Шайба 18 ГОСТ 11371-78			4
9 Шайба20 ГОСТ 6402-70			2
10 Шпилька М20х1,5хL			
ГОСТ 22032-76			2
11 Штифт 8х L ГОСТ3128-70			2

ВАРИАНТ 9

М 1:4

Кронштейн

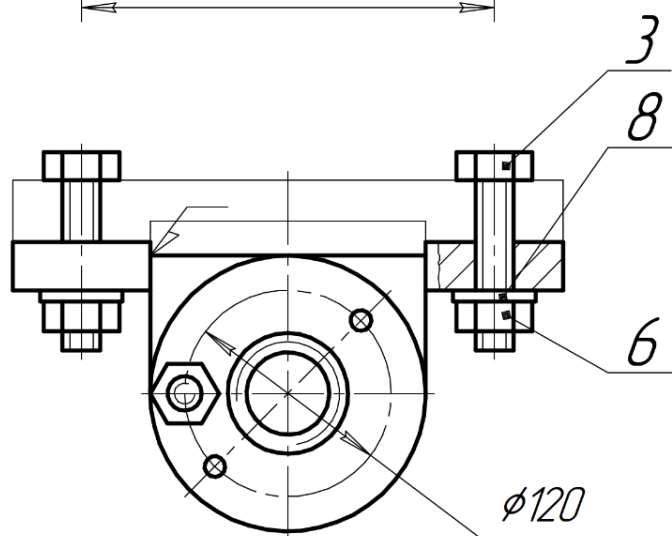
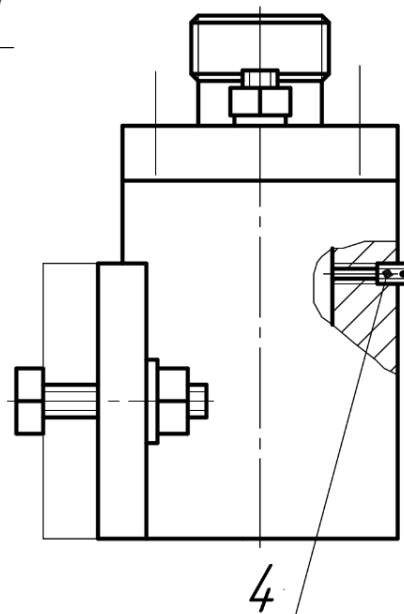
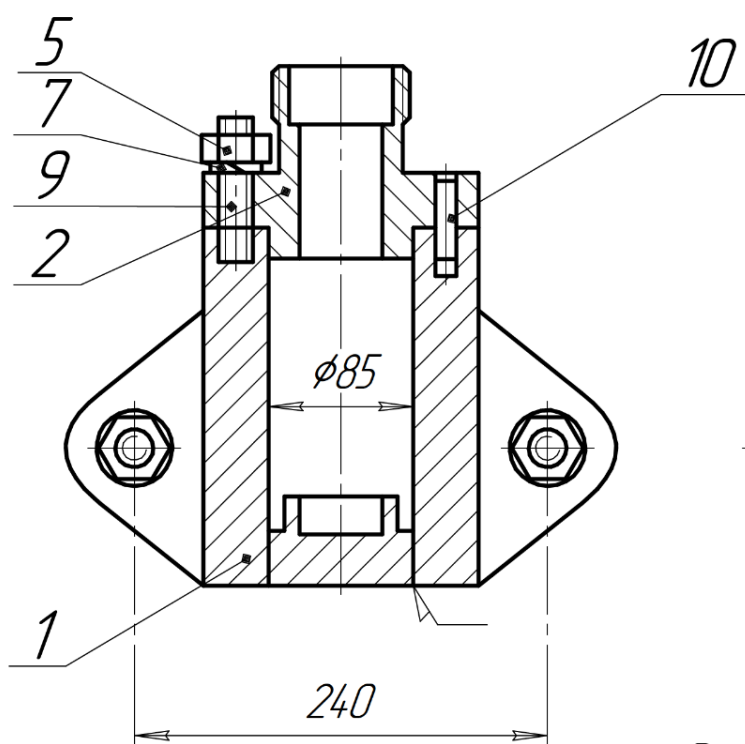


ВАРИАНТ 10

1	Фланец сварной	1
2	Корпус	1
3	Крышка	1
4	Пята	1
5	Прокладка	1
6	Болт М20х1,5х l ГОСТ 7798-70	6
7	Винт 2М8х l ГОСТ 14-91-72	4
8	Гайка М20х1,5 ГОСТ 5915-70	6
9	Гайка 2М22 ГОСТ 5915-70	6
10	Шайба 2,20 ГОСТ 11371-78	6
11	Шайба 22 ГОСТ 6402-70	6
12	Шпилька М22 х l ГОСТ 22032-76	6
13	Штифт 6х l ГОСТ 3128-70	2

Корпус

М 1:4

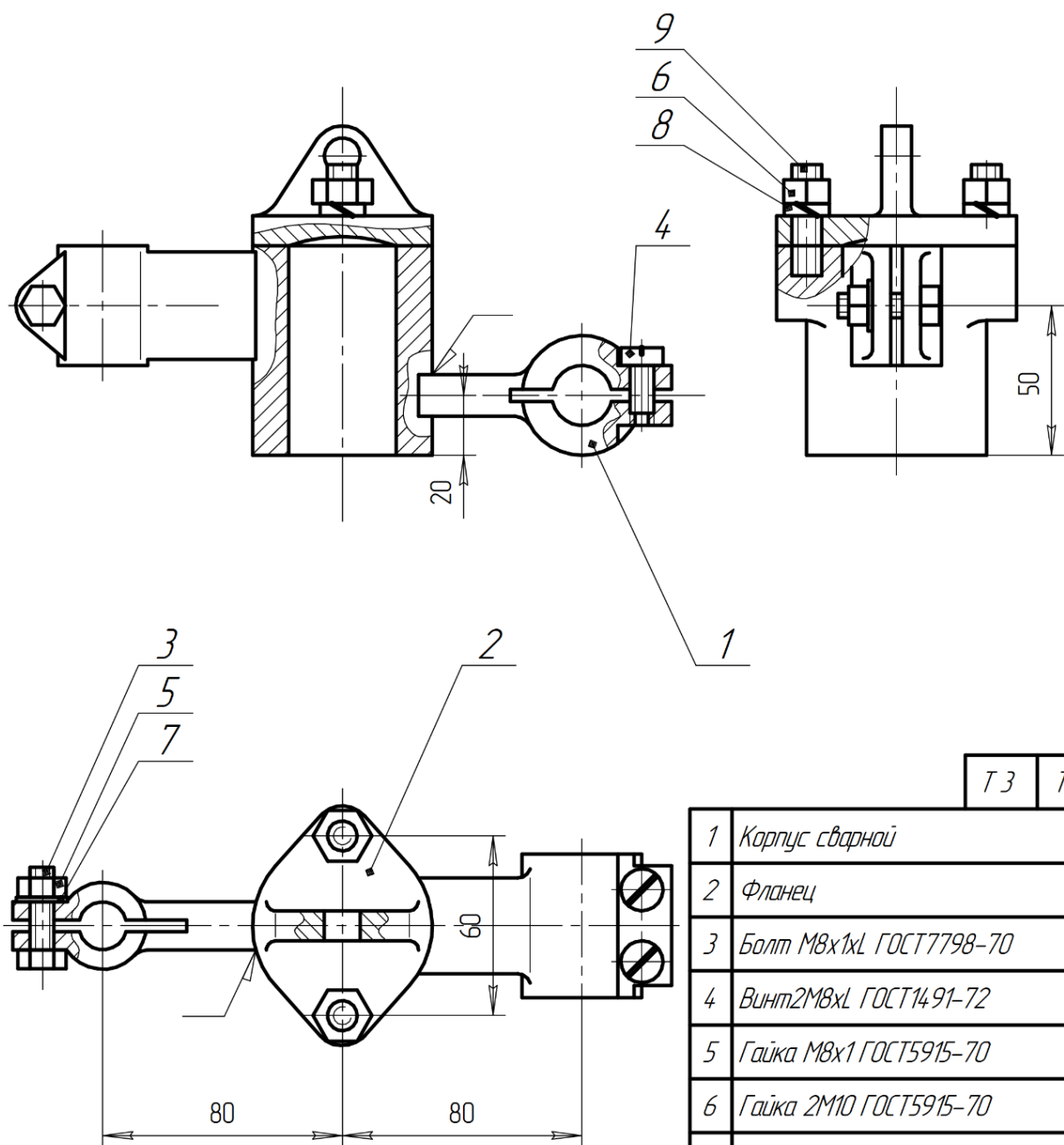


		46
		49
1	Корпус сварной	1
2	Фланец	1
3	Болт М22х1 ГОСТ 7798-70	2
4	Винт М12х1 ГОСТ 1477-64	1
5	Гайка М20х1,5 ГОСТ 5915-70	4
6	Гайка 2М22 ГОСТ 5915-70	2
7	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	4
8	Шайба 22 ГОСТ 11371-78	2
9	Шпилька М20х1,5х1	
	ГОСТ 22032-76	4
10	Штифт 12х1 ГОСТ 3128-70	2

ВАРИАНТ 11

М 1:4

Кронштейн

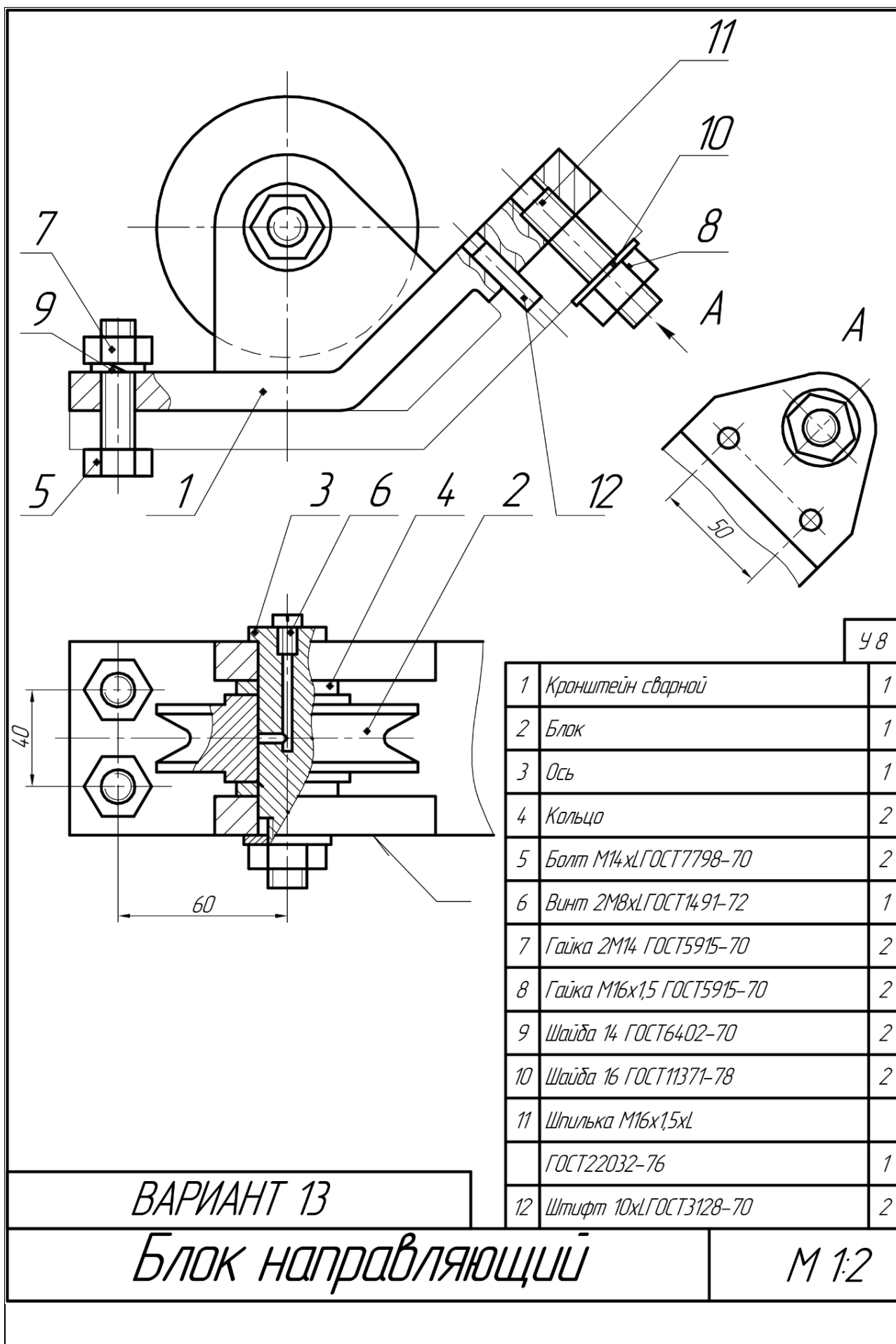


	ТЗ	Т9
1	Корпус сварной	1
2	Фланец	1
3	Болт М8х1хL ГОСТ7798-70	1
4	Винт 2М8хL ГОСТ1491-72	2
5	Гайка М8х1 ГОСТ5915-70	1
6	Гайка 2М10 ГОСТ5915-70	2
7	Шайба 2,8 ГОСТ 11371-78	1
8	Шайба 10 ГОСТ 6402-70	2
9	Шпилька М10хL	
	ГОСТ 22032-76	2

ВАРИАНТ 12

М 1:2

Кронштейн



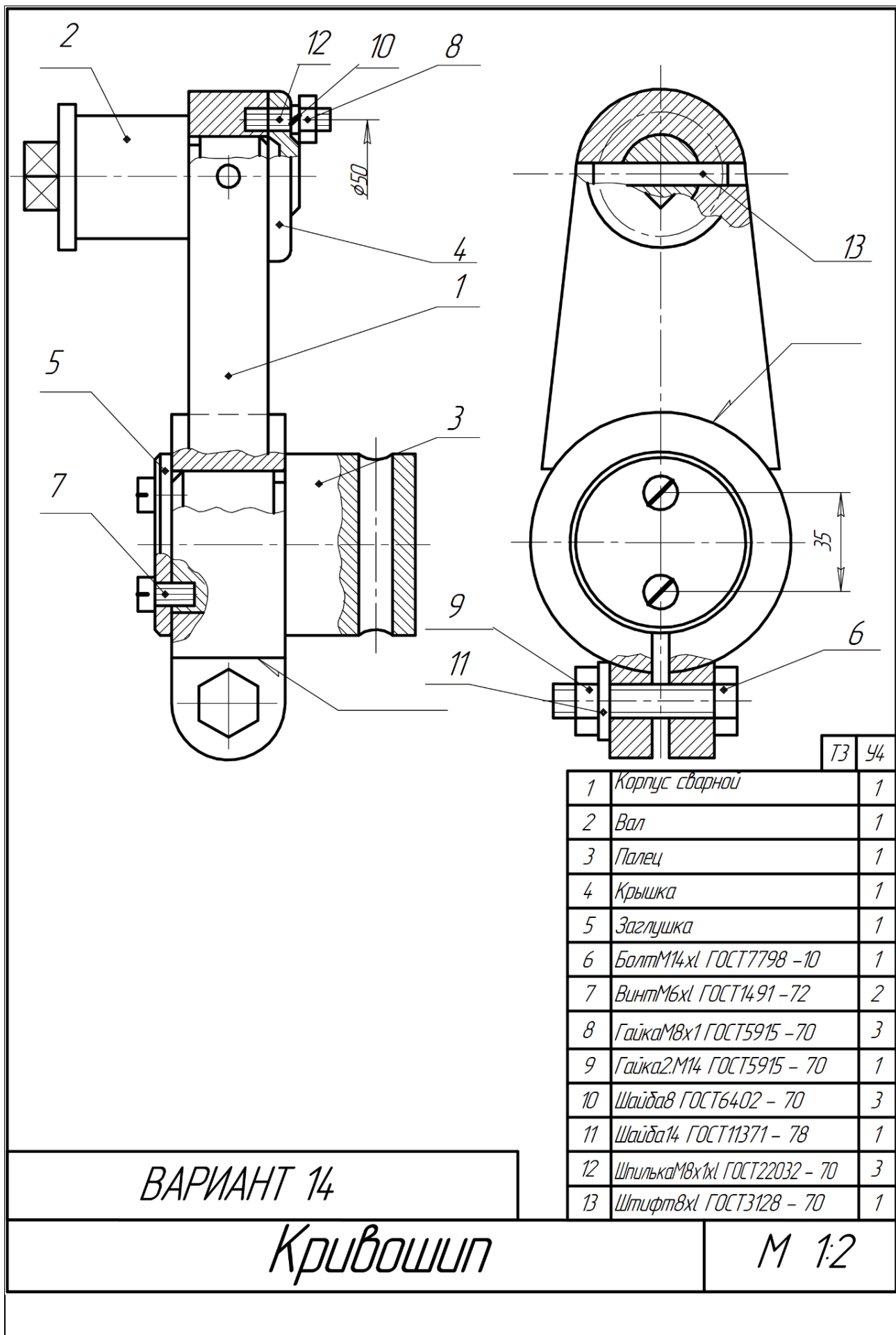
У 8

1	Кронштейн сварной	1
2	Блок	1
3	Ось	1
4	Кольцо	2
5	Болт М14хLГОСТ7798-70	2
6	Винт 2М8хLГОСТ1491-72	1
7	Гайка 2М14 ГОСТ5915-70	2
8	Гайка М16х1,5 ГОСТ5915-70	2
9	Шайба 14 ГОСТ6402-70	2
10	Шайба 16 ГОСТ11371-78	2
11	Шпилька М16х1,5хL	
	ГОСТ22032-76	1
12	Штифт 10хLГОСТ3128-70	2

ВАРИАНТ 13

Блок направляющий

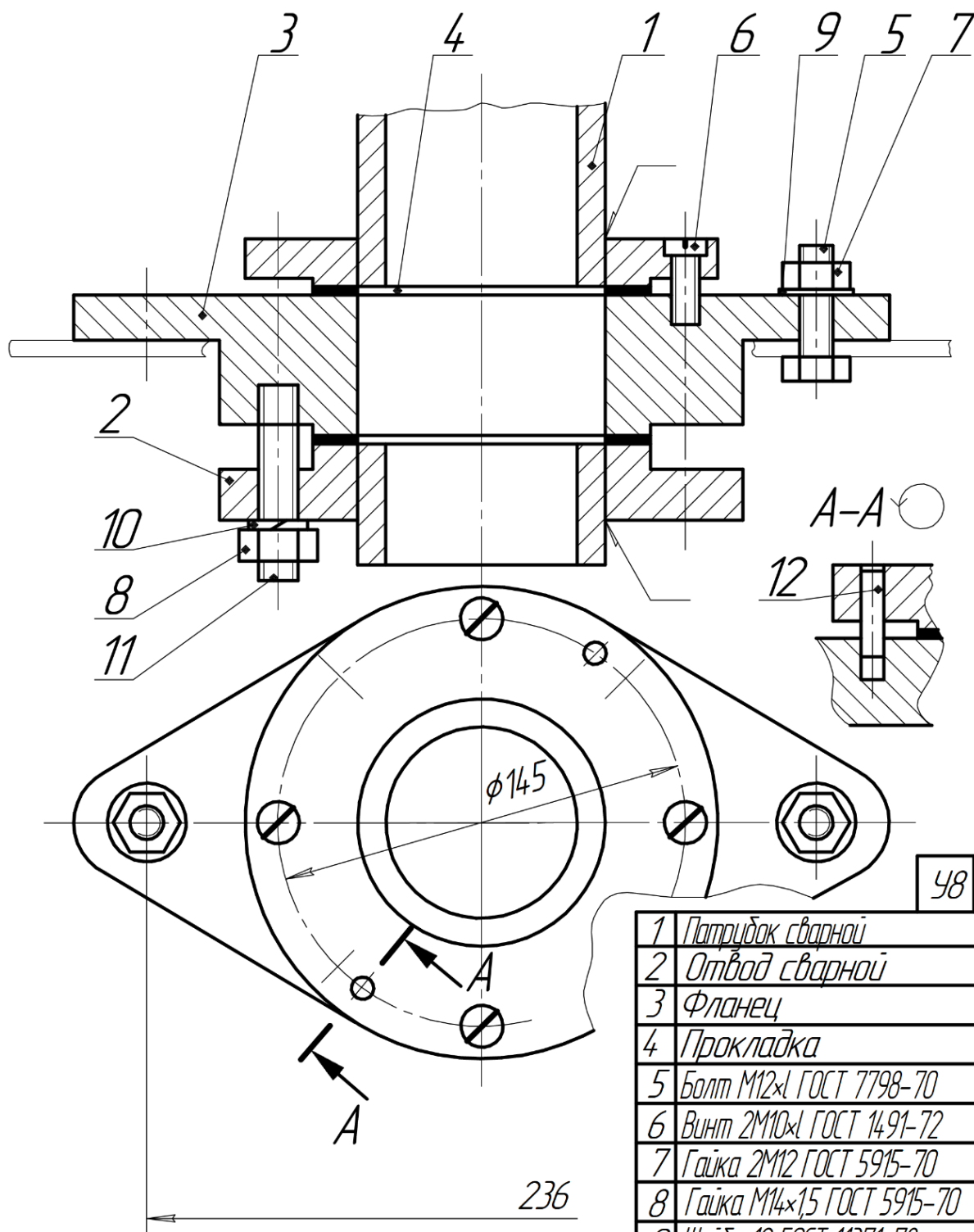
М 1:2



ВАРИАНТ 14

Кривошип

М 1:2

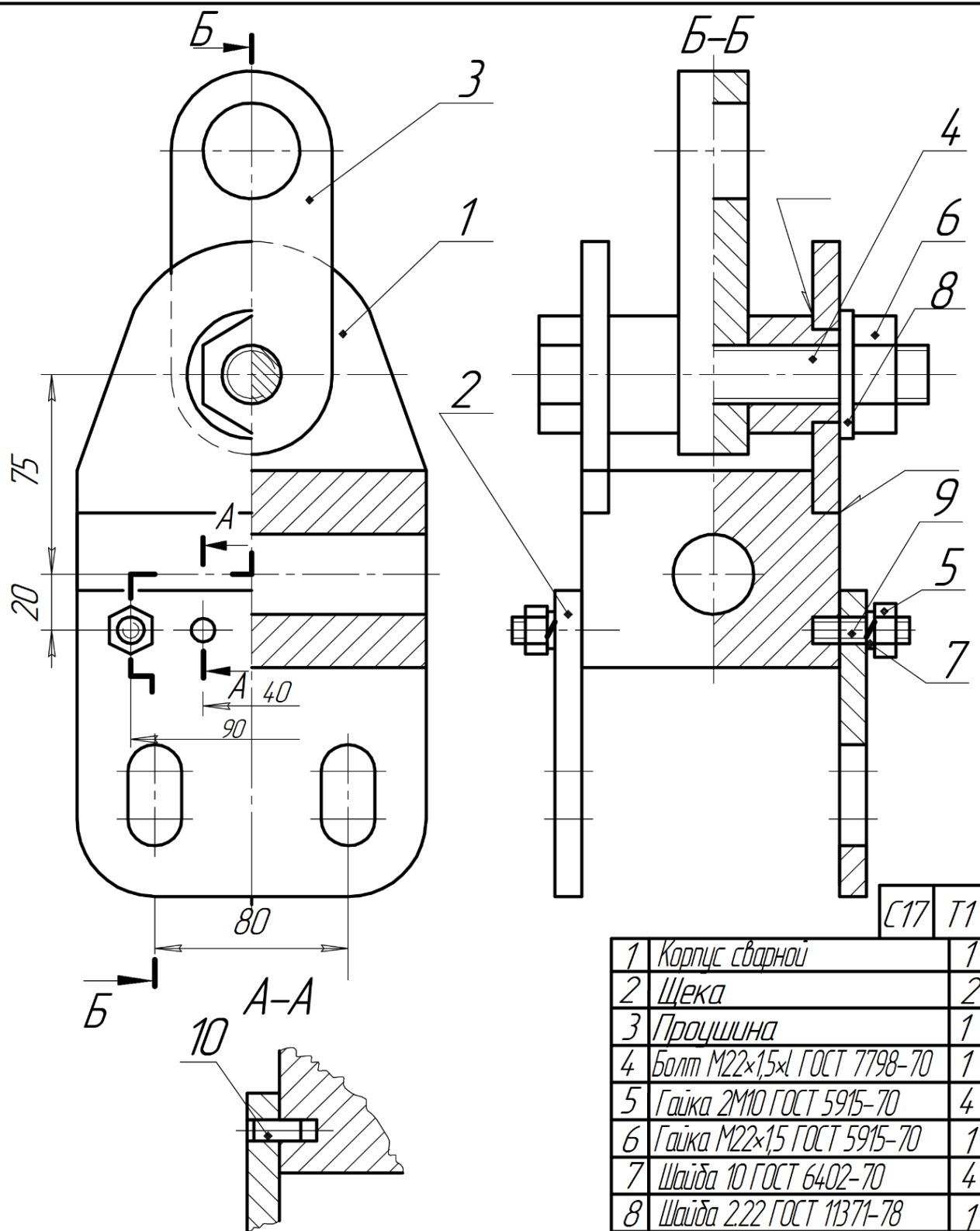


	48	46
1	Патрубок сварной	1
2	Отвод сварной	1
3	Фланец	1
4	Прокладка	2
5	Болт М12хl ГОСТ 7798-70	2
6	Винт 2М10хl ГОСТ 1491-72	4
7	Гайка 2М12 ГОСТ 5915-70	2
8	Гайка М14х1,5 ГОСТ 5915-70	4
9	Шайба 12 ГОСТ 11371-78	2
10	Шайба 14 ГОСТ 6402-70	4
11	Шпилька М14х1,5хl ГОСТ 22032-76	4
12	Штифт 8хl ГОСТ 3128-70	2

ВАРИАНТ 15

Патрубок

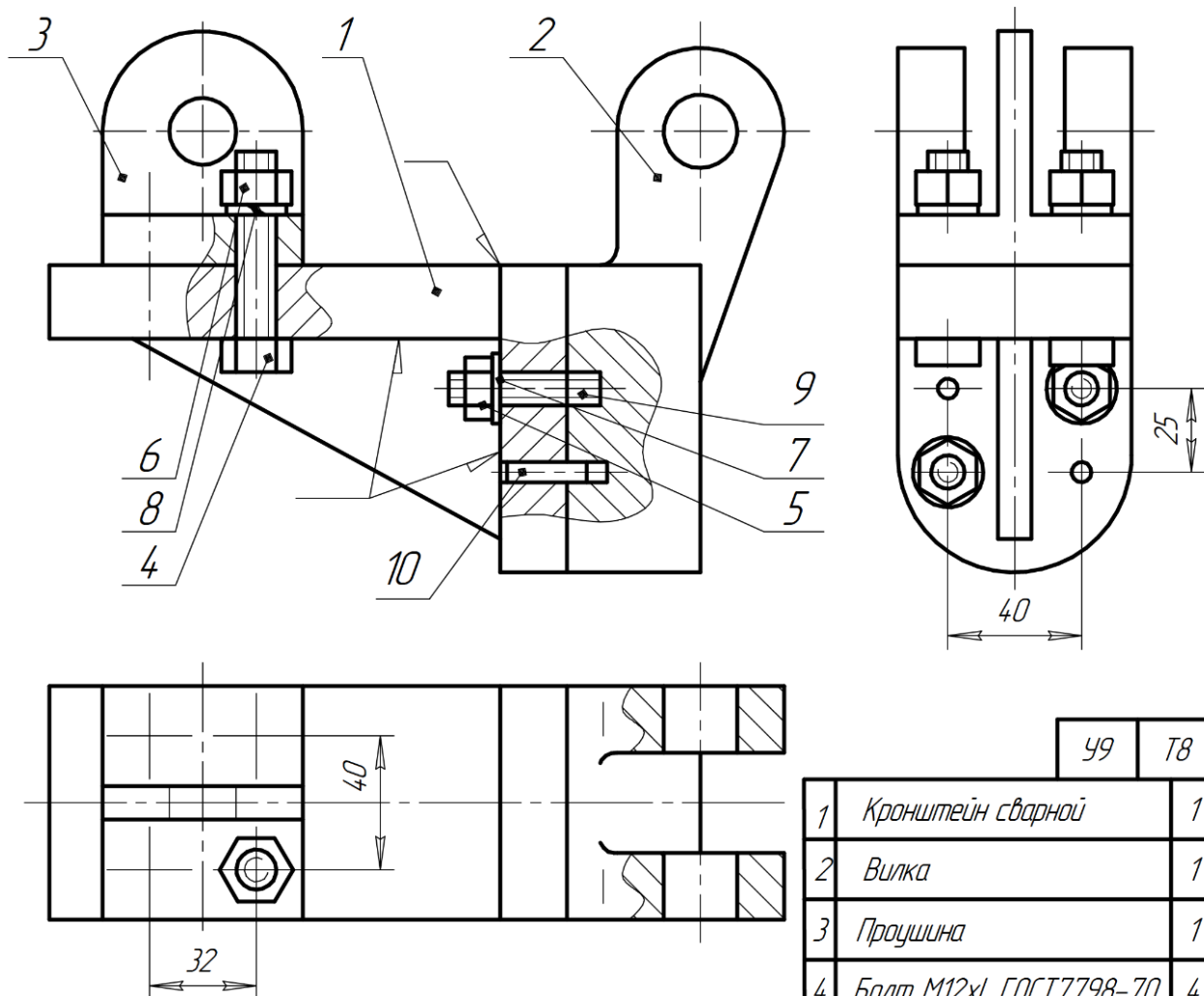
М 1:2



ВАРИАНТ 16

Подвеска

М 1:2

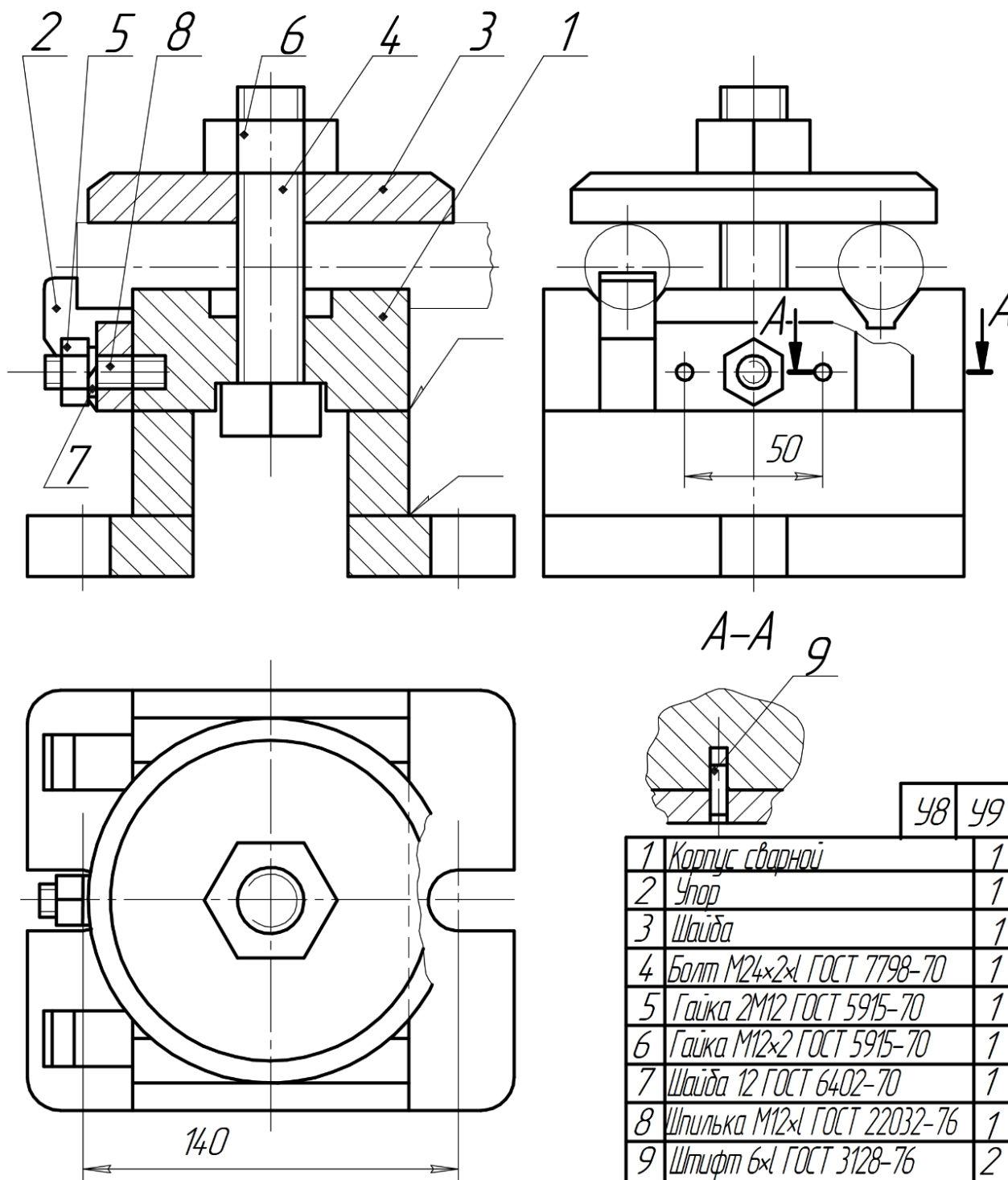


	У9	Т8
1	Кронштейн сварной	1
2	Вилка	1
3	Проушина	1
4	Болт М12хL ГОСТ 7798-70	4
5	Гайка М10х1,25 ГОСТ 5915-70	2
6	Гайка 2М12 ГОСТ 5915-70	4
7	Шайба 10 ГОСТ 11371-78	2
8	Шайба 12 ГОСТ 6402-70	4
9	Шпилька М10х1,25хL	
	ГОСТ 22032-76	2
10	Штифт 6хL	
	ГОСТ 3128-70	2

ВАРИАНТ 17

М 1:2

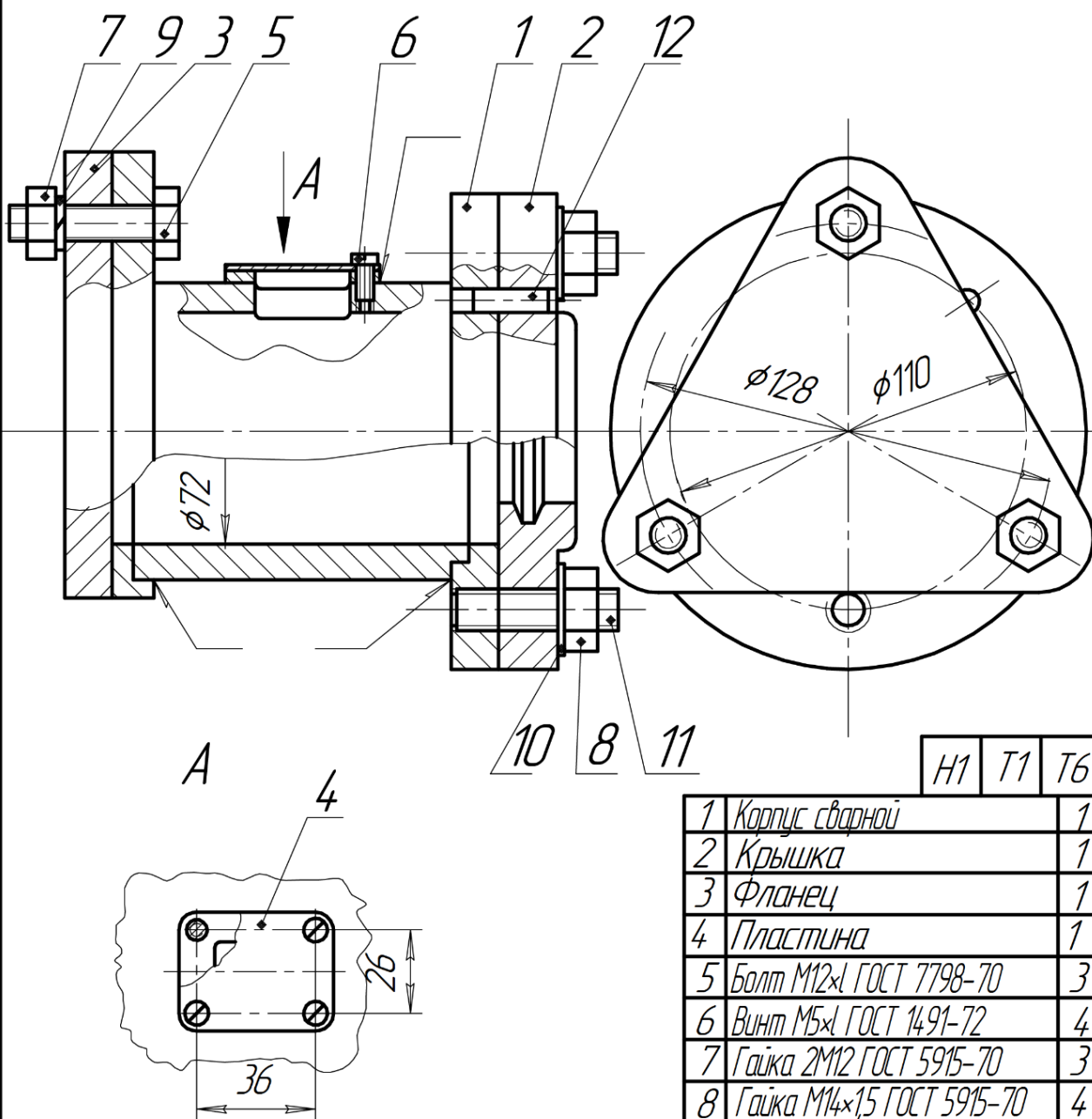
Кронштейн



ВАРИАНТ 18

М 1:2

Приспособление для фрезерования



	H1	T1	T6
1	Корпус сварной		1
2	Крышка		1
3	Фланец		1
4	Пластина		1
5	Болт М12х1 ГОСТ 7798-70		3
6	Винт М5х1 ГОСТ 1491-72		4
7	Гайка 2М12 ГОСТ 5915-70		3
8	Гайка М14х15 ГОСТ 5915-70		4
9	Шайба 12 ГОСТ 6402-70		3
10	Шайба 14 ГОСТ 11371-78		4
11	Шпилька М14х15х1 ГОСТ 22032-76		4
12	Штифт 8х1 ГОСТ 3128-70		2

ВАРИАНТ 19

М 1:2

Цилиндр

