

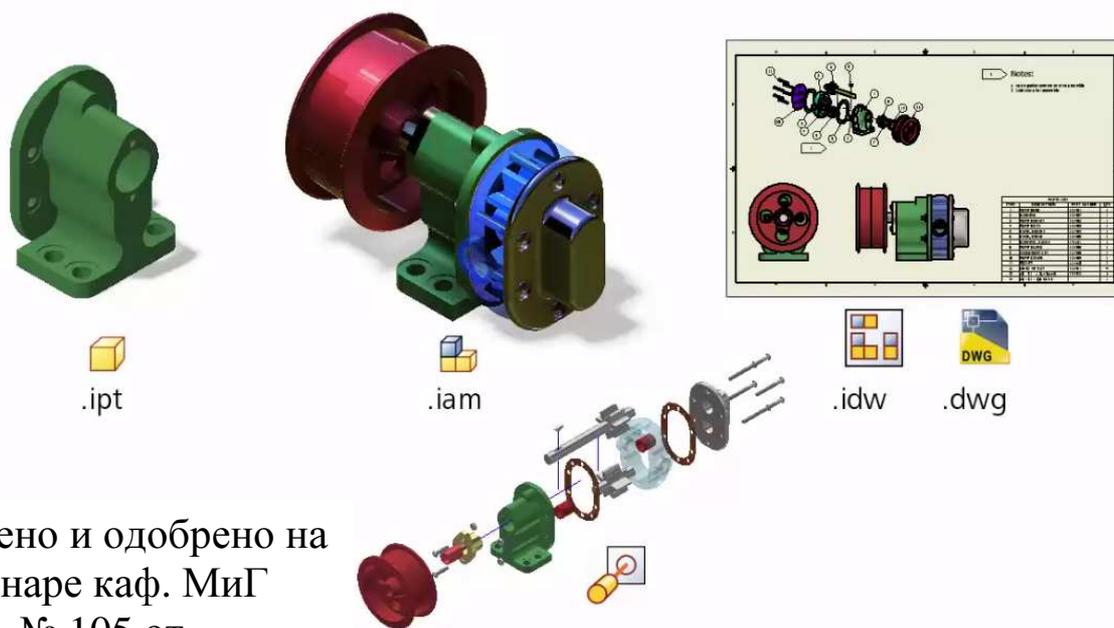
Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра механики и графики (МиГ)

Утверждено
зав. кафедрой МиГ
_____ Люкшин Б.А.

Autodesk Inventor 2017

Учебно-методическое пособие к лабораторным работам для
студентов всех специальностей



Рассмотрено и одобрено на
мет. семинаре каф. МиГ
протокол № 105 от
25.01.2017

Томск 2017

Учебно-методическое пособие предназначено для получения практических навыков работы на графическом редакторе Autodesk Inventor: построения 3D-моделей твердых тел, сборочных единиц и их анимации, создания чертежей деталей. Учебно-методическое пособие содержит методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Инженерная графика», «Компьютерная графика», «Инженерная и компьютерная графика» для студентов всех специальностей.

Разработчики:

доцент каф. МиГ _____ Гришаева Н.Ю.

доцент каф. МиГ _____ Уцын Г.Е.

Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа №1	5
Лабораторная работа №2	17
Лабораторная работа №3	32
Лабораторная работа №4	40
Лабораторная работа №5	57
Дополнительные методы построения моделей	89
Заключение.....	100

Введение

Графический редактор **Autodesk Inventor** представляет собой средство построения параметрических 3D-моделей твердых тел на основе элементов. **Параметрическое моделирование** позволяет управлять формой и габаритами создаваемого объекта путем задания его размеров – проектирование, управляемое размерами. При этом подходе можно считать, что геометрия объекта управляется размерами. В этом принципиальное отличие параметрического моделирования от более широко распространенного подхода с использованием **ассоциативных размеров**, при котором объект создается из примитивов с заранее точно определенными размерами, в точности совпадающими с реальными размерами объекта. При изменении размеров примитивов, например, удлинении, все размеры автоматически обновляются. В этом случае размеры управляются геометрией объекта.

Параметрическое моделирование на основе элементов означает, что при создании модели все отверстия, скругления, фаски и др. являются независимыми элементами, размеры которых можно изменять, не создавая их снова.

Другой важной особенностью Autodesk Inventor является **адаптивность**. Адаптивность означает, что между деталями можно установить физические соотношения. Адаптивность может быть двунаправленной, т.е. как при изменении модели автоматически обновляются чертежные виды, так и при изменении чертежных видов изменения автоматически вносятся в модель.

В Autodesk Inventor используется несколько расширений.

Файл детали – расширение .ipt	(Inventor Part File)
Файл сборки (изделия) – расширение .jam	(Inventor Assembly File).
Файл презентации – расширение .ipn	(Inventor Presentation File).
Файл детали из листового материала - расширение .ipt.	
Файл чертежа – расширение .idw	(Inventor Drawing).
Файл проекта – расширение .ipj.	(Inventor Project File)
Файл элементов – расширение .ide.	(Inventor Design Element)

Проектирование трехмерных деталей в Autodesk Inventor начинается с построения двумерного **эскиза**. Эскиз служит для создания грубой параметрической заготовки, которая в дальнейшем преобразуется в 3D-модель.

Лабораторная работа №1

1. Начало работы. Создание эскиза.

Пошаговые учебные пособия, входящие в комплект поставки программного продукта, являются хорошим способом начала работы с программой. В этом основном наборе учебных пособий описан полный рабочий процесс — от создания базовых эскизов до документирования проекта. Можно получить доступ к этим учебным пособиям, перейдя по ссылке "Ресурсы для обучения" на вкладке "Начало работы" панели "Моя главная страница" на ленте (рис. 1).



Рис. 1.

После запуска программы Autodesk Inventor 2017  появляется окно **Создать** (рис. 2).

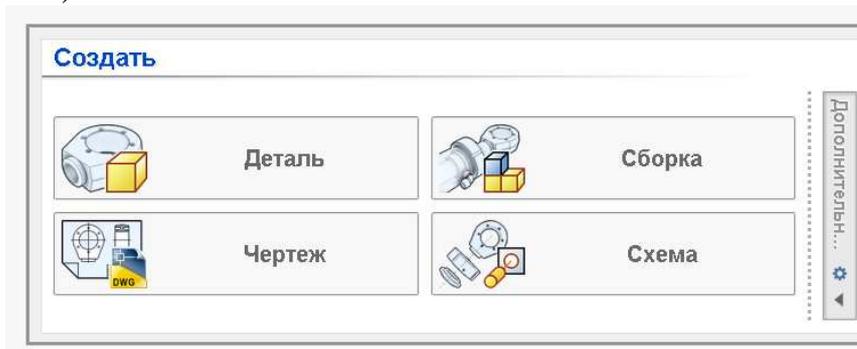


Рис. 2.

Нажав одну из иконок, можно выполнить необходимое задание. Первый шаг в процессе построения детали заключается в образовании нового файла

детали. Нажмите иконку  **Деталь**.

Перед Вами открывается окно **Детали**. В этом окне можно выделить следующие области (рис. 3).

Зона заголовка – в ней указывается программа, имя файла и три специальные кнопки.

Вкладки – текстовые меню, обеспечивающие доступ к документам.

Панель специальных элементов - активизирует большинство инструментов Autodesk Inventor. Набор инструментов в данной панели меняется в зависимости от режима работы, выбираемого оператором.

Рабочее поле – область, в которой осуществляются непосредственные построения в Autodesk Inventor.

Панель браузера - позволяет изменять внешний вид браузера.

Браузер – показывает историю создания файлов. Используется также для редактирования объектов.

Строка состояния – в ней выводятся текстовые сообщения, относящиеся к выполняемым операциям.

Панель навигации – панель вспомогательных инструментов.

Стандартный интерфейс можно настроить для собственных нужд, создав тем самым **пользовательский интерфейс**.

Autodesk Inventor позволяет работать одновременно с несколькими файлами в одном сеансе. Активным при этом может быть только один файл. Для его активации достаточно просто щелкнуть мышью на окне файла.

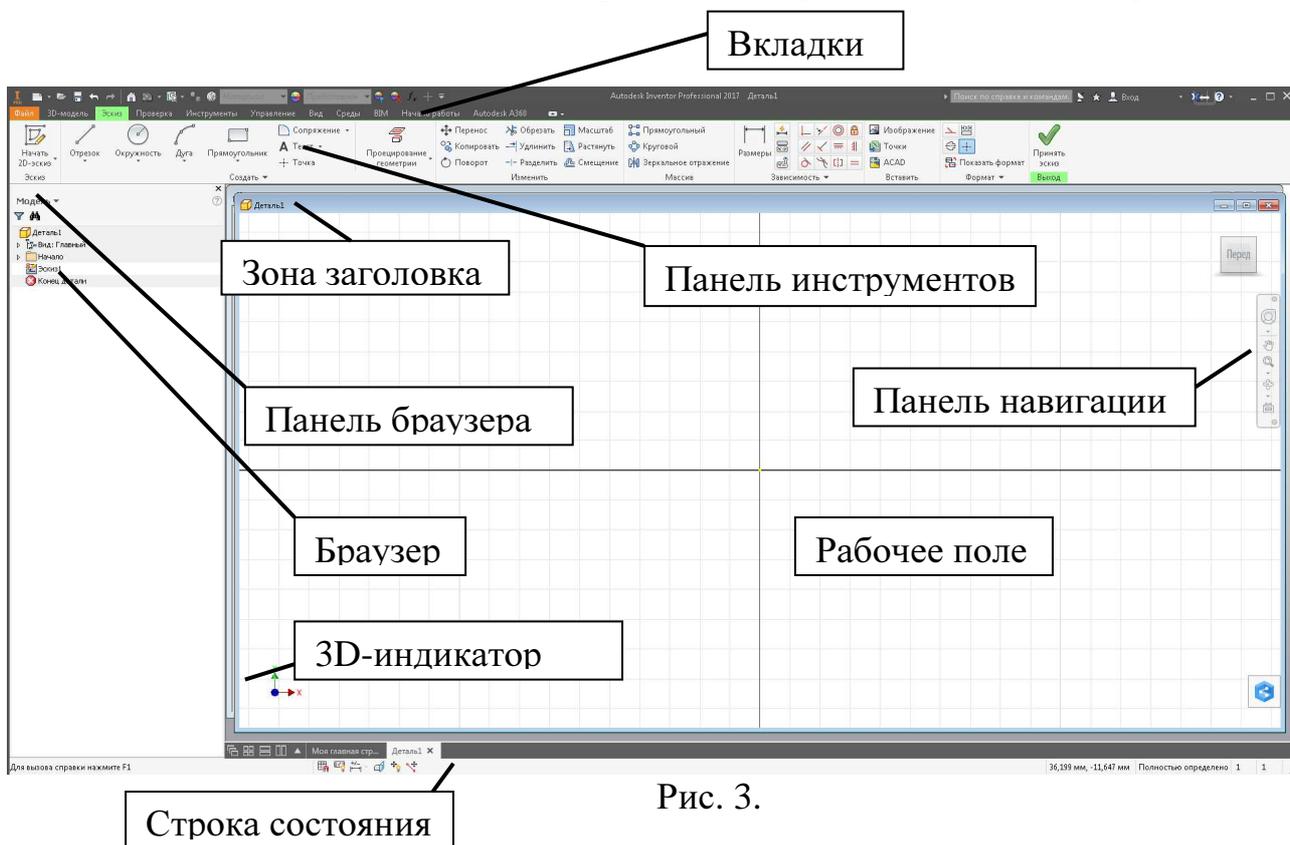


Рис. 3.

Можно поменять цвет рабочего поля. **Инструменты – Параметры приложения – Цвета. Цветовая схема – презентация, фон – 1 цвет (рис. 4).**

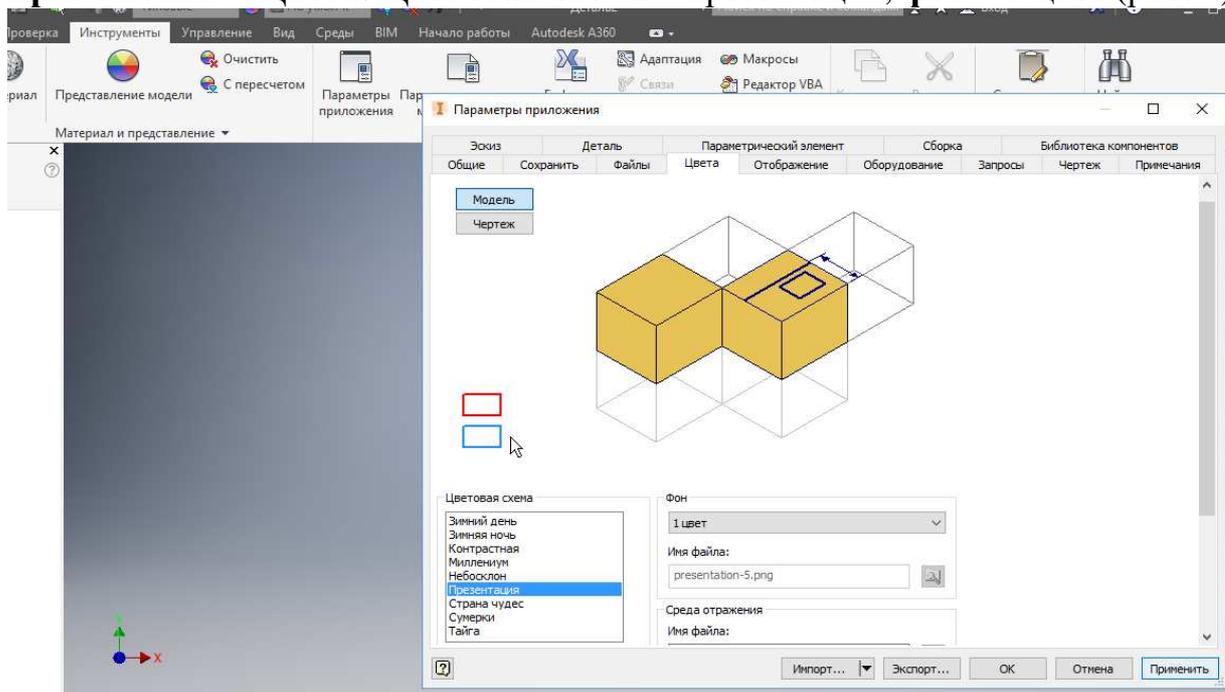


Рис. 4.

Нажмем и получим:

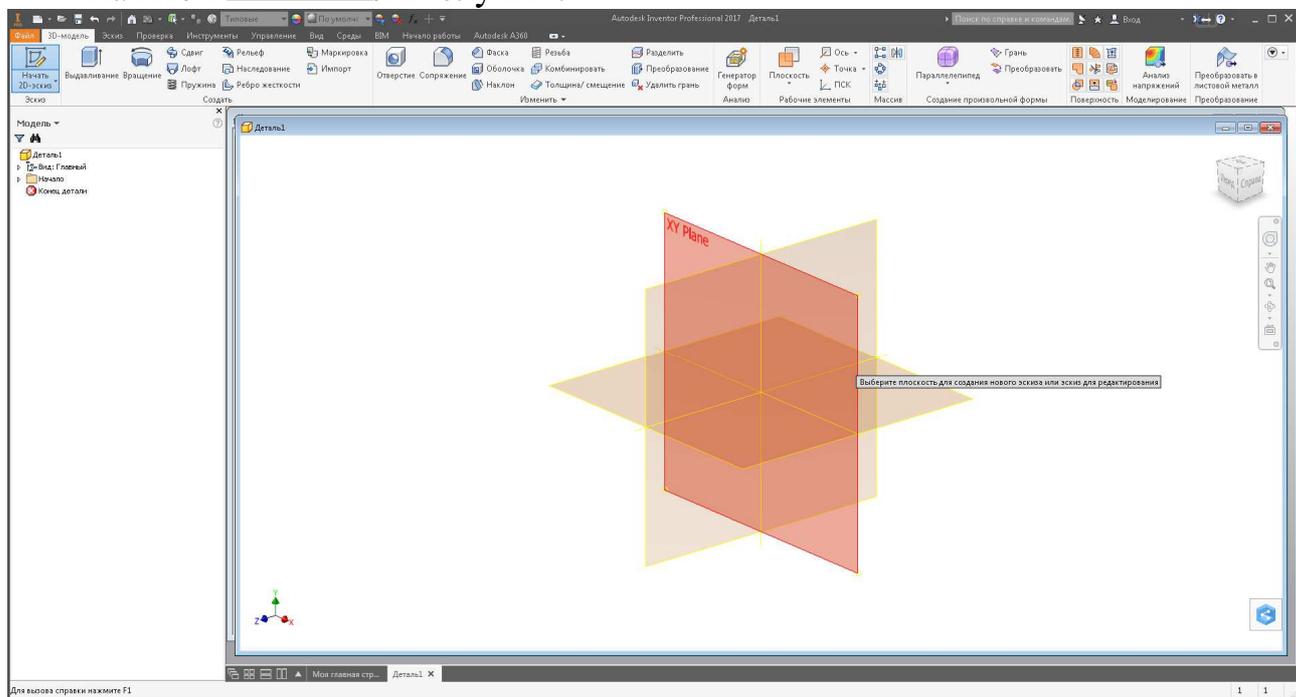


Рис. 5. Пример расположения задаваемой плоскости

Здесь нам нужно выбрать плоскость, в которой будем создавать эскиз. Выбрать можно любую, например XY.

Можно показать линию сетки рабочего поля. **Инструменты – Параметры приложения – Эскиз.** Нужно поставить галочку во вкладке **Отображение – линии сетки.**

В Autodesk Inventor предусмотрено несколько способов ввода команд. Самый распространенный способ ввода команды — это использование панели инструментов. Для вызова нужной команды (выбора инструмента) следует поместить курсор над соответствующей **пиктограммой** (кнопкой). Через некоторое время появляется всплывающая подсказка. Например, при наведении курсора на кнопку **Отрезок**, появляется соответствующая подсказка (рис.6).

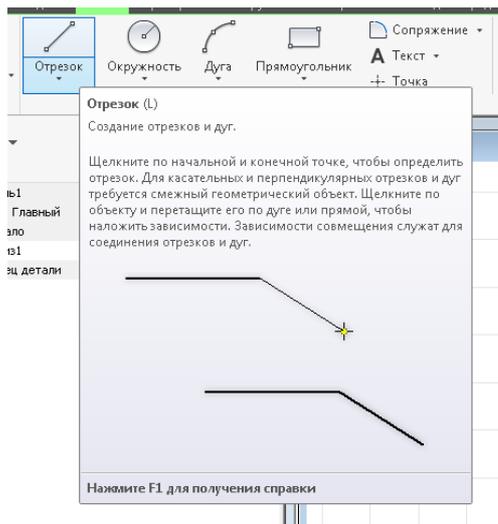


Рис. 6.

Некоторые кнопки (например, **Отрезок**) имеют в правом углу стрелку, направленную вниз. Выбор этой кнопки открывает доступ к дополнительным инструментам (рис. 7).

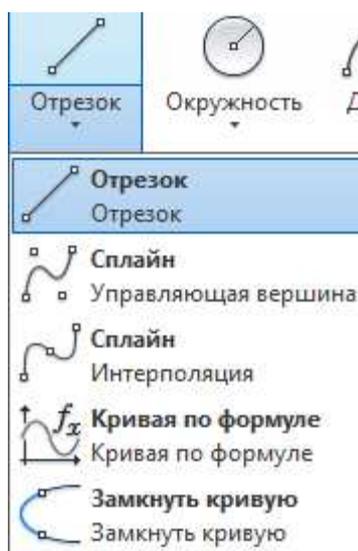
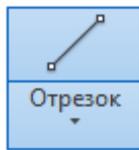


Рис. 7. Дополнительные инструменты



Создадим отрезок задавая курсором начальную и конечную точку, в процессе создания отрезка можно задать размер в окошке под/рядом



с отрезком или задавая размер с помощью команды – Размеры расположенной на панели инструментов (рис. 8).

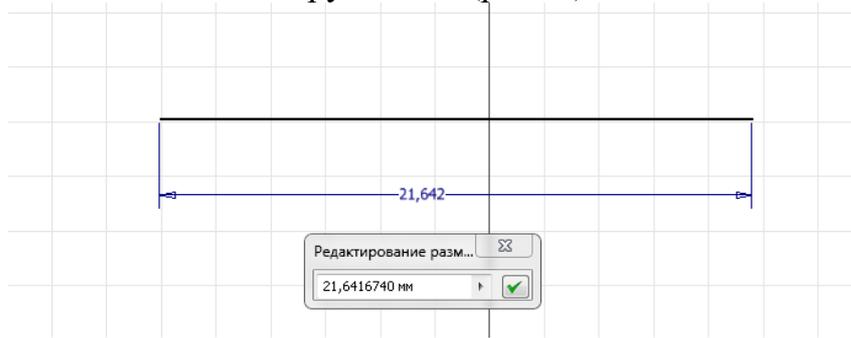


Рис. 8.

Не стоит привязывать отрезок (или другой примитив) к началу координат.

Для завершения какой-либо команды, нужно нажать **Esc**.

При помощи различного набора инструментов создадим эскиз будущей детали (рис.9):

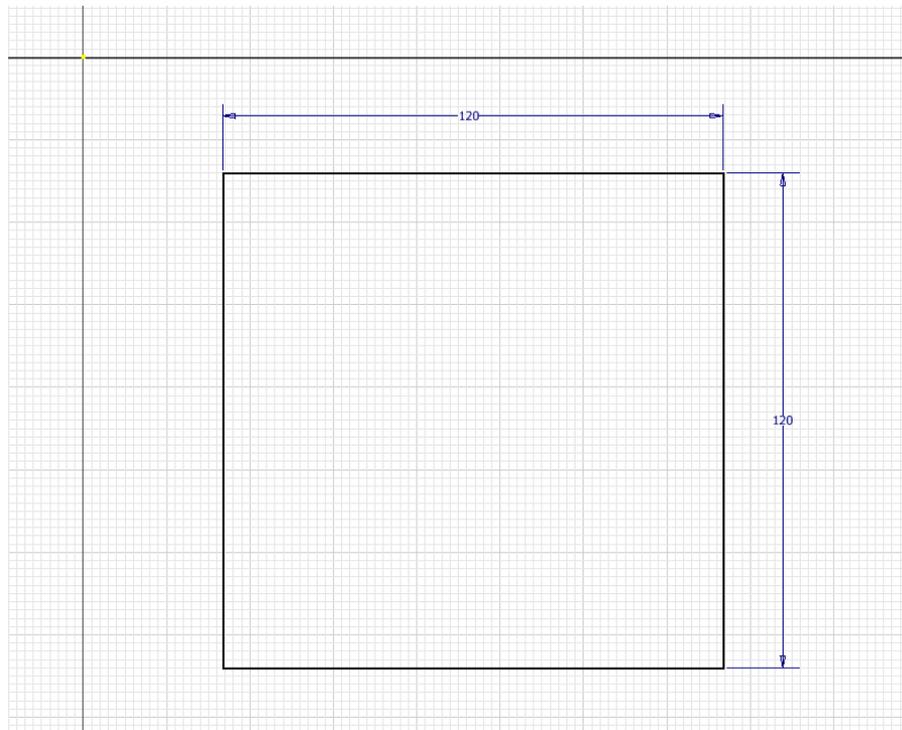


Рис. 9. Эскиз

16. С помощью команды **Сопряжение** скруглите углы квадрата **радиусом**

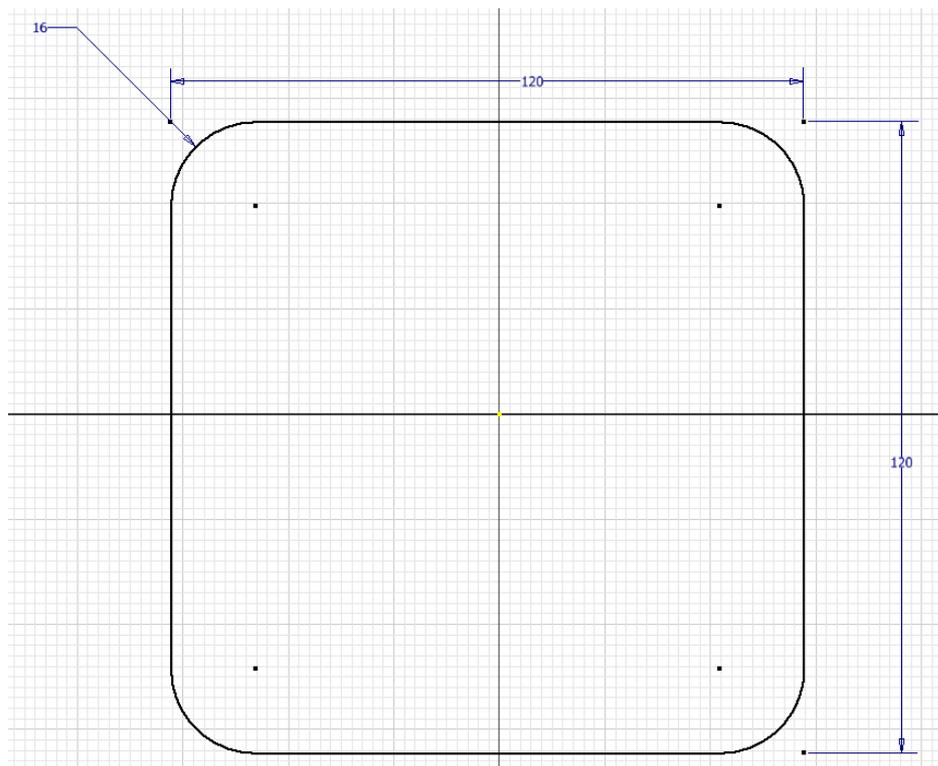


Рис. 10. Эскиз

Сделайте прямоугольник (рис. 11).

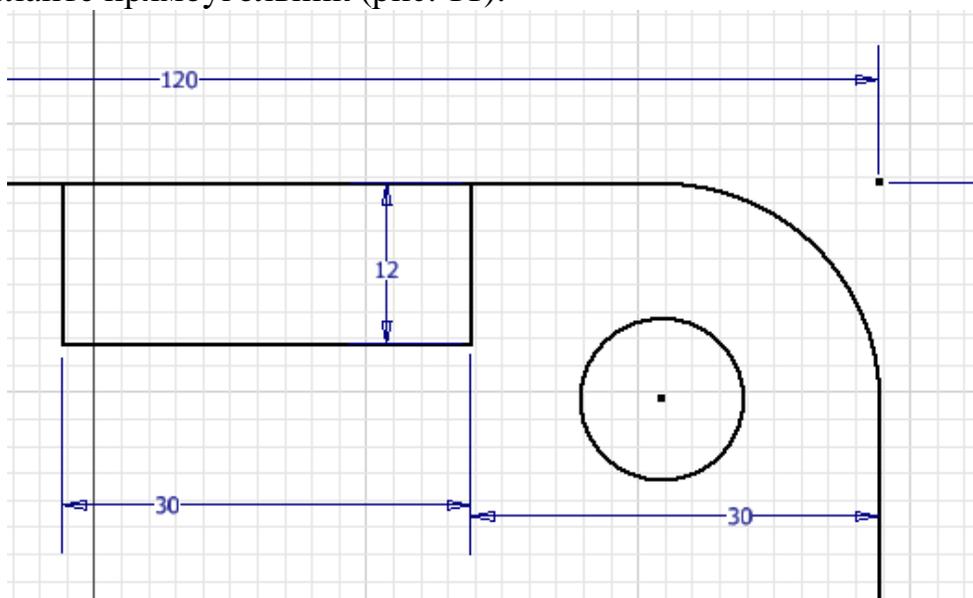


Рис. 11. Эскиз

Красными линиями обозначены отрезки, которые необходимо отобразить; синей линией обозначен отрезок, который служит как ось (рис. 12).

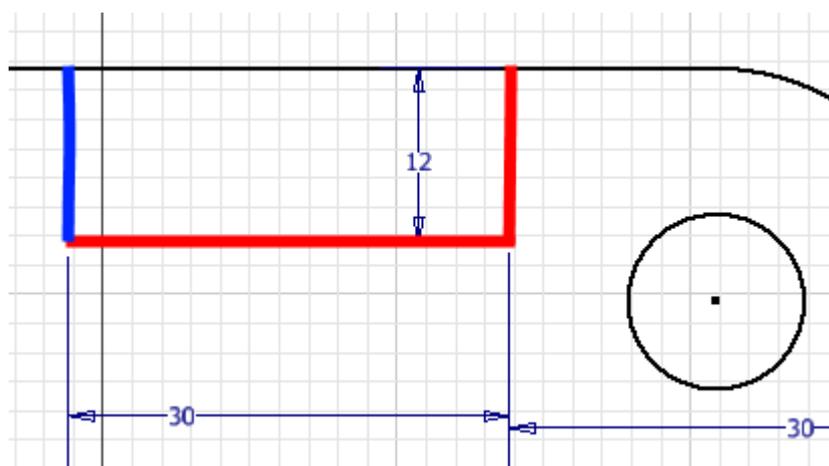


Рис. 12.

Командой «зеркальное отражение»  отобразим нужный элемент (необходимо нажать – Применить, Готово) (рис. 13).

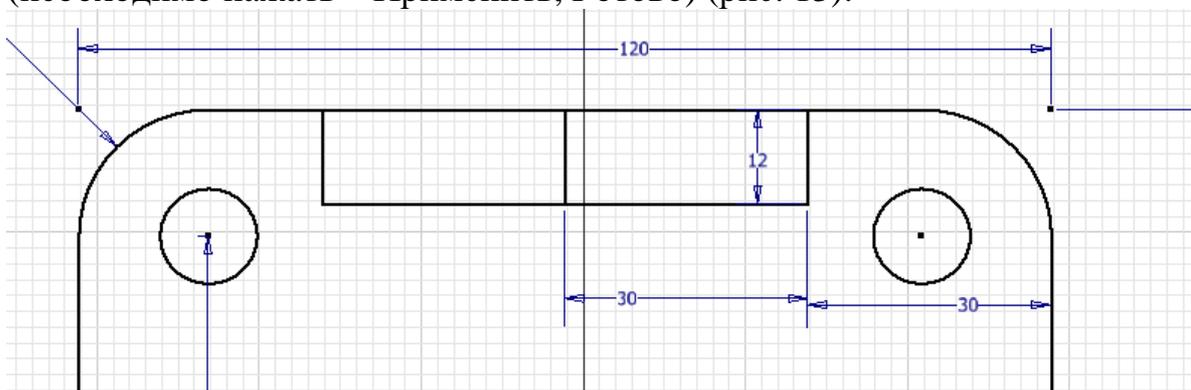


Рис. 13.

Нажав команду **Обрезать**  **Обрезать**, можно удалить лишние линии. Прежде чем воспользоваться командой **Обрезать**, нужно удалить привязанные к линиям размеры. Нажмите правой кнопкой мыши на размер и кнопку **Удалить**. Либо нажмите один раз левой кнопкой мыши на размер и на клавиатуре кнопку **Delete**.

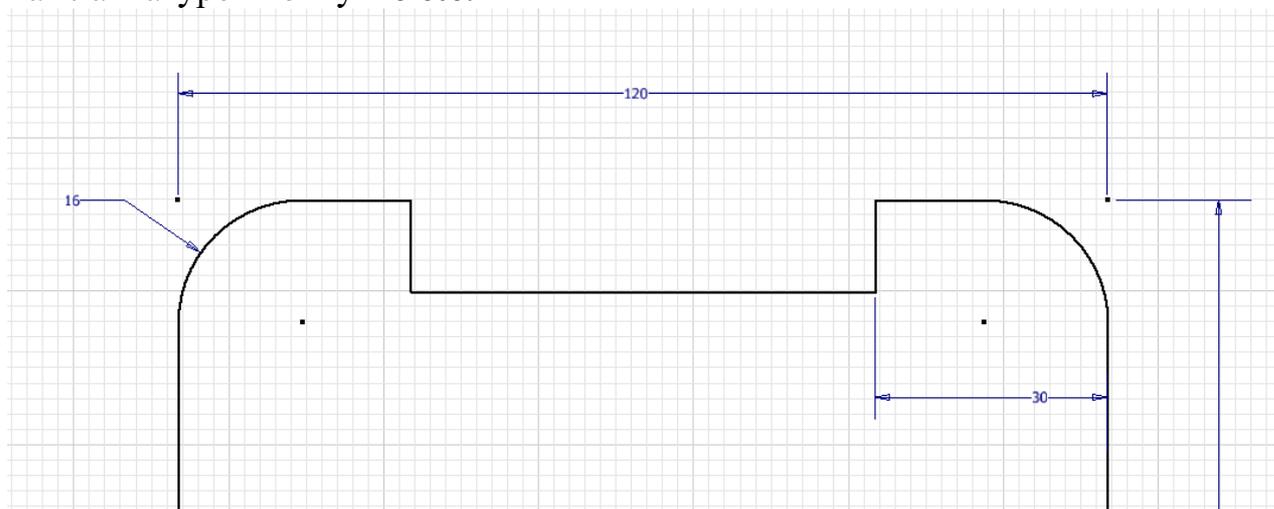


Рис. 14.

Повторите команду создания прямоугольника на противоположной стороне.

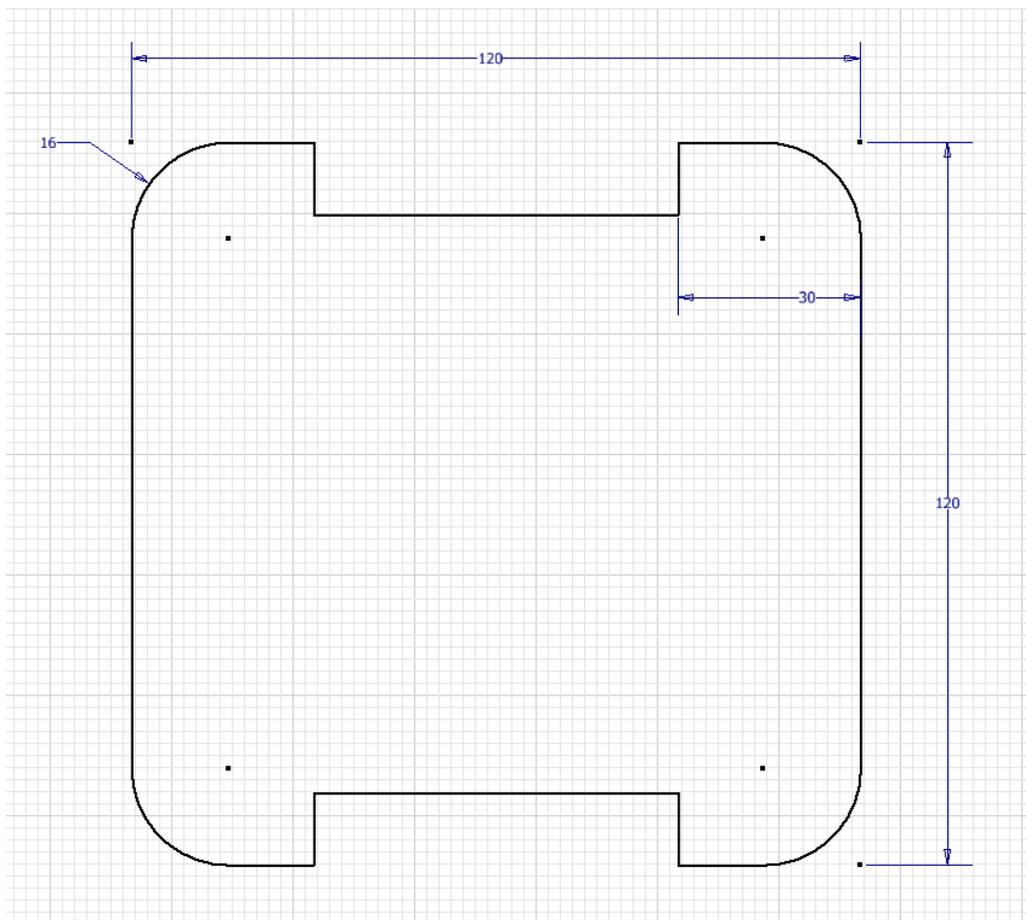


Рис. 15.

Создайте одну окружность по размерам см. рис. 16. Не нужно создавать окружность в центре сопряжения дуги, иначе вы не сможете потом поменять ее место расположения на эскизе. Создайте ее в поле эскиза.

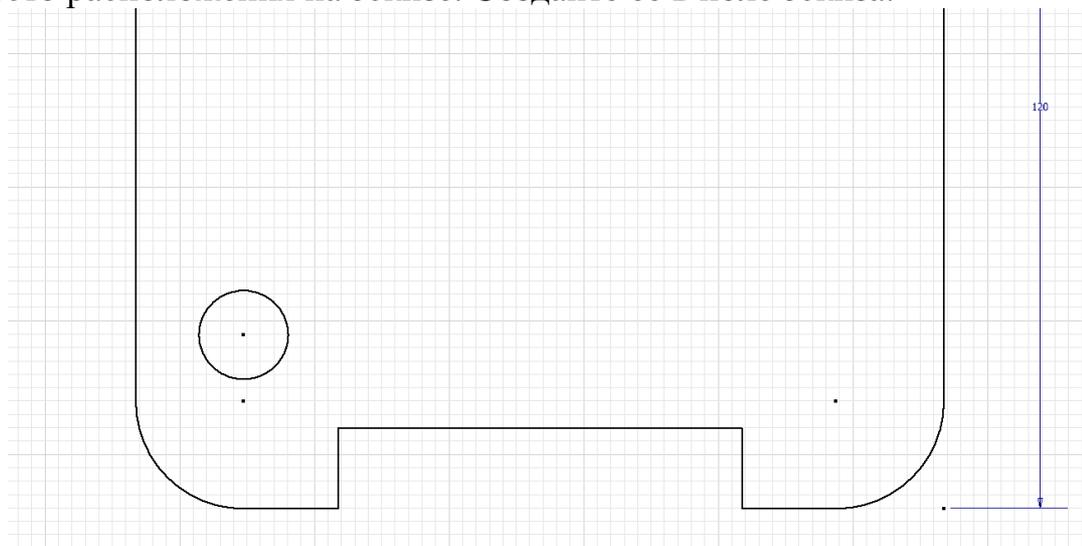


Рис. 16.

Отредактируйте размеры как на рис. 17.

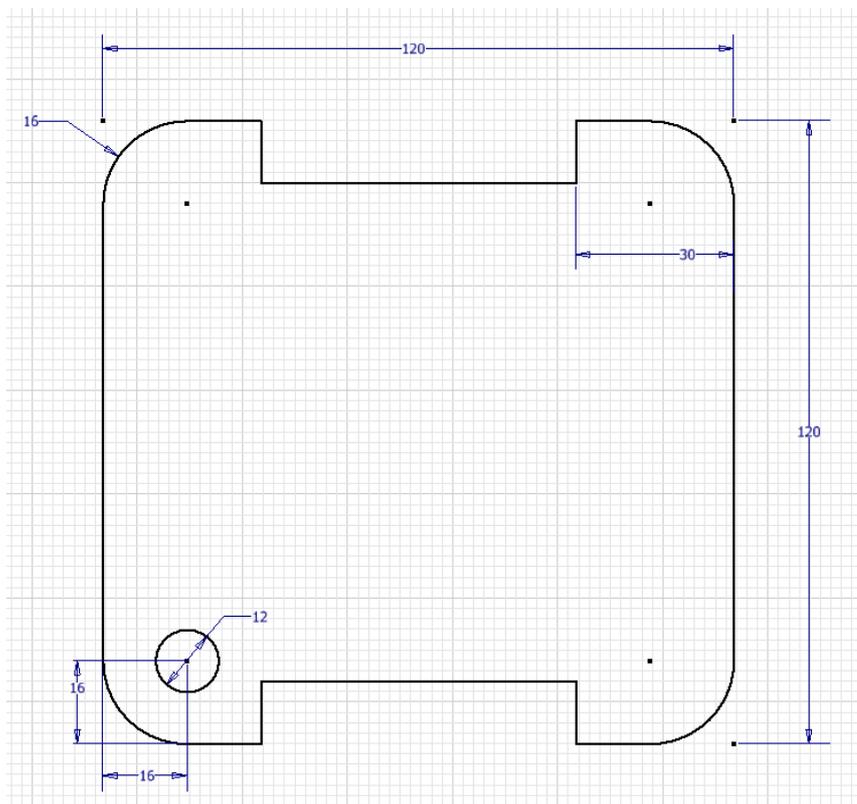


Рис. 17. Эскиз

С помощью команды **Прямоугольный массив** Прямоугольный - выберите окружность – **Направление 1** (выберите нижнюю сторону прямоугольника) – укажите количество элементов в этом направлении – 2 и расстояние между их центрами – 88 мм. **Нажмите - Направление 2** (укажите левую сторону прямоугольника) – укажите количество элементов в этом направлении – 2 и расстояние между их центрами – 88 мм. Для изменения направления распространения массива используйте кнопку (рис. 18).

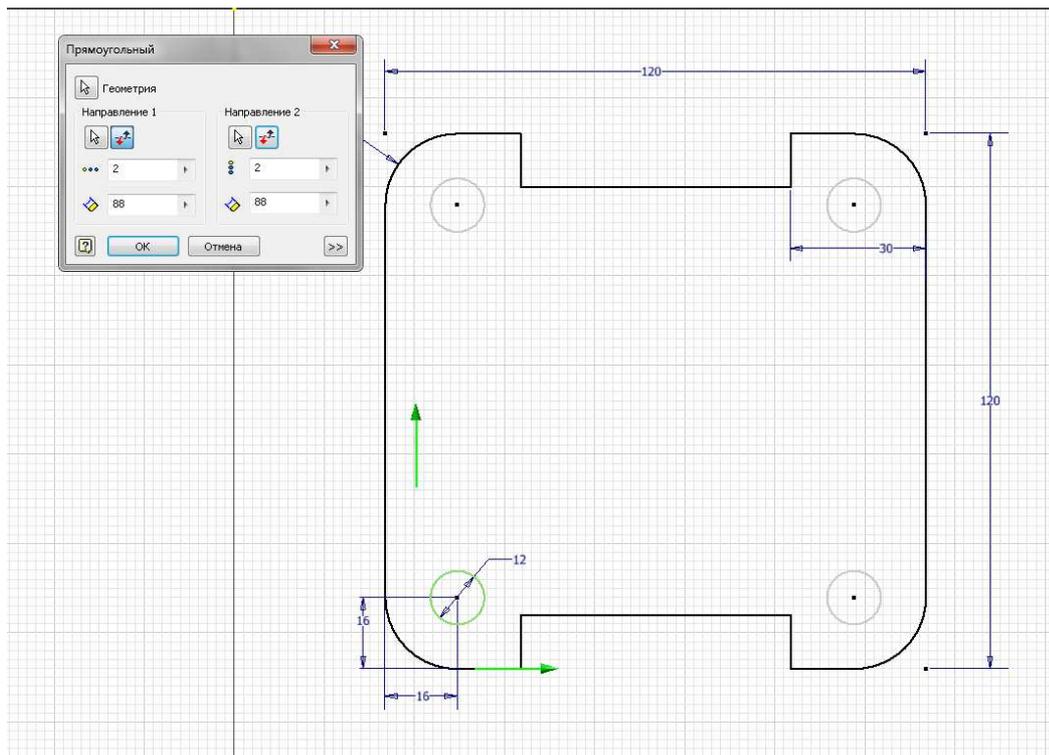


Рис. 18.

В итоге необходимо построить следующий эскиз:

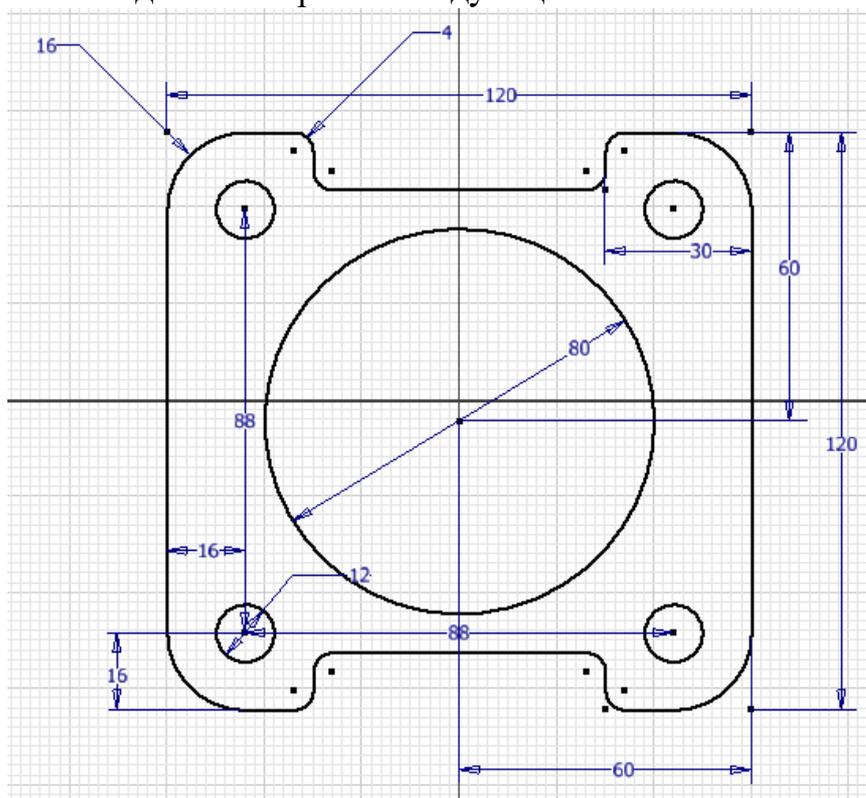
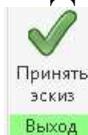


Рис. 19. Эскиз Детали 1



Нажать кнопку «**Принять эскиз**» **Выход**. И сохранить его в созданной ранее папке под названием **Крышка**.

Задание

Построить эскиз по заданным размерам:

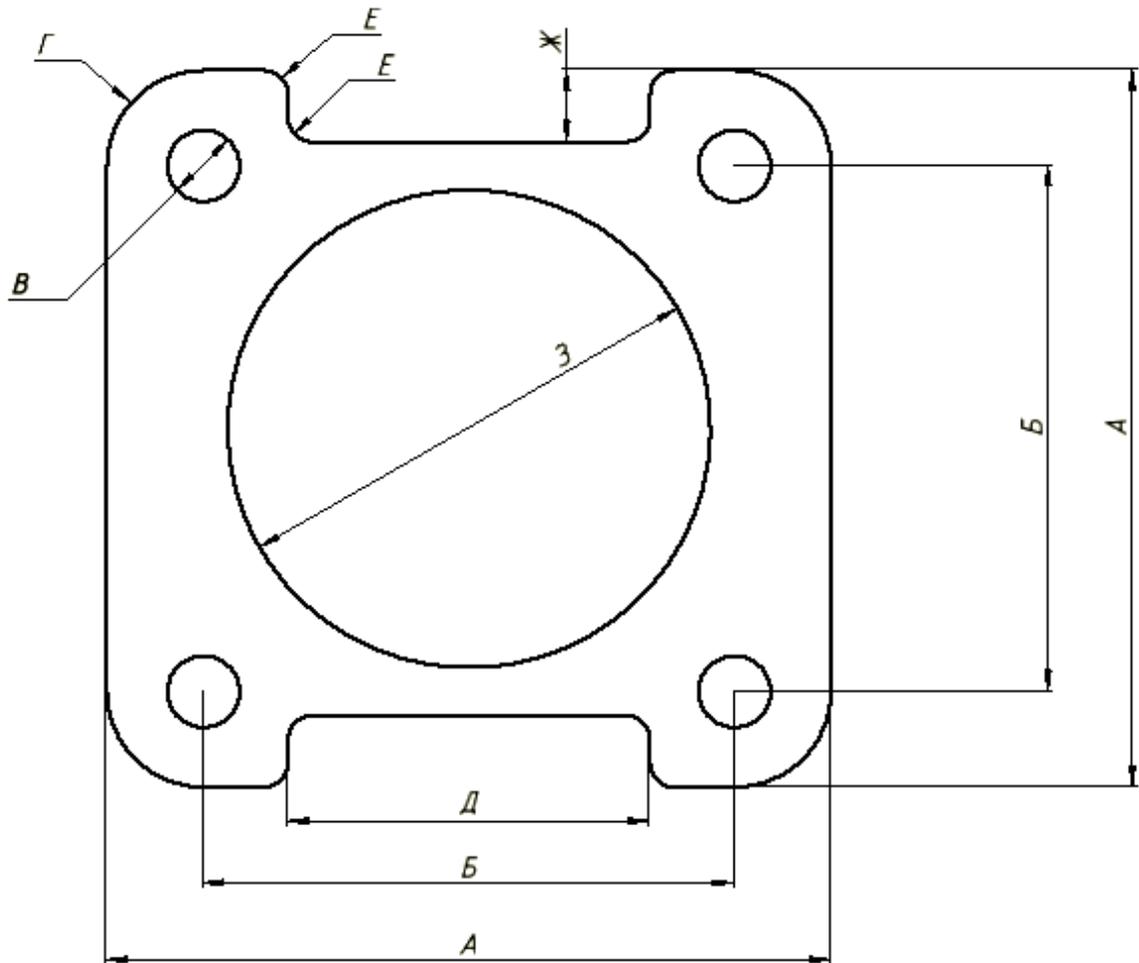


Рис. 20. Задание на индивидуальную работу

Вариант	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
1	120	88	12	16	50	4	12	80
2	122	90	12	16	50	4	12	80
3	124	92	12	16	50	4	12	80
4	126	94	12	16	50	4	12	80
5	128	96	12	16	50	4	12	80
6	130	98	12	16	50	4	14	82
7	132	100	12	16	50	4	14	82
8	134	102	12	16	50	4	14	82
9	136	104	12	16	50	4	14	82
10	138	106	14	18	52	6	14	82
11	140	108	14	18	52	6	16	82
12	142	110	14	18	52	6	16	82
13	144	112	14	18	52	6	16	82
14	146	114	14	18	52	6	16	82
15	148	116	14	18	52	6	16	82

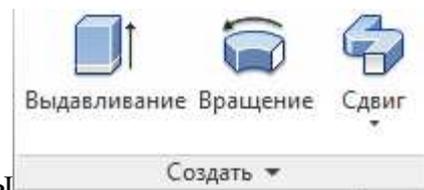
16	150	118	14	18	52	6	16	84
17	152	120	14	18	52	6	16	84
18	154	122	14	18	52	6	16	84
19	156	124	14	18	52	6	16	84
20	158	126	16	20	54	8	18	84
21	160	128	16	20	54	8	18	84
22	162	130	16	20	54	8	18	84
23	164	132	16	20	54	8	18	86
24	166	134	16	20	54	8	18	86
25	168	136	16	20	54	8	18	86
26	170	138	16	20	54	8	18	86
27	172	140	16	20	54	8	18	88
28	174	142	16	20	54	8	18	88
29	176	144	16	20	54	8	18	88
30	178	146	16	20	54	8	18	88

Лабораторная работа №2

Создание 3D моделей

1. Крышка

3D модели создаются на основе плоских эскизов. Контур эскиза обязательно должен быть замкнутым.



Во вкладке **3D-модель** находятся: команды

которые позволяют создавать объемный объект на основе созданного эскиза. Сначала применим к эскизу инструмент **Выдавливание**.

Кнопка **Эскиз** – кнопка выбора объекта. Посередине находится группа кнопок без заголовка – с их помощью производится выбор выдавливания: либо **Объединение**, либо **Вырез**, либо **Пересечение**. Для первого эскиза активной является только 1 (верхняя) кнопка **Объединение**. В разделе **Границы** указывается тип и протяженность вытягивания. Здесь же указывается направление вытягивания

Укажите расстояние вытягивания – **«10»**, - укажите вытягиваемую зону, она должна подсветиться красным цветом, рис. 21, - **Ок**. Единицы измерения (миллиметры) заданы по умолчанию, поэтому их можно не указывать.

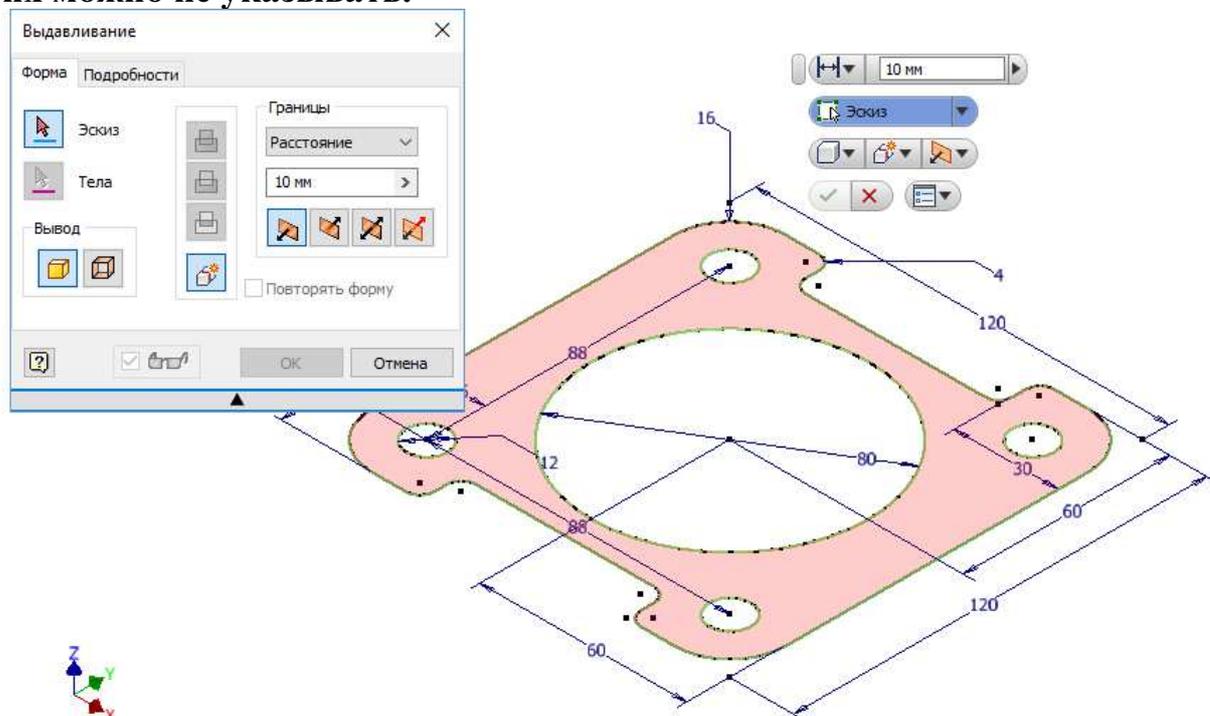


Рис. 21.

Получим:

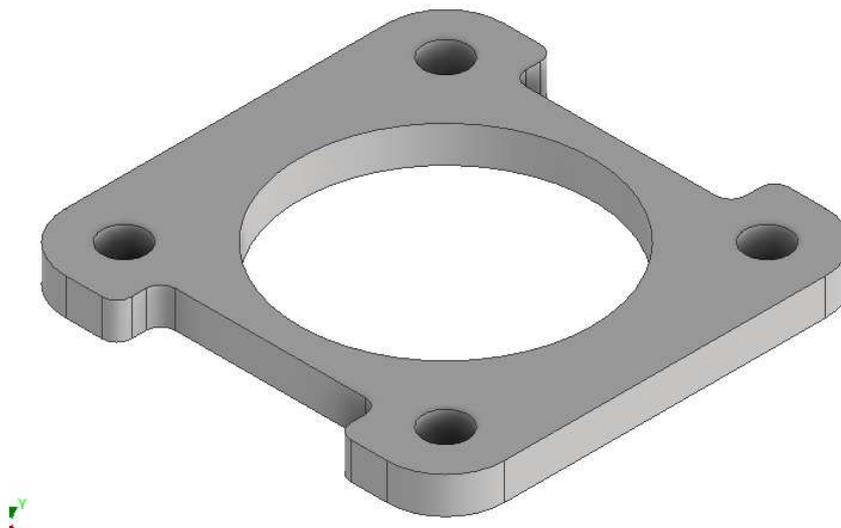


Рис. 22. 3D модель

Сохранить деталь КРЫШКА.

2. КОРПУС

Для создания детали КОРПУС используете файл КРЫШКА. Откройте файл КРЫШКА. Сразу создайте копию файла под именем КОРПУС.

Файл - Сохранить как... - "КОРПУС" (укажите путь сохранения).

В программе Autodesk Inventor на любом этапе работы можно редактировать элементы детали или эскизы.

Для этого нужно щелкнуть правой кнопкой мыши в браузере на нужный элемент или эскиз и выбрать - **Редактировать элемент** или **Редактировать эскиз**.

Выделите в браузере Выдавливание 1, щелкните на нем правой клавишей мыши, из контекстного меню (рис. 23) выберите пункт Редактирование элемента. В диалоговом окне поменяйте толщину на «200».

Получим.

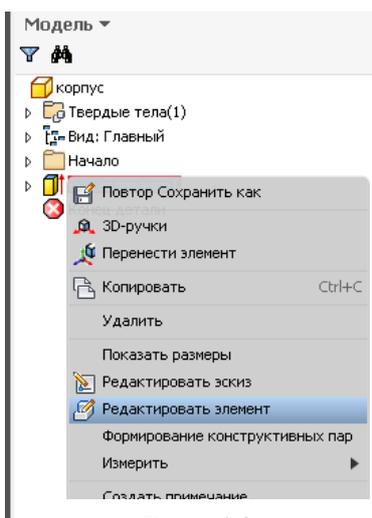


Рис. 23.

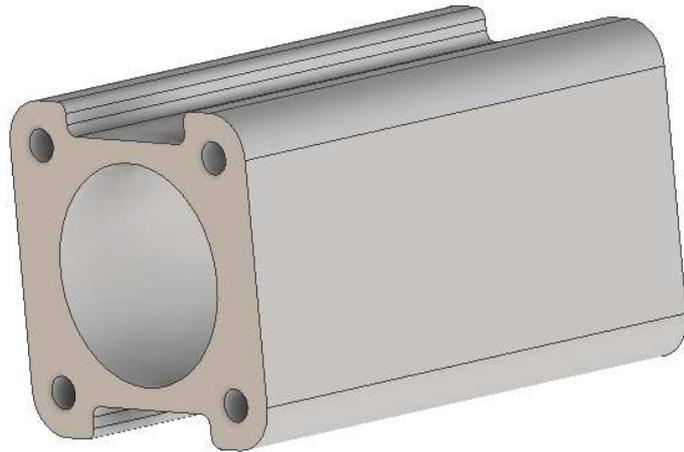


Рис. 24.

Отредактируйте эскиз, нажав правой кнопкой мыши в браузере – **Редактировать эскиз**, удалите боковые элементы и замкните оставшуюся область с помощью примитивов (рис. 25).

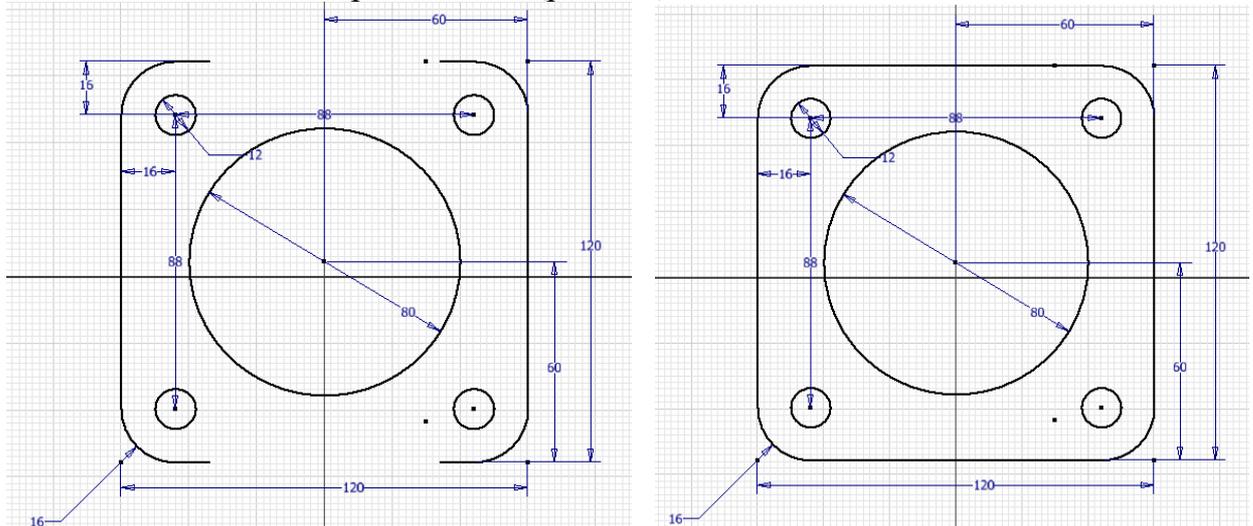


Рис. 25. Редактирование эскиза

Нажмите принять эскиз и получим:

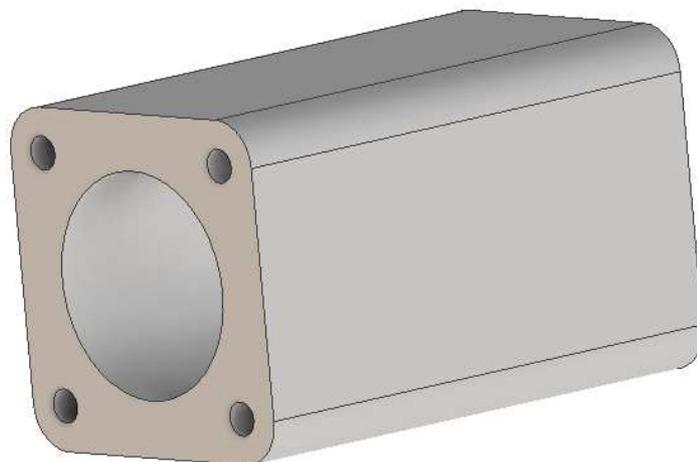


Рис. 26.

Для создания следующей части детали требуется создать новый эскиз. Любую грань или рабочую плоскость детали можно задать как плоскость эскиза.

Наведите курсором мышки на боковую грань корпуса – грань подсветится красным цветом - в контекстном меню (нажав правой кнопкой мыши) выберите пункт **Новый эскиз** (рис. 27).

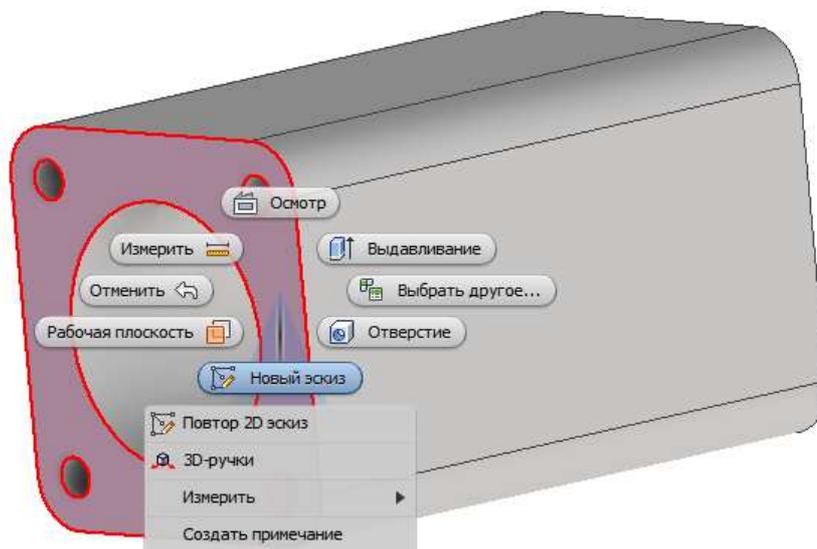


Рис. 27.

На этой грани нужно создать новый эскиз: окружность – «200», окружность – «12», на расстоянии 84 мм от центра (рис. 28).

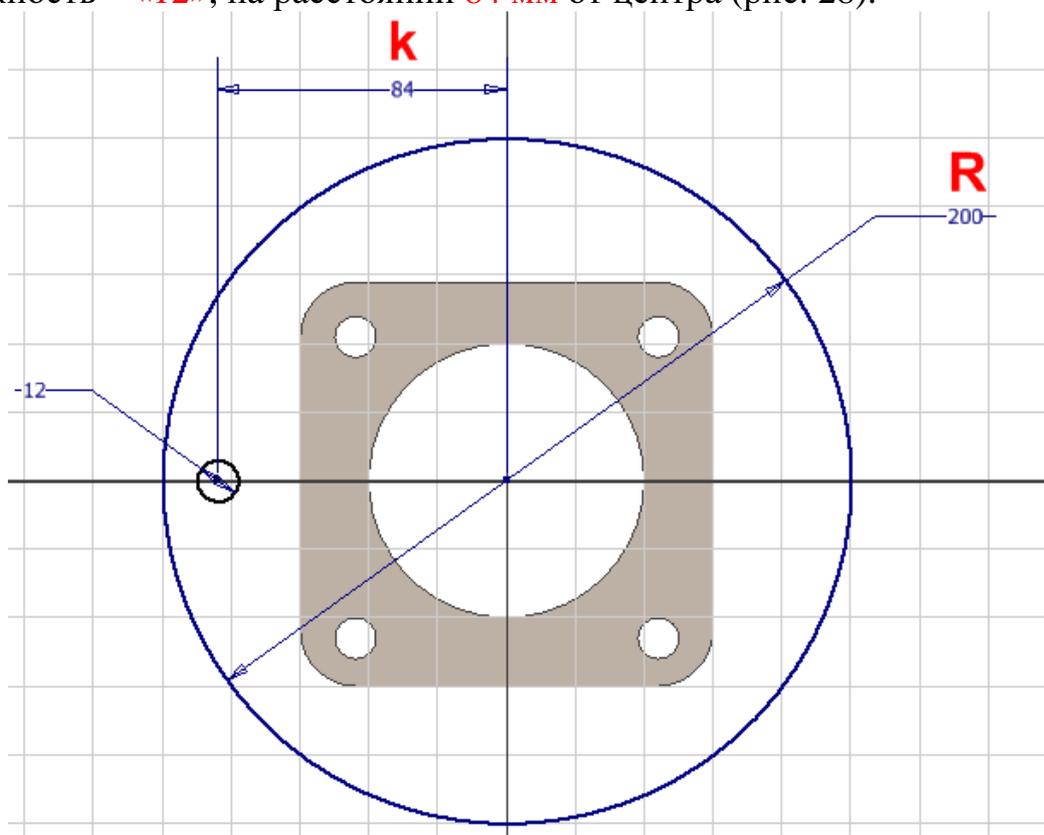


Рис. 28.

Варианты:

Вариант	Диаметр окружности, R	Расстояние от центра, k
1	200	84
2	202	86
3	204	88
4	206	90
5	208	92
6	210	94
7	212	96
8	214	97
9	216	98
10	218	99
11	220	100
12	222	101
13	224	102
14	226	103
15	228	104
16	230	105
17	232	106
18	234	107
19	236	108
20	238	109
21	240	110
22	242	111
23	244	112
24	246	113
25	248	114
26	250	115
27	252	116
28	254	117
29	256	118
30	258	119

Используя команду **Круговой массив**  **Круговой**, создайте **6** отверстий.

Укажите на окружность, нажав иконку **Ось**, выберите центр большой окружности (рис. 29).

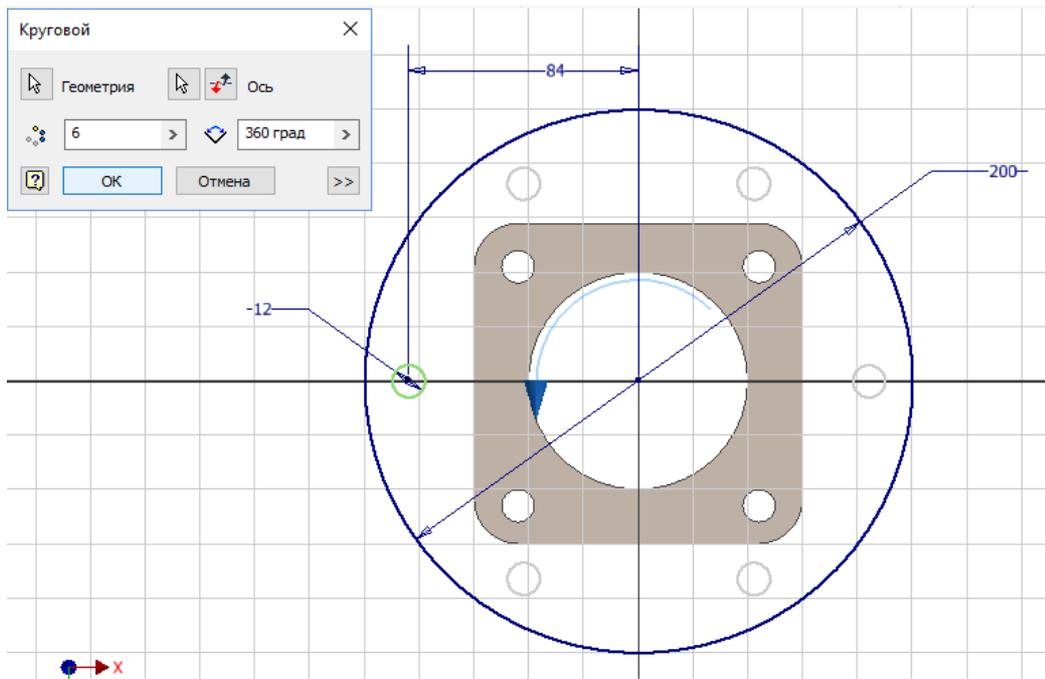


Рис. 29.

Выдавим на 20 мм:

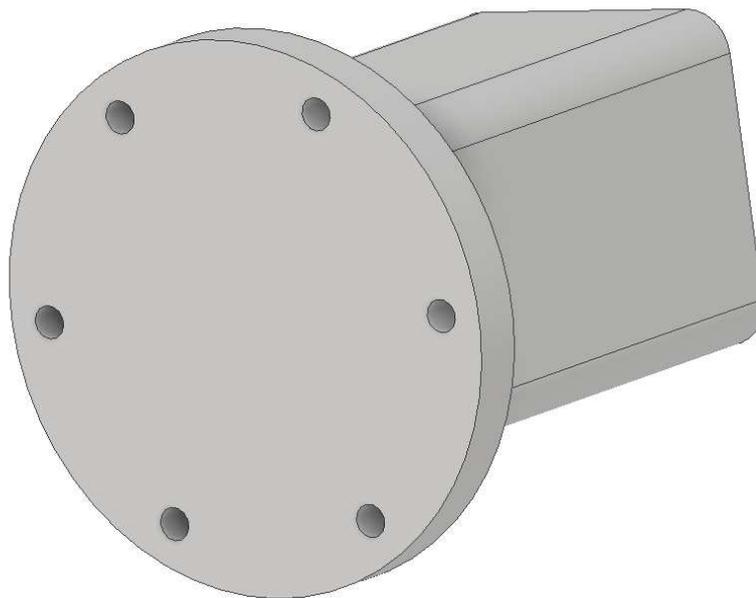


Рис. 30. Корпус

Поменяйте материал Корпуса на Медь (рис. 31).

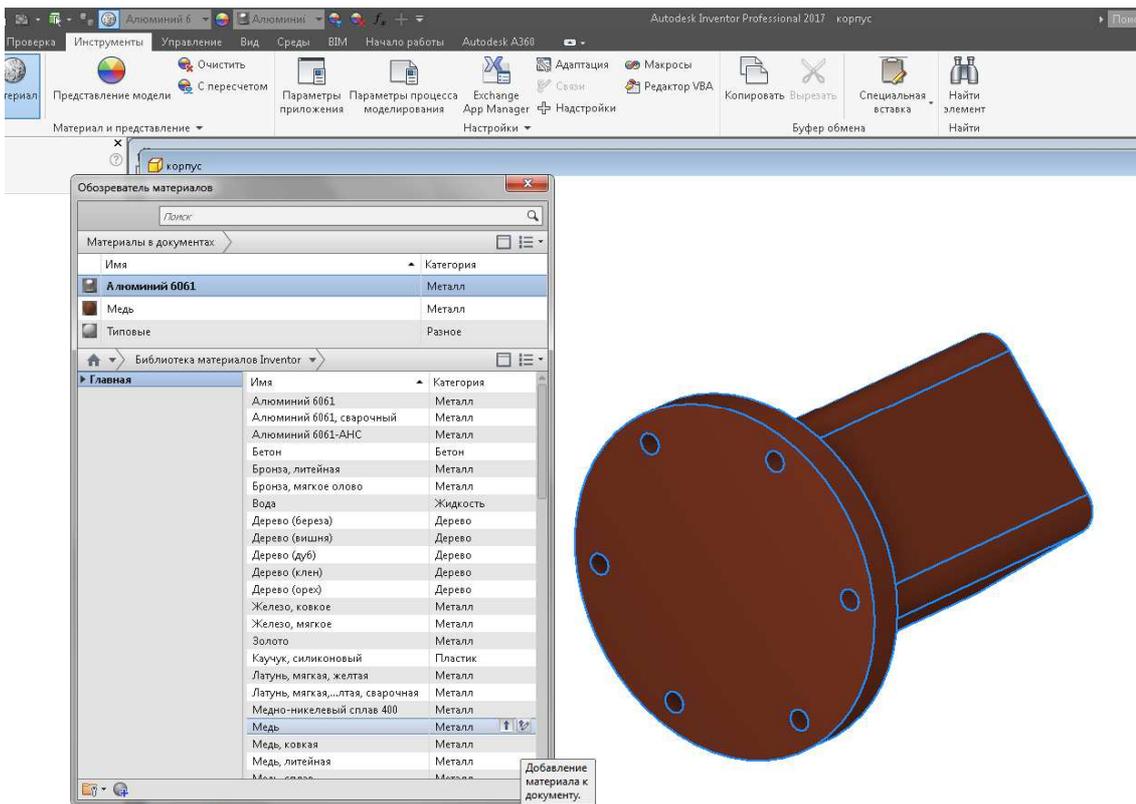


Рис. 31.

Сохранить в своей папке. Закрывать.

3. ПОРШЕНЬ

Новый эскиз CTRL+N.
Создайте эскиз, рис. 32

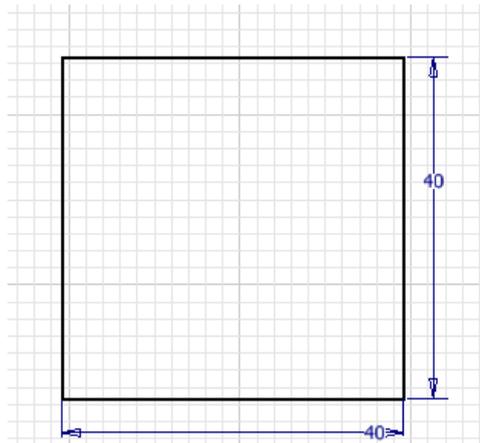


Рис. 32. Эскиз поршня

С помощью команды **Вращение**  **Вращение** можно создавать цилиндрические детали и элементы.

Команда **Вращение** может быть вызвана тремя способами – кнопкой



Вращение, с помощью контекстного меню и клавишей быстрого доступа R.

В окне имеются 4 раздела **Форма**, **Операция** (средний столбец), **Вывод** и **Границы**. В разделе **Форма** кнопка Эскиз предлагает выбрать профиль, а кнопка Ось – вокруг которой будет осуществлено вращение. В области Операция при создании первого эскиза доступной является только кнопка **Объединение** . В разделе **Границы** указывается угол поворота эскиза, по умолчанию предлагает **Полный круг** 360 градусов. Вращение можно осуществлять вокруг любых кромок, в том числе и не принадлежащих эскизу.

Укажите в качестве оси вращения линию размером **40 мм**, она подсветится красным светом – **Ок** (рис. 33).

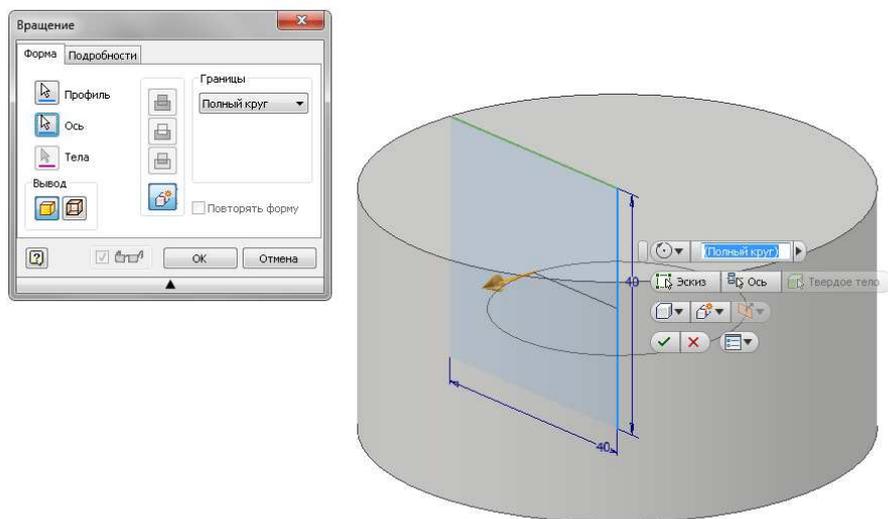


Рис. 33.

Используя команду **Фаска**  **Фаска**, создайте фаску **5 мм** на верхней кромке (рис. 34).

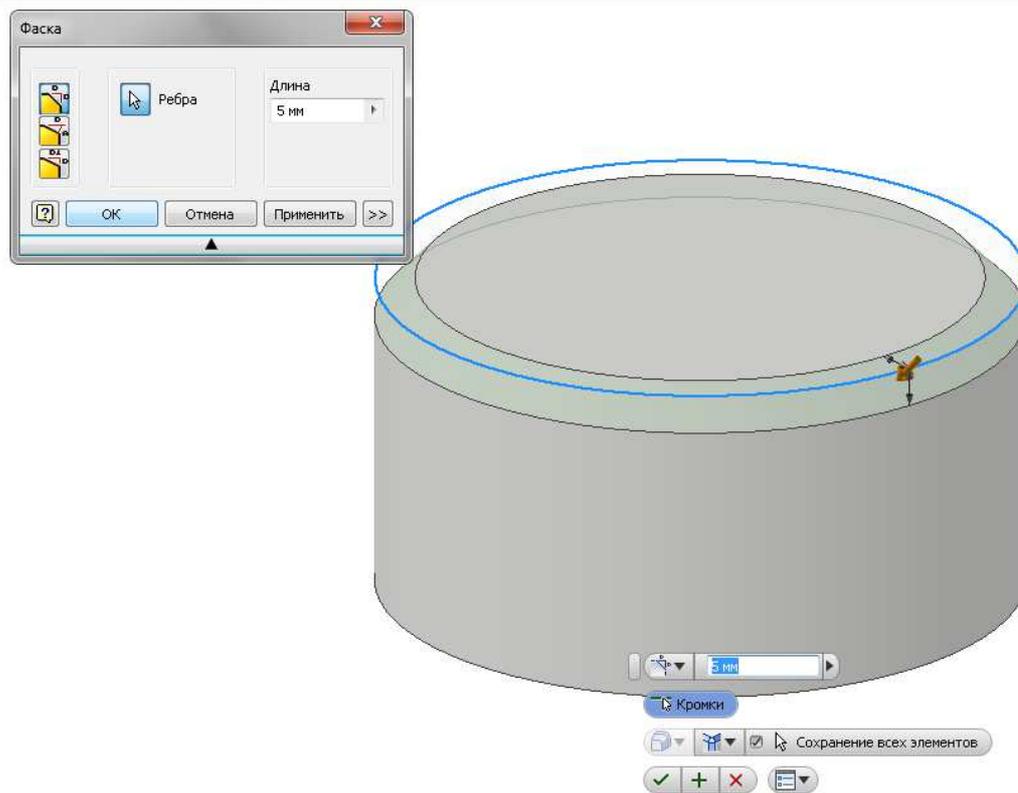


Рис. 34. Создание прямых фасок

Для создания нового эскиза на плоскости, не принадлежащей поверхности детали есть два способа.

1) СПОСОБ. Выберем плоскость XY в браузере, она должна проходить через центр детали, и создайте на ней новый эскиз (рис. 35):

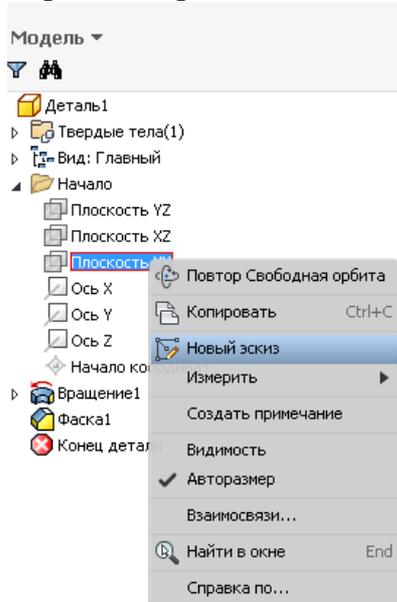


Рис. 35.

2) СПОСОБ. Либо создать рабочую плоскость через панель инструментов. (Воспользоваться можно любым из двух предложенных способов).

Прежде чем воспользоваться командой **Плоскость**, нужно выбрать ее расположение. Заходим в панель браузера – **Начало** – **Плоскость YZ**. На плоскости будет видно как она расположена (рис. 36).

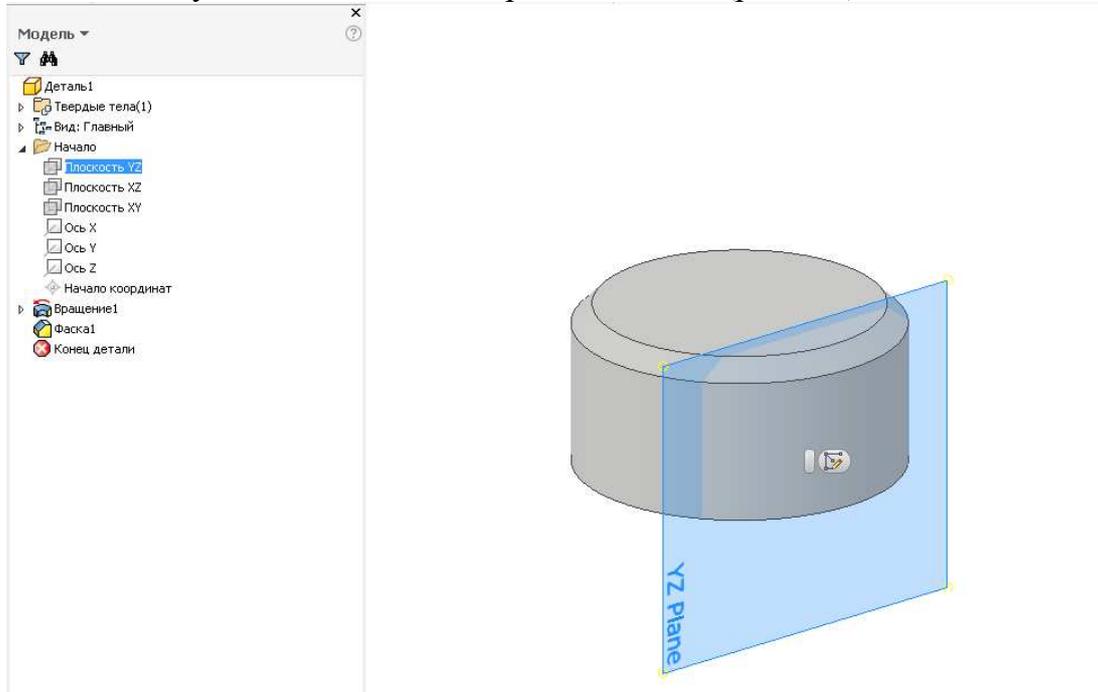


Рис. 36.

Чтобы она проходила через центр детали, нужно изменить расстояние от плоскости до центра с помощью команды расстояние. Заходим во вкладку **Проверка – Расстояние** – указать верхнюю окружность (рис. 37).

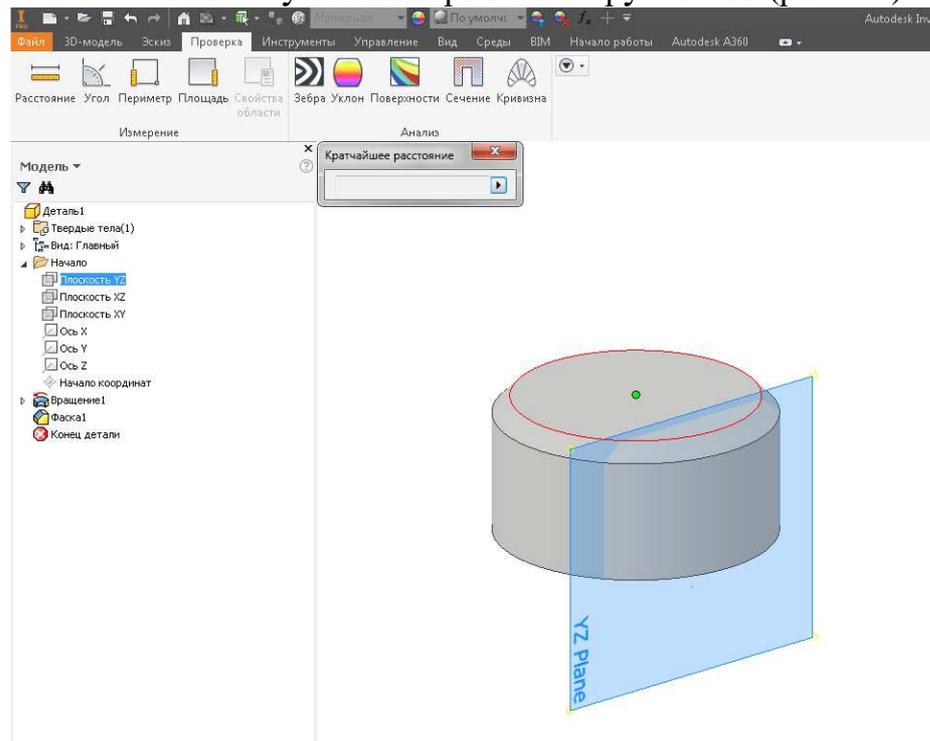


Рис. 37

В окне **Измерить расстояние** появится число. Его нужно запомнить или скопировать (рис. 38).

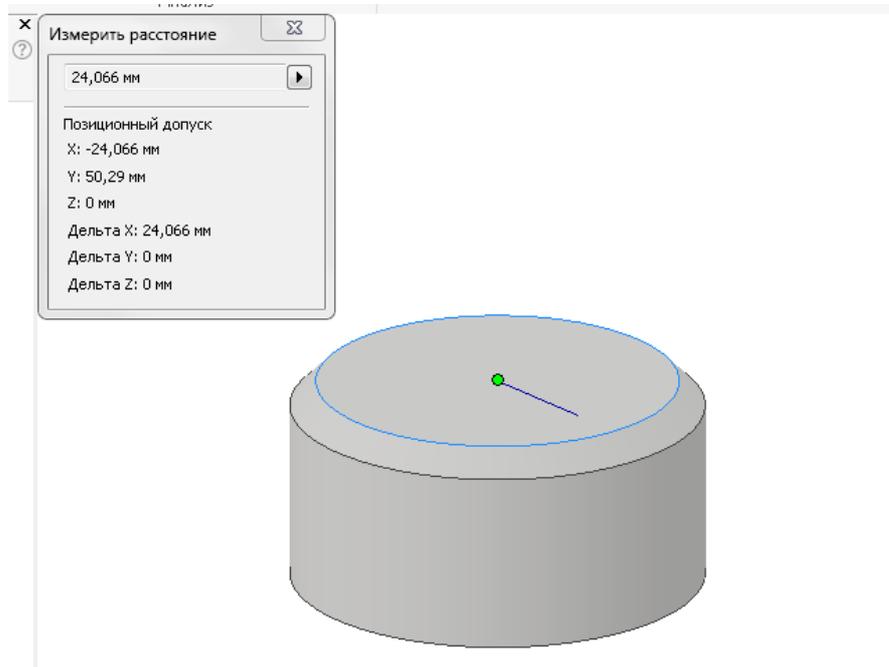


Рис. 38.

Переходим во вкладку **3D-модель**, выбираем инструмент **Плоскость - Смещение относительно плоскости** – вставляем число, которое скопировали ранее со знаком минус -  (рис. 39).

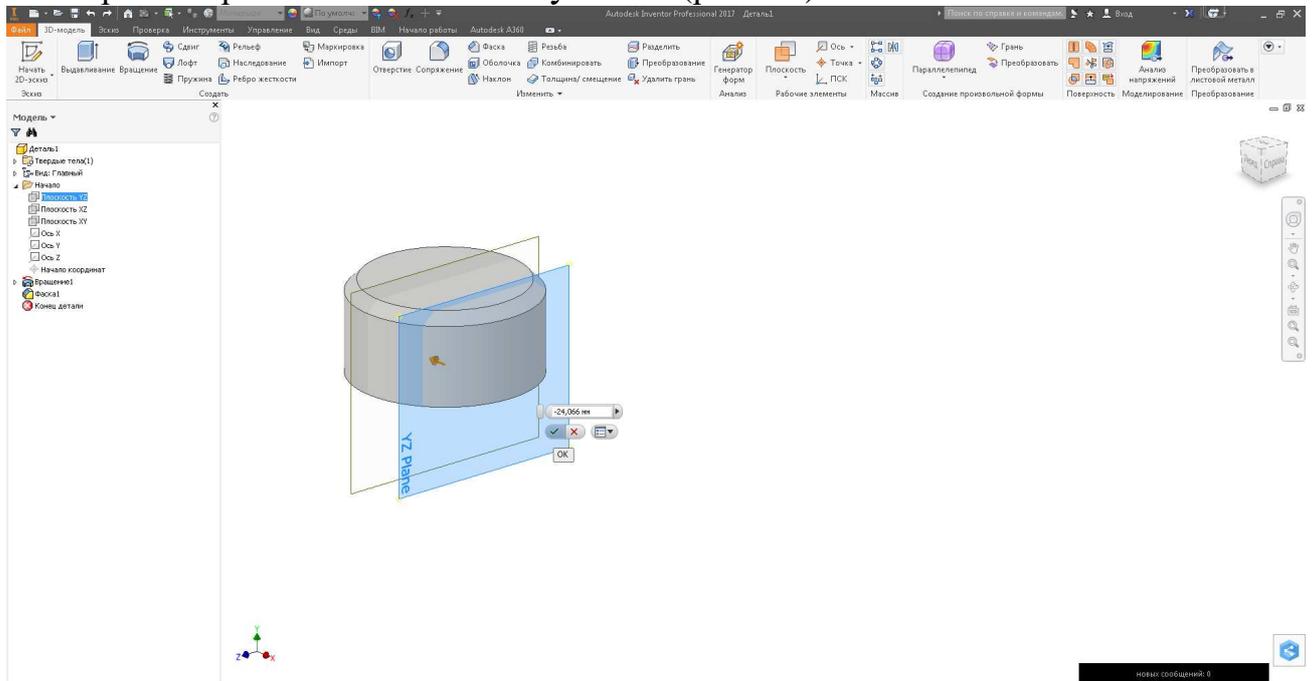


Рис. 39.

Нажимаем правой кнопкой мыши на созданной плоскости – **Новый эскиз** (рис. 40).

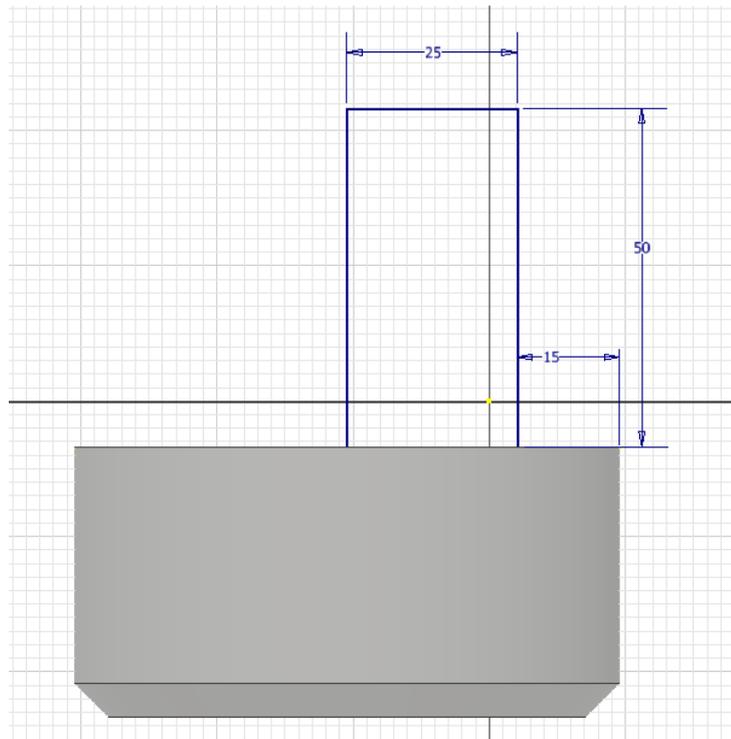


Рис. 40. Эскиз на новой плоскости

Выдавить на 20 мм в обе стороны:

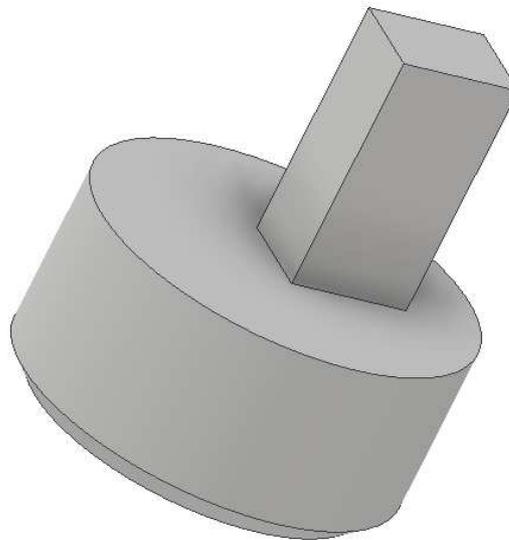


Рис. 41. Выдавливание

Нажмите **Зеркало** , выберите объект и плоскость симметрии и ОК:

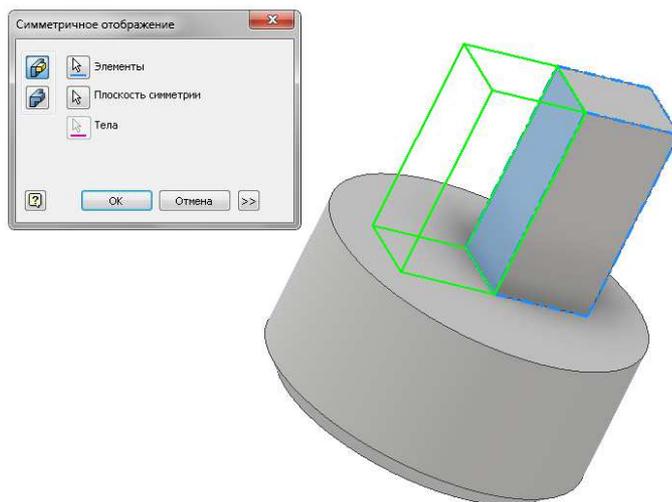


Рис. 42. Симметричное отображение

Создайте новый эскиз, см. рис. 43

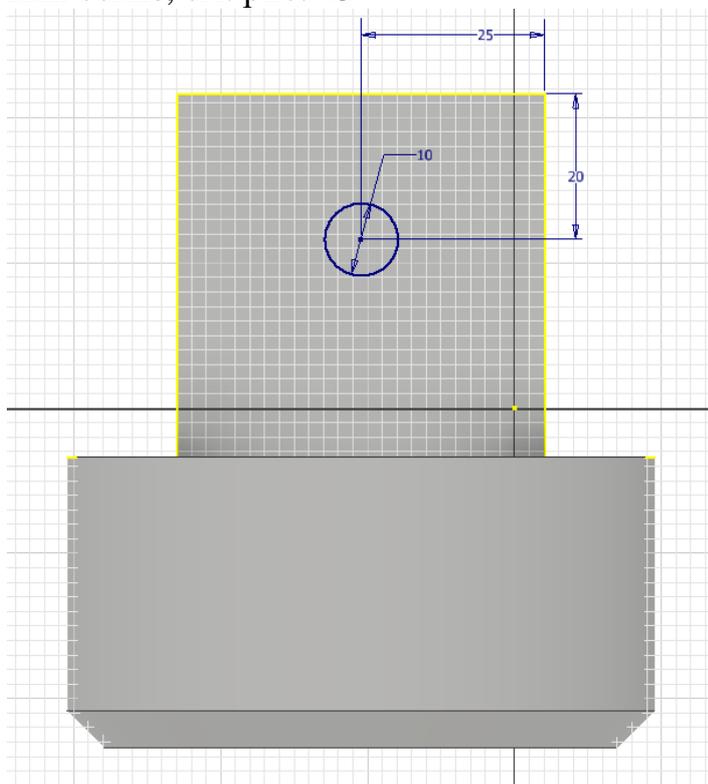


Рис. 43.

С помощью команды **Отверстие**



, создайте отверстие

диаметром **10 мм**.

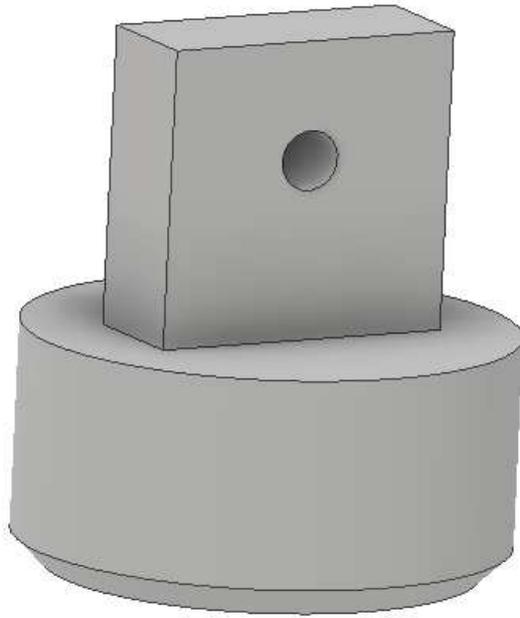


Рис. 44.

Выполнить сопряжение радиусом «2» по всему контуру выступа:

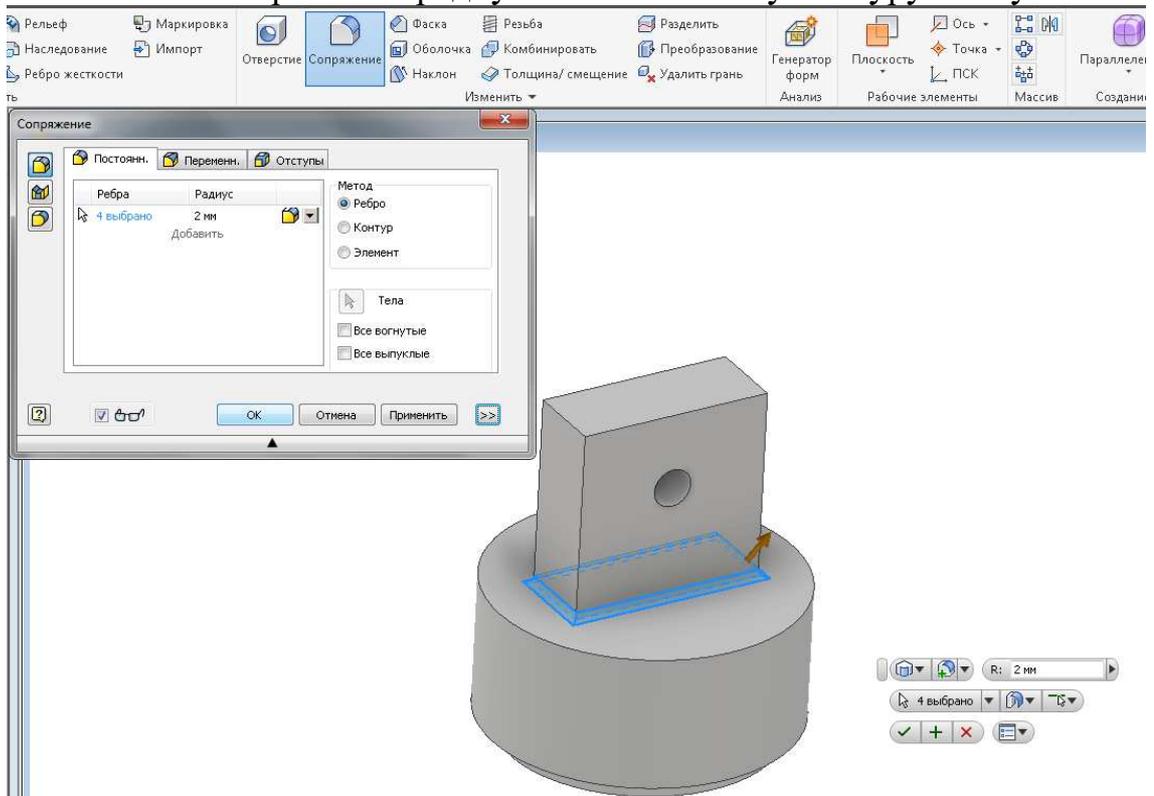


Рис. 45.

Далее сделать сопряжение «20» (рис. 46).

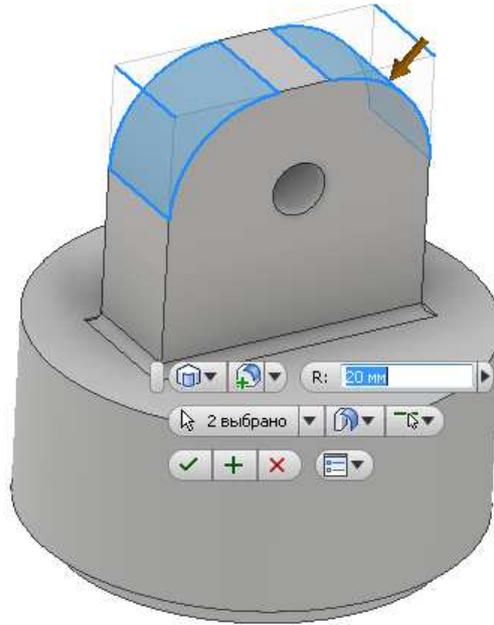


Рис. 46.

Поменяем материал **Поршня** на Чугун.



Рис. 47. Поршень

Примечание: после создания деталей необходимо сохранить их в своей папке для дальнейшей работы.

Лабораторная работа №3

Создание сборочной единицы.

Откройте файл КОРПУС и отредактируйте его.

Сделайте резьбу  Резьба на 4 отверстиях на глубину 50 мм. Поочередно выбирать отверстия – Применить.

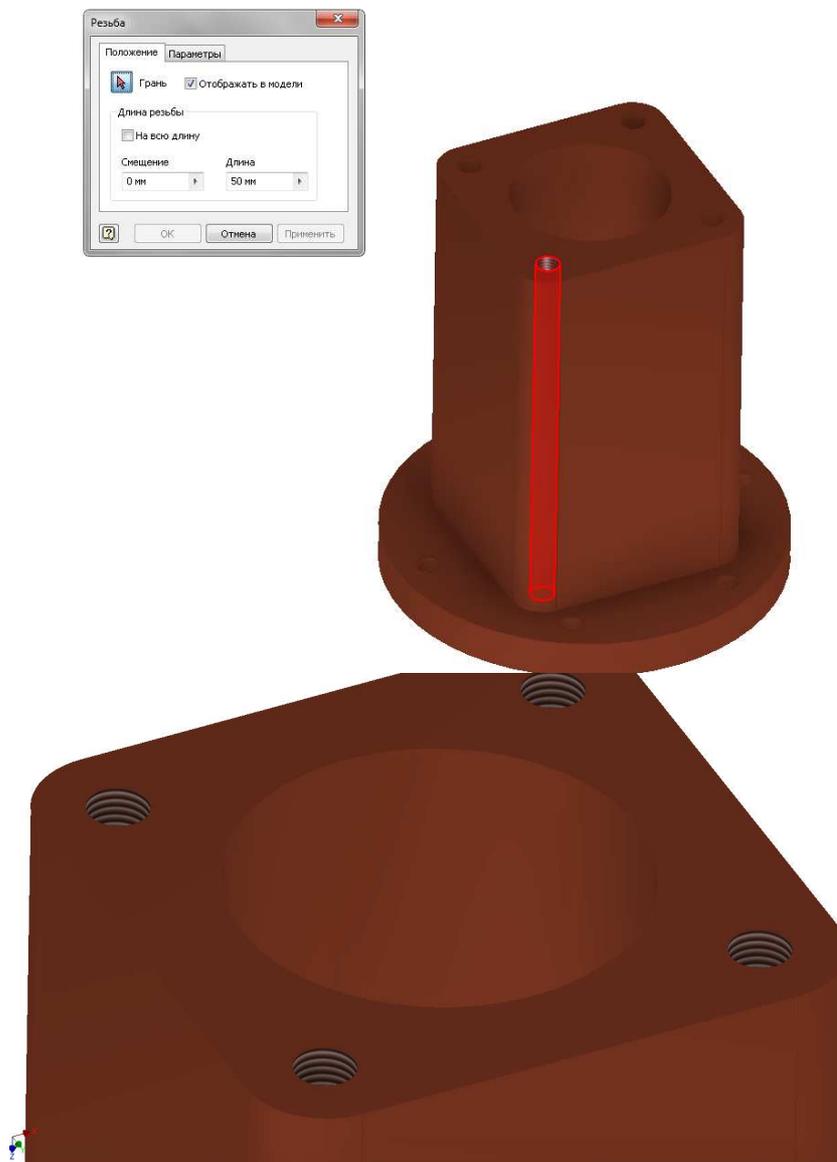


Рис. 48. Резьба в отверстиях

Так же на этих отверстиях сделаем фаски «2» (рис. 49). Сохранить.

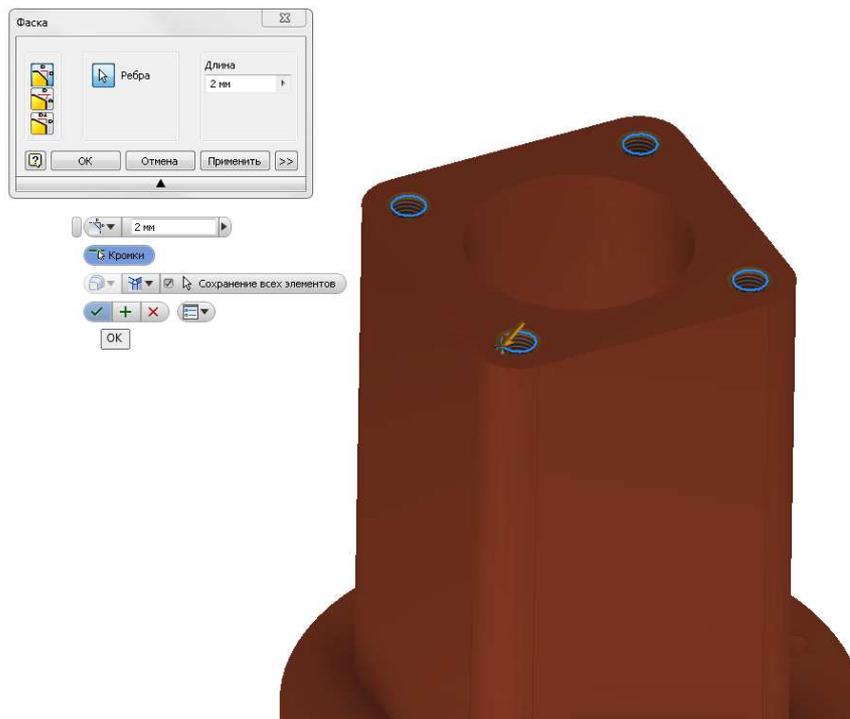


Рис. 49

Создайте сборку: нажмите **Создать – Сборка (Обычный.iam)**.

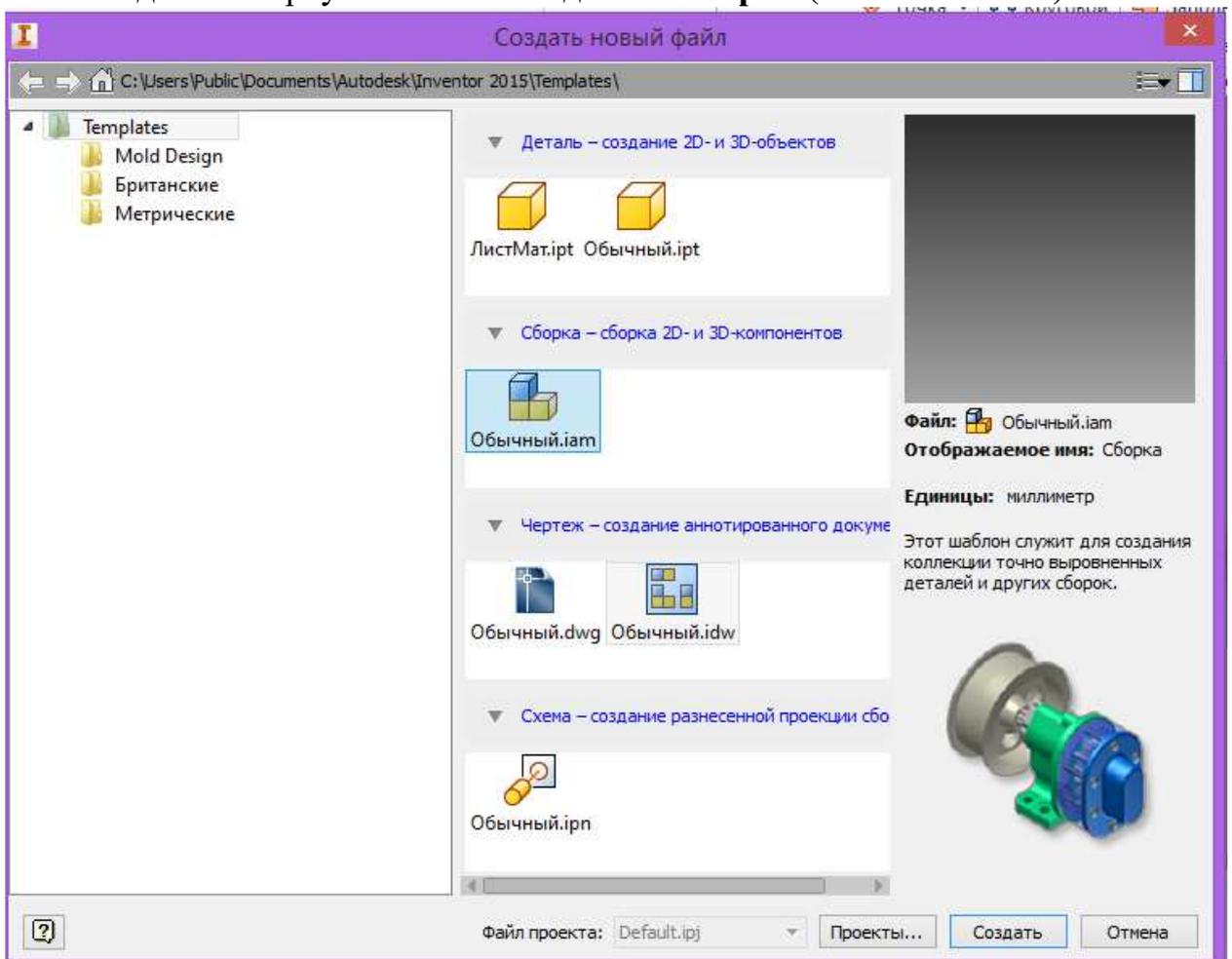
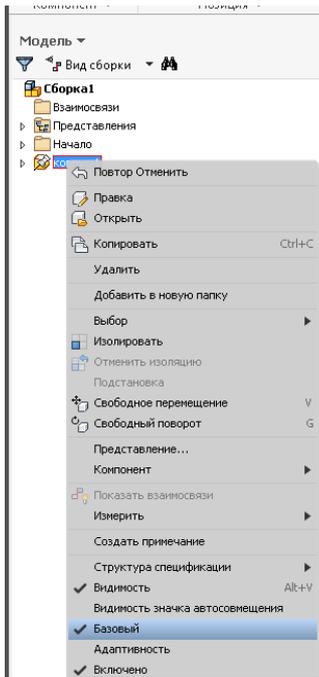


Рис. 50. Начало создания сборки



Для вставки компонента в сборку необходимо выбрать



инструмент **Вставить компонент**. Выберите файл **Корпус**, разместите его произвольно на рабочем поле, кликнув левой кнопкой мыши один раз, и нажмите правой клавишей **Ok** или **Esc**. Вставить можно любое количество компонентов. Необходимо чтобы хотя бы один компонент был неподвижно зафиксирован (был **заземленным**). По умолчанию первый, размещенный в сборке, **компонент является заземленным**. В браузере для заземленных компонентов используется значок канцелярской кнопки . Если нет, то нужно в браузере на иконке – Корпус – поставить галочку – **Базовый** – нажав правую кнопку мыши.

Добавив все компоненты получим:

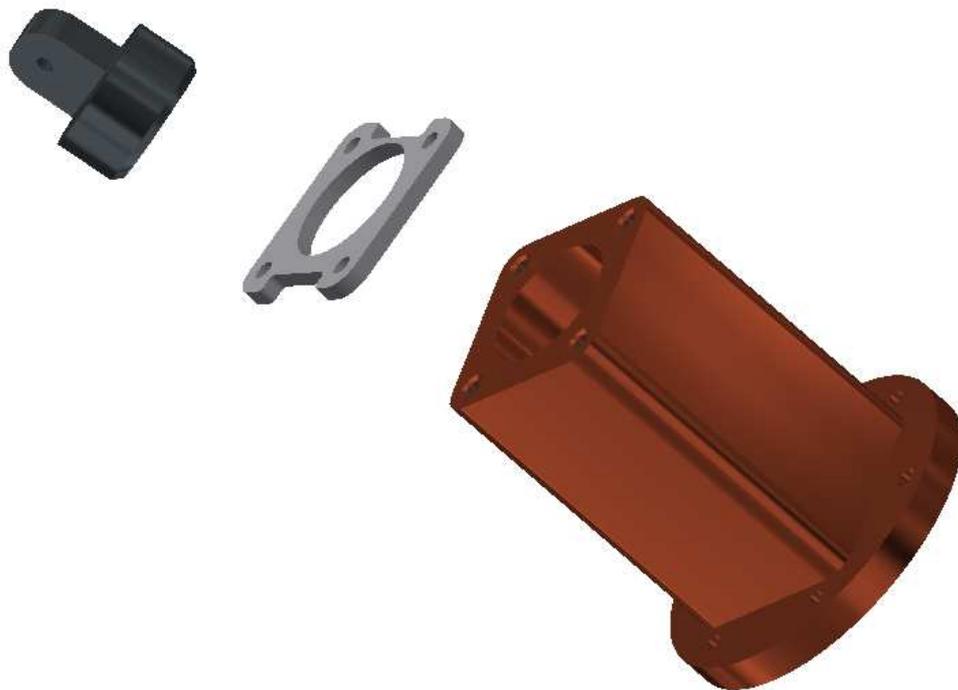
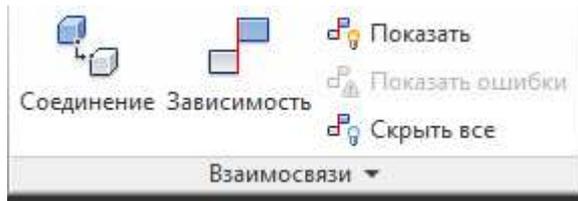


Рис. 51. Компоненты перед сборкой

С помощью команд **Свободное перемещение** и **Свободный поворот** можно перенести или повернуть любую деталь в сборке, нажав на нее правой кнопкой мыши, и выбрав нужное действие.



С помощью взаимосвязей соединим компоненты, наложив зависимости. Нажмем **Зависимости** и увидим:

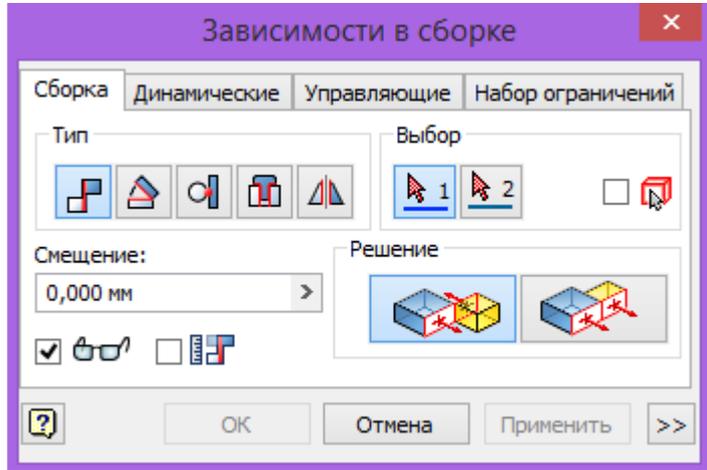


Рис .52. Зависимости в сборке

В основном используются зависимости  через совмещение осей и плоскостей. Наведем на ось КОРПУСА курсором и соединим с осью КРЫШКИ - **Ок**:

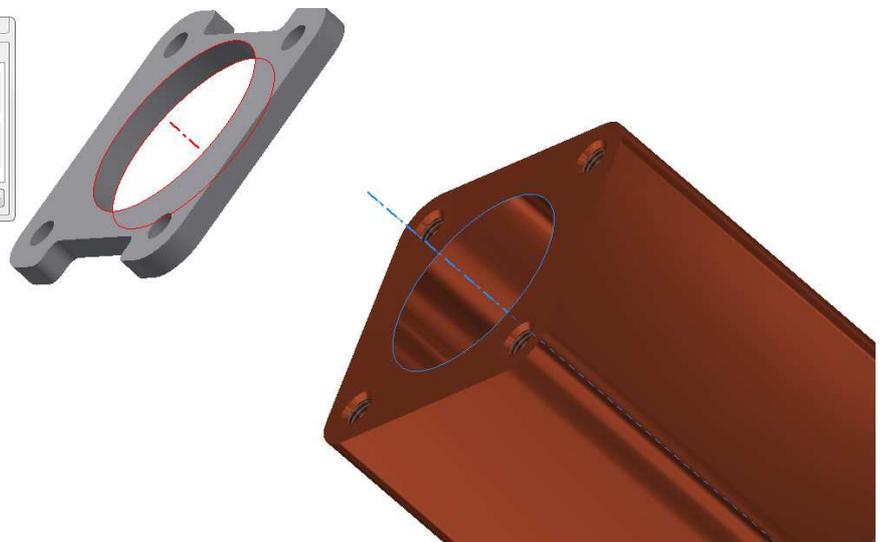
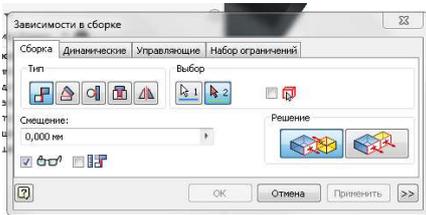


Рис. 53. Ось КОРПУСА

Совместим поверхность Корпуса и Крышки, повернув крышку нижней поверхностью.

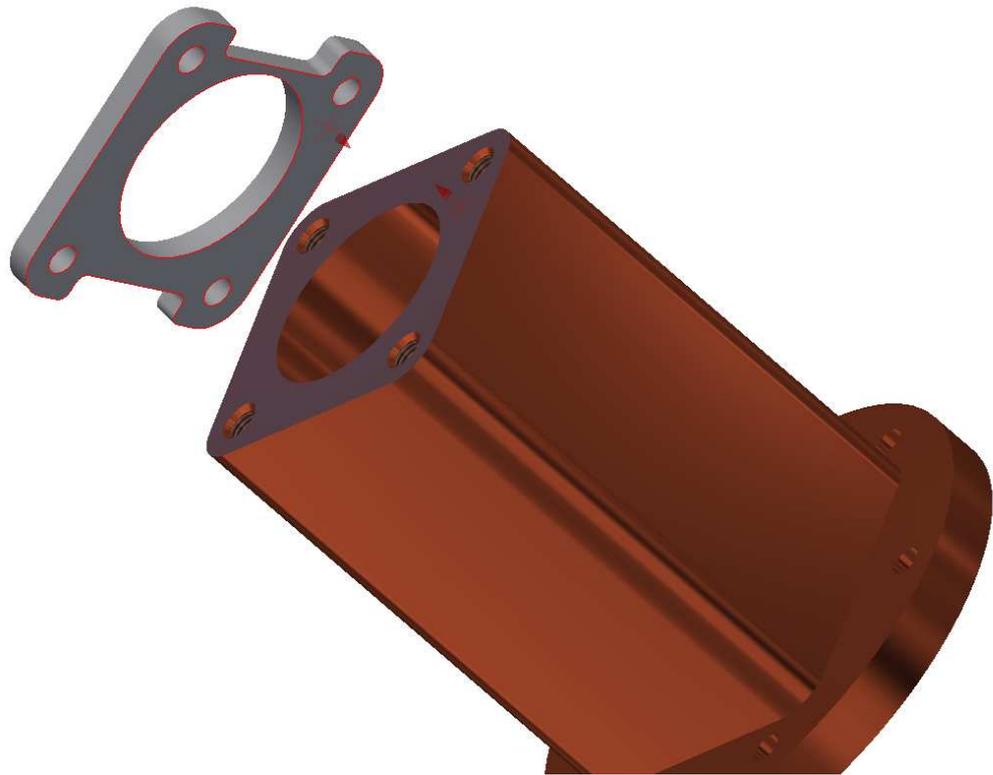


Рис. 54.

Совместите ось маленькой окружности Корпуса и ось маленькой окружностью Крышки (рис. 55).

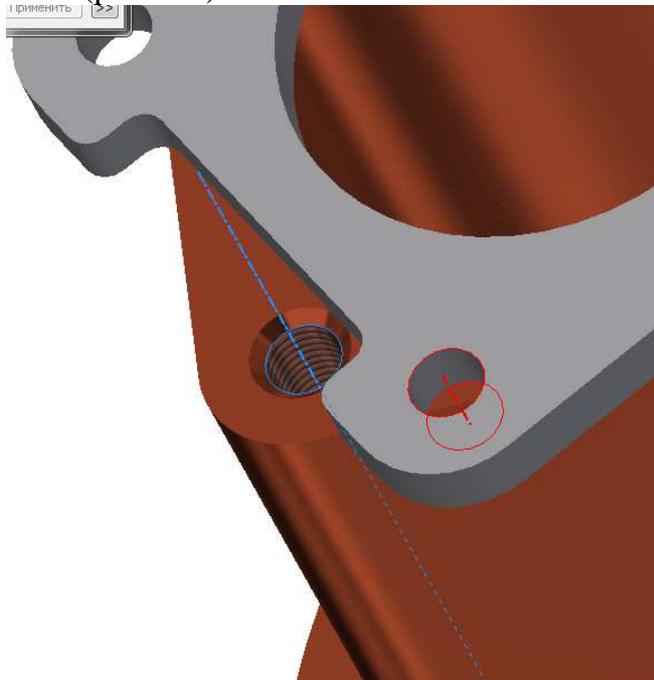


Рис. 55.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если зависимость не удалось создать, то возможно есть ошибки в размерах. Откройте файл нужной детали и проверьте все размеры. Деталь можно открыть двойным нажатием левой кнопки мыши по детали

прямо на сборочной единице, либо открыть деталь в вашей папке. После внесения изменений на детали они появятся на сборочной единице.

Совместите оси Корпуса и Поршня.



Рис. 56. Сборка

Соедините детали стандартными болтами. Воспользуйтесь библиотекой компонентов:

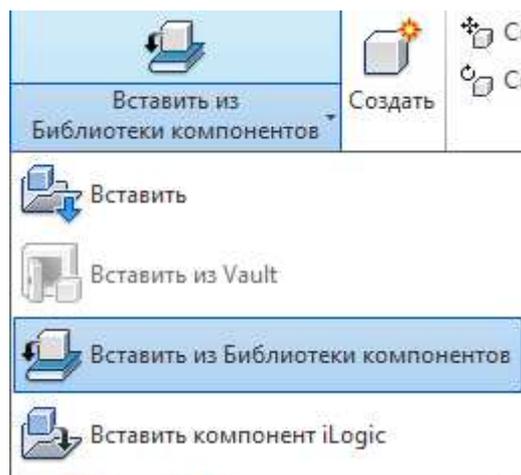


Рис. 43. Библиотека компонентов

Выберем болт с шестигранной головкой:

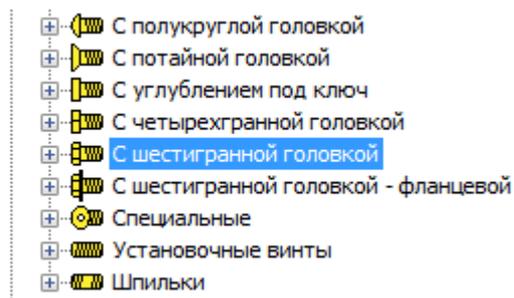


Рис. 44. Выбор болтов.

Выберем болт DIN 7990 M12 X 30. Указываем отверстие, в котором он должен находиться. Так же выберем **Авто размещение** – **Ок** - **Esc**.

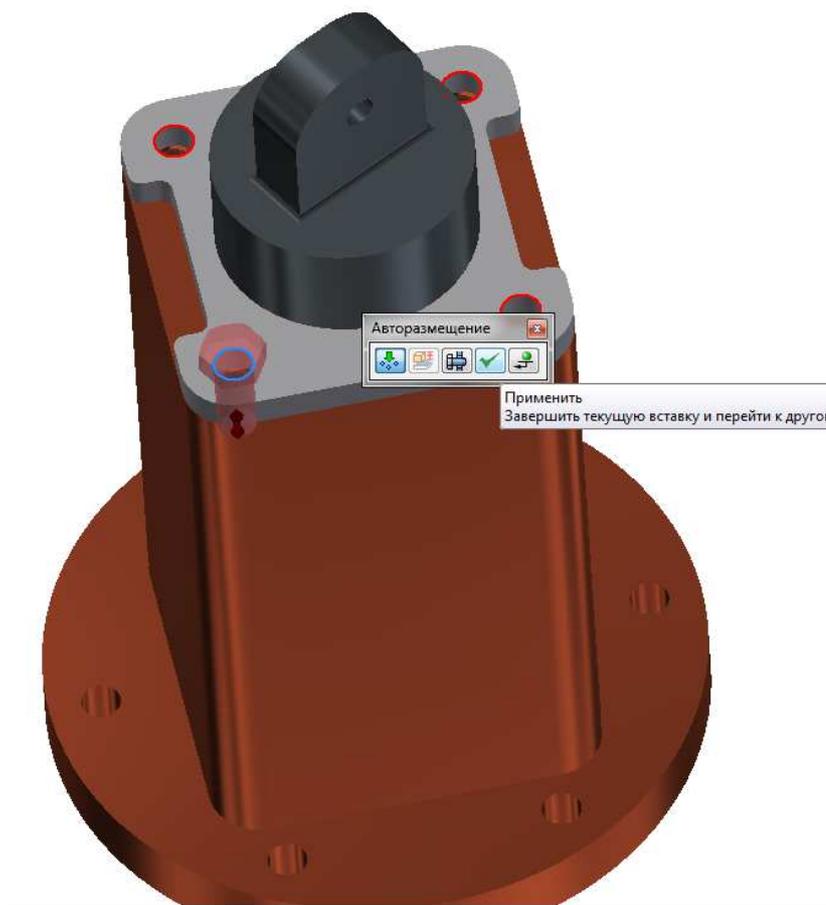


Рис. 45. Готовое болтовое соединение

В результате получим готовую сборку, которую необходимо сохранить в свою папку.



Рис. 46. Готовая сборка.

Примечание: Все детали, входящие в состав сборочной единицы, должны быть сохранены в одной папке со сборочной единицей.

Лабораторная работа №4

Создание чертежей

Создайте ассоциативный чертеж корпуса, т.е. на основе готовых деталей.

Нажмите **Создать** и выберите **Чертеж (Обычный.idw)**:

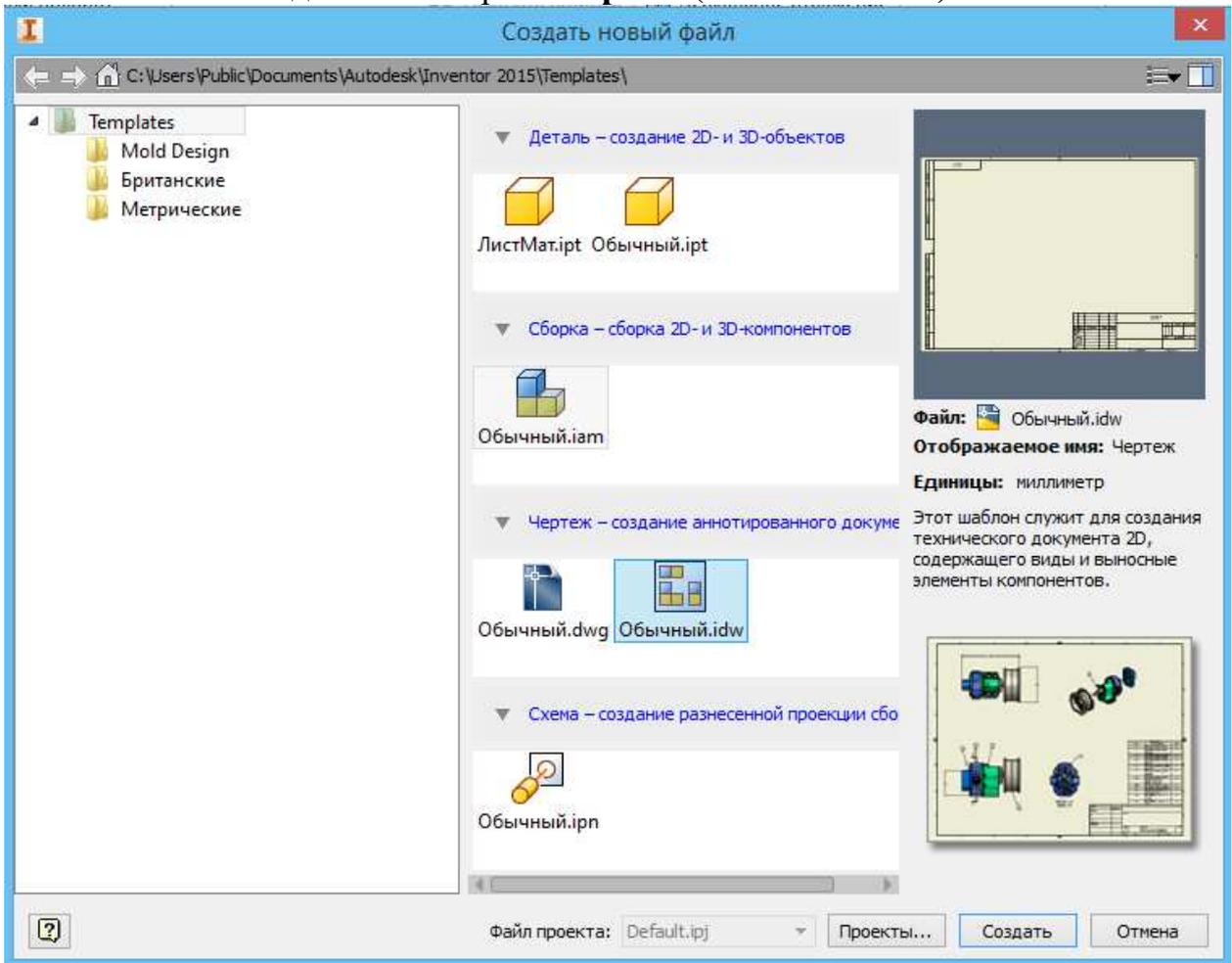


Рис. 47. Начало создания чертежа

Получим Лист формата А3.

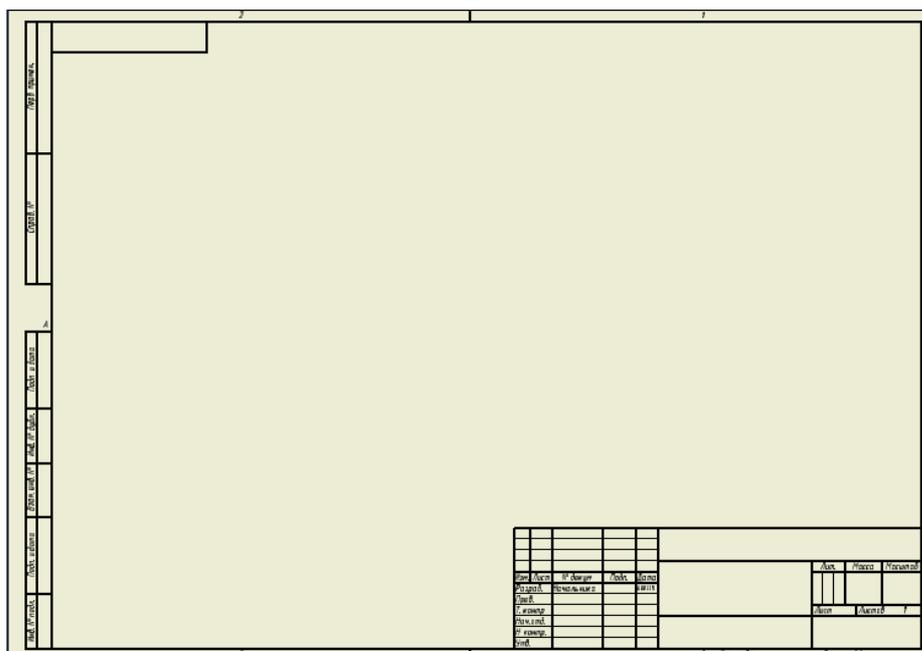


Рис. 48. Лист А3.

Можно поменять цвет листа на белый. Зайдите на вкладку **Инструменты – Параметры процесса моделирования – Лист – Цвета – Лист**- выбрать белый - **Ок** .

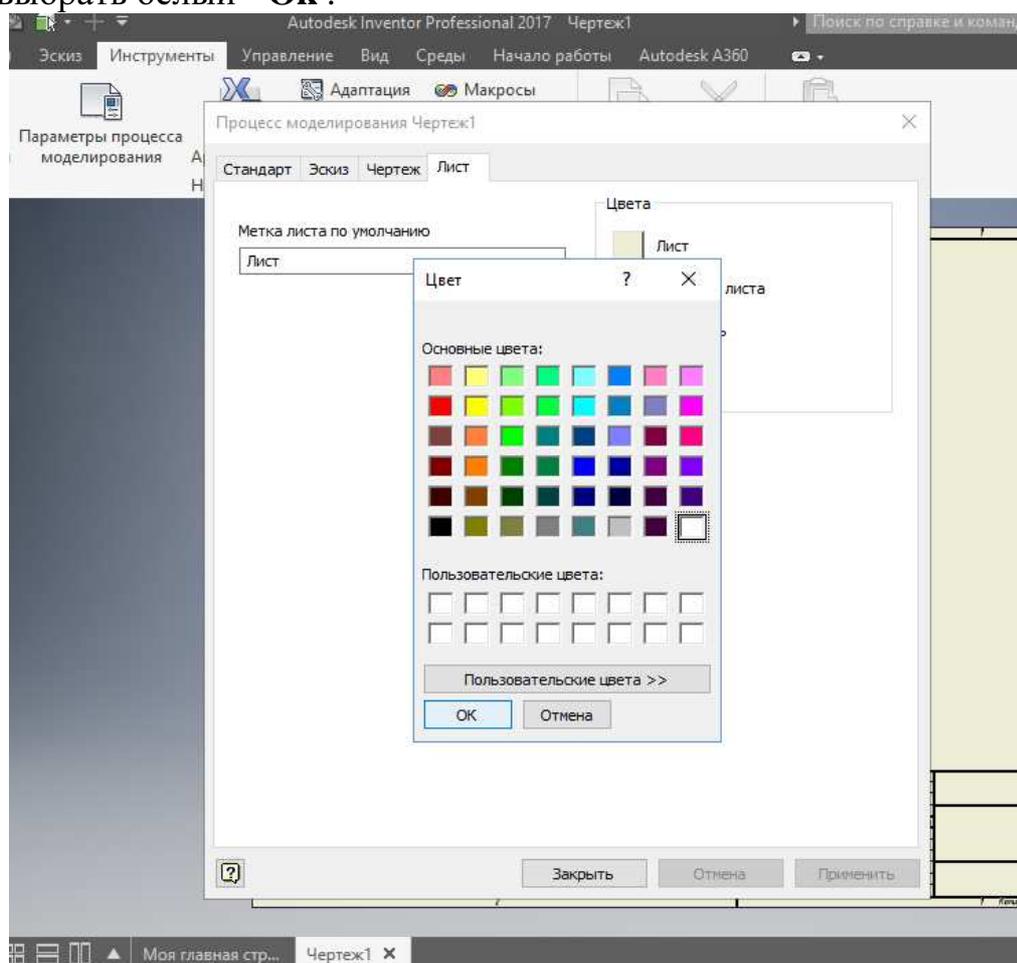


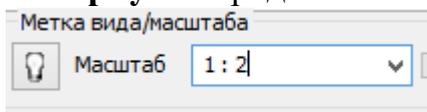
Рис. 49.

Переходим на вкладку **Размещение видов**. Далее необходимо нажать



и создать базовый вид детали.

Выберите  файл – **Корпус**. Определим масштаб 1:2.



Так же можно поменять расположение главного вида.

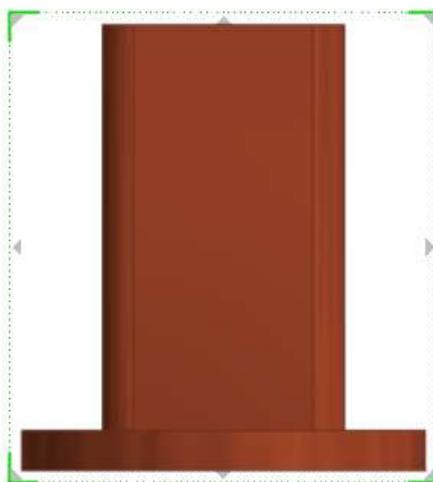


Рис. 50.

Нажмите **ОК**. Получим:

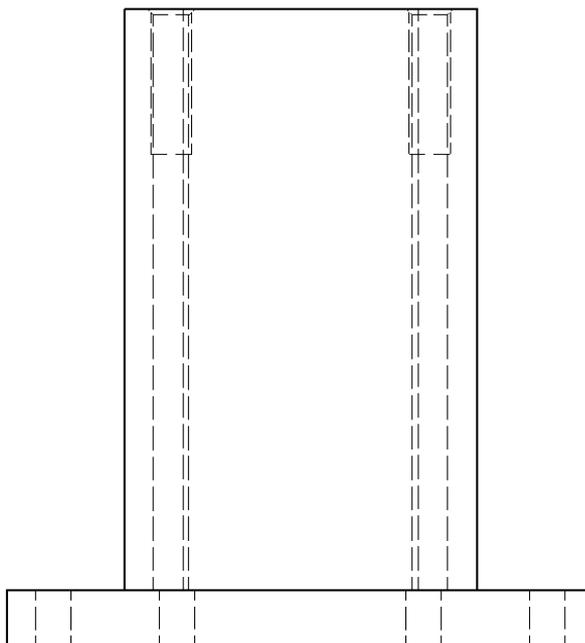


Рис. 51. Начальный этап создания чертежа.

При необходимости можно повернуть вид на любой угол. Нажмите правой кнопкой мыши на изображении – **Поворот** – **Абсолютный угол 90 градусов** – **Ок**:

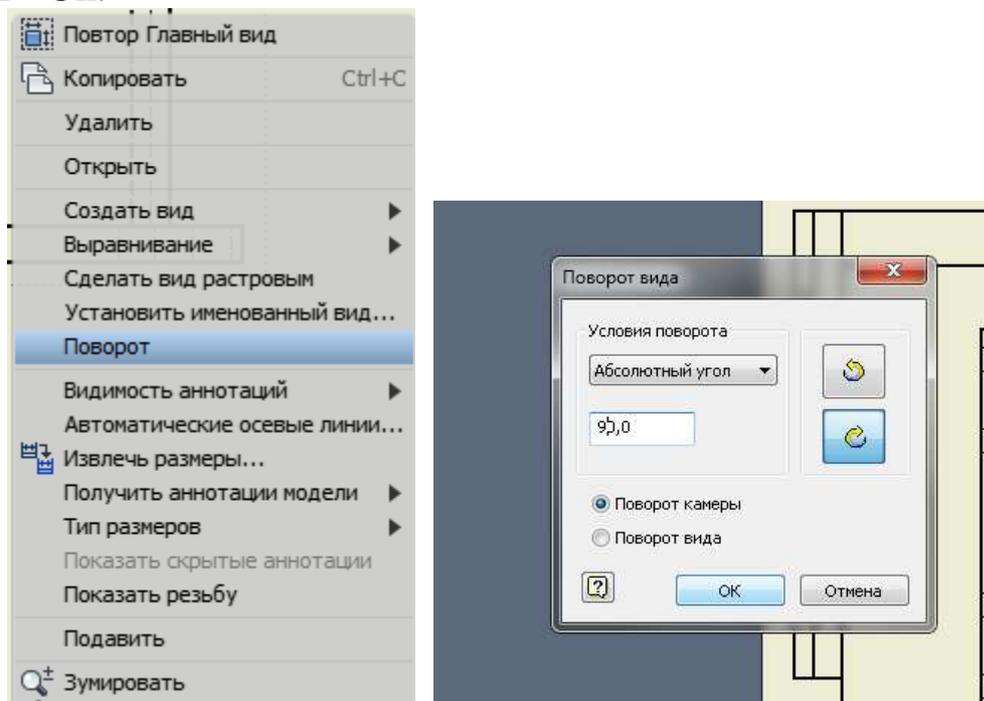


Рис. 52. Поворот.

Получим:

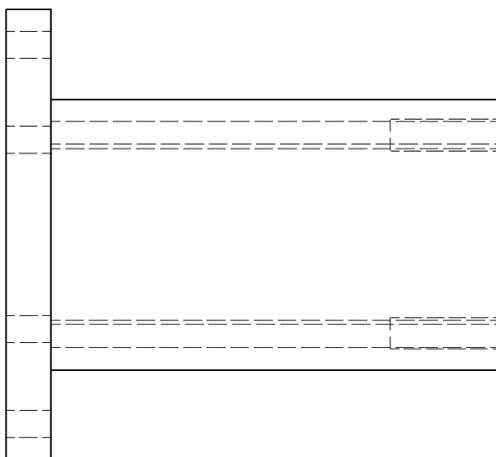
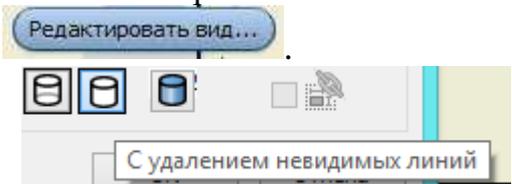


Рис. 53. Вид детали.

При необходимости можно редактировать стиль изображения: С невидимыми линиями, С удалением невидимых линий, Тонированный. Нажмите правой кнопкой мыши на изображение – **Редактировать вид**



Выберите нужный стиль, например, «С удалением невидимых линий».

Получим:

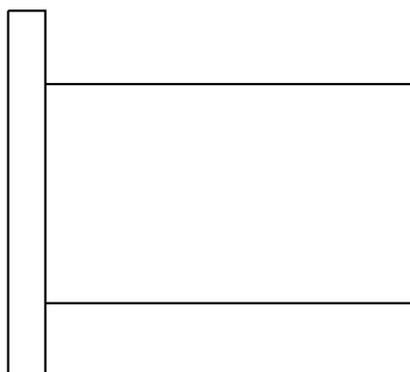


Рис. 54. Полученный вид.

Создайте проекционные виды - **Проекционный**:

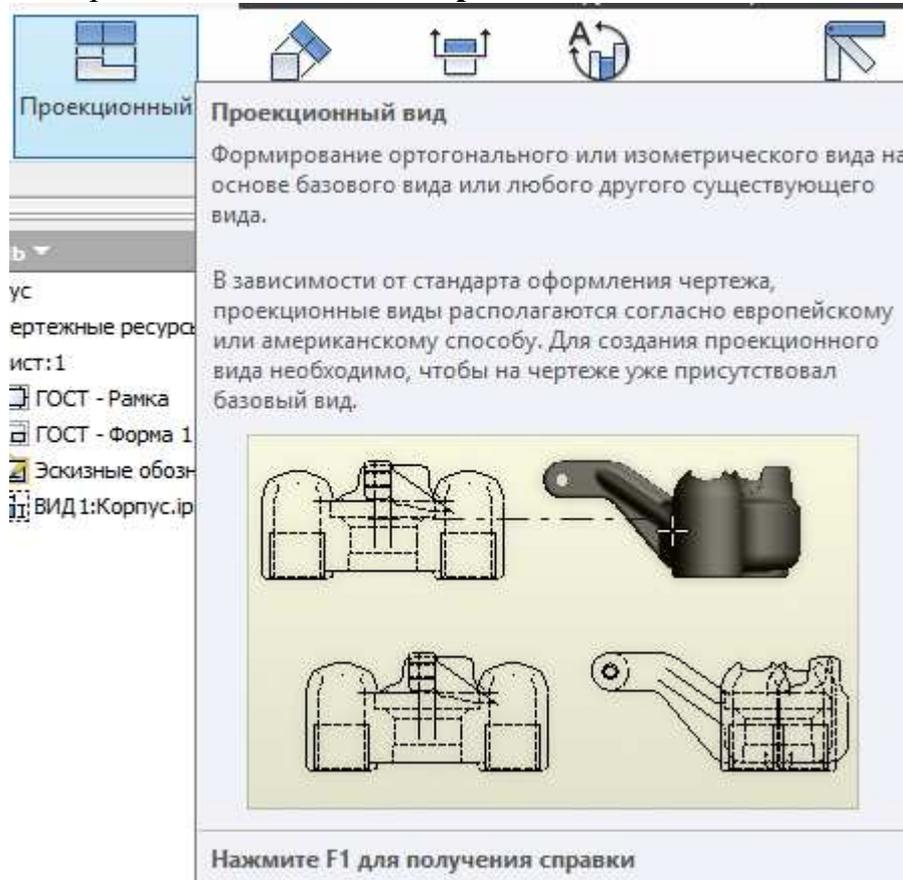


Рис. 55. Создание проекционного вида.

Сначала нажмите на главный вид, потом нажмите на место под главным видом и справа. Нажать правую кнопку мыши – **Создать**. При необходимости виды можно перемежать по полю чертежа, захватив левой кнопкой мыши рамочку нужного вида. Автоматически проекционные виды находятся в проекционной связи с главным изображением.

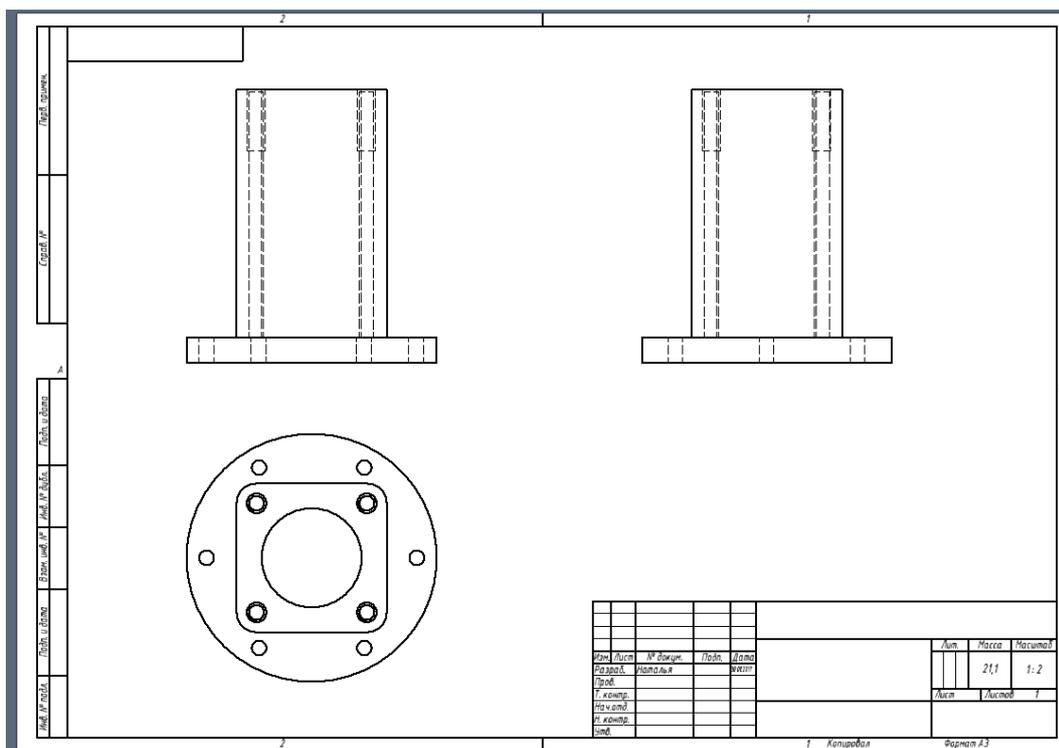


Рис. 56. Промежуточный этап создания проекционных видов.

Сделаем фронтальный разрез на месте главного вида. Так как деталь симметричная, совместим половину вида с половиной разреза.

Удалите главный вид, нажав правую кнопку мыши на виде - **Удалить**.

При этом проекционные удалять не будем. Нажмите фигурные скобки  и поставьте **Нет** напротив проекционных видов.

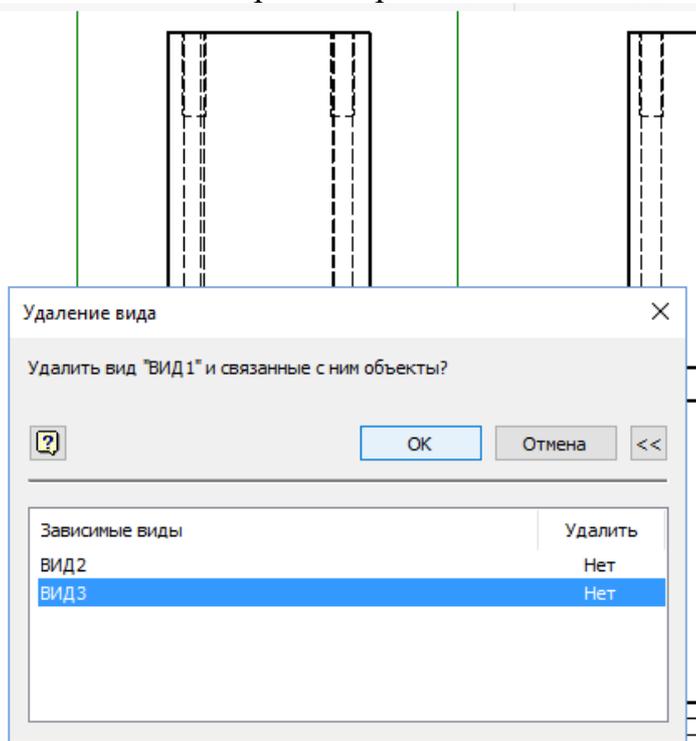


Рис. 57.



Разрез создается командой **Сечение**, выберете вид сверху. На виде сверху проведите секущую плоскость как показано на рис. 58.

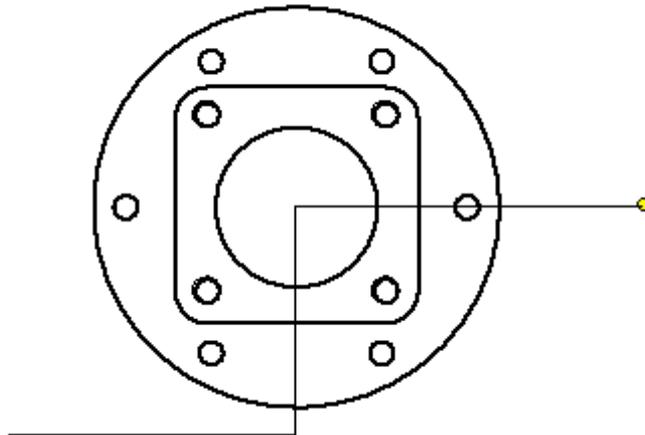


Рис. 58.

После того, как провели секущую плоскость, нажмите правой клавишей мыши - **Продолжить** (в диалоговом окне можно уточнить обозначение, масштаб и стиль нового разреза) - зафиксируйте положение разреза на месте главного вида.

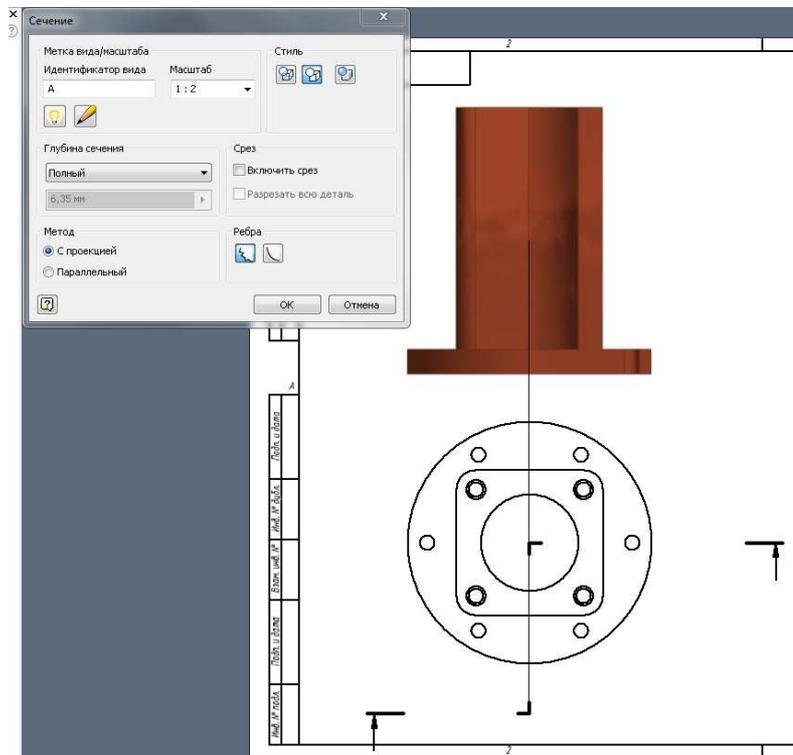


Рис. 59.

Если секущая плоскость совпадает с плоскость симметрии детали в целом и параллельна одной из основных плоскостей проекций, так же разрез

и вид находятся в проекционной связи, то разрез не обозначается и положение секущей плоскости не указывают.

Все обозначения можно убрать следующим образом. Наведите курсор на разрез, нажмите правую клавишу и выберите команду **Редактировать вид**. В открывшемся окне на вкладке **Параметры отображения** снимите галочку **Описание на базовом виде** (Рис. 60). На вкладке **Компонент** «отключите лампочку» напротив **Метки**.

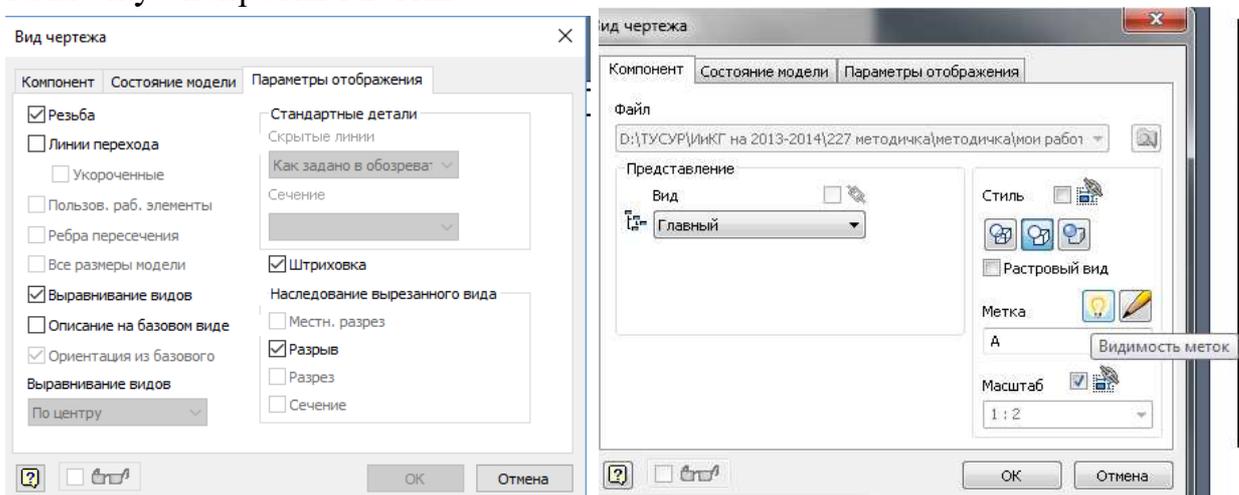


Рис. 60.

После удаления главного вида, потеряна проекционная связь у вида слева с фронтальным разрезом. Нажмем правой кнопкой мыши на виде слева – **Выравнивание – Горизонтально** – нажать на главный вид.

На виде слева создайте местный разрез, чтобы показать глубину отверстия. Особенность его создания в том, что он может быть создан только на основе эскиза, заданного на том виде, где он будет размещен. В браузере **выделите мышкой вид слева** или нажмите на вид слева на чертеже (у него появится обрамление) – **Начальный эскиз**. Нужную область на эскизе нарисуйте с помощью инструмента **Слайн (интерполяция)**, нажав треугольник под инструментом отрезок. Контур эскиза обязательно должен быть замкнутым (рис.61). Вернитесь в среду чертежа - **Принять эскиз**.

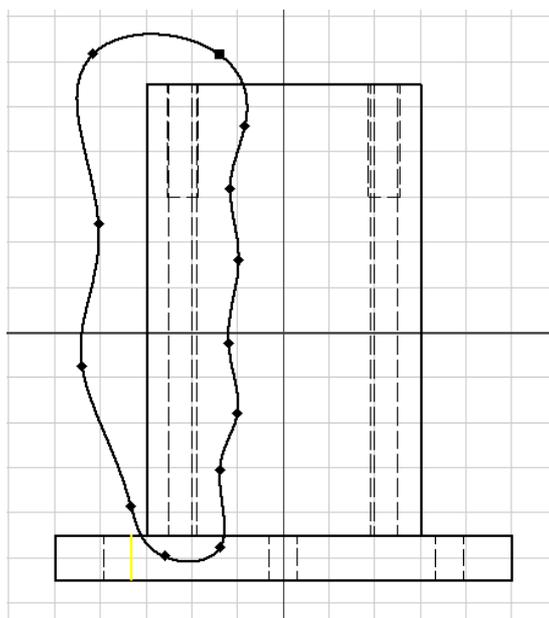


Рис. 61.

Выберите команду **местный разрез** и укажите на вид слева. В появившемся окне (рис.62) задайте глубину **До отверстия** и укажите **отверстие на виде сверху**, так как на виде слева мы его не видим, **Ок**, либо указать глубину **От точки**.

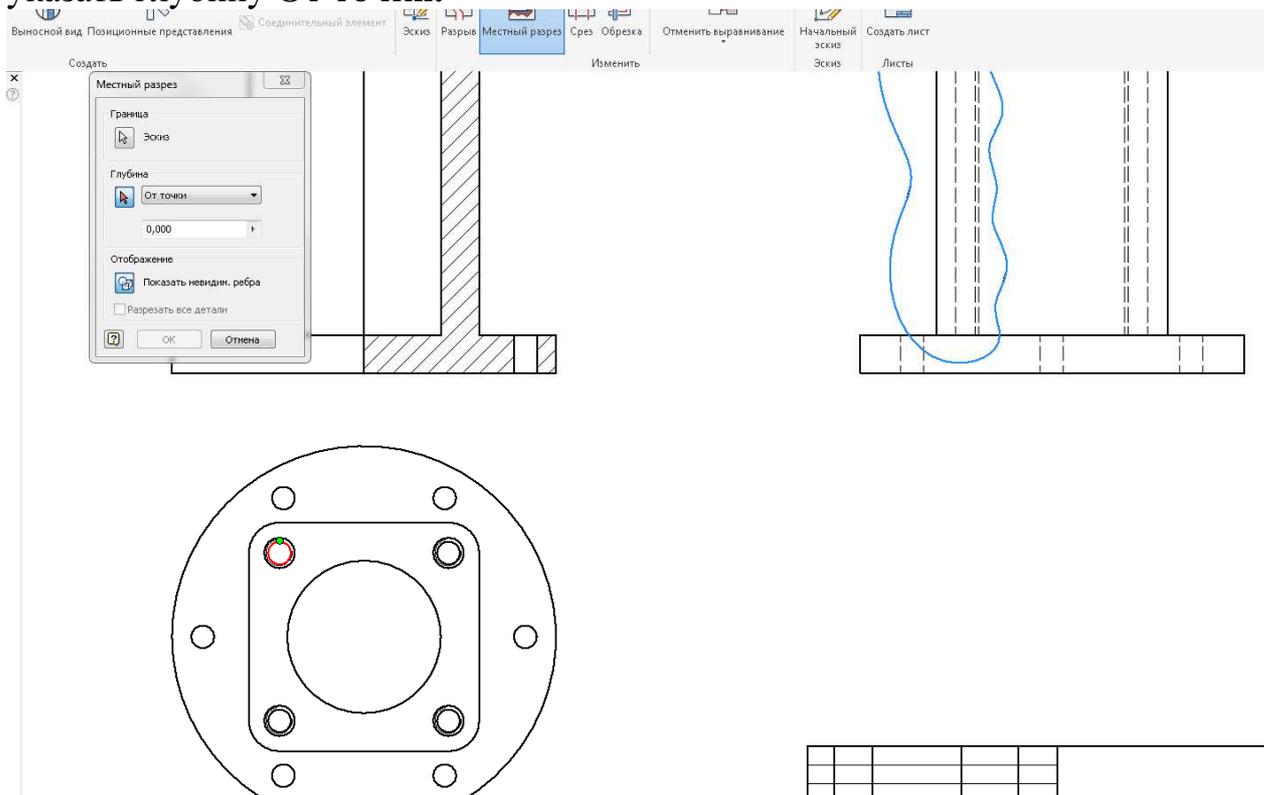


Рис. 62.

Создайте изометрический вид. Выберите - **Проекционный** – нажмите на главный вид и перетащите курсор мыши по диагонали в слева – **Создать**. Перетащите изометрию как показано на рис. 63.

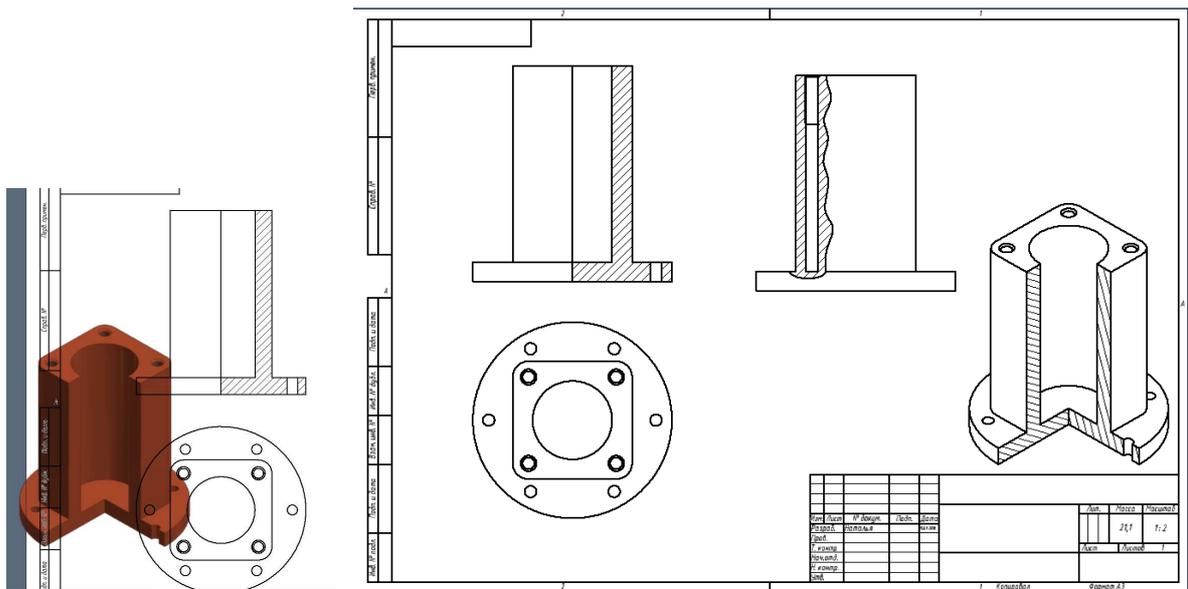


Рис. 63.

Если на чертеже не отображена резьба на виде слева, нужно **Редактировать вид - Параметры отображения** - поставить галочку на «резьба»:

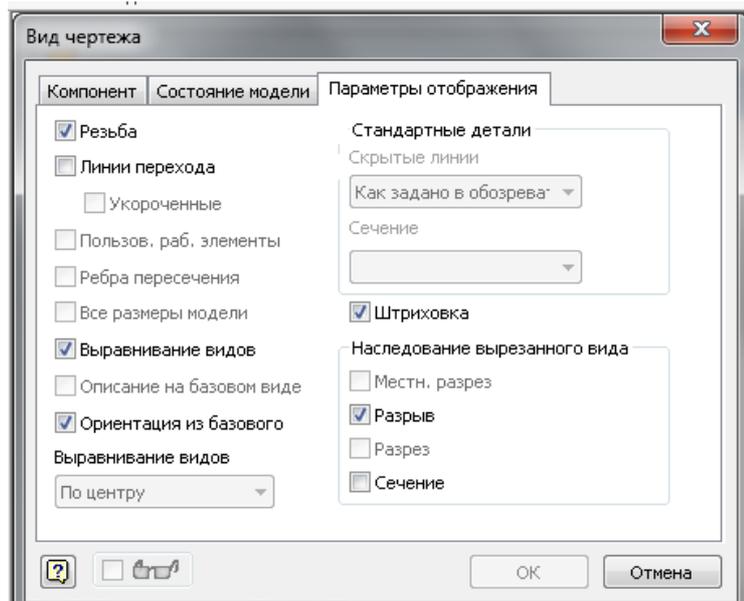


Рис. 64.

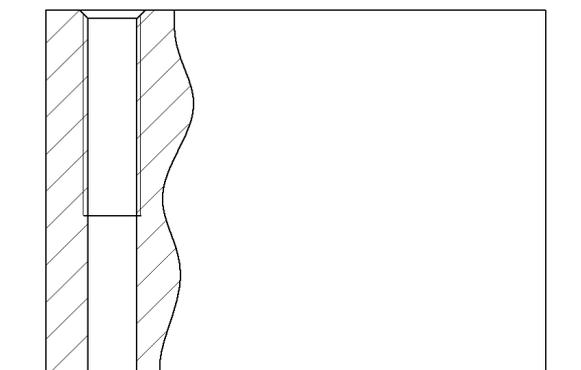


Рис. 65. Резьба на чертеже

Необходимо поменять толщину волнистой линии. Нажать правой кнопкой мыши на волнистую линию – **Свойства** – задать вес 0,25 мм.

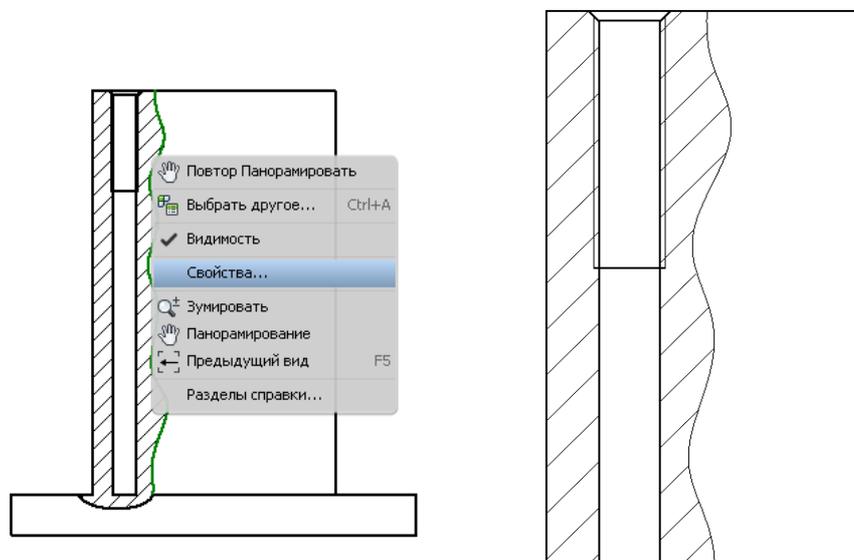


Рис. 66.

Для создания выносных элементов используется команда **Выносной вид**



Щелкните на виде слева - "А" (измените название выносного элемента), выделите мышкой нужную область (в виде окружности), и укажите положение выносного элемента на любом свободном месте чертежа.

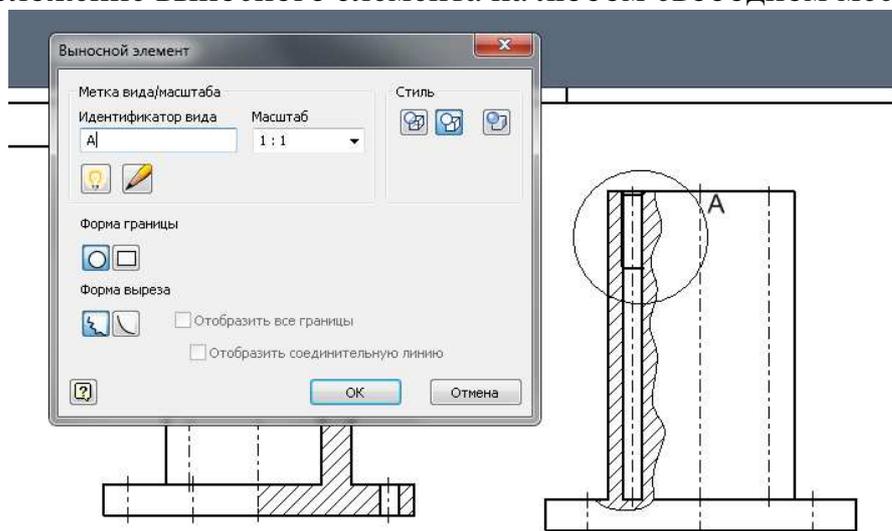


Рис. 67.

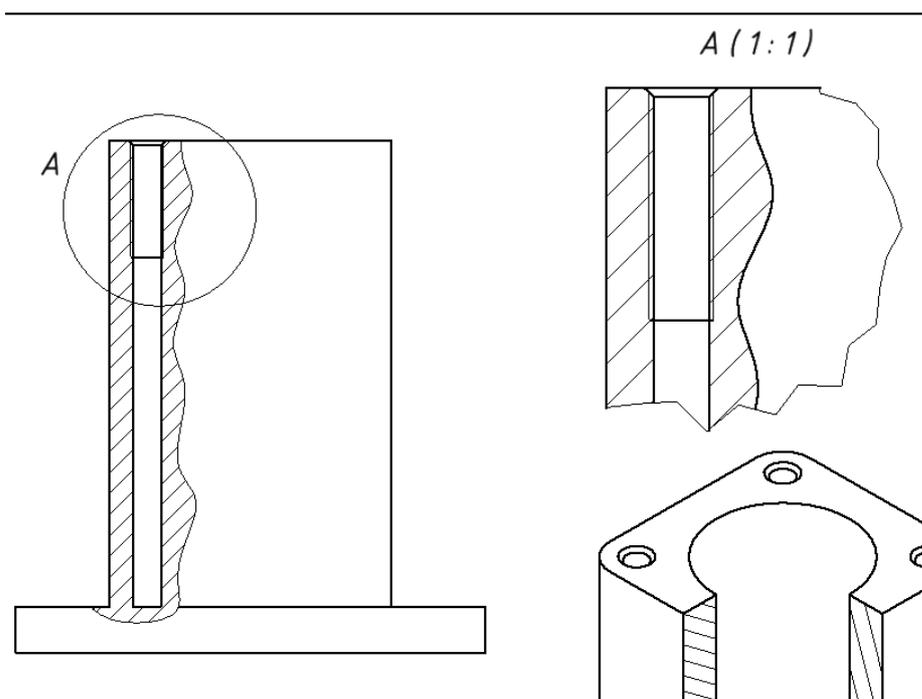
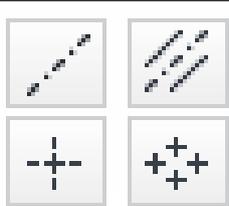


Рис. 68.

Далее необходимо поставить осевые и центровые линии на всех



видах, инструмент «оси» находится во вкладке «Пояснения».

Укажите осевые линии на главном виде. Сначала надо устранить видимость центральной сплошной линии, рис. 67. Щелкните на ней правой кнопкой и выберите пункт **Видимость**. Снимите флажок.

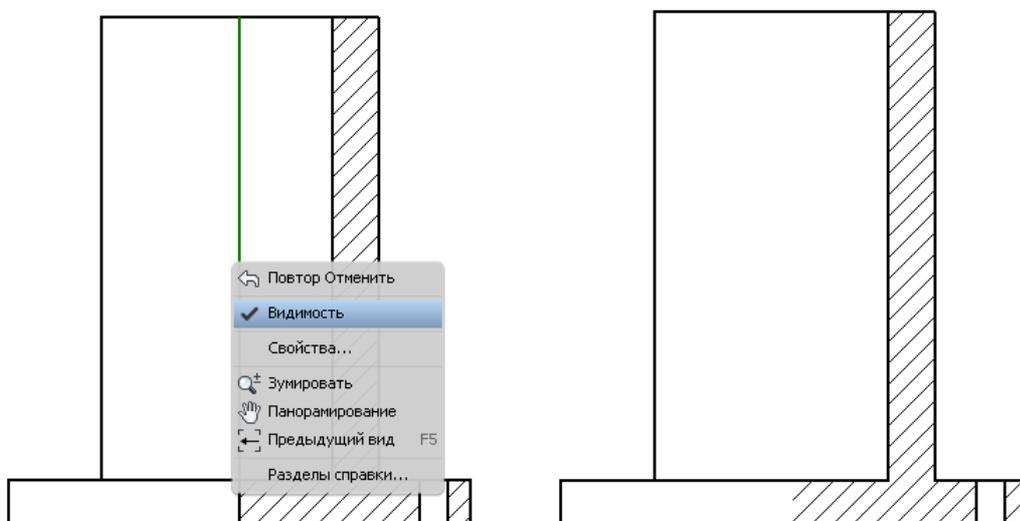


Рис. 67

Для создания осевых линий используется одноименный инструмент . Первым указывается элемент, определяющий начало линии, затем ее конец, нажмите правой клавишей – **Создать** (рис. 69). Команда **Осевая линия** работает только для простановки осей симметрии детали в целом.

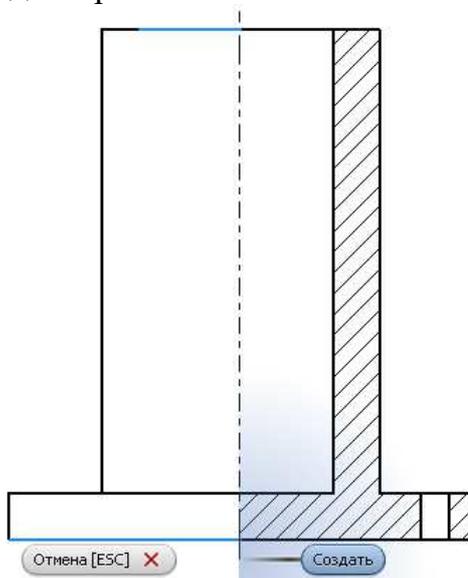


Рис. 68.

Для простановки центровых линий используйте команду **Биссектриса**  - укажите две линии (симметрично расположенные), между которыми надо провести линию симметрии.

Нажмите правой клавишей мыши на главном виде и выберите команду **редактировать вид**, включите стиль невидимые линии. Поставьте центровые линии там, где есть круглые отверстия, хотя на виде их и не видно (рис. 69). После этого отредактируйте стиль вида – с удалением невидимых линий.

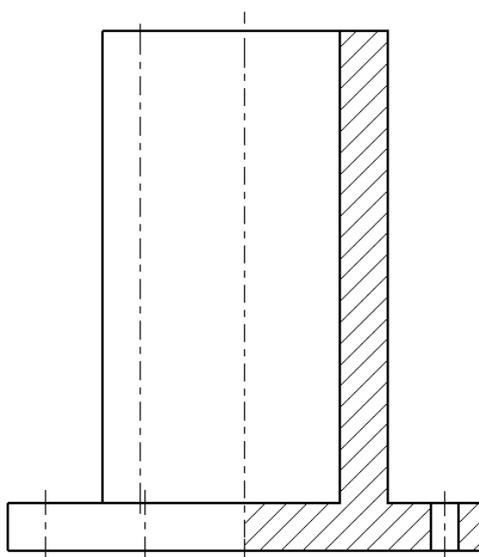


Рис. 69.

На виде сверху центровые и осевые линии ставятся с помощью команд – **Маркер центра** и **Окружность центров**  . При использовании команды **Окружность центров**, укажите сначала внешнюю окружность ($\varnothing 200$), далее последовательно все маленькие окружности ($\varnothing 12$) - нажмите правую кнопку мыши - **Создать**.

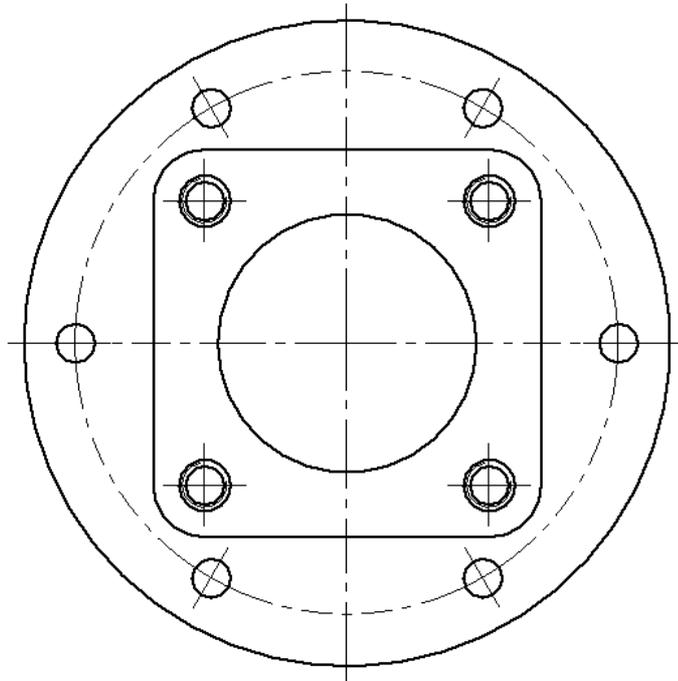


Рис. 70.

Поставьте все необходимые осевые и центровые линии на всех изображениях чертежа.

Отредактируйте штриховку на изометрии, нажать на штриховку правой кнопкой мыши – **Редактировать** – поменять угол на фронтальной плоскости 150° , на профильной 30° .

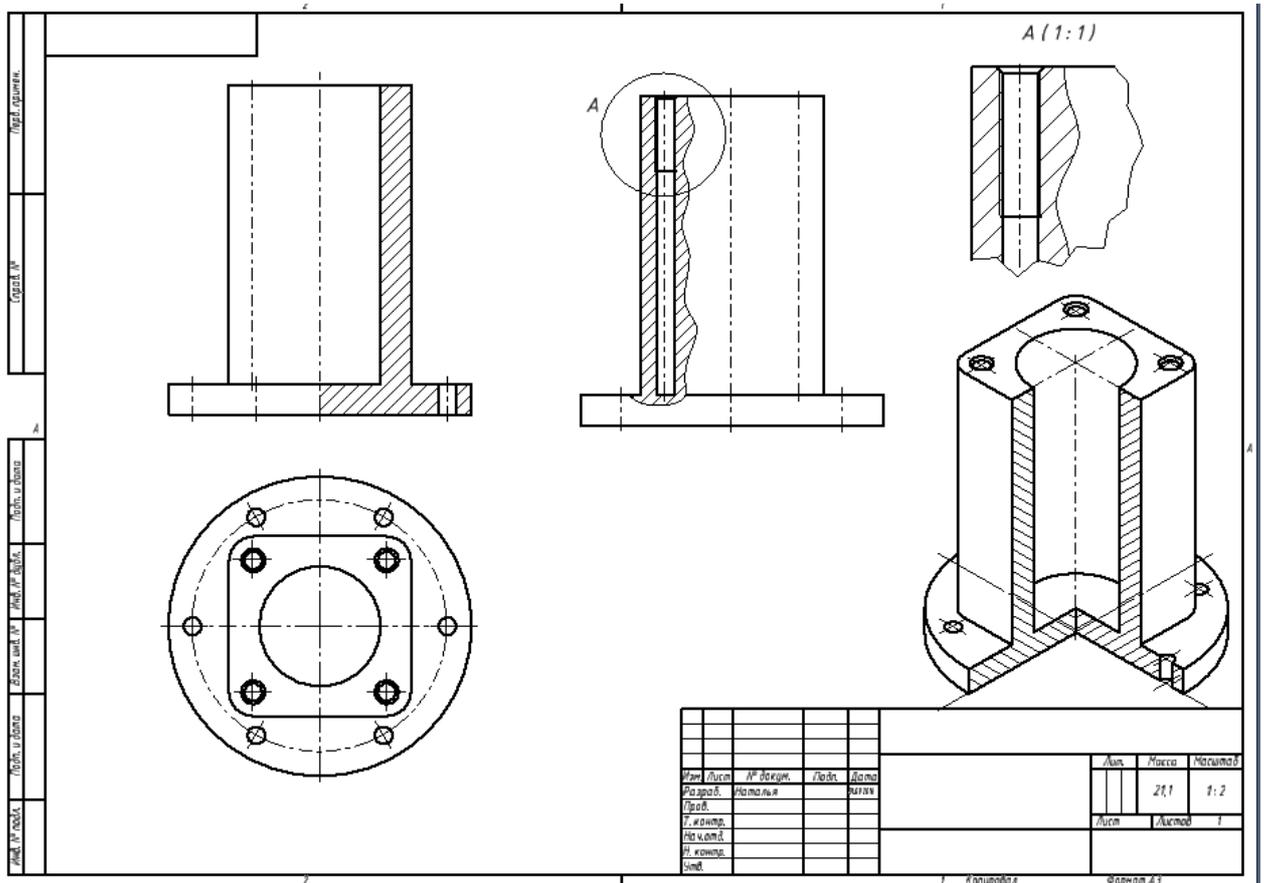


Рис. 71. Чертеж с осевыми линиями

Поставим необходимые размеры. Инструмент «Размеры» находится во вкладке **Пояснение**.

Перед нанесением размеров зайдите во вкладку **Управление – Редактор стилей – Размеры – точность «0» - Сохранить и закрыть.**

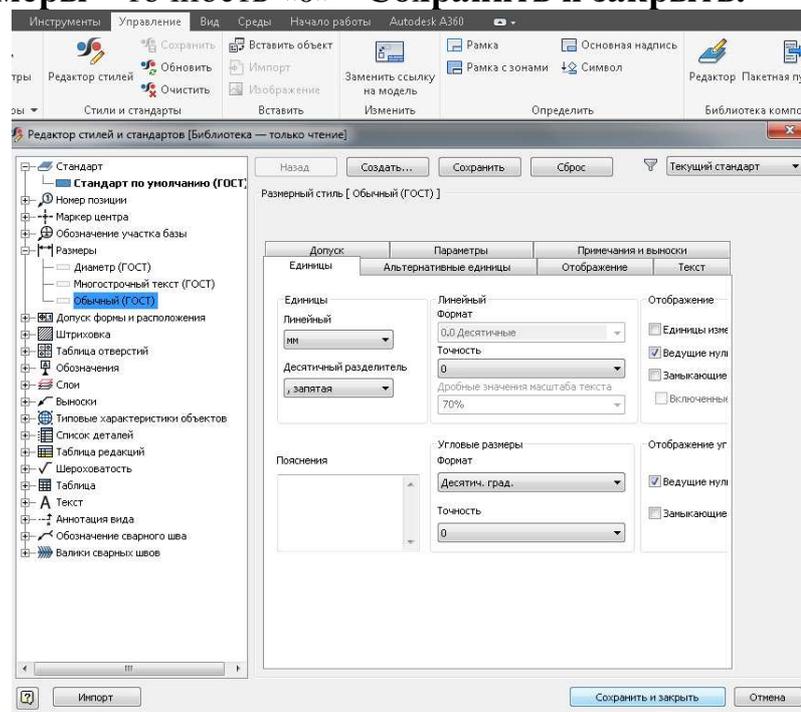


Рис. 72.

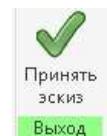
Для заполнения основной надписи раскройте в браузере ветвь **Лист:1** и правой кнопкой мыши нажмите на надпись **ГОСТ – Форма 1** выберите команду **Редактировать описание**. На открывшемся эскизе поочередно отредактируйте нужный тест, нажав на него правой кнопкой мыши – **Редактировать текст** или двойным нажатием левой кнопкой мыши. Если надпись не вмещается в ячейку, выделите текст и поменяйте степень растяжения  или высоту шрифта. Используйте шрифт **GOST type A**.

Высоту у маленького текста измените на 3.5 мм.

Отредактируйте основную надпись как на рис. 73.

					<i>РТФ.0000000.000</i>			
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Корпус</i>			1:2
<i>Разраб.</i>		<i>Иванов И.И.</i>						
<i>Проб.</i>		<i>Гришаева Н.Ю.</i>						
						<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	1
					<i>Сталь 45 ГОСТ 1050-88</i>	<i>ТУСУР, РТФ, зр. 116</i>		

Рис. 73.



После редактирования текста нажмите кнопку **«Принять эскиз»**. В появившемся окне **Сохранение изменений – Да**.

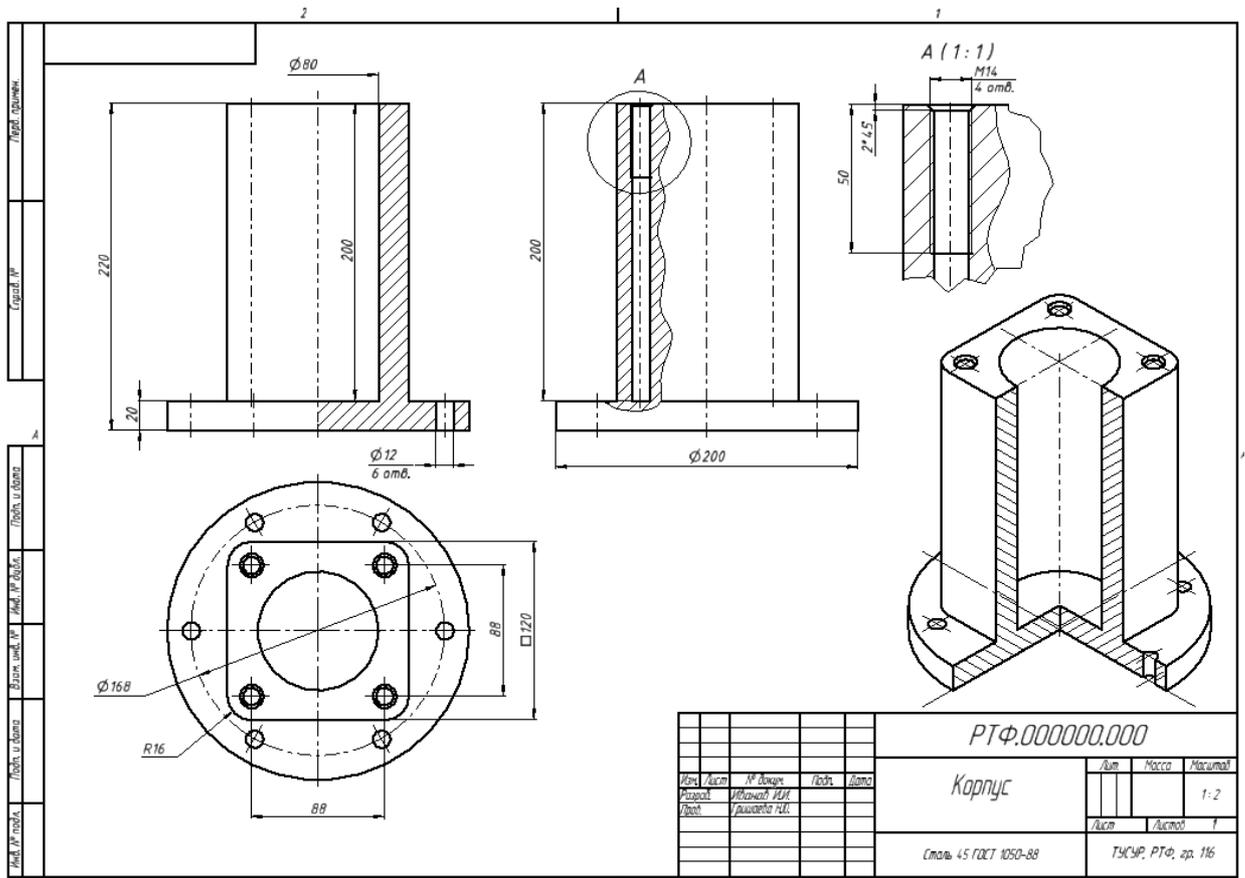


Рис. 74. Готовый чертеж

Готовый чертеж нужно сохранить в свою папку.

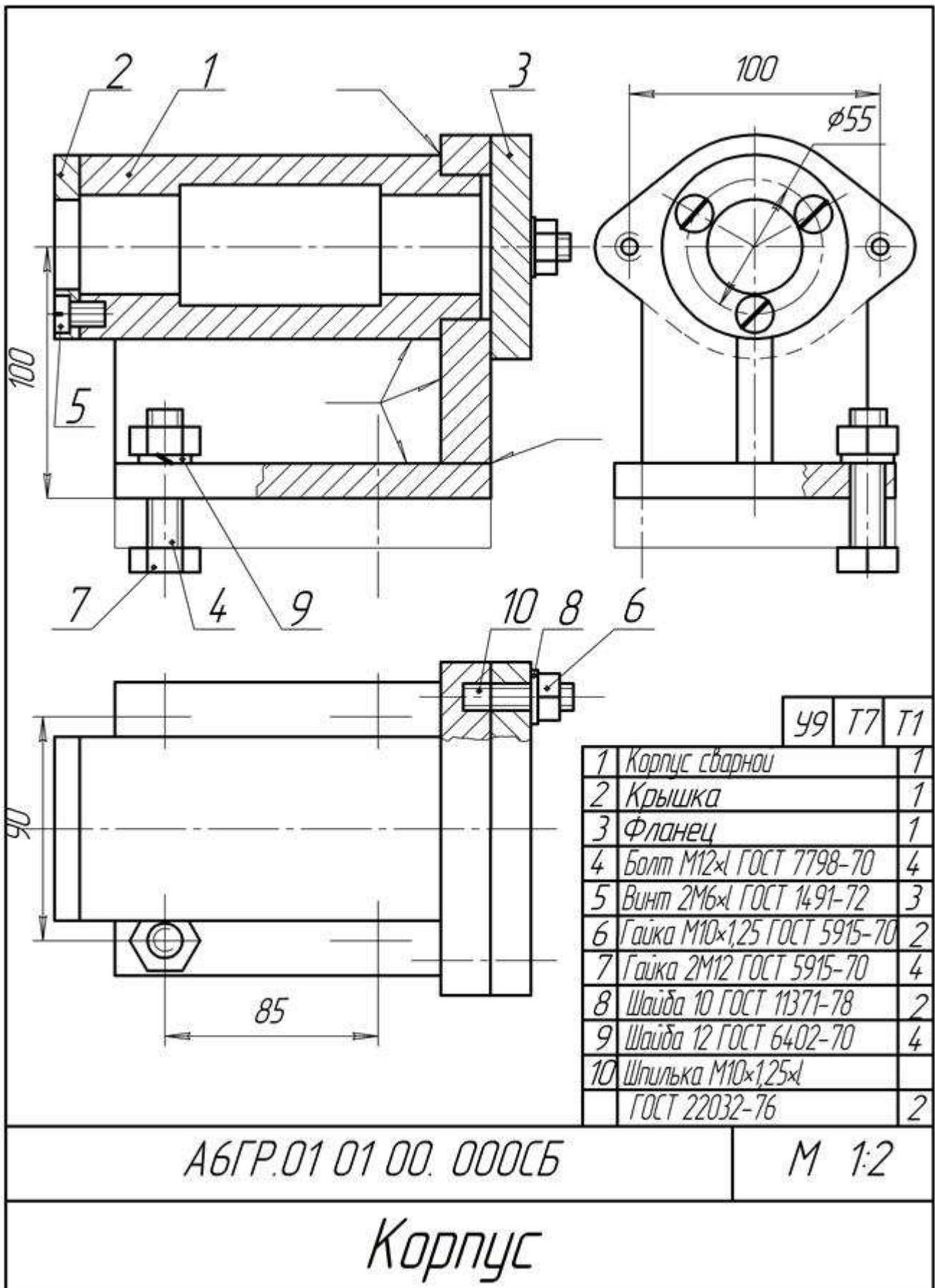
Лабораторная работа №5

Индивидуальная работа:

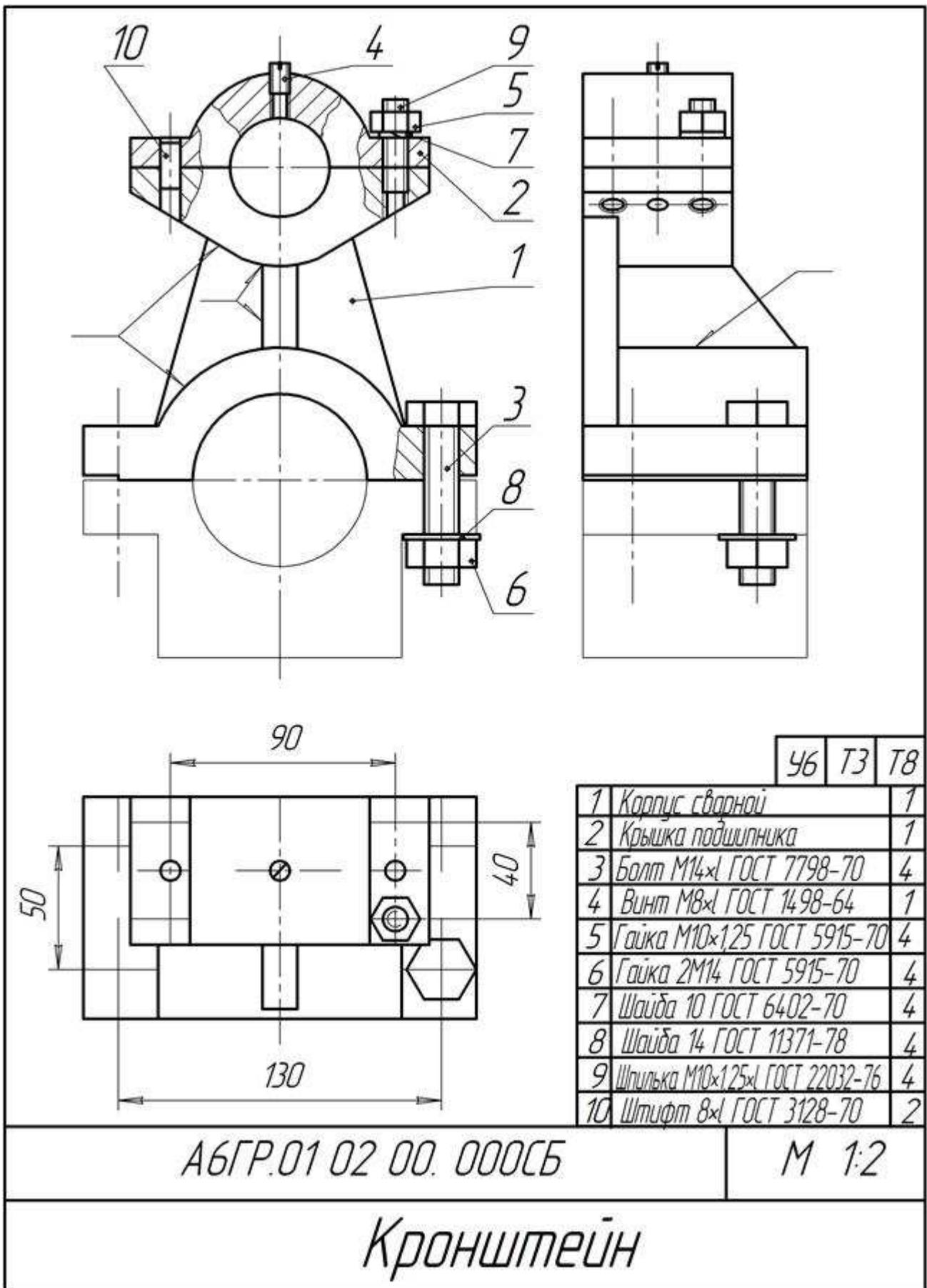
- 1) По сборочному чертежу создать все нестандартные детали из разного материала.
- 2) Создать сборочную единицу. Все детали должны быть неподвижны.
- 3) Сделать ассоциативный чертеж детали №1, указанной с спецификации сборочного чертежа.

Вопросы:

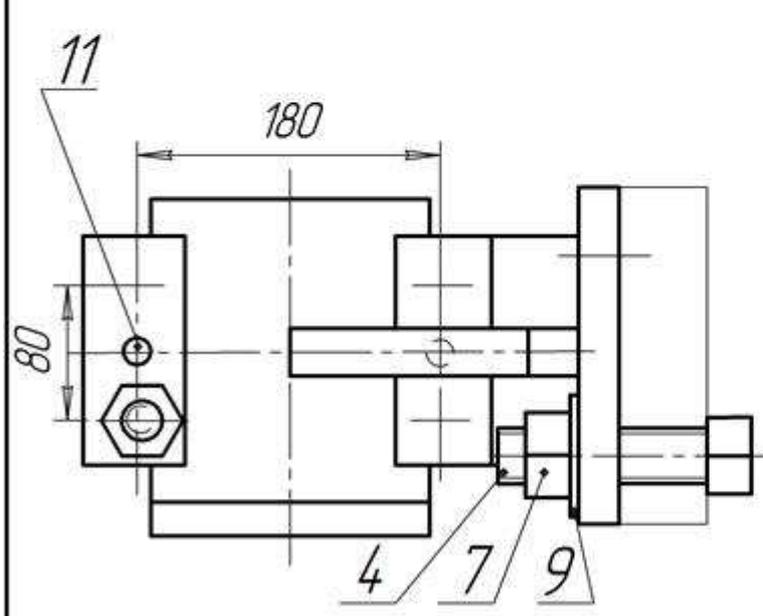
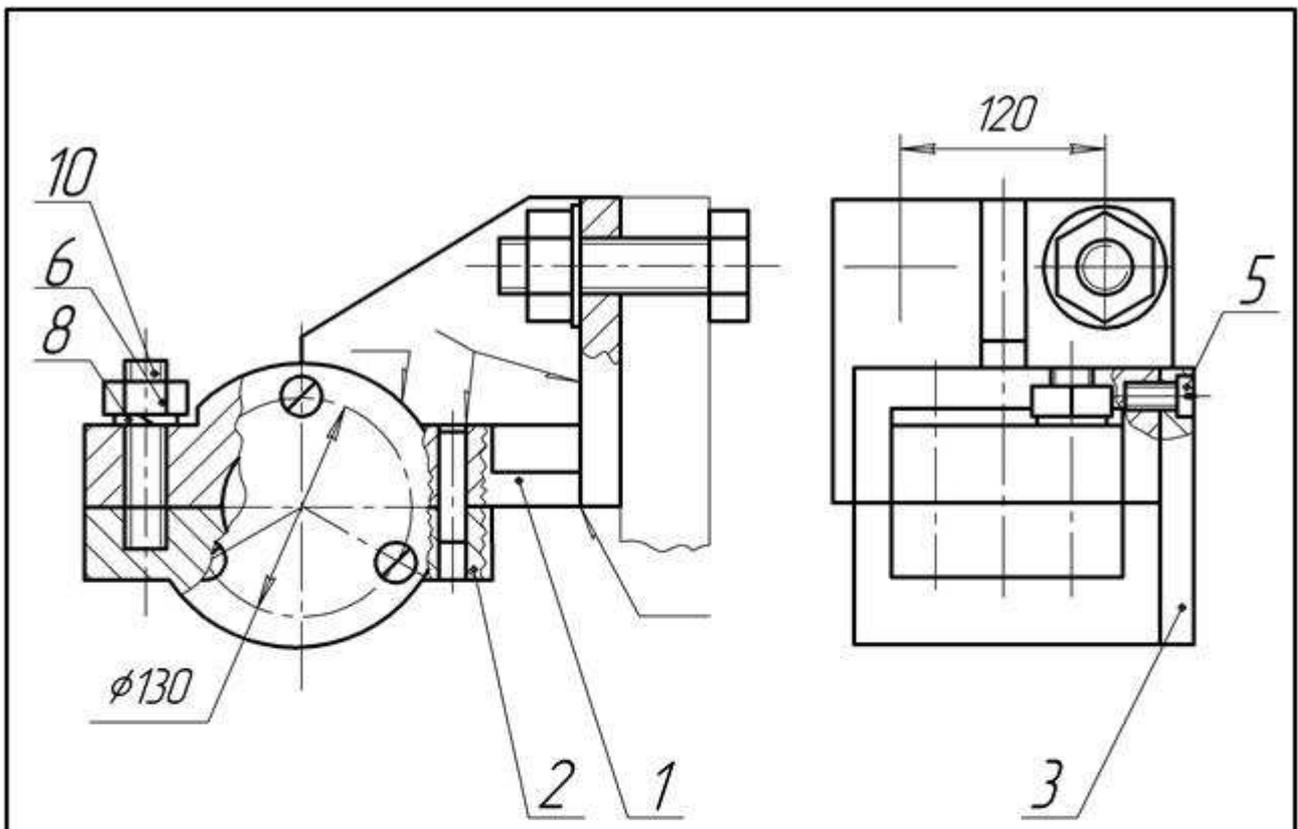
1. Сборочный чертеж и спецификация. Что содержит, какие условности и упрощения применяют на сборочном чертеже. Какие размеры наносят на сборочном чертеже.
2. Рабочий чертеж детали. Правила выполнения чертежа.
3. Изображения – общие правила. Виды изображений. Что такое местный разрез.
4. Виды. Как можно совмещать вид и разрез.
5. Простые разрезы. Виды простых разрезов и правила изображения разрезов.
6. Сложные разрезы. Виды сложных разрезов и правила изображения разрезов.
7. Сечения и выносные элементы. Условности и упрощения на чертежах.
8. Основные правила простановки размеров. Виды размеров.
9. Аксонометрические проекции. Виды аксонометрических проекций.
10. Разъемные и неразъемные соединения. Правила изображений на чертежах.
11. Условное обозначение резьб на чертежах.



Вариант 1



Вариант 2



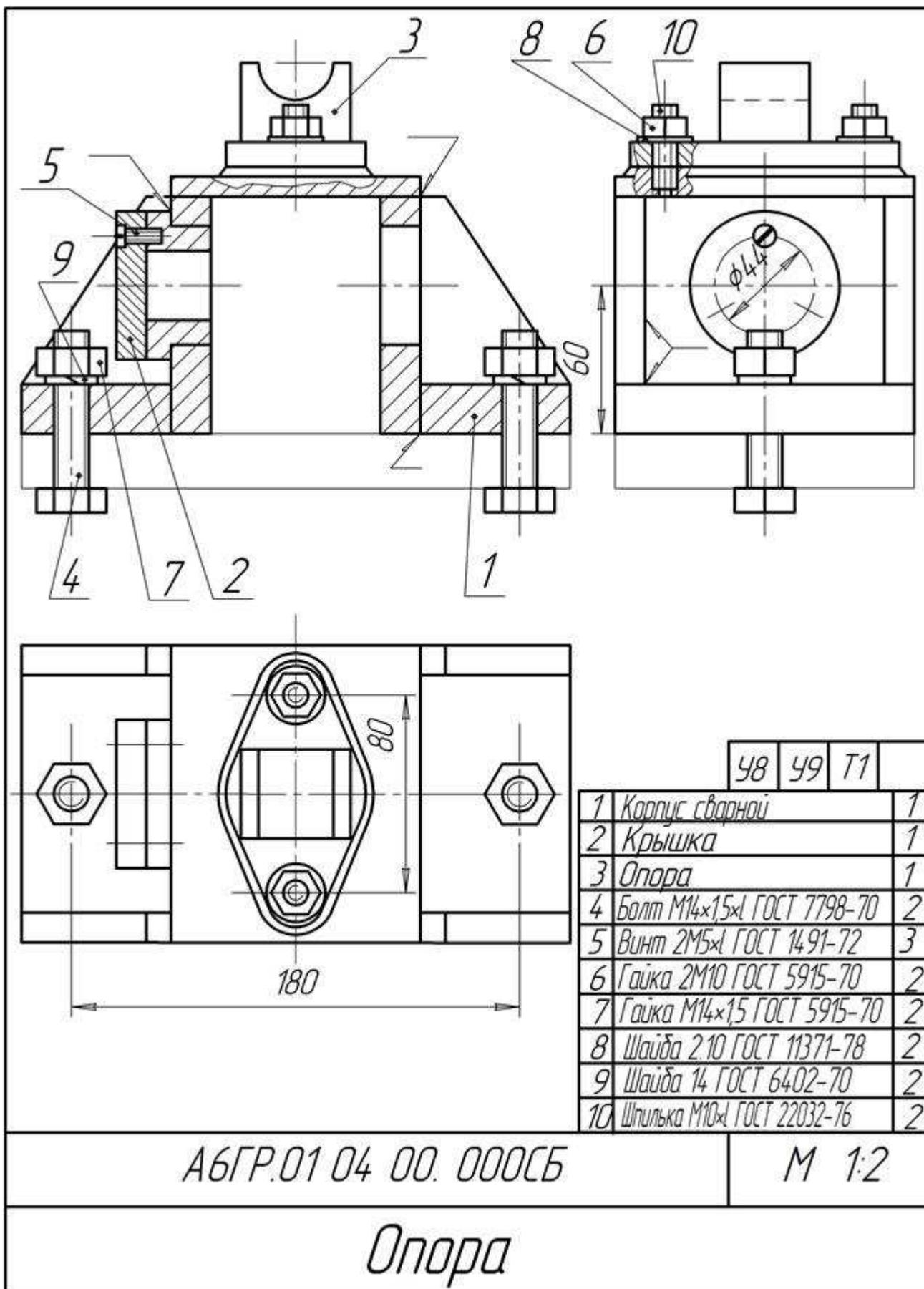
	У6	T3	T9
1 Корпус сварной			1
2 Ложемент			1
3 Крышка			1
4 Болт М30×3×l ГОСТ 7798-70			2
5 Винт 2М10×l ГОСТ 1491-72			3
6 Гайка 2М 24 ГОСТ 5915-70			4
7 Гайка М30×3ГОСТ 5915-70			2
8 Шайба 24 ГОСТ 6402-70			4
9 Шайба 30 ГОСТ 11 371-78			2
10 Шпилька М24×l			
ГОСТ 22032-76			4
11 Штифт12×l ГОСТ3128-70			2

А6ГР.01 03 00. 000СБ

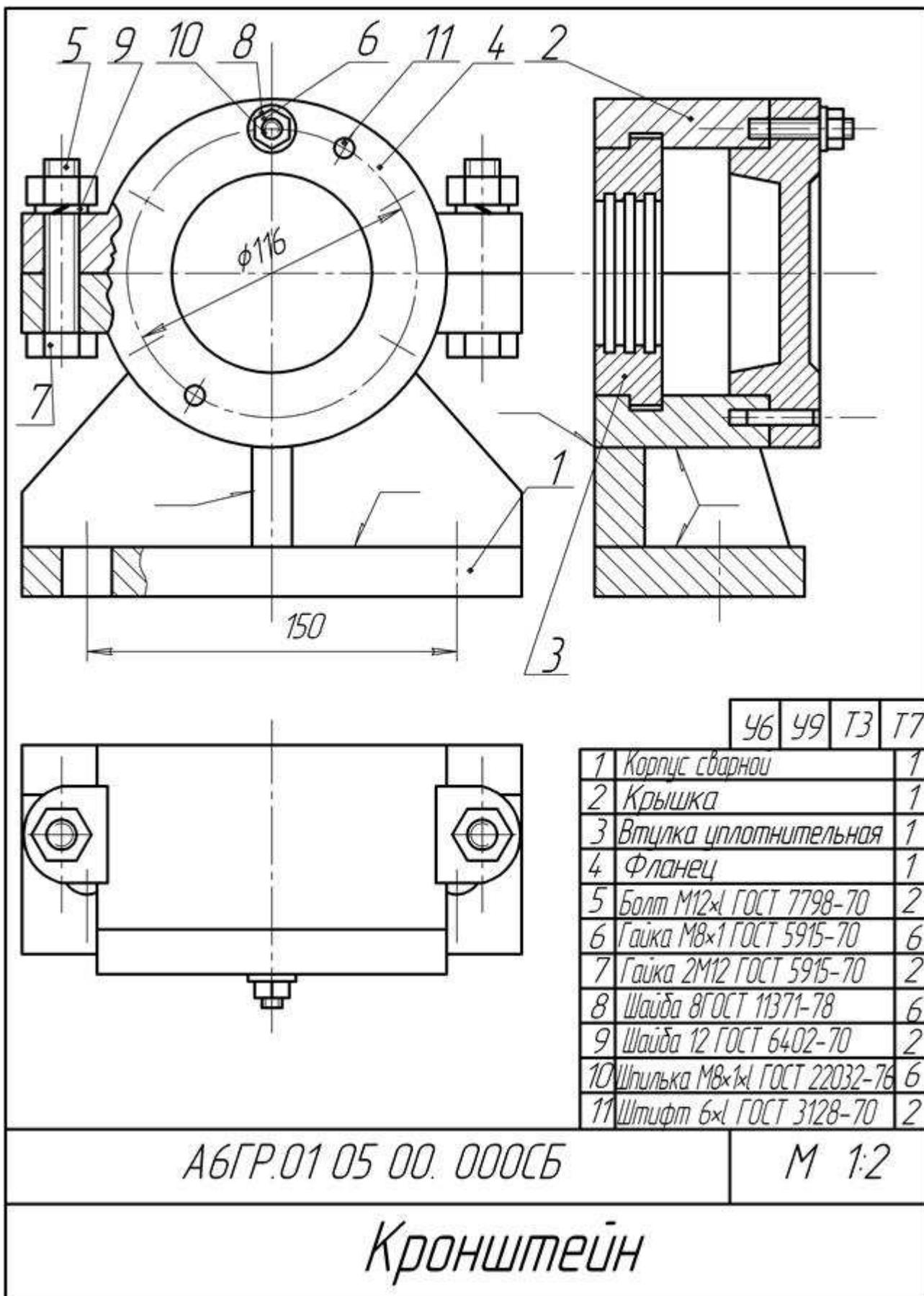
М 1:4

Корпус

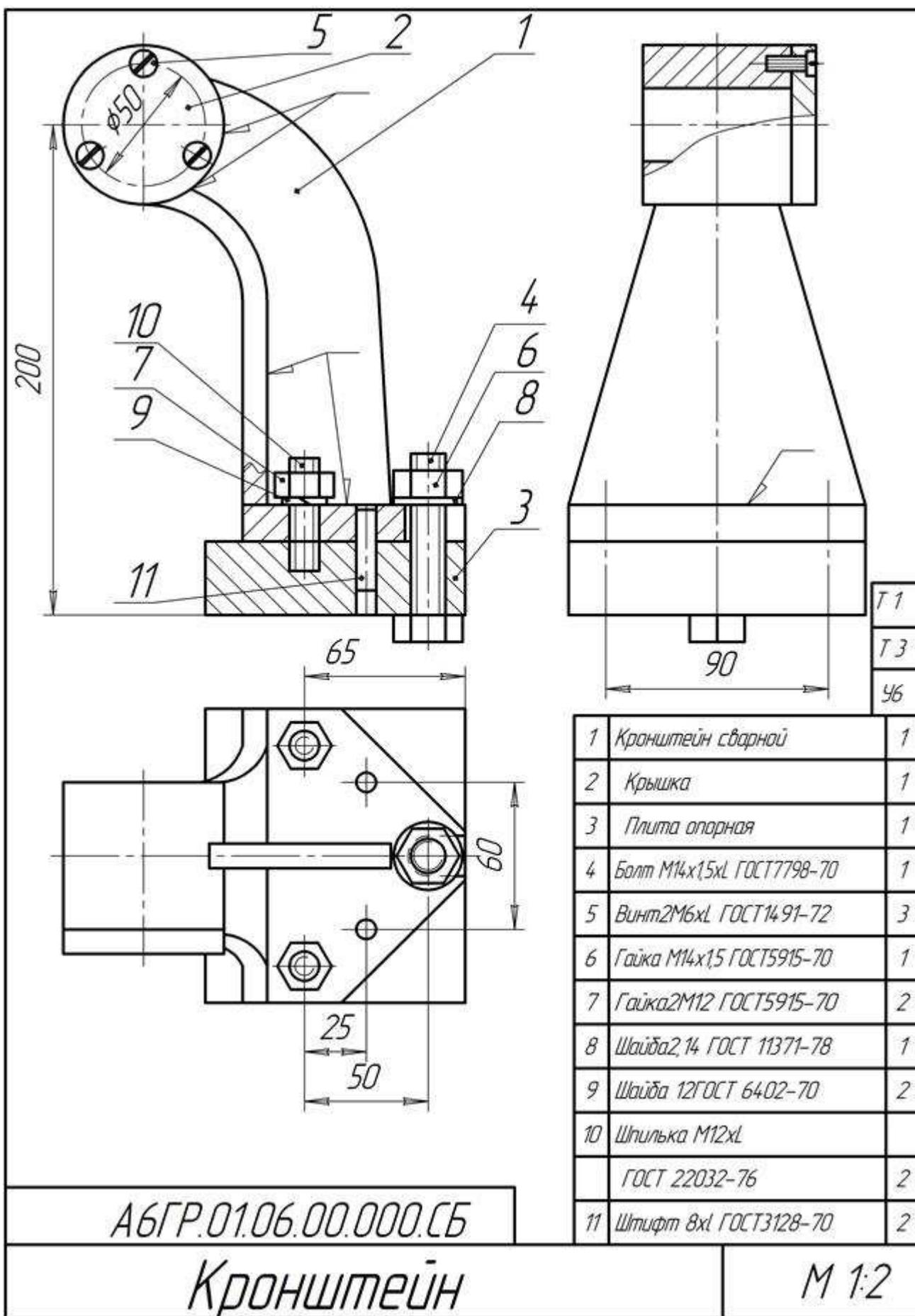
Вариант 3



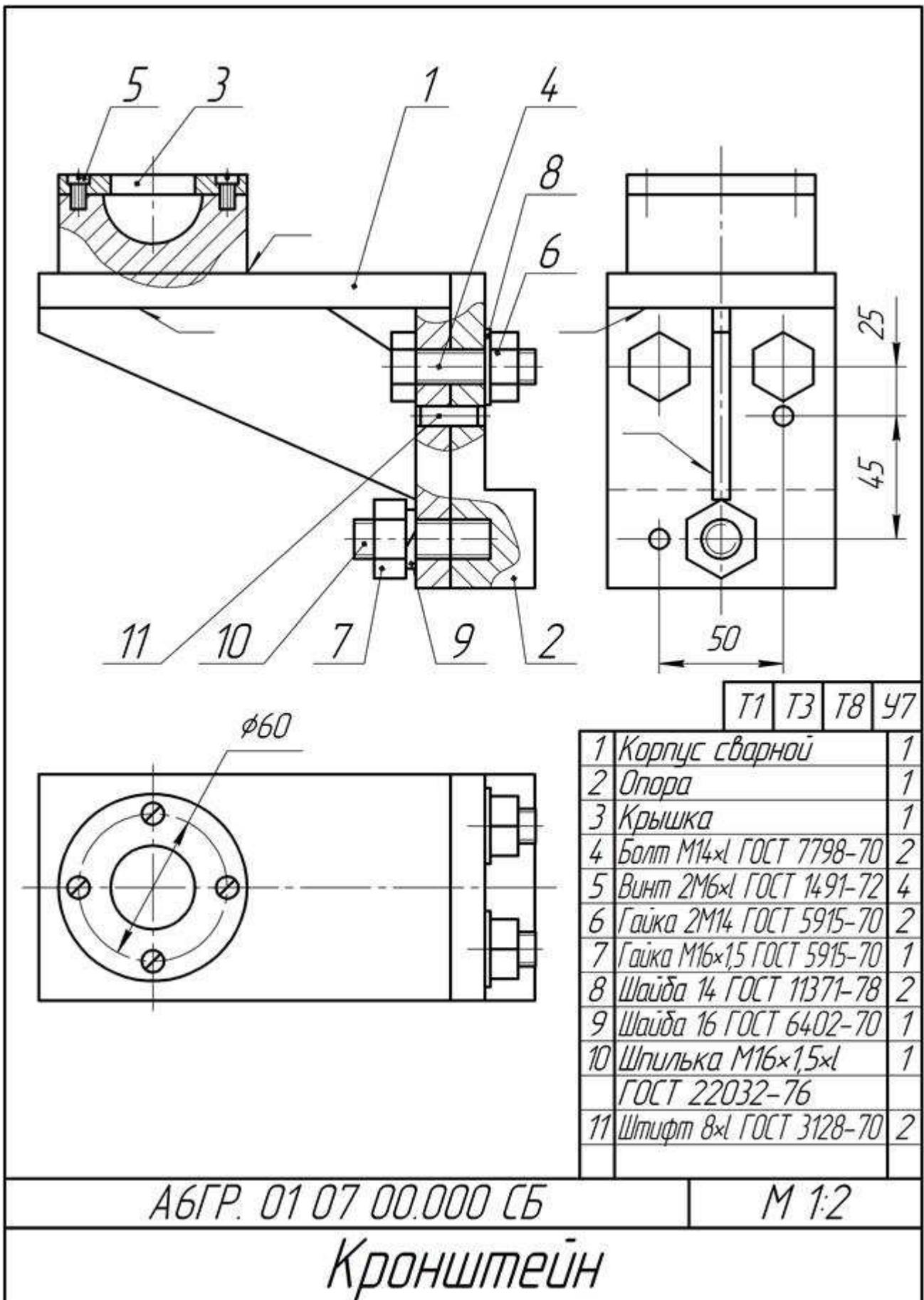
Вариант 4



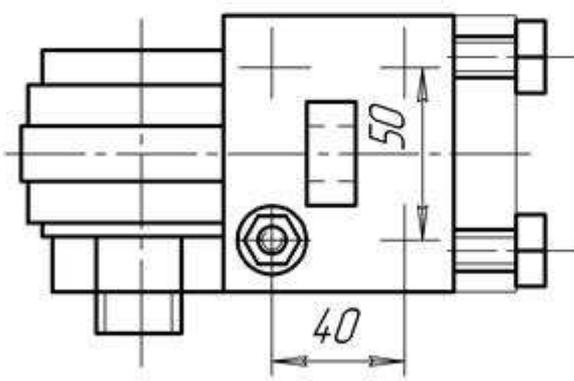
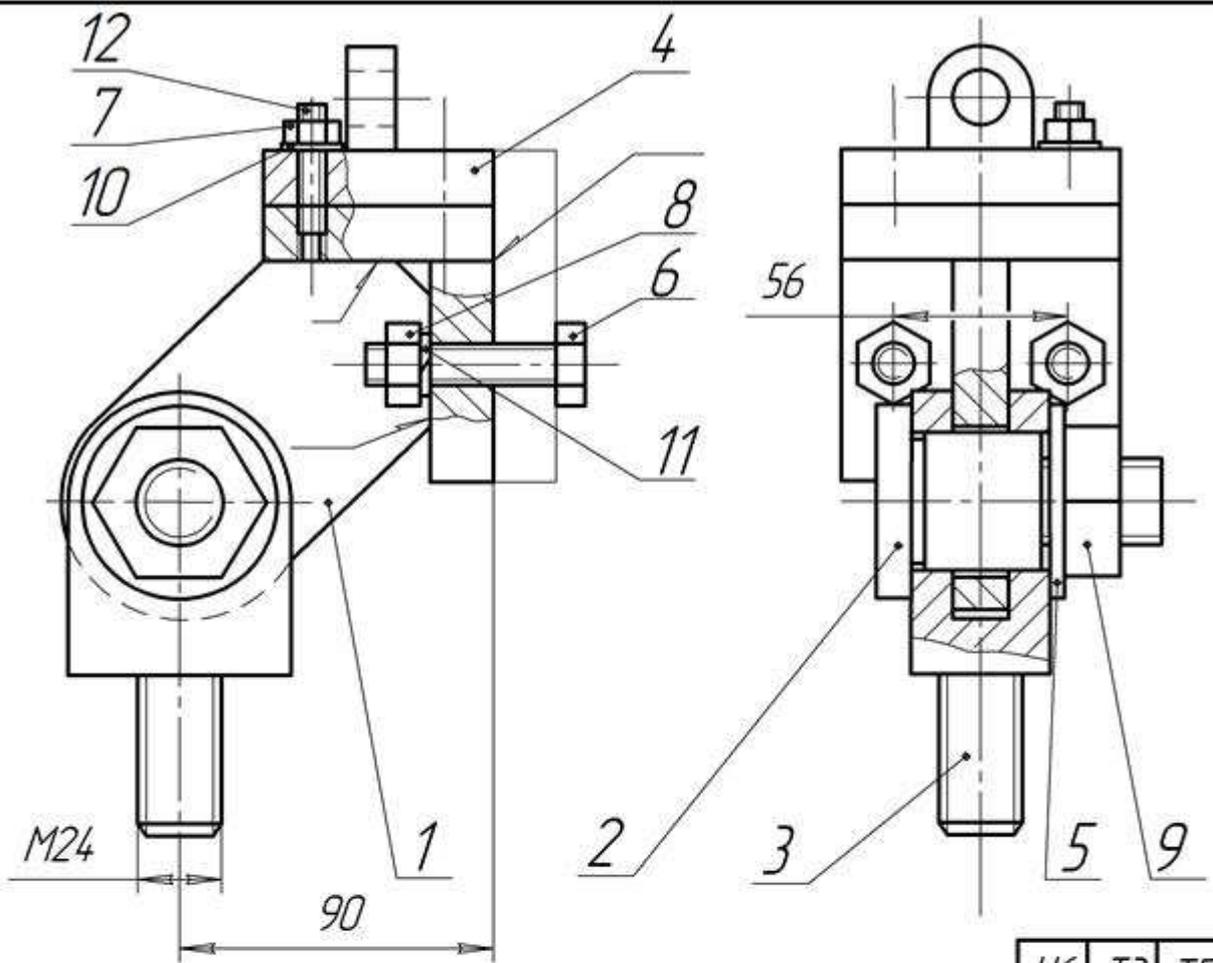
Вариант 5



Вариант 6



Вариант 7



У6	Т3	Т7
----	----	----

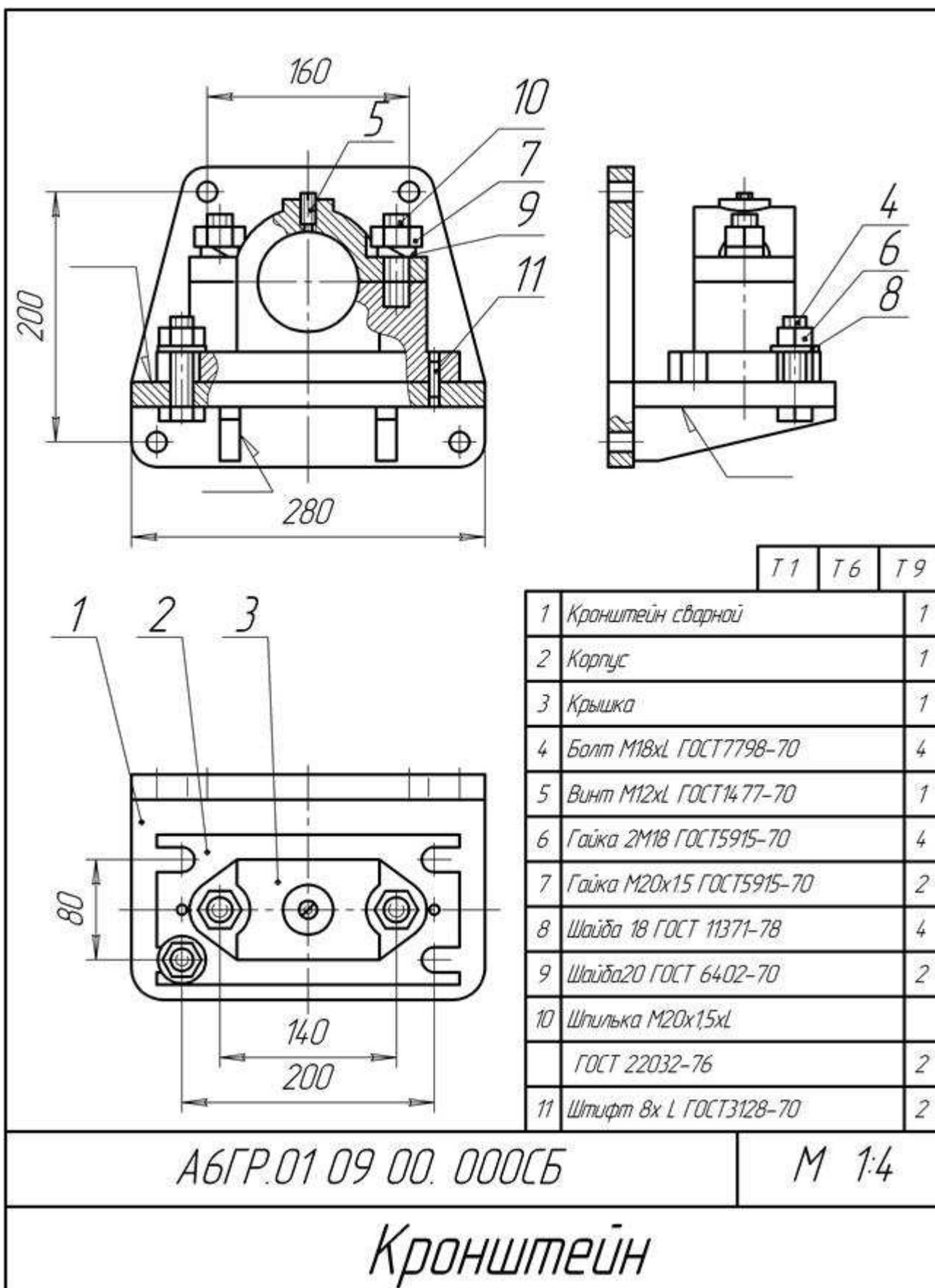
1	Корпус сварной	1
2	Ось	1
3	Вилка	1
4	Ушко	1
5	Шайба	1
6	Болт М12×15×L ГОСТ 7798-70	2
7	Гайка 2М8 ГОСТ 5915-70	4
8	Гайка М12×1,5 ГОСТ 5915-70	2
9	Гайка М24×2 ГОСТ 15522-70	1
10	Шайба 2,8 ГОСТ 11371-78	4
11	Шайба 12 ГОСТ 6402-70	2
12	Шпилька М8×L ГОСТ 22032-76	4

А6ГР.01 08 00. 000СБ

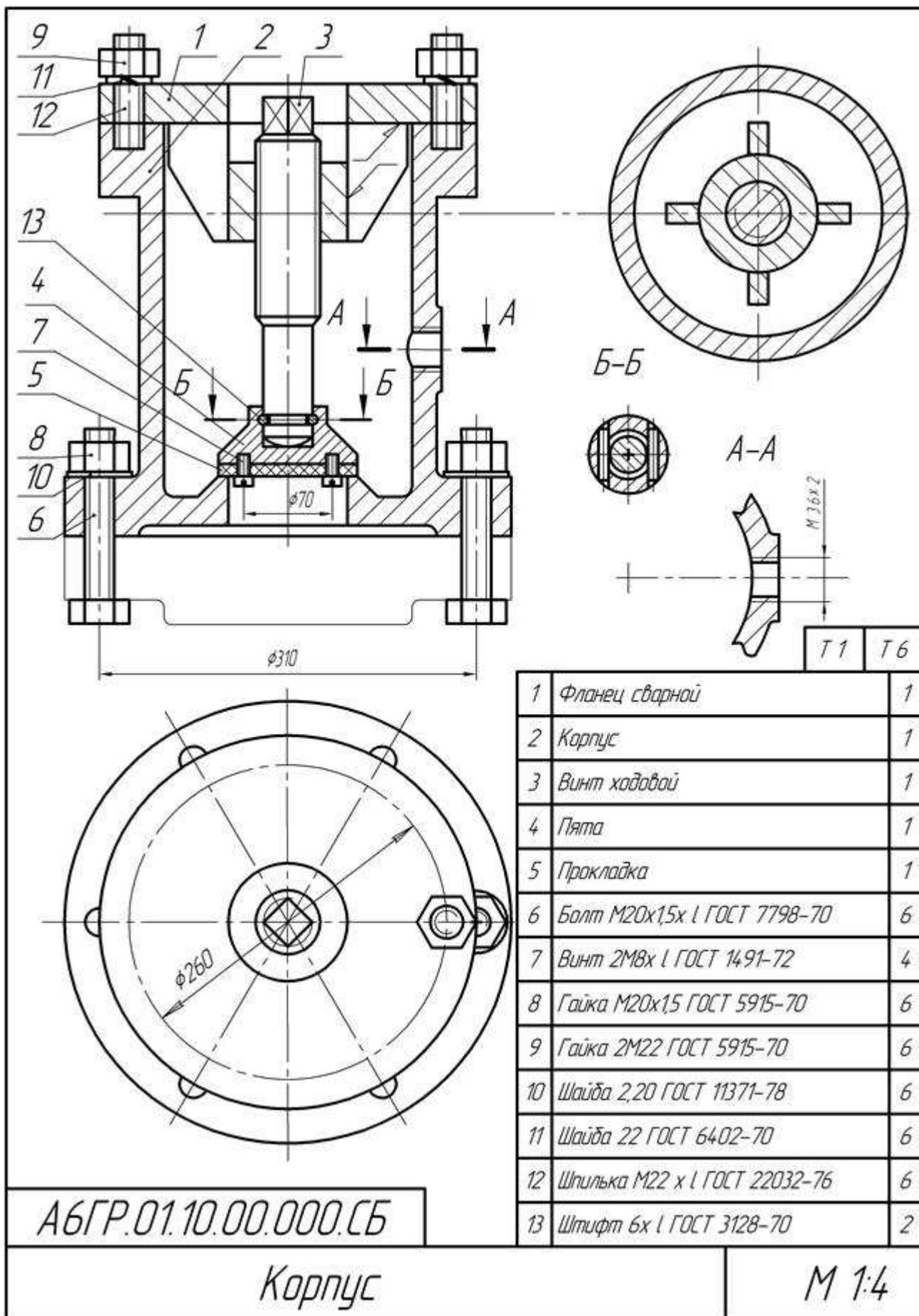
М 1:2

Упор

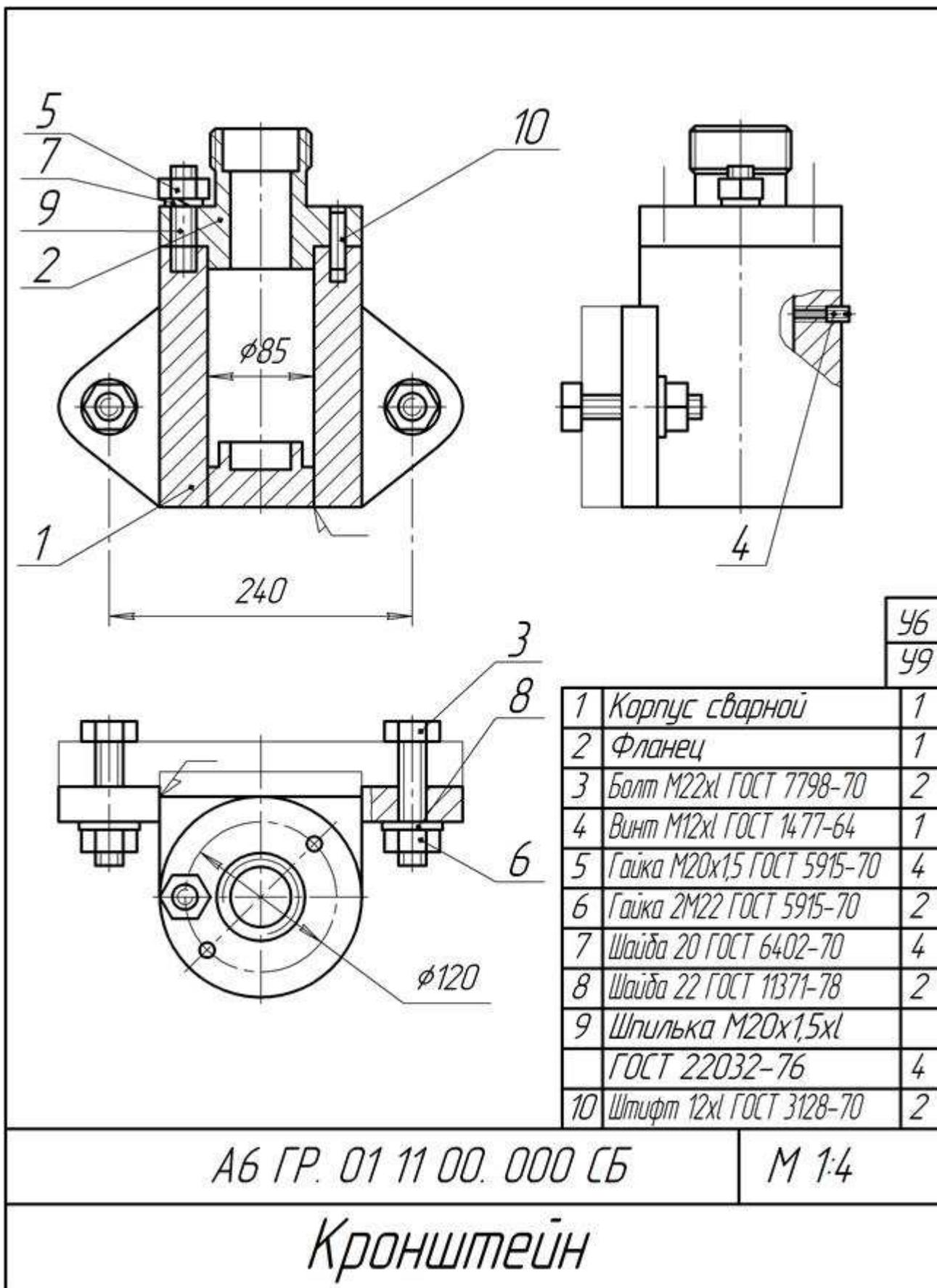
Вариант 8



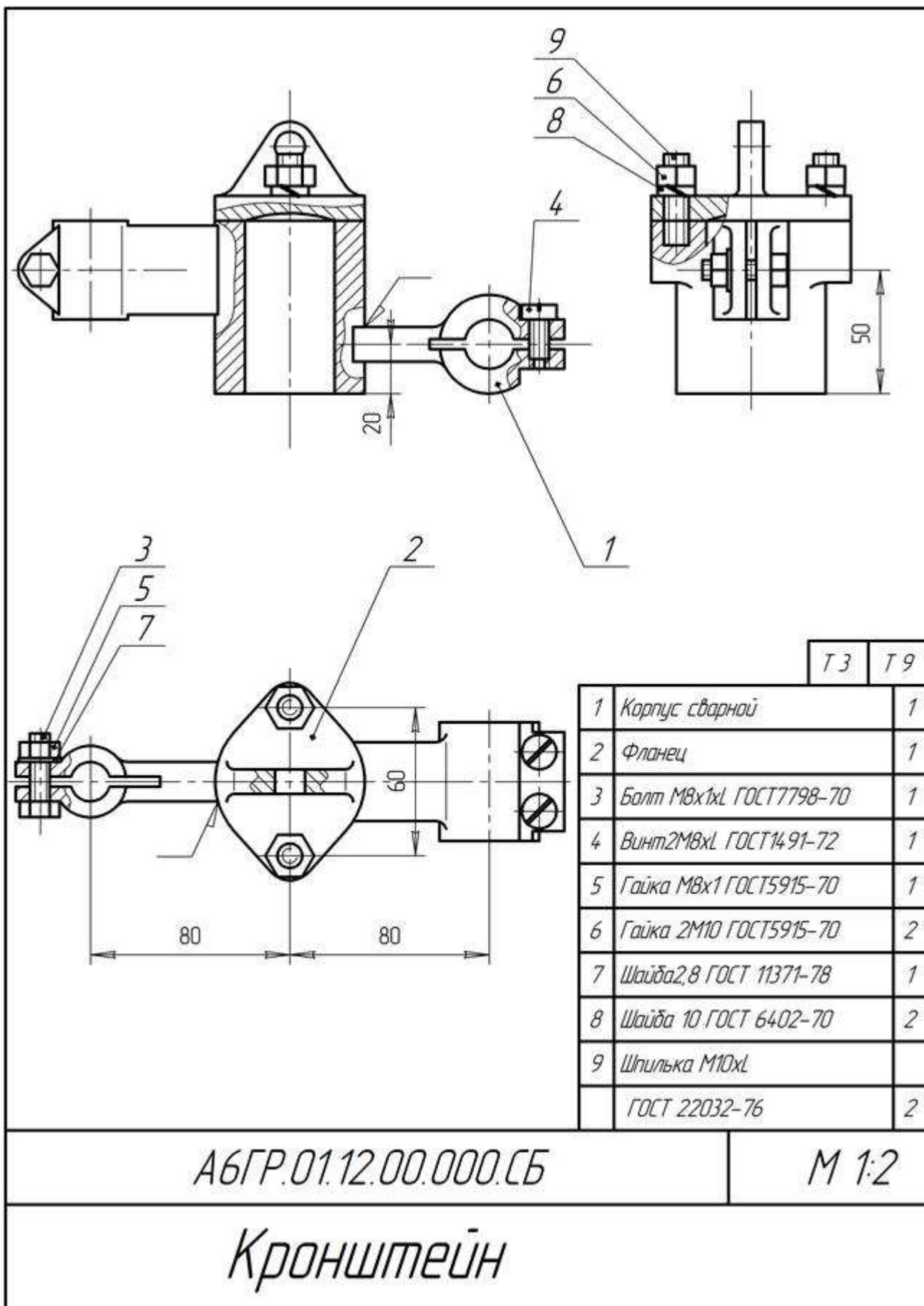
Вариант 9



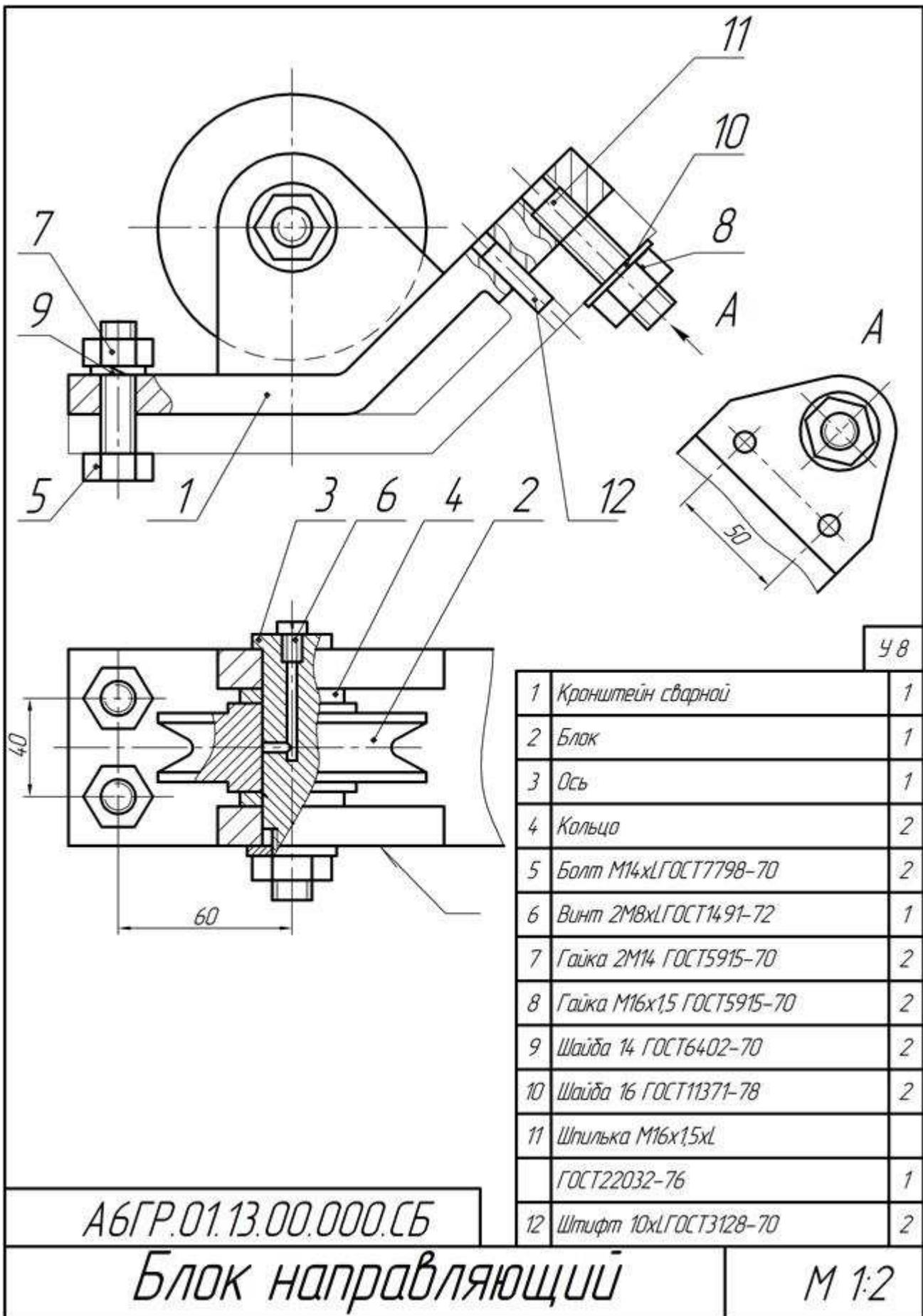
Вариант 10



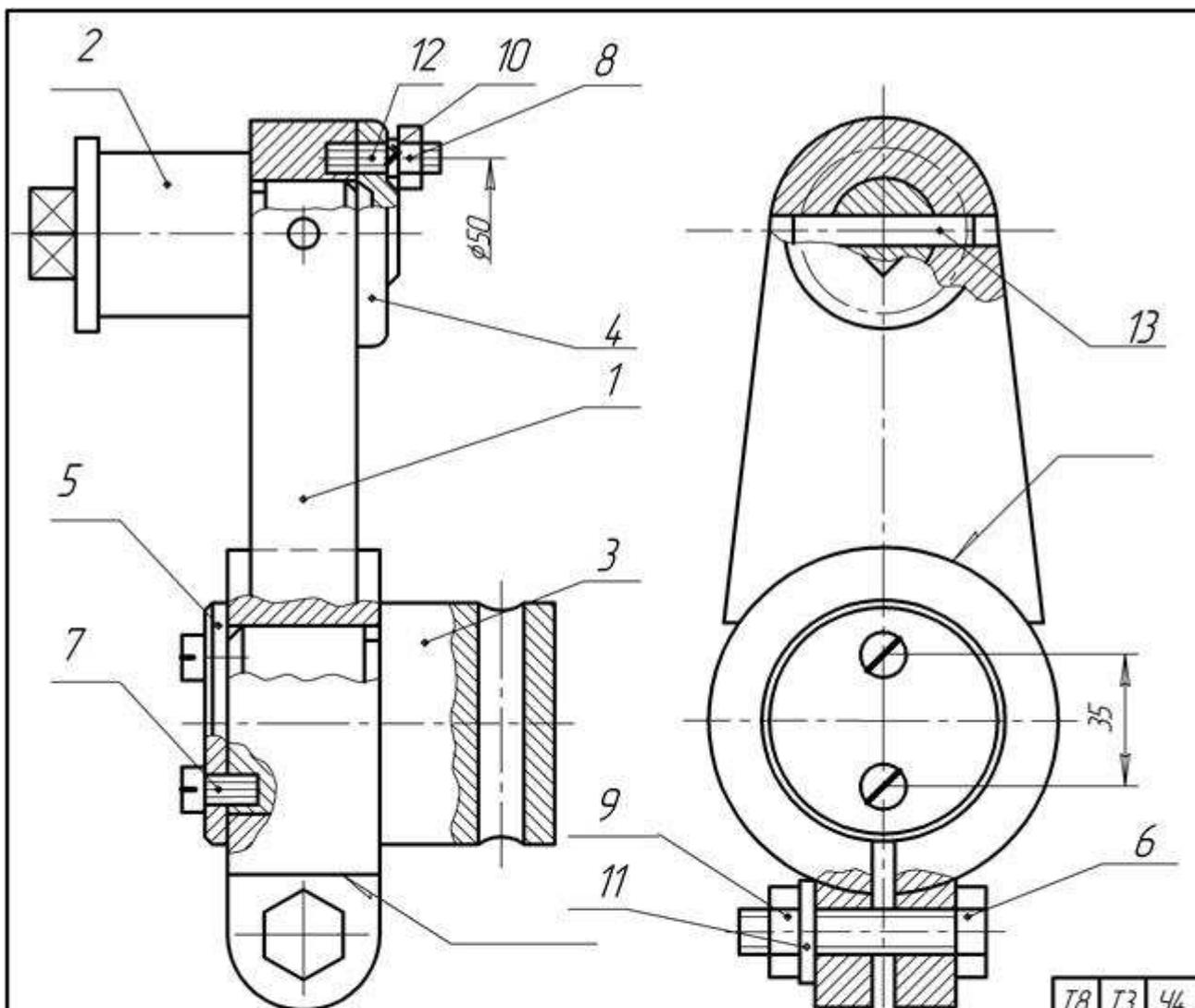
Вариант 11



Вариант 12



Вариант 13



Т8	Т3	У4
----	----	----

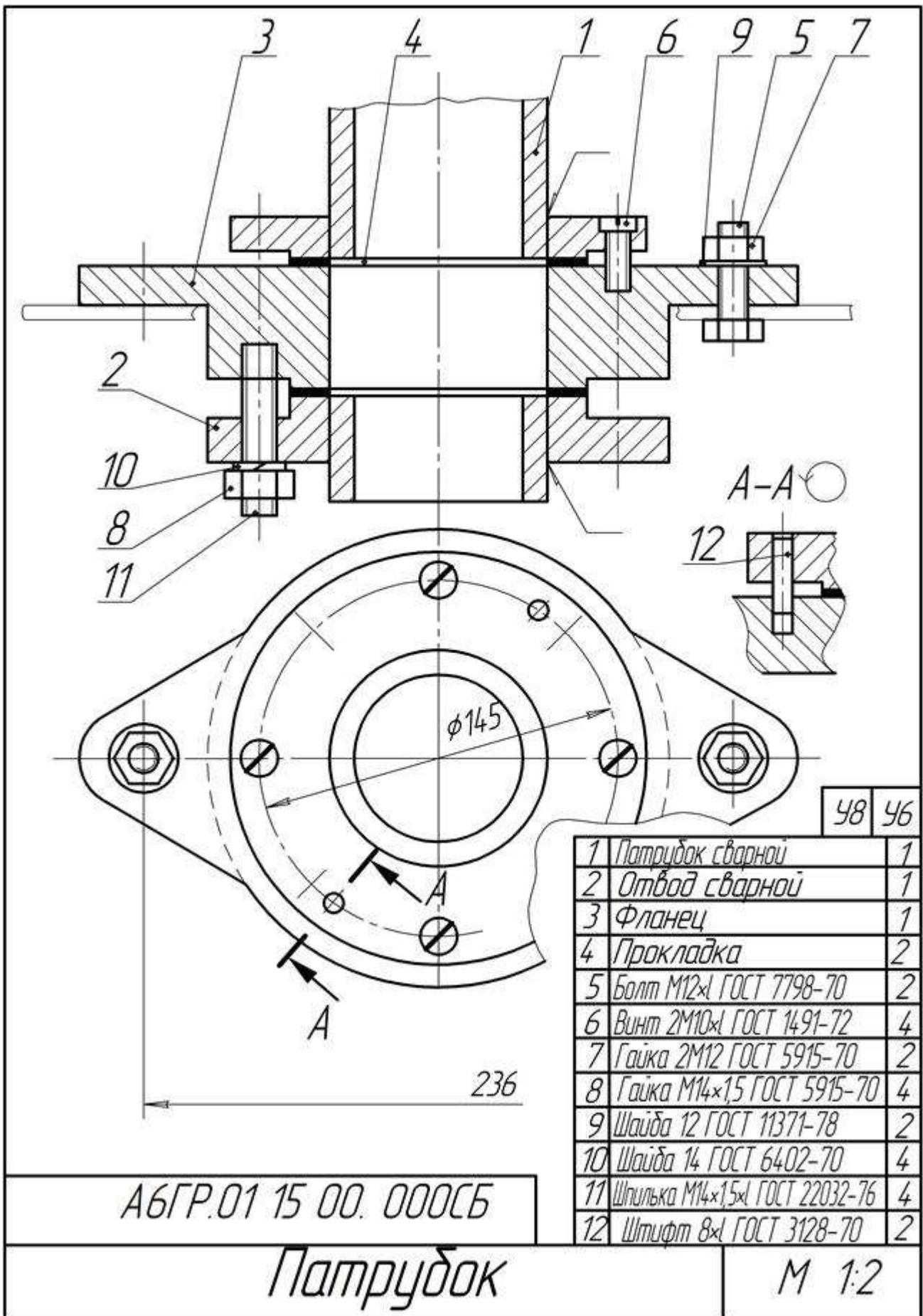
1	Корпус сварной	1
2	Вал	1
3	Палец	1
4	Крышка	1
5	Заглушка	1
6	Болт М14х1 ГОСТ 7798 - 10	1
7	Винт М6х1 ГОСТ 1491 - 72	2
8	Гайка М8х1 ГОСТ 5915 - 70	3
9	Гайка 2М14 ГОСТ 5915 - 70	1
10	Шайба 8 ГОСТ 6402 - 70	3
11	Шайба 14 ГОСТ 11371 - 78	1
12	Шпилька М8х1х1 ГОСТ 22032 - 70	3
13	Штифт 8х1 ГОСТ 3128 - 70	1

А6ГР.01 14. 00. 000СБ

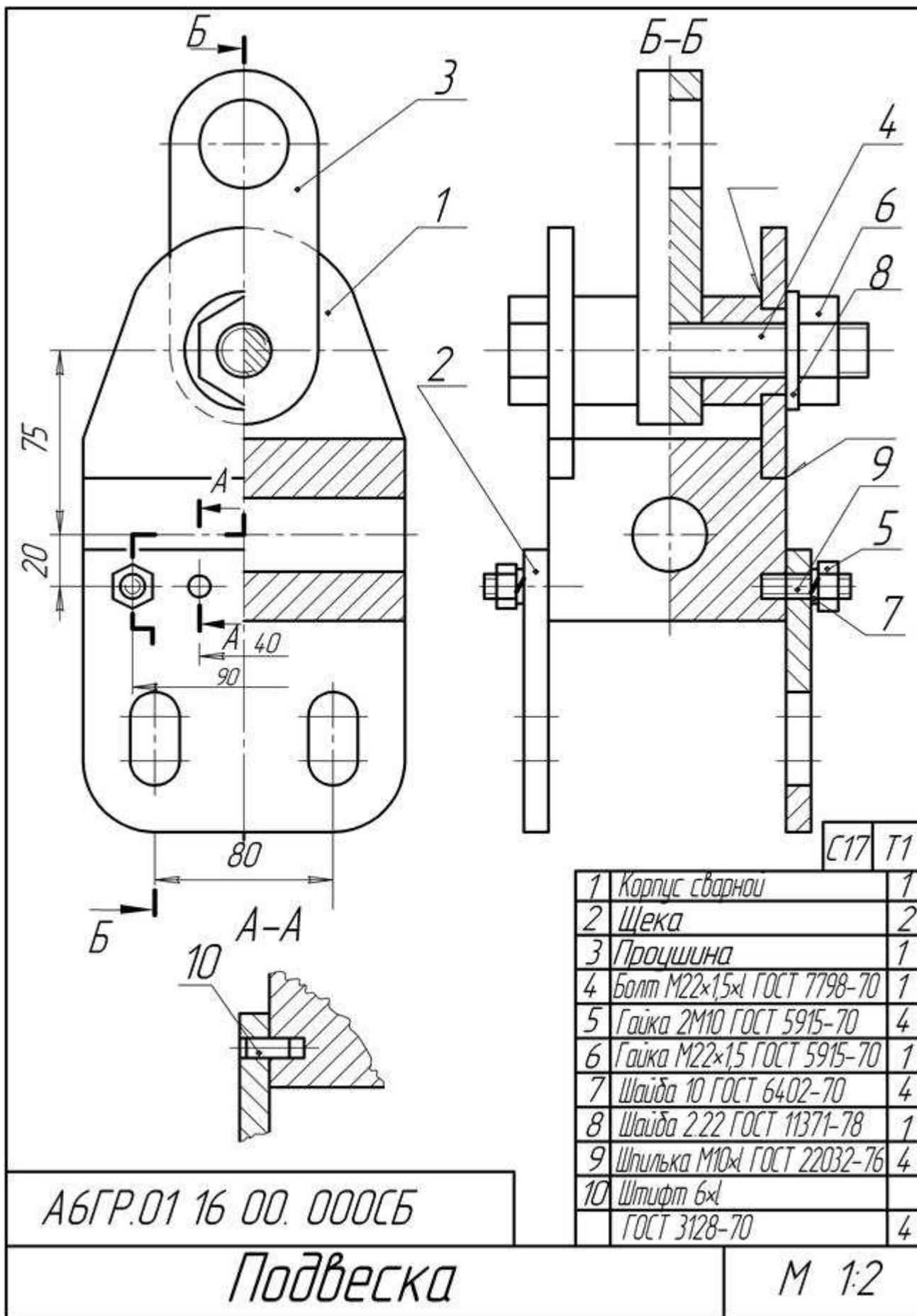
Кривошип

М 1:2

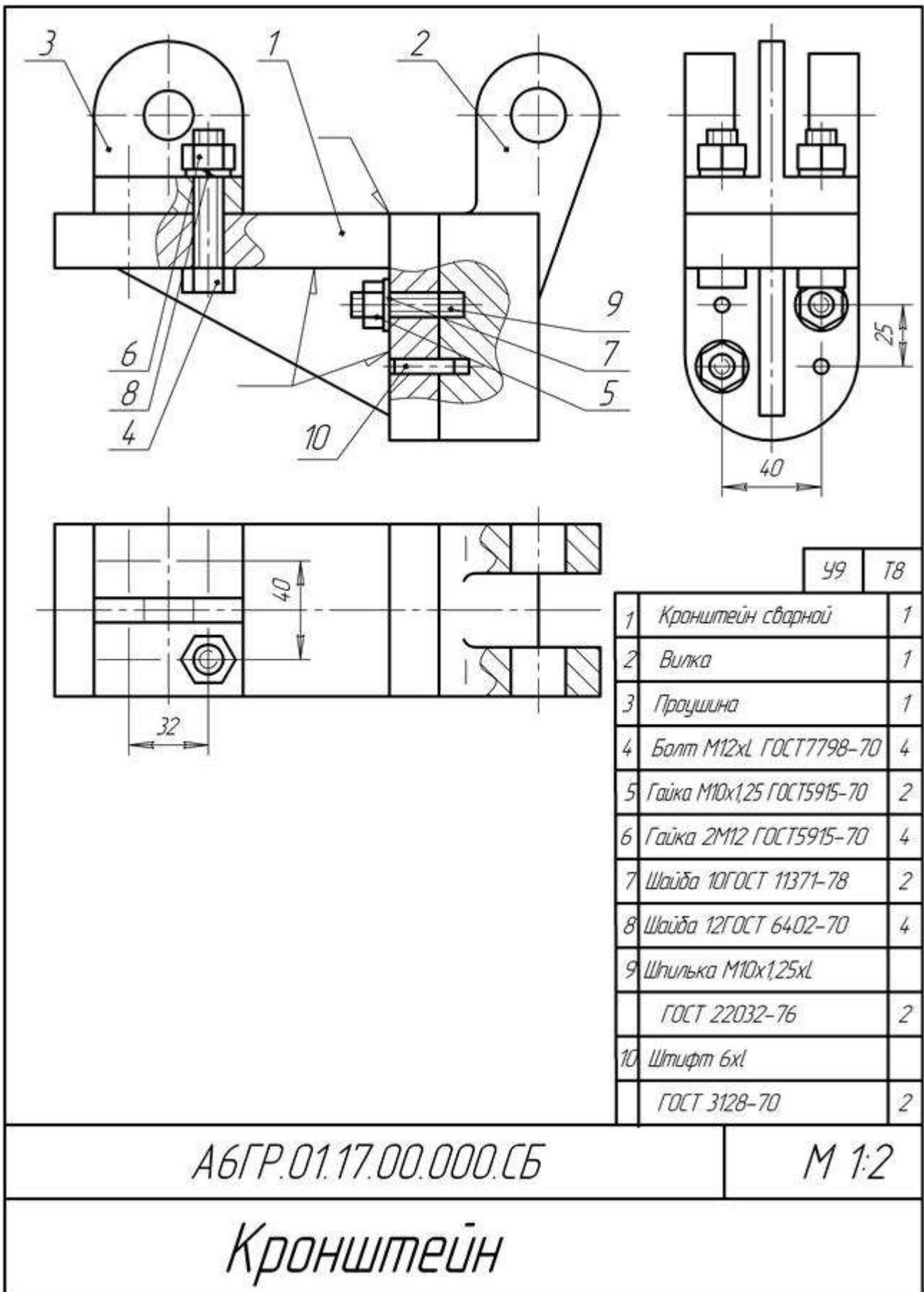
Вариант 14



Вариант 15



Вариант 16

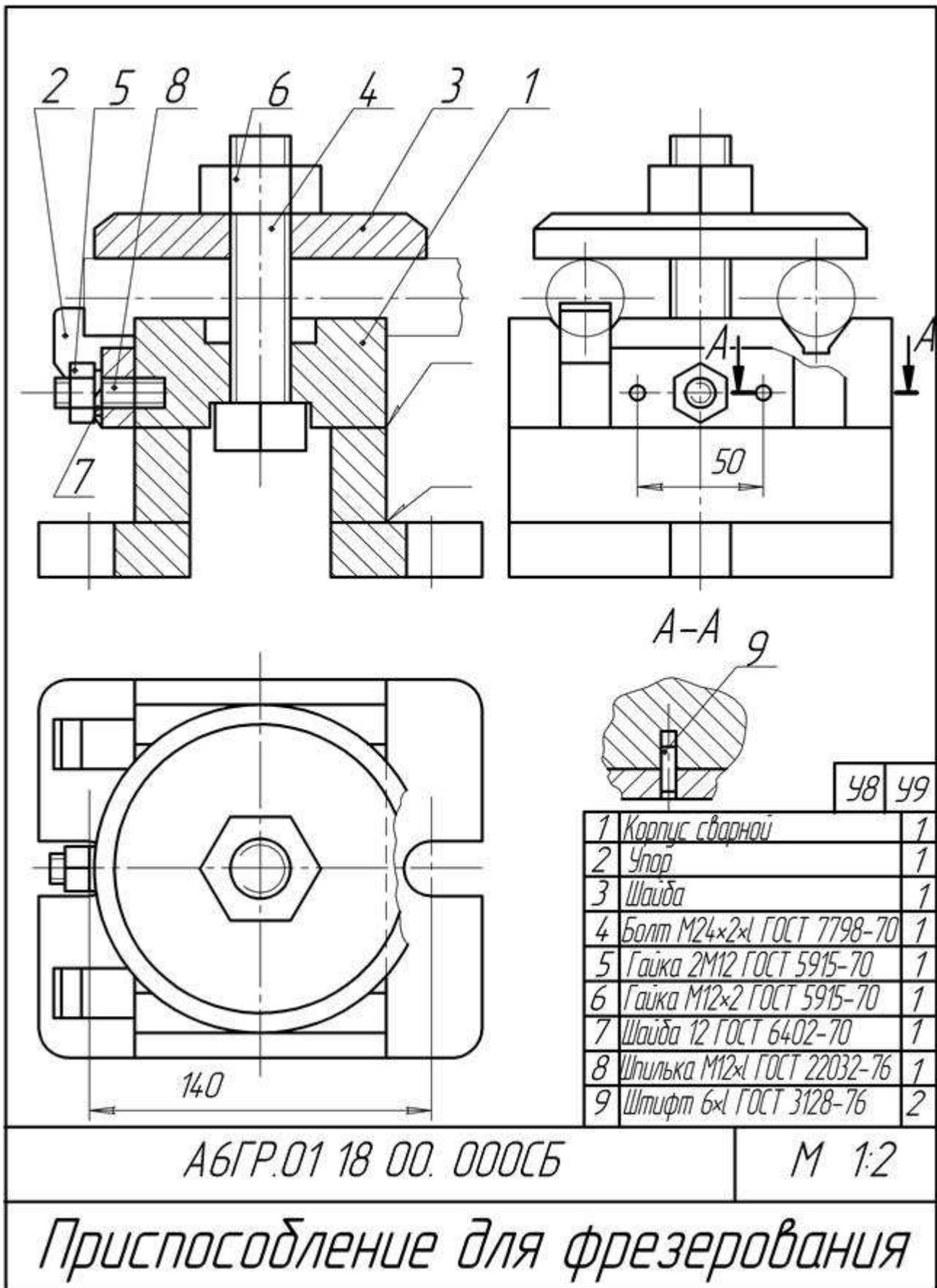


А6ГР.01.17.00.000.СБ

М 1:2

Кронштейн

Вариант 17

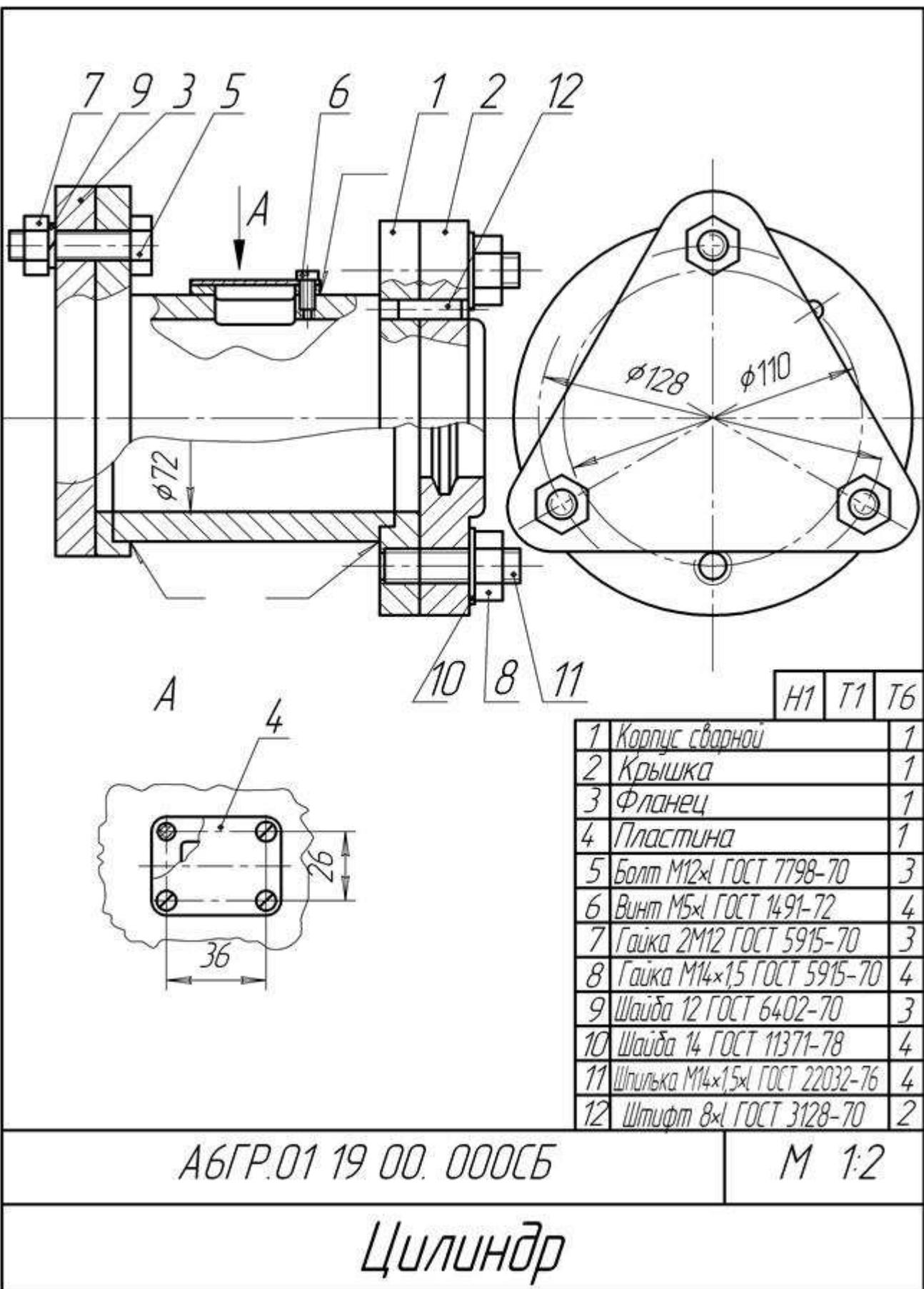


А6ГР.01 18 00. 000СБ

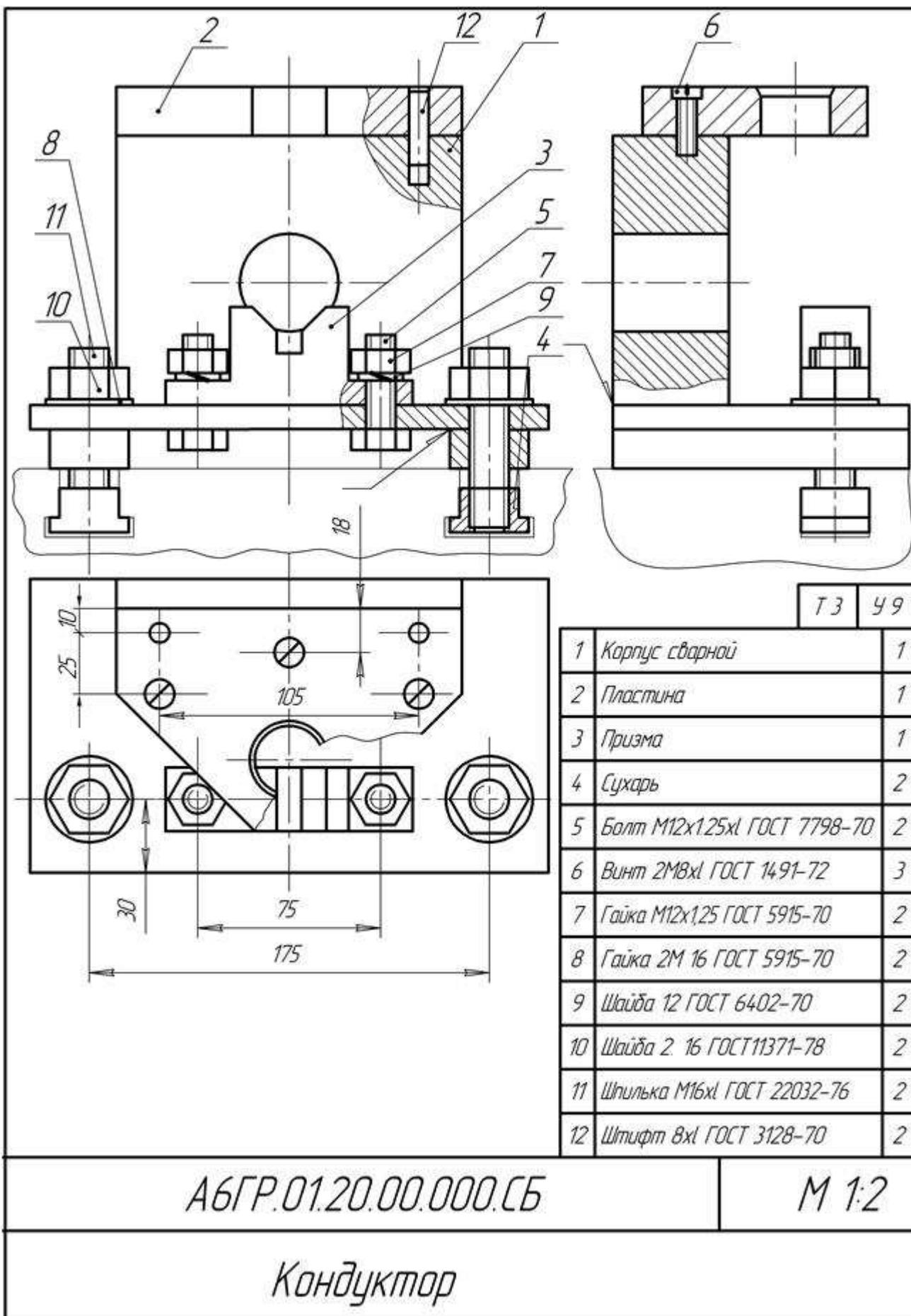
М 1:2

Приспособление для фрезерования

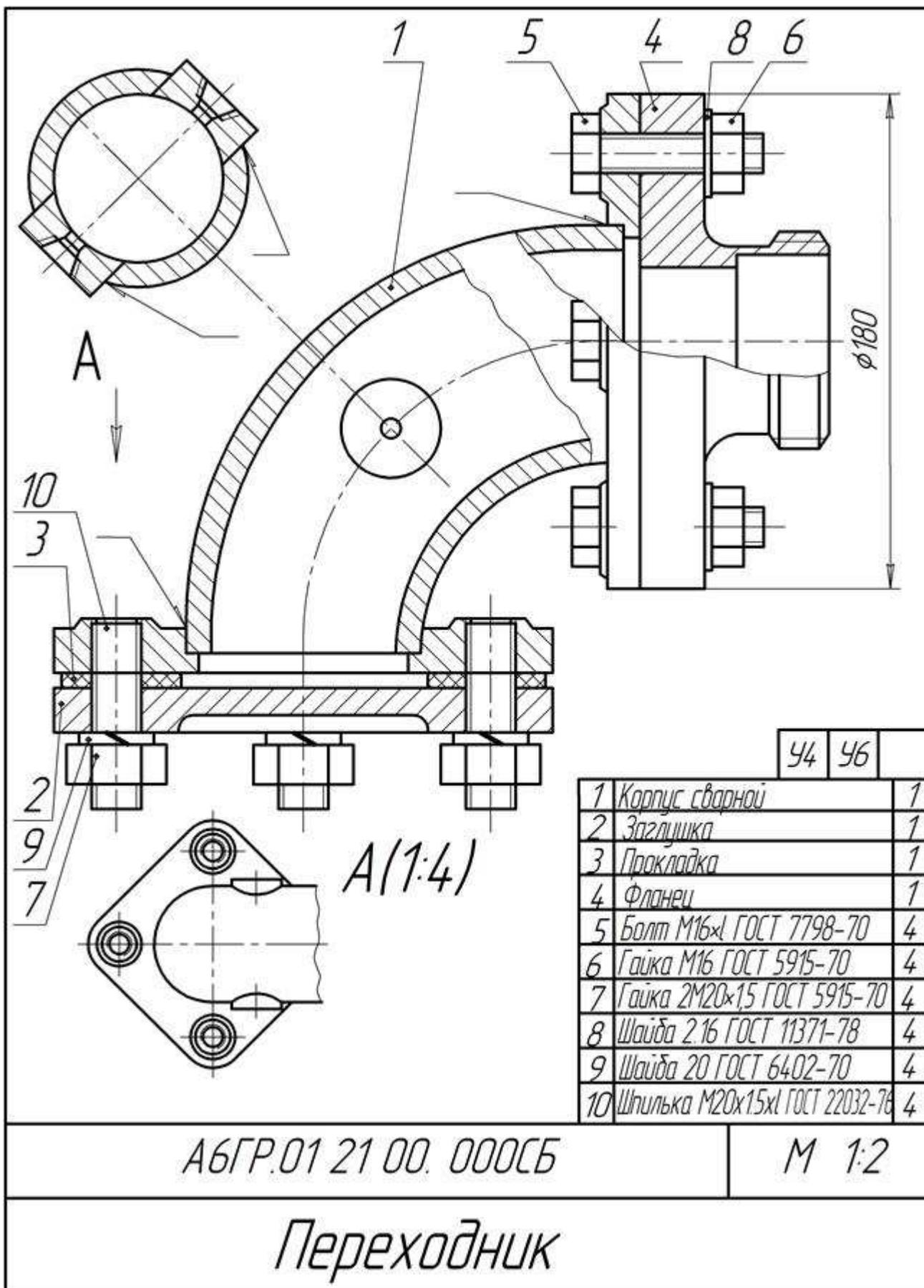
Вариант 18



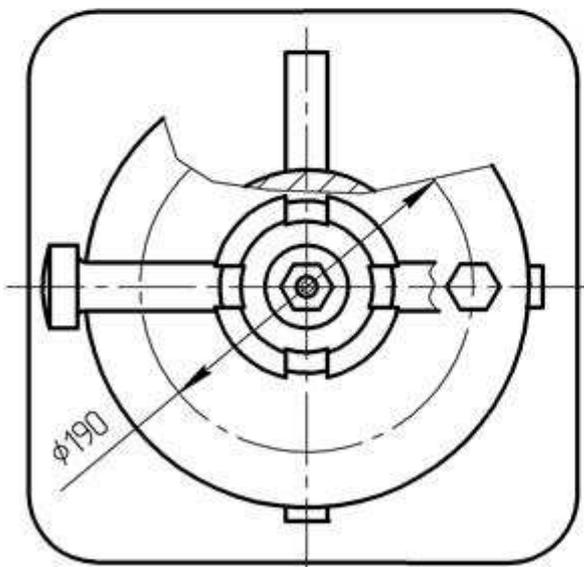
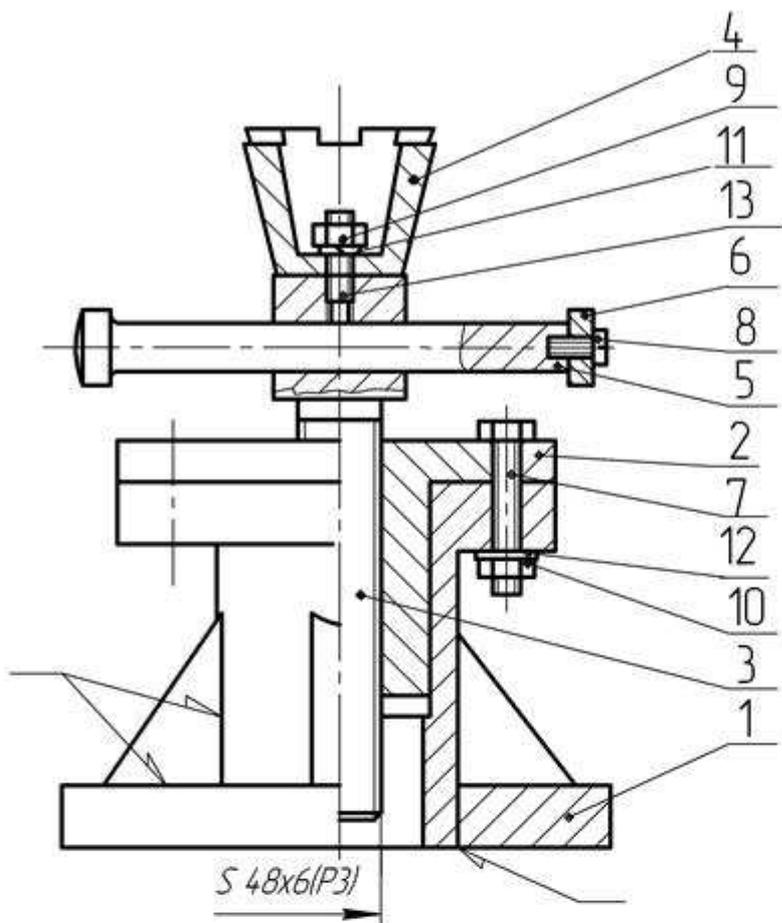
Вариант 19



Вариант 20



Вариант 21



У6	Т3
----	----

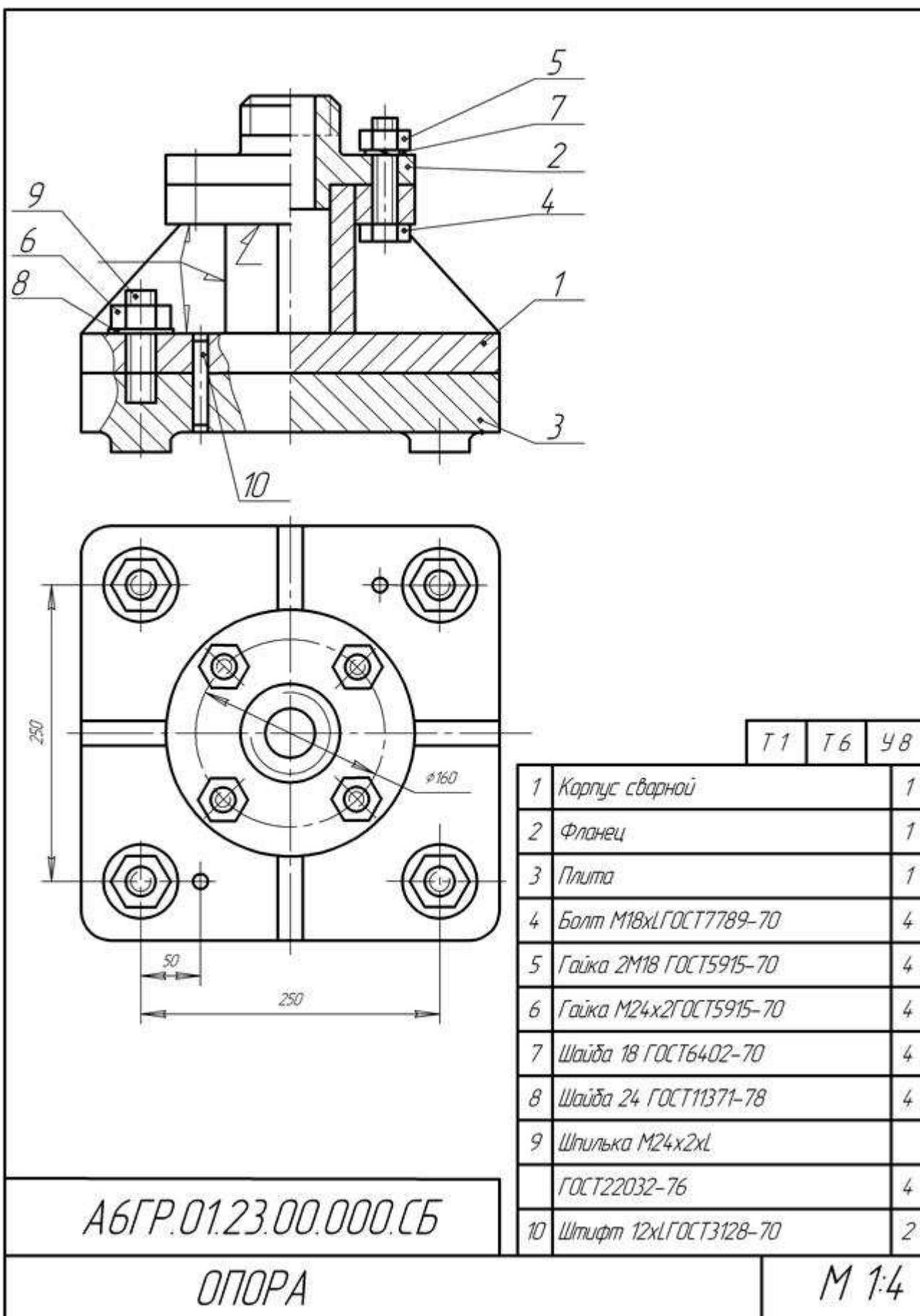
1	Корпус сварной	1
2	Втулка	1
3	Винт подъемный	1
4	Пята	1
5	Ручка	1
6	Кольцо	1
7	Болт М16хL ГОСТ7798-70	4
8	Винт М6хL ГОСТ1491-72	1
9	Гайка 2 М12х15 ГОСТ5915-70	1
10	Гайка М16 ГОСТ5915-70	4
11	Шайба 12 ГОСТ6402-70	1
12	Шайба 2 16 ГОСТ11371-78	4
13	Шпилька М12х15хL ГОСТ22032-70	1

А6ГР012200000СБ

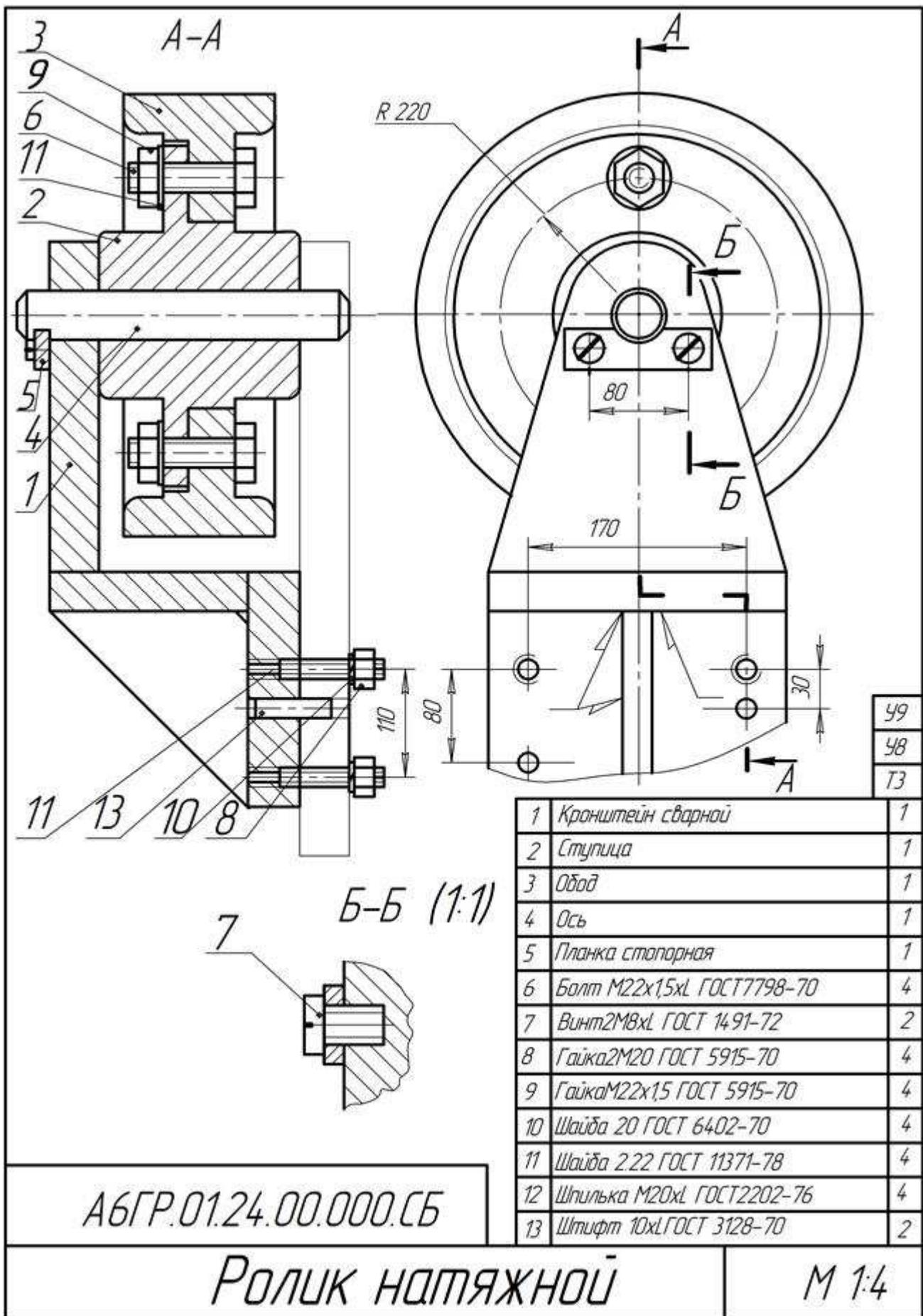
М 1:4

Домкрат

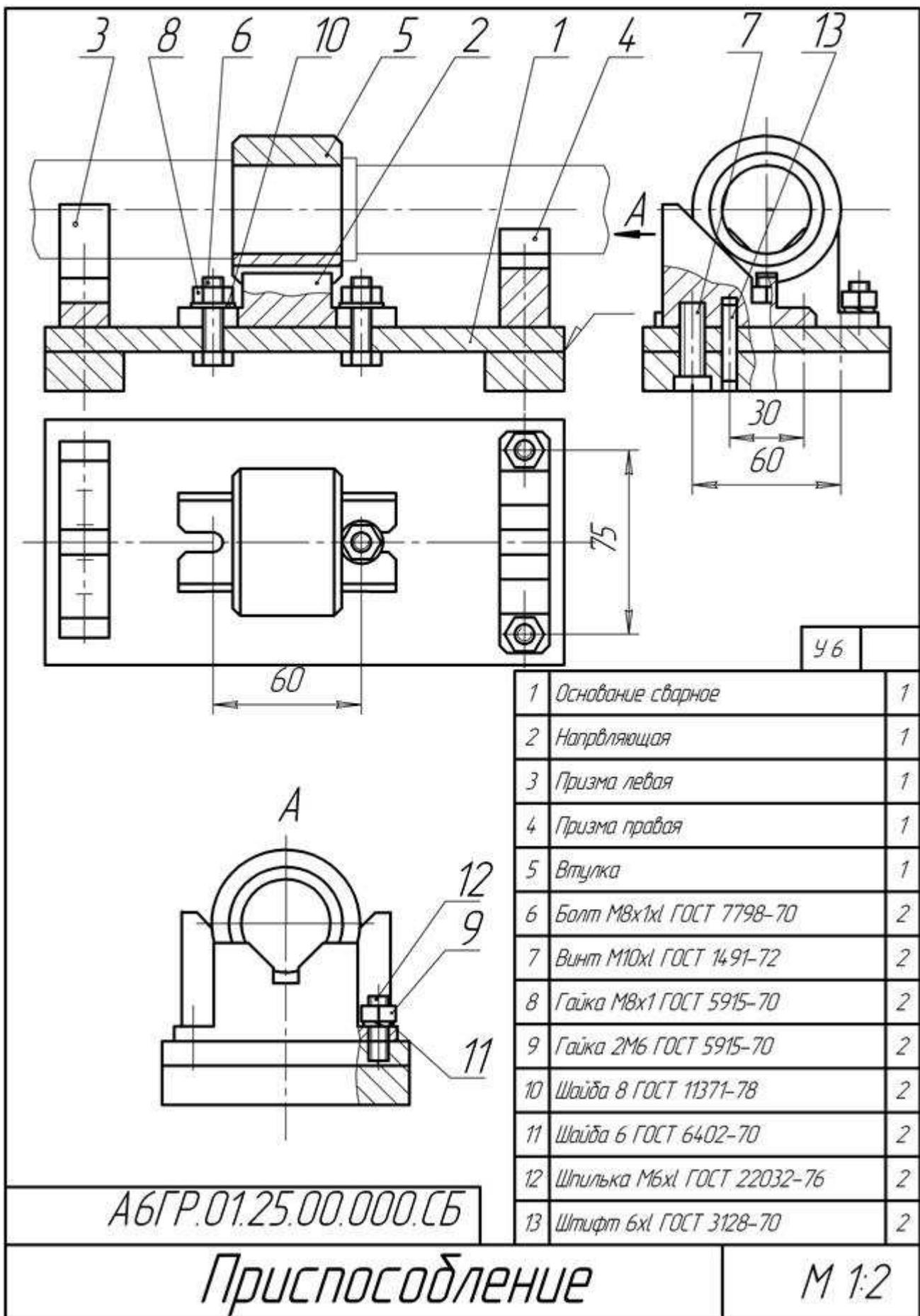
Вариант 22



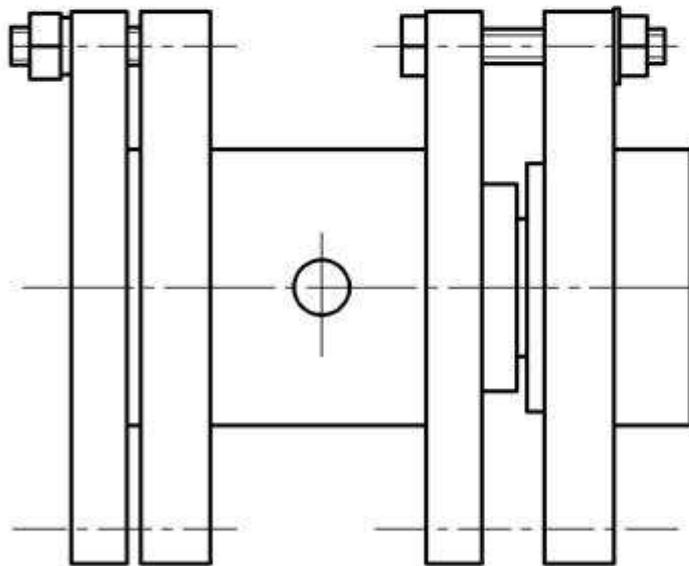
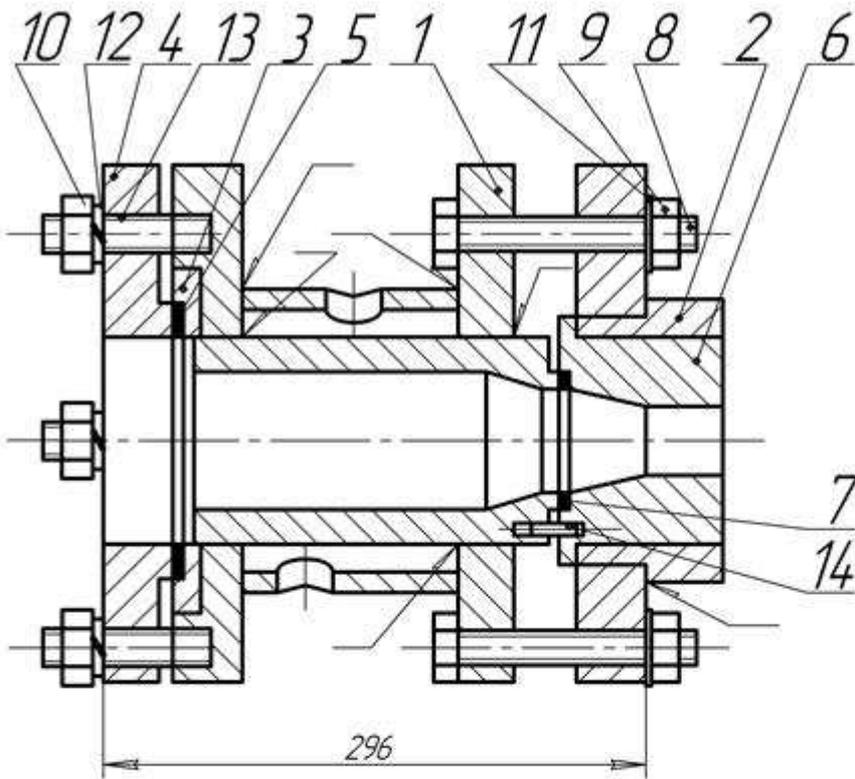
Вариант 23



Вариант 24



Вариант 25



У6	Т1	С17
----	----	-----

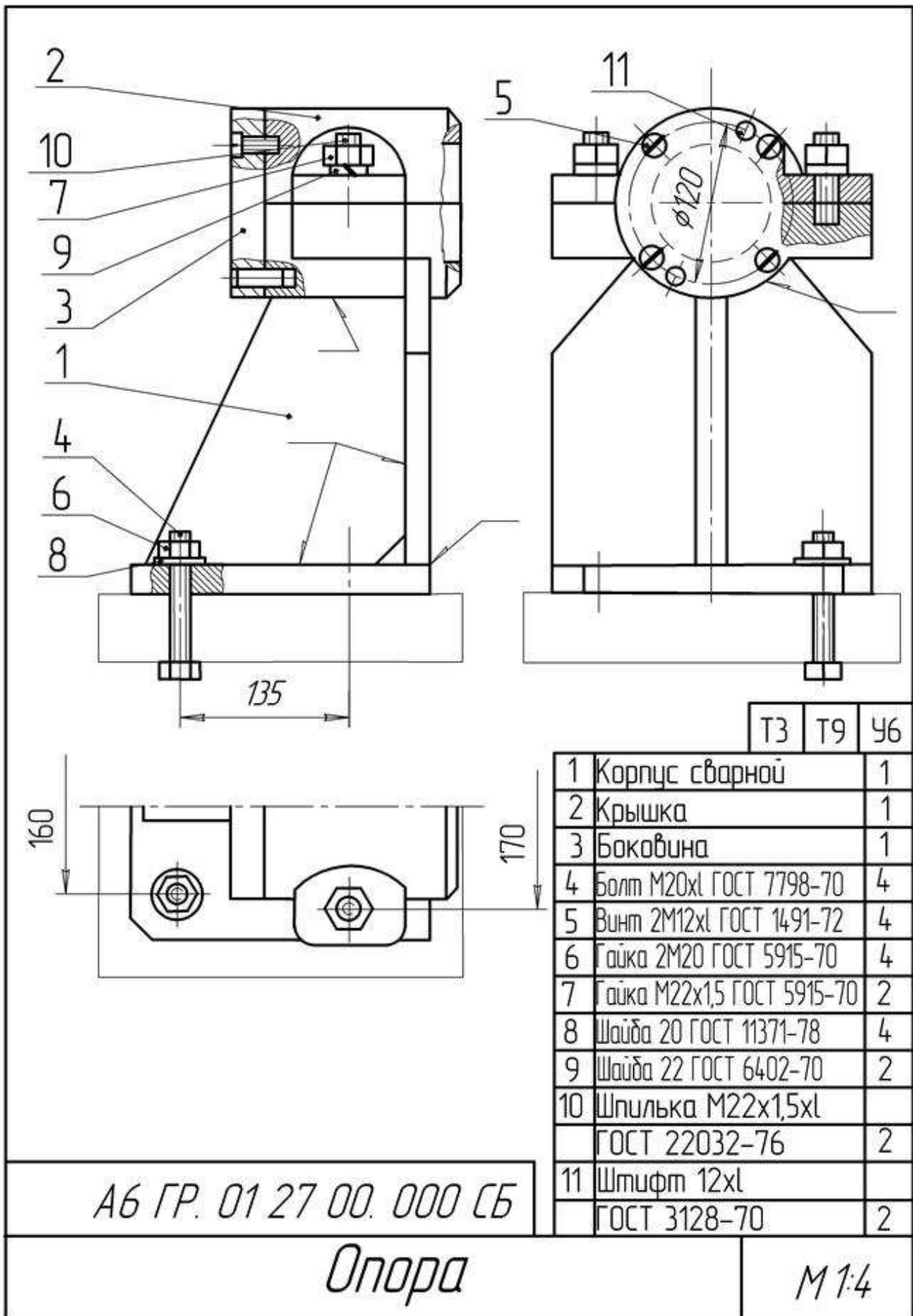
1	Корпус сварной	1
2	Фланц сварной	1
3	Вкладыш	1
4	Крышка	1
5	Прокладка	1
6	Вкладыш	1
7	Прокладка	1
8	Болт М20х3хl ГОСТ 7798-70	4
9	Гайка 2М 20х3 ГОСТ 5915-70	4
10	Гайка М 22 ГОСТ 5915-70	4
11	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	4
12	Шайба 22 ГОСТ 11371-78	4
13	Шпилька М22хl ГОСТ 22032-76	4
14	Штифт 6хl ГОСТ3128-70	1

А6ГР.01 26 00. 000СБ

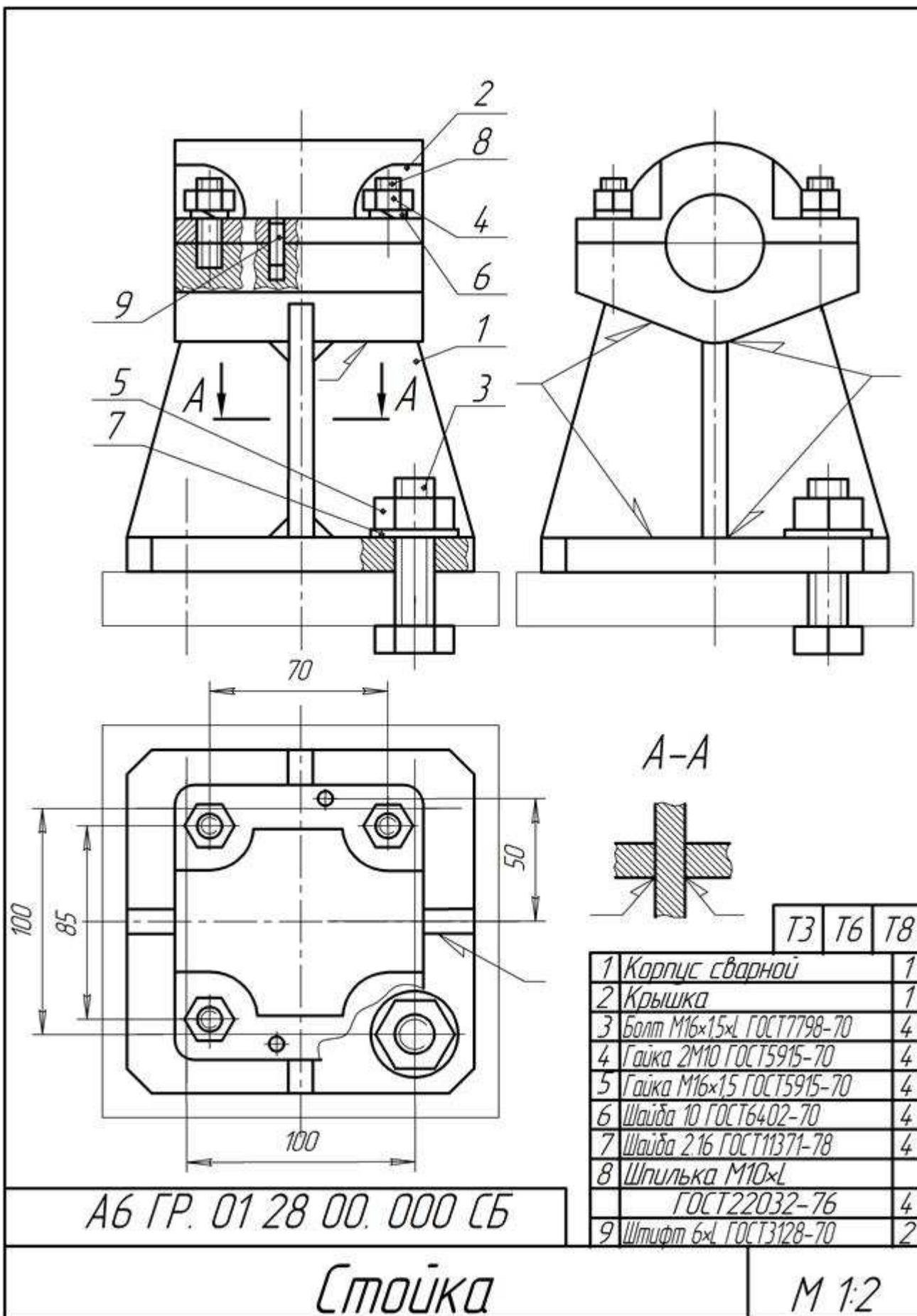
М 1:4

Устройство для литья

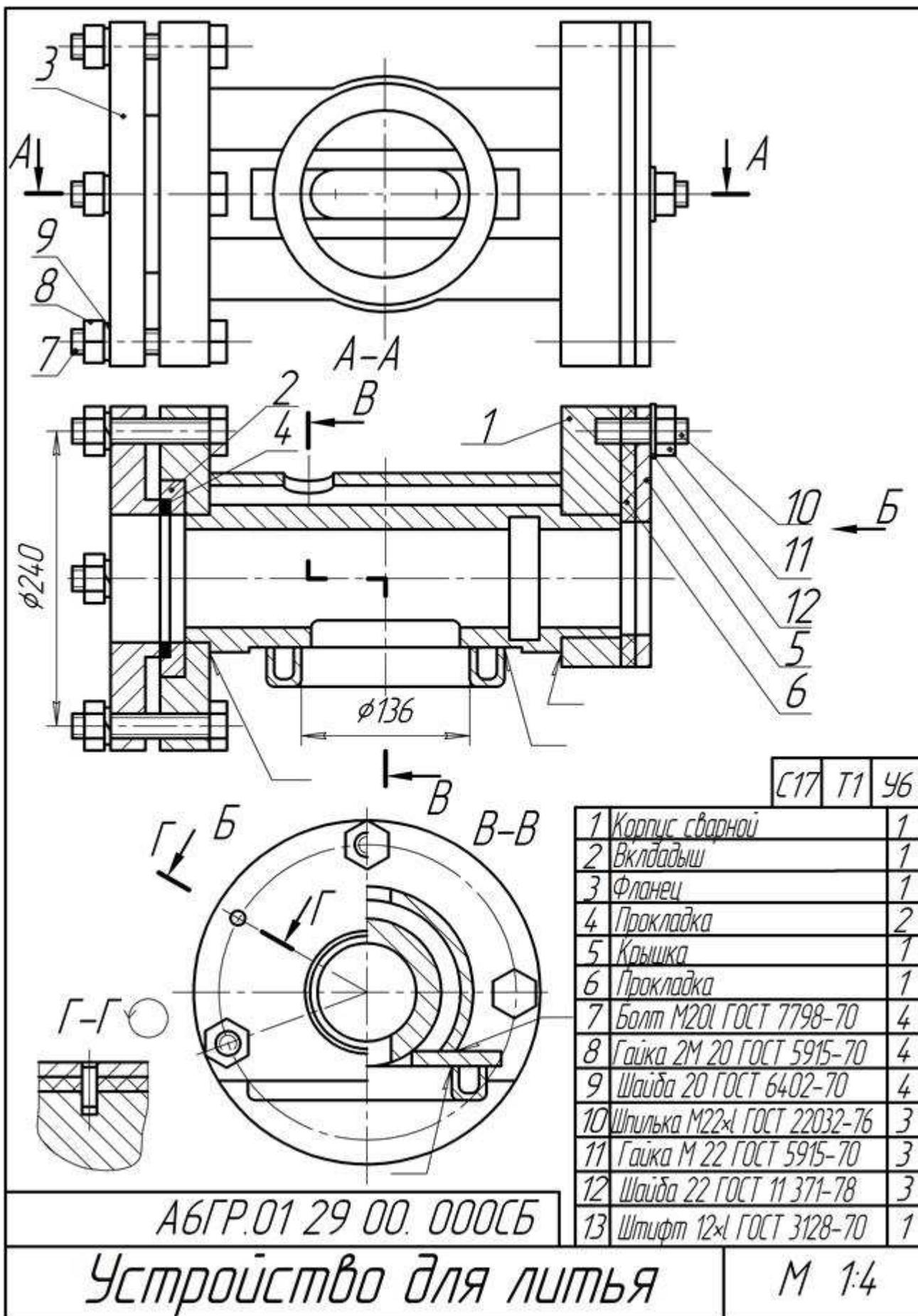
Вариант 26



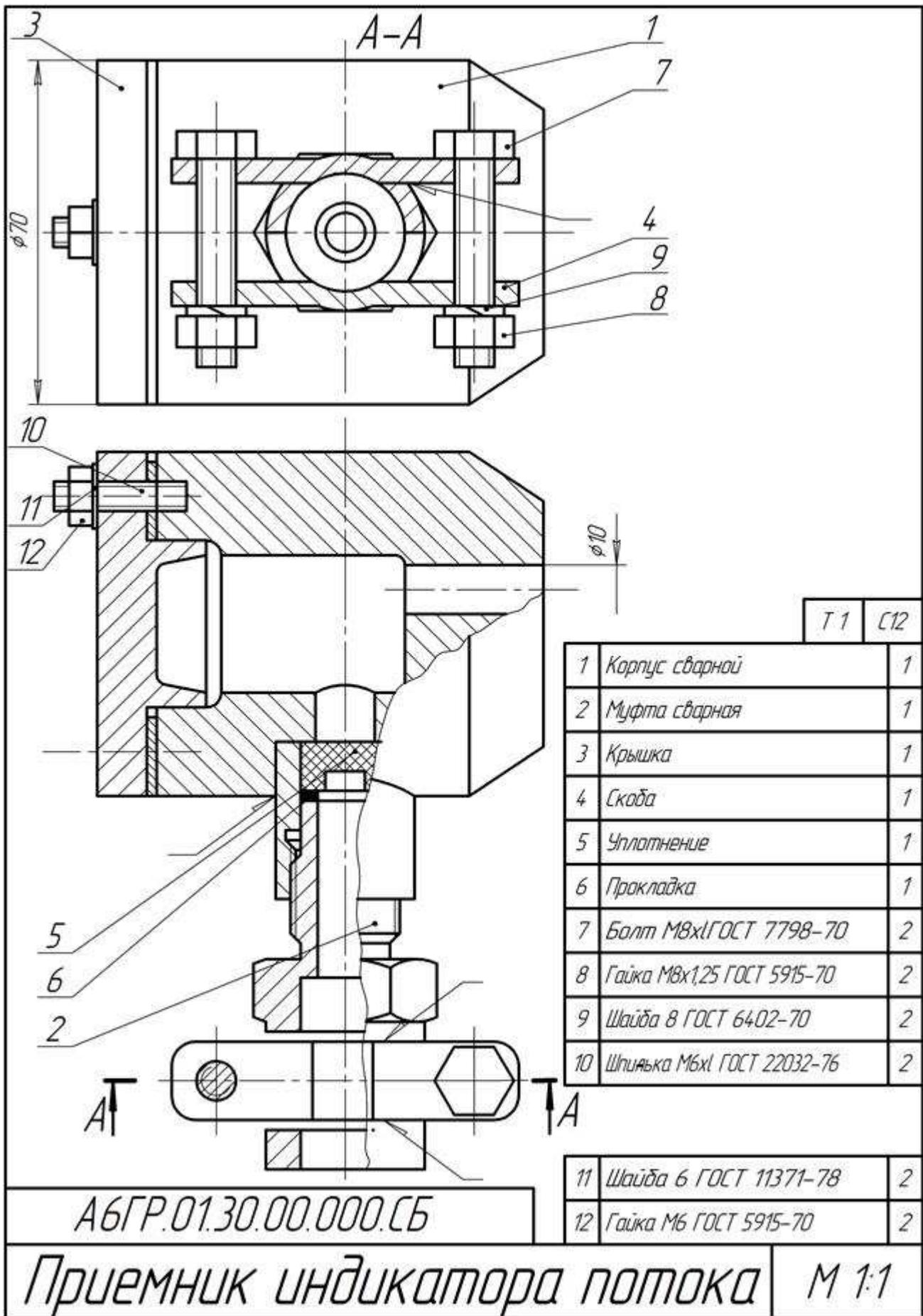
Вариант 27



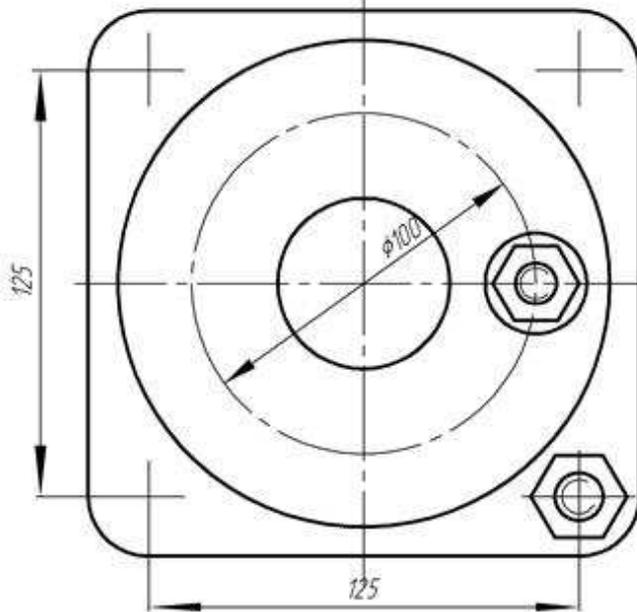
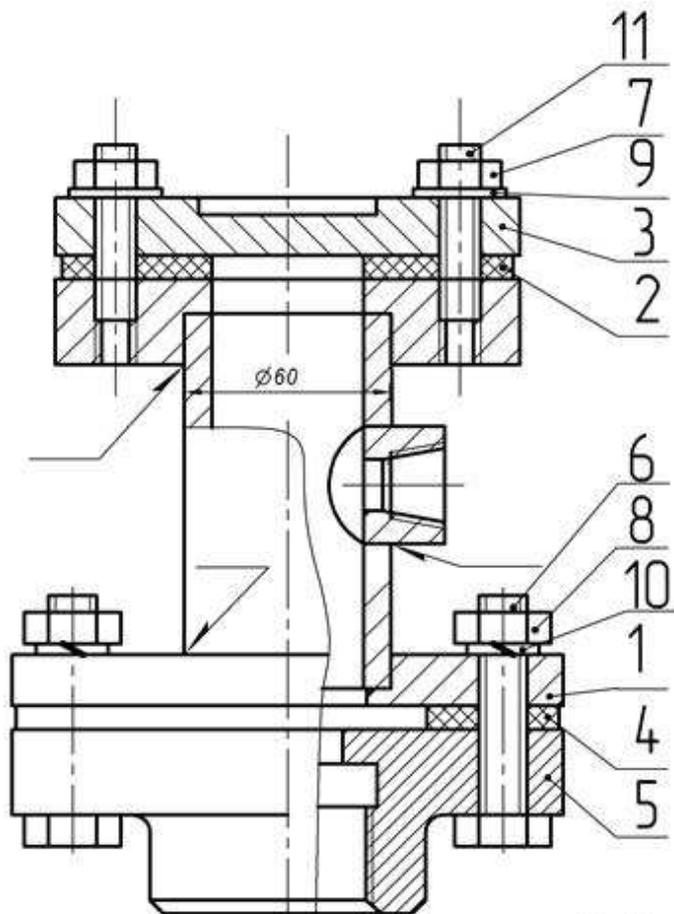
Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



		T 1	T 6
1	Корпус сварной		1
2	Прокладка		1
3	Заглушка		1
4	Прокладка		1
5	Фланец		1
6	Болт М14х1,5х l ГОСТ 7798-70		4
7	Гайка 2М 12 ГОСТ 5915-70		4
8	Гайка М14х1,5 ГОСТ 5915-70		4
9	Шайба 14 ГОСТ 6402-70		4
10	Шайба 2,12 ГОСТ 11371-78		4
11	Шпилька М12 х l ГОСТ 22032-76		4

А6ГР.01.31.00.000.СБ

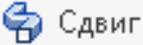
М 1:2

Переходник

Вариант 30

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ

В данном разделе рассказывается о дополнительных инструментах моделирования деталей. Как правило, при их применении требуется несколько неиспользованных эскизов.

Для создания элемента путем продвижения эскиза по заданной траектории используется команда **Элемент по траектории** . Требуется два эскиза, определяющих профиль и путь.

Откройте новый файл .ipt. Нарисуйте эскиз в плоскости XZ, начальная точка должна совпадать с точкой начала координат, рис. 75. Этот эскиз задает **Путь** продвижения.

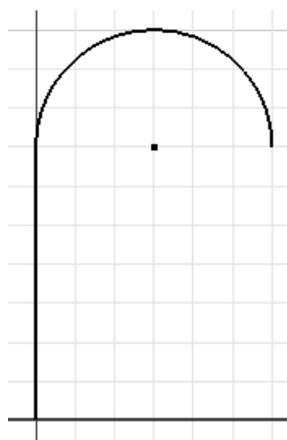
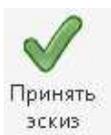


Рис. 75.



Принять эскиз - **Изометрия** -  Начало - раскройте папку -  **Плоскость YZ** - (последней операцией создана новая Рабочая плоскость).

При недостатке элементов имеющейся геометрии, Autodesk Inventor позволяет создавать рабочие элементы, связанные зависимостями с конструктивными элементами.

Таковыми рабочими элементами являются **Рабочие плоскости**, **Рабочие оси**, **Рабочие точки**.

Остановимся подробнее на рабочих плоскостях. **Рабочую плоскость**



используют, когда требуется создать эскиз, и подходящей плоской грани для этого не существует. Она представляет собой прямоугольный бесконечный элемент, всегда продолжающийся за пределами детали, параметрически связанный с деталью. Для создания рабочих плоскостей можно воспользоваться одним из нескольких способов: выбрать три точки; выбрать плоскость и точку; выбрать плоскость и кромку или ось, в этом случае можно задать угол наклона плоскости; выбрать две кромки или две оси. Другие способы создания рабочих плоскостей будут рассмотрены далее.

Кратко остановимся на том, что такое Рабочие оси и Рабочие точки.

Рабочие оси  – это бесконечные прямые, применяемые для создания Рабочих плоскостей, в качестве оси вращения или для наложения ограничений сборки.

Рабочая точка  определяется относительно конструктивных или рабочих элементов и зависит от них. Используется для создания рабочих плоскостей, задания зависимостей, различных ссылок, определения системы координат.

Переместите курсор на рабочую плоскость - **Новый эскиз** - создайте на рабочей плоскости новый эскиз - **Окружность** - начертите окружность, рис. 76 - **Основные размеры** - укажите диаметр окружности - выберите размер - "2" (скорректируйте диаметр) – **Enter**.

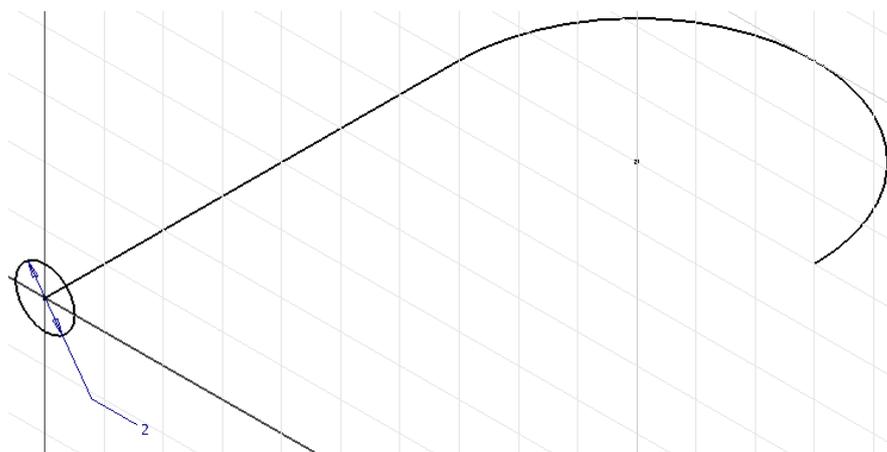


Рис. 76.

«Принять эскиз» -  **Сдвиг** (профиль выбирается автоматически) - укажите путь, рис. 77 - **Ок** (рис. 78).

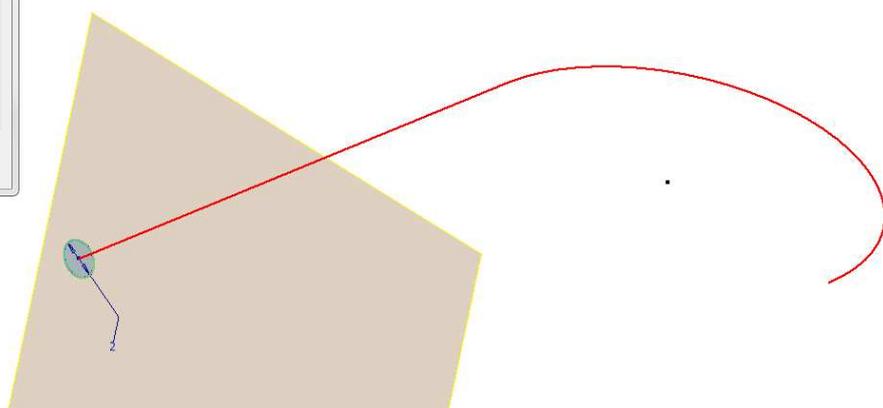
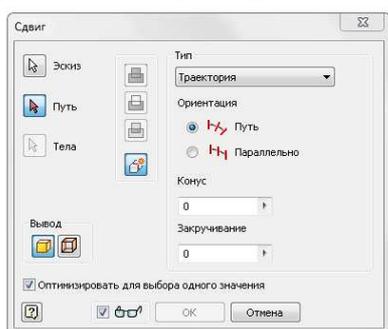


Рис. 77.



Рис. 78.

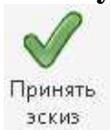
Если задать угол сужения (Конус) равным минус два, то результат будет таким, который приведен на рис. 79.



Рис. 79.

Для построения элементов детали по сечениям используется инструмент Элемент по сечениям – в Компьютерной графике используется термин **Лофтинг** –  **Лофт**. Создайте новый файл.

Укажите треугольник рядом с кнопкой **Окружность - Эллипс** – укажите центральную точку эллипса, рис. 80 - укажите большую ось эллипса - укажите малую ось эллипса - Esc



-  **Изометрия** -



- выберите инструмент **Рабочая**

плоскость -  **Начало** - **Плоскость XY** - выберите горизонтальную плоскость **XY** - поместите указатель на рабочую плоскость, и переместите ее вверх, не отпуская левую кнопку, затем отпустите кнопку - "20" (введите значение расстояния смещения рабочей плоскости от плоскости XY) - Enter (рис. 80) – Esc

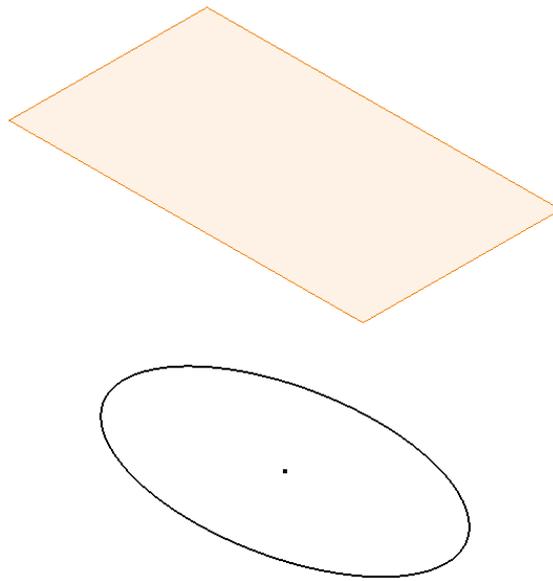


Рис. 80.

Новый эскиз -⇔ укажите в браузере Рабочую плоскость 1- эллипс - Esc - нарисуйте эллипс с теми же размерами, но с перпендикулярно ориентированными осями, рис. 81 – Принять эскиз - Лофтинг - Укажите один эллипс – затем укажите второй эллипс - Ок - Повернуть - разверните модель, рис. 82 - переместитесь на рабочую плоскость - снимите флажок Видимость.

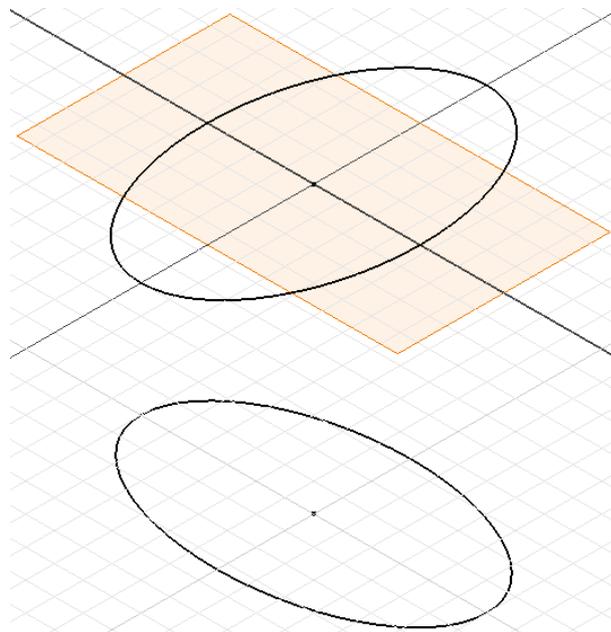


Рис. 81.

Можно применить материал, например пластик.

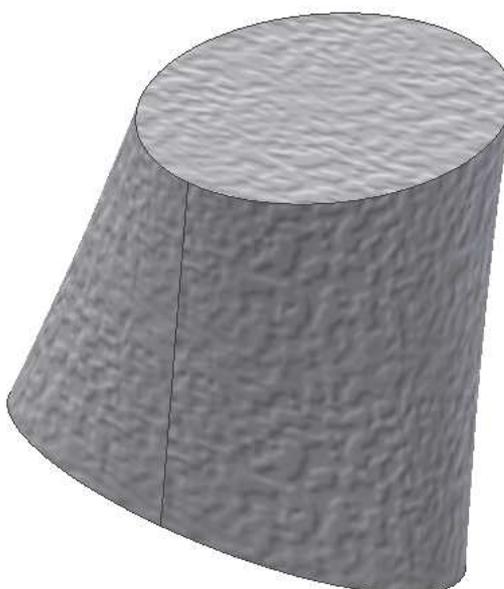
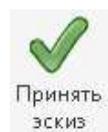


Рис. 82.

Часто возникает необходимость удалить часть детали. Такую возможность предоставляет инструмент **Разделитель**  **Разделить**. Создайте новый файл.



«Окружность» - нарисуйте окружность - **«Выдавливание»** - получите цилиндр - выделите верхнюю грань цилиндра – **«Новый эскиз»** - **Линия** - Esc - нарисуйте два отрезка, рис. 83.

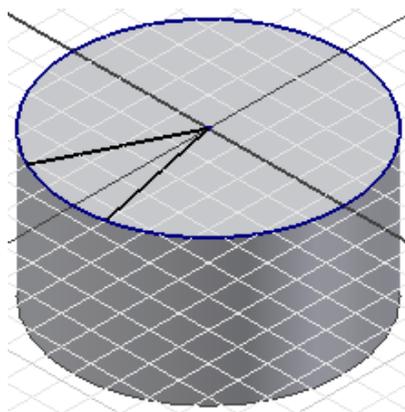


Рис. 83.

 **Разделить** - **Разделить** деталь – **Обрезать твердое тело**  - **Инструмент разбиения**  - укажите на ломаную линию, рисунок 10 - **Ок** (рис. 84).

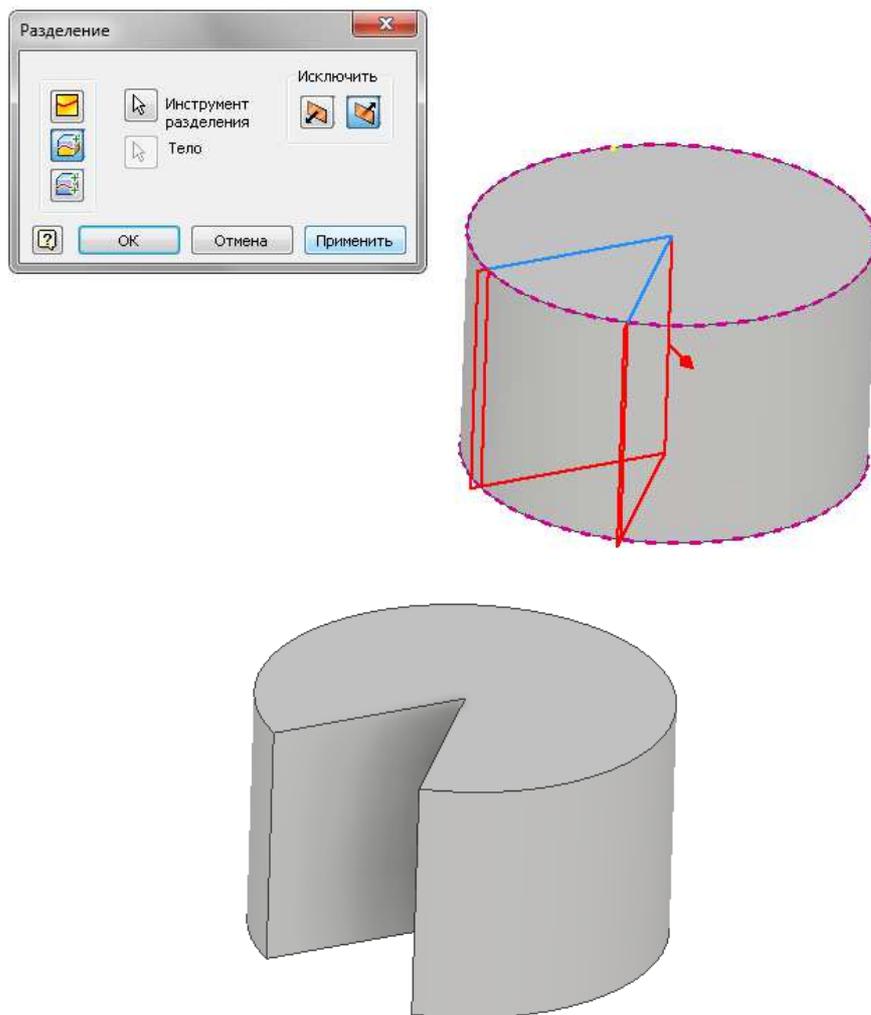


Рис. 84.

Можно отредактировать произведенное разбиение.

Разбиение грани – Разделить твердое тело  - укажите на линию разделения - **Ок** (рис. 85).

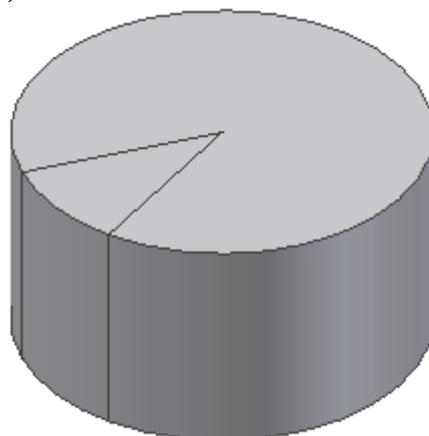


Рис. 85.



Наклон

- укажите направление поворота, рис. 86, а - укажите грань, рис. 86, б - "10" (укажите угол поворота грани) - Ок (рисунок 13, в).

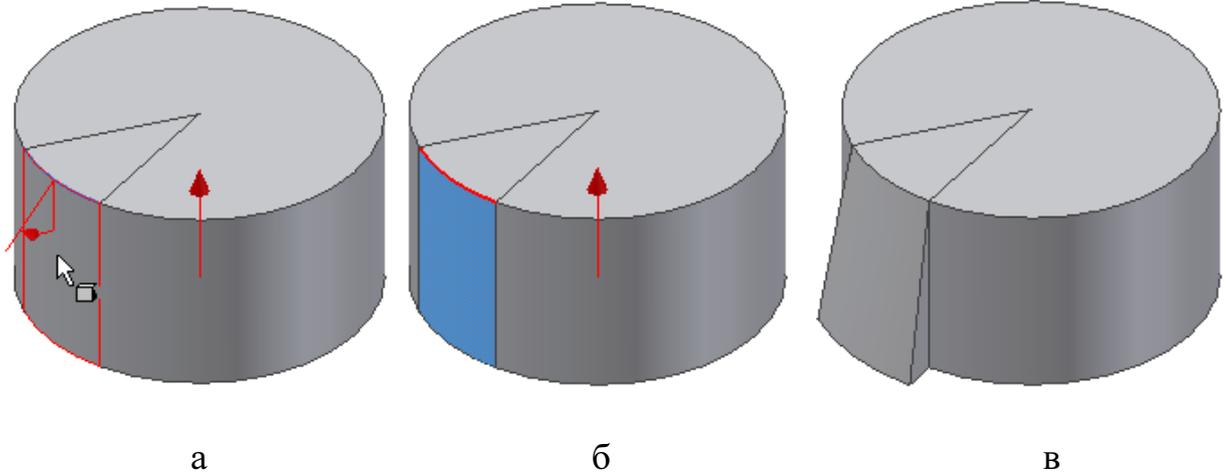


Рис. 86.

К разделенным объектам можно применить команду **Толщина**
Толщина/ смещение.

 - отмените последнюю операцию -  Толщина/ смещение -  -
 кнопка выбор объектов – если она уже нажата, оставьте ее нажатой - укажите
 верхнюю и левую грань, рис. 87 -  - разверните деталь так, чтобы была
 видна нижняя грань - Esc - выберите нижнюю грань -  - выберите
 операцию Вычитание -  (измените направление вычитания) - Ок (рис. 88).

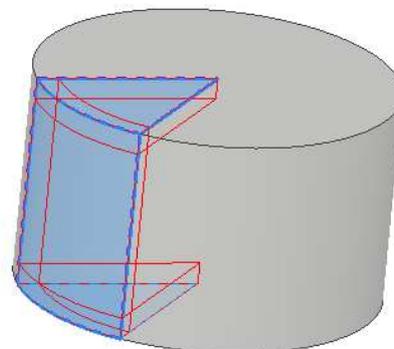
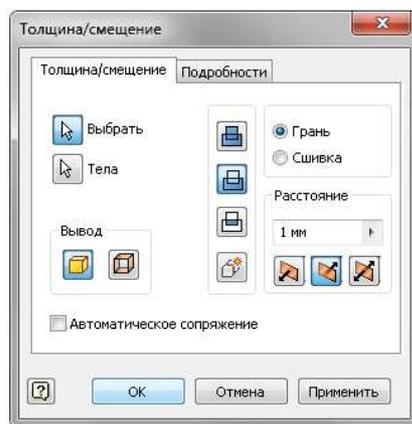


Рис. 87.

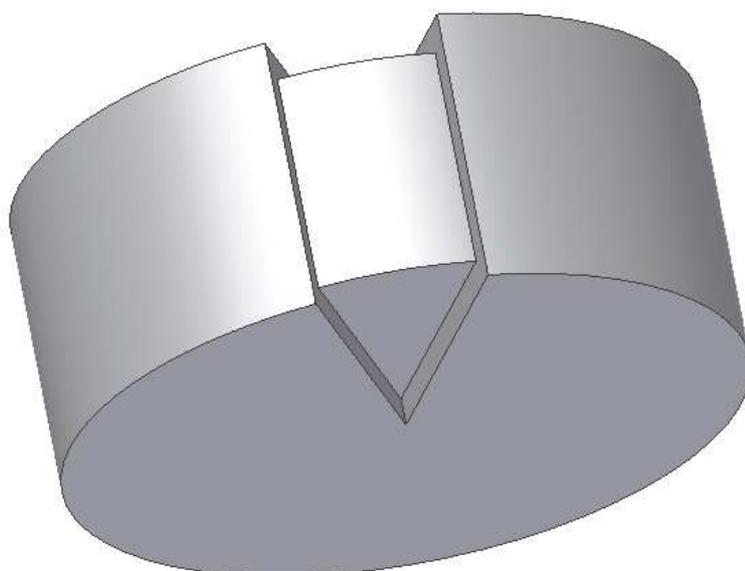


Рис. 88.

Autodesk Inventor позволяет копировать и вставлять элементы внутри одного файла, а также в другие файлы. Команда **Копировать** позволяет устанавливать связь копии с оригиналом, или отменять эту связь. Создайте деталь, изображенную на рис. 89. Щелкните правой кнопкой в браузере на пункте **Выдавливание 2**, и укажите пункт Копировать. Затем щелкните правой кнопкой в любом месте рисунка, выберите пункт **Вставить**. Откроется диалоговое окно Копировать элементы.

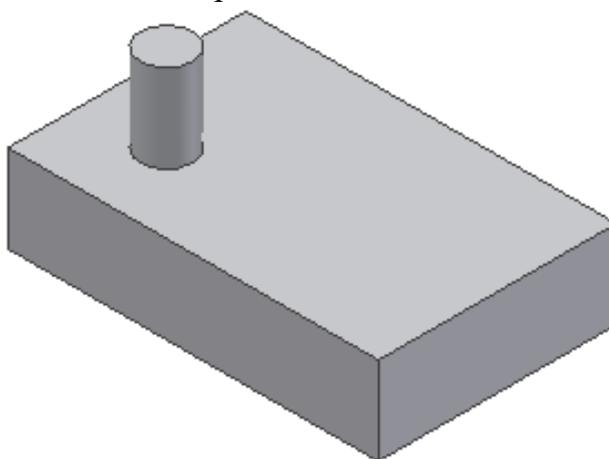


Рис. 89.

Зависимые – щелкните в списке **Параметры** - укажите верхнюю грань призмы - щелкните на перекрестии - укажите положение цилиндра, рис. 90, а – Готово.

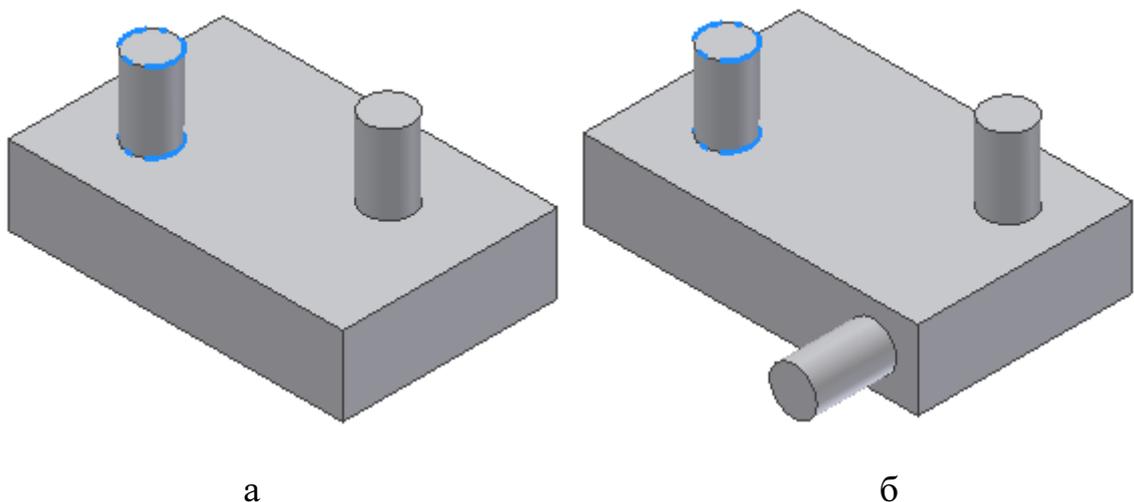


Рис. 90.

Вставить - укажите левую боковую грань, рис. 90, б - перенесите цилиндр – Готово.

Так как копии являются зависимыми элементами – любое изменение оригинала приводит к их изменению. Щелкните правой кнопкой в браузере на **Выдавливание 2**. Измените дистанцию вытягивания, рис. 91.

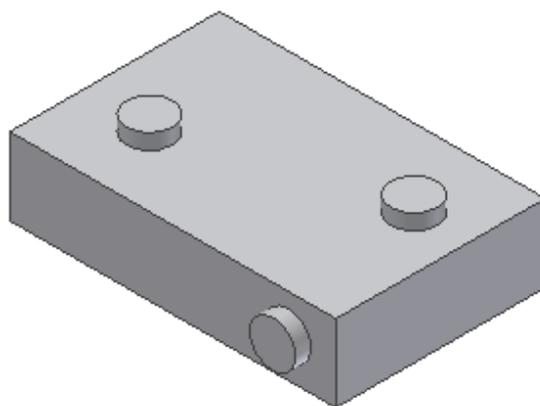


Рис. 91.

Для создания ребер и перемычек Autodesk Inventor использует команду



Ребро жесткости

. Нарисуйте деталь, рис. 92, а.

Добавьте рабочую плоскость, рис. 92, б, и создайте на ней новый эскиз. Начертите дугу по трем точкам, рис. 92, в. Выберите инструмент Ребро жесткости. В диалоговом окне выберите – **Параллель к плоскости эскиза**



, задайте толщину – 4мм, укажите дугу, кнопку **До следующего** , нажмите кнопку Направление и укажите в сторону детали, рис. 92, г. Результат приведен на рис. 92, а.

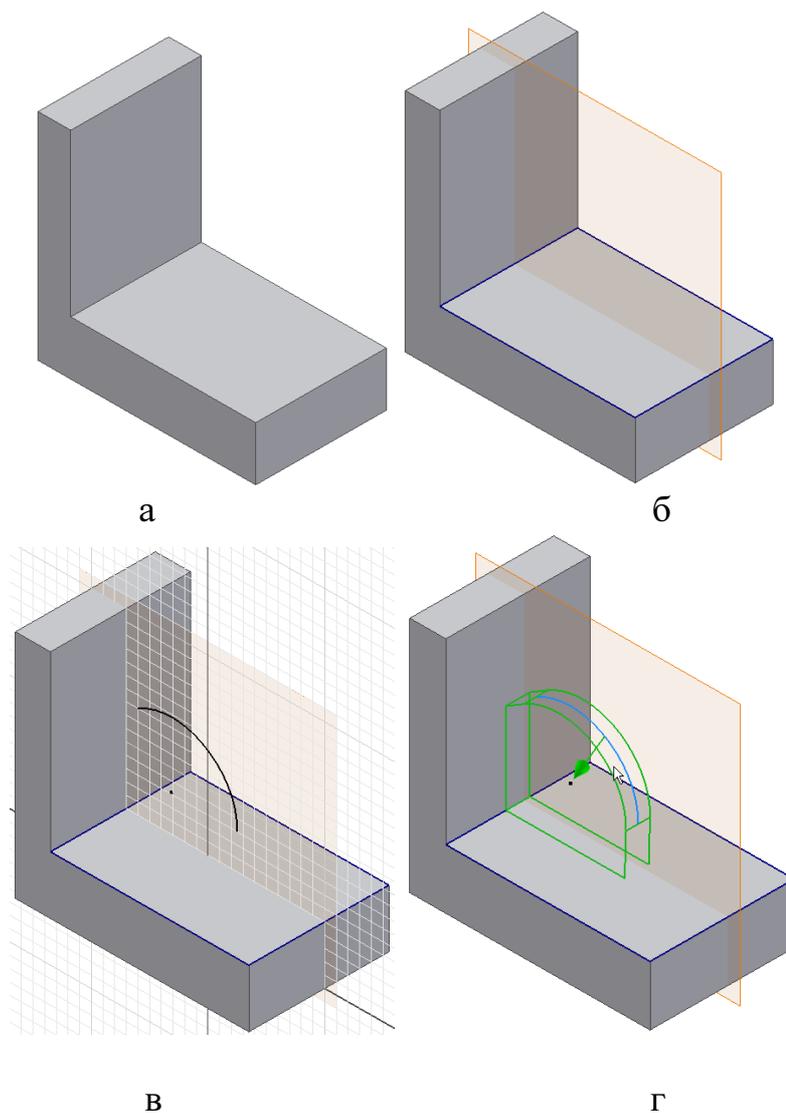


Рис. 92.

В браузере щелкните правой кнопкой на позиции **Ребро жесткости 1**. Отредактируйте модель, выбрав вместо кнопки  кнопку - **Задать явно** , рис. 93,б.

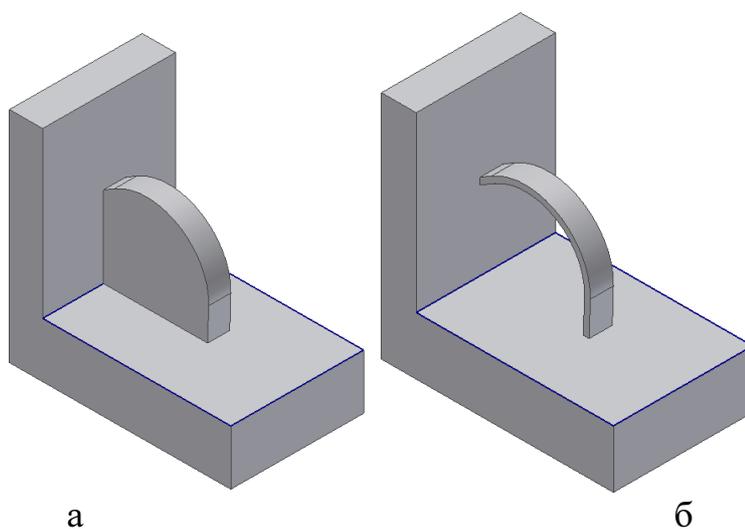


Рис. 93.

Рассмотрим последовательность **СОЗДАНИЯ ГАЙКИ**. Первоначально нужно создать на эскизе две окружности, и выдавить кольцо (рис. 94,а).

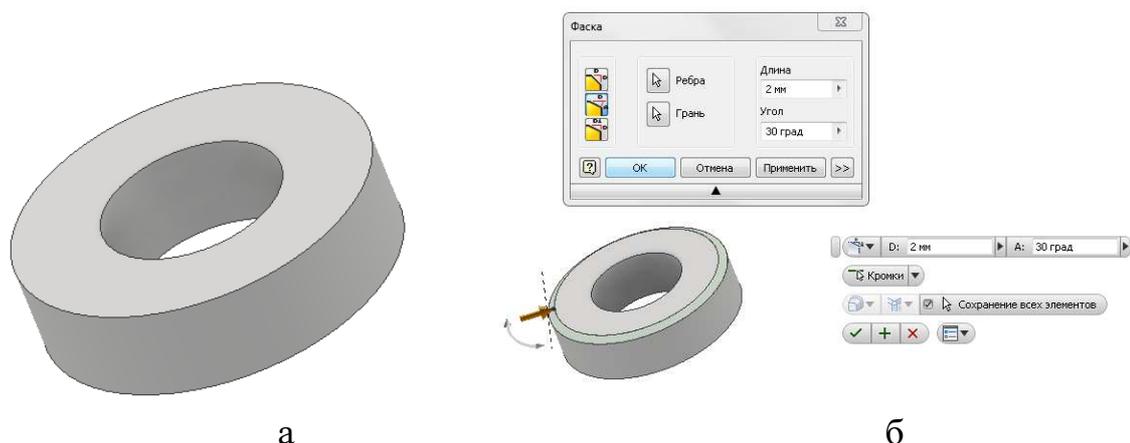


Рис. 94.

На кольце сделать **фаску** на внешних ребрах снизу и сверху (способом - длина и угол) с углом 30 градусов (рис. 94,б).

На верхней грани создайте новый эскиз и на нем постройте вписанный шестигранник (рис. 95). Выдавите полученный шестигранник с операцией пересечение через всю гайку.

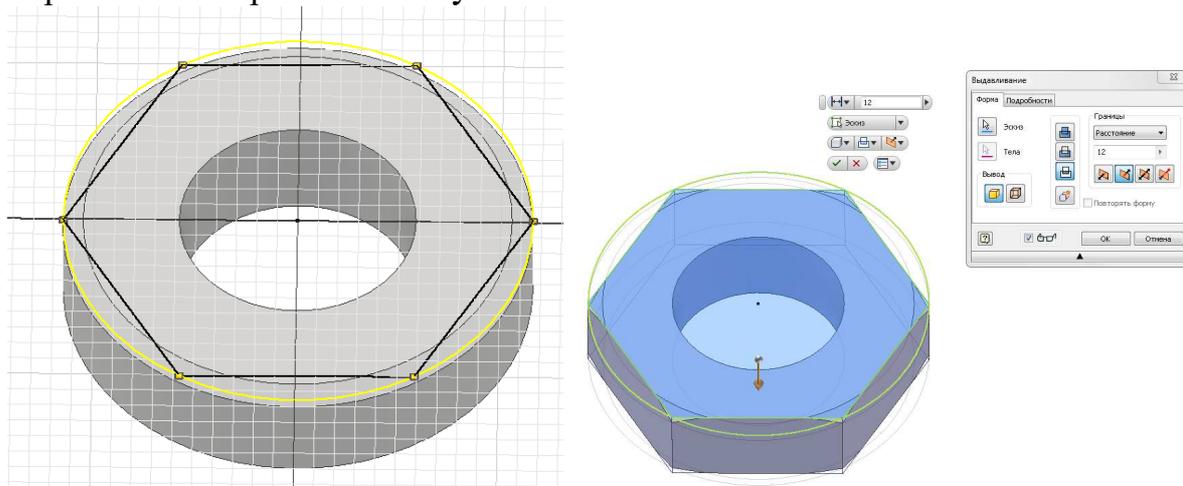


Рис. 95.

На внутреннем отверстии полученной гайки сделайте фаску и нанесите резьбу (рис. 96).

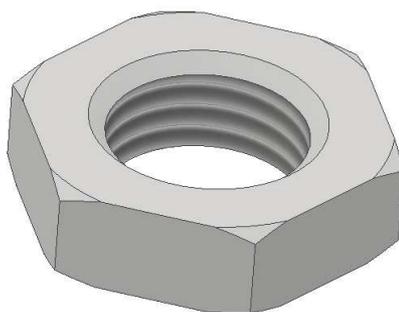


Рис. 96.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача изучения данного раздела сводится к развитию пространственного представления и воображения, изучению способов конструирования различных пространственных объектов, способов создания чертежей. Инженерная графика дает студенту умение и необходимые навыки выполнять и читать технические чертежи, чтобы понять как конструкцию, так и способ применения изображаемого изделия, а также выполнять эскизы деталей и конструкторскую документацию.

Учебный курс «Инженерная и компьютерная графика» является одной из основных дисциплин математического и естественнонаучного цикла, обеспечивающая изучение проблем графического и геометрического моделирования конкретных инженерных изделий. Инженерная графика обеспечивает студента минимумом фундаментальных инженерно-геометрических знаний, навыками в области геометрического моделирования.

Освоение студентами технических вузов инженерной и компьютерной графики позволяет:

- ускорить процесс выполнения и улучшить качество учебных графических работ;
- использовать полученные знания и умения для разработки курсовых и дипломных работ;
- повысить уровень подготовки кадров для различных отраслей промышленности.