

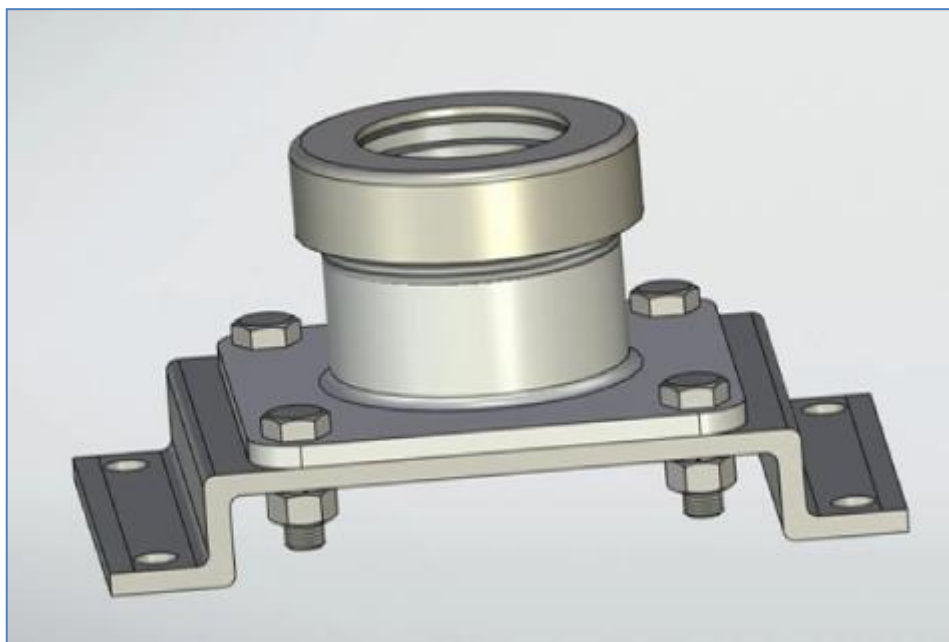
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Цифровое проектирование»

Моделирование в системе T-FLEXCAD. Часть 3.

Учебно-методическое пособие
к выполнению заданий по компьютерной графике



Севастополь
СевГУ
2022

УДК 621.882
ББК 30.11
М 92

Рецензент:

А.Ю. Тараховский – доцент, канд. техн. наук

Составители: О.В. Мухина, Ю.О. Стреляная

М 92 Моделирование в системе T-FLEXCAD. Часть 3: учеб.-метод. пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / сост. О.В. Мухина, Ю.О. Стреляная. – Севастополь: СевГУ, 2022 – 43 с.: ил.
ISBN 978-5-6054952-3-9

Учебно-методическое пособие (УМП) составлено в соответствии с рабочими программами дисциплин «Инженерная и компьютерная графика», «Компьютерная графика», «Основы цифрового проектирования» на основании государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Предназначено для выполнения заданий по компьютерной графике студентами дневной и заочной форм обучения технических специальностей.

Пособие содержит задания по неразъёмным и разъёмным соединениям, созданию 3D сборок и сборочных чертежей. Изложена последовательность выполнения работ, приведены варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов. Каждый технический этап сопровождается иллюстрациями, созданными в T-FLEXCAD.

Использование данного УМП позволит студентам получить навыки моделирования 3D сборок и создания 2D ассоциативных сборочных чертежей. Пособие будет полезно в качестве практического руководства начинающим пользователям, желающим освоить T-FLEXCAD самостоятельно, а также преподавателям для учебного процесса.

УДК 621.882
ББК 30.11

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Цифровое проектирование» в качестве учебно-методического пособия для студентов дневной и заочной форм обучения технических специальностей, протокол № 5 от 17 февраля 2022 г.

Издается в авторской редакции

Подписано к печати 21.03.22. Изд. №. 3/22. Зак. № 10/22. Тираж 70 экз.
Объем 5,5 п. л. Усл. печ. л. 5,11. Уч.-изд. л. 5,39.
Формат бумаги 60х84 1/8

РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

ISBN 978-5-6054952-3-9

© Мухина О.В., 2022
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Задание №1 – Соединения неразъёмные. Сборочный чертёж.	4
Задание №2 – Соединения разъёмные. Тяга. Сборочный чертёж.	11
Задание №3 – Создание моделей деталей для 3D сборки.	25
Задание №4 – Глазок. 3D сборка.	32
Задание №5 – Глазок. Сборочный чертёж по 3D модели сборки	37
Заключение	41
Библиографический список	43

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие (УМП) разработано для проведения практических занятий по компьютерной графике по темам: «Неразъёмные и разъёмные соединения», «Создание 3D сборок» и «Создание 2D ассоциативных сборочных чертежей» в графической системе T-FLEXCAD. Рассчитано на четырнадцать академических часов аудиторной и шесть часов самостоятельной работы студентов.

В УМП приведены варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов, изложена последовательность выполнения работ. Каждый технический этап сопровождается иллюстрациями, созданными в T-FLEXCAD.

ЗАДАНИЕ №1 – СОЕДИНЕНИЯ НЕРАЗЪЕМНЫЕ. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЁЖ.

Цели работы: 1) ознакомиться с неразъёмными соединениями деталей: сварными, клеевыми, соединением пайкой и механической деформацией; 2) научиться обозначать неразъёмные соединения в САПР T-FLEX CAD. В процессе выполнения задания студенты должны изучить правила изображения и обозначения соединений, изложенные в стандартах ГОСТ 2.312-72 – **Условные изображения и обозначения швов сварных соединений** и ГОСТ 2.313-82 – **Условные изображения и обозначения неразъёмных соединений** и приобрести практические навыки вычерчивания наиболее распространенных видов неразъёмных соединений.

Задание: выполнить сборочный чертёж неразъёмных соединений и нанести их обозначения.

Образец выполненной работы представлен на рис. 1. Размеры для выполнения чертежа указаны на рис. 2. Типы неразъёмных соединений по вариантам указаны в таблице 1 и на рис. 3.

Последовательность выполнения задания:

1. Выполнить изображение сборочного чертежа по размерам, указанным на рис. 2;
2. Заштриховать зону профильного разреза;
3. Нанести габаритные размеры;
4. Указать обозначения неразъёмных соединений согласно рис. 3 и таблице 1;
5. Написать технические требования, заполнить основную надпись.

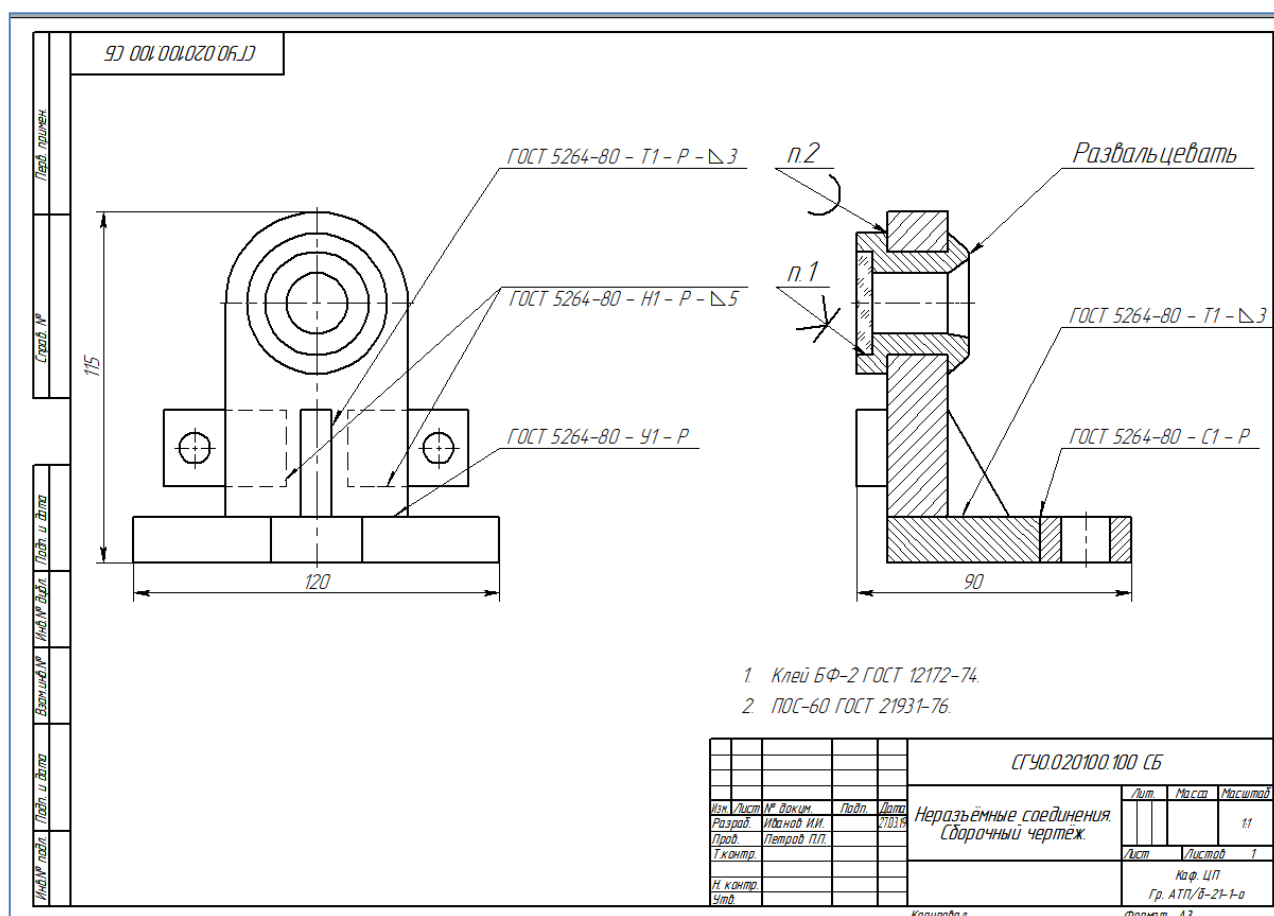


Рис. 1 – Образец выполненной работы

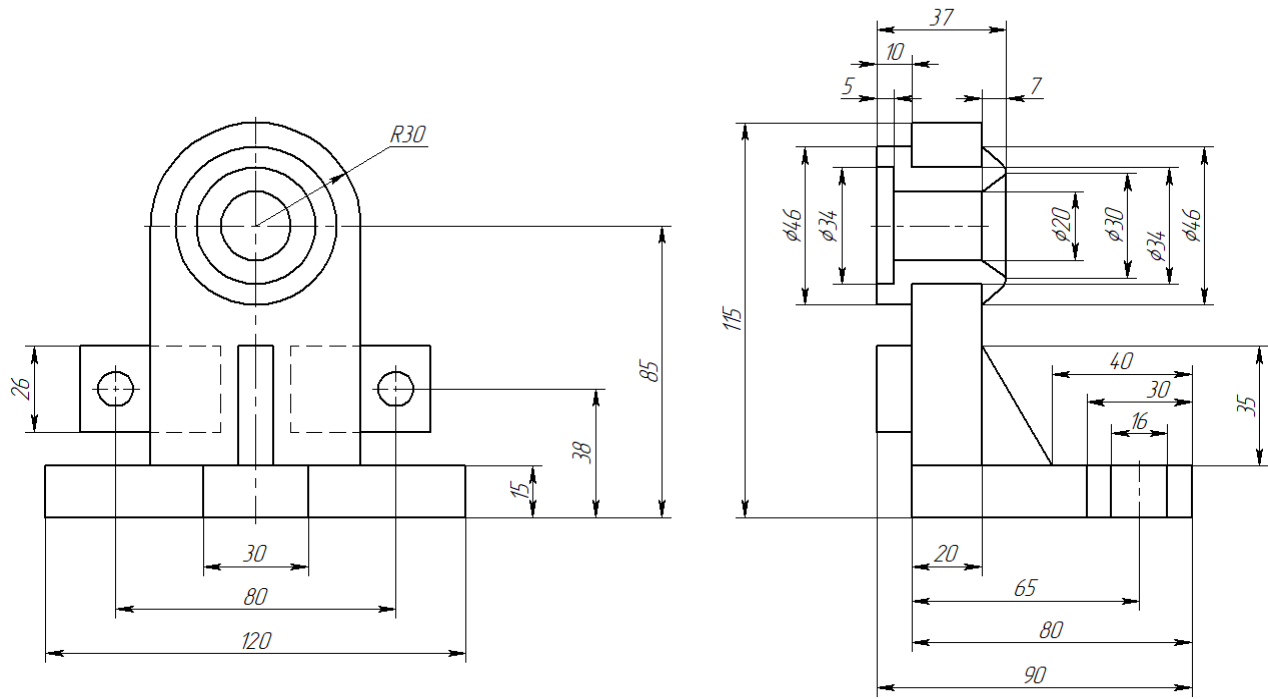


Рис. 2 – Размеры для выполнения задания

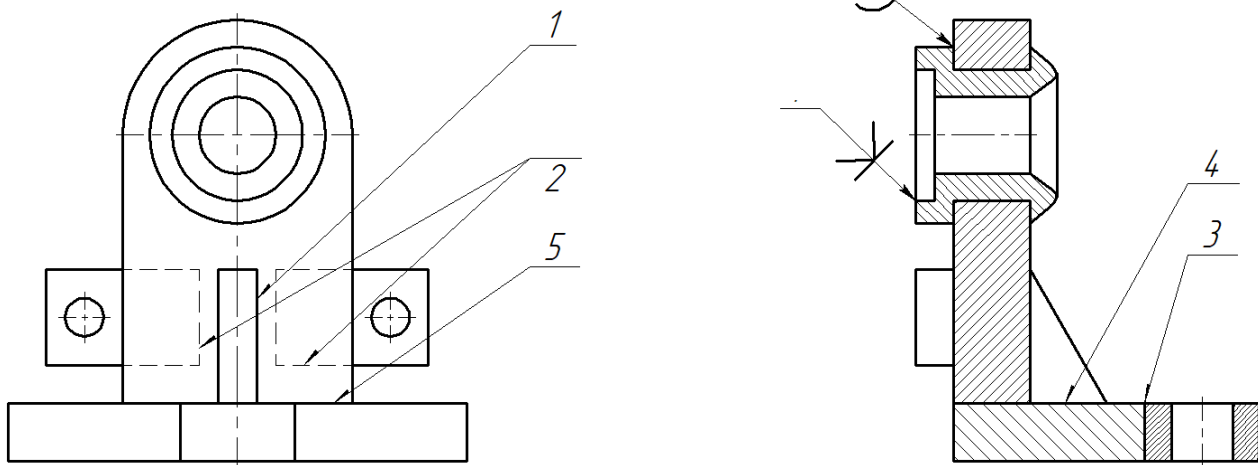


Рис. 3 – Номера обозначений сварных швов по заданию

Таблица 1 – Неразъёмные соединения деталей. Исходные данные по вариантам

№ варианта	Обозначения сварных швов					Размер катета шва, мм*	Припой	Клей
	1	2	3	4	5			
1	T1	H1	C8	T6	Y4	5	ПОС Cu15-2	БФ2
2	T6	H2	C25	T1	Y10	4	ПОС Cu35-2	БФ2Н
3	T3	H1	C21	T9	Y5	3	ПСр 71	ОК72Ф
4	T7	H2	C17	T3	Y10	6	ПСр 3	ОК60
5	T8	H1	C15	T3	Y7	4	ПОС 40	БФ4Н
6	T6	H2	C12	T7	Y5	5	ПОССу61-0,5	БФ2
7	T7	H1	C8	T1	Y6	4	ПСр 45	БФ4
8	T9	H2	C25	T1	Y8	3	ПОССу50-0,5	БФ2Н
9	T1	H1	C17	T6	Y10	6	ПОССу25-0,5	БФ4Н
10	T9	H2	C39	T3	Y6	4	ПСр 25Ф	БФ2
11	T3	H1	C43	T7	Y9	5	ПСр 25	БФ4
12	T7	H2	C12	T1	Y8	4	ПОССу-40-,5	БФ2Н
13	T8	H1	C15	T6	Y6	3	ПОС К50-18	БФ4Н
14	T6	H2	C17	T7	Y5	6	ПСр 2	ОК60
15	T7	H1	C15	T9	Y4	4	ПОС 90	ОК90
16	T9	H1	C21	T1	Y10	5	ПОС Cu30-2	УФ-235М
17	T1	H2	C25	T3	Y4	4	ПОС 61	БФ2
18	T9	H1	C39	T3	Y5	3	ПСр 72	БФ4
19	T3	H2	C21	T7	Y6	6	ПСр 40	БФ2Н
20	T7	H1	C25	T3	Y8	4	ПОС Cu25-2	БФ4Н
21	T1	H2	C21	T6	Y9	5	ПСр 62	ОК90
22	T6	H1	C17	T7	Y10	4	ПОС Cu40-2	ОК60
23	T7	H2	C15	T3	Y8	3	ПСр 50	ОК50П
24	T9	H1	C12	T1	Y4	6	ПСр 10	ОК72
25	T1	H2	C25	T3	Y5	4	ПОС 10	УФ-235М

* Знак и размер катета сварного шва для ручной электродуговой сварки проставляется только для швов Y4, Y5, T1, T2, T3, T4, T5, H1, H2.

Состав клеев «БФ...» определяет ГОСТ 12172-2016 – Клеи фенолополивинилацетальные, клеев «ОК...», «УФ-235М» – ГОСТ 14887-80 – Клеи оптические. Типы.

Состав клея «К-300-61» определяет ОСТ В 6-06-5100-96.

Состав припоев «ПОС....» определяет ГОСТ 1499-70 – Припой оловянно-свинцовые, «ПСр....» - ГОСТ 19738-2015 – Припой серебряные. Марки.

Нанесение обозначений неразъёмных соединений в T-FLEXCAD

1. Развальцовка

- 1) Выберите команду **Надпись** (вкладка **Чертёж – Оформление**), рис. 4.
- 2) Зафиксируйте стрелку, указав точку на объекте (рис. 5).
- 3) Выполните надпись. Подтвердите ввод текста нажатием на зелёный флажок (рис. 6).

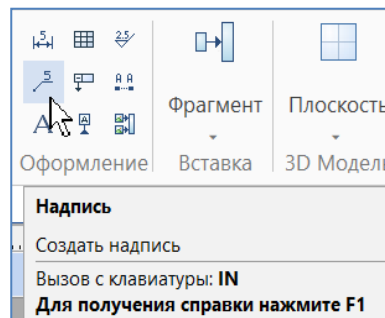


Рис. 4

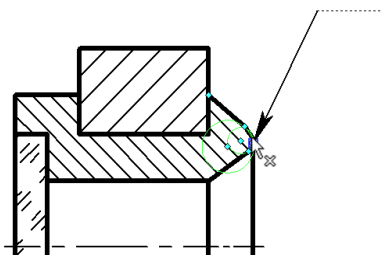


Рис. 5

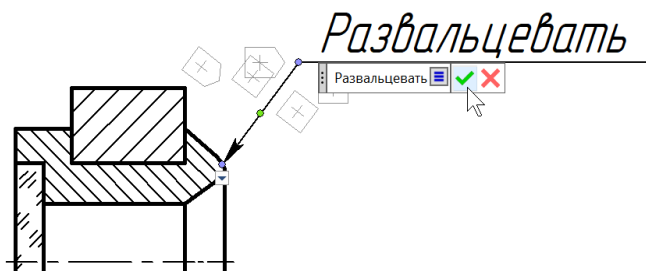


Рис. 6

2. Паяное и клеевое соединения

- 1) Выберите команду **Надпись** (вкладка **Чертёж – Оформление**).
- 2) В служебном окне **Свойства** измените знак на стрелке (рис. 7, 8).

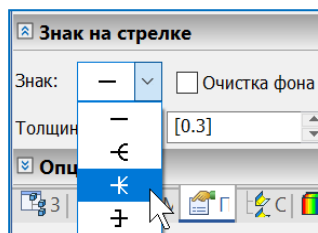


Рис. 7 – Обозначение клеевого шва

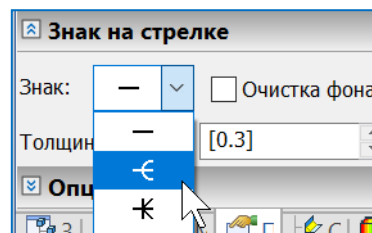


Рис. 8 – Обозначение пайки

- 3) Напишите номер пункта (рис. 9, 10) технических требований, в котором укажете марку клея и припоя. Подтвердите ввод текста нажатием на зелёный флажок.

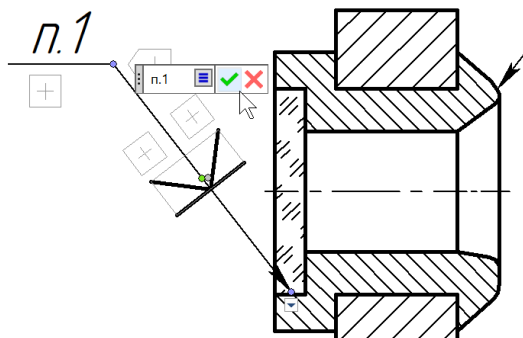


Рис. 9 – Обозначение клеевого шва

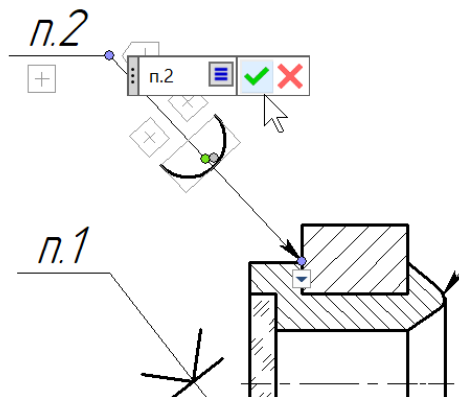


Рис. 10 – Обозначение пайки

4) Активизируйте команду создания технических требований (вкладка **Оформление – Технические требования – Создать**), рис. 11.

5) Напишите технические требования, указав марку клея и его ГОСТ, марку припоя и его ГОСТ:

1. Клей БФ-2 ГОСТ 12172-2016.
2. ПОС-60 ГОСТ 1499-70.

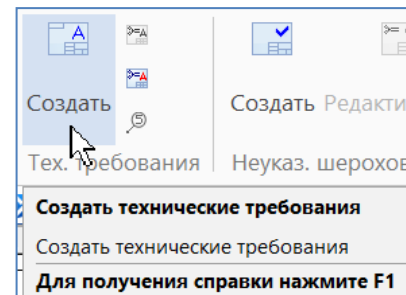
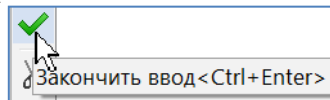


Рис. 11

Закончите ввод технических требований нажатием на зелёный флажок



3. Сварные швы

1) Создайте сварные швы (вкладка **Сборка – Сварной шов – 2D Сварной шов**), рис. 12.

Для каждого шва задайте параметры (рис. 13).

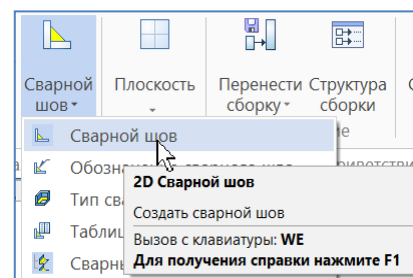


Рис. 12

Создание нового типа сварного шва

ГОСТ 5264-80 – С1 – Р

Стандарт: ГОСТ Номер: 5264-80

Обозначение: С1 Способ сварки: Р Р

Стыковое, односторонний Ручная дуговая сварка

Номер типа шва: 1

Расположение элементов шва: Сплошной

Размер катета: 0

Размер шага: 0

Размер провариваемого участка: 0

☒ Указывать стандарт в обозначениях швов

☒ Использовать пробелы в обозначениях сварных швов

ОК Отмена

Рис. 13

«Привяжите» сварной шов к соответствующей линии (рис. 14...18).

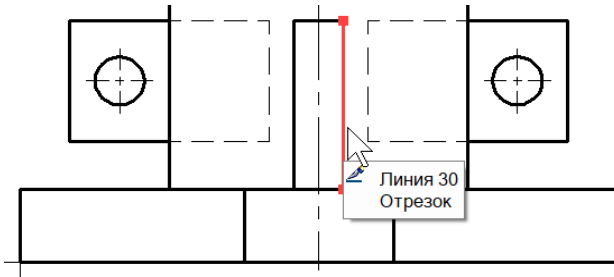


Рис. 14 – Для таврового шва 1

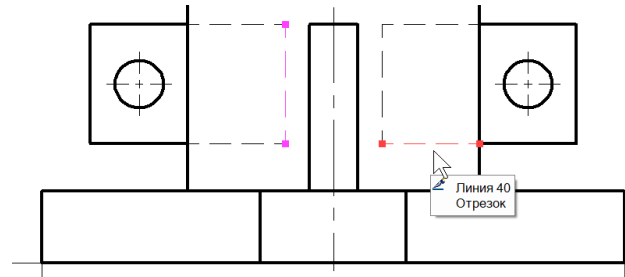


Рис. 15 – Для нахлесточного шва 2

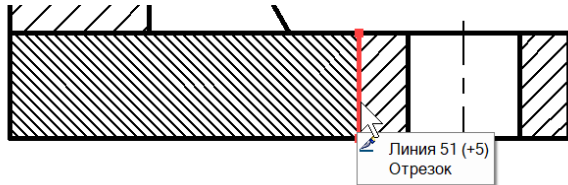


Рис. 16 – Для стыкового шва 3

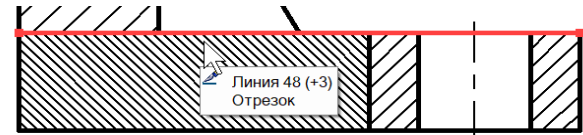


Рис. 17 – Для таврового шва 4

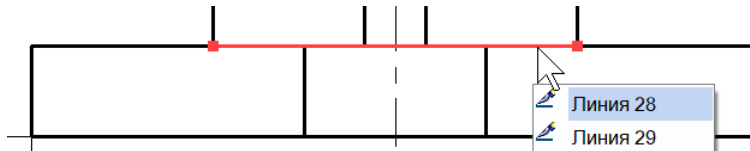


Рис. 18 – Для углового шва 5

2) Созданные сварные швы необходимо проверить (вкладка **Сборка – Сварной шов - Сварные швы**), рис. 19, 20).

Если обозначения сварных швов указаны верно, можно приступить к нанесению обозначений.

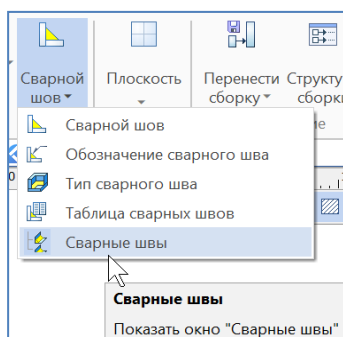


Рис. 19

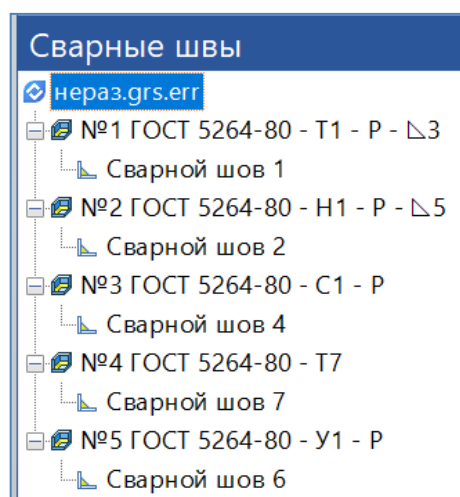


Рис. 20

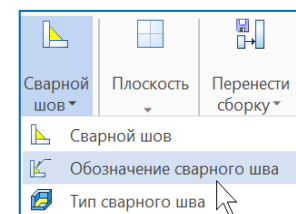


Рис. 21

3) Обозначьте сварные швы (вкладка **Сборка – Сварной шов - Обозначение сварного шва**), рис. 21.

- Выберите шов из списка в окне **Сварные швы** (рис. 20). Линия, к которой шов «привязан» на чертеже, будет выделена ярко фиолетовым цветом.
- Установите стрелку для обозначения сварного шва упором на эту линию.
- Закрепите на поле чертежа появившиеся обозначения (рис. 22).

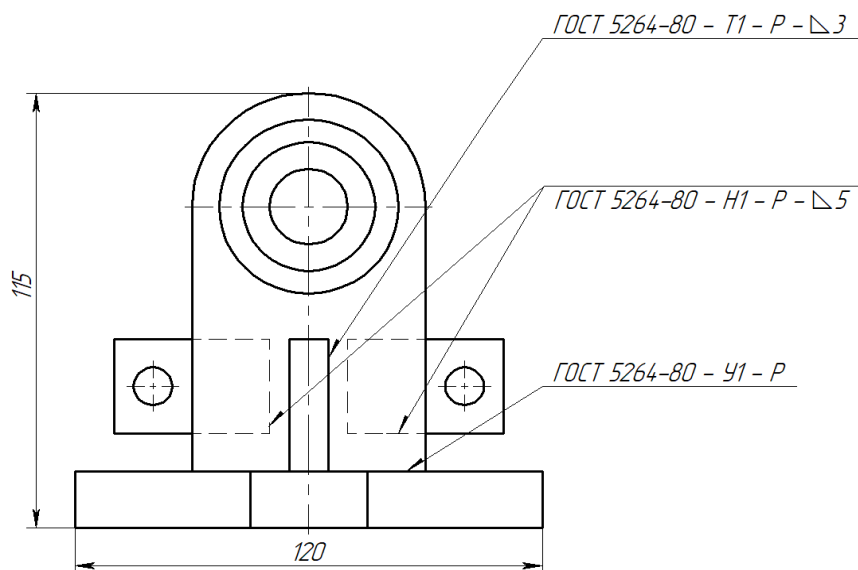


Рис. 22

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!!!

- 1) Обозначения сварных швов выравниваются по вертикали (рис. 22) или горизонтали.
- 2) Обозначение изнаночного шва выполняется **ПОД полкой выноской**.
- 3) Для изменения расположения надписи следует указать мышью соответствующее обозначение шва в окне **Сварные швы** (рис. 20) и нажать правую клавишу мыши. Откроется контекстное меню, из которого необходимо выбрать пункт **Параметры** (рис. 23).
- 4) В **Диалоговом окне Параметры надписи** выберите закладку **Дополнительные параметры** и поменяйте расположение шва (рис. 24).

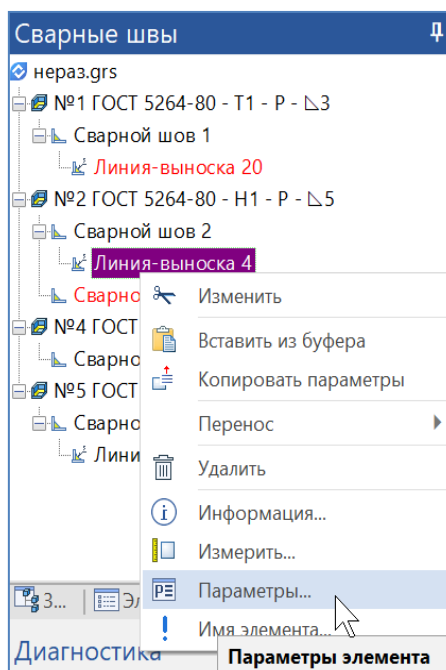


Рис. 23

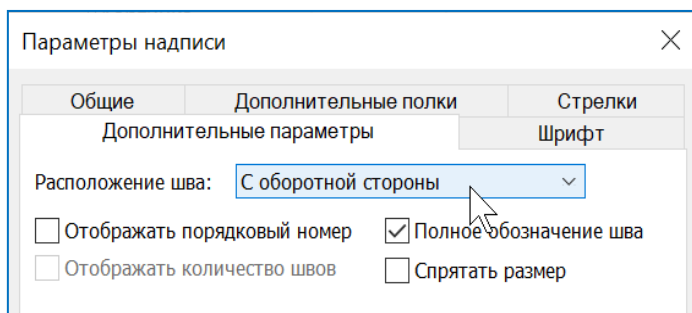


Рис. 24

**ЗАДАНИЕ №2 – СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ.
ТЯГА. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЁЖ.**

Цели работы: 1) ознакомиться с разъёмными соединениями деталей стандартными крепёжными изделиями и особенностями расчета резьбовых крепежных соединений; 2) научиться работать со справочной литературой (ГОСТами), пользоваться библиотеками **Конструктивных элементов** и **Стандартных изделий** в САПР T-FLEX CAD; 3) научиться выполнять сборочный чертёж и оформлять спецификацию.

Задания:1) Изучить структуру и состав сборочного чертежа; 2) Выполнить чертёж корпуса; 3) Выполнить сборочный чертёж тяги; 4) Заполнить спецификацию.

Образец выполненной работы представлен на рис. 25...27.

Вид соединения и параметры стандартных крепёжных изделий (диаметр резьбы болта ГОСТ 7798-70, исполнения 1, класса точности В; ГОСТ и диаметр резьбы винта, ГОСТ и диаметр резьбы шпильки) представлены в таблице 2.

Размеры и конструктивные данные в зависимости от вида соединения указаны в таблице 3.

Материал детали «Корпус» принять для нечётных вариантов – сталь 45 ГОСТ 1050-2013, для чётных вариантов – чугун СЧ 10 ГОСТ 1412-85.

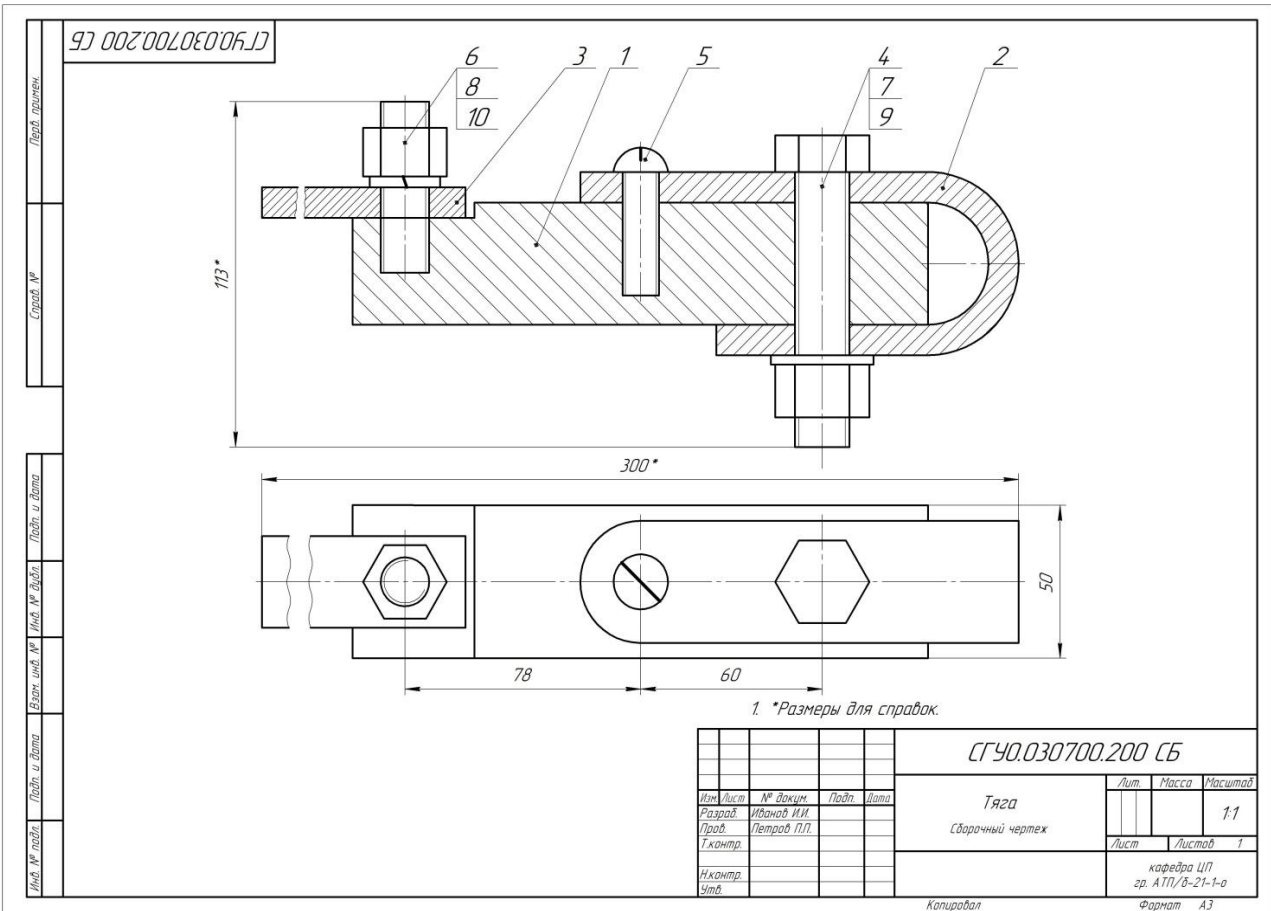


Рис. 25

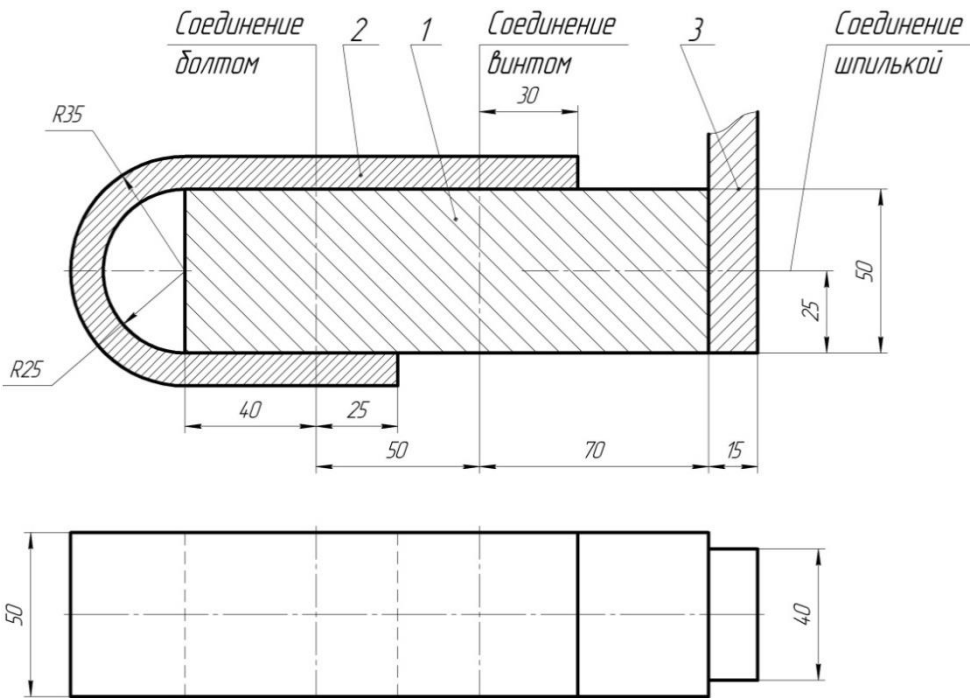
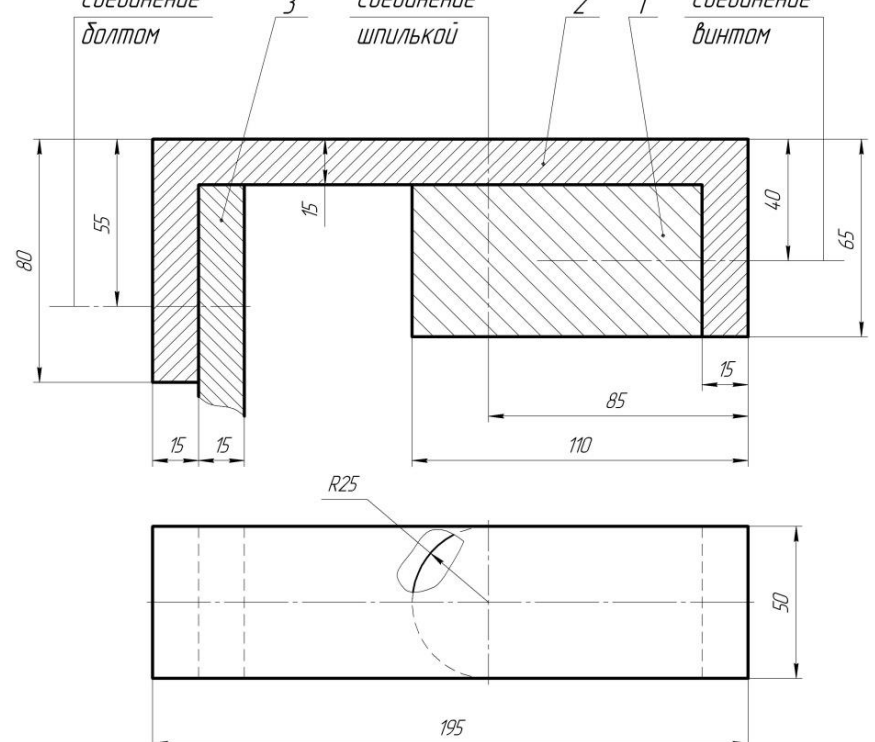
Копировал

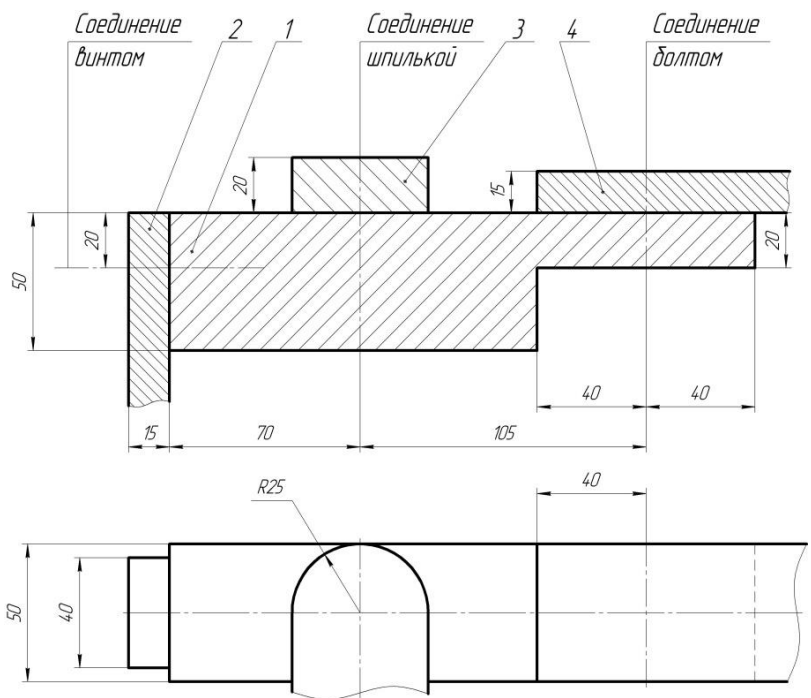
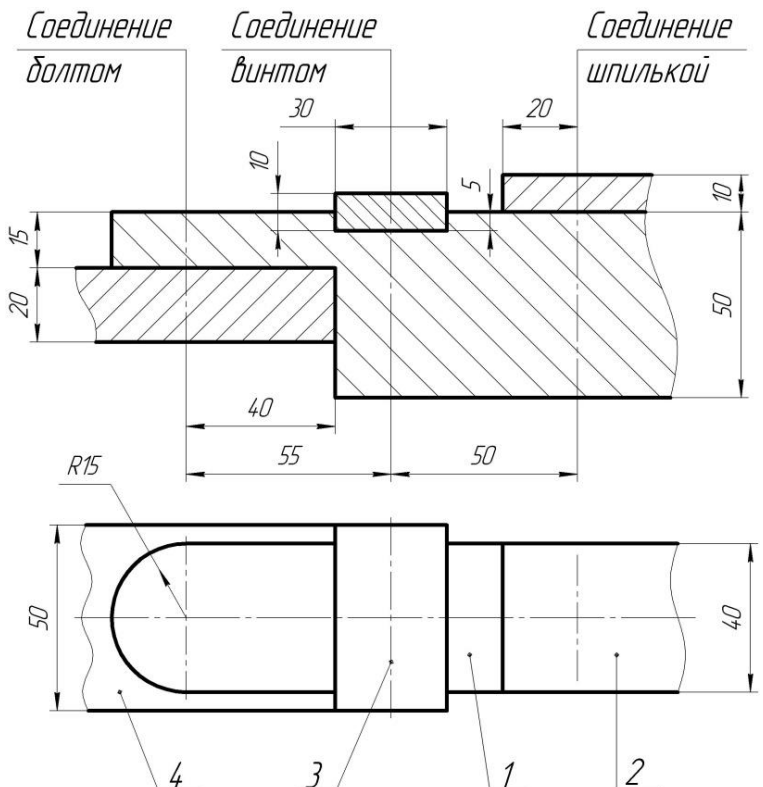
Рис. 26

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
8	4	M18	M14 ГОСТ 17475-80	M16 ГОСТ 22035-76
9	1	M14	M16 ГОСТ 1491-80	M16 ГОСТ 22032-76
10	2	M16	M18 ГОСТ 17473-80	M16 ГОСТ 22034-76
11	3	M16	M10 ГОСТ 17474-80	M12 ГОСТ 22033-76
12	4	M20	M12 ГОСТ 17475-80	M18 ГОСТ 22035-76
13	1	M16	M14 ГОСТ 1491-80	M14 ГОСТ 22032-76
14	2	M14	M16 ГОСТ 17473-80	M18 ГОСТ 22034-76
15	3	M18	M18 ГОСТ 17474-80	M14 ГОСТ 22033-76
16	4	M20	M10 ГОСТ 17475-80	M20 ГОСТ 22035-76
17	1	M18	M12 ГОСТ 1491-80	M12 ГОСТ 22032-76
18	2	M12	M14 ГОСТ 17473-80	M20 ГОСТ 22034-76
19	3	M20	M16 ГОСТ 17474-80	M16 ГОСТ 22033-76
20	4	M18	M18 ГОСТ 17475-80	M12 ГОСТ 22035-76
21	1	M16	M10 ГОСТ 1491-80	M20 ГОСТ 22032-76
22	2	M18	M12 ГОСТ 17473-80	M12 ГОСТ 22034-76
23	3	M12	M14 ГОСТ 17474-80	M18 ГОСТ 22033-76
24	4	M16	M16 ГОСТ 17475-80	M14 ГОСТ 22035-76
25	1	M14	M18 ГОСТ 1491-80	M18 ГОСТ 22032-76
26	2	M18	M10 ГОСТ 17473-80	M14 ГОСТ 22034-76

Таблица 3

Вид соединения	Конструктивные данные соединений
1	2
1	 1 – корпус, 2 – скоба, 3 – тяга
2	 1 – корпус, 2 – скоба, 3 – пластина

1	2
3	 Соединение винтом 2 1 Соединение шпилькой 3 4 Соединение болтом 1 – корпус, 2 – пластина, 3 – тяга, 4 – крышка
4	 Соединение болтом Соединение винтом Соединение шпилькой 1 – корпус, 2 – крышка, 3 – пластина, 4 – тяга

Последовательность выполнения задания:

1. Чертёж корпуса

1.1. Изображения детали. На рабочем чертеже корпуса следует выполнить два изображения: фронтальный разрез и вид сверху, и нанести размеры (рис. 27).

На фронтальном разрезе должны быть изображены и образмерены отверстия под крепёжные детали: болт, винт и шпильку (рис. 28).

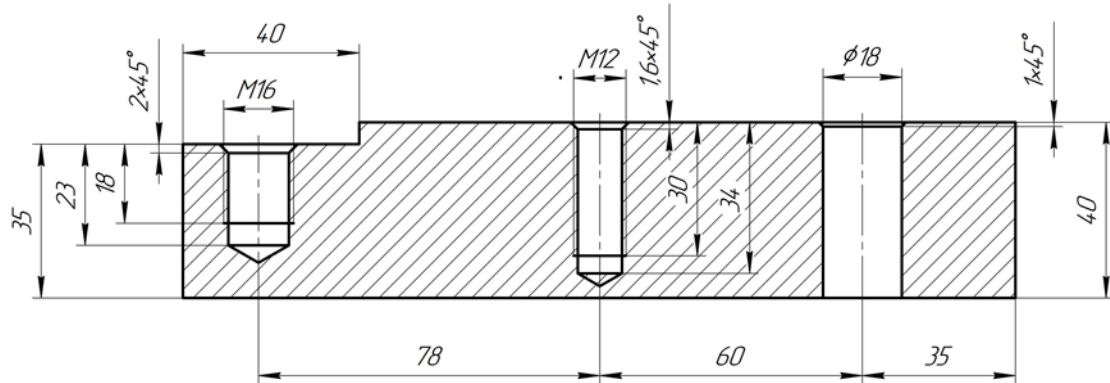


Рис. 28

Выполнение чертежа рекомендуется начинать с проведения линий построения, далее – обвести результат линиями изображения (рис. 29).

Обязательно нанесите осевые линии для отверстия под крепёжные детали!

Штриховка выполняется в последнюю очередь, после изображения отверстий.

1.2. Отверстие гладкое сквозное под болт выполняется в T-FLEX CAD автоматически, с использованием библиотеки **Конструктивные элементы** (см. служебное окно **Меню документов**, рис. 30).

После выбора формы отверстия необходимо установить его параметры в окне **Переменные** (рис. 31) и «перетащить» изображение на рабочее поле чертежа нажатием левой клавиши мыши.

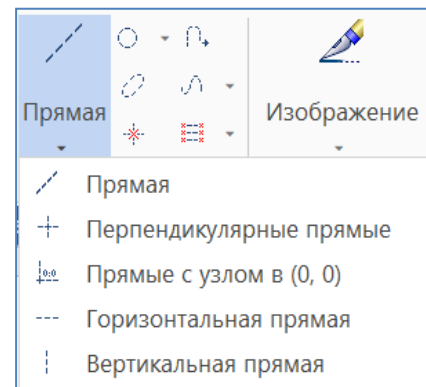


Рис. 29

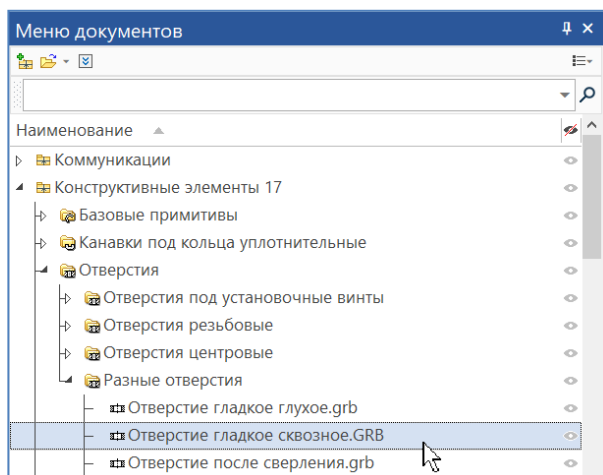


Рис. 30

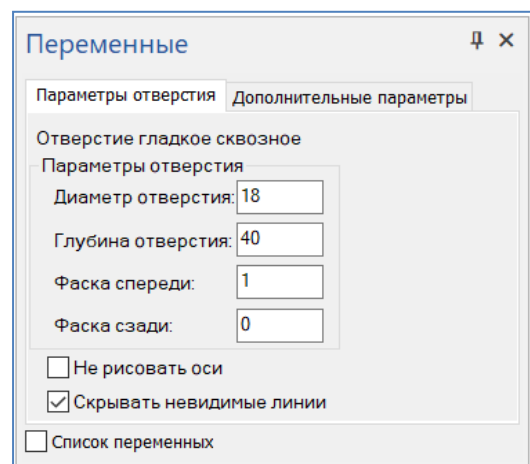


Рис. 31

Диаметр сквозного цилиндрического отверстия под болт определяется по ГОСТ 1124-75 в соответствии с диаметром стержня болта (таблица 4).

Таблица 4

Диаметры стержней крепежных деталей d	Диаметры сквозных отверстий d _h			Диаметры стержней крепежных деталей d	Диаметры сквозных отверстий d _h		
	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3		Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3
10	10,5	11	12	18	19	20	21
12	13	14	15	20	21	22	24
14	15	16	17	22	23	24	26
16	17	18	19	24	25	26	28

При выборе диаметра сквозных отверстий ряд 3 предпочтительней ряд 2, а ряд 2 – ряду 1.

Глубина отверстия определяется высотой корпуса. Фаска - 1x45°.

1.3. Отверстия резьбовые метрические глухие под винт и шпильку выполняются в T-FLEX CAD автоматически, с использованием библиотеки **Конструктивные элементы** (см. служебное окно **Меню документов**, рис. 32). После выбора формы отверстия необходимо установить его параметры в окне **Переменные** (рис. 33) и «перетащить» изображение на рабочее поле чертежа нажатием левой клавиши мыши.

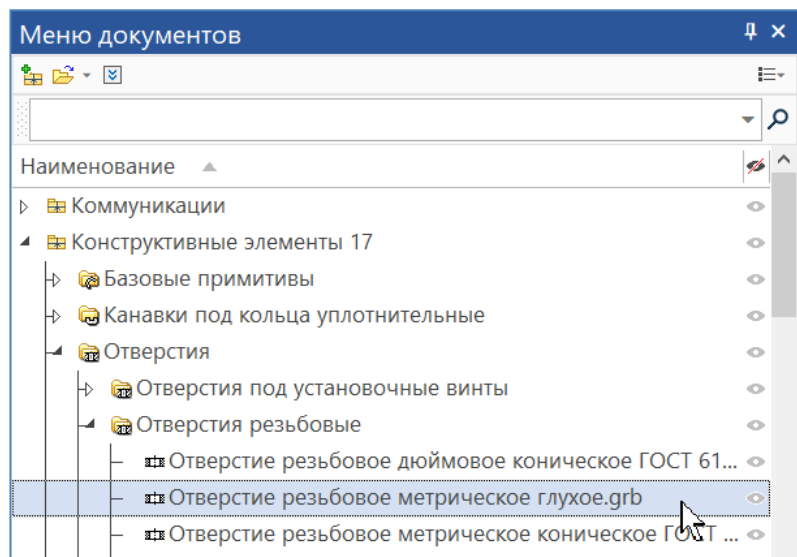


Рис. 32

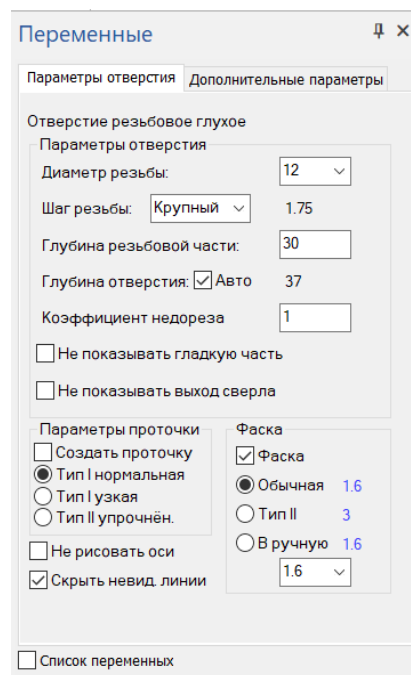


Рис. 33

Резьбовые гнёзда под винт и шпильку рассчитывают согласно соответствующим конструктивным изображениям с учётом глубины ввинчивания и шага резьбы.

Глубина ввинчивания зависит от материала корпуса (см. таблицу 5).

Таблица 5

Металл	Сталь	Бронза	Чугун	Легкий сплав
Глубина ввинчивания	$l_1 = d$	$l_1 = d$	$l_1 = 1,6 d$	$l_1 = 2 d$

На рис. 34 представлено конструктивное изображение винтового соединения для винта с потайной головкой и расчёт резьбового гнезда.

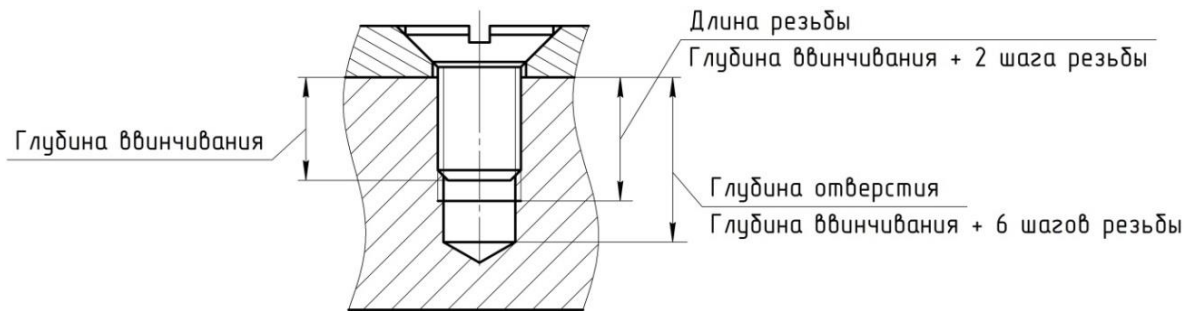


Рис. 34

На рис. 35 представлено конструктивное изображение шпильчного соединения с расчётом резьбового гнезда в корпусе и длиной шпильки.

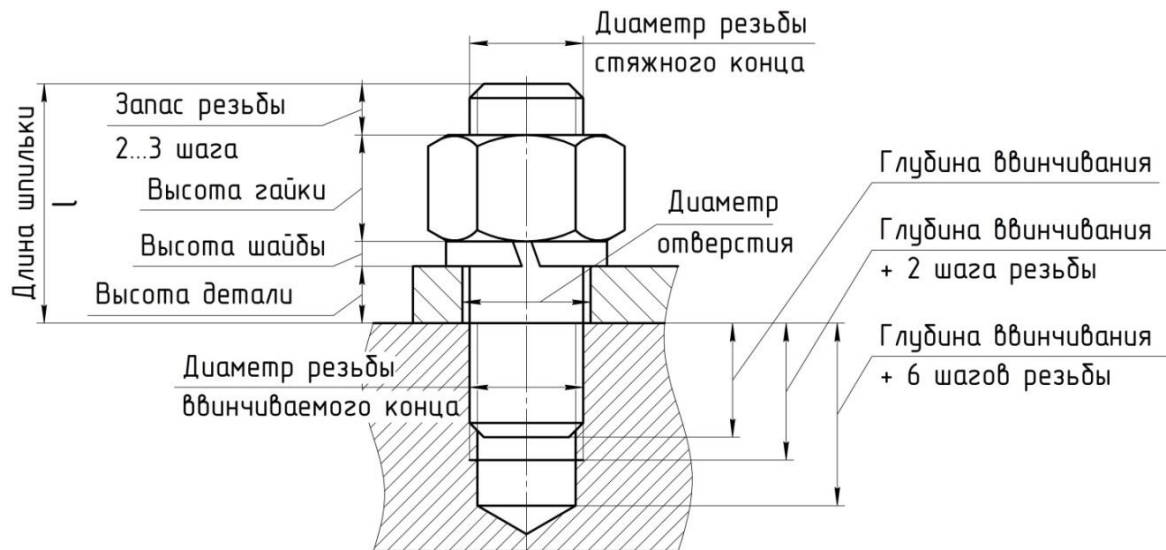


Рис. 35

Размер фасок для внутренней метрической резьбы зависит от шага резьбы и определяется по ГОСТ 10549-80 (таблица 5). При выборе крупного шага в окне

Шаг резьбы: Крупный 1.75

Переменные шаг резьбы и размер фаски будут заданы автоматически.

Таблица 5

Шаг резьбы Р	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3
Фаска	1	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5

1.4. Заполнение основной надписи. Номер чертежа корпуса должен соответствовать обозначению данной детали в спецификации к сборочному чертежу.

Материал корпуса принять для нечётных вариантов – сталь 45 ГОСТ 1050-2013, для чётных вариантов – чугун СЧ 10 ГОСТ 1412-85.

2. Тяга. Сборочный чертёж.

2.1. Изображения соединяемых деталей. На сборочном чертеже следует выполнить два изображения: фронтальный разрез и вид сверху по индивидуальному варианту и заданию из таблицы 1, согласно конструктивным данным и размерам, указанным в таблице 2. На участках расположения крепёжных изделий необходимо провести осевые линии.

Штриховка на данном этапе работы отсутствует.

Образец изображения данного этапа представлен на рис. 36

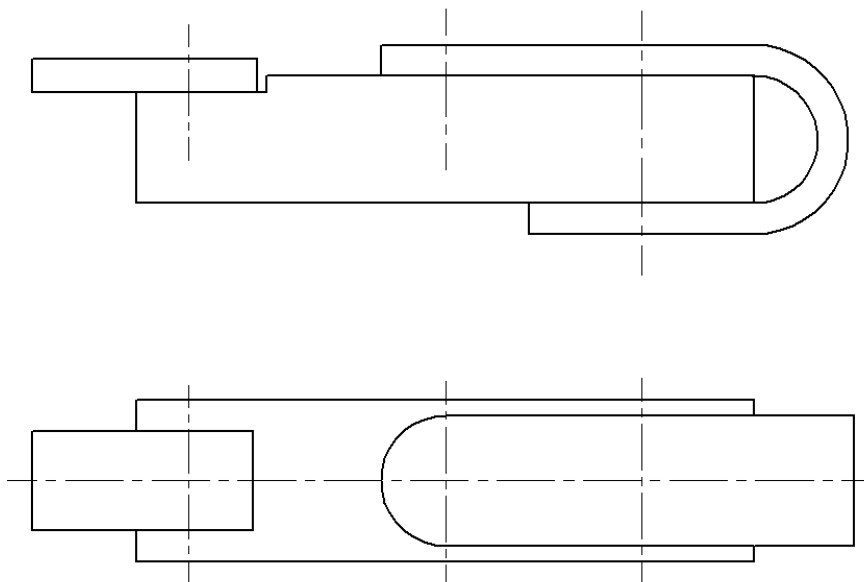


Рис. 36

2.2. Внедрение изображений стандартных крепёжных изделий. Изображения стандартных изделий выполняются в T-FLEXCAD автоматически, с использованием библиотеки **Стандартные изделия** (служебное окно **Меню документов**). Для выбора крепёжной детали, например, болта, необходимо напечатать его название и ГОСТ в соответствующей строке (рис. 37) и «перетащить» изображение на рабочее поле чертежа нажатием левой клавиши мыши. Параметры детали устанавливаются в окне **Переменные** (рис. 38). На сборочных чертежах изображения крепёжными деталями выполняется упрощённо, поэтому необходимо выбрать упрощённое изображение в окне **Просмотр** (рис. 39).

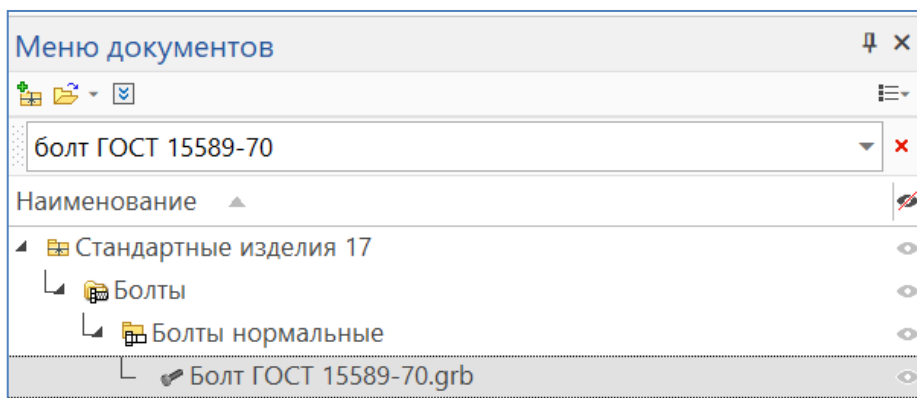


Рис. 37

Изображения деталей на чертеже необходимо зафиксировать путём нажатия на левую клавишу мыши и сориентировать (повернуть) согласно заданию.

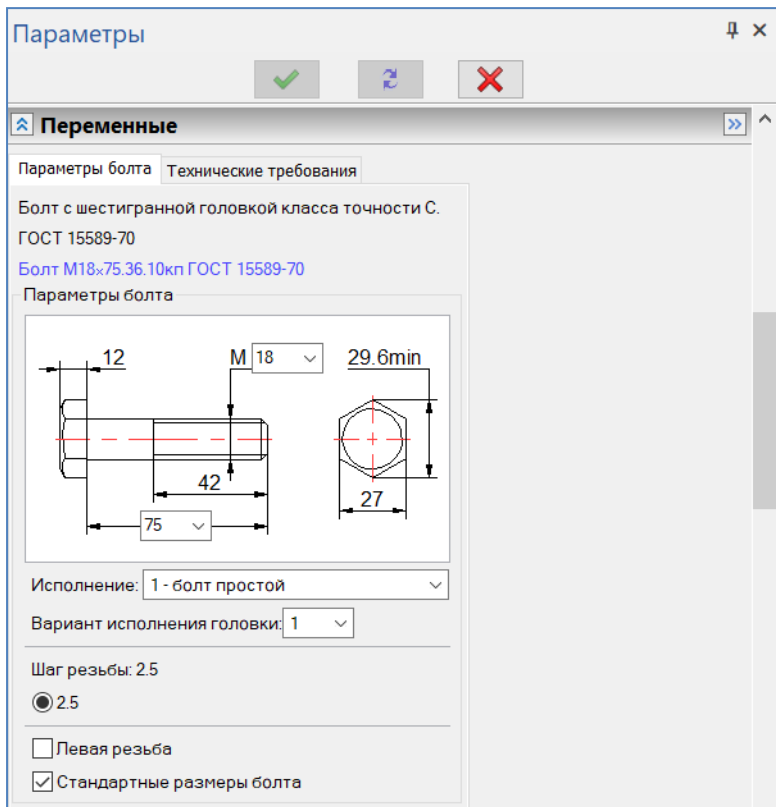


Рис. 38

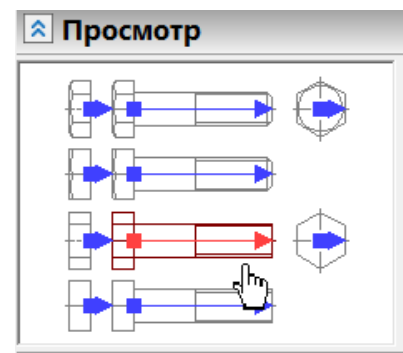


Рис. 39

На рис. 40 представлено изображение, содержащее шпильку, винт и болт.

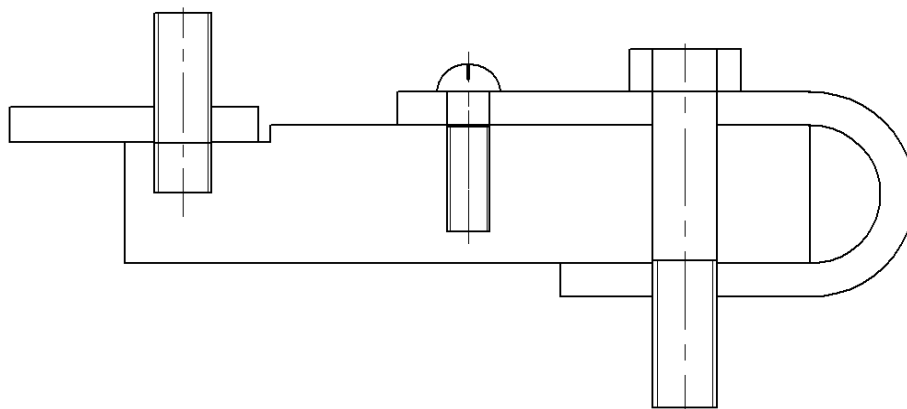


Рис. 40

Обратите внимание, что ввинчиваемый конец шпильки располагается в нижней детали.

После внедрения изображений крепёжных деталей устанавливаются шайбы и гайки. Внутренний диаметр этих деталей определяется диаметром резьбы на стержнях болта и шпильки. Для выбора детали необходимо напечатать её название и ГОСТ в соответствующей строке служебного окна **Меню документов – Стандартные изделия** и «перетащить» изображение на рабочее поле чертежа нажатием левой клавиши мыши. Параметры детали устанавливаются в окне **Переменные**. На чертеже необходимо зафиксировать изображения деталей путём нажатия на левую клавишу мыши и сориентировать (повернуть) согласно заданию.

Шайбы упираются на соединяемые детали (рис. 41), а гайки – на шайбы (рис. 42).

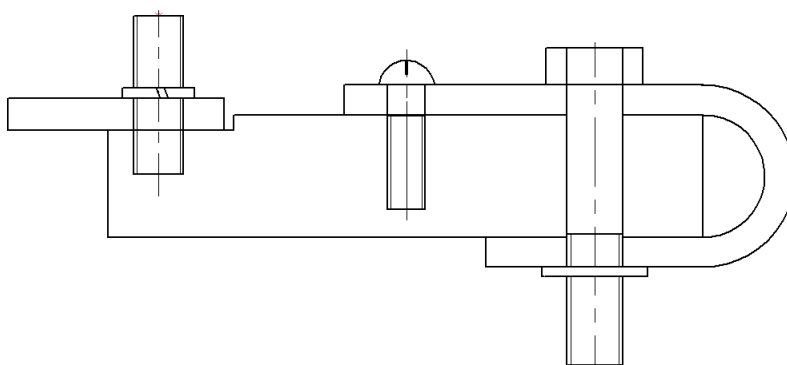


Рис. 41

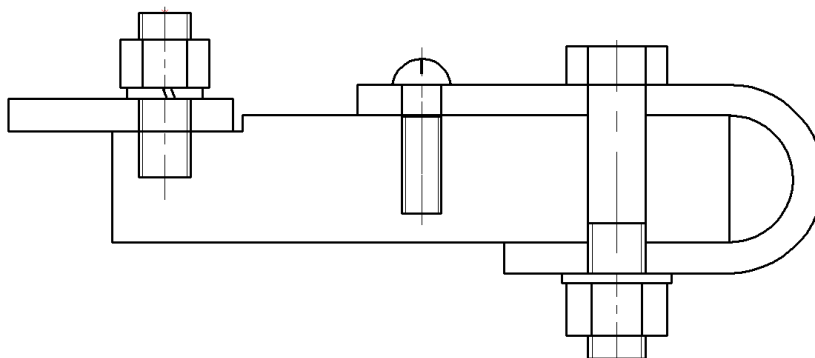


Рис. 42

2.3. Оформление сборочного чертежа. После выполнения изображений соединений деталей крепёжными изделиями необходимо грамотно оформить сборочный чертёж и составить спецификацию. На фронтальном разрезе наносится штриховка. На виде сверху изображаются соответствующие проекции крепёжных деталей. В технических требованиях даётся ссылка на размеры для справок.

Перед выполнением штриховки необходимо установить флажок в поле «Учитывать линии фрагментов» диалогового окна «**Параметры автоматического поиска контура**», рис. 43, 44.

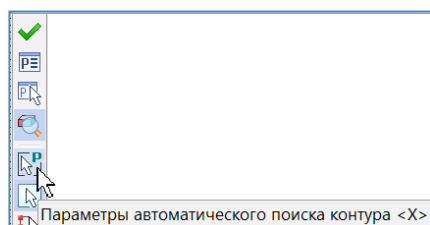


Рис. 43

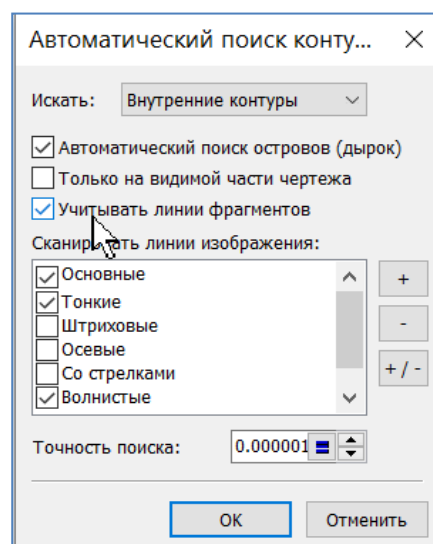


Рис. 44

ГОСТ 2.109-73 устанавливает основные требования, предъявляемые к чертежам, в том числе и сборочным.

Сборочный чертеж должен содержать:

1) Изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

2) Номера позиций составных частей, входящих в изделие. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций. Номера позиций не должны пересекать размерные линии.

3) Габаритные и присоединительные размеры.

4) Технические требования.

Нанесение номеров позиций выполняется командой **Надпись** (область Оформление), рис. 45. Необходимо установить **вид стрелки – точка** в служебном окне **Надпись**, рис. 46. При нанесении нескольких номеров позиций на одной выноске необходимо добавить новую полку, рис. 47.

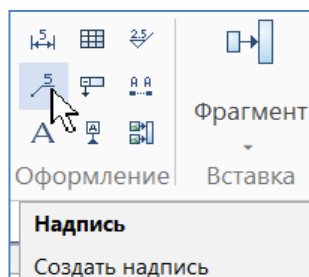


Рис. 45

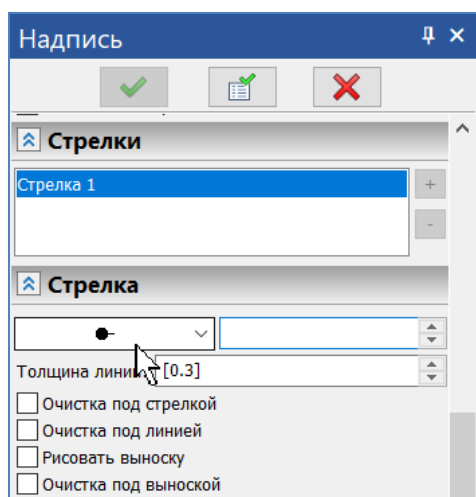


Рис. 46

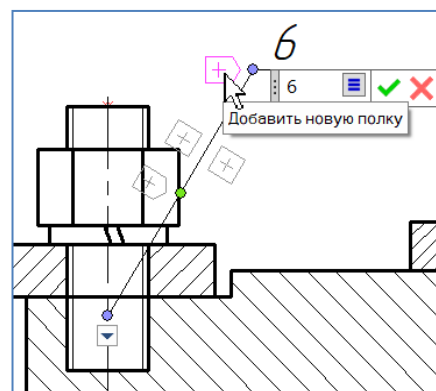


Рис. 47

3. Оформление спецификации. Спецификация – это конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Форма, размеры и порядок заполнения спецификации определяется ГОСТ 2.108—68.

Согласно указанному стандарту спецификация в общем случае содержит разделы: **Документация, Комплексы, Сборочные единицы, Детали, Стандартные изделия, Прочие изделия, Материалы, Комплекты**. В данном задании присутствуют разделы: **Документация, Детали, Стандартные изделия**. Наличие резервных строк в каждом разделе спецификации и пустых строк между разделами (рис. 48) обязательно и продиктовано стандартом.

В разделе «Документация» указывается сборочный чертёж – как основной документ специфицируемого изделия.

В разделе «Детали» перечисляются оригинальные детали, входящие в специфицируемое изделие.

Раздел «Стандартные изделия» содержит перечень стандартных деталей в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого обозначения стандартов – в порядке возрастания основных параметров и размеров изделия.

Номера позиций являются главным связующим звеном между сборочным чертежом и спецификацией.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Раздел "Документация"	A3					Пустая строка
				<u>Документация</u>		Название раздела
						Пустая строка
			СГЧ0.020300.100 СБ	Сборочный чертёж		Название раздела
						Резервная строка
Раздел "Детали"						Пустая строка
				<u>Детали</u>		Название раздела
						Пустая строка
		1	СГЧ0.020300.101	Корпус	1	Перечень деталей, входящих в сборочный чертёж
		2	СГЧ0.020300.102	Дужка амортизатора	1	
		3	СГЧ0.020300.103	Плечо подставки	1	
Раздел "Стандартные изделия"						Резервные строки
						Пустая строка
				<u>Стандартные изделия</u>		Название раздела
						Пустая строка
		6		Болт М18 х 90.88.35Х046 ГОСТ 15589-70	1	Перечень стандартных изделий
		7		Винт М12 х 40.88.35Х046 ГОСТ 1491-80	1	
		8		Гайка М16х1,5-6Н.12.30ХГСА.016 ГОСТ 15526-70	1	
		9		Гайка М18-6Н.12.30ХГСА.016 ГОСТ 15526-70	1	
		10		Шайба 16 Н.65Г.029 ГОСТ 6402-70	1	
		11		Шайба 18.01.08кн.016 ГОСТ 11371-78	1	
		12		Шпилька М16х15х40.109.35Х.026 ГОСТ 22033-76	1	Резервные строки

Рис. 48

Поскольку в настоящий момент рабочей версия T-FLEX CAD является учебная, автоматическое заполнение спецификации не поддерживается и студентам придётся заполнять спецификацию вручную, либо набирать её в текстовом редакторе.

ЗАДАНИЕ №3 – СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ 3D СБОРКИ

Цель работы: ознакомить студентов с 3D моделированием деталей в САПР T-FLEX CAD.

Задание: выполнить по описанию 3D модели заданных деталей для будущей 3D сборки.

Последовательность выполнения задания:

1. Линза (рис. 49, 50).

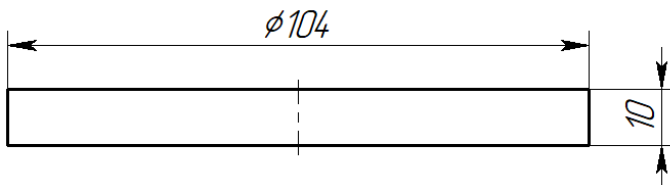


Рис. 49

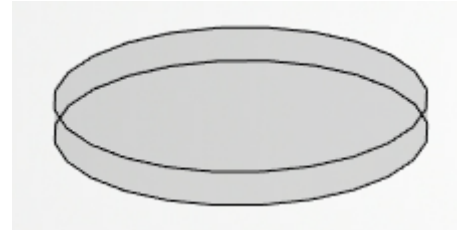


Рис. 50

Модель детали выполнить командой

Цилиндр  Цилиндр.

Параметры модели установить в служебном окне (рис. 51).

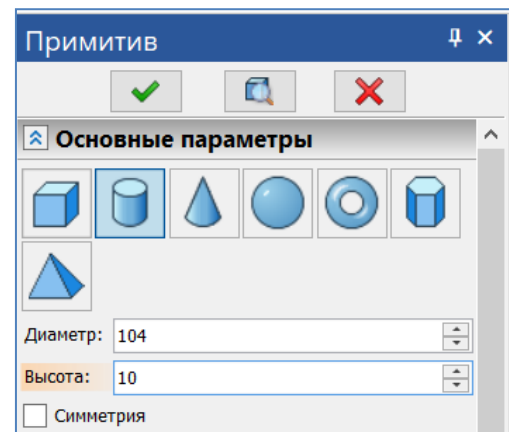


Рис. 51

2. Шайба (рис. 52, 53).

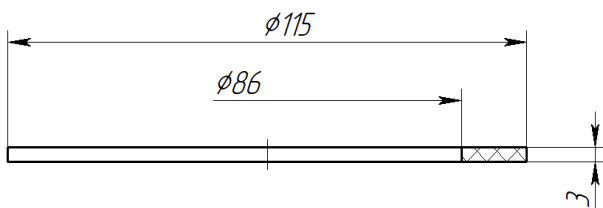


Рис. 52

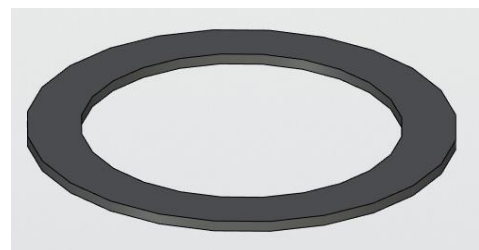


Рис. 53

2.1 Построить два цилиндра: по диаметру шайбы и внутреннего отверстия командой

 Цилиндр.

2.2 Булевой операцией **Вычитание** (рис. 54) создать модель шайбы.

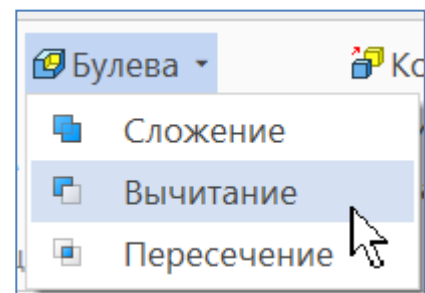


Рис. 54

3. Крышка (рис. 55, 56)

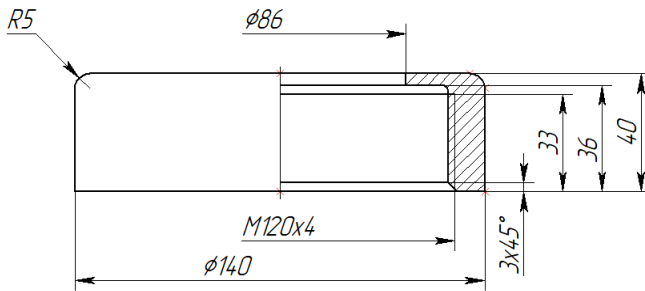


Рис. 55

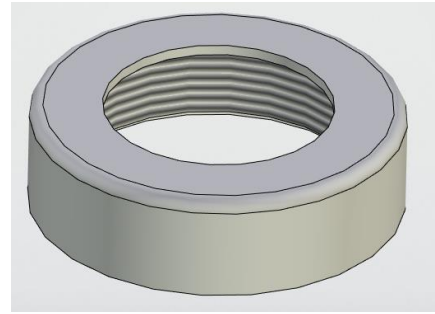


Рис. 56

3.1 Построить два цилиндра: по наружному диаметру 140 и внутреннему диаметру 86 высотой 40 командой  **Цилиндр**.

3.2 Булевой операцией **Вычитание** вычесть из большего цилиндра меньший.

3.3 Построить цилиндр диаметром 116 высотой 36 для будущего внутреннего резьбового отверстия.

3.4 Командой **Резьба**  выполнить резьбу M120x4 (рис. 57).

Параметры резьбы указать в служебном окне (рис. 58).

Не забудьте указать размер 3 мм. – конец резьбы.

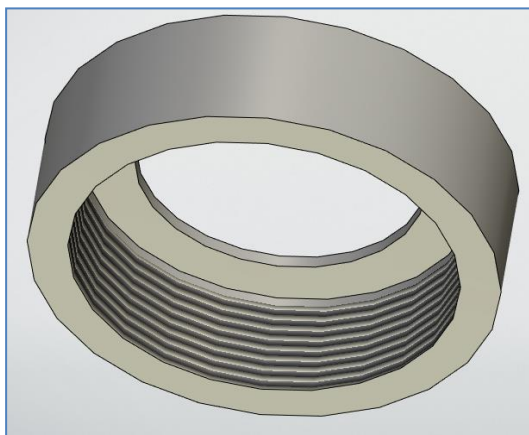
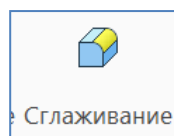


Рис. 57

Рис. 58



3.5 Командой **Сглаживание** выполнить фаску 3x45° и скругление детали R5.

4. Корпус (рис. 59, 60).

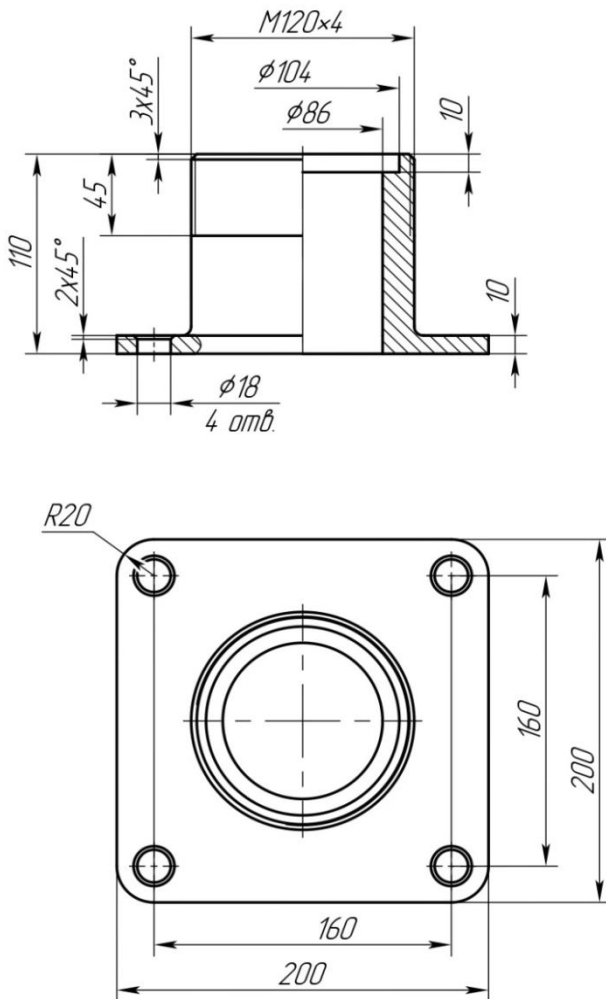


Рис. 59

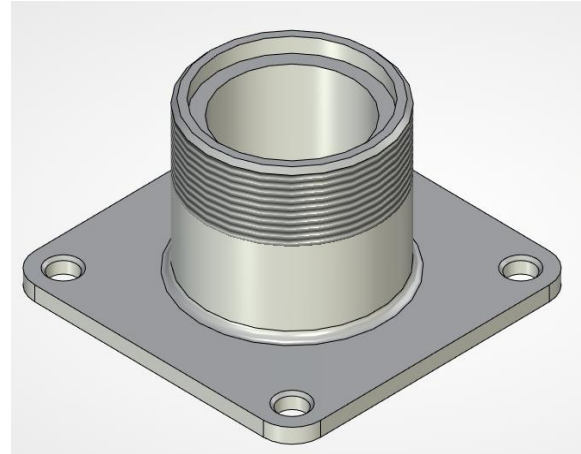
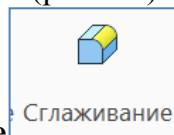


Рис. 60

4.1 Командой **Параллелепипед**

построить основание детали.

Параметры задать в служебном окне (рис. 61).



4.2 Командой **Сглаживание**

выполнить скругление основания R20.

4.3 Выбрать верхнюю грань параллелепипеда в качестве эскизной (рис. 62), нанести вспомогательные линии и нарисовать окружности будущих отверстий (рис. 63) $\phi 18$.

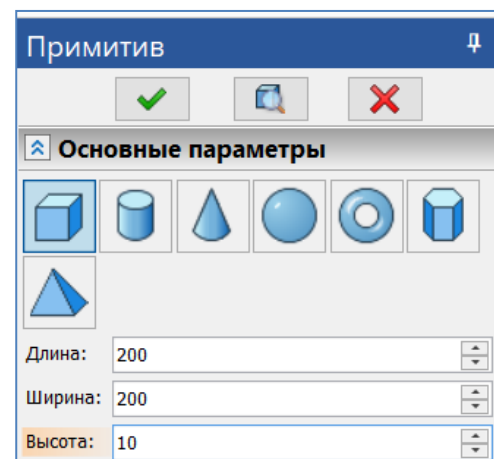


Рис. 61

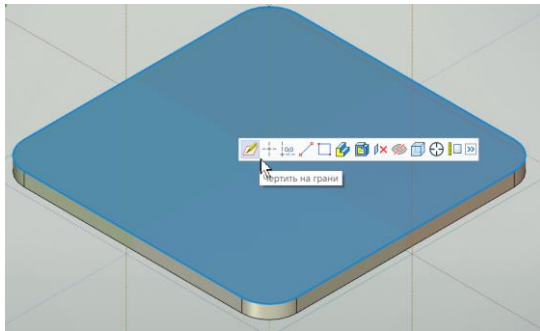


Рис. 62

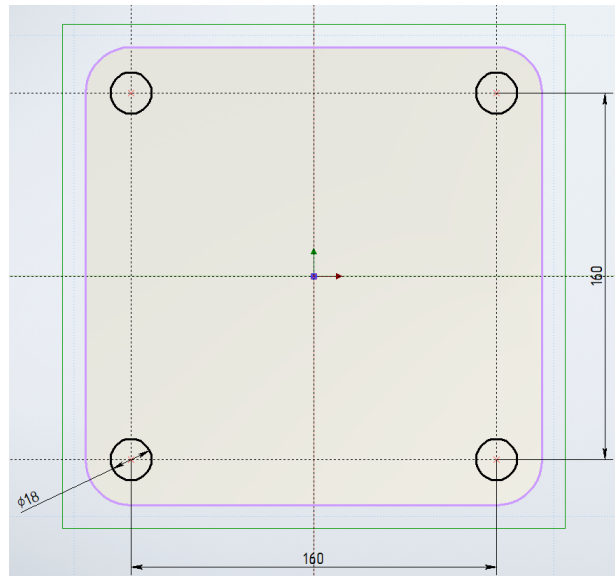
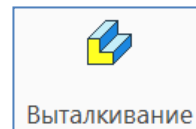


Рис. 63



4.4 Выполнить операцию **Вытапливание** (рис. 64).

4.5 Вычесть построенные цилиндры из основания булевой операцией **Вычитание** (рис. 65).

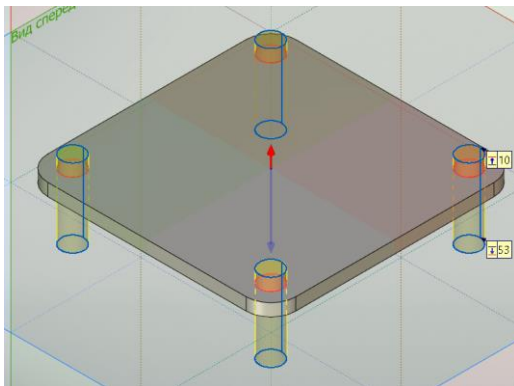


Рис. 64

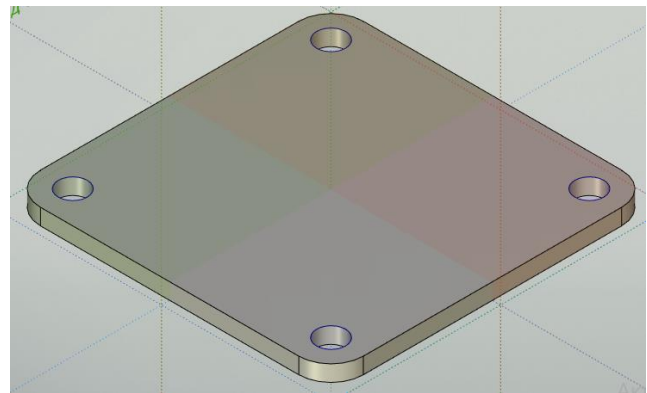


Рис. 65

4.6 Построить цилиндр $\varnothing 120$ высотой 110 мм. и объединить с основанием детали булевой операцией **Сложение**.

4.7 Построить цилиндр $\varnothing 86$ высотой 110 мм. и вычесть из детали булевой операцией **Вычитание**.

4.8 Выбрать верхнюю грань детали в качестве эскизной плоскости (рис. 66) и нарисовать окружность $\varnothing 104$.

4.9 Выполнить операцию **Вытапливание** на глубину 10 в обратном направлении.

4.10 Булевой операцией **Вычитание** вычесть полученный в 4.9 цилиндр из детали (рис. 67).

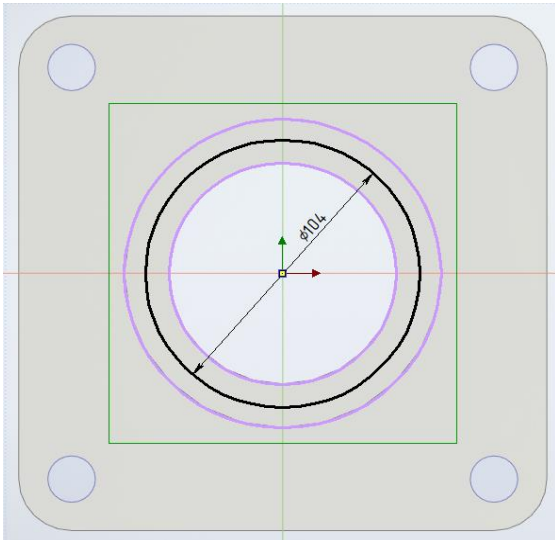


Рис. 66

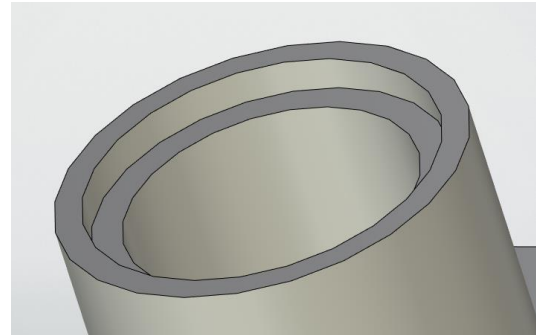


Рис. 67

4.11 Командой **Резьба**  **Резьба** выполнить резьбу M120x4 (рис. 68).

Параметры резьбы указать в служебном окне (рис. 69).

Не забудьте указать размер 65 мм. – от конца.

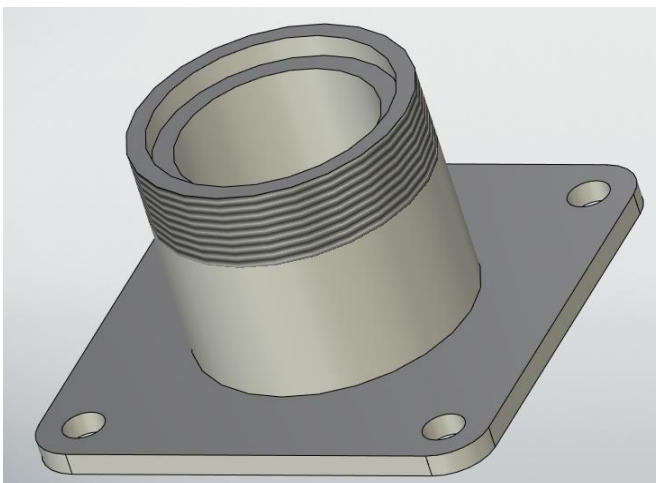


Рис. 68

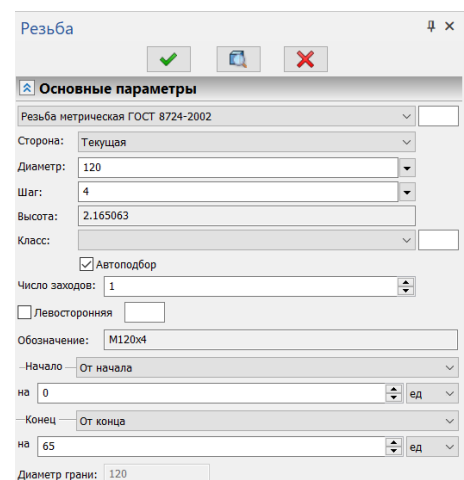


Рис. 69

4.12 Командой **Сглаживание** выполнить фаски 2x45° в отверстиях основания детали и 3x45° на резьбе.

5.2 С помощью линий построения и линии изображения выполнить профиль детали (рис. 73).

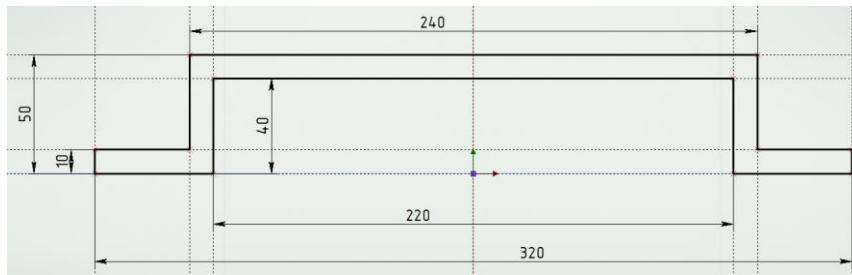


Рис. 73

5.3 Вытолкнуть профиль на длину 100 в прямом и обратном направлении (рис. 74).

5.4 Выполнить цилиндрические отверстия командой **Цилиндр** либо с использованием операции **Выталкивание**, предварительно нарисовав необходимые окружности (рис.75).

5.5 Булевой операцией **Вычитание** вычесть полученные в 5.4 цилиндры из детали для получения отверстий.

5.6 Операцией **Сглаживание** скруглить острые кромки R5.

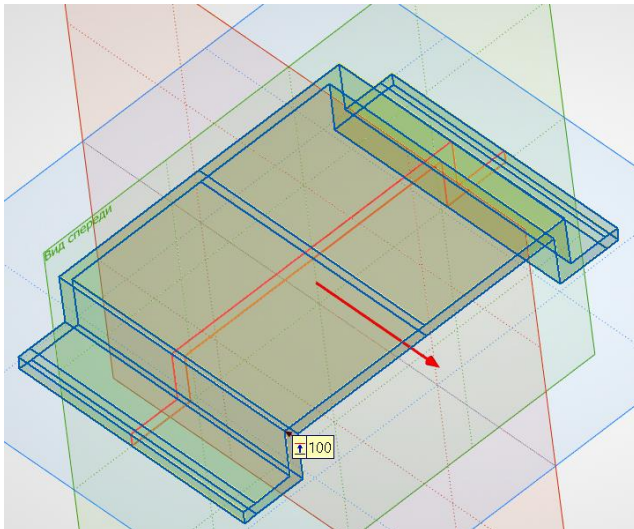


Рис. 74

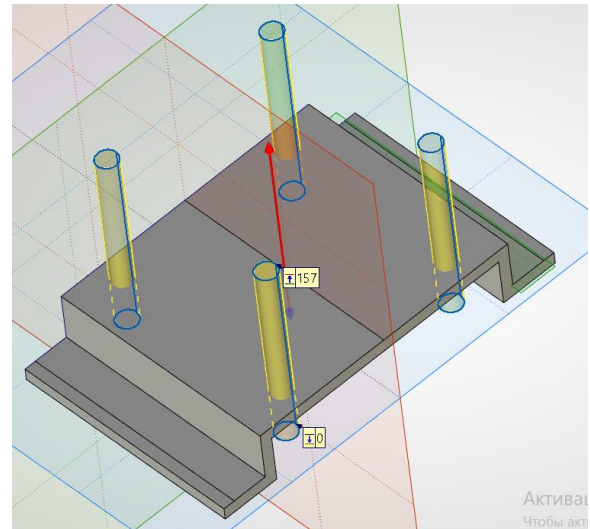


Рис. 75

ЗАДАНИЕ №4 – ГЛАЗОК. 3D СБОРКА.

Цель работы: Освоить операции создания и редактирования 3D сборок и разборок в САПР T-FLEX CAD.

Задачи: Научиться создавать и редактировать 3D сборки методом «снизу-вверх»; пользоваться манипуляторами и 3D коннекторами, а также библиотеками стандартных элементов.

Задания: Выполнить 3D сборку из 3D фрагментов (см. задание №4);

Перечень фрагментов сборки представлен на рис. 76, образец сборки – рис. 77.

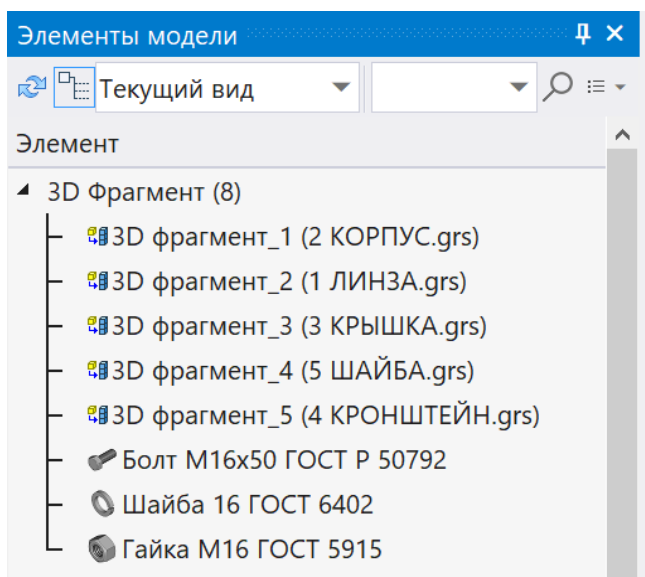


Рис. 76

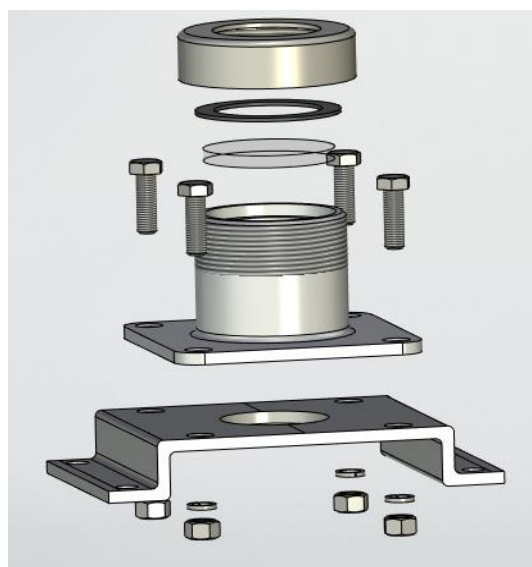


Рис. 77

3D сборка в T-FLEX CAD может быть спроектирована **Снизу – вверх** (сборка собирается из ранее созданных моделей – 3D фрагментов) и **Сверху – вниз** (компоненты сборки моделируются в 3D сборке). В настоящем задании следует воспользоваться принципом **Снизу – вверх**. 3D фрагменты – модели входящих в сборку деталей, созданы ранее в задании №4.

Последовательность выполнения задания:

1. Создать новый документ – 3D сборку (рис. 78).

2. Активизировать команду **3D Фрагмент**

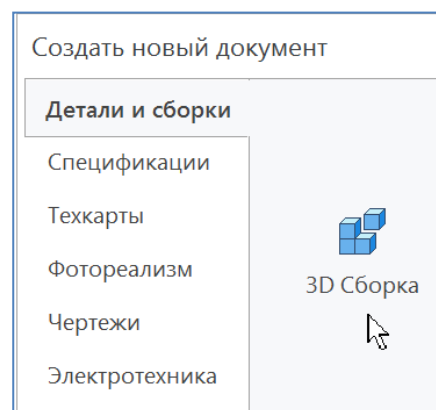
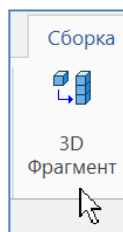


Рис. 78

3. Выбрать файл 3D Фрагмента (рис. 79) – **Кронштейн** (рис. 80) и внедрить его в 3D сборку (рис. 81).

Особое внимание следует уделить расположению модели. Желательно расположить деталь таким образом, чтобы ось центрального отверстия проходила вдоль оси Z. Положение модели регулируется манипуляторами.

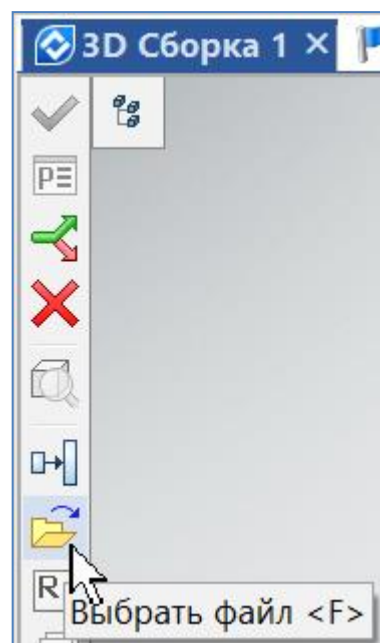


Рис. 79

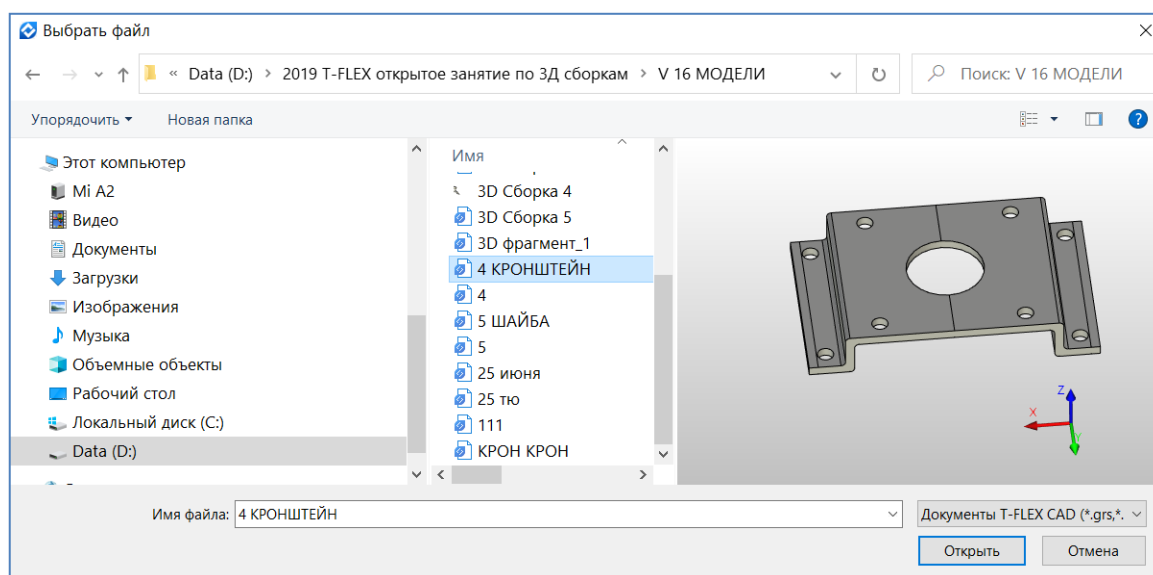


Рис. 80

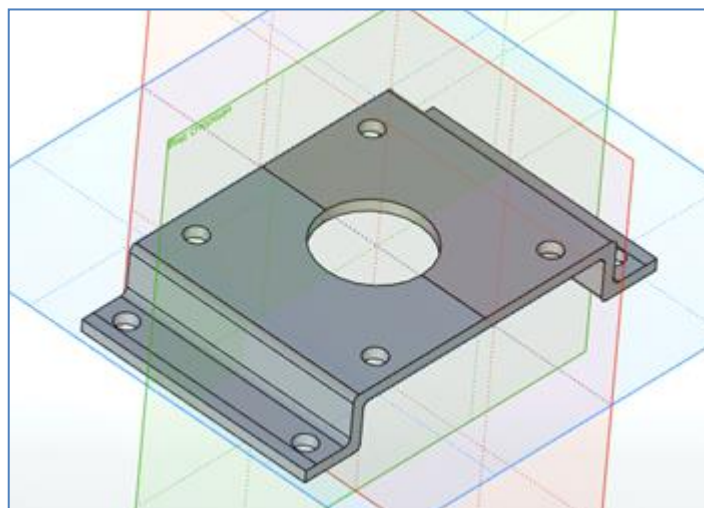


Рис. 81

4. Выбрать файл 3D Фрагмента – **Корпус** (рис. 82) и внедрить его в 3D сборку (рис. 83).

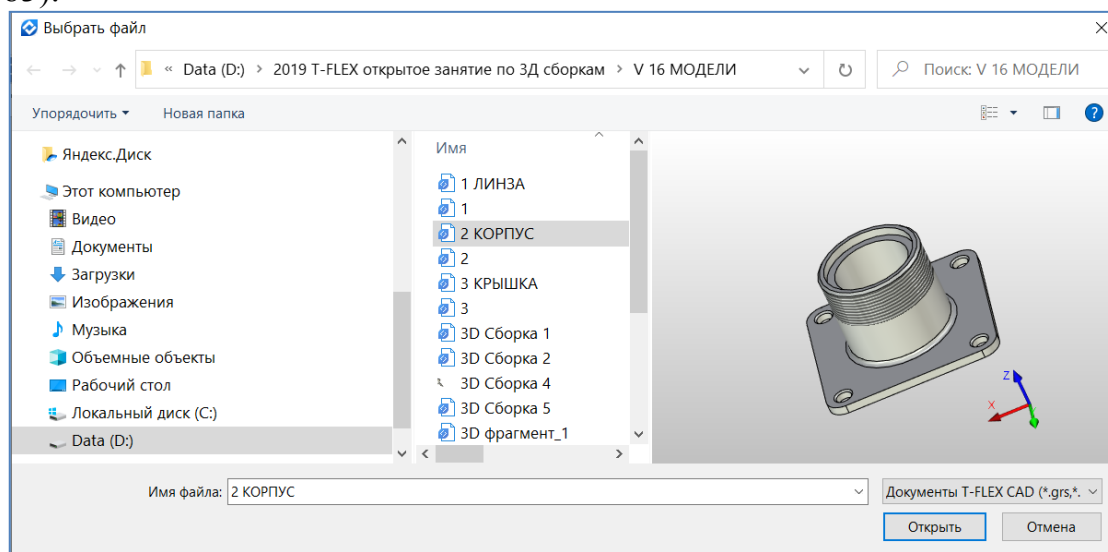


Рис. 82

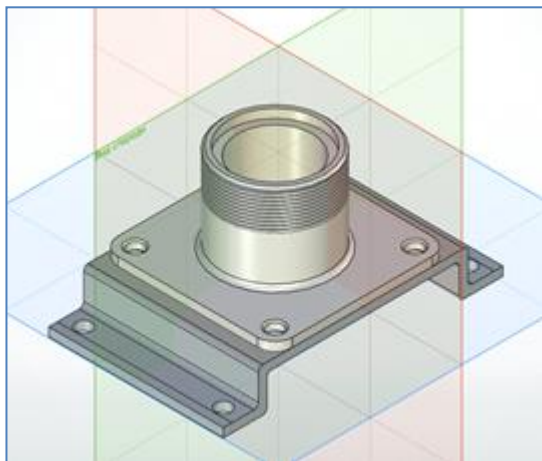


Рис. 83

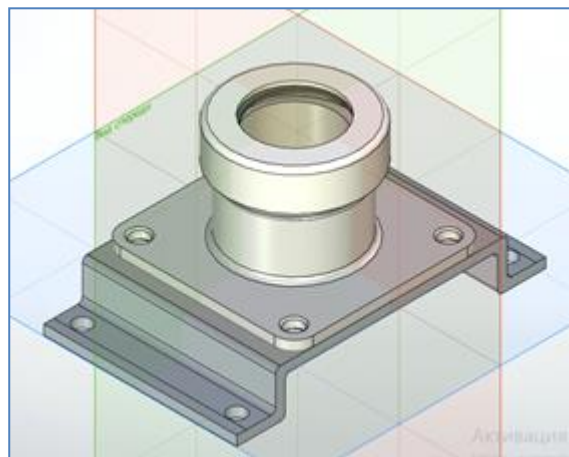
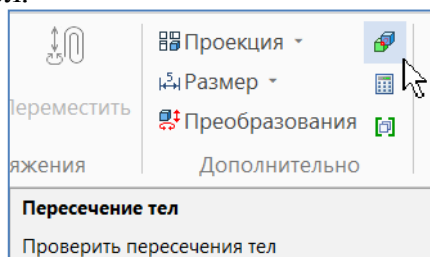


Рис. 84

5. Выбрать файл 3D Фрагмента – **Линза** и внедрить его в 3D сборку.
6. Выбрать файл 3D Фрагмента – **Шайба** и внедрить его в 3D сборку.
7. Выбрать файл 3D Фрагмента – **Крышка** и внедрить его в 3D сборку (рис. 84).

Все детали устанавливаются друг за другом в последовательности сборки. Положение моделей регулируется манипуляторами, которые позволяют перемещать и вращать объекты относительно осевых линий.

После внедрения в 3D сборку моделей оригинальных деталей, необходимо проверить сборку на пересечение тел.



8. Команда **Пересечение тел**

9. Добавить стандартные крепёжные изделия (болты, шайбы, гайки) из **Меню документов** и библиотеки стандартных изделий (рис. 85).

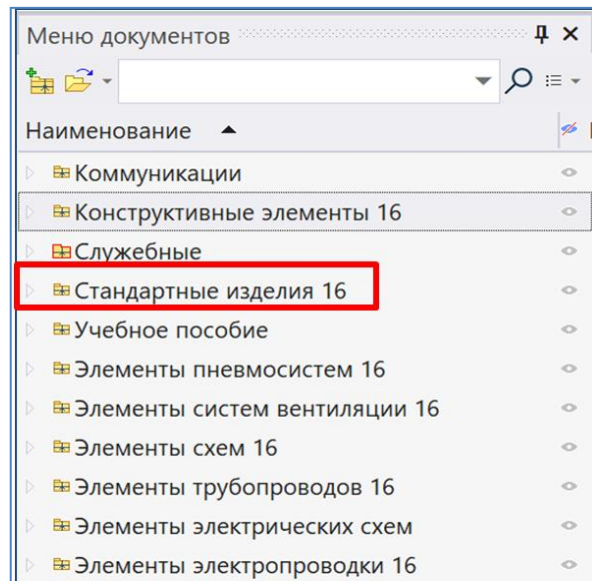


Рис. 85

Параметры крепёжных деталей устанавливаются в **Окне свойств** (рис. 86..88).

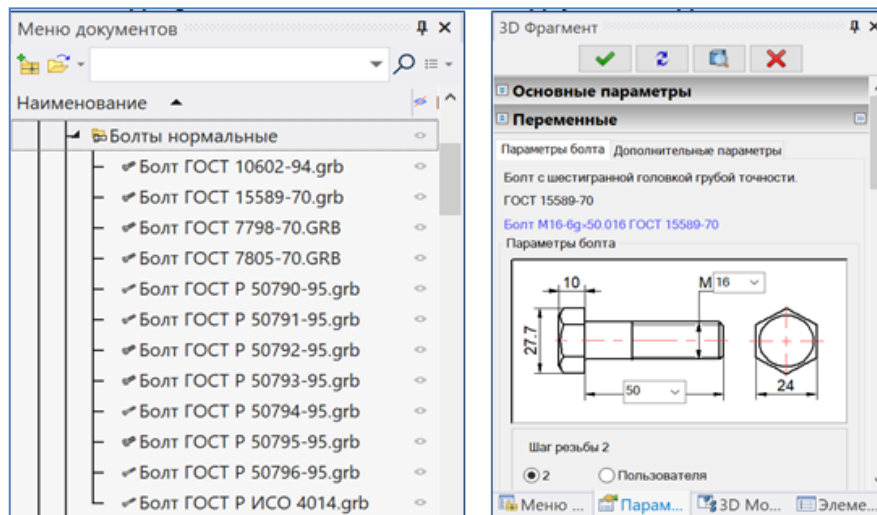


Рис. 86

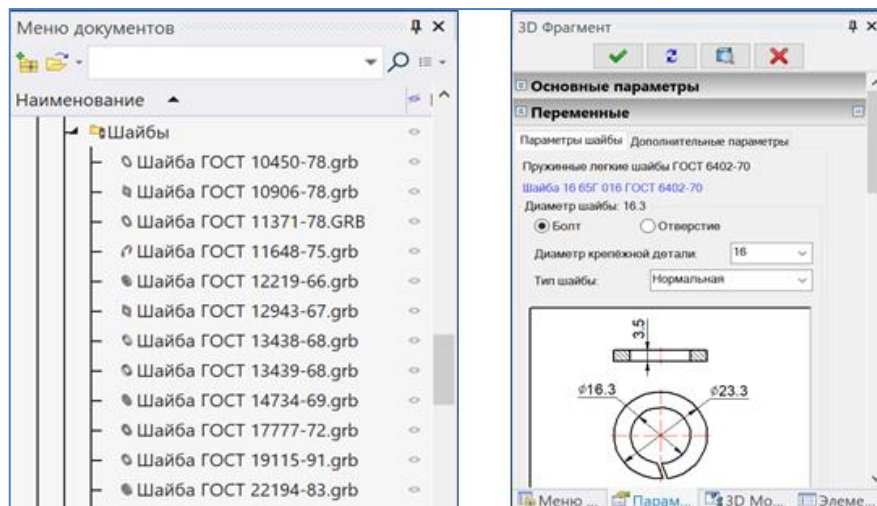


Рис. 87

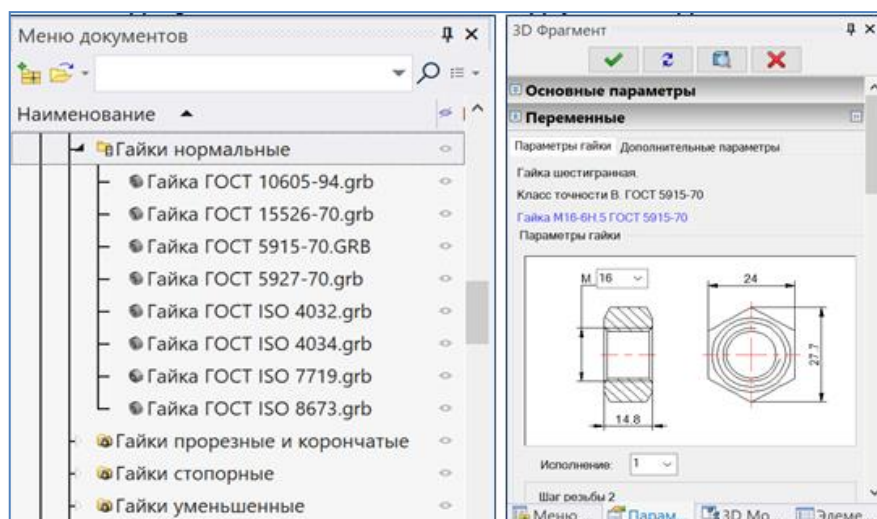


Рис. 88

3D коннекторы позволяют автоматически связать стыкуемые параметрические элементы 3D моделей, упрощают позиционирование деталей, в частности, болтов, шайб и гаек (рис. 89...91).

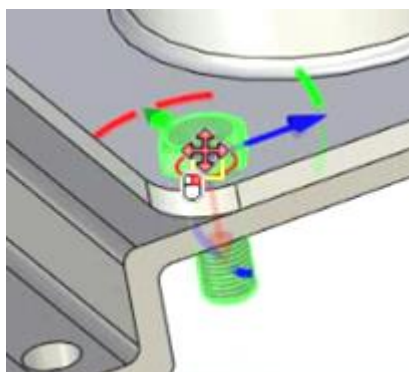


Рис. 89

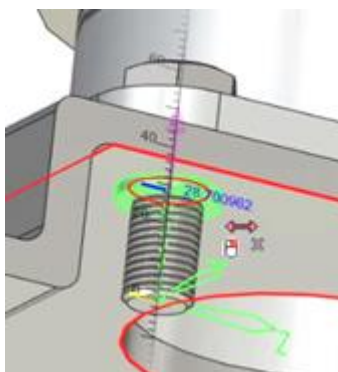


Рис. 20

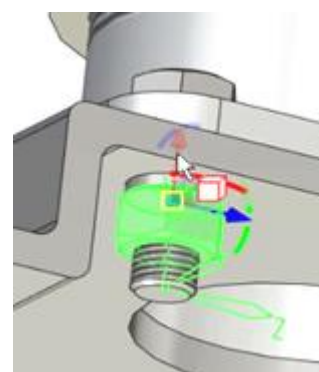


Рис. 91

10. Проверить пересечение тел (команда **Пересечение тел**). T-FLEX CAD определит пересечение болта и гайки по резьбе (рис. 92). Установите флажок в области «Обрабатывать резьбы» (рис. 93), чтобы программа учла данное соединение.

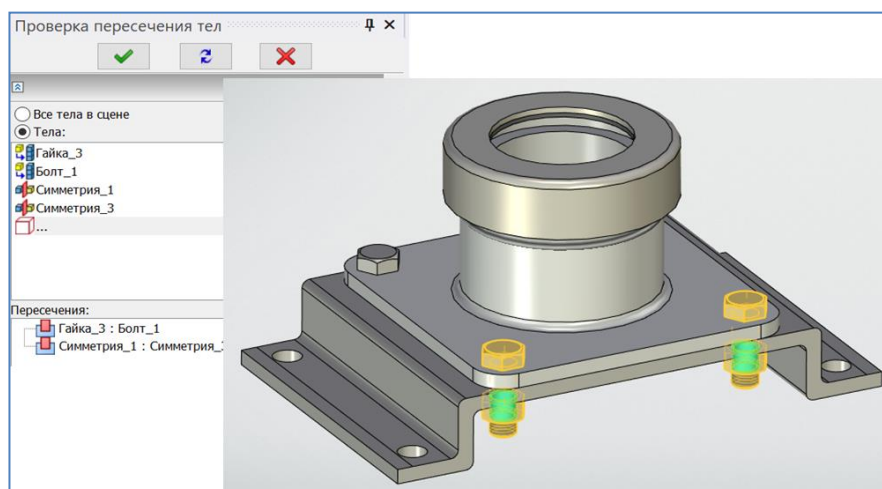


Рис. 92

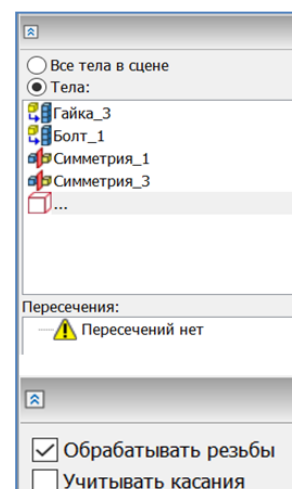


Рис. 93

Законченная 3D сборка представлена на рис. 94.

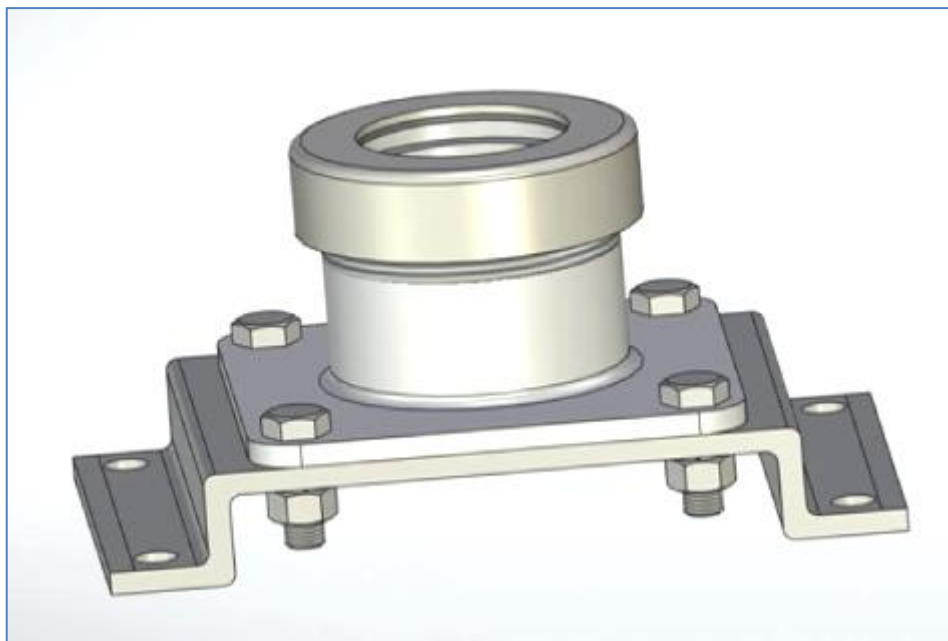


Рис. 94

В результате выполнения данного задания **студент должен знать:** методы проектирования 3D сборок; назначение и принцип действия манипуляторов и 3D коннекторов; меню документов и библиотеки стандартных изделий; принцип создания сборки и разборки. Студент должен уметь: создавать 3D сборку методом «снизу-вверх»; редактировать сборку; пользоваться манипуляторами и 3D коннекторами; пользоваться библиотеками стандартных элементов; выполнять и управлять разборкой.

ЗАДАНИЕ №5 – ГЛАЗОК. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЁЖ ПО 3D МОДЕЛИ СБОРКИ

Цель работы: Научиться выполнять ассоциативный сборочный чертёж по 3D модели сборки в САПР T-FLEX CAD.

Задание: выполнить ассоциативный сборочный чертёж по 3D модели сборки (см. задание № 5).

Образец выполненной работы представлен на рис. 95. На рис. 96 приведена спецификация к сборочному чертежу.

Состав и основные требования к сборочному чертежу и спецификации подробно изложены в задании 2 – Тяга. Сборочный чертёж. Основы создания ассоциативного чертежа по 3D модели рассмотрены в [4].

Ассоциативный чертеж формируется из 2D проекций – плоских изображений, расположенных в 2D окне. Для формирования чертежей по 3D модели в T-FLEX CAD

предназначена команда **Проекция**  (группа **Дополнительные**).

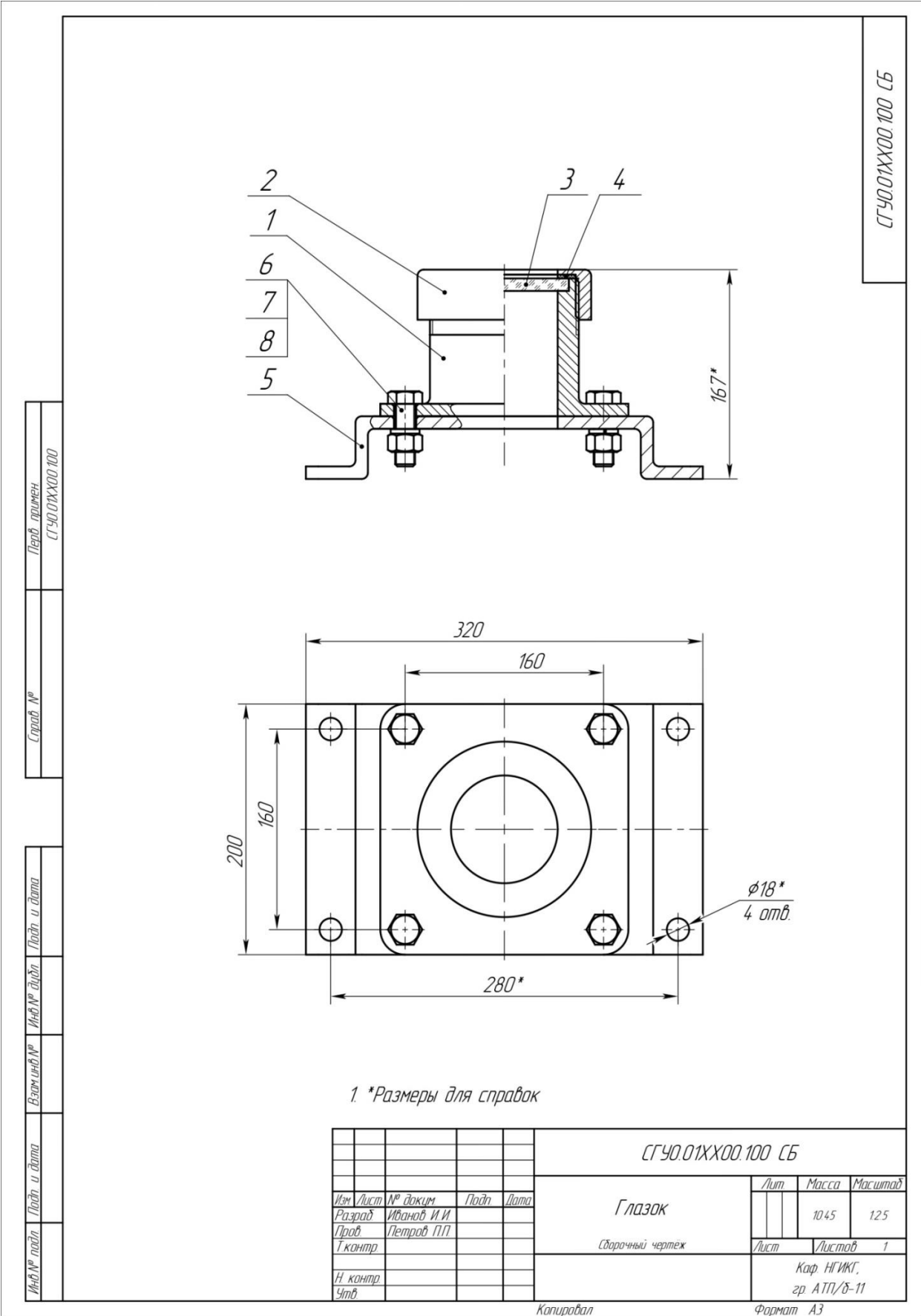


Рис. 95

[illegible]

Рис. 96

Последовательность выполнения задания:

1. Командой **Проекция** **Создать набор стандартных видов** (рис. 97), состоящий из главного вида и вида сверху (рис. 98), рис. 99.

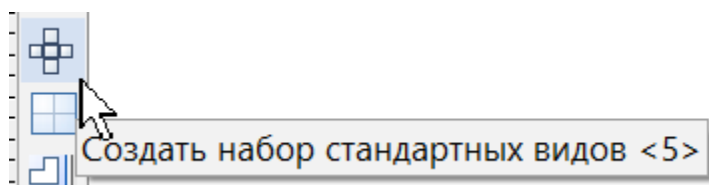


Рис. 97

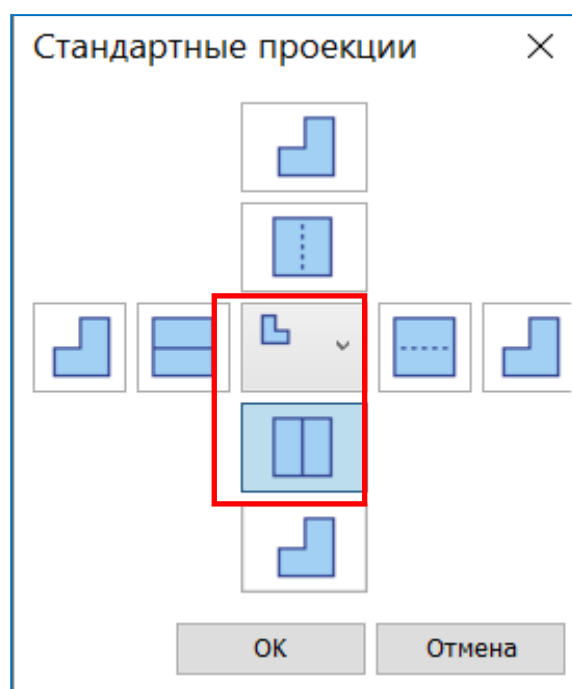


Рис. 98

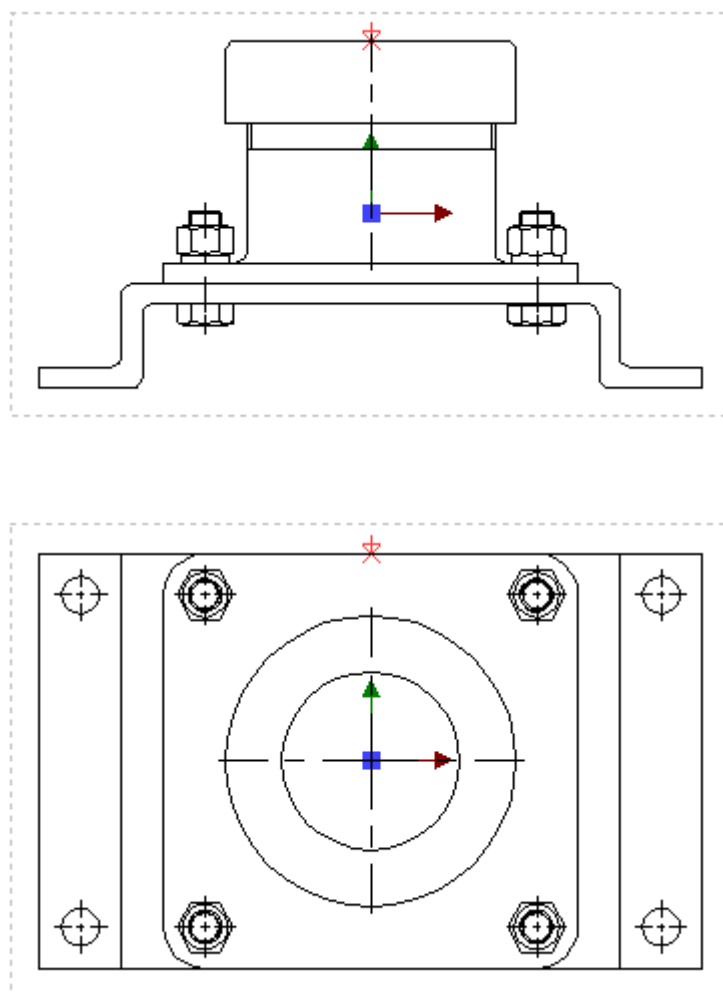


Рис. 99

2. Заштриховать зону будущего фронтального разреза (рис. 100).

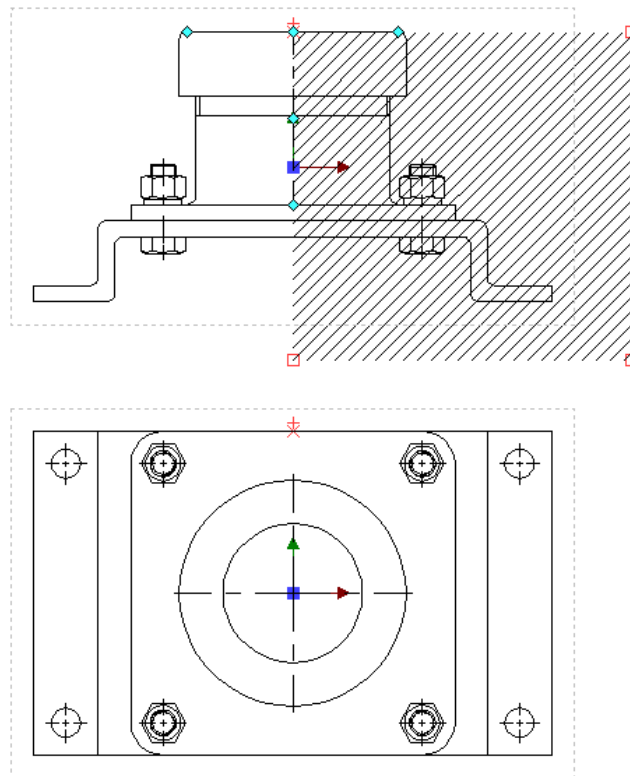


Рис. 100

3. Командой **Создать местный разрез** (рис. 101) выполнить фронтальный разрез. В качестве секущей плоскости на виде сверху двумя точками указать фронтальную плоскость, проходящую через центр сборки (рис. 102, 103). Результат представлен на рис. 104.

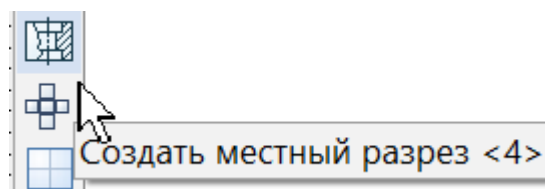


Рис. 101

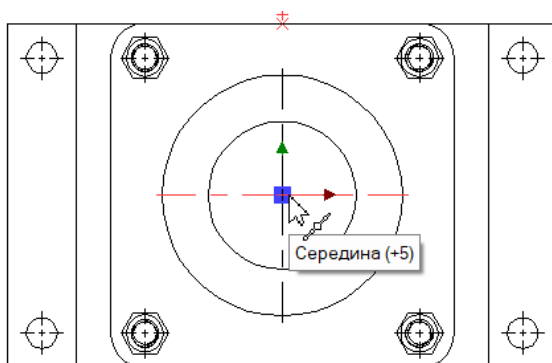


Рис. 102

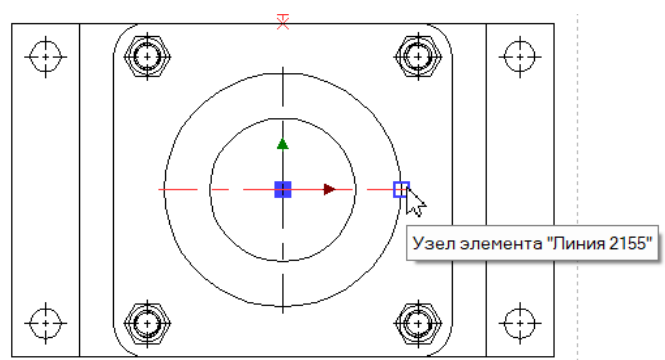


Рис. 103

У смежных деталей изменить угол и масштаб штриховки, рис. 105.

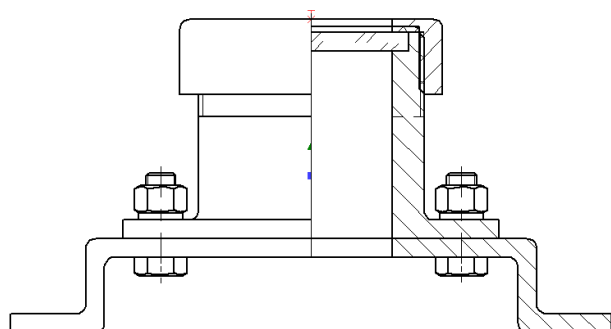


Рис. 104

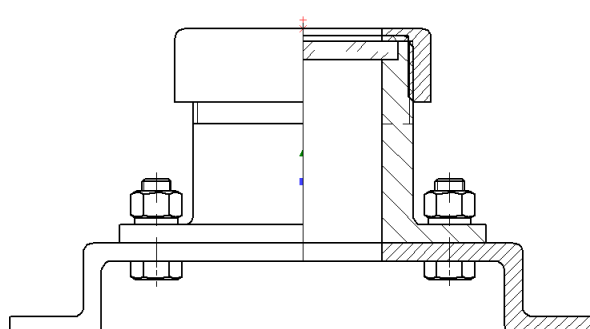


Рис. 105

4. Используя **Режим ручного ввода контура** (рис. 106), заштриховать зону будущего местного разреза по болтовому соединению (рис. 107).

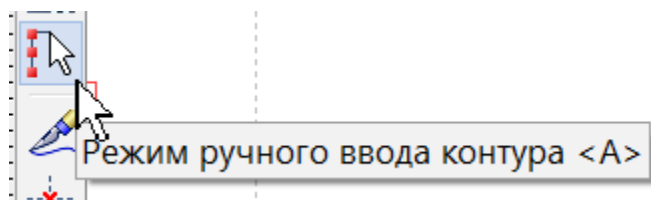


Рис. 106

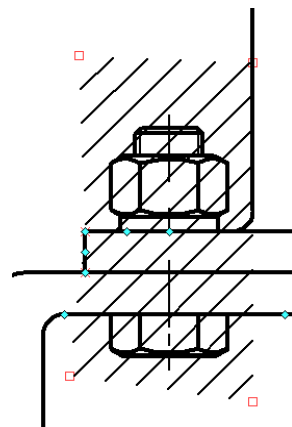


Рис. 107

5. Командой **Создать местный разрез** выполнить разрез по болтовому соединению. В качестве секущей плоскости на виде сверху двумя точками указать фронтальную плоскость, проходящую через центр болта (рис. 108, 109). Результат представлен на рис. 110.



Рис. 108

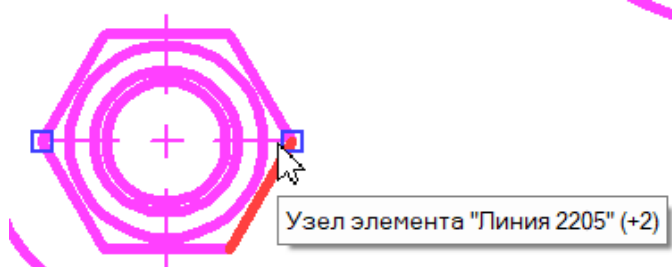


Рис. 109

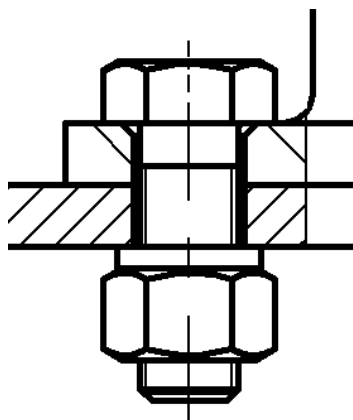


Рис. 110

6. Оформить сборочный чертёж – нанести номера позиций, необходимые размеры, технические требования.

7. Заполнить спецификацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мощное геометрическое ядро Parasolid, заложенное в основу системы T-FLEX CAD, даёт возможность моделировать детали и сборки любой сложности и комплектации.

Уникальное параметрическое моделирование деталей, сборок и чертежей не требует от пользователя дополнительных знаний в области программирования.

Использование данного УМП позволит студентам получить навыки моделирования 3D сборок и создания 2D ассоциативных сборочных чертежей. Пособие будет полезно в качестве практического руководства начинающим пользователям, желающим освоить T-FLEX CAD самостоятельно, а также преподавателям для учебного процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. T-FLEX CAD Трёхмерное моделирование. Руководство пользователя. –М.: ЗАО «Топ Системы», 2016. – 1244 с.: ил.
2. ГОСТ 2.305-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения - виды, разрезы, сечения.
3. Мухина О.В. Моделирование в системе T-FLEX CAD. Часть 1: учебно-метод. пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / сост. О.В. Мухина. – Севастополь: СевГУ, 2019 – 64 с.: ил.
4. Мухина О.В. Моделирование в системе T-FLEX CAD. Часть 2: учебно-метод. пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / сост. О.В. Мухина. – Севастополь: СевГУ, 2020 – 84 с.: ил.