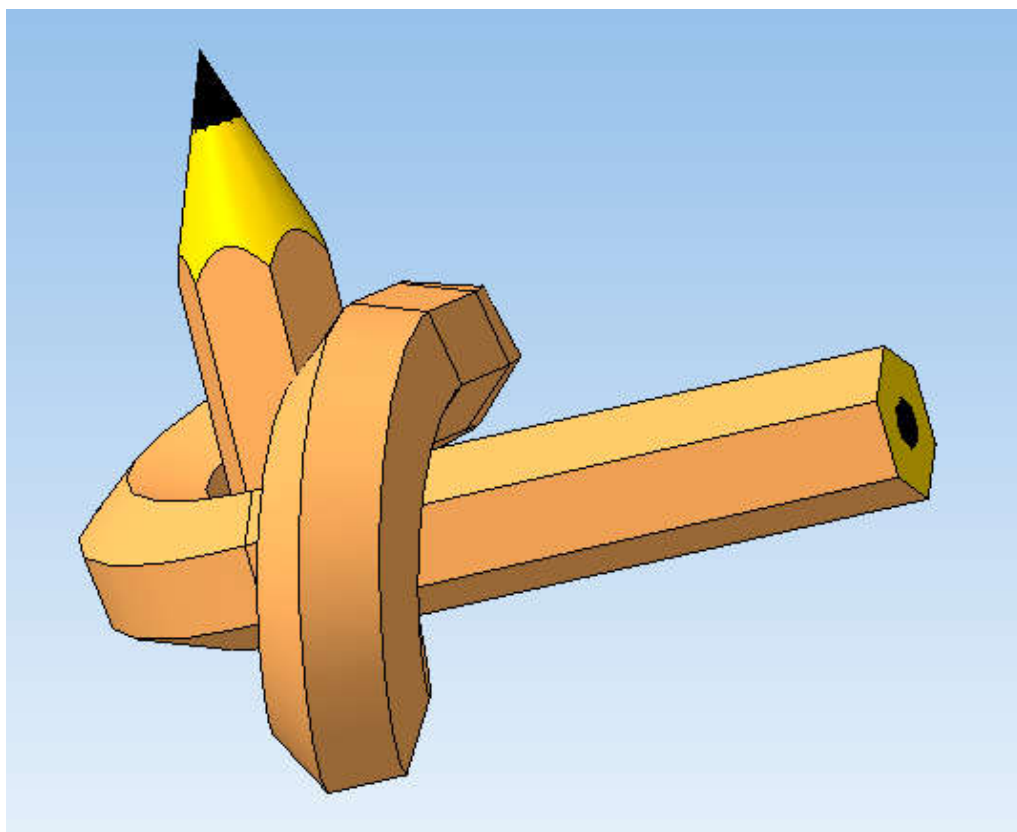


А.Е. Судариков
В.А. Меркулова
З.О. Третьякова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Основы трехмерного твердотельного моделирования
в системе «Компас-3D»

*Учебное пособие для самостоятельной работы
студентов всех специальностей и направлений подготовки*



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 622:744 (073)

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА: Основы трехмерного твердотельного моделирования в системе «Компас-3D»

Учебное пособие для самостоятельной работы / А.Е. Судариков, В.А. Меркулова, З.О. Третьякова - СПб.: ООО «Политехника-принт», 2019.-106 с.

ISBN

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Рассмотрены этапы создания 3D-модели корпуса начиная с указания свойств модели и заканчивая добавлением элементов оформления и технических требований, для последующего создания рабочего чертежа с готовой 3D-модели. Показаны основные элементы при создании сборки в 3D формате. Приведены основные приёмы работы с анимацией. Приведены варианты заданий и необходимые исходные данные для выполнения задания

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов всех специальностей и направлений подготовки.

Научный редактор - зав. каф. «Инженерная машинная геометрия и графика» Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» проф., к.т.н., Д.Е. Тихонов-Бугров

Оглавление

Введение	4
1. Общие принципы создания пространственных моделей	6
2. Выдавливание (вырезание).....	8
3. Выдавливание (вырезание) по траектории	23
4. Операция по сечениям	32
5. Операция вращение	38
6. Создание ассоциативного чертежа	45
7. Создание разрезов и сечений.....	47
8. Основная надпись чертежа.	48
9. Порядок использования конструкторской библиотеки	49
10. Моделирование сборочной единицы.....	51
11. Сборка в Компас 3d	54
12. Особенности построение разреза сборки.....	60
13. Механика: Анимация	62
Заключение.....	71
Приложение 1 операции выдавливание и вырезание	73
Приложение 2 операции по сечениям	79
Приложение 3 создание вала	85
Приложение 4 выдавливание по траектории	95
Приложение 5 сборка	101
Список использованных источников.....	112

Введение

Система КОМПАС-3D - это мощная, динамично развивающаяся инженерная система автоматизации проектирования самых разнообразных объектов: от простейших деталей, узлов до сложных машиностроительных, архитектурных и строительных объектов.

Эта система обеспечивает полную поддержку ЕСКД. Кроме того, она имеет большое количество библиотек фрагментов, моделей и прикладных библиотек, которые значительно облегчают работу конструктора. Систему успели оценить более 1700 предприятий России, Белоруссии и других стран СНГ. Она используется более чем в 100 вузах.

Эта система обеспечивает возможность:

- автоматизации процесса разработки изделия путем параметрического моделирования;
- управления взаимным расположением элементов конструкции с автоматическим обновлением модели и чертежа в процессе внесения в них изменений;- работы с трехмерными поверхностями, которые позволяют создавать сложные модели с произвольными пространственными формами;- генерации плоских проекций, формирование чертежей изделия;
- создания спецификаций в полуавтоматическом режиме;
- автоматизации расчета геометрических и массо-центровочных характеристик объектов;
- автоматической простановки допусков и подбора качества по заданным предельным отклонениям;
- автоматизации процесса оформления различных документов;
- управления размерами деталей и узлов и ряд других возможностей.

Система КОМПАС-3D позволяет автоматизировать процесс разработки изделий путем параметрического моделирования, которое управляет взаимным расположением элементов конструкции и автоматически обновляет модели и чертежи в процессе внесения в них изменений. Имея такие мощные возможности, система позволяет повысить производительность проектирования в несколько раз. Параметрическая технология системы позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа.

Основные задачи, решаемые системой:

- моделирование изделий с целью создания конструкторской и технологической документации, необходимой для их выпуска (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.);
- моделирование изделий с целью расчета их геометрических и массоцентровочных характеристик;
- моделирование изделий для передачи геометрии в расчетные пакеты;
- моделирование деталей для передачи геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ;
- создание изометрических изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Модель детали в КОМПАС-3D создается путем выполнения булевых операций над объемными элементами. Объемные элементы образуются путем заданного пользователем перемещения в пространстве плоской фигуры («эскиза»). Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-ГРАФИК. В него можно перенести изображение из ранее подготовленного графического

документа. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Дополнительные операции упрощают задание параметров распространенных конструктивных элементов - фасок, скруглений, круглых отверстий, литейных уклонов, ребер жесткости. На любом этапе работы можно сформировать тонкостенную оболочку, а также удалить часть тела по границе, представляющей собой плоскость или криволинейную поверхность.

В КОМПАС-3D доступны разнообразные способы копирования элементов: копирование по сетке, по окружности, вдоль кривой, зеркальное копирование, а также создание «зеркальных» деталей.

Кроме твердотельных объектов, в КОМПАС-3D могут быть построены пространственные кривые. Эти объекты могут использоваться, например, в качестве направляющих при моделировании пружин, резьб и подобных объектов. Если существующих в модели ортогональных плоскостей, граней и ребер недостаточно для выполнения построений, пользователь может создавать вспомогательные плоскости, оси и пространственные кривые, задавая их положение различными способами. Применение вспомогательных конструктивных элементов значительно расширяет возможности построения модели.

Кроме команд, непосредственно относящихся к построению трехмерной модели, в распоряжении имеются многочисленные сервисные возможности. Их использование позволяет управлять отображением модели, производить разнообразные измерения, расчет массо-центровочных характеристик (объема, массы, координат центра тяжести, осевых и центробежных моментов инерции). В обычном чертеже системы КОМПАС могут быть автоматически созданы ассоциативные изображения трехмерной модели (детали или сборки)

По разработанной модели сборки можно автоматически получить ее спецификацию. Полученная спецификация имеет ассоциативную связь как со сборочной моделью, так и со сборочным чертежом (в частности, из трехмерной модели в спецификацию передаются обозначения, наименования и количество компонентов). Графический редактор позволяет разрабатывать и выпускать различные документы - эскизы, чертежи, схемы, плакаты и т.д.

КОМПАС-3D - это

- базовый пакет (включает средства 3D и 2D проектирования, модуль проектирования спецификаций, текстовый редактор, библиотеку материалов и сортаментов, библиотеку стандартных изделий, средства импорта-экспорта и многое другое);
- 14 приложений в машиностроительной конфигурации (валы, пружины, металлоконструкции, трубопроводы и др.);
- 15 приложений в строительной конфигурации (архитектурно-строительные элементы, инженерные системы, отопление, вентиляция, водоснабжение, электроосвещение и др.);
- 3 приложения в приборостроительной конфигурации (приложение для создания кабелей и жгутов и конвертеры eCAD и PdiF).

1. Общие принципы создания пространственных моделей

Построение трехмерной твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами (призмами, цилиндрами, пирамидами, конусами и т.д.). Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить самую сложную модель.

Для создания объемных элементов используется перемещение плоских фигур в пространстве. Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело, называется эскизом, а само перемещение — операцией.

Эскиз может располагаться на одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани созданного ранее элемента или на вспомогательной плоскости. Эскизы создаются средствами модуля плоского черчения и состоят из одного или нескольких контуров. Требования к эскизу определяются операцией, в которой он используется.

Контур — одно из основных понятий при описании эскиза. При построении эскиза под контуром понимается графический объект (отрезок, дуга, сплайн, прямоугольник и т.д.) или совокупность последовательно соединенных графических объектов. Самопересечение контура запрещено!

Пример создания модели детали (см. рис. 1):

- 1 Создание призмы.
- 2 Добавление цилиндра.
- 3 Добавление усеченной пирамиды.
- 4 Вычитание цилиндра.
- 5 Вычитание двух цилиндров.
- 6 Добавление фасок и скруглений.

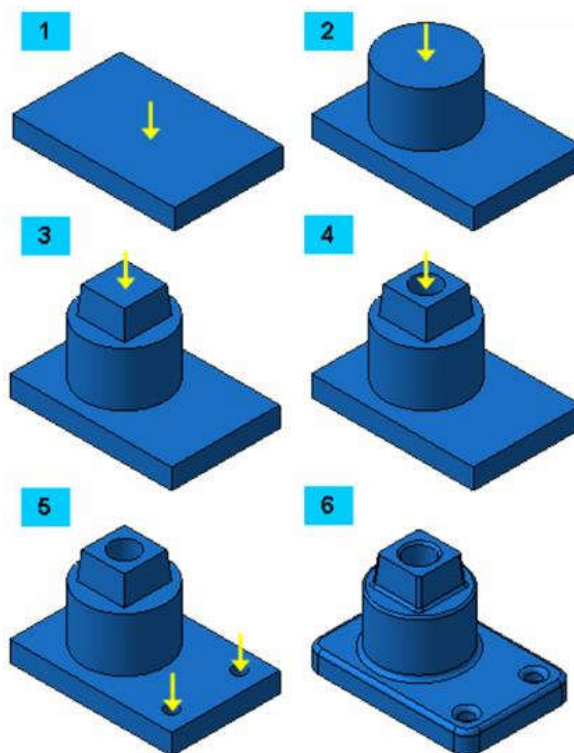


Рисунок 1

Эскиз может располагаться в одной из стандартных плоскостей проекции, на плоской грани объемного тела или на вспомогательной плоскости, определенной пользователем.

Эскизы выполняются модулем плоского черчения и состоят из комбинаций графических примитивов: отрезков, дуг, окружностей, ломаных линий и т.п. Система КОМПАС-3D располагает разнообразными операциями для построения объемных элементов, четыре из которых считаются базовыми (см. рис. 2).

Операция выдавливания –Выдавливание эскиза перпендикулярно его плоскости.

Операция вращения –Вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости. Эскиз тела вращения состоит из одного или нескольких контуров со стилем линии Основная и оси вращения в виде отрезка со стилем линии Осевая. Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение.

Кинематическая операция –Перемещение эскиза вдоль направляющей.

Операция по сечениям –Построение объемного элемента по нескольким эскизам (сечениям)

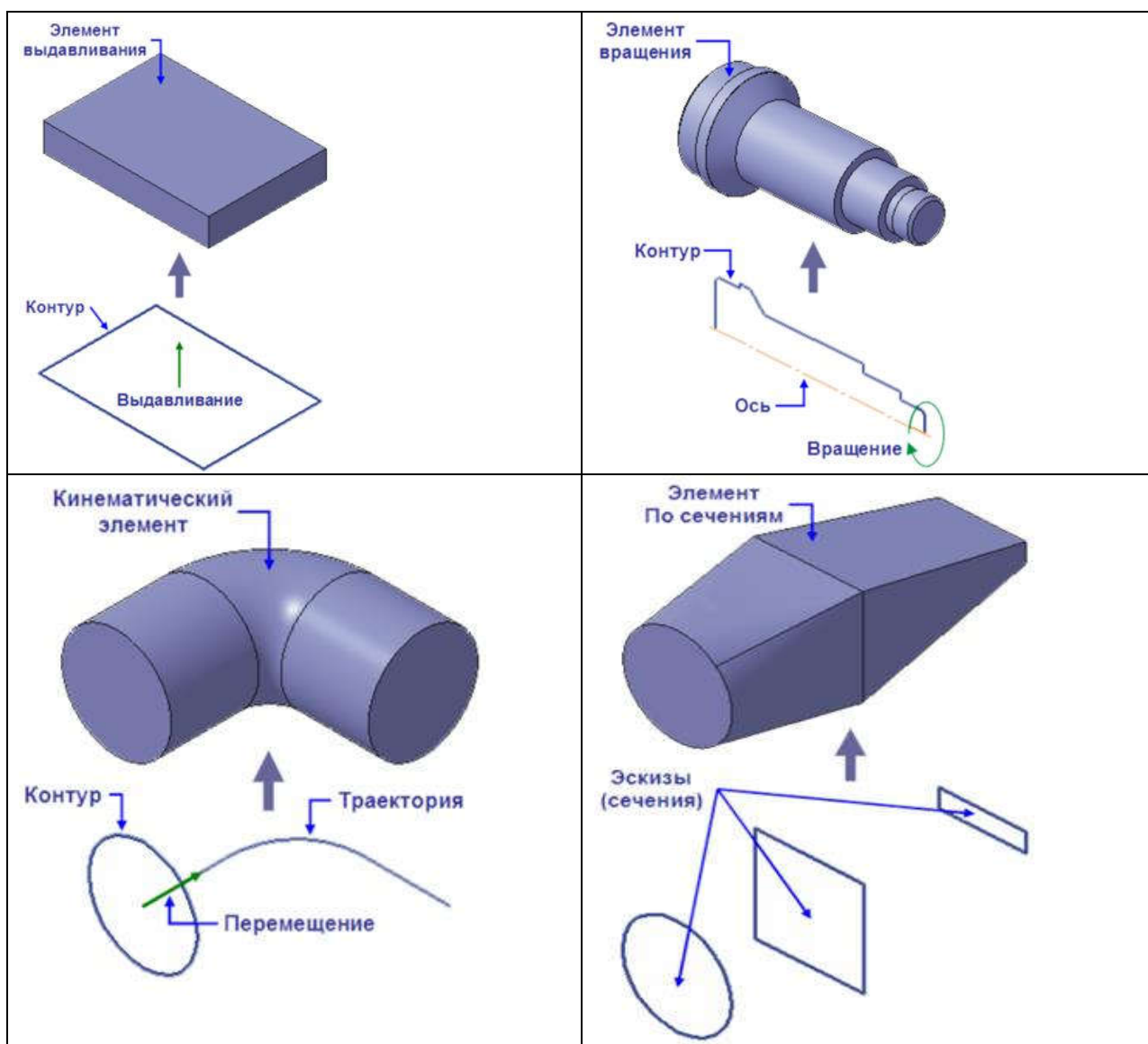


Рисунок 2 Основные операции

Для четырех базовых операций, добавляющих материал к модели, существуют аналогичные операции, вычитающие материал.

Операция может иметь дополнительные возможности (опции), которые позволяют изменять или уточнять правила построения объемного элемента. Например, если в операции выдавливания прямоугольника дополнительно задать величину и направление уклона, то вместо призмы будет построена усеченная пирамида.

В зависимости от выполняемой операции определяются и требования к эскизам, а именно:

1) для операции выдавливания:

в эскизе может быть один или несколько контуров. Если контуров несколько, они должны быть либо все замкнуты, либо все разомкнуты. Если контуры замкнуты, они могут быть вложенными друг в друга. Уровень вложенности не ограничивается.

2) для операции вращения:

ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии Осевая или объектом типа Осевая линия. Ось вращения должна быть одна. В эскизе может быть один или несколько контуров. Если контуров несколько, они должны быть либо все замкнуты, либо все разомкнуты. Если контуры замкнуты, они могут быть вложенными друг в друга. Уровень вложенности не ограничивается. Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение.

3) для кинематического элемента:

когда формируется кинематический элемент, то используются сечение и траектория. Сечение всегда лежит в одном эскизе. Траектория может лежать в одном или нескольких эскизах либо состоять из эскизов, ребер и пространственных кривых.

4) требования к эскизу сечения:

как сказано выше, при формировании элемента по сечениям используются сечения и (иногда) осевая линия. Сечения всегда лежат в эскизах. Эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях. В каждом эскизе может быть только один контур.

Контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты. Если контуры сечений замкнуты, то осевая линия должна пересекать плоскости эскизов сечений внутри контуров сечений или в точках, принадлежащих этим контурам.

Если контуры сечений разомкнуты, то осевая линия должна пересекать контуры эскизов сечений. Если осевая линия — плоская кривая, то ее плоскость должна быть не параллельна плоскостям эскизов сечений.

2. Выдавливание (вырезание)

 *Выдавливание.*

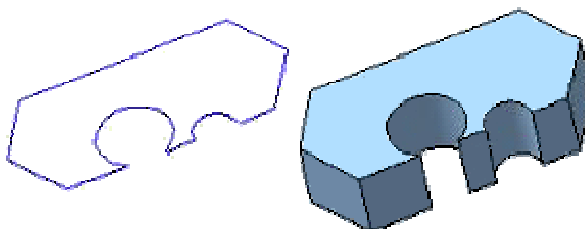


Рисунок 3— Эскиз и элемент, образованный операцией выдавливания

Самое главное, что нужно понимать при создании детали — это то, что здесь мы работаем в трехмерном пространстве в трех плоскостях. Для этого нужно мыслить

пространственно и сразу наглядно в уме представлять, как будет выглядеть будущая деталь.

Выдавливание в компасе позволяет создавать деталь из эскиза. Операция выдавливание в компас 3d является одной из самых простых и самых востребованных операций, позволяющих создавать простые детали (см. рис. 3). При своей простоте операция позволяет реализовать большое количество различных форм детали.

Операция выдавливания в компасе, как и многие другие, начинается с эскиза.

Следует особо отметить, что в системе КОМПАС-3В при ориентации **Изометрия XYZ** координатные оси и плоскости проекций расположены так, как показано на рис.4а. Эта ориентация не совпадает с требованиями ГОСТа 2.317-69 (рис.4 б).

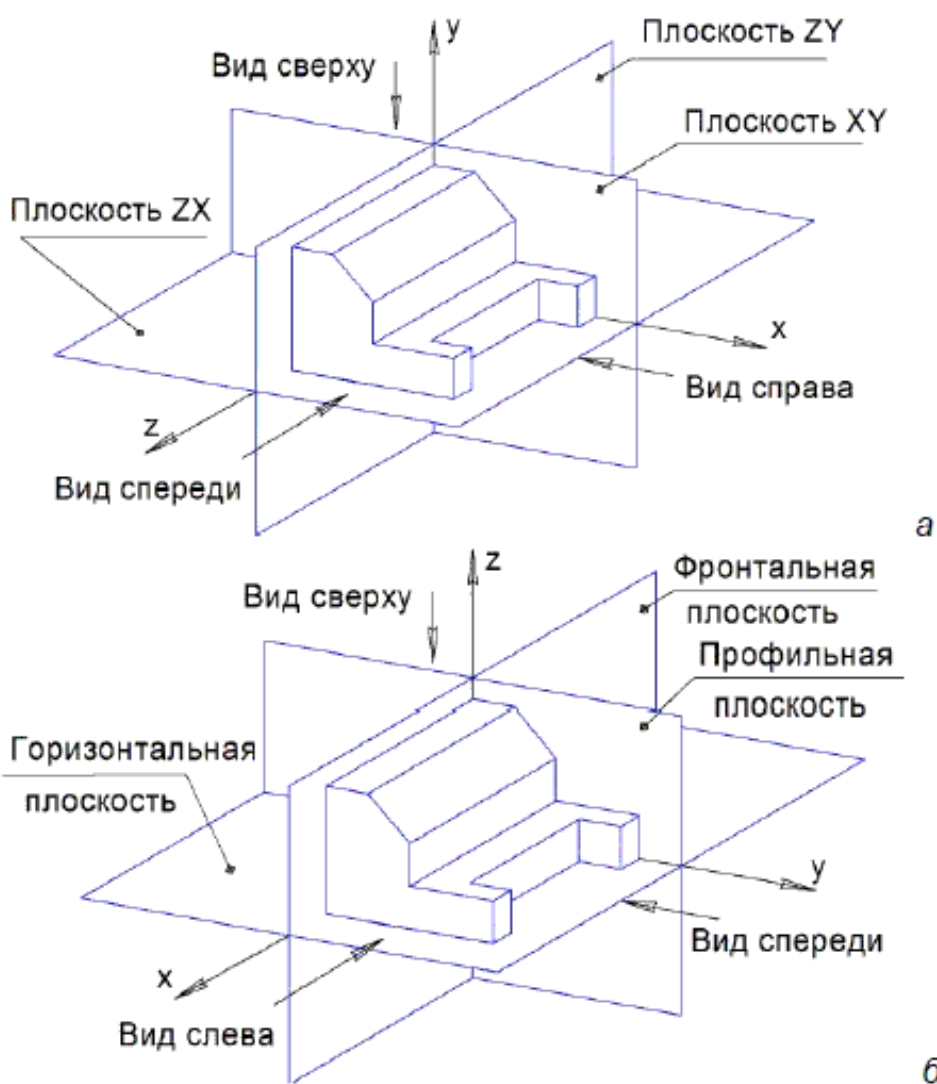


Рисунок 4 Ориентация координатных плоскостей и осей проекций а – в системе компас; б – в системе ГОСТ

При выполнении чертежа детали необходимо правильно выбрать главное изображение. Согласно ГОСТу 2.305-68, в качестве главного принимается изображение на фронтальной плоскости проекций. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме, размерах и функциональном назначении предмета.

При создании трехмерной модели от выбора главного вида зависит форма основания моделируемой детали и эскиза этого основания. На рис. 5 показана связь между аксонометрическим изображением, расположением эскиза и стандартными видами (при различных ориентациях главного вида).

На основе анализа изображений на рис. 5 можно сделать следующие рекомендации по выбору начальной ориентации плоскостей проекций при создании моделей:

в общем случае целесообразен выбор ориентации Изометрия XYZ, при этом изображение в эскизе плоскости yz должно быть перевернуто;

выбор ориентации Изометрия YZX оправдан при необходимости получения аксонометрии в прямоугольной диметрической проекции;

Ориентация на панели Вид/Изометрия	Эскиз в плоскости	Стандартные виды при ориентации главного вида		
		Спереди	Снизу	Справа
XYZ 	XY 			
XYZ 	ZY 			
YZX Диметрия 	ZX 			
XYZ 	ZX 			
YZX Диметрия 	XY 			

Рисунок 5 Связь между аксонометрическим изображением, расположением эскиза и стандартными видами.

Следует отметить, что при создании эскиза необходимо по возможности располагать деталь симметрично относительно осей координат.

В качестве примера будет рассмотрена следующая модель

В этом случае последовательность действий начинается **Файл -> Создать -> Деталь.**(см.рис.6)

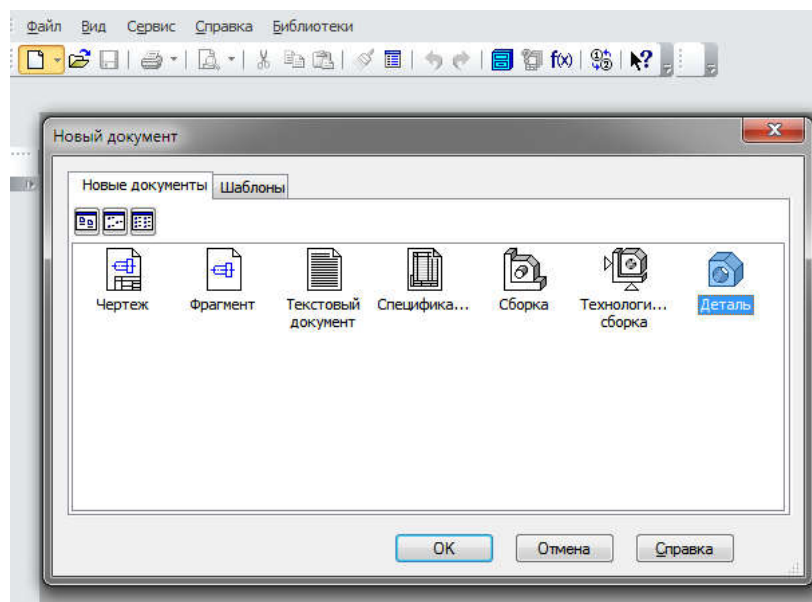


Рисунок 6 Последовательность действий

Файл модели (детали) "по умолчанию" содержит три взаимно перпендикулярные плоскости и прямоугольную систему координат. Эти объекты отображаются в Дереве модели. Плоскости имеют названия: XY, ZX и ZY.

В нашем случае целесообразно в соответствии с ГОСТ 2.317-69 установить Изометрия XYZ, расположение осей как показано на рис. 7 В качестве основной плоскости принять Плоскость ZX(см. рис.7)

Выбор начальной ориентации модели не оказывает влияния на ход ее моделирования и на ее свойства. От этого будет зависеть только ее ориентация в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

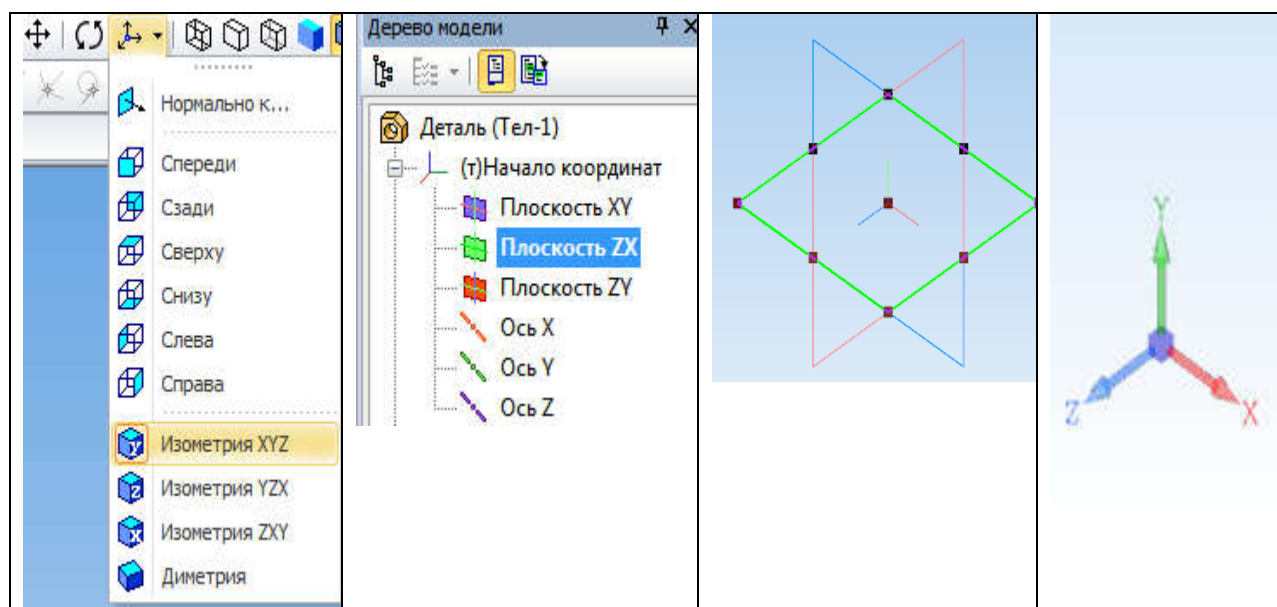


Рисунок7 Установка изометрия XYZ

После выбора команды «ЭСКИЗ» из верхнего меню (или правой кнопкой мыши) см. рис. 8 .

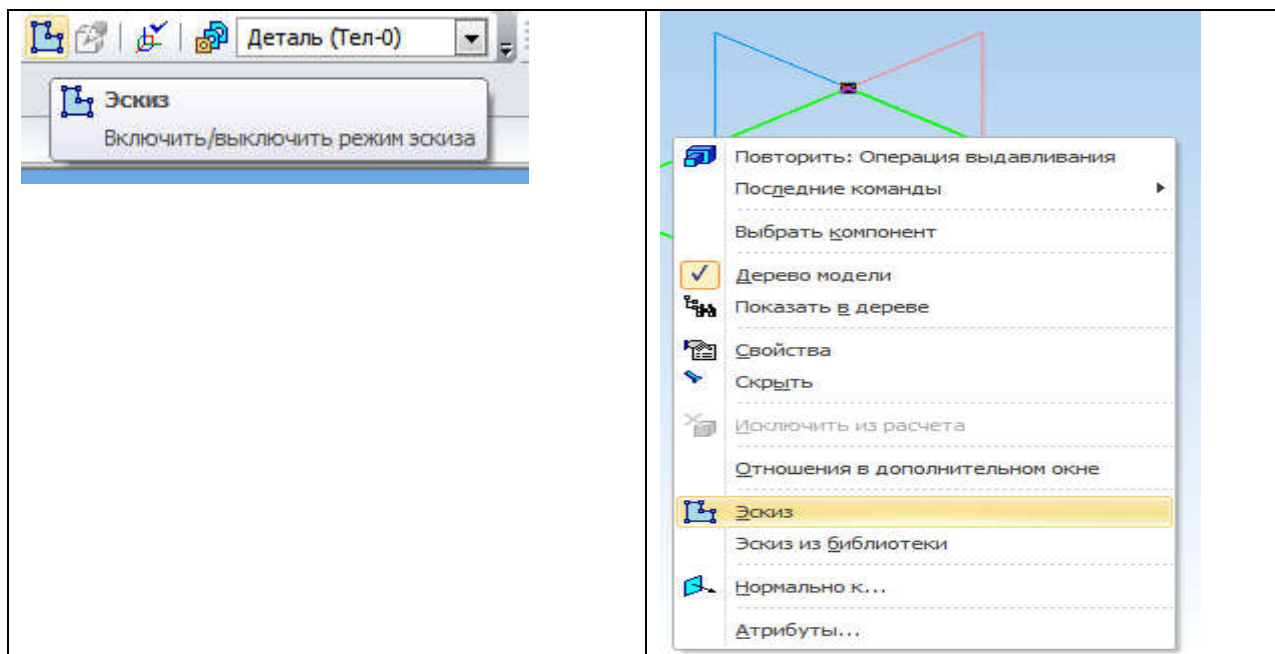


Рисунок 8 Команда «ЭСКИЗ»

После ввода команды «ЭСКИЗ» верхнее меню приобретает вид который соответствует выполнению чертежей – КОМПАС 2 D. В нашем случае мы изображаем прямоугольник со сторонами 100X60 мм. Для удобства создания такого рода фигур лучше воспользоваться операцией «ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ» (см. рис 9)

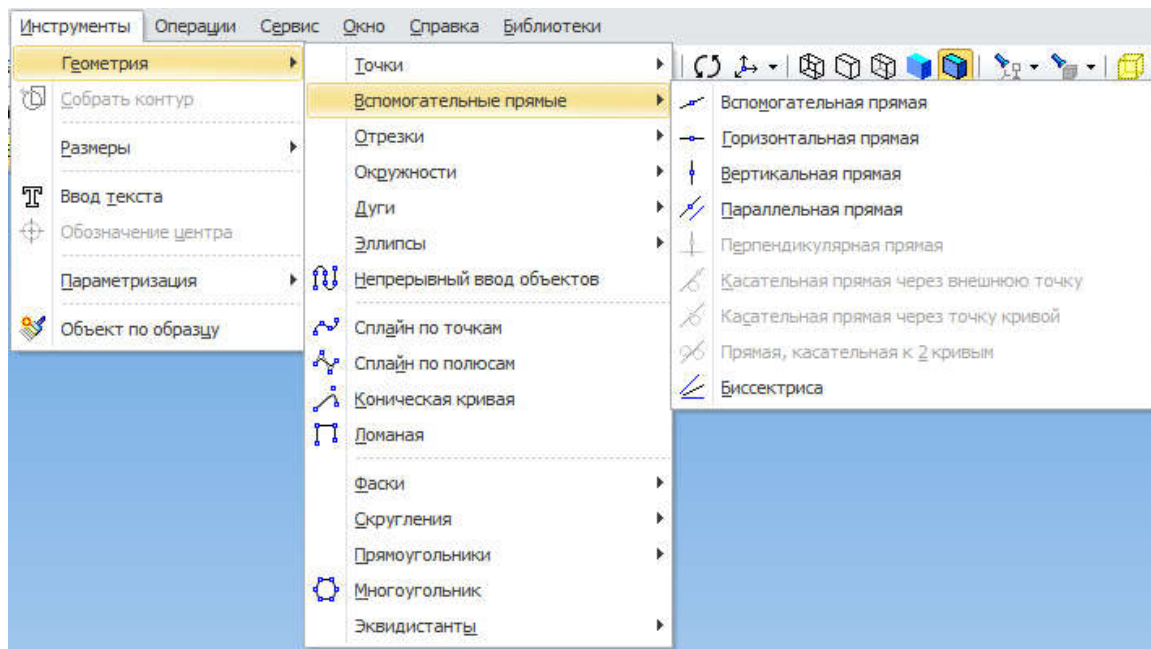


Рисунок 9 Операция «ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ»

Где на первом этапе проводятся осевые линии – «ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ» и «ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПРЯМАЯ», а затем с помощью «ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ» в нижнем меню можно будет отложить размеры нашего прямоугольника (см. рис.10)

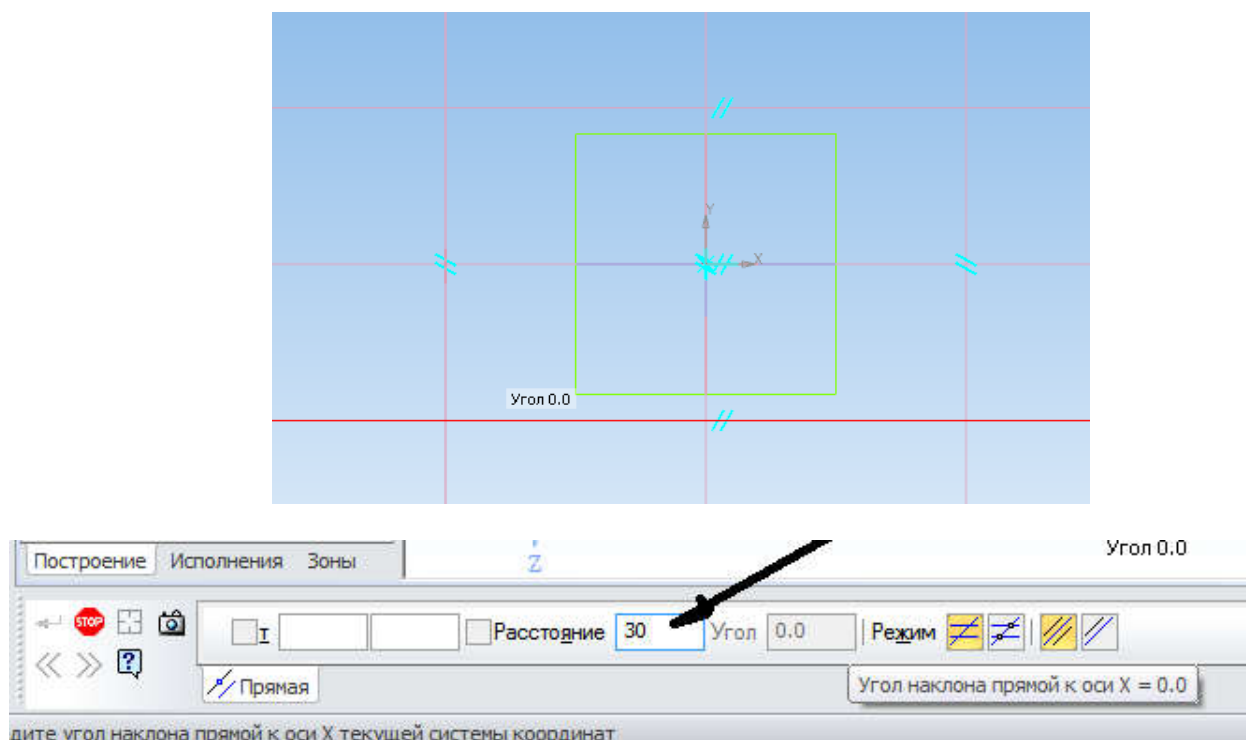


Рисунок 10 Создание размеров прямоугольника

Далее по созданным «ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ» контурами прямоугольника строится сам прямоугольник причем в этом случае выбирается стиль линии – основная (см. рис. 11)

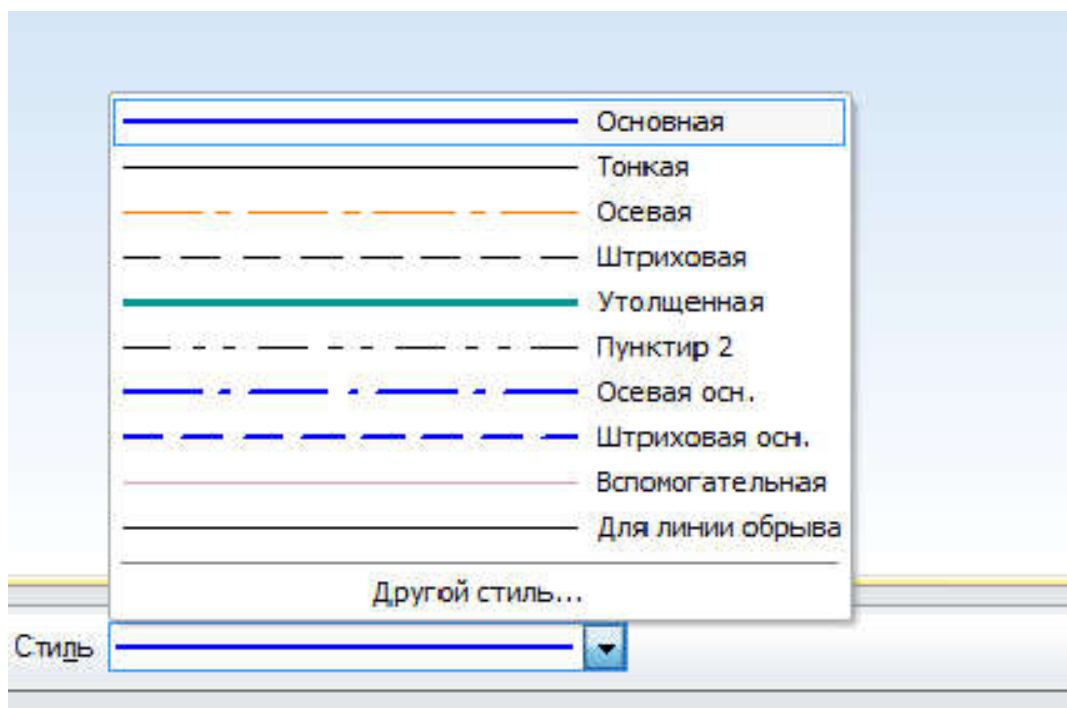


Рисунок 10. Выбор стиля линии

После построения прямоугольника см. рис 11, необходимо вернуться из эскиза в 3 мерную модель (см.рис. 12)

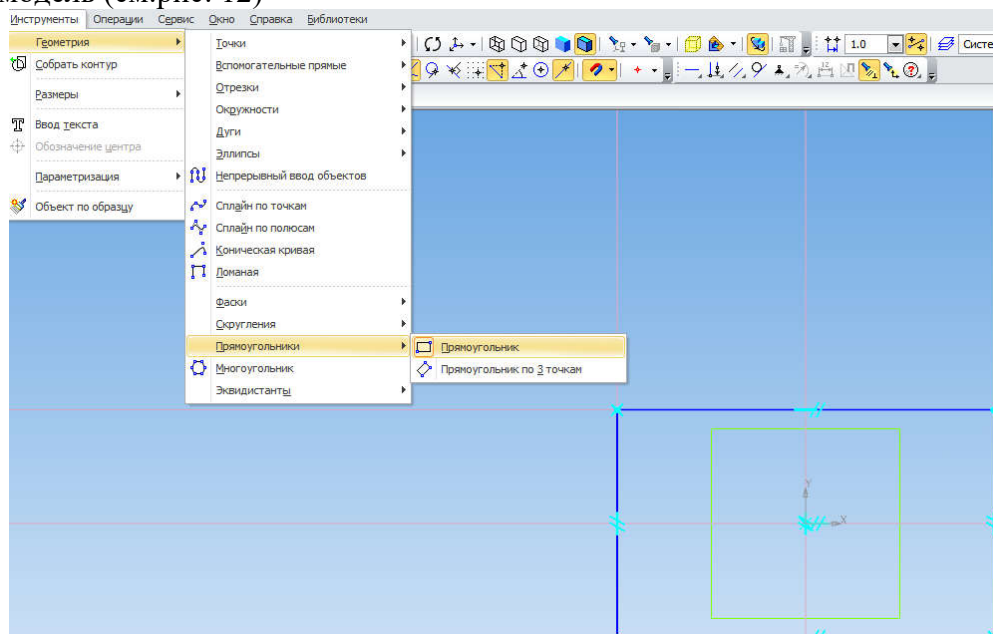


Рисунок 11 Построения прямоугольника

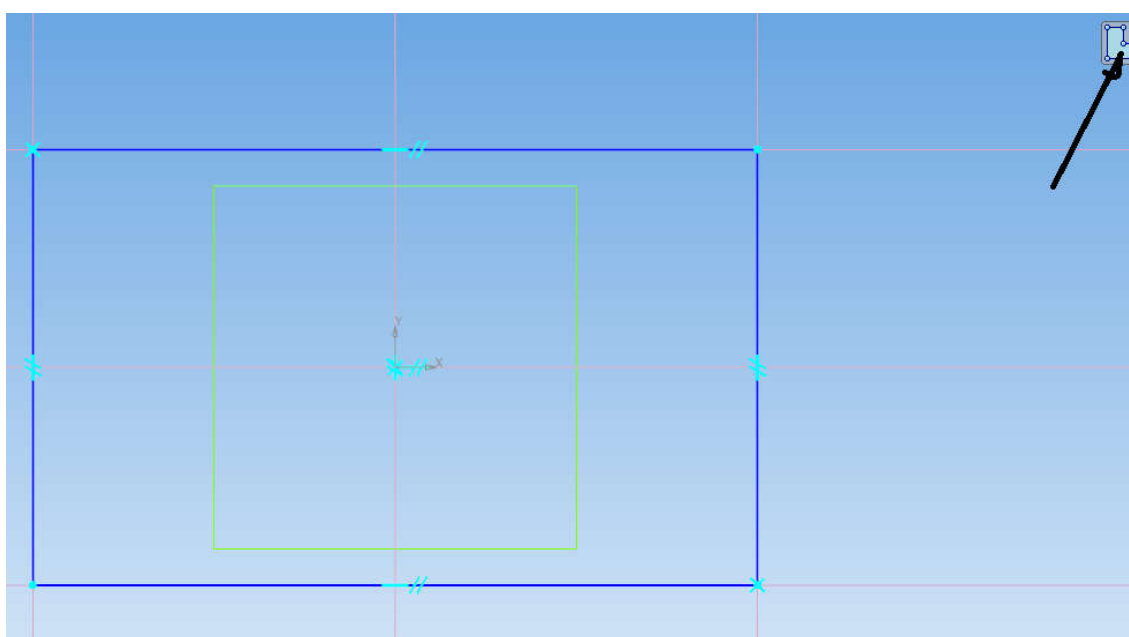


Рисунок 12. Закрытие операции «ЭСКИЗ»

При выдавливании главным параметром является расстояние, поэтому его можно задать различными способами. Проще всего изменить расстояние в окошке, отмеченном на картинке стрелочкой (см. рис. 13). Расстояние можно регулировать мышкой, щелкая по треугольникам вверх и вниз, а можно вводить в окошко вручную. При регулировке мышкой существенным недостатком является шаг регулирования 10 мм, вручную можно задать любое расстояние.

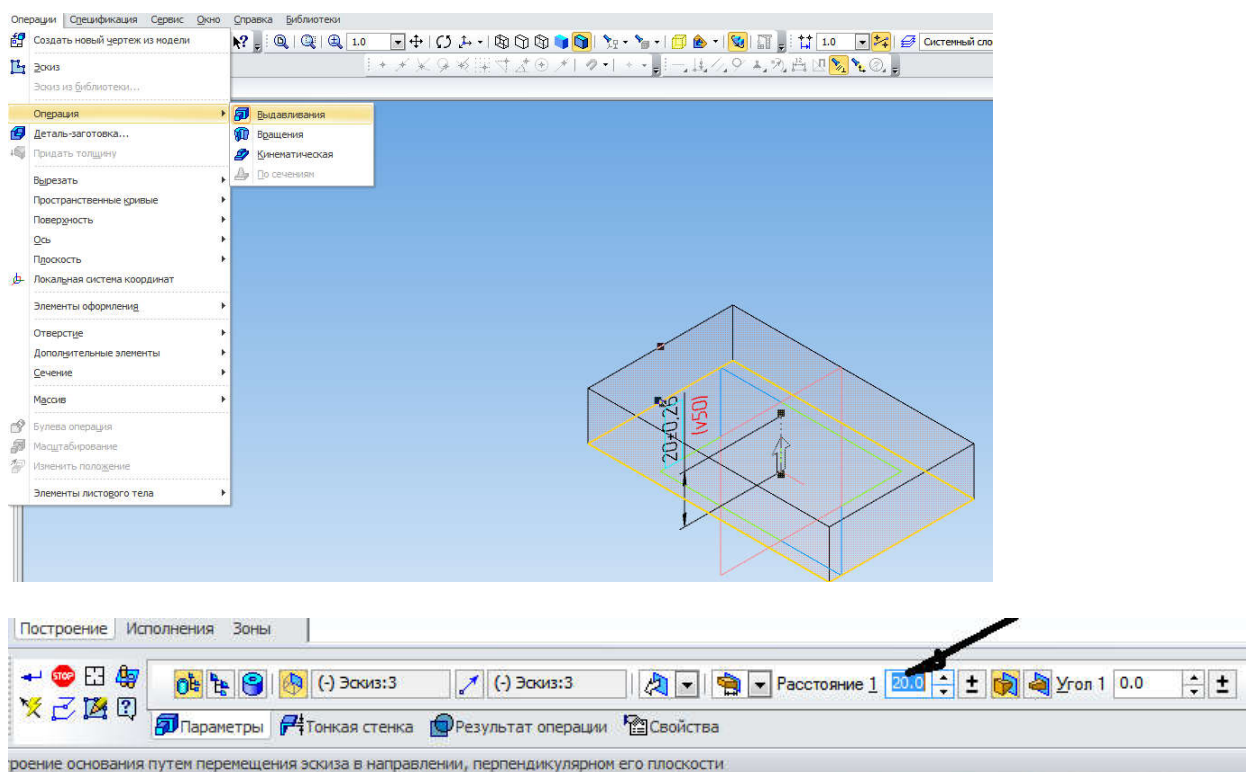


Рисунок 13. Установка заданного расстояния для выдавливания

Выбор направления зависит от дальнейших целей использования детали, по умолчанию используется прямое направление, при желании можно использовать обратное, два направления и среднюю плоскость (см. рис. 14). Обратное направление аналогично прямому направлению, только действует в противоположную сторону, средняя плоскость позволяет давить сразу в прямом и обратном направлениях, симметрично плоскости эскиза, что удобно для дальнейшего позиционирования детали в сборке.

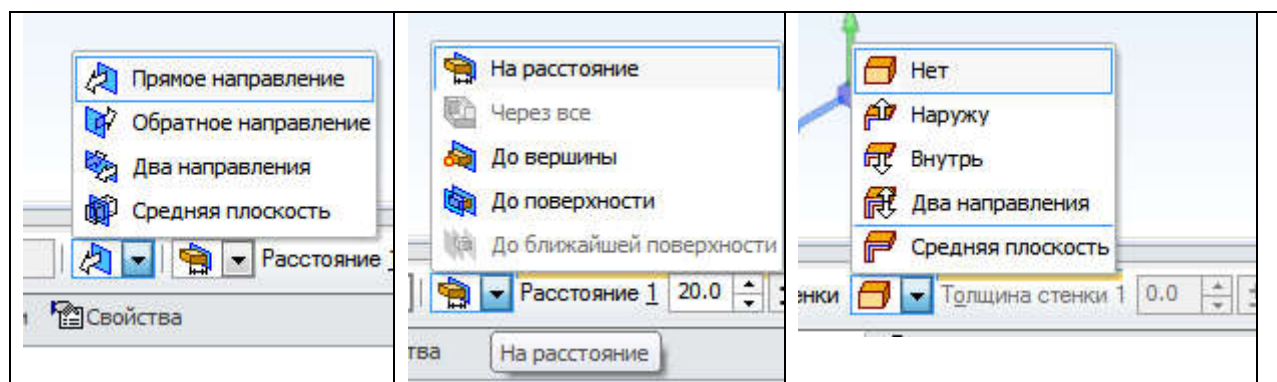


Рисунок 14. Выбор направления выдавливания.

Для построения некоторых фигур, помимо выдавливания по двум направлениям, используется уклон. Параметры уклона задаются следующим образом: Сначала выбирается внутрь или наружу, а затем в окно ставится необходимое значение угла (см. рис. 15).

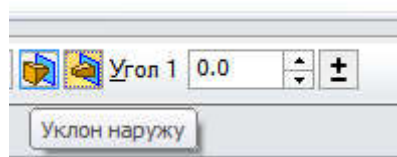


Рисунок 14.Параметры уклона

Еще одной особенностью является возможность задавать расстояние выдавливание не в миллиметрах, а до вершины или поверхности. Параметр удобен лишь в некоторых случаях, когда сложная деталь и неизвестно на какое расстояние следует выдавить (см. рис. 15).

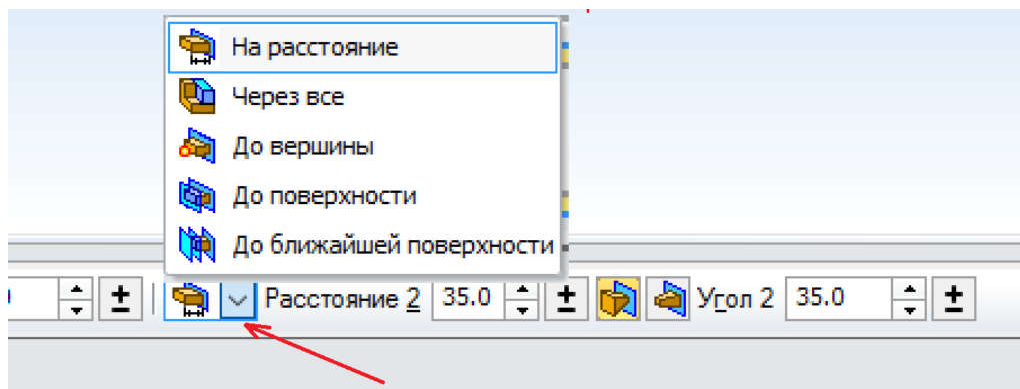



Рисунок 15.Параметры выдавливания

В нашем случае согласно заданию нам необходимо выдавить заданный прямоугольник на расстояние 20 мм

После этого Выбирается верхняя плоскость модели, вызывается команда построения эскиза . И далее на ней создать окружность радиусом 25 мм (см. рис 16).

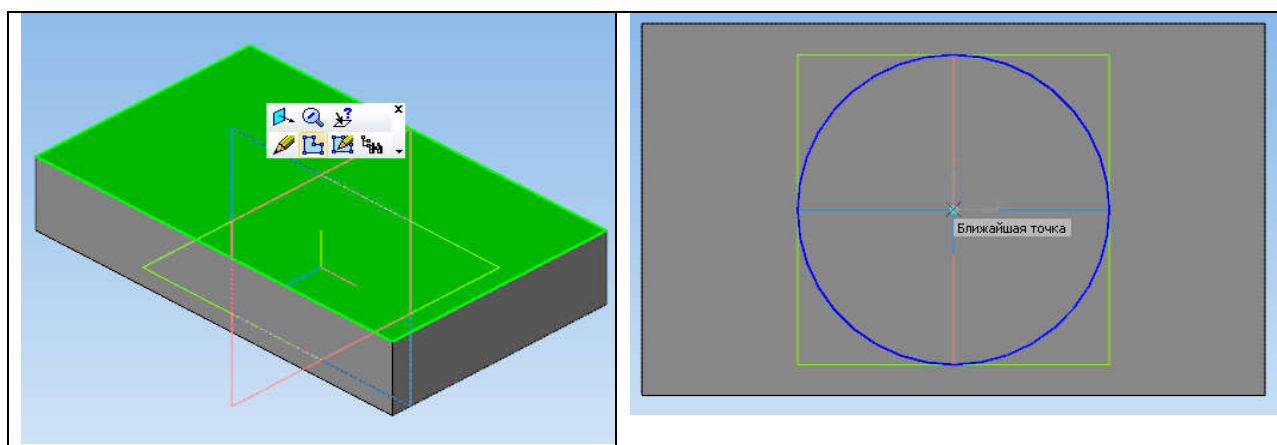


Рисунок 16. Создание окружности

В этом случае выдавливание происходит с использованием команды «ТОНКАЯ СТЕНКА» Порой использование выдавливания с тонкими стенками полезно, например, для построения труб, обечаек, полых валов, колец. Для построения такой детали

достаточно создать эскиз с наружным или внутренним диаметром, затем можно задать толщину стенки внутрь, наружу или оба направления (см. рис. 16 и рис. 17). Выбрана операция «ВНУТРЬ» с толщиной 6 мм

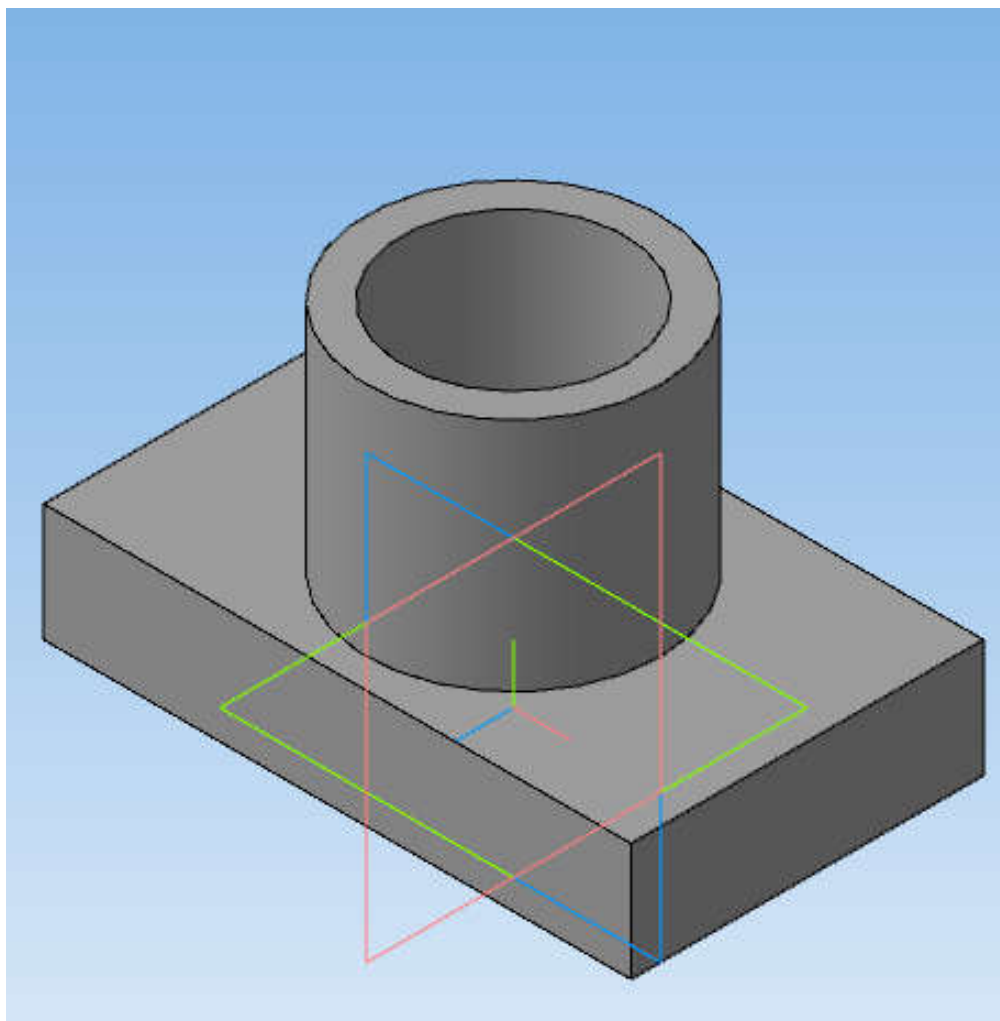


Рисунок 17. Операция «ТОНКАЯ СТЕНКА»

Все дальнейшие построения можно проводить, в случае симметрии детали и симметричного её расположения относительно осей координат, только в левой или правой ее части.

Следующей операцией создание детали будет вырезание одного из четырех отверстий в основании. В этом случае выделяем верхнюю плоскость модели аналогично (см. рис 16) и с помощью вспомогательных прямых находим центр искомой окружности (диаметр окружности 8 мм ; расстояние от граней 10 мм). Следует отметить, как видно из рисунка, вертикальная и горизонтальная вспомогательные прямые для большего удобства расположены на гранях основания, а параллельные прямые отложены на расстоянии 10 мм от граней (см. рис 18).

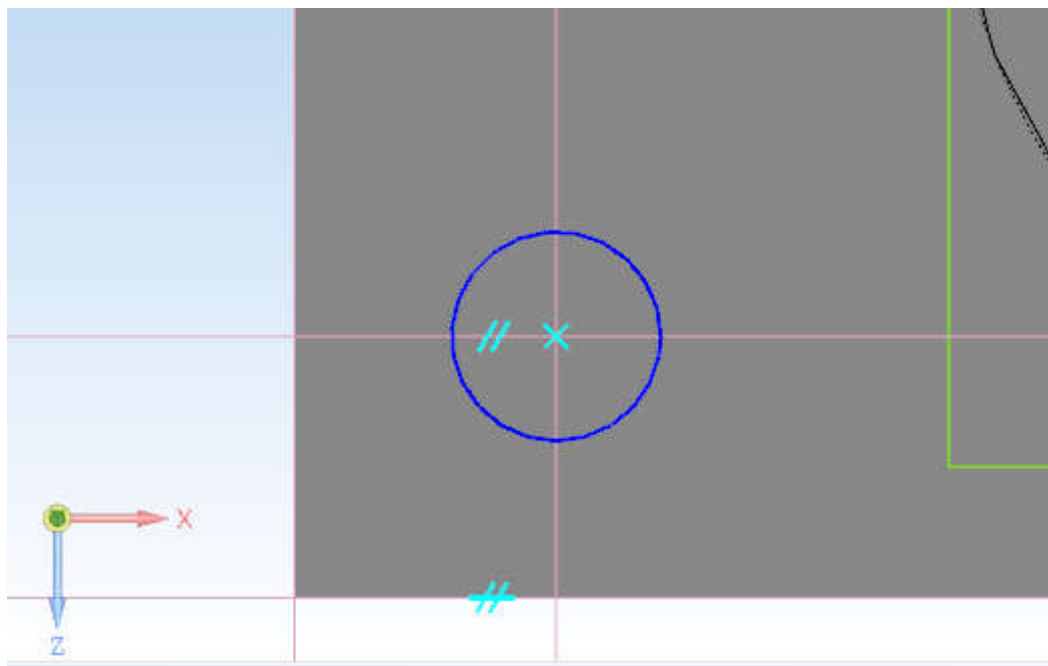


Рисунок 18. Создание эскиза для команды «ВЫРЕЗАТЬ»

Далее команда (см. рис. 19) ОПЕРАЦИИ ВЫРЕЗАТЬ ВЫДАВЛИВАНИЕМ на расстояние 20 мм (высота основания)

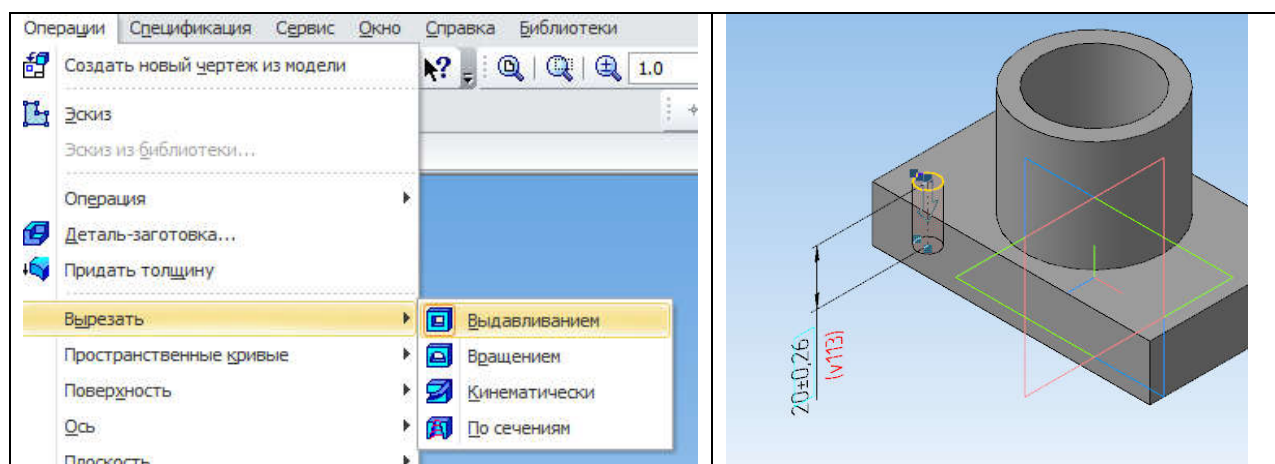


Рисунок 19. Операция «ВЫРЕЗАТЬ ВЫДАВЛИВАНИЕМ»

Остальные отверстия можно получить применяя операцию «МАССИВ» (см. рис. 20) для более рационального построения. В этом случае необходимо выбрать объекты для операции «МАССИВ» и в данном случае при зеркальном массиве – выбрать плоскость симметрии.

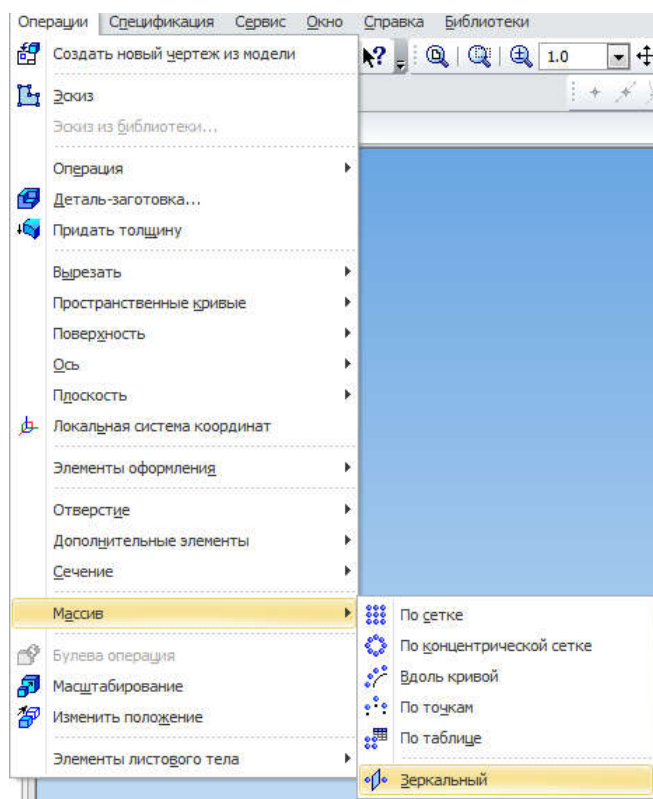


Рисунок 20. Операция «МАССИВ»

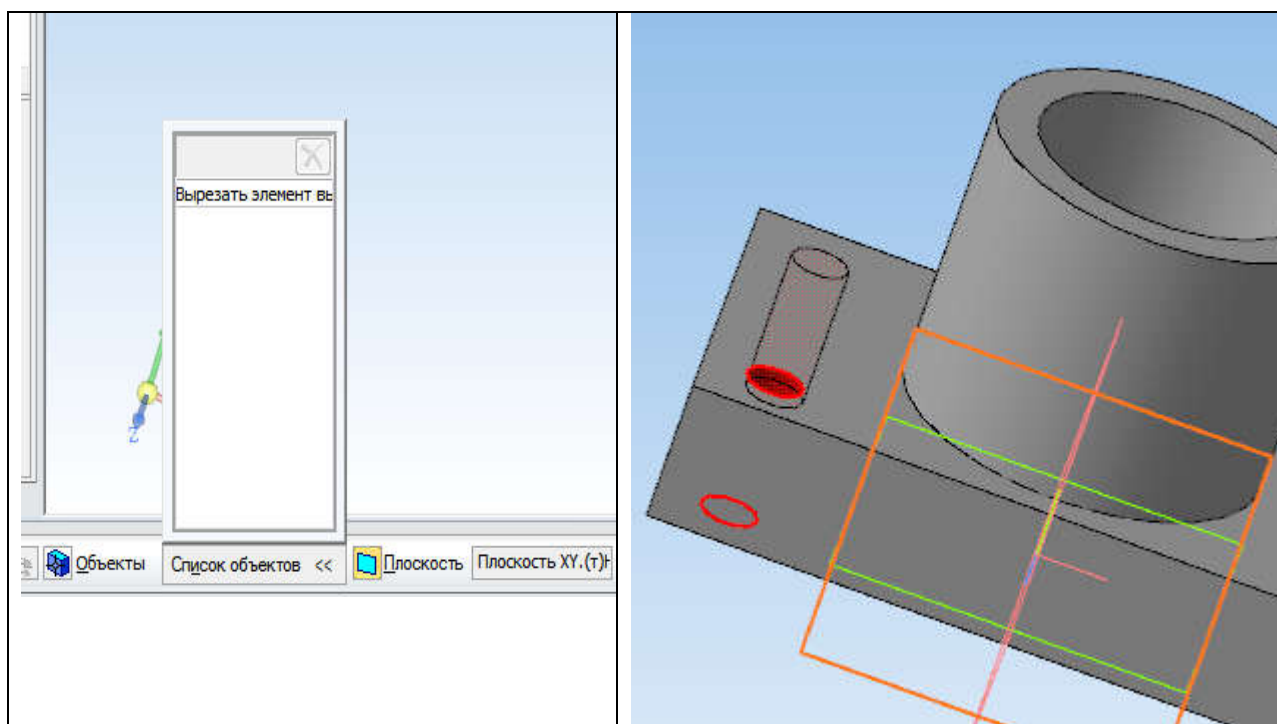


Рисунок 21. Выбор список объектов для операции «МАССИВ»

Аналогично поступаем с двумя другими отверстиями – здесь только меняется плоскость симметрии

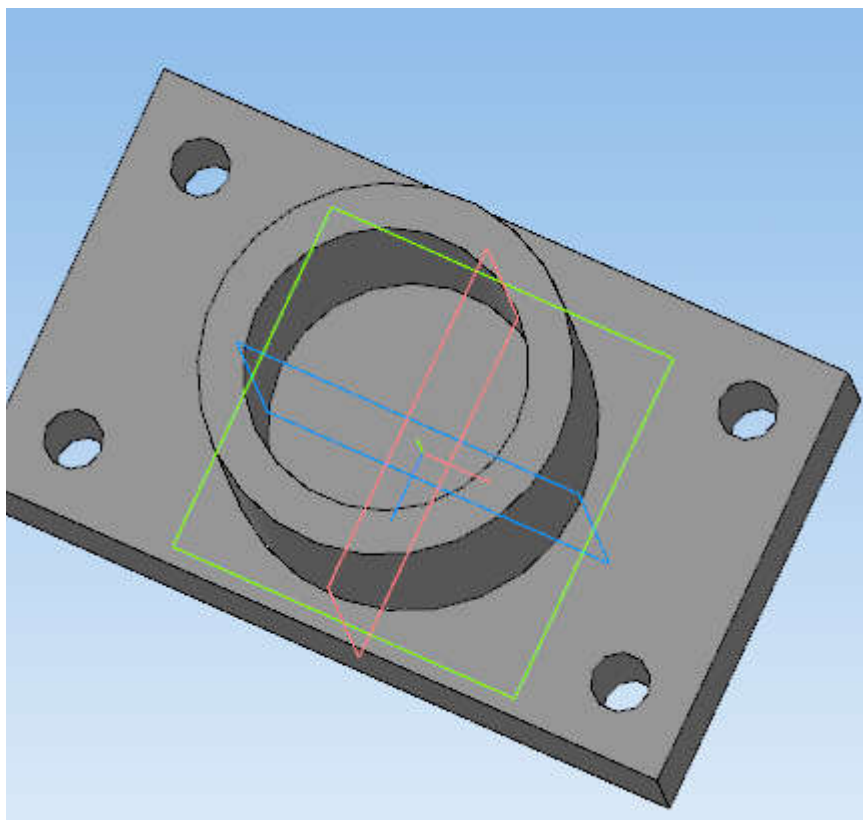


Рисунок 22. Готовая деталь

Следует обратить внимание, что в компасе для выдавливания, нужен замкнутый эскиз, не имеющий пересечений. Иначе получится тонкостенная деталь. Использование выдавливания с тонкими стенками полезно, например, для построения труб, обечаек, полых валов, колец.

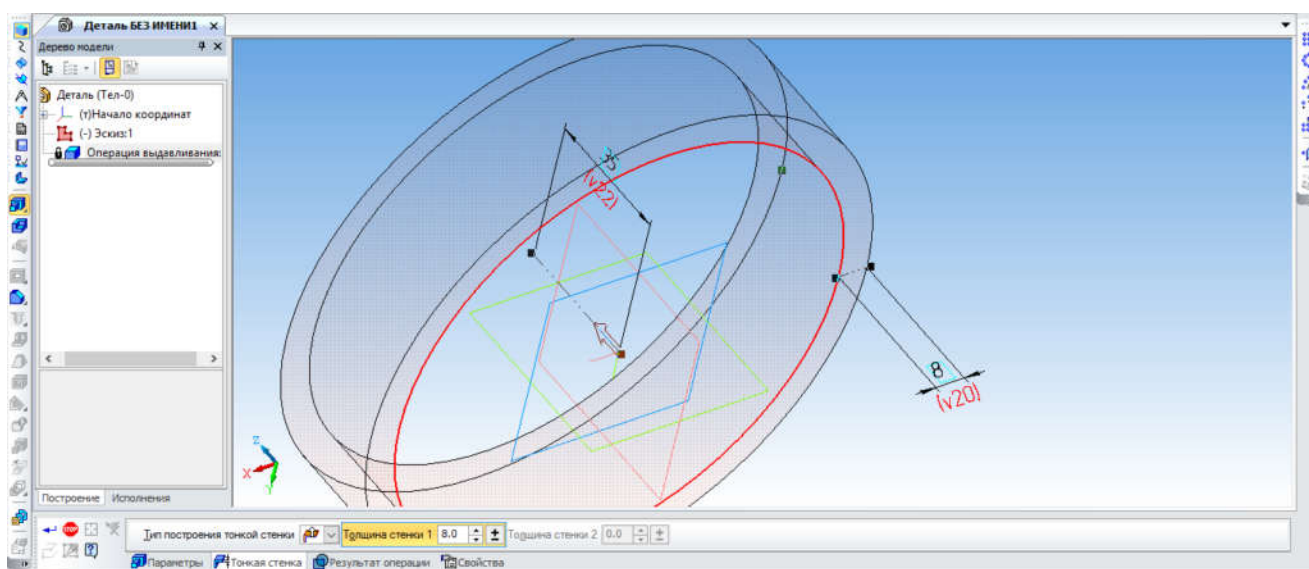


Рисунок 22. Выдавливание тонкой стенки

Для построения такой детали достаточно создать эскиз с наружным или внутренним диаметром, затем можно задать толщину стенки внутрь, наружу или оба направления. Выдавливание с тонкой стенкой применимо как для замкнутых, так и разомкнутых контуров (см. рис. 23)

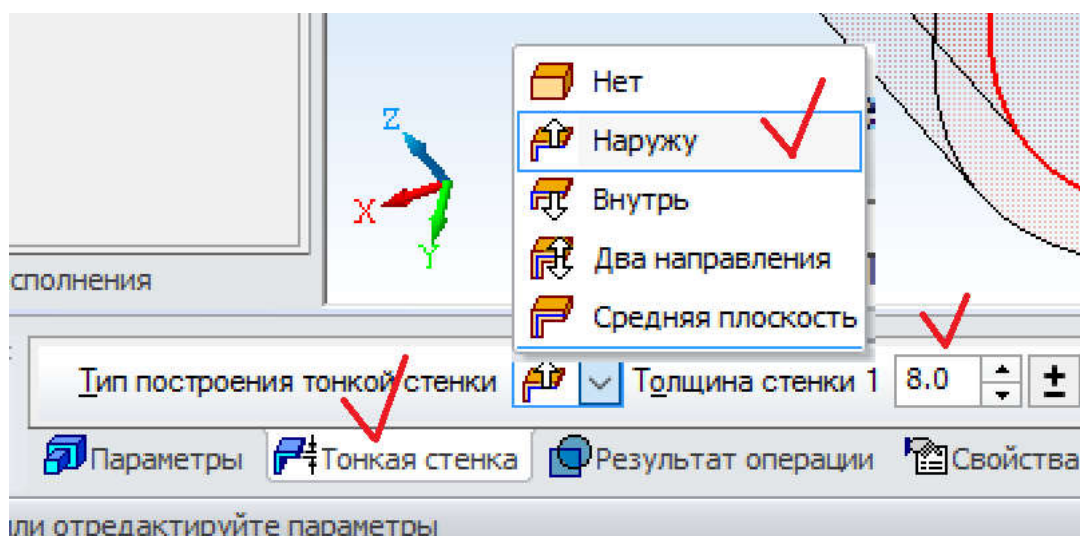


Рисунок 23. Тип построения тонкой стенки.

Еще одна важная операция часто применяемая в построении 3D моделей – это создание ребра жесткости. В данном случае можно пойти двумя путями. Первый просто применить операцию выдавливания, но в этом случае не всегда можно получить корректное соединение ребра с телом модели особенно если тело имеет форму окружности. И второй способ – это воспользоваться специальной функцией «РЕБРО жесткости» (см. рис.)

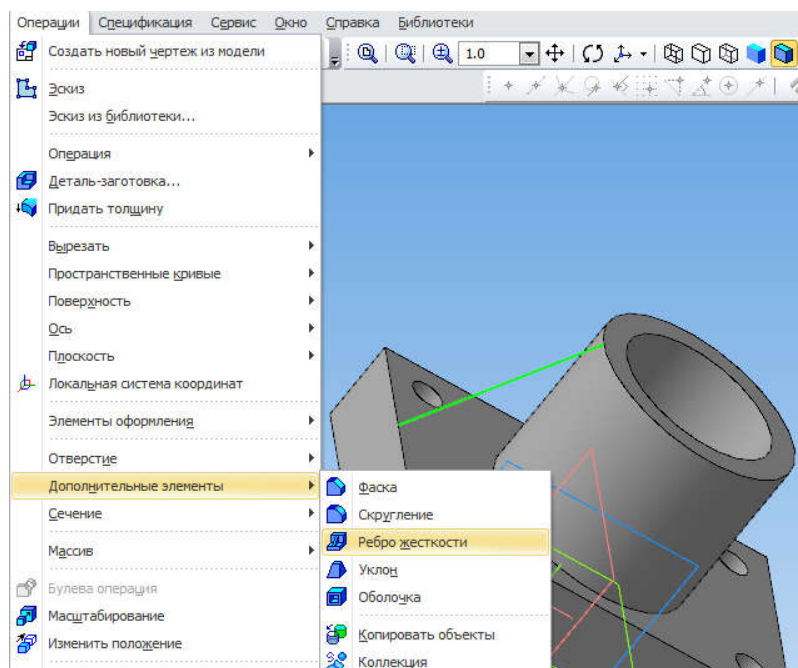


Рисунок 24. Создание ребра жесткости

Выбрав направление построения ребра жесткости и его толщину получаем нужную модель (см. рис.25)

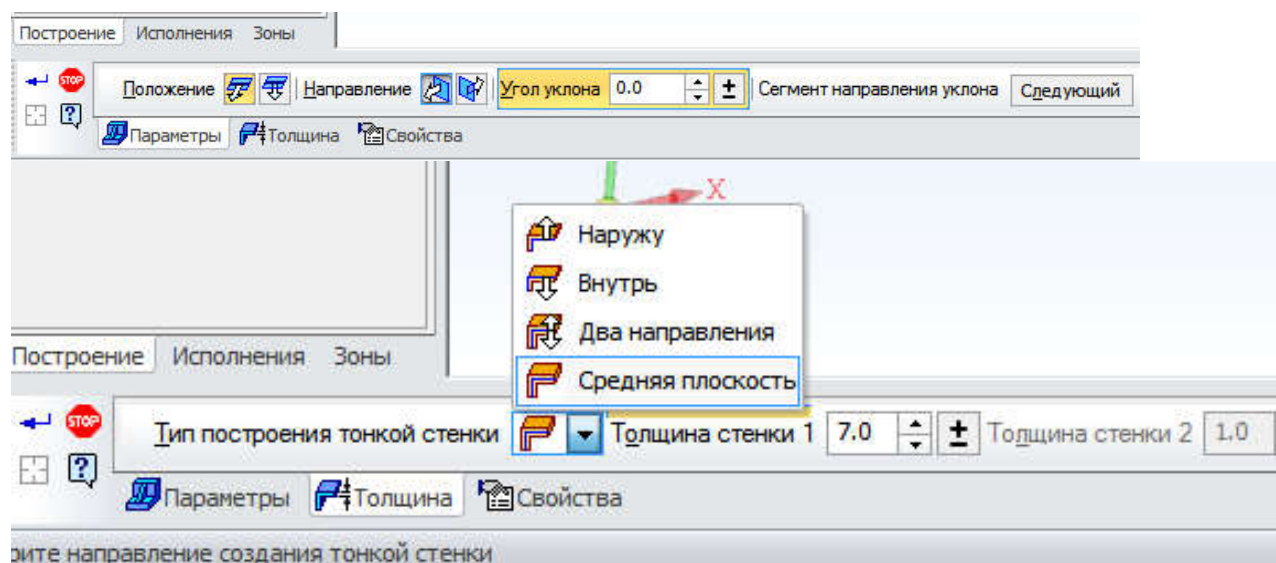


Рисунок 25 Параметры ребра жесткости

Второе ребро может быть построено как повторением данных операций или более рационально – применением операции «Массив - Зеркальный» (см. рис. 20.)

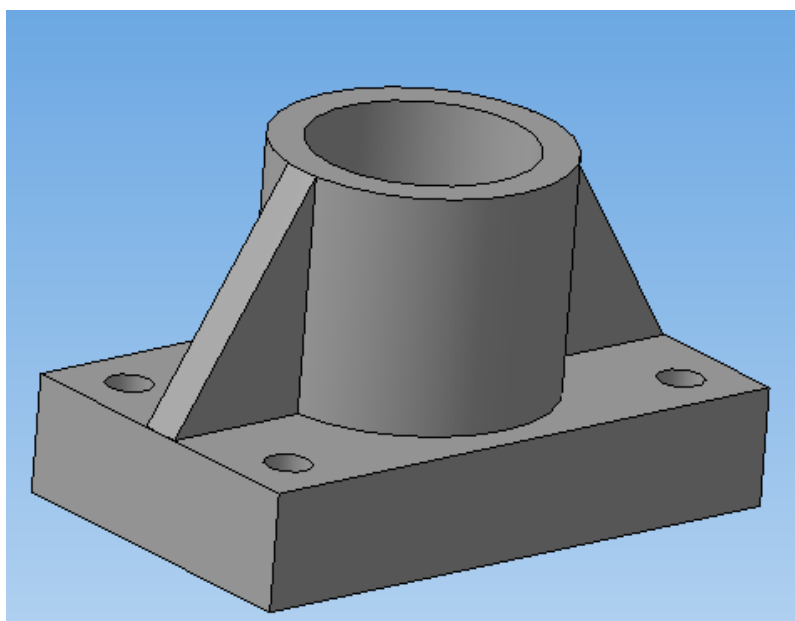
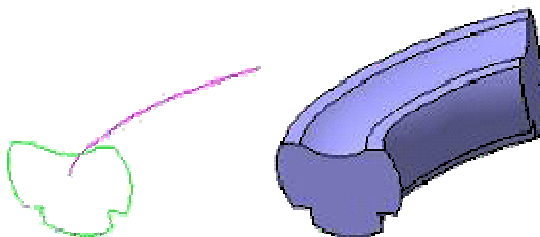


Рисунок 26.Готовая 3 D модель

3. Выдавливание (вырезание) по траектории

 **Кинематическая операция**



Еще один вид создания детали с помощью рассматриваемой операции – выдавливание по траектории. Выдавливание по траектории компас делает как в одной плоскости, так и в трех.

Первый эскиз задает сечение будущей детали, а второй траекторию. Для создания используется кинематическая операция, вызов которой производится длительным нажатием на кнопку выдавливания и выбором соответствующей иконки. Необходимо выбрать сначала первый эскиз, затем второй целиком, или же выбрать участок на траектории, если требуется выдавить лишь на часть траектории.

Последовательный выбор участков траектории, позволяет создавать фигуру не по всей протяженности. Так же как и с простым выдавливанием, можно задавать тонкостенную деталь.

На рис показано выдавливание шахтного спецпрофиля СВП 22 и простого прутка.

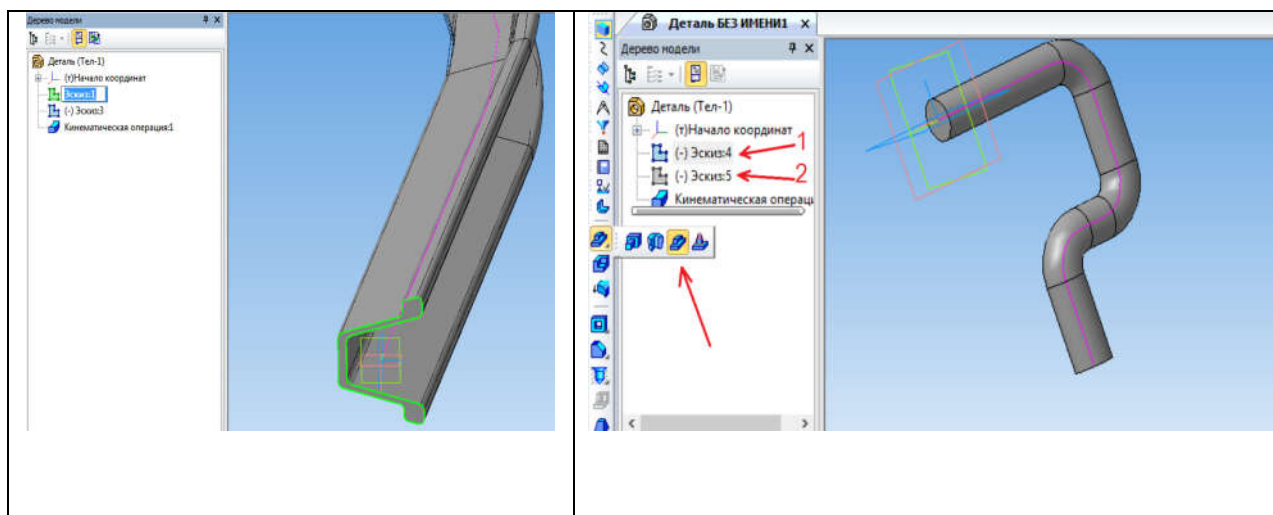


Рисунок. 27 Создание спецпрофиля СВП 22 и прутка

Установите ориентацию Изометрия XYZ. Выберите в окне **Дерево модели** плоскость **XY (Фронтальная плоскость)**.1.6.Выполните команду **Эскиз** через контекстное меню выбранной плоскости построения или нажмите кнопку – **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Окно программы подготовлено для создания эскиза во **Фронтальной плоскости**. Выберите команду – **Окружность** на панели **Геометрия**, тип линии **Основная**. Щелкните левой кнопкой мыши в рабочем поле – это центр

окружности, затем переместите курсор в сторону и щелкните еще раз – это точка, через которую должна проходить окружность (рис. 27).

При перемещении эскиза вдоль траектории его ориентация может меняться или оставаться постоянной. Чтобы задать требуемый тип движения сечения, нужно активизировать соответствующий переключатель в группе *Движение сечения* (см. табл. 1).

Таблица 1- Варианты изменения ориентации сечения при выполнении кинематической операции

Переключатель в группе <i>Движение сечения</i>	Особенности формирования элемента	Схема образования элемента
Сохранять угол наклона 	Сечение перемещается так, чтобы в любой точке траектории угол между плоскостью сечения и траекторией был постоянным и равным углу между плоскостью эскиза-сечения и траекторией в начальной точке траектории	
Параллельно самому себе 	Сечение перемещается так, что в любой точке траектории его плоскость параллельна плоскости эскиза, содержащего сечение	
Ортогонально траектории 	Сечение перемещается так, чтобы в любой точке траектории плоскость сечения была перпендикулярна траектории	

На рис. 28 показано образование кинематического элемента при различной ориентации сечения относительно траектории (начальное положение эскиза и траектории во всех случаях одинаковое, результаты построения - разные).

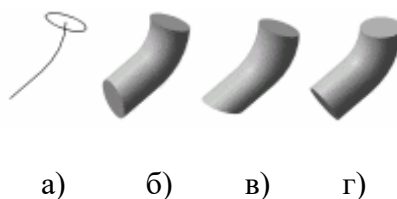


Рисунок 28 - Кинематический элемент: а) эскиз сечения и траектория; б) перемещение сечения с сохранением угла наклона; в) перемещение сечения параллельно самому себе; г) перемещение сечения ортогонально траектории

качестве примера рассмотрим создание внешней и внутренней резьбы деталей – втулки и болта. В этом случае происходит не выдавливания элемента, а вырезание из заготовки полости заданной конфигурации – в нашем случае это вырезание метрической резьбы заданного размера М64Х6.

1. Рассмотрим создание втулки с внешним диаметром 80мм и внутренней резьбой М64 с шагом 6 , длина втулки составляет 100 мм.
Согласно **ГОСТ 19257-73 ОТВЕРСТИЯ ПОД НАРЕЗАНИЕ МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ** диаметр отверстия в этом случае должен составлять ≈58 мм (см. рис 29.)

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P	Диаметр отверстия под резьбу с полем допуска				
		4H5H; 5H; 5H6H; 6H; 7H	6G; 7G	4H5H; 5H	5H6H; 6H; 6G	7H; 7G
		Номин.		Пред. откл.		
10	1,5	8,43	8,50	+0,19	+0,22	+0,30
11		9,43	9,50			
12	1,75	10,20	10,25	+0,21	+0,27	+0,36
14	2	11,90	11,95	+0,24	+0,30	+0,40
16		13,90	13,95			
18	2,5	15,35	15,40	+0,30	+0,40	ГОСТ 19257-73 Ст +0,53
20		17,35	17,40			
22		19,35	19,40			
24	3	20,85	20,90	+0,36	+0,48	+0,62
27		23,85	23,90			
30	3,5	26,30	26,35	+0,41	+0,55	+0,73
33		29,30	29,35			
36	4	31,80	31,85	+0,45	+0,60	+0,80
39		34,80	34,85			
42	4,5	37,25	37,30	+0,45	+0,60	+0,80
45		40,25	40,30			
48	5	42,70	42,80	+0,45	+0,60	+0,80
52		46,70	46,80			
56	5,5	50,20	50,30	+0,45	+0,60	+0,80
60		54,20	54,30			
64	6	57,70	57,80	+0,45	+0,60	+0,80
68		61,70	61,80			

Рисунок 29 Отверстия под резьбу

Создание заготовки втулки не представляет большой сложности. Для этого методом выдавливания создается цилиндр с заданными размерами, а затем методом вырезания создается отверстие в данном цилиндре (см. п.2 данного пособия). После чего создаются фаски на данной детали (см. рис.30)

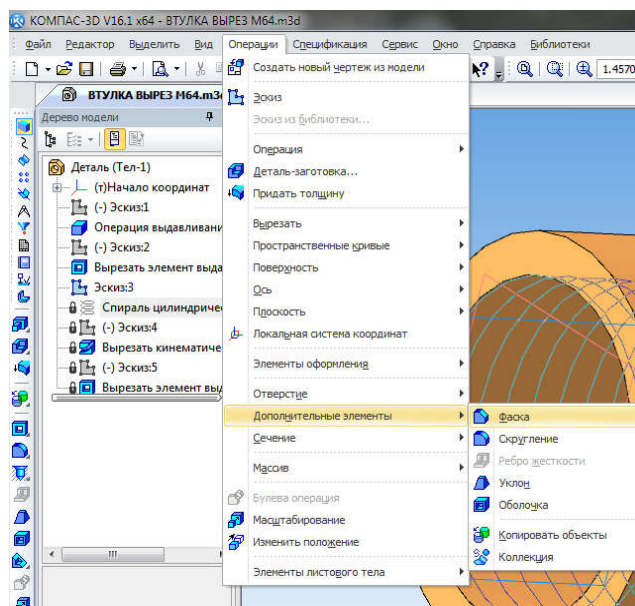


Рисунок 30 Создание фасок

Размеры фасок ГОСТ 10549-80 в зависимости от шага резьбы (см. рис 31.).

Шаг резьбы <i>P</i>	Недорез <i>a</i> , не более		Фаска <i>z</i>
	нормаль- ный	уменьше- нный	
0,2	0,5	0,4	0,2
0,25	0,6	0,5	
0,3	0,7		
0,35	0,8	0,6	0,3
0,4	1,0	0,8	
0,45			
0,5	1,6	1,0	0,5
0,6			
0,7	2,0	1,6	
0,75			
0,8	3,0	2,0	
1			
1,25	4,0	2,5	1,6
1,5			
1,75			
2	5,0	3,0	2,0
2,5	6,0	4,0	2,5
3			
3,5	8,0	5,0	
4			
4,5	10,0	6,0	4,0
5			
5,5			
6	12,0	8,0	

Рисунок 31 Размеры фасок

Следующим шагом будет создание дополнительного документа типа «Фрагмент» (см. рис 32)

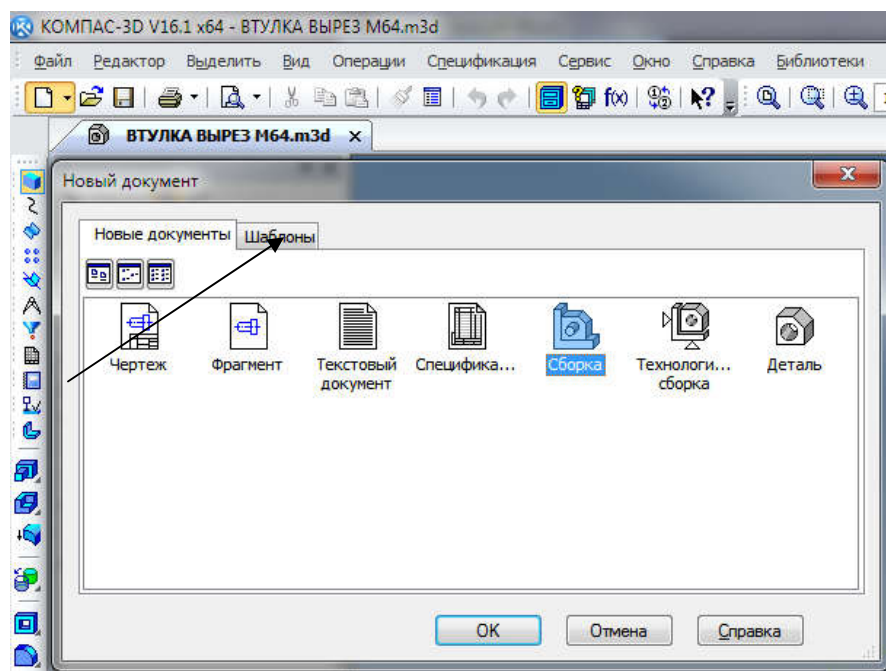


Рисунок 32 создание дополнительного документа типа «Фрагмент»

В данном документе создадим равносторонний треугольник. Профилем резьбы является равносторонний треугольник с углом 60° при вершине. Высота треугольника рассчитывается по формуле $H = 0,86 \times p$, где p - шаг резьбы (см. рис.33). Тогда в нашем случае высота треугольника составит $0,86 \times 6 \approx 5$

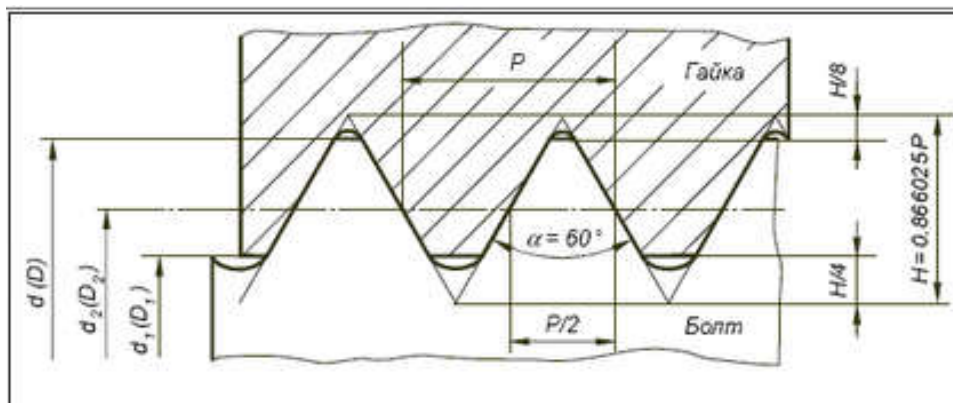


Рисунок 33 Профиль резьбы

Для этого от оси откладываем вверх расстояние H с углами 60 градусов
Радиус закругления $R = H/6 = 0.86/6 = 0.14$

Для удобства построения в центре основания ставим точку (см. рис. 34). Фрагмент создан и может быть сохранен. Копируем его в буфер обмена: выделяем мышкой → **Редактор** → **Копировать**.

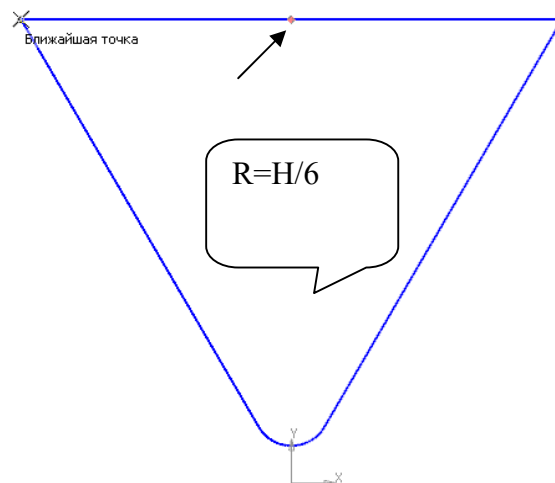




Рисунок 34 Фрагмент

Выделяем торец вала, нажимаем на компактной панели кнопку Пространственные кривые . Выбираем инструмент Спираль цилиндрическая . Указываем ее параметры: количество витков – 15, шаг -6, направление обратное, диаметр – 64 (см. рис.35).

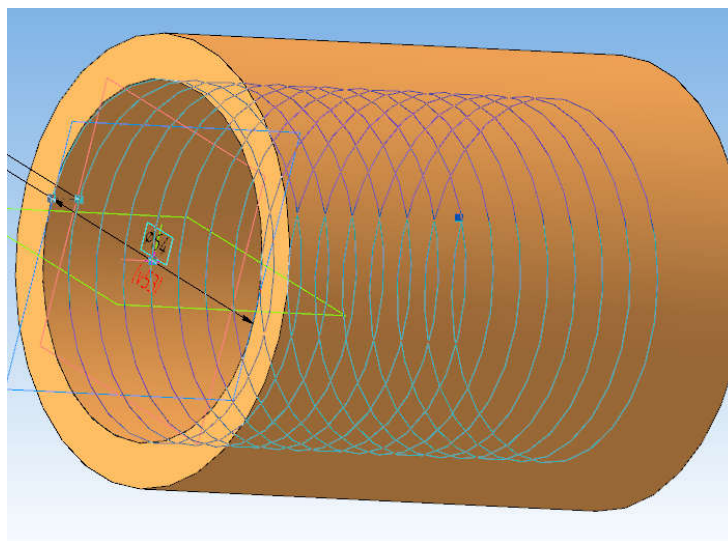


Рисунок 35 Спираль цилиндрическая

Перейдем к фрагменту - выделим его в буфер обмена и перенесем в деталь как показано на рисунке . Для этого выделяем плоскость ZX, т. к. именно ей перпендикулярен один из концов спирали. Увеличиваем масштаб рамкой в месте, указанном на рисунке 36 Правой кнопкой мыши вызываем контекстное меню, нажимаем команду **Вставить** и вставляем созданный ранее фрагмент.

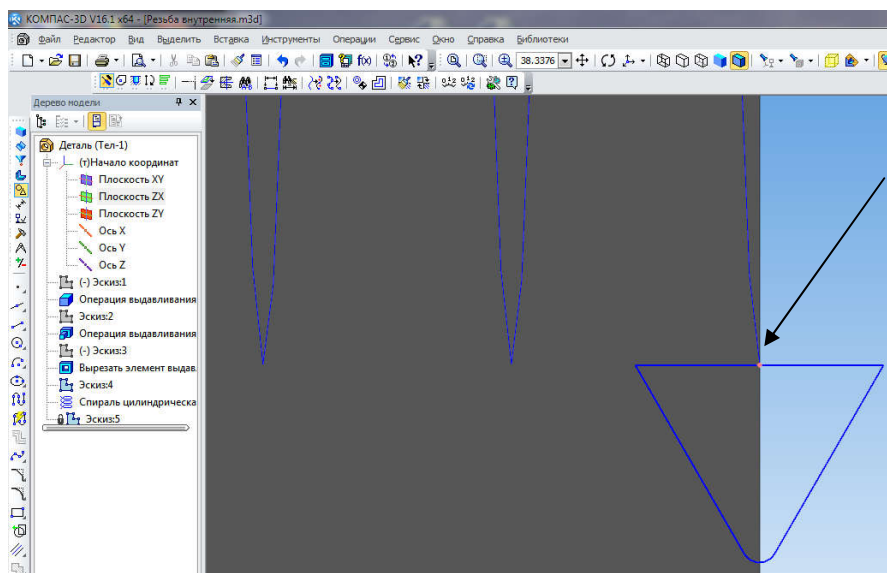


Рисунок 36 Вставка фрагмента

Далее необходимо выполнить **Операция→Вырезать→Кинематическая** (см. рис. 37),

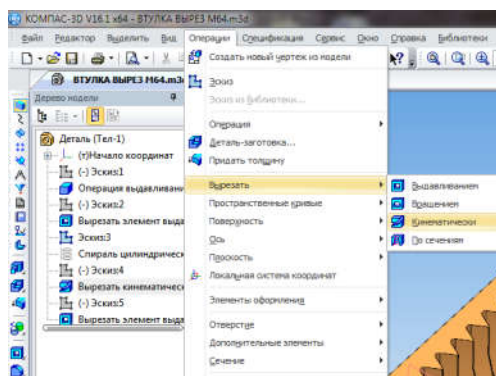


Рисунок 37 Операция Кинематическая

Готовая деталь показана на рис. (для наглядности из детали вырезано $\frac{1}{4}$ часть)

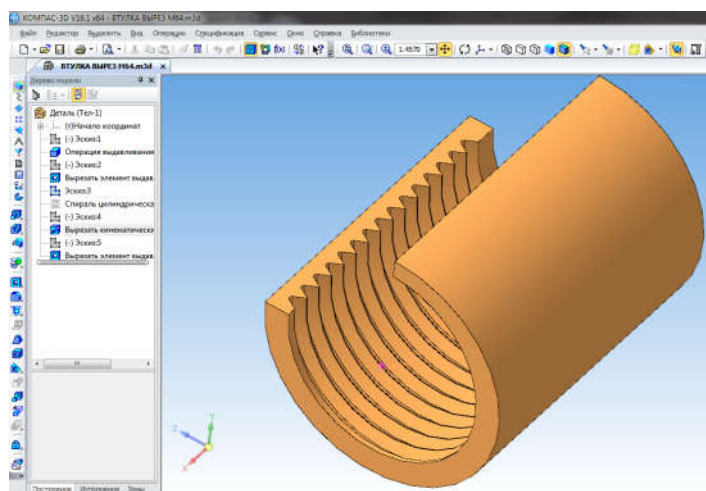


Рисунок 37 Готовая деталь

2. Создание болта с резьбой М64Х6. Создание наружной резьбы имеет те же принципы и приемы работы. Однако есть некоторые особенности и отличия.

Одним из первых отличий является размещение фрагмента (равностороннего треугольника). Его размеры остаются неизменными, а размещение показано на рисунках 38-39

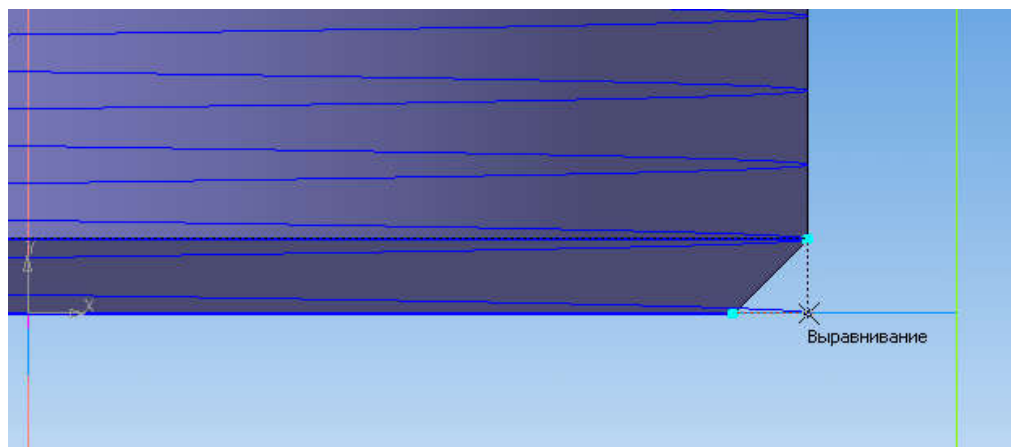


Рисунок 38 Выравнивание

Как видно из рисунка размещение точки треугольника (точку которую мы создали на треугольнике на одной из сторон напротив радиуса скругления) необходимо разместить с помощи команды **Выравнивание**.

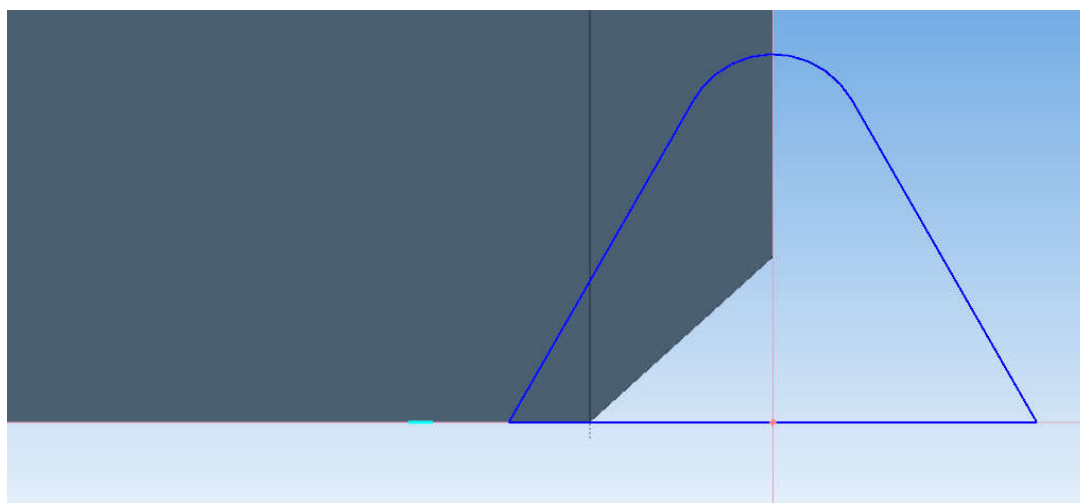


Рисунок 39 Размещение

Второе отличие касается создание сбег резьбы. Для этого на Создаем эскиз, спроецировав объекты (см. рис.40).

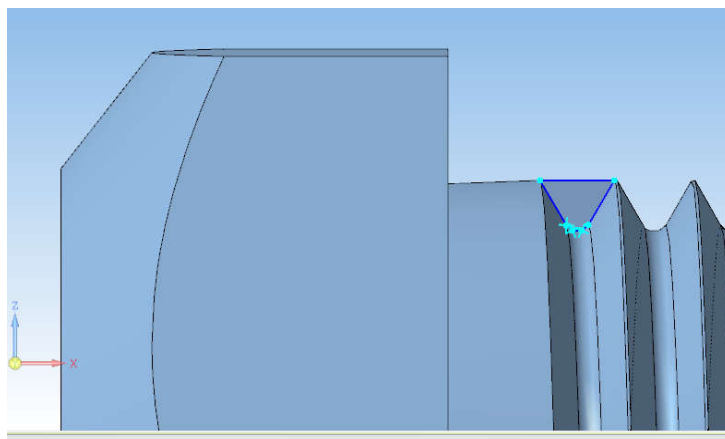


Рисунок 40 Эскиз сбега резьбы
А затем Вырезаем эскиз **Через все**.

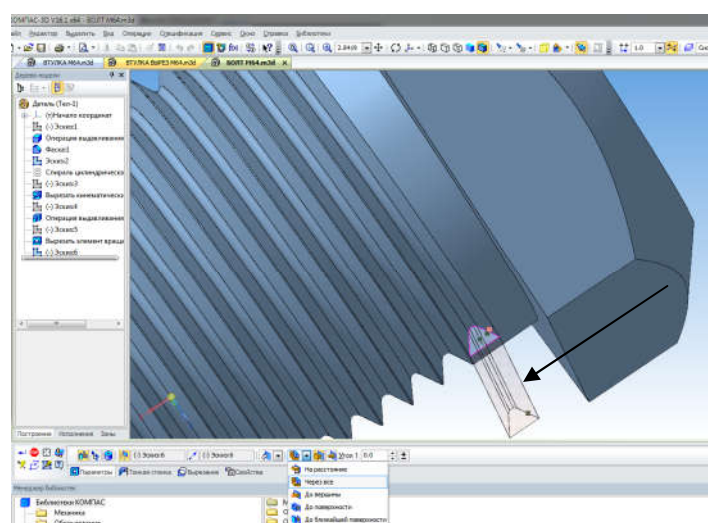


Рисунок 41 Вырезание

Меняем по необходимости цвет (см. рис.42), задаем название файла, сохраняем.

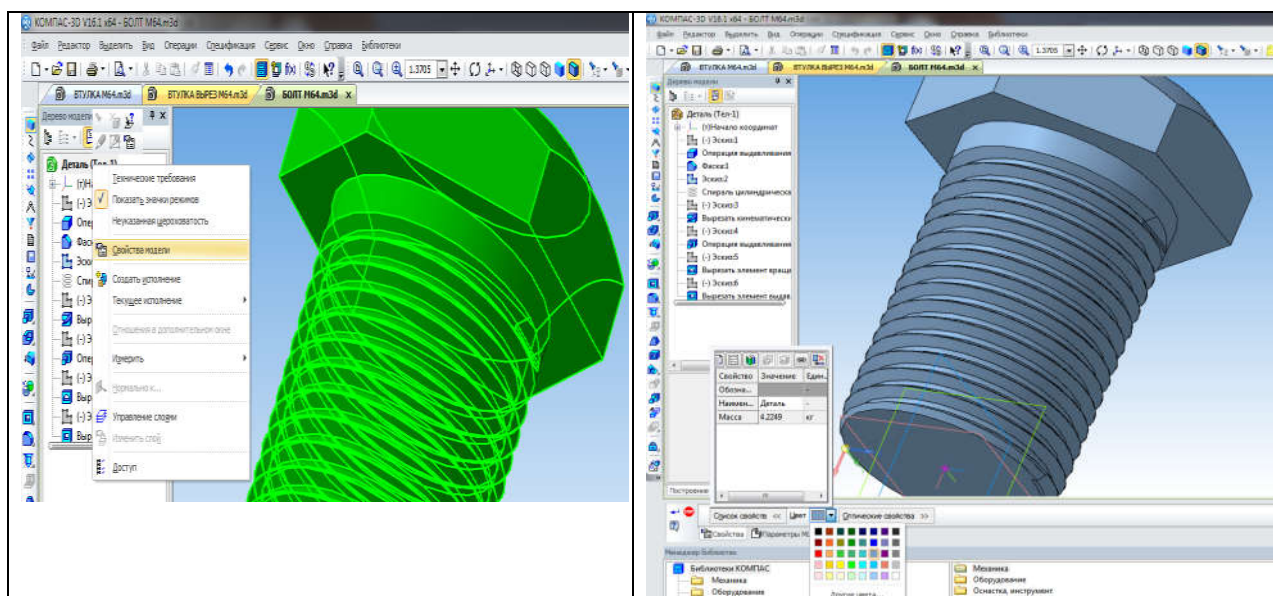


Рисунок 42 Готовая деталь

4. Операция по сечениям



Операция по сечениям.

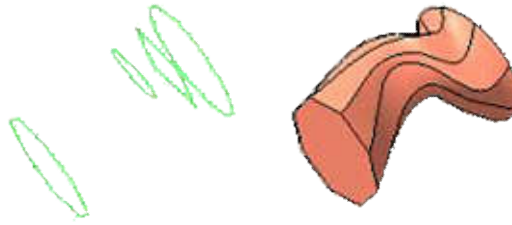


Рисунок 43 – Эскизы и элемент, образованный операцией по сечениям

В системе КОМПАС имеется возможность создания плоскостей, смещенных относительно определенной плоскости трехмерного пространства. Они носят название Плоскость смещенная, т.к. смещены на заданное расстояние от выбранной плоскости.

Смещенные плоскости могут располагаться параллельно или под углом друг к другу.

В каждой из таких плоскостей можно создать эскиз, т.е. плоскую фигуру, по которым будет сформирована объемная модель.

Формирование трехмерной модели происходит при объединении эскизов с помощью операции «По сечениям» (см рис.30)

Команда ОПЕРАЦИЯ ПО СЕЧЕНИЯМ позволяет создать основание детали, указав несколько его сечений, изображённых в разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения элемента по сечениям. Команда доступна, если в детали существует хотя бы два эскиза. Требования к эскизам элемента по сечениям следующие:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- эскиз начального (конечного) сечения может содержать контур или точку;
- эскиз промежуточного сечения может содержать только контур;
- контур в эскизе может быть только один
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу осевой линии следующие:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- контур должен пересекать плоскости всех эскизов;
- эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Для вызова команды нажмите кнопку (Операция по сечениям) на инструментальной панели редактирования детали или выберите её название из меню Операции.

Чтобы задать сечение элемента, нажмите кнопку Сечение на вкладке Параметры Панели свойств и укажите нужные эскизы в Дереве построения (рис. 31) или в окне модели (рис. 32)..

Перечень эскизов в порядке их указания появляется в окне Список сечений. В этом же порядке сечения будут соединены при построении элемента (см. рис 33). Чтобы изменить порядок следования сечений или удалить какие-либо из них, можно воспользоваться кнопками над списком.

Чтобы задать осевую линию, задающую общее направление построения элемента, необходимо активировать кнопку на вкладке ЭСКИЗ ПАРАМЕТРЫ и указать нужный объект.

В качестве осевой линии может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например: криволинейное ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе. Если осевой линией является контур в эскизе, то он должен подчиняться перечисленным выше требованиям.

Если осевая линия выбрана неверно, её можно указать повторно, не выходя из команды. Для этого щёлкните мышью по нужному объекту. Выделение с ранее указанной кривой будет снято. Выбранной для выполнения операции окажется заново указанная кривая. Операция по сечениям может быть выполнена и без указания осевой линии.

В Списке сечений начальное и конечное сечения служат для управления способом построения тела у их границы. Группа переключателей ТРАЕКТОРИЯ позволяет выбрать способ определения порядка соединения сечений. Активизация переключателя (Автоматическая генерация траекторий) означает, что система автоматически определит, какие точки сечений соединять при построении элемента.

Активизация переключателя (Генерация траектории по указанным точкам) означает, что эскизы будут соединены по точкам, ближайшим к точкам их указания. Если эскизы указываются в Дереве построения модели, срабатывает алгоритм автоматической генерации пути. Если сечения не выпуклые, указываете траекторию вручную.

Построение тонкостенного кинематического элемента и настройка свойств поверхности элемента ничем не отличаются от рассмотренных выше операций выдавливания и вращения, кроме следующего условия. Построение тонкостенного тела по сечениям возможно, если только все эскизы - сечения содержат контуры. Использовать эскизы, содержащие точки, для создания такого элемента нельзя. Примеры использования Операции по сечениям для криволинейной и прямолинейной направляющих показан на рис. 44 и 45, соответственно

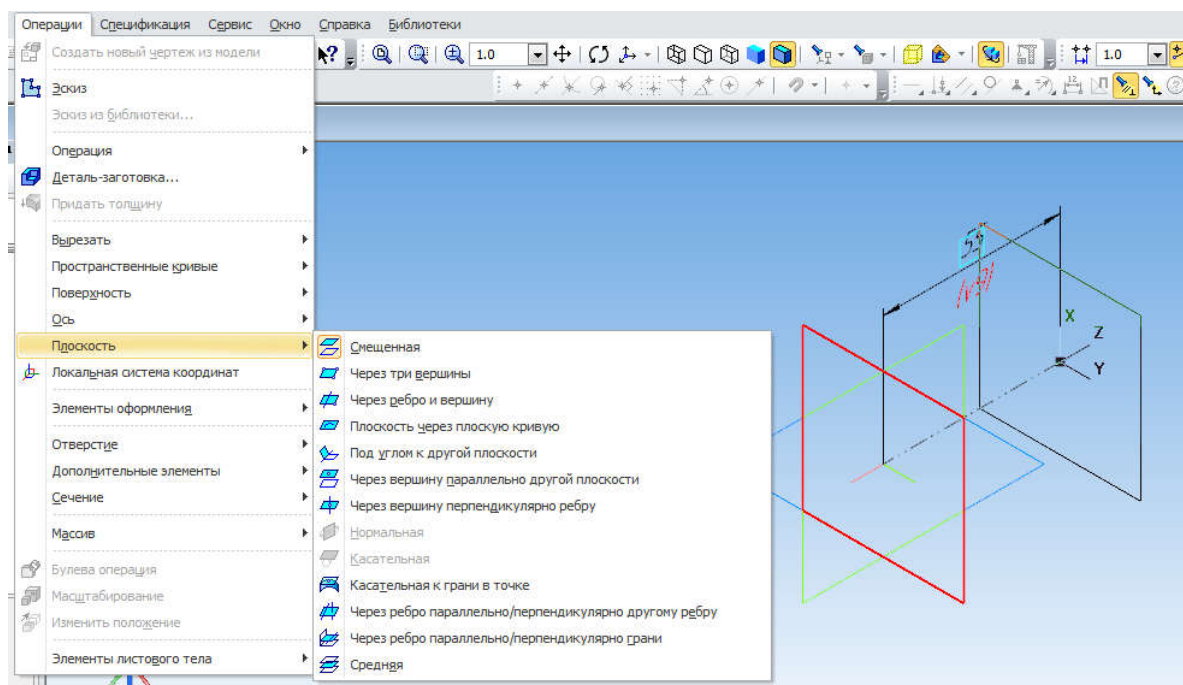


Рисунок 44 Выбор сечений модели

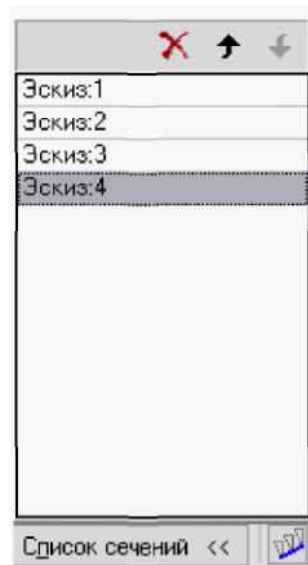


Рисунок 31. - Окно Список сечений

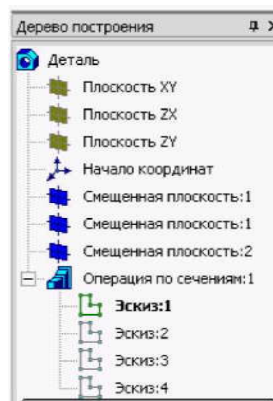


Рисунок 45. - Выбор эскизов в Дереве построения

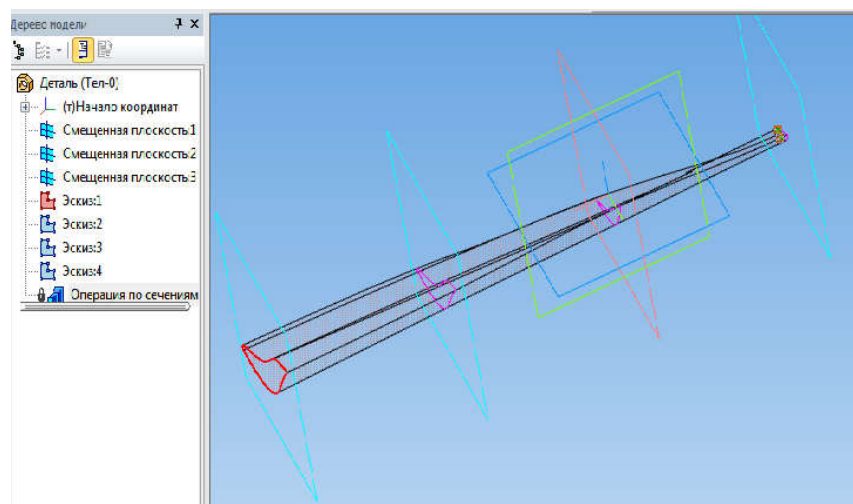



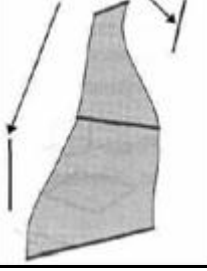
Рисунок 46 Создание модели прямолинейная направляющая

Примечание: Все кривые, используемые при построении по сечениям, должны быть либо разомкнутыми, либо замкнутыми. Не допускается использование набора кривых, содержащего одновременно разомкнутые и замкнутые кривые.

Для операции построения по сечениям можно задать траекторию. Задание траектории обеспечивает более высокую степень контроля формы тела или поверхности, построение которых выполняется по сечениям. Рекомендуется выбирать криволинейную траекторию, начинающуюся на плоскости первого поперечного сечения и заканчивающуюся на плоскости последнего поперечного сечения.

Кроме этого, при построении по сечениям можно задать направляющие. Использование направляющих обеспечивает другой способ контроля формы тела или поверхности, построение которых выполняется по сечениям. Направляющие позволяют контролировать соответствие точек на соответствующих поперечных сечениях для предотвращения нежелательных эффектов, например складок на результирующем теле или поверхности.

Таблица 2 – Формирование элемента в зависимости от выбора варианта в группе Траектория

Переключатель в группе Траектория	Особенности формирования элемента	Схема образования элемента
По умолчанию	Указанные вершины сечений соединяются сплайнами третьего порядка	
По нормали	Элемент формируется так, чтобы плоскость, касательная к его поверхности вблизи граничного (начального или конечного) сечения, была перпендикулярна плоскости этого сечения	
По объекту	Элемент формируется так, чтобы плоскость, касательная к его поверхности вблизи граничного эскиза, была параллельна указанному прямолинейному объекту или нормали к указанному плоскому объекту	

Указание объекта, задающего направление выхода тела из крайних сечений. Если выбран способ построения тела у крайнего сечения **По объекту**, укажите этот объект. Его название появится в справочном поле **Вектор начального (конечного) сечения**.

3. Траектория соединения сечений

Одни и те же сечения можно соединить различными способами. Вы можете выбрать способ генерации траектории, а также сделать ее разомкнутой или замкнутой.

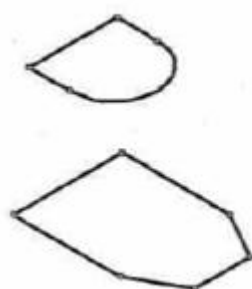
Способ генерации траектории. Последовательность соединения сечений может быть указана вручную или определена автоматически. Для выбора нужного варианта активизируйте соответствующий переключатель в группе **Траектория**:

Таблица 3 – Способ генерации траектории

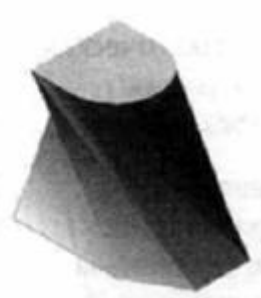
	Переключатель в группе Траектория	Особенности формирования элемента
	Автоматическая генерация траектории	Система автоматически определяет, какие точки сечений генерация соединять при построении элемента. Этот способ рекомендуется использовать, если топология сечений одинакова (рис. 2.45)
	Генерация траектории по указанным точкам	Эскизы последовательно соединяются по точкам, ближайшим к точкам их указания (рис. 2.46)

Отдельные советы:

- Если эскизы указываются в **Дереве построения детали**, срабатывает алгоритм автоматической генерации пути.
- Если сечения не выпуклые, указывайте путь вручную.
- Если топология сечений сильно различается (например, в одном из них – треугольник, а в другом – пятиугольник), результат построения может не соответствовать ожидаемому: может произойти «скручивание» элемента, появление дополнительных ребер (рис..47).



а)



б)

Рисунок.47 – Автоматическое соединение сечений с разной топологией

Для исправления подобной ошибки необходимо выполнить следующее:

1. Найдите сечение, контур в котором содержит наибольшее количество сегментов – геометрических примитивов (отрезков, дуг, сплайнов). Определите это количество.
2. Разбейте геометрические примитивы в остальных сечениях так, чтобы выполнялись два условия:
 - во всех сечениях должно оказаться одинаковое количество сегментов – геометрических примитивов. Оно должно быть равно количеству, определенному в п. 1;
 - точки разбиения должны лежать на предполагаемых ребрах элемента по сечениям.

Для разбиения кривой на части используйте команду **Разбить кривую** на странице **Редактирование** или **Разбить кривую на N частей** на

странице **Геометрия**, укажите кривую. Результат построения элемента по преобразованным сечениям показан и рис. 48 – в результате контур в сечении не изменился, а результат построения стал предсказуемым.



Рисунок 48 – Дуга в верхнем сечении разбита на три сопрягающихся части

Замкнутая или разомкнутая траектория (рис. 2.49). Чтобы выбрать вариант формирования траектории активизируйте переключатель **Разомкнутая** или **Замкнутая** в группе **Режим**. При создании замкнутой траектории соединяются сечения, которые были указаны первым и последним.

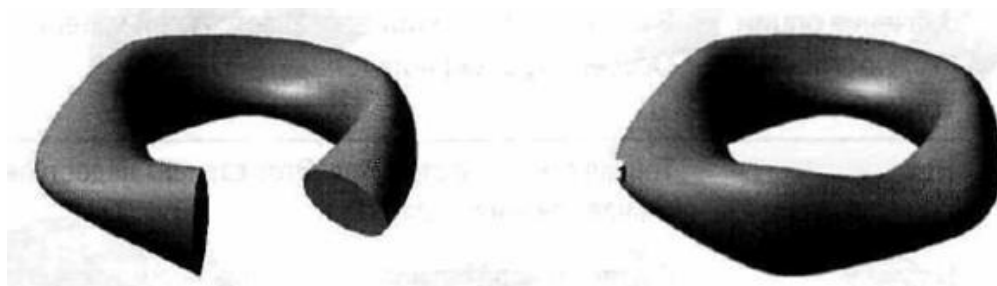


Рисунок 49 – Разомкнутый и замкнутый элементы, построенные по одним и тем же сечениям

Все направляющие должны удовлетворять следующим критериям:

- Пересекать все поперечные сечения.
- Начинаться на первом поперечном сечении.
- Заканчиваться на последнем поперечном сечении.

Для построения поверхности или тела по сечениям можно выбрать любое число направляющих.

Если при построении поверхности или тела по сечениям используются только поперечные сечения, контролировать форму поверхности или тела можно также с помощью параметров диалогового окна "Настройки сечений".

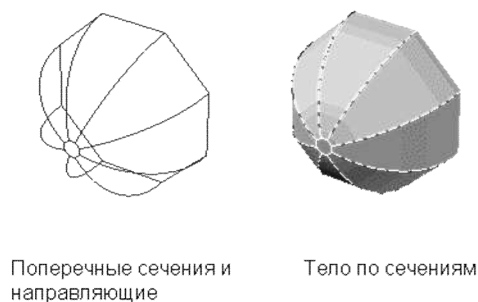


Рисунок 50 Использование направляющих

5. Операция вращение

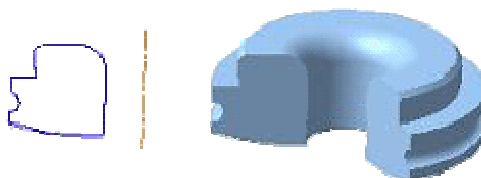


Рисунок 51 – Эскиз и элемент, образованный операцией вращения

Рассмотрим применение данной операции при построении детали «Вал»

Эскиз вала представляет собой ломаную линию, отдельные участки которой расположены под прямыми углами друг к другу. Создание вала производится с помощью операции ВРАЩЕНИЕ (см. рис.52)

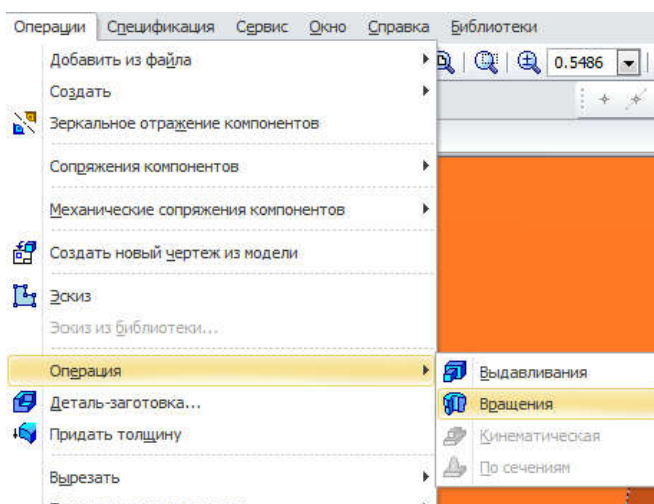


Рисунок 52 Операция ВРАЩЕНИЕ

В этом случае для построения детали ВАЛ можно воспользоваться операцией ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ для задания точного расстояния от оси вращения до контура вала. После чего с помощью операции ОТРЕЗОК производится построение вала.

Рисунок 53 Эскиз вала

После построения ломаной необходимо отключить режим ортогонального черчения. И поставить параметрические линейные размеры так, как это показано на рисунке

54.

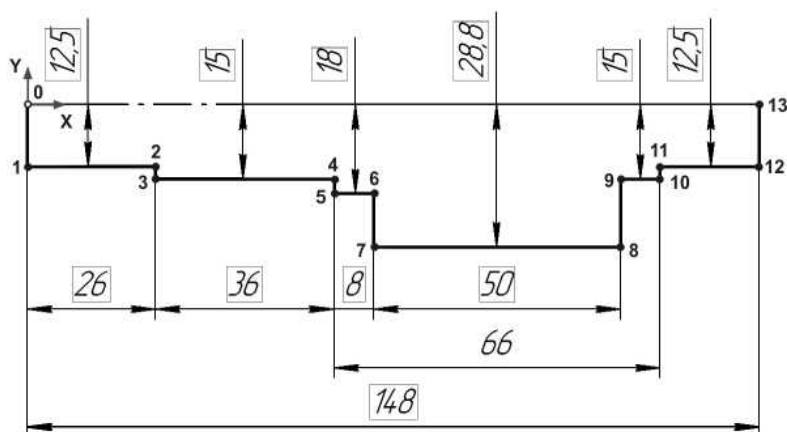


Рисунок 54 – Контур вала с параметрическими размерами

Далее нажать кнопку **Операция вращения** на панели **Редактирование детали** (рис. 55).



Рисунок 55 – Панель редактирования детали

Если эскиз не замкнут, как в данном случае, система по умолчанию выполняет построение тонкостенного элемента. Для построения сплошного тела нажмите кнопку **Сфероид** на закладке **Параметры Панели свойств** (рисунок 56).

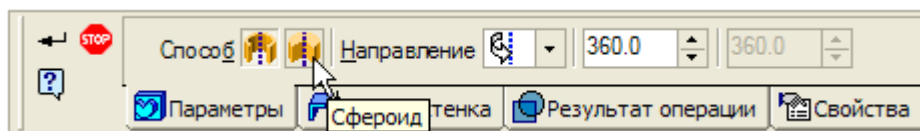


Рисунок 56 – Панель свойств

Затем там же необходимо открыть закладку **Тонкая стенка**.
Открыть список **Тип построения тонкой стенки** и указать вариант **Нет** (рисунок 57).

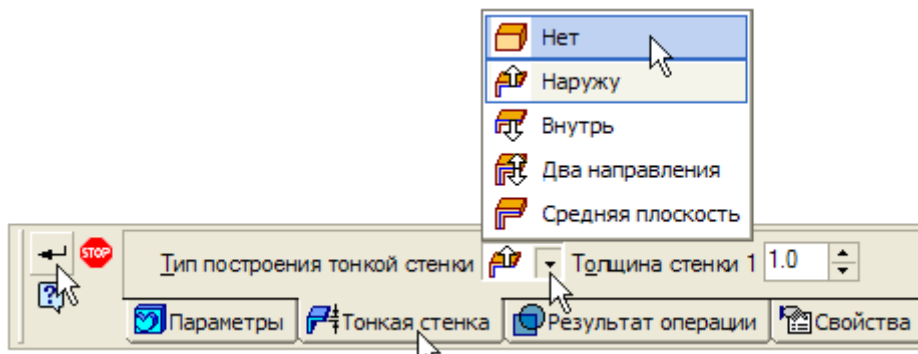


Рисунок 57 – Отказ от создания тонкой стенки

Далее необходимо нажать кнопку **Создать объект**.

В окне модели система выполнит построение основания детали (рисунок 58). После чего установите ориентацию **Изометрия XYZ**, вариант отображения **Полутоновое** и максимальную степень точности отображения.



Рисунок 58 – Модель-заготовка вала

Построение шпоночного паза

Перейдем к построению шпоночного паза. Его создание нужно начать с построения вспомогательной плоскости, проходящей касательно той шейки вала, на которой нужно разместить паз:

- Вызывается команда **Касательная плоскость** на Расширенной панели команд построения вспомогательных плоскостей (рисунок 59);

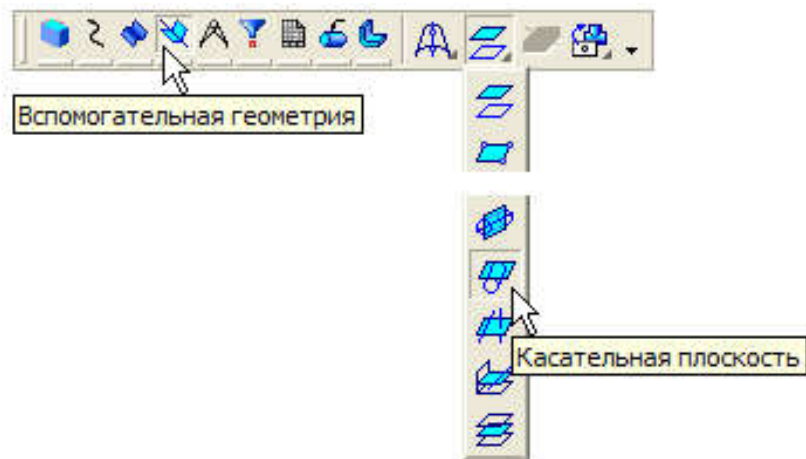


Рисунок 59 – Расширенная панель команд

- в окне модели указывается цилиндрическую грань, касательно к которой должна пройти плоскость (рисунок 60). Поскольку к цилиндрической грани можно построить бесконечное количество касательных плоскостей, нужно дополнительно указать плоскость, которая проходит через ось цилиндрической грани и показывает линию касания для новой плоскости;

- в **Дереве построения** указывается элемент **Плоскость ZY** и далее **Создать объект** на Панели специального управления – система выполнит построение плоскости.
-

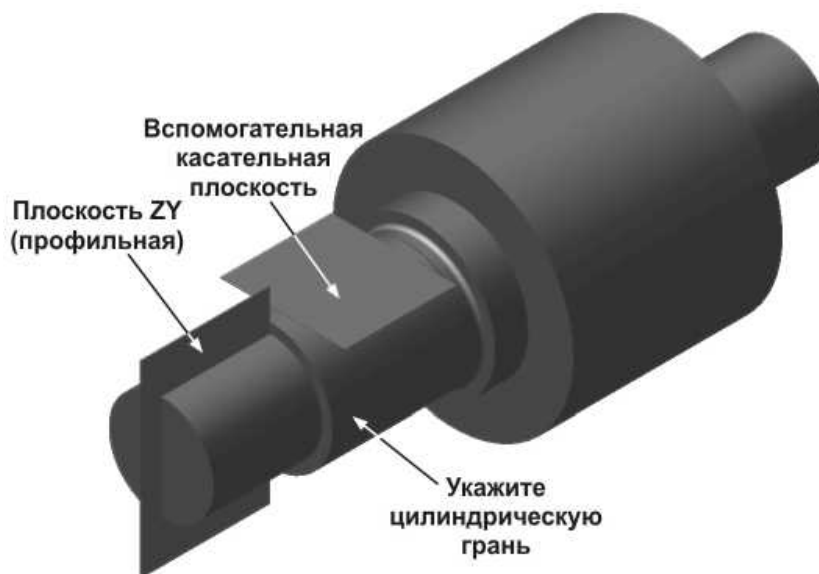


Рисунок 60 – Создание касательной плоскости

Эскиз шпоночного паза представляет собой скругленный прямоугольник. Для создания типовых контуров можно воспользоваться библиотекой эскизов.

В Дереве модели правой клавишей мыши на элементе выделяется **Касательная плоскость:1** и выполняется из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки** (рис. 61) Правило пользования библиотекой будет рассмотрено ниже.

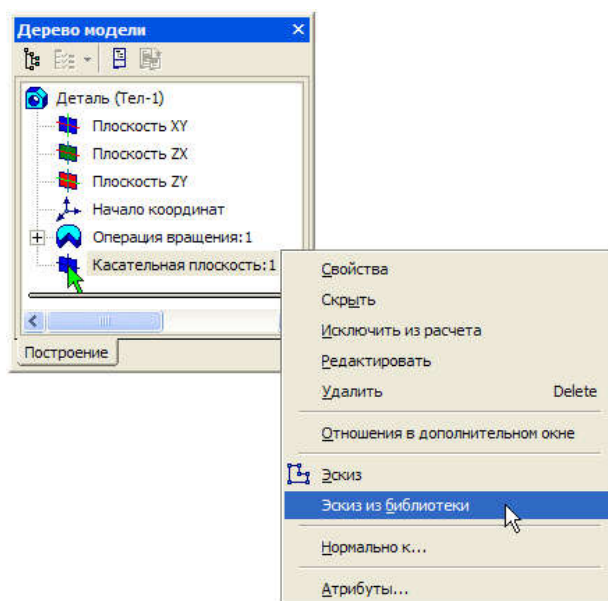


Рисунок 61 – Эскиз из библиотеки

В Дереве библиотеки используется папка **Пазы и бобышки**. В списке элементов папки надо указать **Паз 1**. В окне предварительного просмотра будет показан его контур.

В поля координат точки привязки эскиза по осям **X** и **Y** на **Панели свойств** вводятся значение **0**. В поле **Угол** - значение **90** градусов (рис. 62). Далее кнопку **Создать объект**.

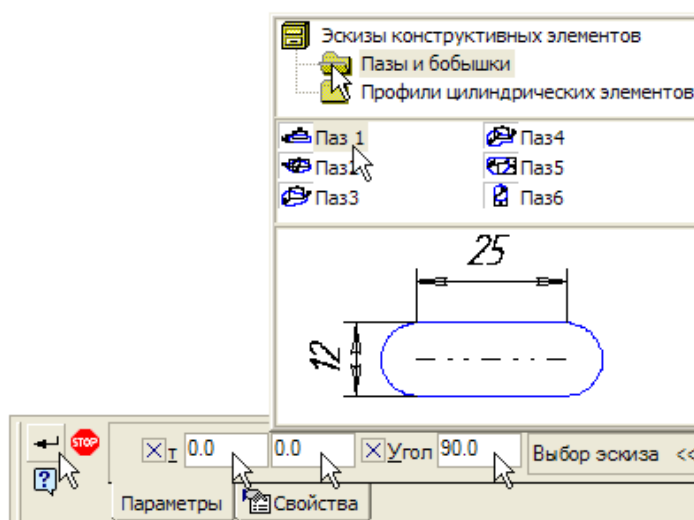


Рисунок 62 – Выбор шпоночного паза

В Дереве модели появится новый элемент **Эскиз 2**.

Отметить на элементе **Эскиз:2** правой клавишей мыши и выбрать из контекстного меню команду **Редактировать** (рисунок 63). Система перейдет в режим редактирования эскиза.

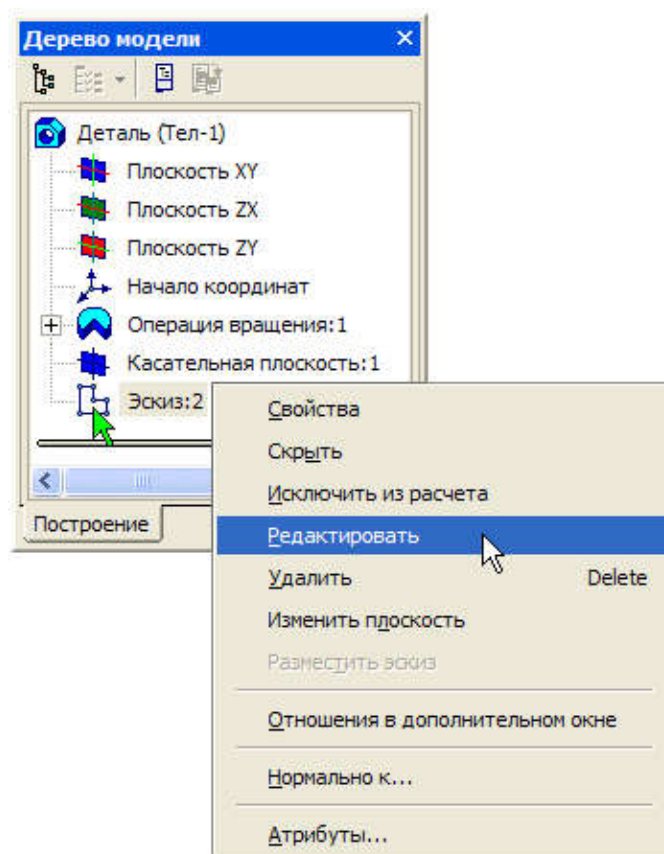


Рисунок 63 – Команда «Редактировать эскиз»

Эскиз представляет собой параметрический контур с размерами (рисунок 64). Для завершения эскиза нужно изменить размеры и правильно разместить контур.

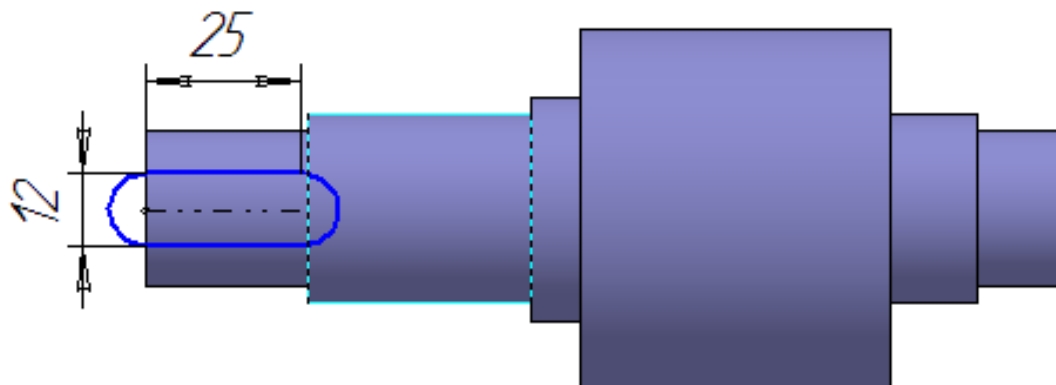


Рисунок 64 – Эскиз шпоночного паза

Далее необходимо изменить значения размеров, как это показано на рисунке 65– геометрия контура будет перестроена. Постройте дополнительный линейный размер и присвойте ему значение **12 мм** – контур займет правильное положение на эскизе.

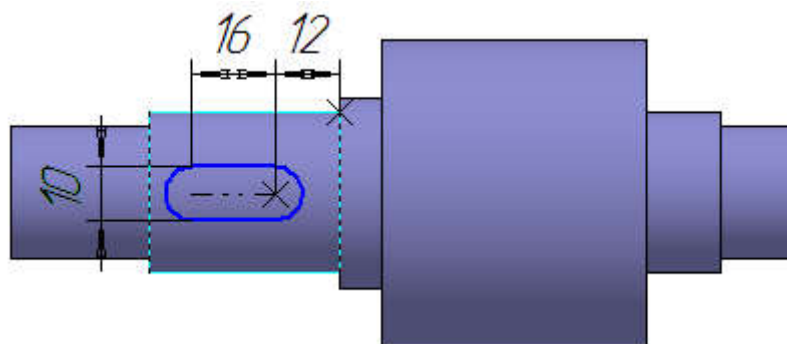


Рисунок 65 – Редактирование размеров шпоночного паза

После закрытия эскиза необходимо применить к нему операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении с типом построения **На расстояние**, равное 4 мм, модель примет вид, как на рисунке 66.

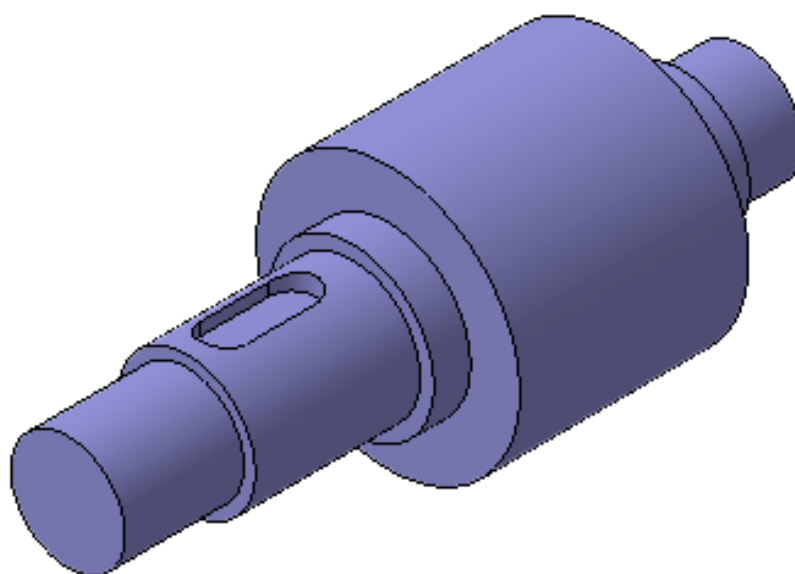


Рисунок 66 – 3D-модель вала со шпоночным пазом

Можно скруглить дно паза радиусом **0,25 мм**, для чего необходимо указать самую грань (рис. 67) - система автоматически определит все принадлежащие ей ребра.

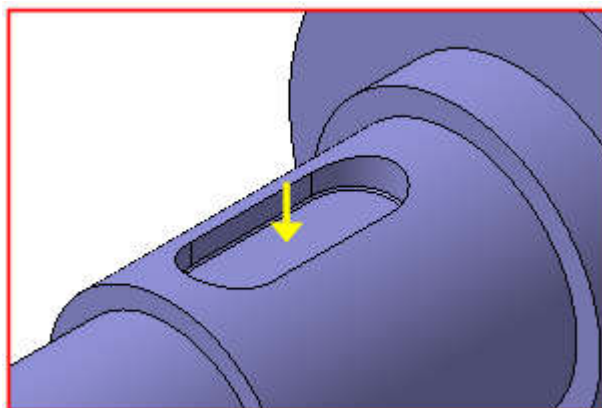



Рисунок 67 – Указание плоскости скругления шпоночного паза

6. Создание ассоциативного чертежа

Система КОМПАС-3D позволяет нам в автоматическом режиме получить любые стандартные и дополнительные виды модели.

Ассоциативный вид – это вид, неразрывно связанный с трехмерной моделью, по образу которой формируется данный чертеж. Любое изменение формы и размеров модели неизбежно повлечет к соответствующим изменениям в ассоциативных видах.

Откроем рабочее окно **<Чертеж>** . На панели переключений выберем **Вставка→Вид с модели→Стандартные** (см. рис 68) при этом на экране появится диалоговое окно, с помощью которого можно открыть папку, где находится необходимый файл, соответствующий модели.

После чего на поле чертежа отобразится фантом в виде прямоугольников, условно обозначающих три основных вида. В строке **параметров объектов** можно установить ориентацию детали, и тем самым определить главный вид, масштаб, включить или выключить невидимые линии, линии переходов, а также назначить цвет изображения.

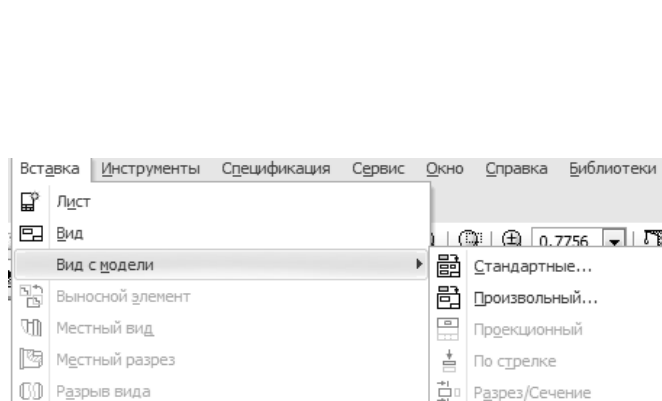


Рисунок 68. Создание чертежа

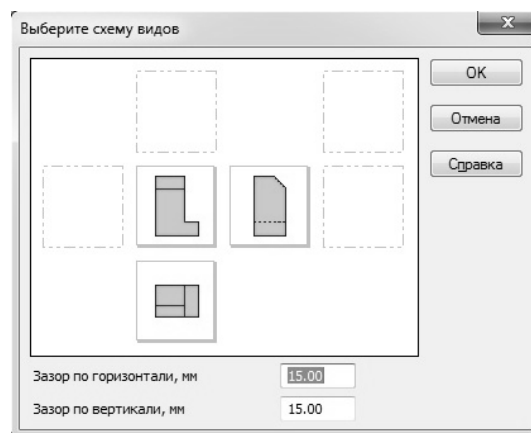



Рисунок 69. Схема видов

Для того чтобы наиболее рационально расставить виды на поле чертежа, в нижнем меню выбирается кнопка **<Схема видов>** . В результате откроется диалоговое окно (рис.69), в котором можно установить набор стандартных видов, необходимых для полного представления о форме данной детали.

По умолчанию в диалоговом окне установлены три вида: главный вид; вид снизу; вид слева. Остальные основные виды представлены условными прямоугольниками. Если понадобится показать еще какой-нибудь вид, то необходимо указать его мышью. Аналогично можно удалить любой вид, кроме главного. Отменить построение главного вида невозможно.

В нижней части диалогового окна необходимо указать **Зазор по горизонтали** и **Зазор по вертикали**, то есть ввести числовое значение расстояния между видами в горизонтальном и вертикальном направлении.

Выбрав основные виды и установив их настройку, нужно указать положение точки привязки изображения – начала системы координат главного вида. После того, как на поле чертежа появятся выбранные виды, в основной надписи в автоматическом режиме будут установлены все необходимые сведения об изделии. Они передадутся из файла модели.

На рис.70 и 71 показана модель и ассоциативные виды, полученные в автоматическом режиме.

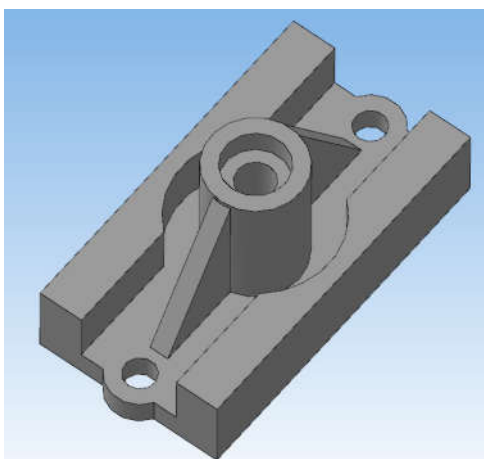


Рисунок 70. 3D Модель

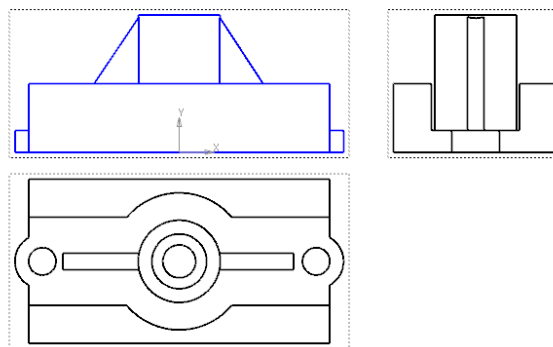


Рисунок 71. Ассоциативные виды модели

Необходимо помнить, что стандартное расположение ассоциативных видов в программе КОМПАС-3D во многом зависит от того, как и в каких плоскостях была создана сборка. Поэтому в случае не соответствия стандартных видов необходимым требованиям можно воспользоваться изменением вида с помощью команды **Вставка→Вид с модели→Проекционный**

Следует отметить, что данная команда может быть выполнена только если чертеж находится в активном состоянии – **Текущий** (подсвечен синим цветом) такое состояние достигается если поставить курсор мыши на чертеж и сделать двойной щелчок по левой клавише мыши.


Если при этом необходимо развернуть модель, то такая операция выполняется с помощью команды **Редактор→Поворот**.

ВАЖНО: Данная команда активна если модель подсвечена зеленым цветом (один щелчок по левой клавише мыши). Поворот можно осуществить только в случае если на чертеже расположен только один из видов модели.

При расстановке изображений система определяет положение начала координат каждого вида на основе данных о системе координат трехмерной модели. Если вид на чертеже создается вручную, то пользователь сам устанавливает его начало координат. Поэтому, **точка привязки** вида – это его начало координат по отношению к системе координат листа.

Если необходимо удалить один из видов, то следует ввести сделать вид активным (зеленый цвет модели) нажать кнопку **<Delete>** на клавиатуре.

7. Создание разрезов и сечений

Для обозначения разрезов и сечений в системе КОМПАС используется одна и та же кнопка . Линия разреза которая расположена : **Инструменты** → **Обозначения** → **Линии разреза** (см. рис.72). В случае выполнения сложных – ломанных или ступенчатых разрезов в нижней части меню при вызове команды Линия разреза нужно активировать кнопку **Сложный разрез** (см. рис 73)

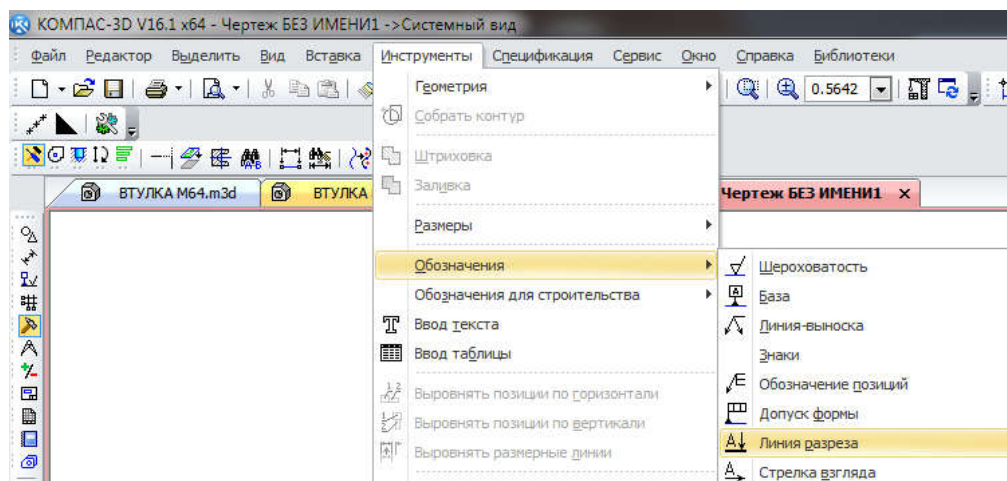


Рисунок 72 Создание разреза

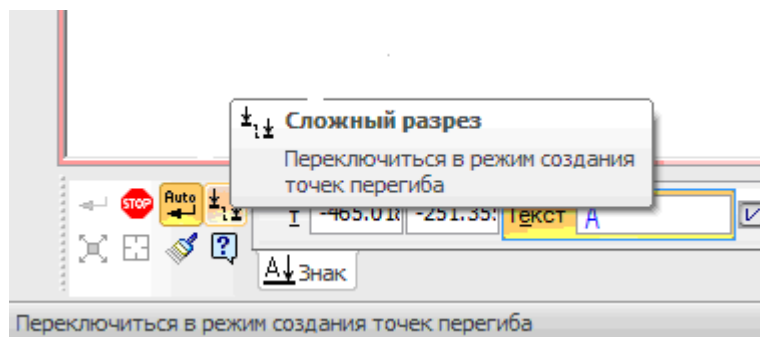


Рисунок 73 Сложный разрез

А затем выбрать линию разреза и направление взгляда. После этого нужно только вынести изображение разреза в свободное место.

СЛЕДУЕТ ОТМЕТИТЬ, ЧТО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАЗРЕЗОВ ДЕТАЛИ СОЗДАВАТЬ ЛИНИЮ РАЗРЕЗА НЕОБХОДИМО НА АКТИВНОЙ ЧАСТИ ОДНОГО ИЗ ВИДОВ АССОАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА (цвет линии такого чертежа - голубой).

Более сложным является создание местных разрезов в программе КОМПАС.

Создайте замкнутую кривую той части детали, на которой нужно выполнить местный разрез.

Активируйте инструментальную панель "Виды". Выберите "Местный разрез". Укажите замкнутый контур для построения разреза и местоположение секущей плоскости (см. рис 74).

На месте замкнутого контура появится местный разрез.

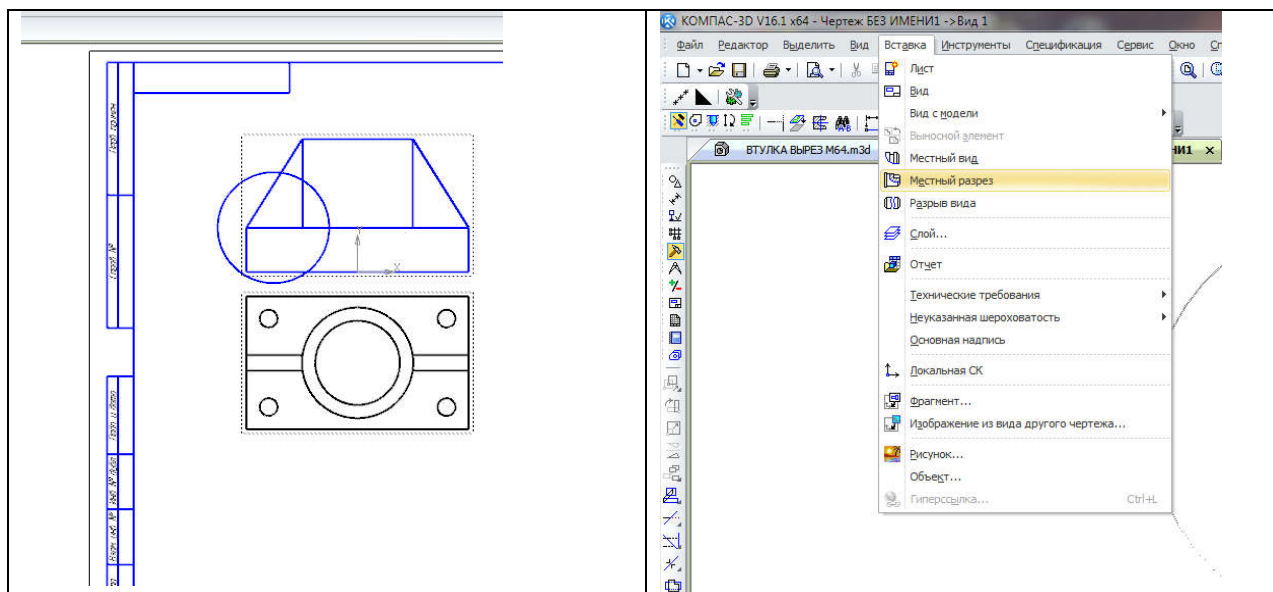


Рисунок 74 Местный разрез

8. Основная надпись чертежа.

Основная надпись чертежа. Основная надпись появляется и размещается на листах автоматически – пользователю требуется лишь заполнить ее ячейки. В некоторых из них возможен полуавтоматический ввод текста.

Так как основная надпись является частью оформления, изменение ее размеров или структуры непосредственно в документе невозможно.

Чтобы задать для листа другую основную надпись, сначала необходимо описать ее, включить в оформление, а затем присвоить это оформление документу.

Заполнение основной надписи. Заполнение граф основной надписи ничем не отличается от ввода текста в ячейки обычной таблицы.

Существует три способа перехода в режим заполнения основной надписи:

- двойной щелчок левой кнопкой мыши по основной надписи.
- Вызов команды Заполнить основную надпись из ее контекстного меню.
- Вызов команды Вставка-Основная надпись.

В режиме заполнения основной надписи ее внешний вид изменяется – границы ячеек отображаются с учетом заданных отступов текста.

Система предоставляет возможность полуавтоматического заполнения граф основной надписи. После двойного щелчка мышью в любой граф штампа на экране появляется меню, из которого можно выбрать нужную строку, или календарь, из которого можно выбрать дату, или окно выбора текстового шаблона. Кроме того, возможен выбор кода и наименования документа из специального диалога.

В графу Масштаб можно вставить ссылку на масштаб любого из имеющихся в чертеже видов. Тогда при изменении масштаба этого вида новое значение будет передаваться в графу Масштаб.

Заполнив все графы основной надписи, необходимо нажать кнопку Создать объект или нажать комбинацию клавиш <Ctrl>+<Enter> для сохранения сделанных изменений и выхода из режима работы с основной надписью.

Графы Количество листов и Номер листа заполняются автоматически и недоступны для редактирования. При необходимости можно задать предопределенное количество листов, а также отключить автоопределение номера листа.

Пользовательское меню. Пользовательское меню появляется при двойном щелчке на любой граф, в которую нужно вводить фамилию. Оно включает команды Разработчики, Технологи и Нормоконтроль, каждая из которых содержит подменю – список фамилий. Выбранная в этом списке фамилия автоматически размещается в графе основной надписи. Если фамилия длинная, произойдет автоподбор ширины букв, и текст будет занимать только отведенное ему место.

Дата. По двойному щелчку в любой графе, в которую нужно вводить дату, на экране появляется диалог Ввод даты. по умолчанию в нем актина текущая дата. Можно выбрать другую дату, воспользовавшись списком.

Текстовые шаблоны. По двойному щелчку мыши в остальных графах основной надписи на экране появляется окно библиотекаря текстовых шаблонов. Текст будет автоматически размещен в соответствующей графе штампа.

Если текст, который нужно ввести в графу надписи, отсутствует среди текстовых шаблонов, его нужно набрать вручную.

9. Порядок использования конструкторской библиотеки

Для упрощения и ускорения разработки чертежей и сборок, содержащих типовые, стандартизованные детали и конструктивные элементы (резьбовые и другие крепёжные изделия, пружины, подшипники, резьбовые отверстия, канавки и т.п.), очень удобно применять готовые параметрические библиотеки.

Библиотека – это приложение, созданное для расширения стандартных возможностей КОМПАС-3D и работающее в его среде. Типичным примером такого приложения является конструкторская прикладная библиотека в КОМПАС-3D, содержащая стандартные крепёжные резьбовые изделия и машиностроительные элементы в двухмерном (2D) изображении. Причем, содержимое библиотек соответствует всем ГОСТам России и очень просты в применении, чего часто не хватает импортным программам моделирования.

Примеры самых популярных библиотек Компаса:

- Конструкторская библиотека – содержит винты, болты, пружины, подшипники, гайки – множество необходимых деталей для вставки в чертежи.
- Стандартные изделия – библиотека трехмерных моделей стандартных изделий для вставки в сборку.
- Компас-Shaft 2D, 3D: это система расчетов (с комплексом программ Gears) вращающихся тел и механических передач, как 2D, так и 3D.
- Компас-Spring: расчет и проектирование пружин.
- APM FEM – анализ прочности.

Поэтому при создании стандартных деталей (болт, винт, гайка, шпилька и шайба) необходимо использовать стандартную библиотеку программы КОМПАС по ГОСТу, указанному в задании (см. рис. 75)

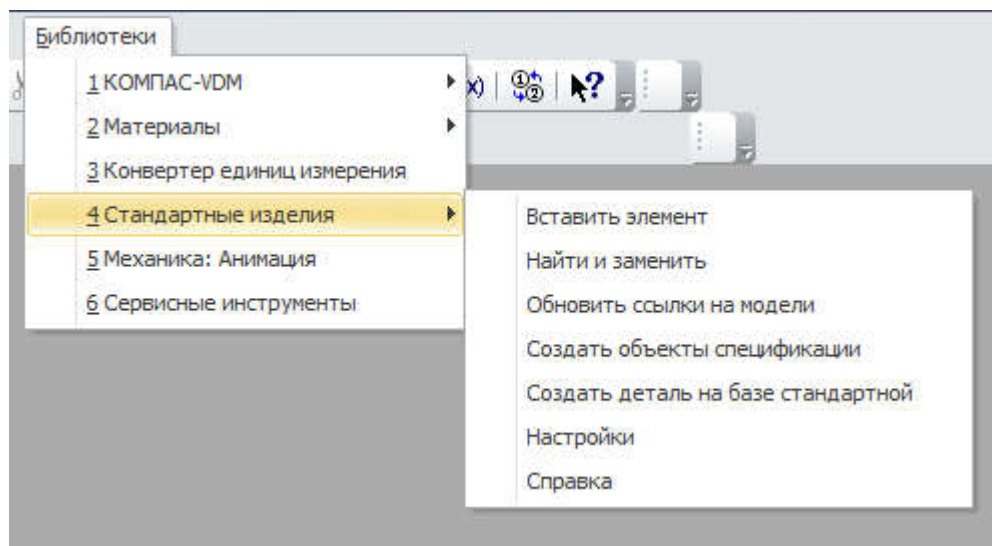


Рисунок 75 Библиотека в КОМПАСЕ

Библиотека Стандартные Изделия предоставляет пользователю системы КОМПАС-3D или КОМПАС-График возможность выбора и вставки в документы стандартных изделий и конструктивных элементов. В зависимости от типа рабочего документа автоматически запускается необходимая конфигурация.

Интерфейс выбора стандартного изделия унифицирован для всех типов документов. При вставке стандартного изделия в чертеж или сборочную модель вносится информация, необходимая для последующего формирования спецификации.

Работая с Библиотекой Стандартные Изделия, пользователь может:

- выбирать требуемое стандартное изделие или конструктивный элемент как навигацией по иерархии стандартных изделий, так и с помощью
- функции поиска по названию изделия или его части;
- задавать в произвольном порядке ключевые характеристики стандартного изделия;
- измерять геометрические характеристики в документе (расстояние, длину, диаметр, угол) и передавать их в ключевые характеристики;
- просматривать дополнительные параметры изделия (обозначение, массу и т.п.);
- формировать наборы часто используемых стандартных изделий для быстрого обращения к ним (Избранное);
- производить поиск и замену в документе одних изделий из Библиотеки на любые другие (не обязательно того же типа).

10. Моделирование сборочной единицы.

Система КОМПАС-3D позволяет создавать трёхмерные параметрические модели сборочных единиц, содержащие как оригинальные, так и стандартные крепежные детали, а также выпускать техническую документацию – сборочные чертежи, спецификации и др.

Процесс формирования трехмерной сборки в системе КОМПАС-3D V10 состоит из нескольких этапов.

1. Вставка компонентов сборки (отдельных деталей из файлов или стандартных элементов из библиотек). Отдельные компоненты могут создаваться прямо в сборке.
2. Размещение каждого компонента определенным образом и задание нужной ориентации в пространстве сборки, а также при необходимости фиксация компонента.
3. Создание отдельных деталей прямо в сборке (не путать с созданием компонента в контексте сборки), то есть тел, которые будут сохранены вместе с файлом сборки.
4. Применение завершающих операций, таких как создание отверстий, фасок и пр., которые стали доступны для выполнения в документе сборки в десятой версии КОМПАС-3D.

Особенности проектирования «снизу вверх»

Проектирование снизу вверх является традиционным, иногда даже говорят «классическим», способом построения сборок. Сначала необходимо разработать отдельные детали. Затем разместить детали в сборочных единицах при помощи механизма сопряжений. Из сборочных единиц komponуется более высокий уровень сборки и так до сборки верхнего уровня. Данный метод моделирования хорошо подходит для небольших машиностроительных изделий и станочной оснастки. При проектировании снизу вверх:

- проектирование начинается с нижних уровней и завершается на верхнем уровне;
- разработка компонентов, как правило, выполняется в отдельных окнах, вне контекста сборки;
- по мере готовности компоненты размещаются в сборке (подсборке).

Проектирование снизу вверх металлических конструкций предполагает, что каждый элемент конструкции должен быть оформлен как файл детали (*.m3d) системы КОМПАС-3D. Существенным недостатком данного подхода является невозможность его применения для «больших» конструкций. Особенно затруднено редактирование в случаях, где для редактирования одного элемента конструкции требуются изменения с учетом геометрии другого — ответного элемента.

Особенности проектирования «сверху вниз»

Проектирование сверху вниз начинается с определения результата - общей компоновки сборки. В этом случае сначала строится компоновочная геометрия с определением главных составных частей сборки. Далее в контексте сборки выполняются отдельные детали с привязкой к опорной компоновочной геометрии.

Этот метод позволяет моделировать так называемые «большие сборки», а также лучше подходит для совместной работы.

При проектировании сверху вниз:

- проектирование начинается с верхнего уровня и завершается на нижних уровнях;
- компоненты, как правило, создаются в контексте сборки.

Данный подход к проектированию в лучшей степени подходит для моделирования металлических конструкций. В приложении Оборудование: Металлоконструкции проектировщик, оперируя объектами приложения, такими как

профили и пластины, а также выполняя операции над ними, создаёт модель металлической конструкции. В итоге получается единая модель на всю металлоконструкцию в одном файле. Это дает целый ряд преимуществ при работе. Но чертеж с такой модели, в КОМПАСе, можно создать только один.

Сборка - трехмерная модель объекта, состоящая из нескольких деталей. Одни сборки состоят из нескольких деталей, а некоторые состоят из тысяч компонентов. Компонент трехмерной сборки может быть вставлен в сборку из файла, создан прямо в ней, вставлен как трехмерный библиотечный элемент, импортирован из [другой САПР](#). Если в сборку вставляется другая сборка, то она является подсборкой.

Для создания 3d сборки используются панели инструментов **Редактирование сборки и Сопряжения** (см. рис 76).

На панели инструментов Редактирование сборки расположены следующие команды:

- 1) Создать деталь - команда для построения новой или изменения уже размещенной детали в текущей сборке.
- 2) Добавить из файла - добавление детали из файла и размещение ее в текущей сборке.
- 3) Переместить компонент - перемещение компонента в сборке
- 4) Повернуть компонент - группа команд для вращения компонентов сборки вокруг осей, точек, ребер, вершин.
- 5) Массив по образцу - для построения массива компонентов сборки, который повторяет указанный массив-образец в детали.
- 6) Новый чертеж из модели - используется для создания чертежа сборки в Компасе, ассоциативного с 3d сборкой.



Рисунок 76 Панель инструментов Редактирование сборки

На этой же панели расположены команды, подобные тем, которые используются для создания 3d модели детали - построения основания различными способами, Фаска, Уклон, Отверстие, Ребро жесткости и т.д.

Панель инструментов Сопряжения содержит следующие команды:

- 1) Параллельность - размещение детали происходит таким образом, что выбранная грань или ребро этой детали будет параллельна грани или ребру другой детали.
- 2) Перпендикулярность - грань или ребро одной детали будет перпендикулярно грани или ребру другой детали.
- 3) На расстоянии - детали располагаются на заданном расстоянии и параллельно друг другу по граням или ребрам.
- 4) Под углом - грани/ребра под заданным углом.
- 5) Касание - указанные элементы касаются друг друга.
- 6) Соосность - осей, цилиндрических или конических граней.
- 7) Совпадение объектов - детали соприкасаются по определенным граням/ребрам.



Рисунок 77 Панель инструментов Сопряжения

Итак, 3d сборку можно создавать разными способами. Самый распространенный - способ построения "снизу вверх" предполагает проектирование 3d моделей, составляющих 3d сборку, затем создается файл сборки (расширение файла - **.a3d**), куда последовательно вставляют ранее созданные компоненты.

Вставка в сборку одинаковых компонентов

Если в состав текущей сборки должны входить несколько одинаковых компонентов (деталей или подборок), удобно использовать следующий способ вставки:

1. Вставьте в сборку нужный компонент — добавьте его из файла или создайте в контексте текущей сборки.

2. Выделите этот компонент в Дереве построения или в окне модели.

• Нажмите клавишу Ctrl на клавиатуре и удерживайте ее в нажатом состоянии. Затем в окне модели установите курсор на компоненте, нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор.

• Или установите курсор на пиктограмме компонента в Дереве построения, нажмите левую кнопку мыши и переместите курсор за пределы окна Древа. Затем нажмите и удерживайте клавишу Ctrl на клавиатуре, продолжайте перемещать курсор в окне модели.

На экране появится фантом вставляемого компонента.

3. Укажите курсором положение компонента в окне модели, отпустите кнопку мыши и клавишу Ctrl на клавиатуре.

Компонент будет вставлен в текущую сборку. В Дереве построения появится пиктограмма, соответствующая его типу.

Вставленный компонент будет ориентирован относительно системы координат сборки также, как первый компонент. Чтобы изменить его расположение, используйте команды перемещения и поворота, а также команды наложения сопряжений.

Обратите внимание, что при перетаскивании компонентов мышью с нажатой клавишей Ctrl на клавиатуре выбранные компоненты добавляются в текущую сборку. С этим связаны следующие особенности данного способа вставки.

Если требуется еще раз вставить в сборку уже имеющуюся в ней подсборку, перед выполнением операции следует выделить именно эту подсборку. Если же будет выделена не подсборка, а ее компоненты, то они будут вставлены в текущую сборку как отдельные компоненты (то есть компоненты из подсборки «перейдут» на уровень сборки, содержащей эту подсборку).

Если требуется вставить несколько одинаковых компонентов в подсборку, следует перейти в режим ее редактирования (тогда текущей станет эта подсборка). При редактировании подсборки «на месте» в нее можно вставлять компоненты из «окружения» (то есть теперь уже компоненты из сборки будут «переходить» на уровень подсборки, содержащейся в этой сборке).

Для повторной вставки можно указывать как один, так и сразу несколько компонентов сборки. Напоминаем, что для выделения группы объектов следует указывать их, удерживая нажатой клавишу Ctrl на клавиатуре или Shift.

Используя описанный способ, вы можете вставить в сборку один и тот же компонент неограниченное число раз, не вызывая диалог выбора файла и не разыскивая в списке нужный документ.

Ни в коем случае не нужно путать процесс создания компонентов сборки в контексте сборки с построением тел прямо в сборке. Первая функциональная возможность заключалась в построении отдельной детали в документе сборки в режиме так называемого контекстного редактирования (таким образом, пользователь

имел возможность привязываться к уже существующим компонентам). Суть второго процесса заключается в том, что в сборке создается отдельное тело или тела, которые не имеют собственных файлов, а хранятся непосредственно в документе сборки. Такие компоненты зафиксированы – их нельзя перемещать или сопрягать в пространстве с другими (вставленными) компонентами. Однако, с другой стороны, данный подход дает огромное преимущество в использовании формообразующих операций, которые ранее были возможны только в детали (например, создание фасок).

Чаще всего вставка и размещение компонента выполняются одновременно. Создание отдельных тел и доработка самой сборки выполняются при необходимости в отдельных случаях.

11. Сборка в Компас 3d

Перед созданием сборки необходимо сделать 3d модели всех деталей, входящих в сборку и разместить каждую деталь в отдельном файле формата 3D.В данном случае рассмотрим две детали - это: основание и пластина (см. рис.78), планка и пластина. В данном случае в данных деталях сделано отверстие диаметром 22 мм. Модели стандартных изделий создавать не будем, т. к. они уже есть в библиотеке Компаса.

Так как детали рассмотренные в примере имеют простое строение, то алгоритм их создания не приводится.

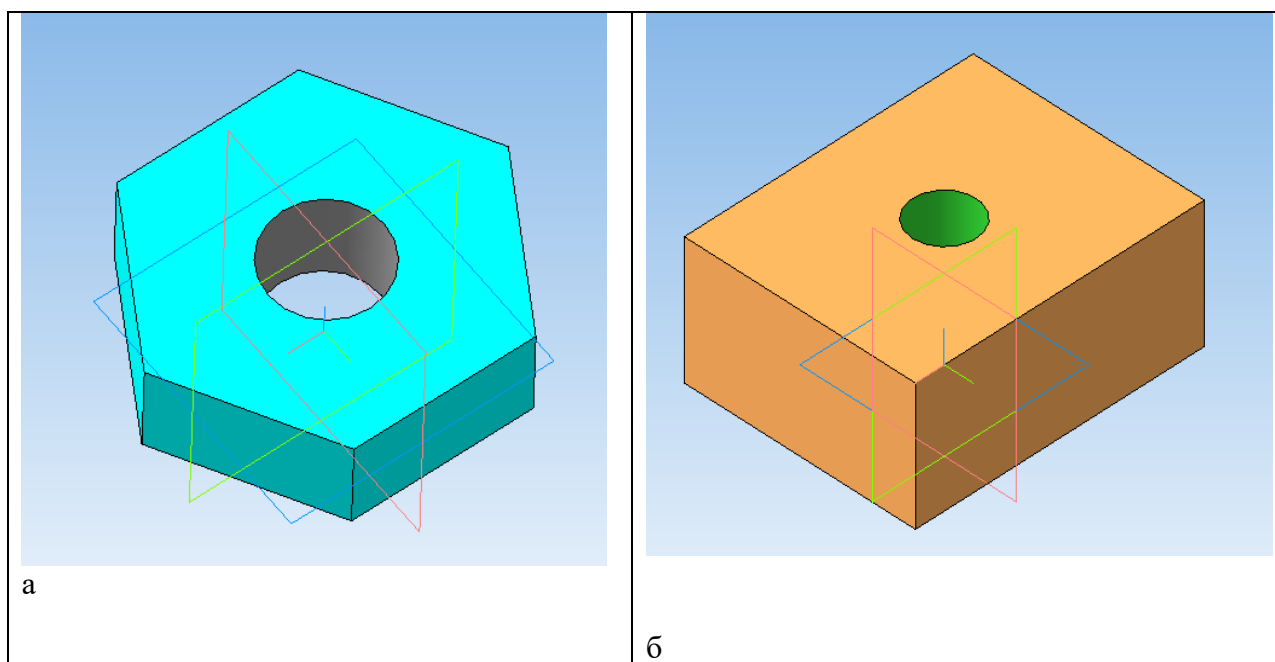


Рисунок 78 Детали сборки
а – пластина б- основание

Итак, последовательность создания сборки в Компас 3d.

1 Создаем файл сборки: Файл→Создать→Сборка (см. рис. 79)

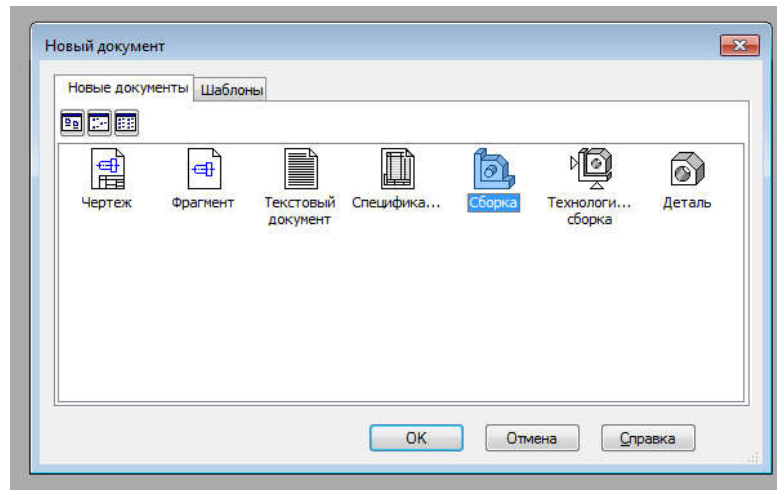


Рисунок 79 Создание 3 D файла

Сохраняем ее под любым именем «Сборка 1».

2 Устанавливаем изометрию XYZ.

В появившемся окошке нажимаем кнопку ИЗ ФАЙЛА (см. рис.80) и находим деталь первую деталь - Основание.

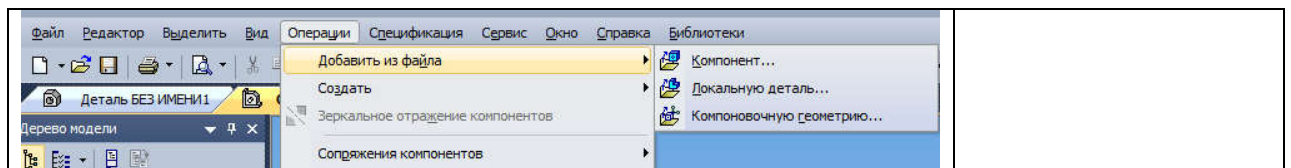


Рисунок 80 Перенос в сборку отдельных деталей

Фантомное изображение детали размещаем в центре координатных осей и фиксируем левой кнопкой мыши в момент, когда рядом с курсором появится изображение системы координат(81).

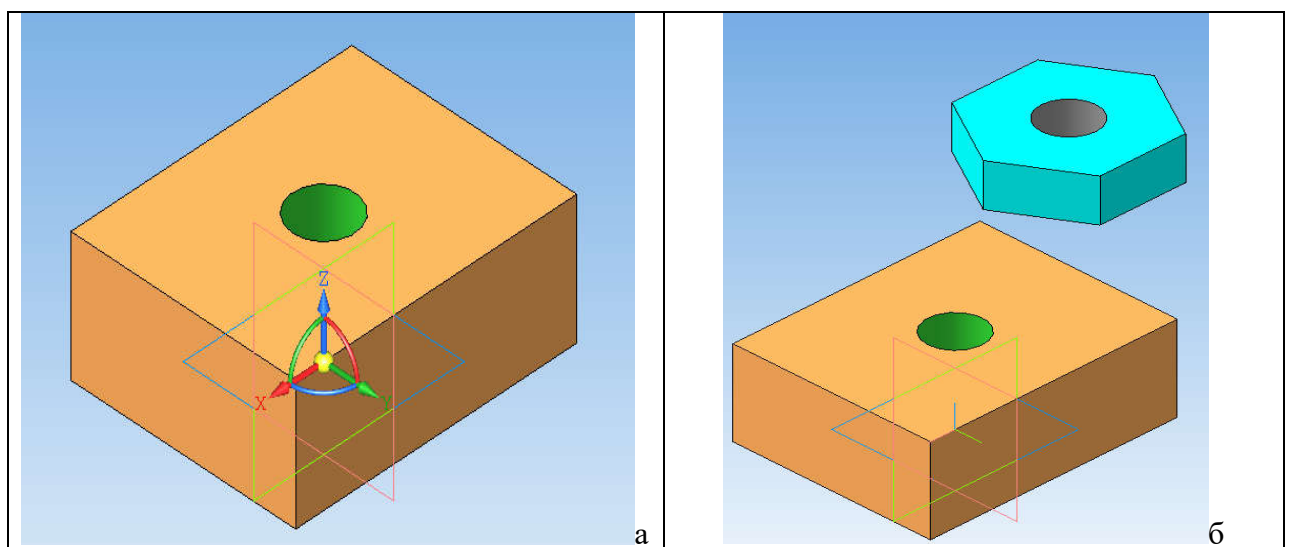


Рисунок 81 Добавление деталей в сборку

Аналогичную процедуру проводим для другой детали, только в этом случае разместим деталь ПЛАНКА не в начале координат а выше ОСНОВАНИЯ на небольшом удалении от него (см. рис.81б)

Не старайтесь сразу точно попасть в нужную точку пространства сборки, где должен размещаться центр локальной системы координат добавляемого объекта. Как правило, точно попасть в эту точку просто невозможно (за исключением случаев, когда вам заранее известны ее координаты, и вы можете ввести их вручную или вы имеете возможность привязаться к какой-либо характерной точке сборки – вершине или началу координат). В большинстве случаев модель просто вставляется в любую точку пространства, после чего с помощью команд поворота, перемещения и наложения сопряжений должным образом размещается в сборке.

Теперь нам необходимо совместить планку с основанием. Делается это СОПРЯЖЕНИЕМ ДЕТАЛЕЙ.

В нашем случае разумно применить сопряжение по соосности отверстий в планке и основании, чтобы планка встала точно над основанием. А затем применить сопряжение на совпадение деталей, т. е. «притянуть» планку к основанию.

Чтобы задать сопряжение по соосности и сопряжение на совпадение нужно перейти в панель Сопряжения , нажать на кнопку Соосность (см. рис. 82).

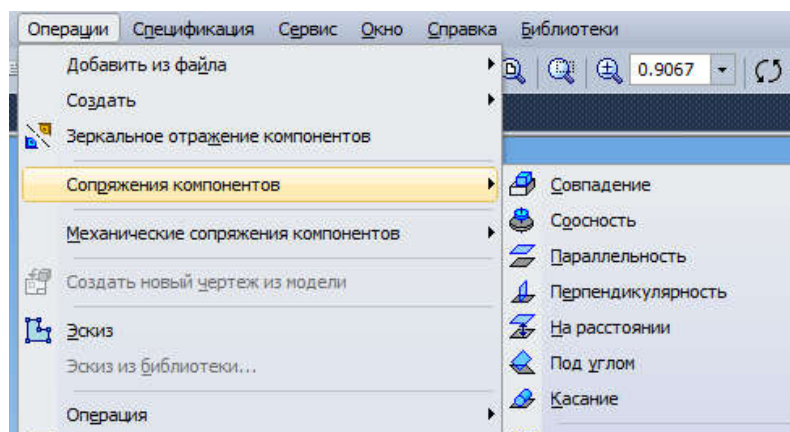


Рисунок 82 Сопряжение компонентов

Далее выделяем поверхность отверстия в планке и основании. Сопряжение деталей выполнено (см. рис. 83).

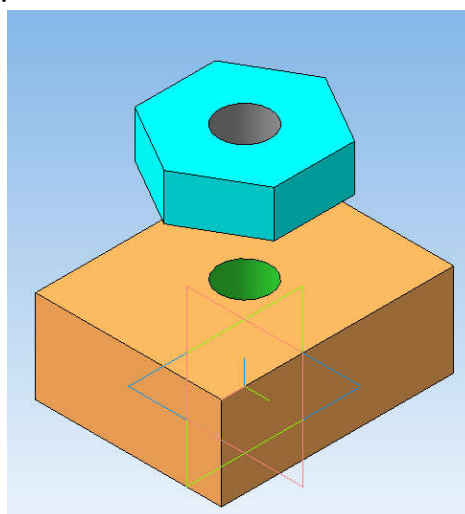


Рисунок 83 Соосность деталей

Теперь можно выполнять сопряжение деталей по совпадению. Нажимаем кнопку Совпадение объектов. Выделяем мышкой нижнюю грань планки и верхнюю грань основания. В этом случае поворачиваем модели для удобства выделения плоскостей (см. рис 84)

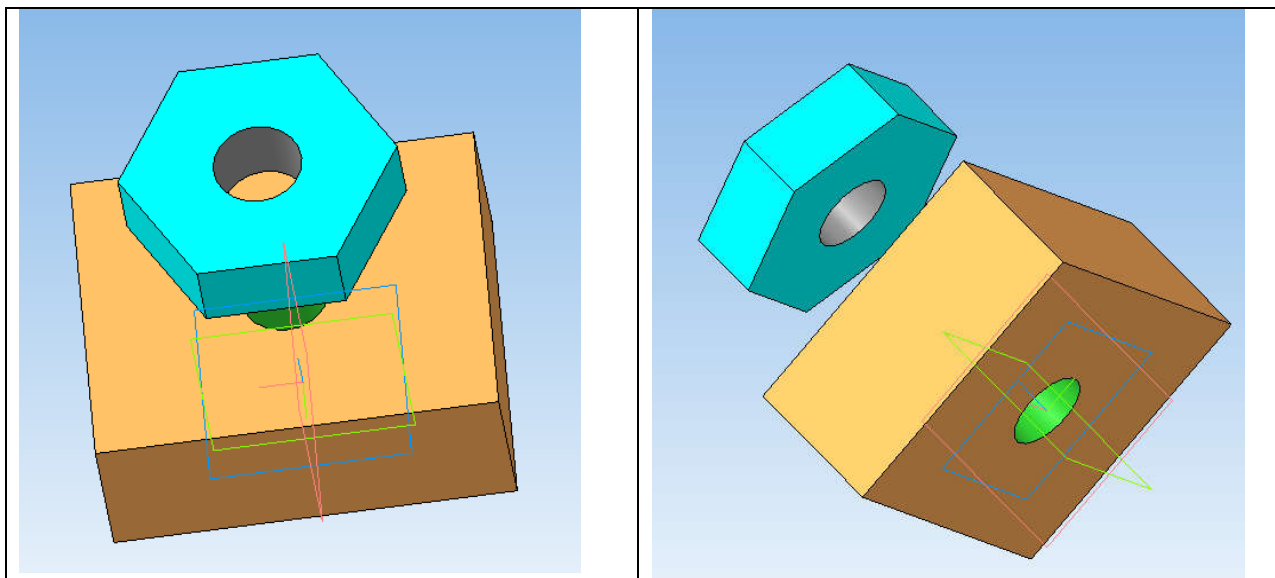


Рисунок 84 Выделение плоскостей для совпадения.

Вот, что получается в результате (см. рис. 85).

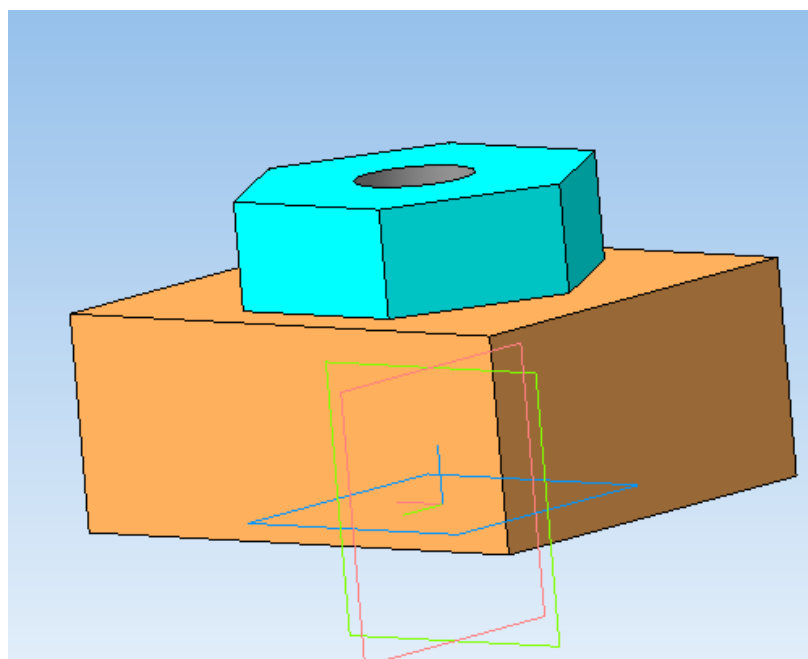


Рисунок 85 Выполненные операции соосность и совпадение

Для установки в сборку стандартных деталей (болта, шайбы и гайки) необходимо воспользоваться библиотекой программы (см. п.9)

В библиотеке стандартных изделий находим Крепежные изделия и болты с шестигранной головкой (см. рис. 86)

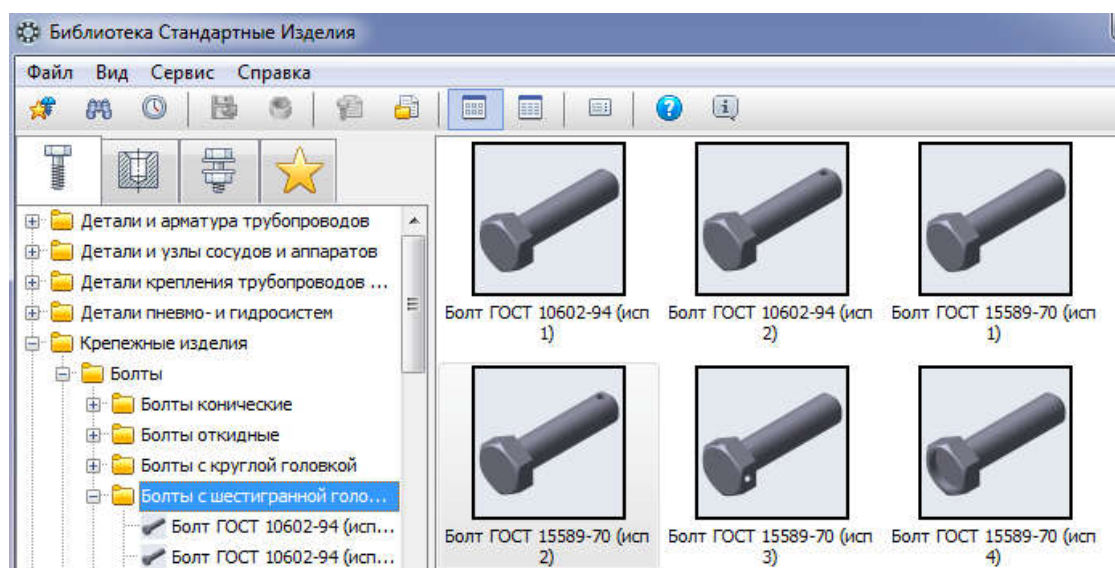


Рисунок 86 Библиотека Болты

Далее выбирается необходимый тип болта (см. рис. 87)

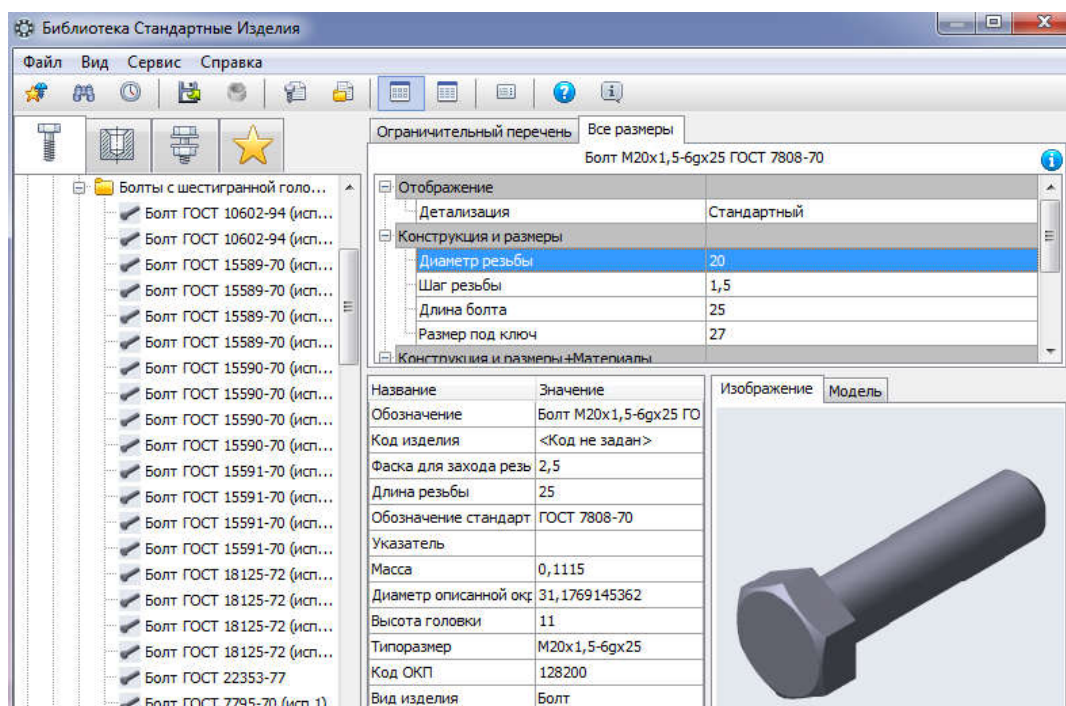


Рисунок 87 Выбор типа болта

И параметры и размеры болта (см. рис. 88)

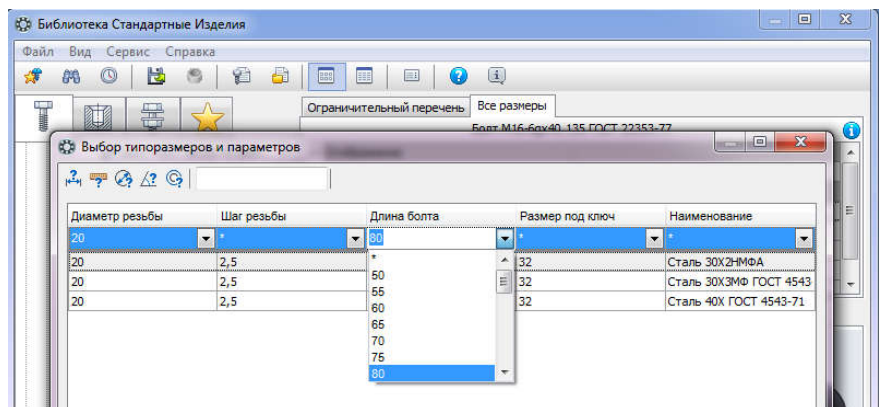


Рисунок 88 Выбор типа болта

После выбора параметра СОВПАДЕНИЕ (в нашем случае это верхняя грань планки) и соосность – это отверстия в планки или в основании) получим вид детали показанный на рисунке 89.

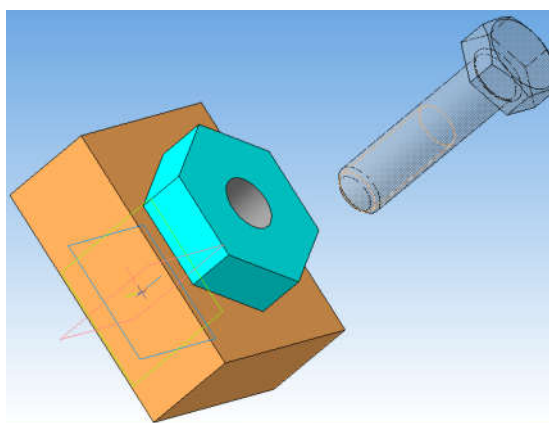


Рисунок 89 Фантом болта



Рисунок 90 Выбор параметров совпадения.

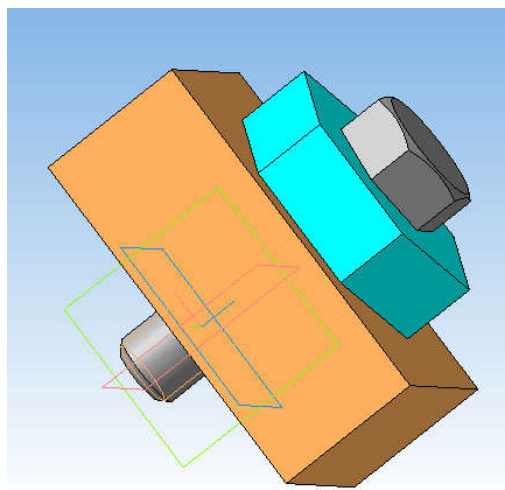


Рисунок 91 Сборка как сборка.

Аналогичным образом устанавливается гайка и шайба (если она необходима).
Рисунок 92

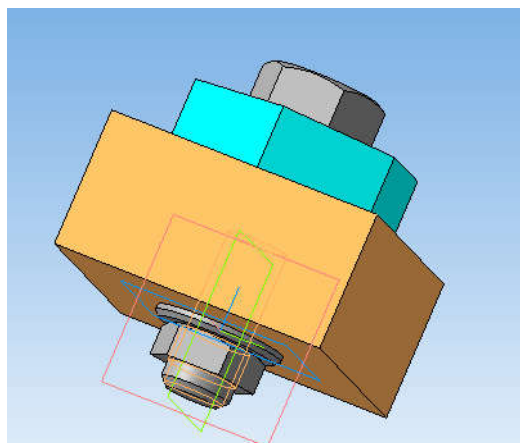



Рисунок 92 Сборка как сборка.

12. Особенности построение разреза сборки

Чтобы показать внутреннее строение деталей сборки, по сохраненной в памяти компьютера твердотельной модели сборки создается ассоциативный сборочный чертеж, а по нему выполняется ассоциативный разрез:

Построение разреза следует выполнять в следующей последовательности:

1. Вид, на котором будем изображать линию сечения, необходимо перевести в состояние **Текущий**. В нашем случае это – Проекционный вид 2 (вид сверху).
2. В диалоговом окне «Установка глобальных привязок» включить привязку *Выравнивание*.

3. На панели Обозначения необходимо выбрать кнопку <Линия разреза> .
4. С помощью привязки *Выравнивание* следует указать точки, две точки линии разреза.
5. При создании линии сечения нужно проверить направление взгляда, которое указывается специальными стрелками. Если оно выбрано неправильно, то его можно поменять.


На чертеже должно быть два вида – вид сверху и фронтальный разрез сборки. Все стандартные детали вычерчиваются отдельно с указанием основных стандартных размеров. При необходимости приводится расчет размеров деталей и отверстий сборки.

На построенный ассоциативный сборочный чертеж следует нанести:

- построить необходимые оси симметрии;
- нанести габаритные размеры;
- обозначить позиции;
- заполнить основную надпись.

Детали, соединяемые болтом или шпилькой, винтом штрихуются в противоположенные стороны. Так поступают при выполнении сборочных чертежей, чтобы было легче отделить одну деталь от другой. Болт, шпилька, винт не штрихуются, хотя они и попали в плоскость разреза на сборочном чертеже. Если секущая плоскость проходит вдоль сплошной не пустотелой детали ее не разрезают и не заштриховывают (ГОСТ 2.305-2008).

Следует отметить, что выполненный разрез в программе КОМПАС-3D будет содержать как разрезы скрепляемых деталей, так и стандартных деталей (болт, гайка, шайба, винт), что противоречит вышесказанному. Для исключения штриховки данных деталей нужно воспользоваться командой «не разрезать» (см. рис. 93) После чего не забыть нажать клавишу

ПЕРЕСТРОИТЬ (F5) 

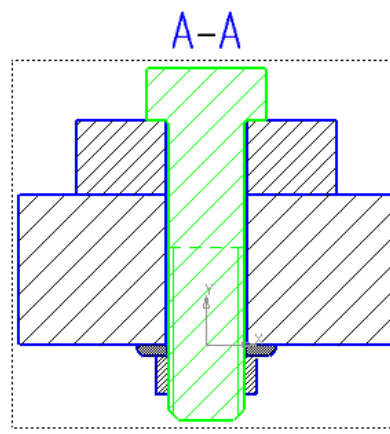
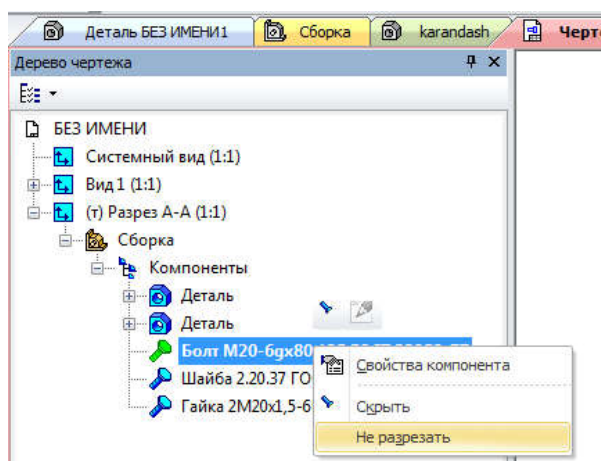


Рисунок 93

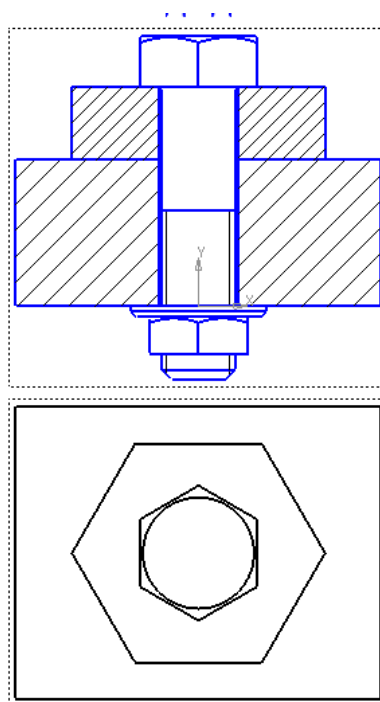


Рисунок 94 Окончательный вид сборки

13. Механика: Анимация

Введение.

Анимация предназначена для следующих целей:

- имитирование движений различных машин, устройств, механизмов и приборов, смоделированных в системе КОМПАС-3D,
- имитирование процессов сборки-разборки изделий,
- проверка возможных коллизий (соударений) компонентов в процессе движения деталей,
- создание видеороликов, демонстрирующих работу еще не существующих устройств, для презентаций или для интерактивных технических руководств (ИЭТР),
- создание двухмерных кинограмм (последовательных кадров) для подробного исследования движения механизмов

Начало работы.

Для работы с Библиотекой необходимо открыть документ КОМПАС-3D – трехмерную модель сборки (*.a3d). Библиотека не работает с другими документами системы. После открытия документа нужно запустить Библиотеку:

Запуск и настройки.

Для работы с Библиотекой необходимо открыть документ КОМПАС-3D – трехмерную модель сборки (*.a3d). Библиотека не работает с другими документами системы. После открытия документа нужно запустить Библиотеку (см. рис. 95):

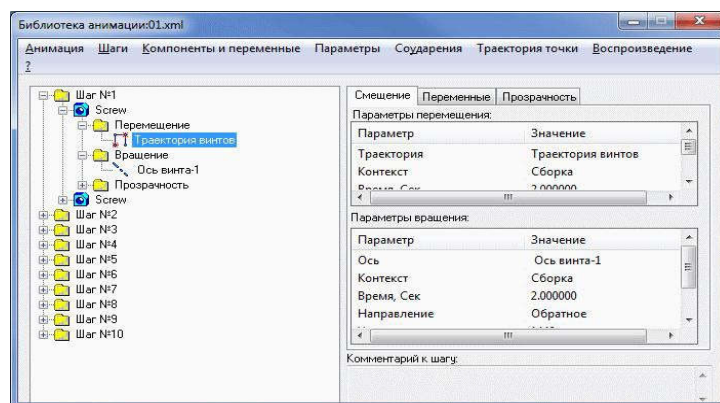


Рисунок 95. Интерфейс Библиотеки анимации

Сначала необходимо произвести некоторые настройки системы, выполнив команды меню *Анимация – Настройки* (см. рис.96):

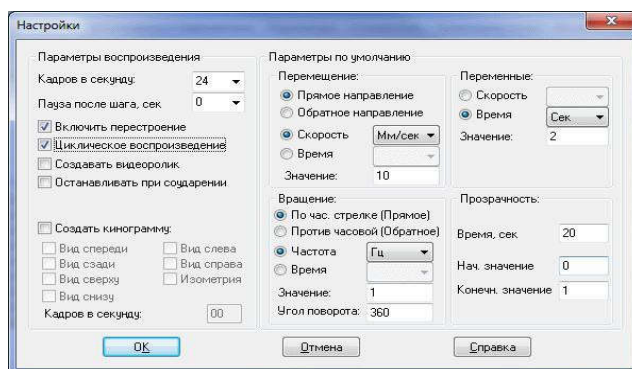


Рисунок 96 Анимация- Настройки

Для этих целей библиотека, во-первых, позволяет задавать перемещение компонентов - движение через несколько последовательных пространственных положений при помощи создания «траекторий» - 3D-ломаных. В качестве параметров перемещения выступают направление (прямое или обратное), скорость (м/с, мм/с, км/ч, узел) или время перемещения вдоль траектории (с, мин, ч).

Вторая возможность — задание вращательного движения компонента вокруг осей. В этом случае параметрами являются направление вращения (по или против часовой стрелки), частота вращения (Гц, об./мин) или время вращения (с, мин, ч).

Указанные выше возможности можно применять в разных целях - для имитации движения механизма или для имитации процесса разборки-сборки. Если библиотека используется для имитации реального движения, то конструктор может задавать движение только тех компонентов, которые являются «приводными», - например вала электродвигателя, кривошипа и т.п. Движение остальных звеньев может быть получено за счет сопряжений, наложенных при проектировании трехмерной сборки.

Настройки параметров воспроизведения

Кадры в секунду.

Настройка частоты воспроизведения (кадров/сек) при имитации движения механизма. По умолчанию установлена частота воспроизведения 24 к/с. Можно установить величину из предопределенного списка (1,5,10,15,24,30;60;90;120;180).

Пауза после шага.

Пауза между последовательными движениями (шагами) различных частей изделия. По умолчанию установлена длительность паузы 0 сек.

Включить перестроение.

Если в сборке имеются компоненты, которые требуют выполнения команды Перестроить (например, элементы, построенные в контексте сборки – пружины и т.п.), то необходимо включить данную опцию.

Циклическое воспроизведение.

Включение непрерывного воспроизведения анимации, при котором цикл будет повторяться автоматически, пока его принудительно не остановит пользователь.

Создать видеоролик.

Подключение программы записи анимации в виде AVI-файлов. Выбор конкретного кодека и его настройка производятся в момент начала воспроизведения анимации на экране. Эта опция автоматически отключается после записи видеоролика. При повторном запуске воспроизведения видеоролик не записывается.

Останавливать при соударении.

При включенной опции воспроизведение будет остановлено, если при движении механизма произошло столкновение деталей (п. 3.2.6). Для более точного позиционирования механизма в момент соударения рекомендуется увеличивать частоту кадров и/или увеличивать время движения того компонента, который необходимо остановить при соударении.

Создать кинограмму.

При включении опции в папке с трехмерной сборкой будет создана новая папка «Кинограмма». В нее будут помещены отдельные «кадры» анимации, выполненные как фрагменты КОМПАС. Отдельные настройки позволяют выбрать вид (Спереди, Слева и т.п.), а также установить частоту получения кадров. Рекомендуется устанавливать невысокую частоту получения кадров, т.к. при этом существенно растут ресурсы компьютера, затрачиваемые на данную операцию

Настройки числовых параметров.

В текущей версии Библиотеки реализована возможность задавать 2 вида движения компонентов с параметрами, изменять внешние переменные сборки или входящих в нее деталей, изменять прозрачность компонентов:

- Задание **перемещения** - последовательных пространственных положений – компонентов при помощи траекторий - ломаных. При этом начало координат компонента перемещается из точки в точку поступательно. Параметры перемещения – *направление* (прямое или обратное), *скорость* (м/с, мм/с, км/ч, узлы) или *время* перемещения вдоль траектории (сек, мин, час).
- Задание **вращения** компонента вокруг осей. Параметры вращения – *направление* (по или против часовой стрелке), *частота вращения* (Гц, об/мин) или *время вращения* (сек, мин, час);
- Задание изменения внешних **переменных** 3D-сборки. Параметры изменения переменных – *скорость* или *время*;
- Задание изменения **прозрачности** компонента. Параметры изменения – *время*, *начальное* и *конечное* значение прозрачности.

Все эти изменения можно задавать как последовательно (на разных шагах анимации), так и параллельно друг с другом (на одном шаге).

Сохранение анимации.

Сценарий анимации сохраняется в виде XML-документа (файл с расширением *.xml). Чтобы сохранить сценарий анимации, необходимо:

- создать сценарий анимации (см. далее);
- в окне библиотеки выполнить команды меню *Анимация - Сохранить*;

- выбрать папку на диске для сохранения сценария анимации, в поле «Имя файла» ввести имя XML-кадра анимации и затем нажать кнопку *Сохранить*;
- текущий сценарий анимации можно сохранять в процессе работы с библиотекой по команде *Анимация - Сохранить*;
- можно сохранить сценарий под другим именем, выбрав команду *Анимация – Сохранить как*.

Управление состоянием сборки

При работе библиотеки компоненты сборки физически перемещаются в пространстве, также может меняться состояние сопряжений. Для отключения сопряжений, наложенных на компоненты, мешающие перемещению компонентов на шаге, необходимо выполнить команду КОМПАС-3D *Исключить из расчета* перед созданием очередного шага.

Чтобы облегчить возможность возврата сборки в определенные положения, можно запоминать в сценарии отдельные состояния на определенном шаге. Рекомендуется делать это в начале шага, когда компоненты установлены в некоторое «исходное положение». Чтобы запомнить состояние начала шага, установите курсор на нужном шаге и затем выполните команды меню *Шаг - Запомнить начальное состояние*. Для возврата в начальное состояние после выполнения сценария анимации, можно последовательно «снизу» - «вверх» устанавливая курсор на шаге и выполнять команды меню *Шаг - Установить в начальное состояние*.

Чтобы вернуть сборку в состояние, в котором она находилась в момент запуска библиотеки, можно выполнить команды меню *Анимация – Возврат в исходное состояние*.

Создание видеоролика

Сейчас все более востребованными становятся интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР) для ремонтно-эксплуатационных подразделений. В этих руководствах содержатся видеоинструкции по обслуживанию и сборке-разборке изделий.

С помощью Библиотеки анимации создать подобные инструкции очень просто. При воспроизведении анимации нужно включить опцию записи видеоролика в одном из распространенных форматов (AVI, MP4, WMV и т.п.). Можно настроить качество воспроизведения анимации (кадр/с), формат видеозаписи и ее качество (чтобы ограничить объем выходного файла видеофильма). Затем созданный ролик можно будет просмотреть на любом компьютере с помощью стандартных средств Windows.

Пример создания анимации

В качестве примера анимации была рассмотрена сборка резьбового соединения. Для наглядности понимания работы резьбы при изучении резьбовых соединений по курсу «Инженерная графика»

В данном случае имеется две детали одна из которых должна оставаться неподвижной, а другая – болт, должна иметь вращательное движение и поступательное движение

После открытия программы СБОРКА в файл загружаются две детали – болт и втулка. Далее производится операция сопряжения компонентов – СООСНОСТЬ (см. п.). При создании анимации должен производиться выбор компонентов – в нашем случае (для простоты создания) это будет только одна деталь - БОЛТ которую нужно указать в дереве сборки (см. рис 97).

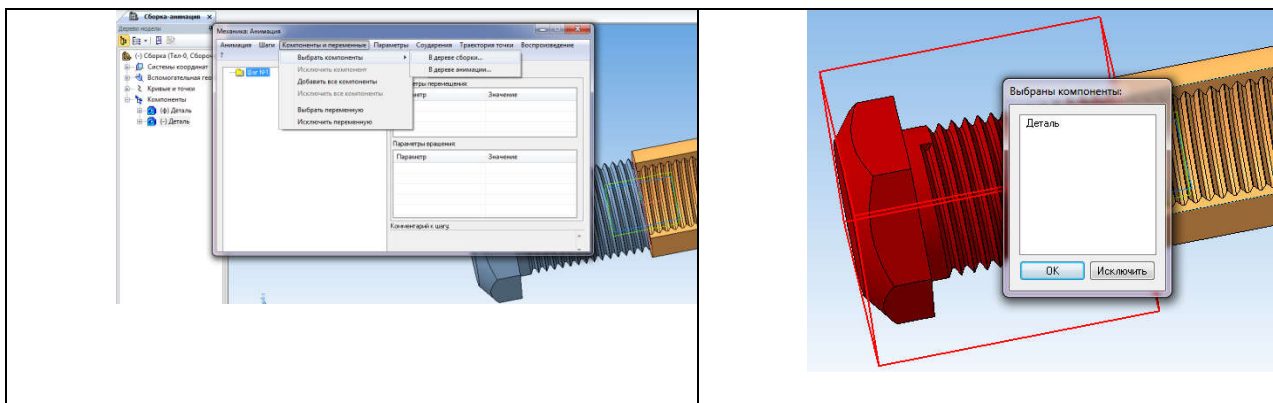


Рисунок 97 Выбор компонентов анимации

Если траектория перемещения не определена, но известны законы перемещения центра тяжести компонента вдоль осей координат в зависимости от времени, можно задать эти зависимости как формулы. Выберите на шаге компонент, выделите его в дереве анимации и выполните команды меню *Параметры – Перемещение – Формула* (см. рис.98 и 99).

Время вводится строчной буквой «t»

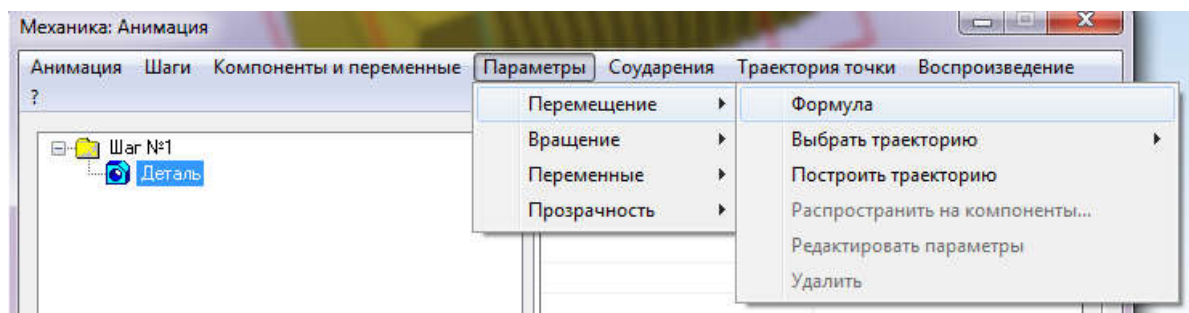


Рисунок 98 Выбор траектории перемещения

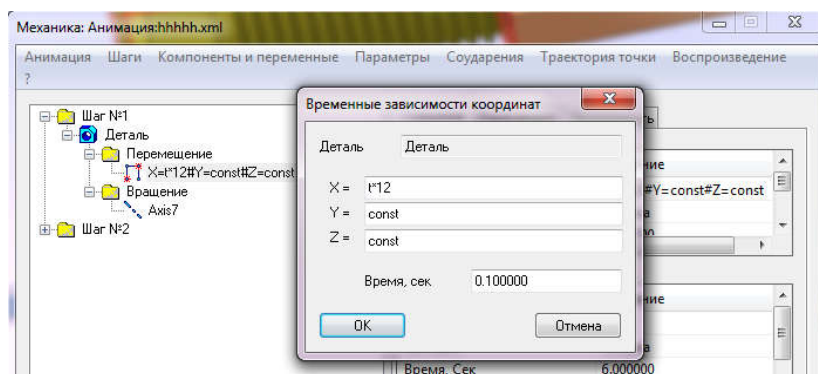


Рисунок 99 Выбор параметров перемещения

Далее детали болт придаем вращательное движение по часовой стрелки (см.рис.100)

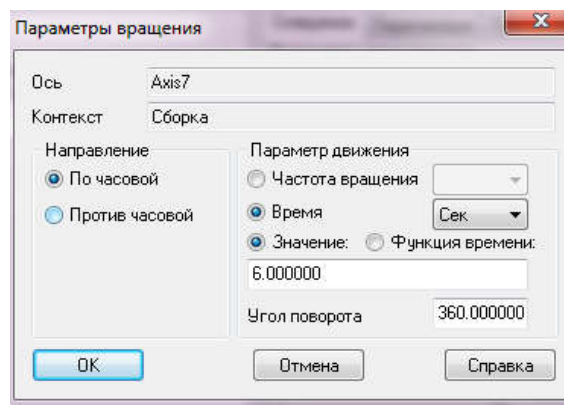


Рисунок 100 Параметры вращения болта

В качестве замечания можно отметить следующее: в зависимости от шага резьбы будет меняться и число оборотов болта для корректного отображения в анимации. Пусть шаг резьбы равен 1 мм; время для вращения и перемещения должно быть одинаковым, иначе болт будет либо быстро вращаться, либо быстро перемещаться. Допустим, болт будет делать один оборот за 1 с, следовательно, скорость гайки будет равна 1 мм/с. По умолчанию траектория скручивания болта равна 19 мм, поэтому время, за которое пройдет гайка этот путь, будет равно 19 с. Принимая во внимание, что полный оборот гайки — 360° , необходимо получить 19 оборотов, то есть 6840° .

Тогда на «Шаг №1» операции будут выглядеть как показано на рисунке 101

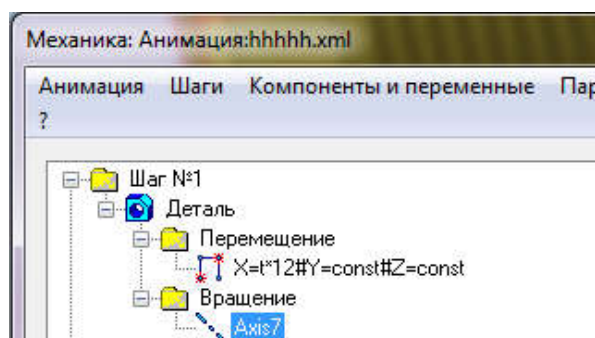


Рисунок 101 Шаг №1 анимации

«Шаг 2» можно получить с помощью команды КОПИРОВАТЬ ШАГ (см. рис 102). Только в первом случае t принимает положительное значение, а во втором t имеет знак «минус». Аналогично и для вращения – первый раз это по часовой стрелки, а во второй против часовой стрелки. Шаг 2 создавался для того, чтобы вернуть деталь БОЛТ в исходное состояние.

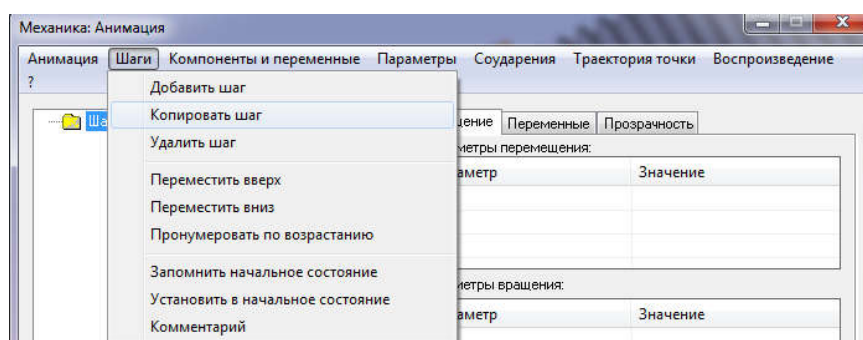


Рисунок 102 Копировать шаг

При желании между выполнениями шагов анимации можно включить Паузу задав длительность времени в секундах (см. рис. 103)

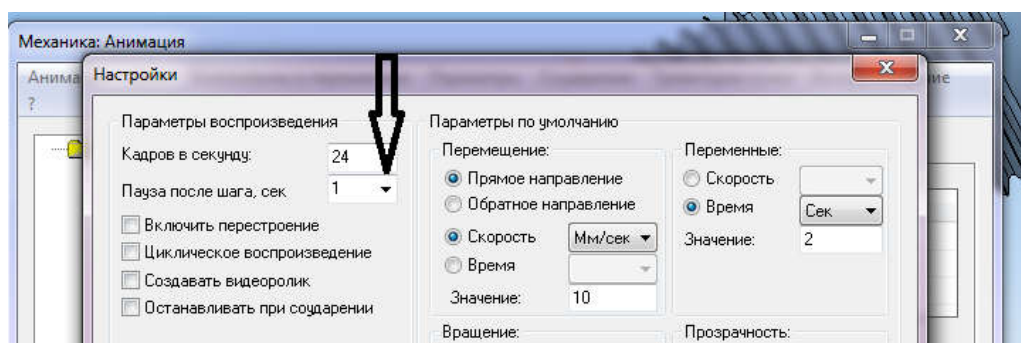


Рисунок 103 Пауза между шагами

Итоговый сценарий создания анимации резьбового соединения представлен на рис. 104

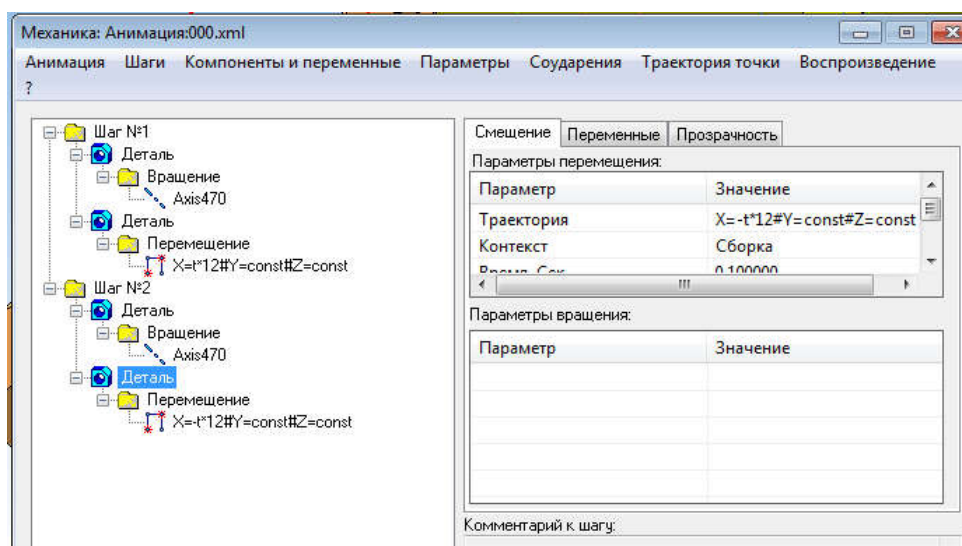


Рисунок 104 Окончательный вариант анимации

На рисунке 105 показаны состояния анимации - исходное и после шага 2 (рис. 105 а) на рис 105 б - после шага 1

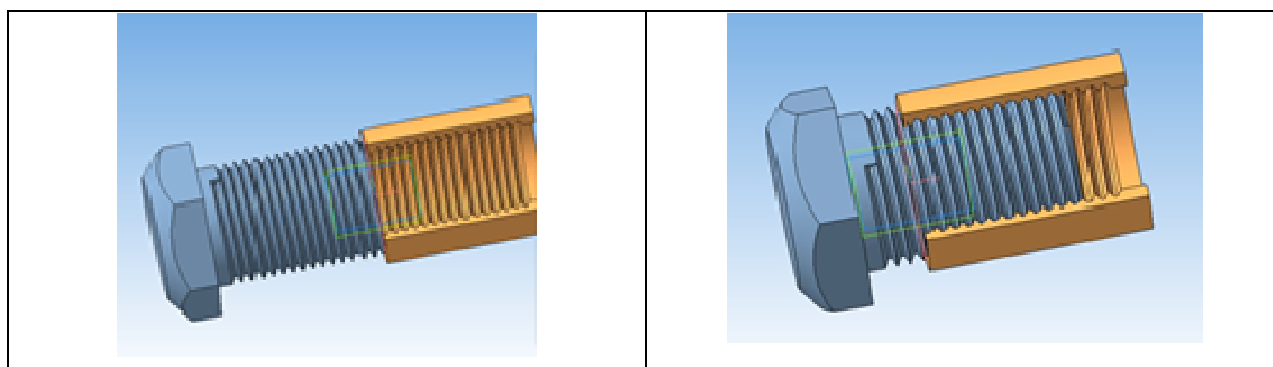


Рисунок 106

Если в настройках системы установлена опция **Создать видеоролик**, или перед нажатием кнопки **Пуск** нажать кнопку **Создать видеоролик**, то при запуске воспроизведения начнется параллельная запись ролика в формате AVI. По окончании воспроизведения система предлагает выбрать место на диске для сохранения видеофайла и его имени.

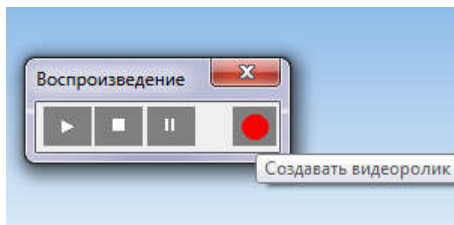


Рисунок 107 Создать видеоролик

Загрузка анимации.

Чтобы загрузить ранее сохраненный сценарий анимации, необходимо:

- открыть в КОМПАС-3D модель сборки, для которой создавался сценарий анимации;
- запустить команду *Библиотека анимации*;
- в окне библиотеки выполнить команды *Анимация - Загрузить*;
- в окне выбора файлов найти соответствующий XML-документ анимации и нажать кнопку *Открыть*.

Сохранение анимации.

Сценарий анимации сохраняется в виде XML-документа (файл с расширением *.xml). Чтобы сохранить сценарий анимации, необходимо:

- создать сценарий анимации (см. далее);
- в окне библиотеки выполнить команды меню *Анимация - Сохранить*;
- выбрать папку на диске для сохранения сценария анимации, в поле «Имя файла» ввести имя XML-кадра анимации и затем нажать кнопку *Сохранить*;
- текущий сценарий анимации можно сохранять в процессе работы с библиотекой по команде *Анимация - Сохранить*;
- можно сохранить сценарий под другим именем, выбрав команду *Анимация – Сохранить как*.

Кинограммы

Кинограммы, которые создаются с помощью библиотеки анимации, можно использовать для отрисовки крайних положений механизмов, рассматриваемых в учебных целях в курсе «Инженерная графика». Рассмотрим создание кинограммы на примере резьбового соединения (рис. 108).

Анимация узла запрессовки защитной разрезной шайбы

В меню *Анимация -> Настройки* необходимо включить опцию *Кинограмма*, задать ориентацию виду и выбрать количество кадров в секунду. Анимация механизма покадрово записывается в папку *Кинограмма* в отдельные файлы в виде КОМПАС-Фрагмент (рис. 108)

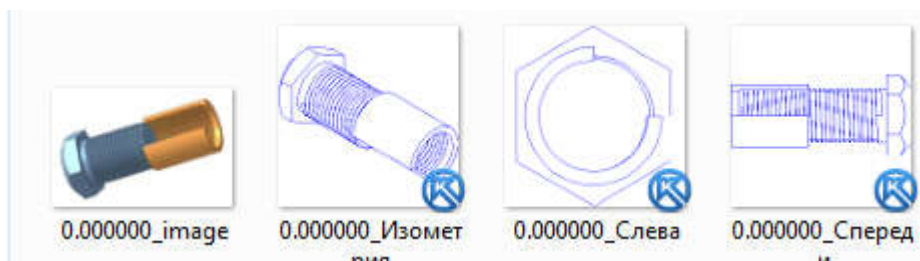


Рисунок 108

Заключение

Программные продукты для проектирования, конструирования и черчения, разработанные компанией «АСКОН», стали стандартом автоматизации для тысяч российских и зарубежных промышленных предприятий. Их популярность объясняется отличными функциональными возможностями программы КОМПАС:

В процессе подготовки выпускника технической специальности его необходимо научить разрабатывать и читать чертежи. Эти задачи осуществляются при изучении дисциплины «Инженерная графика». Традиционное изучение инженерной графики в среднем специальном учебном заведении (до САПР) рассчитано на обучение студентов использованию чертёжных инструментов, основам геометрических построений, различным видам проецирования. Научное содержание преподавания инженерной графики до появления САПР существенно не изменялось. Развитие программных графических средств, включая трёхмерное моделирование, меняет методологию. Сегодня чертёжные инструменты считаются устаревшими, хотя владение традиционными инструментами выполнения чертежей останется необходимым умением.

Использование САПР «КОМПАС-3D» поднимает на качественно новый уровень учебный процесс. С точки зрения студента в чертеж, выполненный с помощью САПР, проще вносить изменения, исправлять ошибки и неточности в выполненной работе. Студенты имеют хорошую возможность расширить свои представления о чертежно-конструкторской деятельности, повторить и обобщить весь курс черчения, повысить качество графики. С точки зрения преподавателя САПР «КОМПАС-3D» позволяет активизировать работу студентов, расширяется кругозор, при этом повышается образовательный уровень студентов и их самооценка, совершенствуются навыки самостоятельной работы. Основной недостаток 2D-проектирования состоит в том, что чертежи не дают полного визуального представления об изучаемых технических деталях и механизмах, а изучить их в реальных условиях не всегда представляется возможным. Сложность еще появляется тогда, когда нет наглядных пособий (макетов) различных деталей и механизмов. Поэтому в процессе обучения достаточное внимание уделяется построению трехмерных моделей деталей.

Студенты учатся создавать 3-х мерный объект на основе чертежа и с использованием простейших геометрических фигур. На основе изученного КОМПАС-3D студенты самостоятельно создают чертеж корпусной детали в 3Dформате, с последующим его переводом в 2D. Трёхмерный редактор, входящий в систему «КОМПАС-3D», не только мощный инструмент геометрического моделирования и подготовки конструкторских документов, но и уникальное средство для развития образного мышления. КОМПАС-3D дает возможность не только рассмотреть и изучить различные технические детали и механизмы в целом, но и мгновенно сделать необходимые разрезы, а также в разных проекциях увидеть детали и механизмы в трехмерном изображении. В процессе учебной деятельности при демонстрации готовых объектов в интерактивном режиме, когда рассматриваются различные проекции с выбором необходимого отображения, формируются элементарные умения преобразовывать форму предметов, изменять их положение и ориентацию в пространстве, развивается пространственное воображение и мышление.

На основе полученных умений и навыков работы в САПР «КОМПАС-3D» происходит дальнейшее углубленное изучение возможностей программы, что позволяет осуществить переход к построению сборочных единиц, которое комплексно сочетает в себе все изученные ранее умения: построение плоскостных чертежей, построение трехмерных моделей деталей, работа с библиотеками.

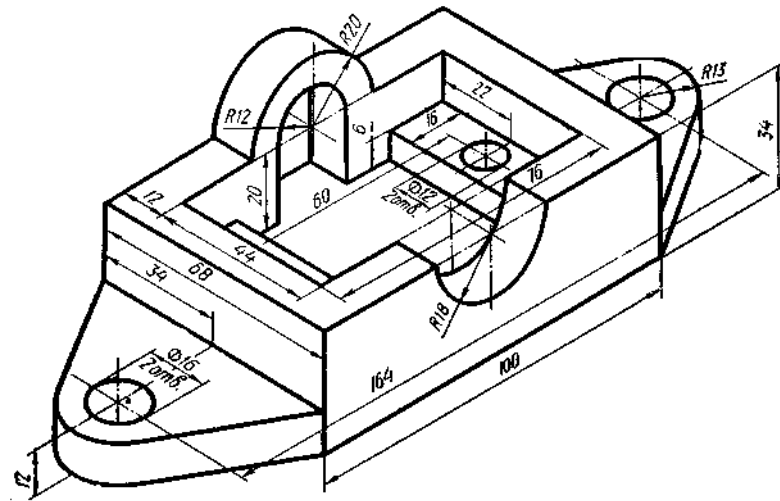
Устойчивые навыки работы с САПР «КОМПАС-3D» являются залогом успешного выполнения студентами выпускной квалификационной работы. В дальнейшем

выпускникам университета будет легче адаптироваться на рабочем месте, ведь как говорилось выше, многие отечественные предприятия используют в производстве новейшие информационные технологии. А самое главное, основные принципы, применяемые в работе с САПР «Компас-3D», выпускники смогут применить в других САПР, с которыми они столкнутся в своей профессиональной деятельности.

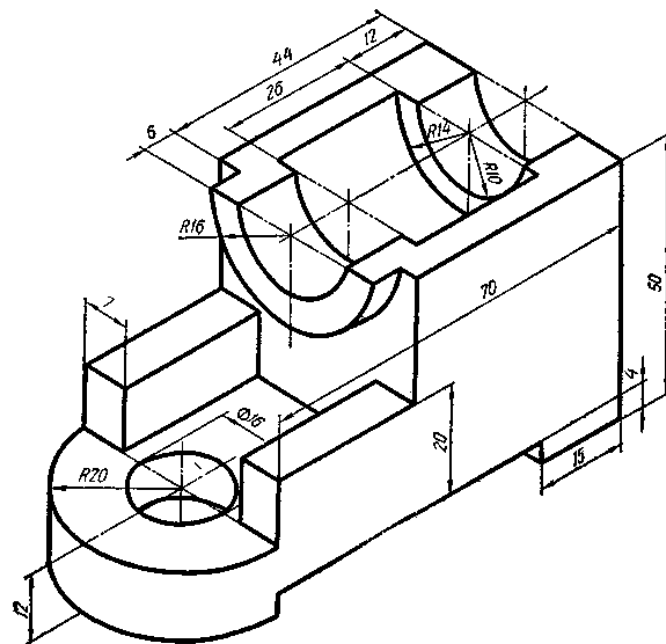
Как видите, Компас-3D представляет собой довольно функциональную программу, ориентированную на различные задачи. Это приложение станет прекрасным спутником для новичков, желающих освоить систему автоматизированного проектирования. Оно даст базовое представление о возможностях подобных систем и поможет понять принцип их работы. Также Компас станет прекрасной альтернативой черчению на бумаге и поможет построить детальный чертеж с любой 3D модели. Программа содержит необходимое количество инструментов и функций и охватывает широкий спектр специфических задач.

Приложение 1 операции выдавливание и вырезание

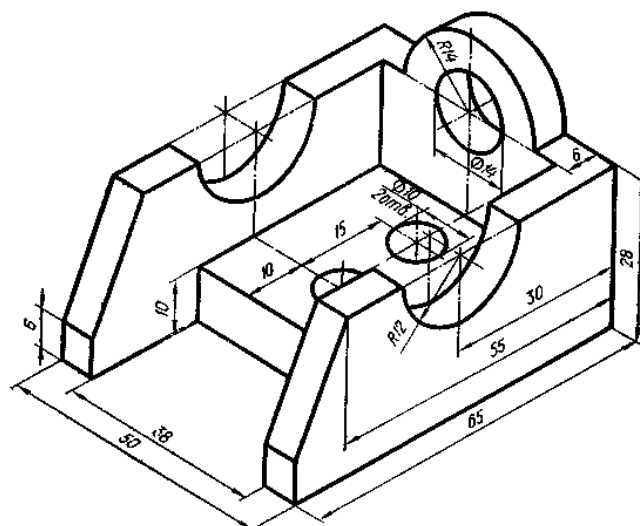
ВАРИАНТ 1



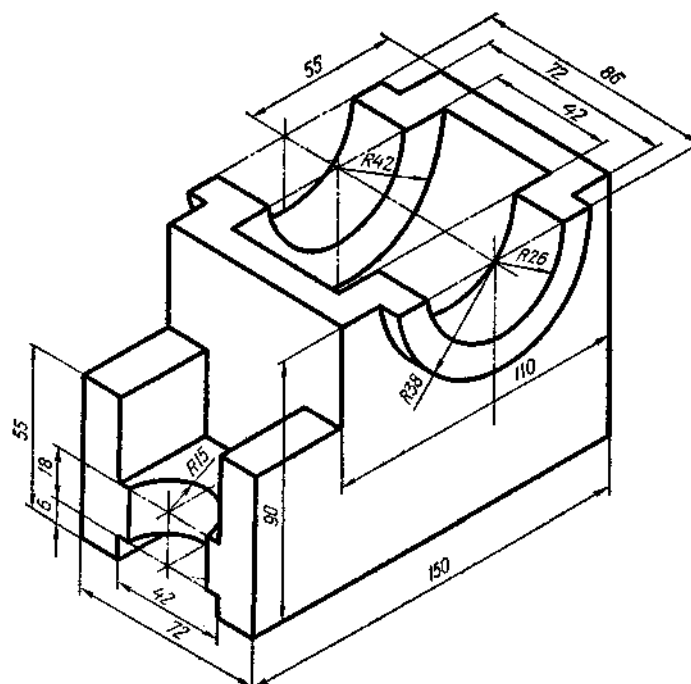
ВАРИАНТ 2



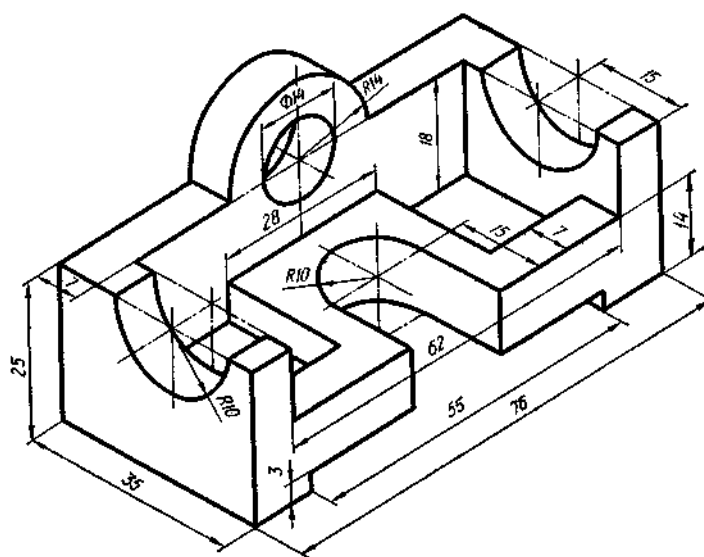
ВАРИАНТ3



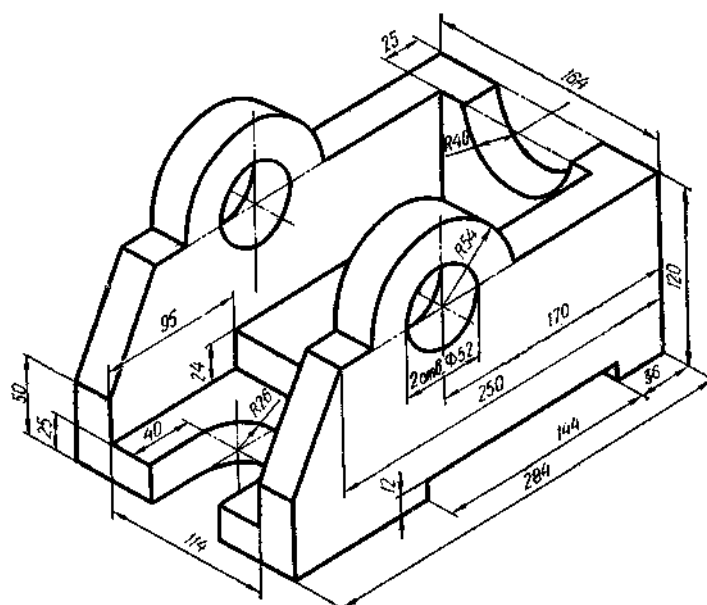
ВАРИАНТ 4



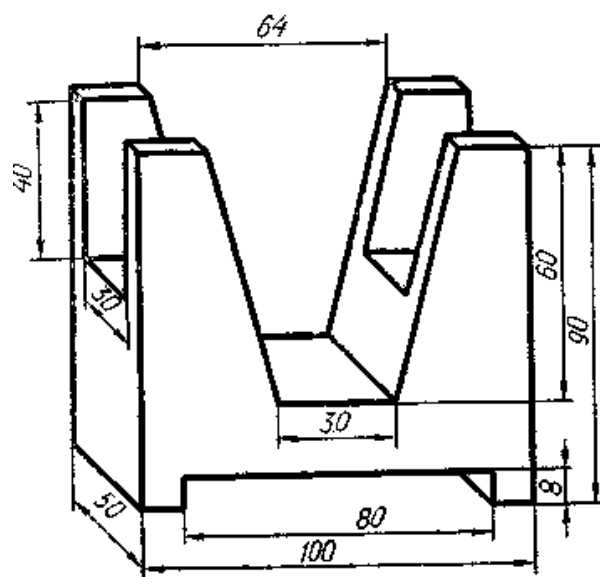
ВАРИАНТ 5



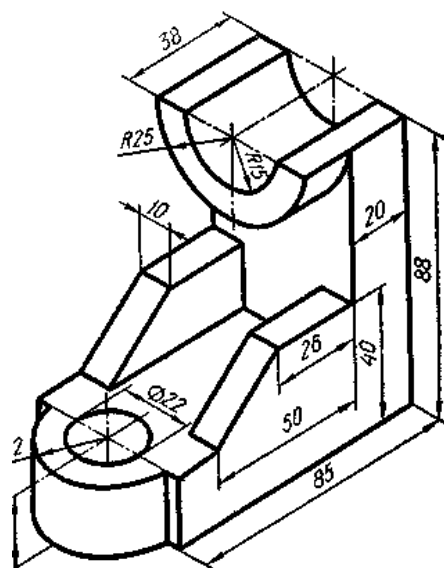
ВАРИАНТ 6



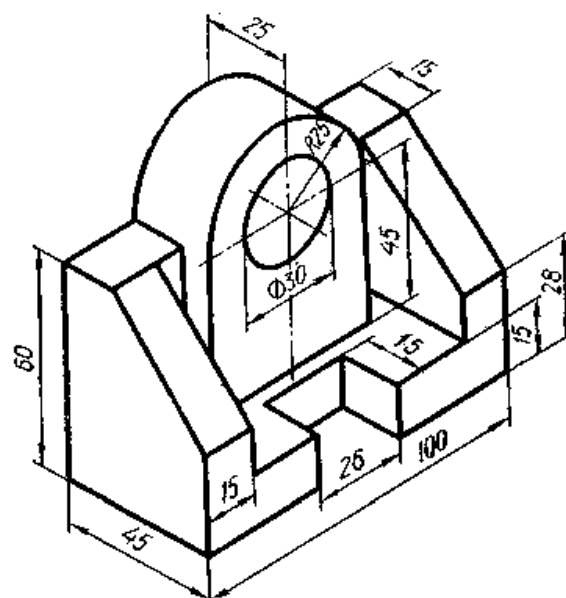
ВАРИАНТ 7



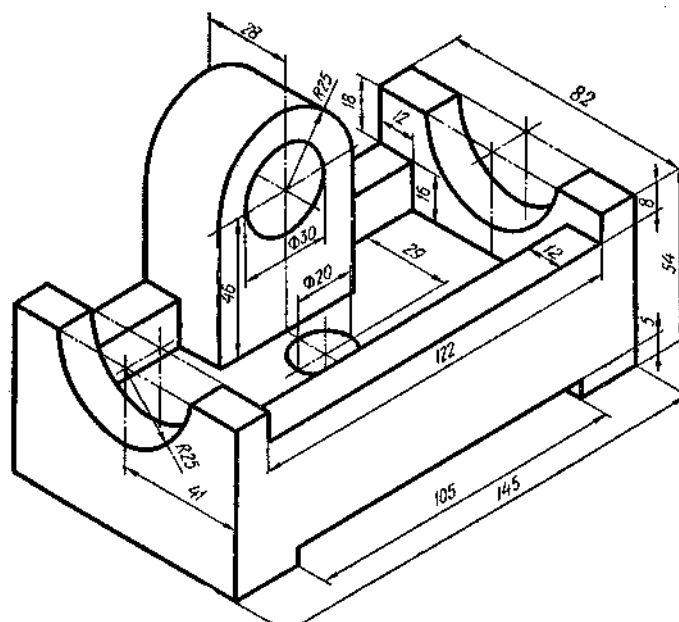
ВАРИАНТ 8



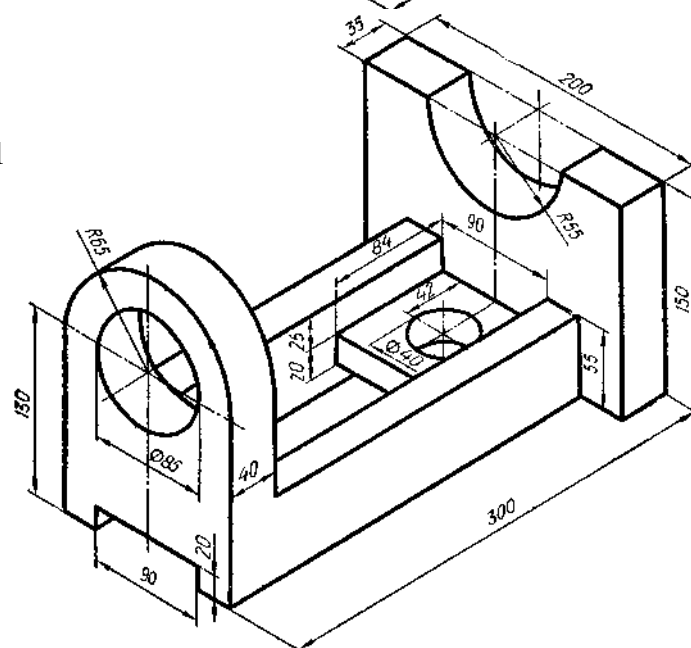
ВАРИАНТ 9



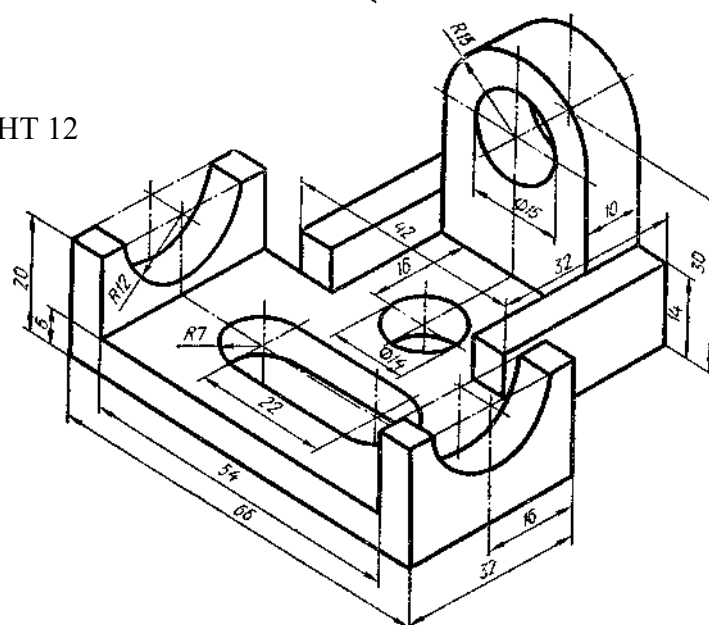
ВАРИАНТ 10



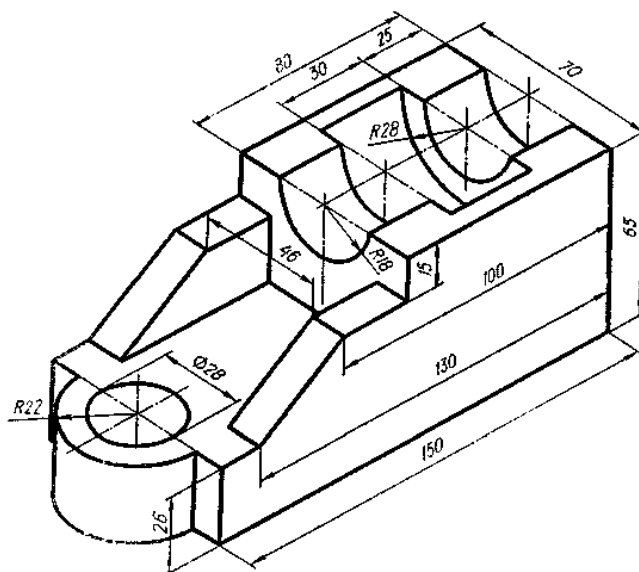
ВАРИАНТ 11



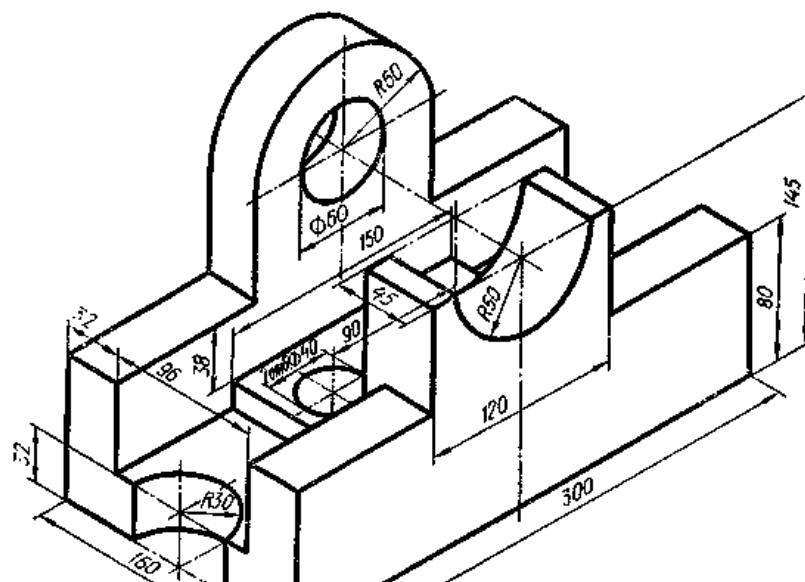
ВАРИАНТ 12



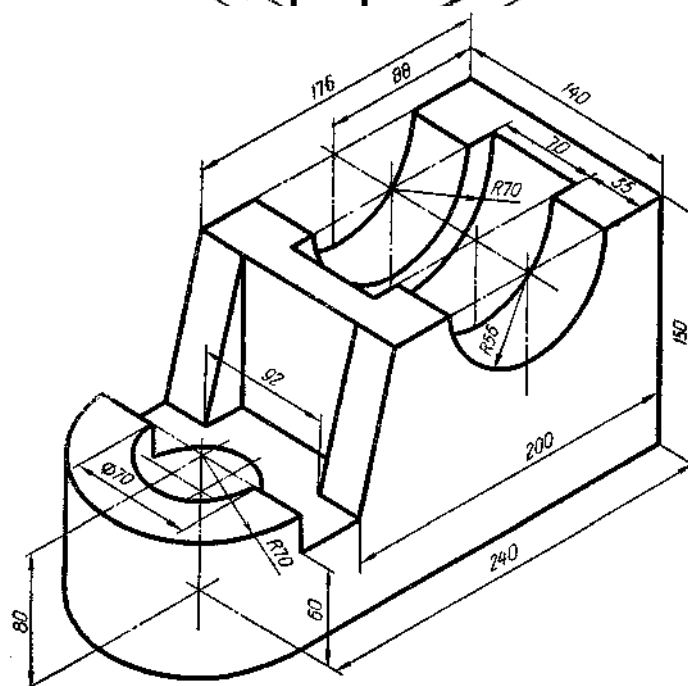
ВАРИАНТ 13

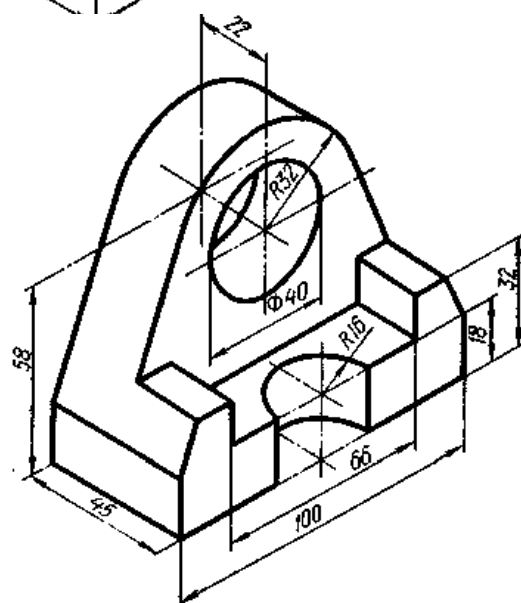
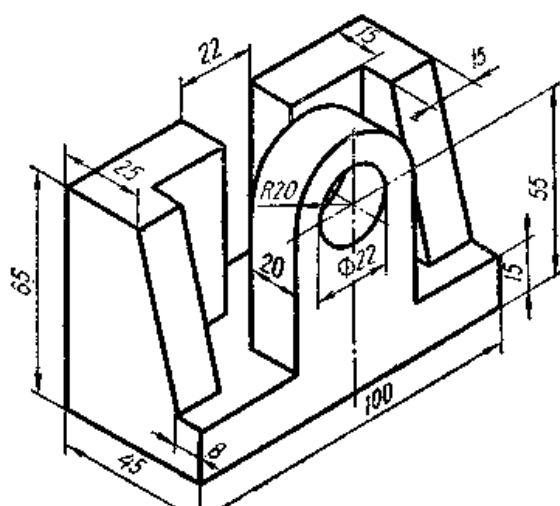
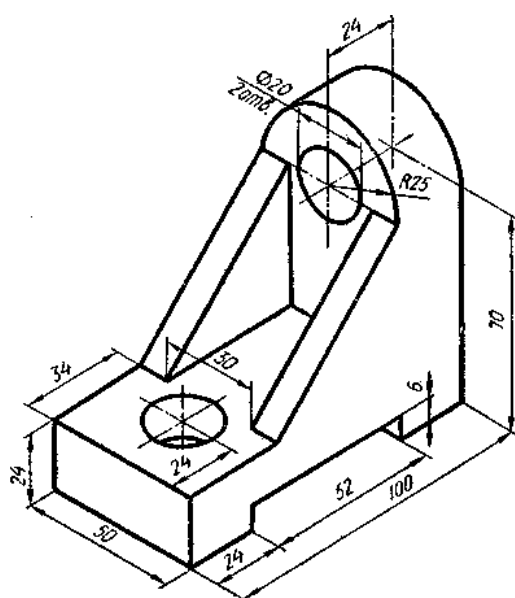


ВАРИАНТ 14





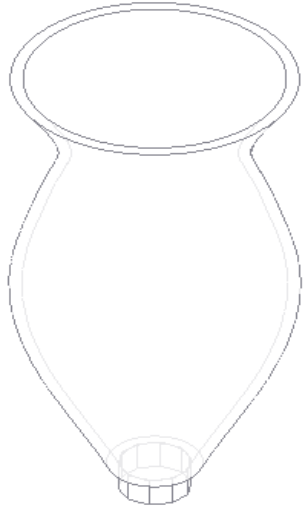
ВАРИАНТ 15

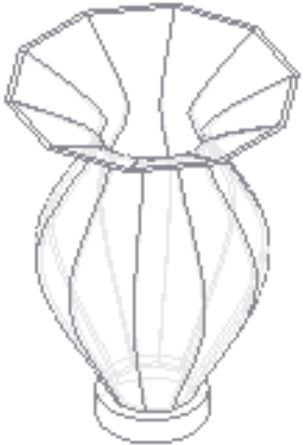
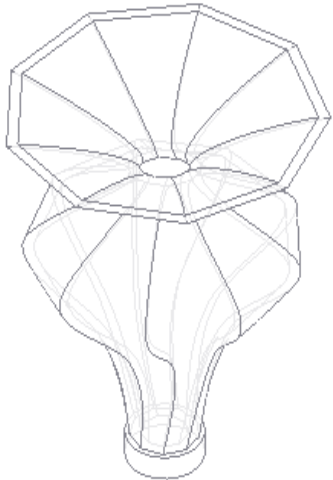


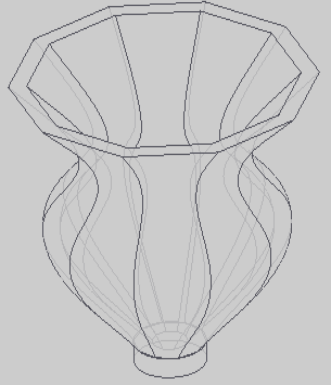
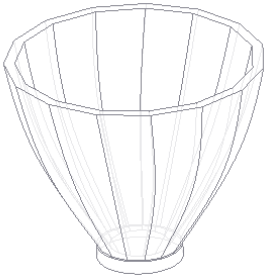


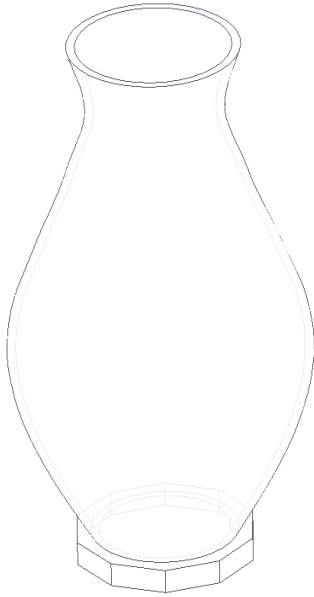
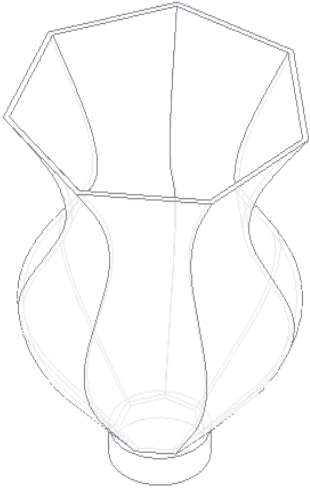
Приложение 2 операции по сечениям

<p>1) Построить 5 смещенных плоскостей, отстоящих от плоскости ZX на расстоянии 40 мм, 80 мм, 125 мм, 150 мм и 180 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: окружность (R=20 мм);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность (R=50 мм);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: окружность (R=70 мм);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: окружность (R=60 мм);</p> <p>д) В смещенной плоскости4 - эскиз5: окружность (R=50 мм);</p> <p>е) В смещенной плоскости5 - эскиз6: окружность (R=70 мм);</p> <p>3) У вазы приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз7: окружность (R=20 мм);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №1</p> 
<p>1) Построить 5 смещенных плоскостей, отстоящих</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №2</p>

<p>от плоскости ZX на расстоянии 50 мм, 70 мм, 100 мм, 140 мм и 160 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: окружность ($R=30$ мм);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=45$ мм);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: окружность ($R=60$ мм);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: окружность ($R=45$ мм);</p> <p>д) В смещенной плоскости4 - эскиз5: окружность ($R=30$ мм);</p> <p>е) В смещенной плоскости5 - эскиз6: пятиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=60$ мм, угол = 0°);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз7: 15-угольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=30$ мм, угол = 0°);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	
<p>1) Построить 4 смещенные плоскости, отстоящих от плоскости ZX на расстоянии 80 мм, 105 мм, 130 мм и 160 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: окружность ($R=15$ мм);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=45$ мм);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: окружность ($R=38$ мм);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: окружность ($R=30$ мм);</p> <p>д) В смещенной плоскости4 - эскиз5: окружность ($R=45$ мм);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз6: десятиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=11$ мм, угол = 0°);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №3</p> 
<p>1) Построить 4 смещенных плоскостей, отстоящих</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №4</p>

<p>от плоскости ZX на расстоянии 70 мм, 90 мм, 110 мм и 130 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: десятиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=15$ мм, угол = 0°);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=40$ мм);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: окружность ($R=30$ мм);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: окружность ($R=20$ мм);</p> <p>д) В смещенной плоскости4 - эскиз5: десятиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=50$ мм, угол = 0°);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз6: окружность ($R=20$ мм);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	
<p>1) Построить 4 смещенные плоскости, отстоящих от плоскости ZX на расстоянии 50 мм, 90 мм, 130 мм и 150 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: девятиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=15$ мм, угол = 0°);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=30$ мм);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: шестиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=60$ мм, угол = 0°);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: окружность ($R=20$ мм);</p> <p>д) В смещенной плоскости4 - эскиз5: шестиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=70$ мм, угол = 0°);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз6: окружность ($R=18$ мм);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	<p>Вариант №5</p> 

<p>1) Построить 3 смещенные плоскости, отстоящих от плоскости ZX на расстоянии 70 мм, 95 мм 140 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: десятиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=20 \text{ мм}$, угол = 0°);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=70 \text{ мм}$);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: окружность ($R=50 \text{ мм}$);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: десятиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=85 \text{ мм}$, угол = 0°);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз5: окружность ($R=21 \text{ мм}$);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №6</p> 
<p>1) Построить 2 смещенные плоскости, отстоящих от плоскости ZX на расстоянии 80 мм и 150 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: пятинадцатиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=30 \text{ мм}$, угол = 0°);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: пятинадцатиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=75 \text{ мм}$, угол = 0°);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: пятинадцатиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=95 \text{ мм}$, угол = 0°);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз4: окружность ($R=32 \text{ мм}$);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №7</p> 
<p>1) Построить 4 смещенные плоскости, отстоящих от</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №8</p>

<p>плоскости ZX на расстоянии 40 мм, 80 мм, 95 мм и 110 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: окружность ($R=17$ мм);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=35$ мм);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: окружность ($R=21$ мм);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: окружность ($R=16$ мм);</p> <p>д) В смещенной плоскости3 - эскиз5: окружность ($R=20$ мм);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз6: пятнадцатиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=20$ мм, угол = 0°);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	
<p>1) Построить 3 смещенные плоскости, отстоящих от плоскости ZX на расстоянии 50 мм, 80 мм 120 мм.</p> <p>2) Построить:</p> <p>а) В плоскости ZX - эскиз1: семиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=15$ мм, угол = 0°);</p> <p>б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=50$ мм);</p> <p>в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: семиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=30$ мм, угол = 0°);</p> <p>г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: семиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=50$ мм, угол = 0°);</p> <p>3) Приклеить дно:</p> <p>а) В плоскости ZX построить эскиз5: окружность ($R=18$ мм);</p> <p>б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №9</p> 
<p>1) Построить 5 смещенных плоскостей, отстоящих</p>	<p style="text-align: center;">Вариант №10</p>

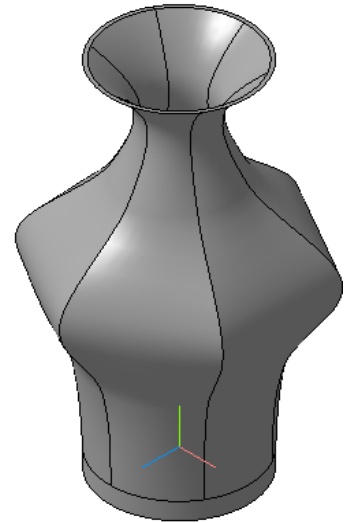
от плоскости **ZX** на расстоянии 50 мм, 100 мм, 140 мм, 180 мм и 200 мм.

2) Построить:

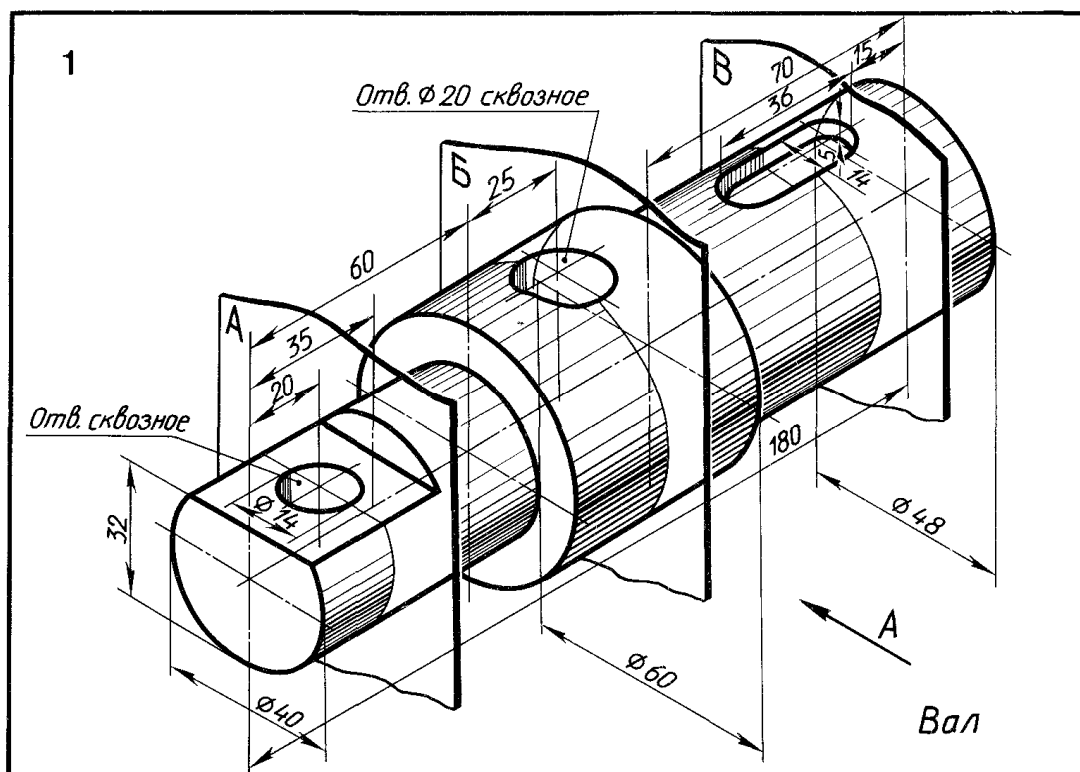
- а) В плоскости **ZX** - эскиз1: окружность ($R=40$ мм);
- б) В смещенной плоскости1 - эскиз2: окружность ($R=45$ мм);
- в) В смещенной плоскости2 - эскиз3: шестиугольник ($R_{\text{вписанной окружности}}=60$ мм, угол = 0);
- г) В смещенной плоскости3 - эскиз4: окружность ($R=30$ мм);
- д) В смещенной плоскости4 - эскиз5: окружность ($R=21$ мм);
- е) В смещенной плоскости5 - эскиз6: окружность ($R=40$ мм);

3) Приклеить дно:

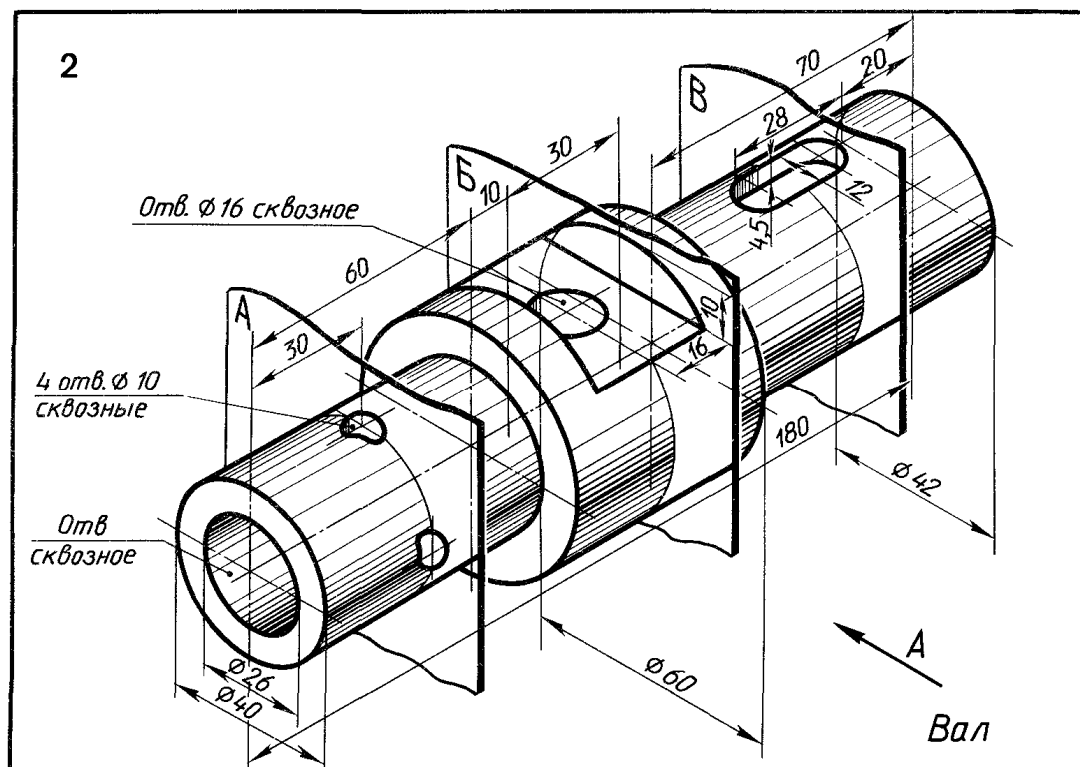
- а) В плоскости **ZX** построить эскиз7: окружность ($R=40$ мм);
- б) Выполнить операцию «Выдавливание» (параметры задать самостоятельно).



Приложение 3 создание вала

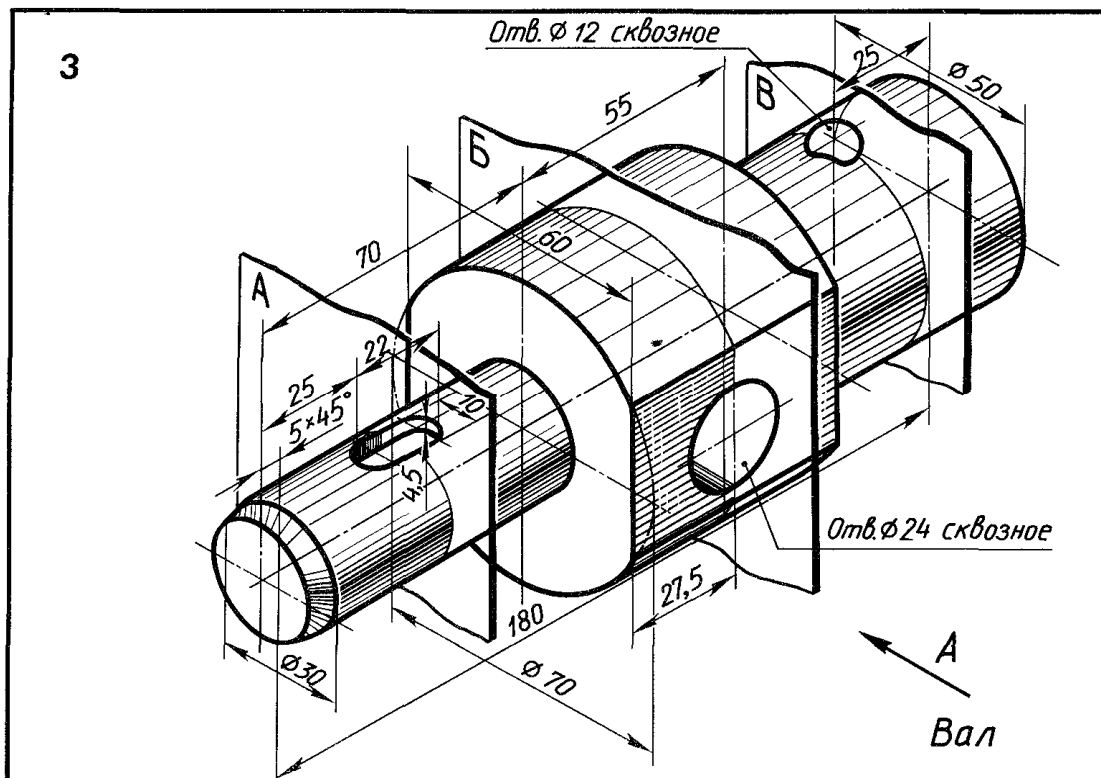


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* - в проекционной связи.

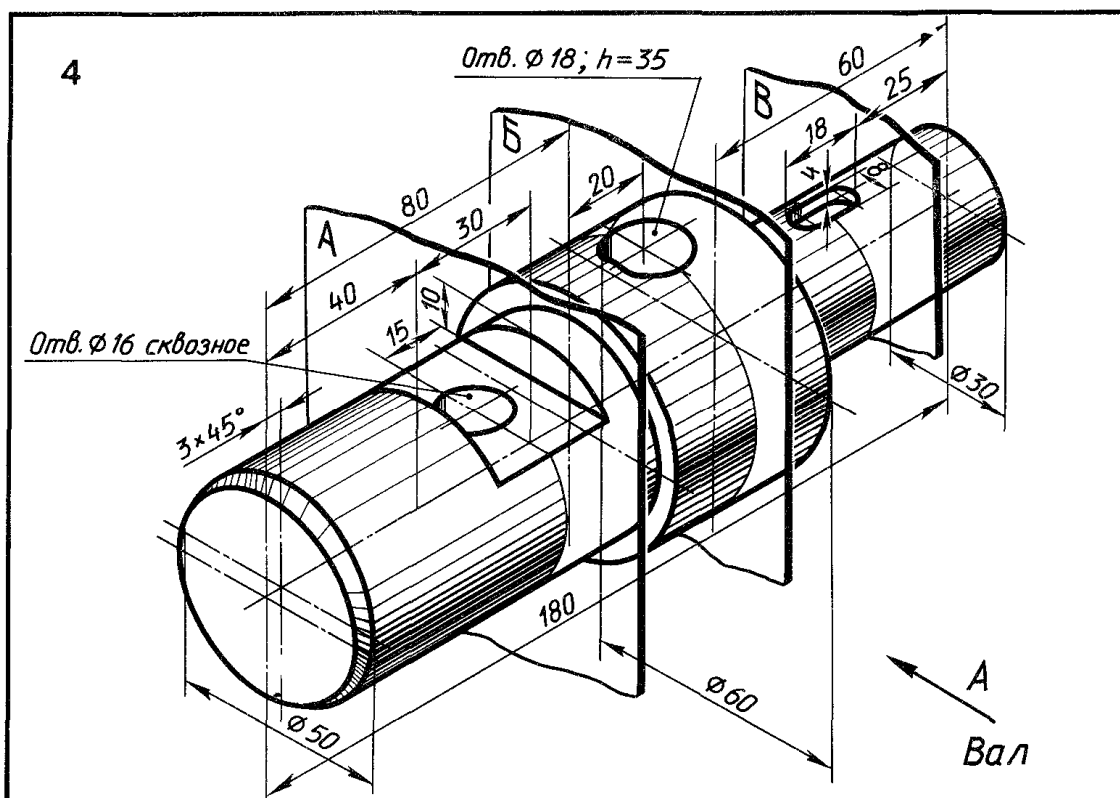


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости;

сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

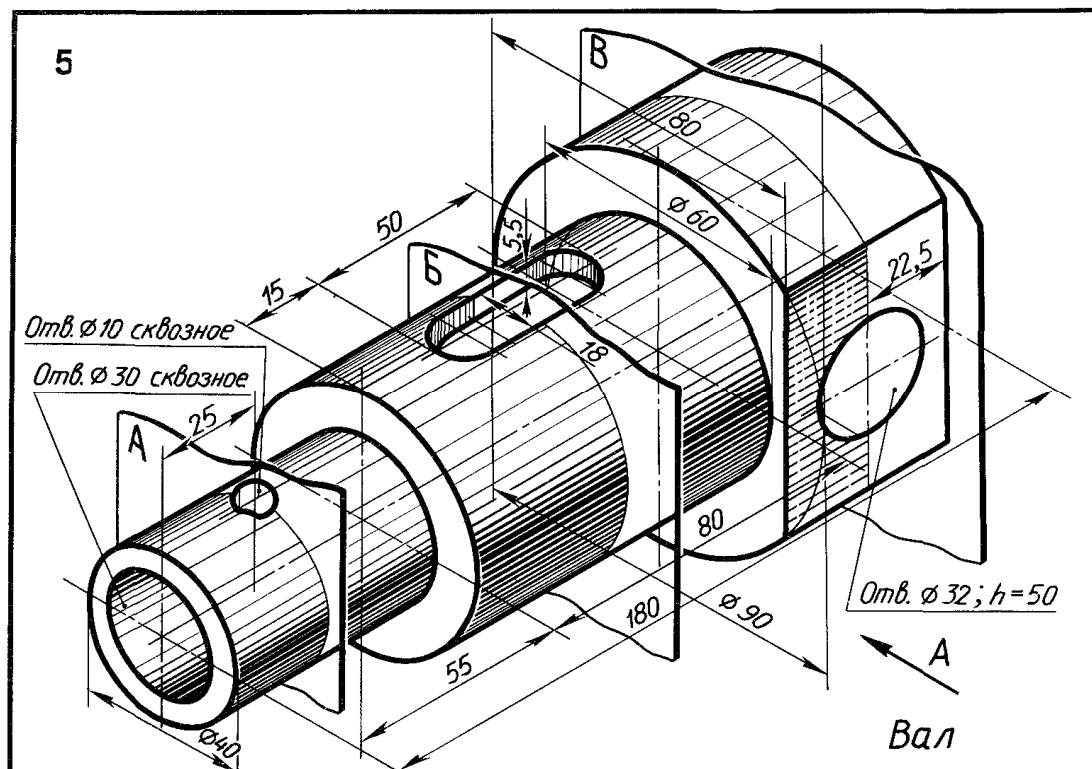


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

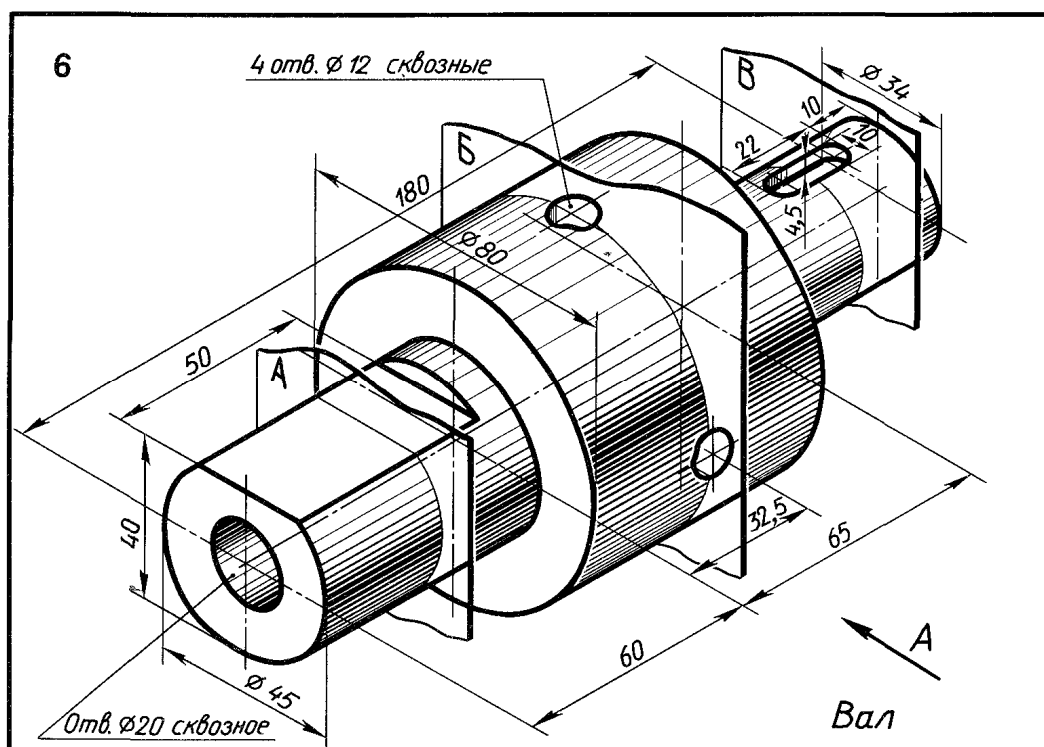


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости;

сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

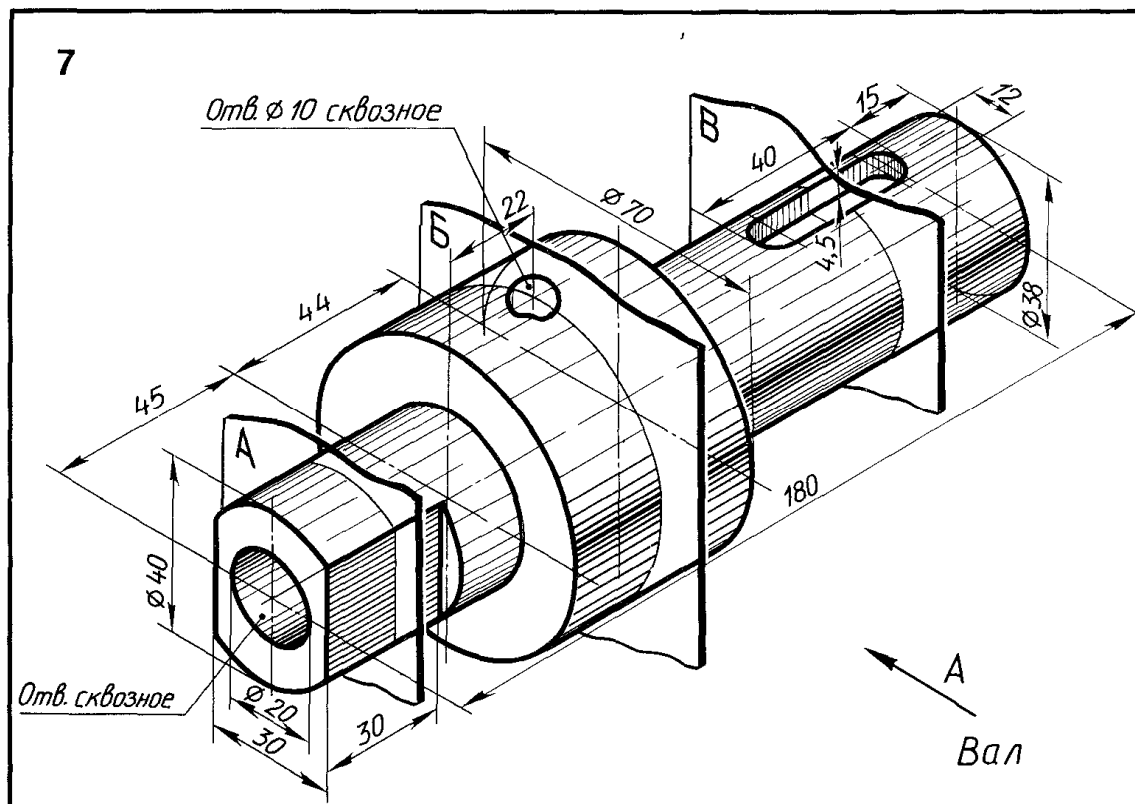


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

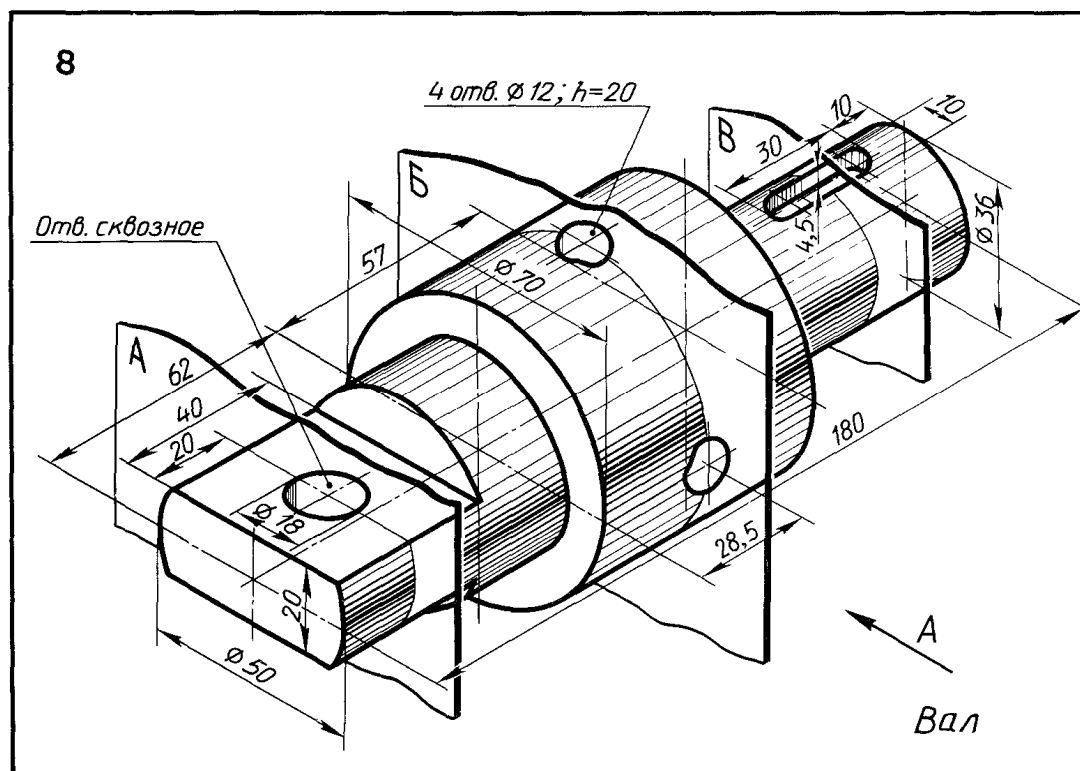


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости;

сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

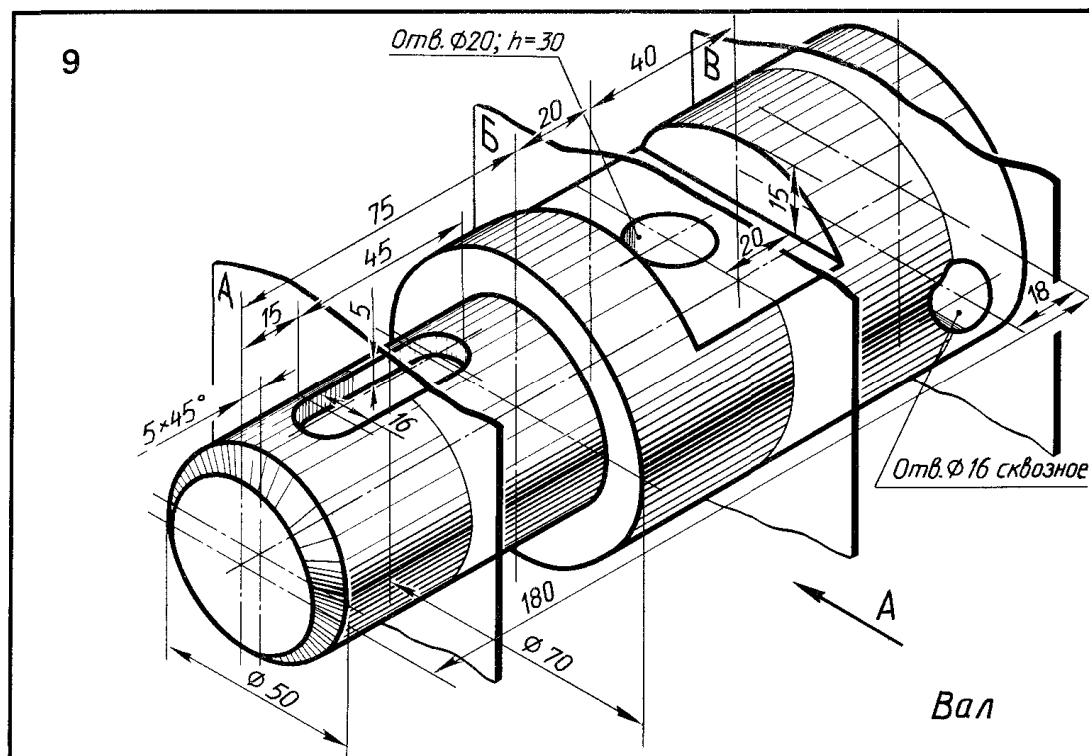


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

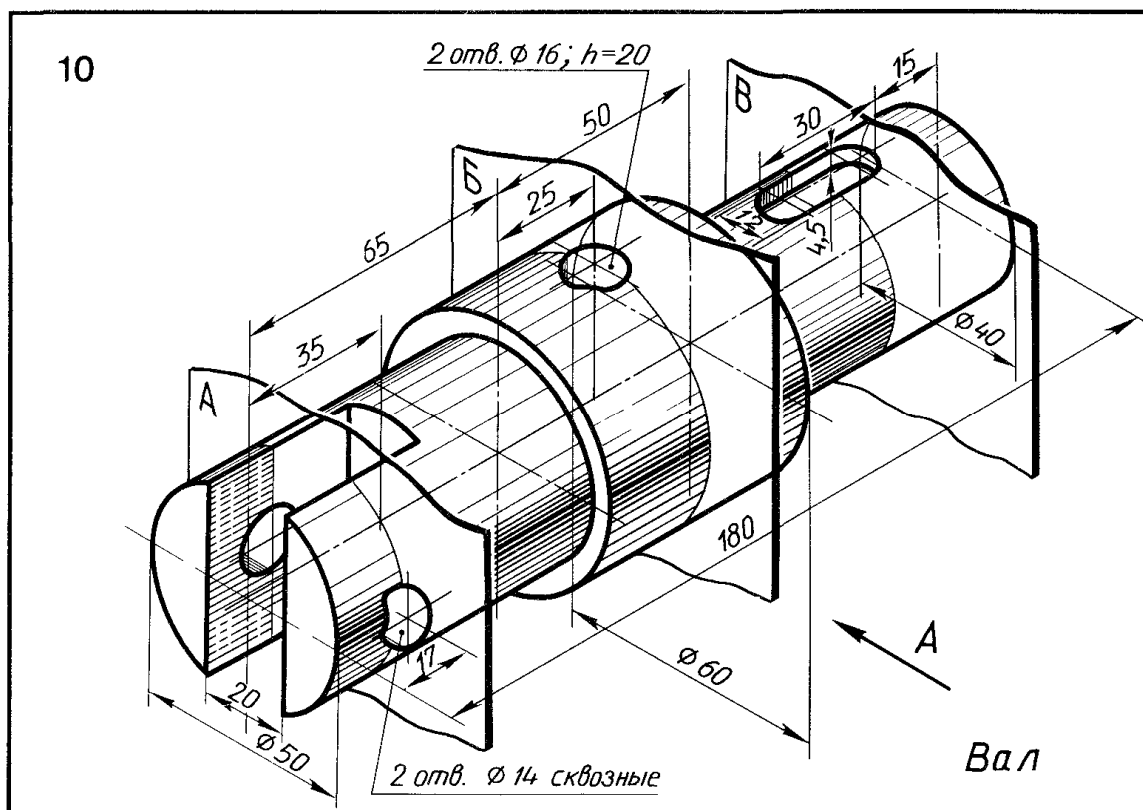


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости;

сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

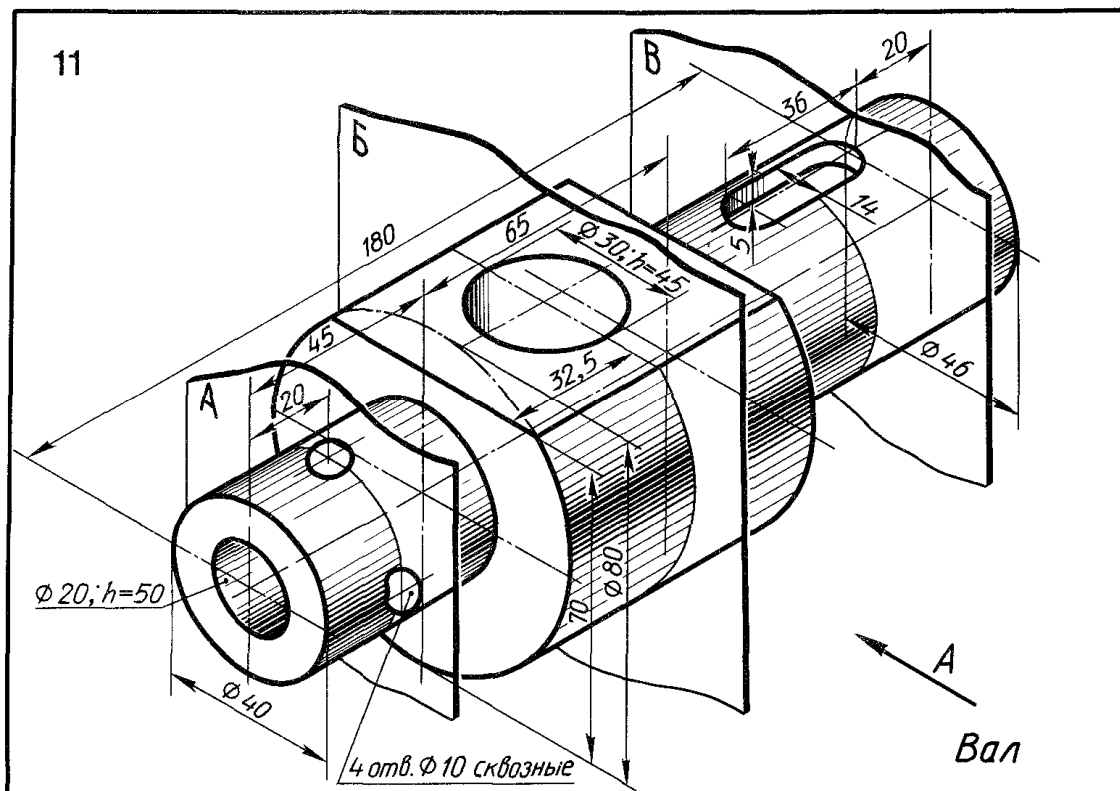


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.

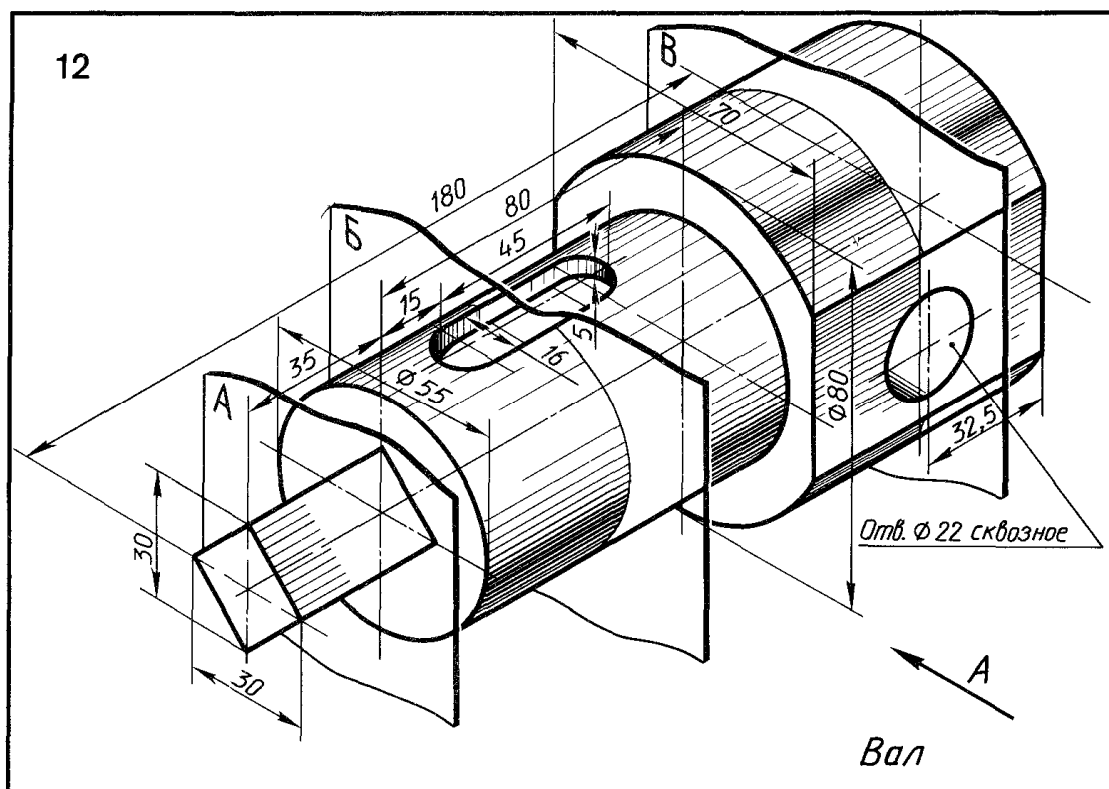


Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости;

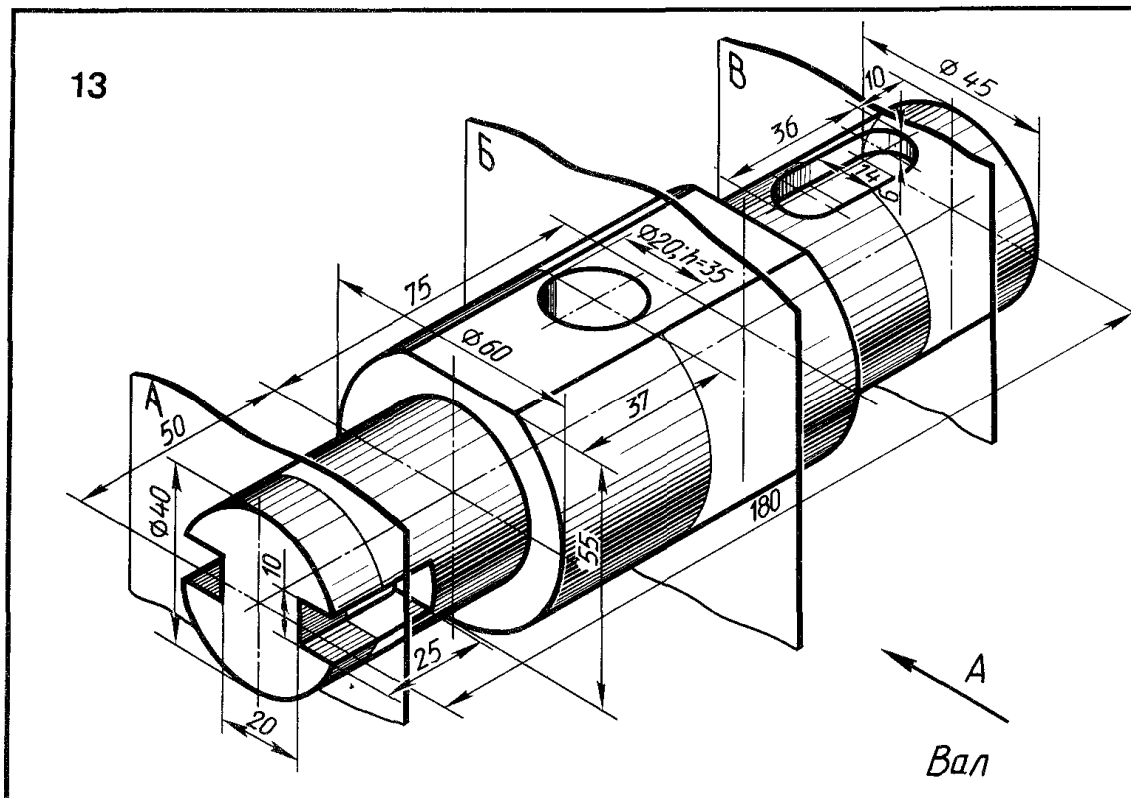
сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.



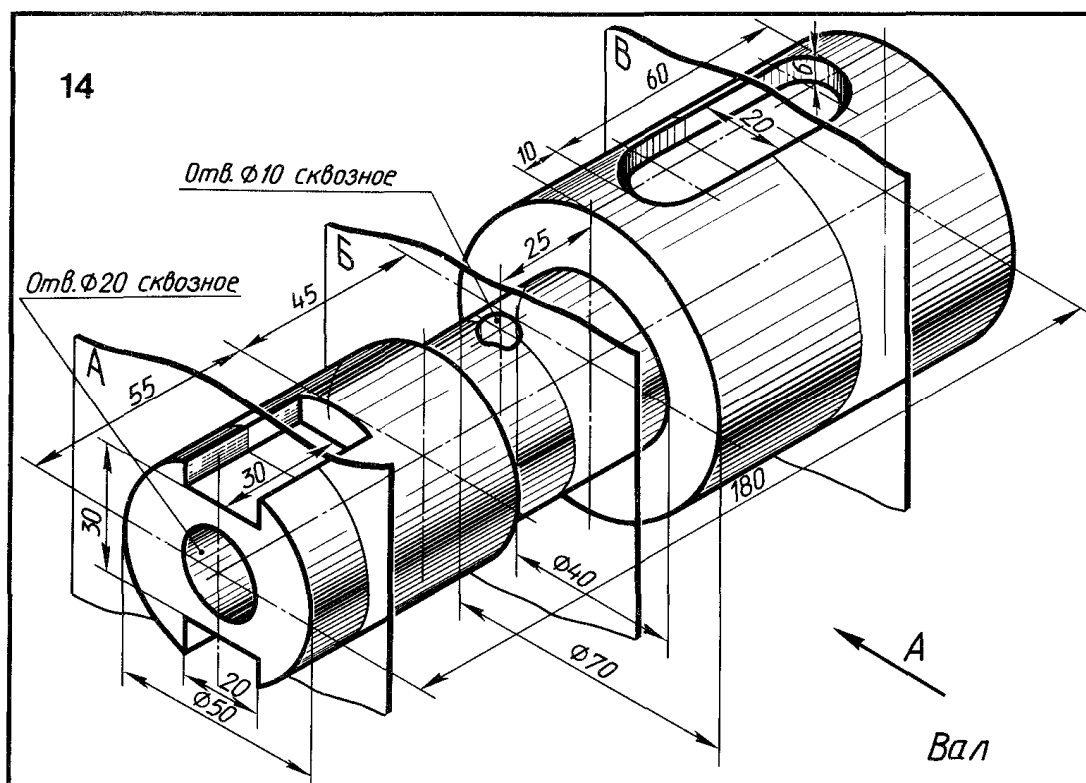
Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *А*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *А* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *Б* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *В* - в проекционной связи.



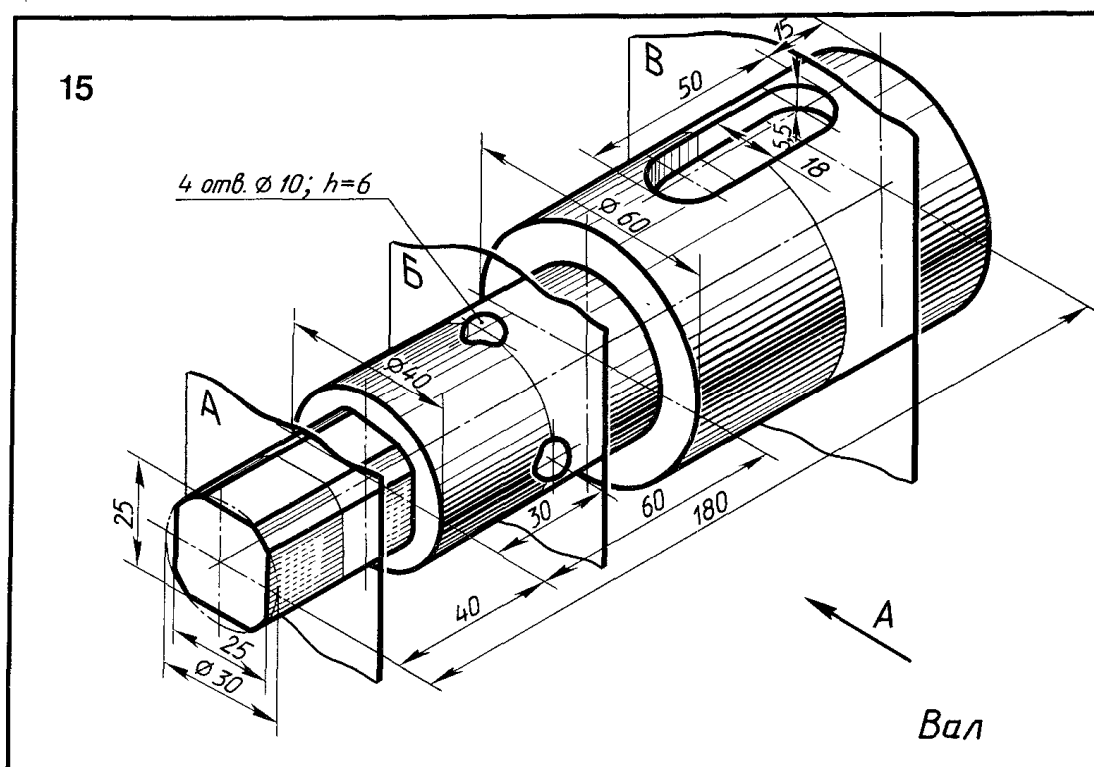
Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* - в проекционной связи.



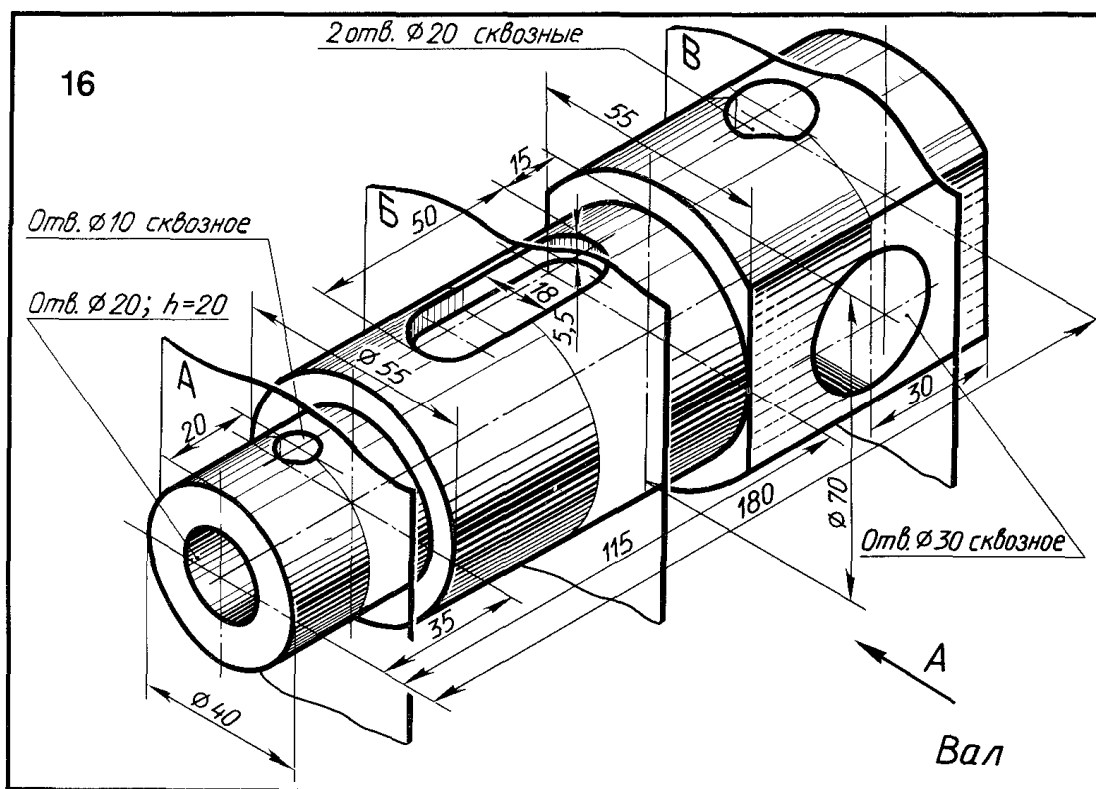
Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* - в проекционной связи.



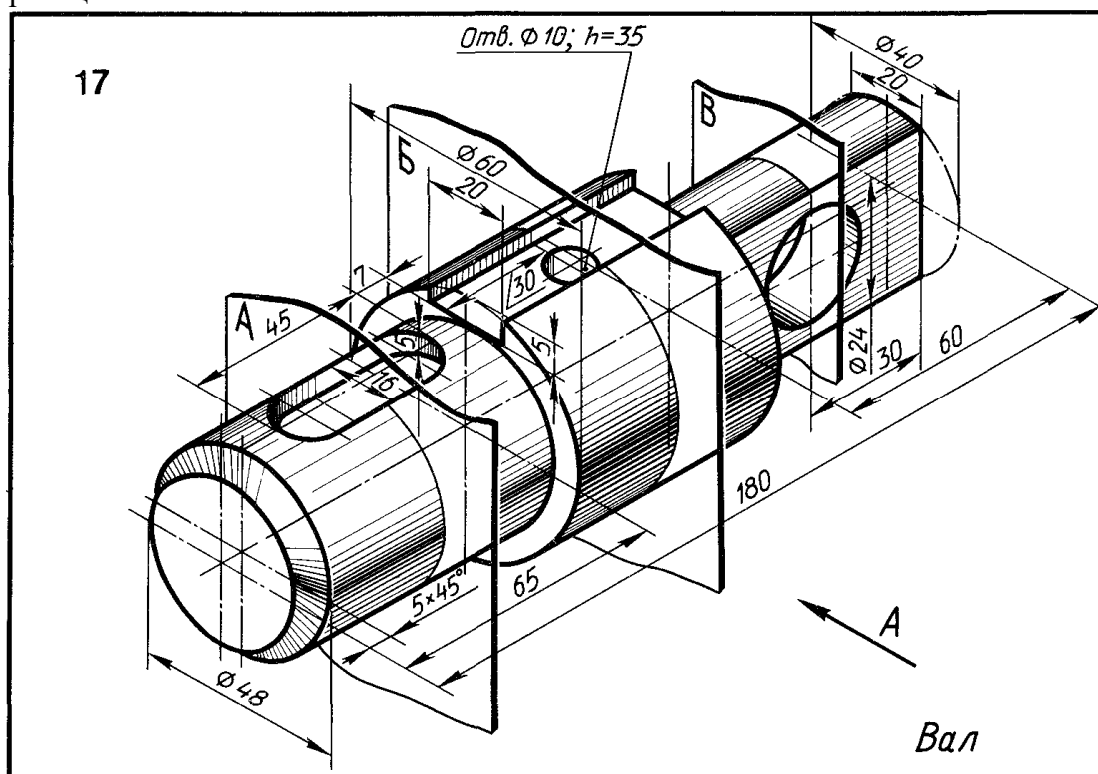
Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* - в проекционной связи.



Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* - в проекционной связи.



Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* - в проекционной связи.



Начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке *A*. Выполнить три сечения. Сечение плоскостью *A* расположить на продолжении следа секущей плоскости; сечение плоскостью *B* - на свободном месте чертежа; сечение плоскостью *B* - в проекционной связи.

18

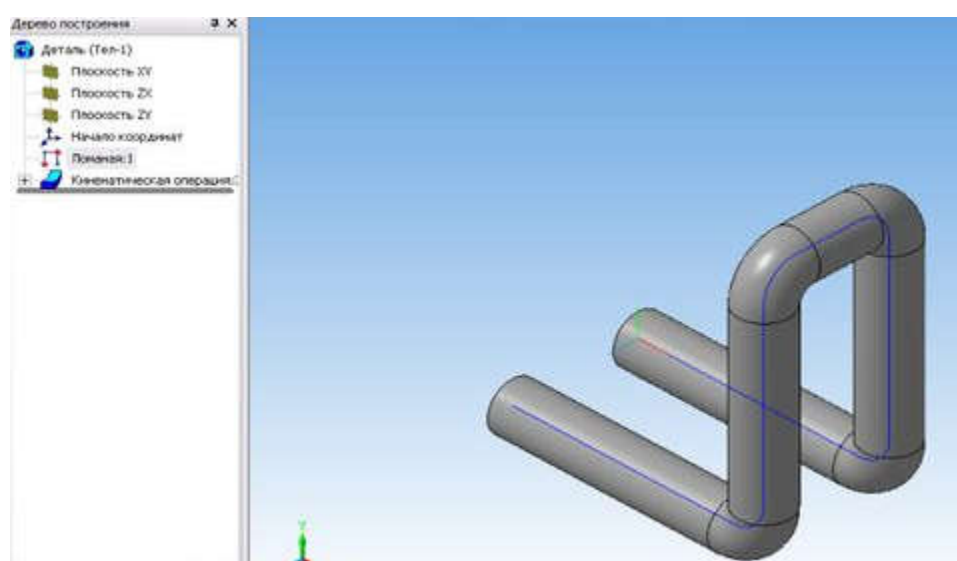
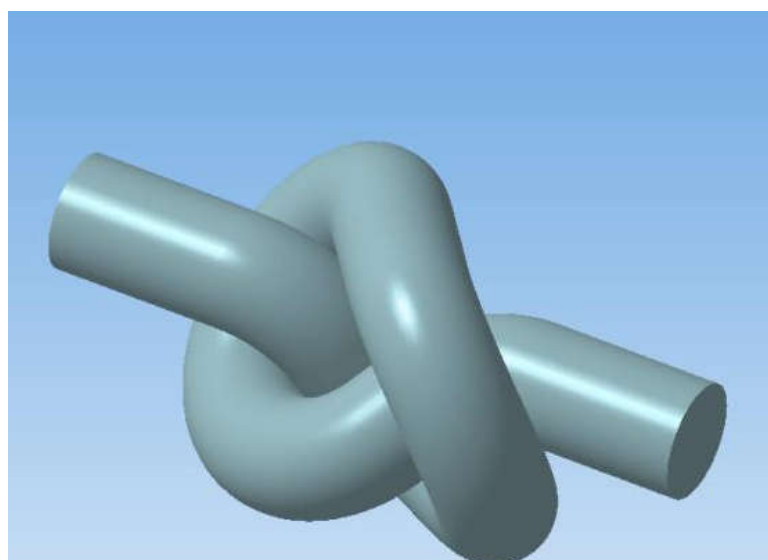
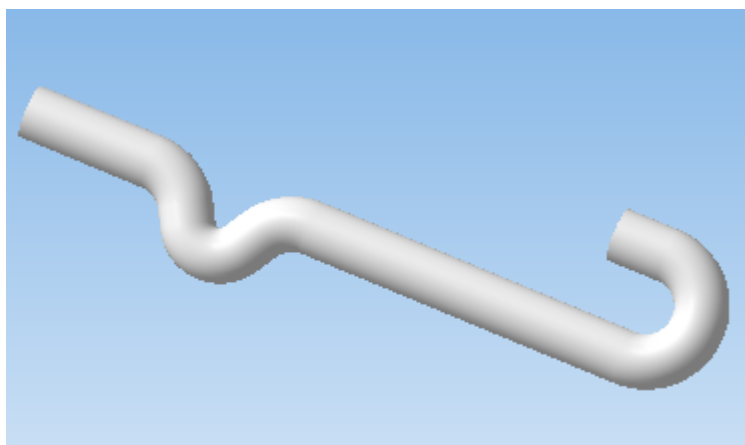
Отв. $\varnothing 12$; $h = 10$

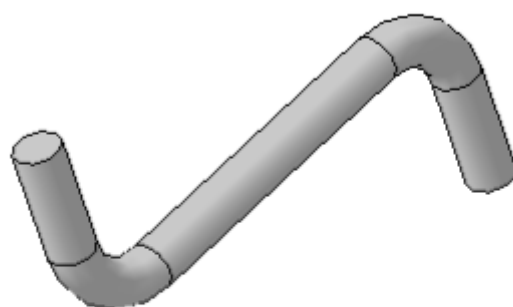
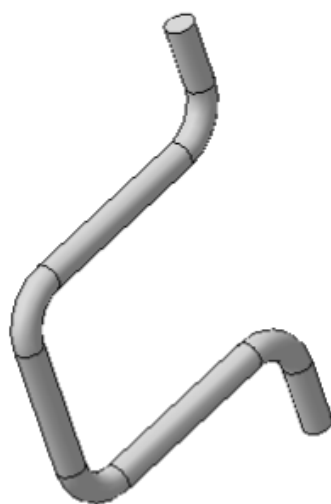
Отв. $\varnothing 16$ сквозное

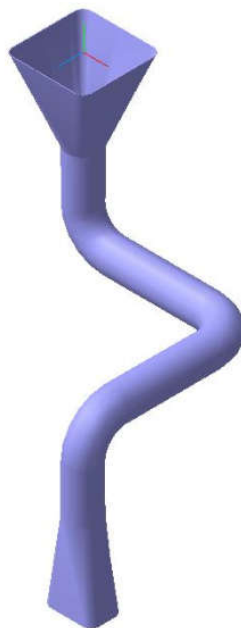
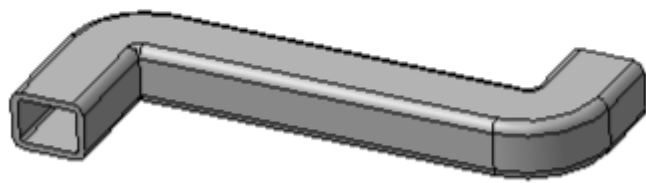
Вал

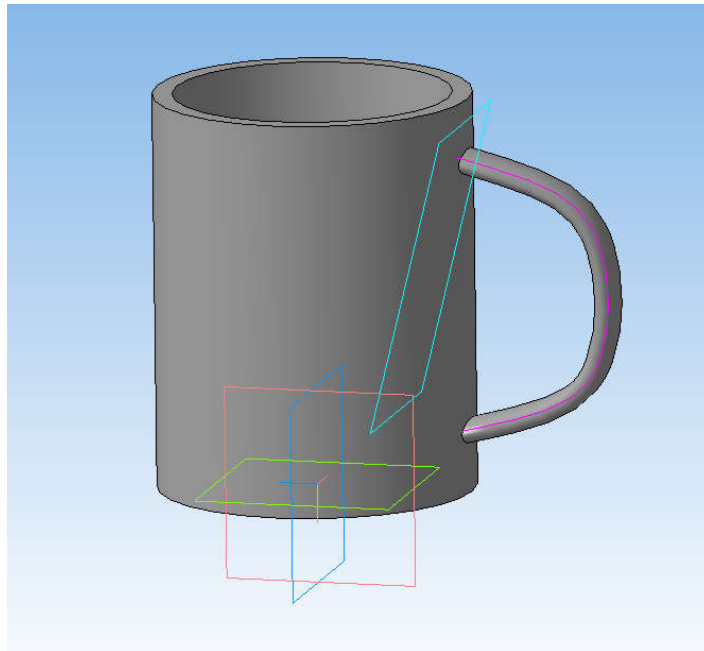
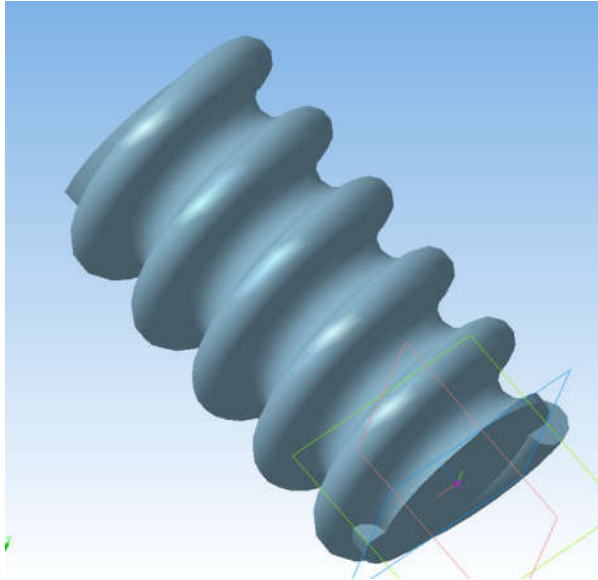
94

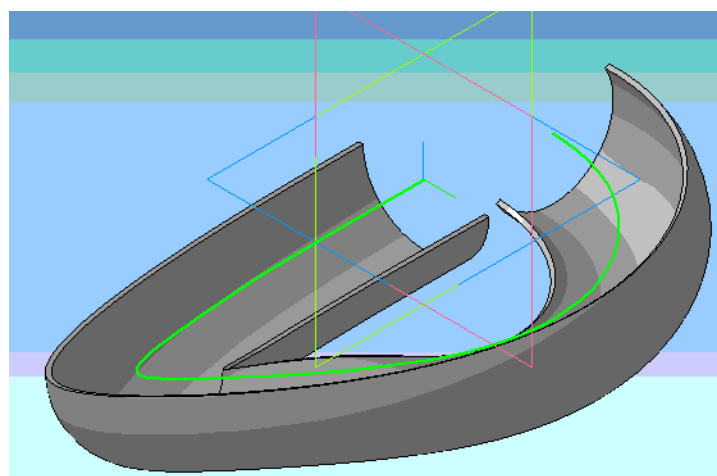
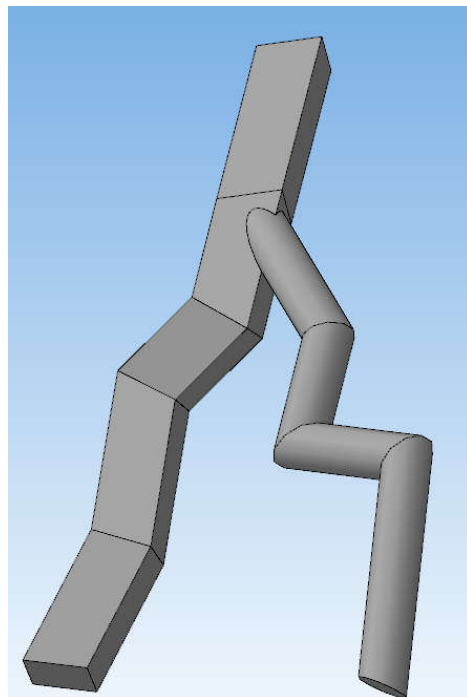
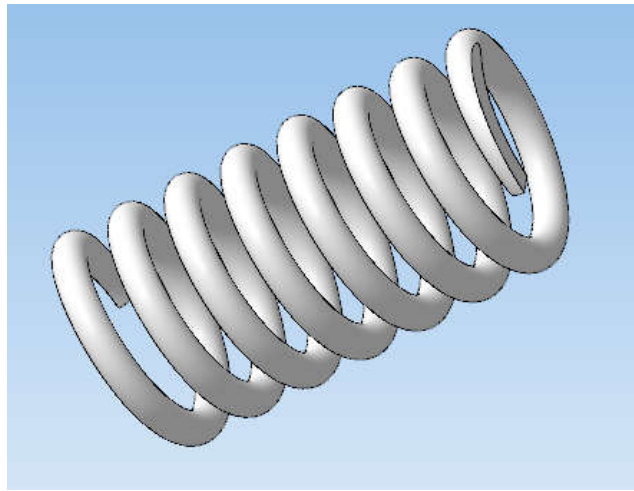
Приложение 4 выдавливание по траектории

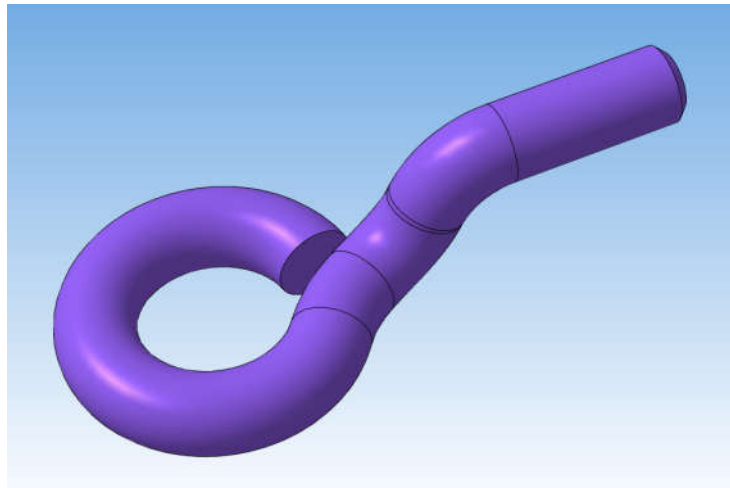






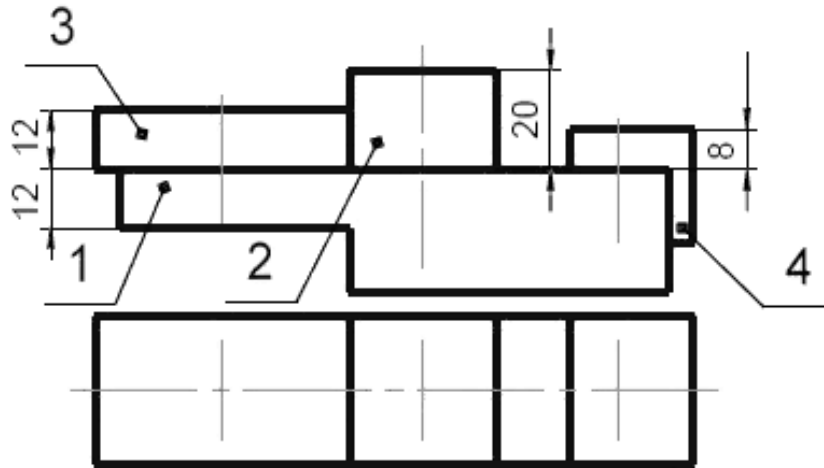






Приложение 5 сборка

ВАРИАНТ 1



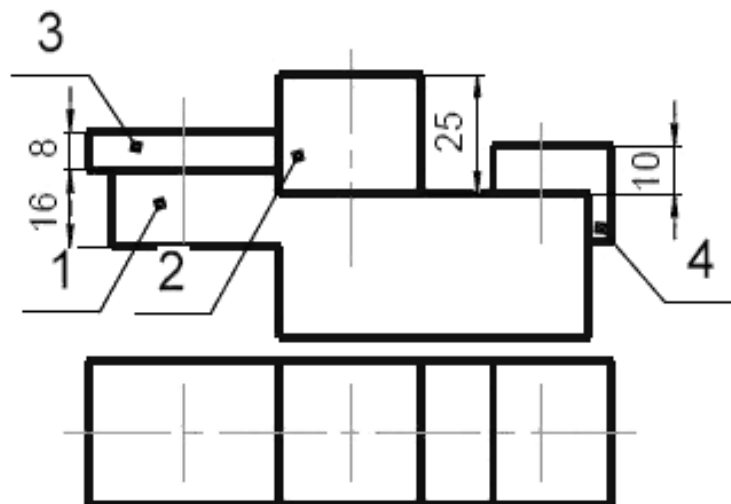
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М6 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М8 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М12 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 2



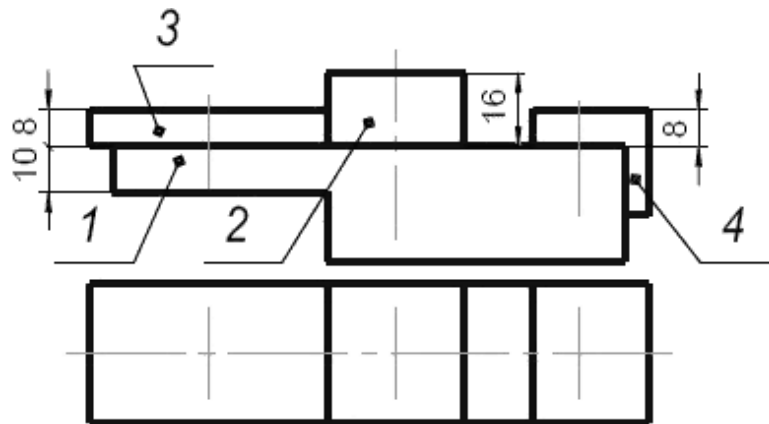
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М10 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М8 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М8 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 3



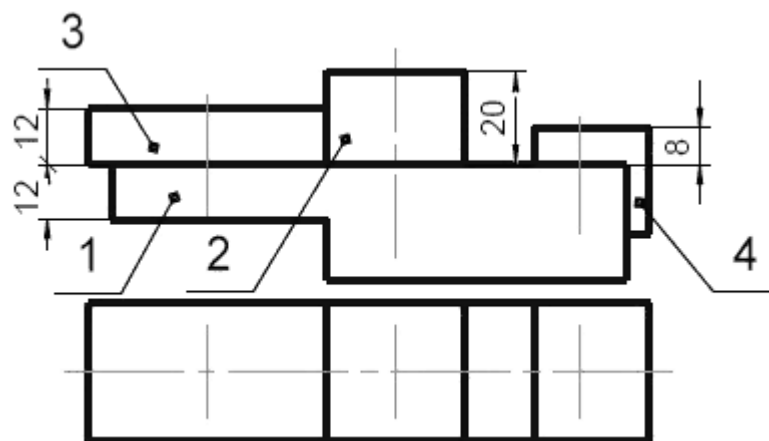
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М68 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 4



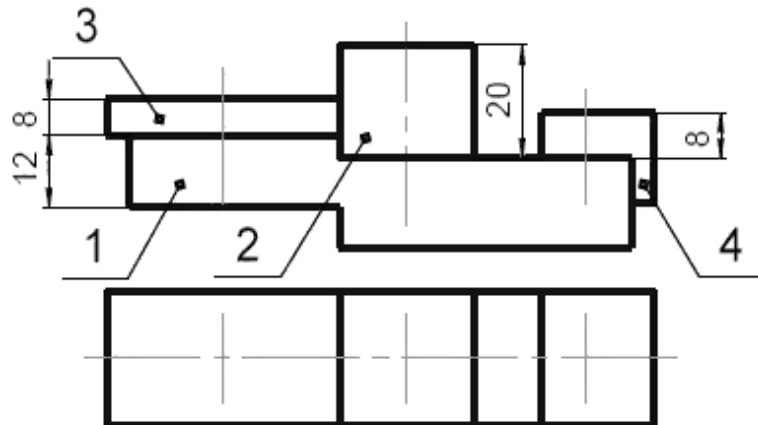
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М12 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М8 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 5



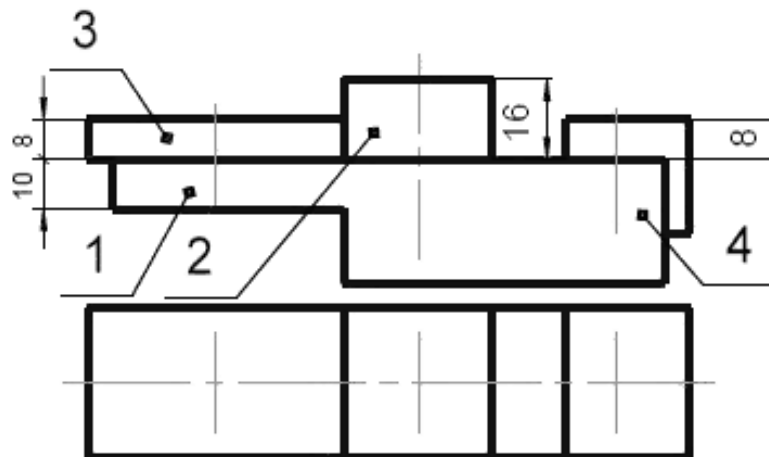
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М8 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 6



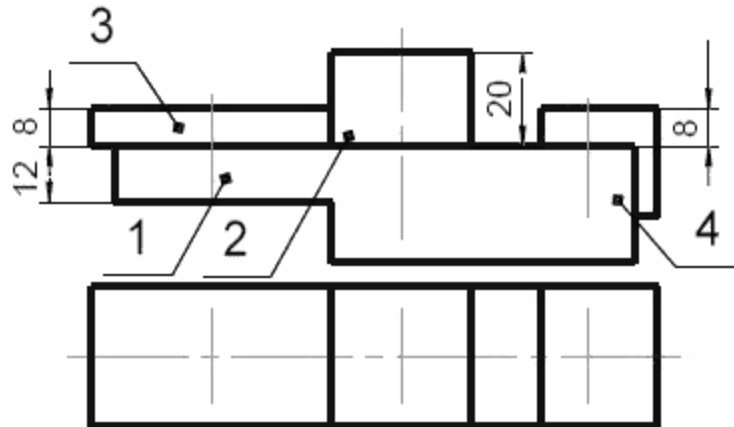
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М12 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М6 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 7



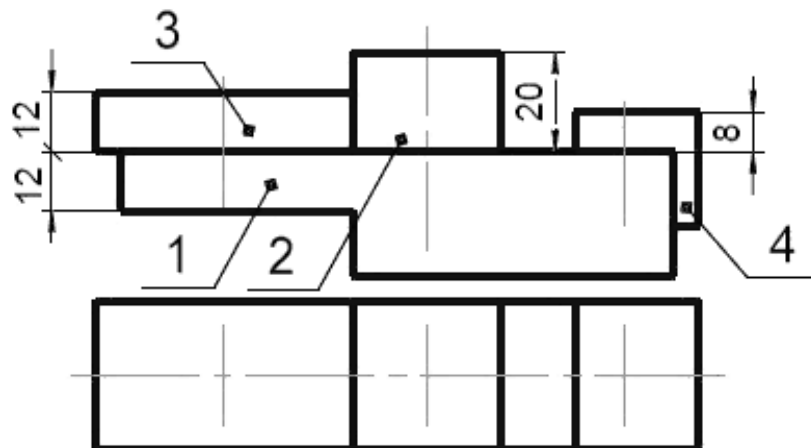
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М8 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 8



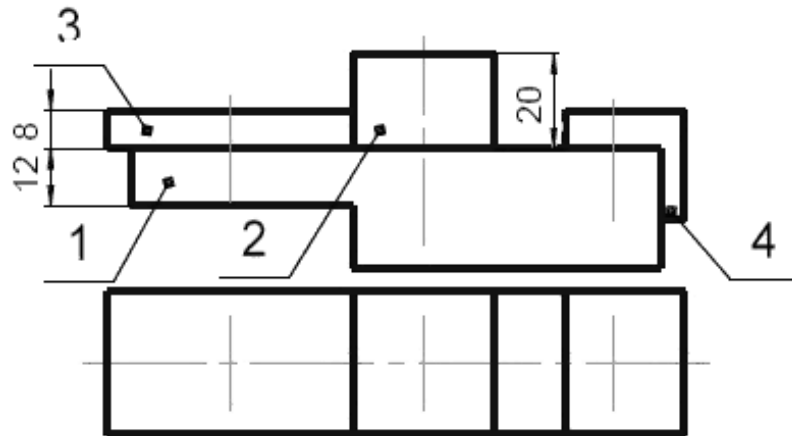
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М10 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М12 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М10 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 9



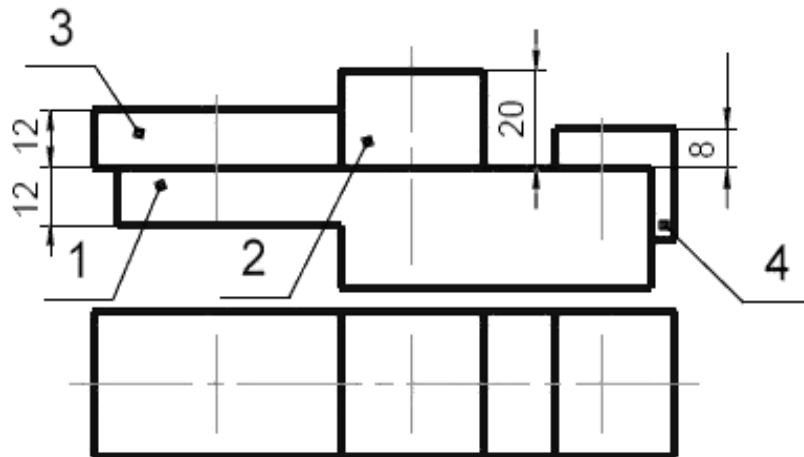
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M12 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M8 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M10 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 10



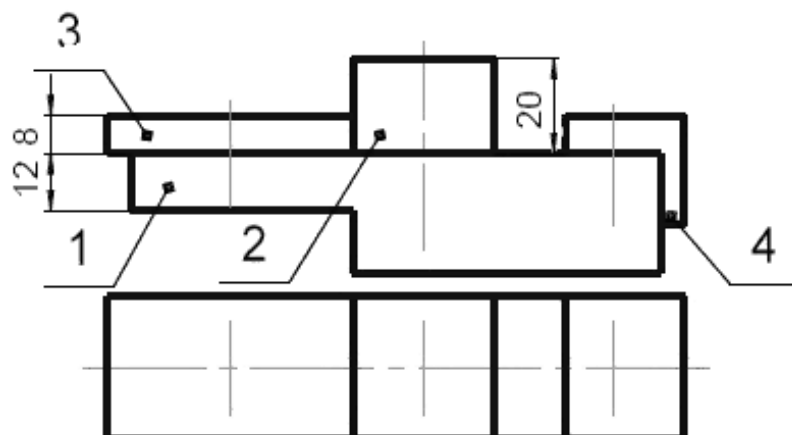
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M12 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M10 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 11



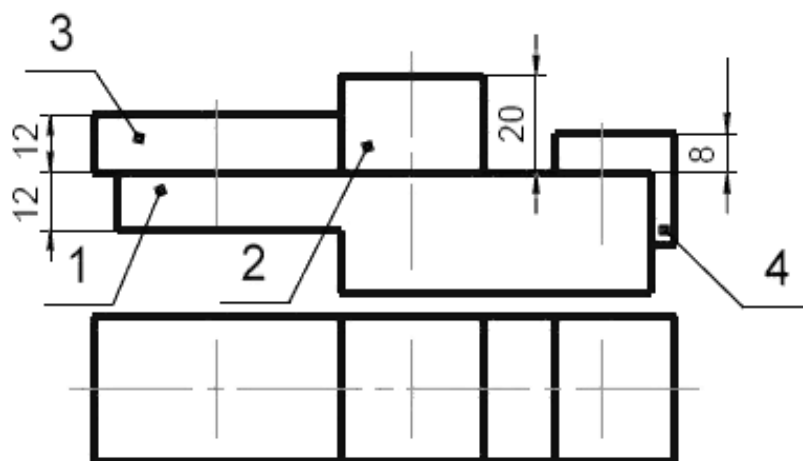
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М12 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М8 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 12



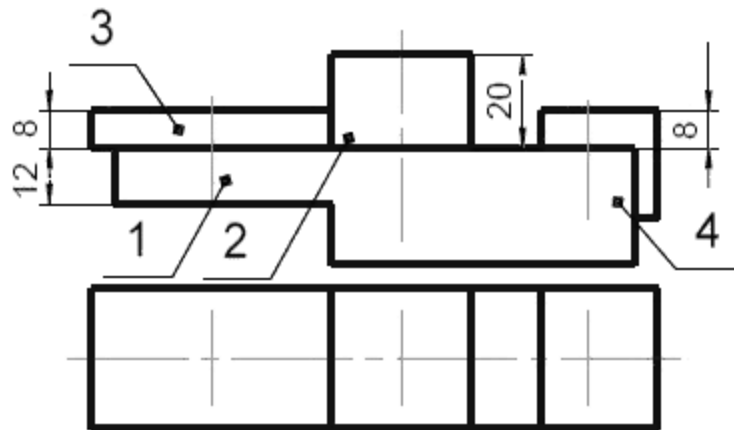
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М10 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М12 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М12 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 13



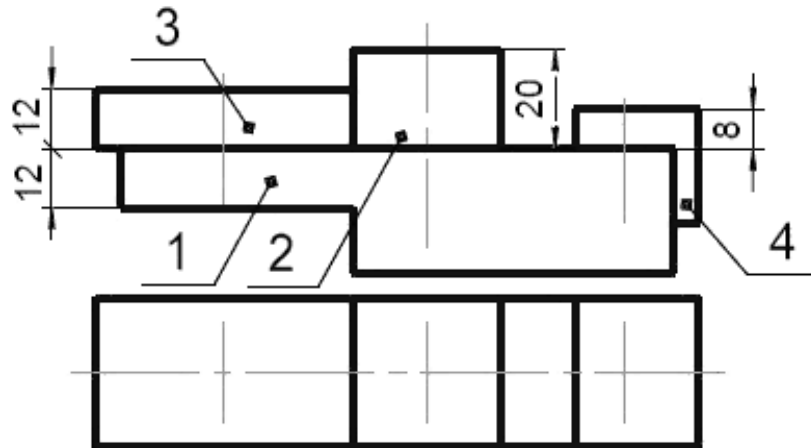
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M10 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M8 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M12 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 14



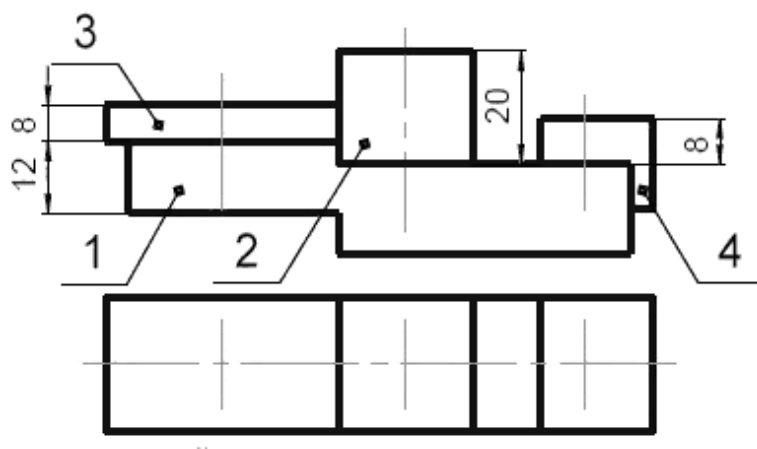
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M8 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M12 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 15



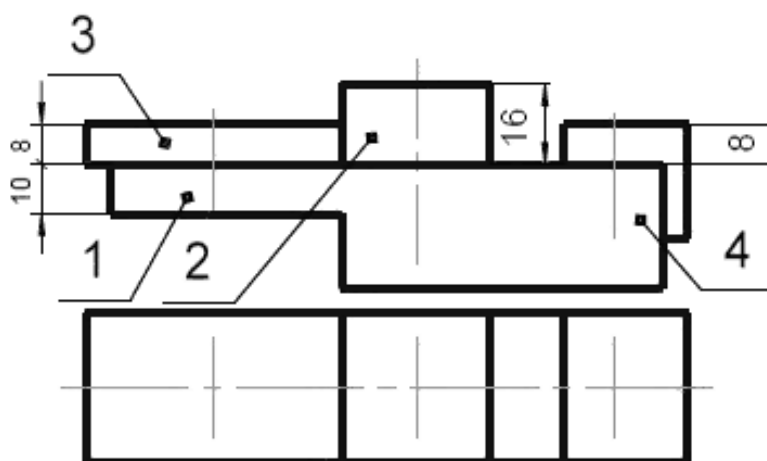
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М12 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М8 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М10 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 16



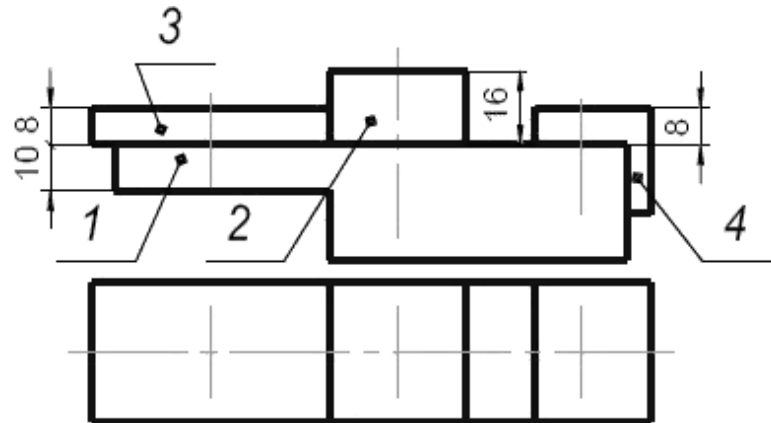
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом М12 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 17



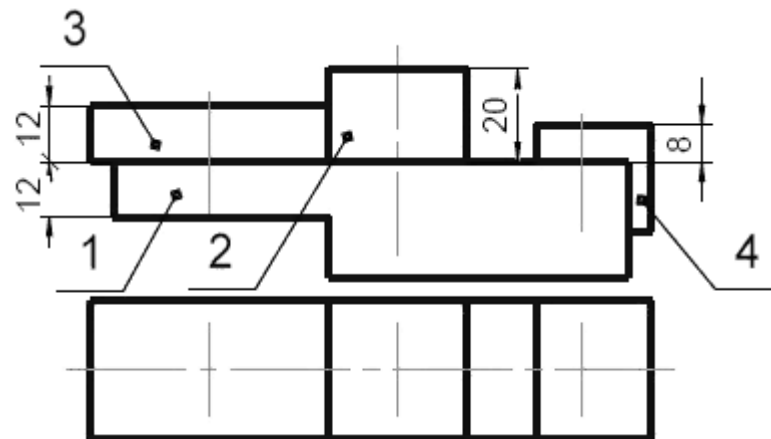
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M12 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M8 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M8 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 18



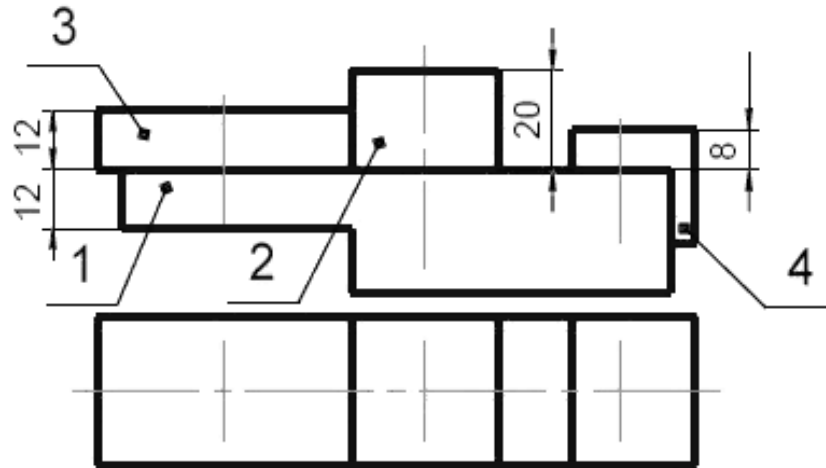
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M10 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M8 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M12 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 19



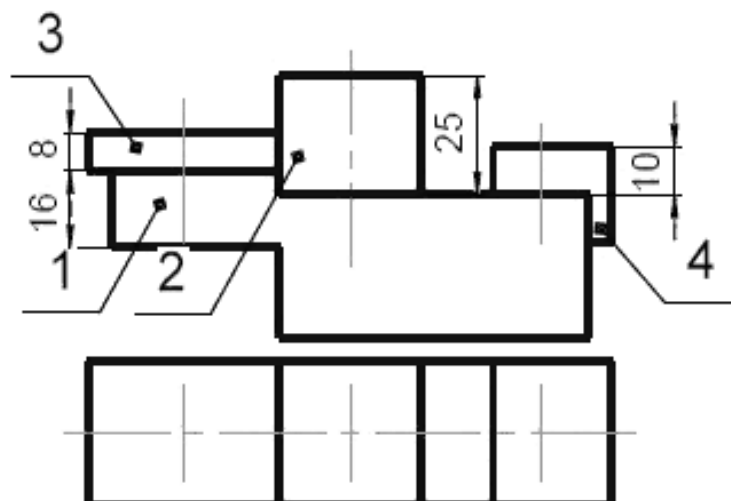
Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M12 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M6 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M12 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

ВАРИАНТ 20



Выполнить сборочный чертеж, изобразив основание – 1 с накладкой – 2 шпилькой M8 (ГОСТ 22034-76), с пластиной – 3 болтом M10 (ГОСТ 7798-70), с угольником – 4 винтом M10 (ГОСТ 17473-80).

Создать спецификацию сборки.

Выполнить чертеж сборки – фронтальный разрез и вид сверху с указанием всех размеров.

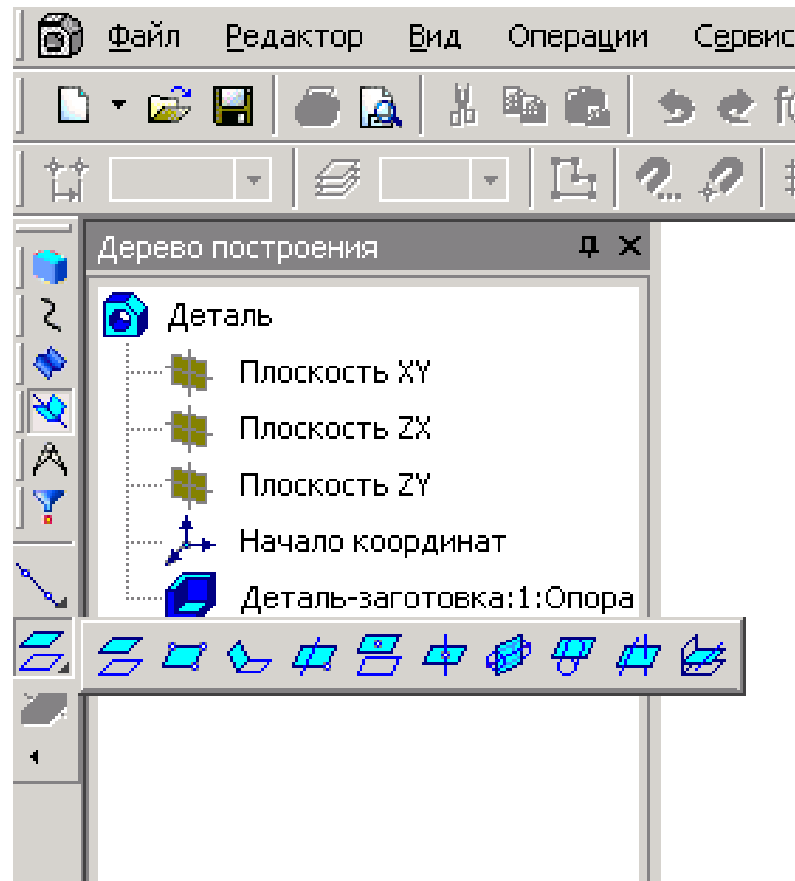
Все отверстия в сборке должны быть выполнены с помощью библиотеки КОМПАС-3D.

Вспомогательные построения.

Эскиз может быть построен на плоскости (в том числе на любой плоской грани тела). Для выполнения некоторых операций (например, создания массива по окружности) требуется указание оси (осью может служить и прямолинейное ребро тела).

Если существующих в модели граней, ребер и плоскостей проекций недостаточно для построений, вы можете создать вспомогательные плоскости и оси.

Для создания таких элементов предназначены команды, кнопки вызова которых находятся на панели Вспомогательная геометрия:



Созданные при помощи этих команд оси (плоскости) отображаются в окне модели в виде отрезков (прямоугольников), а в Дереве построений - в виде специальной пиктограммы.

Список использованных источников

1. КОМПАС-3D V16. Руководство пользователя
2. КОМПАС 3D на примерах; Авторы: М.В. Финков, В.Р. Корнеев, Н.В. Жарков, М.А. Минеев; Жанр: Техническая литература, экспресс-курс; Страниц: 273; Год: 2017.
3. <https://autocad-lessons.ru/uroki-kompas-3d/samouchitel-kompas-3d/>
4. <http://zavantag.com/docs/index-22147771.html?page=2>
5. http://life-prog.ru/2_72008_tema--postroenie-prostranstvennih-modeley-v-sapr-kompas.html
6. ОСНОВЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ КОМПАС КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ Сумы
Издательство СумГУ 2010
7. КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА Институт управления инженерными системами
Красноярск 2014
8. Сборник заданий по компьютерной графике : методические С 23 указания / сост. : Д. А. Коршунов, Д. А. Курушин, В. И. Холманова. - Ульяновск : УлГТУ, 2010.
9. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине: «Системы автоматизированного проектирования» для студентов автомобильного отделения специалитета, бакалавриата очной и заочной форм обучения / Составители: Швеёва Т.В.- Набережные Челны: Изд-во Набережночелнинского института КФУ, 2014. - 88 с.
10. <https://infourok.ru/user/rachkova-natalya-viktorovna>
11. <http://mysapr.com/>
12. https://kompas.ru/source/info_materials/user-manuals/rukovodstvo-polzovatelya-mekhanika-animaciya.pdf
13. <https://sapr.ru/article/15737>
14. https://infourok.ru/doklad_po_teme_primenenie_programmy_trehmernogo_proektirovaniya
15. КОМПАС-3D V16. Руководство Издательство: М. Аскон, 2015..
16. Большаков В., Бочков А., Лячек Ю. Твердотельное моделирование деталей в CAD-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo СПб.: Питер, 2015. - 480 с.
17. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: 9-е изд., испр. и доп. учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2016.
18. Большаков В. П. Инженерная и компьютерная графика. Теоретический курс и тестовые задания. Учебник для вузов. СПб: БХВ-Петербург, 2016
19. Фещенко В.Н. Справочник конструктора. Комплект в двух книгах. Издание 2-е - М.: Инфра-Инженерия, 2017.