



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Практикум
по дисциплине

" 3D моделирование процессов сборочного производства "

для студентов направления
23.04.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ
профиль "Инновационные технологии и оборудование комплексов
транспортного машиностроения "

Ростов-на-Дону
2020 г.

УДК 621.01

Составители: доц., к.т.н. Прокопец Г.А.
асс. Прокопец А.А.

Практикум по дисциплине "3D моделирование процессов сборочного производства" для студентов направления 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы профиль "Инновационные технологии и оборудование комплексов транспортного машиностроения", Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2020. – с.

Практикум по выполнению практических работ по дисциплине "3D моделирование процессов сборочного производства" предназначен для студентов магистерской подготовки по профилю "Инновационные технологии и оборудование комплексов транспортного машиностроения" направления 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы включает методические указания по их выполнению и примеры выполнения работ.

УДК 621.01

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор д.т.н. проф. М.А.Тамаркин

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технология машиностроения»
д.т.н. проф. М.А.Тамаркин

В печать _____. 2020 г.
Формат 60х84/14. Объем _____ усл. п.л.
Тираж _____ экз. Заказ № _____.

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2020

Практическое занятие № 1. Создание 3D- модели детали - тела вращения

Цель работы: Ознакомиться с примитивами и методами построения 3D-модели детали – тела вращения.

Формулировка задачи: Разработать алгоритм построения 3D-модели детали тела вращения в системе КОМПАС.

Методика выполнения работы:

1. Изучить чертеж детали. Произвести анализ ее конструктивной формы, выявить асимметричные элементы, определить их положение.
2. Выявить методы (операции) получения выявленных элементов, и объединить элементы в группы по возможности формирования за одну операцию с учетом основного метода получения элементов детали «Вращением».
3. На основе анализа построить эскизы, определяющие основные размеры модели и форму элементов детали.
4. Выявить плоскости, на которых будут строиться эскизы, с учетом преобразования в последующем 3D-модели детали в проекционный чертеж и в управляющую программу для станка с ЧПУ (токарного с ЧПУ станка или токарно-фрезерного обрабатывающего центра).
5. Описать алгоритм построения детали.

Пример.

Задание: Построить 3D-модель крышки. Чертеж крышки прилагается (рис. 1.1).

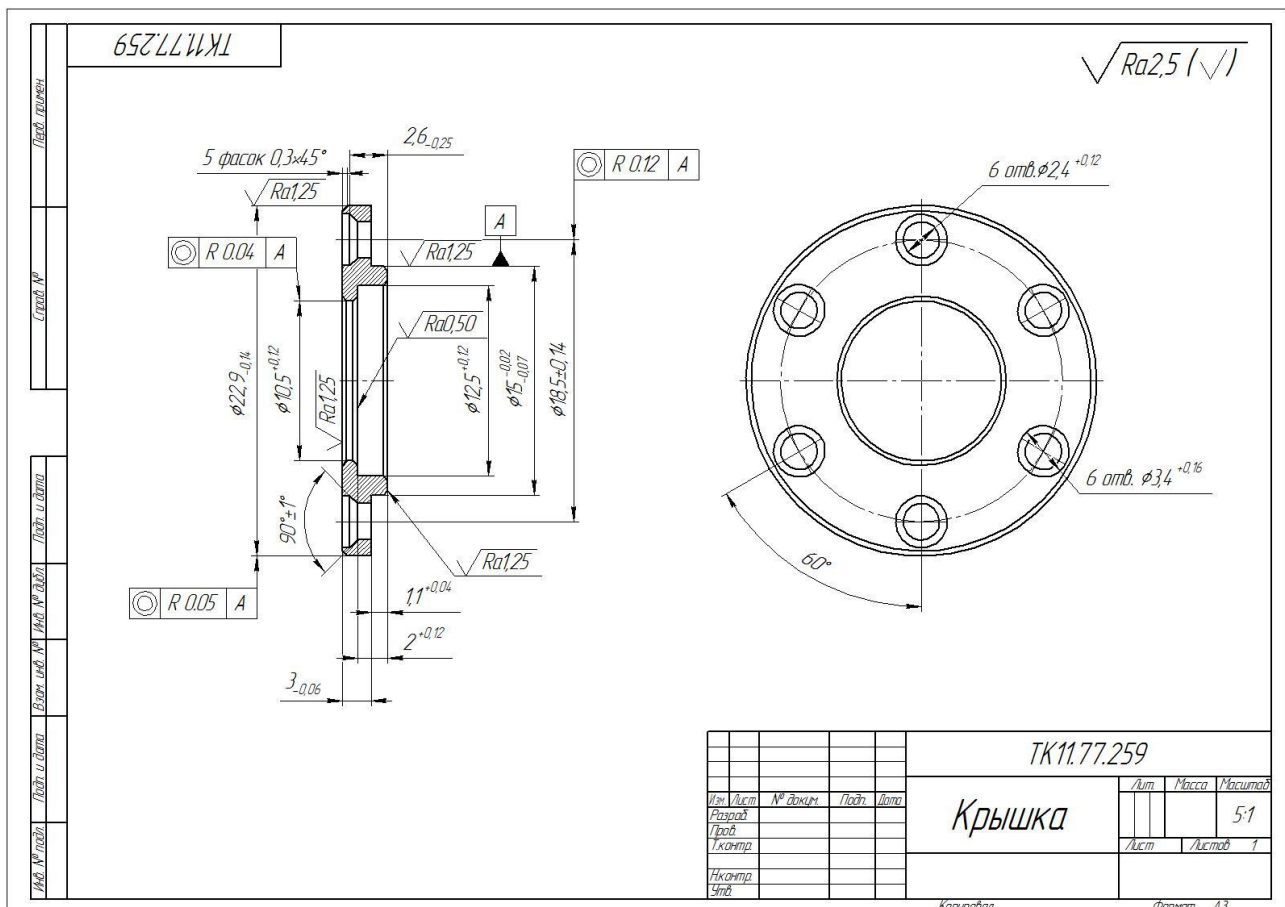


Рис. 1.1. Исходный чертеж крышки (задание)

Решение.

1. Деталь типа диска (рис. 6.1), так как длина меньше наружного диаметра. В крышке имеется ступенчатое отверстие, состоящее из цилиндрических, плоских (торцевых) и конических элементов (фасок) без асимметричных элементов. Наружная поверхность также

является ступенчатой и состоит из цилиндрических, плоских и конических элементов без ассиметричных элементов. Ассиметричными элементами являются четыре ступенчатых отверстия на фланце крышки, расположенные под углом 90 градусов.

2. Основное тело детали может быть получено вращением сечения крышки вокруг оси, поэтому в один эскиз объединяем элементы описывающие наружный контур и контур отверстия, а также ось, вокруг которой это сечение необходимо вращать для получения тела детали. Также нецентральное отверстие во фланце крышки может быть получено за одну операцию вращения, поэтому во второй эскиз объединяем элементы, описывающие половину контура отверстия и ось, вокруг которой будет производиться вращение сечения при вырезании отверстия (рис. 1.2).

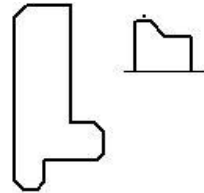


Рис. 1.2. Эскизы для построения основного тела детали вращением и вырезания нецентрального отверстия вырезанием вращения.

3. С учетом преобразования в последующем 3D-модели детали в проекционный чертеж и в управляющую программу для станка с ЧПУ выбираем для первого эскиза координатную плоскость XOY, ось детали должна совпадать с осью OX, второй эскиз будем строить либо в той же плоскости, либо в плоскости XOZ, они в данном случае равноценны, так как отверстия симметричны и расположены под углом 90 град., деталь на момент построения отверстий также осесимметрична. Строится будет одно отверстие, остальные получим при помощи операции "Массив по концентрической сетке".

4. Алгоритм построения детали:

- на плоскости XOY строим эскиз сечения крышки (первый эскиз);
- при помощи операции "Вращение" получаем основное тело детали;
- на плоскости XOZ строим эскиз сечения отверстия (второй эскиз), располагая его в соответствии с заданными размерами по отношению к контуру детали ($\phi 18,5$);
- при помощи операции "Вырезать элемент вращения" получаем одно отверстие в теле детали;
- при помощи операции "Массив по концентрической сетке" получаем четыре отверстия (выбор объектов - отверстие, параметры - ось наружной поверхности детали, количество элементов - 4, направление сетки - кольцевое);
- для получения МЦХ детали вводим в соответствующее окно материал детали Сталь 45 и получаем расчетные параметры (кратко): массу детали, ее объем, центр масс и др.

Практическое занятие № 2.

Создание 3D-модели корпусной детали

Цель работы: Ознакомиться с примитивами и методами построения 3D-модели корпусной детали.

Формулировка задачи: Разработать алгоритм построения 3D-модели корпусной детали в системе КОМПАС.

Методика выполнения работы:

1. Изучить чертеж детали. Произвести анализ ее конструктивной формы, выявить асимметричные элементы, определить их положение.
2. Выявить методы (операции) получения выявленных элементов, и объединить элементы в группы по возможности формирования за одну операцию. На основе анализа построить эскизы, определяющие основные размеры модели и форму элементов детали с учетом основного метода получения элементов детали «Выдавливанием».
3. На основе анализа конструкции детали построить эскизы, определяющие основные размеры модели и форму элементов детали.
4. Выявить плоскости, на которых будут строиться эскизы, с учетом преобразования в последующем 3D-модели детали в проекционный чертеж и в управляющую программу для станка с ЧПУ (обрабатывающего центра).
5. Описать алгоритм построения детали.

Пример.

Задание: Построить 3D-модель основания фрезерной головки (рис. 2.1)

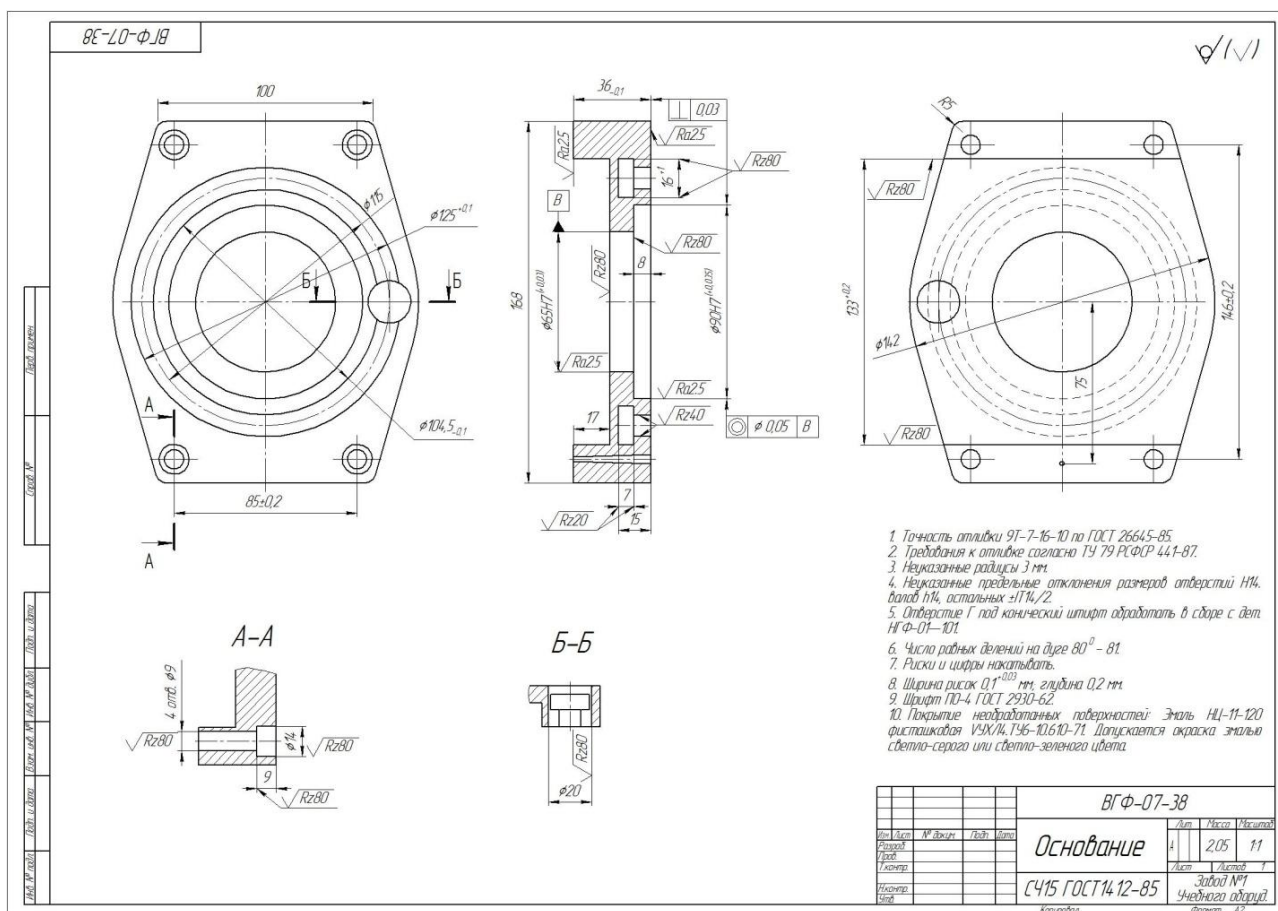


Рис. 2.1. Исходный чертеж основания (задание)

Решение.

1. Деталь корпусная (рис. 7.1), имеет форму неправильного шестигранника. В основании имеется ступенчатое отверстие, состоящее из цилиндрических, плоских (торцевых) и конических элементов (фасок) без асимметричных элементов и фасонный кольцевой паз с той же осью, что и центральное отверстие. Асимметричными элементами

являются два отверстия $\phi 20$ и коническое. Также в детали имеется четыре сквозных ступенчатых отверстия, расположенных по углам основания (симметрия 2х2).

2. Основное тело детали может быть получено выдавливанием сечения основания на длину 142 вдоль оси X, поэтому в один эскиз объединяем элементы описывающие наружный контур детали. Нецентральные отверстия в детали сквозные, поэтому они могут быть получены за одну операцию вырезания выдавливанием, поэтому во второй эскиз объединяем элементы описывающие четыре отверстия $\phi 9$ и отверстие $\phi 20$ и эскиз для обрезки шестигранного контура. Так как фасонный кольцевой паз и ступенчатое центральное отверстие имеют одну ось, вокруг которой их сечения необходимо вращать объединяем эскизы сечений паза и отверстия и ось, вокруг которой будет производиться вращение этих сечений в один эскиз (третий). В четвертый эскиз объединяем эскизы углублений отверстий $\phi 9$ (выдерживаем размеры 133 и 85), так как они имеют одинаковую глубину. В последний (пятый эскиз) включаем эскиз конического отверстия (рис. 2.2).

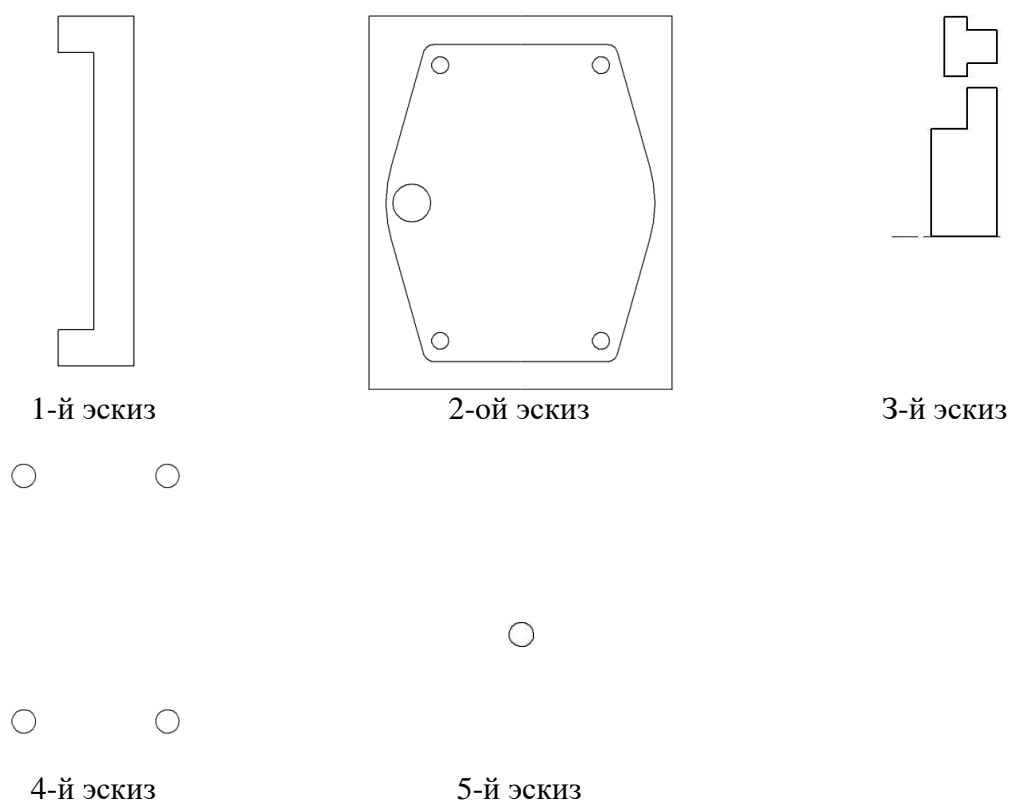


Рис. 2.2. Эскизы для построения детали «Основание»

3. С учетом преобразования в последующем 3D-модели детали в проекционный чертеж и в управляющую программу для станка с ЧПУ выбираем для первого эскиза координатную плоскость ZOY, чтобы плоскости с наибольшими габаритными размерами были горизонтальными, плоскость симметрии детали в этом случае будет вертикальная и оси отверстий и паза тоже, что позволит применить обрабатывающий центр с ЧПУ для изготовления детали. Для второго эскиза выбираем верхнюю плоскость детали. Так как кольцевой паз и центральное отверстие будет получать, вращая сечения вокруг общей оси этих элементов, то эта ось должна по направлению совпадать с осью OX, третий эскиз будем строить либо в плоскости XOY, либо в плоскости XOZ, они в данном случае равноценны, так как отверстия симметричны. четвертый эскиз будем строить на той же плоскости, что и второй, так как именно от этой плоскости задана глубина этих отверстий 9 мм. Пятый эскиз строим на той же плоскости, что и четвертый.

4. Алгоритм построения детали.

- на плоскости ZOY строим эскиз сечения детали (первый эскиз), при этом линия пересечения плоскостей симметрии детали должна совпадать с осью XO;
- при помощи операции "Выдавливание" (в двух направлениях на расстояние 71) получаем основное тело детали;
- выбираем верхнюю плоскость детали и на ней строим эскиз для обрезки контура и детали и вырезки отверстий (второй эскиз);
- при помощи операции "Вырезать элемент выдавливанием" получаем наружный контур детали и отверстия;
- на плоскости XOZ строим эскизы сечений центрального отверстия и кольцевого паза (третий эскиз), ось эскиза должна совпадать с плоскостью симметрии детали);
- при помощи операции "Вырезать элемент вращения" получаем отверстие и паз в теле детали;
- на верхней плоскости детали выполняем эскиз углублений в четырех отверстиях, так чтобы их оси совпадали с осями отверстий $\phi 9$;
- при помощи операции "Вырезать элемент выдавливанием" на глубину 9 мм получаем четыре отверстия;
- на верхней плоскости детали выполняем эскиз конического отверстия (пятый эскиз);
- при помощи операции "Вырезать элемент выдавливанием" на глубину 38 мм, установив угол конуса 2 град. получаем коническое отверстие;
- для получения МЦХ детали вводим в соответствующее окно материал детали СЧ13 и получаем расчетные параметры (кратко): массу детали, ее объем, центр масс и др.

Практическое занятие № 3. Параметризация 3D-модели

Цель работы: Ознакомиться с параметризацией объектов в системе КОМПАС.

Формулировка задачи: Разработать параметрическую 3D-модель детали в системе КОМПАС.

Методика выполнения работы:

1. Включить режим параметризации.

Для того чтобы включить параметрический режим как действующий по умолчанию для всех вновь создаваемых графических документов, выполните следующее: выбрать в меню Настройка команду Настройка новых документов, далее - пункт Графический документ – Параметризация.

2. Выполнить первый эскиз для получения основного тела детали при помощи операции вращения, предварительно зафиксировав концы оси. Выполнить все необходимые взаимосвязи. Отличие параметрической модели от обычной состоит в том, что в ней предусмотрены различные взаимосвязи между объектами. К числу таких накладываемых ограничений относятся привязки, параллельность, перпендикулярность, касание, симметрия, определение базовых кривых для объектов оформления и др.. Нужные команды находятся на Инструментальной.

Другим важным способом задания взаимосвязей между объектами является простановка размеров. Признаком параметрического размера является рамка вокруг размерной надписи, отображаемая цветом подсвечивания (по умолчанию — красный).

При удалении любого параметрического объекта будут автоматически удалены ассоциированные с ним объекты оформления.

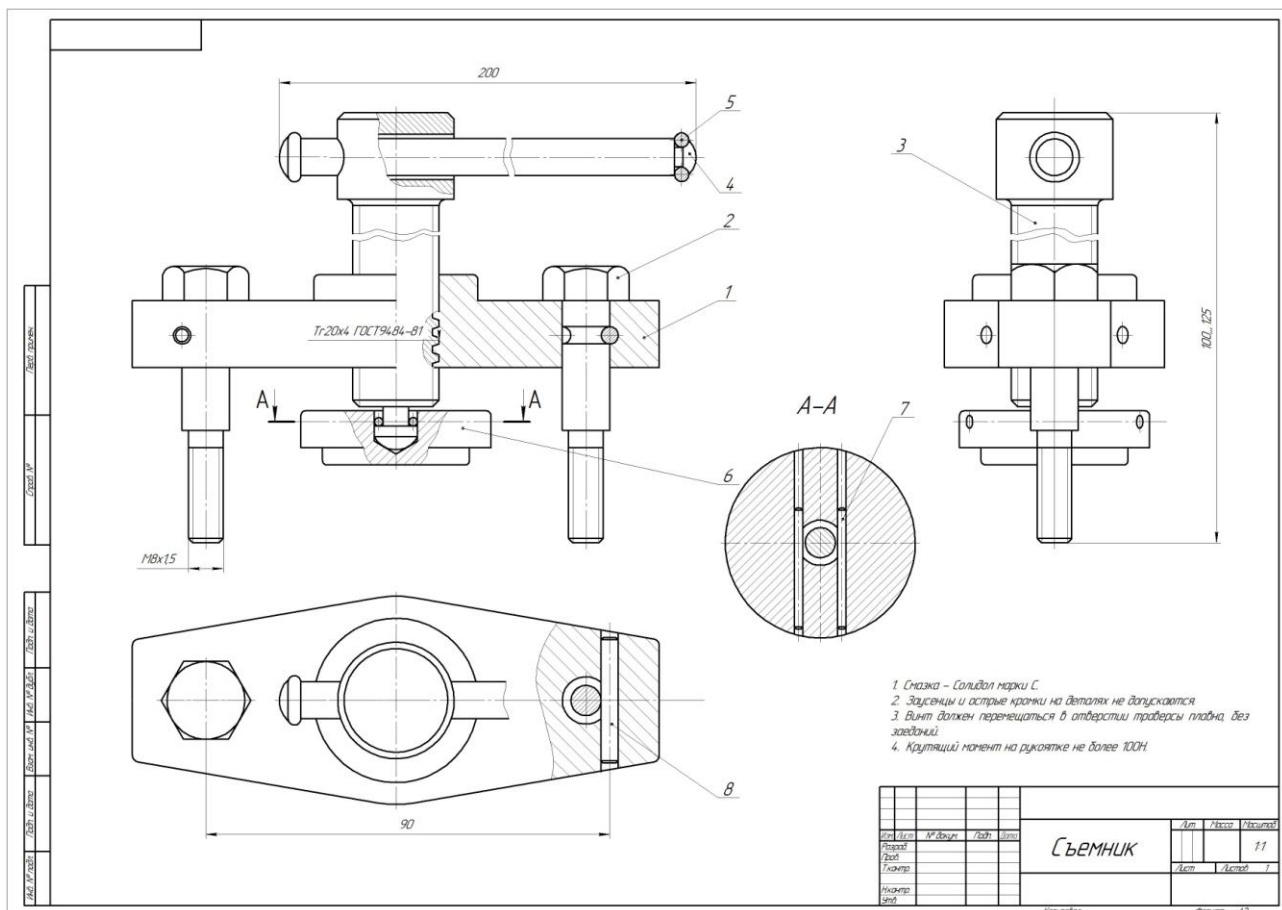


Рис. 4.1. Исходный чертеж сборочной единицы «Съемник»: 1 – траверса; 2 – болт (2 шт.); 3 – винт; 4 – ручка; 5 – кольцо; 6 – пята; 7 – штифт (2 шт.); 8 – штифт (2 шт.).

Решение.

1. Базовой деталью, которая определяет положение всех остальных деталей, включенных в сборку, является траверса 1. В качестве узлов могут использоваться ручка 4 с кольцом 5 (соосность, касание), винт 3 с ручкой в сборе (соосность, расположение на расстоянии), можно для удобства построения модели предварительно собрать винт 3 с пятой 6 (соосность, касание) и двумя штифтами 7 (соосность, расположение на расстоянии). Траверса имеет форму неправильного шестигранника с отверстиями, на нее надо наложить позиционные связи (параллельность с координатной плоскостью, симметрия). Болты 2 (2 шт.) должны быть сориентированы в траверсе 1 при помощи сопряжений соосности и совпадения, а штифты 8 при помощи сопряжений соосности и симметрии, винт 3 в траверсе 1 должен быть сориентирован в траверсе 1 при помощи сопряжений соосности и на расстоянии.

2. Последовательность построения 3D-модели сборочной единицы «Съемник».

Узлы:

- винт 3 с ручкой 4 с кольцом 5 (отдельный файл сборки);
- траверса 1 с болтами 2 и штифтами 8 (2 шт.).

Файл общей сборки: траверса 1, винт в сборе, пята 6, штифт 7 (2 шт.).

3. Алгоритм построения модели.

Узел 1:

- создать файл «Сборка»;
- добавить компонент «Винт»;
- добавить компонент «ручка», наложить связи соосность и расположить на расстоянии;

добавить компонент «кольцо», наложить связи соосность и касание;

- войти в свойства модели и ввести номер узла и его наименование.

Узел 2:

- создать файл «Сборка»;
- добавить компонент «траверса»;
- добавить компонент «болт», наложить связи соосность и совпадение;
- добавить компонент «штифт», наложить связи соосность и симметричность; повторить действия со вторым штифтом;
- создать массив из болта и двух штифтов, симметричный относительно плоскости симметрии траверсы
- войти в свойства модели и ввести номер узла и его наименование.

Сборка:

- добавить компонент «Узел 2» и наложить связи параллельность с координатной плоскостью, симметрия;
- добавить компонент «Узел 1» и наложить связи симметричность и расположить на расстоянии;
- добавить компонент «пята» и наложить связи соосность и касание;
- добавить компонент «штифт 8» и наложить связи соосность и расположить на расстоянии; повторить действия со вторым штифтом;
- войти в свойства модели и ввести номер сборочной единицы и ее наименование;
- создать автоматически спецификацию.

Практическое занятие № 5.

Построение проекционного чертежа с автоматическим формированием спецификации

Цель работы: Познакомить студента с принципами построения чертежа сборочной детали экспортом из 3D-модели сборки.

Формулировка задачи: Построить чертеж сборочной детали экспортом из 3D-модели сборки в системе КОМПАС.

Методика выполнения работы:

1. Создать файл чертеж.
2. Выполнить следующую последовательность действий: Вставка – Вид с модели – Стандартные - *Выбрать файл с 3Dмоделью сборки* -
3. Проставить на чертеже осевые линии, габаритные размеры, посадки, позиции, вставить технические требования.
4. На инструментальной модели выбрать вкладку Спецификация – спецификация на чертеже – показать.

Практическое занятие № 6.

Ознакомления со встроенными библиотеками в CAD-системе КОМПАС

Цель работы: Познакомить студента с встроенными библиотеками в системе КОМПАС.

Формулировка задачи: Построить чертеж ТСС, привести 3D-модели эскизов сборки в системе КОМПАС.

Методика выполнения работы:

1. Выбрать в меню вкладку Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент – Подшипники и детали машин. Далее выбрать две детали с одинаковыми крепежными отверстиями, соединить их с помощью резьбовых элементов.

2. Создать спецификацию.
3. Оформить протокол.

Практическое занятие № 7. Построение технологической схемы сборки с 3D-визуализацией

Цель работы: Познакомить студента с технологической схемой сборки (ТСС).

Формулировка задачи: Построить чертеж ТСС, привести 3D-модели эскизов сборки в системе КОМПАС.

Методика выполнения работы:

1. Создать файл чертеж.
2. Выполнить ТСС.

Составление ТСС начинается с выбора базовой детали (корпус, рама, вал, стакан и т.д.). Если четко выраженной базовой детали нет, она может быть назначена произвольно или для сборки может быть использовано приспособление. Изделие комплектуется из деталей и СЕ различного порядка сложности. К СЕ0 (нулевого порядка) относятся детали и СЕ, поступающие на сборку в собранном, готовом виде, а также - это покупные изделия (двигатели, подшипники, масленки и т.д.). Последовательность сборки представляется графически. В начале схемы располагается базовая деталь (на рис.6.1 - вал). Затем схематично показываются все детали и СЕ, присоединяемые к базовой. Для каждой детали обязательно указывается её позиция на сборочном чертеже и количество одновременно устанавливаемых деталей данного наименования. Для СЕ указывается их порядок и номер (рисунок 1). На сборочных линиях отмечаются установка, метод присоединения (запрессовать, развальцевать,...), снятие элементов, разборка деталей или СЕ0, узловая сборка, а также действия, не связанные с присоединением деталей (испытать под давлением 5 атм.). На линиях как общей, так и узловой сборки обозначаются точками и нумеруются все переходы – связанные и не связанные с установкой элементов изделия. Заключительными переходами (а в дальнейшем и операциями) назначаются контроль, заливка масла, испытание, обкатка, при необходимости – маркировка, консервация и упаковка изделия.

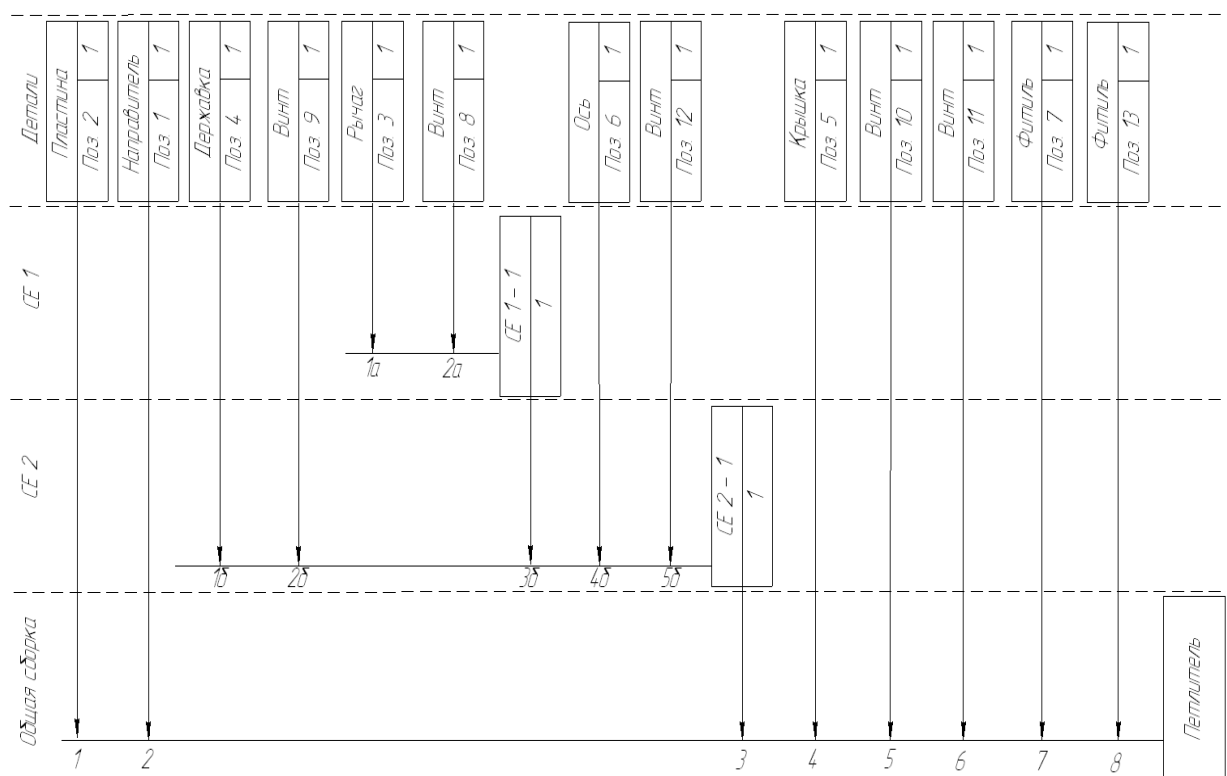


Рис. 6.1. Пример ТСС.

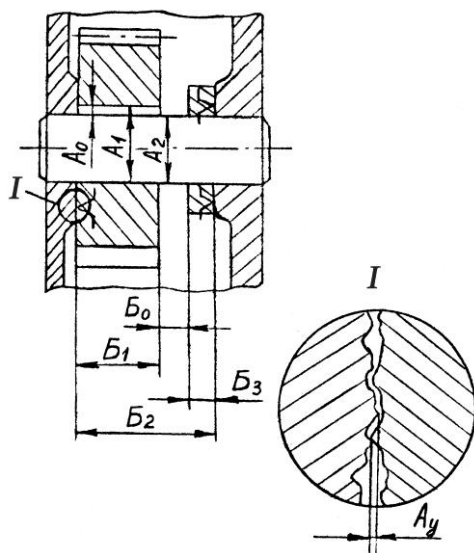
3. В нижней части чертежа привести эскизы 3D-моделей эскизов сборки.

Практическое занятие № 8. Размерный анализ сборочной единицы

Цель работы: Изучение типовых инженерных задач, решаемых на базе теории размерных цепей.

Формулировка задачи: Построить размерную цепь, описывающую формирование показателя качества сборочной единицы и провести ее анализ в выбранном методе ее контроля.

Методика выполнения работы:



Любая размерная цепь описывает решение одной единственной задачи по достижению какого-нибудь показателя точности сборочной единицы. Поэтому построение размерной цепи начинают с формулирования задачи и определения исходного звена.

1. Формулирование задачи и поиск исходных звеньев. Исходное звено может содержаться в формулировке задачи в явной или неявной форме. Например: наличие гарантированного зазора A_0 в соединении ось - базовое отверстие шестерни или наличие гарантированного осевого зазора B_0 между торцами шестерни и проставочного кольца. Следовательно, для решения поставленной задачи нужно обеспечить два показателя точности одновременно - зазоры A_0 и B_0 . Эти размеры выберут исходными звеньями для построения двух независимых размерных цепей.

2. Выявление первого составляющего звена. В сборочной единице исходное звено всегда представляет собой размер между поверхностями разных деталей или их элементами (например, осями). Например, в СЕ, представленной на рисунок 1, а звено B_0 — это расстояние между торцами шестерни и проставочного кольца. Построение размерной цепи можно начинать, выходя из любого конца исходного звена, это безразлично для конечного результата. В любом случае первое составляющее звено представляет собой размер, определяющий положение поверхности (или её элемента), соответствующей концу исходного звена, относительно основной базы детали, которой эта поверхность принадлежит. В рассматриваемом примере начинаем построение размерной цепи выходя из левого конца исходного звена B_0 . Этому концу соответствует торец шестерни. Положение шестерни в осевом направлении определяется её противоположным торцом. Поэтому первым составляющим звеном будет размер B_1 , принадлежащий шестерне (см. рис. 1.8).

3. Выявление второго составляющего звена. Вторым составляющим звеном переходят с основной базы первой детали на соответствующую ей вспомогательную базу другой детали, определяющую положение первой детали в координатном направлении исходного звена. Погрешность размера установки определяется макро- и микрогеометрическими погрешностями изготовления основной и вспомогательной баз, погрешностью закрепления (от силового замыкания) и возможными смещениями одной детали относительно другой в случае наличия в теоретической схеме базирования неопределенности. В рассматриваемом примере определение положения шестерни в осевом направлении осуществляется торцом бобышки корпуса, который является вспомогательной базой корпуса.

4. Выявление других звеньев, составляющих прямую ветвь размерной цепи.

Перейдя на вторую деталь, выявляют размер этой детали, описывающей положение вспомогательной базы относительно основной. По принципиальному содержанию этот шаг (четвертый) аналогичен второму. Выявленный размер второй детали включается в размерную цепь очередным звеном. Далее следует повторить полностью работу и аналогичные рассуждения и перейти к следующей детали. Таким образом, до тех пор, пока не будет достигнута вспомогательная база детали, являющаяся "базовой" для всей СЕ. Обычно - это корпусная деталь. Далее в размерную цепь включается размер базовой детали между двумя вспомогательными базами в направлении исходного звена, ориентирующими две детали, расположенные по разным сторонам относительно исходного звена. В рассматриваемом примере базовая деталь - корпус, ориентирующий в осевом направлении (направлении исходного звена) шестерню и проставочное кольцо, которые располагаются по разные стороны относительно исходного звена B_0 . И далее...

В рассматриваемом примере - это переход с внутреннего торца правой бобышки корпуса (вспомогательная база корпуса) на правый торец проставочного кольца (его основная база). Таким образом, придя во второй конец исходного звена, остается только пройти по нему, чтобы придти в исходную точку и замкнуть контур независимых размеров в цепь.

Практическое занятие № 8.

Заполнение технологических карт на сборку изделия. Разработка технологической инструкции на испытание изделия.

Цель работы: Познакомить студента с технологическими картами сборки.

Методика выполнения работы:

1. Получить у преподавателя технологические карты для заполнения.
2. Получить образец заполнения технологических карт, провести их анализ.
3. Заполнить технологические карты сборки по образцу.