

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Проектирование и технический сервис транспортно-технологических систем»

**ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**ПРАКТИКУМ**

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине «Системы автоматизированного   
проектирования ТС АПК»

Ростов-на-Дону

2022 г.

Составители: доцент кафедры «Проектирование и технический сервис транспортно-технологических систем», к.т.н. Дорошенко А.А., ассистент кафедры «Проектирование и технический сервис транспортно-технологических систем» Бабенко О.С.

Практикум по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования ТС АПК». ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, 2022 г.

В практикуме изложены теоретические вопросы, необходимые для ознакомления с основными формообразующими операциями в параметрическом режиме работы с моделями для успешного выполнения лабораторной работы. Так же представлены задания для выполнения и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначено для обучающихся по направлению 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

Ответственный за выпуск:

Зав. кафедрой «Проектирование и технический сервис транспортно-технологических систем», д.т.н., проф., Кравченко Л.В.

© ДГТУ, 2022 г.

Содержание

[Содержание 3](#_Toc122532298)

[Введение 4](#_Toc122532299)

[Требования безопасности во время работы 6](#_Toc122532300)

[Лабораторная работа № 1. Формообразующая операция «Элемент выдавливания» 7](#_Toc122532301)

[Лабораторная работа № 2. Формообразующая операция «Элемент вращения» 10](#_Toc122532302)

[Лабораторная работа № 3. Формообразующая операция «Элемент по траектории» 13](#_Toc122532303)

[Лабораторная работа № 4. Формообразующая операция «Элемент по сечениям» 16](#_Toc122532304)

[Лабораторная работа № 5. Создание сборки и ассоциативных чертежей и спецификации 19](#_Toc122532305)

[Лабораторная работа № 6. Формообразующия операция «Листовое тело» 22](#_Toc122532306)

[Перечень использованных информационных ресурсов 25](#_Toc122532307)

Введение

Развитие технических систем неизбежно связано с развитием инженерная компьютерных систем. Современные системы твердотельного параметрического моделирования входят в состав CAD/CAM/CAE-систем, отражают последние достижения инженерной и компьютерной графики и позволяют автоматизировать процесс проектирования для инженеров конструкторов, технологов.

Освоение любой САПР системы начинается со знакомства с её CAD-системой. Далее в практикуме познакомимся с основными формообразующими операциями параметрического твердотельного моделирования объектов сельскохозяйственного машиностроения.

**Выполнение лабораторной работы.** Откройте программу Kompas 3D имеющейся у вас версии. В появившемся окне откройте встроенные примеры выполнения типовых формообразующих операций находящийся по адресу «Справка» / «Обучающие материалы» / «Азбука компас-3D» как показано на рисунке 1.

В появившемся окне перед вами представлены 10 уроков (Рисунок 2) по ознакомлению с основными приёмами работы в среде трёхмерного моделирования объектов сельскохозяйственного машиностроения.

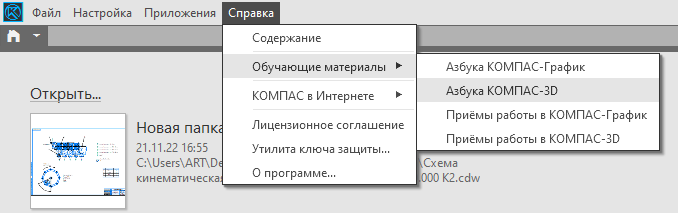


Рисунок 1 – Расположение встроенных методических материалов по основным формообразующим операциям

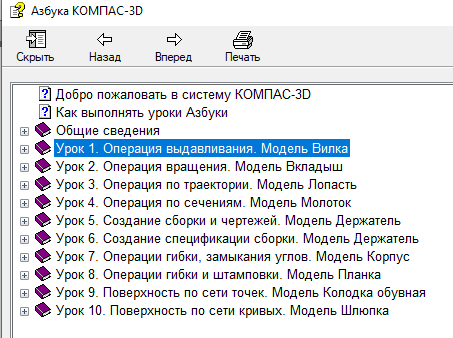


Рисунок 2 – Перечень встроенных уроков в разделе   
«Азбука Компас-3D»

Пример выполнения лабораторной работы, а также вспомогательные материалы представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Ссылка на дополнительные материалы при выполнении лабораторных работ

Требования безопасности во время работы

Работнику при работе на ПК запрещается:

1. Прикасаться к задней панели системного блока (процессора) при включенном питании;

2. Переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;

3. Допускать попадание влаги на поверхность системного блока (процессора), монитора, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;

4. Производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;

5. Работать на компьютере при снятых кожухах;

6. Отключать оборудование от электросети и выдергивать электровилку, держась за шнур.

Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2-х часов.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно - эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления выполнять комплексы упражнений.

Требования безопасности по окончании работы

1. Отключить питание компьютера.

2. Привести в порядок рабочее место.

3. Выполнить упражнения для глаз и пальцев рук на расслабление.

Лабораторная работа № 1. Формообразующая операция «Элемент выдавливания»

**Цель работы:** создание цифровой параметризованной модели детали «Вилка» с использованием программного комплекса КОМПАС 3D.

**Порядок выполнения работы.** Вам необходимо выполнить первый урок «Операция выдавливания. Модель вилка» согласно предложенным рекомендациям. Обратите внимание, что в процессе выполнения детали «Вилка» вам будет представлен краткий теоретический материал, с которым необходимо ознакомиться, для ответа на вопросы в конце лабораторной работы.

В конце выполнения всех операций у вас получится трёхмерная модель, которая представлена на рисунке 4.

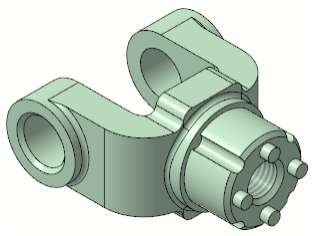


Рисунок 4 – Трёхмерная модель детали «Вилка»

После выполнения детали «Вилка», вам необходимо внести изменения в конструкцию данной детали согласно представленной таблице 1. Номер варианта выбирается согласно последней цифре зачётки. На рисунке 5 представлен общий вид детали «Вилка», размеры и параметр, которые необходимо изменить согласно своему варианту. Изображение полученной модели, вместе с отображением изменённых размеров и параметра детали необходимо представить в отчёте.

Таблица 1 – Варианты заданий для самостоятельной работы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Контролируемый размер** | | | | |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** | ***n*** |
| **1** | 25 | 45 | 40 | 58 | 3 |
| **2** | 26 | 46 | 39 | 59 | 6 |
| **3** | 28 | 47 | 38 | 64 | 3 |
| **4** | 29 | 48 | 41 | 65 | 6 |
| **5** | 30 | 50 | 42 | 58 | 3 |
| **6** | 31 | 50 | 43 | 59 | 6 |
| **7** | 32 | 51 | 44 | 60 | 5 |
| **8** | 33 | 52 | 45 | 56 | 8 |
| **9** | 36 | 53 | 46 | 62 | 5 |
| **10** | 31 | 54 | 48 | 58 | 8 |

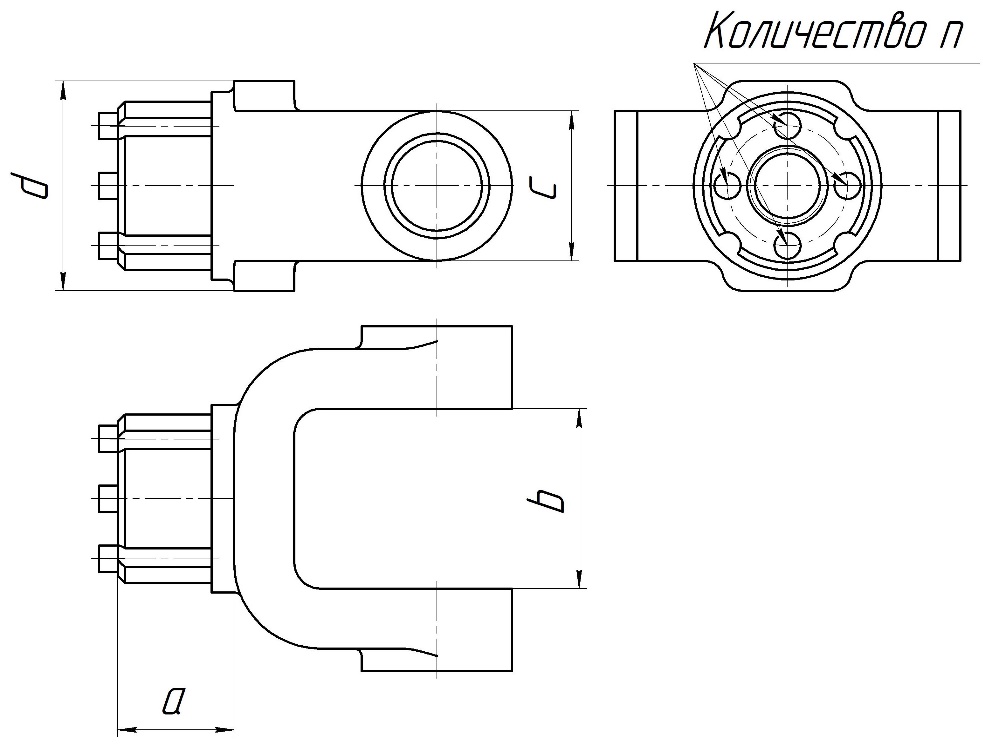


Рисунок 5 – Перечень размеров детали вилка, для внесения изменений согласно вашему варианту

При выполнении защиты лабораторной работы вам необходимо подготовить ответ на следующие контрольные вопросы, представленные далее.

**Контрольные вопросы:**

1. Способы задания обозначения и наименования детали. Зачем в деталях указывают обозначения и наименования? Какие ещё свойства деталей необходимо указывать при создании деталей?

2. Опишите принцип создания деталей формообразующей операцией «элемент выдавливания». Перечислите основные элементы и возможности данной формообразующей операции.

3. Опишите назначение и различия глобальных и локальных привязок.

4. Какими ограничениями в эскизах вы использовали в формообразующих операциях? Для чего нужны данные ограничения в эскизах?

5. Какое действие выполняет команда «Отверстие с резьбой»? перечислите основные свойства и возможности данной команды?

6. Использовали ли вы при создании эскизов вспомогательную геометрию? Если использовали, то покажите где именно? В каких случаях необходимо использовать вспомогательную геометрию при создании эскизов?

7. Поясните, какое действие выполняет формообразующая операции «массивы». Какие из массивов вы использовали при создании детали вилка?

Лабораторная работа № 2. Формообразующая операция «Элемент вращения»

**Цель работы:** создание цифровой параметризованной модели детали «Вкладыш» с использованием программного комплекса КОМПАС 3D.

**Порядок выполнения работы.** Вам необходимо выполнить второй урок «Операция вращения. Модель Вкладыш» согласно предложенным рекомендациям. Обратите внимание, что в процессе выполнения детали «Вкладыш» вам будет представлен краткий теоретический материал, с которым необходимо ознакомиться, для ответа на вопросы в конце лабораторной работы.

В конце выполнения всех операций у вас получится трёхмерная модель, которая представлена на рисунке 6.

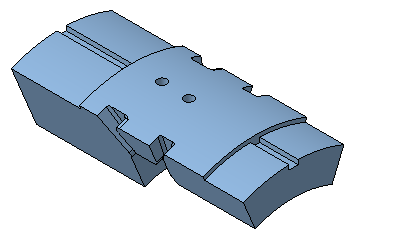


Рисунок 6 – Трёхмерная модель детали «Вкладыш»

После выполнения детали «Вкладыш», вам необходимо внести изменения в конструкцию данной детали согласно представленной таблице 2. Номер варианта выбирается согласно последней цифре зачётки. На рисунке 7 представлен общий вид детали «Вкладыш», размеры и параметр, которые необходимо изменить согласно своему варианту. Изображение полученной модели, вместе с отображением изменённых размеров и параметра детали необходимо представить в отчёте.

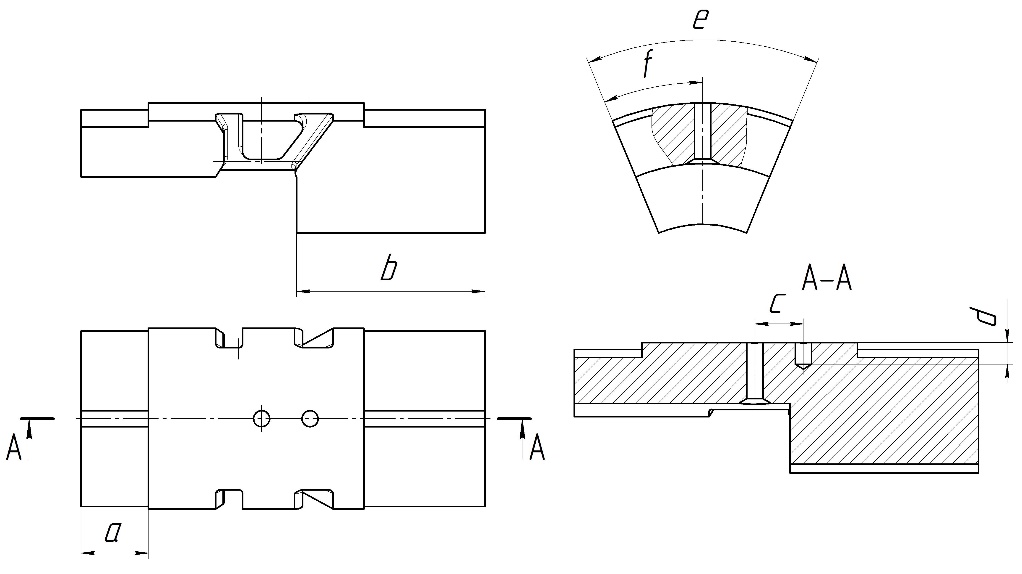


Рисунок 7 – Перечень размеров детали вилка, для внесения изменений согласно вашему варианту

Таблица 2 – Варианты заданий для самостоятельной работы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Контролируемый размер** | | | | | |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** | ***e*** | ***f*** |
| **1** | 15 | 65 | 16 | 8 | 65 | 10 |
| **2** | 15 | 70 | 16 | 6 | 60 | 15 |
| **3** | 20 | 70 | 18 | 6 | 55 | 20 |
| **4** | 20 | 75 | 18 | 10 | 50 | 25 |
| **5** | 26 | 75 | 20 | 10 | 40 | 30 |
| **6** | 26 | 80 | 20 | 12 | 40 | 25 |
| **7** | 30 | 80 | 22 | 12 | 50 | 20 |
| **8** | 30 | 85 | 22 | 14 | 55 | 15 |
| **9** | 35 | 85 | 24 | 14 | 60 | 10 |
| **10** | 35 | 65 | 24 | 8 | 65 | 5 |

При выполнении защиты лабораторной работы вам необходимо подготовить ответ на следующие контрольные вопросы, представленные далее.

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите принцип создания деталей формообразующей операцией «элемент вращения». Перечислите основные элементы и возможности данной формообразующей операции.

2. Расскажите назначение и основные возможности команды «Ориентация».

3. За что отвечает команда «Параметрический режим» на панели быстрого доступа в режиме создания эскиза?

4. За что отвечает команда «выравнивание» на панели быстрого доступа в режиме создания эскиза?

5. За что отвечает команда «плоскость под углом» на панели «Вспомогательные объекты» панели быстрого доступа?

6. Какими ограничениями в эскизах вы использовали в формообразующих операциях? Для чего нужны данные ограничения в эскизах?

7. Расскажите назначение и основные возможности команды «Зеркальный массив».

8. Расскажите назначение и основные возможности команды «Отверстие с зенковкой». Расскажите способы позиционирования, которые используются при выполнении данной команды?

Лабораторная работа № 3. Формообразующая операция «Элемент по траектории»

**Цель работы:** создание цифровой параметризованной модели детали «Лопасть» с использованием программного комплекса КОМПАС 3D.

**Порядок выполнения работы.** Вам необходимо выполнить третий урок «Операция по траектории. Модель Лопасть» согласно предложенным рекомендациям. Обратите внимание, что в процессе выполнения детали «Лопасть» вам будет представлен краткий теоретический материал, с которым необходимо ознакомиться, для ответа на вопросы в конце лабораторной работы.

В конце выполнения всех операций у вас получится трёхмерная модель, которая представлена на рисунке 8.

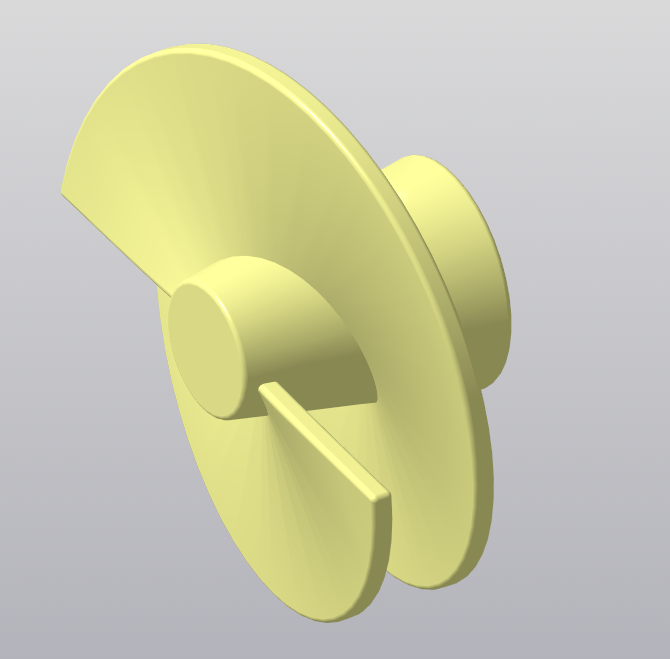


Рисунок 8 – Трёхмерная модель детали «Лопасть»

После выполнения детали «Лопасть», вам необходимо внести изменения в конструкцию данной детали согласно представленной таблице 3. Номер варианта выбирается согласно последней цифре зачётки. На рисунке 9 представлен общий вид детали «Лопасть», размеры и параметр, которые необходимо изменить согласно своему варианту. Изображение полученной модели, вместе с отображением изменённых размеров и параметра детали необходимо представить в отчёте.

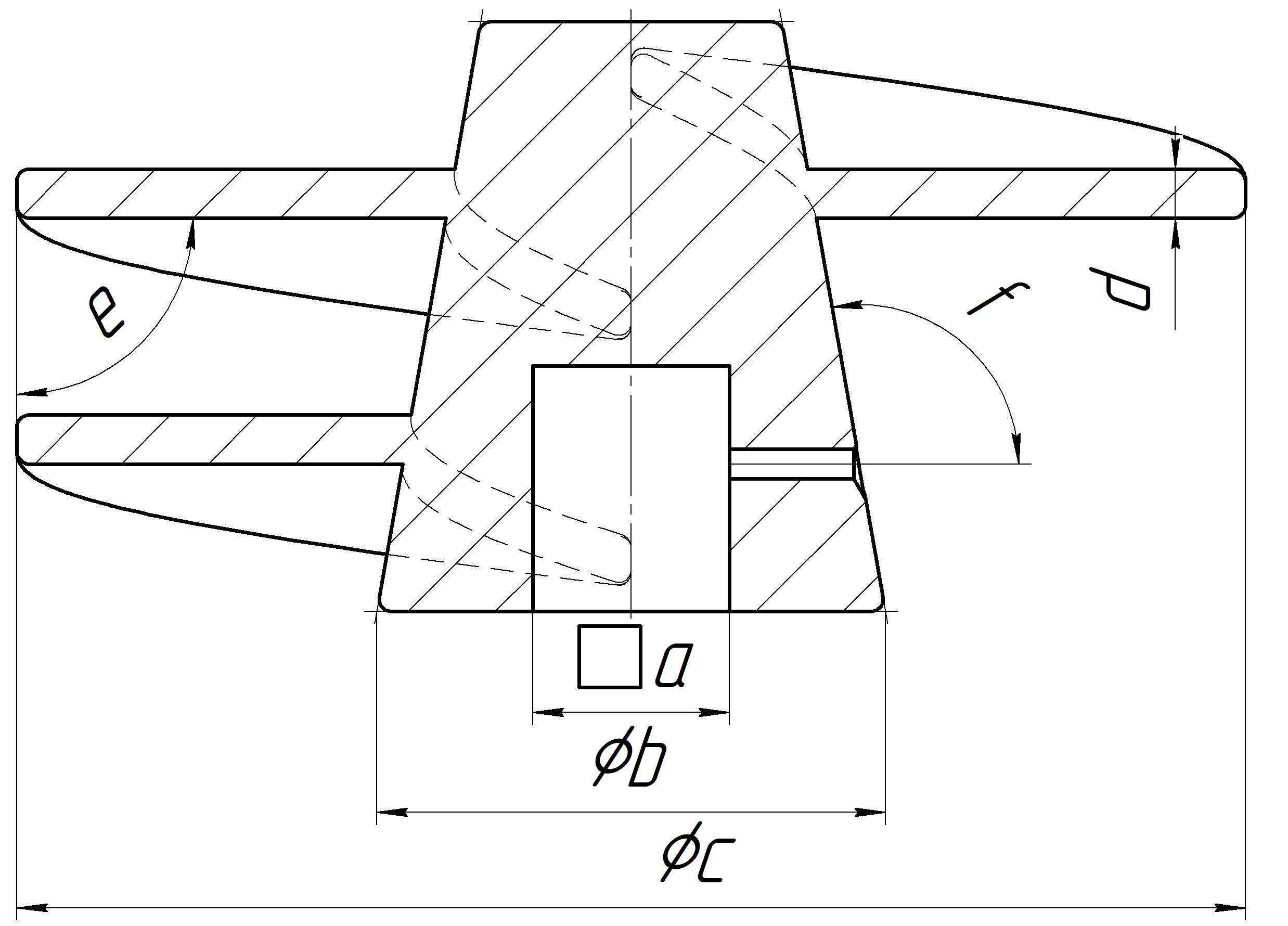


Рисунок 9 – Перечень размеров детали вилка, для внесения изменений согласно вашему варианту

Таблица 3 – Варианты заданий для самостоятельной работы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Контролируемый размер** | | | | | |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** | ***e*** | ***f*** |
| **1** | 65 | 200 | 720 | 18 | 95 | 105 |
| **2** | 70 | 180 | 700 | 20 | 98 | 110 |
| **3** | 74 | 220 | 680 | 22 | 100 | 95 |
| **4** | 75 | 230 | 650 | 24 | 85 | 90 |
| **5** | 80 | 215 | 600 | 26 | 84 | 80 |
| **6** | 85 | 185 | 620 | 28 | 80 | 110 |
| **7** | 82 | 190 | 580 | 30 | 75 | 120 |
| **8** | 73 | 210 | 550 | 32 | 70 | 75 |
| **9** | 68 | 205 | 520 | 40 | 110 | 85 |
| **10** | 70 | 202 | 545 | 38 | 120 | 115 |

При выполнении защиты лабораторной работы вам необходимо подготовить ответ на следующие контрольные вопросы, представленные далее.

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите принцип создания деталей формообразующей операцией «элемент по траектории». Перечислите основные элементы и возможности данной формообразующей операции.

2. Использовались ли переменные при создании детали «Лопасть»? Если использовались, то поясните функционал и назначение данной вкладки.

3. За что отвечает команда «Спираль цилиндрическая» на панели «Элементы каркаса» панели быстрого доступа?

4. Какими ограничениями в эскизах вы использовали в формообразующих операциях? Для чего нужны данные ограничения в эскизах?

Лабораторная работа № 4. Формообразующая операция «Элемент по сечениям»

**Цель работы:** создание цифровой параметризованной модели детали «Молоток» с использованием программного комплекса КОМПАС 3D.

**Порядок выполнения работы.** Вам необходимо выполнить четвёртый урок «Операция по сечениям. Модель Молоток» согласно предложенным рекомендациям. Обратите внимание, что в процессе выполнения детали «Молоток» вам будет представлен краткий теоретический материал, с которым необходимо ознакомиться, для ответа на вопросы в конце лабораторной работы.

В конце выполнения всех операций у вас получится трёхмерная модель, которая представлена на рисунке 10.

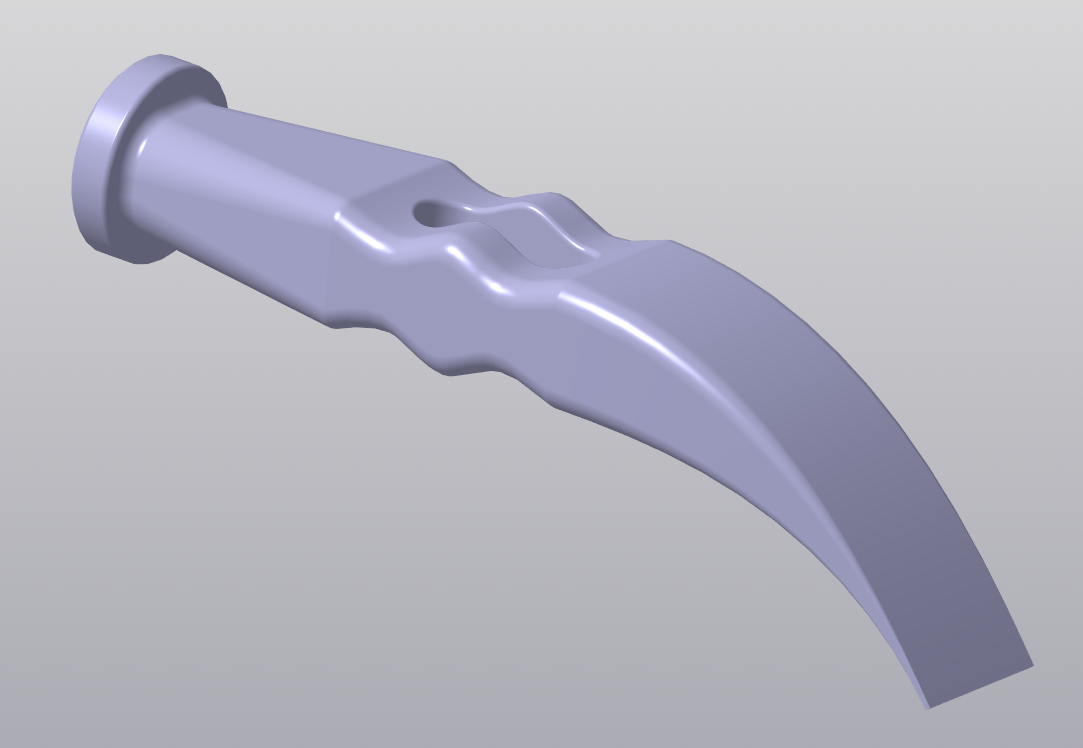


Рисунок 10 – Трёхмерная модель детали «Молоток»

После выполнения детали «Молоток», вам необходимо внести изменения в конструкцию данной детали согласно представленной таблице 4. Номер варианта выбирается согласно последней цифре зачётки. На рисунке 11 представлен общий вид детали «Молоток», размеры и параметр, которые необходимо изменить согласно своему варианту. Изображение полученной модели, вместе с отображением изменённых размеров и параметра детали необходимо представить в отчёте.

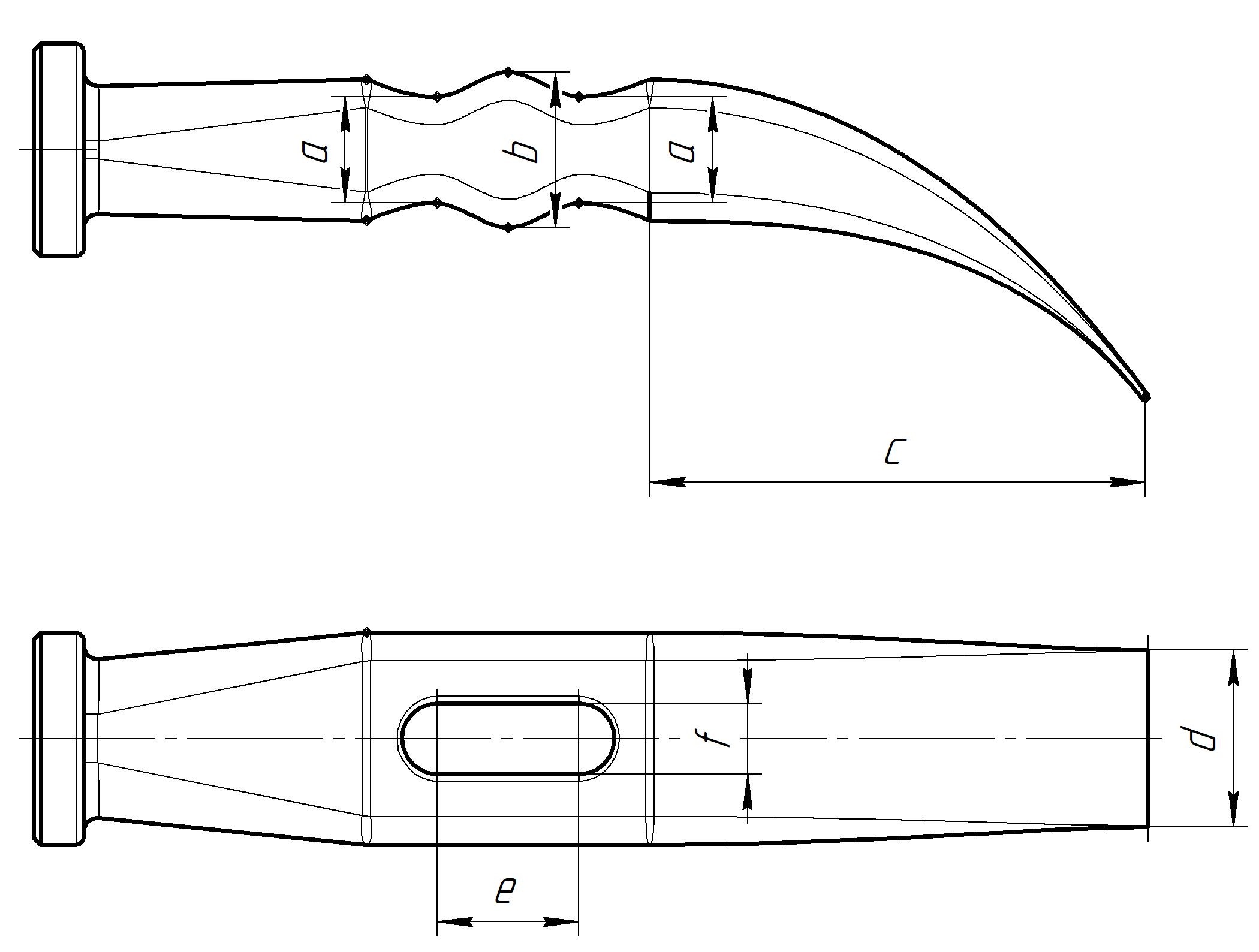


Рисунок 11 – Перечень размеров детали вилка, для внесения изменений согласно вашему варианту

Таблица 4 – Варианты заданий для самостоятельной работы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Контролируемый размер** | | | | | |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** | ***e*** | ***f*** |
| **1** | 11 | 24 | 58 | 22 | 15 | 8 |
| **2** | 12 | 25 | 60 | 24 | 16 | 9 |
| **3** | 13 | 27 | 62 | 28 | 17 | 11 |
| **4** | 14 | 28 | 65 | 30 | 18 | 12 |
| **5** | 16 | 30 | 67 | 32 | 19 | 12.5 |
| **6** | 17 | 31 | 70 | 34 | 20 | 10.5 |
| **7** | 18 | 30 | 72 | 36 | 21 | 8.5 |
| **8** | 19 | 32 | 78 | 38 | 22 | 9.5 |
| **9** | 20 | 34 | 80 | 40 | 23 | 14 |
| **10** | 22 | 35 | 85 | 42 | 24 | 13.2 |

При выполнении защиты лабораторной работы вам необходимо подготовить ответ на следующие контрольные вопросы, представленные далее.

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите принцип создания деталей формообразующей операцией «элемент по сечениям». Перечислите основные элементы и возможности данной формообразующей операции.

2. Какими ограничениями в эскизах вы использовали в формообразующих операциях? Для чего нужны данные ограничения в эскизах?

3. За что отвечает команда «Плоскость через точку перпендикулярно ребру» на панели «Вспомогательные объекты» панели инструментов.

4. При указании вершин, ребер, осей, граней и плоскостей в графической области происходит динамический поиск объектов — при прохождении курсора над объектом этот объект подсвечивается, а курсор меняет свой вид. При указании каких объектов курсор имеет следующий вид, как показано на рисунках ниже?



Лабораторная работа № 5. Создание сборки и ассоциативных чертежей и спецификации

**Цель работы:** создание цифровой параметризованной модели сборочной единицы «Держатель» с использованием программного комплекса КОМПАС 3D.

**Порядок выполнения работы.** Вам необходимо выполнить пятый урок «Создание сборки. Создание спецификации сборки. Модель Держатель» согласно предложенным рекомендациям. Обратите внимание, что в процессе выполнения сборки «Держатель» вам будет представлен краткий теоретический материал, с которым необходимо ознакомиться, для ответа на вопросы в конце лабораторной работы.

В конце выполнения всех операций у вас получится трёхмерная модель сборки, которая представлена на рисунке 12.

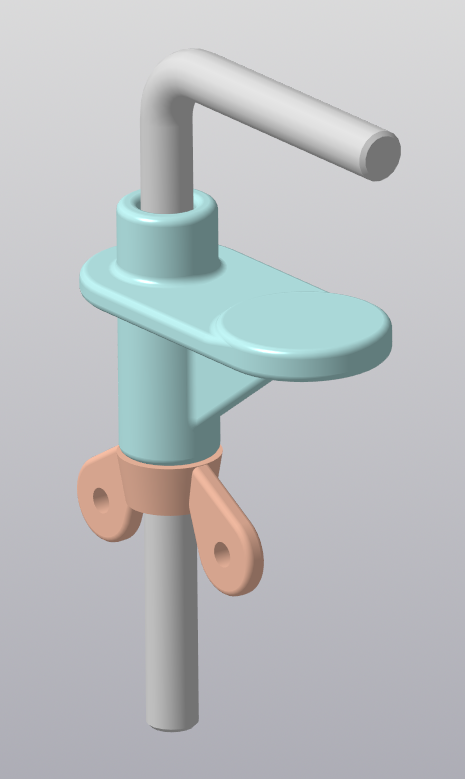


Рисунок 12 – Трёхмерная модель сборки «Держатель»

После выполнения сборки «Держатель», вам необходимо внести изменения в конструкцию данной детали согласно представленной таблице 5. Номер варианта выбирается согласно последней цифре зачётки. На рисунке 13 представлен общий вид сборки «Держатель», размеры и параметр, которые необходимо изменить согласно своему варианту. Изображение полученной модели, вместе с отображением изменённых размеров и параметра сборки необходимо представить в отчёте.

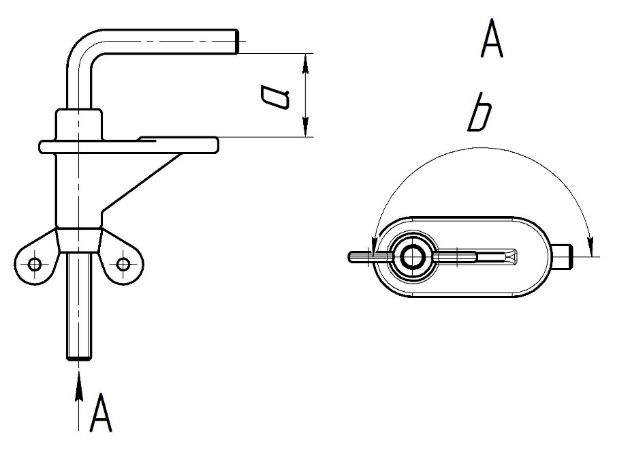


Рисунок 13 – Перечень размеров детали вилка, для внесения изменений согласно вашему варианту

Таблица 5 – Варианты заданий для самостоятельной работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Контролируемый размер** | |
| ***a*** | ***b*** |
| **1** | 15 | 20 |
| **2** | 16 | 25 |
| **3** | 17 | 30 |
| **4** | 18 | 35 |
| **5** | 19 | 28 |
| **6** | 20 | 40 |
| **7** | 22 | 45 |
| **8** | 24 | 50 |
| **9** | 25 | 55 |
| **10** | 26 | 80 |

При выполнении защиты лабораторной работы вам необходимо подготовить ответ на следующие контрольные вопросы, представленные далее.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое сопряжение? Зачем необходим процесс наложения сопряжений в процессе создания сборки?

2. Поясните назначение команды «Скрыть все вспомогательные объекты» и «Скрыть все вспомогательные объекты в компонентах» на панели быстрого доступа? В каких случаях данные команды необходимы при создании сборок?

3. Поясните, для каких целей в сборках применяются переменные? Применяли ли вы переменные при создании сборки «Держатель»?

4. При выполнении построения сборочной единиц держатель, первая деталь имеет значок  слева от имени компонента в Дереве построения. Поясните, что обозначает данный значок? Для каких целей он служит?

5. Как необходимо производить процесс создания сборки, если недостаточно базовых сопряжений чтобы определить её в пространстве?

6. Как происходит процесс создания ассоциативного сборочного чертежа к рассматриваемой модели держателя? Укажите основные этапы создания чертежа.

7. Как происходит процесс создания ассоциативной спецификации к рассматриваемой модели держателя? Укажите основные этапы доработки спецификации.

Лабораторная работа № 6. Формообразующия операция «Листовое тело»

**Цель работы:** создание цифровой параметризованной модели штампованной детали «Планка» с использованием программного комплекса КОМПАС 3D.

**Порядок выполнения работы.** Вам необходимо выполнить восьмой урок «Операции гибки и штамповки. Модель Планка» согласно предложенным рекомендациям. Обратите внимание, что в процессе выполнения детали «Планка» вам будет представлен краткий теоретический материал, с которым необходимо ознакомиться, для ответа на вопросы в конце лабораторной работы.

В конце выполнения всех операций у вас получится трёхмерная модель, которая представлена на рисунке 14.

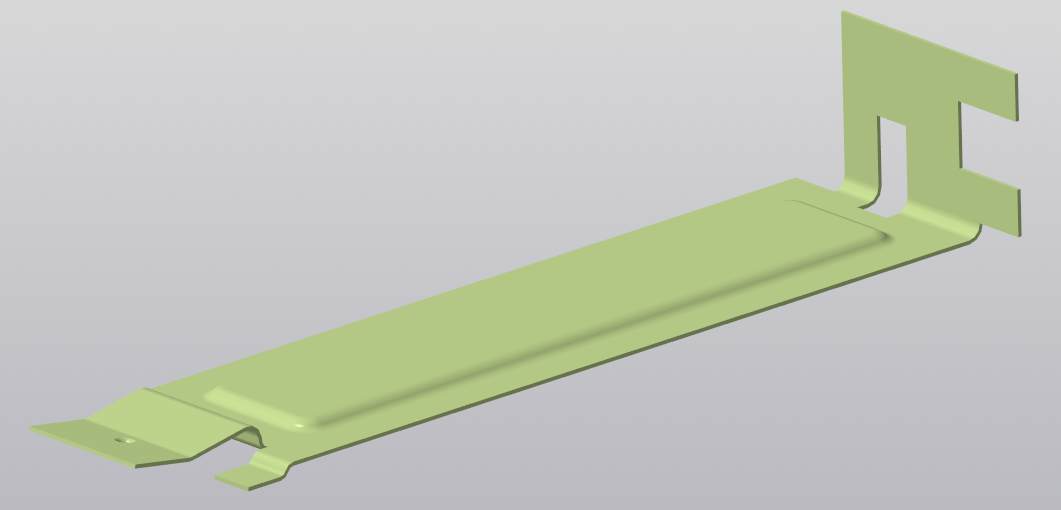


Рисунок 14 – Трёхмерная модель детали «Планка»

После выполнения детали «Планка», вам необходимо внести изменения в конструкцию данной детали согласно представленной таблице 6. Номер варианта выбирается согласно последней цифре зачётки. На рисунке 15 представлен общий вид детали «Планка», размеры и параметр, которые необходимо изменить согласно своему варианту. Изображение полученной модели, вместе с отображением изменённых размеров и параметра детали необходимо представить в отчёте.

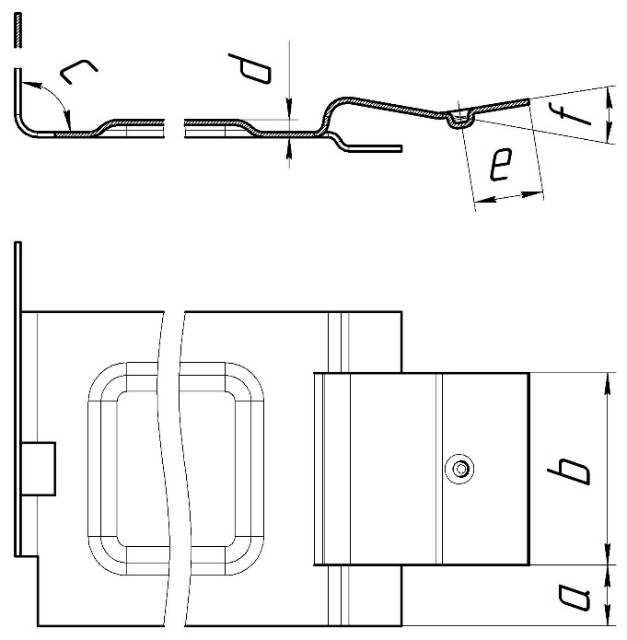


Рисунок 15 – Перечень размеров детали вилка, для внесения изменений согласно вашему варианту

Таблица 6 – Варианты заданий для самостоятельной работы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Контролируемый размер** | | | | | |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** | ***e*** | ***f*** |
| **1** | 3 | 9.5 | 85 | 2 | 2.2 | 10 |
| **2** | 2.2 | 9.8 | 110 | 1.2 | 1.2 | 12 |
| **3** | 2 | 12 | 100 | 1.4 | 1.6 | 16 |
| **4** | 1.8 | 10.2 | 105 | 1.6 | 1.8 | 20 |
| **5** | 1.2 | 9.8 | 95 | 1.8 | 2 | 25 |
| **6** | 1 | 10 | 75 | 2.5 | 2.4 | 23 |
| **7** | 1.4 | 10.8 | 60 | 2.2 | 2.6 | 28 |
| **8** | 1.6 | 11.2 | 65 | 2.8 | 2.8 | 30 |
| **9** | 2.8 | 11.5 | 85 | 3 | 3 | 35 |
| **10** | 3 | 12 | 80 | 3.5 | 3.5 | 40 |

При выполнении защиты лабораторной работы вам необходимо подготовить ответ на следующие контрольные вопросы, представленные далее.

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите принцип создания деталей вспомогательной формообразующей операцией «листовое тело». Перечислите основные элементы и возможности данной формообразующей операции.

2. Чем принципиально отличается создание деталей с использованием «листового моделирования» от создания деталей с использованием «твердотельного моделирования»?

3. Какое действие выполняет команда «Сгиб»? Перечислите основные свойства и возможности данной команды?

4. Какое действие выполняет команда «Закрытая штамповка»? Перечислите основные свойства и возможности данной команды?

5. Для каких целей используется команда «Разогнуть» и «Согнуть» на панели «Элементы листового тела»?

Перечень использованных информационных ресурсов

1. Бучельникова, Т. А. Основы 3D моделирования в программе Компас : учебно-методическое пособие / Т. А. Бучельникова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179203 (дата обращения: 21.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий V17 и выше. Учебное пособие для вузов. — СПб.: Питер, 2021. — 256 с.: ил. — (Серия «Учебник для вузов»).

3. Обучающие материалы. Азбука КОМПАС-3D: [сайт]. URL: <https://kompas.ru/publications/docs/>