

## **Лабораторная работа №24**

### **РАЗРАБОТКА ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ СБОРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ T-FLEX CAD**

**Целью работы** является получение студентами практических навыков по созданию твердотельных моделей сборок с применением системы T-FLEX CAD.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Познакомиться с интерфейсом модуля проектирования сборок системы T-FLEX CAD.
2. Изучить основные способы сопряжений деталей в твердотельной сборке.
3. Построить твердотельную модель простого сборочного узла.

Под сборочной трёхмерной моделью понимается такая модель T-FLEX CAD, в составе которой участвует геометрия других 3D моделей, хранящихся в отдельных файлах. Компонентом сборки может служить 3D модель, созданная в T-FLEX CAD, либо модель другой системы, переданная в T-FLEX CAD в одном из поддерживаемых обменных форматов.

В сборочном документе всегда сохраняется связь с документом элемента сборки (детали). При работе со сборкой система следит за состоянием используемых файлов. В случае изменения файла компонента сборки система сделает запрос на обновление данных. Каждый обновленный компонент будет заново пересчитан и загружен в сборку. Сборочная модель не может использоваться без своих компонентов, но каждый файл, участвующий в сборке, может быть вполне самостоятельным документом, и в свою очередь также может являться сборкой. Количество уровней вложенности подборок в системе не ограничено.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

В данной лабораторной работе требуется построить твердотельную модель сборки из моделей деталей типа "корпус", "кольцо", "вал" и "штифт" (внешний вид сборки представлен на рис. 1). При этом предполагается следующая последовательность действий:

1. Создание модели детали типа "корпус".
2. Создание модели детали типа "кольцо".
3. Создание модели детали типа "вал".
4. Создание модели детали типа "штифт".
5. Создание сборки.

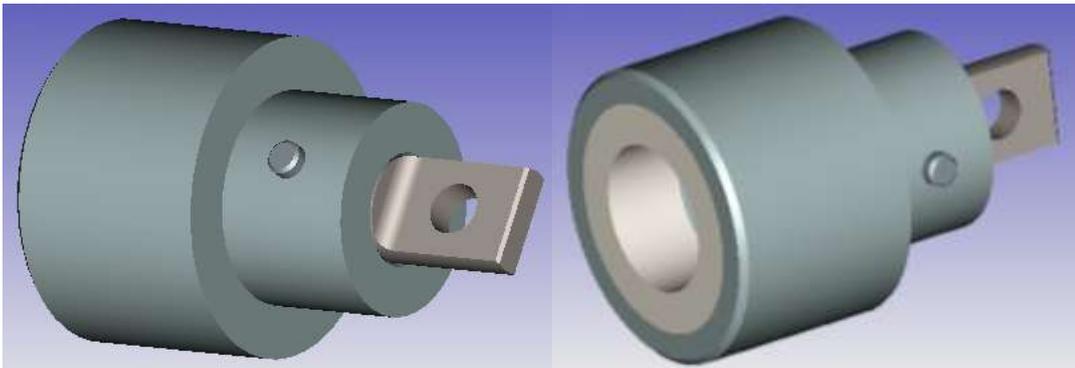


Рис. 1. Внешний вид сборочного узла

### 1. Создание модели детали типа "корпус"

Внешний вид детали типа "Корпус" показан на рис. 2.

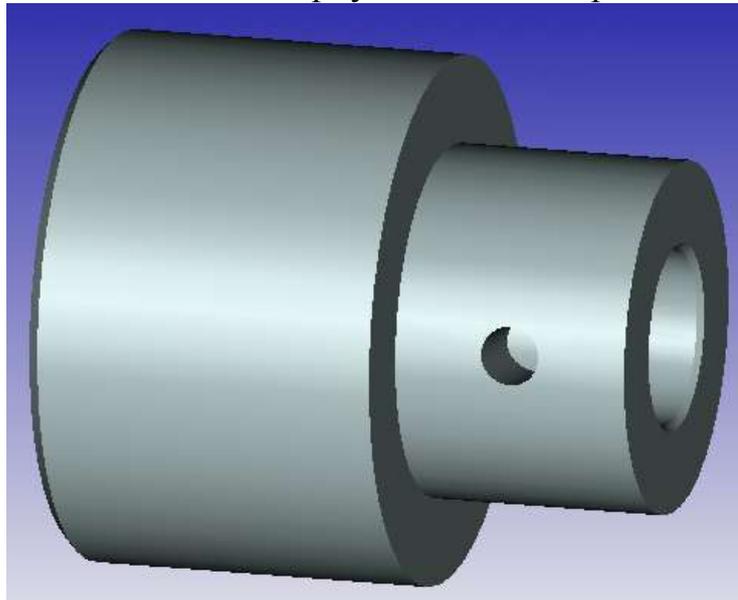


Рис. 2. Твёрдотельная модель детали "Корпус"

1. Откройте новую деталь. Выберите в качестве рабочей плоскости построения "Вид спереди". Создайте новый эскиз.

2. Из начальной точки нарисуйте окружность радиусом  $D1/2$  согласно вашему варианту.

3. Выполните операцию **Выталкивание**, задав в окне **Параметры**, значение вектора выталкивания равным 60 мм.

4. На торцевой плоскости получившегося цилиндра создайте новый эскиз. Нарисуйте окружность радиусом  $D2/2$  согласно вашему варианту с центром в начальной точке.

5. Повторите операцию **Выталкивание** (длина выталкивания 40 мм) и выполните булеву операцию **Сложение**, объединив два цилиндра в одно твердое тело.

6. На противоположной торцевой плоскости большого цилиндра диаметром  $D1$  создайте новый эскиз. Нарисуйте окружность радиусом  $D3/2$  согласно индивидуальному варианту с центром в начальной точке.

7. Выполните операцию **Выталкивание** (длина выталкивания 40 мм) и булеву операцию **Вычитание**.

8. Поверните деталь так, чтобы она была повернута к вам бобышкой диаметра  $D_2$ . Создайте новый эскиз и нарисуйте окружность радиусом  $D_4/2$  согласно индивидуальному варианту с центром в исходной точке.

9. Выполните операцию **Выталкивание**, указав в параметрах операции **Через все**. В результате получается модель, аналогичная представленной на рис. 3.

10. Поверните деталь вперед вырезом  $D_3$ . Выполните операцию **Сглаживание** (рис. 4), указав грань цилиндра диаметром  $D_1$  и выбрав в окне параметров команду **Фаска (длина-угол)** с параметрами фаски: длина = 2 мм, угол =  $45^\circ$ .

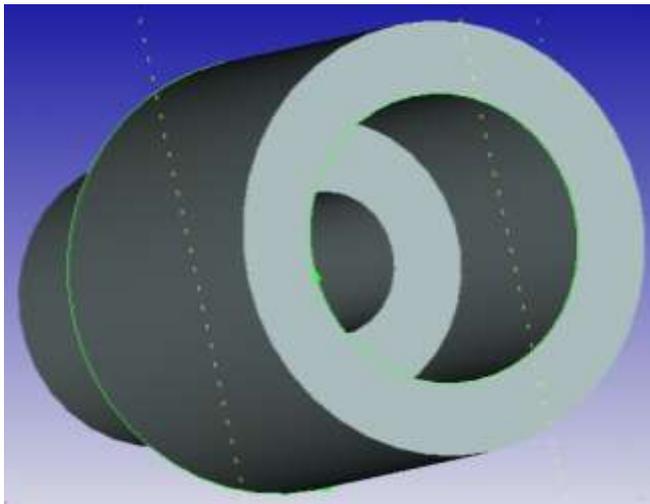


Рис. 3. Проектируемый корпус

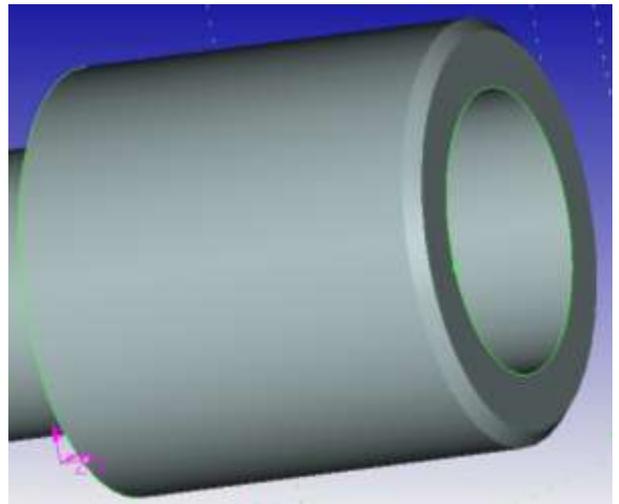


Рис. 4. Создание фаски

11. Переверните деталь. Аналогично предыдущему пункту создайте фаску  $1 \times 45^\circ$  на внутреннем диаметре  $D_4$ .

11. В дереве конструирования выберите плоскость "Справа" и создайте в ней новый эскиз.

12. Из начальной точки проведите осевую линию так, как показано на рисунке, задав линии взаимосвязь **Горизонтальность**, если она не создавалась автоматически.

13. Для построения радиального отверстия необходимо создать вспомогательную плоскость. Выберите команду меню **Построение/Рабочая плоскость**. В рассматриваемом примере удобнее всего задать плоскость параллельную одной из плоскостей построения ("Вид слева") и проходящую через ось созданного тела вращения .

14. Для возможности использования ранее созданных линий построения, необходимо спроецировать деталь на рабочую плоскость . Отложите от торца линию построения на расстоянии  $L_1$  (рис. 5) и постройте окружность радиуса  $D_5/2$  согласно вашему варианту.

15. Выполните операцию **Выталкивание**, указав в параметрах операции **Через все** и булеву операцию **Вычитание**. В результате получается сквозное отверстие.

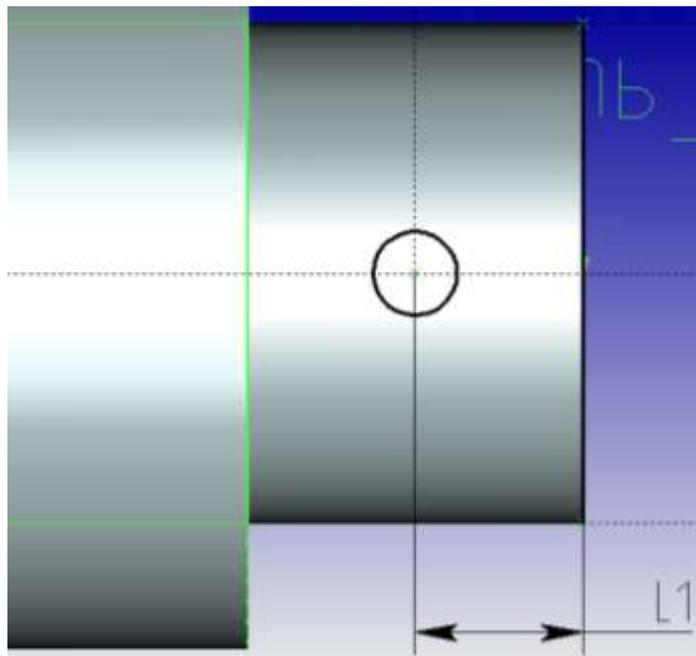


Рис. 5. Построение эскиза радиального отверстия.

16. Сохраните деталь на диске под именем "Корпус". Закройте деталь.

## 2. Создание модели детали типа "кольцо"

Внешний вид детали типа "Кольцо" показан на рис. 6.



Рис. 6. Деталь "Кольцо"

1. Откройте файл новой 3D модели.
2. Выберите плоскость построения и создайте новый эскиз.
3. Из начальной точки нарисуйте окружность радиусом  $D6/2$  согласно вашему варианту.

4. Выполните операцию **Выталкивание**, задав в окне **Параметры**, значение вектора выталкивания равным 25 мм.
5. Выберите наружное ребро и выполните операцию **Сглаживание**.
6. Выберите команду **Фаска**, установите параметры фаски: длина = 5 мм, угол = 45°.
6. Выберите одну из плоских граней и создайте на ней новый эскиз.
7. Нарисуйте окружность радиуса  $D7/2$  согласно вашему варианту с центром в начальной точке.
8. Выполните операцию **Выталкивание**, в окне **Параметры** установите **Через всё** и булеву операцию **Вычитание**.
9. Сохраните деталь на диске под именем "Кольцо".
10. Закройте деталь.

### 3. Создание модели детали типа "вал"

Внешний вид детали типа "Вал" показан на рис. 7.

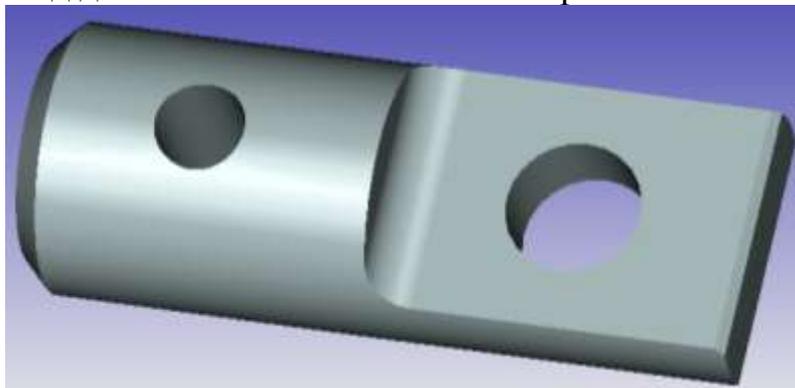


Рис. 7. Твёрдотельная модель детали "Вал"

1. Откройте новую деталь. Выберите в качестве рабочей плоскости построения "Вид спереди". Создайте новый эскиз.
2. Из начальной точки нарисуйте окружность радиусом  $D8/2$  согласно вашему варианту.
3. Выполните операцию **Выталкивание**, задав в окне **Параметры** значение вектора выталкивания равным 80 мм.
4. На торцевой плоскости получившегося цилиндра создайте новый эскиз (рис. 8).
5. Нарисуйте окружность диаметром  $D8$  с центром в начальной точке.

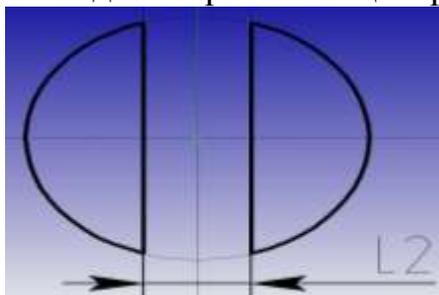


Рис. 8. Эскиз создания двух лысок

6. Постройте две вертикальные линии, отстоящие от центра на расстояние  $L/2$  и  $-L/2$  ( $L/2$  задается согласно индивидуальному варианту). Обведите полученный контур, как показано на рис. 8

7. Выполните операцию **Выталкивание**, в окне **Параметры** установите длину вектора выталкивания равной 40 мм, и булеву операцию **Вычитание** (рис. 9).

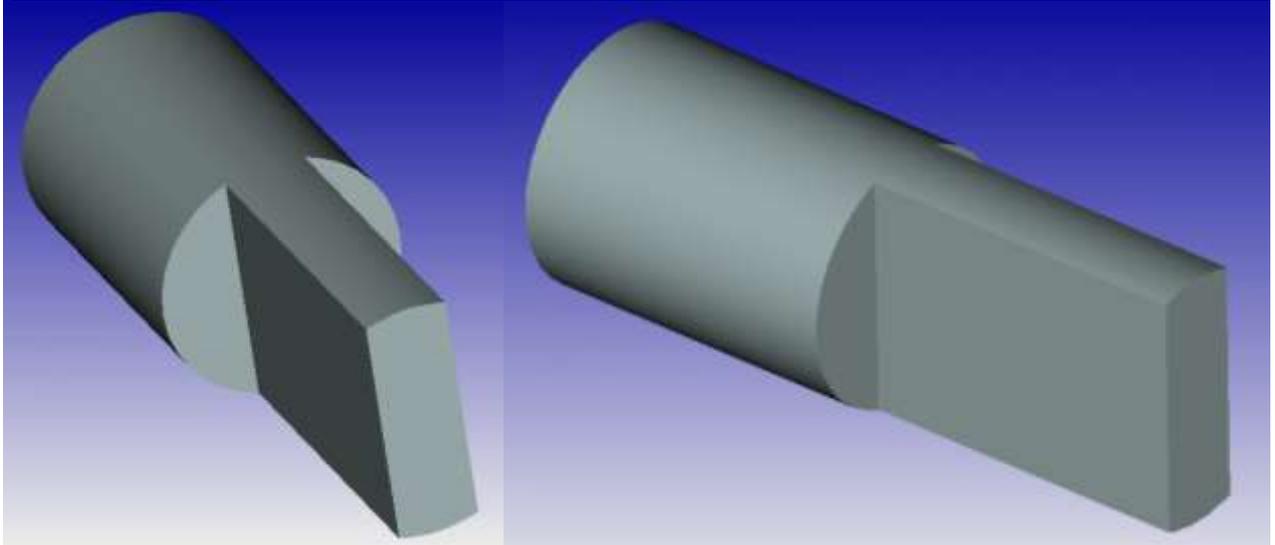


Рис. 9. Проектирование вала

8. Выберите две кромки между гранями вытянутого выреза и перпендикулярной к ним гранью цилиндрического основания.

9. Выполните операцию **Сглаживание** и задайте радиус скругления, равный 5 мм.

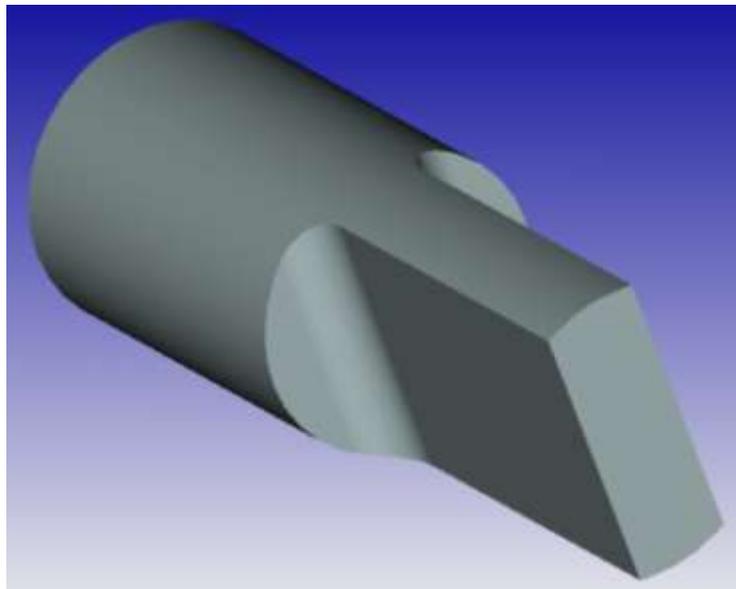


Рис. 10. Создание скруглений

10. Выберите одну из полученных плоских поверхностей вала и постройте на ней окружность радиусом  $D/2$ , отстоящую на расстоянии  $L/3$  от торца детали (рис. 11).

11. Выполните операцию **Выталкивание**, в окне **Параметры** установите **Через всё**, и булеву операцию **Вычитание**.

12. Радиальное отверстие строится аналогично п.15 проектирования детали "Корпус". Создайте вспомогательную плоскость построения параллельную плоскости "Вид слева" и проходящую через ось вала. Спроецируйте на нее ранее созданные элементы детали. На расстоянии L4 создайте эскиз отверстия радиусом D10/2 (рис. 12).

13. Выполните операцию **Выталкивание**, в окне **Параметры** установите **Через всё**, и булеву операцию **Вычитание**.

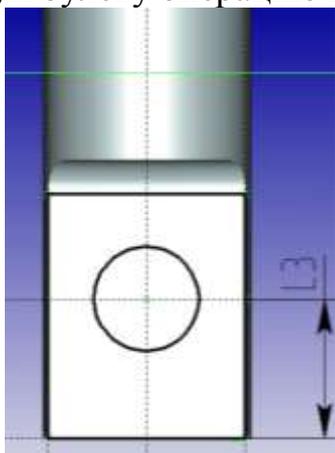


Рис. 11. Создание эскиза отверстия на плоской поверхности вала

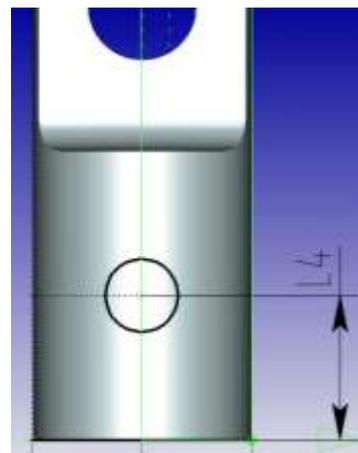


Рис. 12. Построение эскиза радиального отверстия

10. Используя операцию **Сглаживание**, создайте фаски 1x45° на вырезанных краях детали и 3x45° на противоположном торце вала (рис. 13).

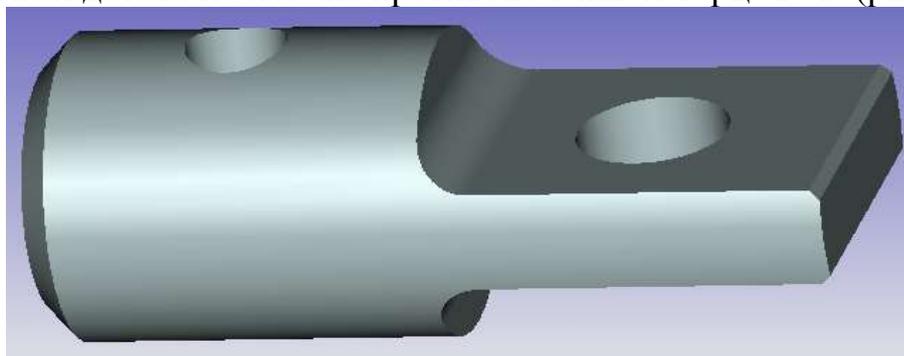


Рис. 13. Создание фасок

11. Сохраните деталь на диске под именем "вал". Закройте деталь.

#### 4. Создание модели детали типа "Штифт"

Внешний вид детали типа "Штифт" показан на рисунке 14.

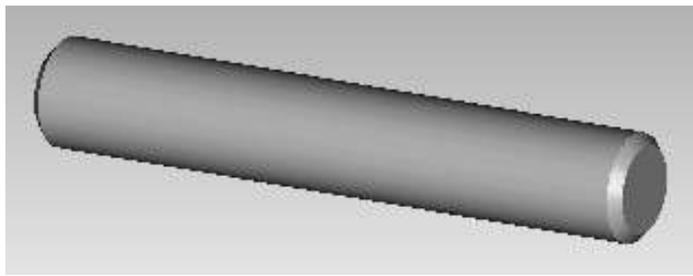


Рис. 14. Твердотельная модель детали “Штифт”

1. Откройте файл новой 3D модели.
2. Выберите плоскость построения и создайте новый эскиз.
3. Из начальной точки нарисуйте окружность радиусом  $D11/2$  согласно вашему варианту.
4. Выполните операцию **Выталкивание**, задав в окне **Параметры**, значение вектора выталкивания равным 60 мм.
5. Выберите два ребра цилиндра.
6. Выполните операцию **Сглаживание** для создания двух фасок  $1 \times 45^\circ$ .
7. Сохраните деталь на диске под именем "штифт".
8. Закройте деталь.

### 5. Создание сборки

1. Откройте файл детали “Корпус”. Данная деталь будет базовой для создаваемой сборки.

2. Выберите операцию **3D Фрагмент/Вставить 3D фрагмент из файла**.

Откройте файл детали “Вал” ()

3. Для установления взаимного расположения деталей в составе сборочного узла необходимо в первую очередь задать систему координат добавляемой детали. По условию задачи вал в корпусе фиксируется штифтом (рис. 1), поэтому при создании системы координат привязки удобно воспользоваться командой **Выбрать поверхность вращения**  и указать поверхность сквозного отверстия диаметром  $D10$  (рис. 15). В результате будут отображены оси системы координат привязки (рис. 16).

4. Завершите выбор исходной системы координат .

5. Следующим шагом является создание целевой системы координат , определяющей точку привязки добавляемой детали относительно базовой. Началом координат будет служить центр сквозного радиального отверстия корпуса диаметром  $D5$  (команда **Выбрать поверхность вращения** ).

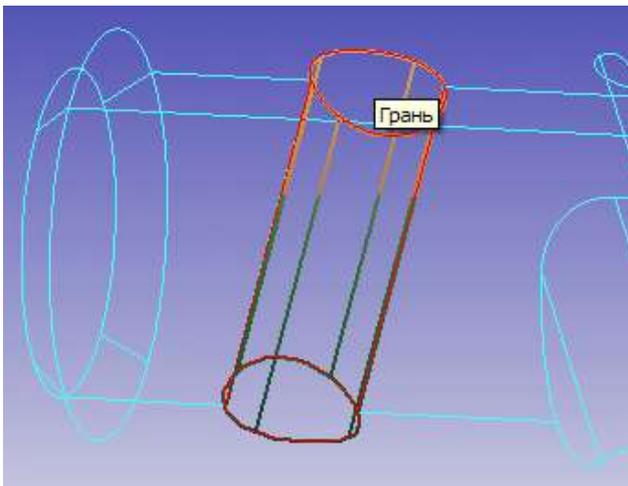


Рис. 15. Выделение поверхности вращения

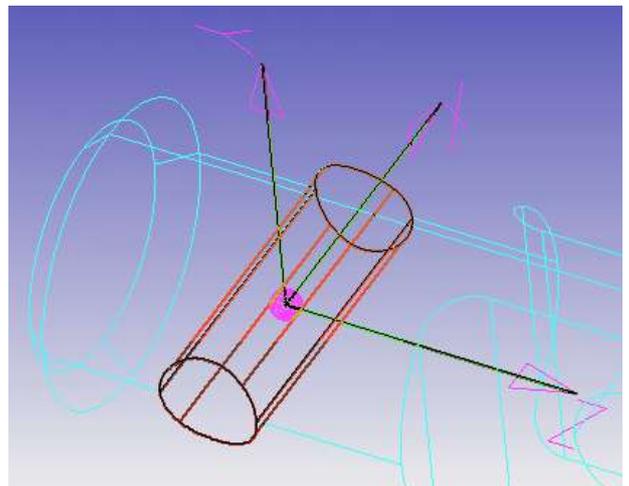


Рис. 16. Создание системы координат привязки

6. Для придания валу требуемой ориентации в сборочном узле воспользуйтесь командами поворота детали относительно осей целевой системы координат на  $90^\circ$  (.

7. Команда **ОК** завершает добавление 3D фрагмента (рис. 17).

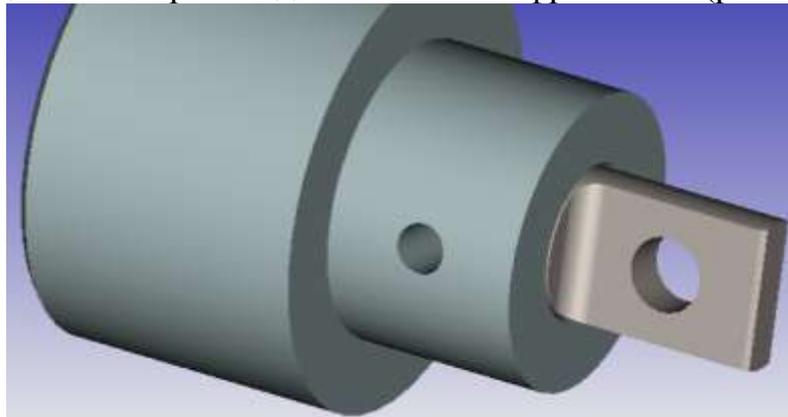


Рис. 17. Корпус и вал.

8. Повторите операцию **3D Фрагмент/Вставить 3D фрагмент из файла**. Откройте файл детали “Штифт”.

9. Создайте локальную систему координат привязки штифта, применив команду **Центр масс** для определения начала координат.

10. Завершите выбор исходной системы координат .

11. В качестве целевой используйте ранее созданную систему координат с началом в центре эскиза построения сквозного радиального отверстия корпуса диаметром D5.

12. Придайте штифту требуемую ориентацию используя функции дополнительного определения системы координат (.

13. Команда **ОК** завершает добавление 3D фрагмента.

14. Повторите операцию **3D Фрагмент/Вставить 3D фрагмент из файла**. Откройте файл детали “Кольцо”.

15. Создайте локальную систему координат привязки кольца () . Началом координат системы задайте с помощью команды **Выбрать круглое ребро** () , указав центр торца детали (рис. 18).

16. Завершите выбор исходной системы координат () .

17. Выполните команду **Создать заново целевую систему координат** () . Началом координат новой системы задайте с помощью команды **Выбрать поверхность вращения** () центр торца корпуса (рис. 19).

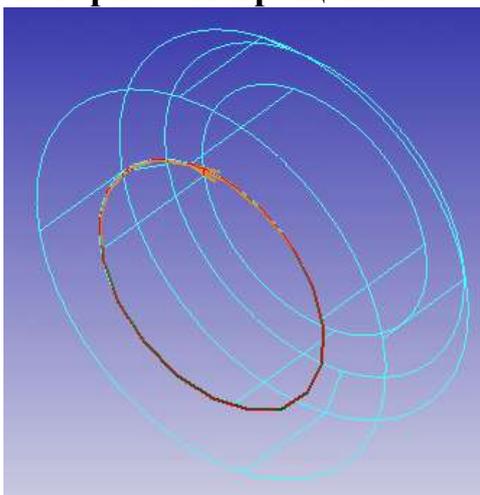


Рис. 18. Выделение ребра при создании системы координат привязки

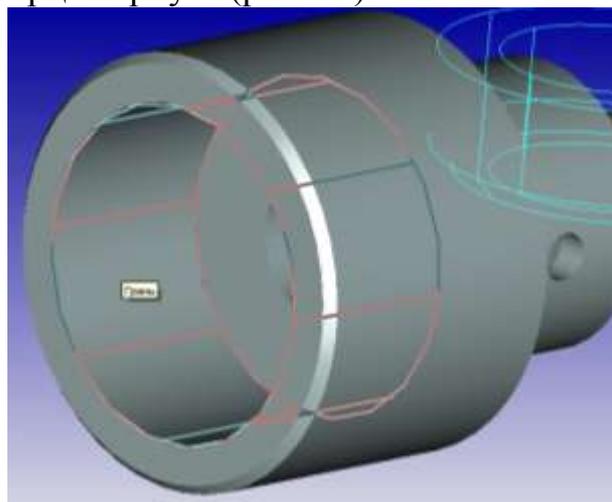


Рис. 19. Создание целевой системы координат

18. Придайте штифту требуемую ориентацию используя функции дополнительного определения системы координат () .

19. Команда **ОК** завершает добавление 3D фрагмента.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

В ходе выполнения работы студент должен создать твердотельную модель сборки (рис. 1) из 3D моделей деталей "корпус", "кольцо", "вал" и "штифт". Размеры деталей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Варианты индивидуальных заданий

| Вариант | D1  | D2  | D3,D6 | D4,D8 | D5,D10,D11 | D7  | D9 | L1 | L2 | L3 | L4 |
|---------|-----|-----|-------|-------|------------|-----|----|----|----|----|----|
| 1       | 90  | 60  | 70    | 30    | 10         | 45  | 15 | 20 | 10 | 20 | 20 |
| 2       | 95  | 65  | 75    | 35    | 10         | 50  | 15 | 20 | 10 | 20 | 20 |
| 3       | 100 | 70  | 80    | 40    | 10         | 55  | 15 | 20 | 15 | 20 | 20 |
| 4       | 105 | 75  | 85    | 45    | 10         | 60  | 15 | 20 | 15 | 20 | 20 |
| 5       | 110 | 80  | 90    | 50    | 15         | 65  | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 6       | 115 | 85  | 95    | 55    | 15         | 70  | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 7       | 120 | 90  | 100   | 60    | 15         | 75  | 20 | 20 | 25 | 20 | 20 |
| 8       | 125 | 95  | 105   | 65    | 15         | 80  | 20 | 25 | 25 | 25 | 15 |
| 9       | 130 | 100 | 110   | 70    | 15         | 85  | 20 | 25 | 30 | 25 | 15 |
| 10      | 135 | 105 | 115   | 75    | 20         | 90  | 20 | 25 | 30 | 25 | 15 |
| 11      | 140 | 110 | 120   | 80    | 20         | 95  | 20 | 25 | 35 | 25 | 15 |
| 12      | 145 | 115 | 125   | 85    | 20         | 100 | 25 | 25 | 35 | 25 | 15 |
| 13      | 150 | 120 | 130   | 90    | 20         | 105 | 25 | 25 | 40 | 25 | 15 |
| 14      | 155 | 125 | 135   | 95    | 20         | 110 | 25 | 25 | 40 | 25 | 15 |
| 15      | 160 | 130 | 140   | 100   | 20         | 115 | 25 | 25 | 45 | 25 | 15 |

Студентам, успешно выполнившим задание, предлагается спроектировать 3D сборку деталей работы 23 на плате размером 30 x 50. Отверстия расположить произвольно.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое трехмерная сборочная модель?
2. В чем отличие двух методов проектирования сборок «сверху вниз» и «снизу вверх»?
3. Опишите порядок построения сборки в среде T-FLEX CAD.
4. Перечислите основные этапы вставки 3D фрагмента.
5. Какие системы координат используют при добавлении нового 3D фрагмента?
6. Какие команды позволяют задать целевую систему координат?

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. T-FLEX CAD. Трехмерное моделирование. Руководство пользователя.
2. Информационные ресурсы сайта [www.tfex.ru](http://www.tfex.ru).