

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель данного сборника — дать студентам необходимые практические знания и навыки по принципам построения систем автоматизированного проектирования, методам решения задач конструкторского и технологического назначения.

Основные теоретические знания по данным вопросам подробно рассмотрены в учебном пособии «Алгоритмизация проектирования технологических процессов», разработанном автором и выпущенном издательством «ЛАНЬ» в 2022 году [1].

В этом пособии представлены практические задания с пояснениями и методическими рекомендациями их выполнения по некоторым важным задачам автоматизированного проектирования элементов технологических процессов и технологической оснастки.

Комплекс практических заданий был создан на основе научного и производственного опыта автора, полученного в том числе в процессе преподавания дисциплин направления САПР.

Реализация задач сборника позволит закрепить знания, полученные студентами в процессе изучения дисциплины САПР технологических процессов, а также смежных дисциплин, таких как «Системы автоматизированного проектирования», «Технология машиностроения», «Режущий инструмент» и «Технологическая оснастка».

Пособие может быть использовано для выполнения как лабораторных и практических работ, так и для самостоятельных занятий в процессе изучения разделов дисциплины САПР технологических процессов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время информационные технологии автоматизированного проектирования изделий машиностроения развиваются в двух направлениях [2, 3]. Первое связано с созданием инвариантных, т. е. независимых от проектируемого объекта, систем автоматизированного проектирования на базе CAD-систем путем интеграции функций систем геометрического моделирования и систем расчетного анализа. Они ориентированы на проектирование изделия широкого класса и позволяют решать частные задачи проекта, такие как геометрическое моделирование, разработка конструкторской и технологической документации, геометрические расчеты общего назначения.

Второе направление — создание специализированных САПР, ориентированных на проектирование узкого класса объектов, например, в машиностроении к ним относятся инструменты, специальные приспособления: станочные, контрольно-измерительные и т. д.

Разработка и внедрение специализированных САПР позволяют решать комплексно задачи конструкторского и технологического направления. К таким системам можно отнести, например, систему «Базис» — систему комплексной автоматизации всех подразделений мебельного предприятия — конструкторского, технологического, экономического и торгового [3]. Она отвечает большинству запросов руководителей предприятий и позволяет автоматизировать все основные этапы производственного цикла изделий.

ГЛАВА 1. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САПР

В системах автоматизированного проектирования элементов машин используются две основные системы [2]. Первая из них — САД-система, основная функция которой связана с 3D-моделированием деталей и узлов и с разработкой конструкторской документации в виде чертежей и текстовых документов. Вторая — система инженерного анализа (САЕ-система). Ее функции разнообразны, но связаны с расчетным анализом проектируемого изделия.

Проектирование элементов машин в специализированных системах автоматизированного проектирования основано на ряде положений, главное из которых — использование параметрических 3D-моделей и ассоциативных чертежей деталей и сборочных единиц, которые являются основой информационного обеспечения процесса автоматизированного проектирования объекта.

Параметрическое моделирование сборочных единиц основано на создании параметрических связей между сопряженными поверхностями деталей, что позволяет осуществить автоматическое изменение размеров всех сопряженных деталей и поверхностей при изменении установочных и базовых размеров элементов проектируемого объекта.

При типовом проектировании алгоритм взаимодействия пользователя-конструктора со специализированной САПР реализуется на следующих действиях. Создается или загружается из базы данных 3D-модель типового узла. Далее выгружаются из моделей ее переменные. Запускаются процедуры проектировочных расчетов. Анализируются полученные данные. Измененные данные передаются в модели. Запускаются процедуры поверочных расчетов. Далее цикл может повторяться. Окончательным результатом являются готовые 3D-модели и ассоциативные чертежи деталей и узлов.

Для реализации такого алгоритма необходимо создать универсальный модуль доступа к переменным 3D-моделей.

1.1. Универсальный программный модуль доступа к переменным 3D-моделей

Универсальный модуль позволит осуществить доступ к переменным любой параметрической 3D-модели. Для его разработки можно воспользоваться, например, инструментами *Delphi* и Компас-3D. Методика доступа описана в работе [1].

Можно предложить следующий алгоритм взаимодействия разрабатываемой программы с Компас-3D:

- открыть Компас;
- открыть 3D-модель;
- выгрузить переменные из модели;
- изменить значения переменных модели;

- передать новые значения переменных в модель;
- сохранить модель.

Взаимодействие прикладной программы с 3D-моделью осуществляется посредством программных интерфейсов, которые подробно описаны в руководствах пользователя Компас-3D и в работе [1].

Задание. Разработать универсальный модуль доступа к переменным 3D-моделей.

Методические рекомендации и последовательность выполнения работы

Программа должна выводить следующую информацию:

- переменные модели;
- количество переменных;
- имя файла 3D-модели;
- наименование модели (детали сборочной единицы);
- обозначение модели (детали сборочной единицы);
- массу детали;
- материал детали и ГОСТ на материал.

Разработка программы

Создадим новый проект *Delphi*. Сохраним модуль формы и проекта в отдельной папке.

Расположим на форме элементы так, как показано на рисунке 1.1.

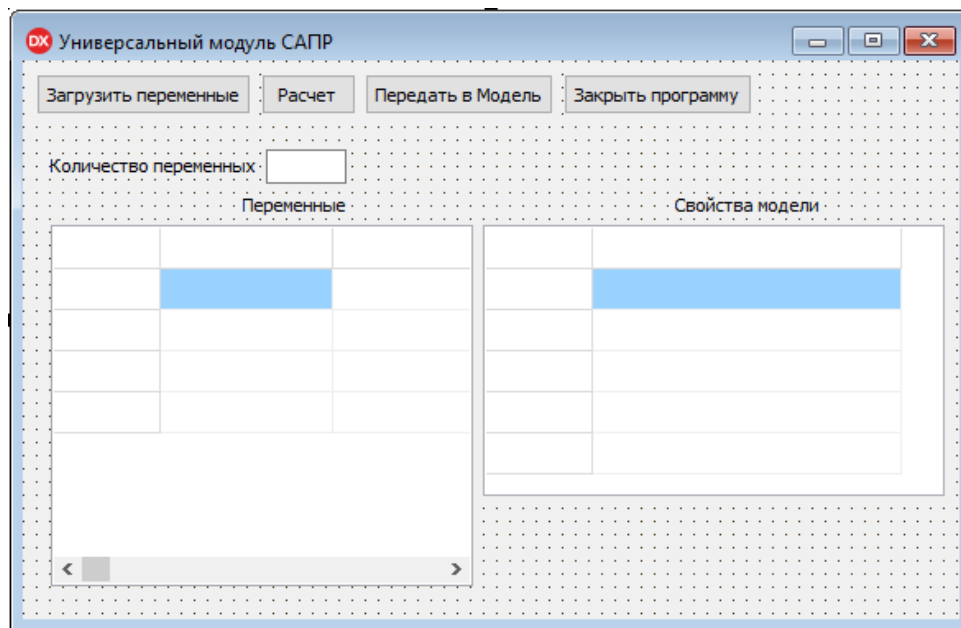


Рис. 1.1

Главная форма в режиме конструктора

В раздел *interface* добавим модули:

ksAuto, ksTLB, LDefin3D, ComObj, SysUtils, Vcl.Grids, math.

Объявим переменные:

Type

TMod=class()

Public

```
FKomp:KompasObject;           //ссылка на API Компас
FDoc:ksDocument3D;             //ссылка на документ Компаса
Fpart:ksPart;                  //ссылка на интерфейс компонента
FParVar:ksVariableCollection;  //ссылка на массив вн. переменных
FVarSB:ksVariable;             //ссылка на переменную
FnumVar:integer;               //количество переменных
FName:string;                  //имя переменной
FVar:real;                     //значение переменной
FNameFile:string;              //имя 3D-файла
FNameSB:string;                //имя компонента
FMacca:real;                   //масса компонента
FObozn: string;                //обозначение компонента
FMaterial: string;             //материал детали

procedure FTabVarM;             //Таблица переменных модели
procedure FTabPropM;           //Таблица свойств модели
procedure FOpenParVarMod;      //Подключить и получить переменные
procedure FEditParVarMod;      //Перестроить модель
end;
```

var

TMod:TMod.

Разработаем процедуру доступа к 3D-модели:

Procedure TMod.FOpenParVarMod;

var i:integer;

begin

//Подключение к Компасу

FKomp:=KompasObject(GetActiveOleObject('Kompas.Application.5'));

// Получаем ссылку на текущую 3D-модель

FDoc:= ksDocument3D(TMod.FKomp.ActiveDocument3D);

//Активируем API

FKomp.ActivateControllerAPI;

Fpart:=ksPart(FDoc.GetPart(-1));

FMaterial:= Fpart.material; //материал

FObozn:= Fpart.marking; //обозначение

FNameFile:=Fpart.fileName; //имя файла

FNameSB:=Fpart.name; //имя модели

FMacca:= Fpart.GetMass; //масса модели

FMacca:=SimpleRoundTo(FMacca,-3); //округление массы до 3-го знака

//Показать свойства модели

FTabPropM;

//Показать переменные

FTabVarM;

end.

Процедура доступа к переменным и к свойству модели:

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

begin

try

```

TMod.FOpenParVarMod;
except
  MessageDlg('Загрузите Компас-
3D/Модель!',mtConfirmation,mbOKCancel,0)
end;
end.

Переменные модели отразим в сетке:
Procedure TTMod.FTabVarM;
var i:integer;
begin
  // ссылка на список переменных модели
  FParVar:=ksVariableCollection(Fpart.VariableCollection);
  FnumVar:=FParVar.GetCount;           //количество переменных
  edit3.Text:=intToStr(FnumVar);
  StringGrid1.ColCount:=3;             //количество столбцов в сетке
  StringGrid1.RowCount:=FnumVar+1;     //количество строк в сетке
  StringGrid1.Cells[0,0]:='Имя';
  StringGrid1.Cells[1,0]:='Значение';
  for i:=0 to FnumVar-1 do
    begin
      FvarSB:=ksVariable(FparVar.GetByIndex(i)); //ссылка на i переменную
      FName:=FvarSB.name+', мм';               //имя переменной
      FVar:=FvarSB.value;                       //значение переменной
      StringGrid1.Cells[0,i+1]:=FName;
      StringGrid1.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(Fvar);
    end;
  end.

Свойства модели отразим в новой сетке:
Procedure TTMod.FTabPropM;
begin
  //Свойства модели
  StringGrid2.ColCount:=2;           // кол. столбцов
  StringGrid2.RowCount:=6;           //кол. строк
  StringGrid2.ColWidths[0]:=80;      //ширина столбца
  StringGrid2.Cells[0,0]:='Имя';
  StringGrid2.Cells[1,0]:='Значение';
  StringGrid2.Cells[0,1]:='Модель';
  StringGrid2.Cells[1,1]:=FNameSB;
  StringGrid2.Cells[0,2]:='Обозначение';
  StringGrid2.Cells[1,2]:=FObozn;
  StringGrid2.Cells[0,3]:='Материал';
  StringGrid2.Cells[1,3]:=FMaterial;
  StringGrid2.Cells[0,4]:='Масса, кг';
  StringGrid2.Cells[1,4]:=FloatToStr(FMacca);
  StringGrid2.Cells[0,5]:='Файл';
  StringGrid2.Cells[1,5]:=FNameFile;
end.

Передадим новые значения в модель и перестроим ее:
Procedure TTMod.FEditParVarMod;
var i:integer;
s:string;
begin

```

```

try
//редактировать модель
FPart.BeginEdit;
for I := 0 to FnumVar-1 do
begin
//ссылка на i переменную
FvarSB:=ksVariable(FparVar.GetByIndex(i));
//Значение переменной (содержимое ячейки)
S:=Form1.StringGrid1.Cells[1, i+1];
FvarSB.value:=strToFloat(s);
FPart.Update;
end;
//перестроить модель
Fpart.EndEdit(True);
FPart.RebuildModel;
Fdoc.RebuildDocument;
except
MessageDlg('Отобразите переменные 3D-модели!',
mtConfirmation,mbOKCancel,0)
end;
end.
Перестроим модель:
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
TMod.FEditParMod;
end.
Закроем программу:
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
Application.Terminate;
end.

```

После отладки и загрузки пробной 3D-модели (рис. 1.2):

Переменные			Свойства модели	
Имя	Значение		Имя	Значение
D, мм	40		Модель	Шпоночное соединение
L, мм	40		Обозначение	1К540Ф1.021.000
b, мм	12		Материал	Сталь 10 ГОСТ 1050-88
h, мм	8		Масса, кг	1,213
t1, мм	5		Файл	Шпоночное соединение.а3d
t2, мм	3,3			

Рис. 1.2
Главная форма

1.2. Параметрическое моделирование элементов машин

В данном разделе представлены задания по параметрическому 3D-моделированию элементов машин и использованию их в системах автоматизированного проектирования.

Задание 1. Разработать параметрические 3D-модели шпоночного соединения.

Методические рекомендации и последовательность выполнения работы

Шпоночное соединение является типовым соединением, размеры и форма элементов которого определены в ГОСТе. Учитывая это, для организации процесса проектирования необходимо разработать информационное обеспечение в виде параметрических моделей как элементов соединения, так и узла в целом, базу данных, содержащую необходимые данные ГОСТа, а также разработать процедуры проектировочных и поверочных расчетов.

Проектировочный расчет шпоночного соединения сводится к определению длины шпонки из условия прочности. Предварительно по ГОСТу в зависимости от диаметра вала подбираются основные параметры шпоночного соединения: высота и ширина шпонки, глубина шпоночного паза на валу и втулки. Поверочный расчет заключается в определении действующих напряжений среза и смятия.

Размеры призматического шпоночного соединения определены ГОСТ 23360-78, часть из которых представлены в таблице.

Таблица

Размеры призматического шпоночного соединения ГОСТ 23360-78

Диаметр D	Сечение $b \times h$	Глубина t	
		вала	колеса
22–30	7×7 8×7	4,0	3,3
30–38	10×8	5,0	3,3
38–44	12×8	5,0	3,3
44–50	14×9	5,5	3,8
50–58	16×10	6,0	4,3

Некоторые конструктивные решения шпоночного соединения представлены на рисунке 1.3.

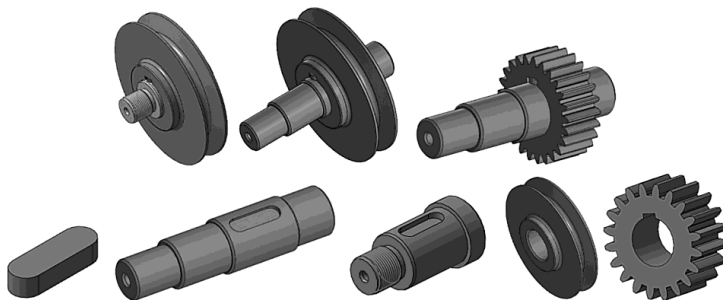


Рис. 1.3

Пример шпоночного соединения

Рассмотрим процесс параметрического моделирования элементов шпоночного соединения.

Параметры шпоночного соединения, колеса, вала и шпонки представлены на рисунке 1.4.

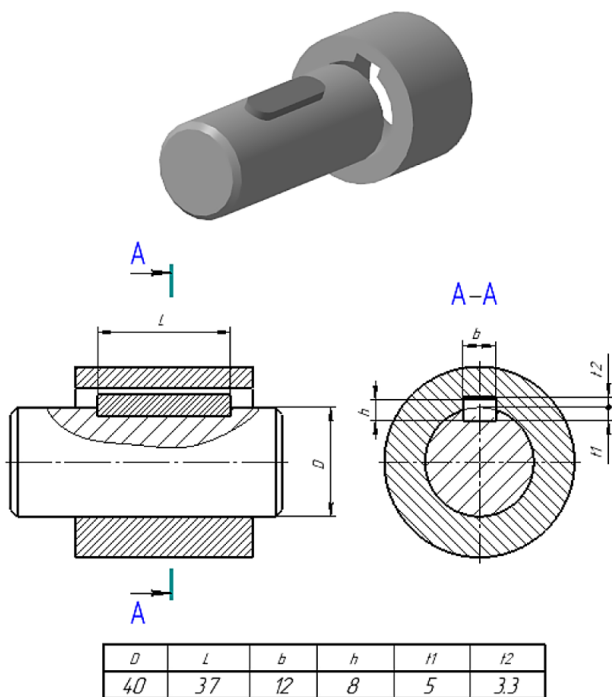


Рис. 1.4

Модель шпоночного соединения и ее переменные

Моделирование колеса

Создадим новый файл «Деталь». Сохраним под именем «Колесо». Выделим ортогональную плоскость. Перейдем на создание первого эскиза. Разработаем эскиз согласно чертежу (рис. 1.5). Далее выберем команду выдавливания, введем необходимые параметры.

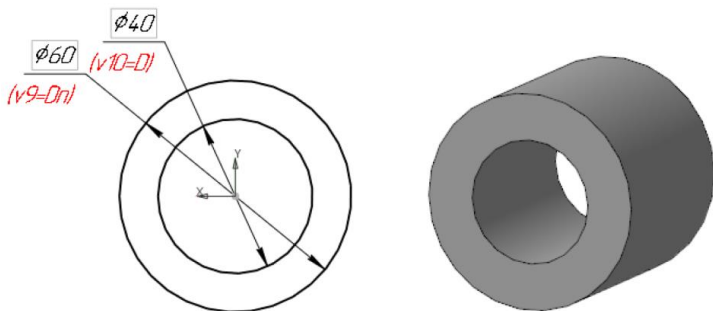


Рис. 1.5

Эскиз и промежуточная модель колеса

Создадим эскиз шпоночного паза. Выделим торец модели. Перейдем на создание эскиза. В режиме эскизирования построим прямоугольник (см. рис. 1.6). Построим вертикальную линию типом линии «Осевая» — ось симметрии.

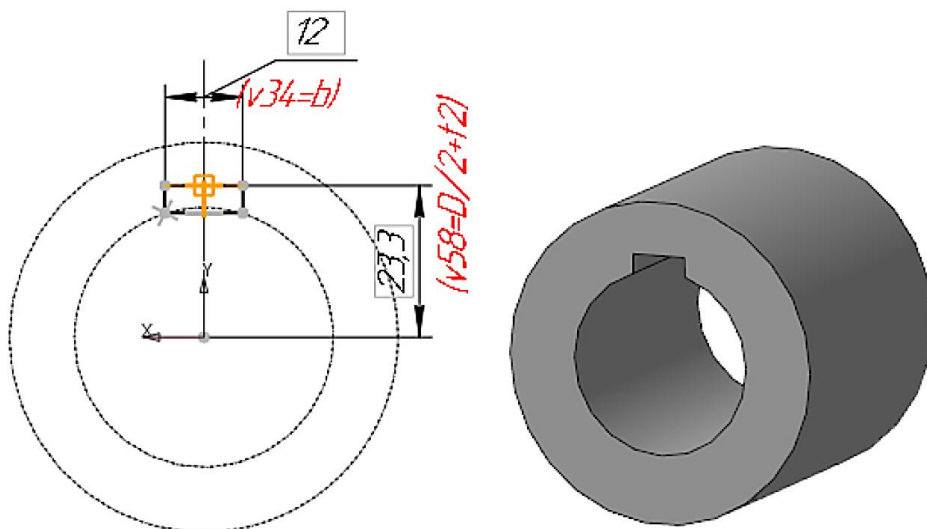


Рис. 1.6
Эскиз паза и модель колеса

Параметризация эскиза. Шпоночный паз симметричен относительно оси ОУ и заканчивается на центральном отверстии. Параметризуем его следующими командами: симметрией точек, точка за кривой. Далее проставим размеры. Изменим размеры согласно чертежу. Выйдем из режима эскиза. Выберем команду выдавливания, введем необходимые параметры операции.

Создадим переменные модели колеса. Для этого откроем окно задания переменных модели. Создадим список переменных (рис. 1.7). Объявим их как внешние параметры.

	Имя	Выражение	Значен...
▼ Деталь (Тел-1)			
↗	D	40	40
↗	b	12	12
↗	t2	3.3	3.3

Рис. 1.7
Переменные модели колеса

Создадим связь переменных модели с переменными эскизов так, как показано на рисунке 1.8.

	Имя	Выражение	Значен...	
▼ Деталь (Тел-1)				
➤	D	40	40	
➤	b	12	12	
➤	t2	3.3	3.3	
▼ Вн.отв.				
	v52		0	
	v53	D	40	
▼ Шпоночный паз				
	v178		0	
	v179	$D/2+t2$	23.3	
	v180	b	12	

Рис. 1.8

Связь переменных модели с переменными эскизов

Моделирование вала

Выделим ортогональную плоскость. Перейдем на создание эскиза основания модели. Разработаем эскиз тела вращения согласно чертежу (рис. 1.9). Для этого построим ось вращения (отрезок типом линии «Осевая») и образующую цилиндра типом линии «Основная». Параметризуем эскиз выравниванием по вертикали относительно системы координат. Поставим размеры. Изменим размеры согласно чертежу. Выйдем из эскиза. Перейдем на создание тела вращения. Введем необходимые параметры операции вращения и создадим ее.

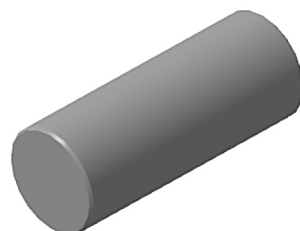
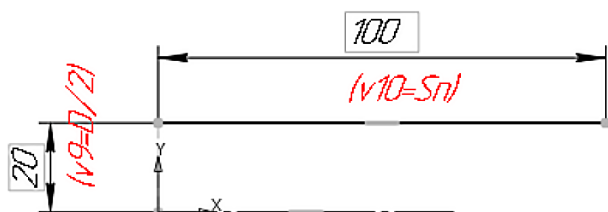


Рис. 1.9

Эскиз и промежуточная модель вала

Для моделирования на валу шпоночного паза необходимо создать касательную плоскость. Создадим ее. Далее выделим созданную плоскость и перейдем к построению нового эскиза на этой плоскости. Состроим эскиз согласно чертежу (рис. 1.10). Параметризуем его, создав следующие связи: равенство радиусов дуг, выравнивание по горизонтали центров дуг относительно начала системы координат, касание дуг отрезкам. Далее проставим размеры. Изменим размеры согласно чертежу. Выйдем из эскиза. Перейдем на создание тела выдавливания вырезанием. Введем параметры операции и выполним ее.

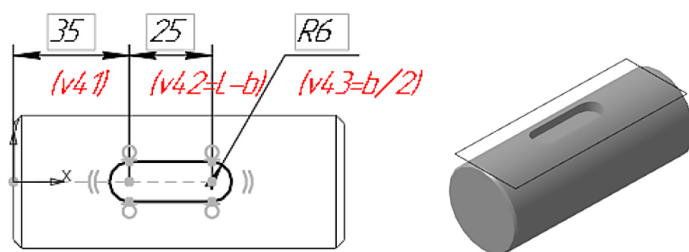


Рис. 1.10
Эскиз шпоночного паза

Создадим переменные. Откроем окно задания переменных модели. Создадим список переменных (рис. 1.11). Объявим их внешними. Создадим связь между переменными модели и переменными эскизов так, как показано в таблице на рисунке 1.12.

	Имя	Выражение	Значен...
▼	1K540.021.002 Вал (Тел-1)		
➤	D	40	40
➤	t1	5	5
➤	L	37	37
➤	b	12	12

Рис. 1.11
Переменные модели вала

	Имя	Выражение	Значен...
▼	1K540.021.002 Вал (Тел-1)		
➤	D	40	40
➤	t1	5	5
➤	L	37	37
➤	b	12	12
►	Начало координат		
▼	Вал		
	v8		0
	v9	D/2	20
►	Операция вращения:1		
►	Касательная плоскости:1		
▼	Шпоночный паз		
	v40		0
⋮	v41		38
	v42	L-b	25
	v43	b/2	6

Рис. 1.12
Связь переменных модели с переменными эскизов

Моделирование шпонки

Создадим новый файл. Сохраним под именем «Шпонка». Выделим ортогональную плоскость. Перейдем на создание эскиза. Разработаем эскиз согласно чертежу (рис. 1.13). Создадим связи: равенство радиусов, выравнивание по горизонтали центров дуг и началу системы координат, касание дуг отрезкам. Проставим размеры. Изменим размеры согласно чертежу. Выйдем из эскиза. Перейдем на создание тела выдавливания, введем необходимые параметры и выполним операцию.

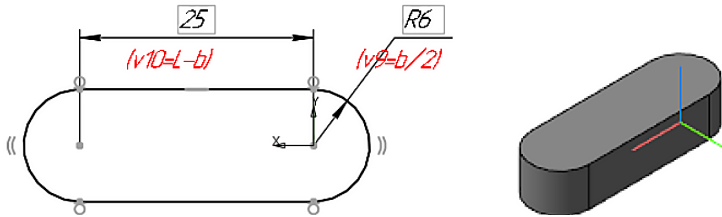


Рис. 1.13

Эскиз и модель шпонки

Откроем окно задания переменных модели. Создадим список переменных (рис. 1.14). Объявим их внешними. Создадим связи переменных модели с переменными эскизов так, как показано в таблице на рисунке 1.15.

	Имя	Выра...	Значен...
▼ 1K540Ф1.021.003 Шпонка (Тел-1)			
➤	h	8	8
➤	L	37	37
➤	b	12	12

Рис. 1.14

Переменные модели шпонки

▼ Эскиз:1			
	v8		0
	v9	b/2	6
	v10	L-b	25
▼ Операция выдавливания:1			
	v11		0
	v14	h	8
	v16		0
	v17		0
	v19		0

Рис. 1.15

Связь переменных модели с переменными эскизов

Моделирование шпоночного соединения

Для разработки модели шпоночного соединения необходимо выполнить следующие действия. Создать новый документ «Сборка». Добавить последовательно модели вала, колеса и шпонки. Создать между валом и шпонкой сопряжения: соосность цилиндрических поверхностей, совпадение поверхности паза с поверхностью шпонки. Далее создать сопряжение между валом и колесом: соосность цилиндрических поверхностей. Создать сопряжение между шпонкой и колесом: совпадение боковой поверхности шпонки и боковой поверхности паза на колесе (рис. 1.16).



Рис. 1.16

Сопряжения моделей в сборке

Далее необходимо создать переменные сборки, объявить их внешними (рис. 1.17) и создать связь между переменными сборки и переменными моделей деталей (рис. 1.17, 1.18).

	Имя	Выражение
▼ 1K540Ф1.021.000 Шпоночное с		
➤	D	40
➤	L	40
➤	b	12
➤	h	8
➤	t1	5
➤	t2	3.3

Рис. 1.17

Переменные модели сборки

▼ 1K540.021.002 Вал				▼ 1K540Ф1.021.01 Колесо				▼ 1K540Ф1.021.003 Шпонка			
	v50		0		v160		0		v237		0
	v51		0		v161		0		v238		0
	v50_D	D	42		v160_D	D	42		v237_L	L	40
	v50_L	L	40		v160_Dn		60		v237_b	b	12
	v50_Sn		100		v160_Sv		40		v237_h	h	8
	v50_b	b	12		v160_b	b	12				
	v50_t1	t1	5		v160_t2	t2	3.3				

Рис. 1.18

Параметрические связи шпоночного соединения

Задание 2. Разработать параметрическую модель шлицевого соединения.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru