



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Металлургия и литейное производство»

САПР ПРОКАТНОГО И ВОЛОЧИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ПРАКТИКУМ

**по одноименному курсу для студентов
специальности 1-43 01 01 «Металлургическое
производство и материалобработка (по направлениям)»
направления 1-42 01 01-02 «Металлургическое
производство и материалобработка
(материалобработка)» специализации 1-42 01 01-02 01
«Обработка материалов давлением»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2016

УДК 658.512:621.77(075.8)
ББК 30.2-5-05:34.62я73
С19

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 24.03.2015 г.)*

Составитель: С. В. Шишков

Рецензент: зав. каф. «Теоретические основы электротехники» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. экон. наук, доц. *В. В. Кротенок*

САПР прокатного и волочильного производства : практикум по одноим. курсу для
С19 студентов специальности 1-43 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка
(по направлениям)» направления 1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка) специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка материалов давлением» днев. и заоч. форм обучения / С. В. Шишков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 152 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены теоретические сведения, задания и методика выполнения лабораторных работ в системе КОМПАС-3D, а также контрольные вопросы для подготовки к защите лабораторных работ.

Для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 658.512:621.77(075.8)
ББК 30.2-5-05:34.62я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ	3
Лабораторная работа № 1 Работа с 2D-библиотеками системы КОМПАС-3D	6
Теоретическая часть	6
1 Общие сведения о библиотеках системы КОМПАС-3D	6
2 Подключение библиотек.....	7
3 Проектирование резьбовых соединений	9
4 Проверка документа на наличие ошибок в оформлении	14
Порядок выполнения работы	14
Контрольные вопросы.....	15
Лабораторная работа № 2 Текстовый редактор системы КОМПАС-3D. Создание текстовых документов и фрагментов текста на чертежах	18
Теоретическая часть	18
1 Общие сведения о текстовом редакторе КОМПАС-3D	18
2 Элементы интерфейса текстового редактора.....	19
3 Создание текстового документа.....	21
4 Общие приемы работы и возможности текстового редактора.....	25
Порядок выполнения работы	32
Контрольные вопросы.....	32
Лабораторная работа № 3 Выполнение измерений в графических документах системы КОМПАС-3D	33
Теоретическая часть	33
1 Инструменты для выполнения измерений КОМПАС-3D	33
2 Измерения на плоскости	35
3 Массо-центровочные характеристики	37
Порядок выполнения работы	42
Контрольные вопросы.....	42
Лабораторная работа № 4 Параметризация геометрических объектов в системе КОМПАС-3D.....	44
Теоретическая часть	44
1 Общие сведения о параметризации	44
2 Параметрические возможности КОМПАС-3D	47
3 Работа с параметрическими переменными документа	64
4 Работа с параметрическими изображениями	74
Порядок выполнения работы	76
Контрольные вопросы.....	76

Лабораторная работа № 5 Особенности интерфейса модуля трехмерного моделирования КОМПАС-3D. Принципы и основные приемы моделирования и редактирования объемных деталей.....	78
Теоретическая часть.....	78
1 Основные понятия трехмерного моделирования в КОМПАС- 3D.....	79
2 Основные элементы интерфейса модуля трехмерного моделирования системы КОМПАС-3D.....	80
3 Сохранение документа типа Деталь и Сборка.....	83
4 Общие принципы 3D-моделирования в КОМПАС-3D.....	85
5 Операции редактирования тел.....	95
6 Многотельное моделирование.....	100
7 Создание массивов элементов.....	101
8 Параметризация трехмерных моделей.....	104
9 Построение вспомогательных объектов.....	110
10 Редактирование модели.....	113
Порядок выполнения работы.....	115
Контрольные вопросы.....	115
Лабораторная работа № 6 Использование элементов оформления и обозначений при моделировании деталей.	
Выполнение измерений в моделях средствами.....	118
Теоретическая часть.....	118
1 Правила оформления модели.....	118
2 Элементы оформления модели.....	121
3 Измерения в моделях.....	138
Порядок выполнения работы.....	149
Контрольные вопросы.....	149
ЛИТЕРАТУРА.....	152

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении лабораторных работ в компьютерном классе необходимо соблюдать как правила личной безопасности, так и безопасности обработки информации.

В целях личной безопасности запрещается:

- несанкционированно включать и выключать (а также подключать и отключать) компьютеры и другое оборудование;
- касаться мониторов;
- класть на устройства какие-либо предметы;
- заниматься на рабочих местах посторонними делами.

В целях обеспечения безопасности при обработке информации запрещается:

- уничтожать, изменять или копировать без разрешения файлы других пользователей. При возможных ошибках в работе, связанных с системными файлами или файлами других пользователей, необходимо немедленно поставить в известность преподавателя или инженера для исправления ситуации;
- осуществлять запуск программ, не имеющих отношения к выполняемой работе, особенно неизвестных программ;
- изменять настройки систем таким образом, что это создаст трудности другим пользователям;
- пользоваться внешними носителями информации без проверки на отсутствие вирусов.

Лабораторная работа № 1 Работа с 2D-библиотеками системы КОМПАС-3D

Цель работы: освоение приемов автоматизированного построения чертежей резьбовых соединений с применением Конструкторской библиотеки.

Теоретическая часть

1 Общие сведения о библиотеках системы КОМПАС-3D

Существует большое количество деталей и узлов, отличающихся лишь своими параметрами - размерами. Для упрощения и ускорения разработки чертежей, содержащих типовые и стандартизованные детали очень удобно применять готовые библиотеки.

Библиотека - это программный модуль, созданный для расширения стандартных возможностей системы КОМПАС-3D. Библиотека представляет собой ориентированную на конкретную задачу подсистему автоматизированного проектирования, которая после выполнения проектных расчетов формирует готовые конструкторские документы.

Типичными примерами приложений являются библиотеки для автоматического построения изображений часто встречающихся геометрических фигур, гладких и резьбовых отверстий, библиотеки стандартных машиностроительных элементов и крепежа, значительно ускоряющие проектирование сборочных моделей и оформление сборочных чертежей.

В КОМПАС-3D существует специальная система для работы с библиотеками - **Менеджер библиотек** (рисунок 1).

Слева от названия каждой библиотеки находится пиктограмма, характеризующая тип этой библиотеки:



прикладная библиотека;



библиотека фрагментов;



библиотека моделей.

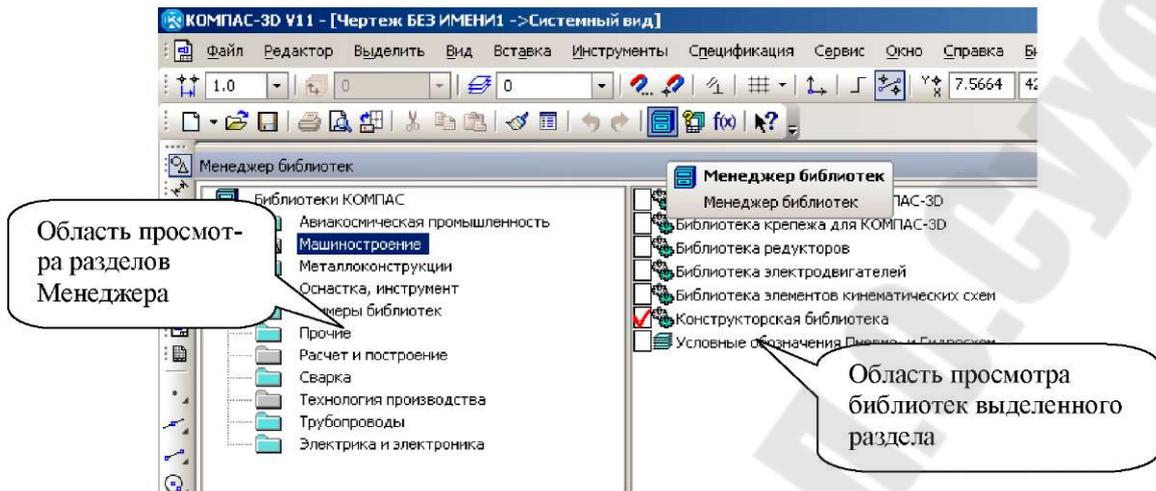


Рисунок 1 - Менеджер библиотек системы КОМПАС-3D

2 Подключение библиотек

Для подключения библиотеки к КОМПАС-3D следует выполнить следующие действия:

- нажать кнопку **Менеджер библиотек**  на Стандартной панели инструментов (рисунок 1). На экране появится окно **Менеджер библиотек**, в левой части которого отображается *список разделов* Менеджера библиотек. Для того чтобы посмотреть содержимое раздела, следует щелкнуть по его названию - в его правой части отобразится *структура раздела*;
- выбрать нужную библиотеку и два раза щелкнуть мышью по названию библиотеки. В прямоугольном поле рядом с названием библиотеки появляется красная "галочка" - признак того, что библиотека подключена. Если в разделе имеются подключенные библиотеки, то его пиктограмма отображается серым цветом, если нет - голубым.

На рисунке 1 в левой части окна показаны библиотеки КОМПАС-3D, в правой - содержимое библиотеки **Машиностроение**.

2.1 Прикладная библиотека КОМПАС

Типовые изображения (крепежные изделия, подшипники, шпонки, канавки, трубопроводную арматуру и прочее) нет необходимости

вычерчивать вручную. Они хранятся в библиотеках и справочниках системы. Одной из таких библиотек является **Прикладная библиотека КОМПАС**. В ней представлены некоторые простые элементы, а также хранятся важные системные функции.

Перед использованием **Прикладной библиотеки** ее необходимо подключить к системе. **Прикладная библиотека** находится в папке **Прочие** дерева библиотек **Менеджера библиотек** (рисунок 2). В окне библиотеки представлены папки (рисунок 3) с библиотечными элементами, изображения которых можно разместить на чертеже, предварительно задав соответствующие параметры элементов.

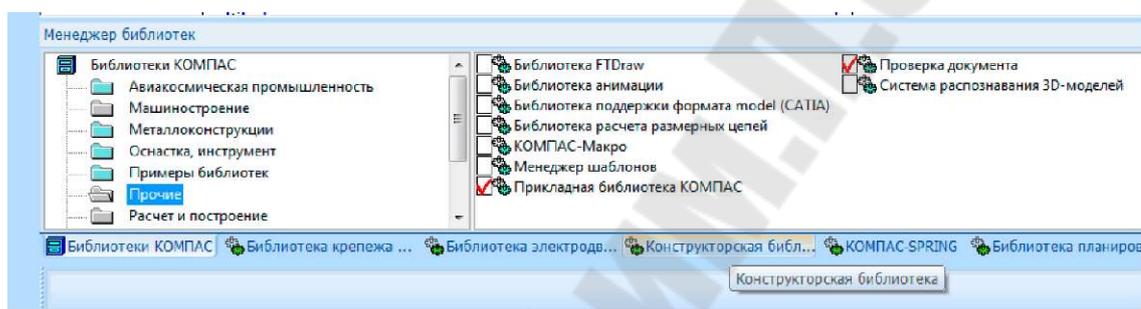


Рисунок 2 - Прикладные библиотеки раздела Прочие

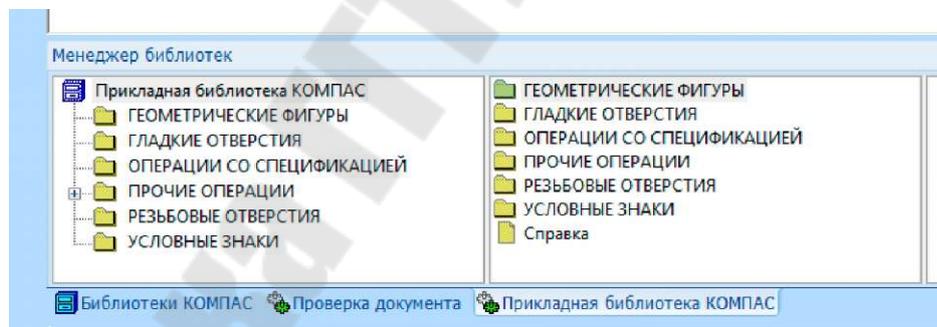


Рисунок 3 - Прикладная библиотека КОМПАС

2.2 Библиотеки фрагментов

Пользоваться **библиотеками фрагментов** удобно в том случае, если во время работы часто возникает необходимость вставлять в чертежи одни и те же фрагменты. Использование библиотек фрагментов упрощает поиск и вставку в документ готовых изображений.

Каждая библиотека фрагментов представляет собой отдельный файл с расширением *.lfr*. Фрагменты библиотеки не являются отдельными файлами на диске, а входят составными частями в единый файл библиотеки. Фрагменты хранятся в виде упорядоченных списков в подразделах и корневом разделе библиотеки. Имена фрагментов и

разделов библиотеки могут состоять из любых символов, количество фрагментов и разделов не ограничено.

В комплект поставки КОМПАС-3D включены некоторые библиотеки фрагментов. Каждая библиотека фрагментов отображается на отдельной вкладке **Менеджера библиотек** в составе раздела **Примеры библиотек** (рисунок 4).

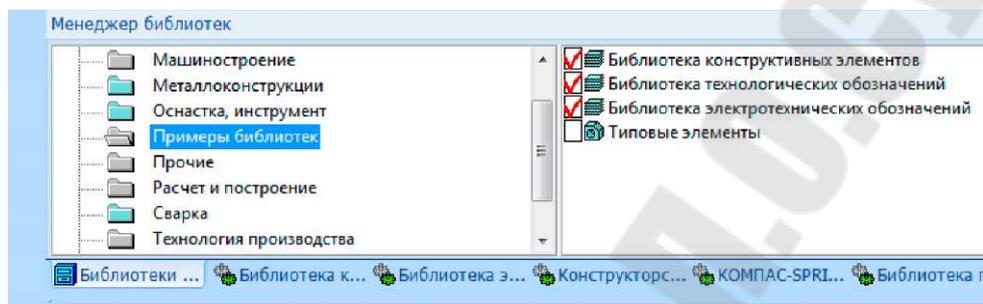


Рисунок 4 - Окно менеджера библиотек с подключенными библиотеками фрагментов

3 Проектирование резьбовых соединений

При сборке машин, станков, приборов отдельные детали в большинстве случаев соединяют друг с другом резьбовыми крепежными изделиями: болтами, шпильками и винтами.

Для автоматизированного построения чертежей резьбовых соединений следует:

- Активизировать Менеджер библиотек.
- В разделе Машиностроение открыть Конструкторскую библиотеку.

В **Конструкторской библиотеке** (рисунок 5) представлены данные, сгруппированные в разделы: болты, гайки, шайбы и т.д. Если выделить в списке элемент раздела, то в правой части окна появится его изображение.

• Для проектирования резьбовых соединений в **Конструкторской библиотеке** нужно выбрать раздел **Крепежный элемент** (рисунок 5), после чего в открывшемся окне (рисунок 6) выбрать вкладку **Все элементы**. Работая в этом разделе, можно составлять различные наборы резьбовых соединений, например, болт+гайка+шайба, шпилька+гайка+шайба, винт+шайба и т.д.

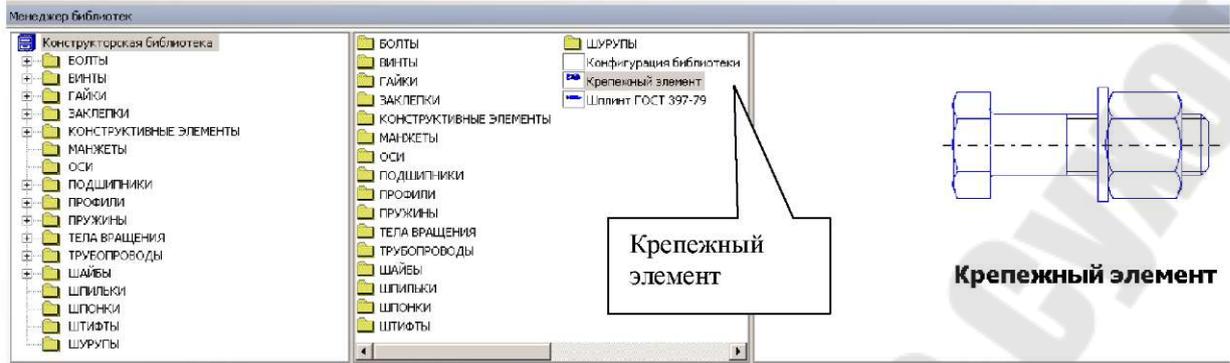


Рисунок 5 - Конструкторская библиотека системы КОМПАС-3D

3.1 Вычерчивание болтового соединения

3.1.1 Выбор болта

В окне **Крепежный элемент** (рисунок 6) представлены данные для различного вида крепежных элементов, например, болты различных форм и размеров. После выбора стандарта болта нужно задать номинальный диаметр d его резьбы, выбрав его из раскрывающегося списка соответствующего поля стандартных значений. Кроме этого нужно зафиксировать толщину пакета зажимаемых деталей, вводя это значение с клавиатуры в поле **Толщина пакета**. Можно не фиксировать толщину пакета, при этом болт на чертеже будет "резиновый", его можно растянуть до нужной длины. Шаг резьбы болта следует выбирать крупный.

Заканчивать выбор болта необходимо нажатием черной верхней стрелки окна, направленной вправо. При этом в правом окошечке появляется изображение первого элемента набора - болта. Если какой-то элемент требуется из набора исключить, нужно его название выделить в среднем окне цветом и щелкнуть на клавише клавиатуры <Delete> или нажать на стрелку, направленную влево.

Спецификацию для сборочного чертежа болтового соединения можно вычерчивать в автоматическом режиме или вручную, соответственно включая/выключая флажок **Создать объект спецификации**.

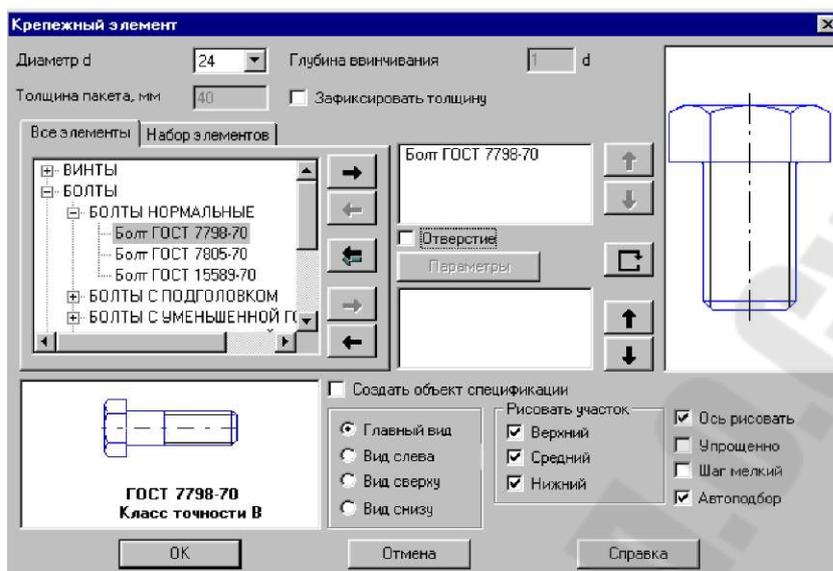


Рисунок 6 - Диалоговое окно выбора крепежного элемента

На чертеже болтовое соединение можно вычертить без средней части, если соединяемые детали вычерчиваются без разреза, и со средней частью, если детали разрезаны (болт, гайка, шайба на сборочных чертежах считаются не рассеченными). Для задания режима отображения нужно отметить галочкой на панели **Рисовать участок** то изображение, которое необходимо отразить: изображение верхней, средней или нижней части болтового соединения.

В этом же окне можно выбирать и вид: главный, сверху, слева и т.д. Вначале необходимо строить вид спереди, затем нужно вновь вернуться в библиотеку для построения вида сверху и включить флажок в кружке слева от строки **Вид сверху**.

Для построения контура отверстия в деталях под болт следует включить флажок в окне **Отверстие**.

3.1.2 Выбор шайбы

Выбор шайбы осуществляется аналогично выбору болта. Необходимый размер шайбы и гайки выбирается автоматически в зависимости от диаметра резьбы болта. В нижней части окна появляется изображение шайбы, нужно нажать на верхнюю стрелку вправо, и на изображение болта наложится изображение шайбы.

3.1.3 Выбор гайки

Выбор гайки осуществляется аналогично выбору шайбы. Размеры гайки система подбирает сама в автоматическом режиме в зависимости от размера болта. При нажатии на черную нижнюю стрелку гайка добавляется в создаваемый набор элементов (рисунок 7).

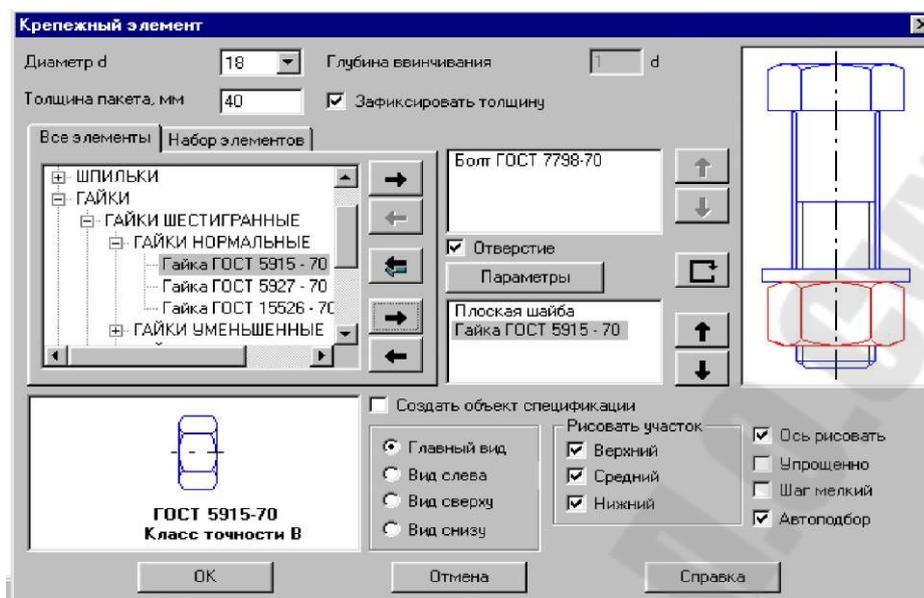


Рисунок 7 - Диалоговое окно при выборе гайки

3.1.4 Построение чертежа болтового соединения

После создания набора элементов соединения нужно нажать кнопку <ОК>. Система на поле чертежа сформирует фантомное изображение соединения, которое перемещается по чертежу вместе с курсором. В нужном месте следует зафиксировать щелчком левой кнопки положение первой точки привязки объекта, повернуть изображение под нужным углом и окончательно зафиксировать изображение на чертеже. Достроить затем вид сверху, все лишние линии удалить, используя на странице инструментальной панели в меню **Редактирование** кнопку **Усечь кривую между двумя точками**. Заштриховать соединяемые детали.

3.1.5 Обозначение размеров

На сборочных чертежах проставляют небольшое количество основных размеров (габаритные, установочные, монтажные и т. д.), так как по этим чертежам не изготавливают детали. На чертеже болтового соединения следует проставить только габаритные размеры соединяемых деталей (пакета), остальные размеры деталей проставлять не нужно, они используются только для построения изображения соединяемых болтовым комплектом деталей.

3.1.6 Обозначение позиций на сборочном чертеже

Номера (позиции) деталей располагают на одной горизонтали или вертикали. Первые номера присваивают самым крупным деталям,

последние - стандартным изделиям. Линии-выноски позиций нельзя пересекать размерными линиями и ориентировать параллельно штриховке.

Для обозначения позиций следует воспользоваться командой **Обозначение позиций** компактной панели **Обозначения**.

Позиции на чертеже должны быть расположены либо друг под другом вертикально на одной линии, либо горизонтально. Для выравнивания построенных позиций их нужно все сразу выделить щелчками левой кнопки мыши, удерживая при этом нажатой кнопку <Shift> на клавиатуре. Затем из расширенной панели **Обозначение позиций** выбрать строку **Выровнять позиции по горизонтали** или **Выровнять позиции по вертикали**. Щелчком в нужной точке заканчивается выравнивание позиций.

3.2 Создание спецификации

Чертеж болтового соединения является сборочным чертежом. Сборочные чертежи сопровождаются текстовым документом - спецификацией.

Спецификация - это текстовый документ, в котором перечисляются входящие в изделие пронумерованные детали.

Каждая крепежная деталь имеет условное обозначение, записываемое в спецификацию, в котором отражаются: форма, основные размеры детали, класс прочности и покрытия. В учебных чертежах рекомендуется:

- использовать все резьбовые изделия первого исполнения, которое не отражается в условном обозначении;
- в условном обозначении изделия не отражать класс прочности и вид покрытия, предохраняющего изделие от коррозии.

Спецификация в КОМПАС-3D создается средствами системы проектирования спецификаций.

Пример условного обозначения болта: БОЛТ М24х90 ГОСТ 7798-70,

где М24 - наружный диаметр резьбы; 90 - длина стержня болта без головки; ГОСТ 7798-70 - стандарт, определяющий размеры болта.

Пример условного обозначения гайки: ГАЙКА М24 ГОСТ 5915-70

Пример условного обозначения шайбы: ШАЙБА 24 ГОСТ
11371-78

4 Проверка документа на наличие ошибок в оформлении

Можно проверить чертеж на наличие ошибок в оформлении (наличие пересечений размерных линий с другими линиями чертежа, слишком маленькие расстояния между параллельными размерными линиями и т.д.). Эти функции реализованы в библиотеке **Проверка документа**.

Данная библиотека активизируется из окна **Менеджер библиотек**. Здесь необходимо открыть папку **Прочие** и подключить библиотеку **Проверка документа** (рисунок 2). Функции библиотеки: Проверка наложения элементов; Проверка размеров; Проверка связей обозначений позиций; Справка (рисунок 8).

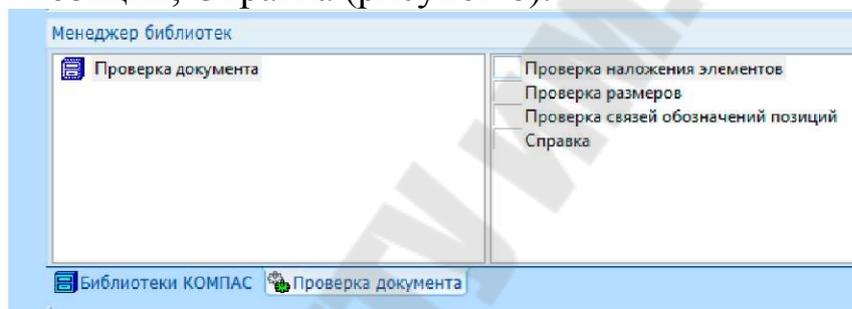


Рисунок 8 - Функции библиотеки Проверка документа

Активизировать любую из функций библиотеки можно двойным щелчком мыши. После чего откроется соответствующее диалоговое окно, в котором следует включить нужные для проверки опции и нажать <ОК>. Если на чертеже нет ошибок, будет показано соответствующее сообщение.

Для отображения ошибок в чертеже может быть создан специальный слой **Ошибки размерных линий**. В этом слое размещаются обозначения ошибок - знак в виде эллипса с пояснительной надписью. Если ошибок не слишком много, можно отказаться от создания этого слоя.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. В соответствии с индивидуальным заданием, выданным преподавателем, построить на формате А4 вид спереди и вид сверху бол-

того соединения с необходимыми разрезами, проставить размеры, обозначить позиции и создать спецификацию.

Для всех вариантов заданий предусмотрены:

- болты нормальные шестигранные по ГОСТ 7798-70;
- гайки нормальные шестигранные по ГОСТ 5915-78;
- шайбы плоские по ГОСТ 11373-78.

3. Чертеж и спецификацию распечатать на принтере. Образец работы представлен в приложении А.

4. Оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями по оформлению отчетов.

Контрольные вопросы

1. Что называется библиотекой в КОМПАС-3D ?
2. Как в КОМПАС-3D выполнить подключение библиотек?
3. Какого типа библиотеки присутствуют в КОМПАС-3D ?
4. Какие библиотеки называются прикладными, и как они используется при работе в КОМПАС-3D ?
5. Что содержат библиотеки фрагментов и каково их назначение?
6. Какова последовательность проектирования резьбового соединения?
7. Как при проектировании резьбового соединения выполняется выбор болта, винта, гайки?
8. Как осуществляется построение чертежа резьбового соединения и создание спецификации?
9. Как в КОМПАС-3D выполняется проверка документа на наличие ошибок в оформлении?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

ОМД.01Д.000 СБ				Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	у	1:1
Разраб.	Иванов И.И.					
Пров.	Целцева С.Н.					
Т.контр.					Лист	Листов 1
Инв. № подл.	Н.контр.	Утв.			ГГТУ им. П.О. Сухого зр. Д-41	

Копировал

Формат А4

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A4			ОМД.01Д.000 СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Детали</u>		
Справ. №		Б4	1		ОМД.01Д.001	Обойма	2	
						<u>Стандартные изделия</u>		
			2			Болт М20 х 100 ГОСТ 5915-70	1	
			3			Гайка М20 ГОСТ 5915-70	1	
			4			Шайба 20,65 Г ГОСТ 6402-70	2	
			5			Шайба 20 ГОСТ 11371-70	2	
Подп. и дата								
Инв. № докум.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
					ОМД.01Д.000 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Иванов И.И.			Болтовое соединение (Сборочный чертеж)			Лит.
Пров.		Целева С.Н.						Лист
Н.контр.								ГГТУ им. П.О. Сухого
Утв.								гр. Д-41
					Копировал		Формат А4	

Лабораторная работа № 2 Текстовый редактор системы КОМПАС-3D. Создание текстовых документов и фрагментов текста на чертежах

Цель работы: изучение приемов создания текстовой документации в текстовом редакторе системы КОМПАС-3D .

Теоретическая часть

1 Общие сведения о текстовом редакторе КОМПАС-3D

Текстовый редактор является составной частью системы КОМПАС-3D . Основная область его применения - разработка различного рода текстово-графической документации.

Текстовый редактор системы КОМПАС-3D активизируется через диалоговое окно создания документа КОМПАС или через команду **Создать** выпадающего меню **Файл**, где необходимо выбрать тип документа: **Текстовый документ**.

Текстовый документ, созданный с помощью текстового редактора системы КОМПАС-3D , имеет расширение *kdw*.

Документы могут оформляться в соответствии со стандартами или иметь произвольную форму.

При создании документов возможно использование любых доступных в Windows шрифтов. В поставку системы КОМПАС-3D включены шрифты TrueType, начертание которых соответствует ГОСТ 2.304-81 "ЕСКД. Шрифты чертежные":

- **GOST type A** (имя файла шрифта - *gost_a.tif*),
- **GOST type B** (имя файла шрифта - *gost_b.tif*),
- **GOST type AU** (Юникод-шрифт, имя файла шрифта - *gostau.ttf*),
- **GOST type BU** (Юникод-шрифт, имя файла шрифта - *gost_bu.ttf*),

Также включены шрифты True Type, содержащие спецсимволы:

- **Symbol type A** (имя файла шрифта - *symbola.ttf*),
- **Symbol type B** (имя файла шрифта - *symbolb.ttf*).

Основные возможности текстового редактора:

- настройка параметров шрифта и абзацев;
- работа со стилями текста;
- автоматизированный ввод часто встречающихся фрагментов текста (текстовых шаблонов);

- вставка специальных обозначений и символов (допусков форм, предельных отклонений, обозначений сварных соединений и т.п.) из библиотеки;
- вставка формул, дробей, надстрочных и подстрочных индексов;
- создание списков различной степени вложенности;
- создание произвольных таблиц;
- печать созданных документов на бумажный носитель.

Текстовый редактор может работать в следующих *режимах*:

- создание технических требований, заполнение основной надписи на чертежах;
- создание различных надписей и таблиц (в том числе в составе размеров и обозначений) в чертежах и фрагментах;
- создание отдельных текстовых и тексто-графических документов;
- создание таблиц основных надписей чертежей, спецификаций и текстовых документов.

Каждый из этих режимов имеет некоторые отличия в интерфейсе и наборе доступных команд. В целом приемы работы и принципы задания параметров во всех режимах одинаковы.

2 Элементы интерфейса текстового редактора

Главное окно текстового редактора приведено на рисунке 1. Вызов команд редактора возможен с помощью **Главного меню**, **Инструментальных панелей** и вкладок **Панели свойств**.

Основным отличием текстового редактора системы КОМПАС-3D от других текстовых редакторов является назначение высоты символов, интервалов и межстрочного расстояния не в пунктах (points), а в *миллиметрах*, как это принято на чертежах. В режиме работы с текстом название текущего шрифта и пример его начертания отображаются в соответствующих полях **Панели свойств**.

Компактная панель текстового редактора содержит три панели:

 **Форматирование**,  **Вставка в текст**,  **Таблицы и границы**.

Панель инструментов **Текущее состояние** (рисунок 2) отображает номера текущей страницы, строки и позиции в строке.

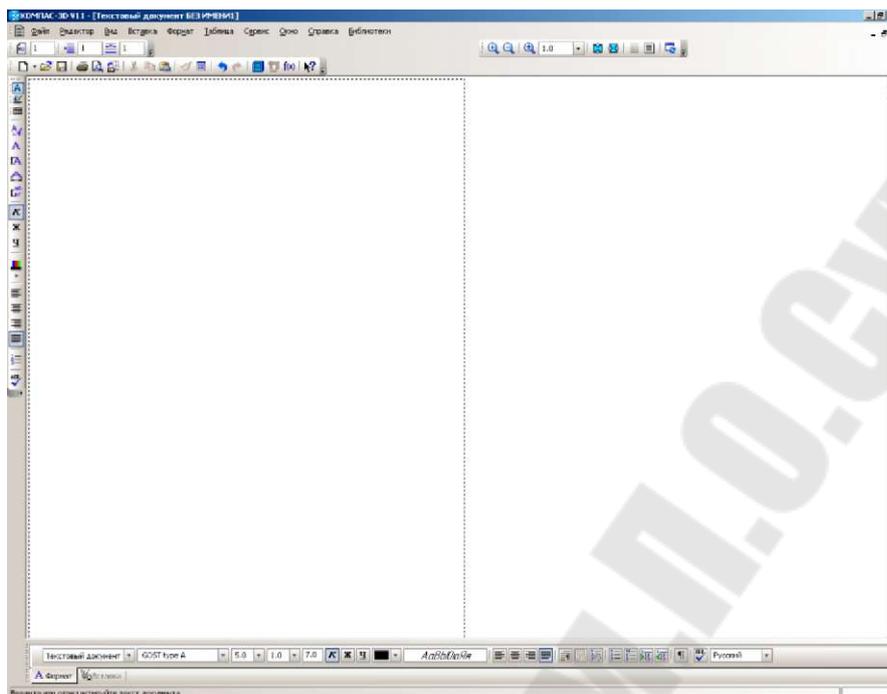


Рисунок 1 - Главное окно Текстового редактора

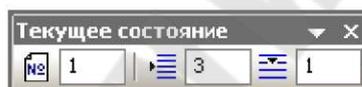


Рисунок 2 - Панель инструментов Текущее состояние

Вкладка **Формат** Панели свойств (рисунок 3а) содержит такой же набор элементов, как и панель инструментов **Форматирование** (рисунок 3б). Кроме того, аналогичный набор элементов находится в выпадающем меню **Формат** (рисунок 3в). С помощью элементов, включенных в состав вышеперечисленных инструментов, можно задавать параметры шрифта, параметры абзаца, которые затем можно объединить в стиль текста. Грамотная настройка параметров абзацев позволяет придать текстовому документу выразительность и сделать его более удобным для восприятия.

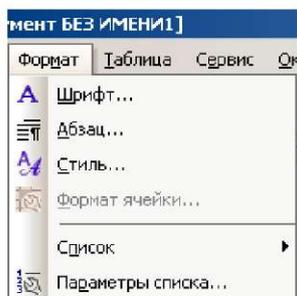
Не все команды, имеющиеся в текстовом редакторе, входят в умолчательный состав меню и инструментальных панелей. Прежде, чем воспользоваться ими, необходимо настроить интерфейс системы так, чтобы соответствующие кнопки отображались на экране. Это можно сделать командой **Настройка интерфейса**, активизируемой из окна, содержащего перечень панелей инструментов.



а)



б)



в)

а – вкладка **Формат** Панели свойств; б – панель инструментов **Форматирования**; в – выпадающее меню **Формат**

Рисунок 3 - Элементы интерфейса текстового редактора

3 Создание текстового документа

Файл текстового документа КОМПАС-3D имеет расширение *.kdw. Текстовый документ обычно состоит из нескольких листов. Кроме того, возможно наличие дополнительных листов в начале и в конце документа. Помимо собственно текста, каждый лист текстового документа содержит основную надпись.

Неотъемлемой характеристикой текстового документа является его формат.

Можно выбрать тип основной надписи для первого листа текстового документа, четного и нечетного листов, а также для каждого из дополнительных листов. Настройка формата распространяется на все листы документа.

Основная надпись текстового документа может быть показана или не показана на экране в зависимости от режима отображения.

3.1 Режим отображения документа

Переключение между режимами выполняется с помощью одноименных команд, расположенных в меню **Вид** или соответствующих кнопок панели **Вид**. Сразу после создания текстовый документ отображается в нормальном режиме: в окне документа отображается белое поле с изображенной на нем пунктирной прямоугольной рамкой - границей области ввода текста (рисунок 1). В режиме разметки стра-

ниц на экране отображается также рамка и основная надпись каждого листа. Текст документа можно вводить как в нормальном режиме, так и в режиме разметки.

3.2 Основная надпись и формат листа

Основная надпись является одним из элементов оформления текстового документа. В оформление также входят внешняя и внутренняя рамки. Кроме того, в оформлении текстового документа хранятся размеры полей текста - расстояния от внутренней рамки до границ текста.

Оформления, поставляемые с КОМПАС-3D, хранятся в библиотеках - файлах *.lyt, расположенных в подкаталоге \Sys главного каталога системы. Основная библиотека оформлений, используемая при создании документов, - *graphic.lyt*. Возможно также формирование пользовательских библиотек оформлений.

Так как каждому листу документа присвоено оформление, не нужно вычерчивать рамку и таблицу основной надписи.

Текстовый документ, созданный по шаблону, имеет оформления и формат листов, соответствующие шаблону.

Вне зависимости от способа создания документа в любой момент можно изменить оформления его листов и формат.

Присвоить листам текущего текстового документа другие оформления можно путем выполнения следующих действий:

- Вызвать команду **Сервис > Параметры... > Текущий текстовый документ > Параметры листа > Оформление.**

В правой части появившегося диалогового окна отображаются названия оформлений, присвоенных листам, и имена библиотек этих оформлений.

- Чтобы выбрать для листа другую библиотеку оформлений, следует нажать кнопку **Библиотеки....**

- Чтобы присвоить листу оформление, необходимо развернуть список **Название** и выбрать нужное оформление.

После закрытия окна листы документа получают выбранные оформления. Оформления отображаются на экране только в режиме разметки.

Изменить формат текущего текстового документа можно путем выполнения следующих действий:

- Вызвать команду **Сервис > Параметры... > Текущий текстовый документ > Параметры листа > Формат**.

- Если документ должен иметь **Стандартный формат**, следует включить соответствующую опцию открывшегося окна настройки параметров и выбрать обозначение формата, установить его кратность и ориентацию.

- Если размеры листов должны отличаться от предусмотренных стандартом, следует включить опцию **Пользовательский** и задать высоту и ширину листа.

Аналогично можно настроить параметры новых документов, вызвав команду **Сервис > Параметры... > Новые документы > Текстовый документ > Параметры листа**.

Выбирая в левой части диалогового окна пункты **Формат** и **Оформление**, можно настроить эти параметры для всех будущих текстовых документов.

Заполнение основной надписи текстового документа выполняется в режиме разметки.

Графы *Количество листов* и *Номер листа* заполняются автоматически и недоступны для редактирования. Можно задать определенное количество листов, а также отключить автоопределение номера листа. Эта настройка производится для текстового документа точно также, как и для чертежа.

3.3 Дополнительные листы

Текстовый документ КОМПАС-3D может иметь дополнительные листы в начале и в конце. Эта возможность позволяет, например, создавать и хранить вместе с самим документом его титульный лист и лист регистрации изменений.

Для управления дополнительными листами текущего текстового документа служит диалоговое окно, вызываемое командой **Сервис > Параметры... > Текущий текстовый документ > Параметры листа > Дополнительные листы** (рисунок 4).

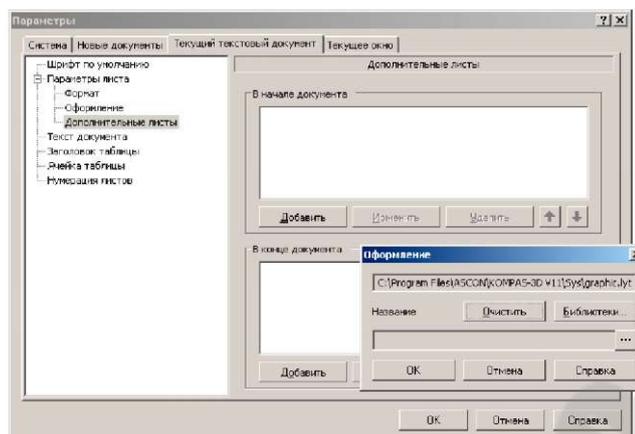


Рисунок 4 — Окно управления дополнительными листами

В правой части появившегося окна отображаются элементы управления дополнительными листами. Количество дополнительных листов определяется количеством оформлений в списках. Кнопки **Добавить**, **Изменить**, **Удалить** позволяют, соответственно, создать в документе дополнительный лист, изменять его оформление и удалять лист. После нажатия кнопки **Добавить** на экране появляется окно выбора оформления, где требуется указать библиотеку оформлений и само оформление.

Стрелки вверх и вниз позволяют изменить порядок следования дополнительных листов.

При работе с текстовым документом, содержащим дополнительные листы, действуют следующие **правила**.

- Дополнительные листы учитываются при автоматической нумерации листов.
- Если дополнительный лист в начале документа имеет оформление, в котором все свободное поле листа занято таблицей основной надписи, то ввод текста возможен только в ячейки таблицы. Например, основная надпись *Титульный лист. ГОСТ 2.105-95* состоит из таблицы, занимающей все свободное поле листа.
- Если на дополнительном листе, расположенном в начале документа, имеется место, свободное от таблицы основной надписи, то на нем может располагаться основной текст документа.
- Дополнительные листы в конце документа не могут содержать основной текст документа. Ввод текста на этих листах возможен только в ячейки таблицы основной надписи (даже при наличии на этих листах места, свободного от таблиц).

3.4 Настройка параметров текста документа

Можно настроить умолчательные параметры текста для текущего текстового документа. Для этого предназначена команда **Сервис > Параметры... > Текущий текстовый документ** (рисунок 5).

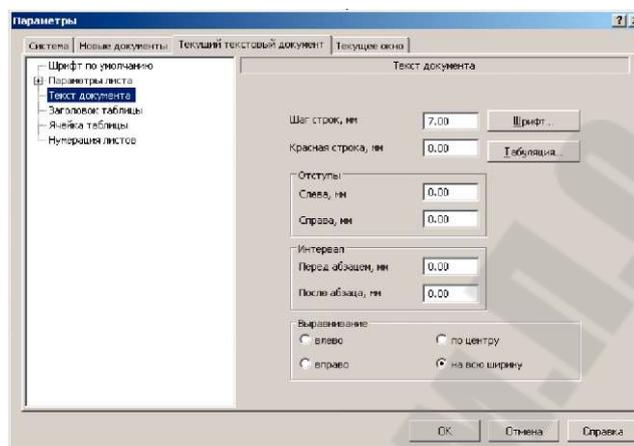


Рисунок 5 - Настройка параметров текста документа

В левой части окна настройки параметров доступны пункты **Шрифт по умолчанию**, **Текст документа**, **Заголовок таблицы**, **Ячейка таблицы** и **Нумерация листов**. Для новых документов аналогичная настройка выполняется командой **Сервис > Параметры... > Новые документы > Текстовый документ**.

4 Общие приемы работы и возможности текстового редактора

4.1 Поиск и замена фрагментов текста

Текстовый редактор КОМПАС-3D предоставляет возможность автоматизированного поиска и замены фрагментов текста. Эти действия осуществляются командами  **Найти** и  **Заменить** выпадающего меню **Редактор**.

4.2 Форматирование текста

Текстовые абзацы имеют ряд параметров, обуславливающих их внешний вид. К **параметрам абзаца** относятся:

- шаг строк;

- *левый и правый отступы;*
- *интервалы перед абзацем и после абзаца;*
- *способ выравнивания текста;*
- *параметры табуляции.*

Эти параметры присущи каждому абзацу и в любое время могут быть изменены. Кроме того, всему абзацу или некоторым его фрагментам можно назначить определенные параметры шрифта.

Перечисленные **параметры абзаца** вместе с **параметрами шрифта** могут быть объединены в **стиль текста**. Стиль может быть настроен один раз и сохранен, а затем многократно использован для быстрого форматирования документов. Использование стилей при создании и оформлении текстовых документов и чертежей имеет ряд преимуществ перед отдельным форматированием, поскольку обеспечивает:

- единство оформления всей документации в соответствии с требованиями ЕСКД или другими требованиями (стандарты предприятия, отрасли и т.п.);
- сокращение времени на оформление документации;
- сокращение времени на корректировку оформления каких-либо элементов документации.

Для чертежей могут использоваться свои специфические текстовые стили (такие как текст на чертеже, текст в размерных надписях, на полках линий-выносок, текст в технических требованиях и т.п.). В состав дистрибутива КОМПАС-3D входят готовые (системные) стили для создания текстового документа и для ввода текста и специальных обозначений на чертеже. Кроме того, можно создавать собственные стили, при необходимости используя системные стили в качестве прототипа.

Изменение текстового стиля осуществляется командой **Стиль текста**.

Стили текстов могут храниться непосредственно в текстовых документах - **локальные стили**, в библиотеках стилей - **внешние стили**, которые хранятся в отдельном файле с расширением **.lts*, и в **наборах стилей**, которые хранятся в конфигурационном файле **.cfg*.

При оформлении документов часто приходится использовать различные параметры шрифтов и абзацев. Чтобы во время ввода текста не отвлекаться на их настройку, рекомендуется набрать весь документ основным шрифтом в едином стиле. Затем, выделяя нужные абзацы или другие фрагменты текста, можно задать для них необхо-

димые параметры шрифта и абзаца или назначить им определенные стили текста.

Для изменения текущих параметров абзаца используется команда **Параметры абзаца**  вкладки **Формат** Панели свойств. После вызова команды на экране появится окно, позволяющее установить параметры текущего абзаца (рисунок 6). Некоторые параметры абзаца можно настроить по-отдельности, пользуясь элементами инструментальной панели **Форматирование** или вкладки **Форматирование** Панели свойств.

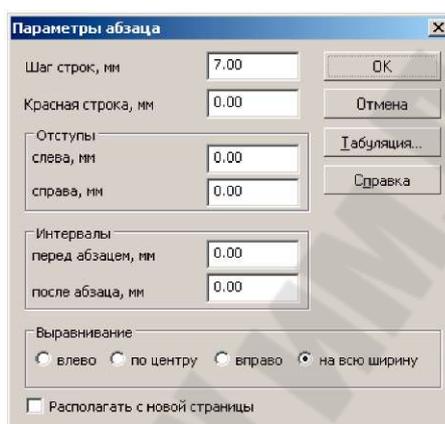


Рисунок 6 - Диалоговое окно настройки параметров абзаца

После установки параметров абзаца текущий и вводимые после него абзацы будут оформлены и выровнены в соответствии со сделанной настройкой (рисунок 7). Если перед вызовом команды имелись выделенные абзацы текста, то действие настроек форматирования распространяется только на эти абзацы.

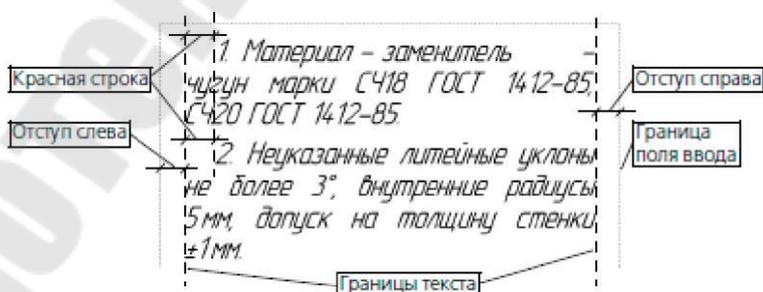


Рисунок 7 - Расположение текста на странице

4.3 Использование блоков текста

Текстовый редактор КОМПАС-3D предоставляет возможность сохранять и загружать текст блоками.

4.4 Специальные вставки

Текстовый редактор КОМПАС-3D содержит команды, позволяющие вставлять различные объекты в текстово-графические документы и в надписи на чертежах.

Команды, позволяющие реализовать специальные вставки, сгруппированы в меню **Вставка** (рисунок 8в), а кнопки для их вызова - на панели **Вставка в текст** (рисунок 8а). Кроме того, вызов команд возможен с помощью элементов управления, расположенных на вкладке **Вставка** Панели свойств (рисунок 8б).

Описанными выше способами можно вставить в текст дроби и индексы нормальной, средней и малой высоты; надстроки и подстроки; специальные знаки и обозначения; специальные символы; текстовые шаблоны; вертикальный текст; иллюстрации - фрагменты, чертежи или рисунки; списки; таблицы.

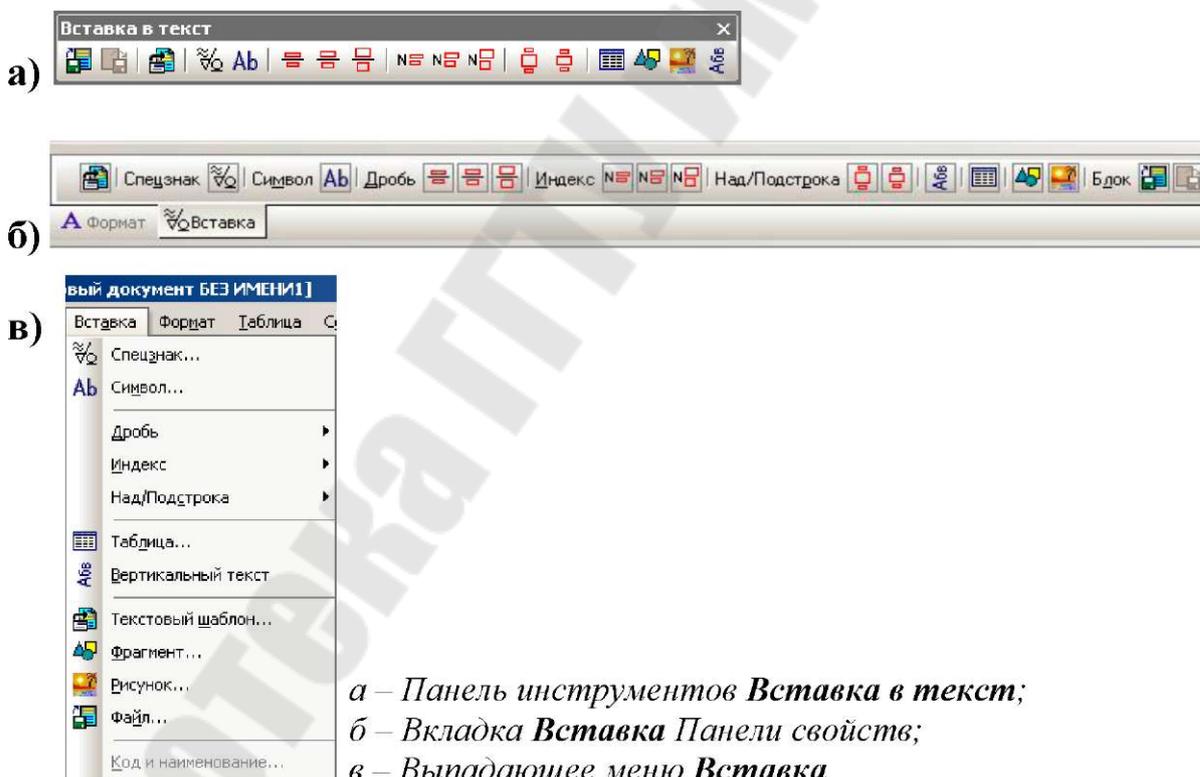


Рисунок 8 - Специальные вставки

4.4.1 Текстовые шаблоны

Текстовые шаблоны - это фрагменты текстов, хранящиеся во внешних файлах *.tdp. Они содержат различные типовые тексты и служат для автоматизации ввода часто встречающихся строк или обозначений.

После вызова команды **Текстовый шаблон** на экране появляется окно **Библиотекаря текстовых шаблонов** (рисунок 9). Каждая вкладка **Библиотекаря** соответствует одному файлу шаблонов (*.tdp). Текстовые шаблоны сгруппированы в разделы, список которых отображается в левой части вкладки. В верхней правой ее части отображается список шаблонов выделенного раздела, а в нижней правой - полный текст выделенного шаблона.

Чтобы вставить нужный шаблон в документ, следует отметить его в списке (шаблон будет отмечен красной галочкой), затем нажать кнопку **Вставить в документ** на панели **Библиотекаря**. Можно отметить и вставить несколько шаблонов.

Другой способ вставки шаблона - двойной щелчок мышью по его названию. В этом случае не требуется заранее отмечать нужный шаблон, однако можно вставить только один шаблон.

Вставленный шаблон можно редактировать как обыкновенный текст. Информация о том, из какого файла шаблон был вставлен, не сохраняется.

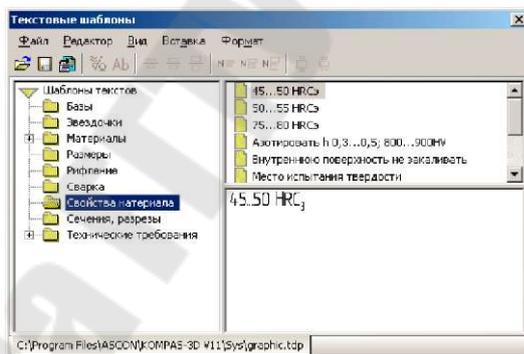


Рисунок 9 - Окно Библиотекаря текстовых шаблонов

4.4.2 Иллюстрации

В текст можно вставить иллюстрацию - КОМПАС-чертеж, КОМПАС-фрагмент или изображение в растровом формате (*.bmp, *.gif, *.jpg, *.pnd, *.tif).

Документ, содержащий изображение, называется **источником вставки**.

Для вставки чертежа или фрагмента используется команда **Фрагмент**. Для вставки изображения из растрового файла - команда **Рисунок**

После вызова этих команд на экране появляется диалоговое окно открытия файла, где необходимо указать файл для вставки. После

чего в окне станет доступна кнопка **Параметры**, по нажатию которой вызывается диалоговое окно настройки параметров вставки иллюстрации в документ (рисунок 10).

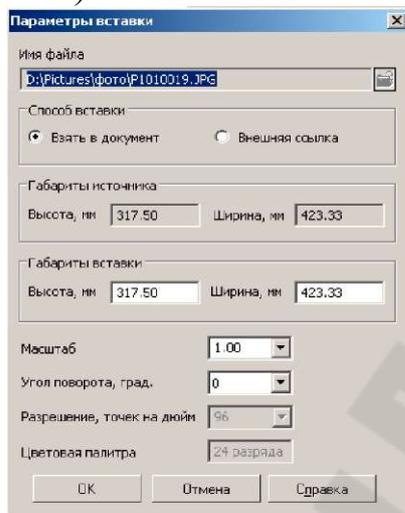


Рисунок 10 - Параметры вставки иллюстрации в текст

Обтекание иллюстрации текстом невозможно. Можно изменить выравнивание иллюстрации относительно границ поля ввода также как и для абзаца.

При вводе технических требований, текста на чертеже и заполнении основной надписи вставка иллюстраций невозможна.

При вводе таблиц на чертеже возможна вставка фрагментов и растровых изображений.

4.5 Проверка правописания

Программа проверки правописания системы КОМПАС-3D позволяет выполнять проверку правописания текстовых объектов различных КОМПАС-документов.

Проверка правописания может быть выполнена во всем документе или в текстовом объекте, редактируемом в данный момент.

Доступно два способа проверки:

- *автоматическая*, реализуемая командой  **Сервис** > **Параметры...** > **Система** > **Параметры правописания**;

- *по вызову команды* **Правописание** из панели инструментов **Формат** или из Панели свойств.

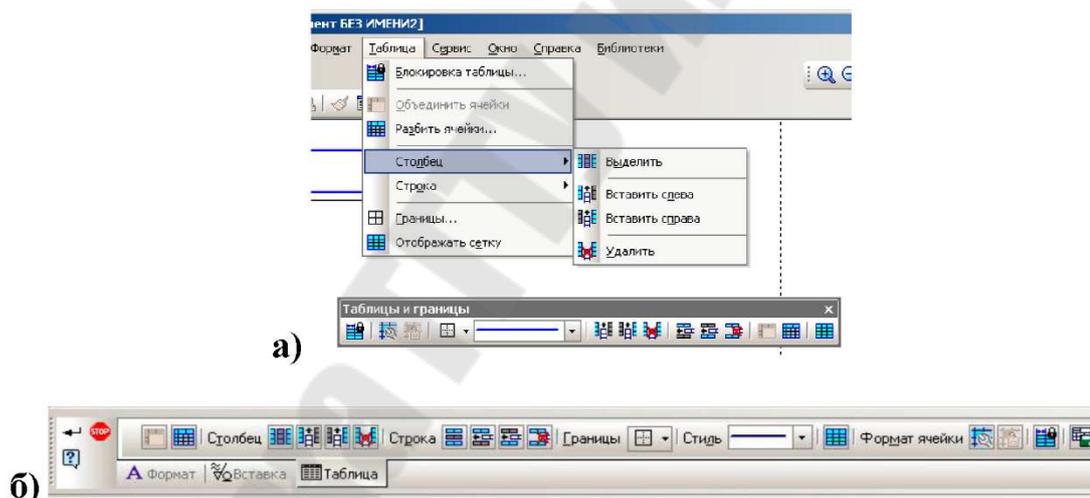
4.6 Создание таблиц в документах КОМПАС-3D

Текстовый редактор КОМПАС-3D предоставляет возможности создания и редактирования различных таблиц, как в графических, так и в текстовых документах.

В целом приемы работы с таблицами одинаковы. Основные команды работы с таблицами сгруппированы в меню **Таблица**, а кнопки для их вызова - на панели **Таблицы и границы** (рисунок 11а). Кроме того, вызов команд возможен с помощью переключателей, расположенных на вкладке **Таблица** Панели свойств в режиме редактирования таблицы (рисунок 11 б).

При вводе текста в ячейки таблицы можно применять все известные приемы форматирования. Параметры форматирования можно также задать для пустой ячейки.

Существующую таблицу можно трансформировать: добавлять либо удалять столбцы и строки, разделять или сливать ячейки, изменять размеры и стиль линий границ ячеек.



а – выпадающее меню и панель инструментов; б – Панель свойств

Рисунок 11 - Приемы работы с таблицами

Все приемы работы с таблицей доступны в режиме редактирования таблицы.

Чтобы перейти в режим редактирования уже существующей таблицы, следует дважды щелкнуть по ней мышью. В режиме редактирования таблица заключается в тонкую рамку, а внутри ячеек таблицы штриховыми линиями показываются границы поля ввода текста. Курсор остается в той ячейке и в той позиции, где он находился в момент двойного щелчка мышью.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Освоить элементы интерфейса текстового редактора системы КОМПАС-3D .
3. Освоить приемы работы и возможности текстового редактора КОМПАС-3D .
4. Согласно заданию преподавателя создать и оформить текстовый документ средствами текстового редактора системы КОМПАС-3D в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.
5. Распечатать выполненное задание на принтере.
6. Оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями по оформлению отчетов.
7. Защитить лабораторную работу не позднее, чем через две недели после получения задания.

Контрольные вопросы

1. Как активизировать текстовый редактор КОМПАС-3D?
2. Какими основными возможностями характеризуется текстовый редактор?
3. В каких режимах может работать текстовый редактор?
4. В чем заключается основное отличие текстового редактора системы КОМПАС-3D от других редакторов текста?
5. Какие панели входят в состав компактной панели текстового редактора?
6. Какими возможностями форматирования текста обладает текстовый редактор КОМПАС?
7. Что такое текстовый стиль и как он устанавливается в текстовом редакторе КОМПАС?
8. Что называется блоком текста и какими средствами для работы с блоками обладает текстовый редактор КОМПАС?
9. Какие элементы можно вставить в текст документа?
10. Какими средствами обладает редактор для создания и редактирования формул?
11. Что такое текстовый шаблон и как его можно добавить в текстовый документ?
12. Каковы правила заполнения основной надписи текстового документа?
13. В чем заключается и как выполняется настройка параметров листа текстового документа?

14. Как выполнить настройку параметров текста документа?
15. Каковы правила создания и работы с таблицами в текстовом документе?

Лабораторная работа № 3 Выполнение измерений в графических документах системы КОМПАС-3D

Цель работы: освоение приемов автоматизированного определения различных геометрических и массо-центровочных характеристик при работе в системе КОМПАС-3D .

Теоретическая часть

1 Инструменты для выполнения измерений КОМПАС-3D

При работе в графических документах может возникнуть необходимость узнать расстояние или угол между точками, кривыми, найти площадь фигуры и т.п. В КОМПАС-3D возможно измерение различных геометрических характеристик, а также расчет массо- центровочных характеристик модели (объема, массы, координат центра тяжести, осевых и центробежных моментов инерции).

Команды измерений сгруппированы в меню **Сервис**, а кнопки для вызова команд - на панели **Измерения (2D)** (рисунок 1).

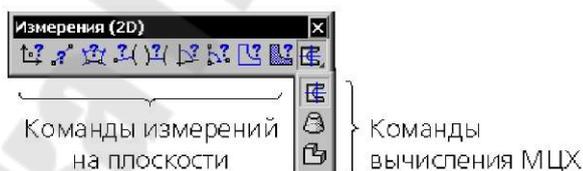


Рисунок 1 - Панель инструментов *Измерения (2D)*

После вызова любой из команд измерений на экране появляется **Информационное окно** (рисунок 2).

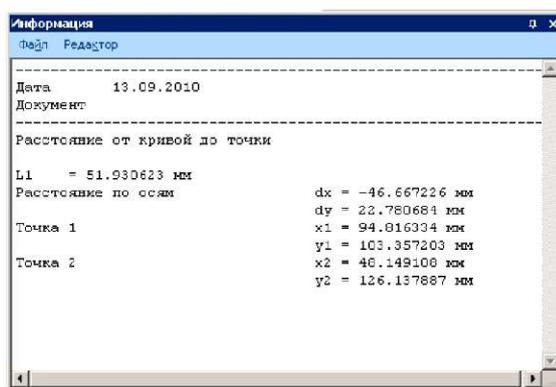


Рисунок 2 - Пример Информационного окна

В нем отображаются: текущая дата, полное имя активного документа, название текущей команды, результаты измерений.

Можно перемещать курсор по тексту в окне, вводить в него произвольный текст, выделять фрагменты текста клавишами или мышью. Если длина списка результатов превышает размеры окна, для просмотра значений используются линейки прокрутки.

Информационное окно имеет собственное *меню*, состоящее из двух пунктов: **Файл** и **Редактор**.

- Команды меню **Файл** следующие:

Сохранить - сохраняет содержимое Информационного окна в текстовом файле (*.txt).

Печать... - выводит на печать содержимое Информационного окна. После вызова команды на экране появляется окно настройки параметров печати.

Выход - завершает текущую команду измерения без сохранения результатов.

Команды меню **Редактор**:

Вырезать, Копировать, Вставить, Удалить, Выделить все, Найти... - позволяют изменять содержимое Информационного окна;

Шрифт... - позволяет выбрать шрифт текста в Информационном окне.

Сведения в Информационном окне обновляются после указания очередного объекта измерения. Поэтому редактирование текста в окне целесообразно только после завершения измерений.

Для просмотра результатов измерения после вызова команды достаточно подвести курсор к объекту измерения. Результаты измерения отобразятся рядом с курсором. Если в измерении участвуют несколько объектов, то последовательно необходимо указать щелчком мыши все объекты, участвующие в измерении, кроме последнего объ-

екта. К этому объекту следует подвести курсор. Результаты измерения отобразятся рядом с курсором. Для внесения результатов измерения в Информационное окно следует щелкнуть мышью по объекту измерения (или по всем объектам измерения, если их несколько).

2 Измерения на плоскости

После вызова любой из команд измерений на плоскости на Панели свойств появляется вкладка **Измерение** (рисунок 3). На ней расположены элементы, позволяющие настроить параметры процесса измерения. Эти элементы представлены в таблице 1.



Рисунок 3 - Вкладка Измерение команды Координаты точки

Таблица 1- Описание команд панели *Измерение*

Элемент	Описание
Центр, т1, т2, т	Поля координат точек, задаваемых для выполнения измерения.
Расстояние	Справочное поле, в котором отображается измеряемое расстояние.
dX, dY	Справочные поля, в которых отображаются расстояния между указанными точками по осям текущей системы координат. Только для команды Расстояние между двумя точками .
Угол	Справочное поле, в котором отображается измеряемый угол (для команд Угол между двумя прямыми и Угол по трем точкам) или угол наклона радиус-вектора указанной точки к оси OX текущей системы координат (для команды Координаты точки).
Количество знаков после запятой	Список, управляющий отображением результатов измерения. Минимальное количество знаков после запятой - 0, максимальное - 10.
Единицы измерения длины	Список, позволяющий выбрать единицы измерения длины: миллиметры, сантиметры, дециметры, метры.

Единицы измерения угла	Список, позволяющий выбрать единицы измерения углов: градусы, радианы.
Режим	Переключатель, позволяющий выбрать режим измерения длин и площадей. Он появляется на Панели свойств, если масштаб текущего вида отличен от единицы.
	Активизация переключателя Без учета масштаба вида позволяет получить результат "в натуральную величину". Активизация переключателя По бумаге позволяет получить результат в масштабе вида (Значения линейных величин, измеренные "по бумаге", получаются из значений "в натуральную величину" умножением на масштаб вида, а значения площадей - умножением на квадрат масштаба).
Точка/Точки	Группа переключателей, управляющая отрисовкой вспомогательных точек, формируемых в процессе измерения.
Центр масс	Группа переключателей, управляющая отрисовкой точки в центре масс фигуры. Только для команды Площадь.
Стиль	Список, позволяющий выбрать стиль точки.
Биссектриса	Группа переключателей, управляющая отрисовкой биссектрисы измеряемого угла. Набор переключателей в этой группе зависит от выбранной команды измерения.

	Активизация переключателя Без учета масштаба вида позволяет получить результат "в натуральную величину". Активизация переключателя По бумаге позволяет получить результат в масштабе вида (Значения линейных величин, измеренные "по бумаге", получаются из значений "в натуральную величину" умножением на масштаб вида, а значения площадей - умножением на квадрат масштаба).
Точка/Точки	Группа переключателей, управляющая отрисовкой вспомогательных точек, формируемых в процессе измерения.
Центр масс	Группа переключателей, управляющая отрисовкой точки в центре масс фигуры. Только для команды Площадь .
Стиль	Список, позволяющий выбрать стиль точки.
Биссектриса	Группа переключателей, управляющая отрисовкой биссектрисы измеряемого угла. Набор переключателей в этой группе зависит от выбранной команды измерения.

3 Массо-центровочные характеристики

Команды вычисления массо-центровочных характеристик (МЦХ) собраны в группу на панели **Измерения (2D)** (рисунок 1). Группа содержит следующие команды:

-  Расчет МЦХ плоских фигур;
-  Расчет МЦХ тел вращения;
-  Расчет МЦХ тел выдавливания.

После вызова любой из команд вычисления МЦХ на Панели свойств появляется вкладка **Измерение** (рисунок 4). На ней расположены элементы, позволяющие настроить параметры процесса вычисления. Эти элементы представлены в таблице 2.



Рисунок 4 - Вкладка Измерение

Таблица 2 - Элементы управления параметрами вычисления МЦХ

Элемент управления	Описание
Т	Поля координат точки начала системы координат, относительно которой должен производиться расчет МЦХ тела. Координаты этой точки задаются в текущей системе координат.
Угол	Поля угла поворота системы координат, относительно которой должен производиться расчет МЦХ тела. Этот угол отсчитывается от оси ОХ текущей системы координат.
Количество значащих цифр	Количество знаков в десятичной части числа без учета нулей в ее начале. При экспоненциальной записи Количество значащих цифр - общее количество знаков в целой и десятичной частях числа. Минимальное количество значащих цифр - 1, максимальное - 10.
Единицы измерения длины	Список для выбора единиц измерения длины: миллиметры, сантиметры, дециметры, метры.
Единицы измерения массы	Список для выбора единиц измерения массы: граммы, килограммы.
Центр масс	Кнопка, позволяющая отрисовать точку в центре тяжести (для плоских фигур) или точку проекции центра тяжести тела на плоскость чертежа (для тел вращения или выдавливания).
Стиль	Список, позволяющий выбрать стиль точки.

3.1 Задание границ объектов

Для вычисления МЦХ плоской фигуры требуется задание ее границ, а для вычисления МЦХ тела вращения или выдавливания - границ сечения тела.

Способы указания границ:

- Указание замкнутых контуров (эллипсов, окружностей, сплайнов и т.п.), ограничивающие фигуру или сечение тела. Этот способ является умолчательным, т.е. после вызова команды вычисления

МЦХ система ожидает указания контура. Границу, заданную указанием, можно исключить из группы расчета. Для этого просто следует указать ее повторно.

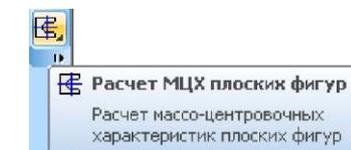
- Указание контура, образованного набором геометрических объектов. Для этого необходимо использовать кнопку **Обход границы по стрелке**. Если, обходя границу по стрелке, создан разомкнутый контур, то замыкающий отрезок будет построен автоматически.

- Если границы фигуры или сечения тела не существуют в чертеже, можно сформировать временную ломаную линию. Для этого используется кнопка  **Ручное рисование границ**. После указания каждого контура на экране появляется окно **Свойства объекта**. В нем требуется указать, что ограничивает заданный контур - *тело* или *отверстие*.

До тех пор, пока не закончится выполнение команды вычисления МЦХ, каждый новый контур добавляется к уже выбранным, и расчет производится для сложной фигуры (сложного тела). Для начала нового расчета необходимо завершить выполнение команды и вызвать ее вновь.

3.2 Массо-центровочные характеристики плоских фигур

Команда **Расчет МЦХ плоских фигур** позволяет рассчитать площадь, координаты центра тяжести, осевые моменты инерции и центробежный момент инерции плоской фигуры.



В процессе работы команды необходимо задать границы фигуры и отверстий в ней. После задания первой границы на экране появляется окно, в котором нужно указать, является фигура *телом* или *отверстием* (рисунок 5).

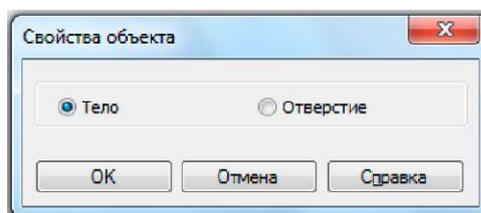
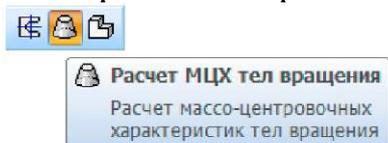


Рисунок 5 - Окно задания свойств границы фигуры для вычисления МЦХ плоских фигур

Расчет МЦХ начинается сразу после указания первой границы. При указании каждой следующей границы (отверстия или тела) характеристики вычисляются заново и результаты вычислений обновляются в Информационном окне команды.

3.3 Массо-центровочные характеристики тел вращения

Команда *Расчет МЦХ тел вращения* позволяет рассчитать МЦХ тела вращения произвольного сечения.



Правила указания сечения и оси тела вращения:

- Образующее сечение тела вращения задается контуром, его ограничивающим.
- Образующее сечение лежит в плоскости чертежа (ХОУ) с одной стороны от оси Х.
- Вращение сечения происходит относительно оси Х.
- Для тел вращения угол раствора дуги вращения равен 360° .
- Для сегментов тел вращения угол раствора дуги вращения менее 360° .

При работе команды необходимо последовательно указывать курсором замкнутые контуры (эллипсы, окружности, сплайны и т.п.), ограничивающие сечение тела. В диалоговом окне, появляющемся после выбора каждого контура, требуется указать, **тело** или **отверстие** ограничивает этот контур, задать плотность материала и угол раствора дуги вращения (рисунок 6).

Элементы управления параметрами тела/отверстия окна
Свойства объекта:

- **Выбрать из справочника** - кнопка, позволяющая выбрать материал из **Справочника материалов**. Значение плотности указанного материала появится в поле **Плотность**.
- **Плотность** - кнопка, позволяющая выбрать значение плотности из справочного файла плотностей. Выбранное значение появится в поле **Плотность**. Можно также ввести нужное значение с клавиатуры.
- **Угол раствора** - Угол сектора тела вращения.

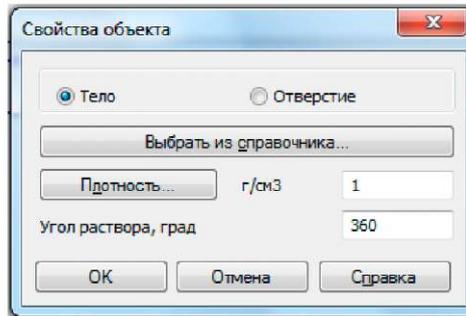


Рисунок 6 - Окно Свойства объекта команды МЦХ тел вращения

Расчет МЦХ начинается сразу после указания первой границы. Система определяет следующие значения:

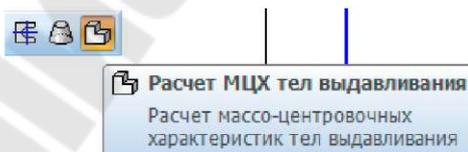
- *массу тела;*
- *объем тела;*
- *координаты центра масс;*
- *плоскостные моменты инерции;*
- *осевые моменты инерции;*
- *центробежные моменты инерции.*

При указании каждой следующей границы (отверстия или тела) характеристики вычисляются заново. Указанные контуры выделяются цветом, а в Информационном окне появляются массо-центровочные характеристики тела вращения, сечение которого ограничено выбранными контурами.

Для исключения из границ сечения какого-либо контура следует указать его повторно. Значения в Информационном окне будут пересчитаны в соответствии с получившимися границами.

Для корректного вычисления МЦХ тел с отверстиями необходимо при указании отверстия задавать плотность материала, из которого изготовлено тело с этим отверстием.

3.4 Массо-центровочные характеристики тел выдавливания



Команда *Расчет МЦХ тел выдавливания* позволяет рассчитать МЦХ тела выдавливания произвольного сечения. *Правила указания сечения тела выдавливания:*

- Сечение тела выдавливания лежит в плоскости XOY.
- Выдавливание сечения происходит в направлении оси Z. Работа команды аналогична команде МЦХ тел вращения. Окно **Свойства объекта** (рисунок 7) по сравнению с командой

МЦХ тел вращения содержит дополнительное поле **Толщина**, предназначенное для ввода толщины тела в направлении выдавливания.

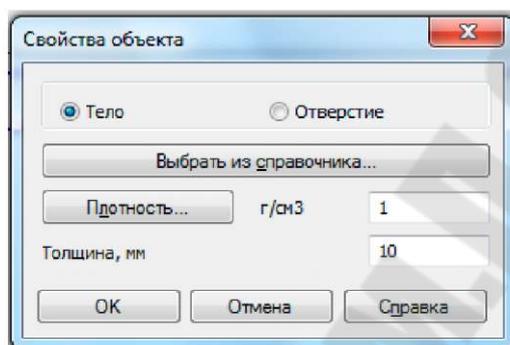


Рисунок 7 - Окно Свойства объекта команды МЦХ тел выдавливания

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Начертить чертеж согласно заданию преподавателя.
3. Выполнить измерение геометрических характеристик чертежа, воспользовавшись всеми командами панели инструментов Измерения (2D). Рассчитать площадь внешнего контура начерченной фигуры. МЦХ определить для заштрихованной части фигуры. На чертеже отметить точки и объекты, которые использовались при выполнении измерений.
4. Результаты всех измерений из информационного окна скопировать в один текстовый файл, отредактировав его таким образом, чтобы имело место соответствие в обозначениях на чертеже и в текстовом файле.
5. Распечатать на принтере чертеж и текстовый файл.

Контрольные вопросы

1. Какая панель инструментов содержит кнопки команд измерения на плоскости?
2. Какое назначение имеет информационное окно команд измерения?

3. Какова структура информационного окна? Что в нем отображается?
4. Какие действия можно выполнять с информацией информационного окна?
5. Каково назначение и принцип работы команды Координаты точки?
6. Каково назначение и принцип работы команды Расстояние между двумя точками?
7. Каково назначение и принцип работы команды Расстояние между двумя точками на кривой?
8. Каково назначение и принцип работы команды Расстояние от кривой до точки?
9. Каково назначение и принцип работы команды Расстояние между двумя кривыми?
10. Каково назначение и принцип работы команды Угол, образованный двумя точками?
11. Каково назначение и принцип работы команды Длина кривой?
12. Каково назначение и принцип работы команды Площадь?
13. Какие команды содержит расширенная панель команд расчета МЦХ?
14. Какими способами можно задать границы фигуры для вычисления ее МЦХ или площади?
15. Каково назначение и принцип работы команды Расчет МЦХ плоских фигур?
16. Каково назначение и принцип работы команды Расчет МЦХ тел вращения?
17. Назовите правила указания сечения и оси тела вращения при расчете МЦХ тел вращения.
18. Каково назначение и принцип работы команды Расчет МЦХ тел выдавливания?
19. Назовите правила указания сечения тела выдавливания при расчете МЦХ тел выдавливания.
20. Какие значения определяются системой при расчете МЦХ?

Лабораторная работа № 4 Параметризация геометрических объектов в системе КОМПАС-3D

Цель работы: изучение приемов и возможностей создания геометрических объектов в системе КОМПАС-3D, имеющих взаимные связи и ограничения.

Теоретическая часть

1 Общие сведения о параметризации

Одной из наиболее интересных возможностей КОМПАС-3D является создание параметрических чертежей и фрагментов.

Параметризация заключается в представлении ее через *совокупность параметров*, устанавливающих соотношения между геометрическими и размерными характеристиками.

Отличие параметрического изображения от обычного состоит в том, что в нем хранится информация не только о расположении и характеристиках геометрических объектов, но и о взаимосвязях между объектами и наложенных на них ограничениях.

Под **взаимосвязью** объектов подразумевается зависимость между параметрами нескольких объектов. При редактировании одного из взаимосвязанных параметров изменяются другие. При удалении одного или нескольких объектов взаимосвязь исчезает. Одной из наиболее распространенных видов связи является *Совпадение точек*. Если два отрезка имеют такую связь, то система автоматически поддерживает непрерывное равенство координат этой точки для обоих отрезков. В результате можно как угодно перемещать любой из отрезков и при этом не удастся разорвать их в точке связи.

Зависимость между параметрами может быть и более сложной, чем равенство одного параметра другому. *Например*, возможно задание функции, определяющей отношение между параметрами нескольких объектов.

Второй тип параметрической связи - **ассоциативность** объектов. Ассоциативными могут быть объекты, которые при построении привязываются к другим объектам - размеры, технологические обозначения, штриховки. Такие объекты "помнят" о своей принадлежности к одному или нескольким базовым графическим объектам. При редактировании базовых объектов ассоциативные объекты перестраиваются в соответствии с изменениями базовых объектов. В ре-

зультате сохраняется взаимное расположение базового и ассоциированного с ним объекта.

Под **ограничением** подразумевается зависимость между параметрами отдельного объекта, равенство параметра объекта константе или принадлежность параметра определенному числовому диапазону. Допускается только такое редактирование объекта, в результате которого не будут нарушены установленные зависимости, равенства и неравенства.

Примером ограничений является *Вертикальность* и *Горизонтальность* объектов. Вертикальность отрезка тождественна равенству X-координат его концов друг другу или равенству угла его наклона 90° . Отрезок, на который наложено такое ограничение, можно перемещать, но нельзя поворачивать.

Накладывание на объекты чертежа связей и ограничений формирует **параметрическую модель** - устойчивый комплекс объектов, элементы которого непрерывно выполняют заданные математические зависимости. Такая модель может динамично менять свою форму без нарушения связей между элементами.

Параметрические изображения могут использоваться как самостоятельно, например, чертеж, содержащий параметрические виды детали, так и для вставки в другие документы (чертежи или фрагменты). Параметрическое изображение, предназначенное для последующей вставки, обязательно должно храниться во фрагменте и иметь внешние переменные.

1.1 Особенности параметризации в системе КОМПАС-3D

Способы получения параметрического изображения:

- **программирование** либо интерактивное формирование изображения непосредственно при рисовании. В ряде САД-систем можно вычерчивать изображение с одновременным заданием закона построения;

- **наложение ограничений (связей)** на объекты начерченного ранее изображения узла или детали, причем в любом порядке, не придерживаясь какой-либо жесткой последовательности.

В КОМПАС-3D реализован второй способ параметризации изображений. Такая **параметризация** называется **вариационной**.

Работая в чертеже, фрагменте или эскизе трехмерного элемента, можно накладывать различные размерные (линейные, угловые, ради-

альные и диаметральные) и геометрические (параллельность, перпендикулярность, касание, принадлежность точки кривой и т.д.) ограничения и связи на объекты изображения.

Наличие параметрических возможностей не накладывает каких-либо ограничений на стиль работы при создании чертежей. В системе КОМПАС-3D можно работать как с параметризованным, так и с обычным изображением. При необходимости в одном документе могут сочетаться параметризованные и непараметризованные объекты. Кроме того, можно накладывать параметрические ограничения на созданный ранее обычный чертеж или удалять ограничения, наложенные на созданное ранее параметрическое изображение.

1.2 Общие рекомендации по параметризации чертежей

- Имеет смысл параметризовать чертежи деталей, при модификации которых изменяются только размеры и не меняется топология. Таким образом, однажды созданное параметрическое изображение детали может быть быстро перестроено простым изменением значений размеров.

- Если выполняется новая разработка, то необходимо оценить, будет ли она применяться в будущем как прототип. Если нет, тогда параметризация чертежа может не выполняться, так как отпадает необходимость в последующей быстрой модификации.

- Параметрический режим целесообразно использовать для создания деталей средней сложности и простых сборок. Для сложных сборочных чертежей при параметризации имеет место большой объем работы по вводу ограничений и управляющих размеров.

- Довольно часто в сложных деталях можно выявить отдельные типовые элементы. В таких случаях есть смысл применять частичную параметризацию. Сама деталь чертится в обычном режиме, а типовой элемент оформляется как параметрическая модель.

1.3 Особенности работы с параметрическими объектами

Чем больше ограничений наложено на объекты, составляющие изображение детали, тем меньше вероятность сильных разбросов при пересчетах. В большинстве случаев рекомендуется **полное определение изображения**, т.е. лишение составляющих его объектов всех степеней свобод. В качестве вспомогательных ограничений можно использовать фиксацию точек, назначение горизонтальности или вертикальности отрезков, простановку дополнительных размеров.

Рекомендуется не выполнять "резких движений" при редактировании параметрического изображения, лучший стиль при работе с ним - постепенность. *Например*, не следует существенно изменять значение размера. Значительные изменения лучше выполнять постепенно, в несколько приемов, не следует сдвигать объект или точку сразу на очень большое расстояние, лучше выполнить такое перемещение в несколько этапов.

Время обработки параметрического изображения зависит от насыщенности чертежа или фрагмента параметризованными объектами. Однако полностью определенное изображение обрабатывается быстрее, чем недоопределенное.

2 Параметрические возможности КОМПАС-3D

2.1 Параметрический режим

Параметрическим режимом называется такой режим создания и редактирования геометрических объектов и объектов оформления, в котором параметрические связи и ограничения накладываются автоматически.

Примеры работы в параметрическом режиме:

- вычерчивание отрезка, параллельного другому отрезку, с помощью команды **Параллельный отрезок** вызовет автоматическое возникновение соответствующей связи - *Параллельности отрезков*;
- если при вычерчивании окружности ее центр будет привязан к концу отрезка, то соответствующая связь - *Совпадение точек* - будет сформирована автоматически;
- построение горизонтальной линии разреза с выравниванием по центру окружности приводит к наложению на линию разреза ограничения *Горизонтальность* и формированию связи *Выравнивание точек по горизонтали* между первым штрихом линии и центром окружности;
- простановка обозначения шероховатости приводит к созданию ассоциативного знака шероховатости.

По умолчанию во фрагментах и чертежах параметрический режим выключен, а в эскизах трехмерных элементов - включен.

Рекомендуется включать параметрический режим при оформлении чертежей, содержащих ассоциативные виды. Это позволит создавать ассоциативные объекты оформления (размеры, обозначения центра, шероховатости и т.п.), которые будут "следовать" за своими ба-

зовыми объектами при перестроении последних в результате редактирования модели.

Включение и настройка параметрического режима в текущем графическом документе выполняется командой **Сервис > Параметры... > Текущий чертеж (фрагмент) > Параметризация**. После ее активизации на экране появится диалоговое окно настройки параметрического режима (рисунок 1).

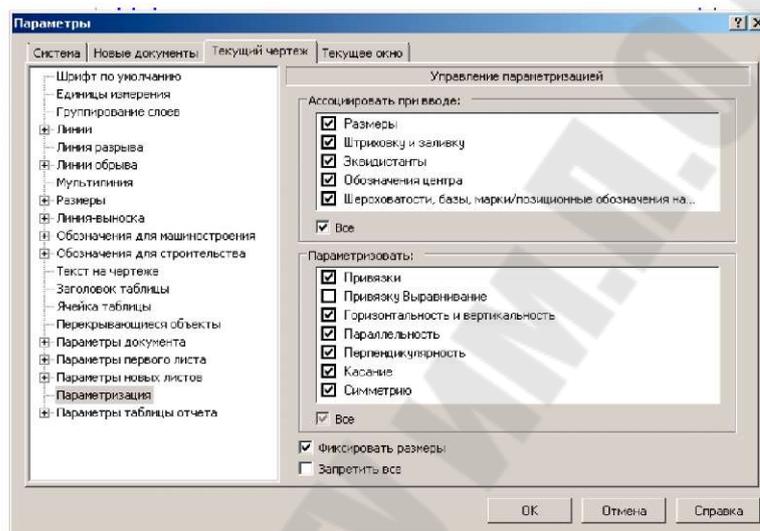


Рисунок 1 - Диалоговое окно настройки параметрического режима

Элементы управления окна настройки параметрического режима:

- **Ассоциировать при вводе** - группа опций, позволяющая включить ассоциативность объектов.
- **Параметризовать** - группа опций, позволяющая включить автоматическую параметризацию построений.
- **Фиксировать размеры** - опция, включение которой означает, что ассоциативные размеры будут автоматически фиксироваться при вводе. Опция доступна, если в группе **Ассоциировать при вводе** включена опция **Размеры**.
- **Запретить все** - опция выключает/включает параметрический режим.

Настройка параметрического режима хранится в самом документе и не изменяется при его передаче на другое рабочее место.

Для того чтобы во всех новых графических документах по умолчанию был включен параметрический режим, необходимо вы-

звать команду **Сервис > Параметры... > Новые документы > Графический документ > Параметризация** и настроить его аналогично.

2.2 Принципы и приемы наложения связей и ограничений

Ряд ограничений и связей может быть определен без явного ввода числовых значений, например, *Горизонтальность прямой*, а такие ограничения, как значения размеров, должны выражаться именно числовыми значениями.

Некоторые связи и ограничения можно задать в форме уравнения или неравенства. Например, указать функцию зависимости параметра объекта от параметров других объектов или задать диапазон для значения параметра.

Часть ограничений и взаимосвязей (*Совпадения точек, Параллельность* и др.) могут формироваться автоматически при вводе, если включена такая возможность. Например, *Совпадение точек* и *Положение точки на кривой* параметризуются через выполненную при указании точки привязку.

Существует возможность автоматической параметризации таких построений, как: скругление, фаска, сопряжение, усечение, усечение двумя точками, выравнивание по границе, удлинение до ближайшего объекта, простановка точек на пересечении, простановка точек вдоль кривой, симметрия.

Предусмотрен ввод ассоциативных объектов оформления, таких как: штриховки, обозначения шероховатости, обозначения базы, размеры, обозначения центра, эквидистанты.

Не предусмотрена возможность параметризации таких сложных объектов как: прямоугольник, многоугольник, ломаная, кривая Безье, контур, текст, таблица, линия-выноска всех типов, стрелка направления взгляда, линия разреза/сечения, макроэлемент.

Дополнительные ограничения и взаимосвязи можно назначить объектам чертежа в любой момент работы над документом.

Ассоциативность объектов (размеров, штриховок и др.) возникает только при их вводе благодаря прямому или косвенному указанию базовых объектов. Отдельных команд для задания ассоциативности не существует.

Ограничения накладываются путем выбора их типа и указания параметризуемого объекта. Например, выбрана *Горизонтальность* и указываются отрезки, которые должны быть горизонтальны.

Связи накладываются путем выбора их типа и указания пары взаимосвязанных объектов. Например, выбрана *Параллельность* и указываются пары отрезков, которые должны быть параллельны.

При этом запоминаются только те связи, которые были установлены явно (либо путем обращения к соответствующей команде параметризации, либо путем рисования в параметрическом режиме). Новые связи, вытекающие из нескольких ранее наложенных, автоматически не возникают, даже если они кажутся очевидными. Например, начерчено три отрезка и установлена параллельность первого отрезка второму, а второго - третьему. При этом связь между первым и третьим отрезками является опосредованной - она осуществляется через второй отрезок. Сразу после удаления второго отрезка первый и третий будут параллельны, однако редактироваться они будут независимо друг от друга, т.к. прямой связи между ними нет.

Еще один способ наложения ограничений - *фиксация ассоциативного размера*. Если размер ассоциативный, то при помощи соответствующей команды его можно зафиксировать. Когда размер зафиксирован, его значение остается постоянным при любом перестроении объектов, составляющих изображение. Значение размера всегда характеризует какой-либо геометрический параметр. Таким образом, фиксация размера позволяет установить равенство константе какого-либо параметра объекта. Значение фиксированного размера можно изменить при помощи специальной команды, но нельзя изменить путем редактирования самих объектов.

Если *зависимость между параметрами объектов* требуется задать *в аналитической форме* (уравнением или неравенством), то сначала нужно создать переменные, соответствующие зависимым параметрам. Затем можно вводить уравнения и неравенства с участием созданных переменных.

Для создания переменной следует проставить ассоциативный размер, характеризующий ограничиваемый параметр и при помощи соответствующей команды присвоить этому размеру имя переменной. Присвоив имя переменной зафиксированному размеру, можно использовать его значение в уравнениях и неравенствах.

Если параметрический режим включен, то отмеченные в окне настройки параметризации (рисунок 1) связи и ограничения формируются системой автоматически при вводе объектов.

Никаких специальных действий при создании объектов выполнять не нужно. Однако следует учитывать, что *Совпадения точек*

объектов параметризуются через выполненные при указании этих точек привязки. Точка, указанная без выполнения привязки, параметризоваться не будет. *Совпадение точек* параметризуется и при перетаскивании характерных точек объектов (тоже через выполненную привязку). Если объекты, участвующие в выполнении команды параметризации, уже имеют связи и ограничения, то новая связь или ограничение накладываются с учетом уже существующих. При этом перестроение изображения происходит таким образом, что соблюдаются все связи и ограничения, а изменение параметров объектов минимально.

Связи и ограничения, противоречащие уже существующим, накладываются не будут.

Ассоциативные объекты оформления создаются в обычном порядке.

Различные дополнительные взаимосвязи и ограничения можно назначить объектам в любой момент, когда это потребуется.

2.3 Команды наложения связей и ограничений

Команды наложения связей и ограничений, а также степеней свободы системы КОМПАС-3D сгруппированы в меню **Инструменты > Параметризация**, а кнопки для вызова команд - на панели **Параметризация** (рисунок 2).



Рисунок 2 - Панель инструментов Параметризация

Горизонталь - команда используется для преобразования наклонных объектов в горизонтальные.

После вызова команды необходимо последовательно указывать объекты, которые необходимо преобразовать.

При преобразовании отрезка в горизонтальный остается неизменной его проекция на горизонтальную ось, т.е. отрезок поворачивается с сохранением X-координат его концов.

Вертикальный отрезок нельзя преобразовать в горизонтальный, т.к. при этом он вырождается в отрезок нулевой длины.

Горизонтальным считается объект, параллельный оси абсцисс системы координат текущего вида. Поэтому, если наложить ограничение горизонтальность на объект, расположенный в виде, система

координат которого повернута относительно абсолютной системы координат, этот объект не будет параллелен горизонтальным сторонам листа.

Если при настройке параметрического режима включена опция **Параметризовать горизонтальность и вертикальность**, то такое ограничение будет возникать при построении (любым способом) горизонтального объекта. Даже если при построении объекта его горизонтальность не была задана явно, но создан горизонтальный объект, на него будет наложено ограничение горизонтальность.

 **Вертикаль** - команда используется для преобразования наклонных объектов в вертикальные.

После вызова команды необходимо последовательно указывать объекты, которые необходимо преобразовать.

При преобразовании отрезка в вертикальный остается неизменной его проекция на вертикальную ось, т.е. отрезок поворачивается с сохранением Y-координат его концов. Горизонтальный отрезок нельзя преобразовать в вертикальный, т.к. при этом он вырождается в отрезок нулевой длины.

Вертикальным считается объект, параллельный оси ординат системы координат текущего вида. Ограничение будет возникать при построении (любым способом) вертикального объекта.

 **Выравнивание точек по горизонтали** - команда используется

для выравнивания по горизонтали характерных точек геометрических объектов.

После вызова команды необходимо указывать попарно характерные точки геометрических объектов для выравнивания.

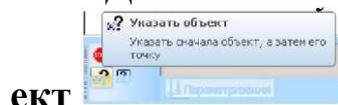
Для выполнения команд расширенной панели , на которой расположена данная команда, можно указать только те точки, которые принадлежат текущему виду.

Выбор точки для выравнивания из нескольких совпадающих

Иногда точка, которую требуется указать для выравнивания, совпадает с характерной точкой другого объекта и выбрать точно ее невозможно, т.к. происходит привязка к точке другого объекта. В

этом случае можно вначале указать графический объект, которому принадлежит параметризуемая точка, а затем - саму точку.

Для этого необходимо воспользоваться кнопкой **Указать объ-**



ект

Панели свойств. Указание одной из совпадающих точек при выполнении команд **Выравнивание точек по вертикали** и **Совпадение точек** производится аналогично.

Выравнивание точек по вертикали - команда используется для выравнивания по вертикали характерных точек геометрических объектов.

Команда работает аналогично предыдущей, выполняя выравнивание в другом ортогональном направлении.

Связи *Выравнивание точек по горизонтали* и *по вертикали* могут автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связи будут возникать при вводе характерной точки объекта путем привязки **Выравнивание к другой характерной точке**.

 **Объединение точек** - команда дает возможность привязать характерные точки геометрических объектов друг к другу.

После вызова команды необходимо указывать попарно характерные точки объектов для объединения.

Данная связь - *Совпадение точек* - может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связь будет возникать при вводе характерной точки объекта путем привязки к другой характерной точке, а также при вводе последовательности объектов с помощью команды **Непрерывный ввод**.

 **Точка на кривой** - команда дает возможность привязать характерную точку объекта к какой-либо кривой. *После вызова команды необходимо* указать кривую, на которой должна располагаться точка, а затем - точку.

Данная связь - *Принадлежность точки кривой* - может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связь будет возникать при вводе характерной точки объекта путем привязки **Точка на кривой**, при построении окружности с помощью команды **Окружность** с центром на объекте, а также при простановке точек на кривой с помощью команд **Точки по кривой** и **Точка на заданном расстоянии**.

Симметрия двух точек - команда позволяет установить симметрию характерных точек объектов относительно оси (зеркальную симметрию).

После вызова команды необходимо указать ось симметрии, а затем - пару характерных точек объектов, которые должны быть симметричны.

Данная связь - *Зеркальная симметрия* - может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать симметрию**. Связь будет возникать при выполнении команды **Симметрия**, если в качестве оси симметрии указан существующий отрезок, а не две точки, принадлежащие оси симметрии.

Параллельность - команда позволяет установить параллельность объектов (отрезков, стрелок взгляда и др.).

После вызова команды необходимо указывать попарно объекты, параллельность которых требуется установить.

Замечание: для выполнения команд: *Параллельно, Перпендикулярно, Коллинеарно, Касание, Равенство радиусов, Равенство длин* можно указывать только те объекты, которые принадлежат одному и тому же виду.

Связь *Параллельность* может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать параллельность**. Связь будет возникать при создании прямых и отрезков с помощью команд **Параллельная прямая** и **Параллельный отрезок**.

Перпендикулярность объектов (отрезков, стрелок взгляда и др.).
Перпендикулярность - команда позволяет установить перпенди-

После вызова команды необходимо указывать попарно объекты, перпендикулярность которых требуется установить.

Данная связь - *Перпендикулярность* - может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать перпендикулярность**. Связь будет возникать при создании прямых и отрезков, перпендикулярных прямым и отрезкам, с помощью команд **Перпендикулярная прямая** и **Перпендикулярный отрезок**.

Коллинеарность - команда позволяет установить коллинеарность отрезков.

После вызова команды необходимо указывать попарно отрезки, которые должны лежать на одной прямой.

Данная связь - *Коллинеарность* - может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать привязки**. Связь будет возникать при  разделении отрезка на две части с помощью команды **Усечь кривую двумя точками**.

Касание - команда позволяет установить касание кривых.

После вызова команды необходимо указать первую и вторую кривые, касание которых требуется установить.

Данная связь - *Касание* - может автоматически возникать при построении объектов в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должна быть включена опция **Параметризовать касание**. Связь будет возникать при построении (любым способом) касательных объектов.

Равенство радиусов - команда используется в случае, если необходимо сделать радиусы указанных дуг и/или окружностей равными.

После вызова команды следует указывать попарно дуги и/или окружности для выравнивания их радиусов.

Равенство длин - команда используется в случае, если необходимо сделать длины указанных отрезков равными. *После вызова команды следует указывать попарно отрезки для выравнивания их длин.*

Фиксация точки - команда используется в случае, если необходимо зафиксировать координаты характерных точек геометрических объектов. *После вызова команды следует указывать характерные точки геометрических примитивов для их фиксации.*

Фиксация размера - команда используется в случае, если необходимо зафиксировать значение указанного размера.

После вызова команды следует указывать размеры для их фиксации. При успешной фиксации размерная надпись заключается в прямоугольную рамку (она отображается на экране, если в текущем окне включен показ ограничений). Эта рамка на печать не выводится.

Фиксация возможна для размеров всех типов, за исключением следующих: линейный размер с обрывом, размер дуги, размер высоты для вида сверху с линией-выноской, размер высоты непосредственно на изображении.

Зафиксировать неассоциативные или избыточные размеры невозможно. Избыточным является размер, значение которого можно вычислить либо исходя из существующих в документе уравнений, либо на основе проставленных ранее зафиксированных размеров.

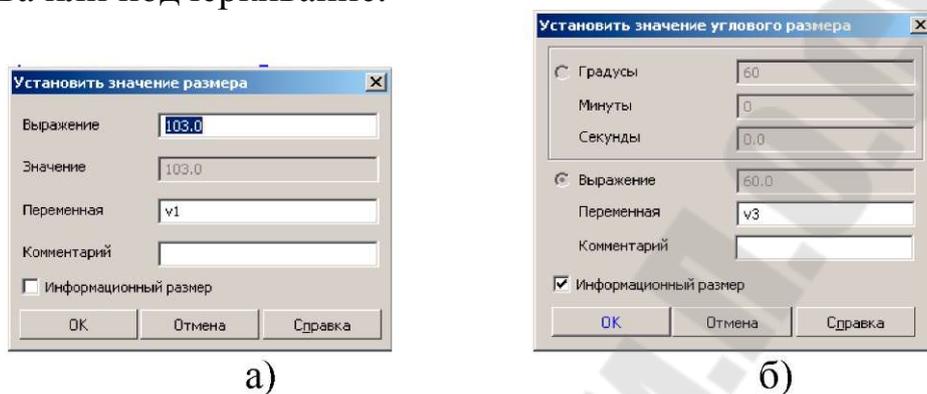
Фиксация размера с переменной равносильна добавлению в систему уравнений документа уравнения вида "имя переменной = значение размера".

Фиксация размеров может производиться автоматически при их простановке в параметрическом режиме. Для этого при настройке параметрического режима должны быть включены опции **Ассоциировать при вводе размеры** и **Фиксировать размеры**. Связь будет возникать при простановке ассоциативных неизбыточных размеров.

Установка значения размера - команда служит для вызова диалогового окна установки значения размера (рисунок 3).

В этом же окне можно сделать размер фиксированным (рисунок 3а) или информационным (рисунок 3б), т.е. снять с него фиксацию.

Чтобы присвоить размеру имя переменной, необходимо ввести его в поле **Переменная**. Имя переменной может содержать буквы латинского алфавита (различаются символы верхнего и нижнего регистра), арабские цифры и символы подчеркивания ("_"). Длина имени переменной не более 16 символов. Первый символ в имени переменной - буква или подчеркивание.



а) б)
*а – линейный, диаметральный или радиальный размеры;
б – угловой размер*

Рисунок 3 - Диалоговые окна установки значений размеров

Если размер зафиксирован, то поле **Значение (Выражение)** доступно, и можно задать нужное значение размера.

Если размер не зафиксирован, то поле **Значение (Выражение)** недоступно. В нем отображается текущее значение размера.

Опция **Информационный размер** позволяет выбрать тип размера - информационный или фиксированный. При выключении опции размер фиксируется и поле **Значение** становится доступным, а при включении - размер делается информационным и поле **Значение** становится недоступным.

Если выполнение фиксации или изменения значения размера невозможно, то на экране появится соответствующее сообщение.

Переменная, поставленная в соответствие ассоциативному размеру, называется **связанной**. Соответствие между связанной переменной и размером является взаимно однозначным. Значение такой переменной равно значению размера. Имя связанной переменной отображается в скобках на размерной линии (рисунок 4). На печать оно не выводится.

Диалоговое окно установки значения размера можно вызвать, дважды щелкнуть мышью на его размерной надписи.

 **Параметризация объектов** - команда используется, чтобы автоматически наложить некоторые типы связей и ограничений на выделенные геометрические объекты.

После вызова команды на экране появится диалоговое окно настройки параметризации (рисунок 5).

Элементы этого окна, отмеченные галочками, соответствуют типам связей и ограничений, которые требуется наложить на выделенные объекты.

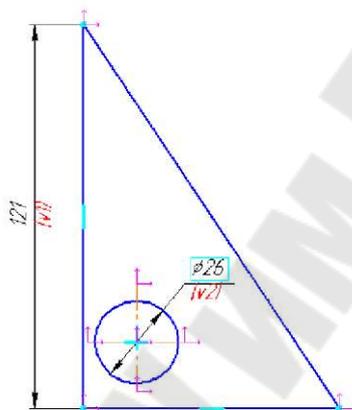


Рисунок 4 - Чертеж с фиксированным (диаметральный размер) и информационным (размер высоты) размерами

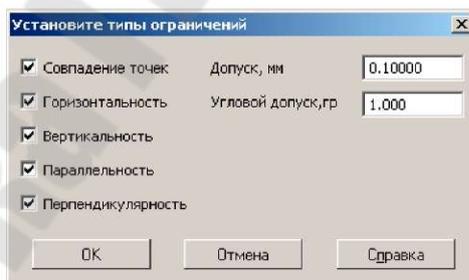


Рисунок 5 - Диалоговое окно настройки параметризации

Поле **Допуск, мм** - поле ввода допуска для совпадения точек. Если расстояние между характерными точками параметризуемых объектов меньше заданного допуска, то эти точки будут объединены (произойдет автоматическое выполнение соответствующей команды наложения на объекты связей и ограничений).

Угловой допуск, гр - поле ввода углового допуска.

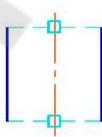
Если параметризуемые отрезки или прямые отклонены от горизонтали или вертикали на угол, меньший углового допуска и включе-

ны опции **Горизонтальность** и **Вертикальность**, то эти объекты станут соответственно горизонтальными или вертикальными (произойдет автоматическое выполнение соответствующей команды наложения на объекты связей и ограничений).

Если параметризуемые отрезки или прямые параллельны или перпендикулярны с угловым допуском, меньшим указанного, и включены опции **Параллельность** и **Перпендикулярность**, то эти объекты станут, соответственно, параллельными или перпендикулярными (произойдет автоматическое выполнение соответствующей команды наложения на объекты связей и ограничений).

Символы, показывающие связи и ограничения графических объектов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Символы, показывающие связи и ограничения графических объектов

Кнопка команды	Ограничение	Изображение	Расположение
	Горизонтальность*		В середине отрезка
	Вертикальность*		В середине отрезка
	Выравнивание точек по горизонтали*		Штриховой горизонтальный отрезок, связывающий выровненные точки
	Выравнивание точек по вертикали*		Штриховой вертикальный отрезок, связывающий выровненные точки
	Совпадение точек*		В точке
	Точка на кривой*		В точке. При необходимости кривая продляется пунктирной линией
	Симметрия двух точек*		Штриховой отрезок, связывающий симметричные точки, и квадрат в точке его пересечения с осью. При необходимо-

			сти ось продляется штриховой линией до центра квадрата
	Параллельность*		В серединах отрезков
	Перпендикулярность*		В точке пересечения отрезков; при необходимости отрезки продляются штриховой линией
	Коллинеарность*		Над серединами отрезков. Ближайшие концы отрезков соединяются штриховой линией
	Касание*		В точке касания. При необходимости кривые продляются до точки касания штриховой линией
	Равенство радиусов		Для дуги – над серединой, для окружности – над верхней точкой
	Равенство длин		Над серединами отрезков
	Фиксация точки		В точке
	Фиксированный размер*		
	Размер с переменной		

Замечание: отмеченные "звездочкой" связи и ограничения могут накладываться автоматически.

2.4 Отображение ограничений и степеней свободы

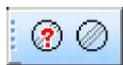
Работать с параметрическим изображением удобнее, если на экране кроме самих геометрических объектов отображаются наложенные на них ограничения и имеющиеся у них степени свободы.

Последние три кнопки панели **Параметризация** имеют следующее назначение:

Отображать ограничения - включает/выключает отображение геометрических ограничений;

Отображать степени свободы - включает/выключает отображение степеней свободы;

Показать/удалить ограничения - показывает ограничения выделенного объекта;



Удалить все ограничения - позволяет удалить любые из этих ограничений. Ограничения и степени свободы показываются на экране (рисунок 4) все время, пока нажаты соответствующие кнопки. Отключить показ ограничений или степеней свободы для отдельного объекта невозможно.

В чертежах ограничения и степени свободы отображаются только у тех объектов, которые принадлежат текущему виду.

Настройка отображения ограничений и степеней свободы распространяется только на текущее окно. В другом окне (в том числе в новом окне текущего документа) отображение символов может быть включено или выключено независимо от текущего окна.

В чертежах степени свободы отображаются только у тех объектов, которые имеют ограничения, в то время как во фрагментах и эскизах отображаются степени свободы всех объектов. Отображение ограничений в чертежах и фрагментах по умолчанию выключено, а в эскизах трехмерных элементов - включено.

Можно выбрать цвет символов и включить/выключить постоянное отображение переменных, рамок фиксированных размеров и символов фиксированных точек в окне настройки отображения ограничений и степеней свободы (рисунок 6). Для вызова этого диалогового окна служит команда **Сервис > Параметры... > Система > Графический редактор > Ограничения и степени свободы**.

Включение опции **Всегда показывать размеры с переменными, фиксированные размеры и точки** означает, что такие объекты, как: переменные, присвоенные размерам; рамки вокруг фиксированных размеров; символы фиксированных точек, будут показываться на экране вне зависимости от того, включено или выключено отображение ограничений. При выключенной опции перечисленные объекты показываются только при включенном отображении ограничений.

Если на объект наложены ограничения, лишаящие его одной или нескольких степеней свободы, то символы, соответствующие отображенным степеням, не отображаются.

Символы степеней свободы объектов показаны в таблице 2.

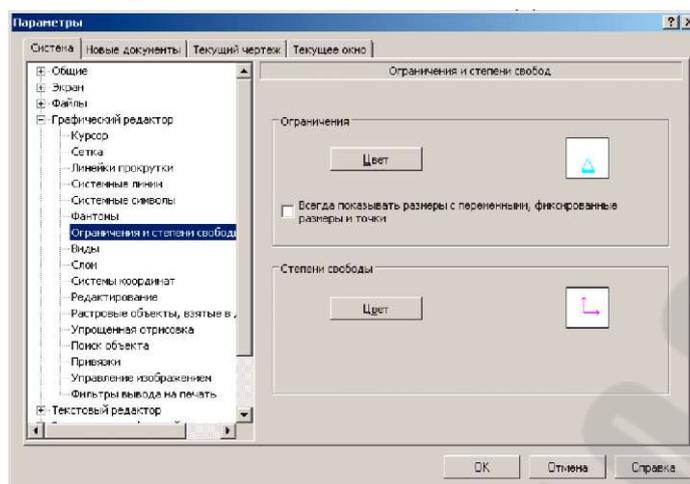


Рисунок 6 - Диалоговое окно настройки отображения ограничений и степеней свободы

Таблица 2 – Символы, показывающие степени свободы объектов

Объект	Изображение максимального количества степеней свободы	Комментарий
Точка		
Отрезок		Отображаются степени свободы каждого конца отрезка
Окружность		Отображаются степени свободы центра и радиуса
Дуга окружности		Отображаются степени свободы центра, радиуса и концов дуги
Эллипс		Отображаются степени свободы центра, полуосей и степень свободы поворота вокруг центра
Дуга эллипса		Отображаются степени свободы центра, концов и степень свободы поворота вокруг центра
NURBS		Отображаются степени свободы концов и опорных точек

3 Работа с параметрическими переменными документа

Присваивая переменным значения, можно изменять соответствующие размеры объектов, не прибегая к прямому редактированию изображения.

В документе КОМПАС-3D могут быть переменные, созданные пользователем, и связанные переменные.

Связанная переменная - переменная, соответствующая размеру.

Информационная переменная - переменная, значение которой невозможно изменить непосредственно, так как оно либо зависит от размеров и положения объектов документа, либо вычисляется как результат выражения.

Внешняя переменная - переменная в параметрическом фрагменте, значение которой можно изменять в главном документе.

3.1 Окно работы с переменными

Все переменные, имеющиеся в документе, отображаются в окне работы с переменными **Переменные** (рисунок 7). Все операции с переменными документа производятся также в этом окне.

Для управления отображением окна на экране служит команда Вид > Панели инструментов > Переменные и кнопка  Переменные панели Стандартная.

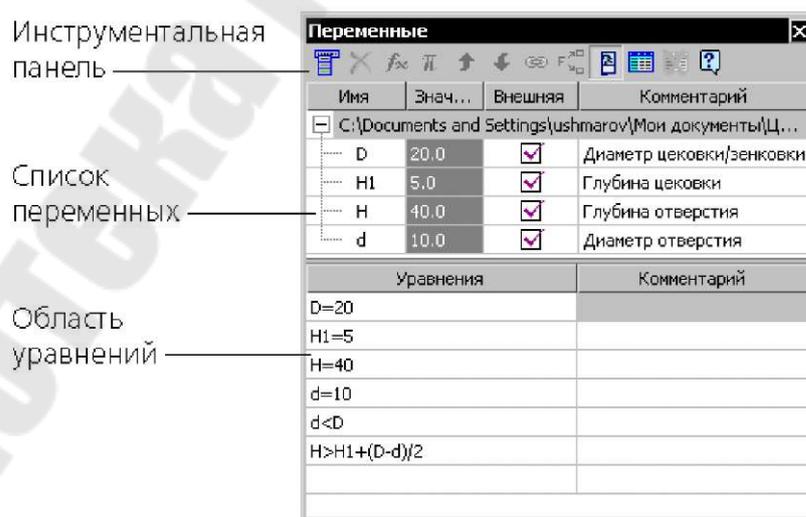


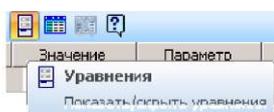
Рисунок 7 - Окно работы с переменными чертежа

Окно содержит **Инструментальную панель** и список имеющихся в документе переменных. Список переменных представляет

собой таблицу, в которой отображаются имена и значения переменных, наличие или отсутствие у переменных статуса "внешняя", а также комментарии к переменным.

Таблица переменных состоит из четырех колонок:

- **Имя** - имя переменной;
- **Значение** - текущее значение переменной (если для переменной задано выражение, то в этой колонке отображается результат его вычисления);
- **Внешняя** - показывает наличие или отсутствие у переменных статуса "внешняя";
- **Комментарий** - комментарий к переменной.



Ввод уравнений и неравенств, связывающих переменные, производится в **области уравнений** - специальной области в нижней части окна работы с переменными, для отображения которой служит кнопка **Уравнения** панели окна работы с переменными. При вводе уравнений возможна вставка функций и констант из специального окна.

Переменные и уравнения текущего документа можно записать в текстовый файл. Сохраненные сведения могут впоследствии использоваться при работе с другими документами. Команды чтения и записи переменных и уравнений, вызова диалогов функций и констант, а также ряд сервисных команд содержится в меню, вызываемом кнопкой  **Меню** окна.

3.2 Создание переменных

Для создания переменной необходимо:

- Щелкнуть мышью в ячейке **Имя** пустой (нижней) строки списка переменных и ввести в ячейку имя переменной.
- Щелкнуть мышью в ячейке **Значение** этой же строки и ввести значение переменной или выражение для ее вычисления.
- При необходимости в ячейке **Комментарий** ввести комментарий к созданной переменной.

Если введенное выражение содержит отсутствующие в документе переменные, они автоматически появляются в списке переменных. Они не будут напрямую связаны ни с одним параметром. На-

пример, ввод уравнения $a+b=10$ вызовет появление переменных a и b . Заранее нельзя предсказать, какие значения будут иметь эти переменные, но их сумма будет равна десяти.

Связанная переменная создается с помощью команды **Установить значение размера**. Связанные переменные автоматически размещаются в таблице окна **Переменные**.

Если требуется создать переменную с конкретным значением, нужно ввести уравнение, однозначно определяющее значение переменной, например, $c = 45$. В выражениях можно использовать информационные переменные.

Для удаления переменной необходимо выделить ее имя в окне **Переменные** и нажать кнопку **Удалить** на инструментальной панели окна или клавишу `<Delete>`. Если выбранная переменная не входит в выражения, заданные для вычисления других переменных, она будет удалена.

3.3 Способы присвоения значений переменным

Доступно три способа присвоения значения переменной:

- *непосредственный ввод числа*, являющегося значением переменной;
- *ввод выражения* для вычисления значения переменной;
- *ссылка на переменную внешнего файла*, т.е. присвоение значения другой переменной.

Присвоение значений переменным производится в окне **Переменные**.

Ввод числа или выражения для связанной переменной возможен также в окне установки размера. Присвоение значений связанным информационным переменным невозможно.

3.3.1 Ввод зависимостей

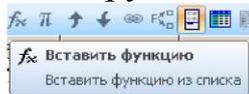
Уравнения и неравенства вводятся и редактируются в нижней части окна работы с переменными.

Чтобы начать ввод уравнения, следует активизировать нужную ячейку двойным щелчком мыши. Возможен ввод выражений вида: $a = b$; $a < b$; $a \leq b$; $a > b$; $a \geq b$; где a , b могут быть переменными, арифметическими и логическими выражениями, числами.

В выражении (как в уравнении, так и в неравенстве) обязательно должна присутствовать хотя бы одна переменная. В выражение, но не

в имя переменной и не в числовое значение, может быть включено любое количество пробелов.

Операции и функции можно вводить вручную и выбирать из специального окна, вызываемого нажатием кнопки **Вставить функцию** на инструментальной панели окна работы с переменными.



При вводе уравнений и неравенств необходимо соблюдение **правил:**

- в любом выражении обязательно должен присутствовать знак
- знак "=" должен находиться перед знаками логических операций;
- в выражении не может быть больше одного знака "=";
- если в выражении нет знака "=" и присутствует больше одного знака логических операций, то первый из них считается признаком неравенства, а следующие - знаками логических операций;
- знак "=" всегда является признаком уравнения, а в логическом равенстве (тождестве) используется знак "==".

3.3.2 Ссылка на переменную внешнего файла

При присвоении значений переменным можно использовать значения переменных из внешних файлов. Для этого необходимо создать ссылку на переменную внешнего файла следующим образом:

- в окне **Переменные** щелкнуть мышью в любой ячейке строки, которая должна получать значение по ссылке;

нажать кнопку Вставить ссылку в появившемся диалоге выбрать файл-источник ссылки - графический документ или модель;

- в появившемся окне **Переменные** указать переменную-источник ссылки.

Переменная текущего документа получит значение переменной-источника - оно отобразится в колонке **Значение**. В документе будет создано уравнение вида "*имя переменной* = значение". В колонке **Выражение** появится текст ссылки на переменную.

Текст ссылки формируется по следующему шаблону:

<полный путь к файлу-источнику>|<имя переменной>

Например, ссылка производится на переменную Н, находящуюся в сборке *C:\Work\Models\reducer.a3d*. Текст ссылки будет следующий: *C:\Work\Models\reducer.a3d\H*.

При изменении в файле-источнике значения переменной, на которую имеется ссылка из документа, необходимо передать в этот документ новое значение переменной - обновить ссылку.

Обновление ссылок возможно, если файл-источник переменной открыт. Чтобы быстро открыть файл-источник ссылки, можно воспользоваться командой **Открыть файл-источник** из контекстного меню переменной-ссылки (рисунок 8).

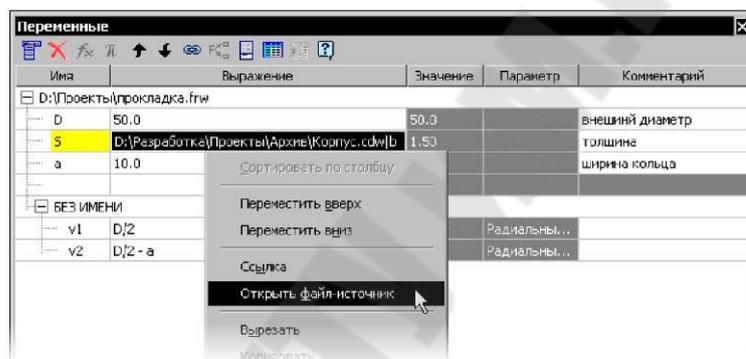


Рисунок 8 - Переменная-ссылка

После открытия файла-источника необходимо вызвать команду



Перестроить для получения новых значений переменных.

Файл-источник во время перестроения документа, использующего ссылки, не перестраивается.

При открытии документа с переменной-ссылкой система проверяет, открыт ли источник. Если источник закрыт, то переменная-ссылка выделяется красным цветом в окне **Переменные** и остается выделенной до корректного обновления.

3.4 Присвоение переменной фрагмента статуса "Внешняя "

Внешняя переменная фрагмента - переменная в параметрическом фрагменте, значение которой можно изменять при вставке этого

фрагмента в другой фрагмент или чертеж (телом или внешней ссылкой).

Любые переменные фрагмента могут быть внешними. Основное назначение внешних переменных - управление параметрами вставленного в другой документ параметрического фрагмента без редактирования этого фрагмента "изнутри". Внешняя переменная фрагмента может иметь статус "информационная". В этом случае она будет недоступна при вставке в другой документ.

Формирование переменных и присвоением им статусов "внешняя" и "информационная" производится при создании фрагмента в

Окне работы с переменными. Чтобы сделать переменную внешней, необходимо включить напротив нее опцию в колонке **Внешняя**.

Например, в параметрическом фрагменте есть изображение крышки и при помощи уравнений и неравенств заданы зависимости между ее высотой, толщиной, диаметром и диаметрами отверстий в ней. При вставке фрагмента с крышкой в чертеж размерами, определяющими все ее параметры, должны быть диаметр и высота. Необходимо сделать временные, соответствующие диаметру и высоте крышки, внешними. Тогда в момент вставки фрагмента в чертеж нужно будет задать только их значения, а значения других переменных будут рассчитаны автоматически.

Внешняя переменная будет доступна для изменения в главном документе, только если она присвоена зафиксированному размеру. Переменная, присвоенная информационному размеру, считается информационной. Она будет недоступна в главном документе.

Для быстрого присвоения внешним переменным вставляемого (вставленного) фрагмента predeterminedенных значений можно использовать таблицу переменных.

3.5 Таблицы внешних переменных

Таблица значений внешних переменных (таблица переменных) - это таблица, хранящаяся в файле и содержащая predeterminedенные значения внешних переменных этого файла (рисунок 9).

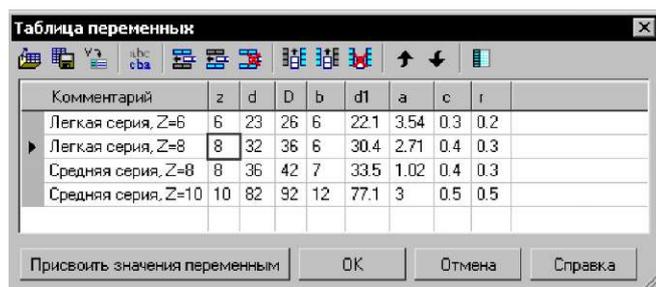


Рисунок 9 - Диалоговое окно Таблица переменных

Таблица переменных используется при вставке файла с внешними переменными в другой документ. Основное ее назначение - быстрое присвоение значений внешним переменным файла, вставляемого в другой документ. Из таблицы выбирается строка, каждая ячейка которой содержит значение одной внешней переменной. Эти значения присваиваются внешним переменным вставляемого файла.

Выбор значений переменных из таблицы не является обязательным. Если в файле отсутствует таблица переменных, то значения переменных вводятся вручную.

Таблица переменных формируется во время создания или редактирования файла, имеющего внешние переменные. Впоследствии таблица может быть отредактирована или удалена из файла.

Структура таблицы переменных следующая (рисунок 10):

- первая строка, начиная со второй ячейки, содержит имена переменных - заголовки столбцов таблицы;
- первый столбец, начиная со второй ячейки, содержит комментарии к строкам;
- остальные ячейки содержат значения переменных.

Комментарий	H	D	L
Исполнение 1	15	10	40
Исполнение 2	15	12	50
Исполнение 3	16	16	60

Рисунок 10 - Пример таблицы переменных

Таким образом, каждая строка таблицы, начиная со второй, содержит определенный набор значений переменных и комментарий - название этого набора.

Переменные файла и хранящиеся в нем таблицы могут полностью совпадать. При выборе строки из таблицы значения будут присвоены лишь тем переменным файла, имена которых совпадают с заголовками столбцов таблицы.

Если в файле есть внешние переменные, то при создании в нем таблицы переменных можно использовать функцию чтения внешних

3.5.1 Создание, редактирование и удаление таблицы переменных

Чтобы *создать* в текущем файле таблицу переменных, необходимо выполнить следующие действия:

- Добавление столбцов перед или после выделенного столбца.
- Удаление выделенных строк.
- Удаление выделенных столбцов.
- Перемещение выделенной строки в вертикальном направлении.

Чтобы отредактировать комментарий или значение переменной, нужно активизировать ячейку таблицы щелчком мыши, а затем ввести новые данные.

Удаление таблицы переменных выполняется кнопкой  **Удалить таблицу переменных** инструментальной панели окна **Переменные**.

3.5.2 Использование таблицы переменных

Для присвоения значений внешним переменным файла необходимо открыть содержащуюся в этом файле таблицу переменных и выбрать из нее нужную строку. Значения переменных, находящиеся в ячейках этой строки, будут переданы в файл. Внешним переменным вставляемого (вставленного) файла будут присвоены значения, содержащиеся в ячейках выбранной строки.

Кнопка команды **Таблица переменных** доступна, если таблица переменных, хранящаяся во вставляемом (вставленном) файле, содержит более одной строки.

Кроме изменения значений внешних переменных файла, вставленного в другой документ, таблицу переменных можно использовать

для изменения текущих значений переменных в самом файле, содержащем таблицу. Для того чтобы присвоить внешним переменным файла значения из таблицы переменных, необходимо выполнить следующие действия:

- открыть файл, содержащий внешние переменные и таблицу переменных;
- открыть окно работы с переменными;
- из инструментальной панели окна **Переменные** вызвать окно **Таблица переменных**;
- выбрать из таблицы нужную строку и нажать кнопку **Присвоить значения переменным**;
- окно **Таблица переменных** закроется, внешние переменные текущего файла приобретут значения, содержащиеся в выбранной строке таблицы.

Замечания: если в файле есть внешние переменные, которые отсутствуют в таблице, то их значения после применения таблицы не меняются; значения информационных переменных после применения таблицы не меняются, даже если эти переменные присутствуют в таблице.

3.6 Подготовка параметрических фрагментов для вставки в другие документы

Параметрический фрагмент - фрагмент, содержащий внешние переменные.

Вставка в документы параметрических фрагментов позволяет сэкономить время не только на вычерчивании изображения, но и на его редактировании, так как для перестроения изображения достаточно изменить параметры фрагмента. Изменение параметров возможно как во время, так и после вставки.

Как правило, в параметрическом изображении изделия одни переменные являются независимыми (их значения могут быть непосредственно введены пользователем), а другие - вычисляемыми (их значения зависят от значений остальных переменных). При вставке параметрического фрагмента в другой документ обычно требуется задание значений независимых переменных. Остальные переменные вычисляются согласно существующим во вставляемом фрагменте уравнениям и равенствам.

Документ, в который вставляется фрагмент, называется главным документом.

Чтобы вставить в документ изображение из внешнего файла фрагмента, следует вызвать команду **Вставка > Фрагмент**.

На экране появится диалоговое окно, в котором требуется задать путь и имя фрагмента для вставки. После выбора файла фантом хранящегося в нем изображения появляется на экране, а на вкладке **Параметры** Панели свойств появляются элементы управления вставкой (рисунок 11).

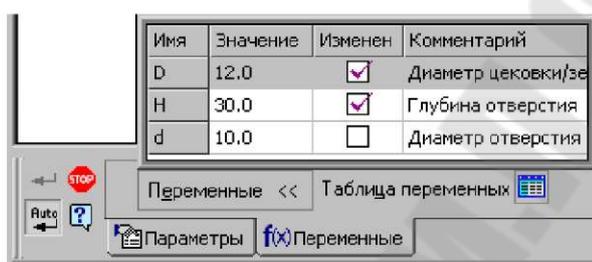


Рисунок 11 - Пример вкладки Переменные

При вставке параметрического фрагмента Панель свойств содержит вкладку **Переменные**, позволяющую управлять значениями внешних переменных вставляемого фрагмента.

Вкладка **Переменные** Панели свойств содержит перечень внешних переменных вставляемого фрагмента. Переменные имеют такие значения, какими они были в момент последнего сохранения фрагмента на диске. Чтобы изменить значение переменной, нужно дважды щелкнуть мышью в ячейке, где оно отображается, задать новое значение и нажать клавишу <Enter>.

Если значение переменной изменено, в колонке **Изменен** напротив ее имени отображается "галочка".

Чтобы вернуть какой-либо переменной значение, хранящееся в файле-источнике, следует щелкнуть мышью на этой "галочке".

Кнопка **Таблица переменных** Панели свойств позволяет открыть таблицу переменных вставляемого фрагмента и выбрать новые значения внешних переменных. После нажатия этой кнопки на экране появляется окно **Таблица переменных**. В таблице следует указать нужную строку и закрыть окно. Внешние переменные фрагмента получают значения, записанные в ячейках выбранной строки.

Изменения значений переменных немедленно отражаются на фантоме фрагмента в окне документа.

За один вызов команды можно создать несколько вставок фрагмента с различными параметрами. После того, как фрагмент вставлен с определенными значениями переменных, система ожидает выполнения новой вставки. Для нее можно задать новые значения внешних переменных.

Если параметрический фрагмент взят в документ или вставлен ссылкой, то внешние переменные и уравнения, связывающие их с другими переменными, хранятся в самой вставке. Именно благодаря этому в одном документе может быть несколько вставок фрагментов с разными значениями одной и той же переменной - переменные не

будут вступать в конфликт, т.к. каждая из них управляет своим участком изображения.

Если параметрический фрагмент вставлен россыпью, то сразу после вставки его параметры соответствуют указанным значениям внешних переменных. Однако сами переменные и связывающие их уравнения в документ-владелец не передаются.

4 Работа с параметрическими изображениями

4.1 Преобразование обычного изображения в параметрическое и наоборот

Чтобы сделать размеры, штриховки, шероховатости и обозначения баз ассоциированными с геометрическими объектами, можно в режиме редактирования каждого из этих объектов указать заново базовые кривые. Другим способом является удаление старых непараметрических объектов и простановка их заново. В обоих случаях параметрический режим должен быть предварительно включен.

Параметризовать объекты компактной панели командой Параметризация.

Остальные типы связей и ограничений нужно наложить на непараметризованные объекты вручную.

Чтобы полностью преобразовать параметрический чертеж или фрагмент в обычный, необходимо выделить объекты, с которых следует снять ограничения и связи, вызвать команду компактной панели

Параметризация Удалить все ограничения

После того, как все ограничения с объектов будут сняты, рекомендуется сохранить и закрыть документ, а затем открыть его снова.

4.2 Редактирование параметрического изображения

4.2.1 Управление значениями размеров

Изменение значения размера возможно, только если этот размер зафиксирован. *Чтобы изменить значение размера, необходимо:*

- дважды щелкнуть мышью на тексте размерной надписи параметрического размера. На экране появится диалог установки значения размера;

- если размер зафиксирован, то поле **Значение** доступно. В него следует ввести новое значение размера. Если размер не зафиксирован, следует отключить опцию Информационный размер. Размер зафиксировается, и поле **Значение** станет доступно;

- нажать кнопку <ОК>. Значение размера изменится.

Значение информационного размера можно изменить, присвоив ему переменную и задав ей требуемое значение.

4.2.2 Изменение значений переменных

Значения связанных переменных изменяются путем управления соответствующими размерами.

Значение переменной можно установить в области уравнений окна **Переменные**, создав или отредактировав уравнение вида *"имя переменной = значение"*. Таким способом можно задать значение не только переменной, созданной путем ввода ее в уравнение, но и связанной переменной, причем эта переменная может быть связана как с зафиксированным размером, так и с информационным.

4.2.3 Редактирование перетаскиванием точек

Можно редактировать параметрическое изображение мышью, "перетаскивая" характерные точки составляющих его объектов. Наличие хотя бы одной степени свободы говорит о том, что характерную точку можно переместить, а отсутствие степеней свободы - о том, что перемещение невозможно.

При перемещении характерной точки объекта все связанные с ним объекты также будут перестроены.

Если на объект наложены ограничения, полностью определяющие его положение, например, проставлены все необходимые размеры, связывающие геометрию детали, будет выполнено простое перемещение связанных объектов в новое положение без перестроения

геометрии. Если же объект при этом связан с зафиксированной точкой, то не будет выполнено вообще никаких действий.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Освоить практические приемы наложения связей и ограничений на плоские объекты в системе КОМПАС-3D .
3. Согласно заданию преподавателя создать отдельные фрагменты деталей сборочного узла направляющего шарикового для штампов по ГОСТ 14676-83.
4. Для каждого из созданных фрагментов назначить необходимые связи и ограничения, создать переменные, назначить одну из переменных внешней и определить для нее три возможных варианта принимаемых значений.
5. Создать новый чертеж и вставить в него детали из фрагментов таким образом, чтобы получился параметризованный сборочный чертеж узла. Изображение данного чертежа при изменении одного из параметров его деталей должно автоматически перестраиваться на другой типоразмер в соответствии с созданной параметрической моделью.
6. Распечатать на принтере копию экрана системы КОМПАС - 3D, где изображена параметрическая модель сборочного узла, окно Переменные и Таблица переменных для данного узла.
7. Распечатать на принтере сборочный чертеж в трех исполнениях (типоразмерах) в соответствии со значениями внешних переменных.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается суть параметризации?
2. Какие есть типы параметрической связи и в чем их отличие?
3. Что называется ограничением?
4. Что называется параметрической моделью?
5. Какие обязательные требования предъявляются к параметрическим изображениям в системе КОМПАС-3D?
6. Какими способами возможно получить параметрическое изображение? Какой из них реализован в КОМПАС-3D?
7. Каковы общие рекомендации по параметризации чертежей в КОМПАСА?

8. В чем заключаются особенности работы с параметрическими объектами?
9. Какими способами в КОМПАС-3D можно активизировать команды наложения связей и ограничений?
10. Какого типа связи и ограничения можно накладывать на объекты в КОМПАС-3D ?
11. Каковы основные принципы и приемы наложения связей и ограничений?
12. В чем заключается суть параметрического режима и каковы приемы работы в данном режиме?
13. Как выполняется настройка параметрического режима в КОМПАС-3D ?
14. Как в КОМПАС-3D на объекты накладываются ограничения Горизонтальность и Вертикальность?
15. Как в КОМПАС-3D на объекты накладываются связи Выравнивание точек по горизонтали и вертикали?
16. Как в КОМПАС-3D на объекты накладывается связь Совпадение точек?
17. Как в КОМПАС-3D на объекты накладывается связь Точка на кривой?
18. Как в КОМПАС-3D на объекты накладывается связь Симметрия двух точек?
19. Как в КОМПАС-3D на объекты накладываются связи Параллельность и Перпендикулярность?
20. Как в КОМПАС-3D на объекты накладывается связь Коллинеарность?
21. Как на объекты накладывается связь Касание?
22. Как в КОМПАС-3D на объекты накладываются связи Равенство радиусов и Равенство длин?
23. Как в КОМПАС-3D на объекты накладывается ограничение Фиксация точки?
24. Какие команды предназначены для параметризации объектов с использованием размеров и как они могут использоваться?
25. Какая команда используется для полуавтоматического наложения связей и ограничений?
26. Как наложение на объекты связей и ограничений влияет на их степени свободы?
27. Какие команды предназначены для отображения ограничений и степеней свободы?

28. Каким способом можно для выбранного объекта просмотреть список наложенных связей и ограничений, а также снять некоторые из них?

29. Как выполняется настройка отображения ограничений и степеней свободы?

30. Переменные каких типов могут присутствовать в документах КОМПАСА?

31. Какая переменная называется информационной и как она используется при параметризации?

32. Какая переменная называется внешней и как она используется при параметризации?

33. Какая переменная называется связанной и как она используется при параметризации?

34. Как работать с переменными в окне Переменные?

35. Назначение и принцип работы с Таблицей переменных.

36. Как создаются новые переменные, и какие приемы работы с ними можно выполнять?

37. Какими способами можно задавать значения переменных?

38. Как задаются уравнения при работе с переменными?

39. Как осуществляется присвоение переменной статуса "Внешняя"?

40. Как выполняется подготовка параметрических фрагментов для вставки в другие документы?

41. Как осуществляется преобразование обычного изображения в параметрическое и наоборот?

42. Какие операции можно выполнять при редактировании параметрического изображения?

Лабораторная работа № 5 Особенности интерфейса модуля трехмерного моделирования КОМПАС-3D. Принципы и основные приемы моделирования и редактирования объемных деталей

Цель работы: изучение возможностей и получение практических навыков создания объемных моделей деталей средствами системы КОМПАС-3D .

Теоретическая часть

1 Основные понятия трехмерного моделирования в КОМПАС-3D

В КОМПАС-3D возможно создание двух **типов моделей**:

- **Деталь** - тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых без применения сборочных операций. Создается и хранится в документе "*деталь*", расширение файла - *.t3d*.

Деталь в КОМПАС-3D - это трехмерная модель, включающая одно или несколько тел. Под *твердым телом* в данном случае понимается конечная замкнутая область, обладающая такими свойствами, как масса, объем, материал. Граница тела является его поверхностью.

- **Сборка** - тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых с применением сборочных операций. Создается и хранится в документе "*сборка*", расширение файла - *.a3d*.

Трехмерная модель в КОМПАС-3D состоит из объектов:

- **Геометрических** - тела, поверхности, кривые, точки, эскизы, объекты вспомогательной геометрии.

- **Объектов оформления** - размеры, условное обозначение резьбы, линии-выноски, обозначения шероховатости, базы, позиции, допуска формы и расположения.

- Объектов "**измерение**".

- **Компонентов** - объектов модели, в свою очередь являющихся моделями: деталями или сборками. Модели компонентов могут храниться в файлах на диске или в библиотеках. Компоненты в сборке могут быть связаны сопряжениями (параметрическими связями) друг с другом или с другими геометрическими объектами.

В состав модели "*деталь*" могут входить любые из вышеперечисленных объектов, за исключением компонентов.

В состав модели "*сборка*" могут входить любые объекты, в том числе компоненты.

Объекты модели создаются и редактируются путем выполнения **операций**.

При создании и редактировании объекта возможно формирование **ассоциативной связи** его с другим объектом - однонаправленной зависимости расположения или геометрии одного объекта от расположения или геометрии другого объекта.

Модели в целом, а также отдельным ее частям можно назначить параметры для расчета МЦХ - материал и плотность материала, а также задать свойства - обозначение, наименование и т.п.

2 Основные элементы интерфейса модуля трехмерного моделирования системы КОМПАС-3D

Модуль трехмерного моделирования системы КОМПАС-3D позволяет создавать трехмерные модели деталей и сборки.

Основные элементы интерфейса модуля трехмерного моделирования приведены на рисунке 1.

Интерфейс КОМПАС-3D при работе с трехмерными моделями и сборками существенно не отличается от интерфейса при работе с графическими документами. *Главными отличиями* являются:

- Расширенный состав элементов панели инструментов **Вид** и выпадающего меню **Вид** (рисунок 2):

- поле **Текущая ориентация**, которое позволяет изменить ориентацию модели;

- команды управления отображением модели;

- команды поворота и перестроения модели.

- **Дерево модели** (рисунок 1) - графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект **Дерева** - сама модель (деталь или сборка). Пиктограммы объектов модели автоматически возникают в **Дереве модели** сразу после фиксации этих объектов в модели.

Дерево модели отражает последовательность создания объектов модели или сборки, если на его панели инструментов включен Режим отображения структуры модели, в противном случае объекты модели группируются по типам, образуя разделы **Дерева**.

Дерево модели служит не только для фиксации объектов, но и для облегчения выделения и указания объектов при выполнении команд. Контекстные меню объектов и разделов **Дерева модели** содержат наиболее часто используемые команды: команды управления отображением объектов, команды включения/исключения объектов из расчетов, команды редактирования, удаления и др.

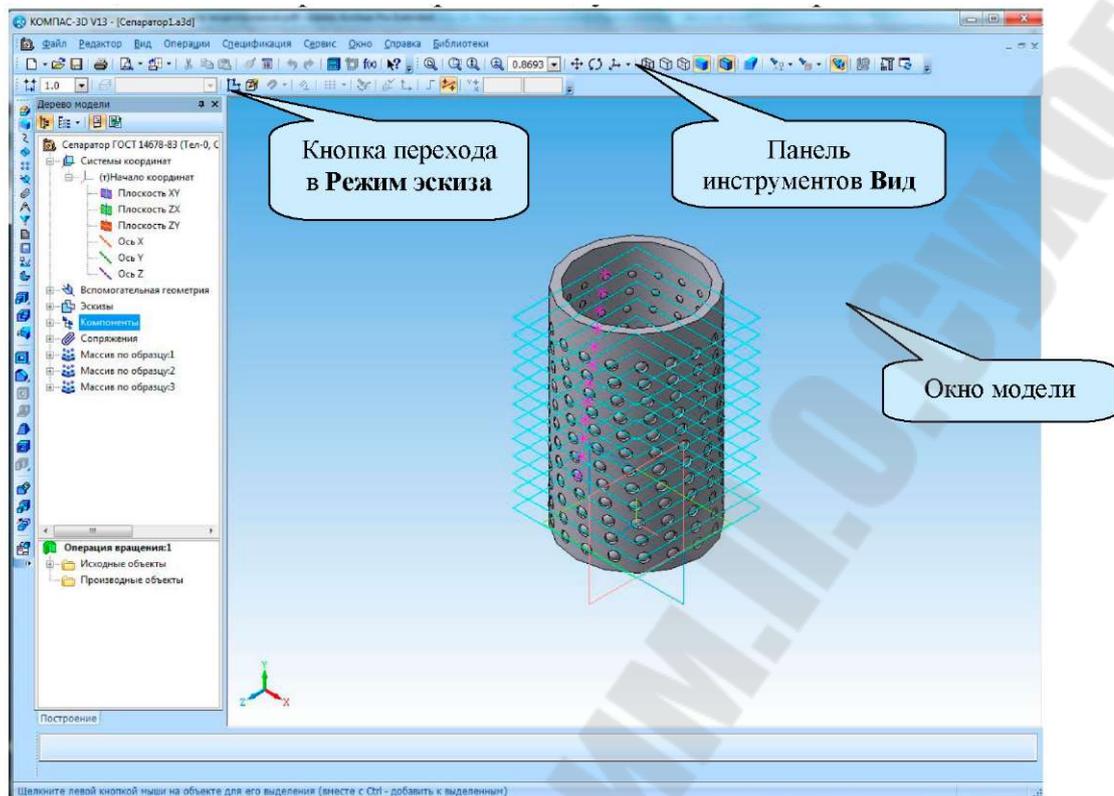


Рисунок 1 - Элементы интерфейса модуля 3D-моделирования КОМПАС-3D

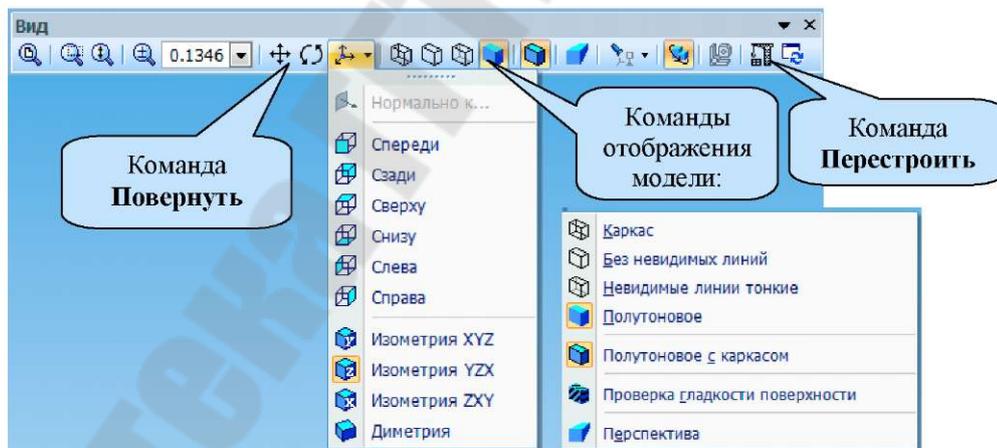


Рисунок 2 - Команды панели инструментов **Вид** модуля трехмерного моделирования КОМПАС-3D



Режим эскиза (рисунок 1) - специальный режим работы с трехмерной моделью КОМПАС-3D. Переход в этот режим выполняется при создании нового или редактировании существующего эскиза с помощью кнопки панели инструментов **Текущее состояние**.

Эскиз - плоская фигура, на основе которой образуется тело. **Эскиз может располагаться:**

- в одной из ортогональных плоскостей координат;
- на плоской грани существующего тела;
- во вспомогательной плоскости.

Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора *КОМПАС-3D* и может состоять из одного или нескольких контуров. Один и тот же эскиз может использоваться в нескольких различных операциях.

Работа в режиме эскиза практически аналогична работе в КОМПАС-фрагменте. По умолчанию в новом эскизе включен параметрический режим. Команды трехмерного моделирования в режиме эскиза недоступны.

Объекты модели можно использовать в эскизе для проецирования и привязки двумя способами:

- при создании геометрических объектов в эскизе можно использовать глобальную и локальную привязки к геометрическим объектам эскиза и к объектам модели (рисунок 3):
- в эскизе можно создать проекцию какого-либо объекта существующей модели командой **Операции > Спроецировать объект** либо соответствующей кнопкой панели .

Геометрия

После вызова команды следует указать объект, проекцию которого требуется получить - вершину, грань, ребро, пространственную кривую, ось, точку и т.п. В эскизе создается проекция указанного объекта и совпадающий с ней геометрический объект.

В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента.

Можно использовать уже существующий в библиотеке эскиз. Для этого после указания плоскости построения эскиза необходимо вызвать из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки** и выбрать имеющийся в ней эскиз.

Для создания объемного элемента подходит не любое изображение в эскизе. Оно должно подчиняться некоторым правилам в зависимости от типа создаваемого элемента:

- контуры в эскизе не должны пересекаться и иметь общих точек;
- контуры в эскизе должны изображаться стилем линии **Основная**.

После завершения работы с эскизом выход из **Режима эскиза** осуществляется отжатием кнопки **Режима эскиза**, после чего можно продолжить построение модели.

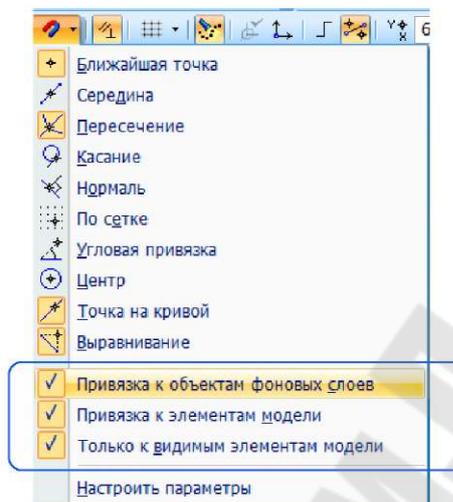


Рисунок 3 - Привязки режима Эскиз

Инструментальные панели в составе компактной панели:

- Редактирование детали;
- Редактирование сборки;
- Пространственные кривые;
- Поверхности;
- Вспомогательная геометрия;
- Элементы оформления;
- Измерения 3D;
- Спецификация;
- Элементы листового тела;
- Сопряжения (только при редактировании сборки).

3 Сохранение документа типа Деталь и Сборка

В системе КОМПАС-3D при создании и сохранении документа можно **автоматически формировать имя документа**.

Последовательность действий при этом такова:

- **вызвать команду** Сервис > Параметры;
- в окне **Параметры** на вкладке **Новые документы** активировать раздел **Имя файла по умолчанию** и в правой части окна выбрать способ формирования имени файла (рисунок 4);

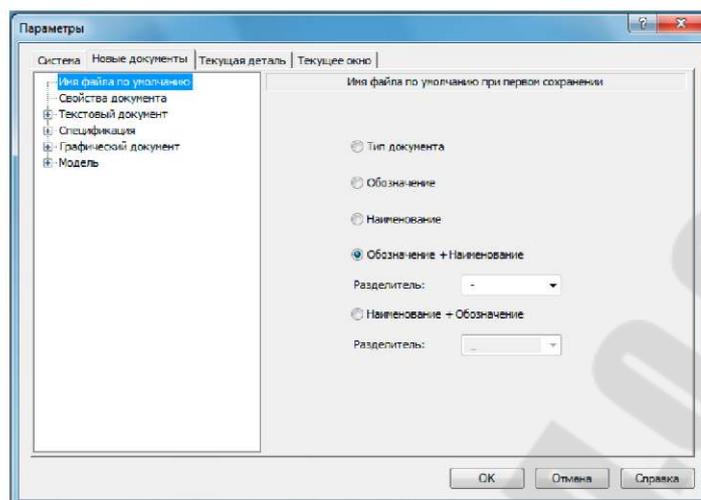


Рисунок 4 - Окно настройки формата имени файла по умолчанию

- в **Дереве модели** вызвать контекстное меню детали и вызвать из него команду **Свойства детали**;
- на **Панели свойств** команды в таблице **Список свойств** заполнить поля **Обозначение** и **Наименование** информацией, из которой будет формироваться имя файла (рисунок 5), после чего в **Дереве модели** наименование **Деталь** изменится в соответствии с записью в поле **Наименование** таблицы списка свойств (рисунок 6а);
- вызвать команду **Сохранить** для сохранения файла на внешнем носителе. В диалоговом окне сохранения файла в поле **Имя файла** автоматически появится сформированное имя файла (рисунок 6б);
- после сохранения файла в заголовке системы КОМПАС-3D название файла изменится (рисунок 6а).

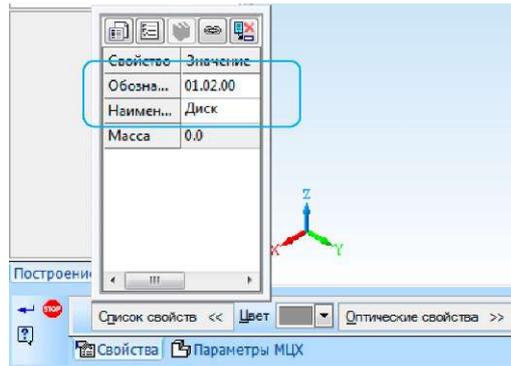
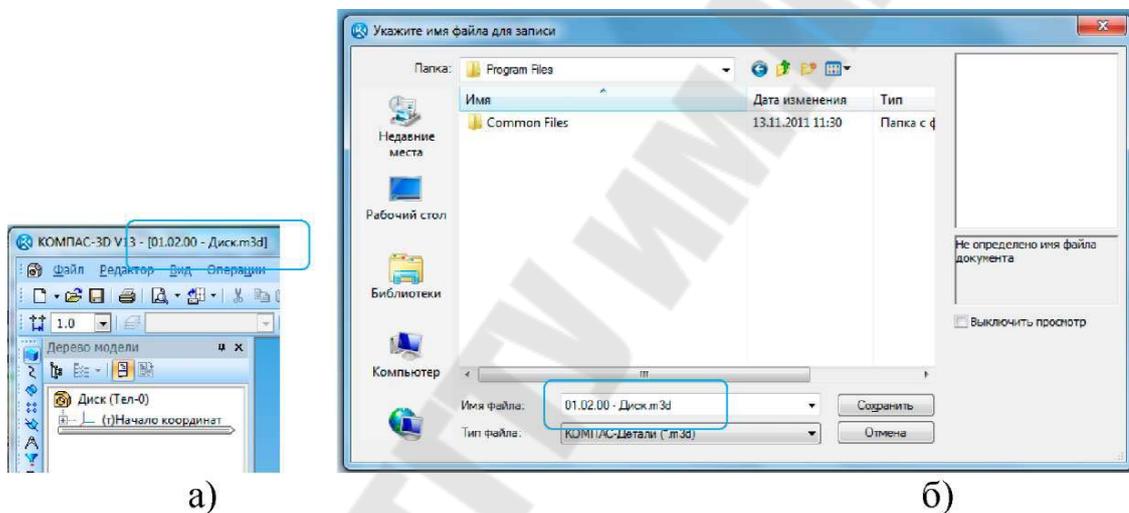


Рисунок 5 - Панель свойств команды Свойства модели



а - имя файла в заголовке системы КОМПАС-3D; *б* - имя файла в окне сохранения документа

Рисунок 6 - Результат автоматического формирования имени файла детали

4 Общие принципы 3D-моделирования в КОМПАС-3D

Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами и т.д.). Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить любую сложную модель.

Для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры (эскиза) в пространстве, след от которого определяет форму элемента.

4.1 Формообразующие операции

Формообразующее перемещение эскиза называется **операцией**.

Базовыми операциями **являются**:

- **Выдавливание** эскиза, содержащего сечение элемента, в направлении, перпендикулярном его плоскости (рисунок 7а).
- **Вращение** эскиза, содержащего сечение элемента, вокруг оси, лежащей в его плоскости (рисунок 7б).
- **Кинематическая операция** - перемещение эскиза вдоль указанной направляющей (траектории перемещения) (рисунок 7в).
- Построение тела **по сечениям-эскизам** (рисунок 7г).



а – выдавливание; б – вращение; в – кинематическая; г – по сечениям

Рисунок 7 - Эскизы и элементы, образованные операциями

4.2 Последовательность создания детали

Построение трехмерной модели детали заключается в построении ее тела, формирование которого начинается с создания основания - его первого формообразующего элемента. В качестве основания можно использовать любой формообразующий элемент.

Построение основания начинается с создания эскиза.

Последовательность создания основания.

- выделить в дереве модели нужную координатную плоскость;
- перейти в **Режим эскиза**, любым известным способом вызвав команду **Эскиз**, и создать плоский контур, необходимый для выполнения формообразующей операции (можно добавить эскиз из файла чертежа или из библиотеки эскизов);
- вернуться в режим трехмерных построений, отжав кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**;
- выбрать формообразующую операцию, настроить ее параметры и создать формообразующий элемент.

После создания основания тела можно приклеивать к нему или вычитать из него различные формообразующие элементы. Эскиз добавляемого к детали или вычитаемого из нее формообразующего элемента может быть расположен как в базовой или вспомогательной плоскости, так и на плоской грани самой детали.

4.3 Требования к эскизам формообразующих операций

4.3.1 Требования к эскизу основания (элемента выдавливания)

- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть как замкнутым, так и разомкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми, причем один из них должен быть внешним - он образует форму элемента выдавливания, а внутренние контура образуют отверстия.

4.3.2 Требования к эскизу элемента вращения

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии **Осевая**;

- ось вращения должна быть одна;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения;
- если контур один, он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты.

4.3.3 Требования к эскизам для формирования кинематического элемента

При формировании кинематического элемента используются два эскиза: эскиз сечения и траектории. Сечение всегда лежит в одном эскизе, а траектория может лежать в одном или нескольких эскизах либо состоять из эскизов, ребер и других пространственных кривых.

В эскизе-сечении может быть один разомкнутый или замкнутый контур.

Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:

- в эскизе-траектории может быть только один разомкнутый или замкнутый контур;
- если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения;
- эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения и не совпадающей с ней.

Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:

- в каждом эскизе-траектории может быть только один разомкнутый контур;
- контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого);
- если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения.
- если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.
- контур, образующий начало траектории, не должен лежать в плоскости, параллельной плоскости сечения или совпадающей с ней.

4.3.4 Требования к эскизам для формирования элемента по сечениям

При формировании элемента по сечениям используются сечения и иногда осевая линия. Сечения всегда расположены в нескольких эскизах.

В качестве направляющей может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например, криволинейное ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе.

Требования к эскизам сечений:

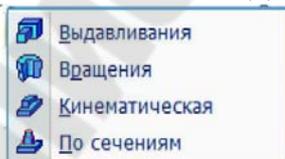
- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- в каждом эскизе может быть только один контур;
- в крайних (первом и последнем) эскизах может быть по одной точке (вместо контура);
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу осевой линии:

- осевая линия может быть разомкнутой или замкнутой;
- если осевая линия разомкнута, ее конечные точки должны лежать в плоскостях первого и последнего эскизов сечений;
- 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.

4.4 Общие свойства формообразующих элементов

Команды создания формообразующих элементов в системе КОМПАС-3D сгруппированы в панели инструментов **Редактирование детали** и в выпадающем меню **Операции**.



После вызова команд создания формообразующих элементов на панели свойств появляются вкладки, содержащие средства для управления параметрами элемента (рисунок 8).

Все значения параметров при их вводе и редактировании отображаются на экране в виде фантома элемента, что позволяет визуально контролировать правильность задания параметров.

При создании формообразующего элемента любого типа Панель свойств содержит следующие вкладки, общие для всех формообразующих операций:

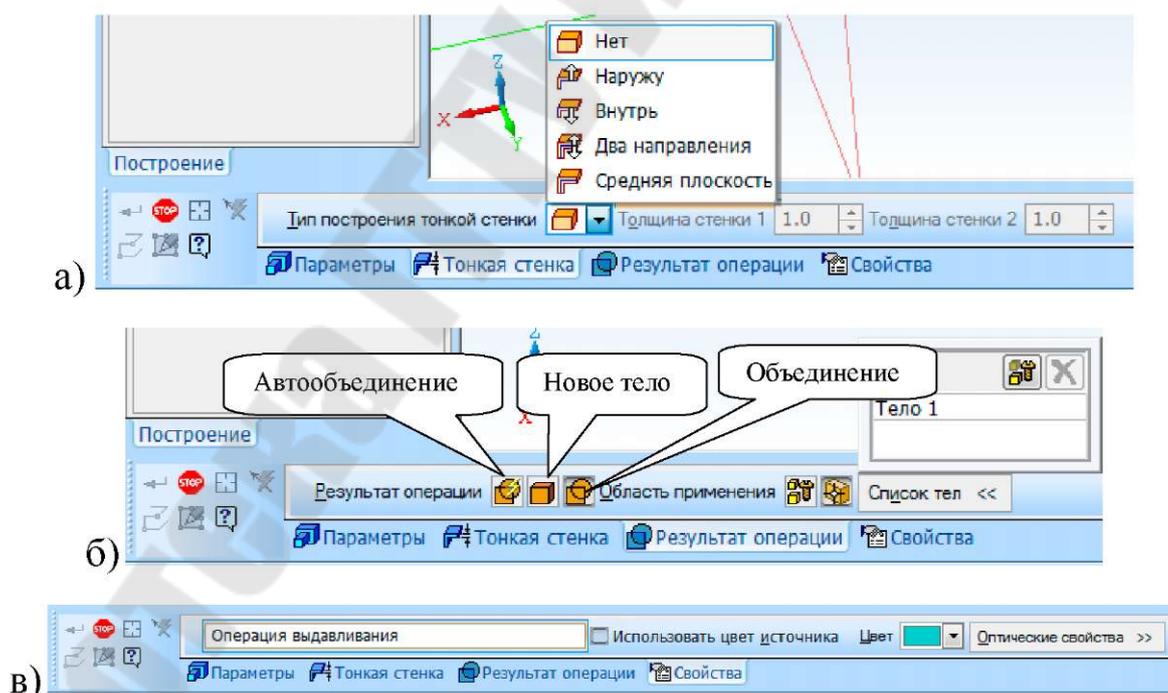
Вкладка Тонкая стенка

Ее инструменты позволяют задать тонкостенную оболочку, что добавляет к поверхности элемента слой материала заданной толщины (рисунок 8а).

Вкладка Результат операции

Ее инструменты позволяют указать, должен ли элемент быть отдельным телом или его следует объединить с уже имеющимся, т.е. приклеить к нему.

При выборе варианта **Объединение** необходимо указать в группе **Область применения** список тел, с которыми будет объединен создаваемый элемент (рисунок 8б).



*а – вкладка Тонкая стенка; б – вкладка Результат операции;
в – вкладка Свойства*

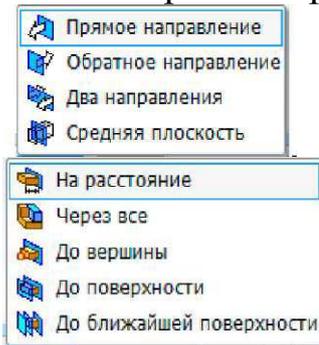
Рисунок 8 - Вкладки Панели свойств команд создания формообразующих элементов

4.5 Команды выполнения формообразующих операций

4.5.1 Операция выдавливания

При выполнении операции выдавливания после вызова соответствующей команды и указания эскиза необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

- выбрать направление выдавливания;



- выбрать глубину выдавливания в поле **Расстояние выдавливания** ввести высоту элемента;
- в поле **Угол** ввести значение уклона.

4.5.2 Операция вращения

При выполнении операции вращения после вызова соответствующей команды и указания эскиза необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

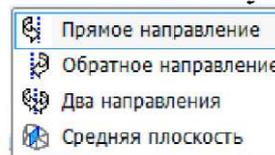
- выбрать способ формирования элемента:



сфероид (позволяет получить сплошной элемент),



тороид (позволяет получить тонкостенную оболочку);



- выбрать направление вращения
- в поле **Угол** задать величину угла поворота контура эскиза относительно оси вращения.

4.5.3 Кинематическая операция

При выполнении кинематической операции после вызова соответствующей команды необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

- в **Дереве** или в окне модели указать эскиз, содержащий сечение кинематического элемента;
 - указать эскиз, определяющий траекторию движения сечения. Если траектория состоит из нескольких последовательно соединенных контуров в разных эскизах, их нужно указывать в порядке соединения.
- в группе **Движение сечения** выбрать тип движения:
 - сохранять угол наклона;выбрать направление уклона - наружу, - внутрь;
 - параллельно самому себе;
 - ортогонально траектории.

4.5.4 Операция по сечениям

При выполнении операции по сечениям после вызова соответствующей команды необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

- указать эскизы, активизировав переключатель **Сечения** которых изображены сечения элемента;
- активизировав переключатель **Осевая линия** , указать эскиз, задающий осевую линию элемента;
- переключателями в группе **Траектория** выбрать способ построения тела у начального и конечного сечения: *по умолчанию, по нормали, по объекту*;
-  выбрать вариант генерации траектории в группе **Траектория**:
автоматическая генерация траектории; генерация траектории по указанным точкам.

4.5.5 Деталь-заготовка

Команда позволяет моделировать изделия, которые отличаются лишь некоторыми конструктивными элементами. Команда использует ранее подготовленную и записанную на диск в файл модель.

После вызова команды на экране появится стандартное окно выбора файла, в котором нужно выбрать файл, содержащий нужную деталь. На Панели свойств в группе **Способ вставки** следует выбрать переключатель, определяющий должна ли заготовка сохранять связь с файлом-источником:

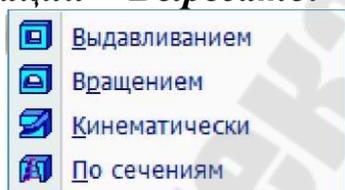
- Внешней ссылкой;
- Без истории.

4.5.6 Операции приклеивания формообразующих элементов

Такие операции выполняются рассмотренными выше командами создания формообразующих элементов. Отличием является то, что эскиз приклеиваемого элемента может располагаться как в базовой и вспомогательной плоскости, так и на плоской грани самой детали.

4.5.7 Команды вырезания из детали формообразующих элементов

В системе КОМПАС-3D команды вырезания сгруппированы в панели инструментов **Редактирование детали** и в выпадающем меню **Операции > Вырезать:**



Параметры вырезаемых элементов аналогичны параметрам приклеиваемых элементов. Однако разница заключается в том, что при вырезании элементов отличается результат операции - требуется задать **Способ вырезания** на вкладке **Вырезание** (рисунок 9), а при построении сборки и **Область применения операции** на вкладке **Параметры** Панели свойств.

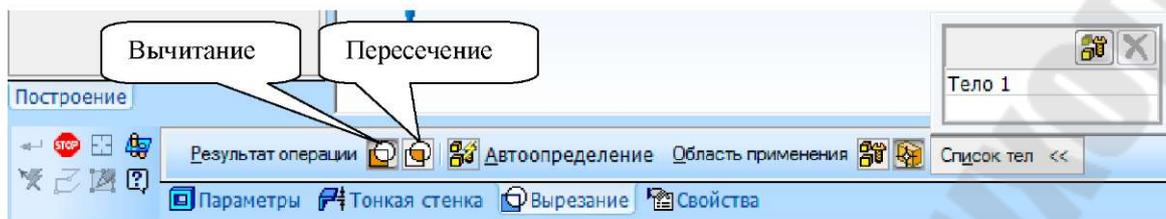


Рисунок 9 - Вкладка **Вырезание** Панели свойств команд вырезания из детали формообразующих элементов

4.5.8 Булева операция над телами

Команда позволяет произвести булеву операцию над двумя телами, имеющимися в текущей модели. При работе со сборкой булева операция применима как к телам, построенным в самой сборке, так и к телам, построенным в ее компонентах. Результатом булевой операции является новое тело. Оно может участвовать в любых последующих операциях, в том числе булевых.

Команда доступна, если в модели имеется более одного тела.

Вызов команды выполняется нажатием кнопки **Булева операция** на инструментальной панели **Редактирование модели** или из выпадающего меню **Операции**.

После вызова команды необходимо:

- указать тела, участвующие в операции;
- задать тип булевой операции с помощью группы переключателей **Результат операции** (рисунок 10):

 **Объединение;**

 **Вычитание** - удаление из первого тела объема, занимаемого вторым телом;

 **Пересечение** - удаление всего объема обоих тел, кроме их общего объема.

Объединение тел возможно, если они пересекаются или имеют общую поверхность, а вычитание и пересечение возможны только, если тела пересекаются.

В результате выполнения операции в **Дереве модели** появится пиктограмма булевой операции, а в окне детали - тело, являющееся результатом операции.

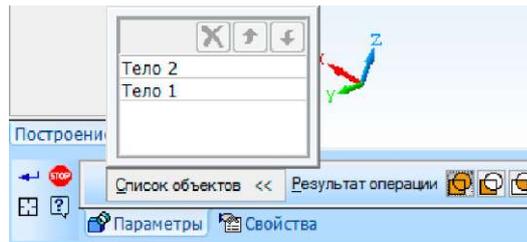
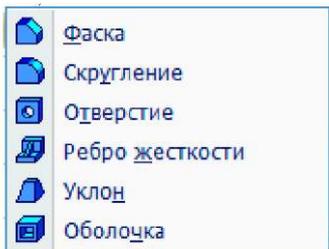


Рисунок 10 - Панель свойств при выполнении булевой операции

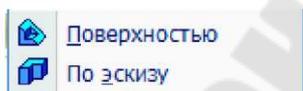
5 Операции редактирования тел

Редактирование тел, полученных путем выполнения формообразующих операций, в системе КОМПАС-3D выполняется путем создания конструктивных элементов, присущих машиностроительному проектированию: фасок, скруглений, отверстий и т.д.

Команды создания конструктивных элементов в системе КОМПАС-3D расположены на панели инструментов **Редактирование модели (сборки)** и в выпадающем меню **Операции > Конструктивные элементы**:



КОМПАС-3D также позволяет редактировать тела путем выполнения таких операций, как:



- сечение поверхностью или по эскизу



- масштабирование и изменение положения.

При работе со сборкой операции редактирования применимы как к телам, построенным в самой сборке, так и к телам, построенным в компонентах.

5.1 Команды создания конструктивных элементов

Команда *Фаска*

После вызова команды необходимо:

- указать ребра детали, на которых требуется создать фаску;
- на Панели свойств выбрать способ построения фаски: **По стороне и углу** или **По двум сторонам**;
- задать параметры фаски: **Величину катетов** или **Величину катета и угол**.

Команда *Скругление*

После вызова команды необходимо:

- указать ребра детали, которые необходимо скруглить;
- на Панели свойств выбрать тип скругления: **Постоянный радиус** или **Переменный радиус**;
- задать значение радиуса в поле **Радиус**;
- выбрать способ построения **Способ построения**;
- настроить параметры скругления на вкладке **Параметры**.

Команда *Отверстие*

После вызова команды на Панели свойств необходимо задать следующие параметры:

- выбрать тип отверстия в окне **Выбор отверстия** и задать соответствующие параметры отверстия (рисунок 11);
- выбрать направление формирования отверстия в группе **Направление: Прямое** или **Обратное**;
- указать координаты точки привязки центра отверстия.

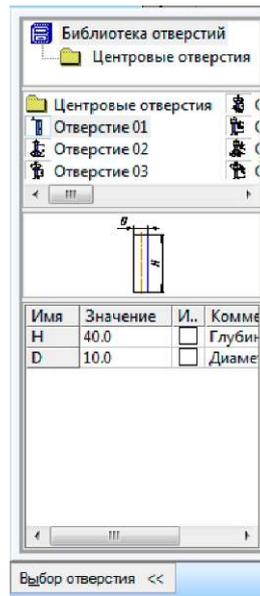


Рисунок 11 - Диалоговое окно выбора отверстия и задания его параметров

Команда Ребро жесткости

Перед построением ребра жесткости в модели требуется создать эскиз, определяющий форму внешнего края ребра. Ребро строится от линии в эскизе к телу. В результате формируется тонкая стенка, ограниченная с одной стороны линией эскиза, а с остальных сторон - гранями тела.

Требования к эскизу ребра жесткости:

- объекты эскиза должны составлять один контур;
- контур должен быть разомкнутым;
- касательные к контуру в его конечных точках должны пересекать тело;
- контур может не доходить до тела. Система продолжит контур до пересечения с ближайшей гранью. Криволинейные контуры продолжают по касательным к ним в крайних точках.

После вызова команды необходимо:

- в **Дереве** или окне модели указать эскиз ребра жесткости;
- с помощью элементов управления Панели свойств настроить параметры ребра: положение, уклон граней на вкладке **Параметры**, толщину на вкладке **Толщина**.

Команда Уклон

Для придания уклона плоским граням, перпендикулярным основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпенди-

кулярны основанию, необходимо после вызова команды **Уклон** указать его основание, уклоняемые грани и задать угол уклона в поле **Угол** на Панели свойств.

Команда Оболочка

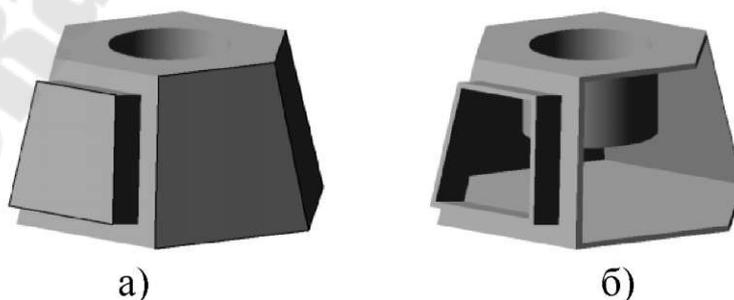
Тело (или несколько тел) можно преобразовать в тонкостенную оболочку. При создании оболочки все указанное тело исключается из расчетов, а к его граням добавляется слой материала, образующий оболочку (рисунок 12).

Для создания оболочки требуется исключить одну или несколько граней тела, к которым не должен добавляться материал. Эти грани превратятся в отверстие (или отверстия) в получившейся оболочке. При работе с телом, состоящим из нескольких частей, можно исключить грани некоторых из них. Эти части преобразуются в оболочки с отверстием, а остальные - в замкнутые оболочки.

Для создания тонкостенной оболочки после вызова команды необходимо:

- указать направление добавления материала: **Наружу** или **Внутрь** относительно поверхности тела, активизировав соответствующий переключатель в группе **Тип построения тонкой стенки** Панели свойств;

- задать толщину оболочки в поле **Толщина стенки**;
- указать грани тела, которые не должны участвовать в построении оболочки. Количество этих граней показывается в справочном поле **Количество удаляемых граней**.



а – исходная деталь, удаляемые грани выделены, *б* – результат создания тонкостенной оболочки

Рисунок 12 - Создание тонкостенной оболочки

5.2 Команды отсечения части модели

На любом этапе построения модели можно удалить часть ее тела (тел). Границей отсечения может служить поверхность произвольной формы или поверхность, образованная выдавливанием произвольного эскиза.

При работе со сборкой можно использовать плоскости, поверхности или эскизы, построенные как в самой сборке, так и в любом из ее компонентов.

Команда Сечение поверхностью

Для удаления части модели, находящейся по одну сторону пересекающей деталь поверхности, после вызова команды необходимо:

- указать поверхность сечения. В качестве поверхности сечения могут использоваться: базовые и вспомогательные плоскости, импортированные и построенные в детали поверхности, грани;
- выбрать направление отсечения (прямое или обратное) в группе переключателей **Направление отсечения** на Панели свойств.

Команда Сечение по эскизу

Для удаления части модели, находящейся по одну сторону пересекающей эту деталь поверхности, профиль которой изображен в эскизе, необходимо:

- выделить эскиз, в котором изображен профиль поверхности;
- Требования к эскизу поверхности отсечения:
- объекты эскиза должны составлять один контур;
 - контур должен быть разомкнутым;
 - контур должен пересекать проекцию детали на плоскость эскиза.
- вызвать команду **Сечение по эскизу**;
 - выбрать направление отсечения (прямое или обратное) в группе переключателей **Направление отсечения** на Панели свойств.

Команда Масштабирование позволяет изменить размеры тела или поверхности в трех направлениях согласно заданному коэффициенту.

Для выполнения масштабирования тел после вызова команды необходимо:

- выбрать тело или поверхность для масштабирования в **Дереве** или в окне модели;
- ввести или задать счетчиком коэффициент масштабирования в поле **Коэффициент** на Панели свойств;
- указать в **Дереве** или окне модели центр масштабирования - вершину или точку в пространстве, выбираемую за неподвижную.

*Команда **Изменить положение*** позволяет перенести тело или поверхность в произвольную точку модели и повернуть на произвольный угол. Результатом операции является новый объект - тело или поверхность. Объекты, производные от первоначального тела или поверхности, остаются связаны с этим телом или поверхностью.

Изменение положения тела или поверхности производится в заданной пользователем системе координат. Она становится системой координат для операции изменения положения

Для изменения положения тела или поверхности после вызова команды необходимо:

- в **Дереве** или в окне модели указать объект, положение которого требуется изменить.
- если требуется использовать другую систему координат, следует указать ее в **Дереве модели**. Если подходящей системы координат в модели нет, можно построить новую локальную систему координат, нажав кнопку **Построение ЛСК** на Панели специального управления;
- указать, требуется ли удалять первоначальное тело или поверхность. Для этого следует активизировать переключатель в группе на Панели свойств: **Удалять исходные объекты** или **Оставлять исходные объекты**;
- активизировать вкладку **Параметры** Панели свойств, чтобы задать позицию и ориентацию фантома системы координат.

6 Многотельное моделирование

Твердые тела в модели КОМПАС-3D могут состоять из нескольких не связанных между собой частей. *Например*, такое тело можно получить выдавливанием эскиза, содержащего несколько контуров.

Многотельное моделирование - процесс создания модели, включающий создание нескольких твердых тел.

Результатом многотельного моделирования может являться как одно тело, так и несколько тел.

Каждое тело в процессе многотельного моделирования создается обычным образом. Над телами могут производиться булевы операции. При выполнении операций в многотельной модели необходимо учитывать их область применения.

Для каждого тела можно задать параметры МЦХ, цвет и свойства поверхности.

Многотельное моделирование расширяет возможности построения модели и снимает ограничения на создание моделей, которые можно получить только объединением, вычитанием или пересечением тел. *Например*, используя многотельное моделирование, можно построить деталь путем объединения тонкостенных тел с разной толщиной стенки.

При необходимости, построенные в модели тела можно сохранить как самостоятельные детали.

В качестве наиболее типичных примеров использования многотельного моделирования являются *проектирование "с нескольких сторон"* и *создание тел вычитанием*.

Проектирование "с нескольких сторон" - способ проектирования, при котором отдельные части детали создаются как самостоятельные тела, а затем объединяются. При этом пересекающиеся тела можно объединить путем выполнения над ними булевой операции, а непересекающиеся - путем построения нового пересекающегося с ними тела.

Создание тел вычитанием - способ проектирования, при котором тело детали формируется путем вычитания одних тел из других. Данный способ проектирования используется для создания деталей со сложными карманами или другими выборками, проходящими через сложные поверхности и имеющими скругления.

7 Создание массивов элементов

Для создания в модели упорядоченных групп из одинаковых объектов предназначены команды построения массивов.

В КОМПАС-3D имеется возможность построения **массивов** следующих типов

Команды построения массивов расположены в меню **Операции** > **Массив элементов**, а кнопки для их вызова находятся на панели **Редактирование детали** (рисунок 13).



Рисунок 13 - Расширенная панель команд построения массивов

Можно создавать массивы следующих объектов:

- операций, добавляющих или удаляющих материал тела;
- тел или поверхностей;
- кривых или точек;
- компонентов.

Каждый массив может содержать только однотипные объекты. Возможно копирование ранее созданных массивов (за исключением массивов тел и поверхностей) и групп точек.

Массив объектов состоит из **экземпляров**. По умолчанию первый экземпляр массива является **базовым экземпляром**. Он соответствует копируемому объекту или, если копируемых объектов несколько, группе объектов. Остальные экземпляры массива являются копиями базового экземпляра.

Базовый экземпляр массива можно указывать в **Дереве модели** или в окне модели.

Если в результате создания массива операций образуются тела, состоящие из частей, то пиктограмма массива имеет признак наличия нескольких частей - восклицательный знак.

Из всех массивов можно исключить экземпляры.

Все массивы, кроме массива операций, можно разрушить на отдельные экземпляры.

Понятие **базовой точки экземпляра** используется в массивах *По концентрической сетке* и *Вдоль кривой*. Относительно базовой точки экземпляра определяется положение экземпляра в пространстве.

Экземпляры массива отображаются в **Дереве модели** как отдельные объекты, подчиненные массиву.

Порядок построения массивов 3Б-элементов и настройки их параметров аналогичен порядку создания массивов 2Б-элементов.

Примеры объектов, выполненных с помощью команд создания массивов, приведены на рисунке 14.

*Команда **Зеркальный массив*** позволяет создать копию объектов, симметричную им относительно указанной плоскости или плоской грани.

Создание зеркальной копии компонентов сборки невозможно. Результат зеркального копирования тела - тело, обладающее плоскостью симметрии или новое тело, зеркально симметричное имеющемуся.

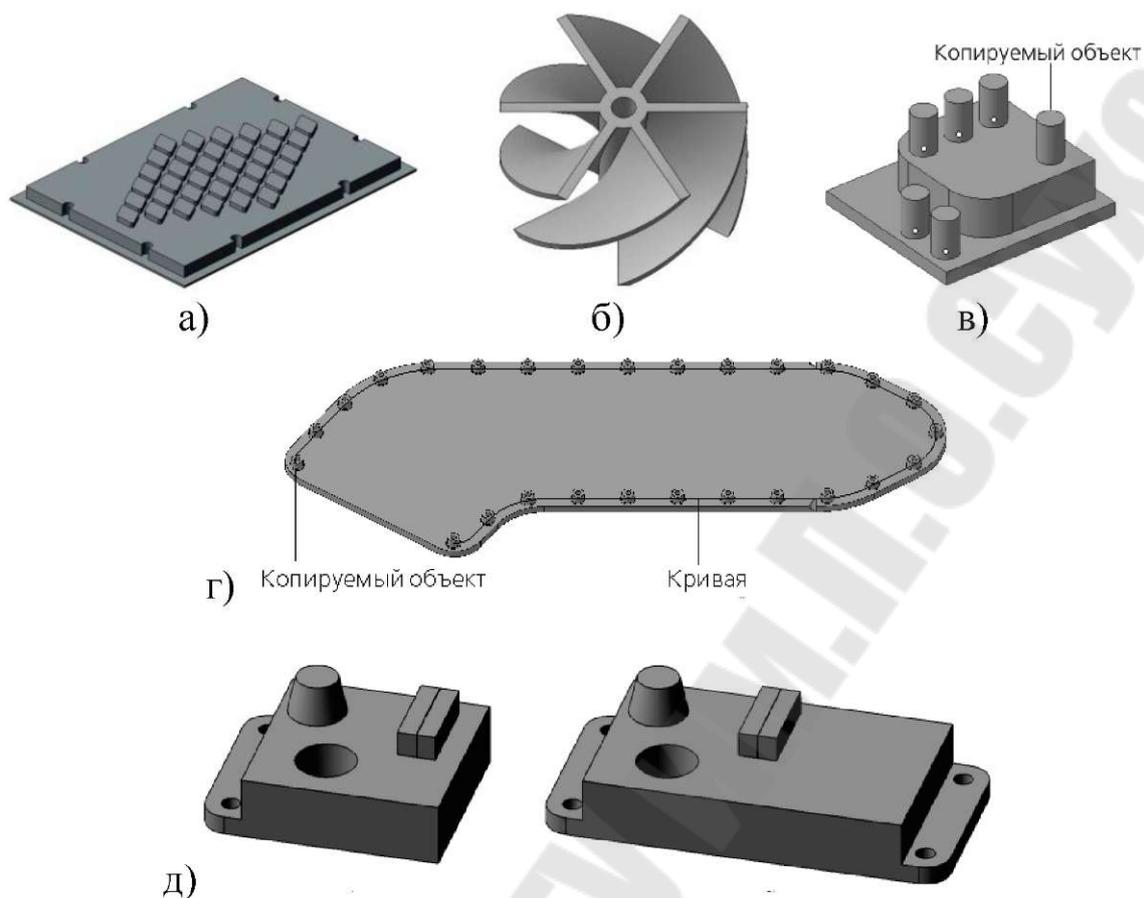
Для построения зеркальной копии тела или поверхности необходимо:

- указать копируемый объект;
- вызвать команду **Зеркальный массив**;
- в **Дереве** или окне модели указать плоский объект, который будет служить плоскостью симметрии при копировании.

Таким объектом может являться любая плоская грань, проекционная или вспомогательная плоскость.

на вкладке **Результат операции** Панели свойств выбрать нужный результат копирования: **Автообъединение**, **Новое тело**, **Объединение**.

- с помощью переключателей группы **Режим** указать, требуется ли оставлять копируемый объект после выполнения команды или нет.



а – массив по сетке; б – массив по концентрической сетке; в – массив по точкам; г – массив вдоль кривой; д – зеркальный массив

Рисунок 14 - Примеры объектов, выполненных с помощью команд создания массивов

8 Параметризация трехмерных моделей

В КОМПАС-3D существует два типа параметризации трехмерной модели: *вариационная* и *параметрическая*, сочетание которых позволяет широко варьировать параметры создаваемой модели, не изменяя ее топологию.

8.1 Вариационная параметризация

Вариационная параметризация имеет два проявления:

- параметризация графических элементов в эскизе;
- сопряжение между собой компонентов сборки.

Параметрический эскиз

При работе в эскизе трехмерного элемента можно накладывать такие же ограничения и связи на объекты изображения, как и при ра-

боте в чертеже или фрагменте, т.е. каждый эскиз, участвующий в образовании трехмерной модели, может быть параметрическим. Связи и ограничения распространяются не только на графические объекты в эскизе, но и на проекции ребер и вершин детали на плоскость этого эскиза.

По умолчанию при создании эскизов включен параметрический режим. Поэтому многие связи и ограничения накладываются автоматически при выполнении команд построения и осуществлении привязок. Любой эскиз можно сделать непараметрическим, разрушив все связи и ограничения или не формируя их.

Управление параметризацией в Режиме эскиза при построении трехмерной модели осуществляется командой **Сервис > Параметры > Текущий эскиз > Параметризация**.

Размеры модели определяются размерами эскизов ее элементов и их параметрами. Переменные, соответствующие параметрам элементов и размерам в эскизе, создаются автоматически. Изменяя значения переменных, можно управлять топологией модели.

При редактировании любого графического объекта в эскизе не должны нарушаться существующие в нем параметрические связи и ограничения. Поэтому при изменении одного объекта другие объекты автоматически перестраиваются так, чтобы связи и ограничения соблюдались.

В эскиз можно вставлять внешние фрагменты, а также макроэлементы из библиотек, например, из **Конструкторской библиотеки** или из **Библиотеки конструктивных элементов**. Для того чтобы вставленное изображение можно было использовать в операции, после вставки его необходимо разрушить.

8.2 Иерархическая параметризация

Иерархическая параметризация - параметризация, при которой определяющее значение имеет порядок создания объектов, точнее, порядок их подчинения друг другу - иерархия.

Иерархическая параметризация проявляется в том, что по мере выполнения команд создания объектов модели в ней автоматически возникают параметрические связи между объектами. Кроме того, в трехмерной модели могут существовать переменные, от значений которых зависят ее размеры и топология.

Иерархия объектов модели - это порядок их подчинения друг другу.

Для создания любого объекта модели используются уже существующие объекты. Объект, для создания которого использовались любые части и/или характеристики другого объекта, считается **подчиненным** этому объекту. *Например*, эскиз построен на грани элемента выдавливания - эскиз подчиняется основанию.

Если объект подчинен другому объекту, он называется **производным** по отношению к подчиняющему объекту.

Если объекту подчинен другой объект, то подчиняющий объект называется **исходным** по отношению к подчиненному.

Координатные плоскости, существующие в модели сразу после ее создания, всегда являются исходными объектами и никогда не являются производными объектами. Последний объект в **Дереве модели** никогда не является исходным. Все остальные объекты могут быть как исходными, так и производными. Один и тот же объект может быть производным и исходным для разных объектов. *Например*, отверстие является производным объектом собственного эскиза и исходным объектом для фаски, построенной на ребре этого отверстия.

Объект всегда является производным от одного или нескольких объектов, находящихся выше него в **Дереве модели**, и может являться исходным для одного или нескольких объектов, находящихся ниже него в **Дереве модели**.

Однако это правило не определяет однозначно отношения конкретных объектов. По положению объектов в **Дереве** невозможно судить о том, какие из них являются исходными и/или производными по отношению к данному объекту.

8.2.1 Просмотр отношений объектов

Для того чтобы просмотреть отношения, в которых участвует какой-либо объект, необходимо нажать кнопку **Отношения** на Панели управления **Дерева модели**. В нижней части **Дерева** появится область просмотра отношений. Затем следует выделить нужный объект в **Дереве модели** или любую его часть в окне детали. В области просмотра отношений отобразится информация об иерархии отношений выбранного объекта (рисунок 15).

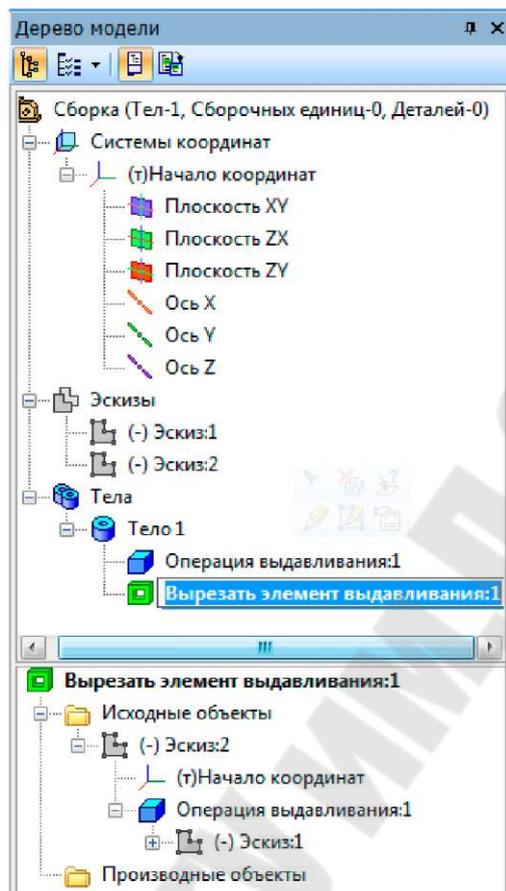


Рисунок 15 - Просмотр иерархии объектов

В первой строке области отношений показано название элемента, отношения которого рассматриваются.

В двух разделах, подчиненных рассматриваемому элементу, в виде структурированных списков отображаются элементы, входящие в иерархию этого элемента. В разделе **Исходные объекты** показан список исходных объектов, в разделе **Производные объекты** - производных. Названия объектов в окне отношений совпадают с их названиями в **Дереве модели**.

На первом уровне списка исходных объектов находятся элементы, непосредственно подчиняющие данный. Если эти элементы в свою очередь подчиняются другим элементам, то на следующем уровне списка находятся вышестоящие исходные элементы. На первом уровне списка производных объектов находятся элементы, непосредственно подчиненные данному объекту. Если эти элементы в свою очередь подчиняют другие элементы, то на следующем уровне списка находятся нижестоящие производные элементы.

Таким образом, окно отношений позволяет проследить не только прямые, но и косвенные отношения подчинения.

Эскиз всегда имеет один исходный объект - плоскость или формообразующий элемент, на грани которого построен этот эскиз. Остальные объекты могут иметь несколько исходных объектов.

Иерархия объекта необходима для того, чтобы установить, изменение каких объектов может повлиять на данный объект, и на какие объекты может повлиять изменение данного объекта.

8.2.2 Иерархические параметрические связи между объектами трехмерной модели

Иерархические параметрические связи между объектами модели являются неотъемлемой частью этой модели. Нельзя отказаться от формирования этих связей или удалить их.

При иерархической параметризации постоянно сохраняются существующие в модели связи между ее объектами.

Виды связей между объектами трехмерной модели:

- принадлежность эскиза плоскости или плоской грани;
- тип формообразующего элемента или поверхности, построенного на основе эскиза;
- существование в эскизе проекции объекта;
- связь вспомогательной оси или плоскости с опорными объектами, использовавшимися для ее построения;
- автоматическое определение глубины выдавливания формообразующего элемента и поверхности (через всю модель, до указанной вершины или поверхности или до ближайшей поверхности);
 - соответствие всех параметров экземпляров массивов параметрам исходных элементов;
- принадлежность круглого отверстия грани;
- участие ребер в образовании фаски или скругления;
- отсечение части модели плоскостью или поверхностью;
- участие граней в образовании тонкостенной оболочки;
- ориентация ребра жесткости относительно плоскости эскиза этого ребра (ортогонально или параллельно);
- участие граней в образовании уклона;
- участие деталей в булевых операциях;
- участие объектов в формировании условного изображения резьбы;

- связь спирали, пространственной кривой или ломаной с опорными объектами, использовавшимися для ее построения;
- участие граней и поверхностей в операциях **Линия разъема**, **Удаление грани**, **Сшивка поверхностей**.

Связи между объектами трехмерной модели обладают следующими свойствами:

- при изменении исходного объекта меняется производный;
- производный объект можно изменить путем редактирования как исходного объекта, так и собственных, независимых параметров этого производного объекта.

Все связи, которые существуют в модели, сохраняются при любом ее перестроении.

Любой объект участвует в параметрических связях со своими исходными и производными объектами.

Редактирование объекта вызывает перестроение только производных объектов. Связи автоматически возникают по мере выполнения команд создания объектов модели и существуют, пока эти объекты не будут удалены или отредактированы. *Например*, при создании эскиза на грани формообразующего элемента возникает соответствующая иерархическая связь. В результате этот эскиз при любых изменениях модели будет оставаться на своей грани до тех пор, пока его не удалят или не перенесут на другую грань.

8.3 Использование переменных при трехмерном моделировании

Каждый объект трехмерной модели в КОМПАС-3D обладает набором параметров. Каждому параметру ставится в соответствие переменная. Использование переменных в детали или сборке позволяет изменять параметры объектов, не прибегая к их редактированию.

Все операции с переменными производятся в **Окне работы с переменными** (рисунок 16), активизация которого выполняется

кнопкой **Переменные**  Стандартной панели или командой **Вид > Панели инструментов > Переменные**.

Окно переменных содержит список переменных, на первом уровне которого расположена сама модель, на следующих - состав-

ляющие ее объекты с учетом иерархии и последовательности создания.

Способы и приемы работы с переменными в **Окне переменных** модели или сборки аналогичны способам работы с переменными геометрических объектов. Для отображения модели в соответствии с новыми значениями параметров после редактирования значений переменных в **Окне переменных** необходимо перестроить модель.

Имя	Выражение	Значение	Параметр
Пластина (Тел-1)			
(т)Начало координат			
v7		0.0	Исключить и...
Смещенная плоскость:1			
v48		0.0	Исключить и...
v49		1.0	Расстояние
(-) Эскиз:2			
v50		0.0	Исключить и...
Операция выдавливания:2			
v60		0.0	Исключить и...
v63	10.0	10.0	Расстояние 1
v65		0.0	Угол 1

Рисунок 16 - Окно работы с переменными детали

9 Построение вспомогательных объектов

Часто при моделировании твердых тел, особенно при выполнении таких формообразующих операций, как кинематическая и по сечениям, возникает необходимость во вспомогательных построениях, заключающихся в создании дополнительных плоскостей или осей для построения на них эскизов.

Команды построения вспомогательных осей и плоскостей расположены в выпадающем меню **Операции** и на панели инструментов **Вспомогательная геометрия** (рисунок 17).

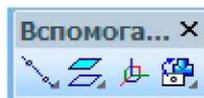


Рисунок 17 - Панель инструментов Вспомогательная геометрия

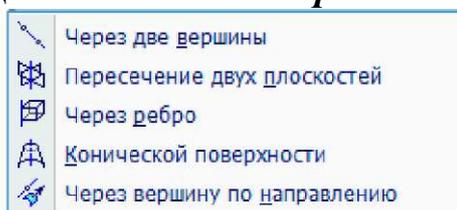
Панель инструментов **Вспомогательная геометрия** содержит (слева направо):

- расширенные панели команд построения вспомогательных осей и вспомогательных плоскостей;
- кнопку команды создания локальной системы координат;
- расширенную панель команд построения контрольных и присоединительных точек.

9.1 Команды построения вспомогательных осей

Вспомогательные оси применяются в случаях, когда существующих в модели ребер недостаточно для выполнения построений.

Расширенная панель команд построения осей содержит следующие **команды построения вспомогательных осей**.



После вызова любой команды построения вспомогательной оси требуется указать объекты для ее построения.

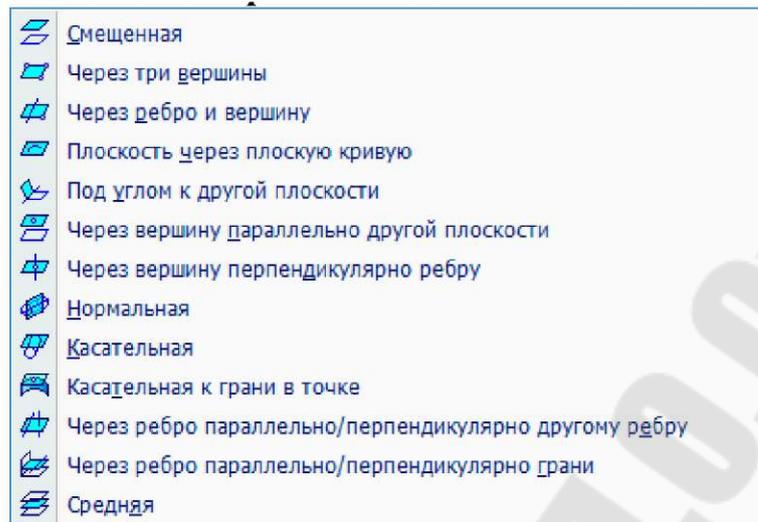
Если перед вызовом команды были выделены какие-либо объекты, то они будут восприняты в качестве объектов для построения оси.

Созданная ось будет показана в окне модели в виде отрезка. В **Дереве модели** появится специальная пиктограмма.

9.2 Команды построения вспомогательных плоскостей

Вспомогательные плоскости применяются в случаях, когда существующих в модели координатных плоскостей и плоских граней недостаточно для выполнения построений.

Расширенная панель команд построения плоскостей содержит следующие **команды построения вспомогательных плоскостей**.



После вызова любой команды построения вспомогательной плоскости требуется указать соответствующие объекты для построения этой плоскости и задать ее параметры в полях на Панели свойств.

Созданная плоскость будет показана в окне модели в виде прямоугольника (рисунок 18). В Дереве модели появится специальная пиктограмма.

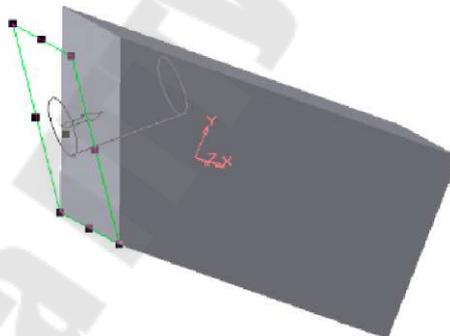


Рисунок 18 - Вспомогательная плоскость через ребро под заданным углом к боковой грани

9.3 Контрольные и присоединительные точки

Контрольные и присоединительные точки - особые объекты, используемые при создании моделей трубопроводов, кабелей, жгутов и т.п. Также их можно применять, например, для разметки и обозначения направлений внутри моделей.

Контрольные точки обеспечивают расстановку деталей и сборочных единиц по траектории системы, а **присоединительные** - правильную стыковку их друг с другом и с элементами трассы (рисунок 19). Расстановка и стыковка моделей производится с помощью со-

пряжений. Контрольные и присоединительные точки, а также ось (оси) присоединительной точки могут участвовать в сопряжениях как обычные точечные и прямолинейные объекты.



Рисунок 19 - Контрольная и присоединительная точки

10 Редактирование модели

Наличие параметрических связей и ограничений в модели накладывает отпечаток на принципы ее редактирования.

При редактировании детали в любой момент возможно изменение параметров любого ее элемента (эскиза, операции, вспомогательной оси или плоскости). После задания новых значений параметров деталь перестраивается в соответствии с ними. При этом сохраняются все существующие в ней связи. *Например*, изменилась глубина операции выдавливания и путем редактирования ее эскиза. В результате другой эскиз, построенный на торце образованного этой операцией тела, все равно остается на этом торце (а не "повисает" в пространстве на своем прежнем месте).

Изменения, внесенные в деталь при редактировании, передаются во все сборки, компонентом которых является эта деталь.

Команды редактирования деталей сгруппированы в контекстном меню элементов **Дерева модели** детали или сборки (рисунок 20).

Действия по редактированию модели, команды которых доступны в контекстных меню элементов **Дерева модели**:

Изменение свойств

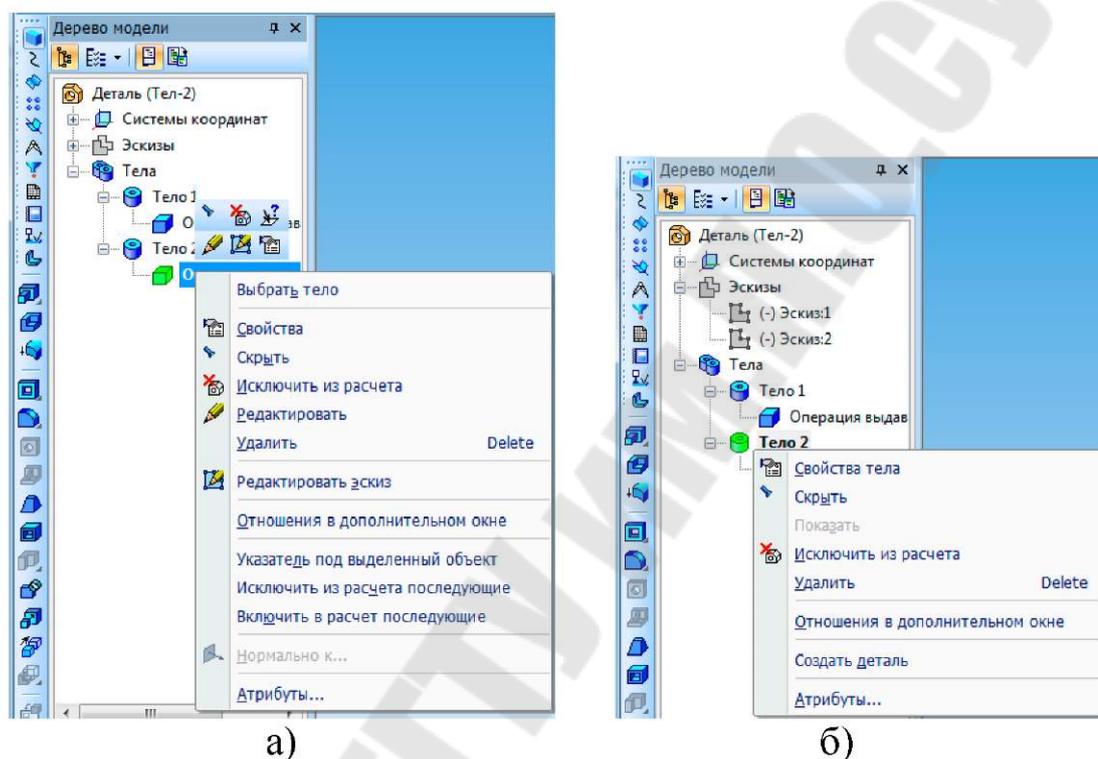
- для *тела* можно выбрать материал и цвет отображения тела в окне модели;
- для *операции* или *эскиза* можно изменить цвет и состояние:
Включено в расчет или **Исключено из расчета**.

Изменение видимости объектов

Для удобства работы с моделью можно сделать невидимым любой элемент **Дерева модели**. При этом он по-прежнему будет учиты-

ваться в иерархии, и его производные объекты будут отображаться корректно.

Изменение видимости объектов выполняется командами **Скрыть** и **Показать**. В скрытом состоянии тела и операции отображаются в окне модели в виде каркаса.



а – контекстное меню операции; б – контекстное меню тела

Рисунок 20 - Примеры контекстных меню *Дерева модели*

Исключение объектов из расчета

При исключении объекта из расчетов модель перестраивается так, как будто указанный объект удален, но информация о нем сохраняется в документе. Исключенные из расчета объекты временно удаляются из модели, что позволяет сократить время расчета при построении элементов. Объекты, исключенные из расчета можно снова включить в расчет командой **Включить в расчет**.

Редактирование операции

Команда **Редактировать** контекстного меню операции позволяет активизировать команду создания операции и изменить ее параметры на Панели свойств.

Редактирование эскиза

Команда **Редактировать эскиз** контекстного меню операции и команда **Редактировать** контекстного меню эскиза позволяют переи-

ти в **Режим эскиза** и отредактировать изображение в соответствующем эскизе, после чего операция и/или тело будут перестроены в соответствии с изменениями эскиза.

- **Удаление элементов** модели (тел, операций, эскизов) выполняется командой **Удалить** контекстного меню.

Преобразование тела в деталь

Команда контекстного меню тела **Создать деталь** позволяет сохранить указанное тело как отдельную деталь в файле с расширением *.m3d* на внешнем носителе для последующего включения его в сборки как компонента.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Изучить основные элементы интерфейса модуля трехмерного моделирования системы КОМПАС-3D .
3. Освоить принципы и приемы моделирования деталей в системе КОМПАС-3D .
4. Получить практические навыки выполнения и редактирования основных формообразующих операций.
5. Согласно заданию преподавателя создать трехмерную твердотельную модель детали.
6. Распечатать на принтере изображение трехмерной детали.
7. Оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями по оформлению отчетов.

Контрольные вопросы

1. Что является деталью в системе КОМПАС-3D ?
2. Из каких объектов может состоять трехмерная модель в системе КОМПАС-3D ?
3. Чем отличается интерфейс КОМПАС-3D при работе с трехмерными моделями и сборками от интерфейса при работе с графическими документами?
4. Какими способами можно изменить ориентацию модели?
5. Что называется Деревом модели, и какова его роль при моделировании объемных деталей в КОМПАС-3D ?
6. Какие существуют варианты отображения модели?
7. Что называется эскизом и какова его роль при моделировании деталей в КОМПАС-3D ?

8. Какие инструментальные панели входят в состав компактной панели модуля трехмерного моделирования КОМПАС-3D ?
9. Какова последовательность действий для автоматического формирования имени документа при сохранении документа?
10. Какие базовые формообразующие операции применяются в КОМПАС-3D ?
11. В какой последовательности создаются детали в КОМПАС-3D?
12. Каким требованиям должны удовлетворять эскизы формообразующих операций?
13. Какова последовательность выполнения операции выдавливания?
14. Какова последовательность выполнения операции вращения?
15. Какова последовательность выполнения кинематической операции?
16. Какова последовательность выполнения операции по сечениям?
17. Как создается деталь-заготовка?
18. Как выполняется приклеивание формообразующих элементов?
19. Как выполняется вырезание формообразующих элементов?
20. Как выполняется булева операция над телами?
21. Как создаются фаски и скругления на объемных тела в КОМПАС-3D ?
22. Какова последовательность построения отверстия в детали?
23. Какова последовательность построения ребра жесткости?
24. Как выполняется преобразование тела в тонкостенную оболочку?
25. Какими командами и как можно выполнить отсечение части модели?
26. В чем заключается суть многотельного моделирования?
27. Каких типов массивы можно создавать в модели?
28. Как создается зеркальная копия объектов модели?
29. Какие типы параметризации существуют в КОМПАС-3D ?
30. В чем заключается сущность параметризации графических элементов в эскизе?
31. Какой командой выполняется управление параметризацией в Режиме эскиза?

32. В чем заключается сущность иерархической параметризации?
33. Что называется иерархией объектов модели?
34. Какой объект называется подчиненным?
35. Какой объект называется производным?
36. Какой объект называется исходным?
37. Как выполняется просмотр отношений объектов в Дереве модели?
38. Какие существуют виды параметрических связей между объектами трехмерной модели?
39. Какими свойствами обладают связи между объектами трехмерной модели?
40. Как используются переменные для редактирования параметров объектов детали?
41. В каких случаях при создании модели детали необходимо использовать вспомогательную геометрию?
42. Какие вспомогательные объекты можно создавать в КОМПАС-3D ?
43. Каково назначение контрольных и присоединительных точек при моделировании деталей?
44. Какие способы и команды редактирования моделей деталей присутствуют в КОМПАС-3D ?
45. Как выполняется редактирование эскиза?
46. Как выполняется редактирование операции?

Лабораторная работа № 6 Использование элементов оформления и обозначений при моделировании деталей. Выполнение измерений в моделях средствами

Цель работы: изучение возможностей и получение практических навыков оформления модели и выполнения измерений моделей средствами системы КОМПАС-3D .

Теоретическая часть

1 Правила оформления модели

Согласно ГОСТ 2.052-2006 "ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения", **электронная модель изделия используется для:**

- интерпретации всего составляющего модель набора данных (или его части) в автоматизированных системах;
- визуального отображения конструкции изделия в процессе выполнения проектных работ, производственных или иных операций;
- изготовления чертежной конструкторской документации в электронной и/или бумажной форме.

Электронный конструкторский документ, выполненный в виде модели, должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- атрибуты (модели), обозначения и указания, приведенные в модели, должны быть необходимыми и достаточными для указанной цели выпуска, например, изготовления изделия или построения чертежа в бумажной и/или электронной форме;
- все значения размеров должны получаться из модели;
- определенные в модели связанные геометрические элементы, атрибуты, обозначения и указания должны быть согласованы;
- атрибуты, обозначения и указания, определенные и/или заданные в модели и изображенные на чертеже, должны быть согласованы;
- если в модели не содержатся все конструкторские данные изделия, то это должно быть указано;
- не допускается давать ссылки на нормативные документы, определяющие форму и размеры конструктивных элементов (отверстия, фаски, канавки и т. п.), если в них нет геометрического описания

этих элементов. Все данные для их изготовления должны быть приведены в модели;

- разрядность при округлении значений линейных и угловых размеров должна задаваться разработчиком.

При визуализации (отображении) модели на электронном устройстве соблюдают следующие правила:

- размеры, предельные отклонения и указания (в том числе технические требования) следует показывать в основных плоскостях проекций по ГОСТ 2.305-2008, аксонометрических проекциях - по ГОСТ 2.317-69 или иных удобных для визуального восприятия отображаемой информации плоскостях проекций;

- весь текст должен быть определен в одной или более плоскостях обозначений и указаний (ПОУ);

- отображение информации в любой ПОУ не должно накладываться на отображение любой другой информации в той же ПОУ;

- текст требований, обозначений и указаний в пределах любой ПОУ не должен помещаться поверх геометрии модели, когда он расположен перпендикулярно к плоскости отображения модели;

- для аксонометрических проекций ориентация ПОУ должна быть параллельна, перпендикулярна или совпадать с поверхностью, к которой она применяется;

- при повороте модели должно быть обеспечено необходимое направление чтения в каждой ПОУ.

При визуализации модели допускается:

- не представлять модель на чертежном формате;
- не показывать отображение осевых линий или центральных плоскостей для указания размеров;

- не показывать штриховку в разрезах и сечениях;

- не представлять реквизиты основной надписи и дополнительных граф к ней на чертежном формате. В этом случае просмотр реквизитов основной надписи и дополнительных граф к ней следует обеспечивать по запросу. Состав реквизитов - по ГОСТ 2.104-2006 "ЕСКД. Основные надписи";

- показывать дополнительные конструктивные параметры с помощью вспомогательной геометрии;

- показывать размеры и предельные отклонения без использования сечений;

- включать ссылки на документы другого вида при условии, что ссылочный документ выполнен в электронной форме. При передаче конструкторской документации другому предприятию эти документы должны быть включены в комплект конструкторской документации на изделие.

Требования к электронной модели детали (ЭМД):

- ЭМД разрабатывают, как правило, на все детали, входящие в состав изделия;
- ЭМД следует выполнять в размерах, которым изделие должно соответствовать перед сборкой. Значения предельных отклонений, шероховатости поверхностей и пр. должны соответствовать значениям перед сборкой;
- предельные отклонения и шероховатость поверхностей элементов изделия, получающихся в результате обработки в процессе сборки или после нее, указывают в электронной модели сборочной единицы (ЭМСЕ);

Требования к электронной модели сборочной единицы:

- ЭМСЕ должна давать представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых в сборочную единицу, и содержать необходимую и достаточную информацию для осуществления сборки и контроля сборочной единицы;
- ЭМД, входящие в состав ЭМСЕ, рекомендуется включать в модель как самостоятельные модели, размещая их в координатной системе ЭМСЕ и задавая данные расположения;
- организация уровней вложенности составных частей, входящих в ЭМСЕ конечного изделия, должна быть необходимой и достаточной для рациональной организации производства изделий;
- ЭМСЕ должна содержать параметры и требования, которые необходимо по ней выполнять или контролировать:
 - номера позиций составных частей;
 - установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
 - техническую характеристику изделия
 - указания о характере сопряжения элементов ЭМСЕ и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечи-

вается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, подгонкой и т.п.;

- указания о выполнении неразъемных соединений;
- установочные и присоединительные размеры должны быть указаны с предельными отклонениями;



Рисунок 1 - Схема состава электронной модели изделия

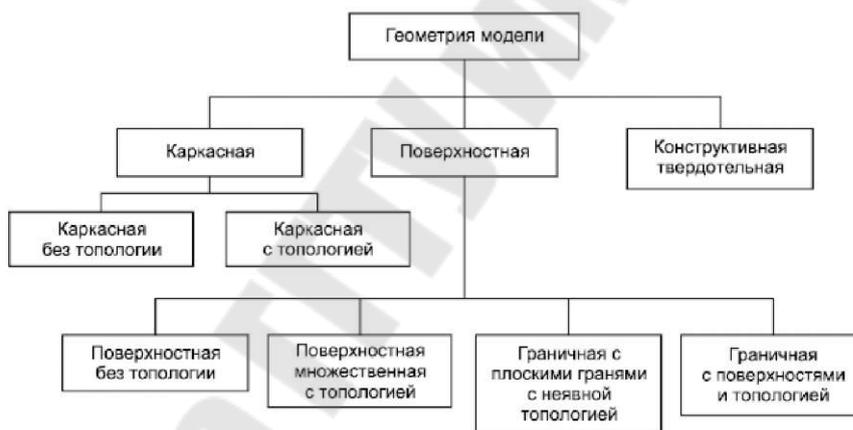


Рисунок 2 - Состав и взаимосвязь типов представления формы изделия

- все составные части сборочной единицы нумеруют. Номера позиций должны соответствовать указанным в спецификации и/или электронной структуре изделия этой сборочной единицы.

На рисунке 1 приведен схематический состав электронной модели изделия, а на рисунке 2 - состав типов представления формы изделия.

2 Элементы оформления модели

КОМПАС-3D позволяет создавать различные варианты размеров и обозначений в трехмерных моделях и сборках. Элементы

оформления модели в системе КОМПАС-3D полностью соответствуют ГОСТ 2.052-2006 "ЕСКД. Электронная модель изделия".

При задании атрибутов применяют условные обозначения, установленные в стандартах ЕСКД.

В КОМПАС-3D команды простановки элементов оформления модели можно вызвать из компактной панели **Элементы оформления** (рисунок 3) и из выпадающего меню **Операции** (рисунок 4).

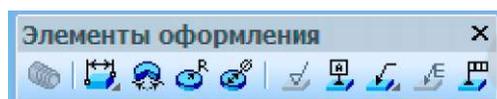


Рисунок 3 - Компактная панель **Элементы оформления**

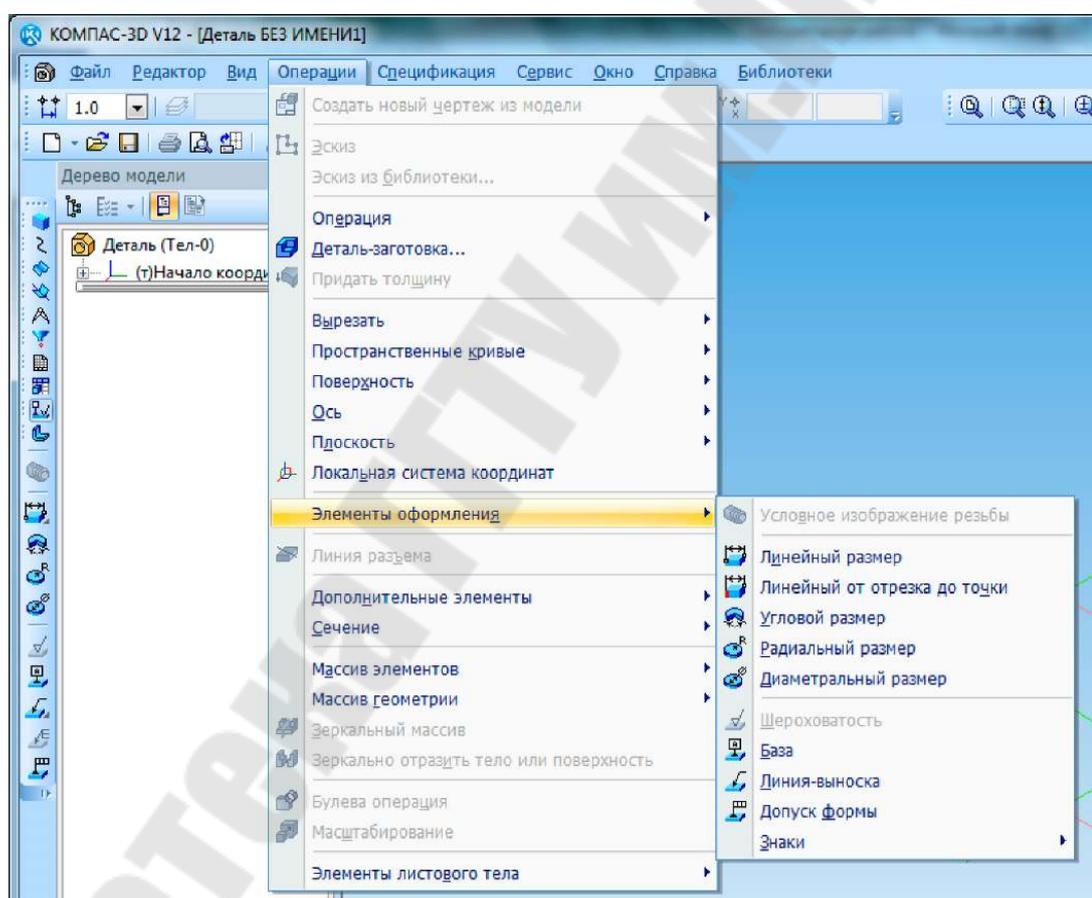


Рисунок 4 - Окно **Элементы оформления** выпадающего меню **Операции**

2.1 Команды простановки размеров

2.1.1 Команда **Линейный размер**

Расширенная панель команды включает две кнопки: **Линейный размер** и **Линейный от отрезка до точки**.

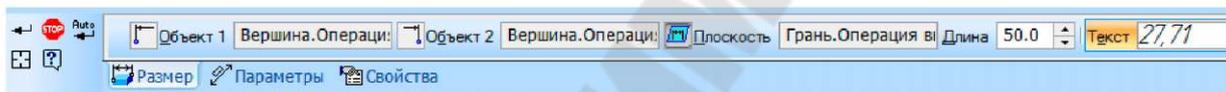
Команда *Линейный размер*

Для простановки линейного размера используются точечные, прямолинейные и плоские объекты.

- *Точечные объекты*: точка в эскизе, пространственная точка, вершина пространственной кривой, вершина тела или поверхности.
- *Прямолинейные объекты*: отрезок в эскизе, сегмент ломаной, ребро тела или поверхности.
- *Плоские объекты*: координатная плоскость, вспомогательная плоскость, грань тела или поверхности.

После вызова команды появится Панель свойств (рисунок 5), а в строке сообщений появится подсказка:

Укажите первую вершину или ребро или плоскость для простановки размера.



*Рисунок 5 - Панель свойств команды **Линейный размер***

При работе с командой последовательность действий такова:

- Курсором необходимо указать базовые объекты **Объект 1** и **Объект 2** (рисунок 5).

Для простановки линейного размера к прямолинейному объекту следует указать только этот объект. Для простановки размера между двумя точечными объектами, двумя плоскими объектами или точечным и плоским объектами следует указать два соответствующих объекта.

Простановка линейного размера между двумя плоскими объектами возможна только в том случае, если эти объекты параллельны.

- Указать базовую плоскость - плоскость, параллельно которой будет расположена плоскость простановки размера.

При простановке размера к прямолинейному объекту базовая плоскость задается системой автоматически. Если необходимо, можно выбрать другую базовую плоскость.

Измеряемый отрезок отображается штрихпунктирной линией с двумя точками. Его концы являются точками привязки размера (точками начала выносных линий). В некоторых случаях простановки размера между точечными объектами отображается линия проекци-

онной связи одного из этих объектов с его проекцией на плоскость простановки размера (рисунок 6).

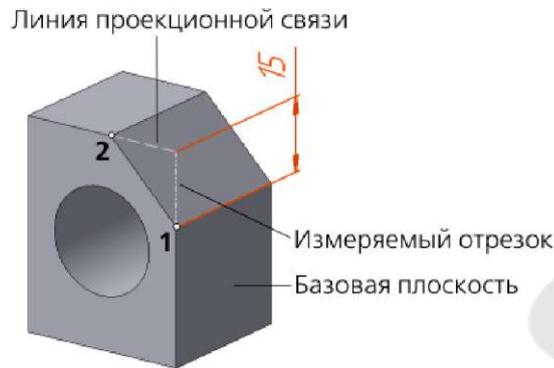
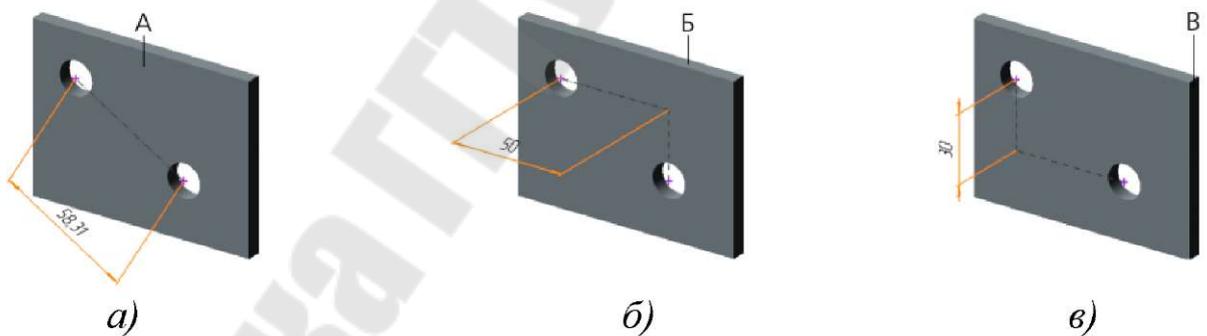


Рисунок 6 - Пример простановки линейного размера

Во всех случаях простановки линейного размера, кроме размера между плоскими и точечными объектами, базовая плоскость определяет не только пространственное положение размера, но и его значение (рисунок 7). На рисунке 7 базовыми объектами размера являются точки 1 и 2, принадлежащие грани А и расположенные в центрах круглых ребер.



а – базовая плоскость – грань А; *б* – базовая плоскость – грань Б;
в – базовая плоскость – грань В

Рисунок 7 - Зависимость положения и значения размера от выбора базовой плоскости

- Задать положение размерной линии.

Для этого нужно ввести значение длины выносных линий в поле **Длина** на вкладке **Размер** Панели свойств (значение может быть как положительным, так и отрицательным) или переместить мышью характерные точки на ее концах.

Можно отредактировать размерную надпись и задать параметры отрисовки размера, используя вкладки Панели свойств.

По умолчанию линейный размер располагается в плоскости простановки размера слева от измеряемого отрезка.

Чтобы выбрать другую базовую плоскость, необходимо нажать кнопку **Указать заново** на Панели свойств команды.

*Команда **Линейный размер от отрезка до точки***



Данный размер проставляется между прямолинейным и точечным объектами. Могут использоваться следующие объекты:

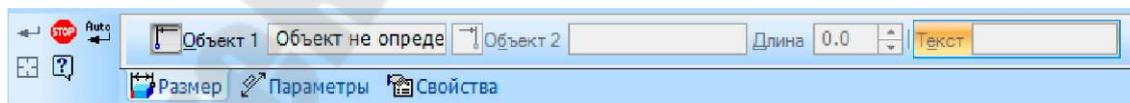
- *Прямолинейные:* отрезок в эскизе, сегмент ломаной, координатная ось, вспомогательная ось, ребро тела или поверхности.
- *Точечные:* точка в эскизе, пространственная точка, начало координат, вершина пространственной кривой, вершина тела или поверхности.

После вызова команды появится Панель свойств (рисунок 8), а в строке сообщений появится подсказка:

Укажите прямолинейное ребро (отрезок) для простановки размера.

При работе с командой последовательность действий такова:

- Курсором необходимо указать базовые объекты: прямолинейный объект (например, ребро), а затем - точечный (например, вершина). Размер проставляется в плоскости, проходящей через базовые объекты.
- Далее следует задать положение размерной линии также как при простановке линейного размера.



*Рисунок 8 - Панель свойств команды **Линейный от отрезка до точки***

*2.1.2 Команда **Угловой размер***



Для простановки углового размера используются прямолинейные и плоские объекты, которые являются сторонами угла:

- *Прямолинейные объекты*: отрезок в эскизе, сегмент ломаной, вспомогательная ось, ребро тела или поверхности.

- *Плоские объекты*: координатная плоскость, вспомогательная плоскость, грань тела или поверхности.

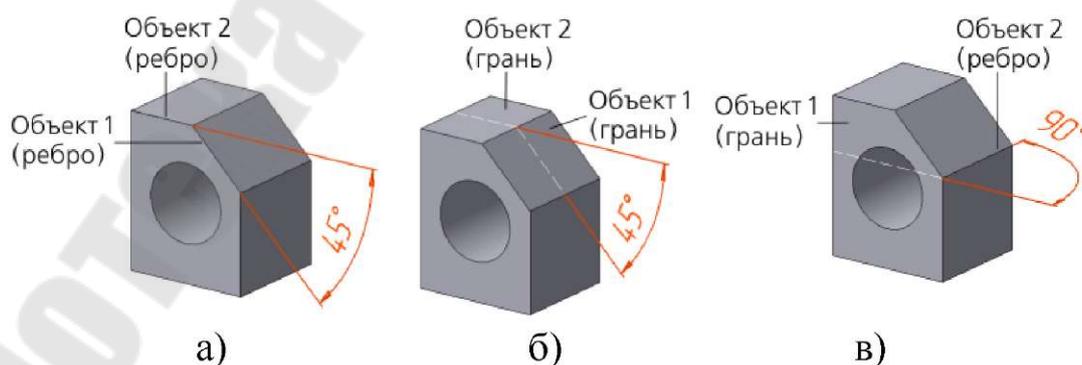
После вызова команды нужно указать курсором базовые объекты: два прямолинейных, два плоских или прямолинейный и плоский.

При простановке размера между двумя прямолинейными объектами размер проставляется в плоскости, проходящей через эти объекты (рисунок 9а). Если выбранные объекты не лежат в одной плоскости, размер не проставляется.

При простановке размера между двумя плоскими объектами размер проставляется в плоскости, перпендикулярной линии пересечения этих объектов (рисунок 9б). Проекция плоскости простановки размера на выбранные плоские объекты отображаются в виде штриховых линий. Размер, проставленный между двумя плоскими объектами, можно перемещать мышью вдоль линии пересечения этих объектов.

При простановке размера между прямолинейным и плоским объектами размер проставляется в плоскости, проходящей через выбранный прямолинейный объект и его проекцию на выбранный плоский объект (размер 9в).

Чтобы направить размерные линии в противоположную сторону, сохранив их длину, необходимо нажать кнопку **Сменить положение** на Панели свойств.



*а – размер между двумя ребрами; б – размер между двумя гранями;
в – размер между ребром и гранью*

Рисунок 9 - Примеры простановки углового размера

2.1.3 Команды простановки радиального и диаметального размеров

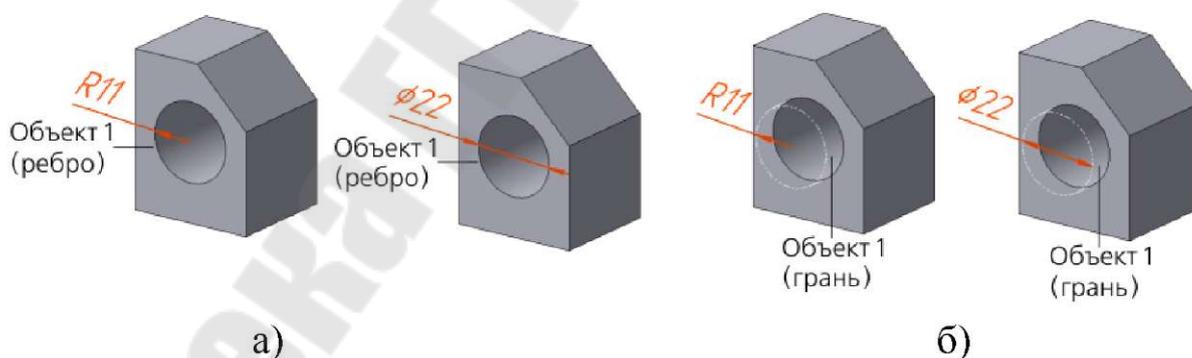
Система позволяет проставлять радиальный и диаметальный размеры различными способами. Большинство параметров этих размеров одинаковы. Различие состоит в выборе типа размера.

При простановке радиального и диаметального размеров используются следующие **объекты**, окружность (дуга окружности) в эскизе; ребро тела или поверхности, имеющее форму окружности (дуги); грань тела или поверхности, имеющая цилиндрическую, коническую, сферическую или тороидальную форму.

При выборе в качестве базового объекта:

- *окружности в эскизе* - размер проставляется в плоскости эскиза.
- *ребра тела или поверхности* - размер проставляется в плоскости, где находится выбранное ребро (рисунок 10а).
- *грани тела или поверхности* - размер проставляется в плоскости, перпендикулярной оси выбранной грани (рисунок 10б).

Окружность, к которой проставляется размер, отображается штрихпунктирной линией с двумя точками, выносные линии - штриховыми.



а - размер к ребру детали; б - размер к грани детали

Рисунок 10 - Примеры простановки размеров

Положение размера можно задавать произвольно или фиксировать:

- для произвольного задания положения размера следует переместить мышью характерную точку в центре окружности, к которой проставляется размер, вдоль оси грани;

- для фиксации положения размера используется опция **Положение** на вкладке **Размер** Панели свойств. После ее выбора нужно указать курсором объект фиксации - точечный объект или плоский объект, параллельный плоскости простановки размера. Размер будет проставлен в плоскости, проходящей через объект фиксации. Повторное указание курсором этого объекта отменит фиксацию положения размера. Между размером и объектом фиксации формируется ассоциативная связь, благодаря которой размер следует за объектом фиксации при изменении положения последнего.

*Команда **Радиальный размер*** 

После вызова команды следует указать базовый объект и задать положение размерной линии, перемещая мышью характерную точку.

Радиальный размер может быть проставлен от центра

от центра окружности . В обоих случаях размерная линия принадлежит прямой, проходящей через центр образмериваемой окружности. Отличие состоит в следующем: если размер проставлен от центра, то длина его размерной линии не может быть меньше радиуса. Если размер проставлен не от центра, то длина размерной линии может быть любой.

*Команда **Диаметральный размер*** 

После вызова команды следует указать базовый объект и задать положение размерной линии, перемещая мышью характерную точку.

Размерная линия может быть полная — или с обрывом. Размерная линия с обрывом выходит за центр окружности на расстояние, равное 1/5 ее радиуса, но не менее, чем на расстояние, установленное в данном документе для выхода размерной линии за текст.

Особенности простановки радиальных и диаметральных размеров

Простановка размера к грани конической, сферической или тороидальной формы имеет некоторые особенности:

- ***Грань конической формы.***

При выборе в качестве базового объекта грани конической формы размер проставляется в плоскости, перпендикулярной оси выбранной грани (оси конуса) и проходящей через точку, в которой была указана грань (рисунок 11а).

Значение размера соответствует значению радиуса (диаметра) сечения конуса плоскостью простановки размера. При перемещении размера вдоль оси конуса его значение изменяется соответственно изменению значения радиуса (диаметра) сечения конуса. Если положение размера зафиксировано, то значение размера будет соответствовать значению радиуса (диаметра) сечения конуса плоскостью, проходящей через объект фиксации. Объектом фиксации может быть точечный объект или плоский объект, перпендикулярный оси конуса.

Грань сферической формы

При выборе в качестве базового объекта грани сферической формы размер проставляется в плоскости, проходящей через центр сферы и точку, в которой была указана грань (рисунок 11б). Первоначальное положение плоскости выбирается системой. Можно изменить положение плоскости простановки размера, перемещая мышью характерную точку 1.

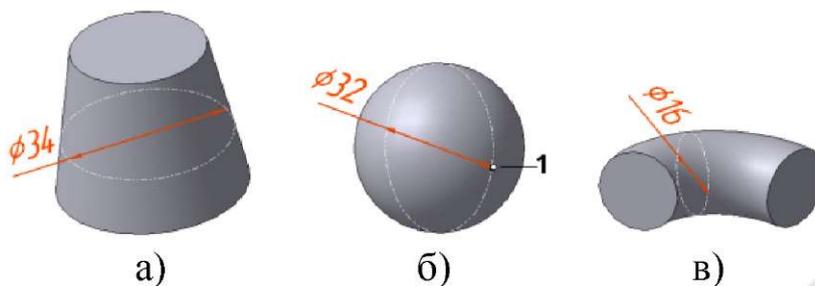
При фиксации положения размера возможны варианты его простановки:

относительно точечного объекта - в плоскости, проходящей через центр сферы и выбранный точечный объект; положение плоскости определяется системой;

относительно плоского объекта - в плоскости, проходящей через центр сферы параллельно выбранному плоскому объекту.

Грань тороидальной формы

При выборе в качестве базового объекта грани тороидальной формы размер проставляется в плоскости, перпендикулярной оси выбранной грани (круговой оси тора) и проходящей через точку, в которой была указана грань (рисунок 11в). В качестве объекта фиксации может быть выбран точечный объект или плоский объект, перпендикулярный круговой оси тора.



*а – грань конической формы; б – грань сферической формы;
в – грань тороидальной формы*

Рисунок 11- Простановка диаметрального размера к грани

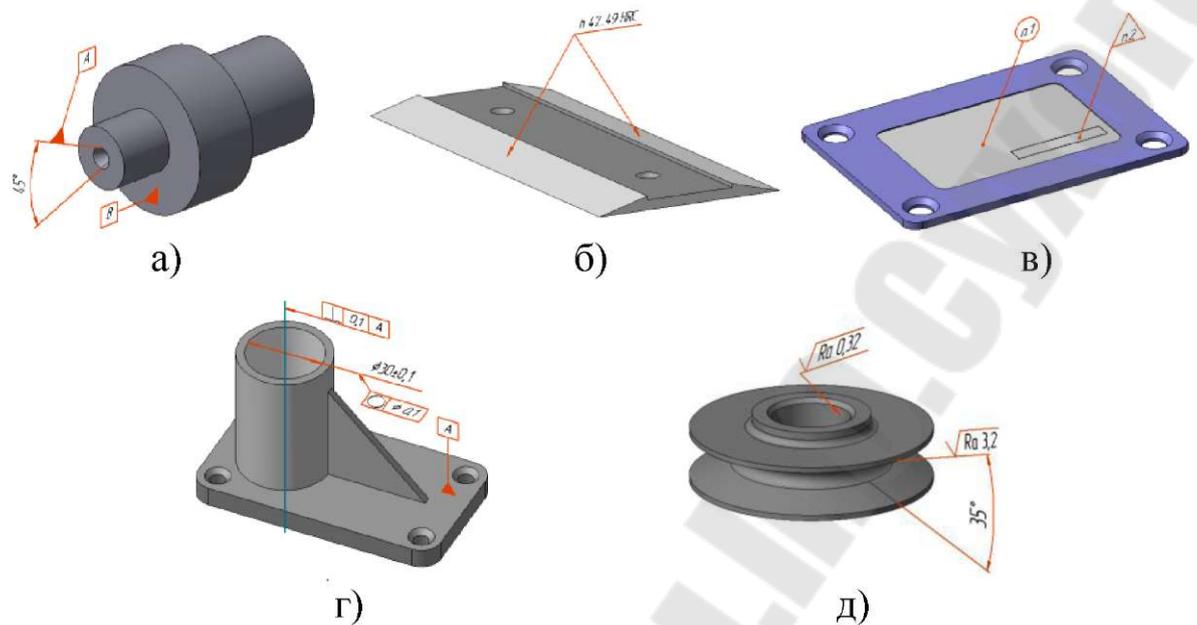
2.2 Команды простановки условных обозначений

Система КОМПАС-3D позволяет проставить в модели такие условные обозначения, как шероховатость, база, линия-выноска, знак маркировки, знак клеймения и допуск формы. Примеры обозначений приведены на рисунке 12.

Условные обозначения в модели обладают свойствами.

- обозначения ассоциативно связываются с указанными при их создании объектами;
- каждое обозначение располагается в плоскости, называемой **плоскостью обозначения**;
- обозначения всегда остаются в своих плоскостях, т.е. поворачиваются при повороте модели. Если модель повернута так, что плоскость обозначения оказывается перпендикулярна плоскости экрана, то это обозначение не отображается;
- если плоскость обозначения не перпендикулярна экрану, то обозначение всегда отображается таким образом, чтобы текст в нем можно было читать слева направо.

При простановке обозначения, не прерывая команду, можно развернуть модель так, чтобы плоскость создаваемого обозначения была параллельна плоскости экрана. Для этого необходимо вызвать команду **Нормально к...** из меню кнопки **Ориентация**.



*а – база, б – линия-выноска, в – знак клеймения, г – допуск формы,
д – шероховатость*

Рисунок 12 - Примеры простановки обозначений в КОМПАС-3D

Созданные обозначения могут иногда мешать просмотру изображения модели. Чтобы сделать обозначение невидимым, следует выделить его в Дереве модели и вызвать из контекстного меню команду

Скрыть. Скрытые обозначения не передаются в чертеж при создании в нем ассоциативных видов модели.

Чтобы сделать скрытое обозначение видимым, следует выделить его и вызвать из контекстного меню команду **Показать.**

Можно скрыть сразу все обозначения командой **Вид > Скрыть > Условные обозначения.** После этого в модели перестают отображаться как имеющиеся, так и вновь добавляемые обозначения. Повторный вызов команды делает обозначения видимыми.

Если в результате редактирования модели в ней исчезает элемент, использовавшийся для обозначения, например, скругляется ребро, к которому была проставлена линия-выноска, это обозначение остается на своем прежнем месте. Поэтому рекомендуется создавать обозначения после того, как форма модели полностью определена.

2.2.1 Общие приемы создания обозначений

Для простановки обозначения необходимо вызвать команду создания обозначения нужного типа, указать в окне модели обозначаемый объект (объекты) и настроить параметры обозначения на Панели свойств.

Задание положения плоскости обозначения

Плоскость обозначения располагается параллельно базовой, в качестве которой используется одна из координатных плоскостей.

Первоначально **базовая плоскость** выбирается системой автоматически в зависимости от расположения модели относительно плоскости экрана.

Чтобы сменить базовую плоскость, следует выбрать название нужной плоскости из раскрывающегося списка **Базовая плоскость** на вкладке **Знак** Панели свойств (рисунок 13) или вызвать команду **Выбрать базовую Плоскость XY/ZX/ZY** контекстного меню.

По умолчанию плоскость обозначения проходит через точку, в которой был указан обозначаемый объект.

Замечание: при создании обозначения шероховатости и базы эта возможность доступна при отключенном автосоздании объекта и только после того, как обозначение сформировано (для обозначения шероховатости - указана точка простановки знака или начала полки, для обозначения базы - точка, определяющая положение рамки с надписью, и начальная точка одного ответвления).

Смещение плоскости обозначения можно задать произвольно или зафиксировать ее совпадение с имеющимся в модели объектом:

- для *произвольного задания положения плоскости обозначения* необходимо переместить мышью характерную точку фантома плоскости. Фантом будет двигаться так, чтобы плоскость обозначения оставалась параллельной базовой, а все начальные точки ответвлений - на обозначаемом объекте (объектах). Если перемещение плоскости обозначения невозможно, фантом остается на месте.

- для *фиксации положения плоскости обозначения* необходимо указать курсором объект фиксации. Плоскость обозначения будет проходить через этот объект. Объектом фиксации может служить любой точечный, прямолинейный или плоский объект модели, расположенный так, чтобы через него можно было провести плоскость, параллельную базовой плоскости и пересекающую обозначаемый объект. Повторное указание курсором объекта фиксации отменит фикса-

цию положения плоскости обозначения. Между плоскостью обозначения и объектом фиксации формируется ассоциативная связь. Если плоскость обозначения зафиксирована, то смена базовой плоскости невозможна.

Добавление и удаление ответвлений

Линия-выноска, обозначения маркировки и клеймения, а также допуск формы могут иметь более одного ответвления. Все ответвления одного обозначения должны лежать в его плоскости.

Во время указания начальных точек дополнительных ответвлений на экране пунктирной линией отображается линия пересечения плоскости обозначения с телами и поверхностями, имеющимися в модели. Их грани могут быть указаны только в точках, лежащих на этой линии.

Чтобы добавить к обозначению ответвление, следует подвести курсор к нужной точке начала этого ответвления и щелкнуть мышью, когда рядом с ним появится название привязки *Точка на кривой* или *Ближайшая точка*.

Объекты, которым принадлежат начальные точки ответвлений обозначения, считаются объектами, к которым относится это обозначение. Их перечень отображается на панели **Список объектов** вкладки **Знак** на Панели свойств (рисунок 13). При выделении названия объекта в списке соответствующее ему ответвление подсвечивается в окне модели.

Для удаления ответвления следует указать его в списке и нажать <Delete> или кнопку **Удалить** на панели **Список объектов**.

2.2.2 Команда *Шероховатость*



Обозначение шероховатости может проставляться на следующих объектах, грань тела или поверхности, ребро тела или поверхности, сегмент пространственной ломаной, размер, обозначение. *После вызова команды необходимо:*

- Указать объект для простановки обозначения шероховатости.

После указания объекта на экране появляется фантом обозначения.

Он

располагается в плоскости обозначения, положение которой можно изменить. Если в качестве обозначаемого объекта указан раз-

мер или обозначение, то обозначение шероховатости располагается в плоскости этого объекта. Изменение положения плоскости невозможно.

- Ввести текст и настроить отрисовку обозначения шероховатости аналогично тому, как это выполняется при создании 2D-чертежей.

2.2.3 Команда База

Для простановки обозначения базы можно указывать следующие объекты: грани поверхностей и тел, ребра поверхностей и тел, размеры, вспомогательные оси и плоскости, пространственные кривые.

После вызова команды необходимо:

- Указать объект для простановки обозначения базы, после чего на экране появится фантом обозначения.

Середина основания треугольника, обозначающего базу, совпадает с точкой, в которой был указан объект. Фантом располагается в плоскости обозначения, положение которой можно изменить. Если в качестве обозначаемого объекта указан размер или обозначение, то обозначение базы проставляется в плоскости этого объекта и изменение положения плоскости невозможно.

- Настроить параметры обозначения базы.

По умолчанию формируется обозначение базы, перпендикулярное указанному объекту. Для создания наклонного обозначения следует активизировать переключатель Произвольное расположение в группе Тип   на Панели свойств.

В поле **Текст** отображается предлагаемая системой буква для обозначения выносного элемента. По умолчанию включена опция **Автосортировка** и поле **Текст** недоступно. Чтобы ввести букву для обозначения базы вручную, нужно отключить опцию **Автосортировка**, поле **Текст** станет доступно, но контроль совпадения букв будет отключен. При последующем включении опции **Автосортировка** введенные вручную буквы заменяются автоматически определенными.

- Указать точку, определяющую положение рамки с надписью.

2.2.4 Команда Линия-выноска

Линия-выноска может быть проставлена к следующим объектам: грань тела или поверхности, координатная плоскость, вспомогательная плоскость, точка в эскизе, пространственная точка, вершина пространственной кривой, контур в эскизе, сегмент пространственной ломаной, пространственная кривая, ребро тела или поверхности, координатная ось, вспомогательная ось, размер, обозначение.

После вызова команды необходимо:

- Указать объект, на который указывает первое ответвление линии-выноски.

Начальной точкой первого ответвления будет точка, в которой был указан объект.

- Задать точку начала полки.

На экране появляется фантом обозначения. Он располагается в плоскости обозначения, положение которой можно изменить. Если в качестве обозначаемого объекта выбран размер или условное обозначение, то линия-выноска проставляется в плоскости этого объекта, изменение положения которой невозможно. Команда позволяет формировать дополнительные ответвления.

- Ввести надпись и настроить отрисовку линии-выноски, воспользовавшись вкладками Панели свойств.

Кнопка  Редактировать точки на Панели специального управления позволяет изменить конфигурацию линии-выноски.

- Зафиксировать обозначение, нажав кнопку **Создать объект**.

2.2.5 Команда Знак клеймения



Кнопка вызова команды находится на расширенной панели команды **Линия-выноска**.

Для простановки обозначения клеймения могут использоваться следующие объекты: пространственная точка, построенная способом **На поверхности** или **На кривой**; грань тела или поверхности.

После вызова команды необходимо:

- Указать объект, на который будет указывать первое ответвление линии-выноски.

Начальной точкой первого ответвления будет точка, в которой был указан объект.

- Задать точку, определяющую положение знака клеймения.

На экране появляется фантом обозначения. Он располагается в плоскости обозначения, положение которой можно изменить.

Команда позволяет формировать дополнительные ответвления.

- Ввести текст и настроить отрисовку обозначения клеймения, воспользовавшись вкладками Панели свойств.

Кнопка  Редактировать точки на Панели специального управления позволяет изменить конфигурацию линии-выноски.

- Зафиксировать обозначение, нажав кнопку **Создать объект**.

2.2.6 Команда Знак маркировки

   Кнопка вызова команды находится на расширенной панели команды **Линия-выноска**.

Для обозначения маркировки могут использоваться следующие объекты: пространственная точка, построенная способом **На поверхности** или **На кривой**; грань тела или поверхности.

После вызова команды необходимо:

- Указать объект, на который будет указывать первое ответвление линии-выноски.

Начальной точкой первого ответвления будет точка, в которой был указан объект.

- Задать точку, определяющую положение знака маркировки.

На экране появляется фантом обозначения. Он располагается в плоскости обозначения, положение которой можно изменить.

Команда позволяет формировать дополнительные ответвления.

- Ввести текст и настроить отрисовку обозначения маркировки, воспользовавшись вкладками Панели свойств.

- Зафиксировать обозначение, нажав кнопку **Создать объект**.

2.2.7 Команда Допуск формы

Обозначение допуска формы и расположения может быть представлено к следующим объектам: грань тела или поверхности, координатная плоскость, вспомогательная плоскость, ребро тела или поверхности, сегмент пространственной ломаной, вспомогательная ось, размер, обозначение.

После вызова команды необходимо:

- Указать обозначаемый объект.
- Указать точку, определяющую положение рамки.

По умолчанию в выбранную точку помещается левый нижний угол рамки. Положение рамки относительно точки вставки можно изменить, выбрав необходимое из списка **Базовая точка** на Панели свойств (рисунок 14). Опция **Вертикально** Панели свойств позволяет расположить рамку вертикально.

На экране отображается фантом рамки. Он располагается в плоскости обозначения, положение которой можно изменить.

Если в качестве обозначаемого объекта выбран размер или условное обозначение, то обозначение допуска проставляется в плоскости этого объекта и изменение ее положения невозможно.

- Сформировать таблицу допуска, воспользовавшись кнопкой **Таблица** Панели свойств

Команда позволяет формировать дополнительные ответвления. Ответвления могут быть со стрелкой или с треугольником, что задается соответствующими кнопками на Панели специального управления . Конечной точкой

всех ответвлений является базовая точка (точка рамки, выбранная в списке **Базовая точка**).

Кнопка  **Редактировать точки** на Панели специального управления позволяет изменить конфигурацию ответвлений.

- Зафиксировать обозначение, нажав кнопку **Создать объект**.

2.2.8 Команда Условное изображение резьбы

В моделях КОМПАС-3D резьба создается не как винтовая поверхность, а как условное изображение - каркасный цилиндр или конус. После вызова команды появляется Панель свойств (рисунок 15).

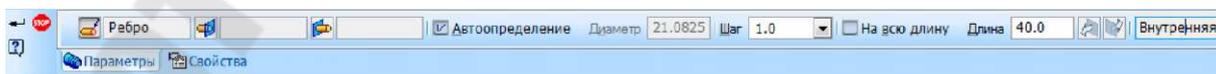


Рисунок 15 — Панель свойств команды **Условное изображение резьбы**

При работе с командой необходимо:

- Указать базовый объект - круглое ребро цилиндрической или конической грани, на которой должна быть построена резьба.

Если границы резьбы заданы, в качестве базового объекта можно указать саму поверхность, на которой должна быть построена резьба. В окне модели возникнет фантом условного изображения резьбы.

Тип резьбы - **наружная** или **внутренняя** - определяется системой автоматически. Информация о типе отображается в одноименном справочном поле на Панели свойств.

- Можно указать начальную и/или конечную границу резьбы - поверхность, грань или плоскость, до которой нужно строить резьбу.

Для этого следует активизировать переключатель - **Начальная граница** или **Конечная граница** (рисунок 15, вторая и третья кнопки) - и указать в окне модели или в Дереве модели требуемый объект. Фантом резьбы будет соответствующим образом перестроен.

Например, для построения резьбы на стержне с фаской необходимо в качестве базового объекта указать ребро, разделяющее цилиндрическую поверхность стержня и коническую поверхность фаски, а в качестве начальной границы - поверхность торца стержня.

- Опции **Автоопределение диаметра** и **На всю длину** управляют значениями номинального диаметра и длины резьбы соответственно.

- Группа переключателей **Направление** доступна, если указано круглое ребро, разграничивающее две цилиндрических (конических, или коническую и цилиндрическую) грани.

- После завершения настройки параметров нужно **Создать объект** для фиксации условного изображения резьбы в модели.

В окне модели появится каркасный цилиндр или конус, изображающий резьбу, а в Дереве - пиктограмма резьбы.

Замечание: условное изображение резьбы всегда показывается в модели полностью. Например, в результате выполнения команды **Сечение поверхностью** элемент, на котором построена резьба, оказался отсечен. При этом условное изображение резьбы отображается в модели целиком, несмотря на то, что поверхность (или ее часть), на которой построена резьба, не видна.

3 Измерения в моделях

При работе с моделью можно получить справочные сведения о любом объекте детали или сборки: ребре, грани, элементе, поверхности, компоненте и др.

3.1 Выбор объектов для измерений

Объекты, информация о которых необходима, можно выбрать как до вызова команды, так и после. Одни объекты можно указать только в Дереве модели (сборки, детали, элементы, эскизы, ломаные), другие - только в окне (ребра, грани, вершины, сегменты контура в эскизе, сегменты ломаной), третьи - и в Дереве, и в окне (начала координат, вспомогательные и конструктивные плоскости, точки, сплайны).

Во время прохождения курсора над моделью при выборе объекта для измерения система автоматически производит динамический поиск объектов. **Динамический поиск** - это поиск такого объекта среди находящихся под курсором, который может быть выбран (выделен или указан) в данный момент. Если объект найден, то он подсвечивается, а его символ (таблица 1) появляется рядом с курсором.

Динамический поиск облегчает выбор и выделение объектов в окне построения модели. Принцип его работы схож с принципом привязок при создании чертежей.

Щелчок мышью на объекте при нажатой клавише <Shift> позволяет выделить в окне модели компонент, элементом которого является или в состав которого входит указанный объект. Если при нажатой клавише <Shift> выбирается какой-либо вспомогательный элемент, то в окне модели подсвечивается деталь или подсборка, которой принадлежит этот вспомогательный элемент.

Чтобы выделить в окне модели несколько деталей, следует выбирать их, удерживая нажатой клавишу <Shift>.

Выбор объектов можно выполнять и в Дереве модели. Чтобы выделить в окне модели или в Дереве модели несколько объектов (граней, эскизов, вспомогательных элементов), следует выбирать их, удерживая нажатой клавишу <Ctrl>.

Таблица 1 - Вид курсора при выборе различных типов объектов

	Вершина		Радиальный размер
	Ребро		Диаметральный размер
	Поверхность или грань		Угловой размер
	Ось		Обозначение шероховатости
	Плоскость		Обозначение базы
	Пространственная кривая или эскиз		Линия-выноска
	Условное изображение резьбы		Обозначение маркировки
	Начало абсолютной или локальной системы координат;		Обозначение клеймения
	Точка;		Обозначение допуска формы и расположения;
	Линейный размер		Обозначение позиции
	Линейный размер от отрезка до точки		

3.2 Команды выполнения измерений

Команды выполнения измерений в моделях в системе КОМПАС-3D находятся на панели инструментов **Измерения (3D)** (рисунок 16) или в выпадающем меню **Сервис**.

Точность представления результатов вычислений, единицы измерения длины и угла для всех команд панели **Измерения (3D)** можно задавать на вкладке **Измерение** Панели свойств команд. Изменения этих параметров, выполненные в процессе работы команд, отражаются в **Информационном окне**.

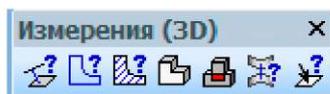


Рисунок 16 - Панель инструментов **Измерения (3D)**

Команда **Информация об объекте**  - позволяет получать информацию об объектах при работе с моделями.

Для получения информации об объекте необходимо щелкнуть по нему левой кнопкой мыши и на экране появляется **Информационное окно**. По умолчанию выдается краткая информация об объекте, т.е. только основные сведения. Можно получить также дополнительные сведения об объекте, отключив опцию **Кратко** на Панели свойств и указав объект еще раз.

Если перед вызовом команды **Информация об объекте** в Дереве или в окне модели были выделены объекты, то Информационное окно появляется на экране сразу после вызова команды и содержит сведения об этих объектах. В противном случае Информационное окно пусто. Для просмотра информации о другом объекте следует подвести к нему курсор. При щелчке мышью на объекте сведения о нем будут добавлены в Информационное окно.

Команда **Расстояние и угол**  - позволяет измерить расстояние и, если возможно, угол между двумя объектами. *Объектами* могут являться:

- координатные и вспомогательные оси и плоскости;
- грани, ребра, вершины;
- пространственные кривые и точки.

При указании поверхности вращения измеряется расстояние до оси вращения, а при указании двух поверхностей вращения - межосевое расстояние и угол между осями.

После вызова команды необходимо щелкнуть мышью по первому объекту в окне модели, подвести курсор ко второму объекту и результаты вычислений отобразятся рядом с курсором в окне модели. Если объекты пересекаются, параллельны или перпендикулярны, рядом с курсором появится соответствующее сообщение.

Выдаваемый системой результат измерений зависит от типов указанных объектов и их взаимного расположения.

Если результаты измерений необходимо внести в Информационное окно, то следует щелкнуть по второму объекту левой кнопкой мыши, после чего на экране появляются Информационное окно, фан-

томы измеряемых расстояний и, если указана поверхность вращения, оси вращения.

При последовательном указании курсором пар объектов, расстояние и угол между которыми требуется измерить, результаты измерений добавляются в уже имеющееся Информационное окно.

Объекты можно выбирать в окне модели и в Дереве модели. Выбранные объекты подсвечиваются.

Если требуется измерить расстояние и угол между одним объектом и несколькими другими, то после указания первого объекта следует нажать кнопку **Запомнить состояние** на **Панели специального управления**, а затем указать другие объекты.

*Команда **Длина ребра***  - позволяет измерить длину односегментной пространственной кривой и периметр грани.

Для измерения длины ребра объекта необходимо подвести курсор к объекту - результат измерения появляется рядом с курсором или щелкнуть по объекту левой кнопкой мыши - результат отразится в Информационном окне.

Для измерения длин других объектов необходимо подвести к ним курсор или последовательно щелкать по этим объектам мышью. Выбранные объекты будут подсвечиваться, а в Информационное окно добавится список измеренных длин. В конце списка будет указана сумма всех полученных значений.

Для измерения длины ломаной следует указать ее в Дереве модели.

Если требуется измерить периметр грани, нужно указать эту грань сразу после вызова команды. В этом случае сумма измеренных значений будет соответствовать ее периметру.

*Команда **Площадь***  - позволяет измерить площадь граней детали.

Для измерения площади объекта необходимо подвести курсор к грани объекта - результат измерения появляется рядом с курсором или щелкнуть по грани левой кнопкой мыши - результат отразится в Информационном окне.

Чтобы просмотреть значения площадей других граней, необходимо последовательно подводить к ним курсор или последовательно щелкать по граням мышью - результаты измерений будут внесены в

Информационное окно. В конце списка измерений будет указана сумма всех измеренных значений.

Если какая-либо грань указана повторно, подсветка с нее снимается, а соответствующий ей результат измерения исключается из списка. Выбор объектов осуществляется только в окне модели.

Команда **Проверка пересечений**  - позволяет проверить, пересекаются ли указанные тела или компоненты.

После вызова команды необходимо последовательно указывать курсором объекты, которые требуется проверить на пересечение.

- если для проверки выбраны компоненты, то будут найдены пересечения между телами, принадлежащими этим компонентам (но не между телами, принадлежащими одному компоненту). Указание компонентов производится в Дереве модели;

- если для проверки выбраны тела, то будут найдены пересечения между ними. Указание тел возможно как в Дереве, так и в окне модели.

Выбранные объекты будут выделены цветом. Их названия появятся в окне **Список объектов** Панели свойств команды (рисунок 17). Если требуется обнаружить также касающиеся объекты, то следует включить опцию **Считать касания пересечениями** на Панели свойств.

После указания объектов следует нажать кнопку  **Проверить пересечения** на Панели специального управления.

В списке **Обнаруженные пересечения** на Панели свойств появляется пронумерованный перечень пересечений, содержащий названия пересекающихся (касающихся) объектов. В окне модели будет показан каркас области их пересечения и/или линия касания.

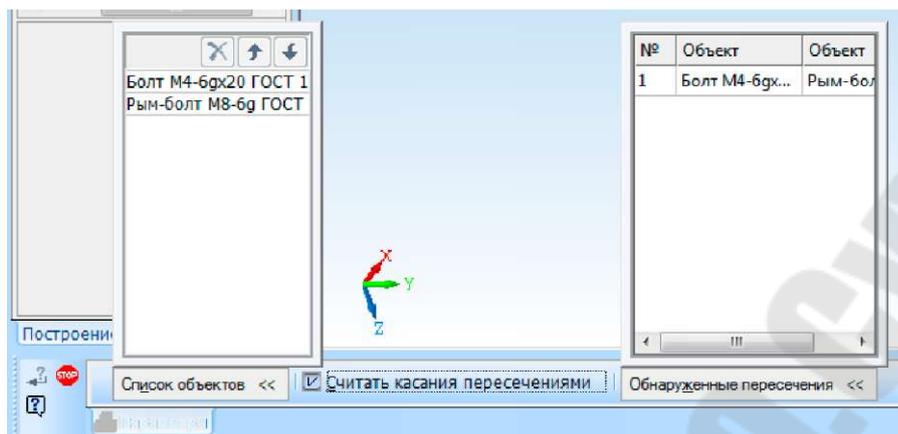


Рисунок 17 - Панель свойств команды Проверка пересечений

Команда **Отклонение поверхностей**  - позволяет измерять расстояния между двумя объектами.

Объектами могут являться:

- координатные и вспомогательные плоскости;
- грани;
- поверхности;
- заплатки.

После вызова команды на ее Панели свойств необходимо задать требуемые параметры для измерения расстояния между двумя объектами (рисунок 18). Переключателями группы **Способ** нужно выбрать способ измерения:

По нормали к первой поверхности направляющему объекту (параллельно выбранному направляющему объекту).

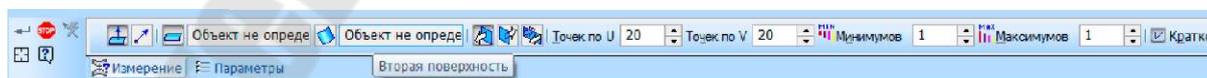


Рисунок 18 - Панель свойств команды Отклонение поверхностей

Измерения выполняются между точками первой поверхности и их проекциями на вторую поверхность в заданном направлении. Количество точек задается на Панели свойств в полях со счетчиками **Точек по U** и **Точек по V**, их расположение на поверхности задается

автоматически. Общее количество измерений равно произведению значений полей.

Направление измерения зависит от выбранного способа измерения. Переключатели группы **Направление** позволяют выбрать направление измерения - **Прямое**, **Обратное** или **В обоих направлениях**. Направление измерения в окне модели показано фантомом. Оно должно совпадать с направлением на вторую поверхность, иначе измерение не будет выполнено.

Поля со счетчиком **Минимумов** и **Максимумов** позволяют задать количество первых искомым минимумов и максимумов, параметры которых отображаются в Информационном окне.

Опция **Кратко** позволяет выбрать количество измерений, параметры которых будут показаны в окне **Информация** в результате выполнения команды. Если опция включена, будут показаны только первые искомые максимумы и минимумы. Если опция выключена, будут показаны все результаты измерений.

После завершения команды кнопкой **Создать объект** Панели свойств результаты измерений отобразятся в Информационном окне. В окне модели будут показаны линии, соединяющие точки измерений первых искомым минимумов и максимумов. Линии измерений первых искомым минимумов показаны сплошными линиями, первых искомым максимумов - пунктирными.

Система будет ожидать изменения параметров команды для последующих измерений.

*Команда **МЦХ модели***  - позволяет выполнить расчет массово-центровочных характеристик (МЦХ) существующей модели (детали или сборки).

Расчет МЦХ ведется в глобальной системе координат модели. Результаты вычислений отображаются в появляющемся на экране Информационном окне. По умолчанию показывается краткая ***информация о модели***.

- площадь поверхности модели;
- объем модели;
- масса модели;
- координаты центра масс в глобальной системе координат модели.

Для получения *дополнительных сведений* предназначена опция **Кратко** на Панели свойств, применение которой в Информационное окно добавляет следующие данные:

- осевые моменты инерции,
- центробежные моменты инерции,
- направление главных осей инерции.

По умолчанию в расчетах используются значения плотностей материалов тел и деталей. Можно задать следующие *параметры текущей модели и ее составных частей*:

- для модели в целом - плотность или массу, а при необходимости - и координаты центра масс;
- для тел - плотность;
- для компонентов сборки - плотность (для деталей) или массу, а при необходимости - и координаты центра масс.

Чтобы положение рассчитанного центра тяжести и осей центральной системы координат было показано в окне модели в виде фантома, нужно нажать кнопку **Центр масс** на Панели свойств команды. Для создания точки в центре масс следует сначала воспользоваться опцией **Точка** на Панели свойств, а затем нажать кнопку **Центр масс**. В модели будет создана точка с названием "Точка в ЦМ". При последующем редактировании модели положение ранее созданной точки в ЦМ не меняется. Для создания новой точки в центре масс следует снова воспользоваться командой МЦХ модели.

3.3 Управление массо-центровочными характеристиками модели

МЦХ модели можно получить расчетным путем или задать вручную:

- в первом случае МЦХ модели вычисляется на основе МЦХ составляющих ее частей: для деталей - на основе тел, а дляборок - на основе тел и компонентов;
- во втором случае вычисляются только координаты центра масс (масса модели вводится вручную) или ничего не вычисляется (и масса, и координаты центра масс модели вводятся вручную).

Рассчитанные или заданные вручную масса и координаты центра масс модели сохраняются в ее файле. При вставке модели в сборку в качестве компонента эти параметры передаются в сборку и используются при расчете ее массо-центровочных характеристик. Мож-

но задать массо-центровочные характеристики для компонентов сборки, отличающиеся от их собственных. Эти параметры будут храниться и использоваться в сборке. Настройка параметров МЦХ возможна для любого компонента сборки - детали, под сборки или библиотечного компонента. Файл компонента при этом остается без изменений. Возможна также настройка параметров МЦХ для компонентов, входящих в состав экземпляров массива.

Если компонент - деталь, то для него возможно задание материала и плотности. Указанная плотность будет использована для всех тел детали, которым не задана собственная плотность.

Для настройки параметров расчета МЦХ тела нужно выделить его в Дереве модели и вызвать из контекстного меню команду **Свойства**. Управление массо-центровочными характеристиками тела производится с помощью элементов вкладки **Параметры МЦХ** Панели свойств (рисунок 19).

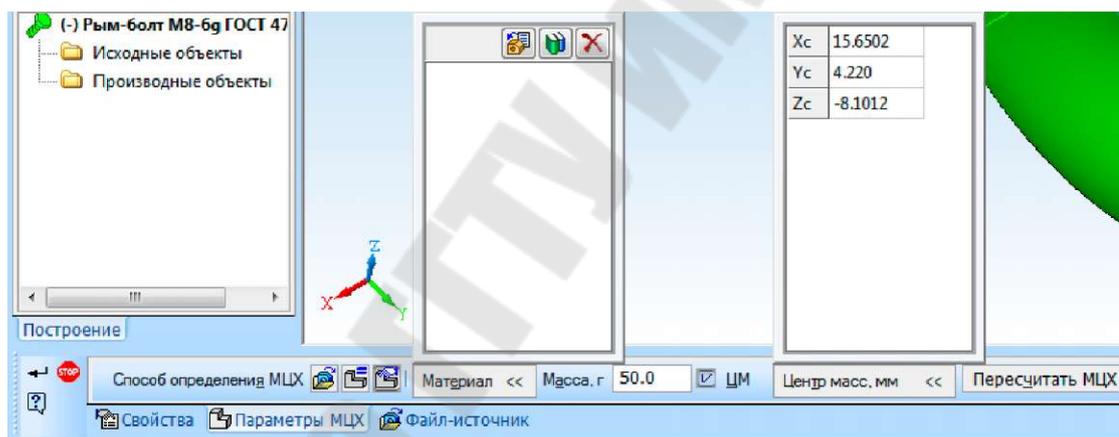


Рисунок 19 - Настройка параметров МЦХ для тела

На вкладке **Параметры МЦХ** можно задать:

- способ определения МЦХ;
- материал и его плотность для расчета массы и координат центра масс;
- произвольные значения массы и координат центра масс.

Для тел можно использовать параметры МЦХ, заданные в свойствах модели-источника - детали или сборки, в которой построено тело. Данный способ включается при активизации переключателя

Из источника в группе **Способ определения МЦХ**, после чего остальные элементы управления вкладки станут недоступны.

По нажатию кнопки **Пересчитать МЦХ** производится расчет МЦХ объекта при текущем значении параметров и на экране появляется Информационное окно с результатами расчета. В Информационном окне отображаются краткие результаты расчета (масса, объем, площадь поверхности, координаты центра масс тела или модели). Объем тел всегда рассчитывается системой автоматически.

3.3.1 Выбор материала и плотности материала

Для выбора материала служит панель **Материал** (рисунок 19).

Она содержит кнопки:  

Кнопка **Выбрать из списка материалов** позволяет выбрать материал из справочного файла плотностей (файл ...\\ASCON\\КОМПАС- 3D V... \\Sys\\Graphic.dns), а кнопка **Выбрать из справочника материалов** - из Справочника **Материалы и Сортаменты**. Обозначение выбранного материала появится в окне просмотра панели **Материал**.

Переключатель **Расчет по плотности** в группе **Способ определения МЦХ** позволяет задать плотность материала.

Для расчета можно:

- использовать справочное значение плотности, т.е. соответствующее выбранному материалу. Для этого следует активизировать переключатель **Выбор из справочника** в группе **Плотность**. Значение плотности материала будет взято из справочного файла плотностей или Справочника **Материалы и Сортаменты** и отображено в поле **Плотность**.

- задать произвольное значение плотности, активизировав переключатель **Ручной ввод** и указав нужное значение в поле **Плотность** с клавиатуры.

3.3.2 Задание массы и координат центра масс

Переключатель **Расчет по массе** позволяет перейти в режим задания массы тела или модели. Если он активен, то значение массы необходимо ввести в поле **Масса**. Масса детали определяется как

суммарная масса ее тел, а масса сборки - как суммарная масса тел и компонентов.

Задать координаты центра масс можно, включив опцию **ЦМ** и задав значения координат в таблице на панели **Центр масс** (рисунок 19). Если координаты центра масс модели не заданы, то они рассчитываются на основе масс тел, компонентов и истинной общей массы модели. При этом для тех тел, которым не задана собственная плотность, используется ее справочное значение для материала модели.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Освоить возможности простановки элементов оформления и обозначений системы КОМПАС-3D .
3. Освоить приемы выполнения измерений в моделях.
4. Согласно чертежу индивидуального задания, выданному преподавателем, построить твердотельную модель изделия в системе КОМПАС-3D и проставить на ней все необходимые элементы оформления и обозначения в соответствии с ГОСТ 2.052-2006 "ЕСКД. Электронная модель изделия".
5. Для созданной модели изделия выполнить измерения, предусмотренные командами панели инструментов Измерения (3D). МЦХ модели определить, предварительно настроив параметры МЦХ.
6. Распечатать изображение твердотельной модели с обозначениями на принтере.
7. Распечатать на принтере текстовый файл, содержащий результаты измерений модели.
8. Оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями по оформлению отчетов.

Контрольные вопросы

1. Какие правила оформления модели продиктованы ГОСТ 2.052-2006?
2. Для чего при проектировании используется электронная модель изделия?
3. Какие требования предъявляет ГОСТ 2.052-2006 к электронному документу в виде модели?
4. Каковы правила визуализации модели на устройстве отображения?

5. Какие требования предъявляет ГОСТ 2.052-2006 к электронной модели детали?
6. Какие требования предъявляет ГОСТ 2.052-2006 к электронной модели сборочной единицы?
7. Что входит в состав электронной модели изделия?
8. Каков состав и взаимосвязь типов представления формы изделия?
9. Какая панель инструментов содержит кнопки команд простановки элементов оформления?
10. Как проставить на модели линейный размер?
11. Как проставить на модели линейный размер от отрезка до точки?
12. Как проставить на модели угловой размер?
13. Как проставить на модели радиальный размер?
14. Как проставить на модели диаметральный размер?
15. Какими способами можно задавать положение размера?
16. Каковы особенности простановки радиального и диаметрального размера к грани конической формы?
17. Каковы особенности простановки радиального и диаметрального размера к грани сферической формы?
18. Каковы особенности простановки радиального и диаметрального размера к грани тороидальной формы?
19. Каковы особенности простановки межосевого расстояния?
20. Какими свойствами обладают условные обозначения в моделях?
21. Как задается положение плоскости обозначения?
22. Как выполняется добавление и удаление ответвлений для линии-выноски, обозначения маркировки и клеймения?
23. Как проставить обозначение шероховатости на тело?
24. Как проставить обозначение базы на тело?
25. Как проставить обозначение линии-выноски на тело?
26. Как проставить обозначение знака клеймения на тело?
27. Как проставить обозначение знака маркировки на тело?
28. Как проставить обозначение допуска формы на тело?
29. Как проставить условное обозначение резьбы на отверстие тела?
30. Как выполняется выбор объектов для измерений?
31. Какая панель инструментов содержит кнопки команд выполнения измерений в трехмерных моделях?

32. С помощью какой команды и как можно получить информацию об объекте?
33. С помощью какой команды и как можно измерить расстояние и угол между двумя объектами?
34. С помощью какой команды и как можно измерить длину кривой и периметр грани?
35. С помощью какой команды и как можно измерить площадь граней детали?
36. С помощью какой команды и как можно проверить, пересекаются ли тела?
37. С помощью какой команды и как можно измерить расстояние между двумя объектами?
38. С помощью какой команды и как можно рассчитать МЦХ модели?
39. В чем заключается сущность управления МЦХ модели?
40. Как выполняется настройка МЦХ модели?
41. Как можно выбрать материал и его плотность для трехмерных объектов?
42. Как можно задать массу и координаты центра масс тела или модели?

ЛИТЕРАТУРА

1. Целуева С.Н. ЭУМК по дисциплине «САПР технологических процессов, оснастки и оборудования» для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением», Гомель: УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», 2012
2. КОМПАС-3D V10. Руководство пользователя. Т2. ЗАО "АС-КОН", 2008 - 343 с.
3. КОМПАС V10. Руководство пользователя. Т3. ЗАО "АС-КОН", 2008 - 424 с.
4. Образовательная программа АСКОН (<http://edu.ascon.ru>)
5. Интернет-сайт "КОМПАС в образовании" (www.kompas-edu.ru)

САПР ПРОКАТНОГО И ВОЛОЧИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Практикум
по одноименному курсу для студентов
специальности 1-43 01 01 «Металлургическое
производство и материалобработка (по направлениям)»
направления 1-42 01 01-02 «Металлургическое
производство и материалобработка
(материалобработка)» специализации 1-42 01 01-02 01
«Обработка материалов давлением»
дневной и заочной форм обучения**

Составитель: **Шишков Сергей Владимирович**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 16.02.16.

Рег. № 41Е.
<http://www.gstu.by>