

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладная программа КОМПАС

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль образовательной программы Технические системы в агробизнесе

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

1.1 Лабораторная работа №1 ЛР-1 Пользовательский интерфейс и настройки системы.....	3
1.2 Лабораторная работа №2 ЛР-2 Двухмерное черчение.....	58
1.3 Лабораторная работа №3 ЛР-3 Размеры и обозначения.	88
1.4 Лабораторная работа №4 ЛР-4 Работа с документом КОМПАС-Чертеж.....	100
1.5 Лабораторная работа №5 ЛР-5 Виды и слои.....	110
1.6 Лабораторная работа №6 ЛР-6 Создание сборочного чертежа одноступенчатого цилиндрического редуктора.....	113
1.7 Лабораторная работа №7 ЛР-7 Создание детализовочного чертежа зубчатого колеса.....	154
1.8 Лабораторная работа №8 ЛР-8 Построение графиков функций.....	163
1.9 Лабораторная работа №9 ЛР-9 Твердотельное моделирование в КОМПАС-3D.....	166
1.10 Лабораторная работа №10 ЛР-10 Твердотельное моделирование в КОМПАС-3D.....	191
1.11 Лабораторная работа №11 ЛР-11 Создание сборок.	197
1.12 Лабораторная работа №12 ЛР-12 Использование переменных.....	203
1.13 Лабораторная работа №13 ЛР-13 Модель из листового металла.....	211
1.14 Лабораторная работа №14 ЛР-14 Построение трехмерной модели одноступенчатого цилиндрического редуктора.....	217
1.15 Лабораторная работа №15 ЛР-15 Проектирование спецификаций.	269
1.16 Лабораторная работа №16 ЛР-16 Прикладные библиотеки.....	270

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).

Тема: «Пользовательский интерфейс и настройки системы».

1.1.1 Цель работы: Ознакомление с пользовательским интерфейсом и настройкой системы

1.1.2 Задачи работы:

1.Изучение программного интерфейса.

2.Изучение настроек графического редактора.

3.Изучение команд вычерчивания графических примитивов и геометрических изображений на чертежах.

1.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.1.4 Описание (ход) работы:

Главное меню программы динамически изменяет свой состав в зависимости от типа активного в данный момент документа (в основном это зависит от того, является ли этот документ трехмерным или графическим). Более того, даже для документов одного и того же типа набор команд определенного раздела может быть разным

Меню Файл

Команды меню Файл не изменяются в зависимости от типа документа. Это первый пункт главного меню (рис. 1.7).

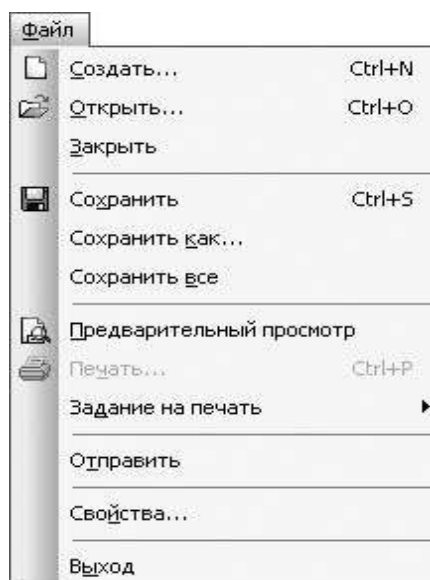


Рис. 1.7. Меню Файл

Его команды служат для работы с файлами системы КОМПАС: Создать (команда уже рассмотрена ранее), Открыть (позволяет загрузить сохраненный ранее

файл в среду КОМПАС), **Заккрыть** (дает возможность закрыть окно активного документа), **Сохранить** (сохраняет документ), **Сохранить как** (позволяет сохранить документ под другим именем), **Сохранить все** (дает возможность сохранить все открытые документы), **Предварительный просмотр** (позволяет просмотреть документ перед печатью), **Печать** (дает возможность послать документ на печать), **Отправить** (позволяет переслать активный документ по электронной почте), **Свойства** (выводит диалоговое окно с информацией об авторе, дате создания документа, а также список внешних ссылок и атрибутов документа) и **Выход**.

Между пунктами меню **Свойства** и **Выход** могут отображаться ссылки на несколько (максимум 10) файлов, с которыми работал пользователь, так называемый список файлов предыстории. Щелкнув кнопкой мыши на соответствующей ссылке, можно быстро загрузить нужный файл в программу.

Меню Редактор

Меню Редактор системы КОМПАС содержит пять стандартных пунктов редактирования: **Отменить**, **Повторить**, **Вырезать**, **Копировать** и **Вставить**. Обратите внимание, что они отсутствуют в деталях и сборках КОМПАС-3D, за исключением случаев создания или редактирования эскизов формообразующих операций в названных документах.

В состав данного меню входят и другие команды, специфические для данного графического редактора.

Меню Редактор при активном графическом документе

Команды меню Редактор при активном графическом документе (рис. 1.8) предоставляют различные способы для редактирования графических объектов в документе, включая как простые примитивы (точка, отрезок, дуга и пр.), так и сложные составные объекты (макроэлементы, фрагменты и т. п.).

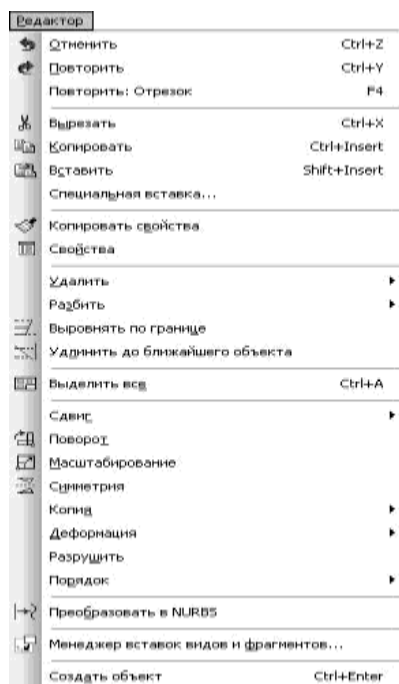


Рис. 1.8. Меню Редактор при активном графическом документе

Рассмотрим команды этого меню подробнее.

- **Повторить** – позволяет повторно выполнить последнюю из вызванных команд. Например, если последней была выполнена команда **Непрерывный ввод объектов**, то данный пункт меню будет иметь название **Повторить: Непрерывный ввод объектов**. Для других команд название этого меню также будет меняться. Чтобы по-

вторно выполнить предыдущую команду, вы также можете воспользоваться функциональной клавишей F4.

- **Специальная вставка** – новая команда, появившаяся в десятой версии программы. Позволяет вставить в активный (текущий) графический документ содержимое буфера обмена Windows в выбранном формате.

- **Копировать свойства** – позволяет копировать (заменять) свойства одного графического объекта другому. Команда доступна при работе с графическими документами системы КОМПАС, а также в режиме редактирования эскизов в трехмерной модели. Свойства могут копироваться только между объектами одного и того же типа (например, линии выноски, размерные линии и т. п.), в отдельных случаях между разными объектами, но поддерживающими один и тот же тип свойств (например, стиль линии для разных графических примитивов).

- **Свойства** – данная команда включает или отключает отображение окна свойств графического документа. В этом окне вы сможете в любой момент увидеть все характерные свойства выделенного объекта, а также изменить некоторые из них. Скажем, для отрезка в данном окне будут выведены координаты начальной и конечной точек, угол наклона отрезка, его длина и его стиль линии. Для каждого отдельного примитива набор параметров, разумеется, будет отличаться. По умолчанию панель свойств скрыта.

- Подменю **Удалить** содержит следующие команды:

- **Выделенные объекты** – предназначена для удаления геометрических примитивов, выделенных в активном чертеже или фрагменте. Эту же операцию можно произвести, нажав клавишу Delete;

- **Вспомогательные кривые и точки** – это очень полезная команда. Она удаляет всю вспомогательную геометрию в графическом документе (вспомогательные прямые, точки, а также любые другие плоские кривые, выполненные стилем линии Вспомогательная). Для чертежа можно также выбрать: удалять вспомогательные кривые и точки только в текущем виде или во всех видах чертежа. Благодаря данной команде вы можете свободно применять вспомогательные примитивы тогда, когда вам это нужно, а после завершения рисования не искать их по всему чертежу, чтобы удалить;

- **Часть кривой** и **Часть кривой между 2 точками** – дублируют соответствующие кнопки панели инструментов Редактирование графического документа (они будут рассмотрены ниже). Они служат для отсечения выступающей кривой и удаления участка кривой между двумя точками;

- **Область** – команда служит для удаления объектов внутри или снаружи определенной замкнутой области;

- **Фаску\скругление** – отменяет действие команды по созданию фаски или скругления между двумя кривыми на чертеже;

- **Содержимое основной надписи**, **Технические требования** и **Неуказанную шероховатость** (доступны только для документа КОМПАС-Чертеж) – удаляют указанные элементы оформления с чертежа;

- **Все** – полностью очищает чертеж или фрагмент от созданного изображения (включая содержимое основной надписи и прочие элементы оформления, созданные во время работы). Обратите внимание, что после этой команды восстановить содержимое активного документа будет невозможно!

- **Разбить > Кривую** и **Разбить > Кривую на N частей** – дублируют одноименные кнопки панели инструментов Редактирование. С их помощью любую кривую можно разбить на несколько составляющих: в первом случае произвольно (между указанными пользователем точками), во втором – равномерно на N частей.

- **Выровнять по границе** – позволяет выровнять все кривые относительно выбранной. Эта команда необходима при создании эскизов тел вращения, а также для удобства редактирования больших чертежей.

- **Удлинить до ближайшего объекта** – это команда, добавленная в десятой версии КОМПАС-3D. Ее назначение состоит в продлении выделенного объекта (или объектов) до пересечения с ближайшим графическим объектом. Команду удобно использовать для продления линий контуров детали до линии, изображающей разрез.

- **Выделить все** – выделяет все графические элементы в документе, за исключением элементов оформления чертежа. Другой способ выполнить то же действие – нажать сочетание клавиш **Ctrl+A**.

- **Сдвиг, Поворот, Масштабирование, Симметрия, Копия и Деформация** (некоторые из них содержат также подменю) – повторяют кнопки панели инструментов Редактирование и предназначены для редактирования геометрических объектов графического документа.

Примечание

Команды редактирования геометрии чертежа или фрагмента работают только с выделенными в данный момент объектами. Если в активном документе нет ни одного выделенного элемента, то все перечисленные выше команды остаются недоступными.

- **Разрушить** – разбивает макрообъект или библиотечный элемент на составляющие примитивы (отрезки и дуги). Данный пункт меню неактивен, если в документе нет ни одного макрообъекта. Подробнее о макрообъектах рассказано далее.

- **Порядок** – данное подменю содержит команды, которые позволяют задать порядок отрисовки графических объектов, то есть порядок перекрытия объектами друг друга. Эффект перекрытия особенно заметен при работе со штриховками и разноцветными заливками областей чертежа, а также при работе с разноцветными линиями большой толщины. Команды подменю Порядок доступны при наличии выделенных объектов в документе и позволяют размещать эти объекты спереди или позади других элементов чертежа.

- **Преобразовать в NURBS** – данный пункт меню дублирует кнопку панели инструментов Редактирование. Он служит для преобразования любого геометрического объекта или текста типа TrueType в набор кривых NURBS (Non Uniform Rational B-Spline, нерегулярных рациональных В-сплайнов). Команда предоставляет возможность произвольно редактировать преобразованный объект посредством перетаскивания его характерных точек. С помощью этой команды можно, например, создать объемный текст, то есть использовать команду Операция выдавливания, эскизом для которой будут служить NURBS-сплайны, полученные в результате преобразования нужной надписи в NURBS.

- **Менеджер вставок видов и фрагментов** – выводит диалоговое окно Менеджер вставок видов и фрагментов (рис. 1.9). Оно упрощает управление вставленными в чертеж фрагментами, а также позволяет создать новый фрагмент в чертеже.

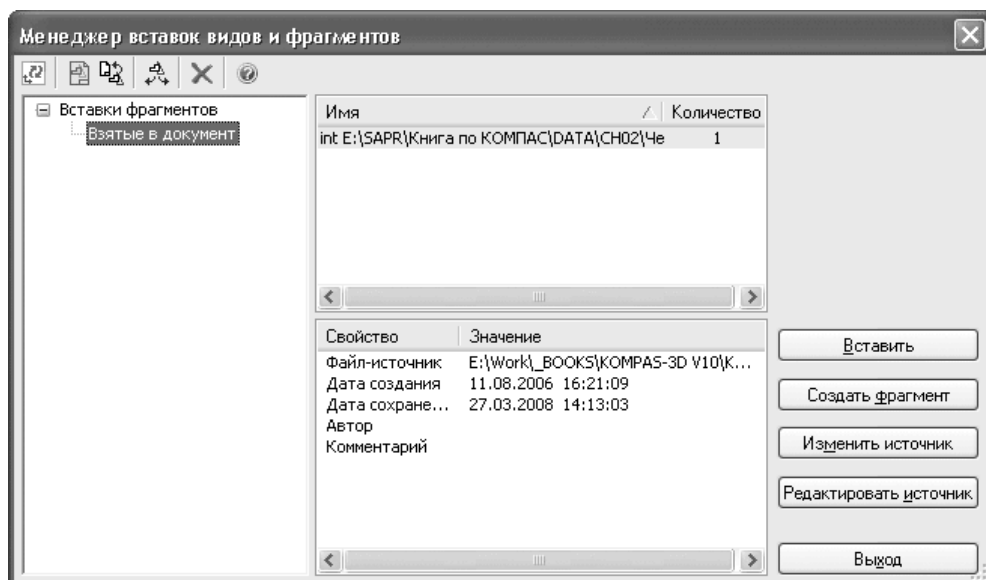


Рис. 1.9. Диалоговое окно Менеджер вставок видов и фрагментов

- **Создать объект** – завершает процесс создания или редактирования графического объекта с учетом всех заданных пользователем параметров. Вызвать эту команду можно также с помощью сочетания клавиш **Ctrl+Enter**. Команда активна, только если документ содержит какой-либо объект для редактирования (отрезок, окружность, сплайн и т. п.).

Меню Редактор при активном трехмерном документе

При активном трехмерном документе меню Редактор содержит небольшое количество команд (рис. 1.10).

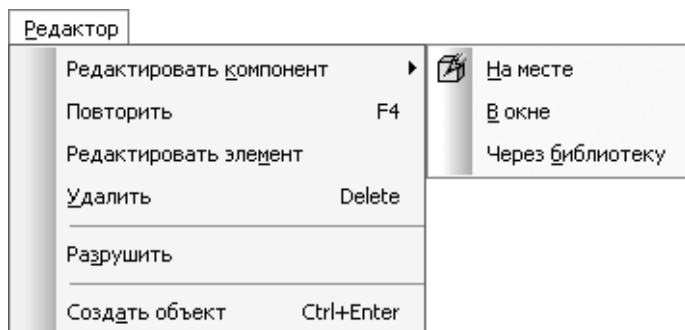


Рис. 1.10. Меню Редактор при активном трехмерном документе

Рассмотрим их.

- **Редактировать компонент** – присутствует в меню Редактор только для документа КОМПАС-Сборка и запускает для редактирования выделенный компонент сборки (как правило, деталь или библиотечный элемент). Компонент можно редактировать непосредственно в окне сборки, в которое он вставлен, или в отдельном окне (при этом все изменения сразу отобразятся в документе сборки), или через библиотеку. Конечно, редактировать компонент через библиотеку можно, только если он был создан в прикладной библиотеке КОМПАС-3D.

- **Повторить** – действует так же, как и в графических документах.

- **Редактировать элемент** – запускает для редактирования одну из операций по созданию детали или формообразующую операцию в сборке, выделенную в данный момент в дереве построения чертежа или окне представления документа. При этом на панели свойств отображаются элементы управления с настройками данной опе-

рации. Для завершения редактирования и создания объекта можно воспользоваться командой Создать объект или сочетанием клавиш Ctrl+Enter. Можно также дважды щелкнуть кнопкой мыши на той части детали, которая была добавлена или удалена при выполнении операции. Еще один способ выполнения этого действия – команда Редактировать элемент контекстного меню, для вызова которого нужно щелкнуть в дереве построения модели на элементе, соответствующем нужной операции.

- Удалить – удаляет выделенные элементы модели. Если ни один элемент не выбран, команда будет недоступна. Обратите внимание: если на модели выделена грань или ребро, то при вызове этой команды будет удалена вся часть материала детали, сформированная с помощью той операции, которой были созданы данная грань или ребро. Для удаления выделенных объектов можно также воспользоваться клавишей Delete.

- Разрушить – позволяет разрушить массив трехмерных элементов или компонентов (в сборке), выделенных в дереве построения модели, на отдельные элементы.

При работе с меню Редактор трехмерного документа нужно учитывать следующую особенность. При создании эскиза формообразующей операции пользователю становятся доступны все команды создания и редактирования двумерных геометрических объектов (то есть команды для плоского черчения). Поэтому в режиме создания или редактирования эскиза состав меню Редактор полностью аналогичен тому же пункту меню для двумерного документа (фрагмента). Если вы впервые работаете с КОМПАС-3D или вообще никогда не имели дела с трехмерной графикой, то вам наверняка будет сложно понять, что такое эскизы и почему вдруг меню трехмерного документа преобразуется в меню фрагмента. Все встанет на свои места после прочтения третьей главы книги. Пока просто не удивляйтесь тому, что при создании эскиза трехмерной операции меню Редактор принимает совсем другой вид (см. рис. 1.8).

Меню Вид

Данное меню имеет несколько общих функциональных подменю, одинаковых для разных типов документов, а также специфические команды, которые появляются при выборе документа определенного типа. Как и при рассмотрении меню Редактор, опишем меню Вид для графических и трехмерных документов.

Меню Вид при активном графическом документе

Меню Вид при активном графическом документе содержит команды, позволяющие управлять видом главного окна приложения и видом представления данных в окне графического документа (рис. 1.11).

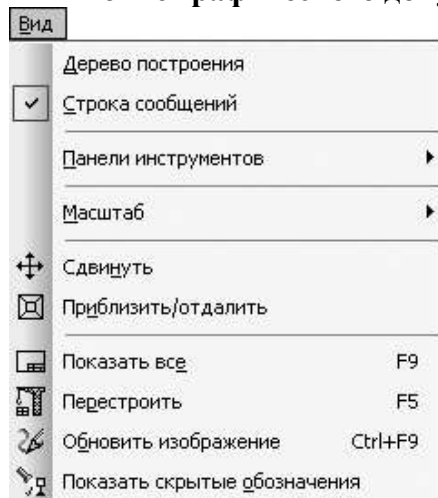


Рис. 1.11. Меню Вид для графического документа

При установленных флажках возле команд **Дерево построения** (присутствует только в документе-чертеже) и **Строка сообщений** в главном окне приложения будут присутствовать соответствующие элементы интерфейса. По умолчанию флажок **Строка сообщений** установлен всегда, а пункт **Дерево построения** для чертежа отключен. Сняв любой флажок, пользователь может спрятать одноименный элемент интерфейса программы. Обратите внимание, что дерево построения чертежа (рис. 1.12) отличается от дерева построения сборки или детали (см. рис. 1.4). В нем отображается иерархия видов графического документа. Текущий вид обозначается символом (т) перед названием вида. Если учесть, что во фрагменте, в отличие от чертежа, изображение создается в едином виде масштабом 1:1, то станет понятно, почему при выборе документа КОМПАС-Фрагмент дерево построения пропадает – для фрагмента оно просто не нужно.

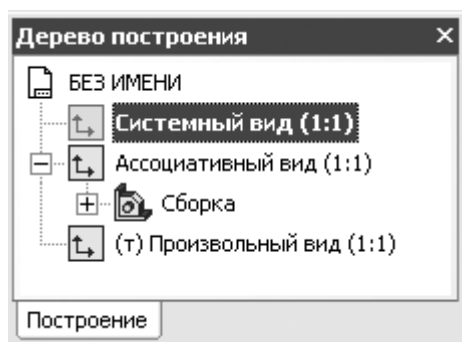


Рис. 1.12. Дерево построения чертежа

У команды **Панели инструментов** очень обширное подменю (рис. 1.13).

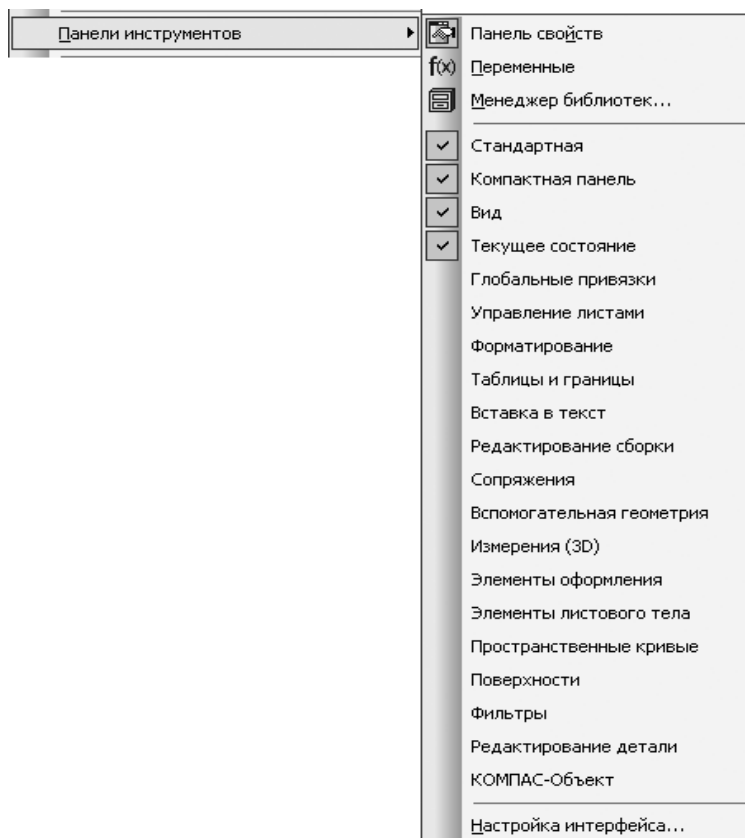


Рис. 1.13. Подменю команды Вид > Панели инструментов

Команда Панель свойств подменю Панели инструментов включает/отключает отображение панели свойств в главном окне программы.

При выборе команды Переменные подменю Панели инструментов появляется или исчезает окно работы с уравнениями и переменными. Для вызова этого окна можно также воспользоваться кнопкой Переменные на панели инструментов Стандартная.

Команда Менеджер библиотек подменю Панели инструментов открывает или закрывает одноименную панель (рис. 1.14), служащую для подключения и управления прикладными библиотеками системы КОМПАС. В этом окне содержится список всех приложений, установленных вместе с программой.

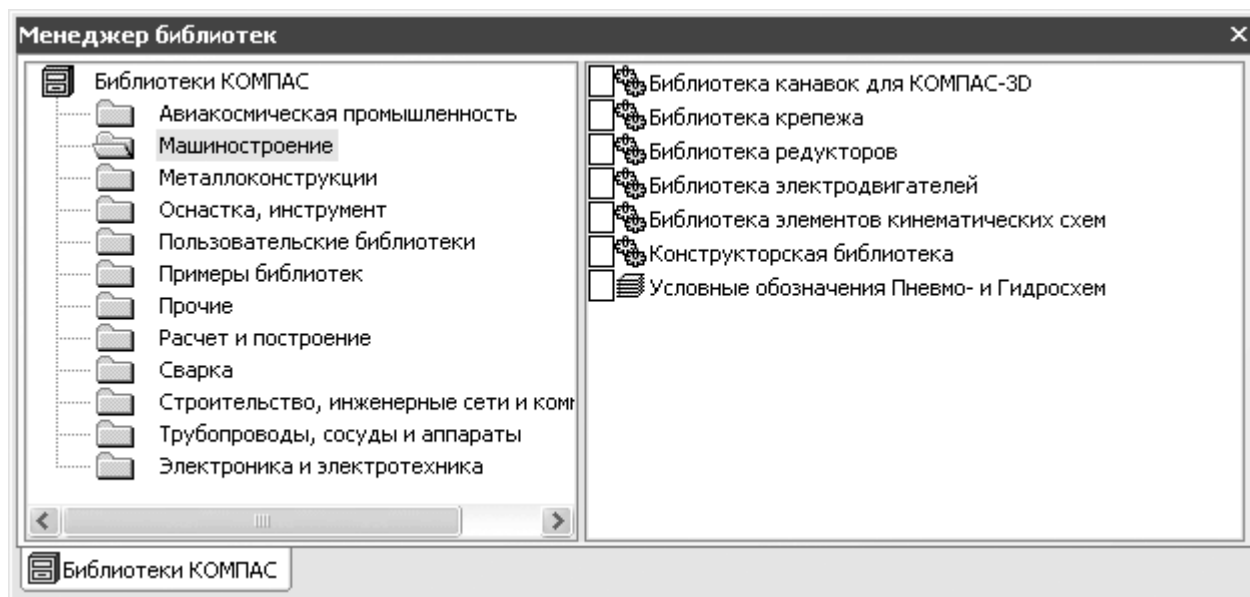


Рис. 1.14. Панель Менеджер библиотек

При выполнении команды Настройка интерфейса подменю Панели инструментов появляется одноименное диалоговое окно, с помощью которого можно настроить интерфейс окна программы КОМПАС.

Все остальные пункты подменю Панели инструментов – команды-флажки. С их помощью можно отображать и закреплять в неклиентской области окна любые панели инструментов. По умолчанию всегда включены четыре панели: Стандартная, Компактная панель, Вид и Текущее состояние (эти панели необходимы при работе с любым типом документов). Получить доступ ко всем остальным панелям можно и с помощью компактной панели. Однако иногда панели инструментов, которые используются особенно часто, очень удобно держать под рукой, а не щелкать каждый раз на кнопках переключения компактной панели. Например, при частой работе с графическими документами удобно, чтобы на экране постоянно присутствовала панель инструментов Глобальные привязки. С другой стороны, большое количество закрепленных панелей инструментов затрудняет работу, загромождая окно программы и уменьшая область представления документа. Поэтому принимайте решение о том, какие панели оставлять видимыми, а какие прятать, в зависимости от конкретных задач.

С помощью команд подменю Масштаб можно увеличить или уменьшить масштаб изображения (Увеличить и Уменьшить), подогнать масштаб таким образом, чтобы выделенные объекты вписывались в окно представления (По выделенным объектам), выбрать предыдущий или следующий масштаб (Предыдущий и Следующий), а также подогнать выделенный прямоугольник к текущим размерам

окна (Увеличить рамкой). Обратите внимание, что команды подменю Масштаб не влияют на геометрические размеры объектов! Они лишь изменяют их представление (отдаляют или приближают объекты), что позволяет быстрее находить неточности или ошибки в чертежах и более гибко их редактировать.

Очень важно различать масштаб графических данных в документе и масштаб представления (или вида) этих данных на экране. Масштаб данных (масштаб изображения чертежа) – это нормируемая стандартами величина, которая показывает, во сколько раз изображение на листе чертежа меньше или больше реального объекта. Масштаб представления – это величина, которая показывает, во сколько раз изображение, которое мы видим на экране, больше или меньше действительных размеров геометрических элементов на листе чертежа или фрагмента, вне зависимости от масштаба данных документа[1]. Этот масштаб может быть произвольным в пределах от 0 до 1 000 000. Кроме того, в терминологии начертательной геометрии (и, соответственно, в системе КОМПАС-3D) есть понятие вида на чертеже (главный вид, вид сбоку, вид сверху, вид-разрез и т. п.), основной характеристикой которого является масштаб. По этой причине, чтобы избежать путаницы, далее в книге масштаб данных чертежа будем называть масштабом изображения или масштабом вида чертежа, а масштаб отображения данных на экране – масштабом отображения.

Пункт меню Сдвинуть предназначен для перемещения данных документа (без изменения масштаба представления) в пределах окна документа. Эта команда удобна для просмотра разных зон чертежа при одном и том же масштабе, так как, например, при масштабе отображения равном 1 даже лист формата А4 не полностью помещается на экране, не говоря уже о больших форматах (А3, А2, А1). Команда Сдвинуть работает следующим образом. После выбора данного пункта меню система перейдет в режим передвижения документа. При этом указатель приобретет форму четырех направленной стрелки. Удерживая нажатой кнопку мыши, можно перетаскивать рабочее поле документа в любом направлении. Для выхода из режима передвижения нужно воспользоваться клавишей Esc или кнопкой Прервать команду в левом верхнем углу панели свойств. Перетаскивать документ можно также, нажав колесико мыши и одновременно передвигая ее.

Команда Приблизить\отдалить позволяет плавно изменять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Выполнив эту команду, нужно нажать в поле документа кнопку мыши и, не отпуская ее, плавно перемещать в вертикальном направлении. При движении указателя вверх изображение будет увеличиваться, при движении вниз – уменьшаться.

Команда Показать все является наиболее используемой. После ее выполнения система подбирает масштаб представления таким образом, чтобы все, уже созданное в документе (включая элементы оформления чертежа), отобразилось в рамках текущего окна документа. Для быстрого вызова этой команды служит функциональная клавиша F9.

При выполнении команды Перестроить перестраиваются ассоциативные виды на чертеже. *Ассоциативный вид* – это один из стандартных видов, созданных системой автоматически по трехмерной модели и связанный с ней. Данная команда позволяет автоматически перестроить все такие виды с учетом изменений в моделях-источниках. Если в чертеже нет ни одного ассоциативного вида, то команда Перестроить недоступна.

Команда Обновить изображение (для ее выполнения можно также использовать сочетание клавиш Ctrl+F9) перерисовывает изображение в видимой части окна представления документа. Необходимость в подобных действиях возникает при работе с большими чертежами. Дело в том, что часто после прокрутки окна документа и завершения некоторых команд редактирования часть изображения прорисовыва-

ется не до конца. В таком случае достаточно использовать команду Обновить изображение, и все геометрические объекты будут мгновенно восстановлены.

Команда Показать скрытые обозначения позволяет отобразить на листе чертежа светло-серым цветом все скрытые обозначения. Понятие «скрытое обозначение» появилось только в десятой версии программы и связано с добавлением в трехмерном редакторе возможности создавать трехмерные размеры. Под скрытым обозначением следует понимать объект, который был автоматически сформирован в ассоциативном виде чертежа в результате передачи размера или обозначения из трехмерной модели.

Почти все команды меню Вид размещены на одноименной панели инструментов (рис. 1.15). Данная панель по умолчанию отображается при загрузке или создании графического документа. Использование кнопок этой панели (Увеличить масштаб рамкой, Увеличить масштаб, Уменьшить масштаб, Сдвинуть, Приблизить/отдалить, Перестроить, Обновить изображение и Показать все) намного удобнее, чем вызов команд меню. На панели есть также раскрывающийся список, позволяющий выбрать масштаб отображения документа (доступны значения от 0,50 до 4, 0).



Рис. 1.15. Панель инструментов Вид графического документа

При изменении масштаба при помощи команд меню Вид или первых трех кнопок панели инструментов в раскрывающемся списке отображается текущий масштаб отображения.

Меню Вид при активном трехмерном документе

Первые шесть пунктов этого меню (рис. 1.16) аналогичны тем, которые содержит меню при активном графическом документе, за исключением того, что при масштабировании трехмерного изображения не запоминается предыдущий масштаб, поэтому вернуться к нему невозможно.

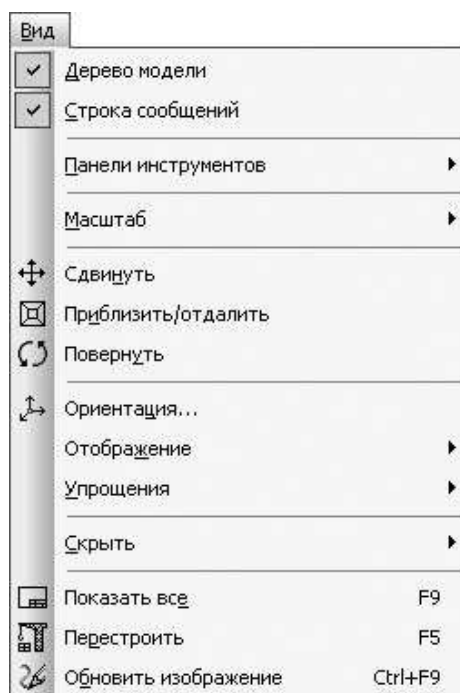


Рис. 1.16. Меню Вид при активном трехмерном документе

Команда Повернуть предназначена для поворота 3D-модели детали или сборки вокруг центральной точки габаритного параллелограмма. Эта команда действует по такому же принципу, что и команда Сдвинуть. После ее вызова система переходит в режим ожидания поворота модели, а форма указателя приобретает вид двух стрелок, выгнутых по окружности. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, можно произвольно вращать модель в окне представления документа. Если нужно повернуть модель вокруг произвольной точки, оси или грани, то следует один раз щелкнуть кнопкой мыши на нужном объекте (он должен выделиться). При этом указатель немного изменит вид (между стрелками появится условное изображение точки, оси или плоскости), а модель будет вращаться вокруг выбранного объекта. Чтобы вернуться к режиму поворота вокруг центра габаритного параллелограмма, необходимо щелкнуть кнопкой мыши в любой точке трехмерного пространства, не занятой моделью. Для выхода из режима поворота можно воспользоваться клавишей Esc или кнопкой Прервать команду.

С помощью команды Ориентация вызывается диалоговое окно установки ориентации модели (рис. 1.17). Здесь можно выбрать одну из стандартных ориентаций модели (вид спереди, сзади, слева, справа, сверху, снизу, изометрия, диметрия) или создать и сохранить для последующего применения пользовательскую проекцию.

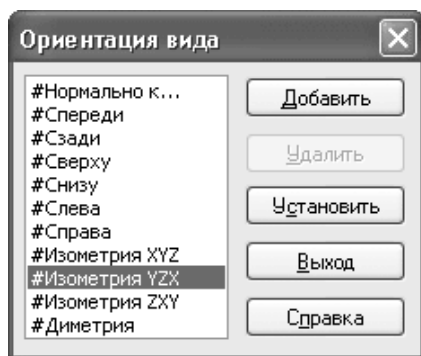


Рис. 1.17. Диалоговое окно настройки ориентации 3D-модели

Немного быстрее установить нужный вид можно с помощью раскрывающегося меню кнопки Ориентация на панели инструментов Вид (рис. 1.18). Чтобы оно появилось, нужно щелкнуть на треугольнике справа от этой кнопки.

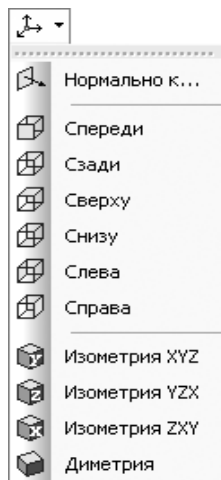


Рис. 1.18. Меню кнопки Ориентация

Меню кнопки Ориентация можно также сделать плавающим – оформить в виде отдельной панели инструментов (рис. 1.19). Для этого его нужно перетащить за маркеры в верхней части и отпустить в любом месте главного окна.



Рис. 1.19. Панель инструментов Ориентация

Значок текущей ориентации подсвечивается (он рисуется во «вжатом» виде).

Команды подменю Отображение (рис. 1.20) предназначены для управления отображением модели.

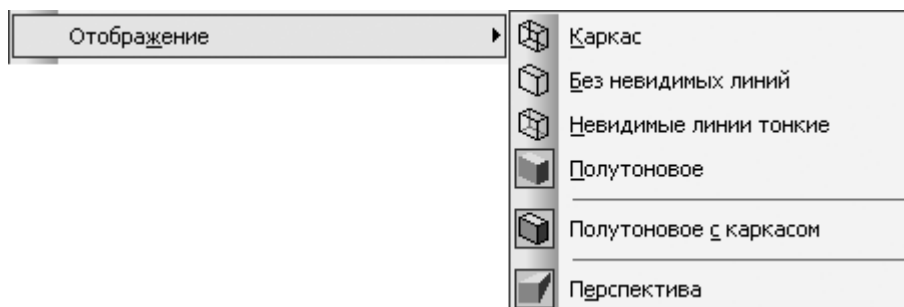


Рис. 1.20. Команды для управления отображением модели

Возможно несколько вариантов того, как будут показаны построенные модели.

- Каркас – изображение формируется проецированием контуров моделей на экран (рис. 1.21, а).
- Без невидимых линий – то же, что и каркас, только с учетом перекрытия контуров, то есть ребра и линии контура модели, которые невидимы в действительности, на экране не отображаются (рис. 1.21, б).
- Невидимые линии тонкие – модель показана в виде каркаса, при этом линии невидимого контура рисуются более светлыми, чем линии видимой части каркаса (рис. 1.21, в).
- Полутоновое – способ отображения, учитывающий цвет и другие оптические характеристики модели (блеск, зеркальность, прозрачность и т. п.) (рис. 1.21, г).
- Полутоновое с каркасом – то же, что и полутоновое, только видимые линии каркаса выделяются черным цветом (рис. 1.21, д). Эта команда работает только при полутоновом отображении моделей, то есть ее вызов при любом из каркасных отображений ни к чему не приведет.

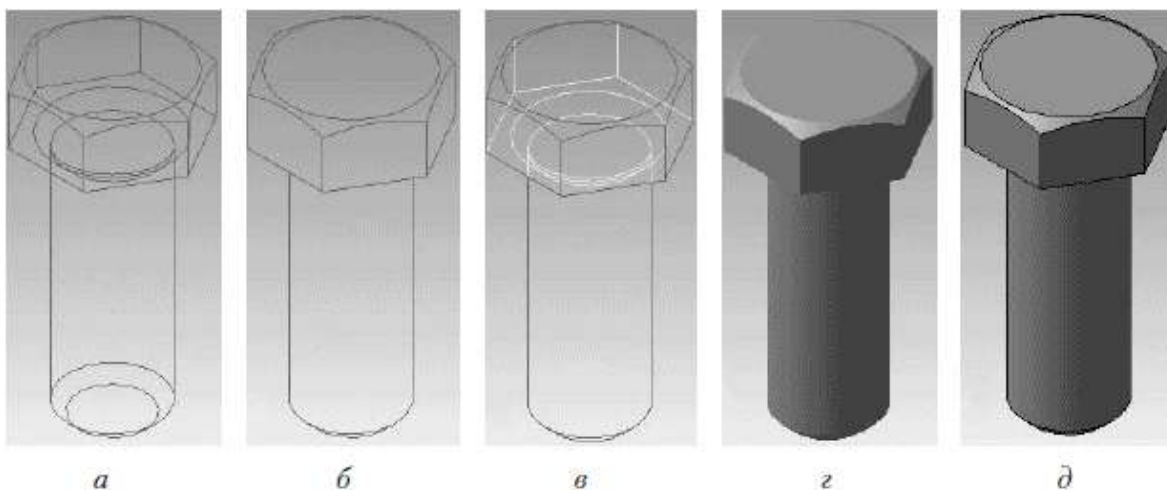


Рис. 1.21. Способы отображения трехмерных моделей: каркас (а), без невидимых линий (б), невидимые линии тонкие (в), полупрозрачное (г), полупрозрачное с каркасом (д)

Команда Перспектива подменю Отображение включает перспективное отображение модели (рис. 1.22). Эта команда доступна при любом из способов отображения модели. Перспектива отличается от обычной проекции пространственной модели тем, что на экране показывается изображение, которое получил бы оптический прибор, находящийся на определенном расстоянии от модели. Это расстояние можно настраивать на вкладке Текущее окно диалогового окна Параметры, которое вызывается командой Сервис > Параметры. При этом изображения получаются намного естественнее для человеческого взгляда, а сама трехмерная модель – реалистичнее.

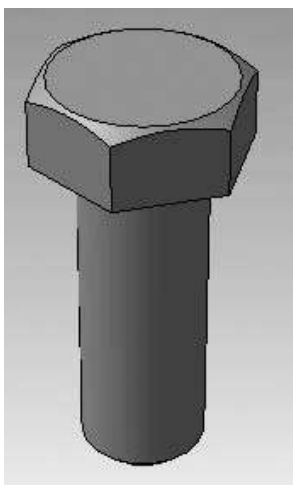


Рис. 1.22. Перспективная проекция модели, отображение полупрозрачное с каркасом

Значок выбранного в данный момент способа отображения подсвечивается.

Совет: Наиболее оптимальна с точки зрения визуального восприятия пространственной модели, созданной в КОМПАС-3D, перспективная проекция в комбинации с каркасным полупрозрачным отображением (см. рис. 1.22). Однако следует отметить, что при работе с очень большими сборками такое отображение 3D-модели может значительно замедлять работу (в таком случае можно использовать режим упрощения сборки).

Команда Упрощения > Быстрое отображение линий позволяет включать или отключать режим быстрого отображения (просчета) линий модели для каркасных способов отображения. Этот режим ускоряет прорисовку каркасных линий, что ста-

новится особенно заметно при вращении или перемещении модели. Рекомендуется всегда включать данный режим.

Команда Упрощения > Упрощенное отображение включает режим упрощенного отображения для сборки и для детали.

Блок команд, которые входят в меню Скрыть (это команды Системы координат, Конструктивные плоскости и т. д.), предназначен для управления видимостью различных вспомогательных элементов, которые используются при построении детали или сборки (вспомогательных плоскостей, осей, эскизов кинематических операций и т. п.). Советую включать эти пункты меню после полного построения или редактирования трехмерной модели. При этом с экрана исчезнут соответствующие вспомогательные элементы геометрии, что позволит создаваемой модели выглядеть реалистичнее. Чтобы отключить видимость сразу всех вспомогательных объектов модели, воспользуйтесь командой Скрыть > Все вспомогательные объекты.

Последние три команды: Показать все, Перестроить и Обновить изображение – аналогичны одноименным командам меню Вид для графических документов, с той лишь разницей, что команда Перестроить перестраивает не ассоциативные виды (их нет в модели), а саму 3D-модель. Перестраивание может понадобиться, например, после редактирования одного из элементов сборки или после изменения с помощью перетаскивания порядка формообразующих операций в дереве построений для детали.

Как и в случае с графическими документами, некоторые наиболее часто используемые команды дублируются кнопками на панели Вид (рис. 1.23).



Рис. 1.23. Панель инструментов Вид для трехмерных документов

Данная панель инструментов содержит следующие элементы:

- кнопки для управления масштабом изображения (Увеличить масштаб рамкой, Увеличить масштаб, Уменьшить масштаб);
- раскрывающийся список для задания произвольного масштаба представления (всегда содержит текущее значение масштаба);
- кнопка-меню Ориентация;
- кнопки для перемещения и поворота изображения модели (Сдвинуть, Приблизить/отдалить и Повернуть);
- кнопки для задания способа отображения и перспективной проекции;
- кнопки для перестроения и обновления модели (Перестроить, Обновить изображение и Показать все);
- кнопки, которые не имеют аналогичных команд в меню Вид (Упрощенное отображение и Разнести). Коротко их назначение рассмотрено далее в этой главе, более подробно – в гл. 3.

По умолчанию панель инструментов Вид всегда присутствует в трехмерных документах. Не рекомендуется ее прятать, поскольку с ее помощью очень удобно изменять вид и масштаб отображения модели.

Меню Инструменты и меню Операции

Пункты системного меню Инструменты и Операции отображаются для разных типов документов: первого – только для чертежей и фрагментов, второго – для деталей или сборок. Мы рассмотрим эти пункты меню в одном подразделе, так как их команды имеют одинаковое функциональное назначение как для графических, так и для трехмерных документов системы КОМПАС.

Меню Инструменты и Операции содержат полный набор команд для создания и редактирования графических элементов или трехмерных формообразующих операций. Все команды дублируются кнопками на различных панелях инструментов,

входящих в компактную панель. В связи с тем что вызывать эти команды намного удобнее с помощью кнопок на панелях инструментов, подробно я опишу данные команды в подразделе, посвященном соответствующим панелям, а здесь только приведу их обзор. Кроме того, функциональность и принципы применения тех или иных команд будут рассмотрены в главах, посвященных двумерному черчению и трехмерному моделированию.

Меню Инструменты

Инструменты – очень разветвленный пункт системного меню (рис. 1.24). Некоторые его команды содержат несколько раскрывающихся подменю, которые в свою очередь могут также иметь вложенные меню. Именно поэтому отдельные операции целесообразнее выполнять с помощью кнопок на панелях инструментов.

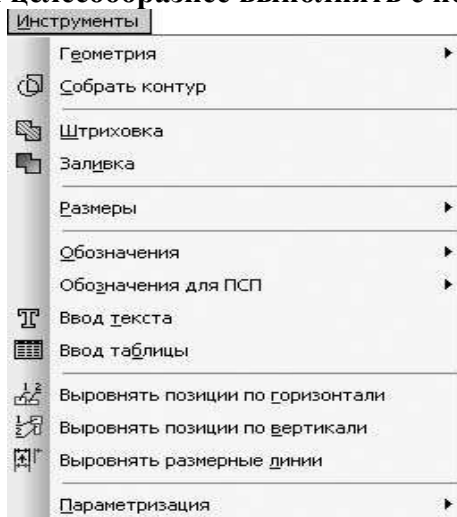


Рис. 1.24. Меню Инструменты

Рассмотрим команды данного меню.

- **Геометрия** – данное подменю включает в себя команды для создания примитивов: отрезков, окружностей, эллипсов, дуг, многоугольников, сплайнов, вспомогательных примитивов и пр.
- **Собрать контур** – эта команда позволяет создавать контур из отдельных графических объектов, пересекающихся между собой. Контур представляет собой замкнутую линию, состоящую из дуг, отрезков или сплайнов. Очертания контура можно изменять, перетаскивая его характерные точки (они представляют собой маленькие черные квадраты, которые появляются при выделении контура). При сборке контура характерные точки появляются в местах пересечения графических объектов, формирующих контур.
- **Штриховка** – данная команда позволяет заштриховывать или заливать цветом произвольную замкнутую область на чертеже.
- **Заливка** – команда служит для создания градиентной заливки различных замкнутых контуров на чертеже (команда появилась в КОМПАС-График только с выходом десятой версии).
- **Размеры** – это подменю содержит команды, позволяющие поместить на документ линейные, угловые, диаметральные, а также другие типы размеров.
- **Обозначения** – данное подменю включает в себя команды для оформления чертежа согласно требованиям стандартов (ЕСКД, СПДС или ISO). С их помощью можно обозначать шероховатости, базы, линии выноски, допуски формы, линии разреза и т. д.
- **Обозначения для ПСП** – набор команд для создания на чертеже специализированных обозначений для промышленно-строительного проектирования.

- **Ввод текста** – эта команда служит для размещения текста в произвольном месте чертежа или фрагмента.
- **Ввод таблицы** – данная команда позволяет создать на чертеже таблицу.
- **Выровнять позиции по горизонтали и Выровнять позиции по вертикали** – эти команды дают возможность быстро привести в порядок хаотично разбросанные по чертежу линии обозначения позиций.
- **Выровнять размерные линии** – эта команда предназначена для выравнивания и упорядочивания размерных линий. Она позволяет расположить размерные линии для линейных размеров на одной прямой, а для угловых размеров – на одной окружности (или на окружностях с равными радиусами). Выравнивание осуществляется по указанному размеру-образцу.
- **Параметризация** – данное подменю содержит команды для задания и управления параметрическими зависимостями (связями) между отдельными элементами чертежа.

Меню Операции, как было сказано, появляется только для трехмерных документов. В его состав входят команды для создания эскизов, формообразующих операций, массивов, вспомогательных объектов и т. д. в трехмерном документе. Данное меню имеет различные команды для документов КОМПАС-Сборка и КОМПАС-Деталь.

Меню Операции для документа КОМПАС-Деталь

Этот пункт главного меню (рис. 1.25) объединяет все команды для создания трехмерной модели, начиная со вспомогательной геометрии, формообразующих операций и заканчивая командами создания массивов, а также элементов листового тела в детали.

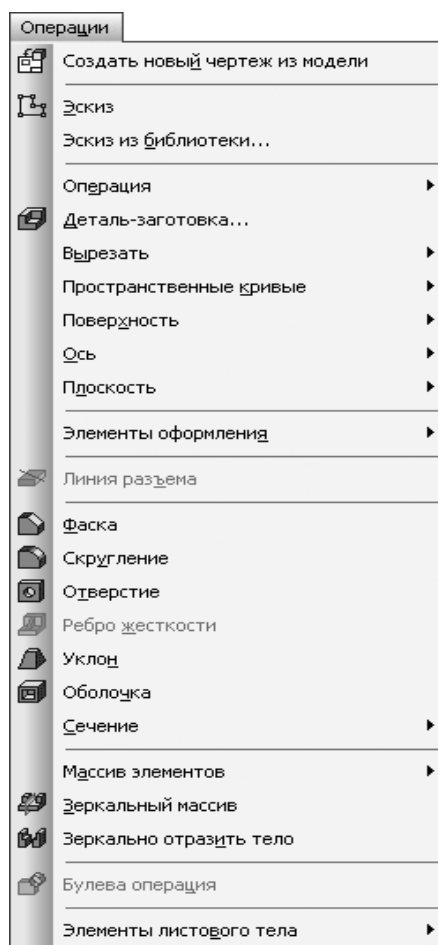


Рис. 1.25. Меню Операции для детали

Рассмотрим команды данного меню.

- **Создать новый чертеж из модели** – данная команда создает документ КОМПАС-Чертеж. В нем можно разместить ассоциативный вид, связанный с текущей деталью (то есть той, для которой выполнялась данная команда). Размещение вида на чертеже, масштаб, а также ориентацию (спереди, сбоку и т. д.) можно задать при вставке вида.

- **Эскиз** – эта команда запускает создание нового эскиза для его последующего использования в формообразующих операциях. Например, эскиз профиля операции выдавливания или эскиз, содержащий кривую – путь для кинематической операции. Этот пункт меню активен, только когда в документе выделена плоскость или плоская грань, которая автоматически становится базовой для создаваемого эскиза.

- **Эскиз из библиотеки** – данная команда позволяет задать в качестве эскиза одну из заготовок, предлагаемую системой КОМПАС. Таким эскизом может быть, например, контур шпоночного паза, для выдавливания вырезанием паза под шпонку на валу. Этот пункт также неактивен, если в окне модели не выделена плоская грань или плоскость.

- **Операция** – это подменю включает в себя четыре пункта, отвечающие четырем основным операциям добавления материала детали: Выдавливания, Вращения, Кинематическая и По сечениям. Чтобы команды были доступны, в документе должен быть выделен (выбран) эскиз, а для команды Операция > Кинематическая должна также присутствовать траектория. В качестве траектории можно использовать последовательность ребер, пространственные кривые или двухмерную кривую, созданную в эскизе.

- **Деталь-заготовка** – данная команда позволяет начать построение новой детали, основываясь на геометрии уже существующей (то есть используя ее в качестве заготовки). При этом заготовка может сохранять связь с источником, динамически перестраиваясь при внесении изменений в базовую деталь, или быть вставленной в новый документ подобно импортируемой модели (поверхности), впоследствии не изменяясь. Важная особенность этой команды – возможность вставить в новый документ зеркальную копию указанной детали. Команда Деталь-заготовка активна, только если в детали еще не создано ни одного объекта.

- **Вырезать** – данное подменю аналогично подменю Операция. Оно содержит четыре команды, реализующих все те же четыре базовых операции, только теперь для удаления материала детали: Выдавливанием, Вращением, Кинематически и По сечениям.

- **Пространственные кривые** – это подменю включает в себя пять команд для создания точки в пространстве, конической и цилиндрической спиралей, а также пространственных ломаных и сплайнов.

- **Поверхность** – данное подменю содержит команды для построения трехмерных поверхностей на основе эскизов, а также для импорта поверхностей, созданных в других системах трехмерного моделирования (например, 3ds Max, специализирующейся на поверхностном моделировании). Можно импортировать файлы форматов IGES (расширение IGS) или ACIS (расширение SAT).

- **Ось** – это подменю содержит команды (Через две вершины, Пересечение двух плоскостей, Через ребро и Конической поверхности), реализующие построение вспомогательных осей в модели. Ось может быть построена на пересечении двух плоскостей, через ребро, через две вершины, указанные пользователем, или как геометрическая ось конической или цилиндрической поверхности.

- **Плоскость** – данное подменю предназначено для создания вспомогательных объектов при построении 3D-модели. Входящие в него команды предоставляют более десятка различных способов для построения вспомогательных плоскостей: построение плоскости на расстоянии от базовой (Смещенная), через три вершины, че-

рез ребро и вершину, под углом к другой плоскости, в виде касательной к поверхности, в виде средней плоскости и др.

- **Элементы оформления** – это подменю позволяет создавать в трехмерной сборке различные элементы оформления: линейные и радиальные размеры, линии-выноски, обозначения шероховатости и пр.

Внимание!

В данное меню помимо прочих входит команда **Условное изображение резьбы**, которая создает на указанном отверстии или валу внутреннюю или внешнюю резьбу. Условное изображение резьбы введено во многих конструкторских системах трехмерного моделирования в связи с тем, что формирование реалистичного изображения витков резьбы отнимает немало времени и ресурсов компьютера, а наличие в модели многих резьбовых элементов еще более замедляет редактирование и последующую обработку модели. При этом сама резьба зачастую не так важна в модели. Поэтому условное изображение оказалось хорошим решением, с помощью которого на ассоциативном чертеже резьба будет корректно отображена, а в самом трехмерном документе не будет мешать перестроению, редактированию или простому вращению модели.

- **Линия разъема** – эта команда позволяет разбить грани трехмерной поверхности на несколько стыкующихся граней. В качестве линии разбиения должен быть выбран эскиз, пересекающий нужную грань.

- **Фаска, Скругление, Отверстие, Ребро жесткости, Уклон и Оболочка** – данные команды добавляют одноименные элементы к телу детали. Следует отметить, что для всех этих команд не нужно создавать базовый эскиз, они формируются на основе существующей геометрии модели.

- **Сечение** – это подменю содержит две команды для построения сечений детали: **плоскостью** (от детали полностью отсекается часть по одну сторону от указанной плоскости) или **на основе эскиза** (отсекается часть по одну сторону от указанного эскиза).

- **Массив элементов** – данное подменю содержит команды для создания массивов формообразующих операций. Массивы элементов могут выполняться в пределах одного конкретного тела детали. Сами массивы могут быть построены тремя способами: по сетке (двухмерный массив с различным шагом по осям), по концентрической сетке (при этом элементы массива размещаются по концентрическим окружностям) и одномерный массив вдоль пространственной кривой.

- **Зеркальный массив** – эта команда формирует зеркальную копию выбранных пользователем элементов детали относительно плоскости симметрии.

- **Зеркально отразить тело** – данная команда может создать в детали новое тело, симметричное исходному относительно выбранной плоскости, или добавить к существующему телу новую часть (если плоскость симметрии пересекает исходное тело).

- **Булева операция** – с помощью данной команды можно выполнить булеву операцию объединения, вычитания или пересечения над двумя телами в текущей детали.

- **Элементы листового тела** – это подменю включает в себя множество команд, предназначенных для создания листовых деталей и работы с ними.

Меню Операции для документа КОМПАС-Сборка

Часть команд этого меню (рис. 1.26) повторяет описанные выше команды для детали, так как в сборке также возможно выполнение формообразующих операций, построение поверхностей, трехмерных кривых и создание массивов.

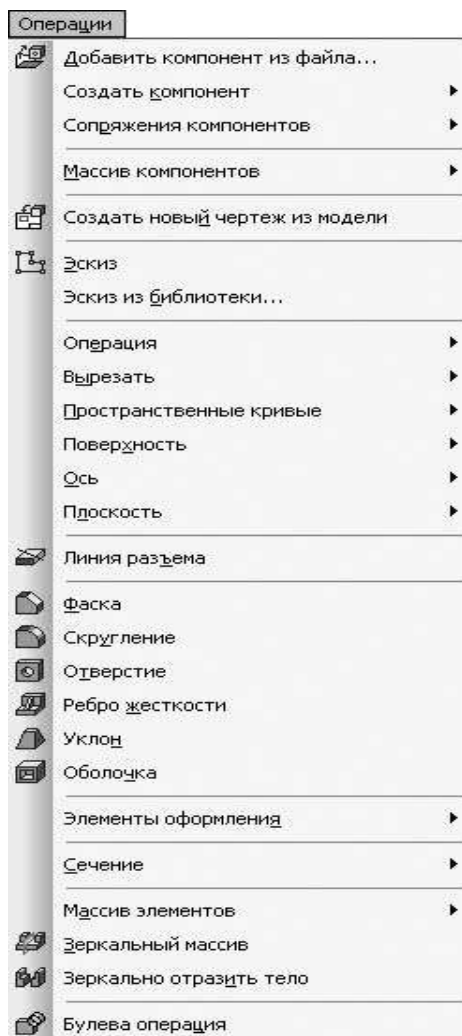


Рис. 1.26. Меню Операции для сборки

Рассмотрим только некоторые существенные отличия этого меню.

Команда **Добавить компонент из файла** вызывает диалоговое окно открытия файла, в котором можно выбрать деталь или подсборку, которые войдут в состав формируемой сборки. После указания файла пользователю нужно задать точку вставки нового компонента в пространстве текущей сборки. Кроме деталей и сборок системы КОМПАС в текущий документ могут быть вставлены модели из других систем. Эти модели могут быть любых форматов, поддерживаемых программой.

Подменю **Создать компонент** содержит команды для создания детали или подсборки в контексте активной сборки. Это означает, что для построения новой детали или сборки, которые затем должны быть вставлены в активный документ, не придется открывать новый документ (новое окно) – они будут строиться и редактироваться «на месте».

После вставки или создания компонента в сборке ему нужно придать определенное положение, соединив его с частями существующей сборки. Для этого служат команды подменю **Сопряжения компонентов**. С их помощью задаются сопряжения между отдельными геометрическими элементами компонентов сборки. Таким образом определяется их взаимное расположение. Например, при насадке модели зубчатого колеса на вал сначала нужно обеспечить соосность посадочного отверстия в колесе и вала, после чего «упереть» торец ступицы колеса в упорный буртик на валу. Для этого достаточно поочередно использовать две команды: **Сопряжения компонентов > Соосность** и **Сопряжения компонентов > Совпадение**. При перемещении

компонентов сборки наложенные на объекты сопряжения сохраняются, что упрощает управление и редактирование больших сборок.

Все остальные команды по назначению идентичны командам меню Операции для документа КОМПАС-Деталь, за исключением того, что операции с массивами предназначены для компонентов сборки, а не для элементов и операций детали.

Меню Сервис

Команды этого меню служат для управления состоянием текущего документа, а также для изменения некоторых параметров его оформления и отображения. С помощью меню Сервис вызываются диалоговые окна системных настроек, параметров отдельных документов, настроек оформления чертежей, внешнего вида приложения и пр. Состав этого меню несколько различается для графических и трехмерных документов, поэтому рассматривать их будем отдельно.

Меню Сервис при активном графическом документе

Три первые команды меню Сервис (рис. 1.27) предназначены для работы с менеджером библиотек системы КОМПАС (напомню, что диалоговое окно Менеджер библиотек служит для подключения, запуска в работу и отключения прикладных библиотек).

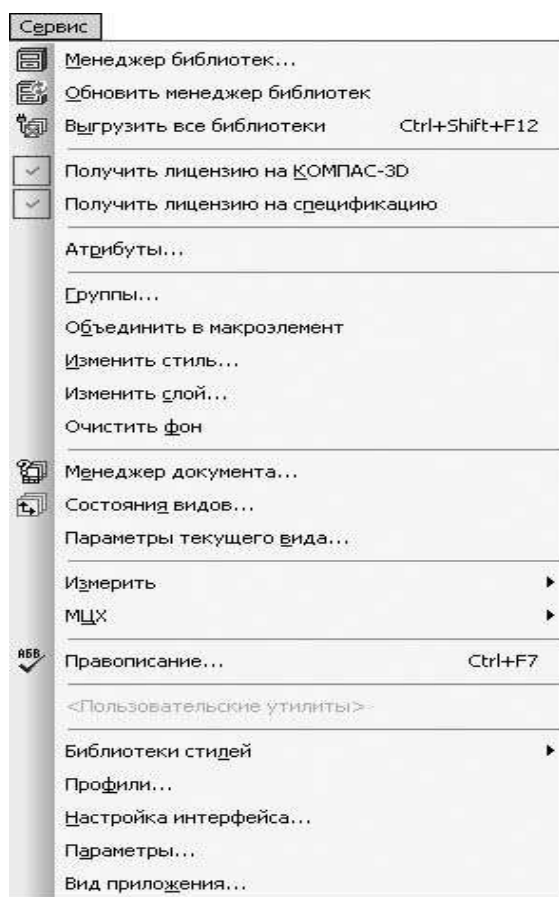


Рис. 1.27. Меню Сервис для графических документов

Команда Менеджер библиотек отображает или скрывает панель Менеджер библиотек (см. рис. 1.14). Во включенном состоянии значок слева от пункта меню подсвечивается. С помощью команды Обновить менеджер библиотек вы можете обновить Менеджер библиотек, а именно удалить из его меню несуществующие или ранние удаленные библиотеки. Команда Выгрузить все библиотеки отключает все конструкторские библиотеки, подключенные (но не запущенные) в данный момент. Обратите внимание, если какая-либо библиотека запущена на выполнение, то есть

производит определенное действие в текущий момент, то отключить ее невозможно. Отключить все библиотеки можно также, используя сочетание клавиш Ctrl+Shift+F12.

Две следующие команды позволяют получить лицензию на работу с КОМПАС-3D или редактором спецификаций с сетевого ключа защиты.

Команда Атрибуты выводит на экран диалоговое окно Имеющиеся атрибуты со списком атрибутов выделенного объекта или объектов. В этом диалоговом окне можно просматривать, редактировать, удалять имеющиеся, а также создавать новые атрибуты. Если в документе не выделено ни одного графического элемента, то команда недоступна.

Команда Группы позволяет объединять выделенные объекты чертежа или фрагмента в именованные группы, а также выполнять различные операции редактирования – добавление или удаление элементов группы, разбиение групп и пр. *Группа* – это совокупность логически связанных между собой элементов чертежа, объединенных для удобства последующего поиска и редактирования. В отличие от макрообъектов, любой объект группы можно редактировать (изменять его размеры, расположение) отдельно от других составляющих его группы. Кроме того, один и тот же графический элемент чертежа может принадлежать нескольким группам одновременно. Все действия с группами производятся с помощью элементов управления диалогового окна Создание/редактирование именованных групп объектов, которое вызывается командой Группы.

Команда Объединить в макроэлемент формирует из выделенных элементов чертежа двумерный макрообъект. *Графический макроэлемент* – это объект, состоящий из нескольких простых графических объектов. В макроэлемент могут входить как графические примитивы (отрезки, дуги, сплайны), так и штриховка, текст, обозначения и даже другие макрообъекты. Отличительной особенностью макроэлемента является то, что он интерпретируется системой как единое целое, то есть все команды редактирования (масштабирование, перемещение, поворот и пр.) можно применять к нему, как к простому графическому объекту (как, например, к отрезку). Редактирование любого объекта, входящего в макроэлемент, без разрушения макроэлемента невозможно. Напомню, что разрушить выделенный макрообъект можно с помощью команды Редактор > Разрушить или команды контекстного меню Разрушить. Большинство изображений, создаваемых прикладными библиотеками, представляют собой макроэлементы.

Совет: Лучше объединять в макроэлемент объекты, которые формируют на чертеже уже законченный конструктивный элемент и при последующей доработке или редактировании чертежа изменяться не будут. Такие элементы удобно перемещать или копировать в пределах вида. Если в макроэлемент как составной объект предполагается часто вносить изменения, намного удобнее будет использовать слой или объединение графических элементов в именованную группу.

Команда Изменить стиль вызывает окно Изменение стилей выделенных объектов, с помощью которого можно за один подход изменить стиль для группы выделенных объектов (например, стили линий или точек).

Команда Изменить слой позволяет переместить выделенные объекты чертежа или фрагмента на другой слой в чертеже. После ее выполнения на экране появится окно Выберите слой со списком присутствующих в чертеже слоев. Переносить можно только в пределах одного вида.

Команда Очистить фон управляет перекрытием выделенным элементом (текстом, размером или обозначением) штриховок и линий чертежа. При установленном флажке возле команды Очистить фон поле вокруг надписи, размера или обозначения очищается от линий и штриховки (рис. 1.28, *слева*), при снятом флажке – эле-

мент оформления просто накладывается на изображение в чертеже (рис. 1.28, *справа*).

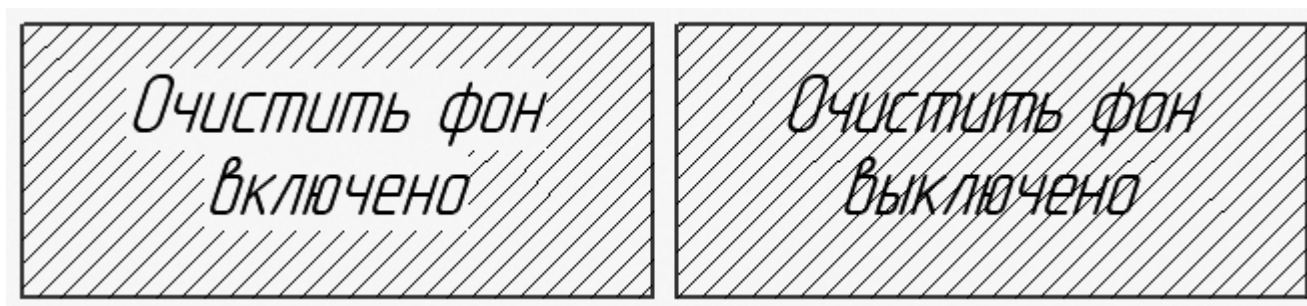


Рис. 1.28. Вид текстовой надписи при установленном (*слева*) и снятом (*справа*) флажке возле команды Очистить фон

Следующие три команды – Менеджер документа, Состояние видов и Параметры текущего вида – служат для отображения параметров видов текущего чертежа и управления их состоянием. Обратите внимание на то, что, поскольку в документе КОМПАС-Фрагмент присутствует всего один вид, в этих трех командах нет необходимости. Поэтому данные команды активны, только если выбран документ КОМПАС-Чертеж.

Команда Менеджер документа вызывает на экран одноименное диалоговое окно (рис. 1.29). В этом окне отображается структура графического документа: листы, виды и слои, присутствующие в чертеже. Менеджер документа обладает собственной панелью инструментов, которая позволяет создавать или удалять листы или слои, выбирать текущий вид или слой, изменять свойства объектов, составляющих структуру документа.

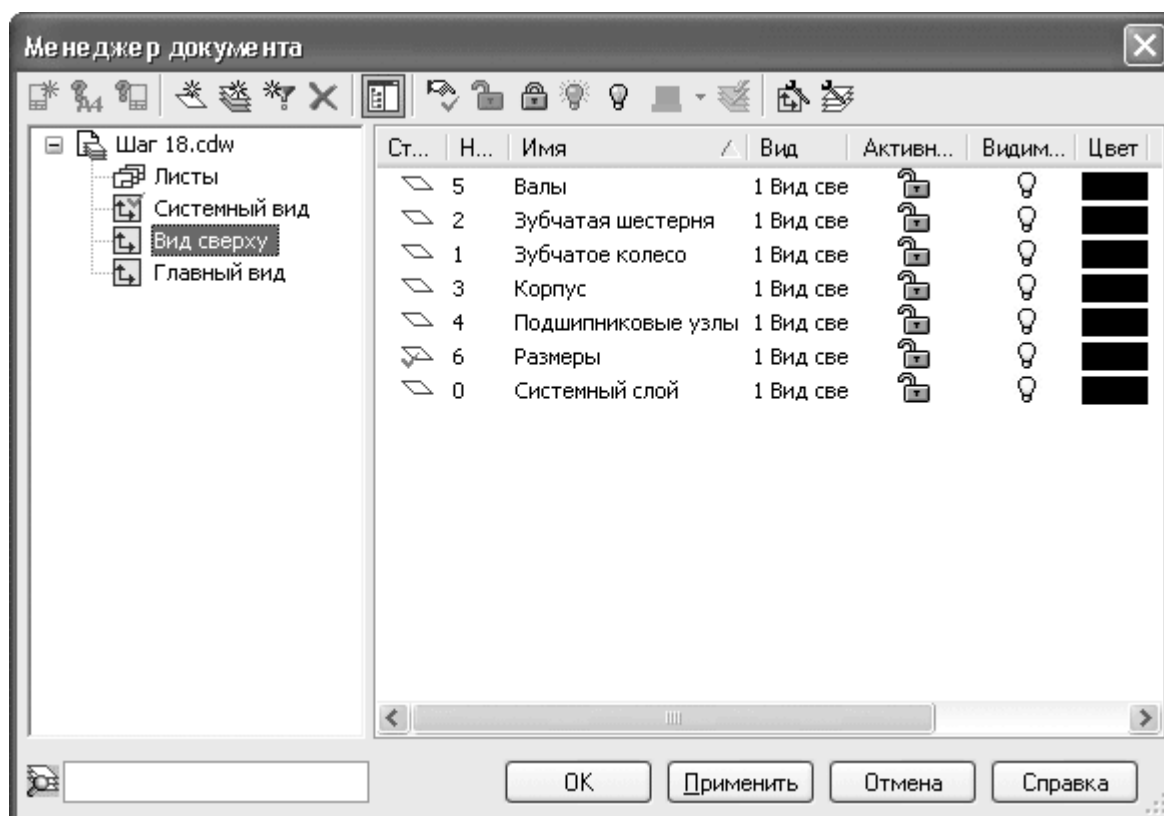


Рис. 1.29. Окно Менеджер документа

Команда Состояния видов вызывает тот же диалог – Менеджер документа. Единственное ее отличие от команды Менеджер документа заключается в том, что она неактивна, если в документе не создано ни одного вида, кроме системного.

Команда Параметры текущего вида позволяет настроить параметры текущего вида. После ее вызова на панели свойств отображается набор элементов управления, позволяющих отредактировать характерные параметры вида (масштаб, цвет, имя и пр.).

Подменю Измерить включает в себя команды для проведения измерений в графических документах. С их помощью можно измерить координаты точки, расстояние между двумя точками, длину кривой, площадь произвольной фигуры и т. д.

Подменю МЦХ предназначено для расчета масс-центровочных и инерционных характеристик плоских фигур.

С помощью команды Правописание можно проверить правописание во всем графическом документе, включая текстовые надписи, таблицы, элементы оформления чертежа. Для запуска проверки правописания можно воспользоваться сочетанием клавиш Ctrl+F7. Каждый раз, когда система обнаружит слово, которое, по ее мнению, содержит ошибку, она выведет окно со списком возможных замен. После проверки документа система выдаст уведомление об окончании операции.

После подменю МЦХ находится раздел, включающий в себя перечень пользовательских утилит (например, калькулятор). Вы можете произвольно настраивать список утилит, которые потом сможете вызывать из данного списка. Настройка производится на вкладке Утилиты диалогового окна Настройка интерфейса.

Подменю Библиотеки стилей предоставляет доступ к настройке и управлению стилями различных объектов, применяющихся в работе с документами КОМПАС-3D. С помощью команд этого меню можно создавать новые или редактировать имеющиеся стили линий, штриховок, типы основных надписей, типы оформления чертежей и пр.

Последние четыре команды меню Сервис (Профили, Настройка интерфейса, Параметры и Вид приложения) предназначены для настройки интерфейса и системных параметров программного пакета КОМПАС. Они будут подробно рассмотрены в соответствующем разделе этой главы.

Меню Сервис при активном трехмерном документе

Некоторые существенные различия трехмерной сборки и детали системы КОМПАС-3D не позволяют рассматривать меню Сервис совместно для обоих типов документов. По этой причине рассмотрим характерные команды меню Сервис отдельно для сборки и детали. Команды настройки интерфейса, имеющие такое назначение, как команды для графических документов, в данном разделе мы описывать не будем.

Состав меню Сервис для документа-детали показан на рис. 1.30.

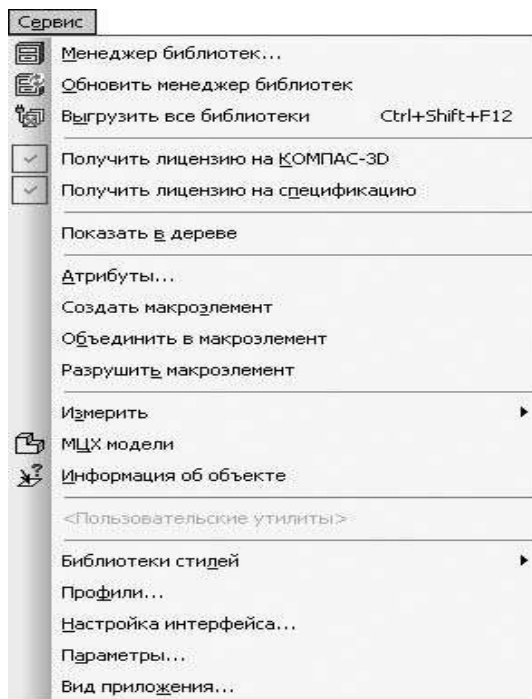


Рис. 1.30. Меню Сервис для документа КОМПАС-Деталь

Рассмотрим некоторые команды данного меню.

- **Показать в дереве** – служит для выделения в дереве построения модели формообразующего элемента, которому принадлежит выделенный в окне представления детали объект (ребро, грань, вершина). После выполнения команды нужный элемент в дереве построения подсвечивается зеленым цветом, а само дерево разворачивается так, чтобы выделенный элемент был виден пользователю.

- **Создать макроэлемент** – формирует в детали пустой макроэлемент в конце дерева построения. После создания макрообъект можно наполнить уже существующими или вновь созданными элементами геометрии модели (вспомогательные объекты, формообразующие операции, другие макрообъекты и пр.). *Трехмерный макроэлемент*, по аналогии с графическим, – это объект, состоящий из нескольких простых трехмерных объектов. В макроэлемент могут входить как простые операции, так и целые детали, под сборки или другие макроэлементы, за исключением объектов, принадлежащих разным компонентам сборки. Входящие в трехмерный макрообъект элементы могут редактироваться независимо от макроэлемента и без его разрушения.

- **Объединить в макроэлемент** – собирает в макроэлемент объекты, выделенные в окне документа. Если среди выделенных объектов находится грань или ребро какой-либо формообразующей операции, то в созданный макроэлемент будет добавлена вся операция.

- **Разрушить макроэлемент** – разрушает выделенные в дереве построения макрообъекты. При этом удаляется лишь сам макроэлемент, а все компоненты, входящие в него, остаются в детали (или сборке). Данная команда есть также в контекстном меню элементов дерева построения.

- **МЦХ модели** – после выбора этой команды система выводит окно, содержащее полную информацию о масс-центровочных характеристиках модели, включая площадь, объем детали, координаты центра масс, значения осевых и центробежных моментов инерции и пр.

- **Информация об объекте** – позволяет получить информацию о любом объекте трехмерной модели (например, длину прямолинейного ребра, радиус криволинейно-

го ребра, площадь поверхности грани и пр.). Для получения информации после вызова команды щелкните кнопкой мыши на любом нужном вам объекте в окне модели или в дереве построения.

При создании или активизации документа КОМПАС-Сборка в меню Сервис добавляется несколько важных команд (рис. 1.31).

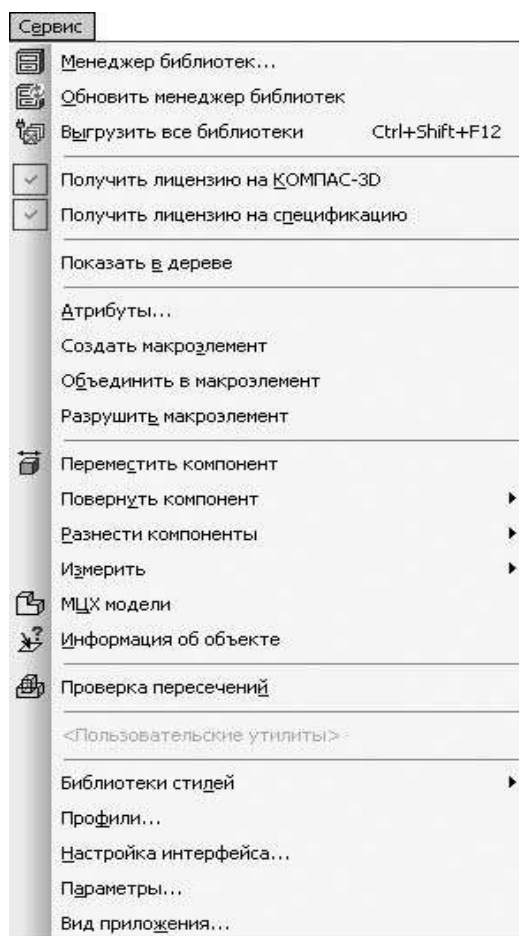


Рис. 1.31. Меню Сервис для документа КОМПАС-Сборка

В первую очередь следует отметить группу команд, которые изменяют положение компонентов сборки в пространстве.

Команда **Переместить компонент** произвольно перемещает в пространстве любой компонент, входящий в активную сборку. При перемещении модели изменяются только координаты ее центра, но не ориентация в пространстве сборки. Эта команда работает следующим образом. После ее вызова указатель мыши примет форму четырехсторонней стрелки. Его следует навести на нужный компонент в окне сборки, нажать кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащить компонент в нужное место. Для выхода из режима перемещения нужно нажать клавишу Esc или кнопку **Прервать команду** в левом нижнем углу панели свойств.

Подменю **Повернуть компонент** включает в себя три команды, с помощью которых можно повернуть компонент сборки вокруг центральной точки, вокруг оси или вокруг точки.

Принцип использования данной команды аналогичен команде **Переместить компонент**. Только перед выполнением **Повернуть компонент > Вокруг оси** в сборке должна быть выделена ось или прямолинейное ребро, а при **Повернуть компонент > Вокруг точки** – трехмерная вершина.

При перемещении или повороте модели в пространстве сборки можно воспользоваться двумя важными функциями.

- **Контроль соударений.** Эту функцию можно активизировать с помощью команды Контроль соударений контекстного меню или используя кнопку Включить/выключить контроль соударений компонентов на панели специального управления, которая расположена слева или сверху от панели свойств (рис. 1.32). При включенном контроле соударений система не дает перемещаемой или поворачиваемой детали проникать в соседние компоненты сборки. При столкновении двух деталей место столкновения сразу подсвечивается красными линиями и выдается звуковой сигнал. Кроме того, передвижение модели далее в этом направлении становится невозможным.

- **Автоматическое сопряжение перемещаемой детали с окружающими ее ближайшими компонентами.** При этом система старается самостоятельно подобрать наиболее подходящие сопряжения при приближении элементов деталей (границы, вершины и ребра) друг к другу. Эту функцию можно активизировать так же, как и контроль соударений: с помощью команды контекстного меню Автосопряжения или кнопки Включить/выключить режим автосопряжений на панели специального управления (см. рис. 1.32).

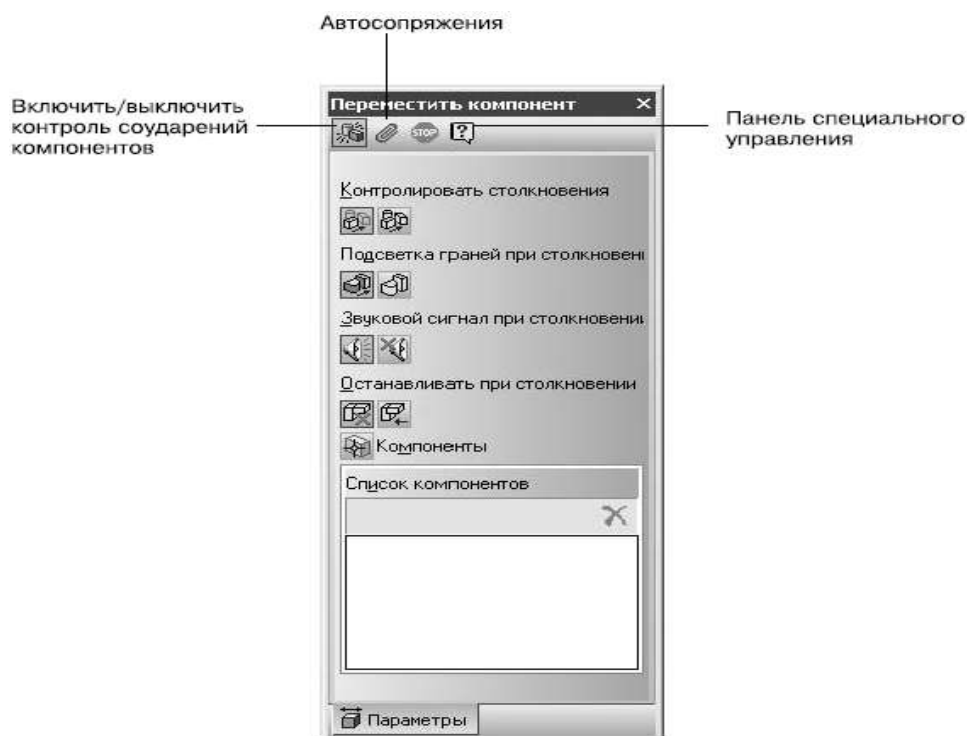


Рис. 1.32. Элементы управления панели свойств при перемещении компонента сборки

Команды подменю Разнести компоненты предоставляют возможность создания разнесенного вида сборки (режим разнесения), а также позволяют управлять отображением модели в разнесенном или собранном виде.

Команда Параметры подменю Разнести компоненты позволяет задать параметры разнесения компонентов сборки. *Разнесение сборки* – это особый режим отображения модели сборки, при котором компоненты сборки могут быть разбросаны в пространстве. Можно сказать, что в этом режиме моделируемый объект показывается в несобранном состоянии. С помощью команды Разнести подменю Разнести компоненты можно переключать сборку из разнесенного вида в собранный. При разне-

сении компоненты сборки не размещаются произвольно. Они располагаются с учетом параметров, заданных командой Параметры подменю Разнести компоненты. Для установки нужно выполнить следующие действия.

1. Указать компонент, для которого будут задаваться параметры перемещения.

2. Выбрать объект, задающий направление разнесения (в их качестве, как правило, выбираются оси или прямолинейные ребра).

3. Задать направление и величину смещения компонента сборки.

Перечисленные действия необходимо повторить для всех моделей в сборке, которые должны быть разнесены.

После установки всех параметров можно увидеть смоделированный объект в собранном и разнесенном видах (рис. 1.33).

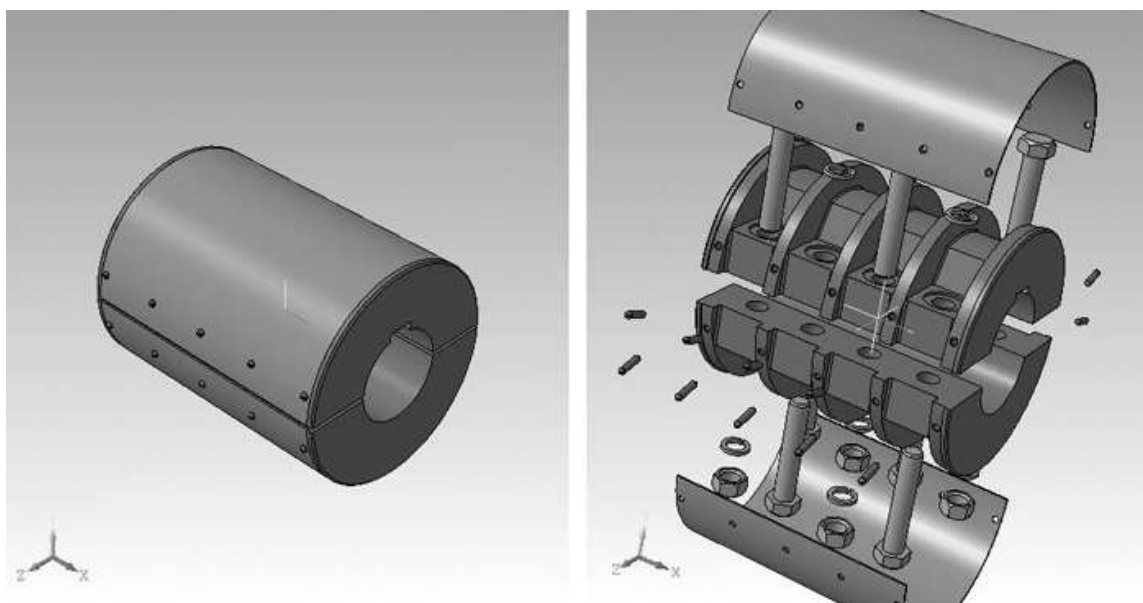


Рис. 1.33. Модель продольно-свертной муфты в собранном (слева) и разнесенном (справа) видах

Команда Информация об объекте предназначена для получения информации о различных трехмерных объектах (например, площадь поверхности, длина ребра и т. п.). Для этого достаточно просто вызвать команду и щелкнуть кнопкой мыши на нужном объекте прямо в окне построения или же в дереве модели.

Очень полезной может быть команда Проверка пересечений. Она позволяет выяснить, пересекаются ли в пространстве два произвольных компонента сборки.

В КОМПАС-3D есть режим упрощенного отображения сборки. Он характеризуется упрощенной отрисовкой некоторых компонентов сборок или их отдельных элементов. Это позволяет значительно сократить время перерисовки модели при ее перемещении, вращении или изменении масштаба отображения. Упрощение достигается за счет:

- замены компонентов сборки габаритными параллелепипедами, закрашенными цветом, который имеет компонент;
- быстрого отображения линий;
- скрытия конструктивных осей, плоскостей и пр.;
- отключения режима отображения Полутонное с каркасом.

Компактная и другие панели инструментов

Компактная панель инструментов (рис. 1.34) – самый востребованный элемент пользовательского интерфейса. Большая часть всех команд, используемых при

черчении и моделировании в системе КОМПАС-3D, вызывается кнопками панелей инструментов, входящих в компактную панель. Она всегда присутствует в окне программы, но ее состав зависит от типа активного документа. Состав этой панели можно произвольно изменять, добавляя или удаляя панели инструментов. Для удаления какой-либо панели нужно перетащить ее за маркер перемещения, находящийся возле кнопки переключения данной панели, за пределы компактной панели. Чтобы вернуть извлеченную панель назад или добавить на компактную панель какую-нибудь новую панель инструментов, необходимо, удерживая нажатой клавишу Alt, перетащить за заголовок добавляемую панель в область компактной панели. Когда возле указателя появится знак «плюс», следует отпустить левую кнопку мыши. В результате панель будет добавлена в состав компактной. Порядок следования панелей можно изменять, перемещая кнопки переключения в пределах их области размещения.

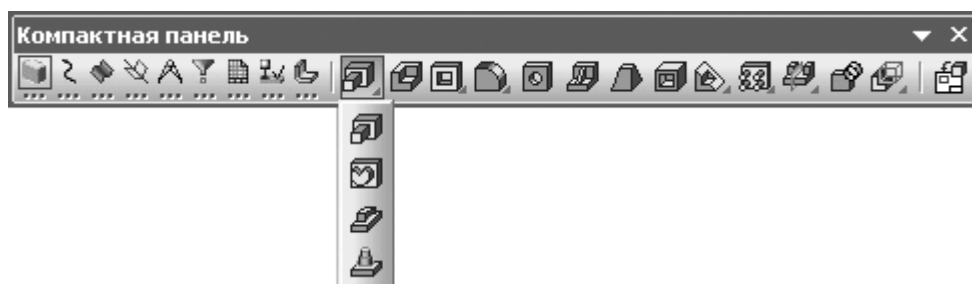


Рис. 1.34. Компактная панель инструментов

На каждой из панелей находятся инструменты, причем некоторые кнопки, близкие по функциональности, могут быть объединены в группы. Признаком, по которому можно отличить группу от одиночной команды, является маленький треугольник в правом нижнем углу значка кнопки. Щелкнув на самой кнопке группы, вы сможете вызвать лишь текущую команду (то есть ту, значок которой отображается на кнопке), остальные команды спрятаны под ней. Чтобы просмотреть все команды группы и вызвать одну из них, нужно щелкнуть на любой кнопке с треугольником и удерживать кнопку мыши. В результате группа раскроется, и станут видны значки всех доступных команд (см. рис. 1.34). Если выполнение какой-либо команды в текущем состоянии документа невозможно, то значок этой команды, как и соответствующий пункт меню, отображается в неактивном состоянии (серым цветом).

После выбора любой команды из раскрывшегося списка она запускается на выполнение. После завершения операции текущая команда автоматически становится во главе группы, а ее значок отображается на кнопке, объединяющей данную группу. Для следующего вызова этой же команды достаточно щелкнуть один раз на этой кнопке.

Команды объединены в группы по функциональности, что значительно упрощает и ускоряет доступ к ним.

Размеры компактной панели можно менять, как и любого окна Windows, перетаскивая мышью край окна. После изменения размеров кнопки могут размещаться не в один, а в несколько рядов.

Примечание

Вид и размещение компактной панели инструментов могут отличаться от приведенных на рис. 1.34. Например, при вертикальном размещении этой панели кнопки переключения находятся в ее верхней части, а кнопки вызова команд расположены ниже. Группы при этом раскрываются в сторону.

Рассмотрим возможности этой компактной панели для разных типов документов.

После создания или активизации графического документа компактная инструментальная панель примет вид, показанный на рис. 1.35.

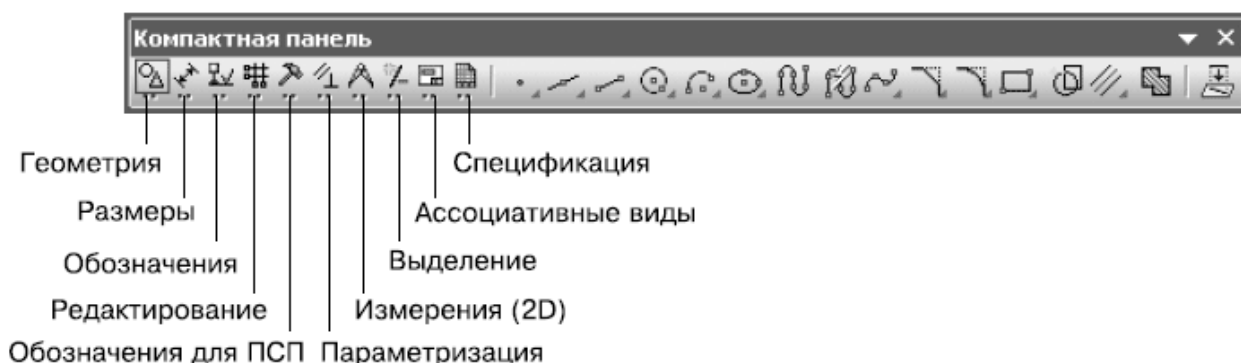


Рис. 1.35. Компактная панель при активном документе КОМПАС-Чертеж

В состав этой панели входят панели инструментов для создания и редактирования геометрических объектов, оформления чертежей, для параметрического черчения и пр. Как вы уже наверняка догадались, при создании фрагмента с компактной панели исчезает инструментальная панель Ассоциативные виды, так как во фрагменте не может быть создано никакого другого вида (в том числе ассоциативного), кроме системного.

Помимо команд, сгруппированных под кнопкой Ассоциативные виды, на компактной панели для графического документа присутствует множество других панелей.

- **Геометрия** – содержит команды для создания геометрических объектов на чертеже: точек, вспомогательных линий, отрезков, окружностей, дуг, эллипсов, сплайнов и прямоугольников. На этой панели есть также команды для непрерывного ввода объектов, создания фасок, сопряжений между произвольными кривыми, создания штриховки и пр. Большинство графических примитивов можно выполнить в документе разными способами. Например, отрезок можно построить по двум произвольным точкам, параллельно или касательно к уже существующему объекту. Окружность можно создавать, указав центр и радиус, через три точки и т. п. В этом и проявляется удобство графического редактора КОМПАС-График, который по праву считается одним из лучших отечественных редакторов для двухмерного черчения. Практически каждая кнопка панели Геометрия имеет раскрывающееся меню с другими кнопками группы (например, для создания простого отрезка существует шесть разных команд).

- **Размеры** – служит для проставления и оформления размеров на чертеже. Команды этой панели позволяют использовать любые размеры, встречающиеся в конструировании: линейные, радиальные, угловые и пр. Размер на чертеже может проставляться автоматически (с учетом текущего масштаба вида) или вводиться пользователем. Оформление размеров подразумевает проставление допусков, отклонений и квалитетов, согласно требованиям ГОСТ.

- **Обозначения** – предназначена для проставления на чертеже знаков шероховатости, баз, линий-выносок, допусков формы, стрелок взгляда и пр. Кнопки этой панели идентичны командам, входящим в меню графического документа Инструменты > Обозначения. Кроме того, на панели размещены кнопки для создания текста и таблиц на чертеже.

- **Обозначения для ПСП** – обозначения, используемые в промышленно-строительном проектировании.

- **Редактирование** – вторая по значимости после Геометрии панель инструментов. Ее команды позволяют сдвигать, поворачивать, масштабировать, копировать

элементы изображения. Часть команд объединена в группы, что облегчает их поиск и вызов.

- **Параметризация** – команды данной панели аналогичны командам меню **Инструменты > Параметризация**. Они служат для задания параметрических зависимостей между отдельными элементами чертежа.

- **Измерения (2D)** – предоставляет пользователю доступ к командам определения координат точек, расстояний между кривыми, углов между прямыми, длин кривых и площадей геометрических фигур. Кроме того, на этой панели размещена группа команд для определения МЦХ плоских фигур.

- **Выделение** – данная панель содержит кнопки, предназначенные для различных способов выделения графических объектов документа. Вот некоторые команды, реализующие эти способы: **Выделить все**, **Выделить объект указанием**, **Выделить слой указанием**, **Выделить вид указанием**, **Выделить рамкой**, **Выделить вне рамки** и пр.

- **Спецификация** – содержит кнопки, позволяющие редактировать объекты спецификаций на чертеже.

Для трехмерной сборки и детали компактная панель инструментов имеет существенные различия. При активном документе КОМПАС-Деталь эта панель включает в себя девять панелей инструментов (рис. 1.36), команды которых предназначены для создания и редактирования трехмерных твердотельных моделей.



Рис. 1.36. Компактная панель при активном документе КОМПАС-Деталь

Рассмотрим, какие панели инструментов содержит компактная панель при активном документе КОМПАС-Деталь.

- **Редактирование детали** – на ней собраны группы команд для добавления или удаления материала деталей (путем выдавливания, вращения, кинематически и по сечениям), команды построения фасок, отверстий, оболочек, создания массивов, зеркальных копий, а также команды булевых операций. Большинство команд, как и на панели **Геометрия** графического документа, организованы в группы (например, команды добавления материала деталей, создания массивов и т. п.).

- **Пространственные кривые** – содержит пять инструментов для создания точки в пространстве, трехмерных спиралей (цилиндрической или конической) и пространственных ломаных или сплайнов. Кнопки этой панели дублируются командами меню **Операции > Пространственные кривые**.

- **Поверхности** – кнопки этой панели дают доступ к функциям построения поверхностей в детали (выдавливанием, вращением, кинематически, по сечениям, заплата и пр.).

- **Вспомогательная геометрия** – содержит две группы команд для создания вспомогательных осей и плоскостей, команду **Линия разъема** для разбиения грани на несколько граней и группу команд для создания контрольных точек (они используются при построении элементов трубопроводов в модели).

- **Измерения (3D)** – дает возможность применять функции определения расстояний и углов, длин ребер, площадей граней и МЦХ модели, а также проверять пересечения.

- **Фильтры** – позволяет задать, какие объекты можно выделять в окне представления модели (грани, ребра, вершины, конструктивные плоскости и оси). Кнопка **Фильтровать все** дает возможность одновременно включить все фильтры выбора объектов в модели.

- **Спецификация** – команды данной панели хоть и имеют некоторые отличия от инструментов одноименного раздела компактной панели для графического доку-

мента, по функциональности ничем от них не отличаются. Они предназначены для управления объектом спецификации, связанным с текущей деталью.

- **Элементы оформления** – содержит кнопку Условное изображение резьбы, которая служит для создания условного обозначения резьбы на конических или цилиндрических частях модели, а также различные команды для проставления размеров и обозначений на трехмерной модели.

- **Элементы листового тела** – включает в себя все команды редактора листовых моделей КОМПАС-3D. С каждой версией КОМПАС-3D эти команды все более совершенствуются, позволяя легко и удобно создавать очень сложные модели, которые средствами простого твердотельного моделирования построить зачастую просто невозможно.

Для документа КОМПАС-Сборка компактная панель имеет несколько другой состав (рис. 1.37).

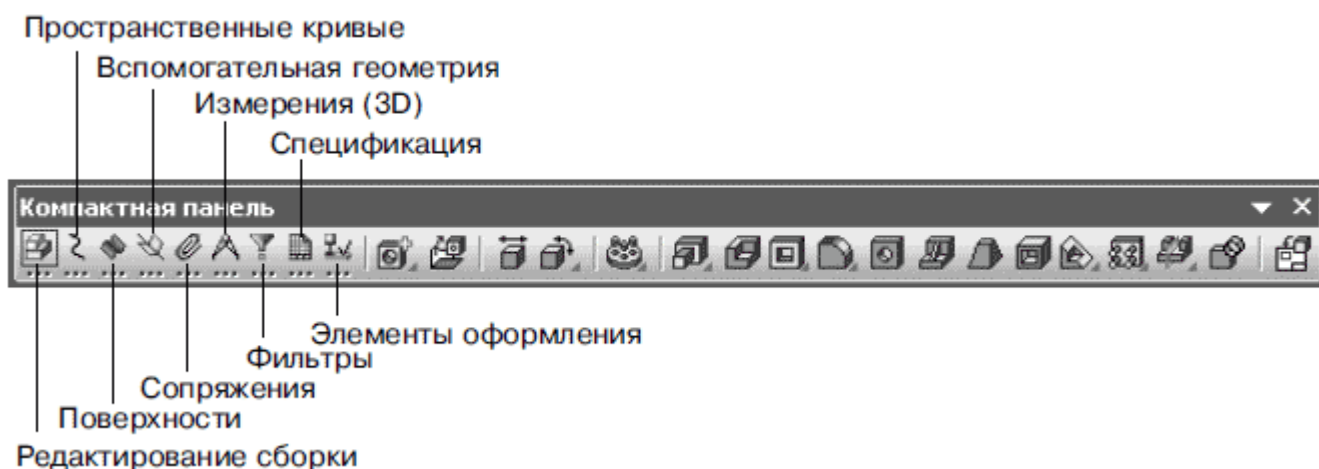


Рис. 1.37. Компактная панель при активном документе КОМПАС-Сборка

Часть панелей инструментов дублируют функции команд редактирования детали, другие – учитывают специфику документа КОМПАС-Сборка.

- **Редактирование сборки** – объединяет команды редактирования моделей сборки и те формообразующие операции, которые доступны в документе этого типа. На данной панели находятся кнопки вставки модели из файла, создания детали или под сборки «на месте» (в окне текущей сборки), команды для перемещения и поворота модели, а также операции по созданию отверстий сечений, массивов и пр. Завершает эту панель кнопка Новый чертеж из модели, с помощью которой можно создать новый чертеж и разместить в нем произвольный ассоциативный вид с текущей модели.

- **Пространственные кривые** – содержит команды, аналогичные инструментам одноименной панели для документа КОМПАС-Деталь.

- **Поверхности** – эта панель имеет такие же команды, как и для детали.

- **Вспомогательная геометрия** – повторяет команды, доступные при создании детали.

- **Сопряжения** – в ее состав входят инструменты наложения сопряжений между отдельными элементами (гранями, ребрами, вершинами) двух моделей. Эти команды служат для задания строго определенного взаимного положения всех компонентов сборки, а также для сохранения такого размещения при добавлении и перемещении новых компонентов сборки.

- **Измерения (3D)** – идентична панели для документа КОМПАС-Деталь, за исключением того, что в сборке добавляется возможность проверять пересечения между двумя произвольными компонентами.

- **Фильтры** – по составу и по функциональным возможностям аналогична одноименной панели для документа КОМПАС-Деталь.
- **Спецификация** – служит для управления объектами спецификаций, связанными с деталями сборки.
- **Элементы оформления** – назначение то же, что и для деталей: проставление обозначений резьбовых участков, а также создание трехмерных размеров и конструкторских обозначений в трехмерной сборке.

Особый случай компоновки компактной инструментальной панели – режим создания эскиза в трехмерном документе (рис. 1.38). При этом на компактной панели присутствует часть панелей инструментов, свойственных трехмерному документу, и почти все панели, характерные для графического документа (кроме панелей Ассоциативные виды и Спецификация). Это объясняется тем, что сам эскиз – это, по сути, двухмерное изображение, почти полная аналогия фрагменту, и при его создании можно пользоваться почти всеми командами, доступными при обычном черчении в графическом документе. Однако следует отметить, что некоторые команды на отдельных панелях (например, инструмент создания штриховки) всегда остаются неактивными.



Рис. 1.38. Компактная панель при создании эскиза в детали

В системе КОМПАС есть еще несколько важных панелей инструментов, очень часто применяемых в работе. Одна из них – панель Стандартная (рис. 1.39), уже упоминавшаяся в книге. Она по умолчанию присутствует в окне программы под главным меню. Эта панель независима от типа активного в данный момент документа. Частично кнопки на данной панели дублируют команды меню Файл, а также общие команды меню Редактор (Вырезать, Копировать, Вставить и т. п.). Кроме того, на панели Стандартная размещены кнопки для отображения диалоговых окон Менеджер библиотек, Менеджер документа и Переменные. Кнопка со стрелкой и знаком вопроса позволяет воспользоваться объектной справкой КОМПАС-3D. Для этого нужно нажать данную кнопку, а потом щелкнуть на элементе, о котором вы хотите получить информацию.



Рис. 1.39. Панель инструментов Стандартная

Еще одним важным элементом пользовательского интерфейса является панель инструментов Текущее состояние (рис. 1.40).

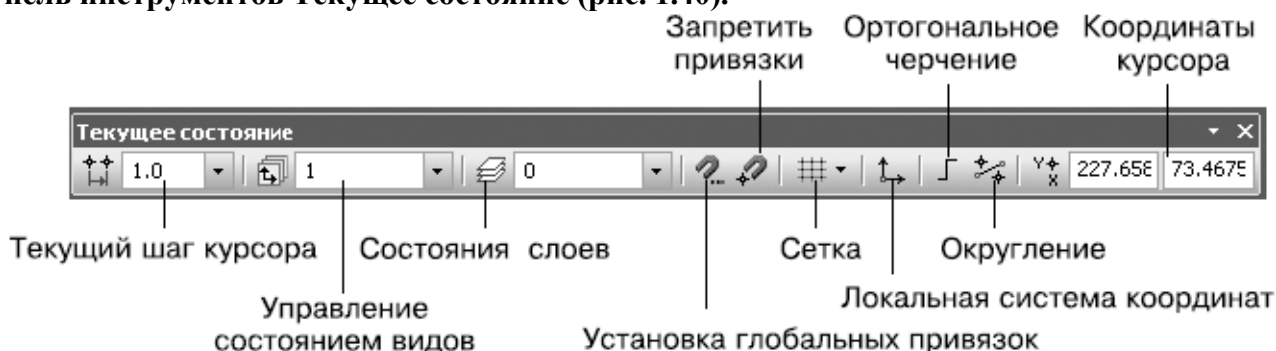


Рис. 1.40. Панель инструментов Текущее состояние

На этой панели размещены элементы управления, позволяющие изменять текущий шаг курсора, переключаться между видами и слоями чертежа, изменять состояния видов, устанавливать и запрещать глобальные привязки, размещать на чертеже локальную систему координат, включать режим ортогонального черчения и

Рассмотренные панели – это еще не все из множества элементов управления, предоставленных разработчиками программы, что делает работу в КОМПАС легкой и удобной. Можно сделать отображенными на экране и некоторые другие панели (Управление листами, Форматирование, Вставка в текст и др.). Напомню, что включить или отключить ту или иную панель инструментов можно двумя способами: выбрав соответствующую строку из контекстного меню (чтобы его вызвать, следует щелкнуть в любой точке уже отображенных панелей) или выполнив нужную команду, входящую в раздел системного меню Вид > Панели инструментов.

Глобальные привязки

Используя кнопки этой панели, можно быстро включать или отключать тот или иной тип привязок. Строить изображения на чертеже без привязок очень трудно, более того, потом могут возникнуть большие проблемы при создании штриховки, редактировании объектов и пр. Однако когда включено много привязок, также могут возникнуть неудобства, потому что некоторые привязки могут перекрываться, а в отдельных ситуациях даже противоречить друг другу, замедляя таким образом, черчение. Поэтому присутствие на экране панели Глобальные привязки при работе с графическими документами иногда даже необходимо. Кроме установки набора глобальных привязок, с помощью этой панели можно запрещать действие всех привязок и даже управлять локальными привязками посредством раскрывающегося меню справа от последней кнопки (рис. 1.43). Локальные привязки – это тип привязок, применяемых при построении или редактировании какого-либо определенного объекта, для которых следует точно указать, к какому объекту и как привязываться. Локальная привязка всегда действует одна, перекрывая при этом все другие (глобальные) привязки. Для включения нужной локальной привязки можно использовать контекстное меню, вызывая которое необходимо после начала создания или редактирования графического элемента.

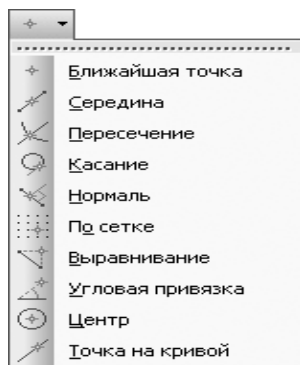


Рис. 1.43. Меню локальных привязок

Обратите также внимание, что некоторые панели инструментов, входящие в состав компактной панели, можно держать закрепленными в главном окне независимо от самой компактной панели. Для этого их не обязательно извлекать из компактной панели. Эти панели (в основном касающиеся трехмерного моделирования) можно отобразить с помощью уже знакомых вам команд контекстного или главного меню.

Настройка системы

Я уже говорил, насколько важно правильно настроить интерфейс системы. Ведь эргономичность интерфейса влияет на удобство, а значит, и на скорость работы с программой. В предыдущих разделах главы вы узнали о многих пунктах меню, диалоговых окнах и панелях инструментов, которые отображаются по умолчанию. В данном разделе рассмотрим, как можно настраивать интерфейс приложения, изменяя существующие элементы или создавая собственные панели инструментов.

Настройка интерфейса

Под настройкой интерфейса системы КОМПАС-3D следует понимать следующие возможности изменения внешнего вида программы:

- выбор стиля;
- настройка внешнего вида;
- изменение состава пунктов главного меню;
- изменение состава панелей инструментов;
- создание пользовательских компактных панелей и панелей инструментов с произвольным набором кнопок;
- назначение сочетаний клавиш для тех или иных команд.

Рассмотрим перечисленные возможности по порядку.

Стиль приложения выбирается в диалоговом окне Вид приложения (рис. 1.44).

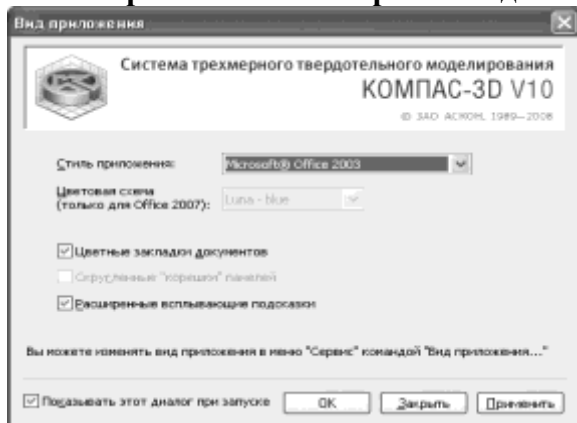


Рис. 1.44. Диалоговое окно Вид приложения

Это окно появляется при запуске системы КОМПАС. Его можно также вызвать командой Сервис > Вид приложения. С его помощью можно определить вид панелей инструментов, закладок и диалоговых окон. Доступны следующие стили: Microsoft Visual Studio 97, Microsoft Visual Studio.NET 2003, Microsoft Office 2003, Microsoft Visual Studio 2005, Microsoft Windows XP native look и Microsoft Office 2007. При создании иллюстраций в данной книге был выбран стиль Microsoft Office 2003. При желании вы можете выбрать любой другой. Все остальные настройки интерфейса находятся в окне Настройка интерфейса (рис. 1.45), которое можно вызвать командой меню Сервис > Настройка интерфейса.

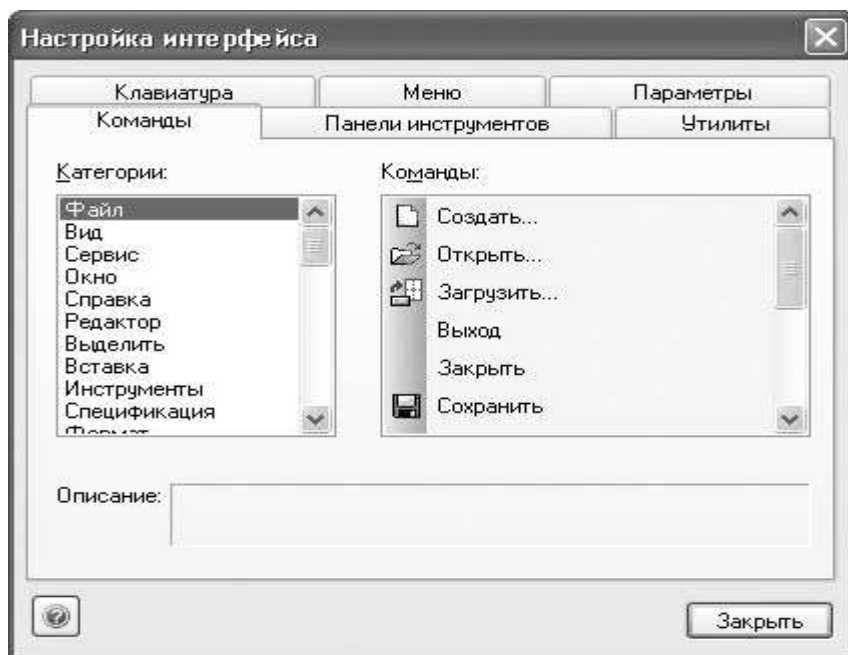


Рис. 1.45. Диалоговое окно Настройка интерфейса

При активном окне Настройка интерфейса система переходит в режим настройки интерфейса. Этот режим позволяет производить определенные действия с элементами интерфейса:

- изменять порядок следования кнопок на панелях инструментов;
- удалять и добавлять кнопки на панели инструментов. Для удаления кнопки необходимо воспользоваться командой Удалить контекстного меню, для вызова которого следует щелкнуть правой кнопкой мыши на кнопке панели инструментов;
- управлять отображением кнопок на панелях инструментов. Есть три варианта: только значок, только текст или значок вместе с текстом (рис. 1.46). Нужный вариант можно выбрать в контекстном меню кнопки;



Рис. 1.46. Способы отображения кнопок панели инструментов: значок (а), текст (б), значок и текст (в)

- устанавливать разделители (вертикальные черточки) между группами кнопок на панели;

- изменять расположение команд главного меню. Перемещать можно как отдельные команды, так и целые разделы: например, можно перетянуть весь раздел меню Редактор в меню Вид;

- удалять пункты меню или целые разделы, воспользовавшись контекстным меню команды. С помощью контекстного меню можно также сделать так, чтобы возле названия пункта меню не отображался соответствующий значок;

- добавлять новые команды в состав любого меню или панели инструментов из списка Команды диалогового окна Настройка интерфейса.

Примечание

При выборе кнопки на панели инструментов или пункта меню в режиме настройки интерфейса он выделяется черным прямоугольником (см. рис. 1.46). Все действия, связанные с удалением, перемещением или изменением внешнего вида элемента управления, относятся именно к выделенному элементу.

Диалоговое окно Настройка интерфейса имеет шесть вкладок. Вкладка Команды включает в себя список всех команд системы КОМПАС. Они организованы по категориям. Вкладка Команды содержит два списка: в первом находятся категории команд, а во втором – команды, входящие в категорию, выделенную в данный момент в первом списке. Под списками размещено текстовое поле с кратким описанием выделенной команды. Данная вкладка позволяет добавить нужную команду в меню или кнопку на панель инструментов. Например, если требуется поместить команду Вид (позволяет создать новый вид в чертеже) на панель инструментов Текущее состояние графического документа, необходимо выполнить следующее.

1. Вызвать окно Настройка интерфейса с помощью команды Сервис > Настройка интерфейса. При этом система перейдет в режим настройки интерфейса.

2. В списке Категории выделить строку Вставка. В списке Команды сразу отобразится набор команд этой категории, второй в списке должна идти команда Вид.

3. Щелкнуть на строке с названием команды и, не отпуская кнопку мыши, перетаскивать команду в область, где размещена панель Текущее состояние. Во время перетаскивания возле указателя появится значок серой кнопки, а также маленький крестик, показывающий, что в этом месте окна программы кнопку поместить нельзя. Как только указатель мыши окажется над панелью, крестик исчезнет. Это значит, что здесь можно расположить кнопку. Чтобы кнопка появилась на панели, следует отпустить кнопку мыши.

4. После добавления кнопки Вид на панель Текущее состояние ее положение можно откорректировать, перетаскивая кнопку в пределах панели. Ее можно разместить, например, после раскрывающегося списка Состояния видов.

5. Можно организовать инструмент Вид в отдельную группу, ограниченную разделителями. Для этого нужно выделить кнопку Вид (вокруг нее появится черный контур) и выполнить команду контекстного меню Начать группу. Между кнопкой Вид и раскрывающимся списком будет отображена линия-разделитель. В результате панель Текущее состояние будет выглядеть, как показано на рис. 1.47.



Рис. 1.47. Новая кнопка на инструментальной панели Текущее состояние

Аналогичным образом можно изменять состав пунктов системного меню. После перетаскивания какой-либо команды она добавляется в меню, над которым бы-

ла отпущена кнопка мыши. Добавленная команда может отображаться только текстом или текстом со значком (конечно, если для этой команды в системе назначена некая пиктограмма). Если команде отвечает определенное сочетание клавиш, оно отобразится справа от ее названия. Команды можно размещать не только в пунктах главного меню, но и в виде отдельных пунктов меню. В таких случаях они могут отображаться значками, подобно кнопкам на панелях инструментов.

В режиме настройки интерфейса можно удалять, менять местами, размещать на панелях инструментов одиночные или раскрывающиеся меню, состоящие из других подменю. Все перечисленные действия осуществляются путем перетаскивания групп меню или одиночных команд.

Вкладка Панели инструментов окна Настройка интерфейса позволяет изменять количество, вид и размещение панелей инструментов в главном окне программы (рис. 1.48).

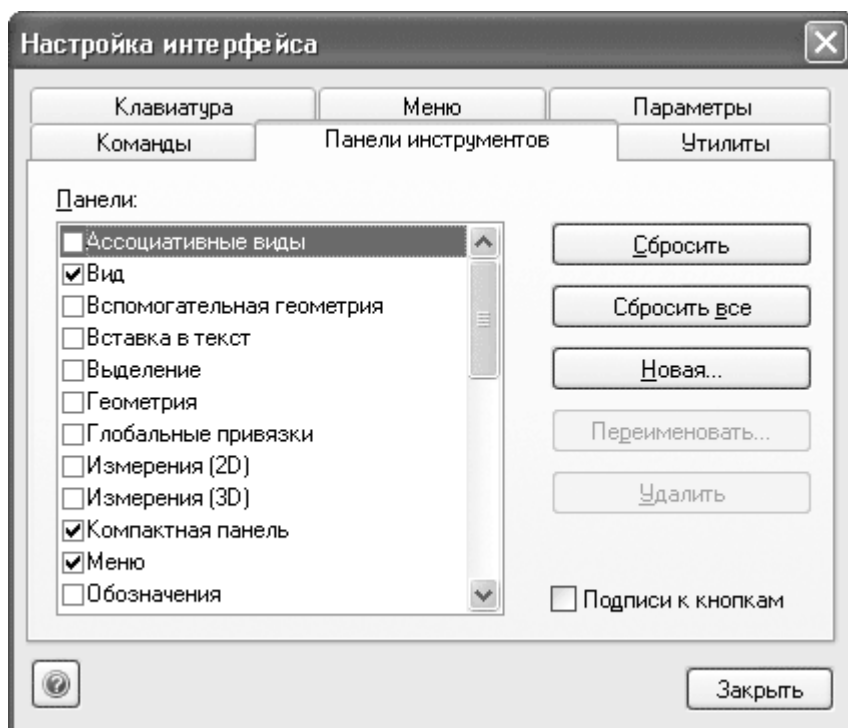


Рис. 1.48. Вкладка Панели инструментов

Слева от каждого элемента списка находится флажок, управляющий отображением панели (если флажок снят – панель скрытана, если установлен – размещена в пределах главного окна).

Кроме панелей инструментов, входящих в состав компактной панели, в списке Панели присутствует несколько необычных панелей. Например, панель Форматирование (рис. 1.49), которая объединяет команды для редактирования различных текстовых надписей при проставлении размеров, работе с техническими требованиями или обычным текстом. Насколько удобнее использовать эту панель инструментов, постоянно держа под рукой, решать вам.



Рис 1.49. Панель инструментов Форматирование

Вы можете создавать собственные панели инструментов и компактные панели. Для этого выполните следующие действия.

1. На вкладке Панели инструментов нажмите кнопку Новая (см. рис. 1.48).
2. В появившемся окне введите название создаваемой панели, например Пользовательская панель. В результате будет сформирована пока еще пустая панель инструментов.
3. Перейдите на вкладку Команды диалогового окна Настройка интерфейса. По очереди перетаскивайте на только что созданную панель любые нужные вам команды. Поскольку система находится в режиме настройки интерфейса, на пользовательскую панель можно перетаскивать кнопки с других (стандартных) панелей или пункты системного меню.
4. Откорректируйте размещение кнопок панели и добавьте по своему усмотрению разделители между схожими командами.

На рис. 1.50 приведен пример пользовательской панели, содержащей следующие полезные команды:

- В текущем виде – служит для удаления всех вспомогательных кривых и точек в текущем виде чертежа;
- Подключить библиотеку – вызывает диалоговое окно открытия файла, с помощью которого можно подключить какую-либо прикладную библиотеку;
- Сменить режим работы – позволяет изменить режим работы библиотеки;
- Показать лист – раскрывающийся список для перехода к нужной странице многолистного чертежа;
- Выбрать материал – вызывает библиотеку материалов и сортов материалов для выбора материала;
- Выносной элемент – создает выносной элемент на чертеже;
- Ввод текста – создает текст в документе;
- Вставить растровый объект – позволяет вставить и разместить на чертеже рисунок.

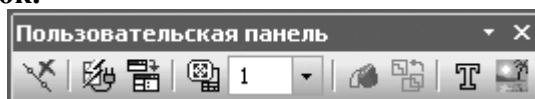


Рис. 1.50. Пользовательская панель инструментов

Аналогичным образом вы можете создавать любые панели инструментов, наполняя их различными элементами управления. Повторяя описанные выше действия, несложно создать панель инструментов Ввод текста (рис. 1.51), объединяющую команды создания и форматирования (редактирования шрифта, ввода индексов, подстрочных или надстрочных надписей и пр.) текстовых объектов на чертеже.

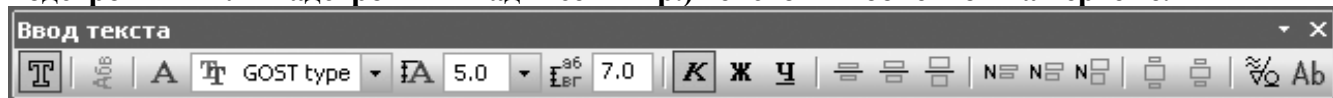


Рис. 1.51. Пользовательская панель Ввод текста

Система КОМПАС позволяет создавать пользовательские компактные панели, объединяя в них любое количество стандартных или пользовательских панелей инструментов (кроме панелей Стандартная, Вид и Текущее состояние). Для объединения двух панелей в компактную следует, удерживая нажатой клавишу Alt, перетаскивать за заголовок одну панель на другую. Когда возле указателя появится знак плюса, можно отпустить кнопку мыши и клавишу Alt. Точно так же в сформированную компактную панель добавляются другие панели. Например, соединив подобным образом панели инструментов, показанные на рис. 1.50 и 1.51, вы получите компактную панель, которая изображена на рис. 1.52.



Рис. 1.52. Пример пользовательской компактной панели

С помощью кнопок **Переименовать** и **Удалить** вкладки **Панели инструментов** окна **Настройка интерфейса** можно изменить название пользовательской панели (она должна быть выделенной в списке **Панели**) или удалить ее. После удаления восстановить пользовательскую панель будет невозможно (при необходимости нужно будет создавать ее заново). Обратите внимание, что пользовательские панели, входящие в состав компактной панели, удалить нельзя.

Примечание

Если добавляемая на панель команда не имеет значка, вы можете выбрать изображение, которое будет показано на кнопке вызова этой команды. Для этого после перетаскивания команды, не имеющей значка, на панель следует выполнить команду контекстного меню **Иконка**. Поскольку для данной команды не существует значка, система предложит выбрать его самостоятельно в окне **Свойства кнопки** (рис. 1.53). Например, значок для команды **В** текущем виде (см. рис. 1.50) выбран подобным образом.

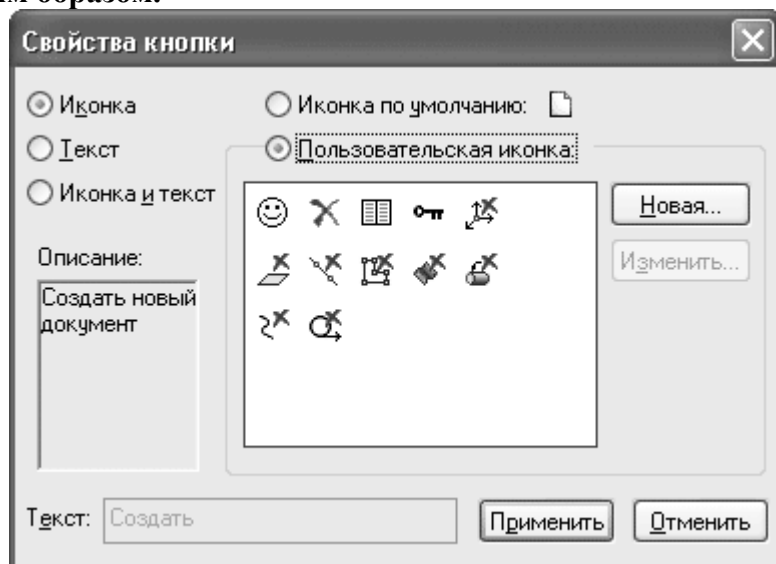


Рис. 1.53. Выбор значка для кнопки

С помощью кнопок **Сбросить** и **Сбросить все** вкладки **Панели инструментов** можно также отменить внесенные изменения в состав той или иной панели или одновременно для всех панелей, состав которых был изменен.

Вкладка **Утилиты** окна **Настройка интерфейса** позволяет подключить различные утилиты (как правило, EXE-файлы), которые будут вызываться с помощью команд главного меню. По умолчанию к системе КОМПАС-3D подключены только две утилиты – **Калькулятор** и **Конвертер единиц измерения**. Команды для вызова новых программ-утилит, подключенных с помощью элементов управления этой вкладки, будут размещаться в меню **Сервис**.

Важные возможности предоставляет еще одна вкладка диалогового окна **Настройка интерфейса** – **Клавиатура** (рис. 1.54). На ней вы можете просматривать, изменять или назначать сочетания клавиш для выполнения той или иной команды.

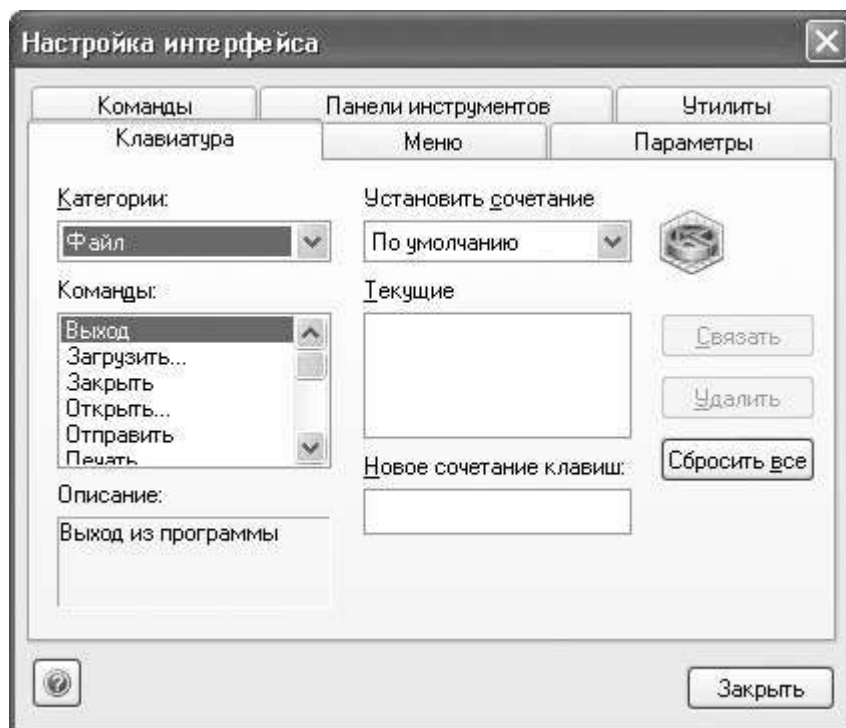


Рис. 1.54. Вкладка Клавиатура

Раскрывающийся список Категории содержит категории команд, полностью идентичные элементам списка Категории на вкладке Команды. Под ним находится список с перечнем всех команд выбранной категории. Под списком – знакомое текстовое поле Описание с краткой характеристикой выделенной команды. С помощью раскрывающегося списка Установить сочетание можно задать, в документе какого типа будет действовать установленное сочетание клавиш. Значение По умолчанию означает, что назначаемое (или уже назначенное) сочетание клавиш срабатывает в любом активном документе или вообще без открытого документа. Под списком Установить сочетание размещены два поля, в которых отображается текущее сочетание клавиш для выбранной команды (если оно есть, конечно) и новое сочетание клавиш, назначенное пользователем.

Для примера назначим сочетание клавиш для команды В текущем виде, которая служит для удаления всей вспомогательной геометрии с чертежа или фрагмента. По умолчанию для этой команды не предусмотрена отдельная кнопка, а пользоваться ею при двумерном черчении придется довольно часто. Каждый раз выполнять команду меню Редактор > Удалить > Вспомогательные кривые и точки > В текущем виде не очень удобно. Чтобы настроить сочетание клавиш, сделайте следующее.

1. На вкладке Клавиатура окна Настройка интерфейса из раскрывающегося списка Категории выберите пункт Редактор.
2. В списке Команды выделите строку В текущем виде, при этом в поле Описание должна появиться подсказка Удалить вспомогательные кривые и точки.
3. В раскрывающемся списке Установить сочетание оставьте значение По умолчанию (или выберите его, если установлено другое), так как вспомогательную геометрию, возможно, придется удалять как с чертежа, так и с фрагмента.
4. В поле Новое сочетание клавиш введите сочетание клавиш, с помощью которого вы планируете удалять вспомогательную геометрию. Для ввода достаточно просто нажать нужные клавиши на клавиатуре, например Alt+D.
5. Нажмите кнопку Связать. При этом набранное сочетание автоматически переместится в поле Текущие. Закройте окно Настройка интерфейса и попробуйте назначенное сочетание в действии.

Примечание

Если при вводе сочетания клавиш вы случайно наберете комбинацию, зарезервированную для другой команды, то появится сообщение об этом под полем Новое сочетание клавиш.

На вкладке Меню (рис. 1.55) размещены элементы, управляющие отображением главного и контекстных меню в программе. Из списка Показать меню области настроек Меню приложения можно выбрать тип документа, который нужно настроить. По умолчанию в этом списке указан тип документа, при котором было вызвано окно Настройка интерфейса. После выбора типа документа главное меню примет вид, характерный для этого документа. После этого вы можете перейти на вкладку Команды и добавлять в меню новые команды, перемещать или удалять подменю.

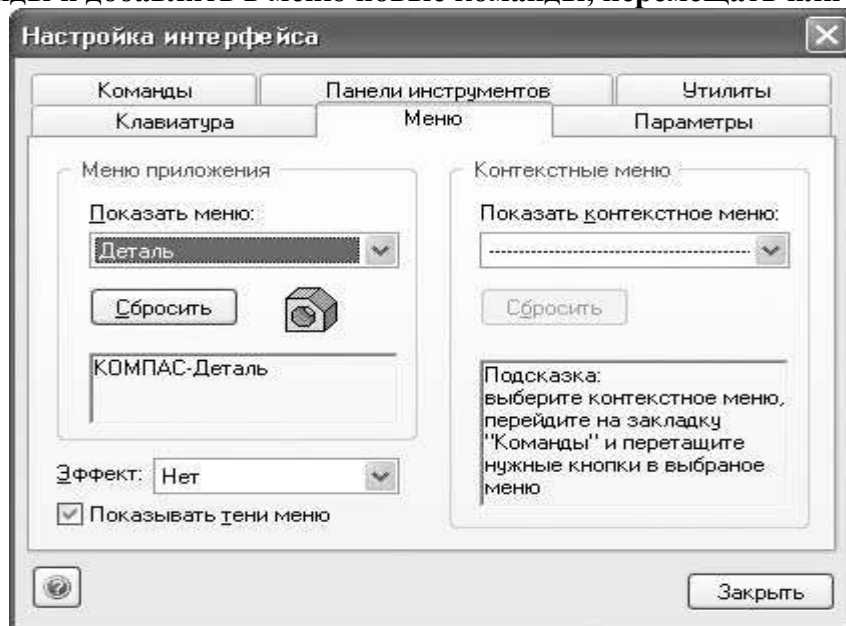


Рис. 1.55. Вкладка Меню

С помощью списка Эффект вкладки Меню можно настраивать различные эффекты, проявляющиеся при отображении или скрытии меню (соскальзывание, развертывание, дымку). Кнопка Сбросить позволяет отменить все внесенные изменения (то есть восстановить для меню настройки по умолчанию).

Вкладка Параметры окна Настройка интерфейса содержит несколько флажков, управляющих отображением подсказок к кнопкам панелей инструментов и порядком отображения пунктов меню. Кроме того, на данной вкладке есть кнопка Сбросить все настройки, которая позволяет отказаться от всех изменений, произведенных над стандартными панелями инструментов или пунктами меню. Обратите внимание, что нажатие этой кнопки не удаляет сформированных пользовательских меню или панелей.

Таким образом, мы описали параметры интерфейса КОМПАС-3D. В следующем разделе мы рассмотрим более тонкие настройки программы.

Системные настройки

Настройка системы подразумевает управление всеми элементами интерфейса системы КОМПАС-3D V10. Она позволяет изменять огромное количество параметров, существенно влияющих на работу программы. К этим параметрам относятся настройка представления чисел, единиц измерения длин, углов и т. п., цвета фона рабочего поля, вида указателя, толщины и цвета различных линий, параметры отображения размеров и многое другое. Все это настраивается в окне Параметры (рис. 1.56), вызываемом командой Сервис > Параметры.

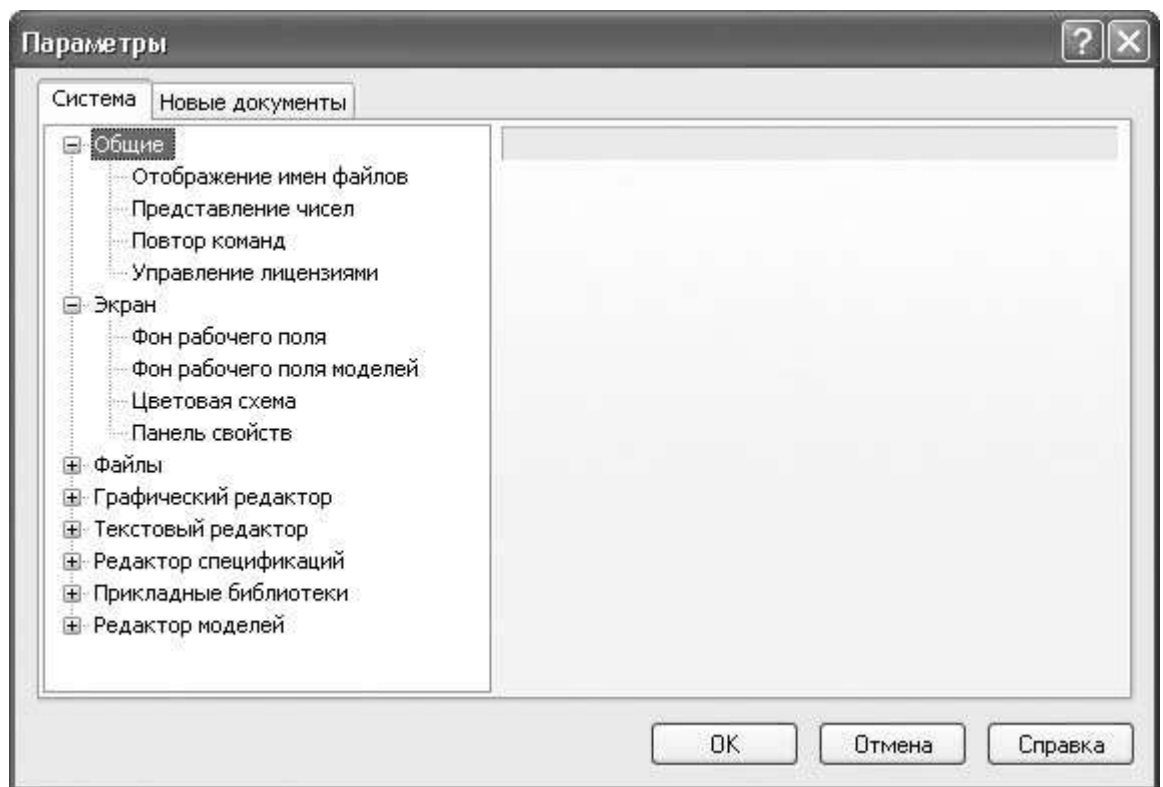


Рис. 1.56. Диалоговое окно Параметры

Обычно в окне Параметры присутствуют две вкладки: Система и Новые документы. При вызове этого окна для активного документа любого типа к ним добавляются еще две: Текущее окно (с настройками сетки и линеек прокрутки) и вкладка настроек текущего документа (Текущий чертеж, Текущая деталь, Текущая сборка или Текущий фрагмент соответственно). Вкладка настроек текущего документа содержит практически те же элементы управления, что и соответствующий раздел на вкладке Новые документы, с той только разницей, что все изменения настроек применяются только для активного документа и не распространяются на другие документы того же типа. Поэтому мы рассмотрим только две первые вкладки, всегда присутствующие в диалоговом окне Параметры.

На вкладке Система слева находится древовидный список различных групп настроек системы, а справа отображаются элементы управления, отвечающие выбранному в данный момент элементу дерева. Рассмотрим наиболее интересные группы настроек этой вкладки.

- **Общие** – содержит некоторые общие настройки системы КОМПАС:
- **Отображение имен файлов** – позволяет управлять отображением имени файла в заголовке программы (полный путь или только имя файла), а также указать количество последних открытых файлов, которые нужно помнить системе (максимальное количество – 9). Список файлов предыстории будет отображаться в меню Файл над командой Выход;
- **Представление чисел** – дает возможность настроить количество отображаемых знаков после запятой в полях ввода/вывода, а также выбрать единицы измерения углов (десятичная система исчисления – установлена по умолчанию, – градусы, минуты, секунды или радианы);
- **Повтор команд** – в этом подразделе настроек можно запретить или разрешить появление команды Повторить в меню Редактировать, а также количество команд, которые будет запоминать система и которые потом можно будет повторить с помощью вызова контекстного меню (по умолчанию 8 команд, максимальное количество – 11);

Примечание

Команда «Возможность повторного вызова ранее выполненных команд» состоит в том, что с помощью контекстного меню пользователь может повторно выполнять ранее использованные им команды. Все эти команды представлены в виде подменю Последние команды контекстного меню программы. Данная функция действует как в графических, так и трехмерных документах системы.

- Управление лицензиями – содержит два флажка, позволяющих указать системе, нужно ли запрашивать лицензию на КОМПАС и редактор спецификаций при запуске системы.

- Экран – настройки этой группы позволяют изменять внешний вид окна КОМПАС, а также некоторых элементов интерфейса:

- Фон рабочего поля – позволяет изменять фон рабочего поля документов КОМПАС-Чертеж и КОМПАС-Фрагмент, а также цвет фона редактирования текста. Предусмотрена возможность задать цвет окна, установленный в Windows;

- Фон рабочего поля моделей – настройки аналогичны предыдущим, только предназначены для трехмерных документов. При определении цвета фона для моделей можно использовать градиентный переход между двумя цветами;

- Цветовая схема – дает возможность задать цвета отображения элементов документа и системы. Элементы документа – это геометрические объекты, тела и пр., создаваемые пользователем. Элементы системы – набор различных визуальных объектов, присутствующих в документе (сетка, курсор, подписи к курсору и т. п.). Наиболее приемлемый для нормальной работы с программой – цвет элементов, заданный по умолчанию;

- Панель свойств – позволяет настраивать оформление панели свойств (рис. 1.57). Аналогичное диалоговое окно можно вызвать с помощью команды Оформление панели свойств контекстного меню панели свойств.

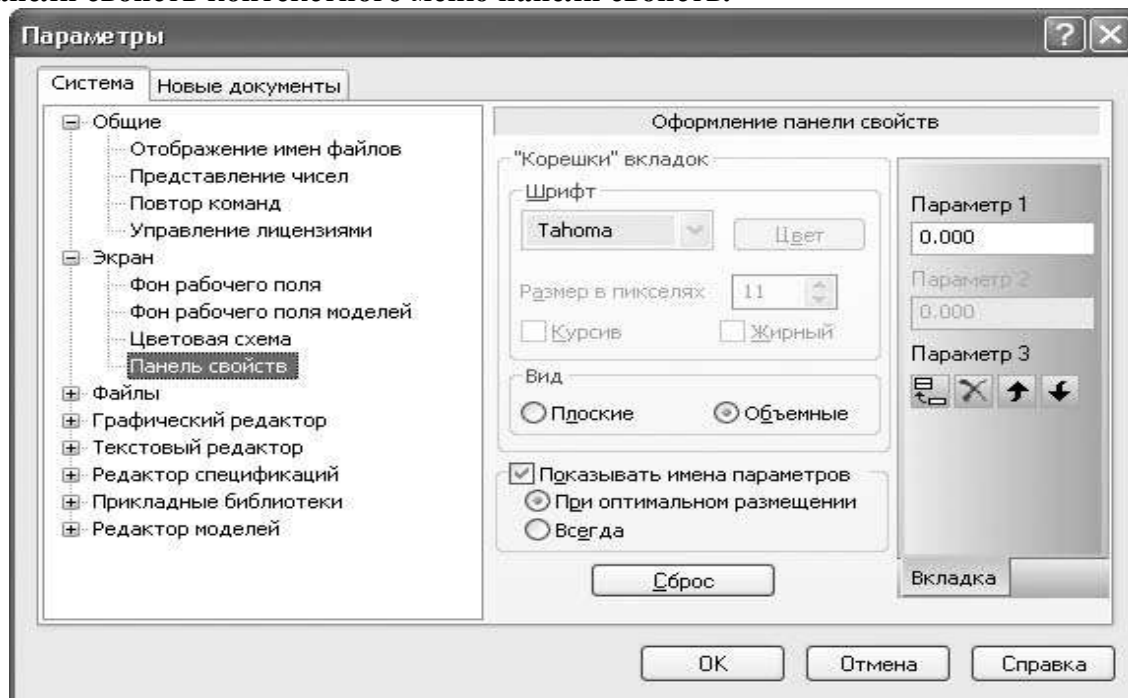


Рис. 1.57. Оформление панели свойств

- Файлы – эта группа дает возможность настроить параметры работы с файлами системы КОМПАС:

- Расположение – показывает список путей к файлам настроек, профилей, шаблонов и т. д.;

- Установка прав доступа – позволяет разрешить чтение и запись или только чтение документов КОМПАС, а также включить контроль изменений файлов. Кон-

троль предназначен для мониторинга совместно используемых файлов несколькими пользователями. Если контроль включен, то перед сохранением файла система будет проверять, не был ли он изменен другим пользователем в течение вашего сеанса работы. При необходимости на экран будет выведено предупреждение;

- Резервное копирование – разрешает или запрещает резервное копирование документов. По умолчанию в системе включено сохранение предыдущих копий в одном каталоге с документом. Если вы не желаете засорять дисковое пространство ненужными ВАК-файлами (ВАК – расширение файла резервной копий модели), снимите флажок Сохранять предыдущую копию;

- Автосохранение – позволяет включить автоматическое сохранение файлов, настроить периодичность сохранения, а также выбрать каталог, куда эти файлы будут сохраняться;

- Сохранение конфигурации – определяет параметры сохранения настроек рабочего окна, а также документов при выходе из системы;

- Управление документами – дает возможность настроить совместную работу КОМПАС и PDM-системы, установленной на компьютере.

Примечание

PDM-система (Product Data Management System) – это система инженерного документооборота, предназначенная для управления данными об изделии или продукте. Для системы КОМПАС оптимально использовать систему документооборота ЛОЦМАН:PLM компании «АСКОН».

- Графический редактор – эта группа содержит системные настройки графических документов:

- Курсор – включает в себя элементы управления, с помощью которых можно настроить размеры, цвет, шаг курсора;

- Сетка – содержит две вкладки (Параметры и Отрисовка), на которых можно выбирать тип сетки, задавать ее шаг, цвет и пр.;

- Линейки прокрутки – служит для управления отображением в документе полос прокрутки. Возможна установка вертикальной, горизонтальной, обеих полос вместе или отключение полос прокрутки;

- Системные линии – содержит полный список системных стилей для линий (рис. 1.58). Можно изменять толщину тонких, основных и утолщенных линий, как выводимых на экран (на экране), так и передаваемых на принтер (на бумаге). Кроме того, в этом окне можно выбрать цвет, которым линии определенного стиля будут отображаться в графическом документе;

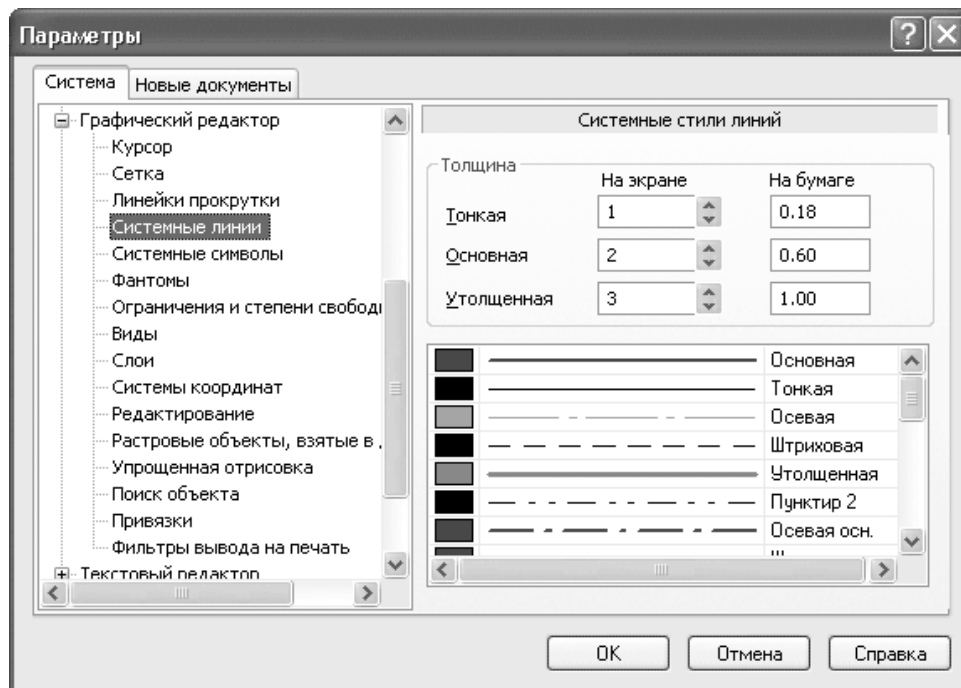


Рис. 1.58. Настройка отображения системных стилей линий

- **Системные символы** – позволяет задать цвет для системных символов (как правило, с помощью этих символов на чертеже отображаются вспомогательные точки);

- **Фантомы** – дает возможность управлять отрисовкой фантомов. *Фантом*– это временное изображение графических объектов, показывающее процесс их создания или размещения на чертеже. Как правило, фантомы всегда рисуются тонкими линиями в серых тонах. Фантомы используются практически для всех команд ввода и редактирования графических объектов. Например, при построении отрезка на чертеже, после фиксации первой его точки, вы можете видеть фантомное изображение (рис. 1.59), начальной точкой которого будет только что указанная, а конечной – указатель мыши. При перемещении указателя фантом отрезка передвигается за ним. Существование фантома прекращается сразу после фиксации второй точки, а отрезок размещается на чертеже. При вставке библиотечного элемента в документ он сначала также отображается фантомом и лишь после указания точки вставки и угла поворота окончательно фиксируется на чертеже;

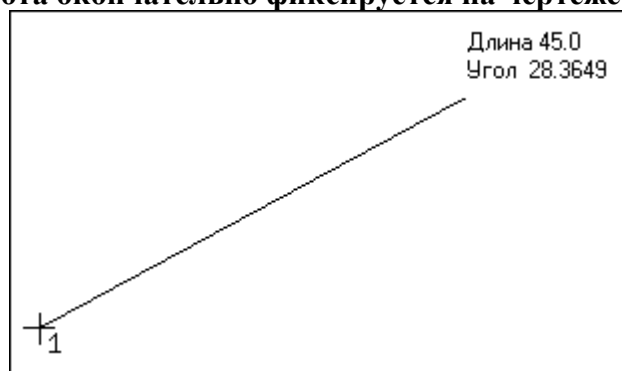


Рис. 1.59. Фантомное отображение отрезка

- **Ограничения и степени свободы** – позволяет задать цвет для значков, отображающих ограничения и степени свободы на параметризованном чертеже или эскизе трехмерной операции;

- **Виды** – дает возможность управлять отрисовкой фоновых, выключенных и ассоциативных видов на чертеже;

- **Слои** – задает параметры отрисовки слоев;

- Системы координат – позволяет настроить отрисовку осей локальных систем координат;
- Редактирование – важный раздел (рис. 1.60), дающий возможность выбрать цвет, которым будут подсвечиваться выделенные объекты или объекты указания (то есть объекты, определенные пользователем при выполнении той или иной операции, например исходные элементы для копирования по массиву и пр.). Здесь также можно задать коэффициент изменения масштаба – величину, показывающую, во сколько раз будет увеличен или уменьшен текущий масштаб при выполнении команд Увеличить масштаб или Уменьшить масштаб. Кроме того, вы можете задать количество шагов построения чертежа, которые могут быть отменены с помощью команды Отмена (максимальное значение – 100);

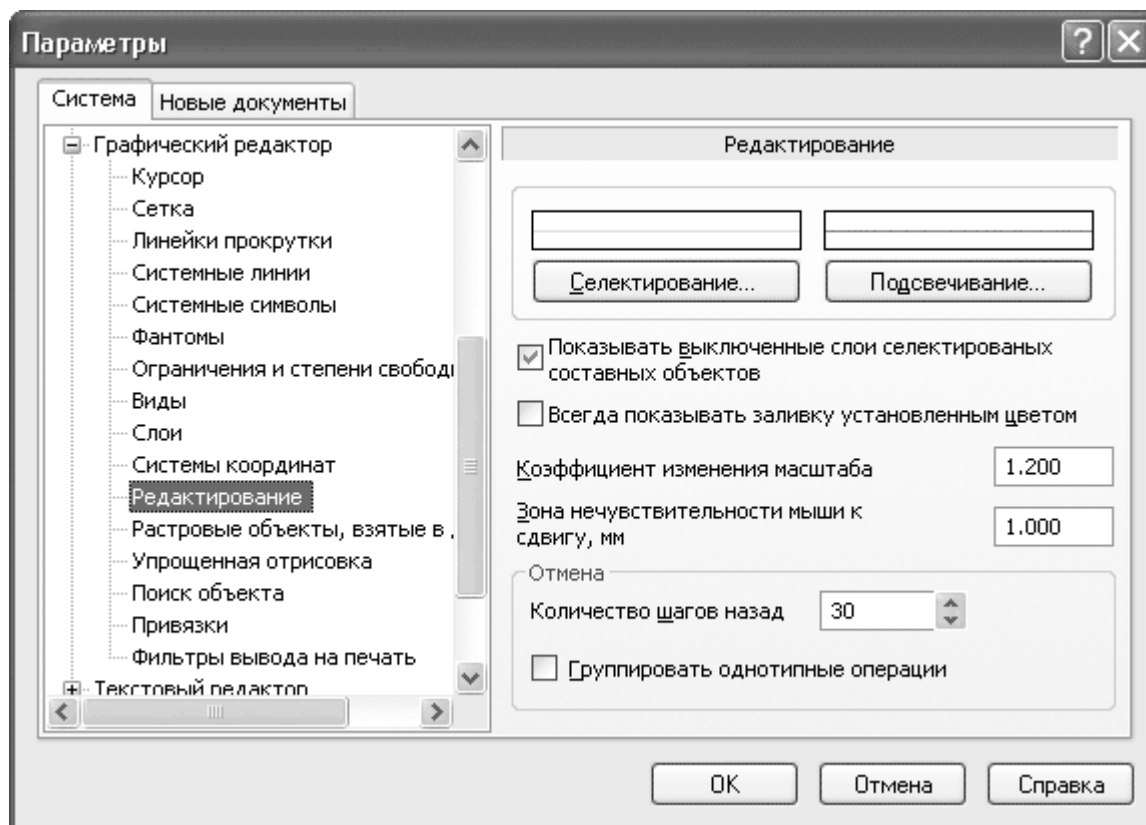


Рис. 1.60. Параметры редактирования графических документов

- Растровые объекты, взятые в документ – позволяет настраивать параметры редактирования вставленных в графический документ растровых объектов прямо в окне КОМПАС;
- Упрощенная отрисовка – позволяет указать максимальную высоту текста на экране, при которой текст отображается, а не заменяется габаритным прямоугольником. Кроме того, в данном разделе можно определить масштаб, при котором все линии изображаются как сплошные и не рисуются стрелки размеров и линий-выносок;
- Поиск объекта – единственная функция диалога настройки поиска, включает или выключает динамический поиск объектов. При включении динамического поиска становится возможным указание (выбор) одного из близко расположенных (в том числе наложенных друг на друга) объектов;
- Привязки – дает возможность указать набор привязок, отслеживаемых системой при создании каждого нового геометрического объекта, а также задать шаг угловой привязки;

• **Фильтры вывода на печать** – важный раздел системных настроек. Он позволяет определять, какие объекты будут выведены на печать. Например, вы можете запретить печатать вспомогательную геометрию, вставленные растровые рисунки, OLE-объекты. В результате вам не придется удалять их с чертежа перед печатью.

• **Текстовый редактор** – эта группа настроек содержит разделы с параметрами правописания, редактирования, линейек прокрутки текстовых документов и пр. Изменять эти настройки приходится крайне редко, так как значения, установленные по умолчанию, подходят для любых случаев.

• **Редактор спецификаций** – содержит только одну группу настроек Линейки прокрутки, предназначенную для управления отображением полос прокрутки в документе КОМПАС-Спецификация.

• **Прикладные библиотеки** – эта группа предназначена для настройки отключения прикладных библиотек при выходе из системы, а также для включения/отключения возможности редактировать библиотечные элементы посредством характерных точек. Подробнее о таком способе редактирования читайте в гл. 5.

• **Редактор моделей** – в этой группе объединены системные настройки, касающиеся работы с трехмерными документами КОМПАС-3D:

• **Сетка** – аналогичен одноименному разделу в группе Графический редактор, но служит для настройки сетки в трехмерном документе;

• **Библиотеки конструкторских элементов** – содержит ссылки на файлы библиотеки отверстий и библиотеки эскизов. При необходимости эти ссылки можно сделать другими, заменив системные библиотеки фрагментов на собственные;

• **Управление изображением** – предназначен для управления изображением модели в окне представления документа (рис. 1.61). В раскрывающемся списке Шаг перемещения изображения модели (% окна) задается процентное соотношение перемещения изображения к текущим размерам окна при однократном нажатии, например, сочетания клавиш Shift+®. Точно так же можно задать шаг угла поворота модели при однократном нажатии сочетания клавиш для поворота изображения в окне. С помощью переключателя Прозрачность можно выбрать один из двух возможных способов отображения полупрозрачных моделей: сетчатая или реалистичная прозрачность;

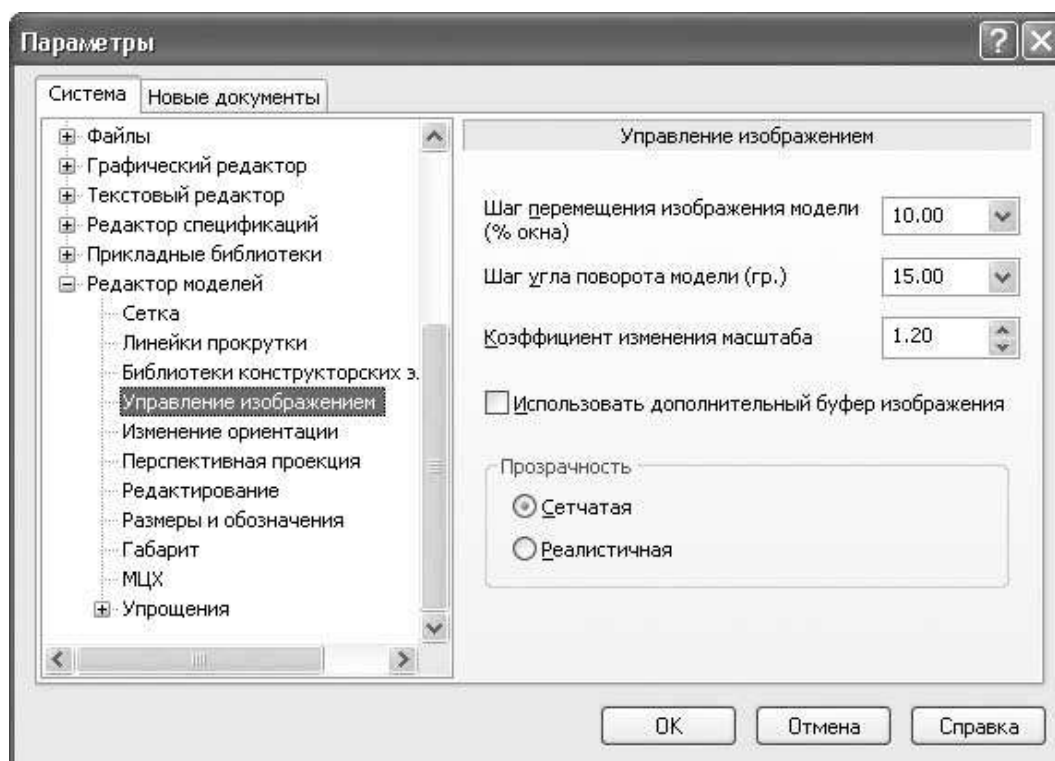


Рис. 1.61. Параметры управления изображением

- Изменение ориентации – позволяет настраивать плавность изменения ориентации при переходе модели в режим редактирования эскиза и обратно;

- Перспективная проекция – доступен лишь один параметр для редактирования Расстояние в габаритах модели. Это расстояние определяет, во сколько раз расстояние от модели до плоскости изображения (воображаемого оптического аппарата) больше, чем максимальный габарит модели. Данная величина имеет значение лишь в случае, если для модели включено перспективное отображение;

- Редактирование – позволяет назначать цвета, которыми будут отображаться элементы геометрии модели при выделении, подсвечивании, а также при редактировании детали в составе сборки (то есть цвета активного и пассивных компонентов при редактировании). На вкладке также присутствует флажок, включающий или отключающий закрашивание граней при выборе элементов модели (селектировании), и флажок, разрешающий использовать инверсию при подсвечивании. Инверсное подсвечивание – это подсвечивание ребер модели при выделении их не постоянным цветом, а цветом, инверсным окрашиванию трехмерного элемента, которому принадлежит то или иное ребро;

- Размеры и обозначения – эта группа настроек содержит три флажка, позволяющих управлять оптимизацией размеров в эскизах. При включенной оптимизации длина стрелок, высота символов размерной надписи отображаются в соответствии с настройками текущего эскиза и не зависят от масштаба представления. Более того, при вращении эскиза размерная надпись всегда остается параллельной плоскости экрана. Если флажок Оптимизировать отображение размеров снят, то все размеры эскиза масштабируются, как и любые другие геометрические объекты, а при повороте эскиза в пространстве размерные надписи будут отображаться лежащими в плоскости эскиза.

Кроме того, вы можете вообще запретить отображать размеры в эскизах и трехмерных операциях или же запретить отображать соединительные линии;

- Габарит – перечень трехмерных объектов, учитывающихся при определении габаритных размеров модели;

- МЦХ – установка параметров пересчета МЦХ при перестроении и/или сохранении трехмерной модели;

- Упрощения – позволяет настраивать режим упрощенного отображения сборки, а начиная с версии 9 – и детали. Эти параметры предусматривают регулировку уровня детализации сборки при вращении или перемещении, а также дают возможность включать режимы быстрого отображения линий, скрытия конструктивных элементов (осей, плоскостей и пр.), скрытия поверхностей и отключать режим отображения полутонное с каркасом. Одновременное включение всех этих параметров максимально повысит производительность системы при работе с очень большими сборками.

Структура элементов управления вкладки Новые документы аналогична вкладке Система. Слева размещен иерархический список групп настроек, справа – элементы управления выделенной группы. Параметры, установленные на этой вкладке, применяются для всех вновь создаваемых документов. Рассмотрим эти настройки.

- Имя файла по умолчанию – позволяет задавать шаблон имени файла, предлагаемый системой по умолчанию.

- Свойства документа – разрешает или запрещает системе выводить запрос общих сведений о документе. Общие сведения состоят из имени автора созданного документа, организации, где этот документ разработан, и произвольного комментария. Окно, в котором можно ввести эту информацию, система выводит при первом

сохранении документа (рис. 1.62). В разделе Свойства документа окна Параметры вы можете указать имя автора документа (если уверены, что кроме вас больше никто не будет работать с программой) и название организации, которые будут вводиться по умолчанию в окно Информация о документе. Кроме того, эти данные будут выводиться во всплывающей подсказке при наведении указателя мыши на значок документа в Проводнике Windows.

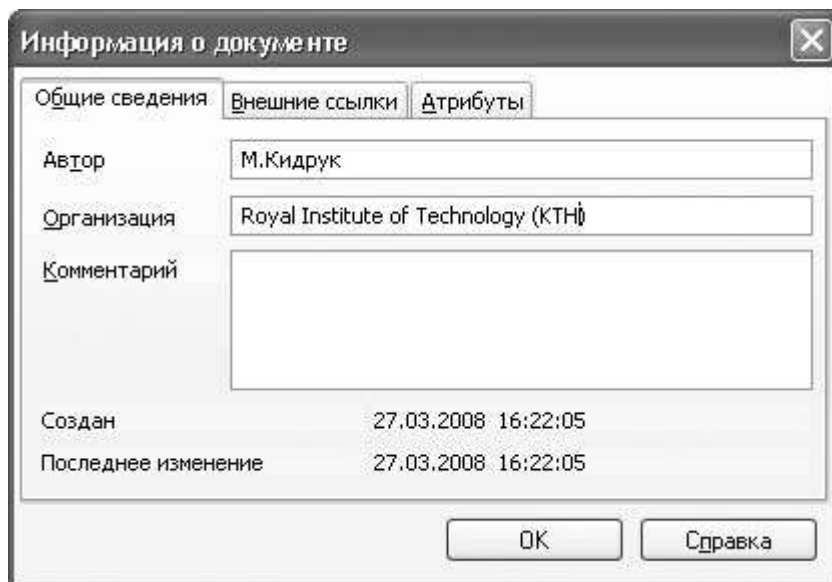


Рис. 1.62. Диалоговое окно сведений о документе

Примечание

Посмотреть сведения об уже созданном документе можно с помощью команды **Файл > Свойства**.

- **Текстовый документ** – содержит параметры листа текстового документа (формат, ориентацию, оформление основной надписи), предлагаемый по умолчанию шрифт и пр. Вы также можете настроить отступы, интервалы и выравнивание текста документа, параметры текста заголовка и текста ячеек таблицы.

- **Спецификация** – позволяет указать стиль спецификации, который будет применяться по умолчанию для всех документов КОМПАС-Спецификация. Для стандартных настроек это стиль Простая спецификация ГОСТ 2.106—96. Кроме того, вы можете задать стили спецификаций для дополнительных листов (если нужно, чтобы они отличались от первого листа или от стиля, установленного по умолчанию).

- **Графический документ** – управляет видом и параметрами создаваемых графических документов:

- **Шрифт по умолчанию** – в этом пункте можно выбрать шрифт, который будет предлагаться системой по умолчанию для всех текстовых объектов графического документа;

- **Единицы измерения** – содержит переключатель, позволяющий выбрать единицы измерения длины: миллиметры, сантиметры или метры;

- **Линии** – позволяет настроить фильтры линий, а также размеры штрихов и промежутков осевой линии. Настройка фильтра линий (рис. 1.63) подразумевает выбор стилей линий, которые будут доступны при вводе геометрических объектов на чертеже, задание их последовательности в списке типов линий при вводе объектов, а также определение стиля по умолчанию. В области **Фильтр линий** находится список

всех доступных стилей линий. Стили, отмеченные флажком, отображаются в раскрывающемся списке Стил, который появляется на панели свойств при создании графических объектов (рис. 1.64). Стил, находящийся в верхней части списка Фильтр линий, и будет предлагаться по умолчанию (на рис. 1.63 и 1.64 это стиль Основная). С помощью кнопок, на которых изображены стрелки, любой стиль можно перемещать в пределах списка;

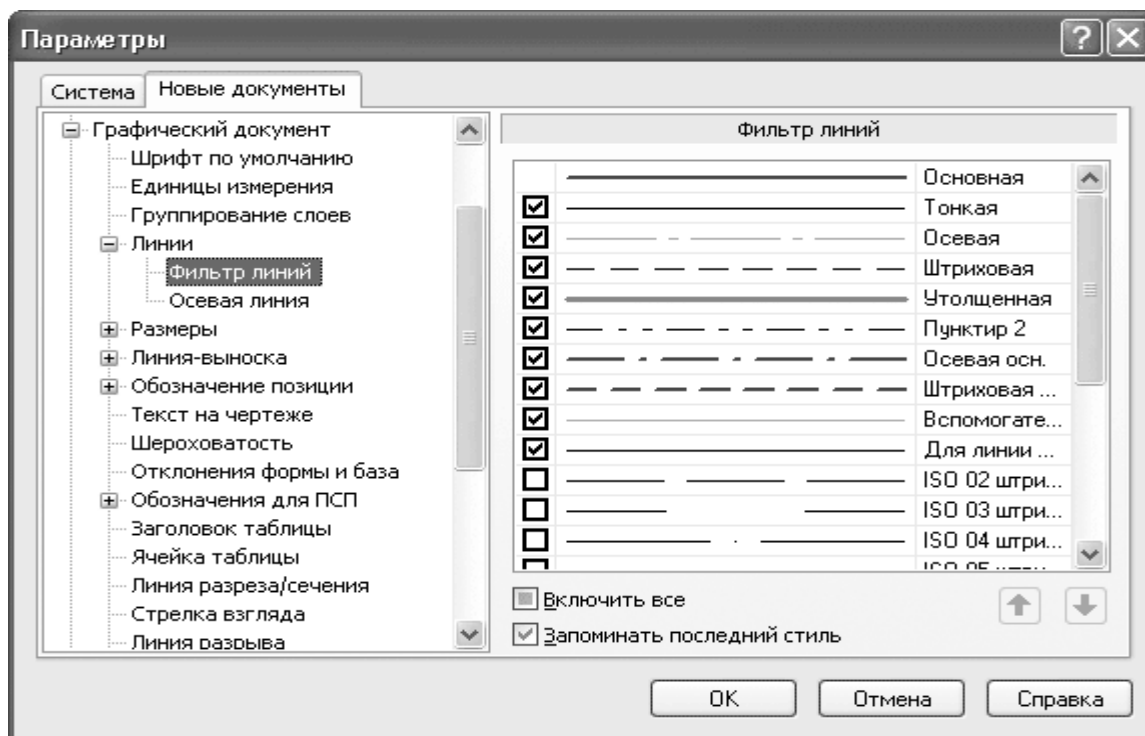


Рис. 1.63. Настройка фильтра линий

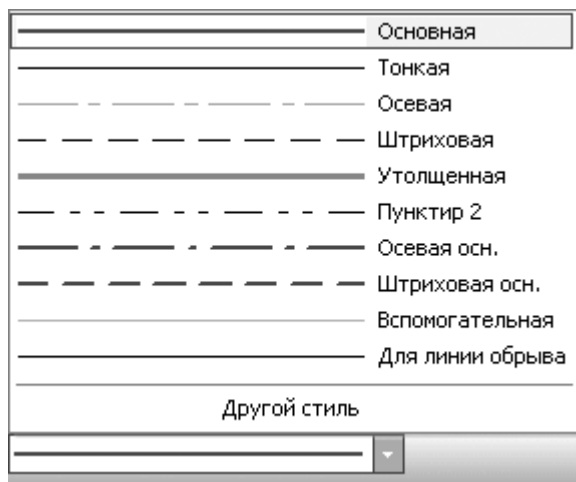


Рис. 1.64. Список доступных стилей линий при построении геометрических объектов

• **Размеры** – большая группа настроек, управляющая отрисовкой стрелок, размерных надписей, размерами, допусками, предельными значениями и пр. В этой группе настроек, аналогично стилям линий, можно настроить фильтр стрелок для линейных размеров, размеров окружностей и дуг и угловых размеров (рис. 1.65). Он содержит набор стрелок различных типов (собственно стрелки, засечки, вспомога-

тельные точки), который будет доступен при проставлении размеров в графическом документе;

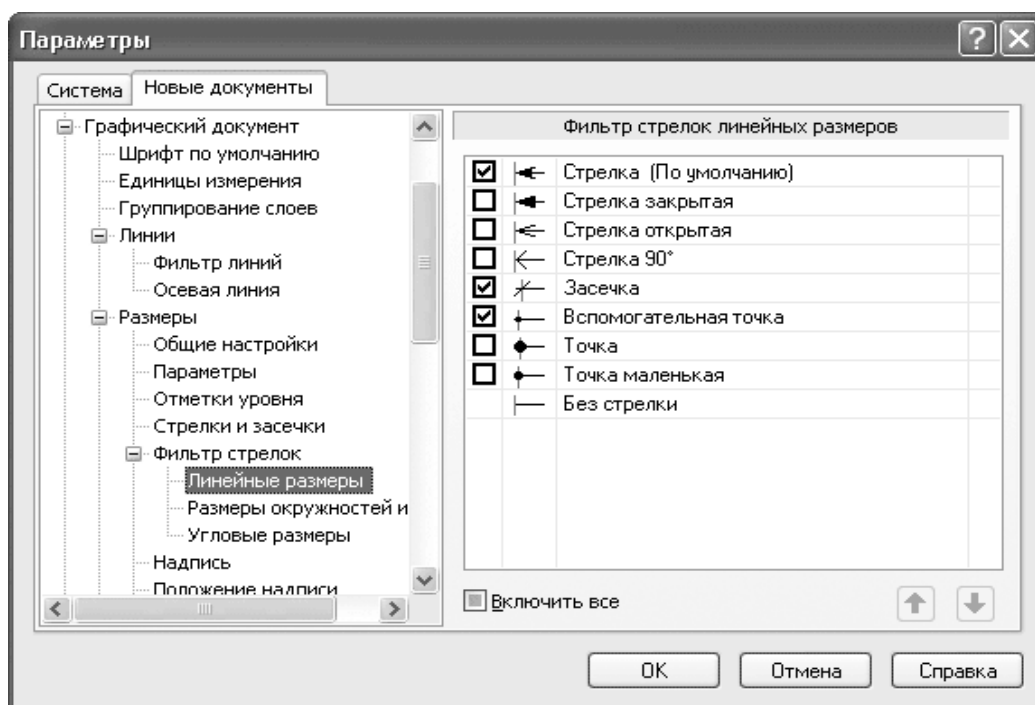


Рис. 1.65. Фильтр стрелок

• Линия-выноска – подобна группе Размеры и содержит параметры отображения линии выноски, то есть геометрические размеры стрелок (рис. 1.66), фильтр стрелок, шрифт текста, отображаемого над, под и за полкой линии выноски;

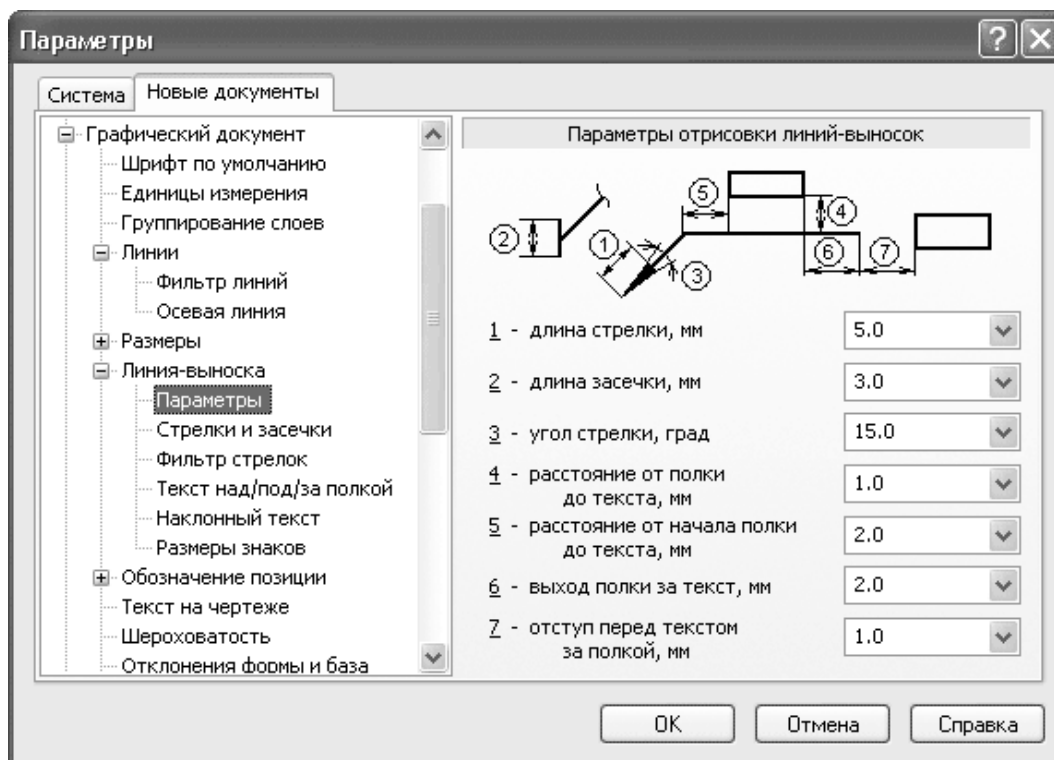


Рис. 1.66. Параметры отрисовки линий-выносок

- **Обозначение позиции** – параметры отображения позиций на сборочном чертеже. Почти полностью повторяет настройки линий-выносок;
- **Текст на чертеже** – позволяет настраивать шрифт, междустрочный интервал, отступы и выравнивание, применяемые для всех текстовых объектов на чертеже или фрагменте;
- **Шероховатость, Отклонения формы и база, Линия разреза/сечения, Стрелка взгляда, Линия разрыва** – данные группы дают возможность управлять отображением одноименных элементов оформления чертежа;
- **Обозначения для ПСП** – большой раздел, содержащий настройки внешнего вида и параметров отображений для знаков и обозначений, применяемых в промышленно-строительном проектировании;
- **Линии обрыва** – параметры, которые будут предлагаться по умолчанию при создании линий обрыва графических изображений;
- **Автосортировка** – установка порядка сортировки буквенных обозначений при оформлении чертежа (простановка баз, разрезов/сечений, выносных элементов и пр.);
- **Перекрывающиеся объекты** – управляет отображением перекрывающихся объектов, в частности размеров, линий-выносок, позиций со штриховкой и линиями изображения чертежа. По умолчанию в системе принято прерывать линии геометрических объектов и штриховки при пересечении с размерными стрелками, надписями и обозначениями. В этом окне вы также можете указать зазор между разорванным концом линии или штриховки и перекрывающим их объектом;
- **Параметры документа** – позволяет настраивать масштаб новых видов в чертеже, указать объекты детали (тела, поверхности и обозначения резьбы) или компоненты сборки (скрытые и библиотечные), которые будут передаваться в ассоциативный вид. В этом разделе вы также можете настроить синхронизацию данных основной надписи и модели, а также включить режим разбиения листа чертежа на зоны и задать размеры этих зон;
- **Параметры первого листа** – дает возможность указать свойства (стандартный или пользовательский формат, ориентация или оформление) листа чертежа, которые будут применяться при создании документа КОМПАС-Чертеж;

Совет

Очень часто параметры документа КОМПАС-Чертеж (особенно формат и ориентация листа) нужно изменять. Для этого после создания чертежа следует выполнить команду Сервис > Параметры. В появившемся диалоговом окне Параметры необходимо перейти к разделу настроек Параметры первого листа вкладки Текущий чертеж (рис. 1.67). Вы можете настроить формат и ориентацию листа, и после нажатия кнопки ОК все изменения в настройках будут применены к текущему листу чертежа.

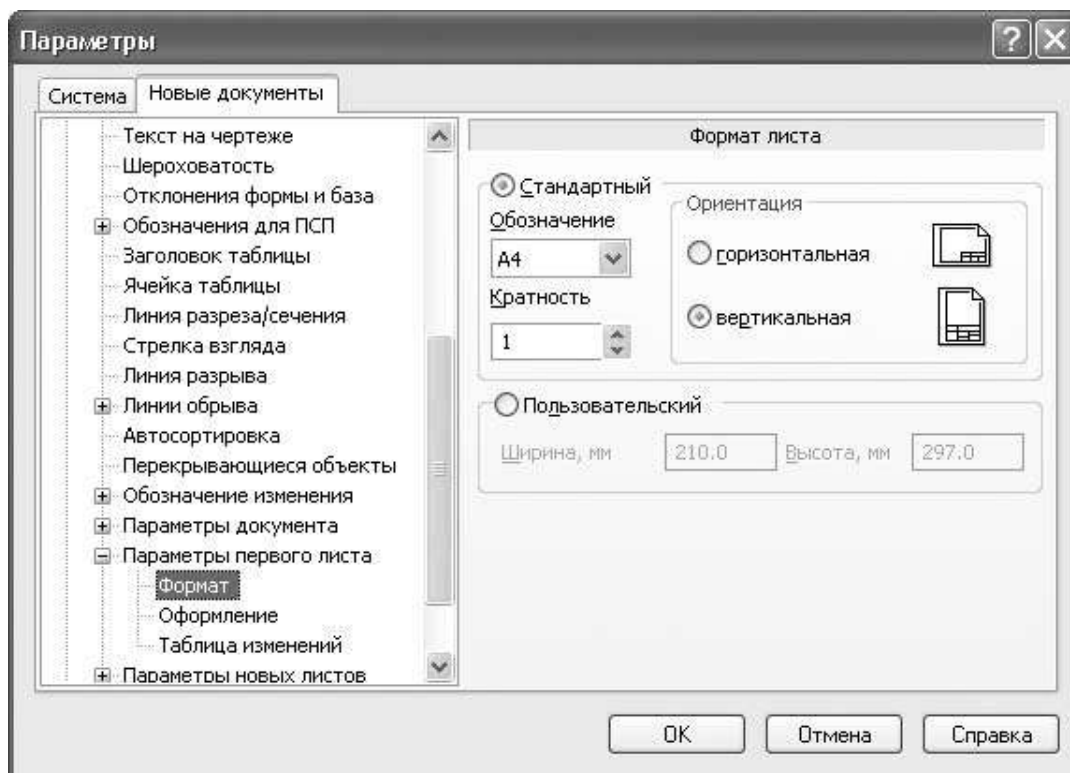


Рис. 1.67. Изменение формата и ориентации текущего листа чертежа

- **Параметры новых листов** – содержит те же настройки, что и раздел **Параметры первого листа**, только они применяются для всех новых листов данного чертежа;
- **Параметризация** – позволяет управлять параметризацией чертежей (только чертежей, не эскизов!) системы КОМПАС посредством указания связей и ограничений, которые будут автоматически накладываться на геометрические объекты в процессе их построения.
- **Модель** – эта группа системных настроек содержит все параметры отображения трехмерных моделей КОМПАС-3D:
 - **Размеры и Условные обозначения** – данные разделы содержат группы настроек, задающих условия отрисовки трехмерных размеров и обозначений в трехмерной модели;
 - **Деталь** – позволяет изменять свойства (обозначение, наименование, материал) и цвет детали. Кроме того, здесь можно задать цвет, которым будет отображаться тот или иной тип трехмерных объектов (вспомогательная геометрия, поверхности, формообразующие операции), импортированный в деталь или созданный средствами КОМПАС-3D. Однако менять стандартные настройки не рекомендуется, так как это приведет к специфическим изменениям внешнего вида детали. Это может помешать другим пользователям, работающим с вашей деталью. Очень важным параметром настройки отображения модели является точность отрисовки и масс-центровочных характеристик (рис. 1.68). Чем выше точность отрисовки, тем медленнее работает система, но тем лучше представление объектов трехмерного документа. Следует, правда, отметить, что влияние этого параметра на быстродействие системы КОМПАС не столь ощутимо (за исключением больших сборок), поэтому я рекомендую всегда устанавливать максимальную точность отрисовки;

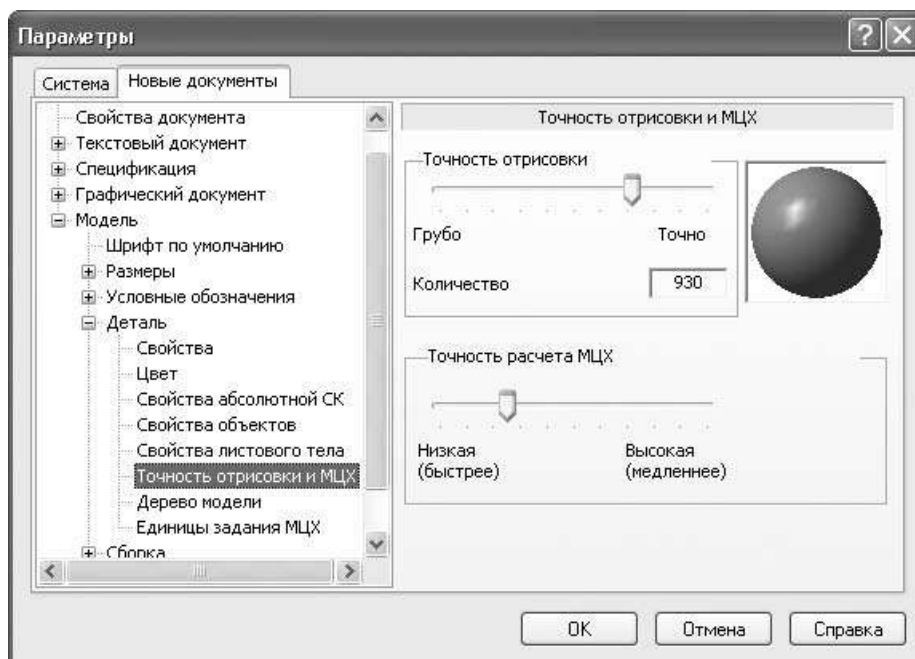


Рис. 1.68. Настройка точности отрисовки и МЦХ модели

- **Сборка** – настройки документа КОМПАС-Сборка, аналогичные параметрам детали;

- **Эскиз** – позволяет задать шрифт, применяемый по умолчанию, для текстовых объектов эскиза (собственно текст или текст размерных надписей), настроить отображение размеров, а также управлять параметризацией (то есть включать или отключать связи и ограничения, автоматически накладываемые системой на элементы эскиза при его построении).

Сохранение и восстановление настроек

Изучив все описанное выше, вы теперь можете изменять интерфейс и параметры системы, удобно подстраивая их под свои потребности или специфические задачи. Однако очень часто возникают различные неприятные ситуации, связанные с изменением конфигурации системы. Например, как восстановить свои настройки после сбоя и аварийного завершения работы программы? Что делать, если за одним и тем же компьютером работают двое или более человек с абсолютно разными требованиями и вкусами? Как поступить, если вас не устраивают изменения, которые вы сами внесли в систему, и вы уже не знаете, как их отменить? Поверьте, такое случается довольно часто. Для решения этих проблем в системе КОМПАС-3D предусмотрены профили.

Профиль – это структура данных, описывающих все настройки системы. Профили хранятся в файлах с расширением PFL. Созданные разработчиками КОМПАС-3D профили размещаются в папке Profiles, находящейся в каталоге, в котором установлена текущая версия КОМПАС.

Система КОМПАС позволяет сохранять и загружать пользовательские профили. Эти действия можно выполнять в диалоговом окне Профили пользователя (рис. 1.69), вызываемого командой Сервис > Профили.

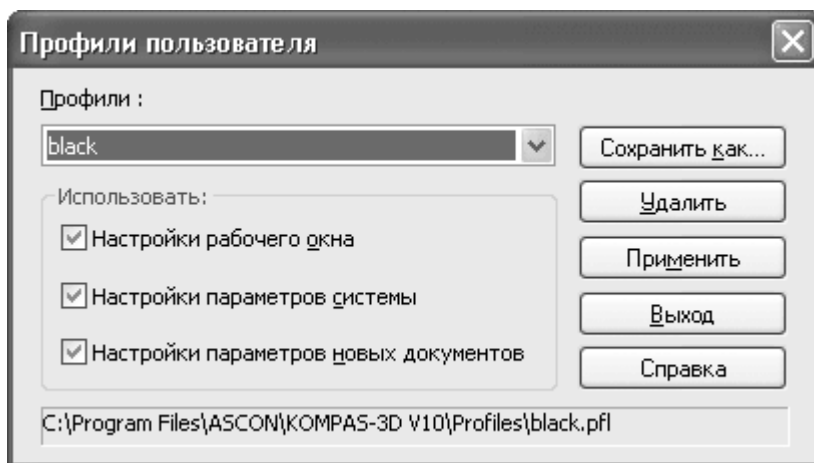


Рис. 1.69. Диалоговое окно Профили пользователя

При сохранении или загрузке профиля можно использовать следующие категории настроек:

- Настройки рабочего окна – размеры окна, вид приложения, все настройки интерфейса, размещение и состав панелей, меню и т. п.;
- Настройки параметров системы – настройки, сделанные на вкладке Система диалогового окна Параметры;
- Настройки параметров новых документов – настройки, выполненные на вкладке Новые документы диалогового окна Параметры.

Совет

Загружая новый профиль, нужно быть осторожным, так как при этом автоматически будут аннулированы все предыдущие настройки. В частности, будут удалены из Менеджера библиотек все подключенные пользователем (не входящие в стандартный пакет) библиотеки. Подключать их заново вручную не всегда удобно. По этой причине перед применением нового профиля желательно всегда сохранять копию старого.

Чтобы восстановить все стандартные настройки системы, достаточно в раскрывающемся списке Профили выбрать профиль msad и нажать кнопку Применить. Из данного списка можно также выбрать любой стандартный профиль (рис. 1.70).

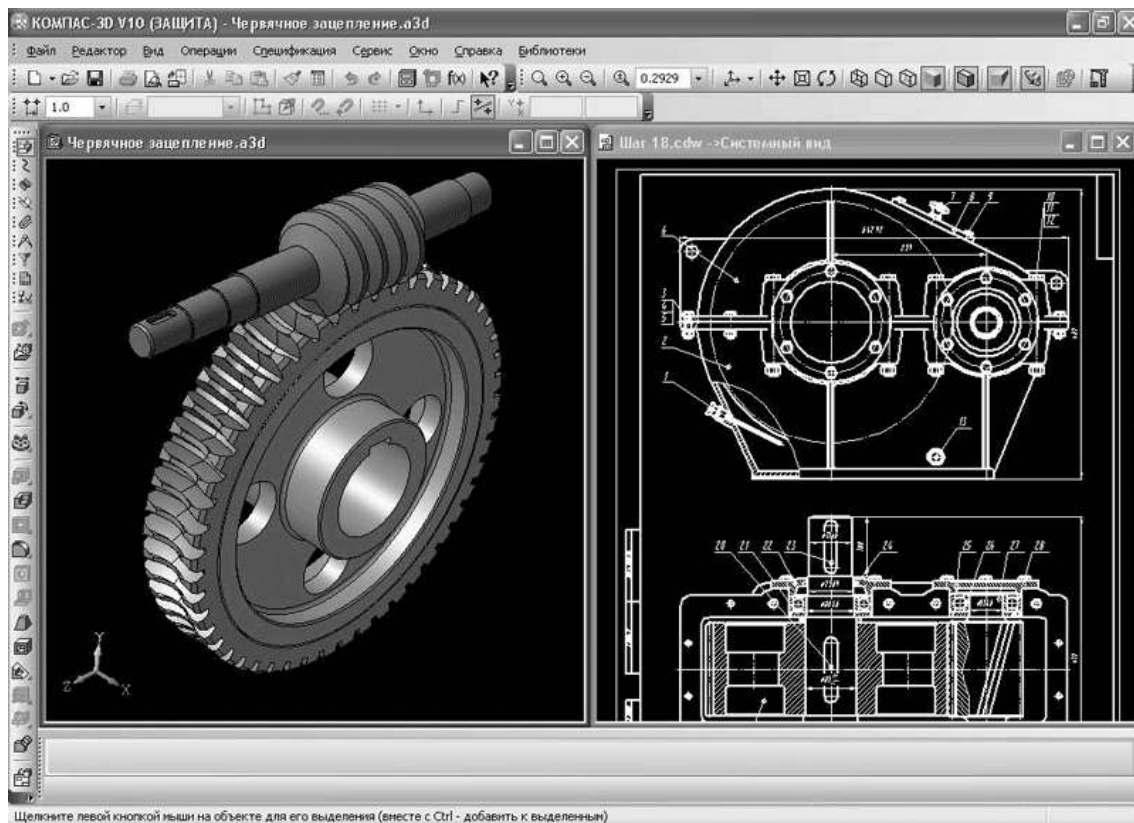


Рис. 1.70. Внешний вид системы КОМПАС-3D после применения стандартного профиля black

1.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).

Тема: «Двухмерное черчение».

1.2.1 Цель работы: Построение чертежей в графической среде КОМПАС 3D

1.2.2 Задачи работы:

1. Изучить работу с примитивами.

2. Освоить построение чертежей и примитивов с помощью элементарных команд в графической среде КОМПАС 3D

3. Освоить методы построения углов.

1.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.2.4 Описание (ход) работы:

Создание и редактирование геометрических объектов


Удобство и, как следствие, популярность графического редактора полностью зависят от реализованного в нем набора команд для создания и редактирования изображений на чертежах. Функциональность этих команд должна максимально приближать компьютерное черчение к ручному, вместе с тем избавляя пользователя от рутинных операций копирования однотипных элементов, упрощать редактирование чертежа, разрешать повторно применять различные фрагменты. При этом команды должны быть интуитивно понятны пользователю. Очень скоро вы сможете убедиться, что чертежный редактор КОМПАС-График отвечает этим требованиям.

Однако выполнение сложных чертежей зависит не только от возможностей команд для создания геометрических примитивов. При построении каждого нового объекта приходится отталкиваться от уже существующей геометрии на чертеже, другими словами, «привязываться» к ней. Для этого в системе КОМПАС предусмотрены привязки. Начнем данный раздел именно с рассмотрения привязок, так как без них построение даже совсем не сложного чертежа может занять очень много времени.

Привязки

Суть действия привязок заключается в следующем. Система анализирует объекты, ближайшие к текущему положению указателя, чтобы определить их характерные точки (например, конец или центр отрезка, центр окружности, точку пересечения двух линий и т. п.) и затем предоставляет пользователю возможность зафиксировать указатель в одной из этих точек. Можно настроить параметры, по которым система будет искать характерные точки близлежащих объектов. Применение привязок позволяет точно установить указатель в некоторую точку, причем не обязательно, чтобы координаты указателя в момент щелчка точно совпадали с координатами нужной точки.

Приведу пример. Допустим, в системе установлен лишь один тип привязок – Средина, а в графическом документе построены два произвольных отрезка, размещенных близко друг от друга. При запуске команды построения любого другого объекта и при установке указателя между отрезками должна сработать привязка Средина. Несмотря на то, что при этом указатель не наведен точно на середину, при щелчке кнопкой мыши (то есть при начале построения нового объекта) указатель будет установлен в ближайшую середину отрезка. Обратите внимание, привязка осуществится не к ближайшему отрезку, а к отрезку, середина которого была ближе к положению указателя в момент щелчка.

Привязки бывают двух видов: глобальные и локальные. Глобальные действуют постоянно при вводе или редактировании объектов. Напомню, что установить набор глобальных привязок можно в диалоговом окне Параметры (вкладка Система, подраздел Привязки раздела Графический редактор). Для текущего сеанса работы с графическим документом можно настроить типы привязок при помощи панели инструментов Глобальные привязки (см. рис. 1.42) или диалогового окна Установка глобальных привязок (рис. 2.1). Для вызова этого диалогового окна необходимо щелкнуть на кнопке Установка глобальных привязок  панели Текущее состояние.

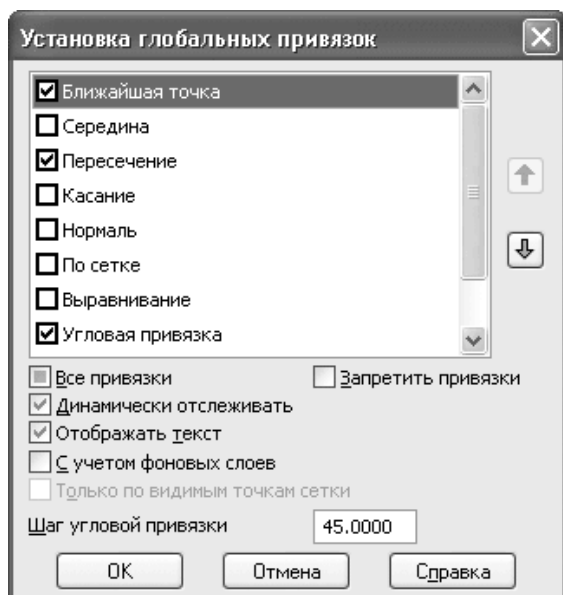


Рис. 2.1. Диалоговое окно Установка глобальных привязок

Локальные привязки могут вызываться при вводе конкретного объекта и не запоминаются системой для последующих вызовов команд построения геометрии. Локальные привязки имеют более высокий приоритет по сравнению с глобальными. Это означает, что при вызове локальной привязки установленные глобальные привязки действовать не будут. Чтобы воспользоваться той или иной локальной привязкой, следует вызвать одну из команд контекстного подменю Привязка или воспользоваться раскрывающимся меню кнопки локальных привязок (см. рис. 1.43), которая размещена последней на панели Глобальные привязки.

В чертежном редакторе КОМПАС-График доступны следующие типы привязок.

- **Ближайшая точка** – позволяет привязаться к ближайшей для указателя характерной точке (начало отрезка, точка начала системы координат и пр.).

- **Середина** – разрешает фиксировать указатель на середине ближайшего прямолинейного объекта.

- **Пересечение** – включение этой привязки указывает системе на необходимость отслеживать ближайшие к указателю пересечения линий.

- **Касание** – действие этой привязки размещает указатель таким образом, чтобы создаваемый объект (отрезок, дуга) касался ближайшей к текущему положению указателя точки объекта, расположенного рядом.

- **Нормаль** – действует аналогично предыдущей, с той только разницей, что создаваемый объект размещается по нормали к ближайшему объекту.

- **По сетке** – выполняет привязку указателя к точкам координатной сетки (даже если отображение самой сетки в этот момент выключено).

- **Выравнивание** – при перемещении указателя система выполняет выравнивание (по горизонтали или по вертикали) по характерным точкам близлежащих объектов или по последней зафиксированной точке (например, по первой точке отрезка, предыдущей точке ломаной или кривой Безье и т. п.).

- **Угловая привязка** – позволяет фиксировать указатель под определенным углом к последней зафиксированной точке создаваемого объекта. Шаг угловой привязки можно настроить в диалоговом окне настройки привязок.

- **Центр** – выполняет привязку к центрам окружностей, дуг или эллипсов.

- **Точка на кривой** – просто размещает указатель на произвольной кривой.

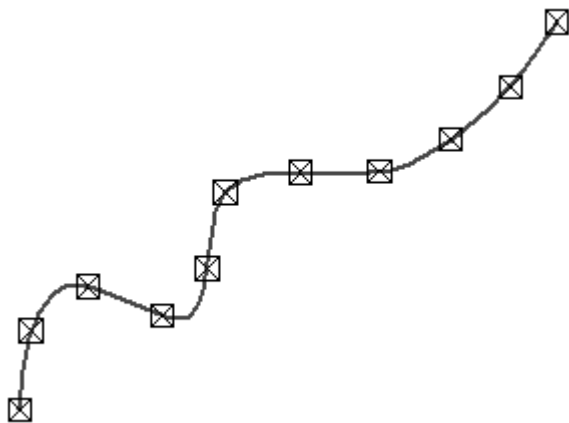











Рис. 2.4. Результат выполнения команды Точки по кривой


 **Точки пересечения двух кривых** – после указания пользователем двух кривых система устанавливает точки в местах их пересечений.

 **Все точки пересечений кривой** – разрешает установить точки в местах пересечений указанной кривой с любыми другими кривыми.

 **Точка на заданном расстоянии** – позволяет построить несколько точек, равномерно размещенных вдоль кривой и находящихся на определенном расстоянии от базовой точки, которая лежит на этой кривой.

Следующая группа команд также предназначена для построения вспомогательной геометрии. Она объединяет команды создания вспомогательных прямых на чертеже. Назначение этих команд очевидно из их названия, поэтому достаточно ограничиться лишь их перечислением:


-  **Вспомогательная прямая;**
-  **Горизонтальная прямая;**
-  **Вертикальная прямая;**
-  **Параллельная прямая;**
-  **Перпендикулярная прямая;**
-  **Касательная прямая через внешнюю точку;**


 **Касательная прямая через точку на кривой;**


 **Прямая, касательная к 2 кривым;**


 **Биссектриса.**


Далее идет группа команд, позволяющих строить отрезки.


 **Отрезок** – самый простой и наиболее используемый вариант построения отрезка. Создание возможно путем указания на чертеже двух точек (начальной и конечной) или задания начальной точки, угла наклона и длины отрезка.

 **Параллельный отрезок** – после вызова команды вы должны указать любой прямолинейный объект, после чего зафиксировать первую точку отрезка. Далее вы можете перемещать указатель в любую сторону, но фантомное изображение отрезка будет строиться строго параллельно выбранному объекту. Зафиксировав вторую точку, вы получите отрезок, параллельный указанному прямолинейному объекту.

 **Перпендикулярный отрезок** – действие команды аналогично команде Параллельный отрезок, только отрезок строится перпендикулярно указанному объекту.

 **Касательный отрезок через внешнюю точку** – для построения отрезка нужно задать любой криволинейный объект и точку, не лежащую на этом объекте. Первой точкой созданного объекта будет внешняя точка, а второй – точка касания воображаемой прямой и указанного объекта.

 Касательный отрезок через точку кривой – от предыдущей данная команда отличается только тем, что при задании криволинейного объекта на нем сразу фиксируется вторая точка отрезка. Его дальнейшее построение возможно только вверх или вниз по касательной к выбранному объекту в фиксированной точке.

 Отрезок, касательный к 2 кривым – создает отрезок (или отрезки), касательный к двум указанным кривым.

Рассмотрим небольшой пример, в котором создадим отрезки с использованием некоторых из приведенных команд.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж. Для этого вызовите диалоговое окно Новый документ (команда Файл > Создать), на вкладке Новые документы выберите пункт Чертеж и нажмите кнопку ОК. По умолчанию должен создаваться документ, содержащий стандартный лист машиностроительного чертежа формата А4, а компактная панель и меню примут вид, свойственный графическим документам.

2. Активизируйте панель инструментов Геометрия. Для этого щелкните на одноименной кнопке компактной панели.

3. На панели Геометрия нажмите кнопку Отрезок. Станет активной команда создания отрезка, а на панели свойств появятся элементы управления, отвечающие параметрам этой команды (рис. 2.5).

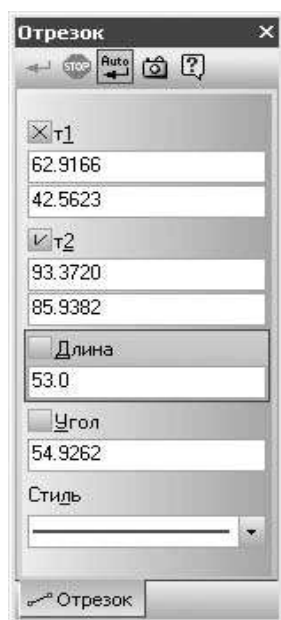


Рис. 2.5. Параметры команды ввода отрезка

4. Один из способов создания отрезка состоит в том, чтобы просто указать две точки. Для этого следует щелкнуть кнопкой мыши в двух произвольных местах документа, задав таким образом начальную и конечную точки отрезка.

5. После фиксации второй точки отрезок будет построен на чертеже, но вы все еще останетесь в режиме ввода отрезка (то есть система еще не завершит команду, а будет ожидать от вас дальнейших действий). Построим еще один отрезок, отталкиваясь от первого. Подведите указатель мыши к концу первого отрезка, при этом должна сработать привязка Ближайшая точка (рис. 2.6). Щелкните кнопкой мыши для фиксации первой точки второго отрезка.



Рис. 2.6. Начало ввода второго отрезка

6. Для построения второго отрезка введите в поле **Длина** значение 50, а в поле **Угол** – 0. После нажатия клавиши **Enter** вы увидите, что на чертеже создан горизонтальный отрезок точно по указанным вами параметрам. Убедитесь, что его начальная точка совпадает с конечной точкой первого отрезка.

7. Для выхода из команды **Отрезок** можно использовать кнопку **Прервать команду** или клавишу **Esc**.

Рассмотрим работу еще одной команды – **Касательный отрезок через внешнюю точку**. Поскольку в документе пока нет ни одного криволинейного объекта, по касательной к которому мы могли бы построить отрезок, данная команда неактивна. По этой причине начнем с создания такого объекта.

1. Нажмите кнопку **Окружность** на панели инструментов **Геометрия**. Щелкните кнопкой мыши в любой точке документа, в которой будет находиться центр создаваемой окружности. Отведите мышь в сторону, «растягивая» окружность, и щелкните кнопкой мыши, зафиксировав значение радиуса, например 30 мм (рис. 2.7).

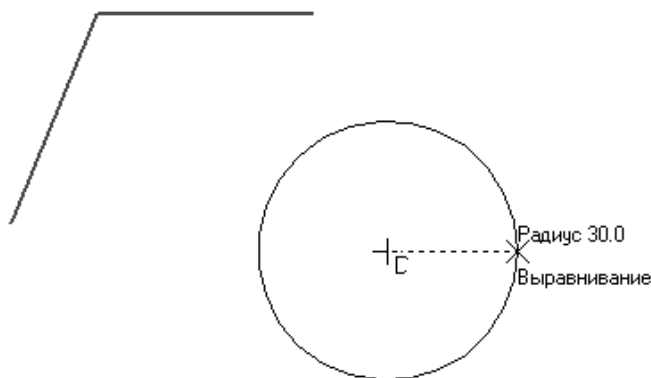


Рис. 2.7. Создание окружности

2. Выберите инструмент **Касательный отрезок через внешнюю точку**. Обратите внимание, что в строке подсказок внизу окна отобразилась фраза **Укажите кривую для построения касательного отрезка**. Подведите указатель к построенной окружности (она при этом подсветится красным цветом) и щелкните на ней. После этого необходимо указать начальную точку отрезка. Пусть ею будет конечная точка второго отрезка, созданного до этого на чертеже (рис. 2.8).

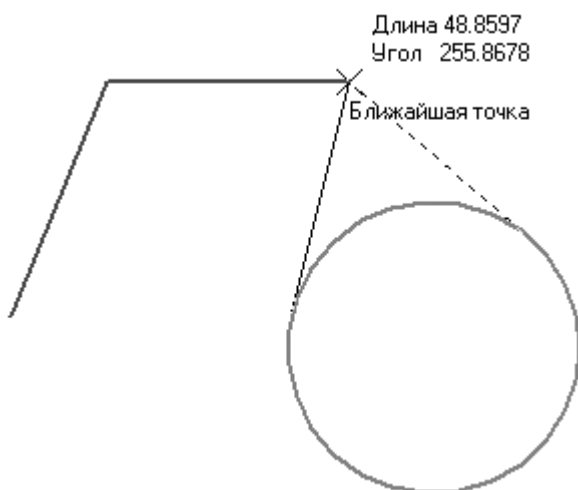


Рис. 2.8. Построение касательного отрезка

Совет: Рекомендую всегда обращать внимание на текст строки подсказок. Это поможет вам быстро создать объект, не прибегая к вызову справки. Особенно важно читать подсказку при создании объектов, требующих выполнения последовательных действий (выбор объектов, указание точек, направлений и пр.).

3. Как видите, из указанной точки к окружности можно построить два касательных отрезка. Если сейчас завершить команду, нажав кнопку Создать объект или сочетание клавиш Ctrl+Enter, то будет создан отрезок, фантом которого изображен сплошной тонкой линией. Чтобы переключиться на другой вариант касательного отрезка (на рис. 2.8 показан пунктирной линией), нужно воспользоваться кнопками Следующий объект >> или Предыдущий объект << на панели специального управления. Всегда применяйте эти кнопки, если система предлагает несколько вариантов построения одного и того же объекта, отображаемых пунктирной линией.

4. Выбрав второй вариант касательного отрезка и завершив выполнение команды, вы получите изображение на чертеже, подобное приведенному на рис. 2.9.

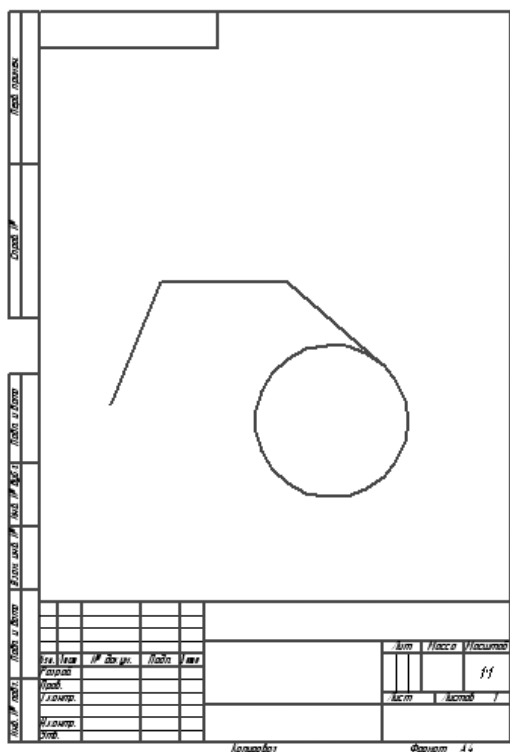






Рис. 2.9. Результат построения


Следующая за отрезками группа команд предназначена для построения окружностей.


 Окружность – самая простая и наиболее используемая команда, с которой мы уже познакомились в предыдущем примере. Построение окружности проходит путем указания координат (точки) центра и величины радиуса.

 Окружность по 3 точкам – строит окружность через три заданные точки. Точки не должны лежать на одной прямой.

 Окружность с центром на кривой – создает окружность через центр и произвольную точку. При этом центр окружности находится на произвольной кривой.

 Окружность, касательная к 1 кривой,

 Окружность, касательная к 2 кривым,

 Окружность, касательная к 3 кривым – эти три команды строят касательные окружности к кривым, которые указал пользователь. Как правило, при выполнении каждой из команд система предлагает несколько вариантов создания окружностей (рис. 2.10). Выбрать необходимый можно с помощью кнопок Следующий объект или Предыдущий объект.

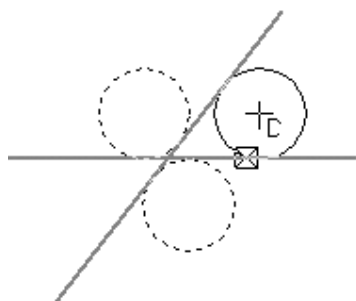




Рис. 2.10. Разные варианты построения при выполнении команды Окружность, касательная к двум кривым


 Окружность по 2 точкам – создает окружность, проходящую через две точки. Другими словами, перемещая указатель мыши после фиксации первой точки, вы изменяете диаметр фантомного изображения окружности.

При построении окружностей с использованием любой приведенной команды вы можете включить автоматическую расстановку осевых линий. Это можно сделать при помощи кнопок-переключателей Без осей/С осями на панели свойств.


Для создания дуг окружностей в КОМПАС-График предназначены следующие команды.

 Дуга – для построения такой дуги нужно указать ее центр, радиус, а также начальную и конечную точки.

 Дуга по 3 точкам – соединяет три указанные на чертеже точки. Радиус дуги система определяет автоматически. Точки не должны лежать на одной прямой.


 Дуга, касательная к кривой – для построения данной дуги нужно выполнить три последовательных действия: указать кривую (точка касания определяется как начальная точка дуги), задать произвольную точку дуги (вторую точку), определить конечную точку. Две последние точки не должны лежать на одной прямой, а также на указанном объекте, если он является прямолинейным. Радиус и центр дуги система определяет автоматически.


 Дуга по 2 точкам – служит для создания дуги (полуокружности) по двум точкам.


 Дуга по 2 точкам и углу раствора – для создания такой дуги сначала необходимо ввести значение угла раствора (по умолчанию 90°), после чего указать начальную и конечную точки дуги. Центр и радиус будут определены автоматически.

При вводе дуги вы можете задавать ее направление (по или против часовой стрелки) при помощи кнопок на панели свойств. Исключение составляет команда Дуга по 3 точкам, где направление дуги однозначно определяется размещением характерных точек.

Редактор КОМПАС-График содержит много команд для создания эллипсов.

 Эллипс – позволяет построить эллипс, указав его центр, а также конечные точки его полуосей.

 Эллипс по диагонали прямоугольника – вписывает эллипс в габаритный прямоугольник, который задает пользователь путем указания двух точек диагонали (двух противоположных вершин прямоугольника).

 Эллипс по центру и вершине прямоугольника – как и предыдущая, эта команда вписывает эллипс в прямоугольник. Отличие состоит в том, что прямоугольник задается указанием его центра и одной из вершин.



 Эллипс по центру, середине стороны и вершине параллелограмма – позволяет вписать эллипс в параллелограмм, заданный центром, серединой одной из сторон и вершиной (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Создание эллипса по центру, середине стороны и вершине параллелограмма

 Эллипс по 3 вершинам параллелограмма – дает возможность построить эллипс, вписанный в параллелограмм, который задан тремя вершинами (рис. 2.12).

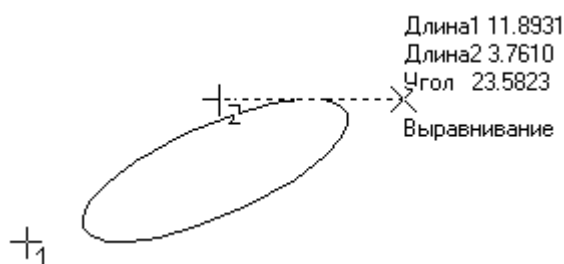




Рис. 2.12. Создание эллипса по трем вершинам описанного параллелограмма

 Эллипс по центру и 3 точкам – для создания данного эллипса нужно указать его центр (точку пересечения осей) и три произвольные точки.

 Эллипс, касательный к 2 кривым – чтобы выполнить этот эллипс, необходимо указать две кривые, касательно к которым будет строиться эллипс, а также одну произвольную точку, фиксирующую объект (рис. 2.13).

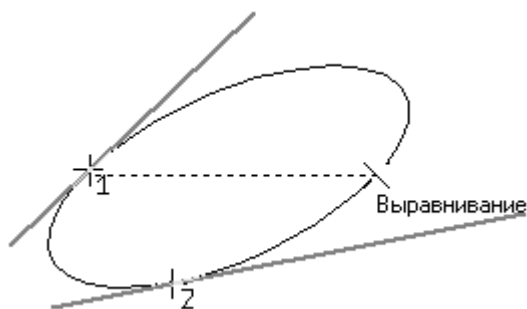



Рис. 2.13. Построение эллипса касательного к двум кривым

Как и при построении окружностей, при создании эллипсов есть возможность включить режим автоматического построения осевых линий.

Следующая функция заслуживает пристального внимания. Команда Непрерывный ввод объектов

 предназначена для последовательного ввода отрезков, дуг и сплайнов, причем последняя точка предыдущего объекта автоматически становится первой точкой нового. Элементы управления этой команды (рис. 2.14) дают возможность при каждом новом вводе выбирать тип объекта и способ его создания.

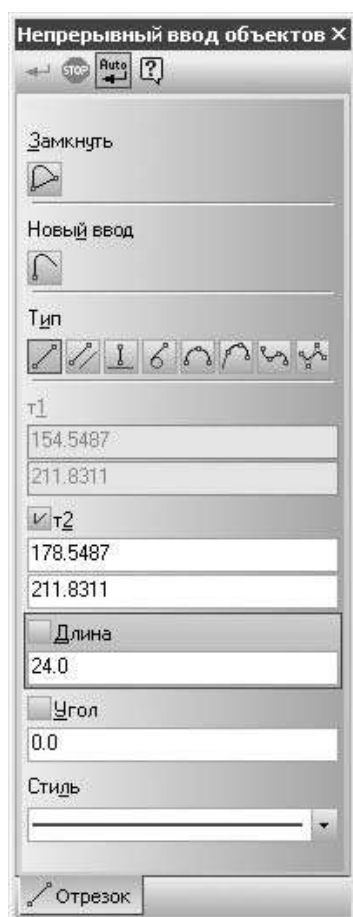


Рис. 2.14. Элементы управления команды Непрерывный ввод объектов

При непрерывном вводе вы можете использовать такие команды:

- Отрезок;
- Параллельный отрезок;
- Перпендикулярный отрезок;

- Касательный отрезок;
- Дуга по 3 точкам;
- Сопряженная дуга – позволяет строить дугу по двум точкам, которая обязательно должна быть касательной к последнему объекту;
- Кривая Безье;
- NURBS-кривая.

Выбрать нужную команду перед вводом очередного объекта можно при помощи кнопок-переключателей группы Тип (см. рис. 2.14).

Рассмотрим работу команды Непрерывный ввод объектов на небольшом примере.

1. Создайте новый документ Чертеж, как это было описано ранее.
2. Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов. По умолчанию будет создаваться отрезок. Не изменяйте ничего, просто начните ввод горизонтального отрезка в любой точке листа чертежа.
3. Зафиксируйте конечную точку отрезка (примем его длину равной 60 мм). В группе кнопок Тип на панели свойств щелкните на кнопке Сопряженная дуга, после чего система должна перейти в режим построения дуги по двум точкам. При этом начальная точка дуги совпадет с конечной точкой отрезка, а сама дуга будет строиться касательной к нему.
4. Используя привязку Выравнивание, растяните дугу так, чтобы ее конечная точка лежала на одной вертикальной линии с начальной, а радиус дуги был равен 30 мм (рис. 2.15). После этого зафиксируйте конечную точку дуги.

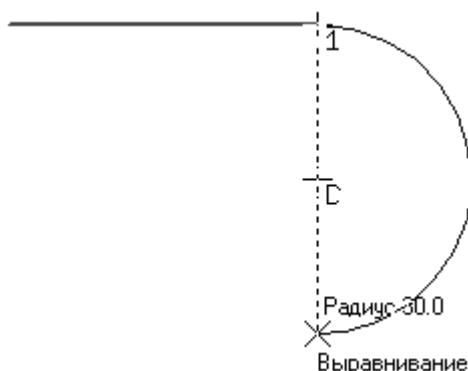




Рис. 2.15. Ввод касательной дуги при включенной команде Непрерывный ввод объектов

5. Опять перейдите в режим построения отрезка, для чего щелкните кнопкой мыши на кнопке Отрезок группы переключателей Тип. Перемещайте указатель мыши влево до тех пор, пока не сработают привязки так, как показано на рис. 2.16. Щелкните в этот момент кнопкой мыши, тем самым вы создадите отрезок с началом в конечной точке дуги и концом в точке фиксации указателя.



Рис. 2.16. Построение геометрической фигуры путем последовательного ввода графических объектов

6. Для замыкания кривой можно просто щелкнуть кнопкой мыши на начальной точке первого отрезка или нажать кнопку **Замкнуть**  на панели свойств. После щелчка на кнопке **Замкнуть** вы можете продолжить вводить объекты, начиная из произвольной точки листа. Если вы замкнули контур простым щелчком кнопкой мыши, то ввод объектов не прекращается (то есть вы продолжаете построение того же объекта с точки, по которой щелкнули). Чтобы принудительно начать ввод из новой точки, следует использовать кнопку **Новый ввод** .

7. Полученная фигура показана на рис. 2.17. Сохраните этот чертеж под именем **Фигура.cdw**.

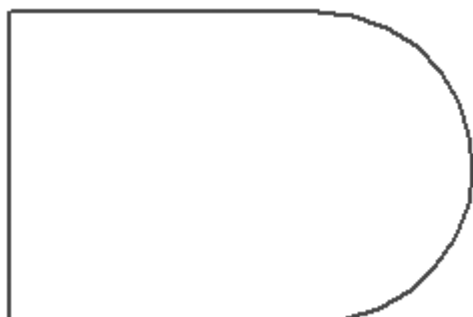


Рис. 2.17. Фигура, построенная при помощи одного вызова команды **Непрерывный ввод объектов**

Еще одна очень полезная команда – **Линия** .

Это команда позволяет строить на чертеже линию, состоящую только из отрезков и дуг кривых, последовательно соединенных друг с другом. Отличительная особенность данной команды – автоматическое определение системой способа создания отрезка или дуги в зависимости от типа базовых объектов, указанных пользователем. Возможны следующие способы построения элементов линии:

- при вводе первого отрезка – параллельно, перпендикулярно или касательно указанному объекту (рис. 2.18, *а*), касательно к одному и параллельно другому объекту (рис. 2.18, *б*), посередине между двумя параллельными прямыми, касательно к двум объектам и на биссектрисе угла;
- при вводе последующих отрезков – параллельно, перпендикулярно или касательно к базовому объекту;
- при вводе первой дуги – касательно к объекту (рис. 2.18, *в*) или произвольно;

- при вводе последующих дуг – касательно к базовому объекту или касательно к нормали предыдущего объекта линии (рис. 2.18, з).

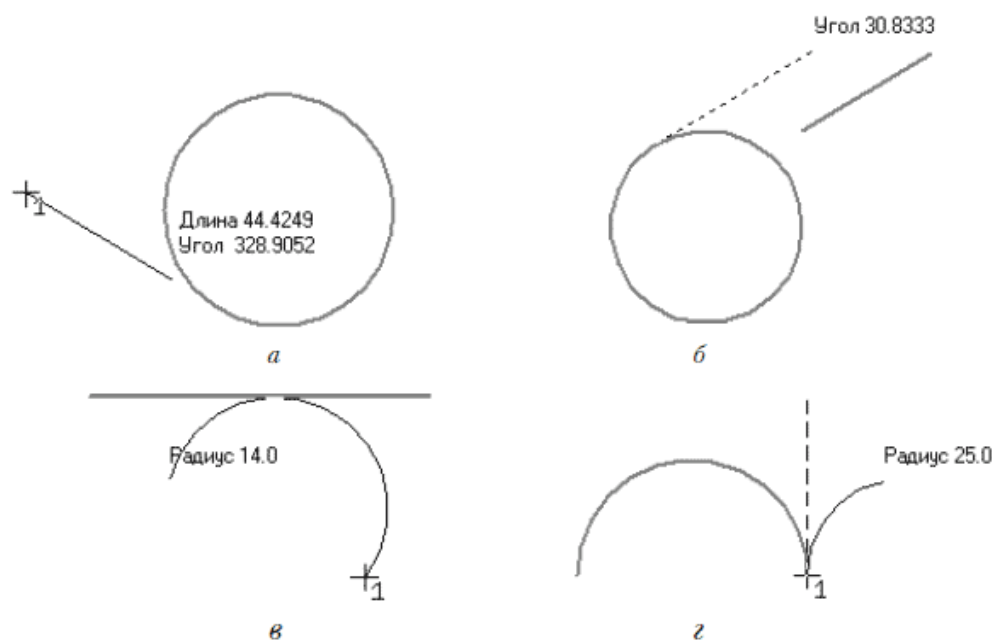




Рис. 2.18. Примеры создания отрезка или дуги, составляющих линию: отрезок касательно к объекту (а), отрезок касательно одному и параллельно другому объекту (б), окружность касательно к объекту (в), окружность касательно к нормали предыдущего объекта (г)

Примечание

Объект, созданный при нажатых кнопках Непрерывный ввод объектов и Линия, не является единым. При их использовании формируется последовательность отдельных геометрических примитивов, как если бы они создавались по отдельности соответствующими командами.

Следующая группа содержит команды для построения более сложных объектов.

 Кривая Безье – служит для построения кривой Безье (рис. 2.19, а) путем ввода или указания координат опорных точек. Опорные точки кривой Безье имеют два отрезка, расположенных на касательной к кривой. Эти отрезки называются направляющими. Длина каждой направляющей задает кривизну следующего или предыдущего сегмента кривой, а угол касательной задает направление, в обе стороны от опорной точки. Для создания кривой необходимо последовательно ввести координаты ее опорных точек. Чтобы завершить построение, обязательно нужно нажать кнопку Создать объект на панели специального управления (если вы просто прекратите выполнение команды, построенная кривая исчезнет). Не выходя из команды, можно изменить кривую, отредактировав ее опорные точки (рис. 2.19, б). Для этого необходимо нажать кнопку Редактировать точки  на панели специального управления и перемещать опорные точки или направляющие.

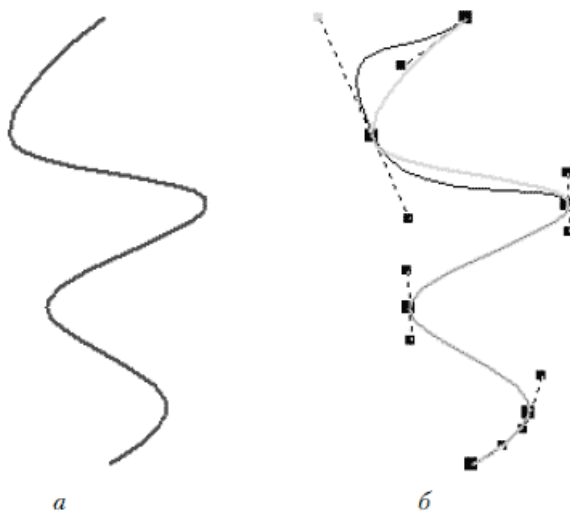




Рис. 2.19. Кривая Безье (а) и редактирование ее опорных точек (б)

 Ломаная – предназначена для построения линии, состоящей из отрезков (полилинии).

 NURBS – с помощью данной команды вы можете создавать NURBS-кривую в графическом документе. *NURBS-кривая* (рис. 2.20) – это нерегулярный рациональный B-сплайн (Non-Uniform Rational B-spline). Характерными параметрами такой кривой являются вес ее опорных точек и порядок кривой. Вес опорной точки NURBS – это величина, определяющая степень влияния данной точки на конфигурацию кривой (чем больше вес – тем ближе к точке кривая). Порядок NURBS-кривой равен количеству степени полиномов, описывающих участки кривой, плюс единица. Значения обоих характерных параметров вы можете вводить в соответствующих полях панели свойств при построении NURBS (рис. 2.21). Для окончательного создания кривой не забывайте нажимать кнопку Создать объект на панели специального управления.

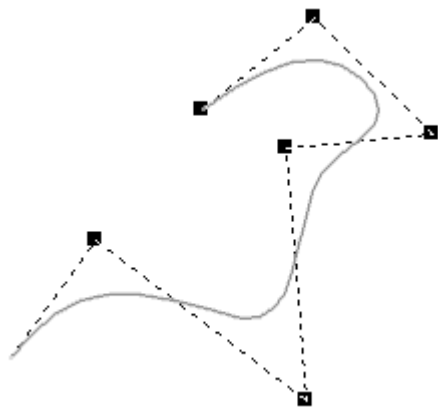


Рис. 2.20. NURBS-кривая

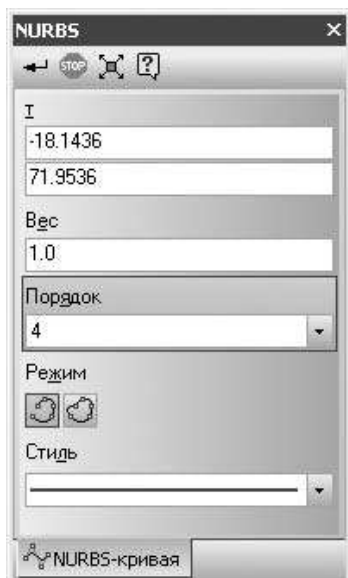




Рис. 2.21. Параметры NURBS-кривой



В настройках любой из трех описанных выше команд при помощи переключателей Режим можно указать, нужно ли замыкать кривую.

Примечание


Объект, построенный с помощью кривой Безье, полилинии или NURBS-кривой, является на чертеже одним целым. Это значит, что он выделяется, редактируется и удаляется как единый объект.


Две следующие группы команд очень похожи между собой и служат для создания фасок и сопряжений между пересекающимися объектами.


Команды Фаска  и Скругление  позволяют создавать соответственно фаску и скругление заданного радиуса между двумя пересекающимися объектами. Фаску можно выполнить, указав два ее катета или один катет и угол наклона. Для построения скругления достаточно определить радиус и два объекта, между которыми должно быть создано скругление.


Команды Фаска на углах объекта  и Скругление на углах объекта  предназначены для построения односторонних фасок или скруглений с одинаковым радиусом на всех углах объекта (например, на углах полилинии).

Группа кнопок для построения многоугольников содержит следующие команды.

 Прямоугольник – позволяет построить прямоугольник простым указанием двух вершин. После фиксации первой точки вместо задания противоположной вершины прямоугольника можно просто определить его высоту и ширину.

 Прямоугольник по центру и вершине – предназначена для построения прямоугольника путем указания его центра и вершины. Как и для предыдущей команды, после указания центра прямоугольника можно просто ввести значения его ширины и высоты в соответствующие поля панели свойств. Кроме того, при помощи переключателей Оси можно задать или отключить автоматическую отрисовку осей.

 Многоугольник – позволяет создать многоугольник. Для этого нужно указать количество его вершин, способ построения (по описанной или по вписанной окружности), радиус этой окружности, а также точку центра многоугольника.

Следующая команда – Собрать контур  – очень полезна при работе в КОМПАС-График. Она позволяет сформировать единый объект (контур) из нескольких примитивов, пересекающихся или соприкасающихся между собой. Рассмотрим пример.

1. Откройте чертеж, выполненный в последнем примере (Фигура.cdw).
2. Щелкните по очереди на каждой линии объекта, чтобы убедиться, что система распознает их как отдельные объекты (на чертеже три отрезка и одна дуга).
3. Щелкните на кнопке Собрать контур.
4. В группе Режим на панели свойств щелкните на кнопке Удалять исходные объекты (рис. 2.22). Это позволит избежать загромождения чертежа ненужными примитивами после их объединения.

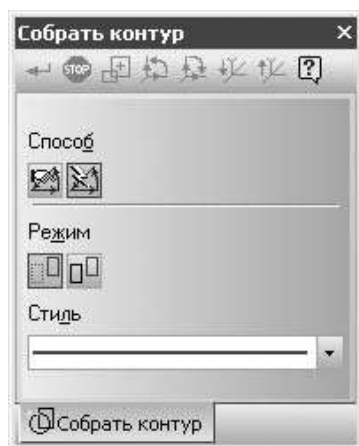


Рис. 2.22. Элементы управления команды Собрать контур

5. Посмотрите на строку подсказок. В ней должна отображаться фраза Укажите точку около первого элемента, включаемого в контур. Выполните требуемое действие. Поскольку существующие геометрические примитивы в документе последовательно соприкасаются (то есть нет узлов, из которых исходили бы две и более линии), больше ничего делать не надо.

6. Завершите выполнение команды.

Щелкнув на контуре кнопкой мыши, вы можете убедиться, что вместо четырех объектов на чертеже у вас получился один (рис. 2.23). Его можно редактировать, перетаскивать, удалять как единый объект.





Рис. 2.23. Контур, собранный из отдельных примитивов



Примечание

Чтобы разбить контур на составляющие, нужно выделить необходимый объект и выполнить команду Разрушить контекстного меню или команду Редактор > Разрушить главного меню.

Следующая группа содержит две кнопки:

- Эквидистанта кривой  – позволяет построить эквидистанту любой кривой (геометрического объекта);

• Эквидистанта по стрелке  – дает возможность построить эквидистанту контура, сформированного обходом пересекающихся объектов по стрелке, то есть контура, указанного пользователем.

Команда Штриховка  применяется практически в каждом чертеже. Она позволяет использовать различные типы штриховок (вы можете выбрать стандартную из списка Стилль или создать собственную), а также заливать цветом замкнутые контуры на чертеже. Если какой-либо контур является незамкнутым и вы не можете определить точку разрыва, то можно вручную указать контур штриховки. Для этого предназначена кнопка Ручное рисование границ на панели специального управления. Обратите внимание, что эта кнопка недоступна в режиме создания эскиза трехмерного документа, так как при создании эскиза не возникает необходимости в штриховке или заливке цветом. Вы также можете также использовать градиентную заливку. Для этого предназначена появившаяся в десятой версии программы команда Заливка  (рис. 2.24).

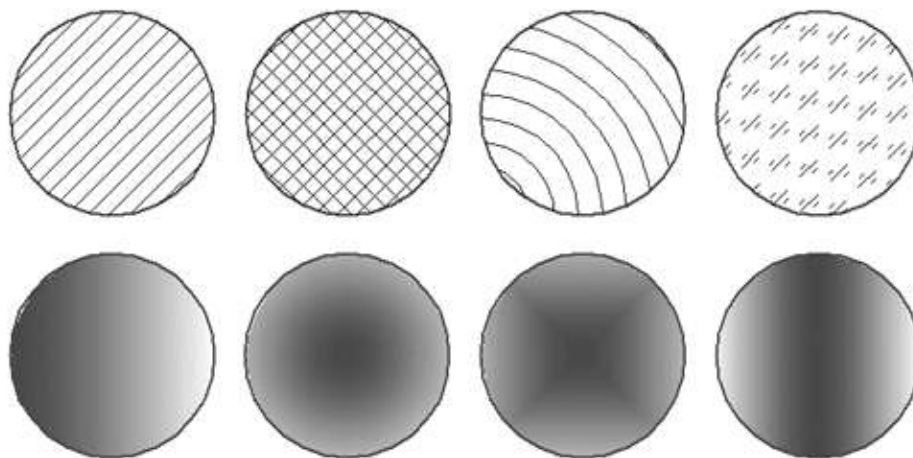


Рис. 2.24. Различные стили штриховок и заливок

Чтобы создать свой стиль штриховки, выполните следующее.

1. Щелкните на кнопке Штриховка. В раскрывающемся списке Стилль выберите последний пункт – Другой стиль.
2. Появится диалоговое окно Выберите текущий стиль штриховки (рис. 2.25). Щелкните на кнопке Библиотеку и загрузите библиотеку стилей штриховок GRAPHIC.LHS. После этого перейдите на вкладку Библиотека, на которой должны отобразиться различные стили штриховок.

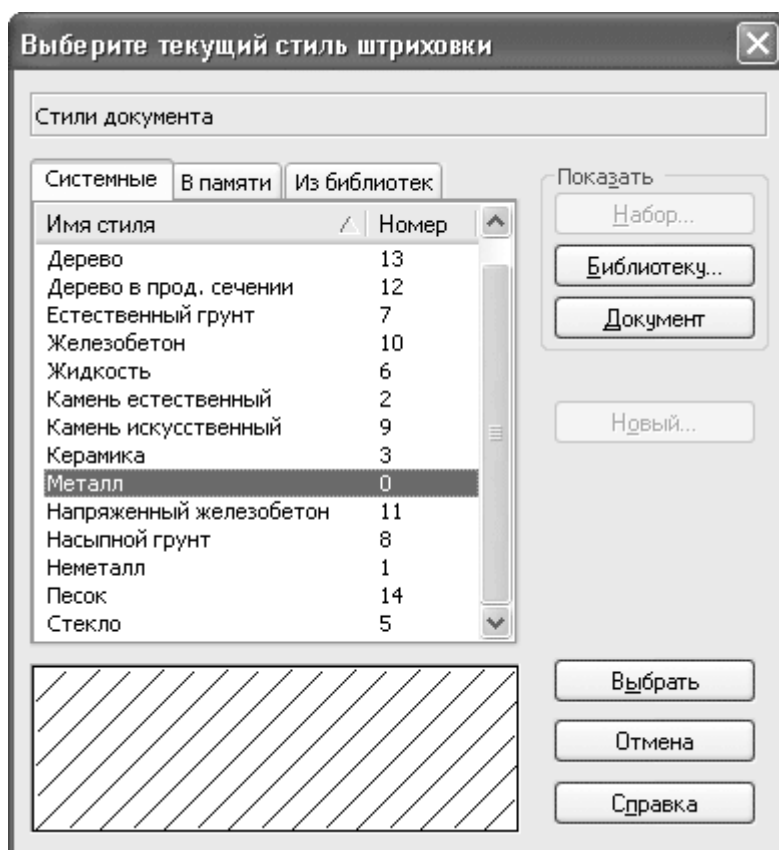


Рис. 2.25. Окно выбора стиля штриховки

3. Выберите любой стиль и щелкните на кнопке Новый. Откроется окно Создание нового стиля штриховки (рис. 2.26), в котором можно настроить или изменить выбранный стиль.

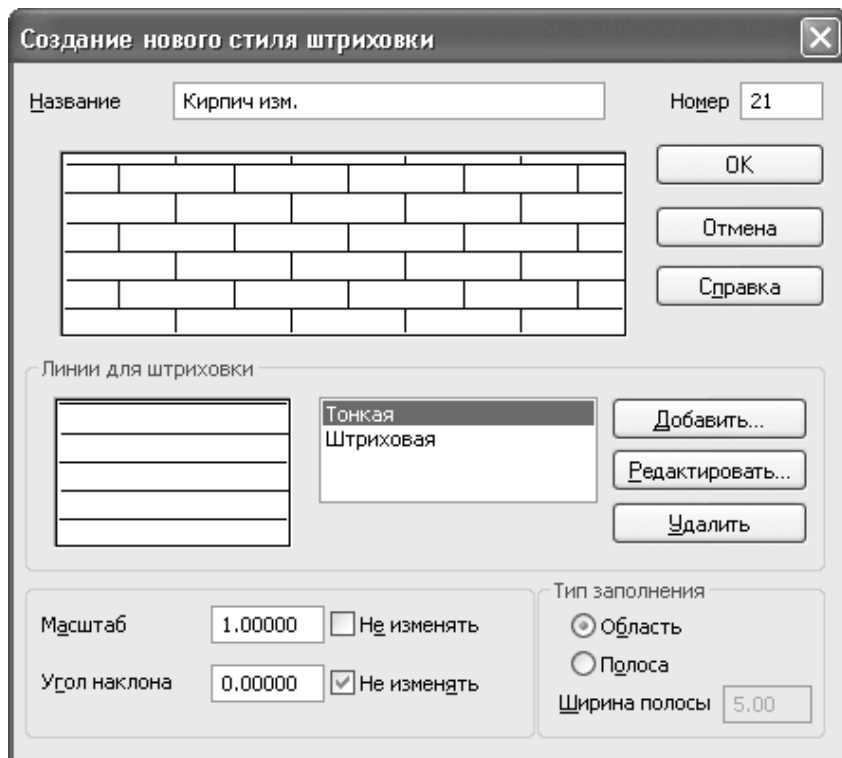


Рис. 2.26. Создание нового стиля штриховки на основе уже существующего

4. Сохранив стиль под новым именем (для этого нужно изменить его название в соответствующем поле и нажать кнопку ОК после завершения настроек), вы можете использовать его в своих чертежах.

Последняя кнопка панели инструментов Геометрия, которая называется Спроецировать объект 

недоступна при работе с графическим документом, однако она очень важна. Она активируется только при создании или редактировании эскиза в трехмерном документе и позволяет проецировать элементы трехмерной модели (вершины, ребра, грани) на плоскость текущего эскиза. Команда работает следующим образом. После ее вызова вы выделяете мышью различные объекты модели, а они автоматически проецируются на эскиз. Вершины проецируются во вспомогательные точки, ребра – в отрезки, дуги и сплайны, а при выборе грани на плоскости эскиза создаются линии – проекции ребер грани. Эта команда незаменима, когда создаваемый эскиз нужно тем или иным образом привязать к уже существующей геометрии модели.

Если вы внимательно смотрели на рисунки панели свойств для той или иной команды создания графических примитивов, то наверняка обратили внимание на то, что последним всегда размещается раскрывающийся список Стиль (исключение составляют команда Штриховка и команды построения вспомогательной геометрии). В этом списке содержатся стили линий, которые применяются при построении графических объектов. Напомню, что состав данного списка формируется на вкладке Новые документы окна Параметры, в разделе Графический документ > Линии > Фильтр линий. По умолчанию установлен стиль Основная. Если вы изменили стиль линии для объекта, он запоминается и при следующем вызове любой команды будет использоваться по умолчанию. Чтобы запретить системе запоминать стиль линии (то есть всегда предлагать по умолчанию стиль, указанный в фильтре линий), необходимо снять флажок Запоминать последний стиль в окне настройки фильтра.

В КОМПАС-3D была введена поддержка международного стандарта ISO для оформления конструкторской документации. В результате в системе значительно расширился набор стилей линий (рис. 2.27).

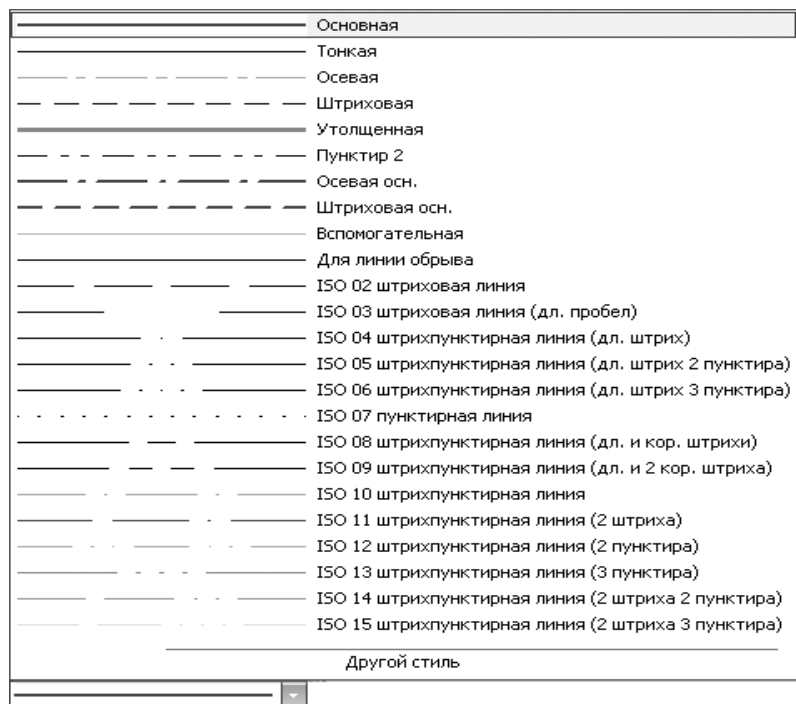


Рис. 2.27. Раскрывающийся список со всеми системными стилями линий

Вы также можете создавать собственные стили линии. Для этого сделайте следующее.

1. После вызова команды создания какого-либо геометрического объекта раскройте список Стил*ь* и выберите пункт Другой стиль.

2. В появившемся окне выбора стиля линии перейдите на вкладку В памяти.

3. Щелкните на кнопке Новый. Перед вами должно появиться окно Создание нового стиля кривой (рис. 2.28), которое содержит параметры для создания собственного стиля линии: прототипа для стиля, тип кривой, параметры штрихов и промежутков, цвета линии и пр.

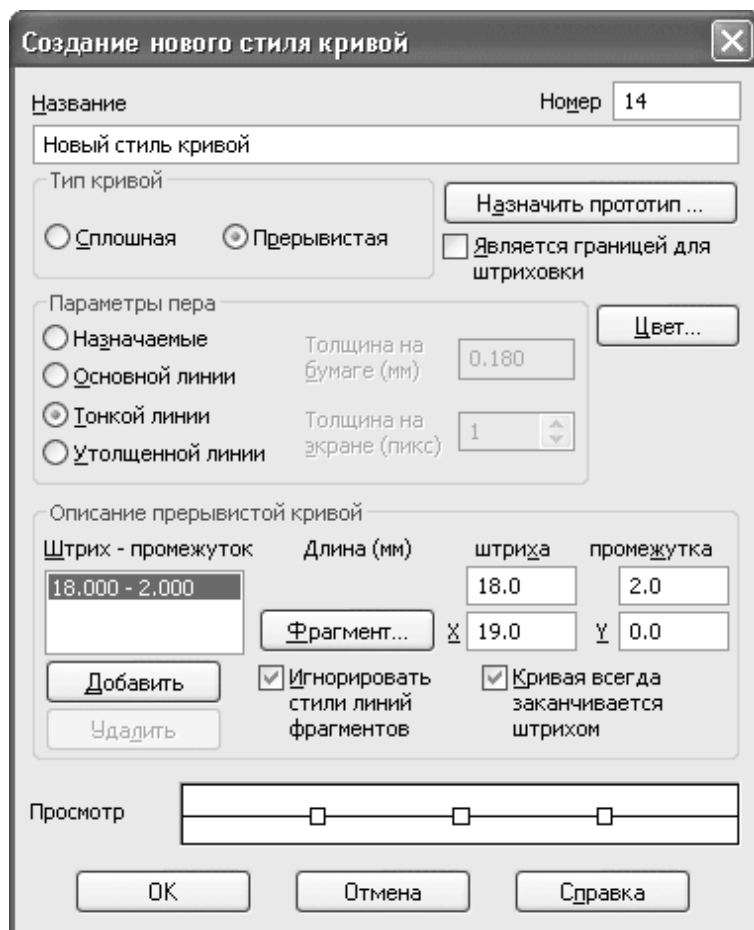


Рис. 2.28. Создание нового стиля линии

4. Присвойте имя стилю (введите его в поле Название) и нажмите ОК.

Редактирование геометрических объектов

В системе КОМПАС редактировать все графические объекты (включая и библиотечные) можно тремя способами:

- использовать режим редактирования (для этого нужно дважды щелкнуть кнопкой мыши на объекте);
- при помощи характерных точек (для этого следует щелкнуть на объекте кнопкой мыши один раз);
- с применением специальных команд редактирования.

После двойного щелчка на объекте система запускает команду, при помощи которой этот объект создавался (для библиотечных элементов – вызывает соответствующую команду библиотеки с диалоговым окном, если это необходимо). При этом все элементы управления содержат параметры запущенного на редактирование объекта (координаты характерных точек, стиль линии и др.). Значения данных пара-

метров можно изменять. Чтобы принять все изменения, нужно нажать кнопку Создать объект.

Создайте какой-либо простой объект на чертеже (например, отрезок или окружность), потом щелкните на нем дважды. На панели свойств сразу появятся элементы управления, свойственные соответствующему объекту. Измените координаты какой-либо точки отрезка или центра окружности и завершите редактирование (кнопка Создать объект или сочетание клавиш Ctrl+Enter). Убедитесь, что внесенные изменения отобразились на чертеже.

Примечание

Для макрообъектов, созданных пользователем, а также графических объектов, полученных в результате применения команды Собрать контур, при двойном щелчке не выполняется переход в режим редактирования.

Однако каждый раз запускать на редактирование весь объект, если необходимо изменить лишь один параметр, согласитесь, не совсем удобно. Кроме того, при редактировании объекта хотелось бы иметь возможность применять привязки. Однако режим редактирования, в который можно перейти, дважды щелкнув на объекте, не предоставляет возможности использовать привязки. По этой причине для повышения удобства редактирования чертежей в системе КОМПАС есть еще один режим редактирования, в который можно перейти, один раз щелкнув кнопкой мыши.

Такой режим редактирования (его также можно назвать редактированием при помощи характерных точек) можно использовать для всех графических объектов КОМПАС-График (в том числе для размеров, обозначений и пр.), за исключением пользовательских макроэлементов. Принцип редактирования основан на изменении формы, конфигурации, размещения или ориентации объекта путем перетаскивания его характерных точек. Характерные точки графических объектов (начало и конец отрезка, опорные точки кривой Безье и т. п.), как правило, дублируют точки, координаты которых задавал пользователь, создавая объект. При перетаскивании характерных точек вы можете применять как глобальные, так и локальные привязки.

Чтобы войти в режим редактирования характерных точек, необходимо один раз щелкнуть на объекте. При этом объект выделится (подсветится), а характерные точки отобразятся маленькими черными квадратами. Изменить положение характерной точки просто. Для этого подведите указатель к черному квадрату, а когда он примет форму четырехнаправленной стрелки, нажмите кнопку мыши и перетаскивайте точку. Следом будет изменяться и форма, размещение или ориентация объекта (в зависимости от назначения точки). После завершения редактирования просто отпустите кнопку мыши.

Рассмотрим все описанное на примере.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж.
2. Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов и постройте квадрат без верхней стороны (с длиной стороны 50 мм), а также отрезок, произвольно размещенный на чертеже (рис. 2.29).

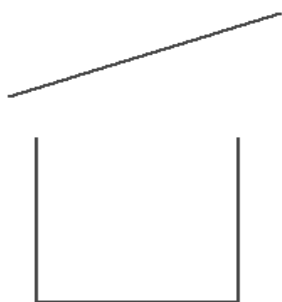


Рис. 2.29. Результат построения

изображения – величина и угол смещения задаются в соответствующих полях панели свойств).

Применение почти всех команд редактирования мы рассмотрим на одном большом примере. Начнем с того, что подготовим документ КОМПАС-Чертеж, в котором создадим три горизонтальных отрезка, а также изображение болта (рисунок может быть произвольным, поскольку точные размеры для нас сейчас не важны). Разместите их так, как показано на рис. 2.32.

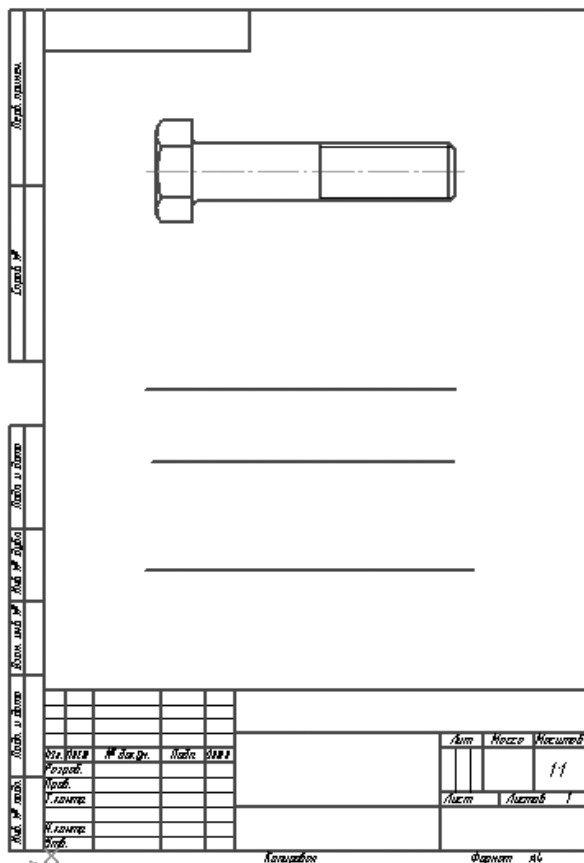


Рис. 2.32. Подготовка изображения к редактированию

Обратите внимание на то, что изображение болта на рис. 2.32 не является библиотечным элементом! Это лишь набор графических примитивов. Однако если вам пока еще трудно самостоятельно нарисовать болт, вы можете использовать изображение этого крепежного элемента из библиотеки. Для этого откройте менеджер библиотек, перейдите в категорию Машиностроение, затем в категорию Конструкторская библиотека, там откройте папку БОЛТЫ, потом БОЛТЫ НОРМАЛЬНЫЕ и дважды щелкните на объекте Болт ГОСТ 7798-70. В появившемся окне настройки выбранного объекта нажмите ОК и разместите элемент на чертеже. Выделите вставленный болт и выполните команду контекстного меню Разрушить, чтобы разбить библиотечный макроэлемент на составляющие (для примера, иллюстрирующего редактирование, нам требуется просто набор графических примитивов). Если у вас возникнут какие-нибудь затруднения, можете открыть файл Заготовка.cdw, находящийся в папке примеров для второй главы.

Редактирование начнем с перемещения изображения болта. Поскольку болт состоит из множества графических объектов, перед редактированием их необходимо выделить. Специальные команды для выделения представлены на панели Выделение (рис. 2.33), но чаще всего объекты на чертеже выделяются щелчком кнопки

мышь или при помощи рамки выделения (если необходимо выделить сразу несколько объектов).



Рис. 2.33. Панель инструментов Выделение

Если вы, удерживая нажатой левую кнопку мыши, перемещаете указатель справа налево, то формируется секущая рамка выделения; если слева направо – обычная. Отличие секущей рамки заключается в том, что после отпускания кнопки мыши выделяются все объекты, даже те, часть которых попала в рамку, тогда как при использовании обычной рамки выделяются лишь те объекты, которые полностью попали в рамку.

Таким образом, выделите все объекты, составляющие изображение болта, с помощью рамки. Поскольку болт является полностью законченным изображением, а также учитывая то, что нам не раз придется применять по отношению к нему различные команды редактирования, я советую сформировать пользовательский макрообъект из примитивов, входящих в него. Для этого выполните команду Сервис > Объединить в макроэлемент главного меню или команду Объединить в макроэлемент контекстного меню, которое появляется при щелчке правой кнопкой мыши на выделенной группе объектов. Убедитесь, что система распознает выделенную группу объектов как единое целое – один геометрический объект. Выделять, удалять, перемещать и производить любые другие действия с ним можно как с обычным простым графическим объектом (например, отрезком, окружностью и т. п.). Единственным недостатком пользовательского макроэлемента по сравнению с библиотечным является отсутствие характерных точек для быстрого редактирования.

Теперь перейдем к редактированию.

1. Выделите сформированный макроэлемент, щелкнув на нем кнопкой мыши.
2. Нажмите кнопку Сдвиг на панели Редактирование. Укажите базовую точку для сдвига, в качестве которой выберите точку пересечения оси болта с основанием его головки. Подведите указатель к требуемой точке и, когда сработает привязка Ближайшая точка, щелкните кнопкой мыши. Изображение болта перейдет в фантомное и «приклеится» к указателю мыши в базовой точке.

- 3. После этого вы можете перемещать выбранный объект в пределах документа. Чтобы зафиксировать объект в новом месте, просто щелкните там кнопкой мыши. Система удалит фантом и разместит изображение на чертеже, совместив указанную базовую точку с точкой, в которой вы щелкнули на чертеже.**

В нашем примере достаточно опустить болт по вертикали вниз до пересечения с первым отрезком (рис. 2.34).

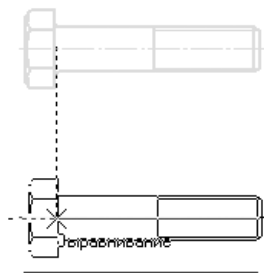



Рис. 2.34. Перемещение (сдвиг) объекта

4. Завершите выполнение команды.

Примечание

Перемещать графические объекты можно и без применения команды Сдвиг. Выделенный объект можно просто перетаскивать мышью, однако в этом случае вы не сможете привязаться к конкретной точке изображения, следовательно, не сможете точно позиционировать перемещаемый объект.

Следующая команда – Поворот  – позволяет повернуть выбранные элементы чертежа или фрагмента вокруг определенной точки. Рассмотрим действие команды на примере.

1. Выделите изображение болта, щелкнув на нем кнопкой мыши (если оно не осталось выделенным после операции сдвига).

2. Щелкните на кнопке Поворот на панели Редактирование. Укажите точку центра поворота. В нашем случае она совпадет с базовой точкой при сдвиге.

3. Укажите вторую точку, перемещая которую, вы будете задавать угол поворота изображения. Это может быть любая точка, как изображения, так и документа вообще. Но для удобства позиционирования ее лучше разместить на оси болта.

4. Передвигайте указатель мыши вниз. Вы увидите, как изображение (фантом) поворачивается относительно первой указанной точки. Выровняйте вторую точку по вертикали с первой и зафиксируйте изображение, щелкнув кнопкой мыши (рис. 2.35).

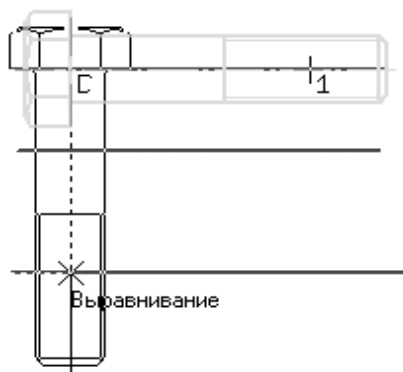



Рис. 2.35. Поворот объекта

5. Завершите выполнение команды.

После указания точки поворота можно было поступить немного по-другому. В поле Угол панели свойств ввести значение -90 и нажать кнопку Создать объект. Результат был бы тем же. Таким образом, если вы точно знаете, на какой угол нужно повернуть изображение, лучше задать этот угол в поле на панели свойств.

Команда Масштабирование  служит для увеличения или уменьшения изображения на чертеже. Для этого необходимо указать точку масштабирования и масштаб увеличения изображения по осям X и Y (если масштаб меньше единицы, то изображение уменьшается). Масштаб по обеим осям может отличаться, за исключением случаев, когда в масштабируемом изображении присутствуют дуги или масштабируется весь вид целиком. В таких случаях масштаб по оси Y принимается равным масштабу по оси X , а поле Масштаб Y на панели свойств становится недоступным.

Команда Симметрия  позволяет получить симметричное, относительно произвольной прямой, изображение выбранного объекта.

Продолжим работу над нашим примером.

1. Снова выделите изображение болта.

2. Нажмите кнопку **Симметрия** на панели Редактирование. Укажите две точки прямой, относительно которой нужно получить симметричное изображение (прямая отрисовывается пунктиром). Пусть, например, это будет вертикальная прямая, немного смещенная вправо от отображаемого болта (рис. 2.36).

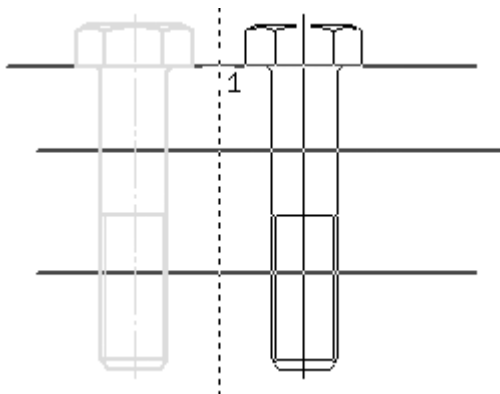





Рис. 2.36. Создание симметричного изображения


3. Завершите выполнение команды.


Следующая группа команд предназначена для копирования выделенных объектов документа.

 **Копирование** – позволяет копировать выделенные объекты чертежа или фрагмента. Копирование осуществляется указанием базовой точки, с последующим заданием точки размещения копии или путем определения смещения по осям относительно базовой. За один вызов команды можно сделать сколько угодно копий выделенных объектов.

 **Копия по кривой** – копии выделенных объектов размещаются вдоль выбранной кривой с определенным шагом.

 **Копия по окружности** – предназначена для размещения определенного количества копий объекта вдоль выбранной окружности.

 **Копия по концентрической сетке** – копии объекта располагаются в узлах концентрической сетки (то есть по концентрическим окружностям).

 **Копия по сетке** – копии выделенных объектов размещаются в узлах двумерной сетки.

Создадим еще один болт, применяя команду **Копирование**.

1. Выделите щелчком кнопкой мыши правый болт.

2. Нажмите кнопку **Копирование** на панели Редактирование. Укажите точку привязки для копируемого объекта. В качестве этой точки примем точку пересечения оси болта с основой головки левого болта.

3. После указания базовой точки переместите указатель вправо, совместив его с точкой пересечения оси и основания головки копируемого болта (рис. 2.37). При этом фантом копии окажется на таком же расстоянии от оригинала, что и левый болт. Зафиксируйте копию.

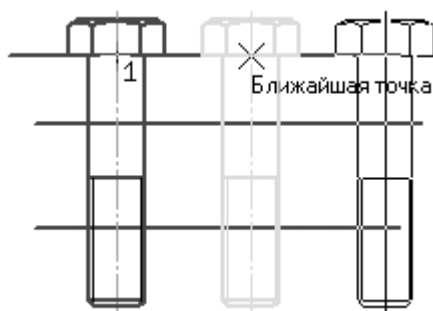





Рис. 2.37. Копирование объектов

4. Завершите выполнение команды.


Далее идет группа инструментов, позволяющих деформировать объекты графических документов.


 **Деформация сдвигом** – позволяет редактировать часть (область) фрагмента или чертежа, растягивая или смещая ее относительно базовой точки.


 **Деформация поворотом** – деформирует часть графического документа, поворачивая ее относительно базовой точки.


 **Деформация масштабированием** – увеличивает или уменьшает указанную область изображения чертежа или фрагмента.

Следующая группа содержит кнопки, предназначенные для удаления участков кривой.

 **Усечь кривую** – одна из самых нужных команд редактирования. Удаляет часть кривой между точками ее пересечения с другими кривыми. Если вы щелкнули на участке кривой, имеющей лишь одно пересечение с другим объектом, то удаляется весь участок до пересечения. Если кривая не имеет пересечений с окружающими объектами, то она удаляется полностью. Возможен также другой режим работы этой команды, когда указанный участок остается на чертеже, а удаляется вся остальная кривая. Переключение режимов осуществляется при помощи кнопок в группе Режим на панели свойств.

 **Усечь кривую 2 точками** – удаляет часть кривой между двумя точками, указанными пользователем.

 **Вывести по границе** – служит для продления и усечения объектов относительно выбранной кривой (границы).

 **Удлинить до ближайшего объекта** – продлевает выделенные объекты до пересечения с указанным объектом.

 **Удалить фаску/скругление** – удаляет указанные фаску или скругление.

Попробуем удалить ненужные фрагменты кривых в нашем примере.

1. Нажмите кнопку **Усечь кривую** на панели Редактирование.

2. По очереди щелкайте кнопкой мыши на тех участках кривой, которые должны быть удалены с чертежа. В результате у вас должно получиться что-то похожее на рис. 2.38. Если вы удалили не тот участок, то можете отменить удаление, выполнив команду Редактор > Отменить или нажав сочетание клавиш Ctrl+Z.

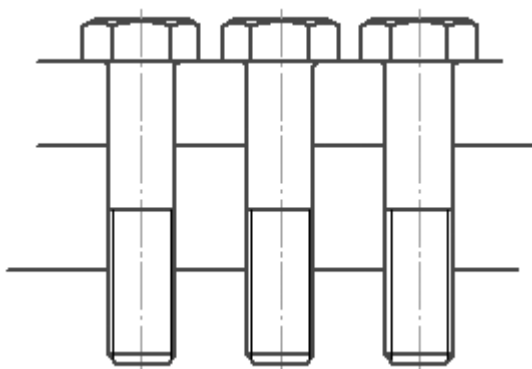


Рис. 2.38. Изображение после удаления лишних кривых

3. Завершите выполнение команды.

Добавив две кривых Безье, выполненных стилем Для линии обрыва, а также штриховку, вы получите болтовое соединение двух деталей, правда, без шайб и гаек (рис. 2.39).

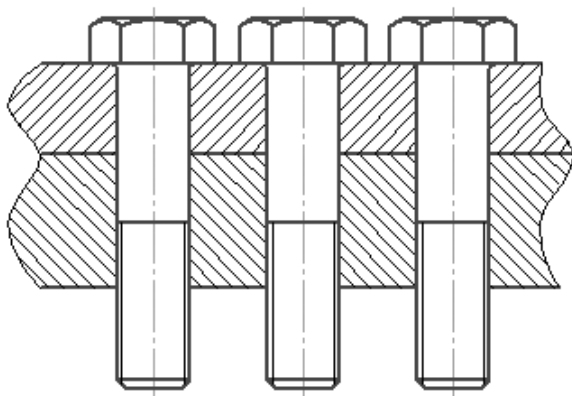





Рис. 2.39. Финальное изображение на чертеже

Две следующих команды – Разбить кривую

 и Разбить кривую на N частей

 – позволяют разбить геометрический объект на несколько частей (на две произвольные части или на некоторое количество равных по длине частей соответственно).

Команда Очистить область  предназначена для удаления всех объектов внутри или снаружи некоторой замкнутой области (полилинии, окружности, многоугольника и т. п.).

Последняя команда на панели Редактирование – Преобразовать в NURBS  Она преобразовывает в NURBS-кривую любой указанный объект на чертеже. На первый взгляд в этой функции нет ничего необычного. Рассмотрим ее применение на таком примере. Представьте, что на чертеже необходимо зеркально отобразить текст, например, фразы «КОМПАС-3D ». Попробуйте выполнить эту задачу самостоятельно, без применения команды Преобразовать в NURBS. Уверен, у вас ничего не получится!

На самом деле это просто сделать. Создайте новый чертеж. Используя команду Ввод текста на панели инструментов Обозначения, введите текст КОМПАС-3D . Нажмите кнопку Преобразовать в NURBS на панели инструментов Редактирования

щелкните на созданном тексте. Теперь вместо объекта текст вы имеете набор кривых, которые можно редактировать. Выделите всю надпись, состоящую из NURBS-кривых, и нажмите кнопку Симметрия. Укажите две точки прямой, относительно которой желаете зеркально отобразить надпись. Полученное изображение на чертеже будет приблизительно таким, как показано на рис. 2.40.

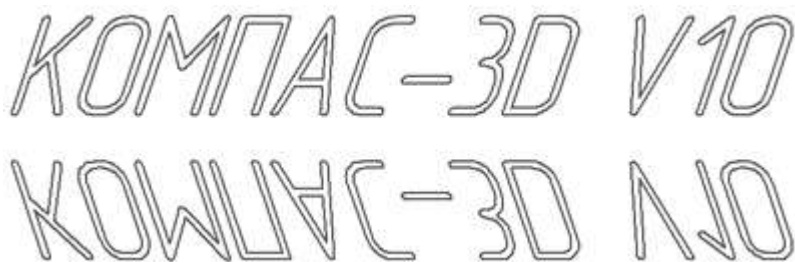


Рис. 2.40. Зеркально отобразить текст можно после его преобразования в NURBS-кривые

Примечание

Команды редактирования недоступны, если в документе нет ни одного графического объекта. Если в документе ни один объект не выделен, то остаются неактивными кнопки команд Сдвиг, Сдвиг по углу и расстоянию, Поворот, Масштабирование, Симметрия, Копирование, Копия по кривой, Копия по окружности, Копия по concentрической сетке и Копия по сетке.

В завершение этого раздела хочу рассказать о еще одной немаловажной возможности. Очень часто при редактировании чертежей приходится изменять стиль линий. Вызывать настройки для каждого объекта, щелкая на нем дважды кнопкой мыши, долго и неудобно. В КОМПАС-График есть средство для одновременного изменения стиля нескольких выделенных объектов – команда Изменить стиль контекстного меню. Она вызывает окно Изменение стилей выделенных объектов (рис. 2.41), в котором вы можете назначить любой новый стиль группе объектов, для которых вызывалось контекстного меню.



Рис. 2.41. Окно Изменение стилей выделенных объектов

Если в раскрывающемся списке в области Чем заменять нет нужного стиля линии, нажмите кнопку >>, после чего появится окно Выберите текущий стиль (рис. 2.42), в котором вы можете выбрать любой из имеющихся в системе стилей или создать свой.

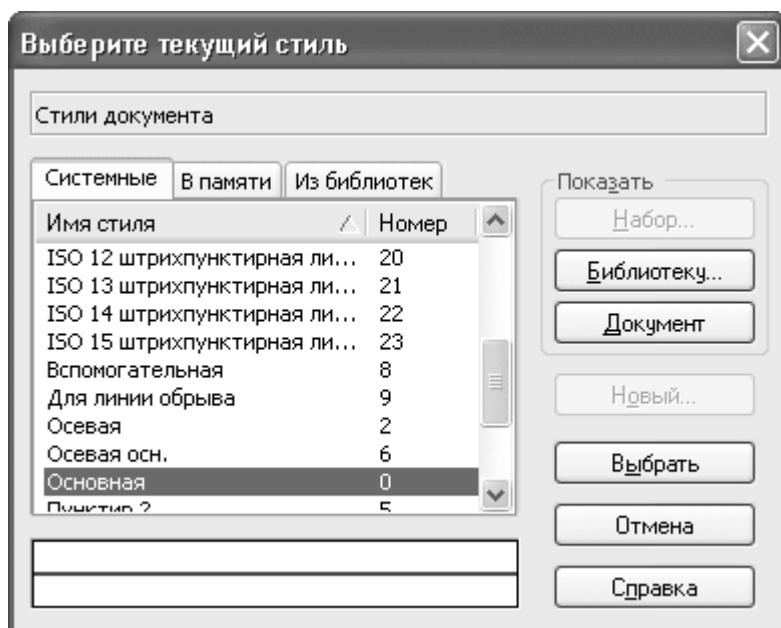


Рис. 2.42. Окно Выберите текущий стиль

Изменение стилей сразу для нескольких объектов возможно только для графических примитивов, но не для текста, обозначений и прочих элементов чертежа.

1.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).

Тема: «Размеры и обозначения».

1.3.1 Цель работы: Освоить методику построения размеров редактирования размерных

1.3.2 Задачи работы:

1. Изучение набора средств для создания размеров и различных знаков обозначений.

1.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.3.4 Описание (ход) работы:

Размеры и обозначения

Ни один чертеж не может считаться полноценным, если в нем нет размеров и различных обозначений (знаков шероховатостей, баз, отклонений, линий выносок и пр.), предусмотренных стандартами. Система КОМПАС-График содержит большой набор средств для создания размеров и различных знаков обозначений.


Построение размеров и редактирование размерных надписей


Кнопки для вызова команд простановки размеров собраны на панели инструментов Размеры (рис. 2.43). Эту панель можно вызвать, щелкнув на одноименной кнопке переключения компактной панели.





Рис. 2.43. Панель Размеры


Команды предлагают практически все возможные варианты нанесения размеров (линейный, линейный с обрывом, угловой, диаметральный, радиальный и пр.), большинство из которых рассмотрены ниже.


 **Авторазмер** – интеллектуальная команда, самостоятельно выбирающая тип создаваемого размера в зависимости от графического объекта, указанного пользователем. Например, если после вызова этой команды вы указали щелчком окружность, система будет создавать диаметральный размер, если щелкнули на прямолинейном объекте – линейный размер и т. д. На вкладках панели свойств будут отображаться различные настройки для каждого типа размера.


 **Линейный размер** – предназначен для простановки линейного размера на чертеже. Создание размера состоит из последовательного указания трех точек: две первые определяют собственно величину размера, а третья указывает (фиксирует) местоположение размерной линии на чертеже. В отдельных случаях трудно задать точки, определяющие величину размера. При этом лучше указать сам прямолинейный объект, чтобы система самостоятельно определила его габариты. Это можно сделать, нажав кнопку **Выбор базового объекта**

 на панели специального управления. Кроме команды **Линейный размер** в этой же группе находятся другие команды, реализующие частные случаи построения линейных размеров (**Линейный от общей базы**, **Линейный цепной** и пр.). Эти команды используются значительно реже.

 **Диаметральный размер** – служит для простановки диаметральных размеров окружностей. Для построения размера достаточно указать необходимую окружность и настроить параметры отображения размера.

 **Радиальный размер** – строит радиальный размер для дуг окружностей. В этой же группе находится команда **Радиальный с изломом**

 **Угловой размер** – отвечает за построение углового размера между двумя прямолинейными объектами. Для простановки угловых размеров существует еще несколько команд, объединенных в одну группу (**Угловой от общей базы**, **Угловой цепной**, **Угловой с обрывом** и пр.).

 **Размер дуги окружности** – предназначен для построения размера, показывающего длину дуги окружности (рис. 2.44).

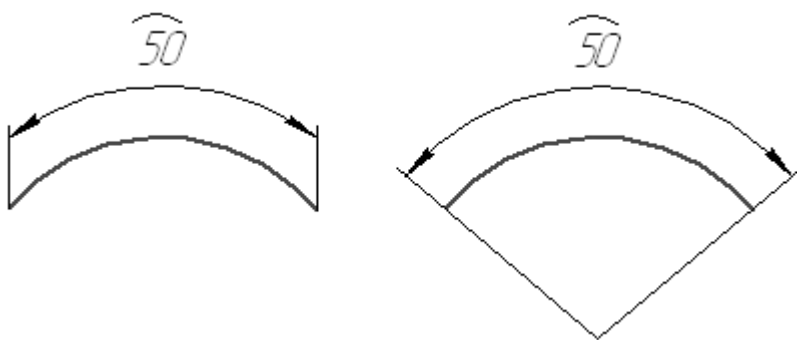


Рис. 2.44. Варианты отрисовки размеров дуги окружности

 **Размер высоты** – позволяет создавать ряд размеров, обозначающих отметки высоты (рис. 2.45).

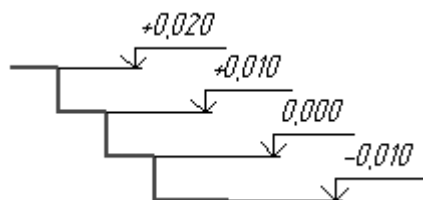


Рис. 2.45. Размер высоты

При вводе размера любого типа вы можете управлять различными настройками их отображения. Их можно изменять на вкладке **Параметры** панели свойств (рис. 2.46).

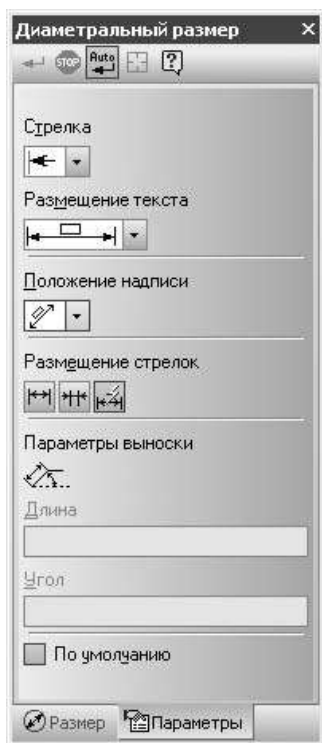


Рис. 2.46. Параметры отображения размера (на примере команды Диаметральный размер)

Доступны следующие параметры отображения размера и размерной надписи (приведены типовые параметры для всех разновидностей размеров):

- выбор типа стрелки на концах размерной линии (раскрывающийся список Стрелка):

 – стрелка;  – засечка;  – вспомогательная точка;  – без стрелки;

- выбор способа размещения текста размерной надписи и линии выноски (раскрывающийся список Размещение текста):

 – автоматическое (текст размещается посередине размерной линии);

 – ручное (размещение текста размера определяется пользователем);

 – на полке, влево;


 – на полке, вправо;


 – на полке, вверх;

 – на полке, вниз;

- настройка положения надписи (раскрывающийся список Положение надписи):

 – параллельно, над линией;

 – параллельно, в разрыве линии;

 – горизонтально, в разрыве линии.

Кроме того, можно задать размещение стрелок (внутри или снаружи выносных линий) при помощи группы команд Размещение стрелок. По умолчанию включено авторазмещение стрелок, при котором система самостоятельно располагает стрелки снаружи при слишком близком размещении выносных линий (малом значении номинала размера).

Очень хорошие возможности КОМПАС-График предлагает для оформления текстовой надписи (проставки различных знаков, квалитетов, отклонений и пр.). Все элементы оформления настраиваются в окне Задание размерной надписи (рис. 2.47), для вызова которого следует щелкнуть на поле Размерная надпись вкладки Размер настроек любого размера.




Рис. 2.47. Диалоговое окно Задание размерной надписи

В этом окне можно ввести текст и символ, которые разместятся до значения размера, а также текст после размера (например, $\times 45^\circ$). Вы также можете вводить значение размера, согласованное со стандартным рядом (Ra5, Ra10, Ra20 или Ra40), или включить автоматическое определение размера указанного объекта (флажок Авто). Данное окно также содержит элементы управления для настройки качества и отклонений, отображаемых в размерной надписи, причем значения отклонений автоматически согласовываются с выбранным качеством. Выбор качества производится в окне Выбор качества, которое появляется при щелчке на кнопке Качество. Это избавляет вас от долгого поиска в справочнике нужного качества для отверстия или вала, а также значений отклонений, соответствующих ему. В текстовом поле в нижней части окна Задание размерной надписи отображается размерная надпись, которая является результатом сделанных настроек. Установив флажок Использовать по умолчанию, вы можете сохранить настройки (символ, качество, значение), и они будут применяться при последующих вызовах этого окна.

Применение различных команд нанесения размеров будет рассмотрено на примере в конце главы. Сейчас я приведу небольшой, но очень ценный практический пример, показывающий создание наклонного линейного размера (рис. 2.48). Такие размеры часто используются в строительных чертежах.



Рис. 2.48. Наклонный размер

1. Создайте новый чертеж и постройте в нем какой-либо прямолинейный объект, например отрезок произвольной длины.
2. Нажмите кнопку **Линейный размер** на панели инструментов **Размеры**.
3. Отключите режим автосоздания размера, то есть режим завершения построения после последнего щелчка кнопкой мыши. Для этого, если кнопка **Автосоздание объекта**  на панели специального управления нажата, то щелкните на ней (если данная кнопка не нажата, ничего делать не нужно).
4. Укажите точки размера по краям отрезка или сам отрезок в качестве базового объекта для построения размера (во втором случае предварительно нужно нажать кнопку **Выбор базового объекта**).
5. В группе кнопок **Тип** нажмите кнопку **Параллельно объекту** .
6. После фиксации размерной линии нажмите кнопку **Наклонить размер**  на панели специального управления. При этом на панели свойств должно отобразиться поле **Угол** для задания угла наклона (рис. 2.49).

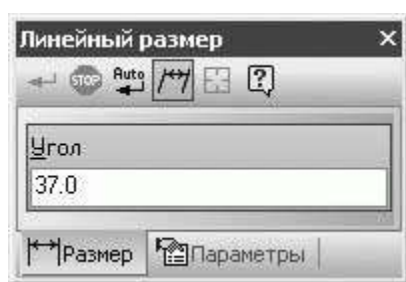


Рис. 2.49. Задание угла наклона линий-выносок

7. Задайте необходимый угол (или просто наклоните размер, перетащив его за характерные точки сбоку от размерной линии), после чего отожмите кнопку **Наклонить размер**.

8. Щелкните на кнопке **Создать объект**, чтобы завершить построение размера. Полученный размер должен напоминать показанный на рис. 2.48.


Обозначения на чертеже

Команды для простановки обозначений (а также некоторые другие) находятся на панели инструментов **Обозначения** (рис. 2.50). Эта панель вызывается, как и прочие, щелчком на одноименной кнопке компактной панели.



Рис. 2.50. Панель Обозначения

Для создания элементов оформления предназначены следующие кнопки.

 **Шероховатость** – позволяет размещать на графических объектах (или на их продлении) знаки шероховатости (рис. 2.51). Можно использовать структуру обозначения знака по ГОСТ 2.309—73 или более позднюю редакцию, соответствующую изменению № 3 от 2003 года в ГОСТ 2.309—73. Выбрать структуру обозначения можно на вкладке **Новые документы** диалогового окна **Параметры** в разделе **Графический документ > Шероховатость**. Для установки знака шероховатости достаточно указать кривую, на которой он будет размещен, выбрать тип знака, а также при необходимости заполнить надписи.

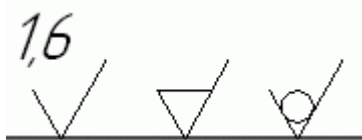







Рис. 2.51. Примеры обозначения шероховатости в КОМПАС


 База – предназначена для создания обозначения базы на чертеже. Кнопка недоступна, если документ пуст. Система автоматически отслеживает имеющиеся в чертеже базы, исходя из чего, самостоятельно подбирает букву для обозначения.

 Линия-выноска – позволяет создавать на чертеже произвольное количество линий-выносок (рис. 2.52, а).

 Знак клеймения – позволяет создать линию-выноску для обозначения клеймения (рис. 2.52, б).

 Знак маркировки – дает возможность разместить на чертеже линию-выноску с обозначением маркировки (рис. 2.52, в).

 Знак изменения – позволяет обозначить изменения (рис. 2.52, г).

 Обозначение позиций – команда, без которой не обойтись при создании сборочного чертежа. Она позволяет размещать на чертеже обозначения позиций, при этом система автоматически следит за нумерацией. Отображение позиционной выноски можно настраивать на вкладке Параметры панели свойств (рис. 2.53). Вы можете изменять тип стрелки (точка, стрелка или без стрелки), направления полки и текста относительно базовой точки, а также выбирать тип формы (рис. 2.54). Флажок Полка служит для управления отображением полки позиционной линии-выноски.

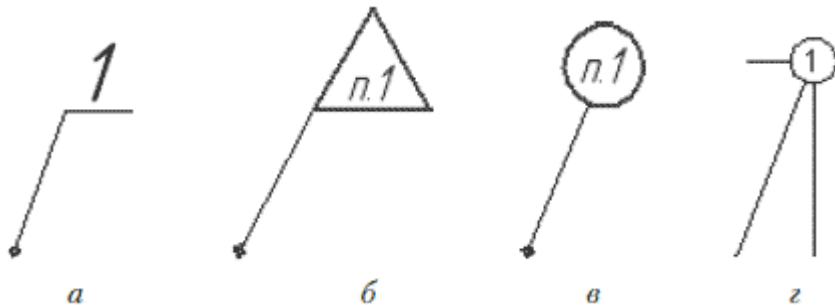


Рис. 2.52. Варианты линий-выносок: произвольная (а), знак клеймения (б), маркировка (в), обозначение изменения (г)

Примечание

Кнопки Линия-выноска, Знак клеймения, Знак маркировки и Знак изменения на панели Обозначения объединены в одну группу.

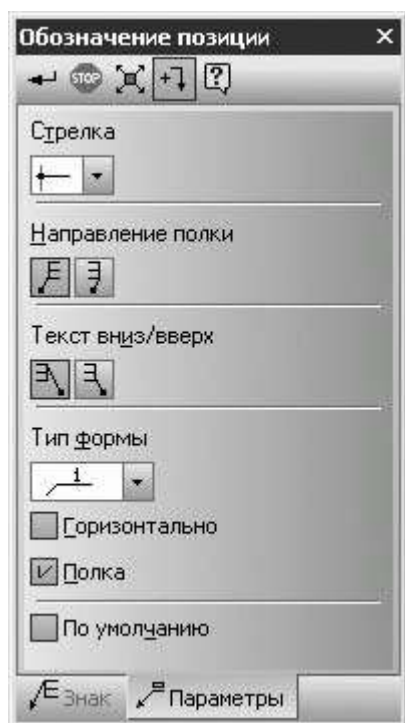


Рис. 2.53. Параметры отображения позиционной линии-выноски

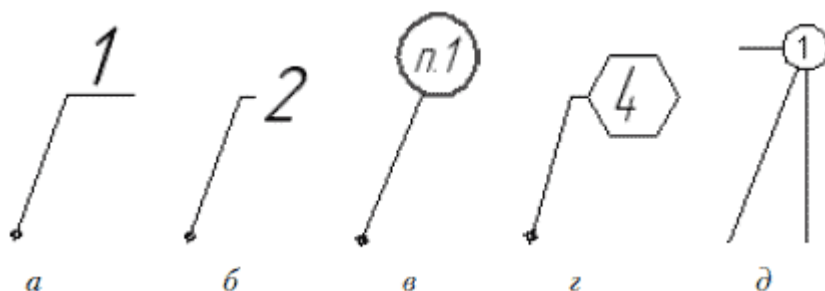





Рис. 2.54. Формы отображения обозначения позиций: простой текст (а), открытый текст (б), круг (в), шестиугольник (г), круг с разделителем (д)

 Допуск формы – позволяет вставить в чертеж допуск формы и расположения поверхности.

 Линия разреза – дает возможность создавать простую или ступенчатую линию разреза на чертеже. Буквенное обозначение разреза устанавливает система. При этом она не использует буквы, которые уже заняты для обозначения баз или других разрезов.

 Стрелка взгляда – позволяет строить стрелку, указывающую направление взгляда.

 Выносной элемент – создает на изображении обозначение выносного элемента (круг с линией-выноской). Обратите внимание, эта команда создает лишь обозначение выносного элемента! Само изображение, которое попало в пределы, охваченные этим обозначением, вы должны чертить сами (за исключением изображений ассоциативных видов).


Примечание


После завершения выполнения команд Линия разреза, Стрелка взгляда или Выносной элемент запускается команда создания нового вида в чертеже и, соответ-

ственно, его обозначения. Это обычный текстовый объект, в состав которого входит буквенное обозначение вида, знак «развернуто» или «повернуто», масштаб и угол поворота вида, номер листа и обозначение зоны. Особенность обозначения вида заключается в том, что оно ассоциативно связано с тем видом, на который указывает. Разместив локальную систему координат, после завершения формирования линии разреза, сечения, вида по стрелке или выносного элемента вы можете приступить к созданию изображения этого вида.

Большинство рассмотренных команд используется в примере, приведенном в конце главы.

Вы наверняка заметили, что я описал не все команды панели инструментов Обозначения. Причина состоит в том, что на этой панели есть несколько команд, не связанных с обозначениями.

 Ввод текста – служит для создания текстовых надписей на чертеже или фрагменте. При оформлении текста вы можете выбирать любой шрифт, устанавливать междустрочный и междусимвольный интервалы, задавать выравнивание текста, вставлять в текст различные символы, спецзнаки, использовать дроби, верхние/нижние индексы и пр. Все перечисленные параметры настраиваются на панели свойств.

 Ввод таблицы – позволяет поместить на чертеж таблицу. После указания точки привязки таблицы в документе (верхнего левого угла размещаемой таблицы) появится окно создания новой таблицы (рис. 2.55). В нем можно задать количество строк и столбцов, а также их размеры. Чтобы изменить ширину столбцов, можно просто перетащить границы ячеек таблицы мышью.

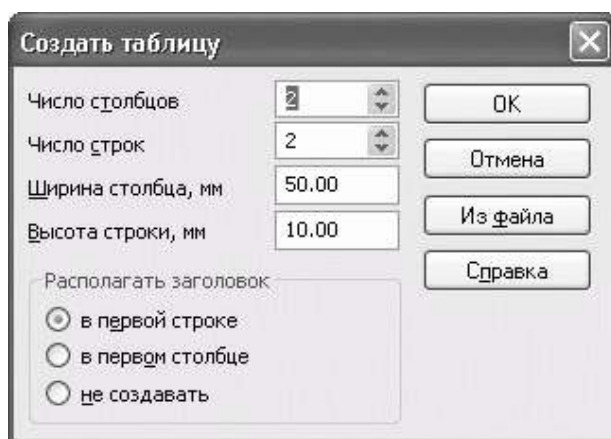







Рис. 2.55. Диалоговое окно Создать таблицу

 Осевая линия по двум точкам – строит осевую линию по двум указанным точкам. Особенность этой команды заключается в том, что она автоматически формирует выступы (их величину можно настраивать на панели свойств) слева и справа от указанных точек. Таким образом, осевая хорошо «ложится» на объект, и ее не нужно дополнительно растягивать.

 Автоосевая – также создает осевую линию. Ее преимущество перед кнопкой Осевая линия по двум точкам состоит в том, что она распознает тип указанного пользователем объекта, в зависимости от чего предлагает оптимальный способ построения осевой. Например, при указании окружности команда без каких-либо дополнительных настроек создаст оси симметрии этой окружности. При последовательном указании двух параллельных отрезков осевая линия будет размещена посередине между ними и т. д.

 **Обозначение центра** – предназначена для обозначения центра окружностей, дуг, эллипсов, прямоугольников и пр. По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся осей. Можно также указывать центр одной осью или точкой.

 **Волнистая линия** – позволяет автоматически создать волнистую линию обрыва по двум указанным крайним точкам.

 **Линия с изломами** – составляет одну группу с предыдущей кнопкой и позволяет строить на чертеже линию обрыва с изломами.

КОМПАС-3D позволяет создать в графическом документе любой из предусмотренных стандартом вариантов размеров. Возможна простановка нескольких типов линейных, угловых, радиальных, а также диаметального, размера высоты и размера дуги.

Для простановки размеров выберите раздел меню Инструменты Размеры, либо нажмите кнопку на Компактной панели.

Общая последовательность действий при простановке большинства размеров следующая:

1. Настройка свойств размера.
2. Вызов команды простановки размера нужного типа.
3. Указание объектов (объекта), к которым требуется проставить
4. Редактирование (при необходимости) размерной надписи, задание ее положения.

Некоторые свойства размеров (например, зачернение стрелок, геометрические параметры) должны быть одинаковы для всего документа.

Для настройки свойства размеров для всего документа, вызовите команду СервисПараметры Текущий чертеж Размеры.

На экране появится диалог настройки В списке объектов настройки (в левой части диалога) есть пункт Стрелки и засечки и группа пунктов Размеры. При их выборе в правой части диалога появляются соответствующие элементы управления для настройки. После закрытия диалога все размеры текущего документа перестроятся. Сделанная настройка будет сохранена в текущем документе и не изменится при передаче его на другое рабочее место.

Настройте параметры свойств размеров

Если в большинстве документов используется одинаковый набор параметров, то можно сделать так, чтобы каждый новый документ по умолчанию создавался с необходимыми настройками размеров. Для этого вызовите команду СервисПараметрыНовые Документы Графический документ. Набор объектов настройки новых графических документов аналогичен набору объектов настройки текущего графического документа.

Вы можете установить комбинацию параметров, которая будет использоваться для создаваемых размеров до конца сеанса работы. Для этого при вычерчивании первого размера каждого типа (линейный, угловой и т.д.) настройте его необходимым образом и включите опцию По умолчанию на вкладке Параметры Панели свойств.

Можно настроить систему так, чтобы и в последующих сеансах по умолчанию использовался заданный набор параметров. Для этого вызовите команду СервисПараметрыСистема. В левой части появившегося диалога выберите пункт Графический документ Параметры новых размеров. В правой части диалога появятся элементы для настройки параметров новых размеров.

Познакомиться с содержимым панели Размеры.

1. Команда Авторазмер – позволяет построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размера.

Проставьте с помощью команды Авторазмер размеры для нескольких объектов на своем чертеже, а затем удалите проставленные размеры.

2. Ознакомьтесь с вариантами простановки линейных размеров с помощью кнопки **Линейный размер**, вызовите команду – **Линейный**.

Задайте ЛКМ либо на Панели свойств точки привязки размера (точки выхода выносных линий) т1 и т2 (р1 и р2). Выберите на Панели свойств Тип размера Горизонтальный. Затем задайте точку, определяющую положение размерной линии т3 (р3).

При необходимости можно отредактировать размерную надпись и выбрать параметры отрисовки размера на закладке **Параметры** Панели свойств.

Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то точка р3 определяет не только положение размерной линии, но и начало линии выноски. В этом случае для задания положения текста необходимо задать ЛКМ либо на Панели свойств точку начала полки т4.

По умолчанию размерная линия параллельна линии, проходящей через точки привязки размера. При этом на вкладке **Размер** Панели свойств активен переключатель **Параллельно объекту**. Чтобы построить горизонтальный или вертикальный размер, активизируйте соответствующий переключатель.

Иногда бывает трудно указать точки привязки размера (например, если рядом с этими точками расположены другие примитивы). В этих случаях можно указать сам объект для автоматического определения точек привязки размера. Для этого нажмите кнопку **Выбор базового объекта** или вызовите из контекстного меню одноименную команду. Затем укажите нужный объект. Его начальная и конечная точки будут определены автоматически и использованы в качестве точек привязки создаваемого размера. Базовым объектом может являться отрезок (в том числе звено ломаной и сторона многоугольника), дуга или сплайн.

3. Чтобы построить группу линейных размеров с общей базой, вызовите команду **Линейные размеры от общей базы**. Задайте первую точку привязки т1 (р1). Она будет общей для двух создаваемых размеров. Задайте вторую точку привязки т2 (р4) для первого размера группы. Задайте точку, определяющую положение размерной линии т3 (р5). Последовательно задайте точку т2, т3 (р6, р7) для второй размерной группы.

Чтобы перейти к простановке группы размеров от другой базы, расфиксируйте первую базовую точку (поле т1 на вкладке **Размер** Панели свойств) и задайте ее новое положение.

4. Ознакомьтесь с работой команды **Линейный цепной**. Последовательно задайте ЛКМ или на Панели свойств первую и вторую точки привязки размера т1, т2 (р1, р2).

Группа размеров, построенная с помощью этой команды, не является единым объектом – это несколько простых линейных размеров, общие точки привязки которых совпадают. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить на закладке **Параметры** Панели свойств опцию **По умолчанию**.

Задайте точку, определяющую положение размерной линии т3 (р3). Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи. Если выбрано размещение размерной надписи на полке, задайте точку начала полки т4. Последовательно задайте точки т2 (р4) для остальных размеров цепи.

Чтобы перейти к простановке следующего цепного размера, расфиксируйте первую точку привязки цепи (поле т1 на вкладке **Размер** Панели свойств) и задайте ее новое положение:

Линейный с общей размерной линией;

Линейный от отрезка до точки.

5. Чтобы построить диаметральный размер, вызовите команду Диаметральный размер. Укажите окружность, которую требуется образмерить. Размерная линия может быть полная или с обрывом. Для выбора нужного варианта воспользуйтесь группой переключателей Тип на вкладке Размер Панели свойств. При необходимости отредактируйте размерную надпись и выберите параметры отрисовки размера.

Если выбрано автоматическое или ручное размещение размерной надписи, задайте точку т1 (р1 на рисунке 9), определяющую положение размерной линии и надписи. Выберите на закладке Параметры Панели свойств размещение текста На полке, задайте точку начала полки т2 (р на рисунке 9).

Проставьте диаметральный размер на левой окружности, выбрав на закладке Параметры Панели свойств, размещение текста Автоматическое.

6. Ознакомьтесь с командой Радиальный размер дугу окружности, радиусом R15, которую требуется образмерить. При необходимости отредактируйте размерную надпись и выберите параметры отрисовки размера. Если выбрано автоматическое или ручное размещение размерной надписи, задайте точку т1 (р3 на рисунке 9), определяющую положение размерной линии. Если выбрано размещение размерной надписи на полке, задайте точку т1 (р4 на рисунке 9), а затем точку начала полки т2 (р5 на рисунке 9).

По умолчанию радиальный размер R25 проставлен от центра. Группа переключателей Тип на вкладке Размер Панели свойств позволяет выбрать вариант простановки радиуса не от центра окружности (дуги). 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.

Удалите размер R25 и проставьте его заново, используя вариант простановки радиуса не от центра.

7. Радиальный размер с изломом используется, когда требуется образмерить дугу очень малой кривизны. В этом случае размерная линия представляет собой ломаную, причем то ее звено, которое оканчивается размерной стрелкой, совпадает с истинным радиусом, проведенным в выбранную точку дуги.

Чтобы построить радиальный размер с изломом, вызовите команду Радиальный размер с изломом. Укажите окружность или дугу окружности, которую требуется образмерить. При необходимости отредактируйте размерную надпись. Задайте положение фиктивного центра окружности (расположенного ближе к дуге, чем фактический центр).

8. Для простановки угловых размеров всех типов требуется указывать базовые прямолинейные объекты (далее «базовые отрезки»), которые являются сторонами угла. В качестве базового прямолинейного объекта можно использовать отрезок, звено ломаной или сторону многоугольника.

Чтобы проставить простой угловой размер, вызовите команду Угловой размер. Укажите первый базовый объект. Одна из его конечных точек будет принята за первую точку привязки создаваемого размера т1.

Затем укажите второй базовый объект. Одна из его конечных точек будет второй точкой привязки размера т2. При необходимости отредактируйте размерную надпись и выберите параметры отрисовки размера. Задайте точку т3, определяющую положение размерной линии и надписи. Те концы базовых отрезков, ближе к которым окажется размерная линия, будут приняты за точки привязки размера.

Если выбрано ручное размещение размерной надписи, то ее положение также определяется точкой т3. Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то точка т3 определяет не только положение размерной линии, но и начало линии-

выноски. В этом случае для задания положения текста необходимо задать точку начала полки т4.

Ориентация вновь созданного углового размера определяется системой автоматически: образмеривается угол, который образован точкой на первом объекте, ближайшей к месту указания этого объекта, точкой пересечения объектов или их продолжений и точкой на втором объекте, ближайшей к месту указания этого объекта.

Если этот угол острый, в группе Тип на вкладке Размеры становится активным переключатель На острый угол, если тупой – переключатель На тупой угол. При необходимости с помощью указанных переключателей вы можете изменить предложенный системой способ простановки, в том числе включить простановку угла больше 180° (автоматический выбор этого варианта невозможен).

Проставьте угловой размер для разных вариантов ориентации углового размера и включите их описание в отчет о выполнении лабораторной работы.

9. Самостоятельно изучите другие варианты простановки угловых размеров: Угловой размер от общей базы, Цепной угловой, Угловой с общей размерной линией, Угловой с обрывом). Включите их описание в отчет о выполнении лабораторной работы.

10. Команда Размер дуги окружности позволяет построить размер, характеризующий длину дуги окружности. Укажите курсором дугу, которую требуется образмерить. На вкладке Размер Панели свойств находится группа переключателей Тип, с помощью которой можно задать направление выносных линий – от центра или параллельно радиусу, проведенному в середину дуги. Если угол раствора дуги больше 180 градусов, возможно создание размера только с выносными линиями от центра.

Затем укажите точку, определяющую положение размерной линии т3. В поле Текст на вкладке Размер отображается автоматически сформированная размерная надпись. Чтобы вызвать диалог редактирования и настройки размерной надписи, щелкните мышью в этом поле.

На вкладке Параметры Панели свойств находится опция Указатель от текста к дуге. Включите ее, если требуется соединить указателем дугу и текст относящегося к ней размера. Это может потребоваться, например, при простановке размеров концентрических дуг с одинаковым раствором и начальным углом.

11. Проставьте все необходимые размеры для своего варианта заданий, Включите полученные чертежи в отчет о выполнении лабораторной работы.

1.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).

Тема: «Работа с документом КОМПАС-Чертеж».

1.4.1 Цель работы: Оформление чертежа

1.4.2 Задачи работы:

1. Изучить порядок создания и оформления чертежа.

1.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.4.4 Описание (ход) работы:

Чертеж – главный графический документ системы КОМПАС-3D, хранящий информацию об изображении, оформлении и прочих элементах конструкторского чертежа.

Вид – часть изображения чертежа. Вид документа КОМПАС-Чертеж может содержать как один чертежный вид (проекционный вид, разрез, сечение и т. п.), так и несколько или вообще все изображение листа чертежа. По какому принципу разбивать изображение документа на виды, вы можете решать сами, в зависимости от поставленных задач и удобства редактирования чертежа.

Ассоциативный вид – вид на чертеже, ассоциативно связанный с трехмерной моделью. Наличие связей означает, что при каких-либо изменениях в структуре модели связанный с ней чертеж автоматически перестраивается с учетом всех изменений.

Слой – составная часть вида чертежа, содержащая графические элементы, формирующие изображение конкретного объекта. Каждый слой имеет свое название. Любой слой характеризуется состоянием: текущий, активный, фоновый или невидимый. Использование состояния слоев значительно упрощает редактирование чертежа.

Оформление чертежа – различные элементы чертежа (основная надпись, рамка, технические требования и пр.), которые, как правило, должны присутствовать обязательно. Их внешний вид типичен для чертежей конкретной отрасли промышленности и определяется требованиями стандартов.

Многолистовой чертеж – документ, содержащий несколько листов различных форматов, ориентации и оформления.

Оформление чертежа

Для того, чтобы назначать формат для вновь создаваемых чертежей необходимо выполнить следующие действия (окно Параметры, вкладка Новые документы, раздел Графический документ > Параметры первого листа).

Изменить формат и ориентацию первого листа уже созданного чертежа можно двумя способами:

- с помощью окна Параметры (вкладка Текущий чертеж, раздел Параметры первого листа);
- при помощи Менеджера документа (об этом способе будет рассказано ниже при описании многолистовых чертежей).

Рассмотрим первый способ подробнее.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж (если вы ничего не меняли в настройках, у вас должен автоматически открыться пустой лист формата А4).

2. Откройте окно Параметры (напомню, что для этого служит команда Сервис > Параметры). Перейдите на вкладку Текущий чертеж и раскройте раздел Параметры первого листа > Формат. Появившиеся параметры должны быть вам уже знакомы. Настройки формата и оформления текущего чертежа не отличаются от таких же параметров для новых документов. Только настройки на вкладке Текущий чертеж распространяются не на все вновь создаваемые документы, а только на тот, для которого было вызвано окно Параметры.

3. Измените формат и ориентацию листа, например задайте стандартный формат А3 и выберите горизонтальную ориентацию.

4. Нажмите кнопку ОК. Диалоговое окно Параметры закроется, а лист на чертеже примет указанный формат и ориентацию.

Еще одним немаловажным аспектом оформления чертежа является стиль основной надписи. По умолчанию чертежи создаются со стилем Чертеж конст. Первый лист. ГОСТ 2.104—2006. Это хорошо знакомый всем конструкторам и инженерам стандартный штамп для заполнения основной надписи, размещаемый, как правило, в правом нижнем углу листа (рис. 2.56).

ния основной надписи нажмите кнопку Создать объект на панели специального управления или выполните соответствующую команду при помощи контекстного меню. Заполненная основная надпись будет иметь приблизительно такой вид (рис. 2.60).

					ПТУ.07.02.03.00.18			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колесо зубчатое	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Кудряк МИ					у		1:2
Пров.	Лысенко ОН					Лист	Листов	1
Т.контр.	Лысенко ОН							
Н.контр.	Винник АН				сталь 50 ГОСТ 4543-71	АСКОН		
Чтб.	Лысенко ОН							

Рис. 2.60. Заполнение основной надписи конструкторского чертежа

При заполнении штампа нет возможности редактировать стандартные надписи: Изм., Лист, Разраб., Пров. и т. д. Однако необходимость в этом может возникнуть, так как существуют некоторые отличия требований отраслевых стандартов от общепринятых норм (на предприятиях и в конструкторских бюро) или специфические требования преподавателей технических дисциплин в большинстве высших учебных заведений. Кроме того, с левой стороны рамки чертежа находятся различные дополнительные элементы оформления (для машиностроительных чертежей это инвентарные, справочные номера и пр.), которые в студенческих чертежах излишни.

Чтобы изменить стандартные надписи для любого стиля оформления, сделайте следующее.

1. Выполните команду Сервис > Библиотеки стилей > Типы основных надписей. Откроется окно Работа с основными надписями (рис. 2.61), содержащее полный список всех доступных вариантов оформления чертежей.

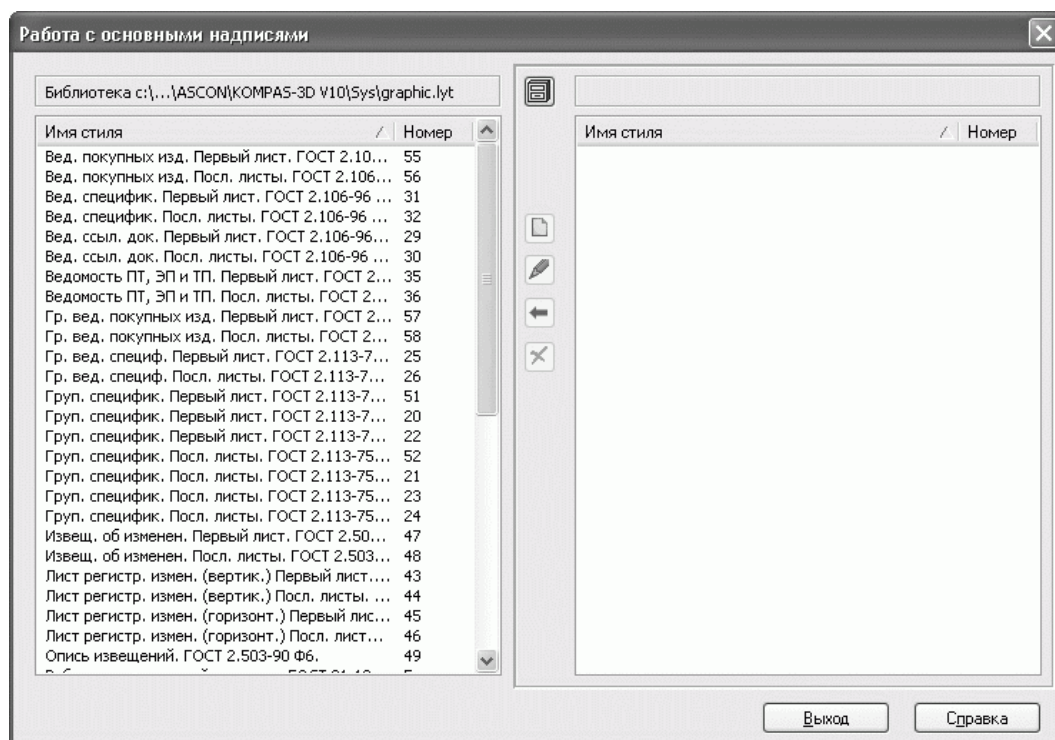



Рис. 2.61. Диалоговое окно Работа с основными надписями

2. В списке стилей в левой части этого окна выберите нужный стиль (в нашем примере это Чертеж конст. Первый лист. ГОСТ 2.104—2006) и нажмите кнопку Редактировать стиль 

3. Откроется окно Основная надпись (рис. 2.62), в котором можно отредактировать все элементы оформления листа, включая различные вспомогательные надписи.

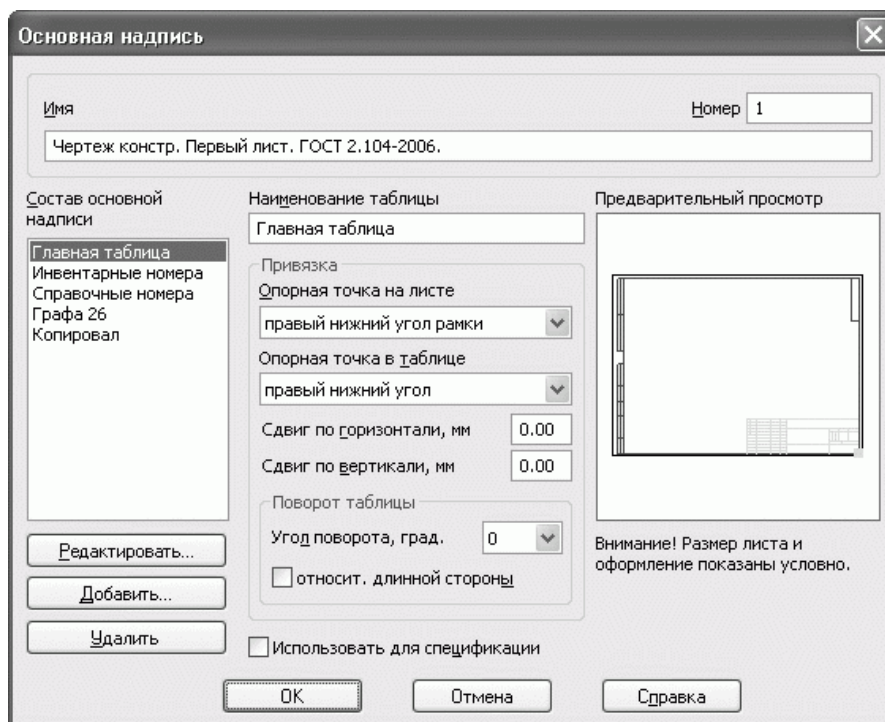


Рис. 2.62. Окно редактирования элементов оформления листа

4. Можно, например, удалить ненужные инвентарные и справочные номера, а также надпись Копировал. По очереди выделяйте перечисленные элементы интерфейса в списке Состав основной надписи (они при этом будут подсвечиваться в окне предварительного просмотра) и нажимайте кнопку Удалить. Удаленные элементы оформления должны исчезнуть из схематического изображения листа в области просмотра.

5. Теперь настроим местоположение графы 26, чтобы этот элемент размещался в верхнем левом углу листа вдоль большей его стороны. Для этого выделите пункт Графа 26 списка Состав основной надписи. Из раскрывающегося списка Опорная точка на листе в области Привязка выберите пункт левый верхний угол рамки. В качестве опорной точки в таблице укажите правый нижний угол.

И наконец, снимите флажок относит. длинной стороны. В области предварительного просмотра графа 26 должна занять соответствующее выполненным настройкам место (рис. 2.63).

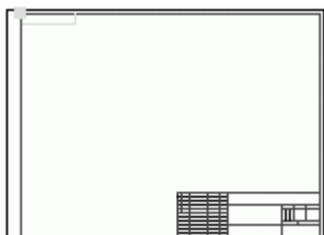


Рис. 2.63. Новое размещение графы 26

6. Чтобы отредактировать штамп основной надписи, выделите пункт Главная таблица в списке Состав основной надписи и нажмите кнопку Редактировать. В результате появятся надписи штампа чертежа, которые можно будет изменить или даже удалить (рис. 2.64). Например, напишите полностью все сокращенные слова (Разраб., Пров. и пр.) и добавьте строку Руководит. (руководитель). Для выхода из режима редактирования главной таблицы выполните команду меню Файл > Завершить редактирование таблицы.

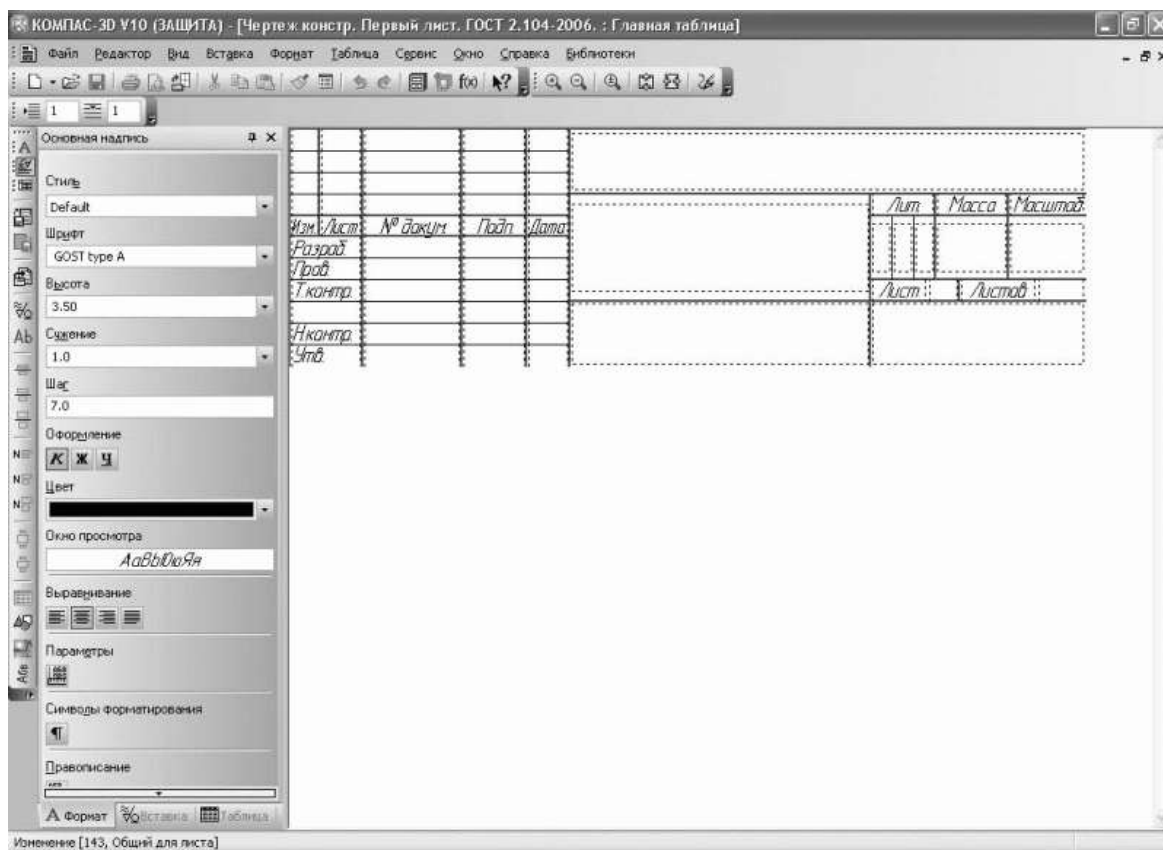


Рис. 2.64. Редактирование основной надписи чертежа

7. Для принятия всех изменений в оформлении стиля нажмите кнопку ОК в окне Основная надпись, после чего выйдите из окна Работа с основными надписями (рис. 2.65).

					ПТУ.07.02.03.00.18					
					Колесо зубчатое			Лист	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата				у		1:2
Разработал	Киричук М.И.									
Проверил	Лысенко О.Н.									
Т.контр	Лысенко О.Н.									
Руководит								Лист	Листов	1
Н.контр	Винник А.Н.				Сталь 50 ГОСТ 4543-71			АСКОН		
Утвердил	Лысенко О.Н.									

Рис. 2.65. Основная надпись после редактирования

Примечание

При заполнении или изменении надписей таблиц вы можете пользоваться теми же средствами для редактирования текста, что и при вводе обычных текстовых объектов.

Для вставки и размещения на листе чертежа знака неуказанной шероховатости и технических требований служат команды Вставка > Технические требования > Ввод, Вставка > Технические требования > Размещение, Вставка > Неуказанная шероховатость > Ввод и Вставка > Неуказанная шероховатость > Размещение соответственно.

Многолистовые чертежи

Все документы, которые мы рассматривали до этого, содержали лишь по одному листу определенного формата и ориентации. Однако довольно часто на одном листе размещается несколько различных форматов (например, два формата А3 и один А2 на ватмане А1). Как быть в этом случае? Можно создавать для каждого чертежа (листа определенного формата) новый документ (то есть отдельный файл), но в таком случае возникают проблемы совместной печати всех этих документов.

Для добавления в документ нового листа служит команда Вставка > Лист. Новый лист будет создан с параметрами (формат, ориентация, оформление), указанными в окне параметров для новых листов (то есть на вкладке Новые документы). Рассмотрим пример.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж. Если вы ничего не изменяли в настройках, у вас должен получиться документ с одним листом А4.

2. Создайте еще три листа в этом документе, трижды выполнив команду Вставка > Лист.

3. Вызовите Менеджер документа, нажав соответствующую кнопку на панели инструментов Стандартная.

4. В левой части окна менеджера щелкните на пункте Листы. В правой отобразится список всех листов документа: четыре листа формата А4 с вертикальной ориентацией. Первый – со стандартным оформлением первого листа конструкторского чертежа, остальные три – с оформлением Чертеж констр. Посл. листы. ГОСТ 2.104—2006 (то есть с настройками по умолчанию).

5. В правом списке можно изменять параметры любого листа. Например, произведем следующие изменения в структуре документа:

1) для второго листа оставим формат А4 и вертикальную ориентацию. Изменим только стиль оформления на такой же, как и для первого листа. Для изменения стиля оформления достаточно щелкнуть на строке списка в столбце Оформление, после чего появится окно выбора стиля оформления (см. рис. 2.58);

2) для третьего листа изменим формат на А3, ориентацию – на горизонтальную, а оформление – на основное для первых листов. Поменять формат можно в раскрываемом списке в столбце Формат. Для переключения ориентации достаточно щелкнуть кнопкой мыши в соответствующем столбце. Изменение стиля оформления происходит аналогично второму листу;

3) для последнего листа выберем формат А2, горизонтальную ориентацию и, как и для всех других листов, стиль оформления первых листов конструкторских чертежей (рис. 2.66).

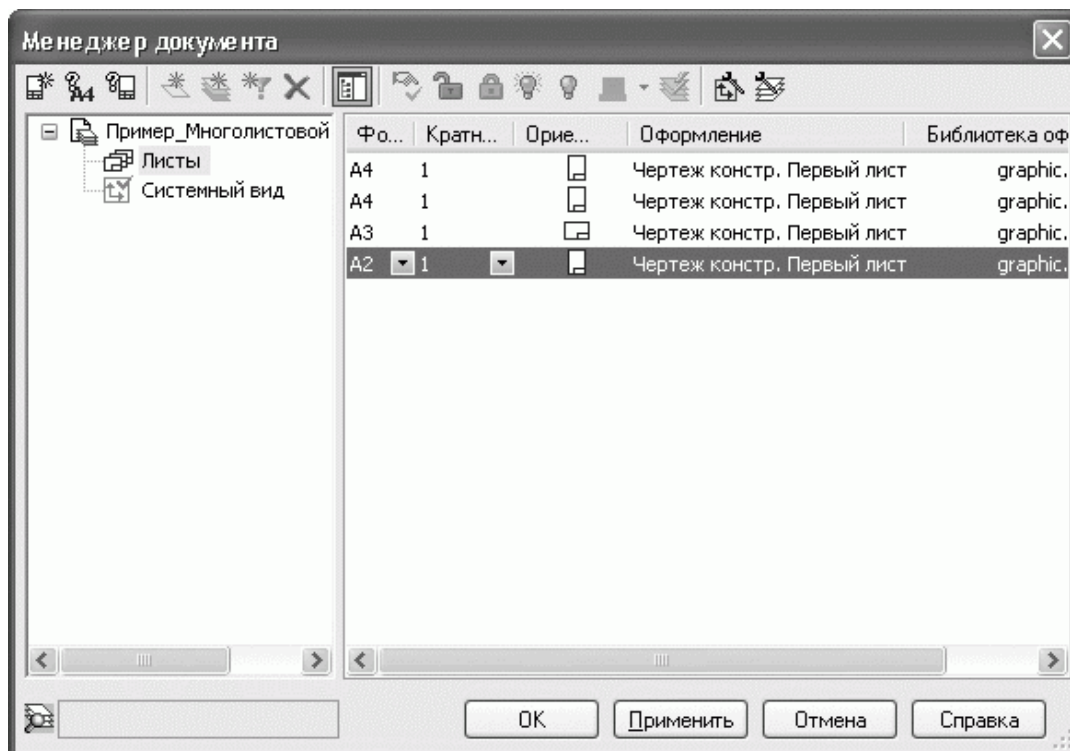


Рис. 2.66. Менеджер документа после настройки параметров всех листов

6. Закройте Менеджер документа, нажав кнопку ОК, чтобы принять все изменения. Текущий документ должен принять вид, показанный на рис. 2.67.

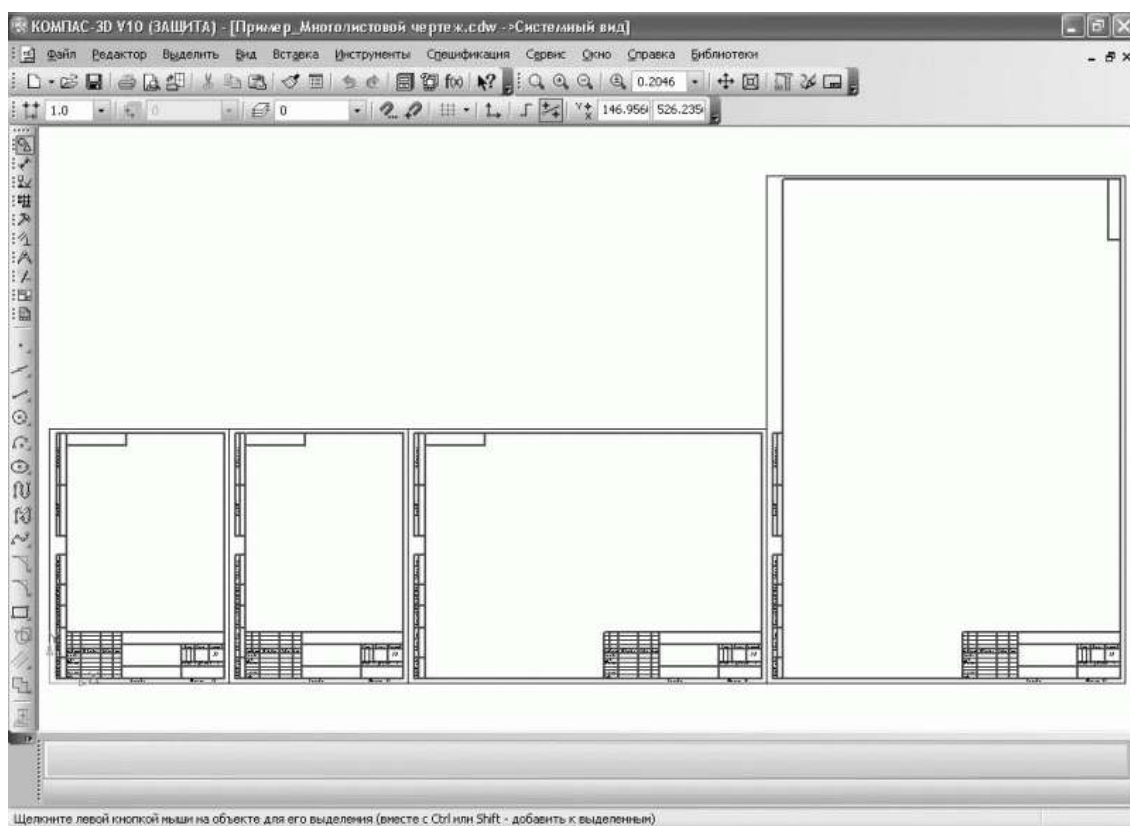


Рис. 2.67. Многолистовой чертеж

Теперь вы можете приступить к созданию изображения на каждом листе. Настоятельно рекомендую создавать по меньшей мере один вид на каждый лист в документе. Это значительно упростит последующее редактирование чертежа.

Все эти листы будут сохранены в одном CDW-файле. Перед выводом всех листов на печать с помощью окна предварительного просмотра (Файл > Предварительный просмотр) можно перетаскивать листы, размещая их нужным образом (рис. 2.68).

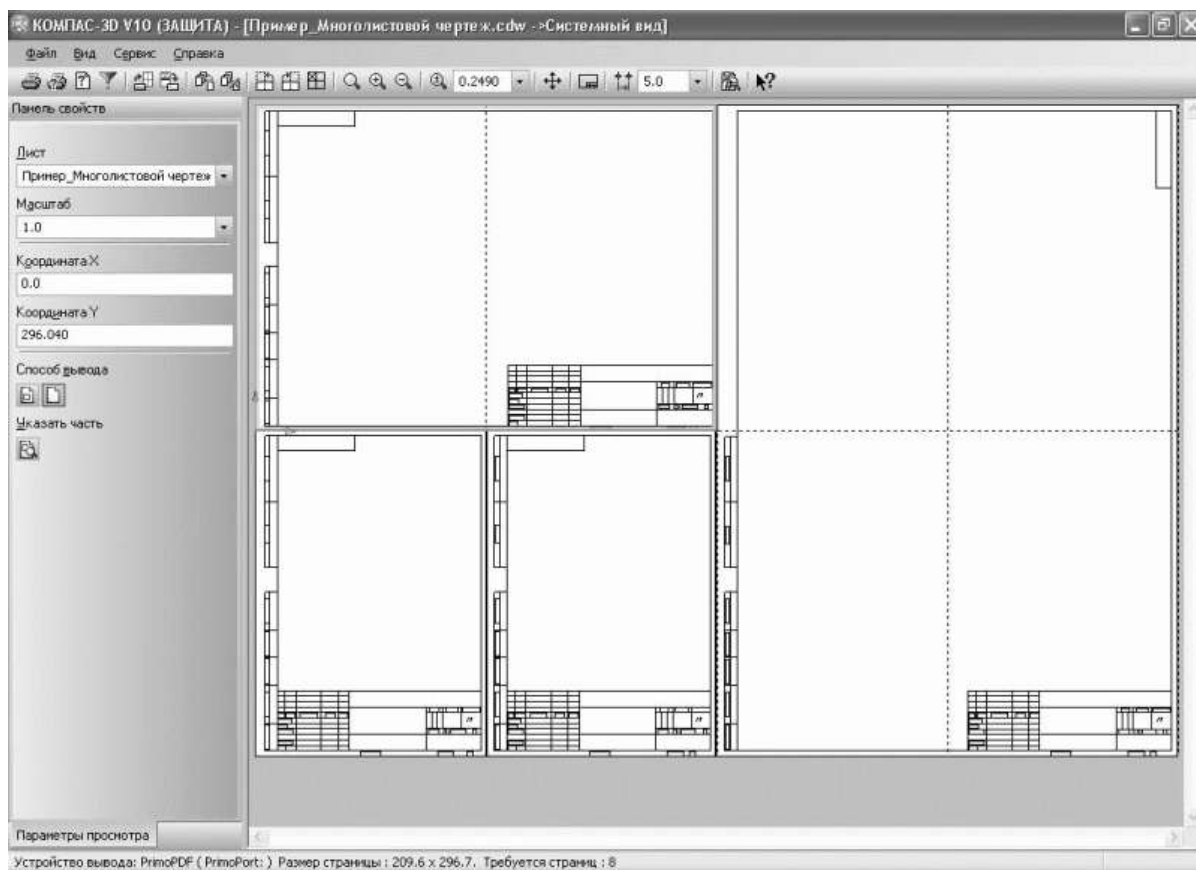


Рис. 2.68. Размещение листов многолистного чертежа перед печатью

Отображением листов в многолистном документе можно управлять при помощи панели инструментов Управление листами (рис. 2.69). Чтобы эта панель появилась на экране, нужно выполнить команду Вид > Панели инструментов > Управление листами.

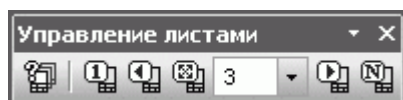


Рис. 2.69. Панель инструментов Управление листами

1.5 Лабораторная работа №5 (2 часа).

Тема: «Виды и слои».

1.5.1 Цель работы: Использование видов и слоев при создании чертежа.

1.5.2 Задачи работы:

1. Создание различных видов на чертеже

1.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.5.4 Описание (ход) работы:

Использование видов и слоев при создании чертежа значительно упрощает навигацию и редактирование двухмерного изображения. Каких-либо четких рекомендаций по поводу количества видов или слоев, создаваемых в чертеже, нет. Вы можете чертить все изображение в одном системном виде и на одном слое. Однако по мере усложнения выполняемых вами чертежей вы все чаще будете сталкиваться с различными неприятностями при необходимости отредактировать чертеж или его часть.

Для создания различных видов на чертеже существует специальная панель Ассоциативные виды (рис.1), размещенная на компактной панели. Активировать эту панель можно, щелкнув на кнопке Ассоциативные виды.




Рис. 2.70. Панель Ассоциативные виды

Создать произвольный вид на чертеже можно при помощи команды Создать новый вид 

После нажатия этой кнопки необходимо указать точку привязки вида (точку начала локальной системы координат), масштаб вида, а также при необходимости задать имя вида и настроить его обозначение. Как правило, при создании произвольного вида на чертеже обозначение не используется. После создания вида он автоматически становится текущим.

В каждом виде по умолчанию присутствует один слой, называемый системным. Создавать собственные слои можно только в Менеджере документа, который вызывается одним из трех способов: щелчком на кнопке Менеджер документа на панели инструментов Стандартная, нажатием кнопки Состояния слоев на панели Текущее состояние или командой Вставка > Слой. В двух последних случаях в левой части Менеджера документа сразу будет выделен текущий вид, а в правой – отображен список слоев этого вида.

Чтобы добавить новый слой, используйте кнопку Создать слой  которая находится на панели инструментов Менеджера документа. После добавление слоя

можно сразу отредактировать его имя, номер, задать состояние, а также определить цвет, которым будут отображены элементы слоя, когда он неактивен.

Любой слой может находиться в одном из следующих состояний:

- активном или фоновом. Элементы активных слоев отображаются на чертеже с учетом выбранных стилей и толщины линий. Если активный слой не текущий, то все его графические объекты отображены одним цветом, указанным в настройках Менеджера документа (по умолчанию – это черный цвет). Элементы фонового слоя, как правило, показываются тонкой пунктирной линией. Настроить отображение фоновых слоев можно в окне Параметры (вкладка Система, раздел Графический редактор > Слои);

- видимом или погашенном. Погашенный слой не отображается в окне документа.

Один из слоев всегда является текущим. Именно в нем будут создаваться все новые графические примитивы, хотя любой другой активный (не текущий) слой можно редактировать средствами КОМПАС, не переводя его в состояние текущего. Сделать слой текущим можно при помощи Менеджера документа, или, что значительно проще, используя раскрывающийся список Состояния слоев на панели Текущее состояние.

Примечание

Привязки срабатывают только к элементам видимых активных слоев. На фоновые и погашенные слои они не распространяются.

Рассмотрим небольшой пример.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж, а в нем – произвольный вид с названием Новый вид и масштабом 1:2.

2. Вызовите Менеджер документа для активного вида и при помощи кнопки Создать слой сформируйте три новых слоя на чертеже. При желании можете изменить названия слоев. Теперь в новом виде у нас есть четыре пустых слоя (включая системный).

3. Постройте на каждом слое по окружности радиусом 40 мм, так, чтобы окружности разных слоев не пересекались между собой. Для этого вам следует по очереди переключаться между слоями, выбирая их в раскрывающемся списке Состояния слоев.

4. Вызовите Менеджер документа (для текущего вида) и выполните следующие действия:

1) для первого слоя (нулевого по номеру) измените цвет, которым этот слой будет отображен в неактивном состоянии. Для этого используйте раскрывающийся список со стандартным набором цветов в колонке Цвет;

2) второй слой переведите в фоновое состояние, для чего достаточно щелкнуть на изображении замка в колонке Активность (замок при этом зашелкнется);

3) третий слой сделайте погашенным, щелкнув кнопкой мыши на изображении лампочки в колонке Видимость (лампочка при этом изменит свой цвет с желтого на синий);

4) четвертый слой оставьте без изменений и, если он не текущий, сделайте его текущим. Для этого достаточно щелкнуть на значке в колонке Статус. Текущий слой отмечается красным флажком (рис. 2.71).

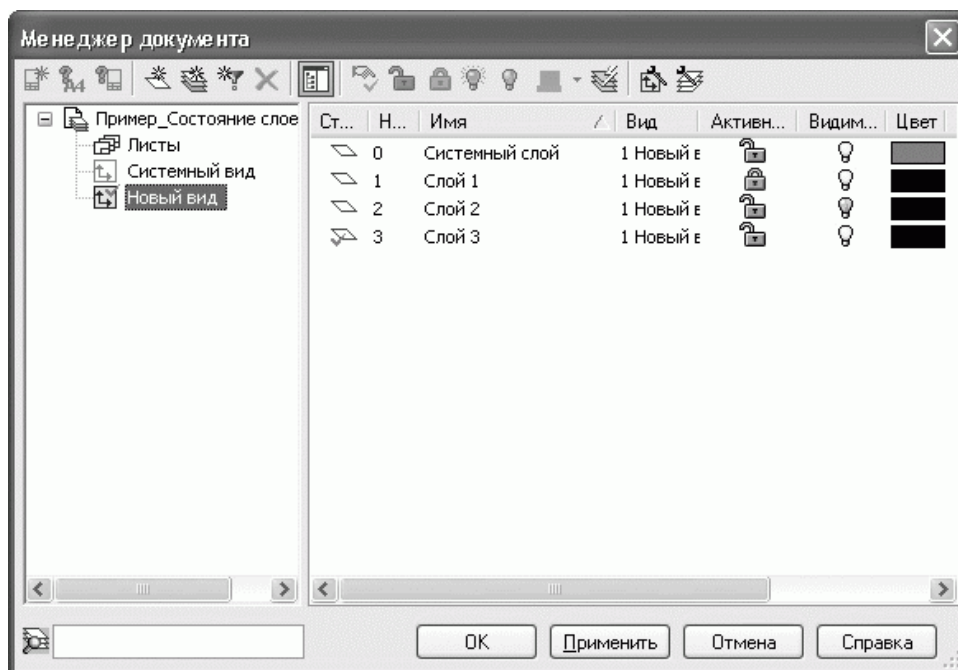


Рис. 2.71. Изменения состояния слоев

Примечание

Изменить состояние текущего слоя невозможно.

5. Нажмите кнопку ОК, чтобы принять все изменения и закрыть Менеджер документа.

Полученный чертеж показан на рис. 2.72. Верхняя окружность отображается красным цветом и отвечает активному, но не текущему слою. Окружность под ней находится на фоновом слое и отображается тонкой пунктирной линией (хотя окружность создана стилем линии Основная). Третья окружность вообще невидима, так как лежит на погашенном слое, а последняя окружность отображается как обычно и находится на активном текущем слое чертежа. Применение слоев полностью идентично использованию калек при ручном черчении на кульманах.

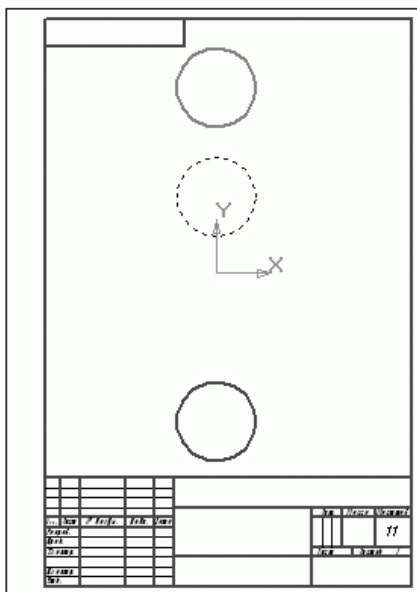



Рис. 2.72. Состояния слоев

Все команды панели инструментов Ассоциативные виды, исключая команду Создать новый вид, предназначены для работы только с ассоциативными видами.

Команда Произвольный вид  предназначена для создания произвольного ассоциативного вида с модели (детали или сборки), открытой в одном из окон КОМПАС или же взятой из файла на диске. Сразу рассмотрим принцип работы этой команды на примере.

Нам понадобится готовая 3D-модель, созданная в системе КОМПАС.

1.6 Лабораторная работа №6 (2 часа).

Тема: «Создание сборочного чертежа одноступенчатого цилиндрического редуктора».

1.6.1 Цель работы: Освоить методику разработки сборочного чертежа редуктора

1.6.2 Задачи работы:

1. Создать сборочный чертеж одноступенчатого цилиндрического редуктора.

1.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.6.4 Описание (ход) работы:

Для начала несколько слов о том, что мы будем чертить. *Редуктор* – это машиностроительный механизм, предназначенный для согласования рабочих параметров электродвигателя и рабочего органа машины (насоса, конвейера, лебедки и т. п.). Рабочие параметры – это вращательный момент и частота вращения вала. В редукторе, как правило, идет понижение частоты вращения и, соответственно, повышение величины передаваемого момента (в противном случае это уже будет не редуктор, а мультипликатор). Необходимость согласования параметров возникла из-за того, что асинхронные электродвигатели имеют строго определенную частоту вращения и выдаваемую мощность, а на входном валу рабочего агрегата силовые параметры определяются требованиями пользователей (например, количество воды, подаваемой насосом, задает частоту вращения его вала) или условиями работы агрегата (например, скоростью подъема груза). По этой причине параметры двигателя почти никогда не совпадают с теми, которые необходимы в реальном производстве. Трансформация рабочих параметров осуществляется при помощи механических передач зацепления. В редукторах используются преимущественно зубчатые цилиндрические, зубчатые конические или червячные механические передачи. Возможно комбинирование нескольких передач (одного или разных типов) в одном редукторе, например редуктор цилиндрическо-червячный или коническо-цилиндрический. Если в редукторе идет понижение силовых параметров с применением одной механической передачи, то он называется одноступенчатым (рис. 2.79), если с использованием двух последовательно размещенных передач – двухступенчатым, если трех – трехступенчатым.



Рис. 2.79. Одноступенчатый цилиндрический шевронный редуктор (корпус в разрезе)

Исходные данные

Допустим, нужно спроектировать редуктор исходя из таких данных:

- тип редуктора – цилиндрический одноступенчатый косозубый;
- вращающий момент на рабочем валу машины (на выходном валу редуктора) – 1200 Н·м;
- необходимая частота вращения вала – 15 рад/с;
- режим загрузки агрегата – средний.

Дополнительные данные, которые были учтены во время проектирования (согласно рекомендациям стандартов или другой технической литературы), включают:

- коэффициент полезного действия цилиндрического косозубого зацепления-0,97;
- передаточное число редуктора u – 3, 55;
- коэффициент ширины зубчатого венца b_a – 0,6;
- число зубьев шестерни $z_{ш}$ – 20 шт.;
- угол наклона линии зуба – 15° ;
- материал шестерни – сталь 40, нормализация;
- материал колеса – сталь 50, нормализация.

В результате проектных расчетов были получены такие характеристики проектируемого агрегата:

- вращающий момент на входном (ведущем) валу редуктора – 352 Н·м;
- угловая скорость ведущего вала – 53, 25 рад/с;
- число зубьев колеса z_k – 71 шт.;
- стандартный нормальный модуль зубьев m – 5, 5 мм;
- межосевое расстояние передачи a_2 – 259 мм;
- делительный диаметр колеса d_k – 404 мм;
- делительный диаметр шестерни $d_{ш}$ – 104 мм;

- ширина колеса b_k – 155 мм.

Все параметры, вычисленные при проектировании, подтверждены проверочными расчетами.

Результат расчета валов дал следующие значения (рис. 2.80):

- размеры ведущего вала: $d_{11} = 45$ мм, $d_{12} = 50$ мм, $d_{13} = 55$ мм, $d_{14} = 63$ мм и $d_{15} = 71$ мм;
- размеры ведомого вала: $d_{21} = 71$ мм, $d_{22} = 75$ мм, $d_{23} = 80$ мм, $d_{24} = 85$ мм и $d_{25} = 90$ мм.

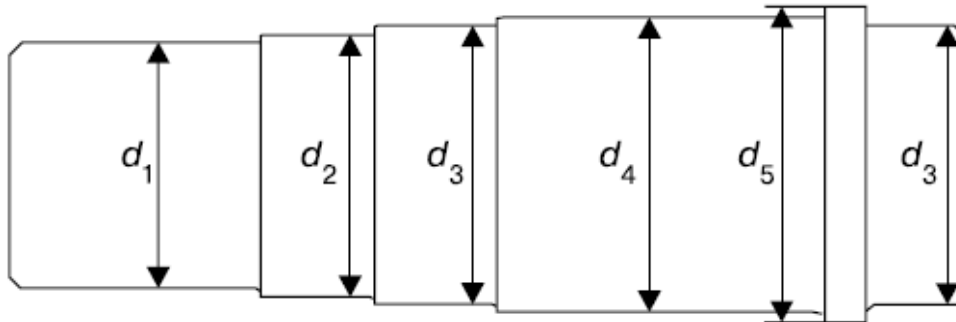


Рис. 2.80. Схема вала редуктора

В принятых индексах диаметров вала первая цифра означает номер вала (1 – ведущий, 2 – ведомый), а вторая – номер участка вала, что отвечает схеме на рис. 2.80 (1 – участок под шкив или колесо, 2 – переходной участок, 3 – диаметр вала под подшипники, 4 – посадочный участок под колесо или шестерню, 5 – диаметр упорного буртика).

Значения диаметров всех участков обоих валов приведены к стандартному ряду Ra40.

Этих данных достаточно для того, чтобы начать построение. В процессе выполнения чертежа отдельные геометрические и компоновочные характеристики будут уточняться, а затем воплощаться на чертеже.

Вид сверху

Построение чертежа цилиндрического редуктора принято начинать с вида сверху. На этом виде редуктор изображается в разрезе, что наиболее полно раскрывает внутреннее строение механизма. Кроме того, затем значительно легче рисовать другие виды (главный вид, вид слева), на которых, как правило, не слишком много вырезов и разрезов.

Создайте новый документ КОМПАС-Чертеж. Измените его формат на A2, а ориентацию оставьте вертикальной (так как на чертеже мы планируем изобразить только два вида: главный и сверху).

Примечание

При построении этого чертежа, как и для всех последующих примеров, предполагается, что система настроена следующим образом: стиль оформления всех чертежей – Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104—2006; все элементы оформления, кроме штампа основной надписи и графы 26, удалены, а сама основная надпись оставлена без изменений. Кроме того, при вводе графических объектов действуют четыре глобальные привязки: Ближайшая точка, Пересечение, Выравнивание и Точка на кривой.

Создайте в документе новый вид (кнопка Создать новый вид на панели Ассоциативные виды или команда меню Вставка > Вид). Настройте параметры вида: имя вида – Вид сверху, масштаб вида – 1:2, точка начала координат – размещена ближе к левому нижнему углу листа (приблизительно так, как показано на рис. 2.81). Расчет

масштаба вида основывался на межосевом расстоянии, но даже если вы ошибетесь, самостоятельно создавая чертежи в будущем, не отчаивайтесь. Масштаб, как и другие параметры вида, легко изменить.

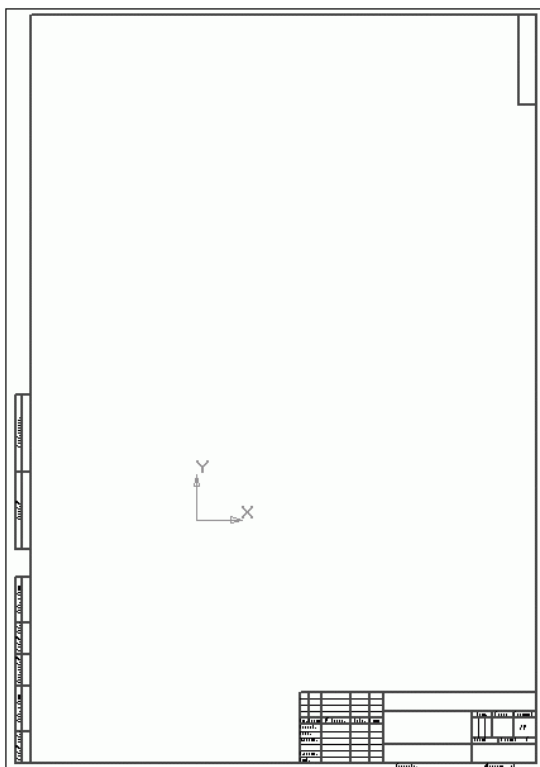


Рис. 2.81. Размещение точки начала координат вида сверху

Чтобы настроить параметры существующего вида, необходимо в дереве построения чертежа выделить нужный вид и вызвать для него команду контекстного меню Параметры вида. При этом на панели свойств отобразятся элементы управления, доступные при создании нового вида на чертеже. Внеся какие-либо изменения, не забудьте нажать кнопку Создать объект. Если вы хотите просто изменить масштаб, можете использовать специальную группу команд Масштаб в контекстном меню (это список стандартных масштабов, представленный как группа меню, из которого вы можете в любой момент выбрать подходящий вам).

Теперь приступим к построению.

Начать следует с нанесения осевых линий – мы будем ориентироваться на них при построении всех деталей редуктора.

Создайте по очереди три осевых: одну горизонтальную (ось симметрии всего изображения вида), проходящую через начало координат, и две вертикальных (первая из них также должна проходить через начало координат, а вторая – удалена от нее на расстояние a_2 (259 мм) вправо по горизонтали). Точно определять длину и положение характерных точек этих линий сейчас нет необходимости. Позже, по мере вычерчивания изображения, можно будет более точно выровнять края осевых.

Создать осевые можно при помощи команды Отрезок, в настройках которой на панели свойств следует выбрать стиль линии Осевая, но лучше воспользоваться кнопкой Осевая линия по двум точкам панели Обозначения. Так будет значительно удобнее выравнивать осевую линию по краям уже сформированного изображения, поскольку характерные точки такой осевой размещены не на концах отрезка, а на некотором расстоянии от края.

При вводе каждой линии привязки еще не будут работать (поскольку пока не к чему привязываться), поэтому для точного размещения необходимо вручную ввести координаты в соответствующие поля панели свойств. Например, для горизонтальной осевой при вводе нужно задать ординату начальной точки равной нулю (абсциссу оставить произвольной, но отрицательной). После этого перейти в окно документа и, равняясь по горизонтали на первую точку, зафиксировать конечную точку (ее абсцисса должна быть положительной). Вы получите горизонтальный отрезок, выполненный стилем Осевая и проходящий через точку начала координат. Аналогично следует поступить для двух вертикальных осевых, обозначающих осевые линии валов редуктора. Для первой необходимо указать абсциссу начальной точки равной нулю, а для второй – равную по величине межосевому расстоянию, то есть 259 мм. У вас должно получиться изображение, похожее на рис. 2.82.

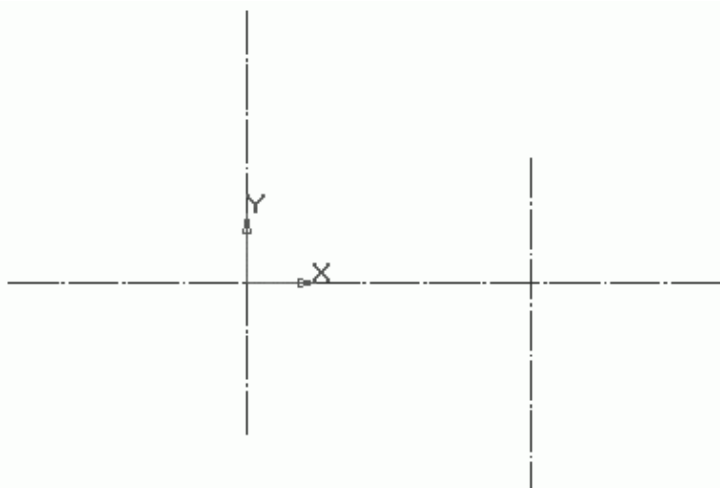



Рис. 2.82. Осевые линии чертежа

Теперь вычертим зубчатое зацепление. Это, наверное, второй по важности момент при проектировании редуктора после компоновки подшипниковых узлов. В КОМПАС это сделать не так уже и сложно.

1. Создайте в виде сверху новый слой с названием Зубчатое колесо. Убедитесь, что слой сделан текущим.

2. Перейдите на вкладку Геометрия компактной панели и в группе команд построения вспомогательных прямых нажмите кнопку Параллельная прямая . На панели свойств в группе кнопок Режим щелкните на кнопке Одна прямая, чтобы перейти в режим построения только одной вспомогательной прямой вместо двух симметричных (что задано по умолчанию).

3. При помощи этой команды постройте две вспомогательных прямых. Первую – параллельно вертикальной осевой ведомого вала, смещенную вправо на расстояние 202 мм (то есть на величину делительного радиуса зацепления). Вторую – параллельно горизонтальной осевой линии, удаленную от нее на половину ширины колеса ($b_k/2$, то есть 77, 5 мм). Для построения этих прямых поочередно указывайте базовые прямые и задавайте величину смещения относительно каждой из них в поле Расстояние на панели свойств. Для создания каждой вспомогательной прямой необходимо нажимать кнопку Создать объект на панели специального управления или использовать сочетание клавиш Ctrl+Enter.

4. Не выходя из команды Параллельная прямая, постройте еще две вспомогательные прямые, параллельные вспомогательной линии, обозначающей делительный радиус зацепления. Эти прямые будут использоваться для рисования пары зубьев, находящихся в зацеплении. Первая из них должна быть смещена вправо от

базовой прямой на величину высоты головки зуба (равную модулю зацепления m , то есть 5,5 мм), вторая – влево, на величину высоты ножки зуба ($1,25 \cdot m$).

Перед тем как продолжить построение, необходимо определить некоторые дополнительные геометрические параметры зубчатого колеса. Исходя из известных из курса деталей машин и основ конструирования зависимостей, принимаем следующее:

- толщину обода колеса $b_o = 20$ мм;
- толщину ступицы $b_{ст} = 34$ мм (отсюда, учитывая, что диаметр участка вала под колесо равен 85 мм, следует, что диаметр ступицы равняется $d_{ст} = 153$ мм);
- ширину ступицы $l_{ст}$ принимаем равной ширине колеса (это не описано в литературе, но для данного варианта редуктора так будет лучше всего);
- толщина диска $c = 54$ мм.

5. Продолжаем работать с командой Параллельная прямая. Постройте еще четыре вспомогательных прямых:

1) одну параллельно осевой ведомого вала, на расстоянии $d_{24}/2$ (42,5 мм) вправо (эта линия обозначает контур участка вала под колесо);

2) отталкиваясь от только что построенной вспомогательной прямой, создайте еще одну, смещенную на $b_{ст}$ (34 мм) вправо;

3) третья прямая должна быть параллельна горизонтальной осевой и выше ее на половину толщины диска – $c/2$ (27 мм);

4) четвертая прямая должна быть смещена на величину b_o (20 мм) влево от линии, обозначающей диаметр западин зубьев колеса, то есть от линии, которая лежит левее на $1,25 \cdot m$ от линии зацепления (см. п. 4).

Примечание

Эти же вспомогательные прямые вы могли создать, применяя и другие команды: Горизонтальная прямая, Вертикальная прямая или Вспомогательная прямая. Однако при помощи Параллельная прямая все построение можно выполнить, не выходя из одной команды. К тому же, на мой взгляд, она намного удобнее.

После подготовительных действий все готово к вычерчиванию колеса. Построение изображения будет организовано следующим образом: сначала мы создадим контур одной четверти колеса, после чего зеркально отобразим его.

6. Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов на панели инструментов Геометрия, перейдите в режим ввода отрезка и постройте контур зубчатого колеса, привязываясь к точкам пересечения вспомогательных прямых (рис. 2.83). Линию зацепления обозначьте осевой по двум точкам (кнопка Осевая линия по двум точкам на панели инструментов Обозначения).

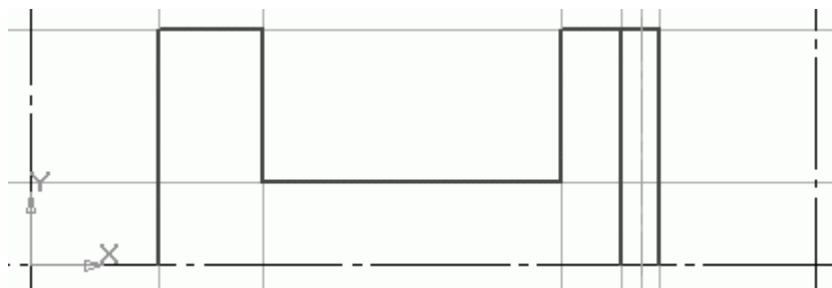


Рис. 2.83. Начало построения контура зубчатого колеса

7. Приблизительно посередине диска, соединяющего ступицу с ободом, обозначьте отверстие в разрезе. Его диаметр и размещение определяются из конструктивных соображений.

8. Удалите все вспомогательные линии из вида (команда меню Редактор > Удалить > Вспомогательные кривые и точки > В текущем виде). При помощи команды Фаска панели инструментов Геометрия создайте три фаски (длиной 2,5 мм и углом 45°) на торцах колеса и, используя команду Скругление этой же панели, выполните два скругления (радиусом 4 мм) в местах пересечения диска с ободом и ступицей. Применив команду Отрезок, добавьте недостающие линии, исходящие из фасок. В результате получилась четверть изображения колеса (рис. 2.84).

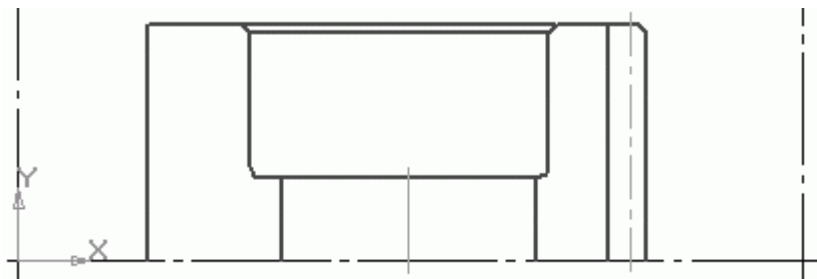


Рис. 2.84. Четверть изображения зубчатого колеса

9. Выделите все изображение слоя, за исключением двух осевых. Для этого выделите все объекты с помощью рамки, а затем, удерживая нажатой клавишу Ctrl, щелкните на осевых, чтобы снять с них выделение. Перейдите на панель Редактирование и нажмите кнопку Симметрия. Отобразьте выделенные объекты относительно горизонтальной осевой, указав на ней две произвольных точки. После завершения создания зеркального изображения отредактируйте положение конечных точек осевой отверстия в диске и осевой, обозначающей линию зацепления.

10. Нажмите кнопку Штриховка на панели Геометрия. Проверьте, чтобы был выбран стиль штриховки – Металл, а угол – 45°. Остальные настройки оставьте заданными по умолчанию. Щелкните кнопкой мыши в любой точке в середине контура ступицы, а затем – в любой точке обода. На изображении чертежа должно появиться фантомное отображение штриховки. Нажмите кнопку Создать объект.

Примечание

Если система отказывается создавать штриховку, значит, в контуре колеса где-то есть разрыв. Можете потратить время и попытаться отыскать его, увеличивая масштаб представления до астрономического, а можете просто вручную указать границы штриховки, нажав кнопку Ручное рисование границ.

11. Половина изображения зубчатого колеса готова (рис. 2.85). Выделите все объекты в слое и зеркально отобразите их (при помощи команды Симметрия), только теперь относительно вертикальной осевой, проходящей через начало координат.

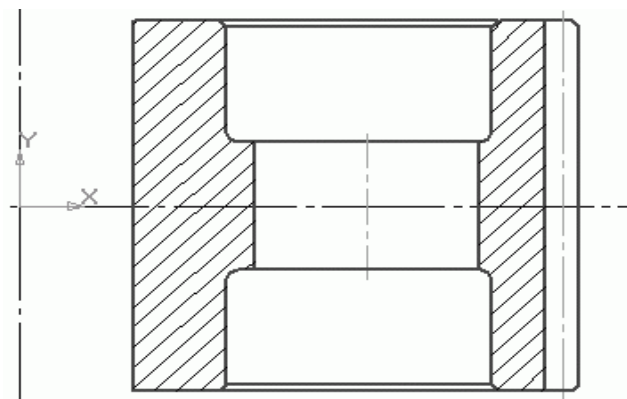


Рис. 2.85. Половина изображения зубчатого колеса

Следующим нашим шагом в построении чертежа редуктора будет создание зубчатой шестерни. Эта операция во многом напоминает выполнение чертежа колеса.

1. Создайте новый слой в текущем виде. Назовите его Зубчатая шестерня и сделайте текущим.

2. Используя команду Параллельная прямая панели Геометрия, постройте в новом слое такие вспомогательные линии:

1) две прямые, которые параллельны линии зацепления: одну, смещенную на величину высоты головки зуба влево, а вторую – на высоту ножки вправо (это будет зуб шестерни);

2) прямую, параллельную горизонтальной осевой, смещенной относительно нее на половину ширины шестерни. Ширина шестерни на 3–5 мм больше ширины колеса, поэтому примем для нашего редуктора $b_{ш} = 160$ мм.

3. Нажав кнопку Непрерывный ввод объектов, создайте контур четверти изображения шестерни, привязываясь к точкам пересечения вспомогательных линий. Удалите вспомогательную геометрию с чертежа и создайте фаску (инструмент Фаска на панели Геометрия) с катетом 2,5 мм и углом 45° на торце шестерни.

4. Выделите все изображение на слое и при инструменте Симметрия панели Редактирование отобразите его относительно горизонтальной осевой.

Дальнейший процесс построения шестерни будет немного отличаться от создания колеса. Дело в том, что шестерню редко показывают в разрезе. Как правило, на ее изображения наносят линии, обозначающие угол наклона зубьев (напомним, что мы создаем косозубый редуктор).

5. Выделите все изображение за исключением линии, обозначающей впадины зубьев шестерни, и симметрично отобразите его относительно осевой линии ведущего вала. Постройте также осевую линию, обозначающую делительный диаметр шестерни справа от осевой.

6. Нажмите кнопку Кривая Безье на панели инструментов Геометрия. На панели свойств выберите стиль линии Для линии обрыва и создайте произвольную кривую по всей ширине шестерни, отсекая изображение зуба шестерни, который будет показан в зацеплении. Поместите штриховку (со стилем Металл и углом наклона -45°) в созданной замкнутой области. Вы получите изображение выреза зуба шестерни (рис. 2.86).

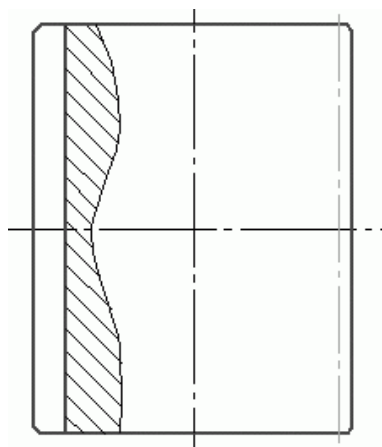


Рис. 2.86. Полученная зубчатая шестерня (слой с изображением зубчатого колеса погашен)

7. Нанесем косые линии, отображающие угол наклона зубьев шестерни и колеса. Сначала постройте вспомогательную прямую под углом 75° к горизонтали, пе-

ресекающую изображение шестерни в любом месте справа от осевой. Для этого подходит команда Вспомогательная прямая панели Геометрия. Укажите любую точку так, чтобы прямая пересекала шестерню, а потом вручную задайте значение угла. Далее, при помощи одноименной команды создайте отрезок, привязав его конечную и начальную точки к пересечениям построенной вспомогательной прямой и боковых поверхностей шестерни. Перед вводом отрезка не забудьте изменить стиль линии на Основная (после ввода кривой Безье в списке остался выбран стиль Для линии обрыва). Удалите вспомогательную прямую и выделите отрезок. Перейдите на панель Редактирование компактной панели и щелкните на кнопке Копия по кривой. Создайте три копии наклонного отрезка, равноудаленных одна от другой по горизонтали на 10 мм (в качестве направляющей для копирования можете указать отрезок, который изображает боковую поверхность шестерни).

8. Зубья на чертеже изображаются в зацеплении, и когда один зуб (например, колеса) сверху, то он закрывает зуб шестерни. По этой причине часть зуба шестерни, которая перекрывается колесом, нужно изобразить пунктирной линией, обозначая, что она невидима. На нашем чертеже это как раз вертикальный отрезок между двумя фасками (точнее, два отрезка, так как второй мы получили копированием). Щелкните на них дважды и в появившемся списке стилей линий на панели свойств выберите пунктирную. Для завершения редактирования нажмите кнопку Создать объект. Кроме того, добавьте два отрезка, обозначающих фаску в видимой (не разрезанной) части шестерни.

Еще один этап построения окончен: зубчатое косозубое зацепление готово (рис. 2.87).

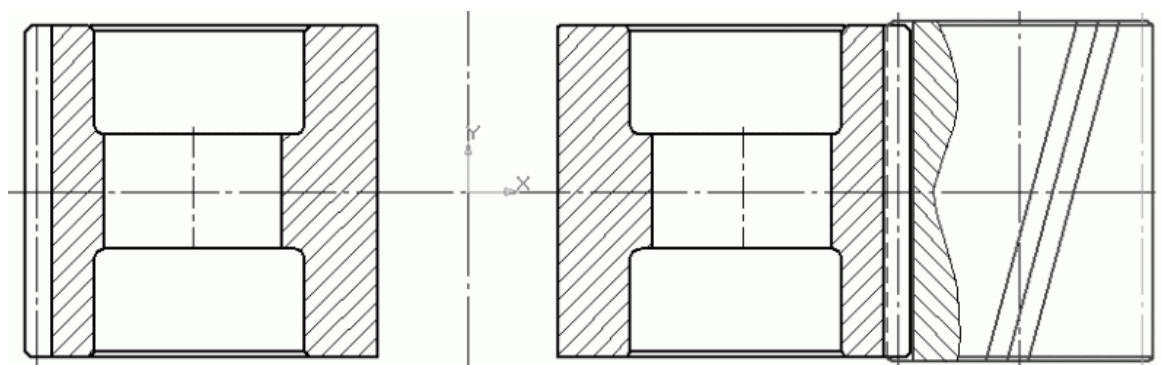


Рис. 2.87. Зубчатое косозубое зацепление

После формирования зубчатого зацепления в редукторе следует приступить к компоновке его подшипниковых узлов. Однако перед этим желательно вычертить контур внутренней стенки корпуса редуктора. Расстояние от внутренней стенки корпуса редуктора до торца вращающейся детали примем равным $(1,0...1,2) \cdot \delta_k$, где δ_k – толщина стенки корпуса редуктора. В нашем случае $\delta_k = 8$ мм (значение определено по результатам расчета корпуса на прочность), поэтому принимаем минимальный зазор между шестерней и корпусом равным 8 мм.

Для создания контура стенки редуктора выполните следующее.

1. Вставьте еще один слой с названием Корпус и сделайте его текущим.
2. Постройте четыре вспомогательных прямых, используя команду Параллельная прямая. Три из четырех прямых (сверху, снизу и слева) должны быть построены на расстоянии 8 мм от торца вращающейся детали (сверху и снизу – это боковая поверхность шестерни, поскольку она шире колеса, слева – торец зубчатого колеса). Последняя прямая (левая внутренняя стенка редуктора) должна быть удалена вправо от торца шестерни на расстояние намного большее, чем 8 мм. В нашем случае – целых 45 мм. Это связано с тем, что крышка быстроходного подшипника,

как правило, больше внешнего диаметра шестерни, что важно учитывать при определении зазора между корпусом и шестерней. Кроме того, в корпусе по бокам от крышки подшипника будут размещаться бобышки под крепежные болты. Все это существенно влияет на конфигурацию корпусных деталей редуктора. Однозначных рекомендаций по определению этого зазора нет, он зависит от типоразмера подшипников быстроходного вала, выбранного типа крышки (на винтах или врезные), а также от размеров бобышек. Если вы впервые проектируете редуктор, можете не обращать внимания на эти параметры. Впоследствии, при детальной проработке главного вида (в частности, крышки редуктора) этот размер можно будет легко откорректировать. КОМПАС-График предлагает для этого удачные средства. Сейчас же (можете поверить мне на слово) величина зазора именно такая, как нужно.

3. При помощи инструмента Прямоугольник постройте контур внутренней стенки корпуса, по очереди указав две противоположные вершины прямоугольника (на пересечении вспомогательных прямых).

4. Нажмите кнопку Скругление на углах объекта, которая находится в той же группе, что и Скругление на панели Геометрия. В группе кнопок Режим на панели свойств нажмите кнопку На всех углах контура, что позволит сразу выполнить скругления на всех углах указанного контура. Щелкните кнопкой мыши на созданном прямоугольнике (напомню, что команда Прямоугольник создает единый объект – замкнутый контур, а не группу отрезков), после чего завершите выполнение команды. Радиус скруглений определяется конструктивно, примем его равным 10 мм.

5. Удалите всю вспомогательную геометрию из слоя.

Приступим к компоновке подшипниковых узлов. В результате расчета были выбраны шарикоподшипники следующих типоразмеров:

- на ведущем валу – №311 (средняя серия);
- на ведомом валу – №216 (легкая серия).

Для компоновки подшипниковых узлов сделайте следующее.

1. Создайте новый слой, присвойте ему имя Подшипниковые узлы. Сделайте этот слой текущим.

2. Снова воспользуемся командой Параллельная прямая. Постройте с ее помощью две прямых, параллельных осевым линиям ведомого и ведущего валов, смещенных относительно их на величину $d_{23}/2$ (40 мм) и $d_{13}/2$ (27,5 мм) соответственно (то есть на величину радиусов участков каждого вала под подшипник). Не забывайте проверять, включен ли режим создания одной прямой.

3. Для обеспечения нормальной работы редуктора очень важна смазка подшипниковых узлов. Допустим, в редукторе консистентная смазка подшипников. Это означает, что для предотвращения протекания консистентного масла в корпус редуктора необходимо предусмотреть маслоудерживающие кольца. Они устанавливаются в отверстие корпуса, отделяя камеру подшипника от внутренней полости редуктора. Одной стороной они упираются в буртик вала (как правило, это следующая ступень вала большего диаметра), а другой – во внутреннее кольцо подшипника. Рекомендуемая толщина колец – 8–12 мм.

Для построения маслоудерживающих колец и точного позиционирования подшипников необходимо создать еще одну вспомогательную прямую, параллельную внутренней стенке редуктора и смещенную вверх от нее на 9 мм (принятая толщина колец).

4. Теперь все готово для вставки подшипников. Причем это будет именно вставка! Вам не придется тратить время на то, чтобы искать в справочниках все размеры выбранных подшипников, после чего рисовать их вручную. КОМПАС-График располагает удобными средствами для автоматического размещения подшипников (и других элементов) на чертежах. Вызовите Менеджер библиотек, для чего воспользуйтесь одноименной кнопкой на панели инструментов Стандартная.

Слева в окне менеджера щелкните на строке Машиностроение, а в появившемся списке справа дважды щелкните на пункте Конструкторская библиотека (рис. 2.88). Откроются доступные функции, которые содержит выбранная библиотека. Перейдите в раздел ПОДШИПНИКИ > ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ и дважды щелкните на элементе Подшипники ГОСТ 8338—75. В появившемся окне из раскрывающегося списка Диаметр d выберите диаметр вала для подшипников (напомню, для ведомого вала – 80 мм, для ведущего – 55 мм). Чтобы определить серию подшипника, выберите из списка Диаметр D внешний диаметр (для ведомого вала и легкой серии – 140 мм, для ведущего вала и средней серии – 120 мм). По очереди разместите по одному подшипнику на каждом валу, фиксируя их в точке пересечения оси вала с вспомогательной линией, ограничивающей маслоудерживающие кольца. После вставки изображения подшипников чертеж должен выглядеть как на рис. 2.89.

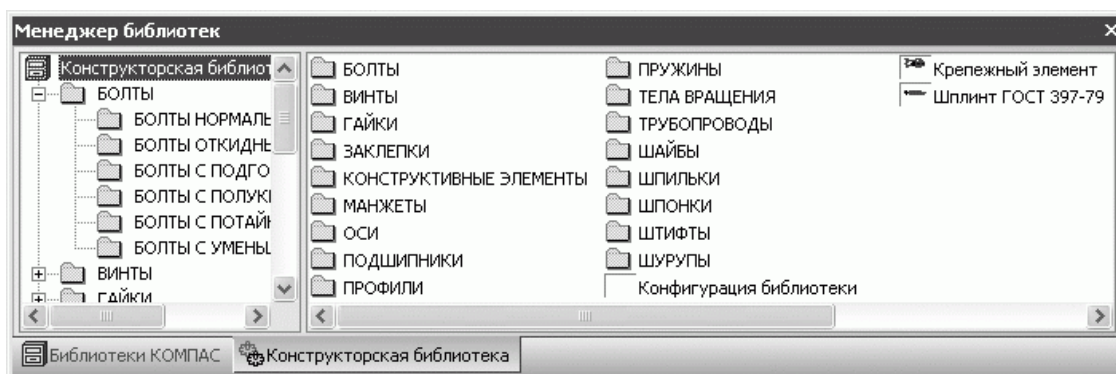


Рис. 2.88. Конструкторская библиотека

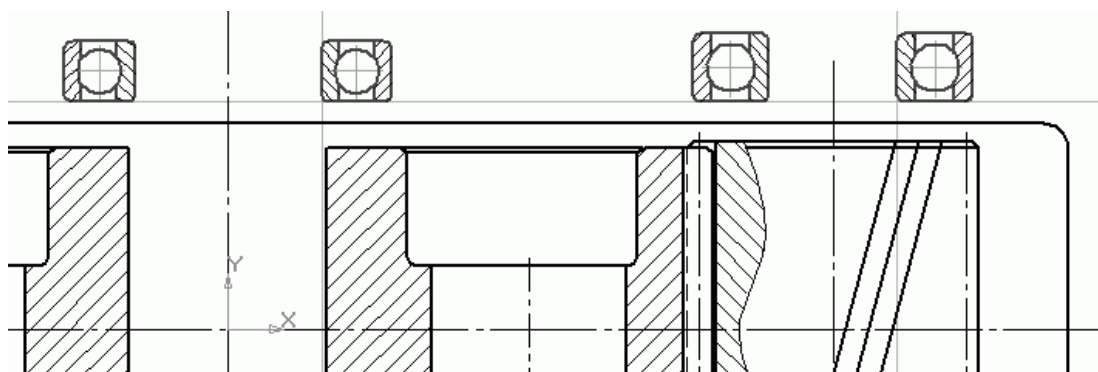


Рис. 2.89. Вставка и размещение подшипников

Примечание

На самом деле в КОМПАС-3D есть более мощное приложение для работы со стандартными изделиями – библиотека Стандартные изделия. Конструкторская библиотека – более простая по функционалу – использовалась до того, как вышли в свет Стандартные изделия. Однако она до сих пор весьма широко применяется из-за своей простоты, универсальности, а главное, небольшой цены.

5. Постройте половину сечения маслоудерживающего кольца и заштрихуйте его (рис. 2.90). Для построения желательно использовать команду Ломаная, после чего выполнить скругление в левом нижнем углу изображения кольца. Конечно, вы можете создать то же изображение при помощи инструмента Непрерывный ввод объектов, а затем объединить его в контур, используя команду Собрать контур панели Геометрия. Имея изображение кольца в виде контура, вам значительно легче будет его выделять и копировать.

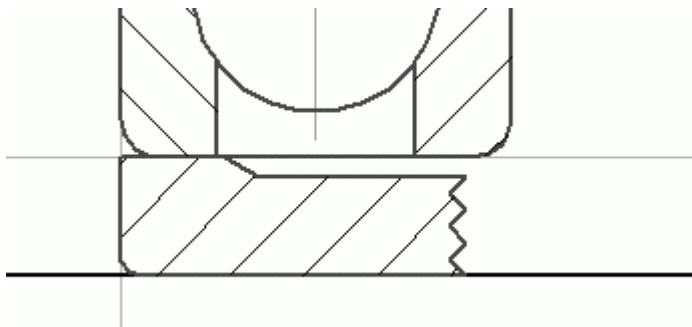


Рис. 2.90. Кольцо маслоудерживающее (половина сечения)

6. Создайте зеркальную копию вычерченной половины кольца. Перед нажатием кнопки **Симметрия** панели **Редактирование** не забудьте вместе с контуром выделить и штриховку. При создании штриховки желательно уменьшить шаг (на рис. 2.90 принято значение 2 мм), так как площадь, ограниченная контуром, небольшая.

7. Повторите действия, описанные в пунктах 5 и 6, для ведущего вала.

8. Выделите все изображение слоя (за исключением вспомогательных прямых) и симметрично отобразите его относительно горизонтальной осевой вида сверху.

Продолжим построение подшипниковых узлов. Внешние кольца подшипников для предотвращения осевых и радиальных смещений фиксируются торцом крышек подшипников. Крышки подшипников не являются стандартными, поэтому вычерчивать их придется самостоятельно, зато есть четкие рекомендации по их характерным размерам. Размеры каждой крышки определяются в зависимости от внешнего диаметра подшипника, который они фиксируют. Для тихоходного вала, внешний диаметр подшипников которого 140 мм, размеры крышки подшипника следующие:

- внешний диаметр крышки – 200 мм;
- диаметр размещения винтов – 170 мм;
- диаметр винтов – М12;
- количество винтов – 6 шт.;
- толщина фланцев крышки – 12 мм.

На быстроходном валу (диаметр внешнего кольца подшипника 120 мм) параметры крышек:

- внешний диаметр крышки – 175 мм;
- диаметр размещения винтов – 150 мм;
- диаметр винтов – М12;
- количество винтов – 6 шт.;
- толщина фланцев крышки – 12 мм.

Для фиксации крышек подшипников на корпусе и крышке редуктора делают специальные выступы в форме усеченных конусов, которые называют местами крепления крышек подшипников. Они немного выступают за пределы фланцев корпуса из-за наличия бобышек под болты, стягивающих крышку и корпус. Расстояние от наружной стенки редуктора до плоскости крепления крышек определяется конструктивно. Главный критерий – чтобы нормально «поместились» бобышки и было место для прохода гаечного ключа при закручивании болтов на бобышках. Примем это расстояние равным 40 мм (позже его можно будет отредактировать). Это значит, что с учетом толщины стенки корпуса редуктора расстояние от внутренней поверхности стенки до плоскости крепления крышек составит 48 мм.

Крышки подшипников бывают двух типов: сквозные и глухие. Сквозные крышки имеют отверстие для выхода участка вала под шкив или звездочку цепной передачи. Глухие крышки намертво фиксируют и закрывают подшипниковый узел.

В сквозных крышках обязательно предусматривают уплотнение для предотвращения выхода масла из камеры подшипника через зазор между вращающимся валом и отверстием в крышке. Уплотнения бывают различных типов: манжетные, лабиринтные, войлочные и пр. В большинстве случаев на чертеже они обозначаются условно.

Приступим к вычерчиванию изображения крышки.

1. Создайте вспомогательную прямую, параллельную внутренней стенке редуктора, выше ее на 48 мм. После этого постройте еще две прямые, параллельные оси ведомого вала: первая на расстоянии $d_{22}/2$ (37, 5 мм), вторая – на расстоянии, равном половине внешнего диаметра крышки подшипника ведомого вала (100 мм).

2. Как я уже говорил, остальные размеры крышки определяете вы сами, конструктивно. По этой причине попытайтесь самостоятельно создать изображение, подобное показанному на рис. 2.91 (должны быть точно заданы только диаметр крышки и толщина фланца). В качестве границы изображения используйте вспомогательную линию, обозначающую радиус участка вала, входящего в отверстие крышки.

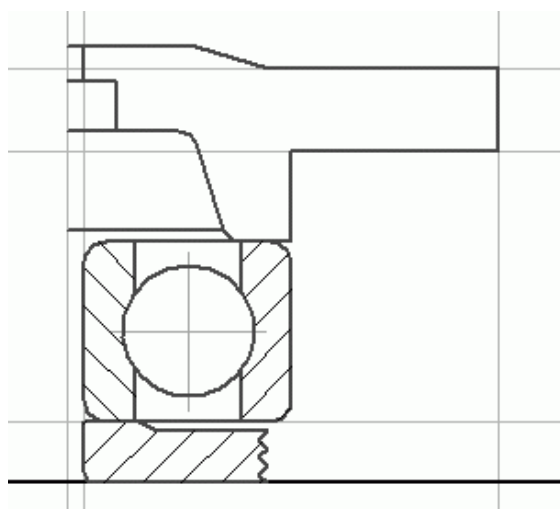


Рис. 2.91. Вычерчивание сквозной крышки подшипника ведомого вала

3. Создайте штриховку крышки (стиль – Металл, шаг – 2 мм, угол наклона – 45°). Уплотнение крышки обозначьте также штриховкой со следующими параметрами: стиль – Неметалл, шаг – 1 мм, угол равен 45° . Границы для штриховки уплотнения придется указывать вручную, для чего воспользуйтесь кнопкой Ручное рисование границ на панели специального управления.

4. Выделите изображение половины крышки и, нажав кнопку Симметрия, отобразите его относительно оси тихоходного вала.

5. На быстроходном валу с этой же стороны редуктора будет установлена глухая крышка. Полагаю, создание ее изображения не вызовет особого труда. Как уже говорилось выше, размеры для крышек подшипников ведущего вала: внешний диаметр крышки – 175 мм (то есть сместить вспомогательную линию относительно оси нужно на 87, 5 мм), толщина фланцев – 12 мм. После всего сделанного чертеж должен принять следующий вид (рис. 2.92).

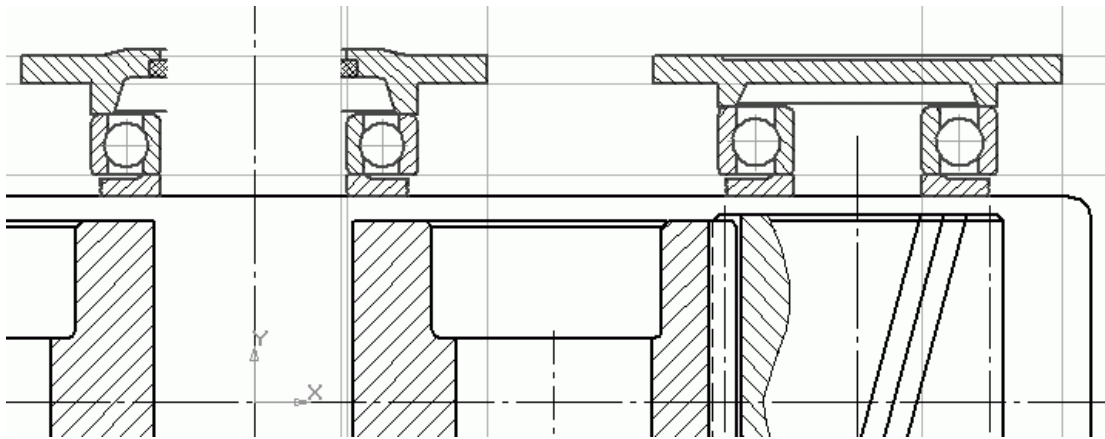


Рис. 2.92. Подшипниковые узлы ведомого и ведущего валов

6. К сожалению, теперь уже нельзя воспользоваться обычным копированием, поскольку крышки подшипниковых узлов несимметричны. Вам придется повторить все описанные действия с учетом того, что на быстроходном валу необходимо создать сквозную крышку, а на тихоходном – глухую. При построении изображения сквозной крышки границей должна служить прямая, удаленная на 25 мм от оси ведущего вала (это радиус участка вала, входящего в крышку). Глухую крышку создавайте, как и для быстроходного вала, только по размерам крышки тихоходного.

7. Удалите вспомогательные линии (Редактор > Удалить > Вспомогательные кривые и точки > В текущем виде) и посмотрите на созданный чертеж (рис. 2.93).

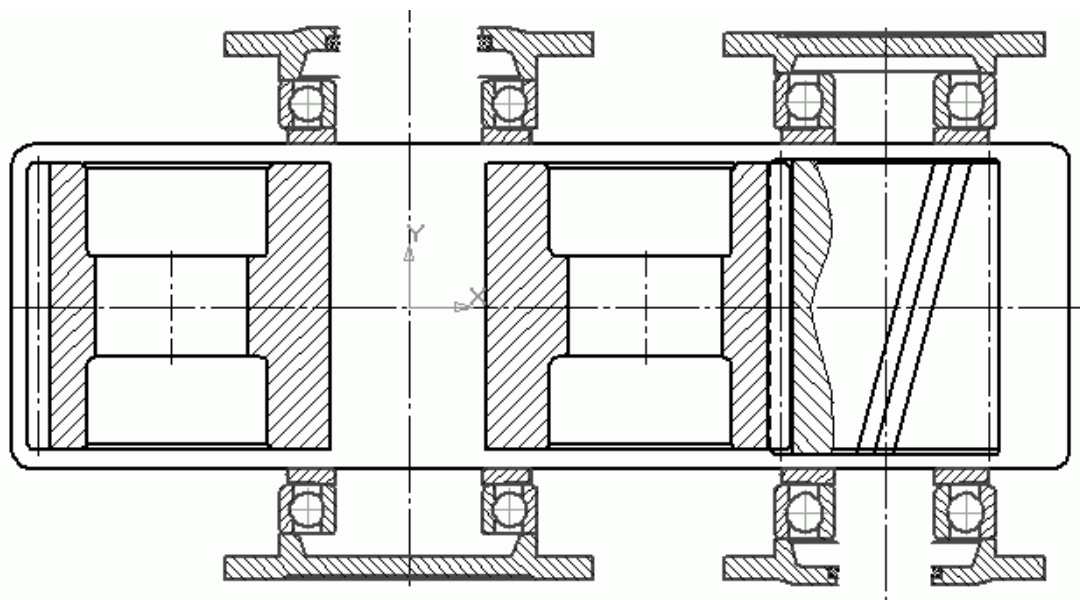


Рис. 2.93. Готовое изображение подшипниковых узлов

Примечание

Не спешите размещать на крышках изображения фиксирующих болтов. Их значительно проще будет создать после вычерчивания главного вида, привязываясь к нему. Кроме того, не забывайте, что на грамотно выполненном чертеже все виды должны находиться строго в проекционной связи. Именно поэтому изображения болтов легче будет выполнить после их размещения на главном виде.

После доработки крышек подшипников можно вернуться к вычерчиванию корпуса редуктора. Собственно говоря, на виде сверху будет виден лишь фланец корпуса и сечения болтов, соединяющих его с таким же фланцем крышки. Ширина фланца зависит от диаметра болтов и определяется с учетом того, что между стенкой крышки и головкой болта должна свободно пройти лапа гаечного ключа. При расчете редуктора на прочность было определено следующее:

- болты, стягивающие корпус и крышку у бобышек, – М14, количество – 8 шт.;
- болты, стягивающие фланцы корпуса и крышки, – М10, количество – 6 шт.

Для болтов М10 минимально необходимая ширина фланца составляет 28 мм. Это означает, что расстояние от внутренней поверхности стенки корпуса редуктора до края фланца будет равняться 36 мм (с учетом толщины стенки корпуса).

Порядок создания изображения фланцев таков.

1. При помощи раскрывающегося списка на панели Текущее состояние выберите текущим слой с названием Корпус.

2. Нажмите кнопку Параллельная прямая на панели инструментов Геометрия и последовательно постройте четыре вспомогательных прямых. Каждая прямая должна быть смещена на расстояние 36 мм от соответствующей ей линии, обозначающей внутреннюю поверхность стенки редуктора. Эти вспомогательные прямые и будут контуром фланца корпуса.

3. Далее следует создать изображение рассеченного болта, соединяющего бобышки. Центр отверстия под болт необходимо разместить следующим образом. По вертикали приблизительно посередине ширины фланца (например, на расстоянии 13, 5 мм от края фланца), а по горизонтали – немного смещенным вглубь от края крышки подшипника (в нашем примере 90 мм от оси для бобышек ведомого вала и 84 мм от оси для бобышек ведущего). Другими словами, размещение болтов следует определять конструктивно, основываясь на рекомендациях специализированной литературы или исходя из собственного опыта. Само изображение можно вычертить вручную, последовательно создавая окружность и дугу, изображающую резьбу, но можно прибегнуть к хитрости. В КОМПАС-График есть специальная прикладная библиотека для автоматического построения изображений резьбовых отверстий. Она находится в разделе Прочие и называется Прикладная библиотека КОМПАС. С помощью элемента Наружная резьба из раздела Резьбовые отверстия вы можете добавить в чертеж изображение отверстия с наружной резьбой с диаметром, равным диаметру болтов на бобышках (то есть 14 мм). Создав штриховку в этом отверстии, вы получите изображение, ничем не отличающееся от поперечного сечения болта.

Поскольку болты не ввинчиваются, а вставляются в корпус, отверстие в корпусе должно быть несколько больше диаметра болта. На чертеже его необходимо обозначить окружностью (инструмент Окружность панели Геометрия) с диаметром 15 мм (то есть на панели свойств после вызова команды нужно будет указать радиус 7, 5 мм). Сечение болта, построенное при помощи библиотеки и заполненное штриховкой (шаг – 1,5 мм), показано на рис. 2.94. Вспомогательная прямая, не проходящая через центр отверстия, – это и есть граница фланца корпуса (именно от нее мы откладывали вниз 13, 5 мм при построении вспомогательных линий для обозначения центра болта в бобышке).

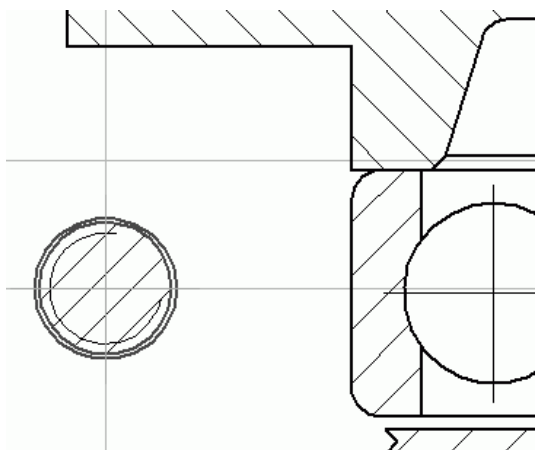


Рис. 2.94. Изображение сечения болта

4. Теперь приступим к созданию изображения основания бобышки, выступающего за крышку и плавно переходящего во фланец. Для этого используйте инструмент Дуга на панели Геометрия. Эта команда строит дугу по ее центру и двум точкам. Пользуясь привязками, в качестве центра дуги укажите центр только что построенного сечения болта. Начальной точкой дуги будет левый нижний угол сечения крышки. Конечную точку разместите на вспомогательной прямой, обозначающей край фланца, для чего воспользуйтесь привязкой Пересечение (рис. 2.95). Завершите выполнение команды.

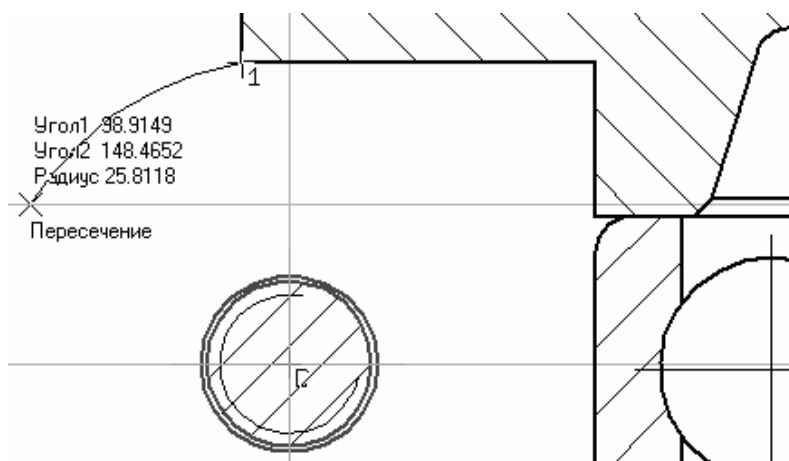


Рис. 2.95. Построение дуги – основания бобышки корпуса

5. Выделите дугу и все изображение сечения болта. Симметрично отобразите его относительно осевой линии ведомого вала. Затем еще раз отобразите относительно горизонтальной осевой всего вида полученный рисунок (вместе с только что созданным зеркальным изображением). Таким образом, вы получите изображения всех четырех бобышек в корпусе для ведомого вала.

6. Повторите пп. 3–5 для ведущего вала. Центр отверстия под болт в бобышке должен лежать на той же горизонтальной линии, что и для ведущего вала, но находится немного ближе к оси вала (84 мм) за счет того, что диаметр крышки подшипника меньше. Основание бобышки выполните полностью аналогично.

7. Способом, аналогичным описанному в п. 3, создайте еще одно изображение болта, но уже диаметром 10 мм на расстоянии 13,5 мм по оси X от левого края фланца и 44,5 мм вверх по оси Y от осевой линии редуктора. После этого создайте еще одно такое же отверстие, размещенное на одном уровне по вертикали с отверстием под

болт в бобышке, а по горизонтали – ровно посередине между предыдущим отверстием и все тем же отверстием в бобышке. Определить середину между двумя прямыми, проходящими через центры отверстия во фланце и в бобышке, можно при помощи инструмента Расстояние между 2 кривыми панели Измерения (2D). Затем вы можете построить еще одну вспомогательную линию, удаленную на половину данного расстояния от любой из прямых, проходящих через центр отверстий. Создать само отверстие можно с помощью инструмента Копирование панели Редактирование. Для этого сначала следует выделить объект для копирования, а затем, нажав кнопку Копирование, указать базовую точку – центр отверстия. Теперь вы можете создавать сколько угодно много копий выделенного объекта в пределах текущего вида, просто щелкая кнопкой мыши в окне документа (см. рис. 2.37). Зафиксируйте копию в необходимом месте. И наконец, создайте симметричную копию двух последних отверстий, а также постройте еще два таких же (диаметром 10 мм) на правой стороне фланца.

8. Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов и обведите контур фланцев корпуса (рис. 2.96). Удалите всю вспомогательную геометрию с чертежа. Используя команду Скругление, создайте четыре скругления радиусом 16 мм по углам фланцев. Отредактируйте положение горизонтальной осевой, выровняв ее характерные точки по краям фланцев корпуса редуктора. Не забудьте добавить также отрезки, определяющие пределы камер подшипников (слева и справа от каждого подшипника и маслоудерживающих колец).

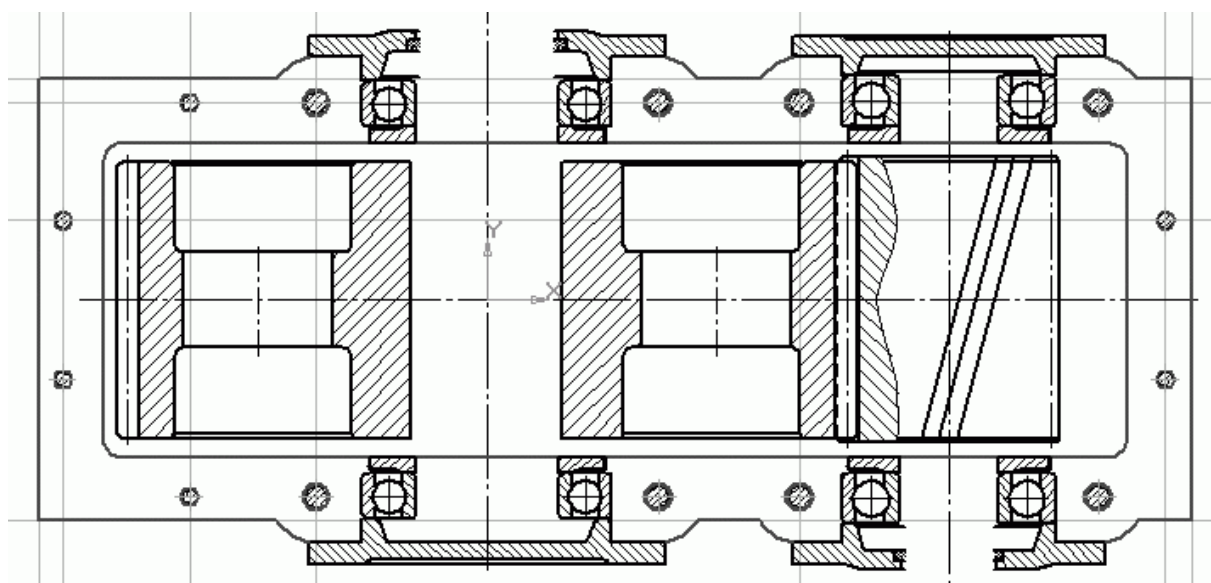


Рис. 2.96. Завершающий этап рисования корпуса

Осталось вычертить изображения валов. Можно, как обычно, создать сетку вспомогательных линий и по ним построить контур вала. Однако поскольку уже почти все изображение вида сформировано, построить оба вала можно, просто привязываясь к характерным точкам существующих объектов.

Для выполнения чертежа валов необходимо сделать следующее.

1. При помощи менеджера документа создайте новый слой с названием Валы и назначьте его текущим.

2. Используя команду Непрерывный ввод объектов или последовательный ввод нескольких отдельных отрезков, сформируйте на слое изображение, показанное на рис. 2.97. Надеюсь, у вас не возникнет никаких трудностей, так как точных параметров или размеров при вводе геометрических объектов задавать не нужно. Все построение осуществляется только при помощи привязок. Единственная вспомога-

тельная прямая служит для фиксирования границы участка вала под уплотнение. Она удалена от края выступа крышки подшипника на 5 мм (это достаточное расстояние, чтобы шкив или звездочка, насаженная на выходной конец вала, не касались головки фиксирующих крышку винтов).

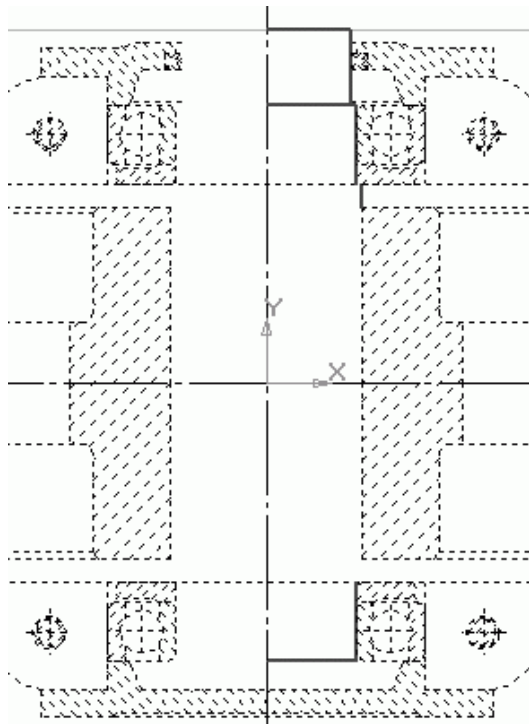


Рис. 2.97. Вычерчивание ведомого вала (все слои, кроме системного и текущего, переведены в фоновый режим)

3. Создайте отрезок, обозначающий буртик на валу, в который упирается колесо при запрессовке на вал. Для этого постройте вспомогательную прямую, параллельную оси вала и смещенную вправо от нее на величину $d_{25}/2$ (то есть 45 мм). Начало отрезка разместите на внутренней поверхности стенки редуктора, а конец – на боковой поверхности колеса. С другой стороны зубчатое колесо фиксируется на валу специальным распорным кольцом, размещаемым между колесом и маслоудерживающим кольцом. Распорное кольцо имеет произвольные размеры. Примем его толщину равной 8 мм. Не забудьте сразу заштриховать его, выбрав как можно более мелкий шаг штриховки и установив угол равным -45° (рис. 2.98).

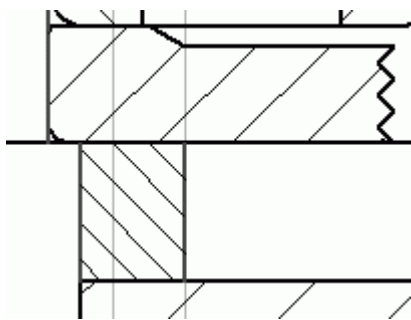



Рис. 2.98. Распорное кольцо для осевой фиксации зубчатого колеса

4. Дорисуем выходной конец вала. Его диаметр известен, а длина определяется либо рекомендациями в литературе, либо исходя из конкретных размеров ступицы

шкива или звездочки, которые будут насажены на вал (конечно, если эти размеры известны). Примем длину этого участка вала равной 100 мм. Для ее построения нажмите кнопку **Линия** на панели инструментов **Геометрия**, убедитесь, что включен режим ввода отрезка. Вручную задайте абсциссу первой точки ($d_{21}/2 = 35,5$ мм), а ординату зафиксируйте щелчком на чертеже. Введите длину создаваемого отрезка (100 мм) в соответствующее поле на панели свойств. Щелчком кнопкой мыши зафиксируйте отрезок. Следующий отрезок постройте перпендикулярно первому, выровняйте его конечную точку по осевой линии вала (абсцисса должна быть равна нулю). Обязательно создайте изображения фасок (длина – 2,5 мм, угол – 45°) на краях вала и при желании добавьте скругления между ступенями вала (диаметром 1–2 мм). Удалите всю вспомогательную геометрию – она больше не понадобится.

5. Выделите все изображение в слое, включая распорное кольцо. Рамку выделения для этого использовать неудобно, так как она обязательно захватит объекты с других слоев. Чтобы не выделять все составляющие элементы вала по отдельности, воспользуйтесь кнопкой **Выделить слой** указанием  панели **Выделение**. После ее вызова достаточно щелкнуть на любом геометрическом объекте нужного слоя, и система выделит все объекты, входящие в него. Выделив, таким образом, все изображение, создайте его зеркальную копию (инструмент **Симметрия** панели **Редактирование**). Теперь, наконец, можно отредактировать положение характерных точек осевой линии ведомого вала.

6. Осталось добавить изображения шпонок. Можно создать их собственноручно или использовать для этого стандартные средства КОМПАС. Запустите менеджер библиотек и раскройте в нем раздел **Прочие**. Дважды щелкните на строке **Прикладная библиотека КОМПАС** в правой части менеджера, перейдите в раздел **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ** и двойным щелчком выберите элемент **Паз, вид сверху**. В появившемся окне задайте длину и ширину паза, затем нажмите кнопку **ОК** и разместите паз на чертеже (рис. 2.99). Размеры шпонки на выходном участке вала ($b \times h \times t$) – 90 × 20 × 12 мм. Создайте еще одно изображение шпонки на этом же валу для соединения его с зубчатым колесом. Ее размеры – 110 × 22 × 14. Размеры шпонок приведены к стандартным и определены в результате расчета шпоночных соединений.



Рис. 2.99. Построение изображения шпонки (шпоночного паза) средствами КОМПАС

7. Перед началом построения ведущего вала необходимо определить способ его исполнения: отдельно или вместе с зубчатой шестерней. Основной характеристикой при этом является отношение диаметра западин зубьев шестерни к диаметру участка вала под шестерней. Если это отношение больше 0,6, то с целью экономии металла

вал изготавливается отдельно от шестерни и соединяется с ней шпонкой, создавая сборочную единицу. В противном случае вал и шестерня создаются вместе, представляя собой одну деталь. Ознакомившись с результатами проектного расчета зубчатого зацепления и валов или просто измерив соответствующие расстояния на чертеже, вы можете убедиться, что в нашем редукторе вал и шестерня исполняются вместе. Исходя из этого, будем чертить ведущий вал.

Постройте две вспомогательные прямые, параллельные оси ведущего вала и удаленные от нее на расстояния $d_{11}/2$ (22,5) и $d_{14}/2$ (31,5) соответственно. Пользуясь привязками к вспомогательным линиям и элементам уже существующих объектов, создайте контур ведущего вала. Длину выходного участка примем равной 63 мм.

8. Обязательно выполните две фаски на концах вала (длина – 2,5 мм, угол – 45°). Можете также создать скругления в местах перехода вала в шестерню, а также во всех остальных переходах между ступенями вала-шестерни. Выделите и отобразите симметрично все изображение вала относительно оси. Отредактируйте положение осевой линии и создайте изображение шпонки, как это было описано в п. 6. Размеры шпонки ведущего вала – 56 ? 14 ? 9 мм.

Внимание! В этом случае (перед выполнением команды Симметрия для ведущего вала) вы не можете использовать кнопку Выделить слой указанием панели Выделение, поскольку в текущем слое содержится также и изображение ведомого вала. Если вы примените данный инструмент, оно также будет выделено! Лучше сделать все слои фоновыми или невидимыми и выделить нужный фрагмент изображения при помощи рамки (секущей или обычной).

Изображение цилиндрического косозубого редуктора (а точнее его вид сверху в разрезе) практически готово (рис. 2.100). Осталось только расположить нужным образом фиксирующие винты на крышках подшипников. Это будет сделано позже, на одном из этапов разработки главного вида.

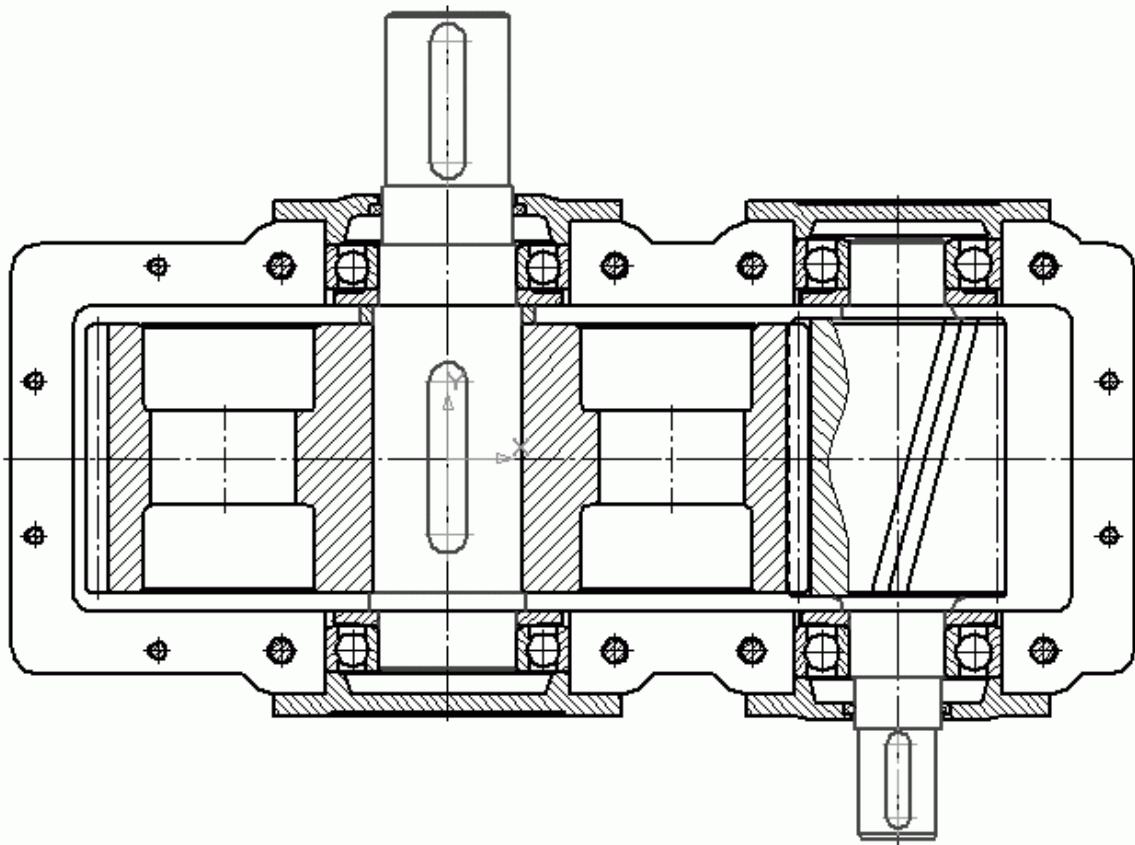


Рис. 2.100. Чертеж редуктора: вид сверху

Главный вид

Построить главный вид значительно проще, нежели вид сверху. Причин тому много. Во-первых, при рисовании изображения главного вида вы можете привязываться к объектам вида сверху, в частности, применяя вспомогательные прямые. Это существенно экономит время, так как отпадет необходимость каждый раз возвращаться к расчетным данным в поисках нужного значения размера и вводить его в некое поле на панели свойств. Во-вторых, на сборочных чертежах цилиндрических редукторов главный вид принято выполнять практически без разрезов, показывая внешний вид механизма и строение его корпусных деталей. Само изображение получается намного проще. Правда, это утверждение справедливо только для одноступенчатых конических и цилиндрических редукторов.

Начнем с создания нового вида на чертеже, в котором будет размещено все изображение главного вида редуктора. Сначала необходимо выполнить вспомогательную прямую, чтобы точно привязать точку начала координат нового вида.

1. Нажмите кнопку Вертикальная прямая на панели инструментов Геометрия, подведите указатель к точке начала координат вида сверху и, когда сработает привязка Ближайшая точка, зафиксируйте его. В результате будет создана вертикальная вспомогательная прямая, проходящая через точку начала координат вида сверху.

2. Перейдите на панель Ассоциативные виды компактной панели и нажмите кнопку Создать новый вид. На панели свойств задайте создаваемому виду имя Главный вид, масштаб – 1:2, а все остальные настройки оставьте установленными по умолчанию. Подведите указатель мыши к построенной вспомогательной прямой. Выполните команду Привязка > Точка на кривой контекстного меню (рис. 2.101). Щелкните кнопкой мыши возле вспомогательной прямой, приблизительно посередине между верхним краем листа и верхней точкой вида сверху. Сработает локальная привязка, и точка начала координат нового вида будет размещена точно на вертикальной прямой, то есть на одной линии с началом координат вида сверху.

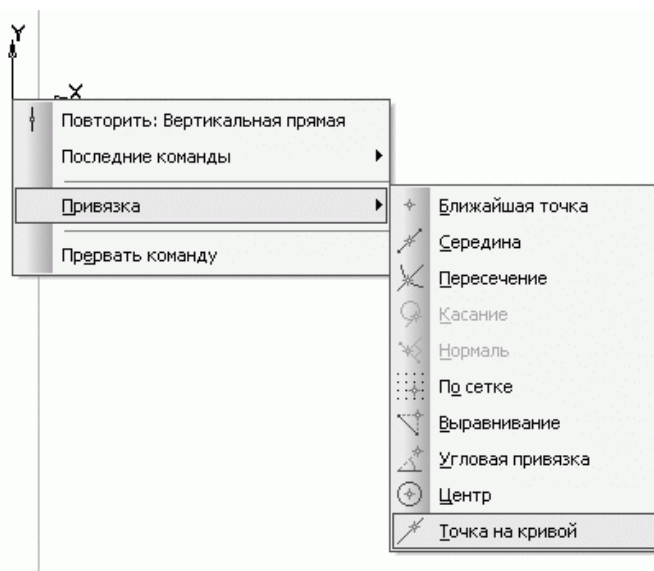


Рис. 2.101. Размещение точки начала координат нового вида

3. При помощи команды Вертикальная прямая постройте несколько вспомогательных прямых, привязываясь к характерным точкам или объектам вида сверху. Вспомогательные прямые должны проходить через линию зацепления, характерные точки глухой крышки ведомого и сквозной крышки ведущего валов, а также через ступени части ведущего вала, выходящей из редуктора (рис. 2.102).

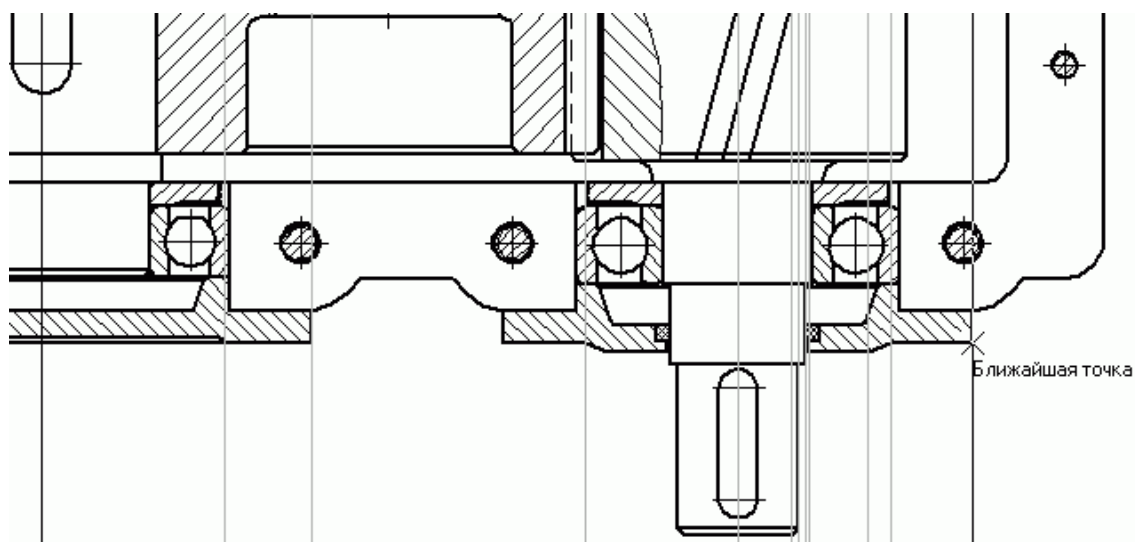


Рис. 2.102. Размещение вертикальных вспомогательных прямых

Теперь можно приступать к вычерчиванию изображения главного вида.

1. Используя команду **Осевая линия по двум точкам** панели **Обозначения**, постройте осевую на главном виде, совпадающую с вертикальной линией, которая проходит через осевую линию ведущего вала. Создайте также горизонтальную осевую линию, проходящую через точку начала координат главного вида.

2. Перейдите на панель **Геометрия** и нажмите кнопку **Окружность**. В раскрывающемся списке **Стиль** на панели свойств выберите стиль линии **Осевая**. Постройте по очереди две окружности, обозначающие делительные диаметры колеса и шестерни: центр первой окружности должен совпадать с точкой начала координат, центр второй – лежать на пересечении двух осевых, созданных при выполнении п. 1. Обратите внимание на то, что вам не нужно вручную вводить точное значение делительных диаметров! При построении обеих окружностей достаточно «растянуть» их радиус, привязываясь к вспомогательной линии, проходящей через линию зацепления.

Примечание

После построения осевых линий вы можете сразу удалять использованные для этого вспомогательные прямые, чтобы не засорять чертеж. Они больше не нужны, поскольку при дальнейшем выполнении чертежа вы сможете привязываться к уже существующим осевым линиям.

3. Создайте в главном виде новый слой с названием **Крышки** и сделайте его текущим. Сформируйте в нем изображения крышек главного вида, а также фрагмент ведущего вала, торчащий из отверстия сквозной крышки. Это совсем не сложно: просто стройте по очереди окружности, привязывая их радиусы к вспомогательным прямым, проходящим через характерные точки вида сверху (рис. 2.103). Перед началом ввода окружностей не забудьте изменить стиль линии на **Основная**.

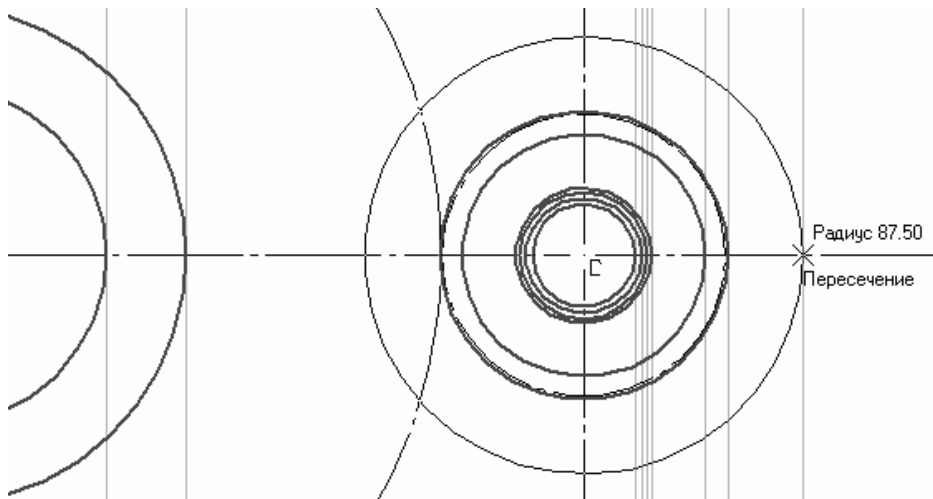


Рис. 2.103. Процесс построения крышек подшипников и выходного конца ведущего вала

4. Не выходя из режима создания окружности, вернитесь к стилю линии **Осевая**. Создайте окружность в каждой крышке, обозначающей диаметр размещения фиксирующих винтов (170 и 150 мм соответственно).

5. Теперь необходимо добавить рисунок головки фиксирующего винта. Его изображение, как и рисунки других стандартизованных крепежных элементов, содержится в конструкторской библиотеке системы КОМПАС-График. Откройте Менеджер библиотек, выберите папку Машиностроение и запустите находящуюся в ней конструкторскую библиотеку. Перейдите в раздел **БОЛТЫ > БОЛТЫ НОРМАЛЬНЫЕ** и дважды щелкните на строке **Болт ГОСТ 7798—70**. Появится диалоговое окно настройки параметров библиотечного элемента. Из раскрывающегося списка Диаметр выберите значение 12 (напомню, что это диаметр фиксирующих крышку винтов), установите переключатель в положение Вид сверху и снимите флажок Ось рисовать (рис. 2.104). После этого нажмите кнопку ОК и вставьте изображение головки винта в точку пересечения вертикальной осевой крышки ведомого вала и осевой линии, обозначающей окружность размещения винтов. После фиксации точки вставки поверните изображение на 90°.

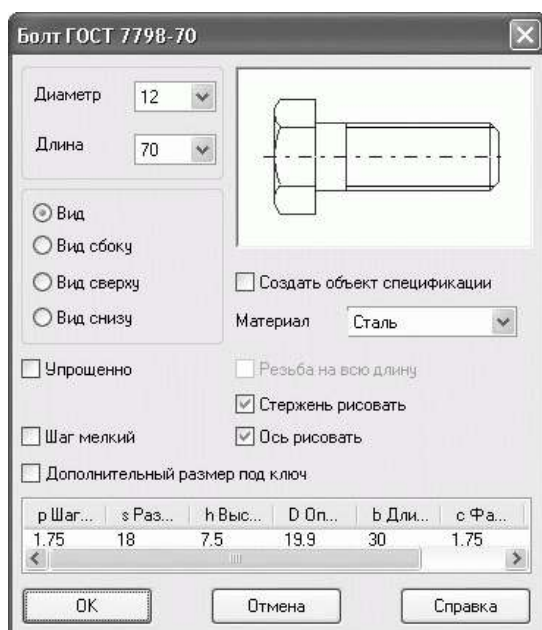


Рис. 2.104. Параметры создаваемого болта

6. Выделите созданную головку винта и нажмите на панели Редактирование кнопку Копия по окружности. В качестве центра копирования укажите точку начала координат (0;0), из раскрывающегося списка Количество копий выберите значение 6, а в группе кнопок Режим нажмите кнопку Вдоль всей окружности (рис. 2.105). Завершите формирование копий, нажав кнопку Создать объект.

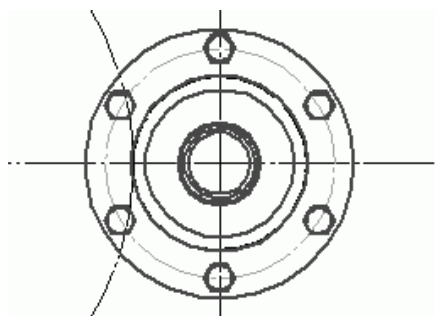


Рис. 2.105. Выполнение команды Копирование по окружности

7. Повторите действия, описанные в пп. 5 и 6, для крышки ведущего вала.

Ненадолго прервем работу над главным видом. Если вы не забыли, мы еще не совсем закончили вид сверху. Создайте изображения винтов крышек подшипников на виде сверху следующим образом.

1. Выберите из списка Состояние видов на панели инструментов Текущее состояние вид под номером 1 (Вид сверху), в котором сделайте текущим слой Подшипниковые узлы.

2. Нажмите кнопку Вертикальная прямая на панели Геометрия и создайте четыре прямые, проходящие через центры шапочек винтов на главном виде, ось которых не совпадает с осью их крышки (осью вала) на виде сверху.

3. Снова откройте конструкторскую библиотеку и перейдите в раздел БОЛТЫ > БОЛТЫ НОРМАЛЬНЫЕ, в котором дважды щелкните на строке Болт ГОСТ 7798—70. Установите диаметр винта – 12 мм, длину – 14 мм (наименьшую возможную, так как нарезную часть болта все равно придется удалять с чертежа), установите переключатель в положение Вид и флажок Ось рисовать. Вставьте изображение болта в чертеж, зафиксировав его в точке пересечения одной из вспомогательных прямых (например, для ведущего вала) и линии наружной поверхности крышки подшипника (рис. 2.106, а). Используя инструмент Усечь кривую панели Редактирование, удалите по очереди ненужные линии с изображения винта, оставив только шапочку (рис. 2.106, б). Напомню, что для удаления кривой при помощи команды Усечь кривую необходимо подвести указатель к кривой и, когда она подсветится красным цветом, щелкнуть на ней кнопкой мыши.

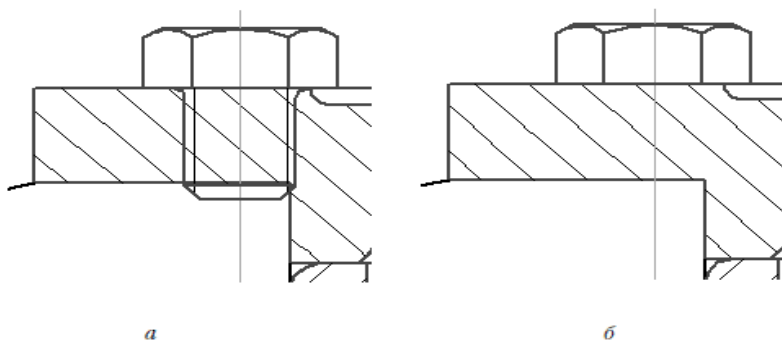


Рис. 2.106. Формирование изображения фиксирующего винта: вставка винта из конструкторской библиотеки (а), удаление лишних линий (б)

4. Выделите полученное изображение. Несмотря на то что мы изрядно его «обрезали», болт все равно является графическим макрообъектом и его без проблем можно восстановить или отредактировать средствами библиотеки. Нажмите кнопку Копирование панели Редактирование и создайте две копии вдоль наружной поверхности крышки: одну на оси вала, а другую – на симметричной относительно оси вспомогательной прямой.

5. Аналогично описанному в пп. 3 и 4 выполните еще два винта на сквозной крышке этого же вала (третий создавать не нужно, так как он будет невиден за выступающей частью вала). При удалении невидимых линий придется усечь и часть головки винта, которая будет закрыта выступом крышки (рис. 2.107).

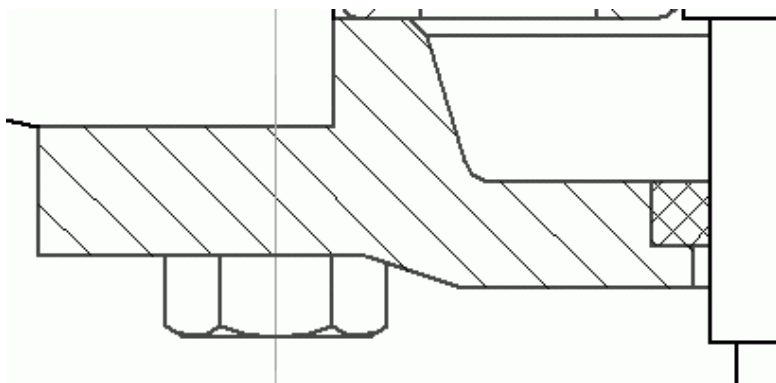


Рис. 2.107. Фиксирующий винт сквозной крышки ведущего вала

6. Повторите действия, описанные в пп. 3–5 для ведомого вала, после чего удалите всю вспомогательную геометрию. Если у вас возникли какие-либо трудности (в частности, с построением вспомогательных линий).

Продолжим работу над главным видом – начнем чертить крышку редуктора.

1. Создайте в главном виде новый слой, назовите его Крышка редуктора и сделайте текущим.

2. Как обычно, перед построением сформируем сетку вспомогательных линий. Используя команду Вертикальная прямая, постройте две прямые, проходящие через края левого фланца на виде сверху, а при помощи команды Параллельная прямая – одну прямую, на расстоянии 7,5 мм (толщина стенки крышки редуктора) от внутренней поверхности корпуса (рис. 2.108). Эти линии обозначат начало фланца и стенки крышки редуктора на виде сверху. Создайте такие же три линии на фланце со стороны шестерни. Еще одну прямую постройте параллельно горизонтальной осевой главного вида, выше ее на величину толщины фланца крышки. Она определяется при расчете корпусных деталей редуктора на прочность, в нашем случае равняется 10 мм.

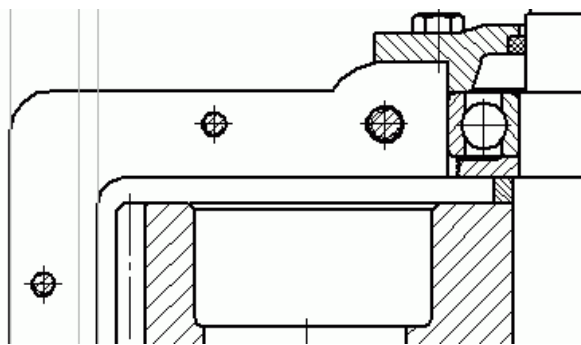


Рис. 2.108. Вспомогательные линии для построения корпуса редуктора

Примечание

Все линии следует строить на текущем слое главного вида, просто при их построении необходимо привязываться к геометрическим объектам на виде сверху.

Следующее изображение можно было бы сформировать с помощью различных команд для рисования графических примитивов, после чего удалить ненужные фрагменты дуг или отрезков. Однако я предлагаю сначала создать как можно больше вспомогательных линий, по ним построить требуемый контур, а затем одной командой удалить всю вспомогательную геометрию.

1. Нажмите кнопку Дуга на панели Геометрия, на панели свойств установите для нее стиль линии Вспомогательная. Создайте две дуги: первую с центром в начале координат (центр зубчатого колеса), вторую – в центре шестерни. Радиусы дуг задайте равными радиусам кривизны наружной поверхности стенки крышки над колесом и шестерней соответственно. Рассчитывать и вводить эти радиусы вручную нет необходимости. Просто при построении дуг растягивайте их радиус до точек пересечения горизонтальной оси редуктора с вспомогательной линией, обозначающей начало стенки крышки редуктора (это та линия, которую мы смещали на 7,5 мм от внутренней поверхности корпуса), со стороны колеса или со стороны шестерни. Далее нажмите кнопку Отрезок, касательный к 2 кривым на панели Геометрия и по очереди щелкните на обеих дугах (оставьте для них стиль линии Вспомогательная). Система построит отрезок, касательный к двум указанным дугам окружностей (рис. 2.109).

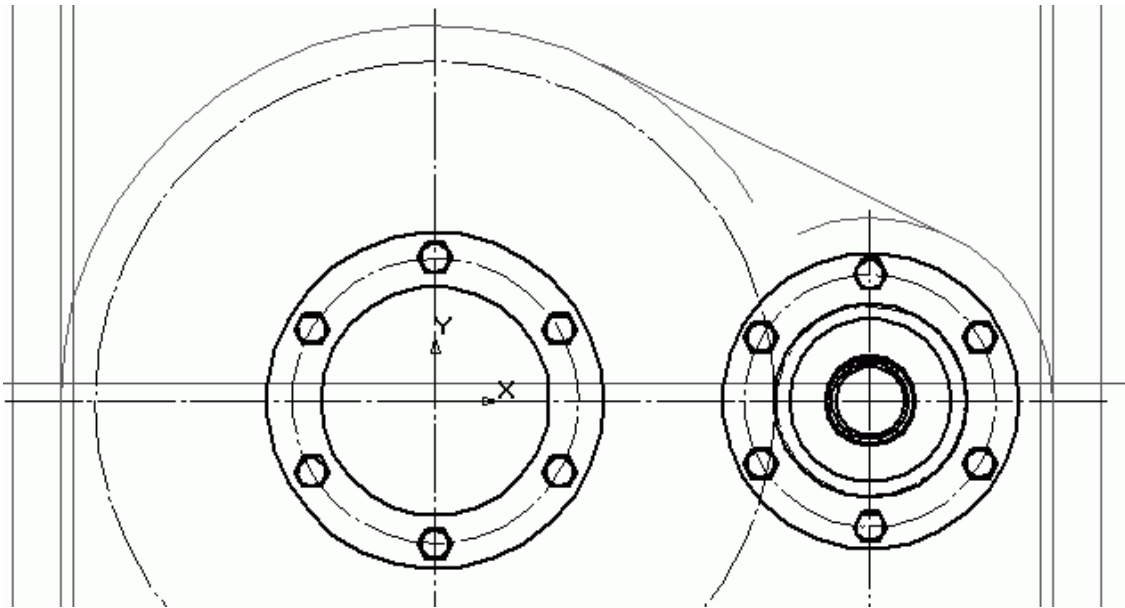


Рис. 2.109. Сетка вспомогательных линий для построения крышки редуктора

2. Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов на панели Геометрия. На панели свойств выберите стиль линии Основная. Сформируйте контур крышки редуктора (включая фланцы), переключая при необходимости режим ввода с отрезка на дугу и привязываясь к точкам пересечения вспомогательных объектов. Полученный контур представлен на рис. 2.110.

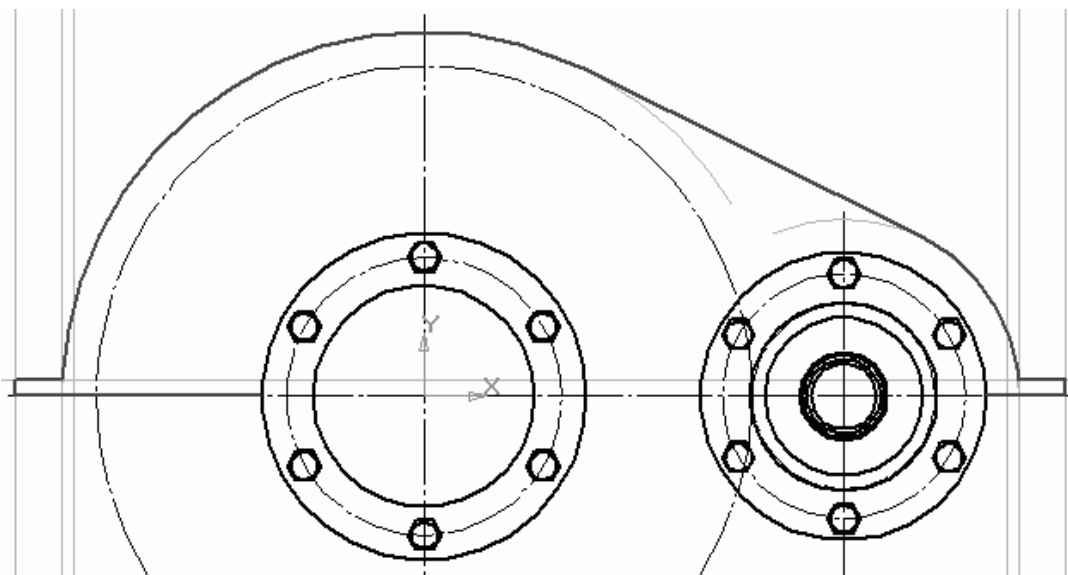


Рис. 2.110. Построение контура крышки корпуса

3. Сформируйте изображение бобышки (начните с левой бобышки тихоходного вала). Высоту бобышки примите приблизительно равной $\frac{2}{3}$ от радиуса крышки подшипника ведомого вала. Ширина верхней площадки бобышки определяется исходя из того, что на ней должна поместиться головка болта, вставленного в отверстие бобышки. Дорисуйте изображение фланца крышки редуктора, входящего в бобышку. Размеры фланцев определяются в основном конструктивно, поэтому ничего страшного, если у вас на чертеже они получатся немного не так, как показано на рис. 2.111.

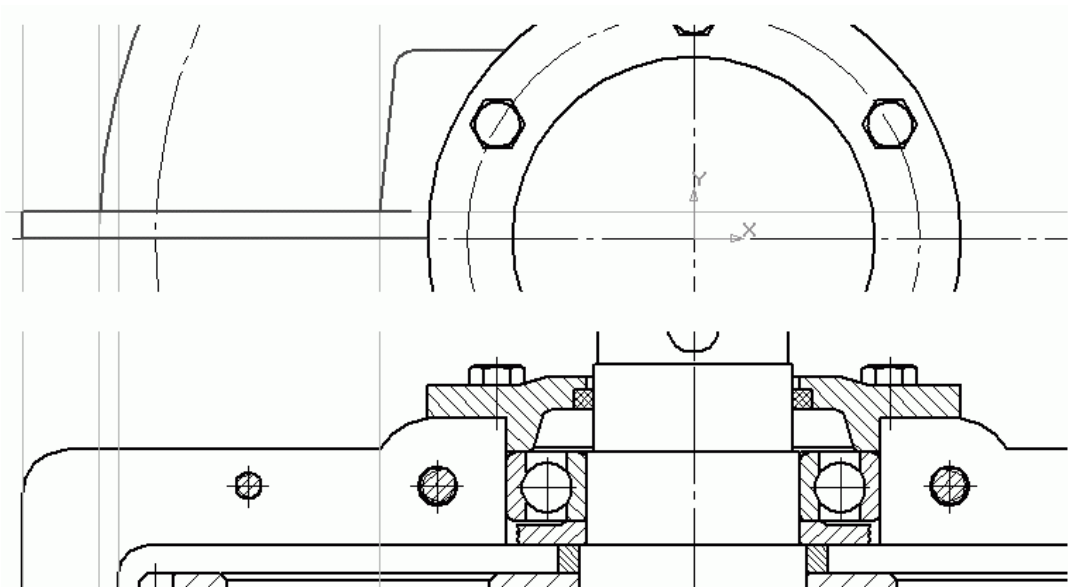


Рис. 2.111. Создание бобышки и ее привязка к виду сверху

4. Выделите построенное изображение бобышки и симметрично отобразите его относительно вертикальной оси ведомого вала. Точно такие же бобышки постройте для крышки ведущего вала. Дорисуйте фланец по всей длине крышки редуктора, а также удалите ненужные линии (скругление над шестерней), которые будут закрыты правой бобышкой ведущего вала.

Примечание

Несмотря на то что крышка подшипников ведущего вала, как правило, имеет меньший диаметр, чем крышка ведомого, высота бобышек принимается одинаковой для обеих крышек. Это облегчает обработку корпусной детали после ее выплавки.

5. Удалите всю вспомогательную геометрию с чертежа. Завершите выполнение чертежа крышки редуктора, для чего дорисуйте следующие элементы (все они выполняются конструктивно):

1) создайте скругление радиусом 4 мм на краях фланцев;
2) добавьте с боков крышки ребра с отверстиями для крановых крюков, предназначенных для транспортировки крышки; радиус отверстий принимайте в пределах 10–20 мм;

3) постройте ребра жесткости над местами крепления крышек подшипников ведомого вала, толщину ребер рекомендуется принимать равной толщине стенки крышки редуктора. При построении изображения учтите, что ребра, как и места крепления крышек, немного расширяются при приближении к наружной стенке крышки редуктора;

4) в этом же слое можете сформировать изображение крышки смотрового отверстия. В некоторых книгах вы можете встретить рекомендуемые размеры для элементов этой крышки (собственно крышки, винтов и ручки отдушины). Однако, поскольку крышка смотрового отверстия является маловажной с конструкторской точки зрения частью редуктора, вы можете также выполнить ее произвольно (без каких-либо привязок к точным размерам). Для успешного построения крышки смотрового отверстия сначала лучше сформировать сетку вспомогательных линий, отталкиваясь от прямолинейного участка контура крышки (рекомендую использовать команды Параллельная прямая и Перпендикулярная прямая).

При рисовании оставшихся элементов крышки редуктора и крышки смотрового отверстия ориентируйтесь на рис. 2.112.

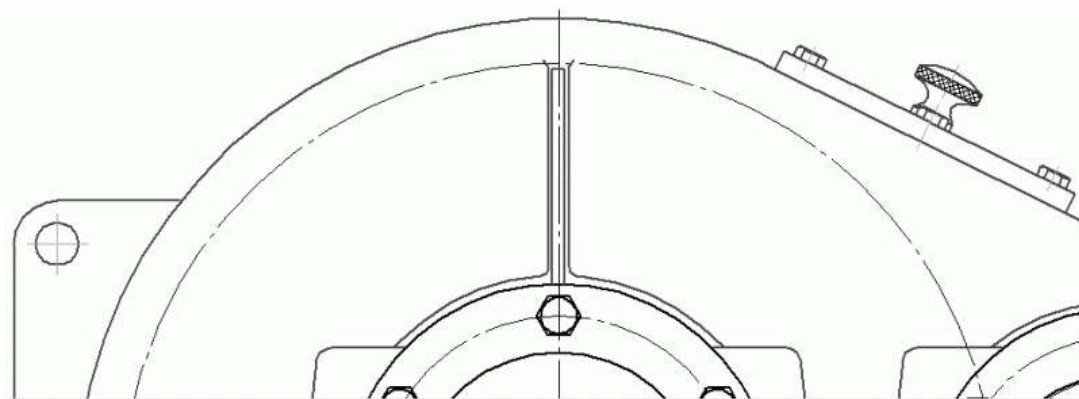


Рис. 2.112. Завершение выполнения чертежа крышки редуктора

Теперь приступим к созданию корпуса редуктора. Сложностей с выполнением чертежа этой детали не должно быть, за исключением изображения маслоуказательного жезла. Кроме того, мы сможем воспользоваться некоторыми геометрическими элементами, построенными при работе над крышкой редуктора. Начнем рисование корпуса, как обычно, с создания нового слоя.

1. Вызовите Менеджер документа, в его левой части выделите пункт Главный вид. При помощи кнопки Создать слой на панели инструментов менеджера сформируйте новый слой с названием Корпус и сделайте его текущим.

2. Сформируйте следующие вспомогательные линии на чертеже:
• две вертикальные прямые, параллельные внутренней стенке корпуса редуктора и удаленные от них на величину толщины стенки редуктора (8 мм). Эти пря-

мые нужно создать с использованием команды Параллельная прямая, привязываясь к линиям внутренней стенки на виде сверху (по аналогии к вспомогательным прямым при построении крышки, только тогда мы смещали их на 7,5 мм);

- две дуги окружностей, выполненных стилем линии Вспомогательная, с центром в точках $(0;0)$ и $(0; a?)$ соответственно (напомню, что $a? = 259$ мм). Радиусы каждой из дуг необходимо определить при построении, растягивая их до точек пересечения построенных вспомогательных прямых и горизонтальной осевой главного вида;

- две горизонтальные прямые. Первая должна быть размещена ниже горизонтальной осевой вида на 262 мм (это значение получено при расчете геометрических параметров корпуса редуктора), а вторая – выше первой на 17 мм (толщина опорного фланца корпуса);

- две вертикальные прямые. Первая должна быть построена левее вертикальной осевой колеса на 130 мм, вторая – правее осевой шестерни на 13,5 мм. Последние две прямые указывают границы опорных лап редуктора. Эти величины определяются конструктивно, грубо говоря, «на глаз». Необходимо следить, чтобы опорная площадка не была слишком короткой, иначе может увеличиться напряжение в фундаментных болтах, соединяющих корпус редуктора с рамой или ползками. Допускается делать корпус с вертикальными стенками (при этом площадь опорной площадки приблизительно равна площади сечения полости редуктора), однако такая конструкция корпуса значительно увеличивает объем масла, заливаемого в картер для смазки зубчатого зацепления и, кроме того, она выглядит не очень красиво.

3. Основываясь на четырех вспомогательных прямых, созданных последними, постройте прямоугольник при помощи одноименной команды. Используя инструмент Скругление на углах объекта панели Геометрия, сформируйте два скругления радиусом 6 мм на верхних углах прямоугольника (рис. 2.113). Построив опорный фланец, отредактируйте положение характерных точек двух вертикальных осевых: верхние точки по контуру крышки редуктора, нижние точки – по нижней границе опорного фланца.

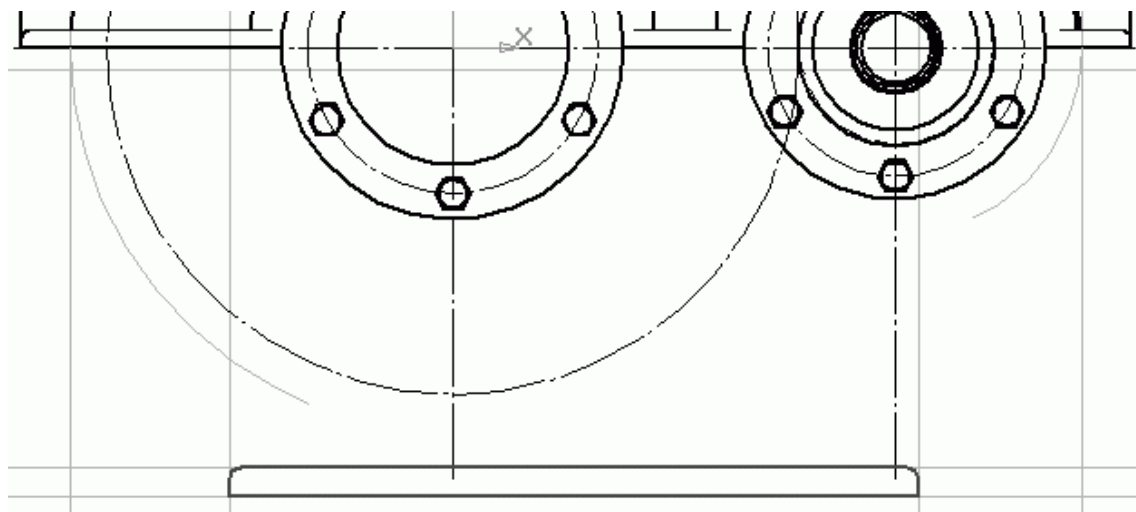


Рис. 2.113. Опорный фланец корпуса редуктора

4. Выполните контур корпуса редуктора, отталкиваясь от точек пересечения вспомогательной геометрии. При построении контура стенки редуктора рекомендую воспользоваться инструментом Касательный отрезок через внешнюю точку панели Геометрия (рис. 2.114). В качестве кривой для касания укажите вспомогательную дугу, а начало этого отрезка должно совпадать с начальной (нижней) точкой дуги скругления изображения опорного фланца. Остальное изображение контура корпуса

можно дорисовать, поочередно применяя инструменты Дуга и Отрезок или одной командой Непрерывный ввод объектов.

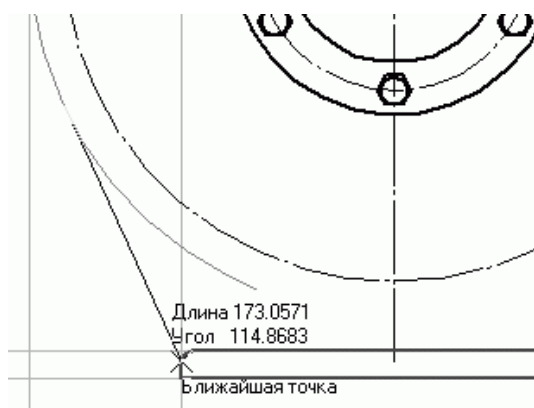


Рис. 2.114. Построение касательного отрезка

5. Создать бобышки и ребра жесткости на корпусе намного проще, чем на крышке. Выделите указанные геометрические объекты на крышке редуктора (для этого не обязательно переходить на слой с изображением крышки), нажмите кнопку Симметрия на панели Редактирование и выполните отображение относительно горизонтальной осевой. Как вы заметили, отображенное изображение осталось на том же слое, что и его прототип. В принципе, в этом нет ничего страшного. Однако если вы хотите, чтобы бобышки корпуса располагались на том же слое, что и сам корпус, вам следует выделить все отображенные объекты, вырезать их с чертежа (команда меню Редактор > Вырезать или сочетание клавиш Ctrl+X), после чего вставить на слой, на котором изображен корпус (команда меню Редактор > Вставить или сочетание клавиш Ctrl+V). Обязательно проследите, чтобы при удалении (вырезании) объектов чертежа и при их вставке вы указали в качестве базовой одну и ту же точку вида. Симметричное изображение необходимо будет немного отредактировать из-за того, что толщина фланца корпуса превышает толщину фланца крышки редуктора. Вам также придется вручную дорисовать ребро жесткости под крышкой ведущего вала. Завершив редактирование, удалите вспомогательную геометрию с чертежа (рис. 2.115).

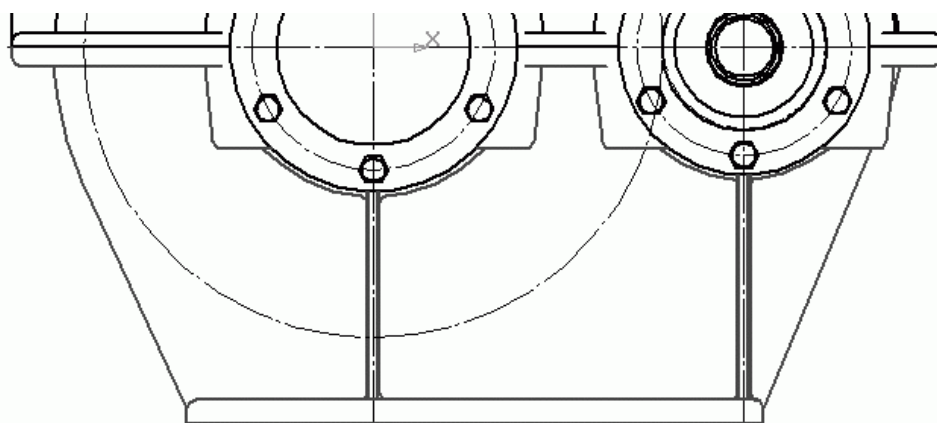


Рис. 2.115. Чертеж корпуса редуктора

Однако это еще не все изображение корпуса редуктора. Чтобы можно было определять уровень масла без остановки и разборки редуктора, корпус должен содержать различные показывающие приспособления. Для нашего редуктора примем

в качестве уровня масла указательный жезл (щуп), который вставляется в специальную нишу в корпусе редуктора. На чертеже эта ниша и сам жезл показываються в разрезе. Именно с выреза мы и начнем их создание.

1. Постройте три прямых: первую параллельно передней стенке редуктора, смещенной от нее внутрь корпуса на 8 мм, две последующие параллельно нижней границе опорного фланца, смещенные соответственно на 4 и 12 мм вверх от нее.

2. По построенным вспомогательным прямым начните создание выреза (рис. 2.116): дорисуйте внутреннюю поверхность стенки корпуса, удалите ненужные дуги и линии (при помощи команды Усечь кривую) и создайте линию-границу разреза (команда – Кивая Безье, стиль линии – Для линии обрыва).

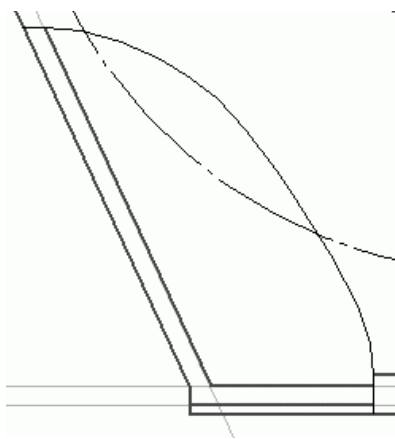


Рис. 2.116. Начало построения выреза в корпусе

3. Теперь нужно создать изображение маслоуказательного жезла. Если вы имеете точные размеры этой детали (они приводятся в специальной литературе), можете выполнить ее на чертеже самостоятельно. На самом деле щуп, как и крышка смотрового отверстия, не является очень важной деталью в редукторе, поэтому его зачастую выполняют произвольно (в реальных условиях на производстве его иногда вообще заменяют куском проволоки или каким-либо другим подобным предметом). Для чего следует выполнить команду контекстного меню Вставить внешний фрагмент. Появится окно выбора файла фрагмента. Указав файл, определите точку вставки (фиксации изображения). После завершения выполнения команды отредактируйте угол поворота вставленного фрагмента относительно других объектов чертежа (поворачивание осуществляется при помощи характерных точек). Размеры ниши для размещения жезла принимаются конструктивно (желательно, чтобы жезл на 2/3 погружался в масло, залитое в корпус редуктора). Вставленное изображение жезла и вспомогательная геометрия для построения ниши показаны на рис. 2.117. Вспомогательные линии нужно создавать уже после вставки и поворота изображения жезла.

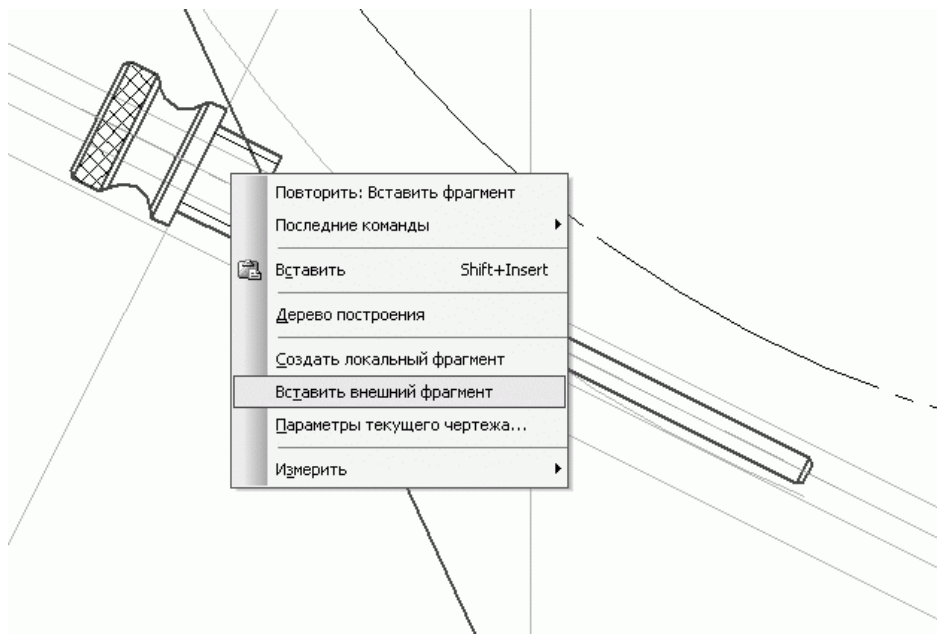


Рис. 2.117. Вставленное изображение маслоуказательного жезла

Примечание

Вставить внешний фрагмент можно тремя способами: Взять в документ (изображение фрагмента составляет единое целое, но не содержит ссылки на файл источник), Внешней ссылкой (помещенный фрагмент поддерживает связь с файлом, из которого был вставлен, и изменяется, если этот файл был изменен) и Рассыпать (фрагмент помещается как набор обычных геометрических примитивов). Выбор способа вставки осуществляется при помощи кнопок переключателей на панели свойств или подменю Способ вставки контекстного меню. Рекомендую всегда использовать второй способ предусматривающий связь с файлом, поскольку вы всегда можете разрушить фрагмент на составляющие, тем самым разорвав связь с файлом-источником. При первых двух способах вставки фрагменты не могут быть отредактированы средствами КОМПАС-График без предварительного разрушения.

4. Для завершения вычерчивания разреза дорисуйте нишу, удалите ненужные линии в разрезе, создайте штриховку корпуса и обозначьте дугу линии вершин зубьев колеса (диаметр 415 мм), которая видима в разрезе (рис. 2.118).

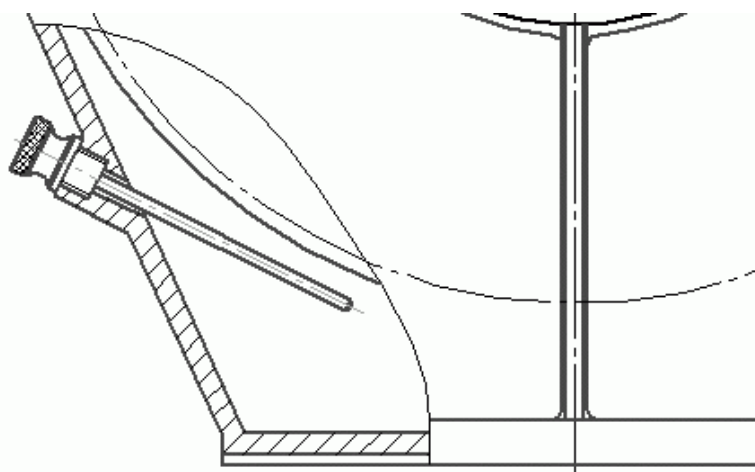



Рис. 2.118. Маслоуказательный жезл

5. Завершающим штрихом создания слоя Корпус является выполнение изображения маслосливной пробки. Чаще всего ее размещают в нижней части задней стенки редуктора, а на главном виде показывают в разрезе, подобно маслоуказательному жезлу. Полагаю, в нашем примере еще один разрез будет лишним, поэтому построим изображение пробки в боковой стенке редуктора без разрезов.

Если сейчас внимательно посмотреть на выполненный чертеж главного вида, то, даже не имея большого опыта в конструировании, можно ощутить, что чего-то не хватает. Если после этого вы еще внимательнее рассмотрите вид сверху, то без труда поймете, чего именно: на фланцах и бобышках корпуса и крышки недостает крепежных элементов.

Для предотвращения отвинчивания болтов, соединяющих корпус с крышкой, при ударных или вибрационных нагрузках на редуктор под гайку перед закручиванием устанавливается упругая шайба. Изображения стандартных шайб, как и болтов и гаек, можно вставить из конструкторской библиотеки системы КОМПАС-График. Однако не спешите помещать в чертеж по отдельности все элементы, формирующие болтовое соединение (крепежный элемент). В той же конструкторской библиотеке есть специальная команда (не входящая ни в одну из групп) – Крепежный элемент. После ее выбора появится диалоговое окно, позволяющее настроить внешний вид и характеристики создаваемого крепежного элемента (рис. 2.119). На вкладке Все элементы вы можете выбирать любые стандартные элементы крепежа, после чего при помощи кнопки **Добавить**  (или простым перетаскиванием) добавлять их в состав своего крепежного элемента. Задайте такие настройки крепежного элемента: болт по ГОСТ 7798—70, шайба по ГОСТ 6402—70 и гайка по ГОСТ 5915—70. Обратите внимание, что шайба и гайка размещены в нижнем списке, что указывает системе на необходимость размещения этих элементов внизу болта, а не у его головки. Установите переключатель в положение Главный вид, а в области Рисовать участок снимите флажок Средний. Если этот флажок уставлен, значит, в изображении крепежного элемента болт будет отрисован от основания головки до шайбы. Поскольку на главном виде все крепежные элементы будут изображены без разреза, то нам эта часть изображения не нужна (ее все равно пришлось бы удалять вручную). Сняв данный флажок, вы автоматически избавитесь от части изображения болта, невидимой за фланцами крышки и корпуса.

Для построения крепежных элементов сделайте следующее.

1. Создайте новый слой, назовите его Крепеж и сделайте текущим.
2. Нажмите кнопку Вертикальная прямая на панели Геометрия. Постройте вертикальные прямые, проходящие через центры всех крепежных элементов (их сечений) на виде сверху. Таких прямых должно быть семь, четыре для болтов на бобышках и три для болтов на фланцах.
3. Выберите в конструкторской библиотеке объект Крепежный элемент. Появится диалоговое окно (см. рис. 2.119).

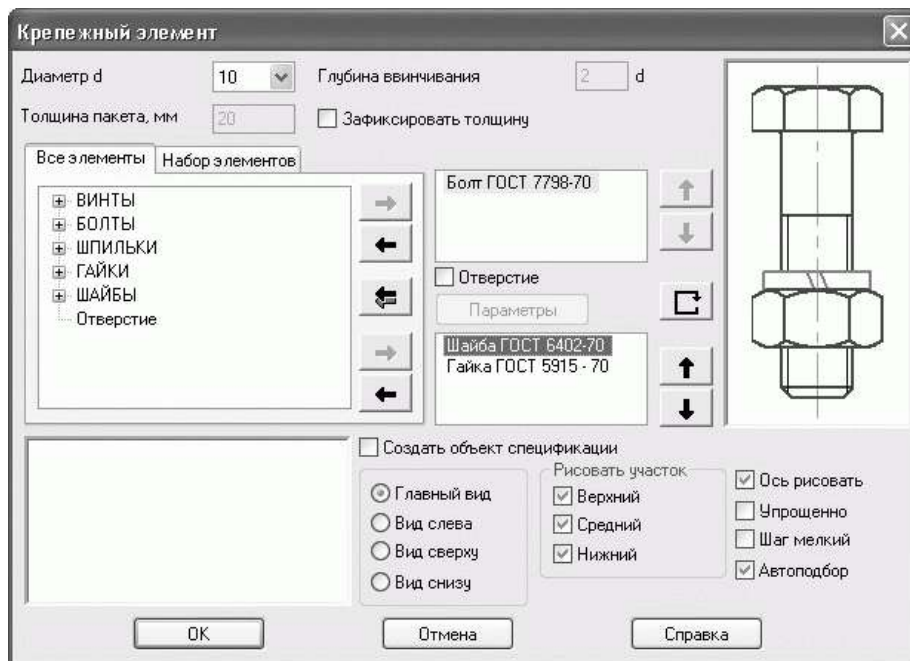


Рис. 2.119. Диалоговое окно Крепежный элемент

4. Выберите из раскрывающегося списка Диаметр d значение 10 (диаметр болтов, соединяющих фланцы), остальные параметры настройте, как было описано выше.

5. Нажмите ОК, чтобы начать вставку. При этом помещаемый крепежный элемент свободно перемещается по чертежу и отрисовывается фантомом (напомню, фантом – это временное изображение объекта тонкими линиями в серых тонах). Щелкните кнопкой мыши на точке пересечения крайней левой вспомогательной прямой и верхней границы фланца крышки редуктора. После фиксации головки болта крепежного пакета отрегулируйте его длину (она свободно изменяется), зафиксировав вторую точку на той же вертикальной прямой, но на нижней границе фланца корпуса (рис. 2.120, *а*). Обратите внимание: несмотря на то что в фантоме крепежного элемента болт был отрисован полностью, после окончательной фиксации пакета в чертеже средний участок его пропадает (не изображается), как и было указано в окне настроек библиотеки (рис. 2.120, *б*).

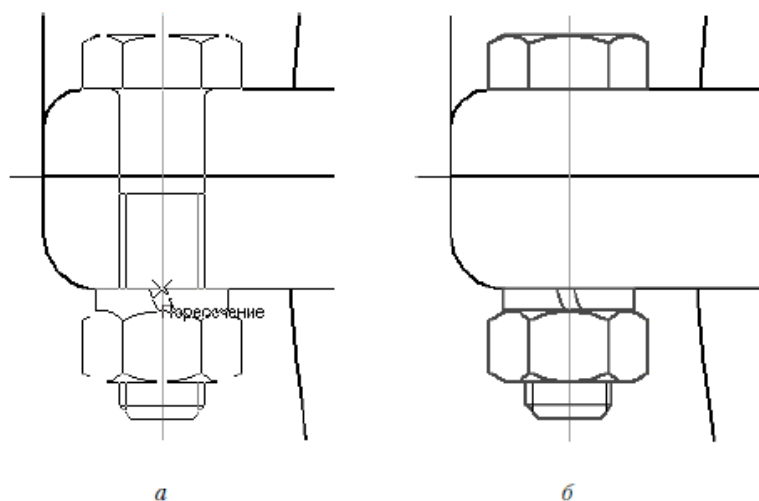


Рис. 2.120. Крепежный элемент: размещение фантома на чертеже (*а*), зафиксированный элемент (*б*)

6. Не выходя из библиотечной команды (то есть не прерывая процесс вставки), постройте еще два таких же крепежных элемента. После перейдите к формированию крепежа на бобышках. По составу он ничем не отличается от крепежного пакета, соединяющего фланцы корпуса и крышки, только диаметр соединения (диаметр резьбы болта, гайки и диаметр шайбы) несколько больше – 14 мм. Для этой цели воспользуйтесь командой меню текущей операции библиотеки – Параметры. Если вы не завершили выполнение текущей библиотечной операции, то меню будет доступно в левом верхнем углу главного окна программы (рис. 2.121). Дважды щелкнув на пункте Параметры, вы вновь вызовете окно Крепежный элемент, в котором можно настроить параметры новых крепежных пакетов и продолжить их ввод. В нашем случае необходимо лишь изменить диаметр, выбрав из раскрывающегося списка значение 14. Нажмите ОК и продолжите размещение крепежа на чертеже (убедитесь, что диаметр всех составляющих крепежного пакета изменился и стал равен 14 мм). Аналогично созданию соединений на фланцах, постройте четыре крепежных элемента на бобышках главного вида. Удалите часть контура крышки и корпуса, которая была перекрыта изображением болта крайней правой бобышки.

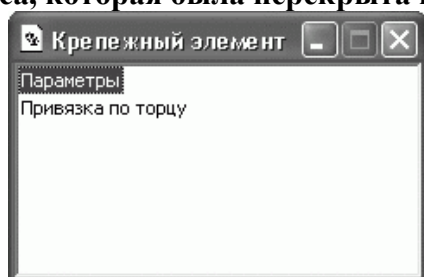


Рис. 2.121. Меню операции вставки крепежного элемента из библиотеки

Совет

Возможно, вы обращали внимание, что окно, похожее на показанное на рис. 2.121, появлялось при выполнении различных библиотечных команд. Советую чаще пользоваться присутствующими в нем командами. Например, при вставке одиночного болта или гайки в таком меню присутствуют команды для динамического переключения типа отображения (вид сбоку, вид сверху и т. п.), что позволяет вставить в чертеж несколько видов одного и того же объекта без вызова диалогового окна настроек элемента. Команды меню различаются для каждой конкретной библиотеки.

7. Удалите все вспомогательные прямые.

Иногда, согласно требованиям выполнения и оформления сборочных чертежей, один или несколько крепежных элементов необходимо показывать в разрезе. Вы можете вручную дорисовать отверстие болта, однако система КОМПАС-График предлагает более изящное решение.

Допустим, необходимо показать «открытым» первый слева болт, соединяющий фланцы корпуса и крышки. Дважды щелкните на нем, чтобы запустить его редактирование. Поскольку этот крепежный пакет является библиотечным элементом, то при двойном щелчке на нем будет вызвана библиотечная команда, при помощи которой этот элемент создавался, то есть диалоговое окно Крепежный элемент. В этом окне установите флажок Средний в области Рисовать участок и флажок Отверстие (он обеспечит создание линий отверстия в которое вставляется болт). Нажмите кнопку ОК и посмотрите на чертеж: большую часть из того, что необходимо для выреза, система сформировала самостоятельно! Вам остается только добавить кривую Безье (выполненную стилем линии Для линии обрыва), ограничивающую вырез, и создать штриховку (рис. 2.122).

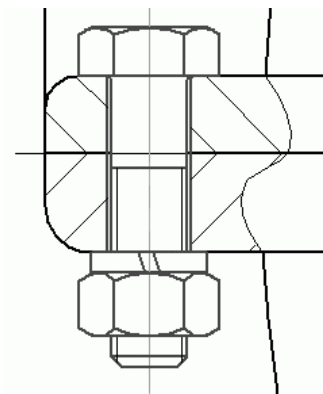


Рис. 2.122. Крепежный элемент (показан в вырезе)

Мы успешно завершили рисование изображения главного вида (рис. 2.123), а значит, и всего достаточно сложного сборочного чертежа машиностроительного редуктора в системе КОМПАС-График. Перед нами на листе формата А2 размещены два ортогональных проекционных вида, связанных между собой и построенных точно по размерам, полученным в результате проектного расчета. Однако это еще не чертеж, а всего лишь рисунок. Чтобы созданное изображение стало настоящим чертежом, не хватает размеров, точно определяющих геометрию и взаимное положение деталей редуктора, а также пронумерованных позиций, которые позже будут связаны с соответствующими строками в спецификации, описывающими ту или иную деталь.

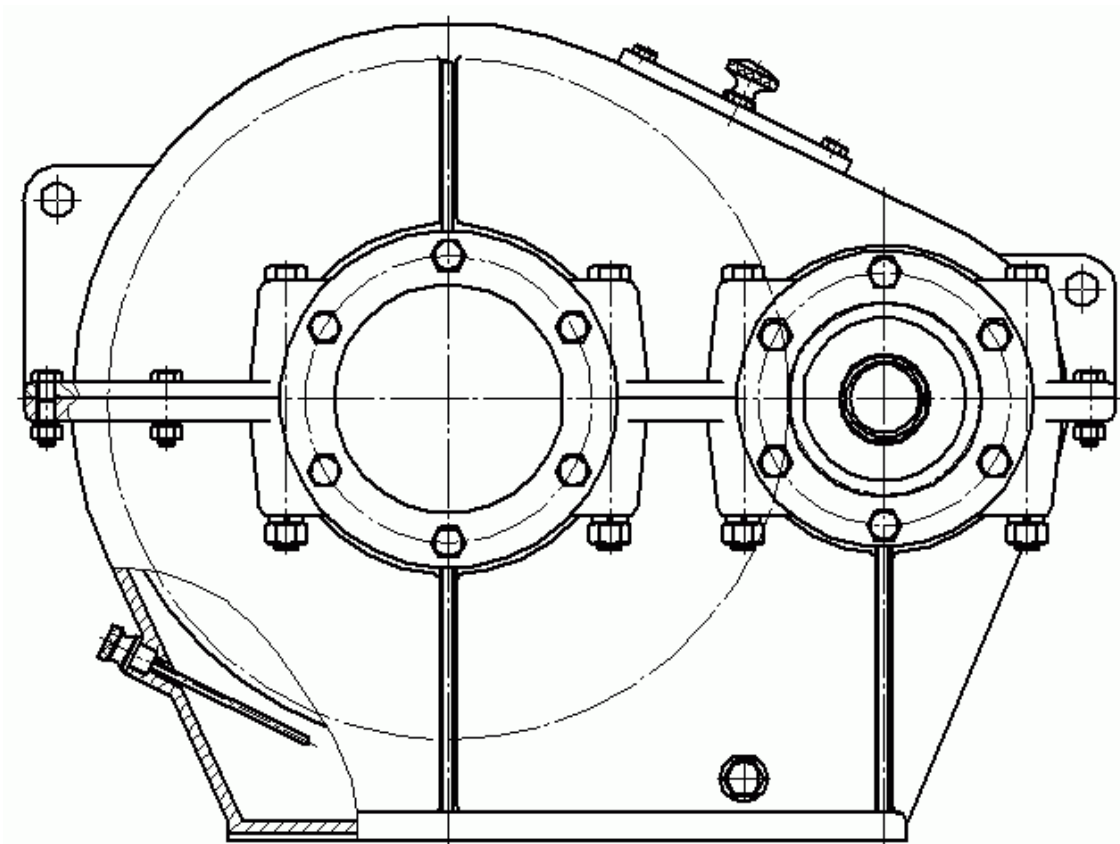


Рис. 2.123. Чертеж редуктора (главный вид)


Проставление размеров и позиций

На чертежах редукторов, как правило, проставляются такие основные типы размеров:

- габаритные;
- присоединительные (с указанием квалитетов, допусков и посадок, где необходимо);
- межосевое расстояние;
- размеры и размещение фундаментных болтов (в примере не создаются).

Иногда на чертежах размещают и другие размеры, например диаметры крепежных элементов или зубчатых колес, хотя это нежелательно. Перенасыщенность чертежа размерами только усложняет его чтение и понимание. Вообще, на сборочном чертеже должны быть только те размеры, которые необходимы при сборке механизма, а также монтаже редуктора на раме, а размеры для точного изготовления деталей проставляются на деталировочных чертежах.

Начнем с нанесения трех габаритных размеров: наибольшие габариты по длине, высоте и ширине редуктора.

Чтобы как-либо отделить размеры от остального изображения, создайте на главном виде новый слой Размеры (это последний слой, который мы создадим). Нажмите кнопку Линейный размер на панели Размеры. Укажите по очереди крайнюю левую и крайнюю правую точки главного вида (рис. 2.124). На панели свойств в группе кнопок Тип нажмите кнопку Горизонтальный  Переместите указатель мыши вверх и зафиксируйте третью точку, определяющую положение размерной линии. Значение размера будет определено автоматически (разумеется, с учетом масштаба текущего вида).

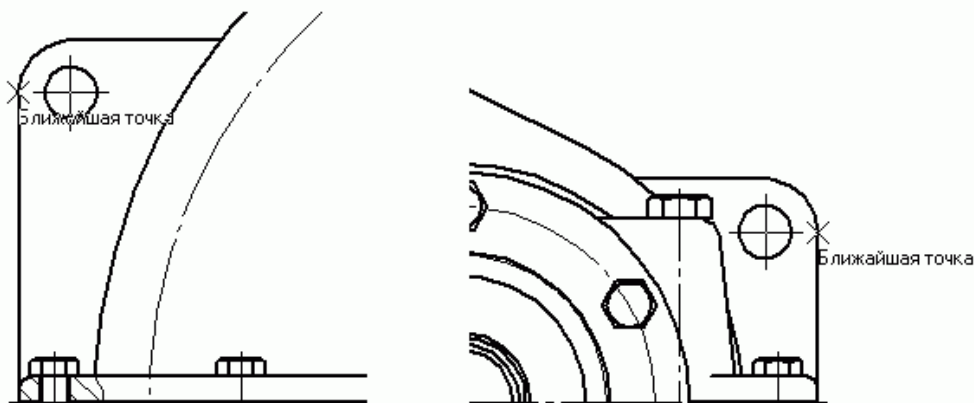


Рис. 2.124. Указание точек для нанесения габаритного размера

Внимание! Всегда размещайте размеры, значение которых устанавливается по умолчанию, в том же виде, что и объект, для которого они размещаются! В противном случае вы рискуете получить неверное значение номинала в размерной надписи, если масштаб вида изображения и масштаб вида, где проставлены размеры, не совпадают.

По аналогии постройте габаритный размер по высоте редуктора (между самой высшей точкой крышки редуктора и опорной плоскостью лапы корпуса). В этом случае необходимо создавать вертикальный размер. Зафиксировать размерную линию желательно справа, где-то за пределами изображения.

Чтобы создать третий габаритный размер (по ширине), перейдите в вид сверху и создайте в нем новый слой также с названием Размеры. Сделайте этот слой текущим. С помощью инструмента Линейный размер постройте вертикальный размер между крайними точками тихоходного и быстроходного валов (рис. 2.125).

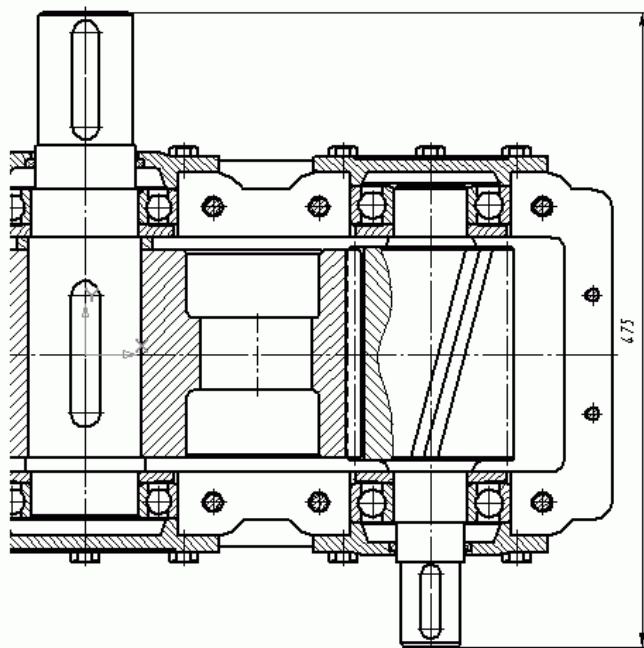


Рис. 2.125. Габаритный размер по ширине

Теперь расставим присоединительные размеры. Они включают диаметры сопрягаемых участков валов (с указанием допусков и квалитетов), длину выходных ступеней обоих валов, а также диаметры и привязки центров отверстий под фундаментные болты в лапах редуктора (эти размеры в примере пропущены).

Не выходя со слоя Размеры в виде сверху, опять используйте инструмент Линейный размер. Создайте вертикальный размер, обозначающий диаметр ступени под подшипник ведомого вала, но не спешите задавать третью точку для фиксации размерной надписи. Как вы понимаете, для этого размера обязательно нужно указать квалитет. Чтобы настроить размерную надпись, щелкните на поле Текст панели свойств, в результате чего появится диалоговое окно Задание размерной надписи (см. рис. 2.47). В этом окне установите переключатель Символ в положение Ж. После этого в поле предварительного просмотра в нижней части окна перед значением номинала должен отобразиться соответствующий значок. В поле размера номинала должно быть реальное значение размера – 80 мм, а флажок Авто должен быть установлен.

Щелкните на кнопке Квалитет для вызова окна выбора квалитета (рис. 2.126). Установите переключатель Показать квалитеты для в положение вала. В списке Предпочтительные выберите значение k6 и щелкните на кнопке ОК. В окне Задание размерной надписи установите флажок Включить справа от поля со значением квалитета и нажмите ОК. После этого вы можете зафиксировать положение размерной надписи (рис. 2.127).

Выбор качества

Предпочтительные

H7	P7	H9	A11	H11
J57	F8	C10	B11	
K7	H8	D10	C11	
N7	E9	H10	D11	

Основные

H0	J51	G4	J55	H6	P6	S7	K8	F9
J50	H2	H4	K5	J56	F7	T7	M8	J59
H01	J52	J54	M5	K6	G7	D8	N8	J510
J01	H3	G5	N5	M6	M7	E8	U8	J511
H1	J53	H5	G6	N6	R7	J58	D9	B12

Дополнительные

J501	K4	P4	F5	R5	E6	FG6	S6	CD7
F4	M4	E5	FG5	S5	EF6	J6	T6	D7
FG4	N4	EF5	P5	D6	F6	R6	U6	E7

Значение: 121,560

Отклонения: Верхнее +0,04000; Нижнее +0,00000

Подбор качества: Отклонения: Верхнее; Нижнее

Показать качества для: ☒ отверстия; ☐ вала

Подобрать

OK Отмена Справка

Рис. 2.126. Диалоговое окно Выбор качества

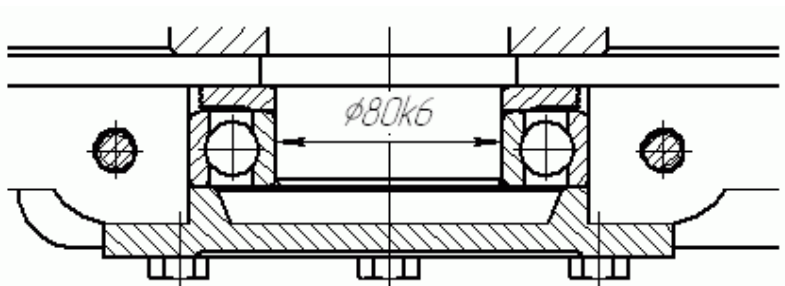


Рис. 2.127. Размер с качеством ступени вала под подшипник

Создавая предыдущий размер, мы выбирали качество только для вала, поскольку качество отверстия насаженного на него подшипника не указывается (подшипник – стандартная деталь). Однако, формируя размер для ступени вала, сопряженной с зубчатым колесом, качество нужно будет указывать и для колеса, и для вала. К сожалению, в этом случае размерную надпись придется дополнять нужной информацией вручную.

Соединение зубчатого колеса с валом, как правило, выполняется по посадке H7/p6. Для добавления такой надписи после значения номинала необходимо в окне Задание размерной надписи установить курсор в поле Текст после, далее выполнить команду меню данного окна Вставить > Дробь > Средней высоты и вручную набрать в числителе качество отверстия в колесе H7, а в знаменателе – качество вала p6. Не забудьте выбрать значок диаметра. После фиксации размерной надписи вы получите следующее изображение размера на чертеже (рис. 2.128).

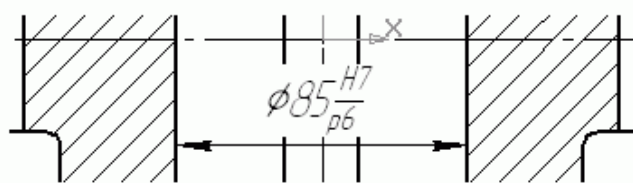


Рис. 2.128. Размер посадки колеса на вал

Подобно размещению размера на участке вала под подшипник, проставьте диаметры всех остальных ступеней вала, а также длину последнего участка (рис. 2.129). Создайте такой же набор размеров для ведущего вала.

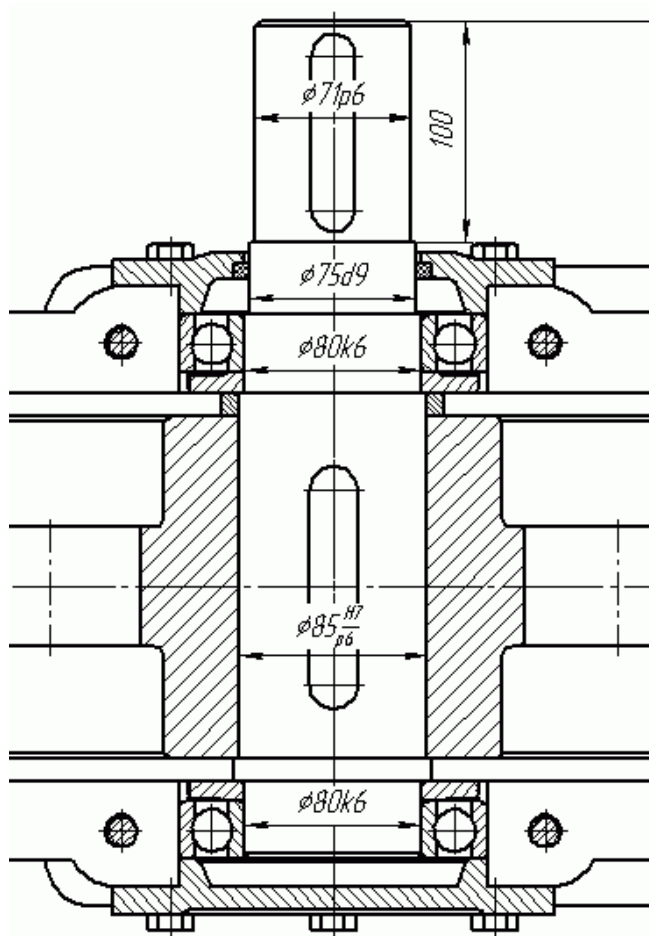


Рис. 2.129. Размеры ступеней ведомого вала

Теперь нужно проставить межосевое расстояние. Этот размер лучше всего разместить на главном виде, для чего перейдите в этот вид, сделайте текущим слой Размеры и постройте горизонтальный размер между двумя вертикальными осевыми.

Мы подошли к завершающему этапу создания сборочного чертежа редуктора. Осталось лишь проставить обозначения позиций ко всем деталям, входящим в редуктор. В этом нет ничего сложного, особенно по сравнению с той работой, которую мы уже проделали. В КОМПАС-График разместить все позиции можно за один вызов команды Обозначение позиций (ее кнопка находится на панели Обозначения).

Перейдите в системный вид чертежа (он имеет нулевой номер). Масштаб вида здесь не имеет значения, поскольку позиционные линии-выноски лишь указывают на деталь, но не определяют ее геометрические размеры. Нажмите кнопку Обозначе-

ние позиций. Для размещения позиционной линии достаточно указать всего две точки на чертеже: первая – точка, в которую упирается линия-выноска (то есть любая точка на изображении детали, которой отвечает текущая позиция), вторая – опорная точка для размещения полки с номером позиции. После задания второй точки иногда еще приходится редактировать размещение полки – слева или справа от указанной точки. Для этого существуют две кнопки-переключателя на панели свойств. В принципе, это все. Следить за правильностью нумерации позиций не надо (система отслеживает это автоматически), поэтому вам не нужно будет вводить какие-либо значения вручную. Для объединения позиций (так иногда поступают при обозначении крепежного элемента, состоящего из нескольких стандартных деталей, чтобы не перенасыщать чертеж линиями-выносками) вы можете заполнить надпись позиционной линии выноски в окне Введите текст (рис. 2.130). Это окно вызывается щелчком кнопки мыши на поле Текст панели свойств.

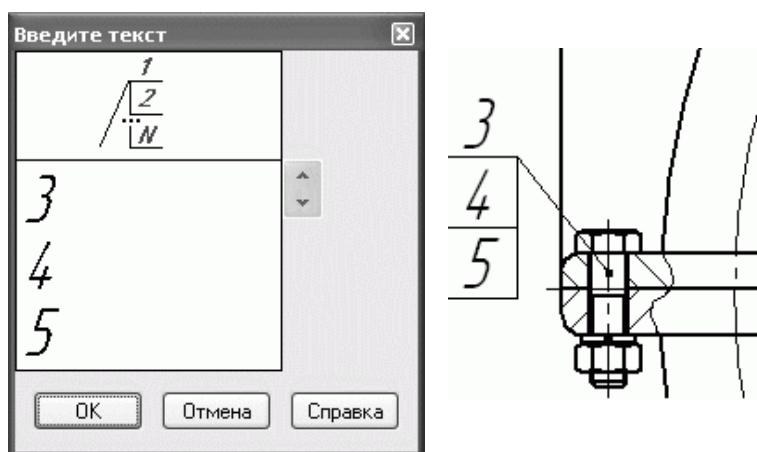


Рис. 2.130. Объединение нескольких позиций

Проставив все позиции для стандартных и уникальных деталей (всего в редукторе их должно быть 31), вы можете выровнять положение полок, используя команды системного меню Инструменты > Выровнять позиции по горизонтали и Инструменты > Выровнять позиции по вертикали или кнопки Выровнять позиции по горизонтали и Выровнять позиции по вертикали, находящиеся в одной группе с кнопкой Обозначение позиций на панели Измерения. Для этого выделите позиции, которые собираетесь выравнивать, выполните соответствующую команду и укажите точку, по которой система выравнивает полки с номерами позиций.

Чертеж одноступенчатого цилиндрического редуктора полностью готов (рис. 2.131).

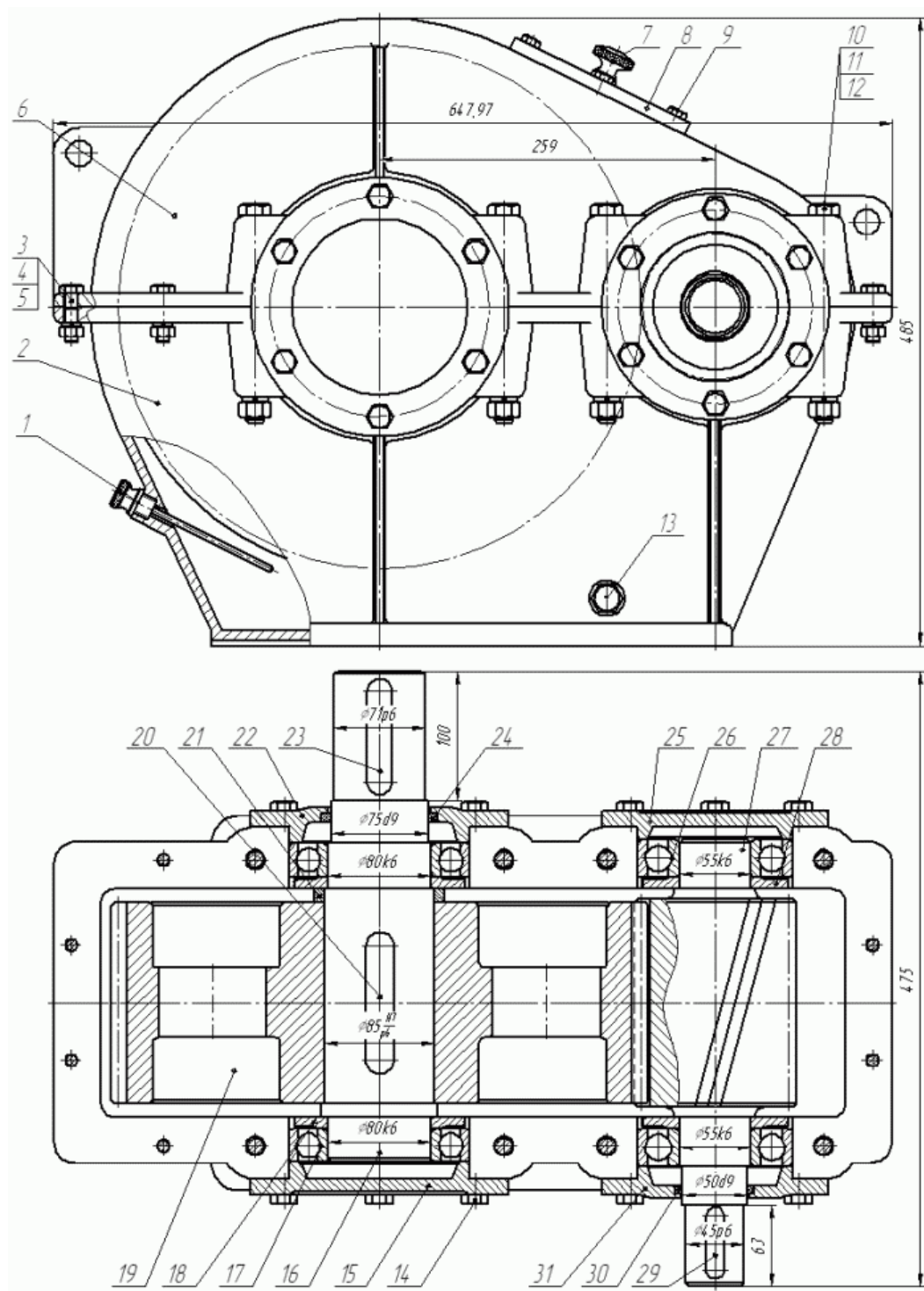


Рис. 2.131. Цилиндрический одноступенчатый редуктор

1.7 Лабораторная работа №7 (2 часа).

Тема: «Создание детализовочного чертежа зубчатого колеса».

1.7.1 Цель работы: Освоить методику создания детализовочного чертежа зубчатого колеса

1.7.2 Задачи работы:

1. Разработать чертеж зубчатого колеса
2. Проставить размеры
3. Проставить знаки шероховатости и допуски форм и размещения поверхностей

1.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).
2. Программа КОМПАС-3D .

1.7.4 Описание (ход) работы:

Выполним оформление конструкторского чертежа детали зубчатого колеса, входящей в только что спроектированный редуктор. Он содержит важную информацию по формированию детализированных чертежей, занимающих значительную долю среди всей конструкторской документации, сопровождающей выпуск сложного изделия.

Создадим чертеж колеса на новом документе (можно разместить этот чертеж в одном документе с изображением редуктора, добавив к нему новый лист). Создайте новый документ и настройте его параметры следующим образом: формат – А3, ориентация – горизонтальная, стиль оформления оставьте заданным по умолчанию. Сформируйте в документе новый вид с масштабом 1:2 и назовите его Зубчатое колесо. Точку начала координат вида поместите посередине листа, немного ближе к его левой стороне. Теперь можно приступить к построению чертежа.

1. Откройте документ, содержащий сборочный чертеж редуктора. Нажмите кнопку Выделить слой указанием на панели Выделение. Щелчком кнопкой мыши на изображении колеса выделите слой с зубчатым колесом. При помощи сочетания клавиш Ctrl+C скопируйте выделенные элементы чертежа в буфер обмена. В качестве точки привязки укажите точку пересечения осей колеса (точка начала координат вида сверху).

2. Перейдите в окно представления только что созданного документа. Убедитесь, что текущим является вид Зубчатое колесо. Нажмите сочетание клавиш Ctrl+V и вставьте изображение колеса в чертеж, привязав его к точке начала координат вида. Выделите вставленное изображение, после чего, используя команду Поворот, расположите колесо вертикально, развернув его на 90° вокруг точки начала координат.

3. Немного правее от вставленного изображения постройте профиль отверстия в ступице, принимая, что глубина шпоночного паза при диаметре отверстия 85 мм равна 5,4 мм, а ширина паза – 20 мм. Отталкиваясь от профиля отверстия, отредактируйте сечение колеса, дорисовав шпоночный паз в разрезе (рис. 2.132).

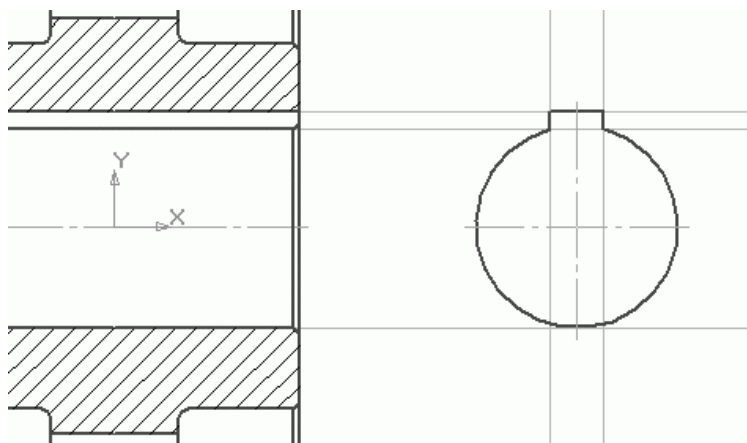


Рис. 2.132. Доработка чертежа зубчатого колеса

4. Удалите всю вспомогательную геометрию с чертежа. Больше редактировать само изображение колеса не придется.

Теперь можно приступать к оформлению деталировочного чертежа. Начнем с простановки размеров. Как уже отмечалось ранее, на деталировочном чертеже должны присутствовать все размеры изделия, необходимые и достаточные для его изготовления и обработки.

При помощи инструмента **Линейный размер** последовательно проставьте размеры следующих диаметров (рис. 2.133):

- ступицы колеса;
- размещения отверстий в дисках и диаметр одного такого отверстия;
- обода;
- выступов зубьев колеса;
- отверстия в ступице (отверстия под вал) с указанием качества.

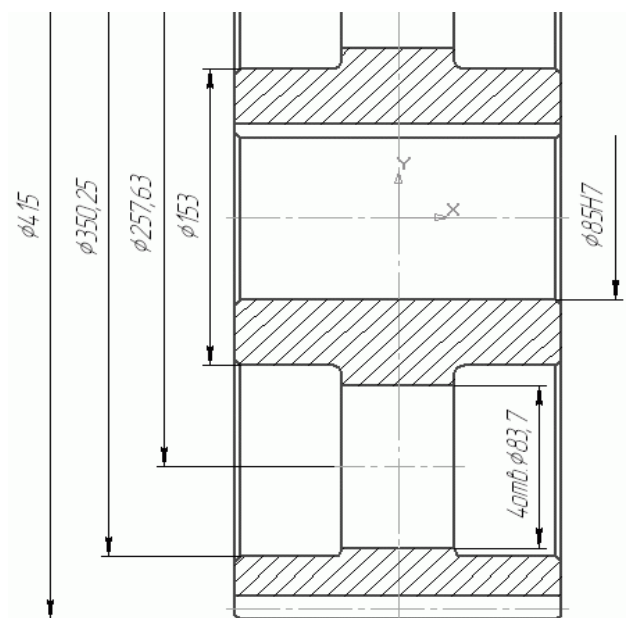


Рис. 2.133. Проставление диаметральных размеров колеса

При формировании размерной надписи этих размеров следует установить флажок **Авто** в окне настроек размерной надписи (это говорит о необходимости автоматически определять значение номинала), а также указать значок **Ж** перед номиналом. Для размера отверстия в диске в поле **Текст до** введите текст **4отв.**, обознача-

чающий, что отверстий такого диаметра в колесе должно быть четыре. Делительный диаметр на чертеже обозначать не нужно, так как он будет приведен в таблице характеристик зубчатого колеса.

Не совсем простой может оказаться задача построения размера отверстия в ступице (на рис. 2.133 показан справа). Этот размер не может быть привязан к двум точкам, так как в верхней части отверстия показан шпоночный паз в разрезе. На чертежах такой диаметральный размер обозначают, привязываясь только к одной выносной линии (эта линия указывает, к какому именно отверстию этот размер относится). Чтобы убрать верхнюю выносную линию, необходимо перед окончательной фиксацией размера на панели свойств перейти на вкладку Параметры и отжать кнопку Отрисовка второй выносной линии. Далее из раскрывающегося списка Стрелка (для второй выносной линии) выбрать пункт Без стрелки. Как указать качество, было рассказано выше (разумеется, этот качество должен совпадать с тем, который указан на сборочном чертеже). Не забудьте установить флажок Включить возле поля со значением качества, чтобы он отобразился в размерной надписи.

Следующая группа размеров также создается с применением команды Линейный размер, только это уже не диаметральные, а действительно линейные размеры. Все отличие в их построении состоит только в установке в окне Задание размерной надписи переключателя Символ в положение Нет. Эти размеры включают:

- ширину колеса;
 - расстояние от боковой поверхности диска до торца обода (указываются два размера с обеих сторон);
 - обозначение параметров фаски отверстия под вал и фаски на краях обода.
- Поскольку в нашем колесе все эти фаски имеют одинаковые параметры ($2,5 \cdot 45^\circ$), то фаска обозначается один раз, но при этом на размере указывается, что таких фасок на колесе предусмотрено четыре (рис. 2.134).

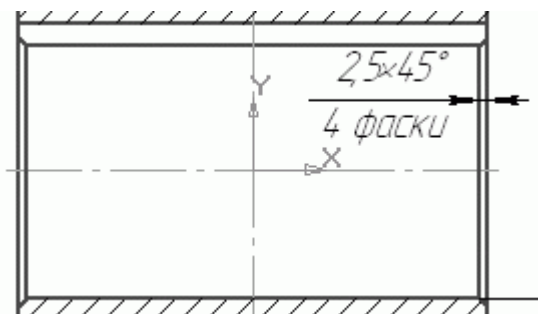


Рис. 2.134. Размер фаски

Чтобы создать такой размер (см. рис. 2.134), после вызова окна настроек размерной надписи необходимо выполнить следующее.

1. В окне настроек размерной надписи возле поля Текст после нажать кнопку 45° для добавления соответствующего знака после номинала.
2. Нажать кнопку \gg в правом нижнем углу окна Задание размерной надписи. После этого диалоговое окно увеличится и в правом верхнем углу появится поле Текст под размерной надписью, где следует ввести текст 4 фаски.
3. Нажать кнопку ОК и зафиксировать положение размерной надписи.

На чертеже колеса еще необходимо проставить радиусы скруглений в местах перехода диска в обод и ступицу. Для этого используйте команду Радиальный размер панели Размеры. Чтобы сформировать этот размер, достаточно просто указать дугу, радиус которой необходимо проставить. Однако на нашем чертеже все эти дуги имеют слишком маленький радиус, и стрелка размера (соответственно, и размерная надпись) не помещается в промежутке между центром скругления и опорной точкой

радиального размера. По умолчанию система КОМПАС размещает этот размер вне дуги окружности, при этом дорисовывая дугу тонкой линией (рис. 2.135, *а*). Согласитесь, это выглядит не совсем красиво. Чтобы настроить положение стрелки и размерной надписи во время ввода размера (точнее, после указания дуги, но до окончательной фиксации размера), на панели свойств перейдите на вкладку Параметры. Из раскрывающегося списка Размещение текста выберите пункт Ручное и нажмите кнопку Стрелки изнутри. Теперь вы можете построить нормальный радиальный размер даже для самых маленьких дуг (рис. 2.135, *б*).

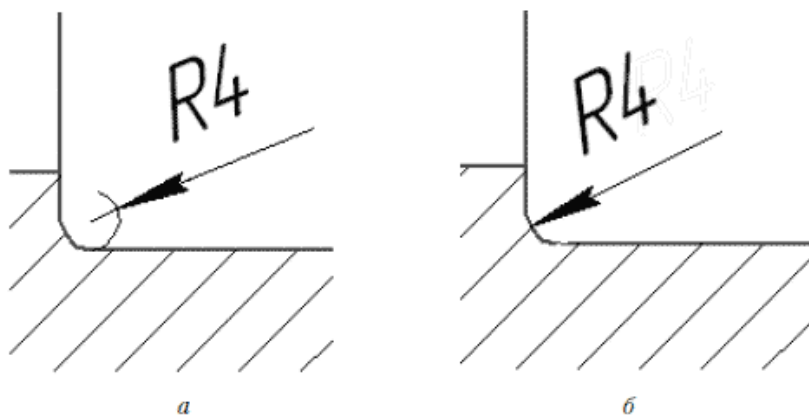


Рис. 2.135. Радиальный размер для дуг небольшого радиуса: простановка, предлагаемая системой по умолчанию (*а*), и вид после настроек (*б*)

Следующим шагом при оформлении будет простановка шероховатостей на чертеже (то есть допустимых значений микронеровностей поверхности изделия). Обозначение шероховатости вводится на чертеже для указания требований к качеству обработки той или иной поверхности изготавливаемого изделия.

Как и позиции на чертеже, все знаки шероховатости можно проставить за один вызов команды Шероховатость (она также находится на панели инструментов Обозначения). Для формирования знака шероховатости сделайте следующее.

1. Выберите тип знака в группе кнопок-переключателей Тип на панели свойств.

2. При необходимости в специальном окне введите текст, который будет отображен на знаке шероховатости (рис. 2.136). Это окно вызывается щелчком на поле Текст панели свойств. Как правило, в данном окне вводится максимально допустимое (после чистовой обработки) среднее арифметическое отклонение профиля выступов и впадин поверхности изделия R_a .

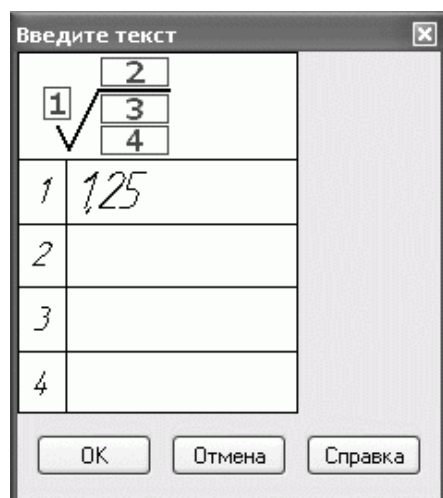



Рис. 2.136. Окно ввода надписей знака шероховатости

3. Завершив ввод текста, укажите линию на чертеже, к которой будет привязано изображение знака шероховатости, после чего зафиксируйте сам знак в любой точке на этой линии.

Совет: Вы можете ввести значение шероховатости (R_a , R_z или R_{max}) без вызова окна Введите текст. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на поле Текст панели свойств и из появившегося меню выберите необходимое значение. Это удобно еще и тем, что в меню присутствуют только нормализованные (допустимые) значения шероховатостей.

Используя команду Шероховатость, постройте знаки шероховатости следующим образом (рис. 2.137):

- по одному знаку шероховатости, указывающему, что поверхность не требует дополнительной обработки (кнопка Без удаления слоя материала

 на панели свойств), на обеих сторонах диска;

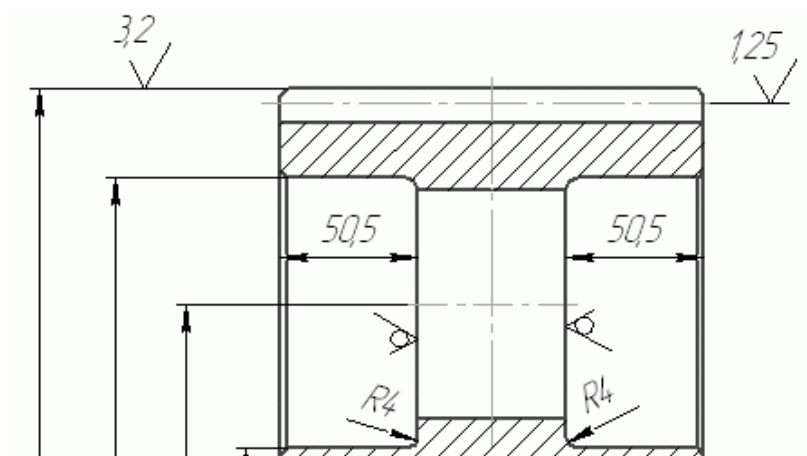



Рис. 2.137. Простановка знаков шероховатости

- знак шероховатости Без указания вида обработки (кнопка ) со значением шероховатости 1,25 мкм (по шкале R_a) на линии зацепления;
- три знака шероховатости также без указания вида обработки, но с шероховатостью 3, 2 мкм на торцевых поверхностях колеса, а также на поверхности вершин зубьев;
- еще один знак шероховатости (1,25 мкм) на внутренней поверхности отверстия под вал в ступице колеса.

В детализованных чертежах почти всегда обязательно должен быть знак неуказанной шероховатости. Он обозначает требуемую шероховатость для поверхностей изделия, для которых шероховатость не проставлена на самом чертеже. Знак неуказанной шероховатости размещается в правом верхнем углу чертежа.

Чтобы добавить этот знак на чертеж, выполните команду меню Вставка > Неуказанная шероховатость > Ввод. В появившемся окне Знак неуказанной шероховатости вы можете настроить внешний вид знака: выбрать его тип, ввести текст (значение шероховатости), а также добавить знак в скобках. Завершив настройку отображения знака неуказанной шероховатости, выполните команду меню Вставка > Неуказанная шероховатость > Размещение. По умолчанию знак размещается в верхнем правом углу листа чертежа (рис. 2.138), но при необходимости вы можете отредактировать его размещение, перетаскив его за характерную точку.

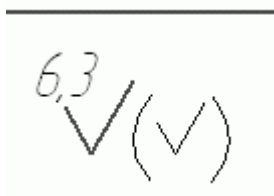


Рис. 2.138. Знак неуказанной шероховатости

На чертеже колеса осталось проставить допуски форм и взаимного расположения поверхностей. Перед этим необходимо выбрать и обозначить базу на чертеже, поскольку все отклонения проставляются с привязкой к конкретной базе.

В качестве базовой поверхности выберем отверстия под вал в колесе. Нажмите кнопку База на панели Обозначения, щелкните на линии, обозначающей поверхность отверстия в разрезе, после чего зафиксируйте положение знака базы. Текст вводить не нужно, так как система автоматически установит буквенное обозначение базы (в нашем случае – А, поскольку никаких других баз, вырезов, разрезов или линий выносок на чертеже нет). Теперь можно проставлять допуски формы и расположения.

В качестве примера рассмотрим простановку допуска радиального биения поверхности зубьев колеса.

1. Нажмите кнопку Допуск формы на панели Обозначения. На панели свойств щелкните на кнопке Создание таблицы в полуавтоматическом режиме

Откроется окно, позволяющее сформировать и заполнить таблицу допуска (рис. 2.139).

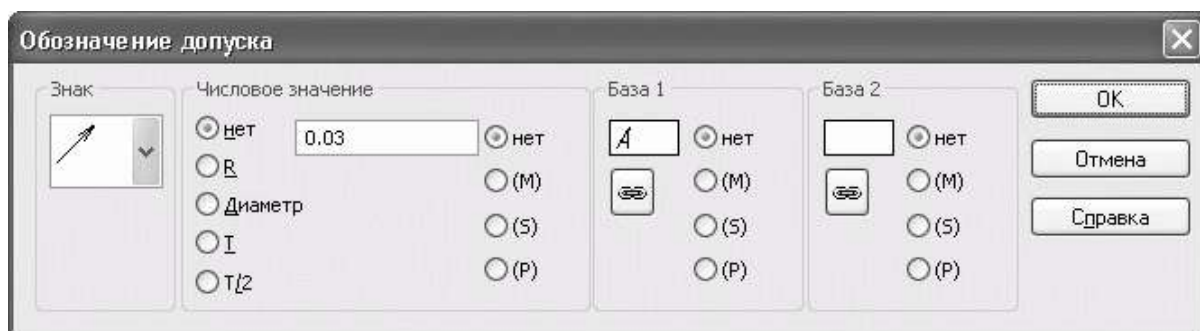


Рис. 2.139. Диалоговое окно Обозначение допуска

2. Из раскрывающегося списка Знак окна Обозначение допуска выберите значок, обозначающий допуск на биение. В текстовом поле области Числовое значение введите величину допуска, а в области База 1 введите обозначение базы, относительно которой указывается допуск. При помощи кнопки, которая находится под текстовым полем с обозначением базы, вы можете вызвать окно со списком всех доступных баз в документе.

Совет: Величина допуска, которая задается в таблице, должна быть согласована со стандартами. Вместо того чтобы вводить ее вручную, вы можете вызвать меню с перечнем всех стандартных значений, дважды щелкнув кнопкой мыши на текстовом поле в области Числовое значение.

3. Сформировав таблицу допуска, укажите точку ее привязки на чертеже. После этого необходимо создать стрелку, указывающую на поверхность, к которой данный допуск относится. Для этого щелкните на кнопке Ответвление со стрелкой на панели специального управления. Создайте стрелку, привязав ее начало к одной из точек на контуре таблицы, а указатель зафиксировав на поверхности, для которой проставляется допуск биения.

4. Для фиксации допуска нажмите кнопку Создать объект.

5. Аналогично выполните допуск торцевого биения колеса (обозначение и база те же, а величина допуска – 0,08).

Созданные обозначения допусков биения поверхностей показаны на рис.2.140.

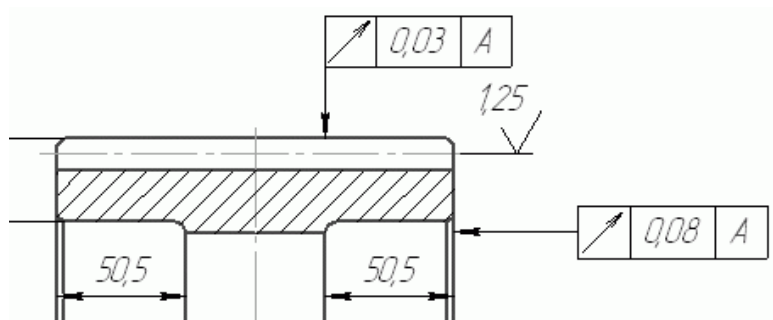


Рис. 2.140. Допуски форм и размещения поверхностей

Выполните еще один допуск формы, а именно допуск параллельности боковых поверхностей колеса. Он не требует привязки к базе, поэтому ее обозначения нет в таблице. Параллельность проверяется для двух поверхностей, так что таблица допуска привязывается к одной из них (рис. 2.141). Чтобы указать опорную (базовую) поверхность после создания ответвления со стрелкой, нажмите кнопку Ответвление с треугольником

 и постройте его так же, как и стрелку.

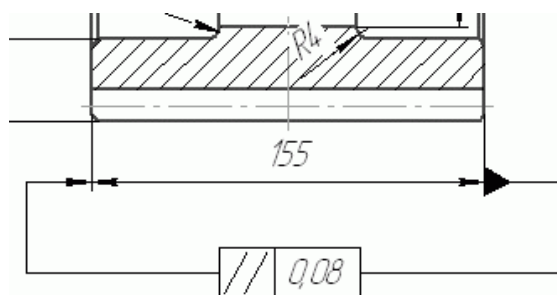


Рис. 2.141. Допуск параллельности поверхностей

Используя полученные навыки, попробуйте самостоятельно проставить размеры, шероховатости, допуски форм и размещения поверхностей для профиля отверстия в колесе (рис. 2.142).

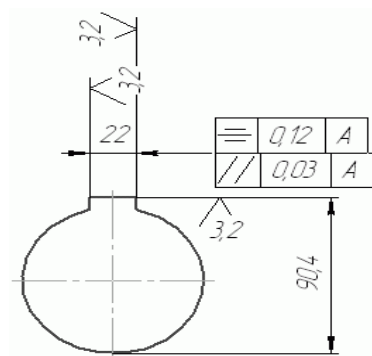


Рис. 2.142. Размеры, шероховатость и допуски профиля отверстия в ступице колеса

На детализировочных чертежах зубчатых колес всегда размещают таблицу параметров колеса. Создадим ее.

Нажмите кнопку Ввод таблицы на панели Обозначения. Укажите точку привязки верхнего левого угла таблицы на чертеже (сама таблица должна размещаться в правой части чертежа, прямо под знаком неуказанной шероховатости), задайте количество столбцов равным 3, а количество строк – 9. После этого, перетаскивая границы между столбцами, отрегулируйте ширину столбцов так, чтобы первый был самым широким, а другие два поменьше. Заполните таблицу различными расчетными данными (модуль, количество зубьев, делительный диаметр и пр.). После окончательного заполнения таблицы параметров выделите ее и при помощи инструмента Сдвиг панели Редактирование отредактируйте ее размещение так, чтобы ее правая граница совпадала с правой границей листа чертежа.

Добавить в этот чертеж технические требования.

Выполните команду меню Вставка > Технические требования > Ввод. Откроется окно нового текстового документа, где вы можете набрать текст технических требований. Например: 1. Формовочные уклоны 3°.

2. Радиусы округлений R2max.

3. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, других IT14/2.

Набрав технические требования, сохраните их и закройте окно текстового редактора КОМПАС-График. Для редактирования размещения технических требований на чертеже воспользуйтесь командой Вставка > Технические требования > Размещение.

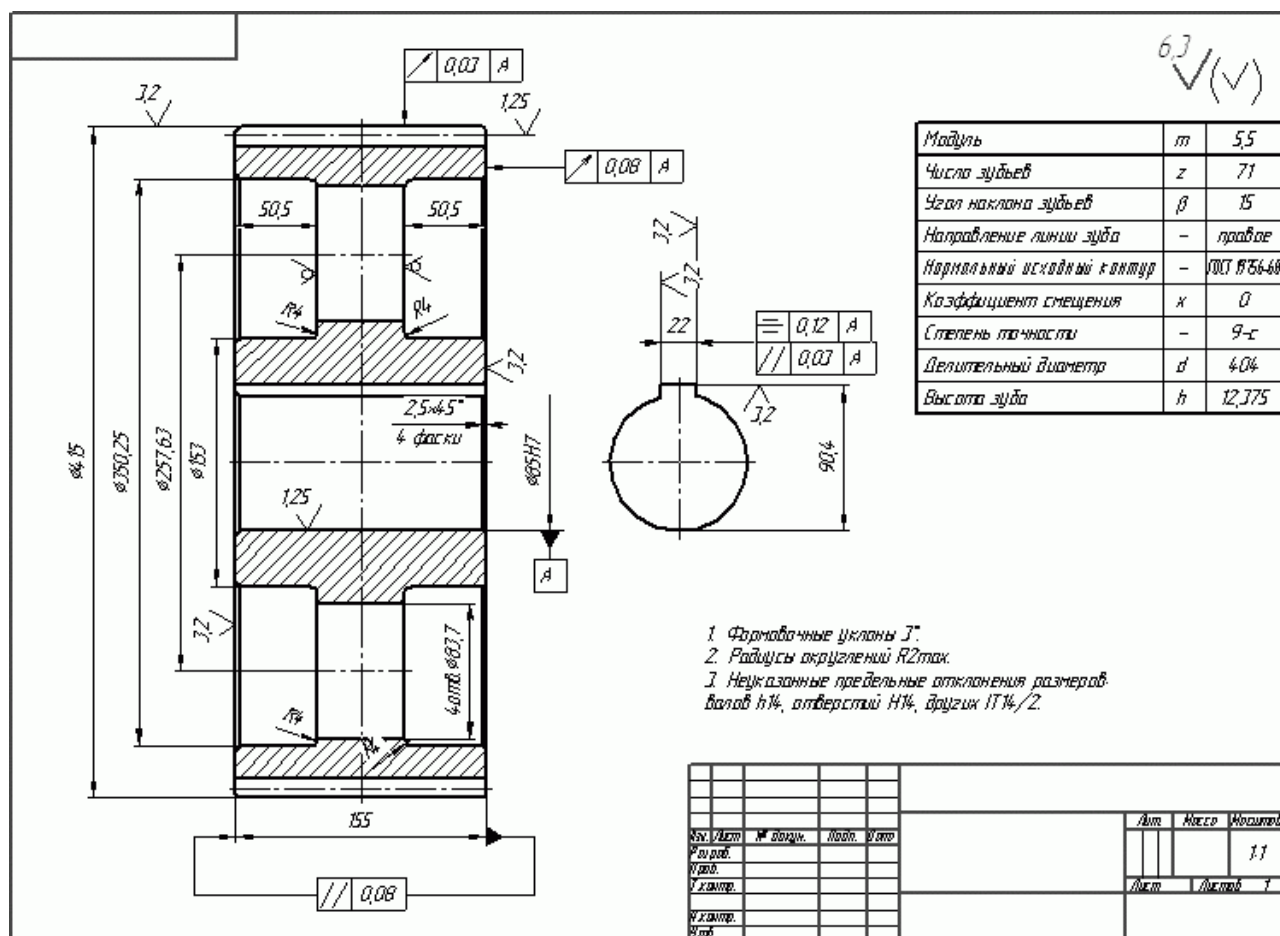


Рис. 2.143. Детализировочный чертеж зубчатого колеса

1.8 Лабораторная работа №8 (2 часа).

Тема: «Построение графиков функций».

1.8.1 Цель работы: Освоить методику построения графиков функций

1.8.2 Задачи работы:

1. Построить графики функций по их уравнениям (уравнение прямой, квадратной и кубической параболы).
2. Построить графика в полярных координатах.

1.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).
2. Программа КОМПАС-3D

1.8.4 Описание (ход) работы:

В КОМПАС-График заложены возможности построения функций по их уравнениям. Специально для этой цели в системе есть отдельное приложение – библиотека FTDraw, которую вы можете найти в разделе Прочие менеджера библиотек. Библиотека позволяет выполнять следующие действия (рис. 2.144):

- строить графики функциональных зависимостей в декартовых координатах;
- строить графики функций в полярных координатах;
- строить графики по загруженным табличным данным (взятым, например, из табличного редактора Excel).

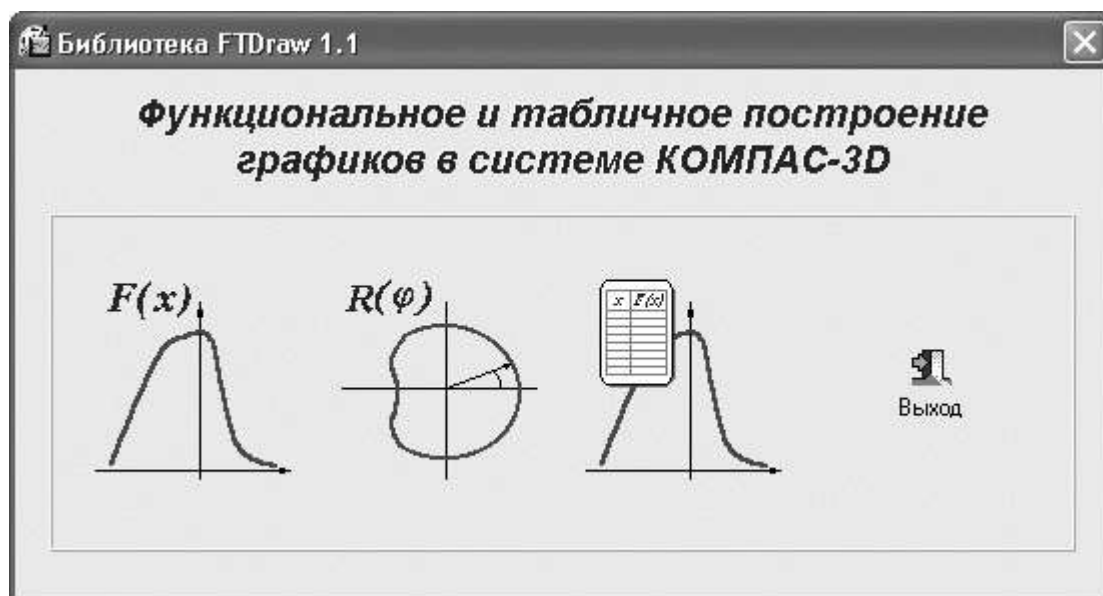


Рис. 2.144. Библиотека FTDraw

После запуска библиотеки в менеджере откроется ее меню, состоящее из двух команд: Библиотека построения графиков FTDraw и Простейший математический калькулятор. Нас, разумеется, больше интересует первая команда. После двойного

щелчка на ней откроется главное окно данной библиотеки (см. рис. 2.144), в котором вы можете выбрать подходящий вам способ построения графиков.

Внимание! Перед тем как запускать библиотеку, обязательно создайте (или сделайте активным) чертеж или фрагмент.

Давайте рассмотрим пример построения графика какой-либо сложной функции в декартовых координатах. Предположим, что рассматривается функция вида $y(x) = 4vx + 3\cos(x) + 2\ln(x)$ в диапазоне от 0,1 до 100. Щелкните на первой из больших квадратных кнопок главного окна библиотеки, чтобы перейти в режим построения графиков в декартовых координатах. В результате перед вами откроется новое окно (рис. 2.145), в котором необходимо задать уравнение, по которому будет строиться график, а также параметры построения.

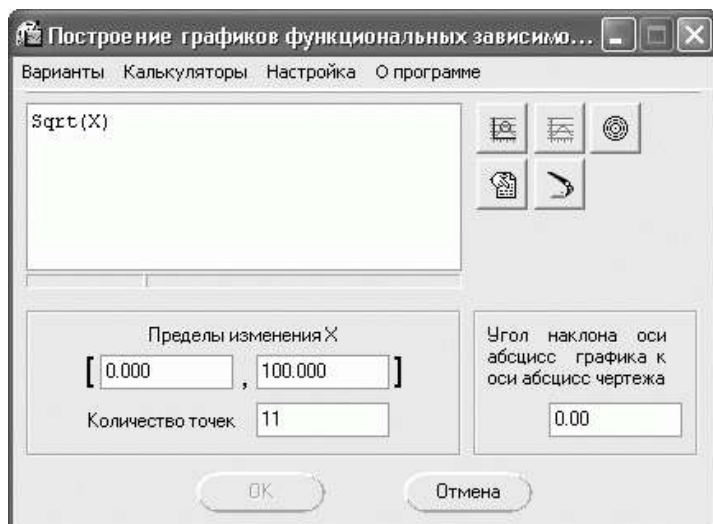


Рис. 2.145. Построение графиков функций в декартовых координатах

По умолчанию в поле для введения функции стоит $\text{Sqrt}(x)$, что означает, что система настроена на построение графика $y(x) = vx$. Данная утилита имеет весьма несложный синтаксис, к тому же вы всегда можете воспользоваться подсказкой при выборе нужной функции, щелкнув правой кнопкой мыши в поле, где нужно вводить формулу (рис. 2.146).

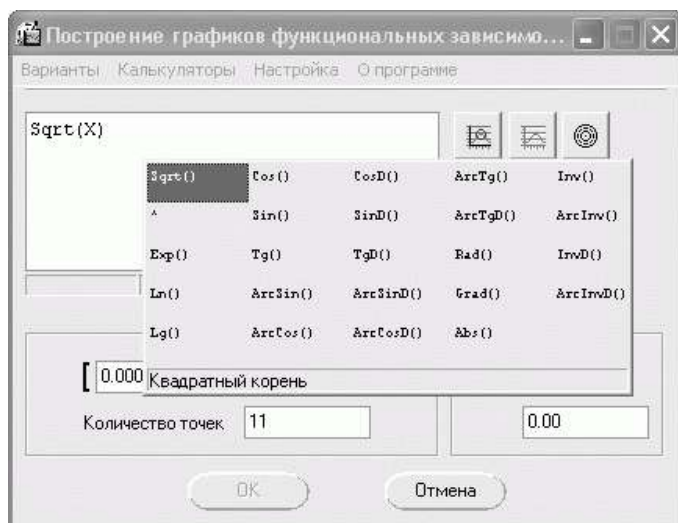




Рис. 2.146. Подсказка для выбора и вставки функций

Пользуясь приведенными подсказками и клавиатурой, введите в поле для функций следующую строку: $4*\text{Sqrt}(x)+3*\text{Cos}(x)+2*\text{Ln}(x)$. После этого в полях Пределы изменения X задайте нужный диапазон, а в поле Количество точек установите значение 50. Нажмите кнопку Указать положение базовой точки графика  после чего щелкните в точке, где планируете поместить начало координат создаваемого графика. После задания точки система вернется к окну задания функциональных зависимостей, в котором теперь должна активироваться кнопка Построить график  Щелкните на этой кнопке, затем нажмите ОК, чтобы завершить построение. Если вы все сделали правильно, в результате должен получиться график, показанный на рис. 2.147.

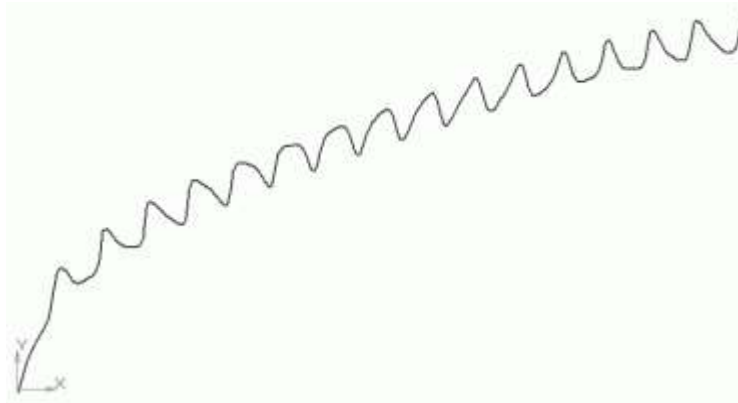


Рис. 2.147. График функции в декартовых координатах

В качестве примера приведем порядок построения графика в полярных координатах. Для рассмотрения возьмем несложную и достаточно известную спираль Архимеда, уравнение которой в полярных координатах имеет вид $r = kj$, где k – произвольный коэффициент, отличный от 0.

Запустите вновь библиотеку FTDraw и нажмите вторую справа большую кнопку, запустив режим построения графиков в полярных координатах. В строке для формул введите значение $2*X$, диапазон задайте от 0 до $20*\text{Pi}$, а количество точек установите равным 200 (рис. 2.148).

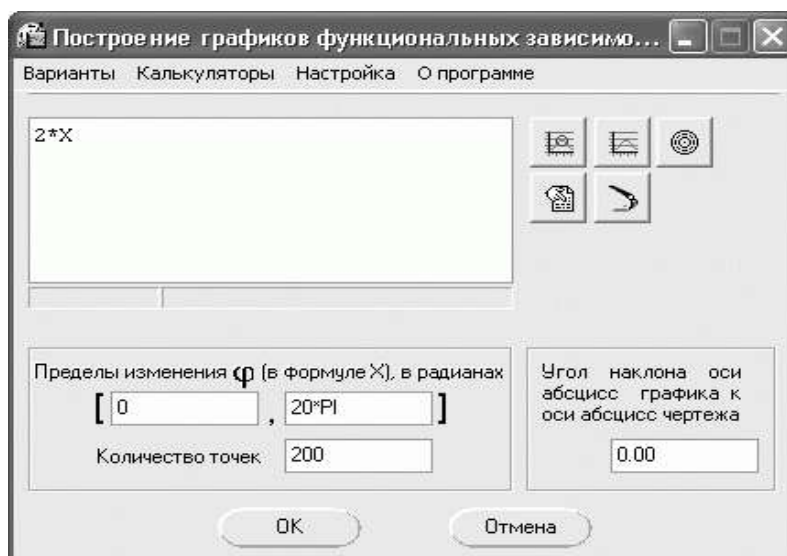


Рис. 2.148. Построение графика функции в полярных координатах

После того как вы укажете начальную точку для построения, нажмите по очереди кнопки Построить график и ОК. В результате вы получите архимедову спираль, построенную на фрагменте в системе КОМПАС-3D (рис. 2.149).

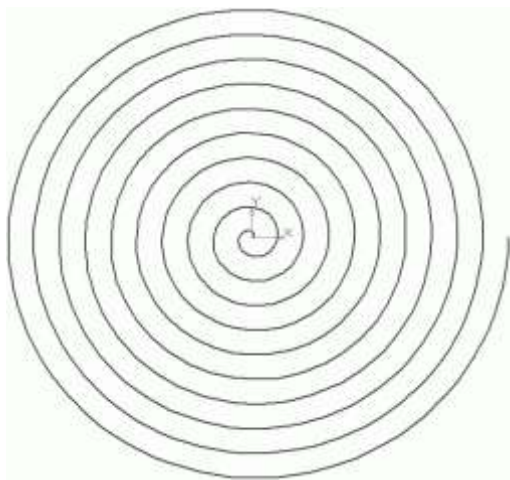


Рис. 2.149. Архимедова спираль

1.9 Лабораторная работа №9 (2 часа).

Тема: «Твердотельное моделирование в КОМПАС-3D».

1.9.1 Цель работы: освоить методику создания моделей объекта с их последующим размещением в пространстве.

1.9.2 Задачи работы:

1. Создание твердых тел с помощью булевых операций
2. Формирование сложных полигональных поверхностей
3. Применение модификаторов геометрии

1.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).
2. Программа КОМПАС-3D

1.9.4 Описание (ход) работы:

Моделирование – сложный процесс, результатом которого является законченная трехмерная модель объекта в памяти компьютера. Моделирование состоит из создания отдельных объектов модели с их последующим размещением в пространстве. Для выполнения трехмерных моделей объектов существует множество подходов. Рассмотрим основные из них, предлагаемые в наиболее успешных на сегодня программах 3D-графики:

- создание твердых тел с помощью булевых операций – путем добавления, вычитания или пересечения материала моделей. Этот подход является главным в инженерных графических системах;
- формирование сложных полигональных поверхностей, так называемых мешей (от англ. mesh – сетка), путем полигонального или NURBS-моделирования;
- применение модификаторов геометрии (используются в основном в дизайнерских системах моделирования). Модификатором называется действие, назначаемое объекту, в результате чего свойства объекта и его внешний вид изменяются. Модификатором может быть вытягивание, изгиб, скручивание и т. п.

КОМПАС-3D – это система твердотельного моделирования. Это значит, что все ее операции по созданию и редактированию трехмерных моделей предназначены только для работы с твердыми телами.

Твердое тело – область трехмерного пространства, состоящая из однородного материала и ограниченная замкнутой поверхностью, которая сформирована из одной или нескольких стыкующихся граней. Любое твердое тело состоит из базовых трехмерных элементов: граней, ребер и вершин (рис. 3.1).

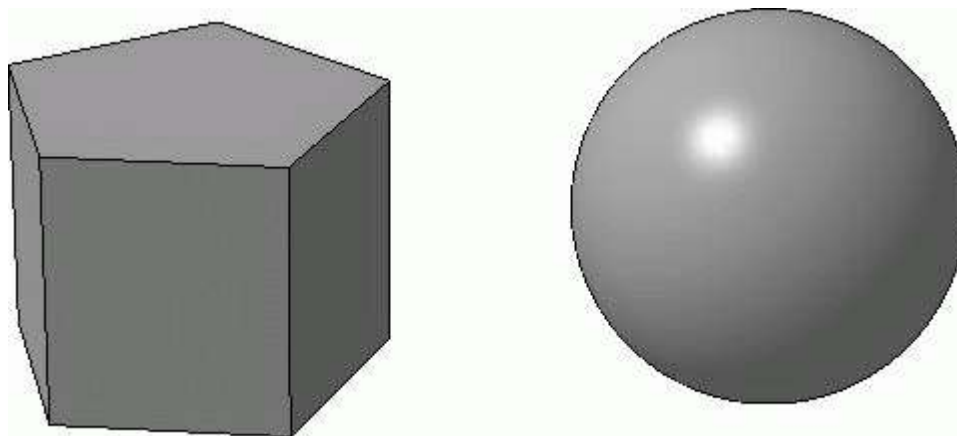


Рис. 3.1. Твердые тела: призма (состоит из семи граней) и шар (из одной грани)

Грань – гладкая (не обязательно плоская) часть поверхности детали, ограниченная замкнутым контуром из ребер. Частный случай – шарообразные твердые тела и тела вращения с гладким профилем, состоящие из единой грани, которая, соответственно, не имеет ребер.

Ребро – пространственная кривая произвольной конфигурации, полученная на пересечении двух граней.

Вершина – точка в трехмерном пространстве. Для твердого тела это может быть одна из точек на конце ребра.

Твердые тела в системе КОМПАС-3D создаются путем выполнения булевых операций над отдельными объемными элементами детали (призмами, телами вращения и т. д.). Другими словами, процесс построения состоит из последовательного добавления и (или) удаления материала детали. Контур формы добавляемого или удаляемого слоя материала определяется плоской фигурой, называемой *эскизом*, а сама форма создается путем перемещения этого эскиза в пространстве (вращение вокруг оси, выдавливание перпендикулярно плоскости эскиза, перемещение по траектории и пр.). В общем случае любое изменение формы детали (твердого тела) называется *трехмерной формообразующей операцией*, или просто *операцией*.

Формировать твердотельные модели в КОМПАС-3D можно в двух типах документов: КОМПАС-Деталь и КОМПАС-Сборка. В отличие от графических документов (чертеж и фрагмент), оба типа трехмерных документов равноценны, среди них нет главного или вспомогательного.

Документ Деталь предназначен для создания с помощью формообразующих операций и хранения модели целостного объекта (чаще всего какого-либо простого изделия, отдельной детали, компонента). Хотя, как было отмечено в гл. 1, вовсе не обязательно, чтобы модель в документе КОМПАС-Деталь отвечала реальной единичной детали на производстве. Например, никто не мешает представить вам в качестве единой детали трехмерную модель подшипника (в действительности состоящего из нескольких деталей), если вам так удобнее использовать его в сборках, параметризировать или редактировать.

В документе Сборка собираются в единый агрегат смоделированные и сохраненные ранее детали: вы сначала размещаете их в пространстве, сопрягаете вместе и фиксируете. Более того, в десятой версии программы функционал по наполнению сборок заметно расширился: теперь вы можете создавать прямо в сборке тела, которые будут принадлежать сугубо сборке (храниться в файле сборки, а не в отдельном файле детали или библиотеке стандартных элементов). Грубо говоря, начиная с десятой версии приложения сборка стала чем-то наподобие документа-детали, в который можно вставлять другие детали из несвязанных документов.

Необходимо также отметить, что в ранних версиях КОМПАС-3D при создании детали существовало жесткое ограничение: в документе КОМПАС-Деталь может быть выполнено только одно твердое тело. Вся геометрия построенной модели детали основывалась на одной базовой формообразующей операции (например, операции вращения или выдавливания), называемой *основанием детали*. Перед началом формирования 3D-модели, чтобы получить нормальную модель, всегда нужно было выбрать какой-либо элемент в реальном объекте, который бы служил базой для всех построений. Это связано с тем, что все последующие формообразующие операции отталкивались от основания детали, как бы нанизывались на него, и не могли выполняться отдельно. При неудачном выборе базового элемента последующие доработка и редактирование модели оказывались иногда очень затруднительными.

Теперь в детали, как и в сборке, можно создавать несколько не связанных друг с другом твердых тел (в сборке именно создавать, вставлять и ранее можно было сколько угодно). Такой подход получил название *многодельного моделирования*. Оно значительно упрощает разработку сложных деталей, снимая ограничения на создание моделей, которые раньше можно было получить лишь в режиме редактирования детали в сборке. Это значит, что булевы операции, которые до этого выполнялись только в сборке, теперь доступны при создании детали.

Многодельность также позволяет создавать модель «с разных сторон». Конструктору теперь необязательно отталкиваться от одной базовой операции в детали или элементов, привязанных к ней (что было не всегда оправдано с точки зрения удобства моделирования и последующего редактирования модели). Сейчас можно формировать модель, начиная с любой ее части, создавая сначала сколько угодно отдельных тел, свободно размещенных в пространстве, и постепенно объединяя их по мере проектирования (рис. 3.2).

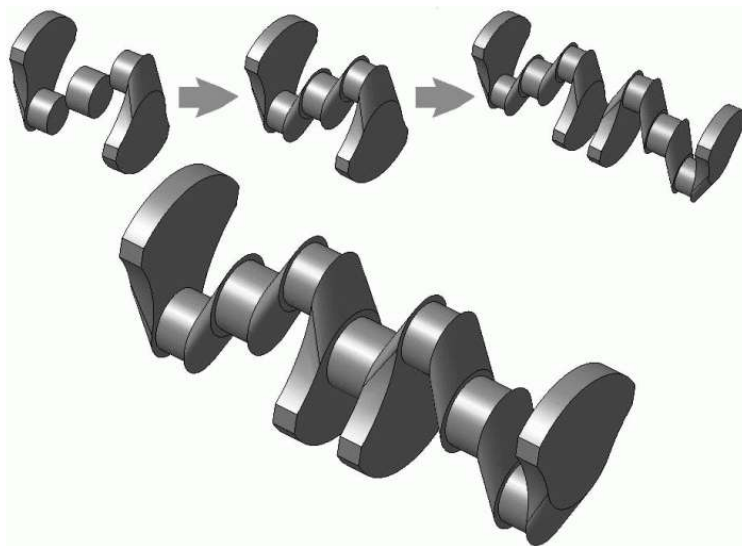


Рис. 3.2. Коленчатый вал: пример многотельного моделирования

При выполнении большинства операций в детали в связи с появлением многотельности добавился выбор нескольких вариантов (режимов) построения:

- при вырезании (удалении материала):
 - вычитание элемента – удаление материала детали происходит внутри замкнутой поверхности, сформированной по заданному эскизу и типу операции (выдавливание, вращение и т. д.);
 - пересечение элементов – удаление материала детали, находящегося снаружи поверхности, которая сформирована в результате операции;
- при «приклеивании» (добавлении материала):
 - новое тело – добавляемый трехмерный элемент формирует в детали новое твердое тело, независимо от того, пересекается он с уже существующими телами или нет. Если создаваемый элемент не имеет пересечений или касаний с существующей геометрией детали, то эта функция включается автоматически;
 - объединение – добавляемый элемент соединяется с твердым телом, с которым он пересекается;
 - автообъединение – при этом система автоматически объединяет в одно тело существующий и новый элементы, если они пересекаются, или формирует новое тело, если они не пересекаются.

Результат формообразующей операции выбирается на вкладке Вырезание панели свойств при удалении или Результат операции – при добавлении материала (рис. 3.3).

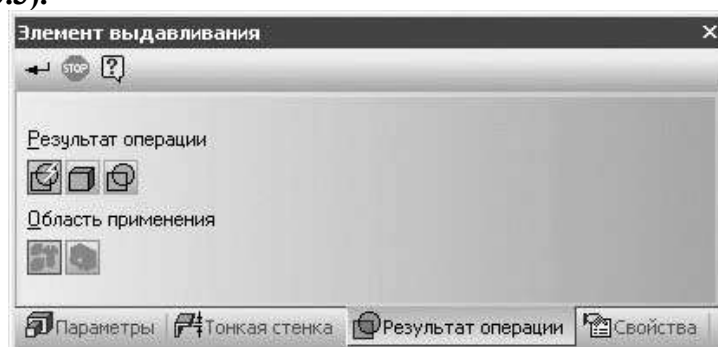



Рис. 3.3. Выбор результата операции при добавлении материала

Очень важное понятие при многотельном моделировании – область применения операции. Представьте себе ситуацию, когда вследствие выполнения той или иной команды создаваемый элемент пересекает несколько твердых тел в модели. Какие действия предпримет система и какой результат будет у этой операции? Чтобы пользователь мог дать конкретный ответ на эти вопросы, и была реализована область применения операции. Например, если элемент выдавливания пересекает два (или более) тела, вы можете указать, с каким из этих тел объединять добавляемый элемент, объединять ли вообще или же формировать из всех пересекающихся объектов одно твердое тело. Точно так же и при вырезании: настроив область применения операции, вы укажете, какие тела нужно «резать» (удалять часть их материала), а какие оставить нетронутыми. Другими словами, область применения операции – это набор тел, на которые распространяется действие текущей операции. Данный набор формируется простым указанием тел в окне представления модели после нажатия кнопки Ручное указание тел  на панели свойств.

Примечание

При добавлении материала к детали настраивать область применения операции можно только в режиме объединения (это естественно, так как в противном случае создается набор отдельных тел). Для операций удаления материала задать область применения операции можно всегда (конечно, если формообразующий элемент операции пересекается с другими телами модели).

Количество тел в текущей детали отображается в дереве построения в скобках справа от названия детали (рис. 3.4). При структурном отображении состава модели в дереве построения формообразующие операции, относящиеся к разным телам, показываются в отдельных группах.

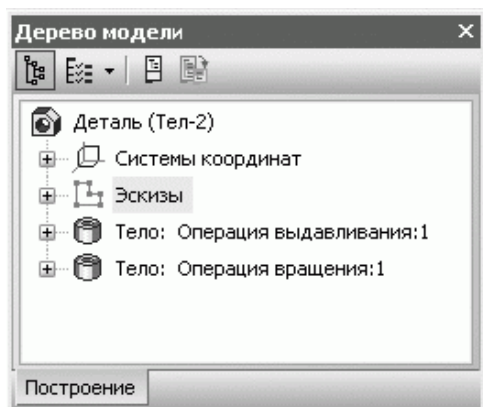


Рис. 3.4. Количество тел в детали

Однако, наряду со многими преимуществами многотельного моделирования, способы получения нескольких тел в модели ограничены следующим.

- Каждое тело в модели детали должно быть неразрывным, из чего следует, что не допускается выполнение таких формообразующих операций, которые разделяют одно или несколько тел на части. Например, нельзя с помощью операции вырезания (или какой-либо другой) разбить тело на несколько нестыкующихся частей. Если вы точно знаете, что в вашей детали будет несколько разрозненных частей, необходимо сразу создавать их как отдельные тела.

- Нельзя перемещать тела в модели (как, например, детали в сборке), кроме как изменяя положения их эскизов.

- Невозможно копировать тела с помощью команд создания массивов. Тело, полученное в результате булевой операции или операции Зеркально отразить тело,

также нельзя использовать в массивах. Более того, любые элементы тела, участвовавшего в булевой операции, также не получится размножить.

- При применении массивов в деталях с несколькими твердыми телами копируемые элементы (приклеенные или вырезанные) размещаются на том же теле, что и исходный элемент.


- При наличии пересекающихся, но разных тел в одной детали ассоциативные чертежи могут быть неправильно построены.

Формообразующие операции (построение деталей)

Мы уже выяснили, что КОМПАС – система твердотельного моделирования и что большинство операций по созданию моделей в ней основываются на эскизах (исключение составляют операции по созданию фаски, скругления, оболочки и т. п.). *Эскиз* – это обычное двумерное изображение, размещенное на плоскости в трехмерном пространстве. В эскизе могут присутствовать любые графические элементы (примитивы), за исключением элементов оформления (обозначений) конструкторского чертежа и штриховки. Эскизом может быть как замкнутый контур или несколько контуров, так и произвольная кривая. Каждая трехмерная операция предъявляет свои требования к эскизу (например, эскиз для операции выдавливания не должен иметь самопересечений и т. п.). Об этих требованиях будет рассказываться при рассмотрении каждой отдельной команды. В дальнейшем нам постоянно придется создавать эскизы, поэтому считаю необходимым подробно описать порядок выполнения эскиза, чтобы больше не возвращаться к этому вопросу.

Последовательность построения эскиза для формообразующей операции такова.

1. Выделите в дереве построения или в окне документа плоскость, на которой планируете разместить эскиз (плоскость может быть стандартной или вспомогательной). Если в модели уже есть какое-либо тело (или тела), вы можете в качестве опорной плоскости эскиза использовать любую из его плоских граней. Выделить плоскую грань можно только в окне представления документа.

2. Нажмите кнопку **Эскиз** 

на панели инструментов Текущее состояние. Модель плавно изменит ориентацию таким образом, чтобы выбранная вами плоскость разместилась параллельно экрану (то есть по нормали к линии взгляда).

3. После запуска процесса создания эскиза компактная панель изменит свой вид (см. рис. 1.38). На ней будут расположены панели инструментов, свойственные как трехмерным, так и графическим документам системы КОМПАС-3D. Пользуясь командами для двумерных построений, создайте изображение в эскизе. Для завершения создания или редактирования эскиза отожмите кнопку **Эскиз**. Компактная панель при этом восстановит свой прежний вид, а модель примет ту же ориентацию в пространстве, которая была до построения эскиза.

4. Эскиз останется выделенным в окне документа (подсвечен зеленым цветом), поэтому вы сразу можете вызывать нужную команду и создавать или вносить изменения в геометрию модели.

Примечание

Можно запустить формирование трехмерной формообразующей операции, не выходя из режима построения эскиза. Для этого необходимо всего лишь вызвать нужную команду с компактной панели (или с помощью команды меню). Система самостоятельно завершит редактирование эскиза и запустит соответствующую команду, основываясь на текущем эскизе.

Все трехмерные операции в КОМПАС-3D делятся на основные (то есть собственно формообразующие) и дополнительные. Основные операции включают команды для добавления и удаления материала детали, булевы операции, команду создания листового тела, а также команду Деталь-заготовка. Дополнительные операции

представляют собой команды для реализации тех или иных конструкторских элементов на теле детали (фаски, скругления, отверстия, уклона, ребра жесткости и т. д.). В отдельную группу можно отнести команды построения массивов трехмерных элементов как в детали, так и в сборке. Есть также некоторые специфические команды, доступные только для сборки.

В соответствии с изложенной классификацией мы будем дальше рассматривать инструменты трехмерного редактора КОМПАС-3D.

Существует четыре основных подхода к формированию трехмерных формообразующих элементов в твердотельном моделировании. Эти подходы практически идентичны во всех современных системах твердотельного 3D-моделирования (есть, конечно, небольшие различия в их программной реализации, но суть остается той же). Рассмотрим их.

- **Выдавливание.** Форма трехмерного элемента образуется путем смещения эскиза операции (рис. 3.5, *а*) строго по нормали к его плоскости (рис. 3.5, *б*). Во время выдавливания можно задать уклон внутрь или наружу (рис. 3.5, *в* и *г*). Контур эскиза выдавливания не должен иметь самопересечений. Эскизом могут быть: один замкнутый контур, один незамкнутый контур или несколько замкнутых контуров (они не должны пересекаться между собой). Если вы формируете основание твердого тела выдавливанием и используете в эскизе несколько замкнутых контуров, то все эти контуры должны размещаться внутри одного габаритного контура, иначе вы не сможете выполнить операцию. При вырезании или добавлении материала выдавливанием замкнутые контуры могут размещаться произвольно.

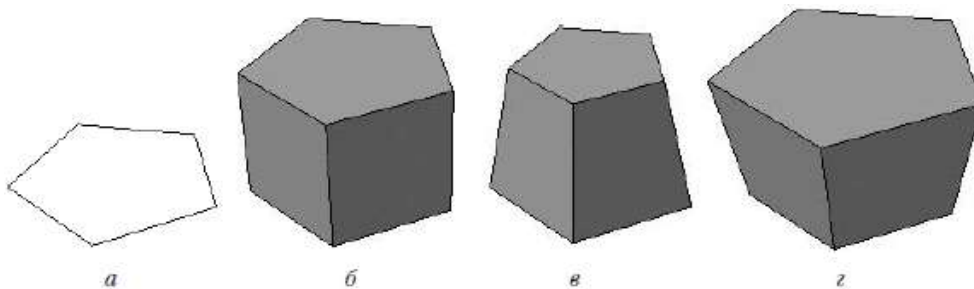


Рис. 3.5. Выдавливание: эскиз (*а*), сформированный трехмерный элемент (*б*), уклон внутрь (*в*) и уклон наружу (*г*)

- **Вращение.** Формообразующий элемент является результатом вращения эскиза (рис. 3.6, *а*) в пространстве вокруг произвольной оси (рис. 3.6, *б*). Вращение может происходить на угол 360° или меньше (рис. 3.6, *в*). Обратите внимание, ось вращения ни в коем случае не должна пересекать изображение эскиза!

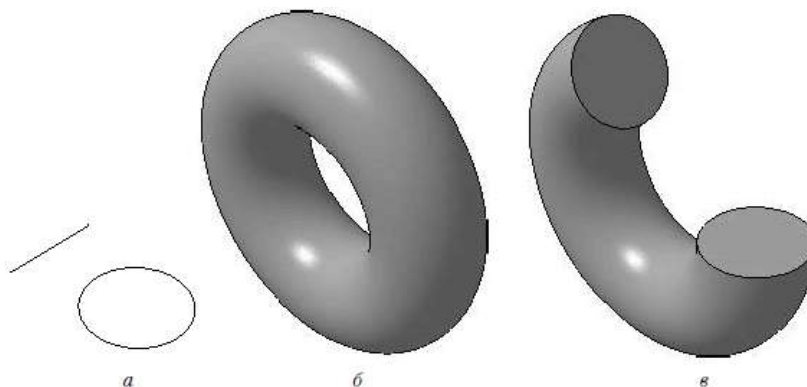


Рис. 3.6. Вращение: эскиз (*а*), полное вращение (*б*), вращение на угол меньше 360° (*в*)

Если контур в эскизе незамкнут, то создание тела вращения возможно в двух различных режимах: сфероид или тороид (переключение производится с помощью одноименных кнопок панели свойств). При построении сфероида конечные точки контура соединяются с осью вращения отрезками, перпендикулярными к оси, а в результате вращения получается сплошное тело. В режиме тороида перпендикулярные отрезки не создаются, а построенный трехмерный элемент принимает вид тонкостенного тела с отверстием вдоль оси вращения.

• **Кинематическая операция.** Поверхность элемента формируется в результате перемещения эскиза операции вдоль произвольной трехмерной кривой (рис. 3.7). Эскиз должен содержать обязательно замкнутый контур, а траектория перемещения – брать начало в плоскости эскиза. Разумеется, траектория должна не иметь разрывов.

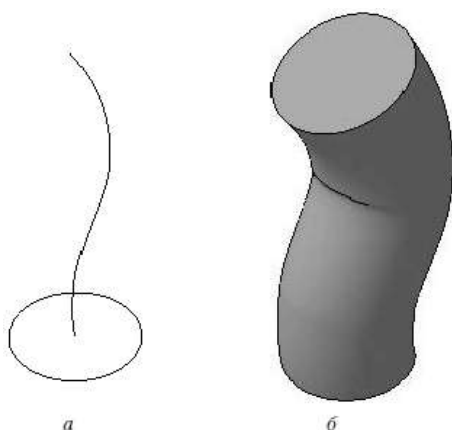


Рис. 3.7. Кинематическая операция: эскиз и траектория операции (а), трехмерный элемент (б)

• **Операция по сечениям.** Трехмерный элемент создается по нескольким сечениям-эскизам (рис. 3.8). Эскизов может быть сколько угодно, и они могут быть размещены в произвольно ориентированных плоскостях. Эскизы должны быть замкнутыми контурами или незамкнутыми кривыми. В последнем эскизе может размещаться точка.

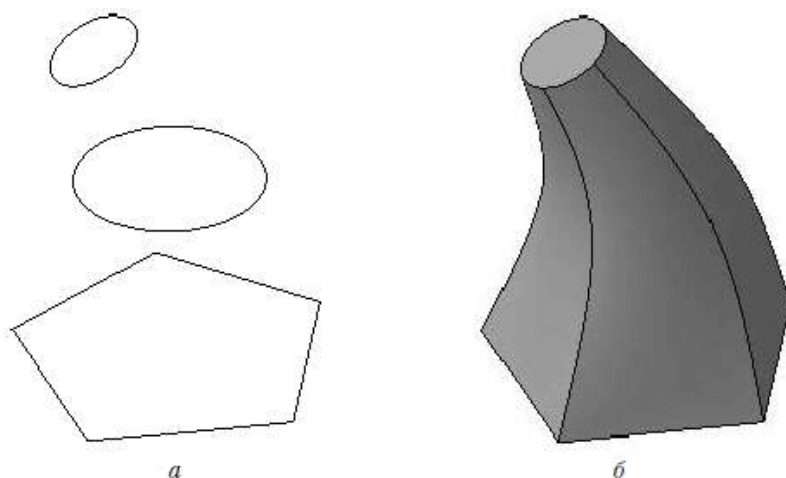


Рис. 3.8. Операция по сечениям: набор эскизов в пространстве (а), сформированный трехмерный элемент (б)

Перечисленных четырех способов обычно хватает для формирования сколь угодно сложных форм неорганического мира. Иногда, правда, бывает значительно легче сформировать объект, используя другие методы моделирования в других графических системах (речь идет о полигональном или NURBS-моделировании). Однако в 90 % случаев твердотельного инструментария достаточно для построения неживых объектов.

Все команды для построения и редактирования детали расположены на панели инструментов Редактирование детали (рис. 3.9). Для перехода к этой панели щелкните на одноименной кнопке компактной панели (разумеется, активным должен быть документ КОМПАС-Деталь).

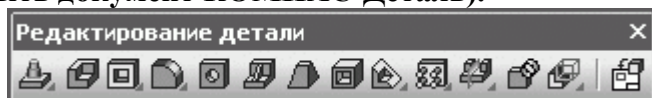






Рис. 3.9. Панель инструментов Редактирование детали

Подобно прочим панелям инструментов, панель Редактирование детали содержит как одиночные кнопки, так и группы кнопок.

Первой идет группа кнопок, позволяющих добавить материал детали (или создать основание). В нее входят следующие команды:

-  Операция выдавливания;
-  Операция вращения;
-  Кинематическая операция;
-  Операция по сечениям.

Как видите, все эти команды отвечают определенному способу построения формы твердого тела, которые были описаны выше. Как правило, с одной из этих команд начинается построение твердого тела (хоть наличие единого основания для всей детали необязательно, но для конкретного твердого тела в модели оно, конечно, должно быть).

После создания любой формообразующей операции в дереве построения добавляется новый узел со значком выполненной операции и с ее названием, а в подчиненной ветке этого узла содержится перечень эскизов, используемых в операции (рис. 3.10). Названия всех операций по умолчанию совпадают с названиями их команд, кроме того, после двоеточия к названию добавляется порядковый номер операции (операции каждого типа имеют свою нумерацию). Вы можете настроить на панели свойств имя, отображаемое в дереве, до завершения создания операции или прямо в дереве построения после того, как формообразующий элемент или эскиз создан.

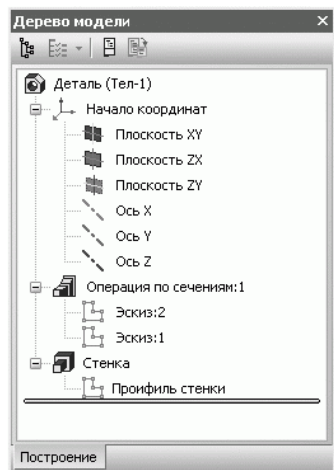







Рис. 3.10. Отображение последовательности операций в дереве построения модели

Еще одной операцией, с которой нередко начинается построение детали, является Деталь-заготовка  (ее кнопка следует сразу за группой команд добавления материала). Эта команда позволяет использовать в качестве заготовки другую, ранее построенную и сохраненную деталь. После вставки детали-заготовки в новый документ вы можете продолжить построение или редактировать заготовку так же, как если бы создали основание, например, при помощи обычной операции выдавливания. Заготовка может вставляться как самостоятельный объект (кнопка Вставка без истории на панели свойств) или с поддержкой связи с файлом источником (Вставка внешней ссылкой). Во втором случае все изменения в детали-образце будут переноситься в файл на вставленную заготовку. При установленном флажке Зеркальная деталь на панели свойств деталь-заготовка будет вставлена в документ в зеркальном отображении. Кнопка Деталь-заготовка доступна, только если в детали не создано еще ни одного объекта.

За командой вставки заготовки идет группа команд удаления материала детали (команды вырезания):

-  Вырезать выдавливанием;
-  Вырезать вращением;
-  Вырезать кинематически;
-  Вырезать по сечениям.

Как и команды добавления материала, они реализуют четыре основных способа формирования геометрии твердотельных моделей. Требования к эскизам этих операций такие же, как и для добавления материала. Единственное отличие – все эти команды неактивны, если в детали нет хотя бы одной операции добавления материала (это логично – вырезать можно только из чего-то уже построенного).

Группа команд для вырезания присутствует также и в документе КОМПАС-Сборка. В сборке с их помощью можно делать сквозные вырезы, проходящие через несколько деталей сразу. Изменение в геометрии каждой из деталей в сам документ (файл) детали не передается.

Важной особенностью всех команд добавления и вырезания является возможность формирования не только сплошных трехмерных элементов, но и так называемой тонкой стенки (рис. 3.11).

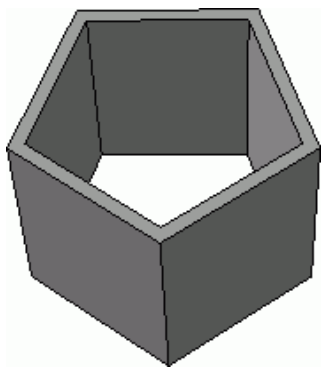







Рис. 3.11. Результат операции выдавливания в режиме построения тонкой стенки

Настройка параметров тонкой стенки осуществляется на вкладке Тонкая стенка панели свойств при выполнении любой из команд добавления или удаления материала. Раскрывающийся список Тип построения тонкой стенки содержит следующие варианты:

-  Нет – формообразующий элемент создается сплошным (нет тонкой стенки);
-  Наружу – тонкая стенка строится наружу от контура эскиза операции;


-  Внутрь – тонкая стенка строится внутрь от контура;
-  Два направления – тонкая стенка строится в обоих направлениях сразу, причем толщину стенки по каждому из направлений можно задавать различной;
-  Средняя плоскость – тонкая стенка строится на одинаковое расстояние (равное половине заданной толщины) в обе стороны от контура эскиза.

Примечание


Если в контуре эскиза для «приклеивания» или вырезания содержится незамкнутая кривая, то автоматически включается режим создания тонкой стенки, выдавленной наружу (при этом пункт Нет вообще недоступен в раскрывающемся списке Тип построения тонкой стенки).

При выполнении отдельных команд добавления или удаления материала (в частности, выдавливания и вращения) можно задавать направление операции. Оно указывает, в какую сторону относительно опорной плоскости эскиза будет происходить добавление или удаление материала. Можно выбрать одно из следующих направлений:

-  Прямое направление – эскиз формообразующей перемещается в направлении нормали к поверхности эскиза (это вариант задан по умолчанию);

-  Обратное направление – эскиз перемещается в противоположную от направления нормали сторону;

-  Два направления – эскиз смещается в обе стороны от опорной плоскости, при необходимости на различное расстояние или угол в каждую сторону;

-  Средняя плоскость – операция действует симметрично относительно плоскости эскиза, а смещение или поворот осуществляется на половину заданного расстояния или угла.

Направление выбирается (при запущенной команде выдавливания или вращения) из раскрывающегося списка Направление на вкладке Параметры панели свойств. Для удобства ориентации направление нормали к плоскости эскиза при выполнении операции указывается фантомной стрелкой. Как правило, нормаль всегда направлена наружу от тела детали. Для первого формообразующего элемента (основания) направление нормали совпадает с положительным направлением координатной оси глобальной системы координат, перпендикулярной к плоскости эскиза (то есть если эскиз лежит в плоскости XY , то направление нормали совпадет с направлением оси Z).

Примечание

Положение глобальной системы координат трехмерного документа вы всегда можете видеть в левом нижнем углу окна представления документа.

При выборе определенного направления в окне документа сразу изменяется фантом формообразующей операции. *Фантом трехмерного элемента* – это условное временное отображение изменений, которые коснутся детали при выполнении той или иной операции (рис. 3.12). Фантом трехмерного элемента всегда прозрачен, его контур отрисовывается серыми тонкими линиями. Отображение фантома всегда отвечает выбранным в данный момент настройкам текущей операции (направление и величина смещения, выполнение сплошным или тонкой стенкой и т. п.).

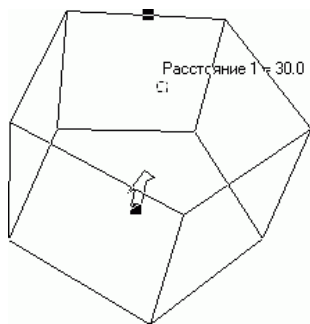


Рис. 3.12. Фантом операции выдавливания

Внимание! Не путайте направление стрелки, отображаемой при выполнении формообразующей операции, с направлением операции или фантомом операции! Стрелка всегда показывает направление нормали к эскизу булевой операции (например, того же выдавливания). Направление операции определяет, в какую сторону относительно нормали будет происходить операция – по нормали, в противоположную или в обе стороны. Стрелка также не является фантомом операции или его частью. Фантом – это изменения в форме детали вследствие проведенной операции, зависящие от направления операции и не зависящие от направления нормали.

Для других команд добавления или удаления материала направление не задается, поскольку форма трехмерных элементов, полученных в результате выполнения этих команд, однозначно определяется формой и размещением эскизов, в них входящих.

Еще одной из главных формообразующих операций является Булева операция .

Она доступна, только если в детали присутствует более одного тела. Данная операция предназначена для объединения, вычитания или пересечения указанных тел.

Эта операция очень полезна, хотя ее почему-то употребляют нечасто, а стараются получить модель с помощью других команд, зачастую ощутимо усложняя себе жизнь. Возможно, дело в привычке.

Рассмотрим действие данной операции на небольшом примере, заодно и закрепим все прочитанное до этого.

1. Создайте документ КОМПАС-Деталь. Вы уже знаете, что это можно сделать, вызвав окно Новый документ с помощью меню Файл > Создать или выбрав строку Деталь из раскрывающегося списка кнопки Создать на панели Стандартная.

2. Откроется пустой документ, в котором пока есть только три координатные плоскости. В окне дерева построения выделите плоскость XY и нажмите кнопку Эскиз на панели инструментов Текущее состояние.

3. В режиме построения эскиза перейдите на панель Геометрия компактной панели инструментов и нажмите кнопку Многоугольник (она находится в одной группе с кнопками команд построения прямоугольников). Создайте пятиугольник с центром в начале координат эскиза и радиусом вписанной окружности 20 мм (рис. 3.13). Завершите редактирование эскиза.

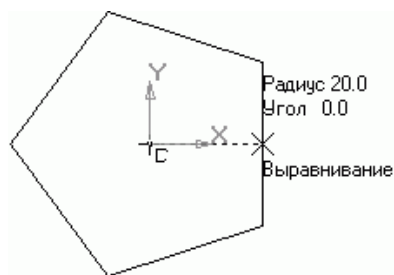


Рис. 3.13. Построение пятиугольника в эскизе

4. На компактной панели перейдите на панель Редактирование детали, на которой нажмите кнопку **Операция выдавливания**. Оставьте заданное по умолчанию направление операции в ту же сторону, что и направление нормали, а в поле **Расстояние 1** введите значение 30. Нажмите кнопку **Создать объект для формирования твердого тела выдавливанием**. У вас должна получиться призма с равносторонним пятиугольником в основании.

Примечание

Можно не задавать параметры операций (расстояние или угол смещения, величину уклона и т. п.) в полях панели свойств. Есть другой способ, возможно, не такой удобный, но иногда более быстрый, – перетаскивание характерных точек трехмерного элемента. Как и в двухмерном изображении, в 3D-модели есть характерные точки, перетаскивая которые можно изменять тот или иной параметр так, как будто вы вводите его значение на панели свойств. Характерные точки отображаются на фантоме операции маленькими черными квадратами. При наведении указателя на точку возле нее всплывает подсказка с названием и текущим значением параметра (см. рис. 3.12). Нажмите кнопку мыши и перетаскивайте точку – соответствующий параметр будет изменяться, а его значение отображаться справа от указателя мыши.

5. Выделите верхнюю грань призмы в окне представления документа (то есть щелкнув на самой грани в модели). Греть должна подсветиться зеленым цветом. Опять нажмите кнопку для создания эскиза. Переключитесь на панель инструментов Геометрия и с помощью команды **Дуга** постройте дугу с центром в одной из вершин основания-пятиугольника и радиусом 20 мм. Поскольку этот эскиз предполагается использовать в операции вращения, обязательно создайте осевую линию (команда **Отрезок**, стиль линии **Осевая**) проходящую через конечные точки дуги (рис. 3.14).

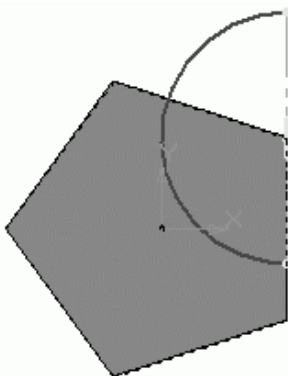


Рис. 3.14. Эскиз для будущей операции вращения

6. Теперь попробуем создать трехмерный элемент, не выходя из режима редактирования эскиза. Не отжимая кнопку **Эскиз**, перейдите на панель Редактирование детали и щелкните на кнопке **Операция вращения**. На основе текущего эскиза сразу должна запуститься операция создания тела вращения. Необходимо настроить параметры команды таким образом, чтобы в результате ее выполнения получить сплошной шар, как отдельное твердое тело (это нужно, чтобы потом можно было применить булеву операцию). Для этого выполните следующее:

1) в группе переключателей **Способ** на панели свойств нажмите кнопку **Сфероид**, направление оставьте заданным по умолчанию (прямое), но проследите, чтобы в поле **Угол прямого направления** было задано значение 360;

2) перейдите на вкладку **Тонкая стенка** и из раскрывающегося списка **Тип построения тонкой стенки** выберите пункт **Нет**, чтобы запретить создание тонкой стенки и получить сплошной шар;

3) перейдите на вкладку Результат операции и нажмите кнопку-переключатель Новое тело, чтобы формируемый шар не был объединен с призмой.

7. Нажмите кнопку Создать объект. В результате получится сплошной шар радиусом 20 мм (рис. 3.15). Несмотря на то, что созданные объекты пересекаются, это все равно два разных твердых тела (о чем свидетельствует то, что в местах входа шара в призму нет четко обозначенных ребер).

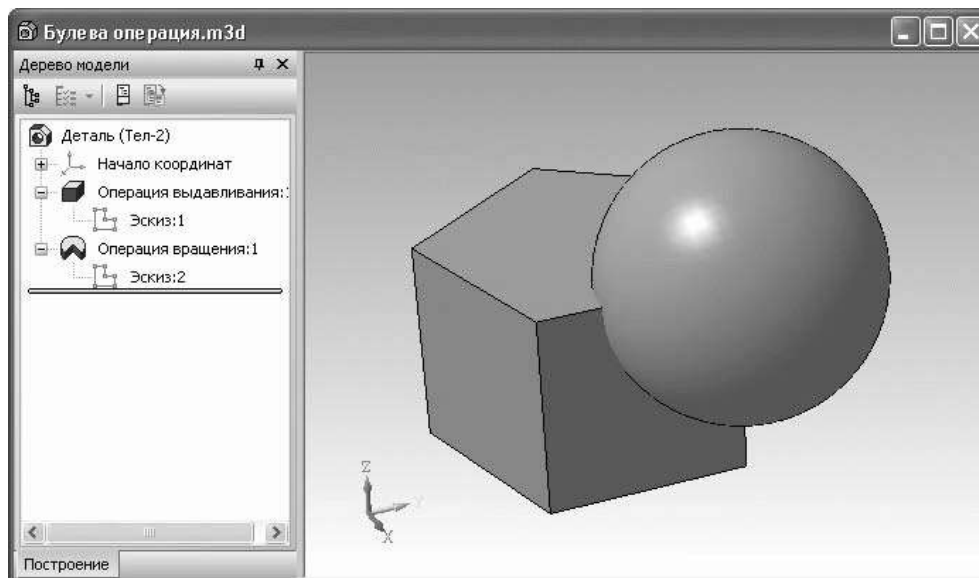




Рис. 3.15. Два созданных тела в модели


8. Теперь можно перейти к демонстрации возможностей команды Булева операция. Нажмите соответствующую кнопку на панели Редактирование модели. В строке подсказок появится текст Выберите объекты для булевой операции. По очереди щелкните на каждом из двух тел в окне модели (сначала на призме, потом на шаре). При этом ребра каждого выбранного тела (а также значки трехмерных операций, образующих тело в дереве построения) будут подсвечены красным цветом. Результатом этой операции могут быть четыре разных тела:

- тело, полученное объединением призмы и шара (рис. 3.16, а). Для этого на панели свойств в группе кнопок Результат операции нужно нажать кнопку Объединение 

Обратите внимание: в местах пересечения шара призмы появились ребра нового тела;

- тело, сформированное в результате вычитания шара из призмы, то есть вычитанием второго тела из первого (рис. 3.16, б). Для этого на панели свойств должна быть нажата кнопка Вычитание 

- тело, полученное вычитанием призмы из шара (рис. 3.16, в). Поскольку вычитается всегда второе тело, вам необходимо изменить порядок указания тел. Этого можно добиться двумя способами. Первый – снять выделение с обоих тел, щелкнув на свободном пространстве модели, а затем заново указать тела для булевой операции, сначала щелкнув на шаре, а потом на призме. Второй и более правильный метод – изменить порядок тел в списке Список объектов на панели свойств (в этом списке каждое тело обозначается названием последней выполненной над ним формообразующей операции). Чтобы изменить порядок, выделите одно из тел и переместите его в списке, используя кнопки со стрелками, размещенные в верхней части списка (рис. 3.17);

• тело, сформированное в результате пересечения двух указанных тел (рис. 3.16, *г*). Для этого на панели свойств должна быть нажата кнопка Пересечение 

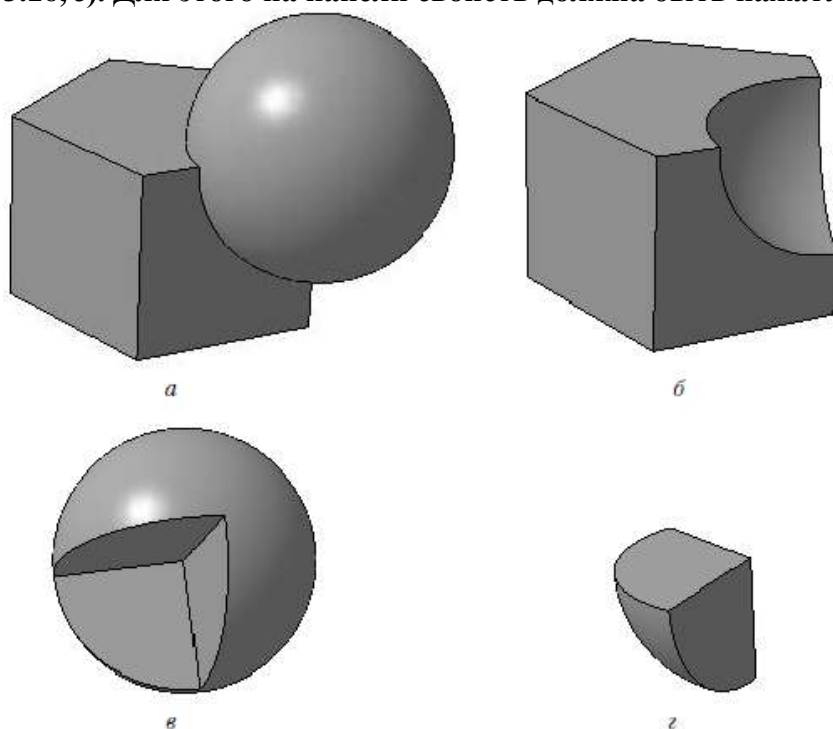


Рис. 3.16. Результат выполнения булевой операции: объединение (*а*), вычитание (*б, в*) и пересечение (*г*)

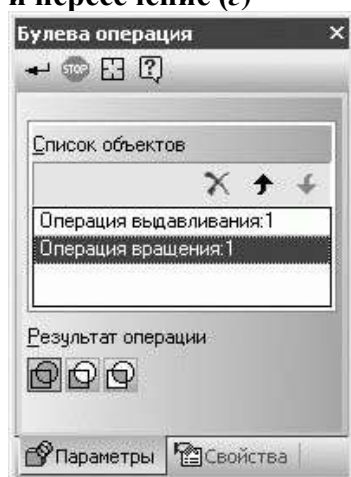


Рис. 3.17. Изменение порядка выбранных тел в списке объектов булевой операции

Вы можете самостоятельно попробовать все четыре варианта команды Булевой операции. Для этого после ее выполнения выделите ее в дереве построения и вызовите команду контекстного меню Редактировать (в более ранних версиях программы – Редактировать элемент) (рис. 3.18). Запустится процесс редактирования выбранной в дереве операции: трехмерный элемент опять перейдет в фантомное состояние, а на панели свойств отобразятся настройки данной операции. Изменив какие-либо из значений параметров (в нашем примере – результат булевой операции), вновь создайте трехмерный элемент, нажав кнопку Создать объект.

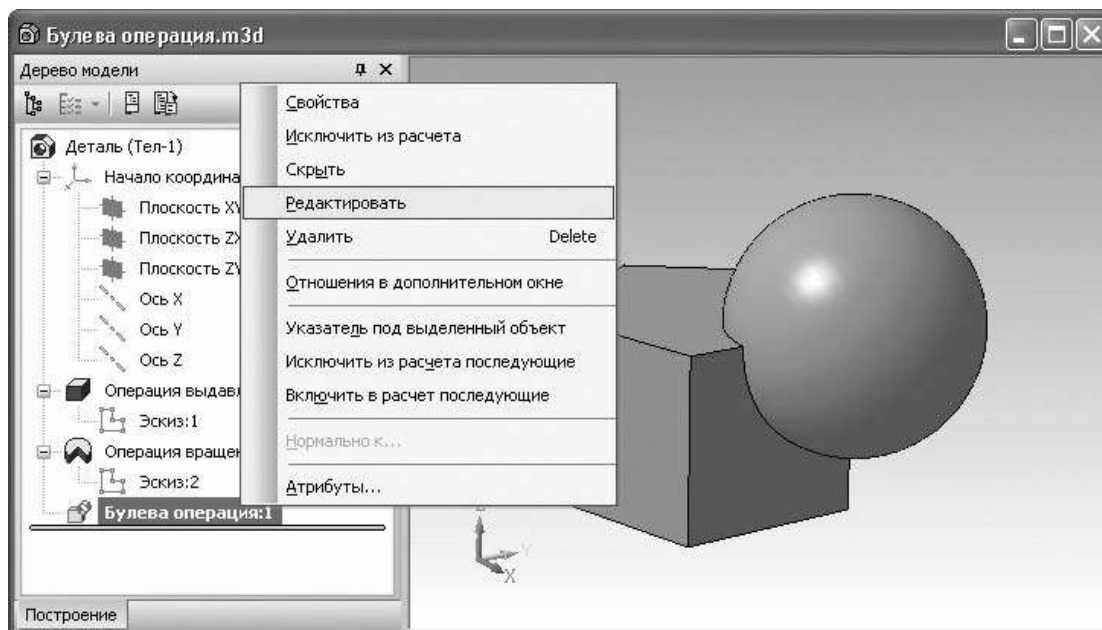


Рис. 3.18. Контекстное меню трехмерного элемента, вызванное из дерева построения

В контекстном меню для трехмерных элементов присутствует еще несколько очень полезных команд (см. рис. 3.18).

- **Удалить** (или **Удалить элемент** в предыдущих версиях КОМПАС-3D) – удаляет трехмерный элемент из модели и дерева построения. При удалении определенного элемента из детали его эскиз (или эскизы) не удаляются, но удаляются все зависящие от него (условно подчиненные) трехмерные элементы (операции). Под условно подчиненными следует понимать такие операции, которые, хоть и являются отдельными трехмерными объектами, формируются на базе уже существующей геометрии модели и напрямую зависят от нее (являются производными). Например, если вы выполнили операцию выдавливания, после чего на пересечении граней полученного объекта создали скругления, то после удаления операции выдавливания все скругления будут также удалены!

Внимание! Будьте осторожны при удалении тех или иных элементов детали – восстановить их, кроме как создав заново, будет невозможно!

- **Скрыть** – управляет отображением элемента детали, выбранного в дереве построения. После ее выполнения элемент будет скрыт (спрятан) в модели. Если вызывать контекстное меню для уже скрытого элемента, на месте этой команды будет команда **Показать**, включающая отображение объекта. Если вы скрываете какую-то часть твердого тела (одну операцию), то в модели будет скрыто все тело, в состав которого входит выбранная операция. Режим скрытия очень полезен для сложных моделей, особенно больших сборок. Скрытие отдельных элементов значительно облегчает работу с такой моделью, ее становится проще приближать, отдалять или поворачивать в окне представления.

- **Отношения в дополнительном окне** – команда позволяет создать дополнительное окно дерева модели и отобразить в нем объекты, являющиеся исходными и производными для объекта, выделенного в дереве.

- **Указатель под выделенный объект** – автоматически перемещает и устанавливает указатель, отсекающий операции построения в дереве под выделенный трехмерный элемент. Подробнее о данном указателе читайте далее.

- **Исключить из расчета** – исключает из расчета выбранную операцию, вследствие чего модель перестраивается так, как будто исключенной операции вообще нет в модели. Если элемент исключен, то вместо этой команды будет отображена ко-

манда Включить в расчет. При исключении трехмерного элемента из модели исключаются все его условно подчиненные элементы, однако при включении этого же элемента в структуру модели все подчиненные объекты останутся исключенными. Их придется включать вручную. Исключенные элементы отображаются в дереве построения светло-голубым цветом и помечены крестиком в левом нижнем углу.

- Исключить из расчета следующие – новая команда, позволяющая исключить из расчета детали все трехмерные формообразующие элементы, которые следуют за выделенным элементом (для которого было вызвано контекстное меню).

- Включить в расчет последующие – эта функция активирует ранее исключенные из расчета формообразующие элементы (если такие есть, конечно) во всех элементах, следующих ниже выделенного.

Как вы наверняка успели заметить, контекстное меню, вызываемое на объекте дерева построения модели, динамически изменяется в зависимости от состояния объекта. Более того, состав меню меняется даже для каждого отдельного типа объектов модели. Например, контекстное меню для эскиза будет иметь другой вид (рис. 3.19).

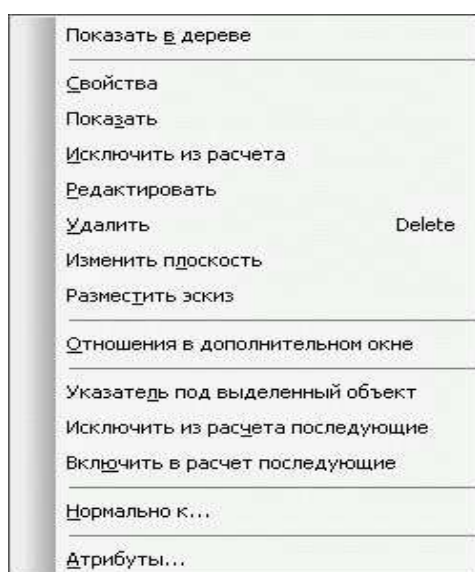


Рис. 3.19. Контекстное меню, вызванное в дереве построения для эскиза

Часть команд меню для эскиза имеет схожее назначение с командами трехмерных элементов (операций): Исключить из расчета, Исключить из расчета последующие, Включить в расчет последующие, Редактировать и Показать (эскиз после выполнения трехмерной операции сразу делается скрытым, исключение составляют эскизы траектории для кинематических операций, но они, если быть точным, и не входят в состав эскизов этой операции).

При редактировании эскиза трехмерная операция, в которую он входит, а также все операции в модели, следующие за этой операцией в дереве построения, блокируются (становятся недоступными). При этом в дереве модели возле их значков появляется изображение защелкнутого замка. Данные операции нельзя ни выделять, ни изменять до тех пор, пока не будет завершено редактирование эскиза. После выхода из режима редактирования эскиза все эти операции будут перестроены с учетом изменений в эскизе.

Есть в контекстном меню эскиза (см. рис. 3.19) и некоторые особенные команды:

- Изменить плоскость – позволяет переназначить опорную плоскость эскиза, правда, при этом могут быть утеряны все параметрические связи, наложенные на эскиз;

- Разместить эскиз – дает возможность изменять размещение всего изображения эскиза в пределах его базовой плоскости (подобно изменению точки привязки вида в чертеже).

Примечание

При запущенной на выполнение трехмерной операции контекстное меню в дереве построения нельзя вызвать.

Еще одной из основных формообразующих операций является создание листового тела. Функции для работы с листовыми моделями мы рассмотрим позже.

Перейдем к дополнительным командам, позволяющим легко реализовать различные конструкторские элементы на теле детали. Все эти команды доступны, только если в модели уже есть построенные тела, созданные с помощью одной или нескольких основных формообразующих команд. Трехмерные элементы, созданные с использованием дополнительных операций, находятся в зависимости от основных элементов. Эта зависимость строго однонаправленная, то есть редактирование производного элемента не влияет на состояние основного, но при изменении основного элемента дополнительный также изменит свою форму.

Одними из наиболее используемых дополнительных команд являются Фаска и Скругление (на панели Редактирование детали они объединены в одну группу). Для этих операций не требуется создавать эскиз. Вы лишь указываете радиус скругления или катет и угол фаски, а также ребра, на месте которых необходимо сформировать указанный конструкторский элемент. Для выделения ребра в 3D-модели подведите к нему указатель мыши и, когда справа внизу от указателя появится изображение маленького отрезка, щелкните на ребре кнопкой мыши. Ребро должно подсветиться красным цветом. За один вызов команды Фаска или Скругление можно создавать фаску или скруглить сколько угодно ребер (рис. 3.20).

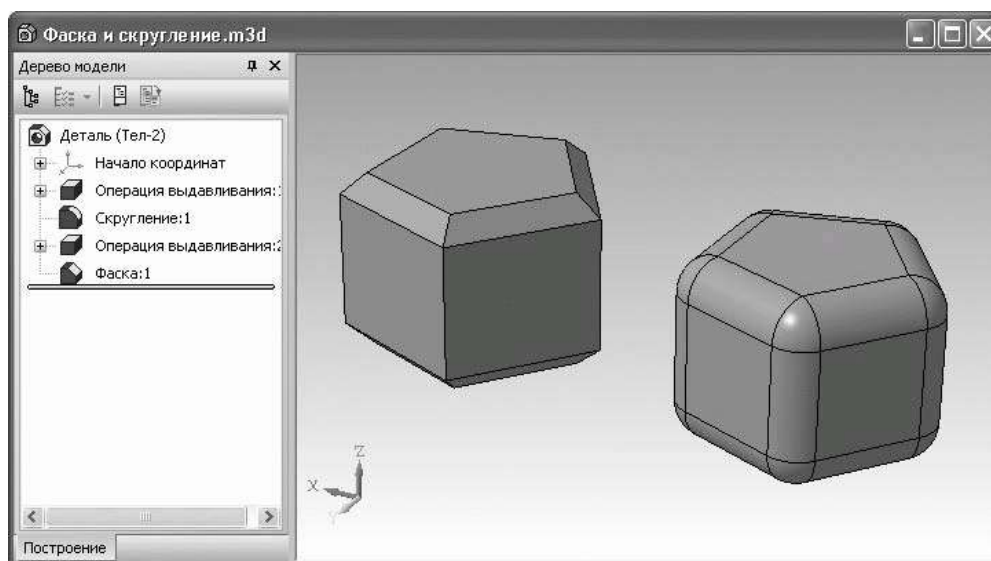


Рис. 3.20. Результат выполнения команд Фаска и Скругление

Есть и другой способ выбора ребер для построения фаски или формирования скругления. В окне модели вы можете выбрать любую грань, тогда на всех ее ребрах будут созданы фаски или скругления указанных параметров. Выделить грань достаточно просто: подведите к ней указатель (возле указателя появится условное обозначение грани) и щелкните кнопкой мыши. Грань подсветится. Как и для большинства других трехмерных операций, создаваемые фаски или скругления сначала отображаются фантомами с характерной точкой, позволяющей прямо в окне модели редактировать их параметры.

При описании двух предыдущих команд был затронут вопрос выделения трехмерных элементов (ребер и граней) непосредственно на самой модели. Как вы уже заметили, система отслеживает, какой объект находится ближе всего к указателю мыши, и выдает своеобразную подсказку, что сейчас можно выделить. Иногда необходимо выделить объекты только какого-то одного конкретного типа, например только ребра или только вершины. В достаточно сложных моделях бывает нелегко выбрать нужный объект, так как мешают другие элементы, расположенные слишком близко. Например, при создании скругления необходимо выделять или снимать выделение только с ребер, а по короткому ребру очень сложно попасть щелчком кнопкой мыши в окне модели. Случайно щелкнув на грани (при запущенной команде Скругление), вы тем самым выделите все ее ребра, что только добавит вам лишних хлопот. Для решения этой проблемы в системе КОМПАС-3D есть возможность настройки фильтров выделения. Это можно сделать на панели инструментов Фильтры (рис. 3.21). С помощью кнопок на этой панели можно включить или выключить возможность выделения следующих объектов:


- граней;
- ребер;
- вершин;
- конструктивных плоскостей;
- конструктивных осей.



Рис. 3.21. Панель Фильтры

По умолчанию на этой панели нажата кнопка Фильтровать все, которая позволяет выделять все трехмерные элементы модели.

Продолжим рассмотрение дополнительных формообразующих операций для детали.

Команда Отверстие  очень удобна для быстрого создания различных отверстий со сложным профилем в теле детали. Эта команда доступна, если в модели выделена плоская грань, которая автоматически становится базовой для отверстия. Для формирования отверстия необходимо задать его координаты на базовой плоскости, а главное – выбрать тип (профиль) отверстия и определить его размеры. Тип отверстия можно указать на панели Выбор отверстия (рис. 3.22) вкладки Параметры панели свойств. В библиотеке отверстий содержатся как самые простые отверстия, например под ввинчиваемые болты, так и с очень сложным профилем, включающим всевозможные канавки, буртики и пр. Выбрав тип отверстия, задав координаты его центра и размеры, нажмите кнопку Создать объект – система выполнит все построение (то есть с помощью этой команды вы избавились от необходимости самостоятельно рисовать эскиз). Редактируется построенный объект не как обычная операция вырезания, а именно как отверстие. Вы можете изменить его профиль и построить заново, при этом вам не нужно будет перерисовывать эскиз.

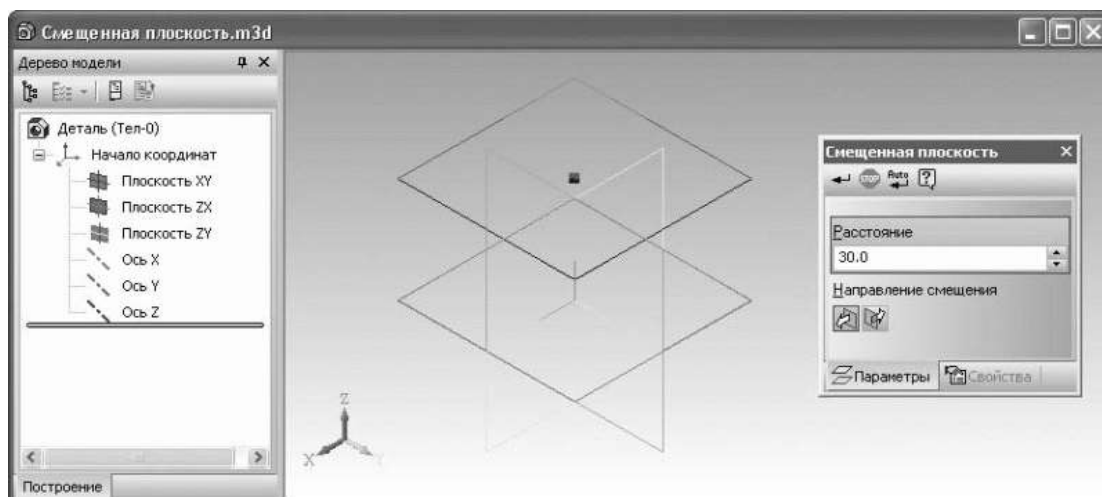


Рис. 3.22. Выбор типа отверстия и задание его размеров

Примечание

У элемента, созданного с помощью команды **Отверстие**, все-таки есть эскиз (вы можете увидеть его в дереве построений, раскрыв узел операции отверстия). Однако этот эскиз содержит не изображение профиля отверстия, а всего лишь точку, обозначающую положение центра отверстия на опорной плоскости. Таким образом, редактируя этот эскиз (перемещая точку), вы изменяете положение отверстия на плоскости.

Команду **Отверстие** можно использовать и для сборки.

Команда **Ребро жесткости** строит в детали одноименный элемент на основе эскиза, содержащего незамкнутый контур.

Еще одна из дополнительных команд – **Уклон**

– предназначена для придания уклона плоских граней, которые были перпендикулярны основанию (рис. 3.23). Эта команда отличается от уклона, придаваемого элементам выдавливания, следующими особенностями:

- уклон дается не всем граням относительно основания, а лишь выбранным пользователем;
- одновременно можно формировать уклон для граней, принадлежащих трехмерным элементам, которые сформированы разными формообразующими операциями;
- для операции не требуется эскиз.

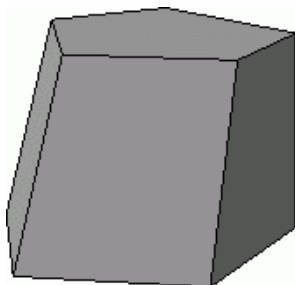


Рис. 3.23. Две грани, наклоненные к основанию с помощью команды **Уклон**

Эта команда достаточно проста в применении. После ее вызова вы указываете плоскую грань – основание, после чего одну за другой – грани, которые нужно наклонить. Наконец, задаете угол уклона в поле **Угол** на панели свойств (выбранные

грани отрисовываются фантомом в наклоненном состоянии) и подтверждаете создание уклона, нажав кнопку Создать объект.

Данная операция предназначена для придания небольших уклонов моделям деталей, которые предполагается изготавливать литьем. Таким образом, не редактируя эскизы и не искажая структуру модели, вы легко получаете нужные формовочные уклоны.

Совет: Если на ребрах наклоненных граней должно быть скругление, то его желательно делать уже после выполнения уклона. Операцию Уклон желательно применять на самом последнем этапе построения модели.

Используя команду Оболочка 

вы сможете преобразовать твердотельную деталь в тонкостенную оболочку (рис. 3.24). При формировании оболочки вам следует лишь указать грань или грани, которые будут удалены с тела модели (на рис. 3.24 это нижняя опорная грань детали), а также задать толщину стенки.

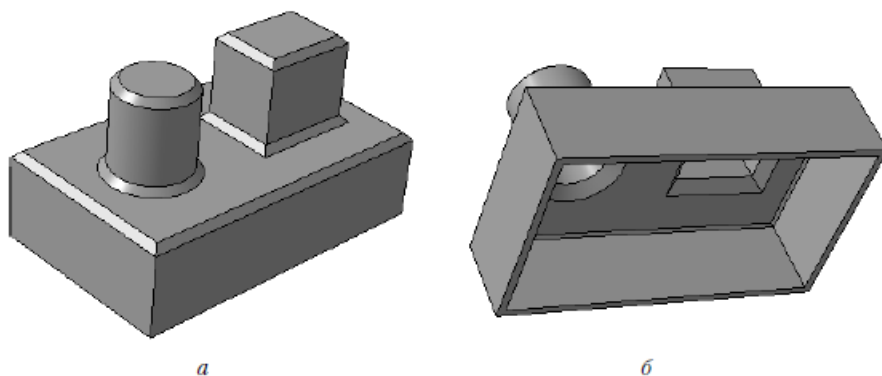



Рис. 3.24. Сплошная деталь (а) и результат применения команды Оболочка (б)

Команда Оболочка очень полезна при проектировании различных корпусных деталей. Значительно проще сначала создать модель, полностью заполненную материалом, заботясь только о внешней форме, а не о внутренней полости, а затем с помощью одной команды превратить ее в тонкостенную деталь.

Совет: Если вы планируете применять операцию Оболочка, старайтесь не перегружать модель скруглениями.

Последними среди дополнительных операций являются команды создания сечений в модели: Сечение поверхностью 

(рис. 3.25, а) и Сечение по эскизу 

(рис. 3.25, б). Главное отличие этих команд в том, что для первой не требует создания эскиза, а для второй он обязателен (что и следует из названия команды).

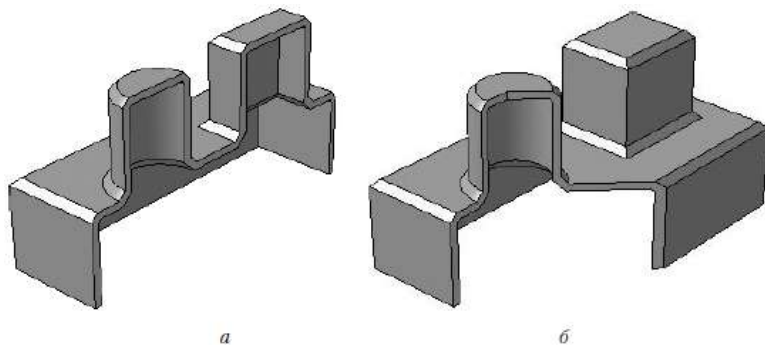


Рис. 3.25. Результаты выполнения команд создания сечений: поверхностью (а) и по эскизу (б)

При выполнении сечения поверхностью вы указываете любую поверхность в модели (грань, вспомогательную плоскость) и направление операции (прямое или обратное). Поверхность не обязательно должна быть плоской. Направление в этой операции указывает, какую часть модели вырезать, другими словами, по какую сторону от указанной поверхности рассекаать модель. Чаще всего эту команду используют для рассечения детали или сборки одной из ортогональных плоскостей, просто чтобы показать внутреннее строение модели.

Сечение по эскизу применяют, когда необходимо сформировать разрез более сложного профиля. Для этого выбирают какую-либо плоскость в модели, на которой создают эскиз профиля сечения. Затем, выделив эскиз, нажимают кнопку Сечение по эскизу и, задав направление (в модели оно будет показано стрелкой), создают вырез. Эскиз сечения должен содержать незамкнутый контур, концы которого желательно размещать за краями рассекаемой части детали. Эту команду применяют как для создания разреза в модели (то есть чтобы открыть ее внутреннее строение), так и как самостоятельный трехмерный элемент, формирующий какую-то часть геометрии модели.

Примечание

При выполнении команды Сечение по эскизу стрелка указывает направление вырезания материала при сечении, поскольку само вырезание происходит не перпендикулярно, а вдоль опорной плоскости эскиза. По этой причине направление нормали для команды Сечение по эскизу не имеет значения.

Как и команды вырезания и создания отверстий, обе команды построения сечений можно применять и для сборки.

Иногда после завершения редактирования эскиза или после включения в расчет ранее исключенных трехмерных операций модель отображается некорректно, а в дереве построений возле таких операций появляется восклицательный знак в красном кружке. Это свидетельствует об ошибках в трехмерных операциях. Их нельзя допускать в моделях. Ошибки бывают разными. Например, в результате перестроения одной из операций вы изменили форму модели так, что одно из отверстий (сформированных операцией вырезания) больше не пересекает тело детали, но ведь сама операция вырезания осталась в модели. Возникает ошибка, отверстие не вырезается, и вся последующая геометрия модели будет построена неправильно. Для устранения ошибок необходимо отредактировать эскиз или параметры неверной операции. Иногда достаточно изменить что-либо в построениях, предшествующих операции, в которой возникла ошибка.

Кроме того, иногда возникают диалоговые окна Что неверно?, которые говорят о невозможности выполнить ту или иную операцию (рис. 3.26). Появление этого окна означает, что один или несколько параметров на панели свойств заданы неверно. Такой ошибкой может быть, например, самопересечение контура операции выдавливания, отсутствие осевой линии в эскизе операции вращения, неверный эскиз операции вырезания, разделяющий тело на несколько частей, недопустимый радиус скругления и т. д. При появлении такого сообщения (в нем могут быть зафиксированы сразу несколько ошибок) завершение построения трехмерной операции невозможно.

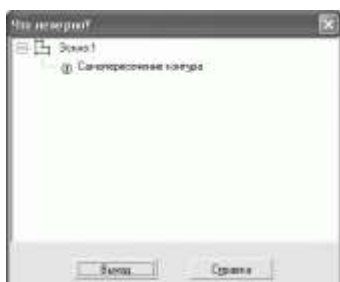





Рис. 3.26. Сообщение об ошибке в эскизе


В отдельную группу следует отнести команды создания массивов элементов (хотя следует понимать, что эта классификация достаточно условна).


Для детали есть три разные команды создания массивов (на панели Редактирование детали их кнопки объединены в одну группу):

- Массив по сетке 
 - размещает копируемые элементы в узлах двумерной сетки, количество копий по каждому из направлений задается отдельно. Сетка не обязательно должна быть ортогональной;
- Массив по концентрической сетке 
 - копии выбранных трехмерных элементов располагаются равномерно по концентрическим окружностям;
- Массив вдоль кривой 
 - создает одномерный массив трехмерных элементов, которые размещаются вдоль произвольной кривой.

Копировать с помощью этих команд можно не только один элемент (операцию), а сразу несколько (например, операцию выдавливания вместе со сформированными на ее гранях фасками или отверстиями). Выделять исходные объекты для копирования возможно как в окне модели, так и в дереве построения. Важно понимать, что операции создания массивов не предназначены для создания новых тел в модели, поэтому при задании параметров этих команд учитывайте, что копии трехмерного элемента должны быть приклеены (или вырезаны) к тому телу, которому принадлежит исходный элемент. Если хотя бы одна из копий выйдет за пределы своего тела, то система сообщит об ошибке и массив не будет создан.

Все три команды можно использовать и для сборки, но там они служат для копирования отдельных деталей, входящих в состав сборки.

Есть еще одна команда, предназначенная для копирования элементов модели, – Зеркальный массив 

Она служит для создания зеркального отражения выбранных элементов модели относительно плоскости или плоской грани. Как и все прочие команды формирования массивов, Зеркальный массив не может создавать новые тела. А вот команда Зеркально отразить тело  (она находится в одной группе с командой зеркального массива) позволяет получить как одно целое тело, симметрично отразив созданную его часть относительно грани или плоскости, так и два отдельных, симметричных друг другу относительно выбранной плоскости.

Мы рассмотрели практически все команды панели инструментов Редактирование детали (конечно, это не все, что есть в КОМПАС-3D: ведь существуют еще листовые детали, поверхности, вспомогательные объекты и пр.). Остались еще две операции, доступные только в режиме редактирования детали в сборке, но о них чуть позже.

При описании формообразующих команд я специально пропустил команды для создания листового тела. *Листовое тело* – это деталь КОМПАС-3D, представляющая собой трехмерную модель объекта (изделия), сформированного различными операциями над заготовкой из листового металла (гибка, ковка, штамповка и т. п.). Все команды для построения листовых деталей вынесены на отдельную панель инструментов – Элементы листового тела (рис. 3.27).



Рис. 3.27. Панель инструментов Элементы листового тела

Основной формообразующей командой для листовых моделей (рис. 3.28) является Листовое тело 

Без выполнения этой команды любые другие операции по редактированию листовой детали будут недоступны. Процесс формирования листового тела подобен выполнению формообразующей операции выдавливания. Листовое тело создается путем перемещения эскиза листового тела в ортогональном направлении на некоторую величину (обычно небольшую – не более нескольких миллиметров).

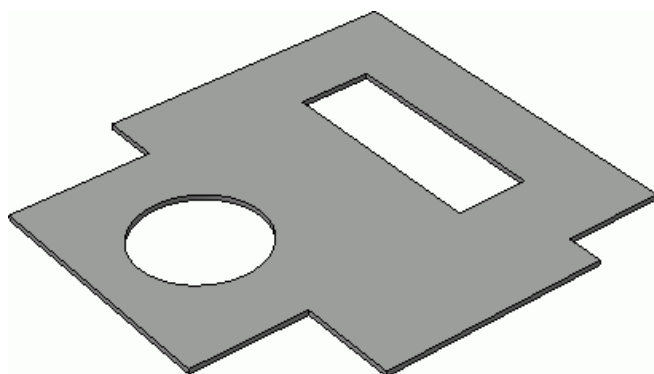


Рис. 3.28. Листовое тело

После создания листового тела вы можете выполнять с ним различные операции, формируя деталь, которую весьма сложно было бы смоделировать с помощью только булевых операций (рис. 3.29).

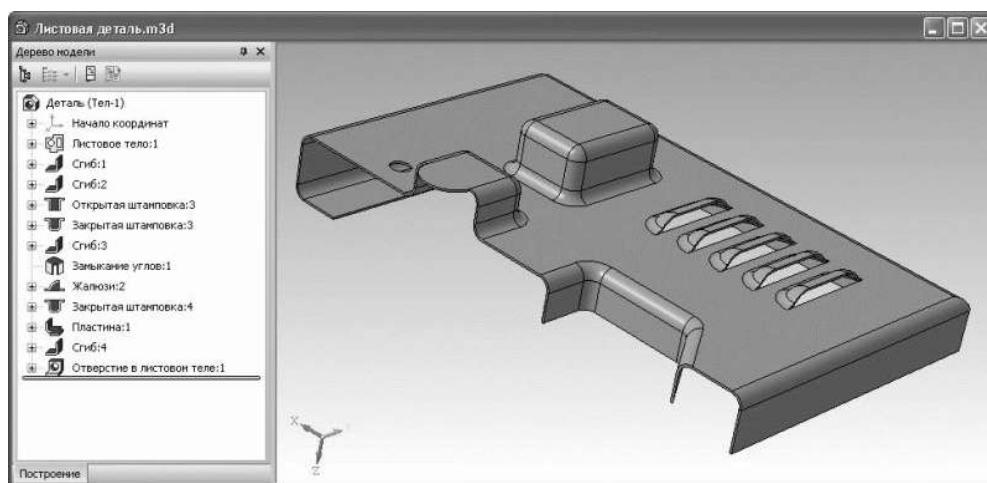


Рис. 3.29. Пример листового моделирования

На листовом теле можно формировать следующие конструктивные элементы.

- **Сгибы.** Для создания этих трехмерных элементов на панели Элементы листового тела присутствуют следующие команды:



Сгиб;



Сгиб по линии;



Подсечка.

- **Отверстия.** Команды позволяют создавать отверстия как круглого, так и более сложного сечения:



Отверстие в листовом теле;



Вырез в листовом теле.


• Дополнительные конструктивные элементы (штамповка, жалюзи, буртик), которые представлены командами:

 Открытая штамповка;

 Закрытая штамповка;

 Жалюзи;

 Буртик.

• Замыкание углов, полученных при сгибах листового тела. Для этого существует специальная команда Замыкание углов 

На данный момент в системе реализовано три способа замыкания: замыкание встык, замыкание с перекрытием и плотное замыкание. Для каждого способа можно выбрать различные виды обработки стыка: без обработки, стык по кромке (применим только для замыкания встык и плотного замыкания) и стык по хорде. Некоторые примеры замыкания углов показаны на рис. 3.30.

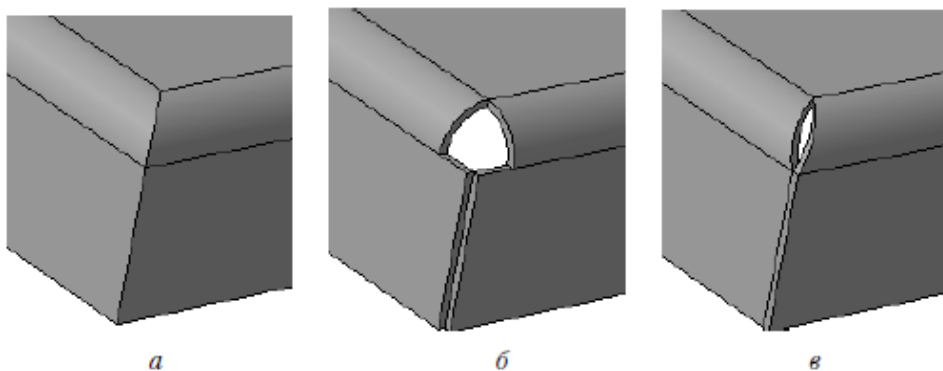


Рис. 3.30. Замыкание углов: плотное по кромке (а), встык без обработки (б), с перекрытием и обработкой стыка по хорде (в)

Кроме того, можно получить развертку листового тела (для этого есть специальная команда). В листовой модели вы также можете использовать любые булевы операции с панели Редактирование детали. Совместное применение команд листового и твердотельного моделирования предоставляет поистине колоссальные возможности проектировщику, что будет продемонстрировано на примерах.

В конце этого раздела несколько слов о способах редактирования трехмерных объектов в системе КОМПАС.

Во-первых, редактирование любого объекта можно запустить с помощью контекстного меню дерева построения.

Во-вторых, редактирование всех трехмерных операций (включая дополнительные операции, команды создания массивов и вспомогательных объектов) запускается двойным щелчком кнопкой мыши. Например, чтобы изменить настройки операции выдавливания, дважды щелкните на одной из граней, полученной в результате выполнения этой операции. Двойным щелчком можно также запустить редактирование эскизов, но поскольку в большинстве случаев они жестко привязаны к геометрии модели, по ним очень трудно попасть при двойном щелчке. Пытаясь щелкнуть на эскизе, вы, скорее всего, запустите процесс редактирования другого объекта. По этой причине эскизы лучше редактировать, используя команду Редактировать контекстного меню дерева построения.

Настройки операций можно изменять с помощью элементов управления на панели свойств или, в отдельных случаях, используя характерные точки фантомного изображения.

1.10 Лабораторная работа №10 (2 часа).

Тема: «Твердотельное моделирование в КОМПАС-3D».

1.10.1 Цель работы: Освоить методику создания трехмерных моделей в КОМПАС-3D

1.10.2 Задачи работы:

1. Освоить использование в системе КОМПАС-3D вспомогательные объекты: конструктивные плоскости и конструктивные оси.
2. Изучить свойства трехмерных объектов

1.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).
2. Программа КОМПАС-3D

1.10.4 Описание (ход) работы:

Вспомогательная геометрия и трехмерные кривые

Все построение детали состоит из последовательного рисования эскизов и выполнения над ними (или же без них) формообразующих операций. Использовать ортогональные плоскости в качестве опорных недостаточно, а грани самой детали лишь в редких случаях могут служить подходящими базовыми плоскостями.

Разместить в пространстве модель плоскости для эскиза можно, используя *вспомогательные объекты*.

В системе КОМПАС-3D предусмотрено несколько типов вспомогательных объектов. Основные из них – конструктивные плоскости и конструктивные оси.


Конструктивные плоскости, как было отмечено, служат для определенного размещения эскиза в пространстве. Например, при помощи операции вырезания необходимо создать отверстие с осью, которая не перпендикулярна грани элемента, «приклеенного» выдавливанием. В таком случае вы не сможете использовать грань этого элемента в качестве опорной плоскости под эскиз. Для создания такого отверстия вам придется строить вспомогательную конструктивную плоскость под определенным углом, в которой и разместить эскиз.

Конструктивные оси обычно используются при создании массивов элементов, например для указания геометрической оси массива по концентрической сетке или направления в массиве по параллелограммной сетке (команда Массив по сетке) и т.п.

Команды для создания перечисленных элементов находятся на панели инструментов Вспомогательная геометрия (рис. 3.31).





Рис. 3.31. Панель Вспомогательная геометрия


Кроме инструментов для построения плоскостей и осей на этой панели присутствует команда Линия разреза  предназначенная для разбиения одной грани


на несколько путем добавления ребер, а также группа из двух команд для создания контрольных точек трубопроводов (в книге они не рассматриваются).

Команды для построения вспомогательных осей (первая группа кнопок на панели Вспомогательная геометрия) включают следующие инструменты.

 **Ось через две вершины** – создает ось через две вершины, которые указываются прямо на модели (ими могут быть вершины тела модели или пространственные точки).


 **Ось на пересечении плоскостей** – строит ось на пересечении двух непараллельных плоскостей или плоских граней. Для построения конструктивной оси достаточно просто указать эти плоскости в дереве построения или в окне представления модели.

 **Ось конической поверхности** – создает ось автоматически после указания в окне модели конической или цилиндрической грани.

 **Ось через ребро** – строит ось, совпадающую с указанным прямолинейным ребром в модели.

Примечание. Если при построении любой оси на специальной панели управления нажата кнопка Автосоздание, то для подтверждения формирования оси не нужно каждый раз нажимать кнопку Создать объект. Выполнив необходимые условия конкретной команды (например, указав две плоскости для команды **Ось на пересечении плоскостей** или щелкнув на цилиндрической поверхности для команды **Ось конической поверхности**), вы сразу получите вспомогательную ось (убедиться в этом можно, просмотрев дерево построений). Не забывайте об этом, иначе вы можете сделать несколько одинаковых осей сразу, поскольку после автоматического создания выполнения текущей команды не завершается.

Вспомогательных плоскостей в системе намного больше, чем вспомогательных осей.

 **Смещенная плоскость** – наверное, одна из самых востребованных команд вспомогательной геометрии. Именно этим инструментом мы будем пользоваться чаще всего при построении моделей, рассматриваемых в примерах. Она предназначена для создания вспомогательной плоскости, смещенной от указанной плоскости или плоской грани на определенное расстояние. Для построения такой плоскости необходимо сначала указать базовую плоскость или грань, после чего задать величину и направление смещения (рис. 3.32). Величину и направление смещения можно указать на панели свойств или с помощью перетаскивания характерной точки.

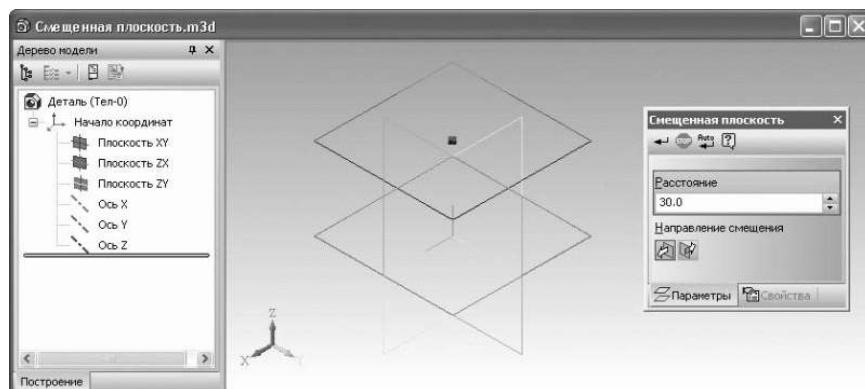







Рис. 3.32. Создание смещенной плоскости (параллельно плоскости XY)


 **Плоскость через три вершины** – строит плоскость по трем указанным в модели вершинам. Вершинами могут быть как концы ребер (вершины тела модели), так и трехмерные точки в пространстве.


 **Плоскость под углом к другой плоскости** – также часто употребляемая команда. Она позволяет строить плоскость, проходящую через прямолинейное ребро под заданным углом к базовой (указанной пользователем) плоскости.


 **Плоскость через ребро и вершину** – плоскость строится подобно выполненной по трем вершинам, только вместо двух вершин указывается прямолинейное ребро.


 **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости** – плоскость строится через любую указанную в пространстве модели точку (трехмерную точку, вершину) и параллельно любой другой плоскости либо плоской грани.


 **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру** – плоскость создается перпендикулярно прямолинейному ребру (или оси). Для ее фиксации вдоль ребра необходимо указать произвольную точку, не лежащую на ребре. Эта точка будет принадлежать создаваемой плоскости и тем самым определит ее точное размещение в пространстве.

 **Нормальная плоскость** – создает одну или несколько плоскостей, нормальных к цилиндрической или конической поверхности детали.

 **Касательная плоскость** – плоскость строится касательно к указанной цилиндрической или конической поверхности. Для точного позиционирования вспомогательной плоскости необходимо также задать плоскую грань или плоскость, нормальную к цилиндрической или конической поверхности (то есть проходящую через ее ось).

 **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру** – формирует вспомогательную плоскость, проходящую через первое указанное в модели ребро параллельно или перпендикулярно другому ребру. На панели свойств с помощью переключателя Положение плоскости можно задать, параллельно или перпендикулярно будет проходить плоскость. Данная вспомогательная плоскость используется редко.

 **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани** – действие команды аналогично предыдущей, только плоскость размещается параллельно или перпендикулярно не ребру, а выделенной грани.

 **Средняя плоскость** – позволяет построить вспомогательную плоскость-биссектрису двугранного угла и иногда бывает очень полезной (рис. 3.33). Для построения такой плоскости достаточно указать две плоские грани или плоскости. Если заданные грани непараллельны, то построенная плоскость пройдет через линию их пересечения и будет размещена под одинаковым углом к каждой из них (бисекторная плоскость). В противном случае построенная плоскость будет точно посередине между двумя параллельными гранями или плоскостями.

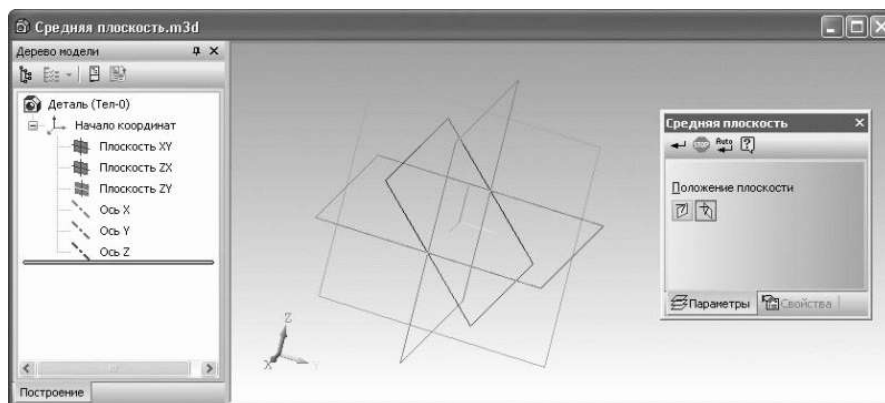


Рис. 3.33. Построение средней плоскости между двумя ортогональными плоскостями: XY и ZX


Чаще всего из приведенных команд используются первые две и последняя, другие – значительно реже. Однако вы должны хорошо представлять себе, что предлагает система в качестве вспомогательного инструментария, поскольку в непростых ситуациях это может подсказать вам тот или иной способ построения сложной модели.

Трехмерные кривые – это тоже своего рода вспомогательные объекты. Они редко применяются самостоятельно. Как правило, они являются направляющими траекториями для кинематических операций, конструктивными осями при копировании по массиву и пр. Команды для построения трехмерных кривых находятся на панели инструментов Пространственные кривые (рис. 3.34), входящей в состав компактной панели. Панель Пространственные кривые также содержит команду для построения точки в трехмерном пространстве модели (трехмерные точки могут использоваться при построении вспомогательных осей, плоскостей и трехмерных кривых).





Рис. 3.34. Панель инструментов Пространственные кривые


С помощью команд этой панели инструментов вы можете строить различные трехмерные кривые.

 Спираль цилиндрическая – служит для создания пространственной цилиндрической спирали. Для построения объекта необходимо указать опорную плоскость спирали (плоскость, с которой начнется построение витков спирали), задать координаты центра спирали (точку пересечения оси спирали с опорной плоскостью), а также диаметр витков. После этого необходимо указать собственно характеристики спирали. Это можно сделать, выбрав один из трех способов построения: по количеству витков и шагу; по количеству витков и высоте; по шагу витков и высоте.

Кроме того, можно задать направление построения спирали (по какую сторону от опорной плоскости) и направление навивки витков (левое или правое).


 Спираль коническая – эта кривая строится аналогично цилиндрической спирали, за исключением того, что при задании диаметра витков придется указывать или диаметр верхнего и нижнего витков, или диаметр нижнего витка и угол наклона (угла конусности) спирали.

 Ломаная – создает пространственную ломаную по точкам в модели. Отдельные сегменты ломаной можно строить перпендикулярно или параллельно объекту, указанному в окне модели.

 Сплайн – строит пространственный сплайн. Команда бывает очень полезна при моделировании прокладки трубопроводов, линий электропередач, электрических жгутов и пр.

На первый взгляд может показаться, что функций для создания пространственных кривых слишком мало, однако, поверьте, этих четырех команд достаточно, чтобы сформировать в модели даже самую сложную кривую.

Поскольку в сборке есть также формообразующие операции (вырезание, команда Отверстие, копирование по массиву), которые при выполнении также требуют применения различных вспомогательных объектов, то все перечисленные в этом разделе команды доступны и в документе КОМПАС-Сборка.

И последняя команда, о которой хочу упомянуть в этом разделе, хотя она не относится к вспомогательным, – Условное изображение резьбы  панели Элементы оформления. Она предназначена для создания условного обозначения резьбы на валах или в отверстиях. Почему условного? Все дело в том, что любые сложные трехмерные объекты с криволинейными гранями весьма существенно «утяжеляют» (то есть замедляют работу, просмотр, редактирование документа) модель, особенно

многокомпонентную сборку. К таким объектам относятся 3D-модели пружин, спиралей, изделий из проволоки со сложной конфигурацией и т. п., а также изображение резьбы. Как правило, в любой сборке крепежных элементов (болтов, винтов, гаек и пр.) отверстий под них всегда больше, чем других деталей. Представьте себе, что было бы, если бы на каждом, даже самом маленьком, болтике было трехмерное изображение резьбы. Большую сборку невозможно было бы даже вращать, не то что редактировать! Кроме того, как известно, весь крепеж стандартизирован. Никто при проектировании не изобретает новые болты с нестандартными шапочками или параметрами резьбы. Исходя из этого, можно сделать вывод, что само изображение резьбы в модели не столь важно. Тем не менее, по требованию тех же стандартов, на чертеже обязательно должно быть обозначение резьбы.

Именно поэтому в программе КОМПАС-3D (да и в других системах проектирования) было введено условное изображение резьбы, которая при моделировании отображается цилиндрическим контуром (рис. 3.35), а на ассоциативном чертеже – по всем правилам ГОСТ.

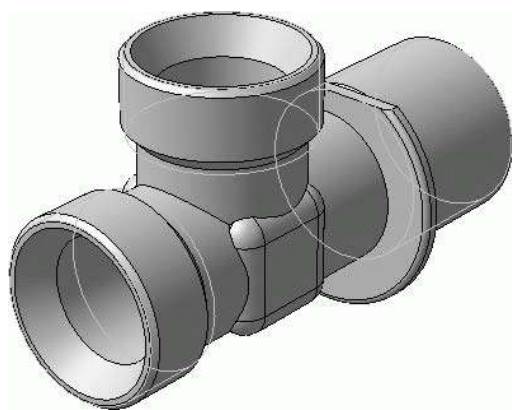


Рис. 3.35. Условное изображение резьбы

Примечание

Другие команды панели Элементы оформления, касающиеся создания трехмерных размеров и обозначений, будут рассмотрены в конце главы на практическом примере.

Свойства трехмерных объектов

Все трехмерные объекты КОМПАС-3D наделены определенными свойствами. Общими для всех объектов, независимо от их типа, являются следующие свойства:

- **наименование** – это название трехмерного объекта (эскиза, операции, вспомогательной плоскости, детали, сборки и пр.). Наименование, которое система присваивает автоматически (например, Эскиз:1, Операция вращения:2), пользователь может изменить, обозначив принадлежность или назначение трехмерного элемента в модели. Наименование отображается в дереве построения модели возле значка каждой операции или элемента;

- **видимость** – это свойство управляет отображением трехмерного объекта в документе (скрытый или видимый). Переключение с невидимого на видимый режим осуществляется с помощью команд контекстного меню дерева построения: Показать и Скрыть соответственно;

- **состояние** – любой объект может быть включен или исключен из расчета. При исключенном из расчета элементе модель перестраивается так, как будто этого элемента вообще нет. Для управления состоянием также применяются команды контекстного меню дерева построения: Включить в расчет и Исключить из расчета;

• *цвет* – задает цвет объекта в модели. Это свойство недоступно только для значка начала системы координат, каждая стрелка которого имеет свой предустановленный цвет (ось *X* – красный, ось *Y* – зеленый, ось *Z* – синий). Цвет трехмерного объекта выбирается из раскрывающегося списка Цвет на вкладке Свойства панели свойств при создании каждого объекта. Если представленные в списке цвета вас не устраивают (в нем всего 40 цветов), вы можете воспользоваться стандартным диалоговым окном выбора цвета операционной системы Windows, в котором указать произвольный цвет. При задании цвета объекта вы также можете установить флажок Использовать цвет детали, в результате чего объект будет иметь тот же цвет, который задан для всей детали.

Полагаю, вы уже обращали внимание на еще одну команду контекстного меню, вызываемого в дереве построений, которая ранее не упоминалась в книге, – команда Свойства. С ее помощью вы получаете доступ ко всем свойствам данного объекта (как типичным – наименование, цвет и пр., так и специфическим).

У конструктивных плоскостей и осей обозначения начала системы координат модели и эскизов специфических свойств нет. У всех трехмерных операций, кроме перечисленных выше основных, есть еще особая группа свойств, существенно влияющих на отображение результатов этих операций в модели. Речь идет об оптических свойствах трехмерных элементов. Настраивать эти свойства можно на панели Оптические свойства (рис. 3.36) после выполнения команды Свойства контекстного меню (или прямо во время создания формообразующего элемента).



Рис. 3.36. Свойства трехмерного элемента на панели свойств

Примечание

Панель Оптические свойства и раскрывающийся список Цвет доступны, только если на панели свойств снят флажок Использовать цвет детали. В противном случае все настройки оптических свойств конкретного объекта (операции), как и его цвет, совпадают с соответствующими настройками всей детали.

Свойства материала детали настраиваются на панели Оптические свойства с помощью ползунков (значение каждого параметра задается в процентах). При изменении одного или нескольких свойств результат сразу будет отображен на демонстрационном шаре, размещенном в верхней части панели:

- **Общий цвет** – задает насыщенность цвета объекта;
- **Диффузия** – характеризует способность материала поглощать световые лучи;
- **Зеркальность** – управляет отражением света от поверхности объекта (0 – поверхность полностью матовая);

- **Блеск** – отвечает за размеры светового блика на поверхности детали (0 – размер светового пятна максимален);
- **Прозрачность** – задает прозрачность материала детали (0 – материал полностью непрозрачен, 100 – «идеальное» стекло). Управление этим свойством позволяет создавать материал наподобие стекла или полупрозрачного пластика;
- **Излучение** – характеризует способность собственного излучения материала (0 – материал не излучает свет). Этому параметру необходимо задавать максимальное значение при моделировании лампочек, светильников и т. д.

Используя цвет и оптические свойства, вы легко можете сделать деталь разноцветной, назначая отдельным операциям разные цвета и придавая им различные оптические свойства.

Кроме описанных свойств (оптические, наименование, видимость, состояние и цвет), деталь как целостный объект имеет еще несколько специфических.

- **Обозначение** – конструкторское обозначение конкретной детали, принятое на данном предприятии. Заполняется на панели свойств и позже может быть передано в ассоциативный чертеж модели.

- **Наименование материала** – название материала детали (марка стали, сплав, тип древесины и пр.). Название материала можно выбрать из небольшого списка, предоставляемого КОМПАС, или из огромного перечня библиотеки материалов и сортов (конечно, если она у вас установлена). По умолчанию в качестве материала детали используется Сталь 10 ГОСТ 1050—88.

- **Плотность** – плотность выбранного материала (г/см^3). Если вы вставляете материал из списка КОМПАС или выбираете из библиотеки материалов и сортов, то значение этого свойства устанавливается автоматически.

В режиме сборки (то есть после вхождения какой-либо детали в состав сборки) у детали появляются дополнительные свойства. Их можно настроить после выполнения команды Свойства контекстного меню, вызванной для компонента сборки.

- **Использовать цвет сборки** – этому свойству отвечает одноименный флажок на панели свойств. При установленном флажке вся деталь закрашивается цветом, заданным для всей сборки.

- **Использовать цвет источника** – компонент сборки получает все цветовые и оптические настройки детали-источника. Чтобы можно было использовать флажок Использовать цвет сборки, флажок Использовать цвет источника должен быть снят.

- **Фиксация** – данное свойство указывает, зафиксирован или нет компонент в пространстве сборки. Зафиксированный компонент прочно закреплен в пространстве: его нельзя ни переместить, ни повернуть без снятия фиксации.

Сборка имеет значительно меньше свойств: наименование, обозначение, цвет и оптические свойства. Цвет и оптические свойства сборки зачастую не имеют никакого значения, поскольку цвета компонентов сборки лучше брать с деталей-источников.

1.11 Лабораторная работа №11 (2 часа).

Тема: «Создание сборок».

1.11.1 Цель работы: Освоить методику построения трехмерных сборок

1.11.2 Задачи работы:

1.Ознакомиться с основными возможностями построения сборок в КОМПАС-3D.

2.Научиться создавать и редактировать трехмерные модели сборок деталей.

1.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.11.4 Описание (ход) работы:

Сборка – это трехмерная модель объекта, состоящая из нескольких деталей. Количество деталей в сборке не ограничено. Даже если в сборке всего одна деталь, она все равно считается сборкой. Известны трехмерные сборки, насчитывающие до нескольких тысяч компонентов. *Компонентом сборки* может быть твердотельная или листовая деталь КОМПАС-3D, вставленная в сборку или созданная прямо в ней, собственное тело или тела, принадлежащие документу сборки, трехмерный библиотечный элемент, деталь или поверхность, импортированные из другой системы трехмерного моделирования (с помощью одного из обменных форматов), а также другая сборка (в таком случае она называется подсборкой). В сборке можно выполнять формообразующие операции, которые используются при построении деталей, и, самое главное, – формировать массивы компонентов.

Процесс формирования трехмерной сборки в системе КОМПАС-3D V10 состоит из нескольких этапов.

1. Вставка компонентов сборки (отдельных деталей из файлов или стандартных элементов из библиотек). Отдельные компоненты могут создаваться прямо в сборке.
2. Размещение каждого компонента определенным образом и задание нужной ориентации в пространстве сборки, а также при необходимости фиксация компонента.
3. Создание отдельных деталей прямо в сборке (не путать с созданием компонента в контексте сборки), то есть тел, которые будут сохранены вместе с файлом сборки.
4. Применение завершающих операций, таких как создание отверстий, фасок и пр., которые стали доступны для выполнения в документе сборки в десятой версии КОМПАС-3D.

Внимание!

Ни в коем случае не нужно путать процесс создания компонентов сборки в контексте сборки с построением тел прямо в сборке. Первая функциональная возможность существовала в программе уже достаточно давно и заключалась в построении отдельной детали в документе сборки в режиме так называемого контекстного редактирования (таким образом, пользователь имел возможность привязываться к уже существующим компонентам). Второй процесс стал возможен лишь в КОМПАС-3D. Суть его заключается в том, что в сборке создается отдельное тело или тела, которые не имеют собственных файлов, а хранятся непосредственно в документе сборки. Такие компоненты зафиксированы – их нельзя перемещать или сопрягать в пространстве с другими (вставленными) компонентами. Однако, с другой стороны, данный подход дает огромное преимущество в использовании формообразующих операций, которые ранее были возможны только в детали (например, создание фасок).

Чаще всего вставка и размещение компонента выполняются одновременно. Создание отдельных тел и доработка самой сборки выполняются при необходимости в отдельных случаях.

Основные команды для управления объектами сборки размещены на панели инструментов Редактирование сборки (рис. 3.37). По умолчанию эта панель распо-


ложена первой на компактной панели инструментов для активного документа КОМПАС-Сборка.




Рис. 3.37. Панель инструментов Редактирование сборки

Примечание

Состав компактной панели для документа КОМПАС-Сборка практически не отличается от состава компактной панели для документа КОМПАС-Деталь. Разница заключается в том, что на компактной панели для документа КОМПАС-Сборка есть панели инструментов Редактирование сборки и Сопряжения и нет панелей Условные обозначения и Элементы листового тела.

Первой на этой панели идет группа кнопок, содержащая всего две команды для создания компонентов сборки «на месте», то есть непосредственно в текущей сборке. Команда Создать деталь  служит для построения детали в так называемом режиме редактирования детали в сборке. Так называется процесс построения новой или изменения формы уже вставленной детали прямо в окне текущей сборки. При этом редактируемый компонент (активный) отображается синим цветом, а все остальные компоненты сборки (пассивные) – зеленым. Цвета контекстного редактирования детали в сборке можно настроить на вкладке Система окна Параметры (раздел Редактор моделей > Редактирование).

Кнопка Создать деталь активна, только если в сборке выделен хотя бы один плоский объект. После вызова этой команды появляется стандартное диалоговое окно сохранения файла, в котором вы должны указать имя и путь к файлу создаваемой детали. После этого система переходит в режим редактирования детали в сборке (при этом на панели Текущее состояние нажата кнопка Редактировать на месте


) и одновременно запускается команда создания эскиза на выбранной плоской грани или плоскости. Компактная панель принимает вид, свойственный документу КОМПАС-Деталь, после чего вы можете приступить к построению детали прямо в сборке. Для завершения построения детали и возвращения к нормальному режиму работы со сборкой отожмите кнопку Редактировать на месте.

Чтобы отредактировать уже существующую деталь, выделите ее в дереве построения или окне представления модели и нажмите кнопку Редактировать на месте. Запустится режим редактирования детали, в котором вы можете вносить в деталь любые изменения. Для завершения редактирования отожмите кнопку Редактировать на месте. Все изменения, выполненные в режиме редактирования детали в сборке, будут переданы в файл модели детали.

Вторая команда этой группы – Создать сборку .

После нажатия данной кнопки, как и для детали, появится окно сохранения файла, в котором следует выбрать путь, по которому будет сохранен файл, и ввести имя создаваемой подсборки. Система перейдет в режим редактирования, только уже не детали в сборке, а подсборки в текущей сборке. Этот режим по внешним признакам ничем не отличается от такого же режима для создания или редактирования детали, однако компактная панель не изменит свой вид – ее состав останется типичным для документа КОМПАС-Сборка. В этом режиме вы можете наполнять подсборку любыми деталями точно так же, как и основную сборку, размещать и сопрягать добавленные компоненты. Для завершения редактирования опять же следует отжать кнопку Редактировать на месте. В дереве построения основной сборки поя-


вится новый узел, в состав которого будут входить все компоненты, добавленные в только что созданную сборку.


Вообще, оба описанных метода (создания детали или под сборки в контексте текущей сборки) применяются довольно редко. Немного чаще используется редактирование уже готовой детали в сборке. Однако главным способом формирования сборки является простое добавление полностью готовой детали из файла и ее размещение в трехмерной модели. Для этой цели предназначена кнопка **Добавить из файла** .


Перед окончательной фиксацией точки вставки компонента из файла он отображается в виде фантома, который можно свободно перемещать в пространстве модели. Причем при вставке детали фантом полностью отвечает форме добавляемой детали, а при вставке сборки фантом представляет собой лишь ее габаритный параллелепипед. Для вставки компонента достаточно просто щелкнуть в нужной точке окна документа. Первый компонент сборки после вставки всегда автоматически фиксируется, все последующие – нет.

Совет: Не старайтесь сразу точно попасть в нужную точку пространства сборки, где должен размещаться центр локальной системы координат добавляемого объекта. Как правило, точно попасть в эту точку просто невозможно (за исключением случаев, когда вам заранее известны ее координаты, и вы можете ввести их вручную или вы имеете возможность привязаться к какой-либо характерной точке сборки – вершине или началу координат). В большинстве случаев модель просто вставляется в любую точку пространства, после чего с помощью команд поворота, перемещения и наложения сопряжений должным образом размещается в сборке.

Для изменения положения компонента в сборке существуют команды перемещения и поворота.

 **Переместить компонент** – предназначена для перемещения (без изменения ориентации) компонента сборки. Для перемещения достаточно щелкнуть на данной кнопке (при этом указатель примет форму четырехнаправленной стрелки), нажать кнопку мыши на нужном объекте и переместить его. Передвигать можно сразу несколько компонентов, предварительно выбрав их в окне модели или дереве построения. Во время перемещения можно включить режим контроля соударений, при котором система будет информировать вас о столкновении перемещаемой детали или под сборки с другими компонентами сборки. Точно разместить компонент в трехмерном пространстве с помощью перемещения невозможно, однако вы можете использовать автосопряжение (автоматическое наложение сопряжений между перемещаемым компонентом и близлежащими трехмерными объектами сборки). Переместить зафиксированный компонент нельзя.

 **Повернуть компонент** – позволяет вращать (изменять ориентацию в пространстве) выбранный компонент вокруг центральной точки его габаритного параллелепипеда.

 **Повернуть компонент вокруг оси** – дает возможность вращать выбранный компонент сборки вокруг оси или прямолинейного ребра (ребро может принадлежать вращаемому компоненту).

 **Повернуть компонент вокруг точки** – служит для вращения компонента сборки вокруг вершины или трехмерной точки.


Все три кнопки, предназначенные для вращения, объединены в одну группу. При вращении компонентов, как и при их перемещении, можно включить режимы контроля соударений и автосопряжений.

Кнопки перемещения и вращения компонентов неактивны, если в сборке еще нет ни одного вставленного объекта. Кроме того, чтобы стали доступными команды вращения вокруг оси или точки, в модели должен быть выделен соответствующий трехмерный элемент.


Следующие группы кнопок реализуют формообразующие операции, доступные в сборке. Все эти команды полностью идентичны своим аналогам в документе КОМПАС-Деталь, за исключением команд создания массивов. Принцип работы данных команд тот же, но базовым элементом для копирования является не трехмерный элемент детали, а компонент (или компоненты) сборки.

Примечание

Все изменения в форме деталей, полученные вследствие применения формообразующих операций (например, вырезания) в сборке, не передаются в файлы моделей. Имеется в виду, что сами детали остаются такими же, какими были до выполнения операций.

Кроме того, в группе кнопок для создания массивов в сборке, по сравнению с деталью, добавилась одна команда – Массив по образцу .

Она предназначена для построения массива компонентов сборки, который точно повторяет указанный массив-образец в детали, то есть копии базового компонента размещаются в узлах элементов массива-образца. Порядок работы с командой таков. Сначала вы указываете компоненты для копирования, затем выбираете в дереве модели в одном из узлов, отвечающем любой вставленной детали, массив, по подобию которого желаете разместить копии. Команда Массив по образцу очень полезна, когда вам необходимо разместить в сборке элементы крепежа в отверстиях, созданных с помощью одной из команд построения массивов в детали (например, крепежные винты в отверстиях фиксирующей крышки подшипника).

Последняя команда панели инструментов Редактирование сборки – Новый чертеж из модели .

Она создает новый документ КОМПАС-Чертеж, содержащий ассоциативный вид с модели, для которой эта команда была вызвана. Перед вставкой вида в чертеж необходимо выбрать ориентацию модели, по которой будет сформирован вид, ввести имя и номер вида. При создании чертежа используются настройки по умолчанию (формат, ориентация и пр.). Но, как вы уже знаете, их совсем не сложно поменять с помощью Менеджера документа.

Удобным средством, позволяющим управлять состоянием компонентов сборки, является контекстное меню, которое можно вызвать в дереве построения (рис. 3.38). С помощью команд этого меню вы можете управлять видимостью компонента, устанавливать или снимать фиксацию с него, удалять компонент. Используя команду Редактировать на месте, вы можете запустить процесс контекстного редактирования выделенного компонента. Команда Редактировать в окне открывает новое окно (файл), в котором вы можете редактировать выбранную деталь или подсборку.

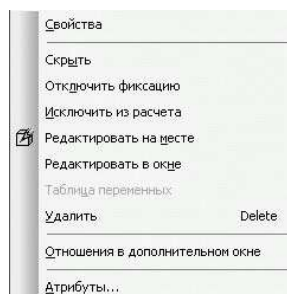


Рис. 3.38. Контекстное меню компонента сборки


Выше уже неоднократно упоминалось, что после размещения детали в сборке ее необходимо точно расположить относительно других компонентов сборки (например, привести зубчатые колеса передачи в зацепление, насадить колесо или подшипник на вал и т. п.). В автоматизированном проектировании это называется «наложить сопряжения на компоненты». На одну и ту же деталь можно наложить сразу несколько сопряжений. Иногда из-за ошибки проектировщика или при неправиль-


ном перестроении сборки действия некоторых сопряжений противоречат друг другу (то есть система не может разместить компонент таким образом, чтобы удовлетворить требованиям сразу нескольких сопряжений). При этом возникает ошибка – деталь не будет расположена должным образом, а в дереве построений соответствующая ветвь будет отмечена восклицательным знаком в красном кружке. Все сопряжения, наложенные на компоненты сборки, отображаются в дереве построения в одном узле под названием Группа сопряжений. Этот узел находится в самом низу дерева сборки.


Все функции для создания различных типов сопряжений представлены на панели инструментов Сопряжения (рис. 3.39).





Рис. 3.39. Панель инструментов Сопряжения


 **Параллельность** – размещает деталь таким образом, чтобы ее выбранная грань (ребро) была параллельна плоской грани (ребру) другого компонента сборки. Порядок наложения сопряжения: вызываете команду и по очереди указываете элементы, которые необходимо разместить параллельно. Если элементы выбраны правильно и накладываемое сопряжение не конфликтует с другими сопряжениями, то сборка будет перестроена, а выбранные элементы окажутся параллельными друг другу.


 **Перпендикулярность** – действие этого сопряжения подобно установлению параллельности, только выбранные элементы моделей (плоские грани или прямолинейные ребра) размещаются перпендикулярно.

 **На расстоянии** – данный тип сопряжения употребляется чаще, чем два предыдущих, поскольку позволяет более точно задать относительное размещение компонентов. После вызова этой команды сначала указываются элементы двух компонентов, на которые накладывается сопряжение (плоские грани, ребра или вершины), после чего в поле Расстояние на панели свойств задается величина расстояния между компонентами. Если в качестве исходных элементов выбраны грани или ребра, то детали размещаются так, чтобы эти элементы оказались параллельны друг другу (и при этом удалены на заданное расстояние).

 **Под углом** – позволяет разместить компоненты сборки таким образом, чтобы их элементы (грани или ребра), выбранные при вызове команды, находились под определенным углом. С помощью кнопок в группе Ориентация на панели свойств можно задавать направление отсчета угла.

 **Касание** – устанавливает касание выбранных элементов. Следует отметить, что это не означает обязательный контакт двух тел. Например, если при вызове этой команды были указаны плоская и сферическая грани двух деталей, размещенных достаточно далеко одна от другой, то сборка перестроится так, что сферическая грань будет касаться плоскости (условной), в которой лежит плоская грань.

 **Соосность** – одно из двух наиболее употребляемых сопряжений. Позволяет установить соосность выбранных элементов: осей, цилиндрических или конических граней. Эта команда применяется для посадки деталей на вал, центрирования отверстий в разных деталях, установки элементов крепежа (вставки болтов и винтов в отверстия, насадки шайб и гаек на болты и пр.).

 **Совпадение объектов** – второе из наиболее используемых сопряжений. Служит для размещения деталей таким образом, чтобы они соприкасались по указанным при вызове команды граням или ребрам. Этот тип сопряжений позволяет

установить, например, опорные поверхности шапочек болтов точно на поверхности одной из соединяемых деталей, упереть колесо, шкив или звездочку, посаженные на вал, в буртик вала и т. п.

Совет: При наложении сопряжений одна из деталей всегда остается недвижимой, а другая изменяет свое положение в процессе перестроения сборки. Иногда по ошибке или по невнимательности можно задать сопрягаемые компоненты в неправильной последовательности, что приведет к непредвиденному перестроению сборки. По этой причине перед наложением сопряжений всегда лучше фиксировать компоненты, которые должны оставаться неподвижными. Советую всегда фиксировать тот компонент, который вообще не предполагается больше перемещать в пространстве сборки.

Наложение слишком большого количества сопряжений на пару деталей чревато ошибками при перестроении сборки или при добавлении новых сопряжений. По данной причине лучше применять только самые необходимые сопряжения (обычно хватает сопряжений Соосность и Совпадение объектов). Для этого при вставке новой детали из файла в сборку следует стараться разместить ее как можно ближе к тому месту, где она должна быть зафиксирована в сборке. Используйте команды вращения и перемещения компонентов для того, чтобы придать как можно более точное положение в пространстве компоненту без применения сопряжений, и лишь после этого накладывайте сопряжения.

После того как детали зафиксированы и их взаимное размещение вас полностью устраивает, сопряжения можно удалить. Однако не слишком увлекайтесь удалением сопряжений. Конечно, если вы на 100 % уверены, что такая-то деталь будет находиться в определенной точке пространства и ее точно не придется перемещать, то удаление сопряжений только упростит сборку и наложение новых сопряжений на другие компоненты. Вместе с тем некоторые сборочные единицы часто уже после их сборки в модели приходится перемещать или сопрягать как один объект (например, зубчатое колесо всегда насажено на вал, венец червячного колеса – на обод и т. д.). Сопряжения между такими компонентами не рекомендуется удалять, поскольку вы никогда заранее не знаете, как их придется перемещать. Например, при наложении сопряжения Соосность и Совпадение между цилиндрическими поверхностями вала под колесо и отверстием в колесе вы можете перемещать (сопрягать с другими деталями) один вал. При перестроении сборки сработают сопряжения, наложенные на пару вал – колесо, и колесо останется насаженным на вал при любых его перемещениях или изменениях ориентации.

1.12 Лабораторная работа №12 (2 часа).

Тема: «Использование переменных и выражений в моделях».

1.12.1 Цель работы: Создание чертежа или модели на основе уже существующих

1.12.2 Задачи работы:

1. Создать параметрическую модель заданной детали.

1.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.12.4 Описание (ход) работы:

На первое место в современном конструировании выходят скорость и динамичность выполнения проектов (чертежей или моделей) в графическом редакторе, а также возможность быстрого внесения в них изменений при необходимости. Причем все это не должно отражаться на качестве выполняемых работ. Наверное, каждому инженеру приходилось не раз сталкиваться с задачей создания чертежа или модели на основе уже существующего, когда, казалось бы, детали не очень различаются, но перерисовывать нужно все заново. Для решения этой проблемы существуют специальные средства, с помощью которых можно задать определенные связи между отдельными компонентами графического элемента или модели, позволяющие при последующей разработке типовых конструкций не переделывать всю модель, а изменить лишь несколько параметров. Процесс задания таких зависимостей называется *параметризацией* объекта. Параметризация разрешает многократно использовать один раз построенную модель и значительно сокращает время на формирование новых ее модификаций.

Суть параметризации состоит в том, что пользователь может присваивать переменные состоянию трехмерных объектов, а также их характерным параметрам (например, величине выдавливания, уклона, угла вращения, размерам геометрических примитивов эскизов и т. п.). Эти переменные можно вводить в различные выражения в специальном редакторе формул, устанавливая определенные математические зависимости между ними так, чтобы при изменении одного (или нескольких) параметров автоматически изменялись все остальные переменные модели. В результате получится параметрическая модель, для создания типовых модификаций которой достаточно просто изменить значение одной или нескольких переменных.

Примечание

Здесь идет речь о параметризации трехмерных моделей, включая двухмерные изображения в эскизах операций. Параметризацию можно также использовать и в графических документах, однако такое встречается крайне редко.

Параметризация трехмерной модели начинается с параметризации эскизов трехмерных операций. Команды для наложения параметрических зависимостей между элементами плоского изображения находятся на панели инструментов Параметризация (рис. 3.40). Эта панель доступна на компактной панели инструментов при создании или редактировании эскиза.



Рис. 3.40. Панель инструментов Параметризация

Используя команды этой панели, на графические объекты можно накладывать ограничения по горизонтали, вертикали, устанавливать совпадение или выравнивание характерных точек, фиксировать положение точек, жестко задавать положение размера и пр. Мы не будем детально рассматривать эти команды, потому что при включенной параметризации эскиза ограничения на объекты накладываются автоматически. Установка ограничений, которые будут накладываться при вводе геометрических объектов, производится на вкладке Новые документы окна Параметры в разделе Модель > Эскиз > Параметризация (рис. 3.41).

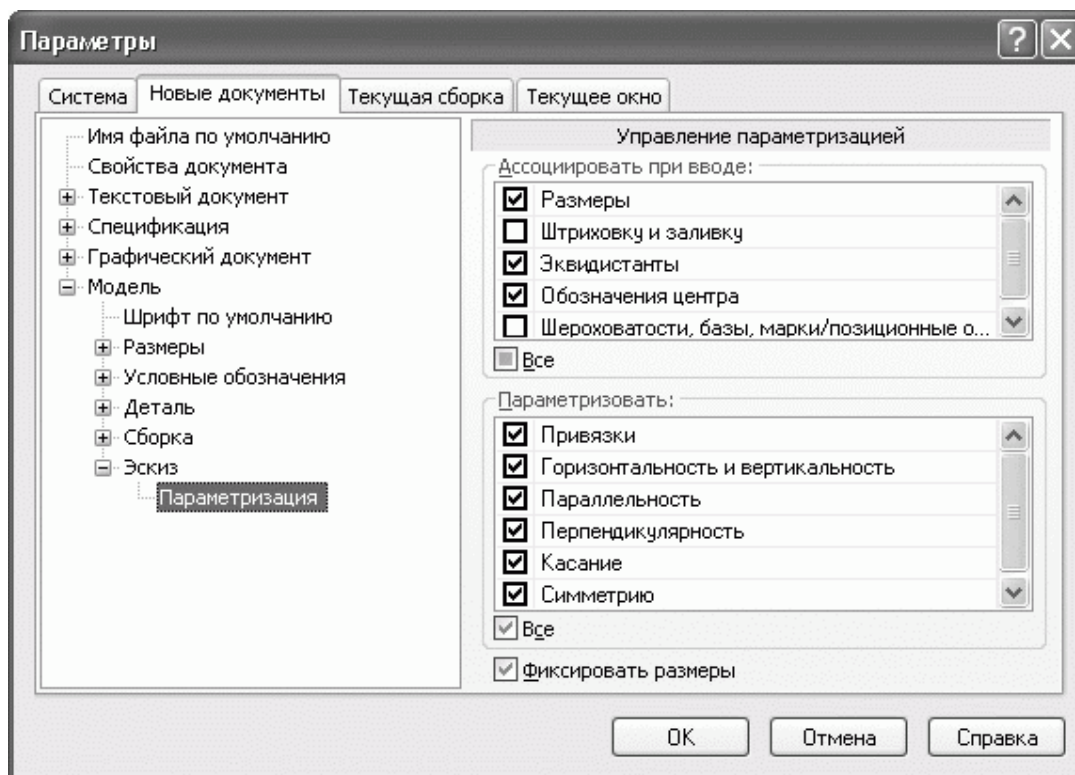



Рис. 3.41. Установка ограничений, автоматически накладываемых на графические объекты эскиза

Автоматическая параметризация очень удобна. Фактически, система выполняет большую часть работы по наложению ограничений, вам же остается только нанести размеры на эскиз, назначить переменные и установить зависимости между ними. Однако при автоматической параметризации могут возникнуть непредвиденные проблемы. Например, после параметризации эскиза и попытки изменить один из размеров программа выдает сообщение, что система не имеет решений. Многих пользователей это приводит в тупик, поскольку далее они ничего не могут сделать с эскизом. На самом деле в этом сообщении нет ничего страшного: система просто уведомляет вас о том, что на параметризованный графический объект наложены лишние ограничения, которые и не позволяют изменить его размер. Достаточно просто удалить лишнее ограничение, и двухмерное изображение будет корректно перестраиваться. Просмотреть и удалить ограничения можно с помощью команды Показать/удалить ограничения  панели инструментов Параметризация. После нажатия данной кнопки выберите объект с наложенными ограничениями (щелкните на нем в документе), после чего на панели свойств должен отобразиться список его ограничений (рис. 3.42), в котором следует выделить и удалить все лишнее.

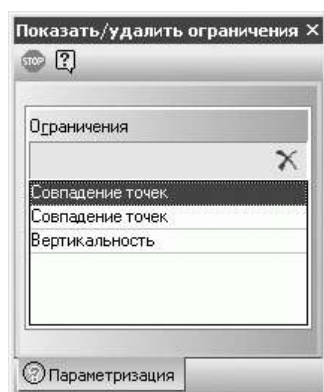



Рис. 3.42. Список ограничений графического объекта

Совет: Если после удаления ограничений графический объект все равно не желает перестраиваться, это значит, что на все изображение наложено слишком много ограничений. В таком случае их лучше удалить все сразу и заново параметризировать объект. Для удаления всех параметрических связей служит команда Удалить все ограничения 

После нажатия данной кнопки, выделяя по очереди каждый объект и вызывая команду Параметризовать объекты 

установите требуемые типы ограничений вручную. Точно так же (с помощью команды Параметризовать объекты) необходимо параметризовать эскиз, если во время его вычерчивания в настройках была полностью отключена параметризация.

Рассмотрим практический пример разработки несложной параметрической модели.

Создайте новый документ КОМПАС-Деталь и сразу сохраните его под именем Параметризация.m3d. Убедитесь в окне Параметры, что в системе включена полная параметризация эскизов, после чего можно приступать к построению.

1. Запустите создание эскиза, в качестве базовой плоскости которого выберите XY. Нажмите кнопку Прямоугольник по центру и вершине на панели инструментов Геометрия и постройте квадрат с центром в точке начала координат и длиной стороны 48 мм. Если у вас была включена параметризация, то система должна автоматически наложить на созданное изображение следующие ограничения:

- совпадение точек отрезков-сторон квадрата в его вершинах;
- горизонтальность – на горизонтальные отрезки (стороны) квадрата;
- вертикальность – на вертикальные отрезки.

Чтобы убедиться в этом, выделите любой отрезок и выполните команду Показать/удалить ограничения контекстного меню.

2. Теперь необходимо задать переменные для изображения эскиза так, чтобы при изменении одной из них квадрат перестраивался, сохраняя положение своего центра и равенство длин сторон. Для этого перейдите на панель инструментов Размеры и нажмите кнопку Линейный размер. На панели свойств в группе кнопок Тип нажмите кнопку Вертикальный, чтобы включить создание вертикального размера. Установите размер от центра квадрата, совместив первую точку размера с точкой начала координат, до его верхней горизонтальной стороны, привязав вторую точку к вершине квадрата (рис. 3.43).

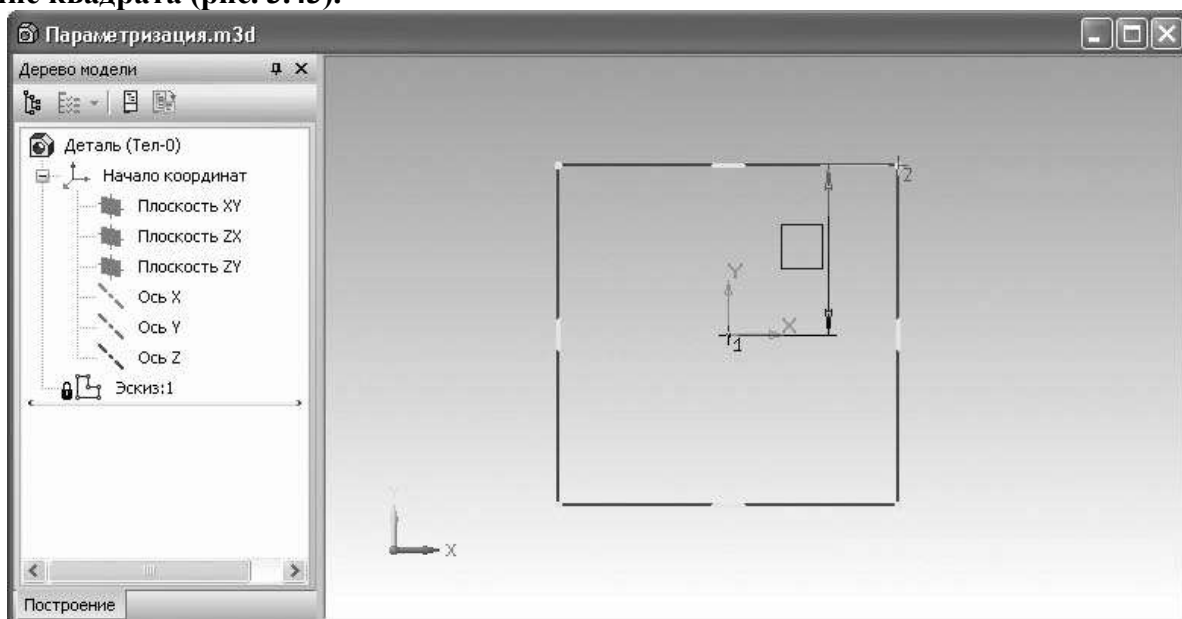


Рис. 3.43. Простановка первого параметрического размера

Поскольку на геометрические объекты наложены ограничения, после фиксации размера система сразу предложит установить его значение и присвоить ему переменную (рис. 3.44). Назовите эту переменную b , а ее значение пока оставьте таким, какое есть (равное половине длины стороны квадрата). На размере немного ниже размерной надписи в скобках будет отображено имя, присвоенное размеру переменной.

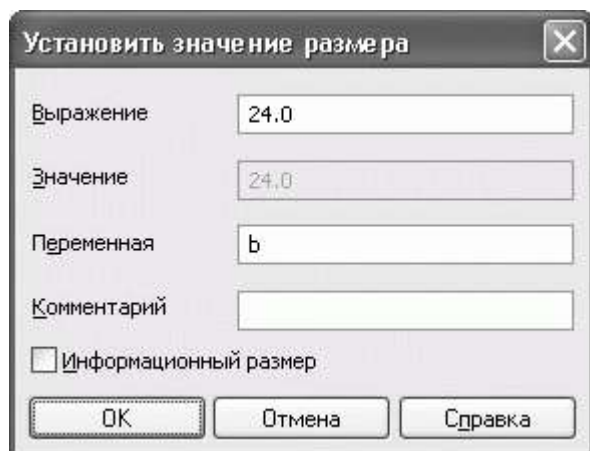




Рис. 3.44. Присвоение значения и имени переменной параметризованного размера

Примечание

Отредактировать значение или имя переменной можно, дважды щелкнув на размерной надписи параметризованного размера или нажав кнопку Установить значение размера  на панели инструментов Параметризация.

Теперь немного отвлечемся от документа детали. Для задания параметрических зависимостей между переменными как чертежа, так и модели, в КОМПАС-3D существует специальное окно – редактор формул. Оно вызывается с помощью кнопки Переменные  панели инструментов Стандартная или команды меню Вид > Панели инструментов > Переменные. В этом окне отображаются все переменные, которые были присвоены параметризованным размерам графического документа, эскиза или модели. В нем также задаются значения этих переменных и вводятся формулы, по которым они будут рассчитываться. Окно редактора формул может быть зафиксировано у одной из сторон главного окна программы, отображаться в плавающем состоянии (то есть скрываться за границей окна, когда неактивно), размещаться свободно в пределах главного окна или вообще не отображаться на экране. По умолчанию окно переменных закрыто.

1. Не выходя из режима редактирования эскиза, вызовите окно Переменные и убедитесь, что в нем автоматически появилась добавленная в эскизе переменная b (рис. 3.45).

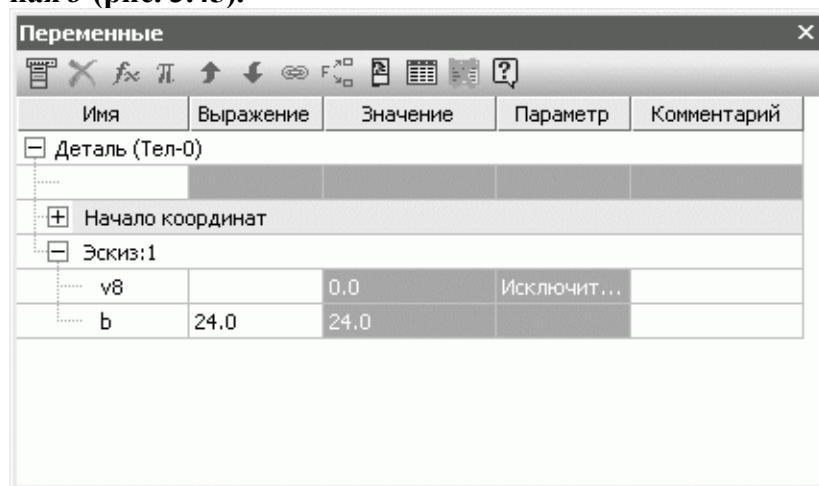


Рис. 3.45. Окно Переменные

2. Вернитесь в окно документа детали и добавьте еще один размер, фиксирующий расстояние от центра квадрата до его вертикальной стороны (назовите ее переменной $b_{_}$), а также два линейных размера, обозначающих длину сторон квадрата (присвойте этим размерам переменные a и $a_{_}$) (рис. 3.46). Новые переменные должны сразу появиться в списке переменных эскиза на вкладке Переменные окна редактора формул. В столбце Выражение редактора формул напротив переменных $b_{_}$ и $a_{_}$ введите имена переменных b и a , чтобы сделать их равными.

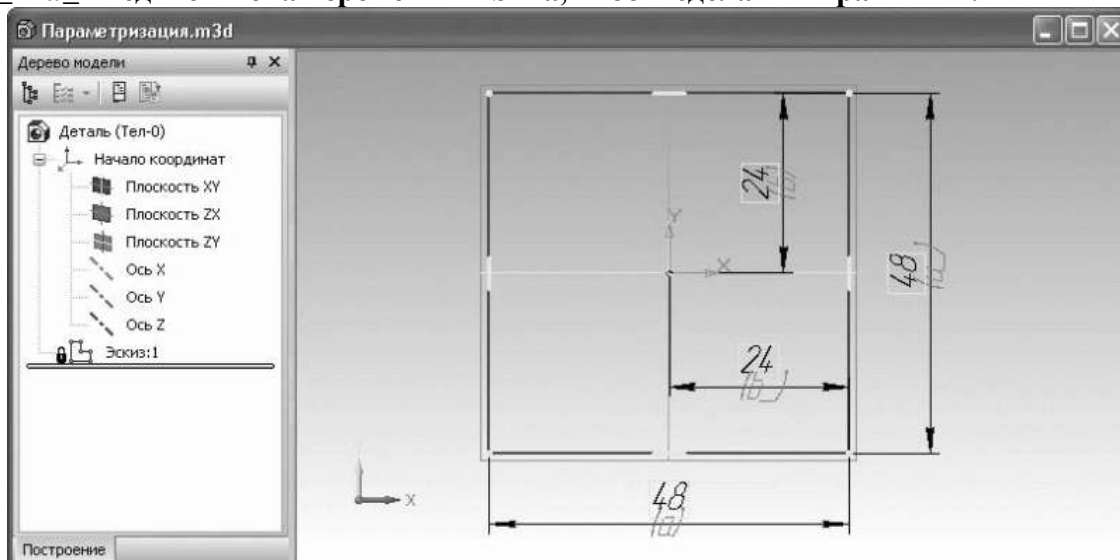


Рис. 3.46. Параметризированный эскиз

3. Если вы сейчас измените значения этих переменных, то объект перестроится, но не сохранит форму квадрата. Это объясняется тем, что переменные пока не связаны между собой. Чтобы задать определенную зависимость между ними, в столбце Выражение редактора формул напротив переменной a введите выражение $2*b$ (рис. 3.47). После этого можете изменять значение переменной b параметризованного эскиза, и при этом квадрат будет правильно перестраиваться.

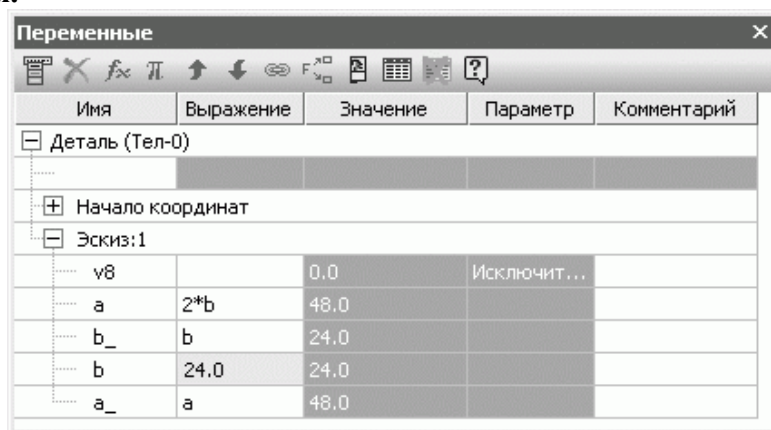


Рис. 3.47. Задание выражения для переменной

В столбце Выражение можно вводить уравнения, неравенства (например, чтобы ограничить какой-либо параметр), а также логические выражения типа $a ? b : c$ (если a – истина, то выполняется оператор b , иначе – c). Уравнения или неравенства могут содержать математические выражения неограниченной сложности, включающие любые математические функции. Синтаксис уравнений, неравенств и логических выражений подобен синтаксису языка программирования C (если вы с ним сталкивались, то у вас не возникнет сложностей при вводе формул). Подробно с тре-

бованиями к написанию формул вы можете ознакомиться в справочной документации к системе КОМПАС-3D.

4. Завершите редактирование эскиза, отжав кнопку Эскиз на панели инструментов Текущее состояние.

5. Щелкните на кнопке Операция выдавливания панели инструментов Редактирование детали и выдавите эскиз на 48 мм в прямом направлении. В результате вы должны получить куб.

6. Теперь посмотрите в окно Переменные. В нем значительно увеличилось количество переменных. Это переменные, позволяющие исключить из расчета тот или иной трехмерный элемент модели (плоскость, операцию, эскиз), переменные операций (в нашем случае – величина выдавливания и угол уклона), а также внешние переменные эскизов. Чтобы использовать все эти переменные в выражениях, им сначала лучше присвоить псевдонимы (в столбце Выражение таблицы переменных). Напротив переменной v29 (такое значение было по умолчанию присвоено величине выдавливания) операции выдавливания введите имя переменной h . Переменная автоматически добавится в верхнюю часть списка переменных (рис. 3.48). Переменной h сразу поставьте в соответствие переменную a (поставив переменную a в столбце Значение напротив переменной h). Обратите внимание, что при выполнении трехмерной операции все параметрические размеры эскиза отображаются на экране.

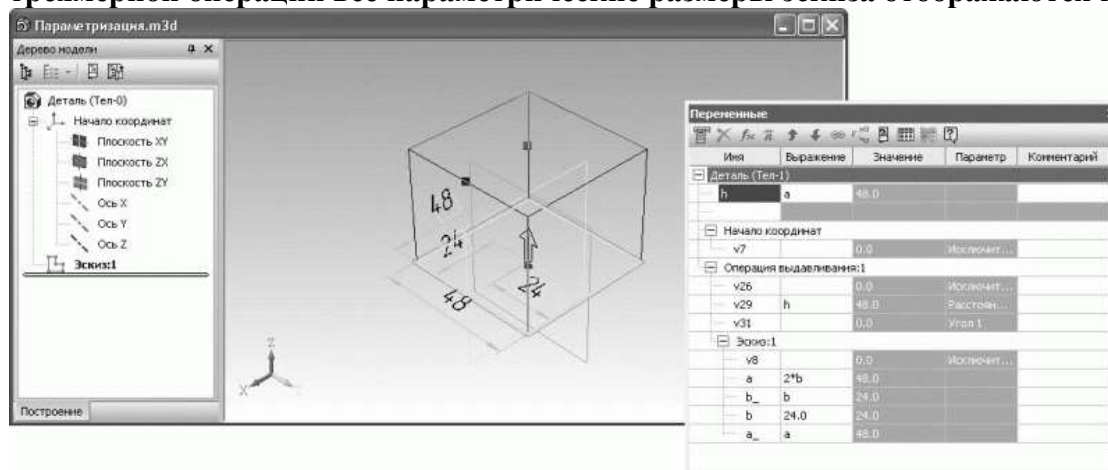


Рис. 3.48. Переменные модели

Примечание

Переменные детали также можно сделать внешними. Тогда они будут видны в редакторе формул для сборки. Чтобы сделать переменную внешней, ее необходимо выделить и выполнить команду контекстного меню Внешняя.

7. В результате выполненных действий мы получили полностью параметризованную модель куба. Измените значение переменной b в списке переменных эскиза и нажмите кнопку Перестроить на панели инструментов Вид. Модель куба перестроится, и при этом значения его параметров изменятся таким образом, чтобы ребро куба равнялось $2 \cdot b$.

8. Немного усложним модель и добавим на все грани куба скругления радиусом 5 мм (рис. 3.49).

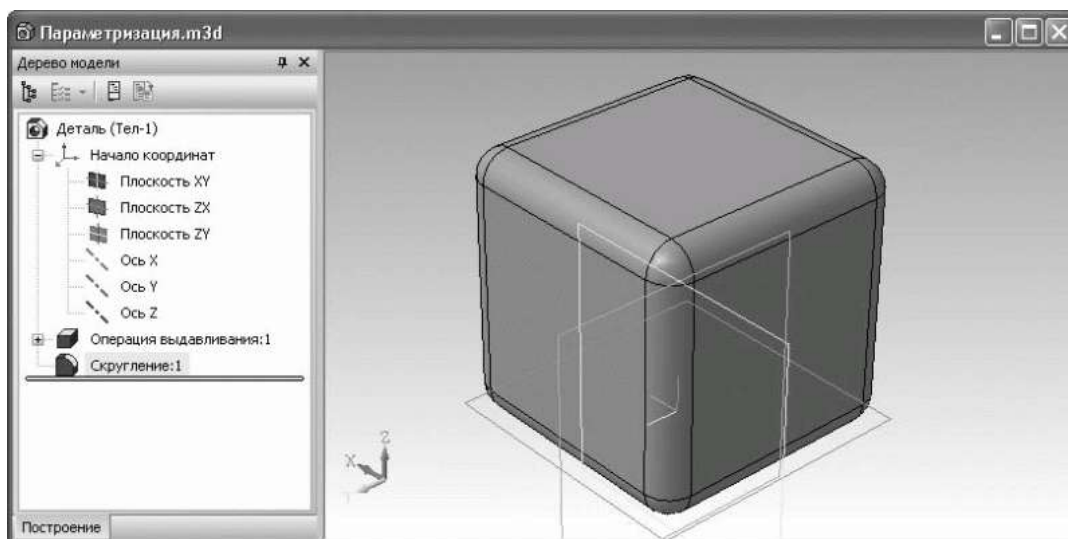


Рис. 3.49. Скругление ребер параметрического куба

В окне Переменные появятся новые переменные операции скругления, среди которых и радиус скругления. Задайте этой переменной выражение $b/4$ (рис. 3.50).

Переменные				
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Деталь (Тел-1)				
h	a	48.0		
Начало координат				
v7		0.0	Исключит...	
Операция выдавливания:1				
v26		0.0	Исключит...	
v29	h	48.0	Расстоян...	
v31		0.0	Угол 1	
Эскиз:1				
v8		0.0	Исключит...	
a	2*b	48.0		
b_	b	24.0		
b	24.0	24.0		
a_	a	48.0		
Скругление:1				
v50		0.0	Исключит...	
v51	b/4	6.0	Радиус	

Рис. 3.50. Добавление переменных и выражений в модели

9. Измените еще раз значение b и убедитесь, что модель перестраивается полностью, включая эскиз, операцию выдавливания и скругления. Не забывайте перестраивать модель после каждого изменения значения переменной.

Аналогичным образом вы можете строить сколь угодно сложные трехмерные модели (как сборки, так и детали) и параметризировать их, начиная от изображения эскиза и заканчивая размещением компонентов сборки. Использование параметризации вместе со средствами создания ассоциативных чертежей позволяет в десятки раз сократить время подготовки конструкторской документации, особенно если вы часто сталкиваетесь с проектированием типовых изделий. Конечно, на создание сложного параметрического чертежа или модели уйдет намного больше времени, ведь реальные изделия гораздо сложнее кубов со скругленными ребрами, однако при последующей разработке типовых моделей вы сможете сэкономить очень много времени. Другими словами, если вы уверены, что ваша деталь уникальна, не будет видоизменяться, служить прототипом для других изделий или использоваться дру-

гими проектировщиками, параметризацию в модели лучше отключить, чтобы лишние ограничения не мешали работать. Однако если вы считаете, что деталь или сборка, которую вы выполняете, может эффективно использоваться в последующих разработках – не бойтесь потратить лишнее время на создание полной параметрической модели.

1.13 Лабораторная работа №13 (2 часа).

Тема: «Модель из листового металла».

1.13.1 Цель работы: Научиться на практике применять функционал команд для создания листовых элементов.

1.13.2 Задачи работы:

1. Выполнить корпусную деталь механизма

1.13.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.13.4 Описание (ход) работы:

Деталь, рассмотренная в данном примере, не обладает какими-либо особенностями. Этот пример приведен для того, чтобы продемонстрировать основные принципы и возможности модуля проектирования изделий из листового металла. Функционал этого модуля хоть и предназначен для построения твердых тел, но существенно отличается от прочих трехмерных формообразующих операций трехмерного редактора КОМПАС-3D. С его помощью можно получать модели, которые в реальном производстве изготавливаются с помощью гибки,ковки, штамповки и пр. Конечно, эти же модели можно выполнить и с помощью обычных трехмерных операций, однако команды панели Элементы листового тела позволяют строить их значительно быстрее, имитируя перечисленные выше процессы деформирования заготовок из листового металла.

Попробуем выполнить корпусную деталь какого-либо электроприбора или другого механизма.

1. Создайте новый документ КОМПАС-Деталь, сохраните его под именем Корпус (листовой металл).m3d, а на компактной панели активизируйте панель Элементы листового тела (мы будем работать с командами этой панели).

2. Создайте в эскизе на плоскости XY изображение прямоугольника, точка пересечения диагоналей которого должна совпадать с центром эскиза и размерами 120X60. Для этого можете воспользоваться командой Прямоугольник по центру и вершине на панели инструментов Геометрия. Выйдите из режима редактирования эскиза и нажмите кнопку Листовое тело, пока единственную активную на панели Элементы листового тела. На панели свойств ничего менять не надо, просто нажмите кнопку Создать объект – и вы получите листовую заготовку толщиной 1 мм.

3. Нажмите кнопку Сгиб, при этом в строке подсказок отобразится текст Укажите прямолинейное ребро. Щелкните на одном из ребер верхней грани листового тела. В окне представления появится фантом будущего сгиба.

Примечание

Операция Сгиб имеет большое количество настроек, позволяющих создавать разные и весьма оригинальные трехмерные элементы. Все параметры рассмотреть практически невозможно, поэтому по ходу выполнения примера будем ограничиваться лишь теми параметрами, которые нужны нам для построения. Если вы желаете самостоятельно разобраться в возможностях этой команды, можете сами попробовать изменять различные настройки.

Задайте радиус сгиба в одноименном поле равным 1 мм, а длину сгиба – 40 мм (рис. 3.152) и создайте элемент.

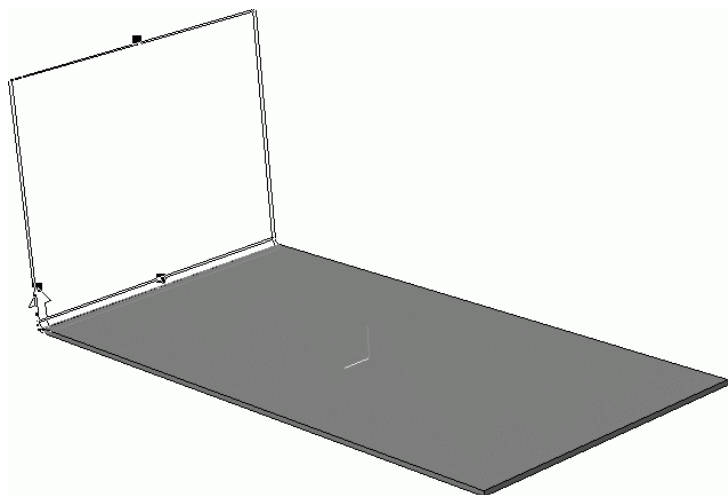


Рис. 3.152. Фантом трехмерного элемента при выполнении операции Сгиб

4. Постройте еще три таких же сгиба на оставшихся ребрах верхней грани плоского тела. Соответствующие параметры каждой операции (радиус и длина сгиба) устанавливайте одинаковыми для всех операций.

5. Нажмите кнопку Замыкание углов. В окне модели по очереди укажите стыки в верхней части сгибов, которые нужно замыкать. Обратите внимание, задать стык для замыкания можно, щелкнув кнопкой мышь только на цилиндрической части сгибов стыкуемых граней или на их общем ребре. Из раскрывающегося списка Способ замыкания на панели свойств выберите пункт Замыкание встык, а в списке Обработка угла – вариант Без обработки. Создайте операцию (рис. 3.153).

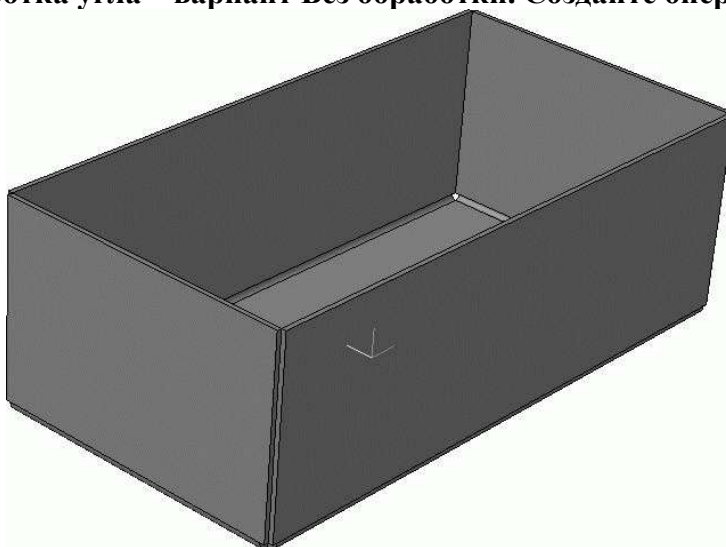


Рис. 3.153. Модель после замыкания углов на сгибах

6. Снова выполните команду Сгиб. В качестве опорного задайте верхнее ребро внутренней грани одного из сгибов (любого). На этот раз настройте параметры операции следующим образом. Из раскрывающегося списка Размещение выберите пункт По центру. После указания данного пункта справа от раскрывающегося списка появится поле Ширина сгиба. Задайте этому параметру значение 120 мм (то есть ширина сгиба – на 2 мм уже текущей ширины грани; до этого торец сгиба стал шире на 2 мм после замыкания углов). Длину и радиус сгиба установите равными 10 и 1 мм соответственно. Перейдите на вкладку Боковые стороны панели свойств. Нажмите кнопку Уклон и угол слева и в поле Уклон1 введите значение 45. Аналогичные действия выполните для правой стороны сгиба (кнопка Уклон и угол справа и поле Уклон2).

Создайте операцию. В результате вы должны получить следующий трехмерный элемент (рис. 3.154).

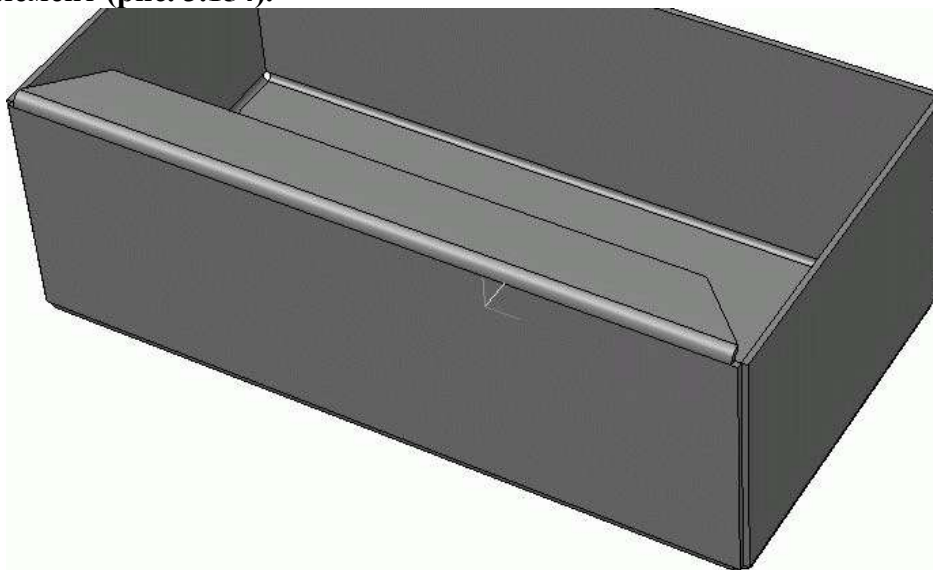


Рис. 3.154. Сгиб с особыми настройками

Создайте еще три таких сгиба на каждой из боковых стенок корпуса. Если вы все правильно настроили, то боковые стороны смежных сгибов у вас должны соприкасаться (рис. 3.155).

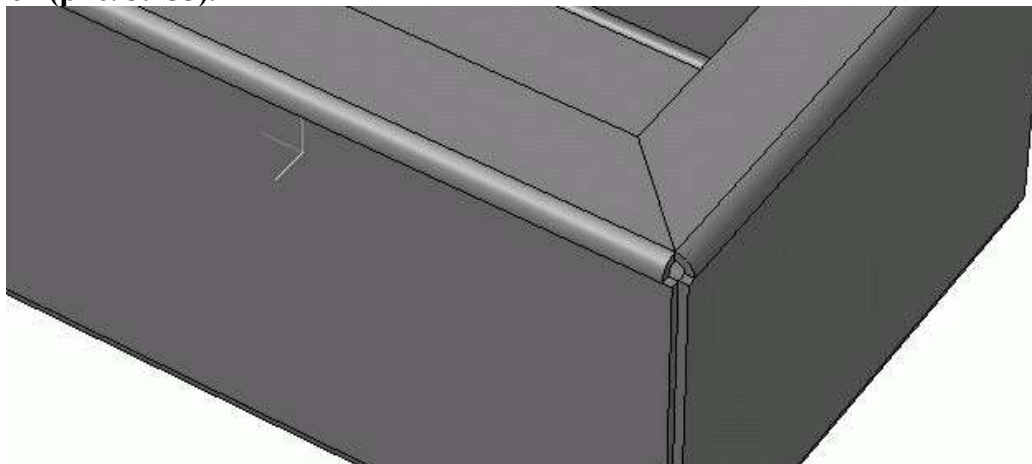


Рис. 3.155. Добавление сгибов в листовую деталь

7. Постройте еще один сгиб радиусом 1 мм и длиной 4, 5 мм на кромке загнутого листа корпуса вдоль длинной его стороны. В качестве способа размещения выберите По центру, а ширину сгиба установите равной 96 мм. Завершите выполнение операции. На ребре верхней грани сформированного элемента продолжите добавление сгибов таким образом, чтобы лист загибался наружу из корпуса. Установите размещение нового сгиба По всей длине, радиус сгиба – 0,5 мм, длину – 5 мм, а угол

сгиба измените с 90° (по умолчанию) на 180° . Создайте операцию. В результате вы должны получить следующий трехмерный элемент в модели (рис. 3.156).

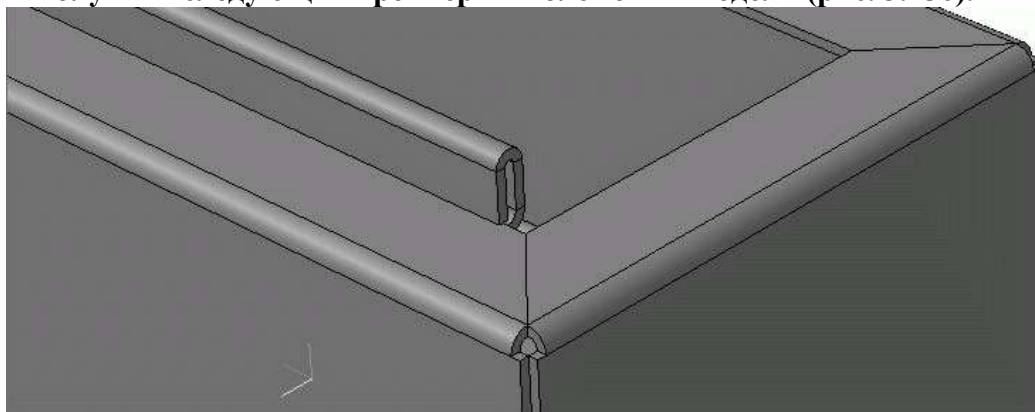


Рис. 3.156. Формирование сгиба материала под углом 180°

8. Теперь создайте сгиб на кромке корпуса вдоль короткой его стороны. Радиус сгиба задайте равным 0,5 мм, длину – 5 мм, а ширину (при выбранном способе построения По центру) – 36 мм.

9. На вертикальном ребре левой грани последнего сгиба постройте еще один сгиб длиной 4 мм и радиусом 1 мм. Если вы правильно задали все размеры, то последний добавленный элемент должен войти точно в щель между стенками сгиба на 180° вдоль длинной стороны корпусной детали (рис. 3.157, а). Создайте на внешней боковой грани эскиз сгиба на 180° небольшого отверстия (диаметр 1 мм) и выполните над ним операцию Вырез в листовом теле так, чтобы вследствие выреза образовалось сквозное отверстие в загнутых элементах детали (рис. 3.157, б). Для этого после вызова команды в группе кнопок переключателей нажмите кнопку До грани, после чего укажите в модели плоскую грань, до которой должен выполняться вырез. Расстояние вырезания установится автоматически (3 мм).

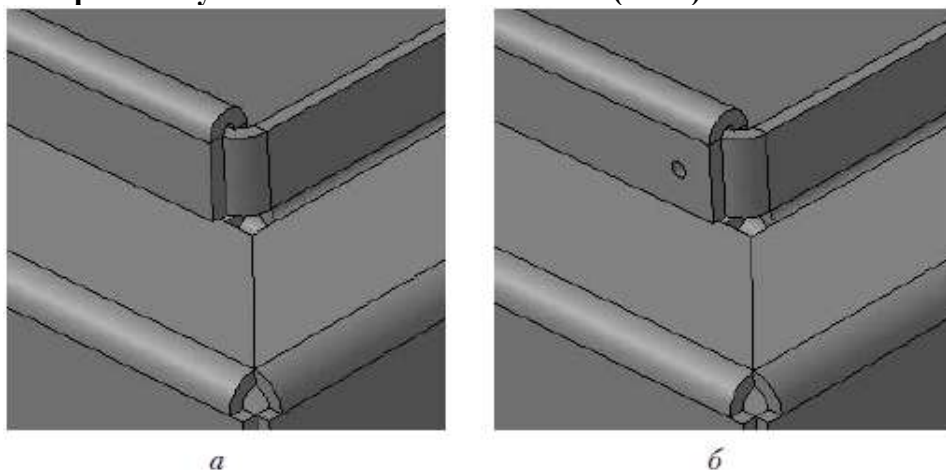


Рис. 3.157. Добавление новых сгибов (а) и сквозного отверстия (б)

10. Самостоятельно постройте аналогичные зацепы (см. рис. 3.157, б) на всех углах листовой детали.

11. Создайте очередной эскиз на внешней плоской грани нижней стенки корпуса (эта грань совпадает с плоскостью XY, с нее мы начинали построение детали). В эскизе постройте обычный прямоугольник и разместите его так, как показано на рис. 3.158, *сверху*. Повторюсь, размеры, как и точное положение данного эскиза, нам сейчас совсем не важны. Завершив построение изображения в эскизе, вызовите команду Закрытая штамповка. На панели свойств установите следующие значения параметров:

- высота штамповки – 2 мм;
 - минимальный радиус скругления боковых ребер – 1 мм;
 - радиус скругления основания – 1 мм;
 - радиус скругления дна – 1 мм (чтобы был доступен соответствующий параметр, нужно установить флажок Скругление дна).
- Создайте операцию (рис. 3.158, *снизу*).

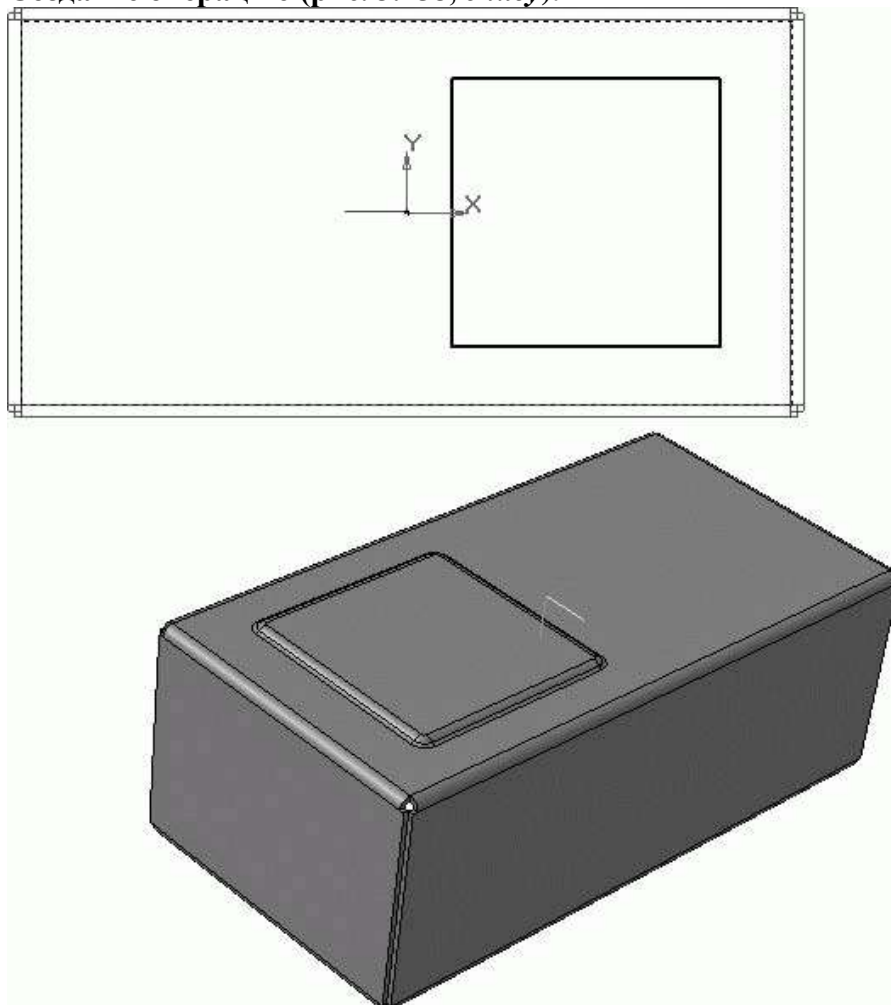


Рис. 3.158. Эскиз (*сверху*) и результат выполнения операции **Закрытая штамповка** (*снизу*)

12. На этой же грани постройте еще два элемента штамповки чуть меньшего размера, симметричные относительно продольной оси детали. Для этого по очереди создайте два эскиза операции (контур обязательно должен быть замкнут) и дважды выполните команду **Закрытая штамповка**. Задайте такие же настройки операции, как и для первого элемента.

Примечание

На трехмерные элементы, сформированные при помощи команд создания и редактирования листовых деталей, не распространяются команды формирования массивов. По этой причине штамповку и прочие листовые элементы приходится формировать каждый отдельно.

13. Самостоятельно освоите команду **Открытая штамповка**, похожую на рассмотренную выше операцию **Закрытая штамповка**. Для этого на внешней грани нижней стенки детали создайте два эскиза, содержащих каждый по окружности (окружности должны быть симметричны относительно продольной оси). Затем, основываясь на каждом эскизе, выполните команду **Открытая штамповка** (рис. 3.159).

Настройки операции можете оставить по умолчанию, а можете изменить по своему усмотрению. В основном они повторяют настройки команды **Закрытая штамповка**.

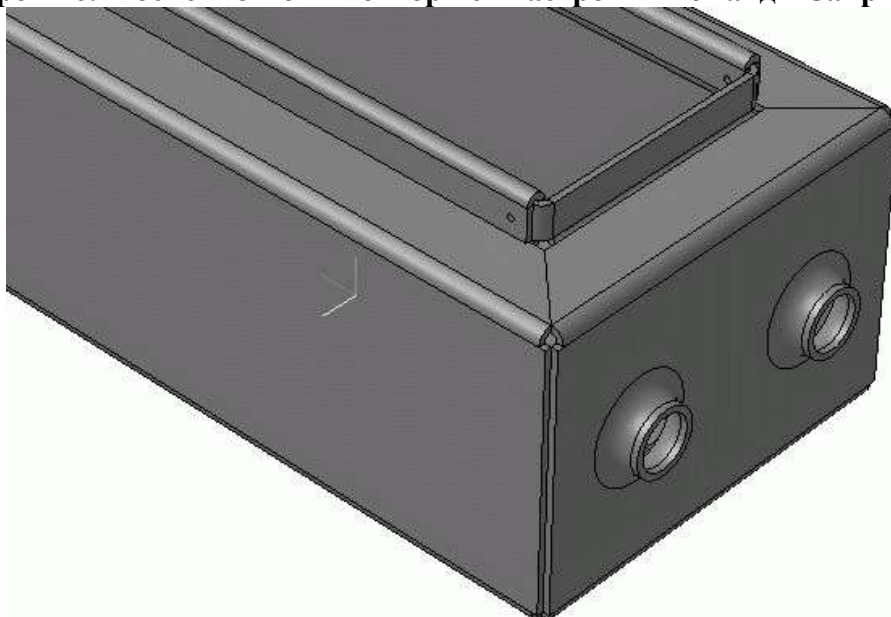


Рис. 3.159. Результат выполнения команды **Открытая штамповка**

Еще один интересный элемент, который можно выполнять в листовых деталях, – это жалюзи. Запустите процесс создания эскиза на внешней грани боковой стенки. В эскизе постройте 15–20 небольших вертикальных отрезков одинаковой длины, равноудаленных друг от друга. Вызовите команду **Жалюзи** и настройте ее следующим образом (точно следовать приведенными указаниями не обязательно, настройки будут зависеть от количества, длины и интервала между отрезками эскиза):

- направление построения – обратное;
- положение жалюзи – справа;
- высота и ширина – по 3 мм;
- радиус скругления основания – 2 мм;
- способ построения – вытяжка.

Для подтверждения создания трехмерного элемента нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 3.160). Самостоятельно постройте такие же жалюзи на противоположной стенке корпуса (настройки те же, кроме положения жалюзи – они должны размещаться слева).

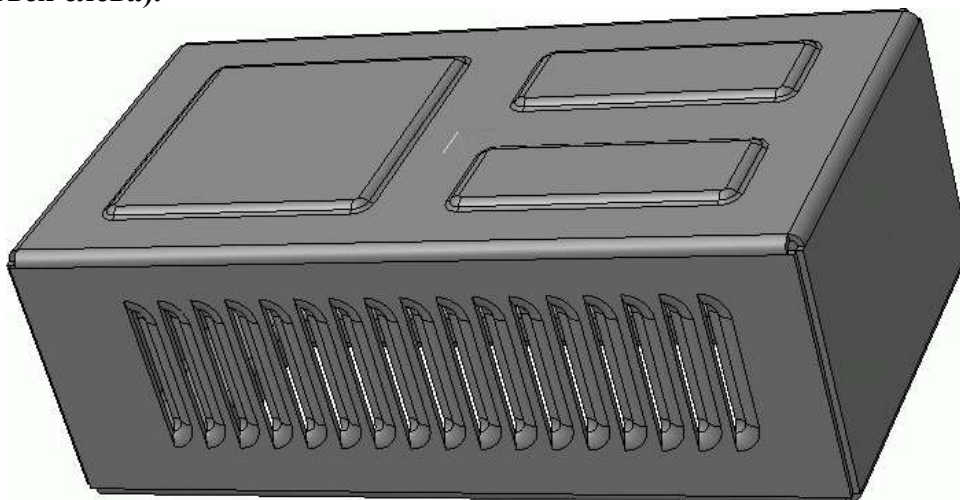


Рис. 3.160. Элемент листового тела – жалюзи

По своему усмотрению можете добавить на модель различные конструктивные элементы (отверстия, буртики и т. п.).

У листовых моделей есть одна очень интересная возможность: поскольку большинство элементов модели получено с помощью гибки, то саму деталь можно разогнуть, то есть получить модель листа, из которого деталь изготавливалась (так называемую развертку).

Предварительно необходимо задать параметры развертки: грань, которая будет оставаться неподвижной при разворачивании детали, а также сгибы, которые следует разгибать (по умолчанию разгибаются все сгибы в модели). Для этого нажмите кнопку Параметры развертки на панели инструментов Элементы листового тела, а затем укажите неподвижную грань. В качестве этой грани следует принять одну из граней первой операции листового тела (ту, с которой начиналось построение). Сгибы выбирать не надо, так как нам необходима полная развертка, а именно ее система и предлагает по умолчанию. Нажмите кнопку Создать объект, чтобы окончательно установить параметры развертки.

После этого на панели Элементы листового тела станет доступной кнопка Развертка. Нажмите ее, и вы получите лист металла, из которого была сделана корпусная деталь (рис. 3.161).

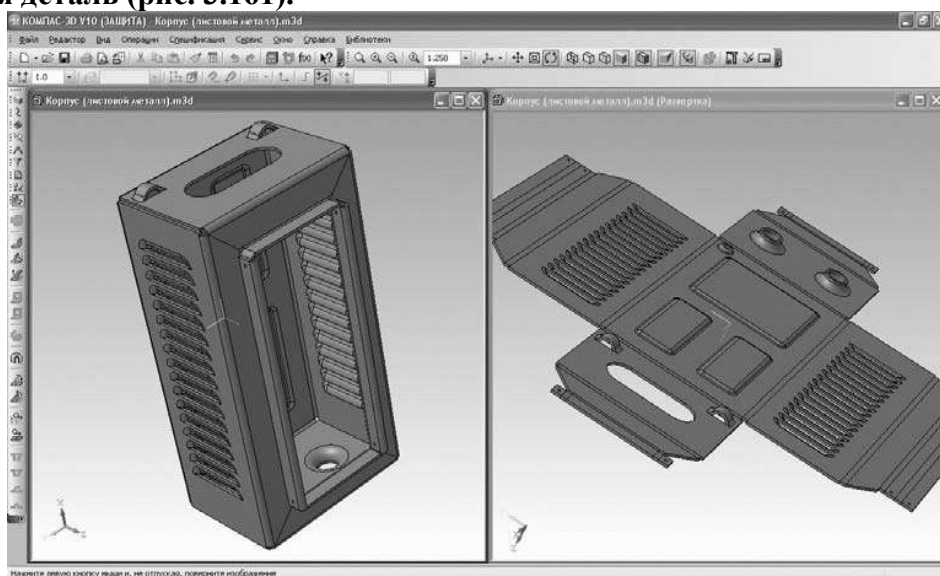


Рис. 3.161. Листовая модель и ее развертка

Примечание

В развернутом состоянии с листовой моделью нельзя выполнять формообразующие операции или создавать на ней вспомогательные объекты.

1.14 Лабораторная работа №14 (2 часа).

Тема: «Построение трехмерной модели одноступенчатого цилиндрического редуктора».

1.14.1 Цель работы: Освоить методику создания трехмерной модели одноступенчатого цилиндрического редуктора».

1.14.2 Задачи работы:

1. Построить трехмерную модель одноступенчатого цилиндрического редуктора.

1.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.14.4 Описание (ход) работы:

На этом большом практическом примере мы рассмотрим процесс построения трехмерной модели редуктора, вычерчивание которого было описано в гл. 2. Выбранный способ построения – снизу вверх, то есть сначала мы создадим по очереди все модели деталей, составляющих редуктор, после чего соберем их в сборку.

Перед началом работы рекомендую создать отдельную папку, в которую вы будете сохранять модели деталей редуктора (а их будет немало) и сам файл сборки. Кроме того, при построении эскизов мы часто будем использовать двухмерные изображения чертежа, созданного в примере гл. 2. По этой причине скопируйте этот чертеж в созданную папку.

Как и при черчении, начнем моделирование с детали зубчатого колеса.

Зубчатое колесо

Поскольку наш пример учебный, при моделировании зубчатого колеса будут допущены некоторые упрощения. В частности, вместо эвольвент, формирующих профиль зуба, мы будем строить обычные дуги, максимально приближая их к эвольвенте и стараясь не нарушить зацепление. Это связано с тем, что построить эвольвенту вручную не так просто, кроме того, точно смоделированные эвольвентные зубья очень долго перестраиваются. Однако вам не стоит беспокоиться – сама модель от этого несколько не пострадает.

Создайте новый документ КОМПАС-Деталь, сохраните его под именем Колесо зубчатое.m3d в директорию, отведенную для файлов редуктора. Установите в детали ориентацию Изометрия XYZ (с помощью раскрывающегося меню кнопки Ориентация на панели Стандартная). В принципе, это делать необязательно. Мне, например, так привычнее. Вы можете не устанавливать такую изометрию. Однако при этом учтите, что в качестве опорных у вас будут использоваться ортогональные плоскости, отличные от приведенных в примерах. Во всех моделях рассматриваемого в примере редуктора установлена именно такая ориентация.

В общих чертах порядок построения колеса следующий: сначала необходимо смоделировать заготовку колеса с помощью операции вращения, потом вырезать шпоночный паз и отверстия в дисках, и последнее – сформировать зубчатый венец.

Итак, приступим.

1. Выделите в дереве построения плоскость XY и нажмите кнопку Эскиз. Постройте в эскизе контур половины сечения зубчатого колеса. Можете вычерчивать его, как было описано в гл. 2 (главное, чтобы оно имело точные размеры), но значительно проще скопировать этот контур из чертежа редуктора (с верхнего вида). Не забывайте, что контур эскиза не должен содержать разрывов или пересекать сам себя. Кроме того, в эскизе обязательно должна быть одна ось – горизонтальный отрезок, выполненный стилем Осевая и проходящий через точку начала координат эскиза (рис. 3.53).

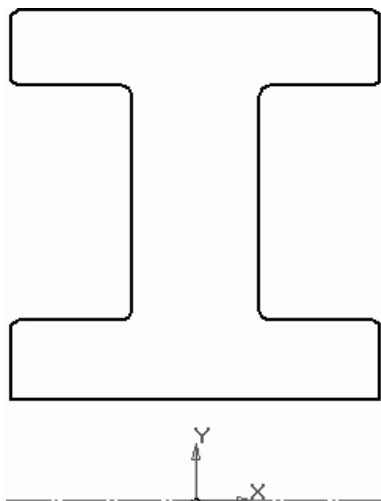


Рис. 3.53. Эскиз базовой операции вращения колеса

Обратите внимание, все фаски и скругления, которые должны быть на колесе, нарисованы уже в эскизе на углах контура. Тем самым вы избегаете необходимости создавать эти трехмерные элементы с помощью отдельных операций в модели.

Примечание

Модель редуктора не параметризуется, чтобы не усложнять пример, поэтому параметризацию эскизов на время построения можно отключить.

2. Выделите эскиз и нажмите кнопку **Операция вращения** на панели инструментов **Редактирование детали**. На вкладке **Тонкая стенка** панели свойств из раскрывающегося списка **Тип построения тонкой стенки** выберите значение **Нет**. Остальные настройки не изменяйте и нажмите кнопку **Создать объект**. В результате вы должны получить заготовку зубчатого колеса (рис. 3.54).



Рис. 3.54. Заготовка зубчатого колеса

3. Выделите всю деталь (самый верхний элемент дерева построения) и выполните команду **Свойства детали** контекстного меню. Назначьте детали какой-либо другой цвет, более напоминающий сталь, и установите следующие значения оптических свойств:

- Общий цвет – 25 %;
- Диффузия – 50 %;
- Зеркальность – 60 %;
- Блеск – 40 %;
- Излучение – 85 %.

4. Теперь приступим к созданию отверстий в диске колеса и шпоночного паза в ступице. Выделите в дереве построения плоскость ZY и запустите процесс построения эскиза. В этом эскизе разместите четыре отверстия диаметром 83,7 мм. Центры отверстий должны лежать на окружности диаметром 258 мм (см. рис. 2.143). Профиль выреза шпоночного паза можно просто скопировать с детализовочного чертежа зубчатого колеса и немного дорисовать (рис. 3.55).

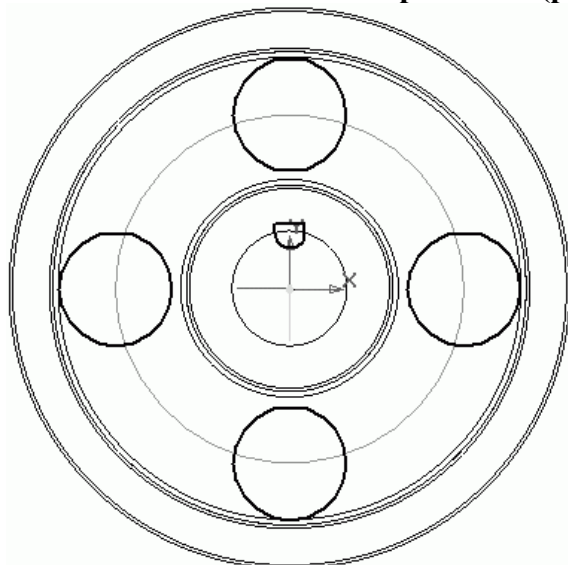


Рис. 3.55. Эскиз для вырезания отверстий в дисках и шпоночного паза в ступице

Примечание

На этом и последующих рисунках эскизов в модели отключен режим отображения Полутонное. Это сделано для того, чтобы на рисунках в книге лучше были видны линии изображения эскиза (эскиз показан утолщенными линиями, а все остальное – каркасное отображение модели, если смотреть на нее по нормали к плоскости эскиза).

5. Завершите создание эскиза и выполните команду Вырезать выдавливанием, установив направление выдавливания – Два направления, и величину выдавливания – Через все для обоих направлений. Обратите внимание: такое же удаление материала можно было выполнить с помощью двух операций вырезания: сначала отверстий на толщину диска, а потом паза – на ширину ступицы. Однако более рациональным является приведенное здесь решение, когда профили всех вырезов собраны в одном эскизе, а вырезание осуществляется насквозь через всю модель (в оба направления от плоскости эскиза). Полученная модель показана на рис. 3.56.

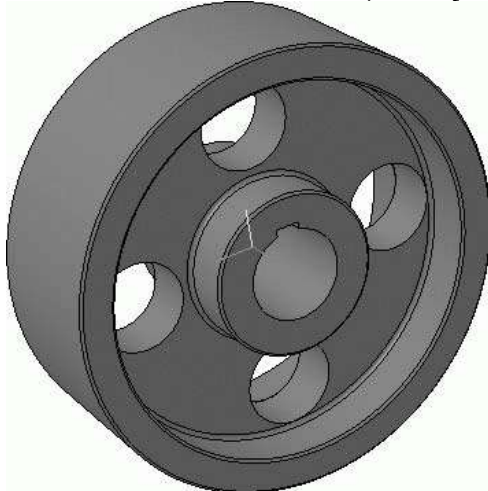


Рис. 3.56. Модель колеса без зубчатого венца

Теперь перейдем к самому сложному – созданию зубчатого венца колеса. Формирование будет происходить следующим образом: сначала мы выполним один вырез между зубьями в заготовке колеса, потом построим конструктивную ось, совпадающую с геометрической осью колеса, и скопируем полученный вырез по кругу (количество копий будет равно количеству зубьев). Выполнить это не очень просто.

Как сформировать собственно вырез между зубьями? Если бы мы создавали прямозубое колесо, то это было бы несложно. Достаточно было бы выполнить эскиз профиля выреза между зубьями колеса в торцевой плоскости колеса, после чего вырезать его выдавливанием через все колесо. Однако у нас косозубое колесо с углом наклона линии зуба 15° . В этом случае вырез пройдет вдоль криволинейной траектории, огибающей поверхность венца колеса, проекция которой на нормальную плоскость составит указанный угол с осью колеса.

Существует много способов построения такого выреза. Они существенно зависят от программных средств для моделирования, предлагаемых тем или иным графическим редактором. В КОМПАС-3D наиболее удобны и приемлемы в плане ресурсоемкости два метода построения вырезов косозубого колеса.

Первый вариант – *выполнение выреза по сечениям*. При этом в модели колеса строятся эскизы-сечения, плоскости которых удалены от боковой поверхности колеса на величину $l = i \cdot b / (n_c - 1)$, где i – порядковый номер эскиза, b – ширина колеса, n_c – количество сечений или эскизов. Первый эскиз лежит на торцевой плоскости зубчатого венца, последний – на противоположной торцевой плоскости, остальные равномерно размещены между ними. Каждая плоскость (сечение) содержит эскиз профиля выреза между зубьями, повернутый на угол φ относительно изображения предыдущего эскиза. Этот угол определяется соотношением $\varphi = l \cdot \tan \alpha / d_k$, где φ – угол наклона линии зуба, d_k – делительный диаметр зубчатого колеса (рис. 3.57).

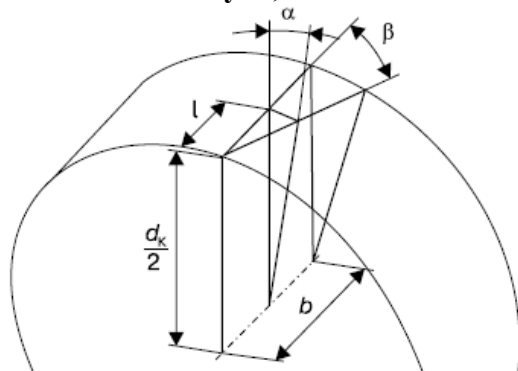


Рис. 3.57. Зависимость угла поворота эскиза от расстояния до плоскости эскиза l

Данный способ подходит для программной реализации зубчатого венца, когда можно создать цикл, в котором одна за другой будут строиться смещенные плоскости, а в них – эскизы сечений, смещаемые на угол φ . Создав операцию вырезания по сечениям, вы получите достаточно точный вырез между зубьями, однако этому методу свойственны некоторые недостатки. Материал, который вырезается между двумя смежными эскизами, все равно вырезается по прямой. Из этого вывод – чем больше эскизов, тем точнее получатся зубья в колесе, но при слишком большом количестве зубьев существенно затрудняется их построение и замедляется перестроение зубчатого венца. Хотя, в принципе, для не слишком широких колес достаточно всего 3–5 эскизов.

Второй способ – *выполнение выреза между зубьями кинематической операцией*. Суть метода состоит в том, что в модели колеса строится сегмент пространственной кривой, имитирующей линию наклона зуба. Вдоль этой кривой «протягивается» профиль выреза, формируя таким образом идеально точный вырез между зубьями.

Кривая – это фрагмент спирали, угол подъема витков которой равен углу $90^\circ - ?$ (угол наклона линии зуба). Такая спираль должна иметь очень большой шаг и малое количество витков (намного меньше единицы). Как построить такую спираль, будет описано далее, поскольку именно этот способ (как более точный) мы выберем для формирования выреза между зубьями зубчатого колеса.

Продолжим работу над моделью.

1. Выделите торцевую поверхность (плоскую боковую грань) обода колеса и постройте параллельную ей вспомогательную плоскость на расстоянии 2,5 мм (это для того, чтобы эскиз выреза в колесе размещался в той же плоскости, что и в шестерне, поскольку ширина шестерни больше ширины колеса на 5 мм). Чтобы выполнить данную операцию, используйте инструмент Смещенная плоскость панели Вспомогательная геометрия. Запустите процесс построения эскиза. В принципе, эскиз можно размещать в любом месте вдоль делительной окружности на вспомогательной плоскости. Однако вспомните одну из рекомендаций по построению трехмерных моделей: детали желательно создавать так, чтобы их как можно легче было разместить в сборке. Зубчатое колесо при сборке редуктора придется сопрягать с шестерней, а поскольку зацепление в рассматриваемой детали косозубое, это сделать будет не так просто (если вырезать зубчатый венец неаккуратно). Решение напрашивается само собой: необходимо так создавать вырез зубьев на колесе и шестерне, чтобы сразу после вставки в сборку они вошли в зацепление. Этого можно достичь, вырезая первыми в колесе и шестерне именно ту пару зубьев, которая и будет находиться в зацеплении. По данной причине мы создавали смещенную плоскость, а не строили эскиз прямо на боковой поверхности обода.

2. Постройте в эскизе вспомогательные окружности, обозначающие делительный диаметр, а также линию выступов и впадин зубьев. Создайте горизонтальную вспомогательную прямую, проходящую через центр колеса (точка начала координат эскиза). С помощью инструмента Вспомогательная прямая панели Геометрия отложите вниз от этой горизонтальной прямой шесть вспомогательных линий так, чтобы все они проходили через точку начала координат и были смещены между собой на угол $?\!/8$, где $? = 360^\circ / z_k$ (z_k – количество зубьев колеса). В нашем случае этот угол будет равен $0,633^\circ$ или $0^\circ 38'$. Разделение угла профиля зуба $?$ на восемь частей условно и принято для облегчения построения (так будет проще сформировать зацепление). Не забывайте, что мы строим зубья упрощенно!

3. Привязываясь к сетке вспомогательных линий, постройте контур профиля выреза между зубьями (рис. 3.58). Вместо эвольвент создайте обычные дуги (команда Дуга по 3 точкам). Эти дуги обязательно должны проходить через точки зацепления, находящиеся на пересечении вспомогательной делительной окружности, а также первой и пятой вспомогательных прямых соответственно (учитывая только те прямые, которые откладывались под углом $?\!/8$ от горизонтали). При желании вы можете также создать скругления на головках и ножках вырезаемых зубьев. Завершите редактирование эскиза.

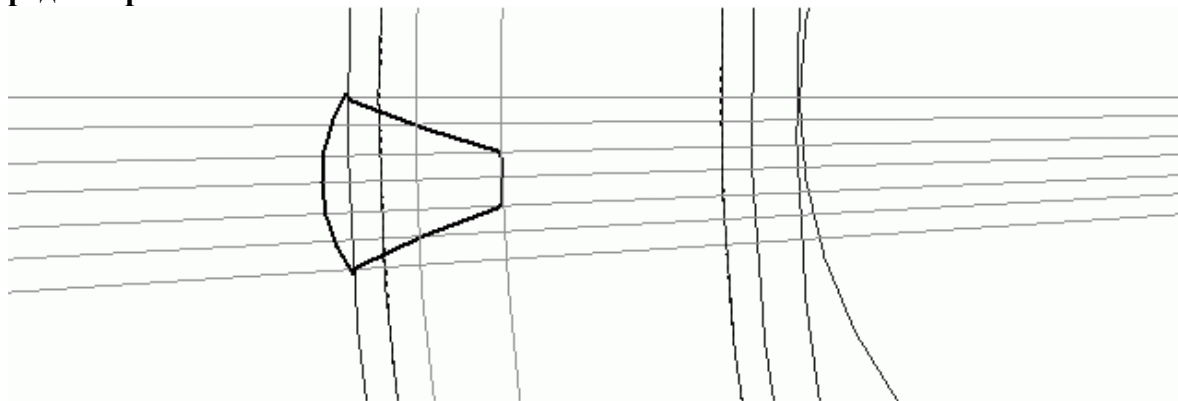


Рис. 3.58. Эскиз профиля выреза между зубьями

4. Теперь самое интересное – формирование спирали-направляющей. Перейдите на панель инструментов Пространственные кривые. В окне модели выделите вспомогательную плоскость (плоскость, в которой лежит эскиз выреза) и нажмите кнопку Спираль цилиндрическая на панели Пространственные кривые. Используя элементы управления на вкладке Построение панели свойств, настройте параметры создаваемой спирали следующим образом:

- способ построения – По числу витков и шагу;
- количество витков – 0,04 (определяется конструктивно во время построения таким образом, чтобы виток спирали был чуть больше ширины колеса);
- шаг витков – 4721,8 мм (как определяется, рассказано ниже);
- направление построения – Обратное направление (обратное относительно нормали к базовой плоскости спирали);
- направление навивки – Правое;
- начальный угол спирали – 182° . Это угол, который задает начало первого витка на опорной плоскости спирали. Он определяется приблизительно при построении (необходимо, чтобы начало витка попало внутрь контура эскиза выреза между зубьями – точное значение не важно);
- начальная точка спирали – совпадает с точкой начала координат опорной плоскости (то есть лежит на оси колеса);
- диаметр витков спирали (задается на вкладке Диаметр панели свойств) – равный делительному диаметру колеса (404 мм).

Нажмите кнопку Создать объект для завершения формирования спирали (рис. 3.59). Полученный объект лишь отдаленно напоминает спираль вследствие большого заданного шага витков и чрезвычайно малого их количества. Однако с математической точки зрения – это именно спираль. Для нас же главное, что эта кривая идеально описывает пространственное положение линии наклона зуба в косозубом колесе.

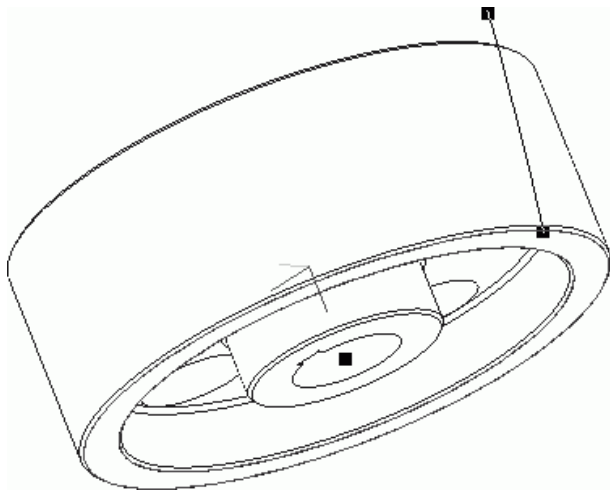


Рис. 3.59. Построение спирали-направляющей для вырезания материала между зубьями (способ отображения модели – Без невидимых линий)

Наверняка все написанное выше вызвало у вас больше вопросов, чем дало ответов относительно того, как сформировать направляющую для построения косых зубьев. Пока еще не понятно, откуда взялась величина шага витков, столь огромная и вместе с тем столь точная, где в параметрах спирали указывается угол ее подъема (зависящий от угла наклона линии зуба) и почему можно утверждать, что данная спираль и есть линия наклона зубьев колеса.

На самом деле все просто. Угол подъема витков спирали (обозначим его $?$) определяется из соотношения $\operatorname{tg} ? = h / l$, где h – высота спирали, l – длина витков. Соответственно, длину и высоту витков можно определить из уравнений: $h = t \cdot n$ и $l = ?$

$\cdot d \cdot n$, где t – шаг спирали, n – количество витков спирали и d – диаметр спирали. Подставляя предыдущие два выражения в уравнение для определения $\operatorname{tg} \varphi$, получим $\operatorname{tg} \varphi = t / (\varphi \cdot d)$. Зная, что угол $\varphi = 90^\circ - \alpha$, не составит особого труда определить из последнего уравнения требуемый шаг спирали: $t = \varphi \cdot d \cdot \operatorname{tg} (90^\circ - \alpha)$. Подставив сюда значение диаметра спирали (404 мм) и угла наклона линии зуба (15°), вы получите величину шага спирали – 4721,8 мм.

Теперь все готово для кинематического вырезания.

1. Нажмите кнопку **Вырезать кинематически** панели инструментов **Редактирование детали**. Щелкните на кнопке **Сечение** на вкладке **Параметры панели свойств**, затем сразу выделите эскиз профиля выреза между зубьями в дереве построения. Эскиз в окне модели и в дереве построения должен подсветиться красным цветом, а в поле справа от кнопки **Сечение** должно отобразиться его наименование (у меня это **Эскиз:3**). Далее щелкните на кнопке **Траектория** и в дереве построения или прямо на модели выделите спираль. На модели сразу сформируется фантом операции вырезания. Проследите, чтобы в группе кнопок **Движение сечения** была нажата кнопка **Сохранять угол наклона**. Подтвердите выполнение операции, нажав кнопку **Создать объект**. Мы получили первый вырез в зубчатом венце колеса (рис. 3.60).

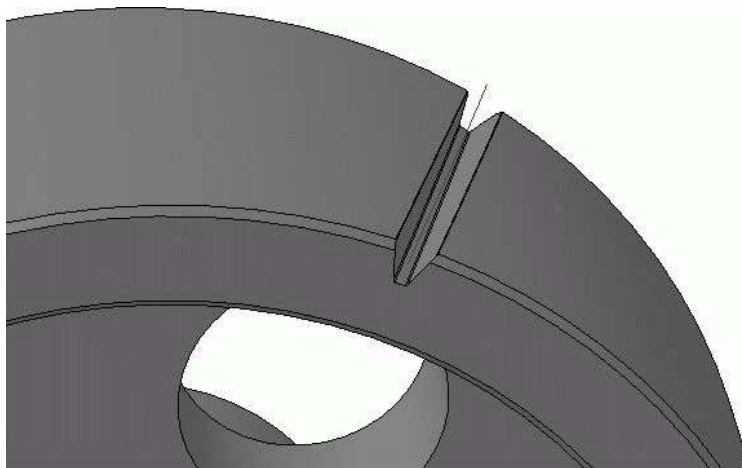


Рис. 3.60. Вырезание зубьев в колесе

2. Дальнейшая доработка модели не вызывает особых трудностей, ведь нам осталось всего лишь размножить построенный вырез. Перейдите на панель **Вспомогательная геометрия** и нажмите кнопку **Ось конической поверхности**. После этого щелкните в модели на внутренней поверхности отверстия под вал. Если на панели специального построения нажата кнопка **Автосоздание**, то вы сразу получите нужную вспомогательную ось. В противном случае придется самостоятельно нажать кнопку **Создать объект**.

3. Вернитесь на панель **Редактирование детали**, где нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке**. В дереве построения детали в качестве объекта для копирования выделите операцию кинематического вырезания. После этого щелкните на кнопке **Ось массива** панели свойств, а в дереве построения выделите строку, соответствующую созданной оси конической поверхности. В окне модели отрисуется предварительный фантом массива (по умолчанию в нем лишь четыре копии). В поле **N 2** на панели свойств введите количество копий по кольцевому направлению, равное количеству зубьев колеса (71), и нажмите кнопку **Создать объект**. Трехмерная модель косозубого зубчатого колеса выполнена (рис. 3.61)! Для лучшего представления модели спрячьте спираль, вспомогательную ось и плоскость, воспользовавшись командой **Скрыть контекстного меню дерева построений**.

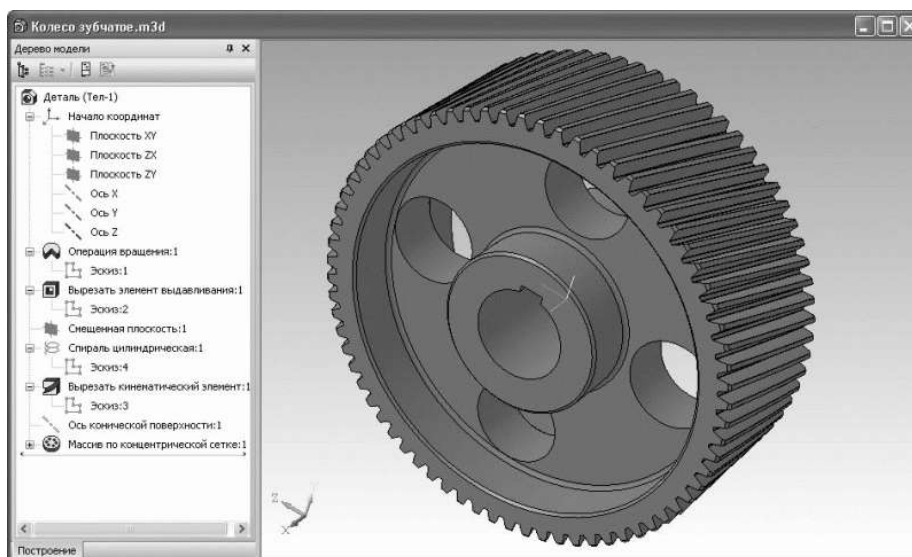


Рис. 3.61. 3D-модель косозубого зубчатого колеса

Если у вас возникли какие-либо трудности на любом этапе построения, не отчаивайтесь. Любую операцию или эскиз в модели можно просмотреть, запустив их редактирование. Кроме того, вы можете шаг за шагом повторить весь процесс построения модели, используя для этого дерево построения. В нижней части дерева всегда располагается горизонтальная черта или планка. Если подвести к ней указатель мыши, то он примет вид двунаправленной вертикальной стрелки. Щелкнув на данной планке, вы можете перетаскивать ее мышью вверх по дереву. При этом все операции, которые окажутся ниже планки, будут отменены для модели, то есть исключены из расчета. Данная функция предоставляет очень хорошую возможность по обучению моделированию в КОМПАС-3D: вы поднимаете планку на самый верх дерева, оставляя включенным в расчет только основание детали, а затем постепенно опускаете ее вниз, обращая внимание на те операции, которые вызвали у вас затруднения. По ходу опускания планки модель будет отстраиваться, полностью повторяя все этапы построения.

Примечание

Существует удобная команда контекстного меню **Указатель** под выделенный объект, позволяющая перемещать планку прямо под выделенный элемент в дереве построения.

Дерево построений позволяет также изменить порядок формообразующих операций. Щелкнув кнопкой мыши на узле, обозначающем ту или иную трехмерную операцию, вы можете переместить ее в любое место дерева. Нажав кнопку **Перестроить** после этого, вы измените строение модели с учетом изменений в дереве. Однако редактирование детали с помощью перетаскивания операций чревато большим количеством ошибок после перестроения. Например, вы можете перетащить операцию **Скругление** выше формообразующей операции, в результате которой появились ребра, использованные затем для скругления. А если возникнет ошибка, то все настройки операции **Скругление** будут утеряны. Даже если после этого вы вернете операцию на место, ошибка не исчезнет, так как были утеряны все связи (границы и ребра, указанные при скруглении).

Ведомый вал

Следующей деталью, которую мы создадим, будет модель ведомого вала редуктора, то есть того вала, на котором будет размещаться смоделированное зубчатое колесо.

Создайте новый документ КОМПАС-Деталь, установите в нем ориентацию Изометрия XYZ и сохраните этот файл под именем **Вал ведомый.m3d**. Откройте

файл сборочного чертежа редуктора – мы воспользуемся частью его изображения для формирования контура эскиза вала.

Любой вал (кроме коленчатых, конечно) – это тело вращения, поэтому очевидно, какую формообразующую операцию мы будем использовать в качестве базовой при моделировании.

1. Выделите в дереве построений плоскость XY и нажмите кнопку Эскиз. Перейдите в окно представления сборочного чертежа и скопируйте половину контура ведомого вала (выделите изображение вала на виде сверху, нажмите сочетание клавиш Ctrl+C и укажите точку привязки – точку начала координат вида). Вернитесь в окно модели и вставьте изображение вала, совместив точку привязки с началом координат эскиза. Поверните вставленное изображение вокруг начала координат на 90° против часовой стрелки. Отредактируйте контур, чтобы в нем не было самопересечений и постройте небольшие скругления (1–1,6 мм) в местах перехода одной ступени в другую. Это делается для того, чтобы позже не применять лишние операции для создания скруглений и фасок на теле модели (рис. 3.62). Не забудьте построить ось вращения, если вы не скопировали ее с чертежа.

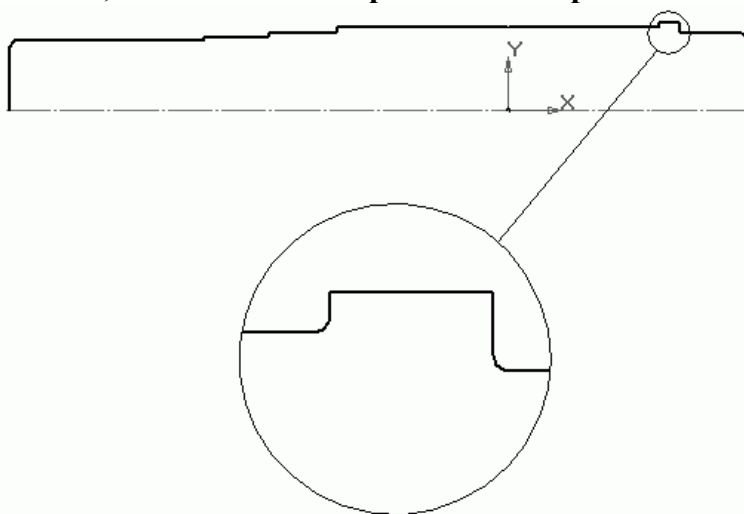


Рис. 3.62. Эскиз вала (скругления показаны увеличенно)

2. Нажмите кнопку Операция вращения на панели Редактирование детали. Поскольку контур эскиза не замкнут, то операция автоматически будет настроена на создание тонкостенного тела. Чтобы этого избежать, на панели свойств обязательно нажмите кнопку Сфероид, после чего перейдите на вкладку Тонкая стенка и в списке Тип построения тонкой стенки выберите пункт Нет. Нажмите кнопку Создать объект для завершения выполнения операции вращения (рис. 3.63).

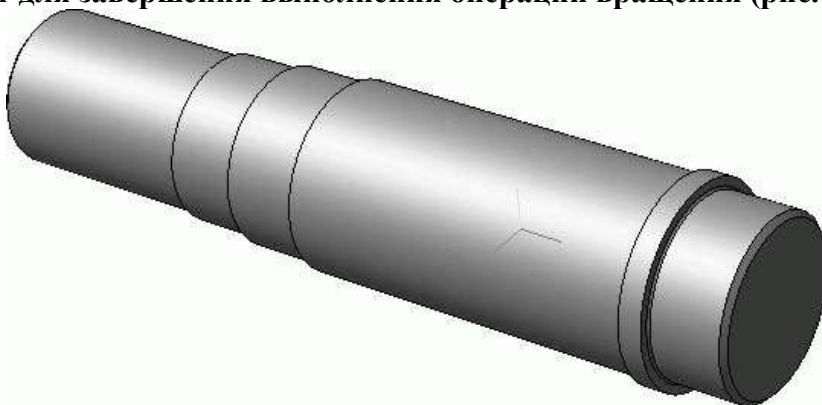


Рис. 3.63. Начало формирования модели вала

3. В свойствах детали выберите другой цвет вала, а также установите следующие значения оптических свойств:

- **Общий цвет – 80 %;**
- **Диффузия – 80 %;**
- **Зеркальность – 70 %;**
- **Блеск – 10 %;**
- **Излучение – 20 %.**

Осталось создать шпоночные пазы на выходном участке вала и ступени вала под колесо. Размеры шпонок приведены в гл. 2 (глубина паза на выходной ступени – 7,5 мм, в ступени под колесо – 9 мм), но мы, как обычно, скопируем их изображения в эскиз со сборочного чертежа редуктора.

1. Активируйте панель инструментов Вспомогательная геометрия и в группе команд построения вспомогательных плоскостей нажмите кнопку Смещенная плоскость. В качестве базовой укажите плоскость ZX, щелкнув на ней в окне модели или дереве построения. Выберите прямое направление смещения создаваемой плоскости и введите значение величины смещения, равное половине диаметра ступени вала под колесо (42,5 мм). Нажмите кнопку Создать объект, после чего завершите выполнение команды.

2. Выделите вспомогательную плоскость и создайте на ней эскиз шпоночного паза. Перейдите на панель Редактирование детали и нажмите кнопку Вырезать выдавливанием. Установите прямое направление выдавливания и задайте величину (глубину) вырезания, равную 9 мм (рис. 3.64). Нажмите кнопку Создать объект для завершения построения шпоночного паза.

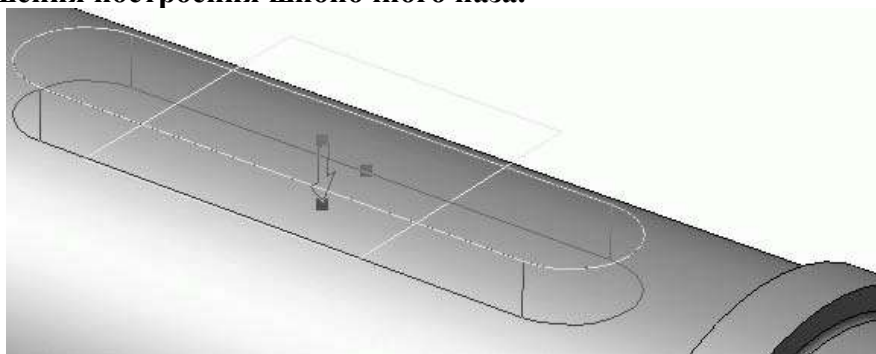


Рис. 3.64. Процесс вырезания шпоночного паза

Примечание

Если у вас вдруг нет под рукой сборочного чертежа редуктора, вы можете вставить контуры шпоночных пазов из библиотеки, как это было описано в гл. 2, или воспользовавшись командой Эскиз из библиотеки контекстного меню для выделенной плоскости или плоской грани. Эта команда позволяет сформировать в эскизе профиль того или иного конструктивного элемента, в частности и профиль сечения призматического шпоночного паза.

3. Повторите все указанные действия для выходного участка вала (вспомогательную плоскость сместите на 35,5 мм в прямом направлении, а паз вырежьте на глубину 7,5 мм). Создайте небольшое скругление (радиус 0,6 мм) на нижних гранях обоих пазов. Отключите видимость вспомогательных плоскостей, чтобы они не портили внешний вид вала.

Вот и все, модель ведомого вала редуктора готова (рис. 3.65). Не забудьте сохранить документ перед продолжением работы.

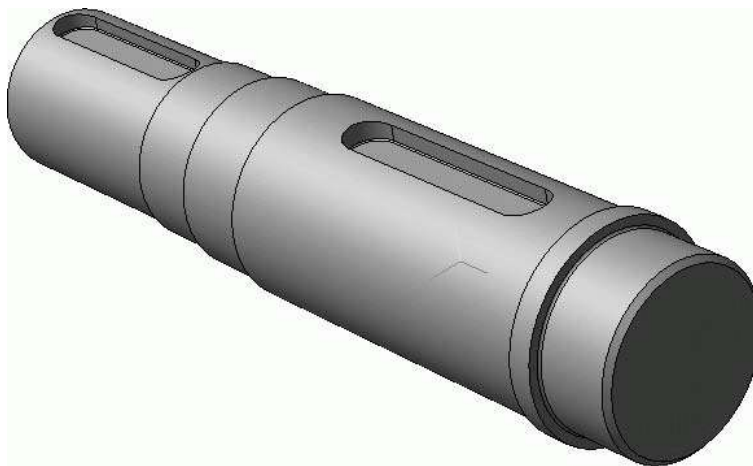


Рис. 3.65. 3D-модель ведомого вала редуктора

Ведущий вал-шестерня

Если вы помните, ведущий вал и зубчатая шестерня в нашем редукторе выполняются вместе. Создание этой детали во многом будет напоминать построение двух предыдущих, однако при моделировании вала-шестерни будет описано несколько неочевидных моментов. Во-первых, это положение эскиза выреза между зубьями (оно должно быть таким, чтобы после вставки шестерни в сборку зацепление получилось само собой), а во-вторых, это размещение самой модели в пространстве документа детали.

Поскольку в редукторе ось шестерни смещена от оси колеса по горизонтали на величину межосевого расстояния, предлагаю строить модель вала-шестерни не в начале координат, а сместив ее по оси Z на расстояние a , что позволит при сборке вставить модель шестерни, привязываясь к точке начала координат, и ничего больше не подгонять. Если при этом будет правильно размещен эскиз выреза между зубьями, то сборка зубчатого зацепления произойдет автоматически и вам не нужно будет накладывать ни одного (!) сопряжения на зубчатую пару. Этот пример очень хорошо продемонстрирует, насколько может упроститься сборка агрегата благодаря разумному построению его отдельных деталей.

1. Нажмите кнопку **Смещенная плоскость** на панели **Вспомогательная геометрия** и постройте вспомогательную плоскость, удаленную относительно плоскости XY (базовой) на расстояние 259 мм в обратном направлении (против направления оси Z). Эта вспомогательная плоскость и будет теперь базовой для модели шестерни.

2. Выделите смещенную плоскость и запустите процесс построения эскиза на ней. Сформируйте контур вала-шестерни подобно тому, как мы формировали контур эскиза ведомого вала в предыдущем примере (рис. 3.66). Не забудьте создать скругления в эскизе в местах перехода одной ступени в другую, а также проследите, чтобы в контуре не было разрывов и самопересечений.

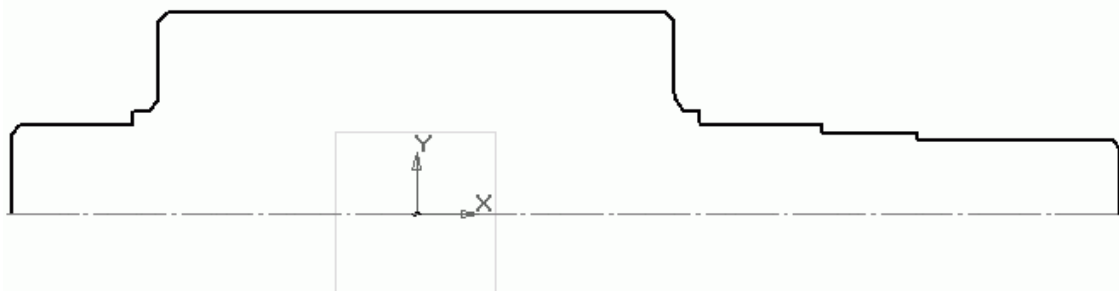


Рис. 3.66. Эскиз контура ведущего вала-шестерни

3. С помощью Операции вращения создайте основание модели вала-шестерни (вал необходимо выполнить сплошным сфероидом без тонкой стенки). На выходной ступени создайте шпоночный паз (эскиз можно скопировать с чертежа редуктора или построить самостоятельно по известным размерам) точно так же, как и для ведомого вала. Сначала создаем вспомогательную плоскость, а затем вырезаем паз выдавливанием на глубину 5,5 мм (рис. 3.67). В свойствах детали настройте оптические свойства вала-шестерни по своему усмотрению.



Рис. 3.67. Начало формирования модели ведомого вала

Далее приступаем к построению зубчатого венца. Порядок его формирования не отличается от создания зубчатого колеса: сначала создаем один вырез, а затем копируем его по концентрической сетке. Сам вырез между зубьями будет сформирован с помощью кинематического вырезания.

1. Выделите правую боковую грань шестерни (правую, если смотреть на вал-шестерню с колеса). Запустите процесс создания эскиза, в котором создайте эскиз выреза между зубьями (рис. 3.68).

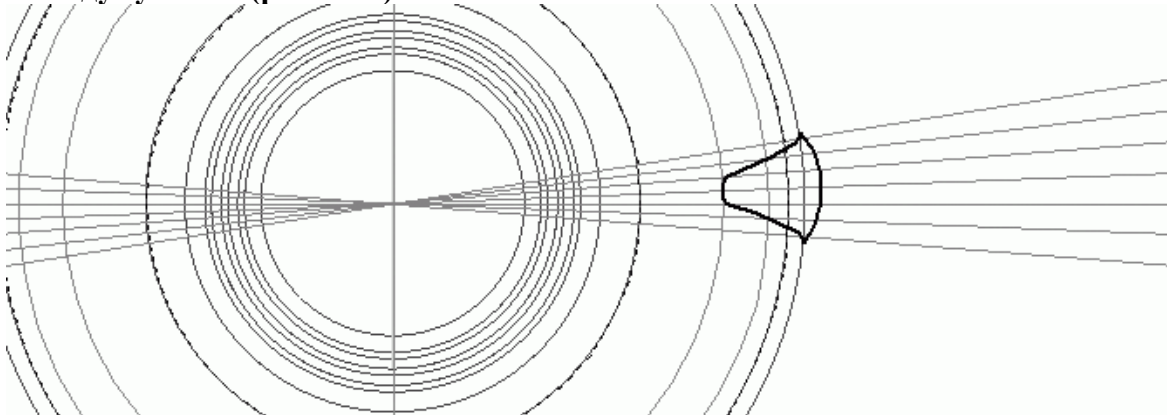


Рис. 3.68. Эскиз выреза между зубьями шестерни

Порядок построения эскиза следующий:

1) создайте вертикальную вспомогательную прямую, смещенную влево от начала координат эскиза на 259 мм;

2) постройте горизонтальную прямую, проходящую через центр начала координат. С помощью команды Вспомогательная прямая панели Геометрия постройте две линии, смещенные между собой на угол $\frac{\pi}{8}$ вниз от горизонтальной прямой и четыре вспомогательных линии с таким же смещением вверх по горизонтали. Все эти линии должны проходить через точку начала координат. Угол π равняется $\frac{360^\circ}{z_{ш}}$ ($z_{ш}$ – количество зубьев шестерни). Для нашей шестерни этот угол равен $2,25^\circ$ ($2^\circ 15'$);

3) создайте три окружности, выполненные стилем линии Вспомогательная, обозначающие делительную окружность, окружность впадин и выступов зубьев;

4) сформируйте изображение эскиза, как показано на рис. 3.68. Вместо эвольвент, как было сказано, постройте дуги по трем точкам. Создайте также небольшие скругления на ножке и головке зубьев. Верхнюю дугу немного выгните вверх, чтобы она прошла выше окружности вершин зубьев – при таком ее размещении вы можете быть уверены в том, что нужный шар материала будет вырезан полностью.

Примечание

Если вы совместите оба эскиза вырезов между зубьями колеса и шестерни в одной плоскости, то увидите, что вырезаемая пара зубьев соприкасается точно в точке зацепления. Зубья не очень точные, зато само зацепление выдержано достаточно четко.

2. Создадим направляющую для кинематического вырезания. Принцип построения повторяет процесс создания направляющей для вырезания первой пары зубьев колеса (команда **Спираль цилиндрическая панели Пространственные кривые**), поэтому далее приведены только параметры спирали:

- способ построения – По числу витков и шагу;
- количество витков – 0,125 (определяется конструктивно);
- шаг витков – 1332,4 мм (рассчитывается по формуле, выведенной ранее для угла наклона линии зубьев 15° и диаметра витков 114 мм);
- направление построения – обратное;
- направление навивки – левое;
- начальный угол спирали – 0° (по умолчанию витки должны начинаться непосредственно с эскиза, если вы разместили его, как показано на рис. 3.68);
- точка привязки – координаты в опорной плоскости спирали $(-259;0)$;
- диаметр спирали – 114 мм.

Для подтверждения построения спирали нажмите кнопку **Создать объект**.

3. Все готово для кинематического вырезания. Нажмите кнопку **Вырезать кинематически** на панели инструментов **Редактирование детали** и укажите в качестве исходных объектов для операции эскиз профиля выреза и спираль-направляющую. Полученный вырез показан на рис. 3.69.

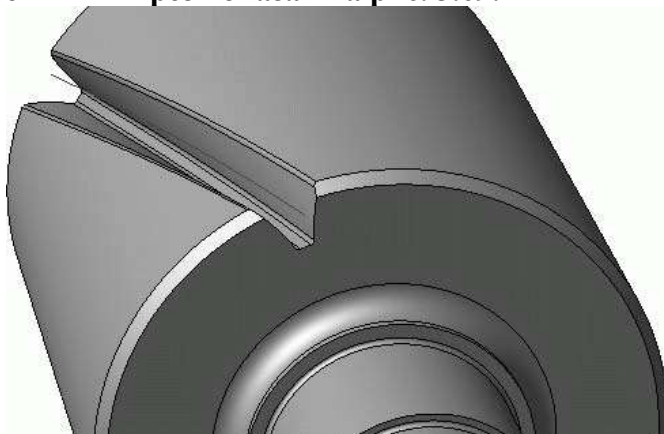


Рис. 3.69. Вырезание зубьев на шестерне

4. И наконец, размножим вырезы и сформируем зубчатый венец. С помощью команды **Ось конической поверхности** создайте конструктивную ось шестерни. Для этого после вызова команды укажите любую цилиндрическую поверхность вала-шестерни.

5. Нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке** на панели **Редактирование детали**. В качестве оси для копирования укажите только что созданную конструктивную ось, а объектом копирования будет служить операция кинематического вырезания. Задайте количество копий по кругу равное 20 (количество зубьев шестерни) и нажмите кнопку **Создать объект**. Используйте команду **Скрыть контекст**

ного меню, чтобы убрать из модели вспомогательные элементы: две конструктивные плоскости, спираль и ось массива. 3D-модель вала-шестерни готова (рис. 3.70).



Рис. 3.70. 3D-модель ведущего вала-шестерни

Корпус редуктора

Корпусные детали механизмов (у нас это корпус и крышка редуктора) весьма сложны для моделирования из-за наличия различных конструктивных элементов: опорных лап, фланцев, бобышек, отверстий под крепежные болты и т. п. Более того, любая такая деталь (неважно, это корпус редуктора или самолета) кроме технологических должна отвечать определенным эстетическим требованиям, что еще более усложняет проектирование и моделирование изделия.

Известно, что чем сложнее деталь, тем больше способов для ее создания можно придумать. Очевидно, что способ для построения корпуса редуктора, предложенный в этой книге, далеко не единственный и, возможно, не самый лучший. Однако я считаю его самым простым и наиболее подходящим для обучения разработке действительно сложных моделей. Можете быть уверены: если вы самостоятельно и, главное, досконально разберетесь в приведенном примере, вы сможете создать любые другие детали.

Начнем, как обычно, с создания документа КОМПАС-Деталь, установки ориентации Изометрия XYZ и сохранения пока еще пустого документа в файл под именем Корпус.m3d.

Очень важно для столь больших и сложных моделей правильно выбрать часть детали, которая будет служить основанием в модели. Предлагаю в качестве основания принять фланец корпуса, потому что именно его длина и ширина определяют габариты корпуса, что позволит нам при дальнейшей разработке модели так или иначе от него отталкиваться.

1. Выделите плоскость ZX и запустите процесс создания эскиза на ней. Размеры фланцев корпуса мы проработали при выполнении чертежа редуктора. Можете построить их снова в эскизе (в гл. 2 это было детально описано), а можете скопировать изображение из чертежа (вида сверху). Если вы решили копировать изображение, привязываться нужно к точке начала координат вида (пересечение осей), поскольку мы будем строить корпус, как и другие детали, таким образом, чтобы сразу вставить его в сборку и не спрягать.

2. Перед продолжением работы эскиз нужно немного подправить. Во-первых, следует убрать изображение опорных поверхностей бобышек и мест крепления крышек подшипников – они будут формироваться позже. Во-вторых, следует оставить на фланце все изображения отверстий (отверстий именно во фланцах, а не в бо-

бышках). В-третьих, весь эскиз необходимо повернуть на 90° против часовой стрелки. Полученный эскиз должен выглядеть как на рис. 3.71.

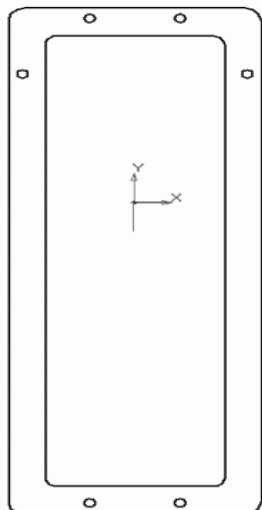


Рис. 3.71. Эскиз для формирования фланца корпуса

3. После завершения редактирования эскиза создайте фланец, выдавив эскиз с помощью команды **Операция выдавливания в сторону, противоположную нормали**, на расстояние 13 мм (толщина фланца корпуса). Лучше в поле **Расстояние 2** на панели свойств ввести значение 13,01, а не ровно 13. Это связано с тем, что в дальнейшем мы будем «приклеивать» к фланцу стенки и другие элементы корпуса, и будет лучше, если они будут немного пересекаться (при «приклеивании» встык позже могут возникнуть ошибки расчета геометрии модели, не зависящие от пользователя).

4. Перейдем к созданию стенок корпуса. Начнем с передней стенки. Выделите нижнюю плоскую грань фланцев и вызовите команду **Эскиз**. Привязываясь к уже существующей геометрии 3D-модели, постройте эскиз, показанный на рис. 3.72. Расстояние между параллельными линиями контура равно толщине стенки корпуса, то есть 8 мм. Закончите построение эскиза, отжав кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**.

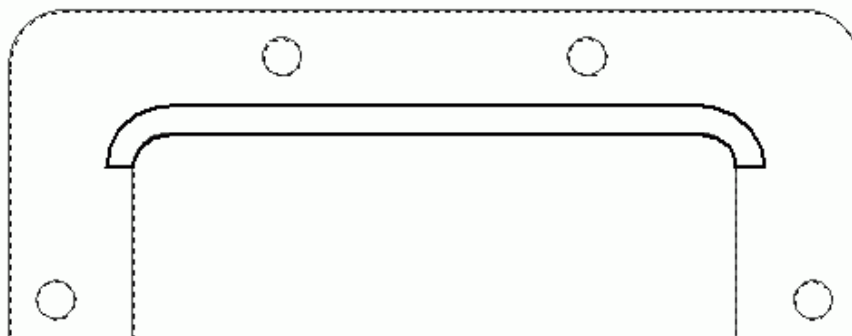


Рис. 3.72. Эскиз профиля передней стенки редуктора

5. Теперь начните создание эскиза в плоскости *ZY*. Нарисуйте в нем кривую, очерчивающую изгиб передней стенки редуктора (рис. 3.73). Ее также можно скопировать с главного вида чертежа редуктора (так будет даже точнее). При создании этого эскиза необходимо учесть, что система, устанавливая ориентацию по нормали к плоскости эскиза, разворачивает модель вверх дном. Это значит, что изображения всех эскизов, размещенных в плоскости *ZY* или параллельных ей плоскостях (которые отвечают изображениям главного вида), придется рисовать симметрично относительно горизонтальной оси. Проще говоря, «вверх ногами».

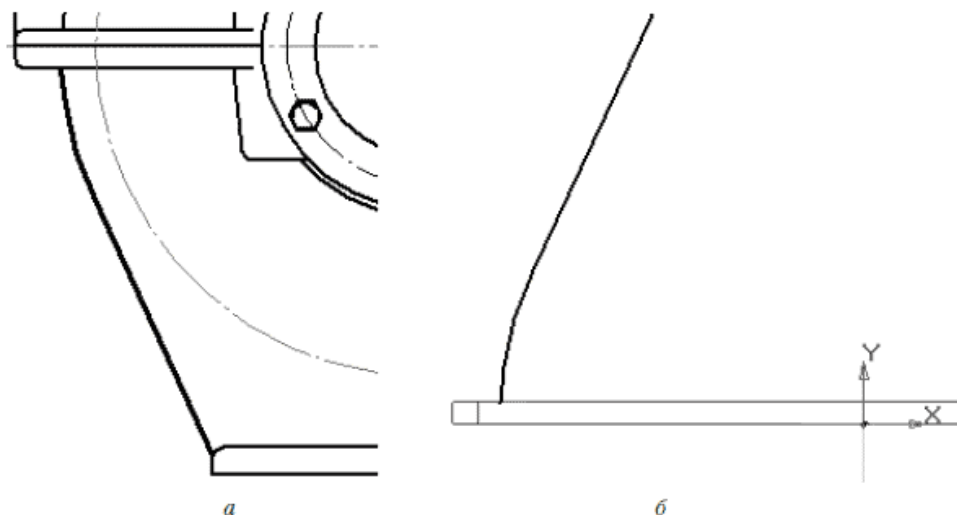


Рис. 3.73. Изгиб передней стенки редуктора: кривая на чертеже (а) и ее размещение в эскизе (б)

Внимание! Начало траектории должно лежать точно в плоскости эскиза кинематической операции. Из этого следует, что если вы выдавили фланец на 13, 01 мм, то и ордината начала траектории во втором эскизе должна равняться 13, 01 мм. Не больше и не меньше (потому что эскиз лежит в нижней горизонтальной грани фланца). Иначе вы просто не сможете выполнить кинематическую операцию.

6. Создав эти два эскиза, нажмите кнопку **Кинематическая операция** панели **Редактирование детали** и постройте переднюю стенку редуктора. В качестве базового эскиза укажите профиль стенки, а в качестве траектории – только что созданную кривую-контур корпуса. В группе кнопок **Движение сечения** нажмите кнопку **Параллельно самому себе**. Создайте кинематическую операцию. В результате к фланцу редуктора будет «приклеена» его передняя стенка (рис. 3.74).

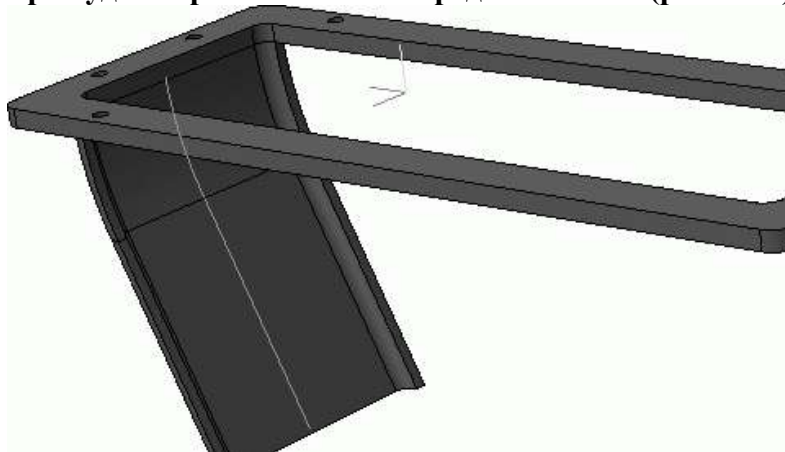


Рис. 3.74. Добавление передней стенки корпуса редуктора

7. Аналогично создайте и заднюю стенку корпуса редуктора. Эскиз кинематической операции будет иметь ту же форму, что и на рис. 3.72, только разместится на левой стороне фланца (в режиме редактирования эскиза – в нижней части эскиза). Направляющую можно скопировать с главного вида чертежа. Полученная стенка показана на рис. 3.75. Направляющие обеих операций кинематического «приклеивания» больше не будут использоваться, поэтому их можно спрятать.

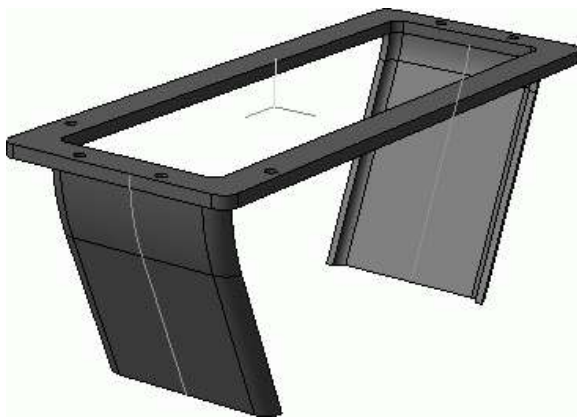


Рис. 3.75. Добавление задней стенки корпуса редуктора

8. Теперь можно перейти к построению боковой стенки. Ее можно выполнить обычным выдавливанием на величину толщины стенок, просто заполнив материалом детали промежуток между задней и передней стенками корпуса. Эскиз операции выдавливания должен повторять контуры краев уже построенных стенок и фланца корпуса (рис. 3.76). Опорная плоскость эскиза – внутренняя торцевая грань фланца (вдоль его длинной стороны). Полагаю, вам будет несложно его построить.

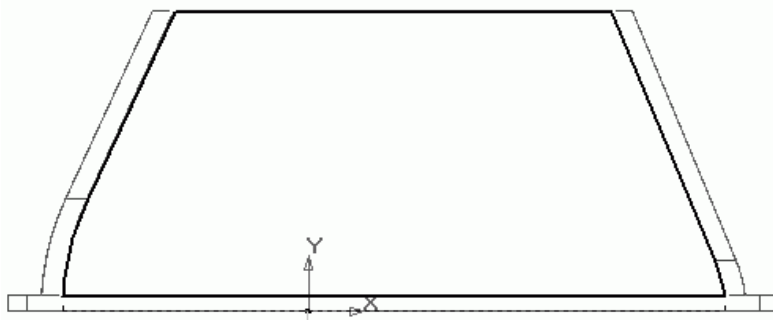


Рис. 3.76. Эскиз для выдавливания боковой стенки корпуса редуктора

9. Завершив построение эскиза, выполните операцию выдавливания, установив обратное направление действия операции, а величину выдавливания равной 8 мм (рис. 3.77).



Рис. 3.77. Добавление боковой стенки корпуса редуктора

Вторую боковую стенку пока не создавайте, мы к ней приступим чуть позже.

10. Следующим шагом в построении модели корпуса будет создание мест крепления крышек подшипников. Вернитесь к чертежу редуктора и определите расстояние от внешней поверхности боковой стенки редуктора до опорной поверхности, на которую ложится торец крышки подшипника. Это расстояние составляет 40 мм.

Создайте плоскость, смещенную наружу из корпуса редуктора, удаленную на указанное расстояние от внешней поверхности корпуса (напомню, для этого следует воспользоваться командой Смещенная плоскость).

Эту плоскость желательно сразу сделать невидимой. Создайте на этой плоскости эскиз, состоящий из полуокружности радиусом 100 мм (радиус крышки подшипника ведомого вала) с центром в точке начала координат и отрезка, соединяющего концы построенной дуги (рис. 3.78). Завершите создание эскиза.

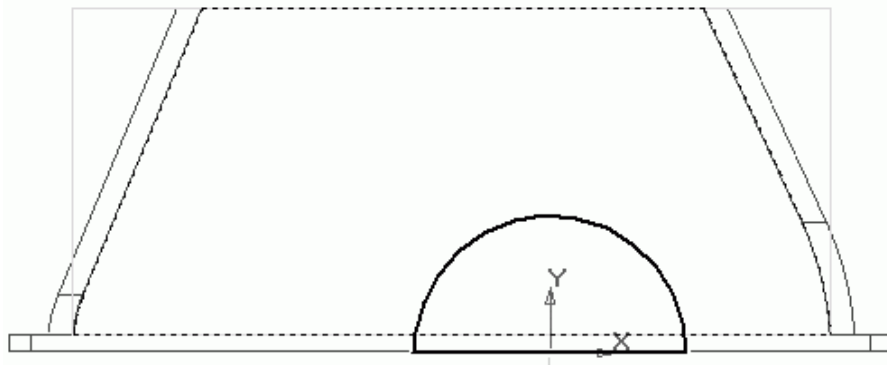


Рис. 3.78. Эскиз для формирования мест крепления крышек подшипника

11. Теперь создайте точно такой же эскиз на внешней грани боковой стенки корпуса (на той грани, относительно которой и была смещена на 40 мм вспомогательная плоскость). Только радиус полуокружности сделайте немного больше, например 106 мм, чтобы место крепления крышки было сформировано с небольшим уклоном. Обязательно соедините концы построенной дуги отрезком.

12. Нажмите кнопку Операция по сечениям на панели Редактирование детали. В качестве исходных объектов для данной команды укажите два только что созданных эскиза. В модели сформируется место под крышку подшипника ведомого вала (рис. 3.79) с небольшим уклоном, поскольку радиус полуокружности второго эскиза мы принимали немного большим.

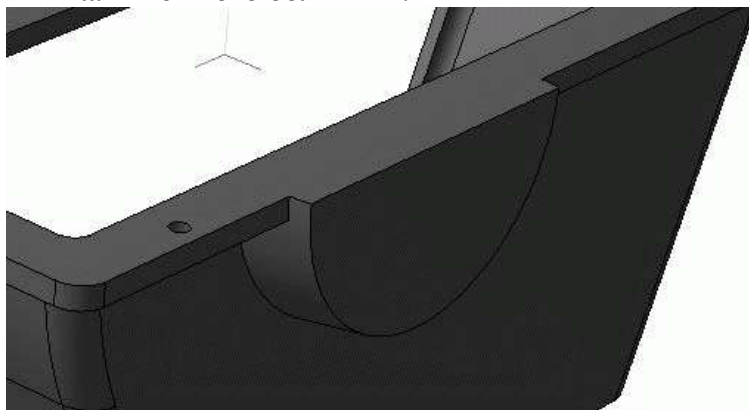


Рис. 3.79. Место крепления крышки подшипника

13. Аналогично постройте место крепления крышки подшипника ведущего вала. При этом используйте уже созданную смещенную плоскость и внешнюю грань стенки корпуса. Радиусы полуокружностей составляют 88 и 94 мм соответственно (размеры под крышку подшипника быстроходного вала). Кроме того, центры окружностей смещены в эскизах влево на величину межосевого расстояния передачи (259 мм). Материал, как и для тихоходного вала, добавьте с помощью операции по сечениям.

14. Как видите, на корпусе вокруг мест крепления крышек не хватает бобышек под болты, стягивающих корпус и крышку редуктора. Создадим их. Выделите плоскость ZX и постройте в ней эскиз первого сечения бобышки (рис. 3.80). Коорди-

наты центра полуокружности посмотрите на чертеже. Они должны совпадать с координатами центра отверстия под болт в бобышке, а радиус полуокружности задайте равным 25,5 мм.

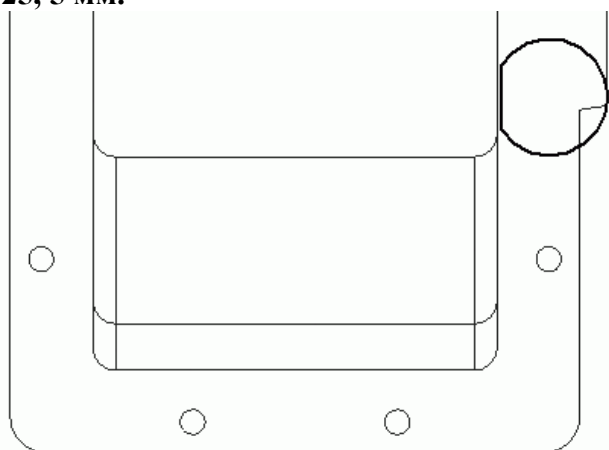


Рис. 3.80. Эскиз первого сечения бобышки

15. Наверное, вы уже поняли, что бобышки мы также будем создавать с помощью операции по сечениям. Из этого следует, что нам необходимо выполнить хотя бы еще одно сечение. Постройте вспомогательную плоскость, параллельную плоскости ZX и смещенную вниз от нее на величину 70 мм (высота бобышек, определенная с чертежа). Создайте на этой плоскости эскиз, в котором разместите окружность радиусом 16 мм. Центр окружности должен иметь те же координаты, что и центр дуги в эскизе первого сечения.

16. По двум построенным эскизам создайте операцию по сечениям, в результате получится первая бобышка со стороны ведомого вала. Чтобы создать вторую такую же бобышку (рис. 3.81), зеркально отобразите ее относительно плоскости XY . Для этого используйте команду Зеркальный массив панели Редактирование детали, после вызова которой сначала выделите в дереве построения плоскость симметрии, а затем объект для копирования – операцию по сечениям, сформировавшую первую бобышку. Для создания зеркальной копии нажмите кнопку Создать объект.

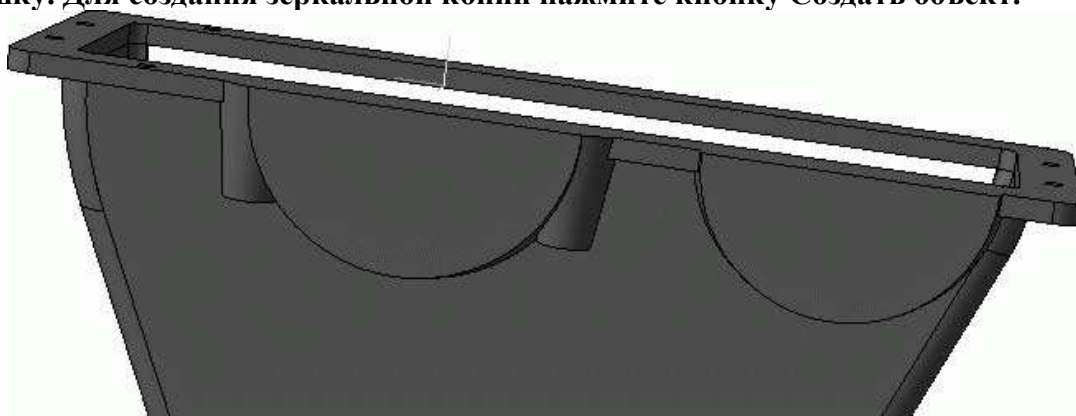


Рис. 3.81. Бобышки

17. По такому же принципу строятся бобышки на местах крепления крышек ведущего вала. Однако перед тем, как выполнить зеркальное отображение, необходимо будет создать вспомогательную плоскость, параллельную плоскости XY и смещенную от нее в обратном направлении на величину межосевого расстояния. Именно эту плоскость следует указать при следующем выполнении команды Зеркальный массив для создания копии бобышки справа от тихоходного вала.

18. Создадим отверстия под крепежные болты в местах крепления крышек подшипников. Выделите боковую плоскую грань, на которую будут устанавливаться

крышки, и вызовите команду **Отверстие** на панели инструментов **Редактирование детали**. На панели **Выбор отверстия** укажите отверстие под именем **Отверстие 04** и задайте для него следующие значения параметров: диаметр зенковки $D - 13$ мм, диаметр отверстия $d - 12$ мм (диаметр фиксирующих крышку винтов) и глубина отверстия $H - 30$ мм. Введите координаты точки привязки центра отверстия на опорной плоскости: абсцисса -0 , ордината -85 (значение ординаты положительное, поскольку ось Y в эскизах на плоскостях, параллельных плоскости ZY , направлена вниз).

19. Выполните еще пять таких же отверстий на той же плоскости со следующими координатами: на ведомом валу $-(-73, 61; 42,5)$ и $(73, 61; 42,5)$, на ведущем валу $-(-259; 75), (-194, 05; 37, 5)$ и $(-323, 95; 37, 5)$. Координаты размещения отверстий можете рассчитать вручную, исходя из того, что радиусы размещения болтов на крышках ведомого вала -85 мм, ведущего -75 , а болты смещены между собой на 60° . Однако значительно проще измерять эти координаты по центрам изображений шапочек фиксирующих винтов на главном виде чертежа редуктора. Отверстия под винты показаны на рис. 3.82.

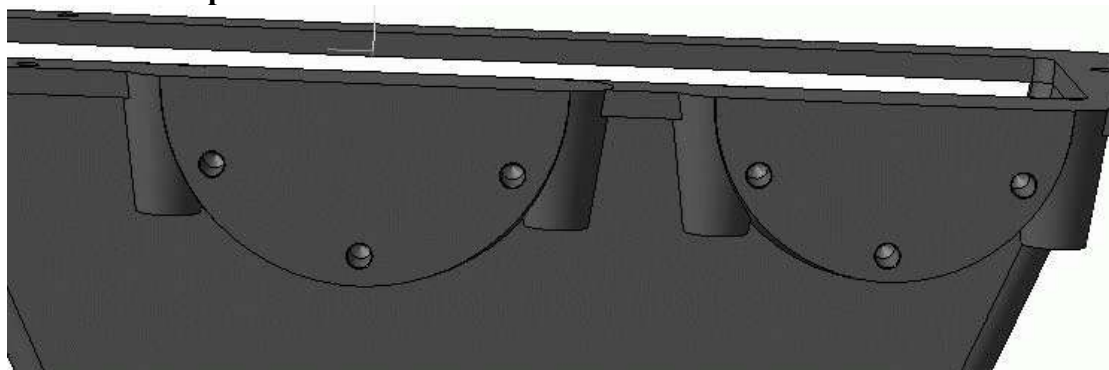


Рис. 3.82. Отверстия под фиксирующие винты в местах крепления крышек подшипников

20. Добавим днище модели корпуса. Эскиз для этого элемента копировать не откуда, поэтому придется использовать смекалку и пространственное мышление и выполнить его самостоятельно. Оптимальной плоскостью для размещения эскиза является XY . Начните создания эскиза и добавьте в него следующие вспомогательные прямые:

- четыре горизонтальных прямых. Первая из них должна быть смещена вниз от оси X на 262 мм (самая нижняя точка редуктора), две следующие обозначают толщину днища (они выше первой прямой соответственно на 4 и 12 мм), и последняя прямая обозначает толщину опорного фланца корпуса, равную 17 мм (то есть абсцисса этой прямой составляет -245 мм);
- три вертикальных прямых. Первая будет проходить через точку начала координат, а две другие должны быть смещены от нее на $77, 5$ и $144, 75$ мм вправо. Последние две вертикальные линии обозначают границы опорных лап корпуса.

21. Отталкиваясь от точек пересечения вспомогательных линий и используя команду **Непрерывный ввод объектов** панели **Геометрия**, постройте контур поперечного сечения днища (рис. 3.83).

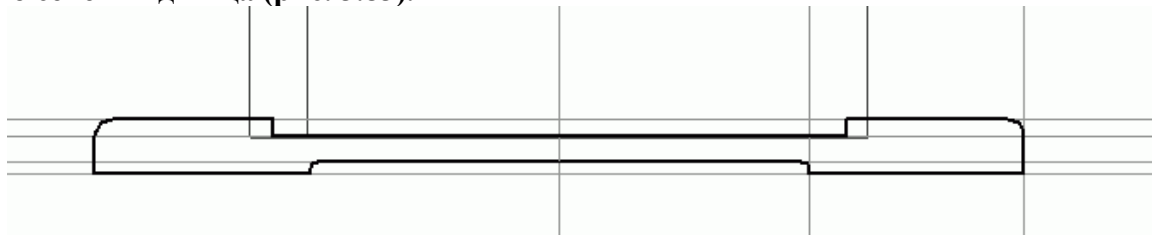


Рис. 3.83. Эскиз сечения днища корпуса
Совет

Можно сначала выполнить лишь половину эскиза, а затем симметрично отобразить ее относительно вертикальной осевой.

22. Закончив построение эскиза, вызовите команду **Операция выдавливания**. Выберите направление выдавливания – Два направления, задайте величину выдавливания в прямом и противоположном направлениях по 129 и 273 мм соответственно (эти значения устанавливаются на главном виде чертежа). Выполните операцию.

23. Нам необходимо создать два ребра жесткости в модели: по одному под каждой крышкой подшипника. Начнем с ребра жесткости на месте крепления крышки ведомого вала. Выделите в дереве модели ортогональную плоскость XU и постройте в ней эскиз ребра (рис. 3.84). Размеры не имеют большого значения, главное, чтобы концы контура, который в данном случае состоит всего из одного отрезка, находились в теле детали.

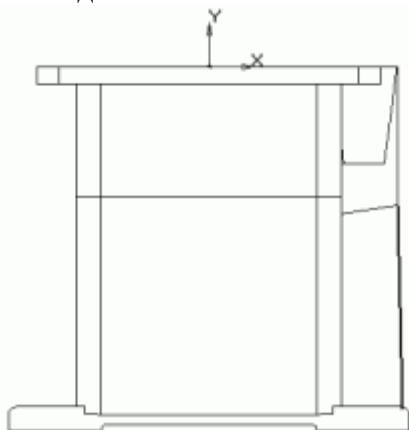


Рис. 3.84. Эскиз ребра жесткости

24. Выйдите из режима редактирования эскиза и нажмите кнопку **Ребро жесткости** на панели **Редактирование детали**. Настройте параметры операции следующим образом:

- положение ребра – в плоскости эскиза;
- направление построения – обратное;
- угол наклона – 3° ;
- способ построения тонкой стенки (настраивается на вкладке **Толщина**) –

Средняя плоскость;

- толщина ребра (задается на вкладке **Толщина**) – 4 мм.

После этого нажимайте кнопку **Следующий сегмент** (она размещена на вкладке **Параметры**) до тех пор, пока стрелка, отображающая направление построения уклона на фантоме операции, не будет указывать в сторону боковой стенки редуктора. После этого можете завершить настройку параметров операции и создать ребро жесткости (рис. 3.85).

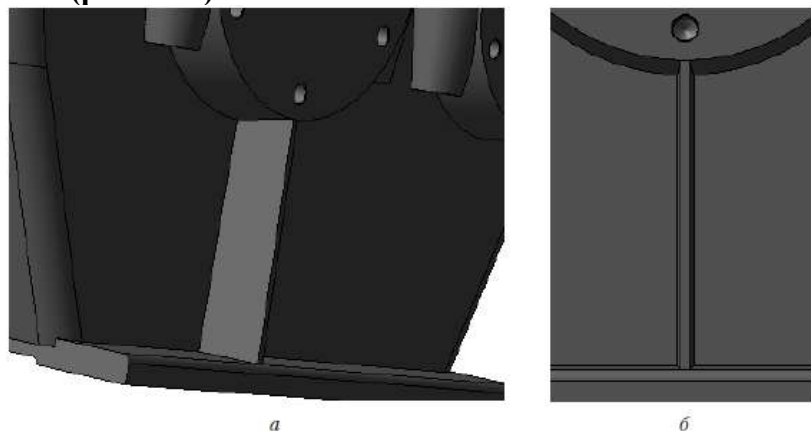


Рис. 3.85. Ребро жесткости: общий вид (а) и уклон в сторону корпуса (б)

25. Аналогично выполните второе ребро, размещаемое под местом крепления крышки быстроходного вала. В качестве базовой плоскости для его эскиза выберите плоскость, относительно которой выполнялось зеркальное копирование правой бобышки на быстроходном валу (напомню, эта плоскость параллельна плоскости XU и находится на расстоянии 259 мм от нее). Параметрам формообразующей операции Ребро жесткости задайте такие же настройки, как и при построении первого ребра.

26. Вас, несомненно, интересует, как долго в модели будет оставаться огромная дыра на месте второй боковой стенки и не пора ли выполнять все описанные выше действия (создание отверстий, бобышек, ребер и т.п.) с другой стороны корпуса редуктора. Поспешу вас обрадовать: ничего подобного делать не придется! Все указанные элементы можно просто зеркально отразить.

Нажмите кнопку Зеркальный массив на панели Редактирование детали. Укажите в качестве плоскости симметрии плоскость ZY , а в качестве объектов копирования следующие элементы детали (их лучше выделять в дереве построения):

- операция выдавливания боковой стенки;
- операции добавления материала по сечениям, формирующие места крепления крышек и бобышки на корпусе;
- все отверстия под фиксирующие винты;
- ребра жесткости.

Нажмите кнопку Создать объект, чтобы получить зеркальную копию выбранных элементов (рис. 3.86).

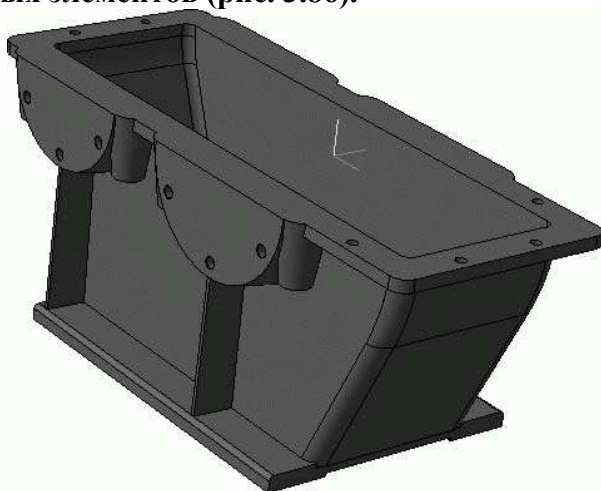


Рис. 3.86. Применение зеркального копирования при моделировании детали корпуса

27. Добавим в модели отверстия под болты в бобышках и отверстия в самом корпусе под подшипники обоих валов.

Для эскиза отверстий в бобышках выберите верхнюю плоскую грань фланцев, совпадающую с ортогональной плоскостью ZX . Само изображение эскиза скопируйте с вида сверху чертежа редуктора (при копировании в качестве базовой точки следует выбрать точку начала координат вида, а после вставки изображение повернуть на 90° против часовой стрелки). Для формирования отверстий в бобышках воспользуйтесь инструментом Вырезать выдавливанием панели Редактирование детали. Следует выбрать прямое направление вырезания (то есть в направлении нормали к плоскости эскиза), а величину выдавливания задать равной 70 мм (высота бобышек).

Эскиз отверстий под подшипники будет содержать две окружности с диаметрами, равными диаметрам внешнего кольца подшипников ведущего и ведомого валов (соответственно 120 и 140 мм). Центр первой окружности (для ведомого вала) совпадает с точкой начала координат эскиза. Центр второй (меньшей) окружности

смещен на 259 мм вправо по оси X (рис. 3.87). Сам эскиз должен быть размещен на плоскости ZY .

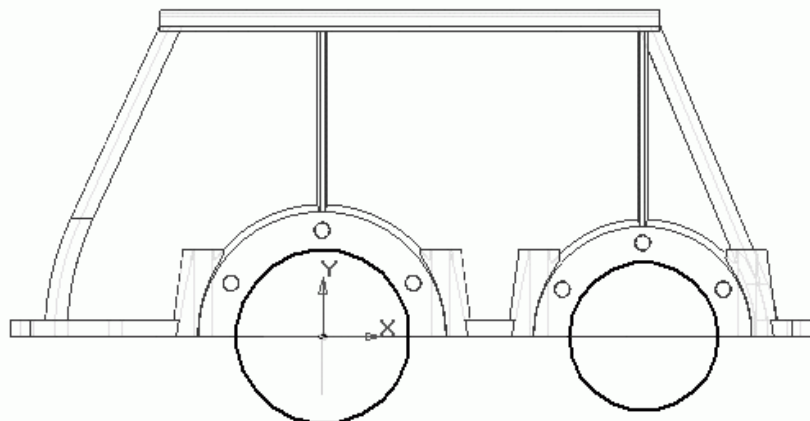


Рис. 3.87. Эскиз отверстий под подшипники в корпусе

28. Создайте отверстия с помощью вырезания выдавливанием. Направление вырезания – Два направления, способ выдавливания по каждому из направлений – До ближайшей поверхности. При выборе такого способа выдавливания нет необходимости указывать точное значение величины выдавливания – система определит его автоматически. Подтвердив выполнение операции вырезания, вы получите практически готовую модель корпуса редуктора (рис. 3.88).

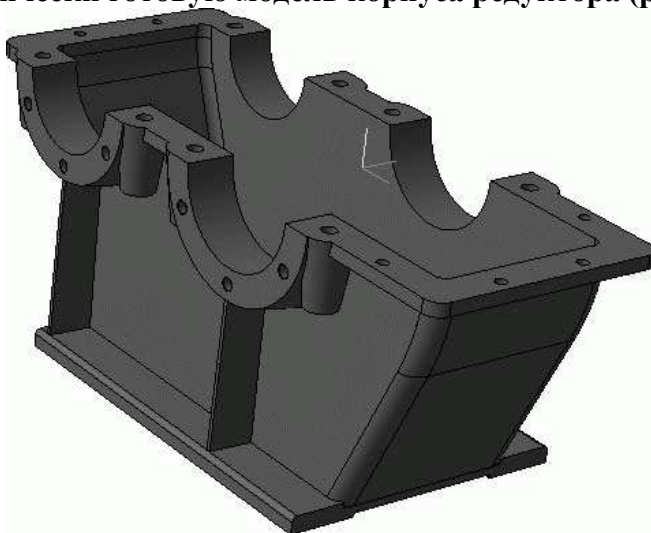


Рис. 3.88. Вырезание отверстий под болты в бобышках и под подшипники в корпусе

29. Для большей реалистичности модели добавьте скругления внутри и снаружи корпуса, на кромках, фланцах и пр. (рис. 3.89). Радиусы скруглений определяйте конструктивно. Постарайтесь за один вызов команды Скругление выполнять как можно скруглений ребер с одним радиусом.



Рис. 3.89. Скругления в модели

Иногда при попытке скругления нескольких ребер сразу система выдает сообщение **Невозможно выполнить операцию скругления**. Это означает, что программе не удастся корректно рассчитать скругление определенного радиуса на каком-либо из выделенных ребер. В таком случае придется методом последовательного исключения перебирать все ребра или изменять их радиус, пока скругление не выполнится.

Совет: При выполнении операции **Скругление** вам в основном придется работать только с ребрами в окне модели. Чтобы другие объекты при этом не мешали, настройте фильтр выделения таким образом, чтобы система «видела» только ребра. Для этого активируйте панель **Фильтры** компактной панели и нажмите кнопку **Фильтровать ребра**. После выполнения скруглений снимите действие фильтра, щелкнув на кнопке **Фильтровать все**.

Модель практически готова, за исключением одного маленького, но непростого элемента: в передней стенке редуктора необходимо сформировать нишу, куда будет вставлен маслоуказательный жезл.

1. Запустите процесс построения эскиза на плоскости ZY . Перенесите в него с чертежа контур выступа на корпусе, в который вставлен маслоуказательный жезл. Обратите внимание: простым вращением мы не сможем получить трехмерный элемент требуемой формы, поэтому пока скопировать необходимо только образующую конуса-ниши, а отрезок, обозначающий опорную поверхность ниши, не трогать. Не забудьте, что после копирования изображения в эскиз его нужно будет симметрично отобразить относительно оси X .

2. Постройте отрезок **стиля** **Осевая**, совпадающий с обводом корпуса (то есть с проекцией линии внешней поверхности передней стенки на плоскость эскиза). Создайте перпендикулярную вспомогательную прямую к этому отрезку (команда **Перпендикулярная прямая** панели **Геометрия**), проходящую через точку пересечения проекции опорной плоскости ниши для жезла и контура обвода корпуса. Создайте еще одну вспомогательную прямую так, чтобы она совпадала с первым (скопированным с чертежа) отрезком. Удлините этот отрезок вдоль построенной прямой до

точки пересечения вспомогательных линий. Создайте еще один отрезок от точки пересечения прямых по нормали к осевой линии. Полученный эскиз показан на рис. 3.90.

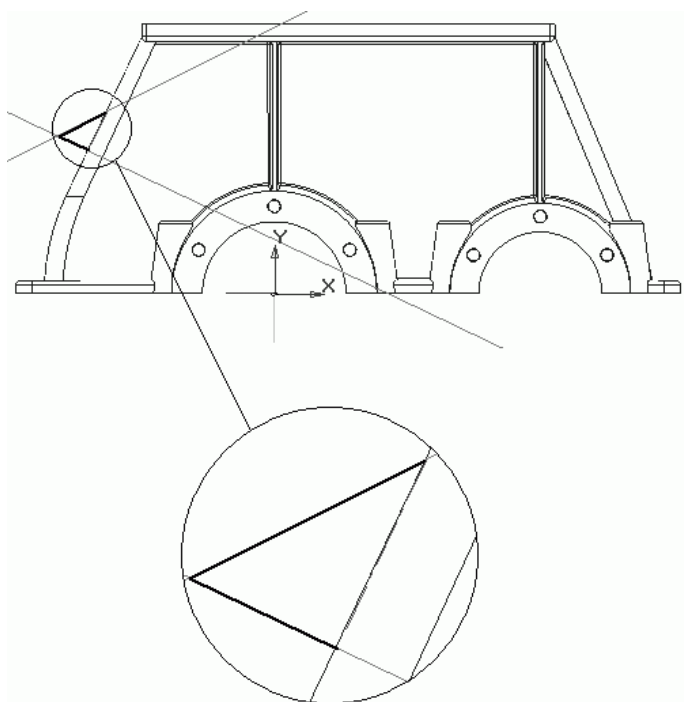


Рис. 3.90. Контур ниши под маслоуказательный жезл

3. Выполните команду **Операция вращения панели Редактирование детали** для только что сформированного эскиза. Настройте ее на создание сфероида, после чего на вкладке **Тонкая стенка** запретите выполнение тонкой стенки. Из раскрывающегося списка **Направление** выберите пункт **Средняя плоскость**, а в поле **Угол 1** введите значение 180 (в результате эскиз будет повернут на 90° в каждую сторону от плоскости эскиза). Завершите выполнение операции (рис. 3.91).



Рис 3.91. Начало формирования ниши в корпусе под маслоуказательный жезл

4. Создайте еще один эскиз в этой же плоскости. В нем разместите один отрезок, который обозначит опорную поверхность ниши. Скопируйте его из чертежа, но обязательно проследите, чтобы его первая точка не располагалась на передней стенке редуктора, а лишь максимально приближалась к ней. Вторая точка отрезка должна немного выступать за контур-образующую ниши (рис. 3.92).

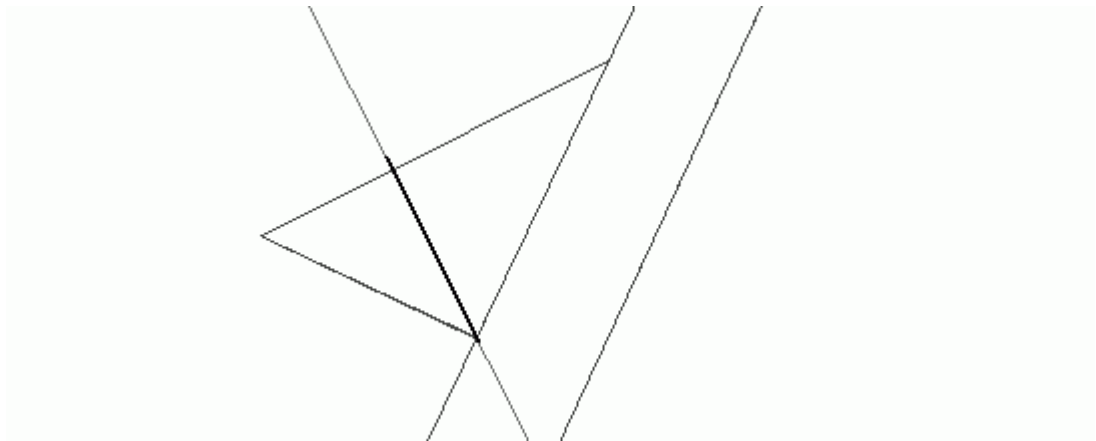


Рис. 3.92. Эскиз для формирования опорной поверхности под жезл

4. Основываясь на последнем эскизе, выполните команду Сечение по эскизу панели Редактирование детали. Проследите, чтобы на панели свойств было выбрано прямое направление отсечения.

5. Создайте еще один эскиз на плоской грани, образованной сечением по эскизу. В нем прямо под ручкой постройте окружность с диаметром, равным диаметру ступени жезла (рис. 3.93). С помощью измерений на чертеже определяем этот диаметр (он составляет 16 мм). Для данного эскиза проделайте операцию вырезания выдавливанием на расстояние 12 мм в прямом направлении (глубину вырезания также получаем с чертежа).

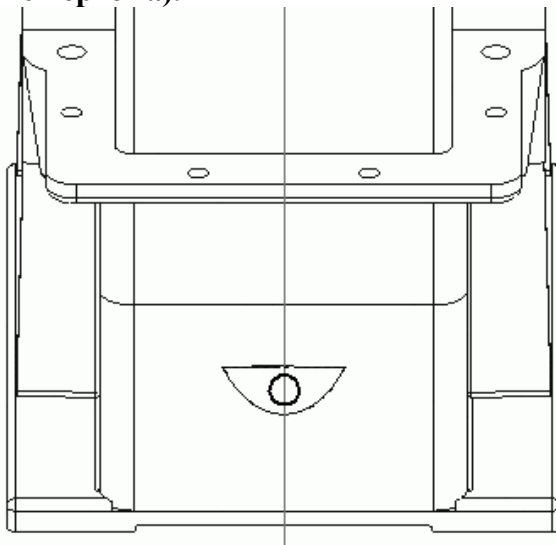


Рис. 3.93. Эскиз первого отверстия в нише

6. Аналогично выполните еще одно вырезание, уже собственно отверстия в корпусе под жезл. Разместите окружность диаметром 9 мм на той же плоскости, что и предыдущий эскиз. Величину выдавливания определите произвольно, исходя из того, что отверстие должно насквозь проходить через переднюю стенку, но при этом не затронуть днище корпуса. Рекомендую принять расстояние вырезания равным 100 мм. Проследите также, чтобы центры окружностей двух последних эскизов точно совпадали (можно просто скопировать первую окружность во второй эскиз, привязываясь к началу координат, а потом уменьшить ее диаметр до 9 мм), иначе отверстия в нише будут несоосны. Полученное отверстие для маслоуказательного жезла показано на рис. 3.94.



Рис. 3.94. Ниша под маслоуказательный жезл

И последнее – вырежьте в опорных лапах отверстия под фундаментные болты. Таким образом, мы завершили создание сложной модели корпуса одноступенчатого редуктора, для чего нам пришлось выполнить более трех десятков формообразующих операций и множество сложнейших эскизов (рис. 3.95).

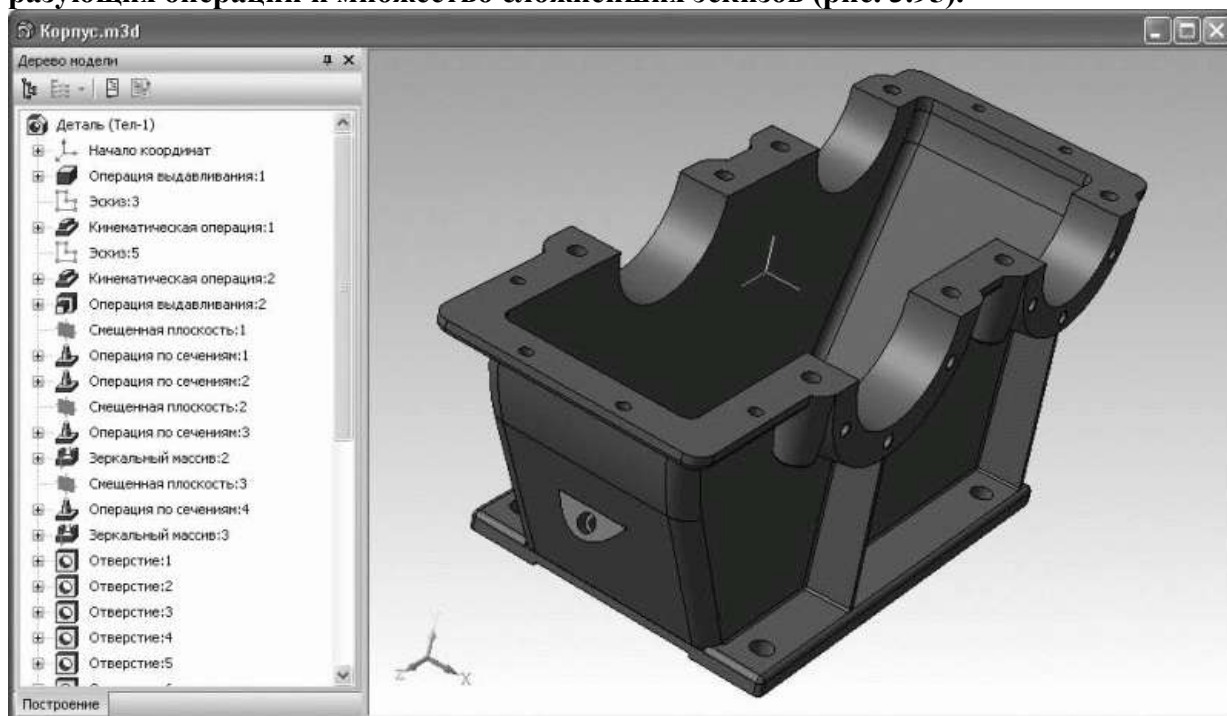


Рис. 3.95. 3D-модель корпуса редуктора

Крышка редуктора

Еще одна корпусная деталь не менее сложной конфигурации, чем корпус, – это крышка редуктора. Несмотря на некоторые существенные отличия внешнего вида, порядок ее построения будет таким же, как и процесс создания корпуса. Более того, большинство конструктивных элементов (фланцы, места крепления крышек подшипников, бобышки) выполняются аналогично тем же элементам на корпусе редуктора. С учетом этого процесс формирования трехмерной модели крышки будет приведен в упрощенном виде.

Создайте новый документ, установите ориентацию Изометрия XYZ и сохраните его в папку проекта под именем Крышка редуктора.m3d.

1. Первым шагом, как и при выполнении модели корпуса, будет создание фланца крышки. Это просто сделать: выделите плоскость ZX, создайте в ней эскиз продольного сечения фланца, после чего выдавите его в прямом направлении на

расстояние 10 мм (толщина фланца крышки редуктора). Эскиз фланца можете скопировать из модели корпуса – его при этом не придется как-либо редактировать или поворачивать, достаточно будет просто скопировать в буфер обмена из одного эскиза и вставить из буфера в другой.

2. Настройте оптические свойства детали, чтобы они отличались от предлагаемых по умолчанию.

3. В верхней плоской грани фланца постройте эскиз поперечного сечения стенки крышки редуктора. Изображение эскиза должно напоминать поперечное сечение стенки корпуса (см. рис. 3.72). Разница состоит лишь в том, что толщина стенки крышки меньше толщины стенки корпуса и составляет 7,5 мм.

4. В крышке, в отличие от корпуса редуктора, нет передней и задней стенок, поэтому формирование стенки крышки мы выполним за один вызов команды Кинематическая операция. Направляющей будет служить контур крышки редуктора, взятый с главного вида чертежа и размещенный в эскизе на плоскости ZY . Обратите внимание: после копирования контура в эскиз его придется отобразить относительно оси X , поскольку система при создании эскиза в плоскости ZY (или параллельной ей) размещает модель таким образом, что она оказывается перевернутой (рис. 3.96).

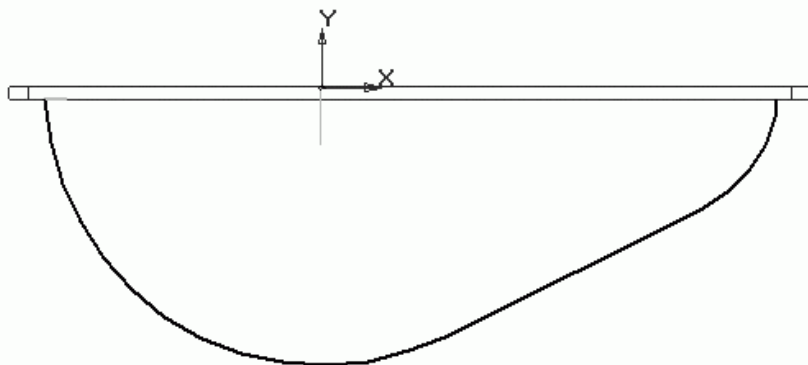


Рис. 3.96. Эскиз > траектория для создания стенки крышки редуктора

5. Выполните кинематическую операцию. Убедитесь, что в группе кнопок Движение сечения нажата кнопка Сохранять угол наклона. Сразу сделайте невидимой эскиз-траекторию (команда контекстного меню Скрыть в дереве построений). В результате вы получите стенку крышки редуктора (рис. 3.97).

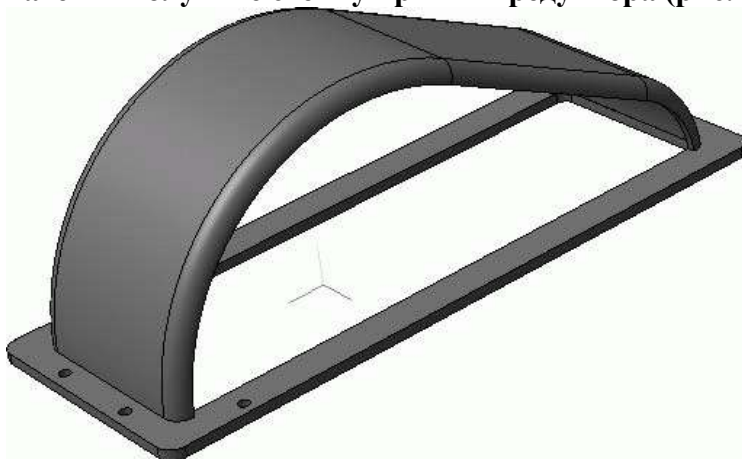


Рис. 3.97. Начало формирования крышки редуктора

6. Создайте боковую стенку крышки при помощи Операции выдавливания. Как и при построении боковой стенки корпуса, выполняя эскиз для выдавливания, пользуйтесь привязками к уже существующей геометрии детали. По сути, изображение в эскизе представляет собой эквидистанту к направляющей, использовавшейся в

предыдущей операции. Контур в эскизе должен быть замкнут, то есть края эквидистанты следует соединить отрезком. Сам эскиз должен размещаться в плоскости, которая совпадает с внутренней боковой гранью фланца, размещенной вдоль длинной его стороны. При таком расположении эскиза выдавливание выполняется в противоположном к нормали направлении, а его величина равняется толщине стенки крышки (7,5 мм). Формирование данного трехмерного элемента показано на рис. 3.98.

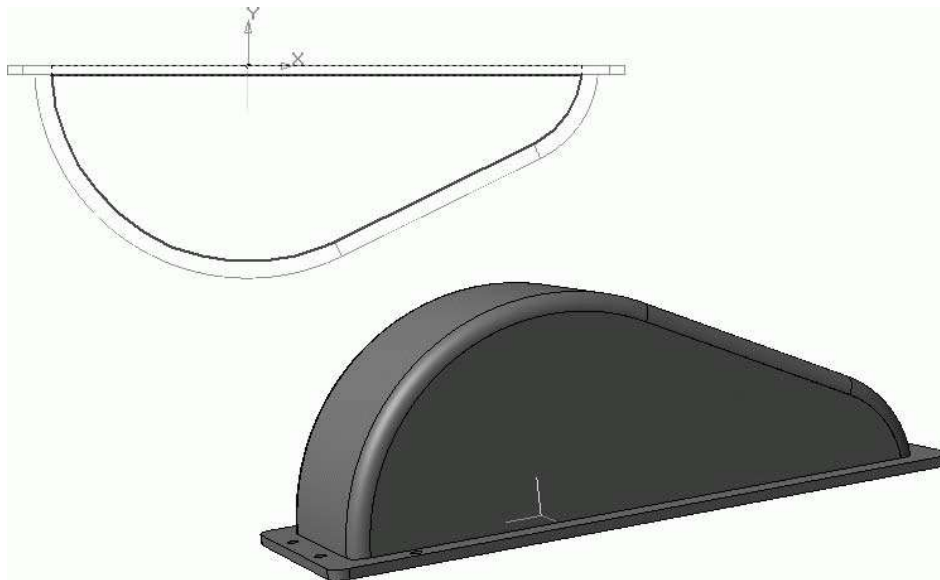


Рис. 3.98. Эскиз боковой стенки и сама стенка, «приклеенная» выдавливанием к модели

7. Далее одно за другим создайте места крепления крышек подшипников, а также бобышки на них. Порядок построений аналогичен созданию таких же элементов корпуса. Для мест крепления крышек подшипника сначала выполняем плоскость, смещенную относительно наружной поверхности боковой стенки. Смещение этой плоскости должно быть на 0,5 мм больше, чем аналогичной плоскости в модели корпуса, поскольку толщина стенки крышки на 0,5 мм меньше, чем стенки корпуса. Потом постройте два эскиза с полуокружностью и отрезком, соединяющим ее концы, в каждом. Один из эскизов расположите в смещенной вспомогательной плоскости, другой (который больше) – на внешней поверхности боковой стенки крышки редуктора. Выполните операцию по сечениям.

8. Бобышки создаются аналогично, только вспомогательную плоскость для эскиза верхней опорной площадки бобышек нужно смещать в прямом направлении (величину смещения оставить той же, что и в корпусе, – 70 мм). Эскизы основания и верхней площадки бобышек скопируйте из модели корпуса. Как и в корпусе, каждую правую бобышку получайте при помощи зеркального копирования (команда Зеркальный массив панели Редактирование детали). Не забудьте сразу скрыть все вспомогательные плоскости. После проведенных преобразований модель примет следующий вид (рис. 3.99). Обратите внимание, что все перечисленные трехмерные элементы добавлены только с одной стороны крышки, с другой стороны модели на месте боковой стенки пока остается дыра.

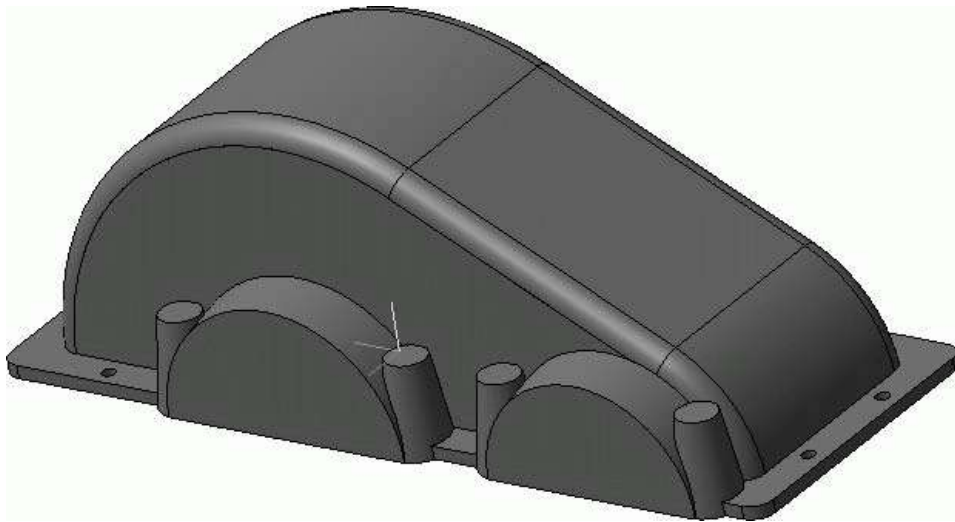


Рис. 3.99. Добавление мест крепления крышек подшипников и бобышек в модель крышки редуктора

9. С помощью последовательных вызовов команды **Отверстие** постройте шесть отверстий под винты, фиксирующие крышки подшипников. Отверстие настройте так, как описано в п. 18 и 19 при построении корпуса. Координаты отверстий те же, но ординату везде нужно брать со знаком «-».

10. Создайте ребро жесткости над местом крепления крышки подшипника тихоходного вала. Эскиз ребра разместите в плоскости *XU* приблизительно так, как показано на рис. 3.100.

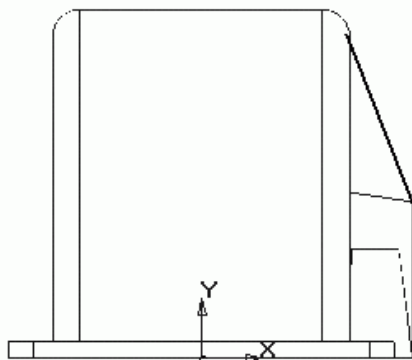


Рис. 3.100. Эскиз ребра жесткости крышки редуктора

11. С помощью элементов управления панели свойств настройте параметры команды **Ребро жесткости**:

- положение ребра – в плоскости эскиза;
- направление построения – обратное;
- угол уклона ребра – 3° ;
- толщина ребра (задается на вкладке **Толщина**) – 4 мм;
- тип построения тонкой стенки (выбирается из раскрывающегося списка на вкладке **Толщина**) – средняя плоскость.

12. Создайте ребро жесткости (рис. 3.101). Над местом крепления крышек подшипника ведущего вала ребро жесткости создавать не надо.

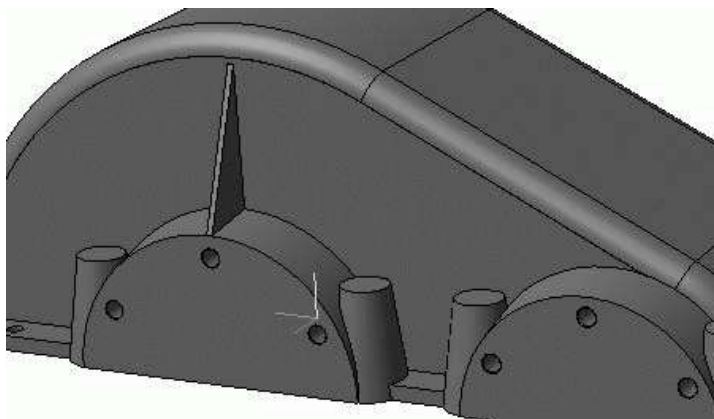


Рис. 3.101. Ребро жесткости

13. Вновь воспользуйтесь командой **Зеркальный массив панели Редактирование детали** и создайте копии боковой стенки бобышек и прочих элементов крышки, симметричных относительно плоскости ZY . Для этого после вызова команды и указания плоскости симметрии, выделите в дереве построения модели все формообразующие операции, кроме первых двух (выдавливания и кинематической), затем нажмите кнопку **Создать объект**.

14. Создайте отверстия под болты в бобышках и под подшипники в крышке способом, аналогичным описанному для корпуса. Чтобы упростить задачу, воспользуйтесь готовыми эскизами из модели корпуса редуктора.

15. Сформируйте скругления на фланцах, опорных площадках бобышек и прочих местах в модели крышки (рис. 3.102).

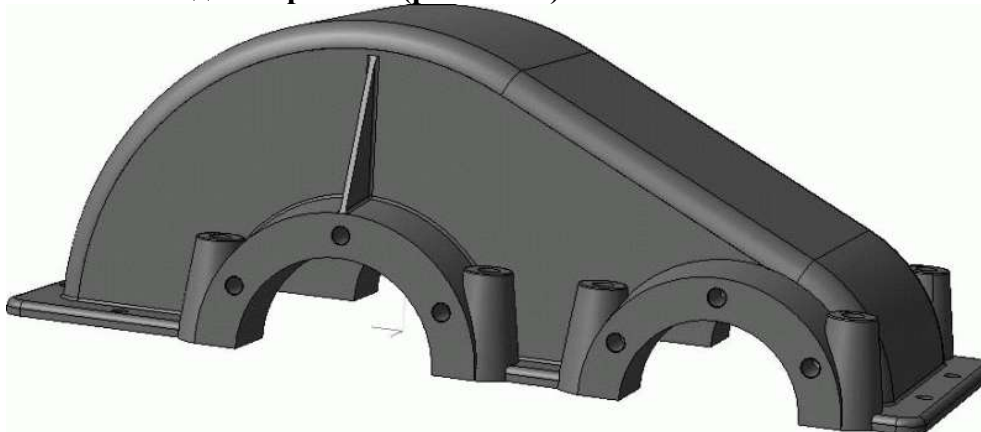


Рис. 3.102. Доработка крышки редуктора

16. Осталось сформировать отверстие, позволяющее осматривать внутренности редуктора без его остановки и разборки, а также четыре отверстия под болты, которые будут фиксировать крышку смотрового отверстия на крышке редуктора. Эти отверстия создадим при помощи команды **Вырезать выдавливанием панели Редактирование детали**, а эскиз для этой операции разместим на плоской грани верхней стенки редуктора. В эскизе необходимо построить прямоугольник размером 100×75 , после чего создать скругления на его углах радиусом 10 мм каждое. Само размещение прямоугольника в эскизе не столь важно, главное, чтобы точка пересечения его диагоналей находилась на оси Y . Напротив середины каждой стороны прямоугольника создайте окружность радиусом 4,5 мм. Центры верхней и нижней окружностей должны быть удалены от сторон прямоугольника на 12,5 мм, центры боковых окружностей – на расстояние вдвое меньше (рис. 3.103).

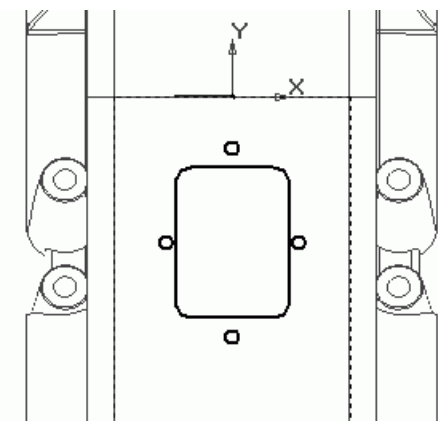


Рис. 3.103. Эскиз для вырезания смотрового отверстия

Модель крышки редуктора готова (рис. 3.104).

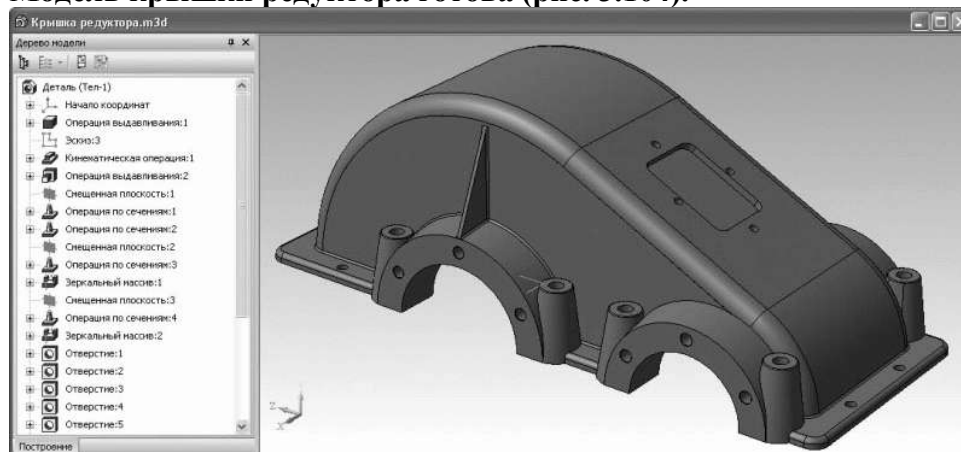


Рис. 3.104. 3D-модель крышки редуктора

Крышки подшипников, маслоудерживающие кольца и прочие детали

Все остальные детали редуктора (крышки подшипников, маслоудерживающие кольца, маслоуказательный жезл, крышка смотрового отверстия, ручка-отдушина, распорные кольца и пр.) совсем простые по сравнению с корпусом и крышкой. Большинство из них выполнены всего лишь одной или двумя формообразующими операциями (как правило, операцией вращения).

Для создания маслоудерживающих колец достаточно скопировать в эскиз их базовой (и одновременно единственной операции) контур профиля сечения половины кольца с чертежа, добавить ось и выполнить вращение (рис. 3.105). В модели редуктора есть два разных кольца: на ведомом и ведущем валах, поэтому создавать их придется отдельно (если быть точным, то маслоудерживающих колец четыре, но они попарно одинаковы, поэтому на каждый вал мы будем вставлять два кольца из одного файла).

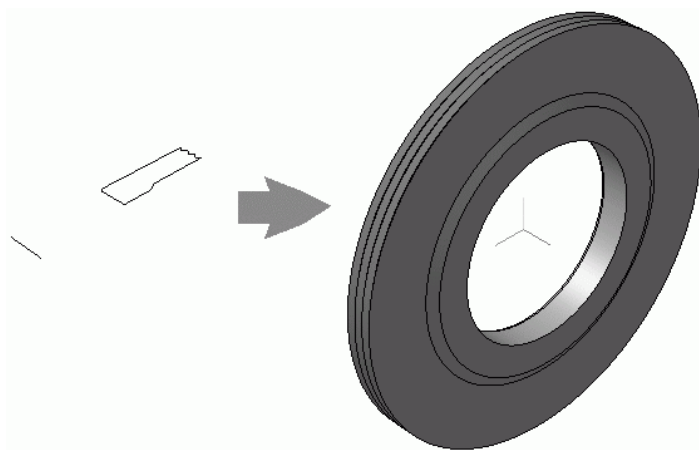


Рис. 3.105. Построение 3D-модели маслоудерживающего кольца

Не намного сложнее построение сквозной крышки подшипника (их также должно быть две: на тихоходном и быстроходном валах). Сначала выполняется операция вращения эскиза, который содержит контур сечения половины крышки и ось вращения, а затем на фланцах крышки вырезаются отверстия диаметром 12 мм под фиксирующие винты (рис. 3.106). Эскиз скопируйте из верхнего вида чертежа редуктора (его даже не придется редактировать).

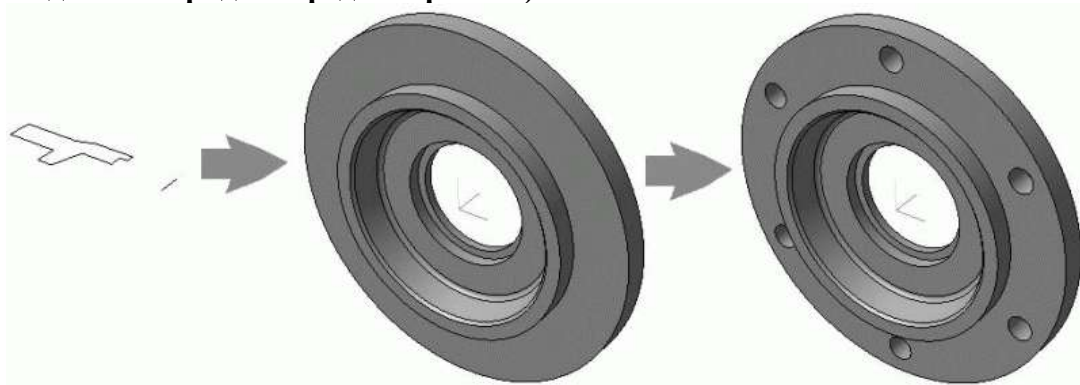


Рис. 3.106. Построение 3D-модели сквозной крышки подшипника

Глухие крышки строятся подобно сквозным (их также должно быть две). Отличие состоит только в том, что в глухих крышках нет отверстия для выхода вала, поэтому эскиз их базовой операции вращения незамкнут (его концы лежат на оси вращения). Это стоит учитывать при настройке параметров вращения: на панели свойств необходимо будет установить способ выполнения операции – сфероиди отключить создание тонкой стенки. В остальном порядок построения такой же, как и для сквозных крышек: скопировав в эскиз из чертежа контур половины сечения глухой крышки: выполняем команду Операция вращения, после чего на фланцах вырезаем шесть отверстий, размещенных на окружности соответствующего диаметра (рис. 3.107, а). Файлы деталей глухих крышек подшипника. Такие детали как маслоуказательный жезл (рис. 3.107, б) и кольцо распорное (рис. 3.107, в), вообще созданы одной операцией.



Рис. 3.107. Детали редуктора: глухая крышка подшипника (а), маслоуказательный жезл (б), кольцо распорное (в)

На этом первый этап создания трехмерной модели одноступенчатого цилиндрического редуктора (построение всех деталей, входящих в агрегат) можно считать законченным. Наступило время перейти к сборке.

Сборка редуктора

Сборка является завершающим этапом разработки (проектирования) любого изделия. Как правило, процесс сборки намного проще процесса построения сложной 3D-модели. Однако это не означает, что при собирании механизма не возникает никаких проблем. Иногда правильно соединить два компонента очень сложно.

Именно поэтому ранее неоднократно акцентировалось внимание на том, что детали следует строить так, чтобы их как можно легче было помещать в сборку. Сейчас вы поймете, что наши усилия при размещении эскизов для вырезания первой пары зубьев на шестерне и колесе были не напрасны.

В этом разделе вы научитесь вставлять в сборку стандартные или библиотечные компоненты (болты, гайки, шайбы, подшипники), правильно сопрягать компоненты, а также копировать компоненты с помощью команд создания массивов.

Создайте документ КОМПАС-Сборка, установите в нем ориентацию Изометрия XYZ и сохраните его в папку проекта под именем _РЕДУКТОР.а3d. Закройте все лишние графические и трехмерные документы, чтобы не мешали работать, и приступайте к сборке.

1. Нажмите кнопку **Добавить из файла** на панели инструментов **Редактирование сборки**. Система выдаст стандартное окно открытия файла, в котором вам необходимо перейти в папку, в которой хранятся все файлы проекта. Проследите, чтобы в раскрывающемся списке **Тип файла** был выбран пункт **КОМПАС-Детали (*.m3d)**. Выберите файл под названием **Колесо зубчатое.m3d** (в окне предварительного просмотра справа от списка файлов должна отобразиться содержащаяся в нем модель) и нажмите кнопку **Открыть**. Окно открытия файла исчезнет, а в сборке появится фантомное отображение модели зубчатого колеса, которое будет перемещаться по документу за указателем мыши (рис. 3.108). Фантом добавляемого компонента привязан к указателю в точке начала своей локальной системы координат (ЛСК).

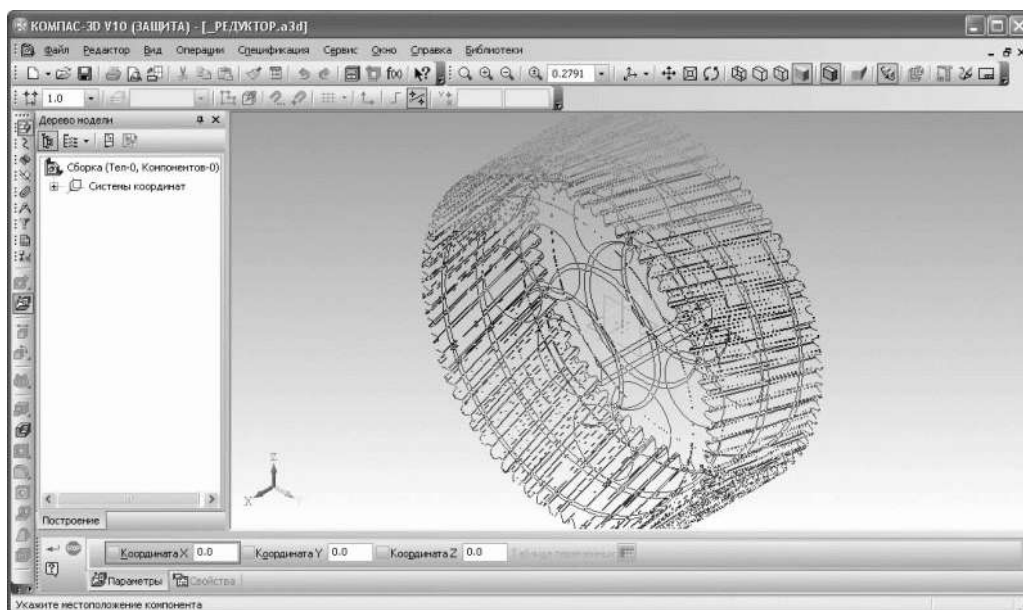


Рис. 3.108. Вставка компонента в сборку (фантом)

2. Необходимо совместить начало локальной системы координат колеса с началом системы координат документа-сборки. Это можно выполнить двумя способами: подвести указатель к началу координат и, когда возле него возникнет условное изображение точки, щелкнуть кнопкой мыши или ввести в соответствующие поля на панели свойств нулевые координаты. Больше ничего с колесом делать не надо: сопрягать его пока не с чем, а фиксацию для первого компонента система устанавливает автоматически. Можете только поменять название вставленной детали в дереве сборки.

Примечание

Признаком того, что компонент зафиксирован, является буква (ф) перед названием компонента в дереве сборки.

3. Теперь вставим в сборку ведомый вал. Вновь воспользуйтесь командой **Добавить из файла** и выберите файл модели ведомого вала (Вал ведомый.m3d). Как и при вставке колеса, совместите центр ЛСК добавляемой модели с началом координат сборки, после чего вставьте компонент, щелкнув кнопкой мыши (рис. 3.109). Колесо и вал были созданы таким образом, что при вставке моделей в точку начала координат зубчатое колесо получилось насаженным на вал, и нам опять ничего не придется сопрягать. Просто зафиксируйте модель вала в пространстве сборки (команда контекстного меню **Включить фиксацию** в дереве построений) и измените имя компонента в дереве сборки.



Рис. 3.109. Вставка ведомого вала в сборку

4. Следом за ведомым валом добавим в сборку ведущий вал-шестерню. Действуйте так же, как и при вставке ведомого вала и зубчатого колеса: просто вставьте вал-шестерню в точку начала координат сборки. Поскольку при построении модели шестерни мы смещали ее вправо на величину межосевого расстояния, а при вырезании первой пары зубьев эскиз размещали так, чтобы он автоматически вошел в зацепление с аналогичным эскизом колеса, то зубья передачи сразу после вставки войдут в зацепление (рис. 3.110). Вам опять не придется ничего делать, кроме фиксации компонента.



Рис. 3.110. Зубчатое косозубое зацепление

Как видите, мы уже вставили в сборку третью деталь, а группа сопряжений все еще пуста! Обратите внимание: мы получили зубчатое косозубое зацепление без единого сопряжения. А если бы мы не предприняли определенные меры при моделировании зубчатых венцов деталей зацепления, правильно соединить колеса было бы совсем не просто. В нашем же случае и зубья корректно зацепились и шестерня удалена от колеса ровно на межосевое расстояние, притом без каких-либо дополнительных усилий с нашей стороны.

5. Перейдем к сборке подшипниковых узлов на валах. С помощью команды Повернуть панели Вид разверните сборку в окне представления так, чтобы внешняя

ступень ведомого вала была направлена к вам. Вставьте модель из файла Кольцо распорное.m3d в произвольную точку сборки сборки, недалеко от ведомого вала (рис. 3.111, *а*). Сразу точно позиционировать кольцо не удастся, поэтому в данном случае не обойтись без сопряжений. Щелкните на кнопке Соосность панели инструментов Сопряжения. В качестве объектов для сопряжения по очереди укажите любую цилиндрическую поверхность сначала на распорном кольце, потом на ведомом валу. Задать объект для сопряжения можно только в окне модели, щелкнув на нем кнопкой мыши. При указании объект (грань, плоскость, ребро и пр.) подсвечивается красным цветом. Если вы ошиблись и неправильно выбрали объект, нажмите кнопку Указать заново на панели специального управления и вновь выберите объект. Если на панели специального управления нажата кнопка Автосоздание объекта, то сразу после задания цилиндрических граней на кольце и валу распорное кольцо переместится и примет такое положение, чтобы его ось и ось вала совпадали (рис. 3.111, *б*). Осталось только подвинуть кольцо вверх по валу и упереть его в торец зубчатого колеса. Для этого нажмите кнопку Совпадение объектов панели Сопряжения и по очереди укажите в окне сборки плоскую боковую грань ступицы колеса и боковую грань кольца, которой она должна прилегать к колесу. Распорное кольцо сразу займет свое место (рис. 3.111, *в*). Нажмите кнопку Перестроить, чтобы окончательно утвердить все изменения в положении объектов. Раскройте узел Группа сопряжений в дереве модели, чтобы убедиться, что в него добавлено два элемента, отвечающих каждому из добавленных в сборку сопряжений.

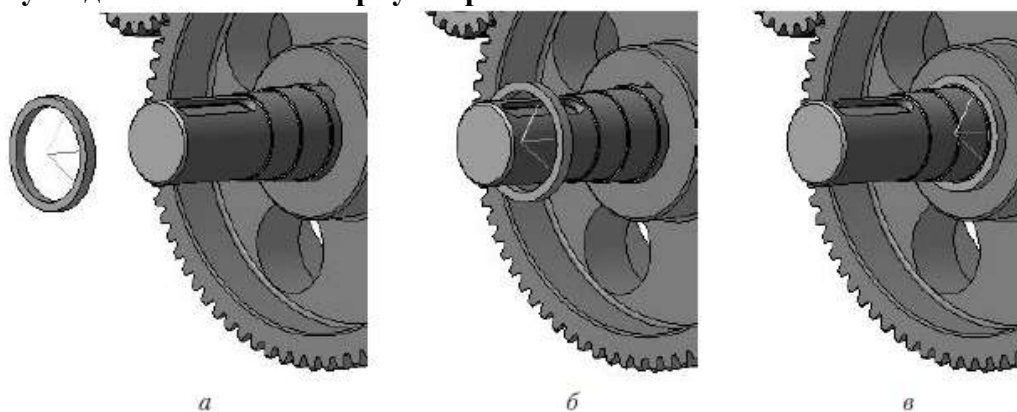


Рис. 3.111. Вставка и размещение распорного кольца: добавление компонента в сборку (*а*), наложение сопряжения Соосность (*б*), наложение сопряжения Совпадение объектов (*в*)

6. Добавьте в сборку из файла Кольцо маслоудерживающее 2.m3d соответствующий компонент. С помощью команды Соосность установите сопряжение этого кольца с валом подобно только что рассмотренному примеру с распорным кольцом. Однако не стоит спешить задавать совпадение боковой поверхности маслоудерживающего кольца и буртика ступени вала, в который оно должно упираться. Все дело в том, что кольцо из файла вставилось наружу боковой плоской гранью, которая должна упираться в буртик. Это значит, что если мы сейчас выполним операцию Совпадение объектов, то система разместит маслоудерживающее кольцо так, что оно войдет в тело распорного кольца. Чтобы избежать этого, после вызова команды Совпадение объектов отожмите кнопку Автосоздание объекта. Потом, как и обычно, укажите две плоских грани, которые необходимо сопрячь (одну на кольце, вторую на валу), после чего в группе кнопок Ориентация на панели свойств нажмите кнопку Обратная ориентация. В результате маслоудерживающее кольцо развернется на 180° (не отменяя действия сопряжения) и установится правильно (рис. 3.112). Для фиксации компонента обязательно нажмите кнопку Создать объект, поскольку автосоздание было отключено.

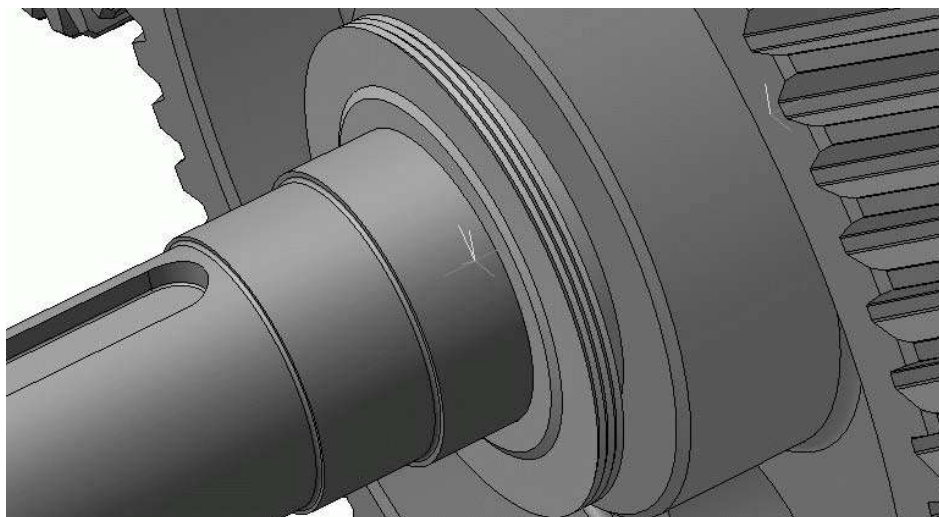


Рис. 3.112. Вставка маслоудерживающего кольца

Примечание

После того как на маслоудерживающее кольцо было наложено сопряжение Совпадение объектов, предыдущее сопряжение – Соосность – стало отображаться в дереве модели как неверное, несмотря на то, что сама по себе соосность вала и отверстия кольца не нарушено. Все дело в том, что последнее сопряжение развернуло кольцо, из-за чего система и посчитала это ошибкой. В принципе, маслоудерживающее кольцо уже размещено и сопряжения не так важны: можете просто зафиксировать его и удалить сопряжение Соосность из дерева сборки.

7. Теперь самое главное – вставка самого подшипника. Система КОМПАС-3D располагает обширной базой типовых трехмерных моделей, начиная от шайб и колец и заканчивая фланцами, ниппелями, тройниками и пр. Эти модели входят в состав библиотеки стандартных изделий. Безусловно, что в этой библиотеке присутствуют различные типоразмеры подшипников.

Чтобы вызвать библиотеку, выполните команду меню Библиотеки > Стандартные изделия > Вставить элемент. В окне сборки появится окно библиотеки, в котором по разделам сгруппированы различные стандартные конструкторские элементы.

8. Раскройте раздел Подшипники качения > Тип 0. Радиальные шариковые (рис. 3.113). Дважды щелкните на пункте Подшипник ГОСТ 8338—75 (нужный нам типоразмер подшипника), после чего в окне библиотеки отобразится таблица всех параметров данного подшипника (рис. 3.114). Щелкните на любом из параметров в разделе Конструкция и размеры и в появившемся окне выберите требуемый типоразмер подшипника.

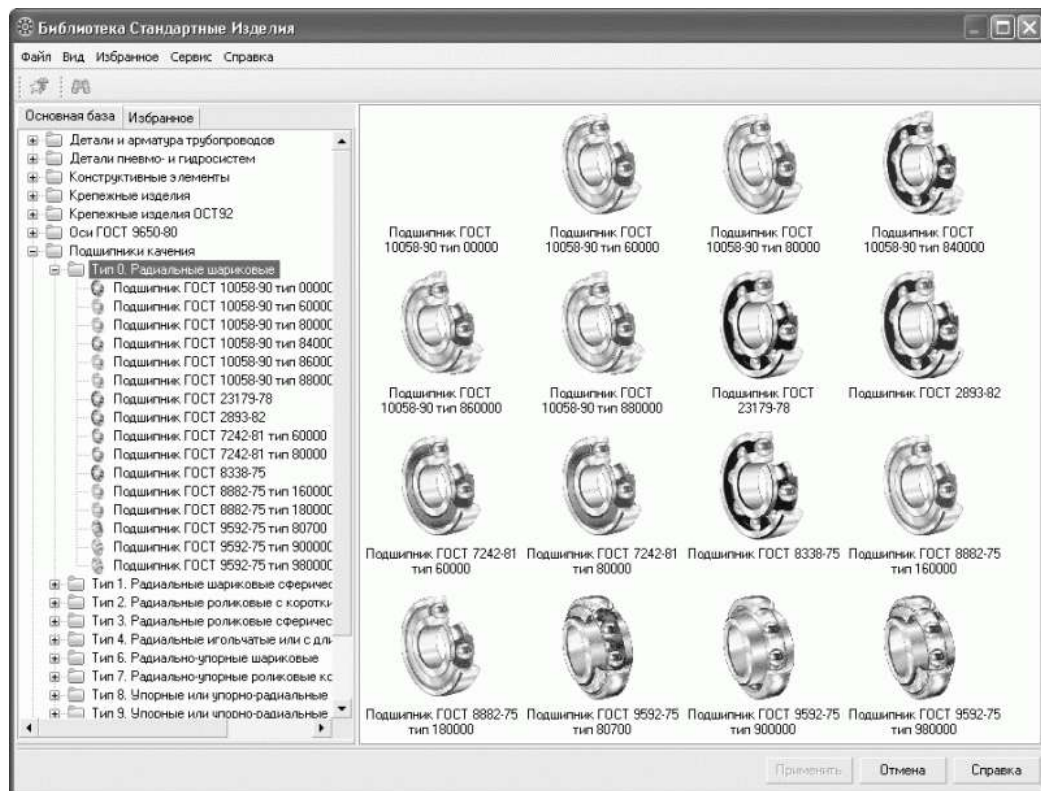


Рис. 3.113. Библиотека стандартных изделий

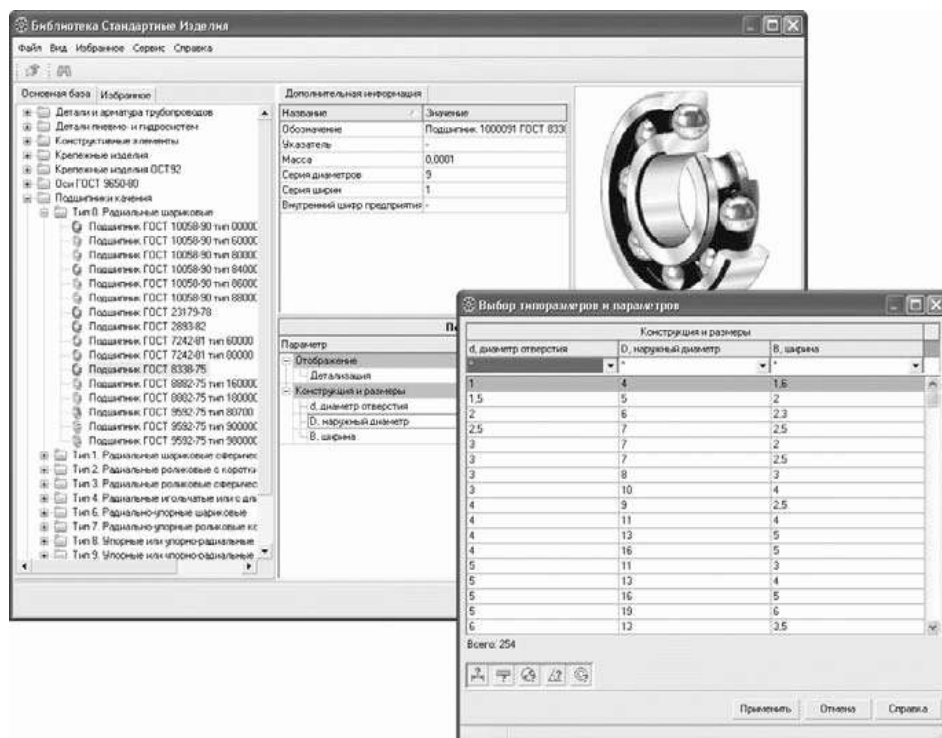


Рис. 3.114. Размеры подшипника

9. В раскрывающемся списке d, диаметр отверстия выберите значение 80, в списке D, наружный диаметр – 140. При задании каждого параметра система будет автоматически убирать из таблицы все размеры, которые не подходят для выбранных значений предыдущих параметров, поэтому в списке B, ширина останется только одно доступное значение – 26. Снимите флажок Создать объект спецификации – пока нам это не нужно. Выбрав все размеры, нажмите кнопку Применить. Окно библиотеки закроется, и подшипник можно будет вставить в любую точку сборки. Об-

ратите внимание, в дереве сборки значок подшипника отличается от значков других деталей – таким значком обозначаются все стандартные (библиотечные) компоненты сборки.

10. После вставки подшипника создайте сопряжение. Соосность цилиндрической поверхности его внутреннего кольца и поверхности участка вала под подшипник, а также сопряжение Совпадение объектов между боковой плоской гранью внутреннего кольца и поверхностью выступа на маслоудерживающей крышке, в которую должно упереться внутреннее кольцо подшипника. Первый подшипниковый узел успешно собран (рис. 3.115).

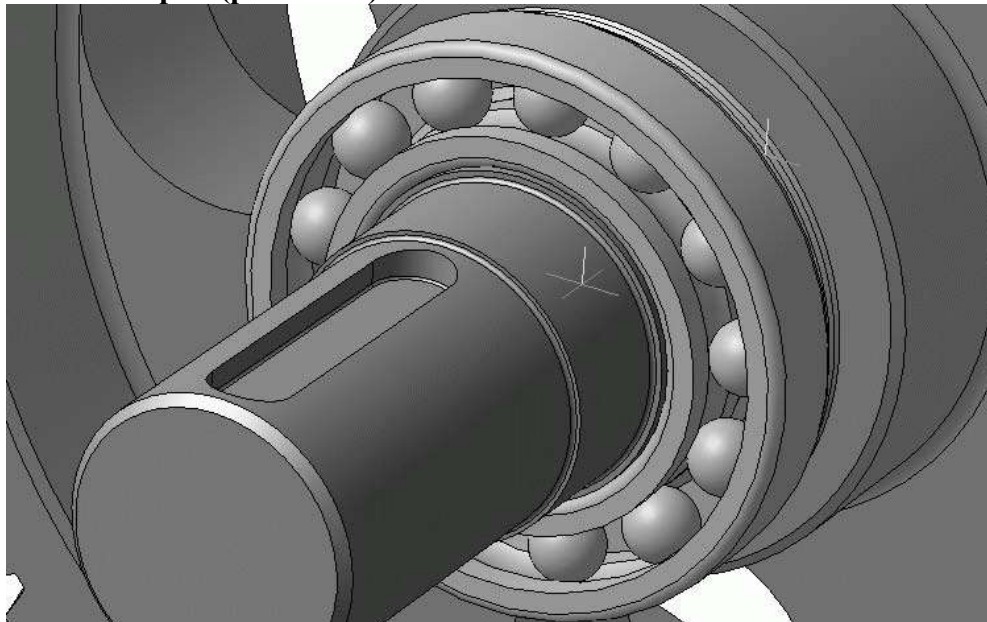


Рис. 3.115. Подшипниковый узел ведомого вала

Все остальные подшипниковые узлы собрать еще проще, поскольку ни в одном из них нет распорного кольца, а маслоудерживающие кольца упираются прямо в бурт вала. Подшипники ведущего вала-шестерни также вставьте из библиотеки стандартных изделий. Их размеры приведены в гл. 2.

11. В реальном производстве после запрессовки подшипников на вал весь комплекс (зубчатое зацепление) вставляется и фиксируется в корпусе редуктора. Поступим и мы таким же образом и добавим в сборку корпус. Для этого вставьте модель корпуса из файла в точку начала координат и зафиксируйте его (не забывайте давать понятные имена компонентам в дереве сборки). Подшипниковые узлы установятся точно в отведенные им места в корпусе редуктора (рис. 3.116).

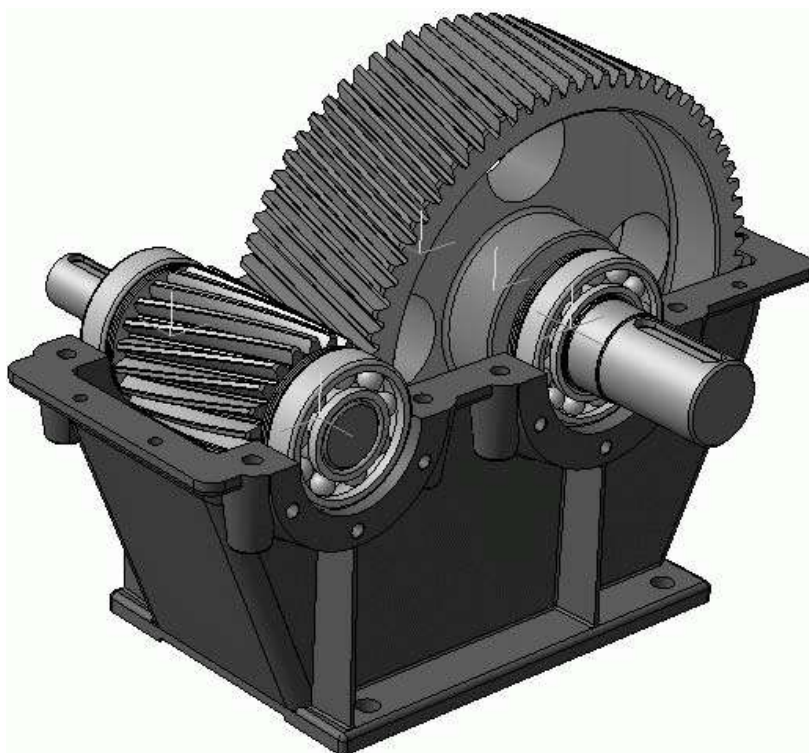


Рис. 3.116. Сборка подшипниковых узлов и вставка зубчатой передачи в корпус

12. В отверстие на передней стенке редуктора можете сразу вставить маслоуказательный жезл. Сначала нужно будет выполнить сопряжение **Соосность** для цилиндрических поверхностей в отверстии корпуса и на самом жезле, после чего установить касание нижней грани ручки жезла и опорной поверхности ниши. Как обычно, зафиксируйте добавленный компонент и измените его название в дереве модели.

13. Установите крышку редуктора на корпус. Ее также достаточно просто вставить в точку начала координат сборки и зафиксировать (рис. 3.117).



Рис. 3.117. Добавление крышки редуктора

Следующим шагом в сборке редуктора будет фиксация подшипников от осевых смещений, то есть установка и привинчивание крышек подшипников. В каче-

стве примера рассмотрим посадку и крепление глухой крышки подшипника ведомого вала, все остальные устанавливаются подобным образом.

Вставьте крышку из файла Крышка подшипника глухая 2.m3d и создайте сопряжение Соосность между отверстием под крышку (в корпусе или крышке редуктора – не имеет особого значения) и какой-либо цилиндрической поверхностью на самой крышке (рис. 3.118). Добавьте сопряжение Совпадение объектов, чтобы фланец крышки лег точно на поверхность мест крепления крышки. Проследите, чтобы отверстия под фиксирующие винты в крышке подшипника совпали с отверстиями на корпусе и крышке редуктора.

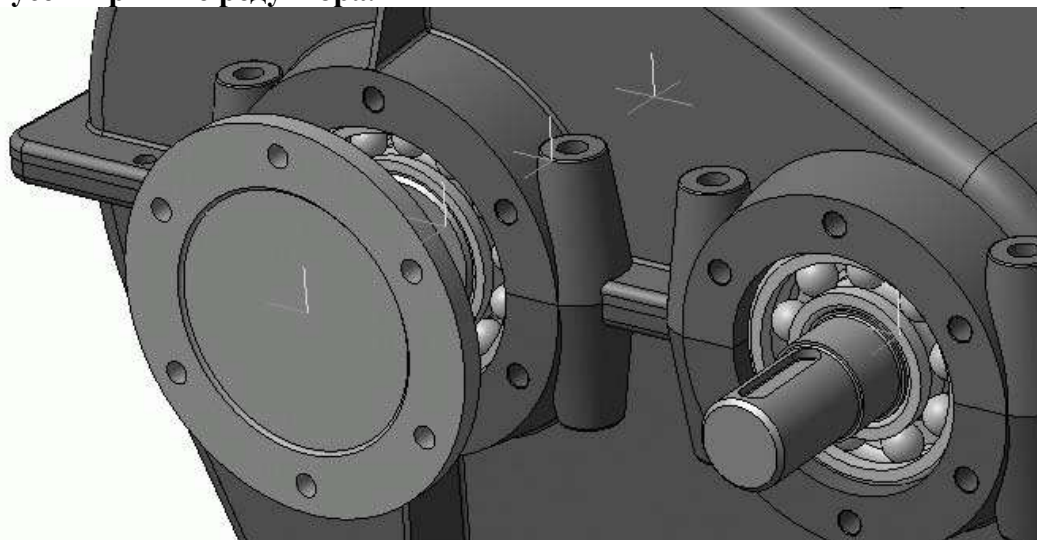


Рис. 3.118. Установка крышки подшипника

Откройте окно менеджера библиотек при помощи одноименной кнопки на панели инструментов Стандартная. В разделе Машиностроение запустите библиотеку крепежа, в ней перейдите в папку БОЛТЫ и дважды щелкните на строке Болты с шестигранной головкой. В результате появится диалоговое окно, в котором вам следует настроить требуемые параметры вставляемого крепежного элемента. Из раскрывающегося списка Диаметр выберите значение 12, а в списке Длина установите 35, все остальные настройки оставьте без изменений. Нажмите кнопку ОК, чтобы начать вставку болта в сборку.

Теперь научимся пользоваться автосопряжениями при вставке моделей. Система КОМПАС-3D позволяет при вставке библиотечных деталей в сборку сразу накладывать на них определенные сопряжения, чтобы после завершения вставки компонент был расположен точно в нужном месте и принял необходимую ориентацию в пространстве.

Для этого после закрытия диалогового окна библиотеки подведите указатель к отверстию в крышке, в которое должен быть вставлен болт. Когда грани отверстия подсветятся голубоватой пунктирной линией, а около указателя появится условное изображение поверхности, щелкните в окне кнопкой мыши. Болт еще не зафиксирован, но теперь его фантом будет перемещаться только вдоль оси указанной цилиндрической поверхности (отверстия в крышке подшипника). Чтобы зафиксировать шапочку болта, подведите указатель к поверхности фланца крышки, с которой должна стыковаться опорная поверхность шапочки, и один раз щелкните кнопкой мыши. Болт будет установлен. Чтобы зафиксировать его, нажмите кнопку Создать объект или воспользуйтесь сочетанием клавиш Ctrl+Enter (рис. 3.119).

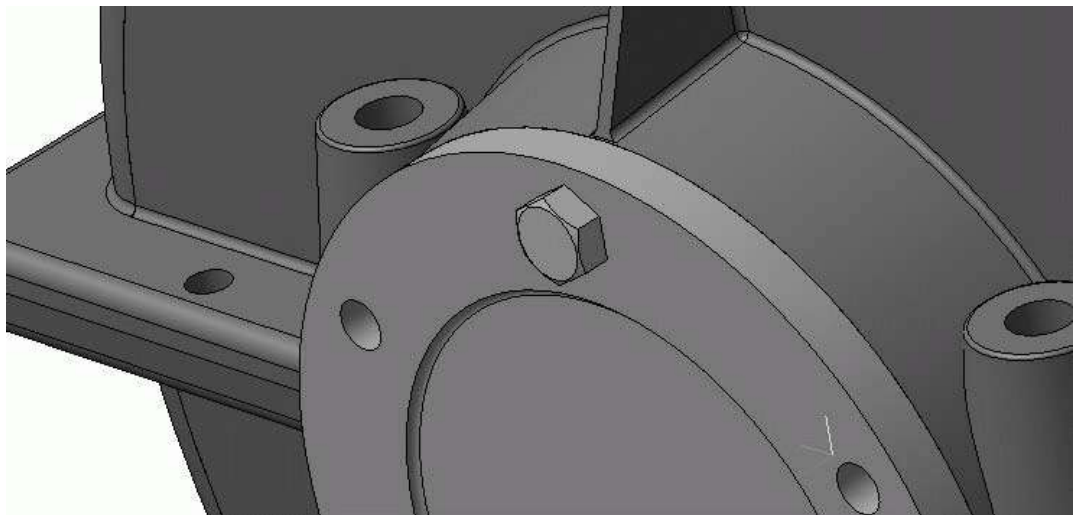


Рис. 3.119. Использование автосопряжений при вставке библиотечного элемента

В остальные отверстия вставлять винты не надо: мы заполним их с использованием команд создания массивов.

Перейдите на панель инструментов Вспомогательная геометрия и с помощью уже знакомой нам команды Ось конической поверхности постройте прямо в сборке вспомогательную ось. В качестве базовой поверхности для операции укажите боковую цилиндрическую грань крышки подшипника.

Нажмите кнопку Массив по концентрической сетке панели Редактирование сборки. Перейдите на вкладку Выбор объектов панели свойств и нажмите кнопку Компоненты. После этого в дереве сборки выделяйте компоненты, которые необходимо копировать. У нас всего один такой компонент – болт, фиксирующий подшипниковую крышку. Затем перейдите на вкладку Параметры, нажмите кнопку Ось массива и в дереве сборки или в окне модели выделите вспомогательную ось. В поле N 2 введите количество копий по кольцевому направлению равное 6. Для построения массива нажмите кнопку Создать объект (рис. 3.120).

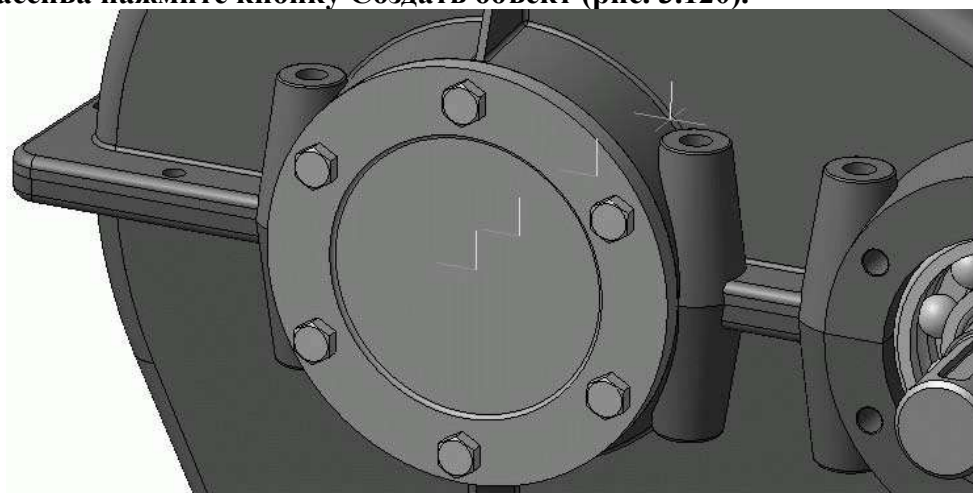


Рис. 3.120. Размещение винтов на крышке подшипника с помощью копирования по массиву

Установите крышки и винты на оставшиеся три подшипниковых узла.

Примечание

Поскольку нам больше не придется вставлять в сборку компоненты, привязываясь к началу координат, можете отключить отображение начал координат всех компонентов, так как они только портят внешний вид сборки. Для этого восполь-

зуйтесь командой меню Вид > Скрыть > Начала координат. С помощью других команд меню Вид можете скрыть и другие конструктивные элементы сборки (оси, плоскости, трехмерные кривые и пр.).

Закрыв крышками все подшипники, добавим в сборку элементы крепежа, стягивающие корпус и крышку у бобышек. Вообще говоря, при создании редуктора в реальных условиях сначала соединяются между собой корпус и крышка с помощью болтов на фланцах и бобышках и лишь после этого на подшипники ставятся крышки. Однако при построении модели сборки важен только конечный результат (то есть готовая модель сборки), а порядок добавления деталей в сборку и способы их сопряжения имеют второстепенное значение.

Раскройте в Менеджере библиотек библиотеку крепежа, перейдите в папку БОЛТЫ и выберите строку Болты с шестигранной головкой. Настройте параметры добавляемого в сборку библиотечного элемента следующим образом: диаметр – 14 мм, длина – 160 мм (длина болта определяется с учетом того, что суммарная длина обеих бобышек составляет 140 мм). Используя автосопряжения при вставке компонента из библиотеки, установите болт в отверстие одной из бобышек крышки редуктора (рис. 3.121, *а*). Перейдите в библиотеке крепежа в папку ШАЙБЫ и выберите строку Шайбы пружинные. Появится окно настройки параметров трехмерных моделей пружинных шайб. Из раскрывающегося списка Тип выберите пункт Нормальные, а из списка Диаметр стержня – значение 14. Запустите процесс построения и вставки шайбы в сборку, нажав кнопку ОК. С помощью автоматического наложения сопряжений сразу поместите фантом шайбы на вставленный в бобышку болт, а затем совместите торцевую поверхность шайбы с нижней опорной поверхностью бобышки корпуса (рис. 3.121, *б*). Аналогично добавьте в сборку гайку, тем самым завершив формирование крепежного элемента. Для этого в библиотеке крепежа перейдите в папку ГАЙКИ и выберите строку Гайки шестигранные. В появившемся окне из раскрывающегося списка Тип выберите пункт Нормальные, а также задайте диаметр гайки равным 14 мм. Все остальные настройки можете не изменять. Нажмите кнопку ОК и совместите отверстие фантома гайки со стержнем болта, а ее торцевую поверхность – с нижней торцевой поверхностью шайбы. Зафиксируйте компонент, нажав кнопку Создать объект. Получится готовое болтовое соединение бобышек корпуса и крышки редуктора (рис. 3.121, *в*).

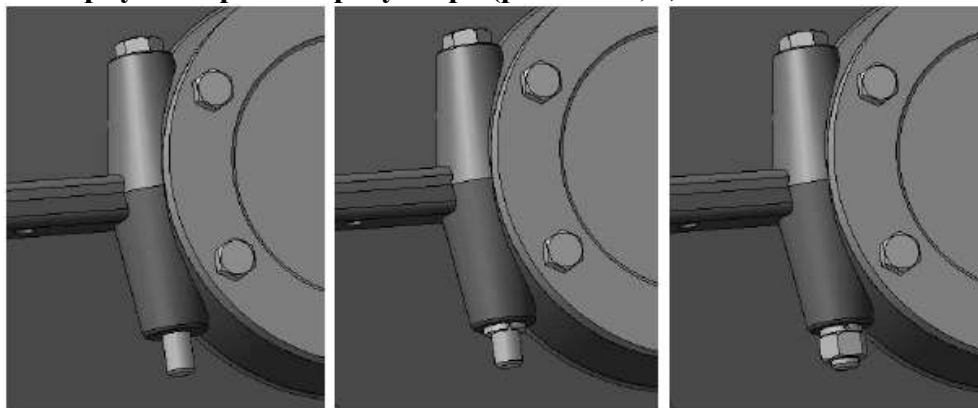


Рис. 3.121. Формирование болтового соединения с помощью библиотечных элементов: добавление болта (*а*), шайбы (*б*) и гайки (*в*)

Теперь необходимо создать такие же крепежные элементы на всех бобышках в редукторе. Можно, конечно, один за другим добавлять элементы из библиотеки крепежа, сопрягая их при вставке в сборку, и потратить на это большое количество времени. А можно применить команду построения массива и получить все крепежные элементы сразу.

Перейдите на панель Редактирование сборки и нажмите кнопку Массив по сетке. На вкладке Выбор объектов на панели свойств щелкните на кнопке Компоненты. Система перейдет в режим, при котором будет ожидать указания компонентов для копирования. Это означает, что вам необходимо выделить в дереве сборки или прямо в окне представления модели базовые компоненты для массива: болт, шайбу и гайку на бобышке. При выделении не нужно удерживать нажатой клавишу Shift или Ctrl, поскольку все объекты, на которых вы будете щелкать кнопкой мыши после нажатия кнопки Компоненты, автоматически добавляются в список компонентов для копирования. Чтобы снять выделение с какого-либо компонента, необходимо либо щелкнуть на нем еще раз, либо удалить его из списка компонентов на панели свойств.

Перейдите на вкладку Параметры панели свойств и нажмите кнопку Первая ось. Система перейдет в режим ожидания указания первой оси двумерного массива. Вам следует задать любое прямолинейное ребро в сборке, параллельное оси Z. Это может быть, например, одно из ребер с длиной стороны фланца корпуса или крышки редуктора. В поле N 1 введите количество копий массива вдоль первой оси, равное 2. Настройте направление смещения копий при помощи кнопок-переключателей группы Направление 1. Это направление может быть разным в зависимости от того, какое ребро вы указали в качестве первой оси, но главное, чтобы копии двумерного массива смещались вправо от оригинала. Нажмите кнопку Вторая ось и укажите еще одно ребро, определяющее второе направление в двумерном массиве. Разумеется, оно должно быть прямолинейным и перпендикулярным первой оси. В качестве второй оси также можете выбрать одно из ребер фланца корпуса или крышки редуктора, находящееся на короткой стороне фланца. Выделив ребро, в текстовое поле N 2 задайте количество копий вдоль второй оси также равное 2. Сделайте так, чтобы копии смещались вглубь редуктора. В полях Шаг 1 и Шаг 2 введите величину шага между копиями элементов вдоль первой и второй осей массива. Значения этих величин легко определить на чертеже редуктора, измерив расстояние между центрами отверстий под болты в бобышках (значения шагов равны соответственно 192 и 221 мм).

Если вы все правильно настроили, то фантомы копий крепежных элементов (элементов массива) должны разместиться точно в предназначенных для них отверстиях бобышек. Нажмите кнопку Создать объект для подтверждения создания массива.

Аналогично описанному выше создайте болтовые соединения на бобышках мест крепления крышек быстроходного вала (то есть сначала вам необходимо вставить болт, шайбу и гайку в одну из бобышек около крышки ведомого вала, а затем создать их копии, используя операцию Массив по сетке). При копировании следует задать значения параметров, указанные выше, кроме шага копирования вдоль первой оси: для ведущего вала он будет равняться 167, 75 мм. Полученный всего за два вызова команды Массив по сетке крепеж на бобышках показан на рис. 3.122.

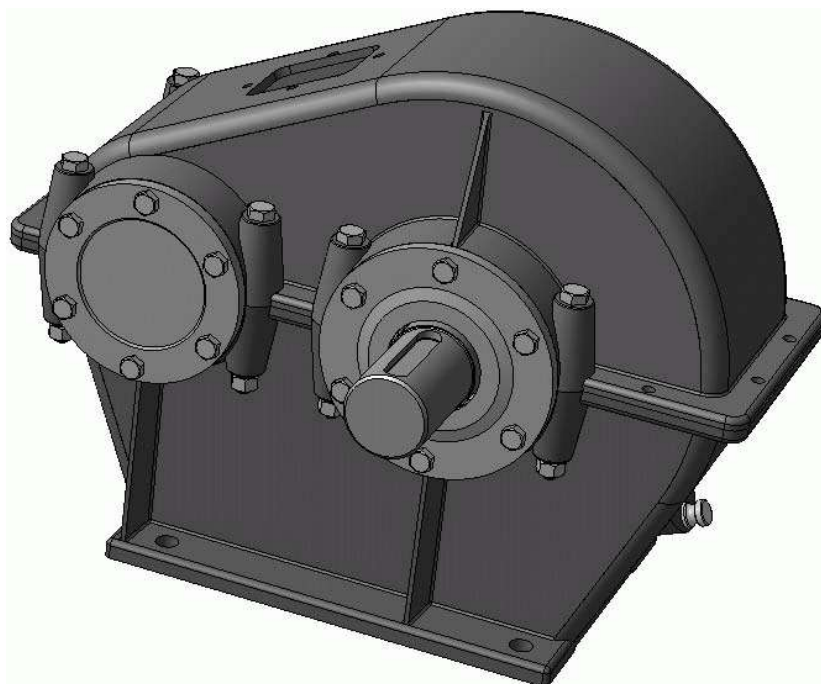


Рис. 3.122. Соединение болтами бобышек крышки и корпуса редуктора с помощью команды Массив по сетке

Пользуясь методикой, изложенной выше, постройте массив из крепежных соединений на левом и правом краях фланцев корпуса и крышки. Для этого сначала соберите один крепежный пакет (болт – шайба – гайка) в одном из отверстий краев фланцев (рис. 3.123), а затем создайте массив по сетке из четырех элементов.

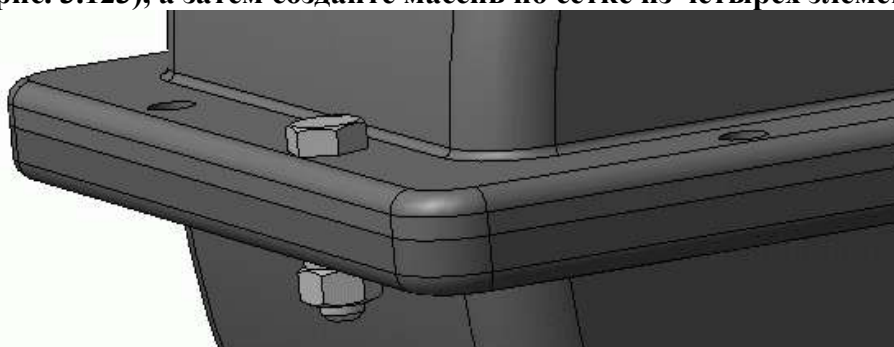


Рис. 3.123. Болтовое соединение фланцев корпуса и крышки

Параметры крепежных деталей, вставляемых из библиотеки, должны быть следующими:

- болт с шестигранной головкой: диаметр – 10 мм, длина – 38 мм, тип – нормальный;
- шайба пружинная: диаметр – 10 мм;
- гайка шестигранная: диаметр – 10 мм, тип – нормальная.

Разумеется, при вставке библиотечных моделей применяйте автосопряжения, как это было показано на предыдущем примере.

При настройке параметров команды Массив по сетке в качестве направляющих (осей) можете выбирать любые из прямолинейных ребер на гранях фланцев или корпуса, или крышки. Шаг по каждому из направлений определите на чертеже. Вдоль длинной стороны фланца шаг сетки массива составляет 618, 475 мм, а вдоль короткой – 89 мм. Не удивляйтесь, что значения приведены с такой точностью. Это объясняется тем, что если вы зададите неправильный шаг, копии крепежных элементов не попадут точно в предназначаемые для них отверстия (это особенно ощу-

тимо для больших массивов). Возможно, на глаз это не будет заметно, но сборка получится неточной, и раньше или позже эти ошибки все равно проявятся.

Оставшиеся два отверстия во фланцах по бокам редуктора придется заполнить вручную, поскольку создавать массив из двух компонентов нецелесообразно.

Для завершения нажмите кнопку Перестроить и сохраните сборку.

Мы подошли к завершающему этапу построения сборки. Нам осталось только закрыть смотровое отверстие крышкой, вставить в эту крышку ручку-отдушину, позволяющую выходить наружу нагретым газам при интенсивной работе редуктора, и закрепить данную крышку болтами.

Эскиз операции вращения для получения модели ручки отдушины можете скопировать из чертежа. Крышку смотрового отверстия постройте, используя эскиз смотрового отверстия в крышке редуктора (габаритные размеры крышки 150 ? 100 мм, диаметр отверстия под ручку – 12 мм).

Вернемся к сборке. Вызовите команду Добавить из файла, выберите файл модели крышки смотрового отверстия и вставьте ее в любой точке над крышкой редуктора. Установите сопряжение Совпадение объектов между нижней гранью крышки смотрового отверстия и верхней плоской гранью крышки редуктора (плоскостью, на которой должна лежать крышка). После этого вызовите команду Соосность и задайте сопряжение между цилиндрическими поверхностями отверстия под болт, фиксирующий крышку смотрового отверстия, в самой крышке и в крышке редуктора (рис. 3.125). Если сопряжения наложены правильно, то все отверстия в крышке должны совпасть с отверстиями в корпусной детали. Зафиксируйте крышку и назначьте ей какое-нибудь значимое имя в дереве построений.



Рис. 3.124. Модели крышки смотрового отверстия и ручки-отдушины

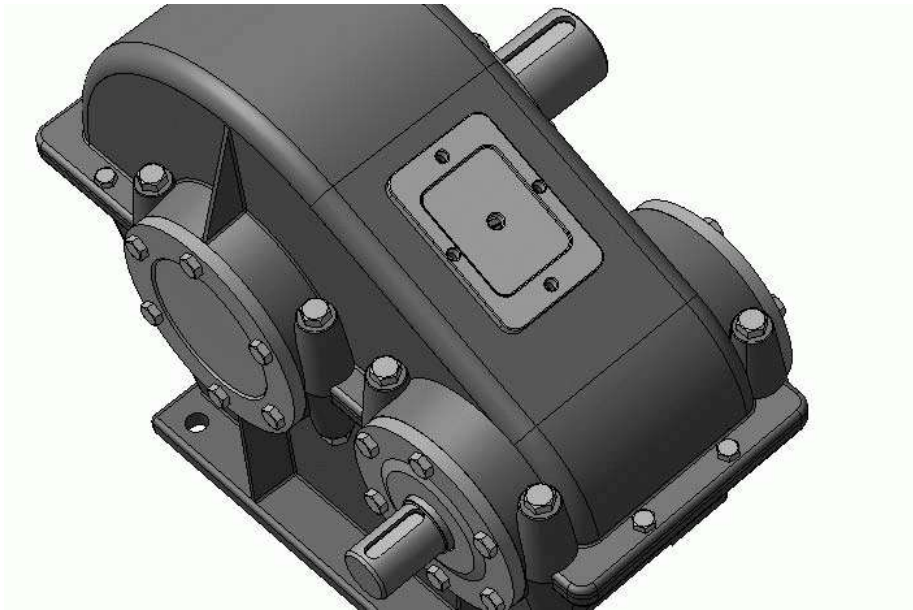


Рис. 3.125. Сопряжение крышки смотрового отверстия

Добавьте в сборку из файла модель ручки-отдушины и сопрягите ее с центральным отверстием в крышке смотрового отверстия. Для этого, как обычно, хватит последовательного применения двух сопряжений – Соосность и Совпадение объемов. После этого разместите в отверстиях крышки четыре болта (из библиотеки крепежа) диаметром 8 мм и длиной 22 мм.

Последнее, что необходимо доработать в модели редуктора, – это шпонки на валах. Я специально не описывал процесс моделирования этих деталей (хотя, в принципе, их очень просто моделировать и описывать много бы не пришлось) и не упоминал об их вставке в сборку, чтобы на их примере продемонстрировать процесс создания детали в сборке.

На некоторое время сделайте невидимыми (с помощью команды Скрыть контекстного меню каждого компонента в дереве сборки) крышку редуктора и зубчатое колесо. Это сделано для того, чтобы они не мешали нам во время построения. Выделите плоскую грань в шпоночном пазу под колесом на ведомом валу (рис. 3.126) и нажмите кнопку Создать деталь. Система предложит ввести имя создаваемого компонента и указать путь, куда сохранять файл новой детали. Назовите файл Шпонка 22.m3d (первый индекс – это номер вала, второй – номер шпонки на валу) и сохраните его в одну папку со всеми файлами редуктора.

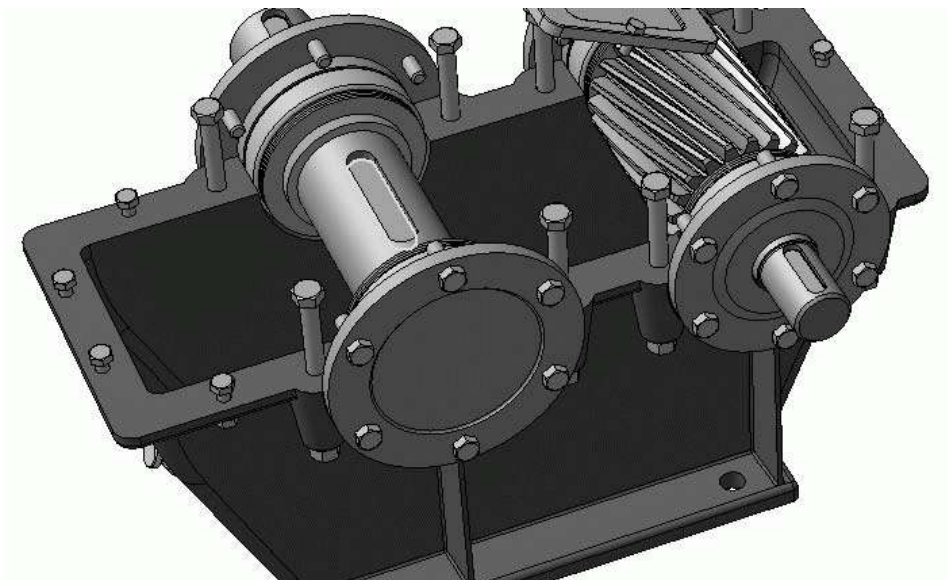


Рис. 3.126. Выделение опорной плоскости для создания детали в контексте сборки

После сохранения файла сборка перейдет в режим контекстного редактирования, все пассивные детали будут отображены зеленым цветом, а на выбранной плоскости сразу запустится процесс формирования эскиза первой (базовой) формообразующей операции новой детали. Перенесите в этот эскиз изображение профиля паза под шпонку (с чертежа или с эскиза выреза шпоночного паза в модели тихоходного вала). Создайте элемент выдавливания на построенном эскизе, величину выдавливания установите равной 14 мм (высота шпонки берется из справочной литературы), направление – прямое.

После выдавливания, не выходя из режима редактирования детали, отключите видимость ведомого вала, чтобы иметь доступ к нижней грани шпонки. С помощью операции Скругление создайте скругления радиусом 1 мм на верхней и нижней гранях шпонки. Завершите процесс контекстного редактирования детали, для чего следует отжать кнопку Редактировать на месте на панели инструментов Текущее состояние. Модель призматической шпонки, соединяющей ведомый вал с зубчатым колесом, готова, причем сразу размещена в нужном месте сборки (рис. 3.127).

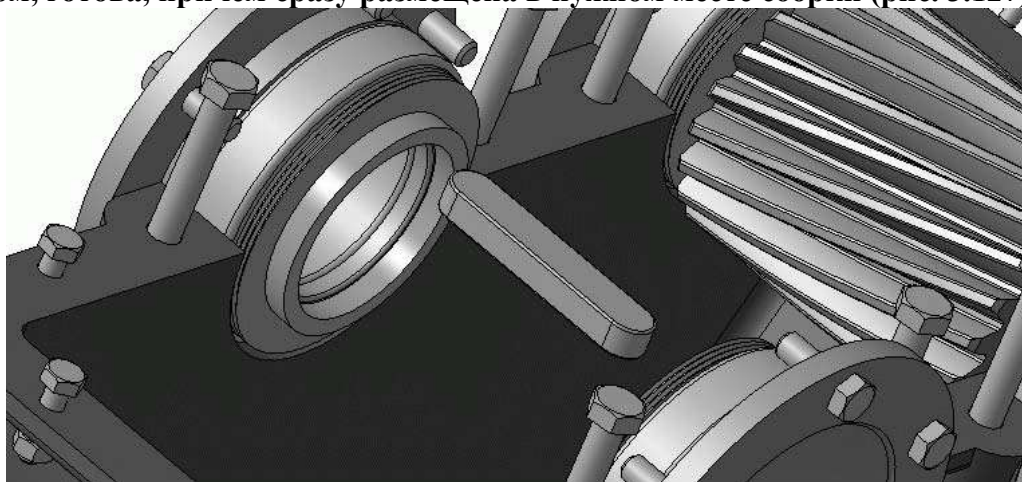


Рис. 3.127. Деталь шпонки, смоделированная прямо в сборке (крышка редуктора, зубчатое колесо и ведомый вал скрыты)

После завершения моделирования возобновите видимость ранее скрытых компонентов.

Таким же способом постройте еще две шпонки на выходных участках обоих валов. Высоту шпонок примите равной 9 мм на быстроходном валу и 12 мм на тихоходном. При желании вы можете добавить шпонки в сборку обычным образом, то есть просто загрузив их из файлов.

Полная 3D-модель одноступенчатого цилиндрического косозубого редуктора готова (рис. 3.128). Можете создать с нее ассоциативный чертеж и сравнить его с чертежом, выполненным вручную, чтобы проконтролировать, насколько точно была сделана трехмерная модель.

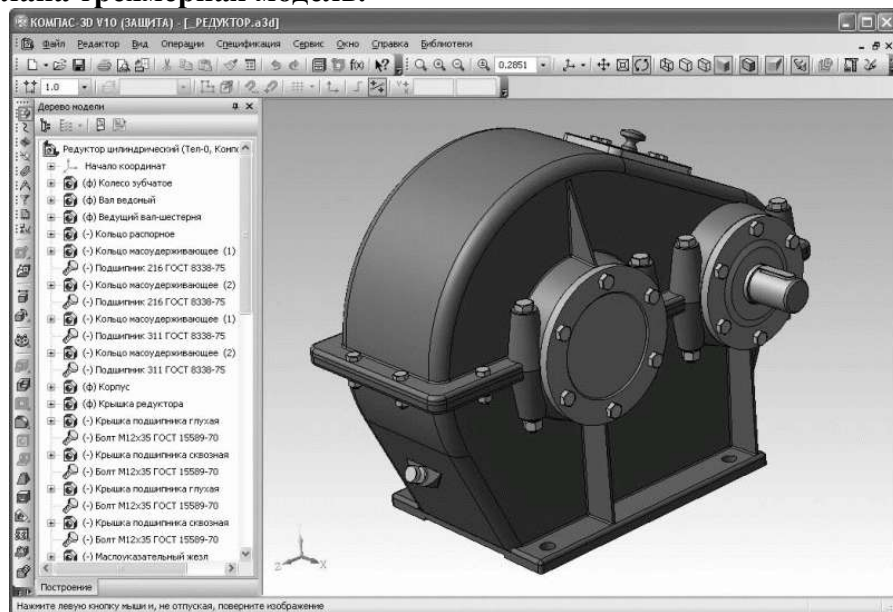


Рис. 3.128. 3D-модель цилиндрического одноступенчатого редуктора

Модель точно собрана, но не демонстрирует внутреннее строение механизма. На рис. 3.128 видны лишь корпусные детали и крепеж и больше ничего. Не разбирая такую модель, вы даже не сможете с уверенностью сказать, какой тип зацепления реализован в этом цилиндрическом редукторе: прямозубое, косозубое или шевронное. Поэтому на практике в трехмерных моделях больших сборок весьма часто применяют всевозможные вырезы и сечения, чтобы максимально открыть и отобразить внутреннее строение агрегата. Попробуем выполнить разрез-сечение нашей модели.

Самый простой вариант – создать сечение при помощи одной из плоскостей (ортогональной, например). Однако в этом случае модель теряет реалистичность, становится сложно представить себе реальные габариты объекта, к тому же при сечении плоскостью могут быть отсечены важные конструктивные элементы и даже целые детали. По данной причине рекомендую выполнить сечение по эскизу, подобрав его таким образом, чтобы не нарушить реалистичное представление модели и, вместе с тем, максимально показать ее «внутренности».

Выделите в дереве сборки плоскость ZX (в модели вы уже просто не сможете добраться до этой плоскости) и нажмите кнопку Эскиз. Создайте в эскизе изображение из трех отрезков (рис. 3.129). Вертикальный отрезок должен начинаться в точке начала координат эскиза, а длина его должна равняться 259 мм (межосевому расстоянию). Начальные точки двух горизонтальных отрезков совпадают с конечными точками горизонтального отрезка. Длина этих двух отрезков не столь важна, главное, чтобы их концы (края построенного контура) выходили за пределы тел сборки.

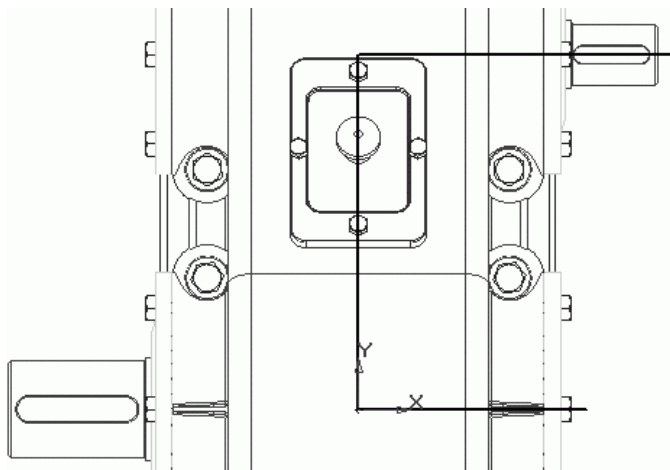



Рис. 3.129. Эскиз для сечения

Выйдите из режима редактирования эскиза и, не снимая с него выделения, нажмите кнопку **Сечение по эскизу** на панели инструментов Редактирование сборки. Установите прямое направление отсечения, но не спешите создавать операцию. Если мы сейчас выполним сечение, то из сборки будет удален весь материал, который попадает в зону отсечения. При этом, кроме корпусных деталей и крышек подшипников, будет удалена часть материала валов, зубчатых колес и пр., то есть как раз часть того, что мы собрались показывать. В настройках операции **Сечение по эскизу** предусмотрена возможность установления ограниченного набора тел, на которые эта операция будет распространяться.

Нажмите кнопку **Область применения**  на панели специального управления, после чего на панели свойств появится группа кнопок **Применение** и список компонентов, для которых будет применяться данная операция (пока еще пустой). Нажмите кнопку-переключатель **Выбранные компоненты** и в дереве сборки или же окне модели укажите те компоненты, которые необходимо рассекать. К этим компонентам следует отнести: корпус и крышку редуктора, крышки подшипников со стороны отсечения, все крепежные элементы, которые полностью попали в зону отсечения (включая копии массивов), крышка смотрового отверстия, а также по два фиксирующих винта на каждой крышке подшипника, также попавшие в область сечения. Нажмите кнопку **Создать объект**, чтобы подтвердить завершение выбора компонентов. Чтобы как-то выделить вырез в модели, снимите флажок **Использовать цвет детали** на вкладке **Свойства** и установите свой цвет, резко контрастирующий с цветами деталей сборки (например, светло-голубой), после чего подтвердите выполнение операции (рис. 3.130). Теперь хорошо видна структура редуктора, включая зацепление, компоновку подшипниковых узлов, фиксацию крышек и т. п., при этом сама модель не искажена.

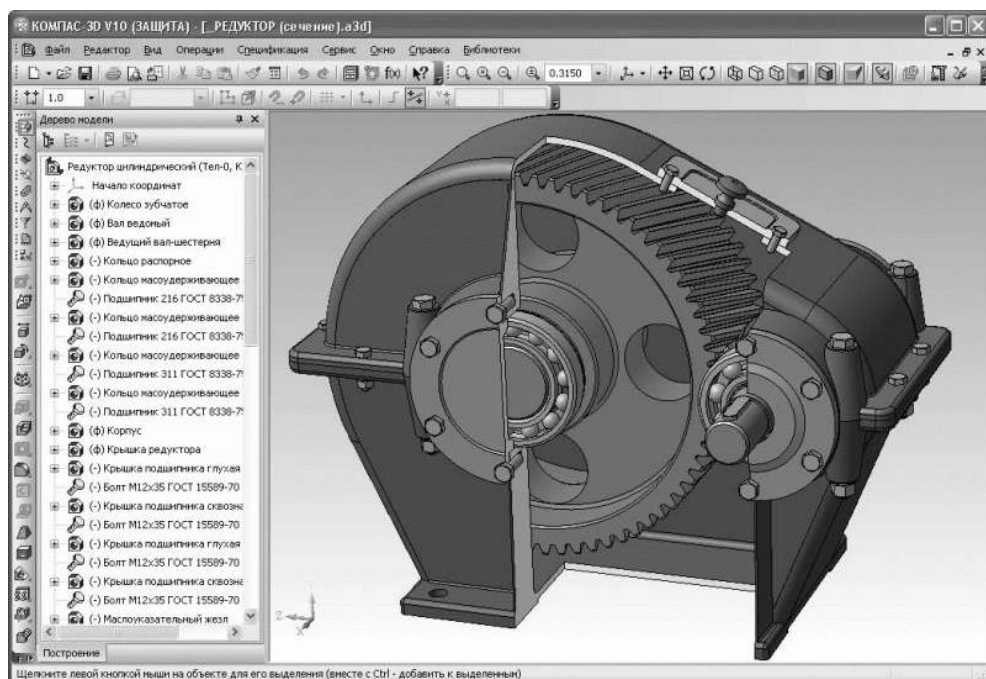


Рис. 3.130. Вырез в модели редуктора

1.15 Лабораторная работа №15 (2 часа).

Тема: «Проектирование спецификаций».

1.15.1 Цель работы: Освоить методику разработки спецификаций.

1.15.2 Задачи работы:

- 1. Разработать спецификацию для сборочного чертежа редуктора.**
- 2. Разработать спецификацию для трехмерной сборки редуктора.**

1.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1. Персональный компьютер (ПК).**
- 2. Программа КОМПАС-3D**

1.15.4 Описание (ход) работы:

Чтобы создать объект спецификации для сборочного чертежа, выполните следующие действия.

1. Выделите в окне документа графические примитивы (отрезки, дуги, сплайны), изображающие объект, для которого создается запись в спецификации. Добавьте к выделенным объектам линию-выноску, указывающую на данный материальный объект на чертеже.

2. Нажмите кнопку Добавить объект спецификации. В открывшемся окне Выберите раздел и тип объекта, укажите раздел, в который будет добавлен создаваемый объект спецификации, а также укажите тип объекта (базовый или вспомогательный). Нажмите кнопку Создать.

3. Появится окно редактирования объекта спецификации, в котором следует заполнить обозначение и наименование детали (номер позиции будет присвоен автоматически). В этом окне содержится заголовок таблицы спецификации, а также строка, которая будет соответствовать строке данного объекта спецификации в документе КОМПАС-Спецификация.

4. Повторяя п. 1–3, создайте столько объектов спецификации, сколько вам нужно для сборочного чертежа.

Разработка спецификации для трехмерной сборки системы КОМПАС немного отличается от построения спецификации для сборочного чертежа. Порядок действий при этом следующий.

1. Для каждой детали, из которых предполагается делать сборку, необходимо создать объект спецификации. Это значит, что в каждом документе КОМПАС-Деталь должен быть собственный подчиненный объект спецификации, содержащий единственную строку, описывающую данную деталь.

2. Создайте документ → сборку и разместите в нем все детали моделируемого объекта. Если при вставке уникальной детали на вкладке Свойства панели свойств был установлен флажок Создавать объекты спецификации, то все объекты спецификаций каждого компонента будут автоматически подгружены в сборку.

3. При использовании элементов из библиотеки не забудьте установить флажок Создать объект спецификации. Для деталей или подборок, создаваемых в контексте сборки, непосредственно в режиме редактирования сформируйте соответствующие им объекты спецификации: для детали – обычный, для под сборки – внешний.

4. Спецификация документа сборки формируется автоматически на основании объектов спецификаций компонентов, входящих в нее. Чтобы убедиться в этом, вызовите окно просмотра спецификации в подчиненном режиме (команда Редактировать объекты спецификации).

1.16 Лабораторная работа №16 (2 часа).

Тема: «Прикладные библиотеки».

1.16.1 Цель работы: Приобретение навыков работы с прикладной библиотекой КОМПАС-SPRING. Создание трехмерных моделей тел вращения в КОМПАС-SHAFT 3D

1.16.2 Задачи работы:

1. Создать чертеж пружины растяжения (с созданием вида, диаграммы, технических требований, заполнением основной надписи).

2. Выполнить генерацию 3D-модели.

3. Создать трехмерную модель вала

1.16.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.16.4 Описание (ход) работы:

1. Выполнить загрузку исходных данных для расчета пружины (класс пружины, разряд пружины, материал проволоки, наружный диаметр пружины, диаметр проволоки, ход пружины, длина зацепов, сила пружины при предварительной деформации, сила пружины при рабочей деформации, длины пружины при рабочей деформации).

2. Выполнить расчет на основе заданных характеристик.

3. Получить чертеж (с созданием вида, диаграммы, технических требований, заполнением основной надписи)

4. Выполнить генерацию 3D-модели пружины

Как показывает практика пользователей, КОМПАС-Spring позволяет в 15–20 раз повысить скорость проектирования пружин и выпуска документации на них

Создать трехмерную модель вала

1. Выполнить команду Построение модели, в результате чего на экране появится диалоговое окно, разделенное на две части: в верхней будет отображаться процесс построения внешних ступеней тела вращения, в нижней – внутренних ступеней (то есть полостей). Нажмите кнопку Новая модель

2. Нажмите кнопку Простые ступени на панели инструментов в левой части главного окна библиотеки. Возле кнопки раскроется меню со списком возможных вариантов построения ступеней. Выберите пункт Цилиндрическая ступень.

3. Появится окно с параметрами цилиндрической ступени, в котором кроме длины и диаметра ступени можно задать параметры различных конструктивных элементов на краях ступени (фаски или галтели). Установите длину и диаметр ступени, задайте фаску с катетом и углом, галтели. Нажмите кнопку ОК, чтобы построить ступень

4. Самостоятельно постройте еще несколько ступеней вала, произвольно выбирая их размеры.

5. С помощью команд группы меню Дополнительные элементы ступеней добавляйте на различные ступени те или иные конструктивные элементы. Порядок добавления следующий:

1) выделите в дереве модели (в окне библиотеки) нужную ступень;

2) выполните команду библиотеки (например, Дополнительные элементы ступеней → Канавки → Канавка под стопорное кольцо или Дополнительные элементы ступеней → Шпоночные пазы → Под призматическую шпонку ГОСТ 23360—78);

3) в появившемся окне настройте параметры конструктивного элемента;

4) создайте элемент.

6. По построенному чертежу тела вращения создать трехмерную модель. Для этого предназначена специальная команда Дополнительные построения → Генерация твердотельной модели