


ТЕМА 5. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ

5.1. Построение контуров, представляющих три вида и разрез детали

В этом примере рассматривается построение трех стандартных видов: спереди, сверху и слева. Два первых вида заданы уже готовыми изображениями, и их нужно просто перечертить, выбрав документ «Чертеж» или «Фрагмент». Третий вид – вид слева нужно построить, используя уже начерченные два вида. На одном из построенных видов, как правило, это вид спереди или вид сбоку, предусмотреть разрез, для уточнения внутренних форм предмета.

1. Создайте документ «Чертеж». Вызовите команду «Файл - Создать». В появившемся на экране диалоге на вкладке «Новые документы» выберите вариант «Чертеж». По умолчанию в окне появляется изображение чертежного листа формата А4 с вертикальной ориентацией. Если формат А4 не подходит, можно изменить его на формат А3 с горизонтальной ориентацией. Для этого входим в меню «Сервис», и выполняем последовательность команд: «Сервис – Параметры – Текущий чертеж – Параметры первого листа – Формат – А3 – горизонтально». Далее нажать ОК и кнопку «Показать все» .



2. Нажмите кнопку – Ассоциативные виды , затем – Создать новый вид . Это первая из кнопок-команд инструментальной панели «Ассоциативные виды», рис. 5.1 .



Рис. 5.1. Панель «Виды»

На вопрос системы «Укажите точку привязки вида» переместите курсор примерно в центр левой верхней четверти формата и зафиксируйте положение нажатием левой кнопки мыши. По умолчанию в строке параметров был указан масштаб 1:1, рис. 5.2.

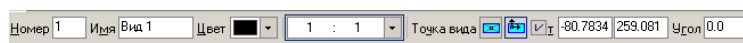


Рис. 5.2. Панель параметров вида

Можно оставить предлагаемое значение масштаба или изменить, например, выбрать масштаб М 1:2. Система будет автоматически учитывать заданный масштаб, пересчитывая вводимые значения или в сторону уменьшения или увеличения размеров.

3. После этого можно начать вычерчивание заданных двух видов, перейдя на инструментальную панель «Геометрия», и формируя контуры изображений командами: «Отрезок», «Окружность», «Дуга», «Фаска», «Прямоугольник» и т. п. Заданные виды вычерчиваются в проекционной связи друг с другом, применяя разные стили линий в соответствующих частях изображений, как показано на рис. 5.3.

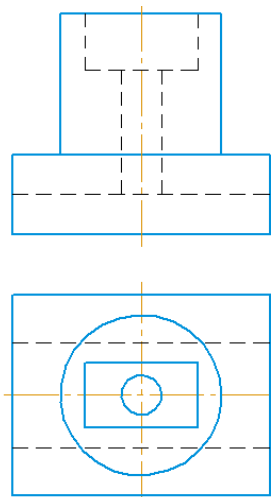


Рис. 5.3. Исходные изображения внешних и внутренних форм предмета

Вид слева строится, также используя проекционную связь для изображений предмета. Это означает, что вид слева должен, во - первых, иметь одинаковые размеры по высоте с видом спереди, во - вторых – одинаковые размеры по ширине с видом сверху.

Возможности системы трансформировать изображения с помощью инструментальной панели «Редактирование» (рис. 5.4) облегчает построение третьего вида.



Рис. 5.4. Панель редактирования

Вначале с использованием команды этой панели изображение вида сверху сдвигается вправо, как указано на рис. 5.5.

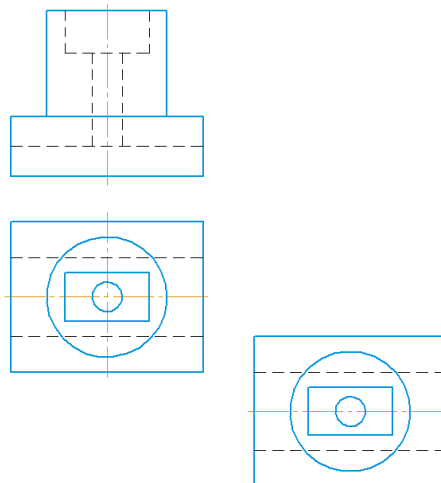




Рис. 5.5. Сдвиг вида с сохранением исходного

Для того, чтобы сдвинуть любой имеющийся контур, он выделяется любой подходящей командой (см. панель «Выделение»), нажимается кнопка «Сдвиг объекта»  на панели «Редактирование». Потом курсор наводится на объект и движением мыши перемещается в другое место окна документа (перемещение можно осуществить, задавая перемещение в соответствующие поля вдоль оси X, а затем вдоль оси Y). При этом исходный объект может быть или удален, или оставлен на старом месте, указав на соответствующую опцию панели параметров в нижней части экрана. При выполнении этого действия исходный вид (вид сверху) должен остаться.

Вторым действием будет поворот перемещенного вида на 90°. Он также выделяется и нажимается вторая кнопка панели «Редактирование» «Поворот объекта» . На панели параметров в соответствующем поле указывается угол поворота, а на объекте – центральная точка контура. Изображение принимает вид, как на рис. 5.6.

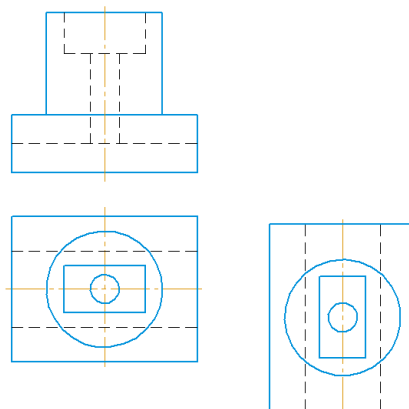


Рис. 5.6. Повернутое изображение вида

На подготовленном изображении проводятся линии проекционной связи, по которым обводится контур третьего вида, рис. 5.7. Повернутое положение вида сверху убирается. Затем добавляется изображение разреза на половине одного из построенных видов (в рассматриваемом примере разрез наиболее целесообразен на правой половине вида спереди), рис. 4.8. В иных случаях разрез может выполняться и на части вида слева, и на виде сверху. Это зависит от конструктивных особенностей формы детали.

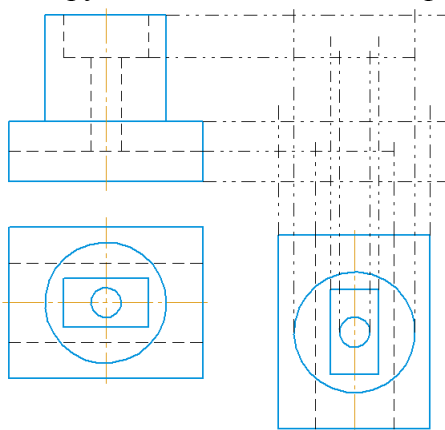


Рис. 5.7. Подготовленный вариант для построения третьего вида

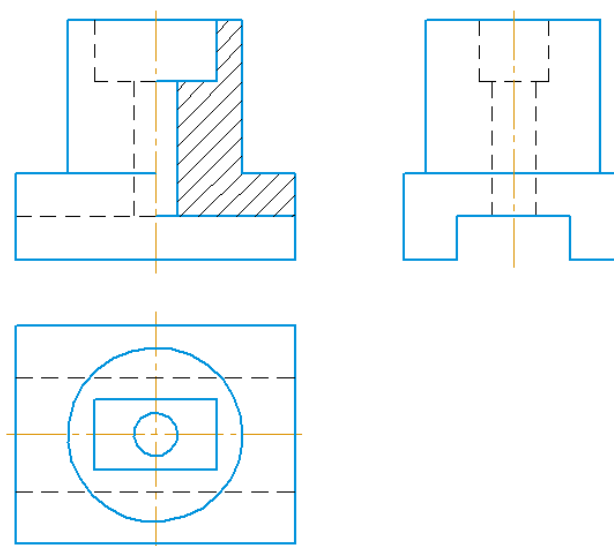


Рис. 5.8. Окончательный вариант построения 2-D изображений детали

Проставляются с помощью команд панели «Размеры» все размеры предмета (как внешних, так и внутренних форм), и на этом построение считается законченным.

5.2. Построение объемного изображения детали

Объемное (т. е. 3-D) изображение модели выполняется системой КОМПАС-3D в трехмерном документе «Деталь».

Модель в КОМПАС-3D состоит из геометрических объектов: эскизов, пространственных линий, поверхностей и тел. В свою очередь, геометрические объекты состоят из примитивов: вершин, ребер, граней. Эта же модель может содержать объекты измерения, элементы оформления, а также компоненты, являющиеся самостоятельными моделями. Модель в КОМПАС-3D может быть твердотельной (некоторым геометрическим телом, имеющим определенную массу), поверхностной (представленной поверхностями и имеющей нулевую массу) и комбинированной, сочетающей результаты твердотельного и поверхностного моделирования.

Объекты модели создаются с помощью операций. При твердотельном моделировании объектов операции построения тел можно разделить на формообразующие, т. е. добавляющие материал, и дополнительные, удаляющие часть материала. Основные формообразующие операции – это: выдавливание, вращение, перемещение по траектории и по сечениям. С их помощью можно решить значительную часть задач твердотельного моделирования.

Дополнительные операции позволяют требуемым образом скорректировать результаты формообразующих операций. Примером дополнительных операций являются: вырезание выдавливанием и скругление (закругления участков) поверхности.

Тело, полученное в результате моделирования, обладает свойствами: материал, плотность, масса. Поэтому оно наиболее полно представляет реальное изделие. При этом существуют задачи, когда для достижения требуемого результата использование операций построения тел недостаточно. В этих случаях возможно применение операций построения поверхностей КОМПАС-3D, которые позволяют создавать сложные геометрические формы. Следует заметить, что их получение исключительно за счет операций построения тел труднодостижимо либо невозможно.

Модели в качестве объектов, в свою очередь, могут входить в другие модели, то есть являться их компонентами. Такой состав модели характерен для сборок. По модели могут оформляться чертежи, содержащие ассоциативные (займственные) виды с этих моделей.

Рассмотрим подробнее процесс построения объемной модели, пользуясь изображениями на рис. 5.9. Представленные изображения (комбинация вида спереди и фронтального разреза, вид сверху и вид слева) дают возможность представить пространственные формы модели.

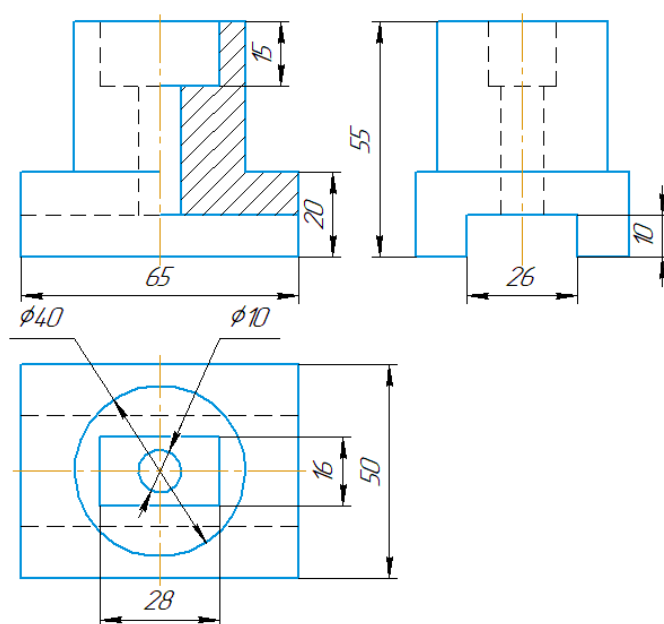


Рис. 5.9. Изображения детали с размерами

Она представляет собой двухобъемный предмет, состоящий из нижней и верхней части. Нижняя часть предмета представляет собой прямоугольную призму, т. к. в основании лежит прямоугольник со сторонами 65 и 55 мм. Высота призмы – 20 мм. В этой призме от левого до правого торца выполнен вдоль продольной оси прямоугольный вырез (паз) шириной 26 мм и высотой 10 мм. Верхняя часть предмета представляет собой цилиндр диаметром 40 мм, высотой 35 (55 – 20) мм, поставленный на нижележащую часть. В цилиндре сверху вырезано прямоугольное отверстие (28×16) глубиной 15 мм, а затем высверлено круглое отверстие диаметром 10 мм до уровня нижнего паза, т. е. насквозь. Все перечисленное и будет учитываться при объемном моделировании форм представленной модели.

Для создания объемной (трехмерной) модели предмета (детали) используется документ «Деталь». С помощью меню «Файл» или кнопки-команды «Создать» на стандартной панели создается этот документ. В открывшемся окне появляется отображение трех координатных плоскостей, заданных четырехугольниками, рис. 5.10.

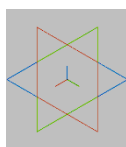



Рис. 5.10. Координатные плоскости

Курсором указывается одна из трех координатных плоскостей, потом на панели текущего состояния находится и нажимается кнопка-команда «Эскиз»  и начинается вычерчивание плоского контура соответствующей конфигурации с помощью команд панели «Геометрия». Координатную плоскость XY или XZ или YZ можно выбрать, указав ее в дереве построения модели. Кнопку-команду «Эскиз» можно найти не только на панели текущего состояния, но и в контекстном меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши.

Моделирование детали, изображенной на рис. 5.9 начинается с воссоздания прямоугольной прямой призмы. Это, в свою очередь, требует вычерчивания прямоугольника размерами 65×50 (рис. 5.11). Он явится основанием будущей модели (стиль строящихся линий – основная), и далее



Рис. 5.11. Основание модели

последующего выдавливания этого контура вверх на 20 мм, рис. 5.12.

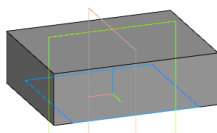



Рис. 5.12. Призма

Для выполнения операции выдавливания на компактной панели документа «Деталь» (рис. 5.13)



Рис. 5.13. Компактная панель

находим кнопку-команду «Редактирование модели» (это первая кнопка) и в раскрывшейся инструментальной панели курсором указываем кнопку «Выдавливание» . Аналогичный результат для создания первой части будущей модели получается при вызове операции выдавливания посредством страницы «Операции» главного меню. В ней содержится не только эта операция, но и перечень всех объемных операций.



Дальнейшим этапом будет вырезание части построенной модели, создавая продольный паз прямоугольной формы размерами 26×10 мм. Для этого нужно построить очередной эскиз, то есть отрисовать на выбранной грани призмы соответствующий контур, который должен представлять замкнутую плоскую фигуру. Передвигаем курсор на левую торцевую грань призмы и, когда рядом с курсором появится значок поверхности, нажимаем левую кнопку мыши. Происходит выделение этой поверхности (окрашивается зеленым цветом), далее нажимаем кнопку «Эскиз» , и система поворачивает отмеченную поверхность, чтобы она совместилась с плоскостью экрана. Теперь на этой грани можно строить контур, в данном случае прямоугольник с размерами 26×10 мм. Чтобы выполнить вырез этой формы нужно найти на инструментальной панели кнопку «Вырезать выдавливанием»  и нажать на нее. На панели параметров указываем в поле «Расстояние» цифру, на которую должно произойти вырезание и на клавиатуре нажимаем «Enter». Происходит отображение паза в призме, рис. 5.14.



Рис. 5.14. Призма с пазом

Следующим этапом в построении объемной модели будет построение цилиндра диаметром 40 мм и высотой 35 мм, опирающегося на верхнюю грань построенной призмы. Поэтому вновь сдвигаем курсор на эту верхнюю грань и, нажав левую кнопку

мышью, выделяем грань. Далее находим кнопку «Эскиз» и нажимаем ее, т. е. строится уже третий по счету эскиз (контур) на указанной пользователем поверхности. Следует учитывать то обстоятельство, что эскиз можно строить только на плоской поверхности, либо на координатной плоскости. Эскизом на этом этапе будет окружность диаметром 40 мм. На инструментальной панели опять находим кнопку «Выдавливание», нажимаем ее. На панели параметров указываем расстояние для выдавливания (цифру 35 мм). Подтверждаем цифру командой «Enter», и система строит модель, рис. 5.15.

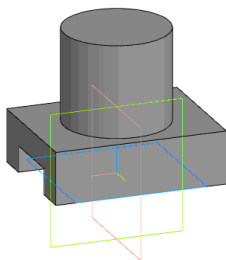



Рис. 5.15. Призма с цилиндром

Дальнейшим действием в построении модели будет построение четвертого эскиза, форма которого должна соответствовать контуру очередного вырезания объемной части предмета. Если выполнять это вырезание сверху вниз, то сначала нужно вырезать прямоугольное отверстие размерами 28×16 мм и глубиной 15 мм, а затем, построив пятый эскиз, вырезать цилиндрическое отверстие диаметром 10 мм до поверхности ранее построенного паза.

Для построения четвертого эскиза курсор смещается на верхнее основание построенного цилиндра и выделяется этот круг. Далее нажимается кнопка-команда «Эскиз», система совмещает верхнее основание цилиндра с плоскостью экрана. Выбираем на панели «Геометрия» команду построения прямоугольника, привязываем его к центру окружности, задаем размеры прямоугольника по ширине и высоте (28×16). Отыскиваем на инструментальной панели команду «Вырезать выдавливанием» , нажимаем ее, а на панели параметров указываем глубину вырезания (15 мм). Нажимаем клавишу «Enter», или кнопку «Создать объект» «↵». Система выполняет соответствующее построение (рис. 5.16). На этом рисунке модель изображена каркасными линиями, чтобы указать и иные варианты отображений.

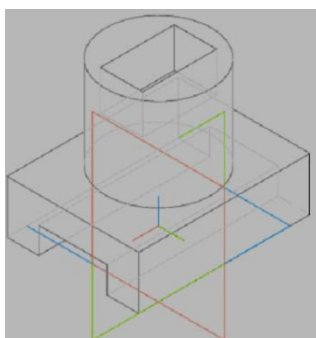


Рис. 5.16. Призма с цилиндром и двумя вырезами

Следующее построение позволит закончить создание пространственной модели детали. Последняя операция – вырезание цилиндрического отверстия диаметром 10 мм. Курсор сдвигается на нижнюю внутреннюю поверхность вырезанного прямоугольного отверстия, и эта поверхность должна быть выделена, нажав левую кнопку мыши. Затем находим кнопку «Эскиз» и нажимаем ее. Система совмещает в очередной раз указанную поверхность с плоскостью экрана, для построения на этой поверхности эскиза – окружности 10 мм. На инструментальной панели нажимается кнопка-команда «Вырезать

выдавливанием», а на панели параметров указывается цифра, соответствующей глубины или выбирается вариант «Через все». Подтверждается действие клавишей «Enter». Система выстраивает изображение модели, рис. 5.17.

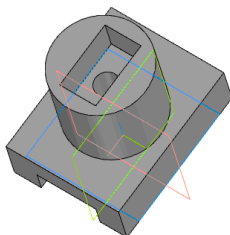


Рис. 5.17. Пространственная модель

Для наглядности созданная модель на рис. 5.18 повернута и дополнительно разрезана по двум координатным плоскостям.

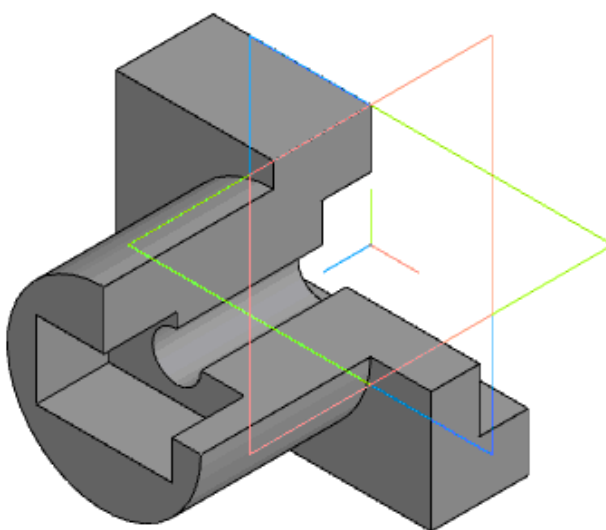








Рис. 5.18. Модель с четвертным вырезом



5.3. Ассоциативные изображения

Выполненная пространственная модель должна быть сохранена в памяти компьютера, чтобы с этой модели можно было снять так называемые ассоциативные изображения (виды и разрезы). **Ассоциативный вид** содержит автоматически сформированную проекцию трехмерной модели на соответствующую координатную плоскость.

Этот вид связан с моделью, поэтому изменения в модели приводят к изменению изображения в нем. Пока ассоциативный вид сохраняет связь с моделью, редактирование геометрических объектов, составляющих проекцию модели, невозможно. При необходимости связь между видом и моделью может быть разрушена. В этом случае вид становится простым.

Ассоциативные изображения система строит автоматически и располагает их в соответствии с требованиями ЕСКД по ГОСТ 2. 305-68. После вызова команды построения ассоциативного вида на вкладке «Параметры» панели свойств появляются элементы, позволяющие настроить вид. Те элементы, которые являются общими для простых и ассоциативных видов, перечислены ниже. Это порядковый номер вида, его имя, цвет отображения, масштаб. Сюда же относится базовая точка вида, точка его привязки относительно базовой точки и угол расположения изображения. К специальным элементам вкладки «Параметры» относят:  – файл-источник; поле ориентации модели;

 – схема-переключатель, позволяющая настроить расположение стандартных видов;
 – проекционная связь, управляющая наличием или отсутствием проекционной связи между ассоциативными изображениями;   – разрез/сечение, группа переключателей, позволяющая выбрать тип изображения;  – разнести, т. е. переключатель, позволяющий раздвигать на заданную величину компоненты сборки и пр.

Для вычерчивания ассоциативных видов необходимо выбрать из компактной панели инструментальную панель «Виды» , а на этой панели найти кнопку-команду «Стандартные виды» , нажав которую пользователь заставляет систему построить три наиболее используемых вида: спереди, сверху и слева, взятые с созданной трехмерной модели, рис. 5.19. При необходимости добавляют по указанному направлению разрез модели.

В КОМПАС-3D доступно создание следующих ассоциативных видов:

- стандартные виды (спереди, сзади, сверху), а также снизу, справа, слева и три варианта изометрии;
- произвольный вид (вид произвольной модели в произвольной ориентации);
- проекционный вид (вид по направлению, указанному относительно другого вида);
- вид по стрелке;
- разрез/сечение (простой, ступенчатый, ломаный);
- выносной элемент;
- местный вид;
- местный разрез.

Параметры ассоциативных видов используются по умолчанию или настраиваются пользователем.

Деталь в КОМПАС-3D — трехмерная модель, включающая одно или несколько геометрических тел.

Моделирование детали состоит в построении входящих в нее тел. Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и т.д.). Пример выполнения таких операций показан на рис. 5.20.

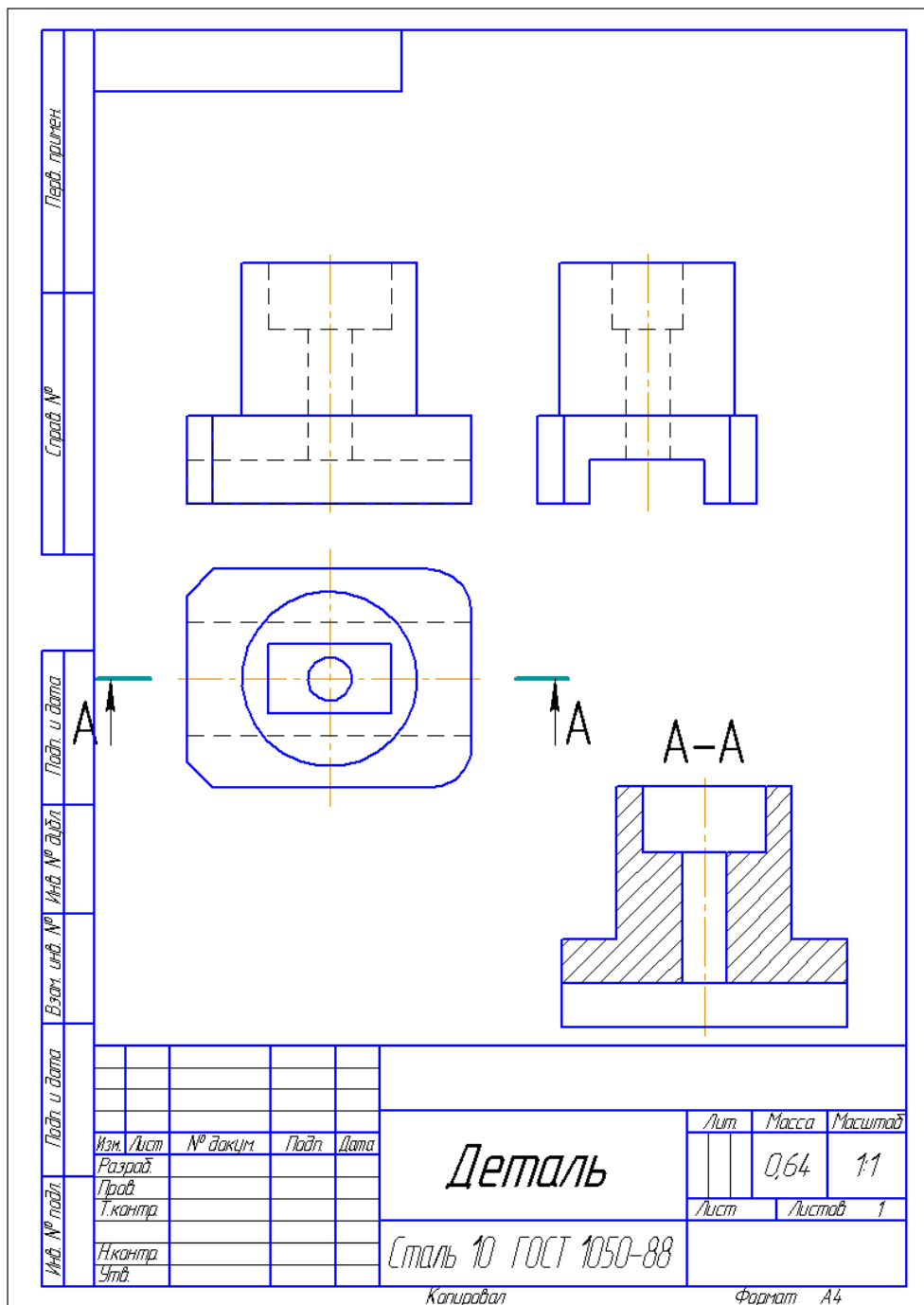


Рис. 5.19. Ассоциативные изображения

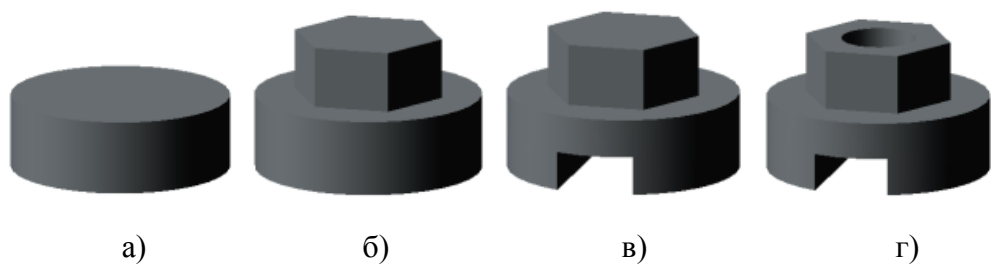


Рис. 5.20. Булевы операции над объемными элементами:
а) цилиндр; б) объединение цилиндра и призмы;
в) вычитание призмы; г) вычитание цилиндра

В КОМПАС-3D для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму элемента (рис. 5.21). Например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника — призму, и т.д.

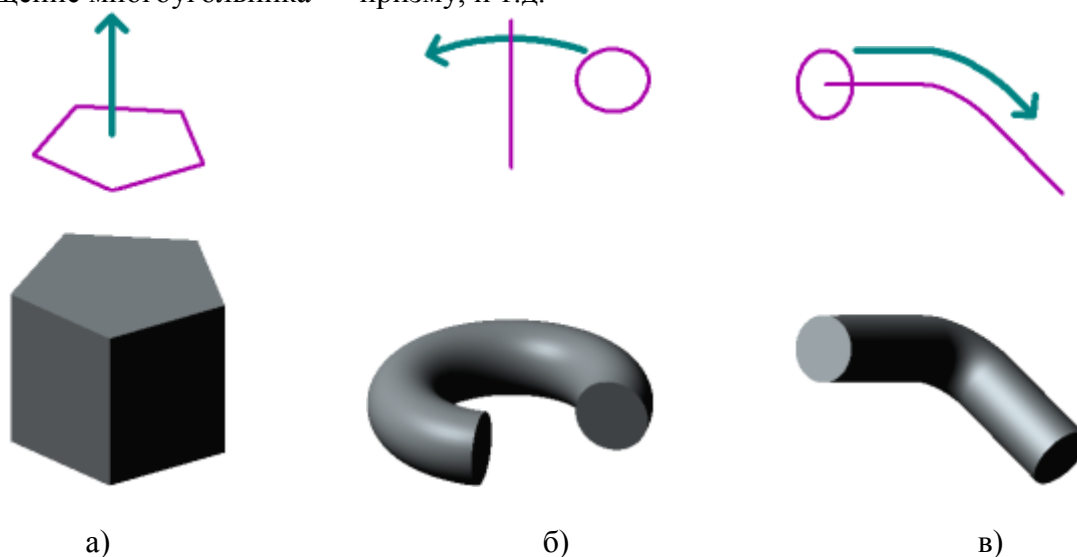


Рис. 5.21. Образование объемных элементов:
а) призмы, б) тора, в) кинематического элемента

Плоская фигура, на основе которой образуется тело, называется эскизом, а формообразующее перемещение эскиза — операцией. Модель может содержать несколько твердых тел. Над ними, в свою очередь, также могут производиться булевы операции.

Эскиз может располагаться в одной из ортогональных плоскостей координат, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем. Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-3D. При этом доступны все команды построения и редактирования изображения, команды параметризации и сервисные возможности. Единственным исключением является невозможность ввода некоторых технологических обозначений, объектов оформления и таблиц.

Эскиз может содержать текст. По окончании создания эскиза все тексты в нем преобразуются в один или несколько контуров, состоящих из кривых NURBS (нерегулярный рациональный B-сплайн). В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Построение тела начинается с создания его основания путем вставки в файл готовой модели детали или выполнения операции над эскизом.

При этом доступны следующие типы операций:

– выдавливание эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости (рис. 5.22).

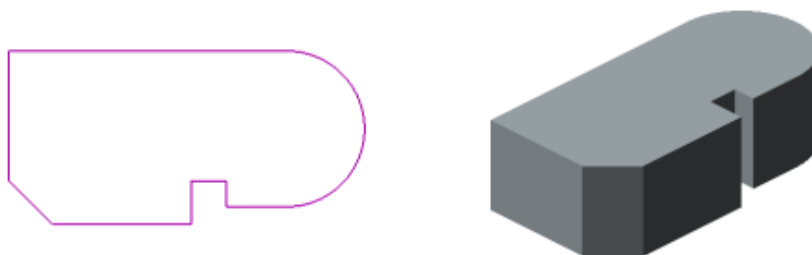


Рис. 5.22. Эскиз и элемент, образованный операцией выдавливания – вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости (рис. 5.23).



Рис. 5.23. Эскиз и элемент, образованный операцией вращения

– кинематическая операция – перемещение эскиза вдоль указанной направляющей



Рис. 5.24. Эскизы и элемент, образованный кинематической операцией

– построение тела по сечениям-эскизам (рис. 5.25)

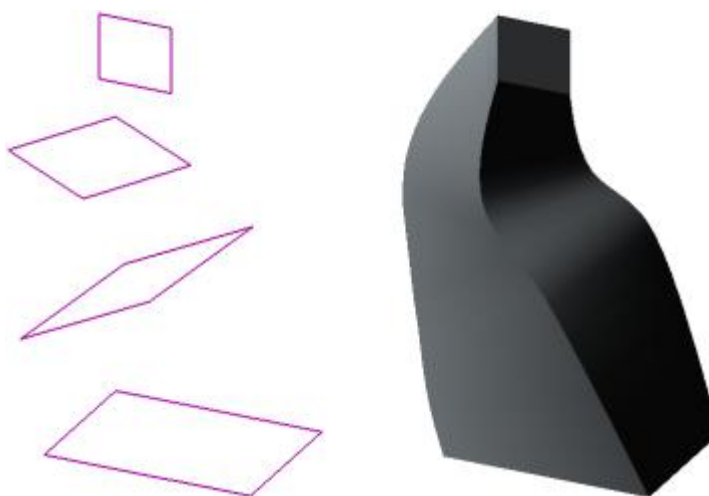


Рис. 5.25. Эскизы и элемент, образованный операцией по сечениям

Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать правила построения основания. Эти опции будут рассмотрены ниже. После создания основания тела производится «приклеивание» или «вырезание» дополнительных объемов (рис. 5.26). Каждый из них представляет собой элемент, образованный при помощи перечисленных выше операций над новыми эскизами. При выборе типа операции нужно сразу указать, будет создаваемый элемент вычитаться из основного объема или добавляться к нему. Примерами вычитания объема из тела могут быть различные отверстия, проточки, канавки, а примерами добавления объема — бобышки, выступы, ребра.

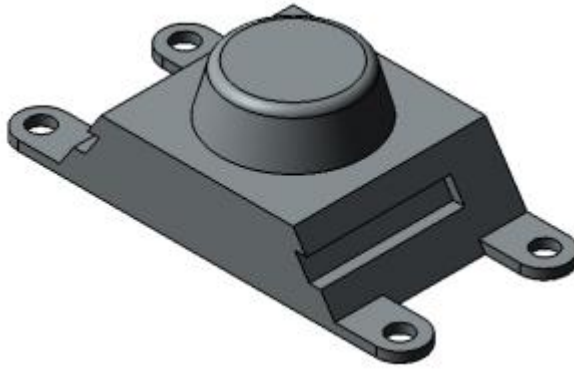


Рис.5.26. Пример модели

5.4. Многотельное моделирование

Многотельное моделирование – процесс моделирования детали, включающий создание нескольких твердых тел.

Результатом многотельного моделирования может являться как одно тело, так и несколько тел (т.е. многотельная деталь).

Каждое тело в процессе многотельного моделирования создается обычным образом, т.е. путем выполнения булевых операций над объемными элементами. Сначала создается основание тела, затем к нему добавляются или из него вычитаются формообразующие элементы, создаются дополнительные конструктивные элементы.

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

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

Создание тел вычитанием – способ проектирования, при котором тело детали формируется путем вычитания одних тел из других. В этом случае нужно создать два пересекающихся тела, первое из которых будет определять форму детали, а второе – форму полости. Затем следует произвести над телами булеву операцию вычитания второго тела из первого. Данный способ проектирования рекомендуется для создания деталей со сложными карманами или другими выборками, проходящими через сложные поверхности и имеющими скругления.

Существуют особенности работы при многотельном моделировании. Тело не может быть частично скрыто. Это означает, что нельзя скрыть, например, отдельный приклеенный к телу формообразующий элемент. Поэтому после вызова команды «Скрыть» для какого-либо элемента скрывается целиком все тело, в состав которого входит этот элемент. Изменение положения тел детали друг относительно друга возможно только путем изменения положения эскизов, использованных для создания тел. Для этого можно воспользоваться, например, командами «Разместить эскиз» и «Изменить плоскость» из контекстного меню эскиза в Дереве модели.

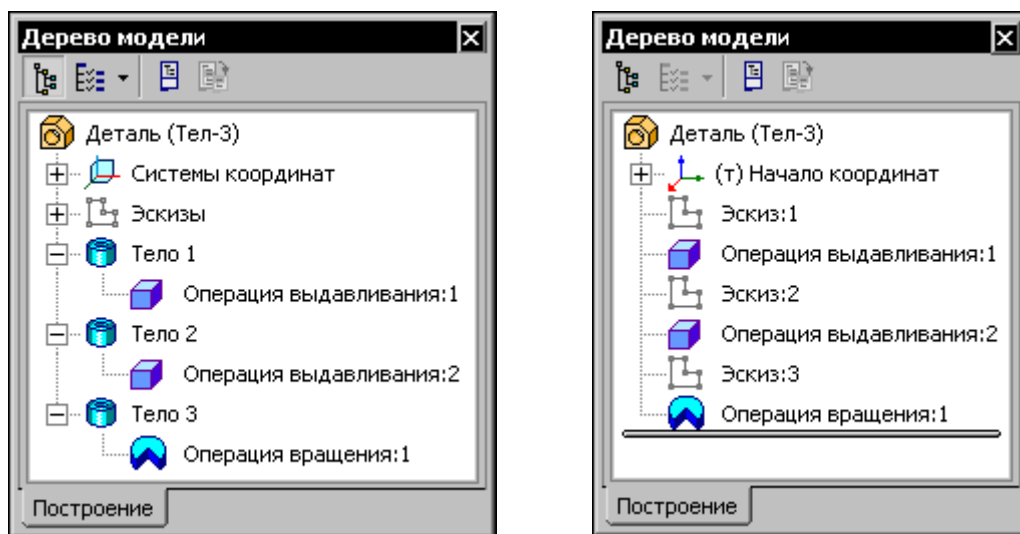
Отображение многотельной детали в Дереве модели.

Общее количество тел детали отображается в Дереве модели — в скобках после ее названия. В Дереве сборки отображаются только названия вставленных в нее деталей. Количества тел в деталях не указываются.

Дерево модели может отображаться в одном из двух видов: в виде последовательности построения или в виде структуры модели (рис. 5.27 а, б). При работе с многотельной деталью можно рекомендовать отображение Дерева в виде структуры.

Этот способ более наглядно представляет состав многотельной детали и порядок ее создания, чем отображение последовательности построения.

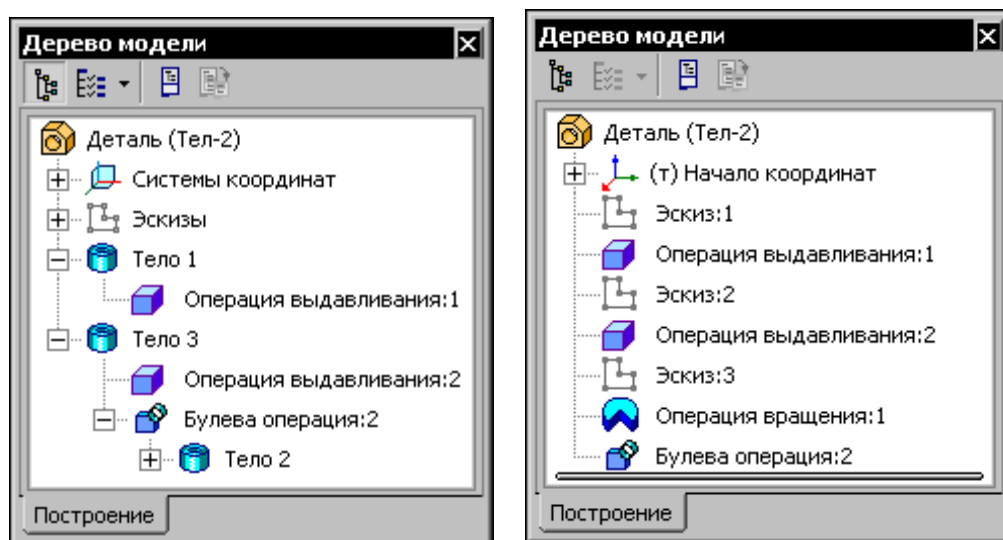
– Элементы, формирующие тела, группируются в разделы, соответствующие телам. Названия разделов совпадают с названиями оснований тел.



а) б)

Рис. 5.27. Многотельная деталь в Дереве:
а) структура, б) последовательность построения

Если в детали присутствует булева операция над телами, то она размещается в разделе, который соответствует первому из участвующих в ней тел. Второе тело, участвующее в этой булевой операции, отображается как подчиненное ей (рис. 5.28, а).

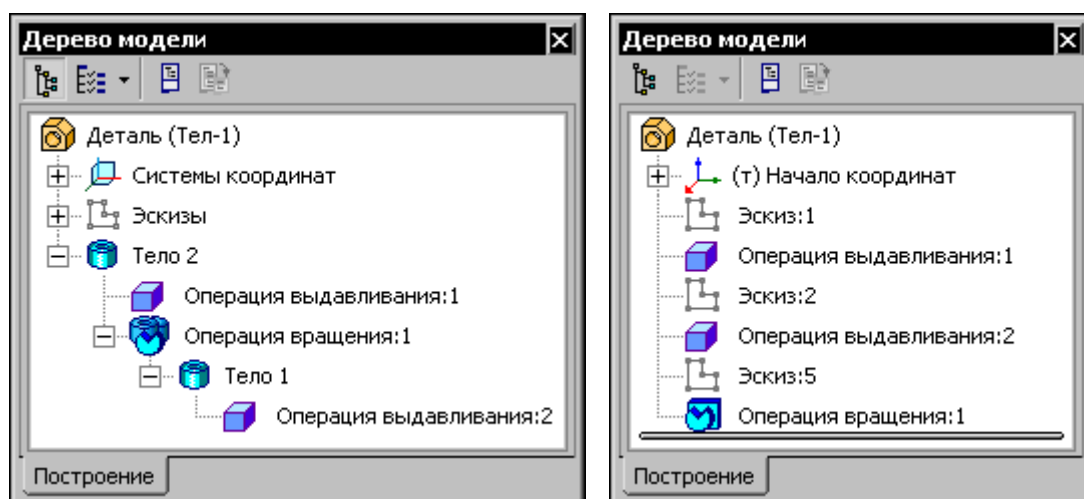


а) б)

Рис. 5.28. Булева операция над телами детали:
а) структура, б) последовательность построения

Если в детали присутствует элемент, объединяющий несколько тел в одно, то он размещается в разделе, который соответствует первому из объединяемых тел. Остальные

тела, объединяемые этим элементом, отображаются как подчиненные ему (рис. 5.29). Объединяющие элементы обозначаются в Дереве специальными пиктограммами.




а)

б)

Рис. 5.29. Приклеенный элемент, объединяющий тела:
а) структура, б) последовательность построения

Над телами могут производиться булевы операции. Булева операция выполняется над двумя телами, имеющимися в текущей детали. Результатом операции является новое тело. Оно может участвовать в любых последующих операциях, в том числе булевых. Команда доступна, если в детали имеется более одного тела.

Для вызова команды нажмите кнопку «Булева операция»  на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню «Операции». Укажите первое и второе тела на панели свойств, участвующие в операции (рис. 5.30).

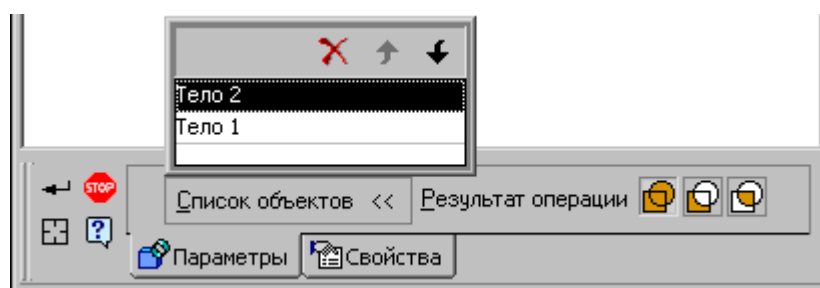









Рис. 5.30. Панель свойств при выполнении Булевой операции

Указанные тела подсвечиваются в окне модели. Соответствующие им пиктограммы выделяются цветом в Дереве модели. Названия тел отображаются в «Списке объектов» на вкладке «Параметры» панели свойств. Если необходимо отменить указание, нажмите кнопку «Указать заново»  на панели специального управления. Подсветка всех выбранных тел будет отменена, и вы сможете выбрать новые.

Тип булевой операции задается с помощью группы переключателей «Результат операции». Чтобы объединить выбранные тела, активизируйте переключатель «Объединение» . Чтобы удалить из первого тела объем, занимаемый вторым телом, активизируйте переключатель «Вычитание» . Первым считается тело, находящееся на первой позиции списка, а вторым — тело, находящееся на второй позиции. Для изменения

порядка следования тел воспользуйтесь кнопками «Переместить вниз»  и «Переместить вверх»  на панели Список тел. Чтобы удалить весь объем обоих тел, кроме их общего объема, активизируйте переключатель «Пересечение» .

Объединение тел возможно, если они пересекаются или имеют общую поверхность, а вычитание и пересечение возможны, только если тела пересекаются. Наименование объекта (название, которое отображается в Дереве модели) можно задать на вкладке Свойства Панели свойств.

Задав параметры операции, нажмите кнопку «Создать объект» на панели специального управления. В Дереве модели появится пиктограмма булевой операции, а в окне детали — тело, являющееся результатом операции. В Дереве модели появится пиктограмма булевой операции , а в окне детали — тело, являющееся результатом операции.

Область применения операции в детали

При выполнении операций в многотельной детали необходимо учитывать их область применения.

Область применения операции — набор тел, которые модифицируются в результате операции. Если тел в модели несколько, то кроме настройки параметров может понадобиться задание области применения операции. Для этого служит вкладка Панели свойств Результат операции. Подробно об области применения операций и способах ее задания рассказано ниже.

При добавлении материала модели (например, при приклеивании формообразующих элементов) область применения определяет тела, с которыми будет объединен создаваемый (редактируемый) элемент, а при удалении (например, при вырезании формообразующих элементов) — тела, материал которых будет удален в результате операции.

Например, имеется три тела. На верхней грани тела 1 создан эскиз для операции выдавливания — окружность (рис. 5.31, а).

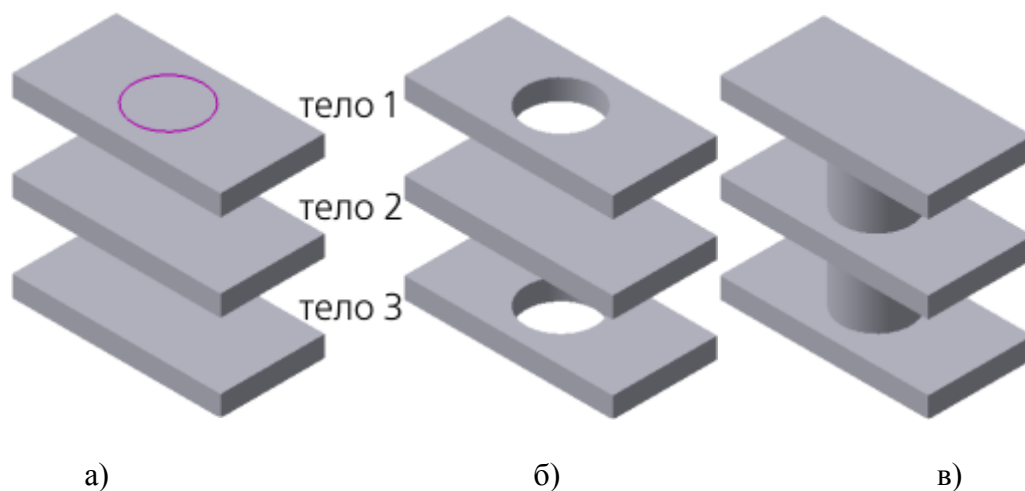


Рис. 5.31. Область применения операции выдавливания:

- а) исходное состояние детали и эскиз операции,
- б) результат вырезания, в) результат приклеивания

Способ определения глубины выдавливания — Через все. В область применения операции могут входить любые из этих тел в любом сочетании. Допустим, область применения составляют тела 1 и 3. Если элемент выдавливания вырезается, то в результате операции отверстие появится только в телах 1 и 3 (рис. 5.31, б). Несмотря на

то, что элемент выдавливания проходит через тело 2, оно остается целым, поскольку не включено в область применения операции.

Если элемент выдавливания приклеивается, то получится новое тело, состоящее из тел 1 и 3 и элемента выдавливания (рис. 5.31, в). Несмотря на то, что элемент выдавливания проходит через тело 2, оно остается самостоятельным, поскольку не включено в область применения операции выдавливания.

В область применения операции могут быть включены:

- те из видимых (не скрытых и не исключенных из расчета) тел, которые пересекаются с элементом, образующимся в результате операции,
- все видимые тела,
- произвольный набор тел.

По умолчанию область применения операции определяется автоматически: в нее включаются все видимые тела, с которыми пересекается элемент, являющийся результатом операции (до завершения операции он показывается в виде фантома).

В примерах, приведенных выше, результатом вырезания с автоопределением области применения были бы отверстия во всех трех телах, а результатом приклеивания — одно тело, образованное телами 1, 2, 3 и выдавленным элементом.

При необходимости область применения любой операции можно настроить вручную, включив в нее все видимые тела или произвольный набор тел.

При добавлении материала к модели область применения операции задается на вкладке «Результат операции» панели свойств (рис. 5.32).

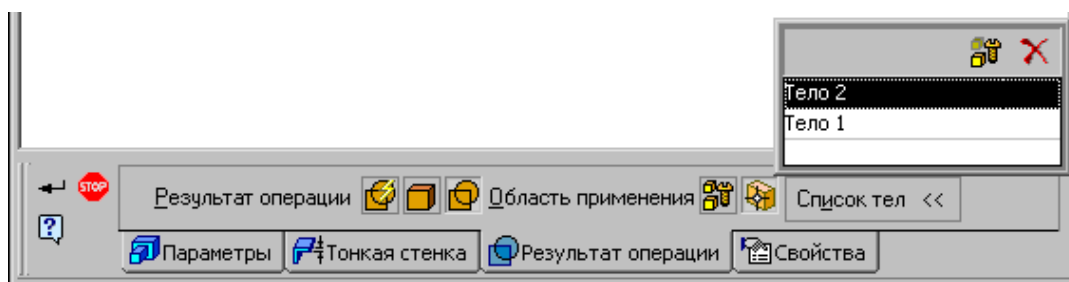


Рис. 5.32. Задание области применения приклеиваемого элемента выдавливания

Умолчательный способ определения области применения операции — автоопределение. При этом активен переключатель «Автообъединение» в группе «Результат операции». Если необходимо, вы можете настроить область применения операции произвольным образом. Для этого активизируйте переключатель «Объединение». На панели свойств станет доступна группа элементов «Область применения».

При вырезании формообразующих элементов область применения задается на вкладке «Вырезание» панели свойств (рис. 5.33).

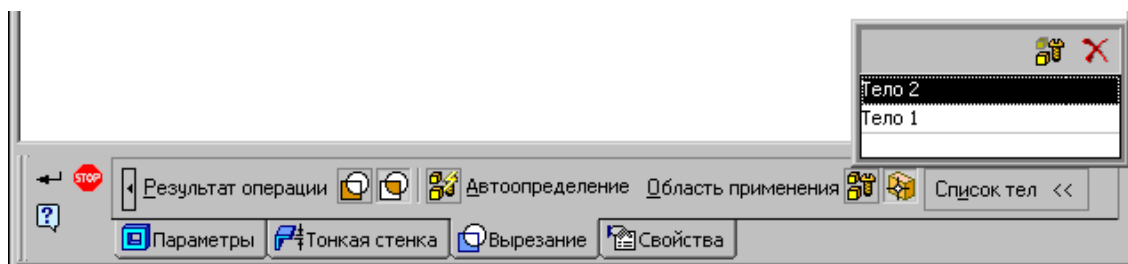


Рис. 5.33. Задание области применения вырезаемого элемента выдавливания

При построении круглого отверстия, а также при рассечении модели поверхностью или по эскизу область применения задается на вкладке «Результат операции» панели свойств (рис. 5.34).

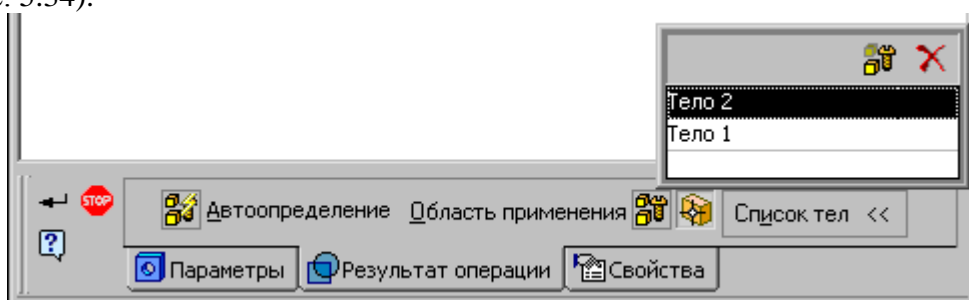








Рис. 5.34. Задание области применения круглого отверстия

При умолчательном способе определения области применения этой операции этом активен переключатель «Автоопределение» . Если необходимо, можно настроить область применения операции произвольным образом. Для этого выключается переключатель «Автоопределение». На панели свойств станет доступна группа элементов «Область применения».

Автоопределение области применения означает, что в нее включаются все тела, кроме скрытых и исключенных из расчетов, с которыми пересекается элемент, являющийся результатом операции. При этом на вкладке «Результат операции» активизируется переключатель «Новое тело» . Если при удалении материала не было обнаружено пересечений создаваемого элемента с другими телами, то в модели возникает ошибка. Если при добавлении материала не было обнаружено пересечений создаваемого элемента с другими телами, то элемент создается как самостоятельное тело.

Автоматическое определение области применения операции в некотором роде предпочтительнее других способов задания области применения, так как в последнем случае в нее можно случайно включить тела, не имеющие пересечений с редактируемым элементом. В этом случае элемент нельзя будет создать. Дело в том, что выполнение операции возможно только при условии, что элемент, являющийся результатом операции, действительно пересекается с телами, составляющими ее область применения. Если элемент не пересекается хотя бы с одним из тел, входящих в область применения операции, в модели возникает ошибка «Объекты не пересекаются».

При отключенном автоопределении области применения операции становится доступна группа элементов Область применения. Она содержит два переключателя: «Все тела»  и «Выбор тел» . Переключатель «Все тела» позволяет включить в область применения операции все тела, кроме скрытых и исключенных из расчета, вне зависимости от того, пересекаются они с редактируемым элементом или нет. Переключатель «Выбор тел» позволяет вручную указать тела, которые должны входить в область применения текущей операции. После активизации этого переключателя становится доступна панель «Список тел». Она содержит перечень тел, включенных в область применения операции, и две кнопки: «Выбрать все»  и «Удалить» . Для ручного добавления тел в область применения их следует указать в окне модели или в Дереве модели.

Набор тел, составляющих область применения операции, остается неизменным. Включение отображения тел, которые были скрыты в момент выполнения операции, а также «перетаскивание» тел в Дереве детали не приводят к изменению области применения. Благодаря этому возможно моделирование деталей путем вычитания одного тела из другого.

Например, нужно построить деталь с полостью сложной формы. Для этого можно действовать следующим образом.

1. Создать первое тело — тело, которое будет определять форму детали, и скрыть его.

2. Создать второе тело — тело, которое будет определять форму полости. Выполняя операции, формирующие тело, можно не производить никаких действий по заданию их областей применения, т.е. использовать умолчательный способ определения области применения — автоопределение. При этом в область применения всех операций будет входить только второе тело.

3. Включить показ первого тела. При этом область применения второго тела не изменится. Другими словами, все операции, выполненные в п.2, в том числе, например, операции вырезания Через все, будут по-прежнему относиться только ко второму телу.

4. Выполнить булеву операцию вычитания второго тела из первого.

Чтобы включить в область применения операции новые тела или исключить из нее имеющиеся, необходимо войти в режим редактирования этой операции и изменить область ее применения с помощью элементов управления панели свойств. Эти элементы и приемы работы с ними описаны в следующих разделах.

Многотельное моделирование расширяет возможности построения деталей и снимает ограничения на создание моделей, которые можно получить только объединением, вычитанием или пересечением тел. Например, используя многотельное моделирование, можно построить деталь путем объединения тонкостенных тел с разной толщиной стенки. Для каждого тела можно задать параметры МЦХ, цвет и свойства поверхности.

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

5.5. Листовые тела

Особый тип тела — листовое тело, способное «сгибаться» и «разгибаться». К нему можно добавлять листовые элементы — сгибы, пластины, штамповки и др. Таким образом в КОМПАС-3D моделируются детали, изготавливаемые из листового металла с помощью гибки. Пользователь может указать плотность детали (введя нужное значение вручную или выбрав определенный материал) или ее массу (а при необходимости и центр масс). Для тел возможно только задание плотности.

Листовое тело (рис. 5.35) характеризуется толщиной материала (S), из которого оно изготовлено.

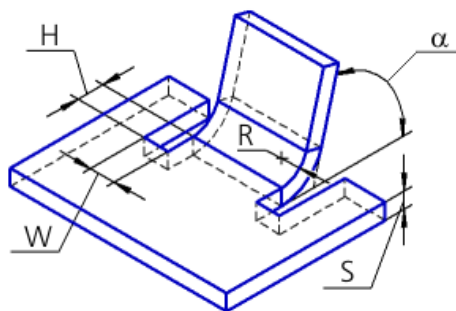



Рис. 5.35. Параметры листового тела

Изогнутые участки (сгибы) тела определяются:

- внутренним радиусом (R),
- углом сгиба (α),
- шириной освобождения (W),
- глубиной освобождения (H).

Сгиб может не иметь освобождений. Кроме того, каждый сгиб имеет параметр, определяющий длину развертки этого сгиба. Таким параметром — в зависимости от выбранного способа определения длины развертки — является коэффициент нейтрального слоя, или величина сгиба, или уменьшение сгиба. Параметр, определяющий длину развертки сгиба, далее будем называть параметром развертки этого сгиба.


Построение листового тела.

Чтобы создать в модели листовое тело, вызовите команду «Листовое тело» . Эта команда доступна, если выделен один эскиз. Параметры листового тела задаются на вкладке панели свойств «Параметры». Завершив настройку, следует подтвердить выполнение операции. В окне модели появится листовое тело с заданными параметрами, а в Дереве модели — пиктограмма листового тела.

Требования к замкнутому эскизу листового тела:

- в эскизе может быть один или несколько контуров,
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него,
- допускается один уровень вложенности контуров.

Если эскиз замкнут, то для построения листового тела необходимо задать следующие его параметры:

- направление выдавливания эскиза. Прямое направление показано стрелкой в окне модели. Для изменения направления служит группа переключателей «Направление»;
- толщину листового тела. Фактически толщина является расстоянием, на которое выдавливается эскиз;
- определение длины развертки сгиба. Если длина развертки берется из таблицы сгибов, можно сменить умолчательную таблицу, нажав кнопку «Выбрать другую таблицу сгибов» .

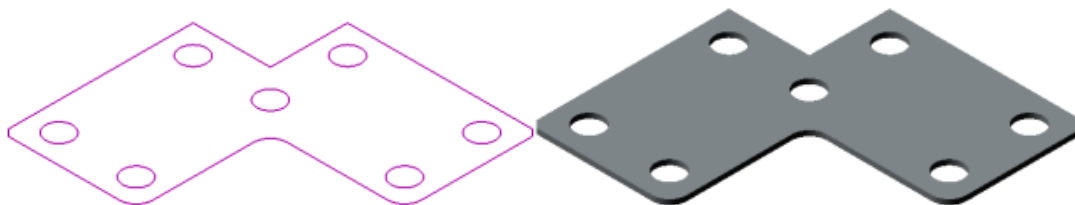


Рис. 5.35. Построение листового тела на основе замкнутого эскиза

Требования к разомкнутому эскизу листового тела:

- в эскизе может быть только один контур,
- контур может состоять только из отрезков и дуг окружностей,
- дуги должны располагаться касательно к отрезкам и другим дугам и соединяться с ними в точках касания.

Построение листового тела на основе разомкнутого эскиза имеет следующие особенности:

- отрезки в эскизе формируют плоские участки листового тела;
- дуги в эскизе формируют сгибы соответствующих радиусов;
- углы контура в эскизе формируют сгибы с заданным пользователем внутренним радиусом.

Выбирается направление и глубина выдавливания. Это делается так же, как при построении элементов выдавливания. Вводится толщина слоя добавляемого материала (толщину листового тела) в поле «Толщина» и в поле «Радиус сгиба» значение внутреннего радиуса для сгибов, соответствующих углам контура. Ввод нулевого радиуса сгиба невозможен. Минимальное значение — 0,0002 мм.

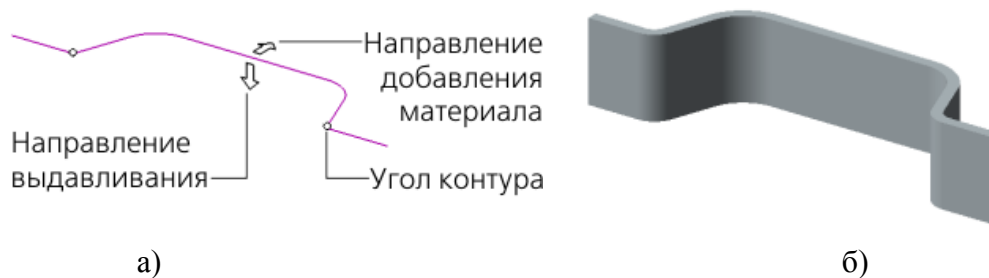


Рис. 5.37. Построение листового тела на основе разомкнутого эскиза:
а) эскиз, б) листовое тело

Настройте определение длины развертки сгиба. Если длина развертки берется из таблицы сгибов, то можно сменить умолчательную таблицу, нажав кнопку «Выбрать другую таблицу сгибов»

Опция «Разогнуть» управляет состоянием листового тела. Если она выключена, то результатом построения будет согнутое листовое тело. При включенной опции все сгибы листового тела будут разогнуты. Пиктограмма разогнутого листового тела отмечается в Дереве модели значком «разогнуто»

Управление признаком «разогнуто» для листового тела производится также, как для других листовых элементов, содержащих сгибы. Сгибы, получившиеся в результате построения листового тела с разомкнутым эскизом, не отличаются от сгибов, полученных с помощью специальных команд. Сгибы листового тела отображаются в Дереве модели так же, как остальные сгибы любой сгиб листового тела можно отредактировать.

Вся информация о детали (форма и размеры тел, плотность и т.д.) хранится в файле этой детали.

5.6. Вспомогательные объекты: оси и плоскости

Вспомогательные оси

Если существующих в модели ребер недостаточно для выполнения построений, создаются вспомогательные оси.

Команды построения вспомогательных осей расположены в меню «Операции», а кнопки для их вызова находятся в одной группе на панели «Вспомогательная геометрия».

После вызова любой команды построения вспомогательной оси требуется указать опорные объекты этой оси.

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


Отрезок, изображающий ось, немного выступает за пределы объектов, на которых базировалось построение этой оси. Иногда для понимания расположения оси требуется, чтобы символизирующий ее отрезок был больше (меньше) или был расположен в другом месте оси (прямой линии). Вы можете изменить размер и положение этого отрезка, перетаскивая мышью его характерные точки (они появляются, когда ось выделена).


Ось может быть проведена через две вершины. Чтобы создать вспомогательную ось, проходящую через указанные опорные точки, вызовите команду «Ось через две вершины»



и укажите пару точек, через которые должны проходить создаваемые оси. Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начала координат.

Чтобы создать вспомогательную ось, которая является линией пересечения двух вспомогательных плоскостей и/или плоских граней (и их продолжений), вызовите


команду «Ось на пересечении плоскостей» . Укажите пару плоскостей и/или плоских граней, на пересечении которых требуется построить ось.

Чтобы создать вспомогательную ось, которая проходит через указанное прямолинейное ребро модели, вызовите команду «Ось через ребро» . Далее указывается прямолинейное ребро модели, через которое должна пройти создаваемая ось.

Чтобы создать вспомогательную ось, которая является осью поверхности вращения, вызовите команду «Ось конической поверхности» . Для того, чтобы появилась ось, укажите поверхность вращения, ось которой требуется построить.

Наконец, возможно создать вспомогательную ось, проходящую через вершину в направлении выбранного объекта или вектора. При построении вспомогательной оси используются опорная точка и направляющий объект. В качестве опорной точки может использоваться любой точечный объект. Кроме того, можно создать точку, через которую будет проходить ось, используя способы построения точки команды «Точка» . В качестве направляющего объекта может использоваться любой из объектов модели или вектор .


Вспомогательные плоскости

Если существующих в модели координатных плоскостей и плоских граней недостаточно для выполнения построений, предусматривается создание вспомогательных плоскостей. Команды построения вспомогательных конструктивных плоскостей расположены в меню «Операции», а кнопки для их вызова находятся в одной группе на панели «Вспомогательная геометрия» . После вызова любой команды построения вспомогательной плоскости требуется указать опорные объекты этой плоскости и задать ее параметры в полях на Панели свойств.

Плоскость с заданными параметрами отображается на экране в виде фантома. Чтобы зафиксировать эту плоскость в модели, нажмите кнопку «Создать объект» на Панели специального управления. Во всех командах построения вспомогательной плоскости, кроме команды «Плоскость, касательная к грани в точке», доступен режим автосоздания, который по умолчанию включен.


Созданная плоскость будет показана в окне модели в виде прямоугольника. В Дереве модели появится специальная пиктограмма.

Прямоугольник, изображающий плоскость, немного выступает за пределы объектов, на которых базировалось построение этой плоскости. Иногда для понимания расположения плоскости требуется, чтобы символизирующий ее прямоугольник был больше (меньше) или был расположен в другом месте плоскости. Размер и положение этого прямоугольника можно изменить, перетаскивая мышью его характерные точки (они появляются, когда плоскость выделена).


Первым вариантом вспомогательных плоскостей является смещенная плоскость. Чтобы создать вспомогательную плоскость, расположенную на заданном расстоянии от указанной плоскости или плоской грани детали, вызовите команду «Смещенная плоскость» . Введите в поле «Расстояние» значение расстояния от существующей плоскости (плоской грани) до новой конструктивной плоскости. Укажите опорный объект (плоскость или грань, относительно которой задается смещение новой плоскости). Чтобы указать, по какую сторону от существующей грани или плоскости должна быть построена новая плоскость, активизируйте переключатель «Прямое направление» или «Обратное направление» в группе «Направление смещения».


К последующим вариантам вспомогательных плоскостей относятся плоскость через три вершины, плоскость под углом к другой плоскости, плоскость через ребро и вершину, плоскость через плоскую кривую, плоскость через вершину, параллельно другой плоскости, плоскость через вершину, перпендикулярно ребру.

Особыми вариантами вспомогательных плоскостей являются нормальная и касательная плоскости.

Чтобы создать вспомогательную плоскость, нормальную к поверхности вращения (кроме сферы), вызовите команду «Нормальная плоскость» .

Способ создания новой плоскости выбирается, используя переключатели группы «Способ» на панели свойств:



– «Автопостроение»  – будет построена нормальная плоскость, проходящая через ось поверхности вращения и точку этой поверхности;


– «Параллельно объекту»  – будет построена нормальная плоскость, проходящая через ось поверхности вращения параллельно указанной координатной плоскости или плоской грани.


Если выбран способ Автопостроение, укажите поверхность вращения.

Если выбран способ Параллельно объекту, укажите поверхность вращения, а затем координатную плоскость или плоскую грань, относительно которой будет задано положение новой плоскости.

По умолчанию включено автосоздание объектов. В этом режиме новая плоскость создается автоматически (т.е. подтверждение создания не требуется) в умолчательном положении.



Если необходимо задать угол поворота новой плоскости вокруг оси поверхности вращения, отключите режим автосоздания объектов (отожмите кнопку «Автосоздание» объекта на панели специального управления). Угол отсчитывается от умолчательного положения новой плоскости. Для этого следует ввести нужное значение угла поворота в поле «Угол». Чтобы указать, в какую сторону от умолчательного положения должен быть отложен заданный угол, активизируйте переключатель «Прямое направление»  или «Обратное направление»  в группе «Направление угла».

Если требуется сменить объекты, используемые для построения плоскости, нажмите кнопку «Указать заново»  на панели специального управления, а затем повторите выбор объектов. Подтвердите создание плоскости, нажав кнопку «Создать объект» на панели специального управления.


Чтобы создать вспомогательную плоскость, касательную к цилиндрической или конической грани модели, вызывается команда «Касательная плоскость» .

Для построения плоскости, касающейся грани в определенном месте, требуется задать линию касания. Линия касания определяется пересечением грани и нормальной к ней плоскости. Поэтому перед вызовом команды Касательная плоскость в модели должна быть построена нормальная плоскость, пересекающая нужную коническую поверхность в месте касания. В качестве такой плоскости может выступать и плоская грань, нормальная к поверхности.

Укажите грань, касательно к которой должна пройти новая плоскость. Затем укажите плоскость или плоскую грань, проходящую через ось этой грани (т.е. нормальную к ней). Введите в поле «Угол» на вкладке «Параметры» панели свойств значение угла между создаваемой плоскостью и плоскостью, перпендикулярной указанному плоскому объекту. По умолчанию угол равен нулю, и новая плоскость оказывается перпендикулярна к указанной.

Чтобы указать, по какую сторону от конической либо цилиндрической грани должна быть построена новая плоскость, активизируйте переключатель «Положение 1»  или «Положение 2»  в группе «Положение плоскости».

К последующим вариантам вспомогательных плоскостей относят плоскость, касательную к грани в точке, плоскость, через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру, через ребро параллельно или перпендикулярно грани.

Последним вариантом будет средняя или биссекторная плоскость. Чтобы построить биссекторную плоскость двугранного угла, вызовите команду «Средняя плоскость» .

Двугранный угол — часть пространства, ограниченная двумя полуплоскостями, границей каждой из которых служит их общая прямая. Эти полуплоскости называются гранями двугранного угла, а прямая — ребром двугранного угла. Угол между линиями пресечения граней двугранного угла с плоскостью, перпендикулярной ребру двугранного угла, называется линейным углом двугранного угла, рис.5.38.

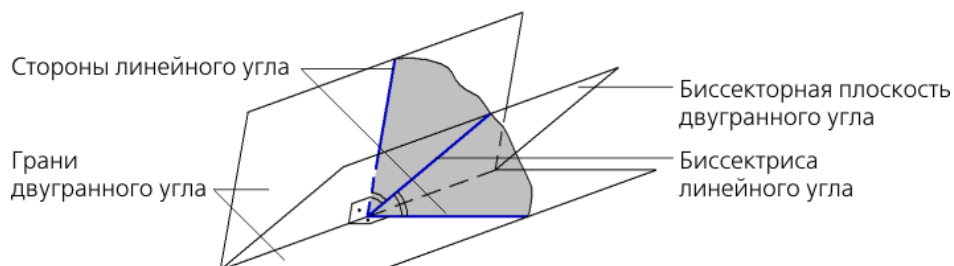


Рис. 5.38. Двугранный угол и его биссекторная плоскость

Биссекторная плоскость двугранного угла — плоскость, проходящая через биссектрису линейного угла и ребро этого двугранного угла.

Двугранный угол для построения средней плоскости может быть задан:

- гранями, для этого необходимо указать два плоских опорных объекта;
- линейным углом, для этого необходимо указать два прямолинейных опорных объекта;
- гранью и стороной линейного угла, для этого необходимо указать плоский и прямолинейный опорные объекты.

Опорными прямолинейными объектами могут служить ребра, вспомогательные оси, сегменты ломаных или отрезки в эскизах. Опорными плоскими объектами могут служить вспомогательные и конструктивные плоскости или плоские грани модели.

Чтобы задать положение средней плоскости относительно опорных объектов, активизируйте нужный переключатель положения вкладки «Параметры» панели свойств:

- положение 1 — строится биссекторная плоскость;
- положение 2 — строится плоскость, перпендикулярная биссекторной и проходящая через ребро двугранного угла.

Массивы геометрических объектов

Копии пространственных точек и кривых можно создавать таким образом, чтобы они образовывали упорядоченные множества — массивы. Массивы могут содержать только однотипные объекты, то есть состоять или из точек, или из кривых.

В КОМПАС-3D доступны следующие способы построения массивов:

- по параллелограммной сетке;
- по концентрической сетке;
- вдоль кривой;
- зеркальный массив.

Команды создания массивов находятся в меню Операции

Кнопки для их быстрого вызова находятся на панели Пространственные кривые (рис. 5.39).

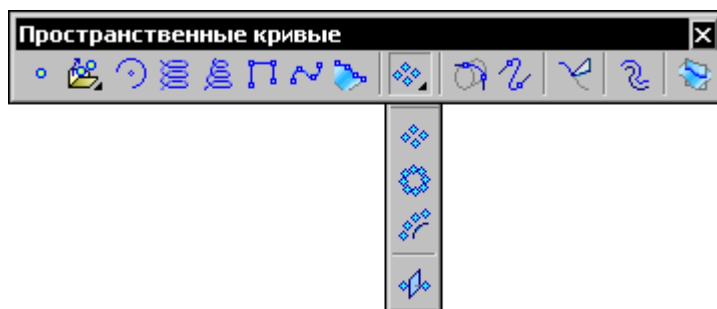


Рис. 5.39. Команды копирования геометрических объектов

Массив геометрических объектов можно разрушить на отдельные экземпляры. Для этого выделите в Дереве модели массивы, которые требуется разрушить, и вызовите из меню Редактор или из контекстного меню команду «Разрушить».

После вызова команды на экране появляется диалог разрушения массивов. Чтобы подтвердить разрушение, нажмите в этом диалоге кнопку ОК. Разрушение массивов производится по следующим правилам:

- пиктограмма разрушенного массива и его экземпляров удаляется из Деревя модели;
- объекты, составлявшие массив, остаются в том положении, в котором находились в массиве.

Типы объектов, которые появляются в результате разрушения массивов, зависят от типов исходных объектов массива.