



КОМПАС-3D V9

Руководство пользователя

Том III

Информация, содержащаяся в данном документе, может быть изменена без предварительного уведомления.

Никакая часть данного документа не может быть воспроизведена или передана в любой форме и любыми способами в каких-либо целях без письменного разрешения ЗАО АСКОН.

©2007 ЗАО АСКОН. С сохранением всех прав.

АСКОН, КОМПАС, логотипы АСКОН и КОМПАС являются зарегистрированными торговыми марками ЗАО АСКОН.

Остальные упомянутые в документе торговые марки являются собственностью их законных владельцев.

Содержание

Введение	21
Новые возможности модуля трехмерного моделирования.	21
Получение лицензии на работу с трехмерными моделями	22

Часть XVII.

Особенности работы с трехмерными моделями

Глава 80.

Общие принципы моделирования **26** |

80.1. Порядок работы при создании детали	26
80.1.1. Эскизы	27
80.1.2. Операции	27
80.2. Порядок работы при создании сборки	29
80.2.1. Проектирование «снизу вверх»	29
80.2.2. Проектирование «сверху вниз»	30
80.2.3. Смешанный способ проектирования.	30
80.3. Вспомогательные построения	30
80.4. Основные понятия КОМПАС-3D.	31

Глава 81.

Особенности интерфейса **32** |

81.1. Управляющие элементы и команды	32
81.2. Инструментальные панели.	32
81.3. Дерево модели	33
81.3.1. Отображение последовательности построения модели в окне Дерева	34
81.3.2. Отображение структуры модели в окне Дерева	35
81.3.3. Настройка отображения Дерева модели.	36
81.3.4. Дополнительное окно Дерева модели	37
81.3.5. Названия и пиктограммы объектов в Дереве	39

81.3.6.	Указатель окончания построения модели	40
---------	---	----

Глава 82.

	Базовые приемы работы	42
82.1.	Создание файла модели	42
82.2.	Система координат, базовые плоскости	42
82.3.	Управление изображением	43
82.3.1.	Масштабирование и сдвиг изображения	43
82.3.2.	Поворот модели	43
82.3.3.	Настройка управления изображением	45
82.4.	Ориентация модели	47
82.4.1.	Сохранение текущей ориентации	48
82.4.2.	Настройка изменения ориентации	49
82.5.	Отображение модели	51
82.6.	Перспектива	53
82.6.1.	Настройка параметров перспективной проекции	53
82.7.	Выбор объектов	54
82.7.1.	Выбор объектов в окне	54
82.7.2.	Фильтры объектов	55
82.7.3.	Выбор скрытых, совпадающих или близко расположенных объектов	56
82.7.4.	Выбор в Дереве модели	57
82.7.5.	Настройка цветов выделенных и указанных объектов	58
82.8.	Управление видимостью объектов	59
82.9.	Управление цветом и свойствами поверхности объектов	60

Часть XVIII.

Приемы моделирования деталей

Глава 83.

	Требования к эскизам	64
83.1.	Элемент выдавливания	64
83.1.1.	Требования к эскизу основания	64

83.1.2.	Требования к эскизу приклеиваемого (вырезаемого) элемента	65
83.2.	Элемент вращения	65
83.3.	Кинематический элемент	65
83.3.1.	Требования к эскизу сечения	65
83.3.2.	Требования к траектории	65
83.4.	Элемент по сечениям	66
83.4.1.	Требования к эскизам сечений	66
83.4.2.	Требования к эскизу осевой линии	66

Глава 84.

	Общие свойства формообразующих элементов	67
84.1.	Элемент выдавливания	67
84.1.1.	Направление выдавливания	67
84.1.2.	Глубина выдавливания	68
84.1.3.	Угол уклона	70
84.2.	Элемент вращения	71
84.2.1.	Тип элемента вращения	71
84.2.2.	Направление вращения	72
84.2.3.	Угол вращения	73
84.3.	Кинематический элемент	73
84.3.1.	Указание сечения элемента и траектории его движения	73
84.3.2.	Тип движения сечения	74
84.4.	Элемент по сечениям	75
84.4.1.	Указание сечений и осевой линии элемента	75
84.4.2.	Способ построения тела у крайних сечений	76
84.4.3.	Траектория соединения сечений	77
84.5.	Тонкая стенка	80
84.5.1.	Общие приемы создания тонкой стенки	80
84.5.2.	Параметры тонкой стенки	80

Глава 85.

	Создание основания тела	83
85.1.	Создание эскиза основания	83
85.1.1.	Параметрический режим в эскизе	85

85.1.2.	Ориентация плоскости эскиза	85
85.2.	Выполнение формообразующей операции	86
85.2.1.	Элемент выдавливания	86
85.2.2.	Элемент вращения	86
85.2.3.	Кинематический элемент	87
85.2.4.	Элемент по сечениям	87
85.3.	Деталь-заготовка	87
Глава 86.	Приклеивание и вырезание формообразующих элементов	89
86.1.	Создание эскиза на плоской грани детали	89
86.2.	Проецирование в эскиз существующих объектов	90
86.3.	Приклеивание элементов	90
86.3.1.	Элемент выдавливания	90
86.3.2.	Элемент вращения	91
86.3.3.	Кинематический элемент	91
86.3.4.	Элемент по сечениям	91
86.4.	Вырезание элементов	92
86.4.1.	Выбор способа вырезания	92
86.4.2.	Элемент выдавливания	93
86.4.3.	Элемент вращения	93
86.4.4.	Кинематический элемент	93
86.4.5.	Элемент по сечениям	94
Глава 87.	Многотельное моделирование	95
87.1.	Примеры использования многотельного моделирования	95
87.2.	Особенности работы с многотельными деталями	96
87.3.	Отображение многотельной детали в Дереве модели	96
87.4.	Область применения операций добавления и удаления материала детали	98
87.4.1.	Способы задания области применения операции	99
87.4.2.	Автоопределение области применения операции	101

87.5.	Булева операция	102
87.6.	Особенности построения массивов элементов в многотельной детали.	103
Глава 88.		
	Дополнительные конструктивные элементы	104
88.1.	Скругление	104
88.1.1.	Способ построения скруления.	105
88.1.2.	Скругление с переменным радиусом	106
88.2.	Фаска	107
88.3.	Круглое отверстие	109
88.4.	Ребро жесткости.	110
88.4.1.	Требования к эскизу ребра жесткости	110
88.4.2.	Формирование ребра жесткости	110
88.5.	Тонкостенная оболочка	113
88.6.	Уклон	114
88.7.	Линия разъема	116
88.7.1.	Требования к эскизу линии разъема.	116
88.7.2.	Разбиение грани	116
88.8.	Резьба	117
Глава 89.		
	Отсечение части детали.	119
89.1.	Сечение плоскостью.	119
89.2.	Сечение по эскизу.	120
89.2.1.	Требования к эскизу.	120
89.2.2.	Выполнение отсечения.	120
Глава 90.		
	Массивы элементов.	121
90.1.	Общие приемы создания массивов элементов	121
90.1.1.	Экземпляры массива	121
90.1.2.	Особенности построения массивов элементов	122

90.2.	Массив по сетке	122
90.2.1.	Параметры сетки	122
90.2.2.	Геометрический массив	125
90.2.3.	Результат копирования	125
90.3.	Массив по концентрической сетке	126
90.3.1.	Параметры сетки	126
90.3.2.	Ориентация копий	128
90.3.3.	Геометрический массив	129
90.3.4.	Результат копирования	129
90.4.	Массив вдоль кривой	130
90.4.1.	Параметры траектории	130
90.4.2.	Шаг копирования	132
90.4.3.	Ориентация копий	134
90.4.4.	Геометрический массив	134
90.4.5.	Результат копирования	135
90.5.	Зеркальный массив	135
90.6.	Зеркально отразить тело	135

Глава 91.		
	Характерные точки	138

Часть XIX.

Детали из листового материала

Глава 92.		
	Общие сведения	142
92.1.	Приемы работы с листовой деталью	143
92.2.	Параметры листовой детали	143
92.2.1.	Настройка параметров по умолчанию	144
92.3.	Переменные листовой детали и работа с ними	146
92.3.1.	Особенности работы с переменными листовой детали	148
92.4.	Длина развертки сгиба	150

92.4.1.	Определение длины развертки при помощи коэффициента положения нейтрального слоя	150
92.4.2.	Определение длины развертки способом задания величины сгиба.	151
92.4.3.	Определение длины развертки способом задания уменьшения сгиба	151
92.4.4.	Таблицы сгибов.	152
92.5.	Фантомы	156
Глава 93.		
	Листовое тело.	157
93.1.	Построение листового тела	157
93.1.1.	С замкнутым эскизом.	157
93.1.2.	С разомкнутым эскизом.	158
Глава 94.		
	Сгибы.	160
94.1.	Термины и определения.	160
94.2.	Отображение сгибов в Дереве модели	161
94.3.	Общие приемы построения сгибов	161
94.3.1.	Направление отсчета и интерпретация значения угла.	162
94.3.2.	Радиус сгиба	164
94.3.3.	Освобождение угла.	164
94.3.4.	Состояние сгибов	165
94.3.5.	Настройка определения длины развертки	166
94.3.6.	Редактирование параметров сгиба	167
94.4.	Сгиб	167
94.4.1.	Размещение сгиба	168
94.4.2.	Продолжение сгиба	171
94.4.3.	Смещение сгиба	173
94.4.4.	Боковые стороны	175
94.4.5.	Освобождение сгиба.	177
94.5.	Сгиб по линии	178
94.5.1.	Неподвижная сторона сгиба	180
94.5.2.	Способ формирования сгиба.	181
94.6.	Подсечка	182
94.6.1.	Размер подсечки.	184

94.6.2.	Подсечка с добавлением материала и подсечка без добавления материала	184
94.6.3.	Плоский участок подсечки.	186
94.7.	Замыкание углов	187
94.7.1.	Способы замыкания.	188
94.7.2.	Обработка угла	188
94.7.3.	Зазор	189
94.7.4.	Продолжение замыкания.	190
94.7.5.	Принцип построения замыкания встык и плотного замыкания	190
94.7.6.	Принцип построения замыкания с перекрытием	191
94.7.7.	Выполнение замыкания	193
Глава 95.		
	Пластины.	195
95.1.	Требования к эскизу пластины	195
95.2.	Формирование пластины.	195
Глава 96.		
	Отверстия	196
96.1.	Отверстие	196
96.2.	Вырез.	198
96.2.1.	Требования к эскизу.	198
96.2.2.	Формирование выреза.	199
Глава 97.		
	Разгибание и сгибание сгибов. Развертка	201
97.1.	Разгибание и сгибание.	202
97.1.1.	Неподвижная грань	202
97.1.2.	Выбор сгибов	203
97.2.	Развертка	204
97.2.1.	Параметры развертки.	204
97.2.2.	Ориентация Развертка	205
97.2.3.	Удаление параметров развертки	206
97.3.	Особенности разгибания и сгибания	206
97.4.	Чертеж развертки.	207

Глава 98.		
	Штамповочные элементы	209
98.1.	Общие приемы построения	209
98.1.1.	Направление построения	209
98.1.2.	Скругление ребер основания	210
98.1.3.	Сохранение настроек	211
98.2.	Штамповка	211
98.2.1.	Профиль штамповки	211
98.2.2.	Неподвижная сторона	212
98.2.3.	Высота	213
98.2.4.	Боковые стенки	213
98.2.5.	Скругление боковых ребер	215
98.2.6.	Скругление ребер дна	216
98.3.	Буртик	216
98.3.1.	Требования к эскизу	218
98.3.2.	Обработка концов	218
98.3.3.	Просмотр образца	218
98.3.4.	Способ построения	219
98.4.	Жалюзи	220
98.4.1.	Требования к эскизу	221
98.4.2.	Высота	221
98.4.3.	Ширина	222
98.4.4.	Способ построения	222

Часть XX.

Вспомогательные элементы

Глава 99.		
	Вспомогательные оси	224
99.1.	Ось через две вершины	224
99.2.	Ось на пересечении плоскостей	224
99.3.	Ось через ребро	224
99.4.	Ось конической грани	225

Глава 100.	
	Вспомогательные плоскости 226
100.1.	Смещенная плоскость 226
100.2.	Плоскость через три вершины 227
100.3.	Плоскость под углом к другой плоскости 227
100.4.	Плоскость через ребро и вершину 227
100.5.	Плоскость через вершину параллельно другой плоскости. 228
100.6.	Плоскость через вершину перпендикулярно ребру. 228
100.7.	Нормальная плоскость. 228
100.8.	Касательная плоскость 229
100.9.	Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру 229
100.10.	Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани. 230
100.11.	Средняя плоскость 230

Глава 101.	
	Контрольные и присоединительные точки. 232

Часть XXI.

Пространственные кривые, точки, поверхности

Глава 102.	
	Пространственные кривые и точки 234
102.1.	Спирали. Общие приемы построения. 234
102.2.	Цилиндрическая спираль. 234
102.2.1.	Способ построения. 234
102.2.2.	Число витков, шаг, высота. 234
102.2.3.	Направление построения. 235
102.2.4.	Направление навивки. 235
102.2.5.	Начальный угол 236

102.2.6.	Диаметр спирали	236
102.2.7.	Положение спирали	236
102.3.	Коническая спираль	236
102.3.1.	Начальный диаметр	237
102.3.2.	Конечный диаметр	237
102.4.	Сплайны и ломаные. Общие приемы построения	238
102.4.1.	Способы задания вершин	239
102.4.2.	Таблица параметров вершин	239
102.4.3.	Замкнутая или разомкнутая кривая	242
102.5.	Сплайн	242
102.5.1.	Связывание вершины с опорной точкой	242
102.5.2.	Тип сплайна	242
102.6.	Ломаная	243
102.6.1.	Особенности вершин ломаной, связанных с опорными точками	244
102.6.2.	Построение по точкам	244
102.6.3.	Построение по осям	246
102.6.4.	Построение по объектам	247
102.6.5.	Встраивание совокупности вершин	248
102.6.6.	Редактирование параметров вершины ломаной	249
102.7.	Точка	250
Глава 103.		
	Поверхности	251
103.1.	Импортированная поверхность	251
103.2.	Поверхность выдавливания	251
103.3.	Поверхность вращения	252
103.4.	Кинематическая поверхность	253
103.5.	Поверхность по сечениям	253
103.6.	Заплата	254
103.7.	Удаление граней	254
103.8.	Сшивка поверхностей	255

Часть XXII.

Построение сборки

Глава 104.

	Добавление компонентов в сборку	258
104.1.	Добавление компонента из файла	258
104.1.1.	Автоматическая фиксация первого компонента	258
104.2.	Создание компонента на месте	258
104.2.1.	Создание детали на месте	259
104.2.2.	Сопряжение На месте.	259
104.2.3.	Создание подсборки на месте	259
104.3.	Вставка в сборку одинаковых компонентов	260
104.4.	Добавление стандартного изделия	261
104.4.1.	Подключение Библиотеки крепежа	261
104.4.2.	Использование моделей из библиотеки	262

Глава 105.

	Задание положения компонента в сборке	263
105.1.	Перемещение компонентов. Общие сведения	263
105.1.1.	Контроль соударений	263
105.1.2.	Автоматическое наложение сопряжений в процессе перемещения	265
105.2.	Сдвиг компонента	265
105.3.	Поворот компонента	265
105.4.	Перестроение сборки	266
105.5.	Фиксация компонента	266

Глава 106.

	Сопряжение компонентов сборки	268
106.1.	Общие приемы создания сопряжений	268
106.1.1.	Ориентация компонентов	269
106.1.2.	Дополнительные приемы	269
106.2.	Совпадение	269

106.3.	Соосность	269
106.4.	Параллельность	270
106.5.	Перпендикулярность	270
106.6.	Расположение элементов на заданном расстоянии.	270
106.6.1.	Ближайшее решение	270
106.6.2.	Задание произвольного расстояния	270
106.7.	Расположение элементов под углом друг к другу	271
106.7.1.	Ближайшее решение	271
106.7.2.	Задание произвольного угла	271
106.8.	Касание	271
106.9.	Сопряжение На месте.	271
Глава 107.		
	Операции в сборке.	272
107.1.	Формообразующие операции	272
107.2.	Область применения операции	272
107.3.	Булевы операции над деталями	274
107.3.1.	Вычитание	274
107.3.2.	Объединение	275
Глава 108.		
	Массивы компонентов	276
108.1.	Общие приемы создания массивов компонентов	276
108.2.	Массив по образцу	277
108.3.	Массив по сетке	278
108.4.	Массив по концентрической сетке	278
108.5.	Массив вдоль кривой	280

Часть XXIII.

Параметризация моделей

Глава 109.

Параметрические свойства модели	284
109.1. Вариационная параметризация эскиза	284
109.2. Иерархическая параметризация модели	285
109.2.1. Просмотр отношений объектов	286
109.2.2. Иерархические параметрические связи объектов	289
109.3. Сопряжение компонентов сборки	290

Глава 110.

Использование переменных и выражений	292
110.1. Окно работы с переменными	292
110.2. Присвоение значений переменным модели	294
110.2.1. Ввод числового значения	294
110.2.2. Ввод выражения	294
110.2.3. Циклическая зависимость	296
110.2.4. Ссылка на переменную внешнего файла	297
110.2.5. Обновление ссылок	297
110.2.6. Информационная переменная	298
110.3. Работа с переменными в эскизах	299
110.3.1. Размеры в эскизах	299
110.3.2. Переменные в эскизах	300
110.4. Внешние переменные моделей	301

Часть XXIV.

Сервисные функции

Глава 111.

Трехмерный макроэлемент	304
111.1. Создание трехмерного макроэлемента	305

111.2.	Управление показом состава макроэлемента	305
111.3.	Изменение состава макроэлемента.	306
111.4.	Разрушение макроэлемента	306
111.5.	Удаление макроэлемента.	307
Глава 112.	Создание чертежа текущей модели	308
Глава 113.	Получение информации о модели	309
113.1.	Основные сведения	309
113.2.	Дополнительные сведения.	310
Глава 114.	Проверка пересечений компонентов сборки	311
Глава 115.	Разнесение компонентов сборки	312
Глава 116.	Упрощение отображения модели	314
116.1.	Настройка режима упрощенного отображения модели	314
116.2.	Особенности упрощения подборок	317
Часть XXV.	Редактирование модели	
Глава 117.	Общие приемы редактирования	320
117.1.	Редактирование эскиза	321
117.2.	Размещение эскиза на плоскости	321

117.3.	Смена плоскости эскиза	322
117.4.	Редактирование параметров объекта	322
117.5.	Изменение набора исходных и опорных объектов	323
117.6.	Редактирование параметров в Окне работы с переменными	324
117.7.	Удаление объекта	324
117.8.	Редактирование модели с помощью Указателя окончания построения	324
117.9.	Изменение порядка построения	325
117.10.	Исключение объектов из расчетов	326
117.11.	Предупреждения об ошибках	327
117.12.	Предупреждения о необходимости перестроения модели	328

Глава 118.

Особенности редактирования отдельных объектов 330

118.1.	Массив	330
118.1.1.	Удаление отдельных экземпляров массива	330
118.1.2.	Восстановление удаленных экземпляров массива	331
118.2.	Круглое отверстие	331
118.2.1.	Редактирование параметров отверстия	331
118.2.2.	Редактирование положения отверстия	331
118.3.	Точка	332

Глава 119.

Редактирование сборки 333

119.1.	Редактирование компонента в окне	334
119.2.	Редактирование компонента на месте	334
119.3.	Редактирование моделей, вставленных из библиотеки	335
119.4.	Редактирование сопряжений	336
119.5.	Перемещение компонентов сборки	336
119.6.	Разрушение массива компонентов	336

Часть XXVI.**Измерения****Глава 120.**

Измерения	340
120.1. Расстояние и угол	340
120.2. Длина ребра	341
120.3. Площадь	341
120.4. МЦХ модели	341
120.5. Настройка точности измерений	342

Часть XXVII.**Библиотеки****Глава 121.**

Библиотека эскизов	344
121.1. Подключение библиотеки эскизов	344
121.2. Использование библиотеки эскизов	345
121.3. Пользовательская библиотека отверстий	345

Глава 122.

Библиотека моделей	347
122.1. Особенности библиотечных моделей	347
122.2. Вставка моделей из библиотеки в документ-сборку	348

Часть XXVIII.

Импорт и экспорт

Глава 123.

	Обмен информацией с другими системами.....	352
123.1.	Импорт	352
123.2.	Экспорт	352

Введение

Данная книга представляет собой третий том Руководства пользователя системы КОМПАС-3D V9. Основное содержание этой книги — описание приемов трехмерного моделирования. Кроме того, в ней рассказано об отличительных особенностях, присущих режиму трехмерного моделирования, например, перечислены элементы интерфейса, появляющиеся на экране только в данном режиме.

Полная информация об интерфейсе системы, а также о приемах работы, одинаковых для всех режимов, содержится в первом и втором томах Руководства. Кроме этого, в них входит полное описание приемов работы в режиме двумерного проектирования.

При необходимости в настоящем томе даются ссылки на разделы первого и второго томов. Для удобства использования этих ссылок в Руководстве используется сквозная нумерация частей и глав.

Новые возможности модуля трехмерного моделирования

В данном разделе перечислены возможности модуля трехмерного проектирования, появившиеся в КОМПАС-3D V9.

- ▼ Команда **Информация об объекте** (см. главу 113).
- ▼ Автоматическое создание объекта в командах **Сгиб**, **Сгиб по линии** и **Подсечка**.
- ▼ Продолжение замыкания в команде **Замыкание углов** (см. раздел 94.7.4 на с. 190).
- ▼ Режим упрощенного отображения:
 - ▼ Теперь действует и для деталей.
 - ▼ Новые возможности настройки (см. табл. 116.2 на с. 315).
- ▼ Дерево модели:
 - ▼ Новый способ отображения Древа — в виде структуры модели (см. раздел 81.3.2 на с. 35).
 - ▼ Отображение части Древа в отдельном (дополнительном) окне (см. раздел 81.3.4 на с. 37).
 - ▼ Иерархия отношений объектов — в Древе или в дополнительном окне Древа (см. раздел 109.2.1 на с. 286).
- ▼ Работа с переменными:
 - ▼ Новый способ определения значения переменной модели — ссылка (см. раздел 110.2.4 на с. 297).
 - ▼ При работе с эскизом теперь используется тот же редактор переменных, что и при работе с моделью. Благодаря этому все имеющиеся в эскизе переменные видны в модели (т.е. теперь их не нужно делать внешними), а значения переменных эскиза и выражения для их вычисления задаются так же, как для переменных модели — в ячейках колонки **Выражение**.
 - ▼ Переменным верхнего уровня можно присвоить статус «информационная», означающий, что значение этой переменной или выражение для ее вычисления нельзя будет изменить. Если статус «информационная» присвоить внешней переменной,

- то она будет видна в сборке, содержащей модель с переменными, но не будет доступна для изменения.
- ▼ Таблицы переменных. Используются в моделях так же, как в графических документах (см. Том II, главу 60).
 - ▼ Команда **Разрушить** для разрушения массивов компонентов сборки (см. раздел 119.6 на с. 336).
 - ▼ Пространственная ломаная:
 - ▼ Возможность отображения характерных точек радиусов вершин ломаной.
 - ▼ Опция **Автоассоциация** для управления связыванием вершины с опорной точкой.
 - ▼ При построении ломаной от присоединительной точки автоматически применяется способ **Параллельно объекту**. В качестве направляющего объекта выбирается вектор присоединительной точки.
 - ▼ Кнопка **Встроить совокупность вершин** перемещена на Панель специального управления. На эту же панель добавлена стандартная кнопка **Запомнить состояние**.
 - ▼ В диалоге настройки управления изображением появилась группа опций **Прозрачность** для настройки отображения прозрачных объектов.
Элементы настройки изменения ориентации вынесены из диалога управления изображением и помещены в отдельный диалог настройки изменения ориентации (см. раздел 82.4.2 на с. 49).
 - ▼ Команда **Вычислить МЦХ модели**:
 - ▼ Опция **Точка** для простановки точки в центре масс модели.
 - ▼ Опция **Кратко** для управления способом отображения результатов расчета.
 - ▼ В меню **Вид** появилась группа **Скрыть**, объединяющая следующие команды:
 - ▼ **Скрыть конструктивные плоскости,**
 - ▼ **Скрыть конструктивные оси,**
 - ▼ **Скрыть эскизы,**
 - ▼ **Скрыть поверхности,**
 - ▼ **Скрыть изображения резьбы,**
 - ▼ **Скрыть пространственные кривые,**
 - ▼ **Скрыть контрольные точки.**

Добавлена команда **Скрыть все вспомогательные объекты**, позволяющая одновременно скрыть все вышеперечисленные объекты. Эта команда также размещается в группе **Скрыть**.

Получение лицензии на работу с трехмерными моделями

Создание и редактирование моделей деталей и сборок возможно только при наличии лицензии на работу с трехмерными моделями.

Если используется сетевой ключ аппаратной защиты, то, чтобы занять лицензию, необходимо вызвать команду **Сервис — Получить лицензию на КОМПАС-3D**.

После вызова команды получения лицензии система проверяет, есть ли на ключе свободные лицензии на работу с моделями.

- ▼ Если лицензии есть, то одна из них занята. В меню рядом с именем команды появляется «галочка».

Завершив работу с моделями, вы можете освободить лицензию. Для этого снова вызовите команду получения лицензии. «Галочка» в меню исчезнет. Освободившуюся лицензию сможет получить другой пользователь на другом рабочем месте.

- ▼ Если лицензию получить нельзя, то после вызова команды получения лицензии выдается сообщение о том, что работа с моделями возможна только в деморежиме.

Можно включить автоматическое получение лицензии при запуске системы. Для этого выполните следующие действия.

1. Вызовите команду **Сервис — Параметры... — Система — Общие — Управление лицензиями**.
2. В правой части появившегося диалога включите опцию **Получить лицензию на работу с КОМПАС-3D**.
3. Закройте диалог кнопкой **ОК**.

По умолчанию автоматическое получение лицензий отключено.

Если используется локальный ключ аппаратной защиты, то команда **Сервис — Получить лицензию на КОМПАС-3D** недоступна. При наличии лицензии на локальном ключе рядом с названием команды отображается «галочка», и создание (редактирование) моделей возможно. В противном случае «галочки» нет, и работа с моделями возможна только в деморежиме.

Часть XVII

Особенности работы с трехмерными моделями

Глава 80.

Общие принципы моделирования

80.1. Порядок работы при создании детали

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 рисунке 80.1.

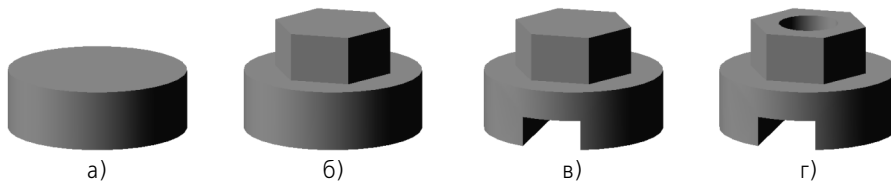


Рис. 80.1. Булевы операции над объемными элементами:
а) цилиндр; б) объединение цилиндра и призмы;
в) вычитание призмы; г) вычитание цилиндра

В КОМПАС-3D V9 для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму элемента (рис. 80.2) (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника — призму, и т.д.).

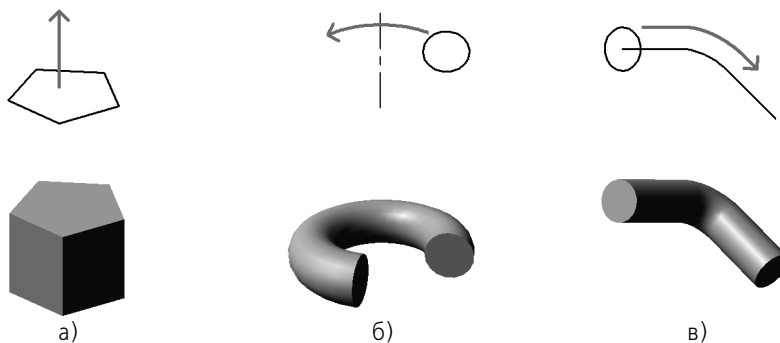


Рис. 80.2. Образование объемных элементов:
а) призмы, б) тора, в) кинематического элемента

Плоская фигура, на основе которой образуется тело, называется **эскизом**, а формообразующее перемещение эскиза — **операцией**.

Деталь может состоять из нескольких твердых тел. Над ними, в свою очередь, также могут производиться булевы операции.

80.1.1. Эскизы

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 V9. 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.

80.1.2. Операции

Проектирование новой детали начинается с создания основания тела путем вставки в файл готовой модели детали или выполнения операции над эскизом (или несколькими эскизами).

При этом доступны следующие типы операций:

- ▼ **Выдавливание** эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости (рис. 80.3).

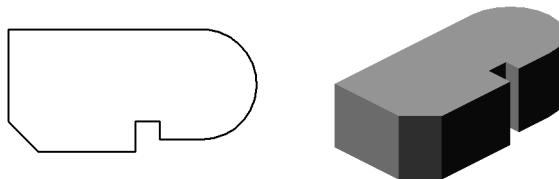


Рис. 80.3. Эскиз и элемент, образованный операцией выдавливания

- ▼ **Вращение** эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости (рис. 80.4).



Рис. 80.4. Эскиз и элемент, образованный операцией вращения

- ▼ **Кинематическая операция** — перемещение эскиза вдоль указанной направляющей (рис. 80.5).



Вообще говоря, операции выдавливания и вращения являются частными случаями кинематической операции. Очевидно, что при выдавливании траектория перемещения эскиза-сечения представляет собой отрезок прямой линии, а при вращении — дугу окружности (или полную окружность).

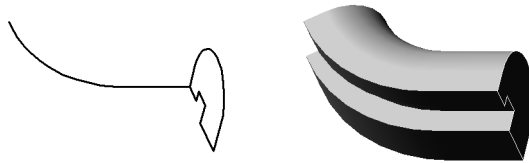


Рис. 80.5. Эскизы и элемент, образованный кинематической операцией

▼ Построение тела **по сечениям-эскизам** (рис. 80.6).

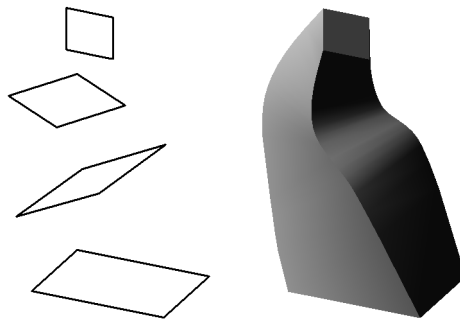


Рис. 80.6. Эскизы и элемент, образованный операцией по сечениям

Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать правила построения основания. Эти опции будут рассмотрены в главе 84.

После создания основания тела производится «приклеивание» или «вырезание» дополнительных объемов (рис. 80.7). 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.

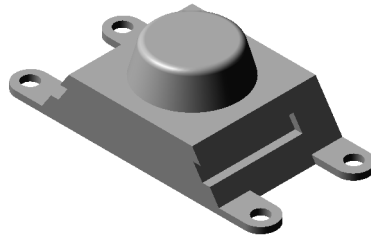


Рис. 80.7. Бобышка и лапки приклеены к основанию тела, пазы и отверстия – вырезаны

80.2. Порядок работы при создании сборки

Сборка в КОМПАС-3D V9 — трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

Пользователь задает состав сборки, внося в нее новые компоненты или удаляя существующие. Модели компонентов записаны в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся ссылки на эти компоненты.

Пользователь может указать взаимное положение компонентов сборки, задав параметрические связи между их гранями, ребрами и вершинами (например, совпадение граней двух деталей или соосность втулки и отверстия). Эти параметрические связи называются **сопряжениями**.

В сборке можно выполнить формообразующие операции, имитирующие обработку изделия в сборе (например, создать отверстие, проходящее через все компоненты сборки и отсечь часть сборки плоскостью).

80.2.1. Проектирование «снизу вверх»

Если в файлах на диске уже существуют все компоненты, из которых должна состоять сборка, их можно вставить в сборку, а затем установить требуемые сопряжения между ними. Этот способ проектирования напоминает действия слесаря-сборщика, последовательно добавляющего в сборку детали и узлы и устанавливающего их взаимное положение.

Несмотря на кажущуюся простоту, такой порядок проектирования применяется крайне редко и только при созданииборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что форма и размеры деталей в сборках всегда взаимосвязаны. Для моделирования отдельных деталей с целью последующей их «сборки» требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять, помнить (или специально записывать) размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

Для иллюстрации порядка проектирования «снизу вверх» можно провести такую аналогию с процессом создания конструкторской документации: проектирование «снизу вверх» подобно компоновке сборочного чертежа из готовых чертежей деталей. В случае «нестыковки» каких-либо деталей требуется внести изменения в их чертежи и только затем исправить компоновку.

80.2.2. Проектирование «сверху вниз»

Если компоненты еще не существуют, их можно моделировать прямо в сборке. При этом первый компонент (например, деталь) моделируется в обычном порядке, а при моделировании следующих компонентов используются существующие.

Например, эскиз основания новой детали создается на грани существующей детали и повторяет ее контур, а траекторией этого эскиза при выполнении кинематической операции становится ребро другой детали. В этом случае ассоциативные связи между компонентами возникают прямо в процессе построения, а впоследствии при редактировании одних компонентов другие перестраиваются автоматически.

Кроме автоматического возникновения ассоциативных связей, происходит и автоматическое определение большинства параметров компонентов, что избавляет пользователя от необходимости помнить или самостоятельно вычислять эти параметры.

Например, толщина прокладки, создаваемой непосредственно в сборке, автоматически подбирается так, чтобы эта прокладка заполняла пространство между деталями (при проектировании «снизу вверх» пользователю пришлось бы вычислить расстояние между деталями и задать соответствующую ему толщину прокладки). Если в результате редактирования моделей расстояние между деталями изменится, то толщина прокладки также изменится автоматически (если модель прокладки была построена отдельно, ее толщина остается постоянной и при перестроении соседних деталей может оказаться, что прокладка не заполняет зазор между ними или, наоборот, пересекает тела деталей).

Такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием «снизу вверх», т.к. он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

Если применить предложенную в предыдущем разделе аналогию с процессом черчения, можно сказать, что при проектировании «сверху вниз» вначале создается сборочный чертеж изделия, и лишь затем (на его основе) — чертежи деталей.

80.2.3. Смешанный способ проектирования

На практике чаще всего используется смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

В сборку вставляются готовые модели компонентов, определяющих ее основные характеристики, а также модели стандартных изделий. Например, при проектировании редуктора вначале создаются модели отдельных деталей зубчатых колес, затем эти детали вставляются в сборку и производится их компоновка. Остальные компоненты (например, корпус, крышки и прочие детали, окружающие колеса и зависящие от их размера и положения) создаются «на месте» (в сборке) с учетом положения и размеров окружающих компонентов.

80.3. Вспомогательные построения

Как упоминалось выше, эскиз строится на плоскости (в том числе на любой плоской грани тела). Для выполнения некоторых операций (например, копирования по окружности) требуется указание оси (осью может служить и прямолинейное ребро тела).

Если существующих в модели граней, ребер и плоскостей проекций недостаточно для построений, пользователь может создать вспомогательные плоскости и оси, задав их положение одним из предусмотренных в системе способов. Например, ось можно провести через две вершины или через прямолинейное ребро, а плоскость — через три вершины или через ребро и вершину. Существуют и другие способы задания положения вспомогательных осей и плоскостей.

Применение вспомогательных конструктивных элементов значительно расширяет возможности построения модели.

Команды создания таких элементов рассмотрены в XX части настоящего Руководства.

80.4. Основные понятия КОМПАС-3D

Грань — гладкая (необязательно плоская) часть поверхности тела.

Гладкая поверхность может состоять из нескольких сопряженных граней в случае, когда она образована операцией над несколькими сопряженными графическими объектами.

Ребро — кривая, разделяющая две грани.

Вершина — точка на конце ребра.

Тело — часть пространства, ограниченная замкнутой поверхностью. Считается, что эта область заполнена однородным материалом детали. Тело состоит из элементов.

Элемент — объект, создание которого в модели приводит к добавлению или удалению материала тел. Элементы бывают формообразующие и дополнительные.

Компонент — деталь, подборка или стандартное изделие, входящее в состав сборки.

Сопряжение — параметрическая связь между компонентами сборки, формируемая путем задания взаимного положения их элементов (например, параллельности граней или совпадения вершин).

Глава 81.

Особенности интерфейса

Интерфейс КОМПАС-3D V9 при работе с трехмерными моделями не отличается от интерфейса при работе с графическими документами (см. Том I, главу 1). Некоторые дополнительные элементы интерфейса перечислены в этой главе.

81.1. Управляющие элементы и команды

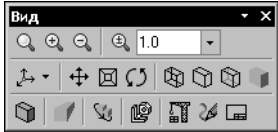


Рис. 81.1. Панель **Вид** в режиме работы с моделью

На панели **Вид** появляется поле **Текущая ориентация**. В нем можно просмотреть или выбрать название ориентации модели (см. раздел 82.4 на с. 47).

В меню **Вид** появляются команды управления отображением модели (см. раздел 82.5 на с. 51), а на панели **Вид** — кнопки для их вызова.

В меню **Вид** появляются команды поворота и перестроения модели (см. разделы 82.3.2 на с. 43 и 117.12 на с. 328), а на панели **Вид** — кнопки для их вызова.

81.2. Инструментальные панели

В режиме трехмерного моделирования доступны следующие инструментальные панели:



▼ **Редактирование детали** или



Редактирование сборки (в зависимости от типа активной модели),



▼ **Пространственные кривые**,



▼ **Поверхности**,



▼ **Вспомогательная геометрия**,



▼ **Сопряжения** (только при редактировании сборки),



▼ **Измерения**,



▼ **Фильтры**,



▼ **Спецификация**,



▼ **Условные обозначения** (только при редактировании детали),



▼ **Элементы листового тела** (только при редактировании детали).

Если панели сгруппированы в Компактную панель, то их активизация производится при помощи соответствующих кнопок-переключателей (переключатели показаны выше, слева от названий панелей).

81.3. Дерево модели

При работе с любой деталью или сборкой на экране может отображаться окно, содержащее Дерево модели.





Дерево модели — это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Древа — сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Древе модели сразу после фиксации этих объектов в модели (см. раздел 81.3.5 на с. 39).

В зависимости от выбранного варианта отображения объекты модели могут располагаться в Древе в порядке создания (см. раздел 81.3.1 на с. 34) или группироваться по типам (см. раздел 81.3.2 на с. 35).

Компоненты сборки — детали и подсборки — являются самостоятельными моделями. Поэтому на соответствующих им «ветвях» Древа размещаются, в свою очередь, составляющие их объекты.

Дерево модели отображается в отдельном окне, которое всегда находится внутри окна документа-модели. В верхней части окна Древа находится Панель управления, содержащая четыре кнопки (табл. 81.1).

Табл. 81.1. Кнопки Панели управления Древа модели

	Название	Описание
	Отображение структуры модели	Управляет способом представления информации в Древе модели. Если эта кнопка нажата, то в окне Древа отображается структура модели (см. раздел 81.3.2), а если отжата, то — последовательность построения модели (см. раздел 81.3.1).
	Состав Древа модели	Позволяет указать, какие группы объектов следует отображать в Древе модели, а какие — нет (см. раздел 81.3.3 на с. 36). Настройка состава возможна, если нажата кнопка Отображение структуры модели.
	Отношения	Управляет отображением в нижней части окна Древа специальной области, в которой показывается иерархия отношений объекта, выделенного в Древе модели (см. раздел 109.2.1 на с. 286).
	Дополнительное окно Древа	Позволяет создать дополнительное окно Древа и отобразить в нем раздел или объект, выделенный в Древе перед нажатием этой кнопки (см. раздел 81.3.4 на с. 37).

Дерево модели служит не только для фиксации объектов, но и для облегчения выделения и указания объектов при выполнении команд (см. раздел 82.7.4 на с. 57).

Контекстные меню объектов и разделов Дерева модели содержат наиболее часто используемые команды: команды управления отображением объектов, команды включения/исключения объектов из расчетов, команды редактирования, удаления и др.



Действие всех команд контекстного меню разделов, за исключением команды **Атрибуты**, распространяется на все объекты, входящие в этот раздел.

Вы можете отключить показ Дерева модели. Для этого вызовите команду **Вид — Дерево модели**. Чтобы включить показ Дерева, вызовите команду повторно. Когда показ Дерева включен, рядом с названием команды в меню отображается «галочка».



Команда **Вид — Дерево модели** управляет отображением лишь главного окна Дерева. Дополнительные окна Дерева необходимо закрывать вручную.

Если открыто несколько окон одного документа-модели, показ главного окна Дерева модели может быть включен или выключен в любом из них. Кроме того, в разных окнах документа-модели может быть различный набор дополнительных окон Дерева.

81.3.1. Отображение последовательности построения модели в окне Дерева



Если кнопка **Отображение структуры модели** на Панели управления Дерева модели отжата, то все объекты модели отображаются в Деве в том порядке, в котором они создавались (рис. 81.2).

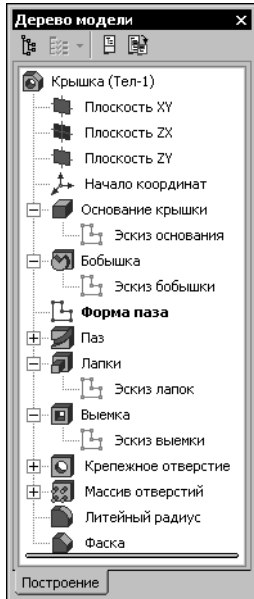


Рис. 81.2. Последовательность построения модели

Эскизы, не задействованные в операциях, отображаются на первом уровне Дерева модели. Эскиз, задействованный в операции, «переходит» со своего места на «ветвь» Деве, соответствующую этой операции. Слева от названия операции в Деве отображается знак «+». После щелчка мышью на этом знаке в Деве разворачивается список эскизов, участвующих в операции.

При работе с Девом, отображающим последовательность построения модели, доступны следующие возможности:

- ▼ Изменение порядка построения (см. раздел 117.9 на с. 325),
- ▼ Использование Указателя окончания построения (см. раздел 81.3.6 на с. 40).

81.3.2. Отображение структуры модели в окне Дерева



Если кнопка **Отображение структуры модели** на Панели управления Дерева модели нажата, то объекты модели группируются по типам, образуя разделы Дерева (рис. 81.3). Внутри разделов объекты располагаются в порядке создания. Названия разделов, их пиктограммы и типы входящих в них объектов приведены в таблице 81.2.

Табл. 81.2. Разделы Дерева модели и входящие в них объекты

	Раздел Дерева	Типы объектов
	Системы координат	Система координат, базовые плоскости
	Компоненты*	Детали, под сборки
	Сопряжения*	Сопряжения
	Вспомогательная геометрия	Вспомогательные оси, вспомогательные плоскости, контрольные точки, присоединительные точки
	Условные обозначения	Условные обозначения резьбы
	Кривые и точки	Точки, спирали, ломаные, сплайны
	Эскизы	Эскизы
	Поверхности	Импортированные поверхности, поверхности выдавливания, вращения, по сечениям, кинематическая, заплатки
	Макро	Макроэлементы
	Тело 1**, Тело 2**	Элементы, формирующие тело
	...	
	Тело N**	
	Исключенные из тел***	Элементы тел, исключенные из расчета

* только для сборки

** только для детали

*** только при наличии исключенных элементов



Рис. 81.3. Структура модели

Такие объекты, как «Линия разъема», «Удалить грани», «Сшивка поверхностей» могут располагаться в разделе «Поверхность» или «Тело» в зависимости от того, к чему они относятся. Например, «Линия разъема», разбивающая грань тела, помещается в раздел, соответствующий этому телу, а «Линия разъема», разбивающая грань поверхности, — в раздел «Поверхности».

Объекты, которые относятся к нескольким телам или к телу и поверхности одновременно, размещаются на первом уровне Древа (например, «Скругление» или «Удаление граней», примененное к телу и поверхности).

Кроме того, на первом уровне Древа модели отображаются некоторые ошибочные операции (например, содержащие ошибку «Не задана область применения операции»).

Объекты могут дублироваться в Древе модели:

- ▼ эскизы, задействованные в операциях, размещаются на «ветви» Древа, соответствующей этой операции, и в разделе «Эскизы»;
- ▼ объекты, входящие в макроэлементы, размещаются на своих местах и в разделе «Макро»;
- ▼ поверхности, сформировавшие тело в результате операции «Сшивка поверхностей», размещаются в разделе «Поверхности» и в разделе, соответствующем телу.

Пользователь может настраивать состав Древа модели, включая или отключая отображение разделов (см. раздел 81.3.3).



На рисунке 81.2 показано отображение последовательности построения той же детали, структура которой приведена на рисунке 81.3. Другими словами, эти рисунки демонстрируют различные представления в Древе одной и той же модели.

81.3.3. Настройка отображения Древа модели

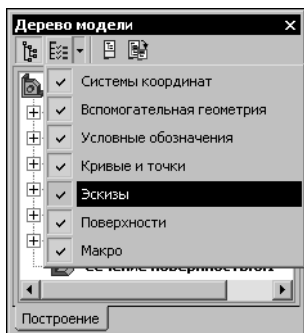


Рис. 81.4. Настройка состава Древа

Вы можете управлять включать и выключать отображение разделов в Древе модели, а также выбирать умолчательный способ представления информации — структура модели или последовательность построения модели.

При нажатии кнопки со стрелкой (справа от кнопки **Состав Древа модели**) на экране появляется меню, содержащее команды, одноименные разделам (рис. 81.4). Чтобы включить или выключить отображение раздела в Древе модели, вызовите нужную команду.

«Галочка» слева от названия команды означает, что отображение соответствующего раздела включено, отсутствие «галочки» — что отображение раздела отключено.

Отображение разделов «Компоненты», «Сопряжения», «Тело», «Исключенные из тела» отключить невозможно.

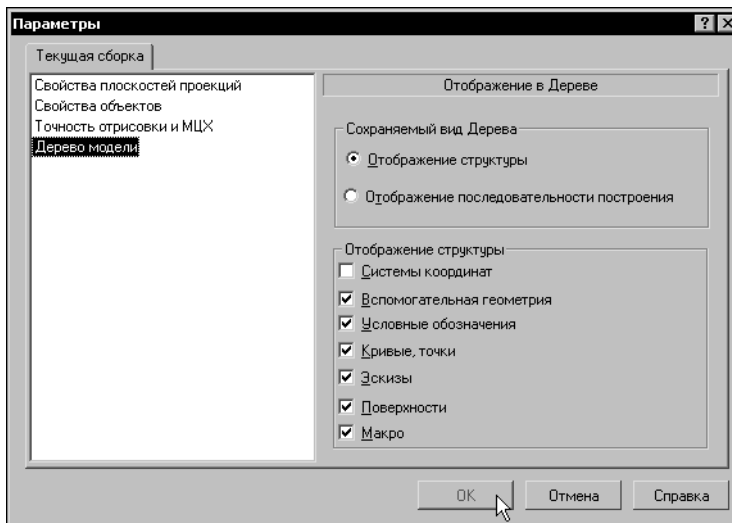
Существование в Дереве «пустых» разделов невозможно. Поэтому разделы, отображение которых включено, появляются в Дереве только после создания первого объекта соответствующего типа. Например, если в модели нет ни одного эскиза, то и раздела «Эскизы» в Дереве не будет.

Объекты, входящие в отключенный раздел, по-прежнему отображаются в окне модели (если только их показ не отключен специально).

Если модель открыта в нескольких окнах, то настройка состава Деревя, сделанная в одном из них, распространяется на все окна этой модели.



При нажатии кнопки **Состав Деревя модели** на экране появляется диалог настройки Деревя модели (рис. 81.5).



Группа **Сохраняемый вид Деревя** позволяет выбрать вариант отображения объектов в Дереве, который будет сохранен при закрытии текущего файла и использован при последующем его открытии.

Группа **Отображение структуры** содержит опции, соответствующие разделам Деревя. Включите (или выключите) опции тех разделов, которые требуется (или не требуется) отображать в Дереве модели.

Рис. 81.5. Диалог настройки Деревя модели

Кнопка Состав Деревя модели доступна, если на Панели управления Деревя модели нажата кнопка **Отображение структуры модели**.

Диалог настройки Деревя для текущей модели (рис. 81.4) можно вызвать с помощью команды **Сервис — Параметры... — Текущая модель — Деревя модели**.

Чтобы настроить Деревя для новых моделей, вызовите команду **Сервис — Параметры... — Новые документы — Модель — Деталь (Сборка) — Деревя модели**.

81.3.4. Дополнительное окно Деревя модели

Дополнительное окно Деревя модели — это специальное окно, в котором отображается часть Деревя (объект, раздел или отношения). Например, на рисунке 81.6 показано дополнительное окно Деревя модели, в котором отображается раздел «Эскизы».



Чтобы создать дополнительное окно Деревя, выделите в Дереве объект или раздел, который будет показан в этом окне, и нажмите кнопку **Дополнительное окно Деревя** на Панели управления Деревя модели.

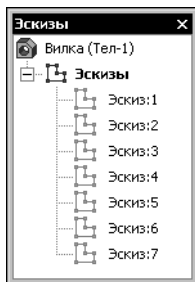


Рис. 81.6.

В дополнительном окне отображается копия выбранной части Дерева модели. Заголовок дополнительного окна Дерева содержит название объекта или раздела, отображающегося в дополнительном окне.

Изменение способа представления информации в Дереве модели, так же как и изменение состава Дерева не влияет на содержимое дополнительного окна Дерева. На него влияет только изменение модели, касающееся объекта или раздела, который отображается в дополнительном окне.

Например, когда в Дереве отображалась структура модели, было создано дополнительное окно, содержащее раздел «Эскизы». После этого отображение раздела «Эскизы» в Дереве было отключено. В дополнительном окне по-прежнему

отображается раздел «Эскизы» со своим содержимым. Затем в Дереве модели было отключено отображение структуры, т.е. объекты перестали группироваться в разделы и начали показываться в порядке создания. В дополнительном окне по-прежнему отображается раздел «Эскизы» со своим содержимым.

Создание же нового эскиза в модели приведет к появлению нового объекта в дополнительном окне с разделом «Эскизы». Удаление, скрытие и исключение какого-либо эскиза (эскизов) из расчетов тоже будет показано в этом дополнительном окне.

При удалении из модели объекта (или всех объектов раздела), отображаемого в дополнительном окне, это окно закрывается.

В дополнительном окне доступны такие же контекстные меню объектов, как и в Дереве модели. Из этих меню можно быстро вызвать часто используемые команды, например, редактирования или удаления объектов. Выделение объекта в дополнительном окне равносильно выделению его в Дереве модели.

Набор дополнительных окон запоминается системой до закрытия окна модели, в котором они были созданы. При повторном открытии этой модели, а также при открытии ее в новом окне дополнительные окна Дерева модели отсутствуют.



Для отображения отношений в дополнительном окне Дерева служит специальная команда контекстного меню — **Отношения в дополнительном окне**.

Дополнительные окна Дерева модели удобно применять для организации быстрого доступа к часто используемым объектам модели — эскизам, вспомогательной геометрии и т.п.

Например, вы можете, включив отображение в Дереве структуры модели, создать дополнительные окна с разделами «Эскизы» и «Вспомогательная геометрия». Затем вы можете отключить показ этих разделов в Дереве модели, чтобы сократить его, или включить отображение в Дереве последовательности построения модели, если это более удобно для работы.



Если в окне модели создано несколько дополнительных окон Древа, то можно рекомендовать следующие варианты их расположения, позволяющие более рационально использовать площадь экрана:

- ▼ зафиксировать все дополнительные окна Древа у одной границы окна документа, а затем свернуть их к этой границе,
- ▼ зафиксировать все дополнительные окна Древа у одной границы окна документа так, чтобы они образовывали единую панель.

81.3.5. Названия и пиктограммы объектов в Древе

Название каждого объекта можно ввести при задании его параметров (на вкладке **Свойства** Панели свойств). По умолчанию название присваивается объектам автоматически в зависимости от способа, которым они получены. Например, *Ось через ребро*, *Операция вращения*, *Фаска*, *Соосность (Крышка – Прокладка)*.



Названия деталей и подборок, вставленных в сборку, берутся из файлов этих компонентов.

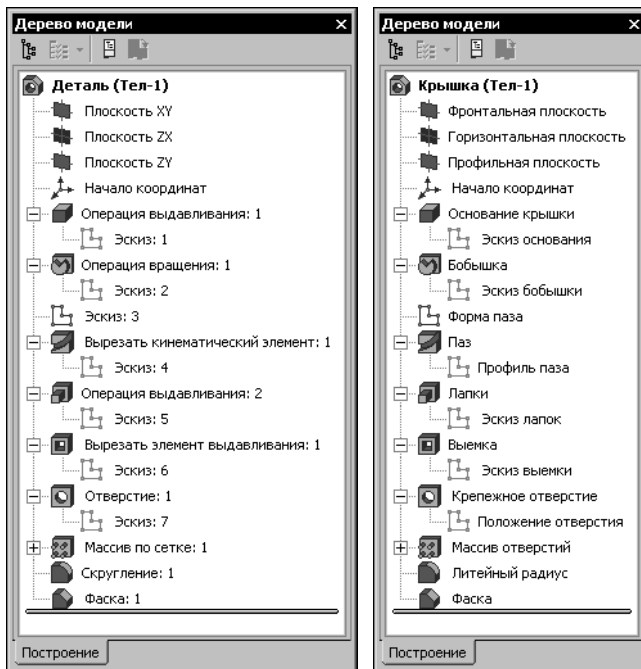


Рис. 81.7. Переименование объектов в Древе модели

В модели может существовать множество однотипных объектов. Чтобы различать их, к сформированному по умолчанию названию объекта автоматически прибавляется порядковый номер объекта данного типа. Например, *Скругление:1* и *Скругление:2*, *Сечение плоскостью:1* и *Сечение плоскостью:2*.

Чтобы переименовать любой объект в Древе модели, выполните следующие действия:

1. Выделите название объект в Древе модели.
2. Щелкните мышью по выделенному названию или нажмите **<F2>**.

Название станет доступным для редактирования.

3. Введите новое название объекта.
4. Щелкните мышью вне списка объектов древа или нажмите **<Enter>**.

Новое название объекта будет сохранено в Древе модели.

Обычно объекты переименовывают в соответствии с их конструктивным смыслом (назначением). Например, элемент *Операция вращения* можно переименовать в *Бобышку*, *Вырезать кинематический элемент* — в *Паз* и т.д. Пример переименования объектов в Древе модели показан на рисунке 81.7.

Слева от названия каждого объекта в Дереве отображается пиктограмма. Она соответствует способу, которым этот объект получен. Пиктограмму, в отличие от названия объекта, изменить невозможно. Благодаря этому при любом переименовании объектов в Дереве модели остается наглядная информация о способе их создания.

Обычно пиктограммы отображаются в Дереве модели синим цветом. Если объект выделен, то его пиктограмма в Дереве зеленая. Если объект указан для выполнения операции, то его пиктограмма в Дереве красная.

81.3.6. Указатель окончания построения модели

Указатель окончания построения модели — горизонтальная линия, ограничивающая Дерево модели снизу или разбивающая его на две части.

Указатель окончания построения присутствует в Дереве, если в нем включено отображение последовательности построения модели (см. раздел 81.3.1 на с. 34).

Положение Указателя в Дереве можно изменить. Чтобы переместить указатель, подведите к нему курсор. Когда курсор примет форму двусторонней стрелки, нажмите левую кнопку мыши. Не отпуская кнопку, переместите указатель вверх или вниз.

Несмотря на то, что при перемещении Указателя мышью его можно подвести вплотную к верхней или нижней границе окна Дерева модели, он может располагаться только среди пиктограмм объектов модели.

- ▼ В Дереве детали Указатель может перемещаться от пиктограммы основания детали до конца Дерева.
- ▼ В Дереве сборки пиктограммы элементов располагаются после группы сопряжений. Поэтому Указатель может перемещаться от последнего сопряжения до конца Дерева.

Объекты, оказавшиеся в Дереве построений ниже Указателя, исключаются из расчета. Такие объекты, а также производные от них не отображаются в окне модели, однако информация о них сохраняется в документе. Пиктограммы исключенных объектов отображаются в Дереве модели светло-голубым цветом и помечаются пиктограммой-«закром».



Не старайтесь поместить Указатель точно в промежуток между объектами. Достаточно установить его на том элементе, который должен стать последним из включенных в расчет.

После каждого перемещения Указателя в Дереве модель перестраивается.

Для быстрого перемещения Указателя в конец Дерева модели можно воспользоваться командой **Указатель в конец Дерева** из контекстного меню на Указателе.

После вызова команды все объекты модели включаются в расчет (если только они не были исключены специально).

Если объекты модели, расположенные под Указателем окончания построения, не нужны для дальнейших построений и не должны присутствовать в модели, вы можете одновременно удалить все эти объекты. Для этого воспользуйтесь командой **Удалить элементы под Указателем** из контекстного меню на Указателе.



Обратите особое внимание на то, что отменить удаление объекта в документе-модели невозможно. Поэтому командой удаления нужно пользоваться осторожно.

Глава 82.

Базовые приемы работы

82.1. Создание файла модели



Чтобы создать новый файл трехмерной модели, вызовите команду **Файл — Создать**.

В появившемся диалоге выберите нужный тип документа — **Деталь** или **Сборка** либо шаблон модели.

На экране откроется окно новой модели, изменится набор кнопок на Панели управления, состав панелей инструментов и Главного меню.

В окне новой модели находится **Дерево модели**.



Отредактируйте в **Дереве** название модели — введите вместо слова *Деталь* или *Сборка* наименование изделия.

После создания файла детали или сборки можно приступить к созданию в нем трехмерной модели (см. части XVIII – XXII настоящего Руководства).

82.2. Система координат, базовые плоскости

В каждой модели существует система координат и определяемые ею плоскости базовые. Их названия появляются в **Дереве модели** сразу после создания нового файла модели.

Изображение системы координат модели показывается посередине окна в виде трех ортогональных отрезков красного, синего и зеленого цветов. Общее начало отрезков — это начало координат модели, точка с координатами 0, 0, 0.

Плоскости показываются на экране условно — в виде прямоугольников красного, синего и зеленого цветов, лежащих в этих плоскостях. По умолчанию прямоугольники расположены так, что их центры совмещены с началом координат — такое отображение позволяет пользователю увидеть размещение плоскостей в пространстве. Иногда для понимания расположения плоскости требуется, чтобы символизирующий ее прямоугольник был больше (меньше) или находился в другом месте плоскости. Вы можете изменить размер и положение этого прямоугольника, перетаскивая мышью его характерные точки (они появляются, когда плоскость выделена).

Базовые плоскости и систему координат невозможно удалить из файла детали. Их можно переименовать (см. раздел 81.3.5 на с. 39), а также включить/выключить их показ в окне модели (см. раздел 82.8 на с. 59).

В левом нижнем углу окна модели отображается еще один символ системы координат. Он состоит из трех объемных стрелок красного, зеленого и синего цветов, показывающих положительные направления осей X, Y, Z соответственно. При повороте модели он поворачивается — так же, как и значок, расположенный в начале координат, но, в отличие от последнего, не сдвигается при перемещении модели и не может быть отключен.

82.3. Управление изображением

Вы можете управлять масштабом изображения модели на экране, сдвигать и поворачивать модель.



Если в КОМПАС-3D V9 открыто несколько окон модели, в каждом из них может быть свое положение модели и масштаб изображения.

82.3.1. Масштабирование и сдвиг изображения

Изменение масштаба изображения и его сдвиг производятся так же, как и при работе с графическими документами (см. Том I, раздел 6.1 на с. 55 — управление масштабом, раздел 6.2 на с. 57 — сдвиг).

Для быстрого сдвига изображения (без вызова специальной команды) можно воспользоваться клавиатурными комбинациями *<Shift> + <стрелки>*. Нажатие на любую из них вызывает перемещение изображения в соответствующую сторону.

82.3.2. Поворот модели



При моделировании детали или сборки обычно возникает необходимость видеть ее с разных сторон. Чтобы повернуть модель в окне, вызовите команду **Вид — Повернуть**.



После вызова команды внешний вид курсора изменится. Нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Модель будет поворачиваться вокруг центральной точки габаритного параллелепипеда.





Если требуется поворачивать модель вокруг точки (вершины детали, центра сферы), подведите курсор к нужному элементу в окне модели и щелкните левой кнопкой мыши. Элемент подсветится, а курсор примет вид «звездочки» с двумя дугообразными стрелками. Нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Модель будет поворачиваться вокруг выбранной точки.

Направление вращения вокруг центральной точки габаритного параллелепипеда или вокруг точки зависит от направления перемещения курсора (см. табл. 82.1).

Табл. 82.1. Зависимость направления поворота модели от перемещения курсора

Направление перемещения курсора	Направление поворота модели
Вертикально	В вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана.
Горизонтально	В горизонтальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана.
По диагонали	Направление складывается из соответствующих вертикальной и горизонтальной компонент.
Горизонтально при нажатой клавише <Alt>	В плоскости экрана.

- 

▼ Если требуется поворачивать модель вокруг оси или прямолинейного ребра, подведите курсор к нужному элементу в окне модели и щелкните левой кнопкой мыши. Элемент подсветится, а курсор примет вид «оси» с двумя дугообразными стрелками. Нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Модель будет поворачиваться вокруг выбранной оси.
- 

▼ Если требуется поворачивать модель вокруг оси, проходящей через указанную точку плоскости (вспомогательной, базовой плоскости или плоской грани детали) перпендикулярно этой плоскости, подведите курсор к нужной точке плоскости в окне модели и щелкните левой кнопкой мыши. Курсор примет вид «плоскости» с двумя дугообразными стрелками. Нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Модель будет поворачиваться вокруг указанной оси.

Поворот модели при помощи мыши

Если вы пользуетесь мышью с колесом или трехкнопочной мышью, то для вращения модели вокруг центра габаритного параллелепипеда можно перемещать мышшь с нажатой средней кнопкой или колесом. Если при этом удерживать нажатой клавишу <Alt>, то модель будет вращаться в плоскости экрана.

Поворот модели при помощи клавиатуры

Чтобы повернуть модель вокруг центра габаритного параллелепипеда без вызова специальной команды, можно воспользоваться клавиатурными комбинациями (они перечислены в таблице 82.2).

Табл. 82.2. Комбинации клавиш для поворота модели

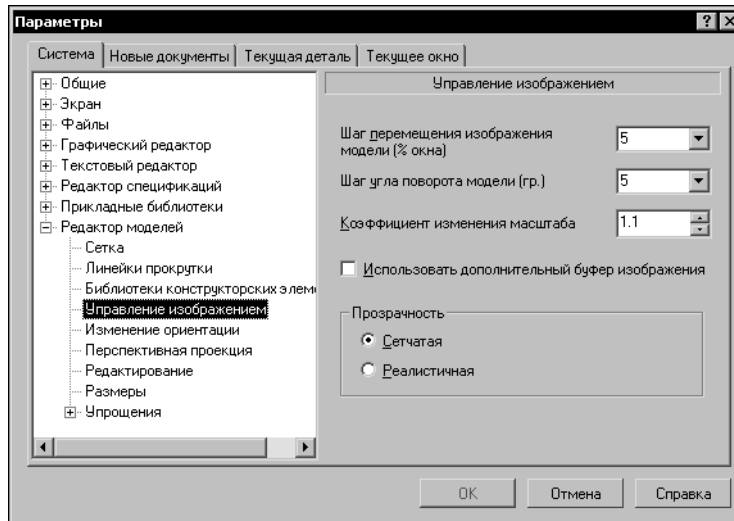
Комбинация клавиш	Направление поворота
<Ctrl> + <Shift> + <↑>	Вверх в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана
<Ctrl> + <Shift> + <↓>	Вниз в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана
<Ctrl> + <Shift> + <→>	Вправо в горизонтальной плоскости
<Ctrl> + <Shift> + <←>	Влево в горизонтальной плоскости
<Alt> + <→>	Против часовой стрелки в плоскости экрана
<Alt> + <←>	По часовой стрелке в плоскости экрана
<Пробел> + <↑>	На 90° вверх в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана
<Пробел> + <↓>	На 90° вниз в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана
<Пробел> + <→>	На 90° вправо в горизонтальной плоскости
<Пробел> + <←>	На 90° влево в горизонтальной плоскости

Табл. 82.2. (продолжение) Комбинации клавиш для поворота модели

Комбинация клавиш	Направление поворота
<Alt> + <↑>	На 90° по часовой стрелке в плоскости экрана
<Alt> + <↓>	На 90° против часовой стрелки в плоскости экрана

Угол поворота модели при однократном нажатии комбинации <Ctrl> + <Shift> + <стрелки> или <Alt> + <стрелки> называется **шагом угла поворота модели**. Его величину можно настроить (см. раздел 82.3.3 на с. 45).

82.3.3. Настройка управления изображением



Настройка управления изображением производится в диалоге (рис. 82.1), вызываемом командой **Сервис — Параметры...** — **Система — Редактор моделей — Управление изображением**. Элементы управления диалога представлены в таблице 82.3.

Рис. 82.1. Диалог настройки управления изображением

Табл. 82.3. Диалог настройки управления изображением

Элемент	Описание
Шаг перемещения изображения детали (% окна)	Поле для ввода величины перемещения изображения детали в окне при однократном нажатии клавиши, сдвигающей изображение. Шаг перемещения устанавливается в процентах от размера окна. Например, после ввода в это поле значения 25 при нажатии комбинации клавиш <Shift>+<Стрелка вправо> изображение сместится вправо на четверть (25 %) ширины окна.

Табл. 82.3. Диалог настройки управления изображением

Элемент	Описание
Шаг угла поворота детали	Поле для ввода величины поворота детали в окне при однократном нажатии клавиатурной комбинации, вращающей деталь. Шаг перемещения устанавливается в градусах. Например, после ввода в это поле значения 15 ° при нажатии комбинации <i><Alt>+<Стрелка вправо></i> деталь повернется вокруг вертикальной оси вправо на 15 ° (и ее изображение изменится соответствующим образом).
Коэффициент изменения масштаба	Поле для ввода коэффициента увеличения или уменьшения изображения в окне при однократном нажатии клавиатурной комбинации, изменяющей масштаб изображения. Например, после ввода в это поле значения 1,5 при нажатии комбинации <i><Shift>+<-></i> линейные размеры изображения будут уменьшены в полтора раза.
Использовать дополнительный буфер изображения	Опция для включения и отключения использования дополнительных аппаратных возможностей видеокарты компьютера, которые позволяют ускорить отображение трехмерных моделей. Использование дополнительного буфера изображения позволяет ускорить обновление ранее сформированного изображения *. Например, возможно ускорение восстановления части изображения, которая была закрыта меню или диалогом; возможно также ускорение динамического поиска (если инверсия при подсвечивании отключена) ** — за счет более быстрого восстановления изображения во время перемещения курсора от одного объекта модели к другому. Ускорение заметно тем сильнее, чем сложнее модель. Следует, однако, иметь в виду, что не все видеокарты обладают дополнительными возможностями ускорения отображения, а также не все драйверы видеокарт задействуют эти возможности. Поэтому появление ускорения в результате включения опции Использовать дополнительный буфер изображения зависит от модели видеокарты и версии драйвера, установленных на конкретном компьютере.

Табл. 82.3. Диалог настройки управления изображением

Элемент	Описание
Прозрачность	Группа опций, позволяющая выбрать способ отображения прозрачных объектов (граней, компонентов, поверхностей и др.). Включите опцию Сетчатая , чтобы область, занимаемая прозрачным объектом, заполнялась отдельными пикселями. Цвет пикселей соответствует цвету объекта при нулевой прозрачности. Пиксели размещаются на экране, образуя регулярную структуру — сетку. «Ячейки сетки», т.е. участки, где пиксели прозрачного объекта отсутствуют, тем крупнее, чем большее значение параметра Прозрачность имеет данный объект ^{***} . Включите опцию Реалистичная , чтобы отображение прозрачных объектов было максимально приближено к виду объектов, выполненных из прозрачного материала.

* Иногда включение опции может давать обратный эффект. В таком случае выключите ее.

** Динамический поиск — см. с. 54; включение и выключение инверсии — см. раздел 82.7.5 на с. 58.

*** Степень прозрачности объекта задается при настройке его свойств (см. раздел 82.9 на с. 60). По умолчанию значение параметра **Прозрачность** равно 0%, т.е. все объекты создаются непрозрачными. При необходимости прозрачность можно увеличить. 100%-ная прозрачность означает, что объект будет невидим.

82.4. Ориентация модели

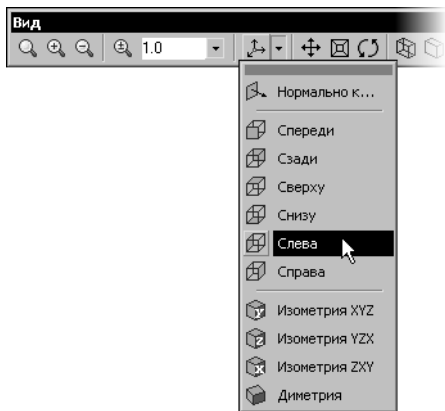


Положение модели относительно наблюдателя называется **ориентацией модели**.

Для изменения ориентации модели в КОМПАС-3D можно воспользоваться командой поворота модели.

Часто требуется такая ориентация, при которой одна из плоскостей проекций параллельна плоскости экрана (в этом случае изображение модели соответствует ее изображению на чертеже в стандартной проекции, например, на виде сверху или слева). Такую ориентацию трудно получить, поворачивая модель мышью. В этом случае для изменения ориентации можно пользоваться предусмотренным системой списком названий ориентаций.

На панели **Вид** расположена кнопка **Ориентация**. Нажатие на стрелку рядом с этой кнопкой вызывает меню с перечнем стандартных названий ориентаций: **Сверху**, **Снизу**, **Слева**, **Справа**, **Спереди**, **Сзади**, **Изометрия XYZ**, **Изометрия YZX**, **Изометрия ZXY**, **Диметрия** (каждое из них соответствует направлению взгляда наблюдателя на модель).



Выберите из этого меню команду, соответствующую нужной ориентации (рис. 82.2). Модель в окне повернется так, чтобы ее положение соответствовало указанному направлению взгляда.

Команды меню ориентаций можно расположить в виде кнопок на отдельной панели и поместить ее в любом удобном месте. Для этого «перетащите» меню ориентаций мышью за заголовок в любом направлении. Будет сформирована панель **Ориентация** (рис. 82.3).

Обратите внимание на отличие панели **Ориентация** от остальных инструментальных панелей: состав и порядок кнопок на ней изменить невозможно.

Рис. 82.2. Выбор названия ориентации



Рис. 82.3. Панель Ориентация

Иногда требуется, чтобы параллельной плоскости экрана оказалась не базовая плоскость, а вспомогательная плоскость или плоская грань модели. Чтобы установить такую ориентацию, выделите нужный плоский объект и выберите из списка названий

ориентаций или из контекстного меню строку **Нормально к...**. Модель повернется так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно выбранному объекту.

Вы можете не только использовать стандартные названия ориентаций, но и сохранять текущую ориентацию под каким-либо именем (см. раздел 82.4.1), а затем возвращаться к ней в любой момент, выбрав это имя из списка.

82.4.1. Сохранение текущей ориентации

Чтобы сохранить текущую ориентацию модели, выполните следующие действия.



1. Нажмите кнопку **Ориентация** на панели **Вид**.

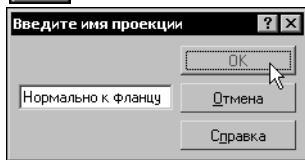


Рис. 82.4. Ввод названия ориентации

На экране появится диалог со списком существующих в модели названий ориентаций.

2. Нажмите в нем кнопку **Добавить** и введите название новой ориентации (рис. 82.4).

3. Выйдите из диалога.

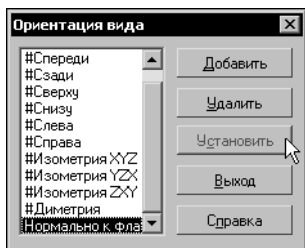


Рис. 82.5. Новая ориентация в списке

Новое название появится в списке ориентаций (рис. 82.5).

В диалоге выбора ориентации можно не только создать новую ориентацию, но и выбрать существующую, а также удалить из списка созданное пользователем название ориентации.

- ▼ Чтобы выбрать существующую ориентацию, установите выделение на ее названии в списке и нажмите кнопку **Установить** диалога. Изображение будет перестроено в соответствии с указанным направлением взгляда.

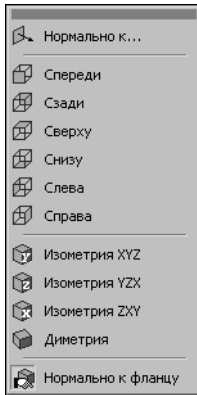


Рис. 82.6. Новая ориентация в меню

▼ Чтобы удалить название ориентации из списка, установите на него выделение и нажмите кнопку **Удалить** диалога. Указанное название исчезнет из списка. Дальнейший выбор соответствующей ориентации будет невозможен. Удаление стандартных названий ориентаций (они начинаются с символа «#») не допускается.

Пользовательские названия ориентаций появляются и в меню ориентаций (рис. 82.6). Для установки пользовательской ориентации можно вызвать нужную команду из этого меню.



Если в КОМПАС-3D V9 открыто несколько окон модели, в каждом из них может быть своя ориентация модели.

82.4.2. Настройка изменения ориентации

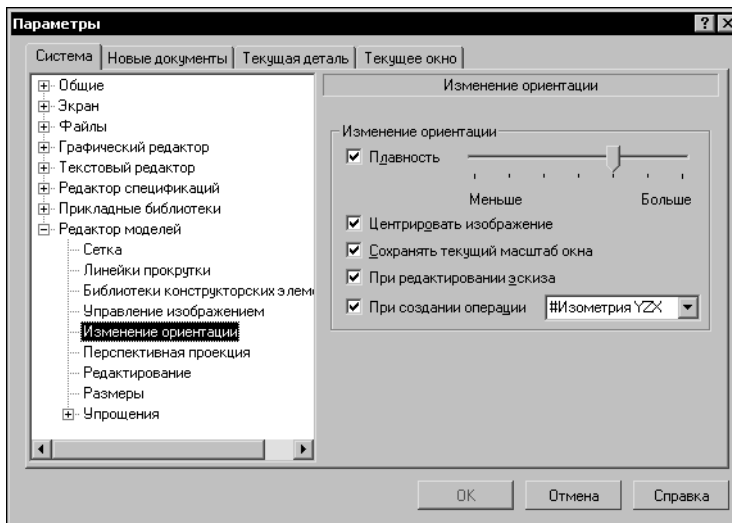


Рис. 82.7. Диалог настройки изменения ориентации

Настройка изменения ориентации производится в диалоге (рис. 82.1), вызываемом командой **Сервис — Параметры...** — **Система — Редактор моделей — Изменение ориентации**.

Элементы управления диалога представлены в таблице 82.3.

Табл. 82.4. Диалог настройки изменения ориентации

Элемент	Описание
Плавность	Опция, включающая показ промежуточных кадров между кадрами, изображающими модель в начальном и конечном положениях (масштабах). Благодаря этому изменение положения (масштаба) модели выглядит не скачкообразным, а плавным. Когда опция Плавность включена, вы можете настроить количество промежуточных кадров, перемещая «бегунок» между позициями Меньше и Больше . При уменьшении количества кадров изменение изображения модели становится менее плавным, но ускоряется, а при увеличении — наоборот.
Центрировать изображение	Опция, включающая центрирование* изображения модели во время изменения ее ориентации, в том числе при автоматическом изменении ориентации во время создания эскизов и операций (это изменение происходит, если включены опции При редактировании эскиза и При создании операции соответственно).
Сохранять текущий масштаб окна	Опция, включающая сохранение масштаба, установленного в окне модели, при изменении ее ориентации. Если опция отключена, то после изменения ориентации, в том числе после автоматического изменения ориентации во время создания эскизов и операций, масштаб отображения модели изменяется (см. таблицу 82.5).
При редактировании эскиза	Опция, включающая автоматическую установку ориентации Нормально к при создании нового эскиза. При выходе из режима эскиза модель возвращается в прежнюю ориентацию. Если ориентация модели была изменена во время работы с эскизом, то при последующем его редактировании эта ориентация восстанавливается. Если опция При редактировании эскиза отключена, то ориентация модели во время создания и редактировании эскиза не изменяется.
При создании операции	Опция, включающая автоматическую установку указанной ориентации при создании нового формообразующего элемента, листового тела или новой поверхности. Для указания ориентации разверните список и выберите нужную строку. При выходе из операции текущая ориентация модели сохраняется. При редактировании операций ориентация модели не изменяется.

* **Центрирование** — совмещение центра габаритного параллелепипеда модели (параллелепипеда, построенного через точки модели, наиболее удаленные от начала координат) с центром окна документа. Центр окна определяется без учета области, занимаемой Деревом модели.

Табл. 82.5. Правила подбора масштаба отображения модели при изменении ее ориентации

Способ изменения ориентации	Правила подбора масштаба
Выбор нужной ориентации вручную	Подбирается такой масштаб, чтобы в окне модели полностью умещался ее габаритный параллелепипед.
Автоматическая установка в выбранную ориентацию при создании операции	
Автоматическая установка в ориентацию Нормально к... при создании эскиза	При создании эскиза на базовой плоскости устанавливается масштаб 1.0. При создании эскиза на грани детали или на вспомогательной плоскости подбирается такой масштаб, при котором грань или плоскость полностью умещается в окне модели. Габариты вспомогательной плоскости определяются размерами прямоугольника, изображающего ее на экране.

82.5. Отображение модели

При работе в КОМПАС-3D V9 доступно несколько типов отображения модели. Чтобы установить тип отображения, выберите его название в меню **Вид — Отображение** или нажмите соответствующую кнопку на панели **Вид** (см. табл. 82.6).

Табл. 82.6. Типы отображения моделей


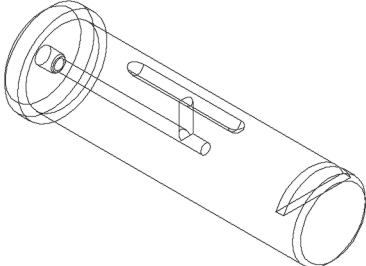

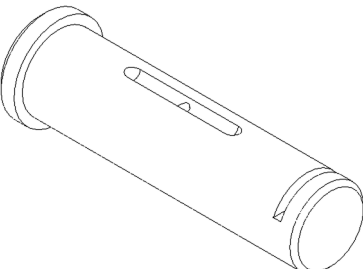

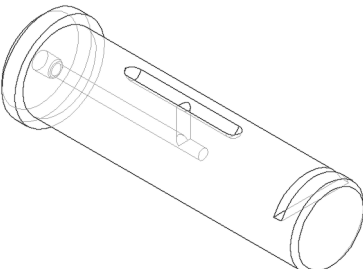

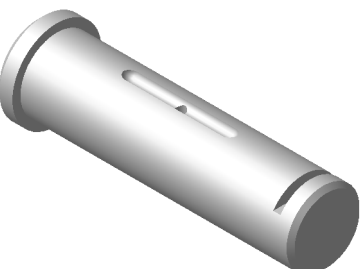

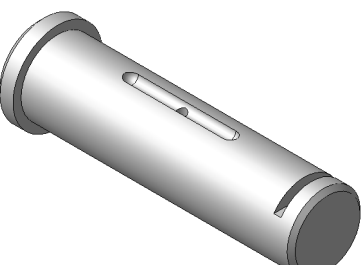
	Тип	Описание	Как выглядит
	Каркас	Совокупность всех ребер и линии очерка модели*.	

Табл. 82.6. Типы отображения моделей

	Тип	Описание	Как выглядит
	Без невидимых линий	Совокупность видимых при текущей ориентации модели ребер, видимых частей ребер и линии очерка модели .	
	Невидимые линии тонкие	Невидимые ребра и части ребер отображаются отличающимся от видимых линий (более светлым) цветом* .	
	Полутонное отображение	Отображается поверхность модели. Учитываются оптические свойства ее поверхности (цвет, блеск, диффузия и т.д.).	
	Полутонное отображение с каркасом	Объединение полутонного отображения и отображения без невидимых линий. На экране одновременно показывается поверхность модели с учетом заданных оптических свойств и видимые (при текущей ориентации модели) ребра, видимые части ребер и линии очерка модели.	

* Каким бы ни был тип отображения, он не оказывает влияния на свойства модели. Например, при выборе каркасного отображения модель остается сплошной и твердотельной (а не превращается в набор «проволочных» ребер), просто ее поверхность и материал не показываются на экране.



Если в КОМПАС-3D V9 открыто несколько окон, в каждом из них может быть включен свой тип отображения.

82.6. Перспектива

Любой оптический прибор (например, глаз человека или фотоаппарат) воспринимает изображение предметов, протяженных вдоль его оси, с искажением, иначе говоря, в перспективе. Перспективу иногда требуется учитывать для получения реалистичного изображения трехмерной модели.



В КОМПАС-3D V9 предусмотрено отображение модели в перспективной проекции. Для получения отображения модели с учетом перспективы вызовите команду **Вид — Отображение — Перспектива**. Кнопка для вызова этой команды расположена на панели **Вид**.

Чтобы отключить отображение модели в перспективной проекции, отожмите кнопку **Перспектива** или повторно вызовите команду **Вид — Отображение — Перспектива**.

С перспективной проекцией можно сочетать все типы отображения, перечисленные в разделе 82.5

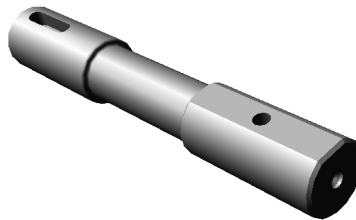


Рис. 82.8. Перспективное полутоновое отображение модели



Точка схода перспективы расположена посередине окна модели.

82.6.1. Настройка параметров перспективной проекции

Степень вносимого перспективой искажения изображения можно настроить.

Для этого вызовите команду **Сервис — Параметры**.

На экране появится диалог **Параметры**.

- ▼ Если требуется настроить перспективу только в текущем окне, активизируйте вкладку **Текущее окно** и выберите пункт **Параметры перспективной проекции**.
- ▼ Если требуется настроить перспективу во всех вновь открываемых окнах, активизируйте вкладку **Система** и выберите пункт **Редактор моделей — Параметры перспективной проекции**.

В диалоге находится единственное поле — **Расстояние в габаритах модели**. Его значение показывает, во сколько раз расстояние от модели до плоскости изображения больше, чем максимальный габарит модели. Другими словами, на экране показывается такое изображение модели, которое получил бы оптический прибор, находящийся на

указанном расстоянии от модели. Чем меньше указанное расстояние, тем сильнее заметно искажение изображения.

82.7. Выбор объектов

Для выполнения многих команд построения трехмерных элементов требуется указание или выделение объектов, на которых базируется это построение — эскизов, вершин, ребер и граней, конструктивных осей и плоскостей.

- ▼ **Выделение** объектов происходит, когда не активна ни одна команда трехмерных построений. Объекты выделяют для того, чтобы их просмотреть, или перед вызовом какой-либо команды. Например, элемент можно выделить для того, чтобы вызвать команду редактирования его параметров.
- ▼ **Указание** элементов происходит в процессе задания параметров текущей команды. Например, после вызова команды создания элемента по сечениям нужно последовательно указывать эскизы-сечения.








82.7.1. Выбор объектов в окне

Во время прохождения курсора над моделью система автоматически производит **динамический поиск** объектов.

Динамический поиск — это поиск такого объекта среди находящихся под курсором, который может быть выбран (выделен или указан) в данный момент. Если объект найден, то он подсвечивается, а его символическое изображение (см. табл. 82.7) появляется рядом с курсором. При смещении курсора подсвечивание снимается, значок исчезает, и динамический поиск возобновляется.

Чтобы указать или выделить объект в окне построения модели, подведите к нему курсор. Когда курсор примет вид, соответствующий целевому объекту, а сам объект подсветится, щелкните левой клавишей мыши.

Табл. 82.7. Вид курсора при выборе различных типов объектов

	Объект
	Вершина
	Ребро
	Поверхность или грань
	Ось
	Плоскость
	Пространственная кривая или эскиз
	Условное изображение резьбы

Щелчок мышью на объекте при нажатой клавише *<Shift>* позволяет выделить в окне модели компонент, элементом которого является или в состав которого входит указанный объект. Таким образом вы можете, например, выделить всю деталь, указав один из ее

элементов — грань, ребро или вершину. Если при нажатой клавише <Shift> выбирается какой-либо вспомогательный элемент, то в окне модели подсвечивается деталь или под-сборка, которой принадлежит выбранный вспомогательный элемент.

Иногда для выполнения команды требуется выделение группы объектов.

Чтобы выделить в окне модели несколько объектов (граней, эскизов, вспомогательных элементов и т.п.), следует выбирать их, удерживая нажатой клавишу <Ctrl>.

Чтобы выделить в окне модели несколько деталей, следует выбирать их, удерживая нажатой клавишу <Shift>.



Выбор групп объектов и деталей можно совместить. Это означает, что можно сначала выделить, например, несколько объектов, удерживая клавишу <Ctrl>, затем отпустить ее, нажать клавишу <Shift> (при этом выделение с объектов не снимается) и, удерживая ее, выделить несколько деталей. Таким образом в окне модели будут одновременно выделены группа объектов и группа деталей.

82.7.2. Фильтры объектов

Иногда в «ловушку» курсора при динамическом поиске попадает сразу несколько объектов (например, грань и ее ребро), причем подсвечивается не тот объект, который вы хотите указать.



Для облегчения выбора объектов нужного типа используются Фильтры объектов. Чтобы включить их, активизируйте панель **Фильтры** (см. рис. 82.9).

Рис. 82.9. Панель фильтров



По умолчанию на панели нажата кнопка **Фильтровать все**. Нажатие этой кнопки означает, что подсвечиваются и могут быть указаны (выделены) курсором, и вершины, и ребра, и грани, и оси, и плоскости.

Если для выполнения задуманного вами действия необходимо указание (выделение) объектов определенного типа, нажмите соответствующую кнопку на Панели фильтров (см. табл. 82.8). Если нажата одна из этих кнопок, то кнопка **Фильтровать все** выключается.

Табл. 82.8. Фильтры объектов




	Название кнопки
	Фильтровать вершины
	Фильтровать грани
	Фильтровать конструктивные плоскости

Табл. 82.8. Фильтры объектов

Название кнопки	
	Фильтровать ребра
	Фильтровать оси

Вы можете выбрать любую комбинацию типов доступных для указания (выделения) объектов. Для этого нажмите сразу несколько кнопок на Панели фильтров. Переключать кнопки на Панели фильтров можно в любой момент работы с моделью.

Если выключаются все кнопки, соответствующие типам объектов, то кнопка **Фильтровать все** автоматически включается (то есть отключить указание всех типов объектов невозможно).

82.7.3. Выбор скрытых, совпадающих или близко расположенных объектов

Иногда объект, который требуется выбрать, расположен близко к другим объектам, или наложен на них, или скрыт под ними. При этом трудно (а иногда и вовсе невозможно) указать его курсором.

Для выбора любого из близко расположенных (в том числе наложенных друг на друга) объектов воспользуйтесь перебором объектов. Перебор возможен, когда система ожидает указания или выделения объекта, а в «ловушку» курсора попадает более одного объекта.

Чтобы выбрать один из скрытых, совпадающих или близко расположенных объектов, выполните следующие действия.

1. Наведите курсор на группу объектов, содержащую нужный объект.
2. Не выбирая ни один из них, вызовите из контекстного меню команду **Перебор объектов**. Можно также нажать комбинацию клавиш `<Ctrl>+<t>`.
3. Перебирайте объекты, нажимая клавишу `<Пробел>` или вызывая команду **Следующий объект** из контекстного меню. Объекты, на которые указывал курсор в момент вызова команды перебора, будут поочередно подсвечиваться.
4. После подсвечивания нужного объекта выйдите из режима перебора с подтверждением выбора. Для этого вызовите команду **Выбрать подсвеченный объект** из контекстного меню или нажмите клавишу `<Enter>`. Можно также щелкнуть мышью на подсвеченном объекте или в любом свободном месте окна документа.
5. Для выхода из режима перебора без указания объекта вызовите из контекстного меню команду **Отказ от перебора**. Можно также нажать клавишу `<Esc>`.

Если перебор использовался для указания объекта при выполнении какой-либо команды, система вернется к этой команде.

82.7.4. Выбор в Дереве модели

Некоторые объекты нужно выделять и указывать не только в окне редактирования модели, но и в Дереве модели.

Чтобы указать или выделить объект в Дереве, щелкните мышью по его названию или пиктограмме.

Таким способом вы можете выделить или указать эскиз, плоскость, ось, формообразующий или конструктивный элемент (например, элемент, приклеенный операцией вращения, или отверстие, или фаску), компонент сборки или сопряжение.



Указание и выделение объектов в Дереве может производиться только в режиме трехмерных построений. Если система находится в режиме эскиза, указание и выделение объектов в Дереве модели невозможно несмотря на то, что Дерево видно на экране.

При указании или выделении в Дереве любого объекта соответствующая ему часть модели подсвечивается или выделяется в окне.

Если в Дереве выделено сопряжение, то в окне модели выделяются объекты, участвующие в этом сопряжении.

Чтобы выделить несколько объектов в Дереве модели, указывайте их, удерживая нажатой клавишу *<Ctrl>*.

Чтобы выделить в Дереве модели группу объектов, расположенных подряд друг за другом, выделите первый (последний) из этих объектов, нажмите и удерживайте клавишу *<Shift>*, затем выделите последний (первый) объект. Выделение будет распространено на все объекты группы.

После того как объект выделен любым способом (в том числе в окне модели), соответствующая ему пиктограмма в Дереве модели из синей превращается в зеленую. Например, при указании ребра цвет изменяет пиктограмма операции, образовавшей это ребро, а при указании плоскости цвет изменяет пиктограмма этой плоскости.

После того как объект указан любым способом, соответствующая ему пиктограмма в Дереве модели из синей превращается в красную. Например, при указании грани цвет изменяет пиктограмма операции, образовавшей эту грань, а при указании эскиза цвет изменяет пиктограмма этого эскиза.

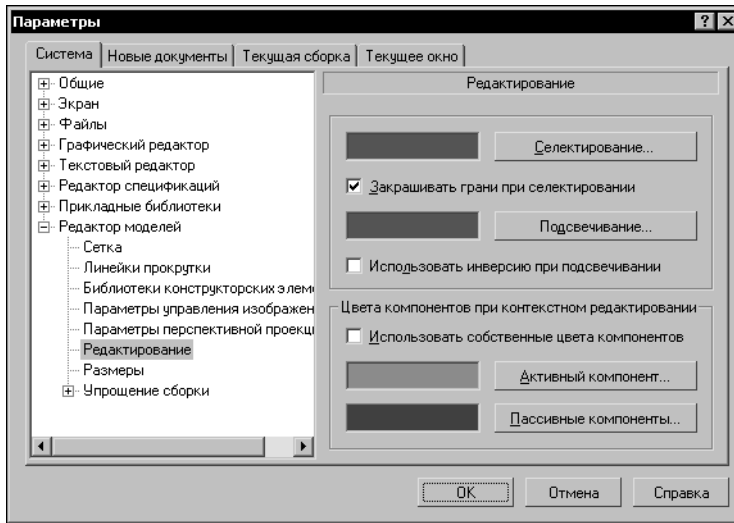
При построении сборки все компоненты отображаются в Дереве модели в виде пиктограммы. Слева от нее расположен знак «+». Он означает, что список объектов, составляющих компонент, свернут. Таким образом, объекты, из которых состоит компонент, могут быть не видны в Дереве даже в том случае, если они выделены в окне модели.

Чтобы увидеть в Дереве объект, выделенный в окне модели, используйте команду **Сервис — Показать в дереве**. После вызова команды пиктограмма этого объекта выделяется зеленым цветом, а Дерево модели разворачивается так, чтобы она была видна.



Если в окне модели выделен объект, принадлежащий формообразующему элементу (например, грань элемента выдавливания), после вызова команды **Показать в дереве** в Дереве модели выделяется пиктограмма соответствующего формообразующего элемента.

82.7.5. Настройка цветов выделенных и указанных объектов



По умолчанию выделенные объекты отображаются в окне модели зеленым цветом, а подсвеченные (при указании или при динамическом поиске) — красным. Вы можете изменить цвета, используемые в системе для выделения и подсвечивания трехмерных объектов. Эта настройка производится в диалоге (рис. 82.10), вызываемом командой **Сервис – Параметры... – Система – Редактор моделей – Редактирование**.

Рис. 82.10. Диалог настройки параметров редактирования моделей

Элементы диалога, позволяющие настроить выделение и подсвечивание объектов, представлены в таблице 82.9.

Табл. 82.9. Настройка выделения и подсвечивания объектов модели

Элемент	Описание
Селектирование	Нажмите эту кнопку для настройки цвета выделенных объектов.
Закрашивать грани при селектировании	Включите эту опцию, чтобы грани, выделенные в окне модели, а также грани, принадлежащие элементам и компонентам, выделенным в Дереве модели, заливались цветом, выбранным для селектирования. При выключенной опции выделяются только ребра граней.
Подсвечивание	Нажмите эту кнопку для настройки цвета подсвеченных объектов. Выбранный цвет будет использоваться при указании объектов, а также при подсвечивании объектов во время динамического поиска (динамическом подсвечивании)*.
Использовать инверсию при подсвечивании	Опция, включающая инверсное динамическое подсвечивание ребер вместо подсвечивания постоянным цветом. Ее рекомендуется включать при работе со сложными сборками — это позволяет ускорить динамический поиск.

* При подсвечивании граней, поверхностей, элементов и компонентов изменяется только цвет их ребер.

82.8. Управление видимостью объектов

Вспомогательные оси, плоскости (особенно когда их много в модели), не задействованные в выполнении операций эскизы, компоненты сборки (детали или подсборки) иногда мешают просмотру изображения модели. Для удобства работы с моделью вы можете сделать невидимым любой из этих объектов. При этом он по-прежнему будет учитываться в иерархии, и его производные объекты будут отображаться корректно.

Чтобы скрыть объект или несколько объектов, выделите их и вызовите из контекстного меню команду **Скрыть**. Объекты станут невидимыми. Соответствующие им пиктограммы останутся на своих местах в Дереве модели, но будут отображаться светло-голубым цветом.



Иногда требуется вызвать команду **Обновить изображение**, чтобы фантом скрытого элемента полностью исчез с экрана.

Чтобы сделать скрытый объект или несколько объектов видимыми, выделите их в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Показать**. Объекты станут видимыми.

Обратите внимание на то, что тело всегда отображается и скрывается целиком, даже если при вызове команды **Показать** или **Скрыть** была выделена отдельная формообразующая операция. Например, в результате показа приклеенного элемента выдавливания на экране появится все тело, содержащее этот элемент, а в результате скрытия элемента все тело перестанет отображаться.

То же самое относится к поверхностям. Например, в результате показа или скрытия поверхности, участвующей в операции **Сшивка**, в окне модели возникнут или исчезнут все остальные поверхности, участвующие в этой же операции.

После вызова команды **Показать** или **Скрыть** для остальных объектов (вспомогательных осей, спиралей, ломаных и т.п.) в окне модели появляются или скрываются только эти объекты.



Команда **Скрыть (Показать)** недоступна в следующих случаях:

- ▼ если все выделенные объекты уже скрыты (показаны),
- ▼ если все выделенные объекты являются формообразующими элементами сборки (например, вырезанный из сборки элемент вращения, сечение сборки плоскостью и др.).

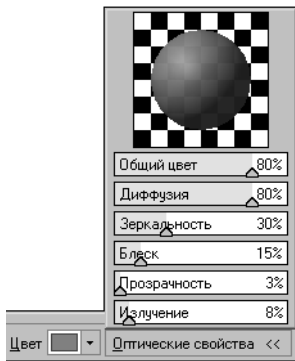
Вы можете скрыть одновременно все начала координат, или вспомогательные оси, или вспомогательные плоскости, или незадействованные в операциях эскизы, или поверхности, или изображения резьбы, или пространственные; также можно скрыть сразу все перечисленные группы объектов. Воспользуйтесь для этого командами из меню **Вид — Скрыть**. После вызова любой из этих команд скрываются все объекты соответствующего типа, существующие в модели. При этом рядом с названием команды в меню появляется «галочка», свидетельствующая о том, что объекты скрыты.

Для того, чтобы показать скрытые объекты, повторно вызовите из меню **Вид — Скрыть** команду скрытия объектов.

82.9. Управление цветом и свойствами поверхности объектов

Вы можете задавать цвет и свойства поверхности (степень блеска, прозрачность и т.д.) как для каждой детали, так для любой отдельной грани.

Чтобы задать цвет и свойства поверхности текущей модели, выделите ее в Дереве и вызовите команду **Свойства детали/сборки**.



На Панели свойств появляются элементы управления свойствами модели, в том числе поле **Цвет** и «ползунки» для управления значениями следующих параметров, характеризующих оптические свойства поверхности:

- ▼ Общий цвет,
- ▼ Диффузия,
- ▼ Зеркальность,
- ▼ Блеск,
- ▼ Прозрачность,
- ▼ Излучение.

Рис. 82.11. Элементы управления свойствами поверхности

Выберите из списка нужный цвет и настройте оптические свойства. Любое изменение этих параметров отображается в области предварительного просмотра (в ней изображена сфера с заданными свойствами поверхности).



Настроив свойства поверхности, подтвердите сделанные изменения.

После этого изображение детали в окне будет перерисовано в соответствии с установленными параметрами.

Чтобы изменить цвет или другие свойства грани, выделите ее в окне модели и вызовите из контекстного меню команду **Свойства грани**.

Произведите необходимые настройки на Панели свойств. Если грань имеет тот же цвет, что и вся деталь, включена опция **Использовать цвет детали**. Чтобы изменить цвет, выключите эту опцию.



Иногда параллельные грани детали сливаются на полутоновом изображении. Чтобы облегчить восприятие такого изображения, свойства параллельных граней можно сделать разными (часто достаточно изменения блеска или диффузии без изменения цвета).

Вы можете изменить свойства поверхности не только для отдельной грани, но и для всех граней формообразующего элемента одновременно. Для этого выделите элемент в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Свойства элемента** или выделите в окне детали любую грань или ребро элемента и вызовите из контекстного меню команду **Свойства исходного элемента**.

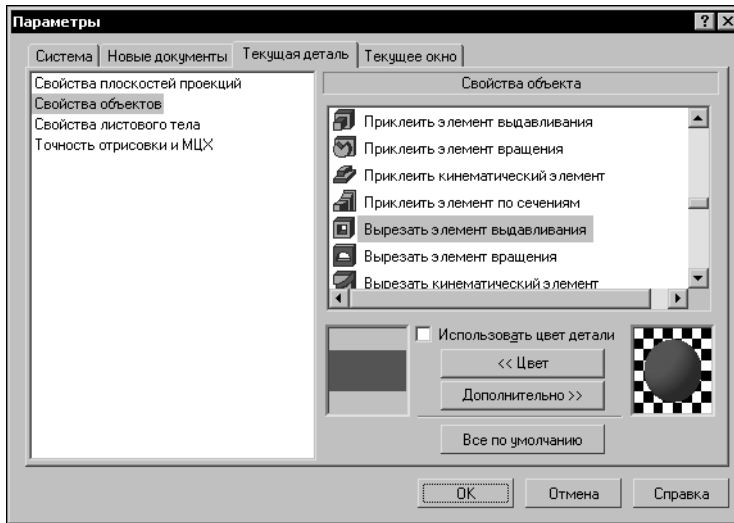


Рис. 82.12. Настройка оптических свойств объектов разных типов

Чтобы задать одинаковый цвет для всех однотипных элементов (например, эскизов или фасок), вызовите команду **Сервис — Параметры — Текущая деталь/сборка — Свойства объектов**.

В диалоге настройки (рис. 82.12) выберите нужный тип элемента. Установите для него цвет или включите опцию **Использовать цвет детали**.

При работе со сборкой вы можете изменять свойства ее объектов (вспомогательных и базовых плоскостей, вырезанных из сборки формообразующих элементов и т.п.).

Кроме того, работая со сборкой, вы можете настраивать цвета ее компонентов (деталей и подборок). Эту возможность удобно использовать, если требуется более наглядное представление модели. Например, можно выбрать одинаковый цвет для всех крепежных деталей, имеющихся в сборке и т.п.

Чтобы настроить цвет отдельного компонента, выделите его в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Цвет компонента**.

Чтобы компонент отображался цветом сборки, включите опцию **Использовать цвет сборки**. Чтобы установить для компонента другой цвет, выключите эту опцию. После этого станет доступной опция **Использовать цвет источника**. Включите ее, если хотите, чтобы компонент отображался в окне сборки тем цветом, который установлен в файле-источнике этого компонента.

Чтобы установить для отображения компонента цвет, отличный как от цвета сборки, так и от цвета источника, выключите опцию **Использовать цвет источника** и выберите нужный цвет и свойства поверхности.

Часть XVIII

Приемы моделирования деталей

Глава 83.

Требования к эскизам

Как правило, эскиз представляет собой сечение объемного элемента. Реже эскиз является траекторией перемещения другого эскиза — сечения. Для создания объемного элемента подходит не любое изображение в эскизе. Оно должно подчиняться некоторым правилам.

Одним из основных понятий при описании эскиза является **контур**. Этот термин часто используется в сообщениях системы, а также в дальнейших разделах настоящего Руководства. Значение этого термина при работе с трехмерными моделями отличается от его значения при «плоском» черчении. Если при работе в графическом документе (фрагменте или чертеже) контур — это единый графический объект, то при работе в эскизе под контуром понимается любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединенных линейных графических объектов (отрезков, дуг, сплайнов, ломаных и т.д.).

- ▼ Контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.
- ▼ Контур в эскизе изображается стилем линии *Основная*.



Иногда для построения контура в эскизе (особенно параметрическом) требуются вспомогательные объекты, не входящие в контур. Их можно изображать другими стилями линий. Такие объекты не будут учитываться при выполнении операций.

Эскиз, как и фрагмент, может содержать несколько слоев (см. Том II, главу 46). При выполнении операции учитываются объекты во всех слоях, кроме погашенных.

Существуют дополнительные (частные) требования, предъявляемые к эскизам, предназначенным для выполнения конкретных операций.

83.1. Элемент выдавливания

Требования к эскизу для основания — элемента выдавливания и приклеиваемого (вырезаемого) элемента выдавливания несколько различаются.

83.1.1. Требования к эскизу основания

- ▼ В эскизе может быть один или несколько контуров.
- ▼ Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым.
- ▼ Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты.
- ▼ Если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него.
- ▼ Допускается один уровень вложенности контуров.



Если в эскизе несколько вложенных контуров, то внешний контур образует форму элемента выдавливания, а внутренние контура образуют отверстия.

83.1.2. Требования к эскизу приклеиваемого (вырезаемого) элемента

- ▼ В эскизе может быть один или несколько контуров.
- ▼ Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым.
- ▼ Если контуров несколько, они должны быть либо все замкнуты, либо все разомкнуты.
- ▼ Допускается любой уровень вложенности контуров.

83.2. Элемент вращения

- ▼ Ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии *Осевая*.
- ▼ Ось вращения должна быть одна.
- ▼ В эскизе может быть один или несколько контуров.
- ▼ Все контуры должны лежать по одну сторону от оси вращения.
- ▼ Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения (отрезок со стилем линии *Осевая* или его продолжение).
- ▼ Если контур один, он может быть разомкнутым или замкнутым.
- ▼ Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты.
- ▼ Если в эскизе основания несколько контуров, один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него.
- ▼ В эскизе основания допускается один уровень вложенности контуров. В эскизе приклеиваемого (вырезаемого) элемента допускается любой уровень вложенности контуров.



Если в эскизе несколько вложенных контуров, то внешний контур образует форму элемента вращения, а внутренние контура образуют отверстия.

83.3. Кинематический элемент

При формировании кинематического элемента используются сечение и траектория. Сечение всегда лежит в одном эскизе. Траектория может лежать в одном или нескольких эскизах либо состоять из эскизов, ребер и пространственных кривых. Способ задания траектории не влияет на предъявляемые к ней требования.

83.3.1. Требования к эскизу сечения

- ▼ В эскизе-сечении может быть только один контур.
- ▼ Контур может быть разомкнутым или замкнутым.

83.3.2. Требования к траектории

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

- ▼ В эскизе-траектории может быть только один контур.
- ▼ Контур может быть разомкнутым или замкнутым.
- ▼ Если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.
- ▼ Если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

- ▼ Эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения и не совпадающей с ней.
Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия.
- ▼ В каждом эскизе-траектории может быть только один контур.
- ▼ Контур должен быть разомкнутым.
- ▼ Контур в эскизах должен соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого).
- ▼ Если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения.
- ▼ Если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.
- ▼ Контур, образующий начало траектории, не должен лежать в плоскости, параллельной плоскости сечения или совпадающей с ней.

83.4. Элемент по сечениям

При формировании элемента по сечениям используются сечения и (иногда) осевая линия. Сечения всегда лежат в эскизах.

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

Способ задания осевой линии не влияет на предъявляемые к ней требования.

83.4.1. Требования к эскизам сечений

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

83.4.2. Требования к эскизу осевой линии

- ▼ Осевая линия может быть разомкнутой или замкнутой.
- ▼ Если осевая линия разомкнута, ее конечные точки должны лежать в плоскостях первого и последнего эскизов сечений.
- ▼ Если контуры сечений замкнуты, то осевая линия должна пересекать плоскости эскизов сечений внутри контуров сечений или в точках, принадлежащих этим контурам.
- ▼ Если контуры сечений разомкнуты, то осевая линия должна пересекать контуры эскизов сечений.
- ▼ Если осевая линия — плоская кривая, то ее плоскость должна быть не параллельна плоскостям эскизов сечений.

Глава 84.

Общие свойства формообразующих элементов

После вызова команды создания формообразующего элемента на Панели свойств появляются вкладки, содержащие поля и переключатели для управления параметрами элемента.

На вкладке **Параметры** отображаются параметры операции, формирующей элемент (см. разделы 84.1 – 84.4), а на вкладке **Тонкая стенка** — тонкой стенки, образованной на основе поверхности этого элемента (см. раздел 84.5).

На Панели свойств находятся также элементы для настройки области применения операции. Они используются при многотельном моделировании. Подробно об области применения операций и способах ее задания рассказано в разделе 87.4 на с. 98.

Все значения параметров при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома элемента. Фантом позволяет визуально проконтролировать правильность задания параметров.



Для задания параметров формообразующих элементов можно использовать характерные точки (см. главу 91).



После ввода всех параметров элемента его можно зафиксировать в модели, нажав кнопку **Создать объект**. Автоматическое создание формообразующих элементов не предусмотрено.



Конкретные команды создания формообразующих элементов рассмотрены в главе 85.

84.1. Элемент выдавливания

При формировании элемента выдавливания эскиз, содержащий сечение элемента, перемещается в направлении, перпендикулярном собственной плоскости.

84.1.1. Направление выдавливания

Направление выдавливания можно выбрать из списка **Направление** (см. табл. 84.1).

Табл. 84.1. Возможные направления выдавливания





Значение опции	В каком направлении производится выдавливание.
Направление	Особенности задания глубины выдавливания
 Прямое	В прямом направлении относительно плоскости эскиза* на заданную глубину (см. раздел 84.1.2).
 Обратное	В обратном направлении относительно плоскости эскиза* на заданную глубину (см. раздел 84.1.2).

Табл. 84.1. Возможные направления выдавливания

Значение опции	В каком направлении производится выдавливание.
Направление	Особенности задания глубины выдавливания
 Два направления	В обе стороны относительно плоскости эскиза. При этом можно задать глубину выдавливания для каждого направления отдельно (см. раздел 84.1.2).
 Средняя плоскость	В обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза. При этом можно задать только суммарную глубину выдавливания. В результате получится элемент, у которого плоскость эскиза является плоскостью симметрии (средней плоскостью).

* Чтобы различать направления (прямое и обратное), на фантоме в окне детали показана стрелка, соответствующая прямому направлению. Если выбран вариант **Прямое направление**, выдавливание будет производиться по стрелке. Если вариант **Обратное направление** — в противоположную стрелке сторону.

84.1.2. Глубина выдавливания

После выбора направления требуется задать точное расстояние, на которое будет производиться выдавливание, или указать способ автоматического определения глубины выдавливания. Для этого выберите нужный вариант из списка **Способ** (см. табл.84.2).

- ▼ Если выдавливание производится в прямом направлении, используйте список **Способ 1**.
- ▼ Если выдавливание производится в обратном направлении, используйте список **Способ 2**.
- ▼ Если выдавливание производится в двух направлениях, используйте список **Способ 1**, чтобы задать глубину выдавливания в прямом направлении, и список **Способ 2**, чтобы задать глубину выдавливания в обратном направлении.
- ▼ Если выдавливание производится от средней плоскости, списки **Способ 1** и **Способ 2** недоступны, т.к. возможен только один способ определения расстояния — точное задание суммарной глубины выдавливания.

Числовое значение расстояния введите в соответствующее поле (**Расстояние 1** или **Расстояние 2**).

Табл. 84.2. Варианты задания глубины выдавливания


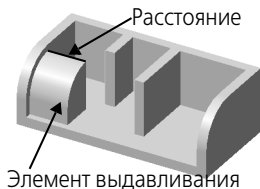

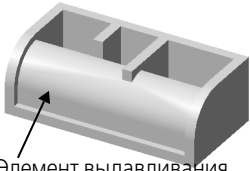

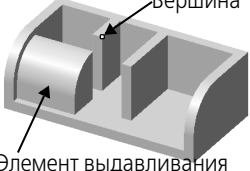

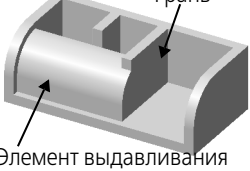

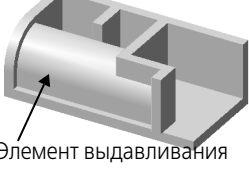
Значение опции	Правила определения глубины выдавливания	Пример построения
 На расстояние	Выдавливание производится точно на расстояние, заданное в поле Расстояние .	

Табл. 84.2. Варианты задания глубины выдавливания

	Значение опции Способ	Правила определения глубины выдавливания	Пример построения
	Через все	Глубина выдавливания определяется автоматически. Элемент выдавливается до грани, наиболее удаленной от плоскости эскиза в направлении выдавливания.	 Элемент выдавливания
	До вершины	Глубина выдавливания определяется автоматически по положению указанной пользователем вершины. Плоскость торца получившегося элемента проходит через эту вершину или на заданном расстоянии от нее*.	 Вершина Элемент выдавливания
	До поверхности	Глубина выдавливания определяется автоматически по положению указанной пользователем грани, плоскости или поверхности. Элемент выдавливается точно до этого объекта или на заданное расстояние от него*.	 Грань Элемент выдавливания
	До ближайшей поверхности	Глубина выдавливания определяется автоматически. Элемент выдавливается точно до ближайших в направлении выдавливания граней иными словами, до тех пор, пока не встретит на своем пути грань. В результате может образоваться неплоский торец элемента. Эскиз элемента, выдавливаемого до ближайшей поверхности, рекомендуется строить так, чтобы он полностью располагался внутри контуров проекции детали на плоскость эскиза.	 Элемент выдавливания

* Порядок задания расстояния до опорного объекта описан ниже.



Способ определения глубины **До ближайшей поверхности** удобно использовать для выдавливания элемента до ступенчатой или криволинейной грани (см. рис. 84.1).



Рис. 84.1. Выдавливание элемента до ближайшей криволинейной поверхности

Задание расстояния до опорного объекта

При выборе вариантов **До вершины** и **До поверхности** укажите эту вершину, грань, плоскость или поверхность (т.е. опорный объект) в окне. Введите в поле **Расстояние** требуемое расстояние между торцом элемента и объектом.

Если нужно выдавить элемент точно до вершины или поверхности, введите нулевое расстояние.

Если расстояние до объекта не нулевое, оно может быть отложено как в направлении выдавливания (в этом случае элемент будет выдавлен «за» объект на указанное расстояние), так и против направления выдавливания (в этом случае элемент не достигнет объекта на указанное расстояние). Чтобы задать направление отсчета расстояния до вершины, активизируйте переключатель **До объекта** или **За объект** в группе **Тип**.

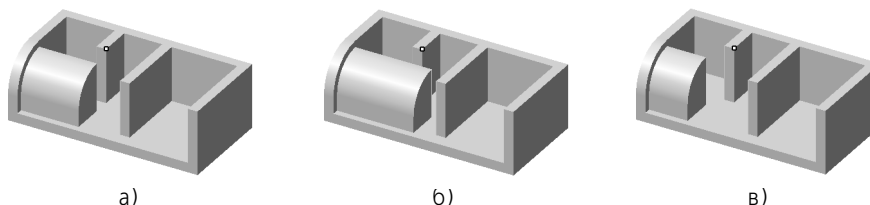


Рис. 84.2. Выдавливание элемента:
а) точно до вершины; б) за вершину; в) не доходя до вершины

84.1.3. Угол уклона

При любом типе определения глубины выдавливания элементу можно придать уклон в направлении выдавливания.



- ▼ При выдавливании в прямом или обратном направлении (рис. 84.3) задайте направление уклона, активизировав переключатель **Внутри** или **Наружу** в группе **Уклон 1 (Уклон 2)**. Введите значение угла уклона в поле **Угол 1 (Угол 2)**.
- ▼ При выдавливании в двух направлениях указанные параметры требуется ввести дважды — и для прямого, и для обратного направления (рис. 84.4).
- ▼ При выдавливании от средней плоскости параметры уклона задаются один раз и считаются одинаковыми в обоих направлениях.

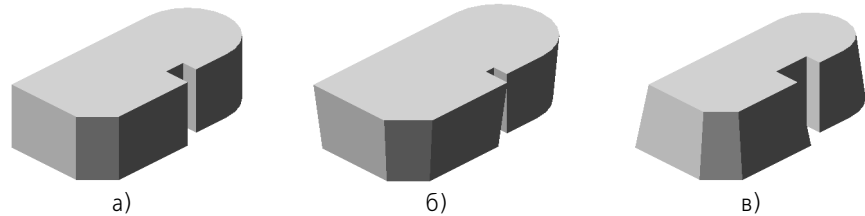


Рис. 84.3. Выдавливание в одном направлении:
а) без уклона, б) уклон наружу, в) уклон внутрь

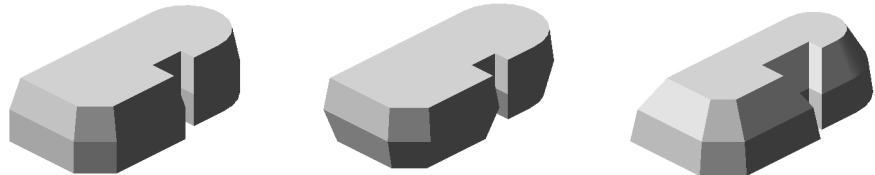


Рис. 84.4. Выдавливание в двух направлениях с различными параметрами уклона

84.2. Элемент вращения

При формировании элемента вращения эскиз, содержащий сечение элемента, вращается вокруг оси, лежащей в этом эскизе.

84.2.1. Тип элемента вращения

Если контур в эскизе сечения не замкнут, возможны два варианта построения элемента вращения — **Тороид** и **Сфероид**. Выберите нужный тип, активизировав соответствующий переключатель в группе **Способ** (см. табл. 84.3).

Табл. 84.3. Типы элемента вращения


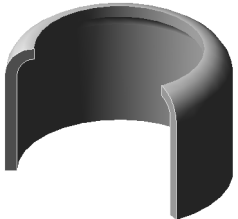

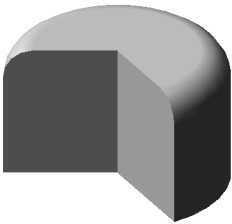
Значение опции Способ	Особенности формирования элемента	Результат построения
 Тороид	При построении тороида вращается только контур в эскизе. К получившейся поверхности добавляется слой материала. В результате получается тонкостенная оболочка — элемент с отверстием вдоль оси вращения. О задании параметров тонкой стенки рассказано в разделе 84.5.	

Табл. 84.3. Типы элемента вращения

Значение опции Способ	Особенности формирования элемента	Результат построения
	Сфероид При построении сфероида концы контура проецируются на ось вращения. Построение элемента производится с учетом этих проекций. В результате получается сплошной элемент.	

Если контур в эскизе сечения замкнут, возможно построение только сфероида.



Если требуется построить элемент вращения с плоскими торцами (рис. 84.5), начертите в эскизе незамкнутый профиль этого элемента, а при выполнении операции включите опцию **Сфероид**.

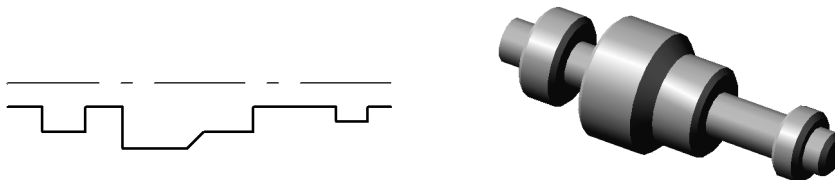


Рис. 84.5. Построение элемента вращения с плоскими торцами

84.2.2. Направление вращения

Направление вращения можно выбрать из списка **Направление** (см. табл. 84.4).

Табл. 84.4. Возможные направления выдавливания





Значение опции Направление	В каком направлении производится вращение. Особенности задания угла вращения
	Прямое В прямом направлении относительно плоскости эскиза*.
	Обратное В обратном направлении относительно плоскости эскиза*.
	Два направления В обе стороны относительно плоскости эскиза. При этом можно задать угол вращения для каждого направления отдельно.

Табл. 84.4. Возможные направления выдавливания

Значение опции	В каком направлении производится вращение.
Направление	Особенности задания угла вращения
 Средняя плоскость	В обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза. При этом можно задать только суммарный угол вращения. В результате получится элемент, у которого плоскость эскиза является плоскостью симметрии (средней плоскостью).

* Чтобы различать направления (прямое и обратное), на фантоме в окне детали показана стрелка, соответствующая прямому направлению. Если выбран вариант **Прямое направление**, вращение будет производиться по стрелке. Если вариант **Обратное направление** — в противоположную стрелке сторону.

84.2.3. Угол вращения

После выбора направления требуется задать угол, на который будет производиться вращение.

- ▼ Если вращение производится в прямом направлении, введите значение угла в поле **Угол 1**.
- ▼ Если вращение производится в обратном направлении, используйте поле **Угол 2**.
- ▼ Если вращение производится в двух направлениях, используйте поле **Угол 1**, чтобы задать угол вращения в прямом направлении, и поле **Угол 2**, чтобы задать угол вращения в обратном направлении.
- ▼ Если вращение производится от средней плоскости, используйте поле **Угол 1**, чтобы задать суммарный угол вращения.

84.3. Кинематический элемент

При выполнении кинематической операции используется эскиз, в котором изображено сечение кинематического элемента, и объект (или группа объектов), задающий траекторию движения сечения. Траекторией может служить любая пространственная или плоская кривая — ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе — или несколько стыкующихся кривых. Если кривые расположены в разных плоскостях, траектория будет не плоской, а объемной.

84.3.1. Указание сечения элемента и траектории его движения



Чтобы задать сечение кинематического элемента, активизируйте переключатель **Сечение** и укажите нужный эскиз в Дереве или в окне модели.


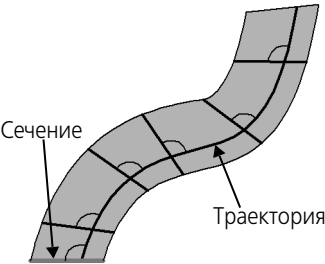

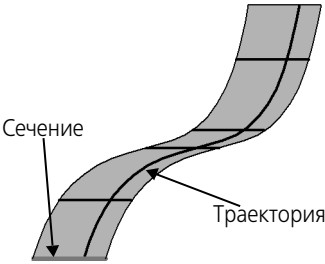

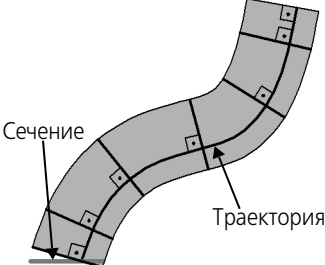


Чтобы задать траекторию движения сечения, активизируйте переключатель **Траектория** и укажите нужный объект (например, эскиз). Если траектория состоит из нескольких последовательно соединенных контуров в разных эскизах, их нужно указывать в порядке соединения.

84.3.2. Тип движения сечения

При перемещении эскиза вдоль траектории его ориентация может меняться или оставаться постоянной. Чтобы задать требуемый тип движения сечения, активизируйте соответствующий переключатель в группе **Движение сечения** (см. табл. 84.5).

Табл. 84.5. Варианты изменения ориентации сечения при выполнении кинематической операции

Переключатель в группе Движение сечения	Особенности формирования элемента	Схема образования элемента	
	Сохранять угол наклона*	<p>Сечение перемещается так, чтобы в любой точке траектории угол между плоскостью сечения и траекторией был постоянным и равным углу между плоскостью эскиза-сечения и траекторией в начальной точке траектории.</p>	
	Параллельно самому себе**	<p>Сечение перемещается так, что в любой точке траектории его плоскость параллельна плоскости эскиза, содержащего сечение.</p>	
	Ортогонально траектории*	<p>Сечение перемещается так, чтобы в любой точке траектории плоскость сечения была перпендикулярна траектории.</p>	

* Если плоскость эскиза-сечения перпендикулярна траектории в ее начальной точке, то варианты **Сохранять угол наклона** и **Ортогонально траектории** дают одинаковый результат построения.

** Нельзя производить движение сечения параллельно самому себе, если любой участок траектории или касательная к траектории в любой точке параллельны плоскости эскиза-сечения.

На рисунке 84.6 показано образование кинематического элемента при различной ориентации сечения относительно траектории (начальное положение эскиза и траектории во всех случаях одинаковое, результаты построения — разные).

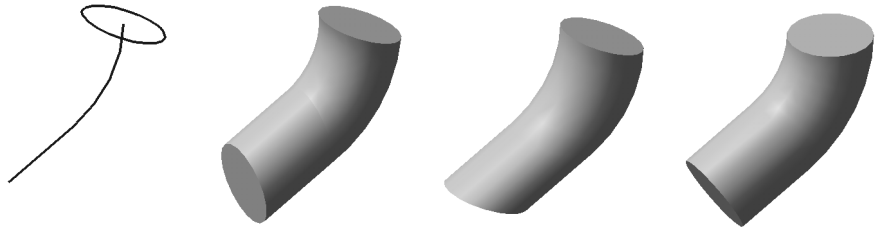


Рис. 84.6. Кинематический элемент: а) эскизы сечения и траектории, б) перемещение сечения с сохранением угла наклона, в) перемещение сечения параллельно самому себе, г) перемещение сечения ортогонально траектории.

84.4. Элемент по сечениям

При создании формообразующего элемента по сечениям используется несколько эскизов. В них изображены сечения элемента.

В одном из эскизов, используемых при формировании элемента, может быть изображена направляющая, задающая профиль элемента по сечениям. Использование направляющей при построении элемента по сечениям необязательно.

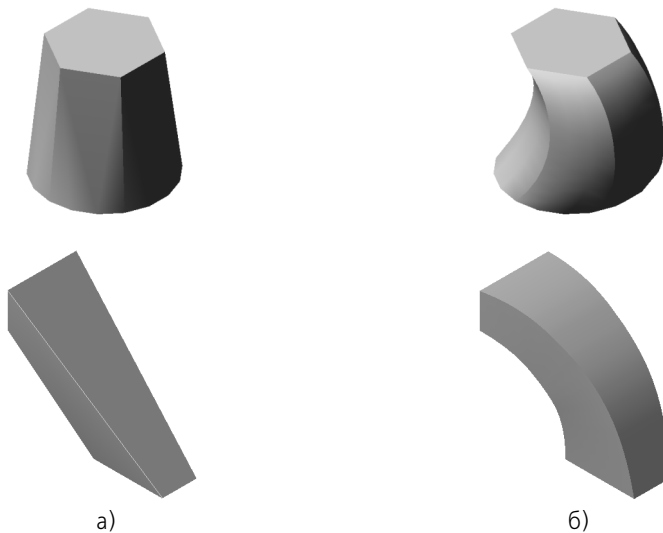


Рис. 84.7. Элементы по сечениям: а) без направляющей; б) с направляющей

84.4.1. Указание сечений и осевой линии элемента



Чтобы задать сечения элемента, активизируйте переключатель **Сечения** и укажите нужные эскизы.

Перечень эскизов в порядке их указания появляется в окне **Список сечений**. В этом же порядке сечения будут соединены при построении элемента. Чтобы изменить порядок следования сечений или удалить какие-либо из них, воспользуйтесь кнопками над списком.



При выборе сечений в окне детали указывайте их в точках (вершинах), которые должны последовательно соединяться. В этом случае при автоматической генерации пути (см. табл. 84.7) будет построено тело требуемой формы.



Чтобы задать осевую линию элемента, активизируйте переключатель **Осевая линия** и укажите нужный эскиз.

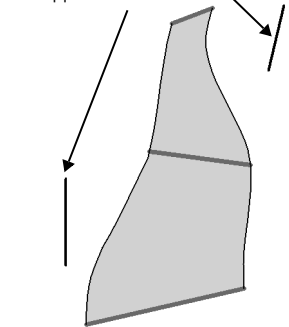
84.4.2. Способ построения тела у крайних сечений

Вы можете задать направление касательных к элементу, проведенных через точки контуров в его крайних сечениях. Иными словами, вы можете изменить направление выхода элемента из первого сечения и направление входа элемента в последнее сечение. Для этого выберите требуемый вариант в списке **Начальное сечение** и **Конечное сечение** соответственно (см. табл. 84.6).

Табл. 84.6. Способы построения тела у начального и конечного сечения

Переключатель в группе Траектория	Особенности формирования элемента	Схема образования элемента
По умолчанию	Указанные вершины сечений соединяются сплайнами третьего порядка.	
По нормали	Элемент формируется так, чтобы плоскость, касательная к его поверхности вблизи граничного (начального или конечного) сечения, была перпендикулярна плоскости этого сечения.	

Табл. 84.6. Способы построения тела у начального и конечного сечения

Переключатель в группе Траектория	Особенности формирования элемента	Схема образования элемента
По объекту	Элемент формируется так, чтобы плоскость, касательная к его поверхности вблизи граничного эскиза, была параллельна указанному прямолинейному объекту или нормали к указанному плоскому объекту.	 <p>Объекты, задающие направление выхода из сечений</p>

Указание объекта, задающего направление выхода тела из крайних сечений

Если выбран способ построения тела у крайнего сечения **По объекту**, укажите этот объект. Его название появится в справочном поле **Вектор начального (конечного) сечения**.



84.4.3. Траектория соединения сечений

Одни и те же сечения можно соединить различными способами. Вы можете выбрать способ генерации траектории, а также сделать ее разомкнутой или замкнутой.

Способ генерации траектории

Последовательность соединения сечений может быть указана вручную или определена автоматически. Для выбора нужного варианта активизируйте соответствующий переключатель в группе **Траектория** (см. табл. 84.7).

Табл. 84.7. Варианты генерации траектории

Переключатель в группе Траектория	Особенности формирования элемента
 Автоматическая генерация траектории	Система автоматически определяет, какие точки сечений соединять при построении элемента. Этот способ рекомендуется использовать, если топология сечений одинакова (рис. 84.8).
 Генерация траектории по указанным точкам	Эскизы последовательно соединяются по точкам, ближайшим к точкам их указания (рис. 84.9).

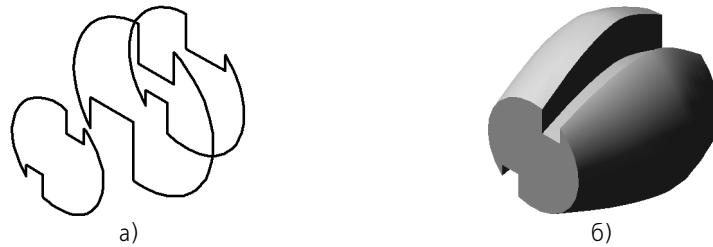


Рис. 84.8. Автоматическое соединение сечений

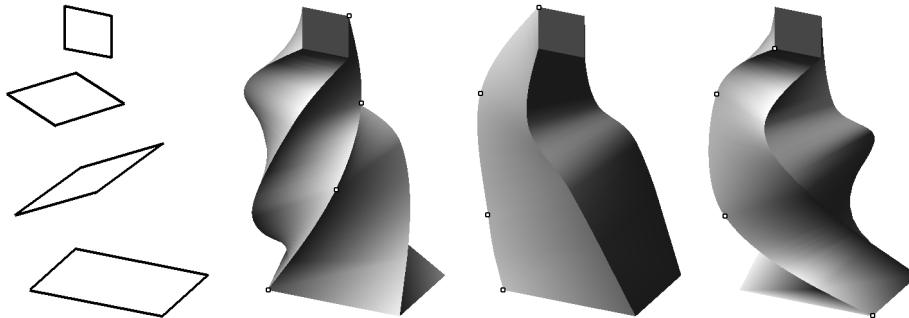


Рис. 84.9. Элементы, образованные путем соединения разных точек одинаковых сечений (соединенные точки выделены)



Если эскизы указываются в Дереве модели, срабатывает алгоритм автоматической генерации пути.



Если сечения не выпуклые, указывайте путь вручную.



Если топология сечений сильно различается (например, в одном из них — треугольник, а в другом — пятиугольник), результат построения может не соответствовать ожидаемому: может произойти «скручивание» элемента, появление дополнительных ребер (рис. 84.10).

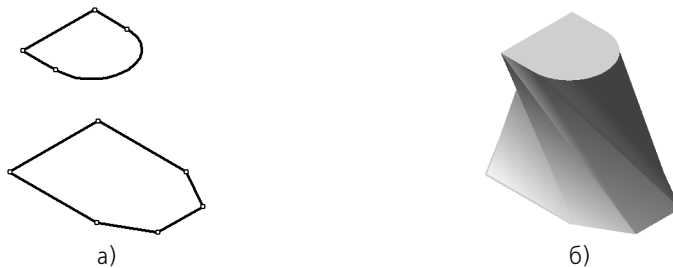


Рис. 84.10. Автоматическое соединение сечений с разной топологией

Для исправления ошибки, описанной в предыдущем замечании, отредактируйте сечения следующим образом:

1. Найдите сечение, контур в котором содержит наибольшее количество сегментов — геометрических примитивов (отрезков, дуг, сплайнов). Определите это количество.
2. Разбейте геометрические примитивы в остальных сечениях так, чтобы выполнялись два условия:
 - ▼ во всех сечениях должно оказаться одинаковое количество сегментов — геометрических примитивов. Оно должно быть равно количеству, определенному в п. 1.
 - ▼ точки разбиения должны лежать на предполагаемых ребрах элемента по сечениям.

О приемах разбиения геометрических объектов рассказано в Томе I (глава 35).

Результат построения элемента по преобразованным сечениям показан на рисунке 84.11.

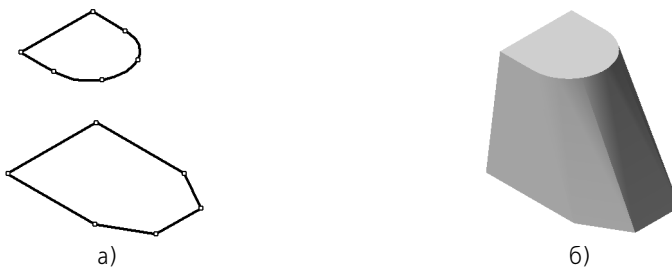


Рис. 84.11. Дуга в верхнем сечении разбита на три сопрягающихся части. В результате контур в сечении не изменился, а результат построения стал предсказуемым

Замкнутая или разомкнутая траектория



Чтобы выбрать вариант формирования траектории, активизируйте переключатель **Разомкнутая** или **Замкнутая** в группе **Режим**.



При создании замкнутой траектории соединяются сечения, которые были указаны первым и последним.

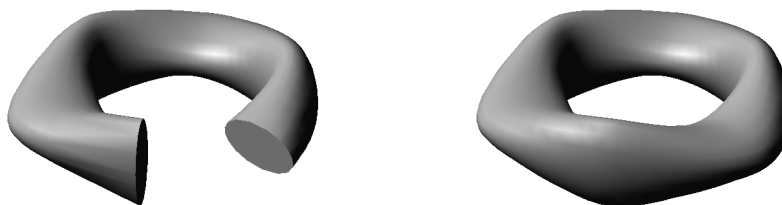


Рис. 84.12. Разомкнутый и замкнутый элементы, построенные по одним и тем же сечениям



Если элемент замкнут, то способ его построения около всех сечений — **По умолчанию** (см. раздел 84.4.2).

84.5. Тонкая стенка

При создании формообразующего элемента любого типа можно образовать тонкостенную оболочку.

При формировании такой оболочки к поверхности элемента (без его «торцев») добавляется слой материала.



Если контур в эскизе сечения не замкнут, может быть построен только тонкостенный элемент. Если контур замкнут, может быть построен как тонкостенный, так и сплошной элемент.



Если в эскизе несколько вложенных контуров, построение тонкостенного элемента невозможно.

84.5.1. Общие приемы создания тонкой стенки

Опции управления созданием тонкостенного элемента одинаковы для всех типов формообразующих элементов.

Эти опции доступны во время задания параметров формообразующего элемента. Они сгруппированы на вкладке Панели свойств **Тонкая стенка**.



Если требуется создать тонкостенную оболочку на основе поверхности сложного тела (а не одного формообразующего элемента), воспользуйтесь командой **Тонкостенная оболочка** (см. раздел 88.5 на с. 113).

84.5.2. Параметры тонкой стенки

Укажите направление добавления слоя материала к поверхности, образованной перемещением эскиза. Для этого выберите нужный вариант в списке **Тип построения тонкой стенки** (см. табл. 84.8).

Табл. 84.8. Возможные варианты построения тонкой стенки






Значение опции	В каком направлении добавляется слой материала.
Тип построения тонкой стенки	Особенности задания толщины стенки
	Нет Тонкая стенка не строится. Этот вариант недоступен, если контур в эскизе сечения не замкнут.
	Наружу В прямом направлении относительно поверхности, образованной перемещением эскиза*.
	Внутрь В обратном направлении относительно поверхности, образованной перемещением эскиза*.

Табл. 84.8. Возможные варианты построения тонкой стенки

Значение опции	В каком направлении добавляется слой материала.
Тип построения тонкой стенки	Особенности задания толщины стенки
 Два направления	В обе стороны относительно поверхности, образованной перемещением эскиза. При этом можно задать толщину для каждого направления отдельно.
 Средняя плоскость	В обе стороны симметрично относительно поверхности, образованной перемещением эскиза. При этом можно задать только суммарную толщину.

* Если контур в эскизе элемента замкнут, то направления **Внутрь** и **Наружу** совпадают с направлениями внутрь и наружу контура. Если контур в эскизе сечения разомкнут, используйте фантом для визуального контроля направления добавления материала.

После выбора направления требуется задать толщину стенки оболочки.

- ▼ Если материал добавляется в направлении наружу, введите толщину в поле **Толщина стенки 1**.
- ▼ Если материал добавляется в направлении внутрь, введите толщину в поле **Толщина стенки 2**.
- ▼ Если материал добавляется в двух направлениях, используйте поле **Толщина стенки 1**, чтобы задать толщину в направлении наружу, и поле **Толщина стенки 2**, чтобы задать толщину в направлении внутрь.
- ▼ Если материал добавляется от серединной поверхности, используйте поле **Толщина стенки 1**, чтобы задать суммарную толщину.

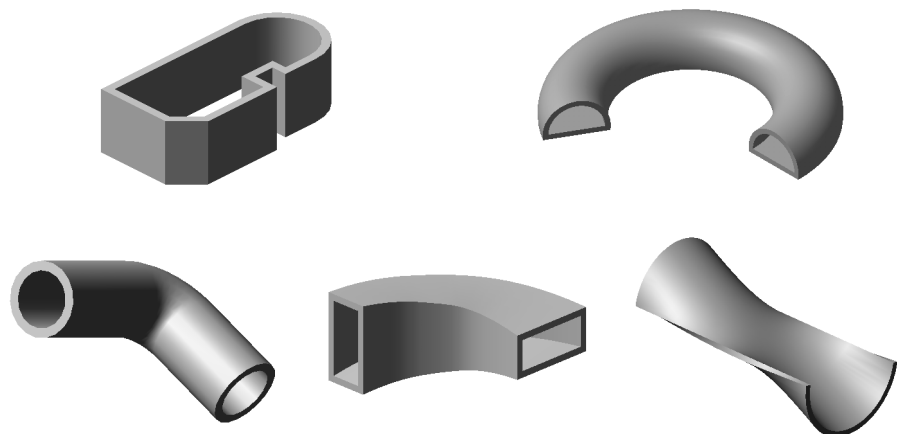


Рис. 84.13. Примеры тонкостенных элементов



Слово «тонкая» в термине «тонкая стенка» в значительной степени условно. Вообще говоря, в некоторых случаях к поверхности, образованной движением контура, можно добавить слой материала такой толщины, которая многократно превысит линейные размеры контура в эскизе. При этом получившийся элемент не будет «тонкостенным» в прямом смысле этого слова. Однако в большинстве случаев толщина создаваемого элемента на один или даже несколько порядков меньше его габаритов, поэтому стенку и называют «тонкой».

Глава 85.

Создание основания тела

Построение трехмерной модели детали заключается в построении ее тела. Формирование тела начинается с создания основания — его первого формообразующего элемента. Основание есть у любого тела. Оно всегда одно.

В качестве основания можно использовать любой из четырех типов формообразующих элементов — элемент выдавливания, элемент вращения, кинематический элемент и элемент по сечениям. Кроме того, основанием первого тела детали может стать другая (уже существующая) деталь (см. раздел 85.3).

Перед созданием модели всегда встает вопрос о том, какой элемент использовать в качестве основания. Для ответа на него нужно хотя бы приблизительно представлять конструкцию будущей детали.

Мысленно исключите из этой конструкции фаски, скругления, проточки и прочие мелкие конструктивные элементы. Разбейте деталь на составляющие ее формообразующие элементы (параллелепипеды, призмы, цилиндры, конусы, торы, кинематические элементы и т.д.).

Чаще всего в качестве основания используют самый крупный из этих элементов. Если в составе детали есть несколько сопоставимых по размерам элементов, в качестве основания можно использовать любой из них.



Возможно, для создания такой детали целесообразно будет построить несколько тел и затем объединить их. Некоторые детали, например, сегментные вкладыши, состоят из нескольких тел, не объединенных между собой. Подробно о многотельном моделировании рассказано в главе 87.

Иногда в качестве основания используют простой элемент (например, параллелепипед, цилиндр), описанный вокруг проектируемой детали (или ее части).

В некоторых случаях можно выбрать основание (а также наметить дальнейший порядок проектирования детали), представив технологический процесс ее изготовления.

Вообще говоря, дать универсальные рекомендации по выбору основания тела невозможно. Любой конструктор вырабатывает представления об удобном ему порядке моделирования после самостоятельного создания нескольких моделей.

85.1. Создание эскиза основания

Построение любого основания начинается с создания эскиза. Эскиз располагается на плоскости. Как правило, для построения эскиза основания выбирают одну из существующих в файле детали базовых плоскостей.



Выбор плоскости для построения эскиза основания не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойства. Однако от него зависит положение детали при выборе стандартной ориентации (рис. 85.1). Например, если эскиз-сечение элемента выдавливания построен в плоскости XY, то проекция элемента на виде спереди будет совпадать с формой эскиза.

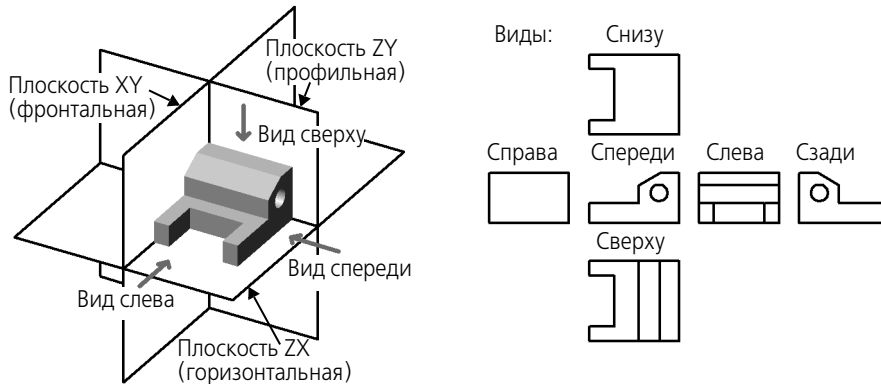


Рис. 85.1. Положение детали относительно плоскостей проекций

Перед созданием эскиза основания выделите в Дереве модели нужную плоскость.



Чтобы создать эскиз в выделенной плоскости, вызовите команду **Операции — Эскиз** или нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Команду **Эскиз** можно также вызвать из контекстного меню.



Вы можете не создавать новый, а использовать уже существующий в библиотеке эскиз (подробнее см. раздел 121.2 на с. 345).

В Дереве модели появится пиктограмма нового эскиза, отмеченная «замком», а кнопка **Эскиз** останется нажатой. Это свидетельствует о том, что система находится в режиме редактирования эскиза.

Режим редактирования эскиза практически не отличается от режима редактирования фрагмента. В нем доступны все команды построения и редактирования графических объектов, выделения, измерений, простановки размеров, наложения параметрических связей и ограничений.

Исключение составляют команды создания таблиц и технологических обозначений во фрагменте. В режиме редактирования эскиза они отсутствуют. Это связано с тем, что в отличие от графических примитивов эти объекты при перемещении эскиза не участвуют в образовании формы трехмерного элемента, и в отличие от размеров они не определяют конфигурацию эскиза. Поэтому таблицы и технологические обозначения в эскизах не используются.



Если в эскиз попали таблица или технологическое обозначение (например, они были скопированы через буфер обмена из графического документа), это не препятствует дальнейшей работе. Такие объекты не учитываются при образовании объемного элемента. В эскизе они сохраняются. Их можно просмотреть при редактировании эскиза. Если же в эскиз случайно попадет текст, то это приведет к появлению дополнительных контуров, которые могут исказить результат операции или сделать ее выполнение невозможным.

Эскиз может содержать текст. При выходе из режима редактирования эскиза все тексты в нем преобразуются в один или несколько контуров, состоящих из NURBS.

Создайте в эскизе изображение сечения основания тела (или траектории перемещения сечения). При необходимости наложите параметрические связи и ограничения (см. Том II, главу 55).



Работа с переменными и размерами в параметрическом эскизе отличается от работы с переменными и размерами в параметрическом фрагменте или чертеже. Работа с переменными и размерами эскиза подробно описана в разделе 110.3 на с. 299.

Когда создание эскиза закончено, необходимо вернуться в режим трехмерных построений.



Для этого вызовите из контекстного меню команду **Эскиз** или отожмите кнопку **Эскиз** на Панели управления.

Система перейдет в режим трехмерных построений.



В Дереве модели появится пиктограмма нового эскиза. Она будет выделена цветом. Эскиз будет подсвечен в окне модели.



Если вы планируете сразу использовать эскиз для выполнения операции, то пользоваться командой выхода из режима редактирования эскиза не обязательно. Вызывайте команду создания формообразующего элемента прямо из этого режима: активизируйте панель **Редактирование детали** и нажмите кнопку нужной операции.

85.1.1. Параметрический режим в эскизе

По умолчанию в новом эскизе включен параметрический режим. Об особенностях работы в нем подробно рассказано в Томе II (раздел 54.7 на с. 125).

Чтобы настроить параметрический режим в текущем эскизе, вызовите команду **Сервис — Параметры — Текущий эскиз — Параметризация**.

Для настройки параметрического режима эскизов во всех вновь создаваемых моделях вызовите команду **Сервис — Параметры — Новые документы — Модель — Эскиз — Параметризация**.

85.1.2. Ориентация плоскости эскиза

Эскиз удобно строить, когда его плоскость совпадает с плоскостью экрана. Если плоскость эскиза перпендикулярна плоскости экрана, построение невозможно.

По умолчанию система настроена так, что при создании нового эскиза модель автоматически поворачивается в ориентацию **Нормально к...** по отношению к плоскости эскиза, а при выходе из режима эскиза возвращается в прежнее положение.

Эту и другие настройки автоматической установки ориентации можно изменить в диалоге настройки параметров управления изображением (см. раздел. 82.3.3 на с. 45).

Если автоматический поворот модели отключен, то плоскость эскиза можно вручную разместить параллельно экрану.

Для этого служит команда **Нормально к...** в меню кнопки **Ориентация** на панели **Текущее состояние**.

Вы можете установить плоскость эскиза в ориентацию **Нормально к...** как до перехода в режим эскиза, так и после. В первом случае необходимо выделить плоскость будущего эскиза в Дереве модели и вызвать команду **Нормально к...** (она доступна в контекстном меню плоскости). Во втором случае плоскость выделять не нужно — можно просто вызвать команду **Нормально к...** из контекстного меню (она доступна, если не активна ни одна из команд геометрических построений) или из меню кнопки **Ориентация**.

85.2. Выполнение формообразующей операции

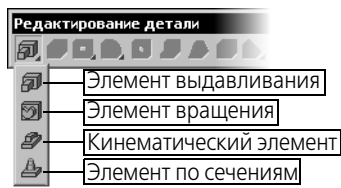


Рис. 85.2. Команды построения формообразующих элементов

Теперь необходимо указать, каким способом требуется перемещать эскиз в пространстве для получения основания нужного типа, т.е. выбрать вид формообразующей операции.

Команды построения формообразующих элементов находятся в меню **Операции — Операция**. Кнопки для их быстрого вызова сгруппированы на панели **Редактирование детали** (рис. 85.2).

85.2.1. Элемент выдавливания



Для создания основания в виде элемента выдавливания вызовите команду **Операция выдавливания**.

Команда доступна, если в модели еще нет основания, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.1 на с. 67) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать основание — элемент выдавливания.



Созданный элемент выдавливания появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

85.2.2. Элемент вращения



Для создания основания в виде элемента вращения вызовите команду **Операция вращения**.

Команда доступна, если в модели еще нет основания, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.2 на с. 71) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать основание — элемент вращения.



Созданный элемент вращения появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

85.2.3. Кинематический элемент



Для создания основания в виде кинематического элемента вызовите команду **Кинематическая операция**.

Команда доступна, если в модели есть один эскиз. Выделение эскиза перед вызовом команды необязательно.



Для того, чтобы построение кинематического элемента было возможно, необходимо наличие траектории. Траекторией может служить любая пространственная или плоская кривая — спираль, сплайн, контур в эскизе — или несколько стыкующихся кривых.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.3 на с. 73) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать основание — кинематический элемент.



Созданный кинематический элемент появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

85.2.4. Элемент по сечениям



Для создания основания в виде элемента по сечениям вызовите команду **Операция по сечениям**.

Команда доступна, если в модели еще нет основания, но есть не менее двух эскизов. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.4 на с. 75) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать основание — элемент по сечениям.



Созданный по сечениям элемент появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

85.3. Деталь-заготовка

Удобный прием моделирования изделий, которые отличаются лишь некоторыми конструктивными элементами — использование в качестве основания ранее подготовленной модели (она называется «заготовкой»).

Модель детали, которую требуется использовать в качестве основания для другой детали, должна быть сформирована и записана на диск в файл с любым именем.



Чтобы использовать готовую модель детали в качестве основания для текущей детали, вызовите команду **Операции — Деталь-заготовка...**








Команда доступна, если в текущей детали еще нет ни одного объекта.

После вызова команды на экране появится стандартный диалог выбора файлов.

Выберите в нем файл, содержащий нужную деталь.

Укажите, должна ли заготовка сохранять связь с файлом-источником. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Способ вставки** на Панели свойств (см. табл. 85.1).

Табл. 85.1. Способы вставки заготовки

Переключатель в группе Способ вставки	Особенности вставки заготовки
	<p>Внешней ссылкой Сохраняется связь заготовки с файлом-источником. Заготовка не копируется в модель, а существует в ней в виде ссылки на свой файл. Если в дальнейшем файл-источник будет отредактирован, изменения автоматически передадутся в деталь, использующую данную заготовку.</p>
	<p>Без истории Связь заготовки с файлом-источником не сохраняется. Заготовка копируется в модель и теряет информацию о названии и расположении источника. Редактирование файла-источника не оказывает влияния на такую заготовку.</p>
	<p>Если требуется, чтобы основание было зеркальной копией детали-заготовки, включите опцию Зеркальная деталь.</p>
	<p>Указав параметры вставки, подтвердите создание основания из заготовки. Деталь-заготовка (или ее зеркальная копия) будет вставлена в текущий файл. В Дереве модели появится пиктограмма, соответствующая способу вставки:</p>
	<p>▼ Заготовка, вставленная внешней ссылкой,</p>
	<p>▼ Заготовка без истории.</p>
	<p>Последующая работа с заготовкой («приклеивание» и «вырезание» дополнительных объемов, построение фасок, отверстий и т.д.) ничем не отличается от работы с основанием, полученным путем операции над эскизом.</p> <p>Каким бы способом деталь-заготовка ни вставлялась в модель, редактировать элементы заготовки в модели невозможно. Изменить элементы можно только у вставленной ссылкой заготовки и только в ее файле-источнике.</p>

Глава 86.

Приклеивание и вырезание формообразующих элементов

После создания основания тела можно приклеивать к нему или вычитать из него различные формообразующие элементы.

Они, как и основание, могут быть четырех типов:

- ▼ элементы выдавливания,
- ▼ элементы вращения,
- ▼ кинематические элементы,
- ▼ элементы по сечениям.

Параметры элементов рассмотрены в разделах 84.1–84.4.

86.1. Создание эскиза на плоской грани детали

Эскиз добавляемого к детали или вычитаемого из детали формообразующего элемента может быть расположен как в базовой или вспомогательной плоскости, так и на плоской грани самой детали.



Если эскиз вырезаемого элемента расположен так, что элемент не пересекается с имеющимся телом, то выполнение операции невозможно.

Если аналогичным образом расположен эскиз приклеиваемого элемента, то выполнение операции возможно, однако ее результатом будет новое тело. Подробнее о многотельном моделировании рассказано в главе 87.



Для создания эскиза на плоской грани выделите эту грань и вызовите команду **Операции — Эскиз**.



Если выделенная грань — не плоская или выделено несколько граней (плоскостей), то команда создания нового эскиза недоступна.

Система перейдет в режим редактирования эскиза. При этом в эскизе появятся фантомы всех ребер грани, на которой этот эскиз строится. Они отображаются пунктирными линиями. В ходе построения эскиза вы можете привязываться к этим фантомам так же, как к обычным графическим примитивам.

Фантомы ребер грани могут учитываться при наложении параметрических связей и ограничений.

Например, отрезки в эскизе можно сделать перпендикулярными или параллельными ребрам грани. Можно привязать характерные точки объектов к ребрам грани и т.д. Если впоследствии ребра грани изменят свое положение, то связанные с ними объекты эскиза перестроятся в соответствии с новым положением ребер (так, чтобы не нарушались наложенные на них связи и ограничения).

Фантомы ребер грани исчезают по выходе из режима редактирования эскиза. При выполнении операции они не учитываются.



Когда создание эскиза закончено, необходимо вернуться в режим трехмерных построений. Для этого вновь вызовите команду **Эскиз** или отожмите соответствующую кнопку.



Если вы планируете сразу использовать эскиз для выполнения операции, можно не вызывать команду выхода из режима редактирования эскиза. Вызывайте команду создания формообразующего элемента прямо из этого режима: активизируйте панель **Редактирование детали** и нажмите кнопку нужной операции.

86.2. Проецирование в эскиз существующих объектов

Иногда требуется изобразить в эскизе контур, представляющий собой проекцию ребра или грани на плоскость эскиза. Такое построение трудно, а иногда невозможно выполнить стандартными средствами графического редактора.



Чтобы создать в эскизе проекцию какого-либо объекта, вызовите команду **Операции — Спроецировать объект**. Кнопка для вызова этой команды находится на панели **Геометрия**.

Укажите объект, проекцию которого требуется получить — грань, ребро или ось. Система создаст в эскизе его проекцию и будет ожидать указания следующего объекта для построения проекции.

Проекции ребер и граней создаются в виде графических объектов со стилем линии *Основная*.

Проекции вспомогательных осей создаются в виде вспомогательных прямых.

Если прямолинейное ребро (или ось), выбранное для построения проекции, перпендикулярно плоскости эскиза, проекция не создается (т.к. она вырождается в точку).

При построении проекции грани в эскиз проецируются ограничивающие ее ребра. Если проекции каких-либо ребер совпадают, в эскизе остается одна из них. В этом случае система выдает сообщение *«Проекция некоторых объектов не добавлены»*.

86.3. Приклеивание элементов

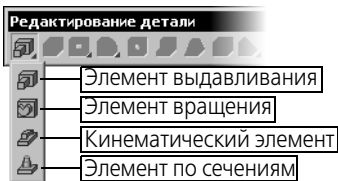


Рис. 86.1. Команды приклеивания элементов

Операции приклеивания, как и операции создания основания, приводят к добавлению материала тела. Поэтому приклеивание к телу формообразующих элементов производится при помощи тех же команд, что и создание основания тела.

Эти команды расположены в меню **Операции — Операция**.

Кнопки для вызова этих команд находятся в одной группе на панели **Редактирование детали** (рис. 86.1).

86.3.1. Элемент выдавливания



Чтобы приклеить к телу элемент выдавливания, вызовите команду **Операция выдавливания**.

Команда доступна, если выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.1 на с. 67) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали приклеенный элемент выдавливания.



Приклеенный элемент выдавливания появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

86.3.2. Элемент вращения



Чтобы приклеить к телу элемент вращения, вызовите команду **Операция вращения**.

Команда доступна, если выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.2 на с. 71) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали приклеенный элемент вращения.



Приклеенный элемент вращения появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

86.3.3. Кинематический элемент



Чтобы приклеить к телу кинематический элемент, вызовите команду **Приклеить кинематически**.

Команда доступна, если в модели есть не менее одного эскиза, который не задействован в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.3 на с. 73) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали приклеенный кинематический элемент.



Приклеенный кинематический элемент появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

86.3.4. Элемент по сечениям



Чтобы приклеить к телу элемент по сечениям, вызовите команду **Приклеить по сечениям**.

Команда доступна, если в модели есть не менее двух эскизов, которые не задействованы в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.4 на с. 75) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали приклеенный элемент вращения.



Приклеенный элемент по сечениям появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

86.4. Вырезание элементов

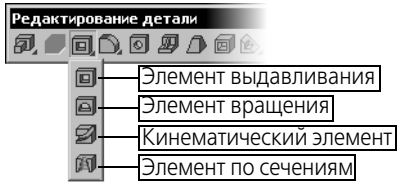


Рис. 86.2. Команды вырезания элементов

Команды вырезания из детали формообразующих элементов расположены в меню **Операции — Вырезать**.

Кнопки для их вызова находятся в одной группе на панели **Редактирование детали**.

Параметры вырезаемых элементов аналогичны параметрам приклеиваемых элементов. Однако при вырезании элементов требуется задать еще одну характеристику — **способ вырезания**.

86.4.1. Выбор способа вырезания

Если формообразующий элемент пересекается с существующим телом, то при вырезании можно удалить материал, находящийся внутри или снаружи поверхности этого элемента, т.е. вычистить элемент из тела, или получить пересечение элемента и тела (см. схему на рис. 86.3).

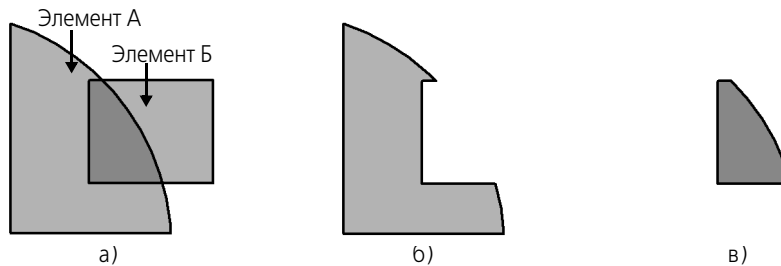
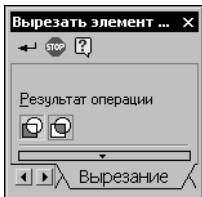


Рис. 86.3. Различные способы вырезания: а) исходные элементы, б) результат вычитания Элемента Б из Элемента А, в) результат пересечения элементов А и Б



Чтобы выбрать вариант вырезания, активизируйте вкладку Панели свойств **Вырезание** (рис. 86.4).

Рис. 86.4. Выбор варианта вырезания



Активизируйте в группе **Результат операции** переключатель, соответствующий требуемому способу вырезания — **Вычитание элемента** или **Пересечение элементов**.

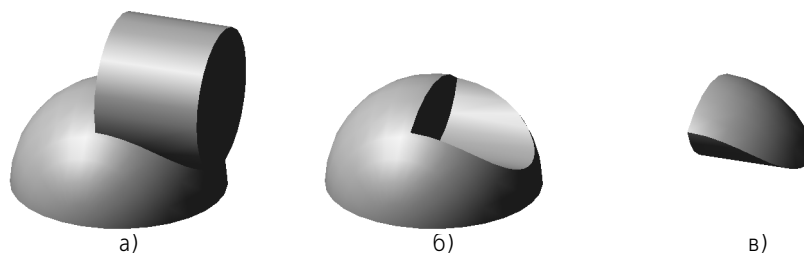


Рис. 86.5. Различные способы вырезания: а) исходные элементы, б) результат вычитания цилиндра из полусферы, в) пересечение цилиндра и полусферы

Этот параметр можно задать при вырезании формообразующего элемента любого типа.

86.4.2. Элемент выдавливания



Чтобы вырезать из тела элемент выдавливания, вызовите команду **Вырезать выдавливанием**.

Команда доступна, если в модели есть тело и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.1 на с. 67) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 86.4.1)



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали вырезанный элемент выдавливания.



Вырезанный элемент выдавливания появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

86.4.3. Элемент вращения



Чтобы вырезать из тела элемент вращения, вызовите команду **Вырезать вращением**.

Команда доступна, если в модели есть тело и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.2 на с. 71) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 86.4.1)



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали вырезанный элемент вращения.



Вырезанный элемент вращения появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

86.4.4. Кинематический элемент



Чтобы вырезать из тела кинематический элемент, вызовите команду **Вырезать кинематически**.

Команда доступна, если в модели есть тело и не менее одного эскиза, который не задействован в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.3 на с. 73) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 86.4.1)



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали вырезанный кинематический элемент.



Вырезанный кинематический элемент появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

86.4.5. Элемент по сечениям



Чтобы вырезать из тела элемент по сечениям, вызовите команду **Вырезать по сечениям**.

Команда доступна, если в модели есть тело и не менее двух эскизов, которые не задействованы в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры элемента (см. раздел 84.4 на с. 75) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 86.4.1)



Нажмите кнопку **Создать**, чтобы зафиксировать в детали вырезанный элемент по сечениям.



Вырезанный элемент по сечениям появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в Дереве.

Глава 87.

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 (см. главу 85). Затем к нему добавляются или из него вычитаются формообразующие элементы (см. главу 86), создаются дополнительные конструктивные элементы (см. главу 88), массивы элементов (см. главу 90).



Копирование тел в детали возможно только с помощью команды **Зеркально отразить тело** (см. раздел 90.6 на с. 135).

Над телами могут производиться булевы операции (см. раздел 87.5 на с. 102).

При выполнении операций в многотельной детали необходимо учитывать их область применения (см. раздел 87.4 на с. 98).

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.

87.1. Примеры использования многотельного моделирования

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.



Если такие карманы или выборки симметричны, то до применения булевой операции необходимо создать копию второго тела с помощью команды **Зеркально отразить тело**, а затем дважды выполнить булеву операцию вычитания.

87.2. Особенности работы с многотельными деталями

1. При создании многотельных деталей необходимо помнить, что каждое тело, составляющее деталь, должно быть неразрывно. Поэтому не допускается создание формообразующих элементов, приводящих к разделению тел.

Например, на основе эскиза, содержащего несколько невложенных друг в друга замкнутых контуров, невозможно построить элемент выдавливания, являющийся отдельным телом.

По этой же причине не допускается такое вырезание из тела формообразующего элемента, которое разделяет тело на две или несколько несвязанных между собой частей.

При попытке выполнить операцию, приводящую к разделению тела или появлению новых несвязанных между собой частей одного и того же тела, появляется ошибка «Тело состоит из отдельных частей».

Таким образом, если деталь состоит из нескольких частей, например, сегментный вкладыш, то каждую часть необходимо создавать как самостоятельное тело.

2. Кроме того, что тело детали не может быть разделено на части, оно 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.
3. 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.

87.3. Отображение многотельной детали в Дереве модели

Общее количество тел детали отображается в Дереве детали — в скобках после ее названия (рис. 87.1–87.3).



В Дереве сборки отображаются только названия вставленных в нее деталей. Количество тел в деталях не указываются.

Дерево модели может отображаться в одном из двух видов: в виде последовательности построения или в виде структуры модели (см. разделы 81.3.1 на с. 34 и 81.3.2 на с. 35 соответственно). При работе с многотельной деталью можно рекомендовать отображение Древа в виде структуры. Этот способ более наглядно представляет состав многотельной детали и порядок ее создания, чем отображение последовательности построения (рис. 87.1–87.3).

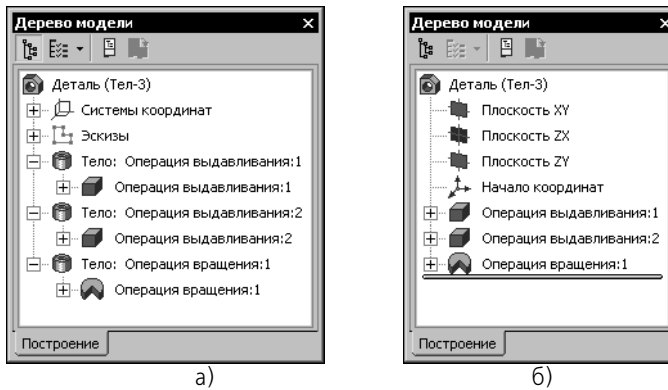


Рис. 87.1. Многотельная деталь в Дереве:
а) структура, б) последовательность построения

▼ Элементы, формирующие тела, группируются в разделы, соответствующие телам. Названия разделов совпадают с названиями оснований тел (рис. 87.1, а).

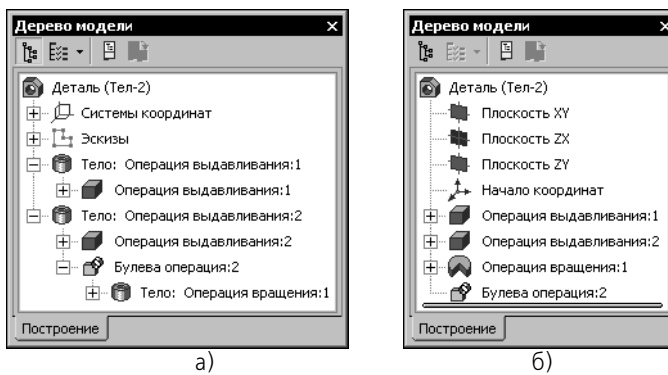


Рис. 87.2. Булева операция над телами детали:
а) структура, б) последовательность построения

▼ 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. 87.2, а).

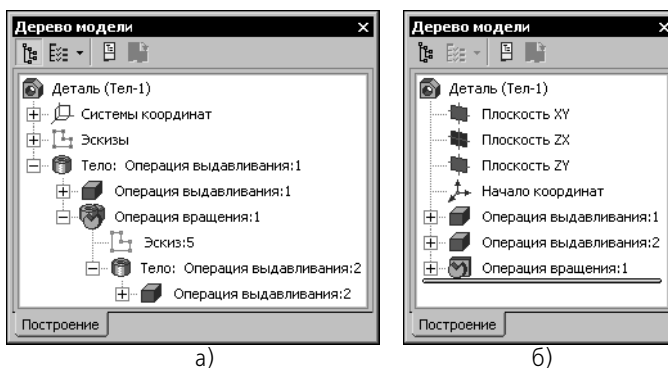


Рис. 87.3. Приклеенный элемент, объединяющий тела:
а) структура, б) последовательность построения

▼ 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.

Объединяющие элементы обозначаются в Дереве специальными пиктограммами (рис. 87.3, а).

87.4. Область применения операций добавления и удаления материала детали

Область применения операции — набор тел, которые модифицируются в результате операции.

При добавлении материала детали, т.е. при приклеивании формообразующих элементов и создании листового тела, область применения определяет тела, с которыми будет объединен создаваемый (редактируемый) элемент, а при удалении, т.е. при вырезании формообразующих элементов, создании круглых отверстий, сечении плоскостью и по эскизу — тела, материал которых будет удален в результате операции.

Например, имеется три тела. На верхней грани тела 1 создан эскиз для операции выдавливания — окружность (рис. 87.4, а). 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.

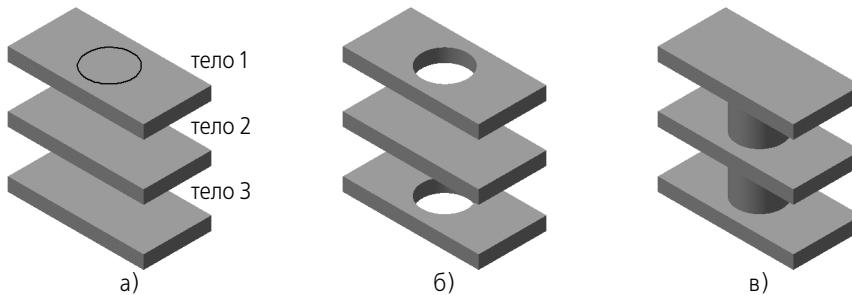


Рис. 87.4. Область применения операции выдавливания:
а) исходное состояние детали и эскиз операции,
б) результат вырезания, в) результат приклеивания

Если элемент выдавливания вырезается, то в результате операции отверстие появится только в телах 1 и 3 (рис. 87.4, 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. 87.4, в). Несмотря на то, что элемент выдавливания проходит через тело 2, оно остается самостоятельным, поскольку не включено в область применения операции выдавливания.

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



Таким образом, если вы работаете с пересекающимися телами, то те из них, которые не должны входить в область применения выполняемых операций, рекомендуется скрыть.

При необходимости область применения любой операции можно настроить вручную (см. раздел 87.4.1).

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.

Набор тел, составляющих область применения операции, **остаётся 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 Панели свойств.

87.4.1. Способы задания области применения операции

В область применения операции могут быть включены:

- ▼ те из видимых (не скрытых) тел, которые пересекаются с элементом, образующимся в результате операции,
- ▼ все видимые тела,
- ▼ все тела.

Тела, исключенные из расчета, не могут включаться в область применения операции.

- ▼ При приклеивании к детали формообразующих элементов, а также при создании листового тела область применения операции задается на вкладке **Результат операции** Панели свойств (рис. 87.5). Группа элементов управления **Область применения** доступна, если активен переключатель **Объединение**.
- ▼ При вырезании формообразующих элементов область применения задается на вкладке **Вырезание** Панели свойств (рис. 87.6). Группа элементов управления **Область применения** доступна, если неактивен переключатель **Автоопределение**.
- ▼ При построении круглого отверстия, а также при рассечении детали поверхностью или по эскизу область применения задается на вкладке **Результат операции** Панели свойств (рис. 87.7). Группа элементов управления **Область применения** доступна, если неактивен переключатель **Автоопределение**.

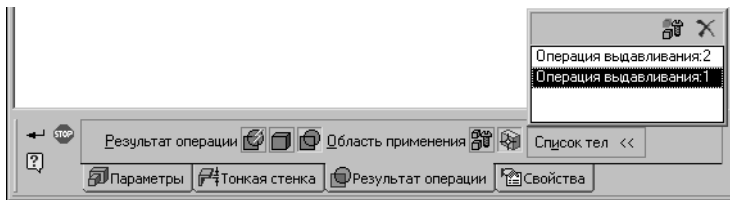


Рис. 87.5. Задание области применения приклеиваемого элемента выдавливания

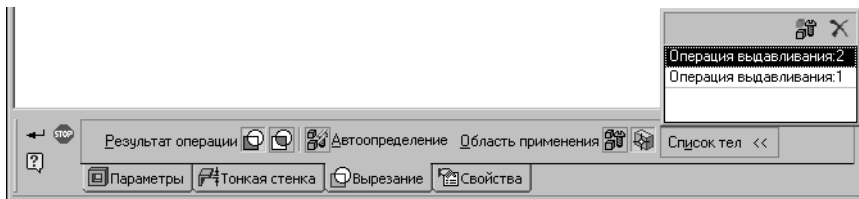


Рис. 87.6. Задание области применения вырезаемого элемента выдавливания

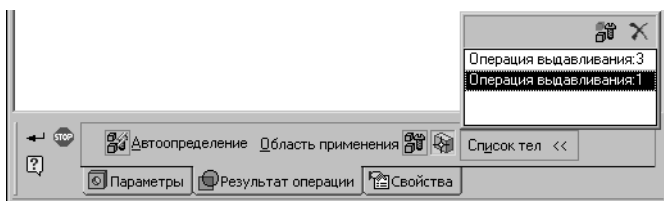


Рис. 87.7. Задание области применения круглого отверстия

Умолчательный способ определения области применения операции — автоопределение. При этом:



▼ если материал добавляется, то активен переключатель **Автообъединение**,



▼ если материал удаляется, то активен переключатель **Автоопределение области применения**.

Автоматическое определение области применения означает, что в нее включаются все тела, кроме скрытых, с которыми пересекается элемент, являющийся результатом операции. Подробнее — см. раздел 87.4.2.

Если необходимо, вы можете настроить область применения операции произвольным образом.



▼ При добавлении материала для этого следует включить переключатель **Объединение**.



▼ При удалении материала для этого следует выключить переключатель **Автоопределение области применения**.

После этого станет доступна группа элементов **Область применения**. Она содержит два переключателя: **Все тела** и **Ручное указание тел**.



Переключатель **Все тела** позволяет включить в область применения операции все тела, кроме скрытых, вне зависимости от того, пересекаются они с редактируемым элементом или нет.



Переключатель **Ручное указание 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, включен-

ных 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.

Каждое выбранное тело обозначается в списке названием одного своего объекта. Это может быть объект одного из следующих типов:

- ▼ первый формообразующий элемент,
- ▼ приклеенный формообразующий элемент,
- ▼ приклеенное листовое тело,
- ▼ приклеенная зеркальная копия тела,
- ▼ булева операция.



Кнопка **Выбрать все** позволяет включить в область применения операции все имеющиеся в детали тела, в том числе скрытые тела и тела, непересекающиеся с редактируемым элементом.



Кнопка **Удалить** позволяет исключить тело из области применения.

87.4.2. Автоопределение области применения операции

Особенностью автоматического определения области применения является то, что оно работает только в момент выполнения операции. Результатом его работы является создание перечня тел, с которыми во время выполнения операции обнаружено пересечение. Чтобы убедиться в этом, войдите в режим редактирования элемента, при создании которого было включено автоматическое определение области применения. Вы увидите, что переключатель автоматического определения области применения на Панели свойств выключен, переключатель **Ручное указание тел** включен, а панель **Список тел** содержит названия элементов, принадлежащих телам, с которыми имеются пересечения.

- ▼ Если при добавлении материала детали не было обнаружено пересечений создаваемого элемента с другими телами, то элемент создается как самостоятельное тело.



При этом на вкладке **Результат операции** активизируется переключатель **Новое тело**.

- ▼ Если при удалении материала детали не было обнаружено пересечений создаваемого элемента с другими телами, то в детали возникает ошибка.

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 детали возникает ошибка «Объекты не пересекаются».

87.5. Булева операция

Позволяет произвести булеву операцию 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**.

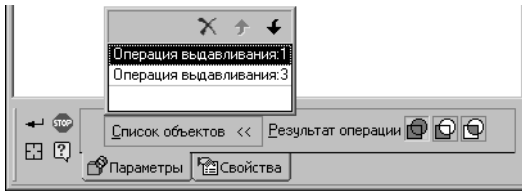


Рис. 87.8. Панель свойств при выполнении Булевой операции

Укажите первое и второе тела, участвующие в операции.

Указанные тела подсвечиваются в окне модели. Соответствующие им пиктограммы выделяются цветом в Дереве модели. Названия объектов, принадлежащих телам, отображаются в **Списке объектов** на вкладке **Параметры** Панели свойств (рис. 87.8).

В список заносятся те же объекты, что и при задании области применения операции (см. с. 101).



Если необходимо отменить указание, нажмите кнопку **Указать заново** на Панели специального управления. Подсветка всех выбранных тел будет отменена, и вы сможете выбрать новые.



Если неправильно выбрано только второе тело, просто укажите нужное, не отменяя предыдущего выбора.

Задать тип булевой операции 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.

87.6. Особенности построения массивов элементов в многодельной детали

- ▼ Набор исходных объектов одного массива может включать элементы, принадлежащие разным телам. В результате создания массива происходит следующее:
 - ▼ каждая копия приклеенного формообразующего элемента или ребра жесткости приклеивается к тому же телу, к которому был приклеен исходный элемент или ребро,
 - ▼ каждая копия вырезанного формообразующего элемента или круглого отверстия вырезается из того же тела, из которого был вырезан исходный элемент или отверстие.
- ▼ Копировать тела с помощью команд создания массивов невозможно. Это можно делать с помощью команды **Зеркально отразить тело**.
- ▼ Результат работы команды **Зеркально отразить тело**, а также результат булевой операции — новое тело. Поэтому ни булеву операцию, ни зеркальную копию тела невозможно скопировать с помощью команд построения массивов. Если нужно создать еще одну зеркальную копию тела, повторно воспользуйтесь командой **Зеркально отразить тело**. Если нужно создать копию булевой операции, то необходимо сначала создать копию участвующего в ней тела (тел), а затем — выполнить новую булеву операцию.

Глава 88.

Дополнительные конструктивные элементы

В функционале КОМПАС-3D V9 учтены приемы работы, присущие машиностроительно-му проектированию. Ориентация системы на формирование моделей конкретных деталей, содержащих типичные конструктивные элементы, упрощает выполнение некоторых характерных операций. К ним относятся операции создания фаски, скругления, круглого отверстия, уклона и ребра жесткости.

Для упрощения задания параметров этих элементов их создание выделено в отдельные команды. Так, для построения фаски не нужно рисовать эскиз, перемещать его вдоль ребра и вычитать получившийся объем из основного тела. Достаточно указать ребра для построения фаски и ввести ее параметры — величину катетов или величину катета и угол. Аналогично при построении отверстия достаточно выбрать его тип (например, отверстие глухое с зенковкой и цековкой) и ввести соответствующие параметры.

В настоящей главе рассмотрен порядок создания фасок, круглых отверстий, ребер жесткости и других конструктивных элементов.

Команды создания конструктивных элементов расположены в меню **Операции**.



Для задания числовых параметров дополнительных конструктивных элементов можно использовать характерные точки (см. главу 91).

88.1. Скругление



Чтобы скруглить ребро (или несколько ребер), вызовите команду **Скругление**.

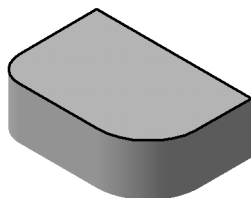


Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями.

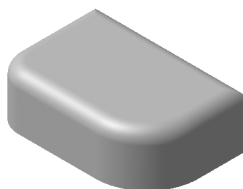


Выберите **Тип скругления** — с постоянным или с переменным радиусом. По умолчанию активен переключатель **Постоянный радиус**. Если необходимо построить скругление с переменным радиусом, активизируйте переключатель **Переменный радиус**.

Укажите скругляемые ребра. Если требуется скруглить все ребра, ограничивающие какую-либо грань, укажите эту грань.



а)



б)

Рис. 88.1. Скругление: а) для построения скругления указана верхняя грань, б) результат построения скругления



Не выполняйте скругление для каждого ребра в отдельности. Если это возможно, указывайте при создании скругления как можно большее количество ребер, которые требуется скруглить с одинаковым радиусом. В этом случае расчеты при перестроении модели будут производиться быстрее.

Если несколько ребер, которые требуется скруглить, гладко соединяются (имеют общую касательную в точке соединения), укажите одно из них и включите опцию **Продолжать по касательным ребрам**. В этом случае система автоматически определит другие ребра, на которые требуется распространить скругление.



Рис. 88.2. Скругление: а) для построения скругления указано одно ребро и включена опция **Продолжать по касательной**, б) результат построения скругления

Для скругления с постоянным радиусом введите его значение в поле **Радиус** на Панели свойств. Настройте способ выполнения операции с помощью опций **Автоопределение** и **Сохранять кромку** (см. раздел 88.1.1).

Для скругления с переменным радиусом задайте дополнительные параметры на вкладке **Переменный радиус** Панели свойств (см. раздел 88.1.2 на с. 106). Настройка способа выполнения операции при построении скругления с переменным радиусом невозможна.



После подтверждения выполнения операции ребра детали будут скруглены, а в Дереве модели появится пиктограмма скругления.

88.1.1. Способ построения скругления

Если поверхность скругления пересекается с соседними гранями, возможны два варианта выполнения операции:

- ▼ с сохранением кромки или
- ▼ с сохранением поверхности.

Для выбора первого варианта включите опцию **Сохранять кромку**. В этом случае будет сохранена форма ребер соседних граней (рис. 88.3, б).

Если эта опция выключена, то скругление будет построено с сохранением поверхности. Форма ребер соседних граней может измениться (рис. 88.3, в).

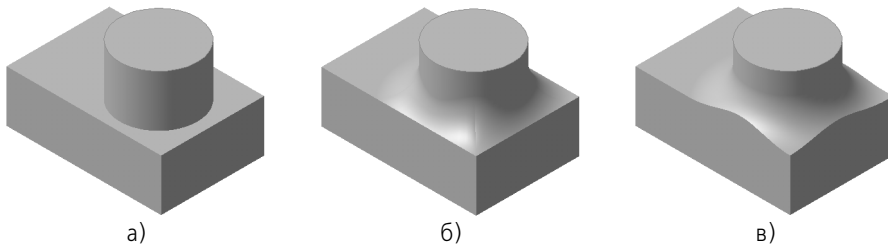


Рис. 88.3. Скругление: а) исходные элементы, б) скругление с сохранением кромки, в) скругление без сохранения кромки

Иногда взаимное расположение скругляемых поверхностей и заданный радиус скругления не позволяют сохранить кромку. Если при этом включена опция **Сохранять кромку**, то при попытке построить скругление система выдаст сообщение об ошибке.

Чтобы избежать такой ошибки, включите опцию **Автоопределение**. В этом случае система построит «комбинированное» скругление. Везде, где это возможно, будут сохранены кромки соседних граней. Там, где сохранение кромок невозможно, будут сохранены поверхности соседних граней.

Если включено автоопределение, опция **Сохранять кромку** недоступна и ее состояние не учитывается при построении скругления.

88.1.2. Скругление с переменным радиусом

Чтобы построить скругление с переменным радиусом, необходимо задать точки на скругляемых ребрах и радиусы скругления в этих точках.

На вкладке **Переменный радиус** расположена одноименная панель, содержащая таблицу параметров скругления: номера точек, расстояния до них от начальных точек соответствующих ребер и значения радиусов скругления в этих точках (рис. 88.4, б). Пока точки для построения скругления не указаны, таблица параметров пуста.



Рис. 88.4. Построение скругления с переменным радиусом: а) указание точек, б) задание параметров скругления, в) результат выполнения команды

Укажите в окне модели нужные точки. Выбранные точки будут отмечены «крестиками» и пронумерованы в порядке указания (рис. 88.4, а).

В таблице **Переменный радиус** задайте значения радиусов скругления в указанных точках.

Если необходимо, уточните значения в колонке **%** или **Длина**. Обратите внимание на то, что при изменении значений в этих колонках соответствующая точка смещается в окне модели.



Для изменения какого-либо значения сделайте одинарный или двойной щелчок в нужной ячейке. После одинарного щелчка возможен ввод в ячейку значения с клавиатуры, а после двойного — ввод с клавиатуры или выбор с помощью счетчика.



Вы можете удалить строку таблицы и, следовательно, точку в окне детали. Для этого нажмите кнопку **Удалить**, расположенную над списком.

Настройка параметров скругления с переменным радиусом имеет следующие особенности.

- ▼ По умолчанию радиус скругления в граничных точках ребер равен умолчательному — заданному в поле **Радиус** на вкладке **Параметры** Панели свойств. Граничными точками ребра являются его начальная и конечная точки. Им соответствуют 0% и 100% длины ребра. Если радиус скругления в граничной точке должен отличаться от умолчательного, необходимо указать ее явно в окне модели и задать требуемое значение радиуса в таблице параметров скругления.



Если ребро замкнуто, то его начальная и конечная точки совпадают, и при настройке скругления можно указать только одну из них.



Если для построения скругления выбраны два ребра, конечная точка одного из которых совпадает с начальной точкой другого, то при настройке скругления можно указать только одну из них.

- ▼ Нулевой радиус скругления может быть задан только в граничных точках. Если граничную точку ребра затруднительно точно указать в окне модели, то можно сначала указать ее примерно, а затем ввести нужное значение — 0% или 100% — в соответствующую ячейку таблицы параметров. Обратите внимание на то, что для точки, не являющейся граничной, невозможно задать нулевое значение радиуса, а для граничной точки с нулевым радиусом невозможно изменить расстояние от вершины (для этого необходимо прежде изменить радиус).
- ▼ Для скругления ребер, на которых не указаны точки, используется умолчательное значение. Например, если при создании скругления с переменным радиусом была включена опция **Продолжать по касательным ребрам**, то эти касательные ребра находятся системой автоматически. Поскольку указать точки на них невозможно, они скругляются с умолчательным радиусом.

88.2. Фаска



Чтобы создать фаску на ребрах детали, вызовите команду **Фаска**.



Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями.



Выберите способ построения фаски — **По стороне и углу** или **По двум сторонам**, активизировав соответствующий переключатель в группе **Способ построения**.



- ▼ Если фаска строится по стороне и углу, введите в поле **Длина 1** длину стороны фаски, а в поле **Угол** — угол между этой стороной и поверхностью фаски. В справочном поле **Длина 2** появится вычисленное значение длины второго катета фаски.
- ▼ Если фаска строится по двум сторонам, введите их длины в поля **Длина 1** и **Длина 2**. В справочном поле **Угол** появится вычисленное значение угла фаски.

Укажите в окне детали ребра, на которых требуется построить фаску. Если требуется построить фаски на всех ребрах какой-либо грани, укажите эту грань.

После указания первого ребра в окне детали возникает фантом — стрелка, направленная вдоль одной из граней. Стрелка указывает направление, в котором будет откладываться сторона фаски с длиной **Длина 1**. Относительно этого же направления будет откладываться угол фаски.



Если требуется изменить направление, в котором откладывается первая сторона, активизируйте нужный переключатель (**Первое направление** или **Второе направление**) в группе **Направление первой стороны**. При этом направление стрелки-фантома (а значит, и направление первой стороны фаски) изменится.



Если угол фаски равен 45° (или стороны фаски равны), то результат ее построения не будет зависеть от направления первой стороны.



Не стройте фаску для каждого ребра в отдельности. Если это возможно, указывайте при создании фаски как можно большее количество ребер, параметры фаски для которых одинаковы.



Выполнение предыдущего совета может быть затруднено, если фаска неравносторонняя. Если ребра, выбранные для построения такой фаски, относятся не к одной грани, то выбор единого направления фаски для всех ребер может привести к неверному результату построения. В этом случае рекомендуется указывать для построения фаски ребра, относящиеся к одной грани, и создавать отдельную фаску для каждой грани.

Если несколько ребер, на которых строится фаска, гладко соединяются (имеют общую касательную в точке соединения), укажите одно из них и включите опцию **По касательным ребрам**. В этом случае система автоматически определит другие ребра, на которых требуется продолжить фаску.



После подтверждения выполнения операции на ребрах детали появится фаска, а в Дереве модели — пиктограмма фаски.



Создавайте фаски и скругления по возможности в конце процесса построения детали, а не сразу после возникновения формообразующих элементов, на ребрах которых требуется образовать фаски и скругления. В этом случае расчеты при выполнении формообразующих операций будут производиться быстрее.

88.3. Круглое отверстие



Чтобы создать круглое отверстие со сложным профилем, выделите грань, на которой оно должно расположиться. Затем вызовите команду **Отверстие**.

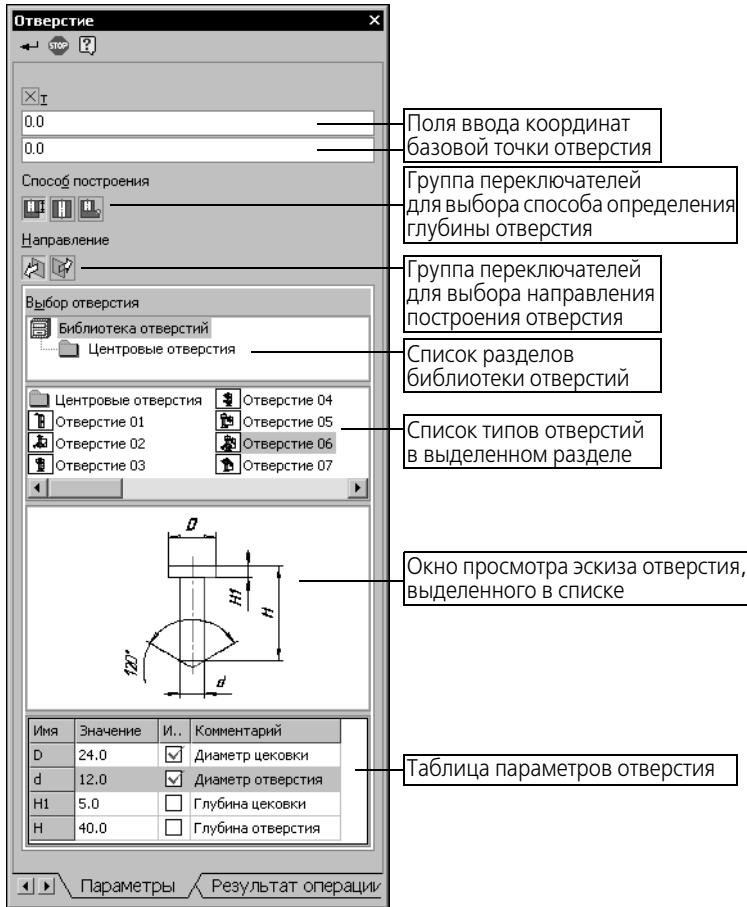


Рис. 88.5. Панель свойств отверстия

После вызова команды на Панели свойств появятся элементы управления для выбора профиля отверстия и ввода его геометрических размеров (рис. 88.5).

Выберите из списка тип (форму) отверстия. Эскиз профиля выбранного типа отверстия отображается в окне просмотра снизу от списка типов.

Этот эскиз — параметрический. Параметры отверстия управляются значениями соответствующих им размеров в эскизе. Список переменных параметров отверстия отображается ниже окна просмотра.

Чтобы изменить какой-либо параметр отверстия, введите нужное значение в соответствующее поле таблицы параметров.



Не все значения размеров можно менять в произвольном порядке. Например, нельзя сделать диаметр резьбы больше номинального диаметра отверстия. Если требуется увеличить диаметр отверстия, сначала измените номинальный диаметр, а затем — диаметр резьбы.

Введите нужные значения всех параметров отверстия.



Если среди параметров выбранного отверстия в эскизе есть общая глубина **H**, становятся доступными переключатели группы **Способ построения**. Они позволяют указать, каким способом определяется глубина отверстия).



Если активизирован переключатель **На глубину**, то глубина отверстия будет равна заданному в списке параметров значению. Если активизирован переключатель **До вершины** или **Через все**, то параметр *H* исчезает из списка параметров, а глубина отверстия определяется автоматически. Принцип автоматического определения глубины такой же, как при вырезании элемента выдавливания. Если активизирован переключатель **До вершины**, требуется указать эту вершину.



Фантом отверстия с заданными параметрами отображается в окне детали. Точка привязки отверстия (она помечена на эскизе красным цветом) по умолчанию располагается в начале локальной системы координат грани, на которой создается это отверстие.

Чтобы разместить отверстие в нужном месте грани, расфиксируйте поля ввода координат точки привязки. Для этого щелкните мышью по полю *t*. Перекрестие в этом поле сменится «галочкой». Укажите положение отверстия мышью или введите координаты центра отверстия.

Если вы работаете с многотельной деталью, 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 в разделе 87.4 на с. 98.



После задания всех параметров отверстия нажмите кнопку **Создать** на Панели специального управления.



Деталь с отверстием на указанной грани будет показана в окне, а пиктограмма отверстия появится в Дереве модели.

Вы можете создать собственную библиотеку отверстий или дополнить системную библиотеку отверстий (см. раздел 121.3 на с. 345).

88.4. Ребро жесткости

Перед построением ребра жесткости детали требуется создать эскиз, определяющий форму этого ребра.

88.4.1. Требования к эскизу ребра жесткости

- ▼ В эскизе должен быть один контур.
- ▼ Контур в эскизе должен быть разомкнутым.
- ▼ Касательные к контуру в его конечных точках должны пересекать тело детали.
- ▼ Контур в эскизе ребра жесткости может не доходить до тела детали. Система продолжит контур до пересечения с ближайшей гранью. Криволинейные контуры продолжают по касательным к ним в крайних точках.

88.4.2. Формирование ребра жесткости



Чтобы построить ребро жесткости, вызовите команду **Ребро жесткости**.



Команда **Ребро жесткости** доступна, если выделен один эскиз (эскиз ребра).

Если деталь состоит из нескольких тел, то для построения ребра жесткости необходимо указать то из них, к которому будет приклеено создаваемое ребро. Чтобы выбрать тело, укажите в окне модели любую грань, вершину или ребро этого тела, либо выделите в Дереве модели принадлежащий телу объект одного из следующих типов:

- ▼ первый формообразующий элемент,
- ▼ приклеенный формообразующий элемент,
- ▼ приклеенное листовое тело,
- ▼ приклеенная зеркальная копия тела,
- ▼ булева операция.

Выбранный объект будет подсвечен. При этом булева операция подсвечивается только в Дереве модели, а остальные объекты — и в Дереве, и в окне модели.



Удобнее всего указывать в окне модели грань (или одну из граней), к которой будет непосредственно примыкать создаваемое ребро жесткости.



Если вы случайно ошиблись при указании тела, нажмите кнопку **Указать заново** на Панели специального управления. Подсветка с ранее выбранного объекта будет снята, и вы сможете указать другое тело.

Положение ребра

Ребро жесткости может быть перпендикулярно или параллельно плоскости эскиза. Для выбора варианта построения активизируйте соответствующий переключатель в группе **Положение** (см. табл. 88.1).

Табл. 88.1. Возможные положения ребра жесткости


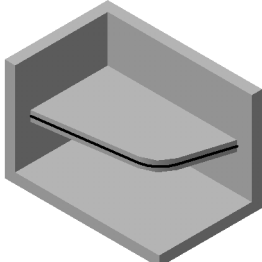

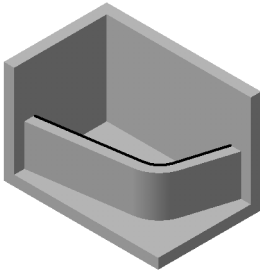
Значение опции	Положение и форма ребра	Результат построения
Положение		
 В плоскости эскиза	Ребро жесткости параллельно плоскости эскиза. Контур в эскизе ограничивает ребро по периметру.	

Табл. 88.1. Возможные положения ребра жесткости

Значение опции	Положение и форма ребра	Результат построения
Положение		
 Ортогонально плоскости эскиза	Ребро жесткости перпендикулярно плоскости эскиза ребра. Поверхность ребра образуется выдавливанием контура в эскизе.	



Если тело детали расположено по одну сторону от эскиза, система автоматически распознает направление выдавливания ребра (в сторону детали). Это — **Прямое направление**. Чтобы изменить направление формирования ребра жесткости, активизируйте переключатель **Обратное направление** в группе **Направление**. Направление построения ребра показывается на фантоме в окне модели в виде стрелки.

Уклон граней ребра

Если требуется, чтобы грани элемента имели уклон, введите его значение в поле **Угол уклона**. Боковые грани ребра жесткости будут уклонены наружу под заданным углом.

Если эскиз ребра жесткости состоит из нескольких сегментов (например, отрезков), вы можете указать сегмент, задающий направление уклона. Для этого используйте кнопку **Следующий**. При нажатии на нее подсвечивается один из сегментов эскиза. Нажимайте кнопку, пока не будет подсвечен нужный сегмент. Торцевая грань ребра жесткости, соответствующая этому сегменту, будет принята за основание уклона. Боковые грани ребра будут наклонены по отношению к ней на заданный угол (рис. 88.6).



Выбор сегмента, задающего направление уклона, имеет смысл только при построении ребра в плоскости эскиза (когда выключена опция **Ортогонально эскизу**).

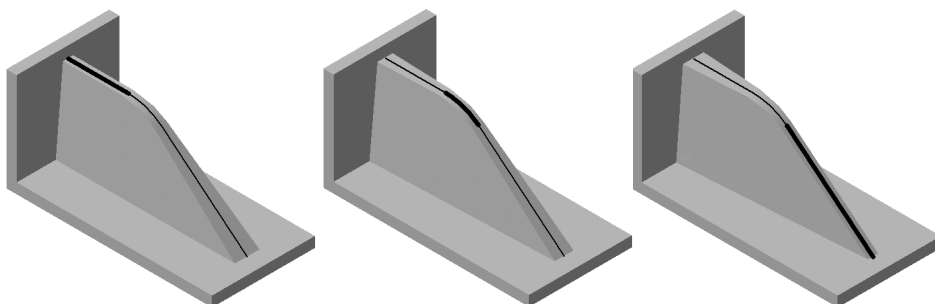






Рис. 88.6. Ребро жесткости с уклоном. Эскиз ребра состоит из трех сегментов. Сегмент, задающий направление уклона, выделен.

Толщина ребра

При формировании ребра жесткости материал добавляется к плоскости его эскиза или к поверхности, образованной выдавливанием эскиза ортогонально его плоскости.

Укажите направление добавления слоя материала. Для этого выберите нужный вариант в списке **Тип построения тонкой стенки** на вкладке Панели свойств **Толщина** (см. табл. 88.2).

Табл. 88.2. Возможные варианты построения тонкой стенки

Значение опции	В каком направлении добавляется слой материала.
Тип построения тонкой стенки	Особенности задания толщины ребра жесткости
	Наружу В прямом направлении относительно плоскости эскиза или поверхности, образованной перемещением эскиза.
	Внутри В обратном направлении относительно плоскости эскиза или поверхности, образованной перемещением эскиза.
	Два направления В обе стороны относительно плоскости эскиза или поверхности, образованной перемещением эскиза. При этом можно задать толщину для каждого направления отдельно.
	Средняя плоскость В обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза или поверхности, образованной перемещением эскиза. При этом можно задать только суммарную толщину.

После выбора направления требуется задать толщину ребра жесткости.

- ▼ Если материал добавляется в направлении наружу, введите толщину в поле **Толщина стенки 1**.
- ▼ Если материал добавляется в направлении внутрь, введите толщину в поле **Толщина стенки 2**.
- ▼ Если материал добавляется в двух направлениях, используйте поле **Толщина стенки 1**, чтобы задать толщину в направлении наружу, и поле **Толщина стенки 2**, чтобы задать толщину в направлении внутрь.
- ▼ Если материал добавляется от срединной поверхности, используйте поле **Толщина стенки 1**, чтобы задать суммарную толщину.



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится ребро жесткости, а в Дереве — соответствующая ему пиктограмма.

88.5. Тонкостенная оболочка

На любом этапе работы деталь можно преобразовать в тонкостенную оболочку.

При создании оболочки все тело детали исключается из расчетов, а к ее граням добавляется слой материала, образующий оболочку.

Если материал добавлять ко всем граням детали, то получится пустотелая (полая) деталь. В КОМПАС-3D V9 построение такой детали не допускается. Для создания оболочки требуется исключить одну или несколько граней, к которым не должен добавляться материал. Эти грани превратятся в отверстия (или отверстие) в получившейся оболочке.

Чтобы создать тонкостенную оболочку, вызовите команду **Оболочка**.

Укажите направление добавления материала — **Наружу** или **Внутрь** относительно поверхности детали. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Тип построения тонкой стенки**.

Если материал добавляется наружу, введите толщину оболочки в поле **Толщина стенки 1**, если внутрь — в поле **Толщина стенки 2**.

Укажите грани детали, которые не должны участвовать в построении оболочки. Количество этих граней показывается в справочном поле **Количество удаляемых граней**.

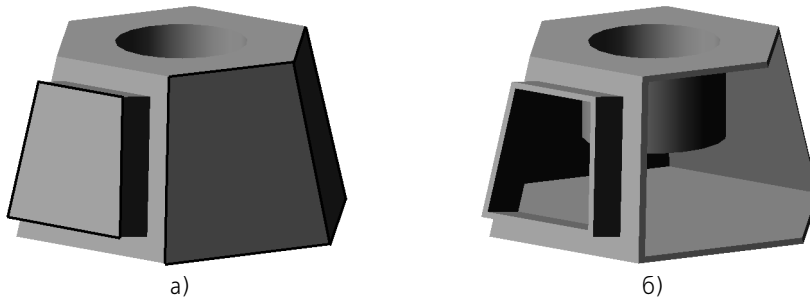


Рис. 88.7. Создание тонкостенной оболочки: а) исходная деталь, удаляемые грани выделены, б) результат создания тонкостенной оболочки



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится изображение тонкостенной оболочки, а в Дереве — соответствующая ей пиктограмма.

Порядок дальнейшей работы с получившейся оболочкой будет прежним — добавление и вычитание тел, формирование фасок, скруглений и отверстий.

88.6. Уклон



Чтобы придать уклон плоским граням, перпендикулярным основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпендикулярны основанию, вызовите команду **Уклон**.

Для построения уклона необходимо указать его основание и уклоняемые грани.

Основание уклона — плоская грань детали, форма, размеры и угол наклона которой не изменятся после выполнения команды **Уклон**.

Уклоняемые грани — грани, угол наклона которых по отношению к основанию изменится в результате выполнения команды **Уклон**.



Чтобы выбрать основание, активизируйте переключатель **Основание** и укажите нужную грань в окне детали.



Чтобы выбрать уклоняемые грани, активизируйте переключатель **Грани** и укажите нужные грани в окне детали.

Основание всегда одно. Уклоняемых граней может быть несколько.

Уклоняемые грани должны быть смежны с основанием. Между собой они могут быть не смежны.



Выберите направление уклона граней — **Внутрь** или **Наружу**, активизировав соответствующий переключатель в группе **Уклон**. При уклонении граней внутрь сечение элемента уменьшается, при уклонении наружу — увеличивается.



Иногда в качестве основания можно указать разные грани. При этом результат выполнения команды будет зависеть от взаимного положения основания и уклоняемой грани (рис. 88.8).

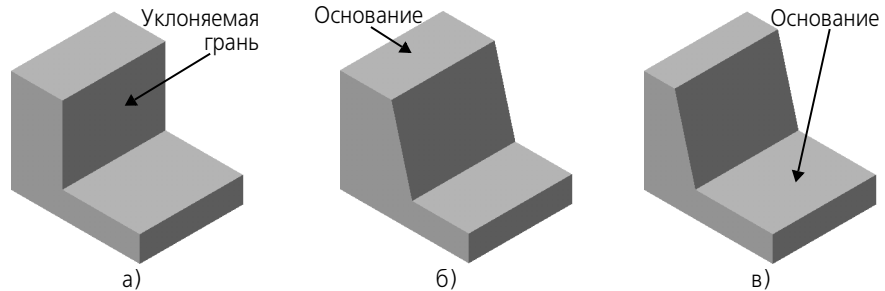


Рис. 88.8. Уклон: а) исходная деталь и уклоняемая грань, б) и в) результат создания уклона в зависимости от выбора основания

Введите значение угла уклона в поле **Угол**.



Если применить команду **Уклон** к грани, уже наклоненной к основанию под каким-либо углом, то этот угол учитываться не будет (то есть результат будет таким, как если бы команда была применена к грани, перпендикулярной основанию).



После подтверждения выполнения операции указанные грани получают уклон, а соответствующая ему пиктограмма появится в Дереве модели.



Не наклоняйте каждую грань в отдельности. Если это возможно, указывайте при выполнении команды **Уклон** как можно большее количество граней, которые требуется наклонить под одинаковым углом к основанию. В этом случае расчеты при перестроении модели будут производиться быстрее.



Команда не выполняется, если система обнаружит, что грани, перестроенные в соответствии с заданными параметрами уклона, не образуют тело.



Если требуется скруглить одно или несколько ребер, ограничивающих уклоняемую грань, сделайте это после придания грани уклона.

Применение команды **Уклон** наиболее эффективно на завершающих этапах проектирования литых деталей, когда отдельным граням требуется придать небольшой уклон для облегчения выемки отливок из форм.

Вообще говоря, уклон боковым граням элемента выдавливания можно придать путем редактирования параметров этого элемента. Однако этот способ принципиально отличается от выполнения операции уклона:

- ▼ команда **Уклон** позволяет наклонить отдельные грани, а при выдавливании с уклоном наклоняются все боковые грани элемента,
- ▼ при выполнении команды **Уклон** не меняется положение элементов, подчиненных уклоняемым граням, а при редактировании элемента выдавливания с приданием уклона его граням объекты, подчиненные этим граням, «наклоняются» вместе с ними.

88.7. Линия разъема

Вы можете разбить грань детали на несколько граней. Разбиение грани производится по линии ее пересечения с поверхностью, образованной выдавливанием указанного эскиза. При этом деталь приобретает дополнительные ребра, которые являются границей между образовавшимися гранями.

88.7.1. Требования к эскизу линии разъема

- ▼ В эскизе должен быть один контур.
- ▼ Контур в эскизе должен полностью пересекать проекцию разбиваемой грани (граней) на плоскость эскиза.
- ▼ Контур может быть разомкнутым или замкнутым.
- ▼ Если контур замкнутый, он не должен полностью совпадать с проекциями ребер разбиваемой грани (граней) на плоскость эскиза.

88.7.2. Разбиение грани



Чтобы разбить грань (грани) детали, вызовите команду **Линия разъема**. Кнопка для вызова этой команды расположена на панели **Вспомогательная геометрия**.



Команда **Линия разъема** доступна, если выделен один эскиз (эскиз поверхности разъема).



Укажите грани детали, подлежащие разбиению. Выбранные грани выделяются цветом.

Чтобы задать направление перемещения эскиза поверхности разъема, активизируйте один из переключателей группы **Направление проецирования** — **Оба направления**, **Прямое направление** или **Обратное направление**. Если выбрано премещение эскиза в прямом или обратном направлении, то это направление показывается в окне детали в виде стрелки-фантома.



После подтверждения выполнения операции выбранные грани детали будут разбиты на несколько граней, а в Дереве модели появится пиктограмма операции разбиения граней.

Свойства разделенной грани меняются благодаря появлению на ней дополнительного ребра. Это ребро можно использовать для получения таких вариантов построений, которые недоступны при работе с единой (не разделенной) гранью (рис. 88.9).

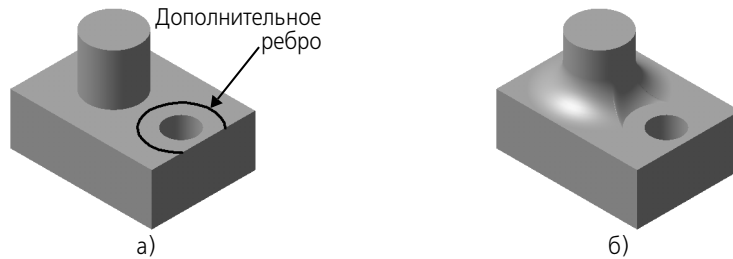


Рис. 88.9. Использование дополнительного ребра: а) исходное состояние детали, б) результат выполнения операции скругления с сохранением кромки

88.8. Резьба

В деталях КОМПАС-3D V9 резьба создается не как винтовая поверхность, а как условное изображение — каркасный цилиндр или конус.

Чтобы построить в детали изображение резьбы, вызовите команду **Операции — Условное изображение резьбы**. Кнопка для вызова этой команды находится на панели **Условные обозначения**.

После вызова команды укажите базовый объект — круглое ребро цилиндрической (конической) грани детали, на которой должна быть построена резьба.



Если границы резьбы заданы, в качестве базового объекта можно указать саму поверхность, на которой должна быть построена резьба.

В окне модели возникнет фантом условного изображения резьбы.

Тип резьбы — наружная или внутренняя — определяется системой автоматически. Информация о типе отображается в одноименном справочном поле на вкладке **Параметры**.



Если необходимо, вы можете указать начальную и/или конечную границу резьбы — поверхность, грань или плоскость, до которой нужно построить резьбу. Для этого активируйте нужный переключатель — **Начальная граница** или **Конечная граница** — и укажите в окне модели или в Дереве модели требуемый объект. Фантом резьбы будет соответствующим образом перестроен.

Например, для построения резьбы на стержне с фаской необходимо в качестве базового объекта указать ребро, разделяющее цилиндрическую поверхность стержня и коническую поверхность фаски, а в качестве начальной границы — поверхность торца стержня (рис. 88.10).

Опции **Автоопределение диаметра** и **На всю длину** управляют значениями номинального диаметра и длины резьбы соответственно. Если эти опции включены, то диаметр и длина определяются автоматически по размерам и положению объектов, указанных для построения резьбы. Автоматически рассчитанные значения диаметра и длины

резьбы отображаются в полях **Номинальный диаметр резьбы** и **Длина** соответственно. Например, на рис. 88.10 длина резьбы определяется автоматически. Она равна расстоянию между начальной и конечной гранями.

Чтобы задать значение диаметра резьбы вручную, отключите автоопределение диаметра. Затем введите в ставшее доступным поле **Номинальный диаметр резьбы** нужное значение.

Чтобы задать значение длины резьбы вручную, отключите построение на полную длину. Затем введите в ставшее доступным поле **Длина** нужное значение.

Группа переключателей **Направление** доступна, если для выполнения команды указано круглое ребро, разграничивающее две цилиндрических (или конических, или коническую и цилиндрическую) грани. Чтобы выбрать одну из этих граней для построения резьбы, активизируйте нужный переключатель — **Прямое направление** или **Обратное направление**. Фантом резьбы на экране будет перестроен.

Завершив настройку, нажмите кнопку **Создать объект** для фиксации условного изображения резьбы в детали.

В окне детали появится каркасный цилиндр или конус (рис. 88.10), изображающий резьбу, а в Дереве — пиктограмма резьбы.

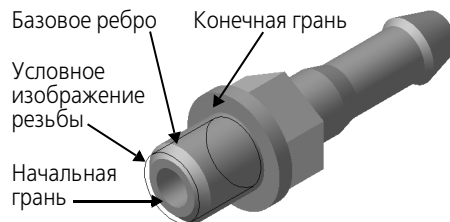


Рис. 88.10. Условное изображение резьбы в детали Ниппель



Обратите внимание на то, что условное изображение резьбы всегда показывается в модели полностью. Например, в результате выполнения команды **Сечение поверхностью** элемент, на котором построена резьба, оказался отсечен (или рассечен). При этом условное изображение резьбы отображается в модели целиком, несмотря на то, что поверхность (или часть поверхности), на которой построена резьба, не видна.

При создании в чертежах ассоциативных видов моделей, содержащих условные изображения резьбы, эти изображения могут быть также построены в видах (см. Том II, раздел 49.3.3 на с. 84).

Глава 89.

Отсечение части детали

На любом этапе моделирования детали можно удалить часть ее тела. Границей отсечения может служить плоскость или цилиндрическая поверхность, образованная выдавливанием произвольного эскиза.



Вообще говоря, такие действия можно произвести и с помощью команды **Вырезать выдавливанием**. Однако при этом потребуется задание большего количества параметров и более сложного эскиза, чем требуется для отсечения части детали.

Для отсечения части детали пересекающей эту деталь плоскостью или цилиндрической поверхностью предназначены специальные команды. Они расположены в меню **Операции — Сечение**. Кнопки для их быстрого вызова находятся в одной группе на панели **Редактирование детали**.

89.1. Сечение плоскостью



Чтобы удалить часть детали, находящуюся по одну сторону пересекающей эту деталь плоскости, вызовите команду **Сечение плоскостью**.

Если перед вызовом команды была выделена плоскость, пересекающая деталь, название этой плоскости появится в поле **Плоскость сечения** на Панели свойств.



Если плоскость сечения не была выделена перед вызовом команды, укажите ее.



Вы можете удалить часть детали по любую сторону от плоскости сечения. Чтобы выбрать направление, активизируйте соответствующий переключатель в группе **Направление отсечения — Прямое** или **Обратное**. Направление отсечения показывается на фантоме в окне детали в виде стрелки.

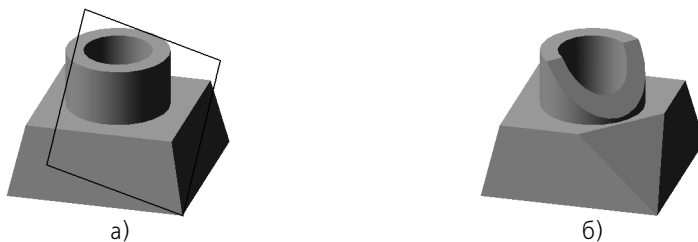


Рис. 89.1. Отсечение части детали плоскостью:
а) исходное состояние детали (плоскость отсечения обозначена условно),
б) результат выполнения операции отсечения

Если вы работаете с многотельной деталью, то кроме настройки параметров отсечения может понадобиться задание области применения операции. Для этого служит вкладка Панели свойств **Результат операции**. Подробно об области применения операций и способах ее задания рассказано в разделе 87.4 на с. 98.



После подтверждения выполнения операции модель будет усечена, а в Дереве модели появится соответствующая пиктограмма.

89.2. Сечение по эскизу



Чтобы удалить часть детали, находящуюся по одну сторону пересекающей эту деталь цилиндрической поверхности, используйте команду **Сечение по эскизу**.



Секущая поверхность образуется перемещением эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости.

Перед вызовом команды выделите эскиз, в котором изображен профиль цилиндрической поверхности.

89.2.1. Требования к эскизу

- ▼ В эскизе должен быть один контур
- ▼ Контур в эскизе должен быть разомкнутым
- ▼ Контур в эскизе должен пересекать проекцию детали на плоскость эскиза.

89.2.2. Выполнение отсечения



Вызовите команду **Сечение по эскизу**.

Название эскиза, по которому производится отсечение, появится в поле **Профиль сечения** на Панели свойств.



Вы можете удалить часть детали по любую сторону от цилиндрической поверхности. Чтобы выбрать направление, активизируйте соответствующий переключатель в группе **Направление отсечения** — **Прямое** или **Обратное**. Направление отсечения показывается на фантоме в окне детали в виде стрелки.



Рис. 89.2. Отсечение части детали по эскизу:
а) исходное состояние детали, показан эскиз поверхности отсечения,
б) результат выполнения операции отсечения

Если вы работаете с многотельной деталью, то кроме настройки параметров отсечения может понадобиться задание области применения операции. Для этого служит вкладка Панели свойств **Результат операции**. Подробно об области применения операций и способах ее задания рассказано в разделе 87.4 на с. 98.



После подтверждения выполнения операции модель будет усечена, а в Дереве модели появится соответствующая пиктограмма.

Глава 90.

Массивы элементов

Иногда при построении тела требуется произвести несколько одинаковых операций так, чтобы образовавшиеся элементы были определенным образом упорядочены — например, образовывали прямоугольный массив или были симметричны относительно плоскости. Для повторения операции можно воспользоваться командой **Массив элементов**. В КОМПАС-3D V9 доступны разнообразные способы построения массивов: по сетке, по окружности, вдоль кривой; возможно зеркальное копирование.

Команды создания массивов находятся в меню **Операции**.

Кнопки для их быстрого вызова находятся на панели **Редактирование детали**.

90.1. Общие приемы создания массивов элементов

Исходные элементы можно выбирать как перед вызовом команды создания массива, так и после вызова. Для выбора исходного элемента выделите его в Дереве модели или любую его часть (грань, ребро, вершину) в окне модели.

Задайте параметры массива при помощи полей и переключателей на Панели свойств.



Для задания количества и шага экземпляров при построении массивов по сетке и вдоль кривой можно использовать характерные точки (см. главу 91).



Фантом массива элементов отображается на экране. Это позволяет оценить правильность задания параметров и выбора исходных элементов.

Затем подтвердите создание массива.

Созданный массив элементов появится в окне детали, а соответствующая его типу пиктограмма — в Дереве.

90.1.1. Экземпляры массива

Массив элементов состоит из **экземпляров** (рис. 90.1).

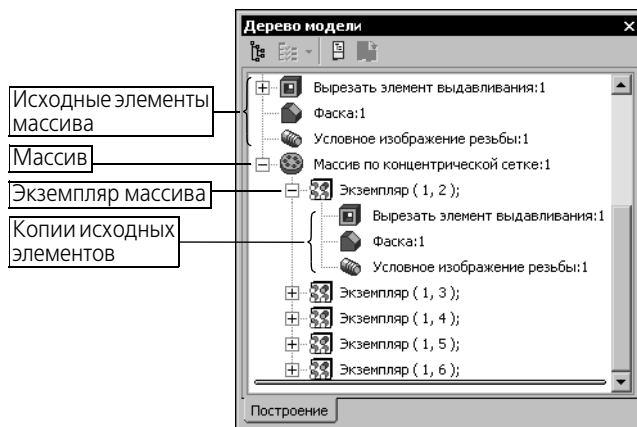


Рис. 90.1. Массив элементов в Дереве модели

Каждый экземпляр массива является копией исходного элемента или — если исходных элементов несколько — группой копий.

Экземпляры массива элементов отображаются в Дереве модели как отдельные объекты, подчиненные массиву. Экземпляру, в свою очередь, подчиняются копии элементов.

Чтобы развернуть список экземпляров, щелкните мышью на значке «плюс», расположенном слева от пиктограммы массива в Дереве модели.

Справа от пиктограммы экземпляра массива в круглых скобках отображается номер этого экземпляра.

- ▼ Если сетка параллелограммная, номер экземпляра массива состоит из двух чисел. Первое — номер экземпляра вдоль первой оси сетки, второе — номер экземпляр вдоль второй оси (нумерация экземпляров начинается с единицы).
- ▼ Если сетка концентрическая, номер экземпляра массива состоит из двух чисел. Первое — номер экземпляра в радиальном направлении, второе — номер экземпляра в кольцевом направлении (нумерация экземпляров начинается с единицы).
- ▼ Если копии расположены вдоль кривой, номер экземпляра массива отсчитывается по порядку расположения экземпляров, начиная от исходного.

Вы можете исключить любые экземпляры из любого массива (см. раздел 118.1.1 на с. 330).

90.1.2. Особенности построения массивов элементов

При создании в деталях массивов элементов необходимо учитывать следующие обстоятельства.

- ▼ Для копирования массива (т.е. чтобы получить «массив массивов») достаточно указать в Дереве модели этот массив. Его исходные элементы выбирать не нужно.
- ▼ При копировании с отключенной опцией **Геометрический массив** элемента, выдавленного **До поверхности**, каждый экземпляр массива выдавливается до этой же поверхности. В результате экземпляры могут отличаться друг от друга высотой и формой «торца».
В массиве, созданном при включенной опции **Геометрический массив**, каждый экземпляр является точной копией исходного элемента.
- ▼ Фаски и скругления, указанные в качестве исходных элементов массива, копируются только в том случае, если копируются элементы, на ребрах которых они построены.
- ▼ Если при копировании условного обозначения резьбы копируется также элемент, грань которого ограничивает эту резьбу, то границей резьбы-копии будет грань-копия. В противном случае резьба-копия будет ограничена той же гранью, что исходная резьба.
- ▼ Особенности построения массивов, связанные с наличием в детали нескольких тел (см. раздел 87.6 на с. 103).

90.2. Массив по сетке



Вы можете создать массив элементов, расположив их в узлах параллелограммной сетки. Для этого выделите исходные элементы и вызовите команду **Массив по сетке**.

90.2.1. Параметры сетки

Параллелограммная сетка характеризуется направлением образующих ее векторов и расстоянием между ними (рис. 90.2). Началом координат сетки можно считать любую точку исходных объектов.

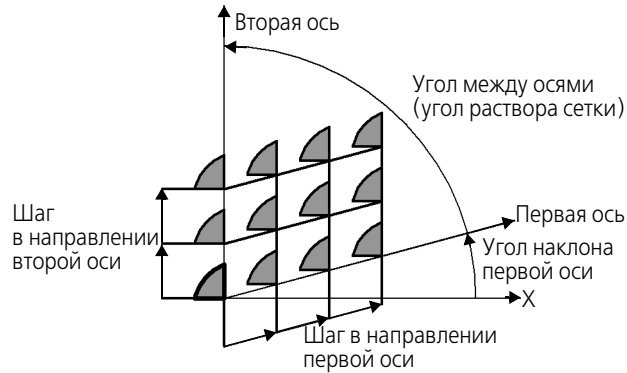


Рис. 90.2. Схема образования параллелограммной сетки

Все значения параметров сетки при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома массива. Фантом позволяет визуально проконтролировать правильность задания параметров.

Направление первой оси

По умолчанию направление первой оси сетки совпадает с осью X локальной системы координат, в которой производится копирование.

Вы можете изменить направление первой оси. Для этого введите в поле **Наклон** угол между этой осью и осью X локальной системы координат.

Кроме того, можно задать направление первой оси так, чтобы она была параллельна какому-либо прямолинейному объекту. Для этого активизируйте переключатель **Ось 1** и укажите нужный объект (ребро, ось, эскиз) в Дереве или в окне детали.

По умолчанию элементы массива располагаются относительно исходных элементов в направлении оси. Это — **Прямое направление**. Чтобы расположить элементы массива против оси, активизируйте переключатель **Обратное направление** в группе **Направление 1**.



Шаг сетки вдоль первой оси

Введите в поле **N 1** количество копий в направлении первой оси.

Введите в поле **Шаг 1** значение шага между копиями.

В группе **Режим 1** активизируйте переключатель, соответствующий введенному значению шага (см. табл. 90.1).

Табл. 90.1. Режим задания шага сетки

Значение опции	Способ задания шага
Режим	
	<p>Шаг между соседними экземплярами</p> <p>Значение шага воспринимается системой как расстояние между соответствующими точками соседних копий в направлении оси x. Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий на известном расстоянии друг от друга.</p>
	<p>Шаг между крайними экземплярами</p> <p>Значение шага воспринимается системой как расстояние между соответствующими точками первой и последней копий в направлении оси x. Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить на участке известной длины определенное количество копий.</p>

* Если количество копий в направлении оси равно двум, то результат построения одинаков при любом состоянии переключателя **Режим**.



Одинаковых результатов формирования массива можно добиться при разных состояниях переключателя **Режим**. Для этого нужно учитывать следующее соотношение:

$$L = (N - 1) * I, \text{ где}$$

- L — шаг между крайними экземплярами,
- N — количество копий,
- I — шаг между соседними экземплярами.

Направление второй оси

По умолчанию направление второй оси сетки задается углом между первой и второй осью. Введите нужное значение в поле **Угол раствора**.

Кроме того, можно задать направление второй оси так, чтобы она была параллельна какому-либо прямолинейному объекту. Для этого активизируйте переключатель **Ось 2** и укажите нужный объект (ребро, ось, эскиз). Поле **Угол раствора** станет недоступно для редактирования, в нем появится справочное значение угла между осями.

В группе **Направление 2** активизируйте переключатель, соответствующий нужному положению копий относительно исходных элементов в направлении второй оси — **Прямое направление** или **Обратное направление**.



Шаг сетки вдоль второй оси

Параметры шага сетки вдоль второй оси аналогичны параметрам шага вдоль первой оси. Для их ввода используйте поля и переключатели **N 2**, **Шаг 2** и **Режим 2**.

Копии внутри сетки

Элементы массива можно расположить во всех узлах сетки или только по ее периметру. Чтобы выбрать вариант размещения копий, активируйте соответствующий переключатель в группе **Копии внутри** (см. табл. 90.2).

Табл. 90.2. Управление копиями внутри сетки

Значение опции	Правила формирования массива	Результат построения
	Оставлять копии внутри сетки	Элементы массива располагаются во всех узлах сетки.
	Удалять копии внутри сетки	Элементы массива располагаются только по периметру сетки.



Вы можете исключить из массива любые конкретные экземпляры, а не только все экземпляры, расположенные внутри сетки (см. раздел 118.1.1 на с. 330).

90.2.2. Геометрический массив

При копировании по сетке можно ускорить создание и перестроение массива. Для этого включите опцию **Геометрический массив**. При формировании геометрического массива копируются только грани и ребра исходных элементов. Копирование операций и их параметров не производится.



Иногда скопированные поверхности располагаются относительно имеющихся так, что не образуется единое тело. Это приводит к ошибке при построении. В таких случаях опция **Геометрический массив** должна быть выключена.

90.2.3. Результат копирования



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится созданный массив, а в Дереве — пиктограмма, соответствующая его типу.

При создании массива по параллелограммной сетке поворот копий относительно исходного элемента не производится.

Исходный элемент принадлежит образовавшемуся массиву копий и лежит в одном из углов этого массива.

90.3. Массив по концентрической сетке



Вы можете создать массив элементов, расположив их в узлах концентрической сетки.

Для этого выделите исходные элементы и вызовите команду **Массив по концентрической сетке**.

90.3.1. Параметры сетки

Концентрическая сетка характеризуется положением ее плоскости и центра, радиусами окружностей и углом между пересекающимися их радиальными лучами (рис. 90.3).

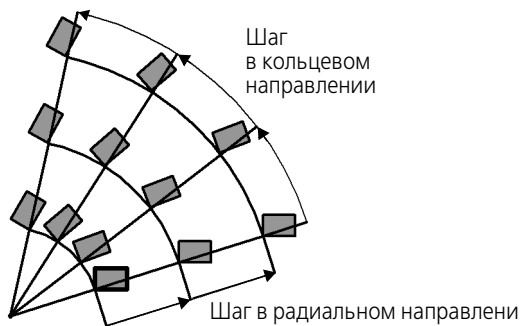


Рис. 90.3. Схема образования концентрической сетки

Все значения параметров сетки при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома массива. Фантом позволяет визуально проконтролировать правильность задания параметров.

Положение центра сетки

Положение плоскости сетки и ее центра можно определить, задав ось концентрического массива. Плоскость сетки будет перпендикулярна этой оси, а центр сетки будет лежать на ней.

В качестве оси массива можно использовать вспомогательную ось или прямолинейное ребро детали. Выберите ось копирования, указав ее в Дереве или в окне детали. Название объекта-оси появится в поле **Ось** на Панели свойств.

Шаг сетки в радиальном направлении

Радиус внутренней окружности сетки определяется системой автоматически. Он равен расстоянию от любой точки исходных объектов до центра сетки (т.е. считается, что исходные объекты лежат на внутренней окружности сетки).



Введите в поле **N 1** количество окружностей концентрической сетки. Иными словами, в этом поле нужно указать, сколько копий должно получиться на каждом радиальном луче сетки.

Если это количество больше единицы, становятся доступными элементы управления для задания шага сетки в радиальном направлении.

Введите в поле **Шаг 1** расстояние между окружностями сетки. Иными словами, в этом поле нужно указать шаг между копиями в радиальном направлении.

В группе **Режим 1** активизируйте переключатель, соответствующий введенному значению шага (см. табл. 90.3).

Табл. 90.3. Режим задания шага сетки

	Значение опции	Способ задания шага
	Режим	
	Шаг между соседними экземплярами	Значение шага воспринимается системой как расстояние между соседними окружностями сетки*. Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий на известном расстоянии друг от друга.
	Шаг между крайними экземплярами	Значение шага воспринимается системой как расстояние между крайними окружностями сетки*. Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить на участке известной длины определенное количество копий.

* Если количество копий в радиальном направлении равно двум, то результат построения одинаков при любом состоянии переключателя **Режим**.



Одинаковых результатов формирования массива можно добиться при разных состояниях переключателя **Режим**. Для этого нужно учитывать следующее соотношение:

$$L = (N - 1) * I, \text{ где}$$

L — шаг между крайними экземплярами,

N — количество копий,

I — шаг между соседними экземплярами.

Параметры лучей сетки

Первый луч сетки проходит из центра сетки через любую точку исходных объектов (т.е. считается, что исходные объекты лежат на первом луче сетки). Обычно сетка состоит более чем из одного радиального луча.



Введите в поле **N 2** количество лучей концентрической сетки. Иными словами, в этом поле нужно указать, сколько копий должно получиться на каждой окружности сетки.

Если это количество больше единицы, становятся доступными элементы управления для задания шага сетки в радиальном направлении.

Введите в поле **Шаг 2** угол между лучами сетки. Иными словами, в этом поле нужно указать угловой шаг между копиями в кольцевом направлении. Значение этого параметра не может быть больше 360°.

В группе **Режим 2** активизируйте переключатель, соответствующий введенному значению шага (см. табл. 90.4).

Табл. 90.4. Режим задания шага сетки

Значение опции	Способ задания шага
Режим	
	<p>Шаг между соседними экземплярами</p> <p>Значение шага воспринимается системой как угол между соседними лучами сетки*.</p> <p>Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий под известным углом друг к другу.</p>
	<p>Шаг между крайними экземплярами</p> <p>Значение шага воспринимается системой как угол между первым и последним лучами сетки*.</p> <p>Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий равномерно по кругу.</p>

* Если количество копий в кольцевом направлении равно двум, то результат построения одинаков при любом состоянии переключателя **Режим**.



Одинаковых результатов формирования массива можно добиться при разных состояниях переключателя **Режим**. Для этого нужно учитывать следующее соотношение:

$$A = (N - 1) * a, \text{ где}$$

A — угловой шаг между крайними экземплярами, причем $A < 360^\circ$,

N — количество копий,

a — угловой шаг между соседними экземплярами.

Если $A = 360^\circ$, то производится копирование вдоль полной окружности, и

$$A = N * a$$



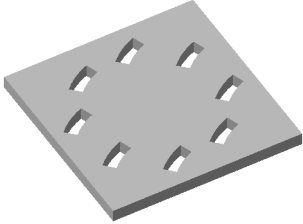


По умолчанию элементы массива располагаются относительно исходных элементов в направлении против часовой стрелки. Это — **Прямое направление**. Чтобы расположить элементы массива по часовой стрелке, активизируйте переключатель **Обратное направление** в группе **Направление**.

90.3.2. Ориентация копий

Копии в массиве могут сохранять исходную ориентацию или поворачиваться с учетом углового шага сетки. Чтобы выбрать вариант построения, активизируйте нужный переключатель в группе **Ориентация** (см. табл. 90.5).

Табл. 90.5. Ориентация элементов концентрического массива

Значение опции	Правила поворота копий	Результат построения	
Ориентация			
	Доворачивать до радиального направления	Копии, лежащие на всех лучах сетки, кроме первого, оказываются повернутыми относительно исходных объектов на углы, кратные угловому шагу между соседними копиями в кольцевом направлении. Например, шаг равен 30°. Тогда копии поворачиваются относительно исходных объектов на 30°, 60°, 90° и т.д.	
	Сохранять исходную ориентацию	Поворот копий относительно исходных объектов не производится.	

90.3.3. Геометрический массив

При копировании по концентрической сетке можно ускорить создание и перестроение массива. Для этого включите опцию **Геометрический массив**. При формировании геометрического массива копируются только грани и ребра исходных элементов. Копирование операций и их параметров не производится.



Иногда скопированные поверхности располагаются относительно имеющихся так, что не образуется единое тело. Это приводит к ошибке при построении. В таких случаях опция **Геометрический массив** должна быть выключена.

90.3.4. Результат копирования



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится созданный массив, а в Дереве — пиктограмма, соответствующая его типу.

Исходный элемент принадлежит образовавшемуся массиву копий и лежит на внутренней окружности этого массива.



Вы можете исключить из массива любые конкретные экземпляры копий (см. раздел 118.1.1 на с. 330).

90.4. Массив вдоль кривой



Вы можете создать массив элементов, расположив их вдоль указанной кривой.

Для этого выделите исходные элементы и вызовите команду **Массив вдоль кривой**.

90.4.1. Параметры траектории

Для создания массива требуется задать траекторию копирования. Траекторией может служить непрерывная последовательность ребер или контур в эскизе.

Укажите траекторию копирования, выбрав нужный эскиз в Дереве или ребра в окне детали в последовательности их соединения.



В эскизе траектории копирования должен быть один контур — замкнутый или разомкнутый.

Базовая точка копирования

Расположение элементов массива зависит от способа задания базовой точки. Управление расположением элементов осуществляется с помощью переключателей группы **Способ** на вкладке **Выбор объектов** Панели свойств.



Активизация переключателя **Автоопределение** означает расположение элементов на кривой, повторяющей траекторию. При этом массив строится следующим образом.

1. Определяется положение центра масс кривых (т. 3) эскиза копируемого элемента¹.
2. Траектория копирования параллельным переносом перемещается так, чтобы ее начальная точка совпала с т. 3. Определение начальной точки траектории рассмотрено в следующем разделе.
3. Копии элемента размещаются так, чтобы т. 3 каждой копии располагались на траектории на расстояниях, равных шагу (см. раздел 90.4.2 на с. 132).
4. Если включено сохранение ориентации копий (см. раздел 90.4.3 на с. 134), то каждая из них дополнительно поворачивается вокруг т. 3.

Схема построения массива описанным образом приведена на рис. 90.4, а.

Для получения предсказуемого результата копирования при использовании автоматического определения базовой точки рекомендуется строить траекторию так, чтобы она заведомо начиналась в точке центра масс кривых эскиза исходного элемента.

Если построение траектории, удовлетворяющей данному требованию, невозможно или затруднено, используйте режим произвольного задания базовой точки копирования. Для этого активизируйте переключатель **Ручное указание** и выберите в окне модели базовую точку копирования (т. 1). В этом случае массив строится следующим образом.



1. Траектория копирования параллельным переносом перемещается так, чтобы ее начальная точка совпала с точкой 1.
2. Находится центр масс кривых (т. 3) эскиза копируемого элемента.

1. Для элемента по сечениям — точка центра масс кривых эскиза, расположенного первым в списке эскизов (см раздел 84.4.1 на с. 75).

Если копируются несколько элементов, то находится точка центра масс кривых эскиза того элемента, который был указан первым.

3. Через найденную точку проводится эквидистанта траектории.
4. Копии элемента размещаются так, чтобы т. 3 каждой копии располагались на эквидистанте траектории на расстояниях, равных шагу.
5. Если включено сохранение ориентации копий, то каждая из них дополнительно поворачивается вокруг т. 3.

Схема построения массива описанным образом приведена на рис. 90.4, б.

Для получения предсказуемого результата копирования при использовании ручного указания базовой точки рекомендуется в качестве базовой выбирать начальную точку траектории.



Рис. 90.4. Схема копирования элемента выдавливания вдоль всей направляющей с сохранением ориентации (направляющая и исходный элемент выделены):
 а) положение базовой точки определяется автоматически,
 б) в качестве базовой точки выбрана точка 1



В разделах 90.4.2 на с. 132 и 90.4.3 на с. 134 под словом «траектория» подразумевается линия, на которой располагаются т. 3 элементов массива.

Начальная точка

Если траектория копирования разомкнута, то ее начальной точкой по умолчанию считается конец, ближайший к копируемому элементу.

Если траектория копирования замкнута, ее начальная точка находится системой автоматически в зависимости от расположения траектории относительно системы координат и других параметров.



При необходимости вы можете задать начальную точку замкнутой траектории вручную. Для этого активизируйте переключатель **Точка 2** на вкладке **Параметры** Панели свойств и укажите нужную точку в окне модели. Зависимость расположения элементов массива от выбора начальной точки показана на рис. 90.5.



Рис. 90.5. Зависимость между расположением копий и положением точки начала копирования (траектория копирования и исходный элемент выделены)



Направление копирования

При создании массива вдоль кривой вы можете управлять направлением копирования с помощью переключателей группы **Направление**. Смена направления по-разному влияет на массивы с замкнутой и разомкнутой траекториями.

Если траектория замкнута, то **Прямое направление** копирования означает расположение элементов вдоль траектории по одну сторону от исходного, а **Обратное направление** — по другую сторону (рис. 90.6).

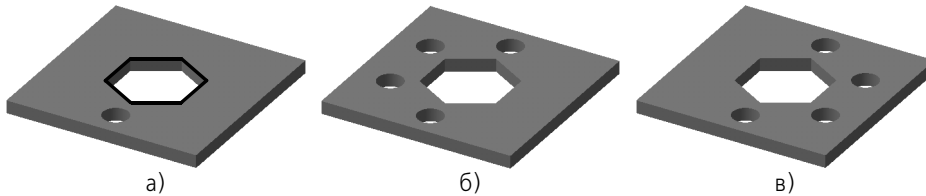


Рис. 90.6. Смена направления для массива с замкнутой траекторией:
а) исходный элемент и траектория (выделена утолщенной линией),
б) массив в прямом направлении, в) массив в обратном направлении



Если траектория копирования замкнута и элементы располагаются вдоль всей направляющей (см. табл. 90.6), то результат операции не зависит от направления копирования.

Если траектория разомкнута, то **Прямое направление** копирования означает, что начало траектории определяется умолчательным образом — начальной точкой считается ближайший к исходному элементу конец траектории. При выборе **Обратного направления** началом траектории будет считаться другой ее конец (рис. 90.7).

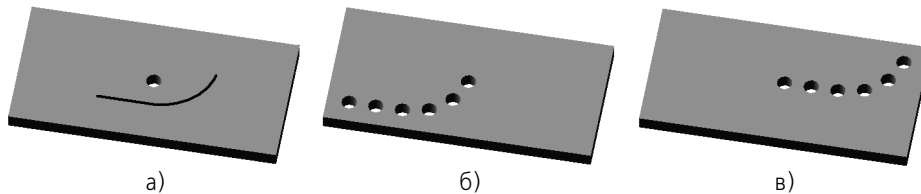




Рис. 90.7. Смена направления для массива с разомкнутой траекторией:
а) исходный элемент и траектория,
б) массив в прямом направлении, в) массив в обратном направлении

90.4.2. Шаг копирования

Введите в поле **Количество** количество копий.

Копии можно расположить равномерно вдоль всей направляющей или на заданном расстоянии друг от друга. Чтобы выбрать вариант построения, в группе **Способ** активизируйте соответствующий переключатель (см. табл. 90.6).

Табл. 90.6. Способы задания шага копирования

Значение опции	Принцип определения шага копирования
Способ	
 По шагу	Можно задать значение шага и выбрать режим определения шага* : <ul style="list-style-type: none"> ▼ между соседними копиями или ▼ между крайними копиями**.
 Вдоль всей направляющей	Полный шаг определяется автоматически как длина траектории копирования. Первый и последний экземпляры массива лежат в начальной и конечной точках направляющей кривой. Экземпляры массива расположены равномерно вдоль траектории.



* Если задать значение полного шага, равное длине траектории, то результат построения будет таким же, как при способе построения **Вдоль всей направляющей**.

** О вводе значения шага и выборе режима рассказано ниже.

Введите в поле **Шаг** значение шага между копиями, измеренное вдоль траектории копирования. Это поле доступно только при способе построения **По шагу**.

В группе **Режим** активизируйте переключатель, соответствующий введенному значению шага (см. табл. 90.7).

Табл. 90.7. Режим задания шага сетки

Значение опции	Способ определения шага
Режим	
 Шаг между соседними экземплярами	Значение шага воспринимается системой как расстояние между соответствующими точками соседних копий в направлении траектории копирования* . Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий на известном расстоянии друг от друга.
 Шаг между крайними экземплярами	Значение шага воспринимается системой как расстояние между соответствующими точками первой и последней копий в направлении траектории копирования* . Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить на участке известной длины определенное количество копий.

* Если количество копий равно двум, то результат построения одинаков при любом состоянии переключателя **Режим**.



Одинаковых результатов формирования массива можно добиться при разных состояниях переключателя **Режим**. Для этого нужно учитывать следующее соотношение:

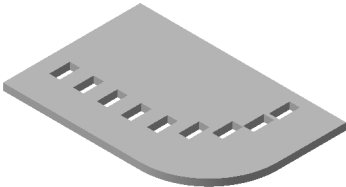

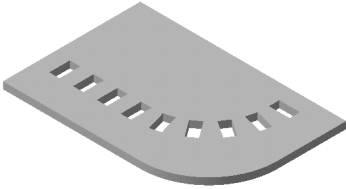
$$L = (N - 1) * I, \text{ где}$$

- L — шаг между крайними экземплярами, измеренный вдоль траектории,
- N — количество копий,
- I — шаг между соседними экземплярами, измеренный вдоль траектории.

90.4.3. Ориентация копий

Копии в массиве могут сохранять исходную ориентацию или поворачиваться с учетом кривизны траектории. Чтобы выбрать вариант построения, активизируйте нужный переключатель в группе **Ориентация** (см. табл. 90.8).

Табл. 90.8. Ориентация элементов массива вдоль кривой

Значение опции	Правила поворота копий	Результат построения
Ориентация		
 Сохранять исходную ориентацию	Поворот копий относительно исходных объектов не производится. Элементы массива получаются из исходных объектов путем параллельного переноса.	
 Доворачивать до нормали	Копии оказываются повернутыми относительно исходных объектов так, чтобы угол между каждой копией и траекторией был равен углу между исходным объектом и траекторией в начальной точке траектории.	

90.4.4. Геометрический массив

При копировании вдоль кривой можно ускорить создание и перестроение массива. Для этого включите опцию **Геометрический массив**. При формировании геометрического массива копируются только грани и ребра исходных элементов. Копирование операций и их параметров не производится.



Иногда скопированные поверхности располагаются относительно имеющихся так, что не образуется единое тело. Это приводит к ошибке при построении. В таких случаях опция **Геометрический массив** должна быть выключена.

90.4.5. Результат копирования



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится созданный массив, а в Дереве — пиктограмма, соответствующая его типу.

Исходный элемент принадлежит образовавшемуся массиву копий и находится в его начале.



Вы можете исключить из массива любые конкретные экземпляры копий (см. раздел 118.1.1 на с. 330).

90.5. Зеркальный массив



Вы можете создать копию выбранных элементов, симметричную им относительно указанной плоскости или плоской грани.

Для этого выделите исходные элементы и вызовите команду **Зеркальный массив**.

Укажите плоскость симметрии в Дереве или в окне детали.

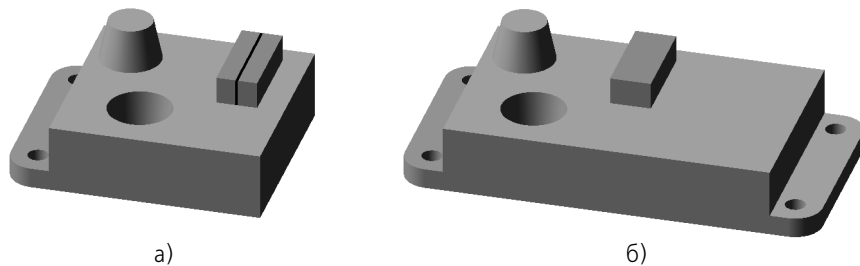


Рис. 90.8. Зеркальное копирование отдельных элементов:
а) исходная деталь (плоскость симметрии для копирования показана условно),
б) результат копирования основания и лапки относительно средней плоскости прямоугольного выступа



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится зеркальная копия элементов, а в Дереве — соответствующая ей пиктограмма.

Если копировался приклеенный элемент, копия также приклеивается к детали, если вырезанный элемент — копия вырезается.

90.6. Зеркально отразить тело

Позволяет создать зеркальную копию тела. Результатом выполнения команды может быть:

- ▼ тело, обладающее плоскостью симметрии,
- ▼ новое тело, зеркально симметричное имеющемуся.



Для вызова команды нажмите кнопку **Зеркально отразить тело** на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**.

Укажите копируемое тело. Для этого укажите в окне модели любую грань, вершину или ребро этого тела, либо выделите в Дереве модели любую операцию, участвующую в формировании этого тела. Выбранный объект будет подсвечен.



За один вызов команды **Зеркально отразить тело** можно создать копию только одного тела.

Укажите плоский объект, который будет служить плоскостью симметрии при копировании тела. Таким объектом может являться любая плоская грань, проекционная или вспомогательная плоскость.



Если требуется сменить копируемое тело или плоскость симметрии, нажмите кнопку **Указать заново** на Панели специального управления. Подсветка с ранее выбранного объекта (объектов) будет снята, и вы сможете указать другой объект.

После указания тела и плоскости симметрии на экране появится фантом зеркальной копии тела.

Выберите нужный результат копирования с помощью группы переключателей **Результат операции** на одноименной вкладке Панели свойств.



Чтобы подтвердить создание копии, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

Результат зеркального копирования



▼ Активизируйте переключатель **Автоопределение**, чтобы результат операции был определен автоматически. При этом построение выполняется следующим образом:

- ▼ если зеркальная копия тела не пересекается и не имеет общих поверхностей с исходным телом, то копия строится как отдельное тело, а на Панели свойств автоматически активизируется переключатель **Новое тело**,
- ▼ если зеркальная копия тела пересекается или имеет общую поверхность с исходным телом, то происходит объединение тел в одно, а на Панели свойств автоматически активизируется переключатель **Объединение**.



▼ Активизируйте переключатель **Новое тело**, чтобы зеркальная копия представляла собой отдельное тело вне зависимости от того, пересекается она с исходным телом или нет.



▼ Активизируйте переключатель **Объединение**, чтобы объединить исходное тело и его зеркальную копию.

При построении новой зеркальной копии результат операции определяется автоматически (т.е. по умолчанию в группе **Результат операции** активен переключатель **Автоопределение**).



Если был активизирован — вручную или автоматически — переключатель **Объединение**, то построение зеркальной копии тела возможно только при условии, что она пересекается или имеет общую поверхность с исходным телом. Если условие не выполняется, то операция копирования отмечается как ошибочная.

Особенности построения зеркальной копии в случаях пересечения исходного тела с плоскостью симметрии

В случаях, когда плоскость симметрии пересекает исходное тело, зеркальная копия строится по-разному в зависимости от выбранного результата операции.

-
- ▼ Если результат операции — **Объединение**, копирование производится в следующем порядке.
 1. Исходное тело разделяется плоскостью симметрии на две части.
 2. Часть, находящаяся по ту сторону от плоскости симметрии, куда направлен вектор нормали этой плоскости, удаляется.
 3. Создается зеркальная копия оставшейся части и объединяется с этой частью.



Иногда при выполнении п.2 удаляется все тело (например, плоскость симметрии совпадает с гранью, расположенной так, что тело целиком оказывается по одну сторону от нее и эта сторона совпадает с направлением нормали плоскости). В этих случаях построение зеркальной копии невозможно, и система выдает сообщение об ошибке.

- ▼ Если результат операции — **Новое тело**, то исходное тело копируется целиком.

Глава 91.

Характерные точки

Использование характерных точек позволяет изменять различные параметры объектов (размеры, положение, форму и др.) без помощи клавиатуры — путем перемещения точек мышью.

Характерные точки трехмерных объектов соответствуют числовым полям, находящимся на Панели свойств. Характерные точки отображаются на экране в виде черных квадратов.

Некоторые объекты (например, спирали, элементы выдавливания и др.) имеют довольно много числовых параметров. Отображение сразу всех характерных точек этих объектов невозможно, поэтому на экране одновременно показываются только те точки, которые соответствуют числовым полям, находящимся на текущей вкладке Панели свойств. В качестве примера такого объекта рассмотрим коническую спираль. Сразу после вызова команды **Спираль коническая** на Панели свойств активна вкладка **Построение**. На ней расположены четыре числовых поля, поэтому фантом спирали имеет четыре характерные точки (рис. 91.1, а). При переключении на вкладку **Диаметр** эти характерные точки исчезают и появляются другие — соответствующие числовым полям вкладки **Диаметр** (рис. 91.1, б).

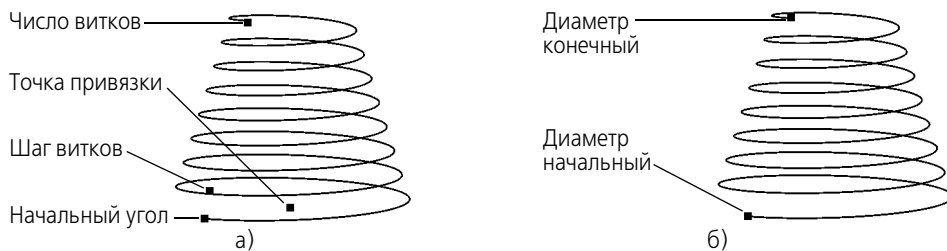


Рис. 91.1. Характерные точки конической спирали:

а) активна вкладка **Построение** Панели свойств; б) активна вкладка **Диаметр** Панели свойств

Чтобы изменить значение какого-либо параметра, необходимо активизировать соответствующую ему характерную точку и переместить ее.

Для активизации точки подведите к ней курсор мыши. После того, как точка будет выделена и рядом с ней появится надпись, содержащая имя и значение параметра, нажмите левую кнопку мыши.

Не отпуская кнопку, перемещайте мышью. Вслед за курсором будет перемещаться выбранная характерная точка, значение соответствующего ей параметра будет изменяться. Фантом объекта будет динамически перестраиваться. После того, как нужное значение будет достигнуто, отпустите кнопку мыши.

Значения некоторых параметров могут откладываться как в одну, так и в другую сторону от нейтрального положения. При перемещении характерной точки, соответствующей такому параметру, на Панели свойств автоматически активизируется нужный переключатель направления. Например, уклон боковых стенок элемента выдавливания может быть направлен внутрь или наружу. При перемещении характерной точки *Угол* из нулевого по-

ложения внутрь тела детали активизируется переключатель **Уклон внутрь**, а при перемещении наружу — переключатель **Уклон наружу**.

Контролировать изменение значения параметра при перемещении характерной точки удобнее в режиме округления значений.



Чтобы включить этот режим, нажмите кнопку **Округление** на Панели текущего состояния. В режиме округления параметр, соответствующий перемещаемой характерной точке, может принимать только такие значения, которые кратны текущему шагу курсора. Значение текущего шага курсора отображается в одноименном поле на панели **Текущее состояние**. В этом же поле вы можете сменить — ввести с клавиатуры или выбрать из списка — текущий шаг курсора для активного окна. Для быстрой активизации этого поля используйте комбинацию клавиш *<Shift> + </>* (клавишу *</>* необходимо нажимать на дополнительной цифровой клавиатуре). Список шагов и умолчательный шаг можно установить в диалоге настройки курсора (см. Том I, рис. 8.6 на с. 73).

Часть XIX

Детали из листового материала

Глава 92.

Общие сведения

В КОМПАС-3D возможно моделирование деталей, получаемых из листового материала с помощью гибки.



Рис. 92.1.

Команды, предназначенные для работы с листовыми деталями, расположены в меню **Операции**, а кнопки для их вызова находятся на панели **Элементы листового тела** (рис. 92.1).



Создание листовой детали начинается с построения **листового тела**. Для этого служит команда **Листовое тело**. Подробно ее выполнение описано в главе 93. Затем к полученному листовому телу добавляются **элементы листового тела**: сгибы, пластины, отверстия, вырезы.

Термин **листовое тело** в данной части Руководства будет употребляться для обозначения тела, полученного с помощью команды **Листовое тело**. Термин **листовая деталь** будет обозначать листовое тело вместе с добавленными к нему элементами листового тела.

К листовой детали можно приклеивать формообразующие элементы любого типа — выдавливания, вращения, кинематические, по сечениям, и вырезать формообразующие элементы из листовой детали. Кроме того, к листовой детали можно добавлять конструктивные элементы (скругления, фаски, ребра, отверстия и т.п.). К листовым телам, пластинам, отверстиям и вырезам можно применять также любые операции копирования.



Особенностью листовой детали является возможность ее сгибания и разгибания. При использовании в листовой детали формообразующих и дополнительных конструктивных элементов необходимо иметь в виду, что некоторые из них могут в дальнейшем воспрепятствовать изменению состояния сгибов. Подробнее об этом рассказано в разделе 97.3 на с. 206.

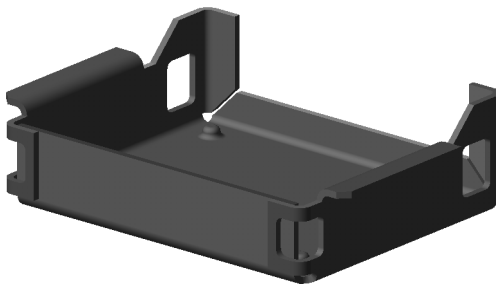


Рис. 92.2. Пример детали из листового материала

92.1. Приемы работы с листовой деталью

Любой сгиб, имеющийся в листовой детали, может отображаться как в согнутом, так и в разогнутом состоянии. Пользователь может в любой момент изменить состояние любого сгиба (или группы сгибов).

При работе с листовой деталью есть возможность отображения ее развертки. Это специальный режим отображения, в котором выбранные пользователем сгибы показываются согнутыми, а остальные — разогнутыми. Если не выбран ни один сгиб, то в этом режиме отображается полностью развернутая листовая деталь. Переход в режим развертки возможен после настройки **параметров развертки** — выбора сгибов, которые должны оставаться согнутыми.

Ассоциативные виды листовой детали в чертеже создаются так же, как и ассоциативные виды обычной детали. При этом, если в листовой детали настроены параметры развертки, то в чертеже возможно формирование изображения развертки этой детали.

92.2. Параметры листовой детали

Листовая деталь характеризуется **толщиной материала** (S), из которого она изготовлена. Изогнутые участки (**сгибы**) детали определяются:

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

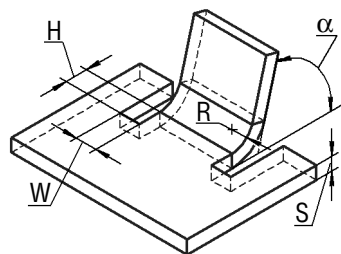


Рис. 92.3. Параметры листовой детали

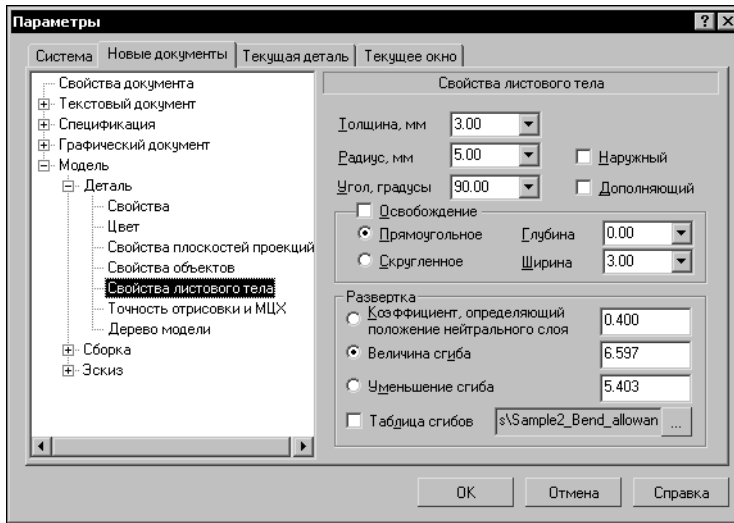


Сгиб может и не иметь освобождений.

Кроме того, каждый сгиб имеет параметр, определяющий длину развертки этого сгиба. Таким параметром — в зависимости от выбранного способа определения длины развертки (см. раздел 92.4 на с. 150) — является **коэффициент нейтрального слоя**, или **величина сгиба**, или **уменьшение сгиба**. Параметр, определяющий длину развертки сгиба, далее будем называть **параметром развертки** этого сгиба.

Умолчательные значения параметров для всех новых листовых деталей задаются в диалоге настройки свойств листового тела (см. раздел 92.2.1).

92.2.1. Настройка параметров по умолчанию



Чтобы задать умолчательные параметры для всех новых листовых деталей, вызовите команду **Сервис – Параметры – Новые документы – Модель – Деталь – Свойства листового тела**. На экране появится диалог, содержащий элементы для настройки параметров листового тела для новых деталей (рис. 92.4).

Эти элементы представлены в таблице 92.1.

Рис. 92.4. Диалог настройки параметров листового тела для новых деталей

Табл. 92.1. Диалог настройки параметров листового тела для новых деталей

Элемент	Описание
Толщина	Введите толщину листового материала.
Радиус	Поле для ввода радиуса сгибов. Опция Наружный позволяет выбрать способ построения сгибов. Если она включена, сгибы будут строиться по наружному радиусу, в противном случае — по внутреннему*.
Угол, градусы	Поле для ввода умолчательного значения угла сгибов. Опция Дополняющий позволяет указать интерпретацию угла. Если эта опция включена, то угол рассматривается как дополняющий, в противном случае — как угол сгиба (см. раздел 94.3.1 на с. 162).
Освобождение	Включите эту опцию, чтобы в детали по умолчанию создавались освобожденные сгибы.
Прямоугольное, Скругленное	Выберите вариант формы освобождения.
Глубина, Ширина	Введите размеры освобождения (см. рис. 92.3).
Развертка	Группа опций, позволяющая указать, как должны определяться длины разверток сгибов.

Табл. 92.1. Диалог настройки параметров листового тела для новых деталей

Элемент	Описание
Коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя	Выберите этот вариант, если длина развертки должна рассчитываться с использованием коэффициента положения нейтрального слоя (см. раздел 92.4.1 на с. 150). Введите умолчательное значение коэффициента.
Величина сгиба	Выберите этот вариант, если длина развертки будет задаваться явно (см. раздел 92.4.2 на с. 151), и введите умолчательное значение величины сгиба.
Уменьшение сгиба	Выберите этот вариант, если длина развертки должна определяться путем задания уменьшения сгиба (см. раздел 92.4.3 на с. 151). Введите умолчательное значение уменьшения.
Таблица сгибов**	Включите эту опцию, если длины разверток сгибов должны браться из таблицы сгибов (см. раздел 92.4.4 на с. 152). Чтобы выбрать файл таблицы, нажмите кнопку с многоточием. Полное имя указанного файла появится в поле Таблица сгибов .



* При построении листового тела сгибы, соответствующие углам контура в эскизе, строятся по внутреннему радиусу вне зависимости от состояния этой опции.

** При включении опции **Таблица сгибов** варианты определения длины развертки становятся недоступны, поскольку использование таблицы является приоритетным по отношению к этим вариантам. В то же время числовые поля группы **Развертка** остаются доступны. Введенные в них значения будут применяться по умолчанию для сгибов, использующих соответствующие варианты определения длины развертки.

Умолчательные параметры листового тела для текущей детали можно задать в соответствующем диалоге (рис. 92.5). Для его вызова служит команда **Сервис — Параметры — Текущая деталь — Свойства листового тела**.

Набор элементов управления в данном диалоге такой же, как в диалоге настройки листового тела для новых деталей. Однако работа с этими элементами имеет ряд особенностей.

Все числовые поля в диалоге настройки текущей листовой детали (**Толщина, Радиус сгиба** и т.п.) являются справочными. Они соответствуют переменным текущей листовой детали (см. раздел 92.3 на с. 146) и содержат те значения, которые эти переменные имеют в настоящий момент. При изменении значения какой-либо переменной содержимое соответствующего поля также изменяется.

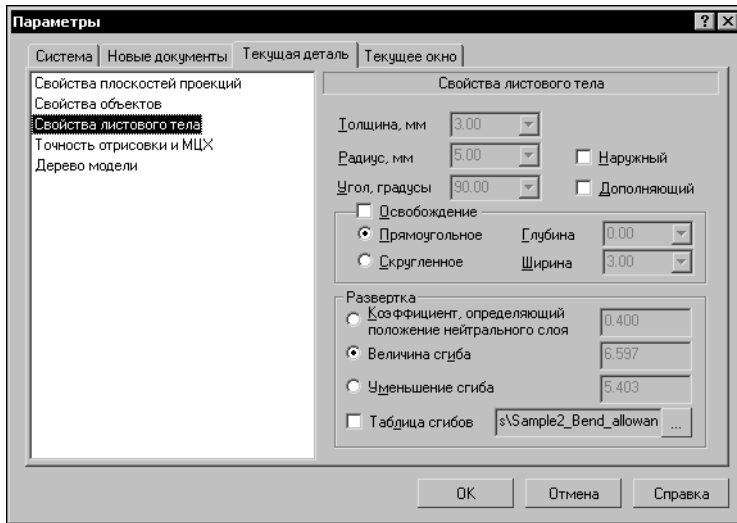


Рис. 92.5. Диалог настройки параметров листового тела для текущей детали

Вновь заданные параметры будут использоваться как умолчательные при создании новых сгибов в текущей листовой детали. Параметры сгибов, созданных до изменения настройки, останутся прежними.

Таким образом, непосредственно в диалоге параметров листового тела для текущей детали возможна следующая настройка:

- ▼ изменение способа задания радиусов сгибов,
- ▼ изменение интерпретации угла,
- ▼ включение или отключение освобождений сгибов и выбор формы освобождения,
- ▼ выбор способа определения длины разверток сгибов,
- ▼ смена таблицы сгибов.



Выбор новой таблицы сгибов повлияет на уже существующие в детали сгибы. Подробнее об этом рассказано в разделе **Смена таблицы сгибов** на с. 153.

92.3. Переменные листовой детали и работа с ними

При создании в детали листового тела (см. главу 93) в ней автоматически создаются переменные — **переменные листового тела**. Эти переменные приравниваются параметрам листовой детали.

Переменные листового тела и их значения отображаются в Окне работы с переменными (рис. 92.6):

- ▼ SM_Thickness — толщина листового материала,
- ▼ SM_Radius — внутренний радиус сгиба,
- ▼ SM_Angle — угол сгиба,
- ▼ SM_BA — величина сгиба,
- ▼ SM_BD — уменьшение сгиба,
- ▼ SM_K — коэффициент положения нейтрального слоя,
- ▼ SM_H — глубина освобождения сгиба,
- ▼ SM_W — ширина освобождения сгиба.

Имя	Выражение	Знач...	Параметр	Комментарий
Деталь (Тел-1)				
SM_Thickness	1.0	1.0		Толщина листового тела
SM_Radius	5.0	5.0		Радиус сгиба
SM_K	0.40	0.40		Коэффициент
SM_BA	6.5970	6.5970		Величина сгиба
SM_BD	5.4030	5.4030		Уменьшение сгиба
SM_Angle	90.0	90.0		Угол сгиба
SM_H	0.0	0.0		Глубина освобождения сгиба
SM_W	3.0	3.0		Ширина освобождения сгиба
Плоскость XY				
Плоскость ZX				
Плоскость ZY				
Начало координат				
Листовое тело:1				
v61		0.0	Исключить из...	
v63		75.0	Расстояние 1	
v62	SM_Thickness	1.0	Толщина лист...	
v72	SM_Radius	5.0	Радиус сгиба	
v73	SM_BA	6.5970	Величина сгиба	
v74	SM_BD	5.4030	Уменьшение с...	
v75	SM_K	0.40	Коэффициент	
v69	SM_Angle	90.0	Угол сгиба	
v70	SM_H	0.0	Глубина осво...	
v71	SM_W	3.0	Ширина освоб...	
Эскиз:1				

Рис. 92.6. Переменные листовой детали

Значения переменных при построении листового тела определяются следующим образом:

- ▼ SM_Thickness — задается в поле **Толщина** на Панели свойств,
- ▼ SM_Radius — для листового тела с разомкнутым эскизом задается в поле **Радиус** на Панели свойств; для листового тела с замкнутым эскизом имеет умолчательное значение — значение, заданное в диалоге настройки свойств листового тела для новых деталей,
- ▼ SM_BA, SM_BD, SM_K — значение одной из этих переменных (в зависимости от выбранного способа определения длины развертки) задается в соответствующем поле на Панели свойств, а остальные имеют умолчательные значения; если длина развертки определяется по таблице сгибов, то все три переменные имеют умолчательные значения.

- ▼ SM_Angle — имеет умолчательное значение,
- ▼ SM_H — имеет умолчательное значение,
- ▼ SM_W — имеет умолчательное значение,

Эти значения переменных листовой детали — присвоенные им при создании листового тела — являются **умолчательными для данной детали**.

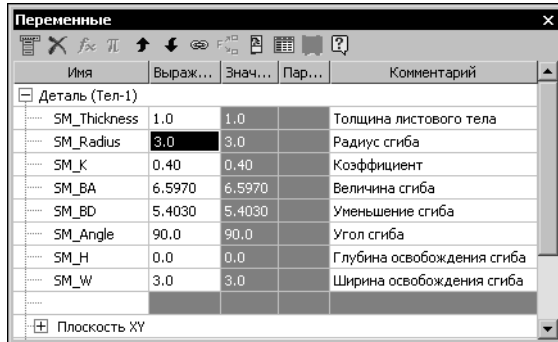
При создании листовых элементов, содержащих сгибы, параметрам этих элементов могут автоматически приравниваться значения переменных:

- ▼ внутренним радиусам — SM_Radius,
- ▼ углам сгибов — SM_Angle,
- ▼ глубинам освобождений — SM_H,
- ▼ ширинам освобождений — SM_W,
- ▼ величинам сгибов — SM_BA,
- ▼ уменьшениям сгибов — SM_BD,
- ▼ коэффициентам нейтрального слоя — SM_K.

Чтобы параметрам автоматически были приравнены значения переменных, значения этих параметров должны совпадать с умолчательными значениями для данной детали.

Изменение значения переменной, используемой различными элементами, передается во все эти элементы. Таким образом можно быстро изменить размеры и топологию листовой детали, не прибегая к редактированию каждого элемента в отдельности.

Таким образом можно быстро изменить размеры и топологию листовой детали, не прибегая к редактированию каждого элемента в отдельности. Например, параметру «радиус» во всех сгибах детали соответствует переменная SM_Radius, а параметру «угол» — переменная SM_Angle. Первоначальные значения переменных — 3 и 90 (рис. 92.7).



Имя	Выраж...	Знач...	Пар...	Комментарий
Деталь (Тел-1)				
SM_Thickness	1.0	1.0		Толщина листового тела
SM_Radius	3.0	3.0		Радиус сгиба
SM_K	0.40	0.40		Коэффициент
SM_BA	6.5970	6.5970		Величина сгиба
SM_BD	5.4030	5.4030		Уменьшение сгиба
SM_Angle	90.0	90.0		Угол сгиба
SM_H	0.0	0.0		Глубина освобождения сгиба
SM_W	3.0	3.0		Ширина освобождения сгиба
Плоскость XY				

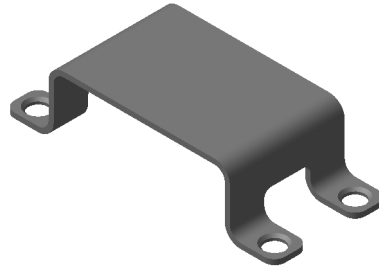
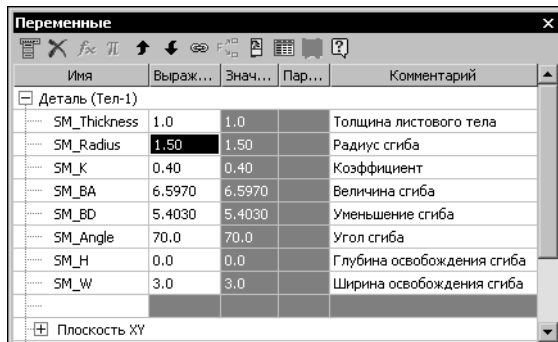


Рис. 92.7. Первоначальные значения переменных и исходное состояние детали

В результате изменения значения переменной SM_Radius на 1,5, а переменной SM_Angle на 70 все сгибы детали перестроились в соответствии с новым значениями параметров (рис. 92.8).



Имя	Выраж...	Знач...	Пар...	Комментарий
Деталь (Тел-1)				
SM_Thickness	1.0	1.0		Толщина листового тела
SM_Radius	1.50	1.50		Радиус сгиба
SM_K	0.40	0.40		Коэффициент
SM_BA	6.5970	6.5970		Величина сгиба
SM_BD	5.4030	5.4030		Уменьшение сгиба
SM_Angle	70.0	70.0		Угол сгиба
SM_H	0.0	0.0		Глубина освобождения сгиба
SM_W	3.0	3.0		Ширина освобождения сгиба
Плоскость XY				

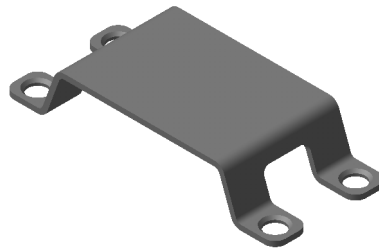


Рис. 92.8. Новые значения переменных и перестроенная деталь

Автоматически созданные переменные можно использовать в выражениях, определяющих значения других переменных и параметров, а также в эскизах.



Работа с переменными и выражениями в деталях подробно рассмотрена в главе 110.

92.3.1. Особенности работы с переменными листовой детали

1. Имена умолчательных переменных листового тела изменить невозможно.
2. Значения умолчательных переменных для данной листовой детали могут изменяться только при редактировании листового тела или системы уравнений этой детали.

3. Редактирование сгиба, имеющего умолчательные параметры, путем изменения какого-либо из них **не влияет** на значение соответствующей умолчательной переменной. В результате такого редактирования параметру сгиба присваивается значение, введенное в соответствующее поле Панели свойств, а равенство значений параметра и переменной автоматически удаляется.
4. Если в результате редактирования сгиба его параметру возвращается умолчательное значение, то умолчательная переменная автоматически приравнивается этому параметру только в том случае, ему не приравнена другая переменная. Если же параметр элемента была приравнен отличной от умолчательной переменной, то она сохраняется при любых изменениях значения этого параметра.
5. Вы можете создать в детали листовые переменные (SM_Thickness, SM_Radius, SM_Angle и т.д.) и присвоить им нужные значения еще до построения листового тела. Заданные значения становятся умолчательными для данной детали и используются при создании листового тела и листовых элементов.

Имя	Выражение	Знач...	Параметр
Листовое тело:1			
v61		0.0	Исключить из расчета
v63		75.0	Расстояние 1
v62	SM_Thickness	1.0	Толщина листового тела
v72	SM_Radius	5.0	Радиус сгиба
v73	SM_BA	6.5970	Величина сгиба
v74	SM_BD	5.0	Уменьшение сгиба
v75	SM_K	0.40	Коэффициент
v69	SM_Angle	70.0	Угол сгиба
v70	SM_H	0.0	Глубина освобождения сгиба
v71	SM_W	3.0	Ширина освобождения сгиба
Эскиз:1			
Сгиб(1) - Листовое тело:1			
v55	SM_Radius	5.0	Радиус сгиба
v52	SM_K	0.40	Коэффициент
Сгиб(2) - Листовое тело:1			
v60	SM_Radius	5.0	Радиус сгиба
v59		5.4030	Уменьшение сгиба

6. Сгибы, у которых отключено определение параметров по исходному объекту (см. раздел 94.3.6 на с. 167), отображаются в Окне работы с переменными как самостоятельные элементы, подчиненные своему исходному объекту (рис. 92.9). Параметрами этих сгибов являются радиус и параметр развертки. Если значение параметра совпадает с умолчательным, то этому параметру автоматически приравнивается умолчательная переменная:

- ▼ радиусу — SM_Radius,
- ▼ величине сгиба — SM_BA,
- ▼ уменьшению сгиба — SM_BD,
- ▼ коэффициенту нейтрального слоя — SM_K.

Рис. 92.9. Отображение сгибов в Окне работы с переменными



Если длина развертки сгиба определяется по таблице, то параметр развертки этого сгиба отсутствует на панели **Переменные**.



Если сгиб принадлежит листовому телу с разомкнутым эскизом и соответствует дуге в эскизе листового тела, то параметр *Радиус* этого сгиба не показывается на панели **Переменные**. А если длина развертки такого сгиба определяется по таблице, то сгиб не отображается на панели **Переменные**.

92.4. Длина развертки сгиба

Длина развертки сгиба может быть определена одним из трех способов:

- ▼ задание **коэффициента положения нейтрального слоя**,
- ▼ задание **величины сгиба**,
- ▼ задание **уменьшения сгиба**,

Кроме того, возможно использование **таблиц сгибов**, т.е. извлечение параметра, определяющего длину развертки (величины сгиба, уменьшения сгиба или коэффициента нейтрального слоя), из таблицы.

Умолчательный способ определения длины развертки задается в диалоге настройки свойств листового тела для новых деталей. Для каждой конкретной детали умолчательный способ определения длины развертки может быть изменен в диалоге настройки свойств листового тела для текущей детали (о настройке умолчательных параметров листовых деталей — см. раздел 92.2.1 на с. 144).

Кроме того, возможен выбор способа определения длины развертки для каждого конкретного сгиба (см. раздел 94.3.5 на с. 166).

92.4.1. Определение длины развертки при помощи коэффициента положения нейтрального слоя

Длина развертки определяется исходя из предположения наличия в сгибе **нейтрального слоя**.

Нейтральный слой — слой материала детали, длина которого не изменяется при сгибании.

Линия пересечения нейтрального слоя сгиба с плоскостью, перпендикулярной линии сгиба, называется **нейтральной линией** (рис. 92.10).

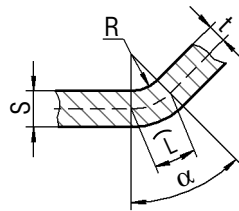


Рис. 92.10. Сечение сгиба плоскостью, перпендикулярной линии сгиба (нейтральная линия показана штрихами)

Длина развертки цилиндрической части сгиба находится как длина **нейтральной линии** в ней:

$$L = \pi \times (R + K \times S) \times \frac{\alpha}{180}, \text{ где}$$

L — длина нейтральной линии;

R — внутренний радиус сгиба;

S — толщина листового материала;

K — коэффициент положения нейтрального слоя;

α — угол сгиба.

Коэффициент K определяет положение нейтрального слоя:

$$K = \frac{t}{S}, \text{ где}$$

t — расстояние от внутренней поверхности сгиба до нейтрального слоя.

92.4.2. Определение длины развертки способом задания величины сгиба

Длина развертки цилиндрической части сгиба **ВА** (сокращение от *Bend Allowance*) задается пользователем. Полная длина развертки сгиба **L** при разгибании (рис. 92.11) рассчитывается по формуле:

$$L = A + BA + B.$$



Рис. 92.11. Разгибание сгиба: а) сгиб согнут, б) сгиб разогнут

92.4.3. Определение длины развертки способом задания уменьшения сгиба

Длина развертки цилиндрической части сгиба **l** рассчитывается по формуле:

$$l = 2 \times a - BD, \text{ где}$$

BD (сокращение от *Bend Deduction*) — уменьшение сгиба; задается пользователем, **a** — геометрический параметр сгиба; определяется системой автоматически (табл. 92.2).

Табл. 92.2. Определение параметра **a** для различных углов сгиба α

$\alpha < 90^\circ$	$\alpha \geq 90^\circ$
$a = (R + S) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$	$a = (R + S)$

Полная длина развертки **L** при разгибании (рис. 92.12) рассчитывается по формуле:

$$L = A' + B' - BD.$$

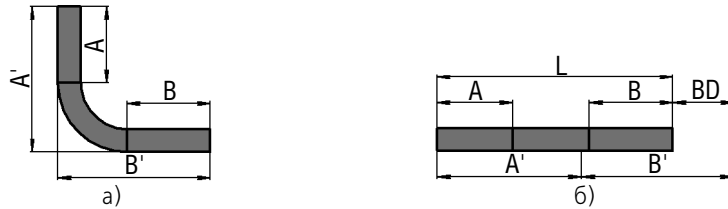


Рис. 92.12. Разгибание сгиба: а) сгиб согнут, б) сгиб разогнут



Для углов сгиба $\alpha > 90^\circ$ значение уменьшения сгиба **BD** может быть отрицательным.

92.4.4. Таблицы сгибов

При определении длины развертки с использованием способов, рассмотренных выше, значения параметра развертки (**K**, **BA** или **BD**) могут быть заданы — с учетом существующих ограничений — произвольно.

Зависимость параметра развертки от толщины материала, угла и радиуса сгиба может быть определена, например, экспериментальным путем и оформлена в виде таблиц. В системе КОМПАС они носят название **таблиц сгибов** и могут быть использованы для задания длин разверток.

В соответствии с содержанием таблицы определяется ее тип:

- ▼ таблица коэффициентов, определяющих положение нейтрального слоя;
- ▼ таблица величин сгиба;
- ▼ таблица уменьшений сгиба.

Таблицы сгибов хранятся в файлах с расширением *loa*.

В комплект поставки системы КОМПАС-3D входят четыре таблицы сгибов:

- ▼ две таблицы коэффициентов, определяющих положение нейтрального слоя:
 - ▼ *Sample1_K_factor.loa*,
 - ▼ *Sample4_K_factor.loa*,
- ▼ таблица величин сгибов *Sample2_Bend_allowance.loa*;
- ▼ таблица уменьшений сгибов *Sample3_Bend_deduction.loa*.



Указанные таблицы содержат условные данные и приведены в качестве примера. Используйте их в качестве образца для создания собственных таблиц сгибов.

Примеры таблиц сгибов находятся в папке, путь к которой задается системной переменной *SHEETMETAL* системы КОМПАС-3D. По умолчанию это подпапка *..\Sys\SHEETMETAL* главной папки системы.

Использование таблиц сгибов

Чтобы использование определенной таблицы сгибов в листовых деталях было возможно, необходимо предварительно указать файл этой таблицы в диалоге настройки пара-

метров листового тела (см. раздел 92.2.1 на с.144) или с помощью команды **Операции — Элементы листового тела — Таблица сгибов — Выбрать**.

Чтобы получить из таблицы параметр развертки для сгибов создаваемого или редактируемого листового элемента текущей детали, выполните следующие действия:

1. На вкладке **Параметры** Панели свойств разверните список **Способ определения длины развертки**.
2. Выберите из списка строку **Таблица сгибов**.

В поле **Файл-источник** появится имя таблицы сгибов, выбранной при настройке свойств листового тела.

Если при настройке свойств листового тела была включена опция **Таблица сгибов**, то для определения длин разверток всех новых сгибов по умолчанию будет выбран способ **Таблица сгибов**. В этом случае производить описанные действия не нужно.

После ввода значений угла и радиуса сгиба из таблицы сгибов будет выбран параметр развертки, соответствующий этим значениям. Он будет использоваться при разгибании построенного листового элемента.

При создании в детали первого листового элемента, использующего таблицу сгибов, все данные из нее записываются в эту деталь. Связь детали с файлом таблицы не формируется.

Все сгибы, параметр развертки которых извлекается из таблицы, будут использовать сохраненные внутри документа данные. Исходный файл таблицы может быть отредактирован или удален. Это не приведет к изменению параметров сгибов.



В детали может быть сохранена только одна таблица.

Смена таблицы сгибов

Чтобы использовать для сгибов, построенных с применением таблицы, данные из другого табличного файла, необходимо сменить хранящуюся в детали таблицу сгибов. Для этого выполните одно из следующих действий:

- ▼ вызовите команду **Операции — Элементы листового тела — Таблица сгибов — Выбрать**,



- ▼ нажмите кнопку **Обзор** в диалоге настройки листового тела для текущей детали (см. раздел 92.2.1 на с. 144).

Смена таблицы сгибов приведет к изменению свойств всех элементов листового тела, параметр развертки которых извлекался из таблицы: значение этого параметра будет выбрано из новой таблицы. Пиктограммы измененных элементов в Дереве модели будут отмечены красными «галочками», означающими необходимость перестроения.

Таблицу сгибов, хранящуюся в детали, можно записать в файл. Для этого вызовите команду **Операции — Элементы листового тела — Таблица сгибов — Сохранить как...** В появившемся на экране стандартном диалоге Windows задайте имя файла для записи.

Таблица сгибов может быть удалена из детали. Чтобы удалить таблицу, вызовите команду **Операции — Элементы листового тела — Таблица сгибов — Удалить**. При

этом у листовых элементов, построенных с использованием таблицы, автоматически изменится способ определения длины развертки. Он будет соответствовать типу использовавшейся таблицы сгибов. Значение параметра развертки останется равным табличному значению для текущего радиуса, угла сгиба и толщины материала.

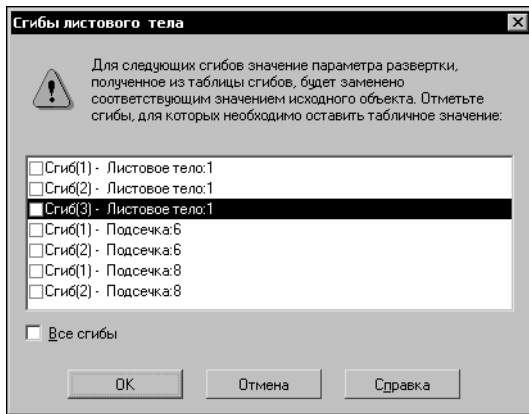
Например, элемент был построен с использованием таблицы величин сгибов. После удаления таблицы для этого элемента будет выбран способ определения длины развертки **Величина сгиба**. Значение величины сгиба останется равным выбранному ранее из таблицы.

Листовая деталь может содержать **элементы с автоматически определяемыми углами сгиба**. К таким элементам относятся:

- ▼ листовое тело с разомкнутым эскизом (углы сгибов определяются параметрами объектов эскиза),
- ▼ подсечка, заданный размер которой меньше минимального (углы сгибов рассчитываются по формуле, см. табл. 94.8 на с. 186).

Если указанные элементы использовали таблицу сгибов, то при ее удалении обработка этих элементов производится следующим образом.

Способ определения длины развертки автоматически меняется на способ, соответствующий типу использовавшейся таблицы. Параметр развертки принимает **умолчательное значение** (см. раздел 92.2.1 на с. 144).



Если вышеперечисленные листовые элементы содержат сгибы, у которых включено определение параметров по исходному объекту (т.е. активна опция **По исходному объекту** — см. раздел 94.3.6 на с. 167), то на экране появляется диалог выбора сгибов (рис. 92.13).

Он содержит перечень сгибов, имеющих описанные свойства, и позволяет настроить обработку этих сгибов при удалении таблицы.

Отметьте в диалоге выбора сгибов те сгибы, для которых требуется сохранить значение параметра развертки, полученное из таблицы. Нажмите кнопку **ОК**.

Рис. 92.13. Диалог выбора сгибов

У выбранных сгибов будет автоматически отключено определение параметров по исходному объекту. Способ определения длины развертки поменяется на способ, соответствующий типу использовавшейся таблицы. Параметр развертки каждого сгиба примет значение, выбранное из таблицы с учетом величины угла этого сгиба.

У остальных сгибов будет сохранен признак определения параметров по исходному объекту. Поэтому каждый из них получит — вне зависимости от угла сгиба — такие же параметры, как исходный объект.

Формат таблицы сгибов

Таблица сгибов — текстовый файл с расширением *.loa*. Файлы таблиц доступны для просмотра и редактирования при помощи любого текстового редактора, например, Блокнот

Windows. Ниже приведен фрагмент таблицы коэффициентов, определяющих положение нейтрального слоя.

Тип таблицы - таблица коэффициентов K

1

Интерполяция - использовать линейную интерполяцию

1

<0.5> 1.0 2.0 3.0

0.0 0.375 0.415 0.439

360.0 0.375 0.415 0.439

<1.0> 1.0 2.0 3.0

0.0 0.350 0.375 0.398

360.0 0.350 0.375 0.398

Таблицы сгибов построены в соответствии со следующими правилами.

- ▼ Единицы измерения в таблице не указываются. Значения линейных величин измеряются в миллиметрах, угловых — в градусах.
- ▼ Строки, начинающиеся с символов «#», являются комментариями.
- ▼ Таблица может содержать пустые строки. При обработке таблицы они игнорируются.
- ▼ Первое значение таблицы задает ее тип:
 - 1 — таблица коэффициентов **K**;
 - 2 — таблица величин сгибов **BA**;
 - 3 — таблица уменьшений сгибов **BD**.
- ▼ Второе значение задает возможность применения интерполяции для определения промежуточных значений параметров:
 - 0 — не применять интерполяцию;
 - 1 — применять линейную интерполяцию.



Если интерполяция применяется, то таблица используется следующим образом.

- ▼ Если заданные значения толщины листовой детали, радиуса и угла сгиба в точности совпадают с табличными, то значение параметра развертки будет взято из таблицы.
- ▼ Если заданное значение толщины, радиуса или угла сгиба не совпадает с табличным, то значение параметра развертки рассчитывается с использованием линейной интерполяции.

Если интерполяция не применяется и заданное значение толщины листовой детали, радиуса или угла сгиба не совпадает с табличным, то построение сгиба становится невозможным. Соответствующий листовой элемент отмечается в Дереве модели как ошибочный. Для исправления ошибки необходимо привести параметры сгиба в соответствие с табличными либо выбрать другую таблицу сгибов.

- ▼ Таблица сгибов состоит из нескольких **блоков данных**. Каждый блок содержит значения параметра **K**, **BA** или **BD** для различных толщин, радиусов и углов сгиба. Структура блоков одинакова.

- ▼ Толщина листового материала для блока данных является постоянной величиной. Ее значение заключается в угловые скобки. Например, в приведенном выше фрагменте таблицы значение толщины находится в верхнем левом углу блока.
- ▼ Первая строка блока содержит значения радиусов сгиба. Они располагаются в порядке возрастания слева направо.
- ▼ Левый столбец блока содержит значения углов сгиба. Они располагаются в порядке возрастания сверху вниз.
- ▼ Блоки в таблице должны располагаться в порядке увеличения толщины материала.
- ▼ Значения в таблице разделяются знаками пробела или табуляции.



При использовании таблицы экстраполяция значений не применяется: если значение толщины, радиуса сгиба или угла выходит за пределы изменения аргументов таблицы, то выдается сообщение об ошибке.

92.5. Фантомы

При построении таких листовых элементов, как сгибы (см. главу 94) и штамповочные элементы (см. главу 98) пользователь может включать или отключать показ фантома на экране по своему усмотрению.



Для управления отображением фантома текущего (создаваемого или редактируемого) листового элемента служит кнопка **Показать фантом элемента** на Панели специального управления.

Фантом листового элемента представляет собой каркас элемента с текущими параметрами. При изменении параметров фантом динамически изменяется.

Отсутствие фантома на экране (при нажатой кнопке **Показать фантом элемента**) говорит о том, что создание листового элемента с текущими параметрами невозможно.

Использование фантомов делает создание детали более удобным, так как позволяет визуально контролировать результат построения. Однако иногда (например, при построении буртиков) листовый элемент оказывается довольно сложным, а отрисовка (и перерисовка) его фантома — длительной. В таких случаях для повышения скорости работы показ фантома рекомендуется отключать.

Глава 93.

Листовое тело

Листовое тело формируется путем выдавливания эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости.

Перед построением листового тела в детали необходимо создать эскиз, определяющий форму тела.

Требования к замкнутому эскизу листового тела совпадают с требованиями к основанию-элементу выдавливания (см. раздел 83.1.1 на с. 64). К разомкнутому эскизу кроме этих требований предъявляются дополнительные:

- ▼ эскиз может состоять только из отрезков и дуг окружностей,
- ▼ отрезки могут соединяться с дугами только в точках касания.

93.1. Построение листового тела



Чтобы создать в детали листовое тело, вызовите команду **Листовое тело**.



Команда **Листовое тело** доступна, если выделен один эскиз.

Задайте параметры листового тела на вкладке Панели свойств **Параметры**.

Если вы работаете с многотельной деталью, 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 в разделе 87.4 на с. 98.



Завершив настройку, подтвердите выполнение операции.



В окне модели появится листовое тело с заданными параметрами, а в Дереве модели — пиктограмма листового тела.

После создания листового тела в детали формируется определенный набор переменных (подробнее — см. раздел 92.3 на с. 146).

93.1.1. С замкнутым эскизом

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 (см. раздел 94.3.5 на с. 166). Если длина развертки берется из таблицы сгибов, вы можете сменить умолчательную таблицу, нажав кнопку **Выбрать другую таблицу сгибов**.

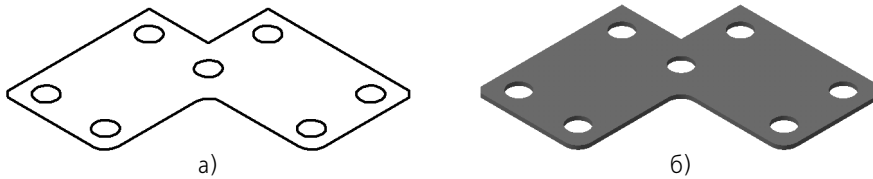


Рис. 93.1. Построение листового тела на основе замкнутого эскиза: а) эскиз, б) листовое тело

93.1.2. С разомкнутым эскизом

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.

Выберите направление и глубину выдавливания. Это делается так же, как при построении элементов выдавливания (см. разделы 84.1.1 на с. 67 и 84.1.2 на с. 68).



Выберите направление добавления материала — наружу или внутрь по отношению к поверхности, образованной перемещением эскиза в указанном направлении.

Введите толщину слоя добавляемого материала (толщину листового тела) в поле **Толщина**.

Введите в поле **Радиус сгиба** значение внутреннего радиуса для сгибов, соответствующих углам контура (рис. 93.2).



Ввод нулевого радиуса сгиба невозможен. Минимальное значение — 0,0002 мм.

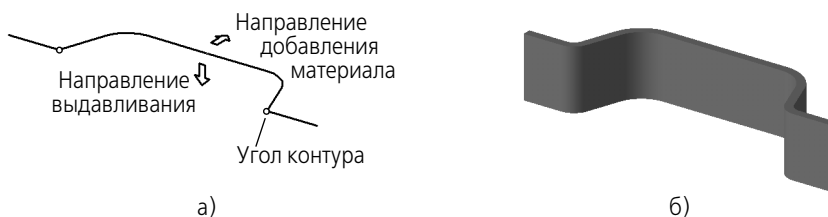


Рис. 93.2. Построение листового тела на основе разомкнутого эскиза: а) эскиз, б) листовое тело

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 94.3.5 на с. 166). Если длина развертки берется из таблицы сгибов, вы можете 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 (см. раздел 94.3.4 на с. 165)

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 (см. раздел 94.2 на с. 161), любой сгиб листового тела можно отредактировать (см. раздел 94.3.6 на с. 167).

Глава 94.

Сгибы

Сгиб — цилиндрический участок листовой детали (рис. 94.1).

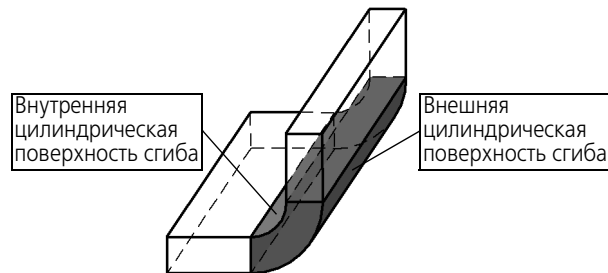


Рис. 94.1. Пример сгиба в листовой детали

Сгибы могут формироваться в листовой детали двумя способами:

1. при создании листового тела на основе незамкнутого эскиза (см. раздел 93.1.2 на с. 158),
2. с помощью команд



- ▼ **Сгиб,**
- ▼ **Сгиб по линии,**
- ▼ **Подсечка.**

Данная глава посвящена сгибам, полученным вторым способом. Раздел 94.3 содержит описание общих приемов создания этих сгибов. В разделах 94.4, 94.5 и 94.6 рассказано о дополнительных приемах, использующихся при работе с командами **Сгиб**, **Сгиб по линии** и **Подсечка** соответственно.

94.1. Термины и определения

Для создания сгиба необходимо наличие **линии сгиба** — прямолинейного объекта, определяющего положение сгиба в листовой детали.

Плоская внешняя или внутренняя грань листовой детали, содержащая линию сгиба, называется **базовой гранью** этого сгиба.

Если деталь сгибается в сторону базовой грани, то считается, что сгиб произведен **в прямом направлении**. При сгибании в противоположную сторону сгиб считается произведенным **в обратном направлении**.

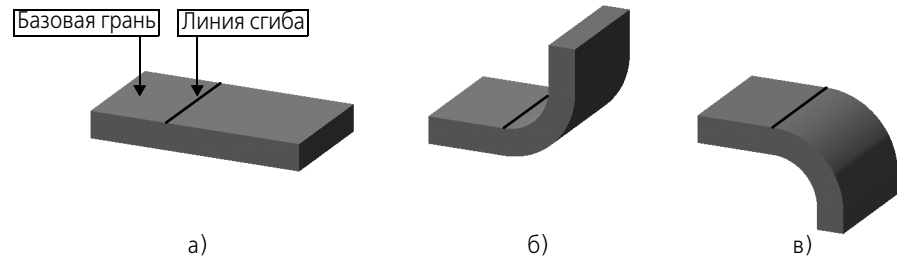


Рис. 94.2. Направление сгиба: а) базовая грань и линия сгиба, б) сгиб в прямом направлении, в) сгиб в обратном направлении

94.2. Отображение сгибов в Дереве модели

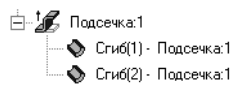


Рис. 94.3.

Пиктограммы сгибов расположены в Дереве модели на «ветвях» своих **исходных объектов** — тех листовых элементов, в состав которых они входят (рис. 94.3).

Некоторые элементы, например, подсечка, могут содержать несколько сгибов. Чтобы просмотреть список сгибов, разверните «ветвь» Деревя модели, соответствующую исходному листовому элементу.

Имя каждого сгиба формируется автоматически. Оно содержит порядковый номер сгиба в листовом элементе и название этого элемента.

Контекстное меню сгиба практически не отличается от контекстных меню других листовых элементов.

С его помощью вы можете настроить свойства исходного элемента, просмотреть отношения и атрибуты объекта.

Команда **Редактировать элемент** запускает процесс редактирования выбранного сгиба (см. раздел 94.3.6 на с. 167).



Действие команд **Исключить из расчета/Включить в расчет** распространяется на весь элемент, содержащий выбранный сгиб, а команд **Скрыть/Показать** — на все тело детали.

94.3. Общие приемы построения сгибов

После вызова любой из команд создания сгибов на Панели свойств появляются элементы управления, позволяющие настроить различные параметры сгибов.

Первоначально эти параметры (угол, радиус и т. д.) совпадают с умолчательными для данной детали (см. раздел 92.3 на с. 146). Если оставить их без изменения, то с параметрами будут связаны умолчательные переменные. В дальнейшем это позволит быстро изменять параметры однотипных сгибов. Подробнее о работе с переменными в листовой детали рассказано в разделе 92.3.



Для задания числовых параметров сгибов можно использовать характерные точки (см. главу 91).



Чтобы зафиксировать созданный сгиб, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

К проектируемой листовой детали добавится новый элемент с заданными параметрами, а в Дереве модели появится соответствующая пиктограмма:



- ▼ сгиб,
- ▼ сгиб по линии,
- ▼ подсечка.

Вы можете создать несколько однотипных элементов (сгибов, сгибов по линии или подсечек), не выходя из команды. Для построения очередного элемента укажите его исходный объект (или объекты), при необходимости — измените параметры операции и нажмите кнопку **Создать объект**.

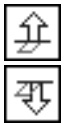
Если нужно построить подряд несколько элементов с одинаковыми параметрами, поступите следующим образом. Создав первый элемент и убедившись, что параметры указаны верно, нажмите кнопку **Автосоздание объекта** на Панели специального управления. Затем указывайте исходные объекты для новых элементов. Они будут формироваться автоматически, т.е. не ожидая подтверждения создания.



Чтобы завершить построение элементов, нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.

94.3.1. Направление отсчета и интерпретация значения угла

При построении сгиба угол может откладываться как в одну, так и в другую сторону от базовой грани. Прямым **направлением отсчета угла** считается направление наружу по отношению к телу детали. Это направление определяется системой автоматически и показывается фантомной стрелкой в окне модели.



Чтобы выбрать направление отсчета угла — **Прямое** или **Обратное** — активизируйте соответствующий переключатель в группе **Направление**.

Значение, введенное в поле **Угол**, может интерпретироваться как




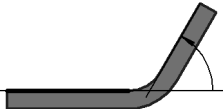
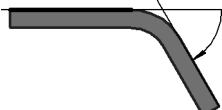
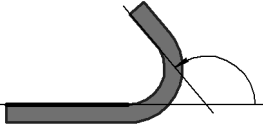


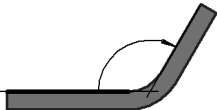

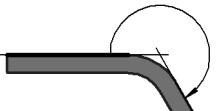
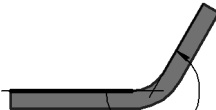
- ▼ **угол сгиба** или
- ▼ **дополняющий угол**.



Чтобы выбрать интерпретацию значения угла, активизируйте нужный переключатель в группе **Интерпретация угла**.

Направление сгиба — прямое или обратное (см. рис. 94.2, б, в) — зависит как от направления отсчета угла, так и от его интерпретации (см. табл. 94.1).

Табл. 94.1. Схема построения сгиба в зависимости от направления отсчета и интерпретации угла*

	 Прямое направление отсчета	 Обратное направление отсчета
 Угол сгиба		
		
 Дополняющий угол		
		

* На схеме показана проекция детали на плоскость, перпендикулярную линии сгиба. Проекция базовой грани показана в виде утолщенного отрезка.



Построение сгиба с дополняющим углом 180° невозможно, так как это означает отсутствие сгиба: угол сгиба равен 0° .

Если угол интерпретируется как угол сгиба, то направление отсчета угла совпадает с направлением полученного сгиба.

Если же угол интерпретируется как дополняющий, то эти направления совпадают только при значениях угла от 0° до 180° . При значениях дополняющего угла от 180° до 360° на-

правление полученного сгиба оказывается противоположно выбранному направлению отсчета угла.

Например, на рис. 94.4 показан сгиб в **обратном** направлении. Угол этого сгиба равен 250° , интерпретируется как **дополняющий** и отложен в **прямом** направлении.

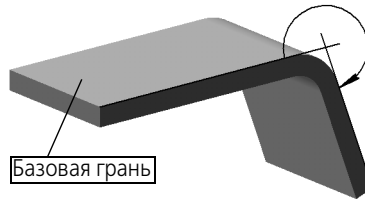


Рис. 94.4. Сгиб в обратном направлении

94.3.2. Радиус сгиба



Чтобы выбрать способ задания радиуса, активизируйте нужный переключатель — **Внутренний радиус** или **Наружный радиус** — в группе **Способ задания радиуса**.



В зависимости от выбранного способа задания радиуса будет построен сгиб, внутренний или наружный радиус которого равен заданному значению.

Минимальное значение внутреннего радиуса — 2×10^{-4} мм. Внутренний и наружный радиусы связаны соотношением:

$$R_{\text{внешн.}} = R_{\text{наружн.}} + S,$$

где S — толщина материала.

Поэтому минимальное значение наружного радиуса равно сумме $(S + 2 \times 10^{-4})$ мм.

94.3.3. Освобождение угла

Если создаваемый сгиб располагается по отношению к соседнему сгибу (сгибам), например, так, как показано на рис. 94.5, то вы можете применить освобождение угла.

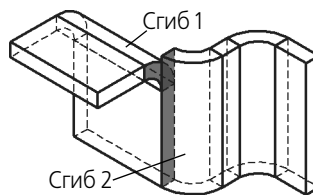

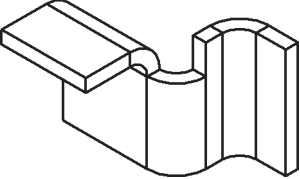

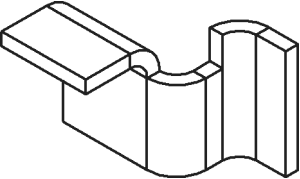

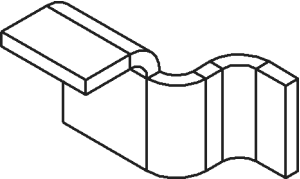


Рис. 94.5. Пример расположения сгибов, позволяющего применить освобождение угла: плоская кольцевая грань создаваемого Сгиба 1 частично совпадает с плоской прямоугольной гранью соседнего с ним Сгиба 2

Доступны три способа освобождения (табл. 94.2). Чтобы выбрать нужный способ, активизируйте соответствующий переключатель на вкладке **Освобождение** Панели свойств.

Табл. 94.2. Способы освобождения углов сгибов

	Значение опции Освобождение угла	Результат построения*
	Только сгиб	
	Сгиб и его продолжение	
	Все сгибы	

* В этой колонке представлены результаты применения различных способов освобождения угла при построении Сгиба 1 (см. рис. 94.5).

Использование освобождения угла при работе с командой **Сгиб** имеет следующие особенности.

1. Освобождение угла возможно, только если линия создаваемого сгиба перпендикулярна линиям соседних сгибов.



2. Для включения освобождения следует активизировать переключатель **Освобождение угла** на вкладке **Освобождение** Панели свойств. После этого станут доступны переключатели способа освобождения.

94.3.4. Состояние сгибов

Листовой элемент может быть построен как в согнутом, так и в разогнутом состоянии. Состоянием листового элемента управляет опция **Разогнуть**. Если она выключена, то результатом построения будет листовый элемент с согнутыми сгибами (рис. 94.6, б). Если опция включена, сгибы листового элемента будут разогнуты (рис. 94.6, в).

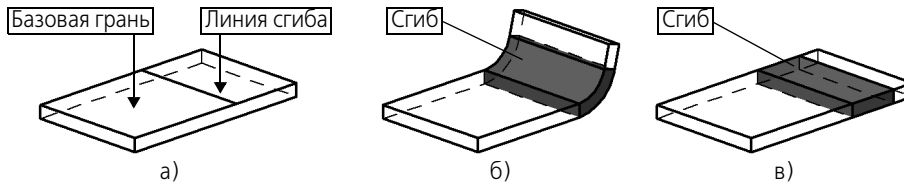


Рис. 94.6. Построение сгиба: а) базовая грань и линия сгиба, б) согнутый сгиб, в) разогнутый сгиб

Пиктограмма разогнутого листового элемента отмечается в Дереве модели значком «разогнуто»:



- ▼ разогнутый сгиб,
- ▼ разогнутый сгиб по линии,
- ▼ разогнутая подсечка.

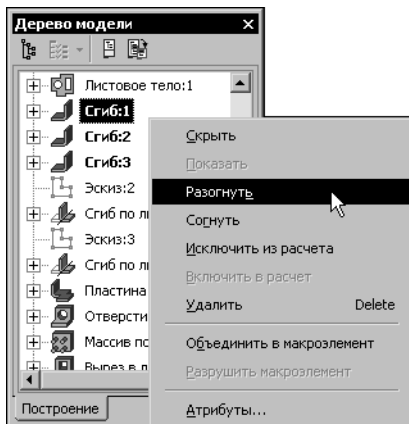


Рис. 94.7.

Признаком «разогнуто» можно управлять как с помощью опции **Разогнуть** (при создании или редактировании листового элемента), так и с помощью команд **Разогнуть** и **Согнуть** в контекстном меню листового элемента в Дереве модели. После вызова одной из этих команд для какого-либо элемента в его контекстном меню появляется другая команда. Для нескольких выделенных элементов доступны обе команды (рис. 94.7).



Существуют также специальные команды редактирования листовой детали, позволяющие изменить состояние одного или нескольких сгибов (см. раздел 97.1 на с. 202).

94.3.5. Настройка определения длины развертки

Чтобы задать способ определения длины развертки сгиба, раскройте список **Развертка** и выберите в нем нужную строку:

- ▼ Коэффициент,
- ▼ Величина сгиба,
- ▼ Уменьшение сгиба,
- ▼ Таблица сгибов.

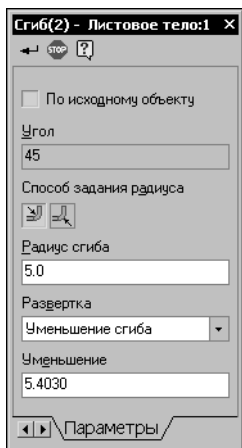
Порядок определения длины развертки для каждого из способов подробно рассмотрен в разделе 92.4 на с. 150.

В зависимости от указанного способа на Панели свойств появится поле для ввода значения параметра развертки (**Коэффициент**, или **Величина**, или **Уменьшение**), или поле, содержащее путь к файлу таблицы сгибов.

По умолчанию используется файл таблицы сгибов, указанный в диалоге настройки листового тела для текущей детали. Выбор другой таблицы сгибов для текущей детали описан в разделе **Смена таблицы сгибов** на с. 153.

94.3.6. Редактирование параметров сгиба

По умолчанию параметры сгибов соответствуют заданным при настройке листового тела. Часть параметров конкретного сгиба могут быть изменены. Для этого следует выделить его в Дереве модели и вызвать команду **Редактировать элемент** из контекстного меню или из меню **Редактор**.



На Панели свойств появятся элементы, позволяющие настроить сгиб (рис. 94.8). По умолчанию опция **По исходному объекту** включена. Это означает, что параметры сгиба должны быть такими же, как у исходного объекта.

Чтобы задать для сгиба собственные параметры, выключите опцию **По исходному объекту**. После этого станут доступными остальные элементы управления.

Вы можете изменить следующие параметры сгиба:

- ▼ способ задания радиуса,
- ▼ значение радиуса сгиба,
- ▼ способ определения длины развертки и его параметры.

Остальные свойства сгиба соответствуют свойствам исходного объекта.

Рис. 94.8.



При редактировании сгибов, принадлежащих листовому телу с разомкнутым эскизом и соответствующих дугам в эскизе этого листового тела, переключение способа задания радиуса и изменение его значения невозможно.

Сгибы, у которых отключено определение параметров по исходному объекту, отображаются в Окне работы с переменными как самостоятельные элементы, подчиненные своему исходному объекту (подробнее — см. раздел 92.3.1 на с. 148, пункт 6).

94.4. Сгиб

Вы можете создать сгиб вдоль ребра листовой детали. Ребро должно быть прямолинейным и принадлежать внешней или внутренней плоской грани листовой детали.

Указанное ребро будет считаться линией сгиба, а содержащая его грань (внешняя или внутренняя) — базовой гранью сгиба (рис. 94.9).



Рис. 94.9. Сгиб вдоль ребра: а) базовая грань и линия сгиба, б) результат построения



Чтобы добавить к листовой детали сгиб вдоль ребра, вызовите команду **Сгиб**.

Укажите ребро, вдоль которого должен располагаться сгиб.

Выберите направление отсчета и интерпретацию угла (см. раздел 94.3.1 на с. 162).

Укажите величину и способ задания радиуса сгиба (см. раздел 94.3.2 на с. 164).

Настройте освобождение угла (см. раздел 94.3.3 на с. 164).

Выберите состояние сгиба (см. раздел 94.3.4 на с. 165).

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 94.3.5 на с. 166).

Фантомная стрелка (показывающая прямое направление отсчета угла) располагается на **левом конце** ребра. Сторона сгиба, ближайшая к левому концу ребра, также считается **левой**, а противоположная сторона сгиба — **правой**. Левую и правую стороны необходимо различать при настройке размещения сгиба и параметров его боковых сторон.

94.4.1. Размещение сгиба

При создании сгиба возможны различные варианты его размещения на ребре. Чтобы указать размещение сгиба, выберите нужный вариант из списка **Размещение** (см. табл. 94.3). В зависимости от выбранного варианта размещения на Панели свойств появляются поля для ввода ширины сгиба или его отступов от концов ребра.

Табл. 94.3. Варианты размещения сгиба

Значение опции	Правила размещения сгиба	Результат построения
Размещение	и определения его ширины	



По всей длине	Ширина сгиба равна длине ребра.
----------------------	---------------------------------

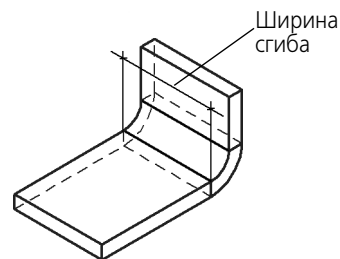


Табл. 94.3. Варианты размещения сгиба


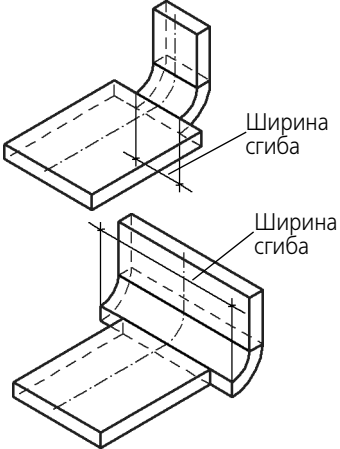

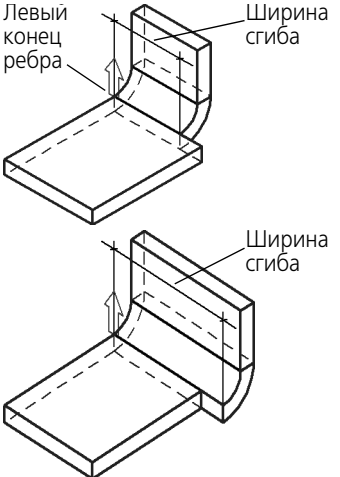
Значение опции Размещение	Правила размещения сгиба и определения его ширины	Результат построения
	<p>По центру Значение ширины сгиба вводится в поле Ширина*. Сгиб размещается по центру ребра.</p>	
	<p>Слева Значение ширины вводится в поле Ширина*. Сгиб размещается так, чтобы левый конец ребра лежал в плоскости левой стороны сгиба.</p>	

Табл. 94.3. Варианты размещения сгиба


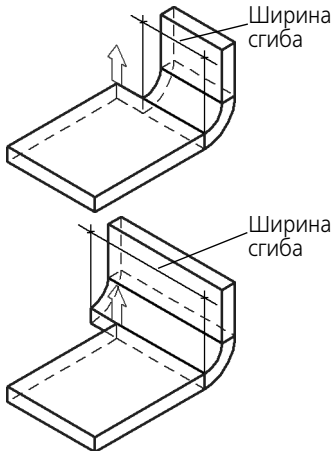

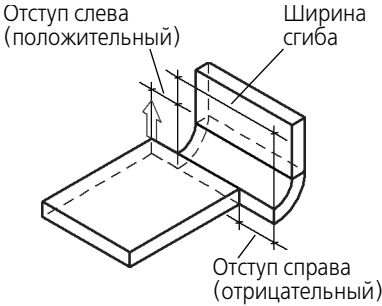

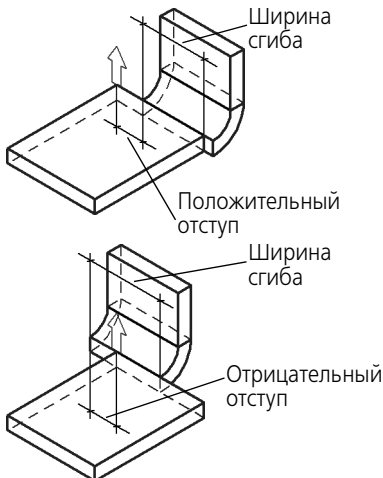

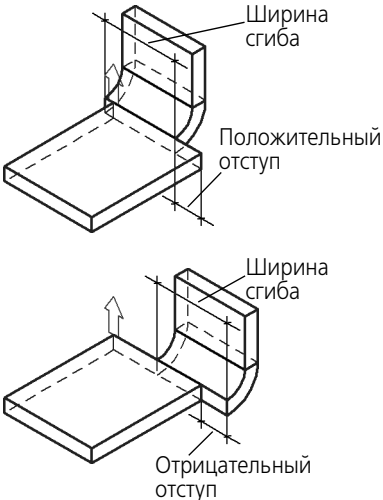
Значение опции Размещение	Правила размещения сгиба и определения его ширины	Результат построения
	<p>Справа</p> <p>Значение ширины вводится в поле Ширина*. Сгиб размещается так, чтобы правый конец ребра лежал в плоскости правой стороны сгиба.</p>	
	<p>Два отступа</p> <p>Ширина сгиба определяется автоматически как разница между длиной ребра и суммарной величиной отступов**. Значения отступов слева и справа вводятся в поля Отступ 1 и Отступ 2 соответственно. Положение сгиба определяется размерами отступов.</p>	
	<p>Отступ слева</p> <p>Ширина сгиба и величина отступа вводятся в поля Отступ*** и Ширина*. Сгиб размещается так, чтобы расстояние от левого конца ребра до левой стороны сгиба равнялось заданному значению отступа.</p>	

Табл. 94.3. Варианты размещения сгиба

Значение опции Размещение	Правила размещения сгиба и определения его ширины	Результат построения
	<p>Отступ справа Ширина сгиба и величина отступа вводятся в поля Отступ^{***} и Ширина[*]. Сгиб размещается так, чтобы расстояние от правого конца ребра до правой стороны сгиба равнялось заданному значению отступа.</p>	

- * Ширина сгиба может принимать любые положительные значения. Нулевая ширина не допускается.
- ** Значения отступов могут быть как положительными, так и отрицательными. При расчете ширины сгиба учитываются знаки отступов: положительные отступы откладываются внутрь по отношению к телу детали, а отрицательные — наружу. Значения отступов, при которых ширина сгиба получается отрицательной или равной нулю, а также значения, при которых сгиб оказывается отделенным от тела детали, не допускаются.
- *** Значение отступа может быть как положительными, так и отрицательным. Положительный отступ откладывается внутрь по отношению к телу детали, а отрицательный — наружу. Значения отступа, при которых сгиб оказывается отделенным от тела детали, не допускаются.

94.4.2. Продолжение сгиба

Продолжение сгиба — часть листового детали, примыкающая к сгибу со стороны, противоположной ребру, вдоль которого расположен этот сгиб (рис. 94.10).

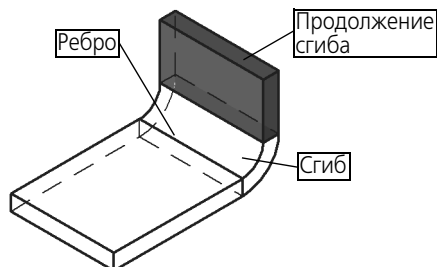

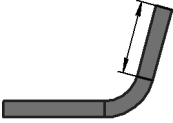
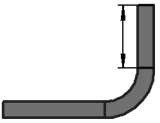
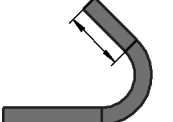
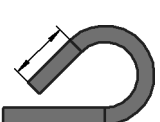

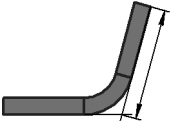




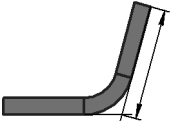





Рис. 94.10. Продолжение сгиба вдоль ребра

Введите длину продолжения сгиба в поле **Длина**.

Укажите способ задания длины продолжения сгиба, выбрав нужный вариант из списка **Способ задания длины** (табл. 94.4). При использовании способов **Длина по контуру** и **Длина по касанию** доступна опция **Внутри**, позволяющая выбрать поверхность, ограничивающую длину продолжения.

Табл. 94.4. Схемы задания длины продолжения сгиба*

Значение опции	Опция Внутри выключена	Опция Внутри включена
Способ задания длины		
 Длина		
		
 Длина по контуру		
		
 Длина по касанию		
		

* На схеме показана проекция детали на плоскость, перпендикулярную линии сгиба.

Особенности задания параметров продолжения сгиба

- ▼ При использовании способа **Длина** возможен ввод нулевого значения длины. Это означает формирование сгиба без продолжения (рис. 94.11).

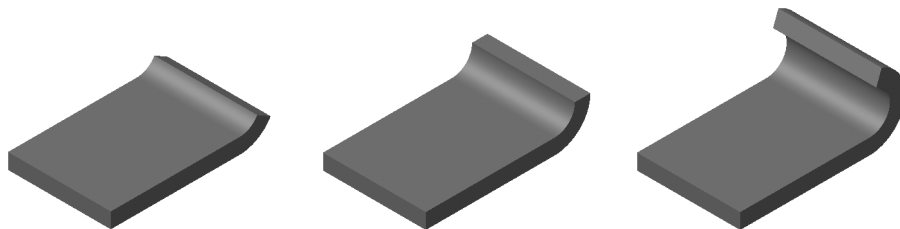


Рис. 94.11. Примеры сгибов без продолжений

- ▼ При использовании способов **Длина по контуру** и **Длина по касанию** значение, вводимое в поле **Длина**, должно быть больше некоторого минимума (рис. 94.12). В общем случае он зависит от толщины материала, угла и радиуса сгиба.



Рис. 94.12. Минимальная длина

- ▼ Задание **Длины по контуру** доступно для углов от 0° до 180° .

94.4.3. Смещение сгиба

Смещение сгиба — параметр, характеризующий сдвиг сгиба в плоскости базовой грани. Смещение сгиба производится перпендикулярно ребру, вдоль которого он располагается.

Чтобы указать тип смещения сгиба относительно ребра, выберите нужный вариант из списка **Тип смещения**.



При смещении сгиба внутрь или наружу расстояние смещения задается пользователем произвольно. Для ввода этого расстояния служит поле **Смещение**. При нулевом смещении сгиб начинается непосредственно от ребра (рис. 94.13, а), а при положительном — сдвигается внутрь или наружу (рис. 94.13 б, в).

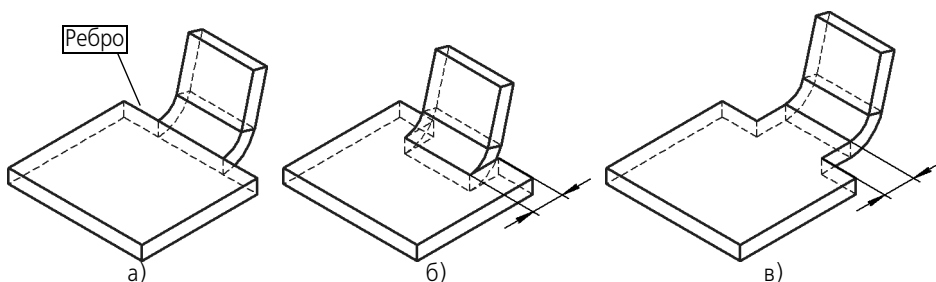





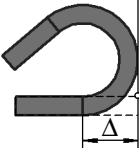
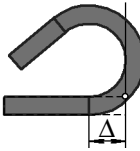
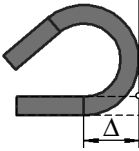
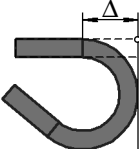
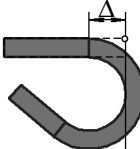
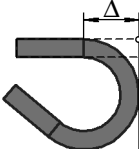
Рис. 94.13. Смещение сгиба: а) нулевое, б) внутрь, в) наружу

При других типах смещения расстояние смещения определяется системой автоматически. Это расстояние зависит от угла сгиба, толщины материала и внутреннего радиуса сгиба (табл. 94.5).

Табл. 94.5. Схема построения и значение смещения*

Угол сгиба α	По внешней линии контура	По внутренней линии контура	По касанию к сгибу
от 0° до 90°	$\Delta = (r + s) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$	$\Delta = r \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$	$\Delta = (r + s) \times \operatorname{tg}(180 - \frac{\alpha}{2})$
90°	$\Delta = r + s$	$\Delta = r$	$\Delta = r + s$
от 90° до 180°	$\Delta = (r + s) \times \operatorname{tg}(180 - \frac{\alpha}{2})$	$\Delta = r \times \operatorname{tg}(180 - \frac{\alpha}{2})$	$\Delta = r + s$

Табл. 94.5. Схема построения и значение смещения*

Угол сгиба α	По внешней линии контура	По внутренней линии контура	По касанию к сгибу
			
более 180°			
			
	$\Delta = r + s$	$\Delta = r$	$\Delta = r + s$

* На схеме показана проекция детали на плоскость, перпендикулярную ребру, вдоль которого располагается сгиб. Проекция ребра обозначена кружком.

94.4.4. Боковые стороны

При создании сгиба вдоль ребра возможны два способа управления параметрами боковых сторон сгиба:

- ▼ изменение ширины продолжения сгиба (рис. 94.14),

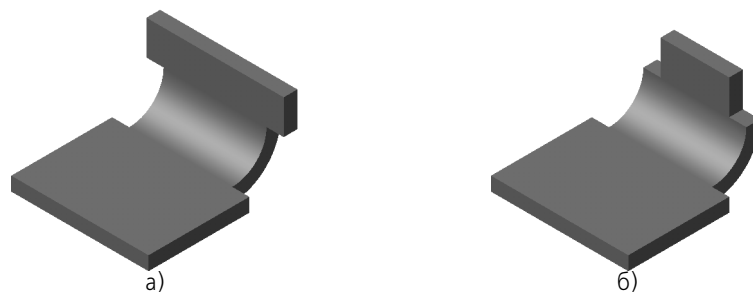


Рис. 94.14. Изменение ширины продолжения сгиба: а) увеличение, б) уменьшение

- ▼ задание угла на сгибе и/или уклона боковых сторон продолжения сгиба (рис. 94.15).

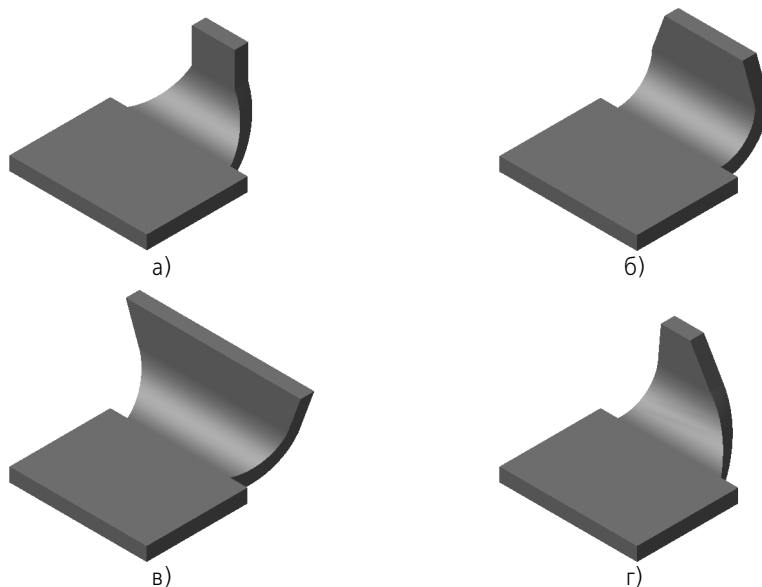


Рис. 94.15. Управление боковыми сторонами сгиба:
а) углы на сгибе, б) уклон боковых сторон продолжения сгиба,
в), г) углы на сгибе и уклон боковых сторон продолжения



Чтобы выбрать вариант настройки для левой боковой стороны, активизируйте нужный переключатель — **Уклон и угол** или **Расширение** — в группе **Слева**.

Чтобы выбрать вариант настройки для правой боковой стороны, активизируйте нужный переключатель — **Уклон и угол** или **Расширение** — в группе **Справа**.

Уклон и угол

Правила задания угла уклона боковой стороны сгиба и угла на сгибе:

- ▼ углы измеряются **на разогнутом сгибе**,
- ▼ углы отсчитываются от плоскости, перпендикулярной ребру, вдоль которого располагается сгиб,
- ▼ углы могут принимать значения от -90° до $+90^\circ$,
- ▼ положительные углы откладываются **внутри** по отношению к телу детали, отрицательные — **наружу**.

Для ввода угла уклона боковой стороны продолжения сгиба служит поле **Уклон**.

Для ввода угла на сгибе служит поле **Угол на сгибе**.



Если угол на сгибе отличен от нуля, то соответствующая боковая грань согнутого сгиба получается не плоская.

Расширение

Расширение продолжения сгиба — изменение ширины продолжения сгиба по сравнению с шириной сгиба.

Значение расширения может быть отрицательным, положительным или нулевым. Отрицательное расширение означает уменьшение ширины продолжения сгиба, положительное — увеличение ширины продолжения сгиба, нулевое — отсутствие изменения ширины.

Для ввода величины расширения продолжения сгиба служит поле **Расширение**.

94.4.5. Освобождение сгиба

Освобождение сгиба — пазы в листовой детали, расположенные по бокам сгиба.

Освобождение может иметь прямоугольную или скругленную форму. Размеры освобождения определяются его глубиной и шириной (рис. 94.16).

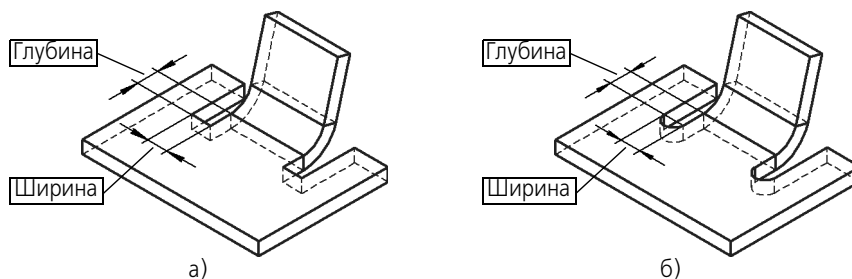


Рис. 94.16. Освобождение сгиба: а) прямоугольное, б) скругленное



Чтобы сформировать освобождение сгиба, активизируйте переключатель **Освобождение сгиба** на вкладке **Освобождение** Панели свойств.

Чтобы выбрать форму освобождения, активизируйте нужный переключатель — **Прямоугольное** или **Скругленное** — в группе **Тип**.

Введите размеры освобождения в поля **Глубина** и **Ширина**. Значения глубины и ширины могут быть нулевыми или положительными.

Опция **Включить в ширину сгиба** управляет расположением освобождений относительно сгиба. Если ширины освобождений должны включаться в ширину сгиба (фактическая ширина сгиба при этом уменьшается — рис. 94.17, б), активизируйте эту опцию. При отключенной опции ширины освобождений не включаются в ширину сгиба (ширина сгиба не изменяется — рис. 94.17, в).

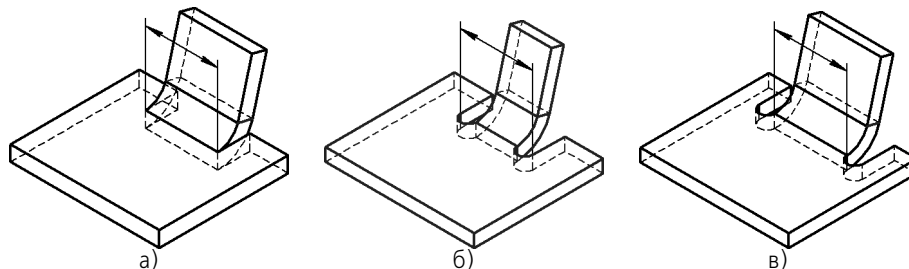


Рис. 94.17. Расположение освобождений: а) ширина сгиба без освобождений, б) освобождения включены в ширину сгиба, в) освобождения не включены в ширину сгиба

Если угол на сгибе (см. раздел 94.4.4 на с. 175) отличен от нуля, то освобождение сгиба поворачивается (рис. 94.18). Угол поворота освобождения равен углу на сгибе. Глубина освобождения откладывается вдоль боковой грани разогнутого сгиба, а ширина освобождения — перпендикулярно этой грани (рис. 94.19).

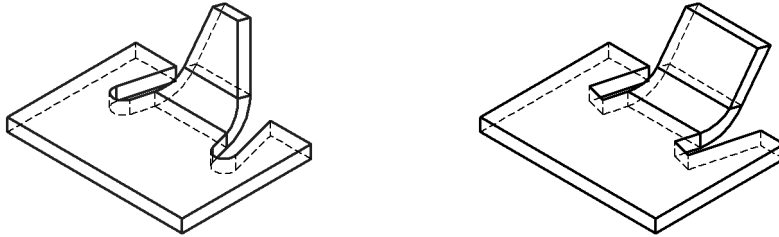


Рис. 94.18. Освобождение сгиба при отличном от нуля угле на сгибе



Рис. 94.19. Определение размеров освобождения сгиба при отличном от нуля угле на сгибе

94.5. Сгиб по линии

Вы можете согнуть листовую деталь по прямой линии относительно какой-либо внешней или внутренней плоской грани этой детали. Указанные линия и грань будут считаться линией сгиба и базовой гранью сгиба.

В качестве линии сгиба может использоваться:

- ▼ отрезок эскиза,
- ▼ прямолинейное ребро формообразующего элемента или поверхности,
- ▼ сегмент ломаной,
- ▼ вспомогательная ось.

Требования к линии сгиба:

- ▼ линия сгиба должна располагаться в плоскости базовой грани,
- ▼ линия сгиба не должна совпадать с ребром базовой грани,
- ▼ линия сгиба должна пересекаться или иметь общую точку хотя бы с одним ребром базовой грани (в последнем случае продолжение линии сгиба должно пересекать контур базовой грани, т.е. общая точка не должна быть точкой касания ребра и линии сгиба),
- ▼ линия сгиба может полностью располагаться внутри контура базовой грани (при этом одна или обе конечные точки линии сгиба могут лежать на ребрах грани).



Вспомогательная ось бесконечна. Поэтому при выборе оси в качестве линии сгиба не имеет значения, пересекается отрезок, изображающий эту ось, с контуром базовой грани или нет (см. рис. 94.22).

Результат построения сгиба зависит от взаимного расположения базовой грани и линии сгиба. Общее правило: сгибается та часть детали, которой принадлежит базовая грань, или участок базовой грани, пересекающийся с линией сгиба или ее продолжением.



Если в качестве линии сгиба используется отрезок, ребро или сегмент ломаной, а сгибаемая грань имеет сложную форму, то для корректного построения сгиба рекомендуется располагать линию сгиба так, чтобы она непосредственно проходила по всем участкам грани, которые должны быть согнуты.

На рисунках 94.20–94.22 показаны варианты сгибов листовой детали, построенные с помощью команды **Сгиб по линии**. В качестве базовой грани во всех представленных случаях используется верхняя плоская грань; линия сгиба показана утолщенной.

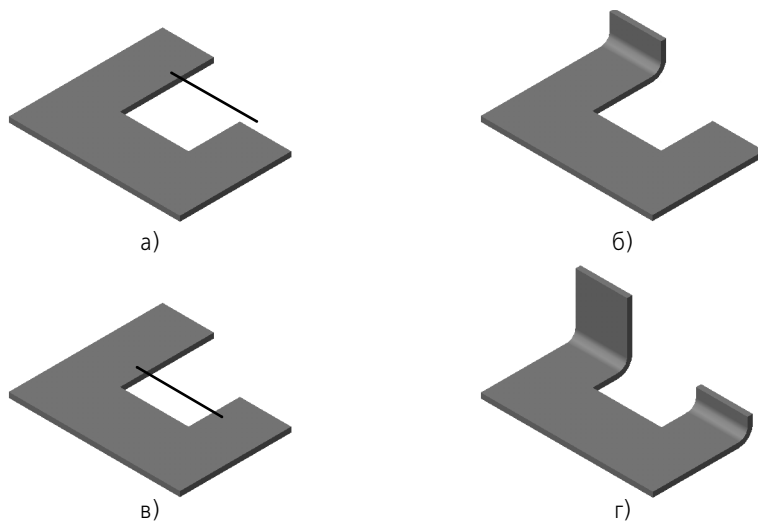


Рис. 94.20. Зависимость результата сгиба от положения линии сгиба: а), в) варианты положения линии сгиба, б), г) соответствующие результаты построения

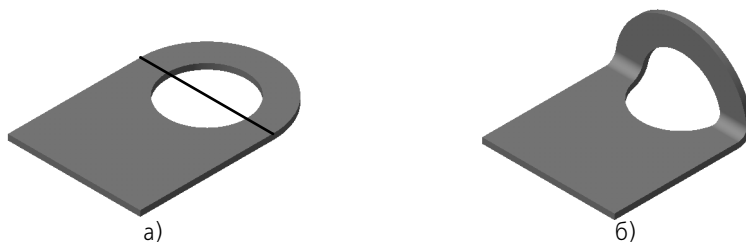


Рис. 94.21. Сгиб детали с отверстием: а) положение линии сгиба, б) результат построения

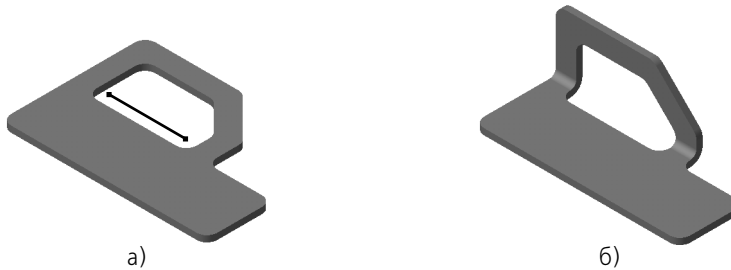


Рис. 94.22. Использование вспомогательной оси в качестве линии сгиба: а) расположение оси, б) результат построения



Чтобы согнуть листовую деталь по линии, вызовите команду **Сгиб по линии**.

Укажите базовую грань и линию сгиба.

Выберите направление отсчета и интерпретацию угла (см. раздел 94.3.1 на с. 162).

Укажите величину и способ задания радиуса сгиба (см. раздел 94.3.2 на с. 164).

Настройте освобождение угла (см. раздел 94.3.3 на с. 164).

Выберите состояние сгиба (см. раздел 94.3.4 на с. 165).

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 94.3.5 на с. 166).

94.5.1. Неподвижная сторона сгиба

При построении сгиба по линии в окне детали отображается фантомная стрелка (рис. 94.23). Она указывает прямое направление отсчета угла сгиба и его **неподвижную сторону** — ту часть базовой грани, положение которой при сгибе не изменится.

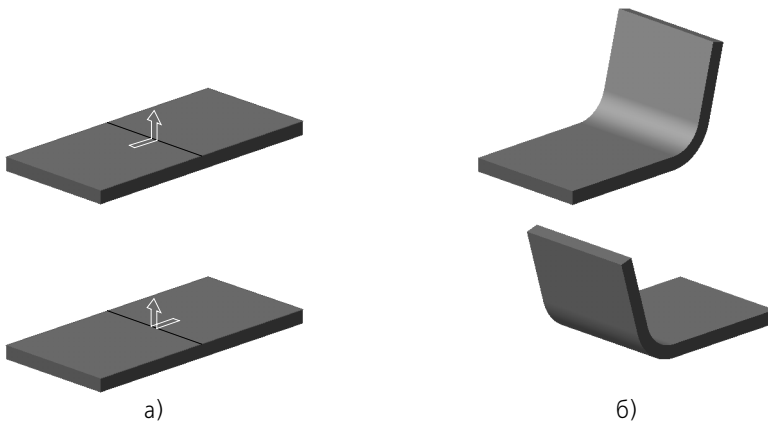


Рис. 94.23. Сгиб по линии: а) направление и неподвижная сторона, б) результат операции



Чтобы сделать неподвижной другую сторону, воспользуйтесь группой переключателей **Неподвижная сторона**.

Изменение неподвижной стороны немедленно отражается на положении стрелки в окне модели.

94.5.2. Способ формирования сгиба

При построении сгиба по линии вы можете выбрать способ его формирования из списка **Способ сгиба** (табл. 94.6). В таблице показаны схемы построения сгибов для различных величин и направлений отсчета углов.

Табл. 94.6. Схема построения сгиба в зависимости от способа формирования*


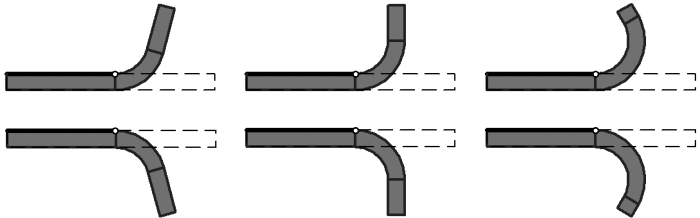

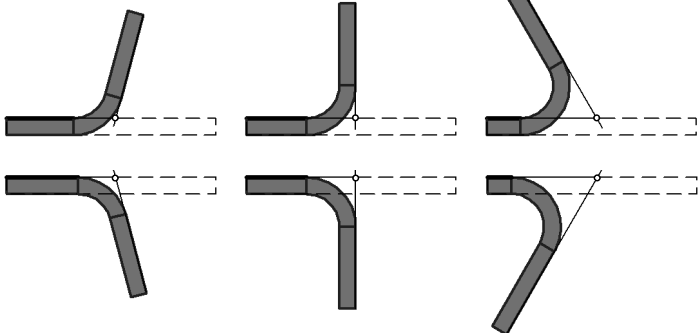

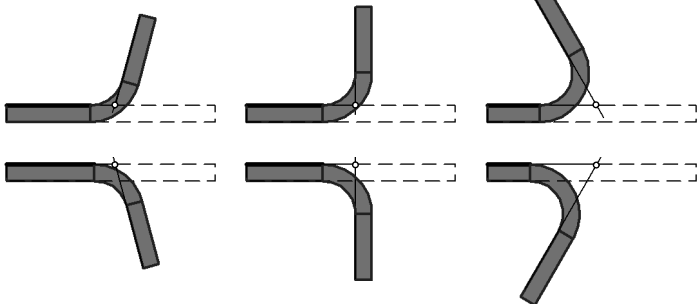

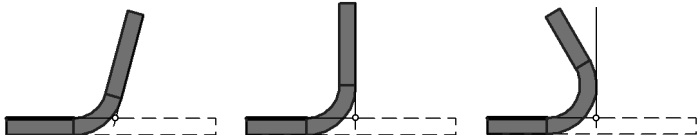
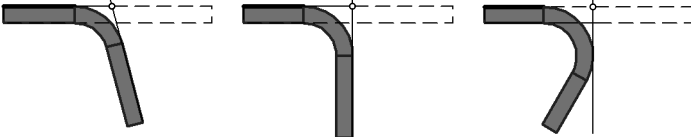
Значение опции	Схема построения			
Способ сгиба				
	По линии сгиба			
	Линия сгиба снаружи			
	Линия сгиба внутри			
	По касанию			

Табл. 94.6. Схема построения сгиба в зависимости от способа формирования*

Значение опции Способ сгиба	Схема построения
	

* На схеме показана проекция детали на плоскость, перпендикулярную линии сгиба. Проекция базовой грани обозначена утолщенным отрезком, а проекция линии сгиба — кружком.

94.6. Подсечка

Вы можете создать в детали сразу два сгиба по прямой линии относительно какой-либо грани этой детали. Указанные линия и грань будут считаться линией сгиба и базовой гранью подсечки.

В качестве линии сгиба могут быть использованы следующие прямолинейные объекты:

- ▼ отрезок эскиза,
- ▼ сегмент ломаной,
- ▼ вспомогательная ось,
- ▼ прямолинейное ребро формообразующего элемента или поверхности.

Требования к линии сгиба:

- ▼ линия сгиба должна располагаться в плоскости базовой грани,
- ▼ линия сгиба должна иметь с базовой гранью хотя бы одну общую точку.



Вспомогательная ось показывается в модели в виде отрезка. Несмотря на это, ось является бесконечной прямой. Поэтому при выборе оси в качестве линии сгиба не важно, имеет ли изображающий ее отрезок общие точки с базовой гранью. Для корректного построения подсечки достаточно, чтобы продолжение оси имело общие точки с базовой гранью.

Результат построения подсечки зависит от взаимного расположения базовой грани и линии сгиба. Общее правило: сгибается та часть детали, которой принадлежит базовая грань или участок базовой грани, полностью или частично содержащий линию сгиба.



Если в качестве линии сгиба используется отрезок или сегмент ломаной, а сгибаемая грань имеет сложную форму, то для корректного построения сгиба рекомендуется располагать линию сгиба так, чтобы она непосредственно проходила по всем тем участкам, которые должны быть согнуты.

На рисунках 94.24–94.27 показаны варианты подсечек. В качестве базовой грани во всех представленных случаях используется верхняя плоская грань детали; линия сгиба показана утолщенной.

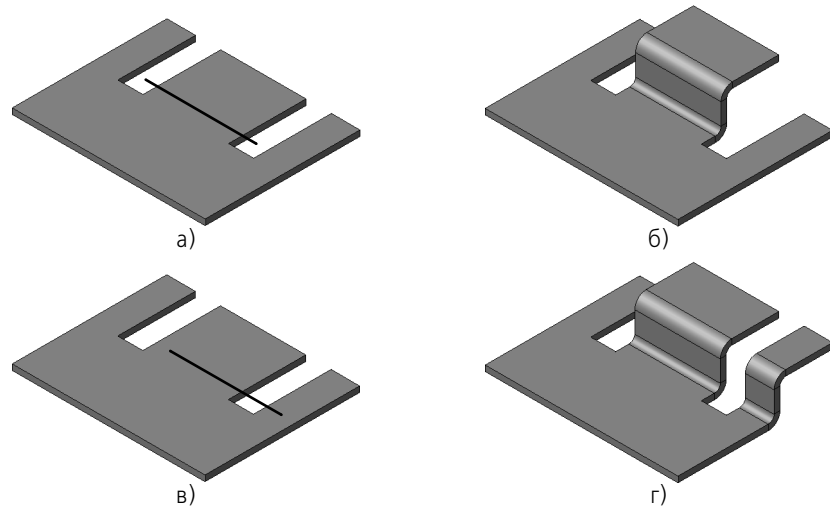


Рис. 94.24. Зависимость результата построения подсечки от положения линии сгиба:
а), в) варианты положения линии сгиба,
б), г) соответствующие результаты выполнения операции

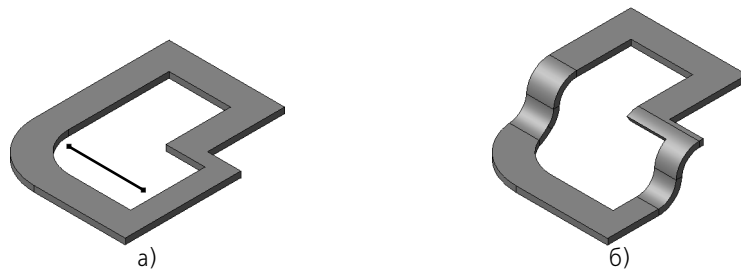


Рис. 94.25. Использование вспомогательной оси в качестве линии сгиба подсечки:
а) расположение оси, б) результат построения

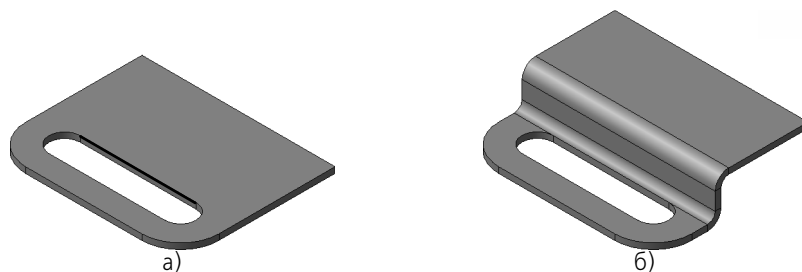


Рис. 94.26. Использование ребра в качестве линии сгиба подсечки:
а) расположение ребра, б) результат построения

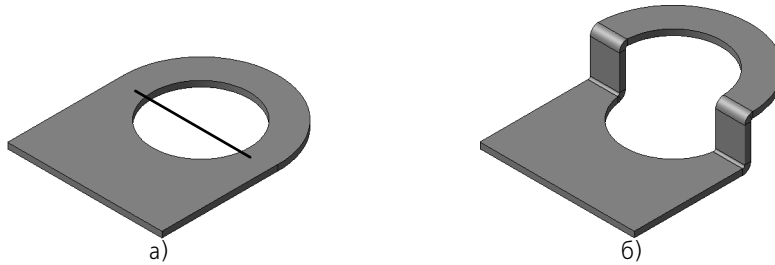


Рис. 94.27. Подсечка в детали с отверстием: а) положение линии сгиба, б) результат построения



Чтобы построить подсечку, вызовите команду **Подсечка**.

Укажите базовую грань подсечки и линию сгиба.

Выберите неподвижную сторону (см. раздел 94.5.1 на с. 180).

Выберите направление отсчета и интерпретацию угла (см. раздел 94.3.1 на с. 162).



Значение угла сгиба подсечки должно быть больше 0° и меньше 180° ; дополняющего угла — больше 0° и меньше 360° .

Укажите величину и способ задания радиуса сгиба (см. раздел 94.3.2 на с. 164).

Выберите способ формирования сгиба (см. раздел 94.5.2 на с. 181).

Настройте освобождение угла (см. раздел 94.3.3 на с. 164).

Выберите состояние сгиба (см. раздел 94.3.4 на с. 165).

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 94.3.5 на с. 166).



Выбранные величина и способ задания радиуса, а также способ определения длины развертки по умолчанию используются для обоих сгибов подсечки. В дальнейшем каждому из сгибов можно будет назначить собственные параметры (см. раздел 94.3.6 на с. 167).

94.6.1. Размер подсечки



Используя переключатели группы **Размер**, выберите вариант задания высоты подсечки:

▼ **Наружный размер подсечки,**



▼ **Внутренний размер подсечки,**



▼ **Полный размер подсечки.**

Введите значение размера подсечки в поле **Расстояние**.

94.6.2. Подсечка с добавлением материала и подсечка без добавления материала

Опция **С добавлением материала** позволяет указать, требуется ли построение подсечки с добавлением материала или без добавления материала.

Подсечки с добавлением материала и без добавления материала, построенные с использованием одних и тех же линии сгиба и базовой грани, различаются по следующим признакам:

- ▼ форма прямоугольной проекции подсечки на базовую грань,
- ▼ форма разогнутой подсечки.

В качестве примера рассмотрим подсечку, исходный элемент которой показан на рисунке 94.28.

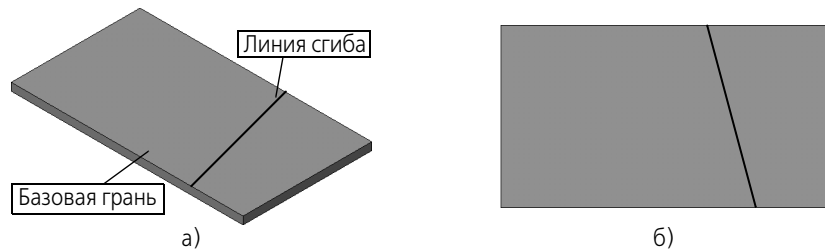


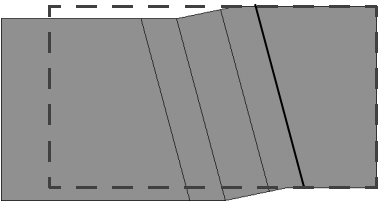
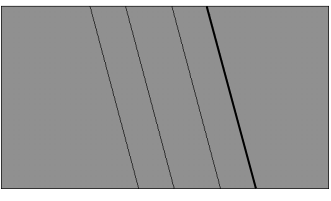
Рис. 94.28. Исходный элемент подсечки: а) изометрическая проекция, б) проекция исходного элемента на базовую грань

Сравнение результатов построения подсечки представлено в таблице 94.7.

Табл. 94.7. Подсечки с добавлением и без добавления материала*

Различающиеся признаки	Способ построения подсечки	
	С добавлением материала	Без добавления материала
проекция подсечки на базовую грань	 ...совпадает с контуром проекции исходного элемента	 ...не совпадает с контуром проекции исходного элемента

Табл. 94.7. Подсечки с добавлением и без добавления материала*

Различающиеся признаки	Способ построения подсечки	
	С добавлением материала	Без добавления материала
форма разогнутой подсечки	 <p>...не совпадает с формой исходного элемента</p>	 <p>...совпадает с формой исходного элемента</p>

* Линия сгиба показана утолщенной линией, проекция исходного элемента – штриховой.

94.6.3. Плоский участок подсечки

Между сгибами подсечки может находиться плоский участок. Его наличие зависит от соотношения заданного (H) и минимального (H_{\min}) размеров подсечки (см. табл.94.8).

H_{\min} — минимальный внутренний размер подсечки без плоского участка — определяется по формуле:

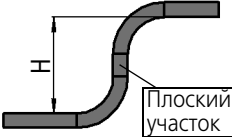
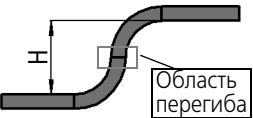
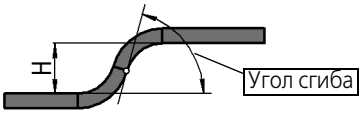
$$H_{\min} = 2 \times R - (2 \times R + S) \times \cos \alpha, \text{ где}$$

R — внутренний радиус сгибов;

S — толщина листового материала;

α — угол сгиба.

Табл. 94.8. Определение наличия в подсечке плоского участка*

Соотношение между заданным и минимальным размерами подсечки		
$H > H_{\min}$	$H = H_{\min}$	$H < H_{\min}$
 <p>Подсечка с плоским участком. Значения параметров H, R и α соответствуют заданным.</p>	 <p>Подсечка без плоского участка — с перегибом. Значения параметров H, R и α соответствуют заданным.</p>	 <p>Подсечка без плоского участка. Параметры H и R более приоритетны, поэтому значение, введенное в поле Угол, игнорируется. Величина угла сгиба α вычисляется системой автоматически на основе вышеприведенной формулы.</p>

* На рисунках показана проекция подсечки на плоскость, перпендикулярную линии сгиба этой подсечки.

94.7. Замыкание углов

Замыкание угла — модификация двух смежных сгибов и их продолжений (рис. 94.29).

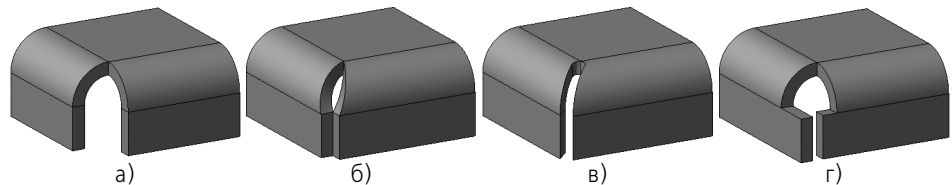


Рис. 94.29. Замыкание угла: а) исходное состояние детали, б), в), г) варианты замыкания угла

Смежными считаются сгибы, имеющие общее ребро, расположенное так, как показано на рис. 94.30.

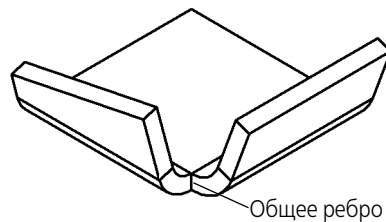


Рис. 94.30. Смежные сгибы

Таким образом, сгибы, имеющие освобождения, а также сдвинутые друг относительно друга, смежными не являются (рис 94.31). Соответствующие им углы не могут быть замкнуты.

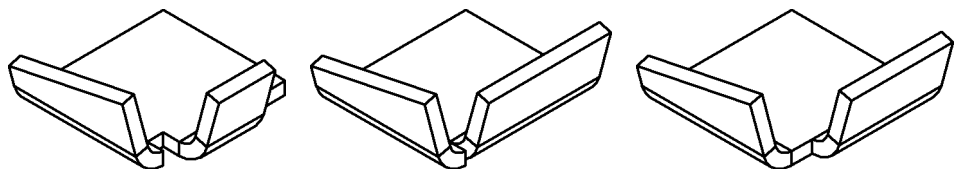


Рис. 94.31. Примеры несмежных сгибов

Плоские части детали, модифицируемые при замыкании угла, называются **сторонами** угла.



Для корректного построения замыкания углов рекомендуется, чтобы радиусы, углы и длины продолжений смежных сгибов были попарно равны.

Замыкание угла характеризуется следующими параметрами:

- ▼ способ (см. раздел 94.7.1),
- ▼ обработка угла (см. раздел 94.7.2),


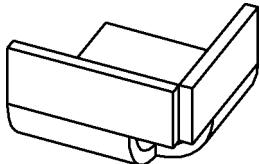

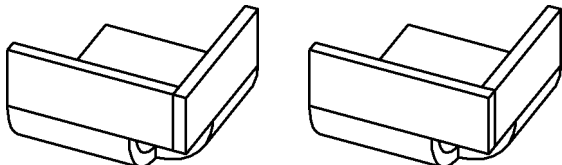

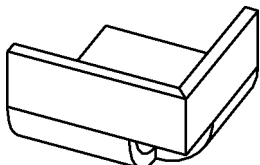
- ▼ зазор (см. раздел 94.7.3),
- ▼ продолжение (см. раздел 94.7.4).

От выбранного способа замыкания зависит принцип построения замыкания угла. Принципы построения описаны в разделах 94.7.5 и 94.7.6.

94.7.1. Способы замыкания

Чтобы указать способ замыкания, раскройте список **Тип** на вкладке **Параметры** Панели свойств и выберите из него нужную строку (табл. 94.9).

Табл. 94.9. Способы замыкания угла





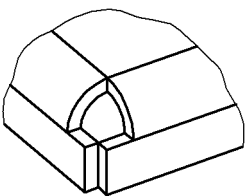
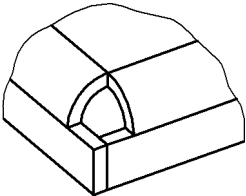
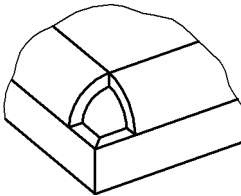

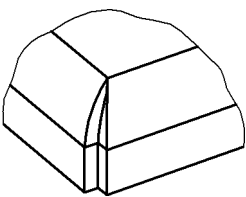
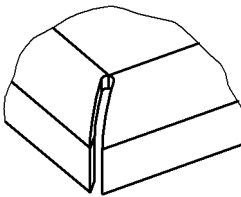

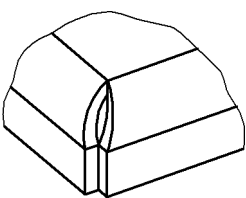
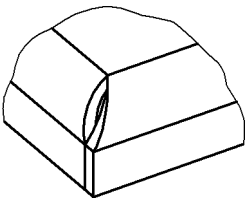
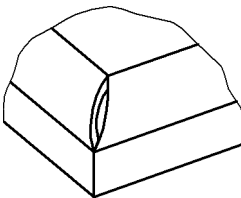
Значение опции Способ	Результат построения
 Замыкание встык	
 Замыкание с перекрытием	
 Плотное замыкание	

При выборе варианта **Замыкание с перекрытием** в окне модели появляется фантомная стрелка. Она располагается на той стороне угла, которая будет перекрывать вторую сторону. Чтобы выбрать другой вариант перекрытия, нажмите кнопку **Изменить перекрытие**. Положение стрелки в окне детали изменится.

94.7.2. Обработка угла

Чтобы указать способ обработки угла при замыкании, раскройте список **Обработка угла** и выберите из него нужную строку. Примеры вариантов обработки угла в сочетании с различными способами замыкания приведены в таблице 94.10.

Табл. 94.10. Варианты обработки угла при замыкании различными способами

	 Замыкание встык	 Замыкание с перекрытием	 Плотное замыкание
 Без обработки			
 Стык по кромке		—	
 Стык по хорде			

Варианты **Стык по кромке** и **Стык по хорде** доступны, если смежные сгибы имеют одинаковые углы и одинаковые радиусы. При этом стык по хорде возможен при всех способах замыкания, а стык по кромке — только для замыкания встык и плотного замыкания.

Если используется **Плотное замыкание** с обработкой угла **Стык по кромке**, то при нулевом или малом зазоре возможно перекрытие разверток смежных сгибов. Во избежание этого рекомендуется подбирать такую величину зазора, при которой перекрытие исключено.

94.7.3. Зазор

Зазор — расстояние, на котором будут расположены друг от друга стороны замыкаемого угла. Зазор измеряется в проекции детали на плоскость, перпендикулярную сторонам угла. Такой плоскостью может служить любая плоскость, перпендикулярная линии пересечения внешних или внутренних граней сторон угла (рис. 94.32, а). В этой же плоскости измеряется **замыкаемый угол** (рис. 94.32, б).

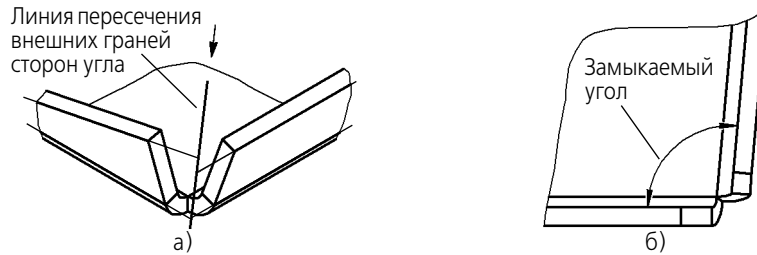


Рис. 94.32. Измерение зазора: а) определение положения плоскости измерения, б) проекция детали на плоскость измерения (вид по стрелке); замыкаемый угол

Для ввода величины зазора служит поле **Зазор** на вкладке **Параметры** Панели свойств.

94.7.4. Продолжение замыкания

Включите опцию **Продолжение замыкания**, если требуется замкнуть парные сгибы, примыкающие к сторонам замыкаемого угла.

Продолжение замыкания возможно при выполнении следующих требований:

- ▼ к смежным сгибам:
 - ▼ радиусы, углы и длины продолжений сгибов попарно равны,
- ▼ к примыкающим сгибам:
 - ▼ сгибы не имеют смещения и/или освобождения, а их радиусы и углы попарно равны,
 - ▼ размещение сгибов на ребрах таково, что каждый сгиб начинается от той вершины ребра, которая обращена к замыкаемому углу.

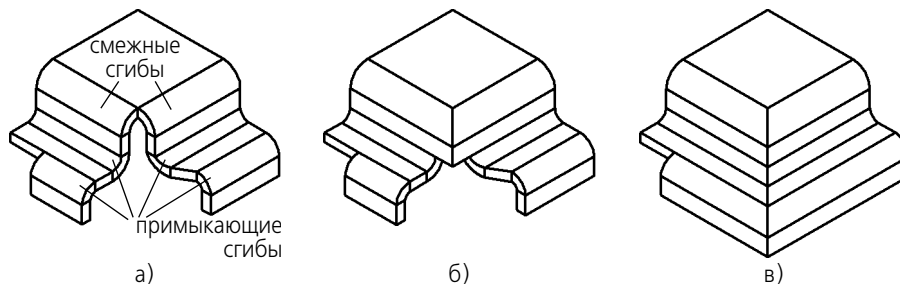


Рис. 94.33. Замыкание сгиба: а) исходное состояние детали, б) замыкание без продолжения, в) замыкание с продолжением



Продолжение замыкания производится до первой пары примыкающих сгибов, не удовлетворяющих требованиям к ним.

94.7.5. Принцип построения замыкания встык и плотного замыкания

Рассмотрим принцип построения замыкания встык и плотного замыкания на примере детали, показанной на рис. 94.34.

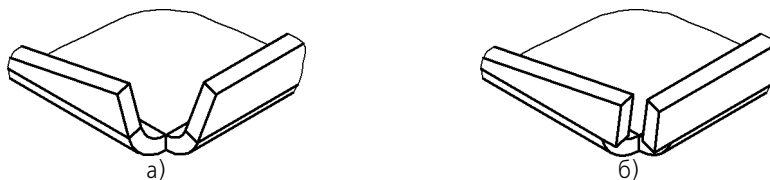


Рис. 94.34. Замыкание встык: а) исходное состояние детали, б) результат замыкания угла (зазор отличен от нуля)

Положение сторон угла определяется следующим образом.

1. В плоскости измерения зазора строится биссектриса замыкаемого угла (рис. 94.35, а).
2. С каждой стороны от биссектрисы на расстоянии, равном половине величины зазора, проводятся параллельные линии (рис. 94.35, а).
3. Стороны угла продолжают до соприкосновения с полученными линиями (рис. 94.35, б). При плотном замыкании стороны угла дополнительно модифицируются: их боковые грани становятся параллельны биссектрисе (рис. 94.35, в).

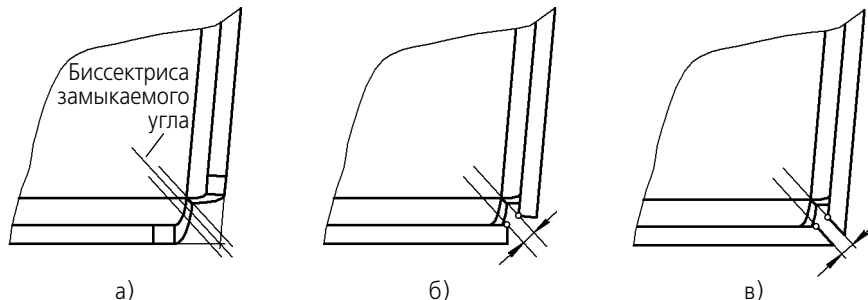


Рис. 94.35. Определение положения сторон угла при замыкании встык и плотном замыкании

Минимальное значение зазора — 0, максимальное определяется, как показано на рис. 94.36.

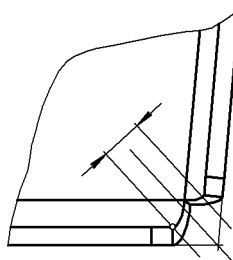


Рис. 94.36. Максимальный зазор при замыкании встык

94.7.6. Принцип построения замыкания с перекрытием

Замыкание с перекрытием строится по-разному в зависимости от того, каким оказывается замыкаемый угол — острым или тупым.

Рассмотрим принцип построения замыкания с перекрытием на примере деталей, показанных на рис. 94.37.

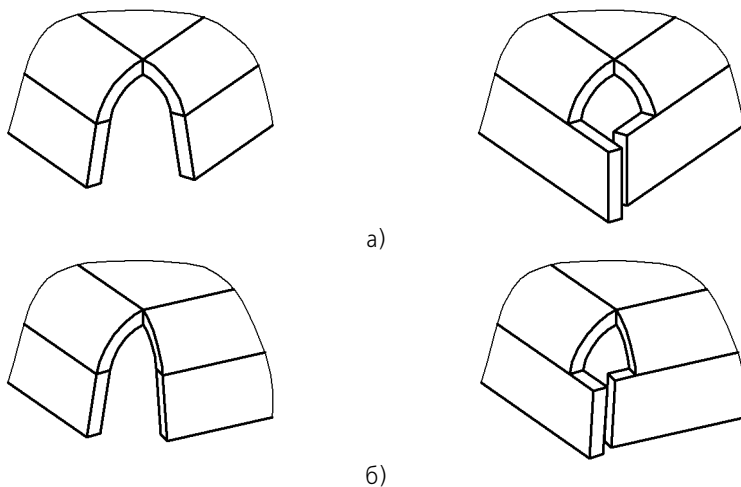


Рис. 94.37. Замыкание с перекрытием (исходное состояние детали и результат операции): а) замыкаемый угол острый, б) замыкаемый угол тупой



На величину замыкаемого угла влияет взаимное положение сгибов (угол между линиями сгибов), а также углы самих сгибов.

Замыкание с перекрытием строится следующим образом.

1. В плоскости измерения зазора строится прямая — след плоскости внешней грани перекрываемой стороны угла (рис. 94.38, а; 94.39, а).
2. Перекрывающая сторона продолжается до соприкосновения с этой прямой (рис. 94.38, б; 94.39, б).
3. Перекрываемая сторона продолжается до тех пор, пока расстояние между ней и перекрывающей стороной не станет равным заданному зазору.
 - 3.1. Если замыкаемый угол острый, то зазор измеряется так, как показано на рис. 94.38, в.
 - 3.2. Если замыкаемый угол тупой, то зазор измеряется так, как показано на рис. 94.39, в.

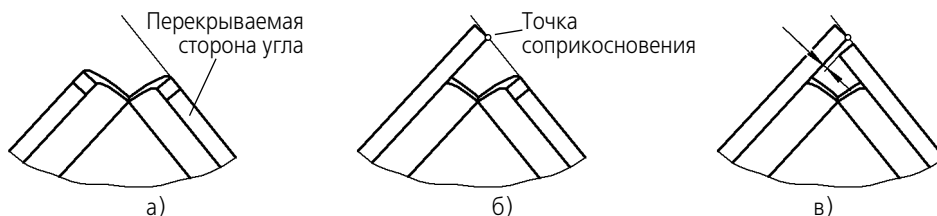


Рис. 94.38. Построение замыкания с перекрытием для острого угла: а), б) определение положения перекрывающей стороны, в) определение положения перекрываемой стороны

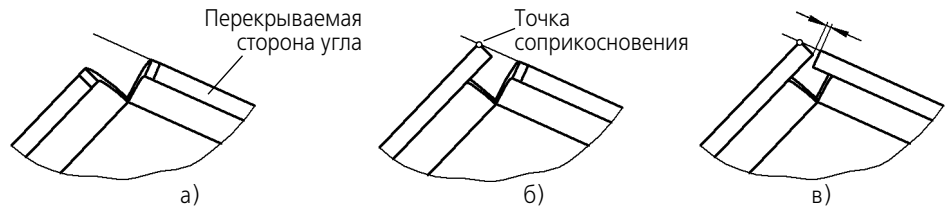


Рис. 94.39. Построение замыкания с перекрытием для тупого угла: а), б) определение положения перекрывающей стороны, в) определение положения перекрываемой стороны

Минимальное значение зазора — 0, максимальное определяется, как показано на рис. 94.40.

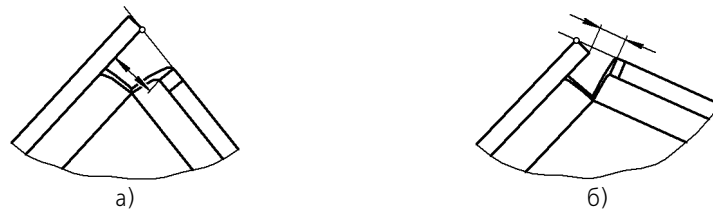


Рис. 94.40. Максимальный зазор при замыкании с перекрытием: а) замыкаемый угол острый, б) замыкаемый угол тупой

94.7.7. Выполнение замыкания



Чтобы замкнуть один или несколько углов детали, вызовите команду **Замыкание углов**.

Укажите пару смежных сгибов. Для этого выберите боковую грань (или ребро, принадлежащее боковой грани) одного из них. В окне модели подсвечиваются боковые грани выбранных смежных сгибов и соответствующие грани их продолжений (стороны замыкаемого угла).

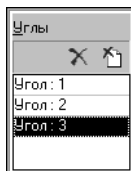


Рис. 94.41.

Выберите способ замыкания (см. раздел 94.7.1 на с. 188).

Выберите вариант обработки угла (см. раздел 94.7.2 на с. 188).

Задайте зазор, с которым требуется замкнуть угол (см. раздел 94.7.3 на с. 189).

При необходимости включите опцию **Продолжение** (см. раздел 94.7.4 на с. 190).

За один вызов команды **Замыкание углов** вы можете указать несколько углов для замыкания. Их список отображается на панели **Углы** (рис. 94.41). При выделении угла в списке он подсвечивается в окне модели. Для выделенного угла можно изменить любые параметры замыкания.



Чтобы удалить выделенный угол из списка, активизируйте переключатель **Удалить**.



Чтобы очистить весь список, активизируйте переключатель **Исключить все**.



Завершив настройку замыкания углов, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



Выбранные углы будут замкнуты, а в Дереве модели появится пиктограмма замыкания углов.



В некоторых случаях смежные сгибы имеют такие параметры или располагаются друг относительно друга так, что замыкание угла становится невозможным (рис. 94.42).

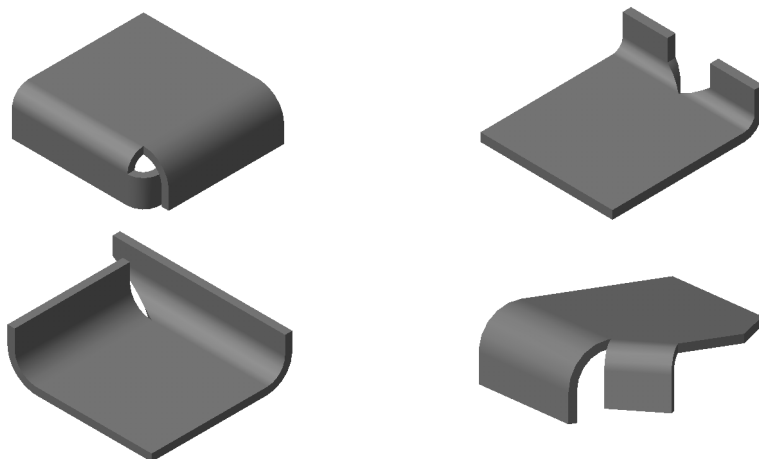


Рис. 94.42. Примеры смежных сгибов, замыкание угла между которыми невозможно

Глава 95.

Пластины

Пластина — плоский элемент, приклеенный к листовой детали. Пластина формируется путем выдавливания замкнутого эскиза на глубину, равную толщине материала детали.

Перед добавлением пластины к листовой детали в этой детали необходимо создать эскиз, определяющий форму пластины.

95.1. Требования к эскизу пластины

- ▼ Эскиз должен располагаться на внешней или внутренней плоской грани листового тела или листового элемента.
- ▼ Эскиз может содержать один или несколько контуров.
- ▼ Контур в эскизе должны быть замкнуты.
- ▼ Контур могут быть вложенными. Уровень вложенности — один.
- ▼ Внешний контур эскиза должен пересекаться с контуром базовой грани или иметь с ним общие точки.

95.2. Формирование пластины



Чтобы построить пластину, вызовите команду **Пластина**.



Команда **Пластина** доступна, если выделен один эскиз.

В окне детали появится фантомное изображение создаваемой пластины. Стрелкой показано направление выдавливания. Это направление, а также глубина выдавливания определяются системой автоматически.



Чтобы подтвердить формирование пластины в листовой детали, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



В окне модели появится созданная пластина, а в Дереве модели — соответствующая пиктограмма.

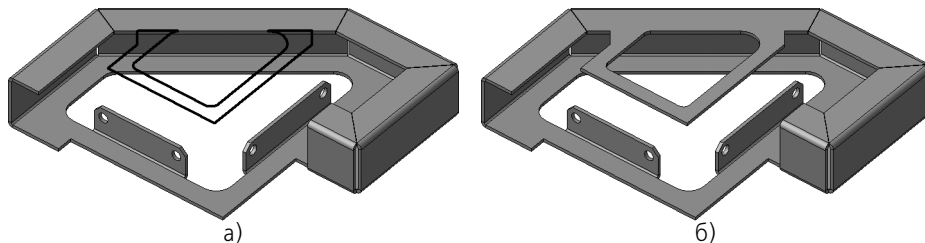


Рис. 95.1. Создание пластины:
а) исходное состояние детали и эскиз пластины, б) результат операции



Если пластина полностью или частично перекрывает сгиб, то его разгибание делается невозможным. Подробнее об этом рассказано в разделе 97.3 на с. 206.

Глава 96.

Отверстия

В листовой детали возможно создание круглых отверстий и отверстий произвольного профиля — **вырезов**.



Для формирования круглых отверстий и вырезов служат команды **Отверстие в листовом теле** и **Вырез в листовом теле** соответственно. Подробное описание этих команд приведено в разделах 96.1 и 96.2.



Для создания отверстий в листовой детали рекомендуется пользоваться именно командами **Отверстие в листовом теле** и **Вырез в листовом теле**, поскольку они учитывают особенности, характерные для листовых тел и листовых элементов.

96.1. Отверстие



Чтобы создать в листовой детали круглое отверстие, выделите грань, на которой оно будет расположено, и вызовите команду **Отверстие в листовом теле**.

В окне детали появится фантом отверстия.

По умолчанию центр отверстия размещается в начале локальной системы координат выбранной грани.

Чтобы расположить отверстие в нужном месте грани, введите значения координат в поле **t** на вкладке Панели свойств **Параметры**. Вы можете также указать положение отверстия мышью. Для этого расфиксируйте поле **t** и укажите нужную точку в окне детали. Координаты выбранной точки будут определены автоматически.

Введите диаметр отверстия в поле **Диаметр**.



Для задания положения и диаметра отверстия можно использовать характерные точки (см. главу 91).

Все сделанные изменения немедленно отражаются на фантоме отверстия в окне детали.

В группе **Тип** активизируйте переключатель, соответствующий нужному типу построения (см. табл. 96.1).

Табл. 96.1. Тип построения отверстия


Значение опции	Правила построения
Тип построения	
 По толщине*	Отверстие проходит от указанной грани до противоположной ей в направлении, перпендикулярном этим граням. Если отверстие захватывает сгиб или сгиб вместе с примыкающими к нему частями детали, то оно переходит на этот сгиб и примыкающие части как «обертка».

Табл. 96.1. Тип построения отверстия

Значение опции	Правила построения
Тип построения	
	<p>На глубину</p> <p>Построение отверстия данным способом есть вырезание элемента выдавливания с заданием произвольного расстояния выдавливания. Выдавливание производится перпендикулярно грани, выбранной для построения отверстия. Направление выдавливания — внутрь по отношению к телу детали. Чтобы задать расстояние выдавливания, введите его в поле Глубина на вкладке Параметры Панели свойств. Если отверстие захватывает сгиб, то оно не переходит на него как «обертка».</p>
	<p>До грани</p> <p>Построение отверстия данным способом есть вырезание элемента выдавливания с указанием объекта для автоматического определения расстояния выдавливания. Выдавливание производится перпендикулярно грани, выбранной для построения отверстия. Направление выдавливания — внутрь по отношению к телу детали. Чтобы задать объект, ограничивающий расстояние выдавливания, укажите его в окне модели. В качестве этого объекта может использоваться грань, поверхность, базовая или вспомогательная плоскость. Если отверстие захватывает сгиб, то оно не переходит на него как «обертка».</p>
	<p>* Построение отверстия способом По толщине возможно при выполнении следующих условий:</p> <ul style="list-style-type: none"> — для построения отверстия должна быть указана внешняя или внутренняя плоская грань листового тела или листового элемента, — отверстие должно пересекаться с указанной гранью.
	<p>Чтобы подтвердить формирование отверстия, нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления.</p>
	<p>В детали появится круглое отверстие, а в Дереве модели — его пиктограмма.</p>
	<p>При создании отверстия в детали автоматически формируется эскиз. Он располагается на грани, указанной для построения отверстия, и содержит вспомогательную точку, находящуюся в центре отверстия.</p>

Если отверстие захватывает сгиб, то при изменении состояния сгиба (см. раздел 97.1 на с. 202) отверстие перестраивается. Получившаяся в результате форма отверстия зависит от способа его построения и от того, в каком состоянии находился сгиб во время создания отверстия.

Рассмотрим примеры создания и перестроения отверстий, захватывающих сгибы, на примере детали, показанной на рис. 96.1.

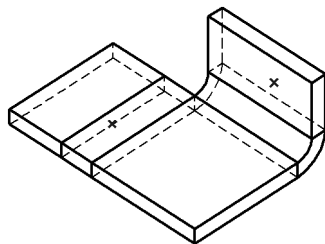


Рис. 96.1. Исходное состояние детали. Центры будущих отверстий (расположенные на невидимых гранях) обозначены «крестиками»

Перестроение отверстий, построенных **По толщине**, показано на рис. 96.2.

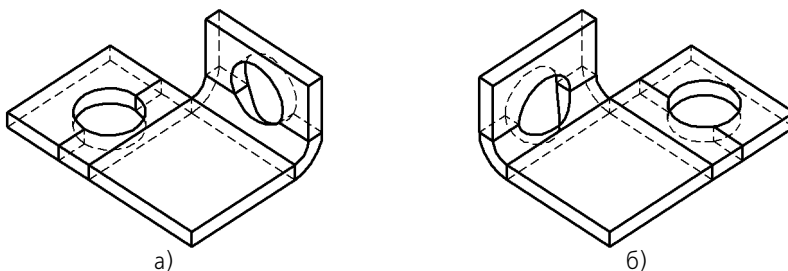


Рис. 96.2. Отверстия, построенные способом **По толщине**:

а) вид детали сразу после создания отверстий, б) результат изменения состояния сгибов

Перестроение отверстий, построенных **На глубину**, показано на рис. 96.3. Отверстия, построенные **До грани**, перестраиваются аналогично.

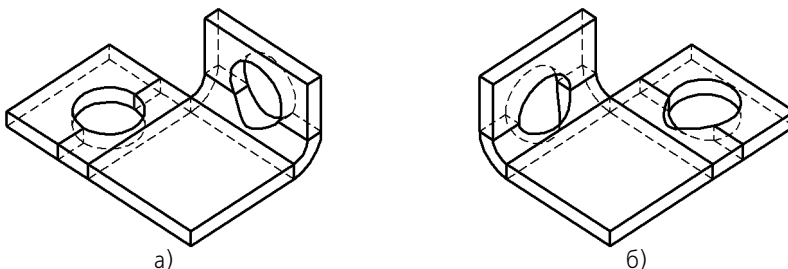


Рис. 96.3. Отверстия, построенные способом **На глубину**:

а) вид детали сразу после создания отверстий, б) результат изменения состояния сгибов

96.2. Вырез

Перед формированием выреза в детали необходимо создать на ее грани эскиз, изображающий профиль этого выреза.

96.2.1. Требования к эскизу

- ▼ В эскизе должен быть один контур.
- ▼ Контур в эскизе должен быть замкнутым.

96.2.2. Формирование выреза



Вызовите команду **Вырез в листовом теле**.



Команда **Вырез** доступна, если выделен один эскиз (эскиз выреза).

В окне детали появится фантом выреза.

Выберите тип построения выреза. В группе **Тип** на вкладке **Параметры** Панели свойств активизируйте переключатель, соответствующий нужному типу построения. Правила построения для вырезов такие же, как для отверстий (см. табл. 96.1 на с. 196).

Укажите, какая часть детали должна быть отсечена при вырезании. Для этого активизируйте нужный переключатель в группе **Результат операции** на вкладке **Вырезание**.



Если активен переключатель **Вычитание элемента**, то будет удалена часть детали, находящаяся внутри поверхности, образованной перемещением эскиза выреза (рис. 96.4, б).



Если активен переключатель **Пересечение элементов**, то будет удалена часть детали, находящаяся снаружи этой поверхности (рис. 96.4, в).

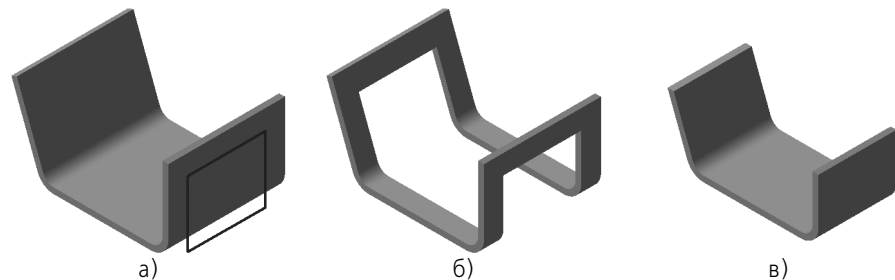


Рис. 96.4. Результат построения выреза в листовом теле:

а) исходное состояние детали и эскиз выреза, б) вырез вычитанием, в) вырез пересечением



Чтобы подтвердить формирование выреза, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



В детали появится вырез, а в Дереве модели — его пиктограмма.

Если вырез захватывает сгиб, то при изменении состояния сгиба (см. раздел 97.1 на с. 202) вырез перестраивается. Получившаяся в результате форма выреза зависит от способа его построения и от того, в каком состоянии находился сгиб во время создания выреза.

Рассмотрим варианты создания и перестроения вырезов, захватывающих сгибы, на примере детали, показанной на рис. 96.5.

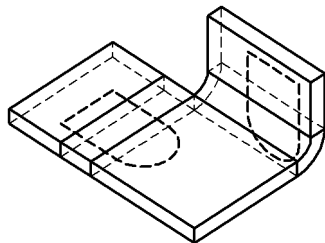


Рис. 96.5. Исходное состояние детали. Эскизы вырезов (расположенные на невидимых гранях) показаны основной штриховой линией

Перестроение вырезов, построенных **По толщине**, показано на рис. 96.6.

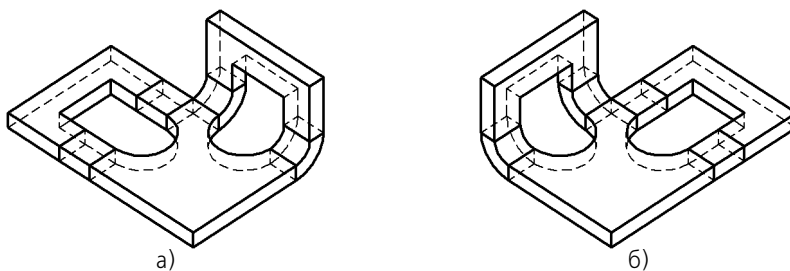


Рис. 96.6. Вырезы, построенные способом **По толщине**:
а) вид детали сразу после создания вырезов, б) результат изменения состояния сгибов

Перестроение вырезов, построенных **На глубину**, показано на рис. 96.7. Вырезы, построенные **До грани**, перестраиваются аналогично.

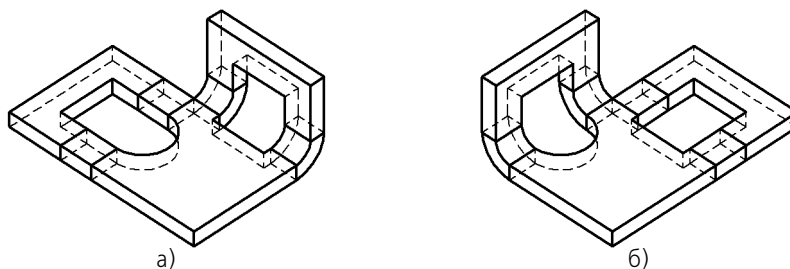


Рис. 96.7. Вырезы, построенные способом **На глубину**:
а) вид детали сразу после создания вырезов, б) результат изменения состояния сгибов

Глава 97.

Разгибание и сгибание сгибов. Развертка

Любой сгиб листовой детали (полученный как с помощью команд **Сгиб**, **Сгиб по линии**, **Подсечка**, так и при создании листового тела на основе разомкнутого эскиза) может находиться в согнутом или разогнутом состоянии.



По умолчанию сгибы формируются в согнутом состоянии. При необходимости во время создания (редактирования) сгиба или листового тела ему можно присвоить признак «разогнуто». Этим признаком можно также управлять с помощью команд **Разогнуть** и **Согнуть** в контекстном меню элемента (см. раздел 94.3.4 на с. 165).

Кроме того, существуют специальные команды для изменения состояния одного или сразу нескольких сгибов листовой детали: **Разогнуть** и **Согнуть**.



Команда **Разогнуть** может быть применена к сгибам, не имеющим признака «разогнуто», а также к сгибам, согнутым с помощью команды **Согнуть**.



Команда **Согнуть** может быть применена к сгибам, имеющим признак «разогнуто», а также к сгибам, разогнутым с помощью команды **Разогнуть**.

Работа с указанными командами подробно рассмотрена в разделе 97.1.



Присвоение признака «разогнуто» листовому телу с разомкнутым эскизом означает разгибание всех его сгибов, в то время как команда **Разогнуть** позволяет выборочно разогнуть сгибы листового тела.

Описанные способы управления состоянием сгибов могут применяться в любое время при редактировании детали. Однако их действия не равнозначны. Различие между командами **Разогнуть** и **Согнуть** из контекстного меню листового элемента и командами **Разогнуть** и **Согнуть** из меню **Операции — Элементы листового тела** состоит в следующем.

Использование первой пары команд — это редактирование **отдельного элемента**: изменяются состояния сгибов, входящих в состав этого элемента, в то время как использование второй пары — это редактирование листовой **детали в целом**: в нее добавляется операция *Разогнуть* или *Согнуть*.

Как и любое редактирование, редактирование листовых элементов с помощью команд **Разогнуть** и **Согнуть** из контекстного меню может приводить к ошибкам в объектах, производных от этих элементов (отверстиях, вырезах и т.п.).

Редактирование детали с помощью команд **Разогнуть** и **Согнуть** из меню **Операции — Элементы листового тела** к ошибкам, естественно, не приводит. Однако, такое редактирование увеличивает общее количество операций в детали, а следовательно, и время ее обработки (время открытия файла, перестроения модели, создания ассоциативных видов и т.п.).

Таким образом, если листовой элемент не имеет производных объектов (это можно выяснить, например, с помощью команды **Отношения**), то его состояние можно изменять с помощью команд контекстного меню. В противном случае лучше использовать команды из меню **Операции — Элементы листового тела**.



Если известно, что для создания каких-либо элементов необходимо, чтобы определенные сгибы были разогнуты, то целесообразным будет следующий порядок работы.

1. Постройте листовые элементы в разогнутом состоянии.
2. Постройте производные от них объекты.
3. Согните сгибы с помощью команды **Операции — Элементы листового тела — Согнуть**.

Приведенная схема позволяет не вводить дополнительную операцию разгибания.

Кроме вышеописанных приемов изменения состояния сгибов, существует специальный режим отображения листовой детали — **представление в развернутом виде**. В этом режиме выбранные пользователем сгибы показываются в согнутом состоянии, а остальные — в разогнутом.

Состояния сгибов, установленные во время редактирования детали, при переходе в режим развернутого отображения игнорируются.

В данном режиме возможен просмотр детали, а также измерение ее геометрических и массо-центровочных характеристик. Редактирование детали в режиме развертки невозможно.

Настройка и включение режима отображения детали в развернутом виде рассмотрены в разделе 97.2 на с. 204.



Копии сгибов, полученные зеркальным отображением листовой детали, не учитываются при сгибании и разгибании сгибов, а также при настройке и отображении развертки.

97.1. Разгибание и сгибание



Чтобы разогнуть или согнуть сгиб (несколько сгибов) листовой детали, вызовите команду **Разогнуть** или **Согнуть** соответственно.

После вызова команды необходимо задать **неподвижную грань** и **сгибы**, состояние которых требуется изменить. Для этого используются элементы, появляющиеся на вкладке **Параметры** Панели свойств. Подробно назначение элементов и работа с ними описаны в разделах 97.1.1 и 97.1.2.



Завершив настройку сгибания или разгибания, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



Листовая деталь будет перестроена в соответствии с заданными параметрами разгибания или сгибания, а в Дереве модели появится пиктограмма разгибания или сгибания.

97.1.1. Неподвижная грань

В результате разгибания или сгибания любого сгиба часть детали, примыкающая к этому сгибу с одной стороны, поворачивается относительно части, примыкающей к сгибу с другой стороны. Другими словами, одна часть детали остается неподвижной относительно ее системы координат, а другая — перемещается.

Неподвижная грань — любая плоская грань листовой детали, принадлежащая той ее части, которая останется неподвижной в результате сгибания или разгибания сгиба (сгибов).

Зависимость результата операции от выбора неподвижной грани показана на рис 97.1 на примере разгибания сгиба.



Рис. 97.1. Зависимость результата разгибания от выбора неподвижной грани: а) исходное состояние детали, б) неподвижна грань А, в) неподвижна грань Б



Чтобы указать неподвижную грань, активизируйте переключатель **Неподвижная грань** и укажите нужную грань в окне детали.

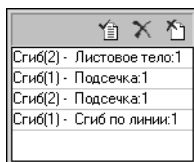
В окне детали будет подсвечена выбранная грань, а в Дереве — элемент, которому эта грань принадлежит.

97.1.2. Выбор сгибов



Чтобы перейти к указанию сгибов, состояние которых требуется изменить, активизируйте переключатель **Выбор сгибов**.

- ▼ При работе с командой разгибания необходимо выбирать согнутые сгибы. Для выбора согнутого сгиба укажите в окне детали любую его цилиндрическую грань.
- ▼ При работе с командой сгибания необходимо выбирать разогнутые сгибы. Для выбора разогнутого сгиба укажите в окне детали любую его плоскую грань, которая должна стать цилиндрической.






В окне детали будут подсвечены выбранные сгибы, а в Дереве — сгибы и листовые элементы, которым они принадлежат.

Список сгибов, указанных для разгибания (сгибания), отображается на панели **Сгибы** (рис. 97.2). Эта панель содержит также кнопки для управления списком сгибов. Описание кнопок представлено в таблице 97.1.

Рис. 97.2.

Табл. 97.1. Управление списком сгибов

Кнопка	Описание
	<p>Выбрать все Позволяет выбрать все сгибы. При работе с командой разгибания в список включаются все согнутые сгибы, а при работе с командой сгибания — все разогнутые. После нажатия кнопки выбранные сгибы подсвечиваются в окне модели и в Дереве модели.</p>
	<p>Удалить Позволяет исключить из списка выделенный сгиб. После нажатия кнопки в окне детали снимается выделение с указанного сгиба. Указание выделенного сгиба в окне детали приводит к исключению его из списка.</p>
	<p>Исключить все Позволяет очистить список сгибов. После нажатия кнопки в окне детали снимается выделение со всех сгибов.</p>

97.2. Развертка

Перед переключением в режим развернутого отображения листовой детали необходимо установить **параметры развертки** — выбрать неподвижную грань и задать состояния сгибов (см. раздел 97.2.1).



Завершив настройку параметров развертки, сохраните параметры, нажав кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



Чтобы переключиться в режим развернутого отображения, вызовите команду **Развертка**. Текущая деталь будет показана в соответствии с хранящимися в ней параметрами развертки.

Для удобства просмотра развернутой детали можно воспользоваться ориентацией **Развертка** (см. раздел 97.2.2 на с. 205).

Чтобы перейти в обычный режим работы с листовой деталью, вызовите команду повторно.

97.2.1. Параметры развертки



Чтобы задать параметры развертки, вызовите команду **Параметры развертки**. На Панели свойств появятся элементы, позволяющие настроить развертку.

Выбор неподвижной грани производится так же, как при работе с командами сгибания и разгибания (см. раздел 97.1.1 на с. 202).



Чтобы задать для сгибов состояния, в которых они будут находиться в режиме развертки, активизируйте переключатель **Выбор сгибов**.

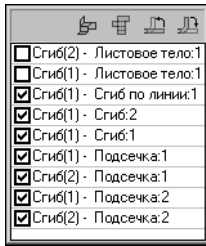


Рис. 97.3.

После этого станет доступна панель (рис. 97.3), содержащая список всех сгибов, имеющихся в текущей детали.

Слева от названий сгибов отображаются квадратики — поля, которые могут содержать отметки («галочки»). Отмеченные сгибы будут показаны в режиме развертки разогнутыми, а сгибы без отметок — согнутыми. Чтобы отметить сгиб, щелкните мышью в поле рядом с его названием. При выделении сгиба в списке он подсвечивается в окне детали, а при указании в окне детали — выделяется в списке. Это позволяет контролировать правильность настройки.

Чтобы ускорить настройку, воспользуйтесь кнопками, расположенными над списком сгибов. Описание кнопок приведено в таблице 97.2.

Табл. 97.2. Управление состоянием сгибов

Кнопка	Описание
	Согнуть все — Позволяет убрать «галочки» сразу у всех ранее отмеченных сгибов.
	Разогнуть все — Позволяет отметить «галочками» сразу все сгибы списка.
	Согнуть выбранные — Позволяет убрать «галочки» у выбранных сгибов*.
	Разогнуть выбранные — Позволяет отметить «галочками» сгибы, выделенные в списке*.

* Чтобы выделить несколько сгибов в списке, используйте клавиши <Shift> и <Ctrl>.

Чтобы выделить несколько сгибов в окне детали, просто последовательно указывайте их.

97.2.2. Ориентация Развертка

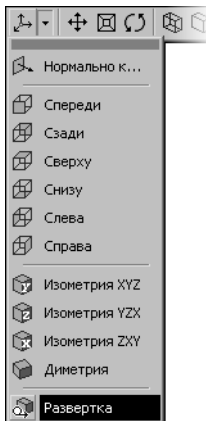


Рис. 97.4.

При сохранении параметров развертки в список ориентаций (см. раздел 82.4 на с. 47) текущей детали добавляется ориентация **Развертка**.

Ориентация **Развертка** появляется также в списке ориентаций, доступных при создании произвольного вида листовой детали, содержащей параметры развертки (см. раздел 97.4 на с. 207).

В ориентации **Развертка** деталь располагается так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно грани, указанной в качестве неподвижной.

При настройке параметров развертки рекомендуется в качестве неподвижной выбирать какую-либо внешнюю или внутреннюю грань детали (а не торцевую или боковую). Это сделает более удобным просмотр развертки и ее изображение в чертеже.

97.2.3. Удаление параметров развертки

Чтобы удалить параметры развертки, вызовите команду **Операции — Элементы листового тела — Удалить параметры развертки**. Из текущей детали будут удалены установленные ранее параметры развертки и ориентация **Развертка**.

Если параметры текущей листовой детали еще не настраивались, то их удаление невозможно. В этом случае команда **Операции — Элементы листового тела — Удалить параметры развертки** недоступна.

97.3. Особенности разгибания и сгибания

При разгибании и сгибании сгибов необходимо учитывать следующие обстоятельства.

- ▼ Если сгиб не затронут никакими другими элементами, то его разгибание и сгибание возможно всегда.
- ▼ Элементы, затрагивающие сгиб, могут располагаться так, что разгибание или сгибание этого сгиба окажется невозможным (рис. 97.5, 97.6).

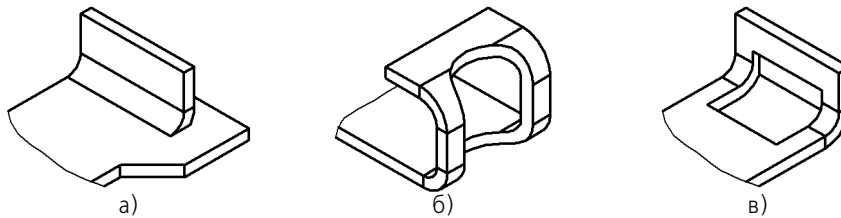


Рис. 97.5. Примеры листовых элементов, делающих невозможным разгибание сгиба: а) пластина, б) отверстие, в) вырез

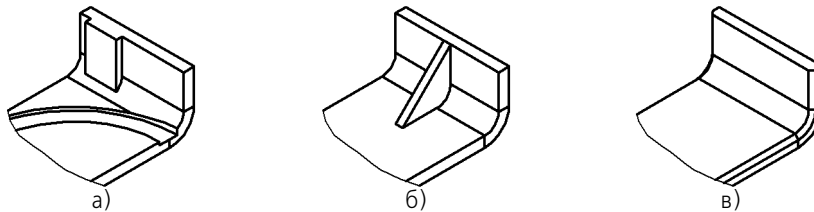


Рис. 97.6. Примеры формообразующих и конструктивных элементов, делающих невозможным разгибание сгиба: а) приклеенный и вырезанный элементы, б) ребро жесткости, в) фаска

- ▼ Операции, в результате которых ребра и/или грани сгиба полностью перестраиваются, всегда делают его разгибание или сгибание невозможным (рис. 97.7).



Рис. 97.7. Примеры операций, делающих невозможным разгибание сгиба: а) оболочка, б) уклон

97.4. Чертеж развертки

В ассоциативных видах чертежей КОМПАС-3D возможно создание изображений разверток листовых деталей в соответствии с параметрами развертки, хранящимися в этих деталях.

Формирование изображения развертки доступно при создании следующих ассоциативных видов:

- ▼ Произвольный вид,
- ▼ Проекционный вид,
- ▼ Вид по стрелке.



Раздел 97.4 рассчитан на пользователя, имеющего опыт создания ассоциативных видов. Построение этих видов в данном разделе подробно не рассматривается. Если вы не владеете приемами работы с ассоциативными видами, рекомендуется обратиться к Тому II Руководства пользователя и ознакомиться с Частью VII.



Чтобы сформировать в создаваемом виде изображение развертки, активизируйте переключатель **Развертка** на вкладке **Параметры** Панели свойств. Он доступен, если в детали настроены параметры развертки.

Управление отрисовкой линий сгиба производится на вкладке **Линии** (см. Том II, раздел 49.3.2 на с. 82). Обратите внимание на то, что автоматическая отрисовка линий сгиба на виде возможна, **если плоскость проекций этого вида параллельна плоским граням, полученным при разгибании сгибов.**

Чтобы правильно выбрать плоскость проекций для вида, содержащего развертку, необходимо знать, как развернутая деталь расположена относительно основных плоскостей проекций. Это расположение зависит от того, какая из граней детали указана в качестве неподвижной при настройке развертки.

Рассмотрим выбор плоскости проекций для изображения развертки детали, показанной на рис. 97.8, а.

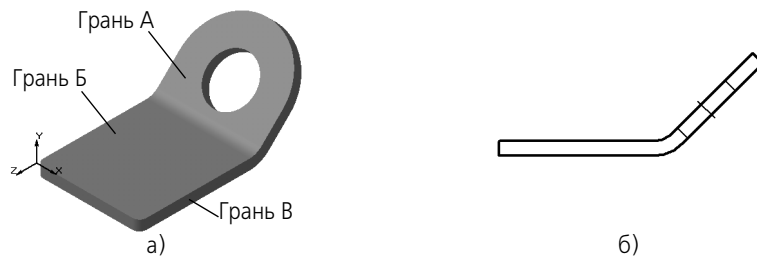


Рис. 97.8. Листовая деталь: а) в проекции **Изометрия XYZ**, б) главный вид

Допустим, что главный вид детали (рис. 97.8, б) в чертеже уже построен. Необходимо создать развертку.

В данном случае удобнее всего сформировать в чертеже произвольный вид этой детали.

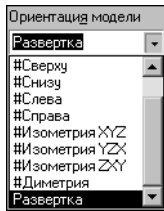


Рис. 97.9.

При создании произвольного вида в списке **Ориентация** на вкладке **Параметры** Панели свойств становится доступна строка **Развертка** (рис. 97.9). Выбор ее означает, что плоскость проекций вида будет параллельна грани, указанной в качестве неподвижной при настройке параметров развертки в детали.

Если в качестве неподвижной грани была задана Греть А (см. рис. 97.8 а), то для создания изображения развертки нужно выбрать ориентацию **Развертка**.

Если в качестве неподвижной грани была задана Греть Б, то для создания изображения развертки нужно выбрать ориентацию **Сверху**, **Снизу** или **Развертка**.

Если в качестве неподвижной была указана задана Греть В, то для создания изображения развертки нужно выбрать ориентацию **Сверху** или **Снизу**.

Включите формирование развертки и отрисовку линий сгиба, настройте остальные параметры вида, после чего подтвердите его создание.

Обратите внимание на то, что произвольному виду с изображением развертки автоматически присваивается обозначение, содержащее условное графическое обозначение «развернуто» и масштаб, если он отличается от масштаба, указанного в основной надписи.

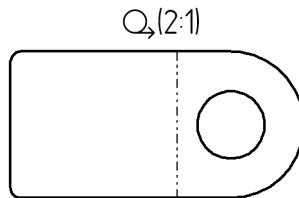


Рис. 97.10. Развертка листовой детали



Использование автоматически сформированной ориентации **Развертка** не является обязательным. При необходимости вы можете вручную создать в детали нужную ориентацию и использовать ее при построении развертки в чертеже.

При создании вида по стрелке и проекционного вида выбор ориентации из списка невозможен, так как положение плоскостей проекций этих видов зависит от направления взгляда. Выбирая это направление, необходимо учитывать расположение развернутой детали.



На разрезах (сечениях) листовая деталь всегда отображается в том же состоянии, что и на опорном виде. При изменении состояния детали на этом виде (включении или отключении развертки) разрезы (сечения) автоматически перестраиваются.

Глава 98.

Штамповочные элементы

При создании листовой детали в КОМПАС-3D V9 возможно построение следующих штамповочных элементов:

- ▼ открытая и закрытая штамповка (рис. 98.1, а и 98.1, б),
- ▼ буртик (рис. 98.1, в),
- ▼ жалюзи (рис. 98.1, г).

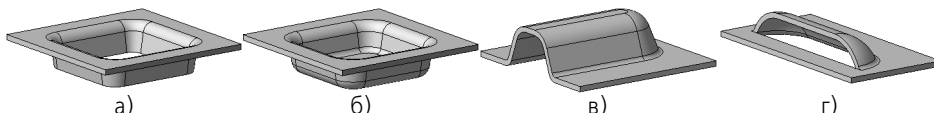


Рис. 98.1. Штамповочные элементы

Фактически создание штамповочных элементов относится не к операциям гибки, а к операциям деформирования, когда листовой материал вытягивается и его толщина уменьшается. При построении штамповочных элементов в листовой детали КОМПАС-3D V9 это изменение толщины материала не учитывается.

Разгибание сгибов штамповочных элементов невозможно.

Общие приемы построения штамповочных элементов описаны в разделе 98.1, а специальные приемы — в разделах 98.2–98.4.



Для задания параметров штамповочных элементов можно использовать характерные точки (см. главу 91).

98.1. Общие приемы построения

После вызова команды построения штамповочного элемента на Панели свойств появляются элементы управления, позволяющие настроить различные параметры элемента. Общими для всех штамповочных элементов являются следующие параметры:

- ▼ направление построения,
- ▼ скругление основания,
- ▼ сохранение настроек.

98.1.1. Направление построения

Грань листовой детали, содержащая эскиз штамповочного элемента, считается **базовой гранью** этого элемента. Вне зависимости от того, на какой из граней — внешней или внутренней — расположен эскиз, базирующийся на нем штамповочный элемент может быть направлен как внутрь детали, так и наружу (рис. 98.2). Толщина листового материала при этом не учитывается, благодаря чему геометрические параметры элемента не зависят от направления построения.

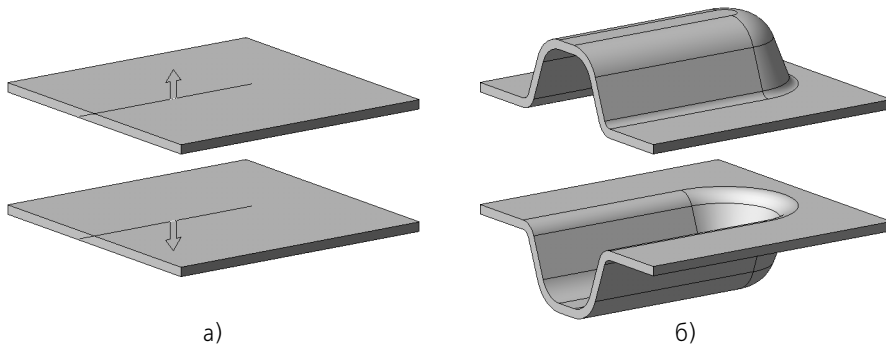


Рис. 98.2. Направление построения штамповочного элемента:
а) выбор направления, б) результат построения

Прямым направлением построения считается направление наружу от базовой грани, а обратным — внутрь. Текущее направление построения отображается на экране фантомной стрелкой.



Чтобы указать, по какую сторону базовой грани будет располагаться буртик, активизируйте нужный переключатель в группе **Направление построения**.

98.1.2. Скругление ребер основания

Основание штамповочного элемента — часть листовой детали, где штамповочный элемент соединяется с прилегающими к нему плоскими участками.

Ребра основания — ребра, образующиеся на стыках граней боковых стенок штамповочного элемента и граней прилегающих к нему плоских участков листовой детали. При этом ребра, принадлежащие внутренним боковым граням штамповочного элемента, считаются **внутренними ребрами основания**, а принадлежащие внешним боковым граням — **внешними ребрами основания** (рис. 98.3).

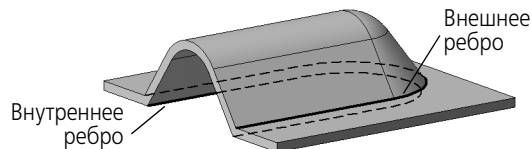


Рис. 98.3. Внутренние и внешние ребра основания

Штамповочные элементы могут создаваться со скруглением ребер основания или без скругления.

Чтобы скруглить ребра основания, включите опцию **Скругление основания** и введите радиус скругления в поле **Радиус скругления основания**. Заданное значение радиуса R используется для скругления внешних ребер основания. Радиус скругления внутренних ребер равен сумме $(R + S)$, где S — толщина листового материала. Минимальное значение радиуса скругления ребер основания — 0.

98.1.3. Сохранение настроек

Вы можете сохранить заданные параметры штамповочного элемента для дальнейшего использования при построении аналогичных элементов до конца сеанса работы. Для этого, завершив настройку параметров элемента, включите опцию **По умолчанию**.

98.2. Штамповка



В настоящем разделе описан порядок построения открытой и закрытой штамповок. Они имеют практически одинаковый набор параметров и создаются очень похоже.

Чтобы построить открытую штамповку, вызовите команду **Открытая штамповка**.



Чтобы построить закрытую штамповку, вызовите команду **Закрытая штамповка**.

Команды построения штамповок доступны, если выделен один эскиз — профиль штамповки (см. раздел 98.2.1).

Укажите направление построения (см. раздел 98.1.1 на с. 209).

Выберите неподвижную сторону штамповки (см. раздел 98.2.2).

Задайте высоту штамповки (см. раздел 98.2.3).

Задайте параметры боковых стенок (см. раздел 98.2.4).

Настройте параметры скругления ребер (см. разделы 98.1.2 на с. 210, 98.2.5 и 98.2.6).



Если штамповка строится со скруглениями ребер дна и/или основания, то при малых (по сравнению с радиусами) высотах штамповки становится невозможным одновременное соблюдение заданных значений угла, радиусов и высоты. Поскольку высота и радиус имеют более высокий приоритет, значение, введенное в поле **Угол**, игнорируется. Величина угла уклона боковых стенок (фактически, угла наклона касательных к боковым стенкам, так как их плоские участки в этих случаях вырождаются) вычисляется системой автоматически.



Завершив настройку, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления, чтобы подтвердить создание штамповки.

К проектируемой листовой детали добавится новый элемент с заданными параметрами, а в Дереве модели появится соответствующая пиктограмма:



▼ открытая штамповка,



▼ закрытая штамповка.

98.2.1. Профиль штамповки

Профиль штамповки — это форма ее дна. Профиль определяется эскизом, на котором базируется штамповка. Тонкостенный элемент, получаемый выдавливанием эскиза в направлении построения, образует боковые стенки штамповки.

Требования к эскизу

- ▼ Эскиз должен располагаться только на внешней или внутренней плоской грани листового тела или листового элемента.

- ▼ В эскизе может быть только один контур.
- ▼ Контур может быть замкнутым или разомкнутым.
- ▼ Если контур замкнут, то он может пересекаться с базовой гранью или полностью принадлежать ей.
- ▼ Если контур разомкнут, то он должен пересекать базовую грань так, чтобы иметь две общие точки с ребрами, составляющими ее внешний контур. Конечные точки контура могут принадлежать этим ребрам или находиться за пределами базовой грани.
- ▼ Общие точки контура и базовой грани не должны совпадать с вершинами ребер, ограничивающих базовую грань.
- ▼ Контур не должен пересекаться или иметь общие точки с другими элементами детали.

98.2.2. Неподвижная сторона

Неподвижная сторона — та часть базовой грани, положение которой при построении штамповки не изменится. Неподвижная часть грани может находиться внутри профиля штамповки или снаружи от него. Именно в этой части грани начинается фантомная стрелка, показывающая направление построения.

Чтобы сменить неподвижную сторону, воспользуйтесь группой переключателей **Сторона**. При смене неподвижной стороны положение фантомной стрелки в окне модели изменяется.

Зависимость результата построения открытой штамповки от выбора неподвижной стороны представлена в таблице 98.1, а закрытой — в таблице 98.2. Штриховой линией на рисунках показано исходное состояние детали. Обратите внимание на то, что закрытая штамповка всегда имеет и дно, и основание, а открытая — либо дно, либо основание (в зависимости от выбора неподвижной стороны).

Табл. 98.1. Неподвижная сторона открытой штамповки


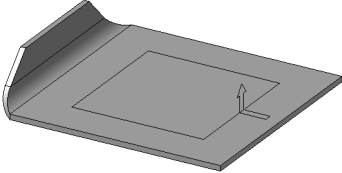
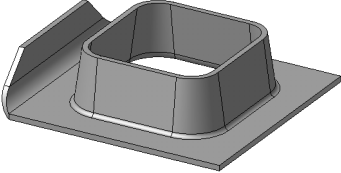

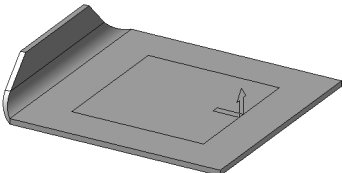
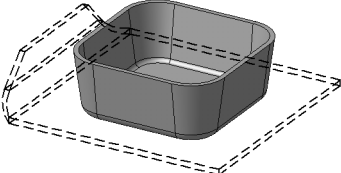

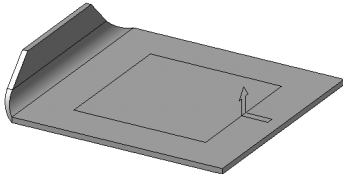
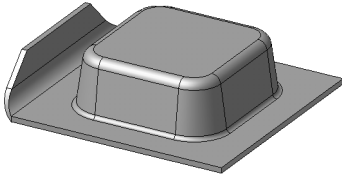

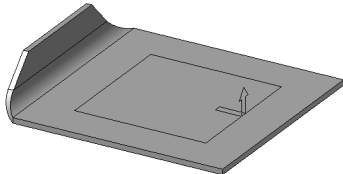
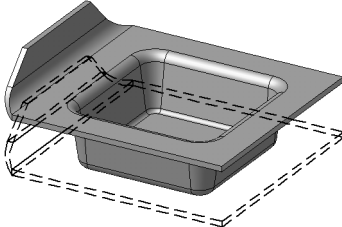
Значение опции	Исходное состояние детали	Результат построения штамповки
Сторона		
 Сторона 1		
 Сторона 2		

Табл. 98.2. Неподвижная сторона закрытой штамповки

Значение опции	Исходное состояние детали	Результат построения штамповки
 Сторона 1		
 Сторона 2		

98.2.3. Высота

Чтобы определить высоту штамповки, необходимо выбрать способ задания высоты штамповки и ввести значение высоты.

При построении открытой штамповки доступны два способа задания высоты:



▼ **Полный,**



▼ **Снаружи.**

При построении закрытой штамповки доступны три способа задания высоты:



▼ **Полный,**



▼ **Внутри,**



▼ **Снаружи.**

Выбрав способ задания высоты, введите нужное значение в поле **Высота**.



При использовании способа **Полный** заданное значение высоты штамповки должно быть больше толщины листового тела.

98.2.4. Боковые стенки

При построении штамповки можно управлять следующими параметрами боковых стенок: направление добавления материала и уклон.

Направление добавления материала

Толщина боковых стенок штамповки может откладываться внутрь или наружу по отношению к поверхности, образованной перемещением профиля в направлении построения.

Чтобы изменить направление добавления материала боковых стенок, воспользуйтесь группой переключателей **Боковые стенки**:



▼ для открытой штамповки:



▼ **Внутрь**



▼ **Наружу**



▼ для закрытой штамповки:

▼ **Внутрь**

▼ **Наружу**

Уклон боковых стенок

Боковые стенки штамповки могут быть уклонены в направлении построения. Чтобы построить штамповку с уклоном боковых стенок, введите значение угла уклона в поле **Угол**. Нулевое значение в этом поле означает отсутствие уклона.

Уклон боковых стенок штамповки производится в соответствии со следующими правилами.


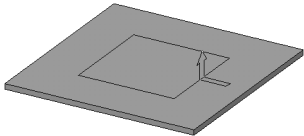
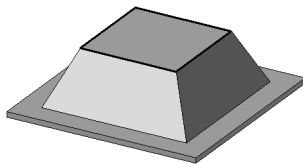
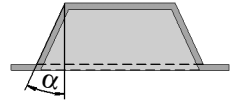

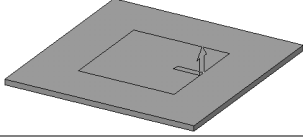
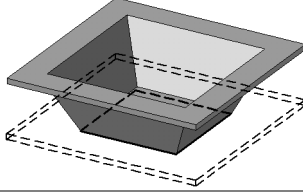
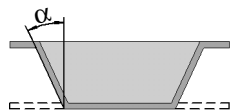
- ▼ Угол уклона отсчитывается от нормали базовой грани.
- ▼ Направление отсчета угла выбирается таким, чтобы боковые стенки были уклонены наружу по отношению к дну штамповки.
- ▼ Исходные размеры профиля (определяемые эскизом) выдерживаются в области дна штамповки.

Примеры построения открытой и закрытой штамповок с уклоном боковых стенок показаны в таблице 98.3 и 98.4 соответственно. Направление добавления материала боковых стенок во всех примерах — внутрь; α — угол уклона боковых стенок; штриховой линией показано исходное положение детали, а утолщенной — грань, сохранившая в результате построения форму и размеры профиля.

Табл. 98.3. Уклон боковых стенок открытой штамповки

	Исходное состояние детали; положение неподвижной стороны	Результат построения	Сечение плоскостью, перпендикулярной базовой грани

Табл. 98.4. Уклон боковых стенок закрытой штамповки

	Исходное состояние детали; положение неподвижной стороны	Результат построения	Сечение плоскостью, перпендикулярной базовой грани
			
			

98.2.5. Скругление боковых ребер

Боковые ребра — ребра, образующиеся на стыках граней боковых стенок штамповки. При этом ребра, принадлежащие внутренним боковым граням штамповки, считаются **внутренними боковыми ребрами**, а принадлежащие внешним боковым граням — **внешними боковыми ребрами** (рис. 98.4).

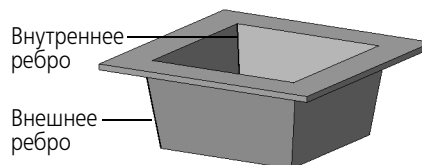


Рис. 98.4. Внутренние и внешние боковые ребра штамповки

Штамповка может создаваться со скруглением боковых ребер или без скругления.

Чтобы скруглить боковые ребра, включите опцию **Скругление боковых ребер** и введите радиус скругления в поле **Радиус**. Заданное значение радиуса R используется для скругления внутренних боковых ребер. Радиус скругления внешних ребер равен сумме $(R + S)$, где S — толщина листового материала. Минимальное значение радиуса скругления боковых ребер — 0.

Если боковые стенки штамповки уклонены (см. раздел 98.2.4), то R и $(R + S)$ — минимальные радиусы скругления боковых ребер. Эти значения радиусов выдерживаются в области дна штамповки. Например, на рисунке 98.5 показана открытая штамповка с уклоном боковых стенок и скругленными боковыми ребрами.

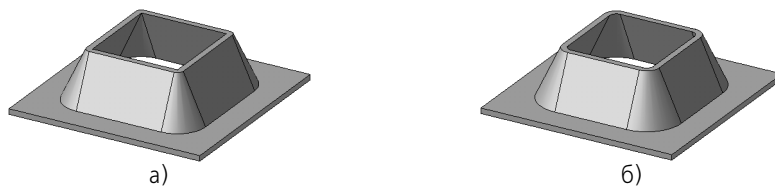


Рис. 98.5. Открытая штамповка с уклоном боковых стенок и скругленными боковыми ребрами: а) радиус скругления равен нулю, б) радиус скругления больше нуля



Боковые ребра штамповки, образованные гладко сопряженными гранями, не скругляются.

98.2.6. Скругление ребер дна

Ребра дна — ребра, образующиеся на стыках граней дна штамповки и граней ее боковых стенок. При этом ребра, принадлежащие внутренним боковым граням штамповки, считаются **внутренними ребрами дна**, а принадлежащие внешним боковым граням — **внешними ребрами дна** (рис. 98.6).

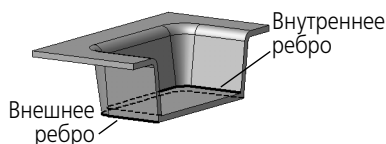


Рис. 98.6. Внутренние и внешние ребра дна штамповки (штамповка рассечена плоскостью, перпендикулярной базовой грани)

Штамповка может создаваться со скруглением ребер дна или без скругления.

Чтобы скруглить ребра дна, включите опцию **Скругление дна** и введите радиус скругления в поле **Радиус скругления дна**. Заданное значение радиуса R используется для скругления внутренних ребер дна. Радиус скругления внешних ребер равен сумме $(R + S)$, где S — толщина листового материала. Минимальное значение радиуса скругления ребер дна — 0.



Открытая штамповка может иметь либо дно, либо основание в зависимости от выбора неподвижной стороны (см. табл. 98.1 на с. 212). Поэтому при ее создании на Панели свойств присутствуют элементы управления скруглением либо дна, либо основания (см. раздел 98.1.2 на с. 210).

98.3. Буртик

В листовой детали КОМПАС-3D V9 можно создать буртик одной из трех форм сечения:

- ▼ круглая (рис. 98.7, а),
- ▼ U-образная (рис. 98.7, б),
- ▼ V-образная (рис. 98.7, в).



Чтобы построить буртик, вызовите команду **Буртик**.

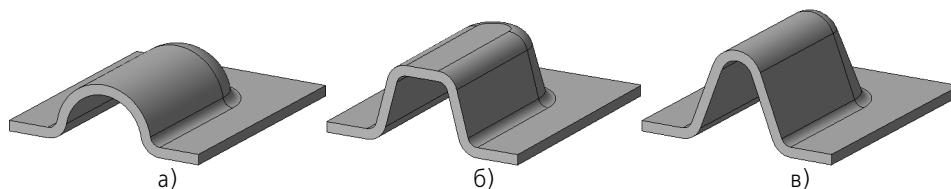


Рис. 98.7. Формы сечения буртиков

Команда доступна, если выделен один эскиз — эскиз буртика. Эскиз определяет конфигурацию и положение буртика. Требования к эскизу перечислены в разделе 98.3.1.



Построение буртика невозможно, если его эскиз имеет общие точки с ребрами, к которым примыкают сгибы.



Укажите направление построения (см. раздел 98.1.1 на с. 209).



Выберите форму сечения буртика: **круглая**, **U-образная** или **V-образная**.



Выберите тип обработки концов буртика (см. раздел 98.3.2).



Для удобства работы на панели **Просмотр** показан образец буртика (см. раздел 98.3.3).

Выберите способ построения буртика (см. раздел 98.3.4).

Введите значения параметров буртика в соответствующие поля на Панели свойств. Набор этих полей зависит от выбранного способа построения.

Настройте параметры скругления ребер основания (см. раздел 98.1.2 на с. 210). Для U-образного буртика возможно также скругление ребер дна. Это делается так же, как при построении штамповки — см. раздел 98.2.6 на с. 216.



Если при построении V-образного буртика или U-образного со скруглениями ребер дна и/или основания задана малая (по сравнению с радиусами) высота, то становится невозможным одновременное соблюдение заданных значений угла, радиуса (радиусов) и высоты. Поскольку высота и радиус имеют более высокий приоритет, значение, введенное в поле **Угол**, игнорируется. Величина угла уклона боковых стенок (фактически, угла наклона касательных к боковым стенкам, так как их плоские участки в этих случаях вырождаются) вычисляется системой автоматически.

Если буртик не умещается полностью в пределах базовой грани, то он обрезается плоскостью (плоскостями) соответствующей торцевой грани (рис. 98.8).

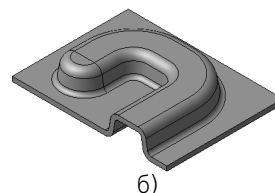
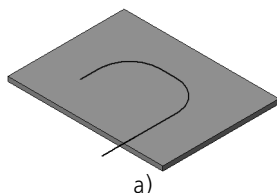


Рис. 98.8. Буртик, не умещающийся в пределах базовой грани:
а) эскиз буртика; б) результат построения



Завершив настройку, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления, чтобы подтвердить создание буртика.



К проектируемой листовой детали добавится новый элемент с заданными параметрами, а в Дереве модели появится соответствующая пиктограмма.

98.3.1. Требования к эскизу

- ▼ Эскиз должен располагаться только на внешней или внутренней плоской грани листового тела или листового элемента.
- ▼ Эскиз может содержать один или несколько контуров.
- ▼ Контурные линии могут быть замкнутыми или разомкнутыми.
- ▼ Если контур состоит из нескольких графических объектов, то они должны гладко сопрягаться.
- ▼ Контурные линии могут пересекаться друг с другом, но самопересечение контуров не допускается.

98.3.2. Обработка концов

Конец буртика — часть буртика, соответствующая крайней точке контура в эскизе. Доступны следующие варианты обработки концов:

- ▼ закрытый (рис. 98.9, а),
- ▼ открытый (рис. 98.9, б),
- ▼ рубленый (рис. 98.9, в).

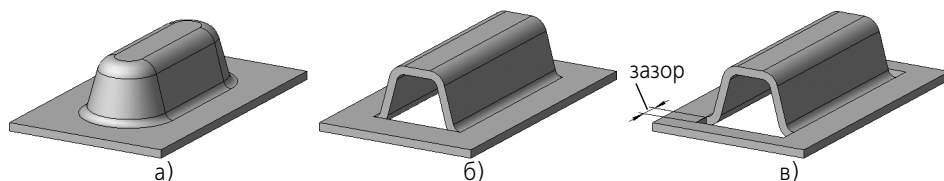


Рис. 98.9. Типы обработки концов буртика

Выбранный тип применяется ко всем концам текущего буртика.

При выборе типа обработки **Рубленый** на Панели свойств появляется поле **Зазор**, в которое следует ввести величину зазора вырубки.

98.3.3. Просмотр образца

Изображение буртика показано на панели **Просмотр**. Доступны два варианта изображения:

- ▼ **поперечный разрез** с размерами, соответствующими параметрам сечения,
- ▼ **образец** — наглядное изображение прямолинейного буртика с учетом выбранной формы сечения, типа обработки концов и скругления основания.

Для выбора типа изображения на панели **Просмотр** служит опция **Образец**. Если она включена, на панели просмотра отображается образец буртика, если выключена — разрез.

98.3.4. Способ построения

Для выбора способа построения буртика служит список **Способ**. Набор способов, доступных в этом списке, зависит от выбранной формы сечения (см. табл. 98.5–98.7).

Табл. 98.5. Способы построения круглого буртика


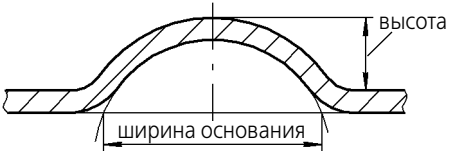

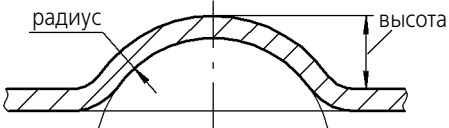

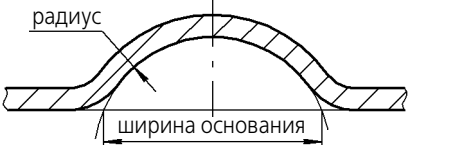
Способ	Параметры
 По высоте и ширине основания	
 По высоте и радиусу	
 По радиусу и ширине основания	

Табл. 98.6. Способы построения U-образного буртика


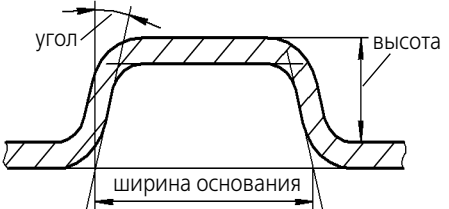

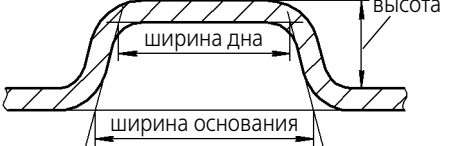

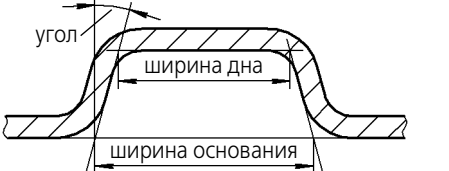
Способ	Параметры
 По высоте, углу и ширине основания	
 По ширине основания, высоте и ширине дна	
 По ширине основания, углу и ширине дна	

Табл. 98.6. Способы построения U-образного буртика




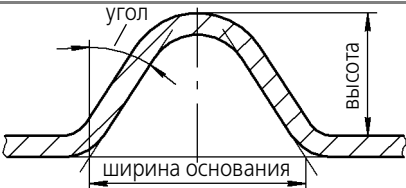

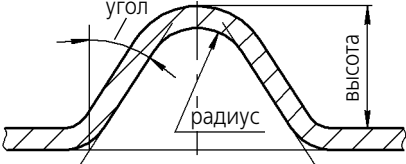

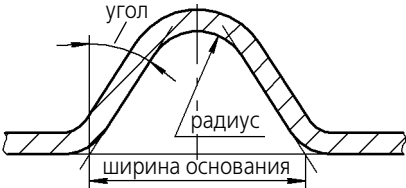


Способ	Параметры
 По углу, высоте и ширине дна	

Табл. 98.7. Способы построения V-образного буртика

Способ	Параметры
 По высоте, углу и ширине основания	
 По высоте, углу и радиусу	
 По радиусу, углу и ширине основания	
 По высоте, радиусу и ширине основания	

98.4. Жалюзи

Позволяет создать в листовой детали жалюзи по прямой линии. Доступно два типа жалюзи:

- ▼ вытянутые (рис. 98.10, а),
- ▼ подрезанные (рис. 98.10, б).

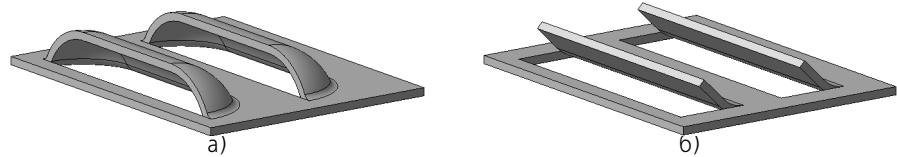


Рис. 98.10. Типы жалюзи



Чтобы построить жалюзи, вызовите команду **Жалюзи**.

Команда доступна, если выделен один эскиз — эскиз жалюзи. Требования к эскизу перечислены в разделе 98.4.1.



Укажите направление построения (см. раздел 98.1.1 на с. 209).



Выберите положение жалюзи — справа или слева относительно отрезка в эскизе, активизировав нужный переключатель в группе **Положение**.

Задайте высоту жалюзи (см. раздел 98.4.2).

Выберите способ построения жалюзи (см. раздел 98.4.4).

Задайте ширину жалюзи (см. раздел 98.4.4).

Настройте параметры скругления ребер основания (см. раздел 98.1.2 на с. 210).



Завершив настройку, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления, чтобы подтвердить создание жалюзи.



К проектируемой листовой детали добавится новый элемент (элементы) с заданными параметрами, а в Дереве модели появится соответствующая пиктограмма.

98.4.1. Требования к эскизу

- ▼ Эскиз должен располагаться только на внешней или внутренней плоской грани листового тела или листового элемента.
- ▼ Эскиз может содержать один отрезок или несколько отрезков.
- ▼ Эскиз должен полностью находиться в пределах базовой грани (т.е. не должен иметь общих точек с ребрами, ограничивающими базовую грань).
- ▼ Отрезки в эскизе не могут пересекаться или иметь общие точки.

98.4.2. Высота

Чтобы определить высоту жалюзи, необходимо выбрать тип размера высоты жалюзи и ввести значение высоты.



Доступно три типа размера высоты:



▼ **Полный,**




▼ **От грани,**



▼ **Высота прорези.**

Выбрав тип размера, введите нужное значение в поле **Высота**. Пределы допустимых значений высоты жалюзи зависят от толщины листового материала (S) и ширины жалюзи (B). Зависимость различна для разных типов размера высоты (см. таблицу 98.8).

Табл. 98.8. Пределы допустимых значений высоты жалюзи

Тип размера	Пределы значений высоты
 Полный	$S < H < B$, где H — полная высота жалюзи
 От грани	$S < h < B - S$, где h — высота жалюзи от грани
 Высота прорези	$0.00 < A < B - 2 \times S$, где A — высота прорези жалюзи

Геометрические параметры жалюзи показаны на рисунке 98.11.

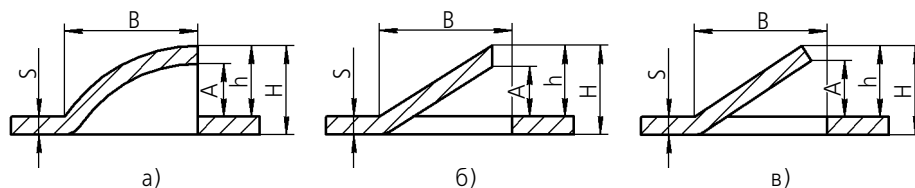


Рис. 98.11. Геометрические параметры жалюзи: а) вытянутых; б) подрезанных с торцем по направлению подрезки; в) подрезанных с торцем по нормали к толщине

98.4.3. Ширина

Чтобы задать ширину жалюзи, введите нужное значение в поле **Ширина**. Значение ширины B (см. рис. 98.11) должно удовлетворять следующему условию: $B > 2 \times S$, где S — толщина листового материала. Для вытянутого жалюзи значение ширины должно удовлетворять также условию $B < L/2$, где L — длина отрезка в эскизе жалюзи.

98.4.4. Способ построения

Чтобы задать способ построения жалюзи, разверните список **Способ** и выберите из него нужную строку. Доступны два способа: **Вытяжка** и **Подрезка**.

При использовании способа **Подрезка** можно выбрать форму торца:



▼ По направлению подрезки или



▼ По нормали к толщине.

Часть XX

**Вспомогательные
элементы**

Глава 99.

Вспомогательные оси

Если существующих в модели ребер недостаточно для выполнения построений, вы можете создать 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.



Если перед вызовом команды было выделено какое-либо ребро, то оно будет воспринято в качестве опорного для построения 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).

99.1. Ось через две вершины



Чтобы создать вспомогательную ось, проходящую через указанные опорные точки, вызовите команду **Ось через две вершины**.

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.

99.2. Ось на пересечении плоскостей



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.

99.3. Ось через ребро



Чтобы создать вспомогательную ось, которая проходит через указанное прямолинейное ребро модели, вызовите команду **Ось через ребро**.

Укажите прямолинейное ребро модели, через которое должна пройти создаваемая ось.

99.4. Ось конической грани



Чтобы создать вспомогательную ось, которая является осью конической (а в частном случае — цилиндрической) грани, вызовите команду **Ось конической грани**.

Укажите коническую грань, ось которой требуется построить.

Глава 100.

Вспомогательные плоскости

Если существующих в модели базовых плоскостей и плоских граней недостаточно для выполнения построений, вы можете создать вспомогательные плоскости.

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.



Если перед вызовом команды были выделены какие-либо объекты, они будут восприняты в качестве опорных для новой плоскости.



Плоскость с заданными параметрами отображается на экране в виде фантома.

Чтобы зафиксировать эту плоскость в модели, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



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. Вы можете изменить размер и положение этого прямоугольника, перетаскивая мышью его характерные точки (они появляются, когда плоскость выделена).

100.1. 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 должна быть построена новая плоскость, активизируйте переключатель **Прямое направление** или **Обратное направление** в группе **Направление смещения**.



Расстояние и направление смещения можно задать с помощью характерной точки (см. главу 91).

100.2. Плоскость через три вершины



Чтобы создать вспомогательную плоскость, проходящую через три указанные опорные точки, вызовите команду **Плоскость через три вершины**.

Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начала координат.

Укажите тройку точек, через которые должна пройти создаваемая плоскость.

100.3. Плоскость под углом к другой плоскости



Чтобы создать вспомогательную плоскость, проходящую через прямолинейный объект под заданным углом к существующему плоскому объекту, вызовите команду **Плоскость под углом к другой плоскости**.

Опорным прямолинейным объектом для построения плоскости может служить ребро, отрезок в эскизе или вспомогательная ось. Опорным плоским объектом может служить вспомогательная плоскость или плоская грань.



Опорный прямолинейный объект должен быть параллелен опорному плоскому объекту или принадлежать ему.

Укажите опорную плоскость (вспомогательную плоскость или плоскую грань), под углом к которой должна пройти новая плоскость.

Укажите ребро (отрезок или вспомогательную ось), через которое должна пройти новая плоскость.

Введите в поле **Угол** значение угла между опорной плоскостью и создаваемой плоскостью или выберите его из раскрывающегося списка.



Чтобы указать, в какую сторону от опорной плоскости должен быть отложен указанный угол, активизируйте переключатель **Прямое направление** или **Обратное направление** в группе **Направление угла**.



Величину и направление угла можно задать с помощью характерной точки (см. главу 91).

100.4. Плоскость через ребро и вершину



Чтобы создать вспомогательную плоскость, проходящую через прямолинейный объект и точку, вызовите команду **Плоскость через ребро и вершину**.

Опорным прямолинейным объектом для построения плоскости может служить ребро, вспомогательная ось или отрезок в эскизе. Опорной точкой может служить вершина, характерная точка графического объекта в эскизе (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начало координат.

Укажите опорные объекты для построения плоскости.

100.5. Плоскость через вершину параллельно другой плоскости



Чтобы создать вспомогательную плоскость, проходящую через указанные точки параллельно указанным конструктивным плоскостям или плоским граням, вызовите команду **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**.

Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начала координат.

Укажите точку, через которую должна пройти новая плоскость, и существующую плоскость (или плоскую грань), параллельно которой должна пройти новая плоскость.

100.6. Плоскость через вершину перпендикулярно ребру



Чтобы создать вспомогательную плоскость, проходящую через указанные точки перпендикулярно указанным прямолинейным объектам, вызовите команду **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру**.

Опорными точками для построения плоскости могут служить вершины, начала координат, характерные точки графических объектов в эскизах (концы отрезков, центры окружностей и т.п.). Опорными прямолинейными объектами могут служить ребра, конструктивные оси, отрезки в эскизах.



Опорная точка необязательно должна принадлежать опорному прямолинейному объекту.

Укажите опорные объекты для построения новой плоскости.

100.7. Нормальная плоскость



Чтобы создать вспомогательную плоскость, нормальную к цилиндрической или конической грани модели, вызовите команду **Нормальная плоскость**.

Укажите грань, нормально к которой должна пройти новая плоскость.

Так как к любой цилиндрической или конической поверхности можно провести множество нормальных плоскостей (все они будут проходить через ось цилиндра или конуса), для определения одной из них требуется задать дополнительное условие. Укажите плоскость или плоскую грань, относительно которой будет задано положение новой плоскости.

По умолчанию новая плоскость параллельна указанному плоскому объекту (угол между ними равен нулю). Если требуется, чтобы новая плоскость проходила под углом к указанной, введите его значение в поле **Угол**.



Величину угла можно задать также с помощью характерной точки (см. главу 91).



Чтобы указать, в какую сторону от опорной плоскости должен быть отложен указанный угол, активизируйте переключатель **Прямое направление** или **Обратное направление** в группе **Направление угла**.

100.8. Касательная плоскость



Чтобы создать вспомогательную плоскость, касательную к цилиндрической или конической грани модели, вызовите команду **Касательная плоскость**.

Чтобы построить плоскость, касающуюся 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 указанной.



Величину угла можно задать также с помощью характерной точки (см. главу 91).



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



100.9. Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру



Чтобы создать вспомогательную плоскость, проходящую через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно другим прямолинейным объектам, вызовите команду **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру**.

Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах.

Укажите прямолинейный объект, через который должна пройти плоскость.



Чтобы выбрать вариант построения — **Параллельно** или **Перпендикулярно** другому прямолинейному объекту, активизируйте соответствующий переключатель в группе **Положение плоскости**.



Укажите прямолинейный объект, параллельно (или перпендикулярно) которому должна пройти плоскость.

100.10. Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани



Чтобы создать вспомогательную плоскость, проходящую через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно плоским объектам, вызовите команду **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани**.

Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах. Опорными плоскими объектами могут служить вспомогательные плоскости или плоские грани модели.

Укажите прямолинейный объект, через который должна пройти плоскость.



Чтобы выбрать вариант построения — **Параллельно** или **Перпендикулярно** другому объекту, активизируйте соответствующий переключатель в группе **Положение плоскости**.

Укажите объект, параллельно (или перпендикулярно) которому должна пройти плоскость. Если строится параллельная плоскость, может быть указана только плоская грань или плоскость.

100.11. Средняя 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.

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

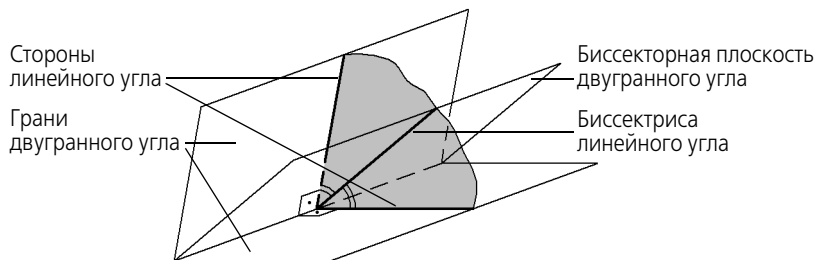


Рис. 100.1. Двугранный угол и его биссекторная плоскость

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.

В частном случае, если опорные объекты параллельны, построение выполняется следующим образом (вне зависимости от того, какой переключатель положения активен).

- ▼ Если опорные объекты прямолинейные, то средняя плоскость строится перпендикулярно проходящей через них плоскости на равном расстоянии от них.
- ▼ Если опорные объекты плоские, а также, если один плоский, а второй — прямолинейный, то средняя плоскость строится параллельно им на равном расстоянии от них.

Глава 101.

Контрольные и присоединительные точки

Контрольные и присоединительные точки — специальные объекты, использующиеся при проектировании трубопроводов, жгутов и т.п. Для создания этих систем используются специализированные приложения (библиотеки) КОМПАС-3D.

Контрольные и присоединительные точки формируются в тех деталях и сборочных единицах, которые предназначены для размещения в трубопроводах, жгутах и т.п. Контрольные точки обеспечивают расстановку деталей и сборочных единиц по траектории системы, а присоединительные — стыковку их друг с другом и с элементами трассы.

Для создания контрольных и присоединительных точек служат команды **Контрольная точка** и **Присоединительная точка** соответственно. Эти команды рассмотрены в руководствах по работе со приложениями, автоматизирующими проектирование вышеуказанных изделий.

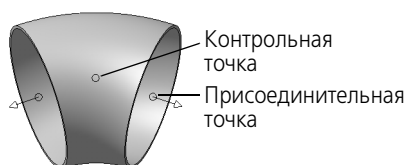


Рис. 101.1. Контрольная и присоединительные точки

Часть XXI

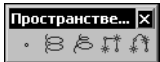
Пространственные кривые, точки, поверхности

Глава 102.

Пространственные кривые и точки

В КОМПАС-3D возможно построение пространственных кривых следующих типов:

- ▼ спираль цилиндрическая,
- ▼ спираль коническая,
- ▼ ломаная,
- ▼ сплайн.



Команды создания пространственных кривых и точек расположены в меню **Операции**, а кнопки для их вызова находятся на панели **Пространственные кривые** (рис. 102.1).

Рис. 102.1.

Полученные кривые могут использоваться, например, в качестве направляющих при построении кинематических элементов соответствующей формы.

102.1. Спирали. Общие приемы построения

Команды создания спиралей доступны, если в окне модели выделен какой-либо плоский объект: вспомогательная или проекционная плоскость, плоская грань детали. Этот объект является опорным для спирали.

После вызова любой команды построения спирали требуется задать ее параметры в полях на Панели свойств.

Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома спирали.



Чтобы зафиксировать эту спираль в модели, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



В окне модели появляется созданная спираль, а в Дереве модели — ее пиктограмма.

102.2. Цилиндрическая спираль



Чтобы создать цилиндрическую спираль, вызовите команду **Спираль цилиндрическая**.

102.2.1. Способ построения

Укажите способ построения спирали: **По числу витков и шагу**, **По числу витков и высоте** или **По шагу витков и высоте**, выбрав его из списка **Способ построения**.

102.2.2. Число витков, шаг, высота



Введите число витков спирали в поле **Число витков**. Число витков может быть не целым. Если выбран способ построения спирали **По шагу витков и высоте**, то поле **Число витков** недоступно для ввода и в нем отображается вычисленное число витков.

Введите шаг витков спирали в поле **Шаг**. Если выбран способ построения спирали **По числу витков и высоте**, то поле **Шаг** недоступно для ввода и в нем отображается вычисленное значение шага.

Если выбран способ построения спирали **По шагу витков и высоте** или **По числу витков и высоте**, становится доступной группа опций, позволяющих задать высоту спирали.

Выберите способ определения высоты спирали. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Высота** (см. табл. 102.1).

Табл. 102.1. Способы задания высоты спирали

Значение опции	Правила определения высоты спирали
Высота	
 По размеру	Высота спирали равна значению, заданному в поле Размер .
 По объекту	Высота спирали определяется автоматически по положению указанного пользователем объекта (границы или точки в окне модели).

При выборе варианта **По размеру** введите в поле **Размер** высоту спирали.

Задание расстояния до опорного объекта

При выборе варианта **По объекту** укажите в окне вершину, грань, плоскость или поверхность (т.е. опорный объект). Название опорного объекта будет показано в справочном поле **Объект**.

Введите в поле **Размер** требуемое расстояние между торцом элемента и объектом.

Если нужно построить спираль точно до вершины или поверхности, введите нулевое значение.



Если расстояние до объекта не нулевое, оно может быть отложено как в направлении построения спирали (в этом случае спираль будет выходить «за» объект на указанное расстояние), так и против направления построения (в этом случае спираль не достигнет объекта на указанное расстояние). Чтобы задать направление отсчета расстояния до вершины, активизируйте переключатель **До объекта** или **За объект** в группе **Тип**.

102.2.3. Направление построения



По умолчанию спираль строится наружу относительно опорной грани. Это — **Прямое направление**. Чтобы направить спираль в другую сторону, активизируйте переключатель **Обратное направление** в группе **Направление построения**.

Если высота спирали определяется по объекту, то изменить направление построения спирали невозможно (переключатель **Направление построения** недоступен).

102.2.4. Направление навивки



Выберите направление навивки спирали — **Правое** или **Левое**.

Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Направление навивки**.

102.2.5. Начальный угол

Введите начальный угол спирали в поле **Угол**.



Угол измеряется относительно оси абсцисс системы координат опорной грани.

102.2.6. Диаметр спирали

Опции управления диаметром спирали расположены на вкладке Панели свойств **Диаметр**.

Выберите способ определения диаметра спирали. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Диаметр** (см. табл. 102.2).

Табл. 102.2. Способы задания диаметра цилиндрической спирали

Значение опции	Правила определения диаметра спирали
Диаметр	
 По размеру	Диаметр спирали равен значению, заданному в поле Диаметр 1 .
 По объекту	Диаметр спирали определяется автоматически по положению указанного пользователем объекта.

При выборе варианта **По размеру** введите в поле **Диаметр 1** диаметр спирали.

При выборе варианта **По объекту** укажите в окне точку (вершину детали, начало координат, конец отрезка или точку в эскизе и т.п.). Название опорного объекта будет показано в справочном поле **Объект 1**. Диаметр спирали станет равен расстоянию от ее центра до проекции указанной точки на опорную плоскость спирали. Вычисленное значение диаметра появится в поле **Диаметр 1**.

102.2.7. Положение спирали

Фантом цилиндрической спирали с заданными параметрами отображается в окне модели. Точка привязки спирали по умолчанию располагается в начале локальной системы координат грани или плоскости, на которой создается эта спираль.

Чтобы разместить спираль в нужном месте грани или плоскости, расфиксируйте поле **t** на вкладке Панели свойств **Построение**. Укажите положение спирали мышью или введите координаты центра спирали в поле **t**.

102.3. Коническая спираль



Чтобы создать коническую спираль, вызовите команду **Спираль коническая**.

Способ построения, число витков, шаг, высота, направление навивки и построения конической спирали задаются точно так же, как и при построении цилиндрической спирали (см. разделы 102.2.1–102.2.5).



Коническая спираль отличается от цилиндрической тем, что ее начальный диаметр не равен конечному.

Опции управления начальным и конечным диаметром спирали расположены на вкладке Панели свойств **Диаметр**.

102.3.1. Начальный диаметр

Выберите способ определения начального диаметра спирали. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Диаметр начальный** (см. табл. 102.3).

Табл. 102.3. Способы задания начального диаметра конической спирали

	Значение опции	Правила определения начального диаметра
	Диаметр начальный	
	По размеру	Начальный диаметр спирали равен значению, заданному в поле Диаметр 1 .
	По объекту	Начальный диаметр спирали определяется автоматически по положению указанного пользователем объекта.




При выборе варианта **По размеру** введите в поле **Диаметр 1** начальный диаметр спирали.

При выборе варианта **По объекту** укажите в окне опорный объект (точку). Название опорного объекта будет показано в справочном поле **Объект 1**. Начальный диаметр спирали станет равен расстоянию от ее центра до проекции указанной точки на опорную плоскость спирали. Вычисленное значение начального диаметра появится в поле **Диаметр 1**.

102.3.2. Конечный диаметр

Выберите способ определения конечного диаметра спирали. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Диаметр конечный** (см. табл. 102.4).

Табл. 102.4. Способы задания конечного диаметра конической спирали



	Значение опции	Правила определения конечного диаметра
	Диаметр конечный	
	По размеру	Конечный диаметр спирали равен значению, заданному в поле Диаметр 2 .
	По объекту	Конечный диаметр спирали определяется автоматически по положению указанного пользователем объекта.
	По наклону образующей	Конечный диаметр вычисляется по заданным значениям начального диаметра и наклона образующей конической спирали.

При выборе варианта **По размеру** введите в поле **Диаметр 2** конечный диаметр спирали.

При выборе варианта **По объекту** укажите в окне опорный объект (точку). Конечный диаметр спирали станет равен расстоянию от ее центра до проекции указанной точки на опорную плоскость спирали. Вычисленное значение конечного диаметра появится в поле **Диаметр 2**.

При выборе варианта **По наклону образующей** введите в поле **Угол** значение угла наклона образующей к оси спирали. Выберите направление наклона образующей, активизировав соответствующий переключатель в группе **Наклон образующей** (см. табл. 102.5).

Табл. 102.5. Направление наклона образующей конической спирали

Значение опции	Результат построения
Наклон образующей	
 Наружу	Диаметр спирали увеличивается в направлении построения.
 Внутри	Диаметр спирали уменьшается в направлении построения.

Фантом конической спирали с заданными параметрами отображается в окне модели. Точка привязки спирали по умолчанию располагается в начале локальной системы координат грани или плоскости, на которой создается эта спираль.

Чтобы разместить спираль в нужном месте грани или плоскости, расфиксируйте поле **t** на вкладке Панели свойств **Построение**. Укажите положение спирали мышью или введите координаты центра спирали в поле **t**.

102.4. Сплайны и ломаные. Общие приемы построения

Пространственные ломаная и сплайн являются точно заданными кривыми. Точки, определяющие эти кривые, называются **характеристическими точками** или **вершинами**.

Пространственная ломаная состоит из отрезков, последовательно соединяющих заданные точки.

Пространственный сплайн состоит из криволинейных сегментов заданного порядка, гладко стыкующихся в характеристических точках.

Чтобы построить кривую, следует задать параметры ее вершин.

После вызова команды построения сплайна или ломаной на экране появляется фантом кривой. Он отображает заданные значения задаваемых параметров и их изменение.

Название и цвет кривой могут быть изменены на вкладке **Свойства** Панели свойств.



Если введено две или более вершин кривой, становится доступна кнопка **Создать объект** на Панели специального управления. Нажмите ее, чтобы завершить построение кривой.



В окне модели появляется созданная ломаная или сплайн, а в Дереве модели — соответствующая пиктограмма.

102.4.1. Способы задания вершин

Общими способами задания параметров вершин для сплайна и ломаной являются следующие:

- ▼ ввод значений в поля Панели свойств и таблицы параметров вершин,
- ▼ использование опорных точек в окне модели.

Опорная точка кривой — точка существующего в окне модели объекта, с которой связывается положение вершины пространственной кривой.

В качестве опорных точек могут быть использованы следующие объекты:

- ▼ начала координат,
- ▼ концы отрезков,
- ▼ отдельные точки в эскизах,
- ▼ вершины деталей,
- ▼ начальные точки пространственных кривых,
- ▼ вершины ломаных и т.п.

Координаты вершины, связанной с опорной точкой, невозможно изменить произвольно. Для этого необходимо либо разорвать связь с опорной точкой, либо изменить координаты самой опорной точки.

102.4.2. Таблица параметров вершин

Каждая вершина ломаной или сплайна характеризуется набором параметров. Их значения отображаются в таблице параметров вершин.

Эта таблица называется **Координаты вершин** и находится на вкладке Панели свойств **Параметры**.

Каждая вершина кривой описывается строкой таблицы.

Набор полей таблицы параметров вершин зависит от типа кривой. Для обоих типов кривой в таблице содержатся следующие параметры:

- ▼ номер вершины,
- ▼ атрибут связи вершины с опорной точкой,
- ▼ пространственные координаты вершины.

Специфическими являются следующие параметры:

- ▼ для сплайна — вес,
- ▼ для пространственной ломаной — радиус скругления.

Строки таблицы формируются автоматически при построении вершины в окне модели. Вместе с тем, создание или редактирование строки таблицы приводит к созданию новой или изменению параметров существующей вершины кривой.

Приемы работы со столбцами таблицы параметров

Чтобы выделить столбец, щелкните мышью по его заголовку. Можно также указать мышью ячейку, принадлежащую столбцу и вызвать из контекстного меню команду **Выделить столбец**.

Команда **Обнулить значение** из контекстного меню таблицы позволяет заменить содержимое всех ячеек выделенного столбца значением *0.0*.

Команда **Копировать значение по первой ячейке** позволяет заменить содержимое всех ячеек выделенного столбца значением, введенным в первую ячейку.



Команда **Копировать значение по первой ячейке** доступна, если кривая не содержит вершин, связанных с опорными точками.

Элементы управления таблицы позволяют выполнять следующие действия:

- ▼ заполнять таблицу набором значений из внешнего текстового файла.
- ▼ сохранять содержание таблицы параметров в текстовый файл для последующего использования.
- ▼ создавать новые вершины,
- ▼ изменять значения параметров существующих в таблице вершин,
- ▼ удалять вершины кривой,
- ▼ удалять связь вершины с опорной точкой.

Формат файла параметров вершин

Часть параметров вершин кривой может быть сохранена в файле.

Файл имеет текстовый формат. Каждая вершина описывается строкой. Для сплайна и ломаной строка содержит значения координат вершины.

Специфическими параметрами являются следующие:

- ▼ для сплайна — вес вершин,
- ▼ для пространственной ломаной — радиус скругления вершины.

В качестве десятичного разделителя используется точка. Значения в строках разделяются пробелами. При создании файла средствами КОМПАС-3D, если положение вершины задано курсором в окне модели, то по умолчанию значение координаты округляется до трех знаков после запятой вне зависимости от отображения чисел в ячейках таблицы.

Файл параметров вершин может быть создан средствами текстового редактора. При этом необходимо учитывать следующие ограничения:

- ▼ не допускаются пустые строки в любом месте файла,
- ▼ в строках не допускаются пустые значения параметров.

Если эти условия нарушены, построение кривой по данным из файла будет невозможно. При попытке прочитать значения из файла на экране появится предупреждающее сообщение (рис. 102.2).

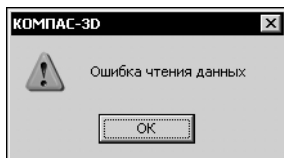


Рис. 102.2.

Если в качестве десятичного разделителя используется запятая, дробная часть числа будет заменена нулями.

Файл может содержать значения параметров вершин, имеющих произвольное количество знаков после запятой. При чтении файла эти числа будут отображаться в ячейках таблицы в соответствии с настройками отображения чисел в КОМПАС-3D.

Чтение файла параметров вершин



Чтобы построить кривую по данным из сохраненного на диске файла с параметрами вершин, нажмите кнопку **Читать из файла**.

В появившемся на экране стандартном диалоге открытия файлов Windows выберите нужный файл. Таблица параметров будет заполнена значениями из этого файла. В окне модели появится фантом ломаной, построенной по табличным данным.



Кнопка **Читать из файла** доступна только в том случае, когда таблица параметров сплайна пуста.

Сохранение координат вершин в файл



Чтобы сохранить параметры вершин в файл, следует нажать кнопку **Сохранить в файл**.

На экране появится стандартный диалог сохранения файлов Windows. В этом диалоге следует указать имя файла и папку для сохранения. По умолчанию файлу присваивается расширение *txt*.

Сохранение координат в текстовый файл возможно только в том случае, если в таблице параметров заполнена хотя бы одна строка.

Создание новой вершины в таблице параметров



Чтобы создать вершину перед уже существующей, выделите строку с номером нужной вершины и нажмите кнопку **Создать новую вершину** или клавишу *<Insert>*.

В окне модели появится новая вершина. Ее номер будет равным номеру текущей вершины. Номера последующих вершин увеличатся на единицу. Значения параметров созданной вершины будут такими же, как у вершины, перед которой она вставлена. Строка параметров созданной вершины будет активна.

Изменение параметров вершины в таблице параметров

Для изменения параметров вершин кривой активизируйте ячейки таблицы параметров двойным щелчком мыши и введите в них новые значения. Для перемещения между ячейками можно использовать комбинации клавиш *<Ctrl>+<стрелки>*.

Удаление вершин из таблицы



Чтобы удалить вершину, выделите строку ее параметров и нажмите кнопку **Удалить вершину** или клавишу *<Delete>*.

С помощью комбинации клавиш *<Shift>+<стрелка>* можно выделить несколько строк и удалить их так же, как одну строку.

Удаление связи вершины с опорной точкой

Чтобы удалить связь вершины с опорной точкой, следует выделить в таблице нужную строку и выключить опцию в поле **Связь с вершиной объекта** или вызвать команду контекстного меню таблицы **Удалить связь с вершиной**.



Будьте внимательны при удалении связи, так как отменить это действие невозможно.

102.4.3. Замкнутая или разомкнутая кривая



Пространственные кривые могут быть разомкнутыми или замкнутыми. Чтобы выбрать вариант построения, активизируйте переключатель **Разомкнутая кривая** или **Замкнутая кривая** в группе **Режим**. Координаты первой и последней вершин замкнутой кривой равны.

102.5. Сплайн



Чтобы построить пространственный сплайн, вызовите команду **Сплайн**.

Типовыми приемами задания координат вершины являются следующие:

- ▼ связывание вершины с опорной точкой (см. раздел 102.5.1),
- ▼ ввод значений координат в таблицу параметров вершин ломаной (см. раздел 102.4.2 на с. 239).

102.5.1. Связывание вершины с опорной точкой

Чтобы расположить вершину в опорной точке, следует указать характерную точку существующего в окне модели объекта курсором.



Когда рядом с курсором появится условное изображение вершины, щелкните левой кнопкой мыши.

Новая вершина появится в окне модели. Строка ее параметров в Таблице параметров вершин автоматически заполнится координатами выбранной точки. Система будет ожидать указания следующей вершины.

После построении очередной вершины на экране отображается фантом сегмента, соединяющего ее с предыдущей. Это позволяет оценить правильность ввода параметров и, при необходимости, откорректировать их.

102.5.2. Тип сплайна

Чтобы выбрать тип сплайна, активизируйте нужный переключатель в группе **Тип: Сплайн по точкам** или **Сплайн по полюсам** (табл. 102.6).

Табл. 102.6. Типы сплайнов



Тип кривой	Результат построения
	Сплайн по точкам Сплайн проходит через вершины, координаты которых заданы в таблице.

Табл. 102.6. Типы сплайнов

	Тип кривой	Результат построения
	Сплайн по полюсам	Сплайн не проходит через вершины. Расстояние до вершин зависит от значения параметра Вес .

При построении сплайна по полюсам становятся доступными поле **Порядок** и колонка **Вес** в таблице параметров вершин.

Порядок NURBS — число, на единицу большее степени полиномов, описывающих участки NURBS (*Non-Uniform Rational B-spline*, неоднородный рациональный базовый сплайн).

Вес — коэффициент, определяющий влияние опорной точки на конфигурацию сплайна. Геометрический смысл этого коэффициента следующий: чем больше вес точки, тем ближе к ней расположена кривая (точки с большим весом «притягивают» сплайн сильнее, чем точки с маленьким весом). Коэффициент имеет значение при построении сплайна по полюсам.

По умолчанию система устанавливает порядок кривой 4, а вес всех точек — 1. Значение порядка может принимать значения в диапазоне 3...10.



Порядок сплайна не должен превышать количество его вершин.

Значение веса может принимать значения в диапазоне 0,0001–999.

102.6. Ломаная



Чтобы построить пространственную ломаную, вызовите команду **Ломаная**.

Вершина ломаной может быть построена следующими способами:

- ▼ по точкам (см. раздел 102.6.2),
- ▼ по осям (см. раздел 102.6.3),
- ▼ по объектам (см. раздел 102.6.4).

Способ построения можно выбрать из раскрывающегося списка **Способ построения**.

Типовыми приемами задания координат вершины являются следующие:

- ▼ указание курсором положения вершины в окне модели,
- ▼ ввод значений координат в поля Панели свойств,
- ▼ связывание вершины с опорной точкой,
- ▼ ввод значений координат в таблицу параметров вершин ломаной (см. раздел 102.4.2), только для способа по точкам.



При указании положения вершины курсором в окне модели необходимо учитывать положение плоскости экрана в трехмерном пространстве окна модели.

Первая вершина ломаной может быть построена только способом по точкам.



Вторая вершина по умолчанию строится способом по осям. Способ построения для этой вершины может быть изменен.



Группа переключателей **Характерные точки** позволяет указать, какие характерные точки ломаной должны отображаться на экране: точки вершин или точки радиусов вершин.



Кнопка **Отображение вершин** позволяет управлять отображением характерных точек вершин построенной пространственной ломаной при ненулевом значении радиуса скругления.

Чтобы продолжить создание новых вершин, выделите последнюю — нумерованную — строку таблицы.

При построении очередной вершины любым способом на экране отображается фантом сегмента, соединяющего эту вершину с предыдущей. Это позволяет оценить правильность ввода параметров и, при необходимости, откорректировать их.

Опция **Автоассоциация** позволяет управлять назначением связи между вершинами ломаной и опорными точками. Если эта опция выключена, то координаты вершины будут соответствовать опорной точке, однако связь при этом не формируется.

102.6.1. Особенности вершин ломаной, связанных с опорными точками

Использование опорных точек возможно при построении вершины ломаной любым способом: по точкам, по осям и по объектам.

- ▼ При построении по точкам вершина ломаной непосредственно совпадает с указанной опорной точкой.
- ▼ При построении по осям или по объектам вершина ломаной совпадает не с самой опорной точкой, а с ее проекцией на линию построения сегмента.

И в том, и в другом случае связь с опорной точкой сохраняется до тех пор, пока не будет явно удалена. Смена способа построения вершины не приводит к удалению связи.

Например, вершина, связанная с опорной точкой, была построена по точкам, то есть непосредственно совпадала с опорной точкой. При последующем редактировании для этой вершины был выбран способ построения по осям и в качестве направляющей указана ось X . Поскольку связь с вершиной не была удалена, ломаная перестроится таким образом, чтобы отредактированная вершина совпадала с проекцией опорной точки на ось X .

И наоборот, если до редактирования вершина совпадала с проекцией опорной точки на линию построения сегмента, то в результате смены способа построения на способ по объектам она будет совпадать с самой опорной точкой.

Рассмотренные связи формируются, если включена опция **Автоассоциация** на Панели свойств. Если эта опция выключена, то координаты вершины будут равны координатам опорной точки, однако они не будут связаны.

102.6.2. Построение по точкам

Чтобы выполнить построение, следует выбрать вариант **По точкам** из раскрывающегося списка **Способ построения**.

При построении по точкам координаты вершины могут использоваться следующие приемы:

- ▼ указание курсором положения вершины в окне модели,
- ▼ связывание вершины с опорной точкой,
- ▼ ввод данных в ячейки таблицы параметров вершин,
- ▼ чтение значений параметров из файла параметров вершин.

Указание вершины курсором и связывание вершины с опорной точкой описаны в следующих разделах. Использование таблицы параметров вершин рассмотрено в разделе 102.4.2.

Указание курсором положения вершины в окне модели

Положение вершины ломаной может быть задано курсором в окне модели. Координаты вершины при этом определяются:

- ▼ местоположением курсора в плоскости экрана;
 - ▼ ориентацией плоскости экрана в пространстве модели;
 - ▼ ограничениями (фиксацией), которые могут быть наложены на изменение координат.
- Чтобы зафиксировать значение координаты, следует использовать переключатель, расположенный рядом с полем этой координаты. По умолчанию координата не фиксирована. При этом на переключателе изображен значок «галочка». Чтобы зафиксировать значение координаты, можно использовать следующие способы:
- ▼ щелкнуть мышью по переключателю;
 - ▼ нажать клавишу *<Enter>*, когда курсор находится в поле ввода значения координаты.

После фиксации значения координаты значок на переключателе поменяется на «крестик».



Если при перемещении курсора в окне модели значение координаты приняло требуемое значение, то для фиксации удобно использовать команды контекстного меню **Фиксировать X/Y/Z**.

Чтобы завершить создание вершины ломаной, необходимо щелкнуть мышью в окне модели либо зафиксировать все три координаты вершины.

Новая вершина появится в окне модели. Строка ее параметров будет добавлена в Таблицу параметров вершин ломаной.

После этого система будет ожидать указания следующей вершины.



Состояние зафиксированности значения координаты сохраняется только при вводе значений координат текущей вершины. После ее создания координата расфиксируется.

Если нужно построить подряд несколько точек с одним и тем же значением какой-либо координаты (например, при создании вершин, лежащих в одной плоскости), действуйте следующим образом.



1. Задайте и зафиксируйте значение нужной координаты.
2. Нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления.
3. Указывайте положение вершин ломаной. Зафиксированность координаты будет сохраняться.

4. Завершив создание вершин с одним и тем же значением координаты, отожмите кнопку **Запомнить состояние**.

Связывание вершины с опорной точкой

Чтобы расположить вершину в опорной точке, следует указать нужную точку курсором.

+*

Для указания опорной точки подведите к ней курсор. Когда рядом с курсором появится условное изображение вершины, щелкните левой кнопкой мыши.

Новая вершина появится в окне модели. Строка ее параметров в Таблице параметров вершин ломаной автоматически заполнится координатами выбранной точки. Автоматически будет включена опция **Связь с вершиной объекта**. Система будет ожидать указания следующей вершины.

102.6.3. Построение по осям

Чтобы выполнить построение, следует выбрать вариант **По осям** из раскрывающегося списка **Способ построения**.

При построении ломаной по осям накладывается ограничение на направление сегмента: сегмент строится параллельно выбранной координатной оси.

Для задания координат вершины могут использоваться следующие приемы:

- ▼ указание положения вершины в окне модели.
- ▼ связывание вершины с опорной точкой.

Указание курсором положения вершины в окне модели

Чтобы выбрать координатную ось, параллельно которой будет построен сегмент ломаной, можно воспользоваться следующими способами:

- ▼ выбрать нужный вариант из раскрывающегося списка **Способ построения**;
- ▼ вызвать соответствующую команду контекстного меню,
- ▼ использовать изображение координатных осей рядом с построенной вершиной в окне модели (рис. 102.3).

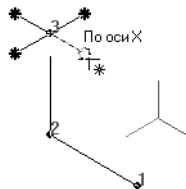


Рис. 102.3. Указание координатной оси в окне модели

В последнем случае из списка **Способ построения** будет автоматически выбран вариант, соответствующий указанному направлению. После выбора координатной оси при перемещении курсора фантом сегмента ломаной будет формироваться параллельно этой оси.

Длина сегмента отображается в поле **Расстояние**. Чтобы явно задать значение длины, следует активизировать поле, ввести число с клавиатуры и нажать клавишу **<Enter>**.

Новая вершина появится в окне модели. Строка ее параметров будет добавлена в таблицу параметров вершин ломаной.

Если положение вершины указывается курсором, то, чтобы завершить построение вершины ломаной, необходимо щелкнуть мышью в окне модели.

После этого система будет ожидать указания следующей вершины. Направление сегмента будет сохранено. Чтобы изменить его, можно использовать следующие способы:

- ▼ выбрать способ построения «по точкам»,
- ▼ выбрать другую координатную ось одним из рассмотренных способов.

Связывание вершины с опорной точкой

Вершину ломаной при построении по осям можно задать указанием для нее опорной точки. Вершина при этом будет совпадать с проекцией опорной точки на фантом сегмента.



Для указания опорной точки подведите к ней курсор в окне модели. Когда рядом с курсором появится условное изображение вершины, щелкните левой кнопкой мыши.

Новая вершина появится в окне модели. Строка ее параметров в Таблице параметров вершин ломаной автоматически заполнится. Значение координаты по выбранной оси будет равно значению этой координаты выбранной характерной точки. Автоматически будет включена опция **Связь с вершиной объекта**. После этого система будет ожидать указания следующей вершины.

102.6.4. Построение по объектам

При построении ломаной по объектам накладывается ограничение на направление сегмента. Для задания направления сегмента в качестве направляющих можно использовать существующие в окне модели прямолинейные или плоские объекты.

Сегмент может быть построен параллельно прямолинейному объекту либо перпендикулярно прямолинейному или плоскому объекту.

Связывание вершины с опорной точкой

Вершину ломаной при построении по объектам можно задать указанием для нее опорной точки. Вершина при этом будет совпадать с проекцией опорной точки на линию построения сегмента.



Для указания опорной точки подведите к ней курсор в окне модели. Когда рядом с курсором появится условное изображение вершины, щелкните левой кнопкой мыши.

Новая вершина появится в окне модели. Строка ее параметров в Таблице параметров вершин ломаной автоматически заполнится. Значение координаты по выбранной оси будет равно значению этой координаты выбранной характерной точки. Автоматически будет включена опция **Связь с вершиной объекта**. После этого система будет ожидать указания следующей вершины.

Построение сегмента параллельно объекту

Сегмент ломаной может быть построен параллельно существующему прямолинейному объекту: ребру или оси.

Чтобы построить сегмент, следует выполнить следующие действия.

1. Выбрать из раскрывающегося списка **Способ построения** вариант **Параллельно объекту**.
2. Указать направляющий объект в окне модели или Дереве модели.
3. Задать длину сегмента.

+₂

Для указания прямолинейного направляющего объекта в окне модели подведите к нему курсор. Когда рядом с курсором появится условное изображение кривой, щелкните левой кнопкой мыши.

Длину сегмента можно задать указанием произвольной точки в окне, указанием опорной точки или явно ввести в поле **Расстояние**.

Построение сегмента перпендикулярно объекту

Сегмент ломаной может быть построен перпендикулярно существующему прямолинейному (ребру или оси) или плоскому (плоской грани, координатной или вспомогательной плоскости) объекту.

Чтобы построить сегмент, следует выполнить следующие действия.

1. Выбрать из раскрывающегося списка **Способ построения** вариант **Перпендикулярно объекту**.
2. Указать направляющий объект в окне модели или Дереве модели.
3. Задать длину сегмента.

+₂

+₂

+₂

Для указания направляющего объекта в окне модели подведите к нему курсор. Когда рядом с курсором появится условное изображение этого объекта, щелкните левой кнопкой мыши.

Длину сегмента можно задать указанием произвольной точки в окне, указанием опорной точки или явно ввести в поле **Расстояние**.



Сегмент невозможно построить перпендикулярно прямолинейному объекту, проходящему через начальную точку этого сегмента, поскольку в данном случае нельзя однозначно определить направление построения.

102.6.5. Встраивание совокупности вершин



Чтобы встроить совокупность вершин между двумя уже существующими, следует нажать кнопку **Вставить совокупность вершин**.

Таблица параметров будет очищена. Система ожидает указания вершин, между которыми будет построена совокупность.

Укажите курсором первую из вершин, которые будут ограничивать встраиваемую совокупность.

Укажите курсором вторую вершину, которая будет ограничивать встраиваемую совокупность.



В качестве второй вершины не может быть выбрана вершина, номер которой меньше, чем у первой.

Изображения вершин и соединяющих их сегментов между выбранными вершинами исчезнут. Между курсором и выбранной вершиной с меньшим номером появится фантом сегмента ломаной. Ограничивающая вершина с большим номером будет соединена с курсором штриховой линией.

Система ожидает задания положения первой из совокупности вершин. Для задания местоположения вершины доступны все способы: по точкам, по осям, по объектам.

После задания параметров первой вершины из встраиваемой совокупности их значения появятся в Таблице параметров. Номера последующих вершин в окне модели будут увеличены на единицу.

Добавьте необходимые вершины встраиваемой совокупности.



Чтобы завершить встраивание, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

Вершины встроеной совокупности заменят собой вершины, ранее находившиеся между граничными. Параметры вставленных вершин будут добавлены в Таблицу параметров. Вершины ломаной будут перенумерованы.



Чтобы отказаться от встраивания совокупности вершин, нажмите кнопку **Прервать команду**.

102.6.6. Редактирование параметров вершины ломаной

Вы можете изменить параметры любой уже созданной вершины ломаной, не выходя из команды построения ломаной.

Чтобы отредактировать существующую вершину, укажите ее в окне модели или активизируйте соответствующую ей строку в Таблице параметров вершин ломаной.

Элементы управления Панели свойств позволяют изменить способ, которым была построена выделенная вершина: по точкам, по осям, по объектам.

При выборе способа построения по осям можно изменить ось, параллельно которой построен сегмент.

При выборе способа построения по объектам можно изменить объект, используемый в качестве направляющего.

Параметры вершины, не связанной с опорной точкой, можно изменить следующими способами.

- ▼ Задать значения координат вершины и радиуса скругления в ячейках Таблицы параметров вершин.
- ▼ Изменить положение вершины в окне модели курсором.
- ▼ Изменить значения координат вершины или длину сегмента, используя поля на Панели свойств.

Если вершина связана с опорной точкой, то ее параметры можно изменить следующими способами.

- ▼ Удалить связь вершины с опорной точкой и воспользоваться вышеприведенными способами.
- ▼ Изменить положение опорной точки.
- ▼ Указать другую опорную точку.



Если вершина была построена способом по точкам с указанием опорной точки, то ее положение при смене способа построения изменится.



В таблице невозможно включить опцию **Связь с вершиной объекта**. Эта связь устанавливается при задании вершины в окне модели. В таблице связь можно только удалить.



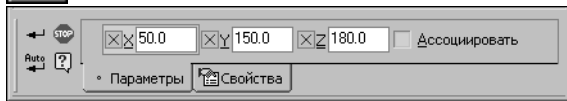
Будьте внимательны при удалении связи, так как отменить это действие невозможно.

Чтобы перейти от редактирования вершин ломаной к продолжению ввода вершин, следует вызвать из контекстного меню команду **Продолжить ввод вершин** или активизировать последнюю — нумерованную — строку Таблицы параметров вершин.

102.7. Точка



Чтобы создать точку в пространстве, вызовите команду **Точка**.



На Панели свойств появятся элементы управления построением (рис. 102.4).

Положение точки в пространстве можно задать тремя способами.

Рис. 102.4. Панель свойств при построении точки

- ▼ **По координатам.** Введите координаты создаваемой точки в поля **X**, **Y**, **Z** Панели свойств и зафиксируйте нажатием клавиши **<Enter>**.
- ▼ **Произвольно.** Укажите мышью произвольную точку в окне модели. Местоположением построенной точки будет являться проекция курсора на плоскость, параллельную экрану и проходящую через начало координат. Координаты точки будут определены автоматически и зафиксируются в полях **X**, **Y**, **Z** Панели свойств. Если значения одной или двух координат точки известны, введите их в соответствующие поля и зафиксируйте. После этого при перемещении мыши в окне модели будут изменяться только незафиксированные координаты.
- ▼ **С привязкой к опорной точке.** Подведите курсор к нужной опорной точке. После того, как рядом с курсором появится условное изображение точки, щелкните левой кнопкой мыши. Построенная точка будет совпадать с опорной. Координаты точки будут определены автоматически и зафиксируются в полях **X**, **Y**, **Z** Панели свойств. Опция **Ассоциировать** автоматически включится. Это означает, что сформирована связь между построенной точкой и ее опорной точкой. Благодаря этой связи вновь созданная точка будет следовать за своей опорной точкой при изменении положения последней.

Вы можете задать название и цвет точки на вкладке **Свойства** Панели свойств.

После завершения построения первой точки система ожидает задания положения очередной точки.

Глава 103.

Поверхности

В файле модели КОМПАС-3D возможно формирование поверхностей четырех типов:

- ▼ выдавливания,
- ▼ вращения,
- ▼ по сечениям,
- ▼ кинематическая.

Возможен импорт поверхностей, записанных в файлах форматов SAT или IGES.

Кроме того, можно создавать поверхности-«заплатки», а также получать новые поверхности путем сшивки или частичного удаления существующих поверхностей.



Рис. 103.1.

Команды работы с поверхностями расположены в меню **Операции — Поверхность**. Кнопки для вызова этих команд находятся на панели **Поверхности** (рис. 103.1).

Поверхности могут использоваться, например, для отсечения части модели или в качестве объекта, до которого производится выдавливание.

103.1. Импортированная поверхность



Чтобы импортировать в файл модели поверхность, вызовите команду **Импортированная поверхность**.

На экране появится стандартный диалог открытия файла. Выберите в нем нужный файл с расширением *sat* или *igs*.

Свободные поверхности и поверхности тел, имеющиеся в указанном файле, будут вставлены в текущую модель так, чтобы их система координат совпала с системой координат модели.



Во время чтения файла **.igs*, записанного без топологии, на экране появляется запрос на сшивку поверхностей. При положительном ответе те импортируемые поверхности, сшивка которых возможна, будут объединены.



В Дереве модели появится пиктограмма (или несколько пиктограмм) импортированной поверхности.

Если в выбранном файле **.sat* или **.igs* записана сборочная модель, то ее импорт возможен только в файл сборки (**.a3d*). В результате чтения в сборке создаются детали, содержащие импортированные поверхности. При сохранении сборки файлы этих деталей записываются на диск. Они помещаются в ту же папку, что и сборка.

103.2. Поверхность выдавливания

При формировании поверхности выдавливания эскиз, содержащий профиль сечения поверхности, перемещается в направлении, перпендикулярном собственной плоскости.

Требования к эскизу поверхности выдавливания такие же, как и к эскизу основания-тела выдавливания (см. раздел 83.1.1 на с. 64).



Для создания в модели поверхности выдавливания вызовите команду **Поверхность выдавливания**.



Команда **Поверхность выдавливания** доступна, если в модели выделен один эскиз.

Задайте параметры поверхности при помощи элементов Панели свойств.

Панель свойств при построении поверхности выдавливания содержит такой же набор полей и переключателей, как при построении формообразующего элемента выдавливания (см. раздел 84.1 на с. 67), и опцию **Замкнутая поверхность**. Эта опция доступна, если эскиз поверхности замкнут. При ее включении к поверхности добавляются плоские грани, соответствующие начальному и конечному положению эскиза.



Если эскиз поверхности выдавливания содержит вложенные контуры, то корректное построение поверхности без включения опции **Замкнуть** невозможно.



Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности.

Чтобы зафиксировать поверхность, нажмите кнопку **Создать**.



Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма — в Дереве модели.

103.3. Поверхность вращения

При формировании поверхности вращения эскиз, содержащий профиль сечения поверхности, вращается вокруг оси, лежащей в его плоскости.

Требования к эскизу поверхности вращения такие же, как и к эскизу основания-тела вращения (см. раздел 83.2 на с. 65).



Для создания в модели поверхности вращения вызовите команду **Поверхность вращения**.



Команда **Поверхность вращения** доступна, если в модели выделен один эскиз.

Задайте параметры поверхности при помощи элементов Панели свойств.

Панель свойств при построении поверхности вращения содержит такой же набор полей и переключателей, как при построении формообразующего элемента вращения (см. раздел 84.2 на с. 71), и опцию **Замкнутая поверхность**. Эта опция доступна, если эскиз поверхности замкнут. При ее включении к поверхности добавляются плоские грани, соответствующие начальному и конечному положению эскиза.



Если эскиз поверхности вращения содержит вложенные контуры, то корректное построение поверхности без включения опции **Замкнуть** невозможно.

Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности.

Чтобы зафиксировать поверхность, нажмите кнопку **Создать**.



Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма — в Дереве модели.

103.4. Кинематическая поверхность

При построении кинематической поверхности используется эскиз, в котором изображено сечение поверхности, и объект (или группа объектов), задающий траекторию движения сечения. Траекторией могут служить контур в эскизе, последовательно соединяющиеся контуры в нескольких эскизах или последовательно соединяющиеся ребра модели. Если эскизы и (или) ребра расположены в разных плоскостях, траектория будет не плоской, а объемной.

Требования к эскизам сечений и траектории такие же, как и к эскизам и траектории формообразующего кинематического элемента (см. раздел 83.3 на с. 65).



Для создания в модели кинематической поверхности вызовите команду **Кинематическая поверхность**.



Команда **Кинематическая поверхность** доступна, если в модели есть не менее двух эскизов. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры поверхности при помощи элементов Панели свойств.

Панель свойств при построении кинематической поверхности содержит такой же набор полей и переключателей, как и при построении формообразующего кинематического элемента (см. раздел 84.3 на с. 73), и опцию **Замкнутая поверхность**. Эта опция доступна, если эскиз поверхности замкнут. При ее включении к поверхности добавляются плоские грани, соответствующие начальному и конечному положению эскиза-сечения.



Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности.

Чтобы зафиксировать поверхность, нажмите кнопку **Создать**.



Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма — в Дереве модели.

103.5. Поверхность по сечениям

При формировании поверхности по сечениям используются эскизы сечений и (при необходимости) эскиз направляющей.

Требования к эскизам сечений и направляющей такие же, как и к эскизам и направляющей формообразующего элемента по сечениям (см. раздел 83.4 на с. 66).



Для создания в модели поверхности по сечениям вызовите команду **Поверхность по сечениям**.



Команда **Поверхность по сечениям** доступна, если в модели есть не менее двух эскизов. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры поверхности при помощи элементов Панели свойств.

Панель свойств при построении поверхности по сечениям содержит такой же набор полей и переключателей, как и при построении формообразующего элемента по сечениям (см. раздел 84.4 на с. 75), и опцию **Замкнутая поверхность**. Эта опция доступна, если эскиз поверхности замкнут. При ее включении к поверхности добавляются плоские грани, совпадающие по форме с начальным и конечным эскизами-сечениями.



Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности.

Чтобы зафиксировать поверхность, нажмите кнопку **Создать**.



Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма — в Дереве модели.

103.6. Заплата

Заплата — поверхность, ограниченная замкнутым контуром.

Требования к контуру заплата:

- ▼ все сегменты контура должны располагаться в одной плоскости или на одной поверхности,
- ▼ контур может полностью содержаться в одном эскизе или образовываться последовательно соединяющимися ребрами и/или контурами в нескольких эскизах,
- ▼ контур не должен иметь самопересечений.



Чтобы создать заплатку, вызовите команду **Заплата**.

Если контур, ограничивающий заплатку, расположен в одном эскизе, укажите этот эскиз в Дереве модели или в окне модели.

Если контур заплата составной, укажите в окне модели ребра и/или контуры в эскизах в порядке их соединения. Выбранные объекты будут подсвечены в окне модели и в Дереве модели.



Список объектов, составляющих контур, появится на Панели свойств. Кнопка **Удалить**, расположенная над списком, позволяет исключить какой-либо объект из контура. Для исключения объекта можно также повторно указать его. Выделение с исключенного объекта будет снято.

Чтобы подтвердить выполнение операции, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели

Рис. 103.2. специального управления



Обратите внимание на то, что кнопка **Создать объект** доступна, если указанные объекты образуют замкнутую цепочку.



Созданная заплатка появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма — в Дереве модели.

103.7. Удаление граней



Чтобы удалить грань (грани) поверхности или тела, вызовите команду **Удалить грани**.

Укажите в окне модели подлежащие удалению грани. Они будут выделены цветом.

Количество удаляемых граней отображается в одноименном поле на вкладке **Параметры** Панели свойств.

Чтобы исключить какую-либо грань из числа удаляемых, укажите ее в окне детали повторно. Выделение с этой грани будет снято.

Чтобы подтвердить удаление граней, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



При удалении граней детали она отмечается в Дереве модели как ошибочная. Причиной этого является нарушение целостности тела. Чтобы исправить ошибку, необходимо добавить к детали недостающие грани с помощью команды **Сшивка поверхностей** (см. раздел 103.8). Таким образом возможно формирование тел с использованием, например, импортированных поверхностей.



Указанные грани будут удалены из модели.

В Дереве построений появится пиктограмма удаления граней.

103.8. Сшивка поверхностей

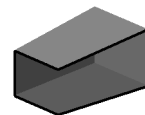
В КОМПАС-3D возможно соединение открытых ребер поверхностей (рис. 103.3 а, б) с получением целой поверхности, а также присоединение поверхности (поверхностей) к открытым ребрам детали (рис. 103.3, в), целостность которой нарушена.



а)



б)



в)

Рис. 103.3. Примеры открытых ребер (выделены черным цветом):

а) поверхность вращения, б) поверхность выдавливания,

в) деталь с нарушенной целостностью



Нарушение целостности тела детали и, следовательно, появление у нее открытых ребер происходит при удалении некоторых граней этой детали с помощью команды **Удалить грани** (см. раздел 103.7).



Для соединения поверхностей вызовите команду **Сшивка поверхностей**.

Укажите в окне модели сшиваемые объекты. Они будут выделены цветом. Список сшиваемых граней появится на Панели свойств. С помощью кнопок, расположенных над списком, вы можете менять порядок следования поверхностей и удалять их из списка.

Исключить какую-либо поверхность из числа сшиваемых можно также повторным указанием в окне детали.

В поле **Точность** на Панели свойств задайте максимальное расстояние между ребрами сшиваемых поверхностей.

Опция **Создавать тело** позволяет создать твердое тело, ограниченное сшиваемыми поверхностями. Если в списке сшиваемых поверхностей есть деталь с нарушенной целос-

тностью, опция **Создавать тело** включается автоматически, и ее выключение невозможно.



Чтобы подтвердить сшивку поверхностей, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



Поверхности, расстояние между ближайшими ребрами которых меньше или равно заданному значению точности, будут объединены в одну. В Дереве модели появится пиктограмма сшивки.

Если было включено создание тела, то проводится проверка созданной поверхности на замкнутость. В случае положительного результата создается твердое тело, ограниченное полученной поверхностью.

Часть XXII

Построение сборки

Глава 104.

Добавление компонентов в сборку

Моделирование сборки начинается, как правило, с добавления в нее компонентов — деталей, подборок, стандартных изделий.

Команды добавление компонентов расположены в меню **Операции**, а кнопки для их вызова — на панели **Редактирование сборки**.

104.1. Добавление компонента из файла



Чтобы добавить в сборку компонент (деталь или подсборку), существующий в файле на диске, вызовите команду **Операции — Добавить компонент из файла....**

В появившемся на экране стандартном диалоге открытия файлов выберите файл, содержащий модель компонента.

Задайте точку вставки компонента. Ее можно указать в окне сборки произвольно или используя привязку (например, к началу координат или к вершине). Можно также ввести координаты точки вставки компонента в группе полей **Точка вставки** на Панели свойств.



Компонент будет вставлен в текущий документ. Начало координат компонента совмещится с указанной точкой вставки. Направление осей его системы координат совпадет с направлением осей системы координат текущей сборки. В Дереве модели появится пиктограмма, соответствующая типу компонента (деталь или сборка). Рядом с пиктограммой появится наименование компонента, взятое из его файла.

104.1.1. Автоматическая фиксация первого компонента

Если вставленный компонент — первый в сборке, он будет автоматически зафиксирован в том положении, в котором был вставлен. Зафиксированный компонент не может быть перемещен в системе координат сборки.



Если необходимо, вы можете отключить фиксацию компонента. Для этого выделите компонент в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Свойства компонента**. В группе **Фиксация** на Панели свойств будет активен переключатель **Фиксировать компонент**. Активизируйте другой переключатель из этой группы — **Не фиксировать компонент**.

Подтвердите изменение свойств компонента, нажав кнопку **Создать объект**.

104.2. Создание компонента на месте

При формировании сборки в КОМПАС-3D V9 вы можете не только добавлять в нее готовые компоненты с диска, но и создавать их, не выходя из текущего файла сборки, т.е. строить детали и подбороки в контексте сборки. При этом в окне будут видны все остальные компоненты сборки. Они не доступны для редактирования, но их элементы (границы, ребра, вершины, эскизы и др.) могут использоваться в операциях создания новых компонентов.

104.2.1. Создание детали на месте



Чтобы начать построение детали непосредственно в текущей сборке, выделите в сборке плоский объект, на котором должен базироваться эскиз основания новой детали. Вызовите команду **Операции — Создать компонент — Деталь**.

После вызова команды на экране появится стандартный диалог сохранения файлов. Выберете в нем нужный каталог и введите имя файла, в котором будет сохранена новая деталь.

Построение любой детали начинается с создания основания. Поэтому после сохранения файла новой детали система перейдет в режим создания эскиза ее основания. Эскиз основания расположится в указанной плоскости и будет связан с ней.



Произведите необходимые построения и выйдите из режима редактирования эскиза.

Система перейдет в режим построения детали. Все команды построения в этом режиме распространяются только на новую деталь (она выделена цветом). Остальные компоненты сборки видны в окне, но недоступны для редактирования (служат «обстановкой»). Их можно использовать при построении (указывать грани, ребра, вершины).



В Дереве модели появится пиктограмма, обозначающая новую деталь.

Приемы создания детали «на месте», в контексте содержащей ее сборки практически не отличаются от приемов создания документа-детали в отдельном окне. Вы можете выполнять формообразующие операции, строить вспомогательные элементы и т.д. Дополнительной возможностью является использование при построении элементов «обстановки». Например, можно выдавить формообразующий элемент до грани другой детали, участвующей в сборке, или создать зеркальную копию элемента относительно плоскости, построенной в сборке.



Закончив построение детали, отожмите кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние** или вызовите из контекстного меню команду **Редактировать на месте**. Система вернется в режим работы со сборкой.

104.2.2. Сопряжение На месте



При построении детали в текущей сборке автоматически добавится сопряжение *На месте*. В группе сопряжений Деревя модели появится пиктограмма сопряжения *На месте*.

Это сопряжение жестко связывает *Плоскость XY* создаваемой детали и указанный плоский объект (вспомогательную, базовую плоскость или плоскую грань детали). Таким образом, деталь, построенная в контексте сборки, может перемещаться в ее системе координат только вместе со своим базовым плоским объектом. Если же для создания детали использовалась базовая плоскость сборки, возникновение сопряжения *На месте* аналогично фиксации созданной детали.

Сопряжение *На месте* не может быть наложено вручную и не может быть отредактировано.

Сопряжение *На месте* можно удалить так же, как и сопряжения, наложенные вручную.

104.2.3. Создание подсборки на месте



Чтобы начать построение подсборки в текущей сборке, вызовите команду **Операции — Создать компонент — Сборку**.

После вызова команды на экране появится стандартный диалог сохранения файлов. Выберите в нем нужный каталог и введите имя файла, в котором будет сохранена новая сборка.

После сохранения файла новой сборки система перейдет в режим ее построения. В этом режиме остальные компоненты сборки видны в окне, но недоступны для редактирования (служат «обстановкой»), их можно использовать при построении (указывать грани, ребра, вершины).



В Дереве главной сборки появится пиктограмма, обозначающая новую подсборку.

Приемы создания подсборки «на месте», в контексте содержащей ее сборки практически не отличаются от приемов создания документа-сборки в отдельном окне. Вы можете добавлять в подсборку компоненты из файлов, создавать «на месте» входящие в нее компоненты, выполнять формообразующие операции и т.д. Дополнительной возможностью является использование при построении объектов «обстановки». Например, можно создать эскиз на грани соседней детали или провести ось через вершины другого компонента.



Завершив создание подсборки, отожмите кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние** или вызовите из контекстного меню команду **Редактировать на месте**. Система вернется в режим работы с главной сборкой.

104.3. Вставка в сборку одинаковых компонентов

Если в состав текущей сборки должны входить несколько одинаковых компонентов (деталей или подсборок), удобно использовать следующий способ вставки.

1. Вставьте в сборку нужный компонент — добавьте его из файла или создайте в контексте текущей сборки.
2. Выделите этот компонент в Дереве модели или в окне модели.
 - ▼ Нажмите клавишу *<Ctrl>* и удерживайте ее в нажатом состоянии. Затем в окне модели установите курсор на компоненте, нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор.
 - ▼ Или установите курсор на пиктограмме компонента в Дереве модели, нажмите левую кнопку мыши и переместите курсор за пределы окна Древа. Затем нажмите и удерживайте *<Ctrl>*, продолжайте перемещать курсор в окне модели.

На экране появится фантом вставляемого компонента.

3. Укажите курсором положение компонента в окне модели, отпустите кнопку мыши и клавишу *<Ctrl>*.

Компонент будет вставлен в текущую сборку. В Дереве модели появится пиктограмма, соответствующая его типу.

Вставленный компонент будет ориентирован относительно системы координат сборки так же, как первый компонент. Чтобы изменить его расположение, используйте команды перемещения и поворота, а также команды наложения сопряжений.

Обратите внимание, что при перетаскивании компонентов мышью с нажатой клавишей *<Ctrl>* выбранные компоненты добавляются в текущую сборку. С этим связаны следующие особенности данного способа вставки.

- ▼ Если требуется еще раз вставить в сборку уже имеющуюся в ней подсборку, перед выполнением операции следует выделить именно эту подсборку. Если же будет выделена не подсборка, а ее компоненты, то они будут вставлены в текущую сборку как отдельные компоненты (то есть компоненты из подсборки «перейдут» на уровень сборки, содержащей эту подсборку).
- ▼ Если требуется вставить несколько одинаковых компонентов в подсборку, следует перейти в режим ее редактирования (тогда текущей станет эта подсборка). При редактировании подсборки «на месте» в нее можно вставлять компоненты из «окружения» (то есть теперь уже компоненты из сборки будут «переходить» на уровень подсборки, содержащейся в этой сборке).

Для повторной вставки можно указывать как один, так и сразу несколько компонентов сборки. Напоминаем, что для выделения группы объектов следует указывать их, удерживая нажатой клавишу *<Ctrl>* или *<Shift>*.

Используя описанный способ, вы можете вставить в сборку один и тот же компонент неограниченное число раз, не вызывая диалог выбора файла и не разыскивая в списке нужный документ.



Если одинаковые компоненты сборки должны располагаться определенным образом (например, вдоль некоторой кривой или образовывать сетку с заданными параметрами), целесообразнее воспользоваться командами создания массивов компонентов. О них рассказано в главе 108.

Если в Дереве включено отображение структуры модели (см. раздел 81.3.2 на с. 35), то одинаковые компоненты сборки (в том числе полученные при создании массивов) формируют группу в разделе «Компоненты». Название группы образуется по шаблону: *<Имя компонента> (xN)*, где N — общее количество одинаковых компонентов.

Группы компонентов обозначаются в Дереве специальными пиктограммами:



- ▼ Группа деталей,
- ▼ Группа подсборок,
- ▼ Группа библиотечных компонентов,
- ▼ Группа стандартных изделий.

104.4. Добавление стандартного изделия

Если в сборке используются стандартные изделия (болты, гайки, винты и т.д.), Вам не требуется моделировать их как уникальные детали. В сборку могут быть вставлены модели стандартных изделий из Библиотеки крепежа.

104.4.1. Подключение Библиотеки крепежа

Чтобы подключить Библиотеку крепежа, выполните следующие действия.



1. Включите показ панели **Менеджера библиотек** (см. Том II, главу 74).
2. Найдите *Библиотеку крепежа* в списке библиотек КОМПАС. Щелкните мышью в поле слева от пиктограммы Библиотеки.

Библиотека будет подключена в установленном для нее режиме: меню, окно, диалог или панель.

104.4.2. Использование моделей из библиотеки

Чтобы вставить в сборку стандартное изделие, раскройте соответствующий раздел библиотеки (например, *Винты*) и выберите нужный тип изделия. В появившемся на экране диалоге задайте параметры вставляемого изделия.

В окне сборки укажите точку вставки изделия (приблизительно или с использованием привязки) либо грани, с которыми должен быть сопряжен вставляемый стандартный элемент. Например, при вставке болта укажите цилиндрическую грань отверстия и плоскую грань, на которую должна опереться головка болта.



Подтвердите создание нового компонента.

Если в окне сборки была указана точка привязки стандартного компонента, то он будет вставлен в указанное место.

Если в сборке была указана поверхность, то при создании нового стандартного изделия в ней добавится сопряжение, а это изделие разместится так, чтобы условие сопряжения не нарушалось. Тип сопряжения зависит от типа указанной поверхности. Если был выбран плоский объект, то создается сопряжение *Совпадение*. Если была указана цилиндрическая грань, то создается сопряжение *Соосность*.



При добавлении в сборку стандартного изделия в Дереве модели появляется соответствующая ему пиктограмма.

Основные приемы работы со стандартным изделием (перемещение, создание сопряжений) — такие же, как при работе с уникальным компонентом (деталью, под-сборкой).

Глава 105.

Задание положения компонента в сборке

После вставки компонента вы можете задать его положение и ориентацию в сборке, а также его положение относительно других компонентов.

105.1. Перемещение компонентов. Общие сведения

В КОМПАС-3D V9 предусмотрено несколько способов перемещения компонентов сборки в ее системе координат. Вы можете повернуть компонент вокруг центра его габаритного параллелепипеда, вокруг оси или вокруг точки, а также сдвинуть компонент в любом направлении.



Если компонент зафиксирован, его невозможно сдвинуть или повернуть в системе координат сборки.



Перемещению компонента в одном или нескольких направлениях могут препятствовать наложенные на этот компонент сопряжения (см. главу 106). Например, компоненты, расположенные соосно, могут перемещаться только вдоль их общей оси, а также вращаться вокруг нее.

Команды перемещения компонентов расположены в меню **Сервис**, а кнопки для их вызова — на панели **Редактирование сборки**.



Следует отличать команды перемещения компонентов в системе координат сборки и команды перемещения всей модели в окне (см. раздел 82.3 на с. 43).



Для выхода из любой команды перемещения компонента нажмите клавишу **<Esc>** или кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.

105.1.1. Контроль соударений

При любом способе перемещения компонента сборки вы можете использовать режим контроля соударений. В этом режиме перемещение компонентов ограничено их формой и размерами: движение возможно только до «соприкосновения» с другим компонентом.

Режим контроля соударений включается и настраивается после вызова команды перемещения компонента.



Чтобы включить режим контроля соударений, нажмите кнопку **Включить/выключить контроль соударений** на Панели специального управления. Чтобы выключить этот режим, отожмите кнопку.

В режиме контроля соударений становятся доступными переключатели для настройки режима.

Выбор перемещаемых компонентов для контроля столкновений

При перемещении компонента сборки обычно происходит перемещение сопряженных с ним компонентов.



Чтобы контроль столкновений осуществлялся только для перемещаемого компонента, активизируйте переключатель **Только передвигаемый компонент** в группе **Контролировать столкновения**.



Чтобы контроль столкновений осуществлялся для любого из одновременно перемещаемых компонентов, активизируйте переключатель **Все компоненты**.



Если перемещаемый компонент не участвует в сопряжениях, то состояние переключателей в группе **Контролировать столкновения** не имеет значения.

Подсветка граней при столкновении

Чтобы при столкновении перемещаемого компонента с другим компонентом сборки их соприкоснувшиеся грани подсвечивались в окне модели, активизируйте переключатель **Подсветка граней при столкновении включена**.



Чтобы отключить подсвечивание соприкоснувшихся граней, активизируйте переключатель **Подсветка граней при столкновении выключена**.

Звуковой сигнал при столкновении

Чтобы при столкновении перемещаемого компонента с другим компонентом сборки раздавался звуковой сигнал, активизируйте переключатель **Звуковой сигнал при столкновении включен**.



Чтобы отключить звуковой сигнал, активизируйте переключатель **Звуковой сигнал при столкновении выключен**.

Остановка при столкновении

Чтобы после столкновения перемещаемого компонента с другим его невозможно было далее перемещать в этом направлении, активизируйте переключатель **Останавливать при столкновении**. Другими словами, эта опция позволяет предотвратить возможное проникновение перемещаемого компонента внутрь других компонентов.



Чтобы компонент можно было перемещать после столкновения, активизируйте переключатель **Не останавливать при столкновении**.

Выбор неподвижных компонентов для контроля столкновений

По умолчанию осуществляется контроль столкновений перемещаемых компонентов со всеми остальными компонентами сборки.



Вы можете выбрать конкретные компоненты, столкновения с которыми требуется контролировать. Для этого активизируйте переключатель **Компоненты** и укажите нужные компоненты. Их названия появятся в справочной таблице **Список компонентов**.



Чтобы исключить компонент из списка, укажите его повторно или выделите его в списке и нажмите кнопку **Удалить** или клавишу **<Delete>**.

105.1.2. Автоматическое наложение сопряжений в процессе перемещения

Во время сдвига или поворота компонента сборки вы можете использовать режим автоматического наложения сопряжений. Этот режим позволяет при перемещении компонентов распознавать приближающиеся друг к другу элементы (границы, вершины, ребра) и автоматически добавлять сопряжения, соответствующие их форме и типу.

Режим автосопряжений включается после вызова команды перемещения компонента.



Чтобы включить режим автоматического наложения сопряжений, нажмите кнопку **Включить/выключить режим автосопряжений** на Панели специального управления. Чтобы выключить этот режим, отожмите кнопку.



При включении режима автосопряжений отключается режим контроля соударений и наоборот.

Перемещайте компонент сборки. Когда он приблизится к другому компоненту, будут подсвечены их грани, на которые можно автоматически наложить сопряжение. Если отпустить кнопку мыши, когда грани подсвечены, то на них будет наложено сопряжение.

Например, при приближении друг к другу плоских граней система «на лету» накладывает на них сопряжение *Совпадение*, а при приближении друг к другу цилиндрических граней — сопряжение *Соосность*.

105.2. Сдвиг компонента



Чтобы переместить компонент сборки, вызовите команду **Сервис — Переместить компонент**.



Форма курсора изменится.

Установите курсор на перемещаемом компоненте, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Компонент будет перемещаться в том же направлении. Когда нужное положение компонента будет достигнуто, отпустите кнопку мыши.

105.3. Поворот компонента

Вы можете поворачивать компонент вокруг различных объектов. Для этого вызовите из меню **Сервис — Повернуть компонент** соответствующую команду (см. табл. 105.1). Кнопки для вызова этих команд собраны в одну группу на панели **Редактирование сборки**.

Табл. 105.1. Команды поворота компонентов




Название команды	Вокруг каких объектов производится поворот
 Вокруг центральной точки	Вокруг центра габаритного параллелепипеда перемещаемого компонента.

Табл. 105.1. Команды поворота компонентов

Название команды	Вокруг каких объектов производится поворот
	Вокруг оси* Вокруг прямолинейного элемента — вспомогательной оси, ребра или отрезка в эскизе.
	Вокруг точки** Вокруг точки — вершины, центра системы координат или точки в эскизе.

* Команда **Повернуть компонент вокруг оси** доступна только в том случае, если в окне модели выделен какой-либо прямолинейный элемент.

** Команда **Повернуть компонент вокруг точки** доступна только если выделена какая-либо точка.



После вызова команды поворота форма курсора изменится.

Установите курсор на компоненте, который необходимо повернуть, нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Компонент будет поворачиваться вокруг выбранного элемента.

105.4. Перестроение сборки

Перемещение компонентов сборки может вызвать нарушение существующих в ней параметрических связей и ограничений. Например, вспомогательные элементы после сдвига или поворота их опорных объектов остаются на прежних местах и т.п. Поэтому компоненты, которые были перемещены, помечаются красной «галочкой» в Дереве модели.



Чтобы устранить возникшие нарушения, необходимо перестроить и/или переместить объекты так, чтобы их форма, параметры и положение соответствовали положению опорных объектов и не противоречили наложенным на них сопряжениям. Для этого вызовите команду **Вид — Перестроить**. Кнопка для вызова этой команды находится на панели **Вид**.

Иногда после перестроения сборки на месте «галочек» появляются восклицательные знаки, свидетельствующие об ошибке построения компонента, сопряжения или элемента сборки. Например, вырезанный из сборки элемент был выдавлен до грани какой-либо детали. Затем эту деталь переместили так, что указанная грань уже не может ограничивать элемент выдавливания (т.е. эскиз элемента либо не полностью проецируется на эту грань, либо вовсе не может быть спроецирован на нее). Вырезание элемента становится невозможным, и после перестроения модели эта операция помечается в Дереве модели как ошибочная.

105.5. Фиксация компонента

При работе со сборкой можно зафиксировать компонент, чтобы он не мог перемещаться в системе координат сборки. Рекомендуется фиксировать хотя бы один компонент сбор-

ки для того, чтобы при наложении сопряжений перемещение компонентов было предсказуемым.

Первый компонент, вставленный в новую сборку из файла, фиксируется автоматически.

Для фиксации других компонентов в текущем положении выполните следующие действия.

1. Выделите компонент (компоненты) в Дереве модели.
2. Вызовите из контекстного меню команду **Включить фиксацию**.

Справа от пиктограмм зафиксированных компонентов в Дереве модели отображаются буквы **Ф** в круглых скобках.

Поскольку признак фиксации является одним из свойств компонента сборки, для фиксации отдельного компонента можно воспользоваться следующим способом.

1. Выделите компонент в Дереве модели.
2. Вызовите из контекстного меню команду **Свойства компонента**.



В группе **Фиксация** на Панели свойств будет активен переключатель **Не фиксировать компонент**.



3. Активируйте другой переключатель из этой группы — **Фиксировать компонент**.



4. Подтвердите изменение свойств компонента, нажав кнопку **Создать объект**.

Чтобы отключить фиксацию, выделите нужный компонент (компоненты) и вызовите из контекстного меню команду **Отключить фиксацию**.

Чтобы отключить фиксацию отдельного компонента, можно также воспользоваться переключателем **Не фиксировать компонент** на Панели свойств.

Глава 106.

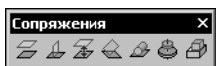
Сопряжение компонентов сборки

После того, как в сборке будут созданы компоненты, можно приступить к созданию параметрических связей между ними.

Сопряжение — это параметрическая связь между гранями, ребрами или вершинами разных компонентов сборки.

В КОМПАС-3D V9 можно задать сопряжения следующих типов:

- ▼ Совпадение,
- ▼ Касание,
- ▼ Соосность,
- ▼ Параллельность,
- ▼ Перпендикулярность,
- ▼ Расположение элементов на заданном расстоянии
- ▼ Расположение элементов под заданным углом



Команды наложения сопряжений расположены в меню **Операции — Сопряжения компонентов**. Кнопки для их вызова этих команд находятся на панели **Сопряжения** (рис. 106.1).

Рис. 106.1.

106.1. Общие приемы создания сопряжений

Для создания сопряжения вызовите команду, соответствующую нужному типу сопряжения. Укажите в окне модели сопрягаемые элементы. Они должны принадлежать разным компонентам сборки.

В некоторых командах наложения сопряжений требуется задать параметры (например, расстояние или угол между сопрягаемыми гранями).



После указания объектов и задания всех параметров сопряжения подтвердите его создание.



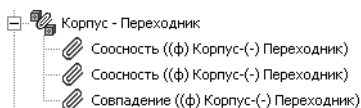
Сопряжения, для наложения которых достаточно указания объектов, создаются автоматически сразу после указания объектов.



Если перед вызовом команды сопряжения в окне модели были выделены какие-либо элементы, сопряжение будет наложено на них.



Если новое сопряжение не противоречит уже имеющимся, то сборка перестроится так, чтобы выполнялось условие сопряжения. В Дереве модели появится пиктограмма сопряжения.



Если в Дереве включено отображение структуры модели (см. раздел 81.3.2 на с. 35), то два или более сопряжений, наложенных на одну и ту же пару компонентов формируют группу в

Рис. 106.2.

разделе «Сопряжения» (рис. 106.2). Название группы образуется из имен сопряженных компонентов.

106.1.1. Ориентация компонентов

По умолчанию сопрягаемые компоненты перемещаются так, чтобы соблюдалось условие сопряжения, а величина перемещения компонентов относительно их начального положения была минимальной. Иногда положение компонентов при этом отличается от требуемого. Например, после наложения сопряжения *Совпадение* на плоские грани деталей эти детали оказываются по одну сторону от плоскости указанных граней, а требуется, чтобы они располагались по разные стороны от плоскости.



Чтобы управлять положением сопрягаемых компонентов, выключите режим автоматического подтверждения выполнения команды (отожмите кнопку **Автосоздание** на Панели специального управления).



Затем активизируйте один из переключателей в группе **Ориентация** — **Прямая Ориентация** или **Обратная ориентация**. Положение сопрягаемых компонентов можно оценить по фантому в окне сборки.



Добившись требуемой ориентации компонентов, подтвердите создание сопряжения.



106.1.2. Дополнительные приемы

- ▼ Можно наложить несколько однотипных сопряжений, не выходя из команды.

Например, вызвав команду **На расстоянии**, вы можете расположить на заданном расстоянии две грани, затем, изменив, если нужно, расстояние, указать для сопряжения вершину и ребро и так далее.

- ▼ При наложении сопряжений вы можете использовать команду **Запомнить состояние**. Например, необходимо расположить несколько компонентов так, чтобы они касались какой-либо поверхности. После вызова команды **Касание** укажите эту поверхность, нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления и указывайте нужные компоненты.



- ▼ Сопряжения могут быть наложены автоматически в процессе сдвига или вращения компонента (см. раздел 105.1.2 на с. 265).

106.2. Совпадение



Чтобы установить совпадение элементов, вызовите команду **Совпадение**.

Укажите первый и второй объекты (грани, ребра, вершины и т.д. в любой комбинации), совпадение которых вы хотите установить.

106.3. Соосность



Чтобы установить соосность элементов, вызовите команду **Соосность**.

Укажите первый и второй элементы (оси, конические грани), соосность которых вы хотите установить.

106.4. Параллельность



Чтобы установить параллельность элементов, вызовите команду **Параллельность**.

Укажите первый и второй элементы (грани, ребра и т. д.), параллельность которых вы хотите установить.

106.5. Перпендикулярность



Чтобы установить выбранные элементы перпендикулярно друг другу, вызовите команду **Перпендикулярность**.

Укажите первый и второй элементы (грани, ребра и т. д.), перпендикулярность которых вы хотите установить.

106.6. Расположение элементов на заданном расстоянии



Чтобы расположить элементы на заданном расстоянии друг от друга, вызовите команду **На расстоянии**.

Укажите первый и второй элементы (грани, ребра, вершины и т. д.), которые необходимо расположить на указанном расстоянии.

106.6.1. Ближайшее решение

По умолчанию на Панели параметров включена опция **Ближайшее решение**. При этом автоматически определяется расстояние между указанными объектами. Сопряжение создается с использованием этого расстояния.

В результате положение компонентов после наложения сопряжения не меняется или меняется минимально.

Например, если для наложения сопряжения *На расстоянии* указаны вершина и плоскость, их положение не изменится.

Если для наложения сопряжения *На расстоянии* указаны две плоскости, то одна из них изменит свое положение так, чтобы стать параллельной другой плоскости. При этом система выберет наиболее близкую к исходной ориентацию перемещаемого компонента. Сформируется сопряжение с использованием того расстояния, на котором будут располагаться плоскости.

106.6.2. Задание произвольного расстояния

Вы можете задать произвольное расстояние между сопрягаемыми компонентами. Для этого выключите опцию **Ближайшее решение** и введите значение нужное значение в поле **Расстояние**.



Чтобы указать, в какую сторону относительно первого объекта откладывается расстояние, активизируйте переключатель **Прямое направление** или **Обратное направление** в группе **Направление**.

106.7. Расположение элементов под углом друг к другу



Чтобы расположить элементы под заданным углом, вызовите команду **Под углом**.

Укажите первый и второй элементы (границы, ребра и т. д.), которые необходимо расположить под заданным углом.

106.7.1. Ближайшее решение

По умолчанию на Панели параметров включена опция **Ближайшее решение**. При этом автоматически определяется угол между указанными объектами. Сопряжение создается с использованием этого угла.

В результате положение компонентов после наложения сопряжения не меняется.

106.7.2. Задание произвольного угла

Вы можете задать произвольный угол между сопрягаемыми компонентами. Для этого выключите опцию **Ближайшее решение** и введите значение нужное значение в поле **Угол**.

106.8. Касание



Чтобы установить касание элементов, вызовите команду **Касание**.

Укажите первый и второй элементы (границы, вершины и т. д.), касание которых вы хотите установить.

106.9. Сопряжение На месте

Сопряжение *На месте* невозможно наложить вручную. Оно возникает автоматически при создании компонента в контексте сборки (см. раздел 104.2.2 на с. 259).

Глава 107.

Операции в сборке

В модели сборки можно не только добавлять компоненты, но и выполнять формообразующие операции, а также булевы операции над компонентами.

107.1. Формообразующие операции

В сборке можно выполнить следующие операции, приводящие к удалению материала компонентов:

- ▼ вырезать элемент выдавливания,
- ▼ вырезать элемент вращения,
- ▼ вырезать кинематический элемент,
- ▼ вырезать элемент по сечениям,
- ▼ создать круглое отверстие,
- ▼ отсечь часть модели плоскостью,
- ▼ отсечь часть модели по эскизу.

Порядок выполнения этих операций — такой же, как при моделировании детали (см. Часть XVIII). Кнопки для вызова соответствующих команд расположены на панели **Редактирование сборки**. Во время выполнения любой формообразующей операции в сборке можно указать область применения — группу компонентов сборки, на которую распространяется действие этой операции (см. раздел 107.2).

Эскизы элементов, которые будут вырезаны из сборки, должны быть построены в этой сборке.

Плоскости или эскизы, по которым будет отсечена часть модели, могут принадлежать как сборке в целом, так и любому из ее компонентов.

Результат выполнения любой из этих операций в сборке хранится в файле сборки и не передается в модели компонентов, форма которых изменена операцией в сборке.

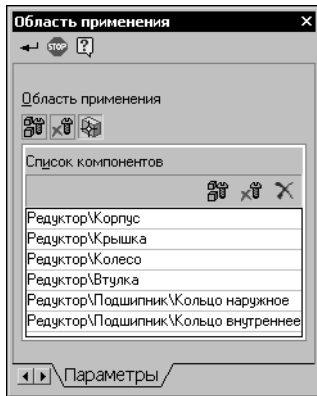
107.2. Область применения операции

В область применения операции могут быть включены:

- ▼ все компоненты сборки,
- ▼ все компоненты, кроме библиотечных,
- ▼ произвольно выбранные компоненты.



Чтобы во время выполнения формообразующей операции перейти в режим задания ее области применения, нажмите кнопку **Область применения** на Панели специального управления.



На Панели свойств появятся элементы, позволяющие указать компоненты, к которым будет применена текущая операция (рис. 107.1).

Рис. 107.1.



Если абсолютно все компоненты сборки должны участвовать в операции, активизируйте переключатель **Все компоненты** в группе **Область применения**.



Если в операции не должны участвовать объекты, вставленные из прикладных библиотек (например, крепежные элементы из библиотеки *constr3d.rtw*), активизируйте переключатель **Все компоненты, кроме библиотечных**.



Если в операции должна участвовать только определенная часть компонентов сборки, активизируйте переключатель **Выбранные компоненты**. Затем укажите компоненты, составляющие область применения операции (см. следующий раздел).



Завершив определение области применения, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления. Система вернется в режим выполнения операции, для которой производилась настройка области применения.

Формирование области применения вручную

Задавая область применения вручную, вы можете указывать любые компоненты (как в самой сборке, так и в ее подсборках):

- ▼ детали,
- ▼ подсборки,
- ▼ библиотечные компоненты,
- ▼ копии компонентов в составе экземпляров массивов.

Компоненты можно выбирать мышью в Дереве модели или в окне модели. Выбранные компоненты подсвечиваются, а их названия добавляются на панель **Список компонентов** (рис. 107.1). Повторный выбор компонента исключает его из области применения операции.



Выделенная подсборка всегда включается в область применения операции вместе со всеми своими компонентами. Поэтому, если требуется включить в область применения лишь некоторые компоненты подсборки, то следует выбирать только их, следя за тем, чтобы сама подсборка не была выбрана.

Чтобы ускорить выбор компонентов, составляющих область применения операции, можно использовать кнопки, расположенные на панели **Список компонентов**.



После нажатия кнопки **Выбрать все** в область применения операции включаются все компоненты сборки: детали, под сборки и копии компонентов, входящие в состав экземпляров массивов. Эту кнопку удобно применять, если в операции должно быть задействовано большинство компонентов.



После нажатия кнопки **Выбрать все, кроме библиотечных** в область применения операции включаются все компоненты сборки, кроме вставленных из прикладных библиотек (*.rtw). При необходимости вы можете включить часть библиотечных объектов в область применения. Для этого укажите их мышью в Дереве модели.



Кнопка **Удалить** позволяет исключить из области применения компоненты, имена которых выделены в списке.

Обратите внимание на то, что объект, выделенный в списке, подсвечивается в окне модели. Это облегчает контроль правильности выбора компонентов.

107.3. Булевы операции над деталями

Детали, входящие в состав одной сборки, можно «вычитать» друг из друга, а также «склеивать».



Булевы операции над деталями возможны, если эти детали содержат по одному телу. Для многотельных деталей выполнение булевых операций недоступно.

107.3.1. Вычитание

При построении и редактировании детали в контексте сборки доступна команда вычитания компонентов, с помощью которой можно образовать в детали полость, имеющую форму другой детали.



Чтобы создать такую полость, вызовите команду **Операции — Вычесть компоненты**. Кнопка для вызова этой команды находится на панели **Редактирование детали**.



Команда **Вычесть компоненты** доступна только в режиме редактирования детали в контексте сборки. При этом в окружении редактируемой детали должна присутствовать другая деталь (или несколько деталей), задающая форму будущей полости.

Укажите детали, которые необходимо вычесть из редактируемой.

Выбранные детали подсвечиваются в окне модели. Соответствующие им пиктограммы выделяются цветом в Дереве модели. Названия этих деталей отображаются в таблице **Список компонентов** на Панели свойств.

Если требуется, чтобы размеры создаваемой полости отличались от размеров вычитаемой детали, введите в поле **Коэффициент** коэффициент линейного расширения полости в процентах. Для увеличения размеров полости значение коэффициента должно быть положительным, для уменьшения — отрицательным.

Полость увеличится по сравнению с вычитаемой деталью в $(1 + k/100)$ раз, где k — заданный коэффициент. Центром масштабирования полости является центр габаритного параллелепипеда вычитаемой детали.



Подтвердите выполнение операции. В текущей детали будет образована полость, имеющая заданные форму и размеры.



На «ветви» Дереве модели, соответствующей текущей детали, появится пиктограмма операции вычитания компонентов.

107.3.2. Объединение

Работая со сборкой, вы можете «склеить» несколько имеющихся деталей, получив из них одну. Например, это может потребоваться для объединения спроектированных деталей в единую литую раму, исходя из возникших в процессе проектирования новых технологических требований.

Чтобы объединить несколько деталей, создайте в сборке новую деталь (см. раздел 104.2.1 на с. 259).

Для построения основания детали, являющейся объединением имеющихся, эскиз не требуется. Поэтому выйдите из режима построения эскиза.

Система перейдет в режим редактирования детали.



Вызовите команду **Операции — Объединить компоненты**. Кнопка для вызова этой команды находится на панели **Редактирование детали**.



Команда **Объединить компоненты** доступна только в режиме редактирования детали в контексте сборки. При этом в окружении редактируемой детали должны присутствовать детали, которые требуется объединить.

Укажите детали, которые необходимо объединить. Для выполнения операции необходимо, чтобы эти детали пересекались друг с другом или имели совпадающие грани.

Выбранные детали подсвечиваются в окне модели. Соответствующие им пиктограммы выделяются цветом в Дереве модели. Названия этих деталей отображаются в таблице **Список компонентов** на Панели свойств.



Подтвердите выполнение операции. В окне модели появится основание новой детали, являющееся объединением указанных деталей сборки, а в Дереве модели — соответствующая пиктограмма.

Приемы работы с полученным телом не отличаются от приемов работы с любой другой деталью. Вы можете приклеивать и вырезать формообразующие элементы, создавать скругления, уклоны и т.д.



Завершив создание детали, выйдите из режима контекстного редактирования.

При необходимости вы можете скрыть или исключить из расчета детали сборки, объединением которых является новая деталь.

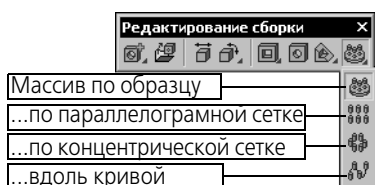
Глава 108.

Массивы компонентов

Иногда при построении сборки требуется вставить в нее несколько одинаковых компонентов (деталей и/или подборок) так, чтобы они были определенным образом упорядочены (например, образовывали прямоугольную сетку с заданными параметрами).

Для создания в сборке групп из нескольких одинаковых компонентов можно воспользоваться различными вариантами команды **Массив компонентов**. В КОМПАС-3D V9 имеется возможность построения массивов следующих типов:

- ▼ по образцу,
- ▼ по параллелограммной сетке,
- ▼ по концентрической сетке,
- ▼ вдоль кривой.



Команды создания массивов копий компонентов находятся в меню **Операции**. Кнопки для их вызова расположены на панели **Редактирование сборки** (рис. 108.1).

Рис. 108.1. Команды копирования компонентов сборки

108.1. Общие приемы создания массивов компонентов

После вызова команды создания массива выберите исходные компоненты. Для этого активизируйте переключатель **Компоненты** на вкладке Панели свойств **Компоненты** и укажите нужные компоненты. Их названия появятся в справочной таблице **Список компонентов**.

Задайте параметры массива при помощи полей и переключателей на Панели свойств.

Фантом массива компонентов отображается на экране. Это позволяет оценить правильность задания параметров и выбора исходных объектов.



Затем подтвердите создание массива.

Созданный массив компонентов появится в окне сборки, а соответствующая его типу пиктограмма — в Дереве модели (рис. 108.2).

Массив компонентов состоит из **экземпляров**.

Экземпляр массива является копией исходного компонента или — если исходных компонентов несколько — группой копий.

Экземпляры массива компонентов отображаются в Дереве модели как отдельные объекты, подчиненные массиву. Экземпляру, в свою очередь, подчиняются копии компонентов.

Чтобы развернуть список экземпляров, щелкните мышью на значке «плюс», расположенном слева от пиктограммы массива в Дереве модели.

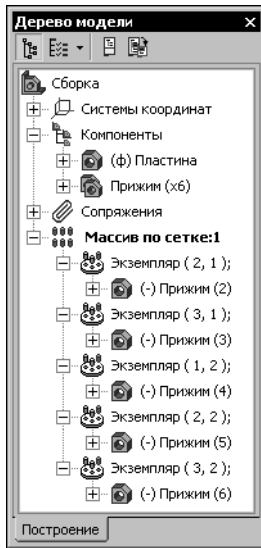


Рис. 108.2. Массив в Дереве модели

Справа от пиктограммы экземпляра массива в круглых скобках отображается номер этого экземпляра.

- ▼ Если сетка параллелограммная, номер экземпляра массива состоит из двух чисел. Первое — номер экземпляра вдоль первой оси сетки, второе — номер экземпляра вдоль второй оси (нумерация экземпляров начинается с единицы).
- ▼ Если сетка концентрическая, номер экземпляра массива состоит из двух чисел. Первое — номер экземпляра в радиальном направлении, второе — номер экземпляра в кольцевом направлении (нумерация экземпляров начинается с единицы).
- ▼ Если копии расположены вдоль кривой, номер экземпляра массива отсчитывается по порядку расположения экземпляров, начиная от исходного.

Редактирование любой копии исходного компонента в составе любого экземпляра равносильно редактированию самого исходного компонента.

Вы можете исключить любые экземпляры из любого массива, кроме массива по образцу (см. раздел 118.1.1 на с. 330).

Массив компонентов можно разрушить на отдельные экземпляры (см. раздел 119.6 на с. 336).

108.2. Массив по образцу



Вы можете создать массив компонентов текущей сборки, расположив их так же, как расположены объекты другого — уже существующего — массива (образца).



Для этого вызовите команду **Массив по образцу**.



Чтобы выбрать исходные компоненты для создания массива, активизируйте переключатель **Компоненты** на вкладке Панели свойств **Выбор объектов** и укажите нужные компоненты. Их названия появятся в справочной таблице **Список компонентов**.



Чтобы выбрать массив-образец, активизируйте переключатель **Исходный массив** и укажите в Дереве модели пиктограмму нужного массива элементов детали. Его название выбранного массива появится в справочном поле.

После подтверждения выполнения операции в окне детали появится массив компонентов, а в Дереве модели — пиктограмма, соответствующая его типу.

Созданный массив компонентов будет иметь те же параметры, что и массив-образец.

Например, в качестве образца указан массив элементов по концентрической сетке. Компоненты нового массива будут расположены в узлах концентрической сетки, центр которой лежит на той же оси, что и центр сетки-образца. Расстояния между компонентами нового массива в радиальном и осевом направлениях будут такими же, как расстояния между элементами массива-образца.



Если в массиве-образце имелись удаленные экземпляры, то и новый массив не будет содержать экземпляров с этими номерами.

Копии в массиве по образцу размещаются относительно исходного объекта так же, как копии в массиве-образце размещаются относительно «своего» исходного объекта. Поэтому расположение объектов массива по образцу относительно объектов массива-образца зависит от взаимного расположения исходного объекта массива по образцу и исходного объекта массива-образца.

Например, необходимо создать массив болтов и шайб по образцу массива отверстий. Исходный объект массива-образца — левое нижнее отверстие (рис. 108.3, а). Если вставить в сборку болт и шайбу, совмещая их не с этим отверстием, а с другим — допустим, правым нижним — то размещение экземпляров массива по образцу будет отличаться от ожидаемого (рис. 108.3, б). Для получения нужного результата необходимо совместить исходные компоненты массива с исходным отверстием (рис. 108.3, в).

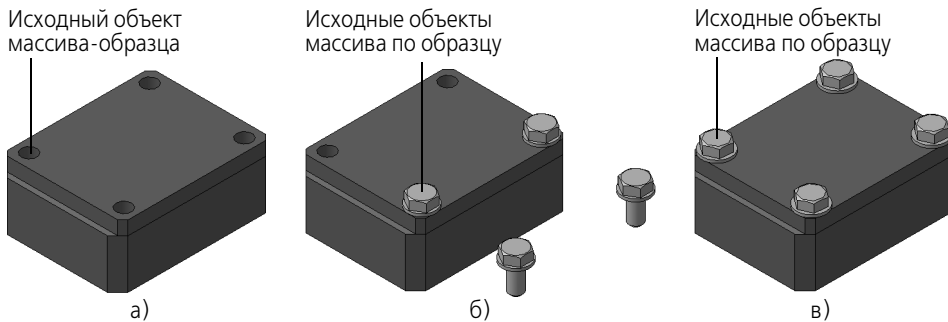


Рис. 108.3. Размещение экземпляров массива по образцу в зависимости от относительного размещения исходных объектов

108.3. Массив по сетке



Чтобы создать массив компонентов сборки, расположив их в узлах параллелограммной сетки, вызовите команду **Массив по сетке**.

Укажите исходные компоненты для создания массива.

Задайте параметры сетки на вкладке Панели свойств **Параметры**.

Они аналогичны параметрам сетки при построении массива элементов детали (см. раздел 90.2 на с. 122).



После подтверждения выполнения копирования в окне детали появятся параллелограммный массив компонентов, а в Дереве модели — соответствующая пиктограмма.

108.4. Массив по концентрической сетке



Чтобы создать массив компонентов сборки, расположив их в узлах концентрической сетки, вызовите команду **Массив по концентрической сетке**.

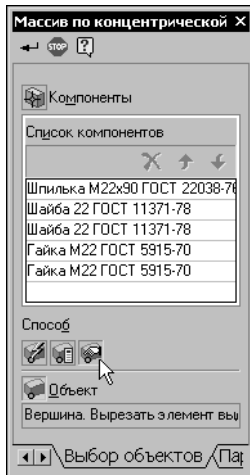


Рис. 108.4.



По умолчанию базовая точка копирования определяется автоматически — активен переключатель **Автоопределение**. В этом случае взаиморасположение компонентов в экземплярах массива, находящихся на одном луче, отличается от взаиморасположения исходных компонентов. Так происходит из-за того, что для каждого исходного компонента строится собственная концентрическая сетка. Массив в данном случае строится следующим образом.

1. Строится плоскость сетки, перпендикулярная оси массива и проходящая через начало координат исходного компонента.
2. Через это начало координат проводятся первый луч и первая окружность сетки.
3. Строятся остальные лучи и окружности в соответствии с заданными параметрами сетки.
4. Копии исходного компонента размещаются следующим образом: начала координат копий совпадают с узлами сетки, а направления осей координат копий — с направлениями осей исходного компонента.
5. Если включен доворот копий до радиального направления, то каждая из них дополнительно поворачивается вокруг «своего» узла сетки.
6. Вышеописанные действия повторяются для остальных исходных компонентов массива.

Если требуется, чтобы взаиморасположение компонентов во всех экземплярах массива совпадало с взаиморасположением исходных компонентов, необходимо явно указать базовую точку. В этом случае строится единственная концентрическая сетка, в узлы которой помещаются экземпляры массива (группы копий исходных компонентов).

В качестве базовой точки могут использоваться следующие объекты.

- ▼ Начало координат того исходного компонента, с которого начинается список компонентов на вкладке **Выбор объектов**.
- ▼ Произвольная точка модели.

Укажите исходные компоненты для создания массива.

Задайте параметры сетки на вкладке Панели свойств **Параметры**.

Они практически аналогичны параметрам сетки при построении концентрического массива элементов детали (см. раздел 90.3 на с. 126). Дополнительная возможность — возможность задания базовой точки копирования. От того, каким способом задана базовая точка, зависят:

- ▼ положение плоскости сетки,
- ▼ положение начальной окружности и первого луча,
- ▼ расположение экземпляров массива в узлах сетки.

Управление расположением массива осуществляется с помощью переключателей группы **Способ** на вкладке **Выбор объектов** Панели свойств.



Чтобы выбрать в качестве базовой точки начало координат первого копируемого компонента, активизируйте переключатель **По первому в списке**.



Вы можете изменить порядок следования компонентов. Для этого воспользуйтесь кнопками **Переместить вверх** и **Переместить вниз**, расположенными над списком компонентов (см. рис. 108.4).



Чтобы выбрать в качестве базовой произвольную точку, активизируйте переключатель **Ручное указание** и укажите нужную точку (вершину, точку в эскизе и т.п.) в окне модели.

Массив с явно указанной базовой точкой строится следующим образом.

1. Строится плоскость сетки, перпендикулярная оси массива и проходящая через указанную точку (начало координат первого исходного компонента или произвольно выбранную точку в окне модели).
2. Через эту точку проводятся первый луч и первая окружность сетки.
3. Строятся остальные лучи и окружности в соответствии с заданными параметрами сетки.
4. Группы копий исходных компонентов размещаются так, чтобы указанная точка совпала с узлом сетки.
5. Если включен доворот копий до радиального направления, то каждая группа дополнительно поворачивается вокруг «своего» узла сетки.



После подтверждения выполнения копирования в окне детали появится концентрический массив компонентов, а в Дереве модели — соответствующая пиктограмма.

108.5. Массив вдоль кривой



Чтобы создать массив компонентов сборки, расположив их вдоль указанной кривой, вызовите команду **Массив вдоль кривой**.

Укажите исходные компоненты и траекторию массива.

Задайте параметры траектории. Они практически аналогичны параметрам траектории при построении массива элементов детали (см. раздел 90.4 на с. 130). Исключение составляет способ задания базовой точки копирования. От того, каким способом задана базовая точка, зависит расположение компонентов массива. Управление расположением компонентов осуществляется с помощью переключателей группы **Способ** на вкладке **Выбор объектов** Панели свойств.



Активизация переключателя **Автоопределение** означает расположение компонентов на кривых, повторяющих траекторию. При этом массив строится следующим образом.

1. Траектория копирования параллельным переносом перемещается так, чтобы ее начальная точка совпала с началом координат исходного компонента массива.
2. Копии компонента размещаются так, чтобы начала координат каждой копии располагались на траектории на расстояниях, равных шагу.
3. Если исходных компонентов несколько, то действия, описанные в пп. 1 и 2, повторяются для каждого компонента.

4. Если включено сохранение ориентации копий, то каждая из них дополнительно поворачивается вокруг своего начала координат.

Для получения предсказуемого результата копирования при использовании автоматического определения базовой точки рекомендуется строить траекторию так, чтобы она заведомо начиналась в начале координат исходного компонента.



Если построение траектории, удовлетворяющей данному требованию, невозможно или затруднено, используйте режим копирования по системе координат первого исходного компонента. Для этого активизируйте переключатель **По СК первого в списке**. В этом случае массив строится следующим образом.

1. Траектория копирования параллельным переносом перемещается так, чтобы ее начальная точка совпала с началом координат того исходного компонента, с которого начинается список компонентов на вкладке **Выбор объектов**.
2. Копии первого исходного компонента располагаются на траектории так, чтобы начала координат каждой копии располагались на траектории на расстояниях, равных шагу.
3. Через начало координат второго и последующих исходных компонентов проводятся эквидистанты траектории.
4. Копии второго и последующих исходных компонентов размещаются так, чтобы начала координат каждой копии располагались на соответствующих эквидистантах траектории на расстояниях, равных шагу.
5. Если включено сохранение ориентации копий, то каждая из них дополнительно поворачивается вокруг своего начала координат.



При необходимости вы можете выбрать точку для переноса траектории произвольно. Для этого активизируйте переключатель **Ручное указание** и укажите в окне модели нужную точку. Массив компонентов в этом случае строится следующим образом.

1. Траектория копирования параллельным переносом перемещается так, чтобы ее начальная точка совпала с указанной.
2. Через начала координат исходных компонентов проводятся эквидистанты траектории.
3. Копии исходных компонентов размещаются так, чтобы начала координат каждой копии располагались на соответствующих эквидистантах траектории на расстояниях, равных шагу.
4. Если включено сохранение ориентации копий, то каждая из них дополнительно поворачивается вокруг своего начала координат.

Для получения предсказуемого результата копирования с использованием ручного указания базовой точки рекомендуется в качестве базовой выбирать начальную точку траектории.



После подтверждения выполнения копирования в окне детали появится массив компонентов, а в Дереве модели — соответствующая пиктограмма.

Часть XXIII

Параметризация моделей

Глава 109.

Параметрические свойства модели

Существует два типа параметризации трехмерной модели в КОМПАС-3D — вариационная и иерархическая, сочетание которых позволяет широко варьировать параметры создаваемой модели, не изменяя ее топологию.

Вариационная параметризация имеет два проявления:

- ▼ параметризация графических объектов в эскизе и
- ▼ сопряжение между собой компонентов сборки.

Иерархическая параметризация проявляется в том, что по мере выполнения команд создания объектов модели в ней автоматически возникают параметрические связи между объектами.

Кроме того, в трехмерной модели могут существовать переменные, от значений которых зависят ее размеры и топология.

Размеры модели определяются размерами эскизов ее элементов и их параметрами (например, глубиной выдавливания, углом уклона и др.). Переменные, соответствующие параметрам элементов, создаются автоматически, а переменные, соответствующие размерам в эскизе необходимо создать вручную.

Топологию модели могут определять, например, такие параметры, как количество и шаг копий элемента и другие. Всем этим величинам автоматически ставятся в соответствие переменные, изменяя значения которых, пользователь может управлять топологией модели. Кроме того, возможно задание уравнений, связывающих переменные в модели.

109.1. Вариационная параметризация эскиза

В эскизах реализована вариационная идеология параметризации (см. Том II, раздел 54.2 на с. 121).

Каждый эскиз, участвующий в образовании трехмерной модели, может быть параметрическим. На его графические объекты могут быть наложены различные типы параметрических связей и ограничений (см. Том II, раздел 54.3 на с. 121). Связи и ограничения распространяются не только на графические объекты в эскизе, но и на проекции ребер и вершин детали на плоскость этого эскиза.

По умолчанию при создании эскизов включен параметрический режим (см. Том II, раздел 54.7 на с. 125). Поэтому многие связи и ограничения накладываются автоматически при выполнении команд построения и осуществлении привязок. При необходимости любые связи и ограничения можно наложить вручную. Предназначенные для этого команды рассмотрены в разделах 55.1 на с. 130 – 55.15 на с. 134 Тома II.



Порядок построения в эскизах таких геометрических объектов, как прямоугольники, многоугольники и ломаные, ничем не отличается от порядка построения аналогичных объектов в графическом документе. Однако результатом построения являются не единичные объекты, а наборы отрезков, составляющие построенные прямоугольники, многоугольники или ломаные. При работе в параметрическом режиме на концы отрезков автоматически накладываются связи *совпадение*, а на стороны прямоугольников — ограничения *горизонтальность* и *вертикальность*.



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

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

При этом совершенно неважно, в каком порядке создавались объекты, каким способом (автоматически или отдельной командой) накладываются связи и ограничения. Каждый объект может «потянуть за собой» любые другие объекты, создававшиеся как до, так и после него.

Следует отметить, что любой эскиз можно сделать непараметрическим, разрушив все связи и ограничения (или не формируя их).

Работа с переменными в эскизе описана в разделе 110.3 на с. 299. Она отличается от работы с переменными в параметрических чертежах и фрагментах.

109.2. Иерархическая параметризация модели

Иерархическая параметризация — параметризация, при которой (в отличие от вариационной параметризации) определяющее значение имеет порядок создания объектов, точнее, порядок их подчинения друг другу — **иерархия**.

Рассмотрим подробнее, что понимается под иерархией объектов.

Для создания любого объекта модели используются уже существующие объекты (например, для создания эскиза нужна плоскость или грань, для создания фаски — ребро и т.д.).

Объект, для создания которого использовались любые части и/или характеристики другого объекта, считается **подчиненным** этому объекту.

Например, эскиз построен на грани основания — эскиз подчиняется основанию. В эскизе есть проекции ребер приклеенного формообразующего элемента — эскиз подчиняется этому элементу. Вырезанный формообразующий элемент построен путем операции над эскизом — элемент подчиняется эскизу. При приклеивании формообразующего элемента глубина его выдавливания задавалась до вершины элемента вращения — элемент выдавливания подчиняется элементу вращения. Фаска построена на ребре кинема-

тического элемента — фаска подчиняется кинематическому элементу. Вспомогательная ось проведена через вершины формообразующих элементов — ось подчиняется этим элементам. Вспомогательная плоскость проведена через ось перпендикулярно грани формообразующего элемента — плоскость подчиняется оси и формообразующему элементу. И так далее.

В иерархии КОМПАС-3D V9 существует два типа отношений между объектами.

- ▼ Если объект подчинен другому объекту, он называется **производным** по отношению к подчиняющему объекту.
- ▼ Если объекту подчинен другой объект, то подчиняющий объект называется **исходным** по отношению к подчиненному.



В некоторых системах трехмерного моделирования исходные объекты называются «родителями» или «предками» («parents»), а производные объекты — «детьми» или «потомками» («children»).

Базовые плоскости, существующие в модели сразу после ее создания, всегда являются исходными объектами (только опираясь на них, можно построить первый эскиз и другие объекты модели) и никогда не являются производными объектами (их параметры не зависят от других объектов).

Последний объект в Дереве модели никогда не является исходным (т.к. после него не строились объекты, которые могли бы на нем основываться).

Все остальные объекты могут быть как исходными, так и производными. Один и тот же объект может быть производным и исходным для разных объектов. Например, отверстие является производным объектом собственного эскиза и исходным объектом для фаски, построенной на ребре этого отверстия.

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

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

При необходимости вы можете просмотреть отношения любого объекта модели.

109.2.1. Просмотр отношений объектов



Для того, чтобы просмотреть отношения, в которых участвует какой-либо объект, нажмите на Панели управления Дереве модели кнопку **Отношения**. В нижней части Деревя появится область просмотра отношений. Затем выделите нужный объект в Дереве модели или любую его часть (например, грань формообразующего элемента) в окне детали. В области просмотра отношений отобразится информация об иерархии отношений выбранного объекта (рис. 109.1).

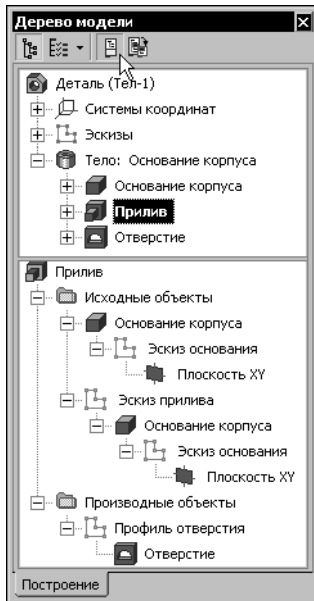


Рис. 109.1. Просмотр иерархии

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

В двух разделах, подчиненных рассматриваемому элементу, в виде структурированных списков отображаются элементы, входящие в иерархию этого элемента. Разделы в этих списках можно раскрывать и закрывать, щелкая мышью на значках «+» и «-» рядом с их названиями. Для просмотра длинных списков можно пользоваться линейкой прокрутки.

В разделе **Исходные объекты** показан список исходных объектов, в разделе **Производные объекты** — производных. Названия объектов в окне отношений совпадают с их названиями в Дереве модели (если вы вводили новые имена элементов взамен сформированных по умолчанию, эти имена будут показаны в окне отношений).

На первом уровне списка исходных объектов находятся элементы, непосредственно подчиняющие данный. Если эти элементы в свою очередь подчиняются другим элементам, то на следующем уровне списка находятся вышестоящие исходные элементы.

На первом уровне списка производных объектов находятся элементы, непосредственно подчиненные данному. Если эти элементы в свою очередь подчиняют другие элементы, то на следующем уровне списка находятся нижестоящие производные элементы.

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



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



Иерархию отношений объектов можно просматривать в отдельном окне Древа модели (рис. 109.2). Для этого следует выделить объект в Дереве или в окне модели и вызвать из контекстного меню команду **Отношения в дополнительном окне**.

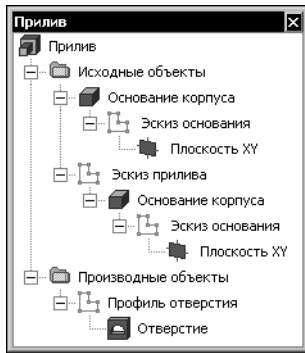


Рис. 109.2. Просмотр иерархии в дополнительном окне Древа модели

Иерархию объекта требуется знать, как правило, для того, чтобы установить, изменение (редактирование или удаление) каких объектов может прямо или косвенно повлиять на данный объект, и на какие объекты может повлиять изменение данного объекта.

Рассмотрим пример определения иерархических отношений объекта.

На рисунках 109.1 и 109.2 показана иерархия отношений элемента *Прилив*.

Прилив, судя по его пиктограмме — это приклеенный элемент выдавливания.

Какие объекты являются исходными для *Прилива*? Чтобы ответить на этот вопрос, проанализируем структурированный список **Исходные объекты**.

На уровне списка, следующем непосредственно за *Приливом*, находятся *Эскиз прилива* и *Основание корпуса*. Эти объекты напрямую связаны с *Приливом*: эскиз использован для формирования элемента выдавливания, а основание корпуса — для автоматического определения глубины выдавливания (при выполнении операции выдавливания была выбрана опция **До вершины** и указана вершина элемента-основания).

Основание корпуса, судя по его пиктограмме, представляет собой элемент выдавливания. Исходным для него объектом является *Эскиз основания* (он расположен на следующем уровне иерархического списка).

Эскиз основания, в свою очередь, был изображен на *Плоскости XY* (она расположена в списке на уровне, следующем за *Эскизом основания*).

Эскиз прилива был изображен на грани *Основания корпуса*. Поэтому исходным объектом для этого эскиза является *Основание корпуса*, расположенное в списке на уровне, следующем за *Эскизом прилива*.

Исходные для *Основания корпуса* объекты были рассмотрены выше, их список повторяется следом за *Основанием корпуса*.

Если объект является исходным для нескольких других объектов, он (вместе со своими исходными объектами) повторяется в списке (возможно, на различных уровнях) соответствующее количество раз.

Чтобы рассмотреть производные объекты *Прилива*, проанализируем структурированный список **Производные объекты**.

На следующем за *Приливом* уровне находится пиктограмма эскиза, который называется *Профиль отверстия*. Этот эскиз построен на грани *Прилива*.

Профиль отверстия использован (судя по пиктограмме) для формирования вырезанного элемента вращения — *Отверстия* (оно находится на следующем за эскизом уровне списка).

Других объектов в иерархии *Прилива* нет.

Аналогичным образом можно проследить иерархические отношения любого объекта трехмерной модели.



Иногда иерархия отношений объекта показывается не полностью. Это свидетельствует о том, что порядок построения модели был изменен вручную.

Например, в модели имелись два элемента выдавливания, причем эскиз второго элемента базировался на грани первого. Таким образом, второй элемент являлся производным по отношению к первому. В списке исходных объектов второго элемента были перечислены: его эскиз, первый элемент, эскиз первого элемента.

Первый элемент перемещается в Дереве так, что оказывается ниже второго (который при этом отмечается в Дереве как ошибочный), а затем возвращается на место (при этом ошибка исчезает). В результате этих действий в числе исходных объектов второго элемента выдавливания останется только эскиз этого элемента.

109.2.2. Иерархические параметрические связи объектов

Иерархические параметрические связи между объектами модели являются неотъемлемой частью этой модели. Вы не можете отказаться от формирования этих связей или удалить их (в отличие от параметрических связей графических объектов в эскизе и сопряжений компонентов сборки).

При иерархической параметризации (как и при вариационной) постоянно сохраняются существующие в модели связи между ее объектами.

К связям между объектами трехмерной модели относятся:

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

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

Все эти связи (вернее, те из них, которые существуют в модели) сохраняются при любом перестроении модели.

Любой объект участвует в параметрических связях со своими исходными и производными объектами. Причем перечисленные выше связи обладают следующими свойствами:

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

Редактирование объекта вызывает перестроение только производных объектов.

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

109.3. Сопряжение компонентов сборки

Сопряжение — это параметрическая связь между компонентами сборки, формируемая путем задания взаимного положения их элементов (например, после установки двух граней разных компонентов параллельно друг другу сами эти компоненты оказываются сопряженными). В сопряжениях могут участвовать базовые плоскости, начала координат, грани, ребра, вершины тел и поверхностей, вершины ломаных и сплайнов, начальные и конечные точки спиралей, сегменты ломаных, графические объекты в эскизах, а также вспомогательные элементы (конструктивные оси и плоскости).

Сопряжение компонентов сборки является одним из проявлений вариационной параметризации модели. Пользователь сам решает, на какие компоненты и в каком порядке накладывать сопряжения. Любое сопряжение можно удалить или отредактировать.

В КОМПАС-3D можно задать сопряжения различных типов (см. главу 106).

При наложении сопряжений на компоненты сборки следует иметь в виду следующие обстоятельства.

- ▼ Компоненты, элементы которых сопрягаются, автоматически перемещаются так, чтобы выполнялось условие сопряжения. Поэтому в сопряжении не могут участвовать элементы, принадлежащие одному и тому же компоненту либо сборке в целом. Например, нельзя установить совпадение двух осей, являющихся элементами сборки, даже если они проходят через ребра или вершины разных деталей.
- ▼ По этой же причине нельзя создать связь между двумя зафиксированными компонентами сборки.
- ▼ Относительное перемещение сопряженных компонентов ограничивается. Например, если на два компонента наложено сопряжение **Под углом**, то при повороте одного из них

второй повернется так, чтобы угол между указанными элементами этих компонентов не изменился.

- ▼ На компонент, который уже участвует в одном или нескольких сопряжениях, можно наложить только такое сопряжение, которое не будет противоречить наложенным ранее.
- ▼ Если из двух сопряженных компонентов один зафиксирован, то подвижность второго компонента (а следовательно, и возможность его сопряжения) ограничивается больше, чем если бы он был сопряжен со «свободным» компонентом.

Сопряжения, как правило, существуют в любой сборке, так как другими способами (например, перемещением компонентов мышью, использованием привязок при вставке и др.) трудно расположить компоненты сборки требуемым образом, а при редактировании несопряженных компонентов их взаимное положение легко нарушается. Например, два компонента сборки были каким-либо образом установлены так, чтобы две их грани совпадали. После изменения глубины выдавливания элемента, принадлежащего одному из компонентов, грань, с которой совпадала грань другого компонента, была перемещена. В том случае, если совпадение граней было установлено «вручную», их взаимное положение будет нарушено. Компонент, который не редактировался, останется на своем месте. Его вновь придется устанавливать в нужное положение. Если же совпадение граней было достигнуто путем наложения на компоненты сопряжения **Совпадение**, то после редактирования одного из сопряженных компонентов и перестроения сборки произойдет такое перемещение второго компонента, чтобы условие сопряжения не нарушалось, т. е. чтобы грани, участвующие в сопряжении **Совпадение**, по-прежнему располагались в одной плоскости.

В сборке, «собранной» с использованием сопряжений, рекомендуется фиксировать хотя бы один компонент. Он будет играть роль «неподвижного звена» в цепочке сопряженных компонентов. С ним будут прямо или опосредованно сопрягаться остальные компоненты.



Напоминаем, что по умолчанию фиксируется первый компонент, вставленный в сборку из файла.

Если ни один из сопряженных компонентов не зафиксирован, то перемещение любого из них или наложение на него очередного сопряжения может привести к нежелательному перемещению остальных компонентов, хотя условия сопряжений по-прежнему будут выполняться.

Глава 110.

Использование переменных и выражений

Каждый объект трехмерной модели в КОМПАС-3D обладает набором параметров. Каждому параметру автоматически ставится в соответствие переменная. Имена переменных формируются по шаблону «vN», где N — порядковый номер переменной в списке переменных модели.

Множество переменных модели составляют (см. рис. 110.1):

- ▼ **переменные главного раздела** — переменные, созданные пользователем, и/или автоматически созданные системой при вводе выражений,
- ▼ **переменные параметров объектов** — автоматически созданные переменные, которые соответствуют параметрам объектов,
- ▼ **переменные эскизов** — созданные пользователем переменные, которые соответствуют размерам в эскизе.

К переменным сборки также относятся **внешние переменные** ее компонентов (см. рис. 110.2 и раздел 110.4 на с. 301).

Присваивая переменным значения, пользователь может изменять соответствующие параметры объектов, не прибегая к прямому редактированию этих объектов.

Предусмотрены различные способы присвоения значения переменной (см. раздел 110.2 на с. 294).

Все операции с переменными модели производятся в Окне работы с переменными (см. раздел 110.1).

110.1. Окно работы с переменными

Все параметры, переменные и выражения модели отображаются в Окне работы с переменными (рис. 110.1, 110.2).

Включение и отключение показа Окна работы с переменными производится с помощью команды **Вид — Панели инструментов — Переменные**. Можно также воспользоваться кнопкой **Переменные** на панели **Стандартная**.



Список переменных показывается в виде таблицы. На первом уровне списка расположена сама модель, на следующих — составляющие ее объекты с учетом иерархии и последовательности создания.

Таблица состоит из пяти колонок:

- ▼ **Имя,**
- ▼ **Выражение,**
- ▼ **Значение,**
- ▼ **Параметр,**
- ▼ **Комментарий.**

У всех объектов модели имеется параметр **Исключить из расчета**. Он позволяет включать объект в расчет и исключать из расчета. Этому параметру тоже можно поставить в соответствие переменную. При этом следует иметь в виду, что присвоение такой

переменной значения 0 означает включение соответствующего объекта в расчет, а значения 1 — исключение из расчета.

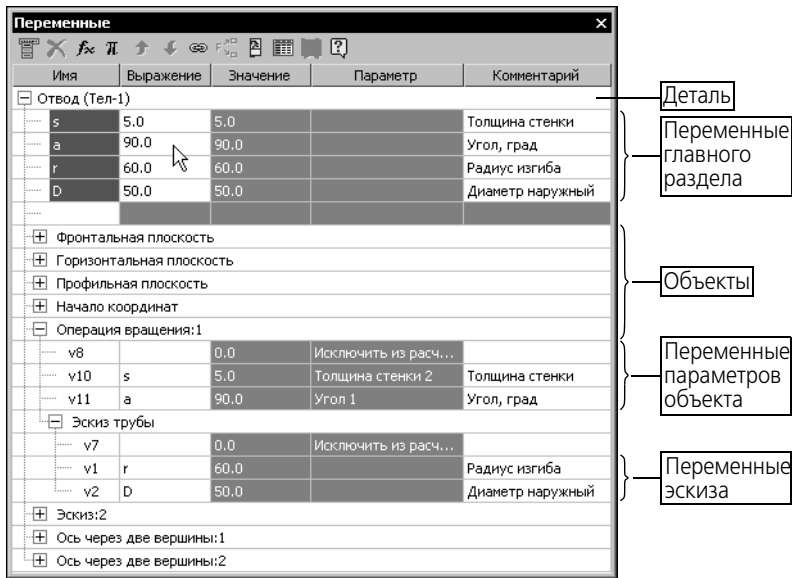


Рис. 110.1. Переменные детали

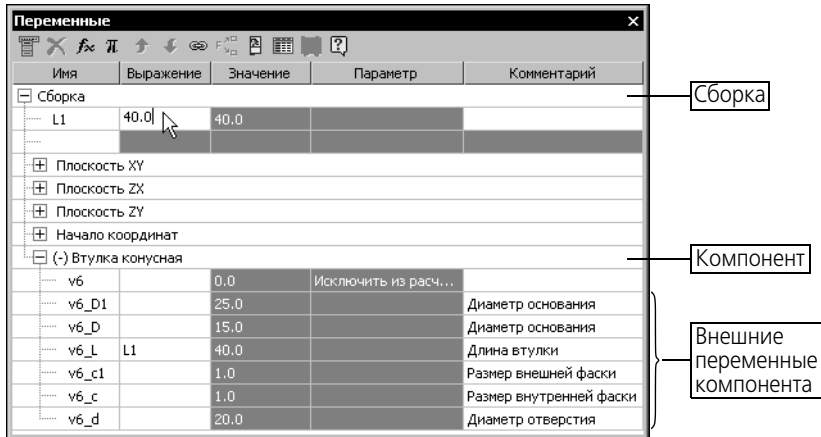


Рис. 110.2. Переменные сборки



Разные параметры объектов имеют разные диапазоны значений. Например, значение переменной, соответствующей параметру **Угол** (этот параметр имеют элементы вращения, выдавливания и другие) не может быть меньше нуля и больше трехсот шестидесяти. Иногда случается так, что параметры, диапазоны значений которых различны, приравниваются одной и той же переменной. Впоследствии этой переменной может быть присвоено значение, выходящее за пределы диапазона, установленного для одного из параметров. В этом случае в модели возникает ошибка, устранить которую можно, изменив либо значение переменной, либо выражение для ее вычисления.



Чтобы просмотреть список объектов, в которых используется выделенная в списке переменная, вызовите из контекстного меню команду **Использование переменной**.

110.2. Присвоение значений переменным модели

Присвоение значений переменным модели производится в окне работы с переменными (см. раздел 110.1).

В КОМПАС-3D существует три способа присвоения значения переменной модели:

- ▼ непосредственный ввод числа, являющегося значением переменной (см. раздел 110.2.2),
- ▼ ввод выражения для вычисления значения переменной (см. раздел 110.2.2),
- ▼ ссылка на переменную внешнего файла, т.е. присвоение значения другой переменной (см. раздел 110.2.4).

Пиктограммы объектов, параметры которых изменились в результате присвоения значений переменным, отмечаются красной «галочкой» в Дереве модели. Это означает, что изменения параметров еще не переданы в модель.



Чтобы перестроить модель, вызовите команду **Вид — Перестроить**.



Если для переменной, которая соответствует параметру элемента, введено выражение или создана ссылка, то значение этого параметра невозможно изменить путем редактирования объекта (числа, введенные в поля Панели свойств, игнорируются). Значение параметра всегда равно значению соответствующей ему переменной.



Присвоение значений информационным переменным (см. раздел 110.2.6 на с. 298) невозможно.

110.2.1. Ввод числового значения

1. Дважды щелкните мышью в ячейке колонки **Выражение**.
2. Введите с клавиатуры число, являющееся значением переменной, и нажмите клавишу *<Enter>*.

В модели будет создано уравнение вида «имя переменной = значение».

Переменная примет заданное значение — введенное число отобразится в колонке **Значение** этой же строки.

110.2.2. Ввод выражения

1. Дважды щелкните мышью в ячейке колонки **Выражение**.
2. Введите выражение для вычисления значения переменной, и нажмите клавишу *<Enter>*.
 - ▼ В выражении могут присутствовать любые переменные, кроме самой переменной, для вычисления значения которой служит это выражение. В выражении для вычисления значения переменной эскиза нельзя использовать информационные пе-

ременные этого же эскиза, кроме переменных, поставленных в соответствие размерам спроецированных объектов.

- ▼ В выражениях можно использовать арифметические операции (за исключением операции «=»), логическую операцию «?:» и функции. Полный перечень арифметических операций и функций приведен в Томе I (табл. 8.2 на с. 68).
- ▼ В выражение (но не в имена переменных и не в числа) может быть включено любое количество пробелов. При интерпретации выражения они не учитываются.

В модели будет создано уравнение вида «имя переменной = выражение».

Примеры выражений приведены ниже.

Если во введенное выражение входят отсутствующие в модели переменные, то автоматически создаются переменные с нужными именами. Эти переменные размещаются в главном разделе — в верхней части таблицы переменных, на уровне модели.

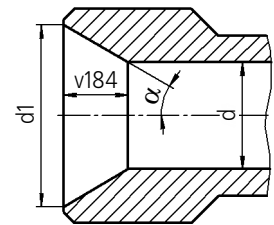
По завершении ввода выражения производится проверка получившейся системы уравнений на наличие циклической зависимости (см. раздел 110.2.3 на с. 296) и на предмет присвоения переменной самой себе. При обнаружении ошибки выдается сообщение об этом.

Пример 1. Алгебраическое выражение

Эскиз вырезанного элемента выдавливания — окружность диаметром $d1$. Элемент формирует коническую часть отверстия. Диаметр цилиндрической части отверстия — d (рис. 110.3, б).

Переменные					
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий	
d	10	10.0		Внутренний диаметр	
d1	17	17.0		Диаметр внутреннего конуса d1	
right	0	0.0		Правая часть крестовины	
a	30	30.0		Угол внутреннего конуса	
Внутренний конус_right					
v178	right	0.0	Исключить из расчета	Правая часть крестовины	
v184	$(d1-d)/2*\text{tand}(a*2)$	6.0622	Расстояние 2		
v186	a	30.0	Угол 2	Угол внутреннего конуса	
Эскиз:31					
v177	right	0.0	Исключить из расчета	Правая часть крестовины	
v35_d1	d1	17.0		Диаметр внутреннего конуса d1	

а)



б)

Рис. 110.3. Алгебраическое выражение

Глубина выдавливания ($v184$) должна вычисляться по формуле (рис. 110.3, а):

$$(d1-d)/2*\text{tand}(a*2),$$

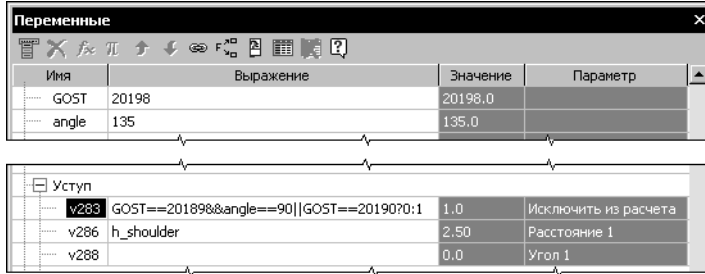
где

$d, d1$ — диаметры оснований конуса,

a — половина угла при вершине конуса.

Пример 2. Логическое выражение

Элемент выдавливания, формирующий уступ, должен присутствовать в модели фланцевого угольника при выполнении любого из следующих условий:



- ▼ ГОСТ 20189, угол 90°,
- ▼ ГОСТ 20190.

Для реализации этого требования в модели необходимо создать следующие переменные (рис. 110.4):

- ▼ задающую номер стандарта, например, *GOST*,
- ▼ задающую величину угла, например, *angle*.

Рис. 110.4. Логическое выражение

Выражение для вычисления значения переменной уступа, которая соответствует параметру **Исключить из расчета** (*v283*), должно быть следующим:

$GOST==20189\&\&angle==90||GOST==20190?0:1$ (рис. 110.4).



Для удобства работы в выражении можно использовать пробелы и скобки: $(GOST == 20189) \&\& (angle == 90) || (GOST == 20190) ? 0 : 1$

110.2.3. Циклическая зависимость

Циклическая зависимость — взаимная зависимость двух уравнений. Элементарный пример циклической зависимости — система из следующих уравнений:

$$a=b+1,$$

$$b=a+1$$

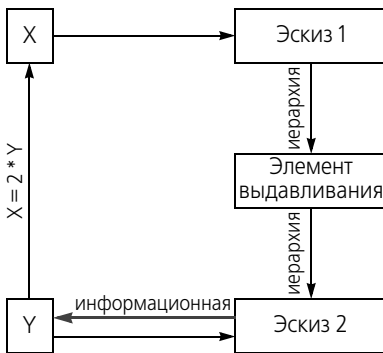


Рис. 110.5. Возникновение циклической зависимости

Обращение одного уравнения к другому может быть опосредовано иерархией отношений объектов модели.

Например, в модели создан **эскиз 1** с переменной *X*. На основе этого эскиза создан элемент выдавливания, а на его грани — **эскиз 2** с переменной *Y*. Переменные *X* и *Y* связаны уравнением (рис. 110.5).

До тех пор, пока переменная *Y* не является информационной, циклической зависимости в модели нет. Если отредактировать эскиз, сделав переменную *Y* информационной (для этого достаточно удалить у соответствующего размера ограничение **фиксированный**), то в системе уравнений модели появится циклическая зависимость: чтобы перестроить **эскиз 1**, надо знать значение переменной *X*, для этого надо знать значение переменной *Y*, которая может быть определена только после перестроения **эскиза 2**, а это требует перестроения элемента выдавливания и **эскиза 1**.

110.2.4. Ссылка на переменную внешнего файла



1. Щелчком мыши выделите любую ячейку строки той переменной, которая должна получать значение по ссылке.
2. Нажмите кнопку **Вставить ссылку** на Инструментальной панели Окна работы с переменными.
3. В появившемся диалоге выберите модель-источник ссылки.
4. В появившемся окне **Переменные** укажите переменную-источник ссылки и нажмите кнопку **ОК**.

Переменная текущей модели получит значение переменной-источника — оно отобразится в колонке **Значение**.

В колонке **Выражение** появится текст ссылки на переменную (см. рис. 110.6). Текст ссылки формируется по следующему шаблону:

<полный путь к файлу модели-источника>|<имя переменной>

Например, ссылка производится на переменную *H*, находящуюся в сборке *C:\Work\Models\reducer.a3d*.

Текст ссылки будет следующий: *C:\Work\Models\reducer.a3d|H*.

110.2.5. Обновление ссылок

При изменении в модели-источнике значения переменной, на которую имеется ссылка из другой модели, необходимо передать в эту модель новое значение параметра.

Передача новых значений переменных из модели-источника в модель, использующую ссылки (обновление ссылок), возможна, если открыта модель-источник или сборка, содержащая модель-источник.



Чтобы быстро открыть модель-источник ссылки, воспользуйтесь командой **Открыть файл-источник** из контекстного меню переменной-ссылки (рис. 110.6).



Чтобы обновить имеющиеся в модели ссылки, вызовите команду **Вид — Перестроить**. Если команда вызвана в сборке, то перестраиваются все ее компоненты.

Модель-источник во время перестроения модели, использующей ссылки, не перестраивается.

При открытии модели с переменной-ссылкой система проверяет, открыт ли источник или содержащая его сборка.

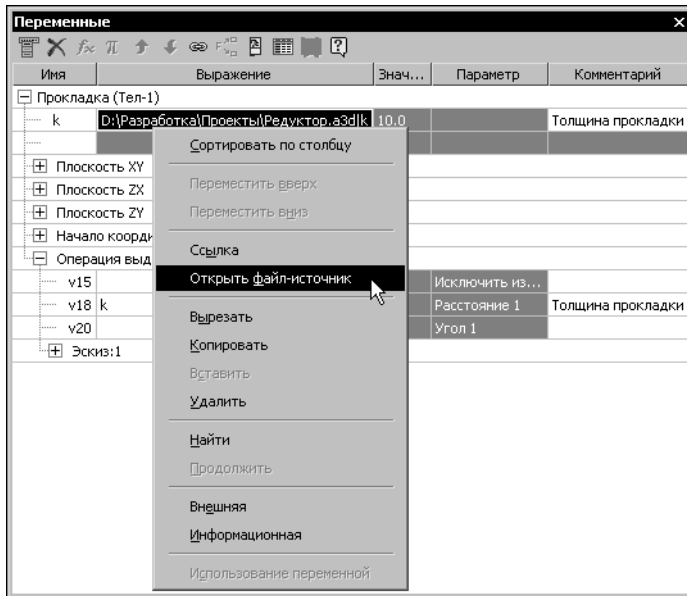


Рис. 110.6. Переменная-ссылка

- ▼ Если источник (или сборка) закрыт, то переменная-ссылка выделяется красным цветом в Окне работы с переменными и остается выделенной до корректного обновления.
- ▼ Если источник (или сборка) открыт, то переменная-ссылка не выделяется. В случае, если значение переменной-источника отличается от текущего значения переменной-ссылки, модель отмечается в Дереве красной «галочкой». После перестроения переменная-ссылка принимает значение переменной-источника, и «галочки» исчезают.

110.2.6. Информационная переменная

Информационная переменная — переменная, значение которой невозможно изменить. В окне работы с переменными ячейка **Выражение** в строке информационной переменной недоступна для редактирования. Информационные переменные можно использовать в выражениях.

- ▼ Информационная переменная эскиза — это переменная, поставленная в соответствие информационному размеру.
- ▼ Информационная переменная трехмерного объекта — это переменная, соответствующая параметру, значение которого зависит от других объектов и поэтому не может меняться произвольным образом. Например, если выдавливание эскиза производилось до вершины, то значение параметра **Расстояние** этой операции выдавливания зависит от положения вершины. Переменная, соответствующая этому параметру — информационная.
- ▼ Информационная переменная главного раздела — это переменная, которой вручную присвоен статус «информационная». Для присвоения переменной этого статуса необходимо вызвать команду **Информационная** из контекстного меню переменных главного раздела (см. рис. 110.9 на с. 302). Ячейка имени информационной переменной главного раздела имеет желтый цвет. Если информационная переменная имеет также статус «внешняя», то цвет ее ячейки — зеленый.

110.3. Работа с переменными в эскизах

Переменные в эскизах создаются путем присвоения размерам имен переменных. Соответствие между размером и переменной взаимно однозначное, т.е. значения размеров и соответствующих им переменных равны.

Для создания переменных в эскизе используется диалог установки значения размера (см. раздел 110.3.2 на с. 300). Ввод выражений возможен как в этом диалоге, так и в Окне работы с переменными (см. раздел 110.2.2 на с. 294). В Окне работы с переменными возможен также ввод числовых значений для переменных эскизов (см. раздел 110.2.1 на с. 294) и создание ссылок на переменные внешних файлов (см. раздел 110.2.4 на с. 297).

110.3.1. Размеры в эскизах

Размеры в эскизе могут быть двух видов: фиксированные и информационные. Вид — это свойство размера, которое определяет «направление связи» между размером и геометрическим объектом, к которому он проставлен.

Фиксированный размер — размер, который управляет геометрическим объектом.

Значение фиксированного размера может быть изменено пользователем путем ввода числа или выражения (в последнем случае размеру должна быть поставлена в соответствие переменная). После этого геометрический объект, к которому проставлен размер, перестраивается так, чтобы удовлетворять новому значению размера. Если размер зафиксирован, то он имеет ограничение *фиксированный размер*. Признаком фиксации размера является прямоугольная рамка вокруг его значения.

Объект, к которому проставлен фиксированный размер, можно редактировать только так, чтобы значение размера оставалось постоянным. Например, если к отрезку проставлен размер, фиксирующий его длину, то отрезок можно будет только перемещать и поворачивать, но нельзя будет изменять его длину.

Информационный размер — размер, которым управляет геометрический объект.

Ввод значения или выражения для информационного размера невозможен. Геометрический объект, к которому проставлен информационный размер, можно редактировать произвольным образом. После перестроения геометрического объекта происходит перестроение размера и пересчет его значения.



При редактировании геометрических объектов учитываются не только проставленные к ним размеры, но и наложенные на них параметрические связи и ограничения.



- Фиксированный размер можно сделать информационным двумя способами:
 - ▼ удалить у него ограничение *фиксированный размер*, воспользовавшись командой **Показать/удалить ограничения** (см. Том II, раздел 58.1 на с. 146),
 - ▼ включить опцию **Информационный размер** в диалоге установки значения размера (см. рис. 110.7).

Информационным можно сделать любой фиксированный размер.



- Информационный размер можно сделать фиксированным двумя способами:
 - ▼ воспользоваться командой **Зафиксировать размер** (см. Том II, раздел 55.15 на с. 134),

- ▼ выключить опцию **Информационный размер** в диалоге установки значения размера. Однако, не каждый информационный размер можно зафиксировать. Невозможность фиксации размера может быть обусловлена:
 - ▼ геометрическими связями между объектами, например:
 - ▼ длина отрезка, полученного путем проецирования существующего в детали ребра, зависит от длины и положения этого ребра, поэтому длину такого отрезка зафиксировать невозможно,
 - ▼ расстояние между диагонально противоположными вершинами прямоугольника зависит от длин его сторон, поэтому, если длины сторон прямоугольника уже зафиксированы, то длину его диагонали зафиксировать невозможно.
- ▼ параметрическими связями и ограничениями, например:
 - ▼ угол между двумя отрезками, на которые наложена связь *перпендикулярность*, всегда равняется 90° , поэтому угол между этими отрезками зафиксировать невозможно,
 - ▼ диаметр окружности, сопрягающей параллельные отрезки, всегда равняется расстоянию между ними, поэтому, если это расстояние уже зафиксировано, диаметр окружности зафиксировать невозможно.

При попытке зафиксировать размер, который может быть только информационным, выдается соответствующее сообщение.

110.3.2. Переменные в эскизах

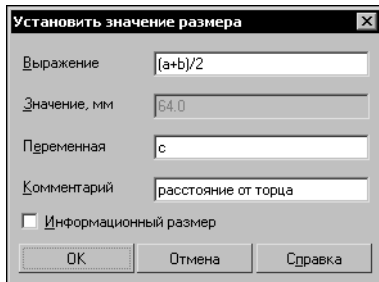


Рис. 110.7. Диалог установки значения размера

Переменные в эскизе связаны с размерами в этом эскизе. Переменную можно поставить в соответствие любому размеру — как информационному, так и зафиксированному.

Чтобы создать переменную, соответствующую размеру, необходимо ввести ее имя в диалоге установки значения размера (рис. 110.7). Этот диалог появляется на экране:

- ▼ автоматически после простановки размера, если при настройке параметрического режима (см. Том II, раздел 54.7 на с. 125) были включены опции **Размеры** и **Фиксировать размеры**,

- ▼ или после двойного щелчка на размерной надписи ассоциативного размера.



- ▼ или после вызова команды **Установить значение размера** и указания ассоциативного размера,

По умолчанию при простановке размера предлагается имя переменной, сформированное по шаблону «vN», где N — порядковый номер переменной в списке переменных модели. При необходимости вы можете отредактировать имя переменной или удалить его. В последнем случае будет создан размер без переменной. В этом же диалоге можно выбрать вид размера — информационный или фиксированный. Если размер фиксированный, то в диалоге можно ввести значение переменной или выражение для вычисления значения, а если информационный — то ни значение, ни выражение для его переменной задать нельзя.

Все переменные, которые созданы в эскизе, отображаются в окне работы с переменными и доступны для использования в выражениях. Если переменная соответствует зафиксированному размеру, то в окне работы с переменными, как и в диалоге установки значения размера, возможен ввод значения этой переменной или выражения для вычисления значения. Если же переменная соответствует информационному размеру (такая переменная называется информационной), то задание значения или выражения невозможно.



В выражении для вычисления значения переменной эскиза нельзя использовать информационные переменные этого же эскиза, кроме переменных, поставленных в соответствие размерам спроецированных объектов.

Размер, которому поставлена в соответствие переменная, имеет ограничение *размер с переменной*. Удаление этого ограничения приводит к удалению переменной и выражения для ее вычисления (если оно было задано).



На рис. 110.7 показан диалог установки значения линейного, радиального и диаметрального размера. Диалог установки значения углового размера приведен на рис. 110.8. Присвоение имен переменных и ввод выражений при работе с угловыми размерами производятся так же, как при работе с линейными, диаметральными и радиальными размерами.

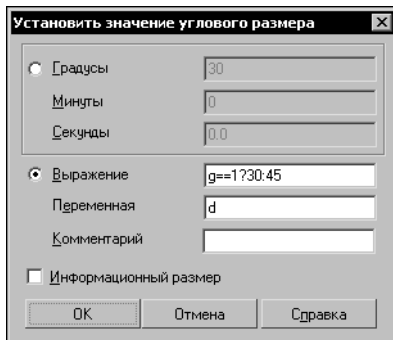


Рис. 110.8. Диалог установки значения углового размера

110.4. Внешние переменные моделей

Внешняя переменная — переменная в модели, значение которой доступно и может быть изменено в сборке, содержащей эту модель в качестве компонента.

Основное назначение внешних переменных — управление размерами и топологией модели во время и после вставки ее в сборку.

Модели могут вставляться в сборку как с диска, так и из библиотек моделей. Обычно в библиотеках хранятся модели типовых, стандартизованных деталей и узлов. О библиотеках моделей и вставке модели из библиотеки в сборку рассказано в главе 122.



Для быстрого присвоения внешним переменным вставляемой (вставленной) модели predetermined значений можно использовать таблицу переменных. Подробно о таблице переменных и приемах работы с ней рассказано в главе 60 Тома II.

При вставке в сборку внешние переменные компонентов автоматически получают имена, образованные по шаблону: «vN_pame», где N — порядковый номер переменной в списке переменных сборки, а pame — имя внешней переменной компонента (см. рис. 110.2 на с. 293).

Если внешняя переменная модели имеет статус «информационная», то она лишь доступна, т.е. видна в сборке, но не может быть изменена.

Формирование переменных и присвоение им статусов «внешняя» и «информационная» производится при создании модели.

Внешней переменной может быть только переменная главного раздела, т.е. расположенная в верхней части таблицы переменных, на уровне модели (а не какого-либо ее объекта).

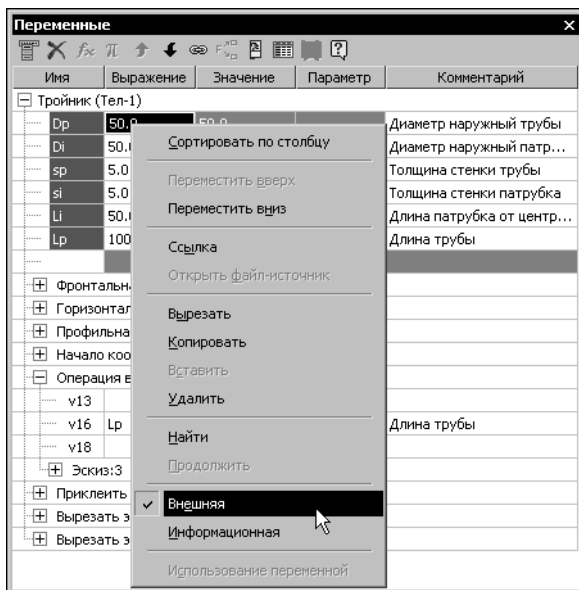


Рис. 110.9. Контекстное меню переменных

Чтобы сделать переменную внешней, вызовите из контекстного меню команду **Внешняя**. Если переменная внешняя, то слева от названия команды в меню отображается «галочка» (рис. 110.9).

Чтобы сделать переменную информационной, вызовите из контекстного меню команду **Информационная**. Если переменная информационная, то слева от названия команды в меню отображается «галочка».

В Окне работы с переменными используется цветовая индикация статусов переменных:

- ▼ ячейка с именем внешней переменной — синяя,
- ▼ ячейка с именем информационной переменной — желтая,
- ▼ ячейка с именем внешней информационной переменной — зеленая.

Часть XXIV

Сервисные функции

Глава 111.

Трехмерный макроэлемент

Трехмерный макроэлемент — группа объектов модели. Логическое группирование объектов путем объединения их в макроэлементы позволяет представить Дерево модели модели в более компактном виде. Это упрощает ориентацию в Дереве, особенно при работе со сложными моделями, содержащими много объектов.

В макроэлементы целесообразно объединять объекты, имеющие общее функциональное или конструктивное назначение.

Объекты, включенные в макроэлемент, отображаются в Дереве модели как подчиненные объекты этого макроэлемента и отмечаются пиктограммами-папками. Порядок работы с ними такой же, как с объектами, не входящими в макроэлементы: их можно редактировать, исключать из расчета, удалять и т.д. Кроме того, объекты, входящие в макроэлемент, могут участвовать в операциях (например, копирования).

Трехмерные макроэлементы могут быть вложенными друг в друга. Количество уровней вложенности не ограничено. Другими словами, вы можете включать в макроэлемент

- ▼ несколько уже существующих макроэлементов,
- ▼ объекты, принадлежащие любому из существующих макроэлементов.

На рисунке 111.1 в качестве примера показан макроэлемент *Проушина*. Он содержит следующие объекты: проушину с внешней и внутренней бобышками и отверстием и отверстия под винты. Бобышки и отверстия под винты, в свою очередь, объединены в одноименные макроэлементы, подчиненные макроэлементу *Проушина*.

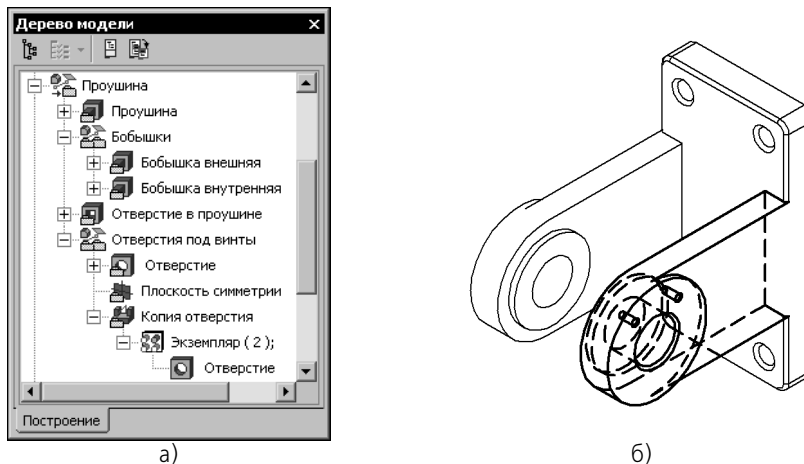


Рис. 111.1. Макроэлемент Проушина: а) отображение в Дереве модели, б) объекты модели, входящие в макроэлемент (выделены)

При выделении в Дереве модели пиктограммы макроэлемента в окне модели подсвечиваются все объекты, входящие в этот макроэлемент.

111.1. Создание трехмерного макроэлемента

Чтобы создать в модели новый макроэлемент, вызовите команду **Сервис — Создать макроэлемент**.



Внизу Дереве модели появится макроэлемент, не содержащий ни одного объекта. Вы можете добавить в него объекты модели (см. раздел 111.3 на с. 306).

Чтобы объединить в макроэлемент несколько существующих объектов, выделите их в Дереве модели и вызовите команду **Объединить в макроэлемент** из контекстного меню или из меню **Сервис**.

Макроэлемент, содержащий указанные объекты, появится на месте самого нижнего из включенных в этот макроэлемент объектов. Пиктограммы объектов разместятся на уровне, следующем за уровнем макроэлемента. Порядок расположения объектов в макроэлементе совпадает с порядком их расположения в Дереве перед созданием макроэлемента.

Обратите внимание на то, что объединить в макроэлемент можно только такие объекты, которые входят в состав одного и того же «родительского» объекта и располагаются на одном и том же уровне, за исключением:

- ▼ эскизов в составе операции по сечениям,
- ▼ сгибов в составе листового элемента (например, сгибов, составляющих подсечку),
- ▼ экземпляров массива.

Таким образом, невозможно объединить в макроэлемент объекты, принадлежащие

- ▼ разным компонентам сборки,
- ▼ макроэлементу и всей модели,
- ▼ компоненту сборки и всей сборке и т.п.

111.2. Управление показом состава макроэлемента

Доступны два способа отображения макроэлемента в Дереве модели:

- ▼ с показом состава,
- ▼ без показа состава.



Макроэлемент:1 Если показ состава включен, то рядом с пиктограммой макроэлемента в Дереве отображается значок «+». Щелчок мышью на этом значке (после которого он отображается как «-») разворачивает список объектов, входящих в состав макроэлемента.



Макроэлемент:2 Если показ состава выключен, то значок «+» у пиктограммы макроэлемента отсутствует. Просмотр состава такого макроэлемента в Дереве модели невозможен.

Способ отображения макроэлемента в Дереве никак не влияет на отображение составляющих его объектов в окне модели.

По умолчанию показ состава вновь созданного макроэлемента включен.

Чтобы выключить показ состава макроэлемента, выделите его в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Скрыть состав**. Чтобы вернуть отображение состава, следует вызвать из контекстного меню макроэлемента команду **Показать состав**.

Если выделены несколько макроэлементов с различной настройкой отображения, то в контекстном меню доступны обе команды.

111.3. Изменение состава макроэлемента

После того, как макроэлемент создан, его состав можно изменить, «перетаскивая» объекты мышью в Дереве модели.



Изменение состава макроэлемента возможно, если в Дереве отображается последовательность построения модели (см. раздел 81.3.1 на с. 34).

- ▼ Чтобы добавить объект в макроэлемент, «перетащите» пиктограмму объекта на пиктограмму макроэлемента.



Когда форма курсора изменится, «отпустите» объект. Он будет добавлен в состав выбранного макроэлемента. Если объект размещался в Дереве модели выше макроэлемента, то положение макроэлемента после добавления этого объекта не изменяется. В противном случае макроэлемент перемещается в Дереве модели на место добавленного объекта.

- ▼ Чтобы исключить объект из макроэлемента, разверните его состав (для этого необходимо, чтобы показ состава макроэлемента был включен, см. раздел 111.2 на с. 305). «Перетащите» пиктограмму объекта в Дереве за пределы макроэлемента.



Когда форма курсора изменится, «отпустите» объект. Он будет исключен из макроэлемента и появится в том месте Дереве модели, где находился до включения в макроэлемент.



- ▼ Чтобы переместить объект из макроэлемента в конкретное место Дереве модели, «перетащите» объект к этому месту. Когда курсор примет вид стрелки, «отпустите» объект. Если курсор не превращается в стрелку, это означает, что перемещаемый объект не может занимать указанное положение в иерархии объектов модели.



Базовые плоскости и начало координат невозможно включить в макроэлемент или исключить из него при помощи мыши. Для этого необходимо пользоваться командами **Объединить в макроэлемент** и **Разрушить макроэлемент** соответственно.

С помощью мыши возможно также перемещение объектов между макроэлементами.

111.4. Разрушение макроэлемента

Разрушение макроэлемента — операция, обратная его созданию.

После разрушения макроэлемента его пиктограмма удаляется из Дереве модели, а составлявшие его элементы возвращаются на свои места.



Макроэлементы, входящие в состав разрушаемого, сохраняются.

Чтобы разрушить макроэлемент (макроэлементы), выделите его и вызовите команду **Разрушить** из контекстного меню или из меню **Сервис**.

111.5. Удаление макроэлемента

Удаление макроэлемента означает удаление его самого и объектов, входящих в его состав.

Чтобы удалить макроэлемент (макроэлементы), выделите его и вызовите команду **Удалить** из контекстного меню или из меню **Редактор**.

После этого на экране появится диалог удаления объектов. В нем перечислены все объекты, входящие в удаляемый макроэлемент. Вы можете подтвердить удаление или отказаться от него.

Глава 112.

Создание чертежа текущей модели

Вы можете создать чертеж с ассоциативным видом модели (детали или сборки) непосредственно при работе с этой моделью.



Документ-модель должен быть сохранен в файл на диске.



Чтобы перейти к созданию чертежа, вызовите команду **Операции — Создать новый чертеж из модели**.

После этого автоматически создается новый чертеж, а в нем — **Произвольный** ассоциативный вид. При этом в качестве модели, изображаемой в виде, уже выбрана текущая трехмерная модель. Остальные параметры вида — умолчательные (ориентация — спереди, цвет — черный, масштаб — 1:1 и т.д.). Если необходимо, измените параметры.

Затем укажите положение базовой точки вида.

В чертеже будет создан произвольный вид, изображающий текущую модель.

Дальнейшая работа с чертежом — создание других ассоциативных видов, оформление и т.п. ведется так же, как и с чертежом, созданным обычным способом.

Глава 113.

Получение информации о модели

При работе с моделью вы можете получить справочные сведения о любом объекте детали или сборки: ребре, грани, элементе, поверхности, компоненте и др.

Объект или объекты, информация о которых необходима, можно выбрать как до вызова команды, так и после.

Одни объекты можно указать только в Дереве, например, сборки, детали, элементы, эскизы, ломаные, другие — только в окне, например, ребра, грани, вершины, сегменты контура в эскизе, сегменты ломаной, трети — и в Дереве, и в окне, например, начала координат, вспомогательные и конструктивные плоскости, точки, сплайны.



Чтобы получить информацию об объекте, нажмите кнопку **Информация об объекте** на панели **Измерения (3D)** или выберите ее название из меню **Сервис**.

На экране появится Информационное окно.

Если перед вызовом команды в Дереве или в окне модели были выделены объекты, то информационное окно будет содержать сведения об этих объектах. В противном случае Информационное окно пусто.

Укажите в Дереве модели или в окне модели объект, сведения о котором необходимо получить. Данные об этом объекте будут добавлены в Информационное окно.

По умолчанию выдается краткая информация об объекте, т.е. только основные сведения (см. раздел 113.1). При необходимости вы можете получить также дополнительные сведения об объекте (см. раздел 113.2). Для этого отключите опцию **Кратко** на Панели свойств и укажите объект (объекты) еще раз.

На Панели свойств можно также задать точность вычислений, единицы измерения длины и угла. Изменение этих параметров немедленно отражается в Информационном окне.



Для завершения команды получения информации нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления или закройте Информационное окно.

113.1. Основные сведения

Основные сведения об объекте:

- ▼ Номер измерения.
- ▼ Название объекта.
- ▼ Тип объекта. Сведения о типе объекта берутся из математического описания объекта. Например:
 - ▼ ребро может иметь тип *прямая, дуга окружности, сплайн NURBS* и др.;
 - ▼ грань или поверхность может иметь тип *плоская, тороидальная, линейчатая поверхность, сплайновая поверхность* и др.

Некоторые объекты, например, точка или элемент, не имеют типа.

- ▼ Числовые параметры объекта. Набор параметров зависит от объекта:
 - ▼ для объектов, представляющих собой разновидность кривой (ребро, пространственная кривая, контур в эскизе и др.), определяется длина,

- ▼ для цилиндрических, сферических и круглых объектов (поверхность скругления, ребра и контуры в виде окружностей/дуг окружностей и др.) определяется радиус и диаметр;
- ▼ для точек выводятся координаты,
- ▼ для плоских граней выводятся координаты нормального вектора и т.д.

В числе параметров объекта отображаются также имена и значения переменных этого объекта. Для сборок указываются общие данные о количестве компонентов первого уровня, сопряжений и элементов.

Компоненты первого уровня — детали и под сборки, непосредственно входящие в текущую сборку. Компоненты, входящие в под сборки (а также в под сборки под сборки и так далее), не являются компонентами первого уровня для текущей сборки.

- ▼ Если в Дереве отображается последовательность построения модели, то компоненты первого уровня размещаются на первом уровне Деревя.
- ▼ Если в Дереве отображается структура модели, то компоненты первого уровня размещаются на первом уровне раздела «Компоненты».

113.2. Дополнительные сведения

Дополнительные сведения об объекте:

- ▼ Цвет и оптические свойства объекта.
- ▼ Отношения в виде перечней исходных и производных объектов.
- ▼ Для граней: параметры ограничивающих их ребер, для ребер: параметры конечных вершин.
- ▼ Для сборок: количество компонентов всех уровней, т.е. сумма компонентов первого уровня и остальных компонентов.

Глава 114.

Проверка пересечений компонентов сборки



Иногда одной из целей моделирования сборки является обнаружение мест нежелательных пересечений и касаний компонентов («натыков» в конструкции).

Для выявления таких мест вызовите команду **Сервис — Проверка пересечений**.

После вызова команды последовательно указывайте курсором компоненты, которые требуется проверить на пересечение. Выбранные компоненты будут показаны в **Списке компонентов** на Панели свойств.

Если требуется обнаружить касание компонентов, включите опцию **Считать касания пересечениями**.



После указания компонентов нажмите кнопку **Проверить пересечения** на Панели специального управления.

В списке **Обнаруженные пересечения** на Панели свойств появятся порядковый номер пересечения и названия пересекающихся (касающихся) компонентов. В окне модели подсвечивается область их пересечения (или касания).



Для выхода из команды проверки пересечений нажмите клавишу <Esc> или кнопку **Прервать команду**.

Глава 115.

Разнесение компонентов сборки

Иногда сборку требуется увидеть в «разобранном» виде (так, чтобы были видны все ее компоненты).

Перед разнесением компонентов требуется установить параметры разнесения: выбрать компоненты, а также направление и величину их перемещения.

Чтобы задать параметры разнесения, вызовите команду **Сервис — Разнести компоненты — Параметры**.



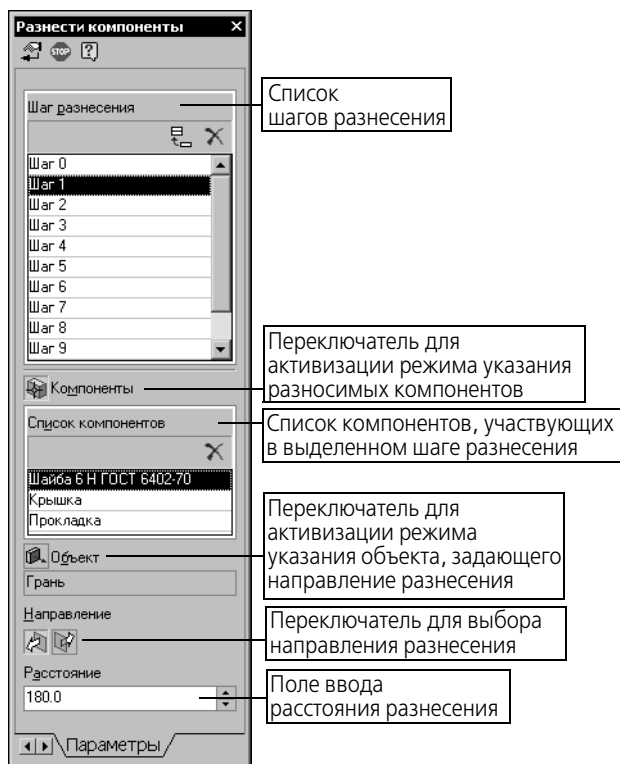
Один и тот же компонент может участвовать в нескольких шагах разнесения.



В одном шаге разнесения могут участвовать несколько компонентов.



Компонент, входящий в подсборку (на любом уровне вложенности), может участвовать в шаге разнесения независимо от других компонентов этой подсборки.



На Панели свойств (рис. 115.1) отображается список шагов разнесения компонентов.

Если настройка параметров разнесения текущей сборки еще не производилась, то список пуст.

Рис. 115.1. Задание параметров разнесения компонентов



Чтобы добавить шаг разнесения, нажмите кнопку **Добавить**.

Затем укажите компоненты, участвующие в шаге разнесения, и параметры этого шага:



1. Чтобы выбрать компоненты, активизируйте переключатель **Компоненты** и укажите нужные объекты.



2. Чтобы указать направление разнесения компонентов, активизируйте переключатель **Объект**. Компоненты могут разноситься в направлении, совпадающем с ребром модели (для этого укажите в окне сборки нужное ребро) или в направлении, перпендикулярном грани (для этого укажите нужную грань).



3. Введите в соответствующее поле **Расстояние**, на которое должен переместиться компонент относительно своего прежнего положения.



4. Выберите направление перемещения компонентов — **Прямое** или **Обратное**, активизировав соответствующий переключатель в группе **Направление**.

После задания параметров шага разнесения компонентов нажмите кнопку **Применить**. Выбранные компоненты будут разнесены в соответствии с установленными параметрами.

Если полученное разнесение компонентов отличается от ожидаемого, отредактируйте параметры разнесения.

Аналогичным образом задайте требуемое количество шагов разнесения и настройте их параметры.



Чтобы удалить шаг или компонент из списка, нажмите кнопку **Удалить** в верхней части этого списка.



Закончив настройку шагов разнесения, нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.

После выхода из команды настройки шагов сборки в окне оказывается в разнесенном виде.



Чтобы включить режим обычного отображения сборки, вызовите команду **Сервис — Разнести компоненты — Разнести**. Кнопка для вызова команды находится на панели **Вид**. Эта команда служит переключателем режима разнесения и обычного отображения сборки. Когда компоненты разнесены, кнопка нажата, рядом с названием команды появляется «галочка», а к имени документа в заголовке окна добавляются слова «Разнесенный вид» в круглых скобках.

Когда компоненты сборки разнесены, недоступны все команды редактирования сборки (в том числе команда **Редактировать в окне**), команды создания пространственных кривых, поверхностей, вспомогательных объектов, команды наложения сопряжений и команды работы со спецификацией.



Подсборка не может быть отображена в окне сборки в разнесенном виде.

Глава 116.

Упрощение отображения модели

По умолчанию в деталях и сборках включен режим упрощенного отображения.

При этом относительно мелкие компоненты сборки и тела детали заменяются параллелепипедами соответствующих габаритов и цветов в следующих случаях:

- ▼ сдвиг и поворот модели мышью или с помощью команд **Сдвиг** и **Поворот**,
- ▼ изменение ориентации и масштаба (если включена плавность, см. раздел 82.3.3 на с. 45),
- ▼ установка мелкого масштаба отображения,
- ▼ в сборке — сдвиг и поворот отдельных компонентов (при определенных условиях).

После завершения изменения положения или масштаба, а также после увеличения масштаба, отображение модели восстанавливается. Режим упрощения действует при всех типах отображения модели.

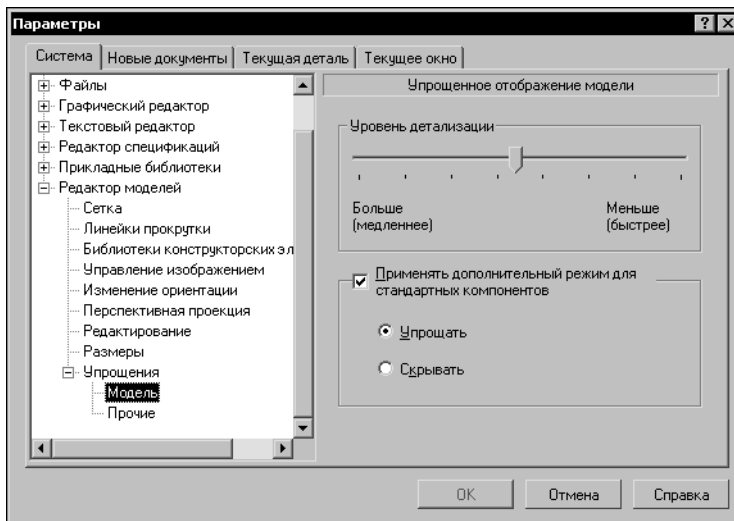
Чтобы выключить режим упрощенного отображения модели, вызовите команду **Вид — Упрощения — Упрощенное отображение** или отожмите кнопку **Упрощенное отображение** на панели **Вид**.



Настройка работы режима упрощенного отображения производится в диалоге настройки системы (см. раздел 116.1).

116.1. Настройка режима упрощенного отображения модели

Чтобы задать параметры режима упрощенного отображения моделей, вызовите команду **Сервис — Параметры... — Система — Редактор моделей**. Раскройте раздел **Упрощения** в левой части вкладки (рис. 116.1).



Он содержит пункты:

- ▼ **Модель**, позволяющий задать основные параметры упрощения,
- ▼ **Прочие**, позволяющий включить использование дополнительных средств упрощения при работе режима упрощенного отображения.

При выборе каждого из этих пунктов в правой части вкладки появляются соответствующие элементы управления (см. табл. 116.1 и 116.2).

Рис. 116.1. Настройка параметров упрощенного отображения модели

Табл. 116.1. Диалог настройки упрощенного отображения модели

Элемент	Описание
Уровень детализации	Позволяет задать уровень детализации компонентов сборки и тел детали при работе режима упрощенного отображения. Для изменения уровня детализации перемещайте «бегунок» между позициями Больше (медленнее) и Меньше (быстрее) . Чем степень детализации меньше, тем более крупные компоненты или тела превращаются в параллелепипеды и тем быстрее происходит изменение положения (масштаба) модели.
Применять дополнительный режим для стандартных компонентов	Активизируйте эту опцию, чтобы включить специальный режим упрощения стандартных компонентов сборки (например, моделей стандартных изделий, вставленных из Библиотеки крепежа). При отключенной опции стандартные компоненты упрощаются в общем режиме, т.е. подчиняются настройке уровня детализации компонентов сборки.
Упрощать	При выборе этого варианта стандартные компоненты во время работы режима упрощенного отображения всегда показываются в виде параллелепипедов вне зависимости от установленного уровня детализации.
Скрывать	При выборе этого варианта стандартные компоненты всегда скрываются во время работы режима упрощенного отображения.

Табл. 116.2. Диалог прочих настроек режима упрощенного отображения

Элемент	Описание
Быстрое отображение линий	Позволяет использовать быстрое отображение линий модели. Если эта опция включена, то во время работы режима упрощенного отображения автоматически активизируется команда Быстрое отображение линий [*] .
Скрыть конструктивные оси, плоскости и пр.	Позволяет управлять отображением вспомогательных и некоторых других объектов модели. Если эта опция включена, то во время работы режима упрощенного отображения автоматически активизируются следующие команды: <ul style="list-style-type: none"> ▼ Скрыть начала координат, ▼ Скрыть конструктивные плоскости, ▼ Скрыть конструктивные оси, ▼ Скрыть эскизы, ▼ Скрыть изображения резьбы, ▼ Скрыть контрольные точки.

Табл. 116.2. Диалог прочих настроек режима упрощенного отображения

Элемент	Описание
Скрыть поверхности	Позволяет управлять отображением поверхностей, присутствующих в окне модели. Если эта опция включена, то во время работы режима упрощенного отображения автоматически активизируется команда Скрыть поверхности . При отключенной опции поверхности остаются видны и упрощаются в соответствии с заданным уровнем детализации.
Скрыть пространственные кривые	Позволяет управлять отображением пространственных кривых - ломаных, сплайнов и спиралей. Если эта опция включена, то во время работы режима упрощенного отображения автоматически активизируется команда Скрыть — Пространственные кривые .
Отключить режим "Полутоновое с каркасом"	Позволяет управлять использованием указанного типа отображения модели. Если эта опция включена, то во время работы режима упрощенного отображения отключается полутоновое отображение с каркасом (если оно было включено).
Отключить отрисовку очерков	Позволяет отключить отрисовку линий очерков компонентов или тел во время работы режима упрощенного отображения.
Скрыть сетку	Позволяет отключить изображение сетки при изменении масштаба эскиза во время работы режима упрощенного отображения.
Скрыть селектирование	Позволяет использовать обычное отображение выделенных объектов (если таковые имеются) во время работы режима упрощенного отображения. Если опция выключена, то в режиме упрощенного отображения объекты остаются выделенными.
Сетчатая прозрачность	Позволяет включить показ прозрачных объектов (если таковые имеются) в виде сетки пикселей во время работы режима упрощенного отображения.
Невидимые объекты отображать в виде точек	Позволяет включить отображение точек на месте компонентов (или тел), ставших невидимыми из-за мелкого масштаба **. Ставшие невидимыми объекты могут отображаться в виде точек только в режиме упрощенной отрисовки. Если опция Невидимые объекты отображать в виде точек выключена, то компоненты и тела относительно малого размера могут совсем «исчезнуть» при определенном масштабе уменьшения.

* Команда, управляющая одноименным режимом. При включенном режиме быстрого отображения линий ускоряется отрисовка линий, изображающих модель без невидимых линий, с тонкими невидимыми линиями или в каркасном отображении.

Ускорение прорисовки модели достигается благодаря применению так называемого графического способа расчета линий модели. При отключенном режиме быстрого отображения этот расчет ведется математически. Математический расчет дает несколько более точный результат, но требует гораздо больше времени.

** Стандартные компоненты могут также стать невидимыми в результате включения опции **Скрывать** в диалоге настройки упрощения модели.

116.2. Особенности упрощения подсборок

Отображение подсборок в упрощенном виде имеет следующие особенности.

- ▼ Параллелепипед, которым заменяется подсборка, отображается цветом, заданным для этой подсборки при настройке ее свойств. Цвета, заданные для отдельных деталей, не учитываются.
- ▼ Если сборка разнесена, то параллелепипед, заменяющий подсборку, располагается в пространстве в соответствии с параметрами разнесения, заданными для этой подсборки. Параметры разнесения, заданные для отдельных деталей подсборки, игнорируются.

Часть XXV

Редактирование модели

Глава 117.

Общие приемы редактирования

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

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

При редактировании детали (каким бы способом оно не производилось) должно выполняться следующее требование: изменения, вносимые в модель, не должны приводить к нарушению целостности тела детали (разделять деталь на несколько частей, в том числе касающихся по линии).

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

При редактировании сборки возможно изменение любого ее компонента (редактирование параметров элементов деталей, изменение состава подборок), перемещение компонентов (сдвиг или поворот), а также редактирование сопряжений.



Редактирование сборки может стать причиной нарушения существующих в ней параметрических связей и ограничений. Для их восстановления сборку следует перестроить (см. раздел 117.12 на с. 328). При перестроении компоненты сборки перемещаются и/или перестраиваются так, чтобы их форма, параметры и положение соответствовали положению опорных объектов и не противоречили наложенным на них сопряжениям. Например, приклеенный к детали формообразующий элемент был выдавлен до грани другой детали, входящей в сборку. Затем первую деталь переместили так, что расстояние от плоскости эскиза приклеенного элемента до ограничивающего его объекта изменилось. Сразу после перемещения форма детали не меняется. Кроме того, вспомогательные объекты, базировавшиеся на этой детали, остаются на своих прежних местах. Все это нарушает имеющиеся в модели связи. Перестроение модели придает перемещенной детали нужную форму (приклеенный элемент «дотягивается до своей грани») и перемещает вспомогательные объекты так, чтобы их положение соответствовало новому положению базовых объектов.

При редактировании сопряжений система автоматически проверяет, возможно ли наложение указанной связи. Новое сопряжение создается лишь в том случае, если оно не противоречит уже имеющимся.

Следует особо подчеркнуть, что после редактирования объекта, занимающего любое место в иерархии построений, не требуется заново задавать последовательность построения подчиненных элементов и их параметры. Вся эта информация хранится в модели и не разрушается при редактировании отдельных ее частей.

117.1. Редактирование эскиза

Вы можете отредактировать изображение в любом эскизе модели.

Перед вызовом команды редактирования эскиза требуется указать эскиз. Это можно сделать одним из следующих способов.

- ▼ Выделите эскиз в Дереве модели
- ▼ Выделите сформированный на основе эскиза элемент в Дереве модели
- ▼ Выделите любую грань элемента, сформированного на основе эскиза

Затем вызовите из контекстного меню команду **Редактировать эскиз**.

Система перейдет в режим редактирования эскиза.

При этом в окне модели останутся только те элементы, которые находятся в Дереве модели перед редактируемым эскизом. Иначе говоря, модель временно вернется в то состояние, в котором она была в момент создания редактируемого эскиза.

Внося изменения в эскиз, вы можете проецировать в него существующие элементы (ребра, грани и т.д.), привязываться к фантомам ребер (если они есть в эскизе), накладывать и удалять параметрические связи и ограничения, выполнять любые построения, редактировать графические объекты.

Если эскиз параметрический, и положение объектов в нем определяется ассоциативными размерами, вы можете ввести новые значения этих размеров.



Помните, что эскиз для выполнения операции должен отвечать определенным требованиям. Они должны соблюдаться не только при создании эскиза, но и при его редактировании. О конкретных требованиях к эскизам рассказано в Части XVIII.



После внесения в эскиз нужных изменений выйдите из режима редактирования эскиза. Формообразующий элемент и созданные на его основе элементы перестроятся в соответствии с новым начертанием контура в эскизе.



Не рекомендуется производить такое редактирование эскиза, после которого заведомо не смогут быть перестроены производные элементы.

117.2. Размещение эскиза на плоскости

Иногда для редактирования формообразующего элемента не требуется менять топологию и размеры контура в эскизе, а нужно только изменить положение этого контура на плоскости (или на плоской грани).

Чтобы сдвинуть и/или повернуть эскиз на плоскости, выделите его в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Разместить эскиз**.

Эта команда позволяет переместить изображение на плоскости эскиза, не входя в режим его редактирования.

После вызова команды на Панели свойств появляются поля **т** и **Угол**. Задайте в них новое положение системы координат выделенного эскиза и угол поворота нового положения системы координат относительно текущего положения (для этого нужно расфиксировать значения в полях). Новое положение системы координат можно указать

курсором в окне (после освобождения параметра на экране появляется фантом системы координат).

Положение графических объектов эскиза в его системе координат не изменяется. Поэтому при перемещении системы координат перемещается и изображение эскиза. Это перемещение отображается на экране в виде фантома.



Когда нужное положение системы координат (и объектов эскиза) достигнуто, подтвердите перемещение.

Формообразующий элемент и созданные на его основе элементы перестроятся в соответствии с новым положением эскиза.



Команда **Разместить эскиз** недоступна, если графические объекты в выделенном эскизе параметрически связаны с ранее созданными объектами (например, характерные точки отрезков в эскизе совпадают с вершинами грани, на которой этот эскиз построен или эскиз содержит проекции существующих ребер) или параметрические связи других типов делают невозможным перемещение графических объектов в плоскости эскиза.

117.3. Смена плоскости эскиза

Иногда требуется изменить положение эскиза не только на плоскости, но и в пространстве (перенести эскиз в другую плоскость).

Чтобы разместить эскиз в другой плоскости, выделите его в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Изменить плоскость**.

Эта команда позволяет переместить эскиз в другую плоскость или на другую плоскую грань.

После вызова команды плоскость или плоская грань, на которой был создан указанный эскиз, подсвечивается.

Выберите другую плоскость или плоскую грань.

Эскиз будет перенесен на указанный плоский объект. При этом система координат эскиза совместится с системой координат выбранной этого объекта.

Формообразующий элемент и созданные на его основе элементы перестроятся в соответствии с новым положением эскиза.

Эскиз, перенесенный в другую плоскость, теряет информацию о том, в какой плоскости он создавался первоначально, и по своим свойствам не отличается от эскиза, нарисованного в выбранной плоскости.



Команду **Изменить плоскость** удобно использовать для переноса выступов и отверстий на другую грань детали.

117.4. Редактирование параметров объекта

Форму и размеры формообразующего элемента определяют не только форма и размеры контура в соответствующем эскизе, но и параметры формообразующей операции (например, глубина выдавливания или угол поворота контура в эскизе). Некоторые объекты (например, вспомогательные плоскости и оси) вообще не имеют эскизов и полностью определяются параметрами, заданными в команде их построения.

Чтобы изменить эти параметры, выделите объект в Дереве модели или в окне модели. Вызовите из контекстного меню команду **Редактировать**.

Если должен редактироваться формообразующий элемент, можно выделить любую его грань, ребро или вершину в окне модели и вызвать команду **Редактировать исходный элемент**.

Система перейдет в режим выполнения команды, использовавшейся для построения выбранного объекта.

При этом в окне модели останутся только те объекты, которые находятся в Дереве модели перед редактируемым. Иначе говоря, модель временно вернется в то состояние, в котором она была в момент создания редактируемого объекта.

На Панели свойств появятся те же поля и переключатели для задания параметров операции, что и при построении объекта.

Отредактируйте нужные параметры.

Задав требуемые значения параметров, подтвердите сделанные изменения.

Модель будет перестроена в соответствии с новыми параметрами отредактированного объекта.



117.5. Изменение набора исходных и опорных объектов

Форму, положение и размеры некоторых объектов определяют исходные и опорные объекты, использовавшиеся при их построении.

Например, результат построения массива элементов зависит не только от числовых параметров сетки, но и от набора исходных объектов, и от набора объектов, задающих положение сетки. Положение вспомогательной оси или плоскости зависит от набора их опорных объектов. Глубина выдавливания элемента зависит от положения грани, до которой производилось выдавливание. И так далее.

Чтобы изменить набор исходных или опорных объектов, выделите элемент и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать элемент**.

Система перейдет в режим выполнения команды, использовавшейся для построения выбранного элемента. Опорные или исходные объекты, которые использовались при построении элемента, будут подсвечены в окне модели и в Дереве модели.

Чтобы задать другие объекты, выбирайте их в окне или в Дереве. При повторном указании подсвеченного объекта выделение с него снимается и он не используется при построении.



Если требуется снять выделение со всех подсвеченных объектов, щелкните мышью в свободном от изображения месте окна модели.



Задав набор опорных объектов, подтвердите сделанные изменения.

После этого модель будет перестроена в соответствии с положением и формой новых опорных или исходных объектов.



Набор объектов можно менять одновременно с редактированием параметров элемента.

117.6. Редактирование параметров в Окне работы с переменными

Вы можете отредактировать некоторые параметры объекта без перехода в режим выполнения команды его построения. Для этого используйте Окно работы с переменными.



Чтобы включить показ этого Окна, нажмите кнопку **Переменные** на **Стандартной** панели.

Найдите в таблице Окна переменных раздел, соответствующий нужному объекту, и раскройте его.

Найдите в этом разделе переменную, соответствующую нужному параметру, и введите новое значение в ячейку **Выражение**.



Чтобы перестроить модель в соответствии с новыми значениями параметров, вызовите команду **Вид — Перестроить**.

117.7. Удаление объекта

Любой объект (формообразующий элемент, эскиз, вспомогательную ось или плоскость, компонент сборки, сопряжение и т.д.) можно удалить из модели. Для этого достаточно выделить его в Дереве модели и вызвать из контекстного меню команду **Удалить** или нажать клавишу *<Delete>*.

Если на удаляемом объекте базируются другие объекты или удаляемый объект участвует в сопряжениях, то на экран выдается диалог-предупреждение. В нем перечислены элементы и сопряжения, которые затрагивает операция удаления.

Вы можете отказаться от удаления или подтвердить его. В случае подтверждения удаления удаляется не только указанный объект, но и его производные.



Обратите особое внимание на то, что отменить удаление объекта в документе-модели невозможно. Поэтому командой удаления нужно пользоваться очень осторожно.

117.8. Редактирование модели с помощью Указателя окончания построения

С помощью Указателя окончания построения модели вы можете исключать элементы из расчета, удалять их. Указатель можно также использовать для изменения порядка построения модели.



Редактирование с помощью Указателя возможно, если в Дереве отображается последовательность построения модели (см. раздел 81.3.1 на с. 34).

Переместите Указатель так, чтобы он разбивал Дереве модели на две части.

Вы увидите, что элементы, оказавшиеся ниже указателя, отображаются бледно-голубым цветом и помечаются пиктограммой-«замком». Это — исключенные из расчета элементы. Такие элементы, а также производные от них не отображаются в окне модели, однако информация о них сохраняется в документе. Другими словами, исключение элементов из расчета равносильно «временному удалению» их из модели. Таким образом,

перемещая Указатель, вы можете на время удалить из модели несколько последних элементов.

Для быстрого возвращения Указателя в конец Дереве модели можно воспользоваться командой **Указатель в конец Древа** из контекстного меню на Указателе. После вызова этой команды все элементы модели включаются в расчет (если только они не исключены специально). Модель перестраивается с учетом включенных элементов.

Во время работы над моделью вы можете неограниченное число раз перемещать Указатель окончания построений. Пиктограммы вновь созданных элементов будут располагаться в Дереве модели перед указателем.

Это свойство Указателя окончания построений, а также то, что исключенные из расчета элементы не отображаются на экране и не могут использоваться при построениях, удобно использовать для изменения последовательности построения модели.

Например, для редактирования детали, полученной с помощью операции зеркального копирования, следует вносить изменения в ту ее половину, которая являлась оригиналом, располагая их до операции копирования. Однако, во-первых, обе половины детали выглядят совершенно одинаково. Во-вторых, при редактировании вы можете случайно использовать элементы той половины детали, которая получена копированием, что неизбежно приведет к ошибке. В таких случаях целесообразно переместить Указатель окончания построения так, чтобы операция зеркального копирования и все последующие были исключены из расчета. На экране остается только оригинальная половина детали. Вы можете отредактировать ее по своему усмотрению. После включения в расчет операции копирования вторая половина детали также будет содержать внесенные изменения.

Если элементы модели, расположенные под Указателем окончания построения, не требуются для дальнейших построений и не должны присутствовать в модели, вы можете одновременно удалить все эти элементы. Воспользуйтесь для этого командой **Удалить элементы под Указателем** из контекстного меню на Указателе.

После вызова команды на экран выдается диалог-предупреждение. В нем перечислены удаляемые элементы модели. Вы можете отказаться от удаления или подтвердить его.

117.9. Изменение порядка построения

Удобный (правда, нечасто используемый) прием редактирования — «перетаскивание» объектов мышью прямо в Дереве модели. С его помощью можно быстро изменить порядок построения.



Изменение порядка построения возможно, если в Дереве отображается последовательность построения модели (см. раздел 81.3.1 на с. 34).



Чтобы переместить элемент в Дереве модели, подведите к нему курсор, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор в место предполагаемого размещения элемента в Дереве модели. Курсор при этом принимает вид стрелки, указывающей положение элемента.

Когда нужное положение элемента будет достигнуто, отпустите кнопку мыши. Пиктограмма элемента разместится в Дереве модели на указанном месте и будет помечена



красной «галочкой». Это означает, что изменения в порядке построения еще не переданы в модель — изображение в окне осталось прежним.

Чтобы перестроить модель, нажмите вызовите команду **Вид —Перестроить**.

При перемещении элементов учитывается их иерархия. Элемент невозможно переместить выше исходного или ниже производного объекта в Дереве построений.

117.10. Исключение объектов из расчетов

Вы можете исключать из расчета любые элементы и компоненты модели. При исключении объекта из расчетов модель перестраивается так, как будто указанный объект удален, однако информация о нем сохраняется в документе.

Чтобы исключить один или несколько объектов из расчета, выделите их в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Исключить из расчета**.

Модель будет перестроена без учета исключенных объектов и производных от них операций и объектов. Пиктограммы объектов, исключенных из расчета, в Дереве модели отобразятся светло-голубым цветом и будут помечены пиктограммой-«крестиком».



Исключенные из расчета объекты временно удаляются из модели. Поэтому базировавшиеся на них объекты иногда могут помечаться как ошибочные. Ошибки исчезают после включения объектов в расчет.

Чтобы вновь включить в расчет один или несколько объектов, выделите их в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Включить в расчет**.

Исключение объектов из расчетов позволяет сократить время расчета при построении дополнительных элементов или перестроении модели, а также увидеть, как выглядела модель до построения определенных элементов.

Например, после построения последовательности производных элементов требуется перейти к построению других элементов, не связанных и не пересекающихся с существующими. Вы можете исключить существующую последовательность из расчетов, после этого время перестроения модели при создании новых элементов существенно сократится (система не будет выполнять проверку взаимного пересечения всех элементов и рассчитывать линии пересечения). Когда нужные элементы будут построены, включите все элементы в расчет. Контроль их взаимного положения будет произведен однократно.

Вы можете исключать из расчетов фаски, скругления, отверстия и прочие мелкие элементы, если из-за большого их количества построение новых формообразующих элементов происходит слишком медленно.

С помощью команды **Исключить из расчета** можно исключать объекты из расчета выборочно, т.е. вне зависимости от того, какое положение они занимают в иерархии элементов модели и, следовательно, в Дереве модели.

Существует также возможность одновременного исключения из расчета нескольких элементов модели, расположенных в конце Дереве модели. Для этого предназначен Указатель окончания построения модели (см. раздел 117.8).



Не забудьте в конце работы над моделью включить в расчет все ее элементы!

Можно привести пример не только временного исключения элементов из расчета, но и временного включения элемента в расчеты.

Иногда при формировании плоского изображения модели (например, ее изометрической проекции на чертеже или полутонного изображения в каталоге) требуется показать вырез модели (например, вырез 1/4 модели). После создания модели выполните операцию вырезания параллелограмма (элемента выдавливания), размеры и положение которого соответствуют размерам и положению выреза. Сохраните файл модели. Создайте нужное изображение модели. Для дальнейшей работы с моделью (например, расчета ее массо-центровочных характеристик или передачи модели в приложение, формирующее управляющую программу для технологического оборудования) исключите из расчета вырезанный элемент выдавливания.

117.11. Предупреждения об ошибках

Если произведено такое редактирование модели, которое делает невозможным существование каких-либо ее объектов с учетом иерархии и/или параметрических связей, КОМПАС-3D V9 выдает соответствующее диагностическое сообщение. В нем указана конкретная причина конфликта или потери связи между компонентами модели (например, «Операция потеряла опорный объект», «Опорная поверхность видоизменилась», «Пустой эскиз», «Самопересечение контура» и т.д.).

При этом модель не перестраивается, а остается в том состоянии, в котором была перед вызовом команды редактирования. Рядом с пиктограммами элементов, существование которых стало невозможным после произведенного редактирования, появляется восклицательный знак.

Если ошибка возникла после редактирования эскиза, то восклицательный знак появляется не только рядом с пиктограммой самого эскиза, но и рядом с пиктограммой элемента, построенного на основе ошибочного эскиза. Благодаря этому наличие ошибки в элементе заметно даже тогда, когда соответствующий ему раздел Дерева модели свернут.

Аналогично предупреждение об ошибке появляется рядом с пиктограммой модели (детали или сборки), если ошибка есть хотя бы в одном из ее объектов (элемента, компонента, сопряжении и т.п.). Благодаря этому наличие ошибки в модели заметно даже тогда, когда Дерево модели полностью свернуто.

Чтобы узнать, в чем заключается возникшая ошибка, выделите в Дереве модели отмеченный восклицательным знаком объект и вызовите из контекстного меню команду **Что неверно?**

На экране появится диалог, в котором перечислены ошибки, возникшие при перестройке этого объекта.

Ошибки отображаются в диалоге в виде структурированного списка. Описание каждой ошибки находится на уровне, следующем за названием ошибочного объекта.

Если ошибка в эскизе, этот эскиз в списке находится на уровне, следующим за названием использующего этот эскиз элемента.

Если вы просматриваете все ошибки в модели, то ее ошибочные компоненты (формообразующие элементы, вспомогательные оси и плоскости, копии, фаски, оболочки, компоненты, сопряжения и т.д.) в списке находятся на уровне, следующем за названием модели.

Справочная система содержит рекомендации по возможным путям устранения ошибки.

Чтобы получить разъяснение конкретной ошибки и общие рекомендации по ее устранению, выделите описание ошибки в диалоге и нажмите кнопку **Справка**. Прочитайте появившуюся страницу Справочной системы, подумайте, какой из рассмотренных в ней случаев наиболее похож на ошибку в вашей модели, запомните рекомендации по ее устранению.

Чтобы исправить ошибку, отредактируйте в соответствии с рекомендациями Справочной системы элемент, эскиз или сопряжение, в котором она возникла, или исходные элементы. Часто для исправления ошибки достаточно повторить редактирование модели, повлекшее за собой эту ошибку, установив при этом прежние значения параметров модели.



Если в модели несколько ошибок, производите их исправление в порядке следования ошибочных элементов в Дереве модели.

Некоторые ошибки делают невозможным существование элементов, дальнейшие построения и редактирование детали. Например, после редактирования контура в эскизе исчезли опорные вершины для построения вспомогательных осей и плоскостей, а производный элемент не может быть перестроен (модель «рассыпалась», без устранения ошибки с ней работать нельзя).

Другие ошибки не являются столь критическими и не мешают дальнейшей работе с моделью. Например, при переносе эскиза на другую грань параметрические связи графических объектов эскиза были потеряны. В этом случае графические объекты в эскизе не перестраиваются, контур в эскизе остается прежним, и построенный на его основе элемент не разрушается, благодаря чему остается возможным существование производных элементов.



В любом случае рекомендуется устранять ошибку сразу после ее возникновения.

117.12. Предупреждения о необходимости перестроения модели

После редактирования сборки (перемещения компонентов, изменения значений переменных и т.п.) связи между компонентами модели могут нарушиться. Например, вспомогательные элементы после перемещения их опорных объектов остаются на прежних местах. Компоненты, редактирование которых вызвало конфликты такого рода, помечаются красной «галочкой» в Дереве модели.

Чтобы устранить возникшие противоречия, необходимо перестроить и/или переместить объекты так, чтобы их форма, параметры и положение соответствовали положению



опорных объектов и не противоречили наложенным на них сопряжениям. Для этого используется команда **Вид — Перестроить модель**.

Иногда после перестроения сборки на месте «галочек» появляются восклицательные знаки, свидетельствующие об ошибке построения компонента, сопряжения или элемента сборки. Например, на грани детали был построен эскиз вырезанного элемента выдавливания. При редактировании эту деталь переместили так, что эскиз, по-прежнему оставаясь в плоскости грани, при выдавливании не пересекает тела детали. Вырезать элемент выдавливания становится невозможно, и после перестроения модели эта операция помечается в Дереве модели как ошибочная. Или, например, при редактировании детали был удален элемент, участвующий в сопряжении. Так как существование этого сопряжения стало невозможным, его пиктограмма помечается восклицательным знаком.

При работе с моделью детали перестроение может потребоваться, если изменились значения переменных, соответствующих параметрам элементов, или если изменился порядок построения детали.

После вызова команды деталь перестраивается в соответствии с новыми значениями параметров или новым порядком построения.

Глава 118.

Особенности редактирования отдельных объектов

Приемы редактирования большинства элементов (удаление, изменение параметров, задание других опорных объектов и т.д.) одинаковы. О них рассказано в предыдущей главе.

Однако некоторые объекты обладают специфическими свойствами, из-за которых для редактирования этих объектов применяются дополнительные приемы. Они рассмотрены в этой главе.

118.1. Массив

Принципы редактирования массивов всех типов элементов и компонентов (по параллелограммной сетке, концентрической сетке и вдоль кривой) одинаковы. Они представлены в настоящем разделе в общем.

Дополнительная возможность редактирования массива компонентов сборки — разрушение его на отдельные экземпляры. Подробно разрушение массива компонентов описано в разделе 119.6 на с. 336.

118.1.1. Удаление отдельных экземпляров массива

Иногда требуется исключить из массива конкретные экземпляры.

Для выполнения такого изменения массива выделите подлежащие удалению экземпляры в Дереве модели. Можно также выделить в окне детали любую грань элемента, входящего в экземпляр.

Затем нажмите клавишу *<Delete>*.

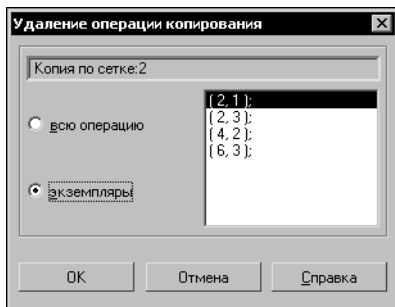


Рис. 118.1. Удаление экземпляров массива копий

На экране появится диалог, в котором требуется указать, хотите ли вы удалить все экземпляры (т.е. отменить операцию создания массива в целом) или выбранные экземпляры (рис. 118.1). Включите опцию **Экземпляры**.

В окне диалога активизируется список номеров удаляемых экземпляров массива.

Нумерация экземпляров начинается с единицы.

Если сетка параллелограммная, номер экземпляра массива состоит из двух чисел: первое — номер экземпляра вдоль первой оси сетки, второе — номер экземпляра вдоль второй оси.

Если сетка концентрическая, номер экземпляра массива состоит из двух чисел: первое — номер экземпляра в радиальном направлении, второе — номер экземпляра в кольцевом направлении.

Если копии расположены вдоль кривой, номер экземпляра массива отсчитывается по порядку расположения экземпляров, начиная от исходного.

Выберите экземпляр и нажмите кнопку **ОК** диалога.

Массив будет перестроен и отображен в окне модели без указанных экземпляров.



Экземпляр может быть исключен из массива только целиком. Исключение отдельных копий исходных объектов из состава экземпляра невозможно.

118.1.2. Восстановление удаленных экземпляров массива

Если требуется восстановить все или отдельные исключенные из массива экземпляры, выполните следующие действия.

1. Выделите в Дереве модели тот массив, удаленные экземпляры которого требуется восстановить, и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать элемент**.

Для восстановления удаленных экземпляров массива элементы детали можно выделить грань (ребро) любого оставшегося элемента массива и вызвать из контекстного меню команду **Редактировать исходный элемент**.

2. Активизируйте вкладку Панели свойств **Удаленные**. На ней находится список номеров удаленных экземпляров.



3. Выделите номера тех экземпляров, которые требуется вернуть в массив.

4. Нажмите кнопку **Восстановить**, расположенную над списком номеров.

Фантом восстановленных экземпляров появится в окне модели, а их номера исчезнут из списка удаленных экземпляров в диалоге.



Чтобы подтвердить восстановление экземпляров, нажмите кнопку **Создать** на Панели специального управления. Массив будет перестроен с учетом восстановленных экземпляров.

118.2. Круглое отверстие

118.2.1. Редактирование параметров отверстия

При редактировании параметров отверстия можно изменить тип (профиль) отверстия и его геометрические размеры.

После вызова команды редактирования отверстия на Панели свойств появляются те же параметры, которые использовались при создании отверстия. Вы можете выбрать из списка другой эскиз профиля отверстия и изменить любые значения его параметров. В некоторых случаях можно выбрать другой способ определения глубины отверстия (например, вместо опции **Через все** выбрать опцию **До вершины** и указать эту вершину в окне детали).

118.2.2. Редактирование положения отверстия

Иногда требуется изменить положение отверстия на грани, оставив прежними его параметры.

Чтобы переместить отверстие, раскройте в Дереве модели раздел, соответствующий этому отверстию. Выделите находящийся в нем эскиз.

Вызовите из контекстного меню команду **Редактировать эскиз**.

Система перейдет в режим редактирования эскиза, в котором находится единственная вспомогательная точка. Эта точка соответствует точке привязки эскиза профиля отверстия, а сам эскиз лежит в плоскости грани, на которой создавалось отверстие. Таким образом, точка показывает положение центра отверстия на грани.

Любым способом переместите точку центра отверстия в нужное место. Вы можете пользоваться привязками и/или накладывать на точку параметрические связи. Например, если требуется, чтобы отверстие было расположено точно посередине прямоугольной грани, вы можете нарисовать вспомогательный отрезок, соединяющий диагональные точки грани, и привязать точку к его середине. После этого при любом изменении размеров грани центр отверстия будет оставаться точно в центре грани.



После внесения в эскиз нужных изменений выйдите из режима редактирования эскиза. Отверстие перестроится в соответствии с новым положением центра.

Если требуется перенести отверстие на другую плоскую грань, вызовите для эскиза центра отверстия команду **Изменить плоскость эскиза** (см. раздел 117.3 на с. 322).

118.3. Точка

При редактировании точки можно изменить ее координаты, выбрать другую опорную точку или отключить ассоциативность.

После вызова команды редактирования точки координаты на Панели свойств зафиксированы — на переключателях **X**, **Z** и **Y** отображаются «крестики». Если редактируется точка, связанная с опорным объектом, то включена опция **Ассоциировать**, а поля координат недоступны.

Если нужно разорвать связь, выключите опцию **Ассоциировать**. Однако следует иметь в виду, что последующее включение опции будет невозможно, поскольку ассоциативная связь формируется автоматически при указании опорного объекта.

Если нужно указать новое положение точки, то можно действовать двумя способами.

- ▼ Введите новые значения координат в поля **X**, **Z** и **Y**. Фантом точки будет перемещен в точку с указанными координатами.
- ▼ Расфиксируйте поля **X**, **Z** и **Y**, щелкая мышью по переключателям. Укажите положение точки мышью в окне модели. При этом вы можете привязать редактируемую точку к новой опорной точке.



Завершив редактирование, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального редактирования.

Глава 119.

Редактирование сборки

Обычно сборка в КОМПАС-3D является параметрической (т.е. в ней существуют параметрические связи и ограничения). Если имеющиеся в модели связи и ограничения нарушаются, то в ней возникают противоречия, для устранения которых необходимо перестроить модель.

Как правило, параметрические связи и ограничения, существующие в сборке, нарушаются в результате ее редактирования. Например, два компонента сборки были сопряжены так, чтобы грань одного из них касалась цилиндрической поверхности другого. Затем второй компонент был отредактирован, и его цилиндрическая грань, участвующая в сопряжении, превратилась в коническую. Очевидно, что в связи с этим положение второго компонента должно измениться. Тем не менее, он остается на прежнем месте. Чтобы второй компонент занял такое положение, при котором существующее сопряжение (касание поверхностей) не нарушалось бы, модель необходимо перестроить. Или, например, в сборке была построена ось, проходящая через вершину компонента. Затем компонент был перемещен так, что положение этой вершины изменилось. Однако ось, базировавшаяся на ней, осталась на прежнем месте. Чтобы ось заняла правильное положение, необходимо перестроить модель.

В некоторых случаях система автоматически определяет, что модель нуждается в перестроении и выдает соответствующий запрос. Например, запрос на перестроение сборки появляется на экране после возвращения из режима редактирования компонента в режим редактирования сборки, содержащей этот компонент.

В окне запроса перечислены компоненты, редактирование которых привело к рассогласованию связей между объектами в сборке.

Если вы хотите перестроить сборку, нажмите кнопку **Да** диалога. В результате все объекты перестроятся и/или переместятся так, чтобы их форма, параметры и положение соответствовали положению опорных объектов и не противоречили наложенным на них сопряжениям.

В том случае, если сборка состоит из большого числа компонентов, ее перестроение может занять значительное время. Поэтому, если необходимо отредактировать несколько компонентов сложной сборки, целесообразно перестраивать ее один раз — после внесения всех изменений (а не каждый раз после редактирования отдельного компонента).

Чтобы отложить перестроение модели, нажмите кнопку **Нет** диалога. Запрос на перестроение сборки исчезнет, а пиктограммы элементов или компонентов, которые являются причиной возникших в модели противоречий, будут помечены в Дереве модели красной «галочкой». «Галочки» могут также возникнуть в Дереве модели после изменения положения компонента или значения переменной, соответствующей параметру элемента.



Вы можете в любой момент перестроить сборку. Для этого вызовите команду **Вид — Перестроить**.

119.1. Редактирование компонента в окне

Чтобы начать редактирование компонента сборки в отдельном окне, содержащем только этот компонент (без остальных компонентов), выделите нужный компонент в Дереве модели и выберите из контекстного меню команду **Редактировать в окне**.

После вызова команды откроется файл-источник этого компонента. Внесите в модель необходимые изменения и сохраните ее. Затем закройте окно компонента или перейдите в окно сборки.



Вообще говоря, перейти к редактированию компонента в окне можно, открыв содержащий его файл обычным способом: вызвать команду **Файл — Открыть** и выбрать нужный файл. При использовании команды **Редактировать в окне** не требуется искать нужный файл в каталогах на диске — система находит его автоматически.

При редактировании компонента «в окне» на экране, естественно, отображаются все объекты, принадлежащие этому компоненту, и все они доступны для редактирования (вы можете изменять параметры элементов, их опорные объекты и т.д.). Однако редактирование некоторых элементов ограничено. К ним относятся те элементы компонента, которые были созданы в контексте сборки с использованием элементов других компонентов этой сборки (т.е. с использованием элементов, непосредственно не принадлежащих редактируемому компоненту), например, вспомогательная плоскость компонента, проходящая через ребра и/или вершины других деталей и т.п.

В файле компонента, содержащего элементы, определенные в контексте сборки, формируются ссылки на файл этой сборки (так как по отношению к файлу компонента файл сборки является внешним, эти ссылки называются **внешними**). При редактировании такого компонента в отдельном окне существует лишь возможность переопределить внешние ссылки на внутренние. Другими словами, вы можете указать для построения элемента, ссылающегося на объекты из внешнего файла, другие объекты — находящиеся в текущем файле. Отредактированный таким образом элемент теряет связь со сборкой.

Если же требуется, чтобы элемент, определенный в контексте сборки, не терял связи с ней, его необходимо редактировать в контексте этой сборки («на месте»).

119.2. Редактирование компонента на месте

Редактирование «на месте» (в контексте сборки) — это редактирование компонента в окне сборки, которой он принадлежит. При этом в окне видны все остальные компоненты («окружение» или «обстановка»), доступны команды сдвига и поворота сборки, изменения ее масштаба, ориентации и типа отображения.

«На месте» особенно удобно редактировать те элементы компонента, при построении которых использовалось «окружение» (например, элемент, выдавленный до грани соседней детали или вспомогательную ось, проходящую через начало координат другого компонента). Другим словами, элементы, которые создавались в контексте сборки, рекомендуется редактировать в контексте этой же сборки.



Чтобы начать редактирование компонента в текущем окне, выделите нужный компонент в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать на месте**. Кнопка для вызова этой команды находится на панели **Текущее состояние**.

Система перейдет в режим редактирования компонента (детали или сборки).

Все команды построения и редактирования в этом режиме распространяются только на указанный компонент (он выделен цветом). Остальные компоненты сборки недоступны для редактирования (служат «обстановкой»), их можно использовать при выполнении команд (указывать грани, ребра, вершины).

Чтобы завершить редактирование компонента «на месте», повторно вызовите команду **Редактировать на месте** или отожмите кнопку **Редактировать на месте**.

Система вернется в режим работы с главной сборкой.

119.3. Редактирование моделей, вставленных из библиотеки

После того, как модель из библиотеки вставлена в сборку, может возникнуть необходимость ее редактирования.

- ▼ Если вставленная модель не имеет внешних переменных, для ее изменения необходимо отредактировать модель-источник в библиотеке (см. главу 122).

Обновление вставок моделей (как из библиотек, так и моделей с диска) происходит автоматически при открытии главного документа.

- ▼ Если во вставленной из библиотеки модели существуют внешние переменные, для изменения размеров и топологии модели следует отредактировать значения этих переменных (см. раздел 110.2 на с. 294).

Если кроме внешних переменных в библиотечной модели присутствует таблица переменных, можно выбрать новый набор значений переменных из таблицы. Для открытия таблицы переменных служит команда **Таблица переменных** в контекстном меню пиктограммы библиотечной модели в Дереве.

Иногда после редактирования переменных модели она помечается в Дереве модели как ошибочная. Это означает, что введены такие значения внешних переменных, при которых система уравнений, связывающих переменные модели, не может быть решена. Для исправления ошибки отредактируйте значения переменных еще раз.

- ▼ Кроме того, существует возможность заменить модель из библиотеки моделью с диска (изменить источник вставки модели).

Чтобы изменить источник вставки модели, выделите ее в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Свойства компонента**. На экране появится диалог настройки свойств компонента. В поле **Файл-источник** отображается путь к файлу библиотеки, из которой вставлена модель, и имя модели в этой библиотеке. Чтобы изменить источник вставки модели, нажмите кнопку **Изменить...** В появившемся стандартном диалоге открытия файлов выберите нужный документ-модель.



Библиотечный компонент-деталь можно заменить только деталью, компонент-сборку – только сборкой.

Выбранная модель будет вставлена в сборку вместо библиотечного компонента с сохранением положения базовой точки. Пиктограмма компонента из библиотеки в Дереве модели исчезнет, на ее месте появится пиктограмма детали или сборки.



Если в сборке имеются производные от библиотечной модели объекты, (например, через одну из ее вершин была проведена вспомогательная ось или на одной из граней библиотечной модели была построена деталь в контексте сборки), то при замене источника вставки модели все связи, возникшие при создании производных объектов, будут разрушены, и в модели возникнут ошибки. Поэтому прежде чем изменить источник вставки модели, вызовите диалог иерархии отношений и просмотрите, какие производные элементы имеет данная библиотечная модель.

119.4. Редактирование сопряжений

Чтобы отредактировать сопряжение, выделите его в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать**.

При необходимости укажите другие объекты для наложения сопряжения (см. раздел 117.5 на с. 323). При помощи элементов управления на Панели свойств измените параметры сопряжения (например, ориентацию объектов или расстояние между ними).

Если форма указанных элементов и уже имеющиеся связи и ограничения не препятствуют сопряжению, сборка перестроится так, чтобы выполнялось условие сопряжения.



Редактируя сопряжение, нельзя изменить его тип, то есть нельзя превратить, например, сопряжение *На расстоянии* в сопряжение *Параллельно*.

119.5. Перемещение компонентов сборки

Вы можете отредактировать сборку, переместив один или несколько ее компонентов (см. раздел 105.1 на с. 263).

Перемещение компонента сборки невозможно в следующих случаях:

- ▼ Компонент зафиксирован (см. раздел 104.1.1 на с. 258).
- ▼ Перемещению компонента в выбранном направлении препятствуют наложенные на этот компонент сопряжения. Например, компоненты, расположенные соосно, могут перемещаться только вдоль их общей оси, а также вращаться вокруг нее.

Деталь, на которую наложено сопряжение *На месте* (см. раздел 104.2.2 на с. 259), может перемещаться только с тем объектом, на плоскости или грани которого она построена. Если для построения детали использовалась базовая плоскость сборки, ее невозможно сдвинуть или повернуть в системе координат этой сборки.

119.6. Разрушение массива компонентов

Вы можете разрушить массив компонентов сборки на отдельные компоненты.

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 компонентов производится по следующим правилам:

- ▼ пиктограмма разрушенного массива и его экземпляров удаляется из Древа модели; компоненты, составлявшие массив, отображаются в Древе так, как если бы они были добавлены с диска,
- ▼ компоненты, составлявшие массив, фиксируются в том положении, в котором находились в массиве,
- ▼ если разрушается массив, являвшийся исходным для другого (производного) массива, то этот производный массив также разрушается; если же разрушается производный массив, то исходный массив не изменяется,
- ▼ компоненты, соответствующие удаленным экземплярам разрушенного массива, в сборку не добавляются.



Отмена разрушения массива невозможна, поэтому командой разрушения следует пользоваться с осторожностью.

Если ни один массив не выделен, команда **Разрушить** недоступна.

В файле сборки хранится информация о том, в какой последовательности в нее были добавлены компоненты. Компоненты, составляющие массив, появляются в сборке во время создания этого массива. Поэтому после разрушения массива они размещаются в Древе так, как если бы были добавлены в сборку вместо создания массива. Это можно увидеть, если включить отображение в Древе последовательности построения модели (о способах отображения объектов в Древе — см. разделы 81.3.1 на с. 34 и 81.3.2 на с. 35).

Например, в сборке имелись добавленные друг за другом компоненты: Корпус, Прокладка, Крышка (рис. 119.1, а). После этого был создан массив Прокладок и добавлен компонент Пробка (рис. 119.1, б). Затем массив был разрушен. Порядок следования компонентов в Древе после разрушения массива будет следующим: Корпус, Прокладка (1), Крышка, Прокладка (2), Прокладка (3), Пробка (рис. 119.1, в).

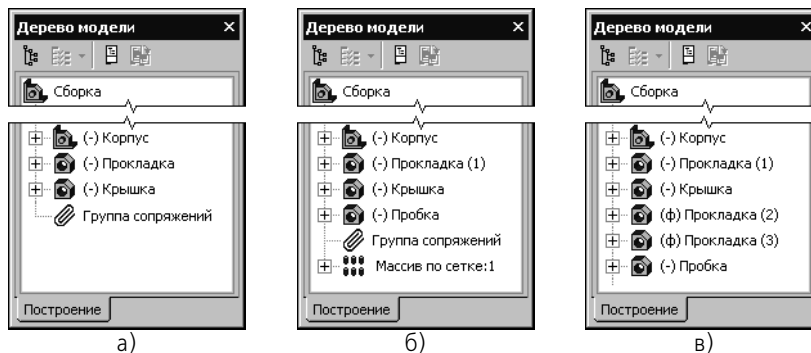


Рис. 119.1. Создание и разрушение массива компонентов

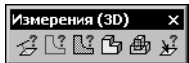
Часть XXVI

Измерения

Глава 120.

Измерения

При работе в документах-моделях может возникнуть необходимость узнать расстояние или угол между вершинами, кривыми, ребрами, осями, гранями и плоскостями. В КОМПАС-3D V9 возможно измерение различных геометрических характеристик, а также расчет массо-инерционных характеристик модели (объема, массы, координат центра тяжести, осевых и центробежных моментов инерции).



Команды измерений сгруппированы в меню **Сервис**, а кнопки для вызова команд — на панели **Измерения (3D)** (рис. 120.1).

Рис. 120.1.

После вызова любой из команд измерения на экране появляется информационное окно. Назначение этого окна, управление им, а также команды его меню описаны в Томе II (раздел 71.1).

На Панели свойств после вызова любой из команд измерения появляется вкладка **Измерение**. На ней расположены элементы, позволяющие настроить параметры процесса измерения. Эти элементы представлены в таблице 120.1.

Табл. 120.1. Элементы управления параметрами измерений

Элемент	Описание
Количество знаков после запятой	Список, управляющий точностью представления результатов измерения. Минимальное количество знаков после запятой — 0, максимальное — 10.
Единицы измерения длины	Список, позволяющий выбрать единицы измерения длины: миллиметры, сантиметры, дециметры, метры.
Единицы измерения угла	Список, позволяющий выбрать единицы измерения углов: градусы, радианы. Только для команд Расстояние и угол .
Единицы измерения массы	Список, позволяющий выбрать единицы измерения массы: граммы, килограммы. Только для команды МЦХ модели .

120.1. Расстояние и угол



Чтобы определить расстояние и, если возможно, угол между двумя указанными объектами, вызовите команду **Расстояние и угол**.

Последовательно указывайте курсором пары объектов, расстояние и угол между которыми требуется измерить. Такими объектами могут являться вспомогательные оси и плоскости, грани, ребра и вершины. Их можно указывать в любой комбинации (например, плоскость и вершина, ребро и ось, две грани).

Система определяет значение расстояния между объектами (если оно не нулевое) и значение угла между ними (если объекты не параллельны и не перпендикулярны).

Если объекты пересекаются, параллельны или перпендикулярны, в Информационном окне появляется соответствующее сообщение.

120.2. Длина ребра



Чтобы определить длину ребер или периметр грани детали, вызовите команду **Длина ребра**.

Последовательно указывайте курсором ребра, длину которых вы хотите измерить. Если указать курсором грань, будет измерена длина всех ограничивающих ее ребер.

Указанные ребра подсвечиваются. В Информационном окне появляется список измеренных длин. В конце списка указана сумма измеренных значений.



Если требуется измерить периметр грани, укажите эту грань сразу после вызова команды. В этом случае сумма измеренных значений будет соответствовать ее периметру.

Чтобы исключить какое-либо ребро из списка, укажите его повторно. Выделение с этого ребра будет снято, запись о его длине будет удалена из окна, а сумма длин — вычислена заново.

120.3. Площадь



Чтобы измерить площадь граней детали, вызовите команду **Площадь**.

Последовательно указывайте курсором грани, площадь которых вы хотите измерить.

Выбранные грани подсвечиваются. В Информационном окне появляется список измеренных площадей. В конце списка указана сумма измеренных значений.

Чтобы исключить какую-либо грань из списка, укажите ее повторно. Выделение с этой грани будет снято, запись о ее площади будет удалена из окна, а сумма площадей — вычислена заново.

120.4. МЦХ модели



Чтобы выполнить расчет массо-центровочных характеристик текущей модели, вызовите команду **МЦХ модели**.

По умолчанию в Информационном окне отобразится краткая информация о модели. Это следующие данные:

- ▼ площадь поверхности модели,
- ▼ объем модели,
- ▼ масса модели,
- ▼ координаты центра масс в глобальной системе координат модели.

Чтобы получить дополнительные сведения, выключите опцию **Кратко** на Панели свойств. В Информационное окно добавятся следующие данные:

- ▼ осевые моменты инерции (в глобальной, центральной и главной центральной системах координат),
- ▼ центробежные моменты инерции (в глобальной и центральной системах координат),
- ▼ направление главных осей инерции.

Чтобы включить/выключить отрисовку центра масс модели в окне, воспользуйтесь кнопкой **Центр масс** на Панели свойств.

Чтобы создать точку в центре масс, включите опцию **Точка**, а затем нажмите кнопку **Центр масс**. В модели будет создана точка с названием «Точка в ЦМ».



При последующем редактировании модели положение ранее созданной **Точки в ЦМ** не меняется. Чтобы создать новую точку, соответствующую фактическому центру масс, вызовите команду **Вычислить МЦХ модели** повторно.

120.5. Настройка точности измерений

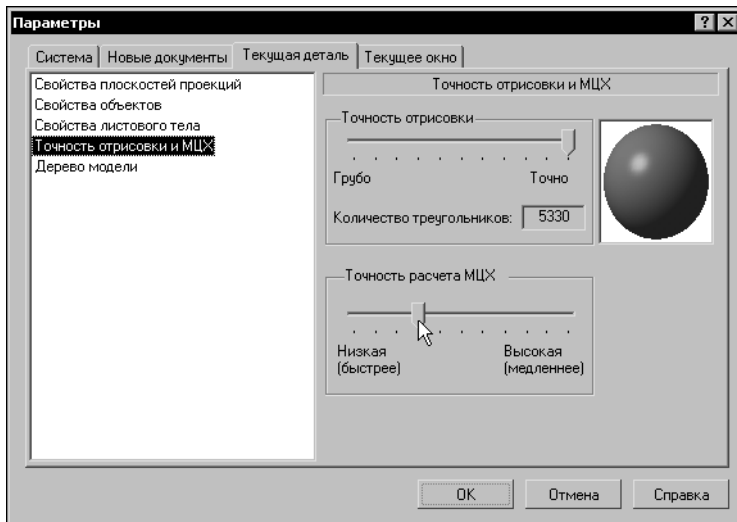


Рис. 120.2. Диалог настройки точности отрисовки и МЦХ

Вы можете настроить точность вычисления МЦХ и площадей граней в текущей модели. Для этого вызовите команду **Сервис — Параметры... — Текущая модель — Точность отрисовки и МЦХ**. На экране появится диалог, показанный на рисунке 120.2.

Чтобы увеличить или уменьшить погрешность вычислений, перемещайте «бегунок» в группе **Точность расчета МЦХ**. Чем выше точность, тем дольше производятся вычисления.

Использовать максимальную точность без крайней необходимости не рекомендуется, поскольку расчет с такой точностью занимает значительное время.



Расчет МЦХ и площадей в текущей модели (детали или сборке) производится с точностью, установленной для этой модели. Например, точность вычислений в сборке не зависит от точностей вычислений, заданных для отдельных деталей и подсборок.

Если во всех моделях должна использоваться одна и та же точность вычислений, то выполнение соответствующей настройки в каждой модели нерационально. В этом случае можно сделать так, чтобы все новые детали и сборки сразу создавались с требуемой настройкой точности. Для этого вызовите команду **Сервис — Параметры... — Новые документы — Модель — Деталь/Сборка — Точность отрисовки и МЦХ**. На экране появится диалог, аналогичный показанному на рисунке 120.2. Установите необходимую точность вычислений.

Часть XXVII

Библиотеки

Глава 121.

Библиотека эскизов

Одна из возможностей автоматизации трехмерного моделирования — создание пользовательских библиотек эскизов. Например, можно сформировать библиотеку параметрических эскизов, содержащих контуры шпоночных пазов, а затем использовать их при создании моделей валов.

В этом случае не потребуется многократное создание одинаковых эскизов. В каждом новом эскизе можно будет использовать однажды построенное и сохраненное в библиотеке изображение, в том числе параметрическое.

Пользовательская библиотека эскизов — это обычная библиотека фрагментов КОМПАС-3D V9 (файл с расширением *lfr*).

Она создается точно так же, как любая другая библиотека фрагментов (см. Том II, раздел 75.1 на с. 266).

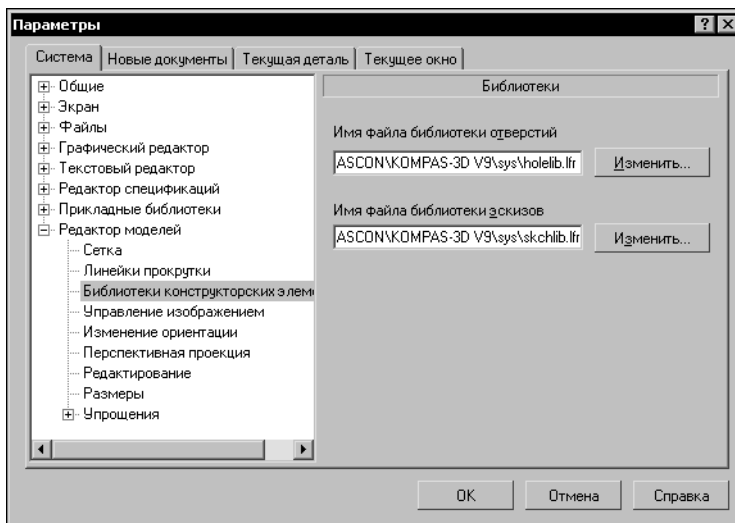
Если фрагменты в библиотеке создаются с целью использования их в качестве эскизов трехмерных элементов, они должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к эскизам для конкретных операций.

Фрагменты, содержащие эскизы, могут быть параметрическими.

121.1. Подключение библиотеки эскизов

Чтобы использовать созданную библиотеку фрагментов в качестве библиотеки эскизов, нужно указать путь к этой библиотеке.

Для этого вызовите команду **Сервис — Параметры... — Система — Редактор моделей — Библиотеки конструкторских элементов**.



Нажав кнопку **Изменить** рядом с полем **Имя файла библиотеки эскизов** (рис. 121.1), выберите файл, который должен использоваться в качестве библиотеки эскизов.

Рис. 121.1. Подключение библиотеки эскизов

121.2. Использование библиотеки эскизов

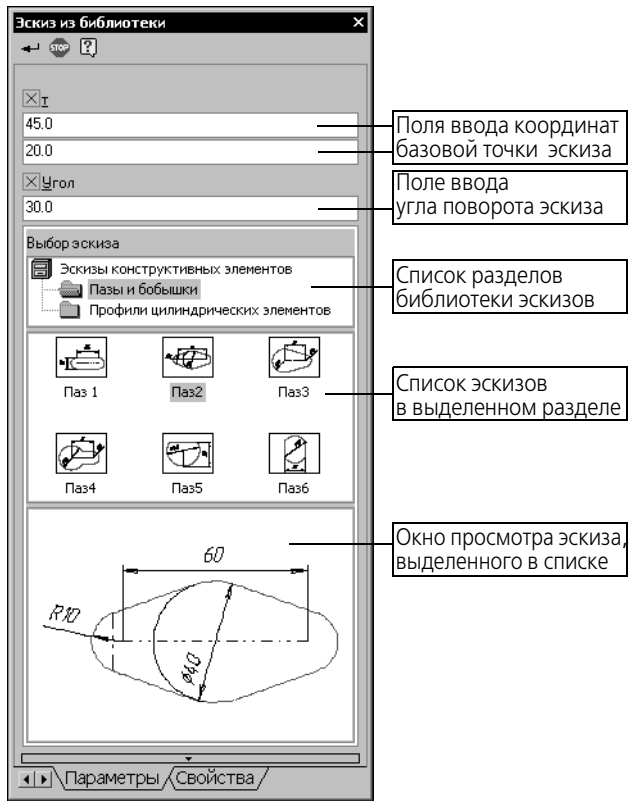


Рис. 121.2. Выбор эскиза на Панели свойств

Если на выделенной плоскости или плоской грани требуется создать не новый, а использовать уже существующий в библиотеке эскиз, вызовите из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки**.

После этого на Панели свойств появится библиотека эскизов, имя которой было указано в диалоге настройки системы (рис. 121.2). Эскиз, выделенный в списке, показывается в окне просмотра на Панели свойств. Фантом выделенного в библиотеке эскиза отображается в окне детали. При этом начало координат библиотечного фрагмента совмещается с началом координат плоскости или грани, на которой размещается эскиз.

Вы можете изменить положение эскиза на плоскости (сместить или повернуть его). На Панели свойств находятся поля для ввода положения начала координат библиотечного эскиза в системе координат плоскости эскиза (**Т**) и угла поворота эскиза (**Угол**).



После задания требуемого положения выбранного эскиза нажмите кнопку **Создать объект**. Графические объекты из библиотечного фрагмента будут скопированы в новый эскиз, и система вернется в режим работы с деталью.



Пиктограмма созданного эскиза появится в Дереве модели.

Вставленный из библиотеки эскиз теряет связь со своим источником. Порядок его дальнейшего редактирования не отличается от порядка редактирования других эскизов.

121.3. Пользовательская библиотека отверстий

Если в трехмерной модели создается круглое отверстие при помощи команды **Отверстие** (см. раздел 88.3 на с. 109), для его формирования используется эскиз профиля отверстия. Этот эскиз представляет собой фрагмент из библиотеки (см. Том II, главу 75). По умолчанию полное имя библиотеки — `...Program Files\ASCON\KOMPAS-3D V9\Sys\Holelib.lfr`.

Вы можете создать собственную библиотеку фрагментов, в которой будут храниться эскизы круглых отверстий.

Эскизы, которые планируется использовать при выполнении команды **Отверстие**, должны удовлетворять следующим требованиям:

- ▼ Ось вращения должна быть изображена отрезком со стилем линии *Осевая*.
- ▼ Ось вращения должна быть одна.
- ▼ Ось вращения должна проходить вертикально через начало координат фрагмента.
- ▼ Точка вставки отверстия (точка пересечения его оси и плоскости, на которой оно базируется), должна совпадать с началом координат фрагмента.
- ▼ В эскизе может быть только один контур, изображений стилем линии *Основная*.
- ▼ Этот контур должен лежать по одну сторону от оси вращения.
- ▼ Контур должен быть разомкнутым.

Для хранения эскизов профилей отверстий с разной топологией должны использоваться разные фрагменты.

Чтобы реализовать вставку отверстий с одинаковой топологией и разными параметрами, фрагмент можно сделать параметрическим.



Иногда для параметризации фрагмента требуется, чтобы в нем находилось изображение профиля отверстия по обе стороны от оси вращения. В этом случае примените к геометрическим объектам по одну сторону от оси стиль линии *Тонкая*, а по другую сторону — *Основная*.

Чтобы использовать созданную библиотеку фрагментов при выполнении команды **Отверстие**, нужно указать путь к этой библиотеке.

Для этого вызовите команду **Сервис — Параметры... — Система — Редактор моделей — Библиотеки конструкторских элементов**.

Нажав кнопку **Изменить** рядом с полем **Имя файла библиотеки отверстий** (рис. 121.1), выберите файл, который должен использоваться в качестве библиотеки эскизов отверстий.

Глава 122.

Библиотека моделей

Часто в разных сборках используются модели, различающиеся только значениями своих параметров — типовые модели (обычно это несложные детали типа втулок, колец и т.п.).

При вставке в сборку модели с диска в этой сборке не создается копия вставленной модели, а формируется ссылка на ее файл. Поэтому модель, добавленная в сборку с диска, может иметь только такие значения параметров, с которыми она записана в своем файле. Таким образом, для вставок типовых моделей, имеющих различные комбинации значений параметров, необходимо иметь на диске столько файлов этих моделей, сколько вставок предполагается сделать.

Однако совершенно не обязательно создавать множество файлов типовых моделей, имеющих различные комбинации значений параметров. Вместо этого вы можете построить одну параметрическую модель и при вставке в разные сборки изменять ее параметры. Такие модели рекомендуется хранить в библиотеках моделей.

Разные вставки модели из библиотеки могут иметь различные значения одних и тех же параметров. При этом модель-источник в библиотеке не изменяется.

Каждая библиотека моделей представляет собой отдельный файл с расширением *.*l3d*. Модели библиотеки не являются отдельными файлами на диске, а входят составными частями в единый файл библиотеки. Список моделей библиотеки может быть структурирован.

В библиотеки можно добавлять различные модели, упорядочивать их по определенному признаку, вводить произвольные комментарии к ним. При помощи библиотек вы можете производить многократные вставки моделей в документы-сборки. Использование библиотек моделей упрощает поиск и вставку в сборку готовых компонентов и заметно ускоряет создание сборок, содержащих типовые детали и подсборки.

Приемы работы в библиотеке моделей (создание библиотеки, разделов и моделей в ней) не отличаются от приемов работы с библиотекой фрагментов (см. Том II, главу 75). При работе в библиотеке моделей вместо команд **Добавить фрагмент в библиотеку...**, **Новый фрагмент** используются команды **Добавить модель в библиотеку...**, **Новая деталь/сборка** соответственно.

122.1. Особенности библиотечных моделей

Чтобы во время вставки из библиотеки и после нее модель можно было редактировать (изменять ее размеры и топологию), в ней должны существовать внешние переменные. (см. раздел 110.4 на с. 301).

122.2. Вставка моделей из библиотеки в документ-сборку

Чтобы вставить модель из библиотеки в активный документ-сборку, выполните следующие действия:

1. Выделите модель в окне библиотеки и вызовите из контекстного меню команду **Файл — Вставить модель в документ** или дважды щелкните мышью по модели в окне библиотеки.
В окне сборки появится фантом вставляемой модели.
2. Укажите положение ее базовой точки (начала ее системы координат).

Модель будет вставлена в документ так, что ее *Плоскость XY* совпадет с *Плоскостью XY* сборки.



В Дереве модели появится пиктограмма компонента из пользовательской библиотеки моделей.

Если необходимо вставить эту же модель еще раз, вызовите команду вставки из библиотеки повторно. Можно также воспользоваться способом копирования компонентов при помощи мыши (см. раздел 104.3 на с. 260).

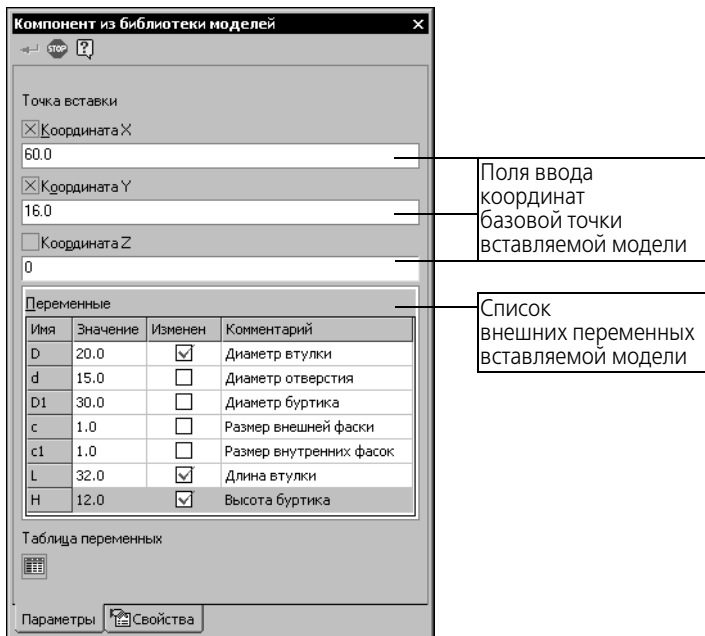


Рис. 122.1. Панель свойств при вставке библиотечной модели



Кнопка **Таблица переменных** позволяет открыть таблицу переменных вставляемой модели и выбрать новые значения внешних переменных.

После нажатия этой кнопки на экране появляется окно **Таблица переменных**. Укажите в таблице нужную строку и закройте окно кнопкой **ОК**. Внешние переменные модели получат значения, записанные в ячейках выбранной строки.

Кнопка **Таблица переменных** доступна, если таблица переменных, хранящаяся во вставляемой модели, содержит более одной строки. Таблица переменных формируется

Если вставляется библиотечная модель, содержащая внешние переменные, то на Панели свойств появится таблица для задания значений этих переменных (рис. 122.1).

В ней перечислены все внешние переменные данной модели и их значения. Значения внешних переменных показываются такими, какими они были в момент последнего сохранения модели в библиотеке.

Если значения внешних переменных вставляемой модели не должны меняться, выполняйте вставку в обычном порядке.

в файле при его создании или редактировании и хранится в нем. Подробно о таблице переменных рассказано в главе 60 Тома II.

В главном документе может быть несколько вставок одной и той же модели с разными значениями одних и тех же переменных (а следовательно, с разными размерами и топологией). Это возможно благодаря тому, что внешние переменные моделей и уравнения, связывающие их с другими переменными, хранятся в самой вставке. Так как каждая переменная управляет своей частью сборки, они не вступают в конфликт, не «мешают» друг другу.

Иногда после вставки библиотечный компонент помечается в Дереве модели как ошибочный. В этом случае модель из библиотеки отображается только в Дереве, в окне сборки она не видна.

Причина ошибки в библиотечном компоненте может заключаться в следующем:

- ▼ Ввод таких значений внешних переменных, при которых система уравнений, связывающих переменные модели, не может быть решена.
- ▼ Присвоение одной или нескольким внешним переменным модели значений, выходящих за пределы допустимого диапазона.
- ▼ Ошибка в модели библиотеки (т.е. модель, вставленная из библиотеки, содержала ошибку еще на этапе создания этой библиотеки).

Если модель содержит внешние переменные (т.е. если ошибка может быть вызвана первой или второй причинами), отредактируйте значения переменных этой модели (см. раздел 119.3 на с. 335) или восстановите их.

Если после изменения значений переменных ошибка не исчезла (или если в модели нет внешних переменных), эта ошибка вызвана третьей причиной, и для ее исправления необходимо редактирование модели в библиотеке. Чтобы отредактировать модель в библиотеке, подключите эту библиотеку, выделите ошибочную модель и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать**. После редактирования сохраните модель, закройте ее окно и вставьте модель в сборку снова.

Часть XXVIII

Импорт и экспорт

Глава 123.

Обмен информацией с другими системами

Обмен трехмерными моделями между КОМПАС-3D V9 и другими системами возможен через следующие форматы:

- ▼ STEP
- ▼ IGES
- ▼ SAT
- ▼ STL
- ▼ WRL
- ▼ ParaSolid
- ▼ eDrawing (easm) — для сборок
- ▼ eDrawing (eprt) — для деталей

Кроме того, возможна запись моделей КОМПАС-3D V9 в форматы КОМПАС 5.11 R03 и КОМПАС-3D V8 Plus, а также в растровые форматы. Сохранение в растровые форматы рассмотрено в Томе II (раздел 79.3 на с. 291).

123.1. Импорт

Для чтения документа любого из перечисленных форматов, выполните следующие действия.

1. Вызовите команду **Файл — Открыть**.
2. В списке **Тип файла** появившегося диалога выберите нужный формат и укажите имя файла.
3. Нажмите кнопку **Открыть**. В большинстве случаев после этого на экране появляется диалог, в котором можно настроить некоторые параметры импорта.
4. Настройте импорт, нажмите кнопку **ОК** диалога. Выбранный документ будет импортирован в КОМПАС-3D V9 и загружен для редактирования.



Импорт файлов **.stl* и **.wrl* не поддерживается.

Формат eDrawing предназначен для просмотра и печати документов, поэтому импорт файлов **.easm* и **.eprt* не предусмотрен. Для работы с моделями, записанными в формате eDrawing, используется бесплатная программа **eDrawings**.

123.2. Экспорт

Для записи КОМПАС-модели в другой формат выполните следующие действия.

1. Вызовите команду **Файл — Сохранить как...** На экране появится диалог записи файла. В зависимости от типа текущего документа список **Тип файла** этого диалога содержит различные названия форматов, доступных для записи.
2. Выберите нужный формат и нажмите кнопку **Сохранить**.

При выборе в списке **Тип файла** строки **eDrawing** в диалоге появляется кнопка **Параметры**. Она вызывает диалог настройки записи документа в выбранный формат. Завершив настройку, закройте диалог кнопкой **ОК**, а затем нажмите кнопку **Сохранить** диалога сохранения файлов. Документ будет записан в файл формата eDrawing.

При экспорте в другие форматы кнопка **Параметры** отсутствует. Для некоторых из них настроечный диалог появляется после нажатия кнопки **Сохранить**. Для остальных настройка экспорта невозможна.

