



КОМПАС-3D V8

Руководство пользователя

Том III

1 августа 2005 года

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.

©2005 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	19
Новые возможности модуля трехмерного моделирования.	19
 Часть XVII.	
Особенности работы с трехмерными моделями	
 Глава 76.	
Общие принципы моделирования	22
76.1. Порядок работы при создании детали	22
76.1.1. Эскизы	22
76.1.2. Операции	23
76.2. Порядок работы при создании сборки	25
76.2.1. Проектирование «снизу вверх»	25
76.2.2. Проектирование «сверху вниз»	25
76.2.3. Смешанный способ проектирования.	26
76.3. Вспомогательные построения	26
76.4. Основные понятия КОМПАС-3D.	27
 Глава 77.	
Особенности интерфейса	28
77.1. Управляющие элементы и команды	28
77.2. Инструментальные панели.	28
77.3. Дерево построения	29
77.3.1. Названия элементов в Дереве	30
77.3.2. Пиктограммы элементов в Дереве	31
77.3.3. Указатель окончания построения модели.	32

Глава 78.

Базовые приемы работы	33
78.1. Создание файла модели	33
78.2. Система координат, плоскости проекций	33
78.3. Управление изображением	34
78.3.1. Поворот модели	34
78.3.2. Ориентация модели	36
78.4. Настройка параметров управления изображением	38
78.5. Отображение модели	40
78.6. Перспектива	42
78.6.1. Настройка параметров перспективной проекции	42
78.7. Выбор объектов	43
78.7.1. Выбор объектов в окне	43
78.7.2. Фильтры объектов	44
78.7.3. Выбор скрытых, совпадающих или близко расположенных объектов	45
78.7.4. Выбор в Дереве построения	46
78.7.5. Настройка цветов выделенных и указанных объектов	47
78.8. Управление видимостью элементов	48
78.9. Управление цветом и свойствами поверхности объектов	49

Часть XVIII.**Приемы моделирования деталей****Глава 79.**

Требования к эскизам	52
79.1. Элемент выдавливания	52
79.1.1. Требования к эскизу основания	52
79.1.2. Требования к эскизу приклеиваемого (вырезаемого) элемента	53
79.2. Элемент вращения	53
79.3. Кинематический элемент	53
79.3.1. Требования к эскизу сечения	53
79.3.2. Требования к траектории	53

79.4.	Элемент по сечениям	54
79.4.1.	Требования к эскизам сечений	54
79.4.2.	Требования к эскизу направляющей.	54
Глава 80.		
	Общие свойства формообразующих элементов	55
80.1.	Элемент выдавливания	55
80.1.1.	Направление выдавливания.	55
80.1.2.	Глубина выдавливания.	56
80.1.3.	Угол уклона	58
80.2.	Элемент вращения	59
80.2.1.	Тип элемента вращения	59
80.2.2.	Направление вращения	60
80.2.3.	Угол вращения	61
80.3.	Кинематический элемент	61
80.3.1.	Указание сечения элемента и траектории его движения.	61
80.3.2.	Тип движения сечения	62
80.4.	Элемент по сечениям	63
80.4.1.	Указание сечений и направляющей элемента	63
80.4.2.	Способ построения тела у крайних сечений	64
80.4.3.	Траектория соединения сечений	65
80.5.	Тонкая стенка	68
80.5.1.	Общие приемы создания тонкой стенки.	68
80.5.2.	Параметры тонкой стенки	68
Глава 81.		
	Создание основания детали	71
81.1.	Создание эскиза основания.	71
81.2.	Выполнение формообразующей операции	73
81.2.1.	Элемент выдавливания	73
81.2.2.	Элемент вращения	74
81.2.3.	Кинематический элемент	74
81.2.4.	Элемент по сечениям	74
81.3.	Деталь-заготовка	75

Глава 82.	
Приклеивание и вырезание дополнительных элементов	77
82.1. Создание эскиза на плоской грани детали	77
82.2. Проецирование в эскиз существующих объектов	78
82.3. Приклеивание элементов	78
82.3.1. Элемент выдавливания	78
82.3.2. Элемент вращения	79
82.3.3. Кинематический элемент	79
82.3.4. Элемент по сечениям	79
82.4. Вырезание элементов	80
82.4.1. Выбор способа вырезания	80
82.4.2. Элемент выдавливания	81
82.4.3. Элемент вращения	81
82.4.4. Кинематический элемент	82
82.4.5. Элемент по сечениям	82
Глава 83.	
Дополнительные конструктивные элементы	83
83.1. Скругление	83
83.1.1. Способ построения скруления	84
83.1.2. Скругление с переменным радиусом	85
83.2. Фаска	86
83.3. Круглое отверстие	88
83.4. Ребро жесткости	89
83.4.1. Требования к эскизу ребра жесткости	89
83.4.2. Формирование ребра жесткости	89
83.5. Тонкостенная оболочка	92
83.6. Уклон	93
83.7. Линия разъема	94
83.7.1. Требования к эскизу линии разъема	94
83.7.2. Разбиение грани	94
83.8. Резьба	95

Глава 84.		
	Отсечение части детали.....	98
84.1.	Сечение плоскостью.....	98
84.2.	Сечение по эскизу.....	98
84.2.1.	Требования к эскизу.....	99
84.2.2.	Выполнение отсечения.....	99
Глава 85.		
	Массивы элементов.....	100
85.1.	Общие приемы создания массивов элементов.....	100
85.1.1.	Экземпляры массива.....	100
85.1.2.	Особенности построения массивов элементов.....	101
85.2.	Массив по сетке.....	101
85.2.1.	Параметры сетки.....	101
85.2.2.	Геометрический массив.....	104
85.2.3.	Результат копирования.....	104
85.3.	Массив по концентрической сетке.....	105
85.3.1.	Параметры сетки.....	105
85.3.2.	Ориентация копий.....	107
85.3.3.	Геометрический массив.....	108
85.3.4.	Результат копирования.....	108
85.4.	Массив вдоль кривой.....	109
85.4.1.	Параметры траектории.....	109
85.4.2.	Шаг копирования.....	111
85.4.3.	Ориентация копий.....	113
85.4.4.	Геометрический массив.....	113
85.4.5.	Результат копирования.....	114
85.5.	Зеркальная копия.....	114
85.6.	Зеркально отразить все.....	114

Глава 86.	
Характерные точки.....	116

Часть XIX.

Детали из листового материала

Глава 87.	
Общие сведения.....	120
87.1. Приемы работы с листовой деталью	121
87.2. Параметры листовой детали	121
87.2.1. Настройка параметров по умолчанию	122
87.3. Переменные листовой детали и работа с ними	124
87.3.1. Особенности работы с переменными листовой детали.....	126
87.4. Длина развертки сгиба.....	127
87.4.1. Определение длины развертки при помощи коэффициента положения нейтрального слоя	128
87.4.2. Определение длины развертки способом задания величины сгиба.....	128
87.4.3. Определение длины развертки способом задания уменьшения сгиба	129
87.4.4. Таблицы сгибов	130
87.5. Фантомы	134
Глава 88.	
Листовое тело	135
88.1. Построение листового тела	135
88.1.1. С замкнутым эскизом	135
88.1.2. С разомкнутым эскизом	136
Глава 89.	
Сгибы	138
89.1. Термины и определения	138
89.2. Отображение сгибов в Дереве построения	139
89.3. Общие приемы построения сгибов.....	139

89.3.1.	Направление отсчета и интерпретация значения угла	140
89.3.2.	Радиус сгиба	142
89.3.3.	Освобождение угла	142
89.3.4.	Состояние сгибов	143
89.3.5.	Настройка определения длины развертки	144
89.3.6.	Редактирование параметров сгиба	144
89.4.	Сгиб	145
89.4.1.	Размещение сгиба	146
89.4.2.	Продолжение сгиба	149
89.4.3.	Смещение сгиба	151
89.4.4.	Боковые стороны	153
89.4.5.	Освобождение сгиба.	155
89.5.	Сгиб по линии	156
89.5.1.	Неподвижная сторона сгиба	158
89.5.2.	Способ формирования сгиба.	159
89.6.	Подсечка	160
89.6.1.	Размер подсечки.	162
89.6.2.	Подсечка с добавлением материала и подсечка без добавления материала.	162
89.6.3.	Плоский участок подсечки	164
89.7.	Замыкание углов	165
89.7.1.	Типы замыкания	166
89.7.2.	Зазор	166
89.7.3.	Принцип построения замыкания встык.	167
89.7.4.	Принцип построения замыкания с перекрытием	167
89.7.5.	Выполнение замыкания	169
Глава 90.		
	Пластины	171
90.1.	Требования к эскизу пластины	171
90.2.	Формирование пластины	171
Глава 91.		
	Отверстия	172
91.1.	Отверстие	172

91.2.	Вырез.	174
91.2.1.	Требования к эскизу.	174
91.2.2.	Формирование выреза.	175

Глава 92.

Разгибание и сгибание сгибов. Развертка177

92.1.	Разгибание и сгибание.	178
92.1.1.	Неподвижная грань	178
92.1.2.	Выбор сгибов	179
92.2.	Развертка	180
92.2.1.	Параметры развертки.	180
92.2.2.	Ориентация Развертка	181
92.2.3.	Удаление параметров развертки.	182
92.3.	Особенности разгибания и сгибания	182
92.4.	Чертеж развертки.	183

Глава 93.

Штамповочные элементы 185

93.1.	Общие приемы построения	185
93.1.1.	Направление построения	185
93.1.2.	Скругление ребер основания.	186
93.1.3.	Сохранение настроек	187
93.2.	Штамповка	187
93.2.1.	Профиль штамповки	187
93.2.2.	Неподвижная сторона	188
93.2.3.	Высота.	189
93.2.4.	Боковые стенки.	189
93.2.5.	Скругление боковых ребер	191
93.2.6.	Скругление ребер дна	192
93.3.	Буртик	192
93.3.1.	Требования к эскизу.	194
93.3.2.	Обработка концов.	194
93.3.3.	Просмотр образца	194
93.3.4.	Способ построения.	195

93.4.	Жалюзи	196
93.4.1.	Требования к эскизу	197
93.4.2.	Высота	197
93.4.3.	Ширина	198
93.4.4.	Способ построения	198

Часть XX.

Вспомогательные элементы

Глава 94.		
	Вспомогательные оси	200
94.1.	Ось через две вершины	200
94.2.	Ось на пересечении плоскостей	200
94.3.	Ось через ребро	200
94.4.	Ось конической грани	201
Глава 95.		
	Вспомогательные плоскости	202
95.1.	Смещенная плоскость	202
95.2.	Плоскость через три вершины.	203
95.3.	Плоскость под углом к другой плоскости.	203
95.4.	Плоскость через ребро и вершину	203
95.5.	Плоскость через вершину параллельно другой плоскости	204
95.6.	Плоскость через вершину перпендикулярно ребру	204
95.7.	Нормальная плоскость.	204
95.8.	Касательная плоскость.	205
95.9.	Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру	205
95.10.	Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани	206
95.11.	Средняя плоскость	206

Глава 96.	
Контрольные и присоединительные точки	208

Часть XXI.

Пространственные кривые и поверхности

Глава 97.	
Пространственные кривые	210
97.1. Спирали. Общие приемы построения	210
97.2. Цилиндрическая спираль	210
97.2.1. Способ построения	210
97.2.2. Число витков, шаг, высота	210
97.2.3. Направление построения	211
97.2.4. Направление навивки	211
97.2.5. Начальный угол	212
97.2.6. Диаметр спирали	212
97.2.7. Положение спирали	212
97.3. Коническая спираль	212
97.3.1. Начальный диаметр	213
97.3.2. Конечный диаметр	213
97.4. Сплайны и ломаные. Общие приемы построения	214
97.4.1. Опорная точка	214
97.4.2. Задание вершин кривой	215
97.4.3. Замкнутая или разомкнутая кривая	216
97.5. Сплайн	216
97.6. Ломаная	217
97.6.1. Построение по точкам	217
97.6.2. Построение по осям	218
Глава 98.	
Поверхности	221
98.1. Импортированная поверхность	221
98.2. Поверхность выдавливания	221

98.3.	Поверхность вращения	222
98.4.	Кинематическая поверхность	223
98.5.	Поверхность по сечениям	223
98.6.	Заплата	224
98.7.	Удаление граней	224
98.8.	Сшивка поверхностей	225

Часть XXII.

Построение сборки

Глава 99.

Добавление компонентов в сборку 228

99.1.	Добавление компонента из файла	228
99.1.1.	Автоматическая фиксация первого компонента	228
99.2.	Создание компонента на месте	228
99.2.1.	Создание детали на месте	229
99.2.2.	Сопряжение На месте	229
99.2.3.	Создание подсборки на месте	230
99.3.	Вставка в сборку одинаковых компонентов	230
99.4.	Добавление стандартного изделия	231
99.4.1.	Подключение Библиотеки крепежа	231
99.4.2.	Использование моделей из библиотеки	232

Глава 100.

Задание положения компонента в сборке 233

100.1.	Перемещение компонентов. Общие сведения	233
100.1.1.	Контроль соударений	233
100.1.2.	Автоматическое наложение сопряжений в процессе перемещения	235
100.2.	Сдвиг компонента	235
100.3.	Поворот компонента	235
100.4.	Перестроение сборки	236

100.5.	Фиксация компонента	236
Глава 101.		
	Сопряжение компонентов сборки	238
101.1.	Общие приемы создания сопряжений	238
101.1.1.	Ориентация компонентов.	238
101.1.2.	Дополнительные приемы.	239
101.2.	Совпадение	239
101.3.	Соосность	239
101.4.	Параллельность	239
101.5.	Перпендикулярность	240
101.6.	Расположение элементов на заданном расстоянии	240
101.6.1.	Ближайшее решение	240
101.6.2.	Задание произвольного расстояния	240
101.7.	Расположение элементов под углом друг к другу.	240
101.7.1.	Ближайшее решение	241
101.7.2.	Задание произвольного угла.	241
101.8.	Касание	241
101.9.	Сопряжение На месте.	241
Глава 102.		
	Операции в сборке	242
102.1.	Формообразующие операции	242
102.2.	Область применения операции	242
102.3.	Булевы операции над деталями	244
102.3.1.	Вычитание.	244
102.3.2.	Объединение.	245
Глава 103.		
	Массивы компонентов.	246
103.1.	Общие приемы создания массивов компонентов	246
103.2.	Массив по образцу	247

103.3.	Массив по сетке	248
103.4.	Массив по концентрической сетке	248
103.5.	Массив вдоль кривой	249

Часть XXIII.

Параметризация моделей

Глава 104.

	Параметрические свойства модели	254
104.1.	Вариационная параметризация эскиза	254
104.2.	Иерархическая параметризация модели.	255
104.3.	Сопряжение компонентов сборки	259

Глава 105.

	Использование переменных и выражений	261
105.1.	Просмотр и редактирование переменных и выражений модели	261
105.2.	Переменные и выражения в деталях.	263
105.2.1.	Использование в детали переменных из эскизов	265
105.2.2.	Входные и выходные параметры.	265
105.2.3.	Порядок перестроения детали.	266
105.3.	Переменные и выражения в сборках	268
105.3.1.	Параметры компонентов сборки	269
105.3.2.	Порядок перестроения сборки.	269

Часть XXIV.

Сервисные функции

Глава 106.

	Трехмерный макроэлемент	272
106.1.	Создание трехмерного макроэлемента.	272

106.2.	Управление показом состава макроэлемента	273
106.3.	Изменение состава макроэлемента	274
106.4.	Разрушение макроэлемента	274
106.5.	Удаление макроэлемента.	274

Глава 107.		
	Создание чертежа текущей модели.	276

Глава 108.		
	Проверка пересечений компонентов сборки	277

Глава 109.		
	Разнесение компонентов сборки.	278

Глава 110.		
	Упрощение отображения сборки	281
110.1.	Особенности упрощения подборок	281
110.2.	Настройка режима упрощенного отображения сборок.	281

Часть XXV.

Редактирование модели

Глава 111.		
	Общие приемы редактирования.	286
111.1.	Редактирование эскиза	287
111.2.	Размещение эскиза на плоскости.	287
111.3.	Смена плоскости эскиза	288
111.4.	Редактирование параметров элемента.	288
111.5.	Изменение набора исходных и опорных объектов	289
111.6.	Редактирование параметров на панели Переменные	290
111.7.	Удаление объекта	290

111.8.	Редактирование модели с помощью Указателя окончания построения	290
111.9.	Изменение порядка построения	291
111.10.	Исключение объектов из расчетов	292
111.11.	Предупреждения об ошибках	293
111.12.	Предупреждения о необходимости перестроения модели	294

Глава 112.

Особенности редактирования отдельных элементов296

112.1.	Массив	296
112.1.1.	Удаление отдельных экземпляров массива	296
112.1.2.	Восстановление удаленных экземпляров массива	297
112.2.	Круглое отверстие	297
112.2.1.	Редактирование параметров отверстия	297
112.2.2.	Редактирование положения отверстия	297

Глава 113.

Редактирование сборки299

113.1.	Редактирование компонента в окне	300
113.2.	Редактирование компонента на месте	300
113.3.	Редактирование моделей, вставленных из библиотеки	301
113.4.	Редактирование сопряжений	302
113.5.	Перемещение компонентов сборки	302

Часть XXVI.

Измерения

Глава 114.

Измерения304

114.1.	Расстояние и угол	304
114.2.	Длина ребра	305

114.3.	Площадь	305
114.4.	МЦХ модели	305
114.5.	Настройка точности измерений.	306

Часть XXVII.

Библиотеки

Глава 115.

	Библиотека эскизов	308
115.1.	Подключение библиотеки эскизов	308
115.2.	Использование библиотеки эскизов.	309
115.3.	Пользовательская библиотека отверстий	309

Глава 116.

	Библиотека моделей	311
116.1.	Особенности библиотечных моделей	311
116.2.	Вставка моделей из библиотеки в документ-сборку	312

Часть XXVIII.

Импорт и экспорт

Глава 117.

	Обмен информацией с другими системами.	316
117.1.	Импорт	316
117.2.	Экспорт	316

Введение

Данная книга представляет собой третий том Руководства пользователя системы КОМПАС-3D V8. 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 V8.

- ▼ Штаповочные элементы в листовых деталях (см. главу 93).
 - ▼ Характерные точки трехмерных объектов (см. главу 86).
 - ▼ Плавное изменение изображения модели на экране при смене ее ориентации или масштаба. Автоматическая смена ориентации модели:
 - ▼ при создании эскиза — установка ориентации **Нормально к**,
 - ▼ при создании операции — установка указанной пользователем ориентации.
- Управление этими новыми возможностями и их настройка производится в диалоге настройки параметров управления изображением (см. раздел 78.4 на с. 38).
- ▼ Новая команда создания вспомогательных плоскостей — **Средняя плоскость** (см. раздел 95.11 на с. 206).
 - ▼ Новые возможности создания ломаной:
 - ▼ построение вершин указанием их положения курсором в окне модели или вводом значений координат в полях Панели свойств (см. раздел 97.6.1 на с. 217),
 - ▼ построение сегментов ломаной параллельно координатным осям (см. раздел 97.6.2 на с. 218).
 - ▼ Упрощенное отображение сборки во время изменения положения или масштаба (см. главу 110).
 - ▼ Оптимизация размеров в эскизах, состоящая в следующем:
 - ▼ геометрические параметры размеров (длина стрелки, высота шрифта надписи и т.п.) остаются постоянными при любом масштабе отображения эскиза,
 - ▼ размерные надписи остаются параллельными плоскости экрана при любом положении плоскости эскиза.

Включение и отключение оптимизации размеров в эскизах производится в диалоге настройки оптимизации, вызываемом командой **Сервис — Параметры... — Система — Редактор моделей — Размеры**.

- ▼ Возможность настройки цветов, используемых для выделения и подсвечивания объектов модели и возможность закрашивания граней при их выделении. Соответствующие элементы управления включены в диалог настройки цветов компонентов при контекстном редактировании, в связи с чем он переименован в диалог настройки параметров редактирования модели (см. раздел 78.7.5 на с. 47).
- ▼ Специальный символ системы координат, несвязанный с началом координат модели. Он расположен в левом нижнем углу окна и состоит из трех объемных стрелок красного, зеленого и синего цветов, показывающих положительные направления осей X, Y, Z соответственно. При повороте модели этот символ системы координат поворачивается — так же, как и символ, расположенный в начале координат, но, в отличие от последнего, не сдвигается при перемещении модели и не может быть отключен.
- ▼ В режиме редактирования эскиза теперь можно использовать все прикладные библиотеки и библиотеки фрагментов, которые ранее могли применяться только в графических документах (Конструкторская библиотека, Библиотека элементов станочных приспособлений, Библиотека трубопроводной арматуры, Элементы сосудов и аппаратов, Библиотека конструктивных элементов, Библиотека электротехнических обозначений и др.).

Часть XVII

Особенности работы с трехмерными моделями

Глава 76.

Общие принципы моделирования

76.1. 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 76.1.

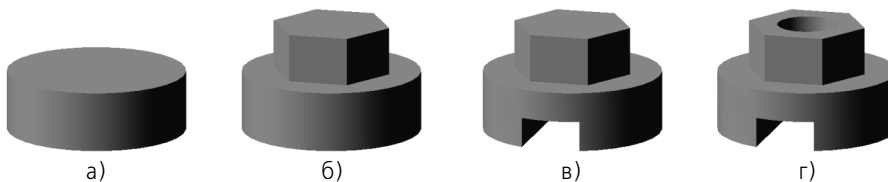


Рис. 76.1. Булевы операции над объемными элементами:
а) цилиндр; б) объединение цилиндра и призмы;
в) вычитание призмы; г) вычитание цилиндра

В КОМПАС-3D V8 для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму элемента (рис. 76.2) (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника — призму, и т.д.).

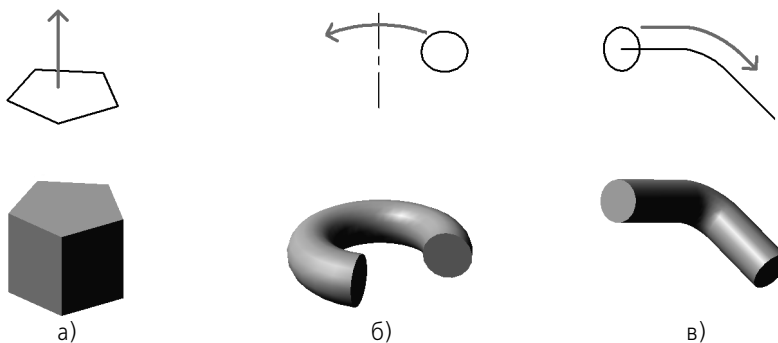


Рис. 76.2. Образование объемных элементов: а) призмы, б) тора, в) кинематического элемента

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

76.1.1. 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 V8. 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.

76.1.2. Операции

Проектирование новой детали начинается с создания основания 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. 76.3).

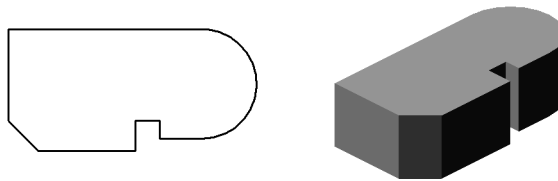


Рис. 76.3. Эскиз и элемент, образованный операцией выдавливания

- ▼ **Вращение эскиза** вокруг оси, лежащей в его плоскости (рис. 76.4).



Рис. 76.4. Эскиз и элемент, образованный операцией вращения

- ▼ **Кинематическая операция** — перемещение эскиза вдоль указанной направляющей (рис. 76.5).



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).

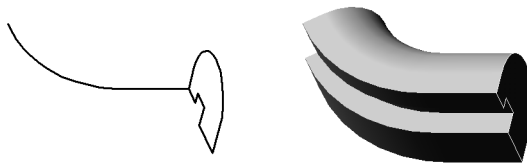


Рис. 76.5. Эскизы и элемент, образованный кинематической операцией

▼ Построение тела **по сечениям-эскизам** (рис. 76.6).

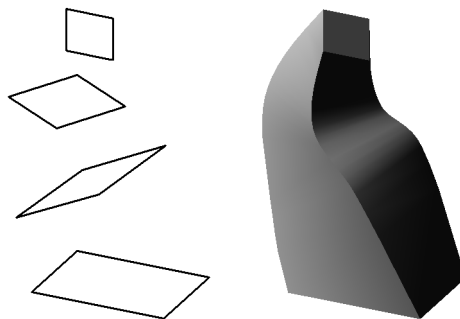


Рис. 76.6. Эскизы и элемент, образованный операцией по сечениям

Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать правила построения тела. Эти опции будут рассмотрены в главе 80.

После создания основания детали производится «приклеивание» или «вырезание» дополнительных объемов (рис. 76.7). 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 детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, а примерами добавления объема — бобышки, выступы, ребра.

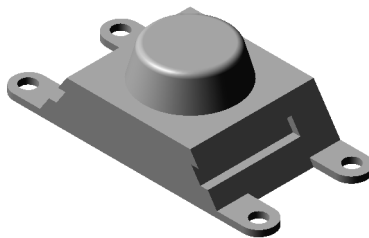


Рис. 76.7. Бобышка и лапки приклеены к основанию детали, пазы и отверстия — вырезаны

76.2. Порядок работы при создании сборки

Сборка в КОМПАС-3D V8 — 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).

76.2.1. 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.

76.2.2. 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.

76.2.3. 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.

76.3. 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.

76.4. Основные понятия КОМПАС-3D

Грань — гладкая (необязательно плоская) часть поверхности детали.

Гладкая поверхность детали 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 детали — область, ограниченная гранями детали. Считается, что эта область заполнена однородным материалом детали.

Компонент — деталь, подсборка 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 77.

Особенности интерфейса

Интерфейс КОМПАС-3D V8 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.

77.1. Управляющие элементы и команды



Рис. 77.1. 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 78.3.2 на с. 36).

В меню **Вид** появляются команды управления отображением модели (см. раздел 78.5 на с. 40), а на панели **Вид** — кнопки для их вызова.

В меню **Вид** появляются команды поворота и перестроения модели (см. разделы 78.3.1 на с. 34 и 111.12 на с. 294), а на панели **Вид** — кнопки для их вызова.

77.2. 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**,



- ▼ **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).

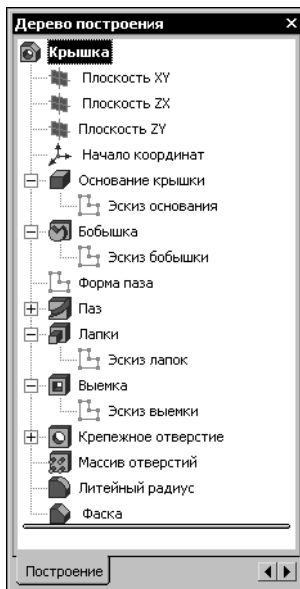
77.3. Дерево построения

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

Дерево построения — это представленная в графическом виде последовательность объектов, составляющих модель.

В Дереве построения детали отображаются:

- ▼ обозначение начала координат,
- ▼ плоскости,
- ▼ оси,
- ▼ пространственные кривые,
- ▼ поверхности,
- ▼ условные обозначения,
- ▼ эскизы,
- ▼ операции.



Эскиз, задействованный в любой операции, размещается на «ветви» Деревя построения детали, соответствующей этой операции. Слева от названия операции в Дереве отображается знак «+». После щелчка мышью на этом знаке в Дереве разворачивается список эскизов, участвующих в операции. Эскизы, не задействованные в операциях, отображаются на верхнем уровне Деревя построения детали.

Рис. 77.2. Дерево построения детали

В Дереве построения сборки отображаются:

- ▼ обозначение начала координат,
- ▼ плоскости,

- ▼ оси,
- ▼ пространственные кривые,
- ▼ поверхности,
- ▼ компоненты сборки — детали и под сборки,
- ▼ параметрические связи между компонентами — сопряжения.

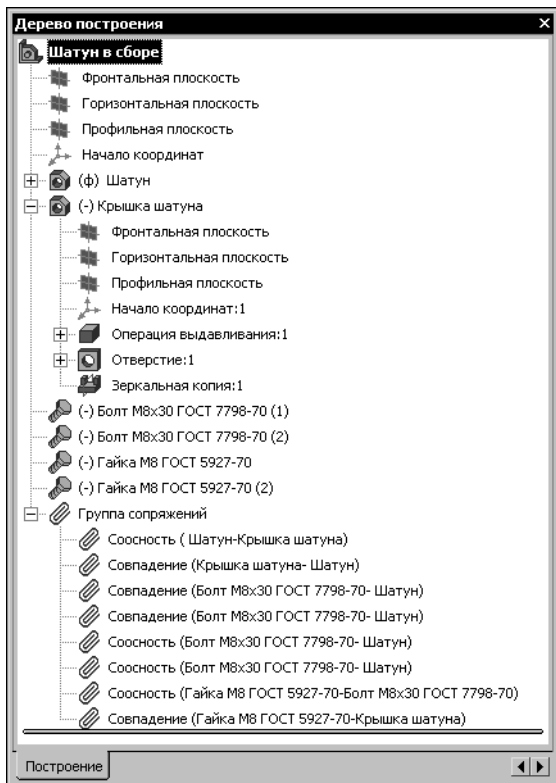


Рис. 77.3. Дерево построения сборки

Если открыто несколько окон одного документа-модели, показ Дерева построения может быть включен или выключен в любом из них.

77.3.1. Названия элементов в Дереве

Название каждого элемента можно ввести при задании его параметров (на вкладке **Свойства** Панели свойств). По умолчанию название присваивается элементам 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.

В модели может существовать множество однотипных элементов. Чтобы различать их, к сформированному по умолчанию названию элемента автоматически прибавляется по-

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

Каждый элемент автоматически возникает в Дереве построения сразу после того, как он зафиксирован в модели.

Дерево построения служит не только для фиксации последовательности построения, но и для облегчения выбора и указания элементов при выполнении команд (см. раздел 78.7.4 на с. 46).

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

Дерево построения отображается в отдельном окне, которое всегда находится внутри окна документа-модели. Вы можете изменить размер окна Дерева, перетаскивая мышью его углы или границы.

рядковый номер элемента данного типа. Например, *Скругление:1* и *Скругление:2*, *Сечение плоскостью:1* и *Сечение плоскостью:2*.

Чтобы переименовать любой элемент в Дереве построения, выполните следующие действия:

1. Выделите название элемента в Дереве построения.
2. Щелкните мышью по выделенному названию или нажмите $\langle F2 \rangle$.
Название станет доступным для редактирования.
3. Введите новое название элемента.
4. Щелкните мышью вне списка элементов дерева или нажмите $\langle Enter \rangle$.

Новое название элемента будет сохранено в Дереве построения.

Обычно элементы переименовывают в соответствии с их конструктивным смыслом (назначением). Например, элемент *Приклеить операцией вращения* можно переименовать в *Бобышку*, *Вырезать кинематический элемент* — в *Паз* и т.д. Пример переименования объектов в Дереве построения показан на рисунке 77.4.

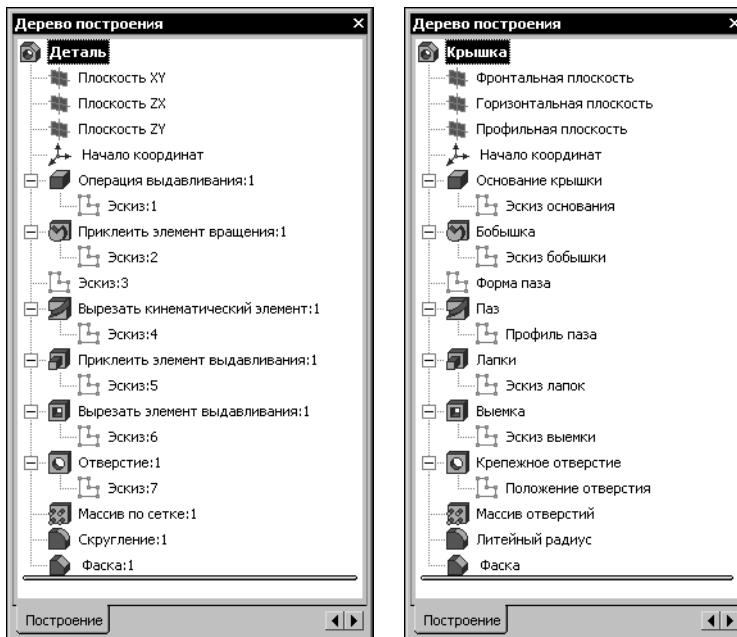


Рис. 77.4. Переименование объектов в Дереве построения

77.3.2. Пиктограммы элементов в Дереве

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

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

77.3.3. Указатель окончания построения модели

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

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.



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

Несмотря на то, что при перемещении Указателя мышью его можно подвести вплотную к верхней или нижней границе окна Древа построения, он может располагаться только среди пиктограмм элементов модели. К элементам модели относятся формообразующие, вспомогательные элементы и незадействованные в операциях эскизы.

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

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

После каждого перемещения Указателя в Дереве построения модель перестраивается.

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

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

Если элементы модели, расположенные под Указателем окончания построения, не нужны для дальнейших построений и не должны присутствовать в модели, вы можете одновременно удалить все эти элементы. 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 78.

Базовые приемы работы

78.1. 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 построения**.



Отредактируйте в **Дерево построения** 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).

78.2. Система координат, плоскости проекций

В каждой модели существует система координат и определяемые ею проекционные плоскости. Их названия появляются в **Дерево построения** 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.

Чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в **Дерево построения**.

Плоскости показываются на экране условно — в виде прямоугольников, 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).

Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить из файла детали. Их можно переименовать (см. раздел 77.3.1 на с. 30), а также включить/выключить их показ в окне модели (см. раздел 78.8 на с. 48).

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.

78.3. Управление изображением

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

Изменение масштаба изображения и его сдвиг производятся так же, как и при работе с графическими документами (см. Том I, раздел 6.1 на с. 52 — управление масштабом, раздел 6.2 на с. 54 — 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.

78.3.1. 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. 78.1).

Табл. 78.1. 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, проекционной 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 78.2).

Табл. 78.2. 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
<Alt> + <↑>	На 90° по часовой стрелке в плоскости экрана

Табл. 78.2. (продолжение) Комбинации клавиш для поворота модели

Комбинация клавиш	Направление поворота
<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 78.4 на с. 38).

78.3.2. Ориентация модели

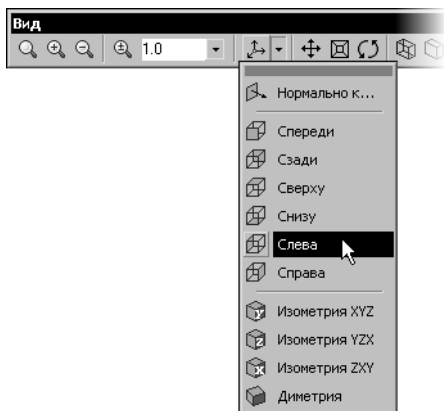
Положение модели относительно наблюдателя называется **ориентацией модели**.



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 предусмотренной 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. 78.1). 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. 78.2).

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

Рис. 78.1. Выбор названия ориентации



Рис. 78.2. Панель Ориентация

Иногда требуется, чтобы параллельной плоскости экрана оказалась не проекционная 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, а затем возвращаться к ней в любой момент, выбрав это имя из списка. Для этого выполните следующие действия.



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

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

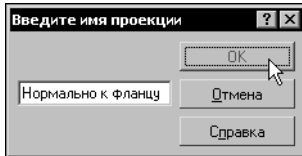


Рис. 78.3. Ввод названия ориентации

2. Нажмите в нем кнопку **Добавить** и введите название новой ориентации (рис. 78.3).

3. Выйдите из диалога.

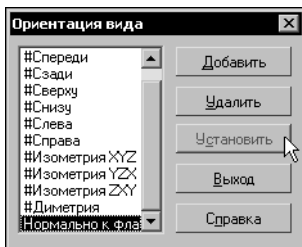


Рис. 78.4. Новая ориентация в списке

Новое название появится в списке ориентаций (рис. 78.4).

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.

- ▼ 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. 78.5). Для установки пользовательской ориентации можно вызвать нужную команду из этого меню.

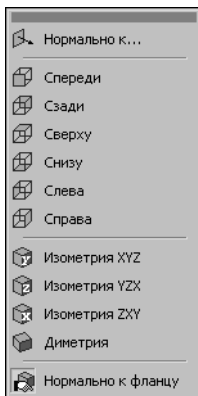
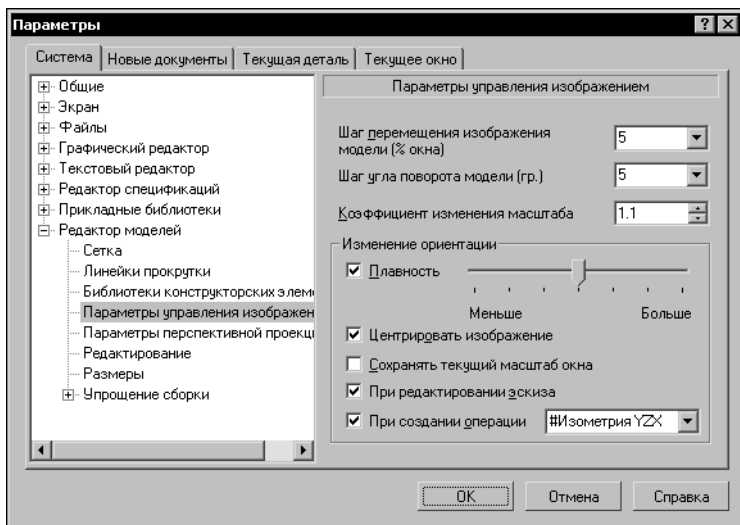


Рис. 78.5. Новая ориентация в меню



Если в КОМПАС-3D V8 открыто несколько окон, в каждом из них может быть своя ориентация модели и масштаб изображения.

78.4. Настройка параметров управления изображением



Настройка параметров управления изображением производится в диалоге (рис. 78.6), вызываемом командой **Сервис — Параметры... — Система — Редактор моделей — Параметры управления изображением**. Элементы управления диалога представлены в таблице 78.3.

Рис. 78.6. Диалог настройки параметров управления изображением

Табл. 78.3. Диалог настройки параметров 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 <i><Shift>+<Стрелка вправо></i> изображение сместится вправо на четверть (25 %) ширины окна.
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.
Изменение ориентации	Группа опций, позволяющая настроить различные параметры изображения модели при изменении ее ориентации или масштаба.

Табл. 78.3. Диалог настройки параметров управления изображением

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 78.4).
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 построения.

Табл. 78.4. 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 проекционной 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.

78.5. Отображение модели

При работе в КОМПАС-3D V8 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. 78.5).

Табл. 78.5. Типы отображения моделей


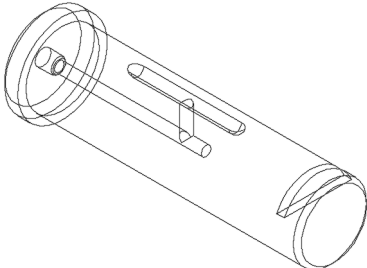








Тип	Описание	Как выглядит
 Каркас	Совокупность всех ребер и линии очерка модели*.	

Табл. 78.5. (продолжение) 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* .	
	Полутоновое отображение	Отображается поверхность модели. Учитываются оптические свойства ее поверхности (цвет, блеск, диффузия и т.д.).	
	Полутоновое отображение с каркасом	Объединение полутонового 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 V8 открыто несколько окон, в каждом из них может быть включен свой тип отображения.

78.6. 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 V8 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 78.5

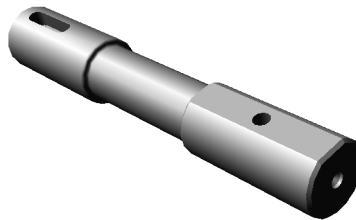


Рис. 78.7. Перспективное полутоновое отображение модели



Точка схода перспективы расположена посередине окна модели.

78.6.1. 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.

78.7. 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.








78.7.1. 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. 78.6) 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. 78.6. 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.

78.7.2. 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. 78.8).

Рис. 78.8. 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. 78.7). Если нажата одна из этих кнопок, то кнопка **Фильтровать все** выключается.

Табл. 78.7. Фильтры объектов




Название кнопки	
	Фильтровать вершины
	Фильтровать грани
	Фильтровать конструктивные плоскости

Табл. 78.7. 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).

78.7.3. 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.

78.7.4. Выбор в Дереве построения

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

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 построения 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 построения, указывайте их, удерживая нажатой клавишу *<Ctrl>*.

Чтобы выделить в Дереве построения 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 построения 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 построения 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.

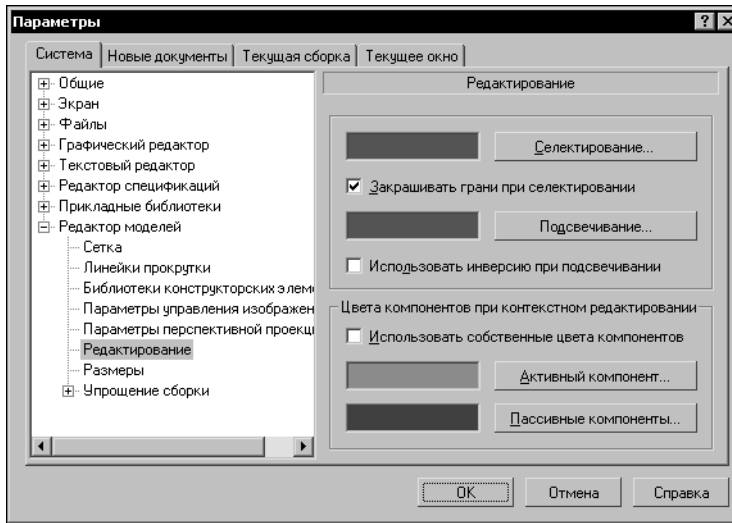
При построении сборки все компоненты отображаются в Дереве построения в виде пиктограммы. Слева от нее расположен знак «+». Он означает, что список объектов, составляющих компонент, свернут. Таким образом, объекты, из которых состоит компонент, могут быть не видны в Дереве даже в том случае, если они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

Чтобы увидеть в Дереве построения объект, выделенный в окне модели, используйте команду **Сервис — Показать в дереве**. После вызова команды пиктограмма этого объекта выделяется зеленым цветом, а Дерево построения 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 построения выделяется пиктограмма соответствующего формообразующего элемента.

78.7.5. 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, использующиеся в системе для выделения и подсвечивания трехмерных объектов. Эта настройка производится в диалоге (рис. 78.9), вызываемом командой **Сервис – Параметры... – Система – Редактор моделей – Редактирование**.

Рис. 78.9. Диалог настройки параметров редактирования моделей

Элементы диалога, позволяющие настроить выделение и подсвечивание объектов, представлены в таблице 78.8.

Табл. 78.8. 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 построения, 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.

78.8. Управление видимостью элементов

Вспомогательные оси, плоскости (особенно когда их много в модели), не задействованные в выполнении операций эскизы, компоненты сборки (детали или под сборки) 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 построения, 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 построения и вызовите из контекстного меню команду **Показать**. Объекты станут видимыми.

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

То же самое относится к поверхностям. Например, в результате показа или скрытия поверхности, участвующей в операции **Сшивки**, 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 кривые. Воспользуйтесь для этого командами **Скрыть начала координат**, или **Скрыть конструктивные оси**, или **Скрыть конструктивные плоскости**, или **Скрыть эскизы**, или **Скрыть поверхности**, или **Скрыть изображения резьбы**, или **Скрыть пространственные кривые** из меню **Сервис**. 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 все одновременно скрытые объекты определенного типа, повторно вызовите из меню **Сервис** соответствующую команду.

78.9. Управление цветом и свойствами поверхности объектов

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

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

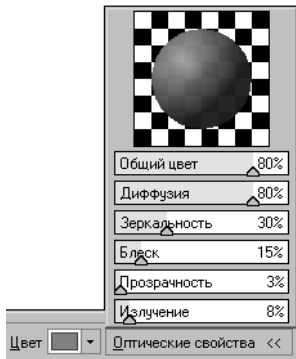


Рис. 78.10. Элементы управления свойствами поверхности

На Панели свойств появятся 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.

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 построения 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**.

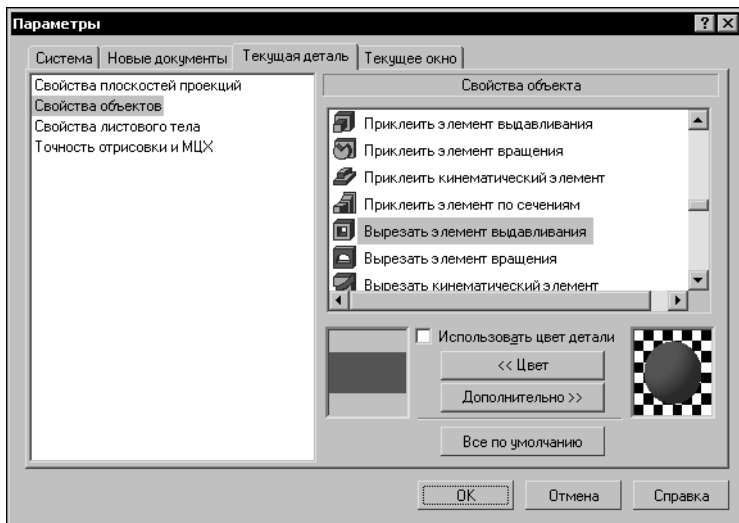


Рис. 78.11. Настройка оптических свойств объектов разных типов

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. 78.11) 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 проекционных 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, имеющих в сборке и т.п.

Чтобы настроить цвет отдельного компонента, выделите его в Дереве построения 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 79.

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 44). При выполнении операции учитываются объекты во всех слоях, кроме погашенных.

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

79.1. Элемент выдавливания

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

79.1.1. 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.

79.1.2. 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.

79.2. 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.

79.3. 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.

79.3.1. Требования к эскизу сечения

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

79.3.2. 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.

79.4. Элемент по сечениям

При формировании элемента по сечениям используются эскизы сечений и (иногда) эскиз направляющей.

79.4.1. 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.

79.4.2. Требования к эскизу направляющей

- ▼ В эскизе может быть только один контур.
- ▼ Контур в эскизе должен представлять собой сплайн (NURBS или кривую Безье).
- ▼ Контур может быть разомкнутым или замкнутым.
- ▼ Если контур разомкнут, его конечные точки должны лежать в плоскостях первого и последнего эскизов сечений.
- ▼ Если контуры сечений замкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать плоскости эскизов сечений внутри контуров сечений или в точках, принадлежащих этим контурам.
- ▼ Если контуры сечений разомкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать контуры эскизов сечений.
- ▼ Эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Глава 80.

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 80.1 – 80.4), а на вкладке **Тонкая стенка** — тонкой стенки, образованной на основе поверхности этого элемента (см. раздел 80.5).

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 числовых параметров формообразующих элементов можно использовать характерные точки (см. главу 86).



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 81.

80.1. Элемент выдавливания

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

80.1.1. Направление выдавливания

Направление выдавливания можно выбрать из списка **Направление** (см. табл. 80.1).

Табл. 80.1. Возможные направления выдавливания





	Значение опции Направление	В каком направлении производится выдавливание. Особенности задания глубины выдавливания
	Прямое	В прямом направлении относительно плоскости эскиза* на заданную глубину (см. раздел 80.1.2).
	Обратное	В обратном направлении относительно плоскости эскиза* на заданную глубину (см. раздел 80.1.2).
	Два направления	В обе стороны относительно плоскости эскиза. При этом можно задать глубину выдавливания для каждого направления отдельно (см. раздел 80.1.2).

Табл. 80.1. Возможные направления выдавливания

Значение опции	В каком направлении производится выдавливание.
Направление	Особенности задания глубины выдавливания
 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.

80.1.2. 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.80.2).

- ▼ 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. 80.2. Варианты задания глубины выдавливания


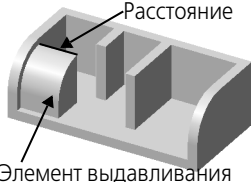

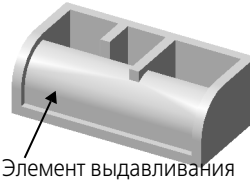

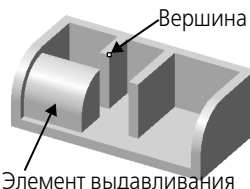

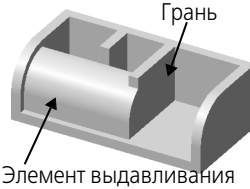

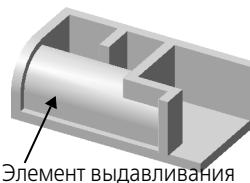
Значение опции	Правила определения глубины выдавливания	Пример построения
 На расстояние	Выдавливание производится точно на расстояние, заданное в поле Расстояние .	

Табл. 80.2. 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.	
	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*.	
	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*.	
	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.	

* Порядок задания расстояния до опорного объекта описан ниже.



Способ **До ближайшей поверхности** глубины удобно использовать для выдавливания элемента до ступенчатой или криволинейной грани (см. рис. 80.1).

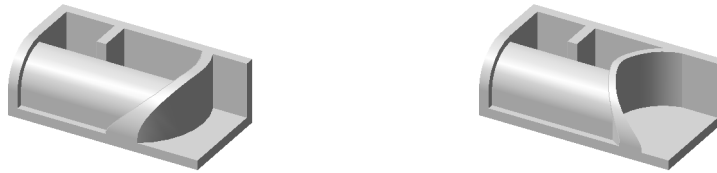


Рис. 80.1. Выдавливание элемента до ближайшей криволинейной поверхности

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**.

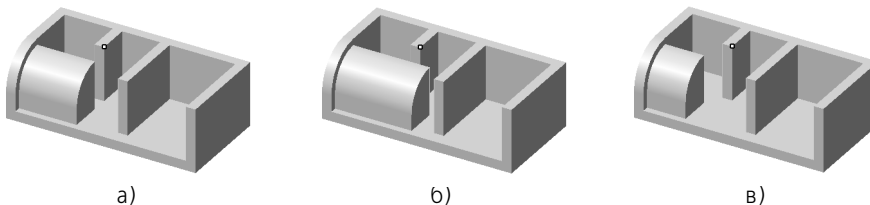


Рис. 80.2. Выдавливание элемента:
а) точно до вершины; б) за вершину; в) не доходя до вершины

80.1.3. Угол уклона

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



- ▼ При выдавливании в прямом или обратном направлении (рис. 80.3) 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. 80.4).
- ▼ При выдавливании от средней плоскости параметры уклона задаются один раз и считаются одинаковыми в обоих направлениях.

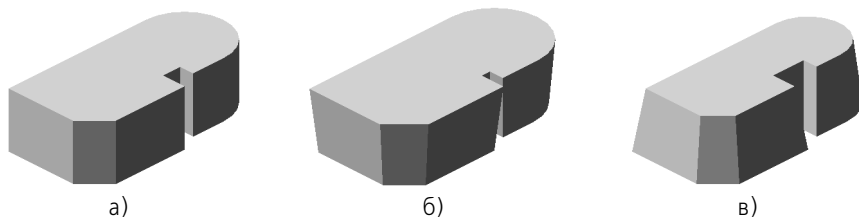


Рис. 80.3. Выдавливание в одном направлении:
а) без уклона, б) уклон наружу, в) уклон внутрь

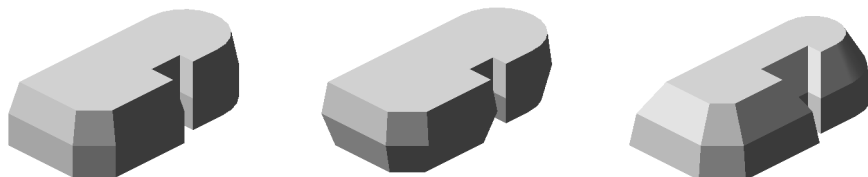


Рис. 80.4. Выдавливание в двух направлениях с различными параметрами уклона

80.2. Элемент вращения

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

80.2.1. 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. 80.3).

Табл. 80.3. Типы элемента вращения


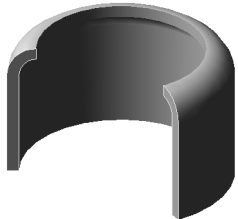

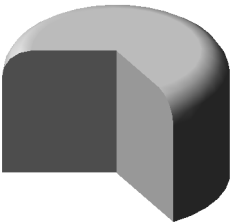
Значение опции Способ	Особенности формирования элемента	Результат построения
 Тороид	При построении тороида вращается только контур в эскизе. К получившейся поверхности добавляется слой материала. В результате получается тонкостенная оболочка — элемент с отверстием вдоль оси вращения. О задании параметров тонкой стенки рассказано в разделе 80.5.	

Табл. 80.3. 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. 80.5), начертите в эскизе незамкнутый профиль этого элемента, а при выполнении операции включите опцию **Сфероид**.

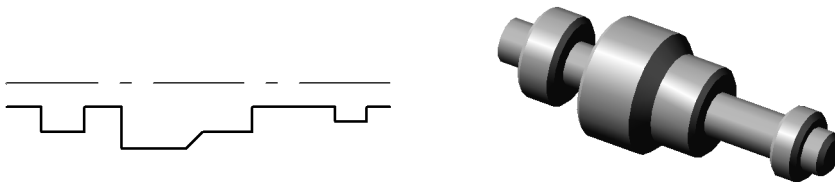


Рис. 80.5. Построение элемента вращения с плоскими торцами

80.2.2. Направление вращения

Направление вращения можно выбрать из списка **Направление** (см. табл. 80.4).

Табл. 80.4. 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. 80.4. Возможные направления выдавливания

	Значение опции Направление	В каком направлении производится вращение. 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.

80.2.3. 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.

80.3. Кинематический элемент

При выполнении кинематической операции используется эскиз, в котором изображено сечение кинематического элемента, и объект (или группа объектов), задающий траекторию движения сечения. Траекторией 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.

80.3.1. Указание сечения элемента и траектории его движения



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


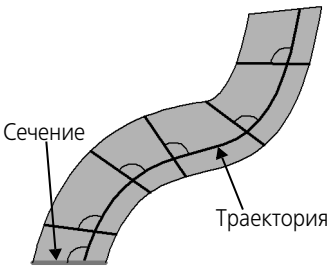

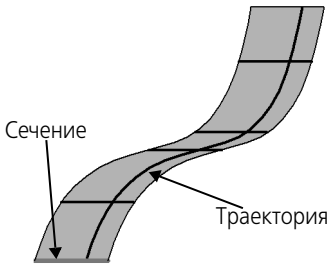

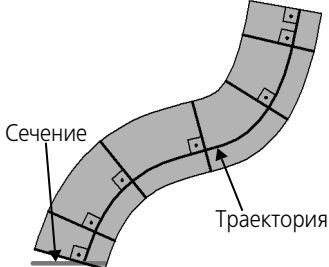


Чтобы задать траекторию движения сечения, активизируйте переключатель **Траектория** и укажите нужный объект (например, эскиз). Если траектория состоит из нескольких последовательно соединенных контуров в разных эскизах, их нужно указывать в порядке соединения.

80.3.2. 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. 80.5).

Табл. 80.5. Варианты изменения ориентации сечения при выполнении кинематической операции

Переключатель в группе Движение сечения	Особенности формирования элемента	Схема образования элемента
	<p>Сохранять угол наклона*</p> <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>	
	<p>Параллельно самому себе**</p> <p>Сечение перемещается так, что в любой точке траектории его плоскость параллельна плоскости эскиза, содержащего сечение.</p>	
	<p>Ортогонально траектории*</p> <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 80.6 показано образование кинематического элемента при различной ориентации сечения относительно траектории (начальное положение эскиза и траектории во всех случаях одинаковое, результаты построения — разные).

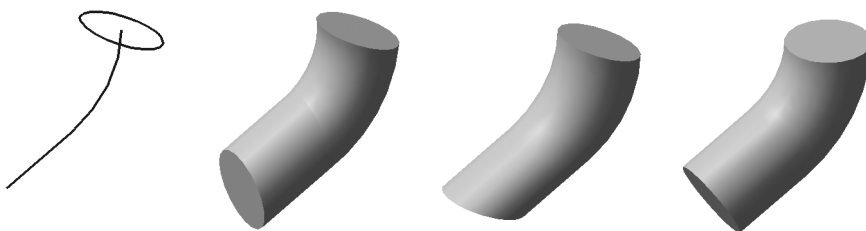


Рис. 80.6. Кинематический элемент: а) эскизы сечения и траектории, б) перемещение сечения с сохранением угла наклона, в) перемещение сечения параллельно самому себе, г) перемещение сечения ортогонально траектории.

80.4. 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.

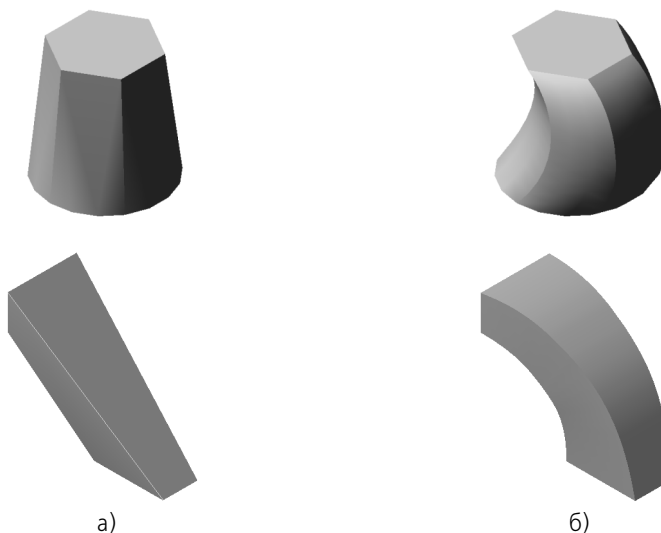


Рис. 80.7. Элементы по сечениям: а) без направляющей; б) с направляющей

80.4.1. Указание сечений и направляющей 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. 80.7) будет построено тело требуемой формы.



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

80.4.2. 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. 80.6).

Табл. 80.6. Способы построения тела у начального и конечного сечения

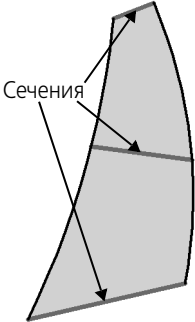
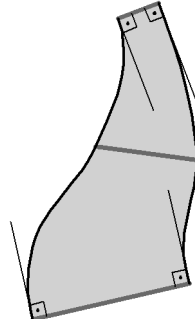
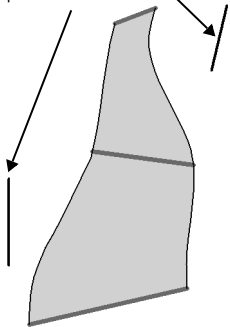
Переключатель в группе Траектория	Особенности формирования элемента	Схема образования элемента
По умолчанию	Указанные вершины сечений соединяются сплайнами третьего порядка.	
По нормали	Элемент формируется так, чтобы плоскость, касательная к его поверхности вблизи граничного (начального или конечного)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

Табл. 80.6. 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**.



80.4.3. 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. 80.7).

Табл. 80.7. 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. 80.8).
	Генерация траектории по указанным точкам Эскизы последовательно соединяются по точкам, ближайшим к точкам их указания (рис. 80.9).

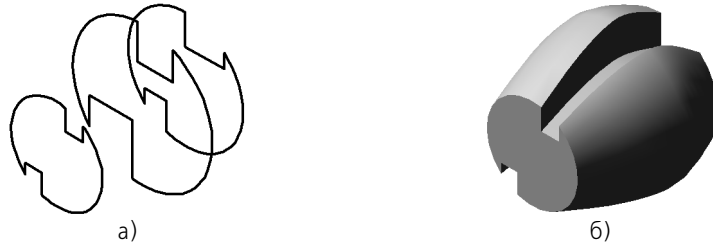


Рис. 80.8. Автоматическое соединение сечений

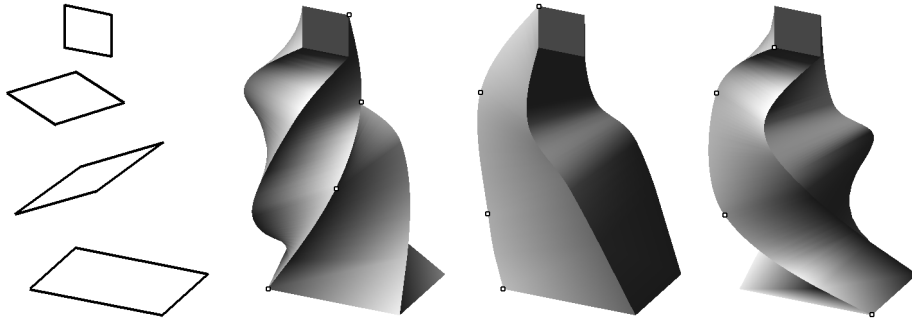


Рис. 80.9. Элементы, образованные путем соединения разных точек одинаковых сечений (соединенные точки выделены)



Если эскизы указываются в Дереве построения детали, 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. 80.10).

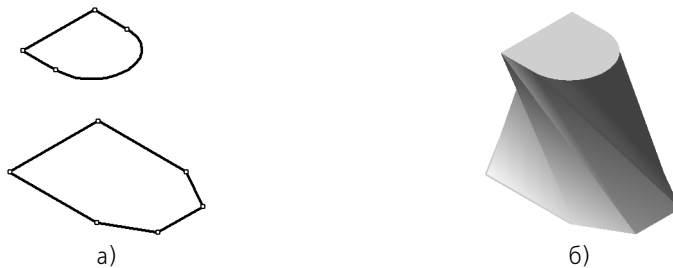


Рис. 80.10. Автоматическое соединение сечений с разной топологией

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 33).

Результат построения элемента по преобразованным сечениям показан на рисунке 80.11.

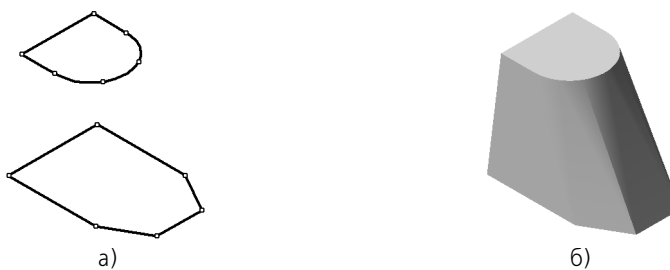


Рис. 80.11. Дуга в верхнем сечении разбита на три сопрягающихся части. В результате контур в сечении не изменился, а результат построения стал предсказуемым

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.

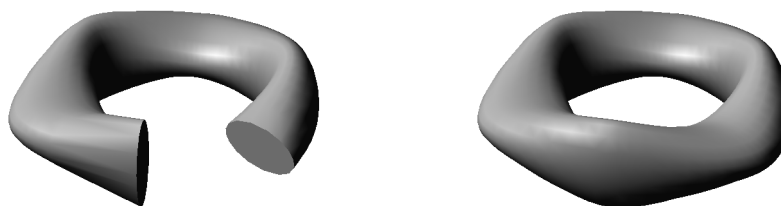


Рис. 80.12. Разомкнутый и замкнутый элементы, построенные по одним и тем же сечениям



Если элемент замкнут, то способ его построения около всех сечений — **По умолчанию** (см. раздел 80.4.2).

80.5. 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.

80.5.1. 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 83.5 на с. 92).

80.5.2. 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. 80.8).

Табл. 80.8. 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. 80.8. 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 срединной поверхности, используйте поле **Толщина стенки 1**, чтобы задать суммарную толщину.

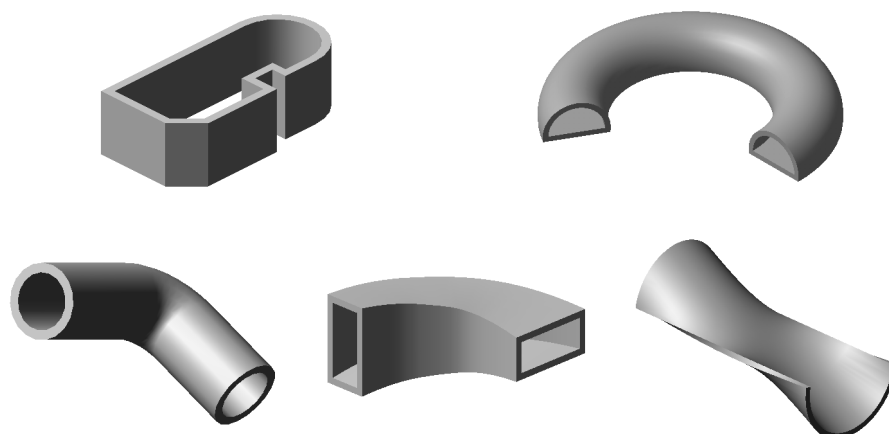


Рис. 80.13. Примеры тонкостенных элементов



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 81.

Создание основания детали

Построение трехмерной модели детали начинается с создания основания — ее первого формообразующего элемента. Основание есть у любой детали. 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 детали может стать другая (уже существующая) деталь (см. раздел 81.3).

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.

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 детали невозможно. Любой конструктор вырабатывает представления об удобном ему порядке моделирования после самостоятельного создания нескольких моделей.

81.1. 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 проекционных 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. 81.1). Например, если эскиз-сечение элемента выдавливания построен в плоскости XU , то проекция элемента на виде спереди будет совпадать с формой эскиза.

Перед созданием эскиза основания выделите в Дереве построения нужную плоскость. Эскиз удобно строить, когда его плоскость совпадает с плоскостью экрана. Если плоскость эскиза перпендикулярна плоскости экрана, построение невозможно.

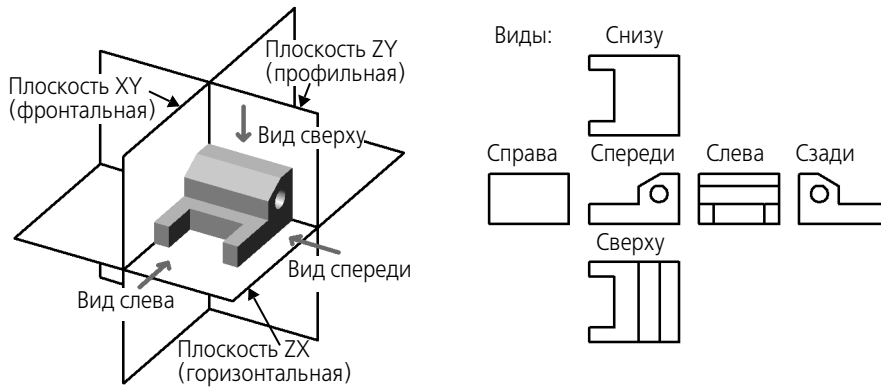


Рис. 81.1. Положение детали относительно плоскостей проекций



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 115.2 на с. 309).

Система перейдет в режим 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.

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



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.

По умолчанию в новом эскизе включен параметрический режим. Об особенностях работы в нем подробно рассказано в Томе II (раздел 52.7 на с. 113).

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**.

Создайте в эскизе изображение сечения основания детали (или траектории перемещения сечения). При необходимости наложите параметрические связи и ограничения (см. Том II, главу 53).

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 построения появится пиктограмма нового эскиза. Она будет выделена цветом. Эскиз будет подсвечен в окне детали.



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



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 диалогe настройки параметров управления изображением (см. раздел. 78.4 на с. 38).

81.2. Выполнение формообразующей операции

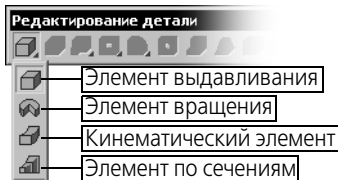


Рис. 81.2. Команды построения элементов-оснований

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

Команды построения элементов-оснований находятся в меню **Операции**. Кнопки для их быстрого вызова сгруппированы на панели **Редактирование детали** (рис. 81.2).

81.2.1. Элемент выдавливания



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



Команда **Операция выдавливания** доступна, если в модели еще нет основания детали, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.1 на с. 55) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



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



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

81.2.2. Элемент вращения



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



Команда **Операция вращения** доступна, если в модели еще нет основания детали, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.2 на с. 59) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



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



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

81.2.3. Кинематический элемент



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



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

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.3 на с. 61) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



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



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

81.2.4. Элемент по сечениям



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



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

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.4 на с. 63) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств.



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



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

81.3. Деталь-заготовка

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

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



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





Команда **Деталь-заготовка** доступна, если в текущей модели еще нет основания детали.

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. 81.1).

Табл. 81.1. Способы вставки заготовки

Переключатель	Особенности вставки заготовки
Способ вставки	
	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.
	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.

Если требуется, чтобы основание текущей детали было зеркальной копией детали-заготовки, включите опцию **Зеркальная деталь**.



Указав параметры вставки, подтвердите создание основания из заготовки.

Деталь-заготовка (или ее зеркальная копия) будет вставлена в текущий файл и принята за основание детали. В Дереве построения появится пиктограмма, соответствующая способу вставки:



▼ Заготовка, вставленная внешней ссылкой,



▼ Заготовка без истории.

Последующая работа с основанием («приклеивание» и «вырезание» дополнительных объемов, построение фасок, отверстий и т.д.) ничем не отличается от работы с основанием, полученным путем операции над эскизом.



Каким бы способом деталь-заготовка не вставлялась в модель, редактировать элементы заготовки в модели невозможно. Изменить элементы можно только у вставленной ссылкой заготовки и только в ее файле-источнике.

Глава 82.

Приклеивание и вырезание дополнительных элементов

После создания основания детали 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 80.1–80.4.

82.1. Создание эскиза на плоской грани детали

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



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 формообразующей операции прямо из этого режима: активизируйте панель **Редактирование детали** и нажмите кнопку нужной операции.

82.2. 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.

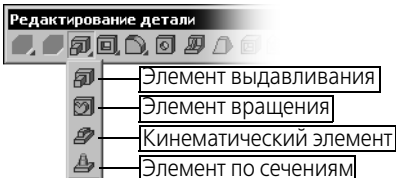
Проекции ребер и граней создаются в виде графических объектов со стилем линии *Основная*.

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».

82.3. Приклеивание элементов



Команды приклеивания к детали формообразующих элементов расположены в меню **Операции — Приклеить**.

Кнопки для вызова этих команд находятся в одной группе на панели **Редактирование детали** (рис. 82.1).

Рис. 82.1. Команды приклеивания элементов

82.3.1. Элемент выдавливания



Чтобы приклеить к детали элемент выдавливания, вызовите команду **Приклеить выдавливанием**.



Команда **Приклеить выдавливанием** доступна, если в модели есть основание детали, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.1 на с. 55) 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 построения.

82.3.2. Элемент вращения



Чтобы приклеить к детали элемент вращения, вызовите команду **Приклеить вращением**.



Команда **Приклеить вращением** доступна, если в модели есть основание детали, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.2 на с. 59) 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 построения.

82.3.3. Кинематический элемент



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



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

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.3 на с. 61) 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 построения.

82.3.4. Элемент по сечениям



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



Команда **Приклеить по сечениям** доступна, если в модели есть основание детали и не менее двух эскизов, которые не задействованы в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.4 на с. 63) 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 построения.

82.4. Вырезание элементов

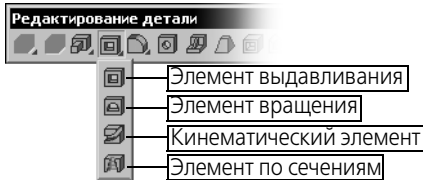


Рис. 82.2. Команды вырезания элементов

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**.

82.4.1. Выбор способа вырезания

Если формообразующий элемент пересекается с существующей деталью, то при вырезании можно удалить материал детали, находящийся внутри или снаружи поверхности этого элемента, т.е. вычистить элемент из детали, или получить пересечение элемента и детали (см. схему на рис. 82.3).

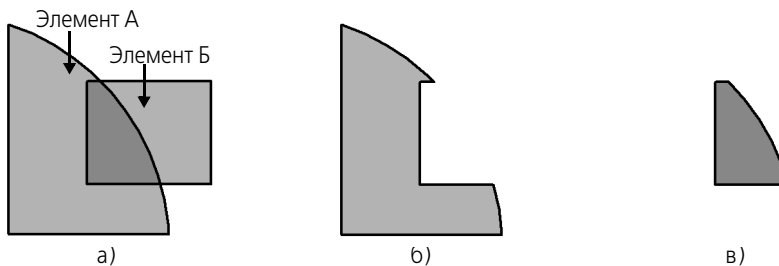


Рис. 82.3. Различные способы вырезания: а) исходные элементы, б) результат вычитания Элемента Б из Элемента А, в) результат пересечения элементов А и Б

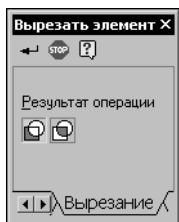


Рис. 82.4. Выбор варианта вырезания

Чтобы выбрать вариант вырезания, активизируйте вкладку Панели свойств **Вырезание** (рис. 82.4).



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

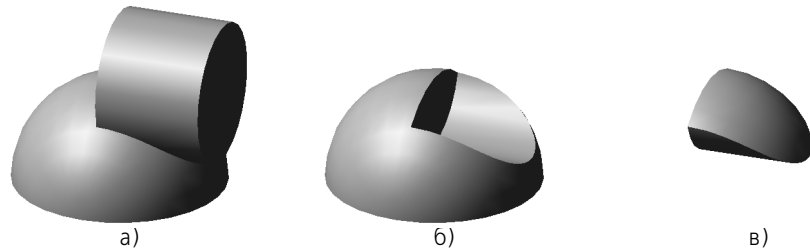


Рис. 82.5. Различные способы вырезания: а) исходные элементы, б) результат вычитания цилиндра из полусферы, в) пересечение цилиндра и полусферы

Этот параметр можно задать при вырезании формообразующего элемента любого типа.

82.4.2. Элемент выдавливания



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



Команда **Вырезать выдавливанием** доступна, если в модели есть основание детали, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.1 на с. 55) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 82.4.1)



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



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

82.4.3. Элемент вращения



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



Команда **Вырезать вращением** доступна, если в модели есть основание детали, и выделен один эскиз.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.2 на с. 59) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 82.4.1)



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



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

82.4.4. Кинематический элемент



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



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

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.3 на с. 61) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 82.4.1)



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



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

82.4.5. Элемент по сечениям



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



Команда **Вырезать по сечениям** доступна, если в модели есть основание детали и не менее двух эскизов, которые не задействованы в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Задайте параметры элемента (см. раздел 80.4 на с. 63) при помощи специальных полей и переключателей на Панели свойств. Выберите способ вырезания (см. раздел 82.4.1)



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 построения.

Глава 83.

Дополнительные конструктивные элементы

В функционале КОМПАС-3D V8 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 86).

83.1. Скругление



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

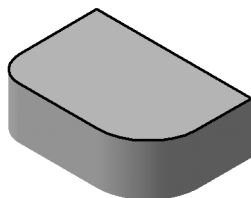


Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями.

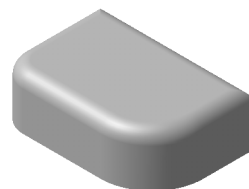


Выберите **Тип скругления** — с постоянным или с переменным радиусом. По умолчанию активен переключатель **Постоянный радиус**. Если необходимо построить скругление с переменным радиусом, активизируйте переключатель **Переменный радиус**.

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



а)



б)

Рис. 83.1. 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. 83.2. 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 83.1.1).

Для скругления с переменным радиусом задайте дополнительные параметры на вкладке **Переменный радиус** Панели свойств (см. раздел 83.1.2 на с. 85). Настройка способа выполнения операции при построении скругления с переменным радиусом невозможна.



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

83.1.1. Способ построения скруления

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. 83.3, б).

Если эта опция выключена, то скругление будет построено с сохранением поверхности. Форма ребер соседних граней может измениться (рис. 83.3, в).

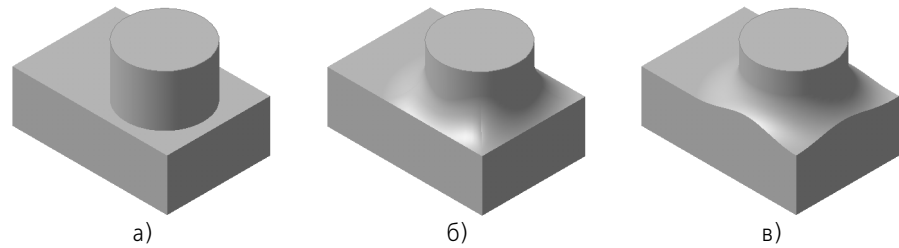


Рис. 83.3. Скругление: а) исходные элементы, б) скругление с сохранением кромки, в) скругление без сохранения кромки

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.

83.1.2. 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. 83.4, б). Пока точки для построения скругления не указаны, таблица параметров пуста.



Рис. 83.4. 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. 83.4, 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.

83.2. 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 которые требуется продолжить фаску.



После подтверждения выполнения операции на ребрах детали появится фаска, а в Дереве построения — 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.

83.3. Круглое отверстие



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

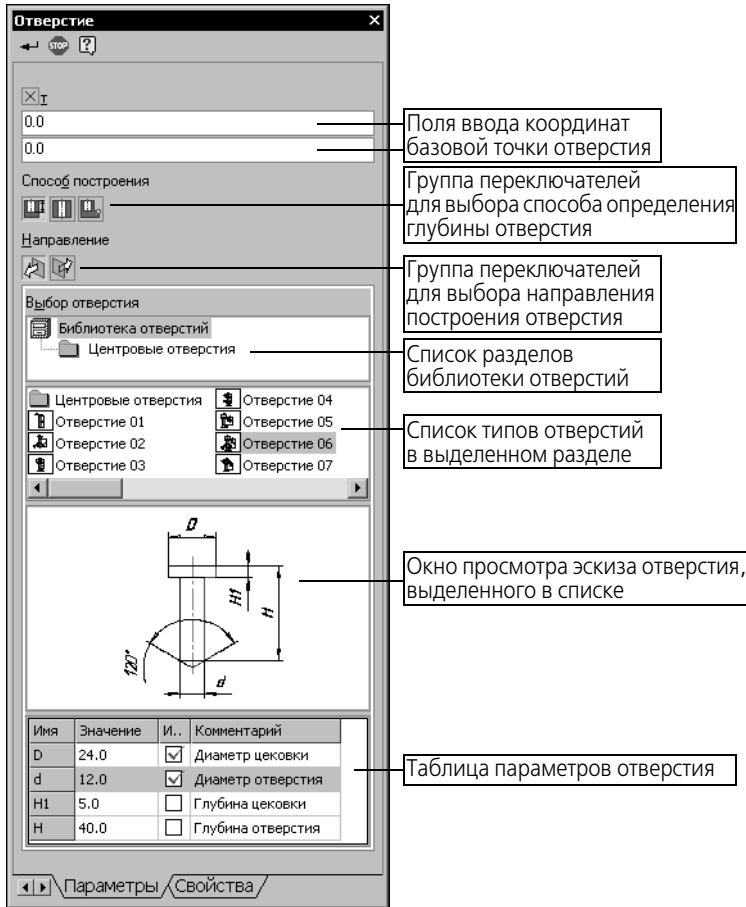


Рис. 83.5. Панель свойств отверстия

После вызова команды на Панели свойств появятся элементы управления для выбора профиля отверстия и ввода его геометрических размеров (рис. 83.5).

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.



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 построения.

Вы можете создать собственную библиотеку отверстий или дополнить системную библиотеку отверстий (см. раздел 115.3 на с. 309).

83.4. Ребро жесткости

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

83.4.1. 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.

83.4.2. Формирование ребра жесткости



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


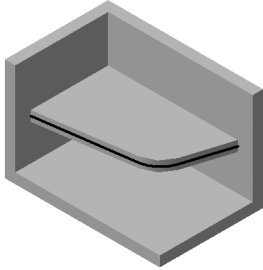

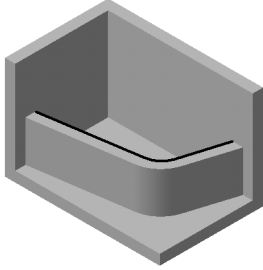


Команда **Ребро жесткости** доступна, если выделен один эскиз (эскиз ребра).

Положение ребра

Ребро жесткости может быть перпендикулярно или параллельно плоскости эскиза. Для выбора варианта построения активизируйте соответствующий переключатель в группе **Положение** (см. табл. 83.1).

Табл. 83.1. 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.	
 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. 83.6).



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

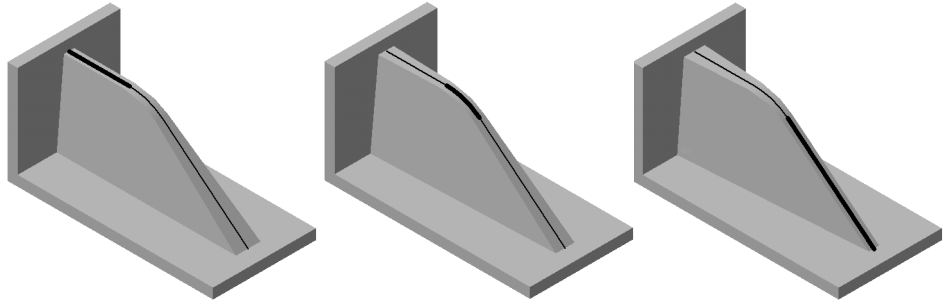






Рис. 83.6. Ребро жесткости с уклоном. Эскиз ребра состоит из трех сегментов. Сегмент, задающий направление уклона, выделен.

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. 83.2).

Табл. 83.2. 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 построения — соответствующая ему пиктограмма.

83.5. 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 V8 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**.

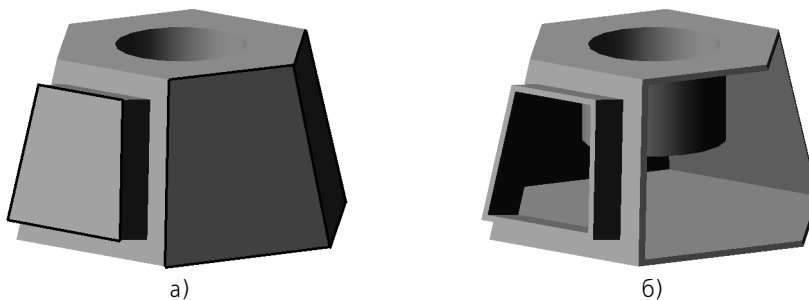


Рис. 83.7. Создание тонкостенной оболочки: а) исходная деталь, удаляемые грани выделены, б) результат создания тонкостенной оболочки



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

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

83.6. 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. 83.8).

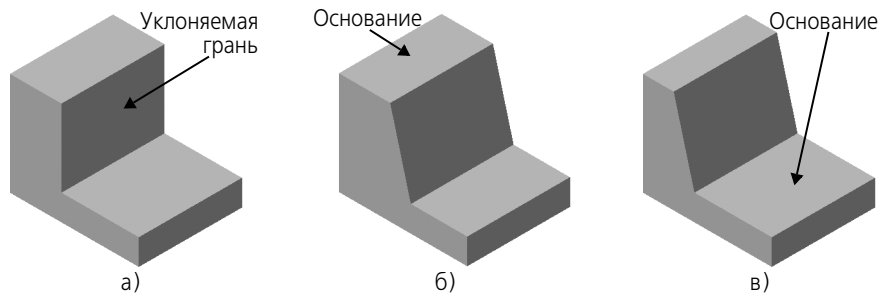


Рис. 83.8. Уклон: а) исходная деталь и уклоняемая грань, б) и в) результат создания уклона в зависимости от выбора основания

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 построения.



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.

83.7. 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.

83.7.1. 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.

83.7.2. 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 перемещение 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 построения 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. 83.9).

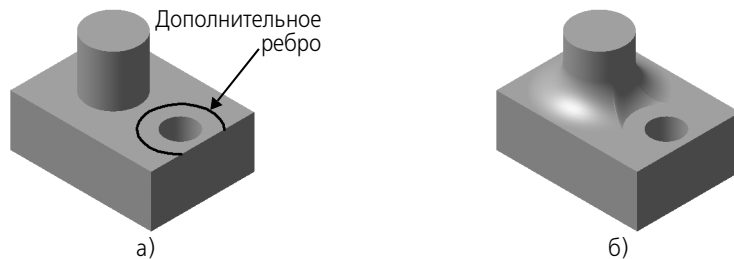


Рис. 83.9. Использование дополнительного ребра: а) исходное состояние детали, б) результат выполнения операции скругления с сохранением кромки

83.8. Резьба

В деталях КОМПАС-3D V8 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 активизируйте нужный переключатель — **Начальная граница** или **Конечная граница** — и укажите в окне модели или в Дереве построения 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. 83.10).

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. 83.10 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. 83.10), изображающий резьбу, а в Дереве построения — пиктограмма резьбы.

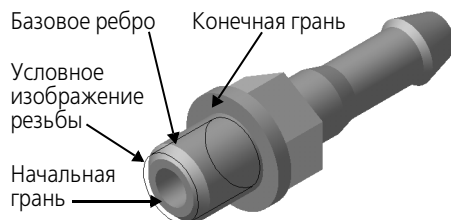


Рис. 83.10. Условное изображение резьбы в детали Ниппель



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 47.3.3 на с. 75).

Глава 84.

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 потребуются 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**.

84.1. 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. 84.1. Отсечение части детали плоскостью:
а) исходное состояние детали (плоскость отсечения обозначена условно),
б) результат выполнения операции отсечения



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

84.2. 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.

84.2.1. 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.

84.2.2. Выполнение отсечения



Вызовите команду **Сечение по эскизу**.

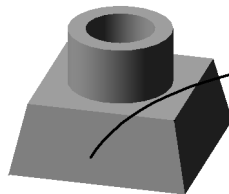
Название эскиза, по которому производится отсечение, появится в поле **Профиль сечения** на Панели свойств.



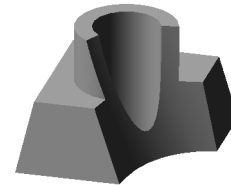
Вы можете удалить часть детали по любую сторону от цилиндрической поверхности.



Чтобы выбрать направление, активизируйте соответствующий переключатель в группе **Направление отсечения** — **Прямое** или **Обратное**. Направление отсечения показывается на фантоме в окне детали в виде стрелки.



а)



б)

Рис. 84.2. Отсечение части детали по эскизу:
а) исходное состояние детали, показан эскиз поверхности отсечения,
б) результат выполнения операции отсечения



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

Глава 85.

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 V8 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**.

85.1. 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 построения или любую его часть (грань, ребро, вершину) в окне детали.

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 86).



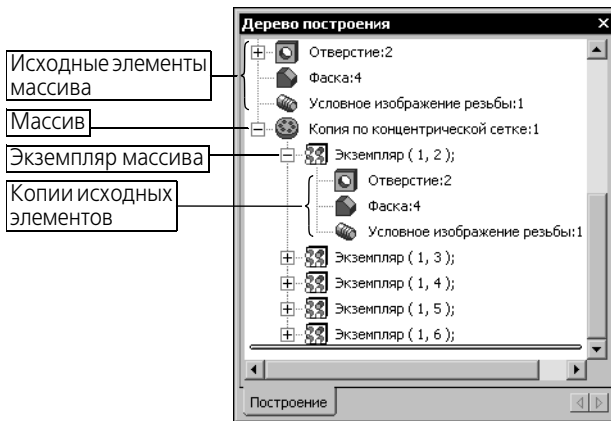
Фантом массива элементов отображается на экране. Это позволяет оценить правильность задания параметров и выбора исходных элементов.

Затем подтвердите создание массива.

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

85.1.1. Экземпляры массива

Массив элементов состоит из **экземпляров** (рис. 85.1).



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

Экземпляры массива элементов отображаются в Дереве построения 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 построения.

Рис. 85.1. Массив элементов в Дереве построения

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.

Вы можете исключить любые экземпляры из любого массива (см. раздел 112.1.1 на с. 296).

85.1.2. 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 построения 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 элементы, на ребрах которых они построены, также являются исходными элементами этого массива.

85.2. 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**.

85.2.1. Параметры сетки

Параллелограммная сетка характеризуется направлением образующих ее векторов и расстоянием между ними (рис. 85.2). Началом координат сетки можно считать любую точку исходных объектов.

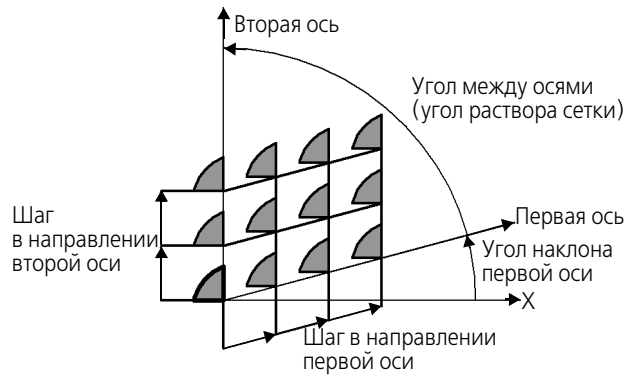


Рис. 85.2. Схема образования параллелограммной сетки

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 построения 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. 85.1).

Табл. 85.1. 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[*]. 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[*]. 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

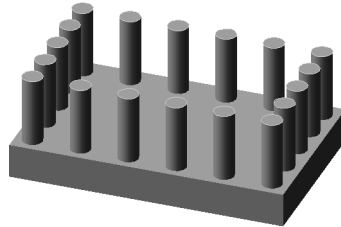
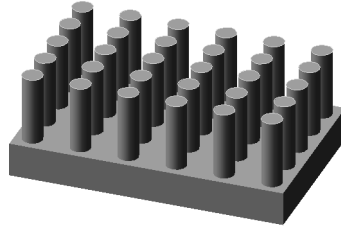
Параметры шага сетки вдоль второй оси аналогичны параметрам шага вдоль первой оси. Для их ввода используйте поля и переключатели **N 2**, **Шаг 2** и **Режим 2**.

Копии внутри сетки

Элементы массива можно расположить во всех узлах сетки или только по ее периметру. Чтобы выбрать вариант размещения копий, активизируйте соответствующий переключатель в группе **Копии внутри** (см. табл. 85.2).

Табл. 85.2. 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 112.1.1 на с. 296).

85.2.2. 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.

85.2.3. Результат копирования



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится созданный массив, а в Дереве построения — 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.

85.3. 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**.

85.3.1. Параметры сетки

Концентрическая сетка характеризуется положением ее плоскости и центра, радиусами окружностей и углом между пересекающимися их радиальными лучами (рис. 85.3).

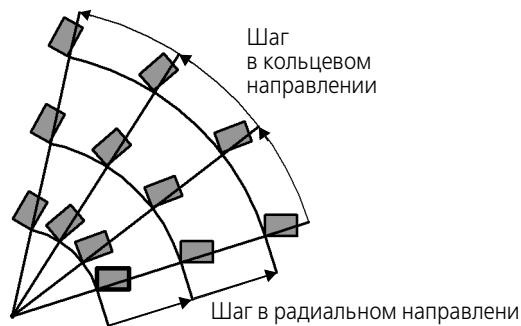


Рис. 85.3. Схема образования концентрической сетки

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 построения 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. 85.3).

Табл. 85.3. 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. 85.4).

Табл. 85.4. Режим задания шага сетки

Значение опции	Способ задания шага
Режим	
	Шаг между соседними экземплярами Значение шага воспринимается системой как угол между соседними лучами сетки*. Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий под известным углом друг к другу.
	Шаг между крайними экземплярами Значение шага воспринимается системой как угол между первым и последним лучами сетки*. Этот вариант удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий равномерно по кругу.

* 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

$$A = N * a$$


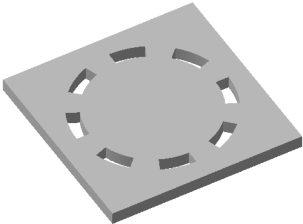

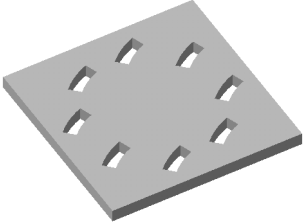


По умолчанию элементы массива располагаются относительно исходных элементов в направлении против часовой стрелки. Это — **Прямое направление**. Чтобы расположить элементы массива по часовой стрелке, активизируйте переключатель **Обратное направление** в группе **Направление**.

85.3.2. 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. 85.5).

Табл. 85.5. Ориентация элементов концентрического массива

Значение опции	Правила поворота копий	Результат построения
Ориентация		
	<p>Доворачивать до радиального направления</p> <p>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.</p>	
	<p>Сохранять исходную ориентацию</p> <p>Поворот копий относительно исходных объектов не производится.</p>	

85.3.3. 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.

85.3.4. Результат копирования



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится созданный массив, а в Дереве построения — 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 112.1.1 на с. 296).

85.4. Массив вдоль кривой



Вы можете создать массив элементов, расположив их вдоль указанной кривой.

Для этого выделите исходные элементы и вызовите команду **Массив вдоль кривой**.

85.4.1. 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 построения 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 85.4.2 на с. 111).
4. Если включено сохранение ориентации копий (см. раздел 85.4.3 на с. 113), то каждая из них дополнительно поворачивается вокруг т. 3.

Схема построения массива описанным образом приведена на рис. 85.4, 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 80.4.1 на с. 63).

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. 85.4, б.

Для получения предсказуемого результата копирования при использовании ручного указания базовой точки рекомендуется в качестве базовой выбирать начальную точку траектории.



Рис. 85.4. 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 85.4.2 на с. 111 и 85.4.3 на с. 113 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. 85.5.



Рис. 85.5. 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. 85.6).

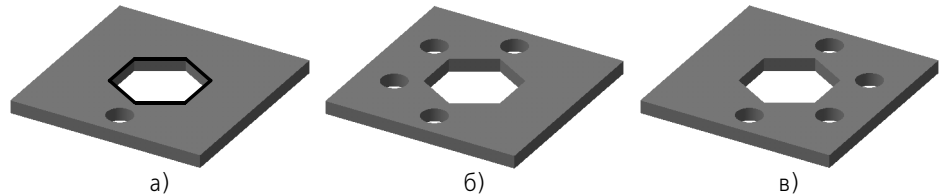


Рис. 85.6. Смена направления для массива с замкнутой траекторией:
а) исходный элемент и траектория (выделена утолщенной линией),
б) массив в прямом направлении, в) массив в обратном направлении



Если траектория копирования замкнута и элементы располагаются вдоль всей направляющей (см. табл. 85.6), 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. 85.7).

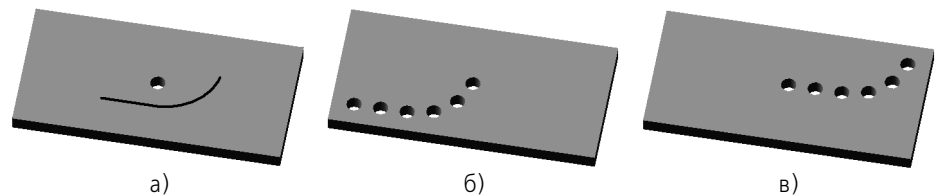




Рис. 85.7. Смена направления для массива с разомкнутой траекторией:
а) исходный элемент и траектория,
б) массив в прямом направлении, в) массив в обратном направлении

85.4.2. 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. 85.6).

Табл. 85.6. Способы задания шага копирования

Значение опции Способ	Принцип определения шага копирования
 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. 85.7).

Табл. 85.7. Режим задания шага сетки

Значение опции Режим	Способ определения шага
 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.

85.4.3. 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. 85.8).

Табл. 85.8. 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.	

85.4.4. 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.

85.4.5. Результат копирования



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится созданный массив, а в Дереве построения — 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 112.1.1 на с. 296).

85.5. Зеркальная копия



Вы можете создать копию выбранных элементов, симметричную им относительно указанной плоскости или плоской грани.

Для этого выделите исходные элементы и вызовите команду **Зеркальная копия**.

Укажите плоскость симметрии в Дереве построения или в окне детали.

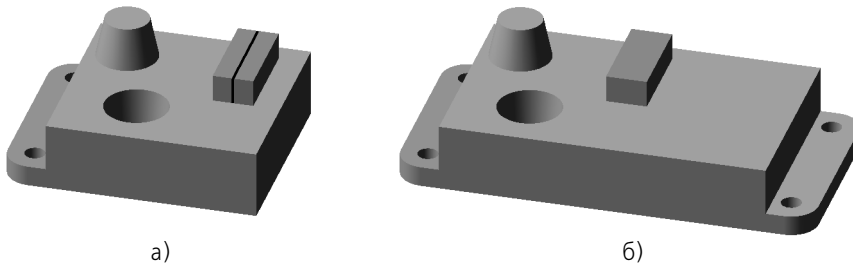


Рис. 85.8. Зеркальное копирование отдельных элементов:
а) исходная деталь (плоскость симметрии для копирования показана условно),
б) результат копирования основания и лапки относительно средней плоскости прямоугольного выступа



После подтверждения выполнения операции в окне детали появится зеркальная копия элементов, а в Дереве построения — соответствующая ей пиктограмма.

Если копировался приклеенный элемент, копия также приклеивается к детали, если вырезанный элемент — копия вырезается.

85.6. Зеркально отразить все



Вы можете приклеить к детали ее зеркальную копию, т.е. получить деталь, обладающую плоскостью симметрии.

Для этого вызовите команду **Зеркально отразить все**.

Укажите в окне детали плоскую грань, которая должна стать плоскостью симметрии при копировании детали. Вы можете указывать только грань, плоскость которой не пересекает деталь.



После подтверждения выполнения операции в окне модели появится зеркально симметричная деталь, а в Дереве построения — соответствующая ей пиктограмма.

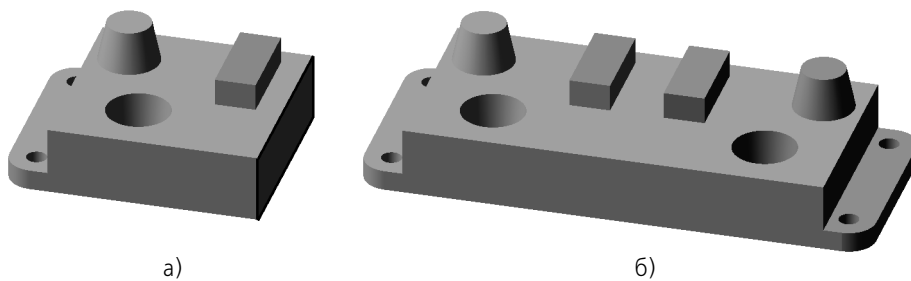


Рис. 85.9. Зеркальное копирование всей детали:
а) исходная деталь, б) результат копирования

Порядок работы с получившейся симметричной деталью будет прежним — добавление и вычитание тел, формирование фасок, скруглений и отверстий. Новые элементы не обязательно должны быть симметричны.

Глава 86.

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. 86.1, а). При переключении на вкладку **Диаметр** эти характерные точки исчезают и появляются другие — соответствующие числовым полям вкладки **Диаметр** (рис. 86.1, б).

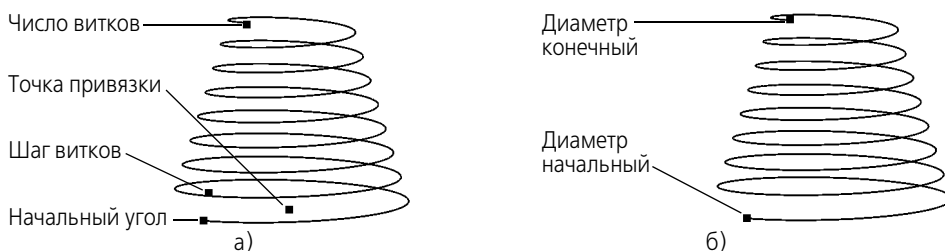


Рис. 86.1. Характерные точки конической спирали:

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. 71).

Часть XIX

Детали из листового материала

Глава 87.

Общие сведения

В КОМПАС-3D возможно моделирование деталей, получаемых из листового материала с помощью гибки.



Рис. 87.1.

Команды, предназначенные для работы с листовыми деталями, расположены в меню **Операции**, а кнопки для их вызова находятся на панели **Элементы листового тела** (рис. 87.1).



Создание листовой детали начинается с построения **листового тела**. Для этого служит команда **Листовое тело**. Подробно ее выполнение описано в главе 88. 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 92.3 на с. 182.

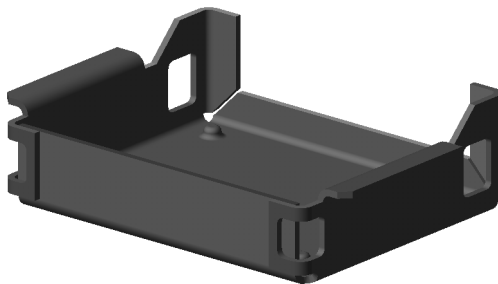


Рис. 87.2. Пример детали из листового материала

87.1. 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.

87.2. 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).

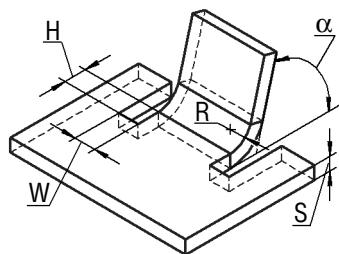


Рис. 87.3. Параметры листовой детали

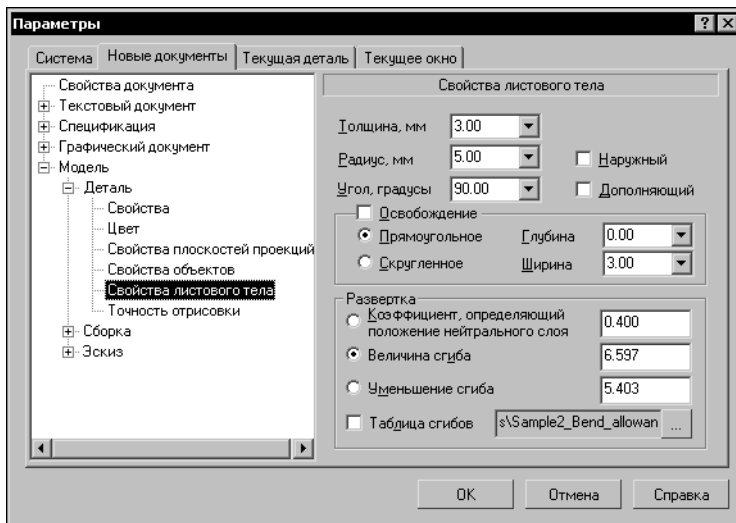


Сгиб может и не иметь освобождений.

Кроме того, каждый сгиб имеет параметр, определяющий длину развертки этого сгиба. Таким параметром — в зависимости от выбранного способа определения длины развертки (см. раздел 87.4 на с. 127) — 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 87.2.1).

87.2.1. 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. 87.4).

Эти элементы представлены в таблице 87.1.

Рис. 87.4. Диалог настройки параметров листового тела для новых деталей

Табл. 87.1. 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 89.3.1 на с. 140).
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. 87.3).
Развертка	Группа опций, позволяющая указать, как должны определяться длины разверток сгибов.

Табл. 87.1. 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 87.4.1 на с. 128). Введите умолчательное значение коэффициента.
Величина сгиба	Выберите этот вариант, если длина развертки будет задаваться явно (см. раздел 87.4.2 на с. 128), и введите умолчательное значение величины сгиба.
Уменьшение сгиба	Выберите этот вариант, если длина развертки должна определяться путем задания уменьшения сгиба (см. раздел 87.4.3 на с. 129). Введите умолчательное значение уменьшения.
Таблица сгибов**	Включите эту опцию, если длины разверток сгибов должны браться из таблицы сгибов (см. раздел 87.4.4 на с. 130). 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 доступными. 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. 87.5). 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 87.3 на с. 124) и содержат те значения, которые эти переменные имеют в настоящий момент. При изменении значения какой-либо переменной содержимое соответствующего поля также изменяется.

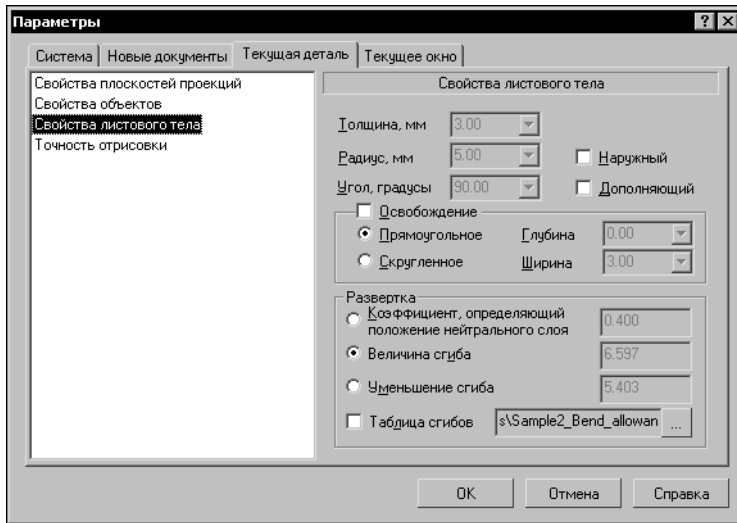


Рис. 87.5. Диалог настройки параметров листового тела для текущей детали

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. 131.

87.3. Переменные листовой детали и работа с ними

При создании в детали листового тела (см. главу 88) в ней появляются переменные, соответствующие параметрам листовой детали.

Переменные листового тела и их значения отображаются в окне переменных (рис. 87.6):

- ▼ 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.

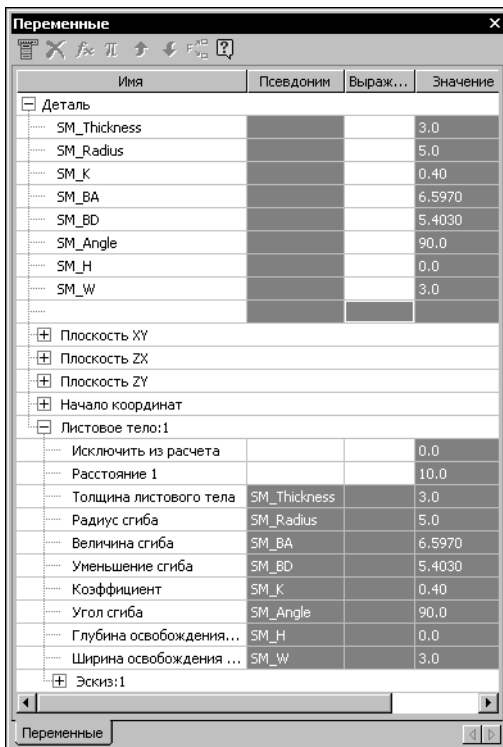


Рис. 87.6. Переменные листовой детали

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_Angle — имеет умолчательное значение,
- ▼ SM_H — имеет умолчательное значение,
- ▼ SM_W — имеет умолчательное значение,
- ▼ 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.

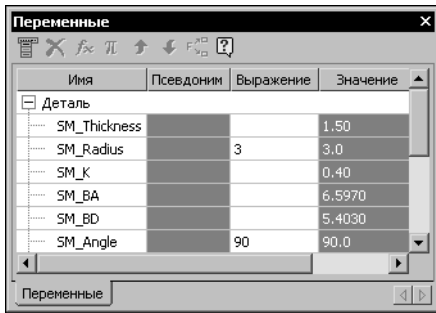
Эти значения переменных листовой детали — присвоенные им при создании листового тела — являются **умолчательными для данной детали**.

При создании листовых элементов, содержащих сгибы, параметрам этих элементов могут автоматически присваиваться псевдонимы:

- ▼ 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 элементов автоматически были присвоены псевдонимы, значения этих параметров должны совпадать с умолчательными значениями для данной детали.

Присвоение одного и того же псевдонима параметрам различных элементов означает использование этими элементами одной и той же переменной. Изменение ее значения передается во все эти элементы. 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. 87.7).



Имя	Псевдоним	Выражение	Значение
SM_Thickness			1.50
SM_Radius		3	3.0
SM_K			0.40
SM_BA			6.5970
SM_BD			5.4030
SM_Angle		90	90.0

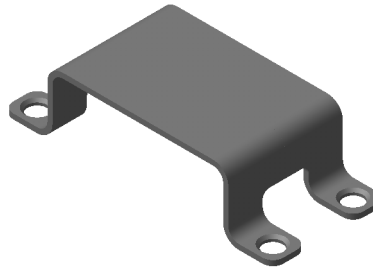



Рис. 87.7. Первоначальные значения переменных и исходное состояние детали

В результате изменения значения переменной SM_Radius на 1,5, а переменной SM_Angle на 70 все сгибы детали перестроились в соответствии с новыми значениями параметров (рис. 87.8).



Имя	Псевдоним	Выражение	Значение
SM_Thickness			1.50
SM_Radius		1.5	1.50
SM_K			0.40
SM_BA			6.5970
SM_BD			5.4030
SM_Angle		70	70.0

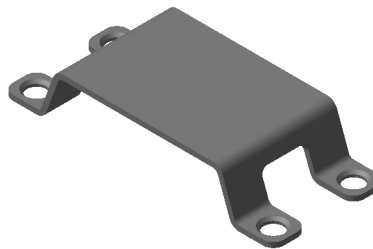


Рис. 87.8. Новые значения переменных и перестроенная деталь

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 105.

87.3.1. Особенности работы с переменными листовой детали

1. Псевдонимы параметров листовой детали изменить невозможно.
2. Значения умолчательных переменных для данной листовой детали могут изменяться только при редактировании листового тела или системы уравнений этой детали.
3. Редактирование элемента, имеющего умолчательные параметры, путем изменения какого-либо из них **не влияет** на значение соответствующей умолчательной переменной. В результате такого редактирования параметру элемента присваивается значение, введенное в соответствующее поле Панели свойств, а умолчательный псевдоним параметра (SM_Radius, SM_Angle и т.д.) автоматически удаляется.
4. Если в результате редактирования элемента его параметру возвращается умолчательное значение, то умолчательный псевдоним автоматически присваивается этому параметру только в том случае, если он не имеет псевдонима. Если же параметру элемента был при-

своен отличный от умолчательного псевдоним, то он сохраняется при любых изменениях значения этого параметра.

- 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.

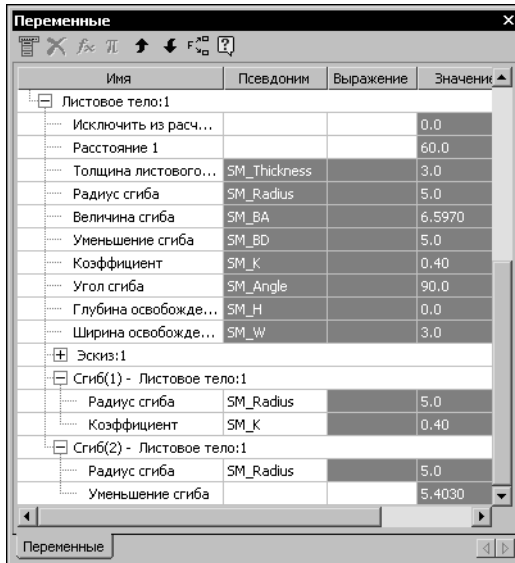


Рис. 87.9. Отображение сгибов в окне переменных

- Сгибы, у которых отключено определение параметров по исходному объекту (см. раздел 89.3.6 на с. 144), отображаются в окне переменных как самостоятельные элементы, подчиненные своему исходному объекту (рис. 87.9). Параметрами этих сгибов являются радиус и параметр развертки. Если значение параметра совпадает с умолчательным, то ему автоматически присваивается умолчательный псевдоним:

- ▼ радиусу — SM_Radius,
- ▼ величине сгиба — SM_BA,
- ▼ уменьшению сгиба — SM_BD,
- ▼ коэффициенту нейтрального слоя — SM_K.



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**.

87.4. 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 87.2.1 на с. 122).

Кроме того, возможен выбор способа определения длины развертки для каждого конкретного сгиба (см. раздел 89.3.5 на с. 144).

87.4.1. 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. 87.10).

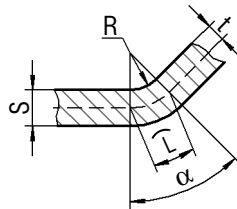


Рис. 87.10. Сечение сгиба плоскостью, перпендикулярной линии сгиба (нейтральная линия показана штрихами)

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.

87.4.2. 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. 87.11) рассчитывается по формуле:

$$L = A + BA + B.$$

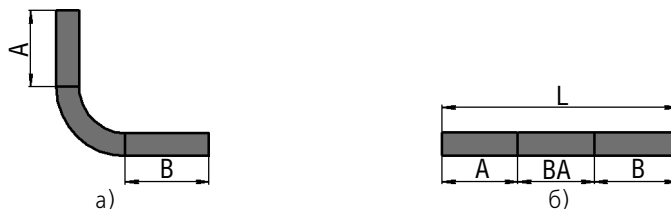


Рис. 87.11. Разгибание сгиба: а) сгиб согнут, б) сгиб разогнут

87.4.3. 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. 87.2).

Табл. 87.2. 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. 87.12) рассчитывается по формуле:

$$L = A' + B' - BD.$$

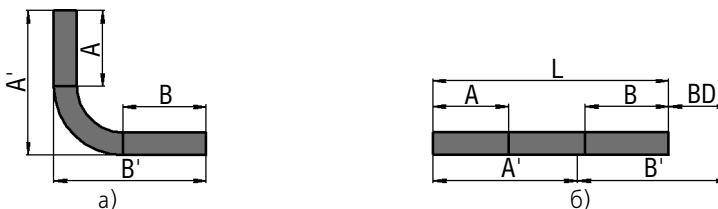


Рис. 87.12. Разгибание сгиба: а) сгиб согнут, б) сгиб разогнут



Для углов сгиба $\alpha > 90^\circ$ значение уменьшения сгиба **BD** может быть отрицательным.

87.4.4. 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 параметров листового тела (см. раздел 87.2.1 на с.122) 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 87.2.1 на с. 122).

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 построения 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 использованной 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.

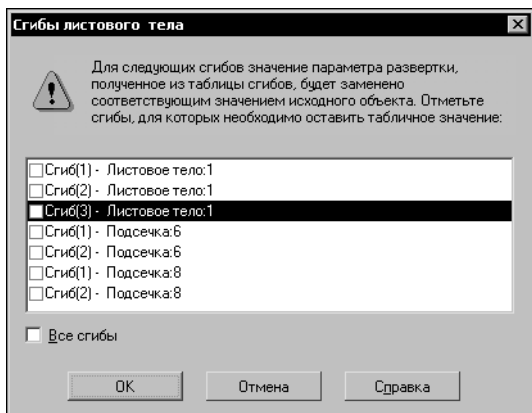
Листовая деталь может содержать **элементы с автоматически определяемыми углами сгиба**. К таким элементам относятся:

- ▼ листовое тело с разомкнутым эскизом (углы сгибов определяются параметрами объектов эскиза),

- ▼ подсечка, заданный размер которой меньше минимального (углы сгибов рассчитываются по формуле, см. табл. 89.8 на с. 164).

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 87.2.1 на с. 122).



Если вышеперечисленные листовые элементы содержат сгибы, у которых включено определение параметров по исходному объекту (т.е. активна опция **По исходному объекту** — см. раздел 89.3.6 на с. 144), то на экране появляется диалог выбора сгибов (рис. 87.13).

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. 87.13. 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 построения 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.

87.5. Фантомы

При построении таких листовых элементов, как сгибы (см. главу 89) и штамповочные элементы (см. главу 93) 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 88.

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 79.1.1 на с. 52). 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.

88.1. Построение листового тела



Чтобы создать в детали листовое тело, вызовите команду **Листовое тело**.



Команда **Листовое тело** доступна, если выделен один эскиз (и отсутствует основание детали).



Задайте параметры листового тела на Панели свойств и подтвердите выполнение операции.



В окне модели появится листовое тело с заданными параметрами, а в Дереве построения — пиктограмма листового тела.

После создания листового тела в детали формируется определенный набор переменных (подробнее см. раздел 87.3 на с. 124).

88.1.1. 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 89.3.5 на с. 144). Если длина развертки берется из таблицы сгибов, вы можете сменить умолчательную таблицу, нажав кнопку **Выбрать другую таблицу сгибов**.

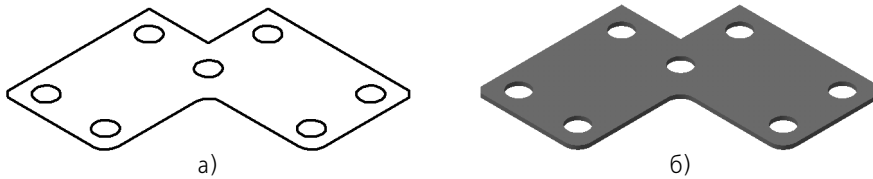


Рис. 88.1. Построение листового тела на основе замкнутого эскиза: а) эскиз, б) листовое тело

88.1.2. 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 80.1.1 на с. 55 и 80.1.2 на с. 56).



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. 88.2).



Ввод нулевого радиуса сгиба невозможен. Минимальное значение — 0,0002 мм.

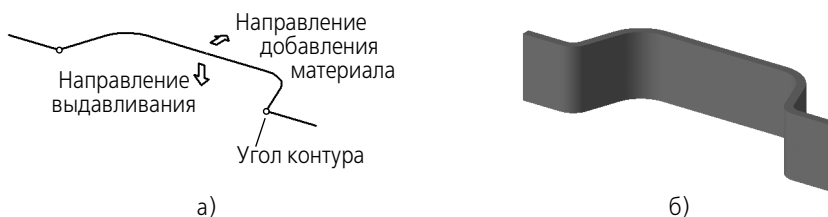


Рис. 88.2. Построение листового тела на основе разомкнутого эскиза: а) эскиз, б) листовое тело

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 89.3.5 на с. 144). 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 построения значком «разогнуто». Управление признаком «разогнуто» для листового тела производится также, как для других листовых элементов, содержащих сгибы (см. раздел 89.3.4 на с. 143)

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 построения так же, как остальные сгибы (см. раздел 89.2 на с. 139), любой сгиб листового тела можно отредактировать (см. раздел 89.3.6 на с. 144).

Глава 89.

Сгибы

Сгиб — цилиндрический участок листовой детали (рис. 89.1).

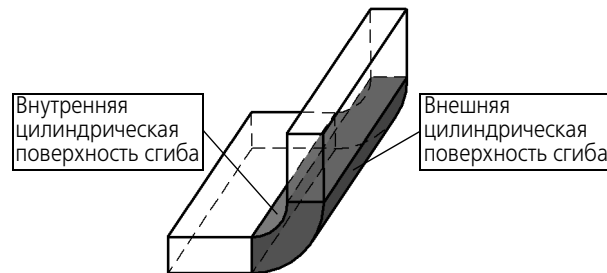


Рис. 89.1. Пример сгиба в листовой детали

Сгибы могут формироваться в листовой детали двумя способами:

1. при создании листового тела на основе незамкнутого эскиза (см. раздел 88.1.2 на с. 136),



2. с помощью команд

- ▼ **Сгиб,**
- ▼ **Сгиб по линии,**
- ▼ **Подсечка.**

Данная глава посвящена сгибам, полученным вторым способом. Раздел 89.3 содержит описание общих приемов создания этих сгибов. В разделах 89.4, 89.5 и 89.6 рассказано о дополнительных приемах, использующихся при работе с командами **Сгиб**, **Сгиб по линии** и **Подсечка** соответственно.

89.1. 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**.

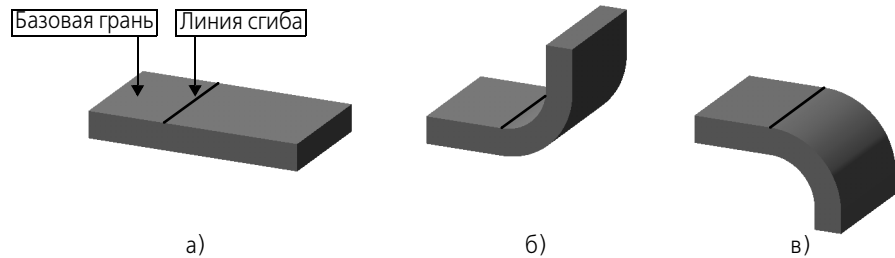


Рис. 89.2. Направление сгиба: а) базовая грань и линия сгиба, б) сгиб в прямом направлении, в) сгиб в обратном направлении

89.2. Отображение сгибов в Дереве построения

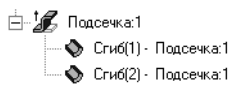


Рис. 89.3.

Пиктограммы сгибов расположены в Дереве построения на «ветвях» своих **исходных объектов** — тех листовых элементов, в состав которых они входят (рис. 89.3).

Некоторые элементы, например, подсечка, могут содержать несколько сгибов. Чтобы просмотреть список сгибов, разверните «ветвь» Деревя построения, 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 89.3.6 на с. 144).



Действие команд **Исключить из расчета/Включить в расчет** распространяется на весь элемент, содержащий выбранный сгиб, а команд **Скрыть/Показать** — на все тело детали.

89.3. 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 87.3 на с. 124). 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 87.3.



Для задания числовых параметров сгибов можно использовать характерные точки (см. главу 86).



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 построения появится соответствующая пиктограмма:



- ▼ сгиб,
- ▼ сгиб по линии,
- ▼ подсечка.

89.3.1. 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. 89.2, б, в) — зависит как от направления отсчета угла, так и от его интерпретации (см. табл. 89.1).

Табл. 89.1. Схема построения сгиба в зависимости от направления отсчета и интерпретации угла *




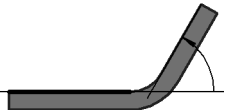

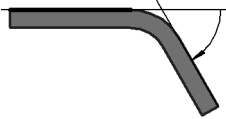
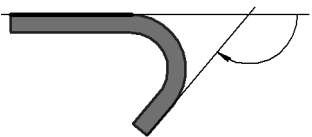



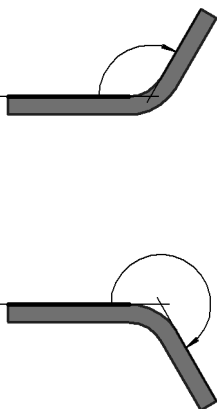
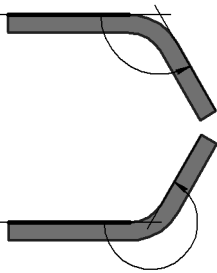
	 Прямое направление отсчета	 Обратное направление отсчета
 Угол сгиба	 	 

Табл. 89.1. Схема построения сгиба в зависимости от направления отсчета и интерпретации угла*

	 Прямое направление отсчета	 Обратное направление отсчета
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° направление полученного сгиба оказывается противоположно выбранному направлению отсчета угла.

Например, на рис. 89.4 показан сгиб в **обратном** направлении. Угол этого сгиба равен 250° , интерпретируется как **дополняющий** и отложен в **прямом** направлении.

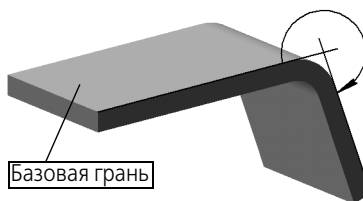


Рис. 89.4. Сгиб в обратном направлении

89.3.2. 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.

89.3.3. Освобождение угла

Если создаваемый сгиб располагается по отношению к соседнему сгибу (сгибам), например, так, как показано на рис. 89.5, то вы можете применить освобождение угла.

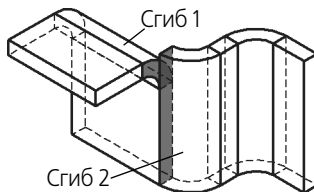


Рис. 89.5. Пример расположения сгибов, позволяющего применить освобождение угла: плоская кольцевая грань создаваемого Сгиба 1 частично совпадает с плоской прямоугольной гранью соседнего с ним Сгиба 2

Доступны три способа освобождения (табл. 89.2). Чтобы выбрать нужный способ, активизируйте соответствующий переключатель на вкладке **Освобождение** Панели свойств.

Табл. 89.2. Способы освобождения углов сгибов

Значение опции Освобождение угла	Результат построения*
Только сгиб	
Сгиб и его продолжение	

Табл. 89.2. Способы освобождения углов сгибов

	Значение опции Освобождение угла	Результат построения*
	Все сгибы	

* В этой колонке представлены результаты применения различных способов освобождения угла при построении Сгиба 1 (см. рис. 89.5).

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.

89.3.4. 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. 89.6, б). Если опция включена, сгибы листового элемента будут разогнуты (рис. 89.6, в).

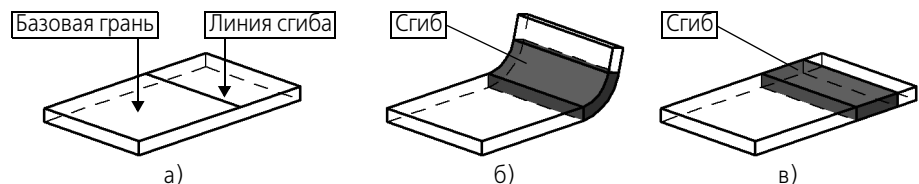


Рис. 89.6. Построение сгиба: а) базовая грань и линия сгиба, б) согнутый сгиб, в) разогнутый сгиб

Пиктограмма разогнутого листового элемента отмечается в Дереве построения значком «разогнуто»:



- ▼ разогнутый сгиб,
- ▼ разогнутый сгиб по линии,
- ▼ разогнутая подсечка.

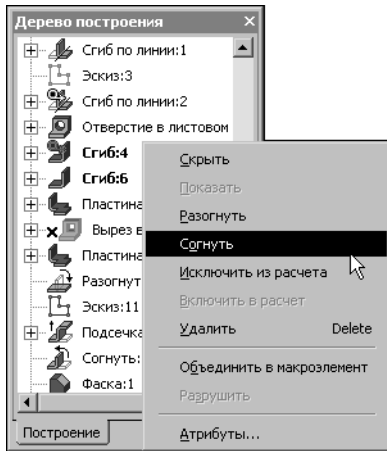


Рис. 89.7.

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 построения. 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. 89.7).



Существуют также специальные команды редактирования листовой детали, позволяющие изменить состояние одного или нескольких сгибов (см. раздел 92.1 на с. 178).

89.3.5. 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 87.4 на с. 127.

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. 131.

89.3.6. 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 построения и вызвать команду **Редактировать элемент** из контекстного меню или из меню **Редактор**.

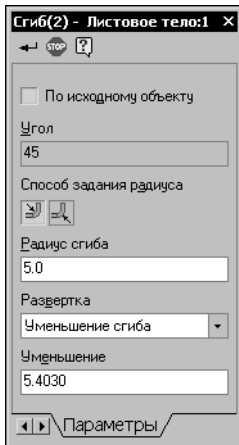


Рис. 89.8.

На Панели свойств появятся элементы, позволяющие настроить сгиб (рис. 89.8). 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.



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 **Переменные** как самостоятельные элементы, подчиненные своему исходному объекту (подробнее — см. раздел 87.3.1 на с. 126, пункт 6).

89.4. 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. 89.9).



Рис. 89.9. 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 89.3.1 на с. 140).

Укажите величину и способ задания радиуса сгиба (см. раздел 89.3.2 на с. 142).

Настройте освобождение угла (см. раздел 89.3.3 на с. 142).

Выберите состояние сгиба (см. раздел 89.3.4 на с. 143).

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 89.3.5 на с. 144).

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.

89.4.1. Размещение сгиба

При создании сгиба возможны различные варианты его размещения на ребре. Чтобы указать размещение сгиба, выберите нужный вариант из списка **Размещение** (см. табл. 89.3). В зависимости от выбранного варианта размещения на Панели свойств появляются поля для ввода ширины сгиба или его отступов от концов ребра.

Табл. 89.3. Варианты размещения сгиба

Значение опции Размещение	Правила размещения сгиба и определения его ширины	Результат построения
	По всей длине Ширина сгиба равна длине ребра.	
	По центру Значение ширины сгиба вводится в поле Ширина* . Сгиб размещается по центру ребра.	

Табл. 89.3. Варианты размещения сгиба


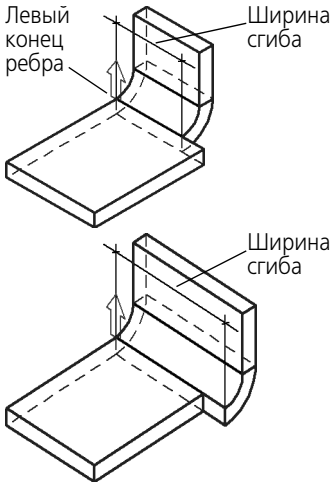

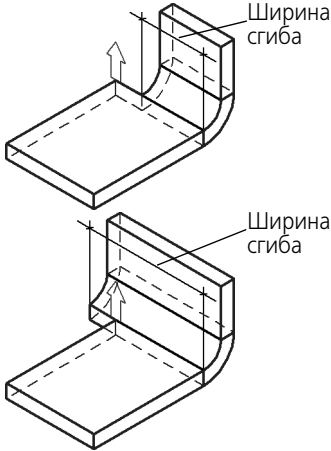

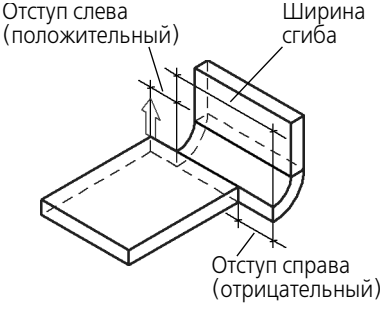
Значение опции Размещение	Правила размещения сгиба и определения его ширины	Результат построения
	<p>Слева</p> <p>Значение ширины вводится в поле Ширина*. Сгиб размещается так, чтобы левый конец ребра лежал в плоскости левой стороны сгиба.</p>	
	<p>Справа</p> <p>Значение ширины вводится в поле Ширина*. 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>	

Табл. 89.3. Варианты размещения сгиба

Значение опции	Правила размещения сгиба	Результат построения
Размещение	и определения его ширины	
	<p>Отступ слева 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>	
	<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.

89.4.2. Продолжение сгиба

Продолжение сгиба — часть листовой детали, примыкающая к сгибу со стороны, противоположной ребру, вдоль которого расположен этот сгиб (рис. 89.10).

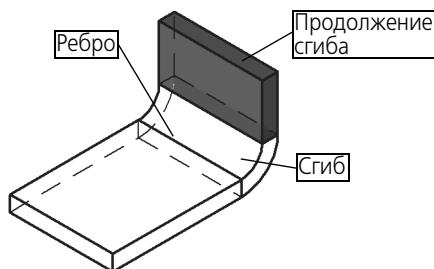
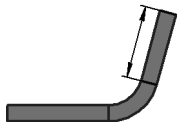
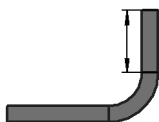
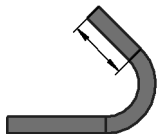
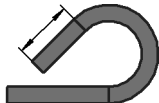


Рис. 89.10. Продолжение сгиба вдоль ребра

Введите длину продолжения сгиба в поле **Длина**.

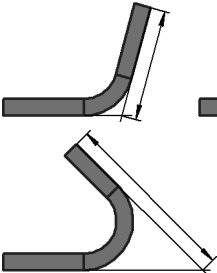
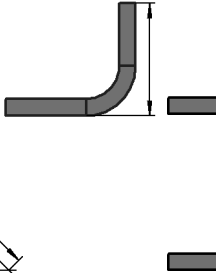
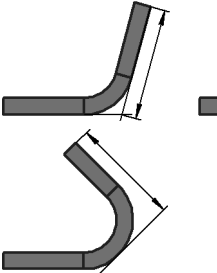
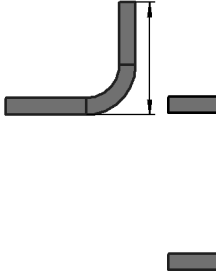
Укажите способ задания длины продолжения сгиба, выбрав нужный вариант из списка **Способ задания длины** (табл. 89.4). При использовании способов **Длина по контуру** и **Длина по касанию** доступна опция **Внутри**, позволяющая выбрать поверхность, ограничивающую длину продолжения.

Табл. 89.4. Схемы задания длины продолжения сгиба*

Значение опции	Опция Внутри выключена	Опция Внутри включена
Способ задания длины		
Длина		
		

Опция **Внутри** недоступна при использовании способа **Длина**.

Табл. 89.4. Схемы задания длины продолжения сгиба*

Значение опции	Опция Внутри выключена	Опция Внутри включена
Способ задания длины		
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. 89.11).

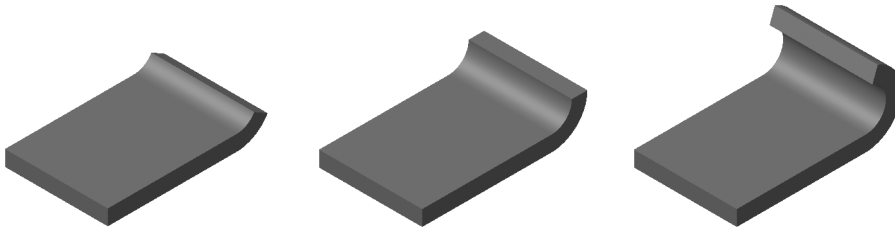


Рис. 89.11. Примеры сгибов без продолжений

- ▼ При использовании способов **Длина по контуру** и **Длина по касанию** значение, вводимое в поле **Длина**, должно быть больше некоторого минимума (рис. 89.12). В общем случае он зависит от толщины материала, угла и радиуса сгиба.



Рис. 89.12. Минимальная длина

- ▼ Задание **Длины по контуру** доступно для углов от 0° до 180° .

89.4.3. 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. 89.13, а), а при положительном — сдвигается внутрь или наружу (рис. 89.13 б, в).

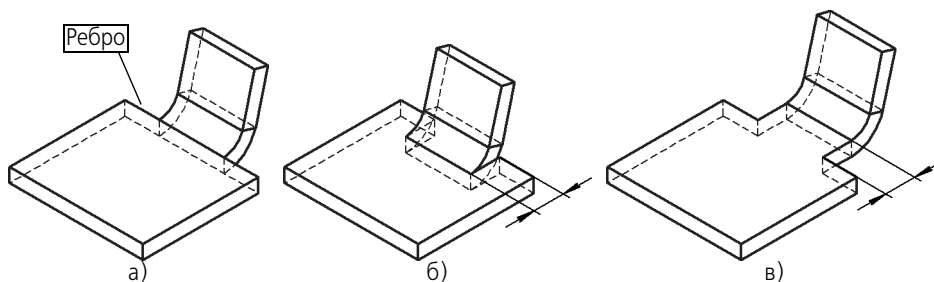





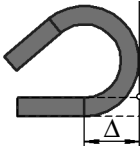
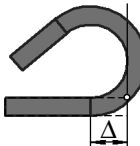
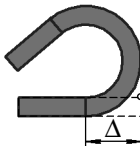
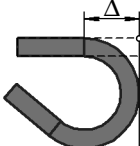
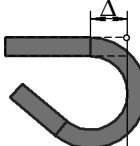
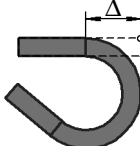
Рис. 89.13. Смещение сгиба: а) нулевое, б) внутрь, в) наружу

При других типах смещения расстояние смещения определяется системой автоматически. Это расстояние зависит от угла сгиба, толщины материала и внутреннего радиуса сгиба (табл. 89.5).

Табл. 89.5. 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. 89.5. 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.

89.4.4. Боковые стороны

При создании сгиба вдоль ребра возможны два способа управления параметрами боковых сторон сгиба:

- ▼ изменение ширины продолжения сгиба (рис. 89.14),

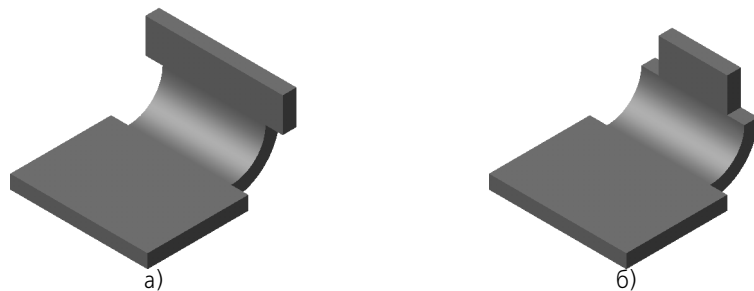


Рис. 89.14. Изменение ширины продолжения сгиба: а) увеличение, б) уменьшение

- ▼ задание угла на сгибе и/или уклона боковых сторон продолжения сгиба (рис. 89.15).

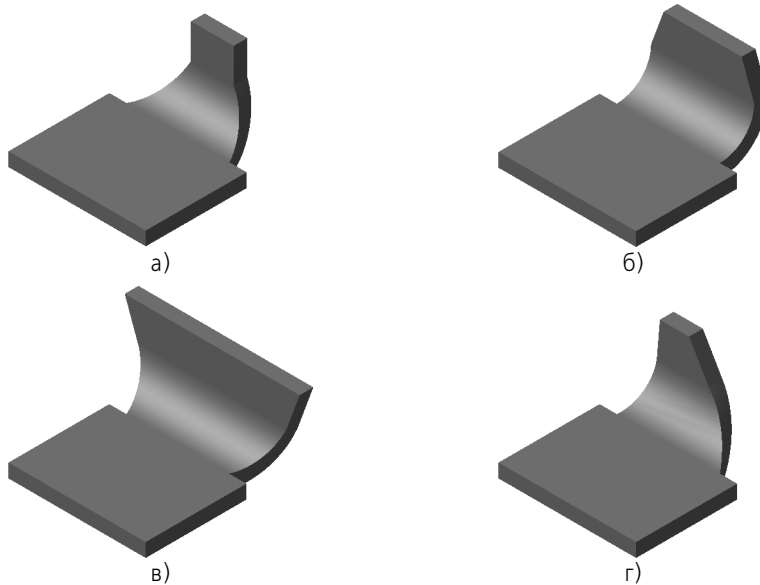


Рис. 89.15. Управление боковыми сторонами сгиба:
а) углы на сгибе, б) уклон боковых сторон продолжения сгиба,
в), г) углы на сгибе и уклон боковых сторон продолжения



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**.

89.4.5. 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. 89.16).

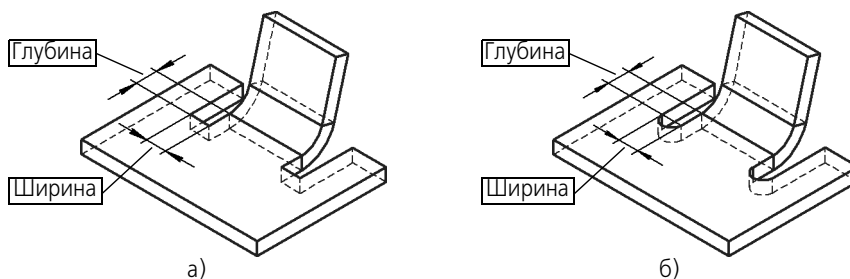


Рис. 89.16. Освобождение сгиба: а) прямоугольное, б) скругленное



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. 89.17, б), активизируйте эту опцию. При отключенной опции ширины освобождений не включаются в ширину сгиба (ширина сгиба не изменяется — рис. 89.17, в).

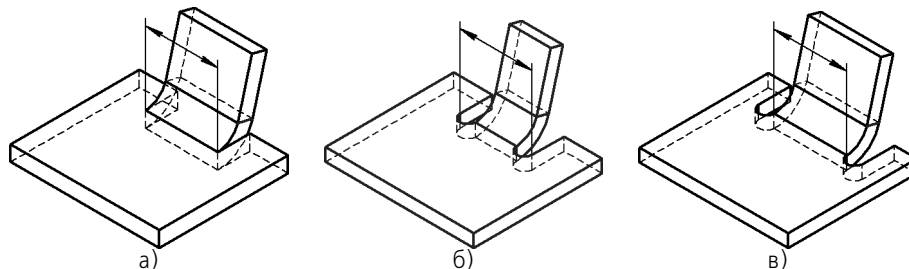


Рис. 89.17. Расположение освобождений: а) ширина сгиба без освобождений, б) освобождения включены в ширину сгиба, в) освобождения не включены в ширину сгиба

Если угол на сгибе (см. раздел 89.4.4 на с. 153) отличен от нуля, то освобождение сгиба поворачивается (рис. 89.18). Угол поворота освобождения равен углу на сгибе. Глубина освобождения откладывается вдоль боковой грани разогнутого сгиба, а ширина освобождения — перпендикулярно этой грани (рис. 89.19).

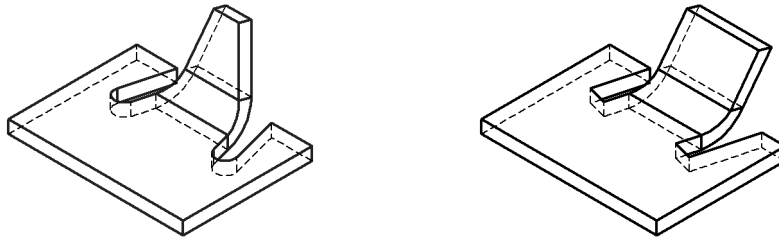


Рис. 89.18. Освобождение сгиба при отличном от нуля угле на сгибе



Рис. 89.19. Определение размеров освобождения сгиба при отличном от нуля угле на сгибе

89.5. 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. 89.22).

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 89.20–89.22 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.

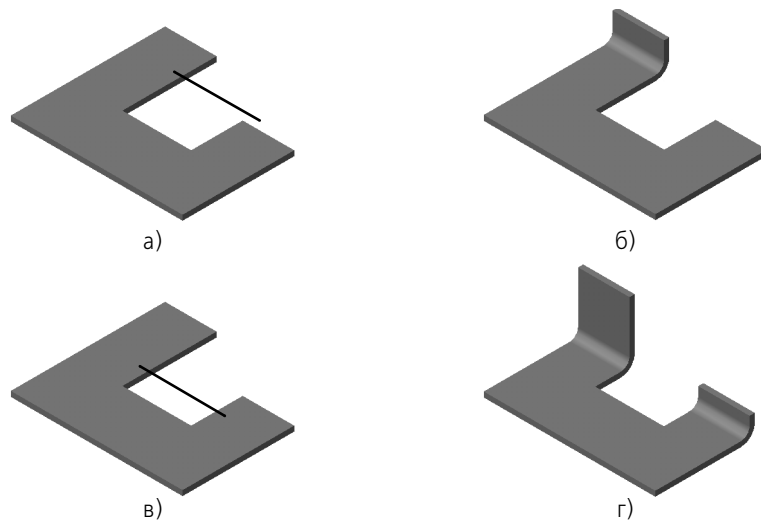


Рис. 89.20. Зависимость результата сгиба от положения линии сгиба: а), в) варианты положения линии сгиба, б), г) соответствующие результаты построения

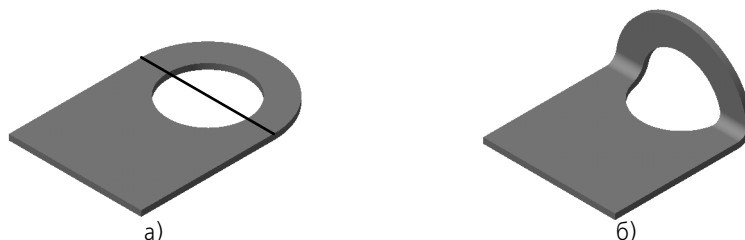


Рис. 89.21. Сгиб детали с отверстием: а) положение линии сгиба, б) результат построения

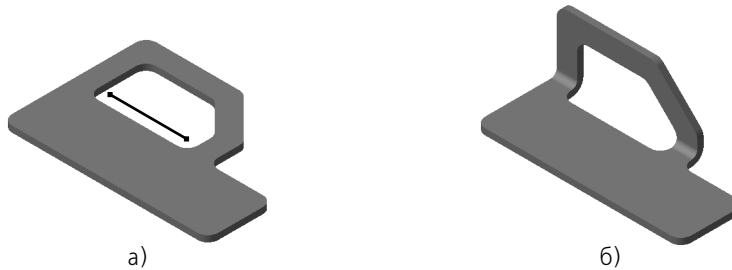


Рис. 89.22. Использование вспомогательной оси в качестве линии сгиба: а) расположение оси, б) результат построения



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 89.3.1 на с. 140).

Укажите величину и способ задания радиуса сгиба (см. раздел 89.3.2 на с. 142).

Настройте освобождение угла (см. раздел 89.3.3 на с. 142).

Выберите состояние сгиба (см. раздел 89.3.4 на с. 143).

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 89.3.5 на с. 144).

89.5.1. Неподвижная сторона сгиба

При построении сгиба по линии в окне детали отображается фантомная стрелка (рис. 89.23). Она указывает прямое направление отсчета угла сгиба и его **неподвижную сторону** — ту часть базовой грани, положение которой при сгибе не изменится.

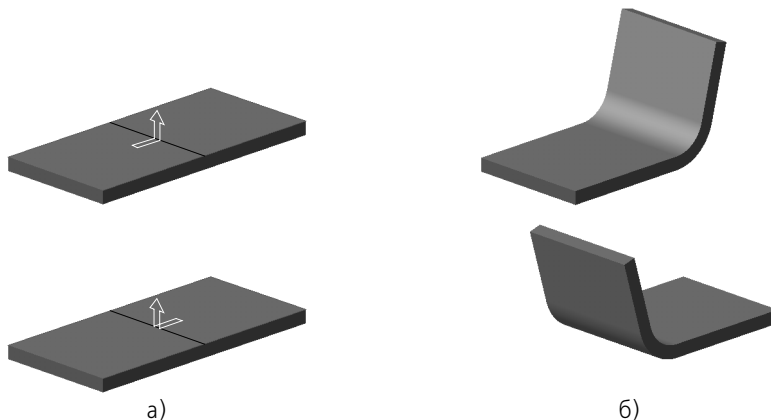


Рис. 89.23. Сгиб по линии: а) направление и неподвижная сторона, б) результат операции



Чтобы сделать неподвижной другую сторону, воспользуйтесь группой переключателей **Неподвижная сторона**.



Изменение неподвижной стороны немедленно отражается на положении стрелки в окне модели.

89.5.2. Способ формирования сгиба

При построении сгиба по линии вы можете выбрать способ его формирования из списка **Способ сгиба** (табл. 89.6). В таблице показаны схемы построения сгибов для различных величин и направлений отсчета углов.

Табл. 89.6. 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. 89.6. 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.

89.6. 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 89.24–89.27 показаны варианты подсечек. В качестве базовой грани во всех представленных случаях используется верхняя плоская грань детали; линия сгиба показана утолщенной.

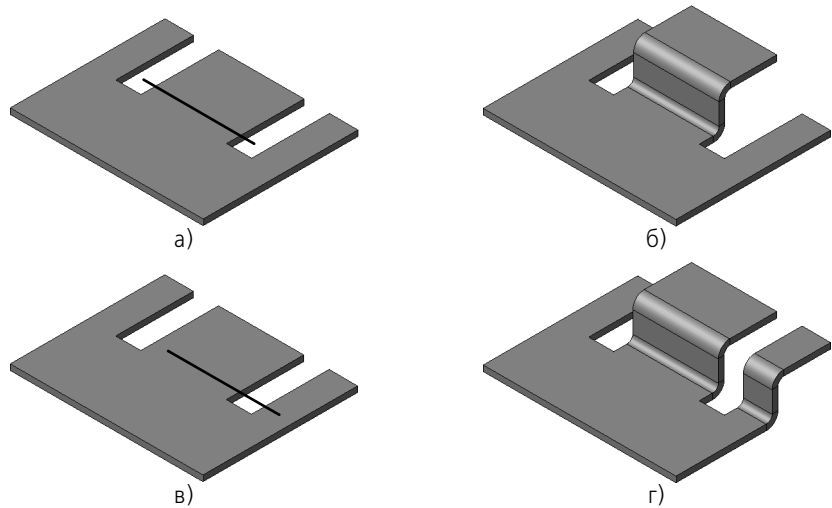


Рис. 89.24. Зависимость результата построения подсечки от положения линии сгиба:
а), в) варианты положения линии сгиба,
б), г) соответствующие результаты выполнения операции

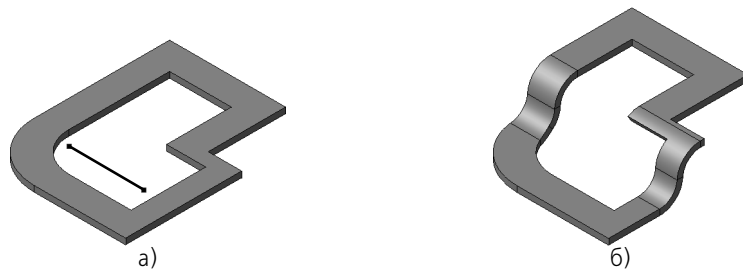


Рис. 89.25. Использование вспомогательной оси в качестве линии сгиба подсечки:
а) расположение оси, б) результат построения

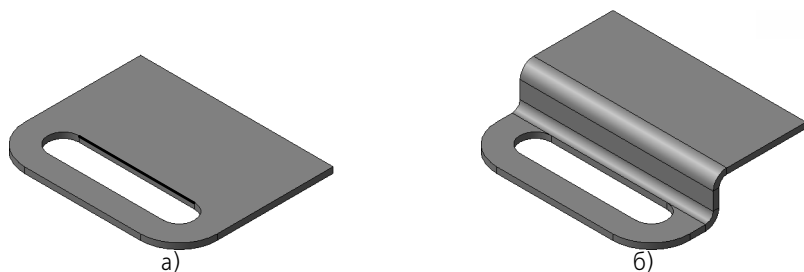


Рис. 89.26. Использование ребра в качестве линии сгиба подсечки:
а) расположение ребра, б) результат построения

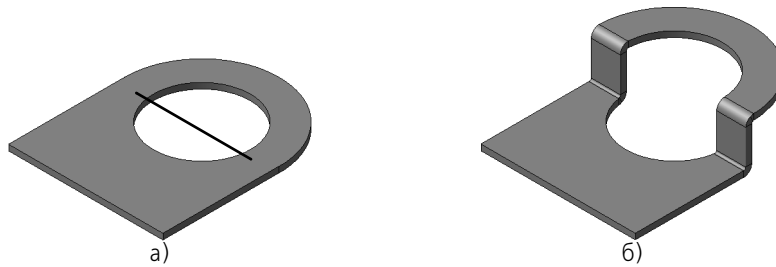


Рис. 89.27. Подсечка в детали с отверстием: а) положение линии сгиба, б) результат построения



Чтобы построить подсечку, вызовите команду **Подсечка**.

Укажите базовую грань подсечки и линию сгиба.

Выберите неподвижную сторону (см. раздел 89.5.1 на с. 158).

Выберите направление отсчета и интерпретацию угла (см. раздел 89.3.1 на с. 140).



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 89.3.2 на с. 142).

Выберите способ формирования сгиба (см. раздел 89.5.2 на с. 159).

Настройте освобождение угла (см. раздел 89.3.3 на с. 142).

Выберите состояние сгиба (см. раздел 89.3.4 на с. 143).

Настройте определение длины развертки сгиба (см. раздел 89.3.5 на с. 144).



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 89.3.6 на с. 144).

89.6.1. 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**.

89.6.2. 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 89.28.

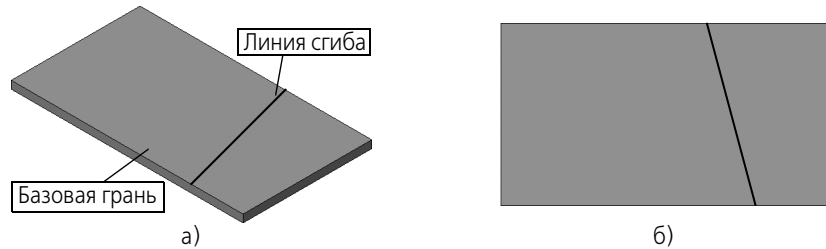


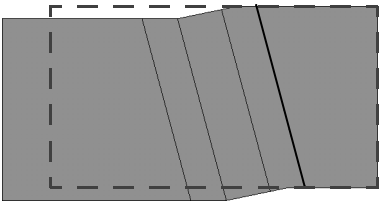
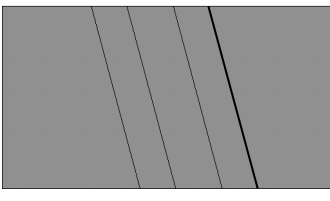
Рис. 89.28. Исходный элемент подсечки: а) изометрическая проекция, б) проекция исходного элемента на базовую грань

Сравнение результатов построения подсечки представлено в таблице 89.7.

Табл. 89.7. Подсечки с добавлением и без добавления материала*

Различающиеся признаки	Способ построения подсечки	
	С добавлением материала	Без добавления материала
проекция подсечки на базовую грань	 <p>...совпадает с контуром проекции исходного элемента</p>	 <p>...не совпадает с контуром проекции исходного элемента</p>

Табл. 89.7. 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.

89.6.3. 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.89.8).

H_{\min} — минимальный внутренний размер подсечки без плоского участка — определяется по формуле:

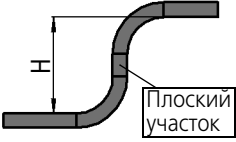
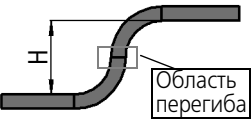
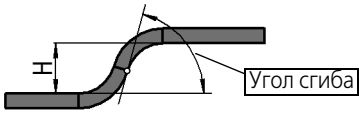
$$H_{\min} = 2 \times R - (2 \times R + S) \times \cos \alpha, \text{ где}$$

R — внутренний радиус сгибов;

S — толщина листового материала;

α — угол сгиба.

Табл. 89.8. 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.

89.7. Замыкание углов

Замыкание угла — модификация плоских частей листовой детали, примыкающих к двум смежным сгибам, с целью уменьшения зазора между этими частями (рис. 89.29).

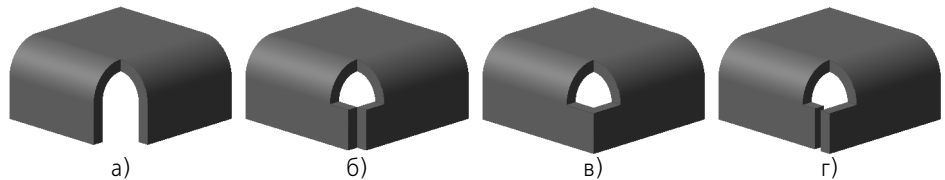


Рис. 89.29. Замыкание угла: а) исходное состояние детали, б), в), г) варианты замыкания угла

Смежными считаются сгибы, имеющие общее ребро, расположенное так, как показано на рис. 89.30.

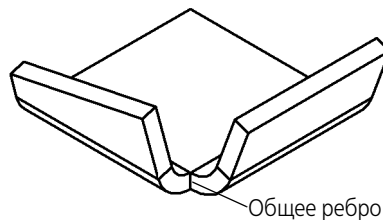


Рис. 89.30. Смежные сгибы

Таким образом, сгибы, имеющие освобождения, а также сдвинутые друг относительно друга, смежными не являются (рис 89.31). Соответствующие им углы не могут быть замкнуты.

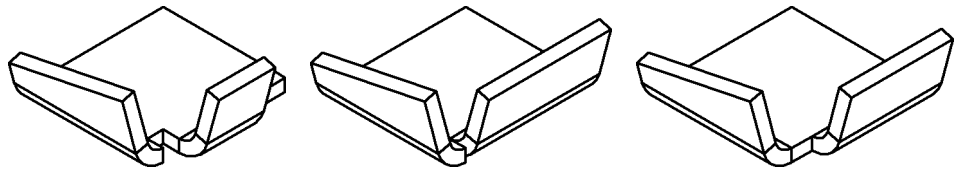


Рис. 89.31. Примеры несмежных сгибов


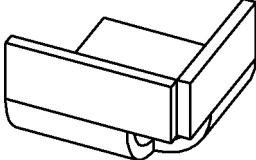

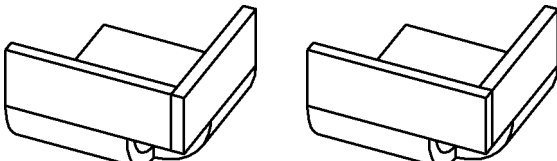
Плоские части детали, модифицируемые при замыкании угла, называются **сторонами** угла.

Замыкание угла характеризуется типом и зазором. Подробно об этих параметрах рассказано в разделах 89.7.1 и 89.7.2 соответственно. От выбранного типа замыкания зависит принцип построения замыкания угла. Принципы построения описаны в разделах 89.7.3 и 89.7.4.

89.7.1. Типы замыкания

Чтобы указать тип замыкания, раскройте список **Тип** на вкладке **Параметры** Панели свойств и выберите из него нужную строку (табл. 89.9).

Табл. 89.9. Типы замыкания угла

Значение опции Тип	Результат построения
	
	

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.

89.7.2. 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. 89.32, а). В этой же плоскости измеряется **замыкаемый угол** (рис. 89.32, б).

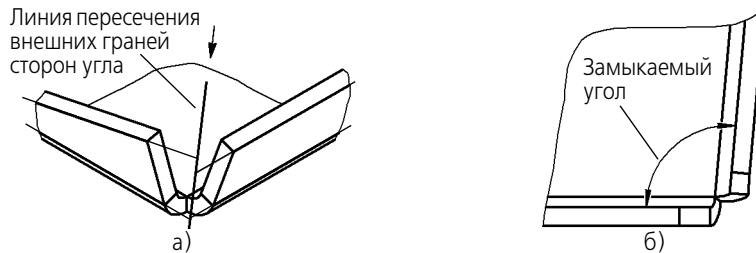


Рис. 89.32. Измерение зазора: а) определение положения плоскости измерения, б) проекция детали на плоскость измерения (вид по стрелке); замыкаемый угол

Для ввода величины зазора служит поле **Зазор** на вкладке **Параметры** Панели свойств.

89.7.3. Принцип построения замыкания встык

Рассмотрим принцип построения замыкания встык на примере детали, показанной на рис. 89.33.

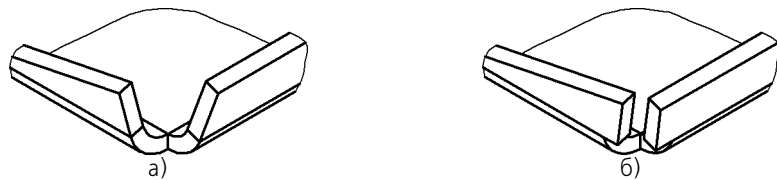


Рис. 89.33. Замыкание встык: а) исходное состояние детали, б) результат замыкания угла (зазор отличен от нуля)

Положение сторон угла определяется следующим образом.

1. В плоскости измерения зазора строится биссектриса замыкаемого угла (рис. 89.34, а).
2. С каждой стороны от биссектрисы на расстоянии, равном половине величины зазора, проводятся параллельные линии (рис. 89.34, а).
3. Стороны угла продолжают до соприкосновения с полученными линиями (рис. 89.34, б).

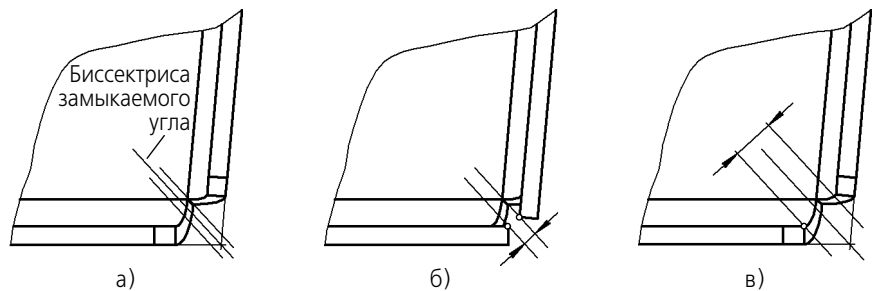


Рис. 89.34. Замыкание встык: а), б) определение положения сторон угла, в) определение максимального зазора

Минимальное значение зазора — 0, максимальное определяется, как показано на рис. 89.34, в.

89.7.4. 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. 89.35.

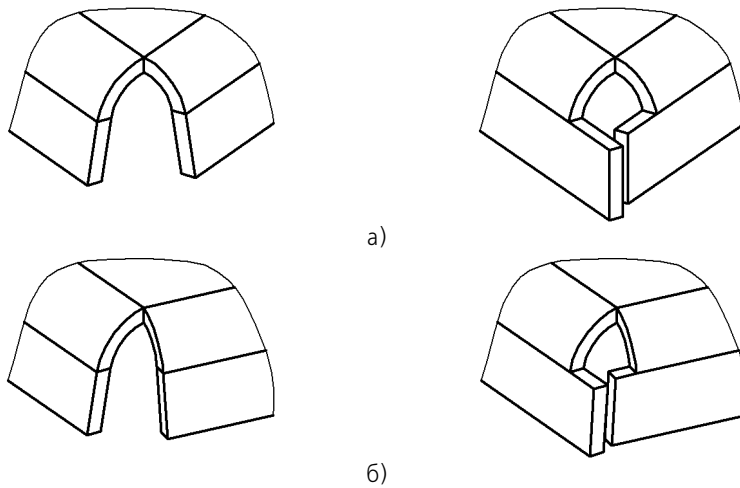


Рис. 89.35. Замыкание с перекрытием (исходное состояние детали и результат операции): а) замыкаемый угол острый, б) замыкаемый угол тупой



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. 89.36, а; 89.37, а).
2. Перекрывающая сторона продолжается до соприкосновения с этой прямой (рис. 89.36, б; 89.37, 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. 89.36, в.
 - 3.2. Если замыкаемый угол тупой, то зазор измеряется так, как показано на рис. 89.37, в.

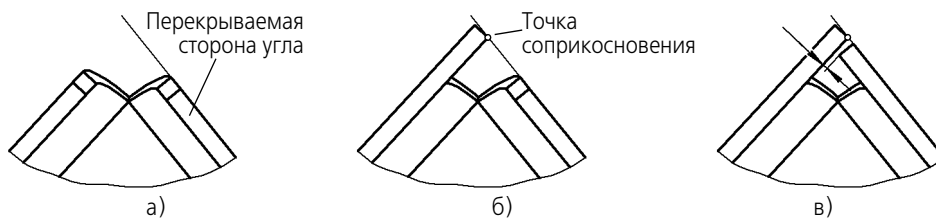


Рис. 89.36. Построение замыкания с перекрытием для острого угла: а) б) определение положения перекрывающей стороны, в) определение положения перекрываемой стороны

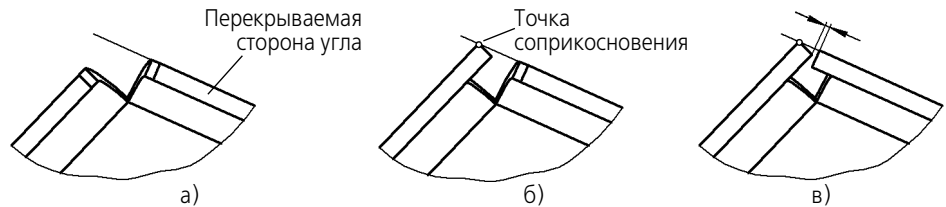


Рис. 89.37. Построение замыкания с перекрытием для тупого угла: а) определение положения перекрывающей стороны, б) определение положения перекрываемой стороны

Минимальное значение зазора — 0, максимальное определяется, как показано на рис. 89.38.



Рис. 89.38. Максимальный зазор при замыкании с перекрытием: а) замыкаемый угол острый, б) замыкаемый угол тупой

89.7.5. 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 плоских частей детали, примыкающих к сгибам (стороны замыкаемого угла).



Выберите тип замыкания (см. раздел 89.7.1 на с. 166).

Задайте зазор, с которым требуется замкнуть угол (см. раздел 89.7.2 на с. 166).

За один вызов команды **Замыкание углов** вы можете указать несколько углов для замыкания. Их список отображается на панели **Углы** (рис. 89.39). При выделении угла в списке он подсвечивается в окне модели. Для выделенного угла можно изменить

Рис. 89.39. тип замыкания и зазор.



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 построения появится пиктограмма замыкания углов.



В некоторых случаях смежные сгибы имеют такие параметры или располагаются друг относительно друга так, что замыкание угла становится невозможным (рис. 89.40).

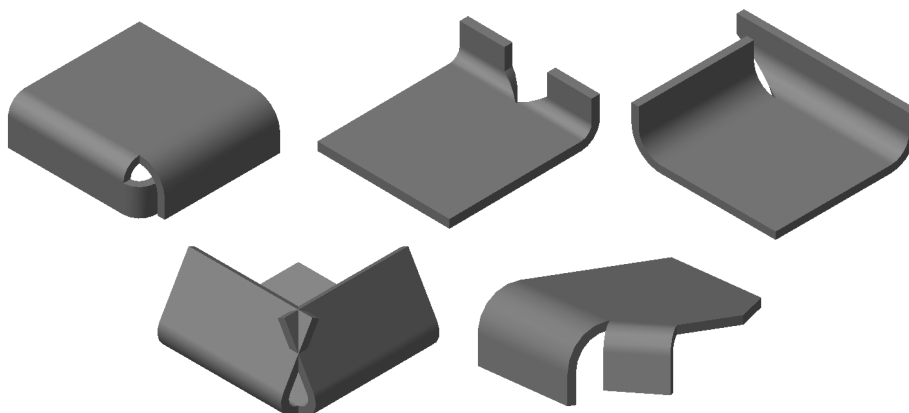


Рис. 89.40. Примеры смежных сгибов, замыкание угла между которыми невозможно

Глава 90.

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.

90.1. 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.

90.2. 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 построения — соответствующая пиктограмма.

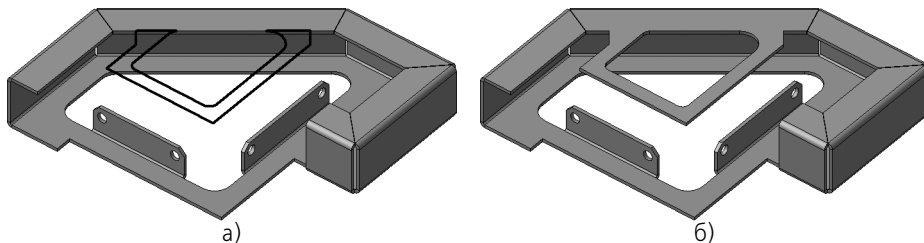


Рис. 90.1. Создание пластины:
а) исходное состояние детали и эскиз пластины, б) результат операции



Если пластина полностью или частично перекрывает сгиб, то его разгибание делается невозможным. Подробнее об этом рассказано в разделе 92.3 на с. 182.

Глава 91.

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 91.1 и 91.2.



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.

91.1. 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 86).

Все сделанные изменения немедленно отражаются на фантоме отверстия в окне детали.

В группе **Тип** активизируйте переключатель, соответствующий нужному типу построения (см. табл. 91.1).

Табл. 91.1. 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. 91.1. 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, проекционная 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 построения — 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 92.1 на с. 178) 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. 91.1.

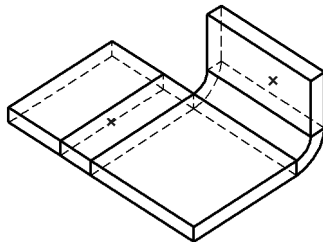


Рис. 91.1. Исходное состояние детали. Центры будущих отверстий (расположенные на невидимых гранях) обозначены «крестиками»

Перестроение отверстий, построенных **По толщине**, показано на рис. 91.2.

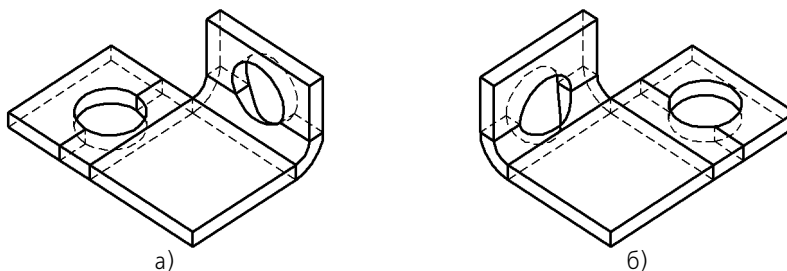


Рис. 91.2. Отверстия, построенные способом **По толщине**:
а) вид детали сразу после создания отверстий, б) результат изменения состояния сгибов

Перестроение отверстий, построенных **На глубину**, показано на рис. 91.3. Отверстия, построенные **До грани**, перестраиваются аналогично.

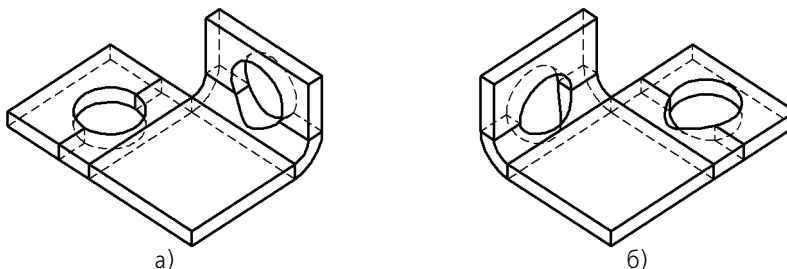


Рис. 91.3. Отверстия, построенные способом **На глубину**:
а) вид детали сразу после создания отверстий, б) результат изменения состояния сгибов

91.2. Вырез

Перед формированием выреза в детали необходимо создать на ее грани эскиз, изображающий профиль этого выреза.

91.2.1. Требования к эскизу

- ▼ В эскизе должен быть один контур.
- ▼ Контур в эскизе должен быть замкнутым.

91.2.2. 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. 91.1 на с. 172).

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. 91.4, б).



Если активен переключатель **Пересечение элементов**, то будет удалена часть детали, находящаяся снаружи этой поверхности (рис. 91.4, в).

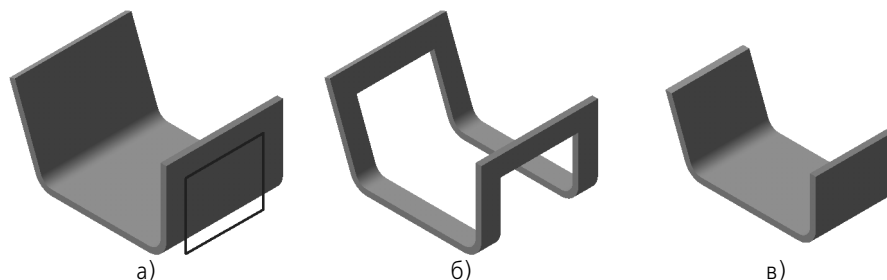


Рис. 91.4. Результат построения выреза в листовой детали:

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 построения — его пиктограмма.

Если вырез захватывает сгиб, то при изменении состояния сгиба (см. раздел 92.1 на с. 178) 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. 91.5.

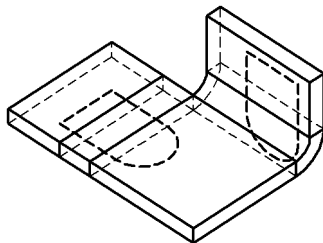


Рис. 91.5. Исходное состояние детали. Эскизы вырезов (расположенные на невидимых гранях) показаны основной штриховой линией

Перестроение вырезов, построенных **По толщине**, показано на рис. 91.6.

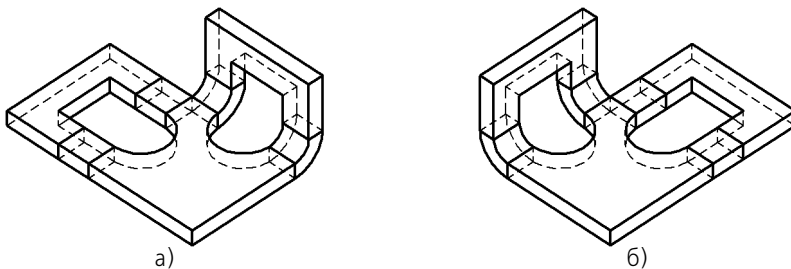


Рис. 91.6. Вырезы, построенные способом **По толщине**:

а) вид детали сразу после создания вырезов, б) результат изменения состояния сгибов

Перестроение вырезов, построенных **На глубину**, показано на рис. 91.7. Вырезы, построенные **До грани**, перестраиваются аналогично.

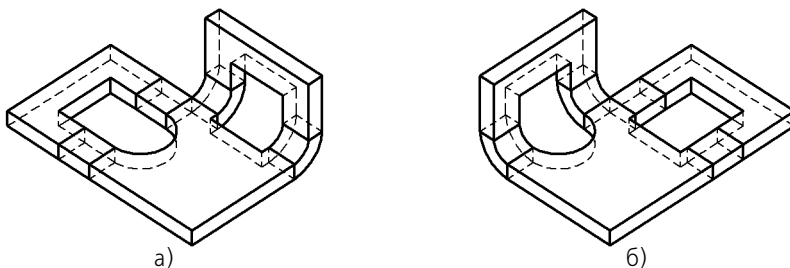


Рис. 91.7. Вырезы, построенные способом **На глубину**:

а) вид детали сразу после создания вырезов, б) результат изменения состояния сгибов

Глава 92.

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 89.3.4 на с. 143).

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 92.1.



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 92.2 на с. 180.



Копии сгибов, полученные зеркальным отображением листовой детали, не учитываются при сгибании и разгибании сгибов, а также при настройке и отображении развертки.

92.1. 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 92.1.1 и 92.1.2.



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 построения появится пиктограмма разгибания или сгибания.

92.1.1. 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 92.1 на примере разгибания сгиба.

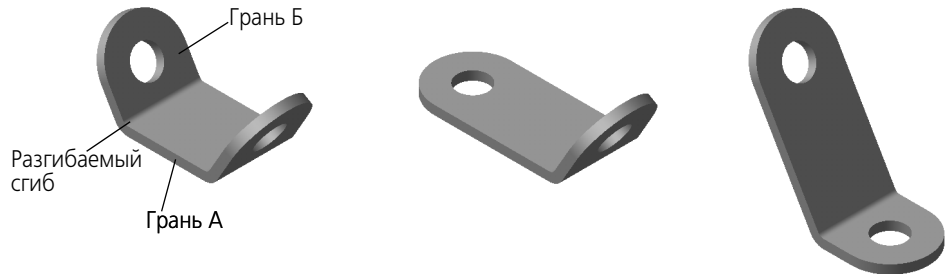


Рис. 92.1. Зависимость результата разгибания от выбора неподвижной грани: а) исходное состояние детали, б) неподвижна грань А, в) неподвижна грань Б



Чтобы указать неподвижную грань, активизируйте переключатель **Неподвижная грань** и укажите нужную грань в окне детали.

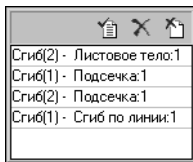
В окне детали будет подсвечена выбранная грань, а в Дереве построения — элемент, которому эта грань принадлежит.

92.1.2. 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 построения — сгибы и листовые элементы, которым они принадлежат.

Список сгибов, указанных для разгибания (сгибания), отображается на панели **Сгибы** (рис. 92.2). Эта панель содержит также кнопки для управления списком сгибов. Описание кнопок представлено в таблице 92.1.

Рис. 92.2.

Табл. 92.1. 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 детали и в Дереве построения.</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>

92.2. Развертка

Перед переключением в режим развернутого отображения листовой детали необходимо установить **параметры развертки** — выбрать неподвижную грань и задать состояния сгибов (см. раздел 92.2.1).



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 92.2.2 на с. 181).

Чтобы перейти в обычный режим работы с листовой деталью, вызовите команду повторно.

92.2.1. 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 92.1.1 на с. 178).



Чтобы задать для сгибов состояния, в которых они будут находиться в режиме развертки, активизируйте переключатель **Выбор сгибов**.







Рис. 92.3.

После этого станет доступна панель (рис. 92.3), 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 92.2.

Табл. 92.2. 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.

92.2.2. Ориентация Развертка

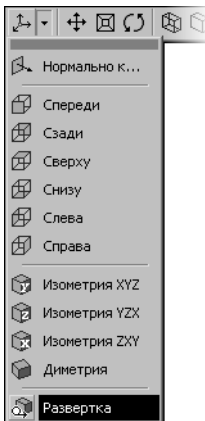


Рис. 92.4.

При сохранении параметров развертки в список ориентаций (см. раздел 78.3.2 на с. 36) текущей детали добавляется ориентация **Развертка**.

Ориентация **Развертка** появляется также в списке ориентаций, доступных при создании произвольного вида листовой детали, содержащей параметры развертки (см. раздел 92.4 на с. 183).

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.

92.2.3. 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.

92.3. 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. 92.5, 92.6).

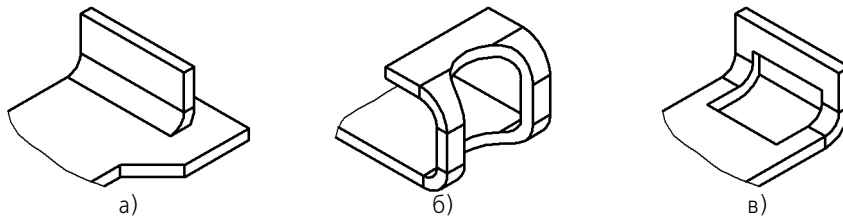


Рис. 92.5. Примеры листовых элементов, делающих невозможным разгибание сгиба: а) пластина, б) отверстие, в) вырез

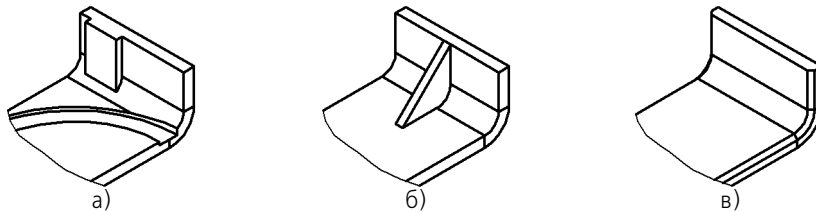


Рис. 92.6. Примеры формообразующих и конструктивных элементов, делающих невозможным разгибание сгиба:

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. 92.7).



Рис. 92.7. Примеры операций, делающих невозможным разгибание сгиба: а) оболочка, б) уклон

92.4. 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 92.4 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 47.3.2 на с. 75). 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. 92.8, а.

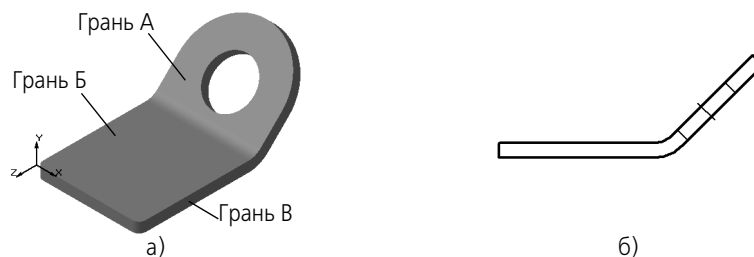


Рис. 92.8. Листовая деталь: а) в проекции **Изометрия XYZ**, б) главный вид

Допустим, что главный вид детали (рис. 92.8, б) в чертеже уже построен. Необходимо создать развертку.

В данном случае удобнее всего сформировать в чертеже произвольный вид этой детали.

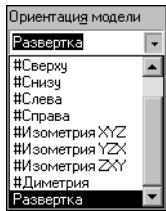


Рис. 92.9.

При создании произвольного вида в списке **Ориентация** на вкладке **Параметры** Панели свойств становится доступна строка **Развертка** (рис. 92.9). 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. 92.8 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.

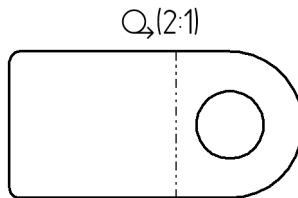


Рис. 92.10. Развертка листовой детали



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 93.

Штамповочные элементы

При создании листовой детали в КОМПАС-3D V8 возможно построение следующих штамповочных элементов:

- ▼ открытая и закрытая штамповка (рис. 93.1, а и 93.1, б),
- ▼ буртик (рис. 93.1, в),
- ▼ жалюзи (рис. 93.1, г).

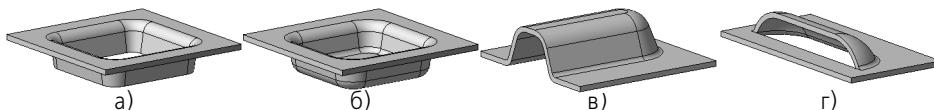


Рис. 93.1. Штамповочные элементы

Фактически создание штамповочных элементов относится не к операциям гибки, а к операциям деформирования, когда листовый материал вытягивается и его толщина уменьшается. При построении штамповочных элементов в листовой детали КОМПАС-3D V8 это изменение толщины материала не учитывается.

Разгибание сгибов штамповочных элементов невозможно.

Общие приемы построения штамповочных элементов описаны в разделе 93.1, а специальные приемы — в разделах 93.2–93.4.

93.1. 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.

93.1.1. 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. 93.2). Толщина листового материала при этом не учитывается, благодаря чему геометрические параметры элемента не зависят от направления построения.

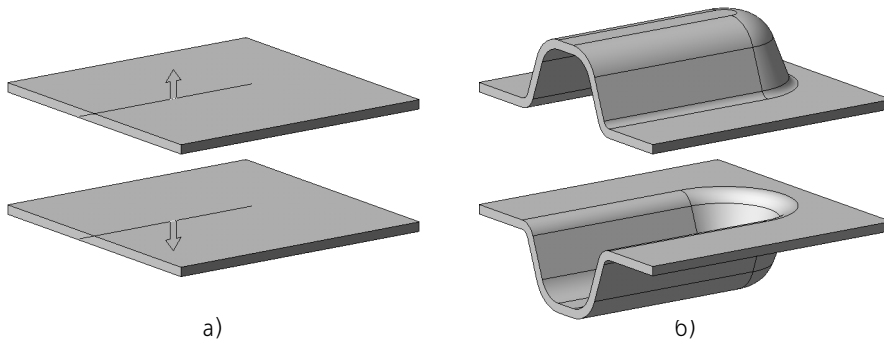


Рис. 93.2. Направление построения штамповочного элемента:
а) выбор направления, б) результат построения

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**.



93.1.2. 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. 93.3).

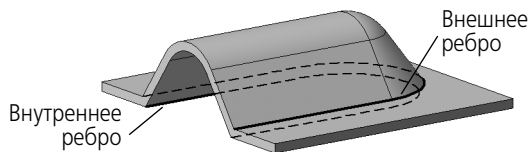


Рис. 93.3. Внутренние и внешние ребра основания

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.

93.1.3. 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**.

93.2. 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 93.2.1).

Укажите направление построения (см. раздел 93.1.1 на с. 185).

Выберите неподвижную сторону штамповки (см. раздел 93.2.2).

Задайте высоту штамповки (см. раздел 93.2.3).

Задайте параметры боковых стенок (см. раздел 93.2.4).

Настройте параметры скругления ребер (см. разделы 93.1.2 на с. 186, 93.2.5 и 93.2.6).



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 построения появится соответствующая пиктограмма:



▼ открытая штамповка,



▼ закрытая штамповка.

93.2.1. 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 должен быть замкнут.
- ▼ Контур должен полностью находиться в пределах базовой грани (т.е. не должен иметь общих точек с ее ребрами).

93.2.2. 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 93.1, а закрытой — в таблице 93.2. 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. 93.1. Неподвижная сторона открытой штамповки


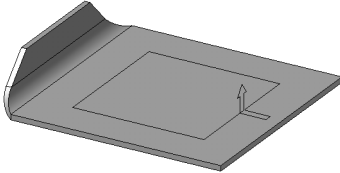
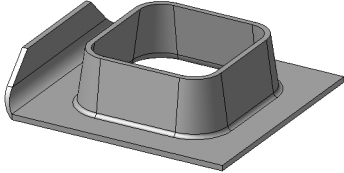

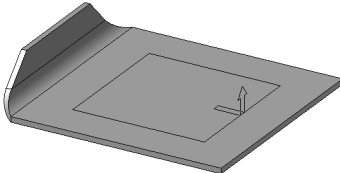
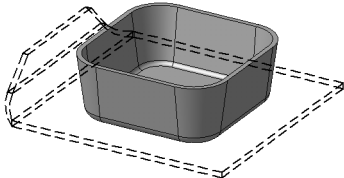

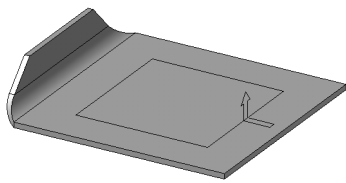
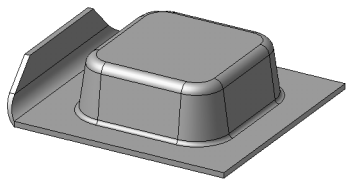

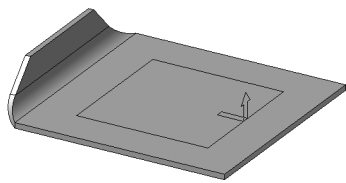
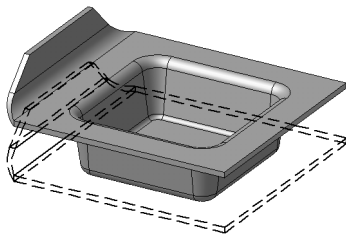
	Значение опции	Исходное состояние детали	Результат построения штамповки
	Сторона		
	Сторона 1		
	Сторона 2		

Табл. 93.2. Неподвижная сторона закрытой штамповки

Значение опции	Исходное состояние детали	Результат построения штамповки
 Сторона 1		
 Сторона 2		

93.2.3. 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.

93.2.4. 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.


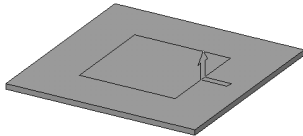
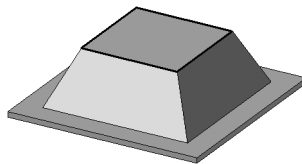
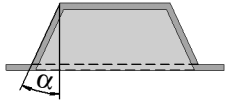

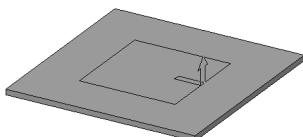
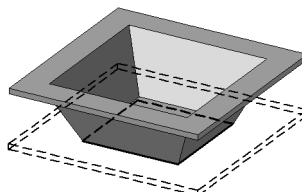
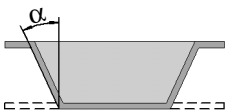
- ▼ Угол уклона отсчитывается от нормали базовой грани.
- ▼ Направление отсчета угла выбирается таким, чтобы боковые стенки были уклонены наружу по отношению к дну штамповки.
- ▼ Исходные размеры профиля (определяемые эскизом) выдерживаются в области дна штамповки.

Примеры построения открытой и закрытой штамповок с уклоном боковых стенок показаны в таблице 93.3 и 93.4 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. 93.3. Уклон боковых стенок открытой штамповки

	Исходное состояние детали; положение неподвижной стороны	Результат построения	Сечение плоскостью, перпендикулярной базовой грани

Табл. 93.4. Уклон боковых стенок закрытой штамповки

	Исходное состояние детали; положение неподвижной стороны	Результат построения	Сечение плоскостью, перпендикулярной базовой грани
			
			

93.2.5. 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. 93.4).

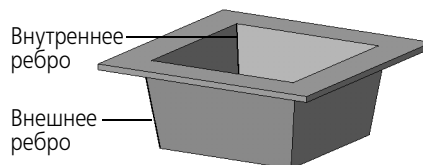


Рис. 93.4. Внутренние и внешние боковые ребра штамповки

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 93.2.4), то R и $(R + S)$ — минимальные радиусы скругления боковых ребер. Эти значения радиусов выдерживаются в области дна штамповки. Например, на рисунке 93.5 показана открытая штамповка с уклоном боковых стенок и скругленными боковыми ребрами.



Рис. 93.5. 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.

93.2.6. 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. 93.6).

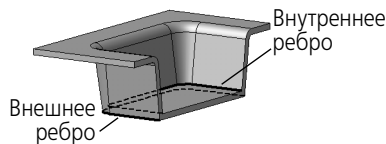


Рис. 93.6. Внутренние и внешние ребра дна штамповки (штамповка рассечена плоскостью, перпендикулярной базовой грани)

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. 93.1 на с. 188). Поэтому при ее создании на Панели свойств присутствуют элементы управления скруглением либо дна, либо основания (см. раздел 93.1.2 на с. 186).

93.3. Буртик

В листовой детали КОМПАС-3D V8 можно создать буртик одной из трех форм сечения:

- ▼ круглая (рис. 93.7, а),
- ▼ U-образная (рис. 93.7, б),
- ▼ V-образная (рис. 93.7, в).



Чтобы построить буртик, вызовите команду **Буртик**.

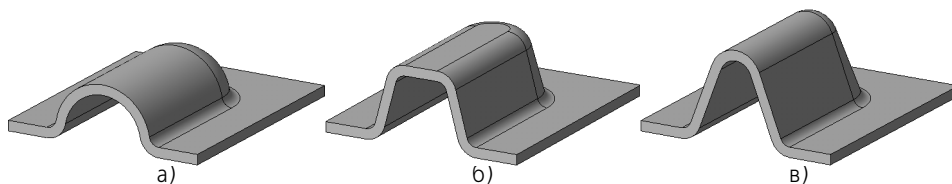


Рис. 93.7. Формы сечения буртиков

Команда доступна, если выделен один эскиз — эскиз буртика. Эскиз определяет конфигурацию и положение буртика. Требования к эскизу перечислены в разделе 93.3.1.



Построение буртика невозможно, если его эскиз имеет общие точки с ребрами, к которым примыкают сгибы.



Укажите направление построения (см. раздел 93.1.1 на с. 185).



Выберите форму сечения буртика: **круглая**, **U-образная** или **V-образная**.



Выберите тип обработки концов буртика (см. раздел 93.3.2).



Для удобства работы на панели **Просмотр** показан образец буртика (см. раздел 93.3.3).

Выберите способ построения буртика (см. раздел 93.3.4).

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 93.1.2 на с. 186). Для U-образного буртика возможно также скругление ребер дна. Это делается так же, как при построении штамповки — см. раздел 93.2.6 на с. 192.



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. 93.8).



Рис. 93.8. 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 построения появится соответствующая пиктограмма.

93.3.1. 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.

93.3.2. Обработка концов

Конец буртика — часть буртика, соответствующая крайней точке контура в эскизе. Доступны следующие варианты обработки концов:

- ▼ закрытый (рис. 93.9, а),
- ▼ открытый (рис. 93.9, б),
- ▼ рубленый (рис. 93.9, в).

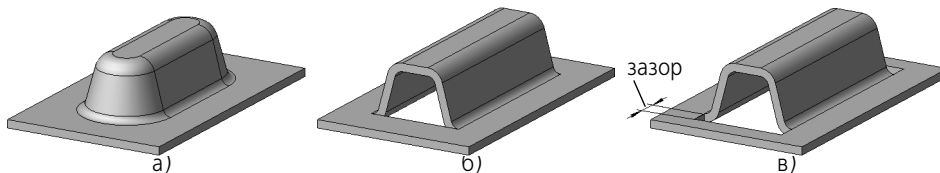


Рис. 93.9. Типы обработки концов буртика

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.

93.3.3. 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.

93.3.4. Способ построения

Для выбора способа построения буртика служит список **Способ**. Набор способов, доступных в этом списке, зависит от выбранной формы сечения (см. табл. 93.5–93.7).

Табл. 93.5. Способы построения круглого буртика


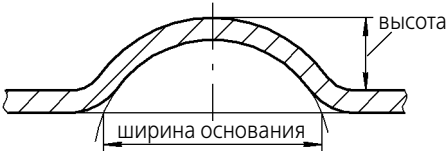

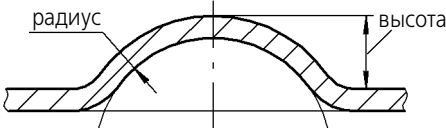

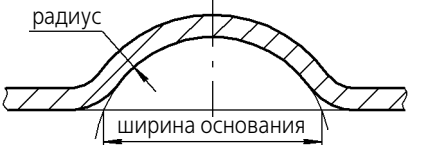
Способ	Параметры
 По высоте и ширине основания	
 По высоте и радиусу	
 По радиусу и ширине основания	

Табл. 93.6. Способы построения U-образного буртика


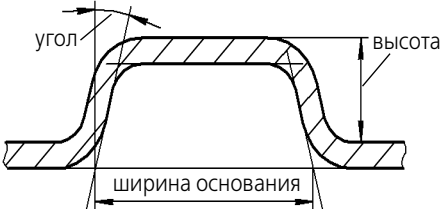



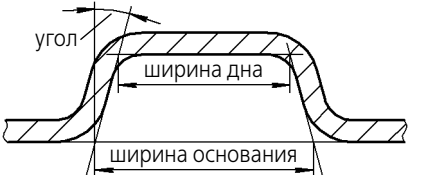
Способ	Параметры
 По высоте, углу и ширине основания	
 По ширине основания, высоте и ширине дна	
 По ширине основания, углу и ширине дна	

Табл. 93.6. Способы построения U-образного буртика




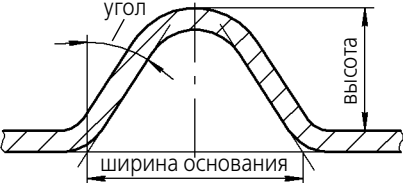

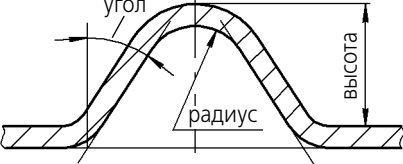

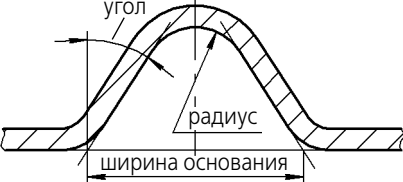


Способ	Параметры
	По углу, высоте и ширине дна
	

Табл. 93.7. 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
	

93.4. Жалюзи

Позволяет создать в листовой детали жалюзи по прямой линии. Доступно два типа жалюзи:

- ▼ вытянутые (рис. 93.10, а),
- ▼ подрезанные (рис. 93.10, б).

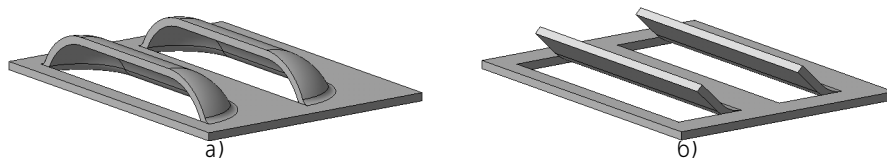


Рис. 93.10. Типы жалюзи



Чтобы построить жалюзи, вызовите команду **Жалюзи**.

Команда доступна, если выделен один эскиз — эскиз жалюзи. Требования к эскизу перечислены в разделе 93.4.1.



Укажите направление построения (см. раздел 93.1.1 на с. 185).

Выберите положение жалюзи — справа или слева относительно отрезка в эскизе, активизировав нужный переключатель в группе **Положение**.



Задайте высоту жалюзи (см. раздел 93.4.2).

Выберите способ построения жалюзи (см. раздел 93.4.4).

Задайте ширину жалюзи (см. раздел 93.4.4).

Настройте параметры скругления ребер основания (см. раздел 93.1.2 на с. 186).



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 построения появится соответствующая пиктограмма.

93.4.1. 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).

93.4.2. 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 93.8).

Табл. 93.8. 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 93.11.

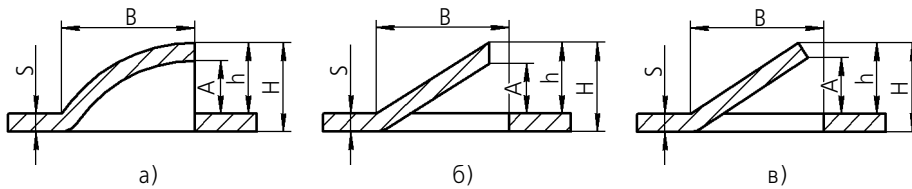


Рис. 93.11. Геометрические параметры жалюзи: а) вытянутых; б) подрезанных с торцем по направлению подрезки; в) подрезанных с торцем по нормали к толщине

93.4.3. Ширина

Чтобы задать ширину жалюзи, введите нужное значение в поле **Ширина**. Значение ширины B (см. рис. 93.11) 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.

93.4.4. 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 94.

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 построения 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).

94.1. 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.

94.2. 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.

94.3. 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.

94.4. 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 95.

Вспомогательные плоскости

Если существующих в модели проекционных 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 построения 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).

95.1. 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 86).

95.2. 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.

95.3. 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 86).

95.4. 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.

95.5. 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.

95.6. 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.

95.7. 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 86).



Чтобы указать, в какую сторону от опорной плоскости должен быть отложен указанный угол, активизируйте переключатель **Прямое направление** или **Обратное направление** в группе **Направление угла**.

95.8. 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 86).



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



95.9. 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.

95.10. 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.

95.11. 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.

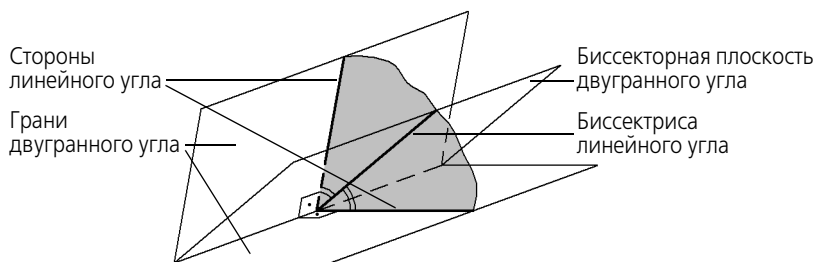


Рис. 95.1. Двугранный угол и его биссекторная плоскость

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 96.

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.

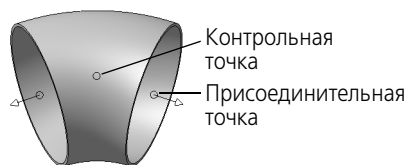


Рис. 96.1. Контрольная и присоединительные точки

Часть XXI

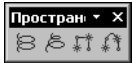
Пространственные кривые и поверхности

Глава 97.

Пространственные кривые

В КОМПАС-3D V8 возможно построение пространственных кривых следующих типов:

- ▼ спираль цилиндрическая,
- ▼ спираль коническая,
- ▼ ломаная,
- ▼ сплайн.



Команды создания пространственных кривых расположены в меню **Операции**, а кнопки для их вызова находятся на панели **Пространственные кривые** (рис. 97.1).

Рис. 97.1.

Полученные кривые могут использоваться, например, в качестве направляющих при построении кинематических элементов соответствующей формы.

97.1. 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 построения — ее пиктограмма.

97.2. Цилиндрическая спираль



Чтобы создать цилиндрическую спираль, вызовите команду **Спираль цилиндрическая**.

97.2.1. 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**.

97.2.2. 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. 97.1).

Табл. 97.1. 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**.

97.2.3. 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).

97.2.4. Направление навивки



Выберите направление навивки спирали — **Правое** или **Левое**.

Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Направление навивки**.

97.2.5. Начальный угол

Введите начальный угол спирали в поле **Угол**.



Угол измеряется относительно оси абсцисс системы координат опорной грани.

97.2.6. 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. 97.2).

Табл. 97.2. 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**.

97.2.7. 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**.

97.3. 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 97.2.1–97.2.5).



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**.

97.3.1. Начальный диаметр

Выберите способ определения начального диаметра спирали. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Диаметр начальный** (см. табл. 97.3).

Табл. 97.3. 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**.

97.3.2. Конечный диаметр

Выберите способ определения конечного диаметра спирали. Для этого активизируйте соответствующий переключатель в группе **Диаметр конечный** (см. табл. 97.4).

Табл. 97.4. 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. 97.5).

Табл. 97.5. 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**.

97.4. Сплайны и ломаные. Общие приемы построения

После вызова команды построения сплайна или ломаной требуется задать параметры кривой в полях на Панели свойств.

Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома кривой.

При построении пространственных кривых могут использоваться опорные точки.

Чтобы зафиксировать эту кривую в модели, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

В окне модели появляется созданная ломаная или сплайн, а в Дереве построения — соответствующая пиктограмма.



97.4.1. Опорная точка

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.

97.4.2. Задание вершин кривой

Каждая вершина ломаной или сплайна характеризуется набором параметров. Параметры отображаются в таблице параметров вершин. Эта таблица называется **Координаты вершин** и находится на вкладке **Параметры**.

Ввод данных в ячейки таблицы параметров — единственный способ построения сплайна. В случае создания ломаной заполнение таблицы параметров — один из приемов построения ломаной способом «по точкам».

Возможны три способа заполнения таблицы:

- ▼ Ручной ввод данных в ячейки таблицы.
- ▼ Использование имеющихся текстовых файлов данных.
- ▼ Указание точек в окне модели.

Ручной ввод

Для ручного ввода координат вершин кривой активизируйте ячейки таблицы параметров двойным щелчком мыши и вводите в них требуемые значения. Для перемещения между ячейками можно использовать комбинации клавиш *<Ctrl>+<стрелки>*.

Использование текстового файла



Чтобы использовать уже имеющийся текстовый файл с параметрами вершин, нажмите кнопку **Читать из файла**. В появившемся диалоге выберите нужный файл. Таблица параметров заполнится значениями из файла.



Кнопка **Читать из файла** доступна только в том случае, когда таблица параметров сплайна пуста.

Указание точек в окне

Чтобы ввести в таблицу координаты уже имеющихся точек, последовательно указывайте опорные точки курсором в окне модели. Таблица параметров автоматически заполнится. Вершины сплайна, связанные с опорными точками, отмечаются значком «галочки» в графе **Связь с вершиной объекта**.



Координаты вершин кривой, полученные таким способом, нельзя отредактировать вручную. Если опорная точка указана неправильно, выделите соответствующую строку в таблице параметров и укажите точку заново. Повторное указание этой же точки приводит к удалению строки.

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.

Добавление вершин в таблицу



Чтобы добавить новую строку в любое место таблицы, выделите строку, перед которой должна быть вставлена новая, и нажмите кнопку **Создать новую вершину** или клавишу *<Insert>*.

В таблицу будет добавлена новая точка. Ее координаты совпадают с координатами предыдущей точки. При необходимости отредактируйте значения координат в ячейках новой строки.

Сохранение таблицы параметров вершин

Значения таблицы параметров можно сохранить в виде текстового файла. Такой файл можно впоследствии использовать как основу для создания новых кривых.



Чтобы сохранить параметры вершин, нажмите кнопку **Сохранить файл**. В появившемся диалоге укажите имя файла для записи.

97.4.3. Замкнутая или разомкнутая кривая



Вы можете создать замкнутую или разомкнутую пространственную кривую. Чтобы выбрать вариант построения, активизируйте переключатель **Разомкнутая кривая** или **Замкнутая кривая** в группе **Режим**.



При построении замкнутой кривой ее последняя точка соединяется с первой.

97.5. Сплайн





Чтобы построить пространственный сплайн, вызовите команду **Сплайн**.

Задайте координаты опорных точек сплайна (см. раздел 97.4.2).

Выберите тип построения сплайна, активизировав соответствующий переключатель в группе **Тип** (см. табл. 97.6).

Табл. 97.6. Типы сплайнов

	Значение опции	Результат построения
	Тип	
	По точкам	Точки, координаты которых заданы в таблице, считаются вершинами сплайна. Сплайн проходит через них.
	По полюсам	Точки, координаты которых заданы в таблице, считаются полюсами NURBS.

При построении сплайна по полюсам (NURBS) становятся доступными поле **Порядок** и колонка **Вес** в таблице параметров полюсов.

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).

По умолчанию система устанавливает порядок кривой 4, а вес всех точек — 1.

Вы можете ввести в поле **Порядок** любое значение порядка кривой из диапазона 3–10.

Вы можете ввести в таблицу параметров точек вес любого полюса. Значения весов лежат в диапазоне 0,0001–999.

97.6. Ломаная



Чтобы построить пространственную ломаную, вызовите команду **Ломаная**.

Построение ломаной заключается в последовательном задании ее вершин.

Вершина ломаной может быть построена следующими способами:

- ▼ по точкам (см. раздел 97.6.1),
 - ▼ по осям (см. раздел 97.6.2).
- 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 (только для способа «по точкам»).



При указании положения вершины курсором в окне модели необходимо учитывать положение плоскости экрана в трехмерном пространстве окна модели.

При любом способе построения вершины строка с ее координатами появляется в таблице параметров вершин. Если требуется скруглить какую-либо вершину ломаной, введите радиус скругления в колонку **Радиус** таблицы параметров вершин.

Чтобы изменить параметры вершины, не выходя из команды, строку, соответствующую вершине, в таблице параметров вершин. Отредактируйте вершину: измените способ ее построения, положение или радиус скругления. Для возврата к созданию новых вершин выделите последнюю — нумерованную — строку таблицы.

97.6.1. Построение по точкам



Чтобы включить построение по точкам, активизируйте переключатель **По точкам**.

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. Заполнение таблицы параметров вершин путем ввода данных и путем чтения файлов данных рассмотрено в разделе 97.4.2.

Указание курсором положения вершины в окне модели

Положение вершины ломаной может быть задано явным указанием 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».

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. Система будет ожидать указания следующей вершины.



Состояние зафиксированности значения координаты сохраняется только при вводе значений координат текущей вершины.

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 (в виде «звездочки»), щелкните левой кнопкой мыши.

Новая вершина появится в окне модели. Строка ее параметров в Таблице параметров вершин ломаной автоматически заполнится координатами выбранной точки. В поле таблицы **Связь с вершиной объекта** появится «галочка». Система будет ожидать указания следующей вершины.

97.6.2. Построение по осям



Чтобы включить построение по осям, активируйте переключатель **По осям**.

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:



- ▼ активизировать один из переключателей группы **Оси**:
 - ▼ По оси X
 - ▼ По оси Z
 - ▼ По оси Y
- ▼ вызвать соответствующую команду контекстного меню,
- ▼ использовать изображение координатных осей рядом с построенной вершиной в окне модели (рис. 97.2).

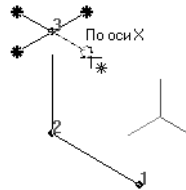


Рис. 97.2. Указание координатной оси в окне модели

При этом автоматически будет активизирован переключатель группы **Оси**, соответствующий выбранному 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»,
- ▼ активизировать нужный переключатель группы **Оси**,
- ▼ использовать изображение координатных осей рядом с построенной вершиной в окне модели (см. рис. 97.2); при этом автоматически будет активизирован переключатель группы **Оси**, соответствующий новому направлению.

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 (в виде «звездочки»), 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 совпадать со значением этой координаты выбранной характерной точки. В поле **Связь с вершиной объекта** появится «галочка». После этого система будет ожидать указания следующей вершины.

Глава 98.

Поверхности

В файле модели КОМПАС-3D V8 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. 98.1.

Команды работы с поверхностями расположены в меню **Операции — Поверхность**. Кнопки для вызова этих команд находятся на панели **Поверхности** (рис. 98.1).

Поверхности могут использоваться, например, для отсечения части модели или в качестве объекта, до которого производится выдавливание.

98.1. 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 построения 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.

98.2. 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 79.1.1 на с. 52).



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 80.1 на с. 55), 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 построения.

98.3. 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 79.2 на с. 53).



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 80.2 на с. 59), 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 построения.

98.4. 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 79.3 на с. 53).



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 80.3 на с. 61), 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 построения.

98.5. 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 79.4 на с. 54).



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 80.4 на с. 63), 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 построения.

98.6. 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 построения 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 построения.



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. 98.2. 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 построения.

98.7. 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 построения как ошибочная. Причиной этого является нарушение целостности тела. Чтобы исправить ошибку, необходимо добавить к детали недостающие грани с помощью команды **Сшивка поверхностей** (см. раздел 98.8). Таким образом возможно формирование тел с использованием, например, импортированных поверхностей.



Указанные грани будут удалены из модели.

В Дереве построений появится пиктограмма удаления граней.

98.8. Сшивка поверхностей

В КОМПАС-3D V8 возможно соединение открытых ребер поверхностей (рис. 98.3 а, б) с получением целой поверхности, а также присоединение поверхности (поверхностей) к открытым ребрам детали (рис. 98.3, в), целостность которой нарушена.

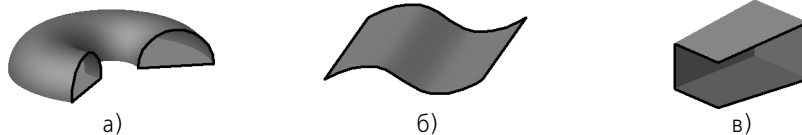


Рис. 98.3. Примеры открытых ребер (выделены черным цветом):
а) поверхность вращения, б) поверхность выдавливания,
в) деталь с нарушенной целостностью



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 98.7).



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 построения 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 99.

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**.

99.1. 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 построения появится пиктограмма, соответствующая типу компонента (деталь или сборка). Рядом с пиктограммой появится наименование компонента, взятое из его файла.

99.1.1. 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 построения 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**.

99.2. Создание компонента на месте

При формировании сборки в КОМПАС-3D V8 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 под сборки 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.

99.2.1. 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. Выберите 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 построения сборки 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, нажмите кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние** или вызовите из контекстного меню команду **Редактировать на месте**. Система вернется в режим работы со сборкой.

99.2.2. Сопряжение На месте



При построении детали в текущей сборке автоматически добавится сопряжение *На месте*. В группе сопряжений Деревя построения сборки появится пиктограмма сопряжения *На месте*.

Это сопряжение жестко связывает *Плоскость XY* создаваемой детали и указанный плоский объект (вспомогательную, проекционную 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 проекционная 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.

99.2.3. 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 построения 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.

99.3. 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 построения 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 построения, 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 построения 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 103.

99.4. 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.

99.4.1. Подключение Библиотеки крепежа

Чтобы подключить Библиотеку крепежа, выполните следующие действия.



1. Включите показ панели **Менеджера библиотек** (см. Том II, главу 70).
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.

99.4.2. 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) или 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 построения 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 100.

Задание положения компонента в сборке

После вставки компонента вы можете задать его положение и ориентацию в сборке, а также его положение относительно других компонентов.

100.1. Перемещение компонентов. Общие сведения

В КОМПАС-3D V8 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 101). 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 78.3 на с. 34).



Для выхода из любой команды перемещения компонента нажмите клавишу **<Esc>** или кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.

100.1.1. 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>**.

100.1.2. 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*.

100.2. 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.

100.3. Поворот компонента

Вы можете поворачивать компонент вокруг различных объектов. Для этого вызовите из меню **Сервис — Повернуть компонент** соответствующую команду (см. табл. 100.1). Кнопки для вызова этих команд собраны в одну группу на панели **Редактирование сборки**.

Табл. 100.1. Команды поворота компонентов




Название команды	Вокруг каких объектов производится поворот
 Вокруг центральной точки	Вокруг центра габаритного параллелепипеда перемещаемого компонента.

Табл. 100.1. 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.

100.4. 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 построения.



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 построения как ошибочная.

100.5. 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 построения.
2. Вызовите из контекстного меню команду **Включить фиксацию**.

Справа от пиктограмм зафиксированных компонентов в Дереве построения 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 построения.
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 101.

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 V8 можно задать сопряжения следующих типов:

- ▼ Совпадение,
- ▼ Касание,
- ▼ Соосность,
- ▼ Параллельность,
- ▼ Перпендикулярность,
- ▼ Расположение элементов на заданном расстоянии
- ▼ Расположение элементов под заданным углом

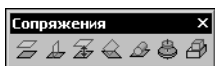


Рис. 101.1.

Команды наложения сопряжений расположены в меню **Операции — Сопряжения компонентов**. Кнопки для их вызова этих команд находятся на панели **Сопряжения** (рис. 101.1).

101.1. 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 новое сопряжение не противоречит уже имеющимся, то сборка перестроится так, чтобы выполнялось условие сопряжения. В Дереве построения появится пиктограмма сопряжения.



Если перед вызовом команды сопряжения в окне модели были выделены какие-либо элементы, сопряжение будет наложено на них.

101.1.1. 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.



101.1.2. 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 100.1.2 на с. 235).

101.2. 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.

101.3. Соосность



Чтобы установить соосность элементов, вызовите команду **Соосность**.

Укажите первый и второй элементы (оси, конические грани), соосность которых вы хотите установить.

101.4. Параллельность



Чтобы установить параллельность элементов, вызовите команду **Параллельность**.

Укажите первый и второй элементы (грани, ребра и т. д.), параллельность которых вы хотите установить.

101.5. 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.

101.6. 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.

101.6.1. 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.

101.6.2. 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**.

101.7. Расположение элементов под углом друг к другу



Чтобы расположить элементы под заданным углом, вызовите команду **Под углом**.

Укажите первый и второй элементы (грани, ребра и т. д.), которые необходимо расположить под заданным углом.

101.7.1. 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.

101.7.2. 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**.

101.8. Касание



Чтобы установить касание элементов, вызовите команду **Касание**.

Укажите первый и второй элементы (границы, вершины и т. д.), касание которых вы хотите установить.

101.9. Сопряжение На месте

Сопряжение *На месте* невозможно наложить вручную. Оно возникает автоматически при создании компонента в контексте сборки (см. раздел 99.2.2 на с. 229).

Глава 102.

Операции в сборке

В модели сборки можно не только добавлять компоненты, но и выполнять формообразующие операции, а также булевы операции над компонентами.

102.1. 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 102.2).

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.

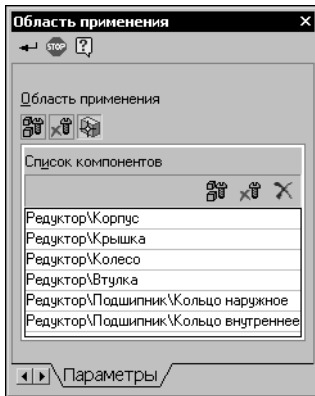
102.2. Область применения операции

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. 102.1).

Рис. 102.1.



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 построения или в окне модели. Выбранные компоненты подсвечиваются, а их названия добавляются на панель **Список компонентов** (рис. 102.1). 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 построения.



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.

102.3. Булевы операции над деталями

Детали, входящие в состав одной сборки, можно «вычитать» друг из друга, а также «склеивать».

102.3.1. 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 построения. 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» Деревя построения, соответствующей текущей детали, появится пиктограмма операции вычитания компонентов.

102.3.2. 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 99.2.1 на с. 229).

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 построения. 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 построения — 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.

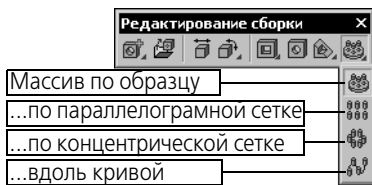
Глава 103.

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 V8 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. 103.1).

Рис. 103.1. Команды копирования компонентов сборки

103.1. 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 построения (рис. 103.2).

Массив компонентов состоит из **экземпляров**.

Экземпляр массива является копией исходного компонента или — если исходных компонентов несколько — группой копий.

Экземпляры массива компонентов отображаются в Дереве построения как отдельные объекты, подчиненные массиву. Экземпляр, в свою очередь, подчиняются копии компонентов.

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

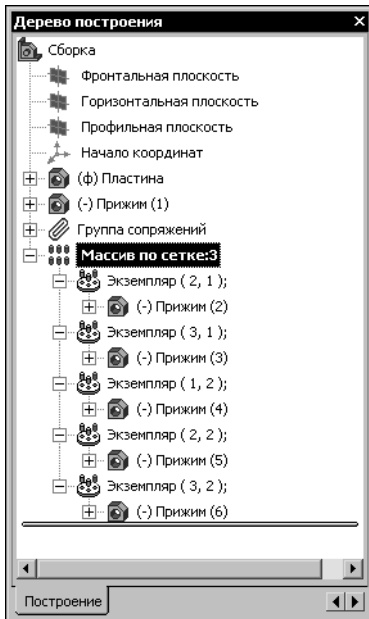


Рис. 103.2. Массив в Дереве построения

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 112.1.1 на с. 296).

103.2. 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 построения 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 построения — 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.

103.3. 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 85.2 на с. 101).



После подтверждения выполнения копирования в окне детали появятся параллелограммный массив компонентов, а в Дереве построения — соответствующая пиктограмма.

103.4. Массив по концентрической сетке



Чтобы создать массив компонентов сборки, расположив их в узлах концентрической сетки, вызовите команду **Массив по концентрической сетке**.

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 85.3 на с. 105). 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.

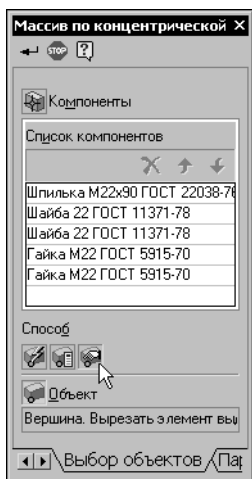


Рис. 103.3.



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.



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. 103.3).



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 построения — соответствующая пиктограмма.

103.5. 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 85.4 на с. 109). Исключение составляет способ задания базовой точки копирования. От того, каким способом задана базовая точка, зависит расположение компонентов массива. Управление расположением

ем 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 построения — соответствующая пиктограмма.

Часть XXIII

Параметризация моделей

Глава 104.

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.

Иерархические параметрические связи возникают автоматически по мере выполнения команд создания элементов модели.

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.). Топологию модели могут определять, например, такие параметры, как количество и шаг копий элемента и другие. Всем этим величинам могут быть поставлены в соответствие переменные. Кроме того, возможно задание уравнений, связывающих переменные в модели.

104.1. Вариационная параметризация эскиза

В эскизах реализована вариационная идеология параметризации (см. Том II, раздел 52.2 на с. 109).

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 52.3 на с. 109). 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 52.7 на с. 113). Поэтому многие связи и ограничения накладываются автоматически при выполнении команд построения и осуществлении привязок.

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) накладывались 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).

104.2. Иерархическая параметризация модели

Иерархическая параметризация — параметризация, при которой (в отличие от вариационной параметризации) определяющее значение имеет порядок создания элементов, точнее, порядок их подчинения друг другу — **иерархия**.

Рассмотрим подробнее, что понимается под иерархией элементов.

Для создания любого элемента модели используются уже существующие элементы (например, для создания эскиза нужна плоскость или грань, для создания фаски — ребро и т.д.).

Элемент, для создания которого использовались любые части и/или характеристики другого элемента, считается **подчиненным** этому элементу.

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 кинематического 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 V8 существует два типа отношений между элементами.

- ▼ Если элемент подчинен другому элементу, он называется **производным** по отношению к подчиняющему элементу.
- ▼ Если элементу подчинен другой элемент, то подчиняющий элемент называется **исходным** по отношению к подчиненному.



В некоторых системах трехмерного моделирования исходные элементы называются «родителями» или «предками» («parents»), а производные элементы — «детьми» или «потомками» («children»).

Плоскости проекций, существующие в модели сразу после ее создания, всегда являются исходными элементами (только опираясь на них, можно построить первый эскиз и другие элементы модели) и никогда не являются производными элементами (их параметры не зависят от других элементов).

Последний элемент в Дереве построения никогда не является исходным (т.к. после него не строились элементы, которые могли бы на нем основываться).

Все остальные элементы могут быть как исходными, так и производными. Один и тот же элемент может быть производным и исходным для разных элементов. Например, отверстие является производным элементом собственного эскиза и исходным элементом для фаски, построенной на ребре этого отверстия.

Элемент всегда является производным от одного или нескольких элементов, находящихся выше него в Дереве построения, и может являться исходным для одного или нескольких элементов, находящихся ниже его в Дереве построения.

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

Чтобы просмотреть отношения, в которых участвует какой-либо элемент, выделите его пиктограмму в Дереве построения или любую его часть (например, грань формообразующего элемента) в окне модели. Затем вызовите из контекстного меню команду **Отношения**.

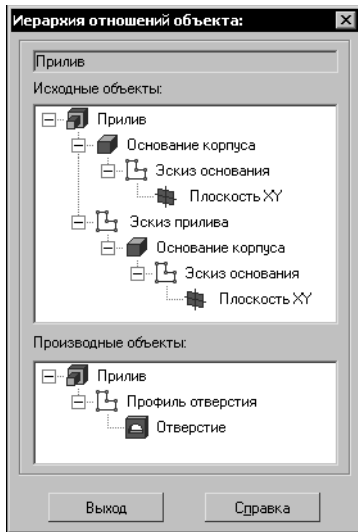


Рис. 104.1. Просмотр иерархии

На экране появится диалог, содержащий сведения об иерархии отношений указанного объекта (рис. 104.1).

В верхней строке диалога показано название элемента, отношения которого рассматриваются.

В двух окнах диалога в виде структурированных списков отображаются элементы, входящие в иерархию рассматриваемого элемента. Разделы в этих списках можно раскрывать и закрывать, щелкая мышью на значках «+» и «-» рядом с их названиями. Для просмотра длинных списков можно пользоваться линейками прокрутки.

В верхнем окне показан список исходных объектов, в нижнем — производных. Каждый список начинается с выбранного объекта. Названия объектов в диалоге совпадают с их названиями в Дереве построения. Если вы вводили новые имена элементов взамен сформированных по умолчанию, эти имена будут показаны в диалоге просмотра иерархии.

В списке исходных объектов на уровне, следующем за выбранным объектом, находятся элементы, непосредственно подчиняющие данный. Если эти элементы в свою очередь подчиняются другим элементам, то на следующем уровне списка находятся вышестоящие исходные элементы.

В списке производных объектов на уровне, следующем за выбранным объектом, 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, диалог иерархии отношений позволяет проследить не только прямые (непосредственные), но и косвенные (опосредованные) отношения подчинения.



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

Иерархию элемента требуется знать, как правило, для того, чтобы установить, изменение (редактирование или удаление) каких элементов может прямо или косвенно повлиять на данный элемент, и на какие элементы может повлиять изменение данного элемента.

Рассмотрим пример определения иерархических отношений элемента.

На рисунке 104.1 показан диалог просмотра иерархии элемента *Прилив*.

Прилив, судя по его пиктограмме — это приклеенный элемент выдавливания.

Какие элементы являются исходными для *Прилива*? Чтобы ответить на этот вопрос, проанализируем структурированный список элементов в верхнем окне диалога.

На уровне списка, следующем непосредственно за *Приливом*, находятся *Эскиз прилива* и *Основание корпуса*. Эти элементы 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 элементом 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 элементом для этого эскиза является *Основание корпуса*, расположенное в списке на уровне, следующем за *Эскизом прилива*.

Исходные для *Основания корпуса* элементы были рассмотрены выше, их список повторяется следом за *Основанием корпуса*.

Если элемент является исходным для нескольких других элементов, он (вместе со своими исходными элементами) повторяется в списке (возможно, на различных уровнях) соответствующее количество раз.

Чтобы рассмотреть производные элементы *Прилива*, проанализируем структурированный список элементов в нижнем окне диалога.

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 элементов в иерархии *Прилива* нет.

Аналогичным образом можно проследить иерархические отношения любого элемента трехмерной модели.

Иерархические параметрические связи между элементами 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 элементами.

К связям между элементами трехмерной модели относятся:

- ▼ принадлежность эскиза плоскости или плоской грани,
- ▼ тип формообразующего элемента или поверхности, построенного на основе эскиза (эскизов),

- ▼ существование в эскизе проекции элемента (ребра, вершины, грани, спирали, ломаной и т.п.),
- ▼ связь вспомогательной оси или плоскости с опорными (базовыми) элементами, 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 элементов (поверхностей, граней, ребер) в формировании условного изображения резьбы,
- ▼ связь спирали, пространственной кривой или ломаной с опорными (базовыми) элементами, 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 элемент участвует в параметрических связях со своими исходными и производными элементами. Причем перечисленные выше связи обладают следующими свойствами:

- ▼ при изменении исходного элемента меняется производный,
- ▼ производный элемент можно изменить путем редактирования как исходного элемента, так и собственных, независимых параметров этого производного элемента.

Редактирование элемента вызывает перестроение только производных элементов.

Связи автоматически возникают по мере выполнения команд создания элементов модели и существуют, пока эти элементы 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).

104.3. 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 проекционные 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 101).

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, «собранный» 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 105.

Использование переменных и выражений

Каждый объект трехмерной модели в КОМПАС-3D V8 обладает набором **параметров**. Параметрами эскиза являются его внешние переменные.

Параметры объектов бывают двух типов: **входные** и **выходные**.

Выходной параметр — параметр объекта, значение которого определяется способом построения этого объекта или связями, имеющимися внутри него. Произвольное изменение значений выходных параметров невозможно.

Входной параметр — параметр объекта, который задается пользователем. Значения входных параметров могут изменяться произвольно.

С любым параметром можно связать **переменную**. Для этого параметру необходимо присвоить **псевдоним**. Он будет являться **именем переменной**. Псевдоним может содержать цифры, латинские буквы (прописные или строчные) и подчерки (_) .

Одна и та же переменная может быть связана с несколькими параметрами, т.е. один и тот же псевдоним может быть присвоен разным параметрам. Если среди параметров, с которыми связана переменная, есть выходной, то переменная также является выходной. В противном случае переменная входная.

Параметры различных объектов можно связать между собой. Для этого необходимо создать в детали **выражения**, определяющие зависимость переменных друг от друга.



Значения переменных, параметры и выражения, существующие в текущей модели, отображаются в окне **Переменные** (см. раздел 105.1).

105.1. Просмотр и редактирование переменных и выражений модели

Все параметры, переменные и выражения модели отображаются в окне **Переменные** (рис. 105.1, 105.2).

В этом окне показана таблица, содержащая список параметров и переменных детали или сборки (далее — «таблица переменных»).

Структура объектов в таблице переменных совпадает со структурой Древа построения: на первом уровне списка расположена сама модель, на следующих — составляющие ее объекты с учетом иерархии и последовательности создания. Переменные модели подчиняются модели, переменные и параметры объектов — объектам.

Таблица переменных состоит из пяти колонок: **Имя**, **Псевдоним**, **Выражение**, **Значение**, **Комментарий**. Описание колонок представлено в таблице 105.1.

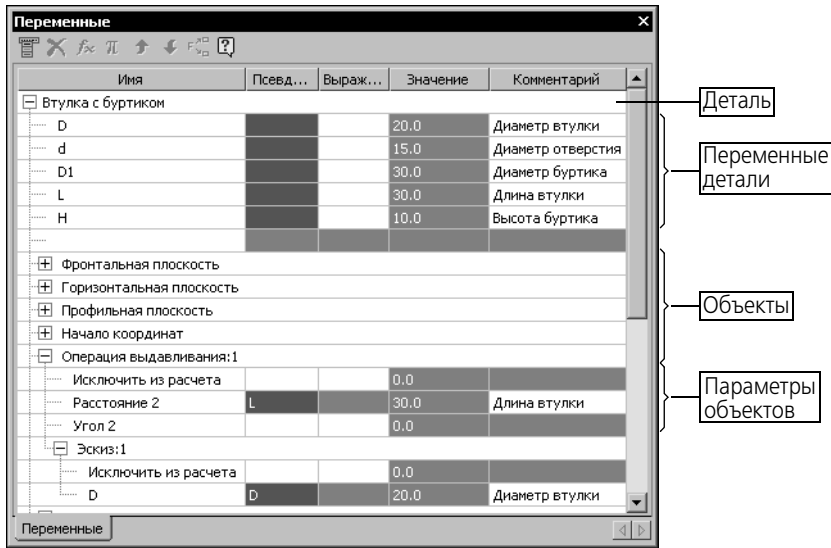


Рис. 105.1. Таблица переменных детали

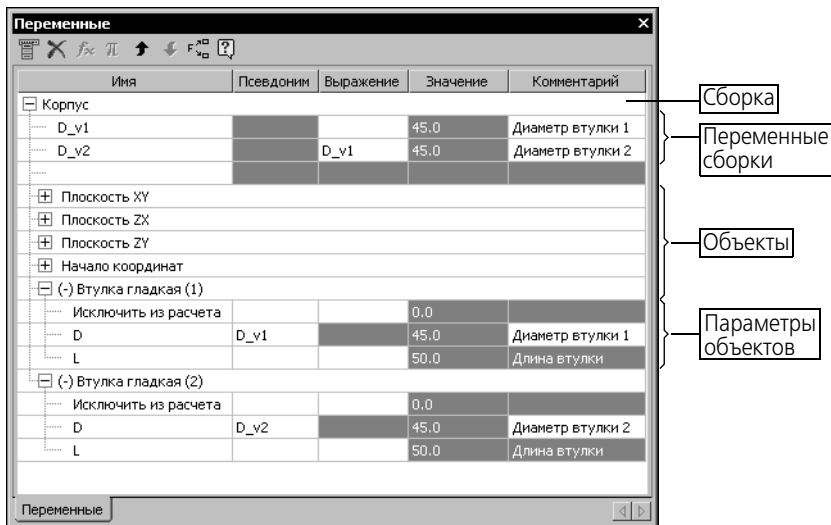


Рис. 105.2. Таблица переменных сборки

Табл. 105.1. Колонки таблицы переменных

Название колонки	Описание колонки
Имя	Заполняется автоматически. В нее помещаются названия модели, объектов, параметров и переменных.
Псевдоним	Служит для ввода псевдонима параметра.

Табл. 105.1. Колонки таблицы переменных

Название колонки	Описание колонки
Выражение*	Служит для ввода выражения, определяющего значение переменной или параметра. 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. 66).
Значение	Содержит значения переменных и параметров. Редактирование значений вручную件 невозможно.
Комментарий	Служит для ввода комментария к переменной или параметру. Комментарии можно задать переменным модели (детали или сборки), а также переменным и параметрам, для которых задан псевдоним или выражение.

* Для входных переменных и параметров ввод выражения невозможен (см. раздел 105.2.2 на с. 265).

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 соответствует включению соответствующего объекта в расчет, а значения 1 — исключению из расчета.



Чтобы просмотреть список объектов, в которых используется выделенная в списке переменная модели или параметр (переменная) с псевдонимом, вызовите из контекстного меню команду **Использование переменной**.



Разные параметры элементов имеют разные диапазоны значений. Например, значение переменной, поставленной в соответствие параметру **Угол** (этот параметр имеют элементы вращения, выдавливания и другие) не может быть меньше нуля и больше трехсот шестидесяти. Иногда случается так, что параметрам, диапазоны значений которых различны, ставится в соответствие одна и та же переменная. 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, либо изменив значение переменной, либо присвоив параметрам переменные с разными именами.

105.2. Переменные и выражения в деталях

Чтобы сформировать в детали систему уравнений, определяющую размеры и топологию этой детали, выполните следующие действия.

1. Определите, параметры каких объектов должны быть связаны уравнениями. О том, как сделать переменную из эскиза доступной в детали, подробно рассказано в разделе 105.2.1 на с. 265.
2. Введите псевдонимы выбранных параметров в соответствующие ячейки столбца **Псевдоним**, подтверждая ввод нажатием клавиши <Enter>.

Присвоение псевдонима параметру означает связывание его с переменной. Поэтому в таблице переменных на уровне детали автоматически появится переменная. Ее имя совпадает с псевдонимом параметра (см. рис. 105.1 на с. 262).



Вы можете создать в детали переменные, не относящиеся ни к одному из объектов детали. Для ввода этих переменных предназначена пустая строка, расположенная в конце списка переменных детали. Такими «свободными» переменными могут быть различные коэффициенты, какие-либо промежуточные значения, зависящие от других переменных, и т.п.

3. Используя созданные переменные, в колонку **Выражения** введите выражения для расчета значений остальных параметров детали.

В детали будет сформирована система уравнений, каждое из которых имеет вид «переменная (параметр) = значение (или выражение)».



Если какой-либо параметр объекта связан с переменной, для которой задано значение или выражение, то изменение значения этого параметра путем редактирования объекта становится невозможным (данные, введенные в поля Панели свойств, игнорируются). Значение такого параметра всегда равно значению соответствующей ему переменной.

Обратите внимание на то, что некоторые ячейки таблицы на вкладке **Переменные** имеют серый цвет. Они недоступны для ручного ввода данных. Так, например, невозможно вручную задать значения переменных и параметров в колонке **Значения**. Чтобы переменная (параметр) получила нужное значение, необходимо ввести это значение (или выражение для его вычисления) в колонку **Выражение**.

Для выходного параметра (см. раздел 105.2.2 на с. 265) или выходной переменной недоступной для ввода является не только колонка **Значение**, но и колонка **Выражение**.



Ввод выражения становится невозможен для любого параметра, имеющего псевдоним. Это объясняется тем, что значение такого параметра равно значению соответствующей переменной модели.

При перестроении детали ее система уравнений рассчитывается заново. Переменные, а затем параметры приобретают новые значения. Объекты детали перестраиваются и перерисовываются на экране.

Подробнее порядок перестроения детали рассмотрен в разделе 105.2.3 на с. 266.

105.2.1. Использование в детали переменных из эскизов

Чтобы сделать переменную из эскиза какого-либо элемента доступной в модели, выполните следующие действия.

1. Войдите в режим редактирования эскиза, переменная из которого должна быть доступна в модели.

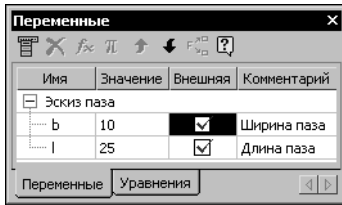


Рис. 105.3. Внешние переменные эскиза

2. Включите показ окна **Переменные**.
3. Если необходимая переменная уже существует в эскизе, включите для нее опцию в колонке **Внешняя** (рис. 105.3). Если необходимой переменной еще нет, создайте ее и сделайте внешней.
4. Выйдите из режима редактирования эскиза.



Переменную можно сделать внешней и при создании эскиза.

Переменная, сделанная в эскизе внешней, станет параметром этого эскиза. Поэтому она будет показана в таблице переменных детали на уровне эскиза.

105.2.2. Входные и выходные параметры

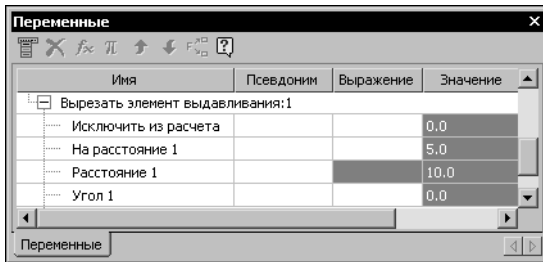


Рис. 105.4. Параметры элемента выдавливания

В качестве примеров рассмотрим параметры элемента выдавливания и эскизов.

Если выдавливание некоторого эскиза производилось до вершины, то операция выдавливания имеет следующие параметры: **Исключить из расчета**, **На расстояние**, **Расстояние** и **Угол** (рис. 105.4). Значение параметра **Расстояние** определяется положением вершины, до которой производится выдавливание. Изменение значения этого параметра невозможно: он является выходным.

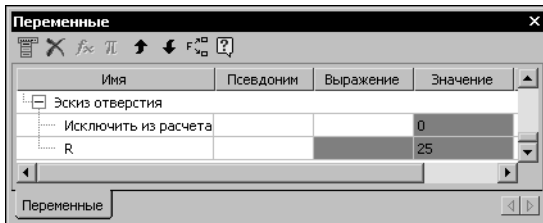


Рис. 105.5. Параметры эскиза, полученного проецированием

Остальные параметры независимы, т.е. являются входными для рассматриваемого объекта. Их значения можно изменять произвольным образом. Если эскиз (или часть эскиза) какой-либо операции создается с помощью проецирования элементов модели, то на полученные геометрические объекты автоматически накладываются связи и ограничения, благодаря которым эти геометрические объекты все время соответствуют проекциям выбранных элементов.

К спроецированным объектам эскиза можно проставить размеры и сделать соответствующие им переменные внешними. Этот эскиз будет иметь параметр **Исключить из расчета** и параметры, соответствующие внешним переменным

(рис. 105.5). Выражения для вычисления значений этих параметров ввести невозможно, так как размер геометрического объекта в эскизе определяется размером проецируемого элемента модели. Таким образом, параметр **Исключить из расчета** — является для эскиза входным, а параметры, соответствующие размерам — выходными.

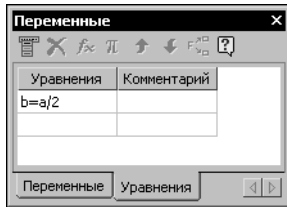


Рис. 105.6. Уравнение в эскизе

Переменные одного и того же эскиза могут быть связаны уравнениями внутри этого эскиза. Например, в эскизе построен прямоугольник со сторонами a и b . Переменные a и b связаны соотношением: $b=a/2$ (рис. 105.6). Допустим, что при работе с деталью предполагается произвольное изменение переменной a , в зависимости от него рассчитывается значение b , которое, в свою очередь, используется в дальнейших расчетах.

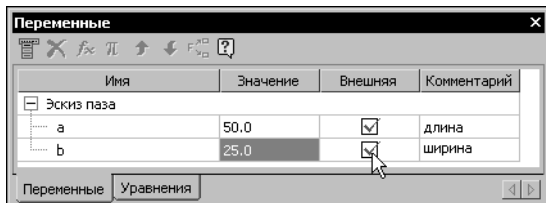


Рис. 105.7. Присвоение переменным признака «внешняя»

Для этого необходимо сделать обе переменные внешними, причем в следующем порядке: сначала переменную a , затем переменную b .

После присвоения переменным признака «внешняя» поле **Значение** для переменной b становится недоступным, т.е. переменная b в этот момент делается выходной для эскиза (рис. 105.7).

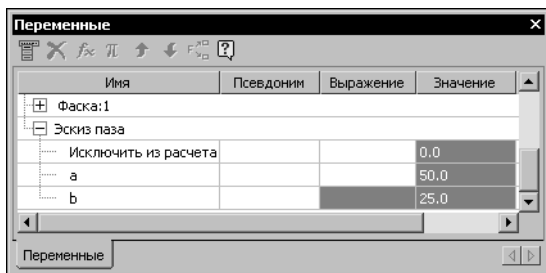


Рис. 105.8. Входные и выходной параметры эскиза

После завершения редактирования эскиза можно видеть, что он имеет три параметра: **Исключить из расчета**, a и b (рис. 105.8).

Произвольное изменение значения параметра b невозможно, так как он зависит от значения параметра a . Уравнение, выражающее эту зависимость, хранится внутри эскиза. Таким образом, параметр b является для эскиза (как объекта модели) выходным, а остальные — входными.

105.2.3. Порядок перестроения детали

После каких-либо изменений в системе уравнений детали (добавления, удаления или редактирования уравнений, изменения значений переменных и т.п.) деталь необходимо перестроить.



О необходимости перестроения детали свидетельствуют красные «галочки» в Дереве построения — ими отмечаются объекты, параметры которых изменились.

Перестроение включает в себя перестроение объектов и решение системы уравнений детали. Перестроение объектов происходит строго в порядке их создания, т.е. в порядке следования объектов в Дереве построения. По мере перестроения объектов детали решаются присутствующие в ней уравнения. Общая схема перестроения следующая.

1. Планирование перестроения.
 - 1.1. Проводится анализ имеющихся в детали переменных: среди них находятся выходные.
 - 1.2. В системе уравнений детали находятся **независимые** уравнения — уравнения, не содержащие выходные переменные.
Остальные уравнения — **зависимые**. Они зависят от объектов, с выходными параметрами которых связаны имеющиеся в этих уравнениях выходные переменные. Решение зависимых уравнений возможно лишь после перестроения объектов, от которых они зависят. Если уравнение зависит от нескольких объектов, то его решение возможно только после перестроения последнего из этих объектов.
 - 1.3. Среди объектов детали находятся объекты, от которых зависят уравнения, и определяется порядок следования этих объектов в детали.
 - 1.4. Зависимые уравнения разбиваются на группы в соответствии с содержащимися в них выходными переменными. Для уравнений, включающих несколько выходных переменных, учитывается также порядок следования объектов.
 - 1.5. В соответствии с порядком следования объектов определяется порядок решения групп зависимых уравнений.
 - 1.6. Составляется план перестроения. Группы зависимых уравнений расставляются в этом плане так, чтобы располагаться не выше объектов, от которых они зависят.
2. Перестроение.
 - 2.1. Решение независимых уравнений.
 - 2.2. Последовательное перестроение объектов детали и решение зависимых уравнений в соответствии с планом.

Результатом корректного перестроения детали является перестроение всех ее объектов и решение всех уравнений. В некоторых случаях корректное перестроение оказывается невозможным из-за несоответствий между системой уравнений и порядком следования объектов детали. Любой такой случай может быть сведен к одному из трех типов конфликтов (ошибок).

1. **Раннее использование выходной переменной.** Эта ошибка возникает, если значение какой-либо выходной переменной требуется использовать раньше, чем оно будет определено путем перестроения объекта, выходной параметр которого связан с этой переменной.

Например, объект А имеет входной параметр a , связанный с переменной a , а следующий за ним объект Б — выходной параметр b , связанный с переменной b . Если переменные a и b связать каким-либо уравнением, то корректное перестроение детали станет невозможным: найти значение переменной a и перестроить объект А можно только после перестроения объекта Б, а объект Б можно перестроить только после объекта А — это **диктуется порядком расположения объектов в Дереве**.

Чтобы исправить ошибку, можно попытаться переместить объект А в Дереве построения (см. раздел 111.9 на с. 291) так, чтобы он располагался ниже объекта Б. Если это удастся, то при следующем перестроении ошибка исчезнет. В противном случае необходимо редактирование детали или системы уравнений.

2. **Попытка переопределить выходные параметры.** Эта ошибка возникает, если нескольким выходным параметрам поставлена в соответствие одна и та же переменная или если несколько выходных переменных оказываются связаны уравнением, не содержащим других переменных. В любой из этих ситуаций выходные параметры объектов «пытаются переопределить» друг друга. Для исправления ошибки необходимо отредактировать деталь (например, «превратить» один из выходных параметров во входной) или систему уравнений.
3. **Уравнение содержит только фиксированные переменные.** Эта ошибка возникает, если уравнение содержит только выходные переменные или если уравнение является избыточным в системе уравнений детали.

Если в детали возникла одна из описанных ошибок, то пиктограмма детали отмечается восклицательным знаком в Дереве построения. Сообщение об ошибке можно просмотреть в обычном порядке — см. раздел 111.11 на с. 293. В сообщении, кроме названия ошибки, указано также, какая переменная (или уравнение) ее вызывает.

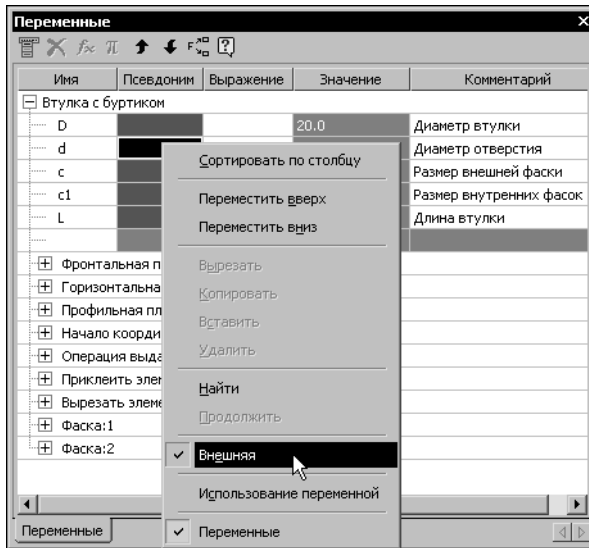
105.3. Переменные и выражения в сборках

Работа с переменными и выражениями в сборке — присвоение псевдонимов параметрам и ввод уравнений — аналогична работе с переменными и выражениями в детали (см. раздел 105.2 на с. 263).

При изменении параметров компонентов (см. следующий раздел) сборки файл-источник компонента остается прежним. Изменение отражается только на внешнем виде вставки. Поэтому в одну и ту же сборку можно вставить несколько одинаковых компонентов с нужными значениями параметров.

Параметрические модели компонентов сборок могут храниться как в папках на диске, так и в библиотеках моделей (см. главу 116).

105.3.1. Параметры компонентов сборки



Параметрами компонентов сборки (деталей и подборок) являются внешние переменные этих компонентов.

Статус «внешняя» присваивается переменной при создании или редактировании компонента. Чтобы сделать переменную внешней, вызовите из контекстного меню этой переменной команду **Внешняя** (рис. 105.9). Ячейка колонки **Псевдоним** в строке внешней переменной будет выделена синим цветом.

Рис. 105.9. Присвоение переменной детали статуса «внешняя»

105.3.2. Порядок перестроения сборки

Перестроение сборки включает в себя решение сопряжений между компонентами, перестроение геометрических связей, перестроение объектов и решение уравнений.

Геометрические связи — связи, возникающие при использовании элементов одних компонентов для создания других компонентов. Такое использование элементов возможно при создании (редактировании) компонентов «на месте» (см. раздел 99.2 на с. 228).

Перестроение формообразующих операций в сборке аналогично перестроению объектов детали: операции перестраиваются строго в порядке их следования в Дереве построения; по мере перестроения решаются уравнения, содержащие выходные переменные.

Порядок следования компонентов, в отличие от порядка следования операций, не предопределяет порядок перестроения компонентов.

Общая схема перестроения сборки следующая.

1. Решение сопряжений.
2. Перестроение геометрических связей
3. Планирование перестроения компонентов и формообразующих операций сборки.
 - 3.1. Проводится анализ имеющихся в сборке переменных: среди них находятся выходные.
 - 3.2. Среди компонентов сборки находятся **независимые** компоненты — компоненты, не использующие выходные переменные.

Остальные компоненты — **зависимые**. Они зависят от выходных переменных.

Для определения значений выходных переменных необходимо перестроение объектов, выходные параметры которых соответствуют этим переменным. Поэтому перестроение зависимых компонентов возможно лишь после перестроения объектов, от которых они зависят.

- 3.3. Составляется план перестроения. Зависимые компоненты расставляются так, чтобы располагаться не выше объектов, от которых они зависят.
4. Перестроение компонентов и формообразующих операций сборки в соответствии с планом.

Часть XXIV

Сервисные функции

Глава 106.

Трехмерный макроэлемент

Трехмерный макроэлемент — группа объектов модели. Логическое группирование объектов путем объединения их в макроэлементы позволяет представить Дерево построения 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 построения как подчиненные объекты этого макроэлемента. 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 106.1 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*.

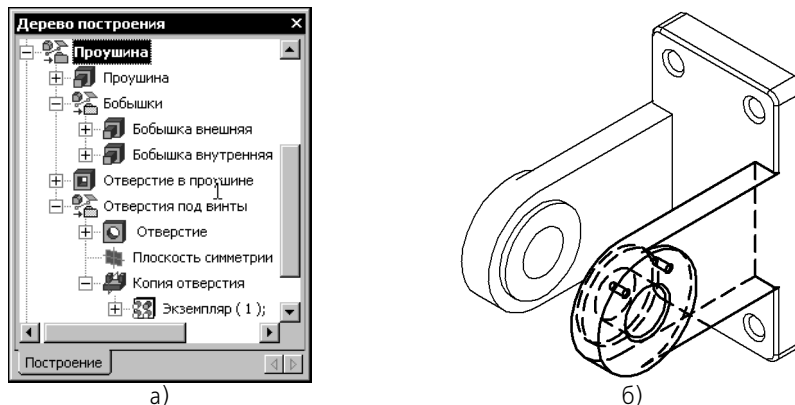


Рис. 106.1. Макроэлемент Проушина: а) отображение в Дереве построения, б) объекты модели, входящие в макроэлемент (выделены)

При выделении в Дереве построения пиктограммы макроэлемента в окне модели подсвечиваются все объекты, входящие в этот макроэлемент.

106.1. Создание трехмерного макроэлемента

Чтобы создать в модели новый макроэлемент, вызовите команду **Сервис — Создать макроэлемент**.



Внизу Древа построения появится макроэлемент, не содержащий ни одного объекта. Вы можете добавить в него объекты модели (см. раздел 106.3 на с. 274).

Чтобы объединить в макроэлемент несколько существующих объектов, выделите их в Древе построения 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 Древе 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.

106.2. Управление показом состава макроэлемента

Доступны два способа отображения макроэлемента в Древе построения:

- ▼ с показом состава,
- ▼ без показа состава.

 Макроэлемент:1
Рис. 106.2. Если показ состава включен, то рядом с пиктограммой макроэлемента в Древе отображается значок «+». Щелчок мышью на этом значке (после которого он отображается как «-») разворачивает список объектов, входящих в состав макроэлемента.

 Макроэлемент:2
Рис. 106.3. Если показ состава выключен, то значок «+» у пиктограммы макроэлемента отсутствует. Просмотр состава такого макроэлемента в Древе построения невозможен.

Способ отображения макроэлемента в Древе 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 Древе построения 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.

106.3. Изменение состава макроэлемента

После того, как макроэлемент создан, его состав можно изменить, «перетаскивая» объекты мышью в Дереве построения.

Так, 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 построения выше макроэлемента, то положение макроэлемента после добавления этого объекта не изменяется. В противном случае макроэлемент перемещается в Дереве построения на место добавленного объекта.

Чтобы исключить объект из макроэлемента, разверните его состав (для этого необходимо, чтобы показ состава макроэлемента был включен, см. раздел 106.2 на с. 273). «Перетащите» пиктограмму объекта в Дереве за пределы макроэлемента.



Когда форма курсора изменится, «отпустите» объект. Он будет исключен из макроэлемента и появится в том месте Деревя построения, где находился до включения в макроэлемент.



Чтобы переместить объект из макроэлемента в конкретное место Деревя построения, «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.

106.4. Разрушение макроэлемента

Разрушение макроэлемента — операция, обратная его созданию.

После разрушения макроэлемента его пиктограмма удаляется из Деревя построения, 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**.

106.5. 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 107.

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 108.

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 109.

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.

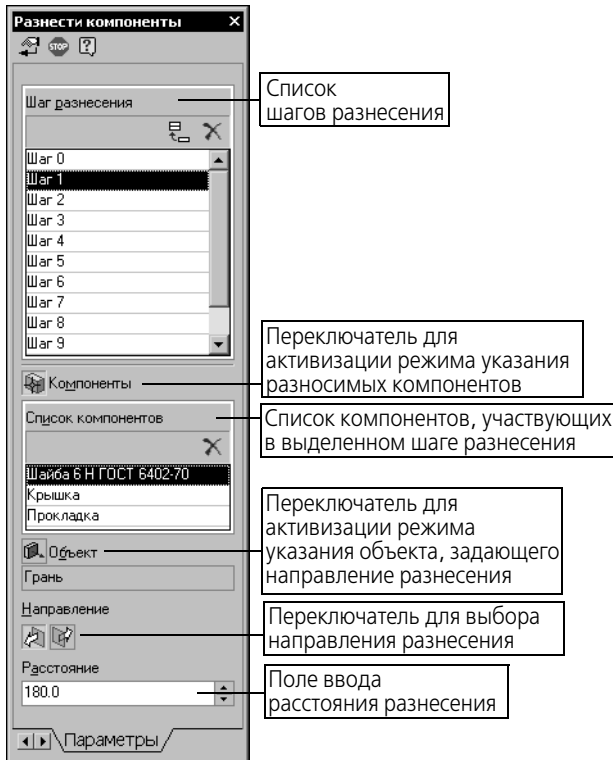


Рис. 109.1. Задание параметров разнесения компонентов

На Панели свойств (рис. 109.1) отображается список шагов разнесения компонентов.

Если настройка параметров разнесения текущей сборки еще не производилась, то список пуст.



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 сборка 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 110.

Упрощение отображения сборки

При работе со сборками, содержащими большое количество компонентов, вы можете использовать режим упрощенного отображения.

Если данный режим включен, то компоненты сборки заменяются параллелепипедами соответствующих габаритов и цветов во время выполнения следующих действий:

- ▼ сдвиг и поворот сборки мышью или с помощью команд **Сдвиг** и **Поворот**,
- ▼ сдвиг и поворот компонентов сборки,
- ▼ изменение ориентации и масштаба (если включена плавность, см. раздел 78.4 на с. 38).

Когда изменение положения или масштаба завершается, отображение компонентов восстанавливается.



По умолчанию режим упрощенного отображения сборки выключен. Чтобы включить его, вызовите команду **Сервис — Включить упрощение сборки**.

Настройка работы режима упрощенного отображения производится в диалоге настройки системы (см. раздел 110.2).

110.1. Особенности упрощения подборок

Отображение подборок в упрощенном виде имеет следующие особенности.

- ▼ Параллелепипед, которым заменяется подборка, отображается цветом, заданным для этой подборки при настройке ее свойств. Цвета, заданные для отдельных деталей, не учитываются.
- ▼ Если сборка разнесена, то параллелепипед, заменяющий подборку, располагается в пространстве в соответствии с параметрами разнесения, заданными для этой подборки. Параметры разнесения, заданные для отдельных деталей подборки, игнорируются.

110.2. Настройка режима упрощенного отображения сборок

Чтобы задать параметры режима упрощенного отображения сборок, вызовите команду **Сервис — Параметры... — Система — Редактор моделей**. Раскройте раздел **Упрощение сборки** в левой части вкладки (рис. 110.1).

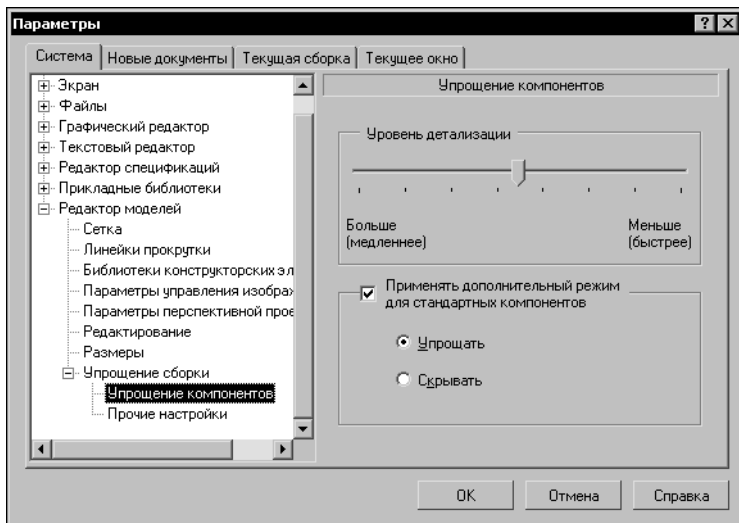


Рис. 110.1. Настройка параметров упрощенного отображения сборки

Он содержит пункты:

- ▼ **Упрощение компонентов**, позволяющий задать основные параметры упрощения,
- ▼ **Прочие настройки**, 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. 110.1 и 110.2).

Табл. 110.1. Диалог настройки упрощения компонентов сборки

Элемент	Описание
Уровень детализации	Позволяет задать уровень детализации компонентов сборки 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 превращаются в параллелепипеды и тем быстрее происходит изменение положения (масштаба) сборки.
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. 110.2. Диалог прочих настроек упрощения сборки

Элемент	Описание
Быстрое отображение линий	Позволяет использовать быстрое отображение линий сборки. 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 сборки. 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 пространственные кривые, ▼ Скрыть изображения резьбы, ▼ Скрыть контрольные точки.
Скрыть поверхности	Позволяет управлять отображением поверхностей, присутствующих в окне сборки. 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.
Отключить режим "Полутоновое с каркасом"	Позволяет управлять использованием указанного типа отображения сборки. Если эта опция включена, то во время работы режима упрощенного отображения отключается полутоновое отображение с каркасом (если оно было включено).

* 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.

Часть XXV

Редактирование модели

Глава 111.

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 111.12 на с. 294). 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.

111.1. 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 построения
- ▼ Выделите сформированный на основе эскиза элемент в Дереве построения
- ▼ 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 построения 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.

111.2. 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 построения 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.

111.3. 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 построения 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.

111.4. Редактирование параметров элемента

Форму и размеры 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 элементы (например, вспомогательные плоскости и оси) вообще не имеют эскизов и полностью определяются параметрами, заданными в команде их построения.

Чтобы изменить эти параметры, выделите элемент в Дереве построения или в окне модели. Вызовите из контекстного меню команду **Редактировать элемент**.

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 элемента.

При этом в окне модели останутся только те элементы, которые находятся в Дереве построения перед редактируемым. Иначе говоря, модель временно вернется в то состояние, в котором она была в момент создания редактируемого элемента.

На Панели свойств появятся те же поля и переключатели для задания параметров операции, что и при построении элемента.

Отредактируйте нужные параметры.



Задав требуемые значения параметров, подтвердите сделанные изменения.

Модель будет перестроена в соответствии с новыми параметрами отредактированного элемента.

111.5. Изменение набора исходных и опорных объектов

Форму, положение и размеры некоторых элементов 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 построения.

Чтобы задать другие объекты, выбирайте их в окне или в Дереве построения. 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.

111.6. Редактирование параметров на панели Переменные

Вы можете отредактировать некоторые параметры элемента без перехода в режим выполнения команды его построения. Для этого используйте панель **Переменные**.



Чтобы включить показ этой панели, нажмите кнопку **Переменные** на **Стандартной** панели.

Найдите в таблице на панели **Переменные** раздел, соответствующий нужному элементу, и раскройте его.

Найдите в этом разделе название нужного параметра и введите новое значение в ячейку **Выражение**.

Чтобы перестроить модель в соответствии с новыми значениями параметров, вызовите команду **Сервис — Перестроить** из меню панели **Переменные**.

111.7. 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 построения 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.

111.8. 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.

Переместите Указатель так, чтобы он разбивал Дерево построения 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 Древа построения можно воспользоваться командой **Указатель в конец Древа** из контекстного меню на Указателе. После вы-

зова 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 построения 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.

111.9. Изменение порядка построения

Удобный (правда, нечасто используемый) прием редактирования — «перетаскивание» объектов мышью прямо в Дереве построения. С его помощью можно быстро изменить порядок построения.



Чтобы переместить элемент в Дереве построения, подведите к нему курсор, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор в место предполагаемого размещения элемента в Дереве построения. Курсор при этом принимает вид стрелки, указывающей положение элемента.

Когда нужное положение элемента будет достигнуто, отпустите кнопку мыши. Пиктограмма элемента разместится в Дереве построения 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.

111.10. 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 построения 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 построения 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 построения 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 построения.

Существует также возможность одновременного исключения из расчета нескольких элементов модели, расположенных в конце Деревя построения. Для этого предназначен Указатель окончания построения модели (см. раздел 111.8).



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 полутонового изображения в каталоге) требуется показать вырез модели (например, вырез 1/4 модели). После создания модели выполните опера-

цию 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.

111.11. 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 V8 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 построения свернут.

Аналогично предупреждение об ошибке появляется рядом с пиктограммой модели (детали или сборки), если ошибка есть хотя бы в одном из ее объектов (элементе, компоненте, сопряжении и т. п.). Благодаря этому наличие ошибки в модели заметно даже тогда, когда Дерево построения полностью свернуто.

Чтобы узнать, в чем заключается возникшая ошибка, выделите в Дереве построения отмеченный восклицательным знаком объект и вызовите из контекстного меню команду **Что неверно?**

На экране появится диалог, в котором перечислены ошибки, возникшие при перестроении 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 по-

явившуюся 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 построения.

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.

111.12. 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 построения.

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 построения 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 112.

Особенности редактирования отдельных элементов

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.

112.1. Массив

Принципы редактирования массивов всех типов (по параллелограммной сетке, концентрической сетке и вдоль кривой) одинаковы. Они представлены в настоящем разделе в общем.

112.1.1. Удаление отдельных экземпляров массива

Иногда требуется исключить из массива конкретные экземпляры.

Для выполнения такого изменения массива выделите подлежащие удалению экземпляры в Дереве построения. Можно также выделить в окне детали любую грань элемента, входящего в экземпляр.

Затем нажмите клавишу `<Delete>`.

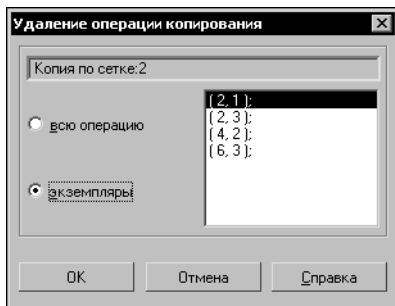


Рис. 112.1. Удаление экземпляров массива копий

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. 112.1). 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.

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.

112.1.2. Восстановление удаленных экземпляров массива

Если требуется восстановить все или отдельные исключенные из массива экземпляры, выполните следующие действия.

1. Выделите в Дереве построения 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. Активируйте 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.

112.2. Круглое отверстие

112.2.1. 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).

112.2.2. Редактирование положения отверстия

Иногда требуется изменить положение отверстия на грани, оставив прежними его параметры.

Чтобы переместить отверстие, раскройте в Дереве построения 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 отвер-

ствия, 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 111.3 на с. 288).

Глава 113.

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 компонентаврежим 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 построения красной «галочкой». «Галочки» могут также возникнуть в Дереве построения после изменения положения компонента или значения переменной, соответствующей параметру элемента.



Вы можете в любой момент перестроить сборку. Для этого вызовите команду **Вид — Перестроить**.

113.1. Редактирование компонента в окне

Чтобы начать редактирование компонента сборки в отдельном окне, содержащем только этот компонент (без остальных компонентов), выделите нужный компонент в Дереве построения 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»).

113.2. 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 построения 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.

113.3. 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 116).

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 105.1 на с. 261).

Иногда после редактирования переменных модели она помечается в Дереве построения 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 построения 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 построения 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.

113.4. Редактирование сопряжений

Чтобы отредактировать сопряжение, выделите его в Дереве построения и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать**.

При необходимости укажите другие объекты для наложения сопряжения (см. раздел 111.5 на с. 289). 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*.

113.5. Перемещение компонентов сборки

Вы можете отредактировать сборку, переместив один или несколько ее компонентов (см. раздел 100.1 на с. 233).

Перемещение компонента сборки невозможно в следующих случаях:

- ▼ Компонент зафиксирован (см. раздел 99.1.1 на с. 228).
- ▼ 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 99.2.2 на с. 229), может перемещаться только с тем объектом, на плоскости или грани которого она построена. Если для построения детали использовалась проекционная плоскость сборки, ее невозможно сдвинуть или повернуть в системе координат этой сборки.

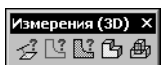
Часть XXVI

Измерения

Глава 114.

Измерения

При работе в документах-моделях может возникнуть необходимость узнать расстояние или угол между вершинами, кривыми, ребрами, осями, гранями и плоскостями. В КОМПАС-3D V8 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. 114.1).

Рис. 114.1.

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 67.1).

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 114.1.

Табл. 114.1. 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 команды Расстояние и угол .
Единицы измерения массы	Список, позволяющий выбрать единицы измерения массы: граммы, килограммы. Только для команды МЦХ модели .

114.1. 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.

114.2. 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.

114.3. 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.

114.4. МЦХ модели



Чтобы выполнить расчет массо-центровочных характеристик текущей модели, вызовите команду **МЦХ модели**.

В Информационном окне появятся следующие значения:

- ▼ площадь поверхности модели,
- ▼ объем модели,
- ▼ масса модели,
- ▼ координаты центра масс в глобальной системе координат модели,
- ▼ 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.

114.5. Настройка точности измерений

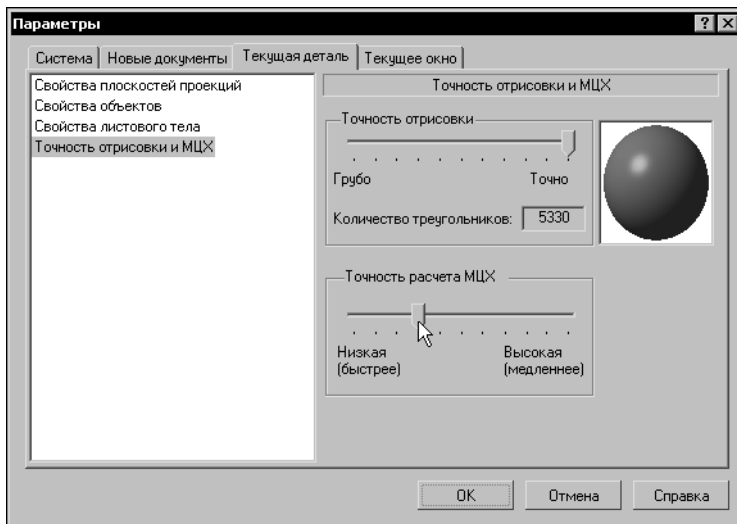


Рис. 114.2. Диалог настройки точности отрисовки и МЦХ

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 114.2.

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 подборок.

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 114.2. Установите необходимую точность вычислений.

Часть XXVII

Библиотеки

Глава 115.

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 V8 (файл с расширением *lfr*).

Она создается точно так же, как любая другая библиотека фрагментов (см. Том II, раздел 71.1 на с. 242).

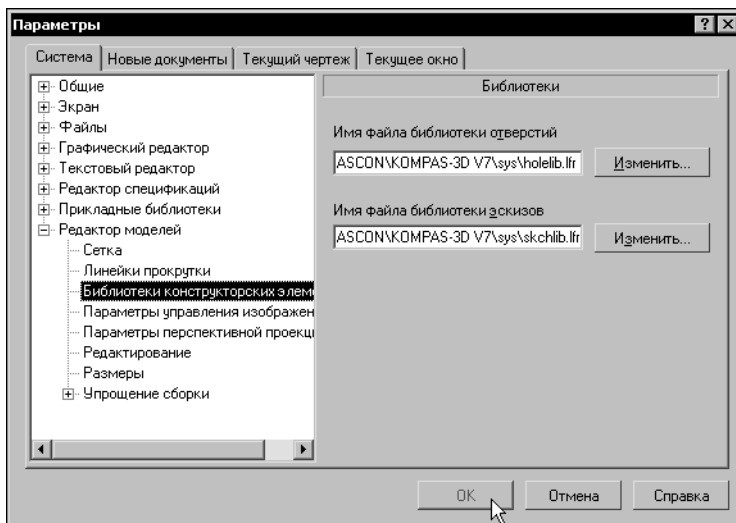
Если фрагменты в библиотеке создаются с целью использования их в качестве эскизов трехмерных элементов, они должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к эскизам для конкретных операций.

Фрагменты, содержащие эскизы, могут быть параметрическими.

115.1. 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. 115.1), выберите файл, который должен использоваться в качестве библиотеки эскизов.

Рис. 115.1. Подключение библиотеки эскизов

115.2. Использование библиотеки эскизов

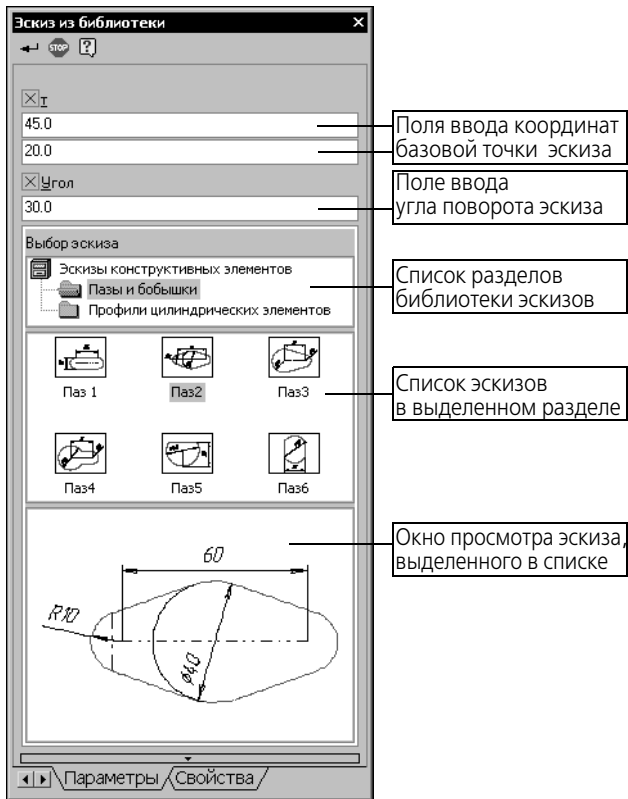


Рис. 115.2. Выбор эскиза на Панели свойств

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. 115.2). 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 построения.

Вставленный из библиотеки эскиз теряет связь со своим источником. Порядок его дальнейшего редактирования не отличается от порядка редактирования других эскизов.

115.3. Пользовательская библиотека отверстий

Если в трехмерной модели создается круглое отверстие при помощи команды **Отверстие** (см. раздел 83.3 на с. 88), для его формирования используется эскиз профиля отверстия. Этот эскиз представляет собой фрагмент из библиотеки (см. Том II, главу 71). По умолчанию полное имя библиотеки — `...Program Files\ASCON\KOMPAS-3D V8\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. 115.1), выберите файл, который должен использоваться в качестве библиотеки эскизов отверстий.

Глава 116.

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 должны храниться 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 71). При работе в библиотеке моделей вместо команд **Добавить фрагмент в библиотеку...**, **Новый фрагмент** используются команды **Добавить модель в библиотеку...**, **Новая деталь/сборка** соответственно.

116.1. 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 105.3.1 на с. 269).

116.2. 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 построения появится пиктограмма компонента из пользовательской библиотеки моделей.

Если необходимо вставить эту же модель еще раз, вызовите команду вставки из библиотеки повторно.

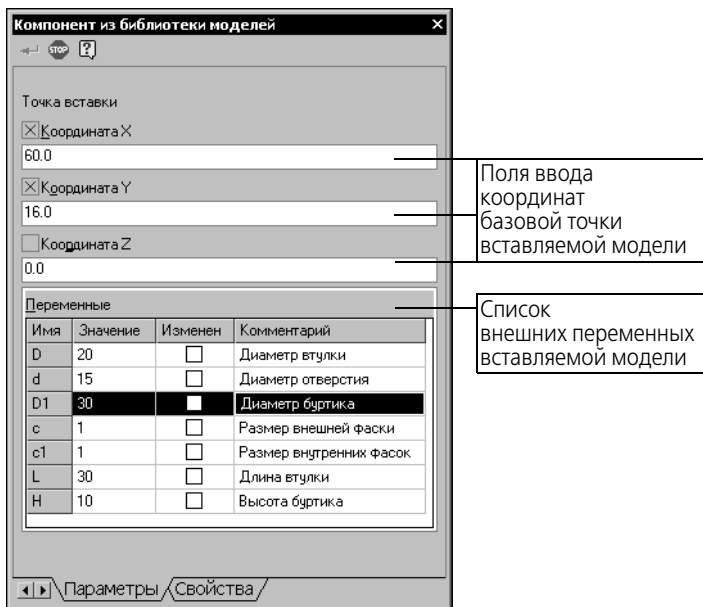


Рис. 116.1. Панель свойств при вставке библиотечной модели

Если вставляется библиотечная модель, содержащая внешние переменные, то на Панели свойств появится таблица для задания значений этих переменных (рис. 116.1).

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.

Чтобы изменить значение внешней переменной вставляемой модели, введите требуемое значение в соответствующую ячейку таблицы. После этого в колонке **Изменен** напротив этого значения появится «галочка». Она свидетельствует о том, что значение данной переменной введено пользователем. Если требуется вернуть переменную к тому значению, которое хранится в модели-источнике в библиотеке, щелкните мышью на «галочке».

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 пе-

ременная управляет своей частью сборки, они не вступают в конфликт, не «мешают» друг другу.

Иногда после вставки библиотечный компонент помечается в Дереве построения 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:

- ▼ Введение таких значений внешних переменных, при которых система уравнений и неравенств, 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 113.3 на с. 301) 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 117.

Обмен информацией с другими системами

Обмен трехмерными моделями между КОМПАС-3D V8 и другими системами возможен через следующие форматы:

- ▼ STEP
- ▼ IGES
- ▼ SAT
- ▼ STL
- ▼ WRL
- ▼ ParaSolid

Кроме того, возможна запись моделей КОМПАС-3D V8 в форматы КОМПАС 5.11 R03 и КОМПАС-3D V7 Plus, а также в растровые форматы. Сохранение в растровые форматы рассмотрено в Томе II (раздел 75.3 на с. 265).

117.1. Импорт

Для чтения документа любого из перечисленных форматов (за исключением файлов *.stl и *.wrl — их импорт не поддерживается), 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 V8 и загружен для редактирования.

117.2. 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**. В большинстве случаев после этого на экране появляется диалог, в котором можно настроить некоторые параметры экспорта.
3. Настройте экспорт и нажмите кнопку **ОК** диалога. Выбранный документ будет записан в файл указанного формата.