Самоучитель

Наталья Дударева, Сергей Загайко

SolidWorks 2010



Удобное и понятное практическое руководство для любого пользователя

Возможность легкого освоения сложного программного продукта

Большое количество иллюстраций и примеров

Задания для самостоятельной работы к каждому занятию

Помощник проектирования на прилагаемом компакт-диске

bhv + CD

Наталья Дударева
Сергей Загайко

SolidWorks 2010

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2011

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2
Д81

Дударева, Н. Ю.

Д81 Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 416 с.: ил. + CD-ROM

ISBN 978-5-9775-0612-0

Книга позволит начинающему пользователю получить практические навыки работы в пакете трехмерного твердотельного моделирования SolidWorks 2010. Подробно описаны все основные принципы проектирования объектов машиностроения: построение эскиза, моделирование трехмерных деталей, составление из них узлов и агрегатов, оформление чертежей. Рассматриваются примеры создания различных конфигураций деталей, а также деталей на основе поверхностей. Книга может использоваться в качестве учебного пособия для студентов машиностроительных вузов. Компакт-диск содержит цветные иллюстрации, примеры из книги, каталог деталей, шаблоны рамок и штампов основной надписи в соответствии с ЕСКД.

Для широкого круга пользователей

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2

Группа подготовки издания:

Главный редактор	*Екатерина Кондукова*
Зав. редакцией	*Григорий Добин*
Редактор	*Игорь Цырульников*
Компьютерная верстка	*Ольги Сергиенко*
Корректор	*Зинаида Дмитриева*
Дизайн серии	*Инны Тачиной*
Оформление обложки	*Елены Беляевой*
Зав. производством	*Николай Тверских*

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 03.12.10.
Формат $70\times100^{1}/_{16}$. Печать офсетная. Усл. печ. л. 33,54.
Тираж 1500 экз. Заказ №
"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию
№ 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП "Типография "Наука"
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0612-0

© Дударева Н. Ю., Загайко С. А., 2010
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2010

Оглавление

Введение **9**
Что такое САПР? 10
Легковесные САПР 11
САПР среднего уровня 11
Тяжеловесные САПР 12
Немного о SolidWorks 13
Основные принципы и этапы твердотельного проектирования в SolidWorks 2010 15
Построение эскиза 15
Создание объемной модели 16
Создание сборок 17
Генерация чертежей 18
Инженерные расчеты 19
От авторов 19

Занятие 1. Создание эскизов **21**
1.1. Простые эскизы 21
1.1.1. Интерфейс программы 21
1.1.2. Создание эскиза детали 27
1.2. Дополнительные возможности построения эскизов 42
1.2.1. Использование зеркального отражения объектов 43
1.2.2. Использование команд отрисовки массивов 45
1.3. Задания для самостоятельной работы 50

Занятие 2. От эскиза к трехмерной модели **55**
2.1. Детали типа призмы 55
2.1.1. Переход в 3D-пространство 55
2.1.2. Завершение работы с эскизом 56
2.1.3. Создание объемного элемента 56
2.1.4. Зуммирование, панорамирование и поворот 58
2.1.5. Задание цвета модели 59
2.1.6. Выбор грани для создания прорези 60
2.1.7. Построение эскиза прорези 61
2.1.8. Выполнение выреза 63
2.1.9. Добавление искривленного выреза 63

2.1.10. Построение сопряжений и фасок ... 67
2.1.11. Построение эскиза стяжного отверстия ... 70
2.1.12. Создание отверстия ... 71
2.1.13. Сохранение детали ... 74
2.2. Детали типа тел вращения ... 74
2.2.1. Построение контура тела вращения ... 74
2.2.2. Построение тела вращения ... 75
2.2.3. Вырезание вращением ... 76
2.2.4. Добавление элементов простым вытягиванием ... 77
2.2.5. Удаление материала простым вырезанием ... 79
2.2.6. Редактирование определения ... 81
2.3. Дополнительные возможности ... 83
2.3.1. Круговой массив ... 83
2.3.2. Линейный массив ... 87
2.3.3. Зеркальное отражение объектов ... 91
2.3.4. Смещение граней твердотельных элементов ... 95
2.4. Задания для самостоятельной работы ... 96

Занятие 3. Построение твердых тел сложной конфигурации ... 98
3.1. Построение твердых тел по сечениям ... 98
3.1.1. Способы создания дополнительных плоскостей ... 98
3.1.2. Построение элементов по сечениям без направляющей кривой ... 113
3.1.3. Построение элементов по сечениям с направляющей кривой ... 119
3.1.4. Построение элементов по сечениям с осевой линией ... 122
3.1.5. Построение элементов по сечениям с неплоским профилем ... 124
3.2. Построение твердых тел по траектории ... 126
3.2.1. Способы построения простых элементов по траектории ... 127
3.2.2. Построение элементов по траектории с использованием направляющих кривых ... 132
3.3. Элементы на основе трехмерных направляющих ... 135
3.3.1. Построение трехмерного эскиза ... 135
3.3.2. Создание объекта по сечениям с трехмерной направляющей ... 137
3.3.3. Создание трехмерного объекта по траектории ... 140
3.4. Задания для самостоятельной работы ... 143

Занятие 4. Формирование чертежа ... 146
4.1. Основные правила создания чертежей ... 146
4.1.1. Установка шрифтов и шаблонов SolidWorks ... 146
4.1.2. Создание нового чертежа ... 149
4.1.3. Создание трех стандартных видов ... 150
4.1.4. Перемещение видов на чертеже ... 151
4.1.5. Изменение масштаба вида ... 152
4.1.6. Использование *Дерева Конструирования* ... 153
4.1.7. Удаление вида ... 154
4.1.8. Создание вспомогательного вида ... 155
4.1.9. Создание проекционного вида из полученных видов ... 156
4.1.10. Создание нового листа ... 157
4.1.11. Копирование и вставка видов ... 158
4.1.12. Сохранение чертежа ... 158

4.2. Возможности SolidWorks 2010 в оформлении чертежей ... 158
4.2.1. Создание разреза ... 159
4.2.2. Создание местного вида ... 163
4.2.3. Скрытие видов ... 164
4.2.4. Использование обрезанного вида ... 165
4.2.5. Нанесение размеров ... 166
4.2.6. Нанесение дополнительных размеров ... 166
4.2.7. Добавление вынутого разреза ... 168
4.2.8. Дополнительные элементы оформления ... 168
4.2.9. Текстовые пояснения ... 172
4.2.10. Сохранение и закрытие чертежа ... 172
4.3. Задания для самостоятельной работы ... 173

Занятие 5. Создание деталей из листового материала ... 175
5.1. Проектирование деталей непосредственно из листового материала ... 175
5.1.1. Проектирование детали на основе развертки ... 176
5.1.2. Проектирование деталей из листового металла в согнутом состоянии ... 183
5.2. Конструирование детали из твердого тела и преобразование ее в деталь из листового металла ... 191
5.2.1. Первый способ преобразования твердотельной детали в деталь из листового металла ... 191
5.2.2. Второй способ преобразования твердотельной детали в деталь из листового металла ... 198
5.3. Многотельные детали из листового металла ... 202
5.3.1. Построение детали из листового металла посредством объединения нескольких деталей ... 202
5.3.2. Разделение сложной детали из листового металла на несколько простых деталей ... 211
5.4. Оформление чертежей деталей из листового материала ... 215
5.5. Задания для самостоятельной работы ... 220

Занятие 6. Создание сборок ... 223
6.1. Сборка "снизу вверх" ... 223
6.2. Сборка "сверху вниз" ... 232
6.3. Массивы в сборке ... 239
6.4. Оформление сборочного чертежа ... 243
6.5. Спецификация ... 248
6.5.1. Создание спецификации при помощи таблицы SolidWorks ... 249
6.5.2. Создание спецификации при помощи таблицы Excel ... 253
6.6. Задания для самостоятельной работы ... 254

Занятие 7. Работа с литейными формами ... 257
7.1. Простая литейная форма ... 258
7.1.1. Создание исходных деталей ... 258
7.1.2. Создание промежуточной сборки ... 258
7.1.3. Редактирование детали и вставка в нее полости ... 260
7.1.4. Создание детали производного компонента ... 261
7.1.5. Создание линии разъема ... 262
7.1.6. Создание разреза детали ... 262
7.1.7. Создание полости в многотельной детали ... 264

7.2. Оформление литейной формы со сложным разъемом ... 268
7.2.1. Построение тела полости ... 269
7.2.2. Извлечение сердцевины ... 269
7.2.3. Разделение деталей ... 271
7.2.4. Анализ уклона ... 272
7.2.5. Задание уклона ... 274
7.2.6. Определение выточки ... 275
7.2.7. Создание основания ... 277
7.2.8. Создание промежуточной сборки ... 278
7.2.9. Создание полости ... 279
7.2.10. Оформление первой половины литейной формы ... 280
7.2.11. Оформление второй половины литейной формы ... 282
7.3. Задания для самостоятельной работы ... 284

Занятие 8. Создание поверхностей и деталей на их основе ... 287
8.1. Поверхности ... 287
8.1.1. Основные способы построения поверхностей ... 287
8.1.2. Преобразование поверхностей ... 296
8.2. Детали на основе поверхностей ... 303
8.2.1. Построение детали вытягиванием до поверхности ... 303
8.2.2. Построение детали утолщением поверхности ... 306
8.3. Задания для самостоятельной работы ... 308

Занятие 9. Расчеты в приложениях SimulationXpress, Simulation и FloXpress ... 311
9.1. Основные сведения о приложениях SimulationXpress и Simulation ... 311
9.2. Расчет детали на прочность в SimulationXpress ... 315
9.2.1. Загрузка детали и запуск SimulationXpress ... 315
9.2.2. Установка крепления ... 318
9.2.3. Задание нагрузки ... 320
9.2.4. Выбор материала ... 321
9.2.5. Проведение прочностного расчета детали ... 322
9.2.6. Анализ результатов ... 323
9.3. Расчет детали на прочность в Simulation ... 330
9.3.1. Начало работы ... 331
9.3.2. Задание материала ... 334
9.3.3. Задание крепления ... 334
9.3.4. Задание нагрузки ... 335
9.3.5. Выполнение расчета ... 337
9.3.6. Анализ результатов расчета ... 338
9.4. Расчет гидрогазодинамики в FloXpress ... 342
9.4.1. Построение геометрии для анализа ... 342
9.4.2. Подготовка модели для анализа ... 344
9.4.3. Запуск FloXpress и проверка геометрии ... 345
9.5. Задания для самостоятельной работы ... 350

Занятие 10. Создание различных конфигураций деталей ... 353
10.1. Конфигурации: основные сведения ... 353
10.2. Создание конфигураций вручную ... 354

10.3. Создание конфигураций с помощью таблицы параметров ... 359
10.4. Создание конфигураций при помощи *Configuration Publisher* ... 365
10.5. Задания для самостоятельной работы ... 373

Занятие 11. Дополнительные возможности SolidWorks 2010 ... 379
11.1. Импорт/Экспорт ... 379
11.1.1. Импорт файла DWG ... 379
11.1.2. Редактирование эскиза ... 383
11.1.3. Изменение масштаба эскиза ... 383
11.1.4. Вытягивание импортированного эскиза ... 384
11.1.5. Экспорт геометрии детали в другие форматы ... 385
11.2. Анимация ... 385
11.2.1. Анимация вращения детали или сборки ... 386
11.2.2. Анимация разнесения и составления сборок ... 387
11.2.3. Анимация физического моделирования ... 392
11.2.4. Анимация с помощью захвата изображения ... 395
11.3. Библиотека стандартных деталей ... 396
11.4. Фотореалистичные изображения ... 402
11.4.1. Использование PhotoWorks ... 402
11.4.2. Использование PhotoView 360 ... 406
11.5. Задания для самостоятельной работы ... 411

Приложение. Содержание компакт-диска ... 412

Предметный указатель ... 414

Введение

Книга, которую вы держите в руках, предназначена для того, чтобы как можно большее число пользователей ПЭВМ на практике убедились в простоте работы с системами автоматизированного проектирования (САПР) в области машиностроения.

В ваших руках все богатство средств конструирования объемных (3D) моделей. Причем начать работать с простыми моделями можно практически сразу, не тратя время и силы на длительное и кропотливое обучение.

Система SolidWorks 2010 позволяет сконцентрироваться на творческом процессе. Вам не нужно задумываться о том, где находится та или иная функция. Вы всегда найдете ее в меню, палитре или панелях. Интерфейс программы прост и интуитивен: на каждой стадии проектирования моделей пользователю предлагаются именно те команды, которые применимы в данный момент. SolidWorks 2010 не стесняет пользователя жесткими рамками — попробуйте поработать с ним, и вы сами в этом убедитесь.

SolidWorks 2010 охватывает все этапы конструирования — от построения начального эскиза до выпуска конструкторской документации. Имея его в своем арсенале, вы будете более эффективно выполнять компоновки ваших разработок.

Данное издание поможет вам сделать первые шаги в SolidWorks 2010, поскольку оно снабжено большим количеством примеров. Простота изложения делает пособие понятным даже новичкам в автоматизированном проектировании. Однако для изучения курса SolidWorks 2010 необходим опыт работы с Windows-приложениями.

В процессе ознакомления с SolidWorks 2010 вы убедитесь в следующих утверждениях:

- SolidWorks 2010 достаточно прост в использовании;
- делает трехмерное (3D) проектирование простым и наглядным;
- охватывает весь процесс проектирования — от создания эскизов до выпуска конструкторской документации.

Однако в небольшом объеме книги невозможно рассказать обо всем. SolidWorks 2010 — серьезная программа с широким набором средств. Кроме того, для этого

пакета разработан ряд приложений, расширяющий его в направлении инженерного анализа, автоматизации производства и управления технологическими процессами. К таким приложениям, например, относятся SolidWorks Simulation — прочностной расчет деталей методом конечных элементов, SolidWorks Motion — расчет кинематики и динамики механизма, SolidWorks FloXpress — расчет течений газа или жидкости в деталях и сборках, SolidWorks PhotoWorks — создание реалистичных изображений моделей SolidWorks 2010 с исключительным фотографическим качеством и др. Применяя SolidWorks 2010 в комплексе с этими и другими приложениями, вы получите контроль над всей производственной цепочкой — от общих набросков до изготовления реальных изделий.

Что такое САПР?

Термин "САПР для машиностроения" в нашей стране обычно используют в тех случаях, когда речь идет о пакетах программ, которые в англоязычной терминологии называются CAD/CAM/CAE. Другими словами, это программное обеспечение для автоматизированного проектирования и конструирования (CAD — computer aided design), подготовки производства (CAM — computer aided manufacturing) и инженерного анализа (CAE — computer aided engineering). Существуют САПР и для других областей — разработки электронных приборов, строительного проектирования и т. п.

Широкий спектр CAD-программ (а именно к этому классу САПР относится SolidWorks 2010), предлагаемых различными разработчиками, как правило, вызывает у пользователя некоторое замешательство при выборе того или иного программного продукта. В самом деле, чтобы сделать правильный выбор, необходимо знать возможности всех предлагаемых программ. А это практически невыполнимое условие. Но если вы имеете точное представление о том, какие перед вами стоят задачи в настоящее время и какие задачи вам предстоит решить в ближайшем будущем, то выбор программного обеспечения значительно упрощается. Чтобы помочь пользователю сделать выбор, рассмотрим классификацию существующих САПР.

По традиционной классификации все САПР подразделяют на три уровня:

- *нижний или легкий уровень.* Представителями этого уровня являются такие САПР, как AutoCAD, CADdy, CADMECH Desktop, MasterCAM, T-FlexCAD, OmniCAD, Компас. Ценовой диапазон этих САПР составляет 500—2000 долларов за рабочее место;
- *средний уровень.* Представителями этого уровня являются такие САПР, как Solid Edge, SolidWorks, Autodesk Inventor, Cimatron, Form-Z, CAD SolidMaster, и все еще продолжающий развиваться, Mechanical Desktop, DesignSpace. Ценовой диапазон этих САПР составляет 2000—20 000 долларов за рабочее место;
- *верхний или тяжелый уровень.* Представителями этого уровня являются такие САПР, как ADAMS, ANSYS, CATIA, EUCLID3, Pro/ENGINEER, UniGraphics. Цена этих САПР составляет более 20 000 долларов за рабочее место.

Легковесные САПР

Программы данной категории служат для двумерного черчения, поэтому их обычно называют электронной чертежной доской. К настоящему времени они пополнились некоторыми трехмерными возможностями, но не имеют средств параметрического моделирования, которыми обладают тяжелые и средние САПР. Эти программы позволяют сократить время проектирования и улучшить качество документации только за счет устранения ручного труда. При этом они не защищают вас от ошибок, характерных для ручного проектирования — при помощи кульмана, карандаша и ластика. Относительно невысока и стоимость таких программ, поэтому они пользуются спросом, несмотря на нынешний экономический кризис. Именно из-за их простоты и дешевизны "легкие" системы стали самым распространенным продуктом автоматизации проектирования, своего рода "рабочей лошадкой" мира САПР. И если вы не выполняете сложных проектов и вас не "поджимают" сроки, то ваш выбор можно ограничить такими программами.

САПР среднего уровня

Программы данной категории позволяют не только исключить ошибки, возможные при проектировании с помощью программ "нижнего" уровня, но и выполнить различные проверочные расчеты деталей и сборок вашего изделия, посчитать их массогабаритные характеристики и пр., что характерно для программ "тяжелого" уровня. Все это становится возможным благодаря переходу от двумерного проектирования к трехмерному, "объемному" моделированию. Применение таких программ при разработке изделий средней сложности позволяет значительно сократить время разработки и уменьшить количество ошибок в конструкторской документации.

Такие пакеты появились в мире САПР совсем недавно — в середине 90-х годов прошлого века. До этого существовало только два полюса — на одном мощные (читай, "тяжелые") системы, работающие на UNIX-станциях (впрочем, тогда их было гораздо больше, чем сейчас), а на другом — простые (читай, "легкие") программы двумерного черчения для персонального компьютера. Но как только персональный компьютер обрел достаточную мощность, а Windows стала многозадачной и более устойчивой операционной системой, разработчики смогли создать системы автоматизированного проектирования, которые заняли промежуточное положение между "тяжелыми" и "легкими" продуктами. От первых они унаследовали возможности трехмерного твердотельного и поверхностного моделирования, а от вторых — невысокую цену, удобный графический интерфейс и ориентацию на платформу Windows. Новинки произвели настоящий переворот в мире САПР, позволив многим конструкторским и проектным организациям перейти с двумерного на трехмерное моделирование.

Важную роль в становлении среднего класса сыграли два ядра твердотельного параметрического моделирования — ACIS и Parasolid, которые появились в начале 90-х годов и сейчас используются во многих ведущих САПР. Геометрическое ядро служит для точного математического представления трехмерной формы изделия и

управления этой моделью. Полученные с его помощью геометрические данные используются системами CAD, CAM и CAE для разработки конструктивных элементов, сборок и изделий. В настоящее время Parasolid принадлежит фирме EDS, а ACIS — компании Dassault, которые продают лицензии на их использование всем желающим. Таких желающих немало — эти ядра составляют основу более сотни САПР, а число проданных лицензий перевалило за миллион. Успех понятен — ведь использование готового ядра избавляет разработчиков системы от решения трудоемких задач твердотельного моделирования и позволяет сосредоточиться на пользовательском интерфейсе и других функциях. Впрочем, это не значит, что все САПР среднего класса построены на базе этих механизмов. Многие компании ценят независимость и предпочитают разрабатывать собственные "движки".

В числе лидеров "среднего" сегмента — система SolidWorks одноименной компании (в настоящее время — подразделение Dassault Systemes), пакет Solid Edge (разработан фирмой Intergraph, теперь принадлежит EDS), а также программа Inventor от Autodesk. Кроме них в данном сегменте работает множество компаний, в том числе и российских (например, КОМПАС 3D). Их популярность среди пользователей постоянно растет, и благодаря этому данная область динамично развивается. В результате по функциональным возможностям средний класс постепенно догоняет своих более дорогостоящих конкурентов. Например, будучи изначально средствами твердотельного моделирования, эти системы в ходе эволюции обрели функции поверхностного моделирования, подготовки производства, инженерного анализа и даже управления инженерными данными. Однако далеко не всем пользователям требуется такое разнообразие возможностей. Видимо, именно этим объясняется то, что переход с двумерных систем на трехмерные еще не завершился, и многие пользователи до сих пор предпочитают программы легкого класса.

Тяжеловесные САПР

Программы данной категории позволяют реализовать проект сложного технического устройства, выполнить необходимые расчеты и проверки и получить на выходе конструкторскую, технологическую документацию и программы для станков с числовым программным управлением для изготовления деталей. Такие программы являются тяжеловесными и в ценовой категории.

В настоящее время на рынке осталось лишь три САПР верхнего ценового класса — Unigraphics NX компании EDS, CATIA французской фирмы Dassault Systemes (которая продвигает ее вместе с IBM) и Pro/Engineer от PTC (Parametric Technology Corp.). Раньше мощных систем было больше, но после череды слияний и поглощений компаний число пакетов сократилось. Главная особенность "тяжелых" САПР — обширные функциональные возможности, высокая производительность и стабильность работы — все это результат длительного развития. Все названные программы включают средства трехмерного твердотельного и поверхностного моделирования, а также модули структурного анализа и подготовки к производству, т. е. являются интегрированными пакетами CAD/CAM/CAE. Кроме того, все три поставщика предлагают для своих САПР системы управления инженерными данными (PDM — project data manager), позволяющие управлять всей конструкторско-

технологической документацией и предоставлять дополнительные данные, экспортированные из других корпоративных систем, из справочников и нормативных источников. Несмотря на то, что тяжелые системы стоят значительно дороже своих более "легких" собратьев, затраты на их приобретение окупаются, особенно когда речь идет о сложном производстве, например машиностроении, двигателестроении, авиационной и аэрокосмической промышленности.

Немного о SolidWorks

К середине 90-х годов прошлого века многие конструкторы и технологи во всем мире практически одновременно пришли к одному выводу — для того, чтобы повысить эффективность своего труда и качество разрабатываемой продукции, необходимо срочно переходить от работы в смешанной среде двухмерной графики и трехмерного моделирования к использованию объемных моделей в качестве основных объектов проектирования. В поисках максимально подходящей для решения поставленной задачи системы пользователи определили требования к ней: возможность эффективного твердотельного моделирования на промышленном уровне, стандартный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс и, конечно, наиболее привлекательная цена при высокой эффективности пакета.

Впервые пакеты твердотельного параметрического моделирования с промышленными возможностями стали доступны пользователям персональных компьютеров лишь в 1995 году, который стал переломным для мирового рынка систем CAD/CAM массового применения. Одно из лучших решений такого уровня смогла предложить американская компания SolidWorks Corporation. Созданная в 1993 году, эта фирма уже через два года, в ноябре 1995-го, выпустила на базе геометрического ядра Parasolid свой первый программный продукт. Пакет твердотельного параметрического моделирования SolidWorks 95 сразу занял ведущие позиции среди продуктов этого класса, буквально ворвавшись в мировую "табель о рангах" систем CAD/CAE. С появлением новых версий операционной системы Windows появлялись и новые версии SolidWorks, использующие возможности операционных систем, повышая быстродействие пакетов SolidWorks. Если SolidWorks 2000-2003 мог работать под управлением операционной системы Windows 98, SolidWorks 2004—2006 — под управлением Windows 2000, то SolidWorks 2007—2010 работают под управлением операционных систем Windows XP, Windows Vista и Windows 7.

В настоящее время SolidWorks 2010 завоевывает прочные позиции на промышленных машиностроительных предприятиях России, и широта области его использования продолжает увеличиваться. Чтобы убедиться в этом, достаточно посетить веб-сайт www.solidworks.com или веб-сайт российского представительства SolidWorks Russia www.solidworks ru.

Продукт американской фирмы SolidWorks Inc. представляет собой систему трехмерного твердотельного параметрического проектирования механических узлов и конструкций, разработанную специально для Windows XP, Windows Vista и Windows 7. Локализация от самой фирмы SolidWorks и ориентация на использование Windows делает систему легко осваиваемой и быстро работающей. Система

реализует классический процесс трехмерного параметрического проектирования — *от идеи к объемной модели, от модели к чертежу*. Несмотря на легкость освоения, в SolidWorks 2010 реализуются сложные геометрические построения благодаря использованию объемного ядра Parasolid. При этом возможности твердотельного моделирования, реализованные в системе, вполне сопоставимы с возможностями систем "тяжелого" класса, работающих на платформе UNIX.

SolidWorks 2010 "играет" точно по принятым в Windows правилам, к числу которых можно отнести многооконный режим работы, поддержку метода "drag-and-drop", настраиваемый пользователем интерфейс, использование буфера обмена и полную поддержку технологии OLE Automation. Являясь стандартным приложением Windows, SolidWorks 2010 прост в использовании и, что особенно важно, легок в изучении. И разработчики системы совершенно оправданно заявляют, что "если вы уже знаете Windows, то можете смело начинать проектирование с помощью SolidWorks 2010".

Так вы хотите научиться проектированию в SolidWorks 2010? Тогда начнем!

Сначала проверим, соответствует ли ваш компьютер требованиям к аппаратному и программному обеспечению для работы с SolidWorks 2010.

К системным требованиям по аппаратной части для корректной работы пакета относятся следующие:

- *оперативная память* — минимум составляет 1 Гбайт RAM. При этом количество элементов в детали не должно превышать 200, а количество компонентов в сборке — не более 1000. Для более эффективной работы рекомендуется 4 Гбайт RAM и более, при этом количество элементов в детали может превышать 200, а количество компонентов в сборке — более 1000. Кроме того, рекомендуется сделать настройки в операционной системе такими, чтобы виртуальная память в 2 и более раз превышала оперативную. Для Windows 7 (64-bit) рекомендуется 6 Гбайт RAM и более;
- *процессор* — Intel® или AMD®. SolidWorks 2010 не поддерживает процессоры на базе Apple Macintosh, Intel® Pentium® 3, AMD Athlon™ и Athlon XP;
- *видеокарта* — SolidWorks 2010 поддерживает протестированные графические карты с памятью не менее 256 Мбайт для рабочих станций с поддержкой OpenGL и протестированные драйверы к ним. Список протестированных и сертифицированных комбинаций графических карт и драйверов к ним можно найти на веб-сайте www.solidworks.com. Для более эффективной работы рекомендуются карты с памятью 512 Мбайт и более;
- *DVD-ROM* — устройство требуется для установки пакета на персональный компьютер, т. к. SolidWorks 2010 поставляется на DVD-дисках;
- *свободное место на жестком диске* — не менее 10 Гбайт;
- *устройство типа "мышь"* или аналогичное устройство указания. Рекомендуется мышь с колесиком, которое может не только вращаться, но еще и нажиматься;
- *сеть* — SolidWorks 2010 тестируется только с сетями Microsoft Windows Networking и сетевым окружением Active Directory. Сети Novell и любые не-Windows сетевые устройства не тестировались и не рекомендуются. Сеть требу-

ется при использовании "плавающих" лицензий. Если вы используете локальную лицензию, то требования по наличию сети снимаются;

- *сервер SNL (SolidWorks Networks License).* Данный сервер требуется, если вы обладаете сетевой версией лицензии SolidWorks 2010, которая устанавливается на данный сервер. При этом все остальные персональные компьютеры обращаются к серверу как клиенты. В качестве операционных систем могут использоваться Windows XP Professional или Windows Server 2008® или Windows Server 2003® (рекомендуется). Кроме того, для работы сервера потребуются USB-порт или параллельный порт, а также CD-ROM или DVD-ROM.
- К программному обеспечению предъявляются следующие требования:
- *операционная система* — Windows XP Professional (32-bit или 64-bit), Windows Vista (32-bit или 64-bit) или Windows 7 (32-bit или 64-bit). Если у вас 32-разрядная операционная система, то необходимо устанавливать 32-разрядную версию SolidWorks 2010, если 64-разрядная операционная система, то можно устанавливать любую версию SolidWorks 2010, но 64-разрядная версия пакета будет работать быстрее;
- если вы предполагаете использовать таблицы конфигураций, созданных в предыдущих версиях SolidWorks, то вам потребуется Microsoft Excel из пакета Microsoft Office 2002, 2003 или 2007;
- если вы предполагаете использовать справочную систему SolidWorks 2010, мастер установки SolidWorks 2010 или открывать файлы SolidWorks 2010 из проводника Internet Explorer, то вам потребуется Internet Explorer версии 6.0 или более поздней;
- если вы предполагаете просматривать руководство "Новые возможности" SolidWorks 2010, то рекомендуется установить Adobe Acrobat Reader версии 7.0.7 или более поздней.

Таким образом, если ваш компьютер удовлетворяет вышеперечисленным требования по аппаратному и программному обеспечению, то вы можете смело устанавливать SolidWorks 2010 и начинать изучение основных принципов твердотельного проектирования.

Основные принципы и этапы твердотельного проектирования в SolidWorks 2010

Каждое изделие перед непосредственным процессом его изготовления проходит ряд этапов, которые кратко охарактеризуем.

Построение эскиза

Процесс моделирования начинается с построения эскиза, а построение эскиза — с выбора конструктивной плоскости, в которой будет строиться этот двухмерный

эскиз. Впоследствии его можно тем или иным способом легко преобразовать в твердое тело. При создании эскиза доступен полный набор геометрических построений и операций редактирования. Нет никакой необходимости сразу точно выдерживать требуемые размеры, достаточно примерно соблюдать конфигурацию эскиза. Позже, если потребуется, конструктор может изменить значение любого размера и наложить связи, ограничивающие взаимное расположение отрезков, дуг, окружностей и т. п. Эскиз конструктивного элемента может быть легко отредактирован в любой момент работы над моделью. Кроме того, в процессе построения эскиза конструктор может воспользоваться инструментарием, позволяющим проводить диагностику эскиза и быстро находить ошибки построения (например, *SketchXpert*).

Создание объемной модели

Пользователю предоставляется несколько различных средств создания объемных моделей. Основными формообразующими операциями в SolidWorks 2010 являются команды добавления и снятия материала. Система позволяет выдавливать контур с различными конечными условиями, в том числе на заданную длину или до указанной поверхности, а также вращать контур вокруг заданной оси. Возможно создание тела по заданным контурам с использованием нескольких образующих кривых (так называемая операция *лофтинга*) и выдавливанием контура вдоль заданной траектории. Кроме того, в SolidWorks 2010 необычайно легко строятся литейные уклоны на выбранных гранях модели, полости в твердых телах с заданием различной толщины для разных граней, скругления постоянного и переменного радиуса, фаски и отверстия сложной формы. Так же как и в построении эскизов, здесь есть свой инструментарий для оформления элементов деталей (например, *FilletXpert, DraftXpert* и т. д.).

При этом система позволяет в любой момент отредактировать однажды построенный элемент твердотельный модели.

Значительно упрощают работу многочисленные сервисные возможности, такие как копирование выбранных конструктивных элементов по линии или по кругу (создание массивов), зеркальное отображение указанных примитивов или модели.

При редактировании конструктор может возвратить модель в состояние, предшествовавшее созданию выбранного элемента. Это может потребоваться для выполнения каких-либо действий, невозможных в текущий момент.

Кроме проектирования твердотельных моделей SolidWorks 2010 поддерживает и возможность поверхностного представления объектов. При работе с поверхностями используются те же основные способы, что и при работе с твердыми телами. Возможно построение поверхностей, эквидистантных к выбранным, а также импорт поверхностей из других систем с использованием формата IGES, ACIS и др.

При проектировании деталей, изготовляемых литьем, очень полезной оказывается возможность создания разъемных литейных форм.

Если для работы необходимо использовать какие-либо часто повторяющиеся конструктивные элементы, на помощь приходит способность системы сохранять примитивы в виде библиотек.

Важной характеристикой системы является возможность получения разверток для спроектированных деталей из листового материала. При необходимости в модель, находящуюся в развернутом состоянии, могут быть добавлены новые места сгиба и различные конструктивные элементы, которые по каким-либо причинам нельзя было создать раньше.

Для упрощения работы с трехмерной моделью на любом этапе проектирования и повышения ее наглядности в SolidWorks 2010 используется **Дерево Конструирования** (Feature Manager) в стиле Проводника Windows. Оно представляет собой своеобразную графическую карту модели, последовательно отражающую все геометрические примитивы, которые были использованы при создании детали, а также конструктивные оси и вспомогательные плоскости, на которых создавались двухмерные эскизы. При работе же в режиме сборки **Дерево Конструирования** показывает список деталей, входящих в сборку. Обычно **Дерево Конструирования** отображается в левой части окна SolidWorks 2010, хотя его положение можно в любой момент изменить. **Дерево Конструирования** предоставляет мощные средства редактирования структуры модели или узла. Оно позволяет переопределять порядок следования отдельных конструктивных элементов либо целых деталей, создавать в пределах детали или сборки несколько вариантов конфигурации какого-либо элемента и т. д.

При выполнении команд чаще всего параметры задаются через **Менеджер свойств** (Property Manager), которое появляется на месте **Дерева Конструирования** при вызове той или иной команды, при этом само **Дерево Конструирования** перемещается в графическую область построений и становится прозрачным.

При проектировании деталей конструктору доступна единая библиотека физических свойств материалов, текстур и штриховок, возможно управление историей построения модели. Кроме того, возможно ручное и автоматическое образмеривание, а также динамичное внесение изменений в режиме реального времени.

Создание сборок

SolidWorks 2010 предлагает конструктору довольно гибкие возможности создания узлов и сборок. Система поддерживает как создание сборки способом "снизу вверх", т. е. на основе уже имеющихся деталей, число которых может доходить до сотен и тысяч, так и проектирование "сверху вниз" — от сборки к детали. В этом случае сборка основывается на так называемом "компоновочном эскизе", который является основополагающим при создании сборки. В результате создания такого эскиза возникают детали в составе сборки. Характерной особенностью такой сборки является то, что если конструктор будет изменять компоновочный эскиз, то автоматически будут изменяться размеры зависимых деталей.

Проектирование сборки начинается с задания взаимного расположения деталей друг относительно друга, причем обеспечивается предварительный просмотр накладываемой пространственной связи. Для цилиндрических поверхностей могут быть заданы связи концентричности, для плоскостей — их совпадение, параллельность, перпендикулярность или угол взаимного расположения. Работая со сборкой,

можно по мере необходимости создавать новые детали, определяя их размеры и расположение в пространстве относительно других элементов сборки. Наложенные связи позволяют автоматически перестраивать всю сборку при изменении параметров любой из деталей, входящих в узел. Каждая деталь обладает материальными свойствами, поэтому существует возможность контроля "собираемости" сборки. Для проектирования изделий, получаемых с помощью сварки, система позволяет выполнить объединение нескольких свариваемых деталей в одну, а также возможно проектирование рамных или ферменных конструкций по набору 2D- или 3D-эскизов.

В процессе работы со сборками возможно контекстное редактирование деталей в составе сборки, назначение автосопряжения, а также возможен режим работы с большими сборками. Кроме того, можно создавать массивы компонентов сборки, осуществлять вырезы и отверстия в контексте сборки, объединять и разделять детали.

SolidWorks 2010 позволяет проектировать изделия с учетом специфики изготовления. Например, при изготовлении изделия из листового материала SolidWorks 2010 позволяется проводить построение разверток, осуществлять моделирование "от детали к развертке" и "от развертки к детали", а также делать вырезы для снятия напряжений. При проектировании пресс-форм и штампов программа позволяет проводить анализ уклонов, строить линии и поверхности разъема и т. д.

Генерация чертежей

После того как будет создана твердотельная модель детали или сборки, конструктор может автоматически получить рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, проекций, сечений и разрезов, а также с проставленными размерами. SolidWorks 2010 поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении управляющего размера на чертеже автоматически перестраиваются все связанные с этим размером конструктивные элементы в трехмерной модели. И наоборот, любое изменение, внесенное в твердотельную модель, повлечет за собой автоматическую модификацию соответствующих двухмерных чертежей.

В SolidWorks 2010 поддерживается выпуск чертежей в соответствии со стандартами GOST, ANSI, ISO, JIS и рядом других. При оформлении чертежно-конструкторской документации в полном соответствии с ЕСКД SolidWorks 2010 является самодостаточным, т. е. в SolidWorks 2010 есть все средства для оформления чертежей по российским стандартам. Но для повышения эффективности создания чертежей рекомендуется использование SolidWorks 2010 совместно с различными мощными чертежно-графическими редакторами, которые могут выступать в роли электронного "нормоконтролера". К таким редакторам относятся, например, КОМПАС 3D, MechaniCS и др. Здесь надо отметить то, что при использовании этих редакторов теряется ассоциативная связь модели с размерами на чертеже, т. е. применять такие редакторы надо на заключительном этапе создания чертежей, когда изменение модели более не предполагается. В противном случае процесс переноса чертежа в графический редактор придется повторить.

Когда чертеж готов, вывести его на бумажный носитель можно любыми имеющимися "под рукой" принтерами либо плоттерами.

Инженерные расчеты

И наконец, в SolidWorks 2010 по готовой объемной модели детали или сборки можно проводить различные инженерные расчеты:

- подсчитывать массы деталей или сборок, определять моменты инерции относительно различных осей и т. п.;
- имитировать работу механизмов и узлов;
- проводить анализ интерференции и анализировать контактные взаимодействия;
- проводить расчет пружин и кулачков;
- рассчитывать отдельные детали или детали, находящиеся в сборке, на прочность методом конечных элементов с определением напряжений, деформаций и расчетом коэффициента запаса прочности;
- проводить анимацию собранного узла;
- рассчитывать кинематику и динамику звеньев механизма с расчетом нагрузок на элементы сборки;
- моделирование течений жидкостей и газов при решении задач различных гидродинамических и пневматических систем и т. д.

От авторов

Данная книга ни в коей мере не заменяет и не дополняет справку SolidWorks 2010. Как правило, справкой удобно пользоваться тогда, когда пользователь уже имеет определенный опыт работы с программой, но забыл некоторые команды или приемы создания объектов. В этом случае справка оперативно поможет восстановить память и подсказать забытые команды. Назначение данной книги иное. Она позволит пользователю Windows, практически ничего не знающему о программе SolidWorks 2010, сразу начать работать в ней и получать готовые проекты и чертежи проектируемых деталей и изделий (гораздо быстрее, чем в знаменитом AutoCAD). На примере простых деталей мы попытались показать читателю, как можно быстро проектировать эти детали и изделия. Являясь неким "путеводителем", данная книга позволит вам пройти по основным "контрольным точкам" проектирования объектов машиностроения. Надо сказать, что с помощью SolidWorks 2010 можно проектировать объекты не только из области машиностроения, но и из области архитектуры, мебельного производства и т. п. Мы постарались как можно более доходчиво объяснить основные принципы работы с SolidWorks 2010. Надеемся, что вы, быстро освоив предлагаемый материал книги, также быстро перейдете к самостоятельному дальнейшему освоению SolidWorks 2010 в своей работе. Не бойтесь экспериментировать и искать оптимальные варианты решения задач с помощью SolidWorks 2010. Каждый, в конце концов, найдет свое. Поверьте, SolidWorks 2010 так же неисчерпаем, как и атом.

Желаем удачи в вашем нелегком труде.



ЗАНЯТИЕ 1

Создание эскизов

Создание любой детали начинается с построения эскиза, поэтому рассмотрение способов создания эскизов в SolidWorks 2010 начнем с построения простых эскизов, двигаясь от простого к сложному. Простые эскизы, как правило, состоят из примитивов: отрезок, прямоугольник, ромб, окружность, овал, дуга и т. п., соединенных в замкнутый контур. Более сложные эскизы предусматривают использование дополнительных возможностей при построении, которые при правильном применении ускоряют процесс проектирования. Но целесообразное применение тех или иных возможностей эскизного инструментария, в конечном счете, будет определяться опытом работы в SolidWorks 2010.

Таким образом, рассмотрение простых и сложных эскизов начнем на примере такой простой детали, как хомут.

1.1. Простые эскизы

1.1.1. Интерфейс программы

Для начала запустите программу SolidWorks 2010. Запуск программы осуществляется щелчком мыши по значку  на рабочем столе или выбором команды **Пуск | Программы | SolidWorks 2010 | SolidWorks 2010**.

После запуска программы будут доступны три значка в левом верхнем углу экрана:  — открытие существующих файлов деталей, сборок или чертежей,  — создание новых файлов и  — изменение настроек для **SolidWorks.** Воспользуйтесь вторым значком для создания нового файла, щелкнув по нему левой кнопкой мыши. Если у вас уже есть какие-либо файлы, воспользуйтесь первым значком.

В появившемся окне шаблонов, показанном на рис. 1.1, выберите шаблон **Деталь**, выделив соответствующий значок, и нажмите кнопку **OK.**

Теперь вы видите перед собой пользовательский интерфейс SolidWorks 2010, находящийся в режиме **Эскиз** (рис. 1.2). Программа написана в соответствии со стандартами Windows, поэтому все элементы интерфейса расположены на привыч-

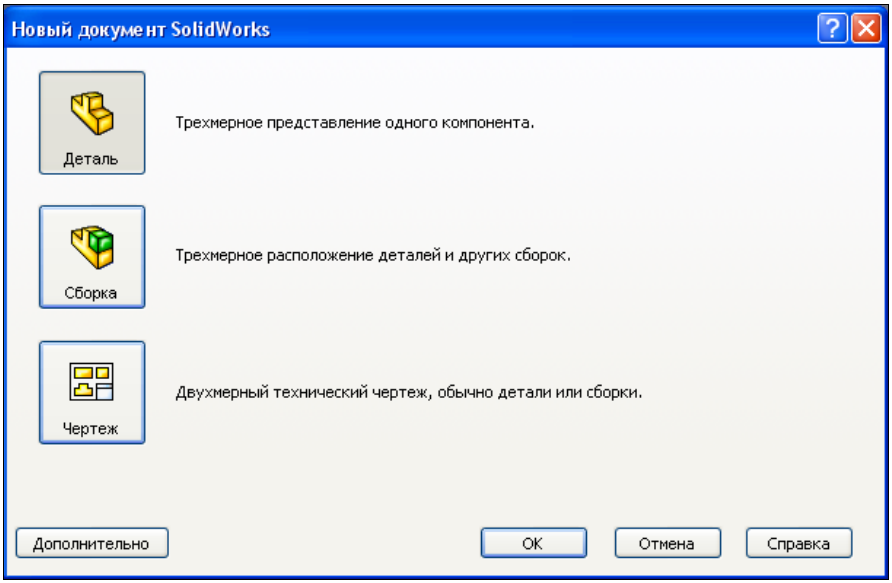


Рис. 1.1

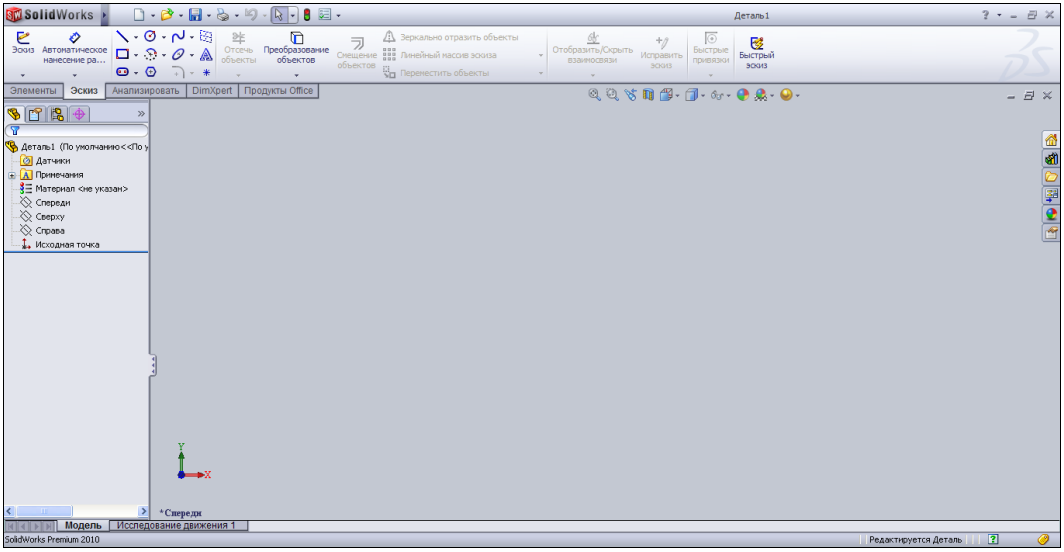


Рис. 1.2

ных местах. В верхней части находится строка меню, из которого вызываются команды программы. Чтобы вызвать меню, необходимо навести курсор мыши на надпись SolidWorks. Например, в меню **Файл** сгруппированы такие команды, как **Создать**, **Открыть**, **Закрыть**, **Сохранить** и др., т. е. работающие с файлами. Меню **Правка** позволяет вырезать, копировать, вставлять и удалять элементы построения, а также отменять введенные команды. Меню **Вид** объединяет команды, задающие ориентацию модели и вида проектируемой детали или сборки. Меню

Вставка предназначено для добавления различных элементов построения. Когда меню неактивно, его замещает меню часто употребляемых команд. Через меню (**Помощь**) можно получить доступ к обширной электронной локальной справочной системе, с помощью которой опытный пользователь SolidWorks 2010 может быстро освежить в памяти позабывшиеся команды.

Чуть ниже строки меню располагаются значки, которые предназначены для быстрого вызова команд, т. е. они дублируют команды, расположенные в меню.

Все значки собраны в инструментальные панели, которые, в свою очередь, также можно настраивать — отключать, перемещать на экране и т. д.

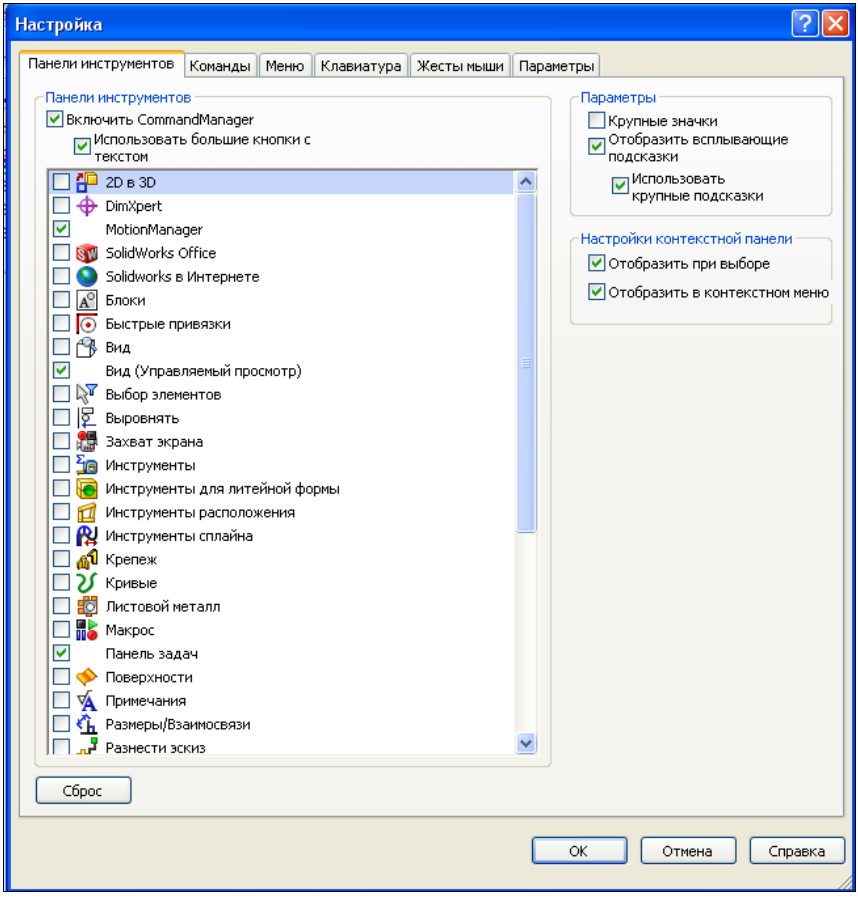


Рис. 1.3

Для того чтобы изменить настройки панели инструментов, необходимо выбрать команду **Инструменты | Настройка** и на вкладке **Панели инструментов** установить или убрать соответствующие флажки (рис. 1.3). Кроме того, в этом окне можно включить или отключить **CommandManager**, в котором располагаются панели инструментов. Отключение **CommandManager** приводит к увеличению графической области построений. Кроме того, **CommandManager** можно захватить мышью

и перетащить в любое место экрана. В этом же окне можно снять флажок с параметра **Использовать большие кнопки с текстом**, что также приведет к увеличению области построений.

Если перейти на вкладку **Команды**, можно добавить или убрать отдельные значки на панель инструментов. Все значки разбиты по категориям для удобства их систематизации и выбора (рис. 1.4).

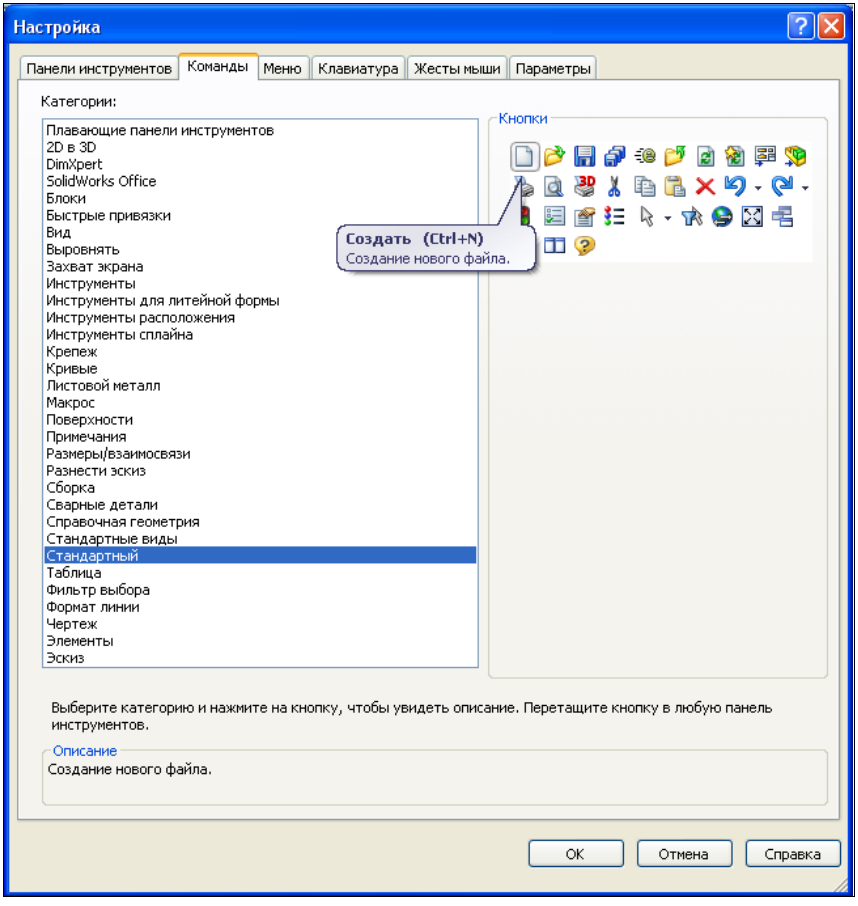


Рис. 1.4

Чтобы добавить значок на панель инструментов, необходимо найти его в соответствующей категории (для новичков внизу есть краткое описание команды в разделе **Описание**), а затем, наведя указатель мыши, нажать левую кнопку и, удерживая ее, перетащить значок в удобное для работы место на панели и отпустить кнопку. Добавленный значок отобразится на экране.

Чтобы удалить значок, необходимо "схватить" значок мышью в окне программы и перетащить его в окно настроек. После того как кнопка мыши будет отпущена, значок исчезнет с экрана.

После всех манипуляций со значками в окне **Настройка** нажмите кнопку **OK**.

По умолчанию в левой части экрана расположено **Дерево Конструирования** (рис. 1.5), в котором будут отображаться все наши построения. Мы только начали создавать модель, поэтому **Дерево Конструирования** пусто и имеются только исходные плоскости **Спереди**, **Сверху** и **Справа**, на которых можно начинать построение эскизов, и элемент **Исходная точка**.

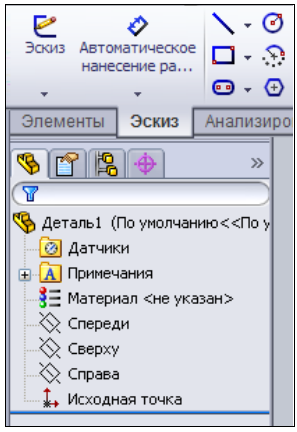


Рис. 1.5

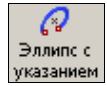
Инструментальная панель **Элементы** (см. рис. 1.5), служащая для создания твердотельной модели, находится в верхней части экрана. В данный момент она недоступна, т. к. мы находимся в режиме рисования эскизов.

Для того чтобы начать рисование эскиза, щелкните левой кнопкой мыши на плоскости **Спереди** в **Дереве Конструирования** и на кнопке Эскиз — **Эскиз**. Тут же инструментальная панель **Эскиз** становится активной. Эта панель включает в себя основные кнопки команд, требующихся для создания эскизов, которые описаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1. *Основные команды эскизов*

Значок	Назначение	Значок	Назначение
Точечный	Установка базовой точки	Линия	Рисование линий и отрезков
Прямоуго...	Рисование прямоугольников	Параллел...	Рисование параллелограммов
Окружнос...	Рисование окружностей	Дуга через 3 точки	Рисование дуги по трем точкам
Центр дуги	Рисование дуги по центру и двум точкам	Касательн... дуга	Построение дуги, касательной к линии
Окружнос... по	Рисование окружностей по периметру	Зеркально отразить	Зеркальное отражение выбранных объектов относительно осевой линии
Скругление	Скругление угла на пересечении двух линий	Фаска	Добавление фаски в месте пересечения двух объектов эскиза
Удлинить объекты	Удлинение объекта эскиза до другого	Осевая линия	Проведение осевой линии
Смещение объектов	Добавление объектов эскиза, смещенного относительно другого объекта эскиза	Отсечь объекты	Отсечение или удаление объекта эскиза

Таблица 1.1 *(окончание)*

Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Добавление кругового массива		Добавление прямоугольного массива
	Рисование эскиза полного эллипса		Рисование эскиза неполного эллипса
	Рисование сплайна		Рисование многоугольников

Примечание

Если экран монитора имеет небольшое разрешение, то часть значков, имеющихся в инструментальной панели, может оказаться за кадром. В этом случае, чтобы добраться до значка, оказавшегося вне поля видимости, нажмите кнопку  , расположенную справа или снизу в инструментальной панели. Откроется дополнительное меню с отсутствующими значками.

В таблице 1.1 приведены не все значки. Некоторые из этих значков могут быть сгруппированы. О том, что это группа показывает маленький треугольник справа от значка —  . Нажав на этот треугольник, можно открыть всю группу.

В каждый момент времени на экране появляются только те инструменты, которые необходимы в том или ином режиме работы. Такой способ организации позволяет избежать чрезмерной перегруженности интерфейса: значков в панели инструментов не так много, и каждая панель инструментов появляется только тогда, когда она действительно нужна. Кроме того, панели инструментов можно перетаскивать мышью в любое место экрана так же, как вы это проделываете в Windows. Разработчики SolidWorks 2010 сделали все для того, чтобы максимизировать графическую область построений.

Если инструментальная панель не вмещается на экране, то появляется двойная стрелка, нажав на которую можно раскрыть оставшиеся в панели инструментов значки (рис. 1.6).

В нижней части экрана располагается статусная строка, в которой указываются текущие координаты курсора и режимные параметры модели.

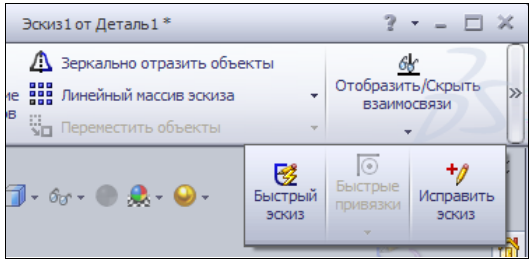
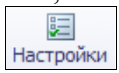


Рис. 1.6

1.1.2. Создание эскиза детали

Начнем с простого. Как уже было сказано ранее, сразу после создания нового файла детали можно включить режим построения эскизов, нажав кнопку 

— **Эскиз**, и выбрать одну из плоскостей построения: **Спереди**, **Сверху** или **Справа**. Окно, в котором производятся построения, по умолчанию не имеет сетки. Для того чтобы ее отобразить, выберите команду **Инструменты | Параметры** (или просто нажмите кнопку 

в меню) и на вкладке **Свойства документа** в разделе **Масштабная сетка/Привязать** установите флажок **Отобразить масштабную сетку**. Можно также, нажав на значок  — **Масштабная сетка/Привязать** в панели инструментов **Эскиз**, перейти в открывшееся окно, показанное на рис. 1.7, и установить флажок **Отобразить масштабную сетку**. Попутно можно задать желаемые параметры сетки и установить привязку элементов эскиза к масштабной сетке. После установки всех параметров нажмите кнопку **OK** и вернитесь в режим рисования эскиза. Параметры масштабной сетки можно вызывать в любой момент редактирования эскиза. Масштаб сетки изменяется вращением колесика мыши.

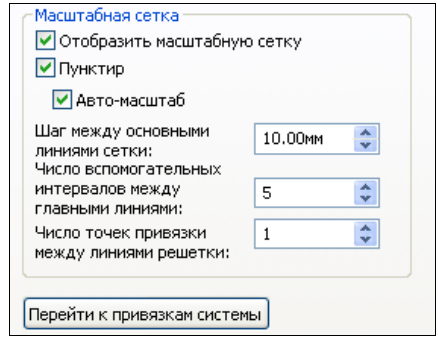


Рис. 1.7

Сетка дает пользователю визуальное представление о размерах и углах, облегчая тем самым его действия. Базовая точка эскиза  — **Исходная точка** располагается в центре окна, где находится начало координат.

Построение линии основания

Щелкнув мышью значок, выберите команду рисования линии 

из инструментальной панели **Эскиз**. Затем переместите курсор в область рисования. При этом он приобретает вид карандаша с линией. Подведите курсор к тому месту, где планируется расположить начальную точку линии, и нажмите левую кнопку мыши. Удерживая кнопку мыши, начинайте перемещать курсор к конечной точке линии. Обратите внимание на динамическую линию, которую программа проводит к курсору от указанной ранее точки. Как только курсор достигнет конечной точки отрезка, отпустите кнопку мыши. Не старайтесь выдерживать линии строго вертикально или горизонтально — далее мы увидим, как этого добиться без каких-либо затруднений.

Итак, нарисуйте примерно горизонтальный отрезок длиной около 40 мм. При проведении отрезка текущая длина отображается рядом с курсором (рис. 1.8).

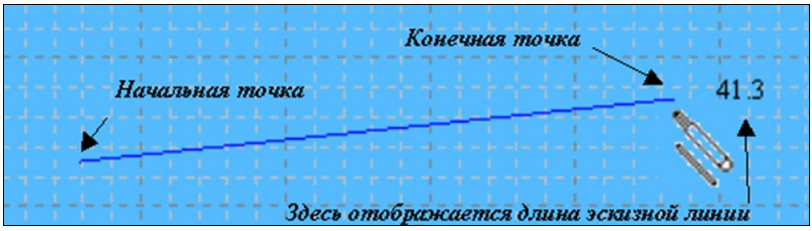


Рис. 1.8

При рисовании эскизов особой точности соблюдать не нужно: длина может несколько отличаться от 40 мм, а линия быть не строго горизонтальной (как, например, показано на рис. 1.8). Однако если нарисовать отрезок слишком длинным или слишком коротким, то, скорее всего, эскиз может принять неправильную форму при простановке размеров, и тогда потребуется дополнительная корректировка его элементов. Надо сказать, что корректировка размеров в SolidWorks 2010 не составляет особого труда. После выполнения команды рисования линии нажмите кнопку **OK** в **Менеджере свойств**.

Если при построении допущена ошибка, то следует нажать кнопку — **Отменить ввод** на инструментальной панели **Стандартная**, а затем повторно вызвать команду Линия из панели **Эскиз**. Отметить ввод можно также, выбрав команду **Правка | Отменить ввод — Линия** или просто нажав комбинацию клавиш <Ctrl>+<Z>.

Использование жестов мыши

В SolidWorks 2010 появилась новая возможность быстрого вызова команд — с помощью жестов мыши. Для этого нажмите правую кнопку мыши в области построений и слегка двиньте ею в любом направлении. При этом появится сегментированное кольцо, показанное на рис. 1.9.

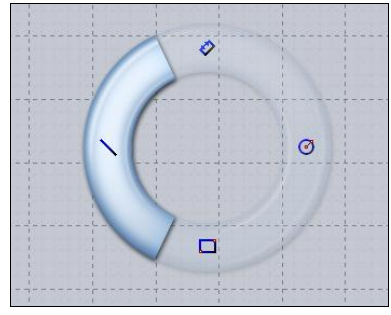


Рис. 1.9

Каждый сегмент кольца (а их может быть 4 или 8) отвечает за выполнение определенной команды. Например, за вызов команды отрисовки линий отвечает левый сегмент. Не отпуская правую кнопку мыши, переведите курсор на этот сегмент, и после прохождения курсора мыши над сегментом произойдет вызов соответствующей команды.

Для настройки жестов мыши пройдите путь **Инструменты | Настройка**. В диалоговом окне **Настройка** перейдите на вкладку **Жесты мыши** (рис. 1.10). В этом окне можно выключить использование жестов, сняв флажок **Включить жесты мыши**, а также выбрать количество сегментов в кольце, установив переключатель в положение **4 жеста** или **8 жестов**.

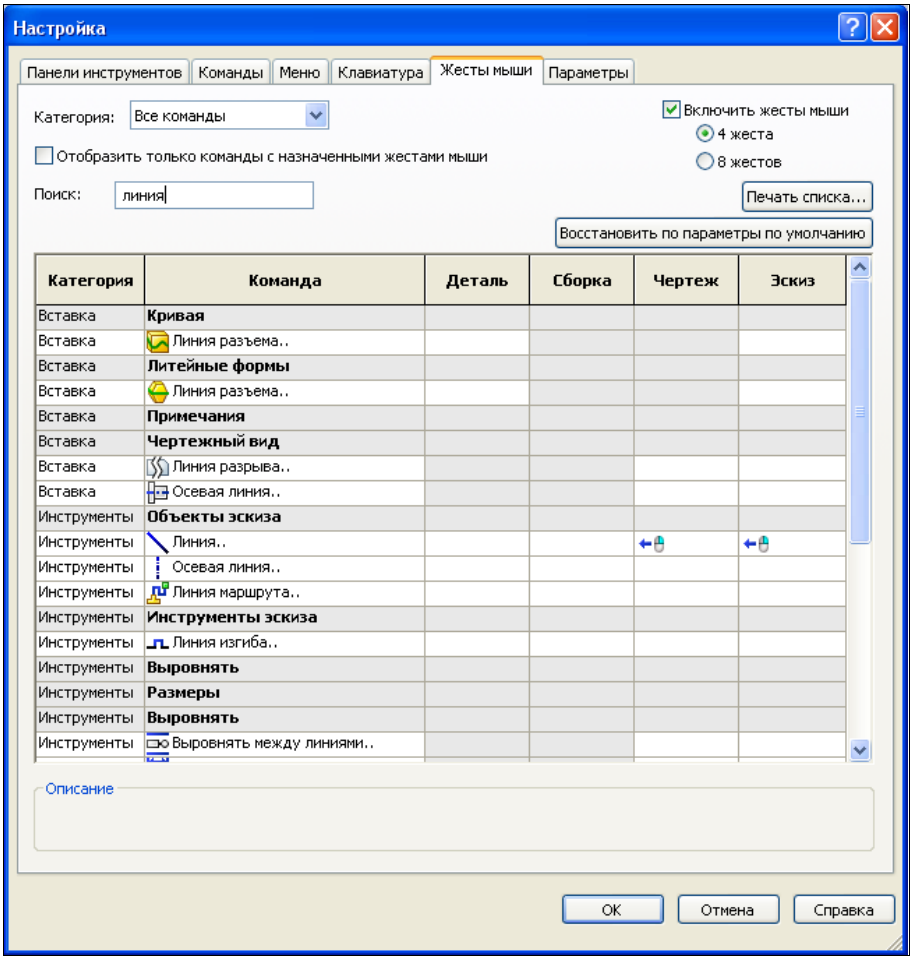


Рис. 1.10



Рис. 1.11

Для настройки жеста выберите настраиваемую команду, найдя ее в столбце **Команда**. Если известно имя команды, то можно воспользоваться полем **Поиск**. После выбора команды щелкните поле того столбца (**Деталь**, **Сборка**, **Чертеж** или **Эскиз**), для которого происходит настраивание жеста мыши. Далее щелкните по значку и откроется меню, в котором можно выбрать направление движения мыши (рис. 1.11). После настройки всех жестов нажмите кнопку **OK** в диалоговом окне **Настройка**.

Построение вертикальной линии

Если команда построения линий все еще активна, можно сразу же добавить в эскиз второй отрезок. Подведите курсор к концу отрезка, от которого вы хотите продолжить эскиз. Появление двух концентрических окружностей на желтом фоне рядом с курсором свидетельствует о захвате конца отрезка, в результате чего линии будут соединены. Постройте вертикальный отрезок длиной 50 мм, также не заботясь о точности. В результате построения могут появляться динамические пунктирные линии, обозначающие ортогональные направления отрезка (рис. 1.12).

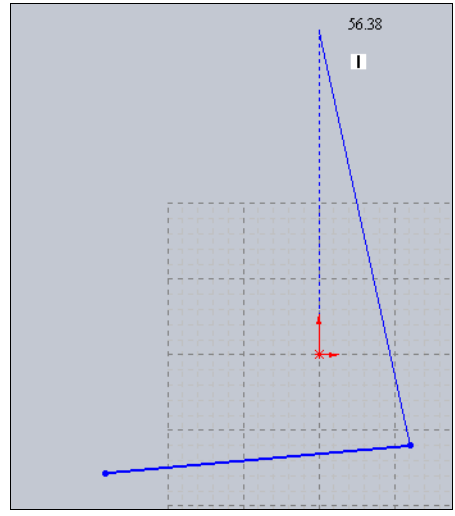


Рис. 1.12

Примечание

Для быстрого рисования эскизов после вызова команды построения отрезков 

замкнутые отрезки можно строить путем последовательного позиционирования курсора в требуемом месте и однократным нажатием левой кнопки мыши. Для завершения цепочки необходимо дважды нажать левую кнопку мыши либо, нажав правую кнопку мыши во всплывающем меню, выбрать пункт **Завершить цепочку (двойное нажатие)**.

Построение полуокружности

Для того чтобы создать дуговой сегмент эскиза, не нужно прерывать команду построения отрезков. Поместите курсор точно в конце второго отрезка. Теперь нажмите левую кнопку мыши и ведите курсор, как бы продолжая отрезок вверх и немного влево. Программа динамически будет формировать дугу. Причем дуга будет расположена тангенциально к отрезку, от которого она начала строиться. При этом

могут возникать линии формирования, которые работают вместе с указателями, привязками эскиза и взаимосвязями, чтобы графически отобразить, как объекты эскиза влияют друг на друга.

Примечание

Линии формирования — это пунктирные линии, которые появляются по мере создания эскиза. Когда указатель приближается к высвеченным меткам, например средним точкам, линии формирования используются в качестве ориентира в зависимости от существующих объектов эскиза.

Траектория движения по дуге должна приблизительно соответствовать показанной на рис. 1.13, чтобы центральный угол дуги был близок к 180 градусам. Особой точности добиваться также не следует. Эскиз, как уже неоднократно повторялось, должен иметь пока приблизительные форму и размеры.

После того как вы нажмете левую кнопку мыши, к эскизу добавится полуокружность. Если у вас дуга с первого раза не получилась, попробуйте еще раз.

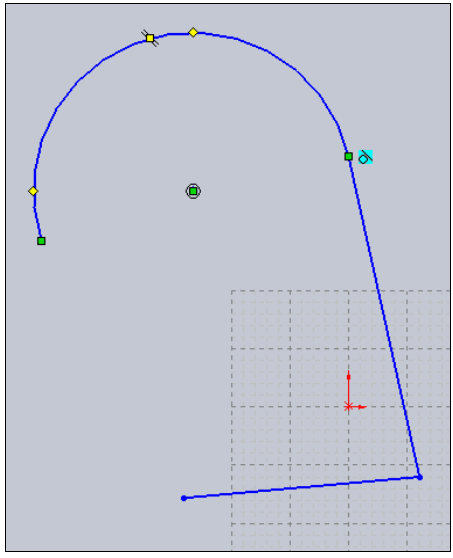


Рис. 1.13

Примечание

Полуокружность можно построить также с помощью команд  — **Касательная дуга**,  — **Дуга через три точки** и  — **Центр дуги**, находящихся в панели инструментов **Эскиз**.

Замыкание эскиза

Если команда построения отрезков все еще активна, переместите курсор к начальной точке эскиза (при этом около курсора должны появиться концентрические окружности в желтом квадрате ) и щелкните мышью. Программа построит замыкающий элемент эскиза.

В зависимости от того, насколько близко к идеальному расположению указывались точки, эскиз может оказаться правильным или слегка искаженным. Эскиз может получиться, например, таким, как показано на рис. 1.14. Ничего страшного, что эскиз пока "кривой". Последующими действиями мы приведем его в порядок.

Для завершения работы с линиями нажмите кнопку 

— **Линия** в панели инструментов **Эскиз** или кнопку **OK**  в **Менеджере свойств**.

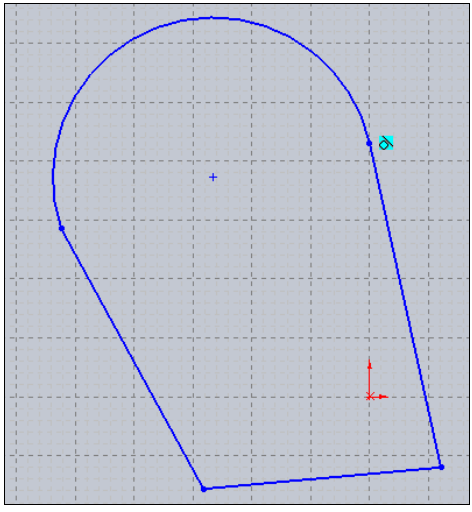


Рис. 1.14

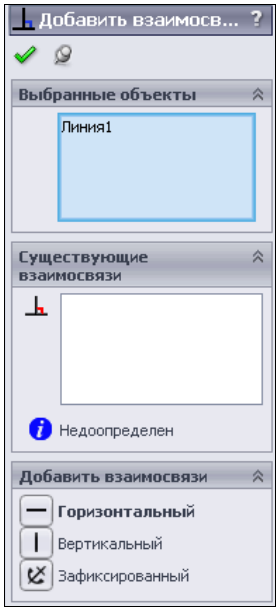


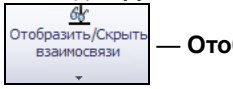
Рис. 1.15

Наложение взаимосвязей

Для того чтобы наложить на эскиз дополнительные взаимосвязи элементов с целью правки построенного эскиза, необходимо вызвать команду 

— **Добавить взаимосвязь** из панели инструментов **Эскиз**.

Примечание

Команда **Добавить взаимосвязь** может быть расположена в группе команд 

— **Отобразить/Скрыть взаимосвязи**.

При этом в **Менеджере свойств** возникает диалоговое окно **Добавить взаимосвязь**, показанное на рис. 1.15.

Сначала окно **Выбранные объекты** пусто. Выделите мышью отрезки, которые должны быть в эскизе вертикальными. Выбираемые отрезки тут же отображаются в окне **Выбранные объекты**. Во вкладке **Добавить взаимосвязи** полужирным шрифтом обозначаются те взаимосвязи, которые наиболее близки к построенной фигуре. Например, при выборе объекта **Линия 1** полужирным шрифтом отмечена взаимосвязь **Горизонтальный**  . Нажмите на эту кнопку, и вы увидите, что ниж-

няя линия нашего эскиза стала строго горизонтальной, а на вкладке **Существующие взаимосвязи** появилась надпись **Горизонтальность 0**. При этом рядом с элементом эскиза возникает символ взаимосвязи .

Аналогично установите взаимосвязь вертикальности для правого и левого отрезков.

Примечание

Вместо взаимосвязи — **Вертикальность**, примененной к правому и левому отрезкам, можно было бы применить взаимосвязи — **Перпендикулярность** к нижнему отрезку. В этом случае необходимо было бы выбрать в качестве объектов два элемента — линии, к которым применяется данная взаимосвязь. Результат построения был бы точно таким же.

В результате этих действий эскиз может несколько изменить свою форму (рис. 1.16). Ничего страшного. Главное, чтобы не появились пересекающиеся отрезки. Если такое произошло, необходимо подкорректировать размеры эскиза. Как это сделать, будет рассказано в *подразд. "Проверка эскиза" и "Задание значения размера" далее в этом разделе*.

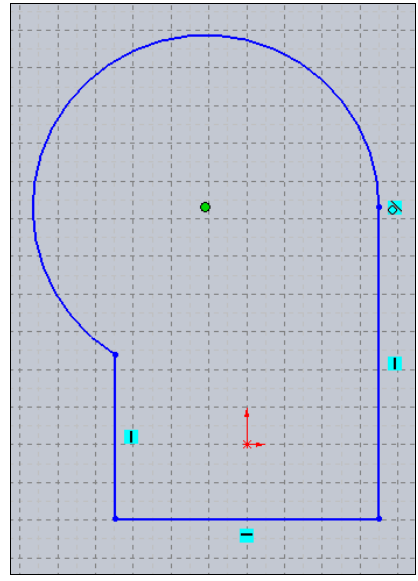


Рис. 1.16

Примечание

Обратите внимание, что рядом с элементами эскиза проставлены значки добавленных взаимосвязей. С одной стороны, они показывают, какие связи наложены на данный элемент эскиза, с другой, этими значками можно управлять, например удалить взаимосвязь. Положение элемента в эскизе при этом не изменится, но связь будет удалена.

Наложение зависимости *Касательный*

Поскольку команда добавления взаимозависимостей еще активна, добавьте зависимость касательности дуги и левого вертикального отрезка путем выбора этих элементов. Программа сама определит эту зависимость и пометит полужирным шрифтом взаимосвязь — **Касательный** (рис. 1.17). Осталось нажать только соответствующую кнопку.

После установки всех взаимосвязей можно завершить диалог и закрыть диалоговое окно нажатием кнопки **OK**  .

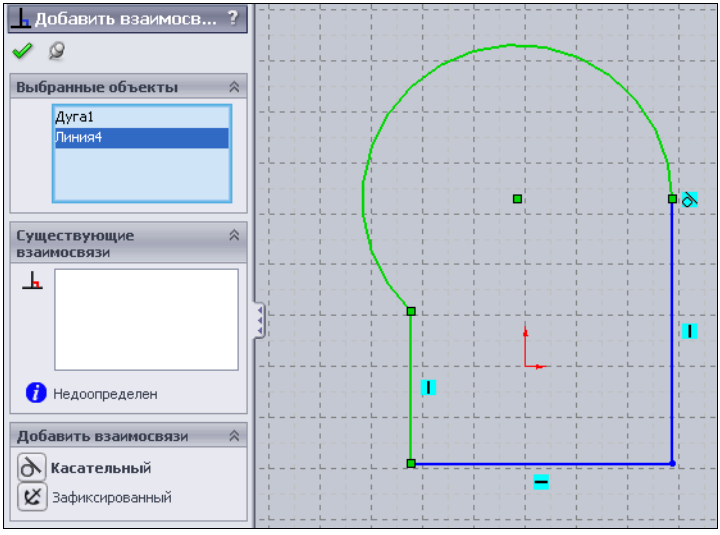


Рис. 1.17

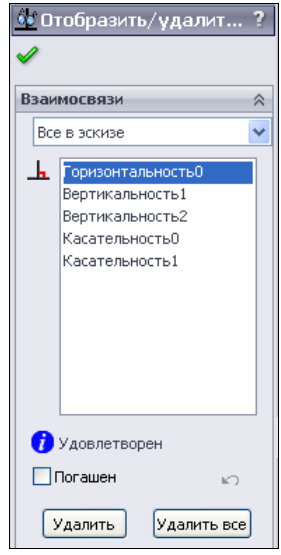
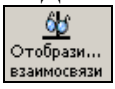


Рис. 1.18

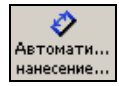
Для просмотра или удаления взаимосвязей воспользуйтесь командой 

— **Отобразить/Скрыть взаимосвязи** из панели инструментов **Эскиз**. В диалоговом окне **Отобразить/удалить взаимосвязь** (рис. 1.18) можно не только просмотреть взаимосвязи, но также удалить их или погасить.

Проверка эскиза

Пользователь может подгонять расположение элементов эскиза, перетаскивая их мышью. Когда курсор наведен на элемент, программа подсвечивает либо сами элементы, либо их конечные точки. Наведите курсор мыши на нижний отрезок, нажмите левую кнопку и не отпускайте ее. При этом рядом с курсором появится зеленая вертикальная линия  . Теперь можно переместить этот отрезок, подбирая для него новое положение. Точно так же перемещается и дуга (при наведении на дугу рядом с курсором появляется синяя окружность ). Кроме того, дугу можно перемещать, захватывая ее центр (рядом с курсором появляется черное перекрестие ). Возможно, что при проверке выяснится отсутствие касательности дуги и левого вертикального отрезка. Менять положение элементов можно, также захватывая конечные точки отрезков (перед захватом точки при наведении курсора около него должен появиться небольшой зеленый кружок ).

Нанесение размеров

В инструментальной панели вызовите команду 

— **Автоматическое нанесение размеров** и щелкните мышью на правом вертикальном отрезке для нанесения вертикального размера. Затем переместите мышь правее. Появляется динамический образец размера. Для установки размера в выбранную позицию щелкните мышью. Появится поле с размером, который имеет отрезок в данный момент (рис. 1.19). При нанесении размера между параллельными линиями необходимо выделить мышью сначала одну линию, затем вторую и указать место для динамического образа размера.

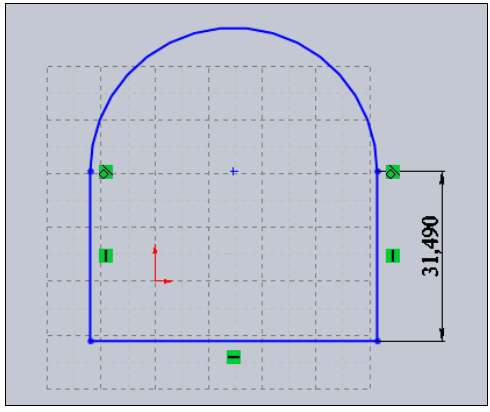


Рис. 1.19

Задание значения размера

Значение только что нанесенного размера определяется тем, в каких точках пользователь делал щелчки мышью при построении эскиза. Нам нужно, чтобы длина бокового отрезка составляла точно 30 мм. Для того чтобы добиться этого, просто дважды щелкните на размере.

Откроется диалоговое окно **Изменить** (рис. 1.20). В нем выделено текущее значение размера. Введите число 30 с клавиатуры и нажмите кнопку  . Так как SolidWorks 2010 — программа параметрического моделирования, вся геометрия эскиза подстраивается под новое значение высоты.

> ***Примечание***
>
> Если после нанесения размеров вы решили перетащить мышью какой-либо элемент эскиза, то, возможно, что эти размеры изменятся. Чтобы этого не произошло, необходимо выбрать команду **Инструменты | Параметры** и на вкладке **Настройки пользователя** в разделе **Эскиз** убрать флажок **Корректировать размеры при перетаскивании/перемещении**.

Нанесение параметрических размеров

Нанесите размер известным вам теперь способом на нижний горизонтальный отрезок. Сейчас он имеет произвольное значение. Но нам необходимо, чтобы он

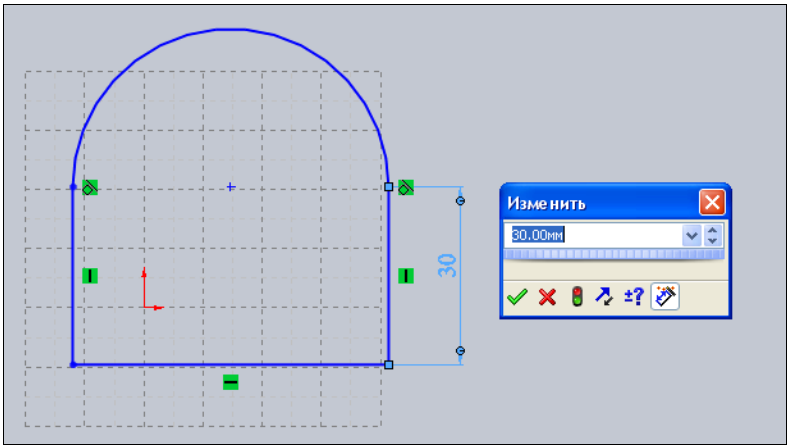


Рис. 1.20

был ровно в 1,5 раза больше размера вертикального отрезка. Для этого нам надо воспользоваться диалоговым окном задания уравнений, выбрав команду **Инструменты | Уравнения**. В открывшемся окне **Уравнения** нажмите кнопку **Добавить**. В новом диалоговом окне **Добавить уравнение** (рис. 1.21) в строке **Уравнение** будет указано имя размера. Если текущего имени размера нет, просто щелкните мышью на размере (для нашего случая это размер нижнего горизонтального отрезка). После знака "=" щелкните второй размер (для нашего случая это размер правого вертикального отрезка). Имя размера тут же отображается в окне. Затем второй размер умножьте на 1,5, добавив в строку "*1.5" (рис. 1.21). Нажмите кнопку **OK**. В окне **Уравнения** добавится новое уравнение (рис. 1.22).

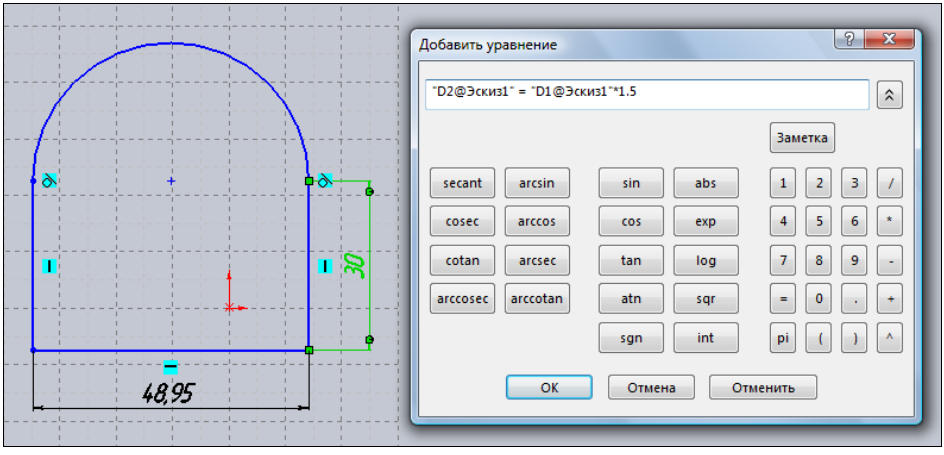


Рис. 1.21

В этом окне также нажмите кнопку **OK**, и значение размера горизонтального отрезка автоматически станет равным 45 мм. Значок суммы перед размером  показывает, что размер получен уравнением. Теперь если размер вертикального отрезка

изменить, то автоматически изменится и размер горизонтального отрезка, и эскиз примет новые размеры. Можете потренироваться в этом.

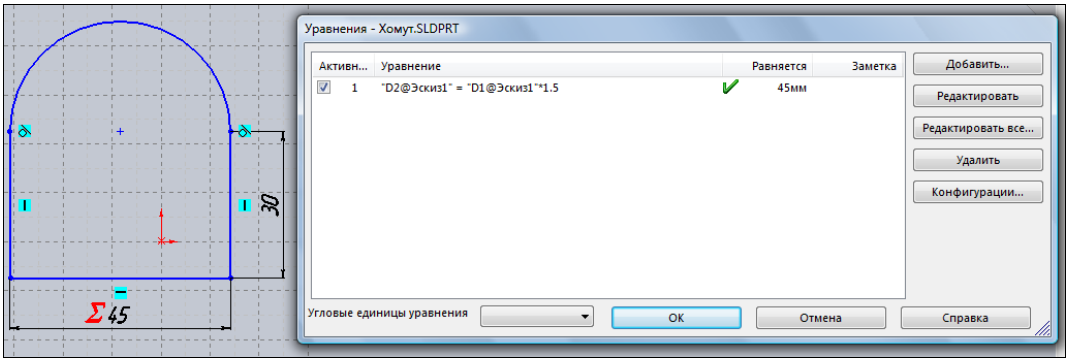


Рис. 1.22

Добавление окружности

Добавим в наш эскиз хомута окружность с центром, совпадающим с центром дуги. Вызовите команду 

— **Окружность** из панели инструментов **Эскиз**. Подведите курсор к перекрестию — центру дуги (около курсора должны появиться две концентрические окружности на желтом фоне ). Нажмите левую кнопку мыши. Далее, отводя мышь от центра, обозначьте положение предполагаемой окружности и нажмите левую кнопку мыши еще раз. Появится вновь построенная окружность.

Нанесем размер, задающий толщину кольца хомута равным 5 мм. Для этого укажите размер окружности известным вам способом и добавьте новое уравнение, которое связывает размер окружности и нижний горизонтальный размер, которые должны отличаться друг от друга на 10 мм (рис. 1.23).

Как вы, наверное, заметили, в задании размера участвует не только имя размера (**D1**, **D2**, **D3** и т. д.), но и имя эскиза (**Эскиз**), разделенные значком "@".

Таким образом, размеры могут управляться данными не только из этого эскиза, но и из других эскизов.

Примечание

При вводе значения размера нет необходимости задавать единицы: достаточно ввести только число, т. к. миллиметры установлены в качестве стандартных единиц. Но SolidWorks 2010 понимает как метрическую, так и британскую систему мер. Если при установке системы в качестве параметров по умолчанию были заданы не миллиметры, то изменить единицы измерения можно пройдя путь **Инструменты | Параметры**, далее перейдите на вкладку **Свойства документа** и установите переключатель в поле **Система единиц измерения** в положение **ММГС (миллиметр, грамм, секунда)** (рис. 1.24). После выбора нажмите кнопку **ОК**.

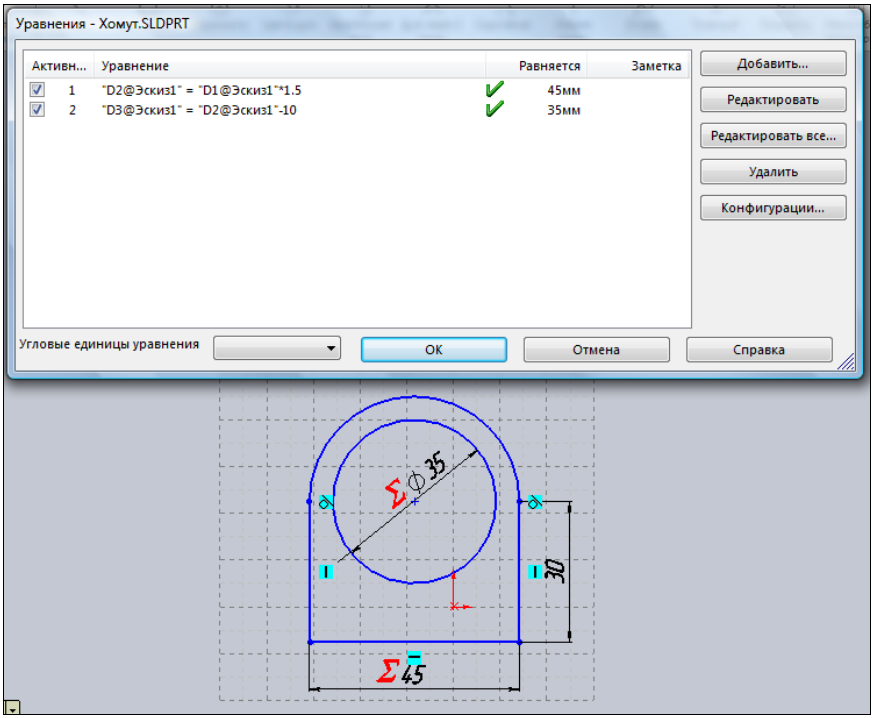


Рис. 1.23

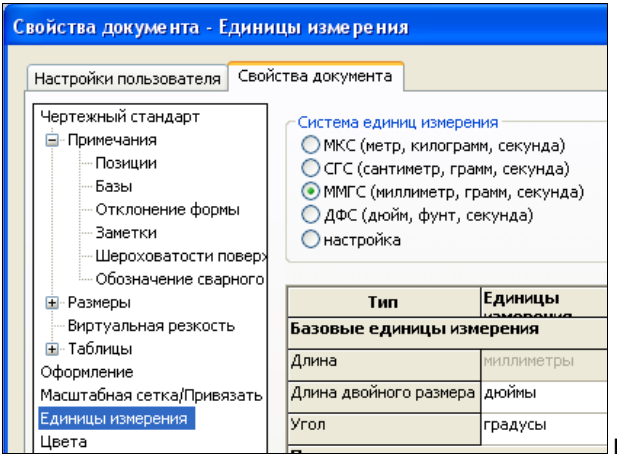


Рис. 1.24

Полное определение эскиза

Если вы обратили внимание, элементы нашего эскиза имеют синий цвет, а в статусной строке SolidWorks 2010 указано **Недоопределен**. Это означает, что наш эскиз не полностью решен, т. е. имеется еще множество положений эскиза, для которого справедливы ограничения при указании взаимосвязей и размеров. Для нашего случая это заключается в том, что мы можем, зацепив мышью за какой-либо эле-

мент эскиза, перетащить его. Необходимо добиваться полного определения эскизов, т. к. недоопределение эскизов может сказаться в дальнейшем при создании сборок, когда одна из деталей может неожиданно изменить свою форму или положение.

Чтобы полностью определить эскиз, необходимо его жестко закрепить относительно центра координат. Наш эскиз можно полностью определить, привязав центр окружностей к центру координат  или указав расстояния от центра координат до ближайших элементов эскиза.

Выполним привязку по первому варианту — просто добавим еще одну зависимость — **совпадение** — для центра координат и центра дуги и окружности. Проделайте это и увидите, что цвет элементов эскиза стал черным, а в статусной строке указано **Определен**. Теперь эскиз имеет единственное решение, показанное на рис. 1.25.

Примечание

Если в полностью определенный эскиз добавить еще один (лишний) размер, линии станут желтыми, а в статусной строке будет указано **Переопределен** или **Решение не было найдено**. Этого также не следует допускать.

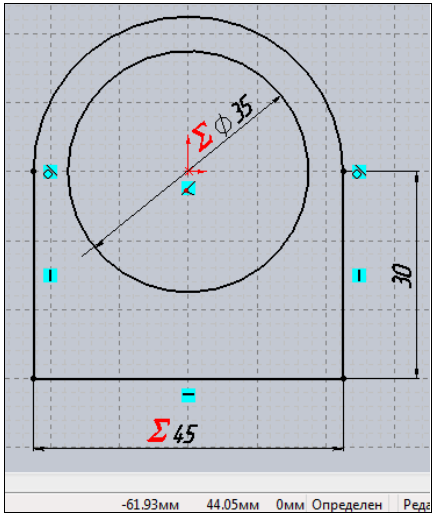


Рис. 1.25

В качестве примера добавим в эскиз еще один "лишний" размер (рис. 1.26), указывающий радиус дуги, который в данный момент конфликтует с размером 45 мм.

При этом программа SolidWorks 2010 выдаст сообщение о том, что при добавлении данного размера, как управляющего, эскиз будет переопределен, и будут предложены варианты представления размера:

- **Сделать размер управляемым**, тогда размер будет просто показывать текущую длину элемента и им нельзя управлять (справочный размер);
- **Оставить размер управляющим**, тогда размером можно управлять и изменять величину элемента эскиза.

Чтобы продемонстрировать еще одну возможность SolidWorks 2010 в разрешении конфликтов в эскизах, сделайте размер управляющим и нажмите кнопку **OK**. При этом эскиз станет *переопределенным* и система сообщит об ошибке, предложив щелкнуть по красной надписи **Переопределен** (рис. 1.27).

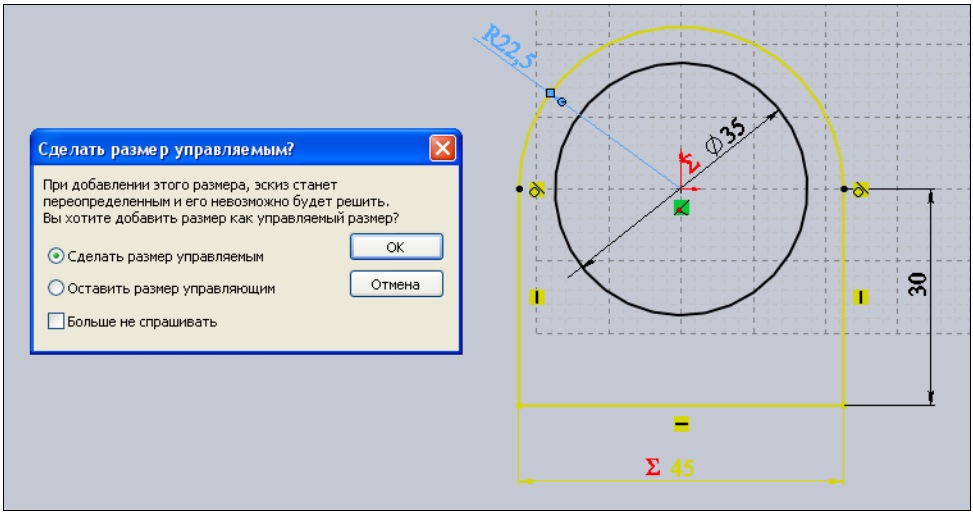


Рис. 1.26

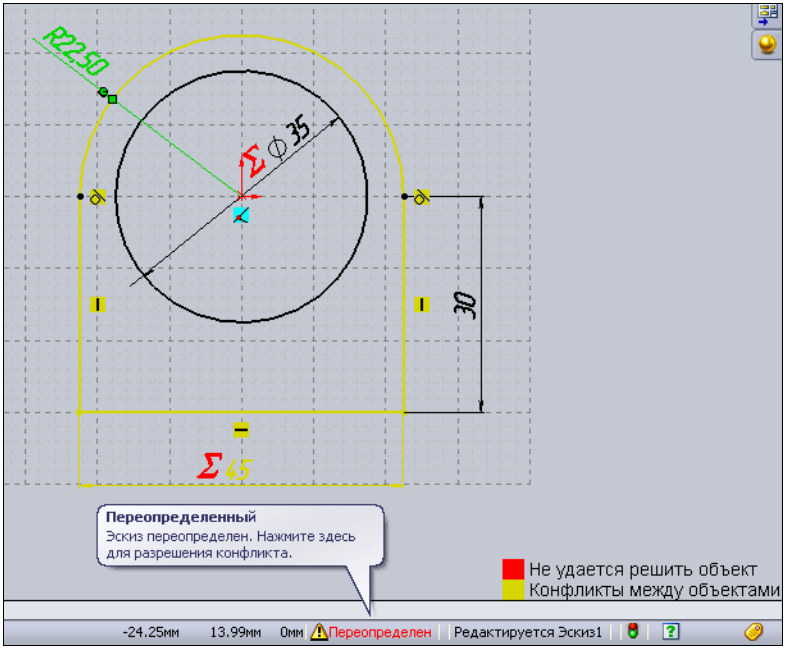


Рис. 1.27

Использование *SketchXpert*

Щелкните левой кнопкой мыши по надписи **Переопределен** в статусной строке. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **SketchXpert**, показанное на рис. 1.28.

Нажмите кнопку **Диагностика**, и программа откроет вкладки **Результаты** и **Дополнительная информация/свойства** (рис. 1.29), в которых станет предлагать одно из возможных решений данной проблемы.

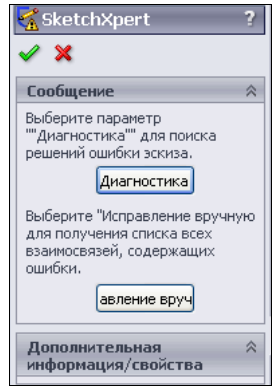


Рис. 1.28

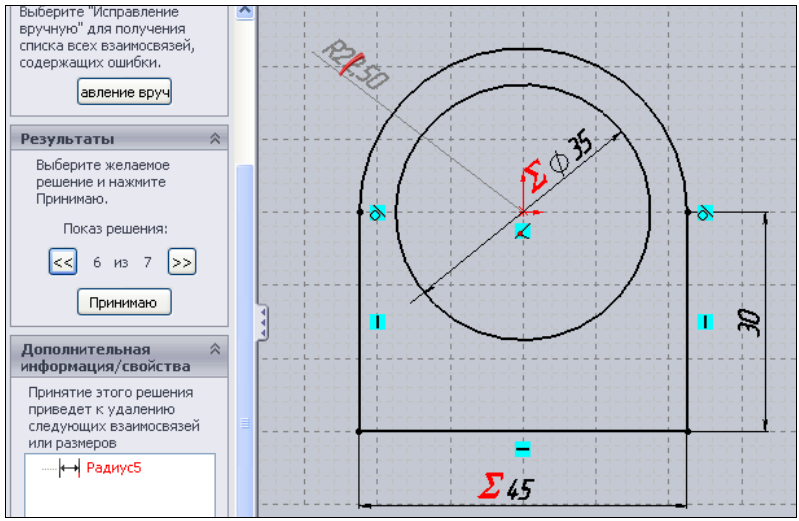


Рис. 1.29

В нашем случае необходимо удалить размер **Радиус5**, поэтому нажимая кнопки << >> и наблюдая изменения в области построений, дойдите до этого варианта решения и нажмите кнопку **Принимаю**. При этом решении размер **R22,50** будет зачеркнут. В результате правильное решение будет найдено и эскиз станет определенным, при этом все элементы эскиза окрасятся в черный цвет, а в статусной строке появится надпись **Определен** (рис. 1.30). Нажмите кнопку **OK** ✔ и завершите работу инструмента **SketchXpert**.

Проблему можно также решить самостоятельно, нажав в диалоговом окне **SketchXpert** кнопку **Исправление вручную** (см. рис. 1.28). При этом откроется диалоговое окно **Противоречивые взаимосвязи/размеры** (рис. 1.31), в котором представлены конфликтующие взаимосвязи или размеры (выделены красным цветом).

Необходимо выбрать взаимосвязь или размер (в нашем случае это размер **Радиус3**) и нажать кнопку **Удалить**. Проблема будет решена, и эскиз станет **Определен**. Нажмите кнопку **OK** ✔ и завершите работу инструмента **SketchXpert**.

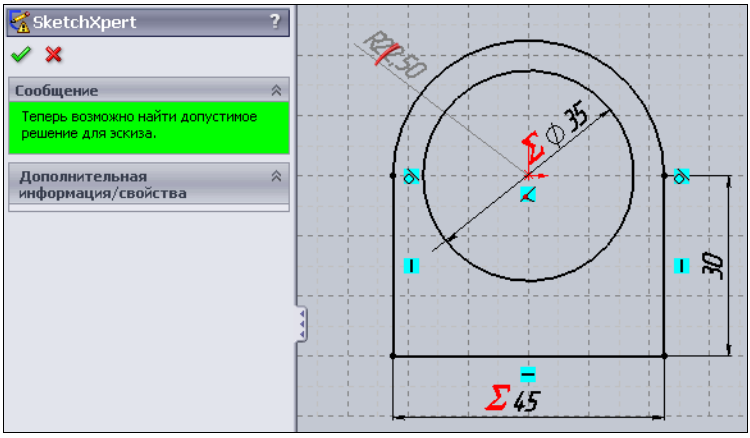


Рис. 1.30

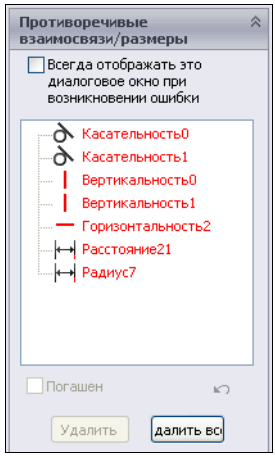
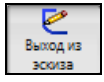


Рис. 1.31

Завершение работы с эскизом

По окончании работы в режиме построения эскиза нажмите кнопку 

— **Выход из эскиза** в панели инструментов **Эскиз** или воспользуйтесь **Углом для выбора**, находящимся в правом верхнем углу области построений. Чтобы принять все изменения и выйти из эскиза, нажмите на значок  в **Угле для выбора**, чтобы отказаться от изменений — на значок  . При наведении курсора на эти значки рядом с курсором появляется соответствующее обозначение.

Сохранение детали

Для сохранения нашего эскиза выберите команду **Файл | Сохранить** или просто нажмите кнопку  — **Сохранить** в панели инструментов **Стандартная**. В появившемся диалоговом окне **Сохранить как** задайте имя детали `Хомут.sldptr` и нажмите кнопку **Сохранить**. В дальнейшем при сохранении эскиза или детали диалоговое окно появляться не будет. Если возникнет необходимость сохранить эскиз или деталь под другим именем, выберите команду **Файл | Сохранить как** или нажмите на стрелочку у кнопки  и в выпадающем меню выберите **Сохранить как**.

1.2. Дополнительные возможности построения эскизов

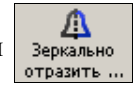
Рассмотрим некоторые более сложные приемы построения эскизов средствами, предоставляемыми SolidWorks 2010.

1.2.1. Использование зеркального отражения объектов

Команда зеркального отражения объектов бывает полезной тогда, когда необходимо спроектировать деталь, имеющую плоскость симметрии. В этом случае нет необходимости полностью рисовать эскиз, достаточно нарисовать его половину и зеркально отобразить. Продемонстрируем это на примере эскиза из задания 1 данного занятия.

Настройка панели эскизов

Откройте для редактирования новый эскиз. Для начала работы нам необходимо настроить панель инструментов **Эскиз** для работы с соответствующими инструментами. Выберите команду **Инструменты | Настройка**, откройте вкладку **Команды** и перетащите мышью кнопки 

— **Осевая линия** и 

— **Зеркально отразить объекты** из категории **Эскиз** на панель инструментов **Эскиз** в области построений SolidWorks 2010.

Построение половины эскиза

Проведите осевую линию горизонтально через начало координат аналогично тому, как ранее вы проводили линию простого эскиза. Теперь, глядя на эскиз задания 1, постройте верхнюю половину эскиза. В результате у вас должен получиться эскиз, как на рис. 1.32.

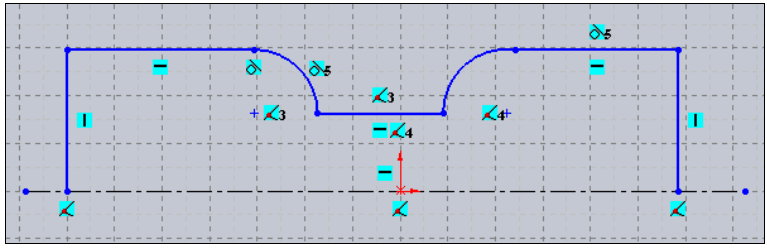
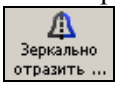


Рис. 1.32

Построение зеркального отображения

Теперь построим зеркальное отражение нашего эскиза, вызвав команду 

— **Зеркально отразить объекты** из панели инструментов **Эскиз**. В **Менеджере свойств** отобразится диалоговое окно (рис. 1.33), в котором необходимо выбрать элементы для отображения и линию, относительно которой необходимо отобразить выбранные элементы. Щелкните мышью в поле **Зеркально относительно** и укажите осевую линию. В окне должно появиться наименование линии, напри-

мер **Линия 1**. Далее щелкните мышью в списке **Объекты для зеркального отображения** и укажите последовательно все элементы эскиза (кроме осевой линии). Чтобы выбрать элементы для отражения, просто щелкайте мышью по элементам эскиза и их имена будут появляться в **Менеджере свойств** в списке **Объекты для зеркального отображения**. При этом сами элементы эскиза окрасятся в голубой цвет. По мере указания элементов будут появляться их отраженные образы.

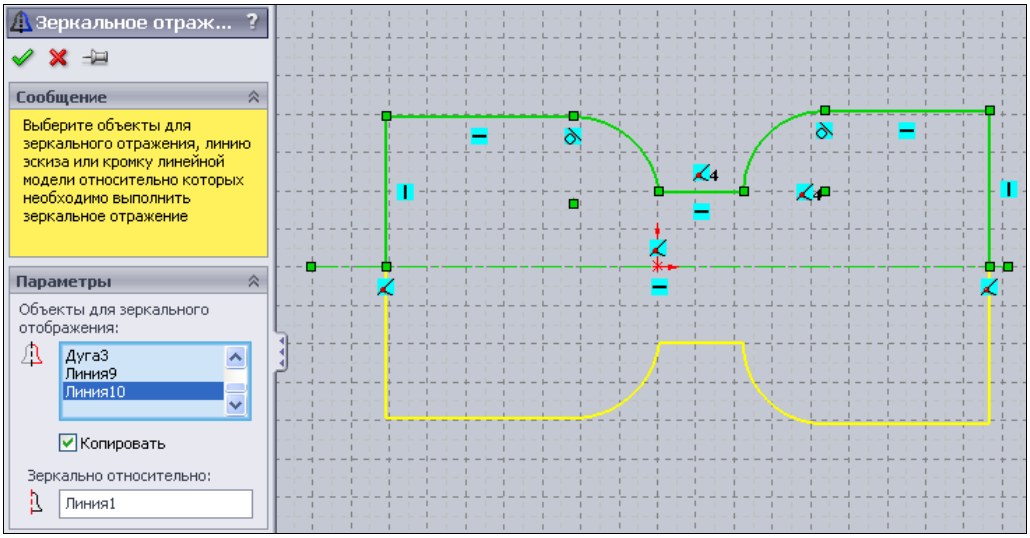


Рис. 1.33

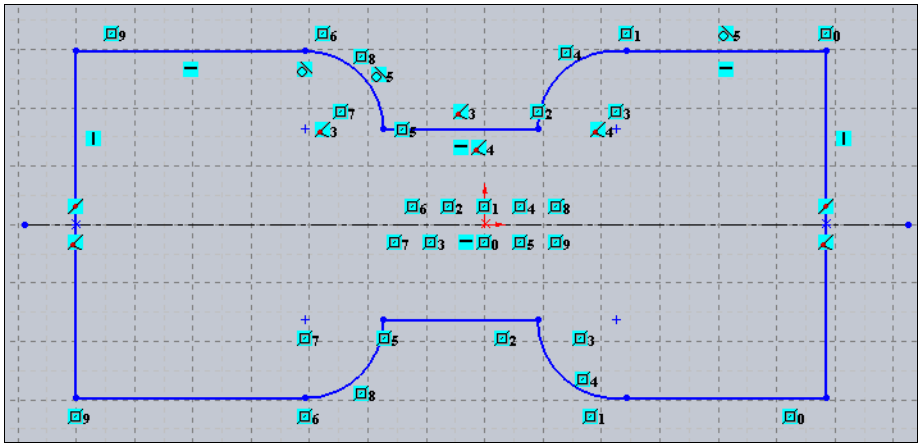


Рис. 1.34

Примечание

Для быстрого указания множества элементов эскиза можно воспользоваться выделением с помощью прямоугольной области выбора элементов. Для этого выберите один из углов для указания прямоугольной области, нажмите на левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, ведите до второго угла воображаемого прямоугольника по

диагонали. Старайтесь, чтобы в область выбора не попали ненужные элементы эскиза. Если же это все-таки произошло, то выберите и удалите их из списка **Объекты для зеркального отображения** в диалоговом окне.

Нажмите кнопку **OK**  . У вас должен получиться эскиз, как на рис. 1.34.

Далее нужно указать размеры и сделать эскиз полностью определенным уже известным вам способом.

1.2.2. Использование команд отрисовки массивов

Команды отрисовки массивов предназначены для быстрого выполнения эскизов с многократно повторяющимися элементами любой формы. В SolidWorks 2010 различают два вида массивов:

- ♦ линейный массив;
- ♦ круговой массив.

Рассмотрим на примерах способы размножения элементов с помощью команд отрисовки массивов.

Линейный массив

Для примера построим эскиз плиты с прямоугольными ячейками. Откроем для редактирования новую область построения и нарисуем следующий эскиз (рис. 1.35).

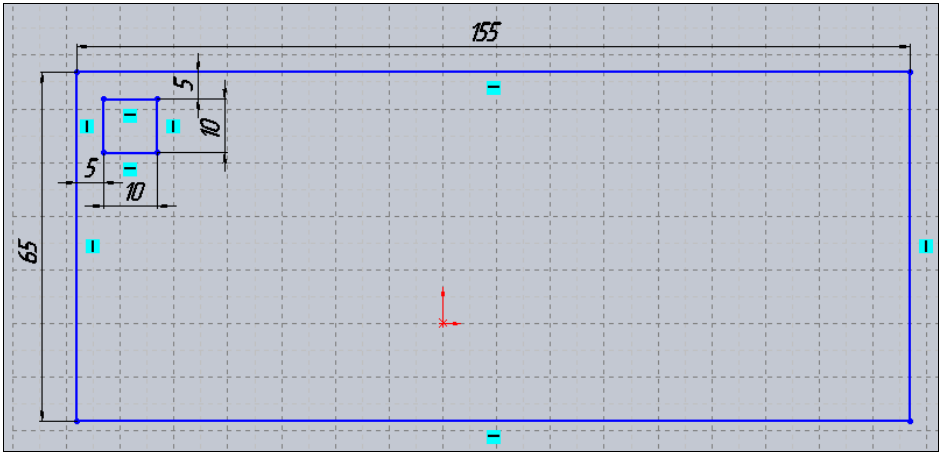
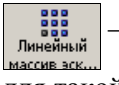


Рис. 1.35

Ячейки размером 10×10 мм должны располагаться горизонтально в 4 ряда и вертикально в 10 рядов. Чтобы не рисовать 40 ячеек, воспользуемся командой 

— **Линейный массив эскиза** в панели инструментов **Эскиз**. Если кнопки для такой команды нет в инструментальной панели **Эскиз**, необходимо добавить ее уже известным вам способом.

В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Линейный массив** (см. рис. 1.36). Щелкните мышью в списке **Объекты в массив** и укажите четыре линии, из которых состоит наша ячейка. Имена этих линий должны отразиться в списке.

Теперь перейдем на вкладку **Направление 1**. Пусть у нас первое направление будет горизонтальным и направленным вправо, тогда параметр **Угол** должен составлять 0 градусов. Параметр **Номер** определяет число элементов, которое зададим равным 10, т. к. у нас на эскизе уместится как раз 10 ячеек, а параметр **Интервал** установим равным 15 мм, т. е. расстояние между ячейками будет составлять 5 мм. По мере установки параметров на эскизе желтыми линиями будет динамически отображаться предварительное расположение элементов эскиза. В результате должен появиться горизонтальный ряд ячеек.

Теперь перейдем на вкладку **Направление 2** и добавим еще 3 ряда ячеек под первым рядом, следовательно, параметр **Номер** зададим равным 4, т. к. у нас на эскизе по вертикали уместится 4 ячейки. Параметр **Угол** должен составлять 270 градусов, чтобы ячейки размещались вниз, а параметр **Интервал** установим таким же — 15 мм.

У вас должен получиться эскиз, как на рис. 1.36.

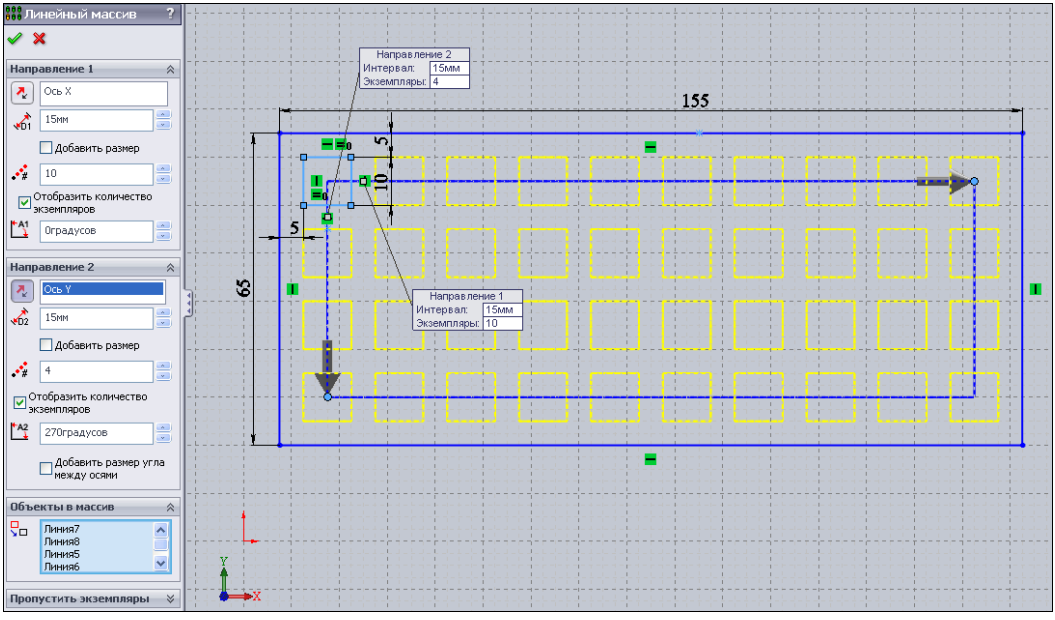


Рис. 1.36

Нажмите кнопку **OK** в **Менеджере свойств**, чтобы все сделанные установки вступили в силу. При построении эскизов перед нажатием кнопки **OK** будьте внимательны, т. к. команды построения массивов не обратимы, т. е. если вы сдела-

ли что-то неправильно и решили выполнить откат команды, то все параметры необходимо будет вводить снова.

Если вы сделали все правильно, должен получиться следующий эскиз (рис. 1.37).

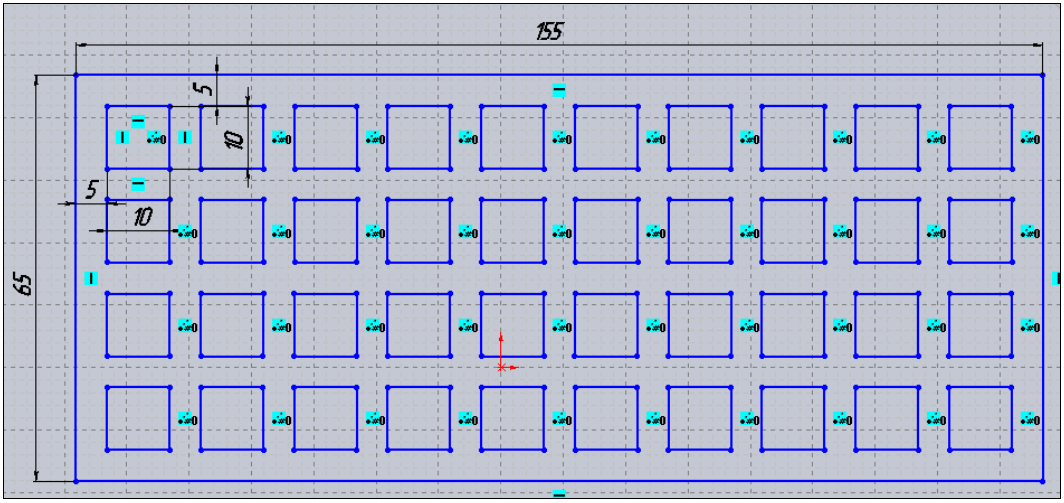


Рис. 1.37

Круговой массив

Для демонстрации примера кругового массива построим эскиз из задания 4 данного занятия. Откроем для редактирования новую область построения и нарисуем следующий эскиз (рис. 1.38).

Чтобы нарисовать 4 отверстия, воспользуемся командой 

— **Круговой массив эскиза** из панели инструментов **Эскиз**. Если кнопки для такой команды нет в инструментальной панели **Эскиз**, необходимо добавить ее уже известным вам способом.

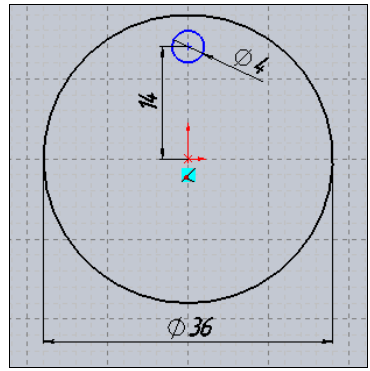


Рис. 1.38

В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Круговой массив** (рис. 1.39). Щелкните мышью в списке **Объекты в массив** и укажите окружность радиусом 4 мм.

Поскольку программа автоматически определила только одну точку, вокруг которой она могла бы размножить выбранные элементы, то она также автоматически расставила параметры во всех полях. Этой точкой является центр большей окружности, совпадающий с началом координат. Если бы таких точек было несколько, то необходимо было бы задать координаты центра **Центр X**  и **Центр**

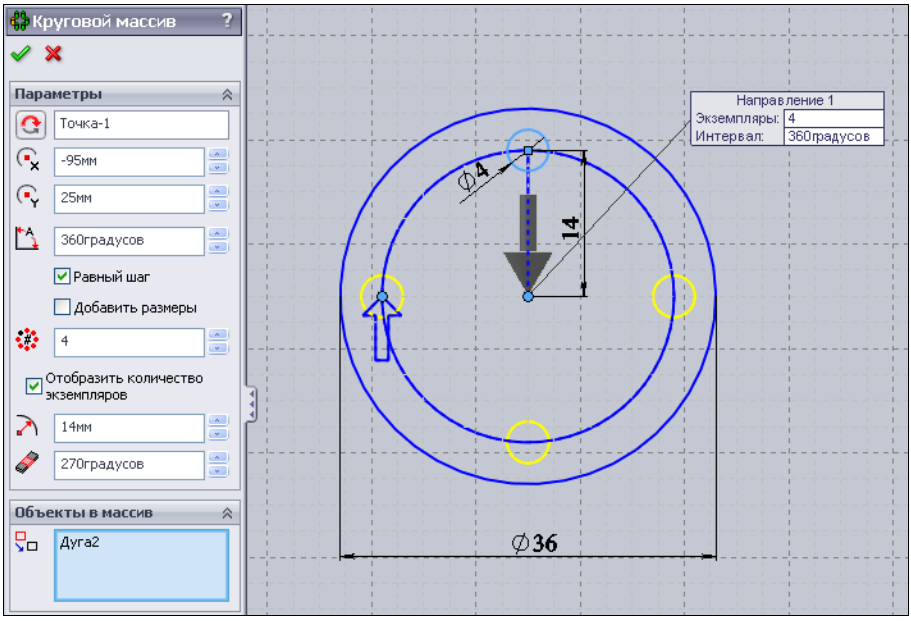


Рис. 1.39

Y . В поле **Номер** нужно задать необходимое количество экземпляров (по умолчанию программа выставила 4).

Нажмите кнопку **OK**, и если все сделано правильно, то эскиз будет иметь вид, как на рис. 1.40.

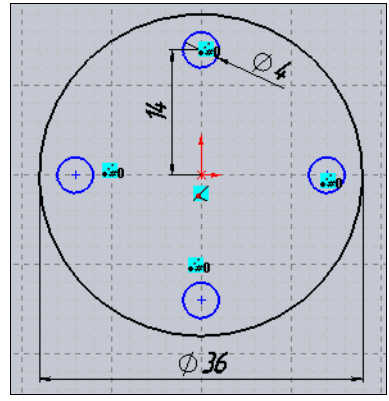


Рис. 1.40

Изменение масштаба эскиза

Иногда после построений эскиза требуется изменить его масштаб. На построенном эскизе (рис. 1.40) покажем, как изменить его масштаб, например, в 2 раза. Для этого вызовите команду Изменить эскиз — **Изменить эскиз** в панели инструментов **Эскиз**. Откроется диалоговое окно **Изменить эскиз** (см. рис. 1.42). Если в данном окне в разделе **Масштаб вокруг** невозможно ввести значение масштаба, то это означает, что эскиз ссылается на какую-либо внешнюю точку. В нашем случае этой точкой является **Исходная точка** эскиза — совпадение исходной точки эскиза с центром отверстия Ø36. Чтобы удалить эту связь, вызовите команду Отобразить/Скрыть взаимосвязи — **Ото-**

бразить/Скрыть взаимосвязи в панели инструментов **Размеры/взаимосвязи**. В открывшемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Отобразить/удалить взаимосвязи** (рис. 1.41) в поле **Взаимосвязи** найдите взаимосвязь **Совпадение**, щелкните по нему мышью и нажмите кнопку **Удалить**. Далее нажмите кнопку **OK** и закройте диалоговое окно.

Теперь снова вызовите команду Изменить эскиз — **Изменить эскиз**. Вновь откроется диалоговое окно **Изменить эскиз** (рис. 1.42). Теперь в разделе **Масштаб вокруг**

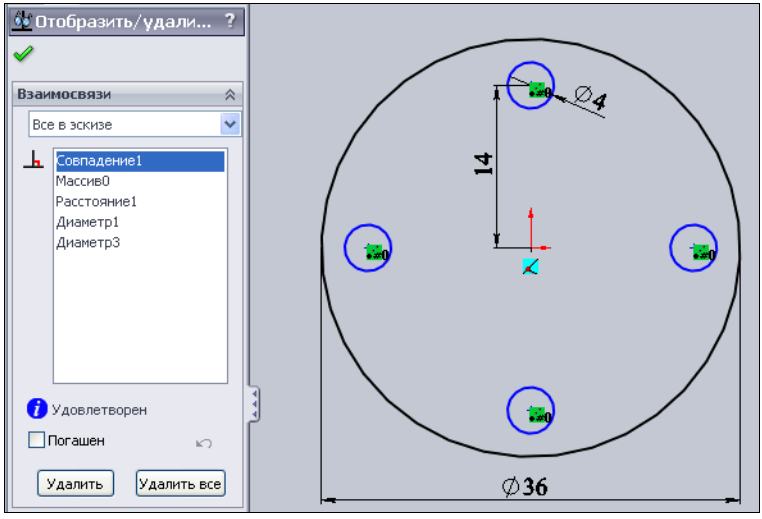


Рис. 1.41

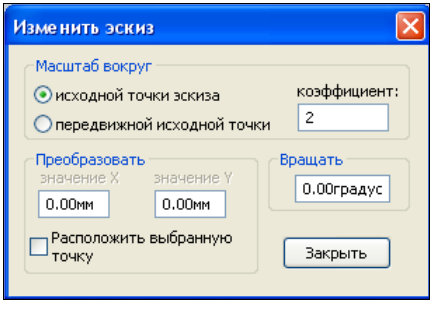


Рис. 1.42

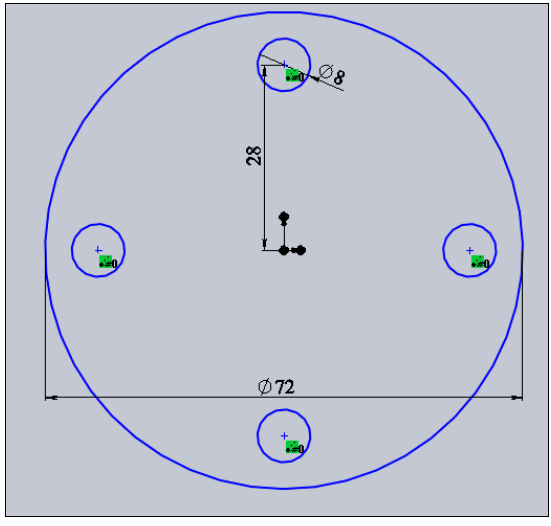
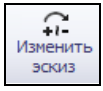


Рис. 1.43

можно задать масштаб в поле **коэффициент**. Для увеличения размеров эскиза в два раза введите в это поле число 2 и нажмите клавишу <Enter>. Эскиз изменит размеры всех своих элементов так, как показано на рис. 1.43.

После изменения масштаба эскиза закройте диалоговое окно **Изменить эскиз**, нажав кнопку **Закрыть**.

Поворот эскиза

Для изменения положения эскиза относительно **Исходной точки** вновь вызовите команду 

— **Изменить эскиз** в панели инструментов **Эскиз**. В диалоговом окне **Изменить эскиз** в поле **Вращать** задайте значение градусов для поворота, например 45 градусов, и нажмите клавишу <Enter>. Результат показан на рис. 1.44. Для завершения команды нажмите кнопку **Закрыть**.

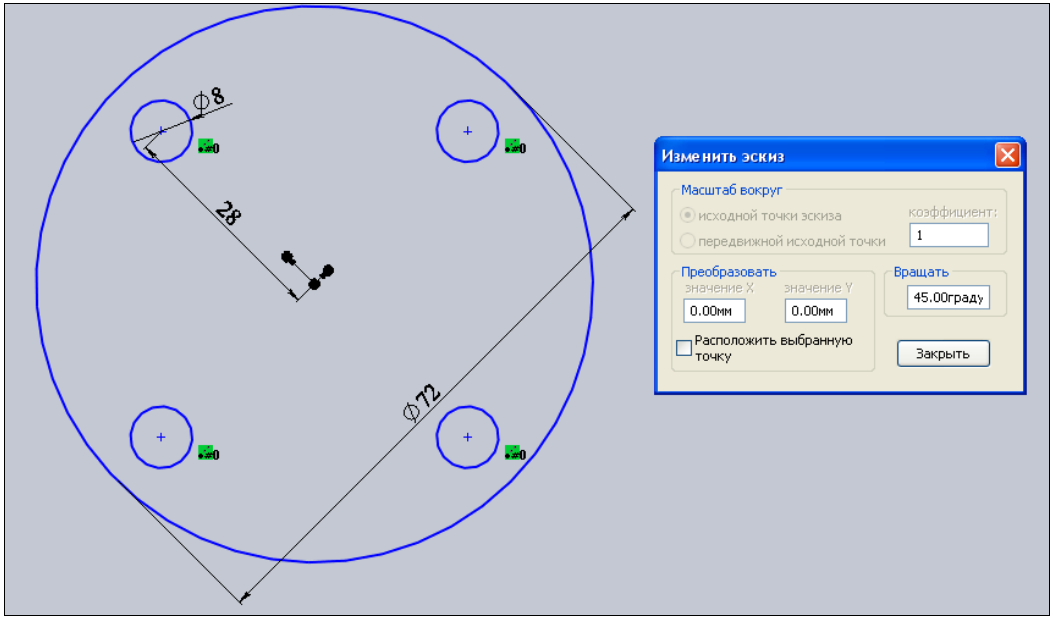


Рис. 1.44

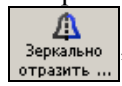
1.3. Задания для самостоятельной работы

Задания для самостоятельной проработки создания эскизов построены таким образом, что некоторые размеры заданы уравнениями, показанными на рисунках. Во всех заданиях старайтесь, чтобы построенные эскизы были полностью определены.

На всех эскизах для удобства задания уравнений кроме величин размеров указаны и их имена. Режим включения имени размера можно изменить, установив или

сняв флажок **Отобразить наименования размеров** на вкладке **Настройки пользователя**, выбрав команду **Инструменты | Параметры**.

Задание 1

Сначала постройте осевую линию, проведенную через начало координат. Далее постройте половину эскиза и, используя кнопку 

, выполните зеркальное отображение относительно осевой линии. Затем задайте уравнения для размеров (рис. 1.45) и взаимосвязи (рис. 1.46).

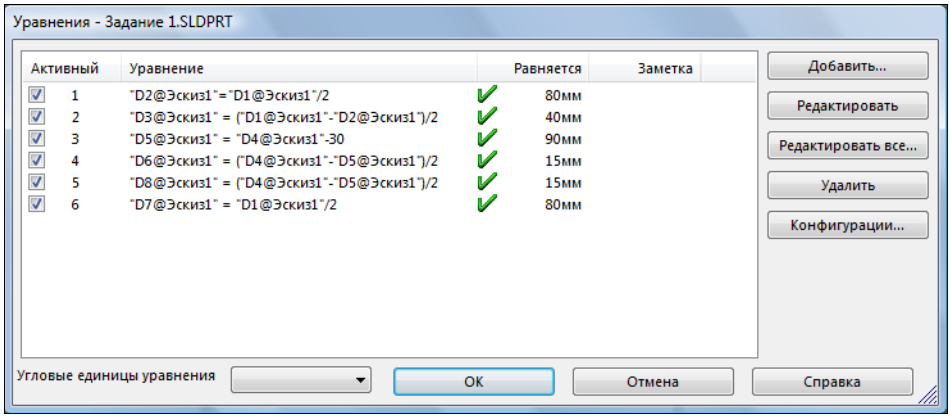


Рис. 1.45

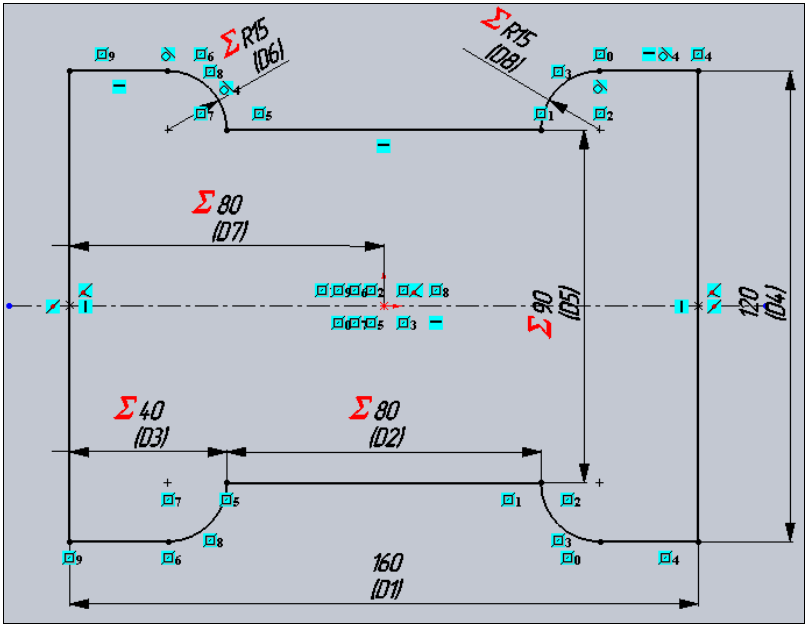
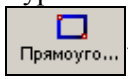
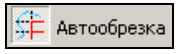


Рис. 1.46

Задание 2

Сначала постройте контур эскиза из прямоугольников, используя команду отрисовки прямоугольников 

. Далее отрежьте лишнее, используя команду 

— **Отсечь объекты**, применяя вариант 

— **Автообрезка**. Для того чтобы отсечь ненужные линии, проведите мышью линию, которая бы пересекала удаляемые объекты. В завершение задайте уравнения для размеров (рис. 1.47). Не забывайте про задание взаимосвязей элементов эскиза — в данном примере необходимо будет задавать еще зависимости равенства отрезков (рис. 1.48).

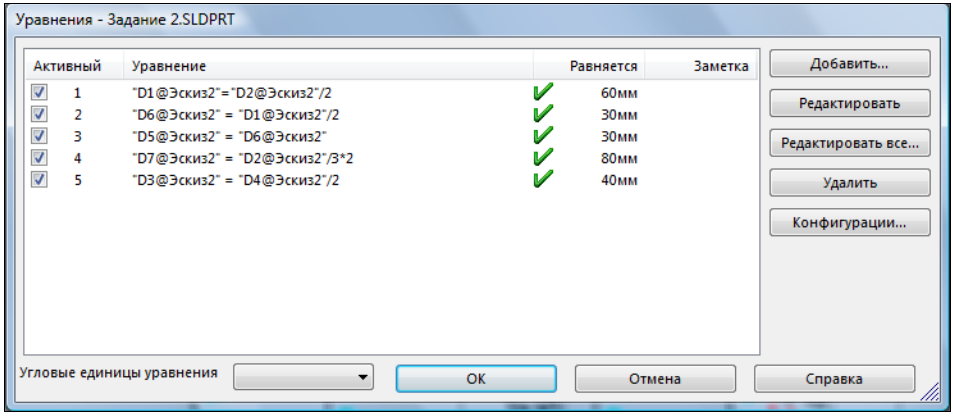


Рис. 1.47

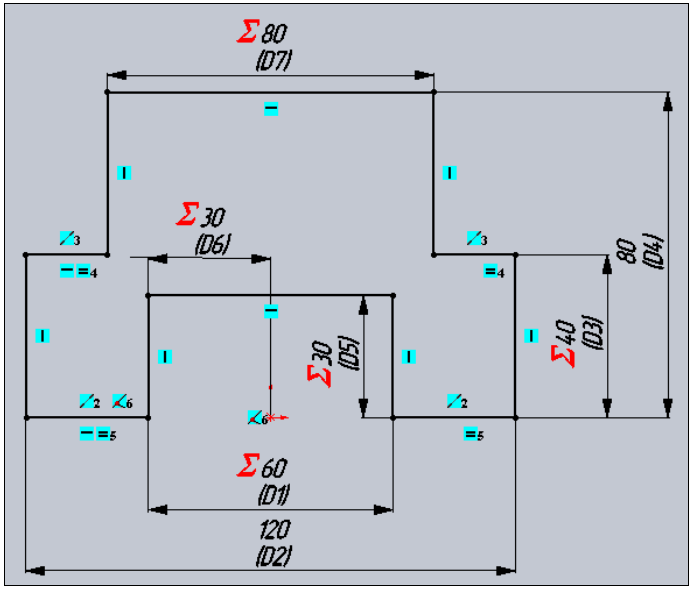
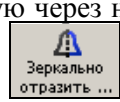


Рис. 1.48

Задание 3

Сначала постройте осевую линию, проведенную через начало координат. Далее постройте половину эскиза и, используя кнопку 

, выполните зеркальное отображение относительно осевой линии. Затем задайте уравнения для размеров (рис. 1.49) и взаимосвязи (рис. 1.50).

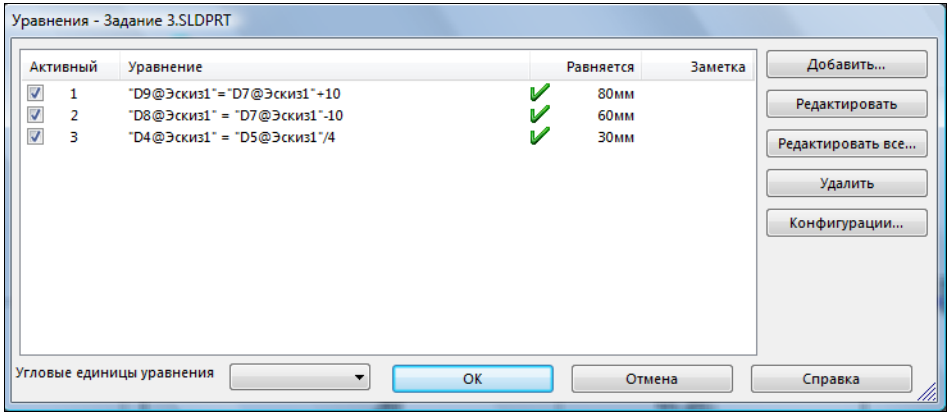


Рис. 1.49

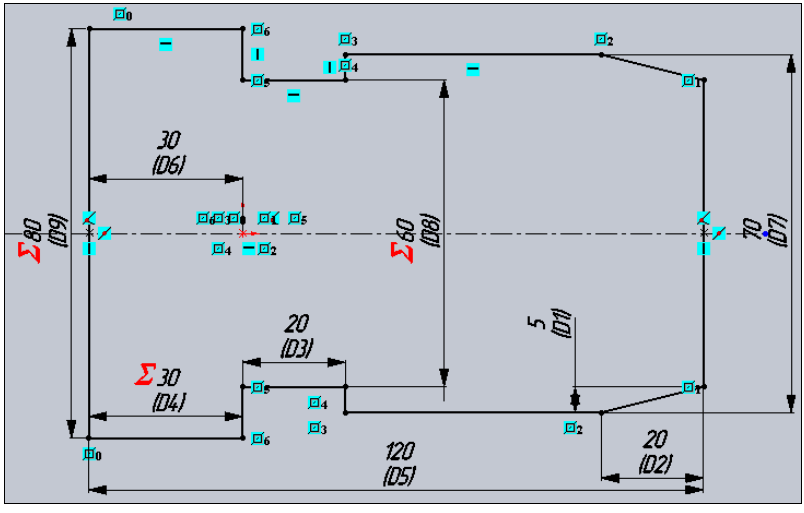


Рис. 1.50

Задание 4

Постройте эскиз, используя два способа построения: при помощи уравнений (рис. 1.51) и используя команду отрисовки массивов 

— **Круговой массив** для рисования отверстий диаметром 4 мм. Далее задайте взаимосвязи (рис. 1.52).

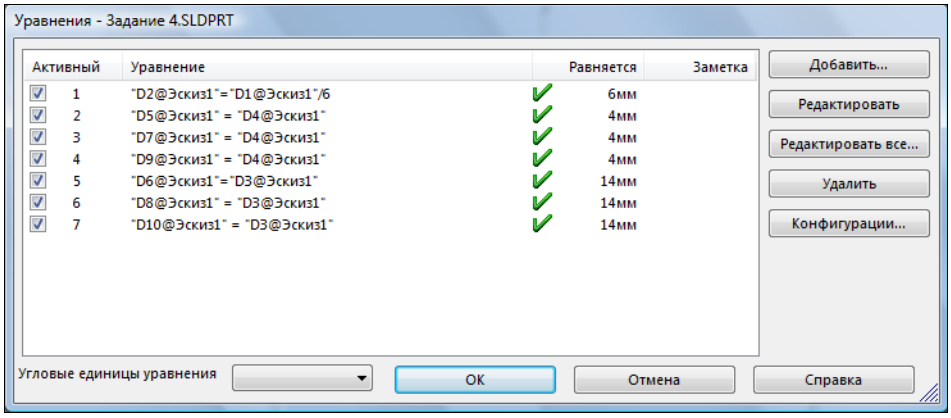


Рис. 1.51

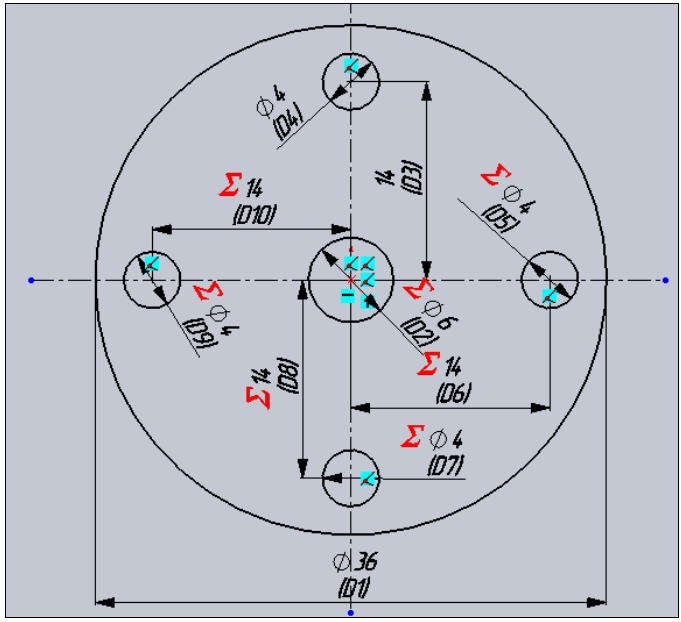


Рис. 1.52

ЗАНЯТИЕ 2



От эскиза к трехмерной модели

В зависимости от типа проектируемой детали различаются и способы построения объемной модели. В SolidWorks 2010 предусмотрены два таких способа:

- вытягивание основания для деталей типа призмы;
- вытягивание поворотом для деталей типа тел вращения.

Рассмотрим последовательно практическое применение каждого способа проектирования объемных тел.

2.1. Детали типа призмы

Займемся теперь преобразованием нашего двухмерного эскиза (2D) в трехмерную модель (3D). Для начала загрузим эскиз хомута, который мы создали на прошлом занятии. Для этого в панели инструментов **Стандартная** выберите команду **Открыть**  . В появившемся диалоговом окне найдите файл `Хомут.sldprt`. Если такого файла нет, проверьте, установлено ли в поле **Тип файлов** значение **Деталь (*.prt;*.sldprt)**, и папку, в которую вы сохраняли эскиз. Эскиз загрузится в том виде, в каком вы его сохранили.

2.1.1. Переход в 3D-пространство

Войдите в режим редактирования эскиза, нажав мышью на элемент **Эскиз1** в **Дереве Конструирования** и кнопку 

— **Эскиз** в панели инструментов **Эскиз.** Для того чтобы лучше наблюдать создаваемую модель, следует сменить вид отображения. До этого мы смотрели на плоскость построений спереди. Теперь более удобным будет изометрический вид (рис. 2.1). Он дает пользователю лучшее представление о проектируемой 3D-модели. Для получения изометрического вида воспользуйтесь командами ориентации **Стандартные виды**  и **Изометрия**  из панели инструментов **Стандартные виды.**

С помощью команды **Стандартные виды** можно просматривать создаваемую модель с разных сторон, в том числе и в изометрическом  , триметриче-

ском , диметрическом видах, а также в виде каркасной или закрашенной моделей. При повороте эскиза в пространстве размеры по-прежнему хорошо различимы.

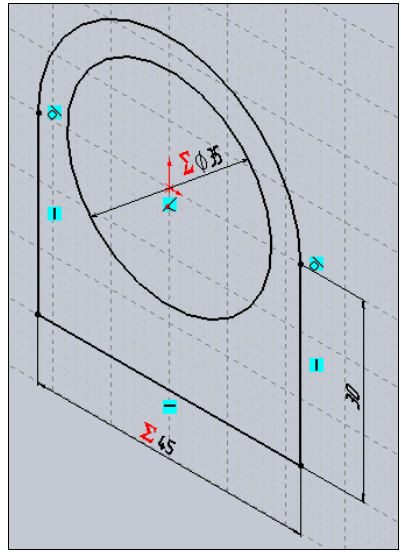
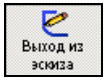


Рис. 2.1

2.1.2. Завершение работы с эскизом

Будем считать построенный эскиз готовым. Щелкните по значку **Выход из эскиза** 

или с помощью **Угла для выбора** по стрелке  в правом верхнем углу области построений. Вы уже, наверное, заметили, что SolidWorks 2010 старается максимально упростить труд конструктора: во многих случаях для вызова команды, которая по логике вещей необходима в данный момент, достаточно одного-двух щелчков мыши.

Сетка больше не видна; она была нужна только для работы с эскизом. Чтобы активизировать в панели наборы команд, необходимые для работы с конструктивными элементами деталей, щелкните по вкладке Элементы.

2.1.3. Создание объемного элемента

Воспользуемся командой вытягивания эскиза.

1. Щелкните сначала на построенном эскизе **Эскиз1** в **Дереве Конструирования**, а затем на значке **Вытянутая бобышка/основание** 

в панели инструментов **Элементы**.
2. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Бобышка-Вытянуть**. Переместите мышь в область построения и захватите стрелку. У нашего эскиза появится второй динамически перемещающийся контур (рис. 2.2). Причем в окне слева отображается текущее расстояние между эскизом и вторым контуром, которое автоматически пересчитывается при перемещении мыши. Выбрав определенную толщину детали, нажмите левую кнопку мыши.

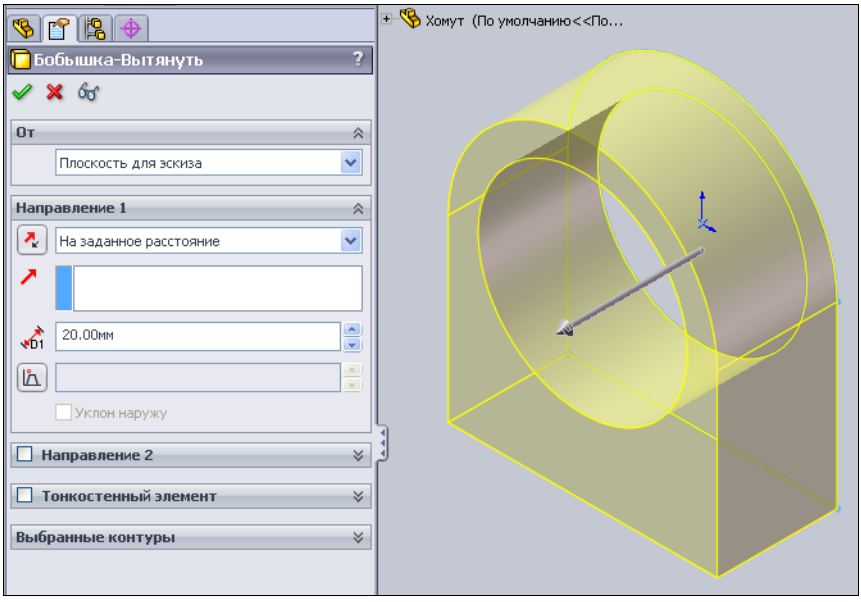


Рис. 2.2

3. Если вытягивание должно производиться на заранее известную фиксированную глубину, то ее следует ввести с клавиатуры в поле **Глубина** в области **Направление 1** диалогового окна **Бобышка-Вытянуть** (см. рис. 2.2). Щелкните на значении глубины в этом поле и исправьте имеющееся там значение на необходимое. Введите, например, значение 20.

Примечание

Обратите внимание на области **Направление 2** и **Тонкостенный элемент** (рис. 2.3), находящиеся чуть ниже основного окна. Эти области позволяют вытянуть модель в обе стороны или построить тонкостенный элемент заданной толщины соответственно. Если данные области свернуты, то развернуть их можно, нажав на кнопку в заголовке области.

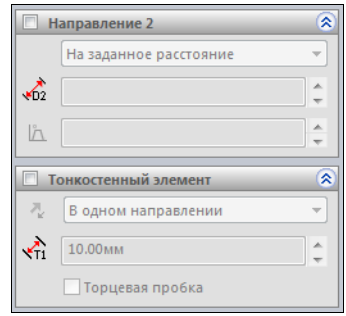


Рис. 2.3

4. Нажмите на зеленую галочку кнопки **OK** в **Менеджере свойств**. Поздравляем вас! Вот вы и создали свою первую объемную модель в SolidWorks 2010. В **Дереве Конструирования Эскиз1** заменен на **Бобышка-Вытянуть1**.

Редактирование эскиза в контексте объемной детали

Очень часто требуется редактирование эскиза в контексте объемной детали или даже в контексте сборки, поскольку в процессе проектирования деталей и сборок происходит уточнение конфигурации объектов. Чтобы отредактировать эскиз, щелкните правой кнопкой мыши на определении, которое возникло от этого эскиза.

В нашем случае этим определением является **Бобышка-Вытянуть1**. После щелчка на нем правой кнопкой мыши откроется выпадающее меню, показанное на рис. 2.4. В верхней части меню представлены быстрые кнопки вызова команд, например,  .

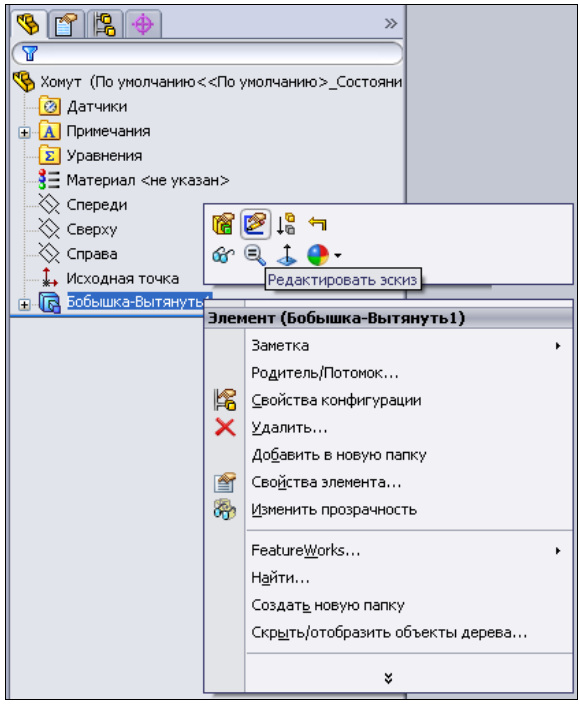


Рис. 2.4

В выпадающем меню выберите мышью кнопку **Редактировать эскиз**  . Программа перейдет в режим редактирования эскиза. После изменения эскиза и завершения режима работы с эскизом программа перейдет в режим работы с объемной деталью.

В этом же выпадающем меню можно перейти к редактированию определения, для чего нужно выбрать мышью кнопку **Редактировать определение**  .

2.1.4. Зуммирование, панорамирование и поворот

Настало время рассмотреть модель с разных сторон. В SolidWorks 2010 это делается предельно просто.

1. Для начала нажмите на стандартной панели **Вид** кнопку **Изменить в размер экрана (F)**  . Эта команда показывает модель так, чтобы все ее элементы помещались в окне программы (рис. 2.5).

Примечание

Латинская буква или комбинация клавиш в круглых скобках в контекстной подсказке при наведении курсора мыши на кнопку означает, что данную команду можно вызвать простым нажатием соответствующей клавиши на клавиатуре компьютера.

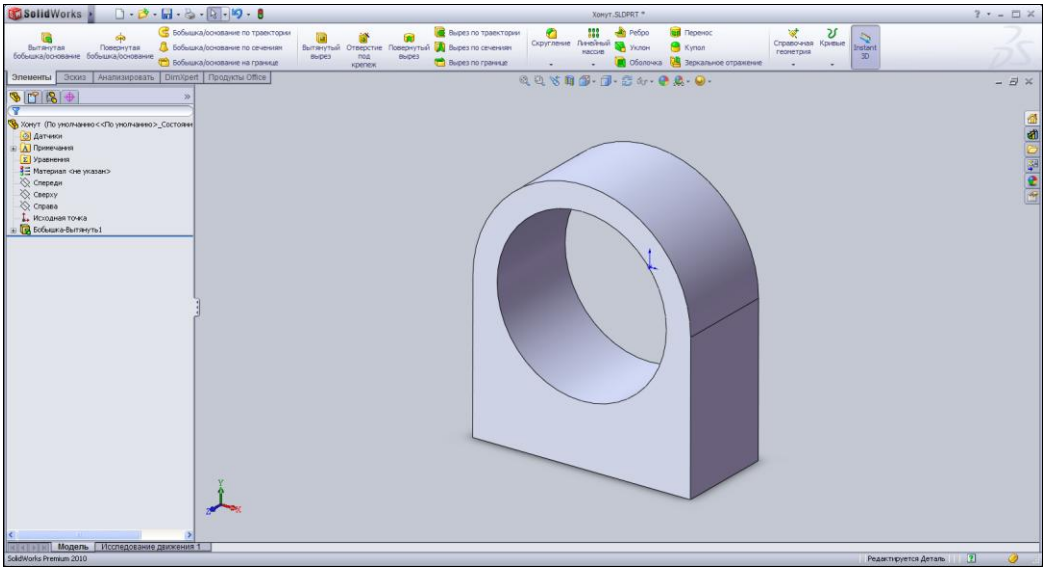


Рис. 2.5

2. Теперь нажмите на стандартной панели **Вид** кнопку **Вращать вид**  . На экране появляется указатель мыши в виде орбитального кольца.
3. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте по экрану. Модель поворачивается в соответствии с движением курсора. Рассмотрите ее с разных сторон. Просмотреть модель с разных сторон можно также с помощью инструментальной панели **Вид** (рис. 2.6). Чтобы добавить какой-либо инструмент в эту панель, просто щелкните левой кнопкой мыши по панели и в выпадающем меню установите галочки напротив тех инструментов, которые вы хотите добавить в панель.



Рис. 2.6

4. Быстро восстановить на экране исходный изометрический вид можно, щелкнув по значкам **Стандартные виды**  и **Изометрия**  .

Примечание

Если у вас имеется мышь с колесиком, быстрое включение режима вращения вида осуществляется просто нажатием на это колесико. Вращение же колесика приводит к увеличению или уменьшению масштаба изображения.

2.1.5. Задание цвета модели

Вы можете задать цвет для экранного представления модели. Щелкните правой кнопкой мыши на модели элемента и в выпадающем контекстном меню выберите

кнопку  **Редактировать внешний вид**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Цвет** (рис. 2.7), с помощью которого вы можете удалить ненужный цвет, изменить или добавить новый цвет элемента. Аналогичным образом можно задать цвет отдельных граней элемента, т. е. раскрасить деталь во все цвета радуги. С помощью этого же диалогового окна можно изменить прозрачность детали.

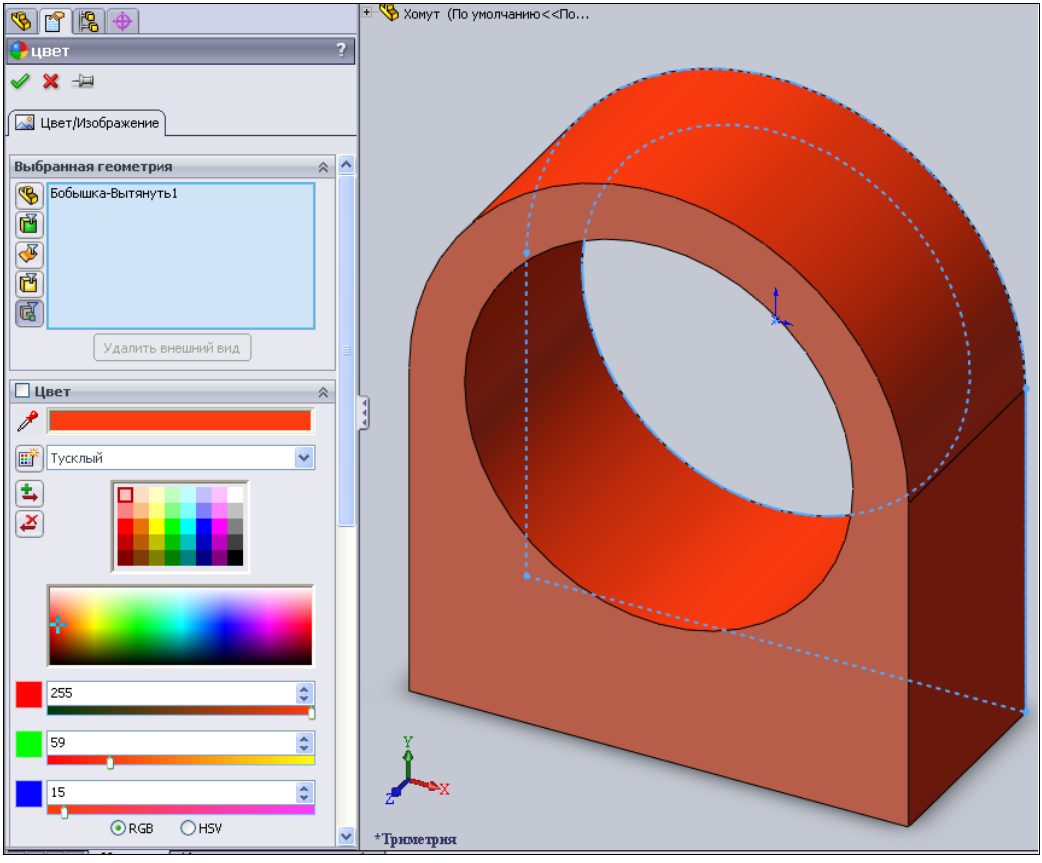
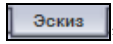


Рис. 2.7

2.1.6. Выбор грани для создания прорези

Теперь нам нужно создать в хомуте прорезь и, удаляя лишний материал, придать детали требуемую форму. Как и раньше, решим эту задачу путем создания эскизов и их вытягивания.

1. Нажмите мышью на вкладку 

, затем на кнопку **Эскиз** 

и наведите курсор на переднюю грань нашей детали (рис. 2.8). Рядом с курсором должен появиться желтый квадрат  .

2. Установите новую плоскость построений, щелкнув левой кнопкой мыши на передней грани. Выбранная грань изменит свой цвет. На экране, как всегда для эскизов, появляется сетка и подсвечивается набор команд работы с эскизами.

Установим вид эскиза в плане. Хотя вообще-то строить эскиз допускается при любой ориентации, проще всего это делать, когда плоскость экрана совмещена с плоскостью построений. В SolidWorks 2010 добиться этого очень просто. Щелкните на значке **Стандартные виды**  , а затем в выпадающем окне — **Перпендикулярно**  .

Модель повернется, причем сделает это плавно, чтобы принцип смены вида был ясен пользователю. Можно также нажать кнопку **Спереди**  , т. к. выбранная грань по отношению к детали является передней.

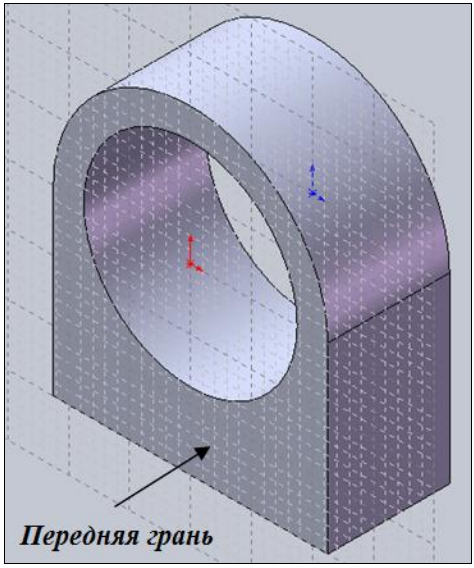


Рис. 2.8

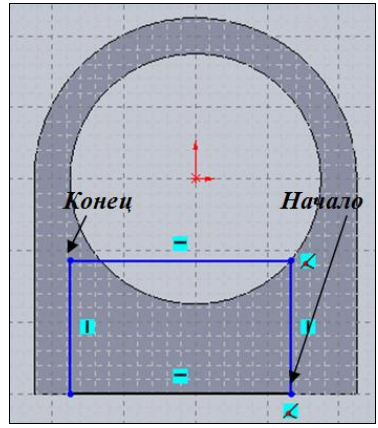


Рис. 2.9

2.1.7. Построение эскиза прорези

Выполните следующие действия:

1. Из инструментальной палитры **Эскиз** выберите команду **Прямоугольник** 

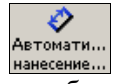
. Постройте прямоугольник, как показано на рис. 2.9. Начальная точка должна находиться на основании детали. Когда курсор приближается к линии основания, появляется символ привязки  , это означает, что произошла привязка к линии. Щелкните в этот момент левой кнопкой мыши, и первая точка прямоугольника окажется точно на основании детали. Для задания противоположной угловой точки переведите курсор ближе к окружности.

2. Добейтесь, чтобы курсор совместился с ней и появился символ привязки. Как только это произошло, щелкните мышью. Прямоугольник построен, но команда все еще активна. Как и для других команд, существуют два способа ее завершения: либо нажмите клавишу <Esc>, либо щелкните еще раз по тому же значку прямоугольника 

.

Примечание

Если привязка эскиза к кромкам не производится, проверьте, установлен ли флажок у параметра **Разрешить привязку** на вкладке по пути **Инструменты | Параметры | Настройки пользователя | Эскиз | Взаимосвязи/привязки**.

3. Эскиз прорези еще не симметричен относительно оси детали. Чтобы добиться симметрии, нужно подкорректировать эскиз. Аккуратно подведите указатель мыши к левому верхнему углу прямоугольника и, когда около него появится зеленый кружок (захват угла)  , нажмите и не отпускайте левую кнопку мыши. Осторожно потяните угол прямоугольника по направлению к окружности. Когда появится символ привязки  , отпустите кнопку мыши. То же самое проделайте со вторым углом (рис. 2.10).
4. Если прямоугольный эскиз кажется вам слишком широким, можно установить курсор на любую из его вертикальных сторон, нажать кнопку и перетащить сторону в нужном направлении.
5. Но нам известна точная ширина прорези, поэтому в инструментальной панели **Эскиз** выберите команду **Автоматическое нанесение размеров** 

и нанесите горизонтальный размер, как показано на рис. 2.10. Для того чтобы задать

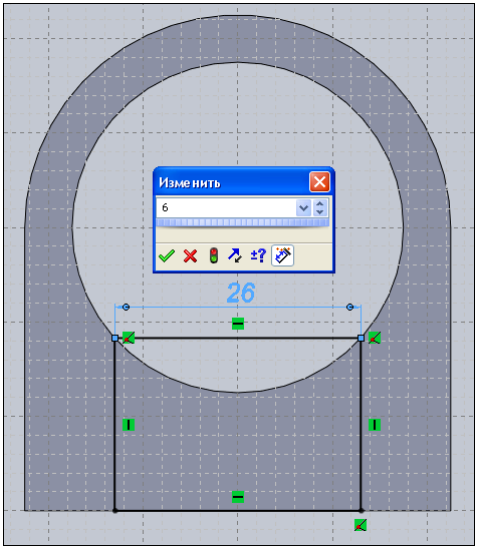


Рис. 2.10

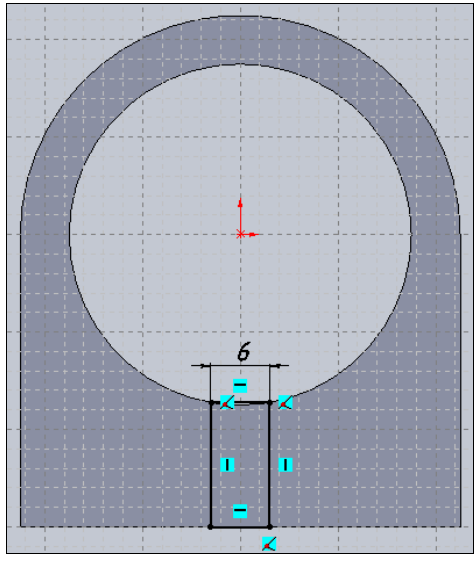


Рис. 2.11

значение размера, щелкните дважды на нем и введите число 6. Подтвердите ввод нажатием кнопки **OK** или клавиши <Enter>. Завершите команду простановки размеров одним из известных вам способов.

Как вы могли заметить, эскиз прямоугольника имеет черный цвет, следовательно, он полностью определен (рис. 2.11).

6. Завершите работу с эскизом и установите изометрический вид. Как вы и ожидали, сетка исчезла. В **Дереве Конструирования** появился новый элемент **Эскиз2**. Нажмите вкладку **Элементы**, чтобы вывести на экран панель команд работы с конструктивными элементами деталей.

2.1.8. Выполнение выреза

Выберите в **Дереве Конструирования** только что созданный эскиз (он должен быть подсвечен) и вызовите команду **Вытянутый вырез** 

из панели инструментов **Элементы**. Появляется динамический образец прорези (рис. 2.12). В раскрывающемся списке  выберите режим **Насквозь**, т. к. мы хотим, чтобы прорезь проходила через всю деталь. Выполните вырезание, нажав мышью кнопку **OK**  .

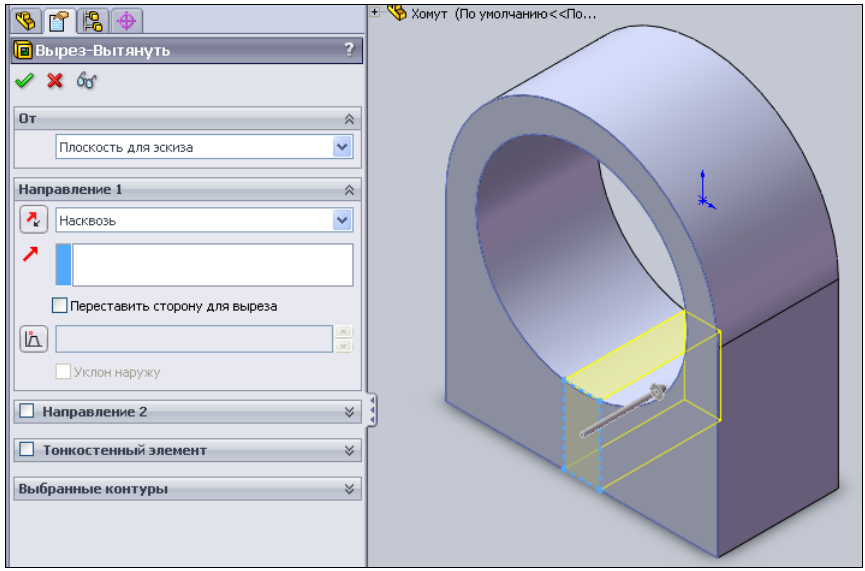


Рис. 2.12

2.1.9. Добавление искривленного выреза

Сформируем фланцевые поверхности хомута. Строить эскиз вновь будем на передней грани детали.

1. Как и для предыдущего эскиза, нажмите вкладку **Эскиз**, а затем выполните щелчок на передней грани модели и далее нажмите кнопку 

. Щелкните на значках  **Спереди** и  **Перпендикулярно** для размещения эскиза в плане.
2. Для начала постройте эскиз дуги. Для этого выберите в инструментальной панели **Эскиз** команду **Центр дуги** 

.
3. Подведите курсор к центру отверстия в модели (должен появиться символ привязки ). Щелкните мышью. Переместите курсор справа к внешней дуговой поверхности, щелкните мышью и переместите курсор к левой вертикальной линии так, как показано на рис. 2.13. Снова щелкните мышью. Таким образом, мы построили дугу, привязанную к нашей детали. Как видите, дуга имеет черный цвет, следовательно, она полностью определена.

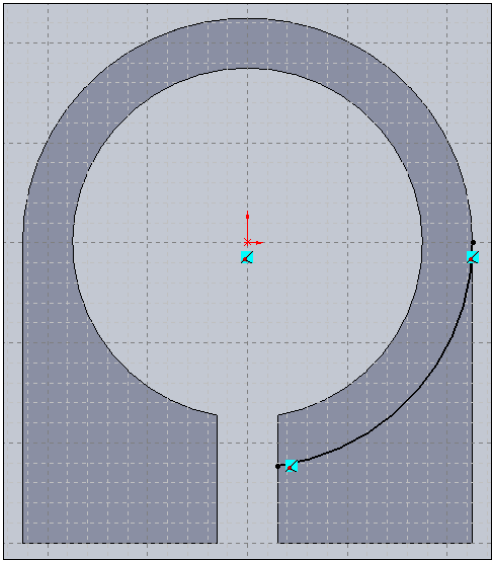


Рис. 2.13

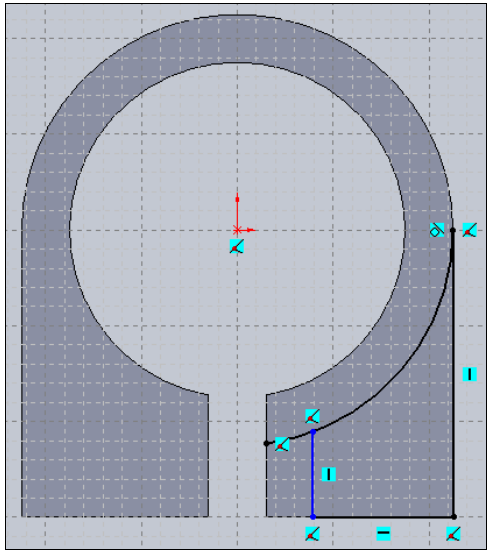


Рис. 2.14

4. Далее постройте три отрезка: два вертикальных и один горизонтальный, как показано на рис. 2.14. Правый и нижний отрезки должны совпадать, соответственно, с правой и нижней сторонами нашей детали. Левый отрезок должен доходить до только что построенной дуги. За размерами пока можете не следить.
5. Лишний кусок дуги и нижней линии отрежьте, воспользовавшись инструментом **Отсечь объекты** 

из панели инструментов **Эскиз**. Откроется диалоговое окно **Отсечение** (рис. 2.15), в котором в разделе **Параметры** выберите способ отсечения **Отсечь до ближайшего**. Рядом с курсором появится изображение ножниц  . Подведите курсор к отсекаемой части дуги и щелкните мышью

(см. рис. 2.15). Таким образом, мы получили замкнутый эскиз. Теперь задайте длину нижнего отрезка, равной 10 мм. Эскиз также должен быть полностью определен.

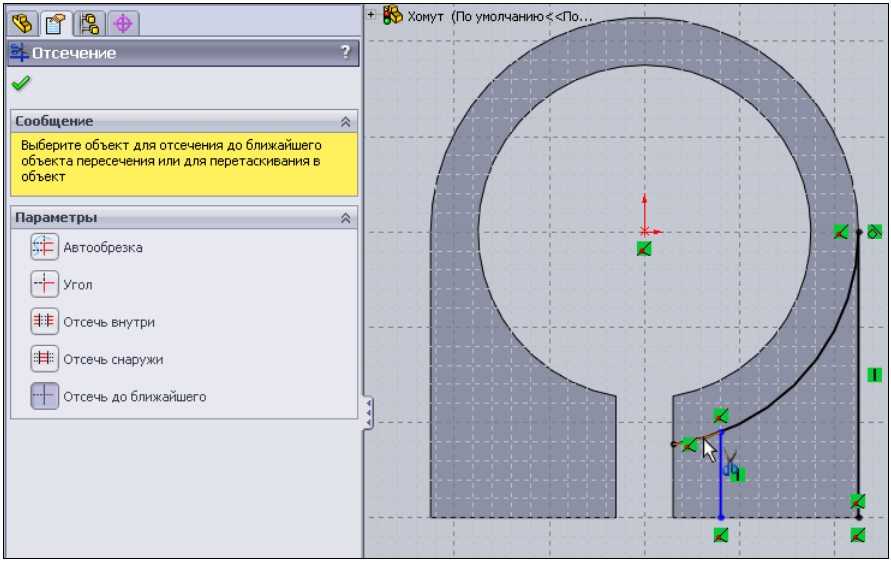
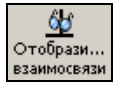


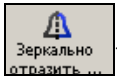
Рис. 2.15

Примечание

Если эскиз недоопределен, необходимо добавить взаимосвязи горизонтальности или вертикальности. Также проверьте, установлены ли взаимосвязи при построении объектов эскиза. Для просмотра взаимосвязей нажмите в панели инструментов **Эскиз** кнопку **Отобразить взаимосвязи** 

. Взаимосвязи также можно просмотреть, щелкая по элементам эскиза. В появляющемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне назначенные к данному элементу эскиза связи отображаются в списке **Существующие взаимосвязи**. Кроме того, необходимо убедиться, что полученный эскиз имеет замкнутый контур, иначе мы не сможем построить правильный вырез.

6. Далее нам необходимо создать зеркальную копию нашего эскиза на левой стороне детали. Для чего с помощью команды **Осевая линия** 

из панели инструментов **Эскиз** создайте вертикальную осевую линию, проходящую через центр хомута.
7. Теперь, чтобы зеркально отразить эскиз относительно осевой линии на левую половину хомута, вызовите в панели инструментов **Эскиз** команду **Зеркально отразить объекты** 

. Результат зеркального отражения представлен на рис. 2.16. Обратите внимание, что левый контур, так же как и правый, полностью определен.

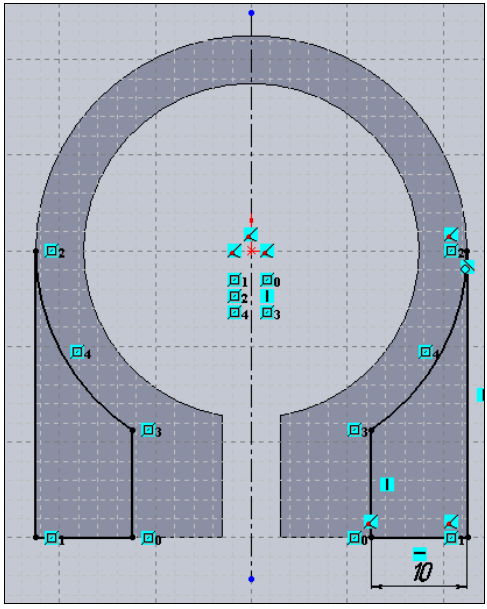
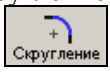


Рис. 2.16

8. Добавьте скругление на левой половинке эскиза. Воспользуйтесь командой **Скругление** 

инструментальной панели **Эскиз**. В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Скругление** введите число 10 — радиус скругления и выберите два элемента эскиза, между которыми мы хотим построить сопряжение.

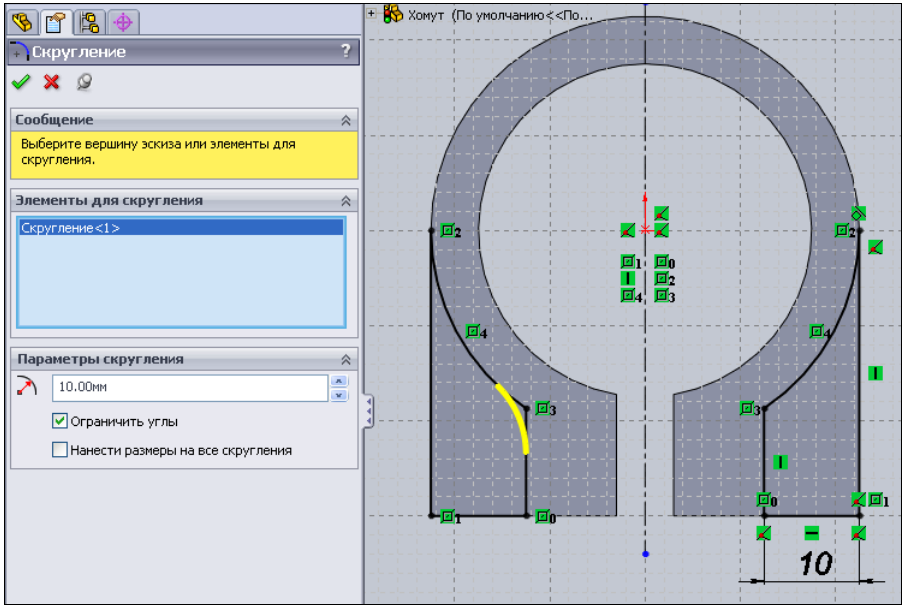


Рис. 2.17

В результате вы должны получить на экране то, что показано на рис. 2.17. После построения скругления нажмите кнопку **OK** .

9. Теперь завершите эскиз, нажав кнопку **Выход из эскиза**, и установите изометрический вид с помощью кнопок на панели **Стандартные виды**.

10. И, наконец, сделайте искривленный вырез хомута. Для этого из панели инструментов **Элементы** вызовите команду **Вытянутый вырез** Вытянутый вырез. Задайте параметры аналогично параметрам прямоугольного выреза. Щелкните кнопку **OK** . В результате вы должны получить деталь, изображенную на рис. 2.18.

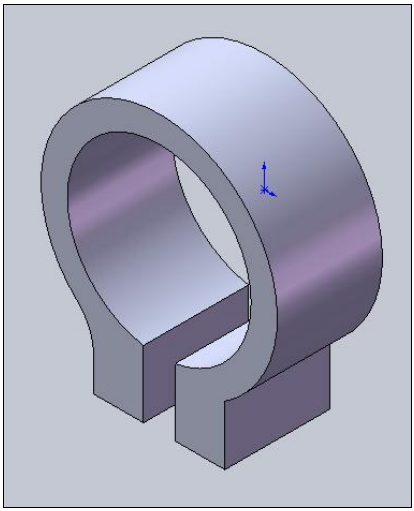


Рис. 2.18

2.1.10. Построение сопряжений и фасок

Построение скруглений

Скруглим ребра нашего хомута с передней и задней стороны. Для этого:

1. Нажмите на панели инструментов **Элементы** кнопку **Скругление** Скругление.

   В **Менеджере свойств** появятся диалоговые окна **Скругление** или **FilletXpert**, показанные на рис. 2.19. Какое из этих двух окон появится, зависит от того, каким окном пользовались в последний раз.

2. С помощью инструмента **Скругление** можно управлять скруглением на уровне элемента (грани или кромки) с постоянным или переменным радиусом. Чтобы воспользоваться инструментом **Скругление** в диалоговом окне **FilletXpert**, необходимо нажать кнопку **Вручную**.

Инструмент **FilletXpert** используется для управления, организации и переупорядочивания скруглений только постоянного радиуса. Чтобы воспользоваться инструментом **FilletXpert** в диалоговом окне **Скругление**, необходимо нажать кнопку **FilletXpert**.

Давайте воспользуемся инструментом **FilletXpert** и скруглим кромки, окаймляющие переднюю и заднюю грани детали (рис. 2.20).

1. В диалоговом окне **FilletXpert** щелкните мышью в окне **Скруглить элементы** и затем укажите переднюю и заднюю грани детали. Имена указанных граней

должны отобразиться в этом окне (рис. 2.21). Если в процессе выбора вы случайно щелкнули по какой-либо кромке, то отменить выбор кромки можно, выделив ее в окне **Скруглить элементы** и нажав клавишу <Delete>.

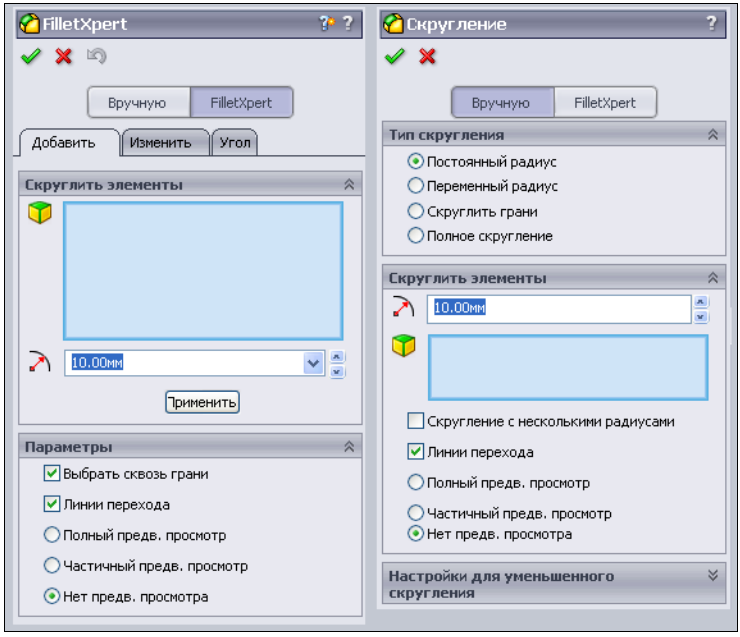


Рис. 2.19

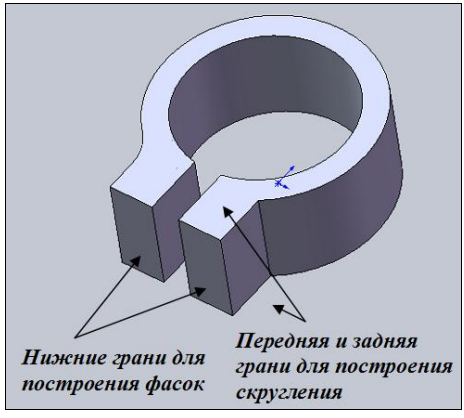


Рис. 2.20

2. Далее в раскрывающемся списке **Радиус** укажите размер скругления 1 мм и нажмите кнопку **Применить**.
3. Если все сделано правильно, то нажмите кнопку **OK**, и у вас должна получиться деталь, показанная на рис. 2.22.

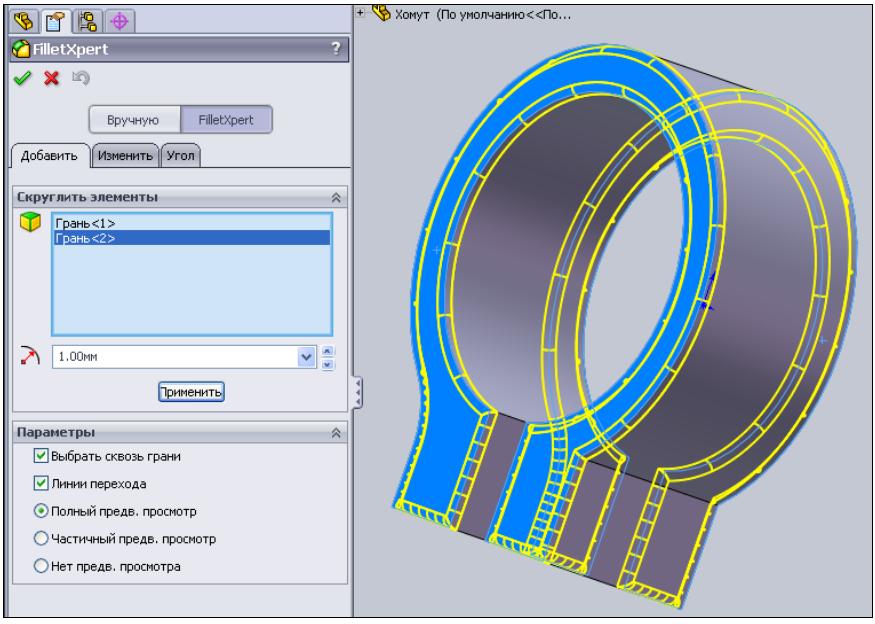


Рис. 2.21

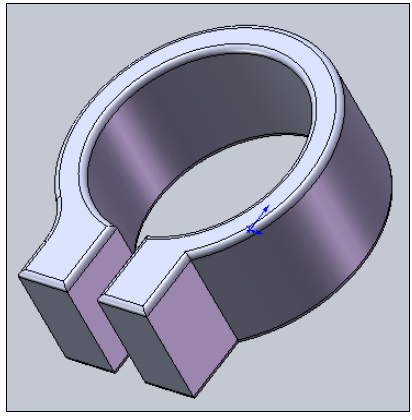


Рис. 2.22

Построение фасок

Аналогично построим фаски на нижних гранях детали (см. рис. 2.20). Для этого нажмите на панели инструментов **Элементы** кнопку **Фаска** 

. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Фаска** (рис. 2.23). Укажите в поле **Расстояние**  размер фаски 0,25 мм. Теперь выберите обе нижние грани для построения фасок. Затем нажмите мышью кнопку **OK**  , и в результате к этим граням будут добавлены фаски.

После сделанных построений в **Дерево Конструирования** будут добавлены новые элементы: **Скругление1** и **Фаска1**.

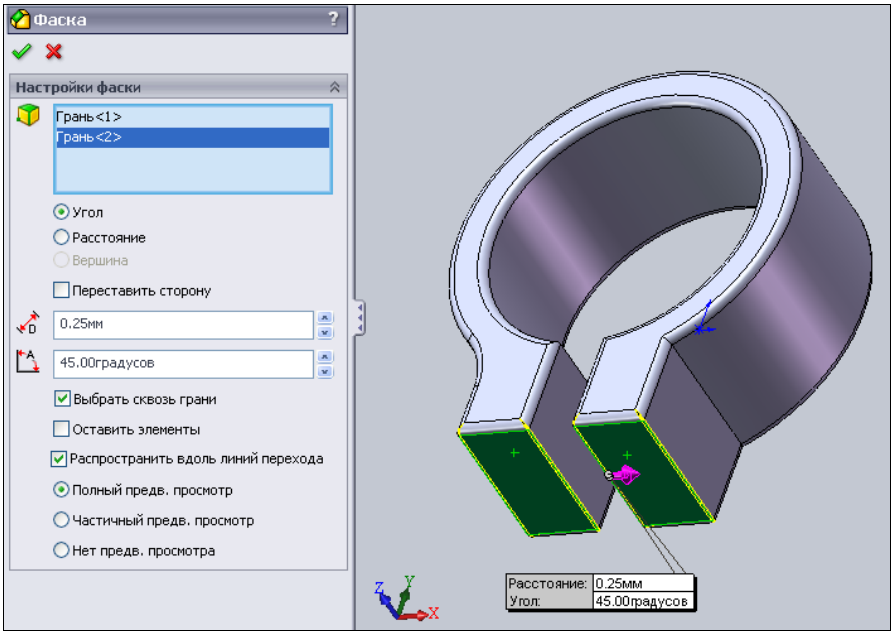


Рис. 2.23

2.1.11. Построение эскиза стяжного отверстия

Во фланцах хомута необходимо создать отверстия под стяжкой болтов. Для построения их эскиза лучше всего подходит вертикальная поверхность правого фланца. Кроме вертикальных поверхностей детали можно использовать параллельные вспомогательные плоскости, например плоскость **Справа**. В панели инструментов **Вид** нажмите кнопку **Вращать вид** и поверните модель так, как показано на рис. 2.24.

Постройте новый эскиз на поверхности правого фланца (см. окружность на рис. 2.24). Для этого:

1. Щелкните по вкладке **Эскиз**, укажите грань правого фланца и нажмите кнопку **Эскиз** Эскиз в панели инструментов **Эскиз**.
2. Далее щелкните мышью по кнопке **Стандартные виды** и затем — **Справа** Справа, и модель повернется к вам правым боком.
3. Выберите в панели инструментов **Эскиз** команду отрисовки окружности **Окружность** Окружнос... и постройте на этом фланце окружность.
4. Далее вызовите команду простановки размеров **Автоматическое нанесение размеров** Автомати... нанесение... и поставьте три размера так, как показано на рис. 2.25.
5. Эскиз должен быть полностью определен.

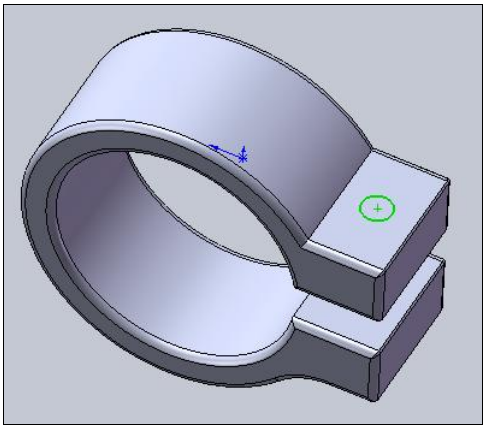


Рис. 2.24

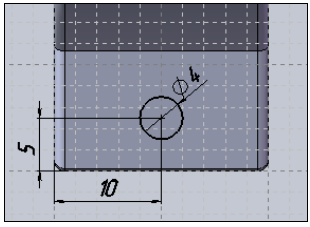


Рис. 2.25

6. Завершите построение эскиза, нажав кнопку **Выход из эскиза**  , и выберите изометрический вид.

2.1.12. Создание отверстия

Выполните следующие действия:

1. Выделите мышью только что построенный эскиз и вызовите из панели инструментов **Элементы** команду **Вытянутый вырез** 

для вырезания отверстия.
2. Задайте мышью направление для выреза и в диалоговом окне **Вырез-Вытянуть** установите в поле **Граничное условие** вместо размера выреза режим **Насквозь** (рис. 2.26).
3. Щелкните по кнопке **OK**  . В результате вы должны получить деталь, показанную на рис. 2.27.

Модель выглядит отлично. В заключение построим условное изображение резьбы на созданном отверстии. Для этого:

1. Выделите щелчком мыши правую кромку нашего отверстия. Постарайтесь выделить именно кромку, а не грань. Выбранная кромка должна подсветиться. При этом курсор должен принять вид  .
2. Далее выберите команду **Вставка | Примечания | Условное изображение резьбы.** Если этот пункт недоступен, значит, вы неправильно выбрали кромку отверстия. Попробуйте еще раз. Если кромка выбрана правильно, появится диалоговое окно, показанное на рис. 2.28.
3. Установите параметры, указанные в окне, и нажмите кнопку **OK**  .

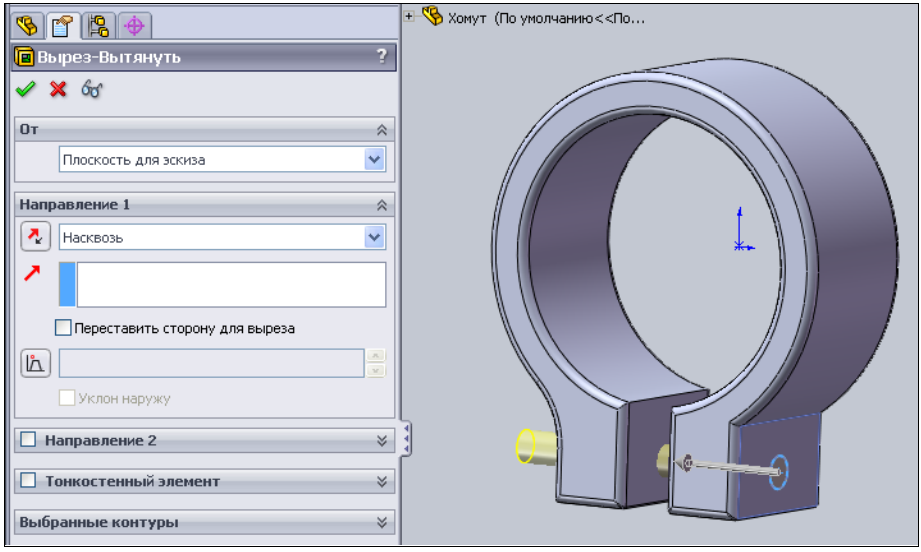


Рис. 2.26

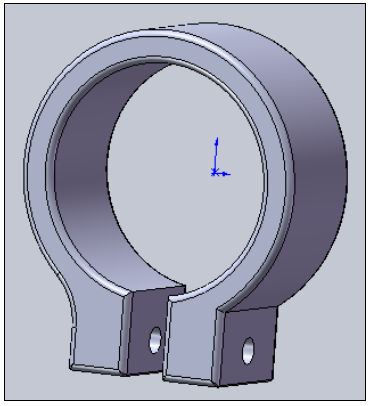


Рис. 2.27

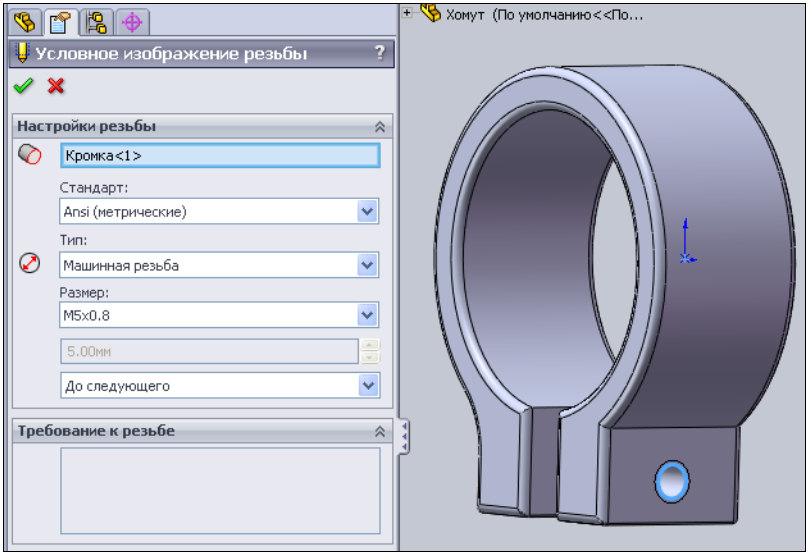


Рис. 2.28

Если резьба в отверстии хомута не отобразилась, то проверьте, установлены ли флажки в параметрах **Условные изображения резьбы** и **Закрашенные условные изображения резьбы**, расположенные по следующему пути: **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Оформление | Отобразить фильтр** (рис. 2.29).

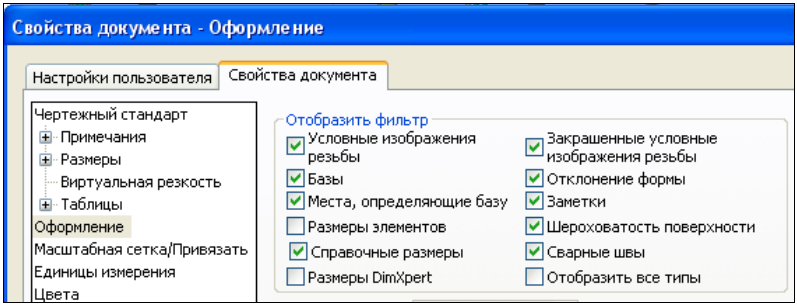


Рис. 2.29

Взгляните на окно **Дерево Конструирования** (рис. 2.30). Теперь оно заполнено различными элементами, отражающими весь процесс формирования модели.

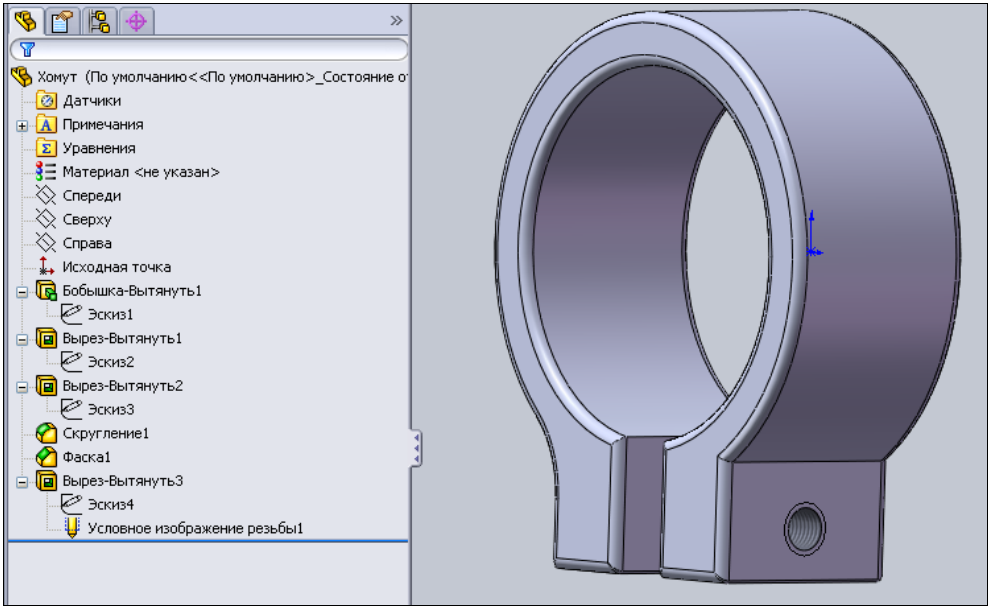


Рис. 2.30

При установке курсора на какую-либо запись в **Дереве Конструирования** программа подсвечивает соответствующий элемент в графической области. С помощью **Дерева Конструирования** можно также редактировать модель, щелкнув правой кнопкой мыши на требуемом элементе и выбрав в контекстном меню пункт **Редактировать определение**  или **Редактировать эскиз**  .

После редактирования элементов или эскиза модель автоматически перестраивается. Если перестроение по какой-либо причине не произошло, нажмите кнопку **Перестроить (Ctrl+B)**  .

2.1.13. Сохранение детали

Конструирование фиксирующего хомута успешно завершено. Сохраните его, нажав в панели инструментов **Стандартная** кнопку **Сохранить**  .

2.2. Детали типа тел вращения

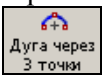
В машиностроении есть детали, которые изготавливаются методом вращения: на токарном станке, центробежным литьем и т. д. Как правило, это цилиндрические детали или детали, имеющие ось вращения. В SolidWorks 2010 имеются средства для более удобного построения трехмерных моделей деталей типа тел вращения, хотя их можно построить, используя только способ призматического вытягивания и вырезания. Эти средства позволяют более быстро и эффективно проектировать такие детали, и **Дерево Конструирования** получается более компактным. Повернутые элементы добавляют или удаляют материал путем поворота одного или нескольких профилей вокруг осевой линии или какой-либо другой линии вращения.

Поскольку детали типа тел вращения изготавливаются преимущественно способом вращения, то и трехмерные модели таких деталей мы будем строить также вращением контура эскиза вокруг некой осевой линии, которую необходимо задавать в эскизе. При проектировании в SolidWorks 2010 таких деталей необходимо тщательно продумать, какие элементы детали вы должны получить путем вращения, а какие — путем призматического вытягивания, и определить последовательность действий. Так как последующие эскизы строятся на основе вытягивания или вырезания построений из предыдущих, может создаться ситуация, когда нельзя будет поменять порядок построения элементов детали и проектирование придется начинать сначала.

В конце концов, это рано или поздно произойдет. Но время не пропадет даром — вы приобретете опыт проектирования и в следующий раз будете осмотрительнее.

Рассмотрим на примере проектирования цилиндрического поршня метод вытягивания тел вращения. Для простоты изложения материала не будем задерживаться на полном определении эскизов, теперь вы знаете, как это делается.

2.2.1. Построение контура тела вращения

Построим новый эскиз контура поршня на рабочей плоскости **Спереди** из **Дерева Конструирования**. Сначала построим вертикально осевую линию, а затем замкнутый контур так, как показано на рис. 2.31. Верхняя дуга выстроена с применением команды **Дуга через 3 точки** 

из панели инструментов **Эскиз**. Что-

бы читателю было понятно и процесс построения поршня был бы более осмысленным, сразу поясним, что мы на этом эскизе изобразили боковую поверхность и днище поршня (дуга описывает криволинейную поверхность днища).

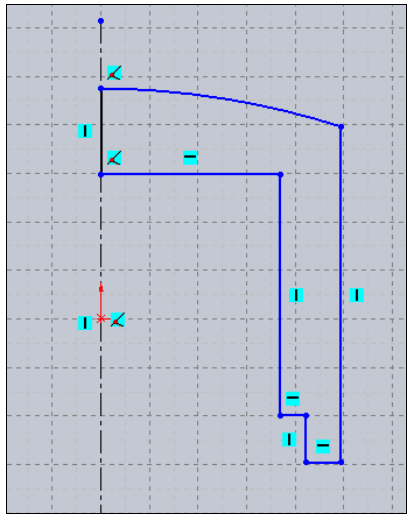


Рис. 2.31

2.2.2. Построение тела вращения

Теперь выйдем из режима построения эскиза и выполним вытягивание вращением нашего контура вокруг осевой линии.

1. Нажмите вкладку **Элементы** и затем кнопку **Повернутая бобышка/основание** 

. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Повернуть**. Поскольку мы построили только одну осевую линию и один контур, программа автоматически их приняла и повернула наш контур по умолчанию на 360 градусов (рис. 2.32).

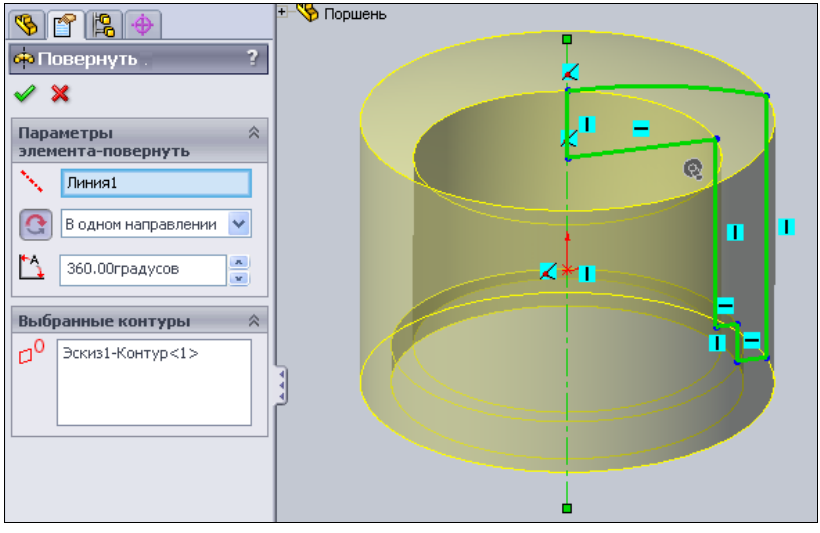


Рис. 2.32

2. Для удобства дальнейших построений внутри поршня изменим значение параметра **Угол** с 360 на 180 градусов, т. е. получим половинку поршня так, как показано на рис. 2.33.
3. Нажмите кнопку **OK**. Не волнуйтесь, что поршень у нас пока не целый. После всех необходимых построений мы вернем ему требуемый вид.

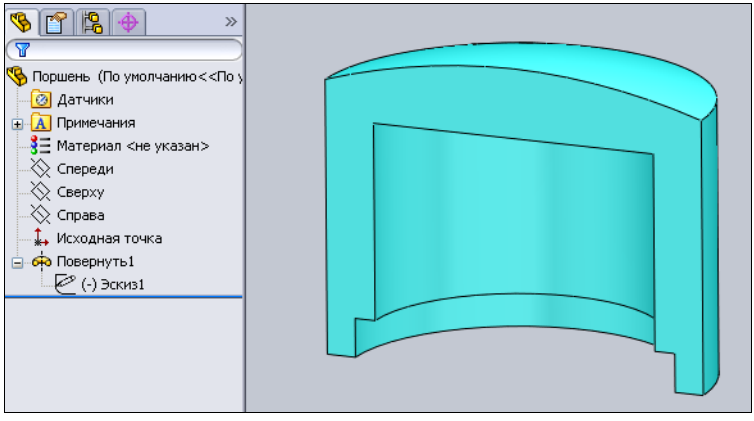


Рис. 2.33

2.2.3. Вырезание вращением

Теперь вырежем в построенном поршне канавки под поршневые кольца.

1. Для этого в качестве плоскости для построения эскиза вновь выберите плоскость **Спереди**.
2. В новой плоскости построений нарисуйте следующий эскиз: два прямоугольника на одной из сторон поршня (рис. 2.34). Не забудьте провести осевую линию, относительно которой будете проводить круговой вырез вращением, и отмените все привязки.

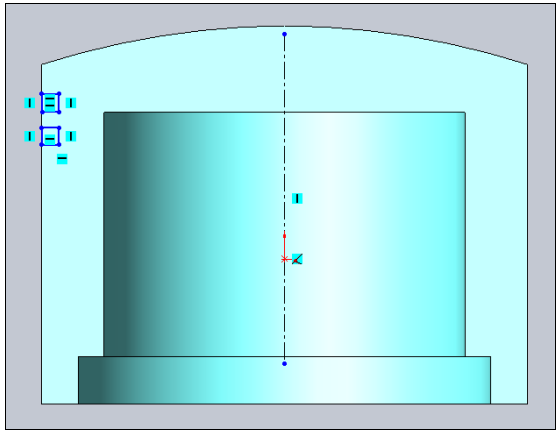


Рис. 2.34

3. Обратите еще раз внимание на то, что мы эскизы пока полностью не определяем. В процессе настоящей работы рекомендуем вам это делать.

4. Эскиз готов. Завершите работу с ним, нажав кнопку **Выход из эскиза**  .

5. Затем нажмите на вкладку **Элементы** и выберите команду **Повернутый вырез** 

. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Вырез-Повернуть**, в котором оставьте угол равным 360 градусов. Программа также по умолчанию приняла наш эскиз и осевую линию.

6. Нажмите кнопку **OK** . В результате должна получиться модель, показанная на рис. 2.35.

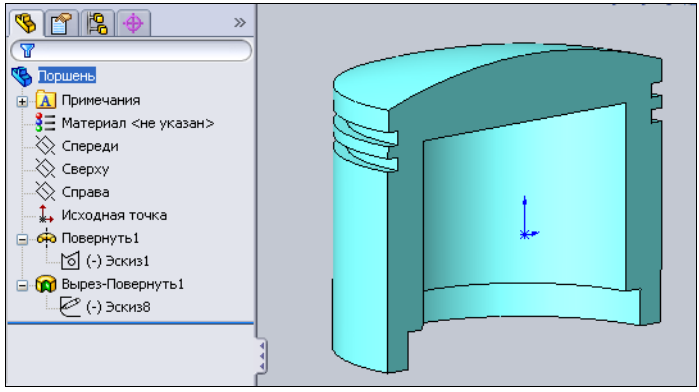


Рис. 2.35

Примечание

Если при выборе команды **Повернутый вырез** 

в **Дереве Конструирования** не был выбран эскиз для выреза, программа откроет окно **Повернуть** с сообщением о том, что необходимо выбрать плоскость или эскиз, а рядом с курсором появится зеленый квадрат  . В этом случае необходимо открыть **Дерево Конструирования**, которое в данный момент перемещается в область построений, и указать требуемый эскиз. Принимая эскиз, программа выполнит повернутый вырез.

2.2.4. Добавление элементов простым вытягиванием

Добавим в нашу деталь бобышки поршня, в которых крепится поршневой палец для соединения с шатуном. Для этого на плоскости **Справа** в **Дереве Конструирования** построим новый эскиз. Эта плоскость проходит через начало координат и через середину поршня. Эскиз постройте так, как показано на рис. 2.36. Обратите внимание, что часть эскиза "висит" в воздухе — это не ошибка: в данный момент

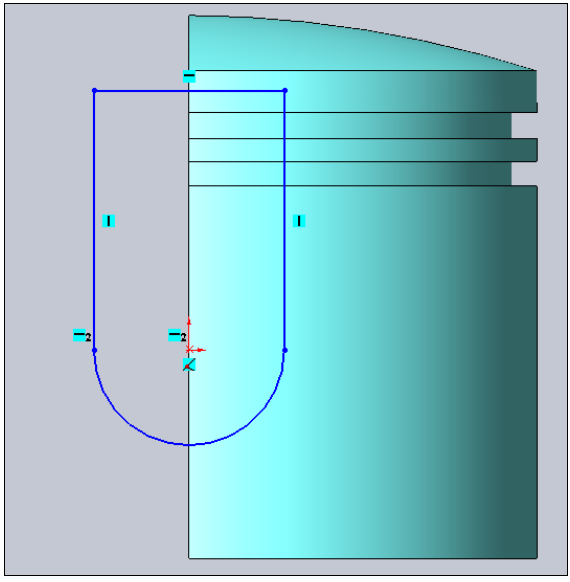


Рис. 2.36

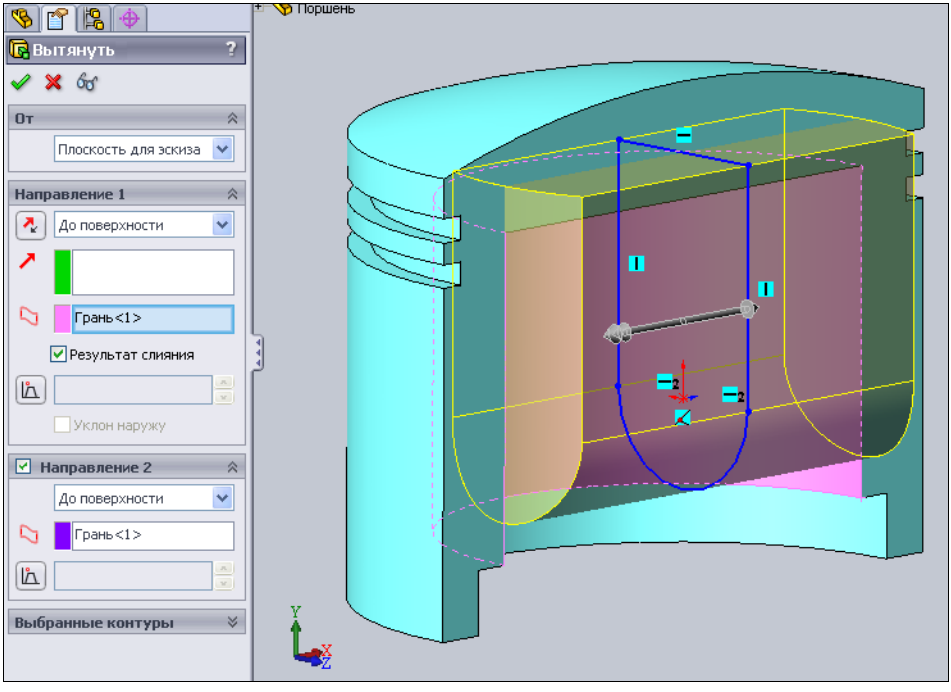
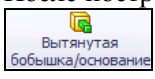


Рис. 2.37

мы ведем построения на половине поршня, а когда закончим все построения и придадим детали целостный вид, то все будет нормально.

После построения эскиза выйдите из режима рисования эскизов и выберите команду 

Вытянутая бобышка/основание из панели инструментов **Элемен-**

ты. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Бобышка-Вытянуть**. В области **Направление 1** измените параметр **Реверс направления** на значение **До поверхности** и укажите внутреннюю грань поршня (рядом с курсором появится зеленый квадрат). Для удобства указания грани пользуйтесь вращением детали.

Аналогичные параметры задайте и в области **Направление 2**, предварительно установив флажок в левом верхнем углу области. В результате у вас должна получиться деталь, показанная на рис. 2.37. После нажатия кнопки **OK** в наш поршень добавится материал, в котором можно будет закрепить поршневой палец.

2.2.5. Удаление материала простым вырезанием

Теперь удалим материал в том месте, где должен двигаться шатун.

1. Снова на стандартной плоскости **Справа** в **Дереве Конструирования** постройте новый эскиз прямоугольника, который по размерам был бы чуть больше наших бобышек, но не выходил бы за пределы поршня (рис. 2.38).
2. Для того чтобы было удобнее ориентироваться внутри детали, можно установить режим **Каркасное представление** из панели инструментов **Вид**, в котором отображаются невидимые линии. В любой момент вы можете перейти в режим **Закрасить**.

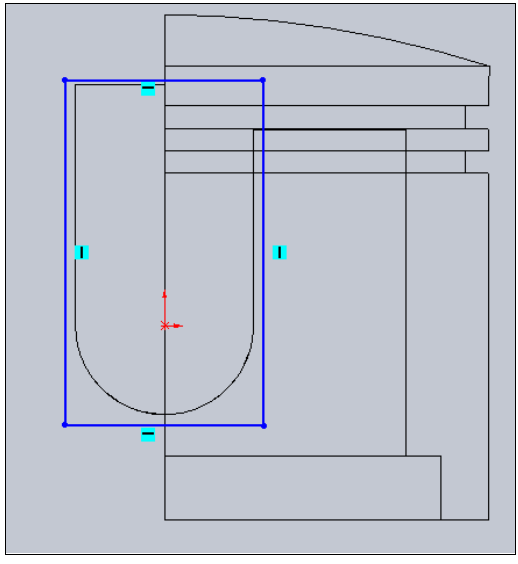


Рис. 2.38

3. Завершите работу с эскизом и удалите лишний материал. Для этого выберите команду **Вытянутый вырез** для только что построенного эскиза.

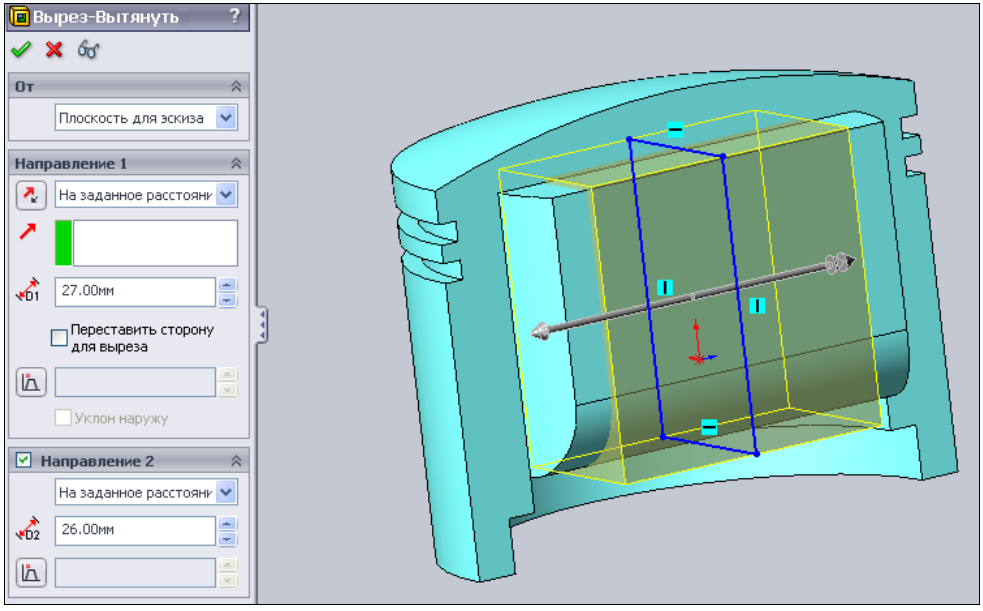


Рис. 2.39

4. Закрасьте деталь с помощью команды **Закрасить** и поверните ее так, чтобы было видно направление вытягивания. Появится одинарная стрелка влево (рис. 2.39), за которую нужно потянуть мышью, но так, чтобы вытягиваемый элемент не доходил до грани поршня.
5. Затем нужно в диалоговом окне **Вырез-Вытянуть** установить флажок в области **Направление 2** и потянуть мышью за появившуюся двойную стрелку в противоположном направлении, также не доходя до грани поршня. Поскольку у нас размеры поршня не заданы, нет необходимости точно выдерживать расстояния до его граней.
6. Нажмите кнопку **OK** и получите призматический вырез в бобышках поршня (рис. 2.40).

Нам осталось еще сделать отверстие в бобышках поршня для установки поршневого пальца. Для этого:

1. В качестве эскизной плоскости выберите одну из торцевых граней бобышек (хотя можно воспользоваться и известной уже стандартной плоскостью **Справа**).
2. Нарисуйте эскиз окружности так, как показано на рис. 2.41. Для удобства построения эскиза можно включить режим каркасного представления вида, щелкнув в панели инструментов **Вид** значок **Каркасное представление**, и расположить эскиз в плоскости экрана, нажав кнопку **Перпендикулярно**.
3. Теперь постройте отверстие, проходящее сквозь все тело нашей детали. С этой целью закройте построенный эскиз окружности и вызовите опять команду **Вытянутый вырез** Вытянутый вырез.

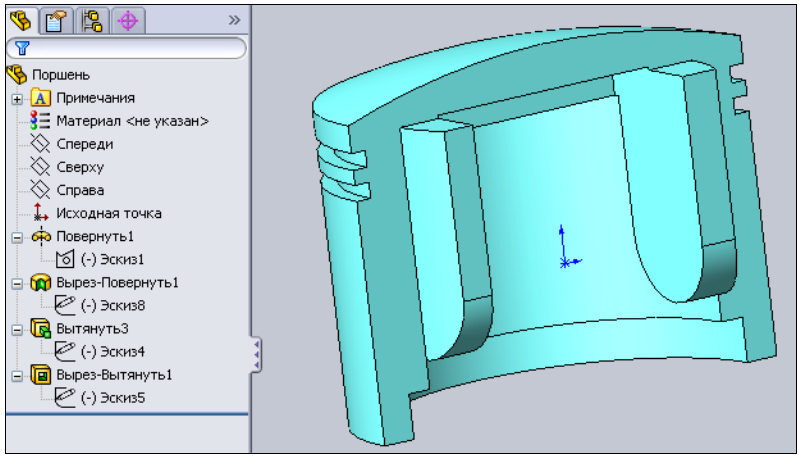


Рис. 2.40

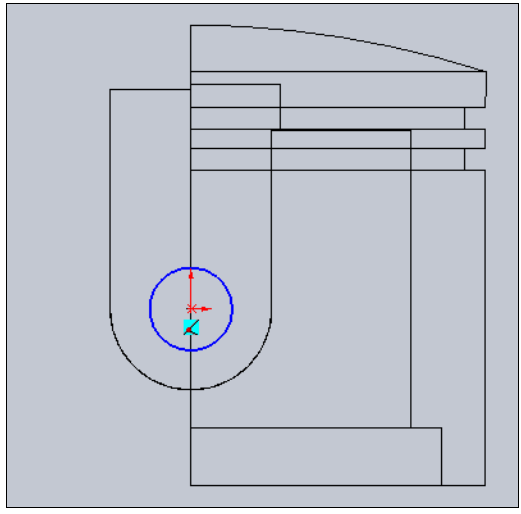


Рис. 2.41

4. В появившемся **Менеджере свойств** в диалоговом окне **Вырез-Вытянуть** в области **Направление 1** у параметра **Граничное условие** (рядом с параметром **Реверс направления**) установите значение **Насквозь** (рис. 2.42).
5. Далее установите флажок в области **Направление 2** и значение **Насквозь**.
6. Нажмите кнопку **OK** и получите деталь, показанную на рис. 2.43. Деталь готова, осталось только сделать ее "цельной".

2.2.6. Редактирование определения

Для того чтобы поршень был заполнен материалом по всей окружности, необходимо отредактировать то действие, в котором мы проделали выдавливание поворотом. В **Дереве Конструирования** мы можем подсвечивать те кромки, которые

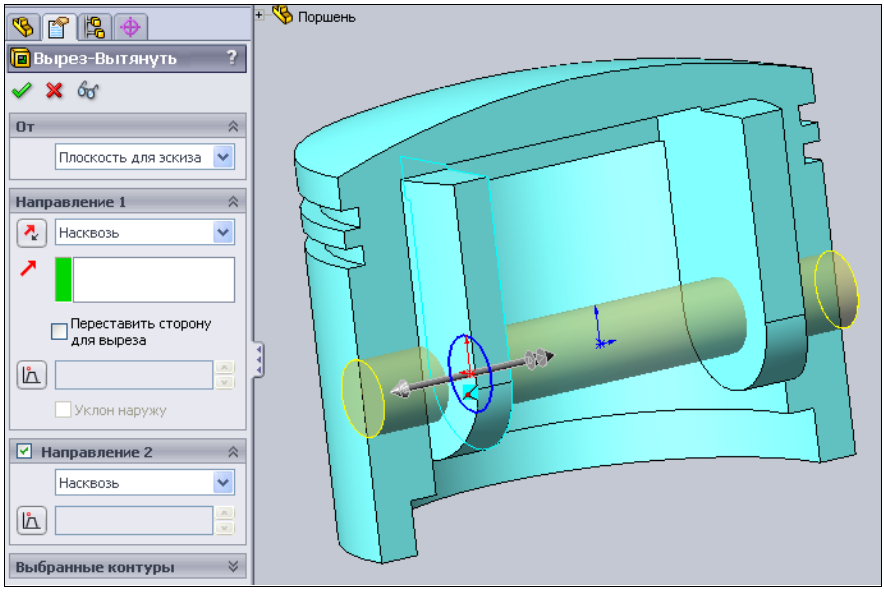


Рис. 2.42

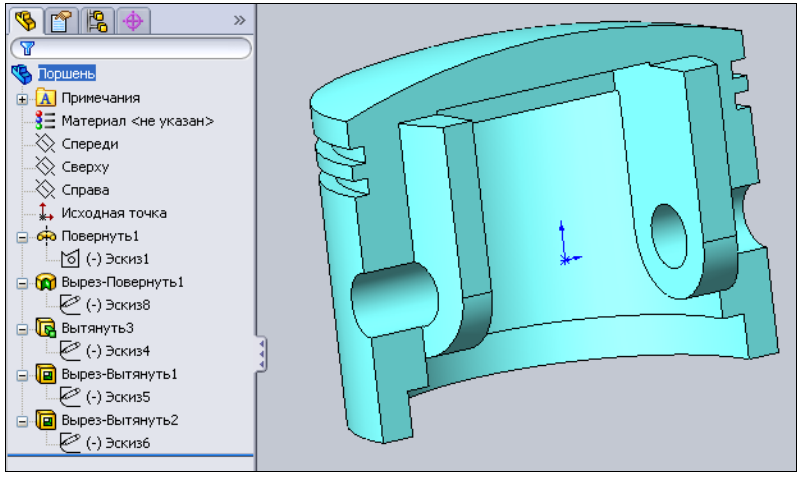


Рис. 2.43

были получены действием и на которые указывает курсор в данный момент. Сейчас нам требуется отредактировать действие **Повернуть1**.

1. Наведите курсор на него и нажмите правую кнопку мыши.
2. В контекстном меню выберите кнопку **Редактировать определение** .
3. В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Повернуть1** замените значение 180 на 360 градусов.
4. Нажмите кнопку **OK** и получите готовый поршень (рис. 2.44).

5. Сохраните его, нажав в панели инструментов **Стандартная** кнопку **Сохранить** и задав имя детали `Поршень.sldprt`.

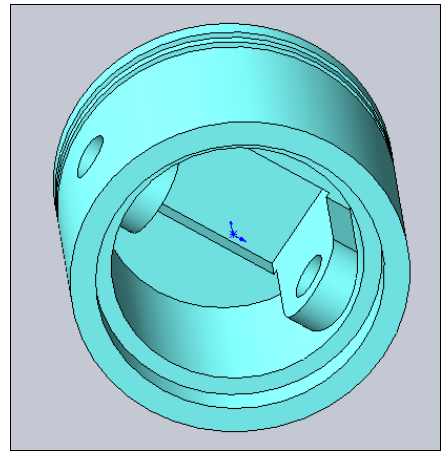


Рис. 2.44

2.3. Дополнительные возможности

В качестве дополнительных возможностей рассмотрим некоторые приемы, позволяющие быстро проектировать трехмерные детали, не прибегая к изменению исходных эскизов.

2.3.1. Круговой массив

Покажем применение кругового массива 

на объемной детали вращения типа шкива.

1. Постройте новый эскиз детали на стандартной плоскости **Спереди**. Размеры детали задайте такими же, как указано на рис. 2.45.

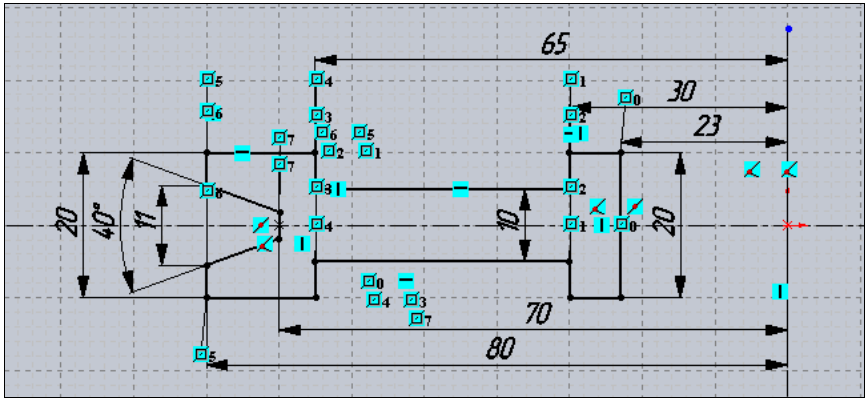


Рис. 2.45

2. При построении эскиза используйте инструмент **Зеркально отразить**  из панели инструментов **Эскиз**, т. к. деталь симметрична относительно плоскости, перпендикулярной оси вращения. Для этого проведите осевую линию горизонтально вдоль детали через центр координат. Не забудьте также построить вертикальную осевую линию, необходимую для кругового вытягивания. Вторую осевую линию проведите также через начало координат.
3. Теперь завершите работу с эскизом и проведите круговое вытягивание с помощью инструмента **Повернутая бобышка/основание**  из панели инструментов **Элементы**.

   В результате у вас должна получиться деталь, показанная на рис. 2.46.

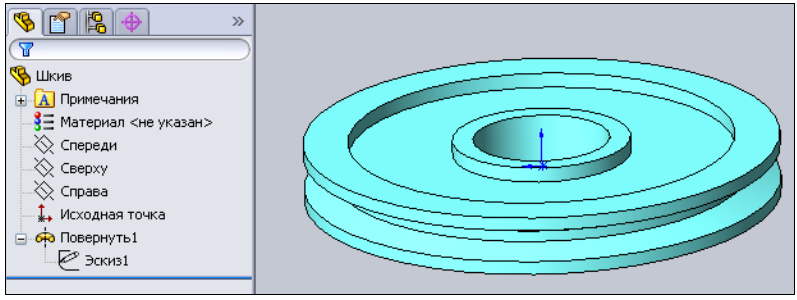


Рис. 2.46

В полученной детали нам необходимо вырезать отверстия для ее облегчения и шлицы для крепления на валу.

1. Выберите в качестве плоскости для построения нового эскиза верхнюю плоскую грань и постройте эскиз с размерами, показанными на рис. 2.47.

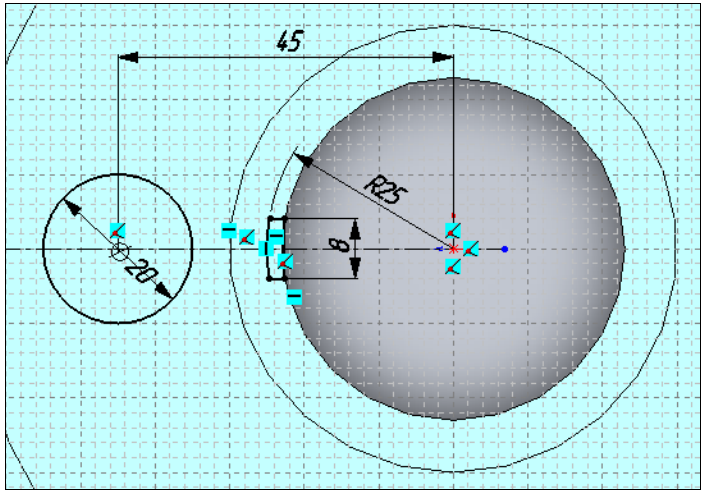
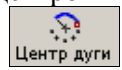


Рис. 2.47

2. Данный эскиз состоит из двух элементов. Первый — окружность диаметром 20 мм, отстоящая от центра шкива на расстоянии 45 мм. Для того чтобы полностью определить расположение этой окружности, необходимо построить осевую линию и задать зависимость совпадения осевой линии с центром окружности (следите за значками добавленных взаимозависимостей и контролируйте эскиз).
3. Второй элемент — фигура, похожая на прямоугольник, у которого левая линия представляет собой дугу, центр которой совпадает с центром координат шкива. Эту дугу можно построить инструментом **Центр дуги** 

из панели инструментов **Эскиз**. Радиус дуги составляет 25 мм. Правые углы "прямоугольника" должны лежать на окружности, представляющей собой внутреннее отверстие шкива. Высота прямоугольного выреза должна составлять 8 мм. Построенный эскиз должен быть полностью определен.
4. Теперь вырежьте материал из шкива по построенному эскизу. Для выреза воспользуйтесь командой **Вытянутый вырез** 

из панели инструментов **Элементы**. Несмотря на то, что эскиз фактически состоит из двух контуров, SolidWorks 2010 воспринимает их адекватно ситуации, показанной на рис. 2.48. Если вы все сделали правильно, у вас должна получиться такая же деталь.

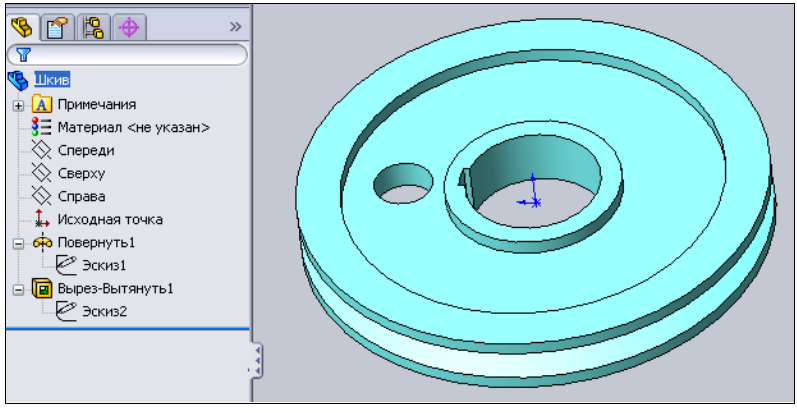
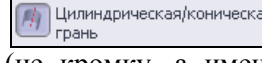


Рис. 2.48

Но наш шкив должен иметь 8 отверстий и 8 шлицев по кругу. Поэтому, чтобы не повторять проделанные выше операции восемь раз, воспользуемся командой кругового массива 

. Перед этим нам необходимо построить ось, вокруг которой мы будем создавать круговой массив.

1. Для построения оси выберите команду **Вставка | Справочная геометрия | Ось**. В результате в **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Ось1**, в котором выберите кнопку **Цилиндрическая/коническая грань** 

и укажите мышью грань внутреннего отверстия шкива (не кромку, а именно грань) так, как показано на рис. 2.49.

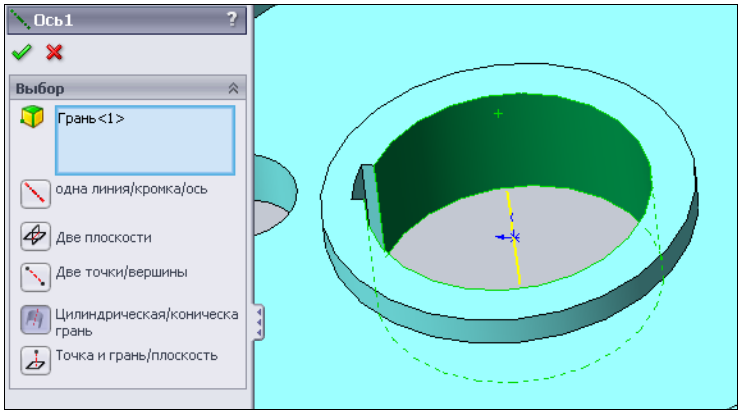


Рис. 2.49

2. В поле **Справочные объекты** должно появиться наименование указанной грани (например, **Грань <1>**). Грань должна быть подсвечена.
3. Нажмите кнопку **OK**, и в **Дереве Конструирования** появится новый элемент **Ось1**.
4. Теперь из панели инструментов **Элементы** выберите команду **Круговой массив** (Круговой массив).
5. В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Круговой массив** щелкните мышью в поле **Копировать элементы** и укажите в **Дереве Конструирования** (которое переместилось в область построений) элемент **Вырез-Вытянуть1** (это элемент, вырезающий отверстие и шлиц в теле шкива).
6. В поле **Реверс направления** укажите из **Дерева Конструирования** элемент **Ось1** (построенная ось, вокруг которой необходимо размножить элементы).
7. В поле **Количество экземпляров** установите значение 8.
8. Также установите флажок **Равный шаг**, чтобы наши элементы были установлены на одинаковом расстоянии друг от друга.

   Чтобы проконтролировать, правильно ли вы все установили, сравните рис. 2.50 с тем, что вы видите на экране своего монитора.

Теперь в диалоговом окне **Круговой массив** нажмите кнопку **OK**, и вы получите восемь экземпляров необходимых вырезов.

Сохраните полученную деталь (рис. 2.51), нажав кнопку **Сохранить** и задав имя детали `Шкив.sldprt`.

Примечание

Если вам требуется получить разное количество шлицев и отверстий, необходимо создавать разные эскизы для этих элементов, и для каждого элемента применять отдельную команду кругового массива с разными параметрами.

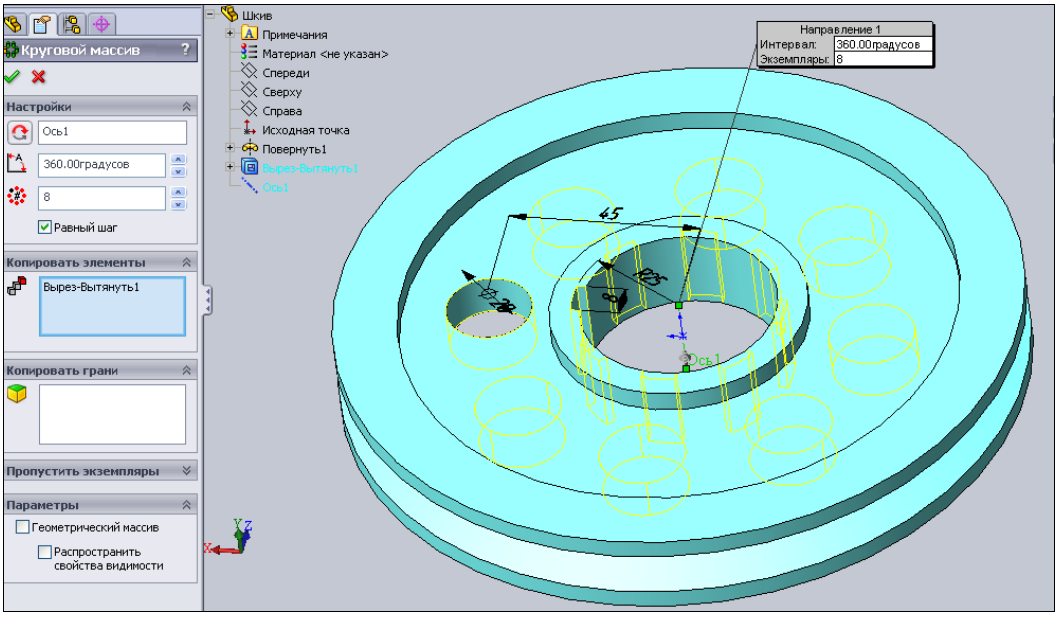


Рис. 2.50

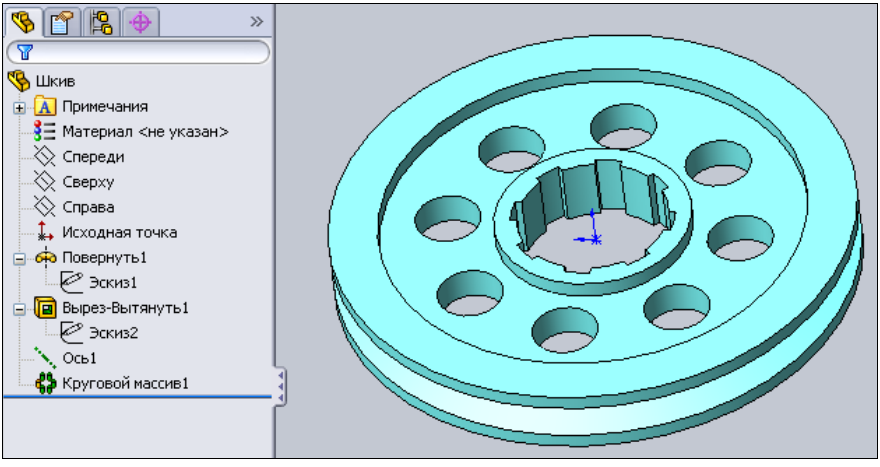


Рис. 2.51

2.3.2. Линейный массив

Команда **Линейный массив** 

применяется аналогично команде **Круговой массив** с той лишь разницей, что размножение элементов производится не по кругу, а по двум выбранным направлениям, поэтому читатель может самостоятельно разобраться в простом применении этой команды. Мы же рассмотрим более широкие возможности применения команды **Линейный массив**.

Использование команды **Линейный массив** продемонстрируем на проектировании детали треугольного кожуха с прорезями для вентиляции и фиксатором. Деталь показана на рис. 2.52.

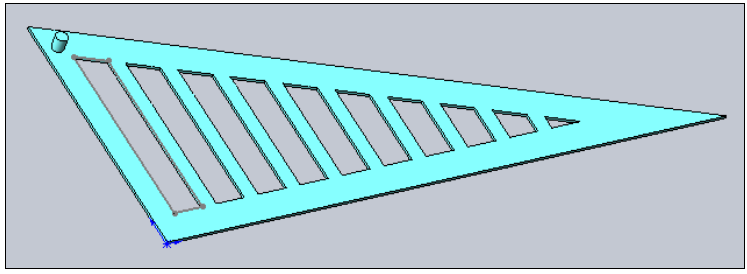


Рис. 2.52

1. Новый эскиз, как обычно, начнем создавать на плоскости **Спереди**.

   Постройте эскиз треугольника с размерами, указанными на рис. 2.53. Построение для удобства выполните с начала координат (хотя это и необязательно), тогда привязка линий к центру будет происходить автоматически.

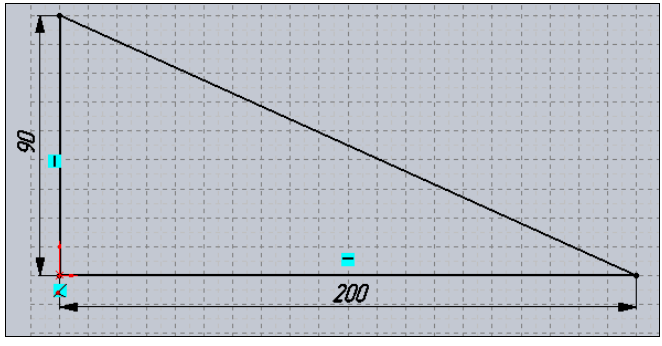


Рис. 2.53

2. Теперь произведите вытягивание треугольника на толщину 1 мм с помощью команды **Вытянутая бобышка/основание** 

   из панели инструментов **Элементы**.
3. Затем выберите верхнюю грань треугольника и на ней постройте эскиз с размерами, указанными на рис. 2.54. Эскиз представляет собой трапецию, основания которой параллельны левому катету треугольника, а боковые стороны параллельны нижнему катету и гипотенузе треугольника. Размеры проставьте в точности так, как указано на эскизе. Высотный размер для трапеции не проставляйте, т. е. боковые линии должны быть ограничены назначенными взаимосвязями параллельности и установленными размерами. При этом эскиз должен быть полностью определен.

4. Теперь сделайте вытянутый вырез построенного эскиза трапеции через все тело треугольника известным вам способом. Если вы все сделали правильно, в результате получится деталь, показанная на рис. 2.55.

Итак, мы получили одну прорезь. Но нам необходимо еще десять таких прорезей. Причем прорези должны уменьшаться в размерах по высоте слева направо.

Для построения девяти оставшихся прорезей воспользуемся линейным массивом.

1. С этой целью на панели инструментов **Элементы** выберите команду **Линейный массив** 

.

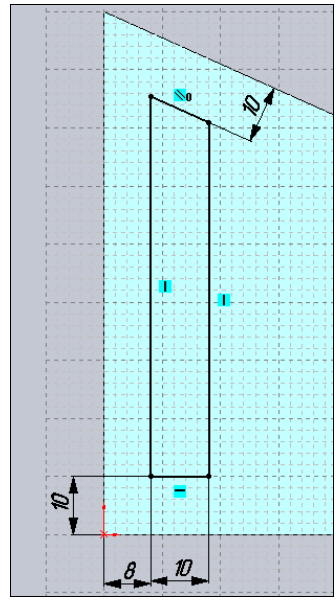


Рис. 2.54

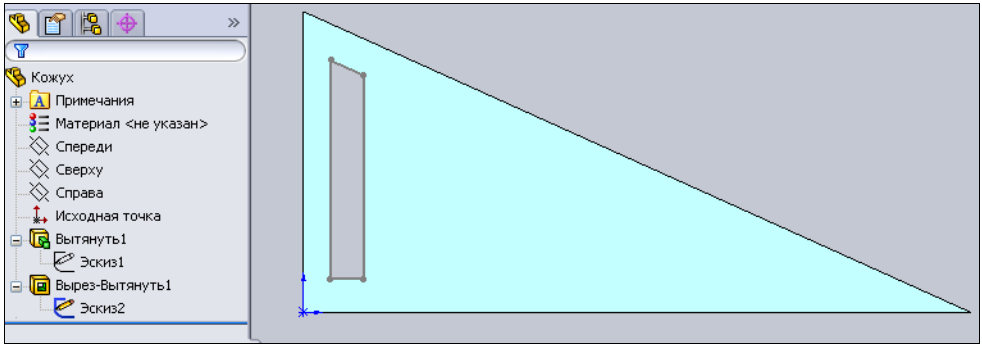


Рис. 2.55

2. Раскройте **Дерево Конструирования**, если оно свернуто, нажав значок "плюс". В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Линейный массив** щелкните мышью по полю **Копировать элементы**  и укажите в **Дереве Конструирования** элемент **Вырез-Вытянуть1**.
3. Теперь щелкните в области **Направление 1** в поле рядом со значком  и укажите нижнюю кромку треугольника. Должны появиться размеры эскиза.
4. Затем щелкните по тому же полю, чтобы опять его активировать, и по размеру 8 в эскизе. В поле рядом со значком  должна появиться надпись "D4@Эскиз2". Если этого не сделать, то все прорези будут одного размера.
5. Интервал между элементами в поле **Интервал**  установите равным 15 мм.
6. Количество элементов в поле **Количество экземпляров**  задайте равным 10. Программа отобразит желтым цветом будущие прорези. Если они направлены в

сторону, обратную правильному направлению, нажмите кнопку **Реверс направления** .

7. Теперь в области **Параметры** поставьте флажок **Изменить эскиз**. Если его не поставить, программа при размножении объекта не будет изменять эскиз. Проверьте по рис. 2.56, правильно ли вы все сделали.

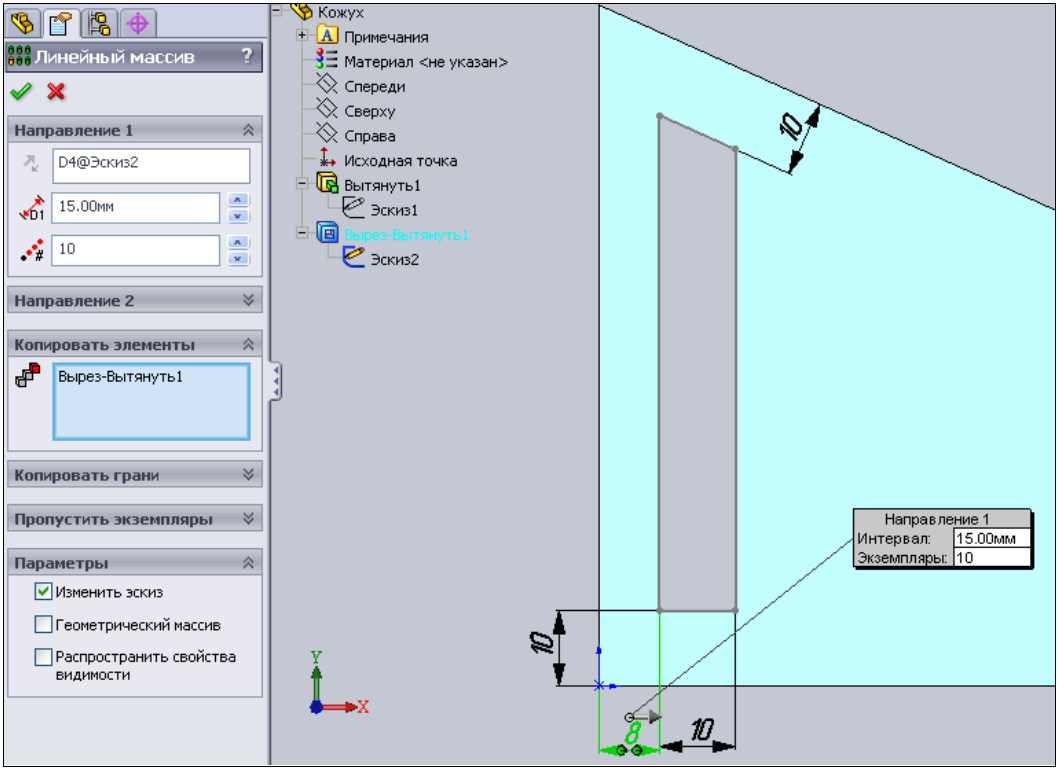


Рис. 2.56

8. Теперь в диалоговом окне **Линейный массив** нажмите кнопку **OK** .

> ***Примечание***
>
> Если при отработке команды **Линейный массив** возникла ошибка построения, нужно внимательно прочитать сообщение об ошибке — возможно, вы сделали что-то не так и сообщение поможет решить проблему. Если же вы решили изменить размеры эскизов, вероятна ошибка построения из-за последнего вырезаемого элемента, когда контур может сам себя пересекать. В этом случае надо подбирать размеры, которые не приводят к такому конфликту.

9. Осталось построить фиксатор к нашему кожуху. Для этого создайте новый эскиз на верхней плоскости треугольника так, как показано на рис. 2.57. Расстояние 80 мм отмеряется от начала координат (совпадает с пересечением катетов треугольника).

10. Произведите вытягивание фиксатора на высоту 5 мм. В итоге вы получите деталь с **Деревом Конструирования**, показанные на рис. 2.58.
11. Сохраните деталь под именем `Кожух.sldprt`.

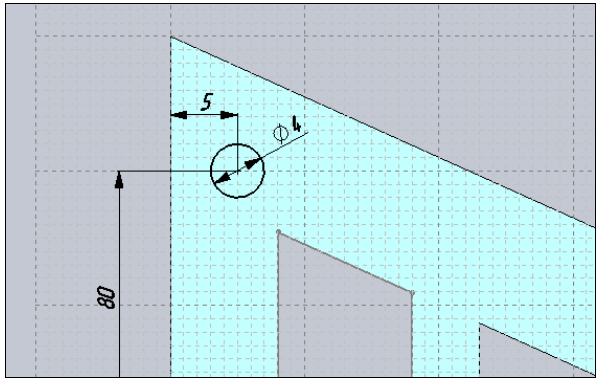


Рис. 2.57

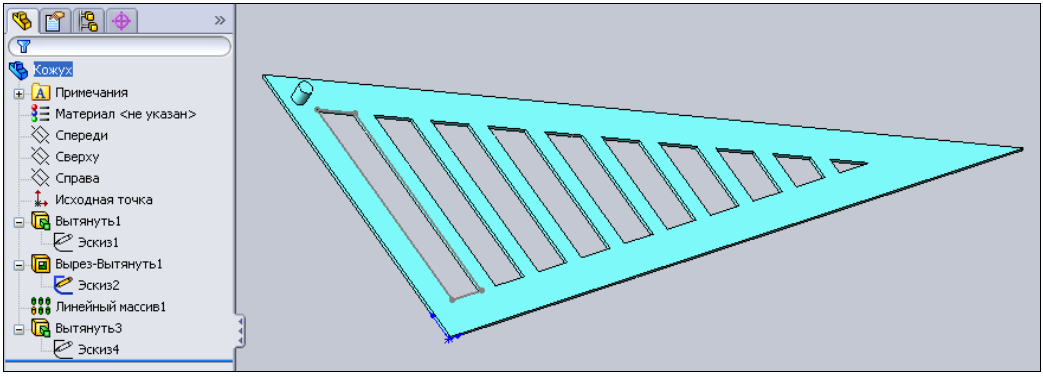
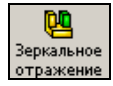


Рис. 2.58

2.3.3. Зеркальное отражение объектов

Команда **Зеркальное отражение** 

объектов может применяться не только, когда необходимо скопировать элемент детали относительно какой-либо плоскости или грани одной и той же детали (т. е. детали не разъединены), но и тогда, когда требуется получить, например, левую и правую детали, которые зеркально симметричны (т. е. детали в этом случае разъединены). В первом случае зеркальное отображение элемента одной и той же детали, как правило, не вызывает затруднений, и читатель может самостоятельно освоить этот прием, поскольку приемы построения массивов и зеркальное отражение весьма похожи. Мы же остановимся на втором случае, т. к. он имеет некоторые особенности.

Получение зеркальной копии детали рассмотрим на примере построенного в *разд. 2.3.2* кожуха. Поскольку наш кожух имеет фиксатор, его можно установить

в узле только в одном-единственном положении. Допустим, нам необходимо спроектировать такой же кожух, но устанавливаемый с противоположной стороны изделия, т. е. он должен быть зеркальным по отношению к исходной детали. Давайте сделаем такое отображение.

1. Откройте файл `Кожух.sldprt` из той папки, в которой вы его сохранили.
2. В принципе зеркальное отображение можно делать относительно любой плоскости. Попробуем сделать зеркальное отображение относительно стандартной плоскости **Справа**. Выделите ее мышью. Эта плоскость должна подсветиться в области построений. Если мы сейчас начнем строить зеркальное отражение относительно данной конкретной плоскости, у нас получится одна деталь, т. к. исходный кожух боковой гранью лежит на этой плоскости, и зеркальное отражение тоже будет лежать на этой же плоскости. В результате программа объединит их в одну деталь так, как показано на рис. 2.59.

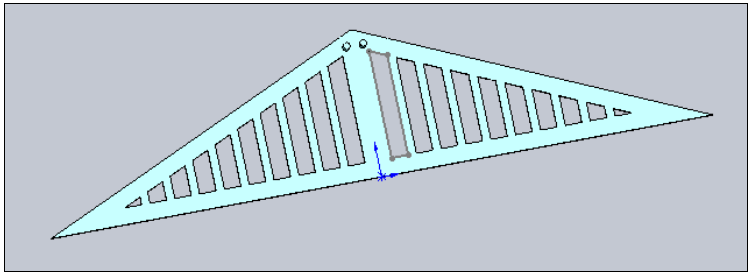


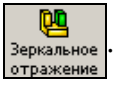
Рис. 2.59

3. Чтобы все же получить разные детали, нам нужно создать плоскость, параллельную стандартной плоскости **Справа**. Нажмите клавишу <Ctrl> и, удерживая ее, захватите мышью и потащите исходную плоскость **Справа**. В результате появится новая плоскость.
4. В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Плоскость** установите у параметра **Расстояние смещения**  значение 10 мм. Проверьте по рис. 2.60 правильность выполненных действий.
5. Нажмите кнопку **OK**  .

Таким образом, мы получили новую плоскость, отстоящую от исходной на 10 мм. Обратите внимание, что в **Дереве Конструирования** появился новый элемент **Плоскость1**.

> ***Примечание***
> Эту операцию можно было выполнить с помощью команды **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость**.

Теперь выполним зеркальное отражение относительно построенной плоскости.

1. Вызовите из панели инструментов **Элементы** команду **Зеркальное отражение** 

.

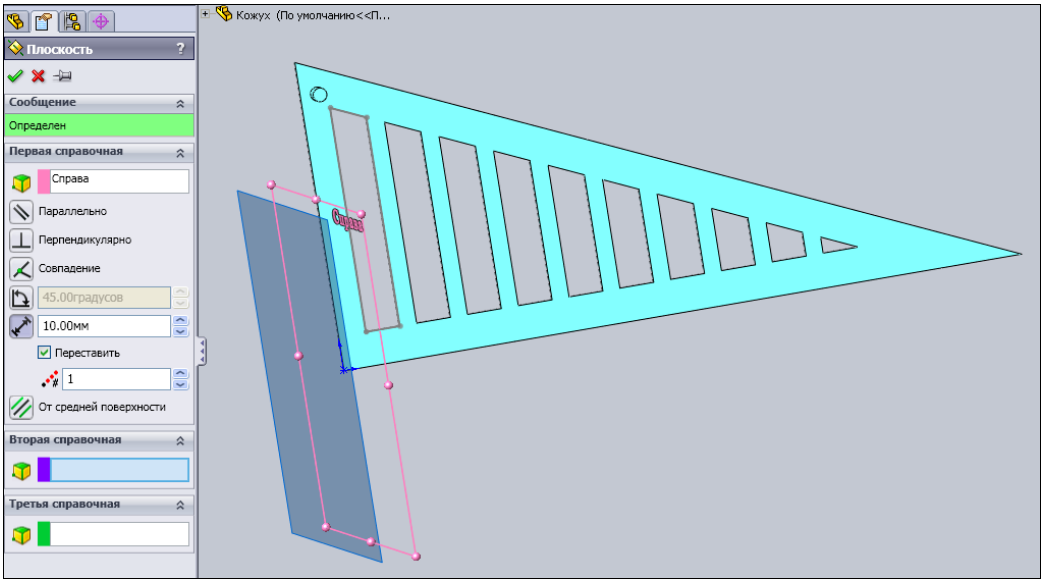


Рис. 2.60

2. В поле **Зеркально отразить грань/плоскость** должна появиться построенная нами **Плоскость1**.
3. Щелкните мышью в области **Копировать тела** и в поле **Зеркальное отражение твердого тела/поверхности** укажите курсором наш исходный кожух. В поле должно появиться имя **Вытянуть3**.
4. Теперь в области **Параметры** снимите флажок **Объединить твердые тела**.

   Проверьте по рис. 2.61, все ли получилось правильно.

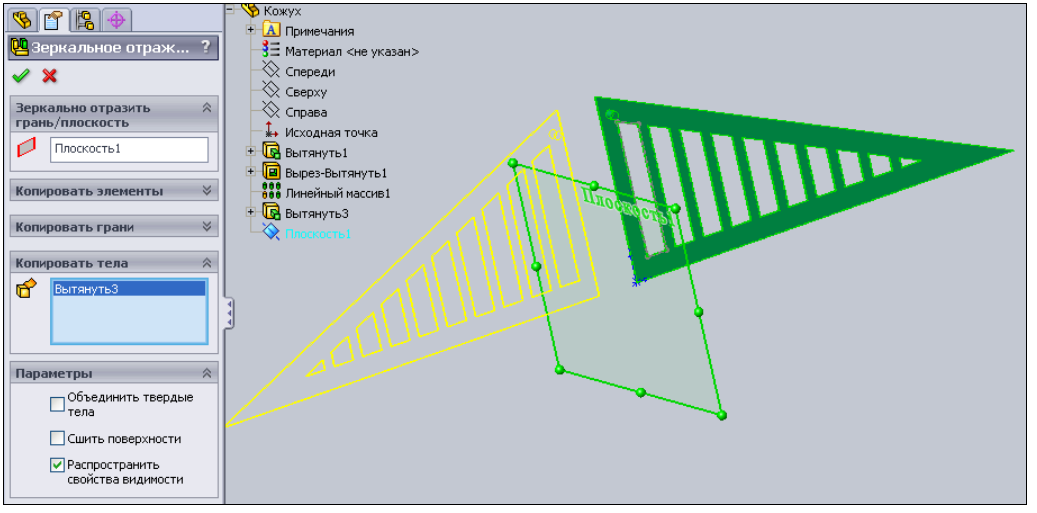


Рис. 2.61

5. Теперь нажмите в диалоговом окне **Зеркальное отражение** кнопку **OK**  , и если все было сделано правильно, то вы получите две модели твердого тела (рис. 2.62), зеркально симметричные относительно плоскости **Плоскость1**.

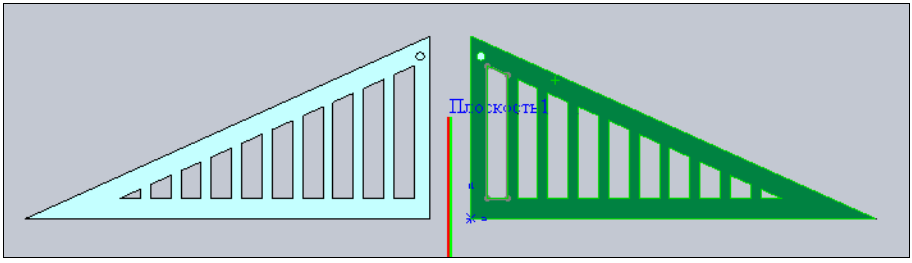
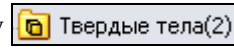


Рис. 2.62

Осталось лишь скрыть первую деталь.

1. Для этого в **Дереве Конструирования** откройте папку 

, нажав мышью на значок плюса рядом с папкой. Там должны быть два элемента: **Вытянуть3** и **Зеркальное отражение1**. Первый элемент относится к исходной детали, а второй элемент — к его зеркальному отражению.
2. Чтобы скрыть или удалить исходную деталь, наведите курсор на элемент **Вытянуть3** в **Дереве Конструирования** и нажмите правую кнопку мыши.
3. В выпадающем меню (рис. 2.63) щелкните мышью на кнопке **Скрыть твердое тело**  , если вы хотите его оставить в файле в погашенном состоянии, или щелкните на параметре  **Удалить тело**, чтобы удалить исходную деталь из файла.

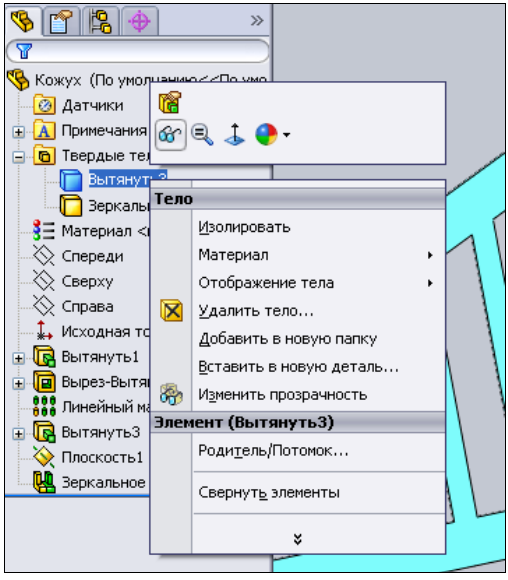


Рис. 2.63

4. Если остались эскизы, то раскройте эти определения, нажав на значок плюса рядом с действием, наведите курсор на эскизы и также нажмите правую кнопку мыши. В выпадающем контекстном меню нажмите параметр **Скрыть** для каждого эскиза. Аналогично можно скрыть и построенную плоскость **Плоскость1**.
5. Теперь сохраните полученную отражением деталь в другом файле. Для этого выберите команду **Файл | Сохранить как** и в появившемся диалоговом окне задайте имя файла `Кожух левый.sldprt`.

2.3.4. Смещение граней твердотельных элементов

В SolidWorks 2010 появилась возможность выполнения смещения, преобразования и поворота граней и элементов непосредственно в твердотельных моделях или моделях поверхностей. Продемонстрируем это на примере построенного в *разд. 2.3.2* кожуха. Предположим, что необходимо сместить левую грань кожуха на 10 мм влево (см. рис. 2.64).

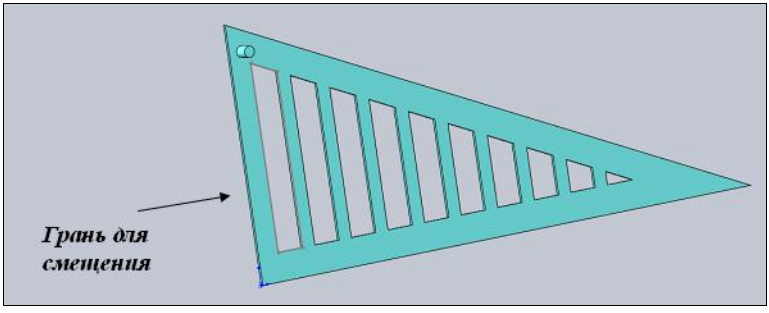


Рис. 2.64

Для этого выполните следующие действия.

1. Загрузите файл детали `Кожух.sldprt`.
2. В панели инструментов **Элементы** выберите команду Переместить грань — **Переместить грань**.
3. В открывшемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Переместить грань** в разделе **Переместить грань** щелкните по радиокнопке **Сместить**. Далее щелкните мышью в поле **Грани для перемещения** и затем по левой грани кожуха. В окне должно появиться имя грани, например **Грань<1>** (рис. 2.65). Программа динамически показывает новое положение грани.
4. В разделе **Параметры** задайте значение **Расстояние**, равное 10 мм.
5. Проверьте правильность введенных данных (см. рис. 2.65) и нажмите кнопку **OK**.

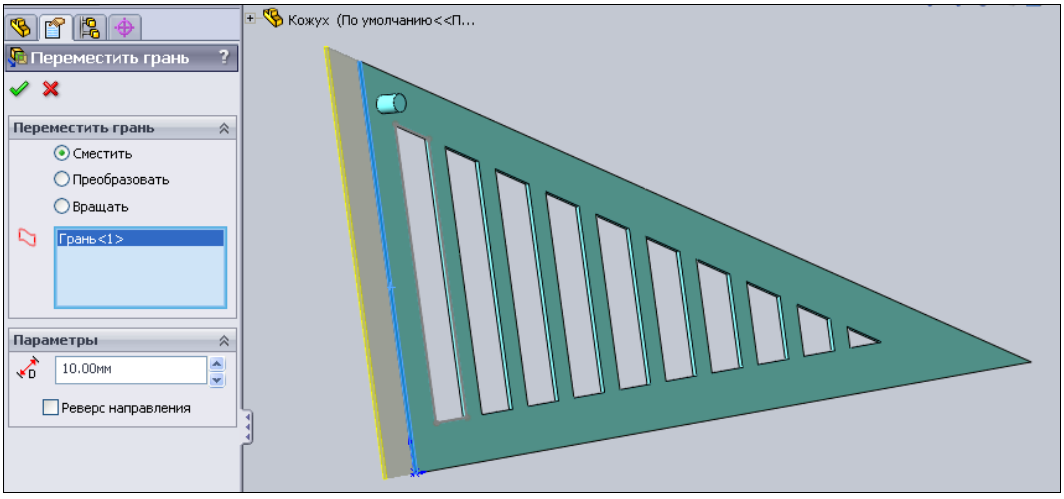


Рис. 2.65

6. Грань будет не только перемещена, но еще и удлинена в соответствии с продолжением гипотенузы.

2.4. Задания для самостоятельной работы

В следующих заданиях (рис. 2.66—2.69) попробуйте воспроизвести твердотельные модели деталей без точного задания размеров, т. е. постройте детали, внешне похожие на предлагаемые в заданиях.

Задание 1

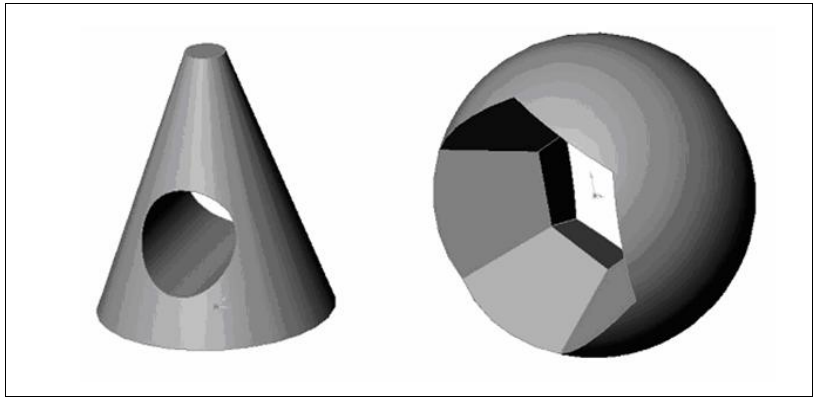


Рис. 2.66

Задание 2

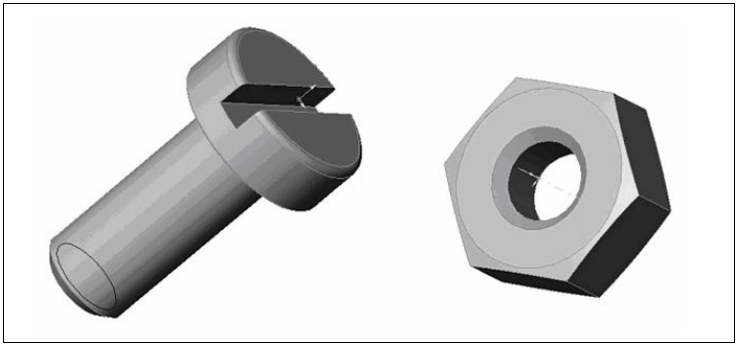


Рис. 2.67

Задание 3

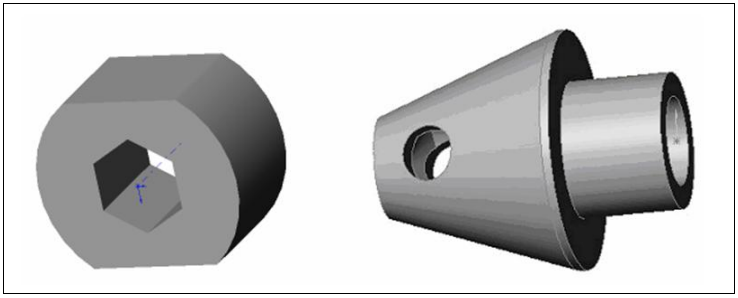


Рис. 2.68

Задание 4

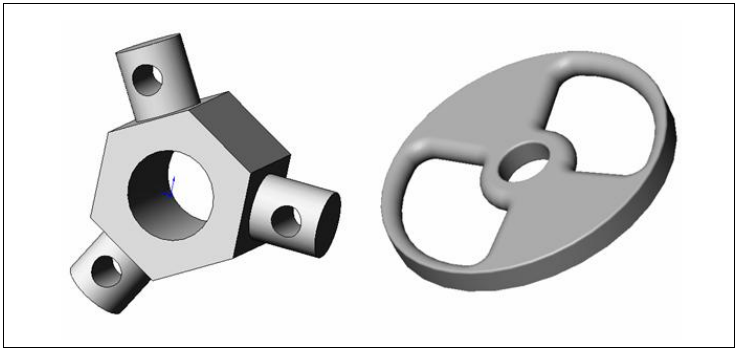


Рис. 2.69



ЗАНЯТИЕ 3

Построение твердых тел сложной конфигурации

На этом занятии будут рассмотрены способы построения твердых тел сложной конфигурации. Такие тела в SolidWorks можно создать при помощи команд формирования твердых тел по сечениям и по траектории.

3.1. Построение твердых тел по сечениям

Этим способом можно создавать твердые тела сложной конфигурации, в основе которых лежат профили, расположенные на различных плоскостях. По своей сути, профиль — это эскиз на плоскости. Такой эскиз может иметь как замкнутый, так и незамкнутый контур. Плоскости с профилями для построения твердых тел по сечениям должны быть расположены на некотором расстоянии друг от друга, параллельно или под углом. В SolidWorks можно плавно соединить такие профили между собой и, в результате, построить твердое тело или вырез сложной конфигурации. Сначала рассмотрим основные приемы создания дополнительных (справочных) плоскостей, на которых в дальнейшем будут строиться профили твердого тела.

3.1.1. Способы создания дополнительных плоскостей

Изначально, перед процессом проектирования, в графической области у нас имеется три плоскости: **Спереди**, **Сверху** и **Сбоку**, которые перпендикулярны друг другу. Любую из этих плоскостей можно активизировать, щелкнув по ее названию в **Дереве Конструирования** (рис. 3.1).

Для создания новой вспомогательной (справочной) плоскости:

1. Необходимо активизировать команду **Плоскость**  , которая расположена на панели инструментов **Справочная геометрия**  . Можно также воспользоваться командой меню: **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость**. После этого на экране, в области **PropertyManager** (Менеджера свойств), откроется окно **Плоскость** (рис. 3.2). В этом окне нужно произвести ряд настроек для построения вспомогательной (справочной) плоскости.

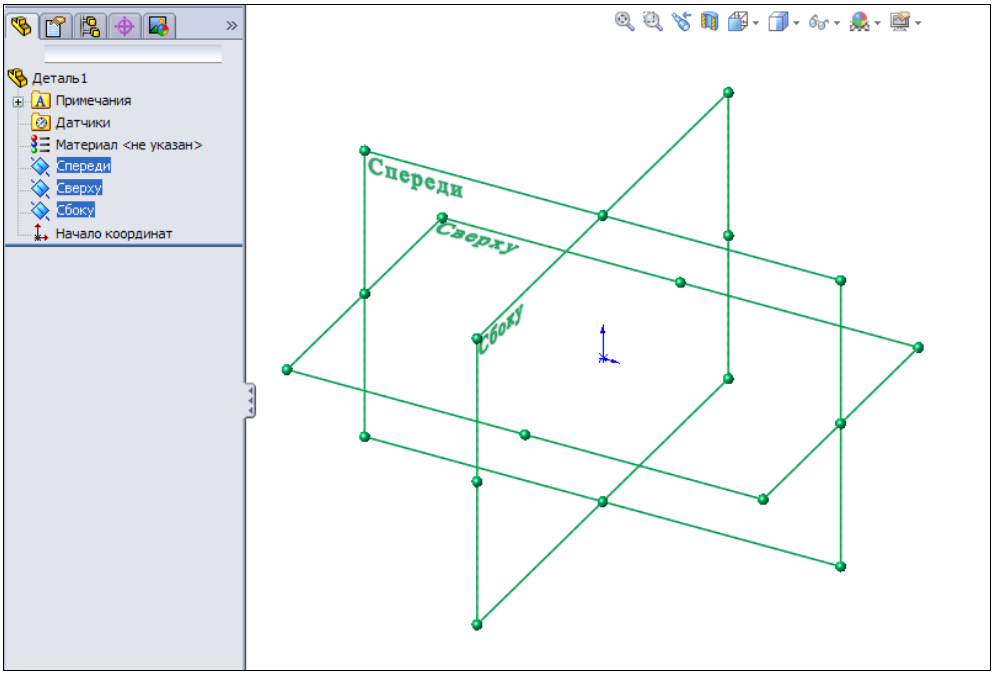
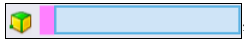


Рис. 3.1

2. В областях **Первая справочная**, **Вторая справочная** и **Третья справочная**, в активной строке  , необходимо указать объекты, которые будут использоваться для построения новой вспомогательной плоскости. Такими объектами могут быть плоскости графической области (**Спереди**, **Сверху** или **Сбоку**), грани, кромки или вершины твердого тела. В примере, в качестве первого справочного объекта выбрали грань ранее построенного твердого тела **Грань <1>**, а качестве второго справочного объекта — вершину твердого тела **Вершина<1>** (рис. 3.3). После выбора справочных объектов в областях **Первая (Вторая, Третья) справочная** станут доступны инструменты для задания типа сопряжения вспомогательной плоскости со справочными объектами (рис. 3.3).
3. В окне **Плоскость**, в областях **Первая (Вторая, Третья) справочная** можно задать следующие типы сопряжений (рис. 3.3):
   -  — **Параллельно** — этот инструмент позволяет построить дополнительную справочную плоскость, параллельно указанному справочному объекту. В качестве такого объекта может выступать плоскость или грань твердого тела.
   -  — **Перпендикулярно** — этот инструмент позволяет провести плоскость перпендикулярно справочному объекту. Таким объектом может быть плоскость, грань или кромка твердого тела.
   -  — **Совпадение** — этот инструмент позволяет провести плоскость, совпадающую с указанным справочным объектом: плоскостью, гранью или кромкой твердого тела.

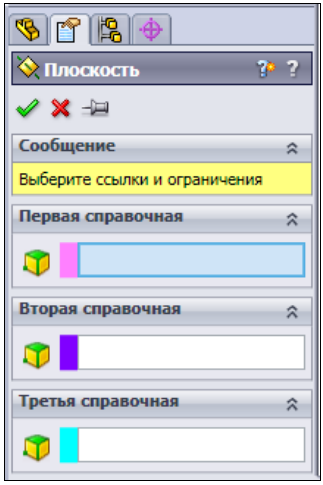


Рис. 3.2

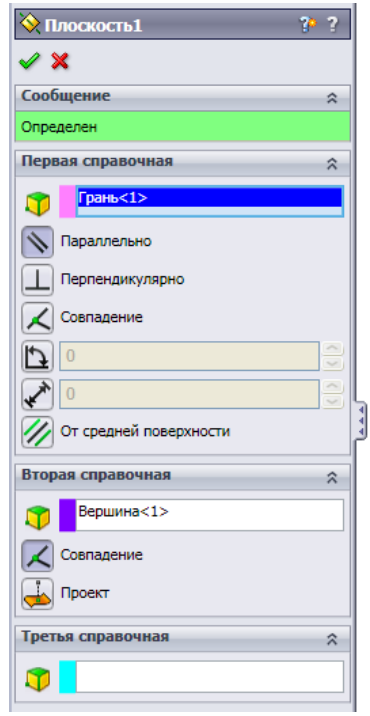


Рис. 3.3

- — **Под углом** — этот инструмент дает возможность провести плоскость под углом к какой-либо справочной плоскости или грани.
- — **Расстояние смещения** — этот инструмент позволяет провести плоскость на заданном расстоянии от указанной справочной плоскости или грани.
- — **От средней поверхности** — благодаря этому инструменту можно создать новую плоскость, которая будет расположена посередине, между плоскими гранями тела или между ранее построенными плоскостями.
- — **Касательно** — этот инструмент позволяет провести плоскость касательно к неплоским граням, в том числе цилиндрическим или коническим.
- — **Проект** — этот инструмент позволяет создать проекцию точечного объекта (точки, вершины или начала координат) на неплоскую поверхность и использовать эту проекцию для построения вспомогательной плоскости.

Рассмотрим основные приемы построения вспомогательных плоскостей с использованием вышеописанных инструментов сопряжения.

Параллельная плоскость

Для построения плоскости, которая должна быть параллельна какой-либо существующей плоскости или грани твердого тела, необходимо после активизации

команды **Плоскость**, в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите плоскость или грань, параллельно которой будет построена новая плоскость, а также активизируйте инструмент — **Параллельно**.
2. В области **Вторая справочная** укажите вершину или кромку, через которую будет проходить новая плоскость (рис. 3.4), и активизируйте инструмент — **Совпадение**.

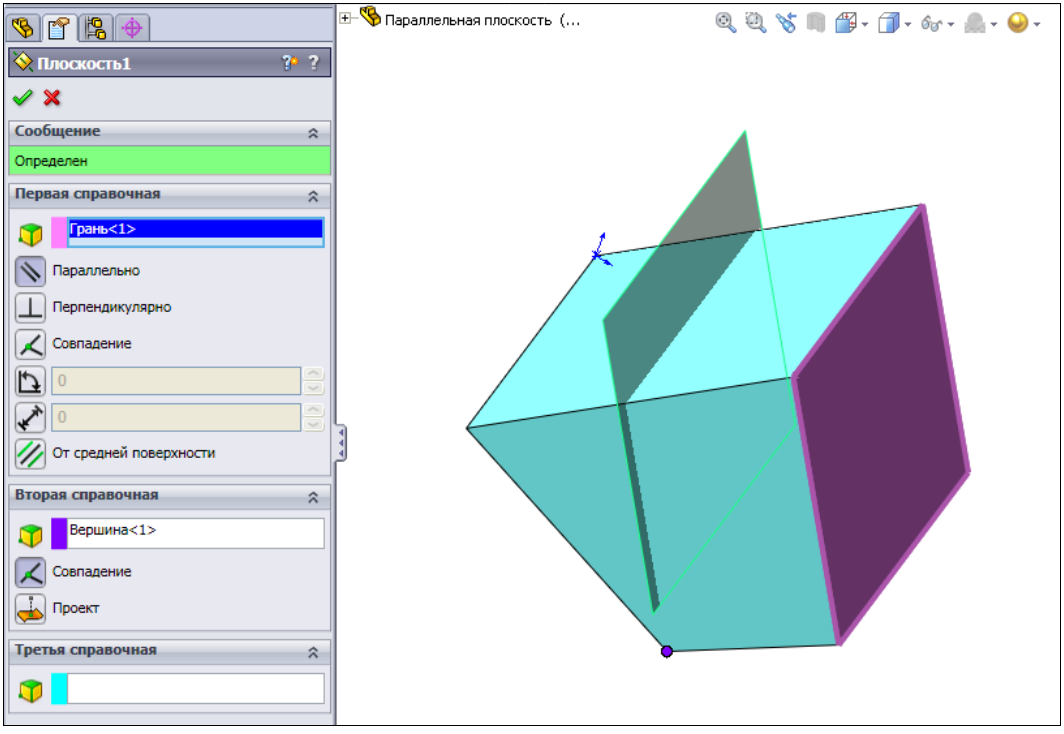


Рис. 3.4

Примечание

Обычно программа SolidWorks, основываясь на типе справочного объекта, автоматически предлагает инструмент сопряжения объекта и создаваемой плоскости. При этом пользователь может изменить инструмент сопряжения, выбрав любой другой из активного списка.

3. Нажмите кнопку **OK**, в результате будет построена новая вспомогательная плоскость, параллельная заданным справочным объектам и проходящая через указанную кромку, точку или вершину.

Перпендикулярная плоскость

Чтобы построить плоскость, перпендикулярную некоторой базовой плоскости в графической области, грани твердого тела или кривой, необходимо, после активизации команды **Плоскость**  , в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите плоскость, грань или кривую, перпендикулярно которой будет построена новая плоскость, а также активизируйте инструмент  — **Перпендикулярно**.
2. В области **Вторая справочная** укажите вершину, кромку или точку, через которую будет проходить новая плоскость (рис. 3.5), и выберите инструмент сопряжения  — **Совпадение**.

> ***Примечание***
>
> Если в области **Вторая справочная** в качестве объекта сопряжения указана линия или кромка, то пользователю становится доступен также инструмент сопряжения — **Перпендикулярность**. Используя этот инструмент, можно построить новую плоскость, которая будет перпендикулярна как указанной плоскости, так и некоторой линии или кромке твердого тела.

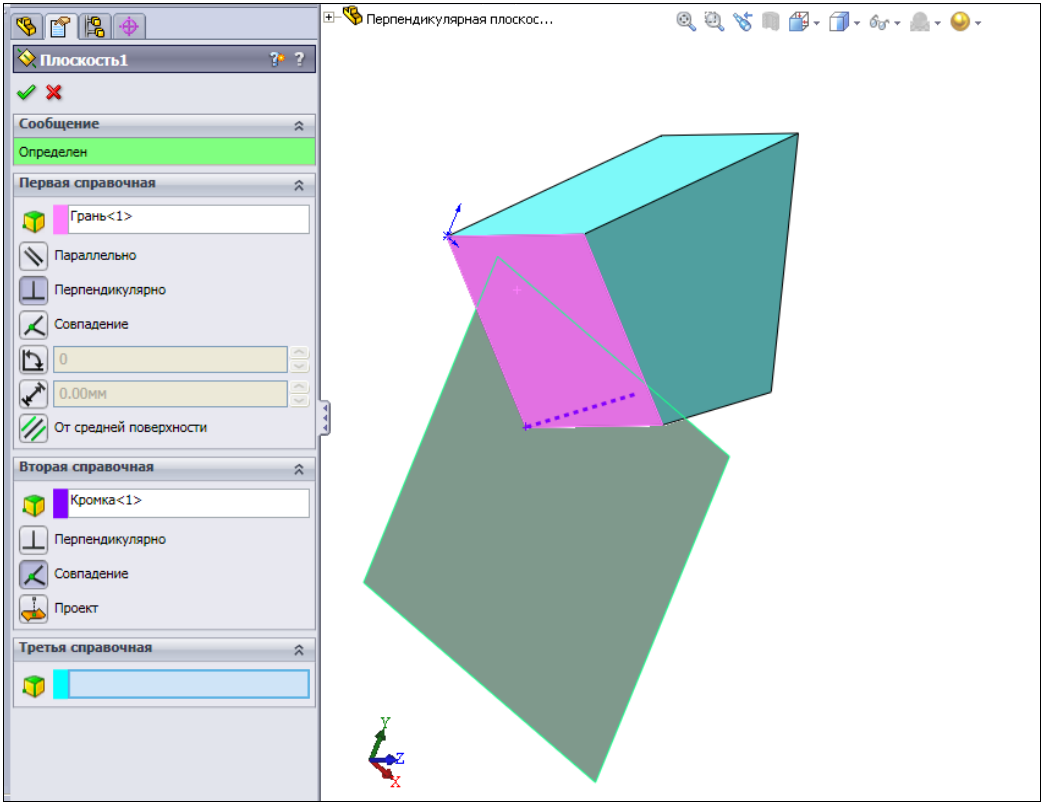


Рис. 3.5

3. Нажмите кнопку **OK**, в результате будет построена новая плоскость, параллельная заданным справочным объектам и проходящая через указанную кромку, точку или вершину.

Плоскость, совпадающая со справочными объектами

Используя инструмент — **Совпадение** можно построить целый ряд плоскостей:

- плоскость, совпадающую с гранью твердого тела;
- плоскость, проходящую через три точки или вершины (совпадение с точками);
- плоскость, проходящую через две линии или кромки (совпадение с кромками или линиями).

Рассмотрим способы построения таких плоскостей подробнее.

Плоскость, совпадающая с гранью твердого тела

Для построения плоскости, которая будет совпадать с некоторой гранью ранее построенного твердого тела, необходимо сначала активизировать команду **Плоскость**, а затем в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите плоскость или грань, с которой будет совпадать новая плоскость, а также активизируйте инструмент — **Совпадение** (рис. 3.6).

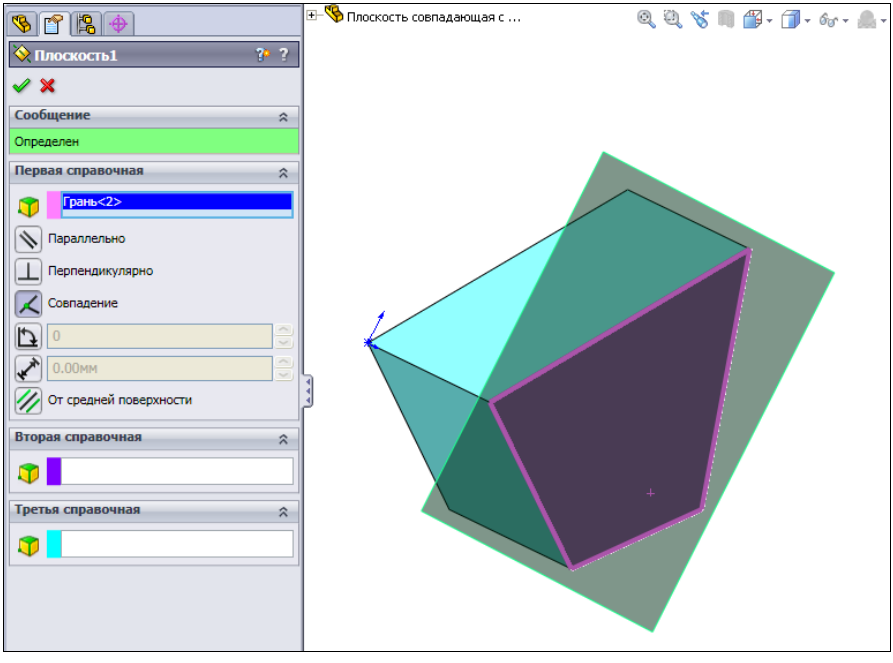


Рис. 3.6

2. Нажмите кнопку **OK**, в результате будет построена новая плоскость, совпадающая с гранью твердого тела.

Плоскость, проходящая через три вершины

Чтобы построить плоскость, которая будет проходить через три точки или, как в примере, через три вершины твердого тела, необходимо, после вызова команды **Плоскость**, в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите вершину или точку, через которую будет проходить (с которой будет совпадать) новая плоскость, а также активизируйте инструмент — **Совпадение**.
2. В областях **Вторая и Третья справочная** укажите, соответственно, вторую и третью вершины или точки, через которую будет проходить новая плоскость, а также активизируйте инструмент — **Совпадение** (рис. 3.7).

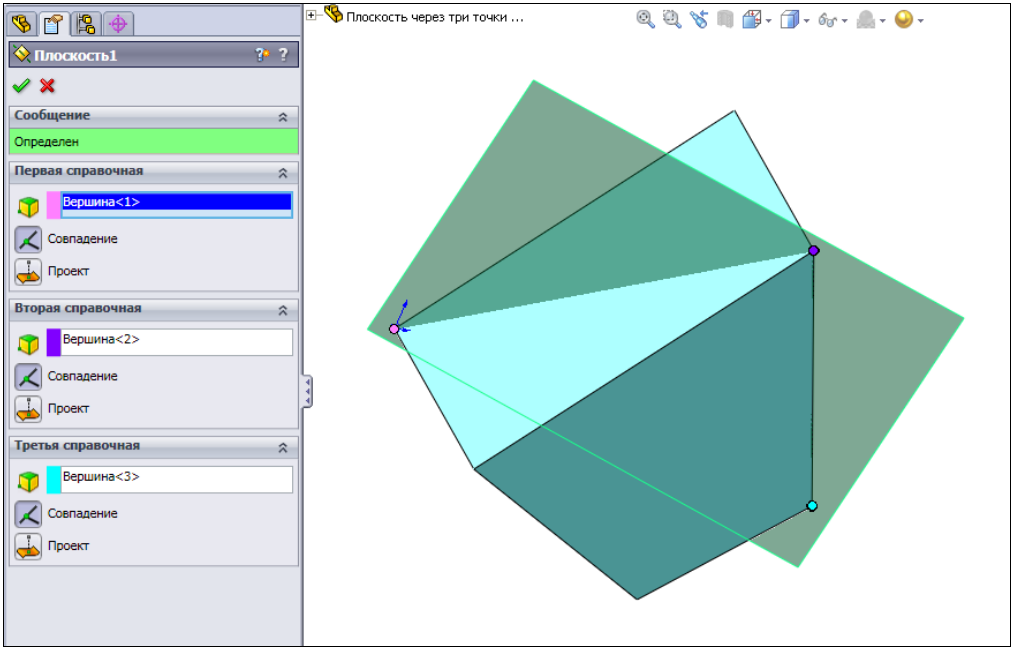


Рис. 3.7

3. Нажмите кнопку **OK**, в результате будет построена новая плоскость, проходящая через три вершины (точки) ранее построенного твердого тела.

Плоскость, проходящая через две линии

Для построения плоскости, которая будет проходить через две линии или кромки ранее построенного твердого тела, необходимо сначала активизировать команду

Плоскость  , а затем в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите первую кромку или линию, через которую будет проходить (с которой будет совпадать) новая плоскость, и не забудьте активизировать инструмент  — **Совпадение**.
2. В областях **Вторая справочная** аналогично укажите вторую линию или кромку, через которую будет проходить новая плоскость, затем также активизируйте инструмент  — **Совпадение** (рис. 3.8).

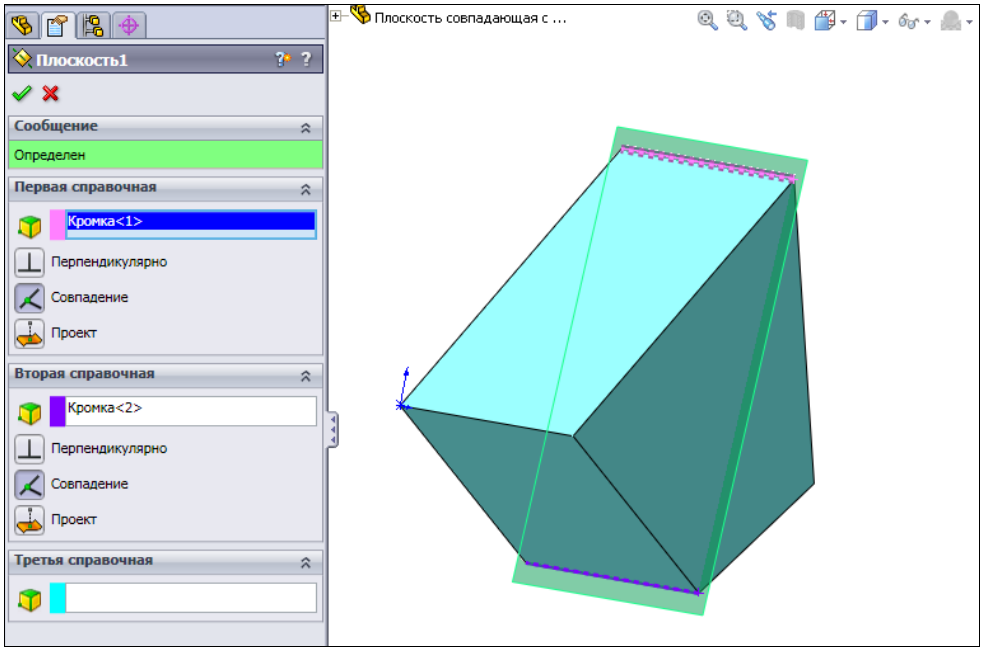


Рис. 3.8

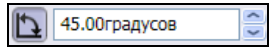
3. Нажмите кнопку  **OK**, в результате будет построена новая плоскость, проходящая две кромки ранее построенного твердого тела.

> ***Примечание***
>
> Подобным образом можно построить плоскость, проходящую через кромку и две точки, для этого в области **Первая справочная** необходимо указать кромку или линию, а в областях **Вторая справочная** и **Третья справочная** указать точки или вершины, через которые будет проходить новая плоскость. Во всех случаях необходимо выбрать тип сопряжения  — **Совпадение**.

Плоскость под углом

Для построения плоскости, которая должна быть расположена под углом к какой-либо существующей плоскости или грани твердого тела, необходимо, после

активизации команды **Плоскость**  , в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать ряд настроек:

1. В области **Первая справочная** укажите плоскость или грань, под углом к которой будет построена новая плоскость, а также активизируйте инструмент  — **Под углом** и в строке **Угол** 

задайте величину угла (рис. 3.9).
2. В области **Вторая справочная** укажите кромку или линию, через которую будет проходить новая плоскость (рис. 3.9), и активизируйте инструмент  — **Совпадение**.

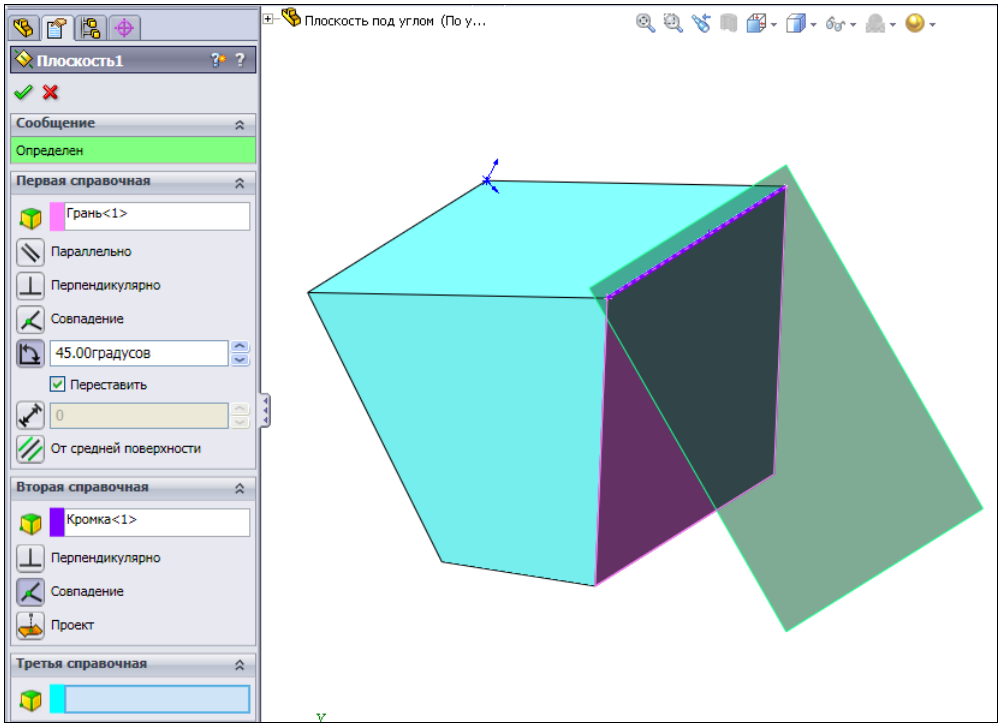


Рис. 3.9

3. Нажмите кнопку  **OK**, в результате будет построена новая плоскость, проходящая под углом к грани и через кромку ранее построенного твердого тела.

Примечание

Вместо кромки твердого тела, при построении плоскости под углом, можно использовать две точки или вершины, указав их, соответственно, в областях **Вторая справочная** и **Третья справочная** и выбрав инструменты сопряжения  — **Совпадение**. Также можно для построения плоскости использовать специально нарисованную в отдельном эскизе линию.

Плоскость на расстоянии

SolidWorks позволяет также создавать новые плоскости на расстоянии от имеющихся поверхностей или граней твердого тела.

Чтобы построить новую плоскость на расстоянии от уже существующей плоскости, необходимо, после вызова команды **Плоскость**  , в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите плоскость или грань твердого тела, на расстоянии от которой будет построена новая плоскость. Активизируйте инструмент  — **Расстояние смещения** и в строке **Расстояние** 

задайте величину расстояния смещения (рис. 3.10). Если нужно поменять расположение новой плоскости на симметричное, то поставьте флажок **Переставить** (рис. 3.10).

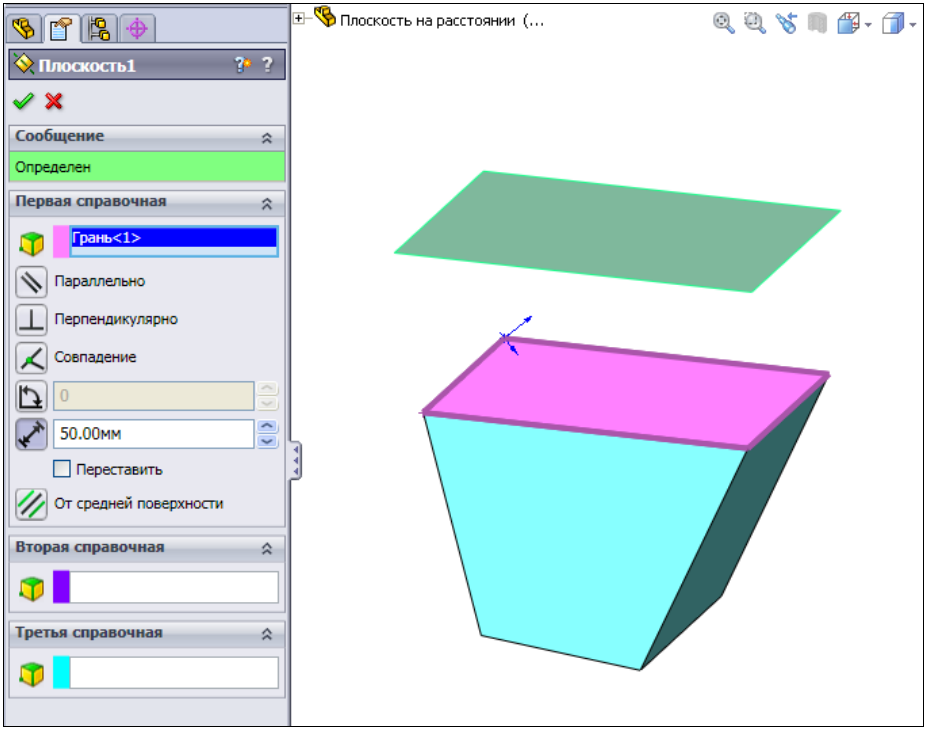


Рис. 3.10

2. Нажмите кнопку  **OK**, в результате будет построена новая плоскость на заданном расстоянии от грани твердого тела.

Кроме этого существует еще ускоренный способ создания параллельных плоскостей методом перетаскивания. Рассмотрим этот способ на примере. Для этого:

1. В графической области выделим ту плоскость, параллельно которой будет строиться дополнительная справочная плоскость. Например, выделим плоскость **Спереди**. В SolidWorks 2010 плоскость выделяется контуром с точками.

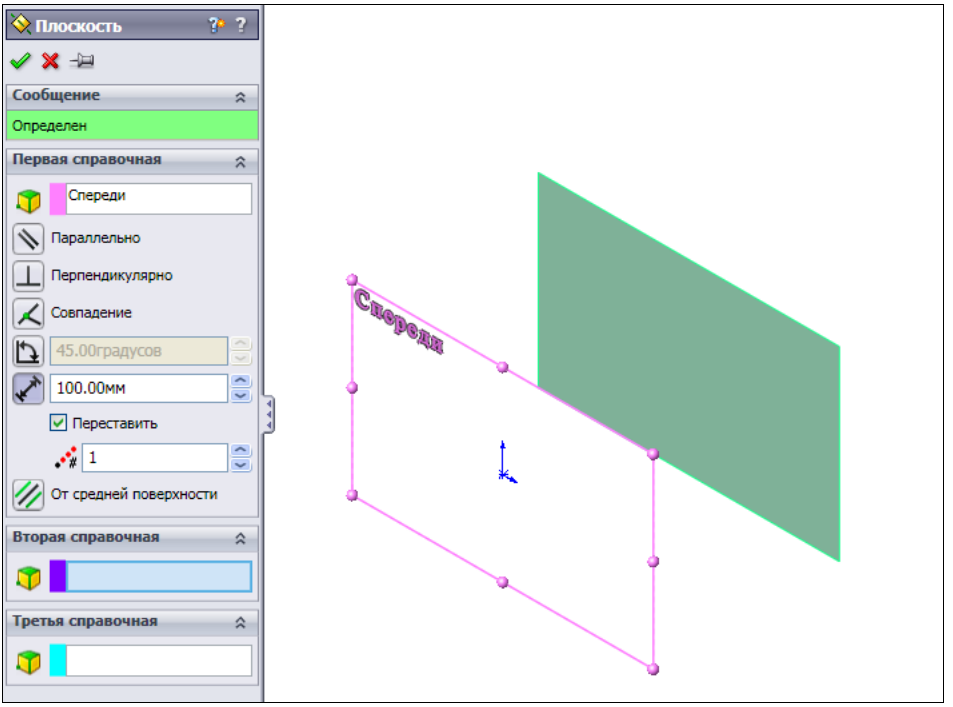


Рис. 3.11

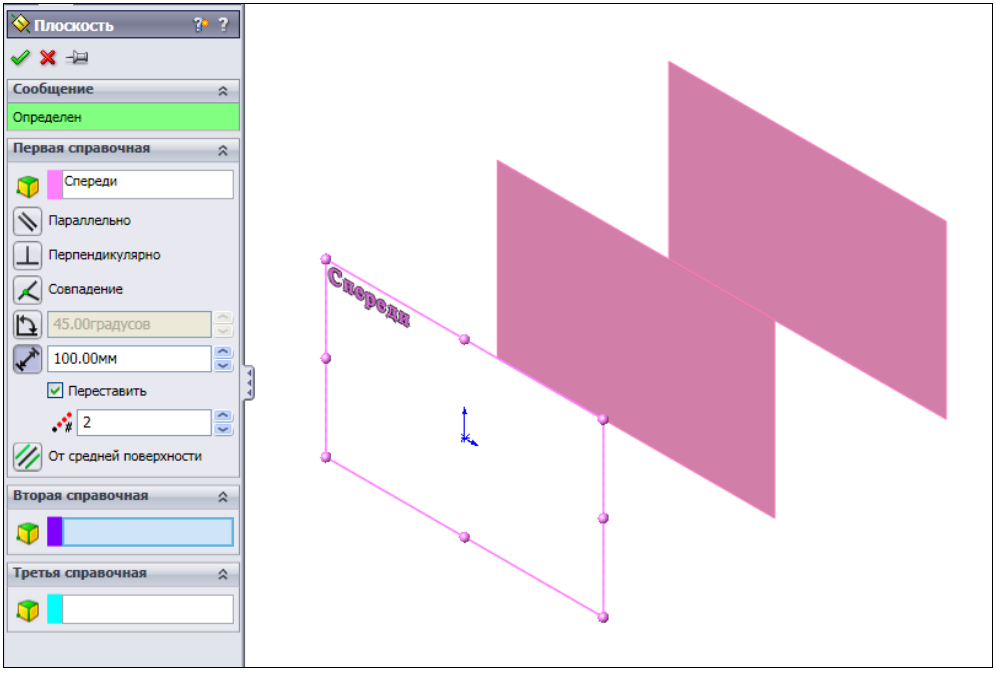


Рис. 3.12

2. Подведем курсор к контуру плоскости. Когда возле курсора появится значок , нажмем левую кнопку мыши, одновременно удерживая клавишу <Ctrl>, и перетащим плоскость в нужном направлении. Автоматически в области **PropertyManager** (Менеджера свойств) откроется окно **Плоскость**, где в качестве первого справочного объекта будет указана плоскость **Спереди** (рис. 3.11). Расстояние между плоскостями можно уточнить в поле **Расстояние смещения** 100.00мм. Расположение плоскости можно изменить, поставив флажок в строке **Переставить** (рис. 3.11).
3. Если требуется построить несколько параллельных плоскостей на одинаковом расстоянии друг от друга, то в поле **Число создаваемых плоскостей** 2 нужно просто указать их количество (рис. 3.12). Построим две параллельные плоскости на расстоянии 100 мм друг от друга.
4. Закончите процедуру создания параллельных плоскостей (на расстоянии) нажатием кнопки **OK**.

Плоскость посередине между гранями (от средней поверхности)

В SolidWorks 2010 можно построить плоскость, которая будет находиться посередине, между плоскостями или гранями ранее построенного тела. При этом грани могут быть как параллельны, так и непараллельны друг другу. Для построения такой плоскости необходимо сначала активизировать команду **Плоскость** , а затем в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) указать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите первую плоскость или грань, относительно которой будет построена новая плоскость, а также активизируйте инструмент — **От средней поверхности**.
2. В области **Вторая справочная** укажите вторую плоскость или грань, относительно которой будет построена новая плоскость, и также активизируйте инструмент — **От средней поверхности** (рис. 3.13).
3. Нажмите кнопку **OK**, и в результате будет построена плоскость, расположенная точно посередине между двух граней твердого тела.

Таким же образом можно построить плоскость между гранями твердого тела даже в том случае, если эти грани пересекаются, образуя кромку (рис. 3.14).

Касательная плоскость

Чтобы построить новую плоскость касательную к цилиндрической или конической грани, либо к неплоской грани твердого тела, необходимо, после вызова команды **Плоскость** , в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) задать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите неплоскую грань твердого тела, касательно к которой будет создана новая плоскость. Затем активизируйте инструмент — **Касательно**.

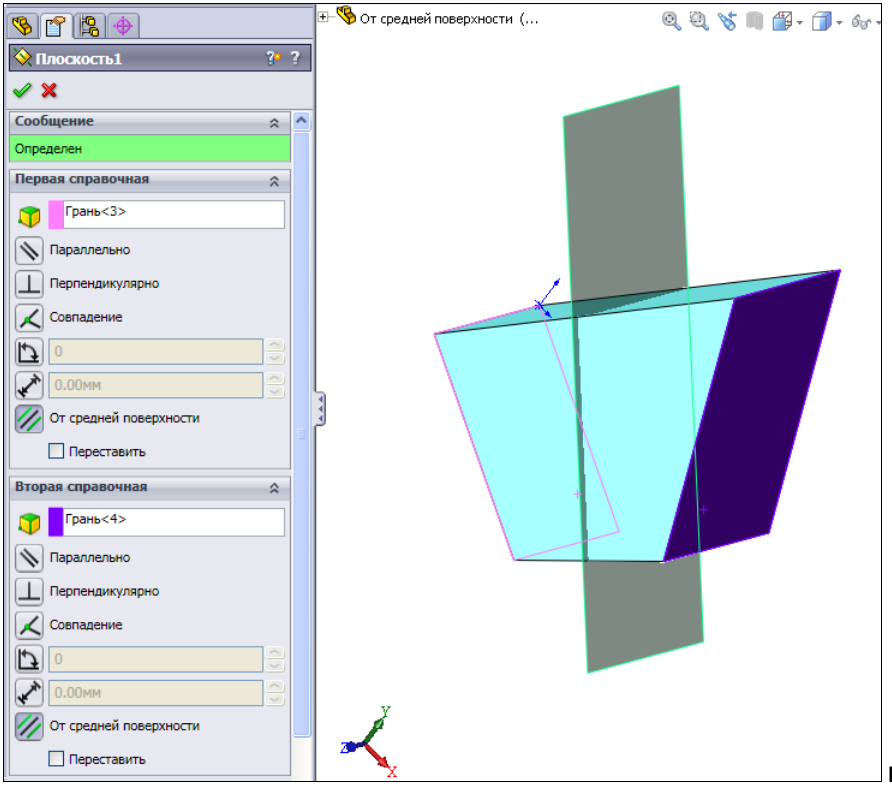


Рис. 3.13

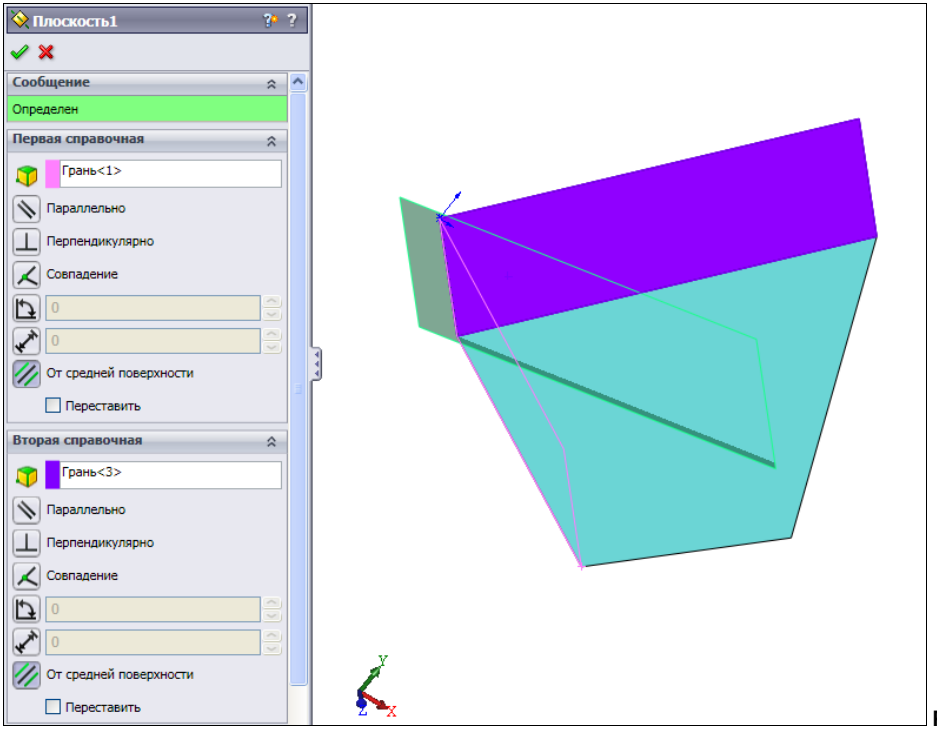


Рис. 3.14

2. В области **Вторая справочная** укажите линию, кромку или вершину, через которую будет проходить новая плоскость, затем активизируйте инструмент  — **Совпадение** (рис. 3.15).

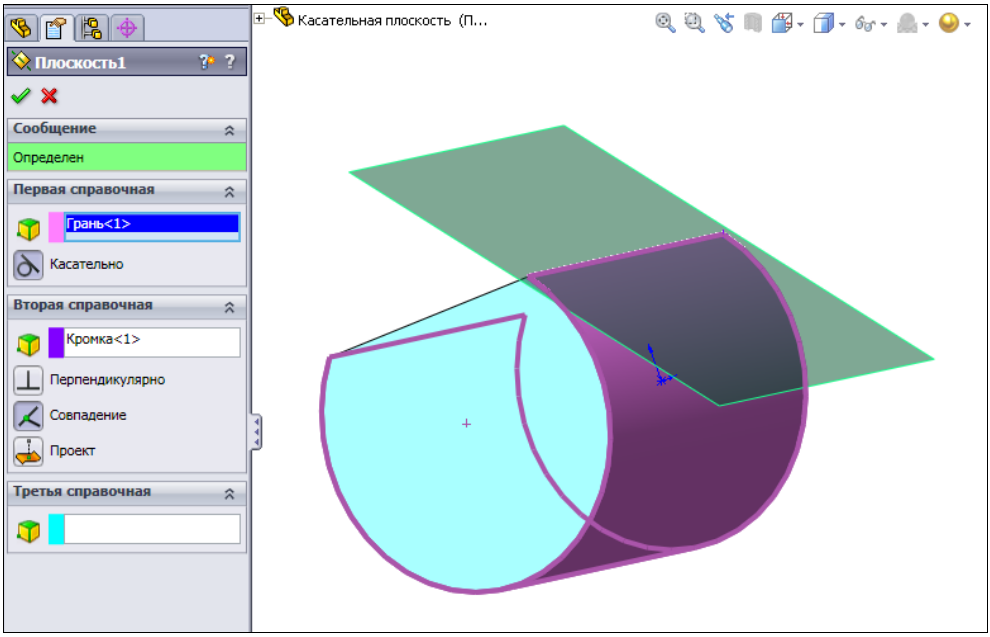


Рис. 3.15

3. Нажмите кнопку  **OK**, в результате будет построена новая плоскость, касательная к неплоской грани твердого тела и проходящая через указанную точку, линию или кромку.

Плоскость, проведенная через точку проекции

В SolidWorks 2010 можно построить плоскость, которая будет расположена по касательной к неплоской грани или поверхности сложной формы и проходить через точку, являющуюся проекцией какой-либо вершины или другой точки на эту неплоскую грань.

Для построения такой плоскости необходимо сначала активизировать команду **Плоскость**  , а затем в открывшемся окне **Плоскость** (см. рис. 3.2) указать следующие настройки:

1. В области **Первая справочная** укажите неплоскую грань, по касательной которой будет построена новая плоскость, активизируйте также инструмент сопряжения  — **Касательно**.

2. В области **Вторая справочная** укажите точку или вершину, через точку проекции которой на неплоскую грань будет проведена новая плоскость. Задайте так-

же соответствующее сопряжение, активизировав инструмент — **Проект** (рис. 3.16).

3. Нажмите кнопку **OK**, и в результате будет построена новая плоскость.

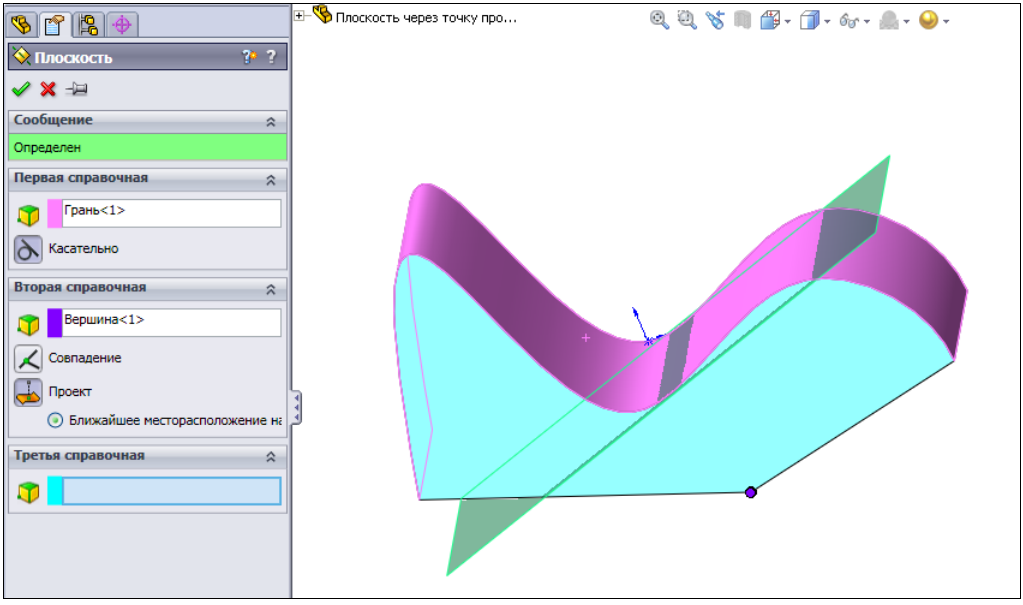


Рис. 3.16

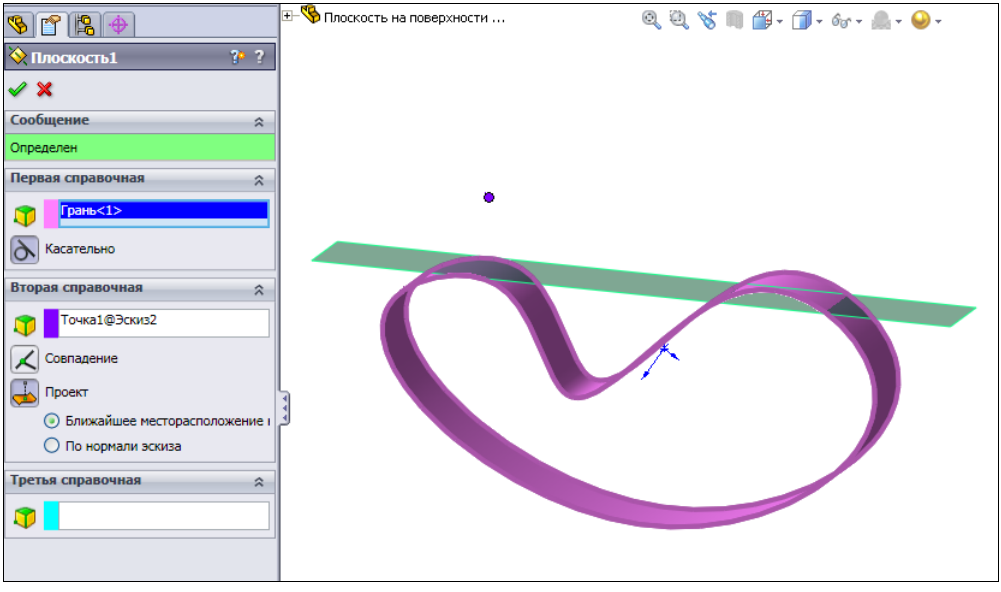


Рис. 3.17

Примечание

Существуют две возможности построения новой плоскости: проецированием на самое близкое место к поверхности и по нормали эскизу. Если выбрать параметр **Ближайшее месторасположение на поверхности**, то новая справочная плоскость строится по касательной к поверхности и будет проходить через точку поверхности, ближайшую к опорной точке (рис. 3.17). Если выбрать параметр **По нормали эскиза**, то новая плоскость будет проходить через точку поверхности, которая является проекцией опорной точки, перпендикулярно к плоскости, на которой находится эта точка (рис. 3.18).

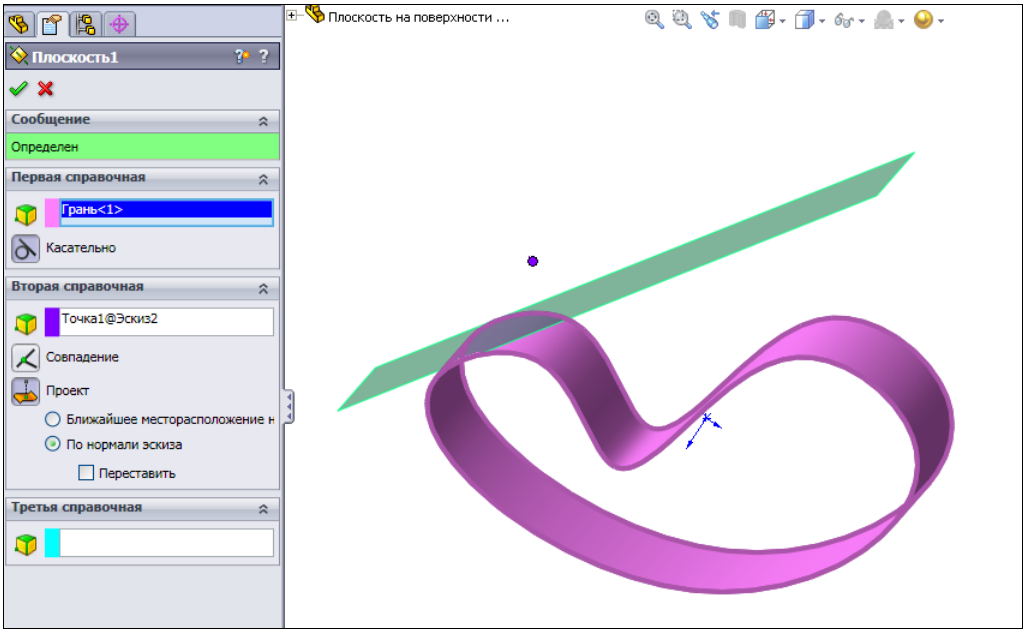


Рис. 3.18

Далее рассмотрим способы построения твердых тел по сечениям. Таких способов в SolidWorks существует несколько. Начнем рассмотрение с самого простого — построение твердого тела на основе существующих сечений, без использования направляющей.

3.1.2. Построение элементов по сечениям без направляющей кривой

Для построения твердого тела по сечениям сначала построим сечения (профили), затем соединим их определенным образом. Профили должны быть расположены на различных плоскостях и на некотором расстоянии друг от друга. Рассмотрим создание твердого тела по сечениям на основе примера. В нашем примере будем использовать три профиля, два из которых — окружность и прямоугольник будут расположены на параллельных плоскостях, а третий профиль — шестиугольник будет расположен под углом к первым двум профилям.

1. Первое сечение построим на плоскости **Спереди**, пусть это будет окружность диаметром 100 мм — **Эскиз1** (рис. 3.19).
2. Построим дополнительную справочную плоскость — **Плоскость1**, параллельную плоскости **Спереди** и находящуюся от нее на расстоянии 200 мм.
3. На плоскости **Плоскость1** построим сечение, которое представляет собой прямоугольник со сторонами 100 и 70 мм — **Эскиз2** (рис. 3.19).

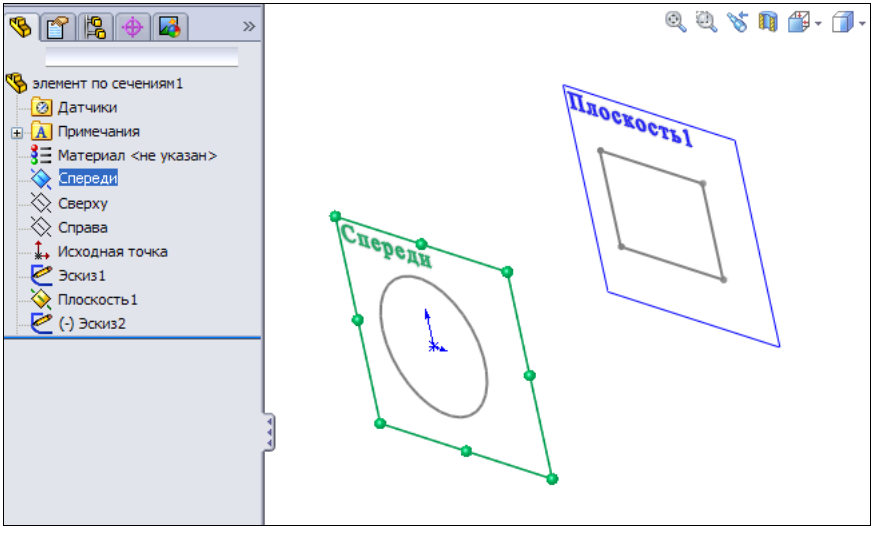


Рис. 3.19

4. Проведем дополнительную справочную **Плоскость2**. Она будет расположена под углом 45 градусов к плоскости **Плоскость1** и будет проходить через боковую линию прямоугольника (рис. 3.20).
5. Создадим еще одну дополнительную справочную плоскость — **Плоскость3**, которая будет параллельна плоскости **Плоскость2** и находиться от нее на расстоянии 150 мм. На **Плоскости3** построим сечение — **Эскиз3**, пусть оно имеет вид шестигранника с диаметром вписанной окружности 150 мм (рис. 3.21).
6. Таким образом, построили три сечения (профиля) будущего твердого тела. В **Дереве Конструирования** эти профили обозначены как **Эскиз1**, **Эскиз2** и **Эскиз3**. В процессе построения сечений также были созданы три дополнительные плоскости: **Плоскость1**, **Плоскость2** и **Плоскость3** (рис. 3.21).
7. Для построения элемента по сечениям без направляющей кривой нажмем кнопку **Бобышка/основание по сечениям** на панели инструментов **Элементы** или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...**. После этой процедуры в **Менеджере свойств** (PropertyManager) появится окно **По сечениям1** (рис. 3.22).
8. В окне **По сечениям1**, в области **Профили** , необходимо отметить те эскизы, которые будут являться сечениями твердого тела. Причем точки на эскизах се-

чений, указанные конструктором, будут образовывать направляющую кривую, которая формируется по типу сплайна. Выделим по порядку **Эскиз1**, **Эскиз2** и **Эскиз3** (рис. 3.22).

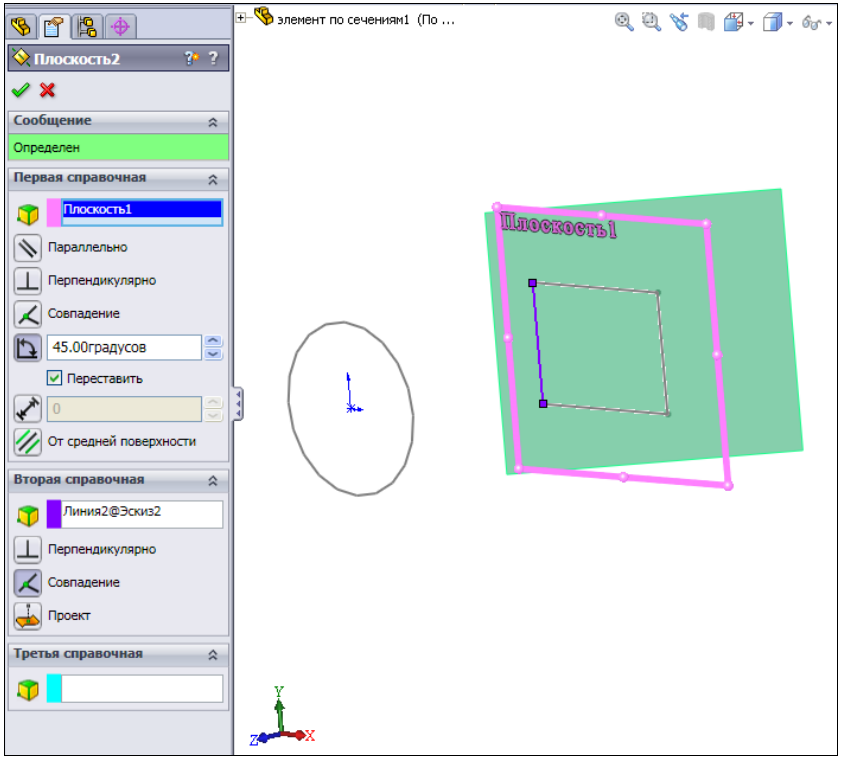


Рис. 3.20

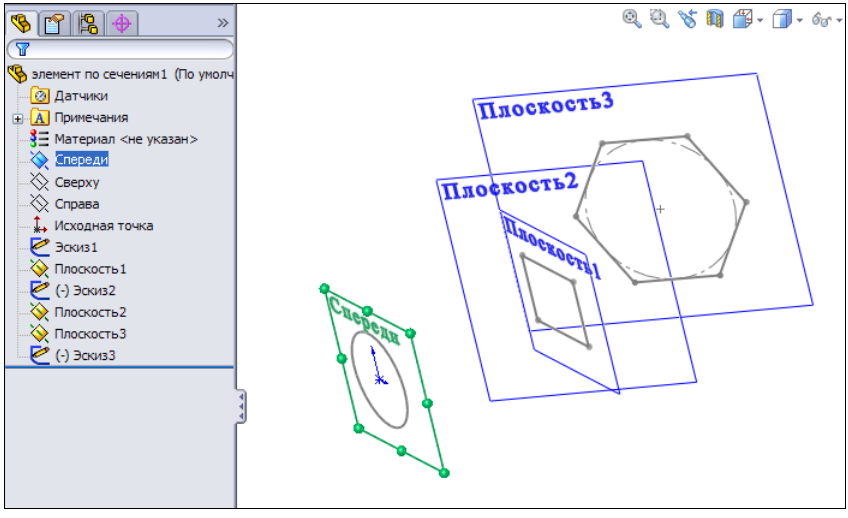


Рис. 3.21

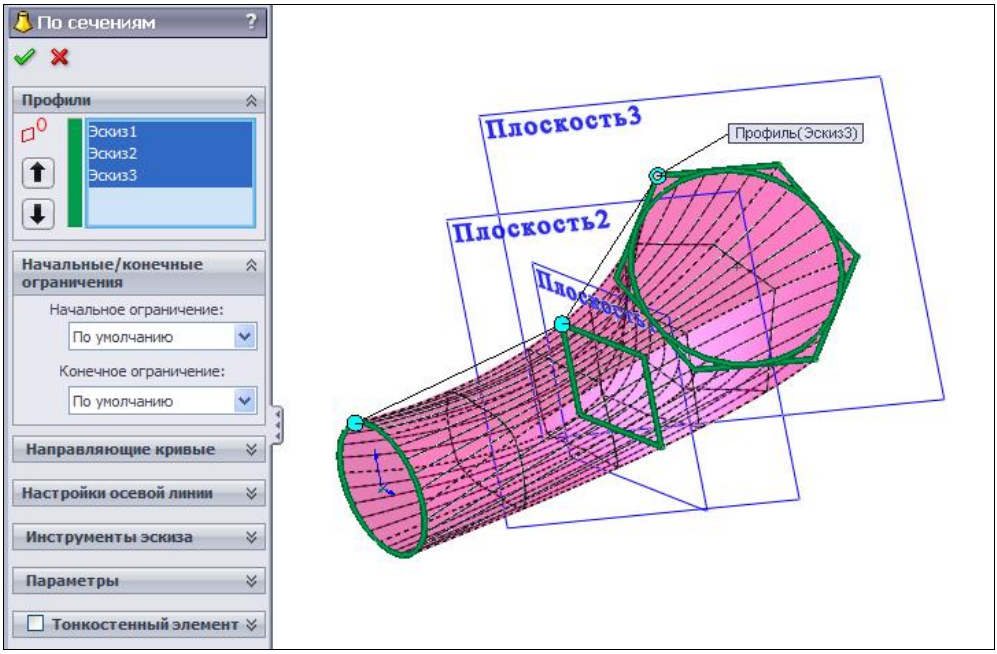


Рис. 3.22

Примечание

Если в области **Параметры** активизирована команда **Предв. просмотр**, то на экране вы увидите внешний вид строящегося твердого тела. Кроме того, именно на этом этапе построения можно создать тонкостенный элемент по сечениям, активизировав область **Тонкостенный элемент** и указав толщину стенки.

9. В связи с тем, что направляющая кривая представляет собой сплайн, который строится по точкам, отмеченным на сечениях, можно легко изменить внешний вид твердого тела, изменив расположение этих опорных точек. Например, поменяем расположение точки соединения на шестиграннике, переместив ее через две грани по часовой стрелке методом обычного перетаскивания. В результате внешний вид твердого тела изменится, т. к. изменится характер направляющей, а именно у твердого тела появится скручивание (рис. 3.23).

10. Закончив построение твердого тела, нажмите кнопку **OK** ✔. В результате будет построено твердое тело по сечениям без направляющей кривой (рис. 3.24).

Подобным образом можно построить вырез по сечениям, также без использования направляющей кривой. Рассмотрим построение выреза по сечениям на примере.

1. Создадим опорные сечения для построения выреза: на плоскости **Спереди** — равносторонний треугольник со сторонами 25 мм (**Эскиз4**); на **Плоскости2** — шестигранник с диаметром вписанной окружности 60 мм (**Эскиз5**); на **Плоскости3** — окружность диаметром 100 мм (**Эскиз6**) (рис. 3.25).

Примечание

Для построения сечений можно использовать любые плоскости и грани, имеющиеся в наличии.

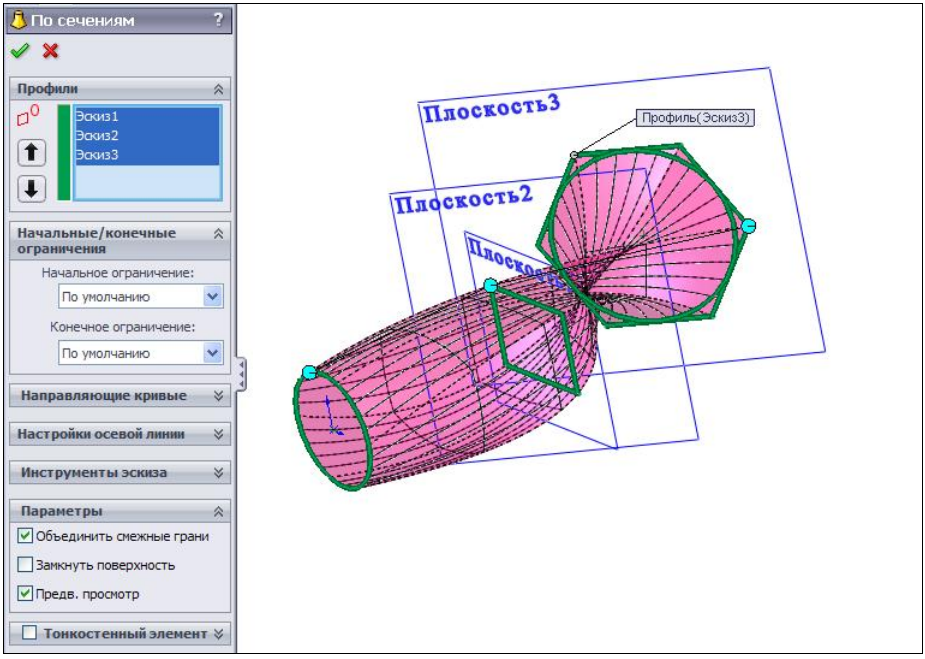


Рис. 3.23

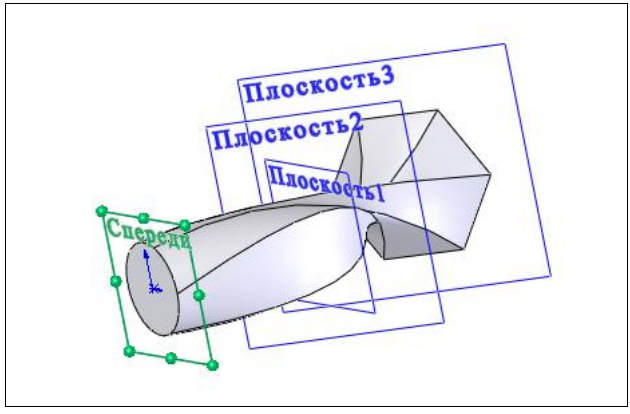


Рис. 3.24

2. Для построения выреза по сечениям активизируем команду **Вырез по сечениям** на панели инструментов **Элементы** или воспользуемся командой меню **Вставка | Вырез | По сечениям...**.
3. В появившемся окне **Вырез-По сечениям** в области **Профили** укажем эскизы: **Эскиз4**, **Эскиз5**, **Эскиз6** (рис. 3.26).

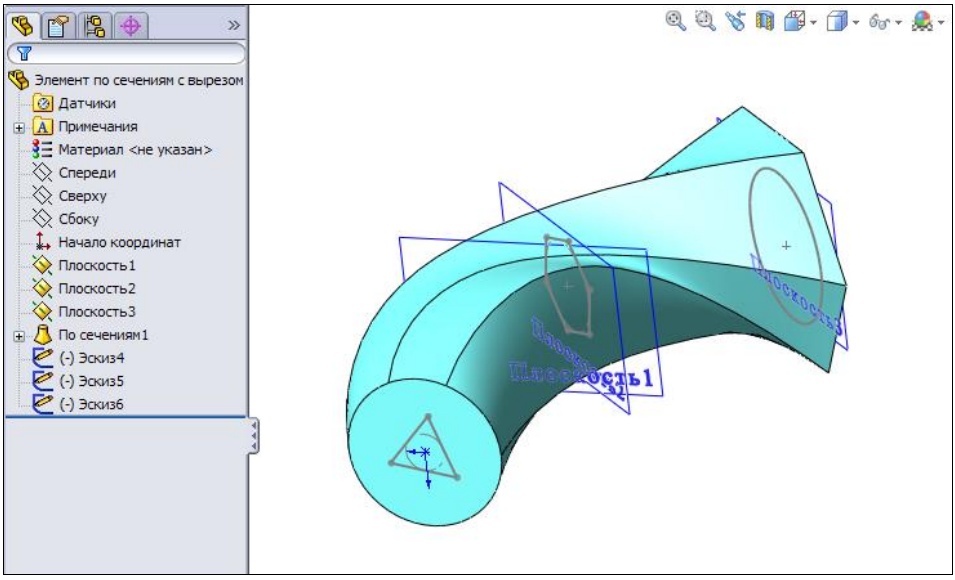


Рис. 3.25

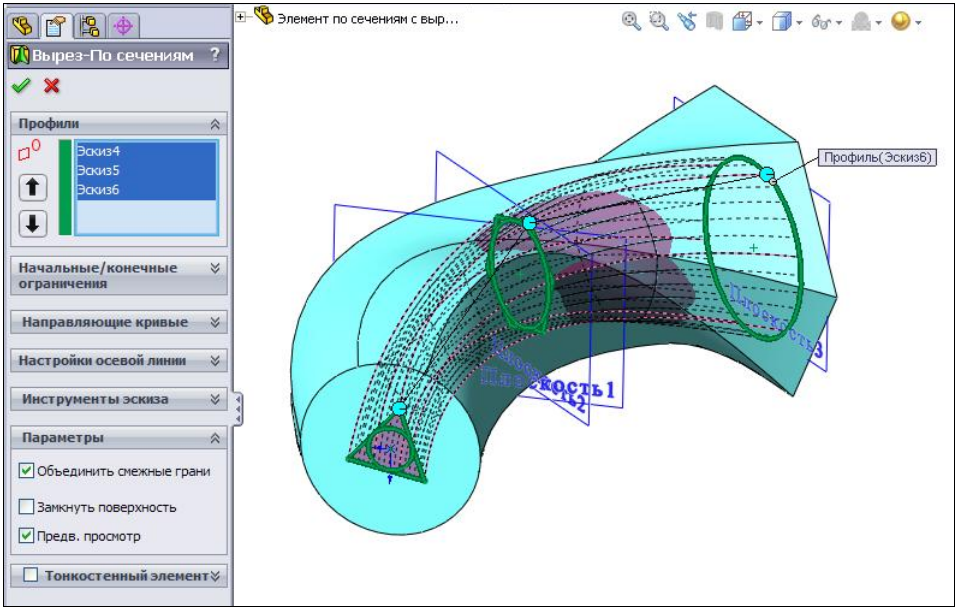


Рис. 3.26

4. Нажмем кнопку **OK**  и получим твердое тело с вырезом по сечениям (рис. 3.27).

Примечание

При построении элемента по сечениям соединять сечения можно в произвольном порядке. Необходимо только помнить, что порядок и опорные точки линии соединения

сечений предопределяют характер направляющей кривой, а соответственно, и конфигурацию детали. Можно также использовать лишь некоторые сечения из имеющихся, пропуская ненужные в процессе выбора.

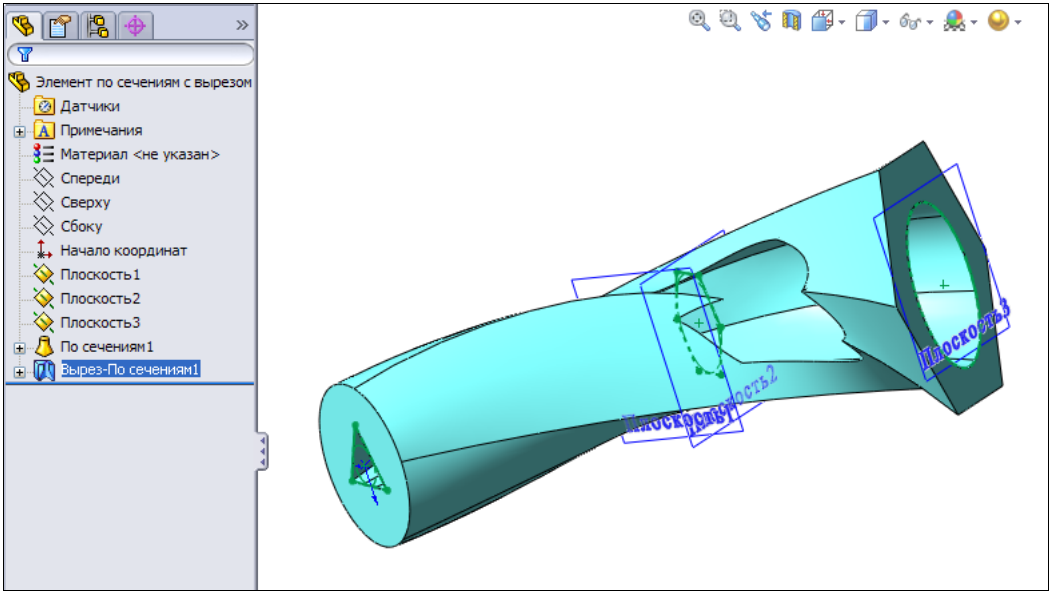


Рис. 3.27

3.1.3. Построение элементов по сечениям с направляющей кривой

В качестве основы для построения твердых тел сложной конфигурации можно использовать не только заранее созданные сечения, но и направляющие. В качестве основы для примера используем предыдущую деталь, а точнее ее сечения. К имеющимся сечениям добавим лишь направляющую.

1. Построим направляющую кривую при помощи команды **Сплайн**, в плоскости **Сверху** (рис. 3.28). При построении направляющей кривой следует соблюдать несколько правил:

   - направляющая должна лежать в плоскости, которая пересекает профили сечений;
   - направляющая должна пересекать все профили;
   - направляющая кривая может быть длиннее элемента по сечениям;
   - в качестве направляющих можно использовать ранее созданные объекты: кромки объектов и любые кривые;
   - направляющих может быть несколько, в этом случае элемент по сечениям завершается в конце самой короткой направляющей.

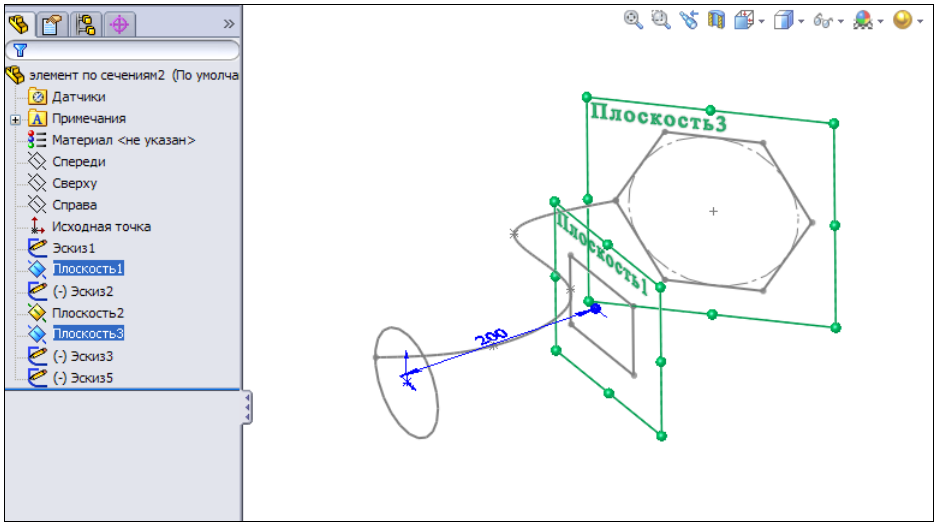


Рис. 3.28

Примечание

Если направляющая кривая не пересекает профили, то при ее построении, для создания точек пересечения, необходимо использовать взаимосвязи **Совпадение** или **Точка пронзания**.

2. Активизируем команду **Бобышка/основание по сечениям** или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...**.
3. В появившемся окне **По сечениям**, в области **Профили**, отметим профили: **Эскиз1**, **Эскиз2**, **Эскиз3**. В области **Направляющие кривые** отметим направляющую **Эскиз5** (рис. 3.29).
4. Закончим построение, нажав кнопку **OK**.

В поле **По сечениям**, в области **Направляющие кривые**, в раскрывающемся списке **Тип влияния направляющий кривых** можно указать степень влияния направляющей на конфигурацию объекта. Изменяя тип влияния, можно значительно изменить конфигурацию объекта по сечениям. На выбор конструктора предоставляются следующие типы влияния: **Глобальный**, **До следующей кромки**, **До следующего острого угла**, **До следующей направляющей**. Если выбрать тип влияния **Глобальный**, направляющая влияет на весь объект в целом (рис. 3.29, 3.30). Если выбрать тип влияния **До следующего острого угла**, то при построении объекта по сечениям направляющая влияет на конфигурацию объекта только до следующего острого угла (рис. 3.31).

Примечание

В данном примере конфигурации объектов, построенных с использованием типа влияния **До следующего острого угла** и **До следующей кромки**, не отличаются друг от друга, т. к. месторасположение угла и кромки совпадают.

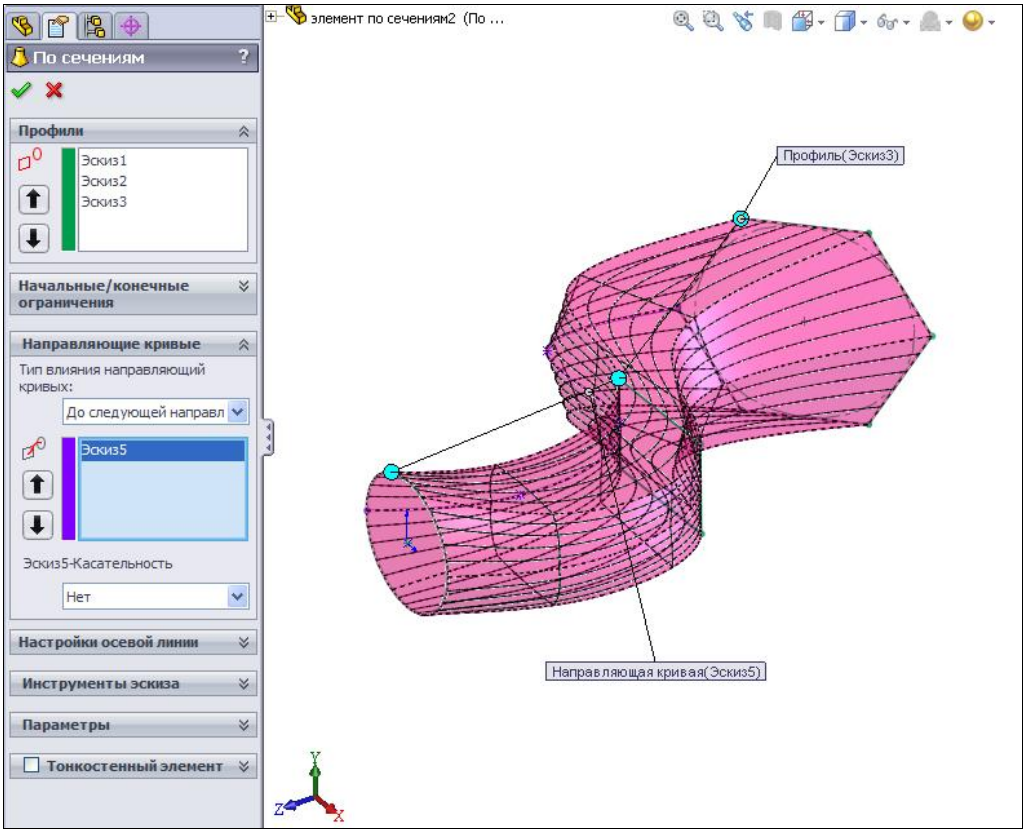


Рис. 3.29

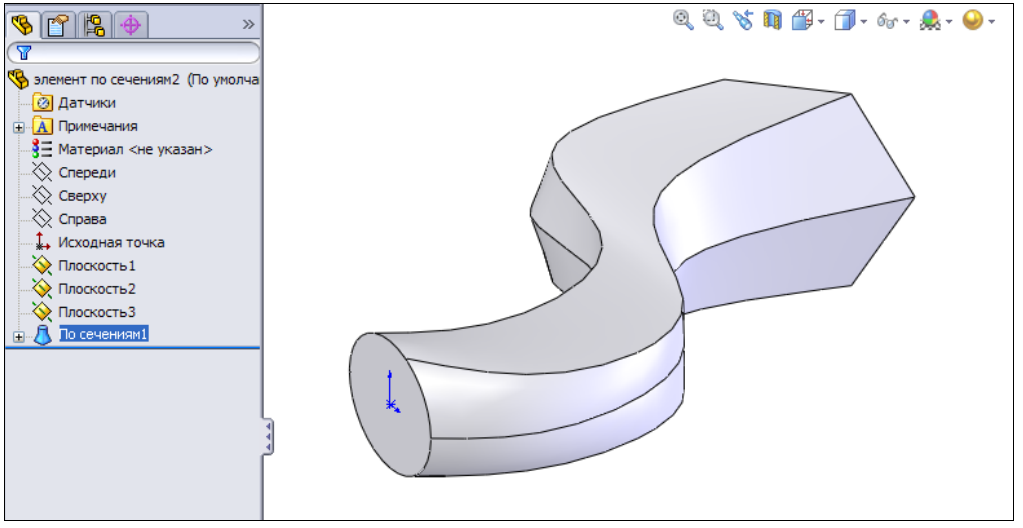


Рис. 3.30

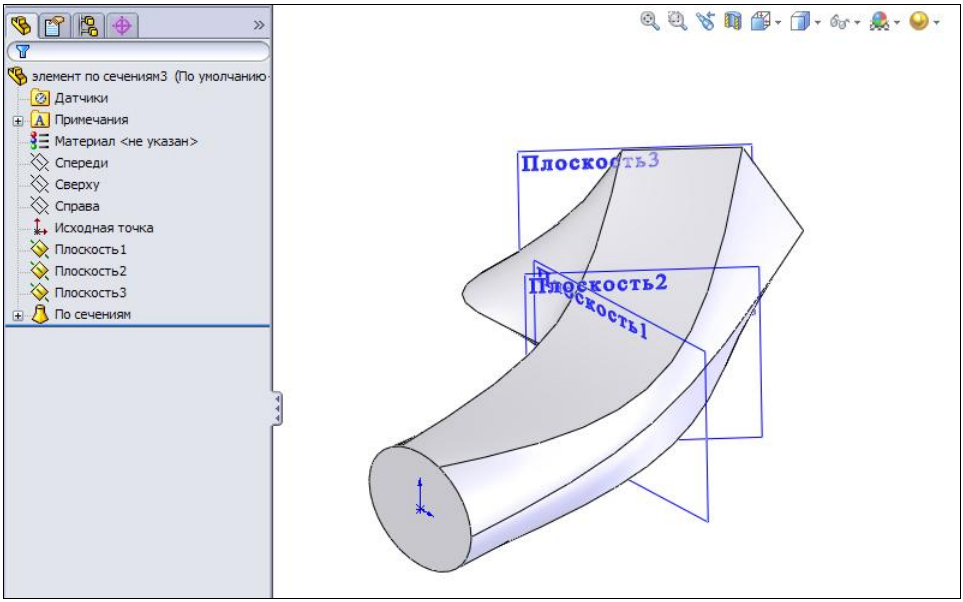


Рис. 3.31

Аналогичным способом можно построить вырез по сечениям, используя одну или несколько направляющих.

Также следует отметить, что в качестве направляющей кривой может выступать не только линия, расположенная на плоскости, но и трехмерная направляющая, построенная при помощи команды **Трехмерный эскиз**  .

3.1.4. Построение элементов по сечениям с осевой линией

SolidWorks 2010 позволяет создать элемент по сечениям и использовать вместо направляющей кривой осевую линию. Благодаря этой операции можно построить объект, представляющий собой нечто среднее между объектом по сечениям и объектом по траектории. Такое построение удобно, если имеются в распоряжении два или более сечений, соединенных одной осевой линией.

1. Сначала построим сечения. Пусть профили будут расположены на параллельных плоскостях, расстояние между которыми 450 мм. На плоскости **Спереди** профилем будет окружность диаметром 100 мм, а на **Плоскости1** — шестигранник, с диаметром вписанной окружности 150 мм (рис. 3.32).
2. Построим осевую. В данном случае под осевой подразумевается кривая, построенная при помощи команды **Сплайн**. Эта осевая должна пересекать область внутри каждого замкнутого профиля (рис. 3.32).
3. Активизируем команду **Бобышка/основание по сечениям**  или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...**.

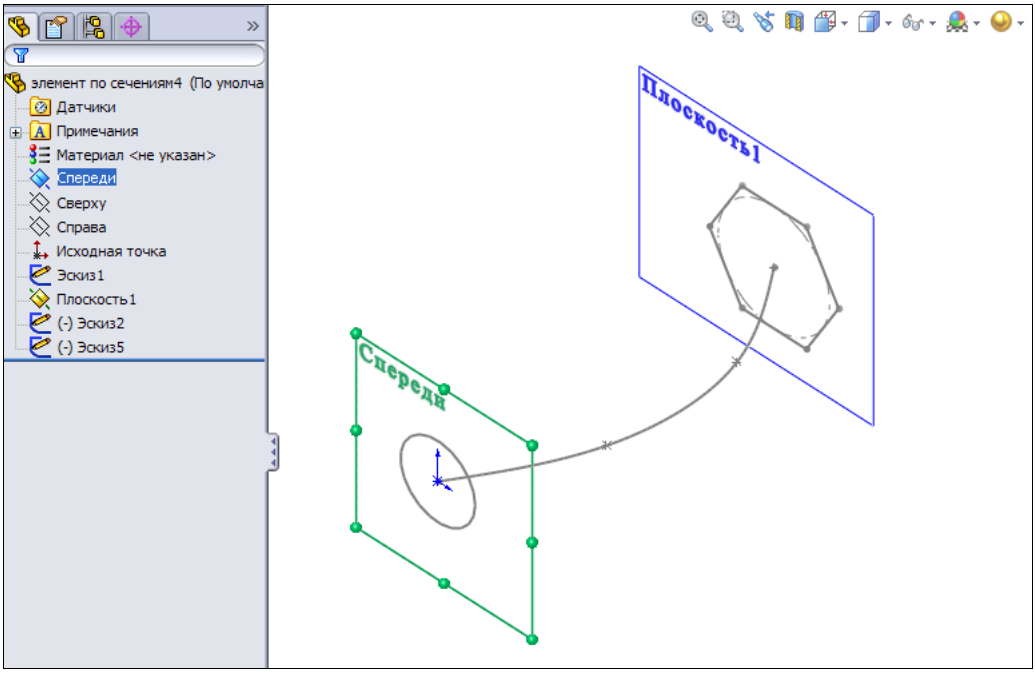


Рис. 3.32

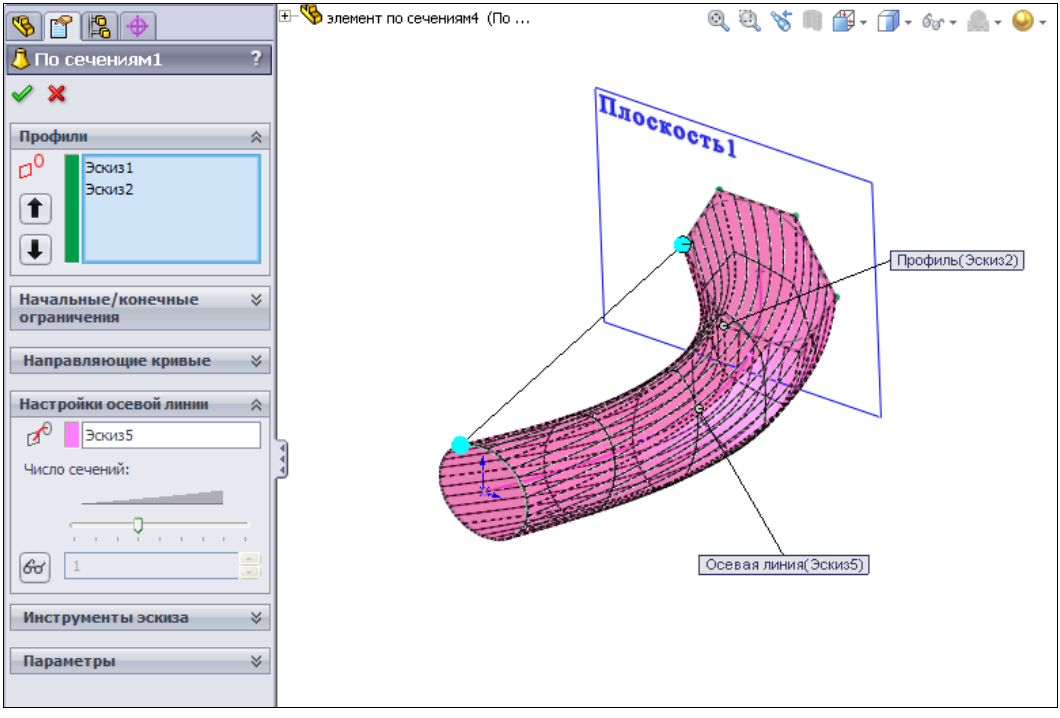


Рис. 3.33

4. В появившемся окне **По сечениям**, в области **Профили**  , отметим профили: **Эскиз1**, **Эскиз2**.
5. В области **Настройки осевой линии**  отметим осевую — **Эскиз5** (рис. 3.33).
6. Нажмем кнопку **OK**  , закончив построение.

Используя осевую линию и профили сечений, можно также построить вырез по сечениям, действуя аналогичным образом.

SolidWorks 2010 позволяет реализовать еще один способ построения элементов по сечениям, когда сечениями являются неплоские профили.

3.1.5. Построение элементов по сечениям с неплоским профилем

Построим элемент по сечениям с неплоским профилем без направляющей кривой.

1. Сначала построим неплоский профиль. В качестве такого профиля может выступать неплоская грань или кромка ранее построенной модели. Эскиз этой модели был построен на плоскости **Спереди** — **Эскиз1** (рис. 3.34).
2. Создадим дополнительную справочную **Плоскость1**, которая расположена параллельно плоскости **Сверху** на расстоянии 200 мм.
3. Построим **Плоскость2**, которая параллельна **Плоскости1** и находится от нее на расстоянии 150 мм.

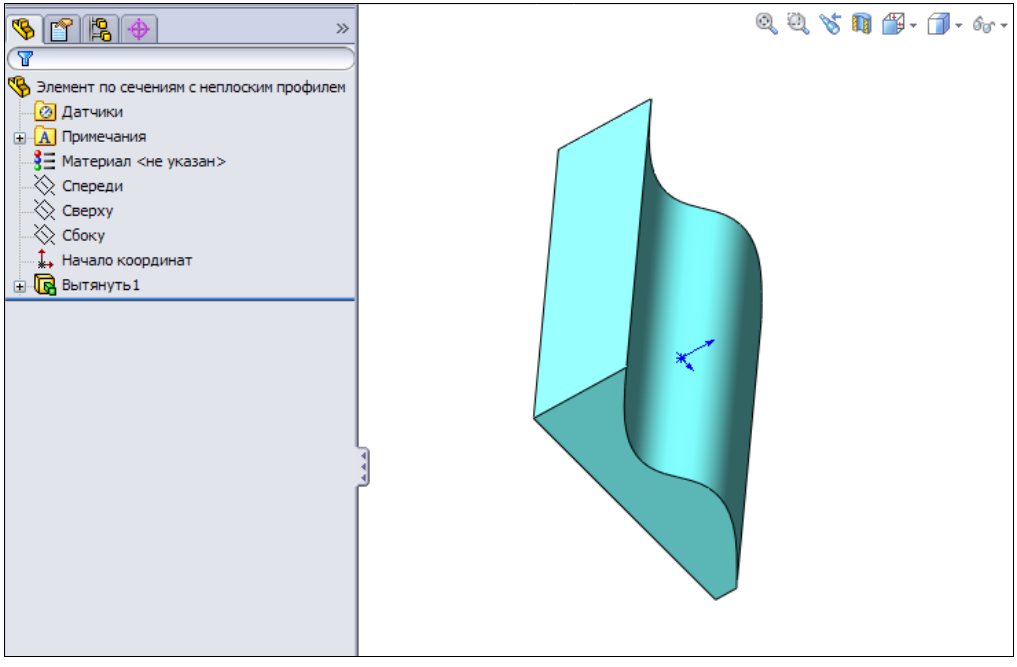


Рис. 3.34

4. На **Плоскости1** построим профиль сечения в виде квадрата со стороной 240 мм — **Эскиз2** (рис. 3.35).
5. На **Плоскости2** построим профиль сечения в виде окружности диаметром 120 мм — **Эскиз3** (рис. 3.35).
6. Активизируем команду **Бобышка/основание по сечениям**  . Можно также воспользоваться командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...**.

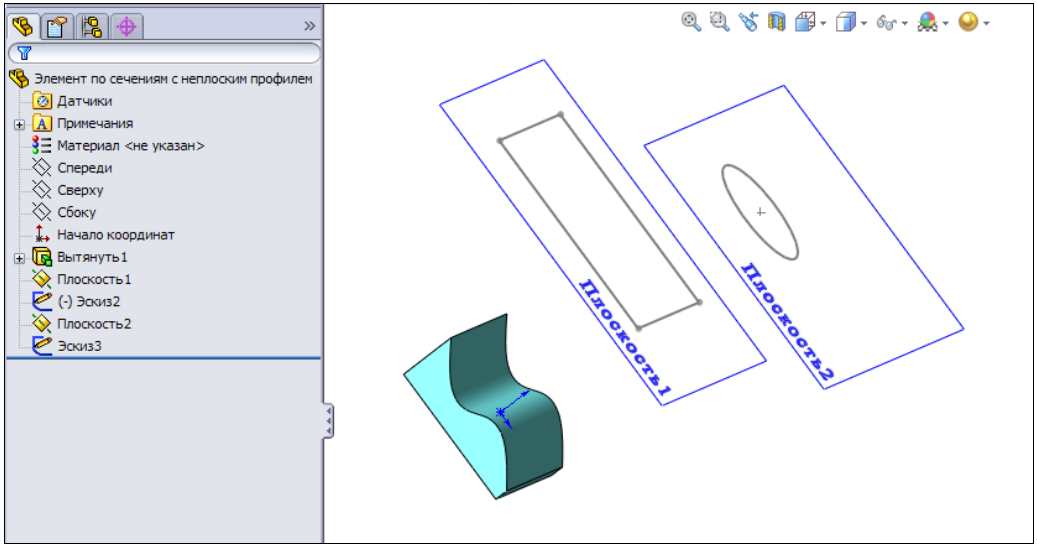


Рис. 3.35

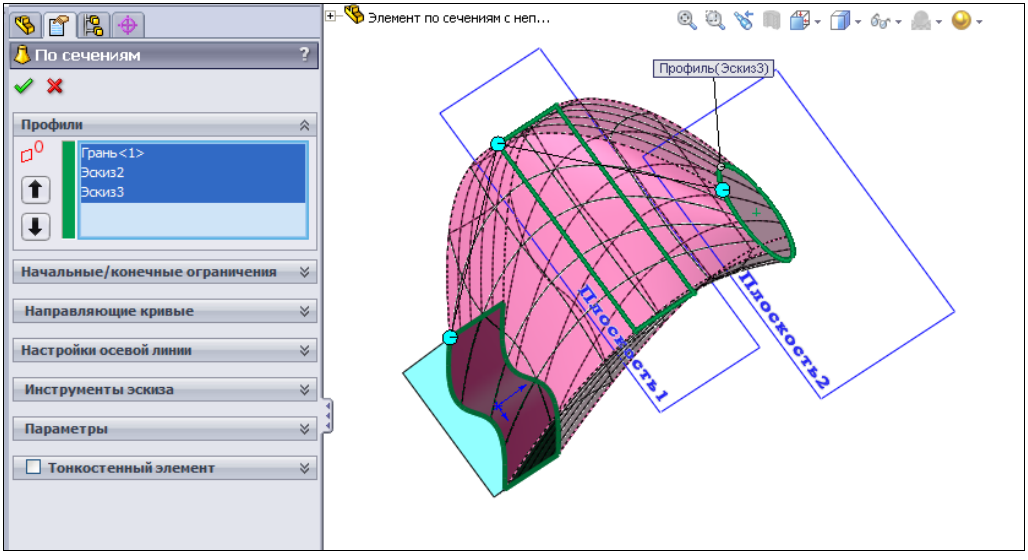


Рис. 3.36

7. В появившемся окне **По сечениям**, в области **Профили** , отметим профили: **Грань1**, **Эскиз2**, **Эскиз3** (рис. 3.36).

> ***Примечание***
>
> При необходимости можно использовать направляющие или задать осевую линию. Также можно построить тонкостенный элемент, активизировав соответствующую область в окне **По сечениям**.

8. Нажмем кнопку **OK** и получим твердое тело по сечениям, где в основе лежит неплоский профиль (рис. 3.37).

Этот способ построения можно использовать не только для твердых тел, но и для оформления выреза по сечениям.

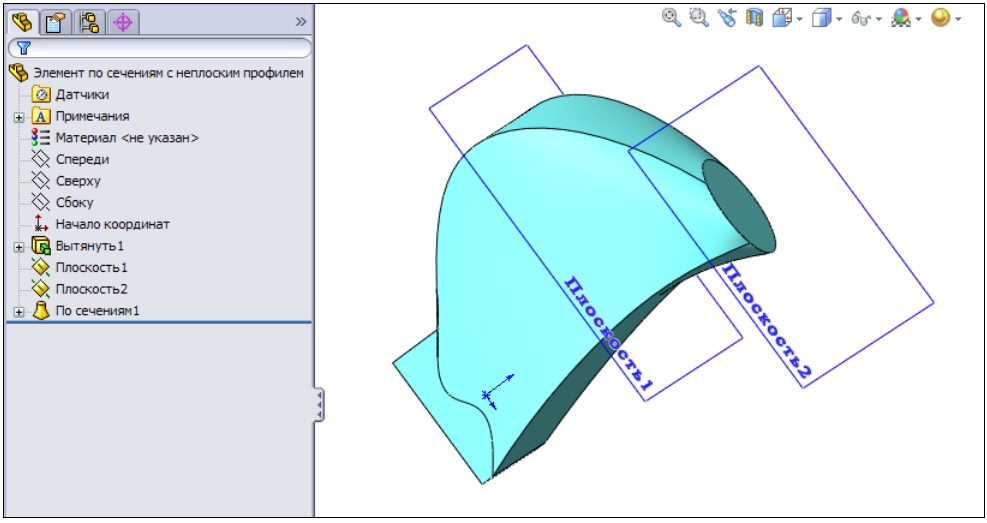


Рис. 3.37

3.2. Построение твердых тел по траектории

В SolidWorks 2010 можно построить твердое тело (основание, бобышку), а также вырез, используя команды оформления элементов по траектории. Элемент создается в результате перемещения профиля по заранее созданному пути — траектории. Следует помнить, что профиль должен представлять собой замкнутый непересекающийся контур. В процессе перемещения профиль может оставаться параллельным самому себе или же сохранять неизменным начальный угол с траекторией. Можно также задать вращение профиля в процессе его перемещения по траектории. Кроме того, профиль может менять свои размеры и конфигурацию согласно форме направляющей кривой.

3.2.1. Способы построения простых элементов по траектории

Построим простое твердое тело по траектории.

1. Сначала создадим эскиз профиля, который будет перемещаться по траектории. Пусть в качестве профиля выступает окружность диаметром 100 мм — **Эскиз1**, расположенная на плоскости **Спереди** (рис. 3.38).

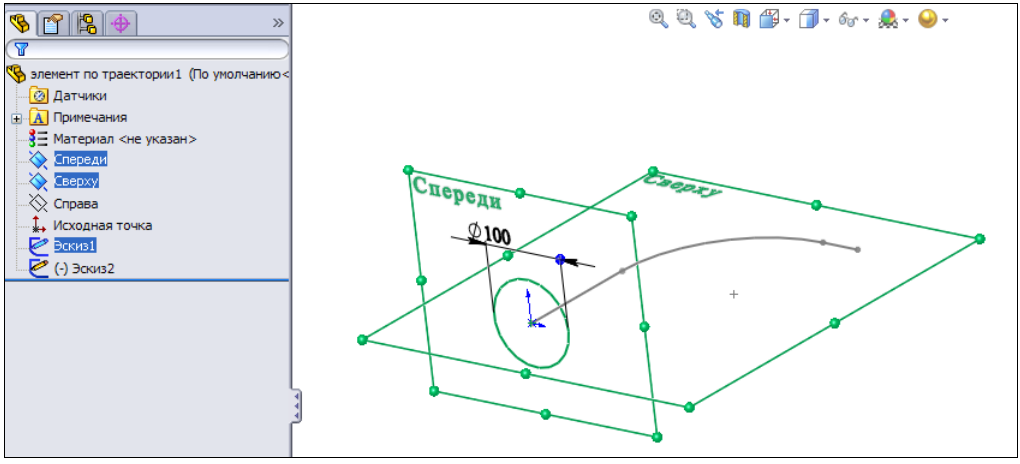


Рис. 3.38

2. Построим траекторию. Эскиз траектории строится в плоскости, расположенной под углом к плоскости профиля. Для этой цели выберем плоскость **Сверху**, которая перпендикулярна плоскости **Спереди**, хотя подойдет и плоскость **Справа**. Пусть траектория представляет собой совокупность прямолинейных участков, соединенных дугой радиусом 150 мм — **Эскиз2** (рис. 3.38). Обязательное условие: траектория должна начинаться или пересекать плоскость, в которой расположен эскиз профиля. В качестве траектории также может использоваться кромка модели.

3. Для построения элемента по траектории нажмем кнопку **Бобышка/основание по траектории** или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...**.

   В появившемся окне **По траектории**, в области **Профиль и направление**, необходимо выделить профиль **Эскиз1** в поле, обозначенном значком **Профиль**, а также траекторию (направление) **Эскиз2** в поле, обозначенном значком **Маршрут** (рис. 3.39).

> ***Примечание***
>
> При необходимости, если создается элемент типа трубопровода, можно активизировать область **Тонкостенный элемент**, где требуется указать толщину стенки детали и уточнить, как будет формироваться толщина. Если выбрать **В одном направлении**,

то толщина будет создаваться по одну из сторон относительно контура профиля. Используя кнопку **реверс**, можно оформить толщину внутри или снаружи объекта. При выборе параметра **В двух направлениях** необходимо задать по отдельности значение толщины стенки, которое уходит внутрь и наружу. При выборе опции **От средней поверхности** указанная толщина отсчитывается одинаково во внутреннюю и наружную стороны объекта.

4. Закончим построение, нажав кнопку **OK**  .

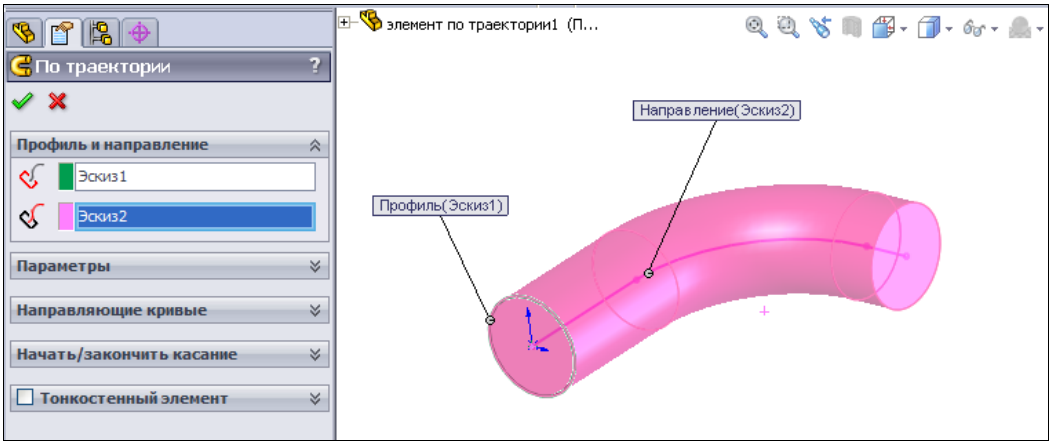


Рис. 3.39

Аналогичным образом можно построить элемент по траектории, используя в качестве траектории сплайн.

1. Построим на плоскости **Спереди** профиль твердого тела. Пусть этот профиль представляет собой пятиугольник с диаметром вписанной окружности 300 мм (рис. 3.40).
2. На плоскости **Сверху** при помощи команды **Сплайн** построим траекторию, которая пересекает плоскость **Спереди**, но не пересекает профиль (рис. 3.40).
3. Построим элемент по траектории, нажав кнопку **Бобышка/основание по траектории**  . Можно также воспользоваться командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...**. В результате откроется окно **По траектории**.
4. В этом окне, в области **Профиль и направление**, укажите эскизы, которые представляют собой профиль и маршрут создаваемого элемента. В области **Параметры** можно задать ориентацию сечения по отношению к траектории. Это можно сделать в раскрывающемся списке **Ориент./тип скручивания**. Выберем ориентацию **По направлению**. Тогда во время построения элемента по траектории профиль будет поворачиваться относительно своего начального положения, чтобы сохранить постоянным первоначальный угол между профилем и траекторией (рис. 3.41).
5. Завершим построение нажатием кнопки **OK**  .

6. Если в раскрывающемся списке **Ориент./тип скручивания** выбрать ориентацию **Параллельно к начинающему сечению**, то при построении профиль будет перемещаться по траектории, сохраняя параллельность своему первоначальному положению. В результате получится элемент, у которого начальный и конечный профили параллельны друг другу (рис. 3.42).

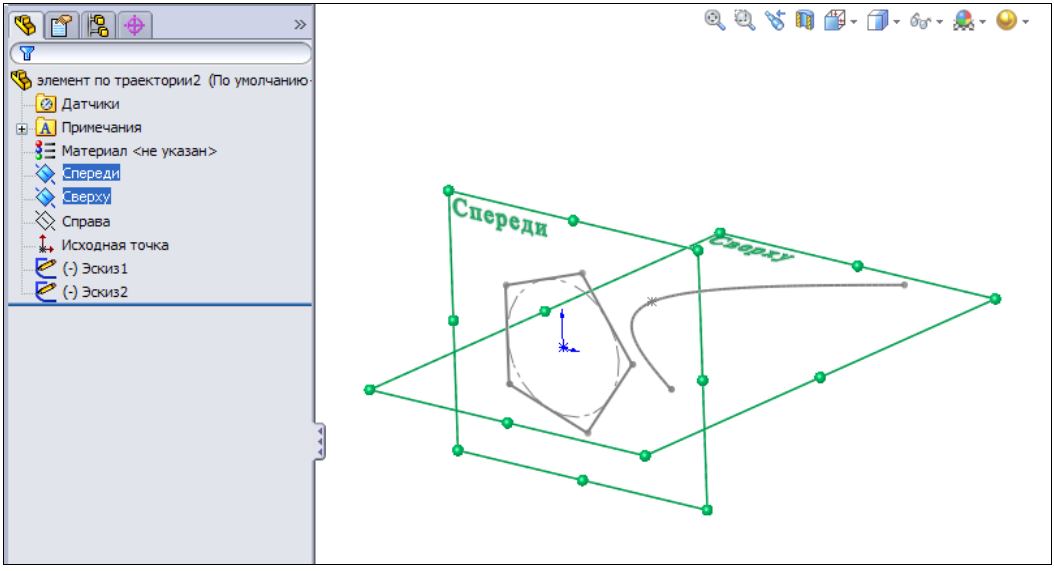


Рис. 3.40

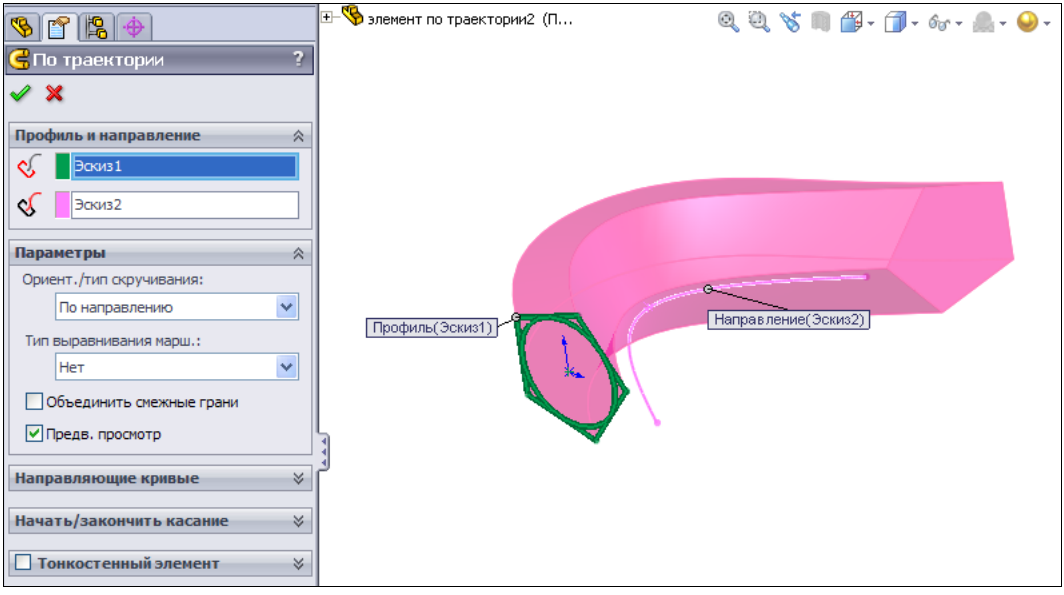


Рис. 3.41

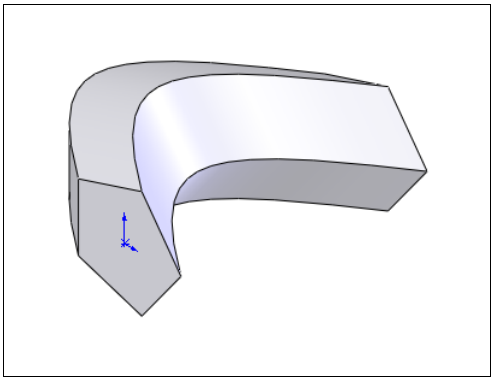


Рис. 3.42

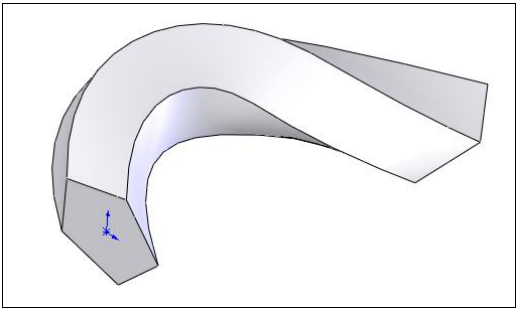


Рис. 3.43

7. Выберем в раскрывающемся списке **Ориент./тип скручивания** вариант **Скручивание вдоль маршрута** и зададим в соответствующем окне угол, на который должен повернуться профиль при перемещении по траектории, пусть он составит 90 градусов. В результате получим элемент, у которого профиль сохраняет ориентацию по направлению, но при этом конечное положение профиля повернуто по отношению к начальному на угол 90 градусов (рис. 3.43).

Аналогично можно построить вырез в твердом теле, используя возможности SolidWorks построения элементов по траектории.

1. В имеющемся твердом теле выберем плоскость и построим эскиз профиля. Пусть профиль представляет собой окружность радиусом 50 мм и будет обозначен в **Дереве Конструирования** как **Эскиз3** (рис. 3.44).
2. Эскиз траектории построим в плоскости **Сверху** при помощи команды **Сплайн**. Начало кривой расположим в исходной точке пространства. Траекторию выреза оформим таким образом, чтобы она не располагалась целиком в твердом теле. В **Дереве Конструирования** траектория будет обозначена как **Эскиз4** (рис. 3.44).

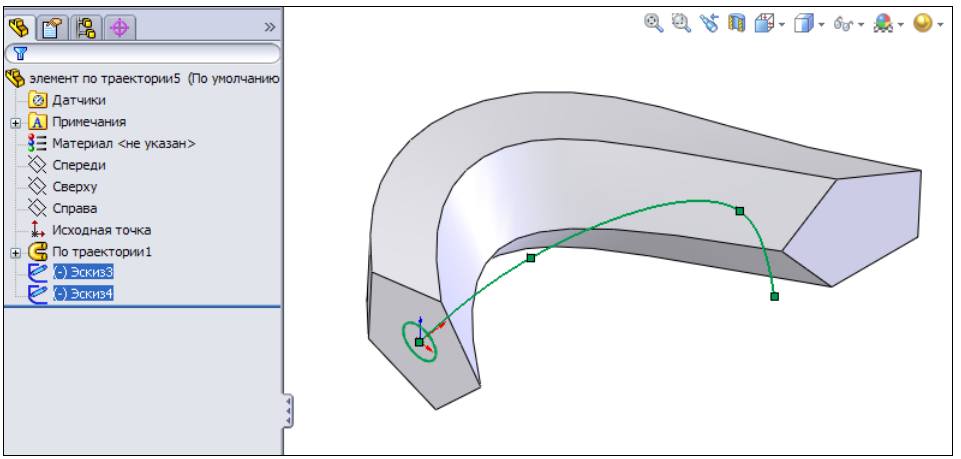


Рис. 3.44

3. Для создания выреза по траектории воспользуемся командой **Вырез по траектории**  , которая расположена на панели инструментов **Элементы**, или командой меню **Вставка | Вырез | По траектории...**.

4. В появившемся окне **Вырез-По траектории**, в области **Профиль и направление**, необходимо выделить профиль **Эскиз3** в поле, обозначенном значком  **Профиль**, а также траекторию (направление) **Эскиз4** в поле, обозначенном значком  **Маршрут** (рис. 3.45). При необходимости в области **Параметры** можно задать ориентацию профиля или его скручивание.

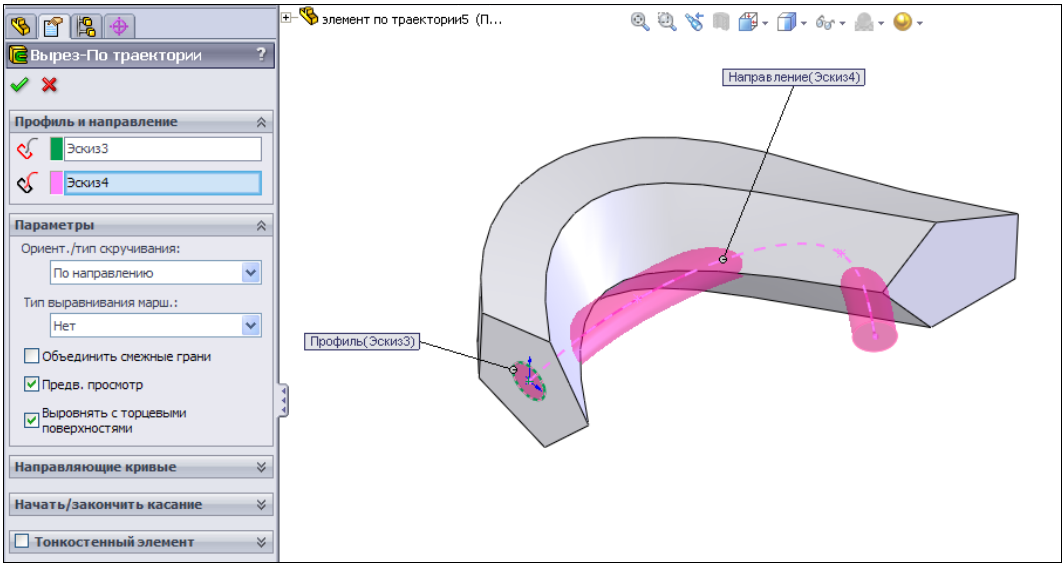


Рис. 3.45

5. Нажмем кнопку **OK**  . В результате получим твердое тело с вырезом по траектории (рис. 3.46).

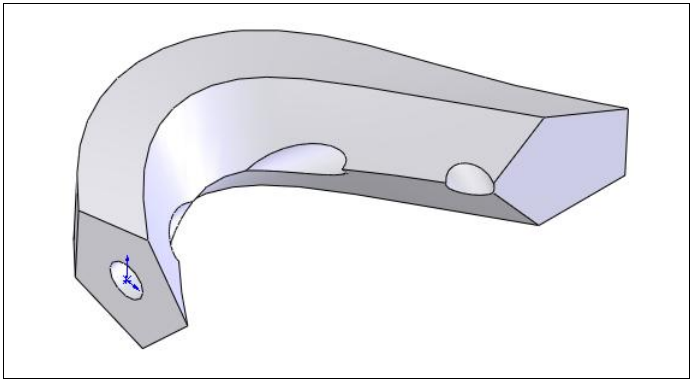


Рис. 3.46

3.2.2. Построение элементов по траектории с использованием направляющих кривых

Для построения элемента по траектории с направляющими кривыми необходимо создать профиль, траекторию и одну или несколько направляющих кривых. Построение элемента происходит в результате перемещения профиля по траектории, причем форма и размеры профиля изменяются согласно направляющей кривой. Рассмотрим пример построения твердого тела по траектории с направляющими кривыми.

При построении элемента по траектории с направляющей рекомендуется сначала построить траекторию, направляющую, и только в последнюю очередь строить профиль.

1. В плоскости **Сверху** построим эскиз направляющей **Эскиз1** (рис. 3.47).

> ***Примечание***
>
> При построении направляющей следует помнить, что она должна быть единым объектом: дугой, линией, кривой (сплайном). В качестве направляющей можно также использовать кромку объекта. Кроме того, направляющая должна пересекать плоскость профиля, а также совпадать с профилем или точкой на эскизе профиля.

2. Построим в плоскости **Сверху** эскиз траектории **Эскиз2** (рис. 3.47). Пусть траектория представляет собой обычную кривую, созданную при помощи команды **Сплайн**.
3. В плоскости **Справа** построим эскиз профиля **Эскиз3** (рис. 3.47). Пусть профиль представляет собой квадрат со сторонами 100 мм.

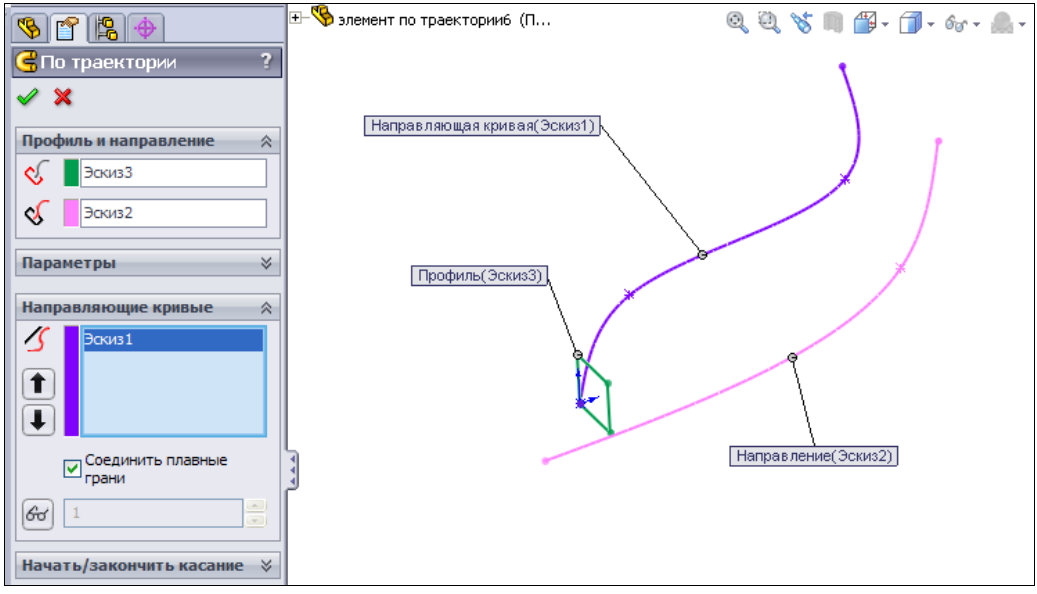


Рис. 3.47

4. Построим элемент по траектории, нажав кнопку **Бобышка/основание по траектории**, или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...**. В результате откроется окно **По траектории** (рис. 3.47).
5. В окне **По траектории**, в области **Профиль и направление**, выделим профиль — **Эскиз3** (поле профиля обозначено значком), а также траекторию — **Эскиз2** в поле, обозначенном значком. В области **Направляющие кривые** укажем направляющую — **Эскиз1** (рис. 3.47).
6. Закончим построение, нажав кнопку **OK** (рис. 3.48).

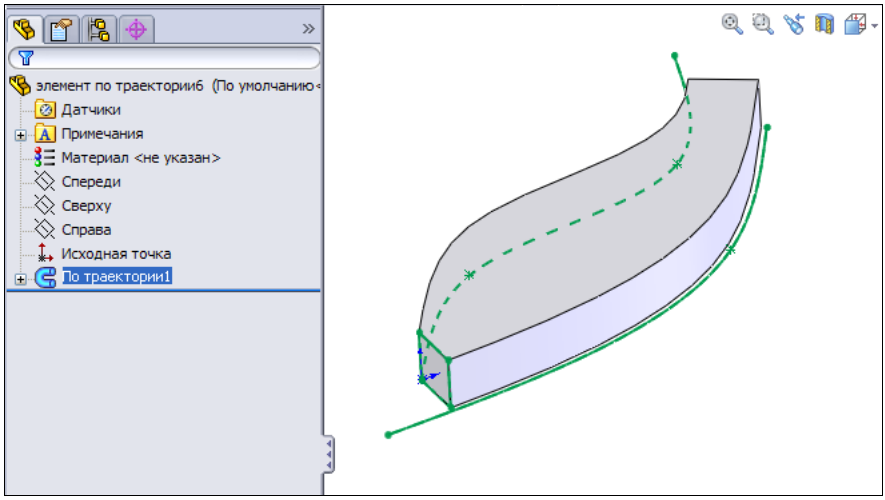


Рис. 3.48

Подобным образом можно построить элемент по траектории с двумя направляющими. Рассмотрим предыдущий пример, дополнив построение еще одной направляющей.

1. Построим в плоскости **Сверху** вторую направляющую, которая представляет собой кривую, нарисованную при помощи команды **Сплайн** (рис. 3.49).
2. Построим элемент по траектории, нажав кнопку **Бобышка/основание по траектории**, или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...**.
3. В окне **По траектории** выделим профиль — **Эскиз3**, траекторию — **Эскиз2**, а в области **Направляющие кривые** укажем направляющие — **Эскиз1** и **Эскиз4** (рис. 3.49).
4. Закончим построение, нажав кнопку **OK** (рис. 3.50).

Аналогично, используя одну или несколько направляющих кривых, можно построить вырез по траектории. Для этого необходимо воспользоваться командой

Вырез по траектории  , которая расположена на панели инструментов **Элементы**, или командой меню **Вставка | Вырез | По траектории...** (рис. 3.51), и в окне **Вырез-По траектории**, в области **Направляющие кривые**, указать направляющие.

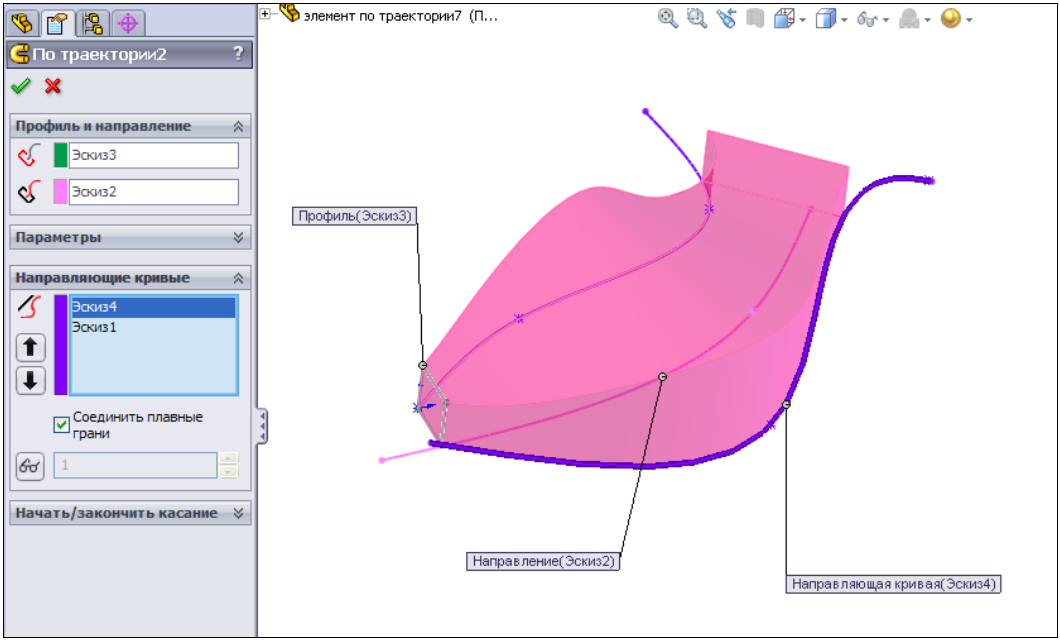


Рис. 3.49

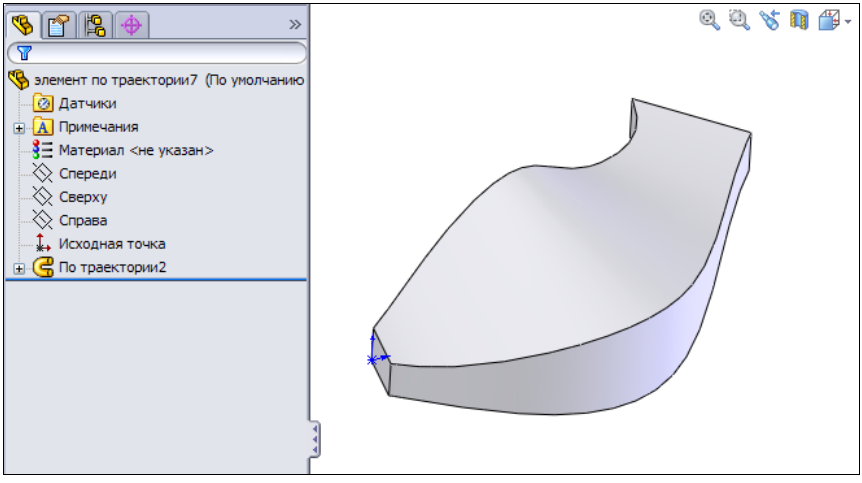


Рис. 3.50

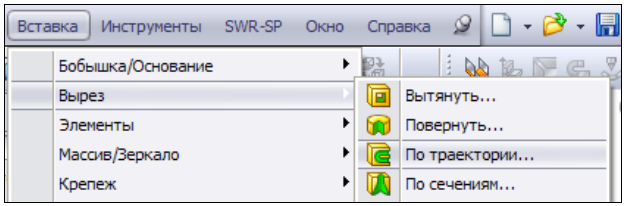


Рис. 3.51

3.3. Элементы на основе трехмерных направляющих

При построении элементов по траектории в качестве траектории могут использоваться не только кривые, расположенные на плоскости, но и кривые, произвольно изогнутые в пространстве. Этот способ часто применяют при проектировании деталей типа трубопроводов со сложной конфигурацией. Для создания таких кривых в SolidWorks 2010 используется команда **Трехмерный эскиз**, которая относится к категории **Эскиз**, а также команды на панели инструментов **Кривые**.

3.3.1. Построение трехмерного эскиза

Рассмотрим построение трехмерного эскиза на примере.

1. Запустите SolidWorks и выберите команду **Файл | Новый... | Деталь**.
2. Выберите на инструментальной панели **Эскиз** команду **Трехмерный эскиз**. Инструментальная панель трехмерного эскиза предоставляет меньше возможностей по сравнению с панелью эскиза на плоскости. В трехмерном эскизе можно использовать все инструменты изображения окружности, дуги и прямоугольника, а также сплайны, линии, точки и осевые линии. Можно также добавлять взаимосвязи, скругления, фаски и отсекать объекты. Недоступна к использованию команда рисования многоугольника, а также возможность зеркального отражения объектов и построения массивов.

   Примечание

   В случае отсутствия специальной кнопки **Трехмерный эскиз** на панели инструментов необходимо обратиться к настройкам, выбрав команду меню **Инструменты | Настройка | Команды**. В категории **Эскиз** найдите кнопку **Трехмерный эскиз** и поместите ее на панель инструментов.

3. Для удобства рисования в трехмерном пространстве перейдите в вид **Изометрия**, активизировав одноименную команду нажатием кнопки — **Изометрия** на панели инструментов **Стандартные виды**.
4. Нарисуйте кривую в трехмерном эскизе, используя команду **Сплайн**. Для этого нажмите кнопку **Сплайн** на панели инструментов **Эскиз**. При этом курсор

примет форму карандаша, и возле него появится маркер, показывающий, на какой плоскости происходит построение.

5. Щелчком левой кнопки мыши укажите первую точку сплайна, пусть она совпадает с исходной точкой.
6. Затем укажите остальные точки сплайна, также при помощи мыши. При этом переключение между плоскостями осуществляется клавишей <Tab>.
7. Закончите построение трехмерного сплайна (рис. 3.52) двойным щелчком на конечной точке.

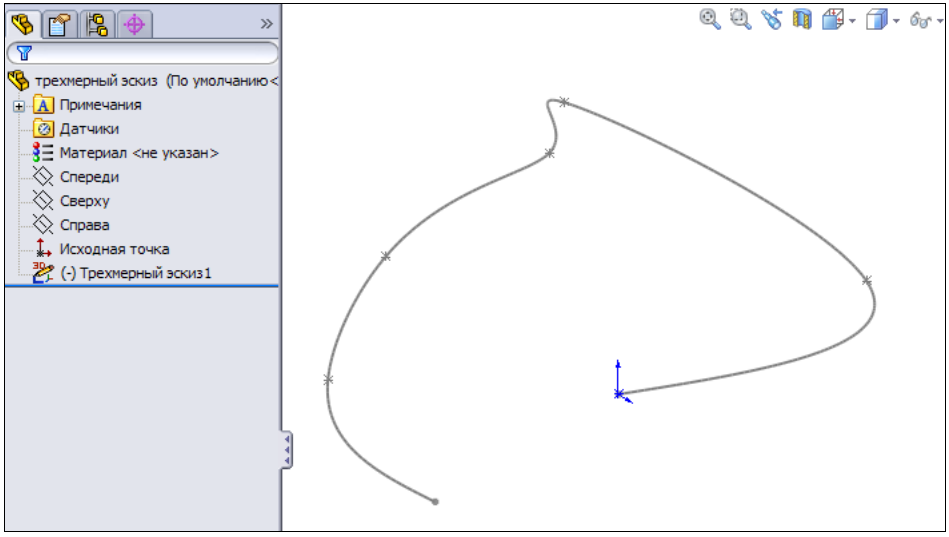


Рис. 3.52

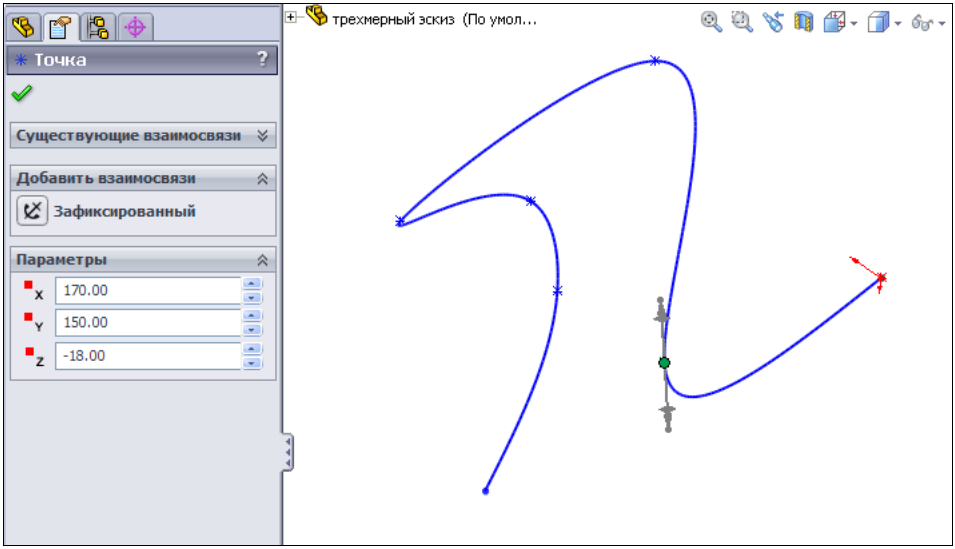


Рис. 3.53

8. Если необходимо отредактировать конфигурацию нарисованной кривой, можно использовать несколько приемов:
   - отметить опорную точку сплайна и перетащить ее в новое положение;
   - отметить точку сплайна и в появившемся окне **Точка** указать ее координаты (рис. 3.53);
   - используя команду меню **Инструменты | Инструменты сплайна | Вставить точку сплайна**, добавить к сплайну еще одну опорную точку, а затем уточнить ее координаты.

Закончите построение и редактирование эскиза, выйдя из режима трехмерного эскиза.

Подобным образом можно рисовать в трехмерном эскизе и другие объекты.

3.3.2. Создание объекта по сечениям с трехмерной направляющей

Используя трехмерный эскиз в качестве направляющей кривой, можно построить объекты по сечениям.

1. Сначала построим эскизы сечений. Для этого построим дополнительные вспомогательные плоскости, которые будут параллельны плоскости **Спереди** и располагаться друг от друга на расстоянии 200 мм (рис. 3.54).

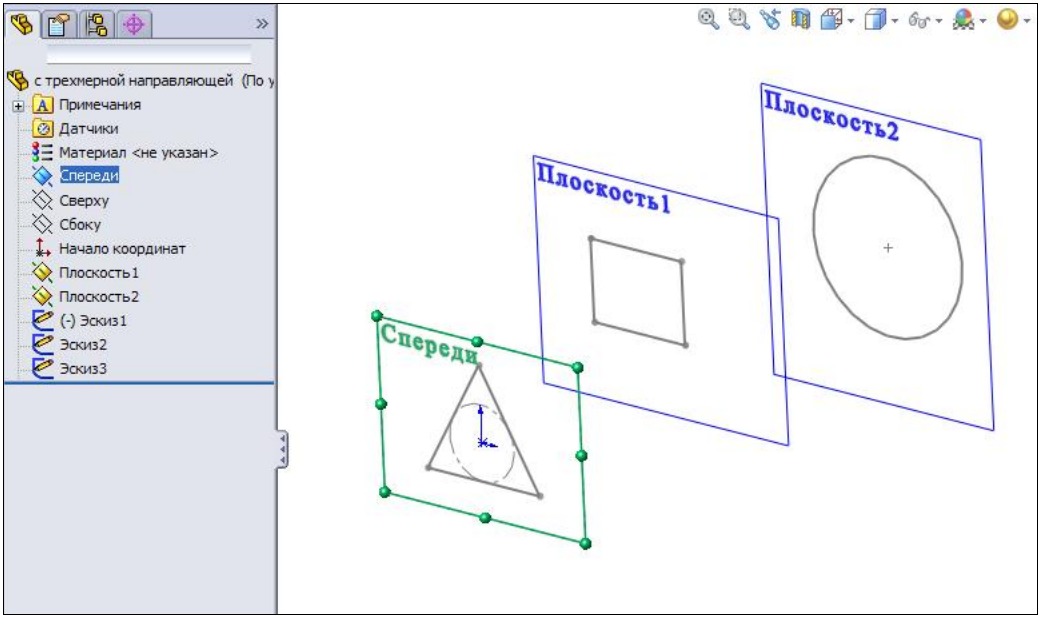


Рис. 3.54

2. Для создания элемента построим три сечения (рис. 3.54): на плоскости **Спереди** эскиз сечения будет представлять собой равносторонний треугольник со сторо-

нами 90 мм (**Эскиз1**); на **Плоскости1** — прямоугольник со сторонами 73 и 56 мм (**Эскиз2**); на **Плоскости2** — окружность диаметром 120 мм (**Эскиз3**).

3. Теперь построим трехмерную направляющую кривую в виде сплайна. Для этого активизируем команду **Трехмерный эскиз**  , которая находится на панели инструментов **Эскиз**, а затем нажмем кнопку **Сплайн**  , которая также располагается на панели инструментов **Эскиз**. При построении трехмерной направляющей необходимо часть базовых точек сплайна располагать на контурах построенных сечений (рис. 3.55).

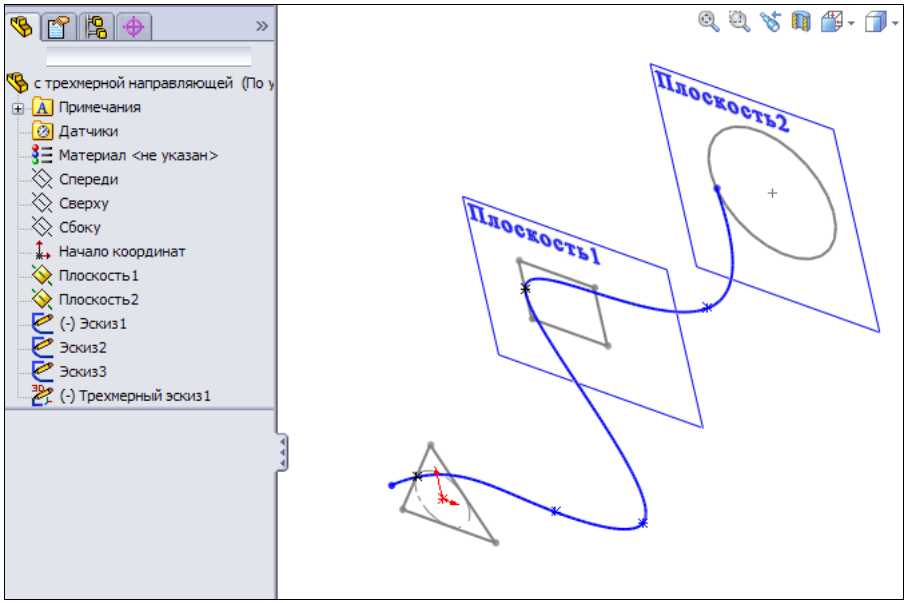


Рис. 3.55

4. Закончив построение направляющей кривой, выйдем из трехмерного эскиза.
5. Активизируем команду **Бобышка/основание по сечениям**  или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По сечениям...**.
6. В появившемся окне **По сечениям**, в области **Профили**  , отметим профили: **Эскиз1**, **Эскиз2**, **Эскиз3** (рис. 3.56). В области **Направляющие кривые**  отметим направляющую **Трехмерный эскиз1** (рис. 3.57).
7. Закончим построение, нажав кнопку **OK**  . В результате получим элемент по сечениям с трехмерной направляющей (рис. 3.58).

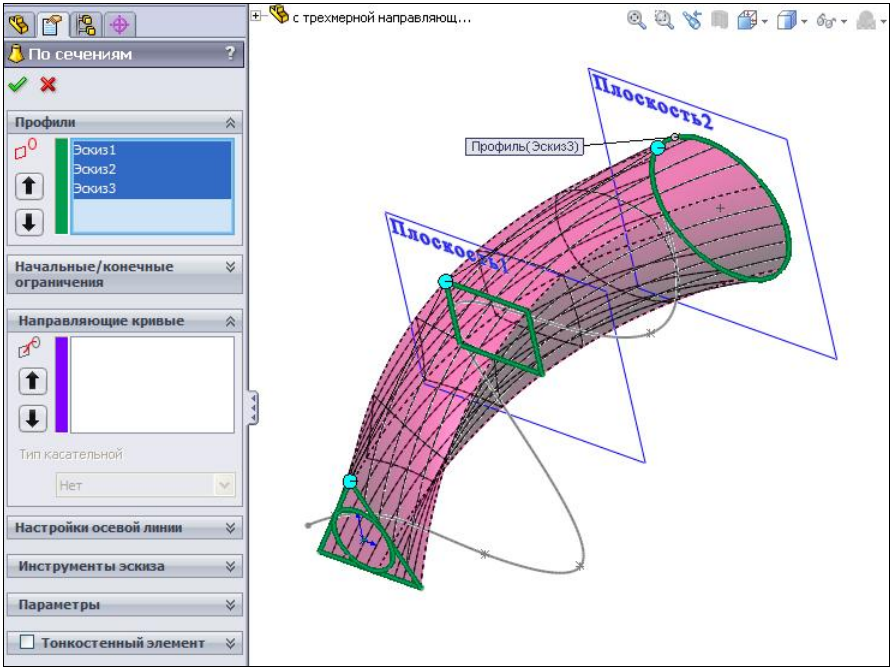


Рис. 3.56

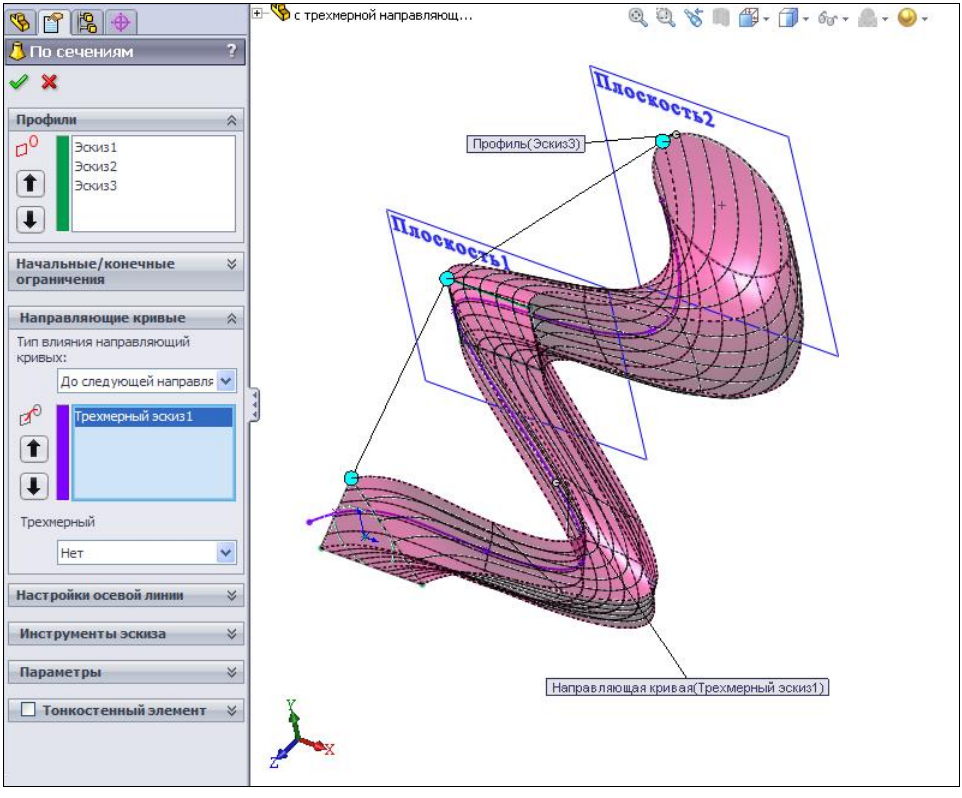


Рис. 3.57

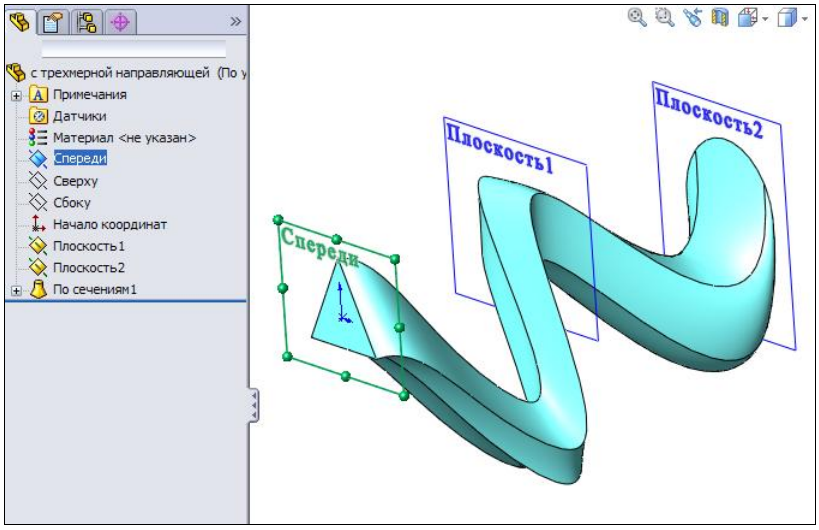


Рис. 3.58

3.3.3. Создание трехмерного объекта по траектории

Используя трехмерный эскиз в качестве траектории, можно построить трехмерные объекты по траектории.

1. Создадим трехмерную кривую **Трехмерный эскиз1**. Пусть начало трехмерной кривой расположено в исходной точке.
2. Выберем плоскость, которая находится под углом к начальному направлению трехмерной кривой. Например, плоскость **Сверху**. Построим в плоскости **Сверху** эскиз профиля. Пусть профиль имеет вид шестиугольника с центром в исходной точке и диаметром вписанной окружности 36 мм (рис. 3.59).

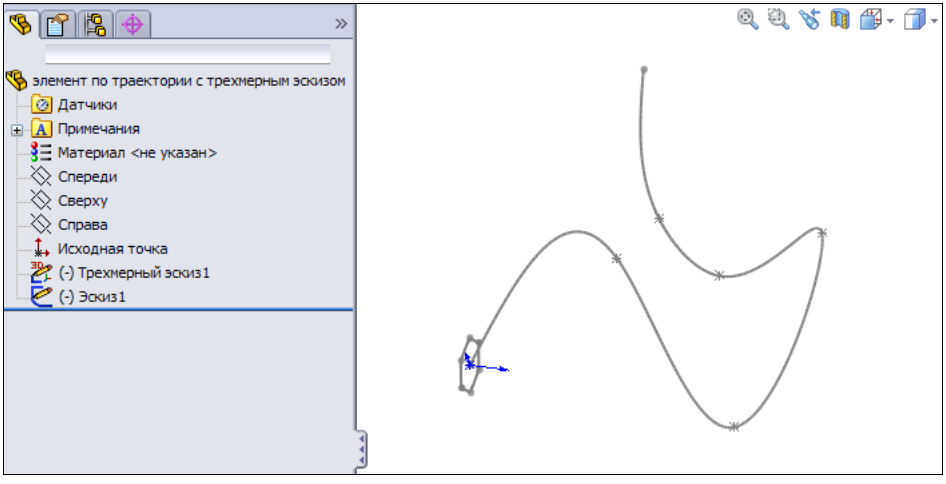


Рис. 3.59

3. Построим твердое тело по траектории, для этого нажмем кнопку **Бобышка/основание по траектории** или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...**.
4. В окне **По траектории**, в области **Профиль и направление**, выделим профиль — **Эскиз1** и траекторию — **Трехмерный эскиз1**.
5. Закончим построение элемента по траектории (рис. 3.60), нажав кнопку **OK** .

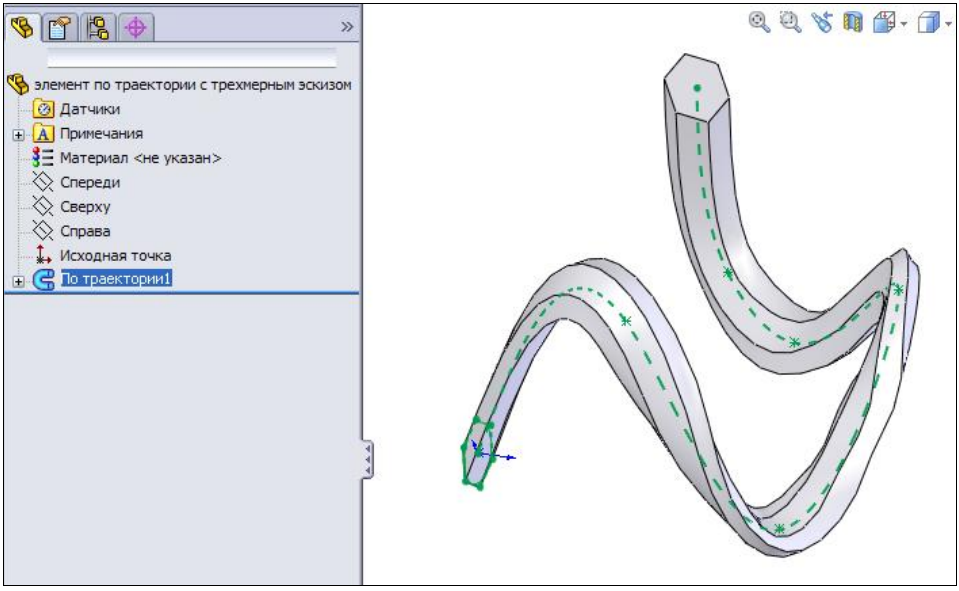


Рис. 3.60

Используя возможности создания элементов по траектории, можно проектировать детали типа спирали. В этом случае траектория должна представлять собой пространственную кривую — спираль. Рассмотрим построение спирали на примере.

1. На плоскости **Спереди** нарисуем окружность с центром в исходной точке диаметром 100 мм.
2. Выберем команду меню **Вставка | Кривая | Спираль/Плоская спираль...**. Можно также воспользоваться кнопкой **Геликоид и спираль** , которая расположена на панели инструментов **Кривые**.
3. На экране появится окно **Спираль1**. В этом окне необходимо указать основные параметры спирали. Если в области **Определения внес** выбрать опцию:
   - **Шаг и вращение**, то необходимо указать шаг спирали (расстояние между витками) и вращение (количество витков);
   - **Высота и вращение**, в этом случае необходимо указать высоту (длину спирали) и вращение (количество витков);

- **Высота и шаг**, при этом необходимо указать общую длину спирали и расстояние между витками;
- **Спираль**, тогда можно нарисовать геликоид.

4. Нарисуем спираль со следующими параметрами: высота 100 мм, вращение 5 витков; начальный угол 0.00 градусов; витки закручиваются против часовой стрелки (рис. 3.61).

Примечание

При необходимости можно создать конусную спираль, активизировав соответствующий флажок в окне **Спираль** и указав угол конуса.

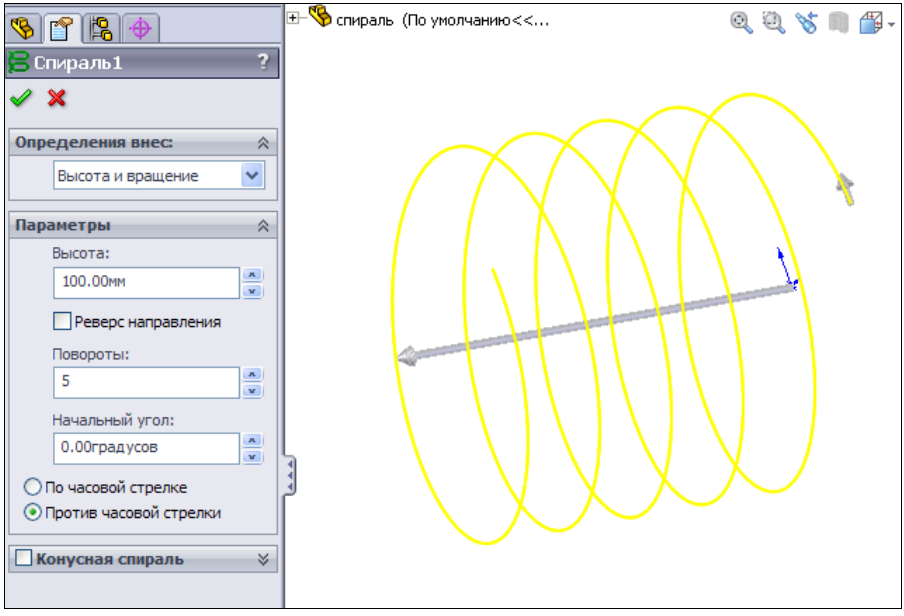


Рис. 3.61

5. На плоскости **Сверху** построим эскиз окружности (сечение спирали). Центр окружности должен совпадать с концом спирали, для этого можно установить соответствующие взаимосвязи. Пусть окружность имеет диаметр 10 мм (рис. 3.62).
6. Затем построим элемент по траектории, нажав кнопку **Бобышка/основание по траектории**, или воспользуемся командой меню **Вставка | Бобышка/Основание | По траектории...**.
7. В окне **По траектории**, в области **Профиль и направление**, выделим профиль — **Эскиз2** и траекторию — **Спираль1** (рис. 3.63).
8. Закончим построение, нажав кнопку **OK**.

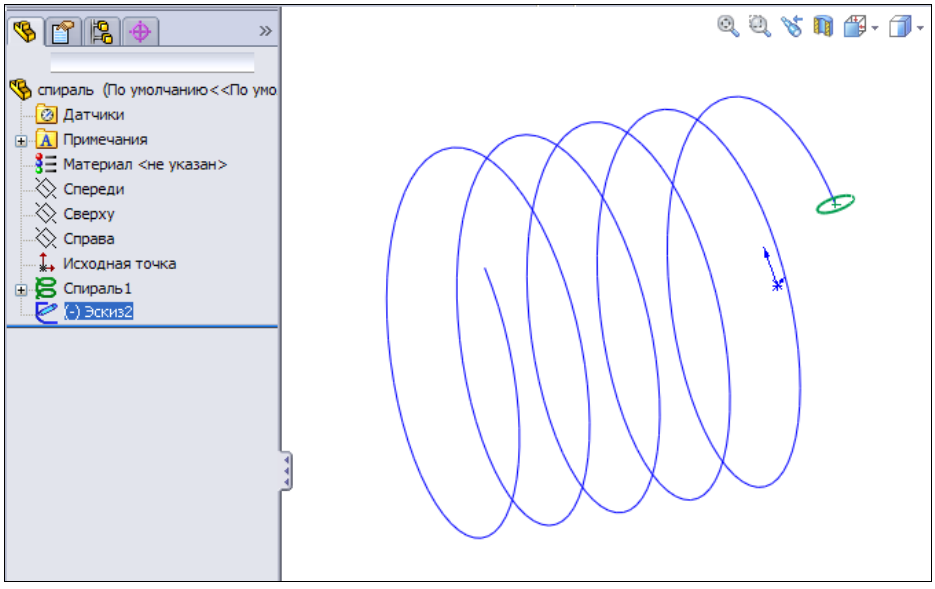


Рис. 3.62

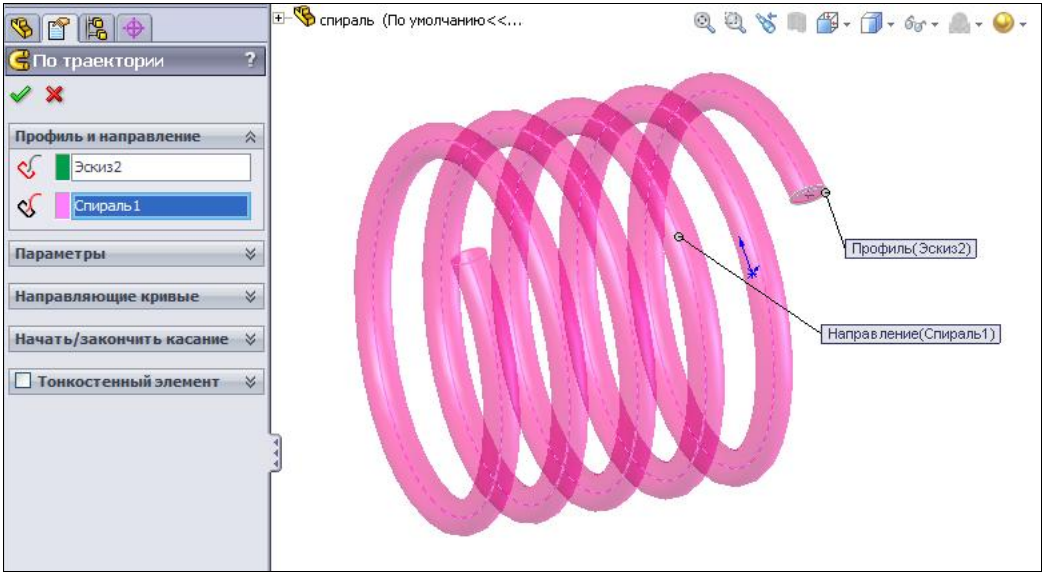


Рис. 3.63

3.4. Задания для самостоятельной работы

По заданным далее чертежам постройте модели, используя команды **По сечениям** и **По траектории**.

Задание 1

Постройте объемную модель согласно чертежу (рис. 3.64).

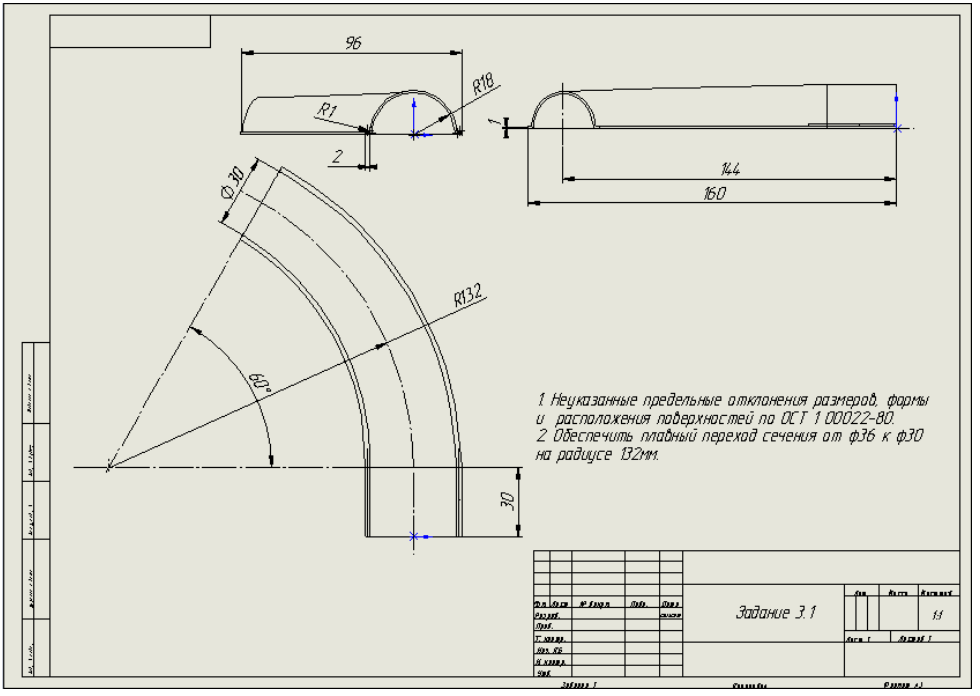


Рис. 3.64

Задание 2

Постройте объемную модель согласно чертежу (рис. 3.65).

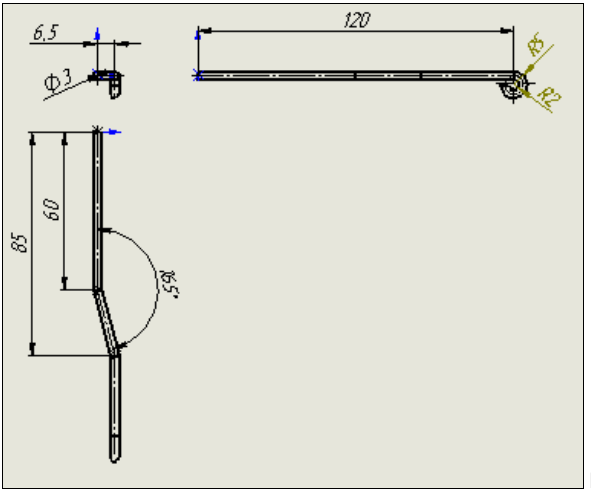


Рис. 3.65

Задание 3

Постройте объемную модель согласно чертежу (рис. 3.66). Постройте вырез, используя команду **Вырез | По сечениям**.

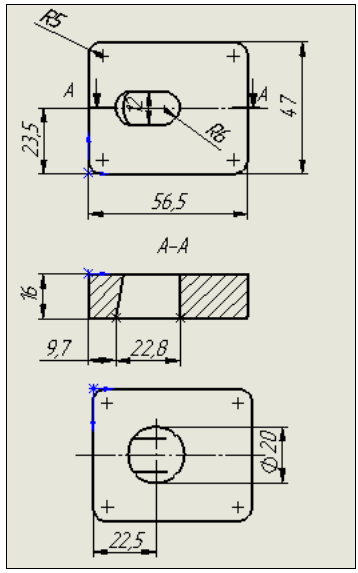


Рис. 3.66

Задание 4

Постройте модель согласно чертежу (рис. 3.67).

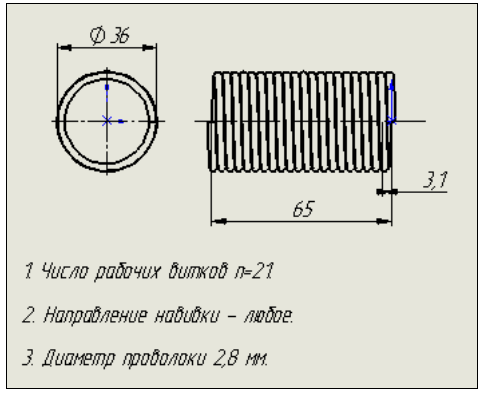


Рис. 3.67



ЗАНЯТИЕ 4

Формирование чертежа

4.1. Основные правила создания чертежей

SolidWorks 2010 позволяет достаточно просто генерировать чертежи созданных в нем деталей, узлов и изделий. Чертежи поддерживают двустороннюю ассоциативную связь с 3D-моделями. При внесении изменений в модель ее чертеж автоматически модифицируется в соответствии с ними. И наоборот, если пользователь изменяет какой-либо управляющий размер на чертеже, это сразу же отражается в 3D-модели.

4.1.1. Установка шрифтов и шаблонов SolidWorks

Чтобы текст на чертежах по начертанию соответствовал ЕСКД (ГОСТ 2.304-81 Шрифты чертежные), в операционную систему Windows необходимо добавить соответствующие шрифты. Так как SolidWorks 2010 пользуется шрифтами, установленными в Windows, то для установки шрифтов скопируйте файлы шрифтов из каталога `Шрифты ГОСТ`, расположенного в корневой папке прилагаемого компакт-диска, в папку `Fonts` системы Windows. Обычно если система Windows устанавливается на диск `C:\`, то эта папка располагается по следующему пути: `C:\Windows\Fonts`. Данная папка по умолчанию является скрытой. После копирования файлов шрифтов проверьте корректность их установки. Для этого в Windows пройдите путь: `Пуск\Настройка\Панель управления\Шрифты`. В открывшемся окне установленных шрифтов проверьте наличие файлов `Gost_a.ttf` и `Gost_b.ttf`.

Далее установите в SolidWorks 2010 шаблоны документов (**Деталь**, **Сборка** и **Чертеж**), которые уже настроены для работы в соответствии с ЕСКД.

> ***Примечание***
>
> **Шаблон** чертежа — специальный тип файлов SolidWorks 2010 с расширением **drwdot**, с выполненными и сохраненными в них предопределенными настройками. В файле шаблона чертежа содержатся настройки по умолчанию для отображения размеров, стрелок размеров, размерных и выносных линий, примечаний других видов.

Для этого скопируйте папку `Templates` из корневой папки прилагаемого компакт-диска в каталог установки SolidWorks 2010 `C:\Program Files\SolidWorks Corp\`

`SolidWorks\Data`. Теперь запустите программу SolidWorks 2010 и в строке меню выберите **Инструменты | Параметры** или просто нажмите кнопку — **Параметры**. Откроется окно **Настройки пользователя**. Затем щелкните мышью по разделу **Месторасположение файлов**. Откроется диалоговое окно **Настройки пользователя — Месторасположение файлов**, показанное на рис. 4.1, в котором проверьте, чтобы в списке **Отобразить папки для:** был выбран параметр **Шаблоны документов**. Затем нажмите кнопку **Добавить**. Далее в окне **Обзор папок** выберите путь к скопированной папке `C:\Program Files\SolidWorks Corp\SolidWorks\Data\Templates`. Выбранный путь должен отобразиться в области Папки (рис. 4.1).

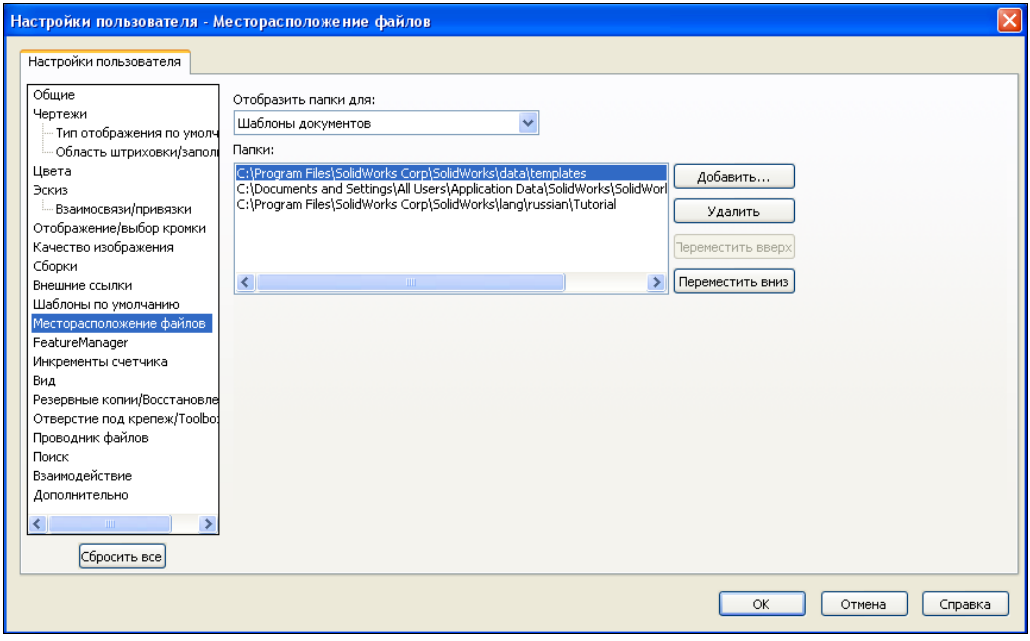


Рис. 4.1

Далее щелкните мышью по разделу **Шаблоны по умолчанию**. Откроется диалоговое окно **Настройки пользователя — Шаблоны по умолчанию**, показанное на рис. 4.2.

В этом окне требуется установить пути к скопированным файлам шаблонов. Вначале в правой части окна показаны пути к файлам, установленным в SolidWorks 2010 по умолчанию. Для очистки путей по умолчанию нажмите кнопку Сбросить все и на запрос системы об изменении настроек на заводские нажмите кнопку **Да**.

Теперь для задания нового пути к шаблону **Деталь** нажмите кнопку ... — **Найдите шаблон по умолчанию** и в открывшемся окне **Новый документ SolidWorks** выберите вкладку **Шаблоны** и щелкните мышью по элементу **Деталь_ESKD**. Нажмите кнопку **OK**. Указанный путь отобразится в окне **Настройки пользователя**.

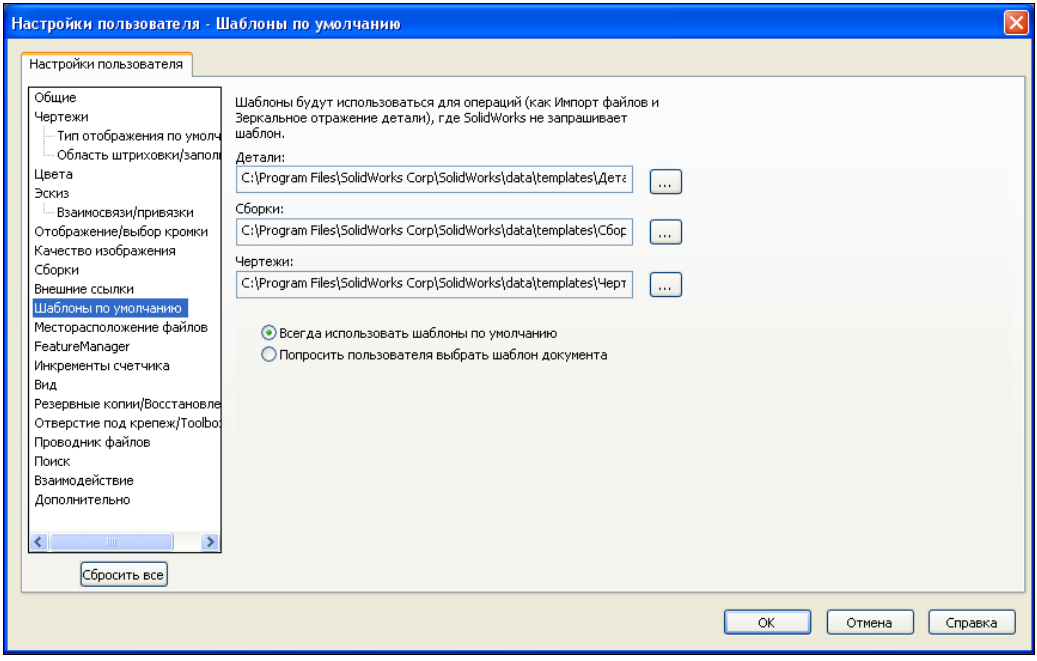


Рис. 4.2

Аналогичную процедуру проделайте для остальных шаблонов: для элемента **Сборки** выберите шаблон **Сборка_ESKD**, а для элемента **Чертежи** — шаблон **Чертеж_ESKD**. После этого установите флажок **Всегда использовать шаблоны по умолчанию** (рис. 4.2) и нажмите кнопку **OK**. Теперь при открытии любого нового документа в SolidWorks 2010 будут использованы шаблоны, адаптированные для проектирования деталей и создания чертежей в соответствии с ЕСКД.

Далее установите шаблоны стандартных форматок чертежей размерами от А0 до А4 со штампом основной надписи, применяемых при создании чертежей. Пользователи, конечно же, могут создать свои собственные форматки и сохранить их как шаблоны. Или могут исправить предлагаемые в этом издании форматки и также сохранить их как шаблоны. Предлагаемые пользователю форматки позволяют быстро создать полноценный чертеж со всеми атрибутами, требуемыми в соответствии с ЕСКД. Для этого скопируйте папку `Format`, расположенную в корневой папке прилагаемого компакт-диска, в каталог установки SolidWorks 2010 `C:\Program Files\SolidWorks Corp\SolidWorks\Data\Templates`. Далее снова откройте окно **Настройки пользователя** и в окне **Отобразить папки для:** установите параметр **Основные надписи**. Затем нажмите кнопку **Добавить**. Далее в окне **Обзор папок** выберите путь к скопированной папке `C:\Program Files\SolidWorks Corp\SolidWorks\Data\Templates\Format`. Выбранный путь должен отобразиться в области **Папки** (рис. 4.3).

Теперь при открытии шаблона **Чертеж** кроме форматок по умолчанию будут предлагаться стандартные форматки размеров от А0 до А4 и спецификаций. Форматы стандартизованы в ГОСТ 2.301-68.

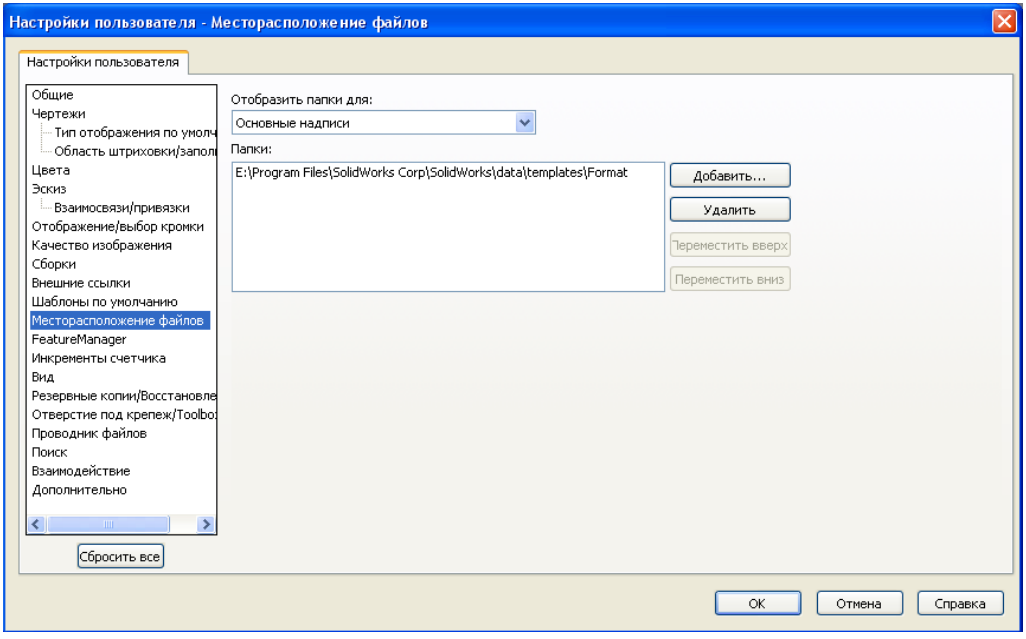


Рис. 4.3

После задания шрифтов закройте все окна через кнопку **OK** и сохраните шаблон. Теперь при открытии нового чертежа шрифты будут уже настроены.

4.1.2. Создание нового чертежа

Запустите программу, выберите команду меню **Файл | Новый**, щелкните кнопку **Двухмерный технический чертеж** 

и затем нажмите кнопку **OK**. Появится диалоговое окно **Формат листа/Размер** (рис. 4.4). Установите переключатель **Стандартный размер листа**, если он не установлен по умолчанию. Сбросьте флажок **Отобразить только стандартные форматы**. Ниже в списке расположены шаблоны для чертежей в соответствии со стандартом ЕСКД. Если же у вас нестандартный лист, установите переключатель в положение **Пользовательский размер листа** и задайте ширину и высоту чертежа в миллиметрах.

Для учебных целей выберите стандартный размер листа А3 (форматка `ESKD_a3_1`). Нажмите кнопку **OK**. Появится пустой лист чертежа со штампом основной надписи.

Как и в других подобных случаях, в инструментальную палитру загрузился соответствующий набор команд. Сейчас это команды работы с чертежом. Проверьте, установлен ли переключатель **Инструменты | Параметры | Настройки пользователя | Чертежи | Тип отображения по умолчанию** в положение **Невидимые линии отображаются**, для того чтобы показывать на чертеже пунктирными линиями невидимые линии модели. В любой момент можно изменить настройки пользователя по своему усмотрению. После настройки нажмите кнопку **OK**.

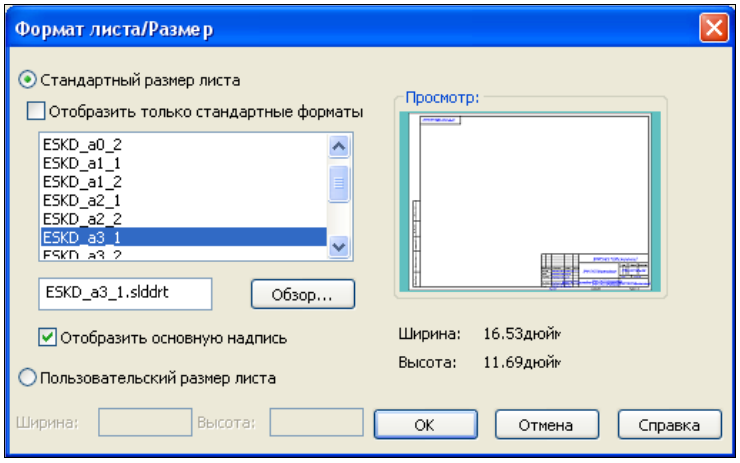


Рис. 4.4

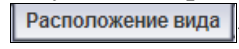
Обратите внимание, что рядом с курсором появился значок  , который означает, что необходимо выбрать чертежный вид. Но у нас пока только чистый лист ватмана со штампом и нет ни одного вида. Сейчас можно пойти по одному из двух путей.

- Построить три стандартных вида детали, нажав кнопку **3 стандартных вида** 

в панели инструментов **Чертеж.** При этом можно будет добавить три стандартных ортогональных вида.

- Построить один вид по выбранной модели, нажав кнопку **Вид модели** 

в панели инструментов **Чертеж**. При этом можно будет добавить ортогональный или именованный вид на основе существующей детали.

Воспользуемся первым способом и нажмем кнопку **3 стандартных вида** в панели инструментов **Чертеж** или откроем вкладку 

. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **3 стандартных вида**, в котором нужно нажать кнопку **Обзор**. В появившемся окне **Открыть** необходимо выбрать спроектированную деталь.

4.1.3. Создание трех стандартных видов

Создадим чертеж хомута, спроектированного на *занятии 2*. Для этого выберите сохраненный ранее файл `Хомут.sldprt` и нажмите кнопку **Открыть**. Результат представлен на рис. 4.5 — главный вид и два проекционных вида.

Правда, сейчас главный и проекционный виды расположены на чертеже неверно. Верхний проекционный вид необходимо опустить вниз, а главный вид со вторым проекционным видом поднять наверх.

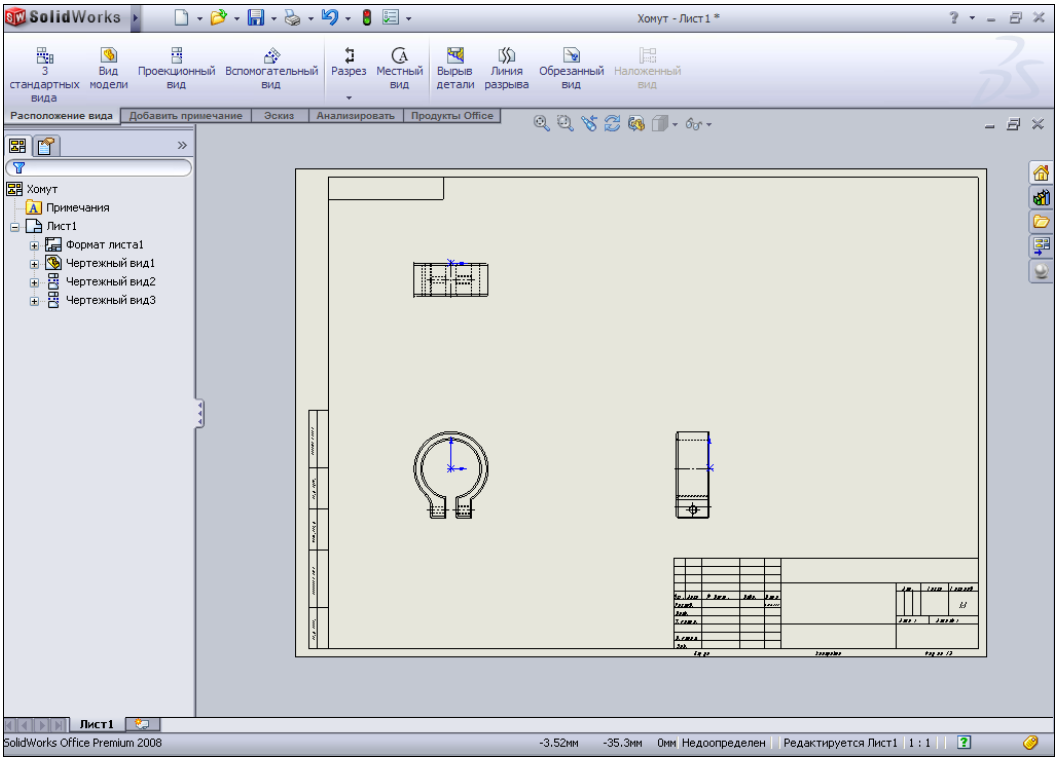
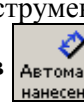


Рис. 4.5

4.1.4. Перемещение видов на чертеже

Для перемещения вида подведите к нему курсор, рядом с курсором появится значок  . После этого захватите вид мышью и переместите на требуемое место чертежа. В итоге вы должны получить такое размещение видов, как на рис. 4.6.

Вначале виды загрузились без размеров. Но поскольку при создании эскиза мы задавали размеры, то эти размеры можно сразу проставить на чертеже. Для этого выберите из меню **Вставка | Элементы модели**  . В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Элементы модели**, показанное на рис. 4.6. Задайте параметры, как указано на иллюстрации, и нажмите кнопку **OK**  . На всех видах появятся размеры (рис. 4.6). Если какие-либо размеры не нужны, просто щелкните мышью по этому размеру и нажмите клавишу <Delete>. Если же необходимо, наоборот, поставить какой-либо размер, в панели инструментов **Чертеж** нажмите мышью кнопку **Автоматическое нанесение размеров** 

и нанесите размер так, как вы делали это в эскизах. В дальнейшем добавлять или удалять размеры можно в любой момент формирования чертежа.

Таким образом, мы создали лист чертежа и нанесли на него три стандартных вида детали. Теперь в качестве тренировки попробуйте создать такие же виды, но ис-

пользуя команду **Вид по модели** и создавая чертеж с нуля. После тренировки продолжим рассматривать свойства видов.

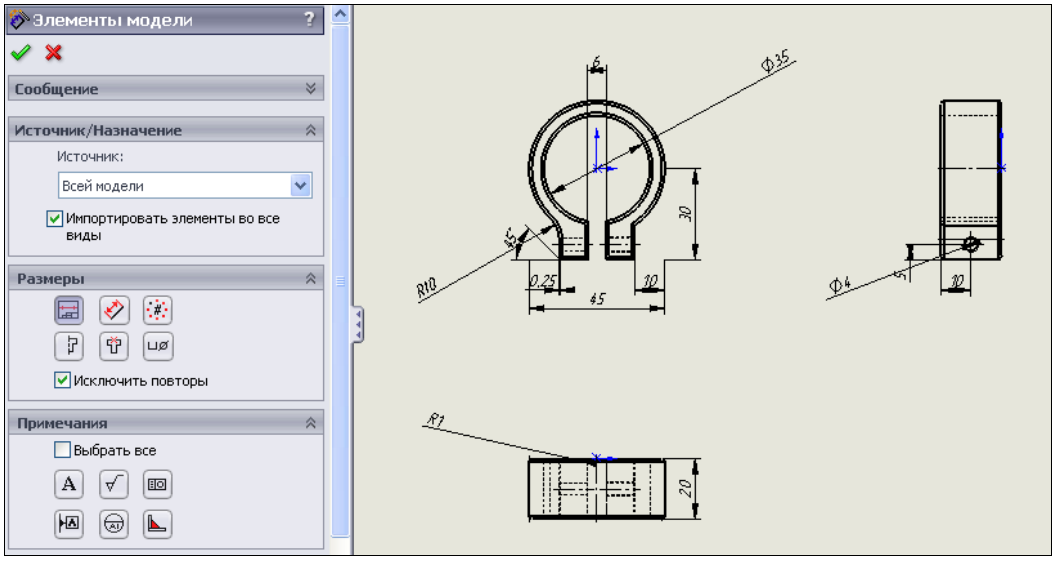


Рис. 4.6

4.1.5. Изменение масштаба вида

У каждого созданного вида можно изменять свойства, например масштаб. Давайте изменим масштаб главного вида. Для этого подведите курсор к виду и, когда появится красный прямоугольник из пунктирных линий вокруг вида (указатель мыши примет следующий вид ), нажмите левую кнопку мыши. В **Менеджере свойств** должно появиться диалоговое окно **Чертежный вид1**.

Если область **Масштаб** не открыта, откройте ее, установите переключатель **Использовать масштаб пользователя** и укажите масштаб вида, например, 2:1 (рис. 4.7). Нажмите кнопку **OK**  . Обратите внимание, что также изменился масштаб зависимых проекционных видов. Если вам необходимо оставить масштаб проекционных видов без изменений, проделайте ту же процедуру изменения масштаба, но только для каждого конкретного вида.

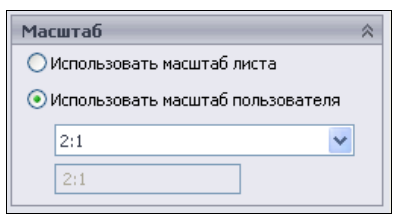
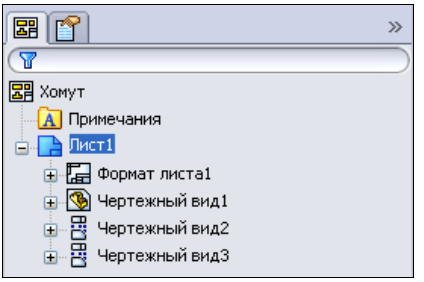


Рис. 4.7

4.1.6. Использование *Дерева Конструирования*

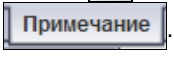
Посмотрите в левую верхнюю область экрана, и вы увидите структуру, напоминающую **Дерево Конструирования** при создании эскизов и деталей (рис. 4.8).

Рис. 4.8



В данном случае это **Дерево Конструирования** чертежей. В этом дереве отображаются все созданные листы и виды. С помощью него вы можете изменять свойства листа и созданных видов. Например, если нужно откорректировать основную надпись чертежа (а это придется делать обязательно), подведите курсор к строчке **Формат листа1** и нажмите правую кнопку мыши. В контекстном меню щелкните уже левой кнопкой мыши по строчке **Редактировать основную надпись**. Программа тут же скроет все виды и даст возможность редактировать основную надпись чертежа с помощью инструмента **Заметка**, находящегося в панели инструментов **Примечания**. Просто щелкните мышью по полю, которое требуется отредактировать, и введите необходимый текст, например, так, как показано на рис. 4.9.

Примечание

Если панели инструментов **Примечания** нет на экране и инструмент **Заметка** недоступен, то добавьте эту панель с помощью **Инструменты | Настройка** и установите флажок напротив пункта **Примечания**  . В появившейся панели выберите инструмент **Заметка**  . К панели **Примечания** можно также получить доступ, открыв вкладку 

.

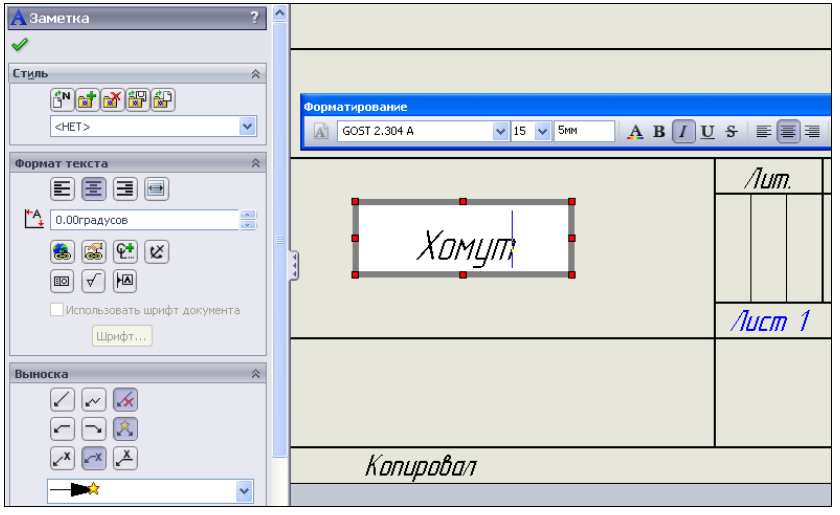


Рис. 4.9

Чтобы вернуться к редактированию чертежа, закройте окно **Форматирование**, снова подведите курсор в **Дереве Конструирования** к строчке **Формат листа1** и нажмите правую кнопку мыши. В контекстном меню выберите **Редактировать лист**. Программа вернется к редактированию чертежа.

4.1.7. Удаление вида

С помощью **Дерева Конструирования** можно удалять ненужные виды. Давайте удалим правый и нижний проекционные виды под именами **Чертежный вид2** и **Чертежный вид3**.

1. Для этого подведите курсор к имени вида в **Дереве Конструирования** и нажмите правую кнопку мыши.
2. В контекстном меню выберите пункт **Удалить** (рис. 4.10). Программа запросит подтверждение удаления.
3. В окне подтверждения будут указаны все зависимые элементы, которые также будут удалены. Поскольку у нашего вида нет зависимых элементов, то это поле осталось пустым (рис. 4.11).
4. Нажмите кнопку **Да**, и вид пропадет с чертежа. Аналогично удалите и второй вид.

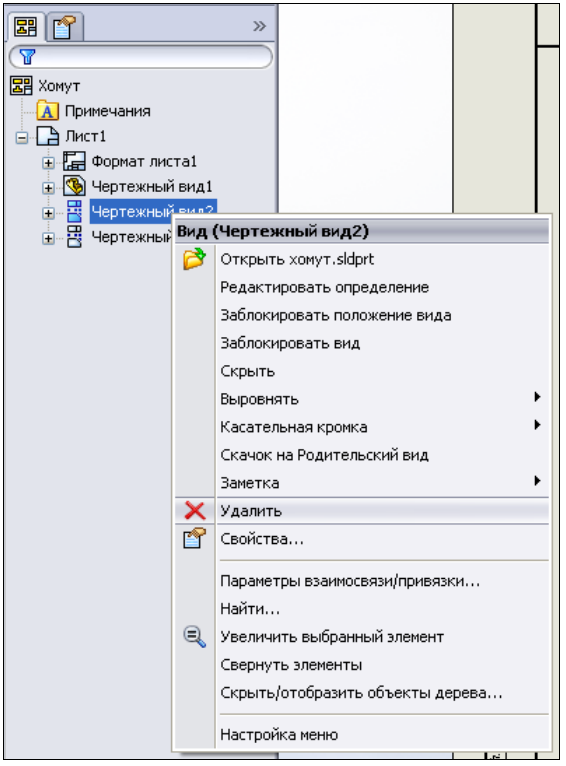


Рис. 4.10

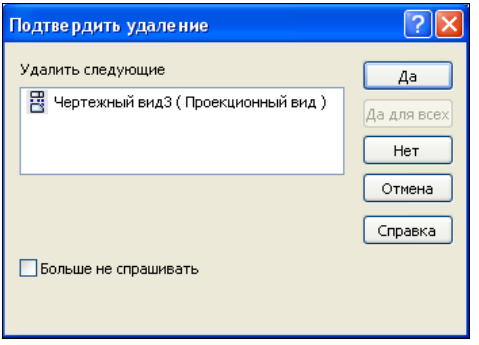


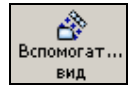
Рис. 4.11

Примечание

Вид можно удалить и другим способом: наведите курсор на вид до появления красного прямоугольника из пунктирных линий вокруг вида и нажмите правую кнопку мыши. В контекстном меню нажмите на пункт **Удалить**. Дальнейшие действия выполняются аналогично.

4.1.8. Создание вспомогательного вида

Поскольку в предыдущем разделе мы удалили нижний проекционный вид, вместо него давайте создадим вспомогательный вид снизу.

1. Для этого нажмите кнопку **Вспомогательный вид** 

в панели инструментов **Чертеж**. При этом рядом с курсором появится следующий значок  .
2. В открывшемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Вспомогательный вид** появится сообщение о необходимости выбрать справочную кромку. В качестве кромки выберите самую нижнюю горизонтальную линию главного чертежного вида **Чертежный вид1** (рис. 4.12).
3. Тут же появится дополнительный вид снизу со стрелкой вверх и буквой **А.** Полученный вид будет перемещаться только по вертикали, т. к. он привязан к главному виду.
4. Чтобы отцепить его, нажмите клавишу <Ctrl> и перетащите мышью созданный вид в необходимое место. Стрелку и обозначение вида также можно перенести, зацепив мышью. На полученном виде ножки хомута уже изображены сплошными линиями, т. к. в данном случае они становятся видимыми.

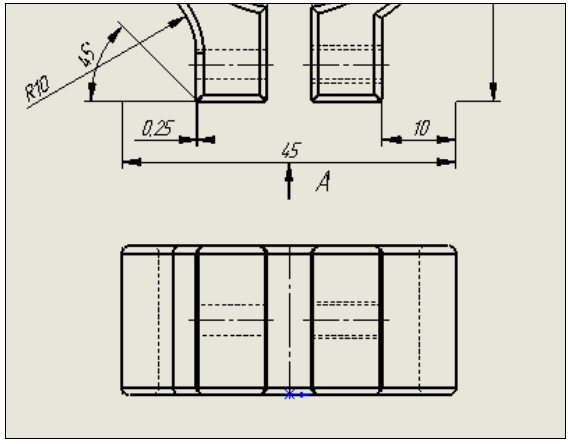


Рис. 4.12

Примечание

Нумерация видов идет автоматически, но только латинскими буквами, поэтому чтобы изменить букву на кириллицу, необходимо щелкнуть мышью по стрелке и в открывшемся окне **Чертежный вид** в области **Стрелка** изменить букву (рис. 4.13).

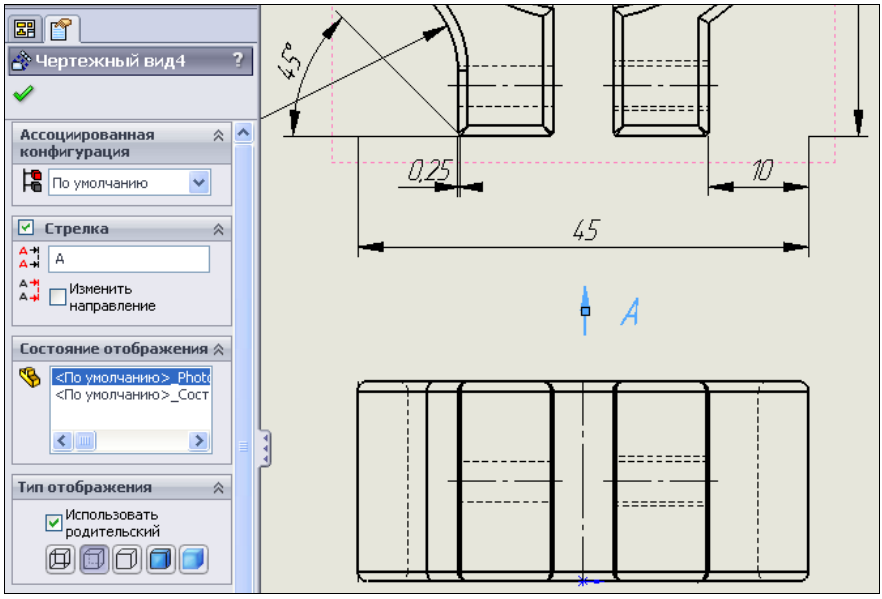
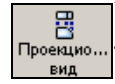


Рис. 4.13

4.1.9. Создание проекционного вида из полученных видов

Разнесите полученные виды, чтобы добавить еще один вид. Теперь в панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку **Проекционный вид** 

. Затем, в соответствии с полученным сообщением, выберите в качестве исходного вида главный вид и щелкните его левой кнопкой мыши.

Давайте из этого вида построим изометрический вид.

1. Для этого отведите указатель мыши вправо и вниз, пока не появится изометрическое изображение вида, показанное на рис. 4.14. Если вид появился за пределами чертежа или перекрывает основную надпись, ничего страшного: просто щелкните мышью по полю, чтобы зафиксировать вид. Это может происходить вследствие того, что каждому построенному виду отводится определенная область на чертеже и вновь появившийся вид начинает на него "наезжать".

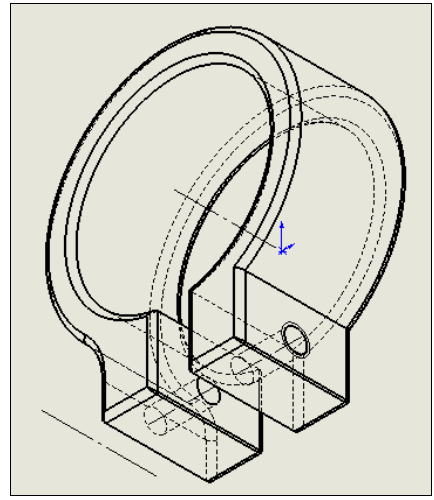


Рис. 4.14

2. Теперь, чтобы построенный вид оказался в центре чертежа, просто перетащите его, как обычно, мышью. Можно также нажать клавишу <Ctrl>, отцепить вид и перетащить его в нужное место.
3. После создания вида нажмите в окне **Проекционный вид** кнопку **OK** .

4.1.10. Создание нового листа

Если на один лист информация о детали не умещается, необходимо добавить еще листы.

1. Для добавления нового листа щелкните правой кнопкой мыши в **Дереве Конструирования** чертежей на строчке **Лист1** (или любом листе, если у вас их несколько) и в выпадающем меню выберите пункт **Добавить лист...** (рис. 4.15).

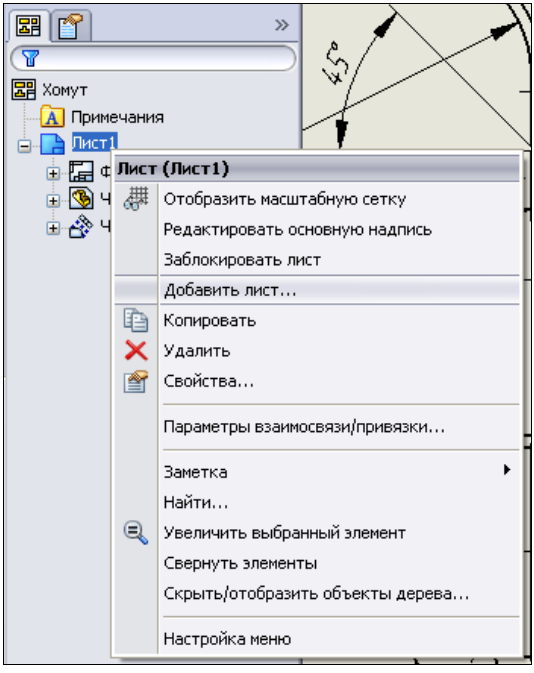


Рис. 4.15

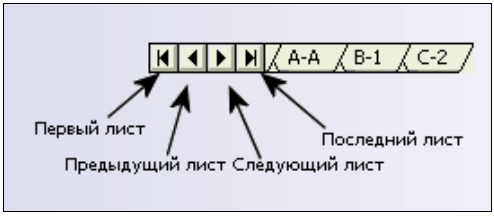


Рис. 4.16

2. Дальнейшие действия вам уже известны. Для перехода между листами щелкните правой кнопкой мыши на требуемом листе и в выпадающем меню выберите пункт **Активизировать.** Таким образом, перейдите опять на чертеж **Лист1.**

Примечание

Управлять переключениями между листами можно также с помощью кнопок, расположенных в левой нижней части экрана, показанной на рис. 4.16. Там же можно добавить новый лист, нажав кнопку **Добавить лист** .

4.1.11. Копирование и вставка видов

В SolidWorks 2010 можно вырезать, копировать и вставлять чертежные виды как в пределах одного листа, так и из одного листа в другой. Можно также перетаскивать виды из листа в лист внутри одного документа чертежа. Давайте перенесем или скопируем созданный изометрический вид с **Лист1** на вновь созданный **Лист2**.

1. Для этого активизируйте чертежный изометрический вид путем выбора вида либо на листе, либо в **Дереве Конструирования** чертежей.
2. Теперь нажмите кнопку **Вырезать** или **Копировать** на панели инструментов **Стандартная** или выберите команду меню **Правка | Вырезать** или **Копировать**.
3. Затем активизируйте **Лист2**, укажите мышью место и нажмите кнопку **Вставить** на панели инструментов **Стандартная** или выберите команду меню **Правка | Вставить**. Ассоциативная связь при переносе или копировании вида сохраняется. Далее с видом можно работать как обычно.

Примечание

Переместить или скопировать вид можно также при помощи **Дерева Конструирования**. Для того чтобы переместить вид, захватите мышью и перетащите значок чертежного вида в **Дереве Конструирования** на значок целевого листа (при помещении на значок листа указатель примет форму) (рис. 4.17). Для того чтобы копировать вид, удерживая клавишу <Ctrl>, захватите мышью и перетащите значок чертежного вида в **Дереве Конструирования** на значок целевого листа. Скопированный или перемещенный вид появляется на целевом листе в том же месте, в котором он находился на исходном. После копирования или перемещения можно изменить положение вида на листе, перемещая его мышью.

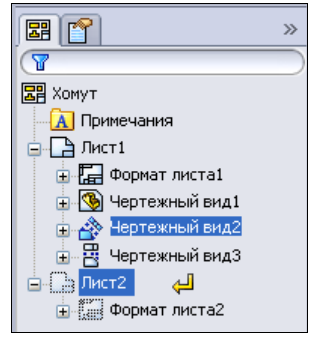


Рис. 4.17

4.1.12. Сохранение чертежа

Сохраните чертеж, выбрав команду **Файл | Сохранить** или нажав кнопку **Сохранить** в панели инструментов **Стандартная**. Поскольку чертеж формировался с исходной модели **Хомут**, программа в появившемся окне **Сохранить как** сама предлагает сохранить чертеж под именем `Хомут.slddrw`. Вам остается только лишь нажать кнопку **Сохранить**. В дальнейшем программа больше не будет запрашивать имя файла.

4.2. Возможности SolidWorks 2010 в оформлении чертежей

В данном разделе на примере все того же хомута *(см. занятия 1 и 2)* рассмотрим основные возможности программы SolidWorks 2010 по оформлению чертежей.

Если вы уже успели закрыть файл `Хомут.slddrw`, откройте его снова. Теперь чтобы дальнейшие наши построения не загромождали имеющиеся на видах размеры, удалите их все. Как вы уже поняли, размеры можно быстро восстановить.

4.2.1. Создание разреза

Нажмите на вкладку Расположение вида, чтобы появилась инструментальная панель **Чертеж**. Возможно, что она уже отображена на экране. В панели инструментов выберите команду **Разрез** Разрез, постройте вертикальную линию, пересекающую главный вид чертежа, чтобы получить вертикальный след секущей плоскости. В месте расположения курсора должен появиться образец разреза (рис. 4.18).

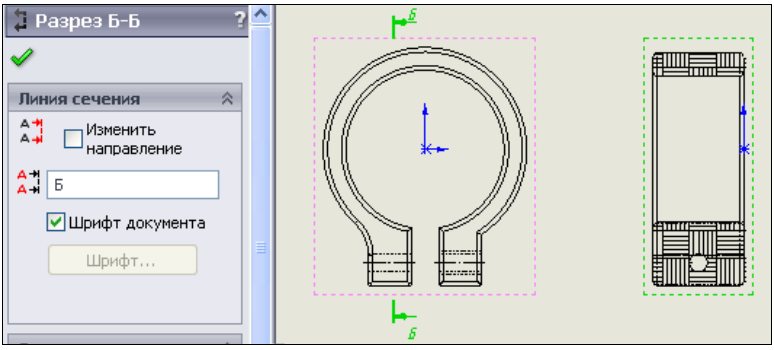


Рис. 4.18

Образец будет перемещаться вдоль горизонтальной линии, т. к. он привязан к виду. Чтобы разорвать связь, нажмите клавишу <Ctrl> и поместите разрез в требуемое место. Щелкните левой кнопкой мыши. Может оказаться, что секущая плоскость проходит не в том месте вида, где требуется. Тогда следует захватить мышью линию, представляющую эту плоскость на виде, и перетащить на новое место. После такой операции необходимо провести обновление чертежа, нажав кнопку **Перестроить**. Новый вид будет построен также с размерами, а в **Дереве Конструирования** появится новый элемент **Разрез В-В**. Измените букву В на Б в диалоговом окне **Разрез**, расположенном в **Менеджере свойств.**

Обратите внимание, что штриховка, выполненная программой по умолчанию, не соответствует штриховке для металлов, требуемой по ЕСКД. Это случилось потому, что при создании детали **Хомут** мы не указали материал, из которого он сделан. Давайте изменим штриховку на правильную. Для этого откройте файл детали `Хомут.sldprt`, если он у вас не открыт. В **Дереве Конструирование** имеется пункт **Материал <не указан>**. Чтобы задать материал, наведите курсор мыши на этот пункт и нажмите правую кнопку. В выпадающем меню выберите материал, например, **Простая углеродистая сталь** (рис. 4.19).

Если данного материала нет в меню, то щелкните мышью по пункту **Редактировать материал**. Откроется диалоговое окно **Материал**, показанное на рис. 4.20, в котором можно выбрать материал или создать свой собственный, если

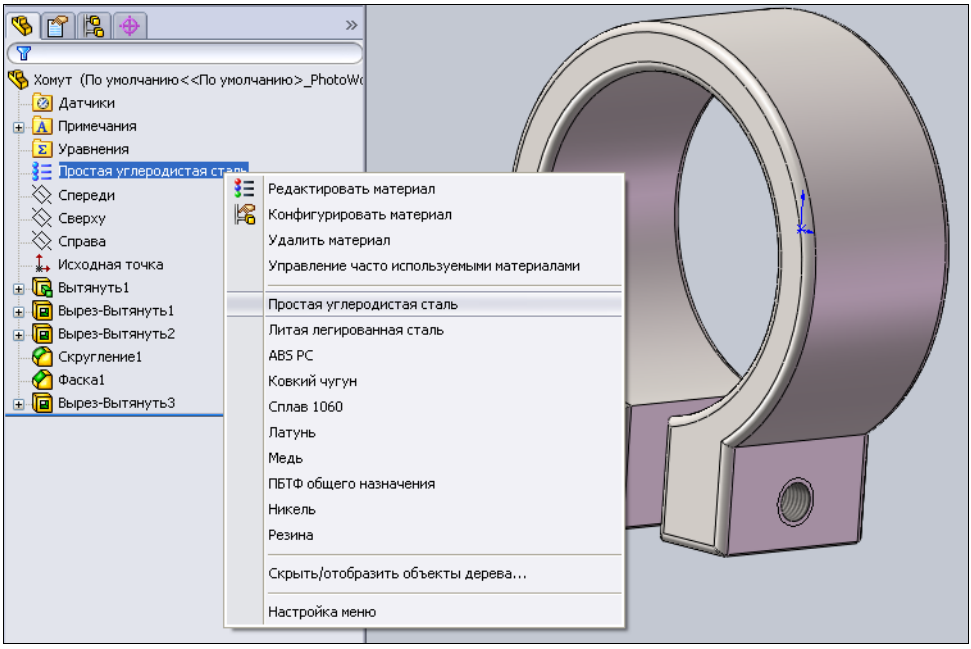


Рис. 4.19

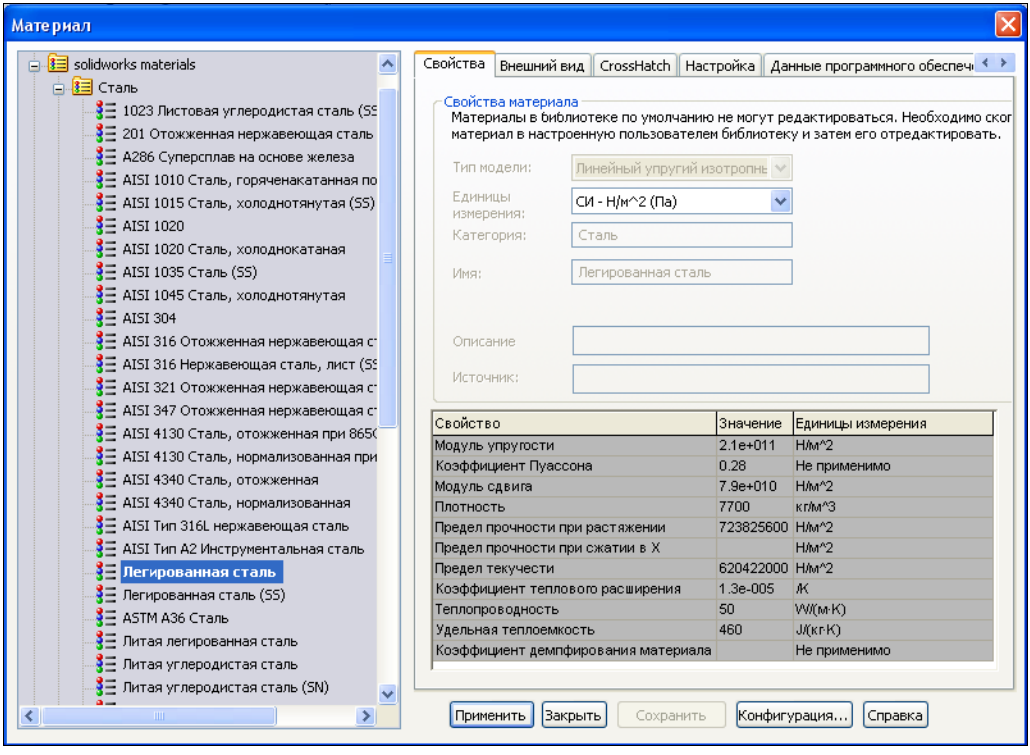


Рис. 4.20

этого материала нет в базе. Все материалы в базе структурированы в **Дереве материалов**, подобном **Дереву Конструирования**.

Примечание

Материалы, которые идут в составе программы SolidWorks 2010, сохранены в библиотеке материалов **solidworks materials** и не доступны для редактирования — ими можно только пользоваться. Если необходимо использовать свой собственный материал, то сначала требуется создать пользовательскую библиотеку материалов.

Для создания собственного материала со своими свойствами в окне **Материал** щелкните правой кнопкой мыши на пункте **solidworks materials** и в выпадающем меню выберите **Новая библиотека** (рис. 4.21).

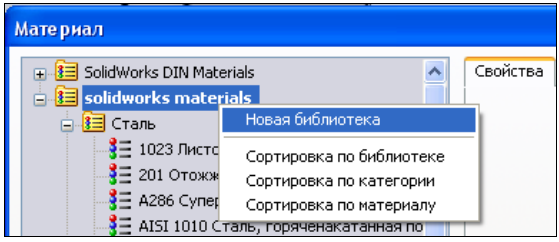


Рис. 4.21

Откроется диалоговое окно **Сохранить как**, в котором задайте имя новой библиотеки материалов, например, **Моя библиотека материалов**. В созданной библиотеке, так же как и в существующей, можно создать категории материалов. Давайте создадим категорию собственных сталей. Для этого щелкните правой кнопкой мыши по пункту **Моя библиотека материалов** и в выпадающем меню выберите пункт **Новая категория** (рис. 4.22).

В **Дереве материалов** появится новый пункт, который будет находиться в режиме редактирования. Задайте имя категории, например, **Мои стали** (рис. 4.23).

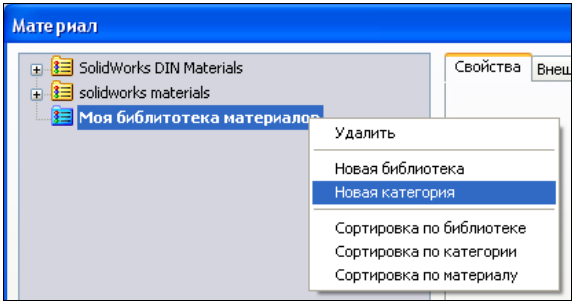


Рис. 4.22

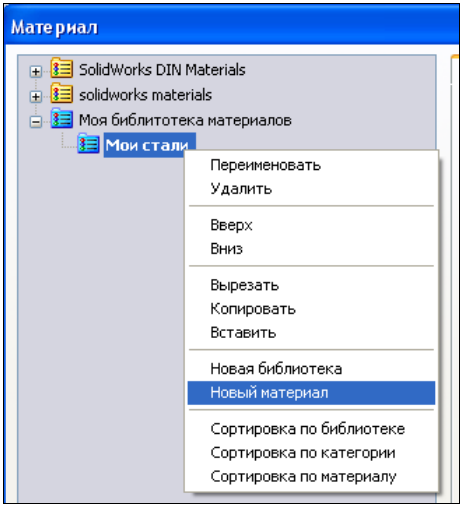


Рис. 4.23

Аналогичным образом в категории можно создать новый материал (см. рис. 4.23). Однако в этом случае нужно будет задавать свойства материала.

Если вы создаете материал со свойствами, близкими существующим в базе SolidWorks 2010, то удобнее сначала скопировать материал из этой базы и отредактировать свойства материала. Для этого в **Дереве материалов** найдите материал для копирования, например **Легированная сталь**, и щелкните на нем правой кнопкой мыши. В выпадающем меню выберите пункт **Копировать**. Далее перейдите в созданную библиотеку, щелкните правой кнопкой мыши на пункте **Мои стали** и в выпадающем меню выберите **Вставить**. В **Дереве материалов** появится новый пункт **Легированная сталь**. Но теперь этот материал можно редактировать: можно править как название материала, так и его свойства во вкладке **Свойства** (рис. 4.24). Для редактирования отдельного свойства материала щелкните левой кнопкой мыши в окошке с редактируемым свойством и при появлении курсора в данном окошке произведите изменения, вводя значения параметров материала с клавиатуры. Для задания детали выбранного или созданного материала нажмите кнопку **Применить** и далее **Закрыть**.

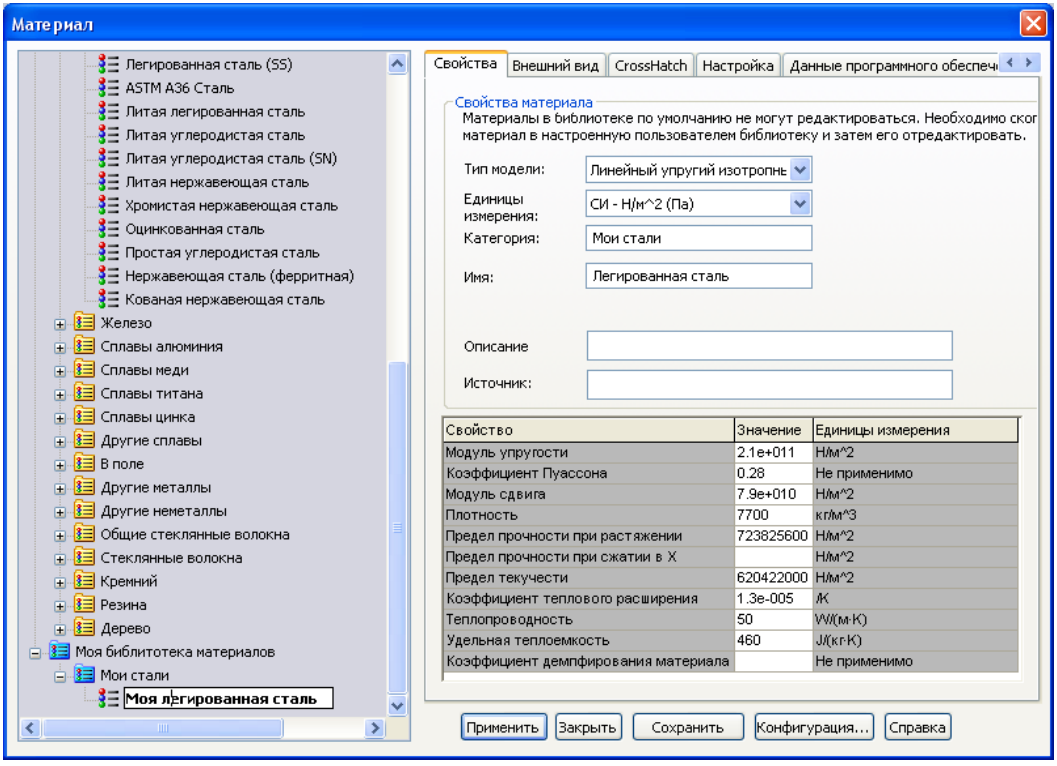


Рис. 4.24

Теперь перейдем обратно в окно чертежа хомута. Поскольку мы файл чертежа не закрывали, то для перехода выберите в меню **Окно | Хомут — Лист 1**. Обратите внимание на разрез детали — штриховка обновилась автоматически.

4.2.2. Создание местного вида

Теперь создадим местный вид нашего разреза. Вызовите команду **Местный вид** 

из панели инструментов **Чертеж**. Постройте окружность на полученном разрезе так, как это показано на рис. 4.25. В месте расположения курсора должен появиться образец местного вида. Образец переместите в требуемое место и сделайте щелчок мышью. У вас должно получиться примерно следующее (рис. 4.25).

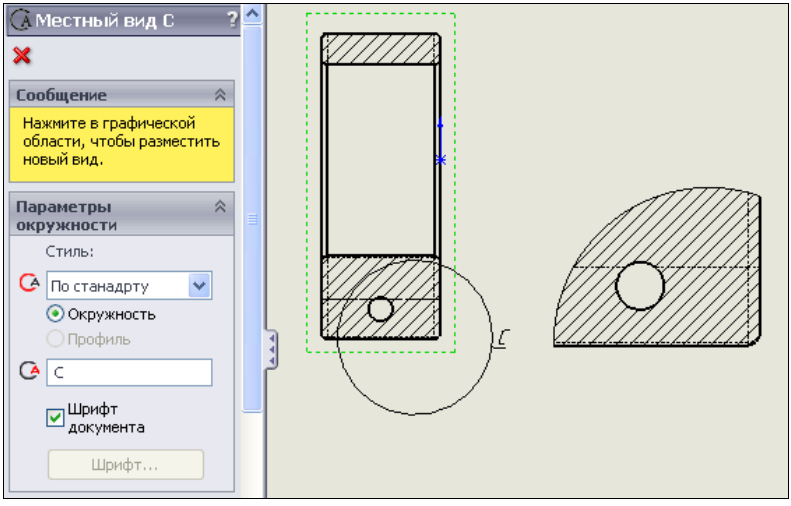


Рис. 4.25

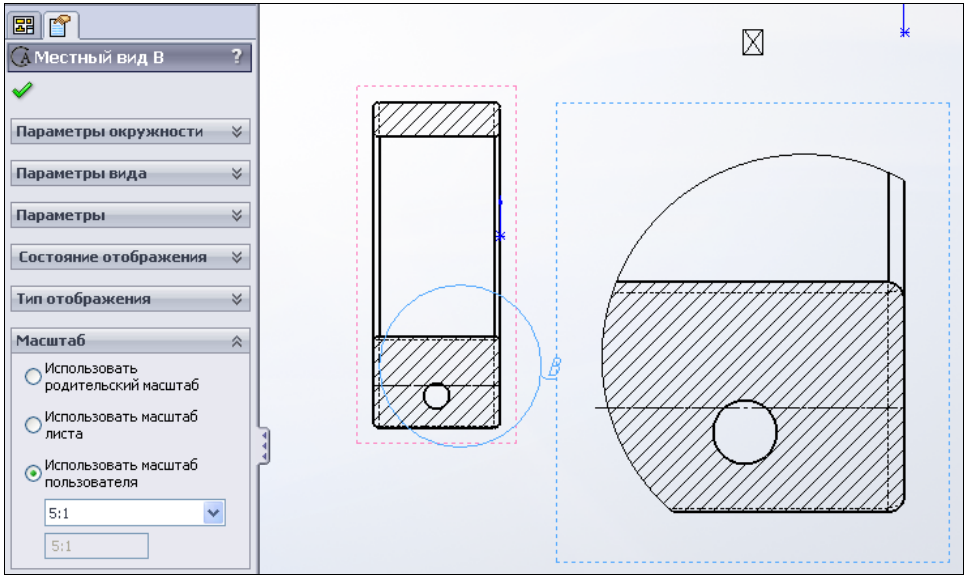


Рис. 4.26

Все построенные виды могут редактироваться. Если какой-либо вид сделать активным (щелкнуть по нему мышью), то с левой стороны экрана в **Менеджере свойств** появится диалоговое окно, в котором можно изменять параметры данного вида. Например, изменим букву и масштаб отображения местного вида:

1. Сделайте вид активным, щелкнув по нему мышью.
2. В диалоговом окне **Местный вид С** установите переключатель **Масштаб** в положение **Использовать масштаб пользователя** и в выпадающем списке выберите **Настройка пользователя**. Теперь в открывшихся чуть ниже полях установите масштаб 5:1 для увеличения изображения на чертеже (рис. 4.26) и смените букву с С на В.
3. После этого нажмите кнопку **ОК**  , и местный вид будет увеличен.

4.2.3. Скрытие видов

В некоторых случаях бывает необходимо построить вид из другого вспомогательного вида, который в дальнейшем не требуется на чертеже. Такой вид удалять нельзя, т. к. это приведет к удалению и дочерних видов. В этом случае вид надо сделать скрытым. Давайте скроем наш разрез.

1. Найдите разрез в **Дереве Конструирования** чертежей (его имя **Разрез Б-Б**), щелкните по нему правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите пункт **Скрыть** (рис. 4.27).
2. После этого появится запрос программы о скрытии зависимых видов — откажитесь от их скрытия.
3. В результате наших действий разрез исчез, а зависимый от него местный вид остался. После этой операции иногда требуется перестроить чертеж, нажав кнопку **Перестроить**  .

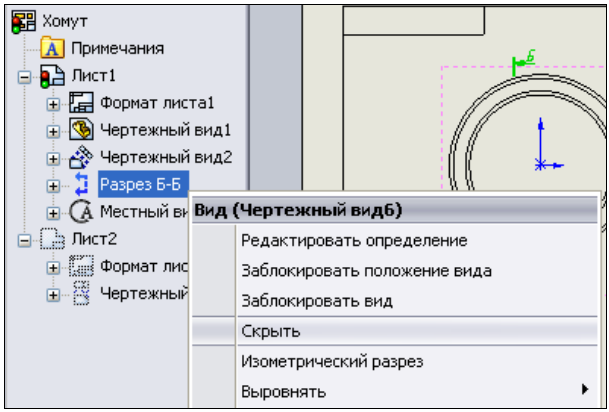


Рис. 4.27

Если вид понадобится в дальнейшем, то восстановить его изображение не составит особого труда: в **Дереве Конструирования** опять найдите **Разрез Б-Б** и на-

жмите правую кнопку мыши; в контекстном меню выберите **Отобразить.** Проделайте для тренировки эту процедуру.

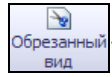
Примечание

Если в **Дереве Конструирования** рядом с каким-либо элементом возникает значок **Перестроить**  , это означает, что были сделаны такие изменения, которые требуют перестроения модели или чертежа. В этом случае последуйте указаниям и перестройте модель или чертеж, нажав кнопку **Перестроить**.

4.2.4. Использование обрезанного вида

В предыдущих двух разделах мы рассмотрели создание местного вида через разрез и скрытие того вида, из которого был получен местный вид, т. е. путем выполнения двух команд. Но местный вид можно получить путем обрезания собственного разрезанного вида, не образуя новый вид. Есть только несколько ограничений: можно обрезать любой чертежный вид, кроме местного вида, вида, с которого был создан местный вид, и вида с разнесенными частями.

Давайте получим такой же вид, как в *разд. 4.2.3*, но только другим способом:

1. Создайте новый разрез из главного вида (имеющийся скрытый разрез для этих целей не подойдет). Обозначьте его как **Разрез Г-Г**, чтобы он отличался от предыдущего разреза.
2. Теперь нажмите вкладку **Эскиз** и выберите команду рисования окружности.
3. Нарисуйте окружность примерно так, как показано на рис. 4.28. Теперь перейдите на вкладку **Расположения вида** или в панель инструментов **Чертежи** и выберите команду **Обрезанный вид** 

.

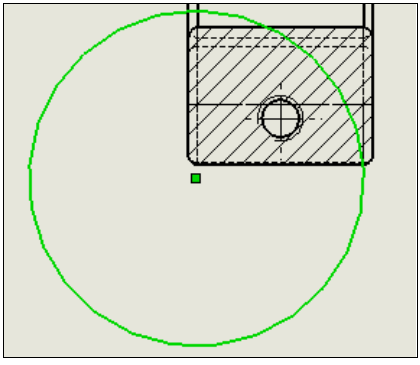


Рис. 4.28

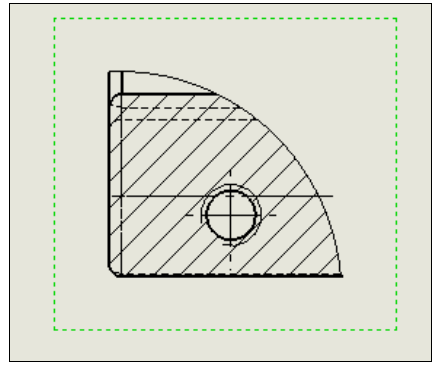


Рис. 4.29

В результате у вас должен получиться обрезанный вид разреза (рис. 4.29). При этом новый вид не образуется и имя разреза в **Дереве Конструирования** остается тем же. Таким образом, можно быстро создать местный вид одной командой в тех случаях, когда нет необходимости делать вид полного разреза детали.

4.2.5. Нанесение размеров

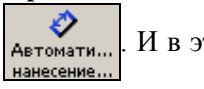
Перед началом работы мы удалили все размеры с видов. Но иногда требуется вновь быстро восстановить их.

1. В первую очередь перенесем на чертеж размеры, с помощью которых мы формировали модель.
2. Сделайте активным главный вид, щелкнув по нему мышью.
3. Далее выберите пункт **Вставка | Элементы модели...**.
4. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Элементы модели** (см. рис. 4.6).
5. Проверьте, установлены ли в области **Размеры** флажки **Выбрать все** и **Исключить повторы**, а также **Выбрать все** в области **Справочная геометрия**. Если вы в эскизах делали какие-либо примечания или устанавливали размеры, дополнительно установите в области **Примечание** флажок **Выбрать все**. В области **Источник/Назначение** в качестве значения параметра **Источник** выберите **Всей модели**. И наконец, если необходимо установить размеры на всех видах, то отметьте флажок **Импортировать элементы во все виды.**
6. Нажмите кнопку **OK**  , и все параметрические размеры появятся на чертеже.

Масштабирование и панорамирование на чертеже осуществляются уже известными командами **Изменить в размер экрана**  , **Увеличить элемент вида**  , **Переместить**  . Если положение каких-либо размеров не устраивает вас, измените их, перетащив мышью. Лишний размер можно удалить, нажав клавишу <Delete>, или скрыть, щелкнув на размере правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрав **Скрыть**. Некоторые размеры имеют смысл только при полном определении эскизов. И если такие размеры перенесены в чертеж, то их тоже необходимо удалить.

4.2.6. Нанесение дополнительных размеров

Добавим в наш чертеж несколько размеров:

1. Раскройте вкладку **Примечание** и в появившейся инструментальной панели **Примечания** выберите команду **Автоматическое нанесение размеров** 

. И в этом случае SolidWorks 2010 предлагает создавать различные типы размеров одной командой.
2. Нанесите вертикальный размер на виде снизу (рис. 4.30). Если возникают затруднения с указанием ребер на виде, воспользуйтесь командой **Увеличить элемент вида**  , которая увеличивает размеры изображения на экране. Операция масштабирования может быть выполнена без прерывания другой выполняющейся команды.

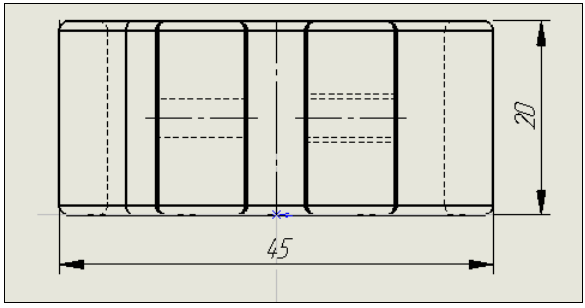


Рис. 4.30

3. Теперь нанесите диаметр на главный вид. Так как элемент не является полной окружностью, по умолчанию программа создает размер радиуса. Ничего страшного. Установите пока в выбранную позицию размер радиуса окружности.
4. Далее, чтобы сменить его на размер диаметра, щелкните по размеру правой кнопкой мыши и в выпадающем меню выберите **Параметры отображения | Отобразить как диаметр** (рис. 4.31). Значок радиуса и его величина должны преобразоваться в значок диаметра.

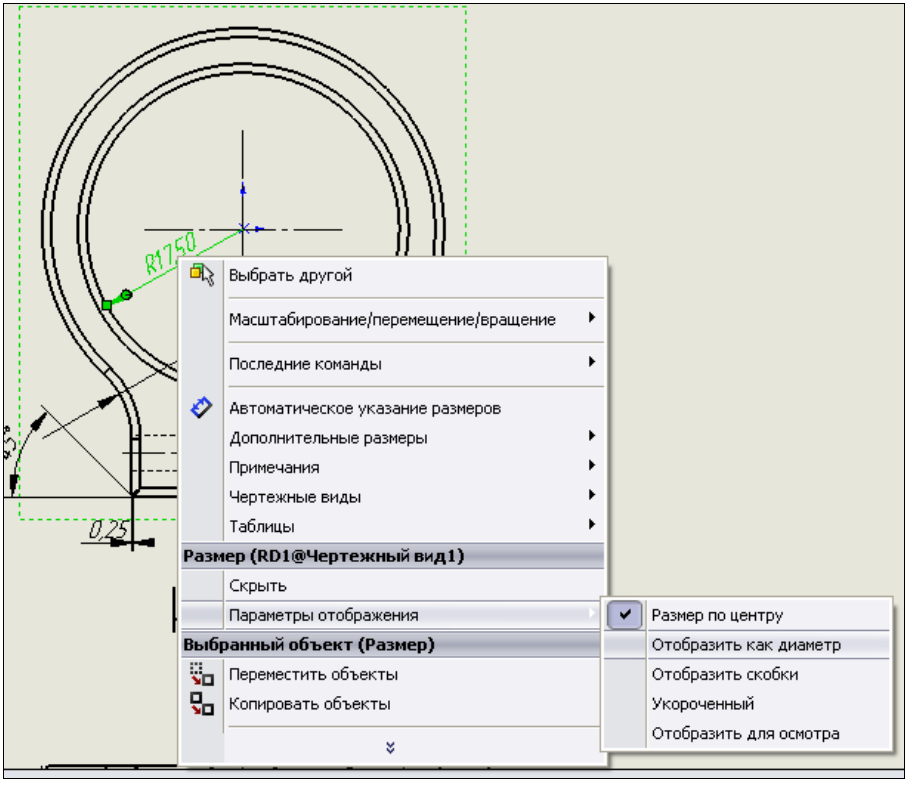


Рис. 4.31

4.2.7. Добавление вынутого разреза

Для того чтобы показать местный вырыв детали, нажмите кнопку **Вырыв детали** 

в панели инструментов **Чертеж**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вырыв детали**, и программа перейдет в режим рисования сплайна, предлагая нарисовать замкнутый сплайн в том месте, где вы собираетесь сделать вырыв детали.

Нарисуйте замкнутый сплайн на главном виде в правой нижней части детали так, как это показано на рис. 4.32. Форма сплайна может быть любой.

> ***Примечание***
> Обратите внимание на то, что сплайн обязательно должен быть замкнутым, иначе команда выполняться не будет.

После замыкания сплайна программа в диалоговом окне предложит ввести глубину вырыва. Поскольку толщина нашей детали составляет 20 мм, сделайте вырыв посередине и введите глубину 10 мм. Чтобы посмотреть, каков будет результат действия команды, установите флажок **Предв. просмотр**. Результат должен получиться таким, как показано на рис. 4.33. Теперь осталось нажать кнопку **OK**  , чтобы завершить работу команды.

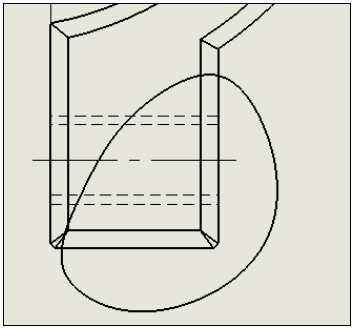


Рис. 4.32

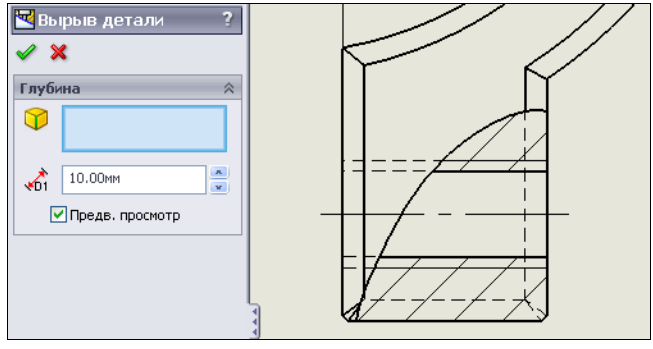
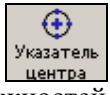


Рис. 4.33

4.2.8. Дополнительные элементы оформления

На чертежах кроме видов и размеров могут присутствовать и другие примечание, такие, например, как задающие требования к качеству поверхностей детали, форме и расположению элементов детали и т. д. Рассмотрим основные элементы оформления чертежей. Выполните следующие шаги:

1. Выберите команду **Указатель центра** 

из панели инструментов **Примечания** и щелкните на любой из окружностей, на которой не нанесены линии центров. Продолжайте выбирать окружности, и в их центральных точках программа будет наносить маркеры указателя центра.

2. Затем проставим допуск диаметра размером 35 мм. Щелкните мышью по размеру, чтобы он стал активным.
3. В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Размер** установите параметры так, как показано на рис. 4.27. В данном случае мы выставляем верхнее отклонение размера равным 0,05 мм, а нижнее отклонение –0,03 мм.
4. Нажмите кнопку **OK** . В итоге размер приобретет вид, как на рис. 4.34.

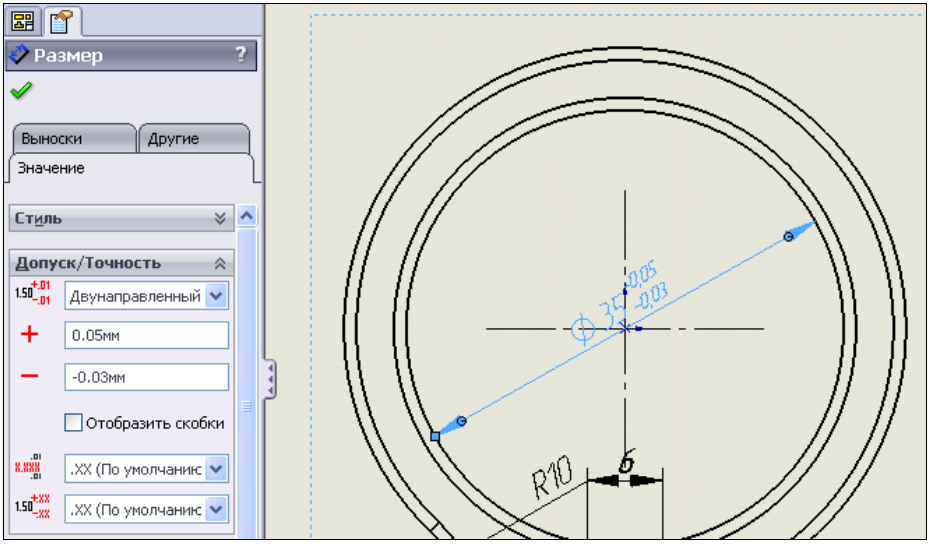


Рис. 4.34

Но обратите внимание, что высота шрифта допуска совпадает с высотой шрифта размера, в то время как ЕСКД требует, чтобы высота шрифта допуска была на ступень меньше, чем высота шрифта размера. Для исправления этой ситуации снова щелкните левой кнопкой мыши и в том же окне **Размер** найдите область **Шрифт текста**. В этой области параметр **Шрифт размеров** отвечает за высоту собственно размеров, а параметр **Шрифт** — за высоту допусков. Снимите флажок **Использовать шрифт размера** и в окне **Высота шрифта** задайте высоту шрифта допусков (например, 3 мм, если высота шрифта равна 5 мм). Далее нажмите кнопку **OK** и в результате получите размер, показанный на рис. 4.35.

Для простановки шероховатости выполните следующие действия:

1. В панели инструментов **Примечание** нажмите кнопку **Шероховатость поверхности** Шерохова... поверхности.
2. В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Шероховатость поверхности** укажите параметры шероховатости, например, так, как показано на рис. 4.36. Если вы теперь перенесете курсор в область чертежа, то рядом с курсором появится изображение значка шероховатости с установленными параметрами.

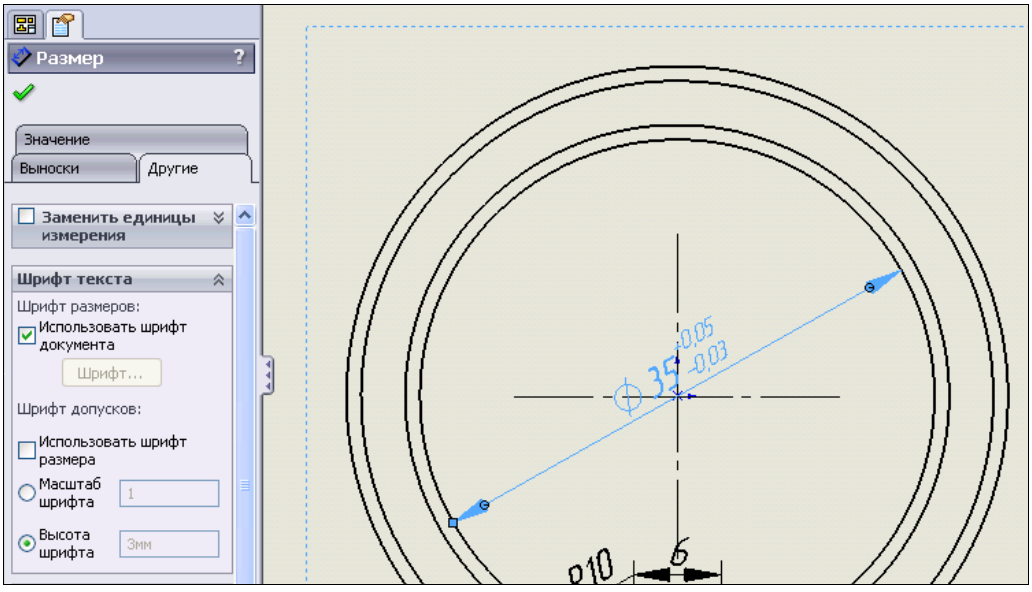


Рис. 4.35

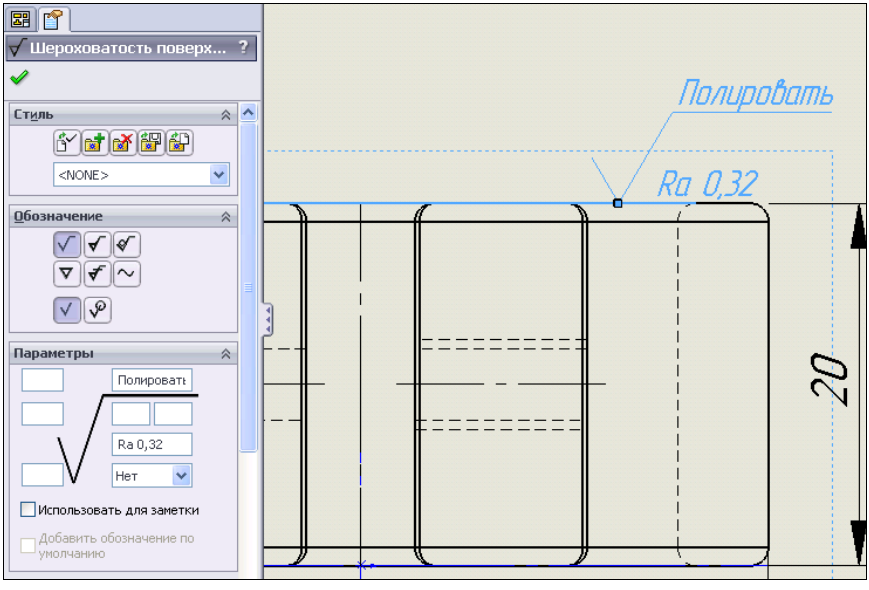
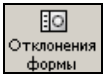


Рис. 4.36

3. Теперь укажите курсором на чертеже элемент, к которому назначается требование шероховатости, и нажмите левую кнопку мыши. Таким образом можно назначить требования ко всем необходимым элементам.
4. По окончании операции в диалоговом окне нажмите кнопку **OK**  .
5. Если положение значка шероховатости вас не устраивает, переместите его при помощи мыши.

Для простановки обозначения отклонения формы или расположения поверхности выполните следующее:

1. Нажмите в панели инструментов **Примечания** кнопку **Отклонение формы** 

и в появившемся диалоговом окне **Отклонения формы**, а также в окне **Свойства** задайте параметры, как показано на рис. 4.37.

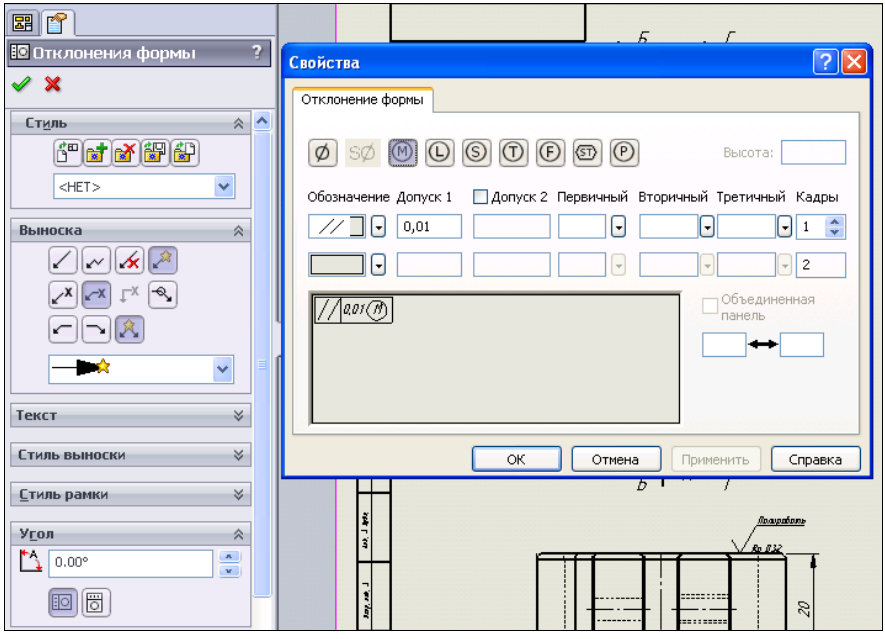
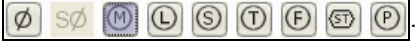


Рис. 4.37

2. В поле **Обозначение** в выпадающем списке выберите значок требования. Выбранное требование тут же отображается в нижнем поле в качестве образца. В поле **Допуск 1** укажите значение допуска. Причем в зависимости от требования можно установить два основных допуска и три дополнительных. Можно также задавать несколько различных допусков. Смена окошек для различных допусков осуществляется в поле **Кадры**.
3. После того как все требования будут сформулированы, проверьте их и затем мышью укажите элементы чертежа, к которым назначаются требования отклонения формы или расположения поверхностей, и нажмите левую кнопку мыши.
4. Проставив требование во всех необходимых местах, нажмите кнопку **OK**  диалогового окна.

Примечание

В зависимости от применяемого требования возможно назначение дополнительных требований с помощью значков  . Если в данный

момент возможно применение значка, он становится более контрастным. Значки, которые в данный момент недоступны, имеют бледный оттенок. Например, если на размер назначается диаметральный допуск, то нажмите кнопку  для установки значка диаметра. В случае зависимого допуска нажмите кнопку  и т. д. Отметим, что не все значки используются в ЕСКД. Количество строк требований может быть любым. После простановки всех параметров нажмите кнопку **OK**. После появления обозначения на чертеже его можно транспортировать мышью в требуемое место.

Простановка на чертежах элементов, относящихся к инструментальной панели **Примечание**, проводится аналогично вышеописанным примерам.

4.2.9. Текстовые пояснения

Никакой чертеж не обходится без текстовых элементов (например, технические требования, технические условия и т. д.). Для того чтобы создать такой элемент, щелкните мышью по кнопке **Заметка** 

в панели инструментов **Примечания**, а затем в том месте чертежа, куда вы хотите поместить текст.

В диалоговом окне введите текст заметки, например, такой, как показано на рис. 4.38. Переход на следующую строку осуществляется нажатием клавиши <Enter>.

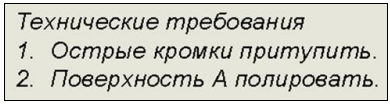
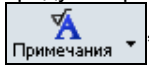


Рис. 4.38

После окончания ввода нажмите кнопку **OK**  или просто щелкните мышью вне поля заметки. После завершения команды **Заметка** и появления текста на чертеже его по желанию можно переместить мышью в требуемое место.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если каких-либо обозначений, предусмотренных ЕСКД, не окажется в арсенале команд примечаний **Примечания** 

, их можно нарисовать с помощью команд эскиза **Эскиз** 

.

4.2.10. Сохранение и закрытие чертежа

Сохраним полученный чертеж. Выберите для этого команду **Файл | Сохранить** или просто нажмите кнопку  . Поскольку мы ранее уже сохраняли чертеж хомута, программа более не просит задать имя файла.

Таким образом, в этом занятии показаны основы создания чертежей. Конечно же, мы здесь рассмотрели не все команды, но, даже используя то, чему вы уже научились, можно быстро создавать рабочие чертежи деталей. В процессе работы в дальнейшем вы сможете освоить все необходимые команды самостоятельно.

4.3. Задания для самостоятельной работы

По заданным далее фрагментам чертежей (рис. 4.39—4.42) постарайтесь воспроизвести трехмерную модель детали, а затем по модели выполнить сам чертеж в SolidWorks 2010 с указанием всех размеров и требований.

Задание 1

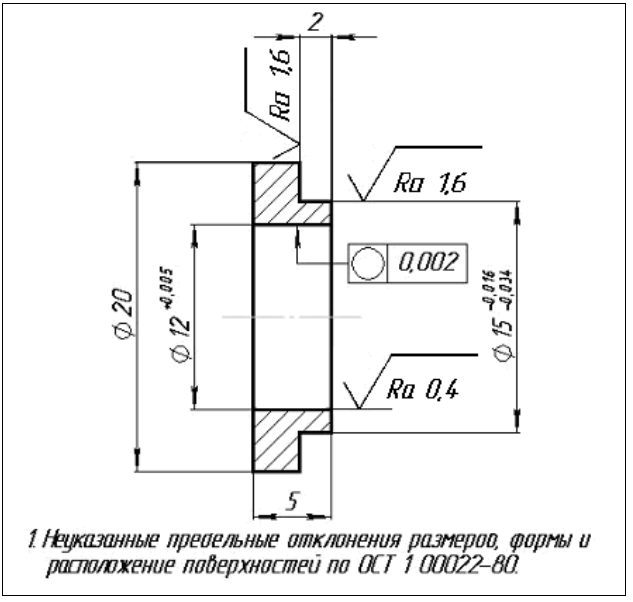


Рис. 4.39

Задание 2

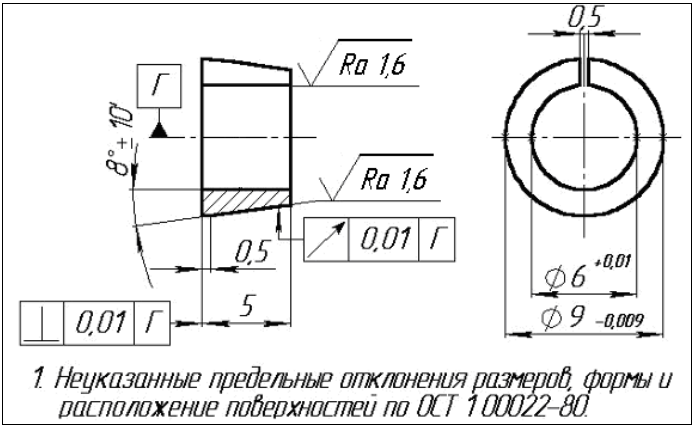


Рис. 4.40

Задание 3

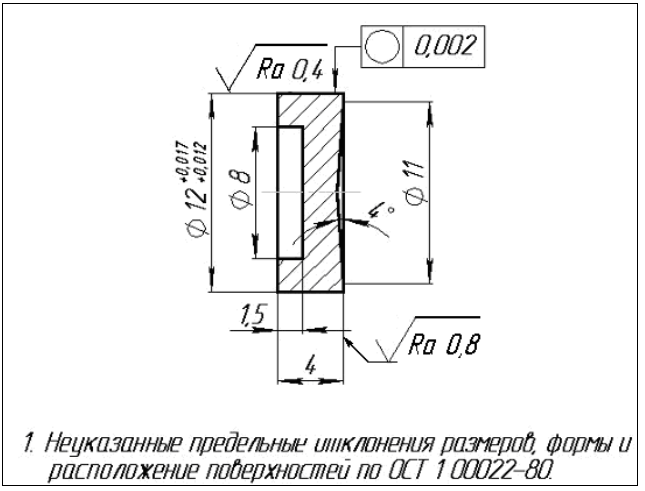


Рис. 4.41

Задание 4

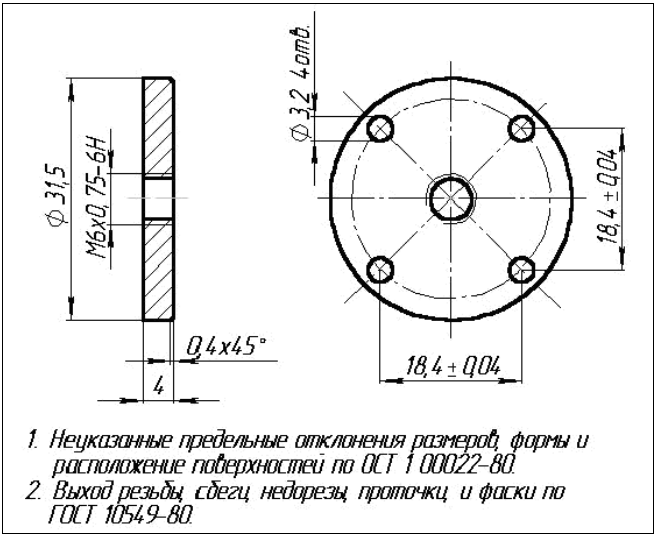


Рис. 4.42

ЗАНЯТИЕ 5



Создание деталей из листового материала

SolidWorks 2010 позволяет конструктору создавать детали из листового металла несколькими способами. Существуют две основные группы способов проектирования, отличающиеся между собой основополагающими принципами создания деталей из листового металла:

- первая группа способов предназначена для проектирования деталей непосредственно из листового материала. В этом случае деталь сразу строится на основе элементов, присущих исключительно деталям из листового металла. Такой подход позволяет избежать лишних шагов и ускоряет процесс проектирования;
- методы второй группы дают возможность конструировать деталь как твердое тело, а затем преобразовывать ее в деталь из листового материала.

Совершим более подробный обзор методов проектирования деталей из листового металла (материала).

5.1. Проектирование деталей непосредственно из листового материала

Перед проектированием деталей из листового материала активизируем панель инструментов **Листовой металл**, для этого выберем команду **Инструменты | Настройка | Панели инструментов** и установим флажок в строке **Листовой металл** (рис. 5.1).

В SolidWorks 2010 существуют две возможности создания деталей непосредственно из листового материала (металла):

- первый способ заключается в том, что сначала рисуется эскиз развертки, на основе которого вытягивается твердое тело (лист), которое затем преобразуется в листовой металл. На твердотельной развертке рисуются линии сгиба, по которым эта развертка сгибается. Такой способ создания листового материала удобно использовать, когда основополагающей при построении детали является конфигурация развертки;
- второй способ заключается в том, что деталь из листового металла проектируется сразу в согнутом состоянии. В этом случае развертку можно получить, только

развернув все грани готовой детали. Этот способ проектирования используется, когда известно, как должна выглядеть деталь в согнутом состоянии. Развертка в этом случае имеет второстепенное значение.

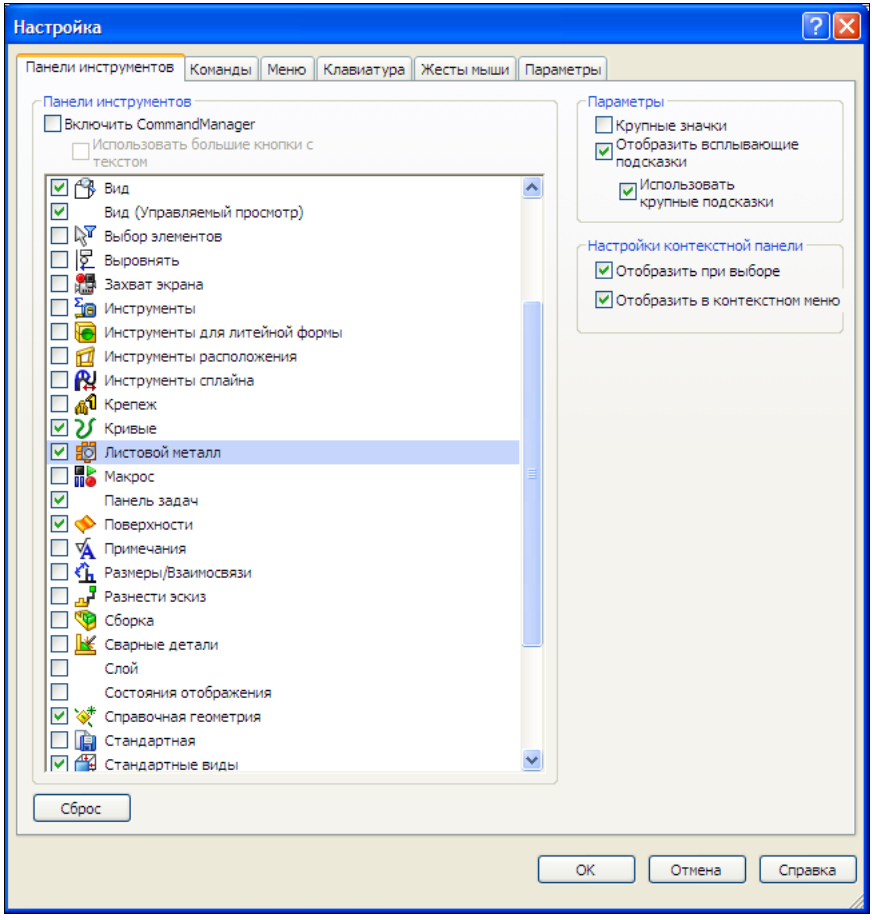


Рис. 5.1

Рассмотрим более подробно перечисленные выше способы построения деталей из листового металла.

5.1.1. Проектирование детали на основе развертки

Для проектирования детали из листового металла на основе развертки сначала необходимо создать плоскую деталь. Для этого нарисуем эскиз контура развертки и вытянем его на толщину листа, используя команду **Вытянутая бобышка/основание**  . Затем нужно преобразовать ее в деталь из листового металла, добавив сгибы.

1. Нарисуйте контур развертки и при помощи команды **Вытянутая бобышка/основание** создайте плоскую деталь (рис. 5.2). Пусть толщина детали будет 2 мм.

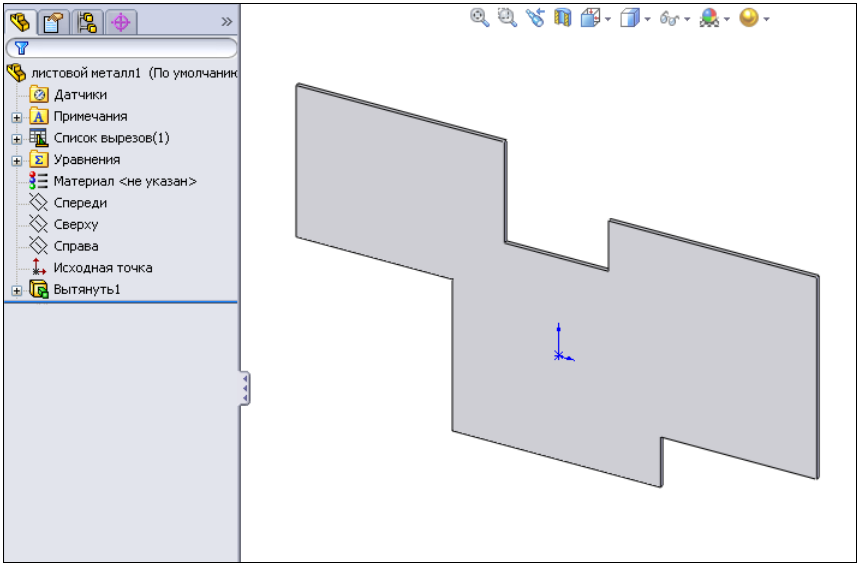


Рис. 5.2

2. Преобразуйте эту деталь в деталь из листового металла, нажав кнопку **Сгибы**, которая находится на панели инструментов **Листовой металл**, или выберите команду меню **Вставка | Листовой металл | Сгибы...** (рис. 5.3).
3. На экране, в области **Менеджера свойств (**PropertyManager), появится окно **Сгибы**, в котором необходимо указать основные параметры сгибов. В области **Настройки сгиба**, в поле **Зафиксированная грань или кромка**, укажите плоскую грань листовой заготовки, которая при формировании согнутого состояния детали должна сохранить свою пространственную ориентацию неизменной. В нашем примере пусть это будет **Грань<1>** (рис. 5.4). Кроме того, на этой грани будут нарисованы линии сгиба. В поле **Радиус сгиба** необходимо указать значение радиуса сгиба, которое в дальнейших построениях будет использоваться в режиме "по умолчанию". Пусть радиус сгиба составляет 1 мм.

> ***Примечание***
> В окне **Сгибы** указывается радиус сгиба, который будет использоваться при построении сгибов "по умолчанию". Если необходимо построить сгиб с другим радиусом, изменить значение можно только после оформления сгибов.

В области **Допуск сгиба** необходимо указать характеристики допуска сгиба, а именно: в раскрывающемся списке **Допуск сгиба — тип** выбрать тип допуска сгиба и величину этого значения. Рассмотрим параметры допуска сгиба подробнее.

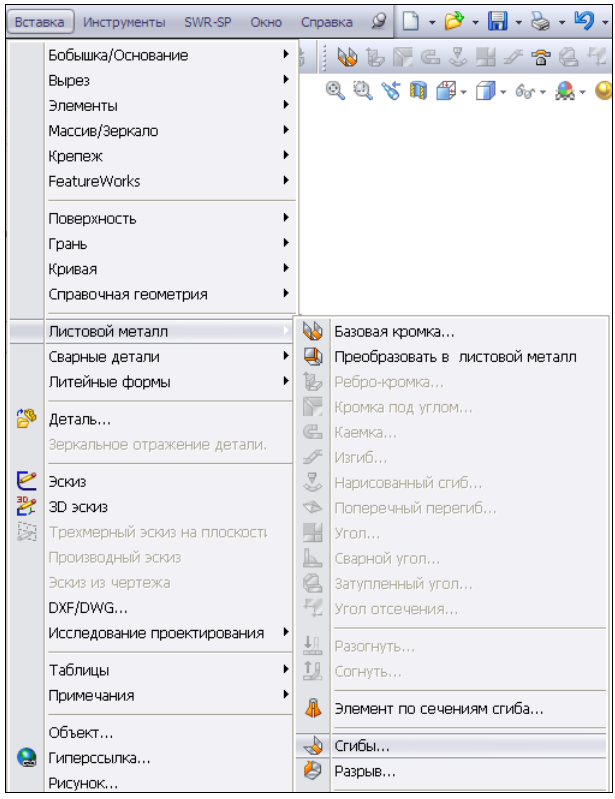

Вставка
Инструменты
SWR-SP
Окно
Справка
Бобышка/Основание
Вырез
Элементы
Массив/Зеркало
Крепеж
FeatureWorks
Поверхность
Грань
Кривая
Справочная геометрия
Листовой металл
Сварные детали
Литейные формы
Деталь...
Зеркальное отражение детали...
Эскиз
3D эскиз
Трехмерный эскиз на плоскости
Производный эскиз
Эскиз из чертежа
DXF/DWG...
Исследование проектирования
Таблицы
Примечания
Объект...
Гиперссылка...
Рисунок...
Базовая кромка...
Преобразовать в листовой металл
Ребро-кромка...
Кромка под углом...
Каемка...
Изгиб...
Нарисованный сгиб...
Поперечный перегиб...
Угол...
Сварной угол...
Затупленный угол...
Угол отсечения...
Разогнуть...
Согнуть...
Элемент по сечениям сгиба...
Сгибы...
Разрыв...

Рис. 5.3

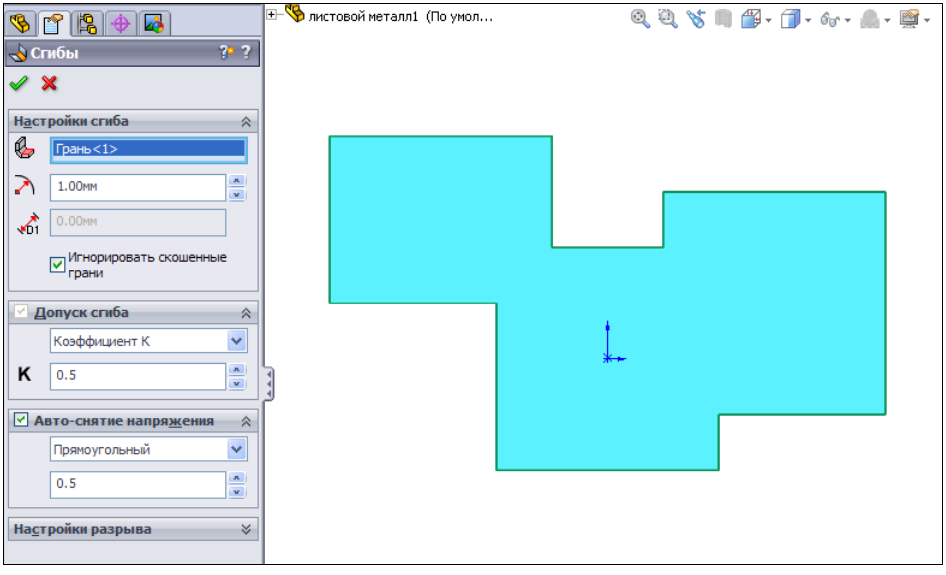

Сгибы
Настройки сгиба
Грань<1>
1.00мм
0.00мм
D1
Игнорировать скошенные грани
Допуск сгиба
Коэффициент K
K
0.5
Авто-снятие напряжения
Прямоугольный
0.5
Настройки разрыва
листовой металл1 (По умол...

Рис. 5.4

По своей сути **Допуск сгиба** — это длина листового материала, которая приходится на радиус сгиба (рис. 5.5).

Общая плоская длина листового материала определяется по формуле:

$$L = A + B + BA,$$

где L — длина листового материала;

A и B — длины линейных кромок детали (рис. 5.5);

BA — допуск сгиба.

Конструктору предлагается выбрать один из типов допусков сгибов:

- **Таблица сгибов**;
- **Коэффициент K**;
- **Допуск сгиба**;
- **Вычисление сгиба**.

Таблица сгибов. Если конструктор выбрал этот тип допуска сгиба, то он будет вычисляться по таблице на основании значений толщины листа и угла сгиба.

Примечание

Таблица сгибов для выполнения операций с листовым металлом находится в *<каталог установки>*\lang\english\Sheetmetal Bend Tables\sample.btl. При необходимости таблицу сгибов можно редактировать.

В таблице сгибов можно указать величину допуска сгибов (K) или величину уменьшения сгибов (BD) для детали из листового металла. Таблица сгибов также содержит величины радиуса сгибов, углы сгибов и толщину детали.

Коэффициент K определяет расположение нейтрального листа по отношению к толщине листа и вычисляется по формуле:

$$K = p / T,$$

где p — расстояние от внутренней грани до нейтрального листа;

T — толщина листа (рис. 5.5).

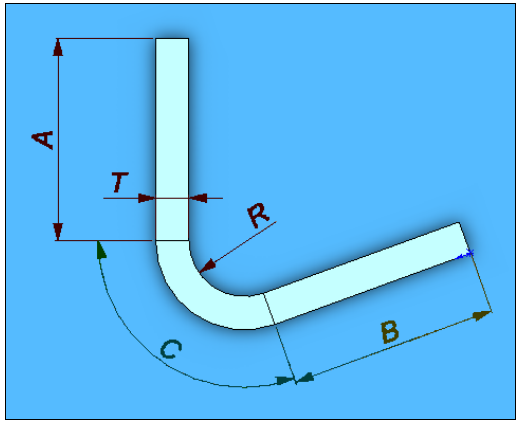


Рис. 5.5

Допуск сгиба с использованием параметра **Коэффициент K** рассчитывается следующим образом:

$$BA = \pi \times (R + KT) \times \alpha / 180,$$

где R — внутренний радиус сгиба (рис. 5.5);

T — толщина листа (рис. 5.5);

α — угол сгиба в градусах (угол, на который сгибается материал).

Допуск сгиба. Выбрав этот тип допуска, вы можете самостоятельно ввести необходимое значение допуска сгиба *BA* в соответствующее окно BA области **Допуск сгиба**.

Вычисление сгиба. При этом типе допуска сгиба также необходимо ввести определенное значение так называемой величины *уменьшения сгиба — BD*. Значение величины уменьшения сгиба вычисляется по формуле (рис. 5.6):

$$BD = 2 \times OS - BA.$$

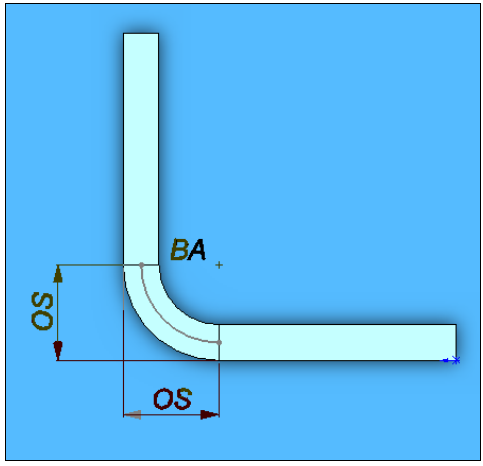


Рис. 5.6

В окне **Сгибы** при необходимости можно выбрать создание в автоматическом режиме выреза для снятия напряжения в углах сгибов. Для этого нужно поставить флажок **Авто-снятие напряжения**, а затем выбрать тип выреза:

- **Прямоугольный**;
- **Скругленный**;
- **Без зазоров**.

4. После настройки параметров сгиба нажмите кнопку **OK** . На экране появится сообщение "Сгибы не были найдены", в ответ на это также нужно нажать кнопку **OK**. В результате вы вернетесь к исходному эскизу, но **Дерево Конструирования** претерпит некоторые изменения. В нем появятся новые ветви: **Листовой металл1**, **Плоское состояние1** и **Согнутое состояние1** (рис. 5.7). После вышеописанной процедуры программа SolidWorks начинает распознавать проектируемый объект как деталь из листового металла.

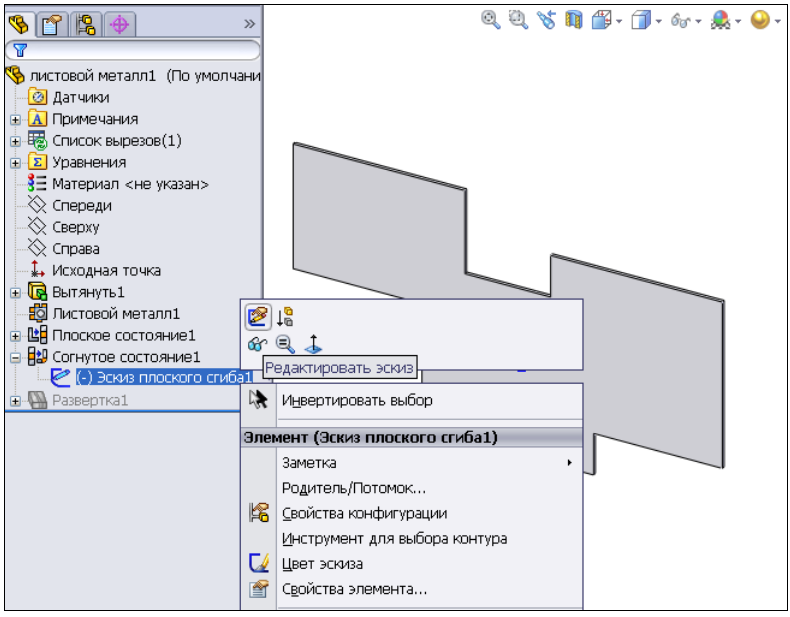
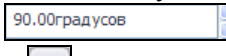


Рис. 5.7

5. Далее следует выбрать в **Дереве Конструирования** строку **Согнутое состояние1 | Эскиз плоского сгиба1** и нажать кнопку контекстного меню **Редактировать эскиз**  (рис. 5.7). В результате вы войдете в режим редактирования эскиза и получите возможность его изменять. Причем редактирование эскиза в данном случае заключается в рисовании линий сгиба. При рисовании следует помнить, что начало и конец линии сгиба должны находиться в пространстве или на кромке, но не на листовом металле, а также линии сгиба не должны пересекаться между собой.
6. Нарисуйте две линии сгиба (рис. 5.8) и выйдите из режима редактирования эскиза. На детали появятся сгибы, а в **Дереве Конструирования** — ветви **Плоский сгиб1** и **Плоский сгиб2** (рис. 5.9). По умолчанию сгибы выполняются под углом 90 градусов и радиусом, который был указан ранее (см. п. 3).

Когда деталь из листового металла приобретет согнутое состояние, можно редактировать радиусы, направление, а также угол сгиба. Для этого необходимо выбрать соответствующий плоский сгиб в **Дереве Конструирования**, щелкнуть правой кнопкой мыши и активизировать команду контекстного меню  **Редактировать определение** (см. рис. 5.9). Появится панель, где можно изменить радиус сгиба, его угол и направление (рис. 5.10).

Для изменения угла сгиба необходимо ввести новое значение угла в строке **Угол сгиба** 

. Направление сгиба можно изменить при помощи кнопки **Реверс**  , которая расположена в окне **Плоский сгиб**, в области **Настройки сгиба**.

Для того чтобы изменить радиус сгиба, необходимо снять флажок **Использовать радиус по умолчанию** и в поле **Радиус сгиба** ввести новое значение радиуса сгиба.

Данный способ проектирования детали из листового металла удобен тем, что можно сначала создать развертку объекта, а затем ее согнуть по собственному усмотрению. Такой способ проектирования деталей из листового металла нашел довольно широкое применение. Однако SolidWorks 2010 позволяет проектировать детали и в обратном порядке, т. е. сначала можно создать объемную деталь из листового металла, а затем ее развертку.

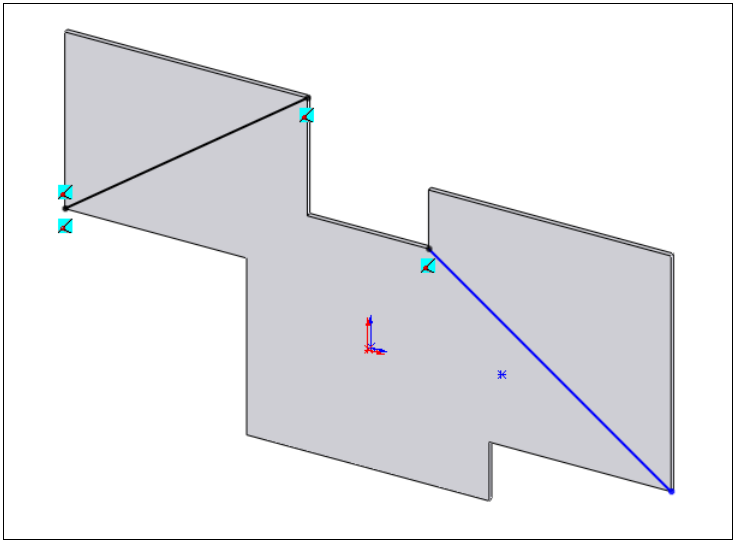


Рис. 5.8

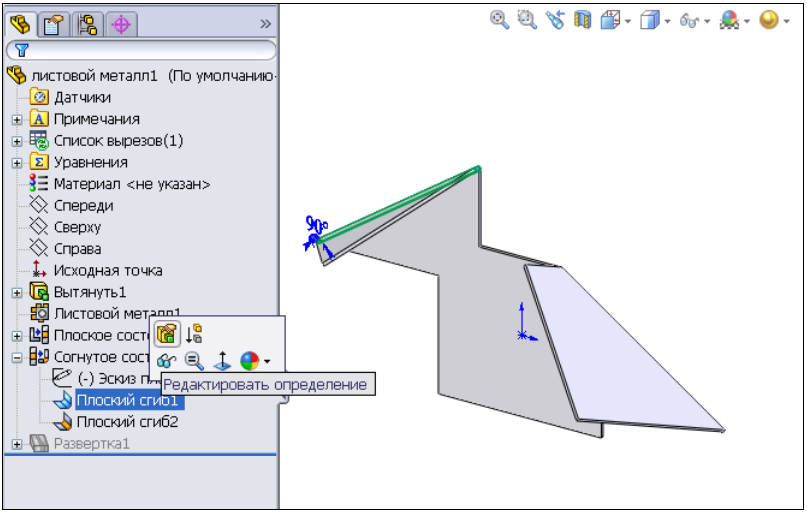


Рис. 5.9

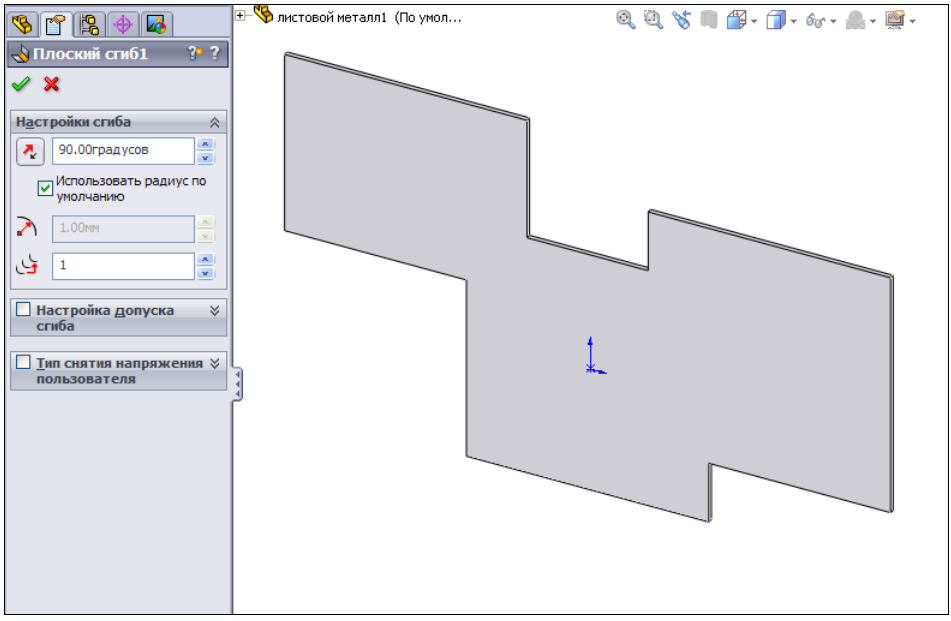


Рис. 5.10

5.1.2. Проектирование деталей из листового металла в согнутом состоянии

SolidWorks 2010 позволяет также построить деталь из листового металла сразу в согнутом состоянии, а затем получить ее развертку. Построим простую деталь с квадратным основанием.

1. Откроем новую деталь, войдем в эскиз и нарисуем контур основания этой детали. Пусть основание имеет вид квадрата размером 50×50 мм (рис. 5.11).
2. На основе этого эскиза создадим листовой металл, для чего активизируем кнопку **Базовая кромка/выступ** на панели инструментов **Листовой металл**.
3. На экране, в области **PropertyManager**, откроется окно **Базовая кромка**, в котором в области **Настройки листового металла** необходимо указать толщину листа. Значение толщины указывается в одноименном поле 

в области **Настройки листового металла** (рис. 5.12). Пусть толщина листа составляет 2 мм.
4. Нажмем кнопку **OK** . После этого на экране появится основание коробки — лист толщиной 2 мм, а в **Дереве Конструирования** — новые ветви: **Листовой металл1**, **Базовая кромка1** и **Развертка1**.

После формирования базовой кромки программа SolidWorks воспринимает проектируемую деталь исключительно как деталь из листового металла. Следует отметить тот факт, что у детали из листового металла может быть лишь один элемент **Базовая кромка**.

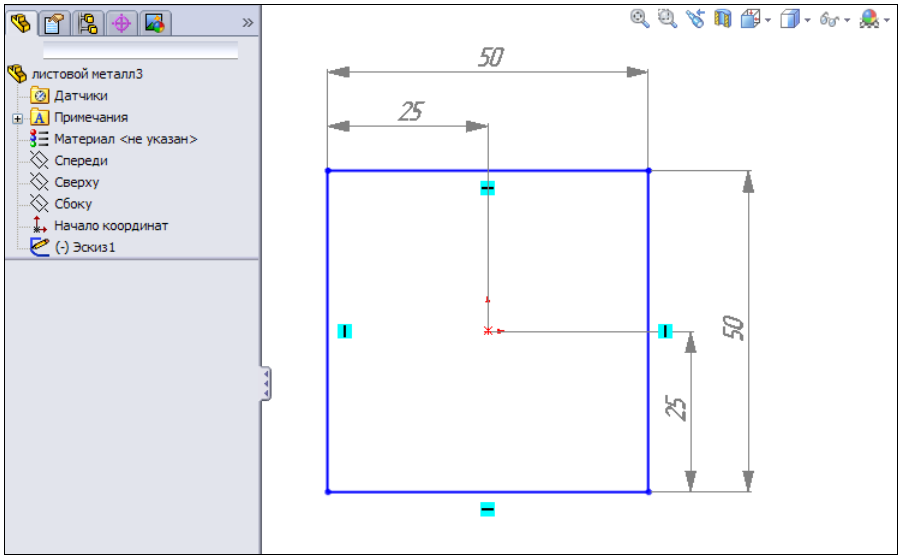


Рис. 5.11

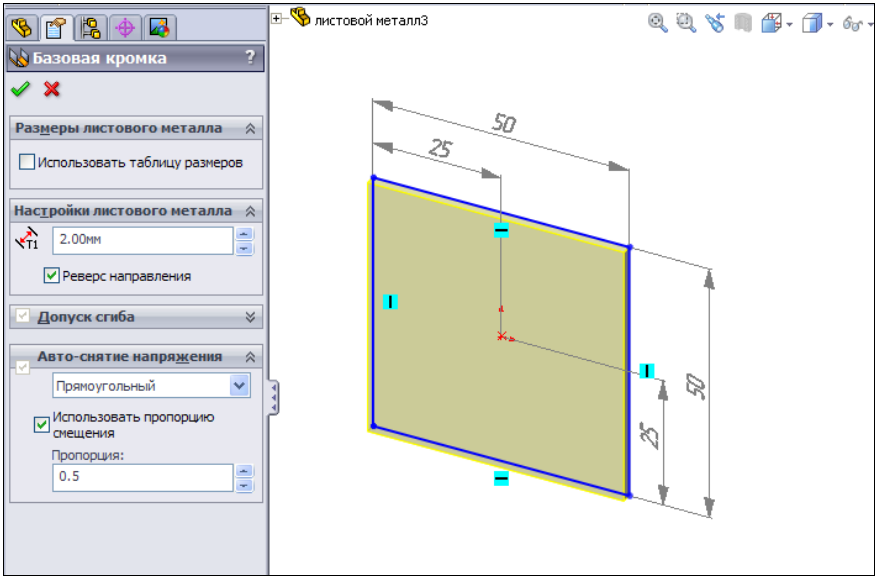


Рис. 5.12

Построим боковую стенку коробки.

1. Для этого активизируем кнопку **Кромка под углом**  , которая находится на панели инструментов **Листовой металл**. Укажем базовую кромку, под углом к которой создадим боковую стенку. После этого будет автоматически создана дополнительная плоскость, перпендикулярная плоскости основания. И программа откроет эскиз на этой плоскости (рис. 5.13).

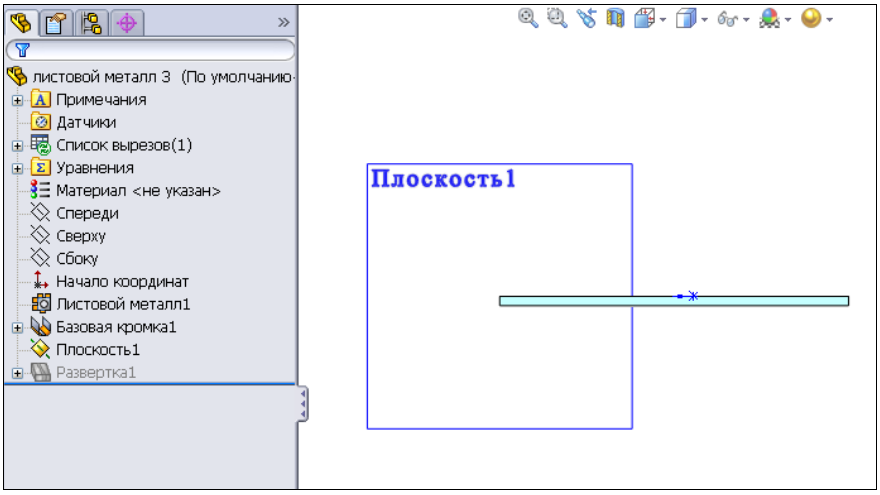


Рис. 5.13

2. На эскизе изобразим профиль боковой стенки. Пусть эта стенка имеет вначале прямолинейный контур в виде листа, расположенного под углом 45 градусов к основанию, длиной 30 мм (рис. 5.14). Нарисуем линию с такими параметрами. В общем случае эскиз стенки может содержать одну или несколько линий, а также дуги. Добавим к этой линии дугу, радиусом 5 мм (рис. 5.14).

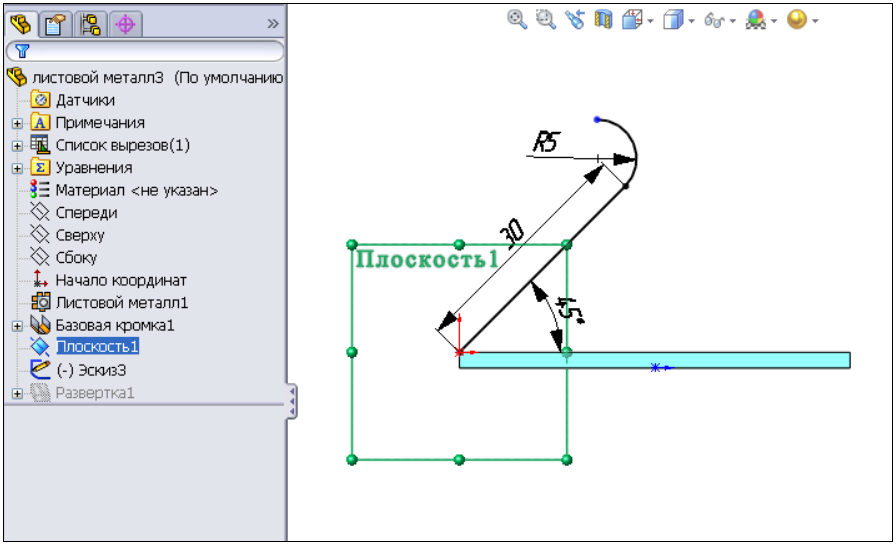


Рис. 5.14

3. Закончим построение профиля кромки, выйдя из эскиза. После этого автоматически откроется окно **Кромка под углом**. В этом окне необходимо заполнить области **Настройки кромки под углом**, **Начать/Закончить смещение** и **Допуск сгиба пользователя** (рис. 5.15).

- В области **Настройки кромки под углом** в поле **Вдоль кромок** будет указано имя кромки, от которой создается кромка под углом — **Кромка<1>**. Также в этой области, в поле **Радиус сгиба**, можно отредактировать значение радиуса сгиба, предварительно сняв флажок **Использовать радиус по умолчанию**. Имеется возможность указать **Расположение кромки** относительно края основания, выбрав одну из трех предложенных комбинаций: **Материал внутри**, **Материал снаружи** и **Сгиб снаружи**.
- В области **Начать/Закончить смещение** можно указать величину смещения кромки относительно краев, тем самым сузив ее ширину по сравнению с основанием. Толщина листа боковой стенки автоматически выбирается равной толщине листа основания, и изменить ее невозможно.

4. Закончим построение боковой стенки, нажав кнопку **OK**.

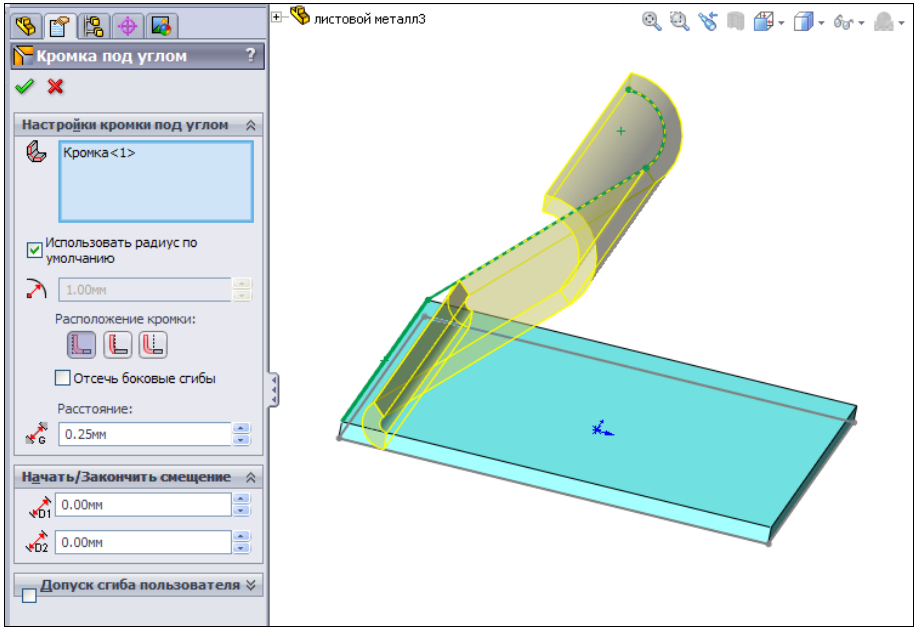


Рис. 5.15

В SolidWorks 2010 существует еще одна команда построения кромки — **Ребро-кромка**. В отличие от команды **Кромка под углом**, она позволяет создавать только прямолинейные кромки.

1. Активизируем кнопку **Ребро-кромка** на панели инструментов **Листовой металл**.
2. На экране откроется окно **Ребро-кромка**, в котором необходимо заполнить имеющиеся области (рис. 5.16). В области **Настройки кромки** в поле **Кромка** нужно указать ту кромку, от которой будет происходить построение боко-

вой стороны. Можно также изменить радиус сгиба, предварительно сняв флажок **Использовать радиус по умолчанию** и указав в поле **Радиус сгиба** новое значение радиуса. В области **Угол** в поле **Угол кромки** необходимо ввести значение угла расположения нового ребра относительно основания (базовой кромки) или какой-либо другой грани. В области **Длина фланца** следует указать длину кромки и способ измерения этой длины, с учетом сгиба или без. При необходимости можно заполнить области **Расположение кромки**, **Допуск сгиба пользователя** и **Тип снятия напряжения**.

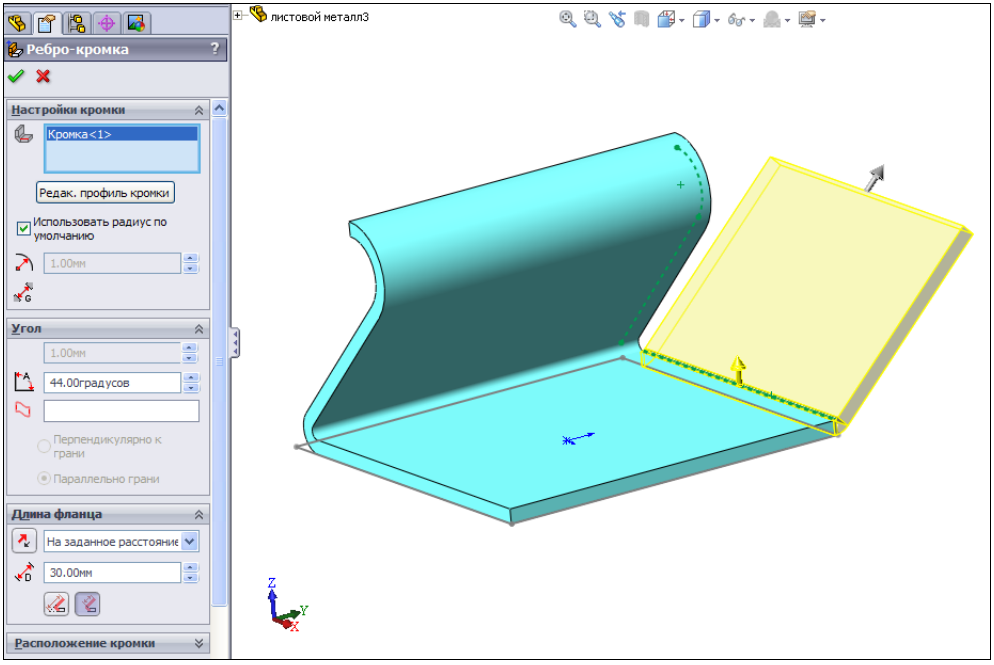


Рис. 5.16

3. Закончим построение нажатием кнопки **OK**. При этом в **Дереве Конструирования** появится новая строка: **Ребро-кромка1** (рис. 5.17).

Построим две оставшиеся боковые стороны коробки, используя команду **Каемка**. Эта команда позволяет построить прямолинейную боковую сторону, которая будет располагаться параллельно основанию.

1. Активизируем кнопку **Каемка** на панели инструментов **Листовой металл**.
2. На экране откроется окно **Каемка** (рис. 5.18). В этом окне в области **Кромки** укажем те кромки, от которых будут построены боковые грани типа каемка. Выберем две кромки, они обозначатся как **Кромка<1>** и **Кромка<2>**. В окне **Каемка** можно изменить направление сгиба каемок, нажав кнопку **Реверс направления**. Кроме того, можно выбрать тип расположения сгиба: **Материал внутри** или **Сгиб снаружи**.

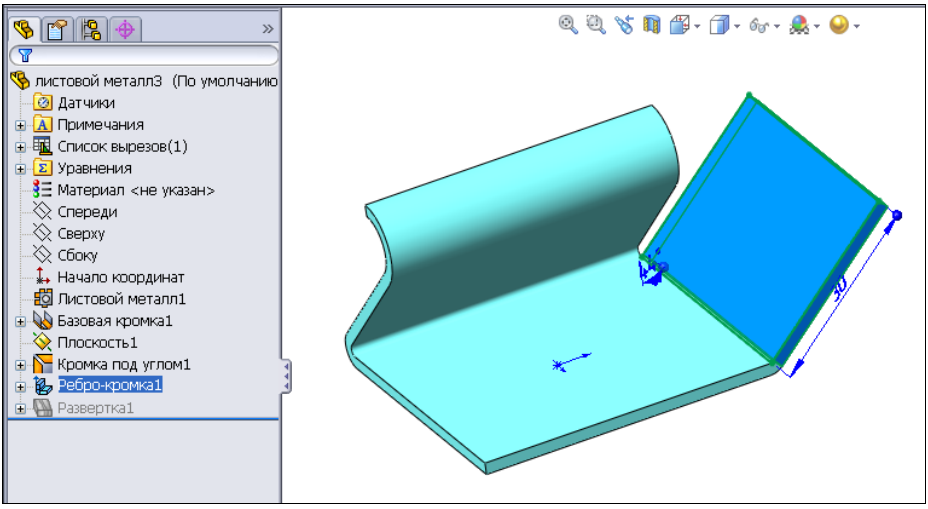


Рис. 5.17

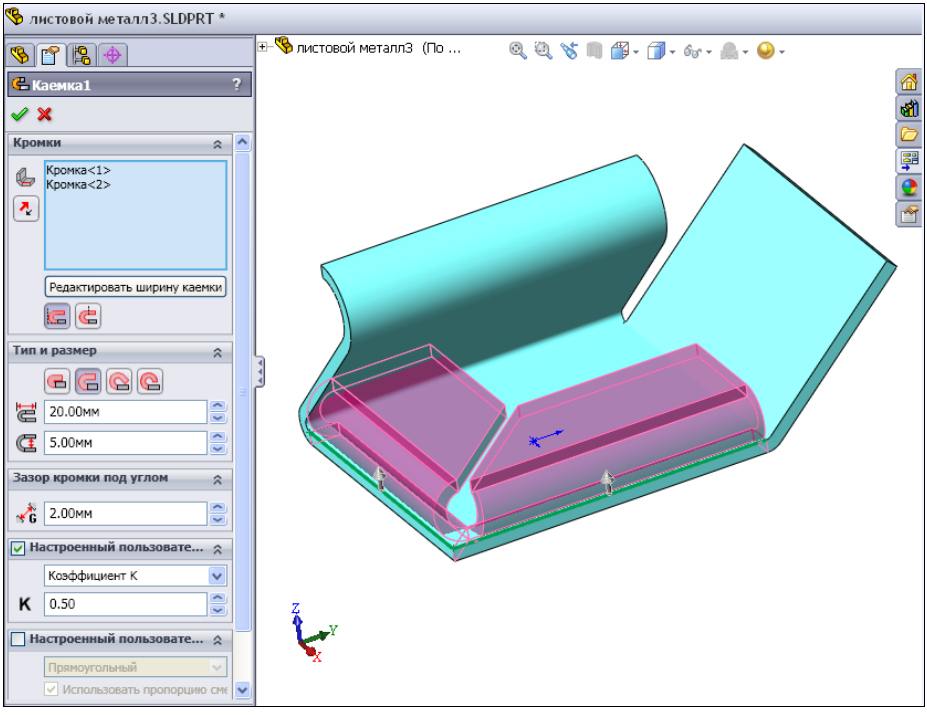


Рис. 5.18

3. Можно также отредактировать ширину каемок. Для этого нужно в области **Кромки**  выбрать кромку, ширину каемки вдоль которой требуется изменить (увеличить или уменьшить). Затем необходимо нажать кнопку **Редактировать**

ширину каемки, в результате на экране появится диалоговое окно **Эскиз профиля**, в котором доступны кнопки **Назад**, **Готово**, **Отмена** и **Справка** (рис. 5.19). Перетащите при помощи курсора конечную точку эскиза кромки, уточните ее координаты в открывшемся окне **Точка**, в области **Параметры**, а затем выберите одну из предложенных команд в окне **Эскиз профиля**:

- **Назад** — закрывает диалоговое окно **Эскиз профиля** и возвращает пользователя к команде построения каемки;
- **Готово** — все изменения эскиза (ширины) каемки принимаются;
- **Отмена** — отменяет все изменения эскиза (ширины) каемки.

Нажмем кнопку **Готово** и в результате получим укороченную каемку, расположенную не на всей длине исходной кромки (рис. 5.19). Программа автоматически вернется в окно **Каемка** (рис. 5.18), где можно продолжить выбор параметров для этого элемента.

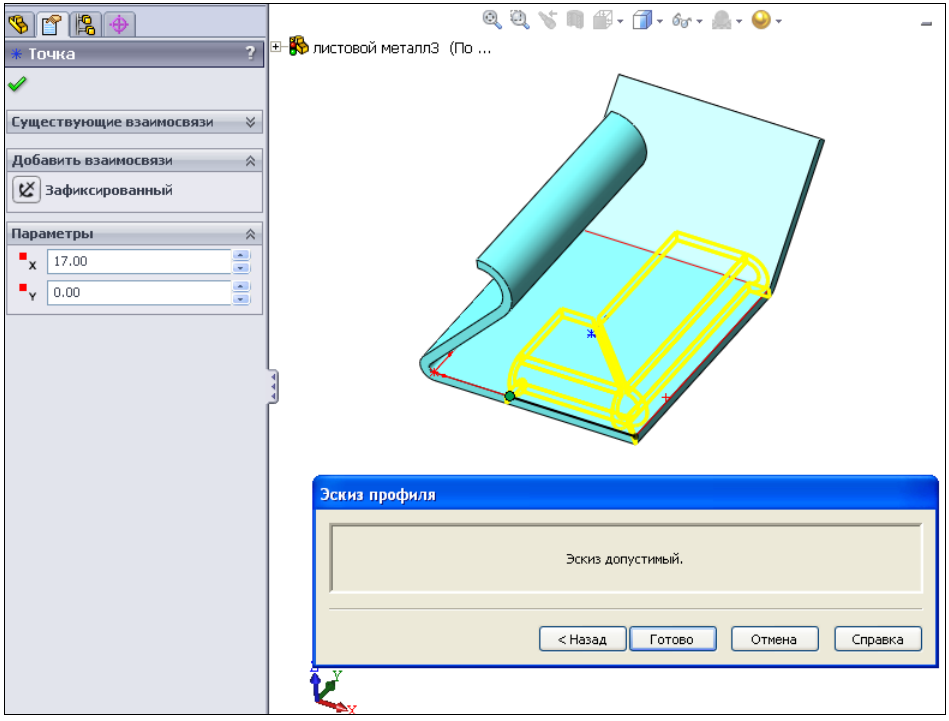


Рис. 5.19

4. В области **Тип и размер** в поле **Длина**, обозначенном значком  , необходимо указать длину каемок, а в поле **Расстояние зазора**  нужно задать значение расстояния между основанием (базовой кромкой) и каемками.
5. В области **Зазор кромки под углом**  указывается расстояние между создаваемыми каемками в угловом разрезе (рис. 5.18).

Примечание

Область **Зазор кромки под углом** становится доступной для задания параметров в окне **Каемка** только, если одновременно (за одну команду) создаются каемки от двух и более смежных кромок.

6. Закончим построение согнутого состояния детали, нажав кнопку **OK** . В **Дереве Конструирования** появится дополнительная строка **Каемка1** (рис. 5.20), используя которую можно редактировать построенные каемки.

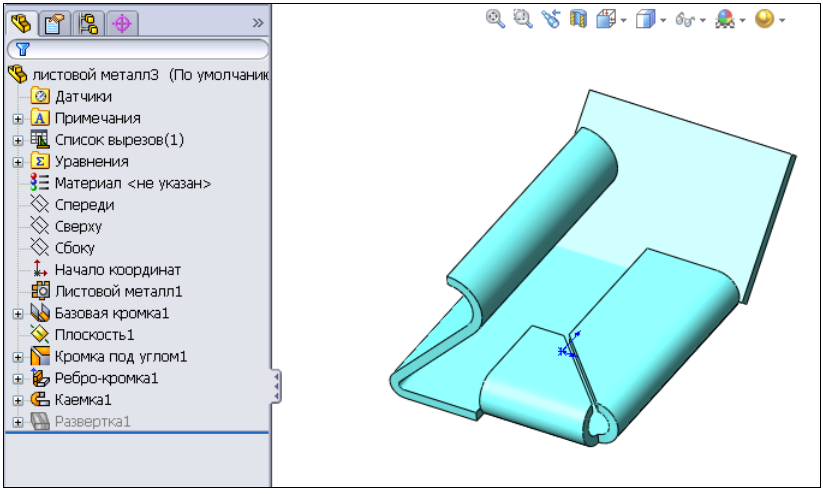


Рис. 5.20

Примечание

Особо хочется отметить новую возможность при построении каемок, которая появилась в SolidWorks 2010, — построение каемки на криволинейной кромке. Порядок построения такой каемки аналогичен рассмотренному выше.

После того как построена деталь в согнутом состоянии, можно приступить к построению ее развертки.

Для этого в **Дереве Конструирования** выберите строку **Развертка1**, которая изначально находится в неактивном состоянии. Активизируйте ее нажатием правой кнопки мыши и щелкните в контекстном меню по строке **Высветить** . Вся построенная ранее деталь развернется в плоскости, где расположено основание (базовая кромка) (рис. 5.21). Вы увидите в графической области развертку детали, на которой пунктиром нанесены линии сгиба.

Для того чтобы вернуть деталь в согнутое состояние, необходимо вновь активизировать правой кнопкой мыши строку **Развертка1** и выбрать в контекстном меню команду **Погасить** . Деталь вернется в согнутое состояние.

Существует еще один способ получения развертки в SolidWorks 2010. Для открытия развертки можно просто нажать кнопку **Развертка** на панели инстру-

ментов **Листовой металл**. Чтобы вернуть деталь в согнутое состояние, еще раз нажмите (отожмите) кнопку  **Развертка**.

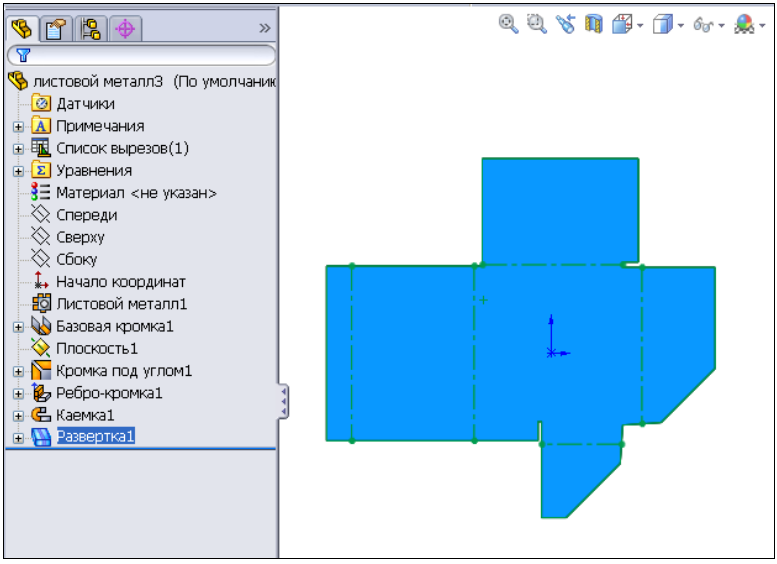


Рис. 5.21

5.2. Конструирование детали из твердого тела и преобразование ее в деталь из листового металла

В SolidWorks 2010 существуют два способа построения деталей из листового металла путем преобразования твердого тела. Эти способы одинаковы по своей сути, но отличаются порядком действий и командами, используемыми для превращения твердого тела в листовой металл. Рассмотрим их по порядку.

5.2.1. Первый способ преобразования твердотельной детали в деталь из листового металла

Для проектирования детали из листового металла на основе твердого тела по первому способу требуется сначала построить твердотельную модель и создать на ее основе оболочку. Оболочка (тонкостенный элемент) должен по форме и размерам соответствовать согнутому состоянию детали. Для создания детали из листового металла следует на углах оболочки выполнить технологические разрезы и указать кромки, по которым будут сделаны сгибы.

Рассмотрим процедуру создания детали из листового металла на примере шестигранной призмы.

1. Создадим эскиз шестигранника. Пусть диаметр вписанной окружности шестигранника составляет 170 мм.
2. На основе эскиза построим объект в виде шестигранной призмы, нажав кнопку **Вытянутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы**. Вытянем шестигранник на 100 мм (рис. 5.22).

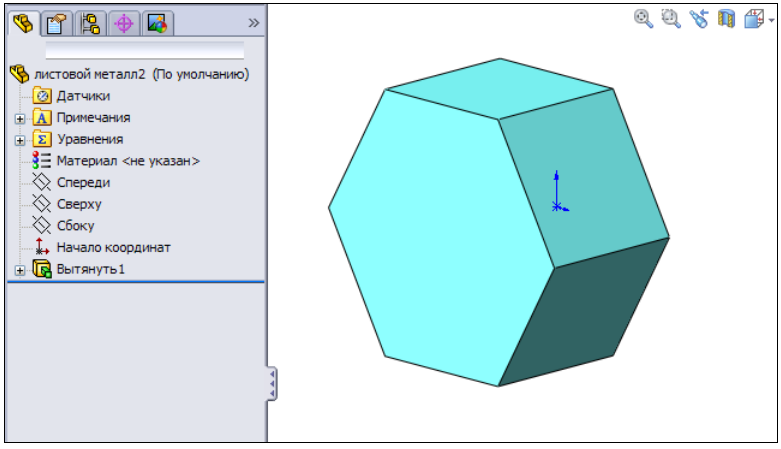


Рис. 5.22

3. Преобразуем призму в тонкостенный элемент при помощи команды **Оболочка**, которая находится на панели инструментов **Элементы**. Можно также воспользоваться командой меню **Вставка | Элементы | Оболочка...**.
4. В окне **Оболочка1** (рис. 5.23) укажем:
   - толщину оболочки в поле **Толщина** D1;
   - в области **Удалить грани** укажите грани, которые будут удалены при создании оболочки;
   - тип оболочки (наружу или внутрь), при помощи флажка **Оболочка наружу**.

   Пусть толщина оболочки равна 1 мм, удалению подлежит шестигранная **Грань<1>**, и оболочка строится внутрь (рис. 5.23).
5. Нажмем кнопку **OK**, закончив создание оболочки.

В результате будет построена тонкостенная деталь, а в **Дереве Конструирования** появится новая ветвь — **Оболочка1** (рис. 5.24).

Но для создания развертки на этой детали необходимо оформить разрезы, указать места и радиусы сгибов.

Создать разрезы можно при помощи команды **Разрыв**, нажав одноименную кнопку на панели инструментов **Листовой металл**. В области **Менеджера свойств** появится окно **Разрыв** (рис. 5.25). В этом окне в области **Настройки разрыва** необходимо указать те кромки, вдоль которых будут сделаны разрезы

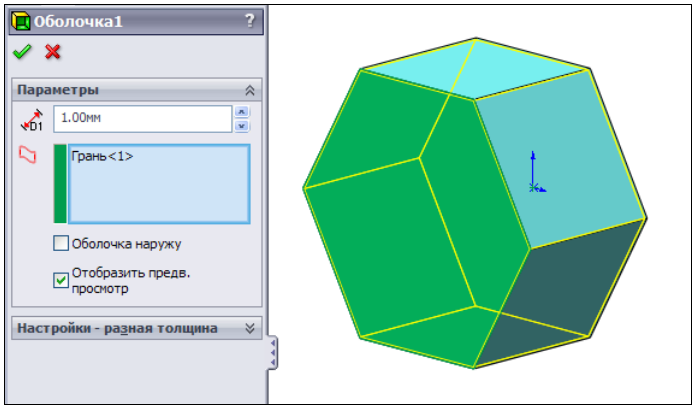


Рис. 5.23

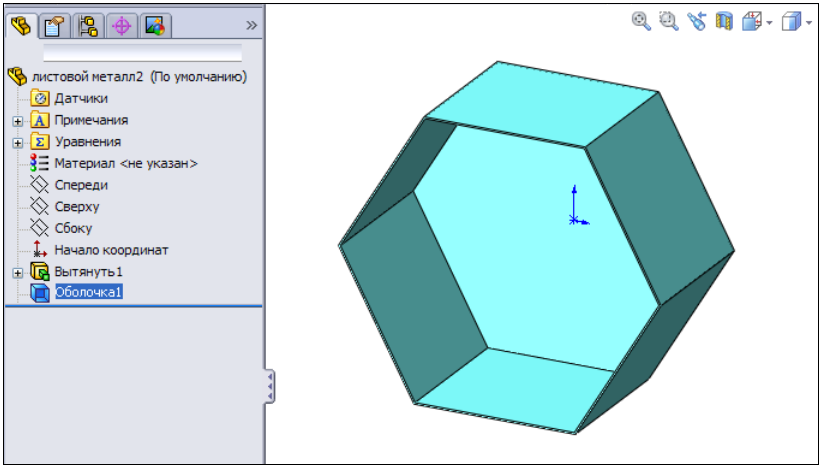


Рис. 5.24

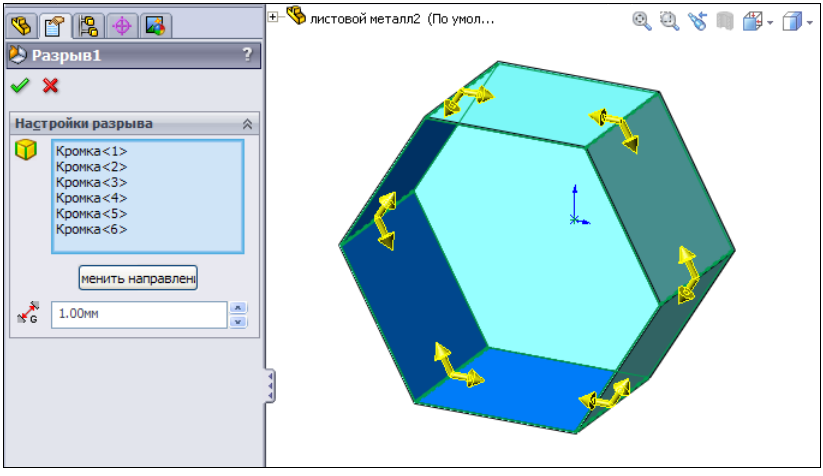


Рис. 5.25

(рис. 5.25). В поле **Зазор** укажите величину зазора между гранями в области разрыва.

Примечание

При выборе кромок, на которых предполагается создать разрезы, предпочтительно отмечать эти кромки с внутренней стороны детали.

Закончим создание разрывов, нажав кнопку **OK**. В результате на детали появятся разрывы, а в **Дереве Конструирования** новая строка — **Разрыв1**.

Для построения детали из листового металла и развертки на его основе необходимо указать сгибы, по которым будут разворачиваться грани призмы.

Для этого активизируем команду **Сгибы** нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов **Листовой металл**. Затем, когда появится окно **Сгибы** (рис. 5.26), укажем радиус сгиба и зафиксированную кромку или грань, по периметру которой пройдут линии сгиба.

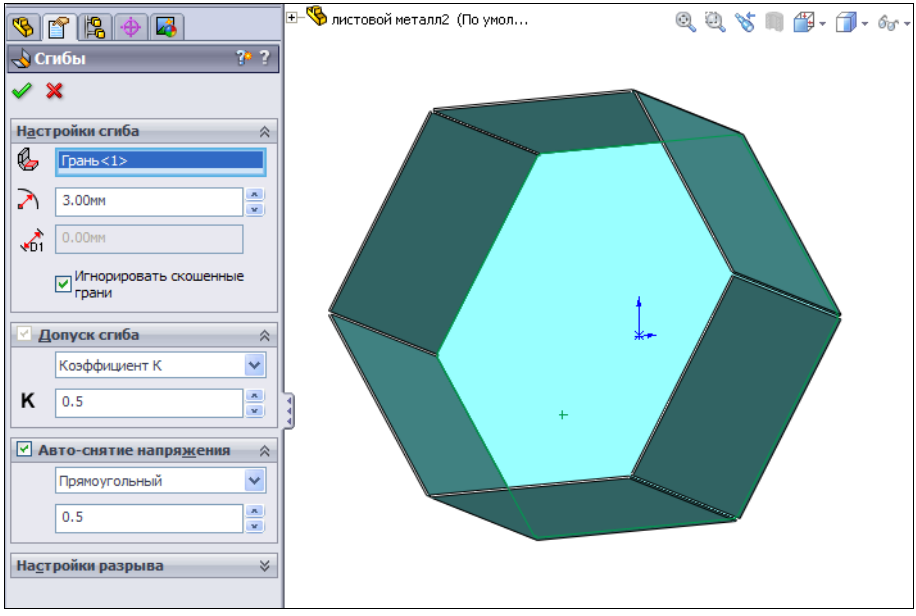


Рис. 5.26

При создании развертки твердого тела в углах (конечных точках разрывов) возникают напряжения, поэтому программа может создавать на этих углах рельефные подрезы для снятия напряжений. В окне **Сгибы** (см. рис. 5.26) в области **Авто-снятие напряжения** выберите вид подреза: **Прямоугольный**, **Скругленный** или **Без зазоров** (без использования подрезов). Необходимо также указать **Пропорцию смещения**, т. е. величину ширины и глубины прямоугольного или скругленного выреза. Величина пропорции смещения должна лежать между 0,05 и 2,00 мм. Выберем прямоугольный подрез с пропорцией смещения 0,5 мм.

Теперь нажмите кнопку **OK** , и вы увидите сгибы, которые были созданы по периметру грани, а также подрезы в углах (рис. 5.27). При этом в **Дереве Конструирования** появятся ветви: **Листовой металл1**, **Плоское состояние1**, **Согнутое состояние1** и **Развертка1** (в погашенном состоянии).

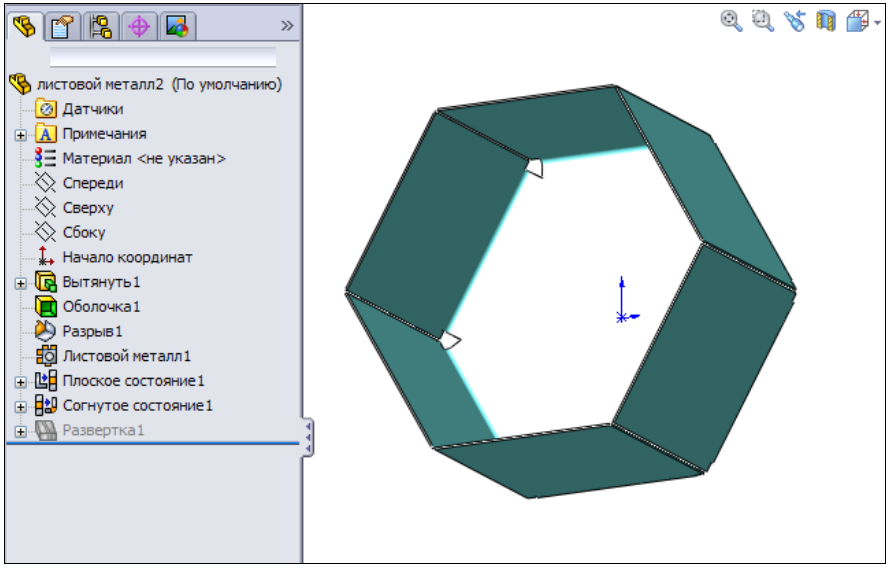


Рис. 5.27

Теперь деталь полностью готова и можно построить ее развертку. Программа позволяет создавать как полную развертку детали, так и неполную развертку. Для создания полной развертки необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Развертка** , которая находится на панели **Листовой металл**. В результате получите полную развертку данной детали (рис. 5.28). При этом строка **Развертка1** в **Дереве Конструирования** перейдет из погашенного состояния в активное.

   Команда **Развертка** позволяет развернуть все элементы, которые возможно развернуть в данной детали.

2. Для возвращения детали в прежнее (согнутое) состояние еще раз нажмите (отожмите) кнопку **Развертка** .

3. Можно также построить развертку, используя строку **Развертка1** в **Дереве Конструирования**. Для этого активизируйте ее нажатием правой кнопки мыши и щелкните в появившемся контекстном меню по строке **Высветить** . Вся деталь развернется в плоскости, где расположено основание (рис. 5.28).

4. Чтобы разогнуть лишь некоторые грани детали, следует нажать кнопку **Разогнуть** на панели инструментов **Листовой металл**. Можно воспользоваться также командой меню **Вставка | Листовой металл | Разогнуть**.

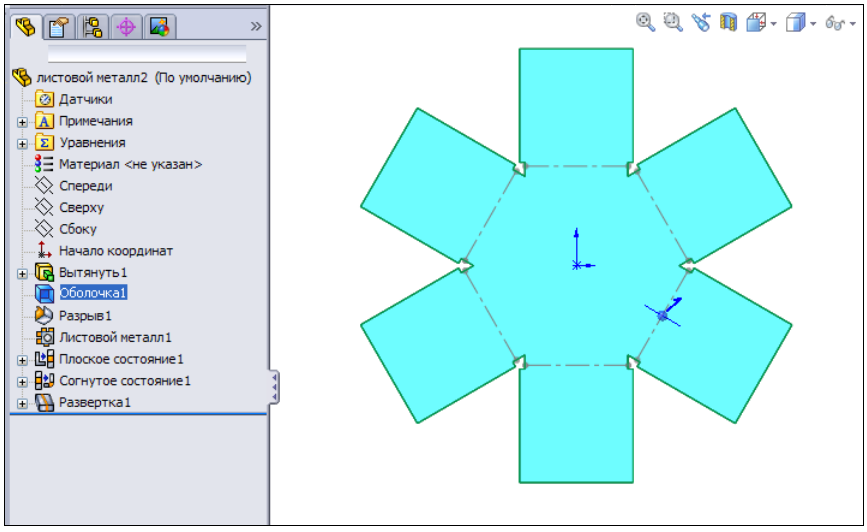


Рис. 5.28

На экране появится окно **Разогнуть** (рис. 5.29), в котором в поле **Зафиксированная грань** следует указать ту грань, положение которой в пространстве останется неизменным. В поле **Разогнуть сгибы** необходимо указать те сгибы, которые вы разгибаете, пусть это будет **Острый сгиб3**, **Острый сгиб4** и **Острый сгиб1** (рис. 5.29).

5. Нажмите кнопку **OK** и в результате получите неполную развертку листовой детали, при этом в **Дереве Конструирования** появится строка **Разогнуть1** (рис. 5.30).

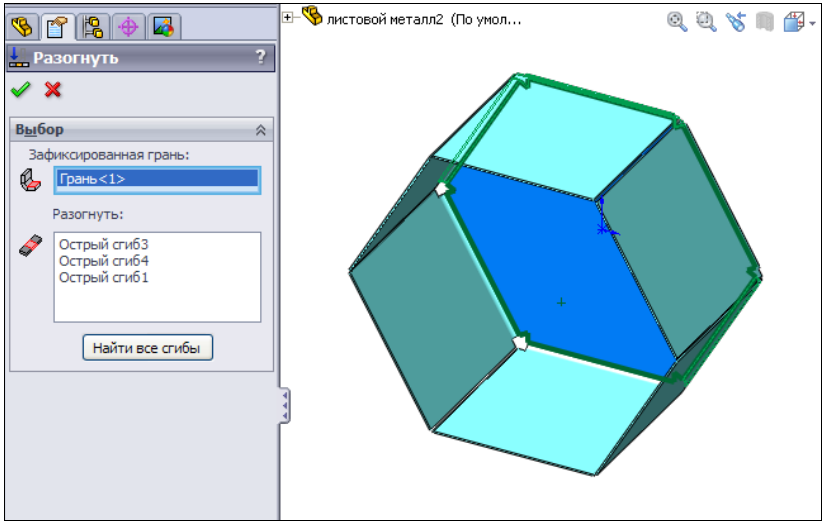


Рис. 5.29

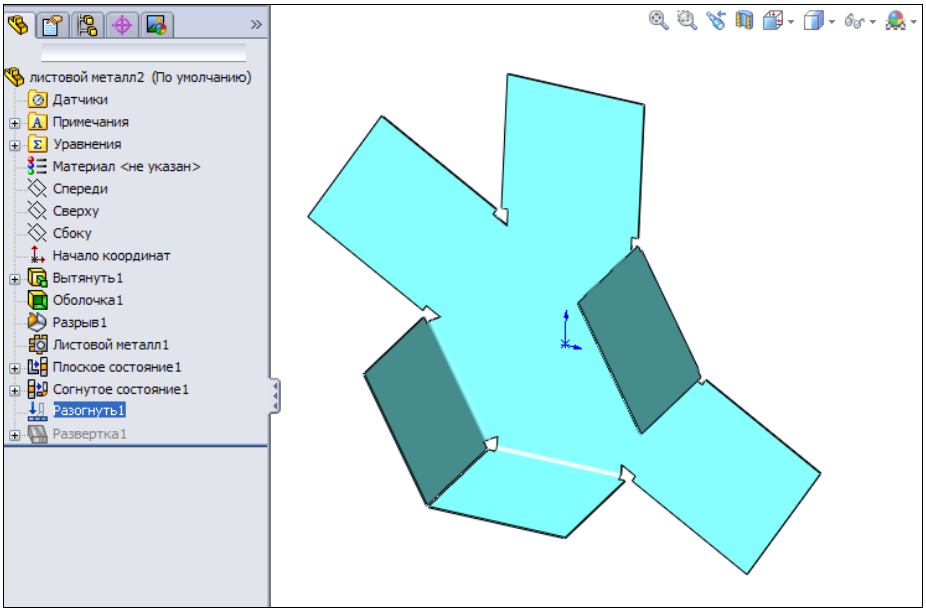


Рис. 5.30

6. Для того чтобы согнуть некоторые грани детали, следует воспользоваться командой **Согнуть** . В появившемся окне **Согнуть** необходимо указать **Зафиксированная грань**, а также сгибы, которые необходимо согнуть (рис. 5.31).

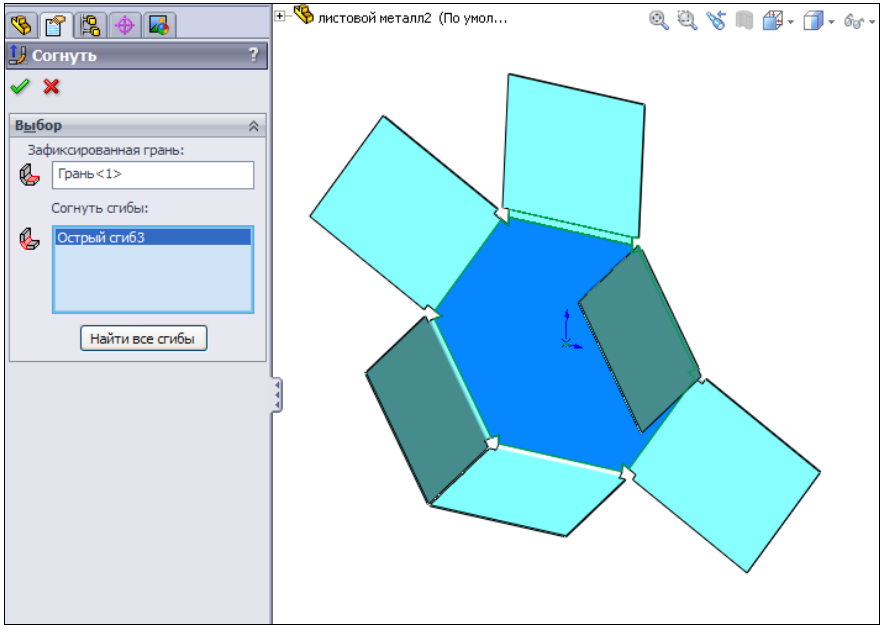


Рис. 5.31

Зафиксируем, как и в предыдущем построении, **Грань<1>** и согнем **Острый сгиб3**, таким образом вернув его в прежнее положение (рис. 5.32).

7. Закончим преобразование детали, нажав кнопку **OK**  . При этом в **Дереве Конструирования** появится строка **Согнуть1** (рис. 5.32).

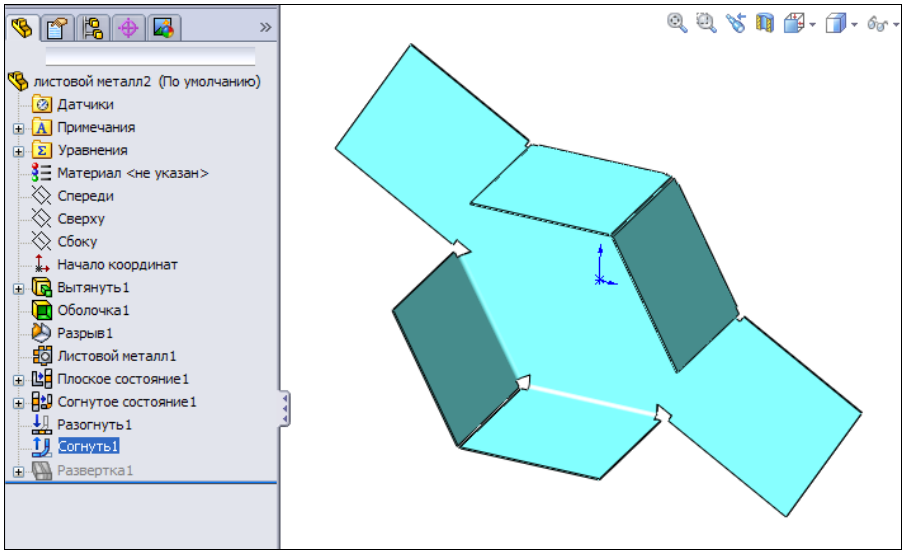


Рис. 5.32

Рассмотрим второй способ получения листового металла на основе твердотельной детали.

5.2.2. Второй способ преобразования твердотельной детали в деталь из листового металла

Для создания детали из листового металла путем преобразования твердотельной детали по второму способу так же, как и в первом случае, необходимо построить твердотельную деталь.

Рассмотрим методику создания детали на примере призмы.

1. Построим сначала эскиз детали согласно рис. 5.33.
2. На основе эскиза построим объект в виде призмы, нажав кнопку **Вытянутая бобышка/основание**  на панели инструментов **Элементы**. Вытянем эскиз на 50 мм (рис. 5.34).
3. Преобразуем эту твердотельную деталь в деталь из листового металла при помощи команды  **Преобразовать в листовой металл**, которая расположена на панели инструментов **Листовой металл**. Можно также воспользоваться командой меню **Вставка | Листовой металл | Преобразовать в листовой металл....**

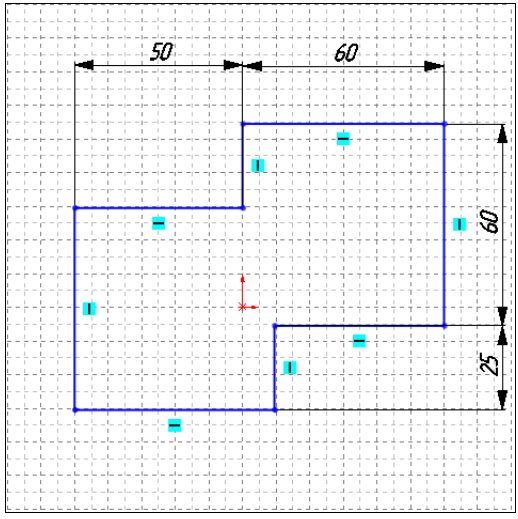


Рис. 5.33

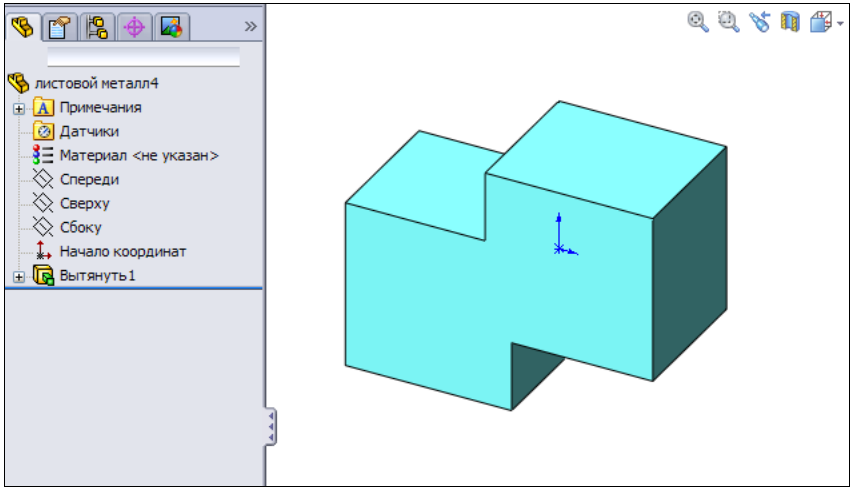


Рис. 5.34

4. На экране, в области **PropertyManager** (Менеджера свойств), откроется окно настроек **Перевести в Листовой металл** (рис. 5.35).

- В этом окне в области **Параметры Листового металла** (рис. 5.35) необходимо указать следующие параметры:
  - в разделе  **Выберите зафиксированный объект** укажите грань, которая будет зафиксирована в пространстве при создании развертки детали из листового металла;
  - толщину листа в поле  **Толщина листа**;
  - радиусы сгибов в поле  **Радиусы сгибов по умолчанию**.

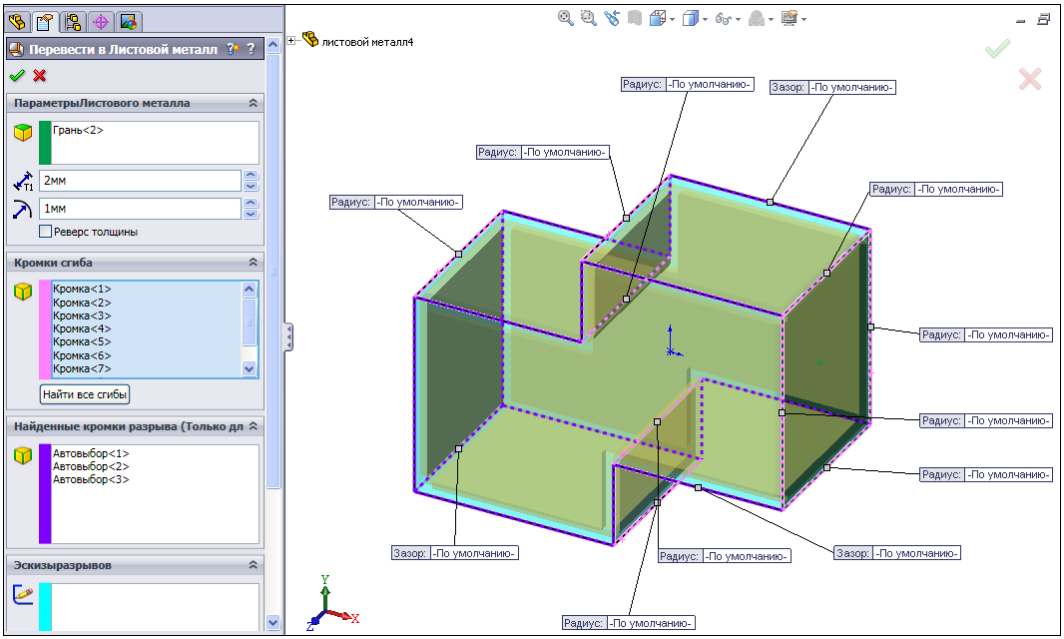


Рис. 5.35

Пусть при построении детали будет зафиксирована **Грань<2>**, зададим толщину листа — 2 мм и радиус сгибов по умолчанию — 4 мм.

- В области **Кромки сгиба** нужно указать кромки детали, на которых будут формироваться сгибы.
- В области **Найденные кромки разрыва** в автоматическом режиме указываются кромки, по которым будут сделаны разрывы (рис. 5.35).

Примечание

При указании сгибов и разрывов к соответствующим кромкам детали прикрепляются обозначения. Маркер **Радиус** прикрепляется к кромке, на которой будет оформлен сгиб, а маркер **Зазор** — к кромке, на которой будут создан зазор.

- В области **Эскизы разрывов** можно указать эскизы, согласно которым будут сделаны разрывы в создаваемой детали. Эскизы разрывов при этом должны быть построены заранее. В окне  **Зазор по умолчанию для всех разрывов** нужно задать величину зазора в разрыве. Пусть для данной детали зазор составит 2 мм.
- В области **Авто-снятие напряжения** нужно выбрать тип выреза для снятия напряжений при создании развертки и пропорцию смещения. Конструктору предлагается выбрать из списка один из трех типов вырезов: **Прямоугольный**, **Без зазоров** или **Скругленный**. Пропорция смещения указывается только для вырезов типа **Прямоугольный** и **Скругленный.**

5. Закончим преобразование твердотельной детали в деталь из листового металла, нажав кнопку **OK**  . В результате на детали появятся сгибы, разрывы и рель-

ефные подрезы для снятия напряжений, а в **Дереве Конструирования** новые строки: **Листовой металл1**, **Преобразовать-Твердое тело1** и **Развертка1** (в погашенном состоянии) (рис. 5.36).

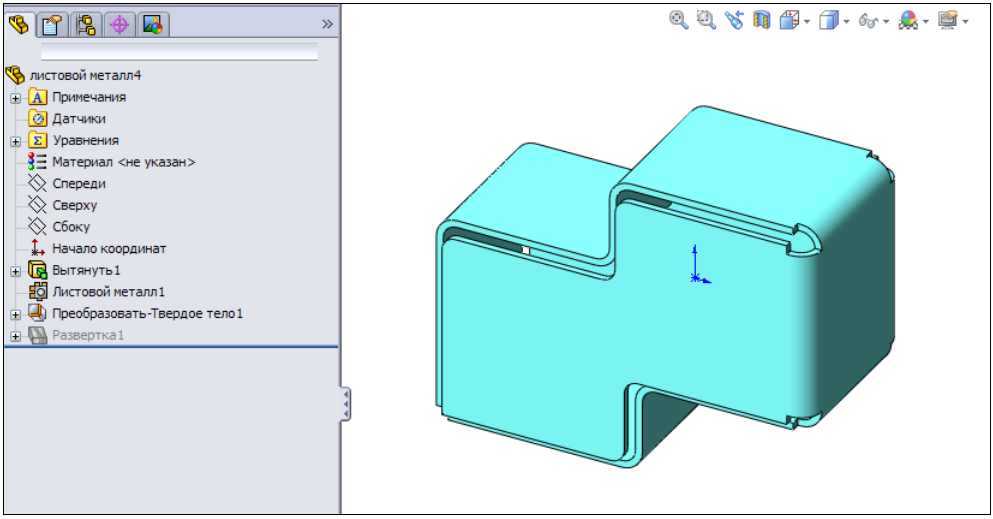


Рис. 5.36

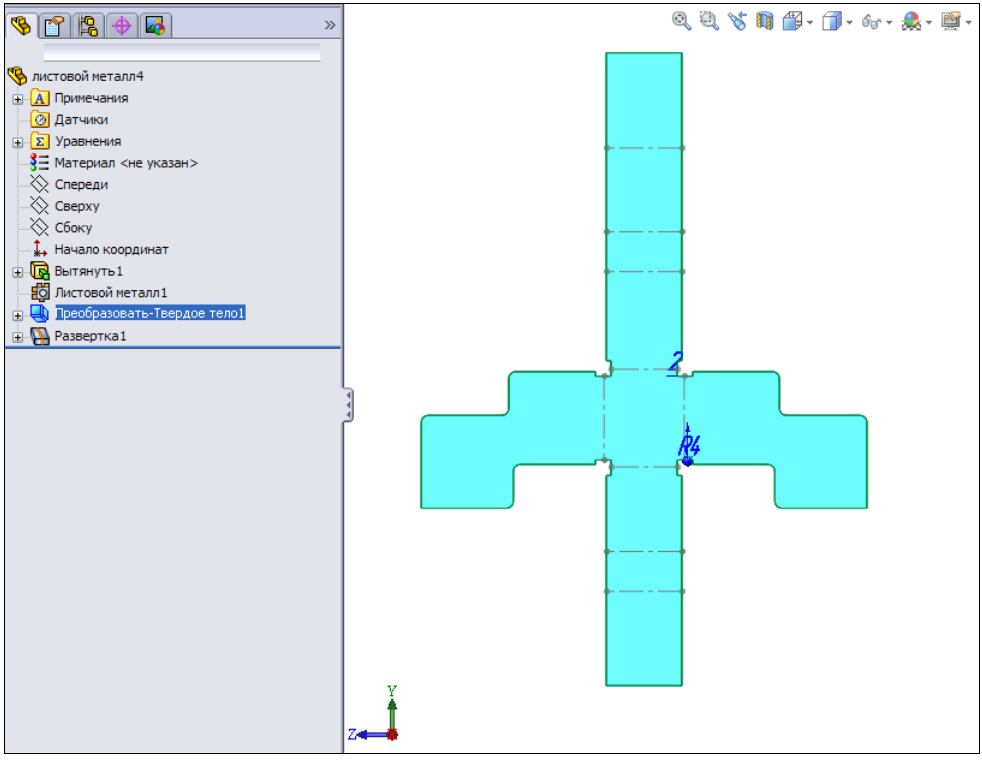


Рис. 5.37

6. Для получения развертки этой детали нажмите кнопку **Развертка**  , которая находится на панели **Листовой металл**. В результате получите ее полную развертку (рис. 5.37). При этом строка **Развертка1** в **Дереве Конструирования** перейдет из неактивного состояния в активное.
7. Развертку детали также можно построить, используя возможности **Дерева Конструирования**. Для этого активизируйте строку **Развертка1** нажатием правой кнопки мыши и щелкните в появившемся контекстном меню по строке **Высветить**  . В результате вы увидите развертку детали (рис. 5.37).
8. Для возвращения детали в прежнее (согнутое) состояние еще раз нажмите (отожмите) кнопку **Развертка**  .

Рассмотренные способы построения детали из листового металла отличаются от других способов тем, что в данном случае согнутое состояние детали полностью определяется конфигурацией первоначального твердого тела.

5.3. Многотельные детали из листового металла

SolidWorks 2010, в отличие от своих более ранних версий, обладает новыми возможностями создания деталей из листового металла сложной конфигурации. Например, конструктор может построить деталь из листового металла непростой конструкции как многотельную, объединив между собой простые детали. В SolidWorks 2010 существует несколько способов работы с многотельными деталями из листового металла. Рассмотрим два основных способа:

- создание деталей из листового металла путем объединения нескольких деталей;
- разделение детали из листового металла на несколько тел.

5.3.1. Построение детали из листового металла посредством объединения нескольких деталей

Благодаря появившейся возможности объединения нескольких деталей из листового металла одинаковой толщины в одну, можно построить деталь довольно сложной формы. Объединять простые детали из листового металла в одну в SolidWorks 2010 можно двумя способами:

- с использованием команды **Ребро-кромка**  ;
- с использованием команды **Базовая кромка/выступ**  .

Команда **Ребро-кромка** позволяет объединить детали путем соединения параллельных кромок деталей элементом ребро-кромка, а команда **Базовая кромка/выступ** соединяет детали, грани которых совпадают, посредством базовой кромки.

Объединение деталей с использованием команды "Ребро-кромка"

Рассмотрим эту возможность на конкретном примере.

1. Сначала построим две детали из листового металла простой конфигурации. Толщина листа у обеих деталей — 1 мм. Сохраним их под именами `Деталь1_Лист` и `Деталь2_Лист`. Первая деталь `Деталь1_Лист` построена при помощи команд **Базовая кромка/выступ**  и **Ребро-кромка**  (рис. 5.38), а `Деталь2_Лист` построена при помощи команд **Базовая кромка/выступ**  и **Каемка**  (рис. 5.39).

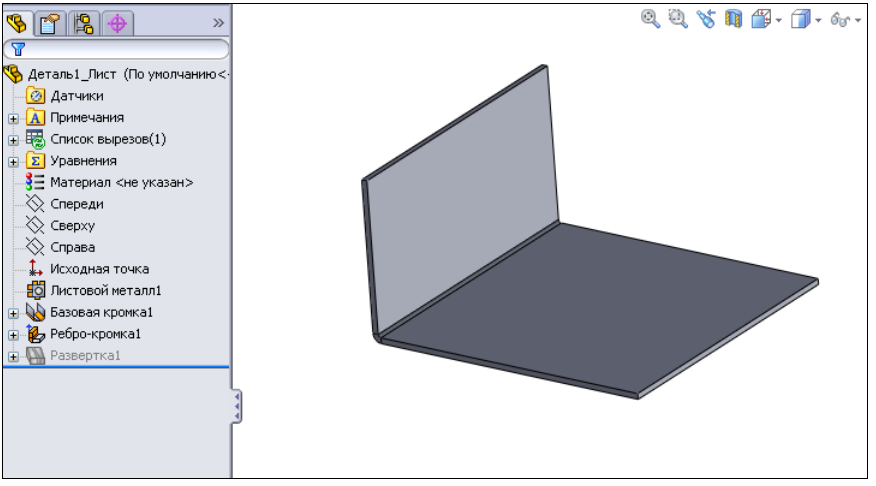


Рис. 5.38

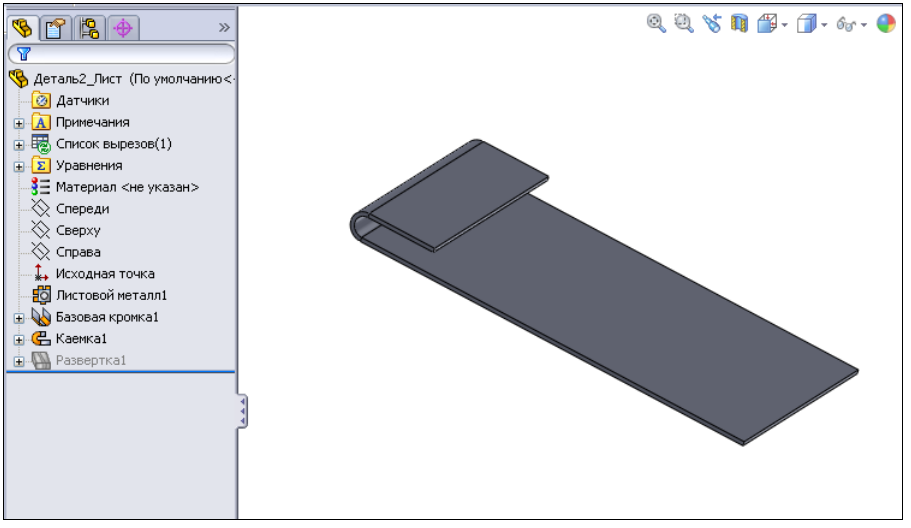


Рис. 5.39

2. Чтобы объединить эти детали, сначала нужно разместить их в одном графическом пространстве. Поместим `Деталь2_Лист` в графическое пространство первой детали. Для этого откроем `Деталь1_Лист` и активизируем команду меню **Вставка | Деталь...** (рис. 5.40), в результате на экране появится окно **Открыть**. Найдите файл детали `Деталь2_Лист` и нажмите кнопку **Открыть**. В области **PropertyManager** откроется окно **Вставить деталь**, а в графической области появится полупрозрачное изображение детали `Деталь2_Лист` (рис. 5.41).

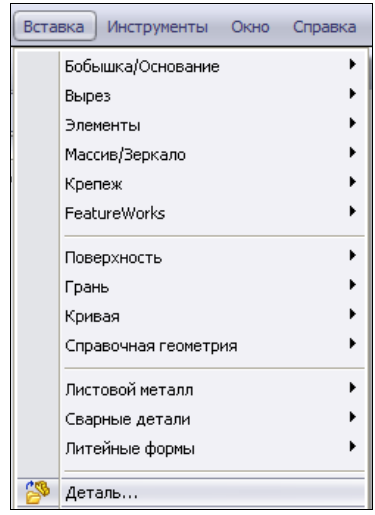


Рис. 5.40

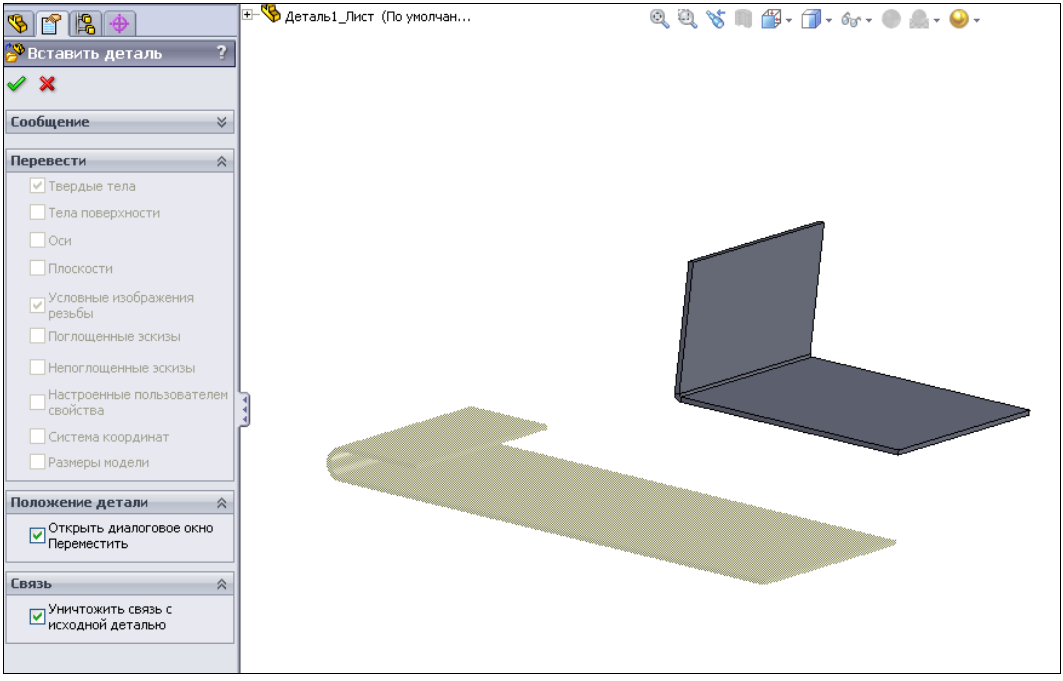


Рис. 5.41

3. В окне **Вставить деталь** в области **Положение детали** необходимо поставить флажок в строке **Открыть диалоговое окно Переместить**, а также поставить флажок в области **Связь**, в строке **Уничтожить связь с исходной деталью** (рис. 5.41).

Теперь необходимо разместить `Деталь2_Лист` в графической области первой детали, щелкнув левой кнопкой мыши в каком-либо месте графического пространства. В результате объединяемые детали окажутся в одном графическом пространстве, а в области **PropertyManager** откроется окно настроек **Положение детали** (рис. 5.42). Рассмотрим подробнее возможности этого окна настроек.

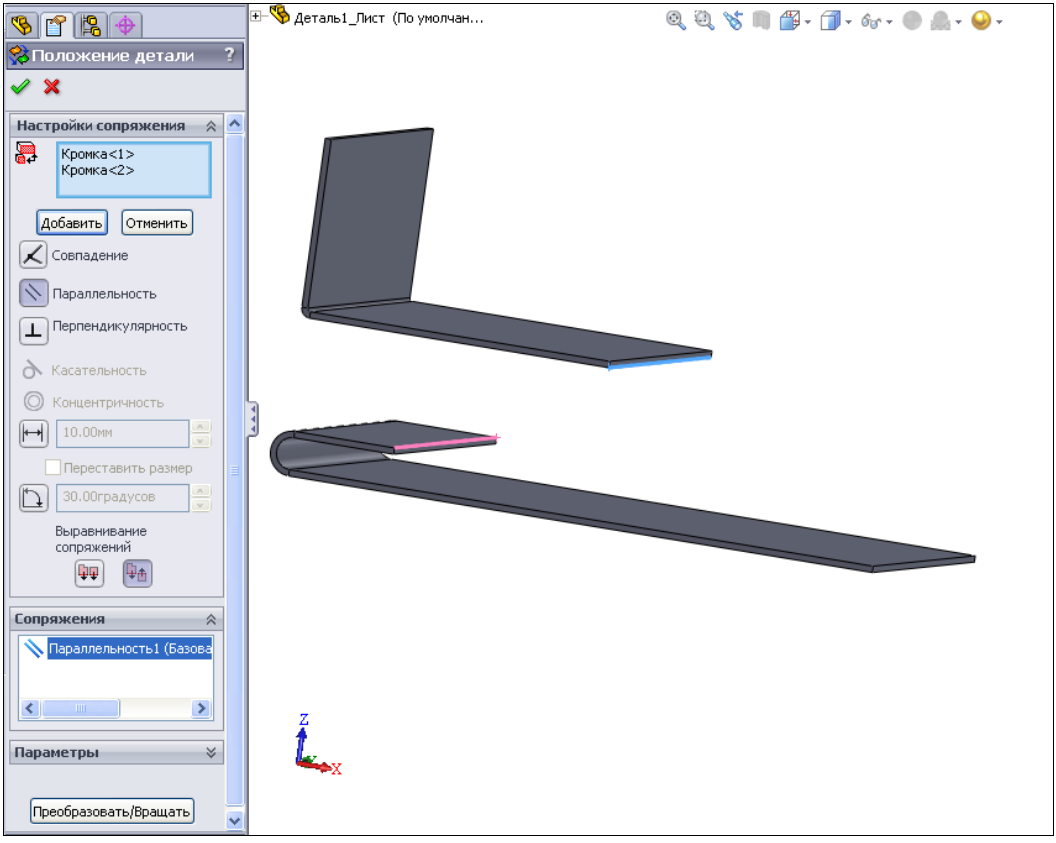


Рис. 5.42

В области **Настройки сопряжения**, в окне **Объекты для сопряжения**  , необходимо указать кромки, грани или другие объекты деталей, относительно которых будет строиться их взаимное расположение в графическом пространстве. Затем нужно выбрать тип сопряжения. Пользователю предлагаются на выбор следующие сопряжения:

-  **Совпадение** — создает совпадение объектов на бесконечности;
-  **Параллельность** — располагает объекты деталей параллельно друг другу;

- **Перпендикулярность** — располагает объекты деталей перпендикулярно друг другу;
- **Касательность** — позволяет расположить по касательной цилиндрические и плоские объекты;
- **Концентричность** — располагает окружности или цилиндрические объекты концентрично;
- **Расстояние** — позволяет разместить объекты деталей на указанном расстоянии друг от друга;
- **Угол —** располагает объекты деталей под углом, величина угла задается в соответствующем окне.

Также можно зеркально изменить расположение деталей друг относительно друга, используя кнопки **Выравнивание сопряжений**, а также выставляя или убирая флажок **Переставить размер** (рис. 5.42).

4. Далее очень важно правильным образом расположить детали в пространстве друг относительно друга. Так как мы рассматриваем объединение деталей при помощи команды **Ребро-кромка**, то для этого необходимо расположить детали так, чтобы две их кромки были параллельны друг другу. Поэтому в окне настроек **Положение детали** (рис. 5.42) в области **Настройки сопряжения**, в окне **Объекты для сопряжения**, укажем две кромки разных деталей **Кромка<1>** и **Кромка<2>** и выберем сопряжение **Параллельность**. Нажмем кнопку **Добавить**, и в результате детали расположатся таким образом, что их указанные кромки, по которым затем пройдет объединение, станут параллельны друг другу (рис. 5.42). При необходимости можно задать и другие сопряжения между объектами деталей.
5. Закончим создание сопряжений, нажав кнопку **OK**.
6. Теперь приступим непосредственно к объединению деталей, используя для этого команду **Ребро-кромка**. Для этого активизируем команду **Ребро-кромка** на панели инструментов **Листовой металл**. В открывшемся окне **Ребро-кромка** (рис. 5.43), в области **Настройки кромки**, в поле **Кромка** укажем сопрягаемую кромку одной из деталей. В области **Длина фланца** в строке **Граничное условие-длина** выберем условие **До кромки и объединить** (рис. 5.43). В появившейся в области **Длина фланца** строке **Выберите кромку ссылки** укажите кромку другой детали (рис. 5.44).
7. Нажмем кнопку **OK** и в результате увидим две детали, объединенные в одну (рис. 5.45). При объединении деталей будут использованы радиусы скругления, указанные для режима "по умолчанию".

Если необходимо увидеть развертку этой детали, то воспользуйтесь командой **Развертка**  на панели инструментов **Листовой металл**. Сохраним объединенную деталь под именем `Деталь1_Лист12`.

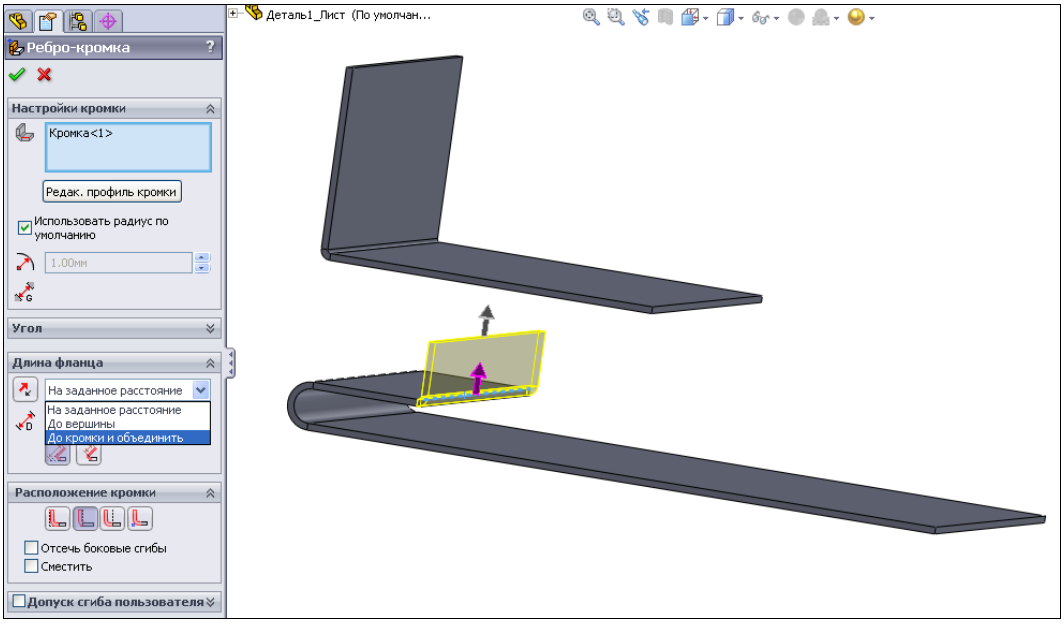


Рис. 5.43

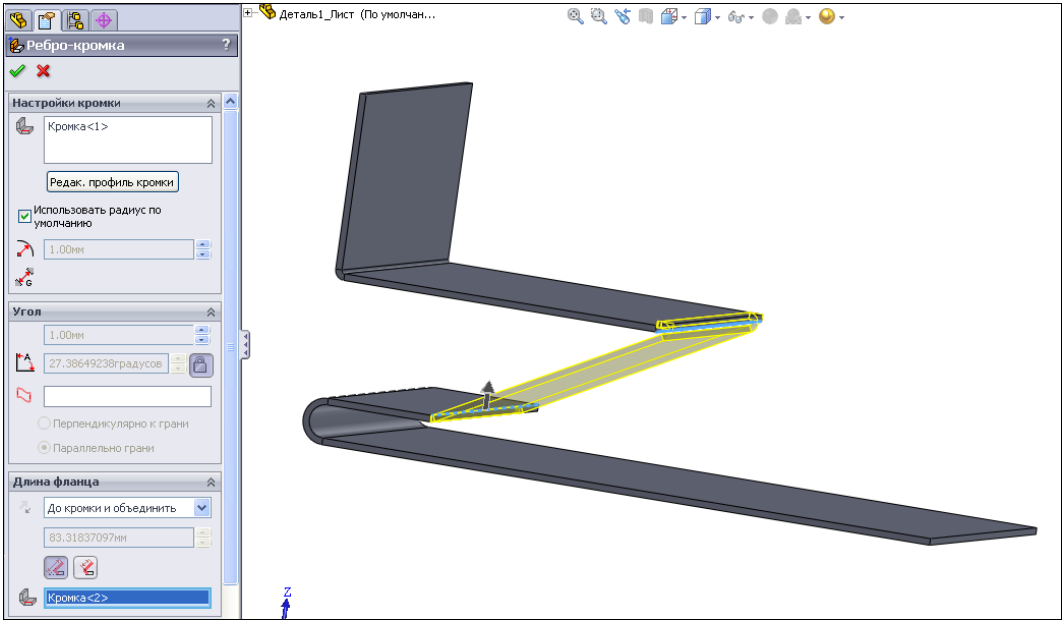


Рис. 5.44

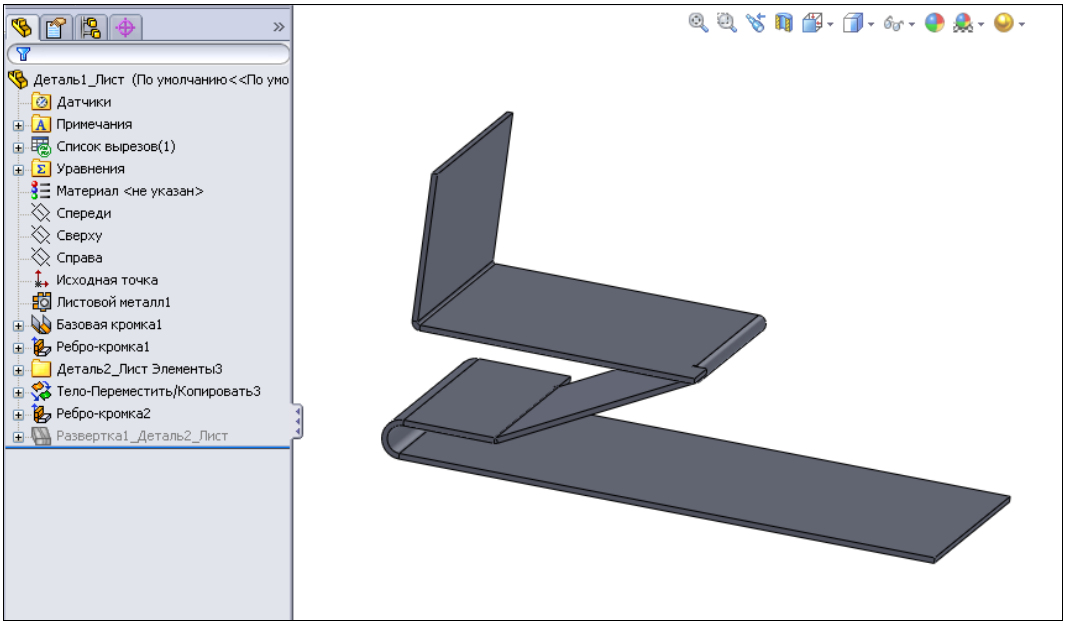


Рис. 5.45

Объединение деталей с использованием команды "Базовая кромка/выступ"

В этом разделе рассмотрим объединение деталей при помощи команды **Базовая кромка/выступ** .

1. Для этого создайте две детали из листового металла. Откройте одну из деталей и разместите другую деталь в ее графическом пространстве, воспользовавшись командой меню **Вставка | Деталь...** (см. п. 2—4 выше). Для наглядности будем использовать детали из предыдущего примера `Деталь1_Лист` и `Деталь2_Лист`.
2. При относительном расположении деталей в графической области, в момент задания сопряжений (см. выше п. 5) расположите детали так, чтобы две их грани совпадали друг с другом. Поэтому в окне настроек **Положение детали** (рис. 5.46) в области **Настройки сопряжения**, в окне **Объекты для сопряжения** , нужно указать две грани разных деталей **Грань<1>** и **Грань<2>** и выбрать сопряжение **Совпадение**. Нажмите кнопку **Добавить**, и в результате детали расположатся таким образом, что их указанные грани будут совпадать на бесконечности (рис. 5.46). В дальнейшем на этих совпадающих гранях будет построена базовая кромка, благодаря чему произойдет объединение деталей в одну.

Примечание

При размещении второй детали в графическом пространстве первой детали не забудьте в окне **Вставить деталь**, в области **Положение детали**, поставить флажок в

строке **Открыть диалоговое окно Переместить**, а также поставить флажок в области **Связь**, в строке **Уничтожить связь с исходной деталью** (см. рис. 5.41).

3. Закончим размещение деталей и создание сопряжений, нажав кнопку **OK**  .

4. Теперь объединим эти детали. Для этого выберем грань одной из деталей, которая совпадает с гранью другой детали, войдем в эскиз и построим эскиз будущей базовой кромки, которая объединит эти детали. Пусть эта кромка имеет вид прямоугольника (рис. 5.47).

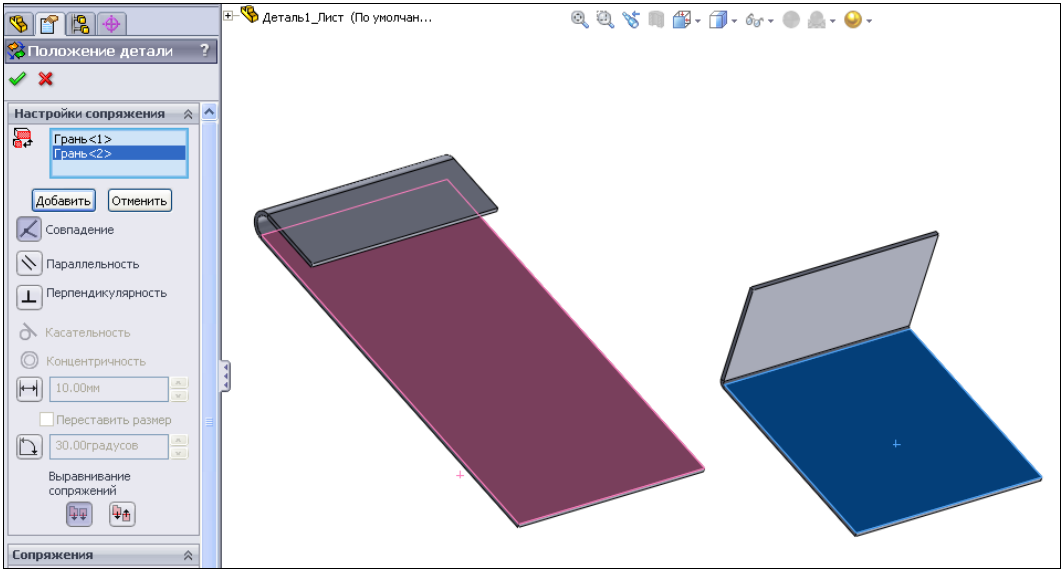


Рис. 5.46

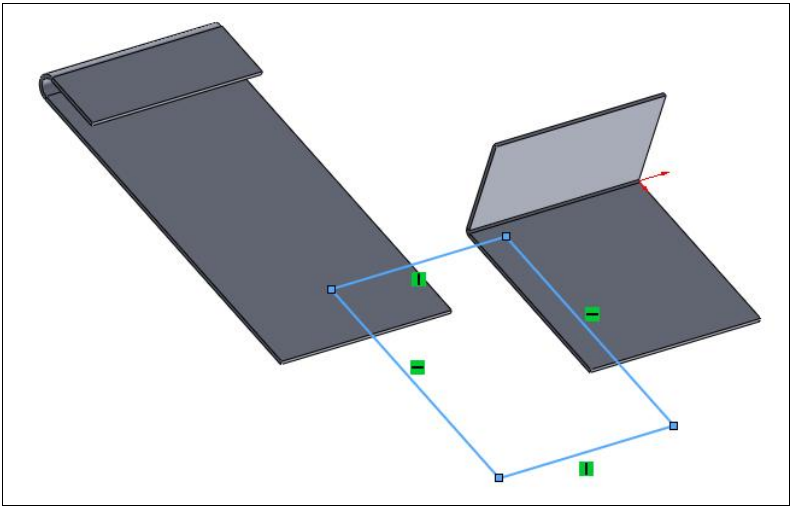


Рис. 5.47

5. Активизируем команду **Базовая кромка/выступ**  , которая находится на панели инструментов **Листовой металл**, в результате в области **PropertyManager** откроется окно настроек **Базовая кромка** (рис. 5.48). В этом окне в области **Настройки листового металла** поставьте флажок в строке **Результат слияния**,

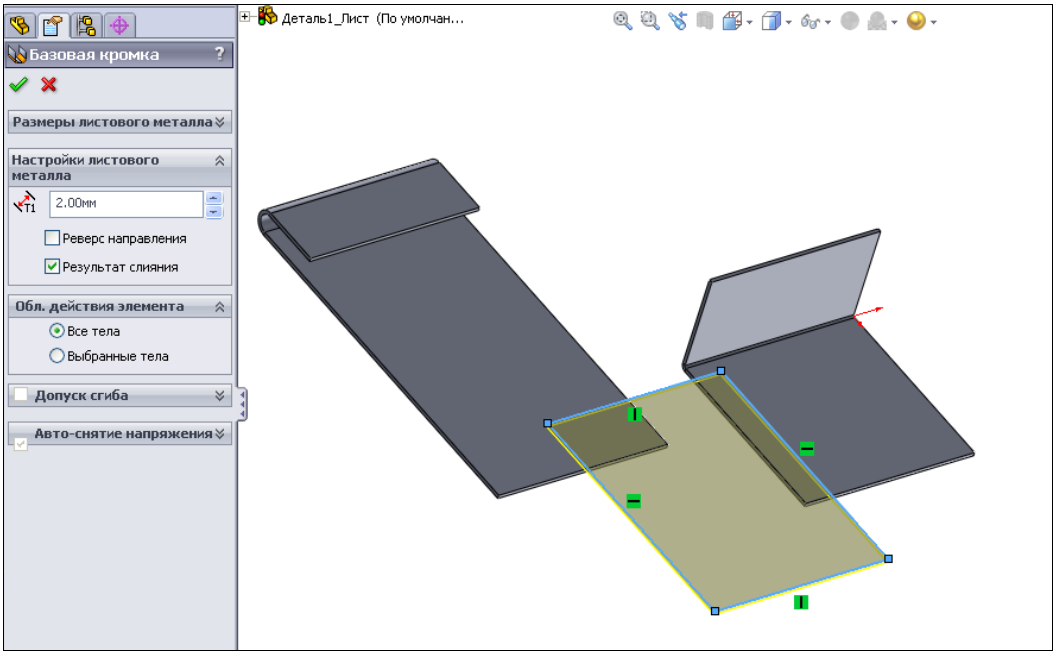


Рис. 5.48

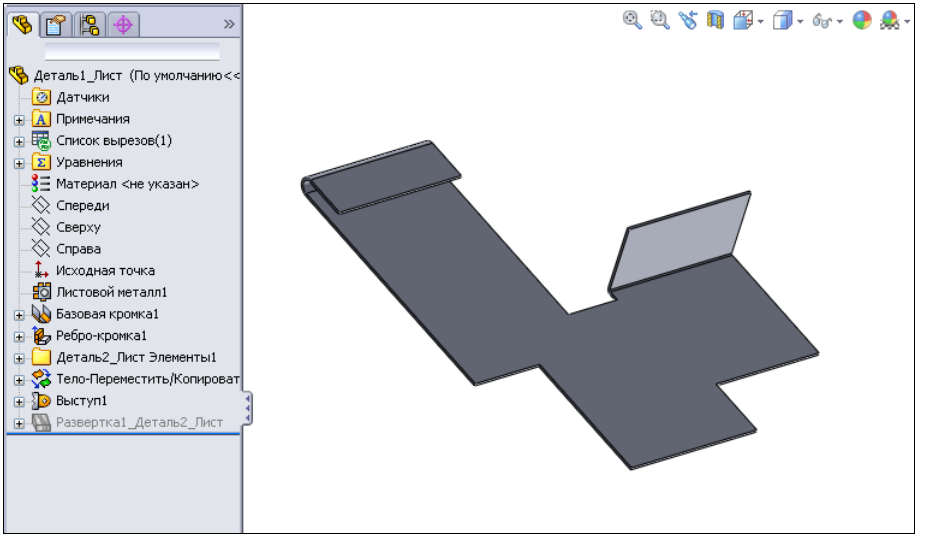


Рис. 5.49

а также в области **Обл. действия элементов** установите переключатель **Все тела** (рис. 5.48). Эти настройки означают, что создаваемая базовая кромка создаст тело как результат слияния всех тел.

6. Закончим объединение тел, нажав кнопку **OK**  . В результате получим деталь из листового металла, как результат объединения двух других деталей (рис. 5.49). Сохраним полученную деталь под именем `Деталь1_Лист13`.

Теперь рассмотрим новые возможности SolidWorks 2010 по разделению деталей из листового металла сложной конфигурации на несколько простых.

5.3.2. Разделение сложной детали из листового металла на несколько простых деталей

Процедуру разделения сложной детали на две простые рассмотрим на примере детали `Деталь3_Лист` (рис. 5.50).

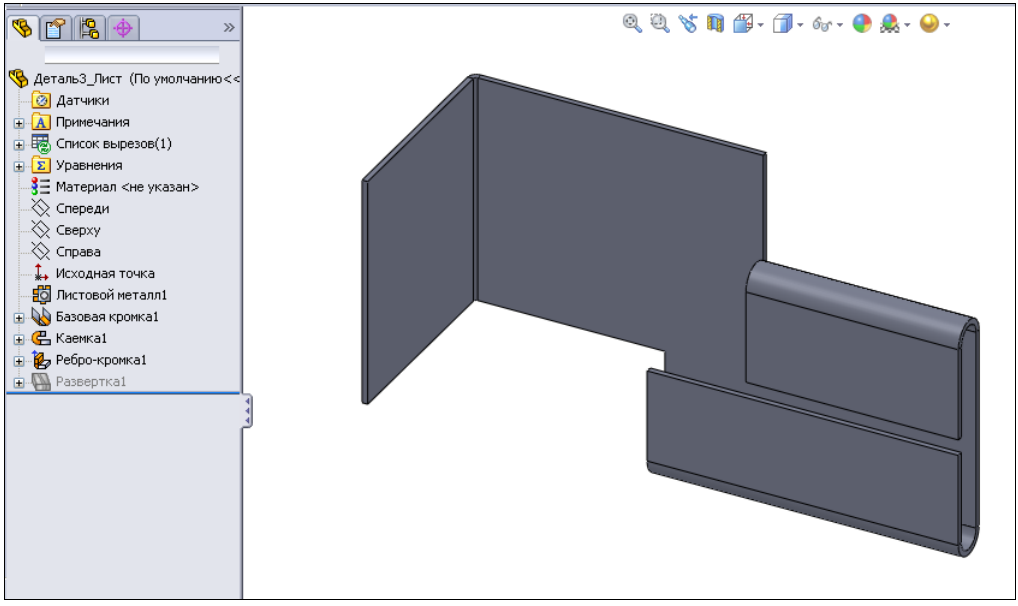


Рис. 5.50

1. Сначала нарисуем линию разреза, вдоль которой произойдет разделение детали. Для этого войдем в эскиз и нарисуем эту линию. Очень важно, чтобы она имела достаточную длину, т. е. начиналась и заканчивалась за пределами кромок детали (рис. 5.51).
2. Закончив построение линии разреза, нажмем кнопку **OK**  и выйдем из эскиза.
3. Разрежем деталь на две части, для чего активизируем команду **Разделить**  , которая находится на панели инструментов **Элементы**, или можно воспользоваться командой меню **Вставка | Элементы | Разделить...**.

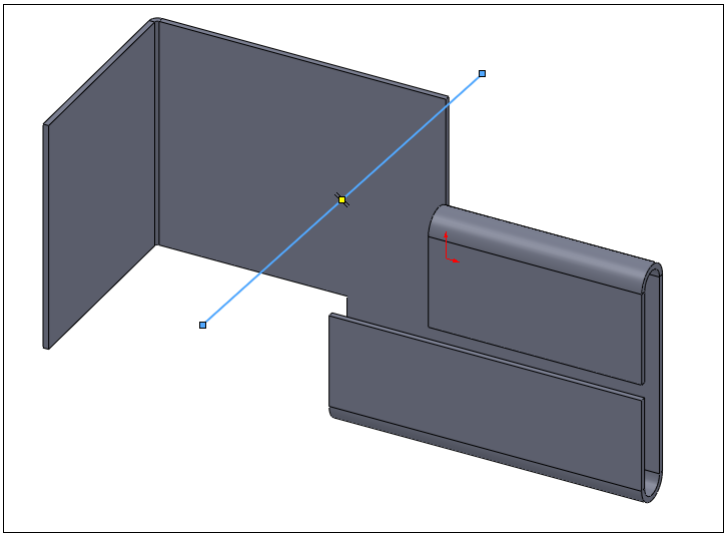


Рис. 5.51

4. В результате в области **PropertyManager** (Менеджера свойств) откроется окно **Разделить** (рис. 5.52). В этом окне, в области **Инструменты отсечения**, окне **Триммирование поверхностей**  укажите эскиз, содержащий нарисованную линию, и нажмите кнопку **Разрезать деталь** (рис. 5.52).

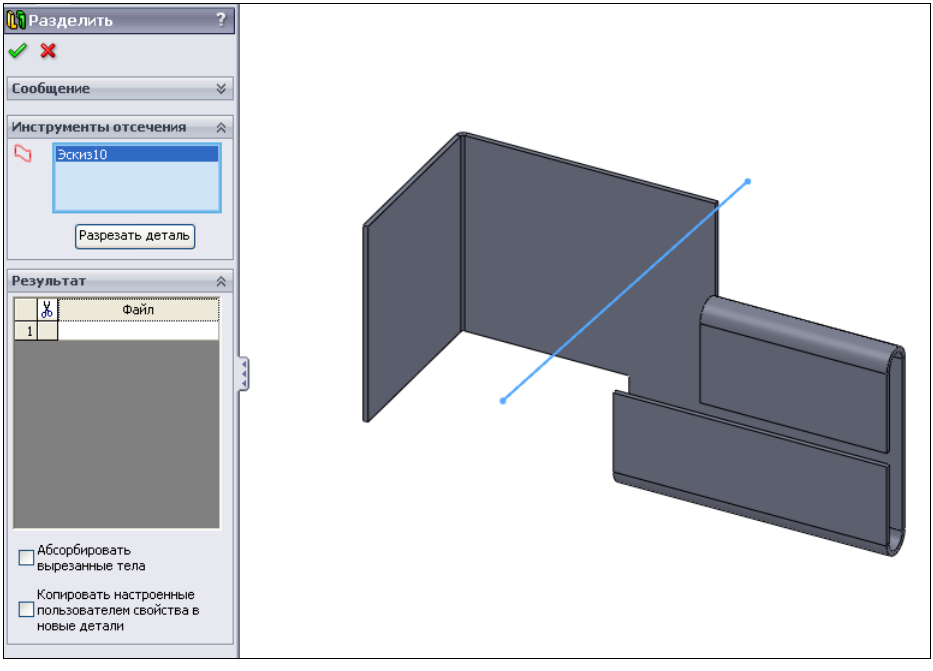


Рис. 5.52

5. После этого тела будут разделены, но они пока еще будут без имени. Поэтому в окне **Разделить**, в области **Результат**, в таблице, в столбце **Файл** введите имена для первой и второй детали. Можно также воспользоваться кнопкой **Авто-назначение имен** (рис. 5.53). Для задания имен деталей необходимо дважды щелкнуть в столбце **Файл**, в строке, соответствующей номеру детали. Номера деталей можно увидеть в графической области. В результате откроется окно **Сохранить как**, где необходимо указать имя детали и папку, в которой она будет сохранена. Сохраним детали под именами `Деталь3_Лист1` и `Деталь3_Лист2` (рис. 5.54).

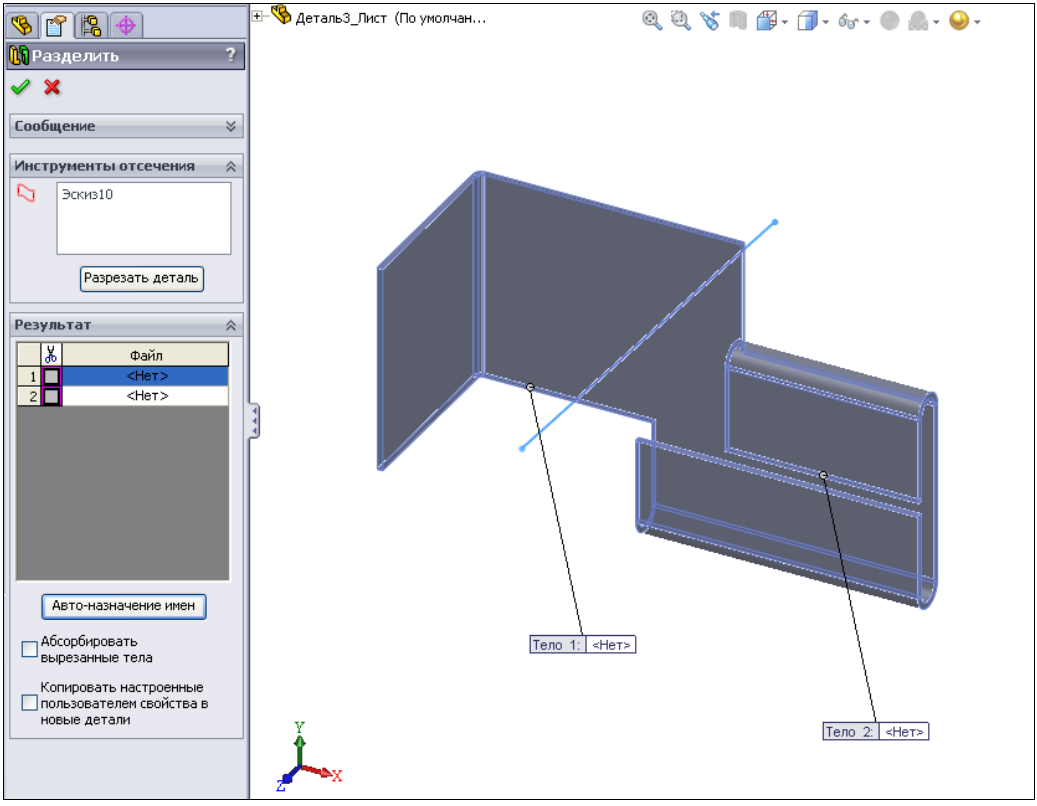


Рис. 5.53

6. Закончим разделение деталей, нажав кнопку **OK**  . После этого на мгновение деталь исчезнет из графической области, а затем появится уже в виде двух деталей. Информацию об этих деталях вы сможете увидеть в **Дереве Конструирования**, т. к. там появятся строки **Листовой металл1** и **Листовой металл2** (рис. 5.55). Соответственно, эти детали будут сохранены также в файлах под заданными ранее именами.
7. Теперь полученные тела (детали из листового металла) можно даже перемещать относительно друг друга. Для этого можно воспользоваться командой **Перемес-**

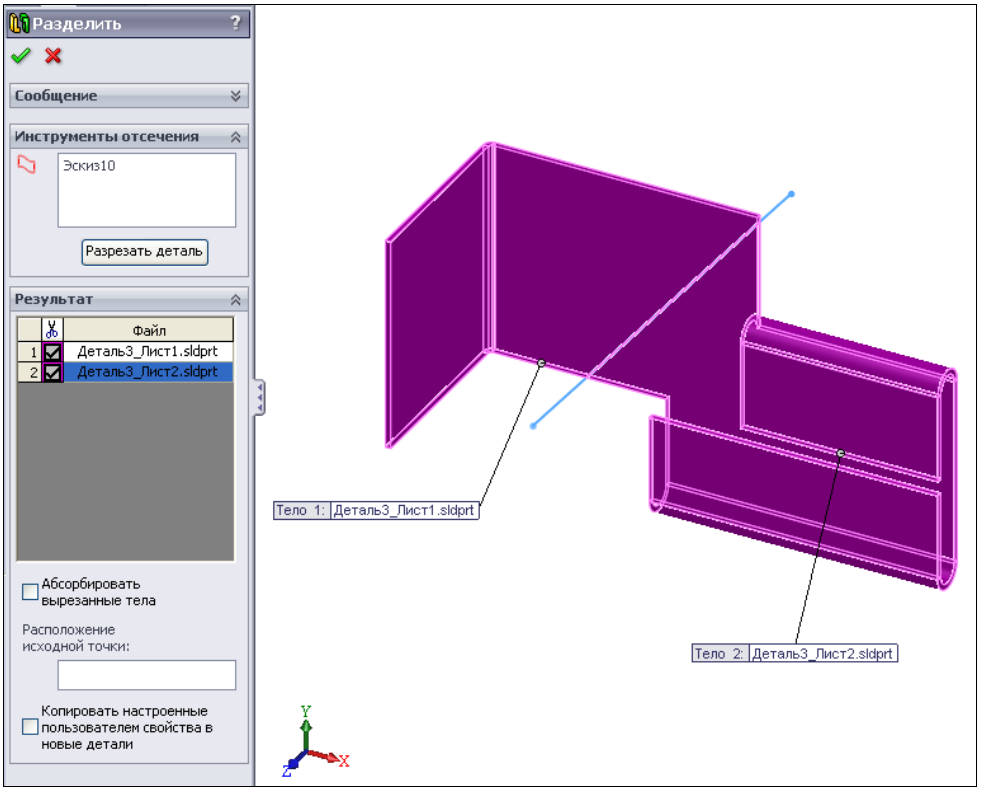


Рис. 5.54

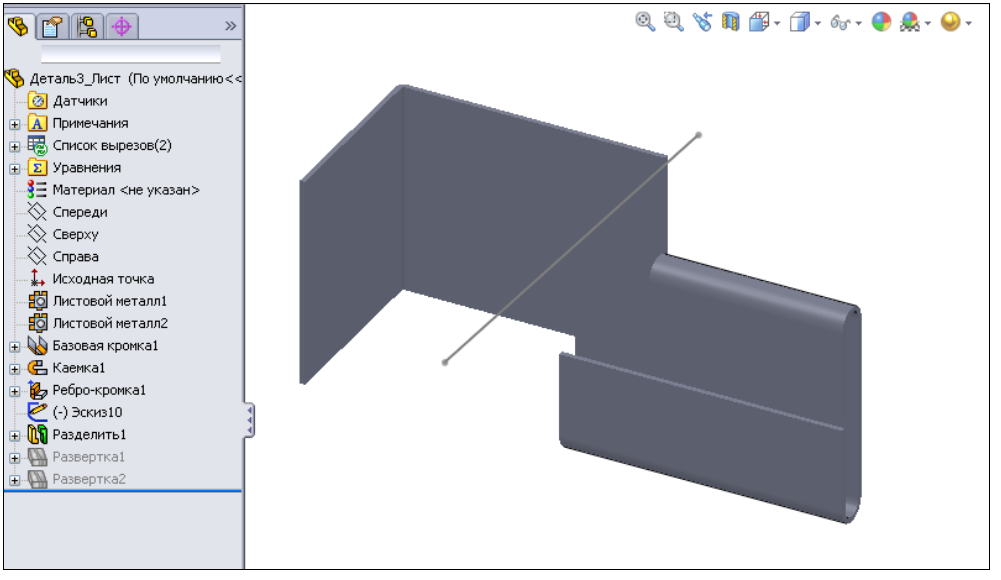


Рис. 5.55

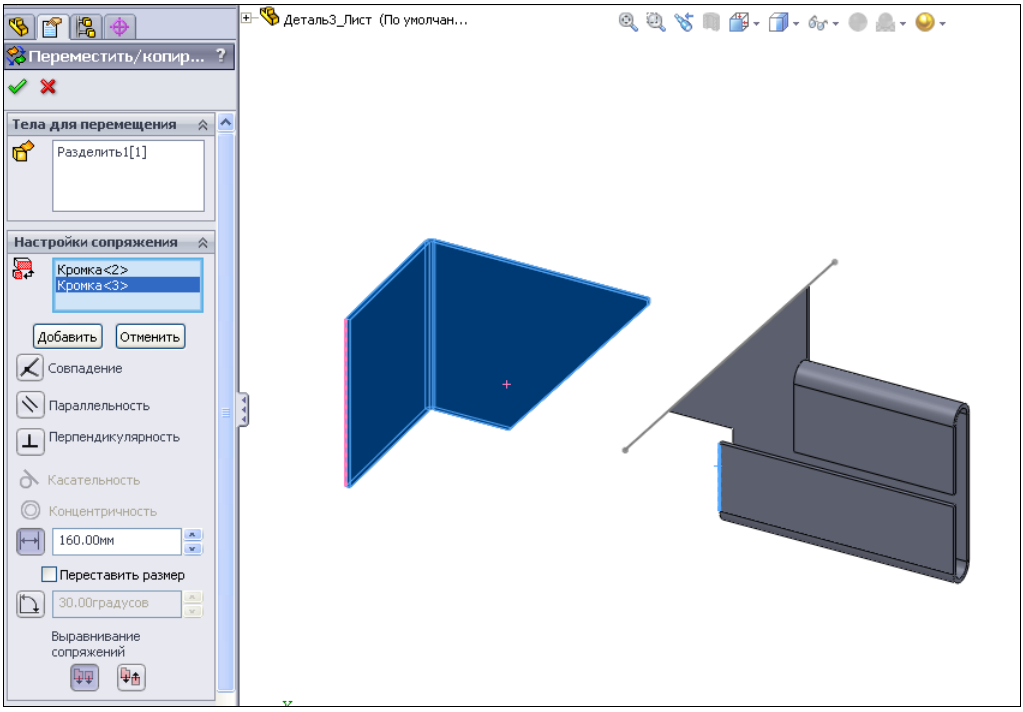


Рис. 5.56

тить/копировать тела  , которая находится на панели инструментов **Элементы**, или обратиться к команде меню **Вставка | Элементы | Переместить/Копировать...**. В открывшемся окне **Переместить/копировать** (рис. 5.56) в области **Тела для перемещения** укажите то тело (деталь), которое будет перемещаться в графическом пространстве (при этом другая деталь останется на своем прежнем месте), а в области **Настройки сопряжения** укажите объекты для сопряжения и выберите тип сопряжения (рис. 5.56). В примере будет использован тип сопряжения  **Расстояние**.

Закончите построение, нажав кнопку **OK**  . В результате получите два тела, находящиеся на указанном расстоянии друг от друга.

Теперь перейдем к рассмотрению способов создания чертежей деталей из листового металла. Построение чертежа детали из листового материала имеет некоторые особенности, поэтому рассмотрим их в следующем разделе.

5.4. Оформление чертежей деталей из листового материала

Особенность чертежа детали из листового металла состоит в том, что обычно на листе чертежа кроме видов детали в согнутом состоянии изображается и ее развертка. Существуют два способа размещения развертки на поле чертежа.

Первый способ — довольно сложный — основан на том, что при конструировании детали из листового материала необходимо создать два файла под разными именами: деталь в согнутом состоянии и файл детали в развернутом состоянии. При оформлении чертежа, во время размещения трех стандартных видов, следует обращаться к свернутой детали, а при построении развертки, соответственно, к развернутой детали. Этот способ был единственным для размещения развертки на поле чертежа в ранних версиях SolidWorks. Рассмотрим вышеописанную процедуру на примере, используя деталь, построенную из развертки.

1. Пусть имеется деталь в согнутом состоянии, сохраненная под именем `Листовой металл1` (рис. 5.57). Деталь была построена на основе развертки. Описание приведено в *разд. 5.1.1*.
2. Удалим в **Дереве Конструирования** строку **Листовой металл1** и получим развернутую деталь (рис. 5.58). Сохраним ее под именем `Развертка1`.

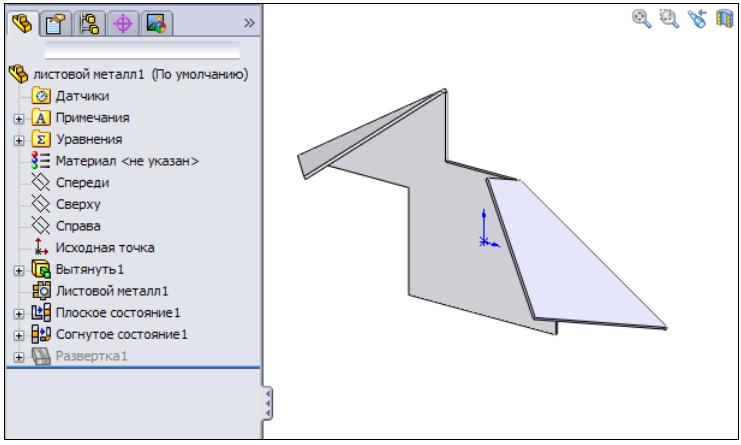


Рис. 5.57

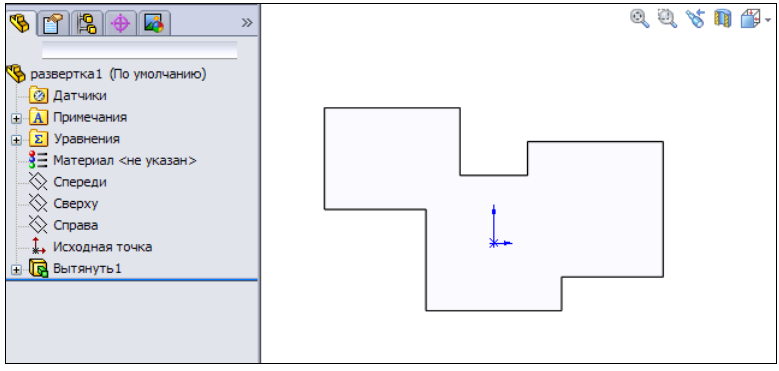


Рис. 5.58

3. Создадим чертеж, для этого выполним команду **Файл | Новый…** и выберем шаблон **Чертеж**. Откроется лист чертежа.

Выберем кнопку **3 стандартных вида** на панели инструментов **Чертеж** и обратимся к детали `Листовой металл1`. Поместим три стандартных вида детали в согнутом состоянии на лист чертежа (рис. 5.59).

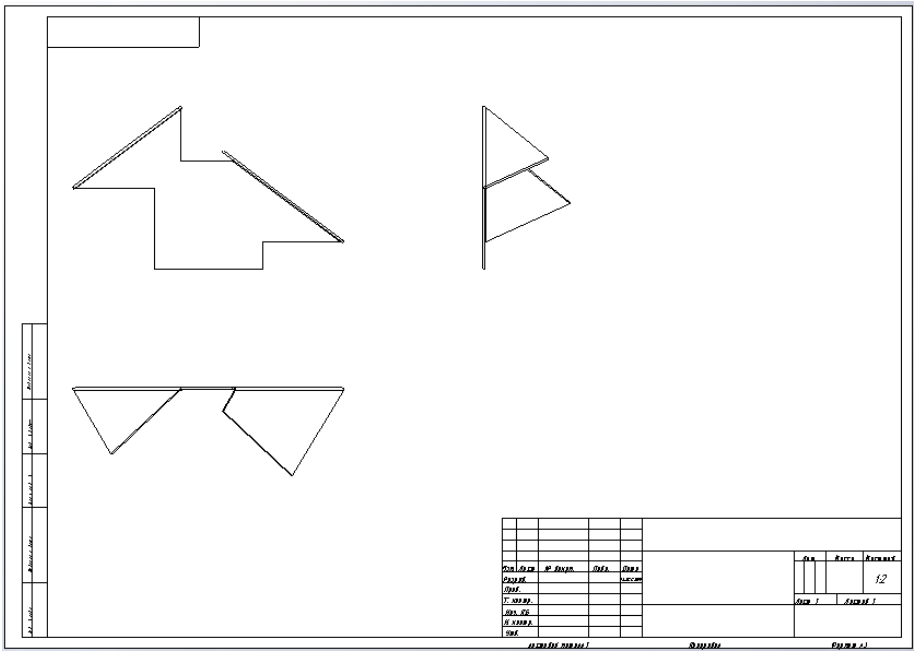


Рис. 5.59

4. Теперь активизируем на панели инструментов **Чертеж** кнопку **Вид модели** и обратимся к детали `Развертка1`. Поместим вид развертки на лист чертежа (рис. 5.60).

После этого необходимо лишь проставить размеры, оформить технические требования и закончить построение чертежа.

Рассмотренный способ построения чертежа детали из листового материала можно применять при использовании всех ранних версий программы. Однако SolidWorks 2010 позволяет решить эту задачу более простым методом.

Второй способ размещения развертки на поле чертежа менее трудоемкий. Рассмотрим конкретный пример. За основу возьмем деталь, построение которой было рассмотрено в *разд. 5.2* (рис. 5.61). Эта деталь была сохранена в файле под именем `Листовой металл4`.

1. Откроем шаблон **Чертеж**.
2. При помощи кнопки **3 стандартных вида** на панели инструментов **Чертеж** поместим три стандартных вида детали `Листовой металл2` на лист чертежа.

Для размещения развертки воспользуемся кнопкой **Вид модели** на панели инструментов **Чертеж**. После чего откроется окно **Вид модели**, в котором в об-

ласти **Ориентация** в списке **Дополнительные виды** поставим флажок **Развертка** (рис. 5.62) и поместим ее на лист чертежа (рис. 5.63).

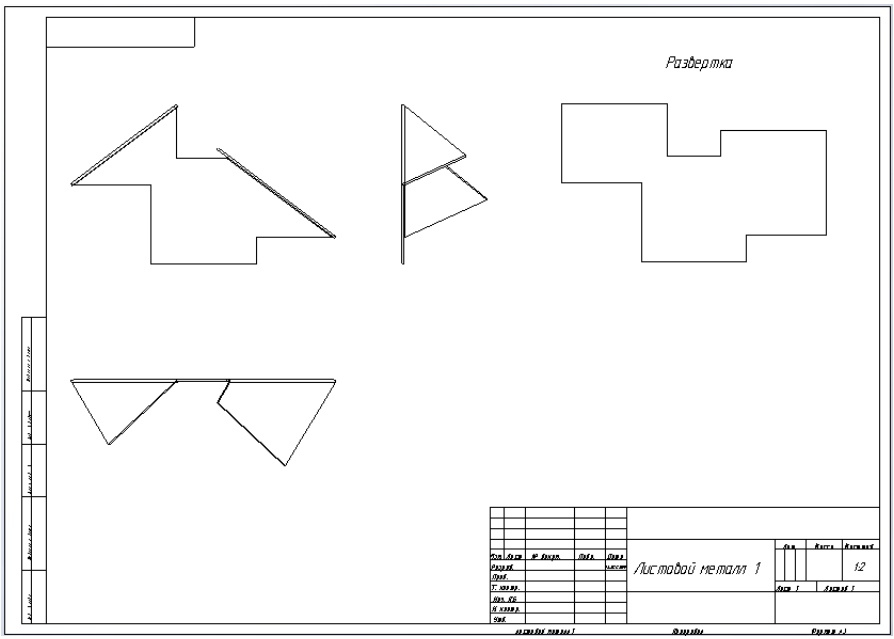


Рис. 5.60

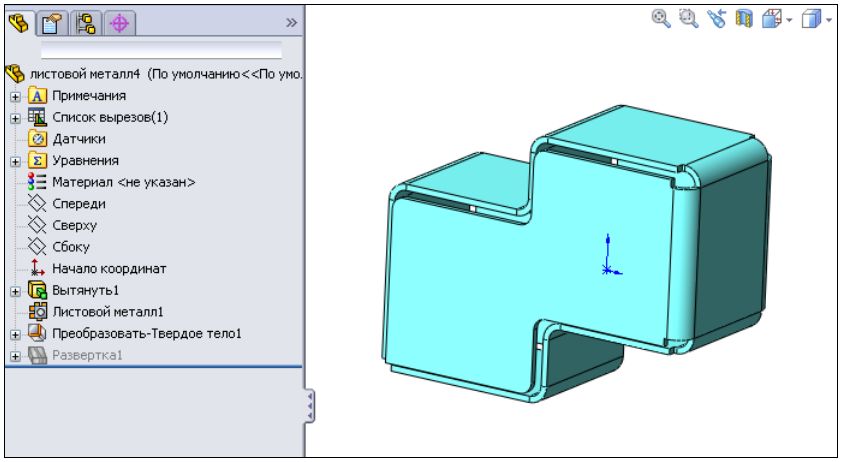


Рис. 5.61

Примечание

SolidWorks 2010 позволяет при размещении развертки на поле чертежа расположить (повернуть) ее требуемым образом. Для этого нужно в окне **Вид модели**, в области **Параметры плоского массива**, указать угол поворота развертки (рис. 5.62).

Примечание

Если на развертке по линиям сгиба отобразятся примечания, то для их удаления необходимо отметить вид с разверткой, щелкнуть правой кнопкой мыши и активизировать строку **Свойства...**. Затем в появившемся окне **Свойства чертежного вида** на вкладке **Свойства вида** убрать флажок **Отобразить примечания по сгибу листового металла**. В результате примечания исчезнут.

3. Закончим оформление чертежа нанесением размеров и заполнением штампа.

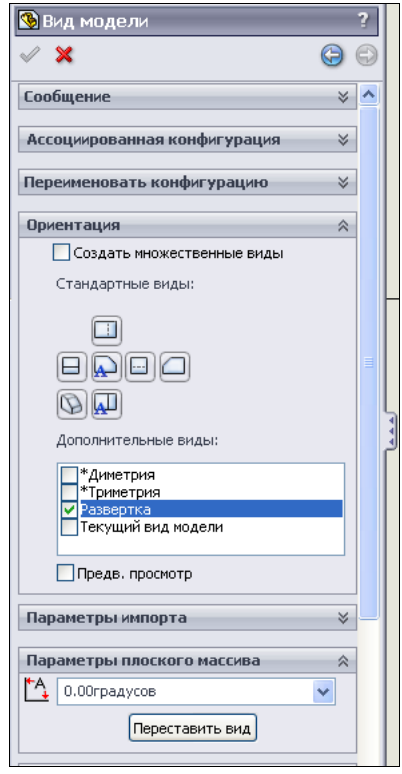


Рис. 5.62

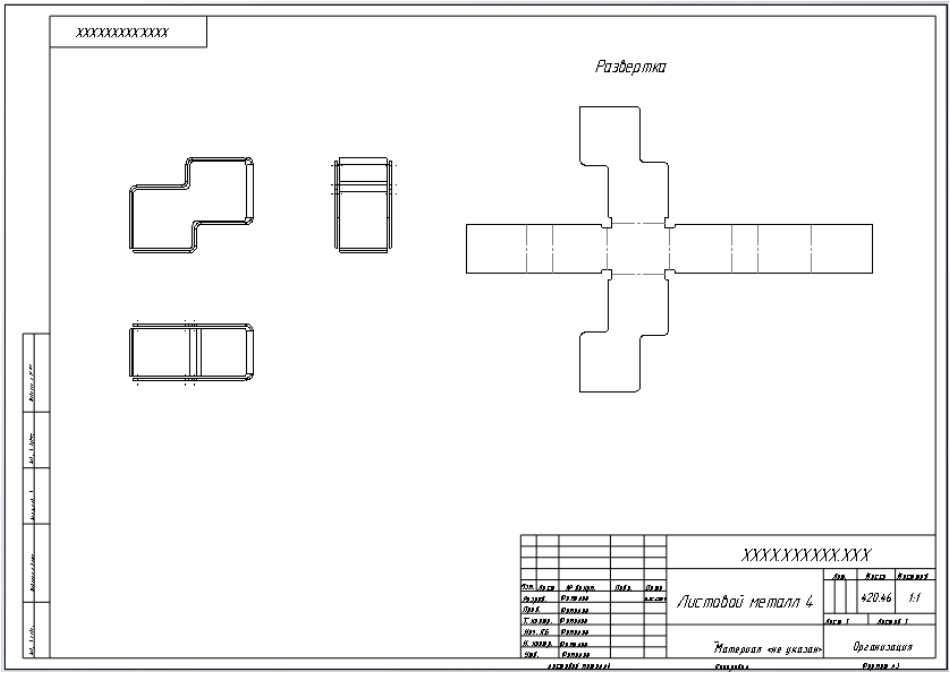


Рис. 5.63

5.5. Задания для самостоятельной работы

Задание 1

Создайте деталь из листового материала согласно эскизу (рис. 5.64). Толщина листа 0,3 мм. Нарисуйте линии сгиба (рис. 5.65).

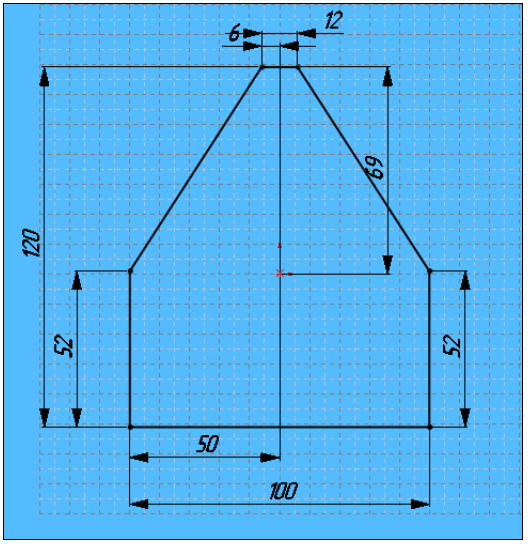


Рис. 5.64

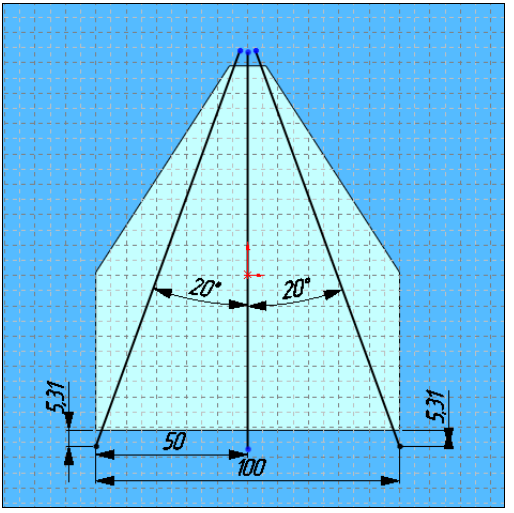


Рис. 5.65

Согните деталь, как на рис. 5.66. Все радиусы сгибов — 1 мм, боковые линии сгибаются под углом 90 градусов, а центральная линия — под углом 180 градусов. Должна получиться деталь, напоминающая в согнутом состоянии бумажный самолет. Оформите чертеж.

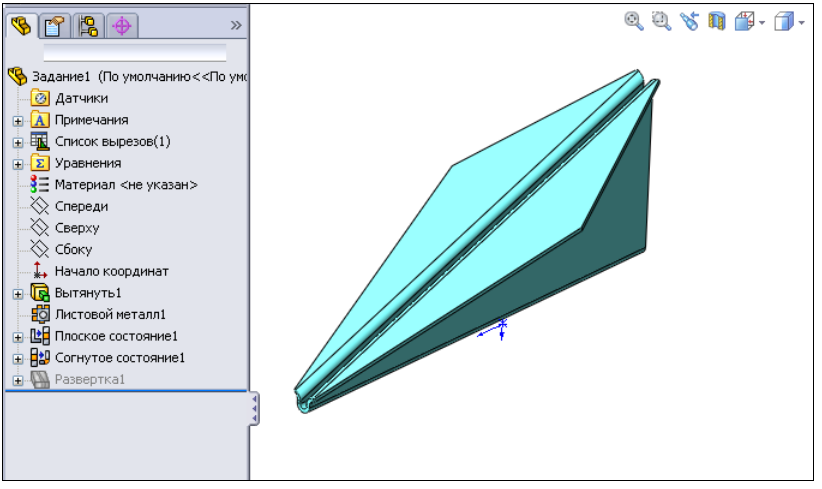


Рис. 5.66

Задание 2

Создайте деталь из листового материала согласно эскизу (рис. 5.67). Сначала нарисуйте контур развертки. Затем вытяните деталь. Толщина листа 2 мм. Согните развертку согласно приведенному эскизу. Сохраните деталь. Оформите чертеж.

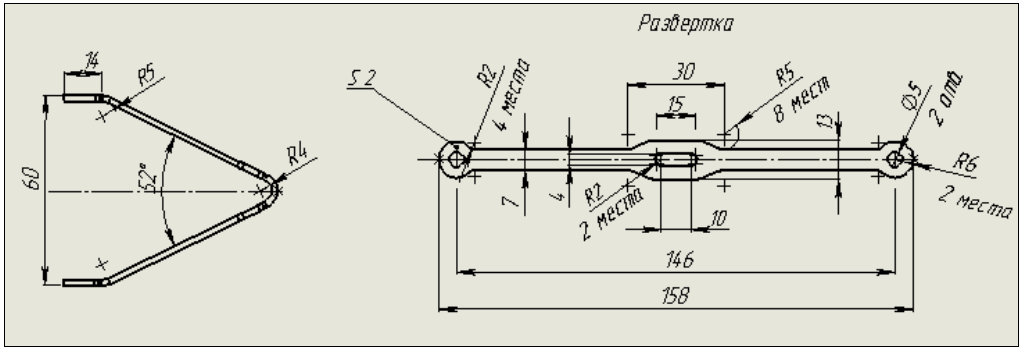


Рис. 5.67

Задание 3

Создайте деталь в согнутом состоянии, как деталь из листового металла с толщиной листа 1 мм (рис. 5.68). Сохраните ее. Разогните деталь, активизировав строку **Развертка**. Создайте чертеж.

Для наглядности на рис. 5.69 приведено изображение данной детали в согнутом состоянии.

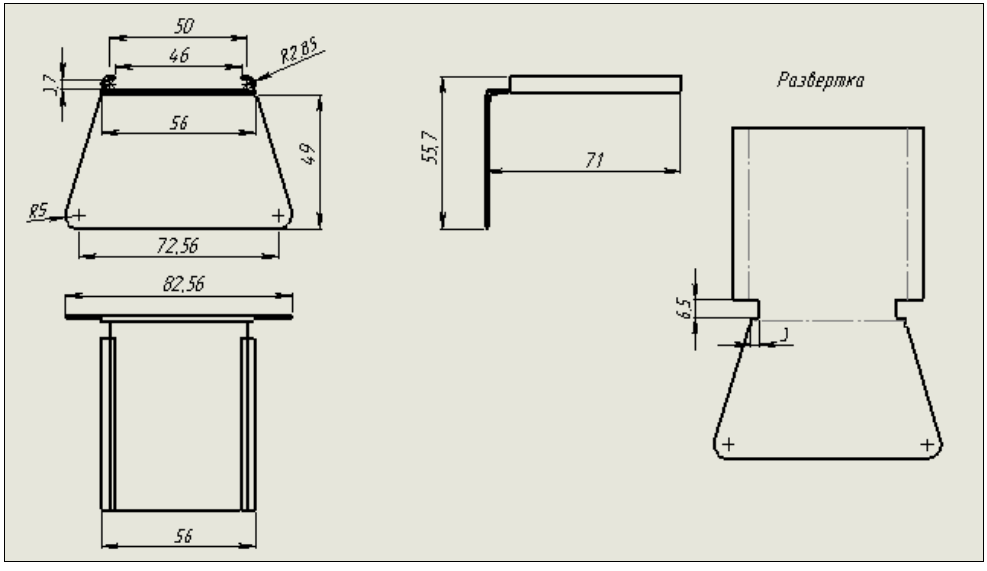


Рис. 5.68

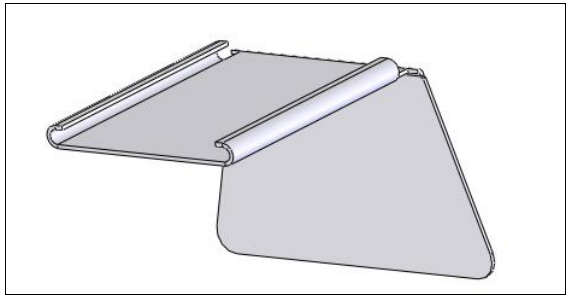


Рис. 5.69

Задание 4

Спроектируйте деталь в виде пятиугольной призмы (рис. 5.70) высотой 100 мм, оформите в ней полость (толщина стенки 1 мм), задайте разрезы, сгибы и создайте развертку (рис. 5.71). Затем верните деталь в согнутое состояние. Разогните три грани данной детали, а затем согните две из них. Создайте чертеж детали с ее разверткой.

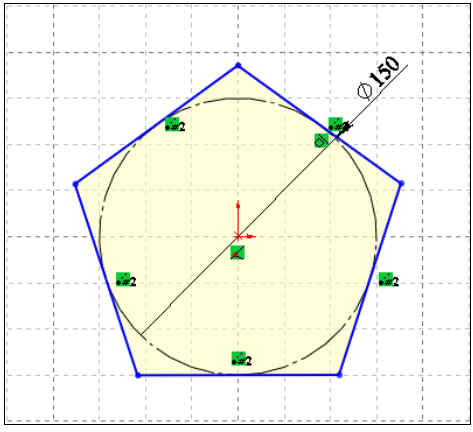


Рис. 5.70

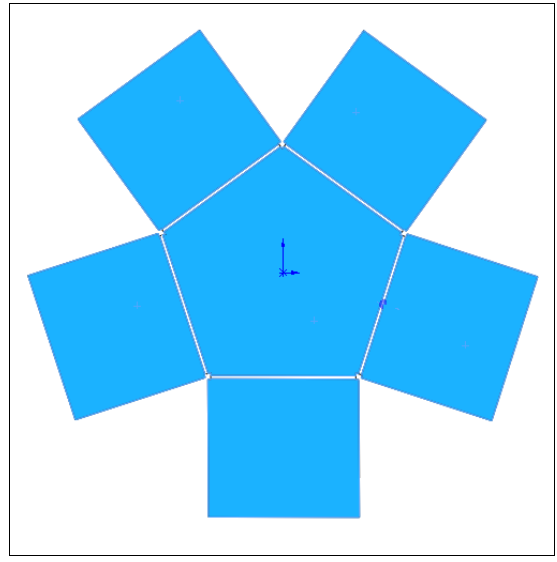


Рис. 5.71



ЗАНЯТИЕ 6

Создание сборок

SolidWorks 2010 позволяет создавать два типа сборок: сборки "снизу вверх" и сборки "сверху вниз".

Сборка "снизу вверх" — это сборка конструкции из готовых деталей. Детали должны быть заранее спроектированы в объеме, а конструкция или узел собираются из этих деталей аналогично реальной сборке, необходимо только указать условия их сопряжения. При необходимости внесения изменений в детали, составляющие сборку, можно производить их редактирование как по отдельности, в файлах, так и в сборке, в режиме редактирования детали.

При использовании сборки "сверху вниз" нужно сначала спроектировать сборку, а уже на ее основе построить отдельные детали. Причем если изменить компоновочный эскиз сборки, то автоматически изменяются размеры и конфигурации составляющих ее деталей.

6.1. Сборка "снизу вверх"

Рассмотрим принцип построения такой сборки на примере двигателя внутреннего сгорания. У нас имеются ранее построенные детали, из которых будем создавать сборку: цилиндр, поршень, поршневой палец, шатун, коленвал, шатунная шейка, подшипник.

Для создания сборки запустите программу и выберите команду меню **Файл | Новый...**. На экране появится окно **Новый документ SolidWorks** со списком шаблонов: **Деталь**, **Сборка**, **Чертеж** (рис. 6.1).

Следует выбрать шаблон **Сборка** и нажать кнопку **OK**.

Вы окажетесь в виртуальном пространстве, где можно разместить множество различных деталей. Шаблон **Сборка** отличается от шаблона **Деталь** присутствием в **Дереве Конструирования** строки **Сопряжения** или **Группа сопряжений** (рис. 6.2).

Примечание

Не забудьте настроить панель инструментов. Для этого выберите команду меню **Инструменты | Настройка | Панели инструментов** и поставьте флажок в строке **Сборка**. После этого панель инструментов **Сборка** появится на экране.

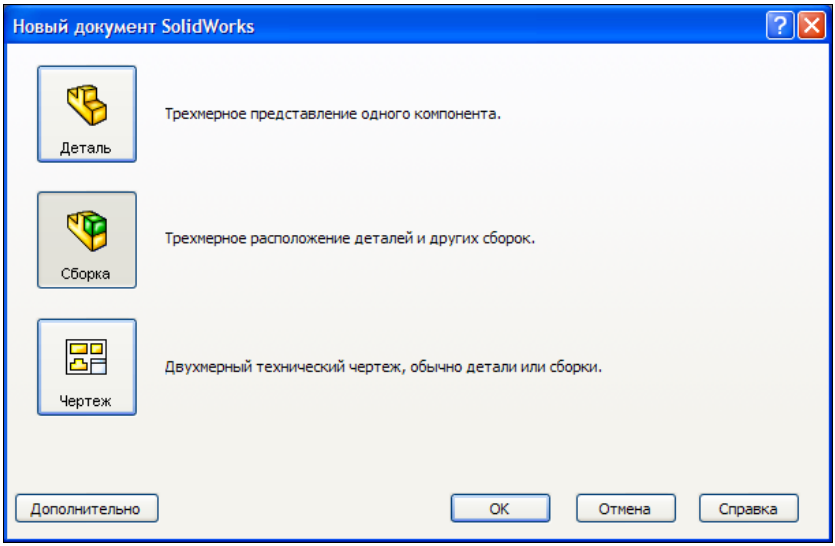


Рис. 6.1

Следующим этапом в создании сборки является размещение в сборочном пространстве деталей сборочного узла. Отдельные детали, как известно, располагаются в соответствующих файлах. Для размещения детали в сборочном пространстве выберите команду меню **Вставка | Компонент | Из файла** (рис. 6.3) или воспользуйтесь командой  — **Вставить компоненты** панели инструментов **Сборка**.

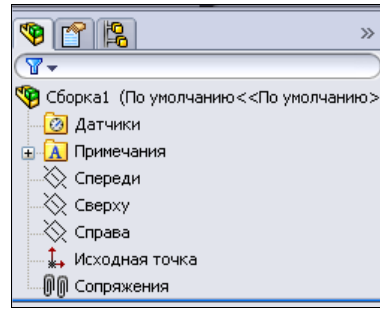


Рис. 6.2

На экране в области **PropertyManager** (Менеджера свойств) откроется окно **Вставить компонент**. В этом окне, в области **Деталь/сборка для вставки**, нажмите кнопку **Обзор**, укажите месторасположение и имя нужного файла в окне **Открыть** и активизируйте кнопку **Открыть**.

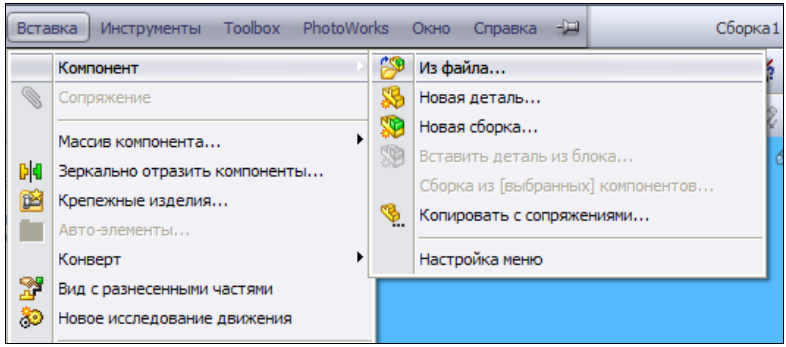


Рис. 6.3

Вы окажетесь в сборочном пространстве. Курсором укажите место в этом пространстве, где будет размещена исходная точка первой детали сборки. При желании можно совместить исходную точку сборочного пространства с исходной точкой первой детали сборки. Когда точка выбрана, щелкните левой кнопкой мыши, и деталь займет свое положение. В нашем примере в сборочное пространство была вставлена деталь **Цилиндр** (рис. 6.4).

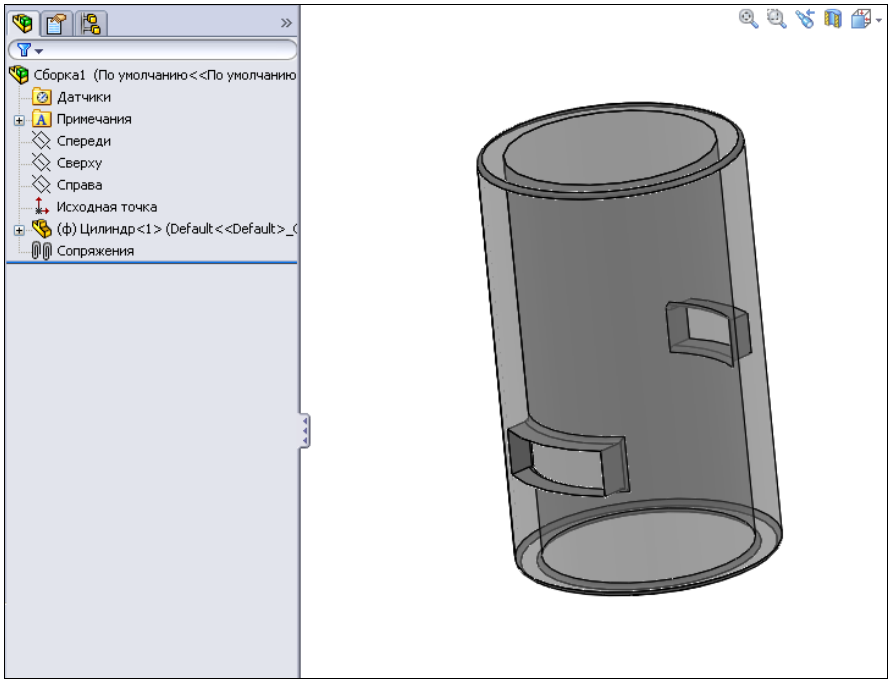


Рис. 6.4

При построении сборки в SolidWorks можно фиксировать детали, т. е. сделать их неподвижными в пространстве. Зафиксирована деталь или нет, можно увидеть в **Дереве Конструирования**. Если напротив обозначения детали стоит префикс **(ф)**, то она зафиксирована, если префикс **(-)** — не зафиксирована. Первая деталь сборки автоматически является зафиксированной. Зафиксировать или освободить деталь можно, щелкнув правой кнопкой мыши по названию детали в **Дереве Конструирования**, и в контекстном меню отметить **Зафиксировать** или **Освободить** (рис. 6.5).

Аналогичным образом поместим в сборочное пространство детали **Поршень** и **Палец** (рис. 6.6).

Перемещать незафиксированные детали в сборочном пространстве можно, нажав кнопку **Переместить компонент** на панели инструментов **Сборка**. Вращать незафиксированные детали позволяет кнопка **Вращать компонент**.

Чтобы собрать детали в единую конструкцию, необходимо задать условия сопряжения. Для этого на панели инструментов **Сборка** нужно активизировать команду **Условия сопряжения**. Появится окно **Сопряжение**, где следует указать

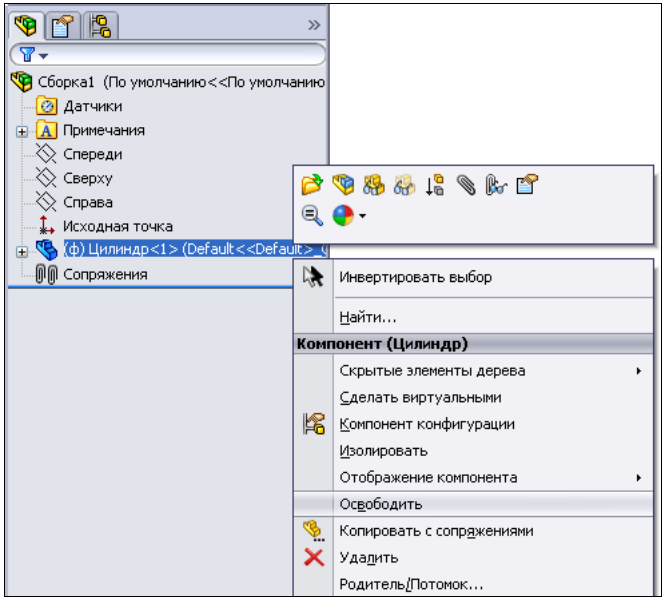


Рис. 6.5

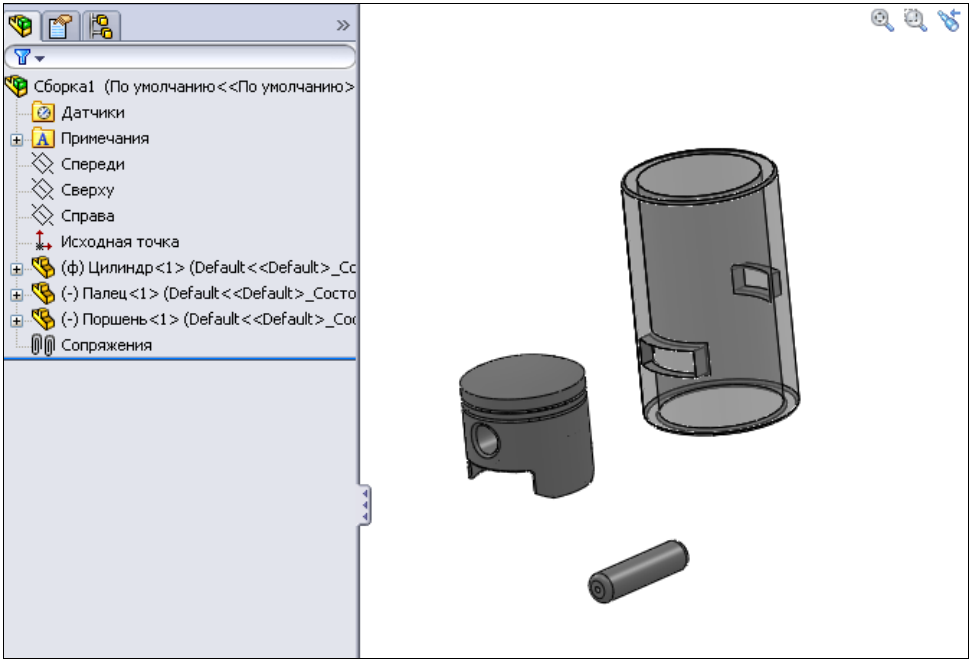


Рис. 6.6

сопрягаемые объекты (поверхности, кромки, оси, грани) и тип сопряжений. Объекты выделяем при помощи левой кнопки мыши, имена сопрягаемых объектов будут указаны в окне **Объекты для сопряжения**  , в области **Выбор сопряжений** (рис. 6.7). В нашем примере укажем внутреннюю поверхность цилиндра и наруж-

ную поверхность поршня и выберем для них тип сопряжения **Концентричность**. Тип сопряжения указывается в области **Стандартные сопряжения** (рис. 6.7).

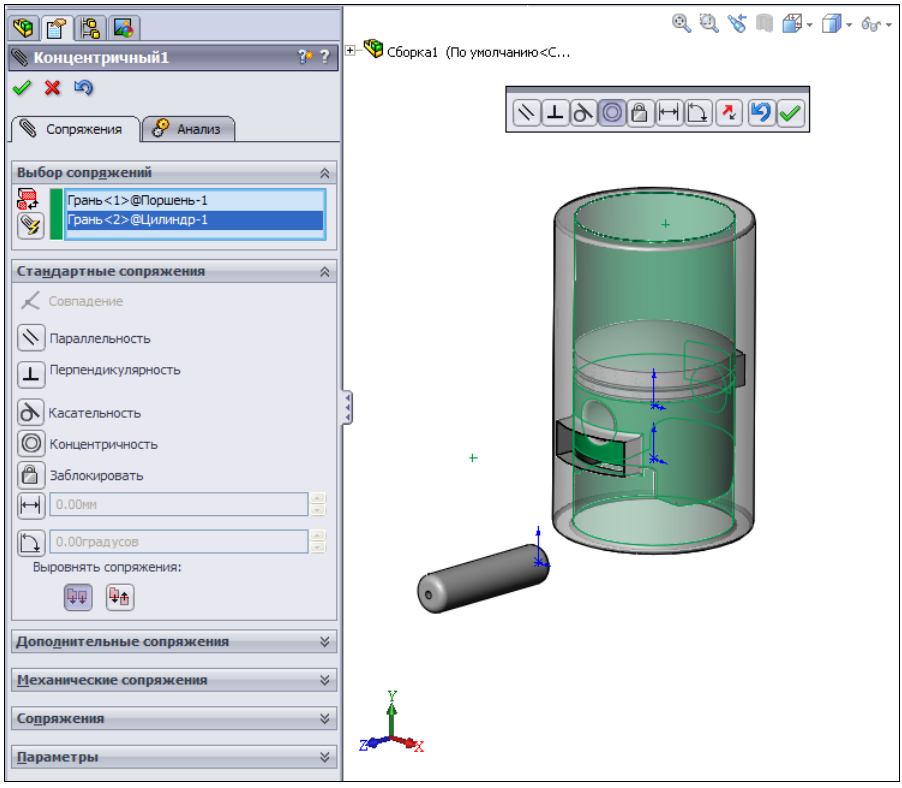


Рис. 6.7

В общем случае для создания сборки можно использовать следующие виды стандартных сопряжений:

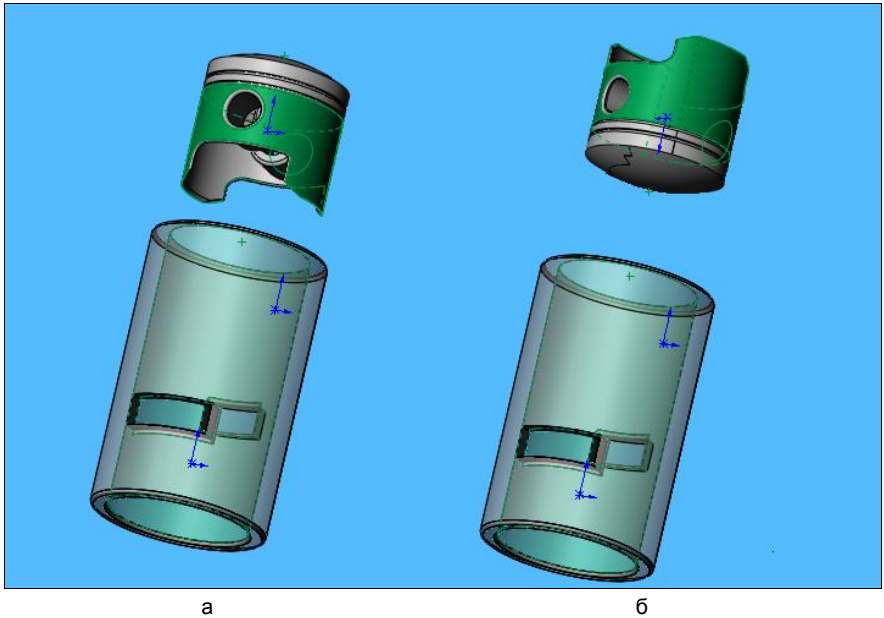
- **Совпадение** — элементы деталей (оси, кромки, поверхности, грани) совпадают на бесконечности;
- **Параллельность** — указывает на параллельное расположение граней, поверхностей, кромок или осей деталей;
- **Перпендикулярность** — выбранные элементы располагаются под углом 90 градусов;
- **Касательность** — указывает на касательность отмеченных поверхностей, при этом хотя бы одна поверхность должна быть неплоской (сферической, цилиндрической, конической);
- **Концентричность** — указывает на концентричное расположение цилиндрических, конических, сферических поверхностей и кромок;

- **Заблокировать** — это сопряжение позволяет привязать два компонента сборки друг к другу, сохраняя их взаимное расположение и ориентацию;
- **Расстояние** — выделенные поверхности, оси, кромки располагаются на указанном расстоянии;
- **Угол** — выделенные элементы располагаются под некоторым углом, величина которого задается в соответствующем окне.

В области **Выровнять сопряжения** диалогового окна **Стандартные сопряжения** (см. рис. 6.7) расположены два значка, которые выполняют ту же функцию, что и команда **Переставить сопряжения** на всплывающей панели инструментов:

- **Выровнен** — активизация этой команды приводит к тому, что компоненты сборки размещаются так, чтобы векторы нормали или векторы осей для выбранных граней были направлены в одну сторону (рис. 6.8, *а*).
- **Не выровнен** — компоненты сборки размещаются таким образом, что векторы нормали или векторы осей для выбранных граней направлены в противоположные стороны (рис. 6.8, *б*).

Все вышерассмотренные типы сопряжений представлены кнопками с условными обозначениями не только в области **PropertyManager** (Менеджера свойств), но и на всплывающей панели инструментов, которая располагается в графической области (см. рис. 6.7).



а б

Рис. 6.8

Во вкладке **Сопряжения** окна **Сопряжение** имеется область **Дополнительные сопряжения** (рис. 6.9). В этой области доступны шесть типов сопряжений: **Симметричность**, **Ширина**, **Сопряжение пути**, **Линейный/Линейная муфта**, **Расстояние** и **Угол**.

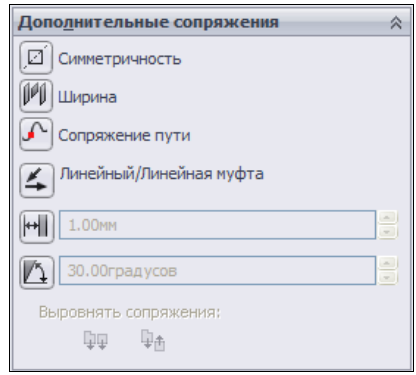


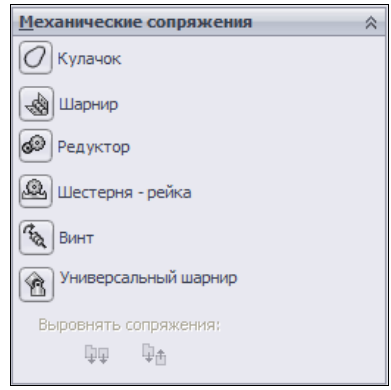
Рис. 6.9

Рассмотрим подробнее возможности сопряжений области **Дополнительные сопряжения**:

- сопряжение **Симметричность** позволяет расположить два похожих элемента симметрично относительно плоскости или плоской грани. Использовать это сопряжение можно для следующих объектов: точки (вершины), линии (кромки, оси), плоскости, плоские грани, сферы равных радиусов, цилиндрические поверхности с равными радиусами;
- при помощи сопряжения **Ширина** можно центрировать выступ некоторой детали по ширине канавки другой сопрягаемой детали. Необходимо только сначала указать две параллельные или непараллельные плоские грани, принадлежащие канавке, а затем объекты (две плоские грани, одну цилиндрическую грань или ось), принадлежащие выступу;
- **Сопряжение пути** ограничивает перемещение выбранной точки объекта некоторой траекторией (путем);
- сопряжение **Линейный/Линейная муфта между двумя компонентами** предназначено для установления взаимосвязи между перемещениями двух компонентов сборки. Таким способом можно установить перемещение одного компонента сборки при условии перемещения другого компонента на указанную величину;
- **Расстояние** и **Угол** позволяют перемещаться компонентам сборки в указанном диапазоне расстояний и углов. При использовании этих сопряжений необходимо задать минимальное и максимальное расстояния (угол) между объектами, для чего требуется указать в областях **Максимальное значение** и **Минимальное значение** соответствующие величины. В результате расстояние между объектами будет зафиксировано в определенных пределах при их перемещении относительно друг друга.

В окне **Сопряжение** имеется еще одна область — **Механические сопряжения**. В этой области располагаются команды для задания следующих типов сопряжений: **Кулачок**, **Шарнир**, **Редуктор**, **Шестерня — рейка**, **Винт**, **Универсальный шарнир** (рис. 6.10).

Рис. 6.10



Рассмотрим эти сопряжения из области **Механические сопряжения**.

- Сопряжение **Кулачок** позволяет установить касательное расположение или совпадение поверхности какой-либо детали с поверхностью кулачка.
- **Шарнир** — это сопряжение обеспечивает вращение одного компонента сборки вокруг оси другого компонента, т. е. моделируется работа соединения типа шарнир. Сопряжение **Шарнир** тождественно одновременному заданию двух сопряжений — **Концентричность** и **Совпадение** (при этом исключается перемещение вдоль оси).
- Сопряжение **Редуктор** позволяет осуществлять в сборке вращение двух компонентов (например, зубчатых колес) относительно друг друга вокруг выбранной оси. Для такого сопряжения необходимо указать оси вращения и пропорцию (передаточное отношение).
- **Шестерня — рейка** — этот тип сопряжения позволяет связать компоненты сборки таким образом, что линейное поступательное движение одного компонента влечет за собой вращение связанного компонента сборки.
- Сопряжение **Винт** задает вращение одного компонента сборки при перемещении другого компонента вдоль оси, а также наоборот, перемещение компонента при вращении связанного с ним компонента сборки. Для этого типа сопряжения необходимо задать шаговое отношение (количество вращений одного компонента на единицу длины перемещения другого компонента).
- **Универсальный шарнир** — этот тип сопряжения позволяет осуществлять вращение одного компонента (выходного вала) вокруг своей оси, обусловленное вращением другого компонента сборки вокруг своей оси.

В нашем примере зададим следующие условия сопряжения:

- между наружной цилиндрической поверхностью поршня и внутренней цилиндрической поверхностью цилиндра — *концентричность*;
- между поверхностью поршневого пальца и цилиндрической поверхностью бобышки поршня — *концентричность*;
- между торцевой поверхностью поршневого пальца и наружной поверхностью поршня — *касательность*.

Сборка показана на рис. 6.11.

Примечание

В данном случае для наглядности рисунка добавлена "прозрачность" цилиндра.

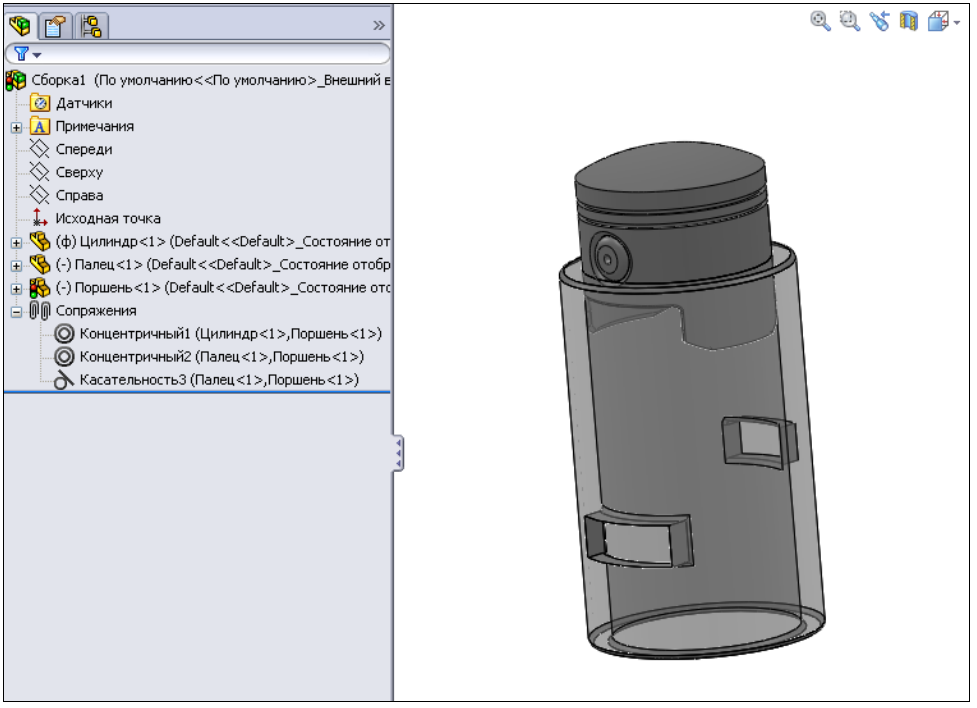


Рис. 6.11

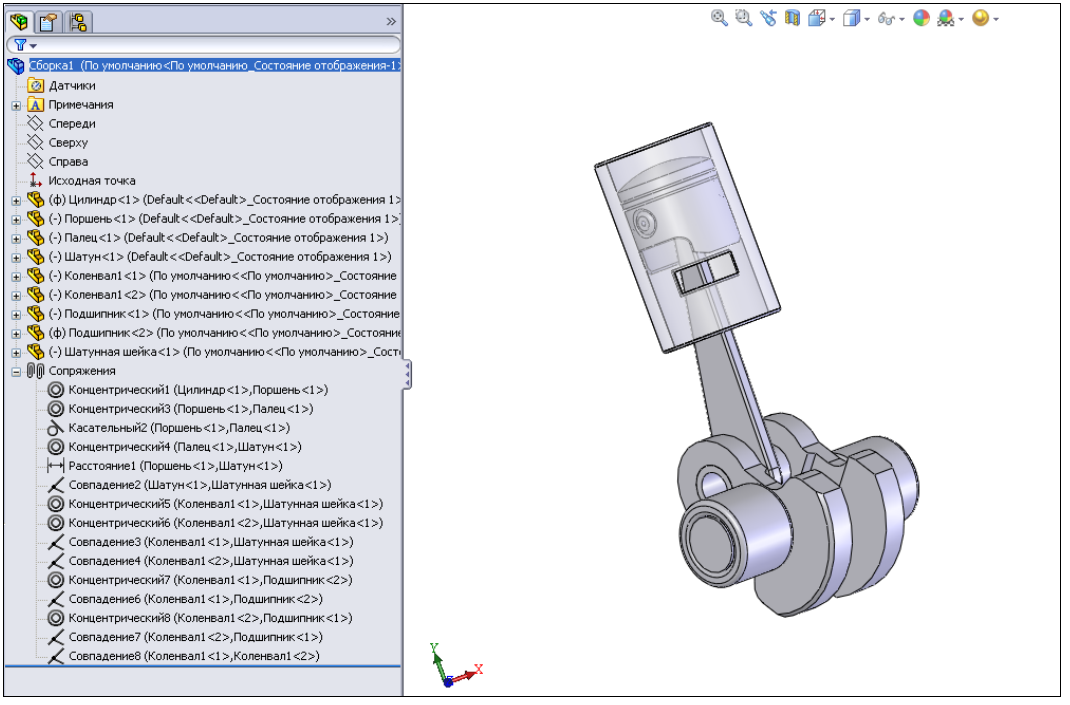


Рис. 6.12

Аналогичным образом к сборке присоединяются детали **Шатун**, **Шатунная шейка**, **Коленвал** (2 штуки) и **Подшипник** (2 штуки). В результате законченная сборка приобретает вид, представленный на рис. 6.12.

Показателем правильно выполненной сборки являются отсутствие конфликтных сопряжений в **Дереве Конструирования** и возможность ее беспрепятственного движения, подобно движению двигателя. Активизировать движение можно при помощи кнопки **Переместить компонент**  , вращая коленчатый вал.

6.2. Сборка "сверху вниз"

Рассмотрим построение сборки "сверху вниз" на примере ременной передачи, состоящей из двух шкивов и ремня. Для проектирования сборки такого типа выполним следующие действия:

1. Откроем SolidWorks 2010 и выберем режим работы программы со сборками, выполнив команду **Файл | Новый... | Сборка**.
2. Выберем в **Дереве Конструирования** плоскость, например **Спереди**, и войдем в эскиз.
3. Создадим эскиз сборки. При рисовании эскиза обязательно задайте взаимосвязи между элементами — расположите линии касательно к окружностям. В целом эскиз должен быть определен (рис. 6.13).

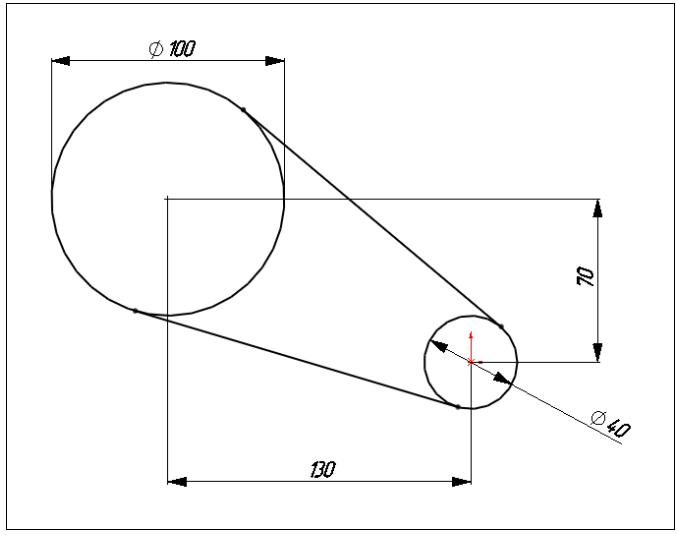


Рис. 6.13

4. Когда закончите создание эскиза, выйдите из него. При этом в **Дереве Конструирования** перед строкой **Сопряжения** появится строка **Эскиз1**. Это и есть компоновочный эскиз сборки.
5. Теперь сохраним деталь под именем `Ременная передача`.

6. Спроектируем на основе эскиза сборки деталь **Шкив1**. Для этого выберем команду меню **Вставка | Компонент | Новая деталь...** (рис. 6.14) или воспользуемся командой **Создать**  , которая расположена на панели инструментов **Сборка**.
7. Новая деталь отобразится в **Дереве Конструирования** в виде имени **(ф)** [**Деталь1^Ременная передача]<1>** (рис. 6.15). Квадратные скобки, в которые заключено имя детали, указывают на то, что деталь является виртуальным компонентом сборки, т. е. сохраняется внутри файла сборки, а не в виде самостоятельного файла детали.

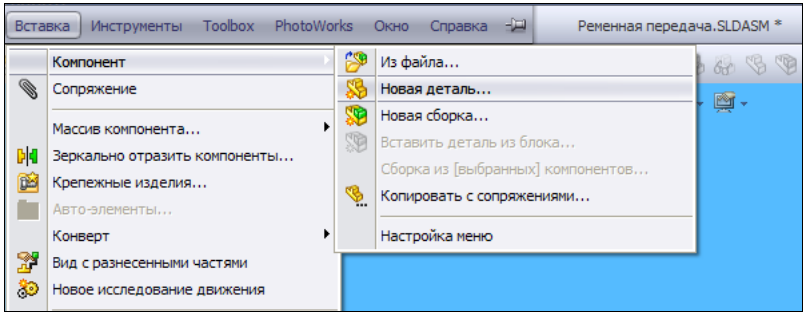


Рис. 6.14

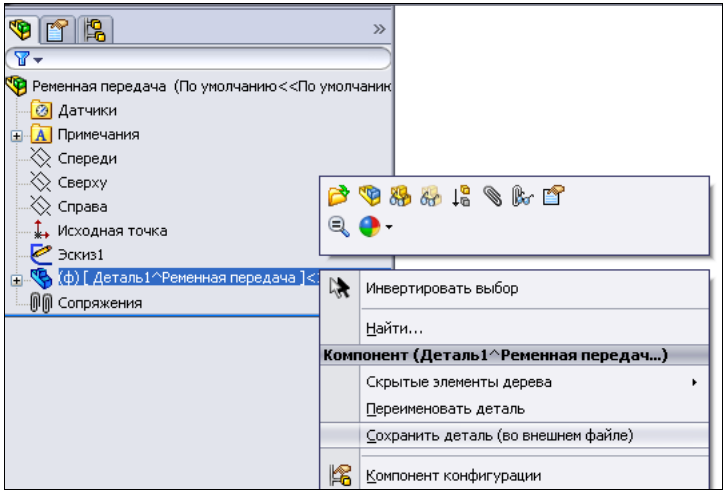


Рис. 6.15

Для того чтобы сохранить виртуальный компонент сборки в отдельном файле, щелкните правой кнопкой мыши по имени этого компонента в **Дереве Конструирования** и выберите в контекстном меню команду **Сохранить деталь (во внешнем файле)** (рис. 6.15).

Если вас не устраивает имя, присвоенное детали автоматически, то ее можно переименовать. Для этого необходимо выделить имя компонента в **Дереве Конст-**

руирования и щелкнуть правой кнопкой мыши. Затем в появившемся контекстном меню нужно активизировать команду **Переименовать деталь** (см. рис. 6.15). Однако переименование детали возможно только в том случае, если она является виртуальным компонентом.

1. Переименуем деталь, присвоив детали имя **Шкив1**, и войдем в режим редактирования этой детали, нажав правой кнопкой мыши на ее имени и активизировав в появившемся контекстном меню команду **Редактирование детали** .

2. Теперь откроем вложенное **Дерево Конструирования** новой детали и выберем плоскость для проектирования. При этом эскиз сборки остается на экране в качестве вспомогательного объекта.

   Примечание

   При построении сборки "сверху вниз" следует четко различать между собой эскиз сборки (компоновочный эскиз) и эскизы производных деталей.

3. Для построения шкива в **Дереве Конструирования** выберем плоскость, на которой создадим эскиз шкива. Эта плоскость должна совпадать с плоскостью эскиза сборки. В данном случае такой плоскостью является плоскость **Спереди**. После выбора плоскости войдите в режим построения эскиза детали, активизировав команду **Эскиз** , расположенную на одноименной панели инструментов.

4. Нарисуем эскиз шкива, который имеет вид окружности (рис. 6.16). Определим взаимосвязи: окружность эскиза детали **Шкив1** концентрична с **Дугой1** на эскизе сборки, а также эти окружности равны между собой. Взаимосвязи, которые задаются между объектами эскиза детали и эскиза сборки, являются по своей сути внешними ссылками, т. е. размеры и конфигурация элемента эскиза полностью зависят от элемента, расположенного в другом эскизе.

   Примечание

   Для успешного создания внешних ссылок обратитесь к меню **Инструменты | Параметры | Настройки пользователя** и активизируйте строку **Внешние ссылки**. Затем в поле **Сборки** снимите флажок **Не создавать внешние ссылки для модели**.

5. Затем, не выходя из эскиза, нажмите кнопку **Вытянутая бобышка/основание** и вытяните эту окружность на 20 мм. В результате появится объемное изображение шкива, а в **Дереве Конструирования** — новая ветвь **(ф)[Шкив1^ Ременная передача]<1>** со всеми этапами построения этой детали (рис. 6.17).

   Теперь, при желании, на детали **Шкив1** можно оформить канавки, отверстия и другие элементы.

   Шкив создан, но пока еще невозможно приступить к созданию второй детали, т. к. сборка не обновлена (не отредактирована).

6. Для редактирования сборки нужно нажать правой кнопкой мыши на деталь в графической области. На экране появится контекстное меню, в котором следует выбрать команду **Редактировать сборку: Ременная передача** (рис. 6.18).

Сборка будет перестроена, а вы получите возможность создать остальные детали.

7. Аналогично создадим детали **Шкив2** и **Ремень**.

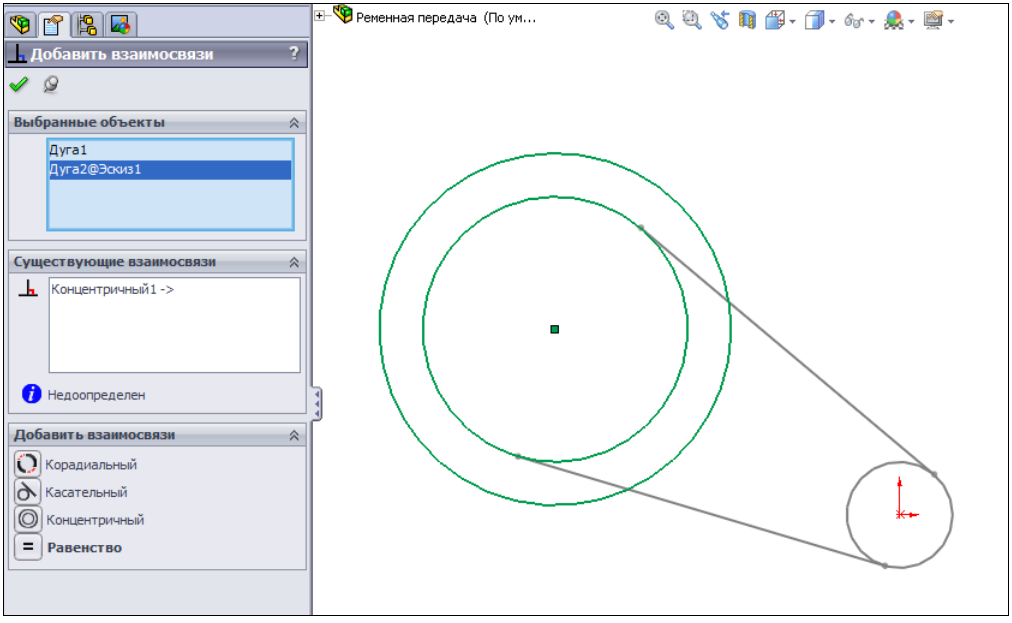


Рис. 6.16

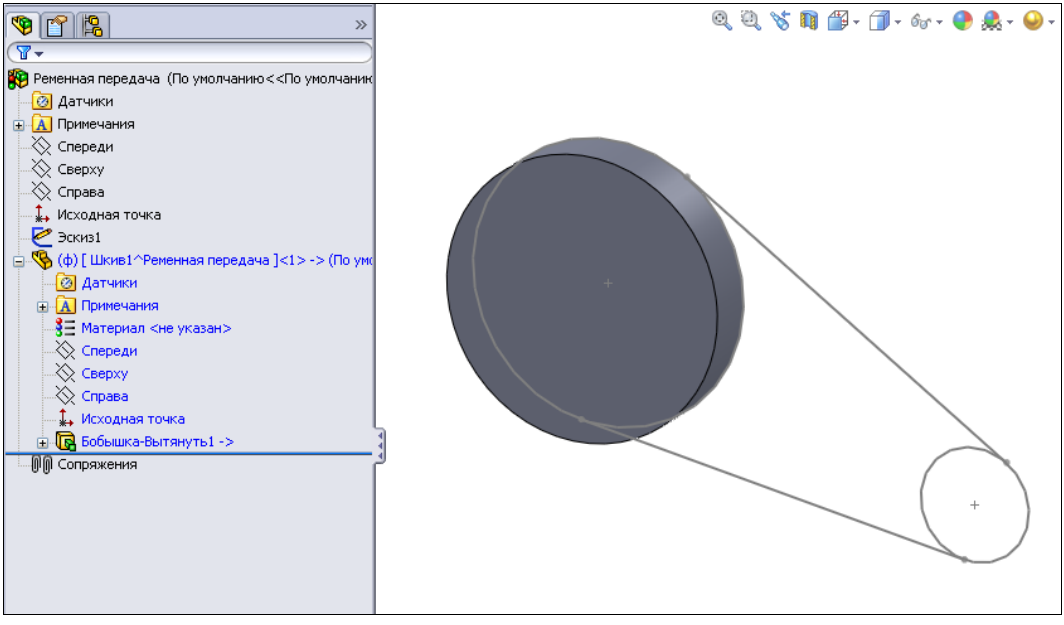
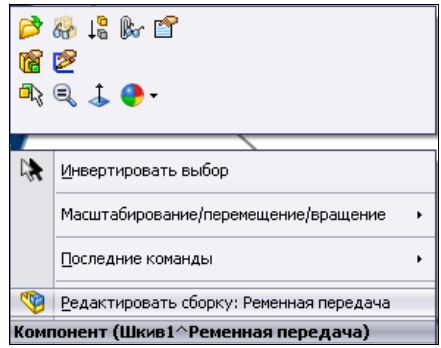


Рис. 6.17

Рис. 6.18



8. При проектировании детали **Ремень** необходимо создать эскиз, полностью совпадающий с эскизом сборки. В этом эскизе следует определить следующие взаимосвязи:
   - *концентричность* окружностей в эскизе ремня и эскизе сборки;
   - *равенство* окружностей в эскизе ремня и эскизе сборки;
   - *касательность* прямых к окружностям в эскизе ремня.

   Затем необходимо удалить дуги окружностей, не участвующие в формировании геометрии ремня (внутренние дуги) (рис. 6.19).
9. Далее, вытянем контур ремня на 20 мм, используя кнопку **Вытянутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы**. Вытянуть ремень нужно как тонкостенный элемент. Для этого в окне **Вытянуть** необходимо поставить флажок **Тонкостенный элемент**. Пусть толщина ремня будет 1 мм (рис. 6.20).

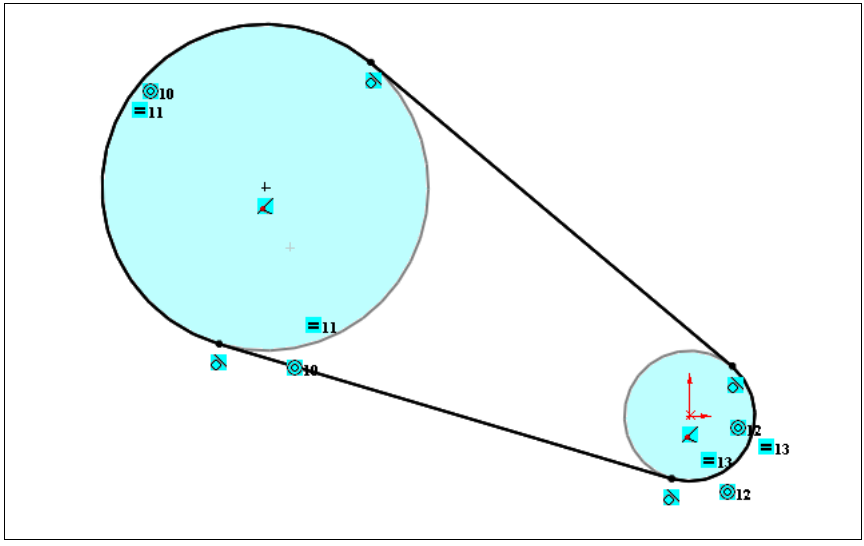


Рис. 6.19

После построения деталей **Шкив1**, **Шкив2** и **Ремень** получится сборка, вид которой представлен на рис. 6.21.

При построении сборки "сверху вниз" во время проектирования деталей на основе компоновочного эскиза внутри файла сборки были созданы виртуальные компоненты (детали) с именами **Шкив1**, **Шкив2**, **Ремень**. При необходимости можно

сохранить виртуальные детали как реальные, для чего нужно выделить имя компонента в **Дереве Конструирования**, щелкнуть правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню активизировать команду **Сохранить деталь (во внешнем файле)**. Затем следует указать месторасположение сохраняемого файла детали (компонента сборки) и сохранить деталь. Таким образом, будут созданы файлы компонентов сборки, которые имеют расширение детали sldprt. Все сборки в SolidWorks имеют расширение файлов sldasm.

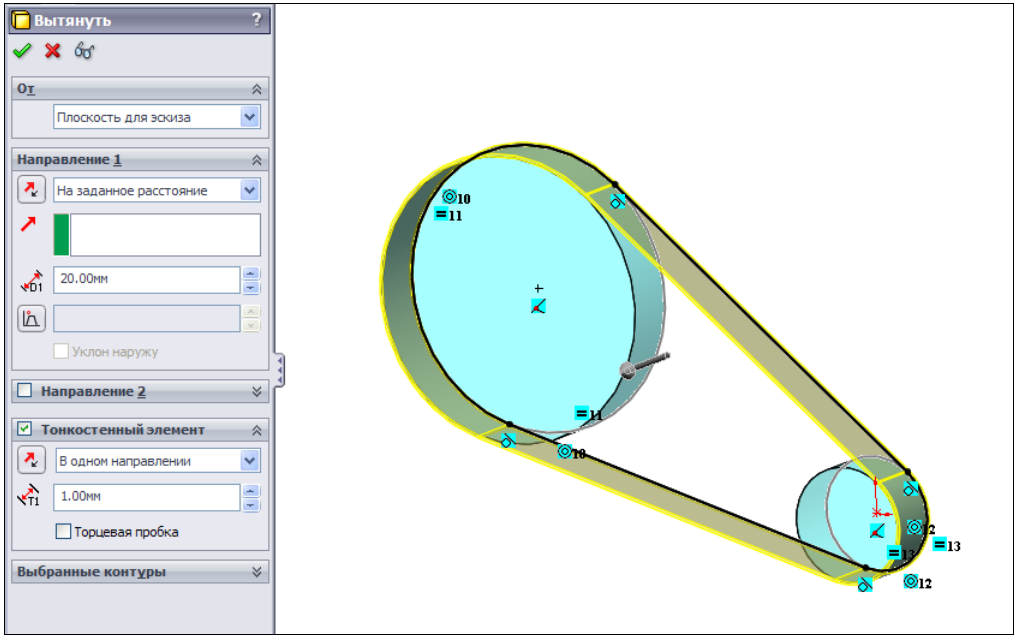


Рис. 6.20

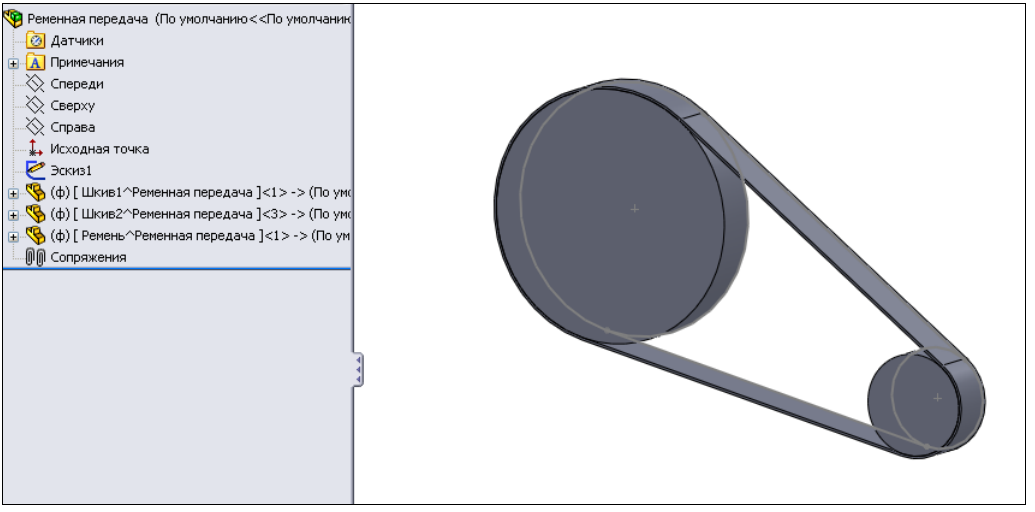


Рис. 6.21

Основное достоинство сборки "сверху вниз" состоит в том, что при редактировании эскиза сборки происходит автоматическое изменение всей сборки и деталей, входящих в нее. Рассмотрим перестроение сборочного эскиза на конкретном примере.

1. Перестроим эскиз сборки. Для этого в **Дереве Конструирования** необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на **Эскиз1** (эскиз сборки) и выбрать в контекстном меню команду **Редактировать эскиз** (рис. 6.22).
2. Войдем в эскиз и изменим радиус **Шкива1** со 100 до 150 мм. Затем просто выйдем из эскиза.

Вы увидите, что сборка перестроилась полностью (рис. 6.23). Одновременно, автоматически были изменены файлы деталей **Шкив1** и **Ремень.**

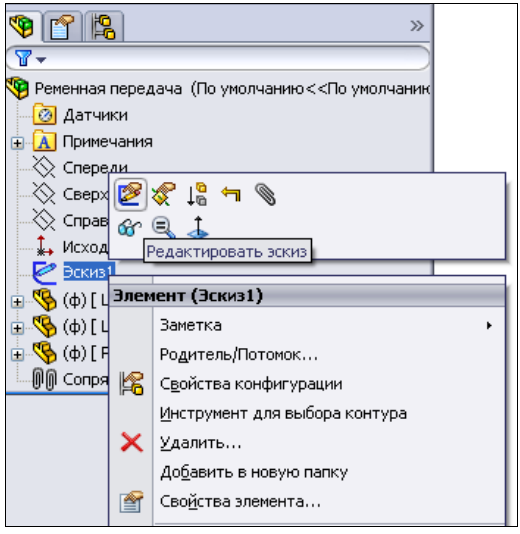


Рис. 6.22

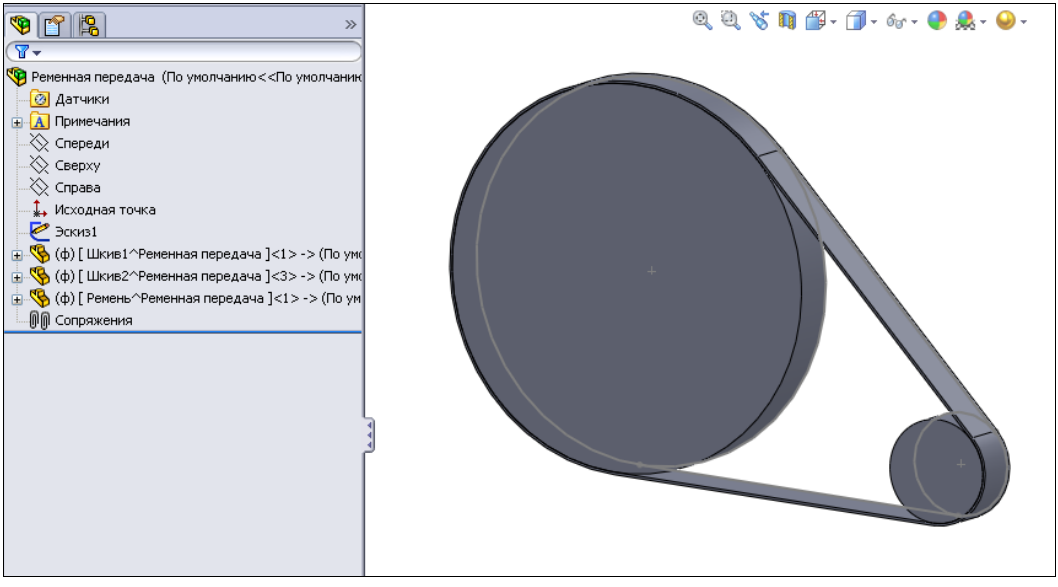


Рис. 6.23

6.3. Массивы в сборке

Довольно часто в сборке приходится иметь дело с деталями, принадлежащими массиву. Если использовать обычную процедуру сборки, то присоединение большого количества одинаковых деталей затрудняет и увеличивает трудоемкость работы. В SolidWorks 2010 существует возможность ускорить процесс сборки деталей, относящихся к массиву. Рассмотрим конкретный пример.

1. Построим основание, которое представляет собой пластину прямоугольной формы. Размеры пластины 100×200 мм, толщина — 20 мм. В основании имеются отверстия под винты, расположенные по линейному массиву. Диаметр отверстий — 10 мм. Общее количество отверстий составляет 15 шт., и они расположены в три ряда по пять отверстий в каждом (рис. 6.24). Сохраним эту деталь в файле `Основание`.

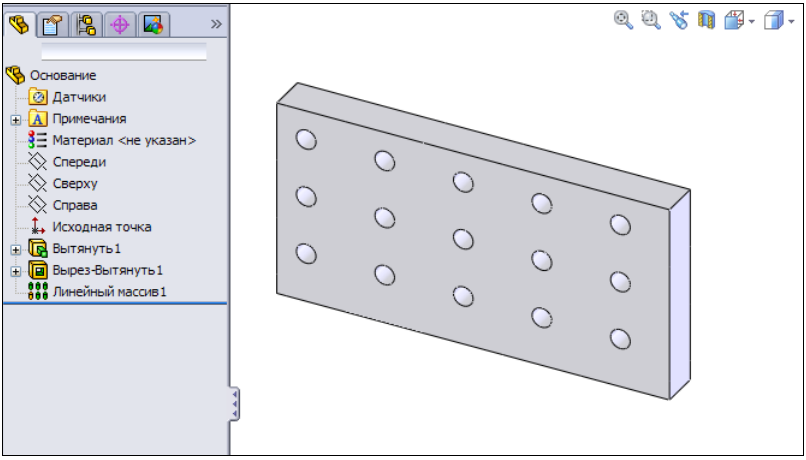


Рис. 6.24

2. Построим деталь **Винт**, которая будет помещаться в отверстия основания (рис. 6.25). Диаметр резьбовой части винта 10 мм, длина 15 мм. Головка винта имеет вид шестигранника с диаметром вписанной окружности 12 мм, высотой 7 мм. Сохраним эту деталь в файле `Винт`.
3. Создадим сборку с использованием массива. Для этого откроем шаблон **Сборка** и поместим в сборочное пространство детали **Основание** и **Винт** (рис. 6.26).
4. Зададим сопряжения между деталями. Для этого активизируем кнопку **Условия сопряжения** на панели инструментов **Сборка**. Установим тип сопряжения **Концентричность**, между резьбовой частью винта и отверстием, а также **Совпадение** между верхней плоскостью основания и нижней частью головки винта. Получим промежуточный вид сборки (рис. 6.27).
5. Поместим винты в остальные отверстия основания. Для этого воспользуемся командой меню **Вставка | Массив компонента | Управляемый элементом...**

(рис. 6.28) или командой **Массив компонентов, управляемых элементами**  , которая расположена на панели инструментов **Сборка**.

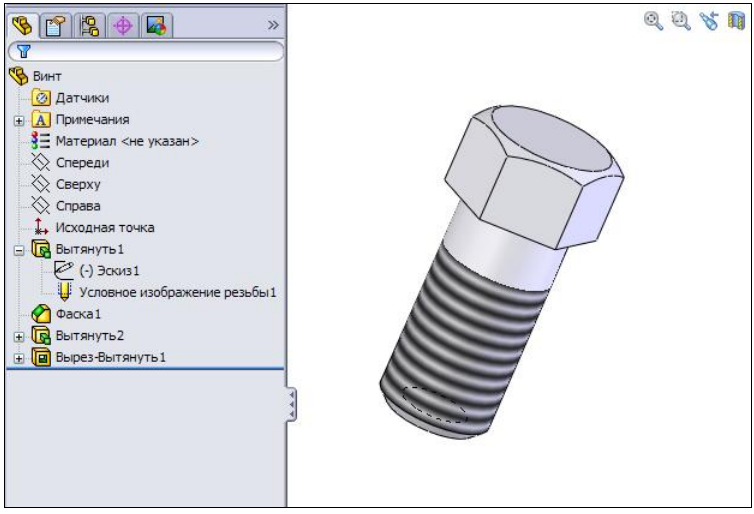


Рис. 6.25

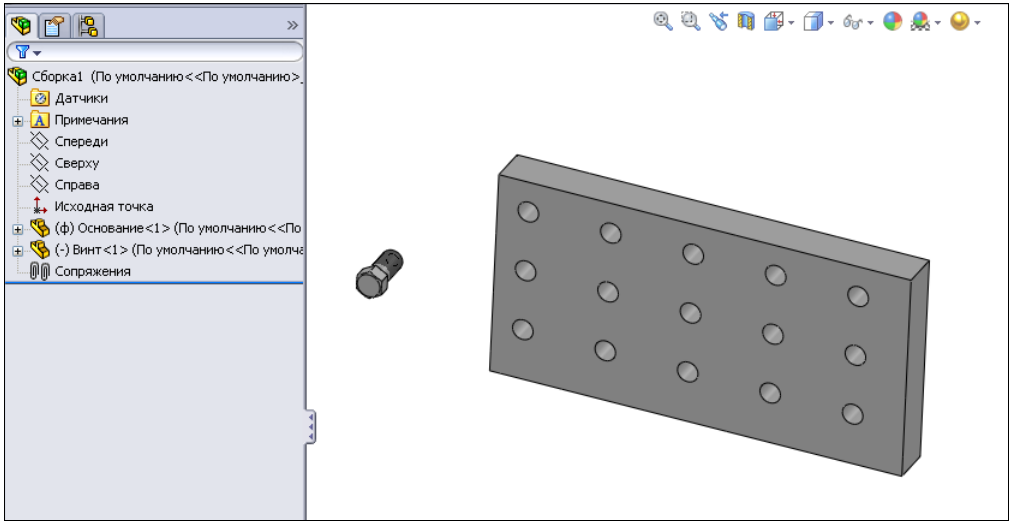


Рис. 6.26

6. На экране в области **PropertyManager** (Менеджера свойств) появится окно **Управляемый элементом** (рис. 6.29). В области этого окна  **Компоненты для массива** необходимо указать деталь, которая будет собираться по массиву. В данном случае такой деталью является **Винт**. Чтобы выделить винт, достаточно щелкнуть левой кнопкой мыши по головке винта. В области  **Производный элемент** поместим название линейного массива (рис. 6.29). Для этого дос-

таточно щелкнуть левой кнопкой мыши по любому отверстию из массива на детали **Основание**.

7. Закончим построение, нажав кнопку **OK** .

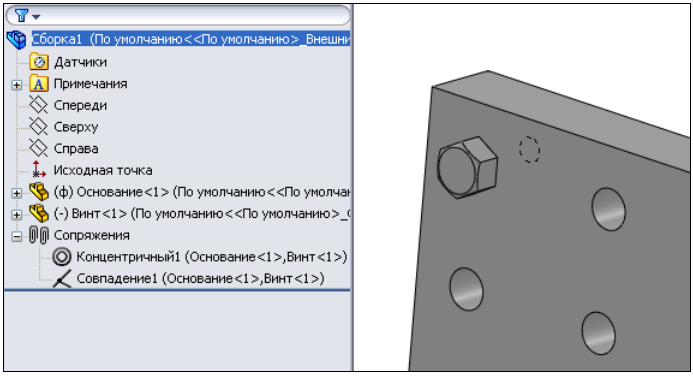


Рис. 6.27

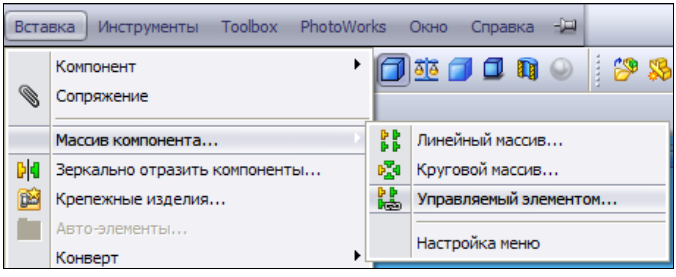


Рис. 6.28

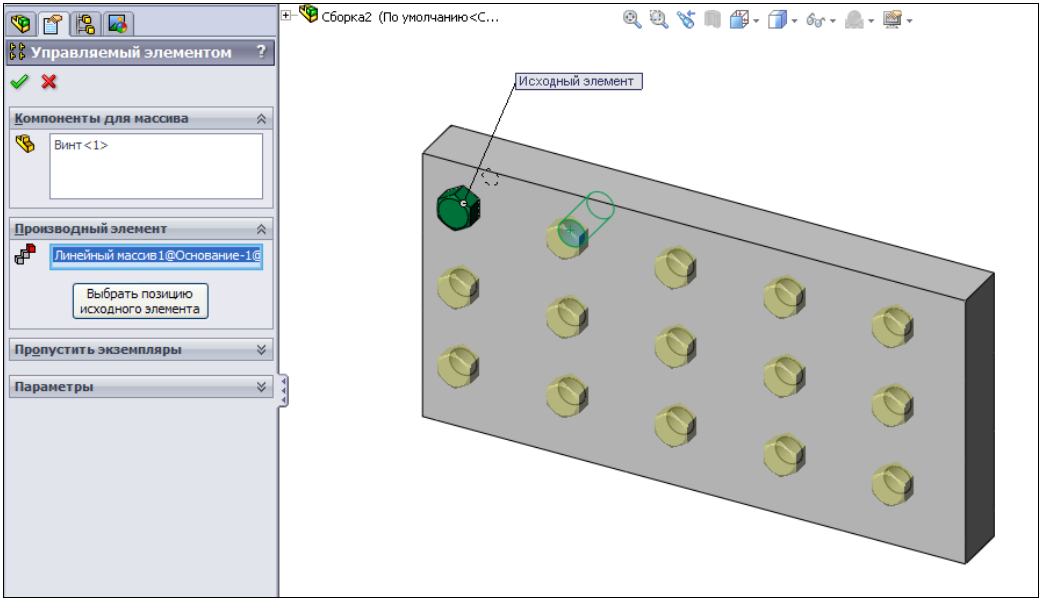


Рис. 6.29

В результате винты займут все отверстия в основании (рис. 6.30), а в **Дереве Конструирования** появится строка **Производный линейный массив1**.

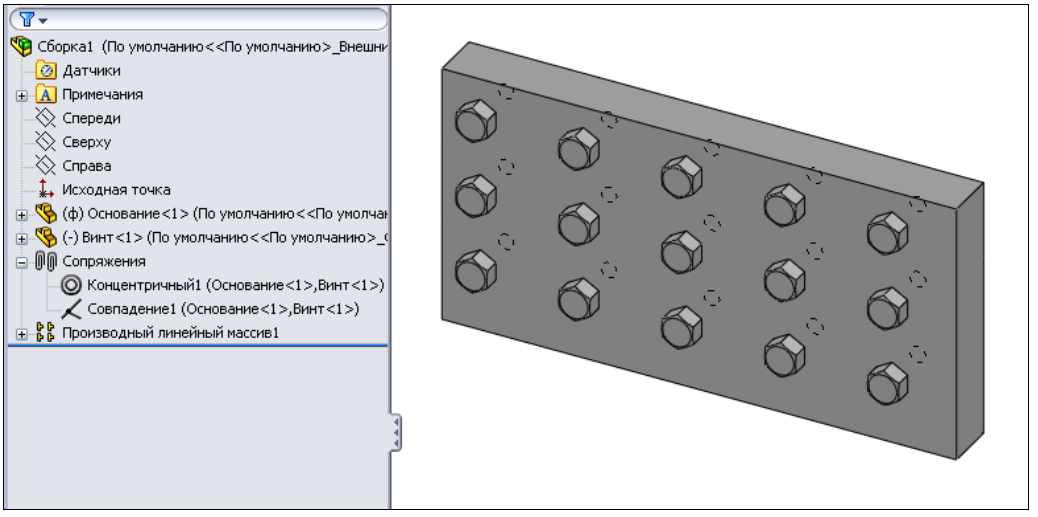


Рис. 6.30

При создании сборки можно установить винты не во все отверстия. Для этого необходимо либо на этапе построения в окне **Управляемый элементом** (рис. 6.29), либо после создания сборки в режиме редактирования определения в окне **Производный линейный массив**, в области **Пропустить экземпляры**, указать те винты, которые не нужно использовать в сборке (рис. 6.31).

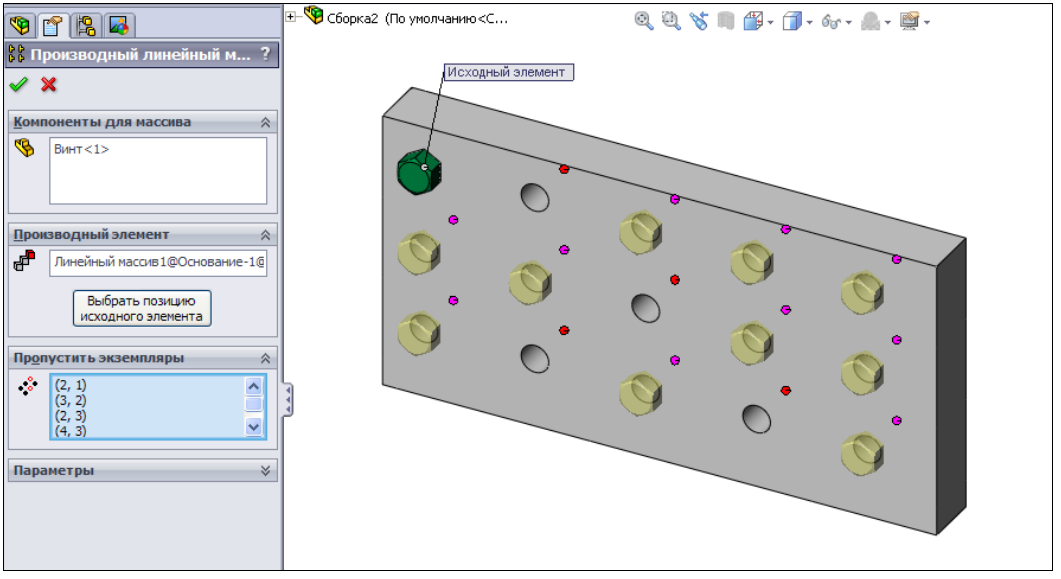


Рис. 6.31

Завершим построение, нажав кнопку **OK** . В результате сборка приобретет вид, представленный на рис. 6.32.

Мы рассмотрели основные возможности SolidWorks 2010 при создании сборок, теперь перейдем к рассмотрению особенностей оформления сборочных чертежей.

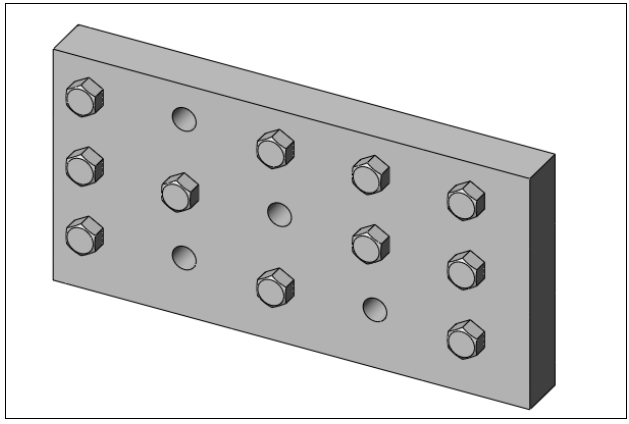


Рис. 6.32

6.4. Оформление сборочного чертежа

Перед созданием сборочного чертежа необходимо сохранить сборку и связанные с ней детали. Сборочный чертеж представляет собой конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, имеющие значение для ее сборки, изготовления и контроля. В общем случае сборочный чертеж должен содержать: изображение сборочной единицы; необходимые размеры (габаритные, установочные и др.); номера позиций; технические требования и техническую характеристику изделия (при необходимости).

Рассмотрим пример создания сборочного чертежа. За основу возьмем ранее построенную сборку `Сборка1`.

1. Откройте объемное изображение сборки.
2. Нажмите кнопку **Создать чертеж из детали/сборки** , которая находится на панели инструментов **Стандартная**, или обратитесь к команде меню **Файл | Создать чертеж из сборки**.
3. На экране появится окно **Формат листа/Размер** (рис. 6.33), где необходимо выбрать **Стандартный размер листа** из имеющихся шаблонов. Выберите лист, соответствующий стандартному и обозначенный в списке **ESKD_a3_1**.
4. Нажмите кнопку **OK**.
5. На экране справа откроется окно **Палитра видов**. В этом окне выделите нужную ориентацию вида, например **Спереди**, и поместите его на поле чертежа, перетащив этот вид из окна **Палитра видов**. Аналогичным образом разместите на листе чертежа другие виды сборки (рис. 6.34).

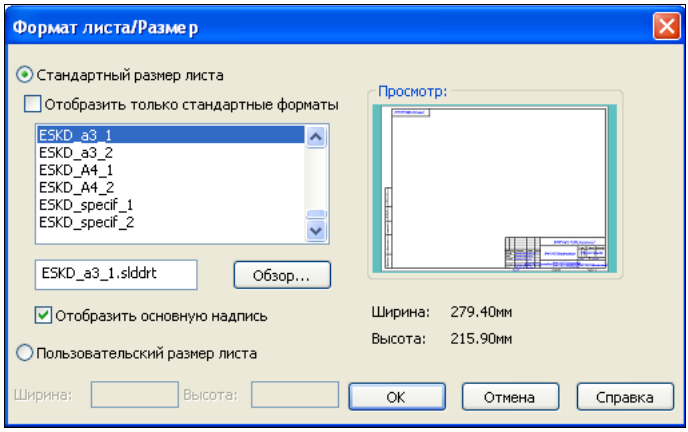


Рис. 6.33

6. Для размещения видов на листе чертежа можно также воспользоваться командами **3 стандартных вида**, **Проекционный вид** и **Вид модели**, которые расположены на панели инструментов **Чертеж**.

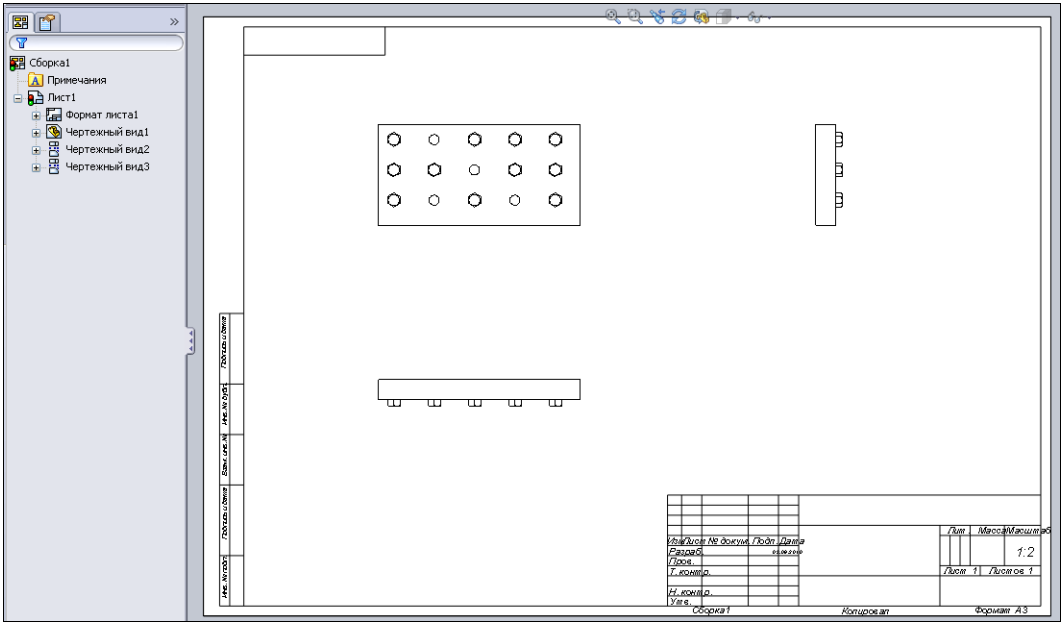


Рис. 6.34

При построении сборочного чертежа можно использовать другую последовательность действий.

1. Откройте лист чертежа. Для этого выберите команду меню **Файл | Новый...**. На экране отобразится окно **Новый документ SolidWorks**, в котором нужно выбрать шаблон **Чертеж**. После этого появится новое окно **Формат листа/Размер**

(см. рис. 6.33). В этом окне в области **Стандартный размер листа** выберите необходимый шаблон, например, **ESKD_a3_1**. На экране отобразится чертежный лист с рамкой и штампом, на который, в дальнейшем, поместим виды сборки.

2. Для размещения видов сборки нажмем кнопку **3 стандартных вида**  на панели инструментов **Чертеж**.
3. Чтобы указать сборку, для которой строится чертеж, в окне **Деталь/сборка для вставки** в области **3 стандартных вида** укажем путь к документу, в котором сохранена сборка, и нажмем кнопку **OK**.
4. В результате на листе чертежа будут размещены три стандартных вида сборки (см. рис. 6.34).

На сборочном чертеже необходимо указать габаритные размеры изделия, установочные и присоединительные размеры, номера позиций деталей. Простановка размеров подробно рассмотрена в *занятии 4*. Рассмотрим особенности простановки позиций.

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций располагаются на полках линий-выносок, проводимых от изображений деталей. Линии-выноски заканчиваются на изображении видимой точкой (или стрелкой, если деталь зачернена). Линии-выноски не должны пересекаться между собой и быть параллельными линиям штриховки, не должны пересекать, по возможности, размерные линии и элементы изображения.

Внешний вид позиции, который будет затем использоваться по умолчанию, можно настроить предварительно. Для этого необходимо выбрать команду меню **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Примечания | Позиции**. Откроется окно **Свойства документа — Позиции** (рис. 6.35).

В этом окне необходимо произвести настройку внешнего вида позиции. В области **Одна позиция** в раскрывающемся списке **Стиль** выберем вид **Нет**. Это означает, что текст позиции не будет заключен в рамку. В общем случае можно выбрать стиль: **Скругленный, Треугольник, Шестиугольник** и т. д., тогда текст позиции будет расположен в соответствующей геометрической фигуре. В области **Текст** следует в раскрывающемся списке **Верхний** выбрать **Обозначение**, имеется в виду обозначение детали. В раскрывающемся списке **Нижний** можно указать **Количество**, имеется в виду количество деталей, или **Настройка**, т. е. текст пользователя. В области **Отображение выноски** можно настроить внешний вид выноски позиции и указать ее длину (выберите **Изогнутый**). В области **Стиль выноски** указывается тип и толщина линии, при помощи которой эта выноска отображается.

SolidWorks 2010 позволяет проставлять позиции как вручную, так и в автоматическом режиме. Область **Компоновка авто-позиций**, которая располагается в окне **Свойства документа — Позиции** справа внизу (рис. 6.35), позволяет выбрать тип расположения группы позиций. Позиции в группе могут быть расположены различными способами относительно вида: по квадрату, по кругу, сверху, снизу и т. д.

Необходимо также определиться с видом значка, которым присоединяется позиция к детали. Для этого выберем команду меню **Инструменты | Параметры... |**

Свойства документа | Примечания, где в области **Присоединения** выберем значок присоединения в виде закрашенной точки (рис. 6.36). Также в этом окне можно задать длину выноски с полкой.

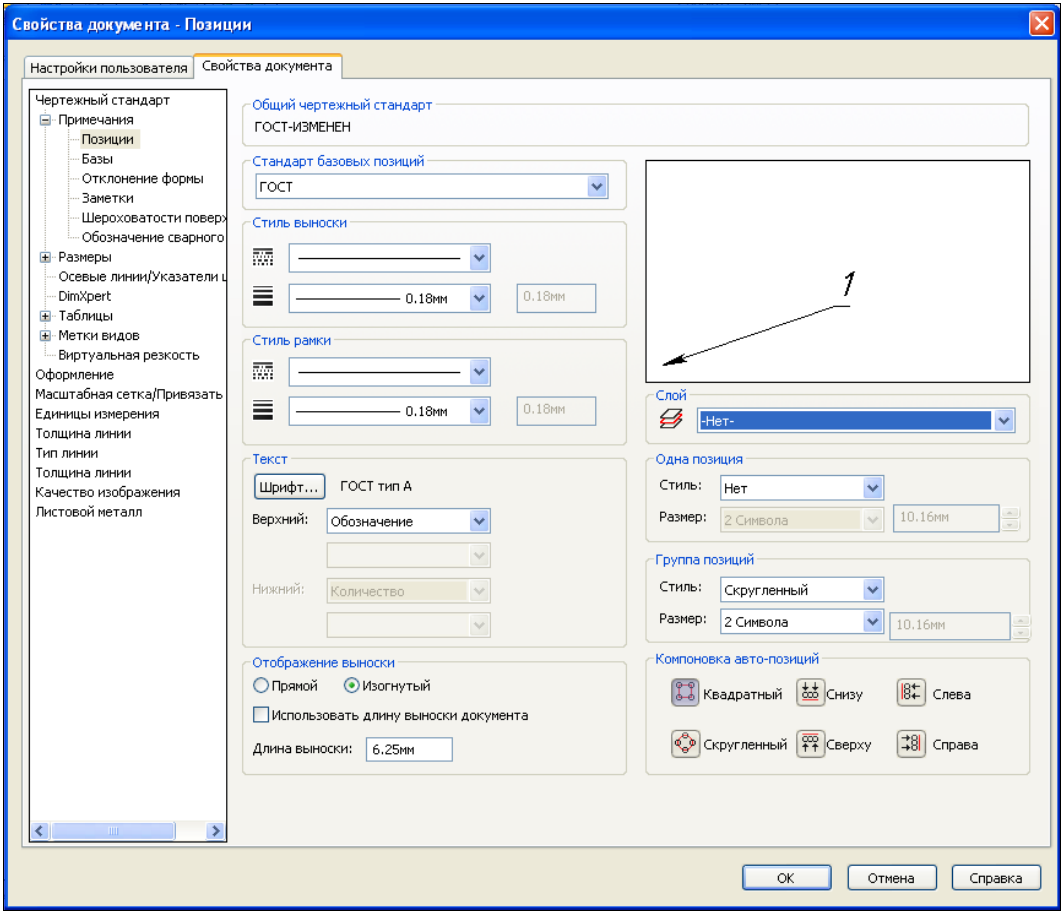


Рис. 6.35

Теперь расставим позиции на чертеже сборки.

1. Для расстановки позиций в ручном режиме необходимо активизировать кнопку **Позиция** на панели инструментов **Примечания**.
2. На экране в области **PropertyManager** (Менеджера свойств) откроется окно **Позиция** (рис. 6.37). В этом окне в области **Настройки позиции** укажите **Стиль** (геометрическую фигуру, в которой будет расположен текст позиции) и **Текст позиции** (содержание текста). Выберем **Стиль — Нет**, а **Текст позиции — Позиция.**
3. Затем переведем курсор в поле чертежа и расставим позиции (рис. 6.38). Закончим построения, нажав кнопку **OK** .

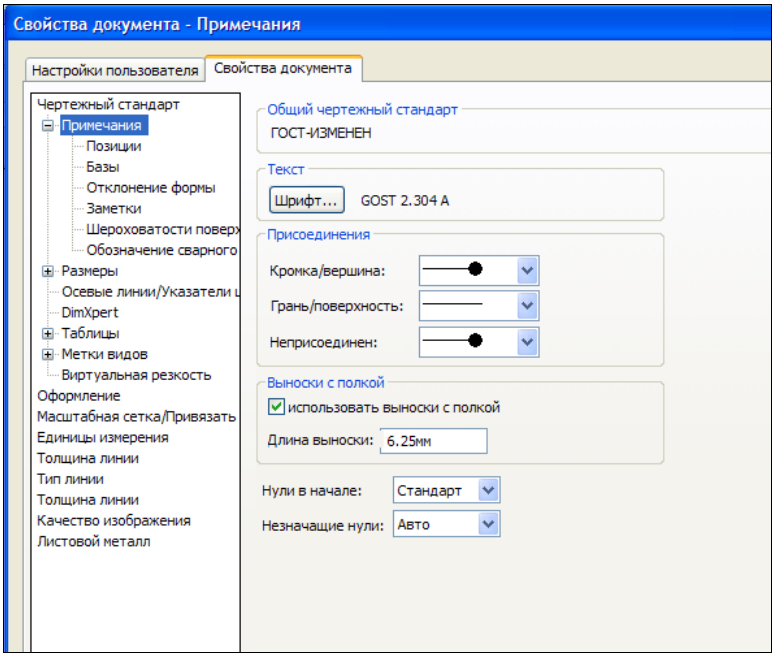


Рис. 6.36

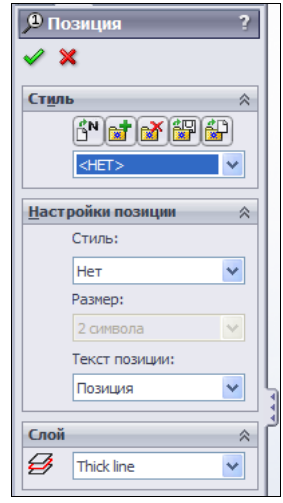


Рис. 6.37

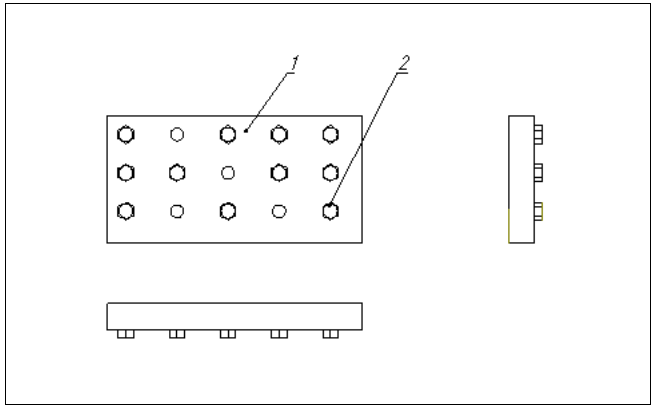


Рис. 6.38

Для простановки позиций в автоматическом режиме нажмите кнопку **Автопозиция** на панели инструментов **Примечания**. Затем укажите левой кнопкой мыши тот вид, на котором необходимо расставить позиции. Позиции появятся на листе чертежа сборки и будут соответствовать ранее выбранным настройкам.

Закончите оформление сборочного чертежа, проставив габаритные размеры и технические требования (рис. 6.39).

Кроме сборочного чертежа неотъемлемой частью документации на сборку является спецификация. Рассмотрим возможности SolidWorks в оформлении спецификаций.

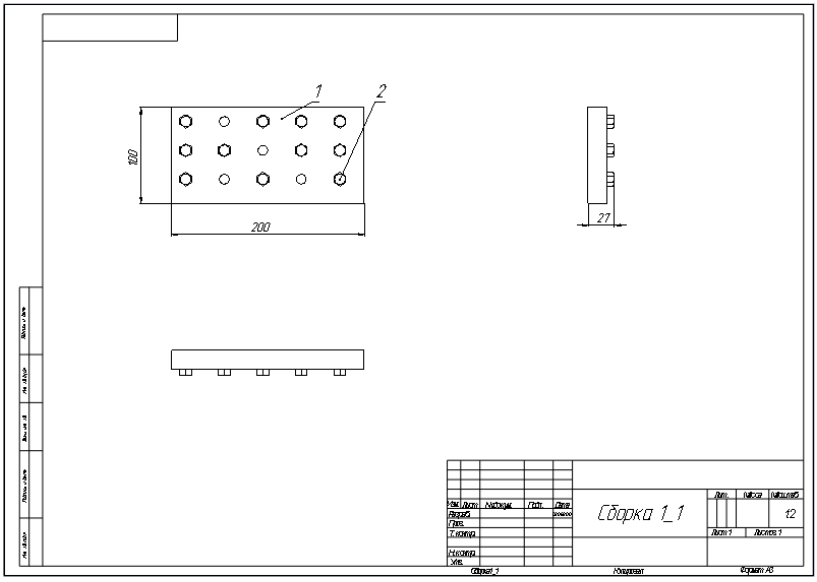


Рис. 6.39

6.5. Спецификация

В соответствии с ЕСКД спецификация представляет собой текстовый документ и является обязательной составляющей сборочного чертежа.

В SolidWorks 2010 можно создать конструкторскую спецификацию несколькими способами:

- вручную с помощью шаблонных форматок;
- на основе таблицы SolidWorks;
- посредством таблицы Excel.

В соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД) спецификация может быть расположена как на отдельном листе, так и на чертеже сборки. SolidWorks 2010 позволяет реализовать оба способа оформления спецификаций.

Спецификация на листе чертежа располагается в том случае, если сборка содержит короткий перечень деталей и если на листе чертежа сборки имеется свободное место. По своей форме спецификация в SolidWorks является таблицей. В SolidWorks 2010 имеется несколько шаблонов таблиц, которые могут быть помещены на лист чертежа: **Спецификация**, **Таблица отверстий**, **Таблица изменений**, **Списки вырезов сварного изделия**, **Таблица параметров**, **Общая таблица**. Все эти шаблоны размещены в папке lang. При необходимости можно создать свой, пользовательский, шаблон таблицы или спецификации. Команды для вставки таблиц расположены на панели инструментов **Таблица**. Кроме этого SolidWorks может создавать спецификации в автоматическом режиме, извлекая всю необходимую информацию из свойств файла детали и из сборочного чертежа.

Таким образом, спецификация, являясь текстовым документом, может быть оформлена в SolidWorks при помощи команд, отвечающих за написание текста на поле чертежа. В то же время спецификация является таблицей, и SolidWorks позволяет оформить ее посредством пакета Microsoft Office, а именно при помощи программы Excel. Рассмотрим подробнее все вышеперечисленные способы оформления спецификаций в SolidWorks.

6.5.1. Создание спецификации при помощи таблицы SolidWorks

Обычно спецификации, которые создаются при помощи таблицы, размещают на поле чертежа. Для размещения спецификации на листе чертежа проведем следующие построения.

1. Откроем чертеж сборки.
2. Настроим параметры спецификации, для чего выберем команду меню **Инструменты | Параметры... | Свойства документа | Таблицы | Спецификации**. В открывшемся окне **Свойства документа — Спецификация** (рис. 6.40) в областях **Отражение нулевого количества** и **Отсутствующий компонент** укажите способы отображения недостающего компонента и нулевого количества деталей. Чтобы настроить шрифты для спецификации, обратитесь к области **Текст**, нажав кнопку **Шрифт...**. В открывшемся окне **Выбрать шрифт** укажите **Шрифт — GOST 2.304 A**, **Начертание — курсив** и необходимый размер шрифта. Закончите настройки спецификации, нажав кнопку **OK**.
3. Для размещения спецификации на листе чертежа нажмите кнопку **Спецификация**  , которая расположена на панели инструментов **Таблица**. Можно также воспользоваться командой меню **Вставка | Таблицы | Спецификация...**.
4. На экране появится сообщение о необходимости выбрать чертежный вид. Выберем тот вид, на котором расположены позиции.
5. В области **PropertyManager** откроется окно **Спецификация** (рис. 6.41), где можно задать настройки спецификации.

   В частности, в области **Шаблон таблицы** можно выбрать шаблон спецификации. Для этого нужно нажать кнопку  **Открыть шаблон таблицы для Спецификации** и на экране появятся все доступные для использования шаблоны. Выберем шаблон **bom-standard** — стандартный вид спецификации. Укажите также на соответствующих вкладках точку привязки таблицы, тип спецификации и другие параметры.
6. Закончите настройку параметров спецификации нажатием кнопки **OK**  .

   Укажите курсором место на листе для расположения спецификации (рис. 6.42).

   Внешний вид спецификации, которая появится на листе чертежа, может не соответствовать требованиям ЕСКД. Ее вид легко привести к стандартному, т. к. программа SolidWorks позволяет редактировать внешний вид таблиц. Отредактируем получившуюся спецификацию.

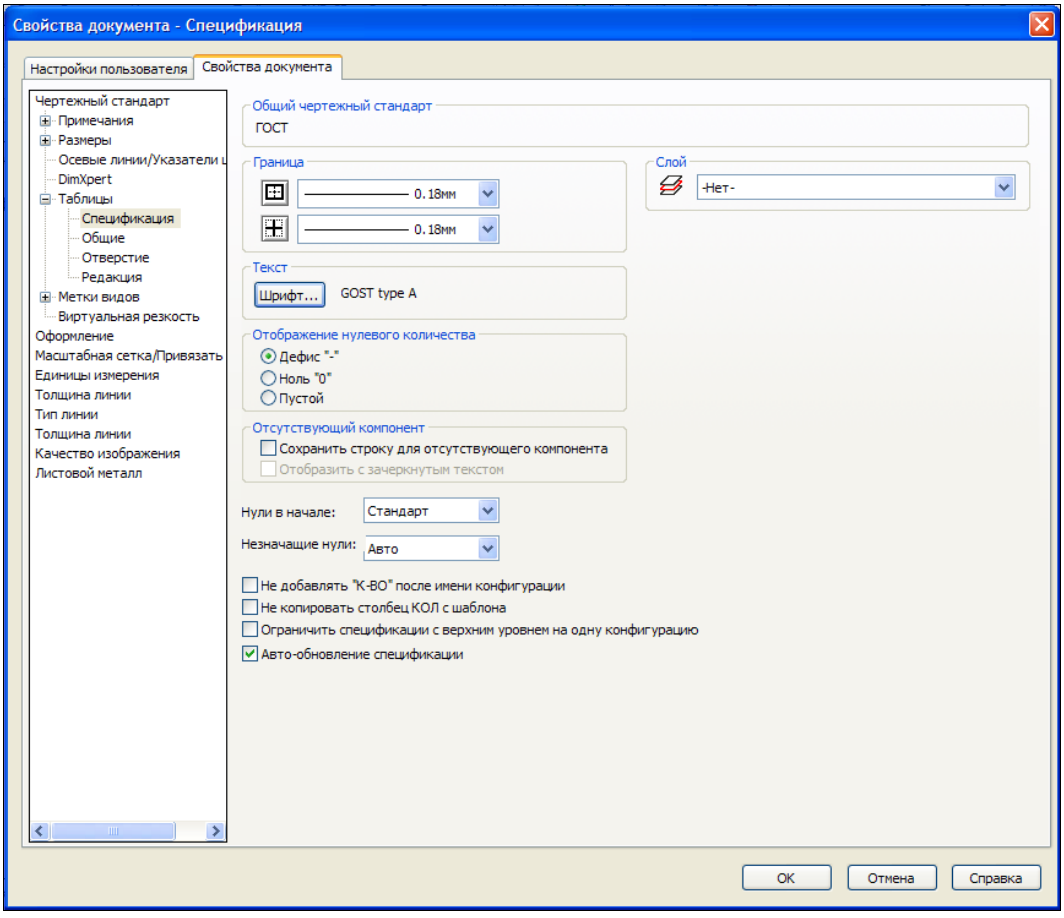


Рис. 6.40

7. Спецификация, в соответствии с ЕСКД, должна содержать семь столбцов. Добавим недостающие столбцы. Для этого наведем указатель мыши на первый столбец. Щелкнем правой кнопкой мыши и выберем в контекстном меню команду **Вставка | Столбец слева** (рис. 6.43). В открывшемся окне укажите тип столбца, выбрав этот тип из раскрывающегося списка, а также, при необходимости, выберите имя свойства. Закончив добавление столбца, щелкните левой кнопкой мыши по полю чертежа. В спецификации появится дополнительный столбец, слева от столбца **Позиции**.
8. Назовем этот столбец **Формат**. Для ввода заголовка столбца необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по верхней строке, а затем в открывшемся поле набрать заголовок (рис. 6.44).
9. Надпись **Формат**, в стандартной спецификации, должна располагаться вертикально. Для редактирования надписи щелкните левой кнопкой мыши по ячейке заголовка. На экране появится всплывающее окно (рис. 6.45), в котором задают формат текста таблицы.

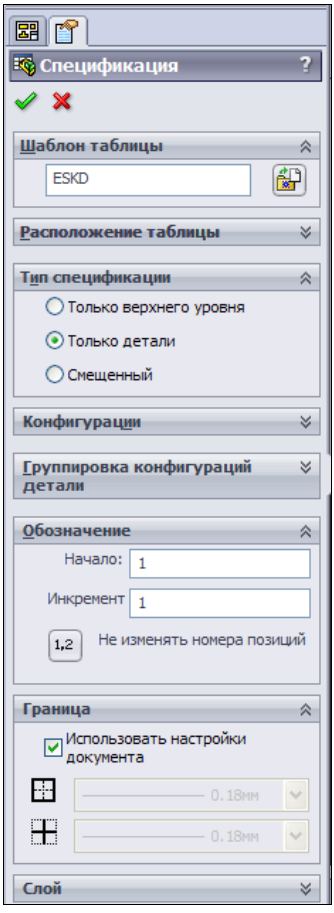


Рис. 6.41

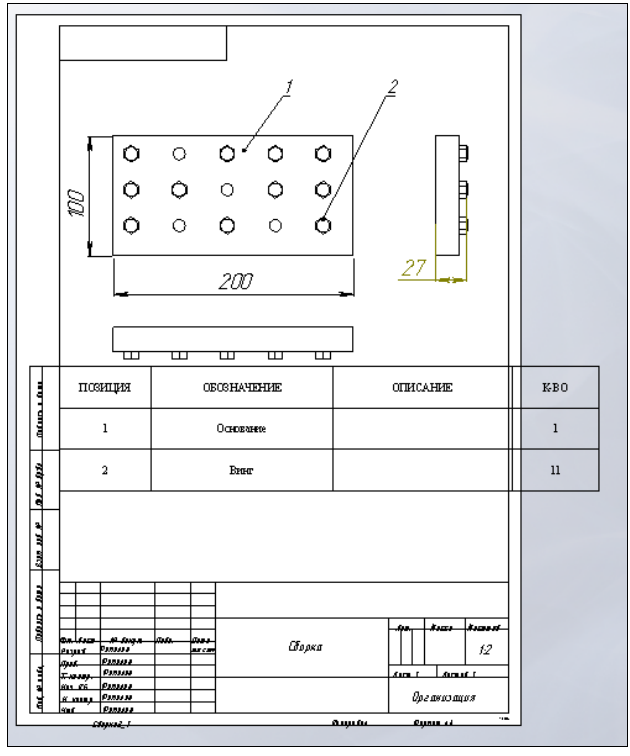


Рис. 6.42

10. Во всплывающем окне можно указать способ расположения текста в ячейке относительно границ ячейки, также повернуть текст, изменить шрифт. Для того чтобы повернуть надпись, нажмите кнопку — **Вращать** (рис. 6.45), в результате текст развернется на 90 градусов (рис. 6.46). Действуя аналогичным образом, приведем спецификацию к стандартному виду (рис. 6.47).
11. Эту спецификацию можно сохранить в виде шаблона и использовать в других документах. Для этого щелкните по спецификации (в **Дереве Конструирования** или на поле чертежа) правой кнопкой мыши и выберите из всплывающего меню команду **Сохранить как...**. Назовем этот шаблон **ESKD**, укажем тип файла — **Шаблон** с расширением sldbomtbt, а также уточним месторасположение сохраняемого шаблона.

Мы разместили спецификацию-таблицу на листе чертежа, отредактировали ее в соответствии с ЕСКД и сохранили в виде шаблона.

В SolidWorks 2010 можно также использовать спецификацию, которая является таблицей Excel.

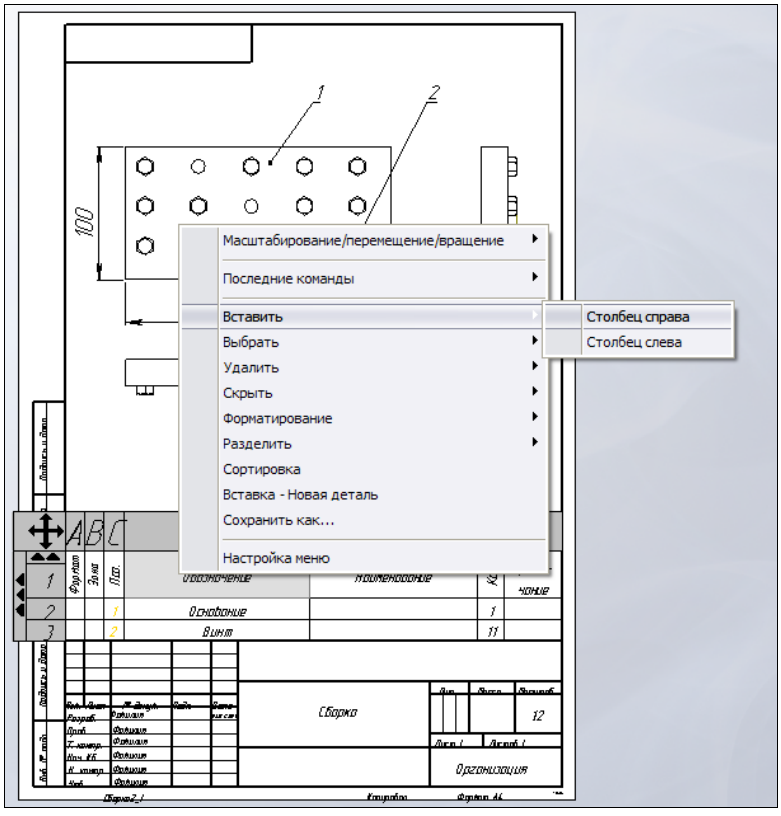


Рис. 6.43

ФОРМАТ	ПОЗИЦИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	К-ВО
	1	Основание		1
	2	Винт		11

Рис. 6.44

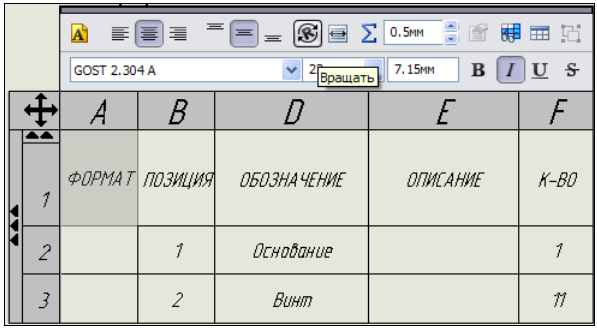


Рис. 6.45

ФОРМАТ	ПОЗИЦИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	К-ВО
	1	Основание		1
	2	Винт		11

Рис. 6.46

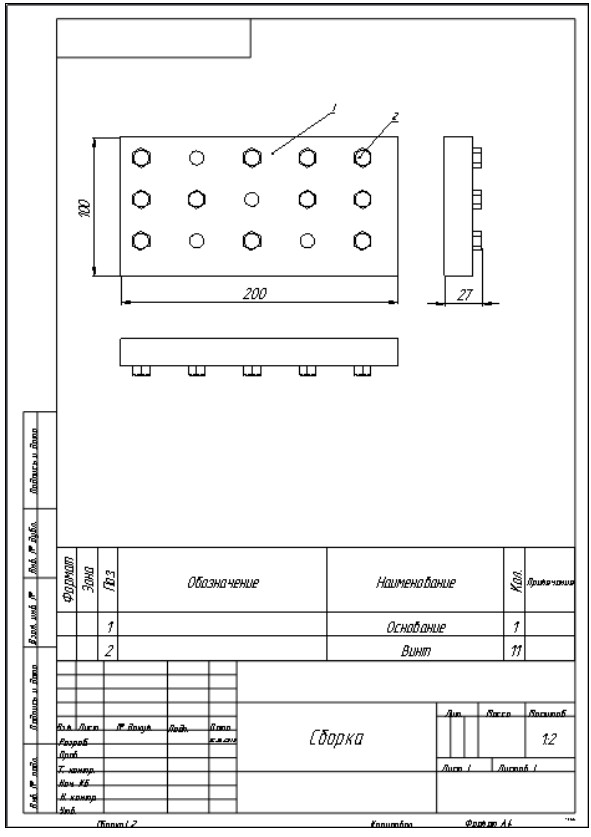


Рис. 6.47

6.5.2. Создание спецификации при помощи таблицы Excel

Рассмотрим этапы создания спецификации в чертеже SolidWorks при помощи таблицы Excel.

1. Разместите виды сборки на чертеже и обозначьте позиции.
2. Активизируйте тот вид, на котором обозначены основные позиции сборки. Затем вставьте спецификацию.
3. Для размещения спецификации нажмите кнопку **Спецификация в файле Excel** на панели инструментов **Таблица**.

4. На экране появится окно, где будет предложено выбрать шаблон спецификации в формате Excel. Выберем шаблон, например, bomtemp.xls и нажмем кнопку **OK**.
5. На экране откроется окно **Свойства спецификации**, где можно настроить вид спецификации и посмотреть ее содержание на вкладке **Содержание** (рис. 6.48). Разместите спецификацию на поле чертежа (рис. 6.49).

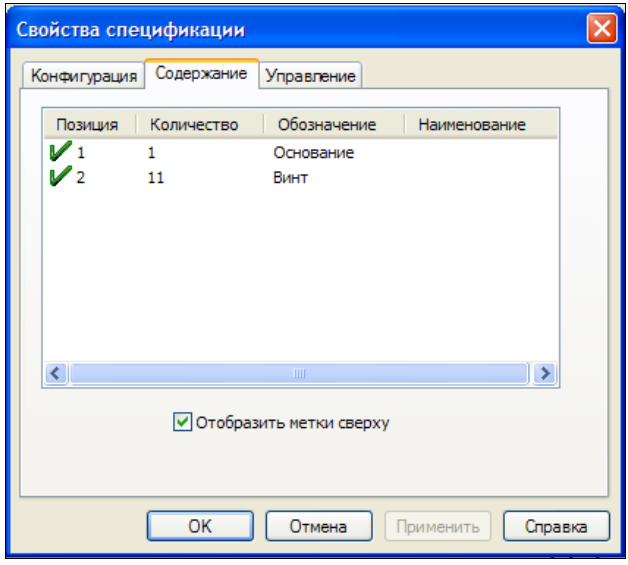


Рис. 6.48

Позиция	Количество	Обозначение	Наименование
1	1	Основание	
2	11	Винт	

Рис. 6.49

6. Эту спецификацию также можно отредактировать в соответствии с ЕСКД и сохранить как шаблон.

Все рассмотренные ранее спецификации размещаются на поле чертежа и заполняются автоматически. Такие спецификации удобны для сборок, состоящих из малого количества деталей. Спецификации больших сборок обычно помещаются на отдельных листах и для их оформления удобно использовать специальные шаблоны. Создание и использование таких шаблонов рассматриваются в *занятии 11*.

6.6. Задания для самостоятельной работы

Задание 1

Создайте сборку "сверху вниз" на основе приведенного эскиза сборки (рис. 6.50). Примите ширину шкивов и ремня 10 мм. Толщина ремня, как тонкостенного элемента, составляет 1 мм.

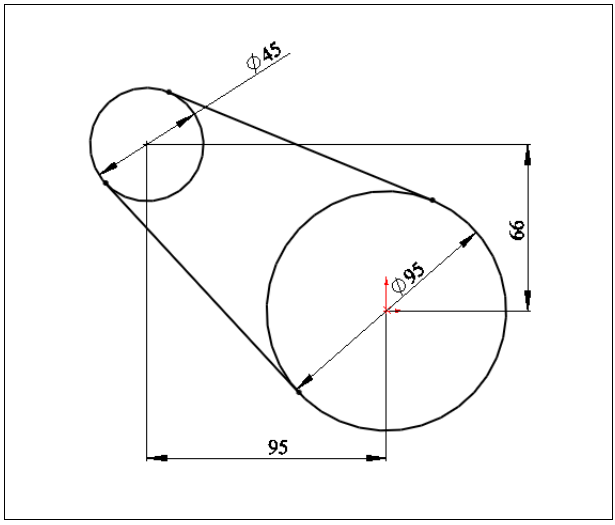


Рис. 6.50

ПРИМЕЧАНИЕ

Не забывайте после построения каждой детали на основе эскиза сборки редактировать сборку.

Задание 2

Создайте сборку "сверху вниз" на основе приведенного эскиза сборки (рис. 6.51). Ширина шкивов и ремня 20 мм, толщина ремня 1 мм.

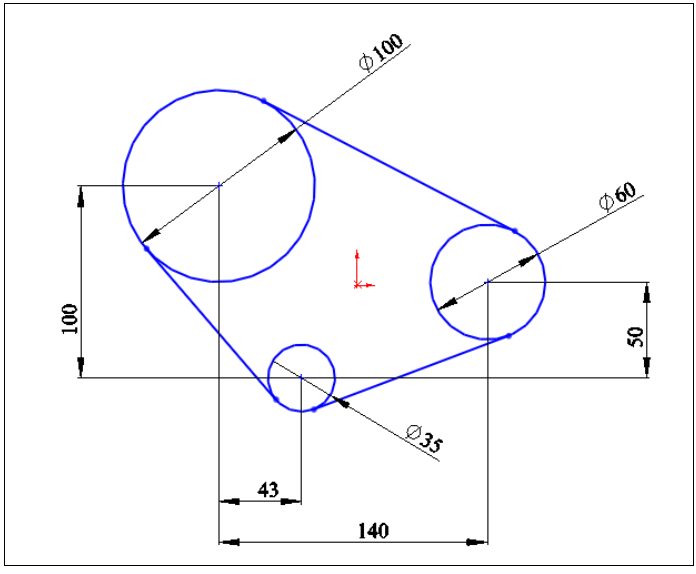


Рис. 6.51

Задание 3

Создайте сборку "сверху вниз" на основе эскиза сборки (рис. 6.52). Ширина шкивов и ремня 30 мм, толщина ремня 2 мм. Оформите сборочный чертеж и спецификацию.

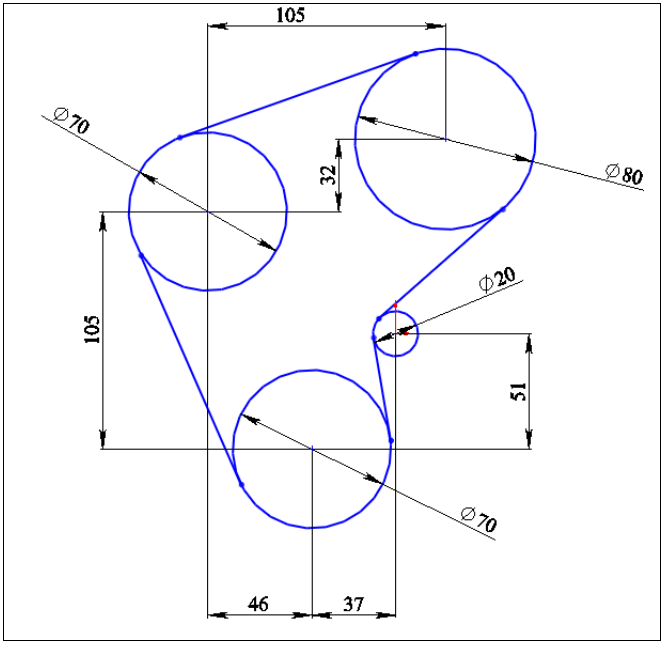


Рис. 6.52

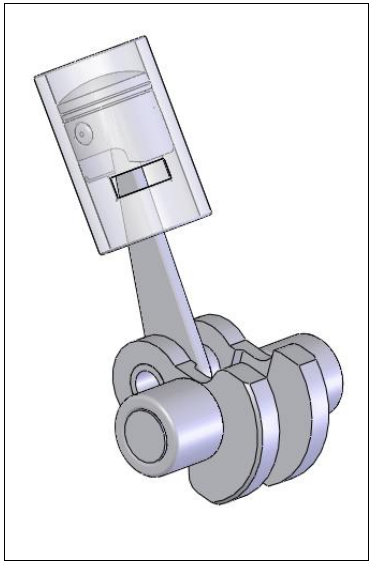


Рис. 6.53

Задание 4

Создайте сборку "снизу вверх" кривошипно-шатунного механизма (рис. 6.53) на основе деталей, находящихся в файлах на компакт-диске, в каталоге `Занятие 6\Задания\Задание 4`. Оформите сборочный чертеж и спецификацию.

ЗАНЯТИЕ 7



Работа с литейными формами

Инструменты работы с литейными формами в SolidWorks 2010 при проектировании изделий целесообразно использовать в двух случаях:

- для создания двух половин литейной формы с вырезом полости под литейную деталь;
- для создания штампа с поверхностью штамповочной детали.

Во всех случаях необходимо будет выполнить такую последовательность операций:

1. Создание трехмерной модели проектируемой детали, т. е. той детали, из которой необходимо в дальнейшем создать литейную форму или полость.
2. Создание трехмерной модели основания литейной формы, т. е. детали, которая будет содержать полость для проектируемой литейной детали или иметь форму штамповочной детали.
3. Создание промежуточной сборки, в которой будет происходить относительное размещение проектируемой детали и основания литейной формы.
4. Создание производных деталей компонента, т. е. тех деталей, которые будут являться половинами литейной формы после разреза основания. Причем каждая половина литейной формы может сохраняться как отдельная деталь, для которой в дальнейшем можно сделать рабочие чертежи.

Все перечисленные процедуры можно выполнить с помощью набора интегрированных инструментов, которые контролируют процесс создания литейной формы. Завершив модель, можно воспользоваться этими инструментами для анализа и исправления недостатков моделей SolidWorks 2010. Инструменты литейной формы охватывают все процессы от исходного анализа до создания разделения инструментов.

Если на экране отсутствуют инструменты литейной формы с кнопками команд, отобразите их, выполнив команду **Инструменты | Настройка**, и на вкладке **Панель инструментов** установите флажок **Инструменты для литейной формы**. После чего нажмите кнопку **OK**, и панель инструментов отобразится на экране. По умолчанию в этой панели может отсутствовать кнопка **Полость**  , поэтому нам

необходимо добавить ее. Для этого выберите команду **Инструменты | Настройка**, найдите на вкладке **Команды** в категории **Инструменты для литейной формы** и перетащите мышью значок **Полость** на панель **Инструменты для литейной формы**. После всех манипуляций нажмите кнопку **OK**.

Теперь мы можем перейти к рассмотрению создания простой литейной формы на примере детали типа "Шар".

7.1. Простая литейная форма

7.1.1. Создание исходных деталей

Известными вам способами создайте две отдельные детали (рис. 7.1). Первую деталь, шар диаметром 100 мм, сохраните в файле `Шар.sldprt` (деталь, которую требуется отлить, или деталь, с которой требуется сделать полость). Вторую деталь, куб с длиной ребра 120 мм, сохраните в файле `Основание для шара.sldprt` (деталь, из которой требуется сделать литейную форму, или деталь, в которой требуется сделать полость).

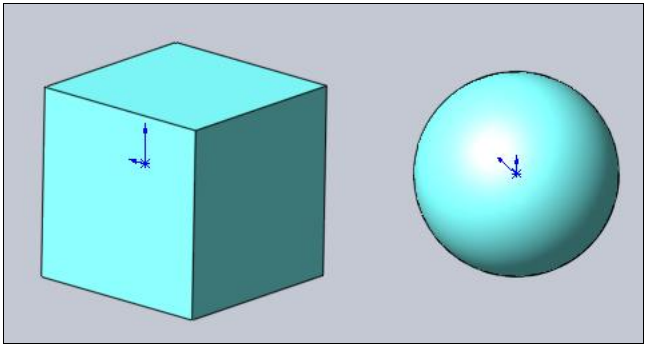


Рис. 7.1

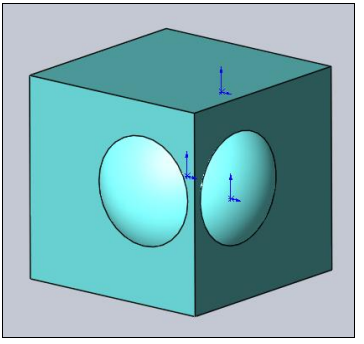
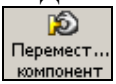
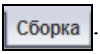


Рис. 7.2

7.1.2. Создание промежуточной сборки

Теперь создайте сборку и вставьте сначала деталь **Основание для шара**, а затем деталь **Шар**. При этом деталь **Основание для шара** будет зафиксирована (рядом со значком детали будет стоять буква **(ф)**). Переместите шар внутрь куба примерно так, как показано на рис. 7.2.

Для перемещения детали воспользуйтесь кнопкой **Переместить компонент** 

из панели инструментов **Сборка**. Этот же инструмент можно найти, открыв вкладку 

. Чтобы удобнее было ориентироваться внутри детали, ее можно сделать полупрозрачной. Для этого наведите указатель мыши на основание и нажмите правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выберите кнопку  **Внешние виды**. В выпадающем меню выберите всю деталь **Основание**

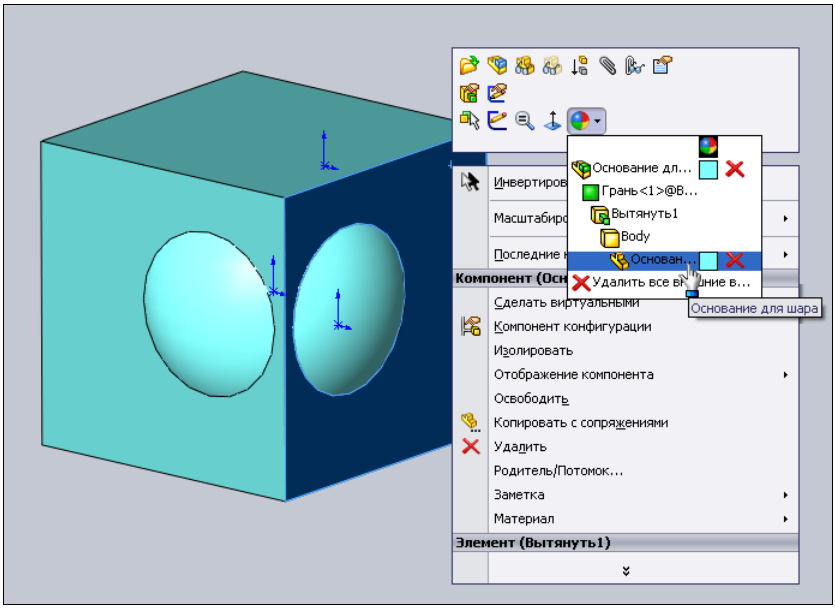

Основание дл...
Грань<1>@В...
Вытянуть1
Body
Основан...
Удалить все в...
Основание для шара
Инвертиров
Масштабиро
Последние
Компонент (Осн
Сделать виртуальными
Компонент конфигурации
Изолировать
Отображение компонента
Освободить
Копировать с сопряжениями
Удалить
Родитель/Потомок...
Заметка
Материал
Элемент (Вытянуть1)

Рис. 7.3

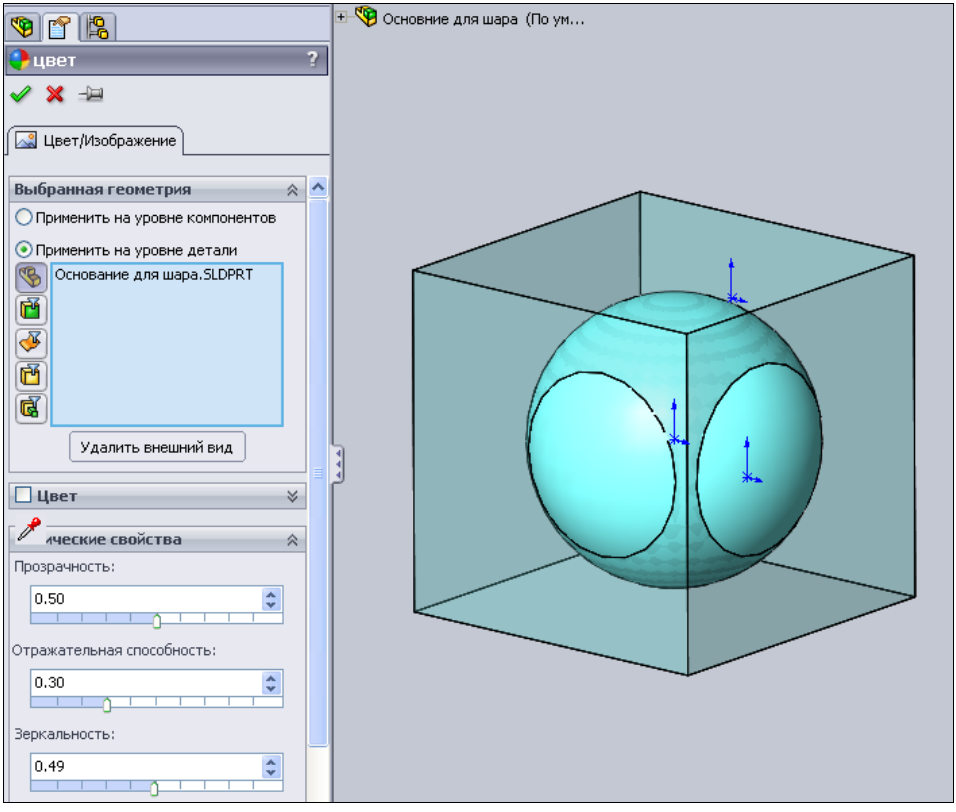

Основние для шара (По ум...
Цвет
Цвет/Изображение
Выбранная геометрия
Применить на уровне компонентов
Применить на уровне детали
Основание для шара.SLDPRT
Удалить внешний вид
Цвет
ические свойства
Прозрачность:
0.50
Отражательная способность:
0.30
Зеркальность:
0.49

Рис. 7.4

для шара (рис. 7.3). В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Цвет** (рис. 7.4), в котором на вкладке **Оптические свойства** переместите ползунок **Прозрачность** в среднее положение. Проделав все это, нажмите кнопку **OK**  . В результате у вас должен получиться полупрозрачный куб, в котором размещается шар (рис. 7.4). Сохраните сборку под именем `Основание для шара.sldasm`.

Примечание

Прозрачной сборку можно сделать и другим способом. Просто щелкните правой кнопкой мыши на компоненте сборки и в контекстном меню нажмите кнопку **Изменить прозрачность**  (рис. 7.5). Этой же кнопкой можно вернуть детали исходную прозрачность. Данный способ можно применять только для сборок. Способ изменения прозрачности, описанный ранее, можно применять всегда.

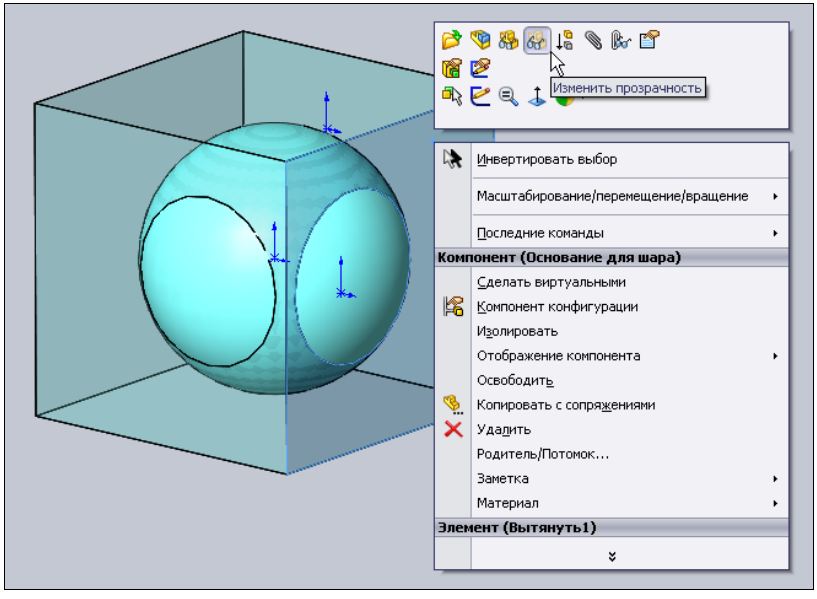
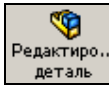


Рис. 7.5

7.1.3. Редактирование детали и вставка в нее полости

Выделите деталь **Куб**, щелкнув мышью по детали в сборке или в **Дереве Конструирования**. Затем в панели инструментов **Сборка** нажмите кнопку **Редактировать деталь** 

. Теперь в панели инструментов **Инструменты для литейной формы** нажмите кнопку **Полость**  . В появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Полость** в область **Компоненты проекта** из **Дерева Конструирования** добавьте деталь **Шар** так, как показано на рис. 7.6. Нажмите кнопку **OK**  .

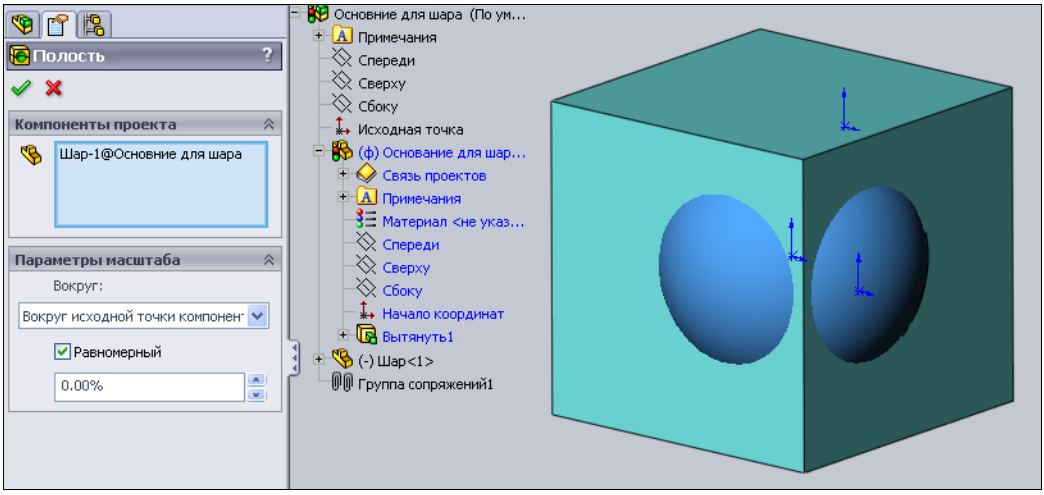


Рис. 7.6

В результате проделанных операций мы получили деталь **Куб** с полостью, имеющей форму детали **Шар** (рис. 7.7). Таким образом можно получать полости в деталях любой сложности. При этом изменилась исходная деталь, входящая в сборку. Попробуйте сохранить изменения, нажав кнопку  **Сохранить**. В результате появится диалоговое окно **Решить неопределенность**, в котором требуется указать, что именно вы хотите сохранить: сборку или деталь. Выберите сохранение детали `Основание для шара.sdlprt`.

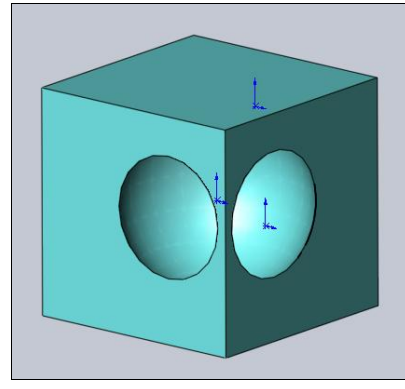


Рис. 7.7

7.1.4. Создание детали производного компонента

После создания сборки детали с полостью можно перейти к созданию производного компонента детали в контексте сборки. Это необходимо для того, чтобы при создании двух половин литейной формы не затрагивалась исходная деталь. В нашем случае этой деталью является куб. Для этого в имеющейся сборке сделайте активной деталь **Куб** (основание для шара), щелкнув мышью по детали на экране сборки или в **Дереве Конструирования**. Далее выберите команду **Файл | Деталь производного компонента**. В результате данных действий в новом окне должна появиться деталь **Куб**.

7.1.5. Создание линии разъема

Теперь на передней грани новой детали с помощью инструментов эскиза постройте линию примерно так, как показано на рис. 7.8. В данном случае линию необязательно проводить строго через центр окружности, т. к. в этом разделе мы пока не затрагиваем вопросы, связанные с извлечением отлитой детали из формы, а лишь покажем, как можно просто разрезать деталь и получить две половины одной литейной формы.

После построения предполагаемой линии разъема можно разрезать нашу деталь на две половины. Для этого воспользуемся панелью инструментов **Элементы**.

Примечание

Линия разъема не обязательно должна быть прямой и располагаться строго перпендикулярно направлению разъема. В качестве линии разъема можно использовать линию, располагающуюся под углом к направлению разъема, ломаную линию или даже сплайн.

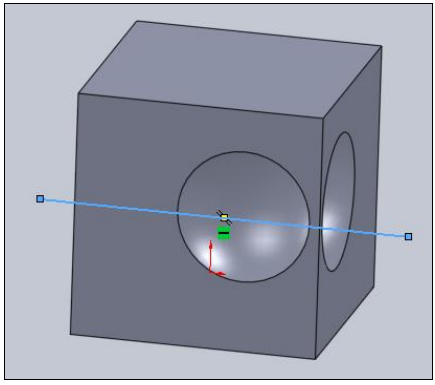


Рис. 7.8

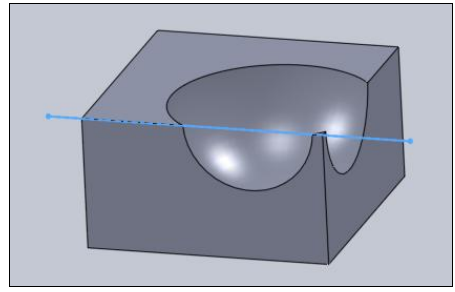


Рис. 7.9

7.1.6. Создание разреза детали

Выделите линию разреза и нажмите на панели инструментов **Элементы** кнопку **Вытянутый вырез** 

и в появившемся в **Менеджере свойств** диалоговом окне **Вытянуть** нажмите кнопку **OK**  . В результате вы получите одну половину (нижнюю) литейной формы так, как показано на рис. 7.9. Сохраните полученную деталь под именем `Основание для шара_1.sldprt`.

Для получения второй (верхней) половины формы щелкните правой кнопкой мыши в **Дереве Конструирования** на элементе **Вытянуть1** и в появившемся контекстном меню выберите **Редактировать определение**  . Во вновь появившемся диалоговом окне **Вытянуть1** в области **Направление 1** установите флажок **Переставить сторону для выреза** (рис. 7.10).

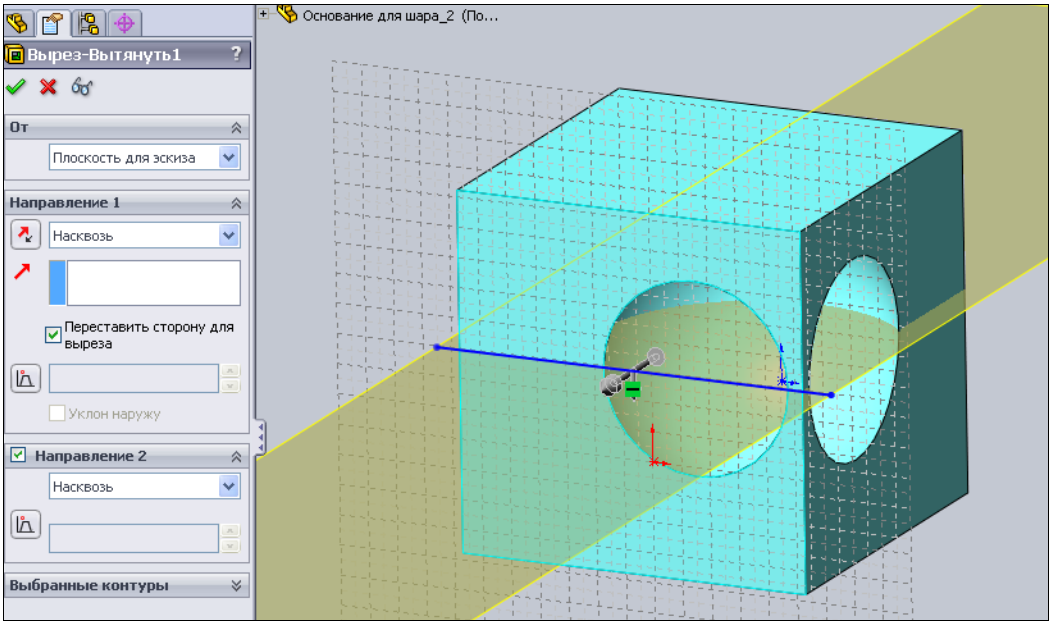


Рис. 7.10

Нажмите кнопку **OK**, и вы получите вторую половину литейной формы. Деталь должна выглядеть примерно так, как показано на рис. 7.11. Поскольку вы получили вторую половину формы редактированием первой, для сохранения этой половины в отдельном файле выполните команду **Файл | Сохранить как** и задайте имя файла `Основание для шара_2.sldprt`.

В результате мы получили следующие трехмерные модели:

- модель детали, которую необходимо отлить или создать из нее полость в другой детали;
- модель основания, из которого необходимо сделать литьевую форму, или детали, в которой необходимо сделать полость;
- модели двух половин литейной формы.

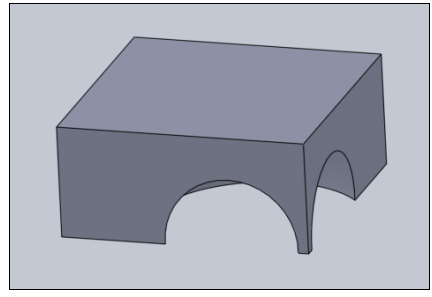


Рис. 7.11

Еще раз напомним читателю, что рассмотренным методом можно изготавливать в деталях полости различной сложности, которые трудно получить путем вытянутого и повернутого выреза, а также при сложной конфигурации внутренних поверхностей. В данном случае проще изготовить модель полости и осуществить вырез этой полости в другой детали с помощью панели **Инструменты для литейной формы**.

7.1.7. Создание полости в многотельной детали

Покажем еще один способ создания полости в детали. Если в предыдущем примере для создания полости, имеющей форму одной детали, в другой детали требовалось создать промежуточную сборку, то в этом примере полость создадим в одной детали, но многотельной.

Для начала построим первое тело. Откройте новый файл и создайте эскиз по размерам, показанным на рис. 7.12, а затем вытяните его на расстояние 80 мм.

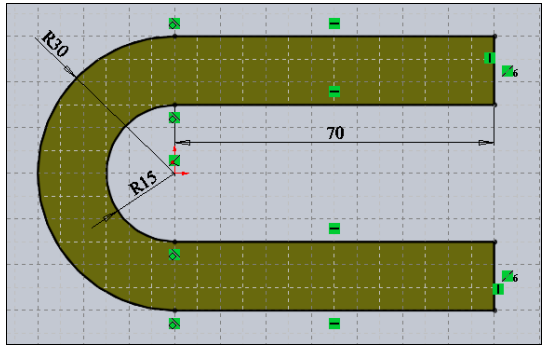


Рис. 7.12

Теперь на верхней грани постройте эскиз, показанный на рис. 7.13. Отверстие в этом эскизе находится на плоской части.

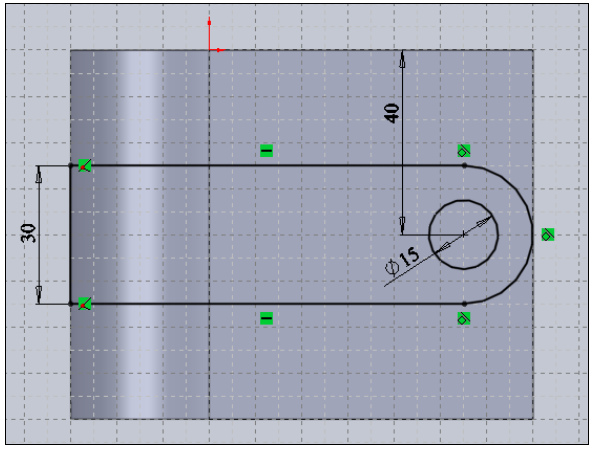


Рис. 7.13

Теперь необходимо вытянуть второй эскиз. Из панели инструментов **Элементы** выберите инструмент **Вытянутая бобышка/основание**. Установите параметры определения так, как показано на рис. 7.14. С одной стороны мы вытянем наш эскиз на 10 мм (область **Направление 1**), с другой стороны — на 70 мм (область **Направление 2**). Обязательно снимите флажок **Результат слияния** в области **Направление 1**. Если этого не сделать, то в результате операции вытягивания эскиза мы получим цельную деталь. Этот параметр отвечает за создание многотельной детали.

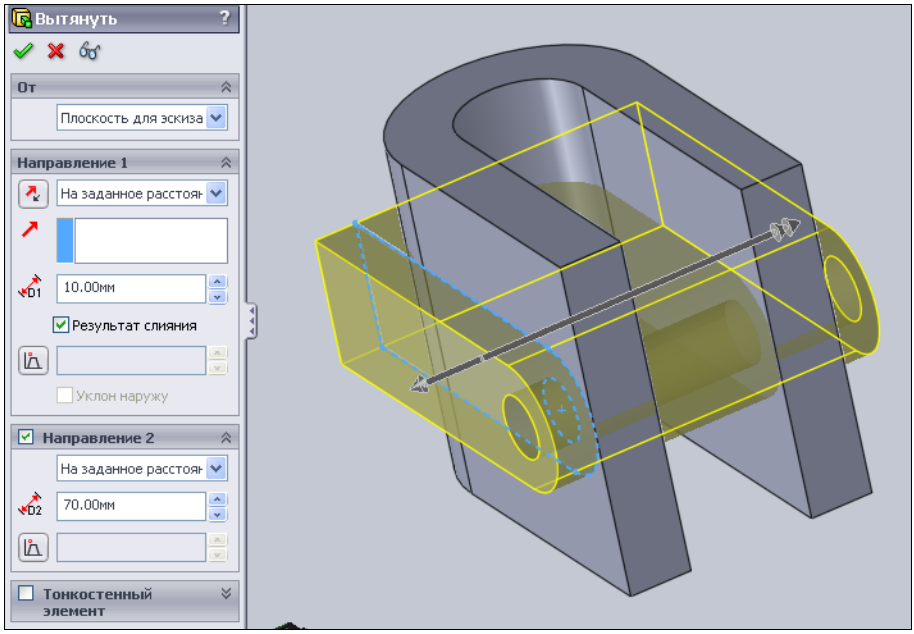
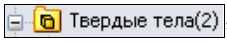


Рис. 7.14

Нажмите кнопку **OK**  , и у вас должна получиться деталь, показанная на рис. 7.15.

Сейчас деталь выглядит цельной, но в машинном представлении это две разные детали, совмещенные вместе, т. е. многотельная деталь. Чтобы убедиться в этом, посмотрите **Дерево Конструирования** и увидите папку 

, где цифра в скобках показывает количество твердых тел. Если раскрыть эту папку, то в открывшемся меню появятся пункты **Вытянуть1** и **Вытянуть2** (рис. 7.16), относящиеся к разным твердым телам многотельной детали.

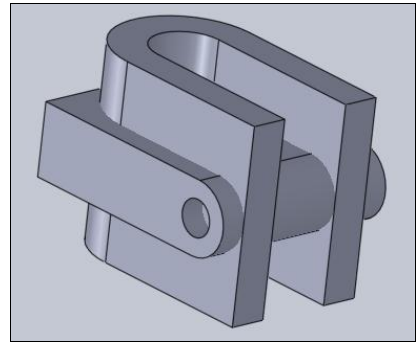
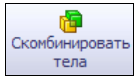


Рис. 7.15

Чтобы осуществить взаимодействие твердых тел, вызовите команду **Скомбинировать тела** 

в панели инструментов **Элементы**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Соединить**. В области **Тип операции** возможны три варианта:

- **Добавить** — к основному телу многотельной детали добавляются другие тела. В области **Соединить тела** необходимо указать, какие элементы будут подвер-

гаться объединению (рис. 7.17). Выберите эти тела из **Дерева Конструирования** или просто щелкните левой кнопкой мыши на элементе в области построений;

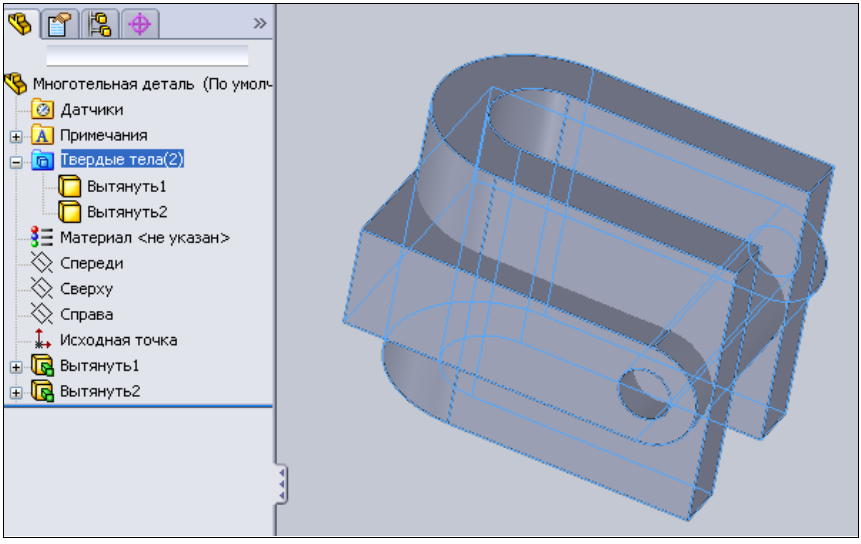


Рис. 7.16

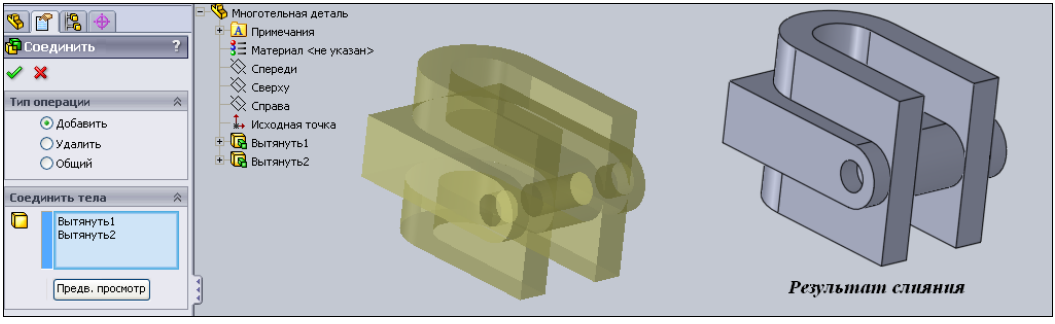


Рис. 7.17

- **Удалить** — из основного тела многотельной детали удаляются другие тела. В области **Основное тело** необходимо указать элемент, из которого будут удаляться другие тела. В области **Удалить тела** указывают те элементы, которые будут удаляться из основного тела (рис. 7.18). Для различия основного тела и удаляемых тел они подсвечиваются разным цветом. Если в процессе удаления возникнут разъединенные тела, то программа выведет диалоговое окно **Оставить тела** (рис. 7.19) и сделает запрос на выбор всех тел или только определенных. С помощью курсора мыши установите флажки у тех тел, которые необходимо оставить. С помощью операции **Удалить** можно осуществлять вырезание сложной полости из тел;

♦ **Общий** — с помощью этой операции получается элемент, части которого являются общими для тел, выбранных в области **Соединить тела**. Другое название этой операции — пересечение тел. Результат этой операции показан на рис. 7.20.

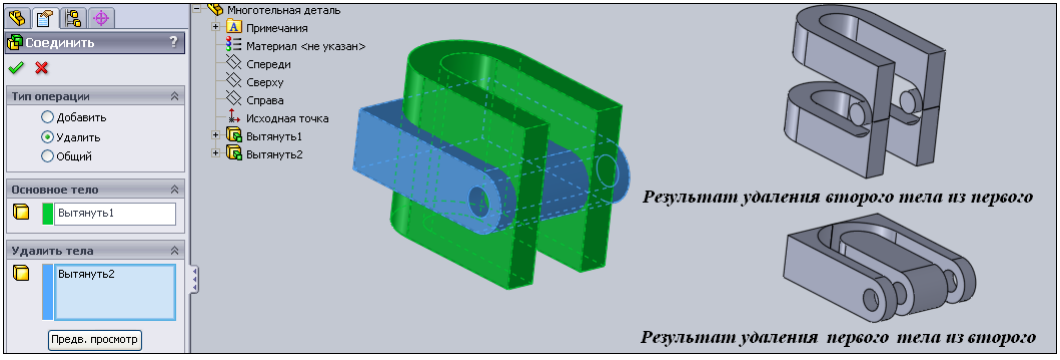


Рис. 7.18

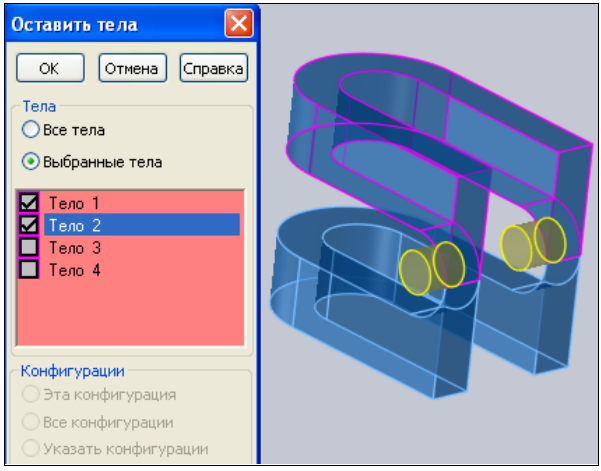


Рис. 7.19

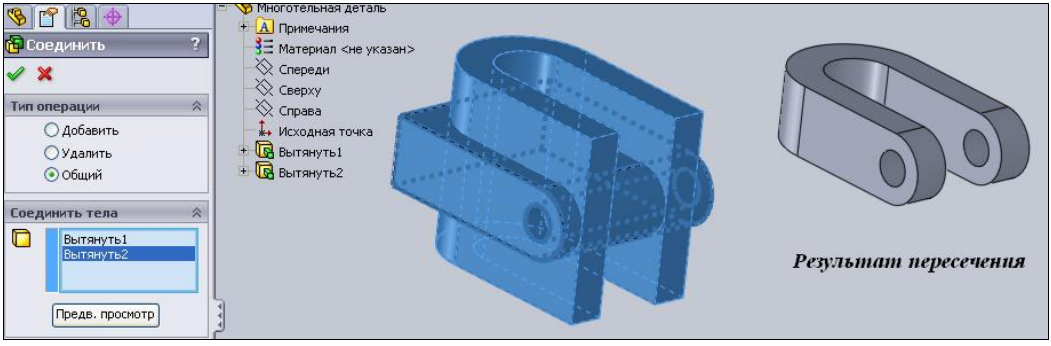


Рис. 7.20

В данном примере было показано комбинирование двух тел, но в программе возможно комбинирование любого количества тел

7.2. Оформление литейной формы со сложным разъемом

В данном разделе рассмотрим команды, необходимые при проектировании литейных форм с учетом их разбираемости на составляющие и извлечения отлитой детали из формы. Оформление литейных форм со сложным разъемом рассмотрим на примере проектирования детали **Короб**. При проектировании взаимосвязанных деталей, таких как модель полости и две половины литейной формы, удобно располагать тела и поверхности моделей в специальных папках, предусмотренных в SolidWorks 2010 при проектировании литейных форм.

1. Откройте новое окно проектирования детали, выбрав команду **Файл | Новый | Деталь** и нажав кнопку **OK**.
2. Для проектирования литейных форм нам потребуется инструментальная панель **Инструменты для литейной формы**. Если ее нет на экране, то вызовите эту панель с помощью **Инструменты | Настройка** и в диалоговом окне **Настройка** установите флажок напротив панели **Инструменты для литейной формы**.
3. Сначала в этой панели должна быть активной только кнопка **Вставить папки литейной формы**  . Нажмите эту кнопку, и в **Дереве Конструирования** появится скрытый элемент **Тела поверхности**. Чтобы их увидеть, нажмите правой кнопкой мыши в **Дереве Конструирования** на название детали и в контекстном меню выберите **Скрытые элементы дерева | Тела поверхности**.
4. Раскроется очередное контекстное меню, в котором будут папки литейной формы (рис. 7.21).

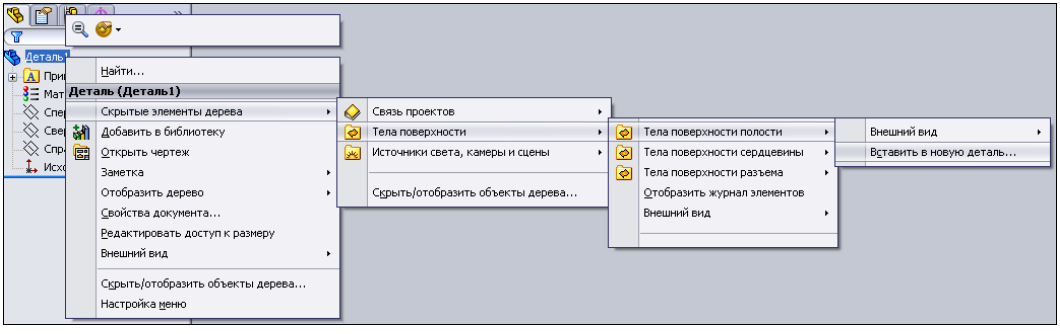


Рис. 7.21

Эти папки предназначены для систематизации твердых тел, которые будут участвовать в процессе проектирования литейных форм.

7.2.1. Построение тела полости

Давайте теперь спроектируем деталь, которая будет являться моделью для построения полости.

1. Для этого пройдите путь, показанный на рис. 7.21, и выберите пункт **Вставить в новую деталь**. Появится диалоговое окно **Сохранить как**, которое предложит сохранить деталь. В поле **Имя файла** введите имя сохраняемой детали `Короб.sldprt`.
2. После сохранения постройте эскиз по размерам, показанным на рис. 7.22. Затем выйдите из эскиза и произведите вытягивание эскиза на расстояние 40 мм. Таким образом мы получили заготовку для нашего короба.

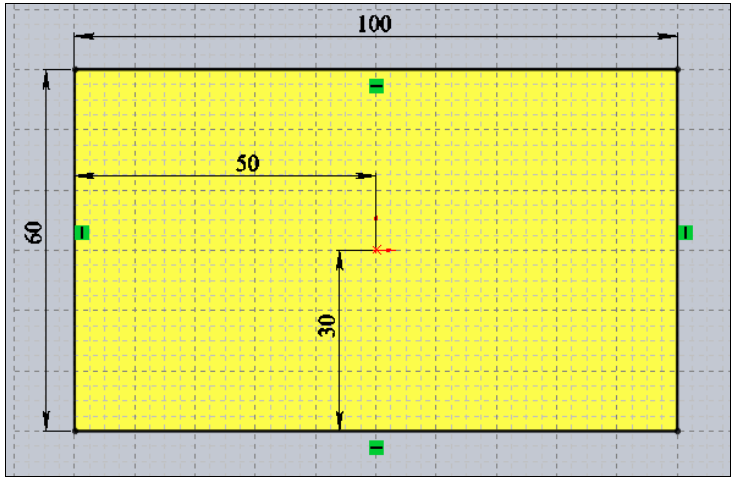


Рис. 7.22

7.2.2. Извлечение сердцевины

Поскольку короб является пустотелой деталью, нам необходимо вырезать из центра детали сердцевину. Можно, конечно, воспользоваться командой вытянутого выреза, но тогда мы потеряем сердцевину как деталь. Поэтому воспользуемся другим приемом.

1. В панели инструментов **Инструменты для литейной формы** есть кнопка **Сердцевина**  . Нажмите ее. Если по умолчанию этой кнопки нет в панели инструментов, то добавьте ее через настройки панелей.
2. Далее в качестве плоскости построения выберите переднюю грань нашей заготовки и на ней постройте эскиз с размерами, указанными на рис. 7.23.
3. Теперь выйдите из эскиза и в диалоговом окне **Сердцевина** установите параметры так, как указано на рис. 7.24.

4. Установите параметр **Включить/Выключить уклон** в режим **Включить** и введите значение 5 градусов. Это необходимо сделать для того, чтобы обеспечить извлечение сердцевины из отлитой детали. Значение величины уклона является проектировочным и может меняться в зависимости от литейного материала. Не забудьте установить флажок **Торцевая пробка**, чтобы отсечь днище короба.
5. После выставления всех параметров нажмите кнопку **OK**  .

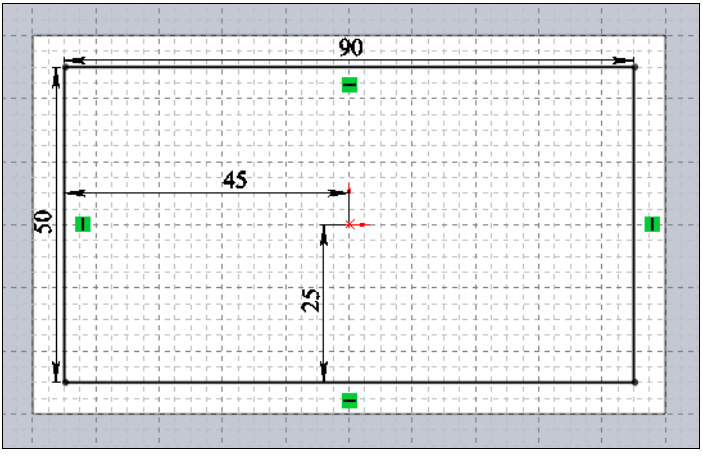


Рис. 7.23

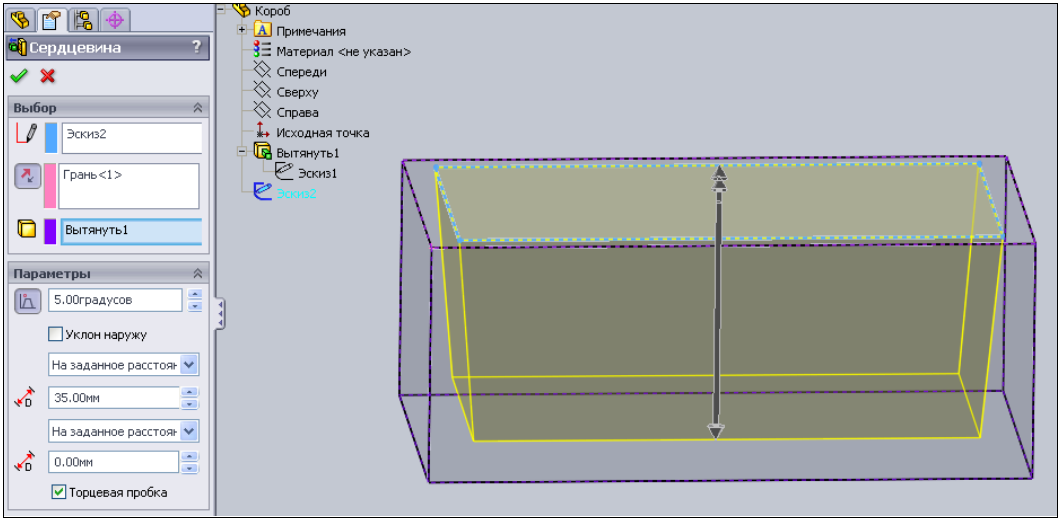


Рис. 7.24

Внешне ничего вроде бы не изменилось, кроме появления в **Дереве Конструирования** нового элемента **Сердцевина3**. Но на самом деле наша заготовка теперь формально разделена.

7.2.3. Разделение деталей

Теперь разделим заготовку не формально, а фактически на два твердых тела.

1. Для этого воспользуемся на панели **Инструменты для литейной формы** кнопкой **Разделить**  . Если этой кнопки нет на панели, добавьте ее, выбрав команду **Инструменты | Настройка**, на вкладке **Команды** в категории **Инструменты для литейной формы** найдите кнопку и перетащите мышью на рабочую панель. Теперь нажмите ее мышью.
2. Появится окно **Разделить**, а в области построения точками с выносками будут указаны два твердых тела, которым необходимо дать имена и сохранить их в отдельных файлах.
3. Щелкнув мышью в области **Инструменты для отсечения**, активизируйте ее. Затем укажите мышью верхнюю грань на детали **Грань<1>**, чтобы имя грани показалось в окне. После этого нажмите кнопку **Разрезать деталь**. В области **Результат** можно задать имя файла и установить статус детали: скрыть или отобразить тело детали. Для сохранения дважды нажмите на поле с заголовком **Файл** и введите для **Тело 1** имя файла `Модель короба.sldprt`, а для **Тело 2** — `Сердцевина.sldprt`. Проверьте по рис. 7.25, правильно ли вы все сделали.

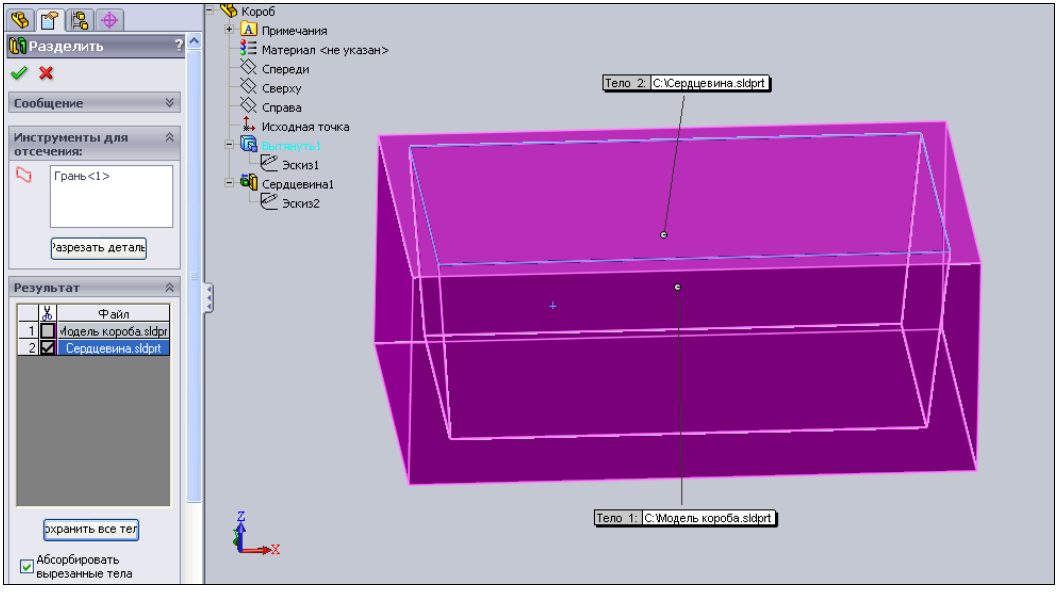


Рис. 7.25

4. После сохранения снимите флажок с пункта **Модель короба** под ножницами и установите флажок у параметра **Абсорбировать вырезанные тела**. В результате сердцевина должна быть скрыта.
5. Нажмите кнопку **OK**  .

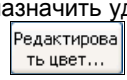
Если вы все сделали правильно, должен получиться короб без сердцевины. Кроме того, отдельно в файле сохранена сердцевина короба, которая в дальнейшем потребуется для формирования литейной формы.

7.2.4. Анализ уклона

Для того чтобы отлитая деталь могла свободно извлекаться из формы, необходимо придавать граням детали, располагающимся вдоль направления извлечения, литейные уклоны. Для облегчения анализа литейных уклонов в SolidWorks 2010 имеется инструмент **Анализ уклона.** Давайте проанализируем нашу деталь **Короб** с точки зрения извлекаемости из формы. Пройдите путь **Вид | Отображение | Анализ уклона** или просто нажмите кнопку  — **Анализ уклона** в панели инструментов **Вид**. Тут же в **Менеджере свойств** появилось диалоговое окно **Анализ уклона**, в котором нужно задать параметры для анализа. Поскольку литейная форма состоит из двух половин, перемещающихся при извлечении детали в разных направлениях, то при анализе поверхностей необходимо следить за соответствующими гранями детали. Давайте для начала проследим возможность выемки половины формы с сердцевиной изнутри короба.

В области **Настройки анализа** активизируйте поле **Направление натяжения** и укажите на коробе грань, являющуюся дном короба (**Грань<1>**). Угол уклона установите 5 градусов. Проверьте, направлена ли стрелка у одного из углов грани вверх. Если стрелка направлена вниз, нажмите кнопку **Реверс направления**  . Когда все параметры будут заданы, установите флажок у параметра **Определение грани** (рис. 7.26).

Внутренние грани и дно короба должны подсветиться зеленым цветом (установленным по умолчанию). Это говорит о том, что уклоны установлены правильно и проблем с извлечением детали из формы с сердцевиной быть не должно.

> ***Примечание***
>
> Здесь и далее указывается расцветка граней, обозначающая различные варианты уклонов, принятая по умолчанию. В принципе, пользователь сам может назначить удобную для себя расцветку граней. Для этого нужно лишь нажать кнопку 
>
> и в диалоговом окне **Цвет** выбрать понравившийся вариант расцветки.

Теперь в качестве тренировки проанализируем уклон короба с внешней стороны. Для этого переверните деталь, активизируйте поле **Направление натяжения** и нажмите клавишу <Delete> для удаления старой грани. После этого щелкните мышью по дну короба, но с наружной стороны. В окне должна появиться **Грань<2>**. Стрелка натяжения должна быть направлена вверх, по направлению извлечения формы. Поскольку параметры остались теми же, то грани сразу изменят свой цвет (рис. 7.27).

На этот раз боковые грани короба окрасились в желтый цвет, что говорит о том, что для этих граней требуется установить уклон. Величина уклона зависит от применяемого материала. После анализа нажмите кнопку **OK**  и деталь сохранит

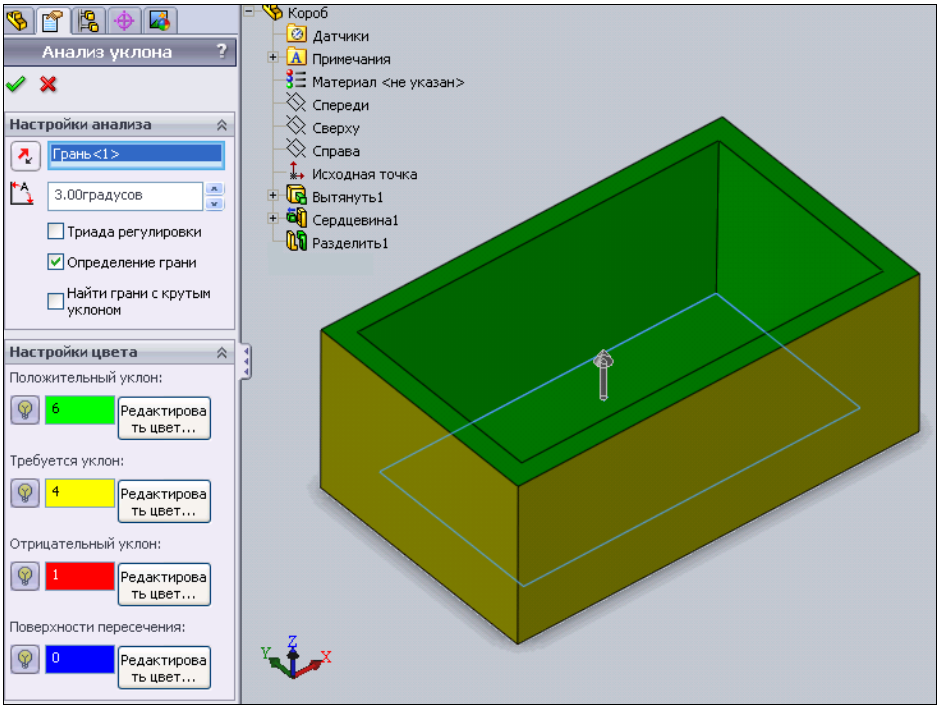


Рис. 7.26

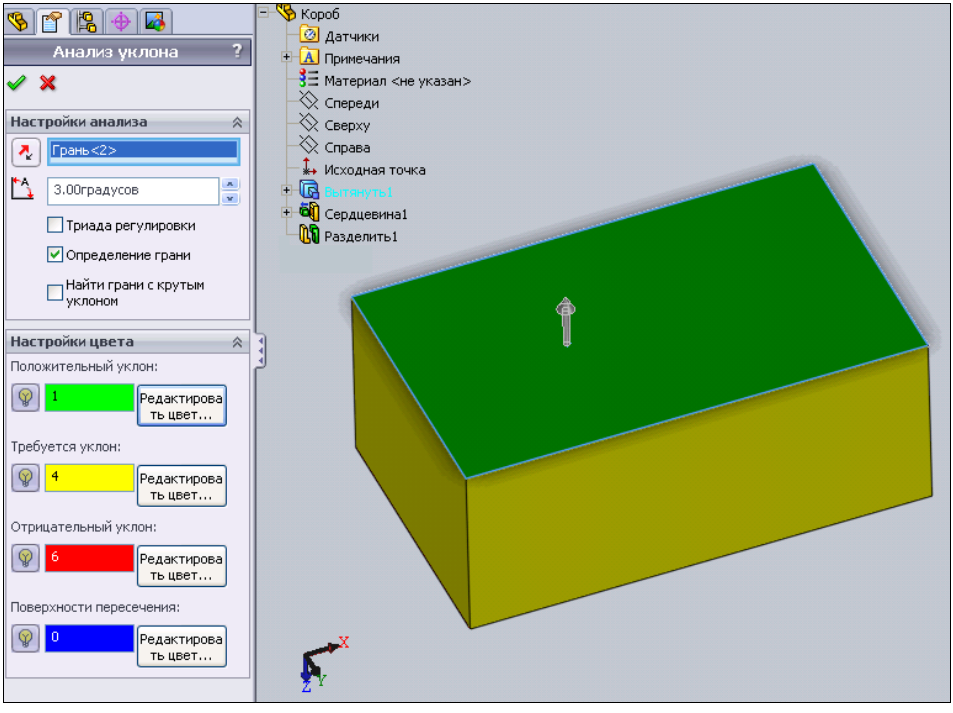


Рис. 7.27

цвета граней. В правом нижнем углу области построений появится легенда, в которой будет указано количество граней в детали, имеющих положительный или отрицательный уклон, или которым требуется добавить уклон. Для отмены цветовой раскраски граней детали снова пройдите путь **Вид | Отображение | Анализ уклона**.

7.2.5. Задание уклона

Теперь давайте для граней, которым требуется уклон, назначим литейные уклоны.

1. Для этого нажмите кнопку **Уклон**  в панели инструментов **Инструменты для литейной формы**. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Уклон** или **DraftXpert**. Появление того или иного окна зависит от того, каким окном вы в последний раз пользовались. Чтобы переключиться в окно **Уклон**, необходимо нажать кнопку **Вручную**. Чтобы переключиться в окно **DraftXpert**, нажмите кнопку **DraftXpert**.

   С помощью инструмента **DraftXpert** можно управлять созданием и изменением всех уклонов нейтральной плоскости. При использовании инструмента **DraftXpert** для создания уклона сокращается число попыток и устраняются ошибки. Для работы инструмента требуется выбрать угол и ссылки для уклона, остальные операции будут выполнены с помощью **DraftXpert**. К этим операциям может относиться автоматическое переупорядочивание элементов уклона перед прилегающими скруглениями. Этим инструментом можно воспользоваться, когда появится опыт проектирования, поэтому сначала давайте зададим уклон более простым способом.

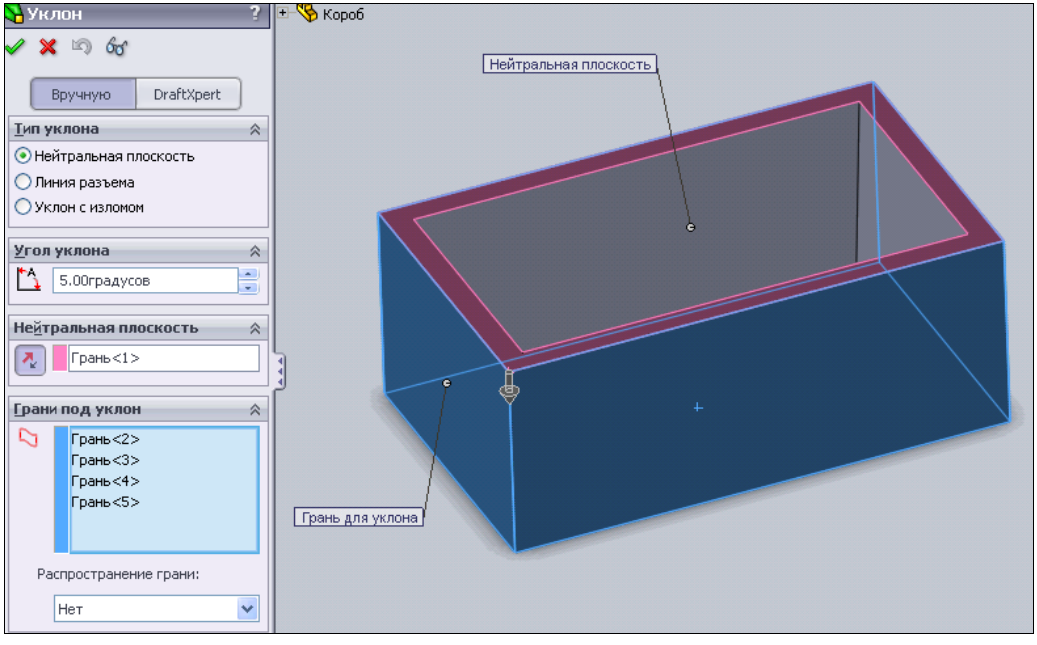


Рис. 7.28

2. Для этого в диалоговом окне нажмите кнопку **Вручную**. Теперь в диалоговом окне **Уклон** выберите в списке **Тип уклона** значение **Нейтральная плоскость** и в качестве плоскости мышью укажите верхнюю грань бортика короба (**Грань<1>**). Рядом с гранью появится стрелка, указывающая направление натяжения. Она должна быть направлена вниз. Если она окажется направленной вверх, нажмите кнопку **Реверс направления** для смены направления натяжения уклона. Остальные параметры установите так, как показано на рис. 7.28.
3. В качестве граней для уклона мышью выберите боковые грани короба (их всего четыре). Выбранные грани должны появиться в окне **Грани под уклон**.
4. Далее нажмите кнопку **OK**. В результате грани короба приобретут уклон, а в **Дереве Конструирования** появится соответствующий элемент.
5. Теперь с помощью команды **Анализ уклона** можете самостоятельно провести анализ извлекаемости детали из формы.

7.2.6. Определение выточки

Рассмотрим еще один инструмент, требующийся при проектировании литейной формы. Этим инструментом является команда **Анализ выточек**, выполняющая поиск поглощенных областей в модели, которые нельзя извлечь из литейной формы. Эти области обычно перемещаются перпендикулярно направлению разделенных сегментов сердцевины и полости.

> ***Примечание***
>
> Инструмент **Анализ выточек** применяется только для определения элементов твердых тел. Определение тел поверхностей не выполняется.

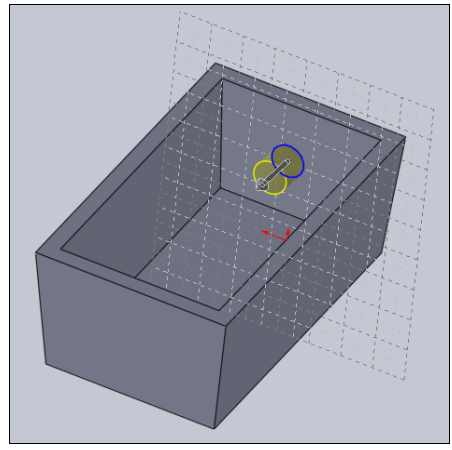
Давайте проведем определение выточки для нашего короба.

1. Для этого запустите команду, пройдя путь **Вид | Отображение | Анализ выточек**. Или просто нажмите кнопку — **Анализ выточек** в панели инструментов **Вид**.
2. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Анализ выточек**. В качестве направления для натяжения выберите дно короба (**Грань<1>**). Внутренние грани при этом автоматически станут синими, а наружные — сиреневыми. Это говорит о том, что данная деталь свободно извлекается из формы в обоих направлениях.
3. Нажмите кнопку **Отмена** и не сохраняйте цвета граней.

В качестве примера неправильного проектирования давайте создадим выточку на внутренней боковой грани короба так, как показано на рис. 7.29.

4. Для этого на боковой грани постройте эскиз окружности и создайте вытянутый элемент. Размеры цилиндрической выточки могут быть произвольными, т. к. мы просто продемонстрируем действие команды определения выточки.

Рис. 7.29



5. После создания выточки опять пройдите путь мышью **Вид | Отображение | Анализ выточки**  .
6. Теперь так же, как и в прошлый раз, в качестве направления для натяжения выберите дно короба (**Грань<1>**).
7. Результат анализа в этот раз оказался другим (рис. 7.30).

Грани, которые не смогут быть извлечены из формы, отмечены красным цветом. Таким образом можно предварительно анализировать процесс извлечения литьевой детали из формы.

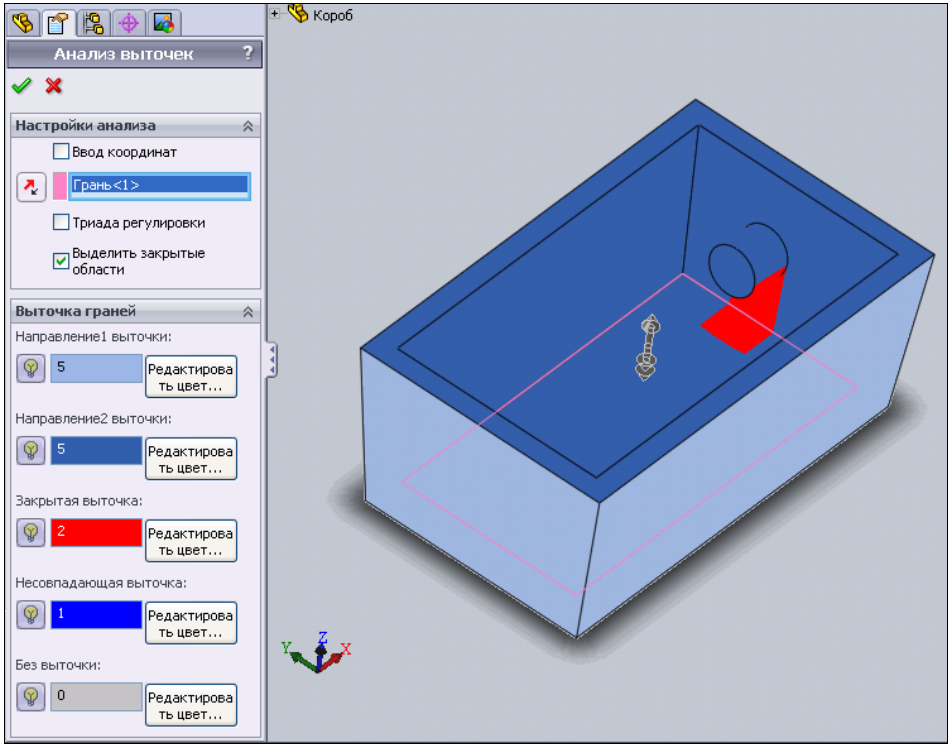


Рис. 7.30

8. Теперь нажмите кнопку **OK**  и цвета граней сохранятся в детали. В правом нижнем углу области построений появится легенда с указанием о количестве

обнаруженных выточек. Для удаления расцветки граней снова пройдите мышью путь **Вид | Отображение | Анализ выточки**  .

9. Удалите только что построенную выточку с эскизом, т. к. они нам в дальнейшем больше не понадобятся.
10. Сохраните построенную деталь **Короб**, нажав кнопку **Сохранить**  в панели инструментов **Стандартная**

7.2.7. Создание основания

Давайте теперь спроектируем деталь, которая будет являться основанием для создания формы.

1. Для этого создайте новую деталь, нажмите кнопку **Вставить папки литейной формы**  , щелкните правой кнопкой мыши на корне **Дерева Конструирования** и в контекстном меню выберите **Скрытые элементы дерева | Тела поверхности | Тела поверхности разъема | Вставить в новую деталь.**
2. Появится диалоговое окно **Сохранить как**, которое предложит сохранить деталь. В поле **Имя файла** введите имя сохраняемой детали `Основание для короба.sldprt`.
3. После сохранения постройте эскиз по размерам, показанным на рис. 7.31.
4. Затем выйдите из эскиза и произведите вытягивание эскиза на расстояние 60 мм. Размеры основания должны быть обязательно больше модели. Таким образом, мы получили заготовку для нашего основания под короб.
5. Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**  в панели инструментов **Стандартная**.

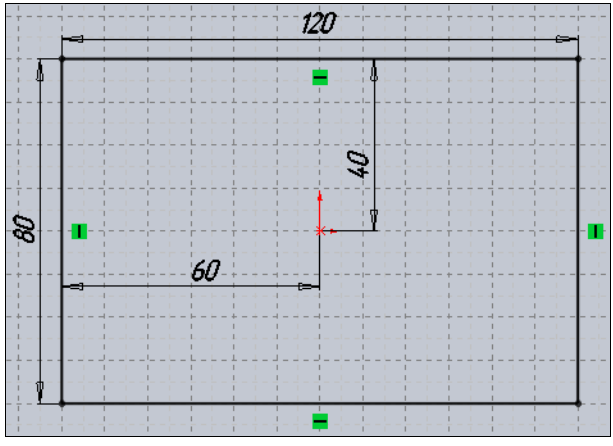
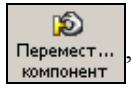
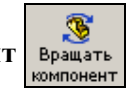


Рис. 7.31

7.2.8. Создание промежуточной сборки

Теперь выполните следующие действия:

1. Создайте новый файл `Сборка.sldasm`.
2. Появится диалоговое окно **Начать сборку**. Если файлы с деталями, участвующими в сборке, были предварительно открыты, то в окне **Деталь/сборка для вставки** появятся имена деталей. В противном случае необходимо будет нажать кнопку **Обзор** и провести поиск файла самостоятельно.
3. Сначала в сборку вставьте деталь `Основание для короба.sldprt`. Так как эта деталь в сборке является первой, она автоматически будет зафиксирована (рядом с именем детали в **Дереве Конструирования** будет значок **(ф)**). Сразу же сделайте деталь полупрозрачной, чтобы в дальнейшем было видно расположение короба внутри основания. Для этого наведите на деталь мышь и нажмите правую кнопку. В контекстном меню нажмите кнопку **Изменить прозрачность**  .
4. Теперь пришла очередь вставить в сборку вторую деталь. Для этого выберите команду **Вставка | Компонент | Из файла**. Появится уже знакомое вам диалоговое окно **Вставить компонент**. Аналогично предыдущей детали произведите вставку детали `Короб.sldprt`. Короб разместите примерно внутри основания для короба. Перемещение детали осуществляйте после нажатия кнопки **Переместить компонет** 

, а вращение — **Вращать компонент** 

из пане-

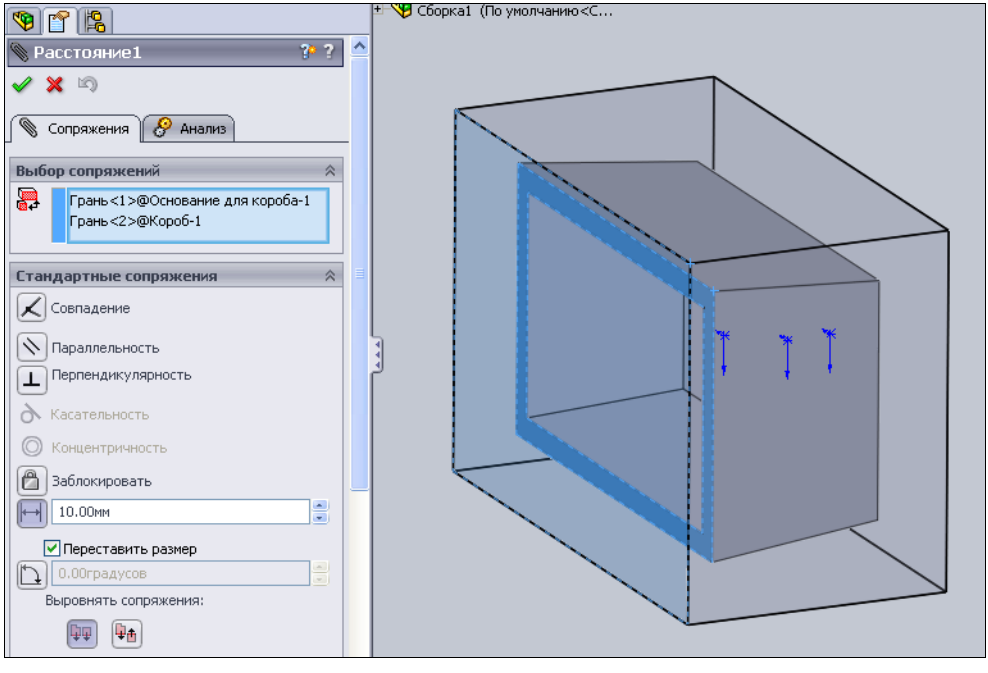


Рис. 7.32

ли инструментов **Сборка**. Эти инструменты могут также находиться на вкладке Сборка.

5. Теперь установим расстояние между буртиком короба и гранью основания, чтобы при разъеме формы точно попасть в плоскость буртика. Для этого в панели инструментов **Сборка** нажмите кнопку **Условия сопряжения** Условия сопряжения. Укажите мышью грань буртика короба и грань основания так, как показано на рис. 7.32.
6. В окне **Выбор сопряжений** должны появиться имена выбранных граней. Нажмите кнопку **Расстояние**, чтобы установить расстояние между гранями 10 мм.
7. Проверьте, все ли правильно вы сделали, и нажмите кнопку **OK**.
8. Сохраните сборку под именем `Литейная форма для короба.sldasm`.

7.2.9. Создание полости

Теперь создадим полость по форме нашего короба.

1. Для этого сделайте активной деталь **Основание для короба**, щелкнув по ней в **Дереве Конструирования**, и нажмите кнопку **Редактировать деталь** Редактиро... деталь в панели инструментов **Сборка** или на вкладке **Сборка**.
2. Затем в панели инструментов **Инструменты для литейной формы** нажмите кнопку **Полость** и выберите в **Дереве Конструирования** компонент сборки **Короб**. **Дерево Конструирования** в этом случае перемещается в область построений и может быть свернуто. Чтобы его развернуть, нажмите значок плюса рядом с именем **Литейная форма для короба**. После вставки компонента его имя должно появиться в области **Компоненты проекта** диалогового окна **Полость**.
3. Если материал детали сильно усаживается при охлаждении, необходимо задавать процент усадки. Давайте и мы это сделаем. В окне **Параметры масштаба** установите усадку **Вокруг исходной точки компонента**, поставьте флажок **Равномерный** и установите процент усадки 1%. Проверьте по рис. 7.33 правильность всех установок.
4. Если все правильно, то нажмите кнопку **OK**. Сохраните сборку, нажав кнопку **Сохранить**. При запросе программы "Какой документ сохранить?" последовательно сохраните оба файла: файл детали и файл сборки.
5. Теперь опять перейдите в режим редактирования сборки, нажав правой кнопкой мыши на корень **Дерева Конструирования** и в контекстном меню выбрав пункт **Редактировать сборку**.

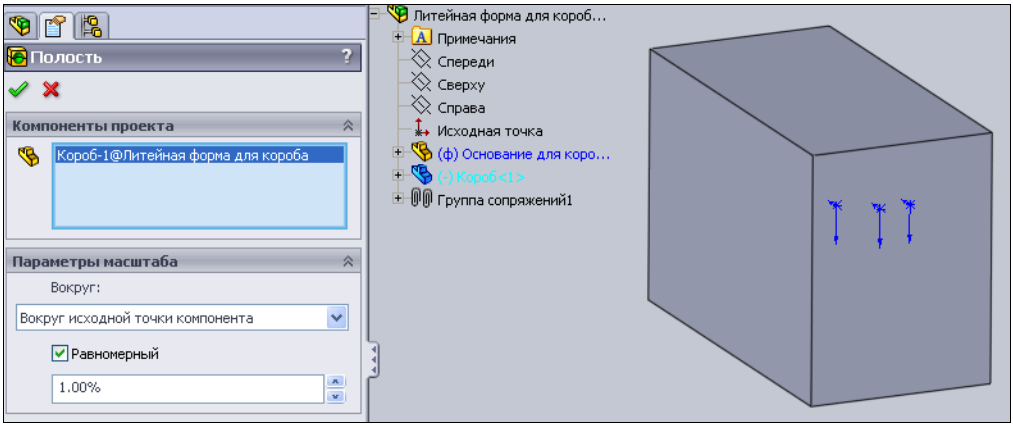


Рис. 7.33

7.2.10. Оформление первой половины литейной формы

1. Откройте файл детали `Основание для короба.sldprt` или переключитесь на окно с этой деталью, если файл не был закрыт.
2. Сделайте деталь полупрозрачной, для чего правой кнопкой мыши щелкните на детали и в появившемся контекстном меню выберите кнопку  **Внешние виды**. В выпадающем меню выберите деталь "Основание для короба". В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **цвет**, в котором на вкладке **Оптические свойства** установите ползунок **Прозрачность** в среднее положение. Нажмите кнопку **OK**  и деталь изменит свою прозрачность.
3. Теперь на передней грани детали создайте эскиз и постройте линию так, как показано на рис. 7.34 с расстоянием от края 10 мм. Линия должна превышать размеры детали по длине. Выйдите из эскиза.

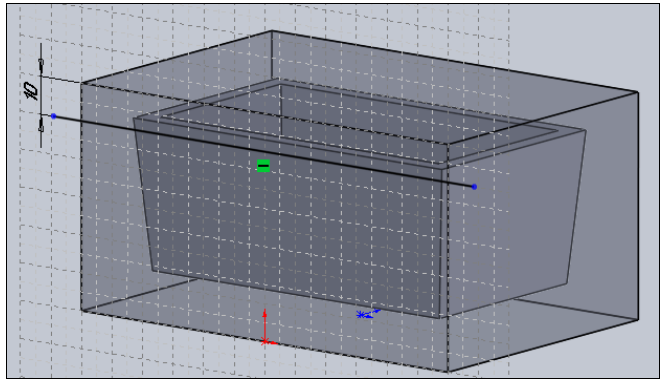


Рис. 7.34

4. Далее создайте вытянутый вырез, нажав в панели инструментов **Элементы** кнопку **Вытянутый вырез** 

.
5. Поскольку линия не имеет толщины, то вырез также не будет иметь толщины, а просто рассечет деталь. В качестве эскиза для выреза выберите только что построенный эскиз линии.
6. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Вытянуть**. Удостоверьтесь, что в области **От** установлено значение **Плоскость для эскиза**, а в областях **Направление 1** и **Направление 2** в поле **Граничное условие** — **Насквозь**. Одна из стрелок, та, что показывает направление отсечения, должна быть направлена вверх (см. рис. 7.35).
7. Теперь нажмите кнопку **OK**  .
8. Появится диалоговое окно **Оставить тела** (рис. 7.36). Это окно появилось потому, что в результате отсечения возникнет разъединенная деталь, состоящая из основания короба и сердцевины. Чтобы оставить только основание короба в области **Тела**, выберите режим **Выбранные тела** и установите флажок **Тело 1**. Затем нажмите кнопку **OK**, и вы получите практически готовую половину литейной формы, показанную на рис. 7.37.
9. Сделайте деталь снова непрозрачной и сохраните ее в отдельном файле под именем `Полуформа 1.sldprt`. Чтобы сохранение не произошло в файле `Основание для короба.sldprt` (с которым вы сейчас работаете), воспользуйтесь командой **Файл | Сохранить как**.

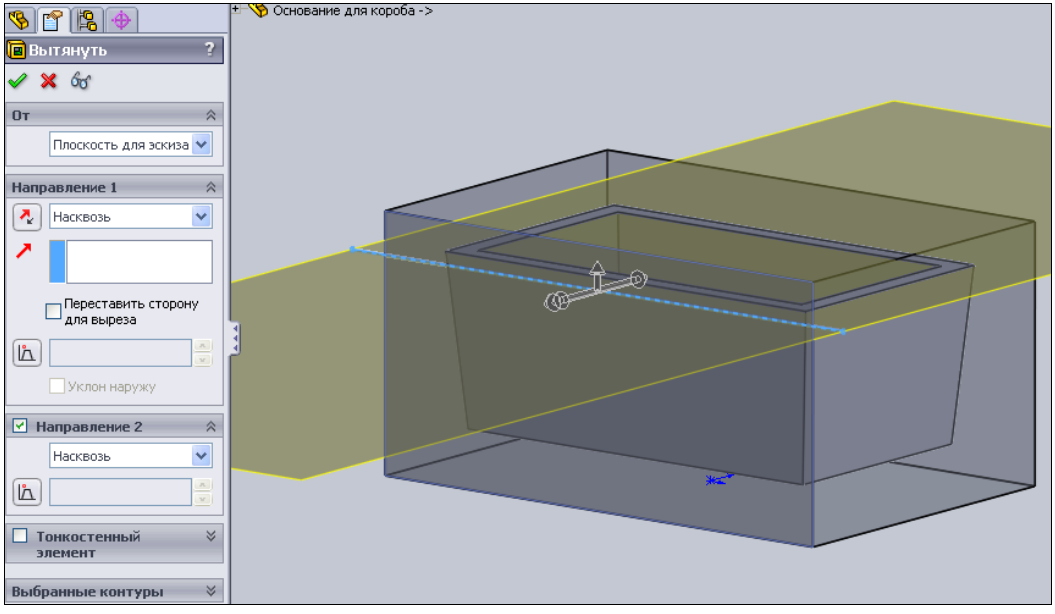


Рис. 7.35

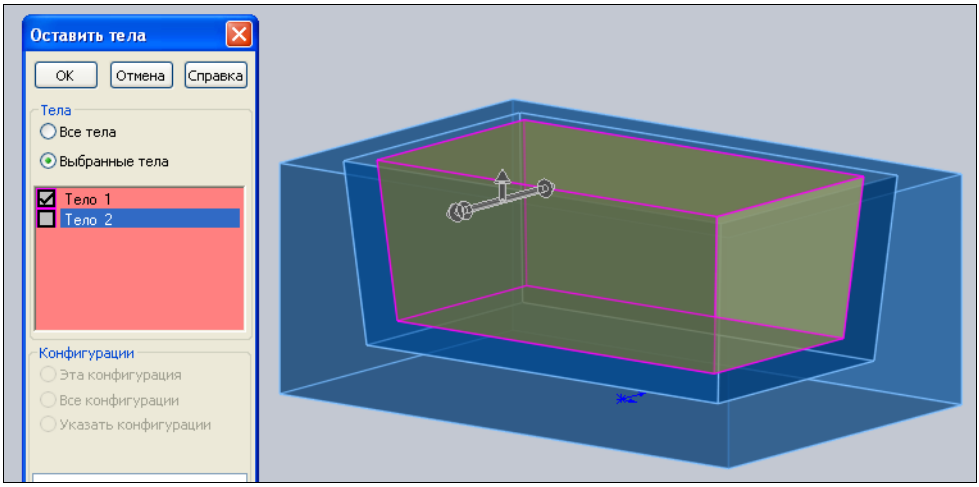


Рис. 7.36

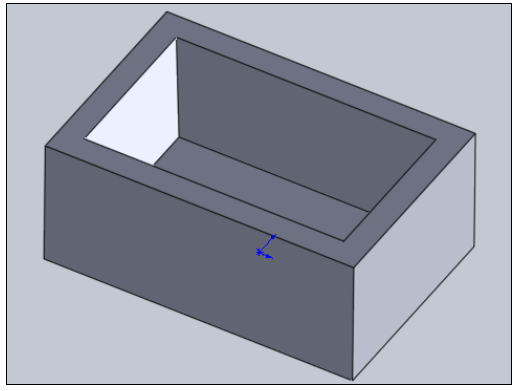


Рис. 7.37

10. Перед сохранением программа предупредит, что данная команда может нарушить существующие ссылки. Но ссылки нам еще будут нужны, т. к. необходимо создать вторую половину литейной формы. Чтобы сохранить их в диалоговом окне **Сохранить как**, установите флажок **Сохранить как копию**. Введите имя файла `Полуформа_1.sldprt` и нажмите кнопку **OK**.

7.2.11. Оформление второй половины литейной формы

Теперь настала очередь сформировать вторую полуформу. Для этого выполните следующие действия:

1. Откройте файл детали `Основание для короба.sldprt`, если вы успели его закрыть, и отредактируйте последнюю операцию вытянутого выреза по линии. Для этого наведите мышь в **Дереве Конструирования** на последний элемент **Вытянуть** и щелкните правой кнопкой. В контекстном меню выберите значок **Редактировать определение**  .

2. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Вытянуть**, в котором поставьте флажок **Переставить сторону для выреза**. Таким образом мы изменим направление для отсечения.
3. Теперь нажмите кнопку **OK**  .

   В результате мы получим вторую половину литейной формы, но пока что без сердцевины (рис. 7.38). Сохраните эту деталь, нажав кнопку **Сохранить**.

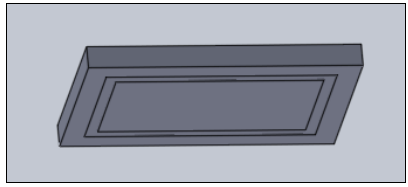
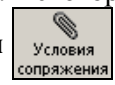


Рис. 7.38

Чтобы сделать полноценную полуформу, необходимо воспользоваться сборкой.

1. Создайте новую сборку.
2. В открывшемся диалоговом окне **Начать сборку** в области **Деталь/сборка для вставки** найдите деталь "Основание для короба" и вставьте его в сборку. Если такой детали нет, то произведите поиск файла с деталью самостоятельно, нажав кнопку **Обзор**.
3. В качестве второй детали вставьте файл с деталью `Сердцевина.sldprt`, выбрав команду **Вставка | Компонент | Из файла** и нажав кнопку **Обзор**.
4. Разместите сердцевину над основанием с той стороны, где она должна находиться. Предварительно установите сердцевину на некотором расстоянии от основания и нажмите кнопку **Условия сопряжения** 

   из панели инструментов **Сборка**.
5. Укажите грани на сердцевине и основании, обращенные друг к другу, так, как показано на рис. 7.39.
6. Теперь нажмите кнопку **Совпадение** и совместите выделенные грани.
7. Нажмите кнопку **OK**  .
8. Далее с помощью этой же команды поместите сердцевину в нужное место. Используя кромки сердцевины и основания, назначьте условия сопряжения так, чтобы сердцевина располагалась посередине основания (рис. 7.40).
9. После установки всех сопряжений нажмите кнопку **OK**  . Таким образом, мы получили вторую половину литейной формы.
10. Нажмите кнопку **Сохранить**  и сохраните половину литейной формы в файле `Полуформа 2.sldasm`.

В результате мы получили две полуформы, которые, смыкаясь, образуют полость для литьевой детали. Теперь из полуформ можно создавать чертежи деталей.

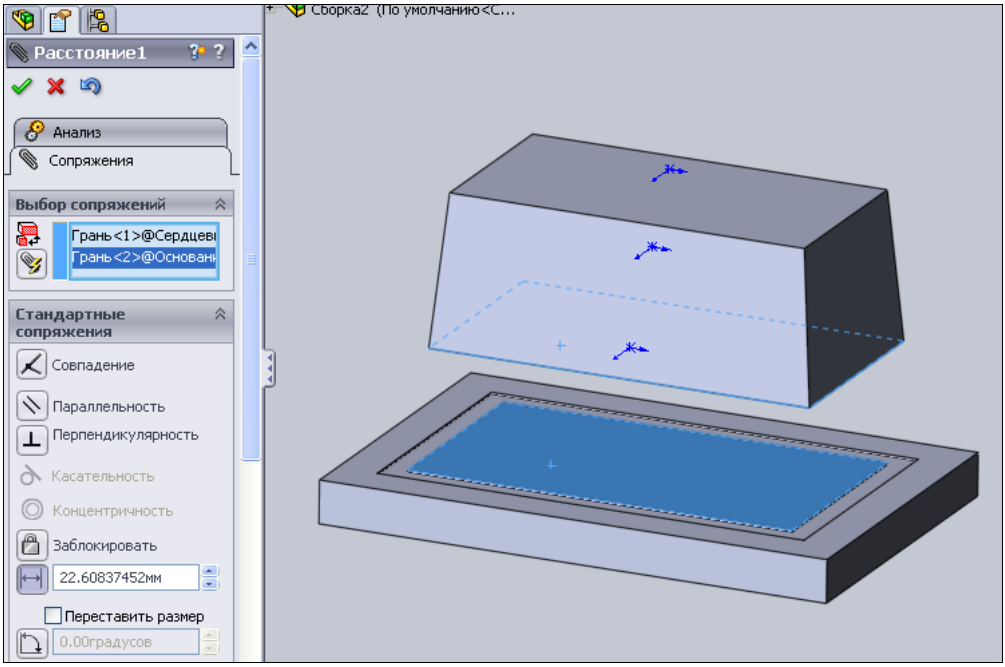


Рис. 7.39

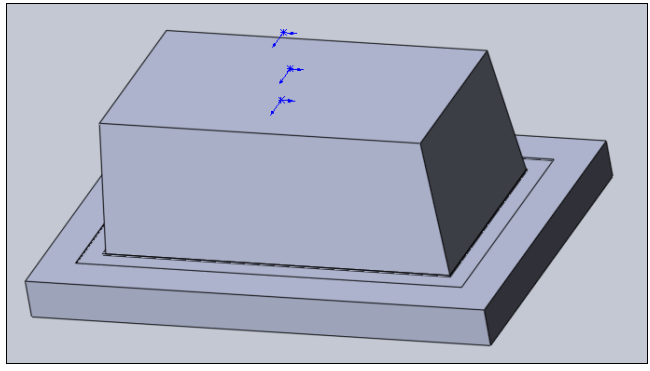


Рис. 7.40

7.3. Задания для самостоятельной работы

Задание 1

Постройте фигуру в виде элемента натяжения по сечениям, примерно такую, как показано на рис. 7.41, и создайте из нее полость в фигуре, как на рис. 7.42.

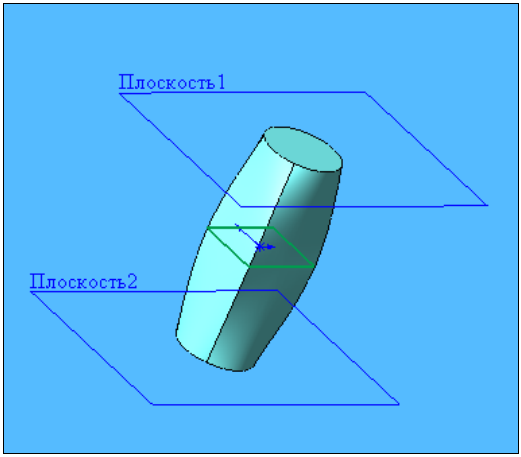


Рис. 7.41

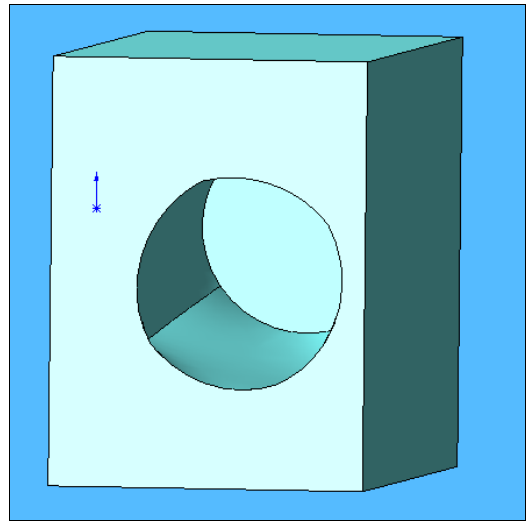


Рис. 7.42

Задание 2

Постройте параллелепипед. Далее с помощью команды **Линия разъема**  из панели инструментов **Инструменты для литейной формы** на одной из граней постройте линию разъема в виде сплайна (рис. 7.43) и спроецируйте ее на все грани параллелепипеда. Затем от этой линии задайте литейные уклоны величиной 5 градусов.

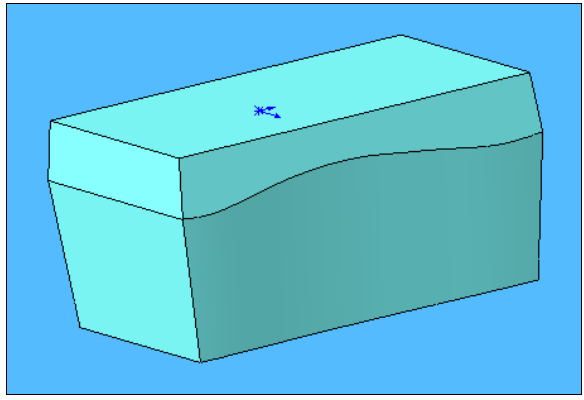


Рис. 7.43

Задание 3

Для детали типа "Конус" (рис. 7.44) спроектируйте разъемные литьевые формы с анализом уклона и выточек (рис. 7.45).

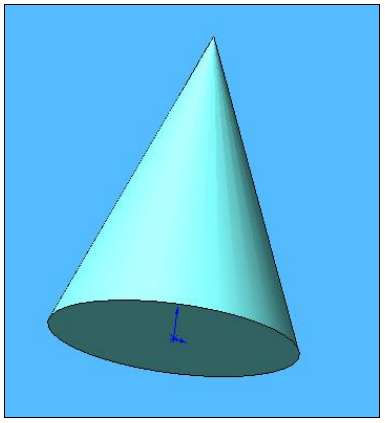


Рис. 7.44

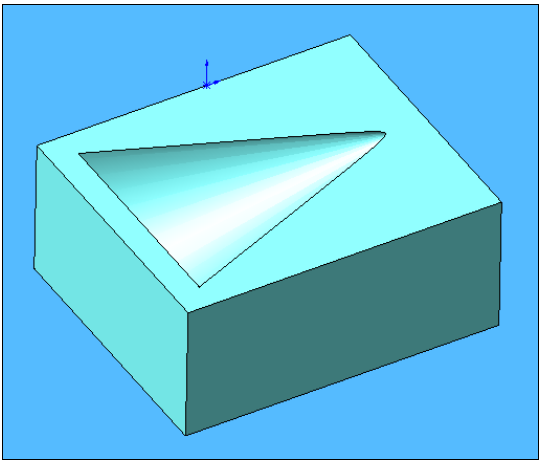


Рис. 7.45

Задание 4

Постройте многотельную деталь, состоящую из двух пересекающихся цилиндров, показанную на рис. 7.46. Скомбинируйте эти цилиндры так, чтобы получить тело, которое является пересечением цилиндров. Результат сравните с рис. 7.47.

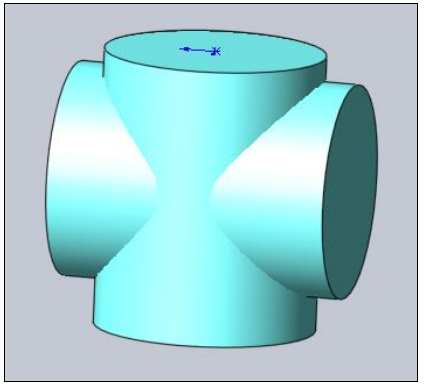


Рис. 7.46

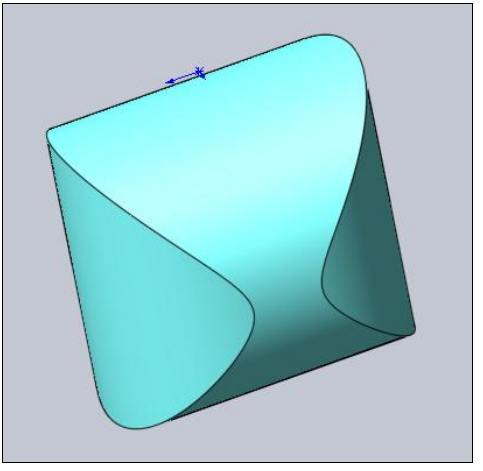


Рис. 7.47



ЗАНЯТИЕ 8

Создание поверхностей и деталей на их основе

Поверхности представляют собой геометрические элементы, которые используются для создания твердого тела. В SolidWorks 2010 можно построить поверхности различной сложности и уже на их основе создавать трехмерные модели деталей. Сами поверхности являются элементами нулевой толщины и выполняют лишь вспомогательную функцию. На листе чертежа поверхности не отображаются. Сначала рассмотрим способы создания поверхностей в SolidWorks 2010, а затем построение твердых тел на их основе.

8.1. Поверхности

В SolidWorks 2010 существует несколько возможностей построения поверхностей. Эти способы во многом схожи с проектированием твердых тел. Можно создать поверхность вытягиванием, поворотом вокруг оси, построить поверхность как элемент по траектории или по сечениям. Спроектированные поверхности можно изменить: удлинить, отсечь, сшить и т. д. Рассмотрим эти и другие способы построения поверхностей на конкретных примерах.

8.1.1. Основные способы построения поверхностей

Перед началом работы следует запустить SolidWorks 2010, создать новый документ — **Деталь** и разместить на экране панель инструментов **Поверхности**. Для этого выберите команду **Инструменты | Настройка | Панели инструментов** и поставьте флажок напротив названия панели инструментов  **Поверхности.**

Построение поверхности методом вытягивания

1. Выберите в **Дереве Конструирования** какую-либо плоскость, например **Спереди,** и войдите в эскиз, нажав кнопку  — **Эскиз**, которая находится на панели

инструментов **Эскиз**. Нарисуйте на этой плоскости кривую, которая будет определять профиль поверхности (рис. 8.1). Для рисования кривой удобно использовать команду **Сплайн**. Профиль поверхности может быть замкнутым или незамкнутым.

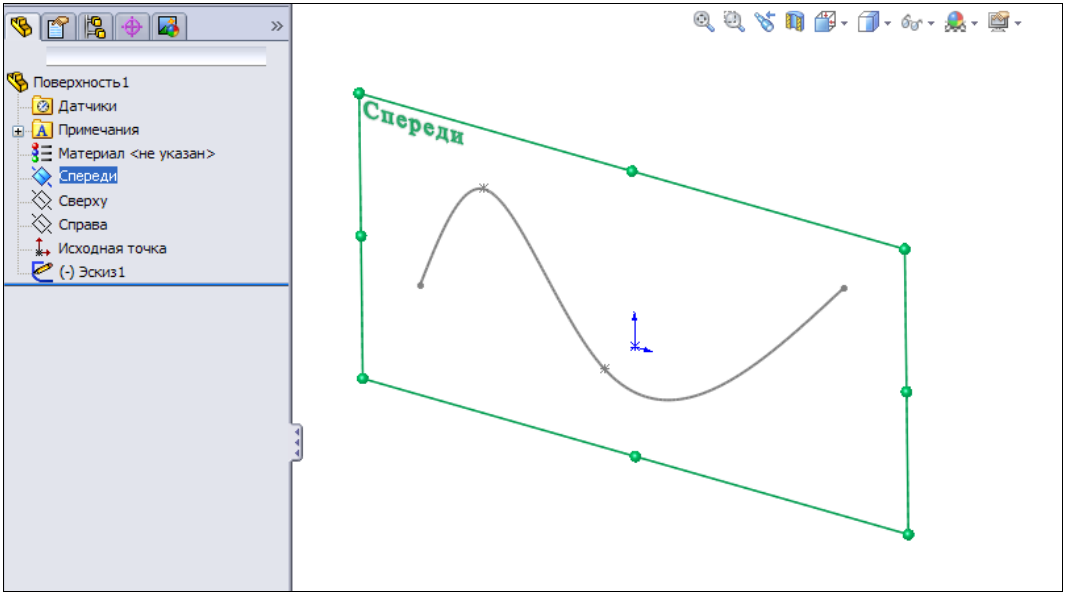


Рис. 8.1

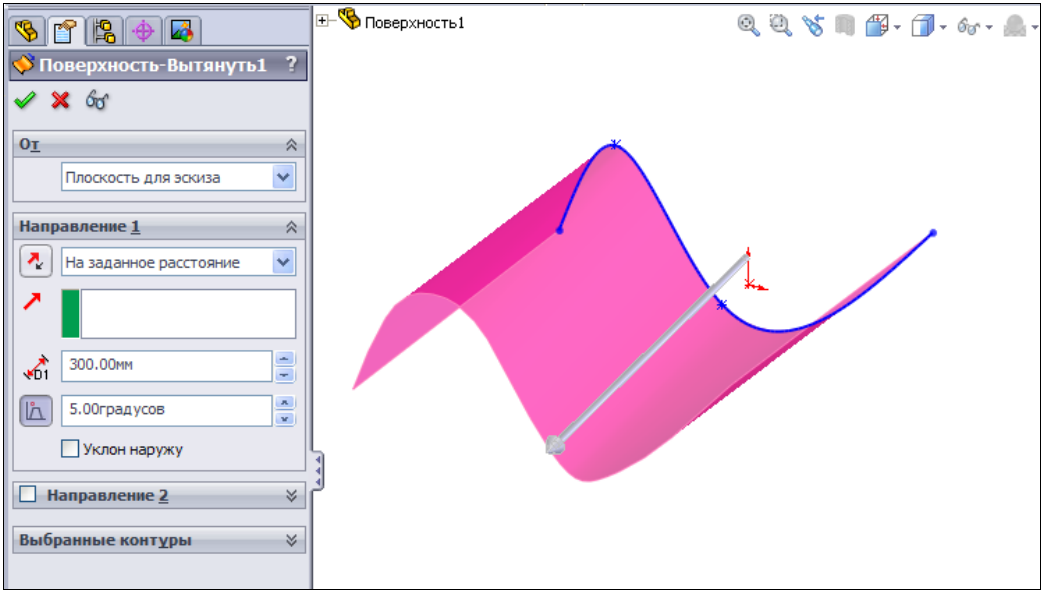


Рис. 8.2

2. Затем нажмите кнопку — **Вытянутая поверхность**, которая находится на панели инструментов **Поверхности**. На экране появится окно **Поверхность-Вытянуть** и предварительный внешний вид поверхности (рис. 8.2). В этом окне, в области **Направление1**, следует указать расстояние, на которое вытягивается поверхность, можно также задать угол отклонения поверхности от начального направления.

> ***Примечание***
> Начальное направление вытягивания является перпендикулярным к плоскости эскиза профиля.

3. Вытяните поверхность на 300 мм под углом 5 к начальному направлению. Закончите построение поверхности (рис. 8.3), нажав кнопку **OK** .

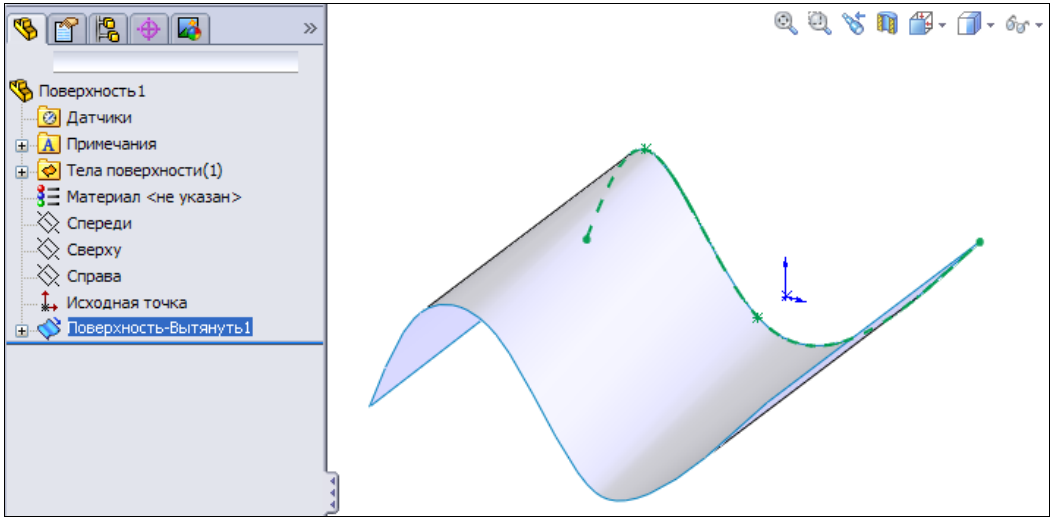


Рис. 8.3

Повернутая поверхность

1. Для построения поверхности методом поворота войдите в эскиз. Нарисуйте в этом эскизе линию или кривую, которая будет определять форму поверхности. Необходимым элементом эскиза для повернутой поверхности является ось вращения. Нарисуйте ось, вокруг которой будет вращаться кривая, формируя поверхность (рис. 8.4).
2. Нажмите кнопку — **Повернутая поверхность** на панели инструментов **Поверхности**. В появившемся окне **Поверхность-Повернуть** укажите направление и угол поворота (рис. 8.5). Пусть поверхность будет повернута на 180 градусов.
3. Закончите построение повернутой поверхности, нажав кнопку **OK** .

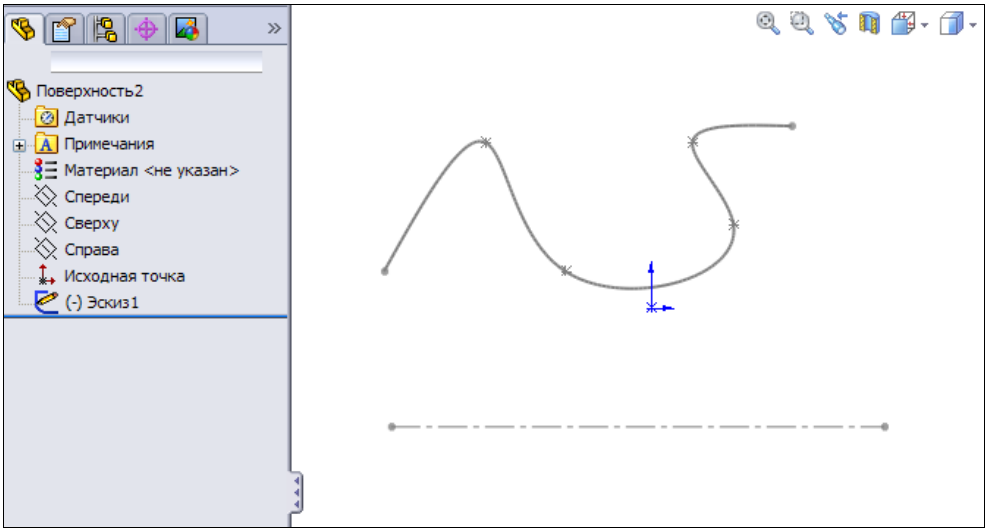


Рис. 8.4

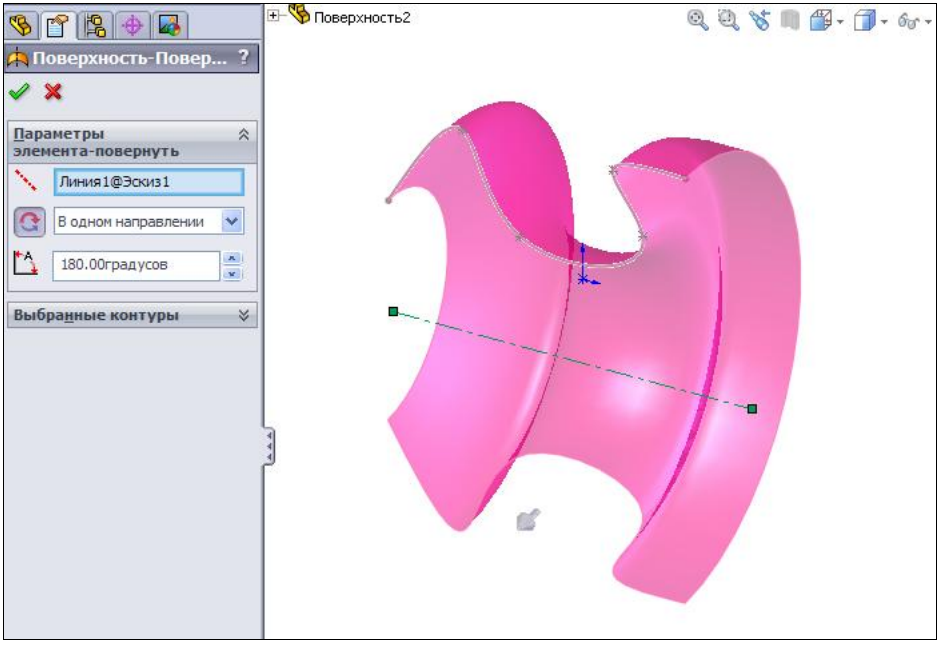


Рис. 8.5

Поверхность "по траектории"

Оформление поверхности по траектории аналогично построению твердого тела по траектории. Для создания такой поверхности необходимо сначала создать плоскости, на которых будут располагаться эскизы профиля, траектории и направляющих. Для этих целей можно также использовать имеющиеся плоскости: **Сверху**,

Спереди и **Справа**. Затем постройте профиль поверхности, траекторию и, при необходимости, направляющие. Мы построили профиль на плоскости **Спереди**, а траекторию на плоскости **Сверху** (рис. 8.6).

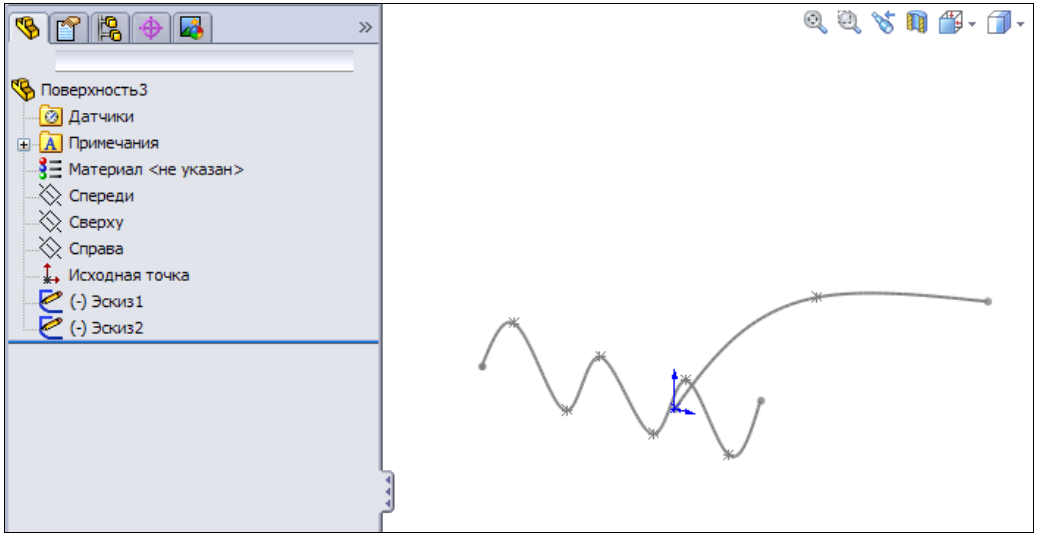


Рис. 8.6

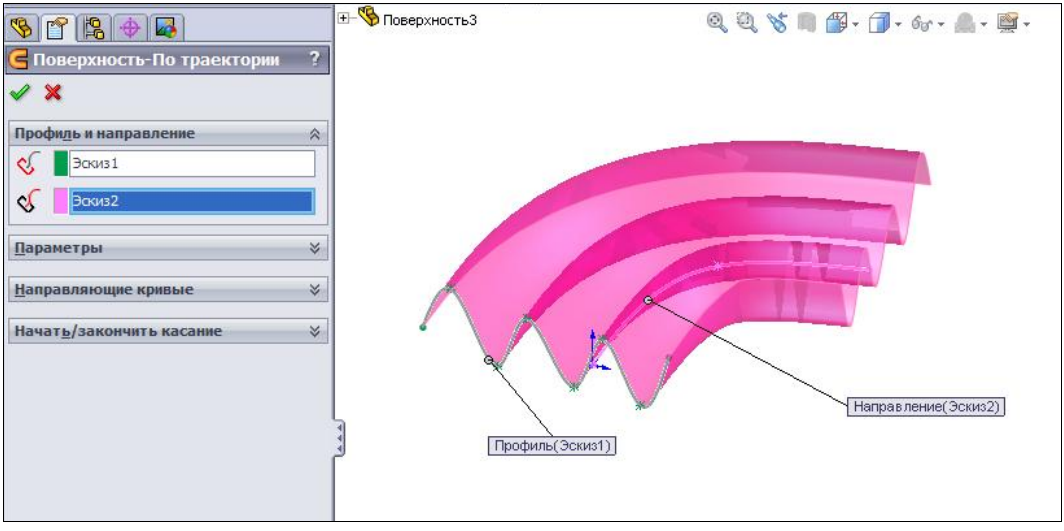


Рис. 8.7

1. Для построения поверхности по траектории активизируйте кнопку — **Поверхность по траектории**, которая находится на панели инструментов **Поверхности**. Можно также воспользоваться командой меню: **Вставка | Поверхность | По траектории...**. На экране появится окно **Поверхность-По траектории**

(рис. 8.7). В области **Профиль и направление** укажите профиль поверхности — **Эскиз1** и траекторию (маршрут) — **Эскиз2**. При наличии направляющих обозначьте их в области **Направляющие кривые**.

2. Закончите построение, нажав кнопку **OK**  . В результате получится поверхность следующего вида (рис. 8.8).

Примечание

Если при построении поверхности используются направляющие, необходимо задать взаимосвязи совпадения или пронзания направляющей кривой и профиля.

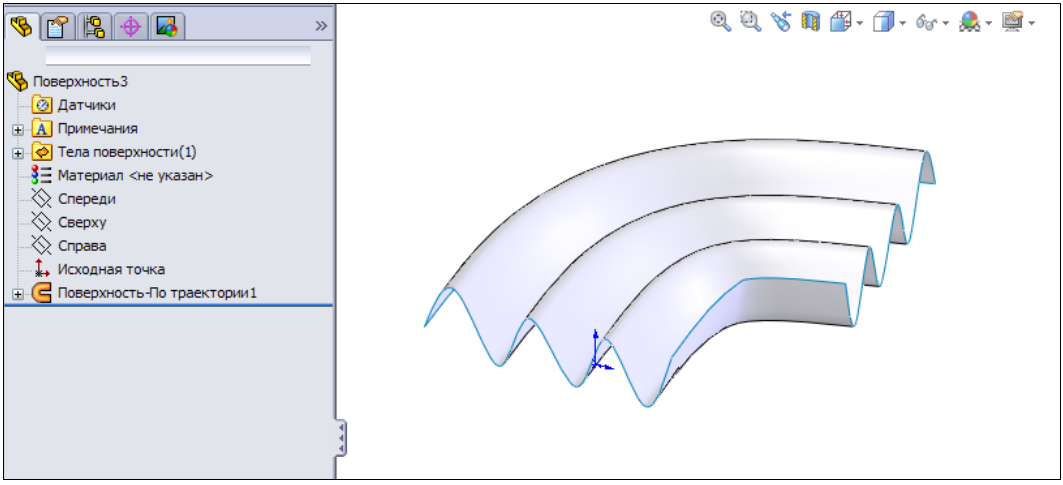


Рис. 8.8

Поверхность "по сечениям"

1. Для того чтобы построить поверхность по сечениям, сначала необходимо создать вспомогательные плоскости, на которых будут выполнены эскизы сечений. Построим две дополнительные плоскости, которые будут параллельны друг другу и плоскости **Спереди**. Расстояние между плоскостями равно 100 мм. В общем случае плоскости могут быть расположены под углом. Более подробно о построении плоскостей рассказано в *разд. 3.1.1*.
2. На этих плоскостях нарисуем профили сечений поверхности. Профиль может представлять собой как замкнутую, так и незамкнутую кривую (рис. 8.9).
3. Для построения поверхности на основе созданных профилей нажмите кнопку  — **Поверхность по сечениям** на панели инструментов **Поверхности**. Можно воспользоваться также командой меню: **Вставка | Поверхность | По сечениям...**.
4. На экране появится окно **Поверхность-По сечениям**, где в разделе **Профили** требуется указать соответствующие эскизы (рис. 8.10).

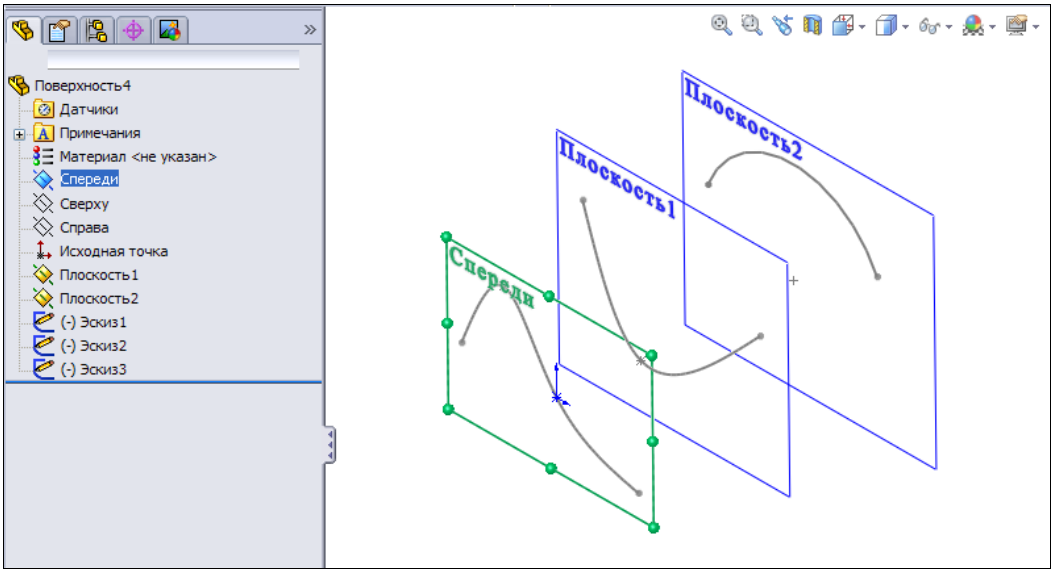


Рис. 8.9

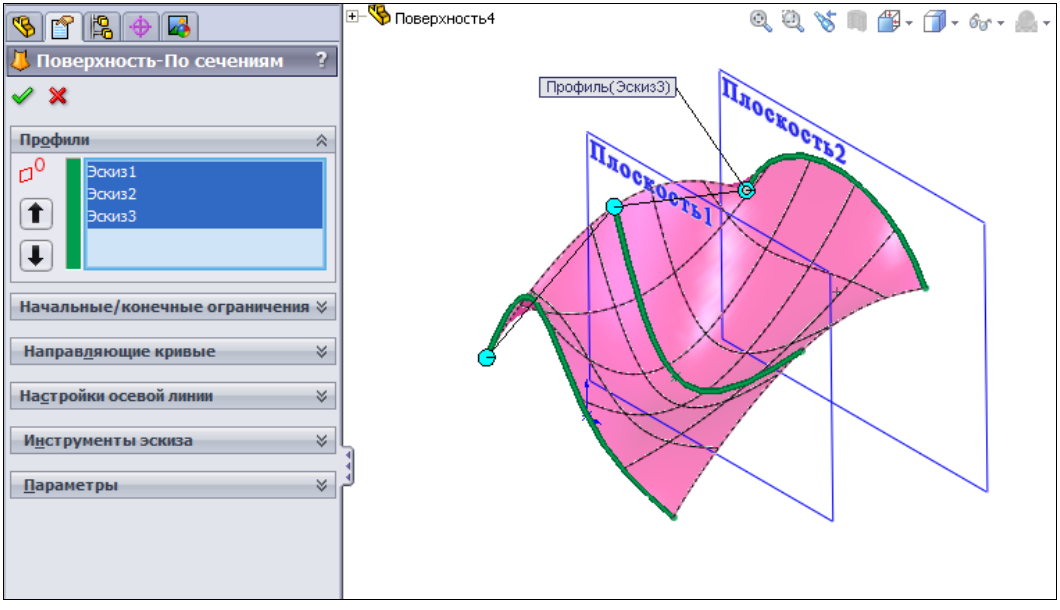


Рис. 8.10

5. При необходимости можно воспользоваться направляющей. Закончим построение, нажав кнопку **OK**  . Получим поверхность по сечениям сложной конфигурации (рис. 8.11).

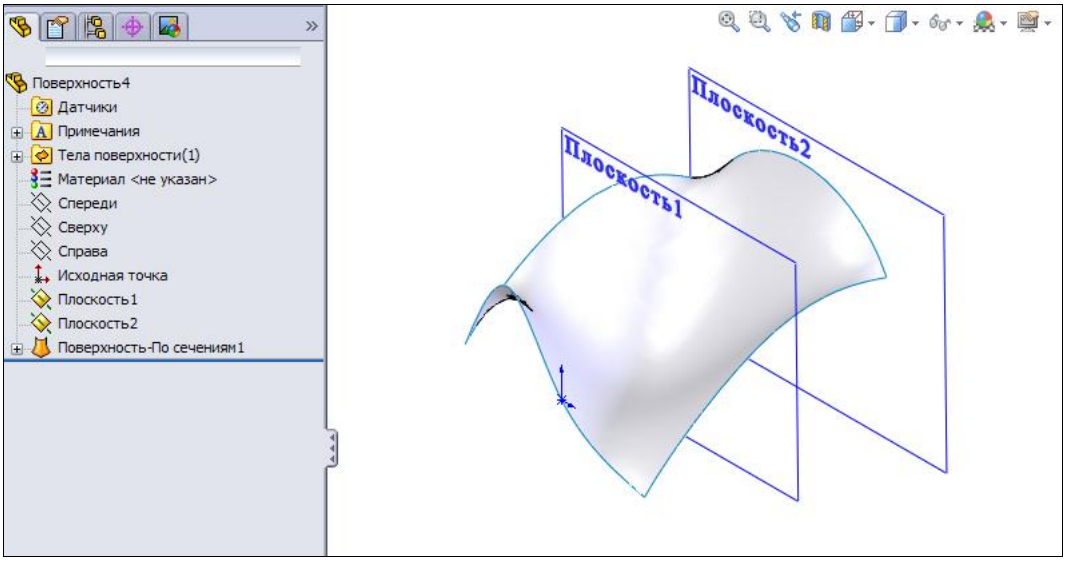


Рис. 8.11

Плоская поверхность

В SolidWorks 2010 существует также возможность построения плоских поверхностей, которые ограничены какими-либо кромками или эскизом. Рассмотрим на примере построение такой плоской поверхности. Создадим деталь методом простого вытягивания (рис. 8.12).

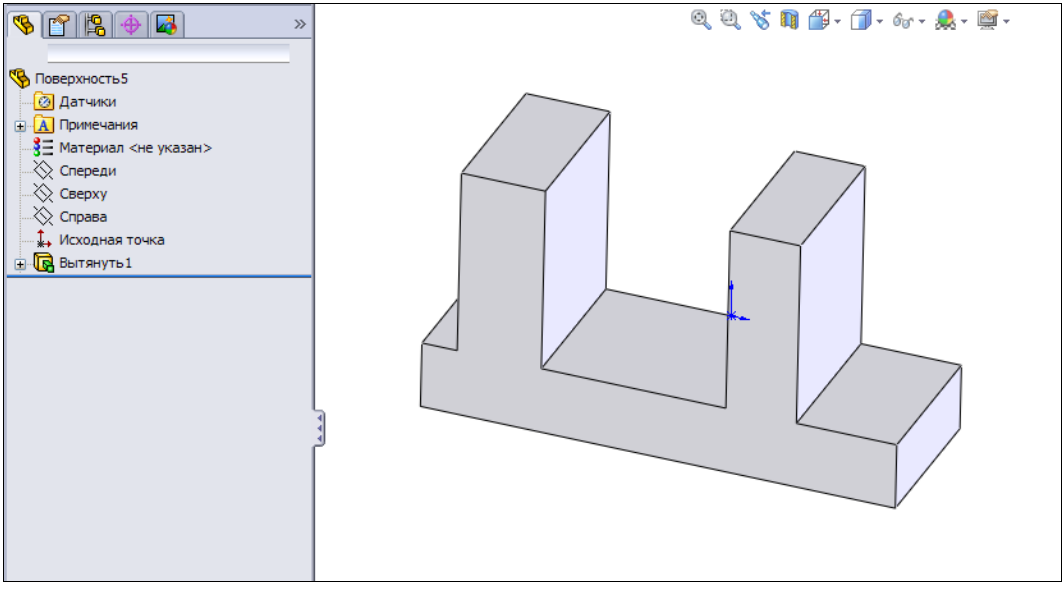


Рис. 8.12

Построим плоскую поверхность, которую будут ограничивать кромки этой детали.

Для этого необходимо нажать кнопку — **Плоская поверхность** на панели инструментов **Поверхности** или воспользоваться командой меню: **Вставка | Поверхность | Плоская поверхность...**. В результате на экране появится окно **Плоская поверхность**, где в области **Ограничивающие объекты** необходимо указать кромки детали, которые будут определять границы плоской поверхности (рис. 8.13). Закончим построение плоской поверхности, нажав кнопку **OK** .

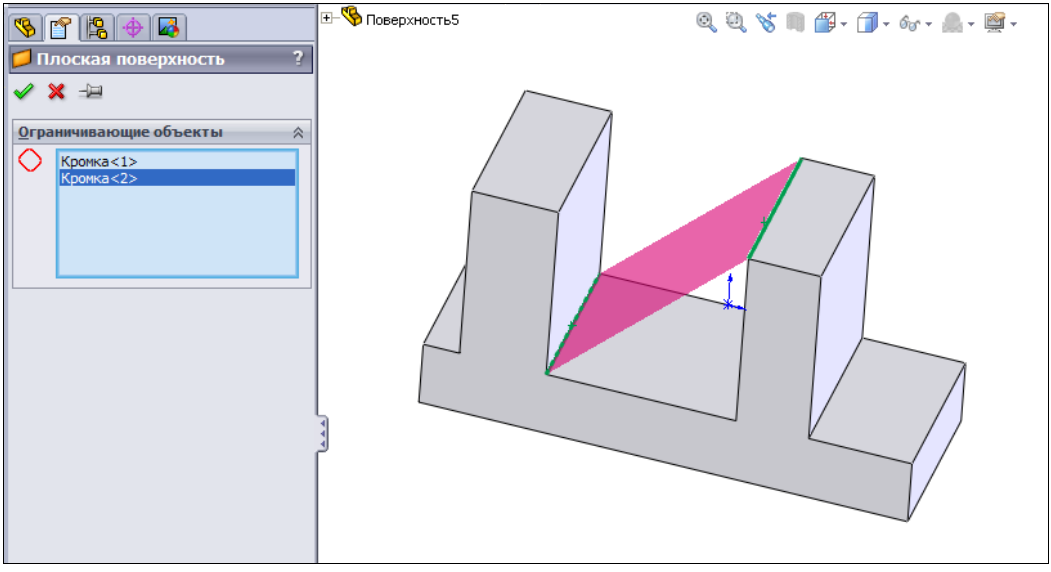


Рис. 8.13

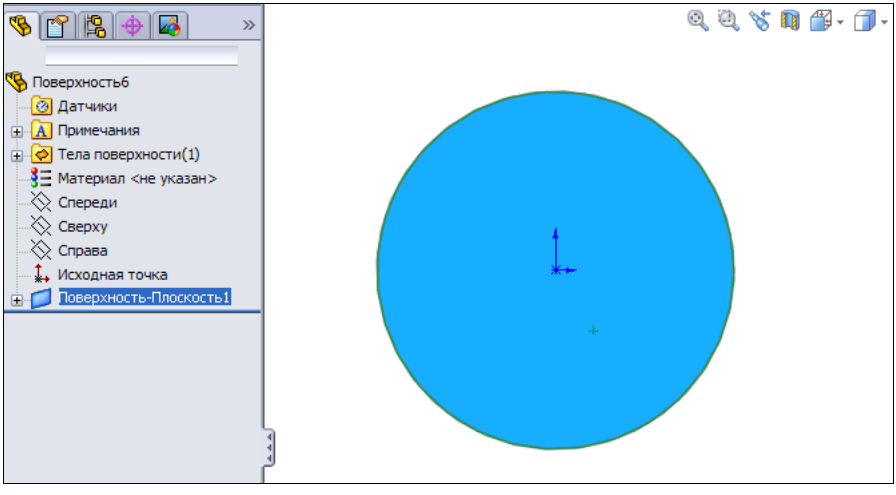


Рис. 8.14

Используя ту же команду **Плоская поверхность**, можно построить поверхность на основе плоского эскиза, который имеет вид замкнутого контура. Рассмотрим пример.

Создадим эскиз окружности диаметром 100 мм. Нажмем кнопку — **Плоская поверхность** на панели инструментов **Поверхности**. В окне **Плоская поверхность**, в области **Ограничивающие объекты**, укажем окружность **Эскиз1**, которая определит контур плоской поверхности (рис. 8.14).

8.1.2. Преобразование поверхностей

Мы рассмотрели основные способы построения поверхностей. SolidWorks 2010 также позволяет осуществлять с поверхностями ряд действий. Поверхности можно удлинять, отсекать их части, скруглять и сшивать, можно также строить эквидистанты (равноудаленные поверхности).

Удлинение поверхностей

Рассмотрим способ удлинения поверхностей. Пусть имеется вытянутая поверхность (рис. 8.15).

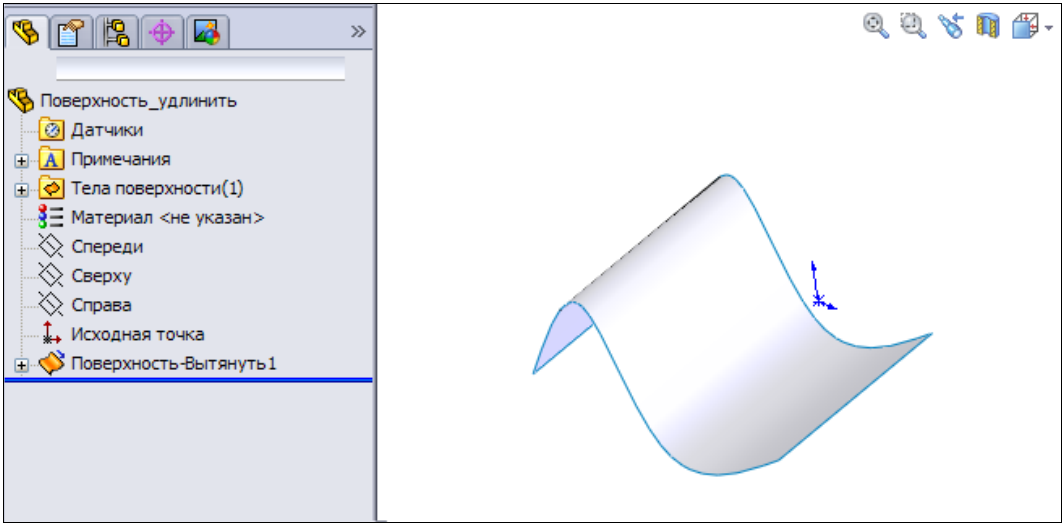


Рис. 8.15

Можно удлинить эту поверхность в любую сторону. Для этого нажмите кнопку — **Удлинить поверхность** на панели инструментов **Поверхности**. В окне **Удлинить поверхность** укажите те кромки, которые необходимо удлинить, и расстояние, на которое удлиняются эти кромки (рис. 8.16). Удлиним две кромки поверхности на 150 мм. Причем выберем тип удлинения **Та же поверхность**. При

этом типе удлинения поверхность будет удлиняться согласно своей первоначальной форме.

> ***Примечание***
>
> Если выбрать тип удлинения **Линейный**, удлинение поверхности будет происходить по прямой. Можно также удлинить поверхность до другой поверхности или до какой-либо точки пространства, для чего необходимо лишь выбрать соответствующее граничное условие.

Закончим изменение поверхности нажатием кнопки **OK**  .

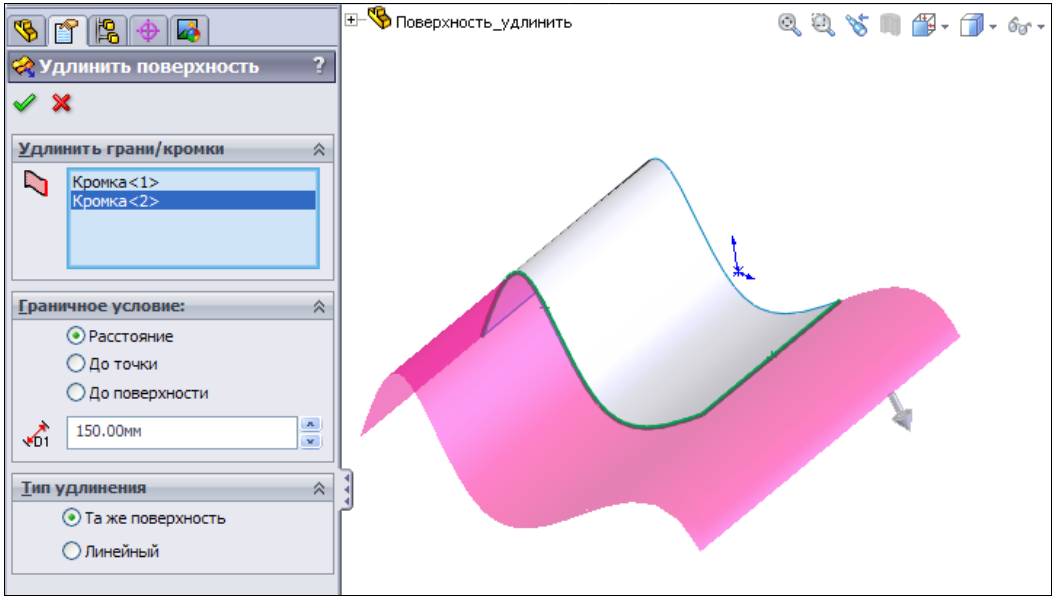


Рис. 8.16

Отсечение поверхностей

В SolidWorks 2010 можно отсечь ненужные части поверхности. Отсечение поверхности происходит до места ее пересечения с другой поверхностью или плоскостью. Нарисуем две пересекающиеся поверхности. Обе поверхности построены способом вытягивания (рис. 8.17).

1. Для отсечения части поверхности нажмем кнопку  — **Отсечь поверхность**, которая находится на панели инструментов **Поверхности**, или выберем команду меню: **Вставка | Поверхность | Отсечь...**.
2. На экране появится окно **Отсечь поверхность** (рис. 8.18). В этом окне, в области **Тип отсечения**, предлагается выбрать стандартный тип отсечения (**Стандарт**) или **Взаимное** (взаимное отсечение поверхностей). Стандартный тип отсечения (**Стандарт**) подразумевает отсечение части одной поверхности относи-

тельно другой. Тип взаимное отсечение поверхностей (**Взаимное**) предполагает, что отсекаются части обеих поверхностей до места их пересечения. В нашем примере выберем стандартный тип отсечения.

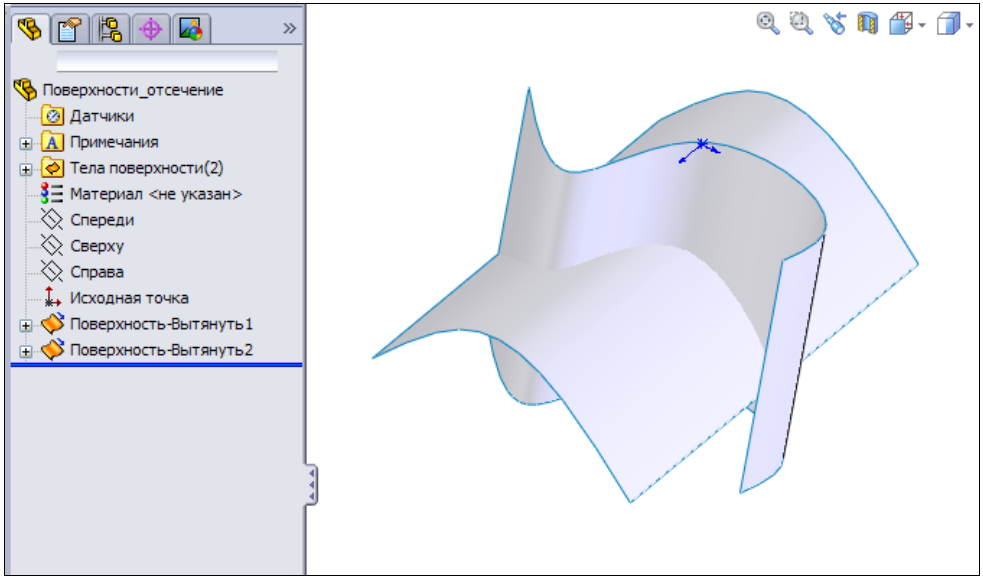


Рис. 8.17

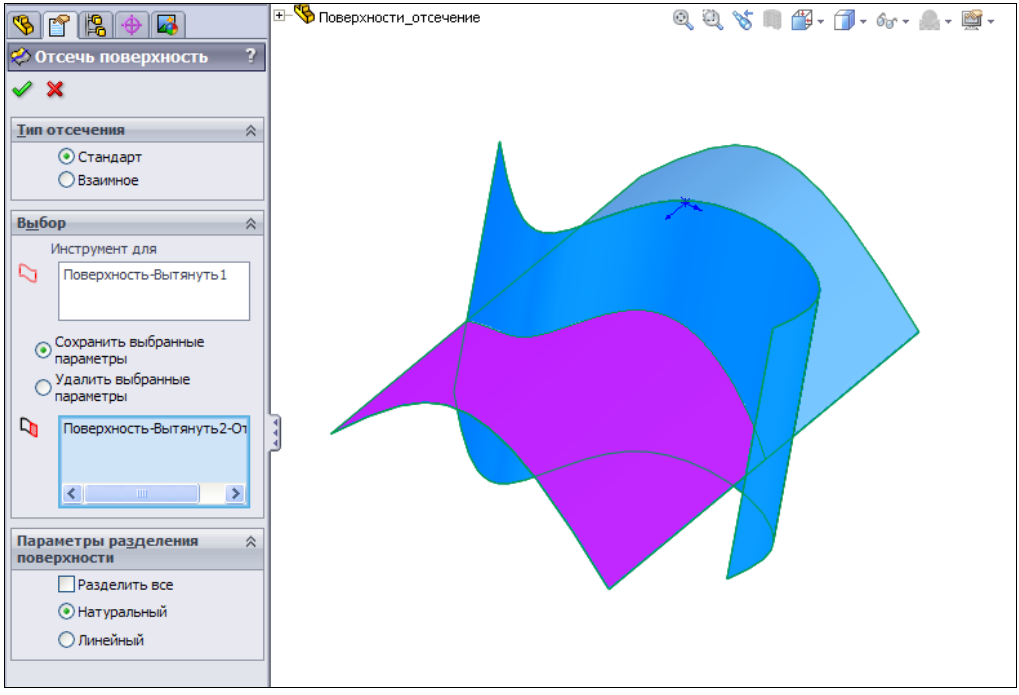


Рис. 8.18

3. В разделе **Выбор**, в области **Инструмент для**, укажем ту поверхность, до которой будет отсечена изменяемая поверхность. Пусть это будет **Поверхность-Вытянуть1**, а отсечению подлежит правая половина поверхности **Поверхность-Вытянуть2** (рис. 8.18).
4. Далее необходимо сделать выбор: сохранить или удалить ту часть второй поверхности, на которую мы укажем. Если поставить флажок **Сохранить выбранные параметры**, то часть второй поверхности, на которую мы укажем, будет сохранена, а если **Удалить выбранные параметры** — удалена. Выберем опцию **Сохранить выбранные параметры**.
5. Закончим отсечение поверхности, нажав кнопку **OK** (рис. 8.19).

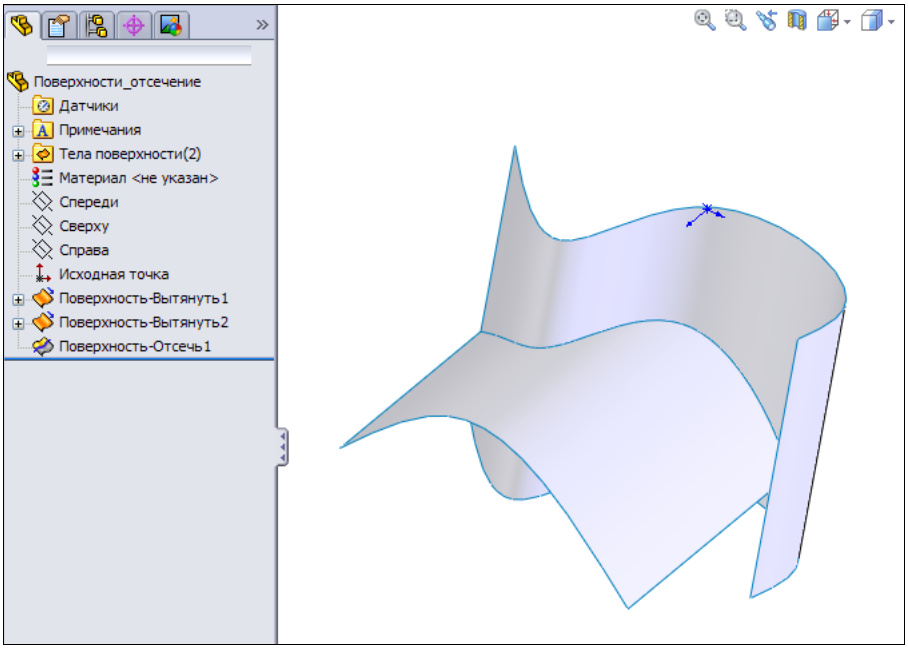


Рис. 8.19

Сшивание поверхностей

Команда **Сшить поверхность** предназначена для объединения двух и более поверхностей в одну, что позволяет создать поверхность сложной конфигурации. Основные требования к сшиваемым поверхностям — кромки поверхностей должны быть смежными, т. е. полностью стыковаться и не пересекаться.

Возьмем в качестве примера две поверхности, в основе которых лежит одна и та же кривая, расположенная на плоскости **Спереди**. Первая поверхность построена при помощи вытягивания — это **Поверхность-Вытянуть1** (рис. 8.20). Вторая поверхность построена как поверхность по сечениям. В качестве первого сечения использована исходная кромка (кривая) первой поверхности. Второе сечение рас-

положено на дополнительной **Плоскости1**, которая параллельна плоскости **Спереди** и находится от нее на расстоянии 200 мм (рис. 8.21).

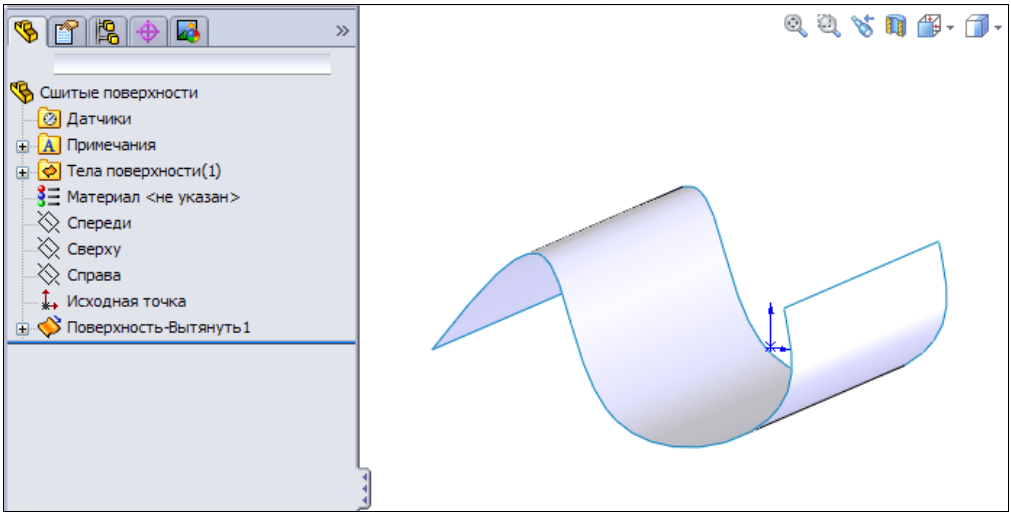


Рис. 8.20

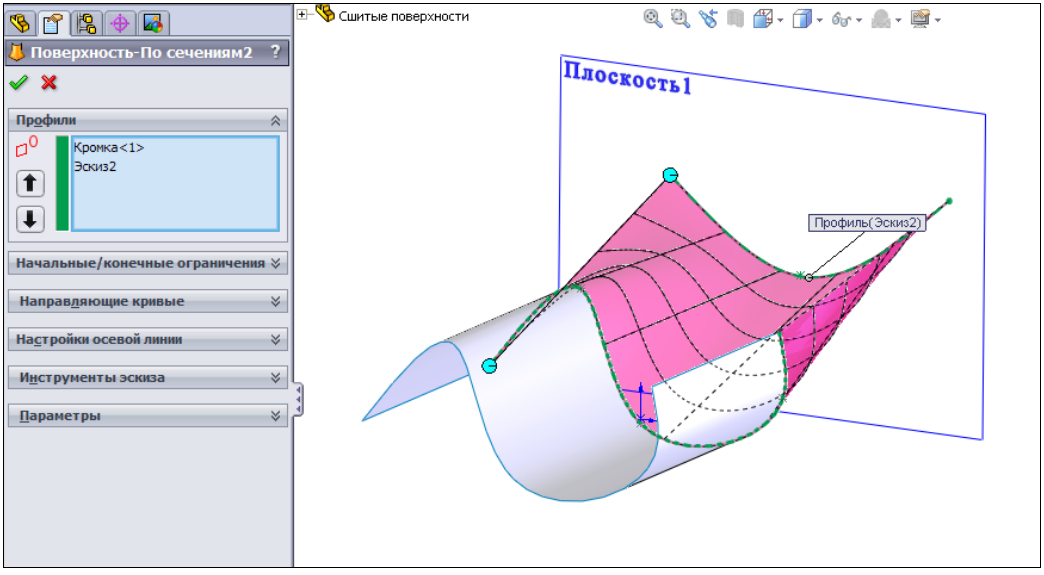


Рис. 8.21

1. Для того чтобы сшить эти поверхности, следует нажать кнопку  — **Сшить поверхность**, которая расположена на панели инструментов **Поверхности**. В появившемся окне **Сшить поверхность**, в области **Выбор**, в окне **Сшить грани и поверхности**  , отметьте поверхности, которые нужно сшить (рис. 8.22).

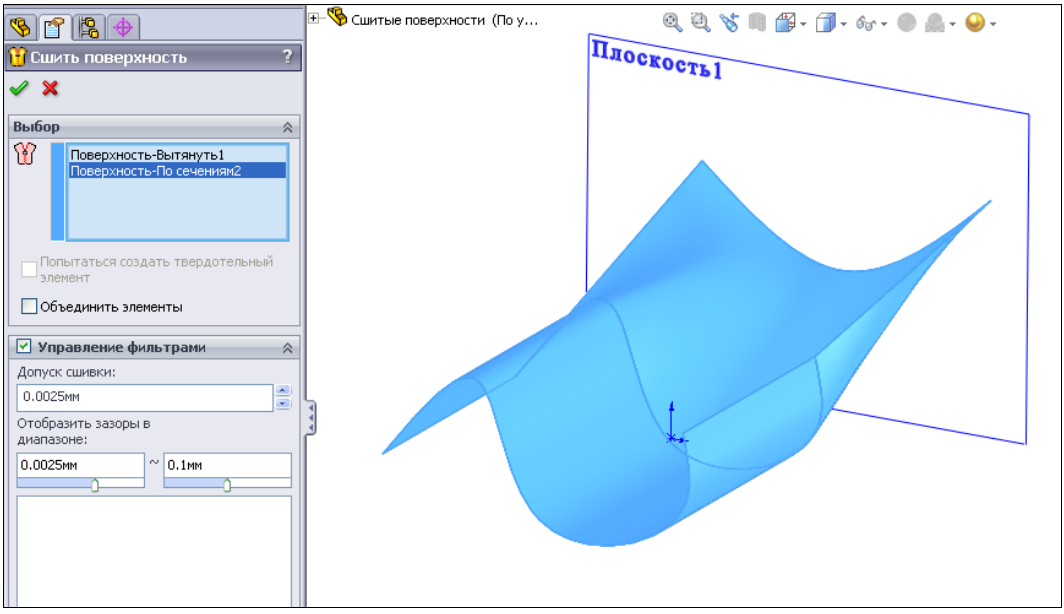


Рис. 8.22

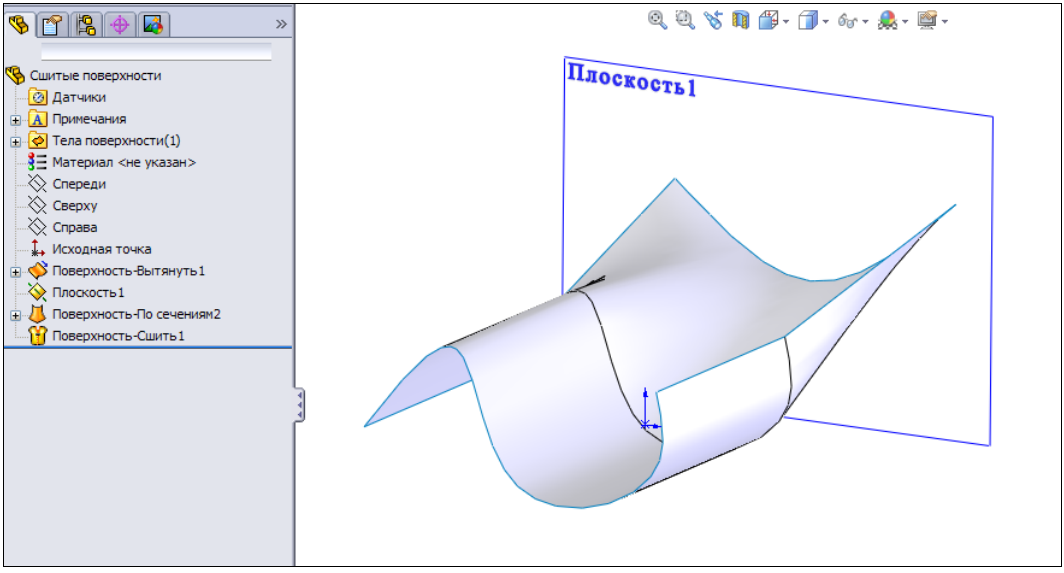


Рис. 8.23

2. Если в этой же области **Выбор** поставить флажок **Попытаться создать твердотельный элемент**, то можно построить твердотельную модель при условии, что сшитая поверхность является замкнутой. Поставив флажок **Объединить элементы**, можно объединить грани с похожей геометрией. В SolidWorks 2010 в окне **Сшить поверхность** имеется область **Управление фильтрами** (рис. 8.22). В данном случае у конструктора появляется возможность сшить по-

верхности, даже если между их кромками имеются зазоры. Используя возможности области **Управление фильтрами**, можно задать минимально возможный зазор между сшиваемыми поверхностями, а также увидеть зазоры большего размера.

3. Закончите сшивание поверхностей нажатием кнопки **OK** (рис. 8.23).

Построение эквидистанты к поверхности

Само понятие *эквидистанта* означает "равноудаленный". В SolidWorks 2010 можно построить поверхность, все точки которой будут находиться на равном расстоянии от исходной (базовой) поверхности.

1. Построим эквидистанту к поверхности. Для этого возьмем поверхность, полученную, например, вытягиванием (рис. 8.24).
2. Нажмем кнопку — **Эквидистанта к поверхности**, которая расположена на панели инструментов **Поверхности**.

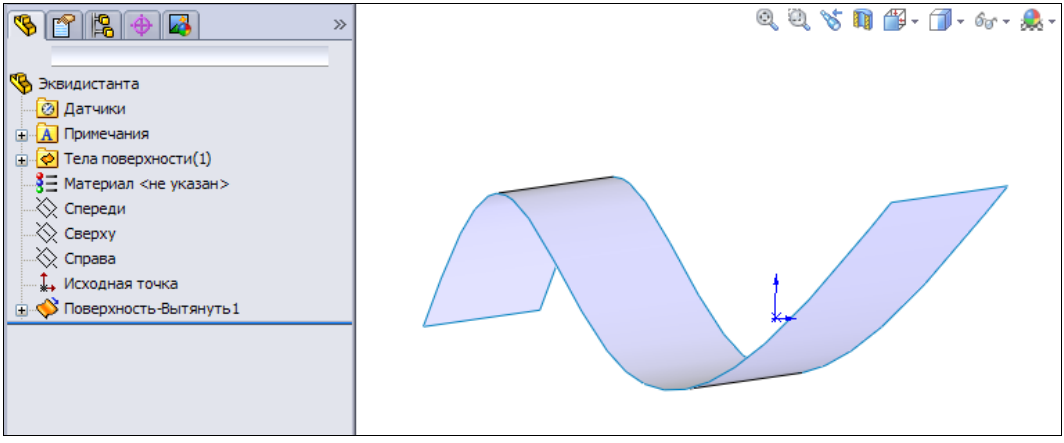


Рис. 8.24

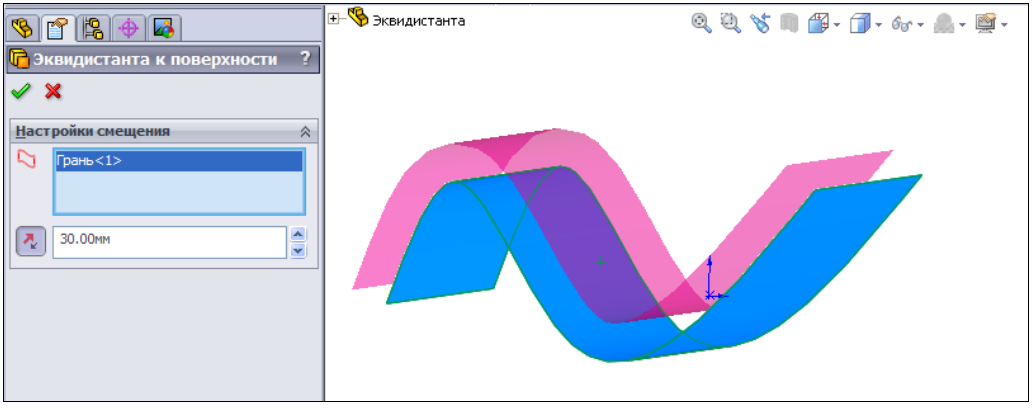


Рис. 8.25

3. В окне **Эквидистанта к поверхности** (рис. 8.25), в области **Настройки смещения**, укажем грань, к которой будет построена эквидистанта, а также расстояние, на котором будет располагаться новая поверхность. Пусть в примере расстояние будет 30 мм.

4. Закончите построение эквидистанты, нажав кнопку **OK** (рис. 8.26).

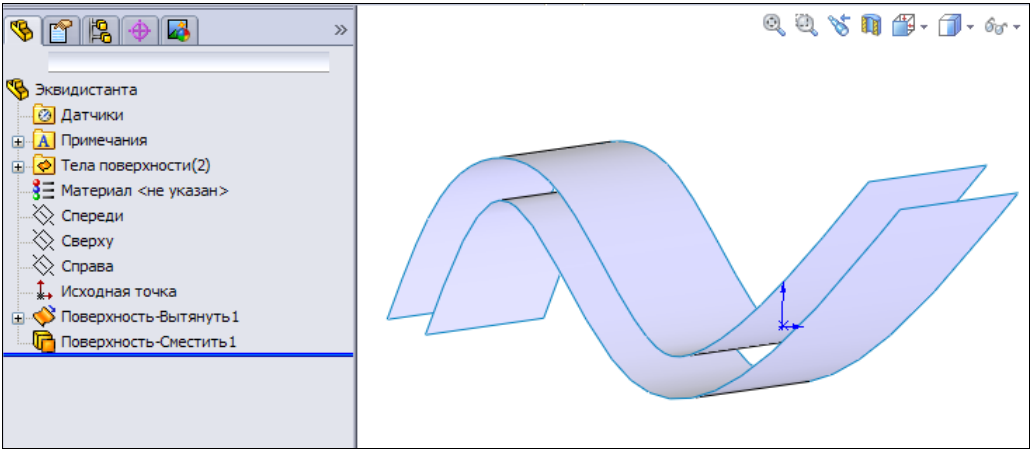


Рис. 8.26

8.2. Детали на основе поверхностей

В SolidWorks 2010 существует две основные возможности построения твердотельного элемента на основе поверхностей: методом вытягивания эскиза до поверхности и методом утолщения поверхности.

8.2.1. Построение детали вытягиванием до поверхности

1. Для создания такой детали необходимо сначала построить поверхность. Пусть это будет поверхность по сечениям.
2. На некотором расстоянии от поверхности построим эскиз детали. Пусть эскиз детали представляет собой квадрат со сторонами 100 мм (рис. 8.27).

   В данном примере, для построения эскиза детали, на расстоянии 100 мм от плоскости **Сверху**, была построена дополнительная плоскость **Плоскость3**.

> ***Примечание***
>
> Важно, чтобы при создании эскиза детали контуры этого эскиза не выходили за пределы поверхности, а также, чтобы при вытягивании деталь не выходила за контуры поверхности.

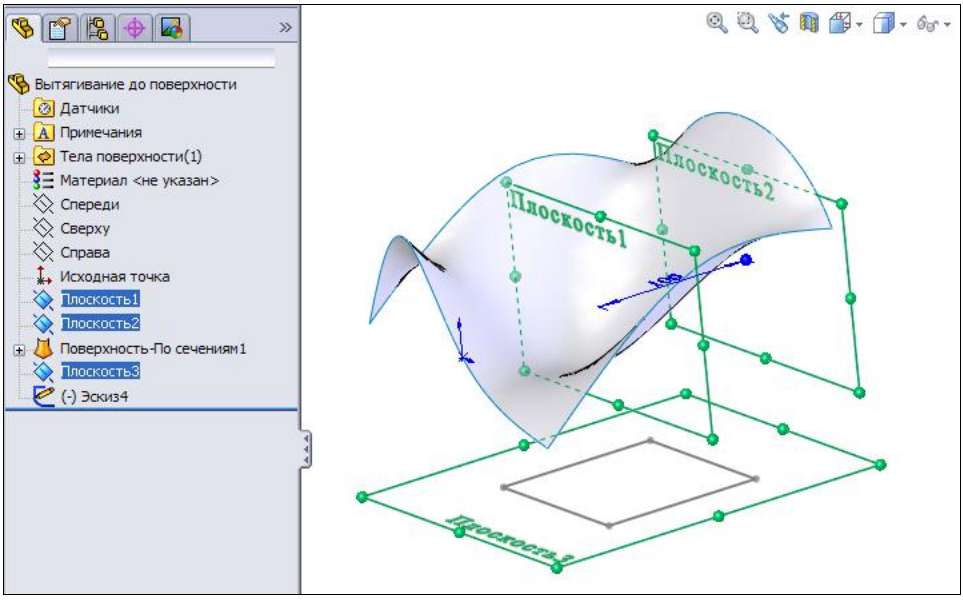


Рис. 8.27

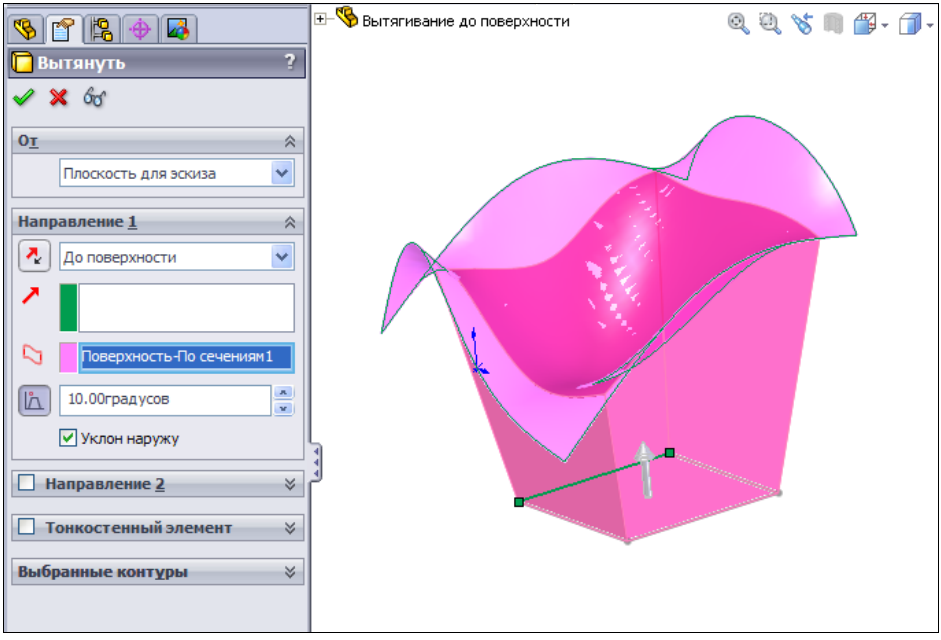


Рис. 8.28

3. Для построения детали выберем на панели инструментов **Элементы** команду **Вытянутая бобышка/основание**, нажав кнопку .

4. На экране появится окно **Вытянуть** (рис. 8.28). В этом окне в области **Направление1** выберем граничное условие: **До поверхности**. В области **Грань/**

Плоскость укажем поверхность, до которой вытягивается твердое тело — **Поверхность-По сечениям1**. В поле **Включить/Выключить уклон** укажем уклон вытягивания твердого тела. Пусть деталь вытягивается с уклоном в 10 градусов наружу.

5. Закончим вытягивание твердого тела, нажав кнопку **OK** (рис. 8.29).

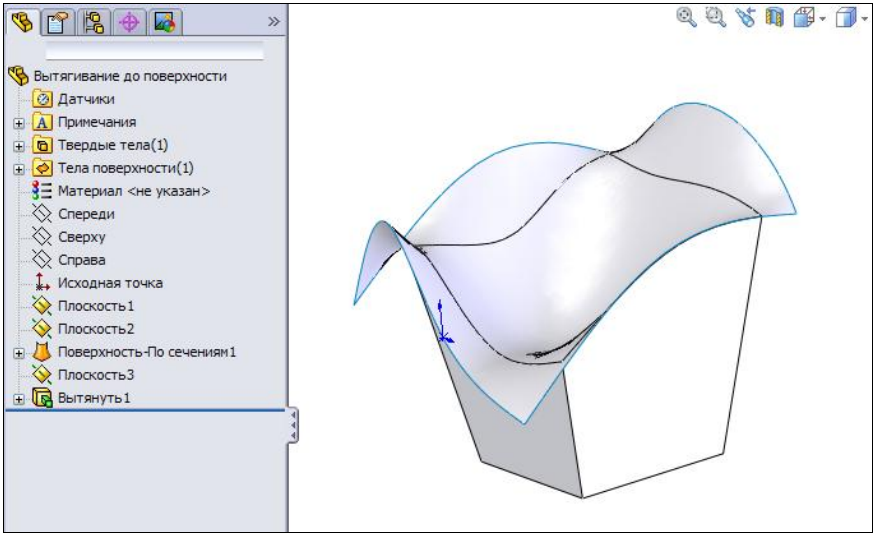


Рис. 8.29

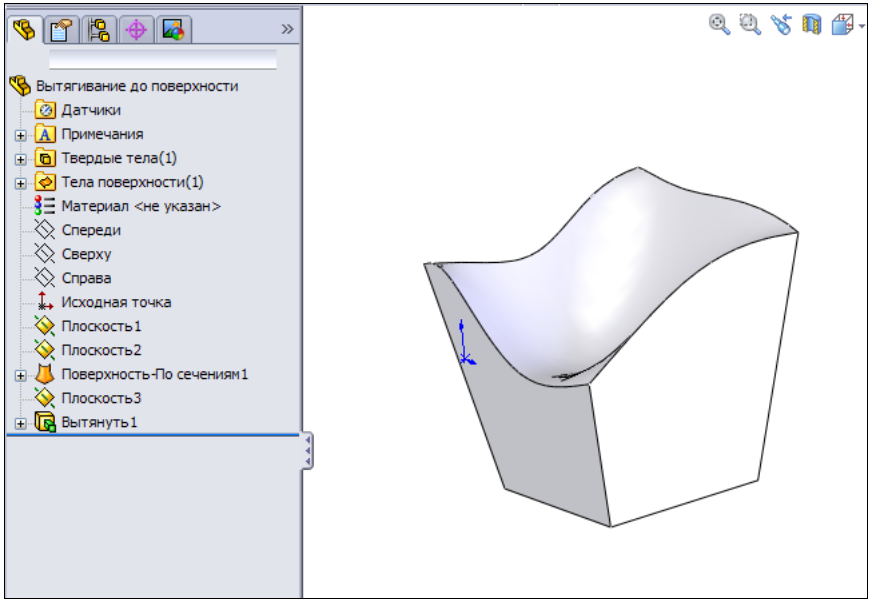


Рис. 8.30

6. Для того чтобы поверхность не мешала дальнейшим построениям, необходимо ее скрыть. Для этого щелкните правой кнопкой мыши по поверхности в графической области или по имени поверхности в **Дереве Конструирования**. На экране появится контекстное меню, где активизируйте команду **Скрыть**  . Поверхность исчезнет, а на экране останется только изображение детали, построенной на основе поверхности. Одна из граней этой детали будет иметь сложную форму, соответствующую форме вспомогательной поверхности (рис. 8.30).

8.2.2. Построение детали утолщением поверхности

В SolidWorks 2010 можно также создать деталь, придав поверхности необходимую толщину. В этом случае твердое тело по своей конфигурации будет полностью соответствовать базовой поверхности, но в отличие от нее приобретет некоторую заданную толщину.

1. Возьмем за основу поверхность, полученную поворотом (рис. 8.31). Активизируем команду  — **Придать толщину**, которая находится на панели инструментов **Элементы**. Можно для этой цели также воспользоваться командой меню: **Вставка | Бобышка/Основание | Придать толщину...**.

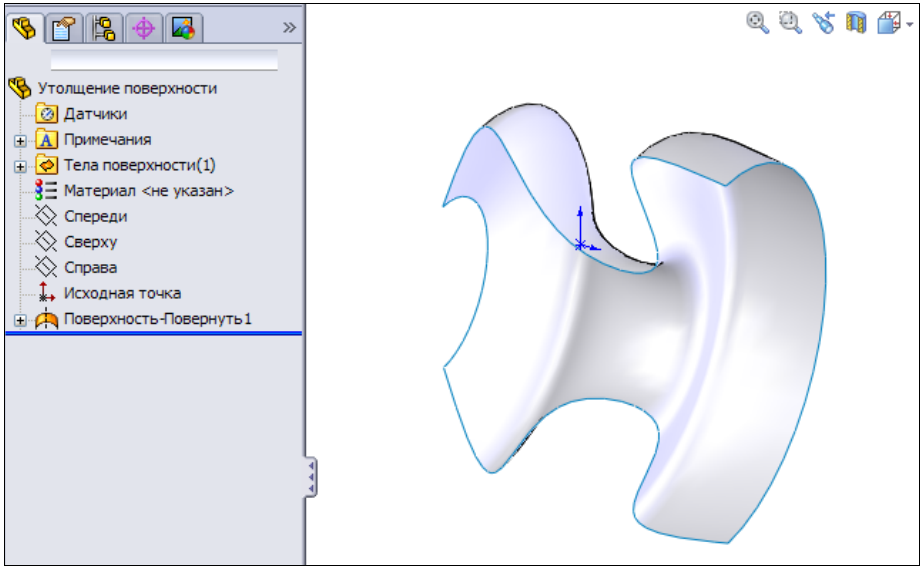


Рис. 8.31

2. На экране появится диалоговое окно **Придать толщину**. В этом окне необходимо задать нужные настройки (рис. 8.32).
3. В поле **Придать толщину поверхности**, обозначенном значком  , укажем поверхность, на основе которой строится твердое тело.

В области **Толщина:** имеются три кнопки:

- — **Придать толщину стороне 1**, выбор этой кнопки позволяет утолщать поверхность по одну сторону относительно базовой поверхности, в контекстной подсказке это направление обозначено как **сторона1**;

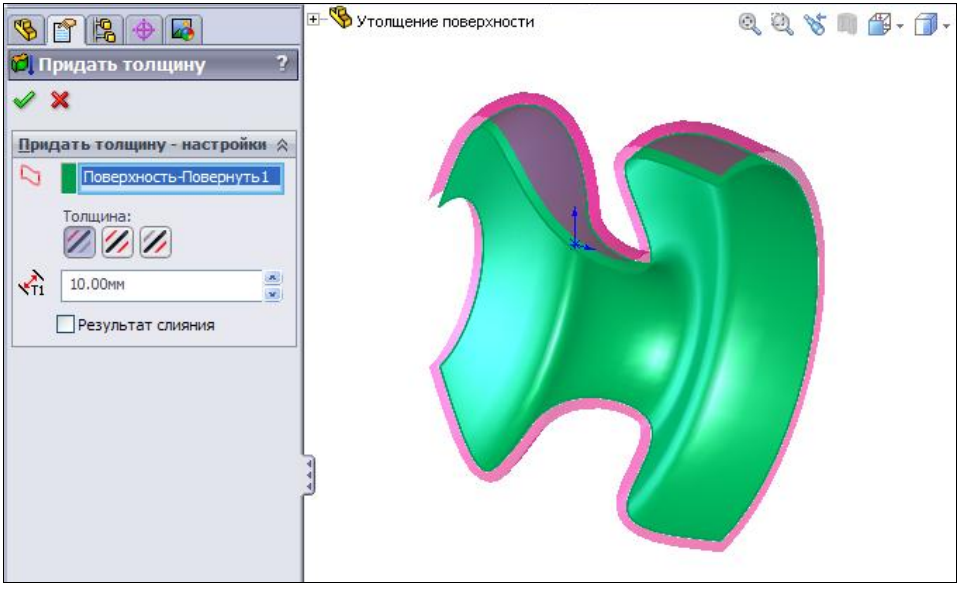


Рис. 8.32

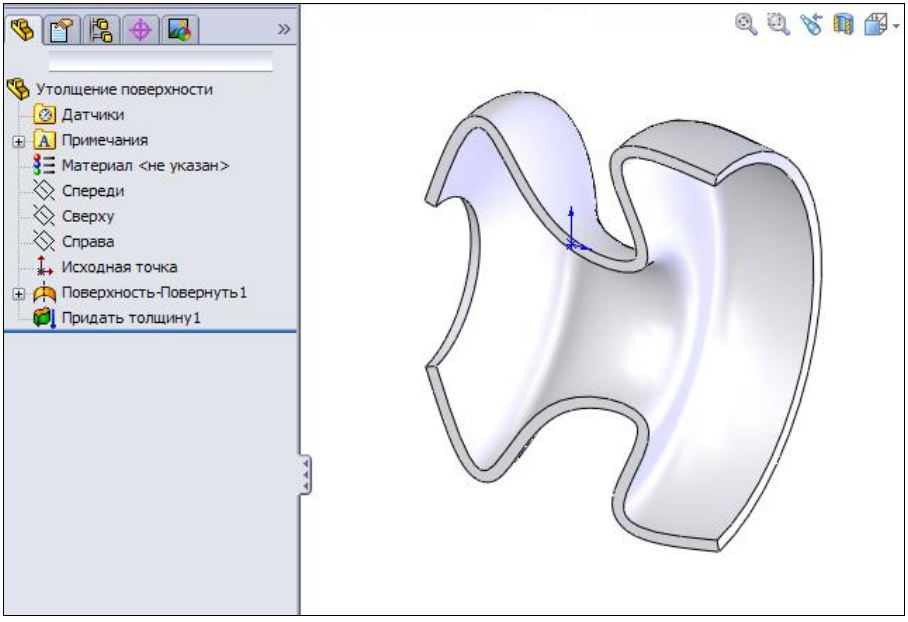


Рис. 8.33

- — **Придать толщину обеим сторонам**, в этом случае утолщение поверхности происходит симметрично по отношению к базовой поверхности, причем в обе стороны на указанную величину;
- — **Придать толщину стороне 2**, выбор этой кнопки позволяет создать твердое тело утолщением поверхности в направлении стороны 2, противоположном стороне 1.

4. Величина утолщения задается в поле **Толщина** 

. В нашем примере создадим деталь утолщением указанной поверхности на 10 мм в **направлении 1**.
5. Закончим построение, нажав кнопку **OK** , и получим твердое тело сложной конфигурации (рис. 8.33).

Примечание

Если за основу твердого тела принимается поверхность, состоящая из нескольких смежных поверхностей, то их необходимо сначала сшить вместе, а затем придать поверхности толщину.

8.3. Задания для самостоятельной работы

Задание 1

Создайте две пересекающиеся поверхности, как на рис. 8.34. Первая поверхность получена простым вытягиванием, вторая построена поворотом кривой на 120 градусов. Отсеките часть произвольно выбранной поверхности.

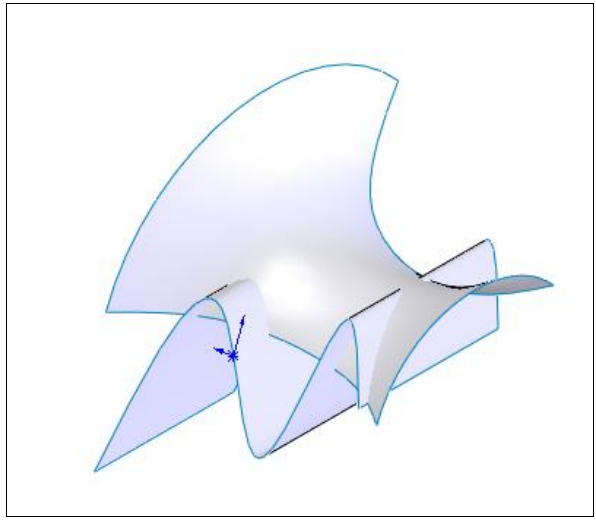


Рис. 8.34

Задание 2

Создайте поверхность по траектории и постройте к ней эквидистанту на расстоянии 20 мм (рис. 8.35).

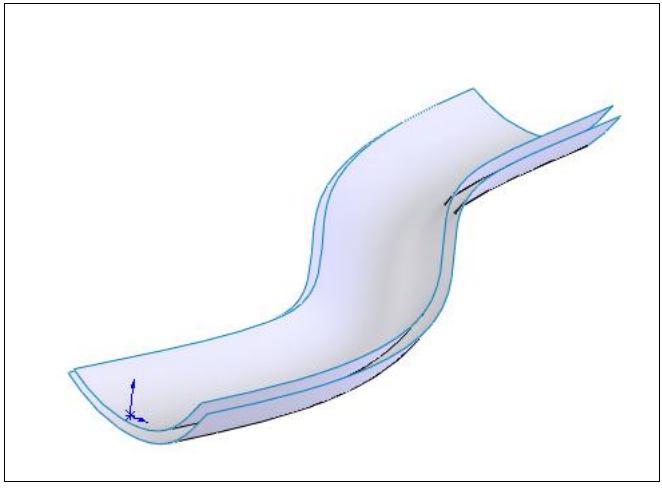


Рис. 8.35

Задание 3

Создайте деталь на основе простой вытянутой поверхности. В основание детали поместите эскиз прямоугольника, расположив его на дополнительной плоскости. Вытяните деталь до поверхности с уклоном наружу в 10 градусов (рис. 8.36).

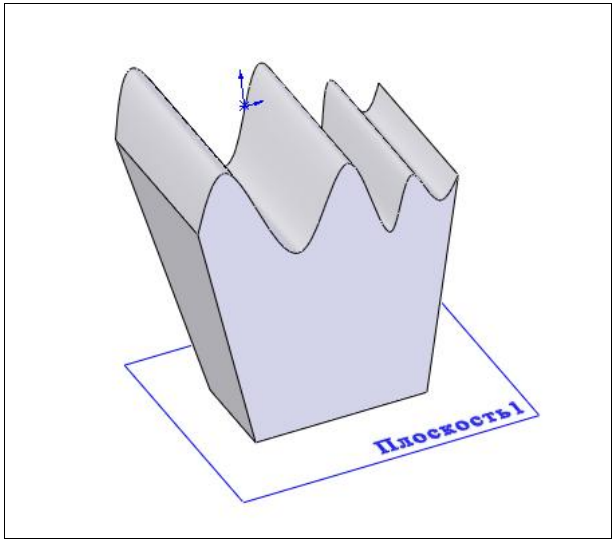


Рис. 8.36

Задание 4

Создайте поверхность по сечениям. На основе этой поверхности постройте твердое тело методом утолщения поверхности на 10 мм с обеих сторон (рис. 8.37).

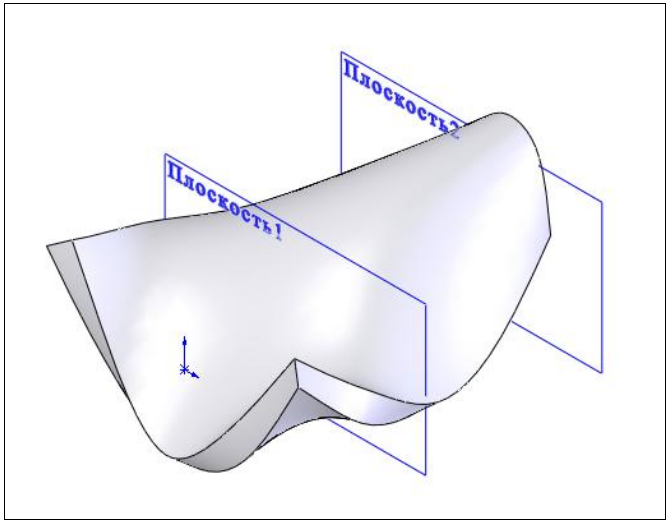


Рис. 8.37



ЗАНЯТИЕ 9

Расчеты в приложениях SimulationXpress, Simulation и FloXpress

На этом занятии рассмотрим, как с помощью пакетов SimulationXpress, Simulation и FloXpress, входящих в комплект SolidWorks Office Premium 2010, проводить анализы спроектированных конструкций.

9.1. Основные сведения о приложениях SimulationXpress и Simulation

При создании узлов и агрегатов в машиностроении конструирование деталей является лишь частью процесса проектирования. Составным элементом проектирования является расчет деталей и узлов на прочность, т. е. рассмотрение следующих вопросов:

- выдержит ли спроектированная деталь заданные нагрузки?
- каким образом она будет деформироваться и будут ли выполняться условия жесткости?
- можно ли провести оптимизацию формы детали, чтобы использовать меньший объем материала без ущерба прочностным и эксплуатационным характеристикам?

В отсутствие инструментов анализа на эти вопросы можно ответить, только пройдя все дорогостоящие и занимающие массу времени циклы разработки изделия. Каждый цикл разработки изделия обычно включает следующие этапы:

- построение модели в системе трехмерного твердотельного проектирования SolidWorks 2010;
- создание опытного образца изделия;
- производственные испытания опытного образца;
- оценка результатов производственных испытаний;
- изменение модели на основе результатов производственных испытаний.

Этот процесс выполняется циклически, и продолжается до тех, пока не будет получено удовлетворительное решение. С помощью прочностного анализа можно выполнить следующие задачи:

- снизить затраты, выполнив прочностное тестирование модели на компьютере, а не в процессе дорогостоящих производственных испытаний;
- сократить время разработки путем уменьшения количества циклов разработки изделия;
- оптимизировать проект, быстро смоделировав нескольких концепций и сценариев перед принятием окончательного решения и отведя большее время на обдумывание новых проектов.

В основе прочностного анализа, реализованного в SimulationXpress и Simulation, осуществлен метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ — это надежный численный метод анализа задач по проектированию. МКЭ разбивает сложную задачу на несколько простых. В нем модель делится на несколько простых форм, называемых элементами (конечными элементами). Элементы имеют общие точки, называемые узлами. Поведение этих элементов хорошо известно при любых возможных сценариях с использованием опор и приложением нагрузок. Движение каждого узла полностью описывается перемещениями в направлениях X, Y и Z. Они называются степенями свободы. SimulationXpress и Simulation составляют уравнения, управляющие поведением каждого элемента и учитывающие его связи с другими элементами. Эти уравнения устанавливают взаимосвязь между перемещениями и известными свойствами материалов, ограничениями и нагрузками.

Затем программа преобразует уравнения в большую систему алгебраических уравнений. Решающая программа обнаруживает перемещения в направлениях X, Y и Z в каждом узле.

Используя перемещения, программа рассчитывает нагрузки, действующие в различных направлениях. Наконец, программа использует математические выражения для расчета напряжений.

В процессе анализа напряжений или статического анализа на основе задания материала, ограничений и нагрузок рассчитываются перемещения, нагрузки и напряжения в детали. Материал разрушается, когда напряжение достигнет определенного уровня. Разные материалы разрушаются при различных уровнях напряжения.

Для запуска процесса прочностного анализа необходимо определить материал детали (механические свойства), нагрузки на деталь и ограничения.

В качестве нагрузок на деталь или сборку можно задать следующие величины:

- сосредоточенную силу;
- силу с изменяемым распределением;
- равномерное или неравномерное давление в любом направлении;
- объемную силу (гравитационные или центробежные нагрузки);
- дистанционную силу;
- воздействие температур на различные участки детали.

В результате изменения температуры на деталь воздействуют напряжения, которые называются термическими. Simulation автоматически считывает профиль температур, имеющийся в расчете температур, и проводит анализ термического напряжения.

> ***Примечание***
>
> Дистанционными называются силы, прилагаемые в местах, находящихся на расстоянии от детали и соединенных с ней жесткими связями.

Для установки ограничений на деталь можно применить следующие способы:

1. Определить жесткие связи, шпильки, болты, пружины и поддержки упругости.
2. Применить ограничения для кромок и вершин.
3. Применить ограничения в определенном направлении. Например, можно ограничить движение цилиндрической поверхности в радиальном направлении.
4. Указать для перемещения в любом направлении ноль (без движения) или любую заданную величину.
5. Указать условие симметрии. Этот параметр позволяет использовать симметрию, чтобы выполнять анализ части модели.
6. Указать условие скольжения, при котором плоская или неплоская грань может скользить, но не может перемещаться перпендикулярно. В COSMOSWorks условия можно определить следующим образом:

   - указать разные размеры элемента в разных областях модели (управление сеткой). Используя эту функцию, в значимых местах модели можно указать меньшие размеры элемента, чтобы повысить точность результатов;
   - выбрать подходящую решающую программу для задачи. Simulation поставляется с тремя различными решающими программами для более эффективного решения задач различного типа и объема;
   - использовать адаптивные методы для повышения точности решения.

SimulationXpress является усеченной версией пакета Simulation, поставляемого в SolidWorks 2010. Кроме статического анализа, Simulation позволяет проводить частотный анализ (определять частоту собственных колебаний конструкции), проводить расчет на потерю устойчивости деталей, осуществлять расчеты с учетом тепловых воздействий (термические расчеты), проводить испытания на ударную нагрузку, а также проводить расчет на усталостную прочность. Возможности этих пакетов приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1. *Сравнение функциональных возможностей пакетов*

Функциональная возможность	**SimulationXpress**	**Simulation**
Анализ детали	√	√
Анализ сборки		√
Анализ тонкостенных деталей, деталей из листового металла и поверхностей с помощью элементов оболочки		√

Таблица 9.1 *(продолжение)*

Функциональная возможность	SimulationXpress	Simulation
Анализ напряжения	√	√
Анализ деформации и перемещения	√	√
Анализ термического напряжения		√
Частотный анализ и анализ продольного изгиба		√
Анализ теплообмена		√
Анализ испытания на ударную нагрузку		√
Нелинейный анализ		√
Анализ усталости		√
Возможность обновлений с целью оптимизации		√
Анализ контактов в сборках с трением		√
Соединители (шпилька, жесткий, пружина, поддержка упругости)		√
Контакты и трение с большим перемещением		√
Посадка с натягом или горячая посадка		√
Сопротивление термического контакта		√
Изотропные материалы	√	√
Ортотропные материалы		√
Температурно-зависимые свойства материала		√
Кривые усталости		√
Нелинейные материалы		√
Редактирование библиотеки материалов COSMOS		√
Равномерность давления и силы, прилагаемых к граням	√	√
Направленные и неравномерные давление и сила		√
Приложение силы к кромкам и вершинам		√
Нагрузки на тело: гравитационные и центробежные		√
Специальные нагрузки: скручивающие, дистанционные и опорные		√
Условия теплообмена: температура, конвекция, излучение, тепловая мощность и тепловой поток		√
Фиксированные ограничения на гранях	√	√
Фиксированные ограничения на кромках и вершинах		√
Направленные ограничения		√
Дистанционные ограничения		√

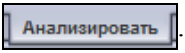
Таблица 9.1 *(окончание)*

Функциональная возможность	SimulationXpress	Simulation
Напряжение, эквивалентное напряжениям по контуру	√	√
Эпюра деформаций	√	√
Расчет запаса прочности и построение эпюры	√	√
Эпюры продольных усилий		√
Эпюры перемещений		√
Эпюры результатов для элемента		√
Резонансные частоты		√
Эпюры резонансных форм колебаний		√
Эпюры форм потери устойчивости		√
Эпюра результатов для сил реакции		√
Эпюры результатов распределения температур, градиентов температур и теплового потока		√
Эпюры усталости		√
Графики результатов		√
Создание отчетов в формате HTML	√	√
Анимация и сохранение в формате AVI	√	√
Сохранение результатов анализа в формате Bitmap, JPEG, VRML и XGL		√

9.2. Расчет детали на прочность в SimulationXpress

В качестве примера прочностного расчета проведем расчет детали "Хомут", спроектированной на *занятиях 1* и *2*.

9.2.1. Загрузка детали и запуск SimulationXpress

Загрузите файл детали `Хомут.sldprt (Занятие 2 \ Примеры построений 2)`. Без детали мастер расчета на прочность не запустится. Теперь вызовите мастер SimulationXpress, выбрав команду **Инструменты | SimulationXpress** или нажав кнопку **Помощник выполнения анализа SimulationXpress**  на вкладке 

. В правой части экрана появится окно мастера расчета **SolidWorks SimulationXpress**. Сначала появится первая страница мастера **Добро пожаловать**,

на которой нажмите кнопку **Параметры** (рис. 9.1). Откроется окно **Параметры SimulationXpress** (рис. 9.2). Проверьте, что в списке **Единицы измерения** выбрано значение **СИ** (международная система единиц СИ). В поле **Месторасположение результатов** по умолчанию указан каталог `C:\Temp`. Если вам нужно сохранять результаты в какую-то конкретную папку, то измените этот параметр, нажав кнопку [...]. Установите флажок **Показывать примечание для максимума и минимума в эпюрах результатов** для более наглядного представления результатов. Проверьте по рис. 9.2 соответствие всех параметров. После всех манипуляций закройте **SolidWorks SimulationXpress**, нажав кнопку **OK**, затем нажмите кнопку **Далее**, и произойдет переход на следующую страницу мастера — установка крепления (рис. 9.3).

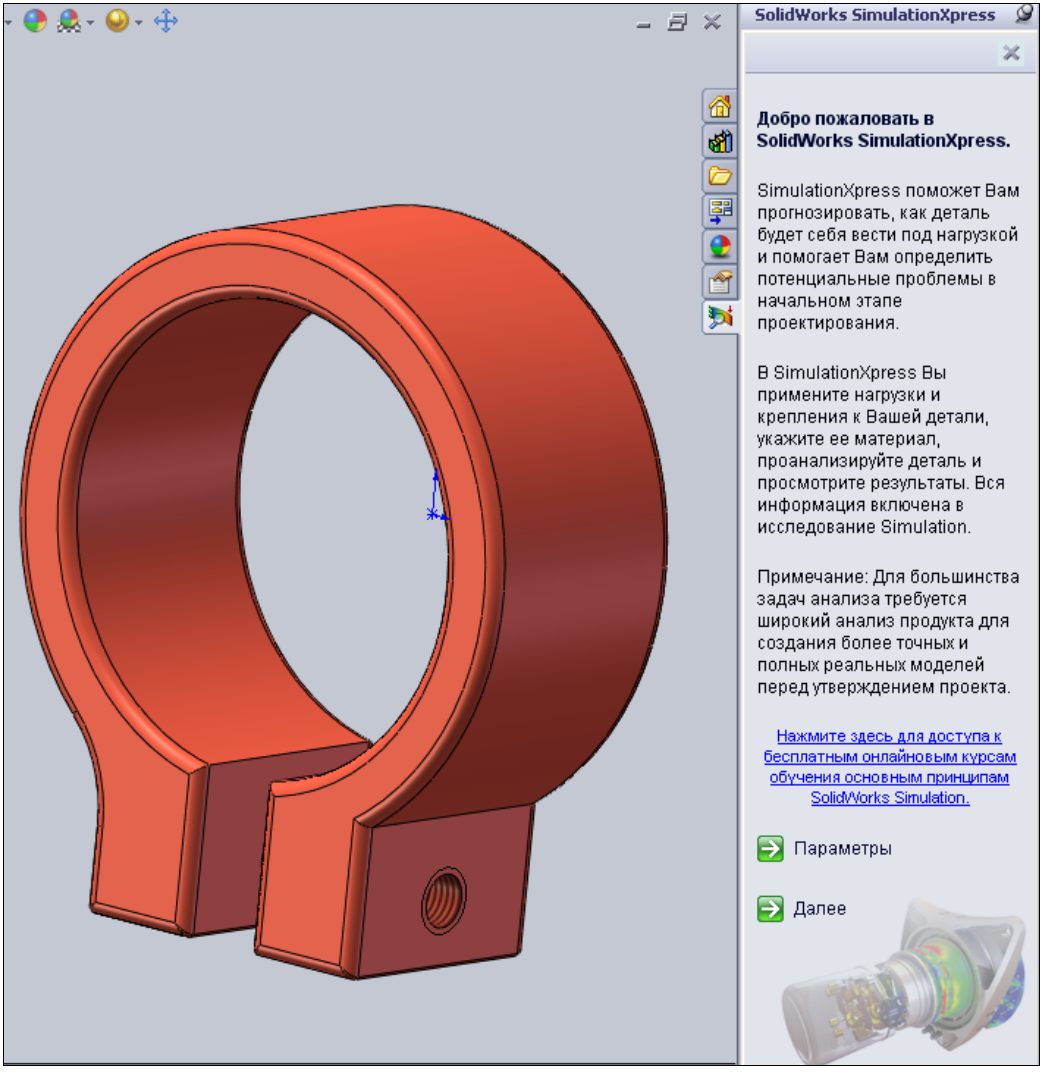


Рис. 9.1

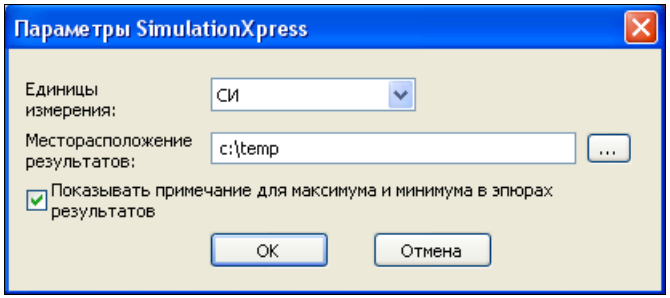

Параметры SimulationXpress
Единицы измерения:
СИ
Месторасположение результатов:
c:\temp
...
Показывать примечание для максимума и минимума в эпюрах результатов
OK
Отмена

Рис. 9.2

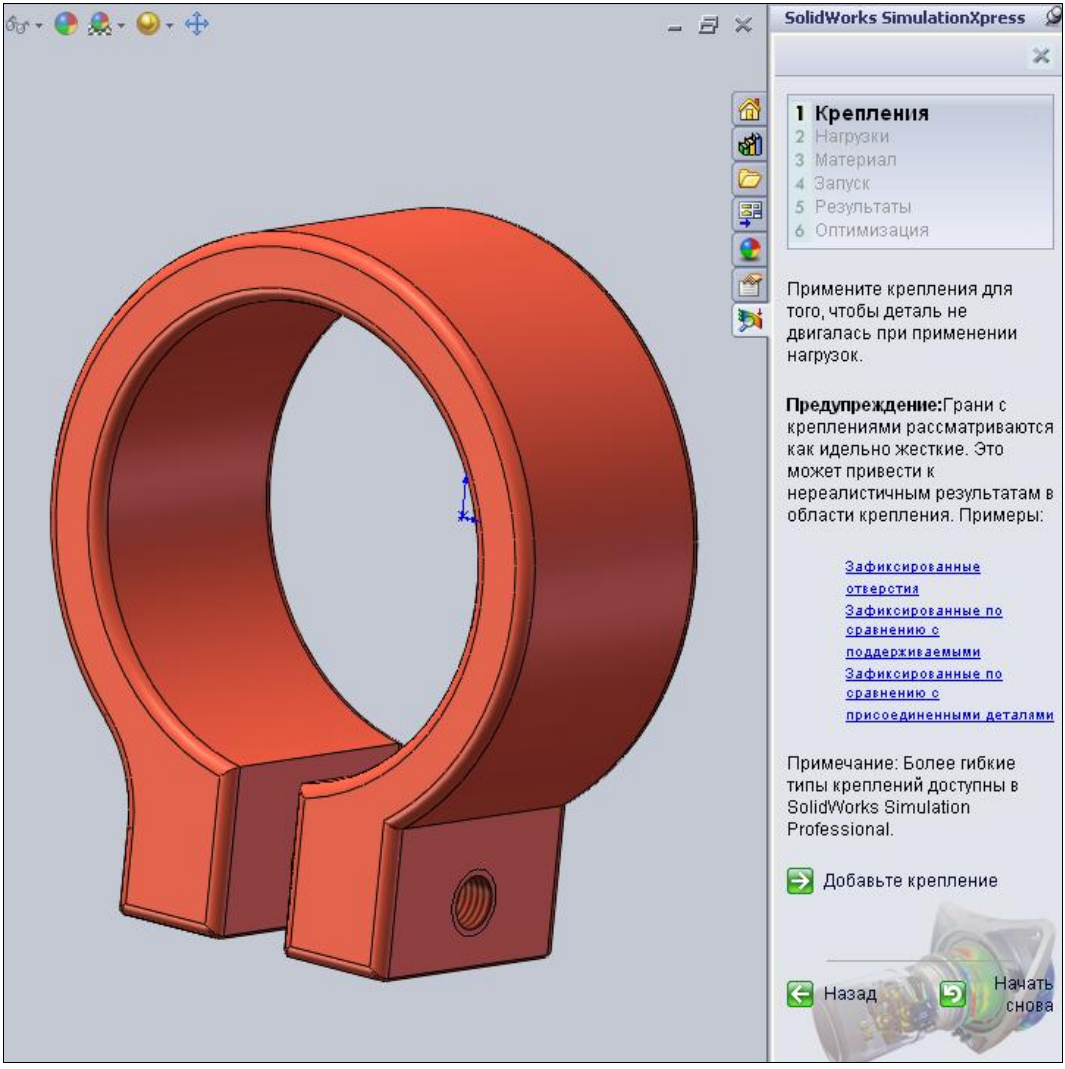

SolidWorks SimulationXpress
1 Крепления
2 Нагрузки
3 Материал
4 Запуск
5 Результаты
6 Оптимизация
Примените крепления для того, чтобы деталь не двигалась при применении нагрузок.
Предупреждение: Грани с креплениями рассматриваются как идельно жесткие. Это может привести к нереалистичным результатам в области крепления. Примеры:
Зафиксированные отверстия
Зафиксированные по сравнению с поддерживаемыми
Зафиксированные по сравнению с присоединенными деталями
Примечание: Более гибкие типы креплений доступны в SolidWorks Simulation Professional.
Добавьте крепление
Назад
Начать снова

Рис. 9.3

9.2.2. Установка крепления

Теперь нам необходимо зафиксировать какую-либо грань детали, относительно которой будет происходить ее деформирование. Для продолжения на странице мастера **Крепления** нажмите кнопку **Добавьте крепление** (рис. 9.3). В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Крепление** (рис. 9.4), с помощью которого посредством мыши надо выбрать зафиксированную грань. Выберите, например, грань, показанную на рис. 9.4.

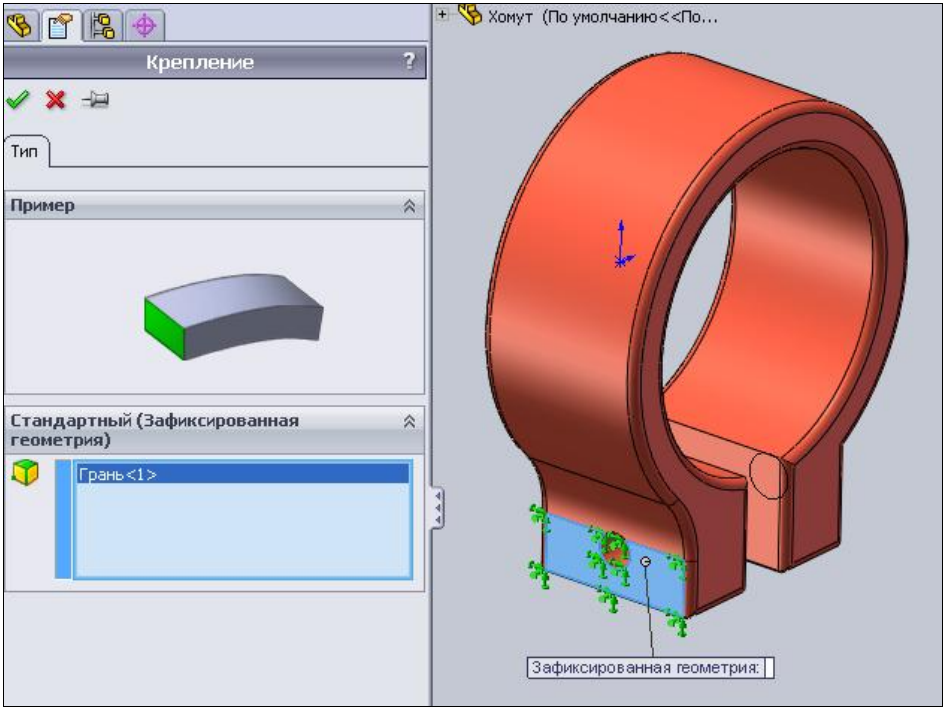


Рис. 9.4

Зеленые стрелки на грани указывают, что на грань наложено ограничение. Нажмите кнопку **ОК** для завершения команды установки крепления. Под **Деревом Конструирования** возникнет **Дерево исследования SimulationXpress** (рис. 9.5). В этом дереве будут отображаться все манипуляции с моделью в процессе проведения расчета. Таким образом с помощью кнопки **Добавить крепление** можно задать любое количество креплений и зафиксировать несколько граней. Чтобы отредактировать существующее крепление, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на пункте **Зафиксированный** в **Дереве исследования** и в контекстном меню выбрать пункт — **Редактировать определение** (рис. 9.6). Это же можно сделать и на странице мастера, нажав кнопку **Отредактируйте существующее крепление**. Кроме того, на этой же странице можно начать новое исследование, нажав кнопку **Начать снова**, или вернуться на предыдущую страницу,

нажав кнопку **Назад**. Если заданы все крепления, то нажмите кнопку **Далее** и перейдите на страницу добавления нагрузок (рис. 9.7).

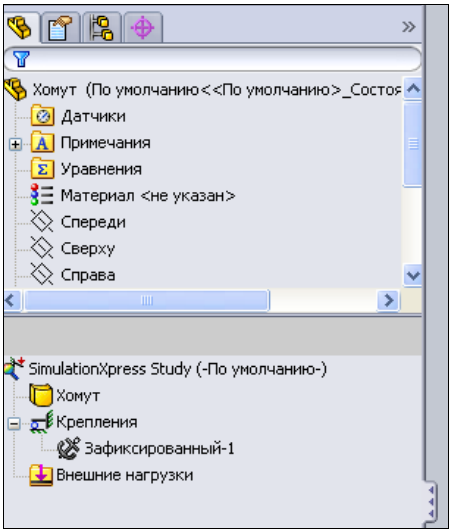


Рис. 9.5

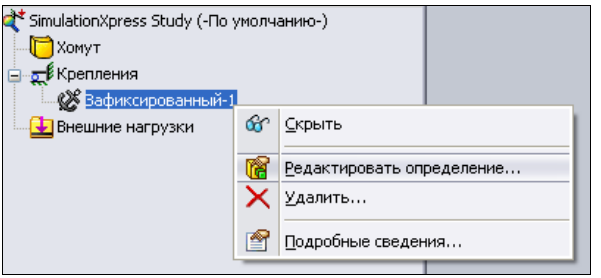


Рис. 9.6

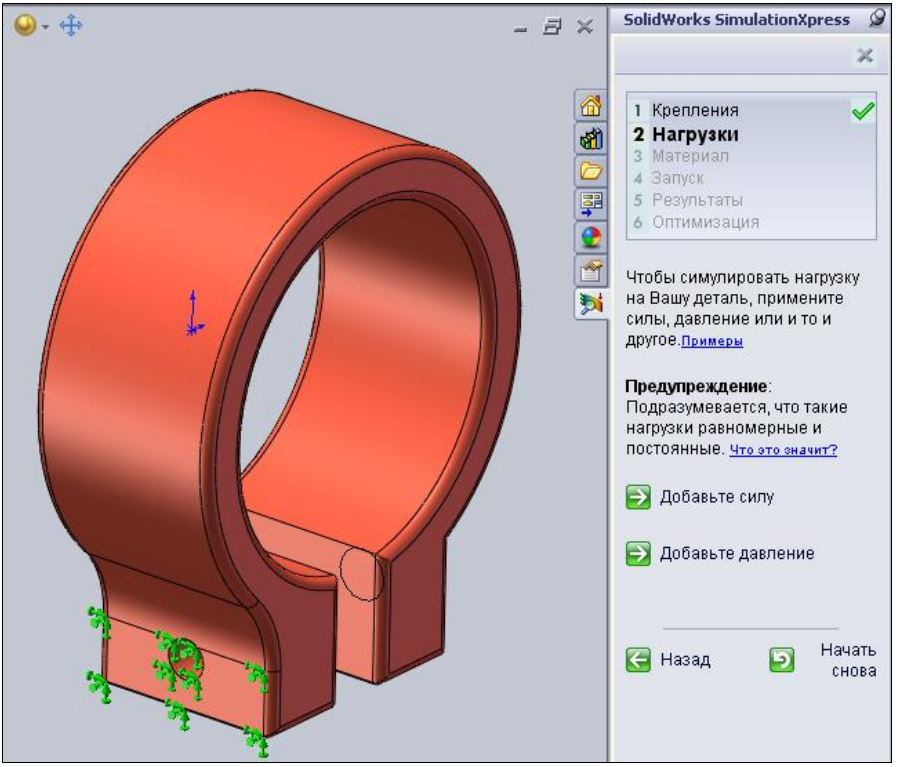


Рис. 9.7

Примечание

Символ  справа от элемента исследования  означает, что соответствующий шаг был определен и установленные параметры приняты к расчету.

9.2.3. Задание нагрузки

Новая страница мастера **Нагрузки** служит для сбора информации о нагрузке, действующей на деталь. Для начала задания нагрузки нажмите кнопку **Добавьте силу** (сосредоточенная нагрузка) или **Добавьте давление** (распределенная нагрузка). Давайте в качестве нагрузки зададим силу с обратной стороны хомута. Для этого нажмите кнопку **Добавьте силу**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Сила**. Теперь выберите грань с другой стороны хомута так, как указано на рис. 9.8. При этом по умолчанию сила действует перпендикулярно поверхности — об этом говорит переключатель в положении **Нормальная**. Если необходимо выбрать иное направление действующей силы, то установите переключатель в положение **Выбранное направление** и укажите объект детали (плоскость), соответствующий этому направлению. Если такой плоскости нет, то необходимо ее создать (*см. занятие 3*).

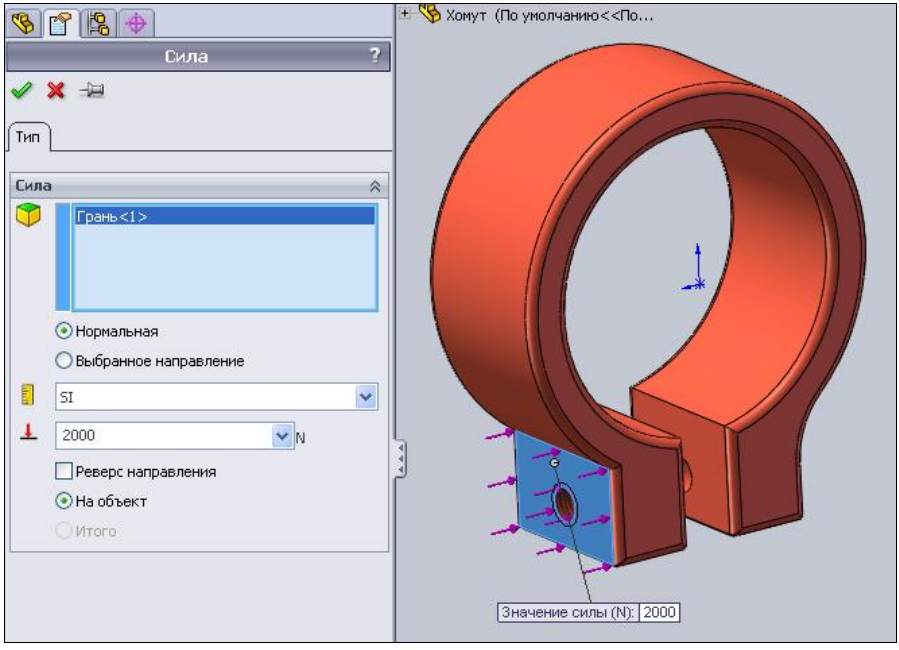


Рис. 9.8

В области **Грани для силы** должно появиться наименование грани **Грань<1>**. Затем необходимо указать величину силы, например, 2000. Размерность силы должна быть **Н** (Ньютон). Для изменения направления действия силы (или давления) служит параметр **Реверс направления**. Проверьте правильность установок по

рис. 9.8 и нажмите кнопку **ОК** для завершения команды задания нагрузки. При этом в **Дереве исследования** появится новый элемент **Сила** (рис. 9.9). Редактирование заданной нагрузки осуществляется аналогично редактированию заданного крепления.

После задания всех нагрузок на странице мастера нажмите кнопку **Далее** и перейдете на страницу выбора материала (рис. 9.10).

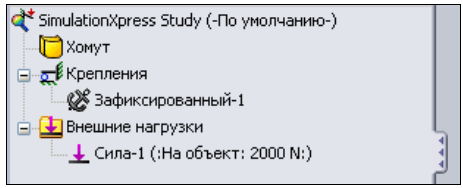


Рис. 9.9

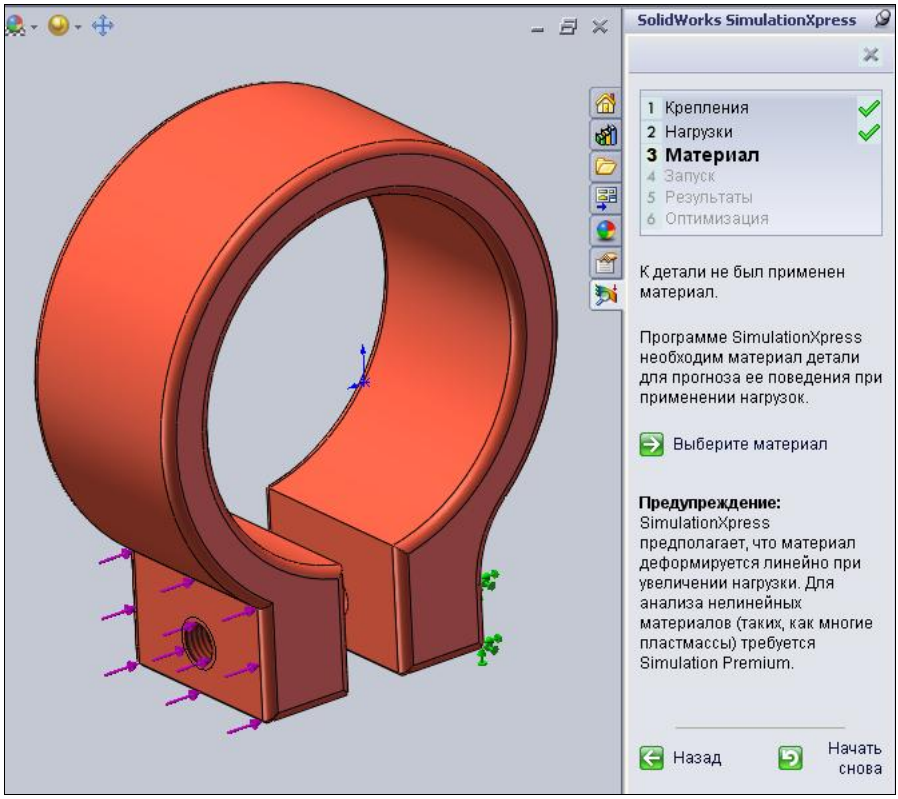


Рис. 9.10

9.2.4. Выбор материала

Теперь вам требуется выбрать наиболее подходящий материал для детали. Напомним, что в программе SimulationXpress можно редактировать или добавлять но-

вый материал (*см. разд. 4.2.1*). Для выбора материала на странице мастера нажмите кнопку **Выберите материал**. Откроется диалоговое окно **Материал**. Отыщите в списке, например, значение **Легированная сталь** и нажмите кнопку **Применить.** Принятый к применению материал отразится на странице мастера (рис. 9.11). Здесь же отобразятся основные свойства материала, участвующие в расчете детали на прочность. Для смены материала нажмите кнопку **Измените материал** на странице мастера.

После выбора материала нажмите кнопку **Далее** на странице мастера.

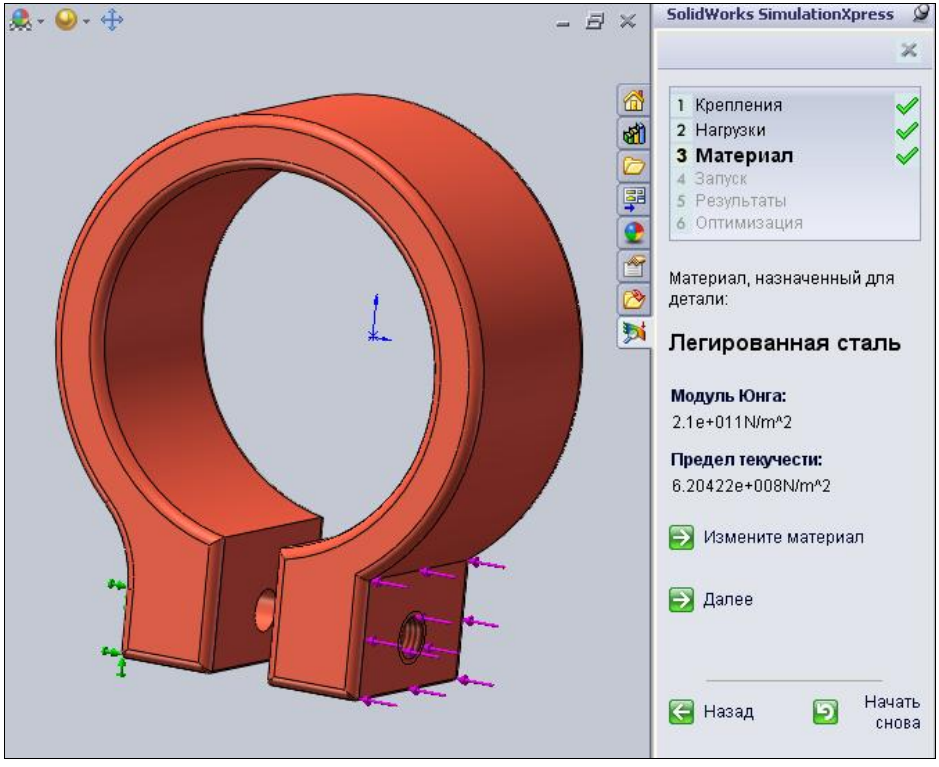


Рис. 9.11

9.2.5. Проведение прочностного расчета детали

Теперь программа перешла на страницу мастера **Запуск**, из которой можно еще вернуться в режим изменения параметров или запустить расчет. Давайте проведем расчет, нажав кнопку **Запуск моделирования** (рис. 9.12). Начнется процесс выполнения расчета, длительность которого зависит от сложности детали и количества конечных элементов.

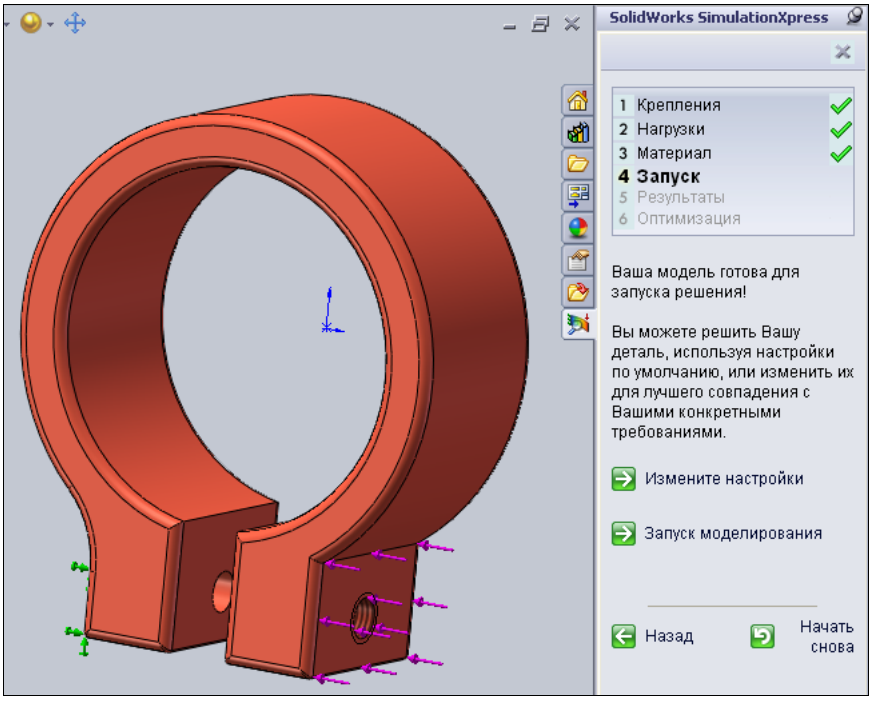


Рис. 9.12

9.2.6. Анализ результатов

После окончания расчета откроется страница мастера **Результаты**, на которой будет происходить анимация деформации детали (рис. 9.13).

С помощью кнопки **Воспроизведение анимации** вы можете запустить процесс анимации деформации детали с изменением напряженного состояния. Кнопка **Остановка анимации** предназначена для прекращения анимации. Остановите анимацию, нажав на кнопку.

Основные результаты будут представлены в **Дереве исследования** (рис. 9.14). Давайте их проанализируем. Сделайте двойной щелчок левой кнопкой мыши на первом элементе результатов **Дерева исследования Stress (-vonMises-)**.

Отобразится раскрашенная во все цвета радуги модель. Результатом работы программы являются эквивалентные напряжения по Мизесу в Па (N/m^2), действующие в материале детали. Рядом с моделью располагается шкала, на которой цветом обозначены значения действующих в модели напряжений: красным обозначается более напряженное состояние материала, синим — менее напряженное. Слева от шкалы может располагаться красная стрелка, показывающая предел текучести материала. По этой стрелке можно сразу судить, выдерживает ли деталь данные нагрузки. В нашем примере стрелка располагается посредине шкалы, следовательно, в материале есть напряжения, которые превышают предел текучести этого материала, и поэтому деталь не выдержит заданные нагрузки.

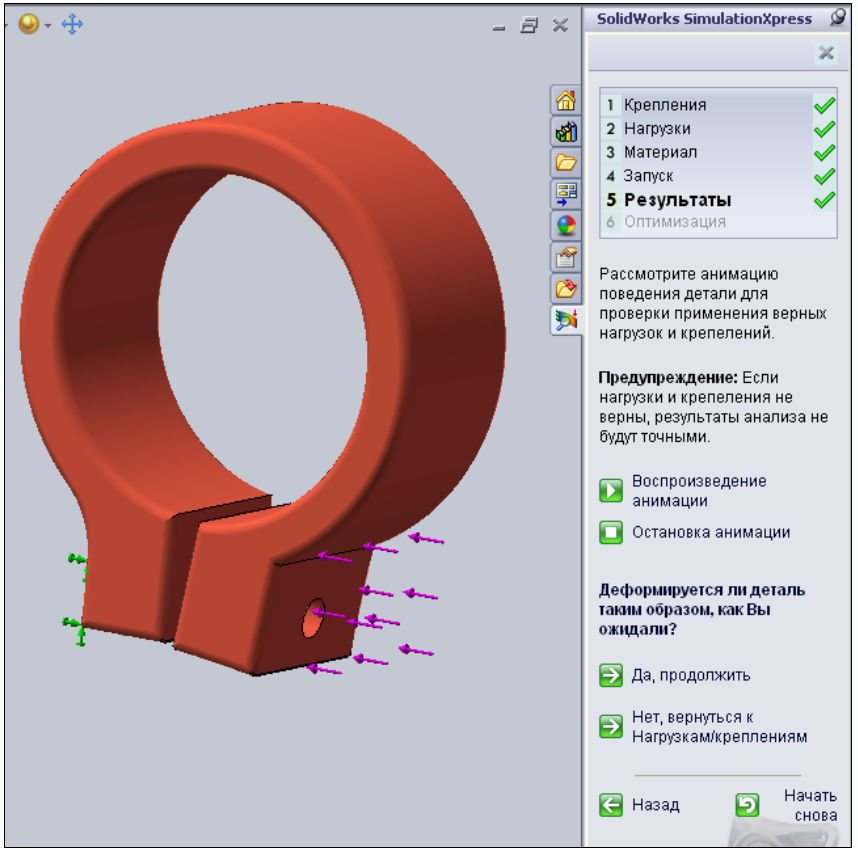


Рис. 9.13

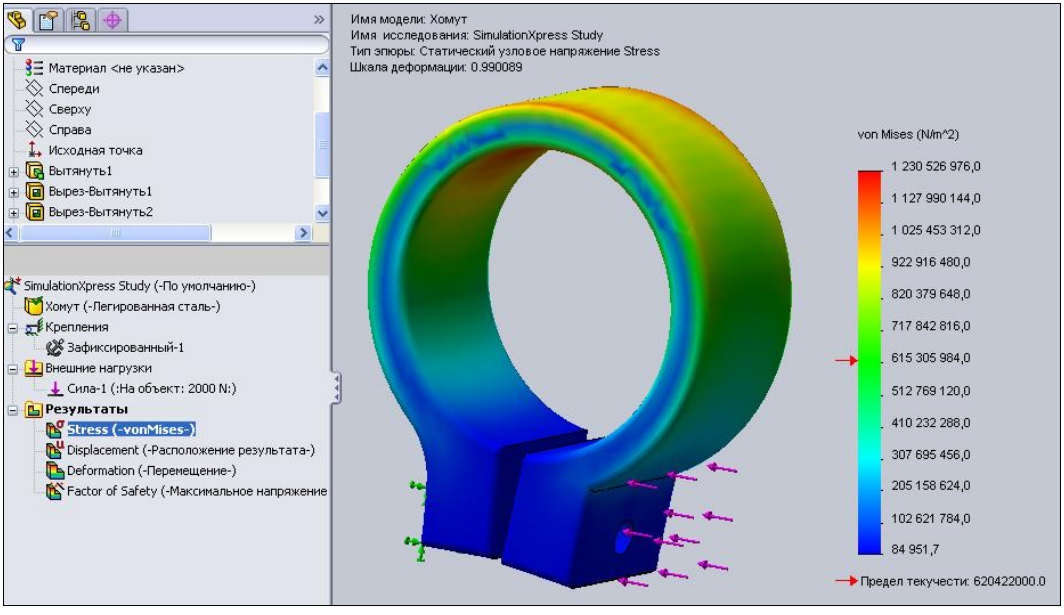


Рис. 9.14

Теперь выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши на втором элементе результатов **Дерева исследования Displacement (-Расположение результата-)** (рис. 9.15).

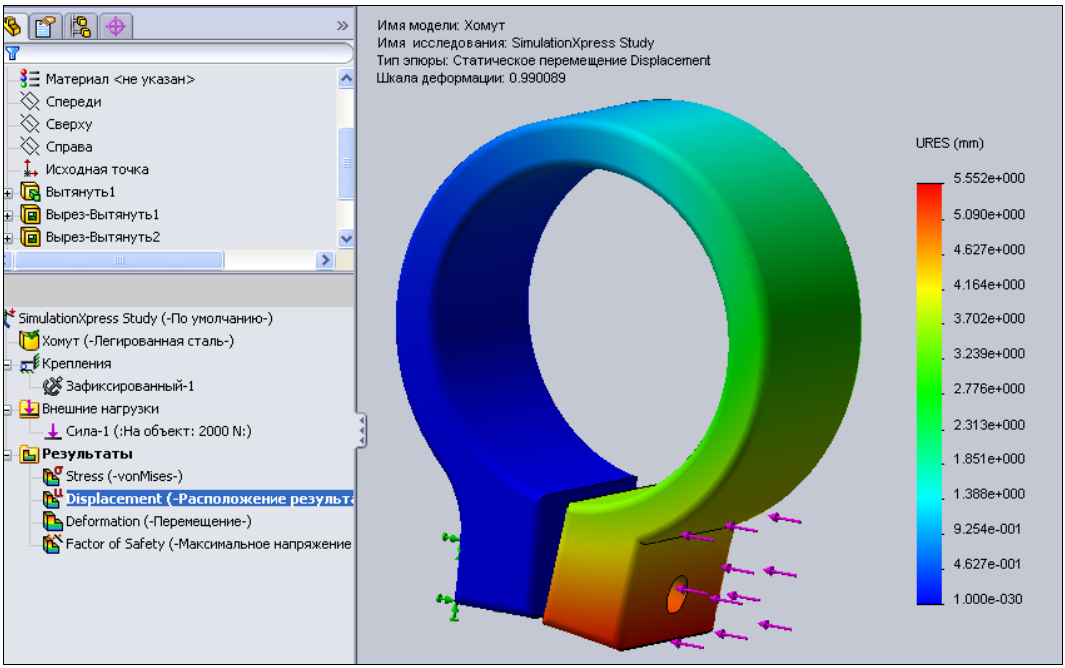


Рис. 9.15

Расцветка модели изменится. Теперь с помощью цветной шкалы можно проанализировать перемещения точек детали от исходного состояния в миллиметрах (mm): красным цветом окрашены элементы детали, имеющие наибольшее перемещение точек, синим — наименьшее перемещение.

Третий элемент результатов **Дерева исследования Deformation (-Перемещение-)** (рис. 9.16) показывает максимальное деформированное состояние детали после приложения нагрузок.

И, наконец, выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши на четвертом элементе результатов **Дерева исследования Factor of Safety (-Максимальное напряжение-)** (рис. 9.17).

В этом случае окрашивание производится в соответствии с критерием распределения коэффициента безопасности по материалу детали. В нашем примере этот коэффициент составляет 1. Поэтому в синий цвет окрашены части детали, где этот коэффициент больше 1, а в красный — меньше 1, т. е. красный цвет указывает, что материал в этом месте не проходит по прочности (не выдерживает нагрузки). Пользователь может задавать этот коэффициент по своему усмотрению.

Теперь вернемся на страницу мастера **Результаты**. После просмотра результатов мы должны ответить на вопрос: "Деформируется ли деталь таким образом, как Вы ожидали?" Если нажать кнопку **Нет, вернуться к Нагрузкам/креп-**

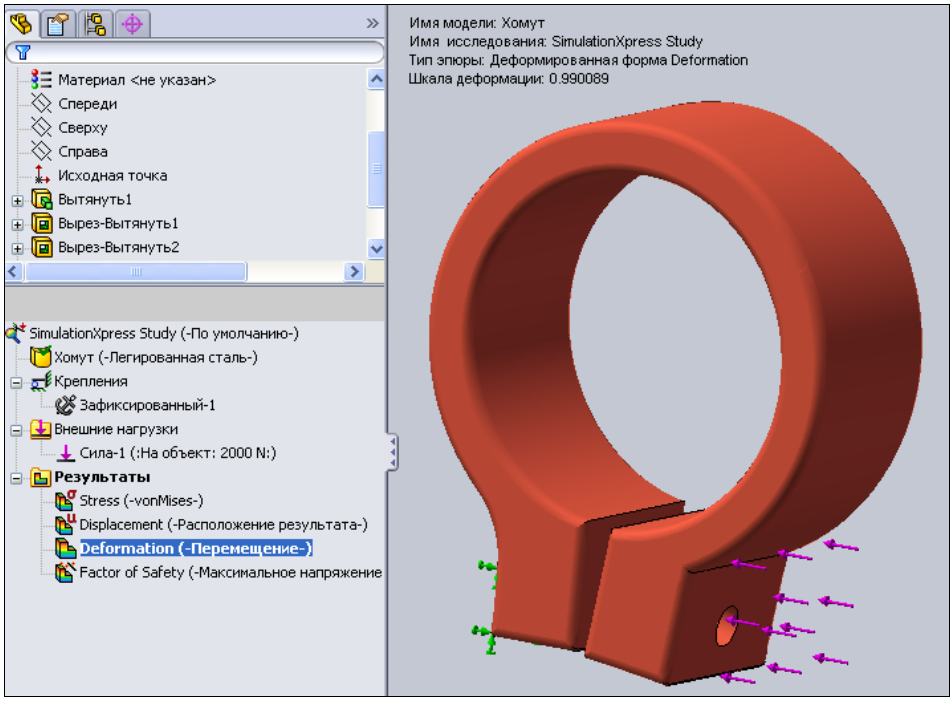


Рис. 9.16

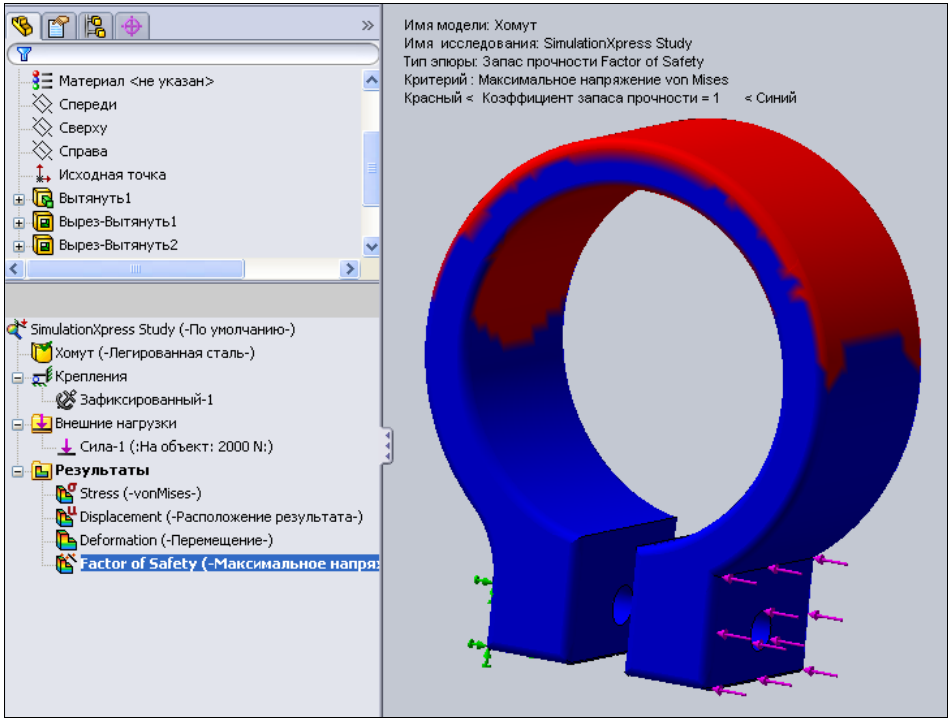


Рис. 9.17

лениям, то программа вернется к заданию крепления и нагрузок, где вы сможете задать новые значения и провести расчет еще раз. Но у нас деталь деформировалась правильно, поэтому нажмите кнопку **Да, продолжить**. Откроется вторая страница результатов (рис. 9.18), на которой можно задать коэффициент запаса прочности, провести анимацию результатов и просмотреть все вышерассмотренные результаты. На этой же странице указывается минимальный запас прочности, полученный в данном проекте.

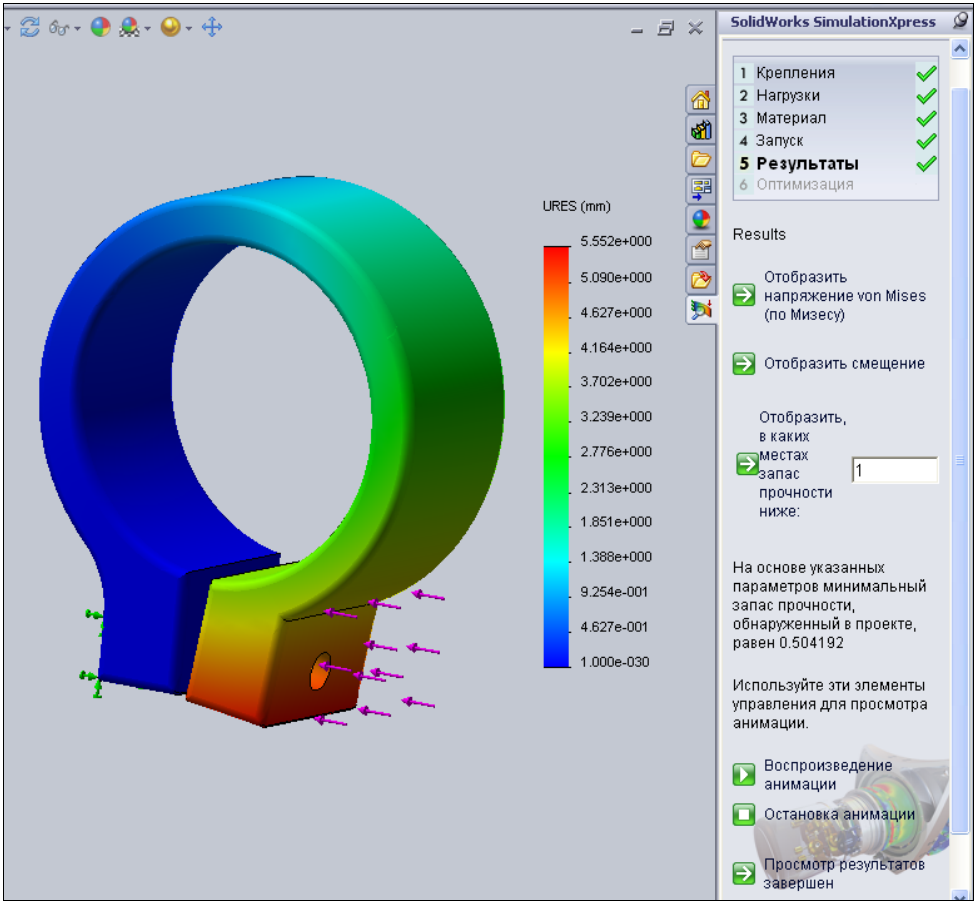


Рис. 9.18

По окончании просмотра результатов нажмите кнопку **Просмотр результатов завершен**. Откроется третья страница результатов мастера (рис. 9.19).

На этой странице вы можете нажать кнопку **Создать отчет в формате HTML** и получить отчет в HTML-формате для помещения на Web-страницу или передать другому пользователю (расширение файла — htm). Нажав на **Создать файл eDrawings**, можно создать файлы результатов (расширение файлов — analisys.eprt), которые открываются с помощью программы eDrawings, входящей в комплект SolidWorks 2010.

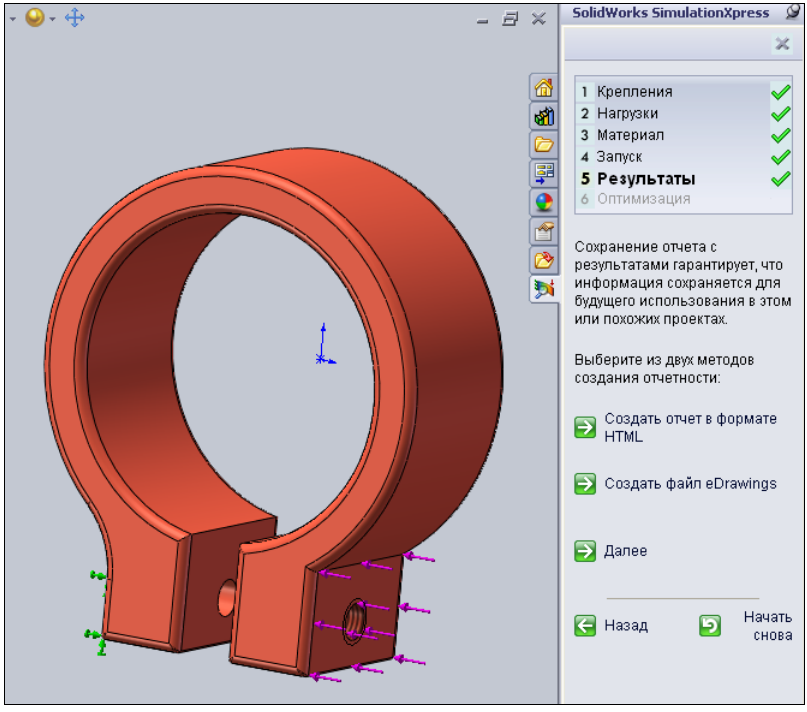


Рис. 9.19

Если отчет создавать не требуется, то просто нажмите кнопку **Далее**. Произойдет переход на страницу **Оптимизация** мастера. Оптимизация предназначена для определения таких размеров детали, при назначении которых деталь выдерживала бы заданные нагрузки.

Оптимизацию можно проводить по следующим критериям:

- ***Запас прочности*** **(коэффициент безопасности FOS)** — коэффициент запаса прочности. Чтобы деталь выдерживала заданные нагрузки, коэффициент безопасности должен быть больше 1. В этом случае программа ищет такую величину заданного размера, чтобы удовлетворялось условие превышения заданного коэффициента безопасности;
- ***Макс. напряжение*** **(максимальное значение напряжения)** — это такое значение действующего напряжения, которое не должно превышать допускаемое напряжение для заданного материала детали. Допускаемым напряжением считается предел текучести материала (МПа). При выборе этого критерия программа будет искать такую величину заданного размера, при котором действующие напряжения не будут превышать максимально допускаемых, заданных пользователем;
- ***Макс. перемещение*** — задается максимальная деформация детали. Следует учитывать, что величина деформации зависит от действующих напряжений в соответствии с законом Гука. При выборе этого критерия программа будет подбирать такую величину выбранного размера, чтобы деформация в любой точке детали не превышала заданного максимального смещения.

Давайте проведем оптимизацию по критерию заданного коэффициента безопасности. Для этого установите переключатель в положение **Yes** и нажмите кнопку **Далее**. Откроется вторая страница **Оптимизации**. На этой странице нажмите кнопку **Выберите размер**, у детали появятся размеры, заданные в эскизе, и откроется таблица критериев оптимизации (рис. 9.20).

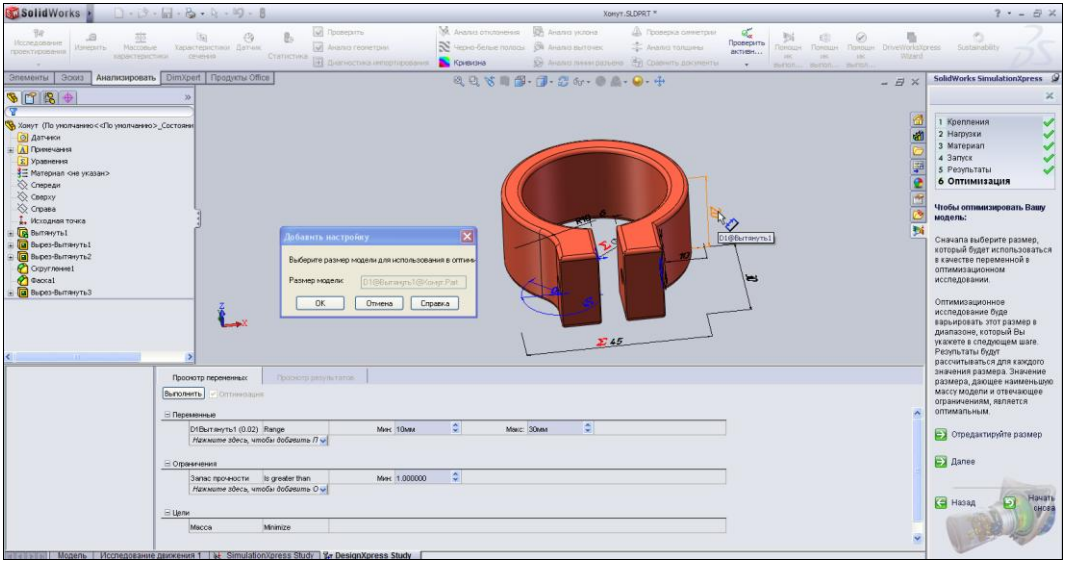


Рис. 9.20

Теперь найдите на детали размер 20 и щелкните по нему левой кнопкой мыши. Этот размер отвечает за ширину нашего хомута, и его мы выберем в качестве оптимизационного параметра. То есть программа оптимизации будет искать такую ширину хомута, при которой будет выполняться условие прочности. Имя данного размера (**D1@Вытянуть1@Хомут.Part**) должно отобразиться в диалоговом окне **Добавить настройку**, показанном на рис. 9.21.

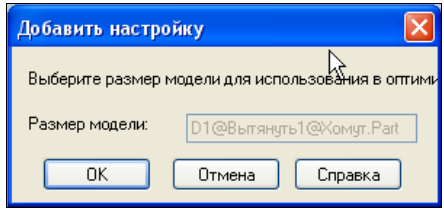


Рис. 9.21

Нажмите кнопку **OK**, и это имя появится в разделе **Переменные** таблицы критериев (рис. 9.22). Установите минимальное значение параметра, равное 10 мм, а максимальное значение — 50 мм. В этом диапазоне программа будет искать требуемое значение ширины хомута. Если мы зададим диапазон, в котором решение не будет найдено, то программа сообщит **Сбой оптимизации**. Тогда оптимизацию следует повторить с другими граничными значениями. Затем перейдите в раздел

Ограничения и нажмите в области, где написано "***Нажмите здесь, чтобы добавить*** ". Откроется выпадающий список, в котором выберите пункт **Запас прочности**. После этого задайте минимальное значение запаса прочности, равное 1 (рис. 9.22). Таким образом, мы задали два критерия оптимизации: первый — диапазон варьируемого параметра (ширина хомута), второй — минимальный запас прочности.

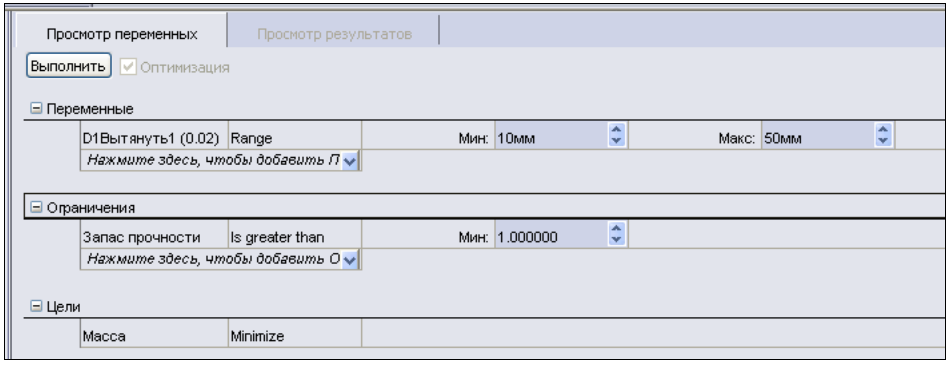


Рис. 9.22

Теперь можно провести оптимизацию детали для подбора выбранного размера, соответствующего заданным нагрузкам. Для этого нажмите кнопку **Выполнить** в таблице выбора критериев на вкладке **Просмотр переменных**. Откроется окно **DesignXpress Study**, с помощью которого можно контролировать процесс поиска решения (рис. 9.23).

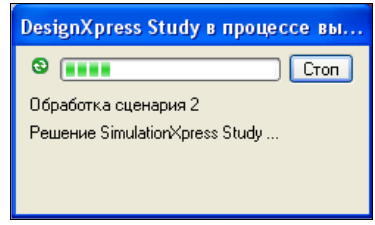


Рис. 9.23

После успешной оптимизации в результате мы получили, что новая деталь весит на 126% больше исходной детали, т. к. ширина хомута увеличилась с 20 до 44,6 мм. Просмотрите результаты и убедитесь, что новая деталь выдерживает заданные нагрузки. Для завершения работы нажмите кнопку **Закрыть**. Программа SimulationXpress спросит, сохранить ли результаты расчетов. При необходимости нажмите кнопку **Да**.

9.3. Расчет детали на прочность в Simulation

Теперь рассмотрим работу пакета Simulation на модели того же хомута, поэтому загрузите деталь `Хомут` с компакт-диска из папки `Занятие2\Примеры построений2\Хомут.sldprt`.

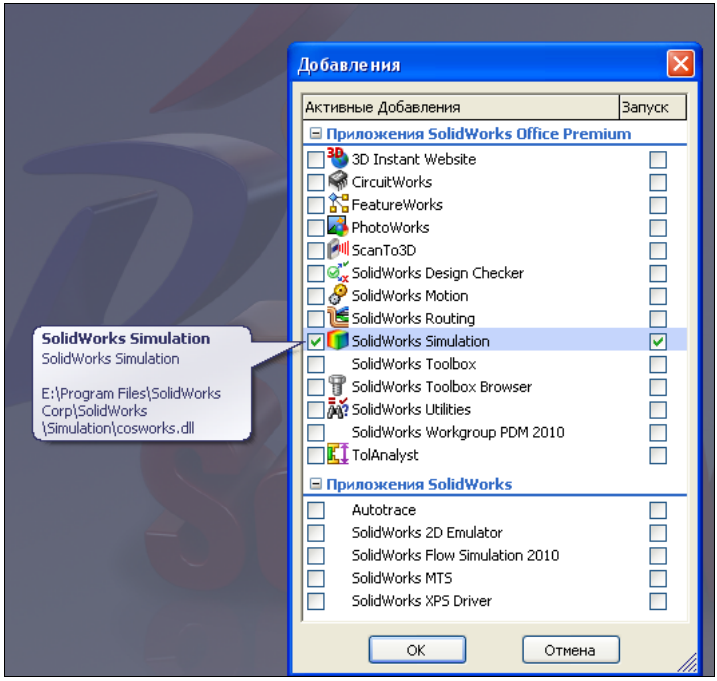


Рис. 9.24

Примечание

Прежде чем начать использовать пакет Simulation, его необходимо добавить в панель управления, т. к. он поставляется с SolidWorks 2010. Если вы установили режим расчета в пакете Simulation, то работать в пакете SimulationXpress будет невозможно. Для того чтобы опять вернуться к пакету SimulationXpress, необходимо снять флажок **SolidWorks Simulation** в окне **Добавления** (рис. 9.24)**.**

Чтобы начать пользоваться пакетом Simulation вместо SimulationXpress, необходимо добавить его в панель управления. Для этого выберите команду **Инструменты | Добавления**, в появившемся окне **Добавления** (рис. 9.24) отыщите пункт **SolidWorks Simulation** и установите флажки в заголовке **Активные Добавления** и **Запуск**. Первый флажок предписывает добавлять пакет в программу, второй — осуществлять запуск пакета при запуске SolidWorks 2010. Затем нажмите кнопку **OK**. Если процесс добавления пройдет успешно, то в меню появится новый пункт **Simulation**, а также появится вкладка Simulation.

Примечание

Если вы сохраните в SimulationXpress деталь, которую рассчитывали на прочность, то при открытии этой же детали в Simulation в дереве расчета менеджера проекта уже будут установлены материалы детали, крепления и нагрузки.

9.3.1. Начало работы

Откройте вкладку Simulation. После того как вы загрузили деталь или сборку, можно начинать задавать исходные данные для расчета. Каждый расчет в Simula-

tion выполнен в виде исследования. Начните упражнение, выбрав команду **Simulation | Исследование**. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Исследование**, показанное на рис. 9.25, в котором можно задавать любое количество расчетов с одной и той же деталью. Это бывает полезно при оптимизации конструкции детали и назначении различных нагрузок и ограничений. Щелчком мыши активизируйте поле **Имя** и задайте его имя, например, **Хомут1**. Теперь перейдите в следующее поле **Тип**, в котором задается тип анализа, и выберите  **Статическое**. Будьте внимательны, т. к. после задания упражнения эти параметры уже нельзя будет поменять (рис. 9.25).

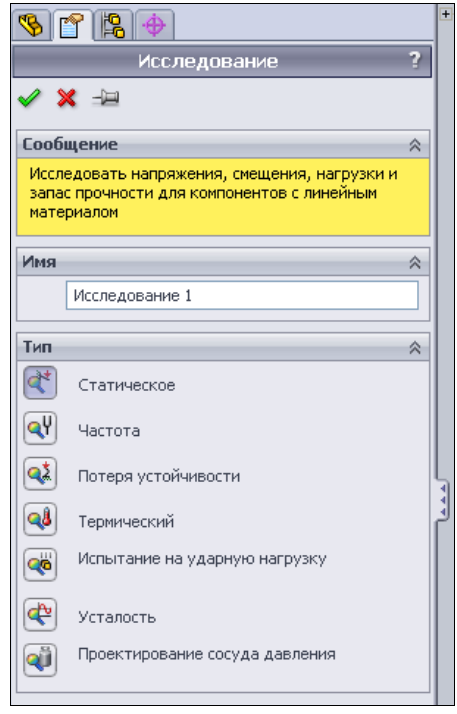
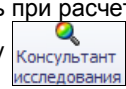
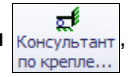
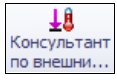


Рис. 9.25

Примечание

Если вы не знаете, какой тип анализа выбрать при расчете детали, то вместо команды **Simulation | Исследование...** нажмите кнопку 

— **Консультант исследования** на вкладке **Simulation**. В правой части экрана откроется страница **Консультант Simulation**, показанная на рис. 9.26, с помощью которой посредством вопросов и ответов получите ответ о выборе типа анализа. Аналогично консультанту по исследованию есть **Консультант по креплениям** 

, **Консультант по внешним нагрузкам** 

и т. д.

Далее в окне **Исследование** нажмите кнопку **OK**  , и в **Менеджере свойств** появится новый раздел, относящийся к Simulation (см. рис. 9.27). Теперь можно задавать исходные параметры прочностного расчета. Параметры прочностного расчета детали или сборки — материал, нагрузки, крепления, размер конечных элементов и т. д. — можно задавать в произвольном порядке. Давайте зададим такие же параметры прочностного расчета, как мы задавали при использовании пакета SimulationXpress.

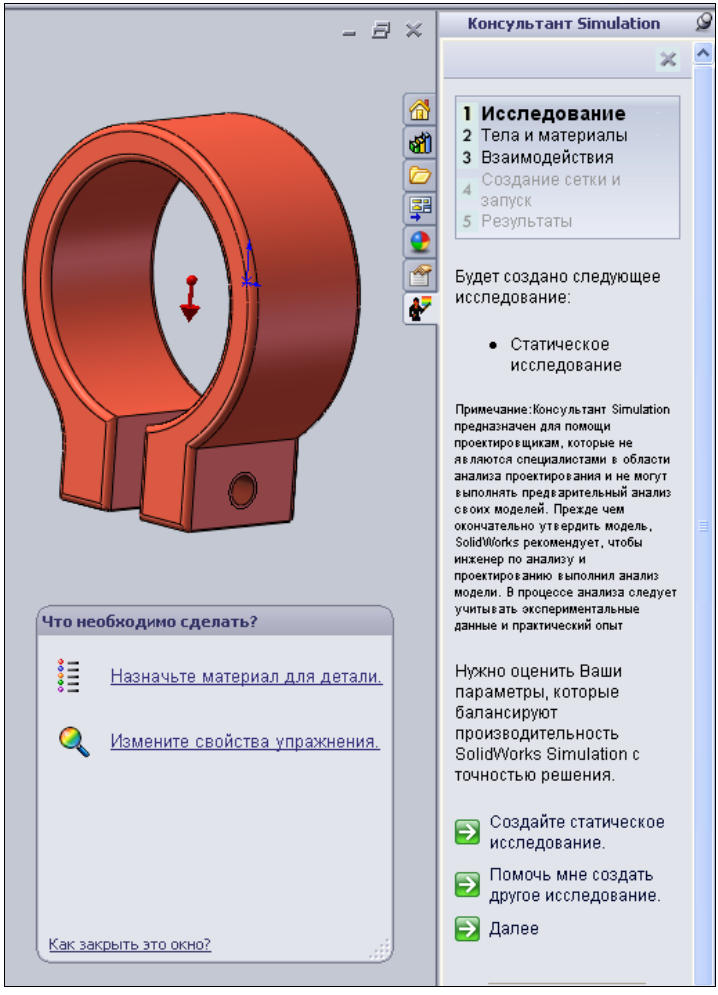


Рис. 9.26

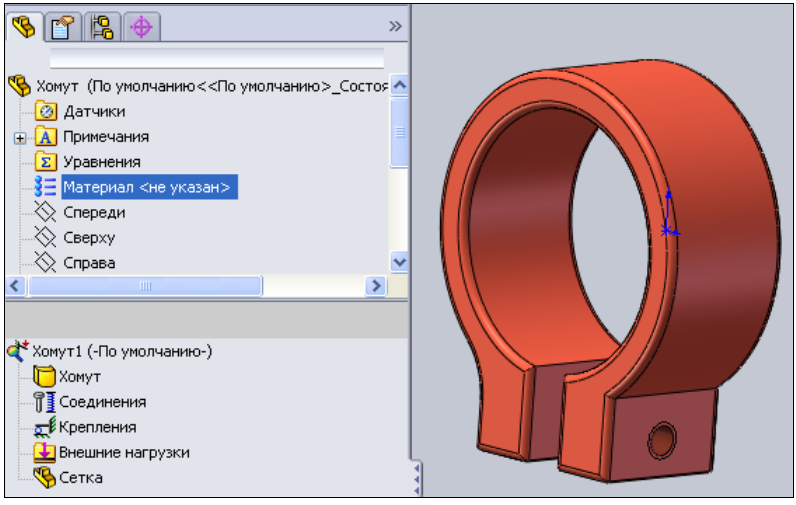


Рис. 9.27

9.3.2. Задание материала

Simulation использует свойства материала, которые задаются при проектировании детали. Подробно о задании и изменении материала описано в *разд. 4.2.1*. Сейчас же для задания материала детали наведите указатель мыши в **Дереве конструирования** на пункт **Материал <не указан>** (на рис. 9.27 он выделен) и нажмите правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выберите материал, например, **Простая углеродистая сталь**. Этот материал появится в **Дереве конструирования** (рис. 9.28).

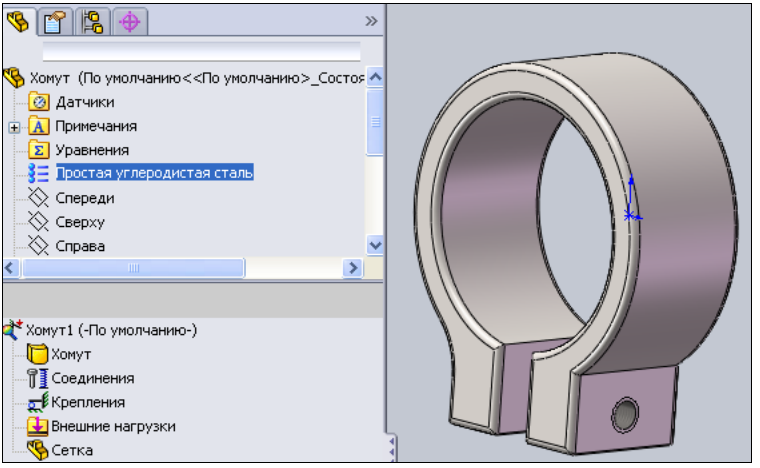


Рис. 9.28

9.3.3. Задание крепления

Подведите указатель мыши в разделе Simulation дерева **Менеджера свойств** к элементу  — **Крепление** и нажмите правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выберите пункт **Зафиксированная геометрия** (рис. 9.29). Можно также пройти путь через меню **Simulation | Нагрузки/Крепление | Крепления**. Тут же появится диалоговое окно **Крепление** (рис. 9.30).

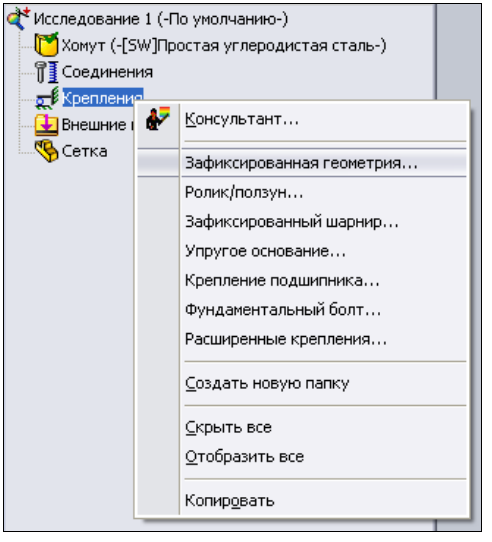


Рис. 9.29

Установите на вкладке **Стандартный (Зафиксированная геометрия)** условие **Зафиксированная геометрия**  . Теперь можно выбрать несколько граней или кромок для фиксации элемента детали. Выберите грань так, как показано на рис. 9.30. Если вы желаете изменить цвета обозначений, воспользуйтесь вкладкой **Настройки обозначения**. Нажмите кнопку **OK**  .

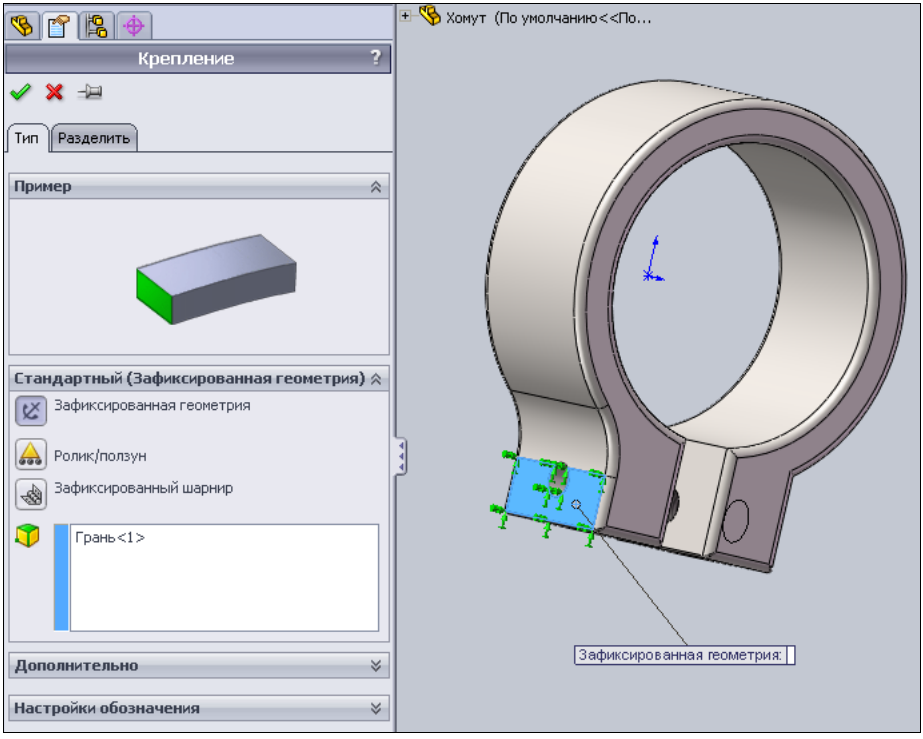


Рис. 9.30

9.3.4. Задание нагрузки

Разверните деталь вокруг вертикальной оси на 180°. Снова щелкните правой кнопкой мыши в разделе **Simulation** дерева **Менеджера свойств** по элементу  — **Внешние нагрузки**. В появившемся контекстном меню выберите пункт  — **Давление**. Можно также пройти путь через меню **Simulation | Нагрузки/Крепление | Давление**. Этот пункт предназначен для задания давления. Тут же появится диалоговое окно **Давление** (рис. 9.32). Выберите грань, имеющую отверстие с резьбой, и задайте давление 10 000 000 N/m^2 (размерность Па). Проверьте соответствие установленных параметров рис. 9.32.

Если все правильно, нажмите кнопку **OK**  . При этом в **Дереве Конструирования** в разделе **Simulation** появились новые элементы **Зафиксированный-1** и

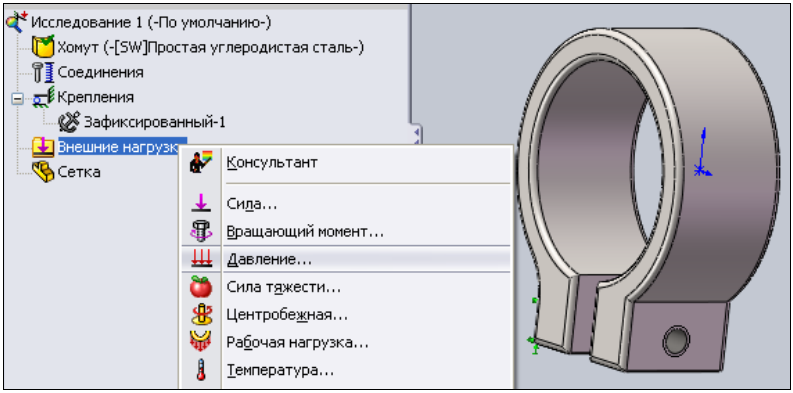


Рис. 9.31

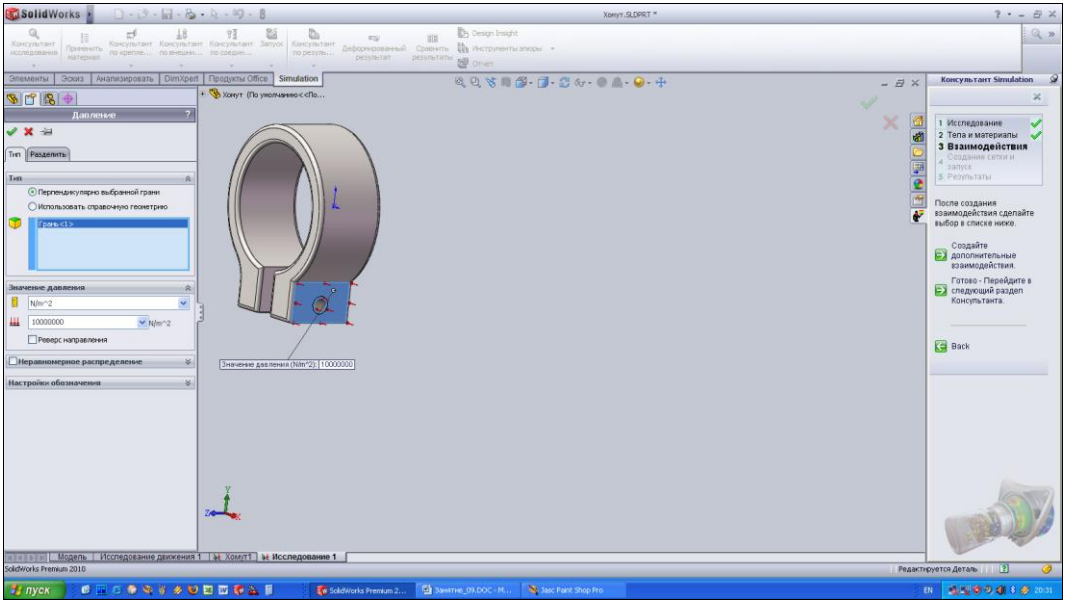


Рис. 9.32

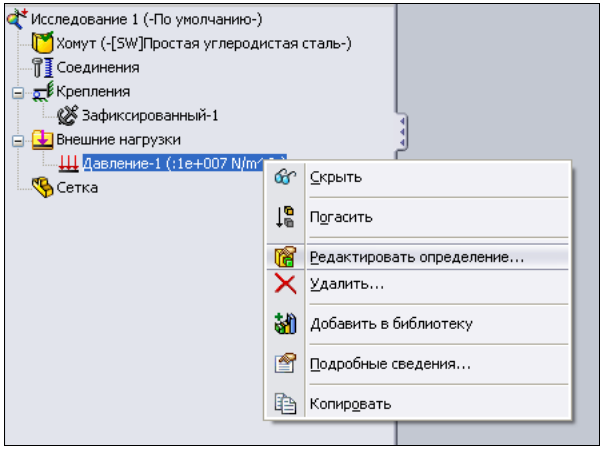


Рис. 9.33

Давление-1 (рис. 9.33). Чтобы сделать изменения в этих элементах, щелкните правой кнопкой мыши по требуемому элементу и в контекстном меню выберите **Редактировать определение**  . В **Менеджере свойств** откроется соответствующее диалоговое окно, в котором можно сделать все изменения.

9.3.5. Выполнение расчета

Теперь все готово для проведения прочностного расчета. Для запуска расчета выберите команду **Simulation | Выполнить** или просто нажмите кнопку 

— **Запуск**. Начнется процесс прочностного расчета.

В начале процесса будет происходить разбиение детали на конечные элементы — построение сетки, о чем свидетельствует появление информационного окна **Процедура создания сетки**. Эта процедура будет выполняться всегда, когда будет происходить изменение геометрии детали. В случае каких-либо перестроений детали программа автоматически предупредит о том, что произошли изменения в геометрии модели, и предложит перестроить сетку. По окончании разбиения детали на конечные элементы она отобразится в виде, показанном на рис. 9.34. Показать или скрыть разбиение сеткой можно с помощью кнопки  — **Отобразить/скрыть сетку** в панели инструментов Simulation. Скрыть или отобразить расчетную сетку можно через **Дерево Конструирования**, щелкнув правой кнопкой мыши по элементу **Сетка** в разделе **Simulation**. В контекстном меню выберите **Скрыть сетку** или **Отобразить сетку**. Далее в работу вступает решатель, который собственно и проводит прочностной расчет. На любом этапе процесс можно остановить, нажав кнопку **Отмена.**

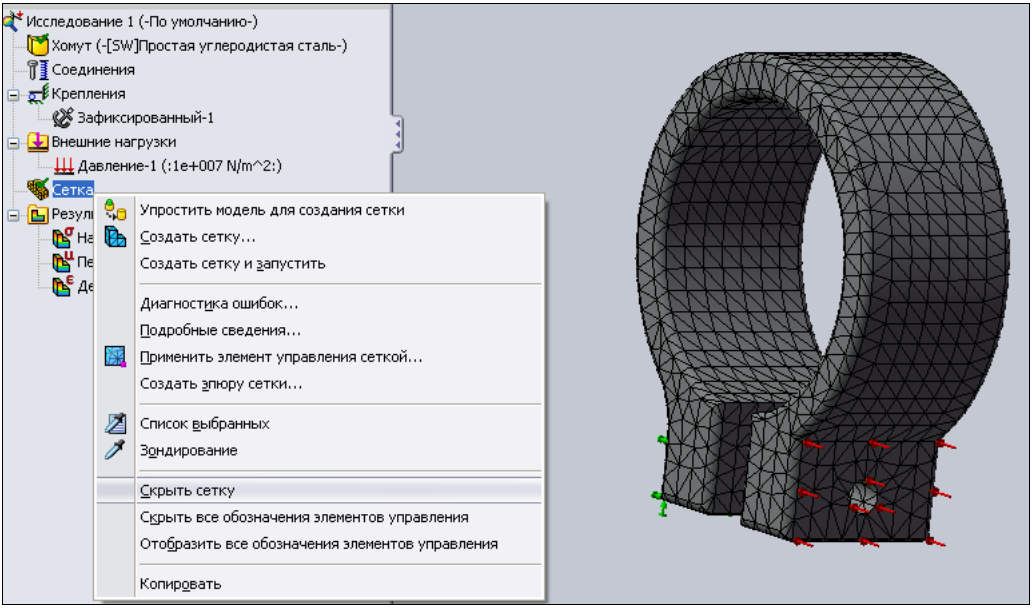


Рис. 9.34

В процессе расчета может появиться диагностическое окно **Линейный статический** (рис. 9.35), в котором программа предупреждает, что в процессе расчета модель значительно деформируется и предлагает включить параметр **Большие перемещения** для повышения точности расчета. В своей практической работе пользователь должен проанализировать, возможны ли при такой нагрузке и таком креплении большие деформации детали. Если таких перемещений не должно быть, то значит, что-то сделано неправильно. В нашем случае такие перемещения возможны, поэтому просто нажмите кнопку **Да**.

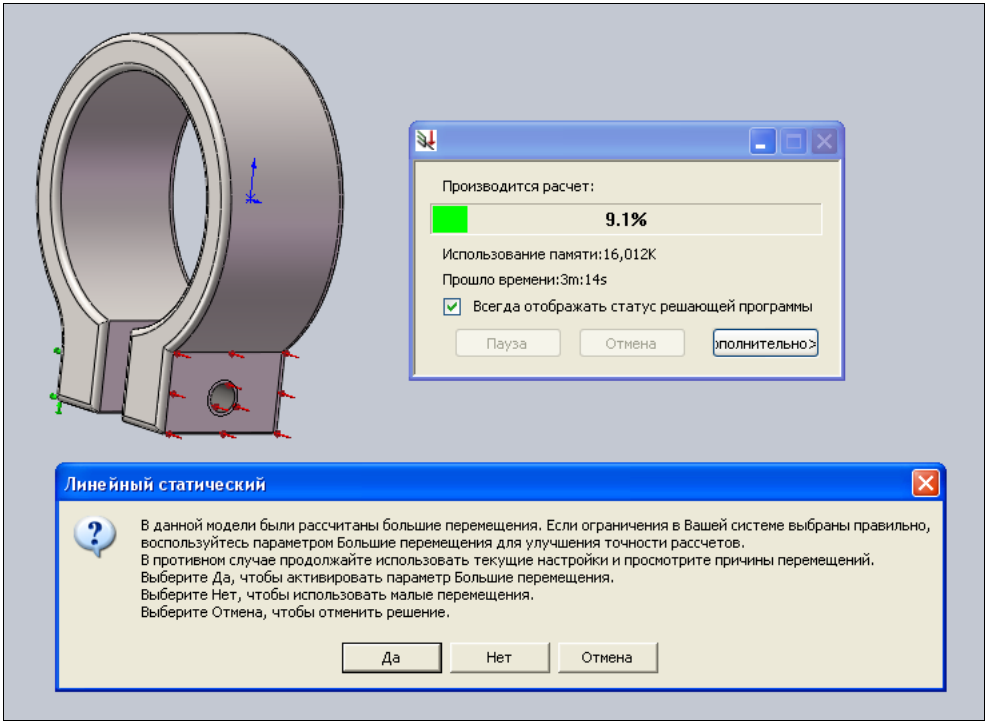


Рис. 9.35

По окончании расчета программа выдаст сообщение "Статически анализ Сбой", если произойдет ошибка при прочностном расчете, или появятся результаты расчета при успешном проведении расчета, т. е. расчет выполнен.

9.3.6. Анализ результатов расчета

По окончании расчета в **Дереве конструирования** в разделе **Simulation** появились дополнительные элементы (рис. 9.36), относящиеся к результатам расчета. Рассмотрим их последовательно.

Элемент **Напряжение (-vonMises-)** позволяет проанализировать распределение напряжений по детали. Выполните двойной щелчок мыши на этом элементе. Для этой же цели можно воспользоваться кнопкой  — **Напряжение** в панели инст-

рументов Simulation. Деталь преобразится и примет вид, как на рис. 9.36. Красной стрелкой на шкале напряжений указан **Предел текучести** материала. Красным цветом отображается более напряженное состояние материала, синим — менее напряженное.

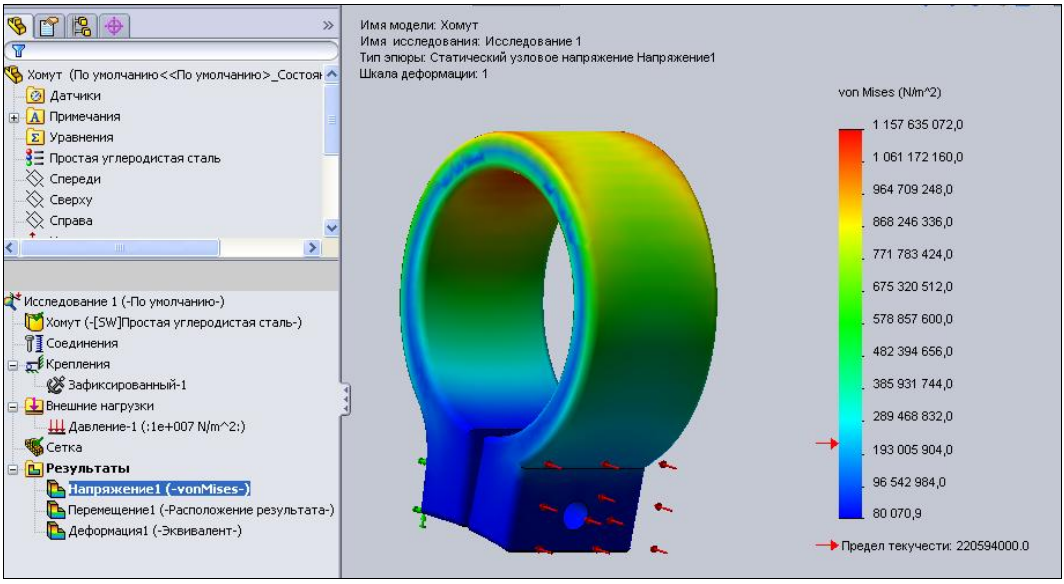


Рис. 9.36

Элемент **Перемещение (-Расположение результат-)** позволяет проанализировать перемещения точек детали от исходного состояния. Выполните двойной щелчок мыши на этом элементе. Для этой же цели можно воспользоваться кнопкой — **Перемещение** в панели инструментов Simulation. Деталь преобразится и примет вид, как на рис. 9.37.

Красным цветом на шкале отображаются наибольшие перемещения детали от исходного состояния, синим — наименьшие.

Элемент **Деформация (-Эквивалент-)** позволяет проанализировать деформацию конечных элементов. Выполните двойной щелчок мыши на этом элементе. Для этой же цели можно воспользоваться кнопкой — **Деформация** в панели инструментов Simulation. Деталь преобразится и примет вид, как на рис. 9.38.

Красным цветом на шкале отображаются конечные элементы с наибольшей деформацией, синим — конечные элементы с наименьшей деформацией.

В панели инструментов Simulation также имеются кнопки, которые полезны при анализе напряженного состояния детали:

- — **Запас прочности**, позволяет проанализировать распределение запасов прочности в каждой точке детали. Нажмите эту кнопку, деталь преобразится и примет вид, как на рис. 9.39. Синим цветом на шкале и детали отображаются

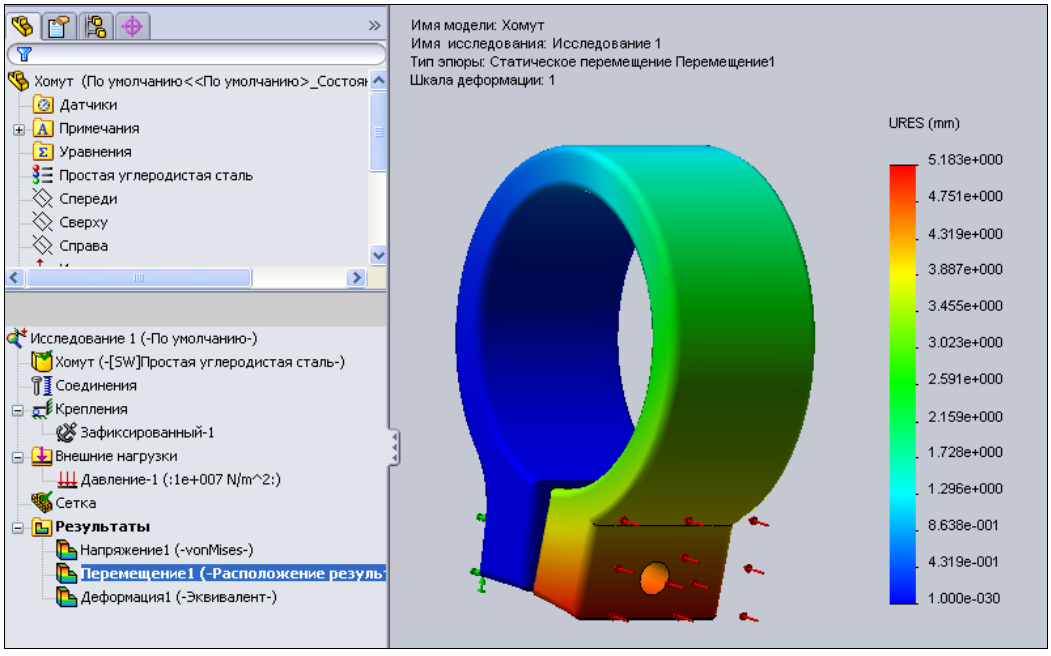


Рис. 9.37

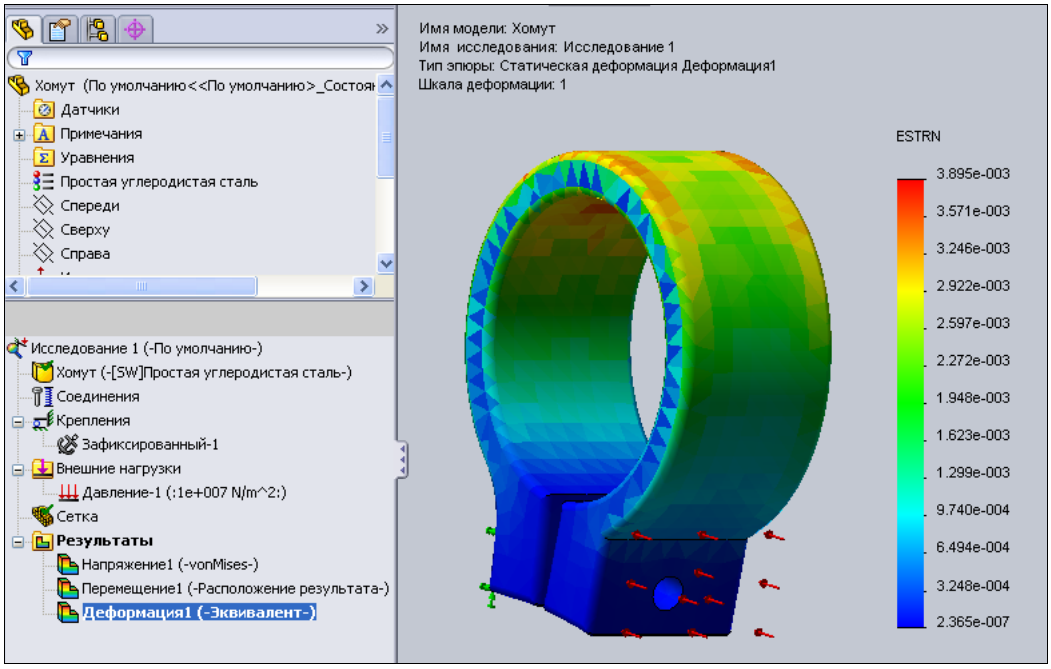


Рис. 9.38

точки с наибольшим запасом прочности, красным — с наименьшим. По расцветке детали можно судить, выдержит она прилагаемые нагрузки или нет;

-  — **Отчет**, позволяет получить полный отчет о прочностном расчете детали в виде HTML-файла или файла в формате Word из пакета Microsoft Office. Отчет можно получить, нажав кнопку в панели инструментов Simulation. Этот файл вы можете поместить на Web-страничку или послать по электронной почте;
-  — **Ограничение сечения**, позволяет просматривать напряженное состояние материала по сечению;
-  — **Зондирование**, позволяет просматривать напряжение в указанном месте путем простого наведения указателя мыши на деталь;
-  — **Выбранный список**, позволяет составить список результатов путем выбора мышью нужных элементов модели;
-  — **Анимировать**, позволяет создать анимацию деформированного состояния детали и сохранять ее в файле с расширением avi.

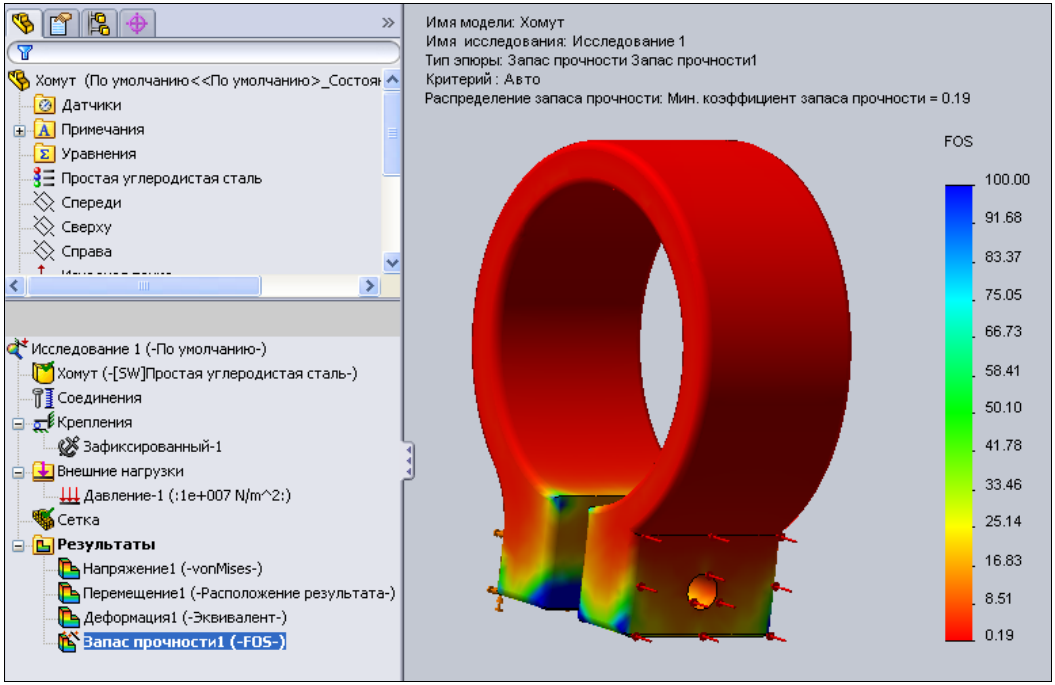


Рис. 9.39

Таким образом, мы рассмотрели основные элементы работы с пакетом Simulation. Теперь сохраните результаты расчета, нажав кнопку **Сохранить**.

9.4. Расчет гидрогазодинамики в FloXpress

FloXpress — это приложение оценки гидрогазодинамики, с помощью которого определяется траектория прохождения жидкости или газа в деталях или моделях сборки. Расчет поля скоростей позволяет обнаруживать проблемные области в конструкции и усовершенствовать их перед производством деталей.

9.4.1. Построение геометрии для анализа

Анализ гидрогазодинамики в FloXpress покажем на примере продувки трубопровода с местным сопротивлением. Чтобы провести расчет, необходимо построить геометрию трубопровода. Для этого откройте новую деталь и постройте эскиз, показанный на рис. 9.40. На эскизе представлен профиль трубопровода вдоль оси.

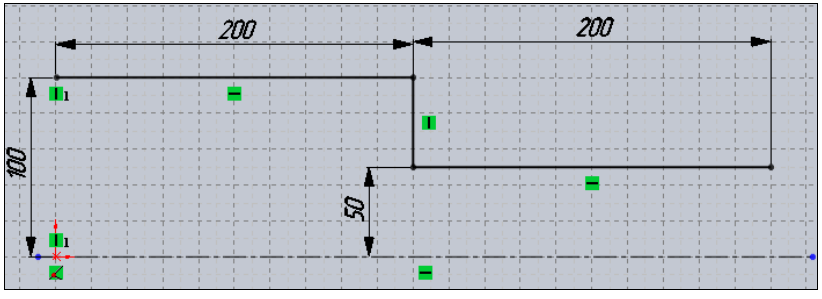


Рис. 9.40

Построение трубопровода будем вести с помощью инструмента **Повернутая бобышка/основание** из панели инструментов **Элементы**. Не выходя из режима рисования эскиза, перейдите на вкладку Элементы и нажмите кнопку . Будем создавать тонкостенный элемент с толщиной стенки 10 мм. Задайте все параметры так, как указано на рис. 9.41, и нажмите кнопку **OK** .

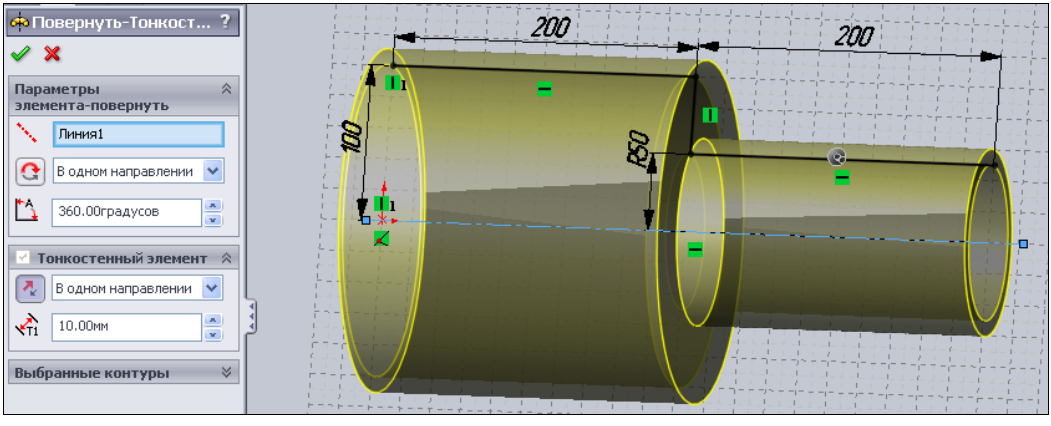


Рис. 9.41

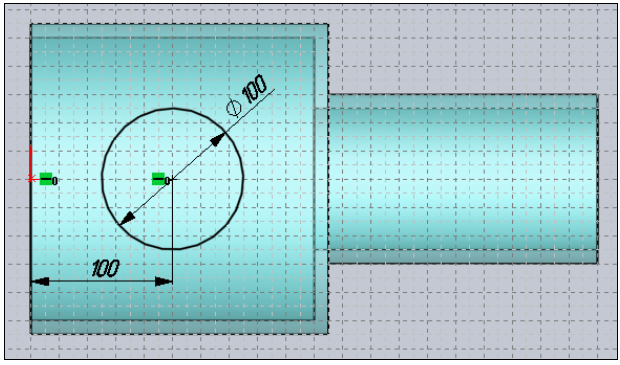


Рис. 9.42

Далее сделаем полученную деталь полупрозрачной, чтобы наблюдать движение жидкости или газа по трубопроводу. Для этого наведите указатель мыши на основание и нажмите правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выберите кнопку **Внешние виды**. В выпадающем меню выберите всю деталь. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Цвет**, в котором на вкладке **Оптические свойства** переместите ползунок **Прозрачность** в среднее положение. Проделав все это, нажмите кнопку **OK**.

Теперь создадим местное сопротивление в широкой части трубопровода. Для этого на плоскости **Спереди** постройте эскиз, показанный на рис. 9.42.

Затем вытяните окружность в обе стороны до внутренней поверхности трубопровода. Для этого воспользуйтесь инструментом **Вытянутая бобышка/основание** в панели инструментов **Элементы** или на вкладке **Элементы**. Проверьте корректность введенных данных по рис. 9.43 и нажмите кнопку **OK**. Геометрия трубопровода для проведения гидрогазодинамического анализа готова.

Сохраните деталь под именем `Трубопровод.sldprt`.

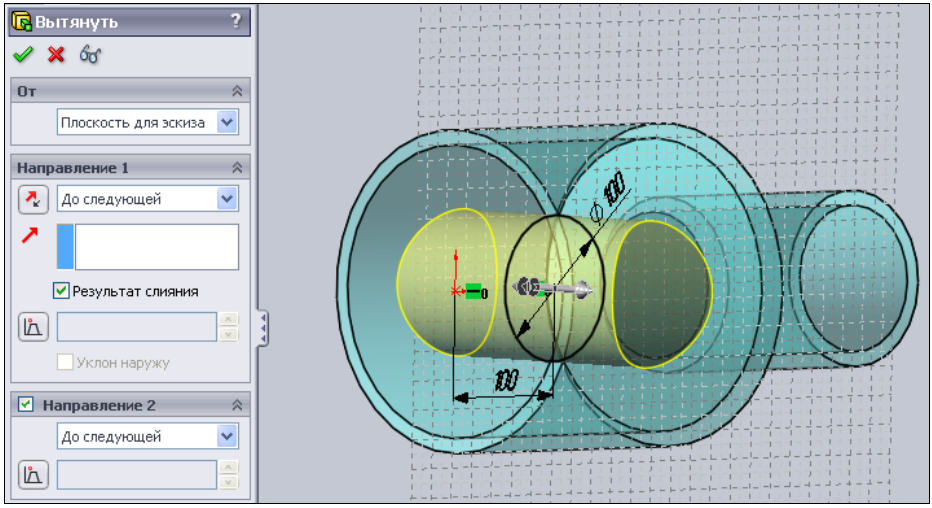


Рис. 9.43

9.4.2. Подготовка модели для анализа

Чтобы провести гидрогазодинамический анализ, необходимо соответствующим образом подготовить модель. В подготовку модели входят три этапа:

1. Сделать прозрачной геометрию модели, окружающую полость с жидкостью или газом, чтобы при просмотре результатов можно было видеть траекторию потока. Этот этап мы уже проделали.
2. Убедиться, что в модели имеется одно впускное и одно выпускное отверстия. Этот этап мы тоже выполнили, т. к. сразу проектировали деталь соответствующей геометрии.
3. Закрыть впускное и выпускное отверстия заглушками, в качестве которых можно использовать твердотельные элементы, например вытяжки. Вот этот этап у нас не выполнен.

В полости модели не должно быть отверстий. Впускное и выпускное отверстия необходимо закрыть заглушками (рис. 9.44).

Примечание

Для заглушки следует выбирать твердотельный элемент, например вытяжку. В качестве заглушек нельзя использовать поверхности. Диаметр заглушки должен соответствовать диаметру отверстия.

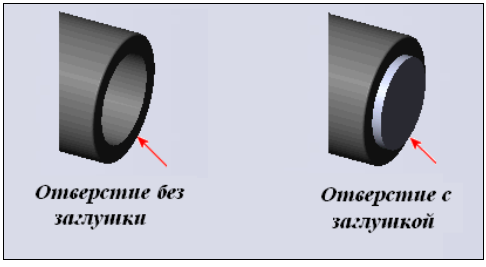


Рис. 9.44

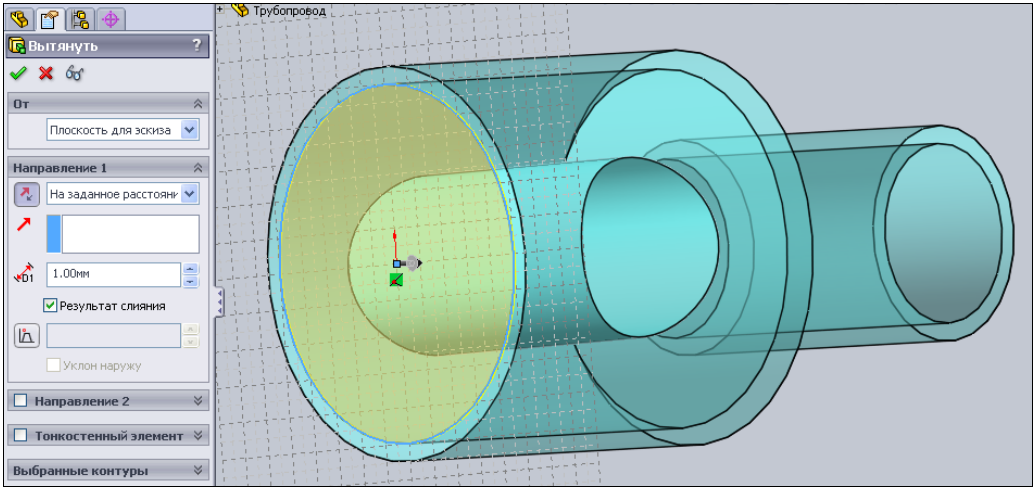


Рис. 9.45

Теперь построим на нашем трубопроводе заглушки с обеих сторон. Начнем с большего диаметра трубопровода. Щелкните мышью по торцовой поверхности трубопровода и откройте на ней новый эскиз. Затем постройте эскиз окружности, совпадающей с внутренней кромкой трубопровода. Теперь вытяните окружность внутрь трубопровода на длину 1 мм (рис. 9.45). Нажмите кнопку **OK**, и мы получим заглушку толщиной 1 мм.

Аналогично постройте заглушку с другой (меньшей) стороны трубопровода. Сохраните деталь. Деталь готова к анализу.

9.4.3. Запуск FloXpress и проверка геометрии

Для запуска анализа гидрогазодинамики выберите в меню **Инструменты | FloXpress** или на вкладке **Анализировать** нажмите кнопку **Помощник выполнения анализа FloXpress**. В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Добро пожаловать**. Нажмите кнопку. Откроется следующее диалоговое окно — **Проверка геометрии**, показанное на рис. 9.46.

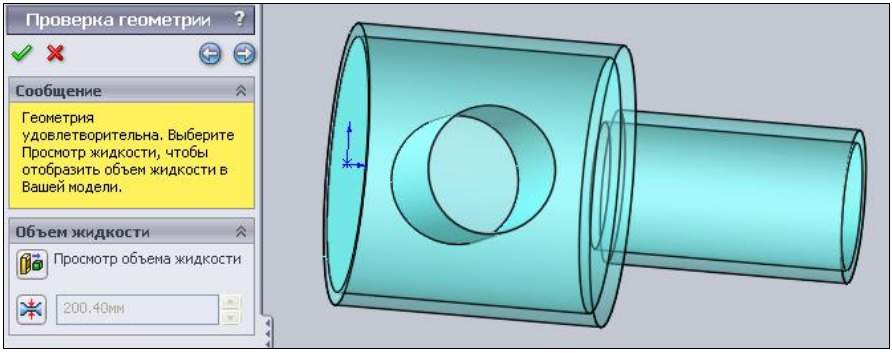


Рис. 9.46

Для выполнения анализа FlowXpress необходима одна полностью замкнутая полость в модели. Если объем жидкости в полости равен нулю, то полость не является полностью замкнутой. В этом случае отобразится запрос на закрытие отверстий модели. Чтобы проверить герметичность полости, нажмите кнопку **Просмотр объема жидкости**. Если полость замкнута, то она подсветится синим цветом, а также произойдет включение каркасного представления модели и увеличение ее для отображения объема жидкости. Этот инструмент используют для того, чтобы проверить, является ли объем жидкости тем объемом, который необходимо промоделировать. Параметр **Наименьший проточный канал** предназначен для корректировки геометрии, которая будет использоваться в расчете для наименьшего проточного канала. Автоматически определенное значение наименьшего проточного канала зависит от размера модели и граничных условий. Если в модели имеется отверстие размером меньше, чем указано в параметре **Наименьший проточный канал**, то оно может быть неправильно учтено в вычислениях. В этом случае необ-

ходимо вручную подкорректировать этот параметр. В нашей модели трубопровода этот параметр рассчитан правильно, поэтому для дальнейшего задания данных нажмите кнопку . Откроется следующее диалоговое окно **Жидкости**, в котором требуется выбрать среду для расчета течения: жидкость (**Вода**) или газ (**Воздух**).

> ***Примечание***
>
> В программе FloXpress нельзя рассчитывать течения других жидкостей или газов, а также двухфазные среды.

Давайте выберем в качестве рабочей среды жидкость, для чего щелкните мышью по пункту **Вода** и нажмите кнопку . В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Впускное отверстие потока**, показанное на рис. 9.47. В этом окне необходимо выбрать грань для впускного отверстия, к которой будут применены граничные условия и параметры.

При задании грани необходимо учитывать следующие условия:

- грань должна соприкасаться с жидкостью или газом;
- для впускного или выпускного отверстия можно выбрать только одну грань;
- при назначении параметров для граней необходимо использовать хотя бы один параметр **Давление** для впускного либо выпускного отверстия.

В качестве впускного отверстия выберите торцовую грань большего диаметра трубопровода (на рис. 9.47, слева). Появившиеся в модели стрелки показывают направление движения жидкости или газа.

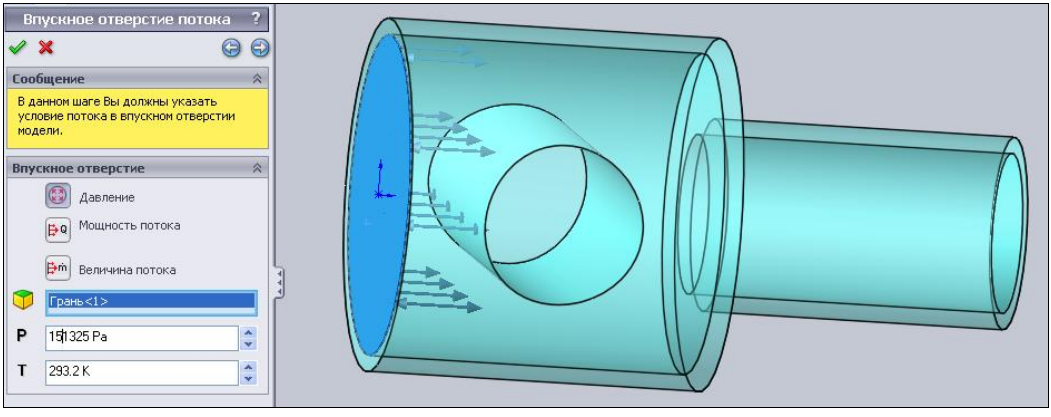


Рис. 9.47

Теперь необходимо задать параметры входного потока. Можно задать один из трех вариантов:

- **Давление** — в качестве показателя потока используется давление (Па), значение которого задается в поле **Давление среды** P. FloXpress интерпретирует это значение как суммарное давление входящих потоков, а также как статиче-

ское давление для исходящих потоков. Такая же интерпретация применяется в случае прохождения вихря через впускное или выпускное отверстие;

- **Мощность потока** — в качестве показателя потока используется объемный. Задайте это значение в поле **Мощность потока** **Q**.
- **Величина потока** — в качестве показателя потока используется массовый расход среды за секунду (кг/с). Задайте значение в поле **Величина потока** $\dot{m}$.

> ***Примечание***
>
> Если параметр **Давление** используется как для впускного, так и для выпускного отверстия, то давление во впускном отверстии не должно превышать давление в выпускном отверстии.

Задайте в качестве параметра входного потока давление, равное 1,5 атм (151 325 Па). Осталось задать еще температуру потока в параметре **Температура** **T**. По умолчанию установлена атмосферная температура 20 °C. Температура в расчетах может влиять на свойства жидкости.

> ***Примечание***
>
> FloXpress не учитывает эффекты теплообмена в твердых телах, но рассчитывает распределение температуры в жидкости, однако результаты такого распределения невозможно просмотреть.

Проверьте по рис. 9.47 корректность установки параметров впускного потока и нажмите кнопку . Откроется диалоговое окно **Выпускное отверстие потока** (рис. 9.48), в котором задаются параметры, аналогичные впускному отверстию. В качестве грани выберите заглушку на меньшем отверстии трубопровода.

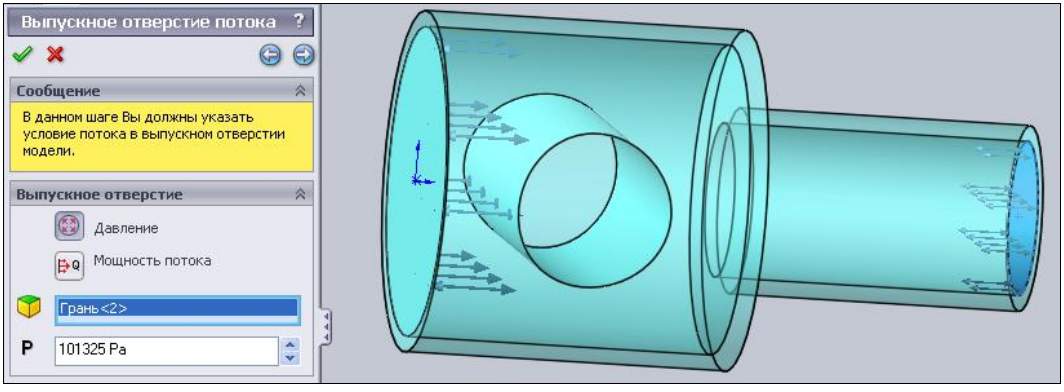


Рис. 9.48

Установите параметры выпускного потока так, как показано на рис. 9.48, и нажмите кнопку . Откроется окно **Решить**, в котором нужно щелкнуть мышью по кнопке **Решить** . Начнется процесс анализа, показанный на рис. 9.49. Во время анализа можно нажать следующие кнопки:

- **Приостановить** — приостановка анализа;
- **Стоп** — остановка анализа и сохранение результатов. Окно **Менеджера свойств** при этом остается открытым.

Процесс анализа может занять довольно продолжительное время — от нескольких секунд до нескольких минут и часов в зависимости от сложности задачи. На наш пример уйдет примерно 3—4 минуты.

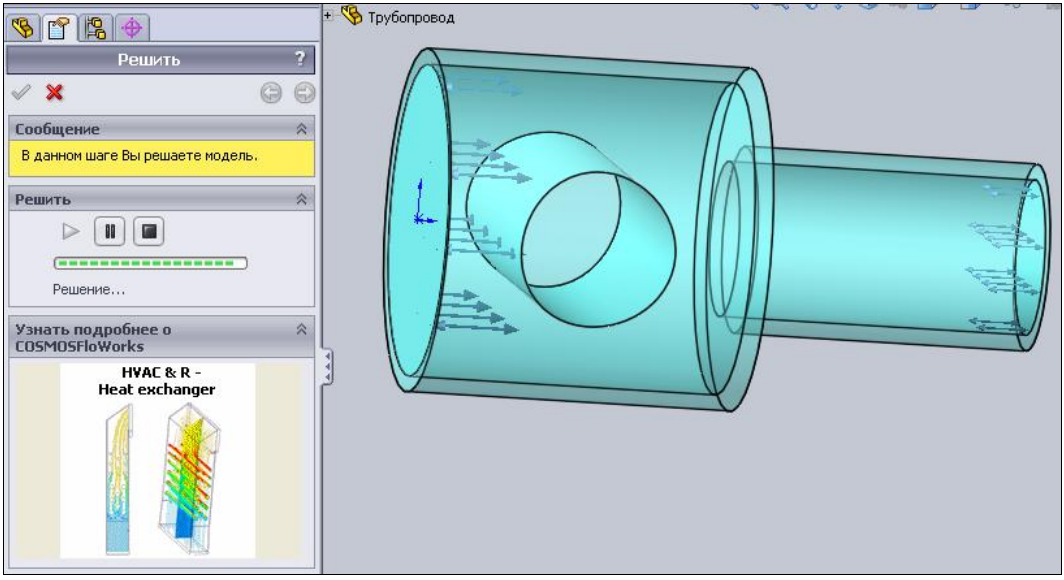


Рис. 9.49

По окончании расчета в **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Просмотр результатов**, показанное на рис. 9.50. Теперь с помощью FloXpress можно просмотреть траектории потоков, представляющие собой линии потока от впускного до выпускного отверстий. Траектории являются касательными к скорости потока в каждой точке. Чтобы просмотреть результаты в виде анимации, просто нажмите кнопку **Анимировать**. Для остановки анимации, чтобы сменить параметры настроек анимации, нажмите кнопку **Остановка анимации**.

Рассмотрим некоторые настройки анимации результатов.

В графической области отображается диапазон скоростей в метрах в секунду с цветовой раскраской. Траектории выделяются цветами в соответствии со значениями скоростей в каждой точке. Траектории можно отображать двумя способами:

- **Трубы** — траектории показываются в виде непрерывных трубочек;
- **Шары** — траектории показываются в виде шариков (рис. 9.51).

В области **Настройки эпюры** (см. рис. 9.50) можно задать следующие параметры:

- **Впускное отверстие** — траектории показываются так, что начинаются одновременно на впускном отверстии;

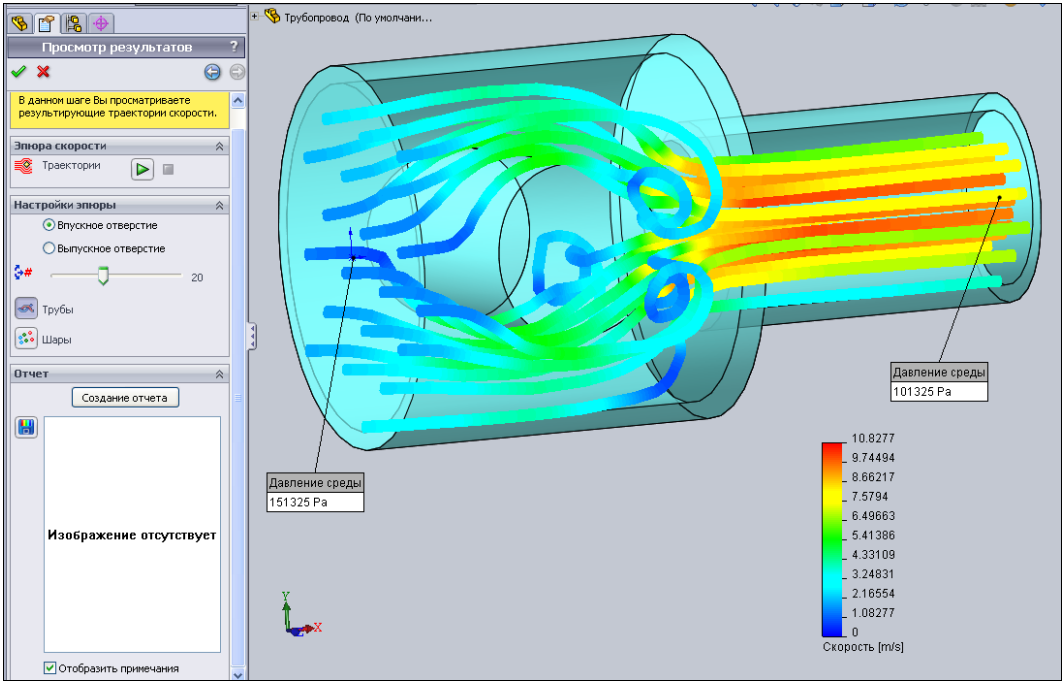


Рис. 9.50

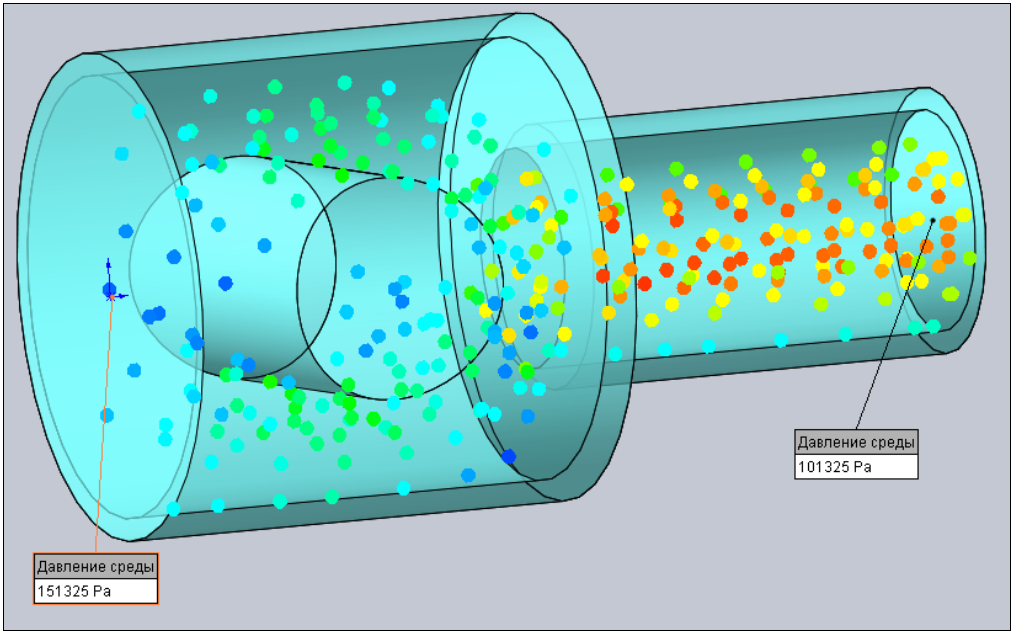


Рис. 9.51

- **Выпускное отверстие** — траектории показываются так, что все заканчиваются одновременно на выпускном отверстии;
- **Число траекторий** — с помощью этого ползунка можно изменять количество траекторий (трубок или шариков). Количество траекторий может изменяться от 1 до 50.

В области **Отчет** можно выполнить следующие действия:

- **Сделать снимок** — сохранение снимка траекторий потоков в виде изображения JPEG. Изображения автоматически сохраняются в папке fxp1, которая находится в той же папке, что и модель;
- **Создание отчета** — создание отчета в формате Microsoft Word, содержащего всю информацию по проекту, максимальные значения скорости потока, а также все снятые изображения.

Потренируйтесь, выставляя различные параметры и наблюдая за изменениями результатов. По окончании нажмите кнопку **OK** в **Менеджере свойств**, чтобы сохранить результаты и завершить работу FloXpress.

9.5. Задания для самостоятельной работы

Задание 1

Постройте и рассчитайте на прочность в пакетах SimulationXpress и Simulation медный стержень (рис. 9.52), закрепленный снизу и с приложенной к верхней кромке силой 1000 Н. Размеры стержня 20×20×100 мм.

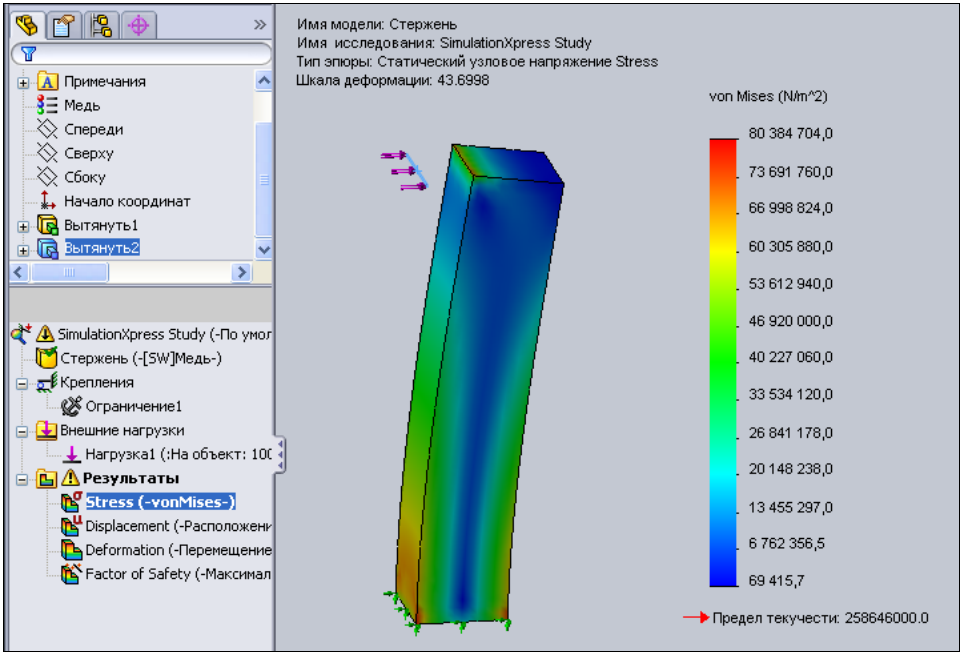


Рис. 9.52

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Напомним, что в пакете SimulationXpress нагрузки можно прикладывать только к граням, а не к кромкам и вершинам. Поэтому создайте на боковой грани детали узкую площадку, располагающуюся вдоль верхней кромки, к которой впоследствии приложите нормальную силу.

Задание 2

Деталь с заданной нагрузкой, рассчитанная в *задании 1*, имеет запас прочности более 3. Проведите оптимизацию размеров детали так, чтобы ее запас прочности был близок к 1. Создайте отчет в виде HTML-файла. Создайте AVI-файл деформированного состояния модели.

Задание 3

Постройте и рассчитайте на прочность в пакетах SimulationXpress и Simulation кронштейн из нержавеющей стали (рис. 9.53). Размеры выберите произвольно. Фиксирование кронштейна проведите по отверстиям на основании. Нагрузку приложите только к нижней половине бокового отверстия.

После прочностного расчета проанализируйте действующие напряжения и деформации.

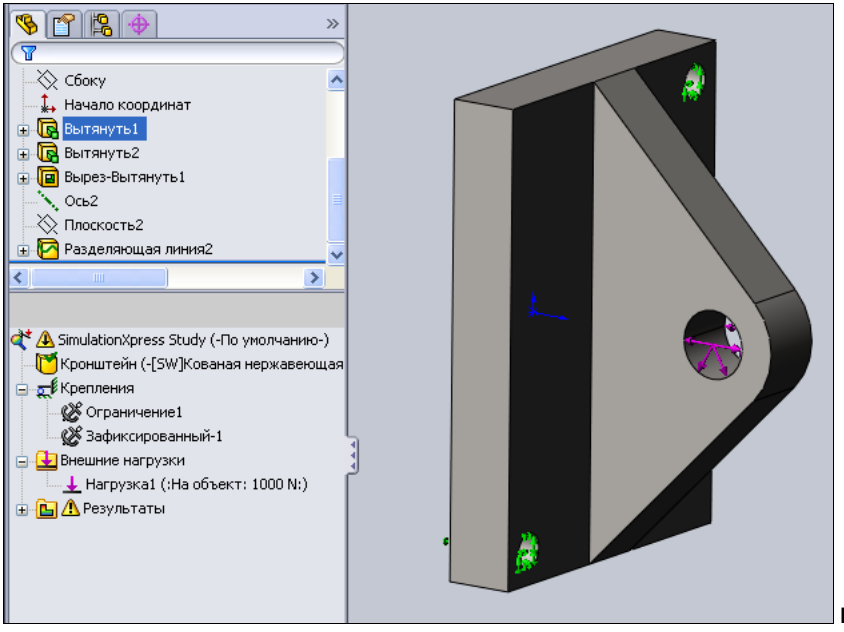


Рис. 9.53

Задание 4

Постройте деталь вентиляционного короба (рис. 9.54) и проведите анализ газодинамики с помощью пакета FloXpress. Создайте отчет в виде файла Microsoft

Word и сохраните анимацию в файле с расширением avi. Просмотрите полученный AVI-файл при помощи программы Windows Media Player.

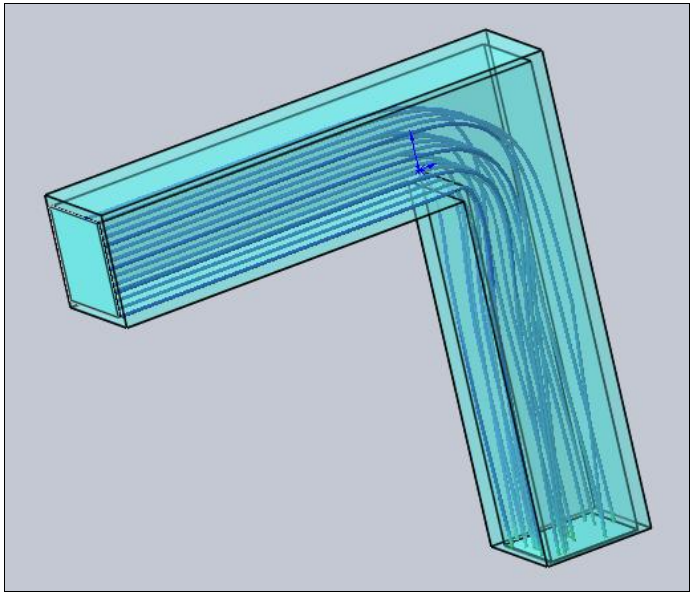


Рис. 9.54

ЗАНЯТИЕ 10



Создание различных конфигураций деталей

Очень часто при проектировании механизмов и машин приходится создавать несколько вариантов одной модели детали или сборки. Эти варианты могут различаться между собой размерами, наличием или отсутствием каких-либо компонентов и другими параметрами. Такие варианты одной модели детали или сборки называются *конфигурациями*.

Программа SolidWorks 2010 позволяет создавать конфигурации детали или сборки в одном документе, для чего в распоряжении конструкторов имеется **Configuration Manager** (Менеджер конфигурации).

10.1. Конфигурации: основные сведения

Для создания конфигураций детали или сборки в SolidWorks, как уже упоминалось, существует Менеджер конфигурации.

Для того чтобы активизировать **Configuration Manager** (Менеджер конфигурации), нажмите кнопку  — **Configuration Manager**, которая находится над **Деревом Конструирования**.

В левой части экрана, на месте **Дерева Конструирования**, появится список существующих конфигураций детали. Имя каждой конфигурации записано в отдельной строке. Исходная деталь обозначается **По умолчанию [Имя детали]** (рис. 10.1).

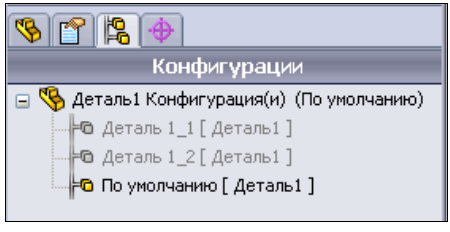


Рис. 10.1

Чтобы вернуться в **Дерево Конструирования**, нужно нажать кнопку  — **Дерево Конструирования Feature Manager**.

Менеджер конфигурации выполняет несколько функций:

- позволяет создавать новые конфигурации на базе уже построенной детали или сборки;
- помогает редактировать конфигурации;
- позволяет выбирать и просматривать построенные конфигурации, а также и удалять ненужные.

Создание конфигурации происходит следующим образом. Сначала строится деталь или сборка. Затем создается новая конфигурация, при этом ей обязательно присваивается имя. Также при создании конфигурации можно оформить ее *описание* и *заметку*. Описание представляет собой краткую характеристику конфигурации, а в заметку вносится дополнительная информация о конфигурации. Можно также присвоить новой конфигурации цвет, что позволит легко различать конфигурации между собой.

После того как заданы имя, описание и заметка, новая конфигурация еще представляет собой копию исходной детали или сборки.

Следующий этап в создании конфигурации — внесение изменений в деталь или сборку, т. е. оформление конфигурации в объеме. Изменение исходной детали подразумевает изменение ее размеров и добавление новых элементов (отверстий, фасок и т. д.). При проектировании конфигурации сборки можно удалить ненужные детали или добавить новые, а также изменить условия сопряжения.

В SolidWorks 2010 существуют три способа создания конфигураций: вручную, с использованием таблицы параметров и при помощи **Configuration Publisher** (Издателя конфигураций). Таблицы параметров помогают быстро создавать и вносить изменения в конфигурации. Их можно использовать в документах как деталей, так и сборок. Кроме того, можно отображать таблицы параметров в чертежах. Расположение таблицы в чертеже осуществляется аналогично вставке спецификации. Используя **Configuration Publisher** для создания конфигураций, у конструктора появляется возможность не только быстро создавать, а точнее задавать, конфигурации, но и использовать их как в SolidWorks, так и в 3D ContentCentral.

> ***Примечание***
>
> 3D ContentCentral представляет собой сообщество, объединяющее пользователей CAD, которые загружают и выкладывают собственные модели, модели от сертифицированных поставщиков и другие материалы в открытый доступ для бесплатного использования.

Результатом проектирования детали или сборки с конфигурациями обычно становится комплексный чертеж.

Рассмотрим подробнее способы создания конфигураций.

10.2. Создание конфигураций вручную

Рассмотрим создание конфигурации вручную на примере.

1. Построим простую деталь, которую будем использовать в качестве базовой для построения конфигураций. Пусть деталь представляет собой ось. Диаметр оси 40 мм, длина — 100 мм. На кромках детали имеются фаски $1\times45^\circ$ (рис. 10.2).

2. Чтобы создать новую конфигурацию этой детали, нажмите кнопку **Configuration Manager** (Менеджер конфигурации)  , которая расположена над **Деревом Конструирования**, в левой части экрана. После этого **Дерево Конструирования** исчезнет, а на его месте появится область **Конфигурации**. Исходная конфигурация детали будет названа **По умолчанию [Деталь1]** (рис. 10.3).

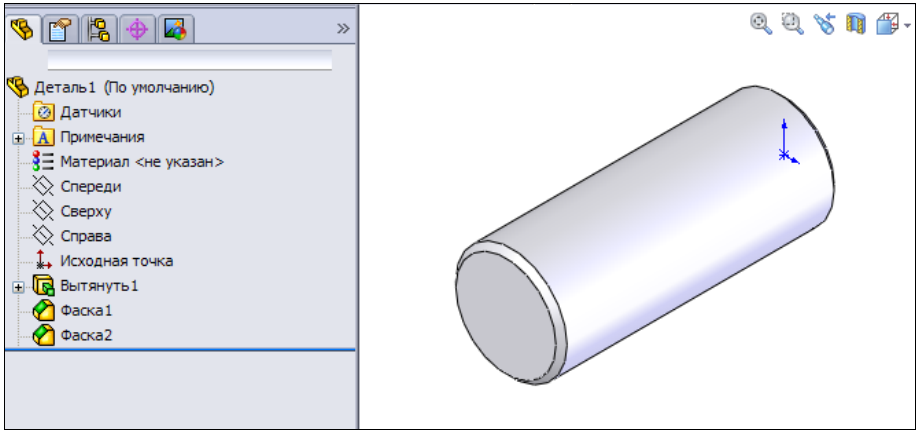


Рис. 10.2

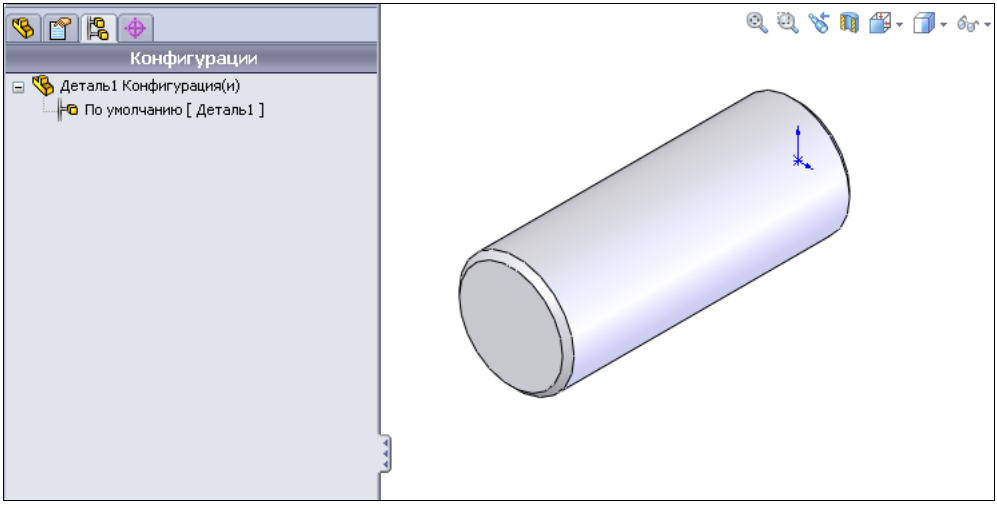


Рис. 10.3

3. В окне **Конфигурации** щелкните правой кнопкой мыши на имени детали и в контекстном меню выберите **Добавить конфигурацию** (рис. 10.4).
4. На экране появится диалоговое окно **Добавить конфигурацию**, в котором нужно задать в соответствующих полях параметры конфигурации — **Имя конфигурации**, **Описание** и **Заметки**. В области **Параметры спецификации** выберите

имя новой конфигурации, которым она будет обозначаться в спецификации (рис. 10.5).

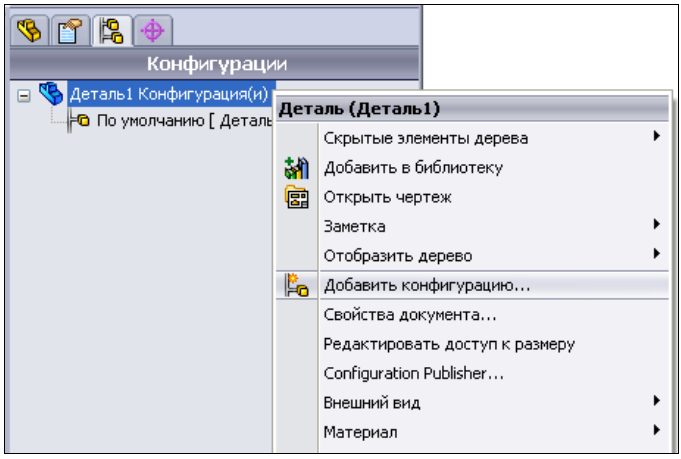


Рис. 10.4

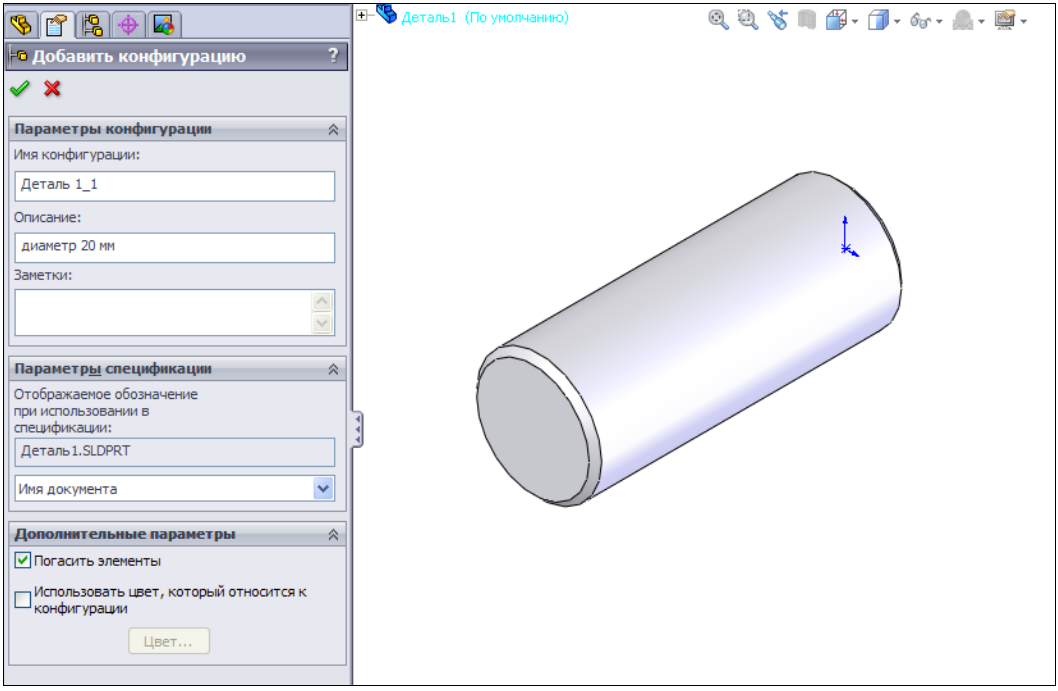


Рис. 10.5

5. Укажите следующие параметры конфигурации:
   - **Имя конфигурации** — "Деталь1_1";
   - **Описание** — "диаметр 20 мм" (в нашем примере новая конфигурация, в отличие от исходной, будет иметь диаметр 20 мм);

- **Заметки** — нет;
- в спецификации новая конфигурация будет значиться под именем документа (основной детали) — **Деталь1**.

Закончите установку параметров конфигурации, нажав кнопку **OK** . В результате откроется модель новой конфигурации, которая будет копией исходной детали **По умолчанию**.

6. Для изменения диаметра новой конфигурации вернемся в **Дерево Конструирования**, для чего нажмем кнопку .
7. Перейдем к изменению исходной модели. Поменяем в эскизе детали диаметр с 40 на 20 мм, для чего в **Дереве Конструирования** найдем **Эскиз1**, щелкнем на его названии правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберем команду **Редактировать эскиз** (рис. 10.6).

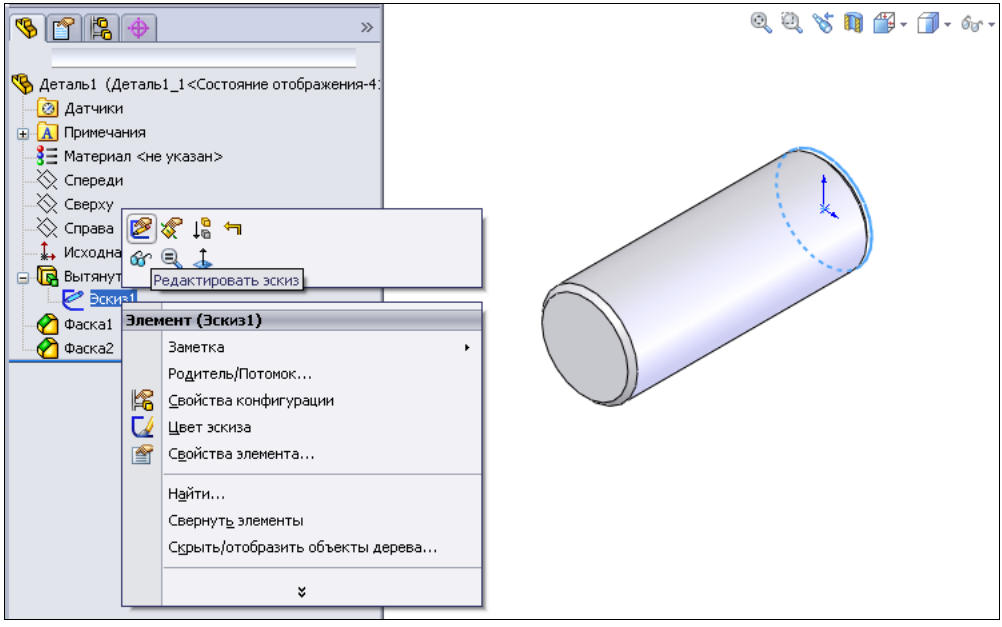


Рис. 10.6

8. Войдем в эскиз детали, который представляет собой окружность диаметром 40 мм. Важно, чтобы все размеры в эскизе были проставлены. Для изменения размера следует дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на его значении в эскизе. На экране отобразится окно **Изменить**, в котором следует ввести новое значение размера и указать, что данный размер используется лишь в этой конфигурации (рис. 10.7).
9. Нажмите кнопку **OK** и выйдите из эскиза. В результате трехмерное изображение конфигурации изменится (рис. 10.8).
10. Закончите создание конфигурации, сохранив эту модель.

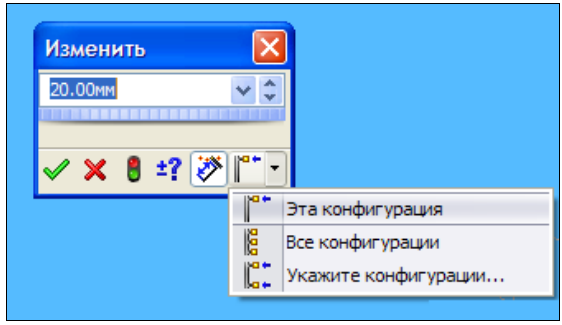


Рис. 10.7

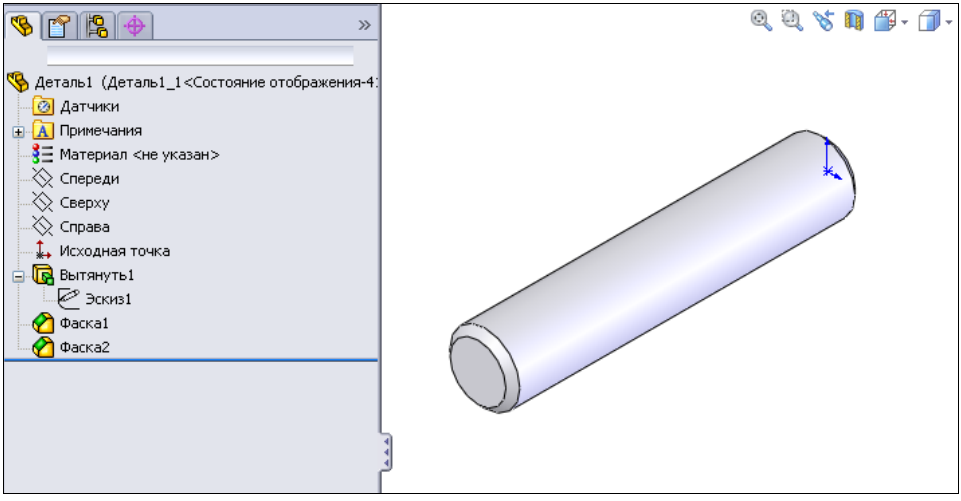


Рис. 10.8

Аналогично можно создать другие конфигурации детали.

В случае если в исходной детали размеры будут взаимосвязаны при помощи уравнения, при изменении управляющего размера в конфигурации изменятся и другие, связанные с ним, размеры.

> ***Примечание***
>
> Новая конфигурация всегда создается на основе той конфигурации, которая находится в активном состоянии, т. е. открыта на экране монитора.

Построим еще одну конфигурацию **Детали1**, которая будет отличаться от конфигурации **По умолчанию** наличием центрального отверстия.

1. В связи с тем, что новая конфигурация строится на основе конфигурации **По умолчанию**, необходимо привести эту конфигурацию в активное состояние. Для того чтобы активизировать нужную конфигурацию, следует сначала переключиться в **Configuration Manager** (Менеджер конфигурации), нажав кнопку  , затем щелкнуть правой кнопкой мыши по имени конфигурации, которую требуется сделать активной. В появившемся контекстном меню следует выбрать команду **Отобразить конфигурацию**. Можно также открыть конфигурацию,

просто дважды щелкнув левой кнопкой мыши по ее имени. После этих действий конфигурация становится активной и на экране появляется ее изображение.

2. Добавим новую конфигурацию, повторив действия п. 3 и 4 (см. ранее). Назовем эту конфигурацию **Деталь1_2**. После того как определимся с параметрами новой конфигурации (именем, описанием и заметкой), нажмем кнопку **OK** и переключимся в **Дерево Конструирования**.
3. Создадим в этой детали центральное отверстие диаметром 10 мм и глубиной 10 мм. Сохраним деталь (рис. 10.9).

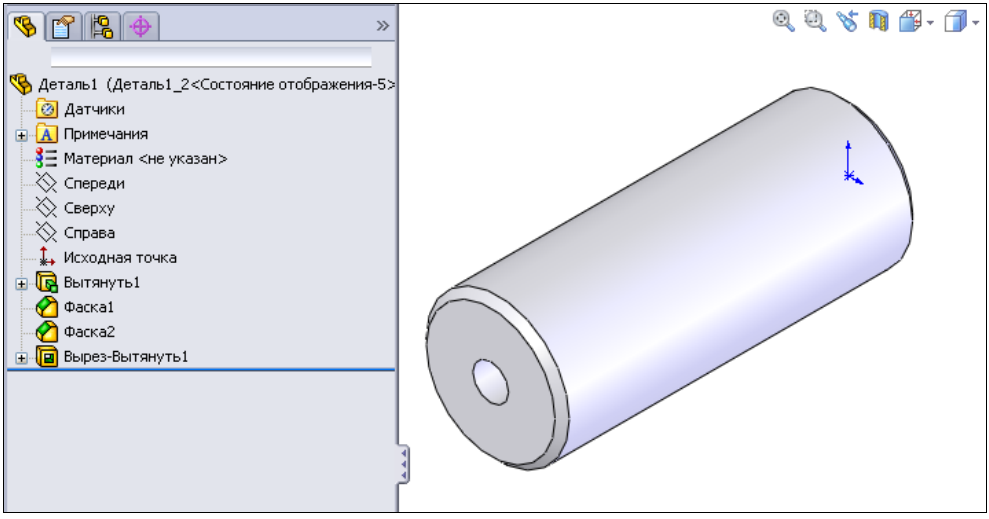


Рис. 10.9

Таким образом, будет создана вторая конфигурация детали, которая отличается от исходной детали **По умолчанию** наличием нового элемента — центрального отверстия.

В результате вышеприведенных построений на базе детали были созданы две ее конфигурации. Однако процесс построения конфигурации можно значительно ускорить, если использовать таблицу параметров.

10.3. Создание конфигураций с помощью таблицы параметров

Таблица параметров позволяет создавать несколько конфигураций детали или сборки путем задания параметров во встроенной таблице Microsoft Excel. Для этого на компьютере должна быть установлена программа Microsoft Excel 2000 или ее более поздняя версия. Таблица параметров сохраняется в документе модели, при этом у нее теряется связь с исходным файлом Excel. В таблицах параметров можно управлять размерами, состоянием погашения некоторых элементов детали, пара-

метрами конфигурации. Существует два способа создания таблицы параметров: автоматически и вручную. Рассмотрим на примере создание конфигураций детали при помощи таблицы параметров, оформленной в автоматическом режиме.

Пусть деталь представляет собой пластину. В основании этой пластины находится прямоугольник со сторонами 100 и 50 мм, вытянутый на 20 мм (рис. 10.10).

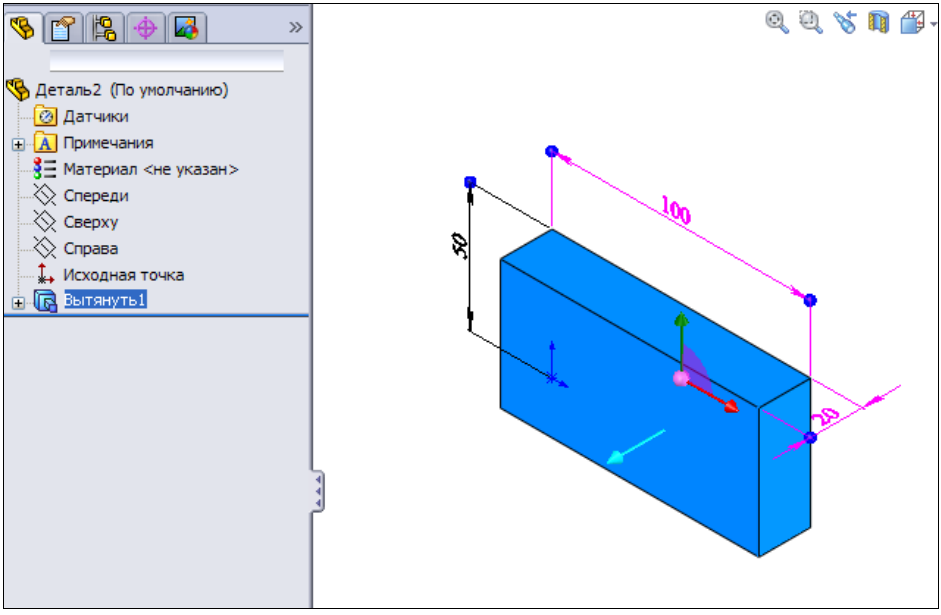


Рис. 10.10

Создадим при помощи таблицы еще три конфигурации детали, обозначим их соответственно: **Деталь2_1**, **Деталь2_2** и **Деталь2_3**.

1. Для начала нужно активизировать таблицу параметров нажатием кнопки — **Таблица параметров** на панели инструментов **Таблица** или обратиться к команде меню **Вставка | Таблицы | Таблица параметров...**. На экране появится окно **Таблица параметров** (рис. 10.11). В этом окне, в области **Источник**, выберем **Авто-создать** (автоматическое создание таблицы), а в области **Редактировать управление** поставим флажок **Разрешить изменения модели, которые влияют на таблицу параметров**, т. е. при изменении модели таблица будет обновляться, и нажмем кнопку **OK** . После этих действий на экране появятся окна **Создается таблица параметров** и **Размеры** (рис. 10.12).
2. В окне **Размеры** перечислены все размеры, которые проставлены в исходной детали и которые можно изменять в новых конфигурациях (рис. 10.12). Выберем в этом окне следующие размеры для изменения: **D1@Эскиз1** и **D1@Вытянуть1**.

Примечание

Для того чтобы отметить размеры, следует щелкнуть левой кнопкой мыши по названию первого размера, а затем по названию третьего, удерживая клавишу <Ctrl>.

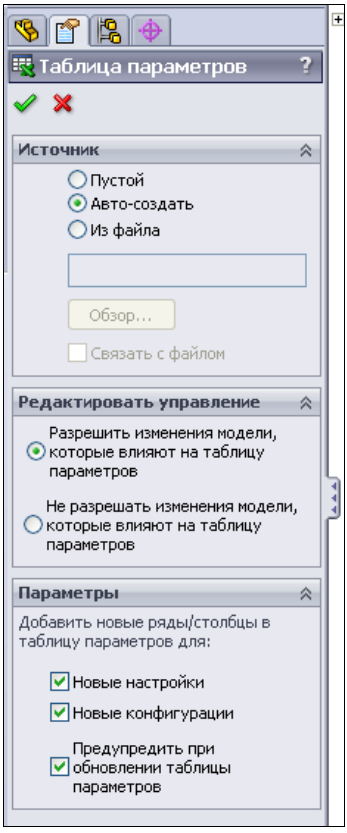


Рис. 10.11

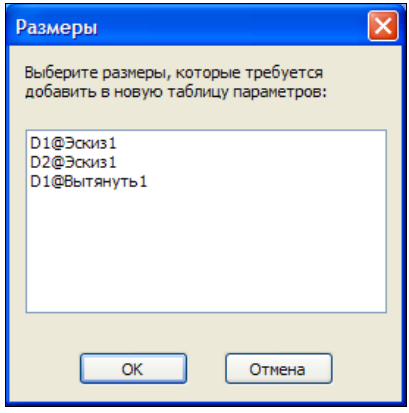


Рис. 10.12

3. Закончим выбор размеров, нажав кнопку **OK**.
4. На экране отобразится **Таблица параметров для: Деталь2**, выполненная в Microsoft Excel, а в **Configuration Manager** (Менеджере конфигурации) появится новая строка — **Таблица параметров** как вкладка в папке **Таблицы** (рис. 10.13). У этой таблицы ячейка A2 является пустой и обозначается **Family** (Семейство). В наименованиях столбцов проставлены имена размеров, а в наименовании строк следует ввести имена конфигураций (имя исходной детали **По умолчанию** и значение ее размеров уже проставлено).
5. Введем в эту таблицу имена конфигураций и их размеры (рис. 10.14).
6. После ввода всех данных, чтобы выйти из таблицы параметров, достаточно вывести указатель за пределы контуров таблицы и щелкнуть левой кнопкой мыши. В результате программа выйдет из режима Microsoft Excel и таблица исчезнет с экрана. Параллельно будут сформированы конфигурации, параметры которых записаны в таблице.
7. Для того чтобы посмотреть созданные конфигурации, необходимо открыть **Configuration Manager** (Менеджер конфигурации) и по очереди активизировать их двойным щелчком по названию конфигураций (рис. 10.15—10.18).

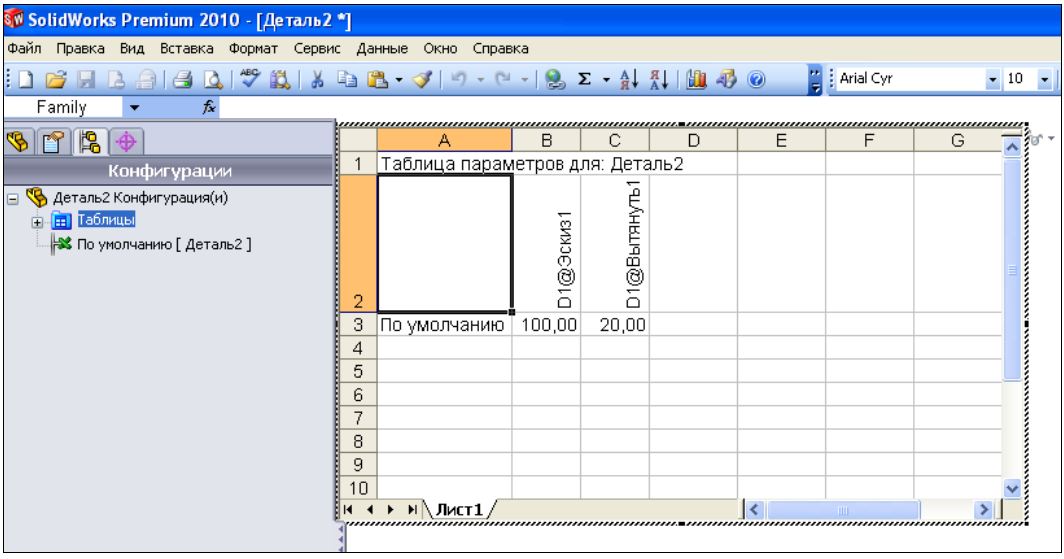


Рис. 10.13

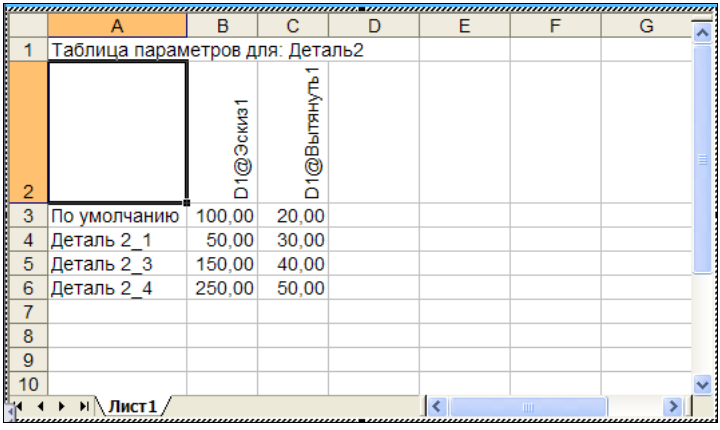


Рис. 10.14

При необходимости таблицу параметров можно редактировать, для этого нужно лишь, находясь в **Configuration Manager** (Менеджере конфигурации), щелкнуть правой кнопкой мыши на строке **Таблица параметров** (папка **Таблицы**) и выбрать в появившемся контекстном меню **Редактировать таблицу**. На экране отобразится таблица, в которой можно изменить данные конфигураций.

Все построенные конфигурации при необходимости можно удалить. Существует два способа их удаления: вручную и при помощи таблицы параметров.

Чтобы удалить конфигурацию вручную, нужно активизировать **Configuration Manager** (Менеджер конфигурации). Конфигурация, подлежащая удалению, не должна быть активна. Щелкните на удаляемой конфигурации правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберите команду **Удалить** (рис. 10.19). Подтвердите удаление нажатием кнопки **Да**.

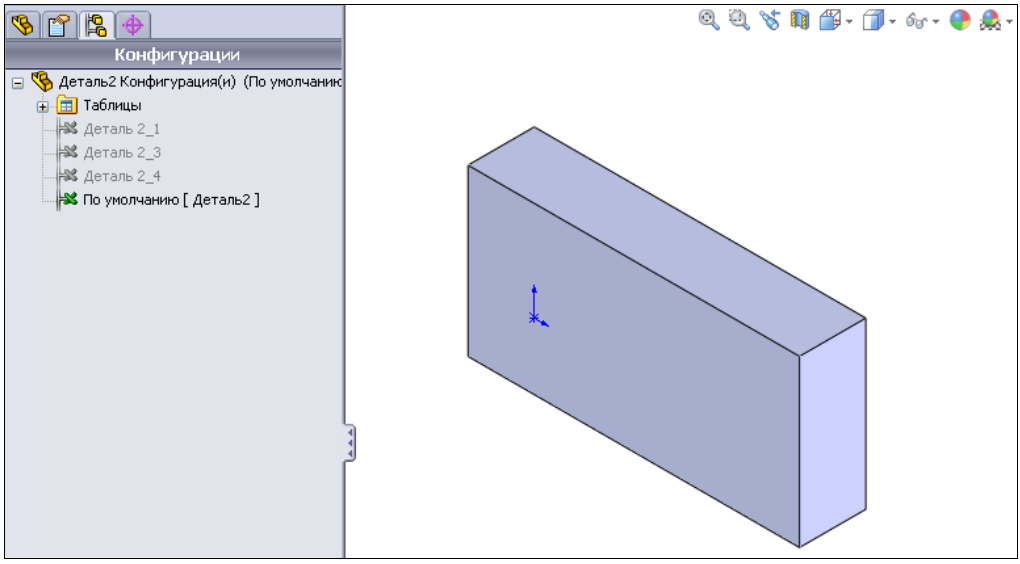


Рис. 10.15

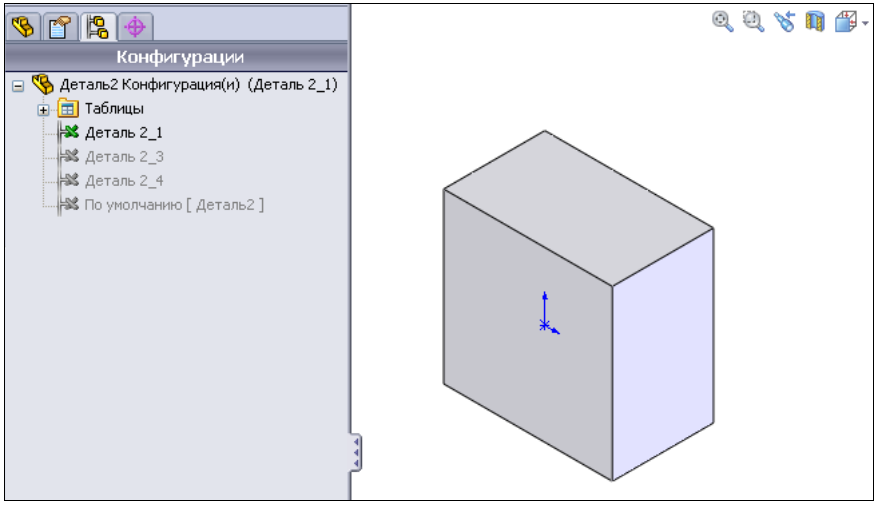


Рис. 10.16

Для удаления конфигурации можно также воспользоваться таблицей параметров. Этот способ актуален только для удаления конфигураций, созданных при помощи таблицы параметров. Для этого в **Configuration Manager** (Менеджере конфигурации) щелкните правой кнопкой мыши на строке **Таблица параметров** и выберите в появившемся контекстном меню **Редактировать таблицу** или **Редактировать таблицу в новом окне**. На экране появится таблица параметров, в которой удалите строку с именем ненужной конфигурации, при этом рекомендуется использовать команду меню: **Правка | Удалить**. После выхода из таблицы ее содержимое обрабатывается и ненужная конфигурация удаляется.

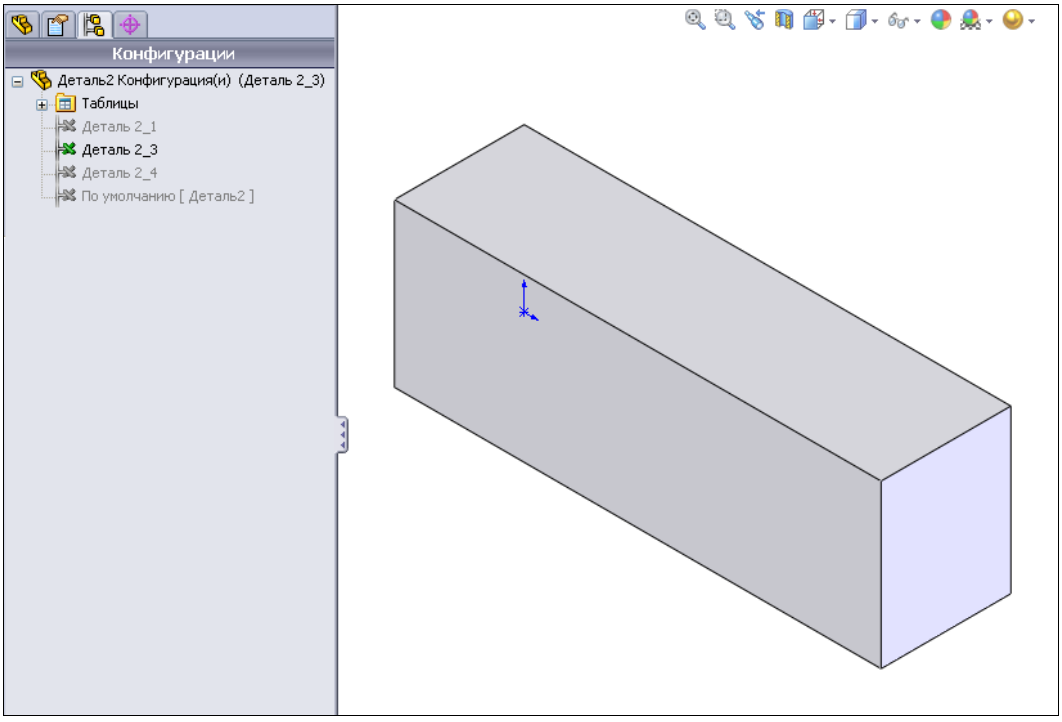


Рис. 10.17

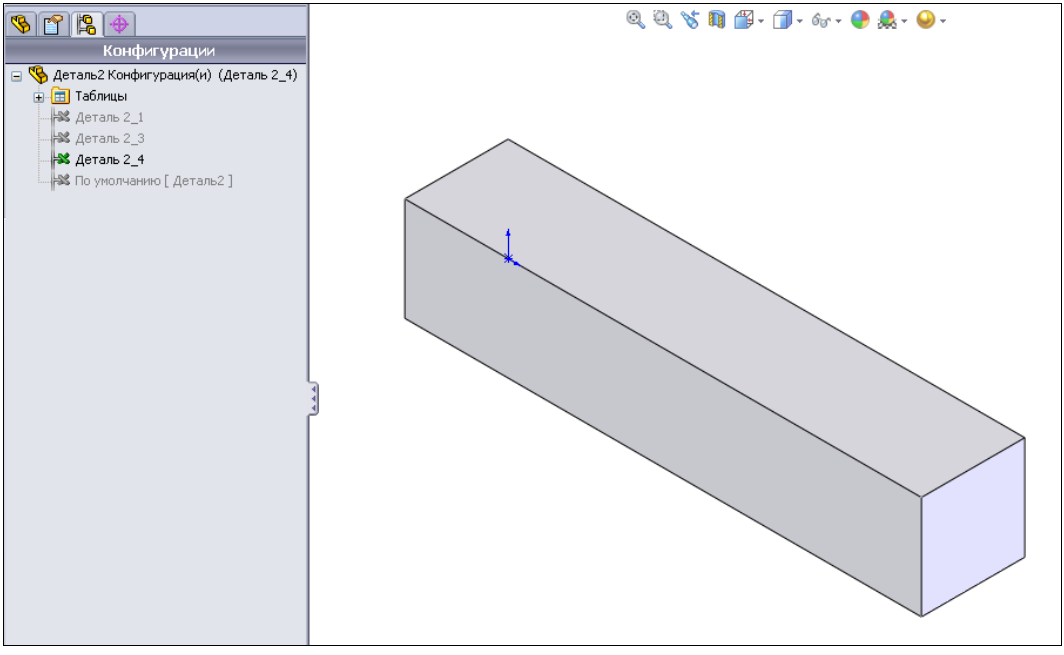


Рис. 10.18

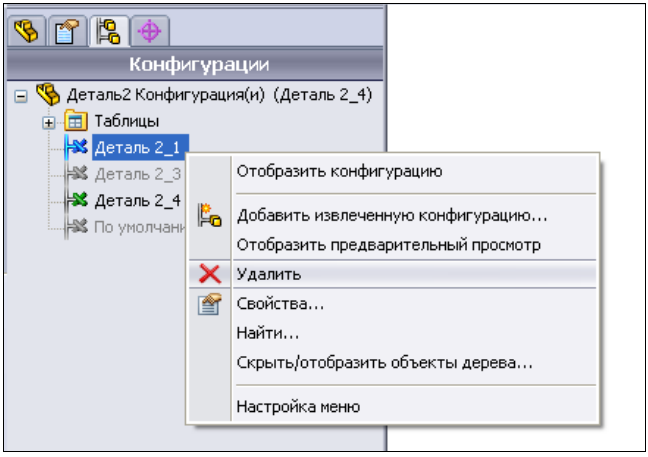


Рис. 10.19

Конфигурации сборок создаются аналогично конфигурациям деталей и отличаются они между собой отсутствием или наличием каких-либо деталей, а также условиями сопряжения между деталями. Ненужные детали в конфигурациях сборок обычно просто погашаются, а взаимосвязи — изменяются.

> ***Примечание***
>
> Погасить деталь в сборке можно следующим образом: необходимо указать деталь, щелкнув по ее имени в **Дереве Конструирования** сборки левой кнопкой мыши, затем вызвать контекстное меню, щелкнув правой кнопкой мыши, и выбрать команду **Погасить**.

10.4. Создание конфигураций при помощи *Configuration Publisher*

В этом разделе рассмотрим на примере процедуру создания конфигураций при помощи **Configuration Publisher**.

1. Для начала построим деталь. Пусть деталь представляет собой брус, в основании которого находится квадрат со сторонами 50 мм, длиной 100 мм (рис. 10.20). Не забудьте проставить размеры в эскизе.
2. Наличие у модели таблицы параметров является важным условием при использовании **Configuration Publisher**. Поэтому сначала создадим таблицу параметров с единственной конфигурацией детали — **По умолчанию**. Для этого воспользуемся командой  — **Таблица параметров** на панели инструментов **Таблица** или обратимся к команде меню **Вставка | Таблицы | Таблица параметров...** *(см. разд. 10.3)*. В окне **Размеры**, которое появляется при создании **Таблицы параметров**, выберем все размеры детали. В результате получим таблицу параметров для детали с единственной конфигурацией (рис. 10.21), хотя в общем случае конфигураций может быть несколько.

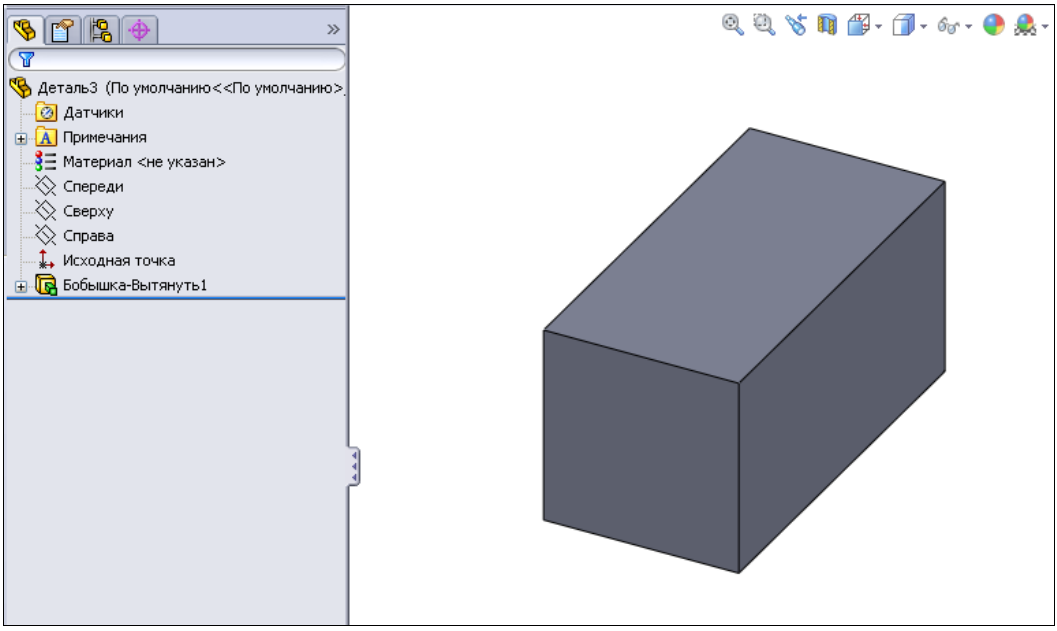


Рис. 10.20

	A	B	C	D	E
1	Таблица параметров для: Деталь3				
2		D1@Эскиз1	D2@Эскиз1	D1@Бобышка-Вытянуть1	
3	По умолчанию	50,00	50,00	100,00	
4					

Рис. 10.21

3. Откроем **Configuration Publisher**. Для этого сначала нажмем кнопку  — **Configuration Manager** (Менеджер конфигурации), которая находится над **Деревом Конструирования**, и войдем в **Configuration Manager**. Затем активизируем строку с именем детали, нажмем правой кнопкой мыши и из контекстного меню активизируем параметр **Configuration Publisher...** (рис. 10.22). В результате сначала откроется окно с **Таблицей параметров**, а затем окно **Configuration Publisher** (рис. 10.23). В этом окне можно выделить три части: палитру (левая часть, в которой расположены окна **Список**, **Число** и **Окно выбора**), центральную часть в виде листа бумаги, атрибуты управления (одноименная область окна в правой части).
4. Задача конструктора на этом этапе заключается в том, чтобы нужным образом оформить окно **Configuration Publisher**, чтобы затем задавать необходимые

конфигурации. При использовании **Configuration Publisher** конфигурации не создаются, а именно задаются, в соответствии с выбранными размерами. Как вы уже поняли, для задания конфигураций будем пользоваться всеми тремя размерами детали: высотой (размер под именем **D1@Эскиз1**), шириной (размер **D2@Эскиз1**) и длиной (размер **D1@Бобышка-Вытянуть1**).

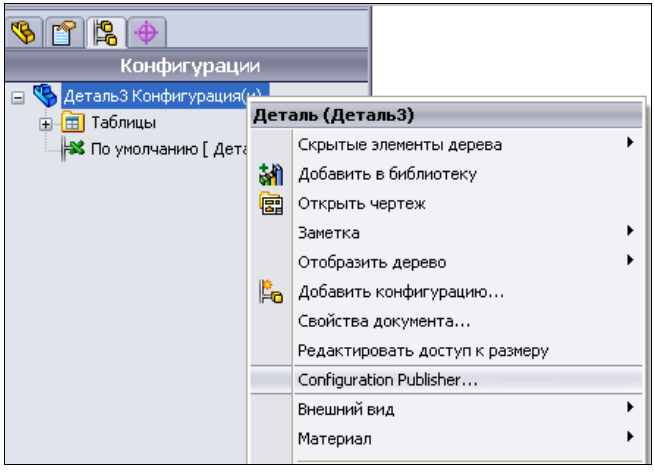


Рис. 10.22

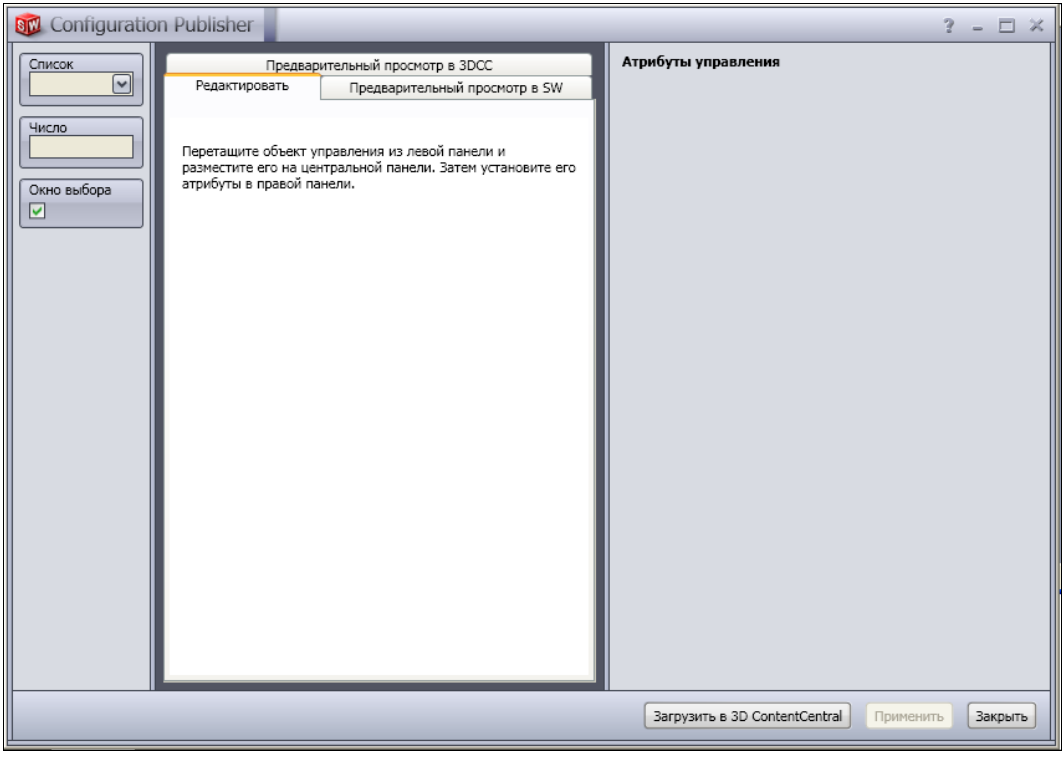


Рис. 10.23

5. Приступим к оформлению окна **Configuration Publisher**, так называемого Менеджера свойств — **PropertyManager** в **Configuration Publisher** (не стоит путать с **PropertyManager** в документе SolidWorks). Сначала откроем в центральной части окна **Configuration Publisher** вкладку **Редактировать**, затем перетащим элемент **Список** из палитры в левой части окна на центральную панель. Для этого щелкнем по названию **Список** левой кнопкой мыши и, не отпуская, перенесем список в центральную область. В результате в центральной части появится строка **List1**, а в правой части, которая называется **Атрибуты управления**, появятся строки: **Имя**, **Переменная таблицы параметров**, **Тип**, **Значения из списка** (рис. 10.24).

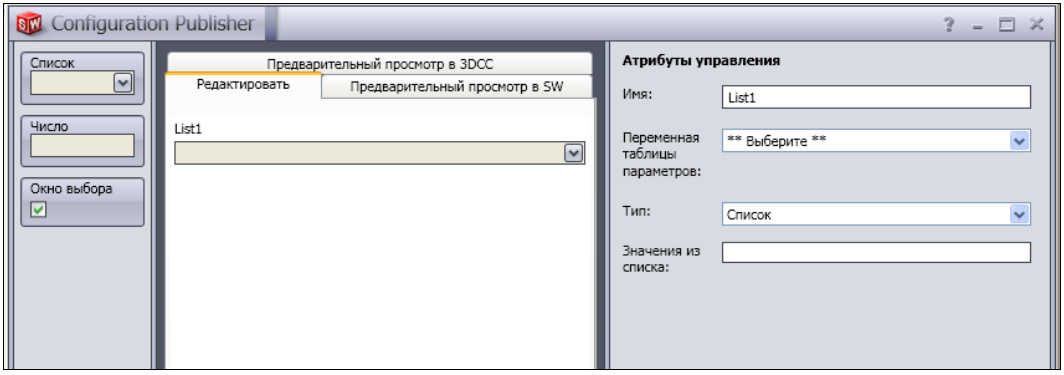


Рис. 10.24

6. Приступим к настройке. В правой области **Атрибуты управления** введем следующие значения:
   - **Имя** — укажем имя размера **Высота**;
   - **Переменная таблицы параметров** — из открывающегося списка выберем размер **D1@Эскиз1**;
   - **Тип** — выберем **Список**;
   - **Значения из списка** — укажем в строках следующие значения: **50**, **100** и **150** (рис. 10.25).
7. Теперь зададим размеры ширины в соответствии со значениями высоты. Для этого щелкнем по элементу **Список** в левой части окна **Configuration Publisher** и перетащим его в центральную часть окна. В окне в центральной части появится строка **List2**, а в правой части откроются две области: **Атрибуты управления** и **Управление видимостью**.
8. В области **Атрибуты управления** зададим следующие параметры:
   - **Имя** — укажем имя размера **Ширина**;
   - **Переменная таблицы параметров** — из открывающегося списка выберем размер **D2@Эскиз1**;
   - **Тип** — выберем **Список**;

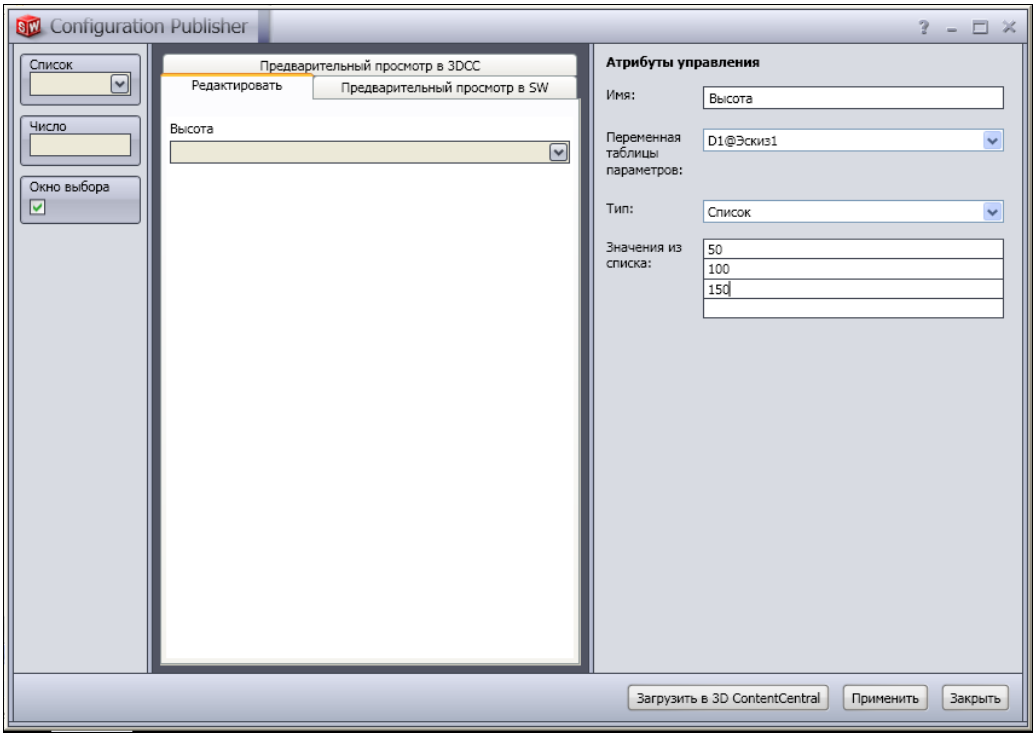


Рис. 10.25

- **Родитель данных** — **Высота** (означает, что значение высоты определяет значение ширины);
- **Значения из списка** — каждому значению высоты 50, 100 и 150 укажем определенное значение ширины, пусть ширина всегда равна высоте (рис. 10.26).

9. В области **Управление видимостью** можно задать, будет ли появляться при создании конфигураций в окне настроек строка **Ширина**. Для этого нужно задать ее видимость. В связи с тем, что в нашем примере ширина всегда равна высоте, при этом значение высоты первично, то нет необходимости указывать при задании конфигурации значение ширины. Поэтому в строке **Родитель видимости** выберем **Высота** и нажмем кнопку **Скрыть все**.
10. Произведем настройку длины. Предположим, что длина может меняться с определенным шагом. Для этого щелкнем по элементу **Число** в левой части окна **Configuration Publisher** и перетащим его в центральную часть окна. В окне в центральной части появится строка **Number1** (рис. 10.27), а в правой части откроются две области **Атрибуты управления** и **Управление видимостью**.
11. В области **Атрибуты управления** зададим следующие параметры:
    - **Имя** — укажем имя размера **Длина**;
    - **Переменная таблицы параметров** — из открывающегося списка выберем имя размера **D1@Бобышка-Вытянуть1**;

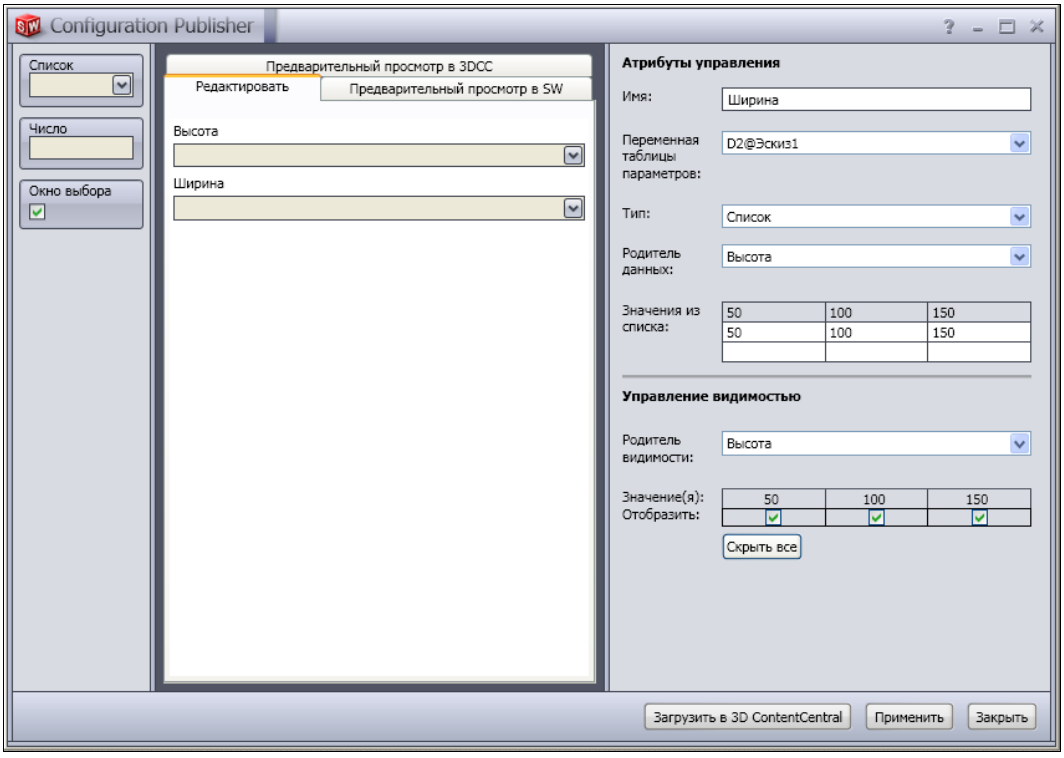


Рис. 10.26



Рис. 10.27

- **Тип** — выберем **Список**;
- **Родитель данных** — **Высота** (означает, что значение высоты определяет значение длины);
- **Требования к диапазону** — в открывшейся таблице для каждого значения высоты 50, 100 и 150 (в столбце) укажем минимальное и максимальное значение длины детали, а также шаг, с которым она будет меняться (рис. 10.28).

12. В области **Управление видимостью** никаких изменений производить не будем.

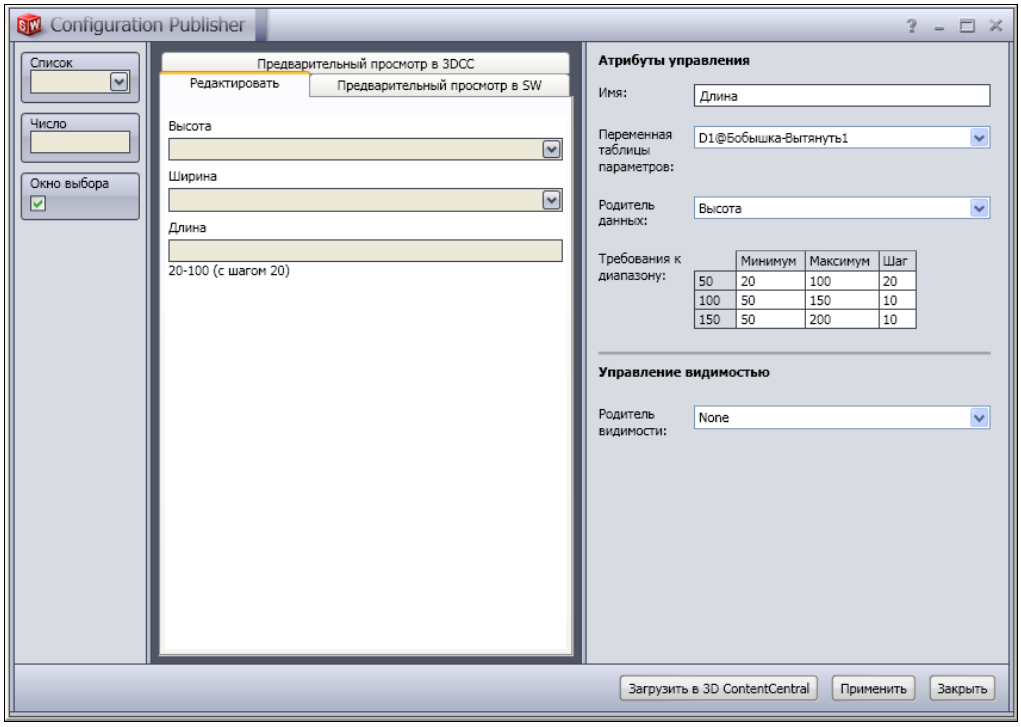


Рис. 10.28

13. Закончив настройки в **PropertyManager** нажмем кнопку **Применить**, а затем **Закрыть**. После чего в **Configuration Manager** (Менеджере конфигурации) появится строка **PropertyManager** (рис. 10.29), но новых конфигураций при этом не появится.
14. Для того чтобы посмотреть какую-либо из возможных конфигураций, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по строке **PropertyManager** в **Configuration Manager** (Менеджере конфигурации) (рис. 10.29) и в открывшемся меню выбрать команду **Редактировать определение** (рис. 10.30). В результате откроется окно с **Таблицей параметров**, а затем окно **Configuration Publisher**.
15. В окне **Configuration Publisher** в центральной части выберем вкладку **Предварительный просмотр в SW**, в результате откроется окно, где нужно задать параметры той конфигурации, которую необходимо посмотреть (рис. 10.31).
16. Выберем конфигурацию со следующими параметрами:
    - **Высота** — 100 мм (выберем из раскрывающегося списка);
    - **Ширина** — 100 мм (устанавливается автоматически);
    - **Длина** — из предложенного диапазона (50—150) с шагом 10 мм выберем какое-либо значение, пусть длина детали будет 50 мм (рис. 10.31).
17. Закончив задание параметров конфигурации, нажмем кнопку **Обновить модель** и откроем окно SolidWorks, изображение детали изменится (рис. 10.32).

Примечание

При размещении такой детали в сборке будет автоматически открываться окно **Сконфигурировать компонент** (аналог **PropertyManager)**, где нужно указать параметры (размеры) требуемой конфигурации.

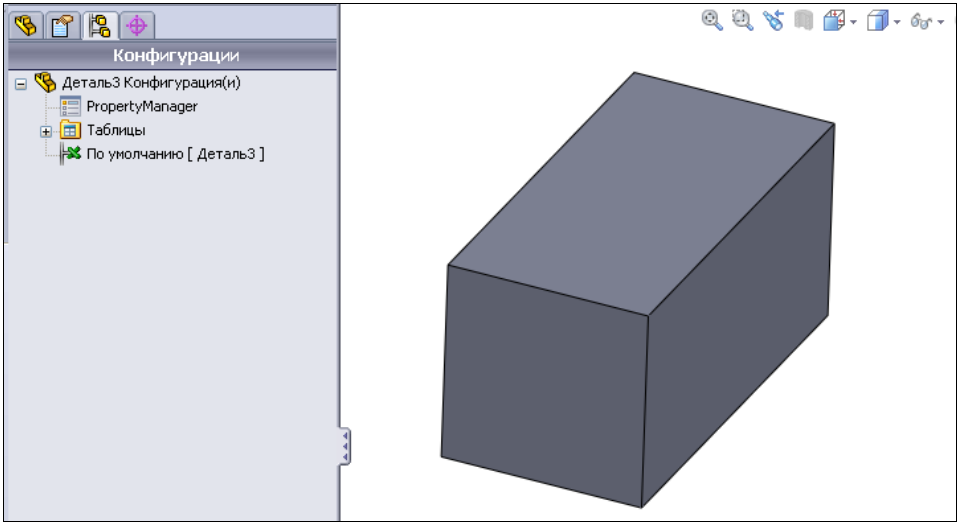


Рис. 10.29

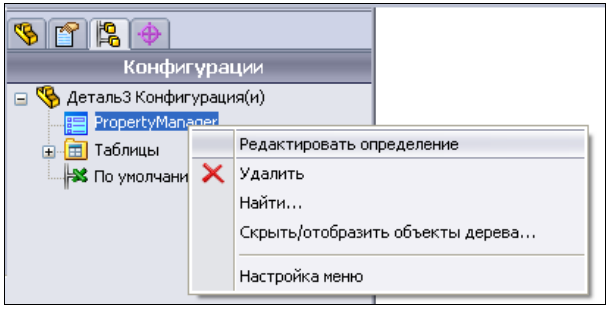


Рис. 10.30

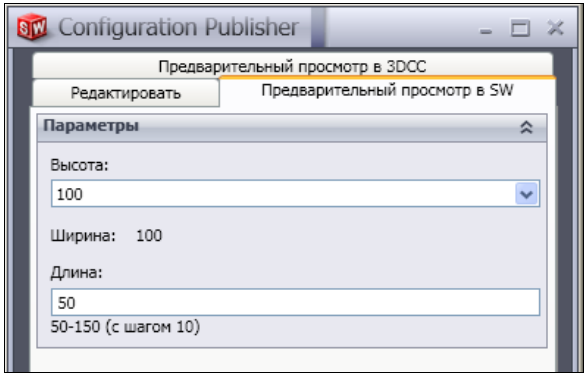


Рис. 10.31

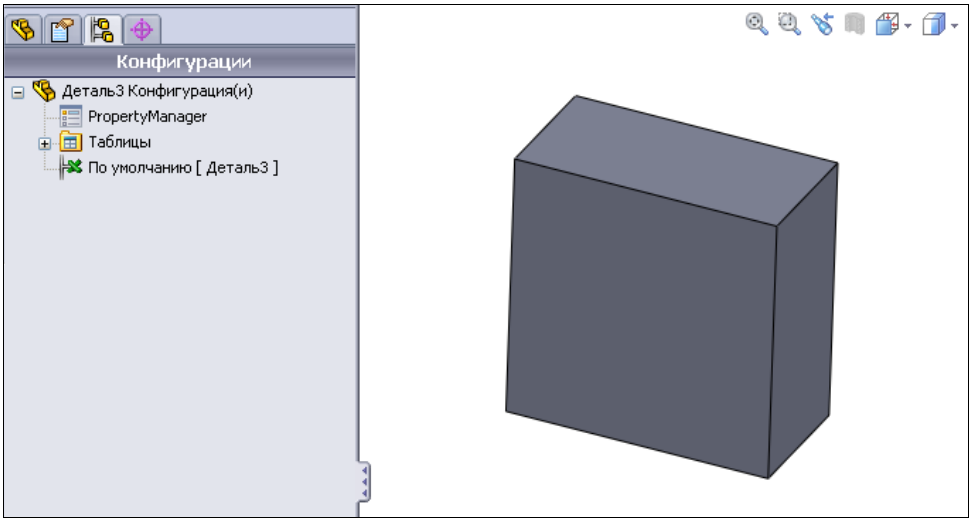


Рис. 10.32

10.5. Задания для самостоятельной работы

Задание 1

Постройте деталь типа "Цилиндр". Диаметр детали 50 мм, длина — 150 мм (рис. 10.33).

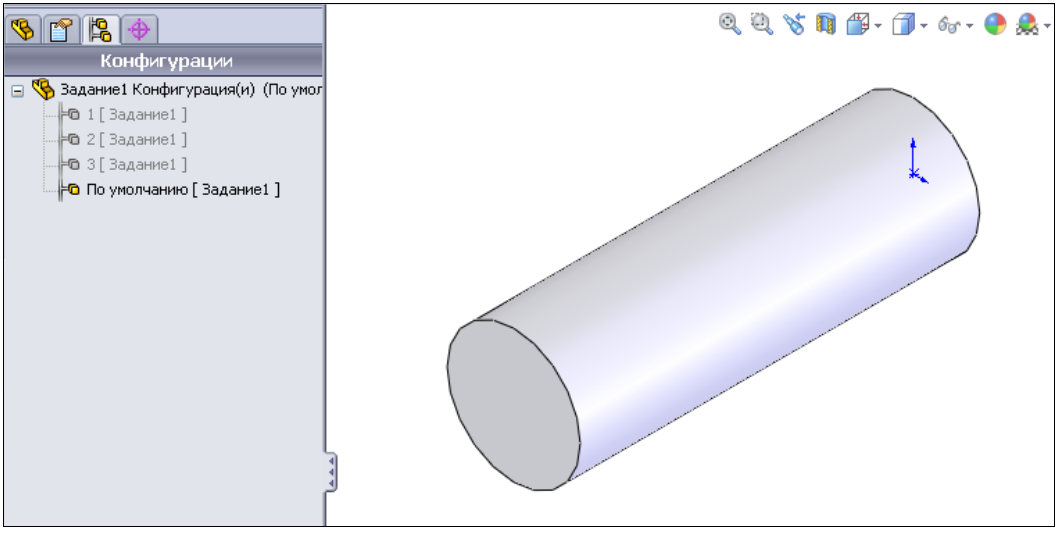


Рис. 10.33

Создайте на основе этой детали три конфигурации с именами 1, 2, 3. Отличаться эти конфигурации должны лишь длиной цилиндра: у конфигурации № 1 длина 200 мм (рис. 10.34), у конфигурации № 2 — 250 мм (рис. 10.35), у конфигурации № 3 — 300 мм (рис. 10.36).

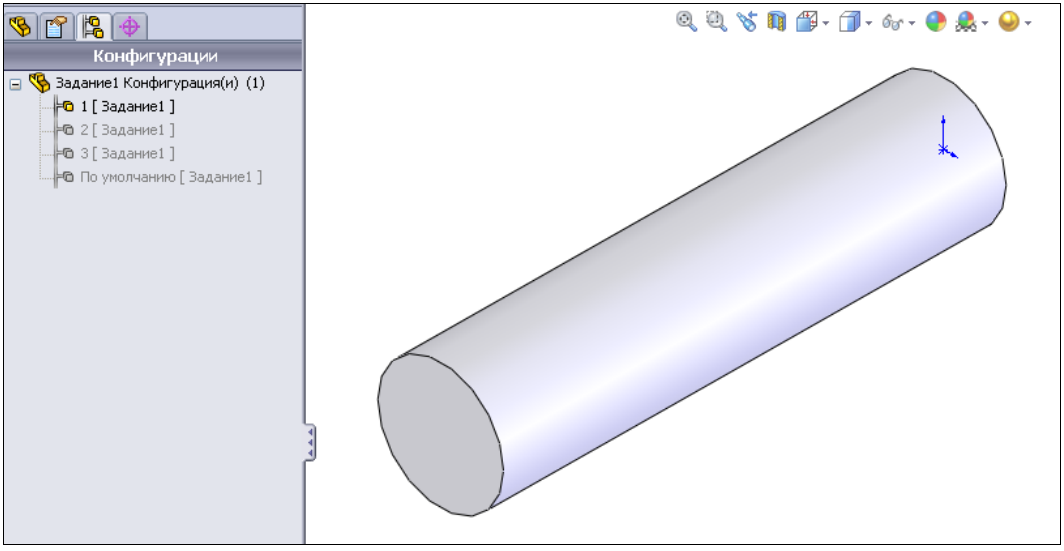


Рис. 10.34

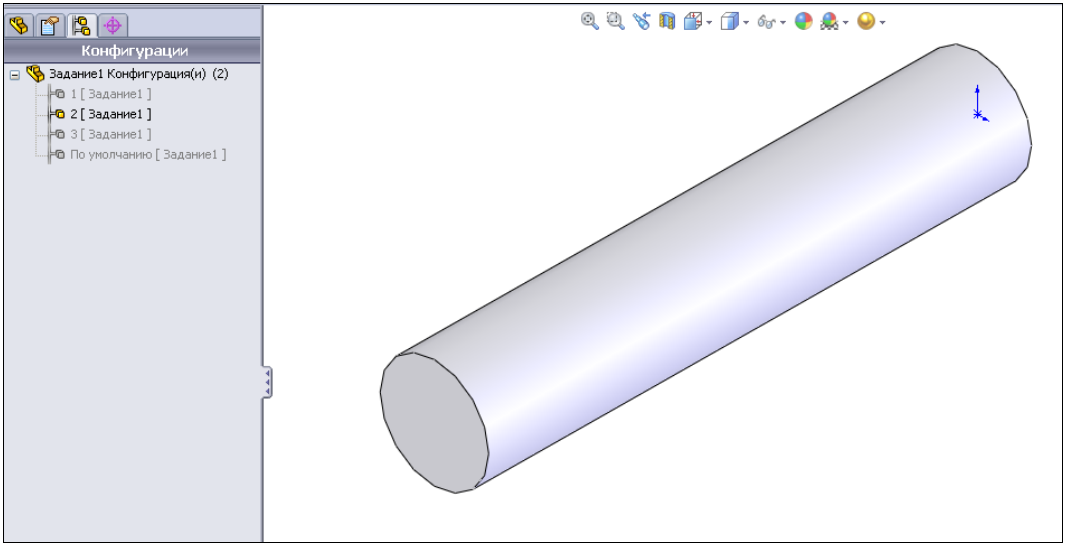


Рис. 10.35

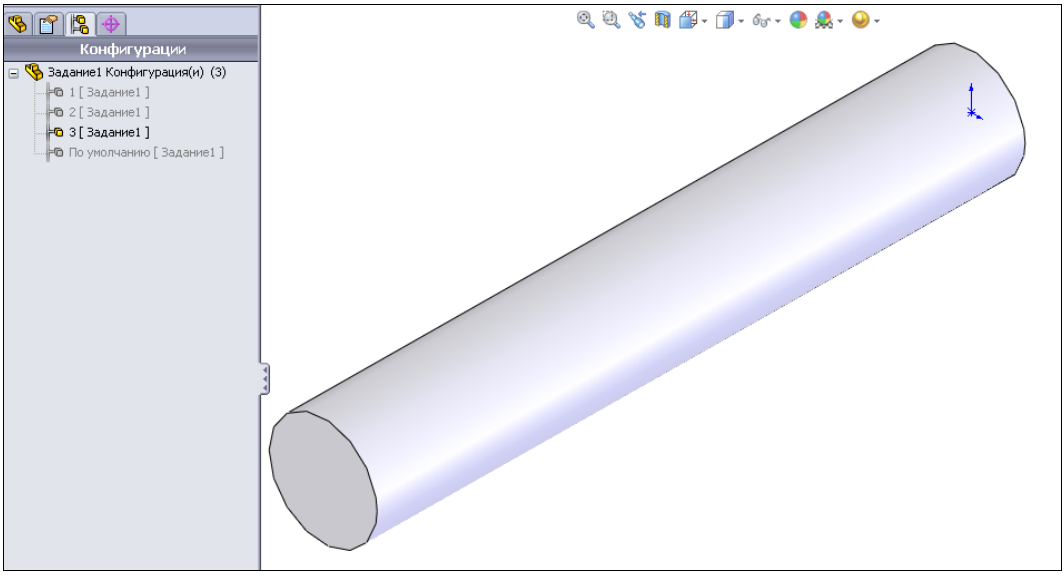


Рис. 10.36

Задание 2

Постройте деталь типа "Кольцо", наружный диаметр D1 = 200 мм, внутренний диаметр D2 = 100 мм, причем эти размеры связаны уравнением: D2 = D1/2. Толщина кольца 10 мм (рис. 10.37).

Постройте две конфигурации этой детали. У конфигурации № 1 наружный диаметр D1 = 100 мм, а внутренний D2 = 50 мм, согласно уравнению. Наружный диаметр кольца у конфигурации № 2 составляет D1 = 300 мм, а внутренний D2 = 150 мм.

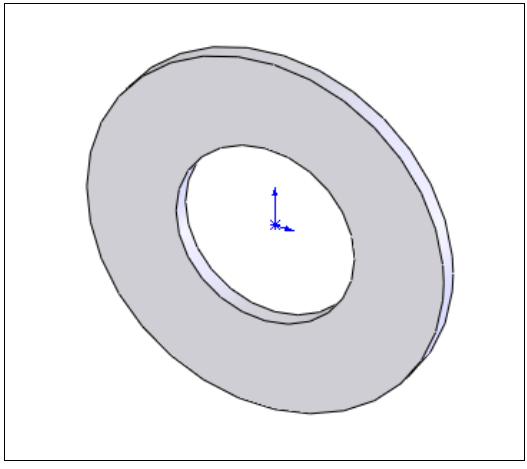


Рис. 10.37

Задание 3

Постройте деталь типа пластины согласно эскизу (рис. 10.38). Толщина детали 10 мм.

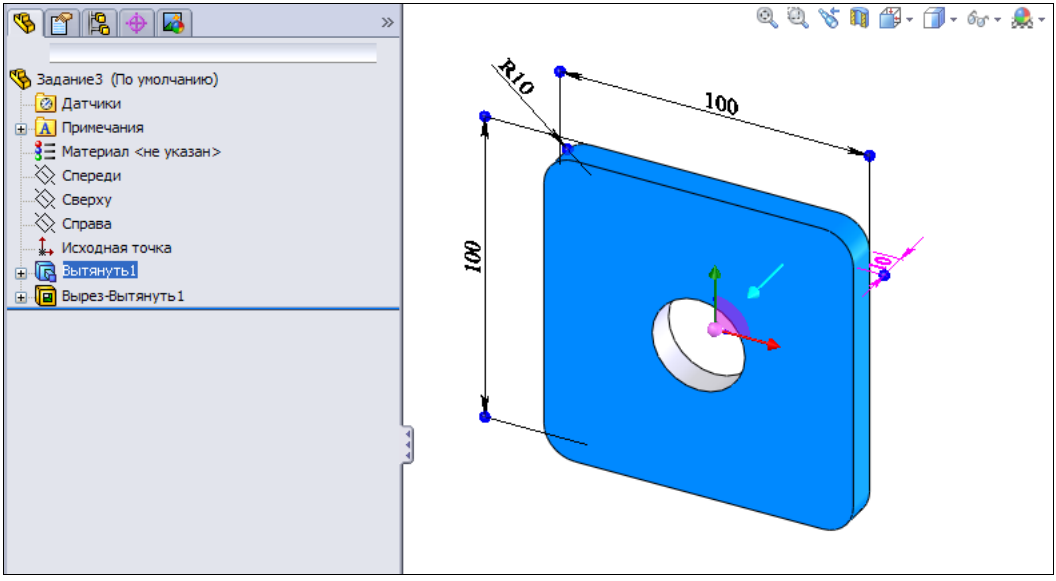


Рис. 10.38

Постройте дополнительно три конфигурации, используя таблицу параметров. Изменению в конфигурациях подлежат два размера: толщина пластины **D1@Вытянуть1** и диаметр центрального отверстия **D1@Эскиз2**. Таблица параметров показана на рис. 10.39.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Таблица параметров для: Задание3						
2		D1@Вытянуть1	D1@Эскиз2				
3	По умолчанию	10	30				
4	1	20	40				
5	2	30	50				
6	3	40	60				
7							
8							
9							
10							

Лист1

Рис. 10.39

Задание 4

Постройте простую сборку, состоящую из пластины с отверстиями (рис. 10.40), в которые помещаются детали типа винтов (рис. 10.41). Размер пластины 100×100 мм, толщина 10 мм, диаметр отверстий 6 мм.

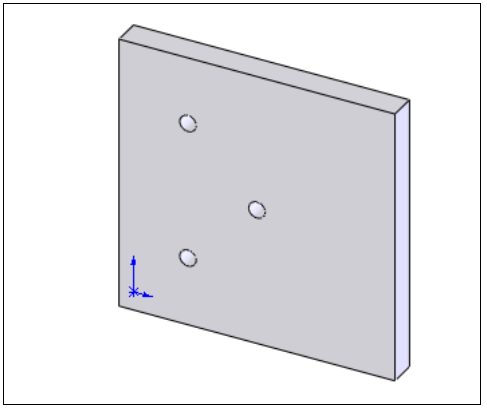


Рис. 10.40

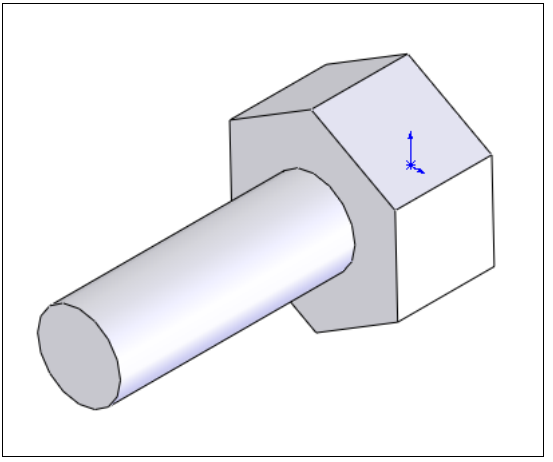


Рис. 10.41

Постройте сборку, которая будет обозначена **По умолчанию**. Эта сборка должна состоять из пластины и одного винта (рис. 10.42).

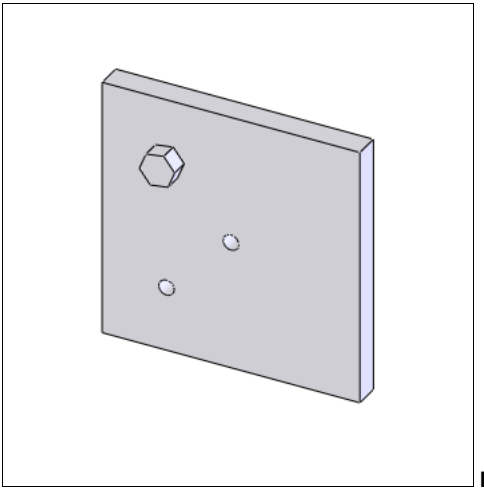


Рис. 10.42

Создайте две конфигурации этой сборки: № 1 и № 2, которые будут отличаться между собой количеством винтов (рис. 10.43 и 10.44).

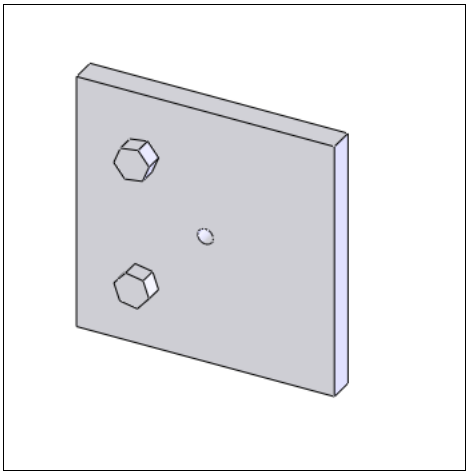


Рис. 10.43

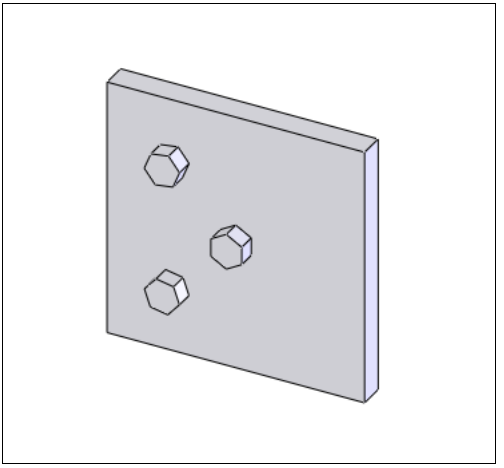


Рис. 10.44

ЗАНЯТИЕ 11



Дополнительные возможности SolidWorks 2010

На этом занятии рассмотрим некоторые возможности SolidWorks 2010, которые наиболее часто применяются в процессе работы с деталями, сборками и чертежами.

11.1. Импорт/Экспорт

Функция **Импорт/Экспорт** дает пользователю широкие возможности по обмену информацией между SolidWorks 2010 и пакетами трехмерного проектирования AutoCAD, Autodesk Inventor, CADKEY, CATIA Graphics, Solid Edge, Mechanical Desktop, PRO/ENGINEER, Unigraphics и др. Само по себе использование этой функции не представляет трудностей при самостоятельном изучении. Мы же эту функцию рассмотрим в наиболее часто применяемом аспекте, а именно использование ранее изготовленных в AutoCAD двухмерных чертежей в качестве эскизов при проектировании трехмерных деталей в SolidWorks 2010. Давайте проведем проектирование прокладки на основе чертежа в формате DWG.

11.1.1. Импорт файла DWG

Запустите SolidWorks 2010 и нажмите кнопку **Открыть**  . В появившемся диалоговом окне **Открыть** в поле **Тип файлов** установите **DWG (*.dwg)**. Теперь на прилагаемом компакт-диске в папке `Занятие 11 \ Примеры \ Импорт_Экспорт` отыщите файл `Прокладка.DWG` и нажмите кнопку **Открыть**. Откроется диалоговое окно **Импорт DXF/DWG**, в котором установите переключатель в позицию **Импортировать в новую деталь как эскиз** (рис. 11.1).

Нажмите кнопку **Далее**. Откроется новое окно **Импорт DXF/DWG — Отображение слоя**. В этом окне рекомендуется поварьировать параметры области **Отобразить слои**. Дело в том, что в AutoCAD вся информация на чертежах располагается в определенных слоях, например, основные линии в слое 1, выносные линии в слое 2 и т. д. Поэтому установите переключатель в положение **Выбранные слои** и попробуйте поснимать флажки слоев. Снимая флажки, смотрите на окно **Предварительный просмотр** и наблюдайте, какие линии убираются с чертежа. Вам необходимо убрать как можно больше линий, не относящихся к требуемому эскизу, и

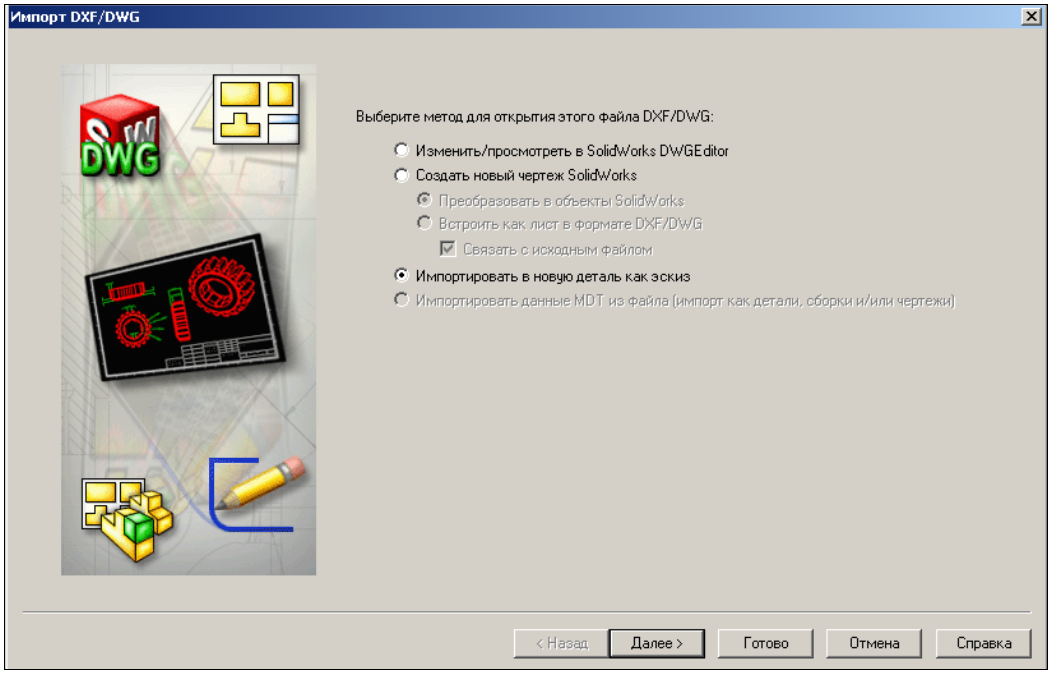


Рис. 11.1

оставить только сам эскиз. Возможно, что не получится убрать все ненужные линии. Ничего страшного в этом нет. Например, в нашем случае весь чертеж построен в одном слое, поэтому придется импортировать всю информацию с чертежа (рис. 11.2).

> ***Примечание***
>
> В импортированном файле DXF/DWG вместо текстовой информации на чертеже могут быть знаки вопроса (???). Это связано с несоответствием шрифтов, применяемых в AutoCAD и SolidWorks 2010. На использование эскизов, импортируемых из AutoCAD, эта проблема никак не повлияет.

Выбрав необходимые слои, нажмите кнопку **Далее**.

> ***Примечание***
>
> Если вам необходимо только отредактировать чертеж, созданный в AutoCAD, и вы дальше не собираетесь ничего с ним делать, имеет смысл воспользоваться утилитой DWGEditor, входящей в состав SolidWorks 2010.

Откроется новое диалоговое окно **Импорт DXF/DWG — Настройки документа**. В этом окне необходимо в раскрывающемся списке **Единицы измерения импорт. данных** выбрать значение **Миллиметры**. Нужно также установить флажок **Не импортировать штриховку** для отмены импортирования имеющейся на чертеже штриховки. Проверьте, установлен ли флажок **Импортировать лист**, а также установлен ли переключатель в положение **в 2D эскиз** (рис. 11.3).

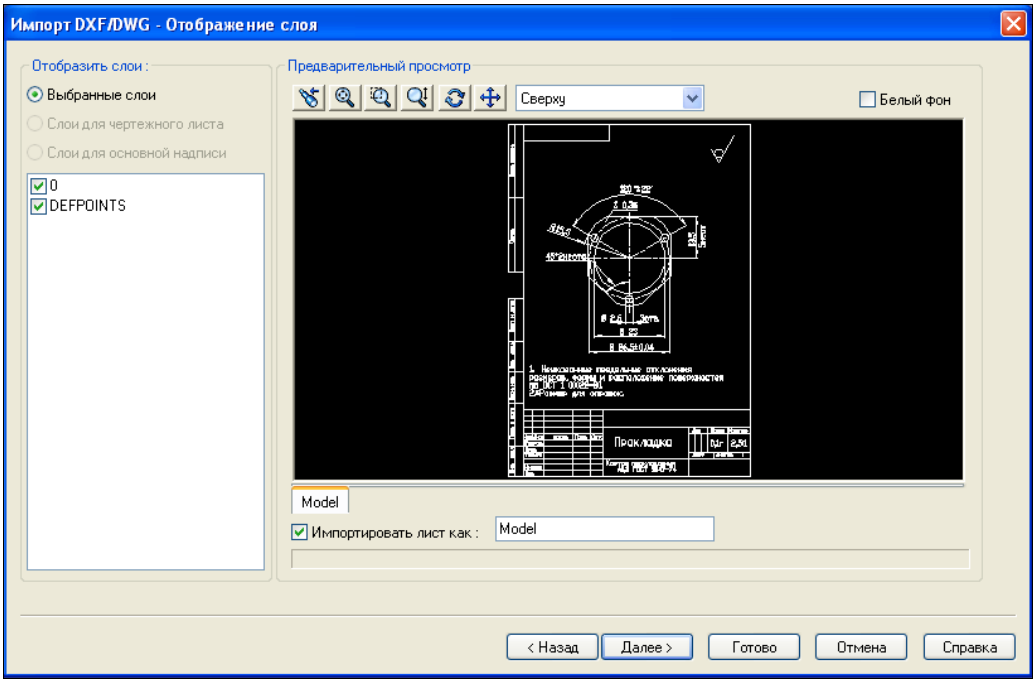


Рис. 11.2

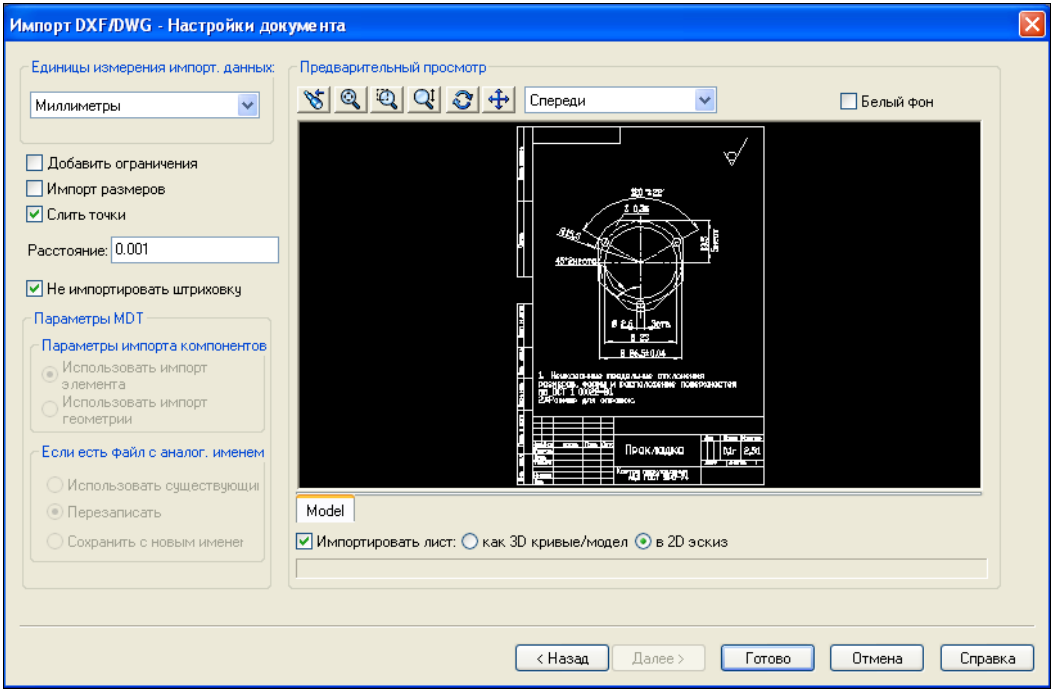


Рис. 11.3

Если все установлено правильно, нажмите кнопку **Готово**. Откроется диалоговое окно **Новый документ SolidWorks**, в котором необходимо выбрать шаблон детали. После выбора шаблона нажмите кнопку **OK**.

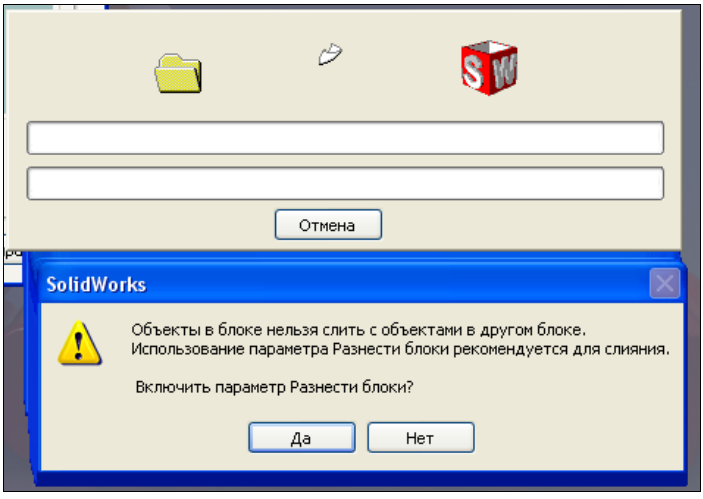


Рис. 11.4

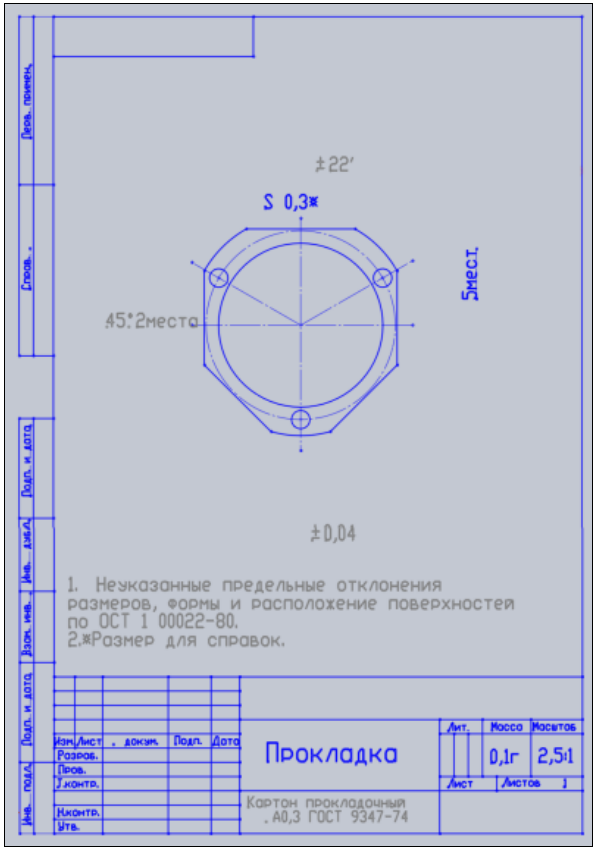


Рис. 11.5

Если в чертеже используются блоки, то появится сообщение, показанное на рис. 11.4, в котором предлагается включить параметр **Разнести блоки** при импортировании чертежа. Нажмите кнопку **Да.**

В итоге наш чертеж должен импортироваться в эскиз детали, которую SolidWorks 2010 автоматически откроет. Информация, которая перешла в эскиз, будет иметь вид, как на рис. 11.5. В нашем случае в одном слое с чертежом была рамка с основной надписью, она тоже перенесена в эскиз.

11.1.2. Редактирование эскиза

Теперь надо отредактировать полученный эскиз так, чтобы с него можно было сделать готовую деталь. Для этого необходимо удалить все линии, не относящиеся к эскизу. Это выносные линии, линии центров, осевые линии, линии основной надписи, значки шероховатости, требования формы и расположения поверхностей и т. д. Кроме того, необходимо проверить, чтобы эскиз был замкнутым.

После удаления всех ненужных линий эскиз должен приобрести вид, как на рис. 11.6.

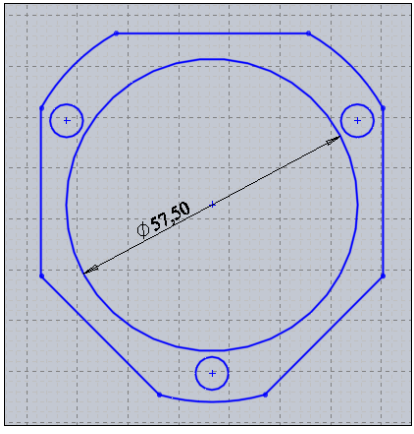


Рис. 11.6

Теперь проставьте размер диаметра внутренней окружности. Он составит 57,5 мм. Действительный же размер отверстия детали составляет 23 мм. В этом можно убедиться, загрузив DWG-файл еще раз и посмотрев размер в оригинале. В чем же дело? Дело в том, что в формате AutoCAD размеры линий на чертежах изображены в соответствии с масштабом, указываемым в основной надписи. Если вы взглянете на масштаб детали в оригинале, то увидите, что деталь изображена в масштабе 2,5:1, т. е. изображение увеличено по сравнению с размерами детали в 2,5 раза. При импортировании чертежа размеры линий были взяты в миллиметрах с учетом установленного масштаба в AutoCAD.

В SolidWorks 2010 все построения в эскизах проводятся с реальными размерами детали. Поэтому необходимо изменить масштаб импортированного эскиза.

11.1.3. Изменение масштаба эскиза

Для изменения масштаба эскиза выберите команду **Инструменты | Инструменты эскиза | Изменить**  . Появится диалоговое окно **Изменить эскиз**, в котором необходимо изменить параметр **коэффициент**. Установите коэффициент "0,4", и

все размеры эскиза будут уменьшены в 2,5 раза (1/2,5 = 0,4). Нажмите клавишу <Enter>. Эскиз сразу изменит свои размеры (рис. 11.7).

Нажмите кнопку **Закрыть** диалогового окна **Изменить эскиз**. Теперь эскиз готов к вытягиванию.

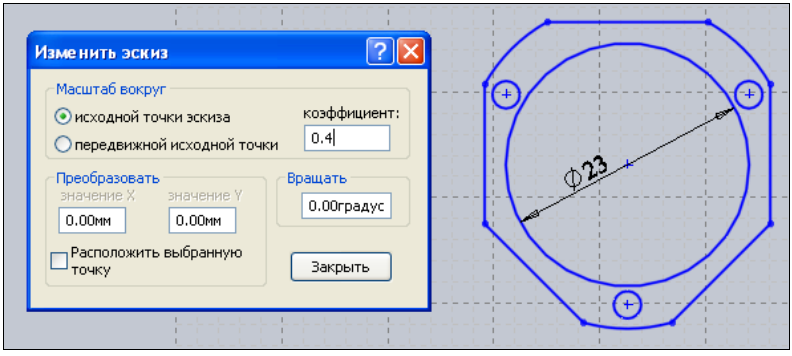


Рис. 11.7

11.1.4. Вытягивание импортированного эскиза

Выйдите из режима рисования эскиза и произведите вытягивание полученного эскиза на глубину 0,3 мм (толщина прокладки) (рис. 11.8).

Нажмите кнопку **OK**  , и вы получите готовую деталь прокладки. Нажмите кнопку **Сохранить**  для сохранения файла `Прокладка.sldprt`. Теперь для импортированной детали вы можете сделать чертеж в SolidWorks 2010.

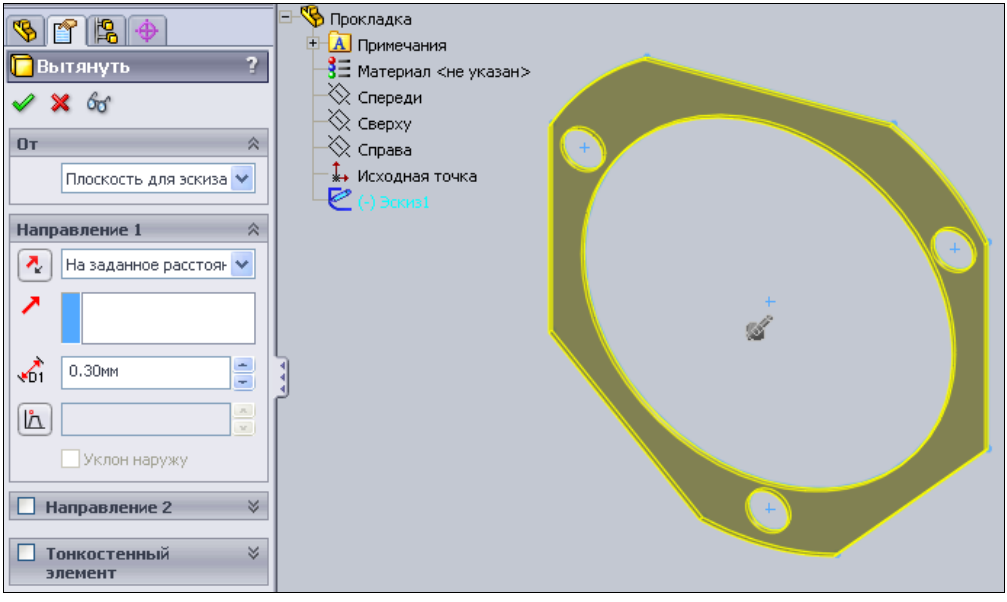


Рис. 11.8

11.1.5. Экспорт геометрии детали в другие форматы

На примере детали `Прокладка` проведем экспорт геометрии в какой-нибудь формат. Если вы уже успели закрыть файл `Прокладка.sldprt`, откройте его снова. Теперь выберите команду **Файл | Сохранить как**. Откроется знакомое вам диалоговое окно, в котором надо изменить параметр **Тип файла** (рис. 11.9). Раскройте список, нажав стрелку вниз, и увидите все возможные варианты экспорта информации от геометрии детали, поверхностей до простой растровой картинки. Выберите, например, растровый формат JPEG и сохраните файл как `Прокладка.jpg`, нажав кнопку **Сохранить**. В результате произойдет экспорт графической информации в файл формата JPEG. Теперь можно просмотреть этот файл, не запуская SolidWorks 2010.

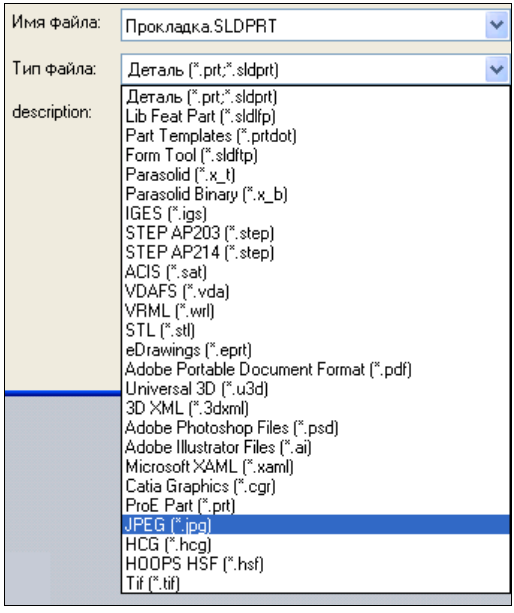


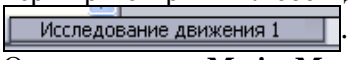
Рис. 11.9

11.2. Анимация

Анимация в SolidWorks 2010 предназначена для наглядной демонстрации деталей или элементов сборки в движении, а также способов сборки изделия из деталей. С помощью аниматора, входящего в состав SolidWorks 2010, можно создать ролики, иллюстрирующие следующие процедуры:

- вращение детали или сборки;
- разнесение или составление сборки;
- создание физического моделирования (задавая закон движения ведущего звена (детали) механизма, можно получить анимацию всех остальных кинематически связанных звеньев (деталей)).

11.2.1. Анимация вращения детали или сборки

Вращение детали или сборки можно создать без какой-либо дополнительной подготовки. Запустите SolidWorks 2010 и загрузите с компакт-диска из папки `Занятие 11 \ Примеры \ Анимация` файл сборки `Сборка1.sldasm`. Для того чтобы воспользоваться аниматором SolidWorks 2010, необходимо его добавить в интерфейс программы. Выберите команду **Инструменты | Настройка**, в открывшемся диалоговом окне **Настройка** установите флажок **SolidWorks Motion** и нажмите кнопку **OK**. Теперь при открытии любой детали в нижнюю строку меню будет добавлена вкладка 

. Активизируйте эту вкладку, щелкнув по ней мышью. Откроется окно **MotionManager**, показанное на рис. 11.10.

Теперь нажмите кнопку **Помощник для создания анимации**  на панели инструментов **MotionManager**. Появится диалоговое окно **Выбор типа анимации**, показанное на рис. 11.11, в котором установите переключатель в положение **Вра-**

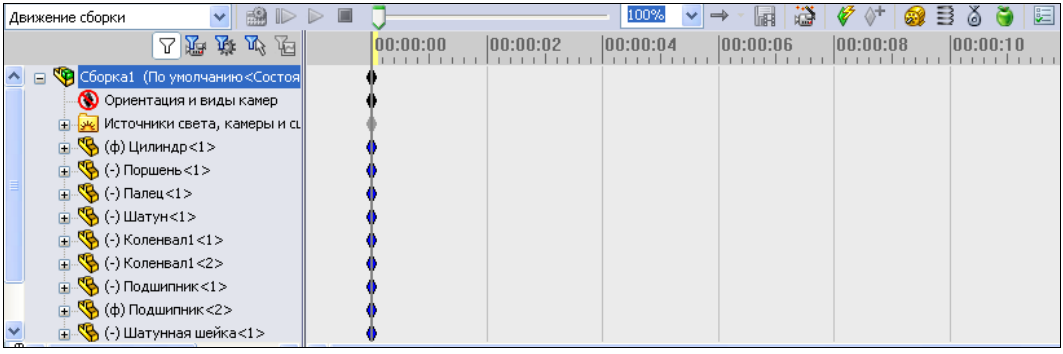


Рис. 11.10

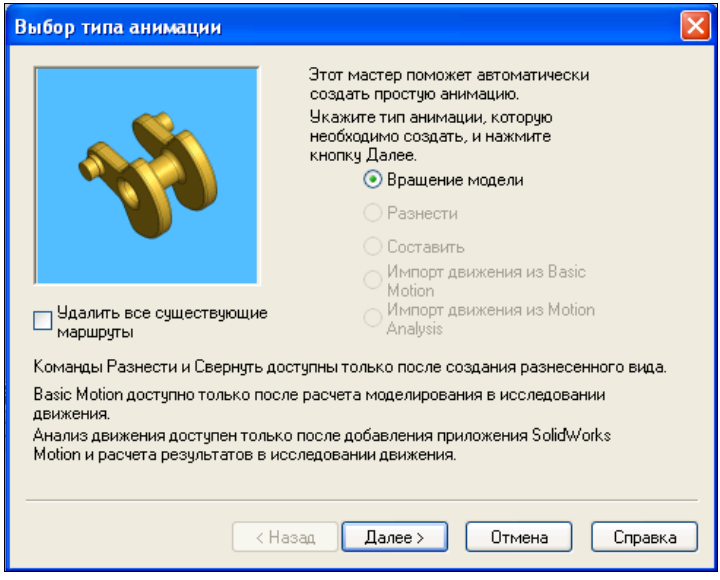


Рис. 11.11

щение модели. Нажмите кнопку **Далее**. В появившемся окне **Выбор оси вращения** необходимо установить переключатель в желаемое положение. Анимационная картинка слева динамически показывает, как будет вращаться деталь. Выберите, например, параметры, как на рис. 11.12, и нажмите кнопку **Далее**. В заключительном окне **Параметры управления анимацией** необходимо задать длительность анимации в секундах и задержку.

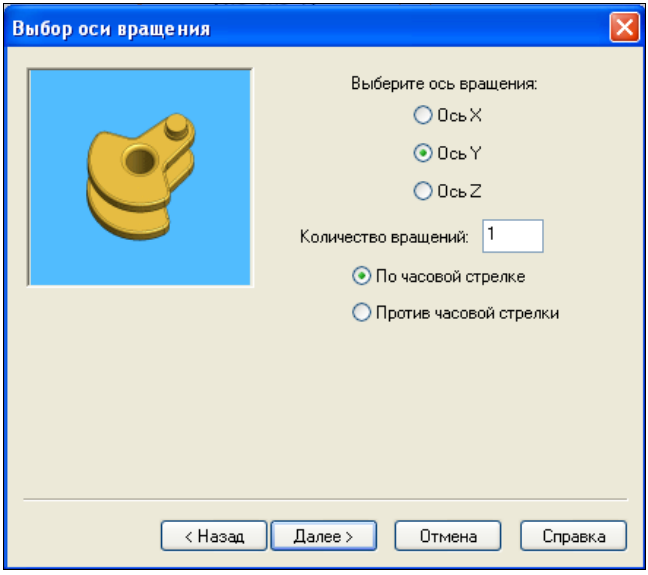


Рис. 11.12

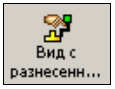
Нажмите кнопку **Готово**. Программа снова вернется в окно **MotionManager**. Теперь нажмите кнопку **Воспроизведение** или **Воспроизведение сначала**, чтобы начать просмотр. Кнопка **Сохранить анимацию** позволит вам сохранить анимацию в файле формата AVI. Для сохранения конфигурации сборки с анимацией `Сборка1.sldasm` нажмите кнопку **Сохранить**. Для переключения обратно к построению модели в нижней строке меню нажмите мышью на вкладку **Модель.**

11.2.2. Анимация разнесения и составления сборок

Для того чтобы создать анимацию разнесения или составления сборок, предварительно необходимо создать вид с разнесенными частями. Разнесенный вид хранится с конфигурацией сборки, в которой он создается. Каждая конфигурация может содержать один вид с разнесенными частями. Давайте создадим анимацию сборки, которую использовали в предыдущем подразделе. Поэтому опять загрузите файл сборки `Сборка1.sldasm`.

Создание вида с разнесенными частями (разнесение сборки)

Для начала создания вида с разнесенными частями нажмите кнопку **Менеджер конфигураций**. Нажмите на знак плюса в строке Сборка1 Конфигурация(и).

Откроется список существующих конфигураций. В начальный момент там будет только одна конфигурация **По умолчанию <Состояние отображения-1> [Сборка1].** Наведите указатель мыши на эту строчку и щелкните правой кнопкой. В появившемся контекстном меню выберите пункт **Новый вид с разнесенными частями**  . Эту команду можно также вызвать, просто нажав кнопку **Вид с разнесенными частями** 

в панели инструментов **Сборка**. Откроется диалоговое окно **Разнести**. Теперь можно приступать непосредственно к разнесению.

Разнесение деталей

Давайте разнесем детали нашей сборки.

> ***Примечание***
>
> Демонстрирование разнесения деталей удобнее проводить так, как они бы собирались в узел, т. е. при осевой сборке детали лучше перемещать вдоль оси, а при радиальной сборке — перпендикулярно оси. Хотя пользователь может по своему усмотрению применять направления перемещения выбранных деталей.

Для начала перенесем незафиксированный **Подшипник<1>** на расстояние в 100 мм от сборки. Для этого щелкните в диалоговом окне **Разнести** в области **Настройка** по полю **Компоненты шага разнесения**  , тем самым активизировав его. Сначала оно должно быть пустым. Теперь в **Дереве Конструирования** или непосредственно на сборке (если вы знаете "в лицо" эту деталь) щелкните по детали **Подшипник<1>**. В поле **Компоненты шага разнесения** появится имя детали **Подшипник-1@Сборка1**. В поле **Направление разнесения** по умолчанию появится сообщение "Z@Сборка1.SLDASM". То есть программа предлагает произвести разнесение вдоль глобальной оси *Z*, которая не совпадает с осью детали. Поэтому активизируйте поле **Направление разнесения** (рядом со значком ), щелкнув по нему мышью, затем щелкните по детали, оси которой совпадают с разносимой деталью. В качестве такой детали выберите, например, зафиксированный **Подшипник<2>.** В поле **Расстояние разнесения** установите значение 100 мм. Проверьте по рис. 11.13, так ли вы все сделали.

Если все правильно, то нажмите кнопку **Применить. Подшипник<1>** тут же переместится в направлении от сборки (на рис. 11.12 по направлению стрелки). В области **Шаги разнесения** появится элемент **Шаг разнесения детали1**. Если перенесение детали было выполнено правильно, нажмите кнопку **Готово,** тогда команда для данной детали будет принята окончательно, и поля в области **Настройка** очистятся для создания нового разнесения.

Теперь аналогичным образом переместите деталь **Коленвал1<2>** относительно той же детали **Подшипник<2>** на расстояние 65 мм по оси детали **Подшипник<1>**. Проверив корректность перемещения, нажмите кнопки **Применить** и **Готово.**

Далее переместите деталь **Шатунная шейка<1>** относительно детали **Подшипник<2>** на расстояние 50 мм в сторону деталей **Подшипник<1>** и **Коленвал1<2>**. Проверив корректность перемещения, нажмите кнопки **Применить** и **Готово**.

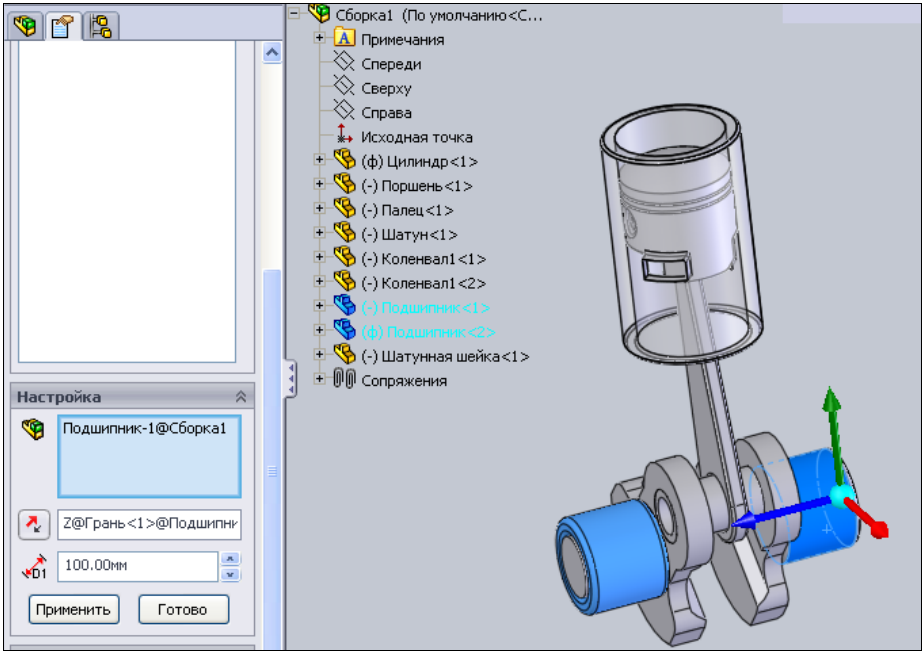


Рис. 11.13

Затем переместите деталь **Коленвал1<1>** относительно детали **Подшипник<2>** на расстояние 35 мм в сторону трех перемещенных деталей. Проверив корректность перемещения, нажмите кнопки **Применить** и **Готово.** Все детали должны сохранять свою соосность. Проверьте по рис. 11.14, так ли у вас получилось.

Теперь переместим сразу несколько деталей: шатун, поршень и поршневой палец. Перемещать будем вдоль цилиндра, поэтому щелкните мышью по полю **Направление разнесения**, а затем по внутренней грани детали **Цилиндр<1>.** Затем щелкните по полю **Компоненты шага разнесения**, чтобы сделать его активным, и, наконец, в **Дереве Конструирования** щелкните по деталям **Поршень<1>, Палец<1>, Шатун<1>**. После этого снимите флажок **Авторазмещение компонентов после перетаскивания** в области **Параметры**, чтобы детали переместились все вместе. Установите **Расстояние разнесения** 160 мм и нажмите кнопку **Применить.** Если выбранные три детали переместились вверх, нажмите кнопку **Готово.**

В нашей сборке осталось отсоединить поршневой палец и поршень от шатуна. Сделайте вновь активным окно **Компоненты шага разнесения** и выберите деталь **Палец<1>,** затем выделите окно **Направление разнесения** и выберите вновь деталь **Подшипник<2>**. Разнесите на расстояние 50 мм. Нажмите кнопки **Применить** и **Готово.**

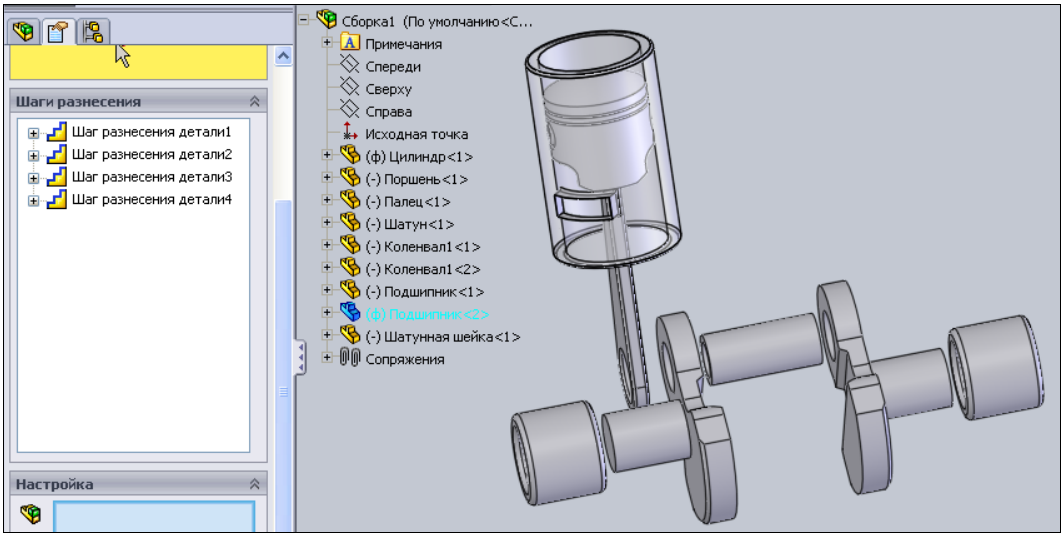


Рис. 11.14

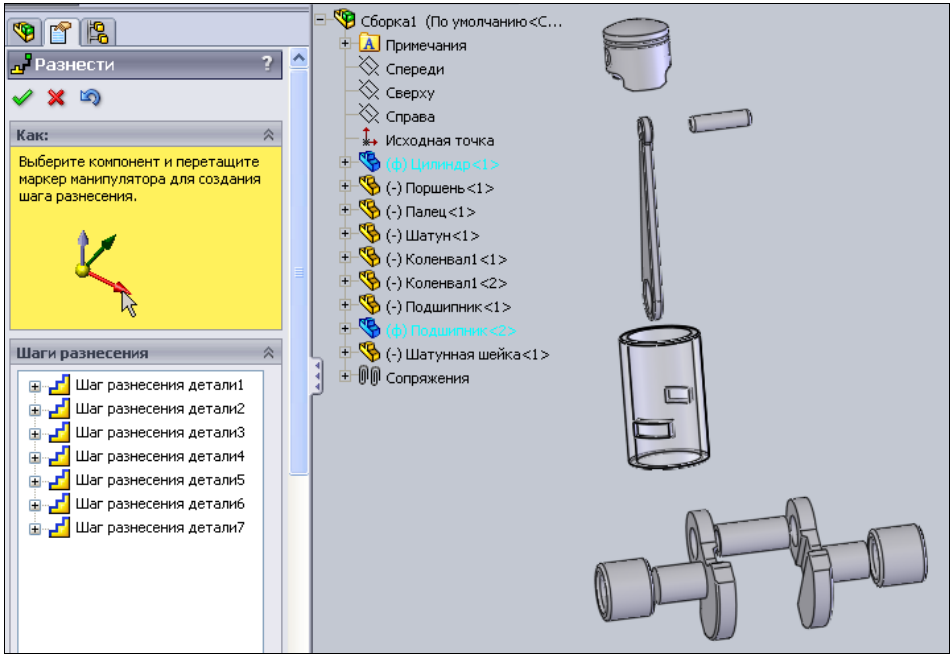


Рис. 11.15

И, наконец, в качестве компонента разнесения выделите деталь **Поршень<1>** и переместите в направлении оси детали **Цилиндр<1>** вверх также на расстояние 50 мм. Нажмите кнопки **Применить** и **Готово.**

Разнесение закончено. Теперь окончательно проверьте положение разнесенных деталей по рис. 11.15 и, если все правильно, нажмите кнопку **OK** в окне **Разнести.**

После создания разнесенного вида можно проверить составление сборки и разнесение путем анимирования.

Создание анимации

Щелкните правой кнопкой мыши на строке **Вид с разнесенными частями 1** в дереве **Менеджера конфигурации**. В появившемся контекстном меню выберите **Анимировать составление элементов** или **Составить**, если хотите произвести сборку без анимации. Появится окно **Управление анимации** (рис. 11.16), в котором можно просматривать анимацию в замедленном или ускоренном темпе, промотывать назад, а также сохранять. Для сохранения нажмите кнопку **Сохранить анимацию**  и в открывшемся диалоговом окне **Сохранить анимацию в файл** введите в поле **Имя файла** `Сборка2.avi`. Затем нажмите кнопку **Сохранить**. В окне **Сжатие видео** выберите в разделе **Программа сжатия** пункт **Полные кадры (без сжатия)** и нажмите кнопку **OK**. Анимация будет сохранена в файл. Закройте окно **Управление анимации** и сохраните файл `Сборка1.SLDASM`.

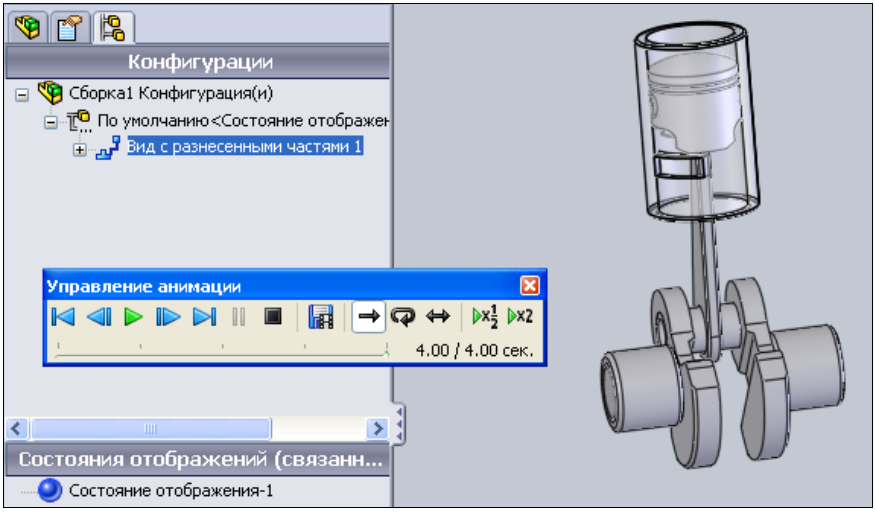


Рис. 11.16

Разнесение и составление сборки с помощью *Помощника для создания анимации*

Нажмите на вкладку **Исследование движения 1** внизу экрана, а затем на кнопку **Помощник для создания анимации**  . В появившемся диалоговом окне **Выбор типа анимации** (см. рис. 11.11) установите переключатель в положение **Разнести** или **Составить**. Нажмите кнопку **Далее**. В новом окне **Параметры управления анимацией** задайте **Длительность** в секундах и **Время начала** анимации при создании серии анимаций. Нажмите кнопку **Готово**. После этого можно управлять анимацией как обычно. Обратите внимание, что во временной диаграмме появи-

лись новые элементы анимации, которые можно отключать или вновь включать в процесс анимирования (рис. 11.17).

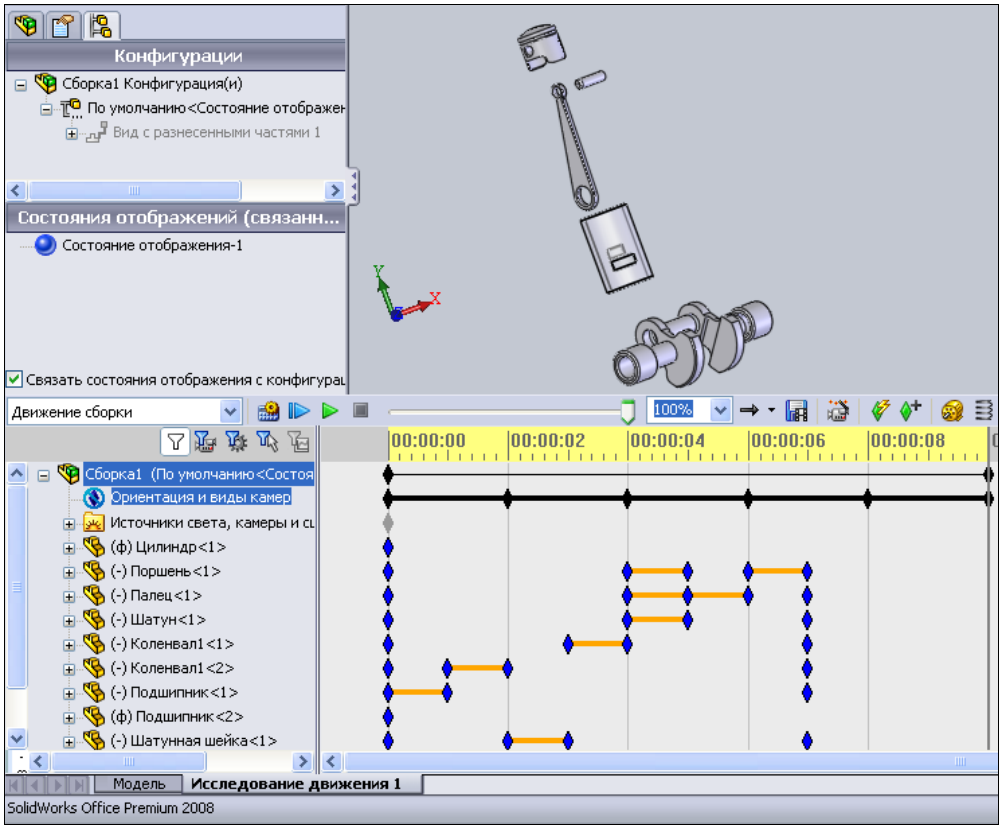


Рис. 11.17

11.2.3. Анимация физического моделирования

Физическое моделирование позволяет показать работу узла в динамике. С помощью физического моделирования можно воспроизвести воздействие двигателей, пружин и силы тяжести на сборки. Физическое моделирование объединяет элементы моделирования с инструментами SolidWorks 2010, например, сопряжениями и физической динамикой, для перемещения компонентов по сборке. Чтобы анимировать физическое моделирование, необходимо его сначала создать.

Создание физического моделирования

Загрузите знакомую вам сборку кривошипно-шатунного механизма `Сборка1.SLDASM`. Для создания физического моделирования нам потребуется поменять **Тип исследования**. Для этого нажмите внизу экрана вкладку **Исследование движения 1** и в открывшемся окне **MotionManager** в раскрывающемся списке **Тип**

исследования измените тип с **Движения сборки** на тип **Физическое моделирование** (рис. 11.18).

Давайте в физическом моделировании будем вращать коленчатый вал и наблюдать за перемещением поршня в цилиндре. Поэтому нам необходимо придать вращательное движение одной из щек коленчатого вала. Нажмите в инструментальной панели **MotionManager** кнопку **Двигатель**  . В **Менеджере свойств** откроется диалоговое окно **Двигатель**, показанное на рис. 11.19. В области **Тип двигателя** выберите **Вращающийся двигатель**  , а затем укажите грань детали **Коленвал<1>**. На этой грани появится круговая стрелка, указывающая направление вращения. Для смены направления нажмите кнопку **Реверс направления**. Сверьте ваши действия с рис. 11.19.

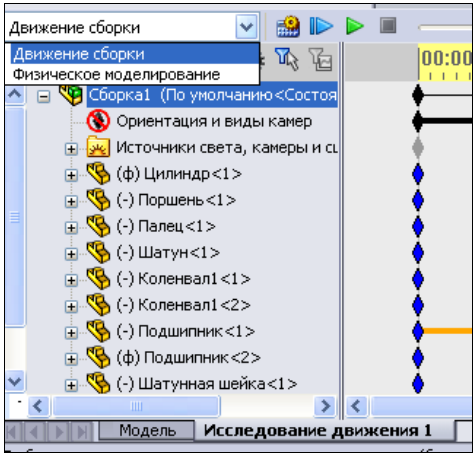


Рис. 11.18

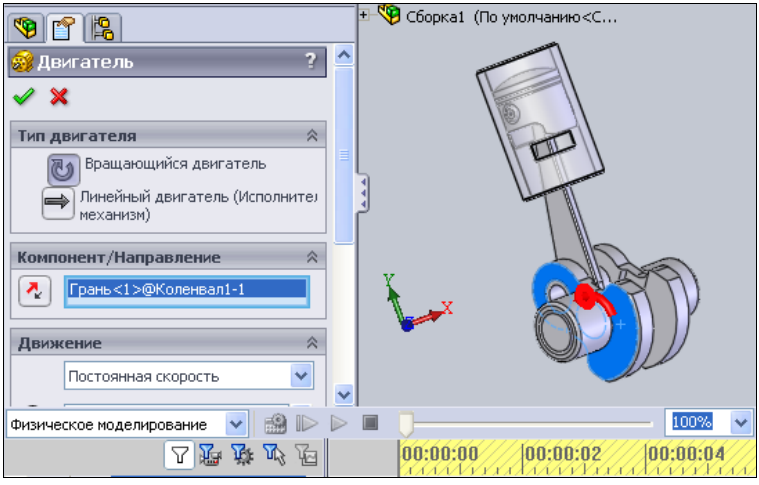


Рис. 11.19

После задания параметров нажмите кнопку **OK**  . В **Дереве MotionManager** должен появиться элемент **Вращающийся двигатель1**.

Моделирование

Теперь можно выполнить физическое моделирование. Для этого нажмите кнопку **Рассчитать**  в панели инструментов **MotionManager**. Начнется процесс

имитации движения сборки. Может получиться так, что в процессе вращения сборка войдет еще в режим разнесения. Это связано с тем, что не были отключены ключи на временной шкале, связанные с разнесением. Чтобы это предотвратить, остановите процесс моделирования с помощью кнопки **Стоп** и переместите временной ползунок в начальное положение. Затем мышью выделите прямоугольную область, захватывающую все ключи от предыдущей анимации. После выделения всех ключей нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню установите флажок у параметра **Погасить ключ** (рис. 11.20).

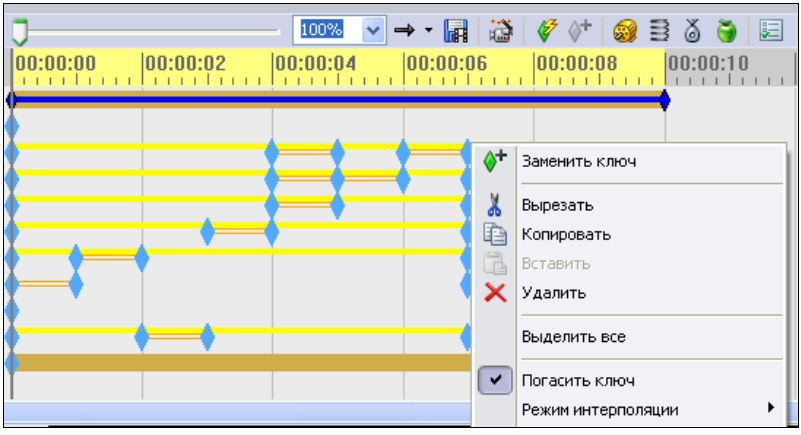


Рис. 11.20

После погашения ключей вновь нажмите кнопку **Рассчитать** в панели инструментов **MotionManager**. Теперь расчет должен пойти нормально. В любой момент ключи можно опять включить. Во время расчета может появиться сообщение о том, что модель находится в конфликтном положении. Просто нажмите кнопку **OK**, и симуляция будет продолжена. После расчета моделирования можно снова воспроизвести анимацию, нажав кнопку **Воспроизведения**, остановить воспроизведение, нажав кнопку **Стоп**, или записать в файл с помощью кнопки **Сохранить анимацию**. Сохраните анимацию в файл, например, `Сборка3.avi`.

Анимация физического моделирования с помощью *Помощника для создания анимации*

Нажмите на вкладку **Исследование движения 1** в нижней части экрана, а затем кнопку **Помощник для создания анимации**. В появившемся диалоговом окне **Выбор типа анимации** (см. рис. 11.11) установите переключатель в положение **Физическое моделирование**. Нажмите кнопку **Далее**. В новом окне **Выберите Исследование движения** выберите единственный пункт **Исследование движения1**, т. к. других исследований мы не создавали. Нажмите кнопку **Далее** и в открывшемся окне **Параметры управления анимацией** задайте **Длительность** в секундах и

Время начала анимации при создании серии анимаций. Также установите флажок **Сбросить компоненты в исходное состояние моделирования** (рис. 11.21). Нажмите кнопку **Готово**. После этого можно управлять анимацией как обычно.

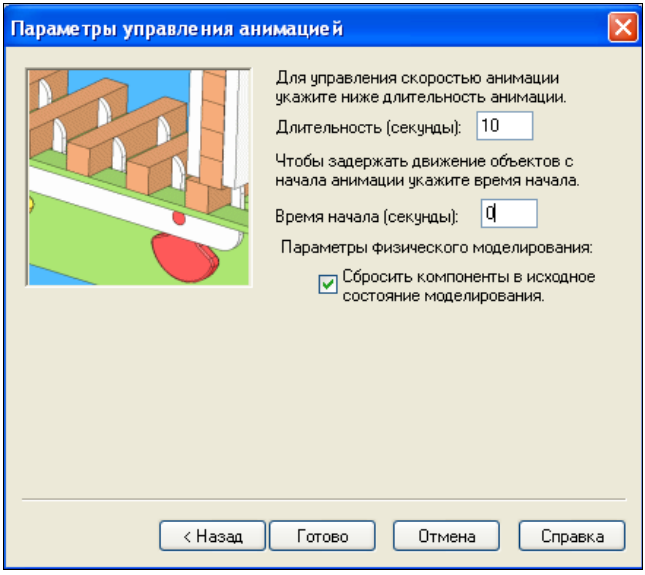


Рис. 11.21

11.2.4. Анимация с помощью захвата изображения

И, наконец, рассмотрим последний способ создания анимации — с помощью захвата изображения. Вызовите на экран панель инструментов **Захват экрана** с помощью **Инструменты | Настройка** и установите флажок напротив пункта **Захват экрана**. В этой панели инструмента три кнопки:

- **Захват изображения** — копирование текущего графического окна в буфер обмена;
- **Запись видео** — начало записи текущего графического окна в AVI-файл;
- **Завершение записи видео** — прекращение записи текущего графического окна в AVI-файл.

Нажмите кнопку . Откроется диалоговое окно **Запись захвата экрана в файл**. Введите имя файла — `Сборка4.avi` (рис. 11.22). Все остальные параметры оставьте по умолчанию и нажмите кнопку **Сохранить**. Выберите программу сжатия (**Полные кадры**) в окне **Сжатие видео** и нажмите кнопку **OK**. Теперь выберите команду **Переместить компонент** или **Вращать компонент** в панели инструментов **Сборка** или на вкладке **Собрать** и перемещайте детали сборки для получения динамического движения кинематически связанных деталей.

По окончании демонстрации нажмите кнопку  . Произойдет остановка анимации и сохранение в файл.

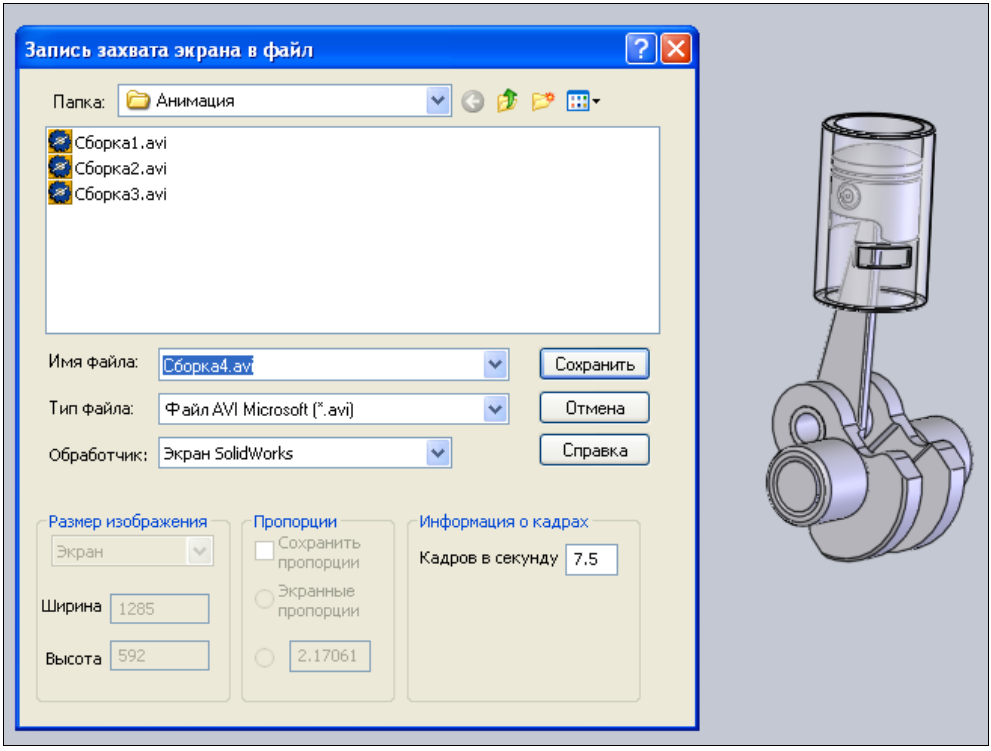


Рис. 11.22

Примечание

Данным способом можно демонстрировать не только физическое моделирование или разнесение и составление сборок, но и показывать процесс самой сборки узла из отдельных деталей. После создания AVI-файлов их можно просматривать отдельно, не загружая SolidWorks 2010, с помощью стандартного проигрывателя Windows.

11.3. Библиотека стандартных деталей

Библиотека стандартных деталей предназначена для ускорения сборки изделия, содержащего стандартные детали. К стандартным деталям относятся болты, гайки, шайбы, шпильки, стопорные кольца, втулки, винты, подшипники качения, кулачки, зубчатые колеса, звездочки, конструкционные профили, включая алюминиевые и стальные. Все стандартные детали структурированы с помощью инструмента SolidWorks Toolbox, который полностью интегрирован в SolidWorks 2010. Кроме того, все крепежные детали в библиотеке сохранены в параметрическом виде, т. е. все геометрические параметры детали связаны друг с другом параметрическими зависимостями. Например, размер головки болта зависит от диаметра болта и свя-

зан с ним уравнением. Это позволяет существенно снизить количество однотипных деталей, имеющих одинаковую конфигурацию, но различные размеры. SolidWorks Toolbox поддерживает следующие международные стандарты: ANSI, BSI, CISC, DIN, ISO и JIS. К сожалению, среди них нет ГОСТ, но многие стандартные детали, выполненные по ГОСТу, по своим размерам подходят к одному из международных стандартов, надо только знать их соответствия.

Помимо стандартных крепежных деталей, SolidWorks Toolbox имеет несколько расчетных инструментов, позволяющих провести некоторые конструкторские расчеты, а именно:

- расчет балки — для определения напряжения и деформации балки по заданным размерам и нагрузкам;
- расчет подшипника — для определения нагрузки и срока службы (ресурса) подшипника качения (в часах или миллионах оборотов);
- канавки — для добавления канавок в цилиндрическую деталь;
- конструкционная сталь — для добавления эскиза в деталь определенного поперечного сечения из конструкционной стали;
- кулачки — для создания кулачков с полностью определенными траекториями движения и типами толкателей.

Покажем на примере простого болтового соединения, как пользоваться библиотекой стандартных деталей.

1. Для этого необходимо установить компонент SolidWorks Toolbox. Выберите команду **Инструменты | Добавления** и установите флажки **SolidWorks Toolbox** и **SolidWorks Toolbox Browser**. Нажмите кнопку **OK**. Если компонент успешно установлен, то в меню появится пункт **Toolbox.**
2. Теперь давайте создадим простейшую деталь — пластину размером 50×50 мм и толщиной 10 мм с отверстием по центру диаметром также 10 мм (рис. 11.23). Сохраните деталь в файл `Пластина.sldprt`.
3. Затем создайте сборку, в которую вставьте две созданные пластины. Сейчас мы с помощью стандартных деталей — болта, шайбы и гайки — произведем стяжку двух пластин.
4. Предварительно разместите с помощью условий сопряжения пластины так, как показано на рис. 11.24. Теперь настало время вставить в сборку стандартные изделия. Нажмите в правой части экрана кнопку **Библиотека проектирования**  (рис. 11.25). Если этой кнопки нет, то выберите команду **Вид | Панели инструментов | Панель задач**. Откроется соответствующий инструментарий, с помощью которого можно сохранять собственные детали в качестве стандартных с целью их дальнейшего использования.
5. Раскройте папку `Toolbox`, нажав на значок плюса рядом с этим пунктом. Откроется древовидная структура подкаталогов, в которых расположены стандартные детали. Некоторые папки имеют названия деталей на английском языке, поэтому пользователям, не владеющим английским, придется прибегнуть к помощи словаря. Пройдите путь по дереву `Toolbox \ Ansi (Метрические)\ Болты и винты` (рис. 11.26) и щелкните мышью папку **Шестигранная головка**. В ней находятся болты с шестигранными головками.

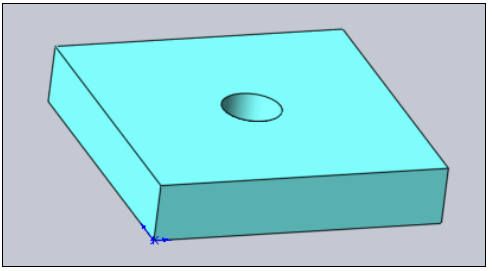


Рис. 11.23

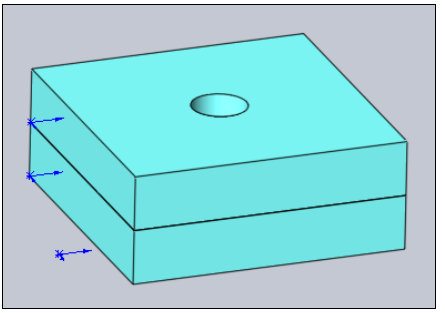


Рис. 11.24

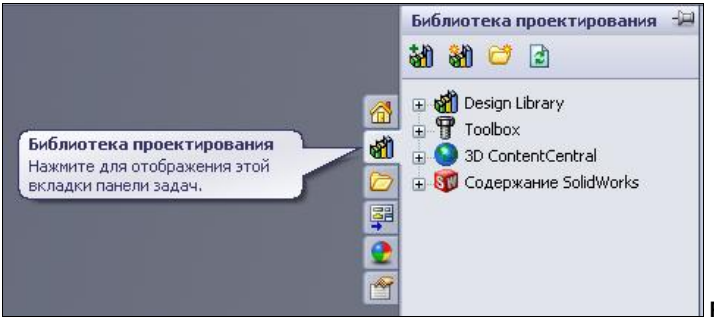


Рис. 11.25

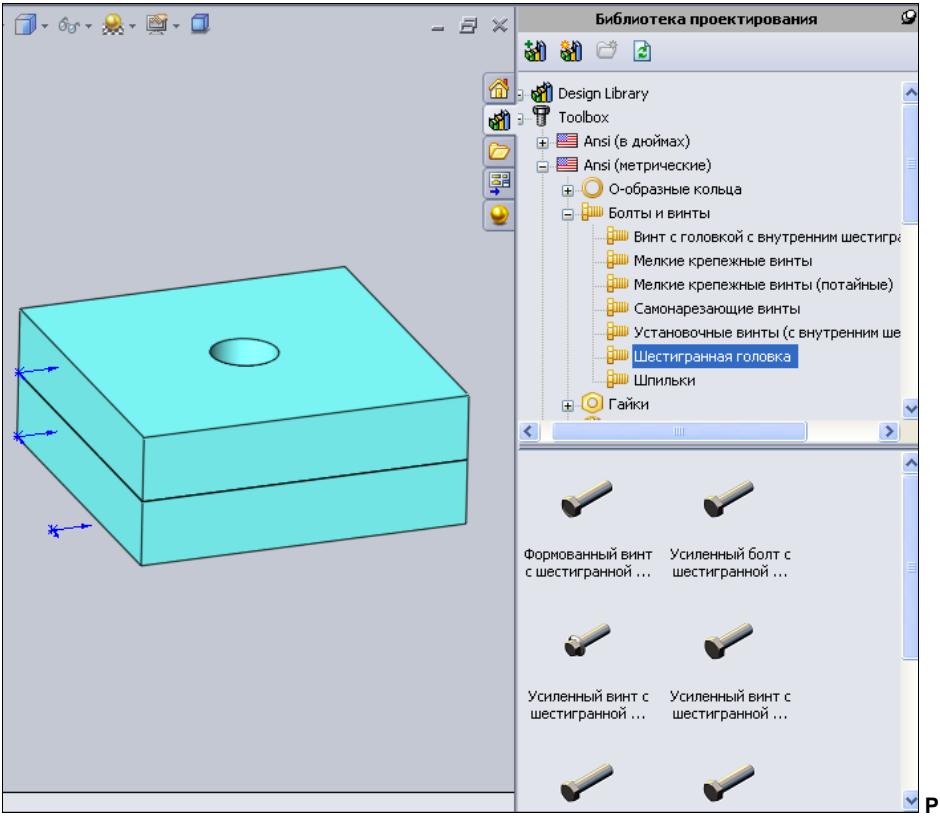


Рис. 11.26

6. Захватите и перетащите мышью один из образцов болтов, например первый, в область построения. При этом старайтесь навести появившийся болт на отверстие, тогда программа автоматически будет налагать сопряжение соосности болта с отверстием (рис. 11.27).

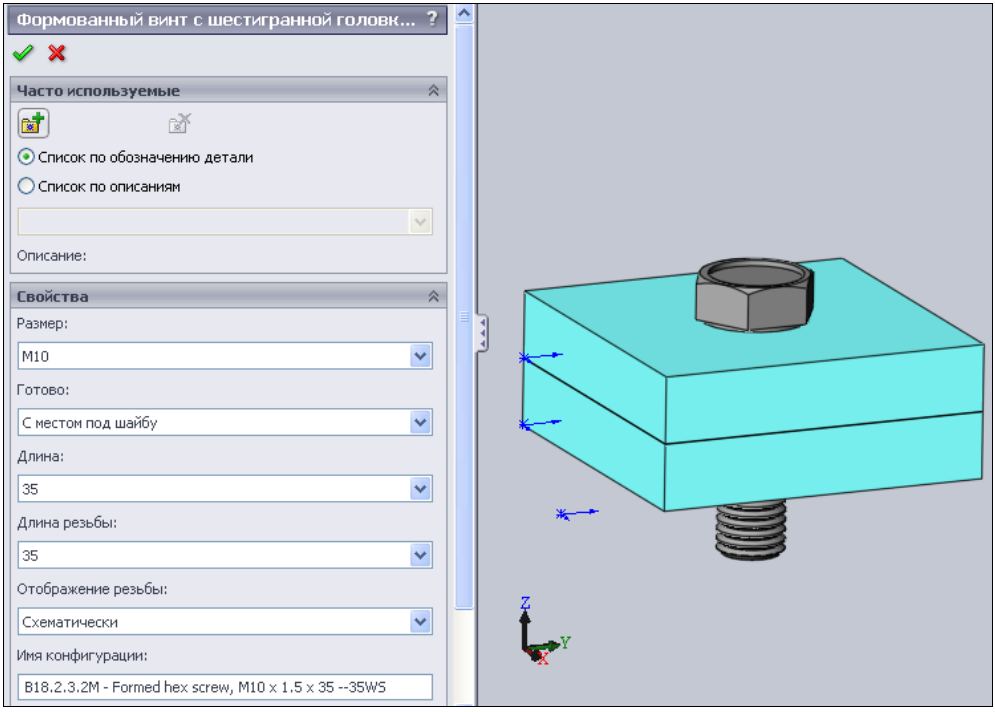


Рис. 11.27

7. В **Менеджере свойств** появится диалоговое окно **Формованный винт с шестигранной головкой** (наименование окна зависит от того, какую деталь вы захватили) с параметрами болта. Пока размеры болта не соответствуют размерам отверстия. Основными размерами болта в данном случае являются размер резьбы и длина болта. Для нашего отверстия подойдет резьба M10, а длина составит 35 мм (две толщины пластины по 10 мм + 5 мм высота головки болта + 10 мм на высоту гайки). Выставьте эти параметры (рис. 11.27) и нажмите кнопку **OK** ✔.

8. После пересчета размеров и установки болта в отверстие программа предложит вставить еще один такой же болт. Это бывает полезно, когда необходимо вставлять несколько одинаковых болтов. В нашем случае болты больше не нужны, поэтому нажмите клавишу <Esc>.

> ***Примечание***
>
> Если болт при перетаскивании не попал в отверстие — ничего страшного. Вам просто будет необходимо назначить сопряжение концентричности болта с отверстием и совпадение головки с плоскостью пластины.

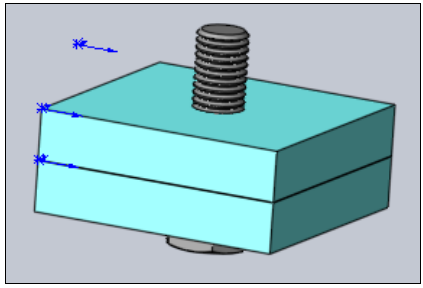


Рис. 11.28

9. В итоге вы должны получить сборку двух пластин с болтом по размеру отверстия. Теперь переверните сборку "вверх ногами" для того, чтобы удобнее было манипулировать следующими вставляемыми компонентами (рис. 11.28).
10. Снова откройте **Библиотеку проектирования** и зайдите в папку `Toolbox \ Ansi (Метрические) \ Шайбы \ Плоские шайбы`. В этой папке расположены плоские шайбы.
11. Аналогичным образом перетащите из **Библиотеки проектирования** одну из шайб в область экрана сборки (рис. 11.29).

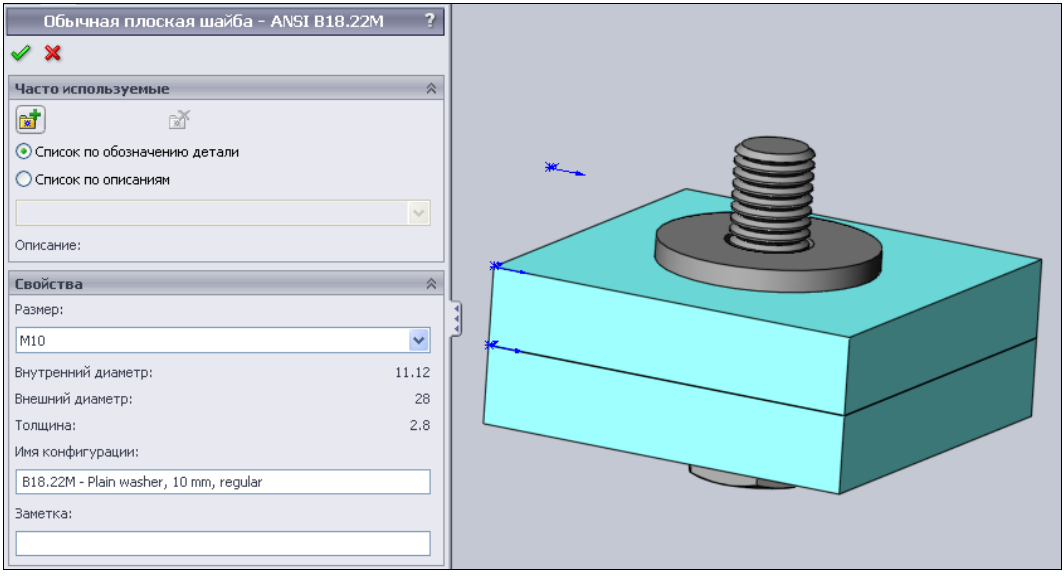


Рис. 11.29

Подведя к болту, постарайтесь, чтобы шайба встала соосно болту. Пока размеры шайбы велики по сравнению с болтом. Установите в окне параметров размер шайбы под болт M10 (см. рис. 11.29). Затем нажмите кнопку **OK** . Отмените вставку еще одной шайбы клавишей <Esc>. Задайте сопряжение совпадения плоскости шайбы и пластины. Как видите, диаметр шайбы чуть-чуть больше диаметра болта, что обеспечивает свободное одевание шайбы на болт.

12. Теперь, для завершения построения болтового соединения, нам осталось добавить только гайку. Вновь откройте **Библиотеку проектирования** и зайдите в папку `Toolbox \ Ansi (Метрические) \ Гайки \ Шестигранные гайки`. В этой папке расположены шестигранные гайки.

    Перетащите мышью одну из гаек в область создания сборки. Как и в предыдущих случаях, размеры гайки при перетаскивании весьма велики. Но пока не обращайте на это внимание, а установите в появившемся диалоговом окне параметров размер резьбы гайки, соответствующий размеру резьбы болта, т. е. M10. Остальные параметры не требуют изменений (рис. 11.30).

13. Теперь нажмите кнопку **OK**  .

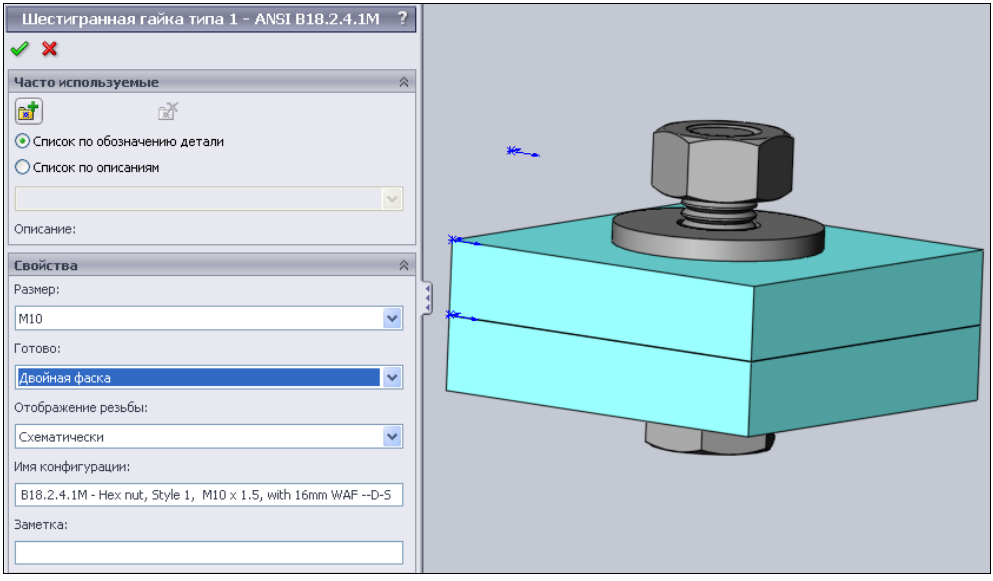


Рис. 11.30

14. Задайте условия сопряжения концентричности гайки и болта и условия совпадения граней гайки и шайбы.

Примечание

Иногда в процессе установки стандартной детали в сборку может появиться панель  , которая позволяет динамически назначать или отменять сопряжения, которые могут возникать при относительном расположении деталей. К таким сопряжениям, как правило, относятся концентричность (первая кнопка), привязка двух компонентов друг к другу (вторая кнопка) и перестановка сопряжения с одной грани на другую (третья кнопка). Последние две кнопки отменяют или принимают сопряжения.

15. В конце концов, у вас должно получиться законченное болтовое соединение (рис. 11.31). В **Дереве Конструирования** добавились соответствующие элементы.

16. Сохраните полученную сборку под именем `Болтовое соединение.sldasm`.

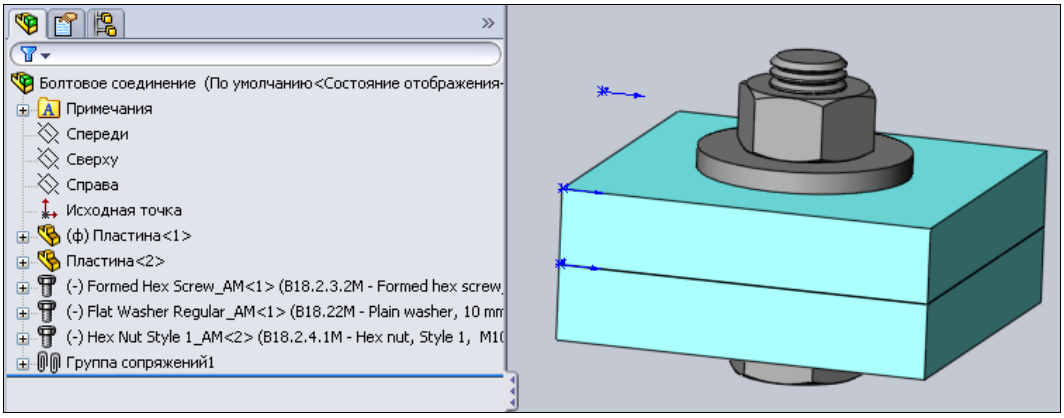


Рис. 11.31

Таким образом, используя стандартные крепежные детали, которые в изделии имеются в большом количестве, можно значительно ускорить процесс создания узлов и агрегатов. В заключении надо отметить, что большинство стандартных изделий, выполненных по отечественным стандартам, имеют американские аналоги.

11.4. Фотореалистичные изображения

11.4.1. Использование PhotoWorks

PhotoWorks — это приложение SolidWorks 2010, которое используется для создания реалистичных изображений деталей или сборок.

Для начала у вас должна быть в распоряжении сконструированная деталь или сборка. При помощи приложения PhotoWorks можно создать изображение этой детали/сборки, не уступающее по качеству реальным фотографиям. Такие изображения получаются благодаря тому, что в приложении PhotoWorks можно создать фон (сцену), на котором располагаются объекты, и установить освещение. Можно также задать свойства поверхности: материал, цвет, текстуру, коэффициент отражения, для чего в PhotoWorks имеется библиотека текстур. Кроме того, PhotoWorks позволяет сканировать изображения поверхностей и материалов и использовать их для создания изображения.

Чтобы воспользоваться приложением PhotoWorks, сначала установите на ваш компьютер одну из версий SolidWorks 2010: SolidWorks Office Professional или SolidWorks Office Premium. Откройте деталь или сборку, для которой необходимо создать изображение, и активизируйте приложение PhotoWorks. Для активизации PhotoWorks необходимо выбрать команду меню **Инструменты | Добавления**. В появившемся окне **Добавления** поставьте флажок **PhotoWorks** (рис. 11.32). Затем нажмите кнопку **OK**. В результате в меню появится пункт **PhotoWorks**, а на экран можно будет вызвать панель инструментов **PhotoWorks**


.

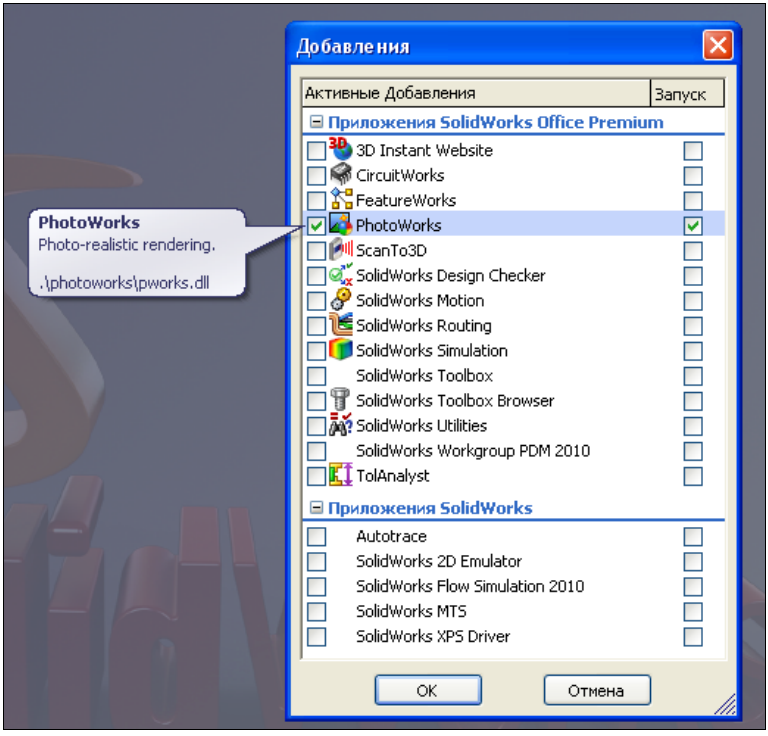


Рис. 11.32

В левой части экрана появится кнопка **Менеджер изображения Вид** , который показывает сцену (фон изображения), материал, освещение и наличие надписей у текущего изображения объекта. Для создания изображений можно также использовать разделы меню **PhotoWorks**.

Рассмотрим создание реалистичного изображения при помощи приложения PhotoWorks на конкретном примере. В качестве такого примера выберем уже знакомую вам сборку кривошипно-шатунного механизма.

1. Откройте файл с изображением сборки. Для удобства работы откроем также **Менеджер изображения Вид**, нажав соответствующую кнопку , которая расположена в верхней части левой панели. В результате в левой части экрана появится **Менеджер изображения Вид** (рис. 11.33).
2. Оформим реалистичное изображение сборки при помощи **Помощника для изображения картинки**, для чего активизируем его, выбрав команду меню **PhotoWorks | Помощник для изображения картинки**. Этот помощник позволяет оформить картинку по шагам, вам необходимо лишь осуществлять выбор элементов оформления. Откроется приветственное окно **Добро пожаловать**, в котором указаны шаги оформления: первый шаг — выбор внешнего вида для модели, второй — выбор сцены, третий — отображение самой картинки. Нажмите кнопку **Далее**.
3. На экране в **Менеджере свойств** активизируется окно **Внешний вид** с областями **Освещение**, **Отделка поверхности**, **Цвет/Изображение** (рис. 11.34), кото-

рые содержат соответствующие библиотеки. Выберите понравившиеся вам варианты изображений. После выбора нажмите кнопку **OK** в **Менеджере свойств**.



Рис. 11.33

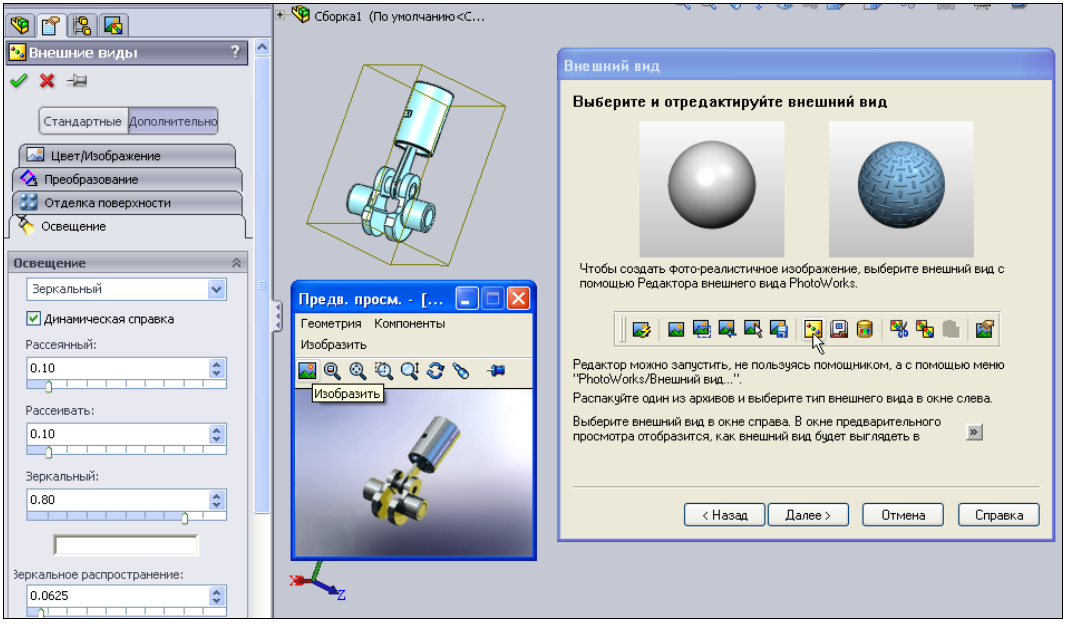


Рис. 11.34

Продолжим пошаговое оформление картинки нажатием кнопки **Далее** в окне **Внешний вид**.

4. На экране появится окно **Редактор сцен** с активной вкладкой **Менеджер**. В этом окне вам предлагается библиотека демонстрационных помещений, фонов, оснований, окружающей среды, изображение которых может стать сценой для вашей модели. Нужно лишь выбрать подходящее оформление. Остановите свой выбор на понравившемся вам фоне (рис. 11.35). Закончите оформление фона нажатием кнопки **Применить** в диалоговом окне **Редактор сцен**.

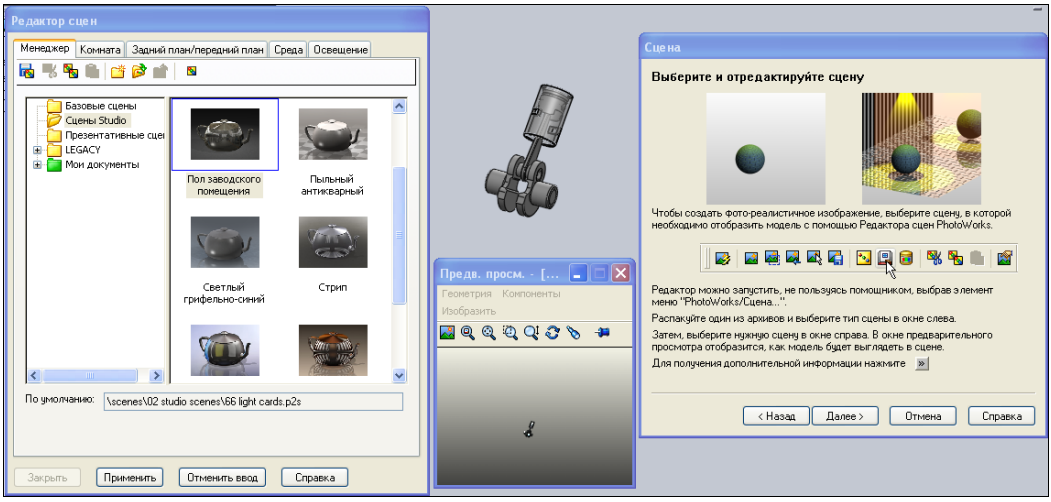


Рис. 11.35

В окне **Редактор сцен** можно также задать размеры комнаты и видимость материалов (вкладка **Комната**), определиться с освещением (вкладка **Освещение**), а также оформить задний и передний планы изображения (вкладка **Задний план/передний план**). Продолжим оформление, нажав кнопку **Далее** в диалоговом окне **Сцена**.

5. Закончим оформление картинки нажатием кнопки **Готово** в окне **Обработанная** помощника изображения. В результате на экране появится реалистичная картинка сборки кривошипно-шатунного механизма двигателя (рис. 11.36).

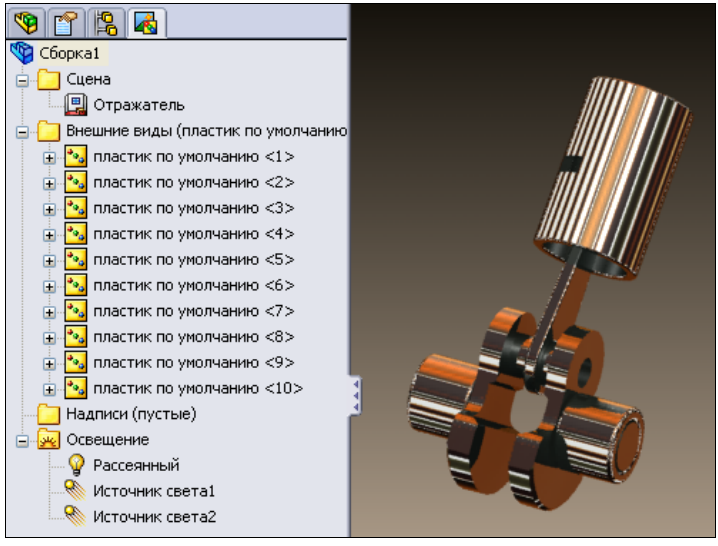


Рис. 11.36

6. Это изображение можно сохранить в файле, для чего нажмите кнопку **Изобразить в файл**  , расположенную на панели инструментов **PhotoWorks**, или вы-

берите в меню **PhotoWorks | Изобразить в файл**. На экране появится окно **Изобразить в файл**, где нужно указать папку, имя файла и его расширение. Сохраните картинку в файле с расширением bmp. Теперь эта картинка доступна для дальнейшего использования в слайдах, презентациях, книгах и т. д.

Примечание

В случае, если по каким-либо причинам вид сцены, освещение или материалы, установленные при помощи помощника, вас не устроили, их можно отредактировать. Для этого в **Менеджере изображения** активизируйте щелчком правой кнопки мыши одну из строк: **Сцена**, **Материалы**, **Надписи** или **Освещение** (рис. 11.36), и в появившемся контекстном меню выберите команду **Редактировать**, а затем установите нужные настройки.

Аналогичным образом можно создать картинку без использования **Помощника для изображения картинки**. Чтобы подобрать материал для объекта, нужно активизировать **Редактор материалов** нажатием кнопки **Внешний вид**  , которая расположена на панели инструментов **PhotoWorks,** или воспользоваться командой меню **PhotoWorks | Внешний вид**. Выбор декорации (сцены) для объекта осуществляется при помощи **Редактора сцен**, который активизируется нажатием кнопки **Сцена**  . Создать надпись поможет соответствующая команда, которая запускается кнопкой **Создать надпись**  , а посмотреть оформленную картинку можно при помощи кнопки **Изобразить**  , которая расположена на панели инструментов **PhotoWorks**, а также команды меню **PhotoWorks | Изобразить.**

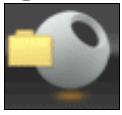
11.4.2. Использование PhotoView 360

PhotoView 360, так же как и PhotoWorks, является программой быстрого создания фотореалистичных изображений моделей SolidWorks. Но в отличие от PhotoWorks, который является интегрированным пакетом в SolidWorks 2010, PhotoView 360 является внешней программой, т. е., чтобы создать фотореалистичные изображения, не требуется загружать SolidWorks 2010.

Чтобы просмотреть модель в PhotoView 360, убедитесь, что она сохранена в SolidWorks 2010 с правильными настройками. Для этого пройдите путь **Инструменты | Параметры**. На вкладке **Свойства документа** нажмите на параметр **Качество изображения** и проверьте, установлен ли флажок **Сохранить мозаичность с документом детали** (рис. 11.37).

Чтобы начать работу, щелкните мышью по значку **PhotoView 360 2010**  на рабочем столе или выберите **Пуск | Программы > SolidWorks 2010 | PhotoView 360**. Откроется рабочее окно программы, показанное на рис. 11.38.

Кратко охарактеризуем панель инструментов PhotoView 360:

-  — **Открыть файл** — открывает файл SolidWorks 2010 для работы с ним в рабочей области PhotoView 360;

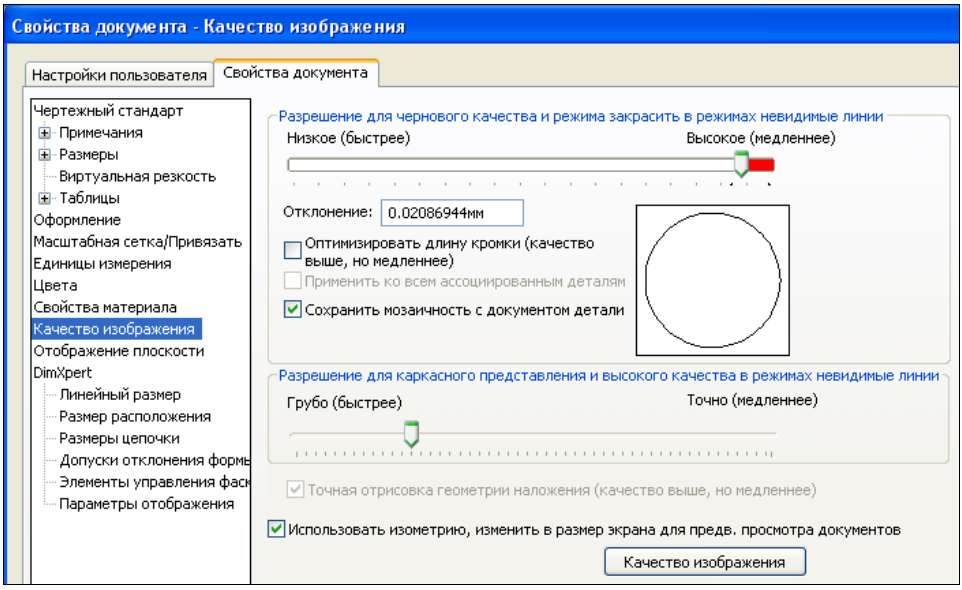


Рис. 11.37

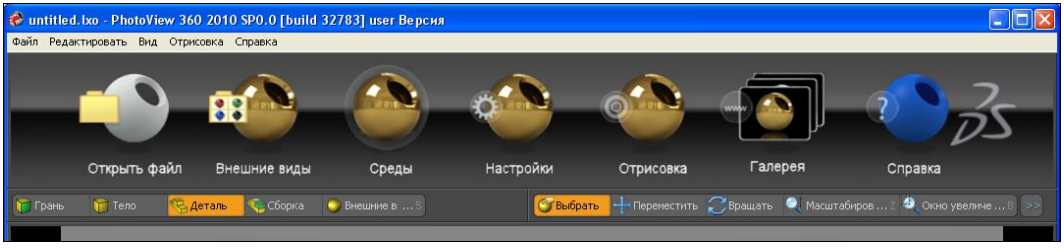
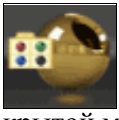
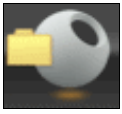


Рис. 11.38

-  — **Внешние виды** — применяет внешние виды ко всей или части открытой модели, а также конфигурирует свойства внешнего вида;
-  — **Среды** — применяет фоновые среды и может влиять на освещение, тени и отражения;
-  — **Настройки** — конфигурирует настройки PhotoView 360;
-  — **Окончательная отрисовка** — проводит отрисовку модели и сохраняет изображение в файл в определенном;

♦  — **Галерея** — открывает онлайновую галерею, чтобы пользователи могли просмотреть отрисовки, выполненные другими пользователями. Требуется подключение к Интернету.

Создание фотореалистичного изображения выполняется в несколько этапов:

1. **Открытие файла детали или сборки.** Для примера откройте файл детали `Поршень.sldprt`, расположенный на прилагаемом компакт-диске в папке `Занятие 11 \ Примеры \ PhotoWorks`. Чтобы открыть файл, нажмите на кнопку  и в открывшемся диалоговом окне **Загрузка файла** найдите требуемый файл.

2. **Задание настроек.** Для выполнения настроек нажмите кнопку  . При этом откроется диалоговое окно **Настройки**, показанное на рис. 11.39, в котором имеется три вкладки:

   - **Настройки среды** — позволяет настроить фон и среду. В качестве фона и среды можно выбрать растровый файл, например в JPG-формате;
   - **Настройки вывода** — позволяет настроить размеры кадра, формат изображения, яркость и т. д.;
   - **Настройки камеры** — позволяет выбрать тип проекции, глубину поля и т. д.

   Для выхода из диалогового окна нажмите кнопку  .

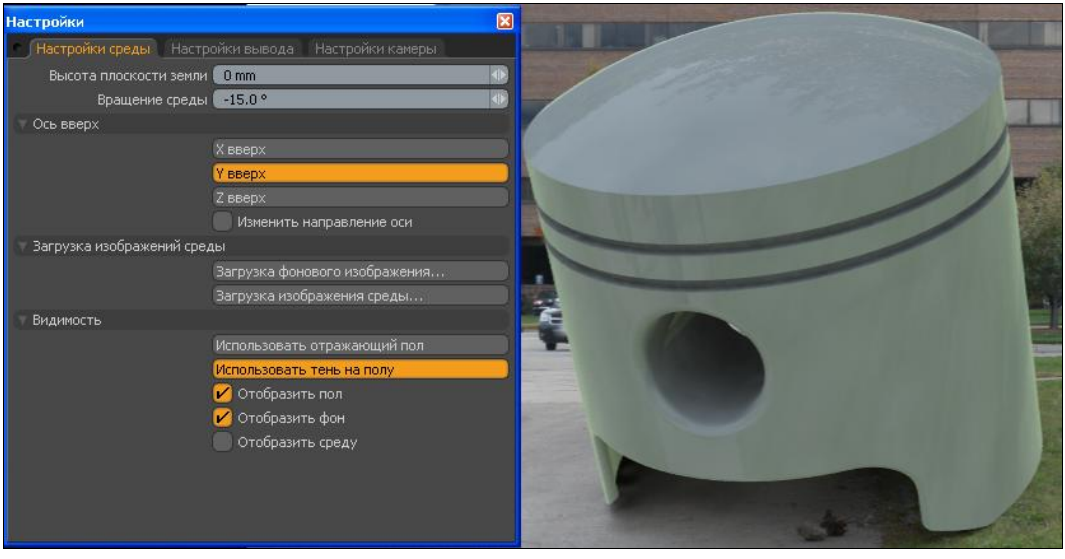
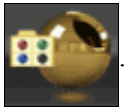


Рис. 11.39

3. **Задание внешнего вида детали или сборки.** Для задания внешнего вида нажмите кнопку  . Откроется диалоговое окно **Внешние виды** (рис. 11.40), в котором представлено огромное количество вариантов внешнего вида детали или сборки. Чтобы применить образец к детали или сборки, захватите мышью соответствующий образец и перенесите на деталь или сборку. Свойства данного образца будут применимы к элементу (см. рис. 11.40). Для выхода из диалогового окна нажмите кнопку  .

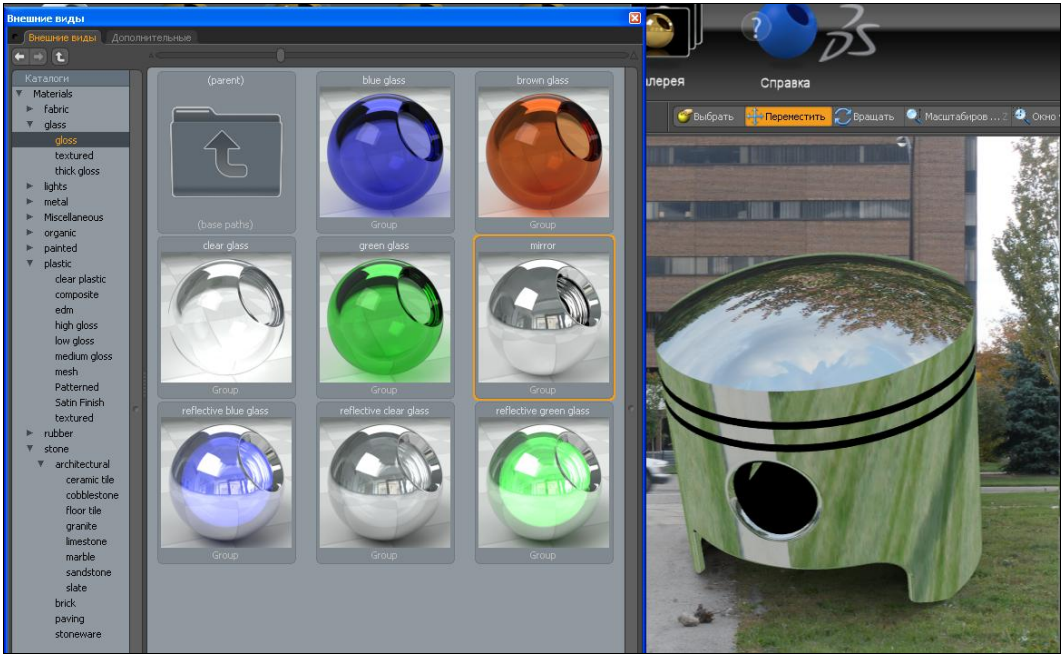
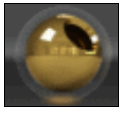


Рис. 11.40

4. **Задание среды.** Для задания среды нажмите кнопку  и откроется диалоговое окно **Среды** (рис. 11.41), в котором представлено несколько вариантов различных сцен. Чтобы применить сцену к детали или сборки, захватите мышью соответствующий образец сцены и перенесите на деталь или сборку. Свойства данного образца будут применимы к элементу (см. рис. 11.41). Для выхода из диалогового окна нажмите кнопку  .

5. **Отрисовка изображения.** Для отрисовки нажмите кнопку  . Откроется диалоговое окно **Окончательная отрисовка** (рис. 11.42), в котором будет

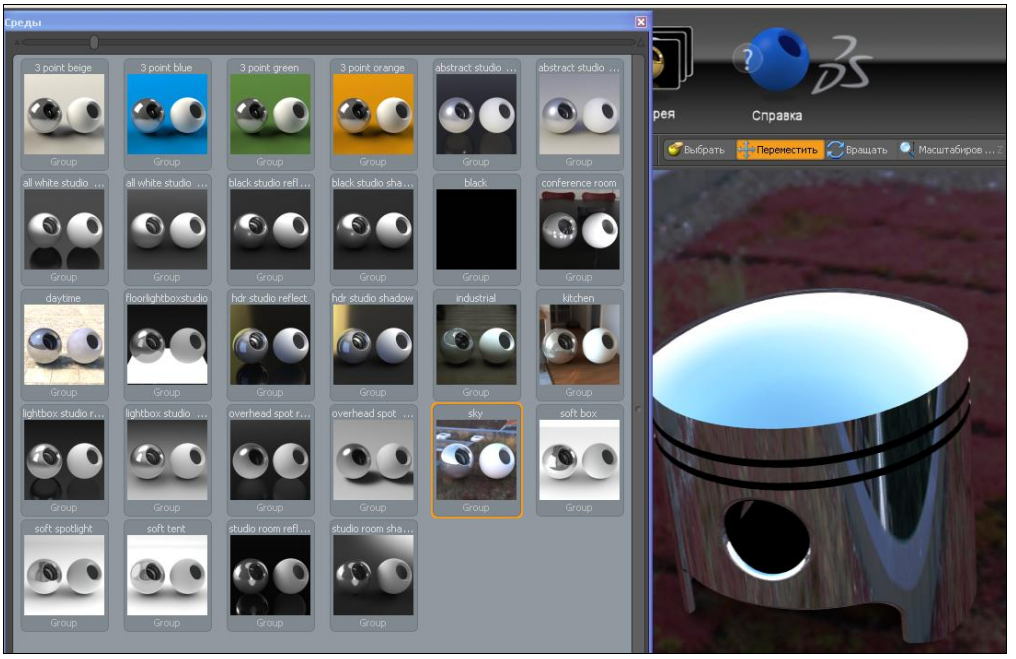


Рис. 11.41

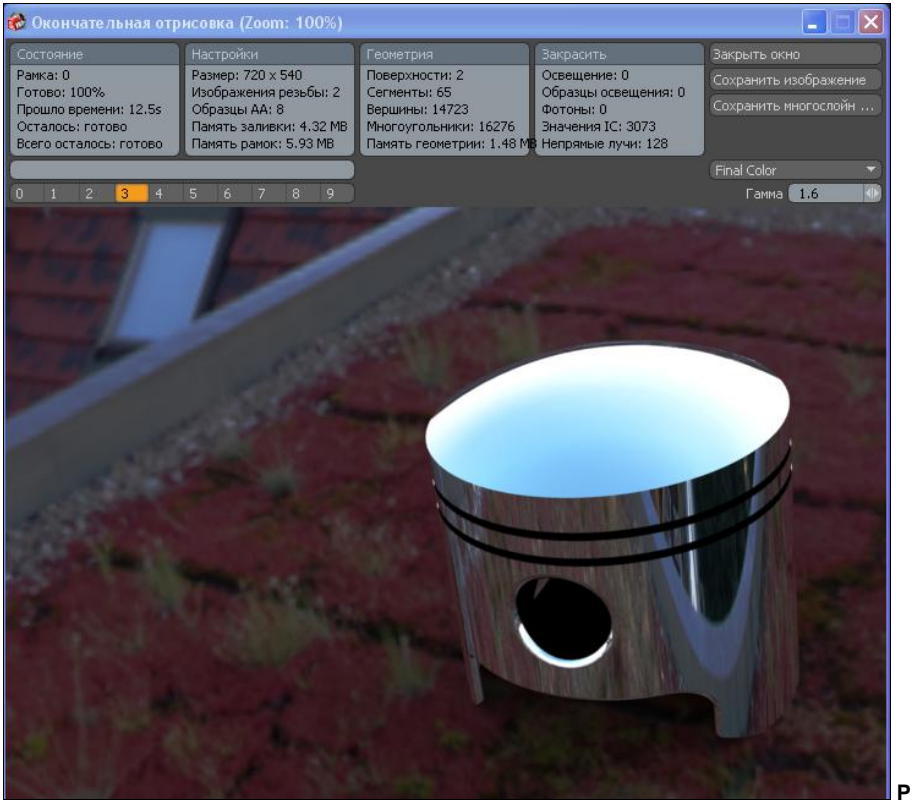


Рис. 11.42

представлено окончательное изображение. Если изображение готово, то его можно сохранить в одном из растровых форматов, нажав кнопку **Сохранить изображение**. Для выхода из диалогового окна нажмите кнопку .

11.5. Задания для самостоятельной работы

Задание 1

Используя комплект деталей кривошипно-шатунного механизма из *занятия 6*, составьте сборку механизма оппозитного двигателя (рис. 11.43).

Произведите разнесение деталей этой сборки и обратное составление сборки. Создайте анимационный файл разнесения и составления сборки.

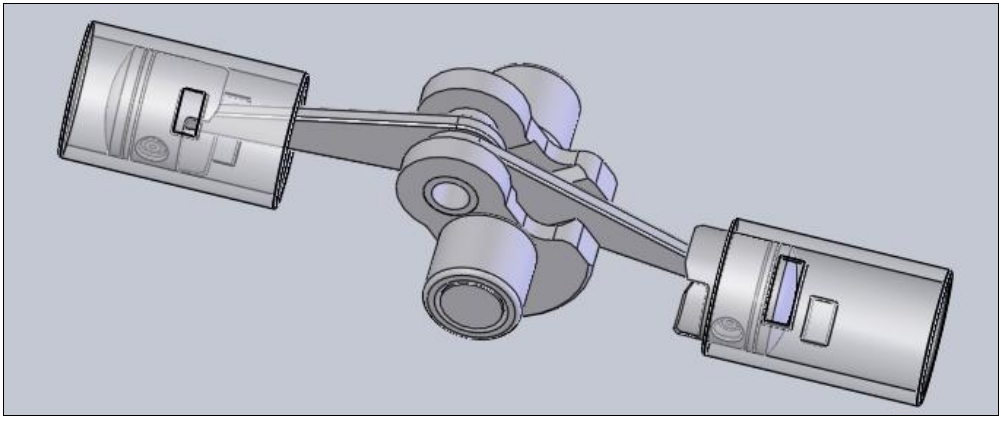


Рис. 11.43

Задание 2

Проведите физическое моделирование движения сборки, собранной в *задании 1*, а также создайте анимацию и сохраните ее в файл. Также сохраните анимацию способом захвата изображения.

Задание 3

В сборке, собранной в *задании 1*, замените подшипники скольжения на стандартные подшипники качения. Обратите внимание на то, что для подшипников качения диаметр вала должен иметь вполне определенные размеры.

Задание 4

Создайте по вашему усмотрению фотореалистичное изображение сборки, приведенной в *задании 1*, выполненное с помощью PhotoWorks и PhotoView 360.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Содержание компакт-диска

На прилагаемом компакт-диске находятся цветные иллюстрации с примерами к книге "Самоучитель SolidWorks 2010". Примеры и иллюстрации приведены для каждого занятия, а также показаны способы решения заданий. Структура каталогов компакт-диска имеет следующий вид (табл. П1).

Таблица П1. *Структура каталогов компакт-диска*

Имя каталога	**Содержание каталога**
Занятие 1	Иллюстрации к *занятию 1*, примеры построения эскизов рассматриваемых деталей и варианты решения заданий
Занятие 2	Иллюстрации к *занятию 2*, примеры построения трехмерных моделей рассматриваемых деталей и варианты решения заданий
Занятие 3	Иллюстрации к *занятию 3*, примеры построения твердых тел сложной конфигурации рассматриваемых деталей и варианты решения заданий
Занятие 4	Иллюстрации к *занятию 4*, примеры формирования чертежей и варианты оформления заданий
Занятие 5	Иллюстрации к *занятию 5*, примеры построения деталей из листового материала и варианты решения заданий
Занятие 6	Иллюстрации к *занятию 6*, примеры создания сборок из комплекта деталей и варианты решения заданий
Занятие 7	Иллюстрации к *занятию 7*, примеры создания литейных форм и полостей сложной формы. Показаны варианты решения заданий
Занятие 8	Иллюстрации к *занятию 8*, примеры создания поверхностей и деталей на их основе. Показаны варианты решения заданий
Занятие 9	Иллюстрации к *занятию 9*, примеры прочностных и гидрогазодинамических расчетов рассматриваемых деталей в SimulationXpress, Simulation и FloXpress. Показаны варианты решения заданий
Занятие 10	Иллюстрации к *занятию 10*, примеры создания различных конфигураций деталей. Показаны варианты решения заданий

Таблица П1 *(окончание)*

Имя каталога	**Содержание каталога**
Занятие 11	Иллюстрации к *занятию 11*, примеры дополнительных возможностей SolidWorks 2010. Показаны варианты решения заданий
Templates и Format	Файлы шаблонов стандартных форматов (A0, A1, A2, A3, A4) чертежей и спецификаций
Шрифты ГОСТ	Файлы шрифтов, соответствующих требованиям ЕСКД, для установки в Windows

Предметный указатель

3

3 стандартных вида 150

A

Animator 386

C

COSMOSXpress 315

F

FilletXpert 67

P

PhotoWorks 402

S

SketchXpert 40
SolidWorks Animator 386
SolidWorks Toolbox 396, 397

А

Автоматическое нанесение размеров 166
Автообрезка 52
Авто-позиция 247
Авто-снятие напряжения 194
Анализ уклона 272
Анимация 385

Б

Базовая кромка/выступ 183
Библиотека
◊ проектирования 397
◊ стандартных деталей 396
Бобышка/основание по сечениям 114, 120, 138

В

Взаимосвязи элементов 32
Вид
◊ модели 243
◊ спецификации 249
Вращать компонент 225
Вспомогательный вид 155
Вставить
◊ компонент 278
◊ папки литейной формы 268
Вставка 23
Выбор
◊ сопряжений 226, 279
◊ типа анимации 386, 394
Вырез в твердом теле 130
Вырезание отверстия 71
Вырыв детали 168
Вытягивание эскиза 269
Вытянутая бобышка/основание 176
Вытянутая поверхность 289
Вытянутый вырез 63, 67, 71, 79, 80, 269
Вытянуть 56, 304
Вычисление сгиба 180

Г

Габаритные размеры 245, 247
Геликоид и спираль 141

Д

Дерево Конструирования 17, 25
Деталь/сборка для вставки 278
Диагностика 41
Добавить
◊ взаимосвязь 32
◊ уравнение 36
Допуск сгиба 180
Дуга через три точки 74

Е

ЕСКД 146, 149, 172, 248, 250

З

Заметка 172, 355
◊ конфигурации 354
Захват изображения 395
Зеркально отразить 43
Зеркальное отражение объектов 43, 91

И

Извлечение сердцевины 270
Изменения масштаба эскиза 383
Изменить
◊ в размер экрана 58
◊ эскиз 383
Изометрия 55
Импорт DXF/DWG 379, 380
Импортировать лист 380
Инструменты
◊ для литейной формы 257, 263
◊ для отсечения 271
Использовать масштаб пользователя 152, 164

К

Каемка 187
Каркасное представление 79
Касательность 230
Касательный 33
Команды 24
Комплексный чертеж 354
Компоновка авто-позиций 245
Конфликтные сопряжения 232
Концентричность 230, 239
Коэффициент K 179
Круговой массив 47, 53, 86
Кулачок 230

Л

Линейный массив 45, 87, 89, 90
Линии-выноски 245
Линия разреза 262
Листовой металл 175, 177, 186, 192, 194, 195, 202
Литейные уклоны 272, 274
Литейные формы 257
Лофтинг 16

М

Массивы 239
Масштабная сетка 27
Менеджер конфигурации 353, 354
Местный вид 163, 164, 165

Н

Нагрузка 320
Нанесение
◊ параметрических размеров 35
◊ размера 35
◊ размеров 166
Направляющие 119, 133
◊ кривые 132, 134, 292
Настройка 23
◊ кромки 186
◊ пользователя 51, 164
◊ сгиба 181
Начало координат 25
Начальное направление 289
Незафиксированные детали 225

О

Оболочка 192
Обрезанный вид 165
Объединить твердые тела 93
Описание конфигурации 354, 355
Определение выточки 275
Осевая линия 135
Остановить запись или повтор 394
Ось вращения 289
Отобразить конфигурацию 358
Отрисовка массивов 45
Отсечение поверхности 297
Отсечь поверхность 297
Оформление
◊ сборочных чертежей 243
◊ спецификаций 247

П

Параметрический вид 396
Параметры
◊ масштаба 279
◊ спецификации 355
◊ управления анимацией 387
Переместить компонент 225, 258
Плоская поверхность 295
Плоский сгиб 181
Плоскость 98
◊ для эскиза 281
По траектории 127, 128, 133
Повернутая поверхность 289
Поверхности 287
◊ по траектории 290, 291
◊ по сечениям 292, 310
Поворот эскиза 50
Позиция 246
Полость 260, 279
Полуформа 283
Помощник для создания анимации 386, 391, 394
Построение
◊ выреза по сечениям 116
◊ линий 30

Придать толщину 306
Примечания 172
Присоединения 246
Присоединительные размеры 245
Проектирование конфигурации 354
Проекционный вид 156
Производный линейный массив 242
Производный элемент 240
Пропорции смещения 194
Простановка позиций 245, 247
Профили сечений поверхности 292
Профиль 133
◊ поверхности 288, 292
Процент усадки 279
Прочностной расчет 315, 322

Р

Развертка 192, 194
Разделить 271
Размеры 360, 365
Разогнуть 196
Разрыв 192
Расстановка позиций 246
Ребро-кромка 186
Реверс направления 90
Редактировать
◊ определение 73, 82
◊ сборку 234
◊ таблицу 363
◊ эскиз 181
Редактор сцен 404
Редуктор 230
Режим построения эскизов 27

С

Сборка 223—225, 243
Сборка_ESKD 148
Сборочная единица 243
Сборочное пространство 224, 225, 239
Сборочный узел 224
Сборочный чертеж 243
Свойства чертежного вида 219
Сгибы 177, 194
Сердцевина 269
Симметричность 229
Скругление 66
Скручивание вдоль маршрута 130
Скрытие видов 164
Совпадение 283
Согнуть 197
Создание
◊ конфигураций 353
◊ полости 279
◊ прорези 60
◊ разреза 159
◊ трех стандартных видов 150
Создать отчет HTML 327
Сопряжение 223, 226, 229, 232, 239
◊ соосности 399
Сохранить 42
Спецификация 247, 248
Спираль 141
Сплайн 116, 132, 135, 288
Справочная геометрия 98
Справочные объекты 86
Стандартная 42
Стандартные виды 55
Сшивание поверхностей 299

Т

Таблица
◊ параметров 354, 359, 362
◊ сгибов 179
Тела поверхности 268
Тело вращения 74
Тип
◊ сопряжения 227
◊ уклона 275
Тонкостенный элемент 116, 127, 192
Торцевая пробка 270
Траектория 126
Трехмерный эскиз 135, 137, 140

У

Удаление материала 79
Удлинение поверхностей 296
Удлинить поверхность 296
Указатель центра 168
Уклон 274
Управление анимации 391
Условия сопряжения 225, 283

Ф

Фаска 69
Физическое моделирование 393, 394

Ч

Чертеж 150
Чертеж_ESKD 148

Ш

Шаблон
◊ Сборка 223
◊ таблицы 249
Ширина 229

Э

Эквидистанта 302
Элементы 67
Эскиз 21, 47