

НАТАЛЬЯ ДУДАРЕВА
СЕРГЕЙ ЗАГАЙКО

SolidWorks 2011

НА ПРИМЕРАХ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТРЕХМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ
ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ

СОСТАВЛЕНИЕ УЗЛОВ
И АГРЕГАТОВ

ПОСТРОЕНИЕ СБОРОК
И ГЕНЕРАЦИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ
В СООТВЕТСТВИИ С ЕСКД

ПОМОЩЬ В ПРОЕКТИРОВАНИИ —
ПРИМЕРЫ НА КОМПАКТ-ДИСКЕ

+CD

OZON.RU

bhv®



Наталья Дударева

Сергей Загайко

Solid Works 2011

НА ПРИМЕРАХ

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2011

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2
Д81

Дударева, Н. Ю.

Д81 SolidWorks 2011 на примерах / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 496 с.: ил. + CD-ROM

ISBN 978-5-9775-0690-8

Книга поможет начинающему пользователю получить практические навыки работы в пакете трехмерного моделирования SolidWorks 2011 на основе преимущественно машиностроительных примеров. Рассматривается построение эскиза, создание объемной модели, создание сварных деталей и деталей из листового материала, построение сборок и генерация чертежей в соответствии с ЕСКД, выполнение различных конфигураций деталей, а также деталей на основе поверхностей, проектирование объектов из области архитектуры, мебельного производства и др. Прилагаемый компакт-диск содержит файлы для установки шаблонов стандартных чертежей и спецификаций, иллюстрации с примерами проектирования объектов машиностроения и оформления проектной документации по ЕСКД.

Для широкого круга пользователей

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Евгений Рыбаков</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Елена Кашлакова</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн серии	<i>Игоря Цырульникова</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 31.05.11.
Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 39,99.
Тираж 1300 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 978-5-9775-0690-8

© Дударева Н. Ю., Загайко С. А., 2011
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2011

Оглавление

Введение	7
Что такое САПР	8
Легковесные САПР	9
САПР среднего уровня	9
Тяжеловесные САПР	10
Немного о SolidWorks	11
Основные этапы твердотельного проектирования в SolidWorks 2011	13
Построение эскиза	13
Создание объемной модели	14
Создание сборок	15
Генерация чертежей	15
От авторов	16
Глава 1. Эскизы.....	17
1.1. Основные принципы построения эскизов.....	17
1.2. Интерфейс программы	19
1.3. Простые эскизы.....	28
1.3.1. Создание простого эскиза	28
1.3.2. Использование зеркального отражения объектов.....	45
1.4. Сложные эскизы.....	48
1.4.1. Добавление скруглений и фасок	49
1.4.2. Использование команд отрисовки массивов	52
1.4.3. Использование сплайнов в эскизах	57
1.5. Трехмерные эскизы.....	60
Глава 2. Детали	67
2.1. Основные принципы построения деталей в SolidWorks 2011.....	67
2.1.1. Основные способы построения деталей	67
2.1.2. Дополнительные возможности	69
2.2. Призматические детали	70
Пример № 1. Винт с шестигранной головкой	70
Пример № 2. Ступенчатый вал	77
2.3. Детали — тела вращения.....	86
Пример № 3. Манжета	86
Пример № 4. Крышка	90
2.4. Детали типа трубопроводов	99
Пример № 5. Труба	99
Пример № 6. Крышка с маслоотгонной резьбой.....	101
2.5. Детали сложной конфигурации	108
Пример № 7. Патрубок.....	110
Пример № 8. Проставка	114
2.6. Детали на основе поверхностей.....	120
Пример № 9. Корпус редуктора.....	120
Пример № 10. Кнопка.....	133
2.7. Дополнительные возможности SolidWorks 2011	140
Пример № 11. Корпус редуктора (продолжение).....	141
Пример № 12. Зубчатое колесо.....	148

Глава 3. Конфигурации деталей	155
3.1. Конфигурации, основные сведения	155
3.1.1. Добавление (создание) новой конфигурации	156
3.1.2. Редактирование конфигураций	159
3.2. Создание конфигураций вручную	162
Пример № 1. Гайка	162
3.3. Создание конфигураций с помощью таблицы параметров	171
Пример № 2. Винт с шестигранной головкой	171
3.4. Создание конфигураций с помощью диалогового окна	176
Пример № 3. Шайба	176
Глава 4. Детали из листового материала	183
4.1. Основные способы построения деталей из листового материала	183
4.1.1. Создание детали из листового материала	183
4.1.2. Преобразование твердого тела в деталь из листового материала	191
4.2. Примеры деталей из листового материала	192
Пример № 1. Скоба	192
Пример № 2. Перегородка	197
4.3. Конструирование детали из твердого тела и преобразование в деталь из листового материала	203
Пример № 3. Короб	203
Пример № 4. Пластина	210
Глава 5. Сварные детали	215
5.1. Основные принципы создания сварных конструкций	215
5.2. Создание сварной конструкции из трехмерного эскиза	218
5.3. Создание собственных профилей	224
5.4. Создание сварной конструкции при помощи многотельной детали	229
5.4.1. Моделирование стыкового сварного соединения	230
5.4.2. Моделирование нахлесточного сварного соединения	234
5.4.3. Моделирование таврового сварного соединения	237
5.4.4. Моделирование углового сварного соединения	241
5.4.5. Моделирование сварного соединения цилиндрических деталей	246
Глава 6. Сборки	259
6.1. Основные принципы создания сборок	259
6.1.1. Построение сборки "снизу-вверх"	261
6.1.2. Построение сборки "сверху-вниз"	265
6.2. Сборка "снизу-вверх"	268
Пример № 1. Крышка	269
Пример № 2. Редуктор	273
6.3. Сборка "сверху-вниз"	295
Глава 7. Литейные формы	305
7.1. Основные принципы создания литейных форм	305
7.2. Оформление полости литейной формы	307
7.2.1. Создание многотельной детали	307
7.2.2. Создание полости сложной формы	310
7.2.3. Создание литейных полуформ	312
7.3. Простая литейная форма	314
7.3.1. Создание исходных твердотельных деталей	314
7.3.2. Создание промежуточной сборки	315
7.3.3. Редактирование детали и вставка в нее полости	315
7.3.4. Создание детали производного компонента	317
7.3.5. Создание линии разреза	317
7.3.6. Создание разреза детали	318

7.4. Оформление литейной формы со сложным разъемом.....	319
7.4.1. Построение тела полости	320
7.4.2. Извлечение сердцевины	320
7.4.3. Разделение деталей	322
7.4.4. Анализ уклона	323
7.4.5. Задание уклона	328
7.4.6. Определение выточки.....	328
7.4.7. Создание основания.....	331
7.4.8. Создание промежуточной сборки	332
7.4.9. Создание полости	333
7.4.10. Оформление первой литейной полуформы	334
7.4.11. Оформление второй литейной полуформы	337
7.5. Проектирование литейной формы.....	339
7.5.1. Создание модели детали.....	339
7.5.2. Создание линии разъема	340
7.5.3. Добавление отсекающих поверхностей.....	342
7.5.4. Создание поверхностей разъема.....	343
7.5.5. Разделение инструментов.....	344
7.5.6. Установление видимости литейной формы.....	348
Глава 8. Оформление чертежей	351
8.1. Основные принципы оформления чертежей в SolidWorks	351
8.1.1. Установка шрифтов и шаблонов SolidWorks	352
8.1.2. Создание нового чертежа.....	354
8.1.3. Создание главного вида	356
8.1.4. Создание проекционных видов.....	356
8.1.5. Перемещение видов.....	357
8.1.6. Режимы отображения вида	359
8.1.7. Изменение масштаба вида.....	360
8.1.8. Простановка размеров	361
8.1.9. Перемещение и копирование размеров.....	365
8.1.10. Изменение размеров	366
8.1.11. Редактирование основной надписи	367
8.1.12. Печать чертежа	370
8.2. Создание дополнительных видов	372
8.2.1. Создание разреза.....	372
8.2.2. Создание вспомогательного вида.....	376
8.2.3. Создание местного вида	383
8.2.4. Создание обрезанного вида	384
8.2.5. Создание вырыва	386
8.2.6. Создание второго листа чертежа.....	387
8.2.7. Создание вида с разрывом	389
8.3. Добавление примечаний.....	391
8.3.1. Обозначение шероховатости поверхности	391
8.3.2. Обозначение базы	396
8.3.3. Добавление отклонений формы.....	397
8.3.4. Добавление указателей центра.....	403
8.3.5. Добавление осевых линий	404
8.3.6. Добавление технических требований.....	405
8.3.7. Создание и использование слоев.....	406
8.4. Настройка выносных и размерных линий.....	409
8.4.1. Настройка разрыва выносных линий	410
8.4.2. Точки виртуального пересечения	411
8.4.3. Наклон выносных линий	412
8.4.4. Скрытие выносных линий	413

8.4.5. Изменение стиля стрелок размеров.....	414
8.4.6. Выравнивание размеров.....	416
8.4.7. Свойства диаметральных размеров.....	417
8.5. Настройка отображения текста размера.....	423
8.5.1. Базовый размер.....	423
8.5.2. Двухнаправленный допуск.....	424
8.5.3. Ограничение.....	427
8.5.4. Симметричный.....	428
8.5.5. Обозначение посадок.....	429
8.5.6. Изменение текста размера.....	435
8.6. Оформление сборочного чертежа.....	437
8.6.1. Создание вида спереди сборки.....	438
8.6.2. Создание разреза.....	440
8.6.3. Свойства видов.....	442
8.6.4. Простановка позиций на сборочном чертеже.....	444
8.6.5. Отображение разнесенного состояния на чертеже.....	447
8.7. Оформление чертежа детали из листового материала.....	448
8.7.1. Создание главного и проекционного видов.....	448
8.7.2. Создание вида с разверткой.....	450
8.8. Оформление чертежа сварной детали.....	452
8.8.1. Создание изометрического вида сварной детали.....	452
8.8.2. Простановка позиций.....	453
8.8.3. Создание вида элемента со сварной деталью.....	454
8.9. Оформление спецификации.....	455
8.9.1. Создание спецификации с помощью шаблонных форматов.....	455
8.9.2. Создание спецификации с помощью программы SWR-Спецификация.....	457
Глава 9. Прочностные расчеты в приложениях SimulationXpress и Simulation.....	463
9.1. Основные сведения о приложениях SimulationXpress и Simulation.....	463
9.2. Расчет детали на прочность в SimulationXpress.....	466
9.2.1. Загрузка детали и запуск SimulationXpress.....	466
9.2.2. Установка крепления.....	468
9.2.3. Задание нагрузки.....	470
9.2.4. Выбор материала.....	472
9.2.5. Проведение прочностного расчета детали.....	473
9.2.6. Анализ результатов.....	473
9.3. Расчет детали на прочность в Simulation.....	481
9.3.1. Начало работы.....	482
9.3.2. Задание материала.....	484
9.3.3. Задание крепления.....	484
9.3.4. Задание нагрузки.....	486
9.3.5. Выполнение расчета.....	487
9.3.6. Анализ результатов расчета.....	489
Приложение. Содержание компакт-диска.....	493
Предметный указатель.....	495

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 2011 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 интуитивно понятен, на каждой стадии проектирования моделей пользователю предлагаются именно те команды, которые применимы в данный момент. SolidWorks 2011 не стесняет пользователя жесткими рамками: попробуйте поработать с ним, и вы сами в этом убедитесь.

SolidWorks 2011 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 2011, поскольку оно снабжено большим количеством примеров. Простота изложения делает пособие понятным даже новичкам в автоматизированном проектировании. Однако для изучения курса SolidWorks 2011 необходим опыт работы с Windows-приложениями.

В процессе ознакомления с SolidWorks 2011 вы убедитесь в следующих утверждениях:

- ◆ SolidWorks 2011 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 — серьезная программа с широким набором средств. Кроме того, для этого пакета раз-

работан ряд приложений, расширяющий его в направлении инженерного анализа, автоматизации производства и управления технологическими процессами. К таким приложениям, например, относятся SolidWorks Simulation 2011 — прочностной расчет деталей методом конечных элементов, SolidWorks Motion 2011 — расчет кинематики и динамики механизма, SolidWorks FloWorks 2011 — расчет течений газа или жидкости, SolidWorks Toolbox — библиотека стандартных деталей, SolidWorks Sustainability — оценка влияния проекта на окружающую среду в течение всего срока эксплуатации изделия и др. Применяя SolidWorks 2011 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 2011), 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. 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 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 элемен-

тов, 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. 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 системы 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 ис-

точников. 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 многие конструкторы и технологи во всем мире практически одновременно пришли к одинаковому выводу: для того, чтобы повысить эффективность своего труда и качество разрабатываемой продукции, необходимо срочно переходить от работы в смешанной среде двумерной 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 г., 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 г., эта фирма уже через два года, в ноябре 1995, 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/CAM.

В настоящее время SolidWorks 2011 завоевывает прочные позиции на промышленных машиностроительных предприятиях России, и широта области его использования продолжает увеличиваться. Чтобы убедиться в этом, достаточно посетить российский веб-сайт www.solidworks.ru. Веб-сайт американской фирмы-разработчика SolidWorks 2011 Dassault Systèmes SolidWorks Corp. расположен по адресу www.solidworks.com.

Продукт SolidWorks 2011 представляет собой систему трехмерного твердотельного параметрического проектирования механических узлов и конструкций, разработанную специально для Windows XP, Windows Vista и Windows 7. Причем это последний релиз, поддерживающий Windows XP. Локализация от самой фирмы SolidWorks Corp. 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 2011 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 2011 "играет" точно по принятым в Windows правилам, к числу которых можно отнести многооконный режим работы, поддержку стандарта "drag and drop", настраиваемый пользователем интерфейс, использование буфера обмена и полную поддержку технологии OLE Automation. Являясь стандартным приложением Windows, SolidWorks 2011 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 2011".

Так вы хотите научиться проектированию в SolidWorks 2011? Тогда начнем!

Сначала проверим, соответствует ли ваш компьютер требованиям к аппаратному и программному обеспечению для работы с SolidWorks 2011.

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

- ◆ Оперативная память — минимум 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 бит) рекомендуется 6 Гбайт RAM и более.
- ◆ Процессор — Intel® или AMD®. SolidWorks 2011 не поддерживает процессоры на базе Apple Macintosh, Intel® Pentium® 3, AMD Athlon™ и Athlon XP. Процессоры должны поддерживать SSE2-технологии.
- ◆ Видеоплата — SolidWorks 2011 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. Список протестированных и сертифицированных комбинаций графических карт и драйверов к ним можно найти на веб-сайте www.solidworks.com.
- ◆ DVD-ROM — устройство требуется для установки пакета на персональный компьютер, т. к. SolidWorks 2011 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 2011 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 требуется 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 2011, 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 потребуется USB-порт или параллельный порт, а также CD-ROM или DVD-ROM.

К программному обеспечению предъявляются следующие требования:

- ◆ Операционная система — Windows XP Professional (32 или 64 бит), Windows Vista (32 или 64 бит) или Windows 7 (32 или 64 бит). Если у вас 32-разрядная операционная система, то необходимо устанавливать 32-разрядную версию SolidWorks 2011, если 64-разрядная операционная система, то можно устанавливать любую версию SolidWorks 2011, 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 2003, 2007 или 2010.
- ◆ Если вы предполагаете использовать справочную систему SolidWorks 2011, мастер установки SolidWorks 2011 или открывать файлы SolidWorks 2011 из проводника Internet Explorer, то вам потребуется Internet Explorer версии 6.0 или более поздней.
- ◆ Если вы предполагаете просматривать руководство "Новые возможности" SolidWorks 2011, то рекомендуется установить Adobe Acrobat Reader версии 7.0.7 или более поздней.

Таким образом, если ваш компьютер удовлетворяет вышеперечисленным требованиям по аппаратному и программному обеспечению, то вы можете смело устанавливать SolidWorks 2011 и начинать изучение основных принципов твердотельного проектирования.

Основные этапы твердотельного проектирования в SolidWorks 2011

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 двумерный эскиз. Впоследствии этот эскиз 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 элементов эскиза — отрезков, дуг, окружностей и т. п. Эскиз конструктивного элемента может быть легко отредактирован в любой момент работы над моделью.

Создание объемной модели

Пользователю предоставляются несколько различных средств создания объемных моделей. Основными формообразующими операциями в SolidWorks 2011 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 2011 необычайно легко строятся литейные уклоны на выбранных гранях модели, полости в твердых телах с заданием различных толщин для различных граней, скругления постоянного и переменного радиуса, фаски и отверстия сложной формы.

При этом система позволяет отредактировать в любой момент построенный ранее элемент твердотельной 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 вернуть модель в состояние, предшествовавшее созданию выбранного элемента. Это может потребоваться для выполнения каких-либо действий, невозможных в текущий момент.

Кроме проектирования твердотельных моделей, SolidWorks 2011 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.

При проектировании деталей, изготавливаемых 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 библиотечных элементов.

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 2011 используется Дерево Конструирования

ния (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 двумерные эскизы. При работе же в режиме сборки Дерево Конструирования показывает список деталей, входящих в сборку. Обычно Дерево Конструирования отображается в левой части окна SolidWorks 2011, 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.

Создание сборок

SolidWorks 2011 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).

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. Наложённые 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.

Генерация чертежей

После того как будет создана твердотельная модель детали или сборки, конструктор может автоматизированно получить рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, проекций, сечений и разрезов, а также с проставленными размерами. SolidWorks 2011 поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении 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 двумерных чертежей.

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

От авторов

Данная книга ни в коей мере не заменяет и не дополняет справку SolidWorks 2011. Как правило, справкой удобно пользоваться тогда, когда пользователь уже имеет некоторый опыт работы с программой, но забыл некоторые команды или приемы создания объектов. В этом случае справка оперативно поможет восстановить пробелы в памяти и подсказать забытые команды. Назначение данной книги иное. Она позволит пользователю Windows, практически ничего не знающему о программе SolidWorks 2011, сразу начать работать в ней и получать готовые проекты и чертежи проектируемых деталей и изделий (гораздо быстрее, чем если работать в знаменитом AutoCADe). 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 "реперным точкам" проектирования объектов машиностроения. Надо сказать, что с помощью SolidWorks 2011 можно проектировать не только объекты из области машиностроения, но и объекты из области архитектуры, мебельного производства и т. п.

В предлагаемой вашему вниманию книге изложены основные возможности программы SolidWorks 2011 и приведены примеры выполнения различных моделей средствами этой программы. Поскольку в книге представлены черно-белые изображения, то для детального изучения примеров рекомендуем обратиться к цветным иллюстрациям на прилагаемом компакт-диске. По глубокому убеждению авторов, изучение таких программ, как SolidWorks 2011, только по описаниям команд, какими бы подробными они не были, малоэффективно. Простейшие примеры, показывающие результат выполнения той или иной команды, повышают эффективность обучения, но незначительно. Гораздо лучшие результаты достигаются при выполнении примеров, взятых из "реальной жизни" или максимально приближенных к ней. С помощью таких примеров можно наглядно показать основные приемы создания моделей, сборок и чертежей.

Мы постарались как можно более доходчиво на примерах объяснить основные принципы работы с SolidWorks 2011. Надеемся, что вы, быстро освоив предлагаемый материал книги, также быстро перейдете к самостоятельному дальнейшему освоению SolidWorks 2011 в своей работе. Не бойтесь экспериментировать и искать оптимальные варианты решения задач с помощью SolidWorks 2011. Каждый, в конце концов, найдет свое. Поверьте, SolidWorks 2011 также неисчерпаем, как и атом.

В заключение отметим, что при написании книги были использованы следующие литературные источники:

- ◆ Оформление чертежей в SolidWorks. Учебное пособие, SolidWorks Russia, 2005 г.
- ◆ Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах / В. И. Анурьев; под ред. И. Н. Жестковой. — 8-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2001.
- ◆ Единая система конструкторской документации.

Желаем удачи в вашем нелегком труде.

ГЛАВА 1



Эскизы

Эскизы являются основой для создания трехмерных твердотельных моделей деталей. Поэтому создание любой детали в SolidWorks 2011, какой бы простой или сложной она ни была, начинается с рисования эскиза. Эскиз может быть двумерным или трехмерным. Обычно используется двумерный эскиз (плоский), примерно такой, как это делают люди на листе бумаги. В SolidWorks 2011 такие эскизы рисуются на плоскости. По умолчанию при создании новой детали дается три взаимно ортогональные плоскости, проходящие через начало координат. Далее можно добавлять любое количество плоскостей, имеющих необходимую ориентацию в пространстве. Но в некоторых случаях удобно использовать трехмерный эскиз, когда необходимо построить длинномерную деталь, например, трубу, меняющую свое направление в пространстве, или сварную конструкцию, состоящую из профилей определенного сечения.

В этой главе мы рассмотрим способы создания эскизов в SolidWorks 2011, двигаясь от простого к сложному. Но прежде познакомимся с основными принципами построения эскизов и интерфейсом программы SolidWorks 2011.

1.1. Основные принципы построения эскизов

Все эскизы, как двумерные, так и трехмерные, строятся на трех взаимно ортогональных плоскостях **Спереди**, **Сверху** и **Сбоку** (рис. 1.1). Первоначальный выбор той или иной плоскости не имеет существенного значения. Обычно процесс рисования эскиза начинается с передней плоскости. Кроме того, можно создавать свои собственные плоскости (даже не ортогональные) и построение эскиза начинать с них.

В каждом эскизе имеется своя исходная точка, поэтому в детали обычно бывает несколько исходных точек. Когда открыт эскиз, нельзя отключать отображение его

исходной точки. Исходная точка  отображается красным цветом в открытом эскизе и помогает определить координаты точек эскиза. Рисование любого эскиза рекомендуется начинать с этой точки, тогда элементы эскиза автоматически осуще-

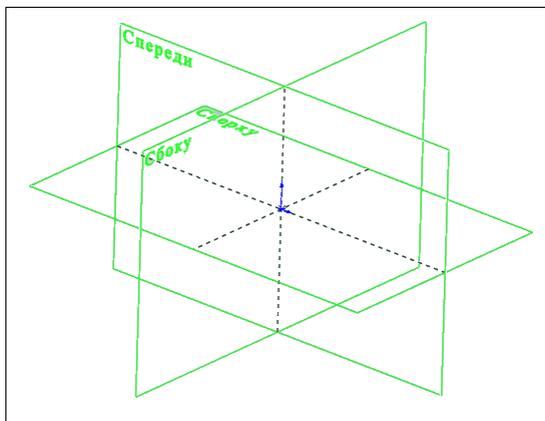


Рис. 1.1

ствляют привязку к ней и не требуется дополнительных взаимосвязей для полного определения эскизов.

Для ориентации плоскости эскиза в пространстве на экране в графической области

всегда присутствует значок триады



— Система координат. Система коор-

динат появляется в документах деталей и сборок, чтобы помочь ориентироваться в пространстве при просмотре моделей. Система координат служит только для справки. Ее нельзя выбрать или использовать в качестве точки формирования. Систему координат можно скрыть или указать для нее цвета. При вращении плоскости с эскизом триада также вращается и показывает текущее пространственное положение плоскости эскиза.

При построении эскиза необходимо следить, чтобы он имел замкнутый контур. SolidWorks 2011 допускает в одном эскизе наличие нескольких замкнутых контуров, при этом формируется многотельная деталь. В этом случае при вытягивании эскиза программа попросит указать расположение контура. Если контур не замкнут, то при вытягивании программа будет интерпретировать эскиз как тонкостенный элемент и попросит указать его толщину.

При создании эскизов можно вырезать или копировать и вставлять объекты эскиза, как из одного эскиза в другой, так и внутри одного эскиза.

В процессе рисования эскиза появляются линии формирования, которые работают вместе с указателями, привязками и взаимосвязями, чтобы графически отобразить, как объекты эскиза влияют друг на друга. 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.

И наконец, двумерные эскизы можно создавать только на плоскостях или на существующих гранях детали, а трехмерные эскизы — в трехмерном пространстве. Далее мы на примерах рассмотрим перечисленные принципы построения эскизов, и тогда будет более понятно, о чем идет речь.

1.2. Интерфейс программы

Для начала запустим программу SolidWorks 2011. Запуск программы осуществляется щелчком мыши по значку  на рабочем столе или выбором команды **Пуск | Программы | SolidWorks 2011 | SolidWorks 2011**.

После запуска программы будут доступны два значка в левом верхнем углу экрана:

- ◆  — открытие существующих файлов деталей, сборок или чертежей;
- ◆  — создание новых файлов.

Воспользуемся вторым значком для создания нового файла, щелкнув по нему левой кнопкой мыши. Если у вас уже есть какие-либо файлы, созданные в SolidWorks 2011, воспользуйтесь первым значком. Если файлы созданы в предыдущих версиях SolidWorks, то SolidWorks 2011 их откроет, т. к. последующие версии программы читают файлы предыдущих версий.

В появившемся окне (рис. 1.2) во вкладке **Шаблоны** выберите шаблон **Деталь**, выделив соответствующий значок, и нажмите кнопку **ОК**.

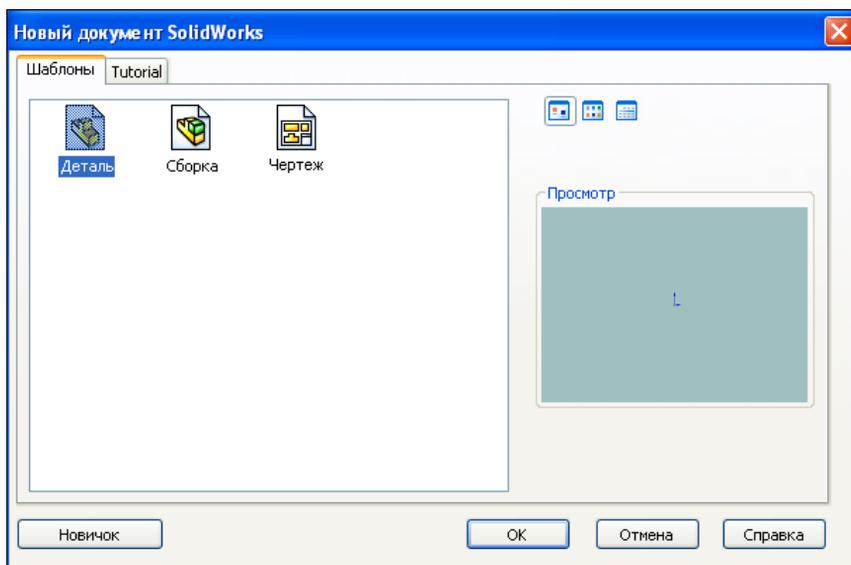


Рис. 1.2

Перед нами пользовательский интерфейс SolidWorks 2011 с открытой вкладкой **Эскизы** (рис. 1.3). Основные элементы интерфейса показаны на рис. 1.4. Программа написана для работы с Windows, поэтому все стандартные элементы интерфейса расположены на привычных местах. При создании новой детали в правом нижнем углу может появляться помощник **Справка: Быстрые советы**. Пощелкайте мышью по элементам списка **Что необходимо сделать?** — и программа укажет вам, какими кнопками лучше воспользоваться в том или ином случае. Если вы не

нуждаетесь в помощнике, то скройте его, нажав мышью на знак вопроса  в нижнем правом углу экрана. В верхней части интерфейса находится строка меню команд программы. Меню может быть скрыто значками часто используемых команд. Чтобы открыть меню, наведите указателем мыши на логотип программы . Например, в меню **Файл** сгруппированы такие команды, как **Новый**, **Открыть**, **Закрыть**, **Сохранить**, 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. Меню **Инструменты** позволяет настраивать интерфейс SolidWorks 2011, а также применять инструменты для измерения, определения и анализа характеристик моделей. Через меню **?** (**Справка**) можно получить доступ к обширной электронной справочной системе SolidWorks 2011, с помощью которой опытный пользователь быстро освежит в памяти подзабытые команды, а новичок узнает о функциональных возможностях программы.

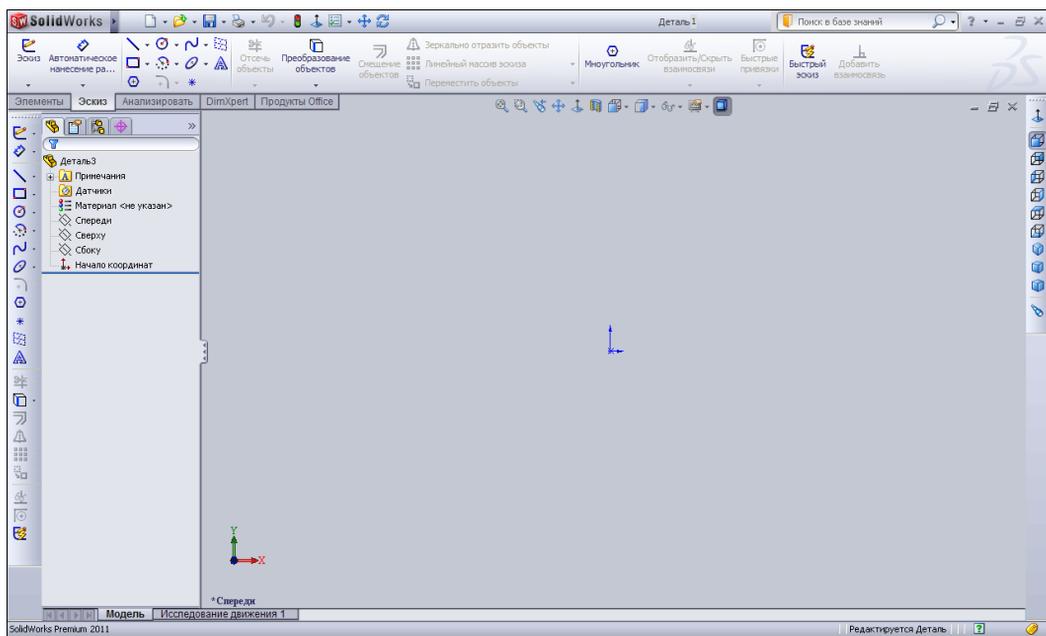


Рис. 1.3

В списке каждого меню имеется пункт **Настройка меню**, который позволяет настраивать вид списка. Например, выберите команду **Файл | Настройка меню**. Появится выпадающее меню, показанное на рис. 1.5. В этом меню синими флажками отмечены те пункты меню **Файл**, которые будут отображаться при его вызове. Снимая и устанавливая эти флажки, вы настраиваете интерфейс под себя.

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

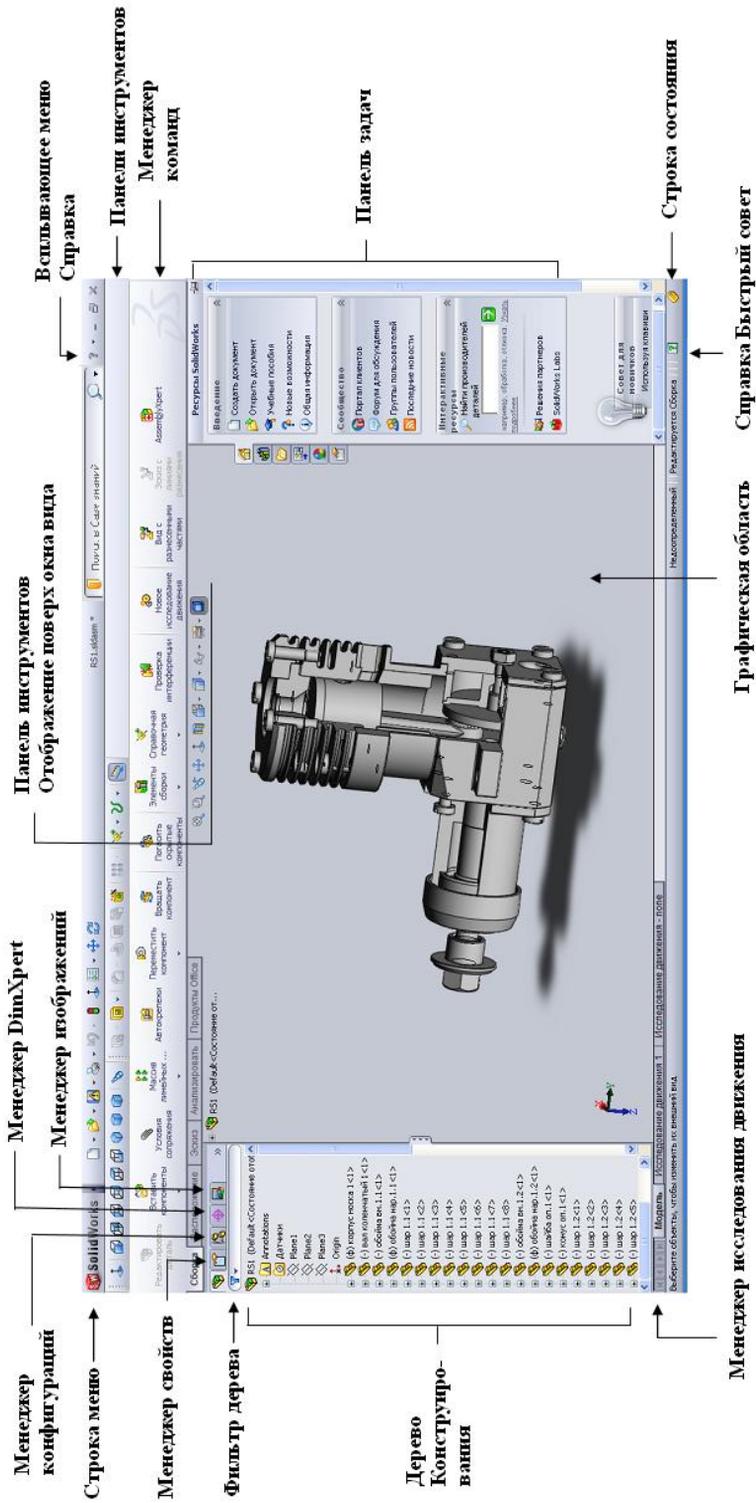
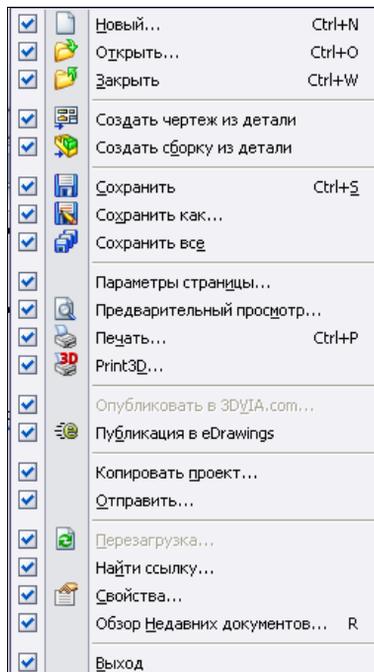


Рис. 1.4

Рис. 1.5



В общем случае практически каждая команда SolidWorks 2011 может быть вызвана двумя или даже тремя способами:

- ◆ из строки меню;
- ◆ с помощью команд в соответствующей панели инструментов;
- ◆ посредством Менеджера команд;
- ◆ комбинацией горячих клавиш;
- ◆ с помощью выпадающего меню правой кнопки мыши.

В данной книге мы покажем вам, как выполнить ту или иную команду одним способом. В процессе освоения программы вы постепенно найдете другие способы и определите для себя, каким из них в каждый конкретный момент вам удобнее будет пользоваться.

Все значки собраны в инструментальные панели, которые, в свою очередь, также можно настраивать — отключать, переставлять на экране и т. д. Кроме того, каждую инструментальную панель можно оперативно переместить на экране простым перетаскиванием мыши, захватывая курсором заголовок панели. При этом курсор мыши приобретает вид .

Для того чтобы добавить или удалить инструментальные панели, необходимо в меню **Инструменты | Настройка** на вкладке **Панель инструментов** установить или убрать соответствующие флажки (рис. 1.6).

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. 1.7). При наведении указателя мыши на значок команды появляется всплывающая подсказка о назначении этой команды. Если команда имеет предопределенную комбинацию горячих клавиш, то эта комбинация также будет указана. Например, для команды создания нового файла служит комбинация горячих клавиш <Ctrl>+<N> (рис. 1.7).

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

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

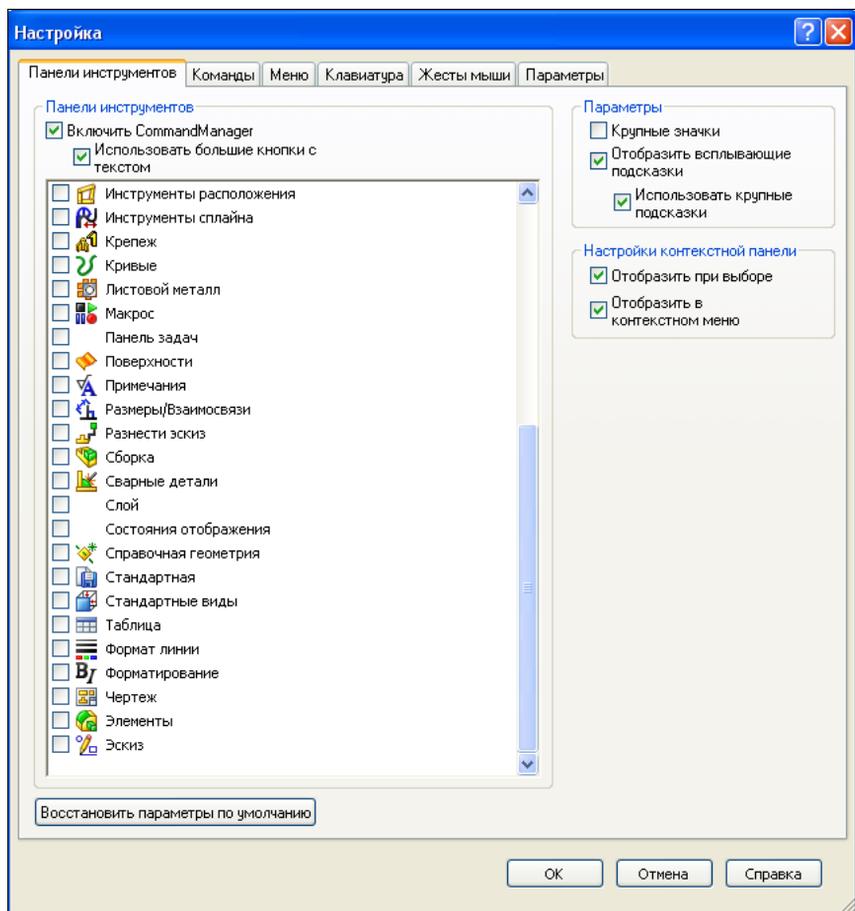


Рис. 1.6

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

По умолчанию в левой части экрана расположено **Дерево Конструирования**  (рис. 1.8), в котором будут отображаться все наши построения. Мы только собираемся начать создавать модель, поэтому **Дерево Конструирования** пусто: имеются только исходные плоскости **Спереди**, **Сверху** и **Сбоку**, на которых можно начинать построение эскизов, и точка **Начало координат** в месте пересечения стандартных плоскостей. Эти плоскости расположены друг к другу ортогонально, позволяя эффективно строить трехмерную модель, используя все три направления одновременно. Остальные объекты **Дерева Конструирования** к эскизам не относятся, и мы их рассмотрим позже.

Инструментальная панель **Элементы**, служащая для создания твердотельной модели, по умолчанию находится в верхней части экрана. В данный момент в ней доступны только две команды:  — **Вытянутая бобышка/основание** и  — **Повернутая бобышка/основание**, т. к. только эти команды могут создать новый эскиз.

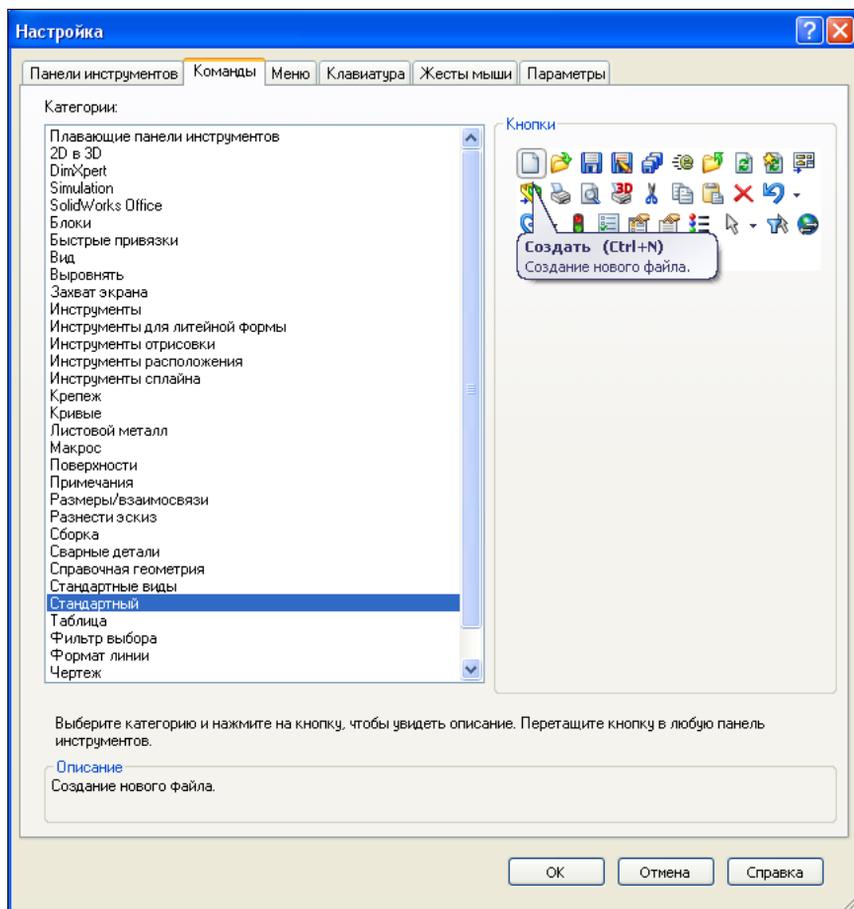


Рис. 1.7

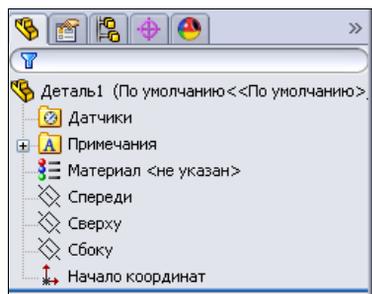
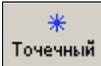
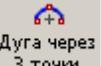
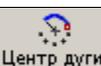
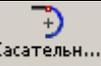
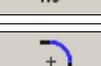
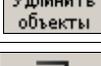
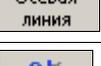
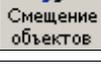
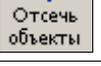
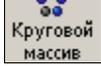
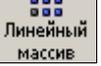
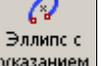


Рис. 1.8

Чтобы отобразить команды рисования эскиза, щелкните левой кнопкой мыши на вкладке Менеджера команд **Эскиз**. Можно также вызвать панель инструментов **Эскиз** на экран, пройдя путь **Вид | Панель инструментов | Эскиз**. Появившуюся панель инструментов можно транспортировать мышью в любое удобное для вас место экрана. Инструментальная панель **Эскиз** включает в себя основные команды создания эскизов, значки которых описаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Значок	Назначение	Значок	Назначение
 Точечный	Установка базовой точки	 Линия	Рисование линий и отрезков
 Прямоуго...	Рисование прямоугольников	 Параллел...	Рисование параллелограммов
 Окружност...	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
 Окружност... 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
 Круговой массив	Добавление кругового массива	 Линейный массив	Добавление прямоугольного массива
 Эллипс	Рисование эскиза полного эллипса	 Эллипс с указанием	Рисование эскиза неполного эллипса
 Сплайн	Рисование сплайна	 Многоуль...	Рисование многоугольников

ПРИМЕЧАНИЕ

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

В инструментальных панелях недоступные в данный момент команды имеют бледно-серый цвет. Такой способ организации позволяет избежать чрезмерной перегруженности интерфейса.

Для того чтобы перейти в режим рисования эскиза, щелкните левой кнопкой мыши в Дереве Конструирования на плоскости **Спереди**, **Сверху** или **Сбоку** и затем на кнопке  — **Эскиз**.

ПРИМЕЧАНИЕ

После нажатия кнопки **Эскиз** нужно выбрать плоскость, на которой вы собираетесь создавать эскиз. Укажите одну из плоскостей в Дереве Конструирования или в графической области построений.

При входе в режим рисования эскиза на экране появляется координатная сетка. Сетку также можно настраивать по своему вкусу. Для этого выберите команду **Инструменты | Параметры** или просто нажмите кнопку  — **Настройка**, затем перейдите на вкладку **Свойства документа** и выберите пункт **Масштабная сетка/Привязать**. Появится поле **Масштабная сетка** (рис. 1.9), в котором можно настроить шаг сетки, интервал привязки или вообще ее убрать. После всех манипуляций с установкой и удалением флажков не забудьте нажать кнопку **ОК**.

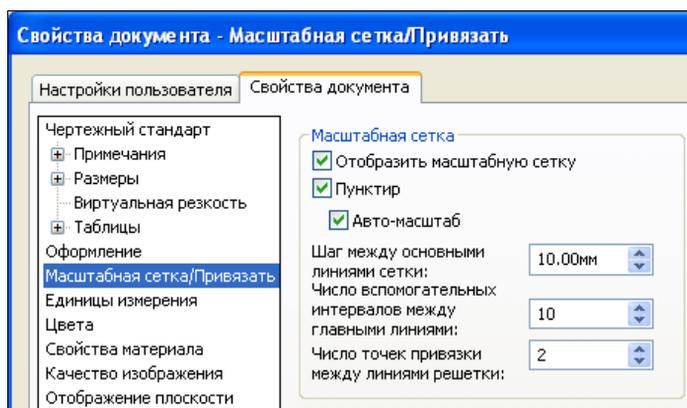


Рис. 1.9

Если необходимо устанавливать привязки элементов эскиза к координатной сетке или другим элементам, выберите команду **Инструменты | Параметры** на вкладке **Настройки пользователя** в пункте **Взаимосвязи /привязки** (рис. 1.10).

ПРИМЕЧАНИЕ

В процессе рисования эскизов может потребоваться частое изменение параметров эскиза, поэтому рекомендуется вынести кнопку  — **Настройки** на панель инструментов.

В центре экрана значком  отображено начало координат. В этой точке пересекаются исходные плоскости **Спереди**, **Сверху** и **Сбоку**. Рисовать эскиз рекомендуется начинать с этой точки, тогда элементы эскиза автоматически привязываются к ней. Если же контур эскиза не будет проходить через начало координат, придется

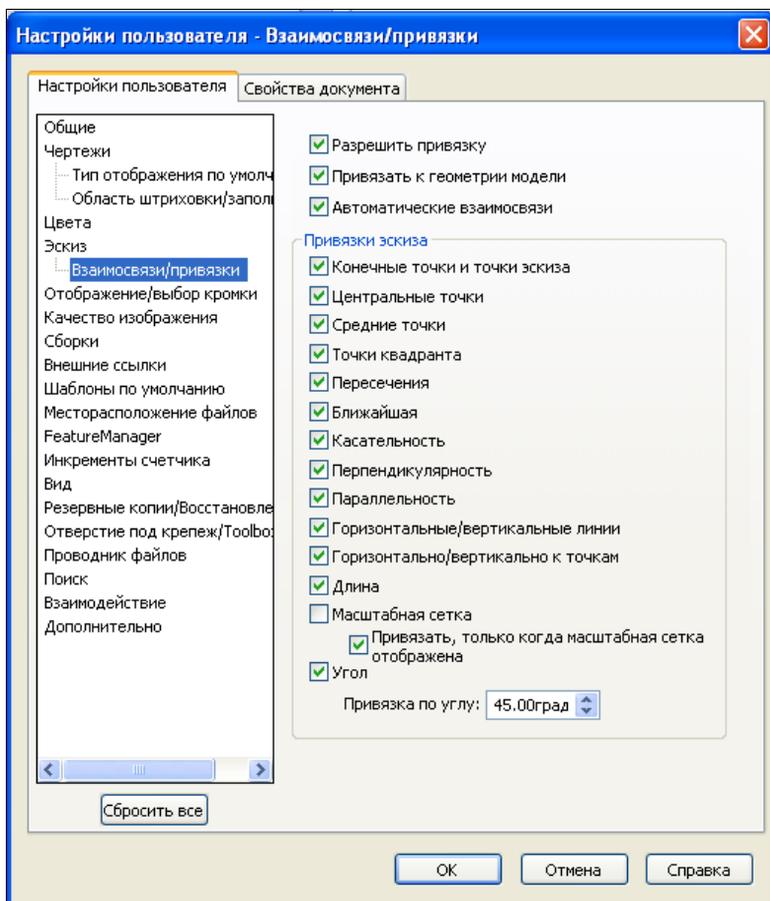


Рис. 1.10

задавать дополнительные размеры с целью определения положения эскиза относительно этой точки.

В нижней левой части области рисования эскиза располагается *триада эскиза* , которая указывает расположение плоскости построения в трехмерном про-

странстве. Поскольку SolidWorks 2011 является программой трехмерного моделирования, все плоские эскизы вы рисуете в трехмерном пространстве. В этом легко убедиться, если вы нажмете в области рисования колесо мыши и, не отпуская, подвигаете его. Плоскость рисования начнет вращаться в пространстве. Этого же результата можно добиться, если вызвать команду  — **Вращать вид** в панели инструментов **Вид**. При этом курсор приобретает соответствующий команде вид. Плоскость изменит свое положение. Тем не менее, эскиз рисовать можно и на повернутой плоскости. Чтобы вернуть плоскость рисования в исходное состояние, нажмите кнопку  — **Предыдущий вид** в панели инструментов **Вид**. Или просто нажмите кнопку  — **Перпендикулярно** в той же панели инструментов. Плос-

кость построений должна вернуться в исходное состояние и совпасть с плоскостью экрана.

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

Теперь подошло время рисования эскиза. Начнем с простого.

1.3. Простые эскизы

Простые эскизы, как правило, состоят из примитивов: отрезков, окружностей, дуг и т. п., соединенных в замкнутый контур. Кроме того, SolidWorks 2011 позволяет создавать детали из нескольких замкнутых контуров, а также тонкостенные детали из незамкнутых контуров. Более сложные эскизы предусматривают использование дополнительных возможностей, которые при правильном применении ускоряют процесс проектирования. Но целесообразность применения тех или иных возможностей эскизного инструментария, в конечном счете, будет определяться опытом работы в SolidWorks 2011.

1.3.1. Создание простого эскиза

Рассмотрим создание простого эскиза на примере детали Кронштейн. Как уже было показано, сразу после создания файла детали можно включить режим построения эскизов, выбрав плоскость и нажав кнопку  — **Эскиз** панели инструментов

Эскиз. Окно, в котором производятся построения, по умолчанию покрыто сеткой. Если сетки нет, ее можно отобразить, выбрав команду **Инструменты | Параметры** и на вкладке **Свойства документа** в разделе **Масштабная сетка** установив флажок **Отобразить масштабную сетку**. Для оперативного включения и выключения масштабной сетки рекомендуется вынести значок  — **Масштабная сетка/Привязать** на панель инструментов **Эскиз**. Здесь также можно задать желаемые параметры сетки и установить привязку элементов эскиза к масштабной сетке. После установки всех параметров нажмите кнопку **ОК** и вернитесь в режим рисования эскиза. Параметры масштабной сетки можно вызывать в любой момент редактирования эскиза. Масштаб сетки можно также изменять вращением колеса мыши. Сетка дает пользователю визуальное представление о размерах и углах.

Построение горизонтальной линии

Щелкнув мышью значок, выберите команду рисования линии  — **Линия**

инструментальной панели **Эскиз**. Слева в Менеджере свойств  возникает окно **Вставить линию** (рис. 1.11). При этом Дерево Конструирования перемещается в область построений. Такое перемещение Древа Конструирования позволяет осуществлять непрерывный контроль за процессом проектирования даже в том случае, если появляются диалоговые окна Менеджера свойств при выполнении команд. Во

вкладке **Ориентация** можно задать положение предполагаемой линии, если известно, что она должна быть строго горизонтальна, вертикальна или располагаться под каким-то определенным углом. Для нашего случая оставим активной позицию **Как нарисовано**.

Переместите курсор в область рисования. При этом он приобретает вид карандаша с линией . Подведите курсор к началу координат, где планируется расположить начальную точку линии. Рядом должен возникнуть символ привязки . Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, 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 клавишу мыши. Не старайтесь выдерживать линии строго вертикально или горизонтально, далее мы увидим, как этого добиться без каких-либо затруднений.

Итак, нарисуйте горизонтальный отрезок длиной около 100 мм. При проведении отрезка текущая длина отображается рядом с курсором (рис. 1.12).

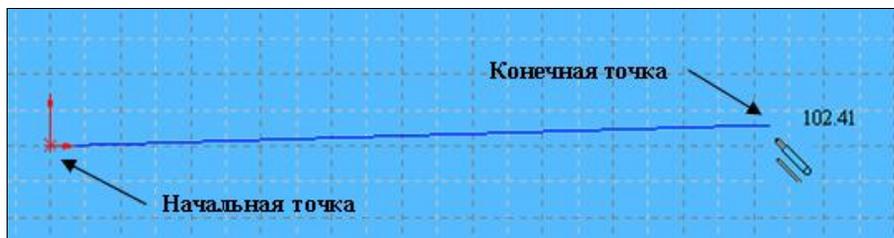


Рис. 1.12

При рисовании эскизов особой точности соблюдать не нужно: длина может несколько отличаться от 100 мм, а линия быть не строго горизонтальной (как, например, показано на рис. 1.12). 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.

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

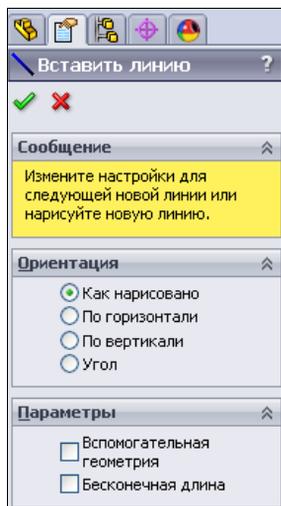


Рис. 1.11

Использование жестов мыши

Начиная с SolidWorks 2010, в программе появилась новая возможность быстрого вызова команд — с помощью жестов мыши. Для этого нажмите правую кнопку мыши в области построений и слегка подвиньте мышь в любом направлении. При этом появится сегментированное кольцо, показанное на рис. 1.13.

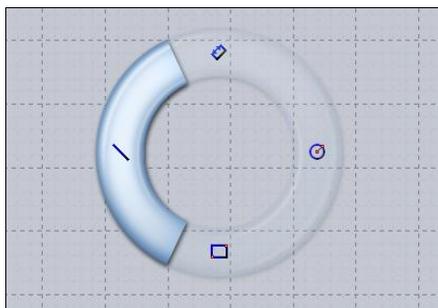


Рис. 1.13

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 — произойдет вызов соответствующей команды.

Для настройки жестов мыши пройдите путь **Инструменты | Настройка**. В диалоговом окне **Настройка** перейдите на вкладку **Жесты мыши** (рис. 1.14). 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**.

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  — откроется меню, в котором можно выбрать направление движения мыши (рис. 1.15). После настройки всех жестов нажмите кнопку **ОК** 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 отрезки будут соединены. Если провести второй отрезок до появления этого значка, то первый отрезок не соединится со вторым, и эскиз не будет замкнутым. Строим вертикальный отрезок длиной 20 мм. Во время построения могут появляться ортогональные пунктирные линии формирования. Эти линии позволяют ориентироваться при построении эскизов.

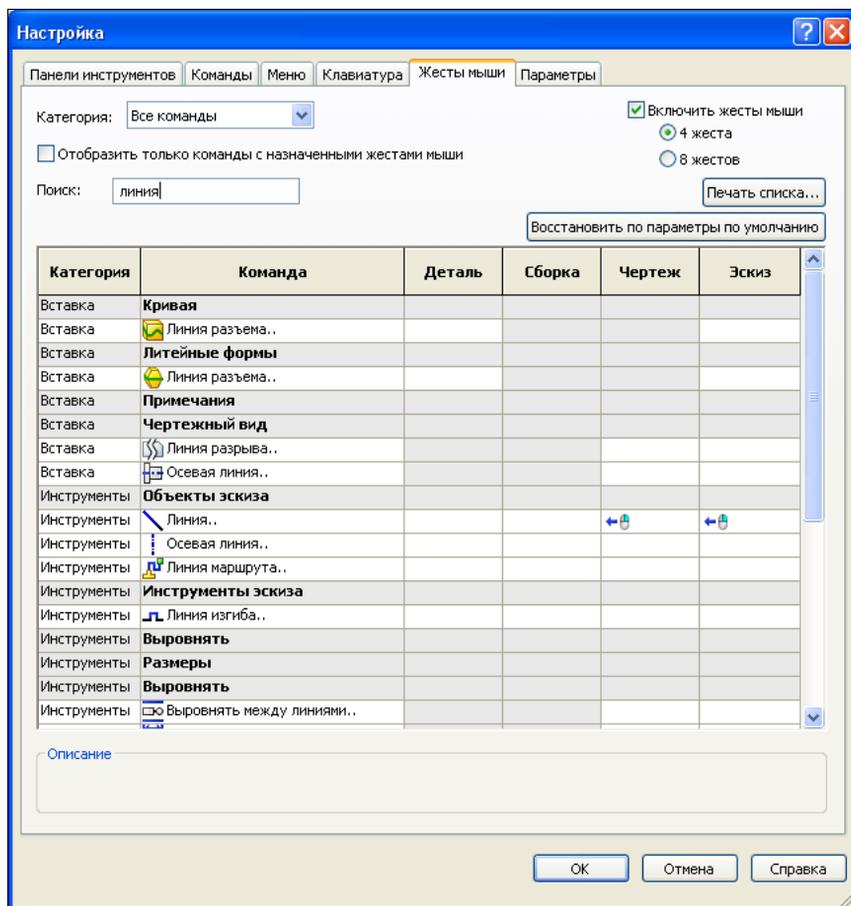


Рис. 1.14

Категория	Команда	Деталь	Сборка	Чертеж	Эскиз
Вставка	Линия разъема..				
Вставка	Литейные формы				
Вставка	Линия разъема..				
Вставка	Примечания				
Вставка	Чертежный вид				
Вставка	Линия разрыва..				
Вставка	Осевая линия..				
Инструменты	Объекты эскиза				
Инструменты	Линия..			←	←
Инструменты	Осевая линия..				Нет
Инструменты	Линия маршрута..				
Инструменты	Инструменты эскиза				
Инструменты	Линия изгиба..				
Инструменты	Выровнять				

Рис. 1.15

ПРИМЕЧАНИЕ

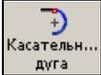
Контур из отрезков можно строить путем поочередного позиционирования курсора в требуемом месте и щелчка мыши. Для завершения цепочки необходимо выполнить двойной щелчок мыши либо, нажав правую кнопку мыши, во всплывающем меню выбрать пункт **Завершить цепочку**.

Постройте второй горизонтальный отрезок длиной примерно 20 мм и еще один вертикальный длиной примерно 40 мм. В итоге вы должны получить эскиз, показанный на рис. 1.16.



Рис. 1.16

Построение полуокружности

Для того чтобы создать дуговой сегмент эскиза, выберите команду  — **Касательная дуга** в панели инструментов **Эскиз** и разместите курсор точно в конце четвертого отрезка. Далее щелкните мышью и ведите курсор, как бы продолжая отрезок вверх и немного влево. Программа динамически будет формировать дугу. Причем дуга будет касательной к отрезку, от которого она начала строиться.

Траектория движения по дуге должна приблизительно соответствовать показанной на рис. 1.17, чтобы центральный угол дуги был близок к 180° . Особой точности добиваться не следует. Эскиз, как уже неоднократно повторялось, должен иметь пока приблизительные форму и размеры.

После щелчка мыши к эскизу добавится полуокружность. Если у вас дуга с первого раза не получилась, нажмите клавишу <Delete> и попробуйте еще раз. Для завершения команды в выпадающем контекстном меню правой кнопки мыши служит пункт **Выбрать**. Значок  на рис. 1.17 говорит о взаимосвязи **Касательность** привязки дуги к окружности.

ПРИМЕЧАНИЕ

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

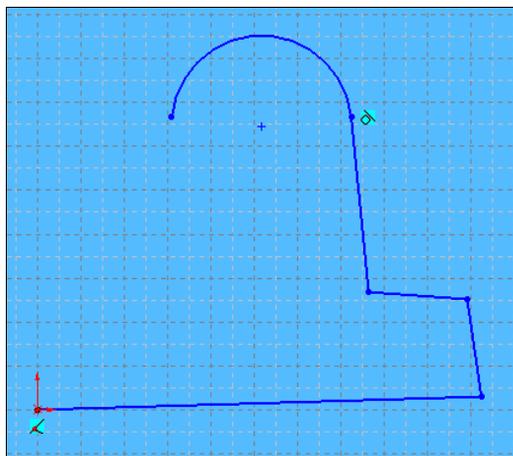


Рис. 1.17

Замыкание эскиза

Вновь активизируйте команду построения отрезков и нарисуйте отрезки, примерно симметричные построенным. 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. 1.18. Ничего страшного, что эскиз пока "кривой". Последующими действиями мы приведем его в порядок.

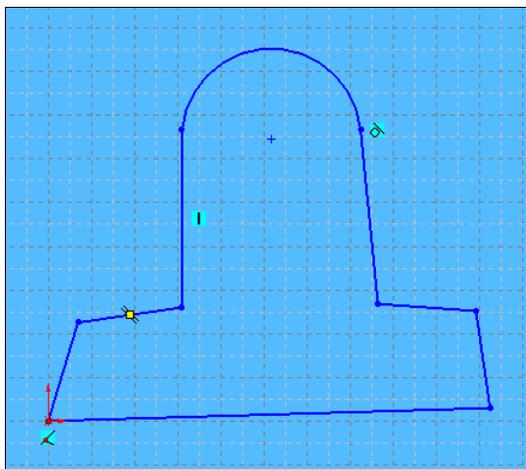


Рис. 1.18

При построении эскиза рядом с элементами и соединениями элементов могут возникать различные обозначения, которые показывают взаимосвязи и привязки, устанавливаемые программой автоматически. Если вам не требуются автоматические привязки, то их можно отключить через **Инструменты | Параметры**, на вкладке **Настройки пользователя** в пункте **Взаимосвязи/привязки** снять флажки с тех привязок, которые вам не нужны.

Наложение взаимосвязей

Для того чтобы наложить на эскиз дополнительные взаимосвязи элементов, необходимо вызвать команду  — **Добавить взаимосвязь** панели инструментов **Размеры/взаимосвязи**. При этом возникает диалоговое окно, показанное на рис. 1.19.

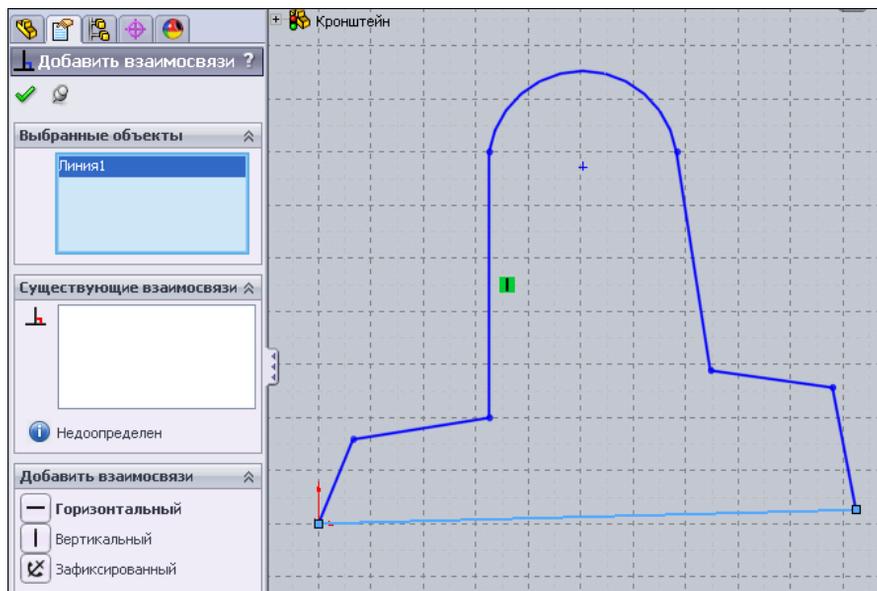


Рис. 1.19

Сначала окно **Выбранные объекты** пусто. Выделяем мышью отрезки, которые должны быть в эскизе горизонтальными. 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 **Линия1** полужирным шрифтом отмечена взаимосвязь **Горизонтальный** (рис. 1.19). Нажмите на эту кнопку, и вы увидите, что нижняя линия нашего эскиза стала строго горизонтальной, а во вкладке **Существующие взаимосвязи** появилась надпись **Горизонтальность1**.

Аналогично установите взаимосвязь вертикальности для 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 будет точно таким же.

В результате этих действий эскиз может несколько изменить свою форму (рис. 1.20). Ничего страшного. Главное, чтобы не появились пересекающиеся от-

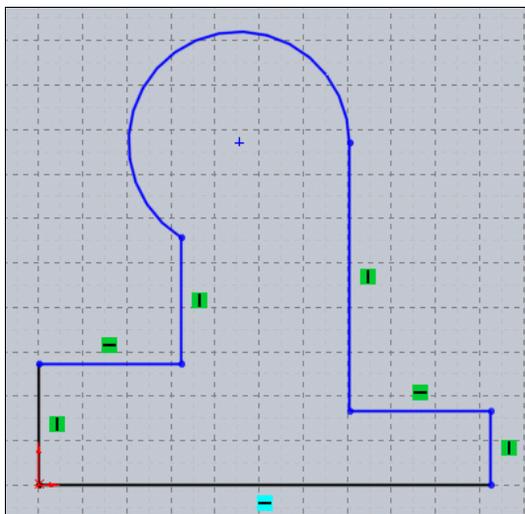


Рис. 1.20

резки. Если такое произошло, необходимо подкорректировать размеры эскиза. Как это сделать, будет рассказано дальше.

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. Для удаления взаимосвязи щелкните по ее обозначению и нажмите клавишу <Delete>.

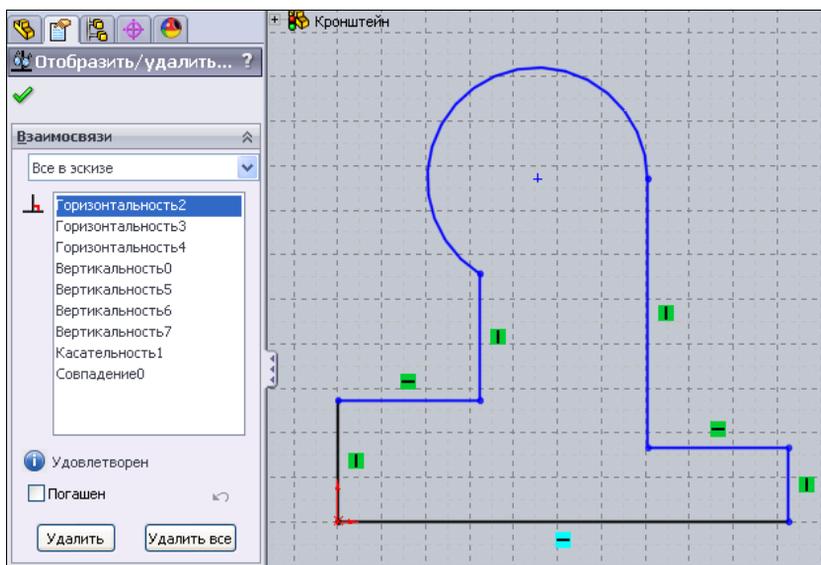


Рис. 1.21

Для просмотра взаимосвязей эскиза нажмите кнопку  — **Отобразить/Скрыть взаимосвязи** в панели инструментов **Размеры/взаимосвязи**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно, показанное на рис. 1.21. С помощью данного окна можно не только просмотреть существующие взаимосвязи, но и погасить или удалить ненужные. Для завершения команды нажмите кнопку **ОК** .

Наложение зависимости *Касательный*

Снова активизируйте команду добавления взаимозависимостей и добавьте зависимость касания дуги и левого вертикального отрезка путем выбора этих элементов. Программа сама определит эту зависимость и пометит полужирным шрифтом взаимосвязь  — **Касательный** (рис. 1.22). Осталось нажать только соответствующую кнопку.

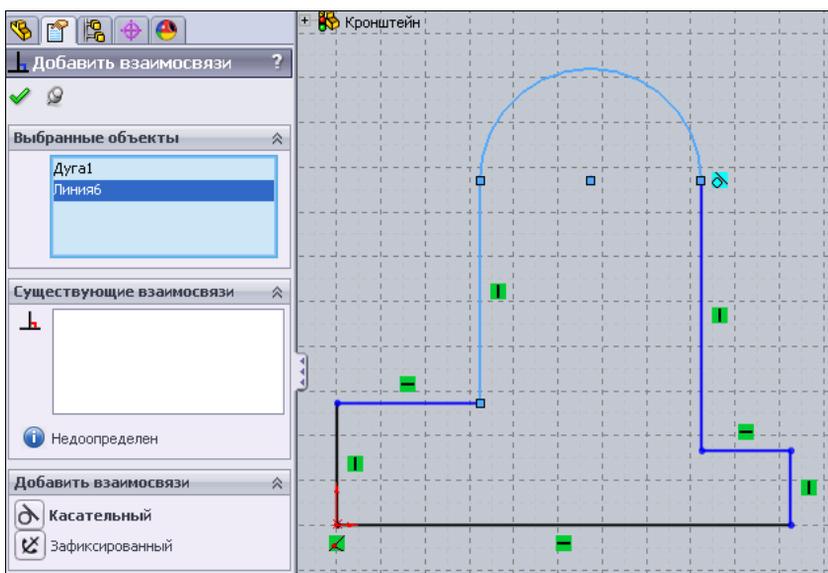


Рис. 1.22

Наложение зависимости *Коллинеарный*

В нашем эскизе плечики кронштейна, состоящие из элементов **Линия3** и **Линия7**, находятся на разных уровнях. Для их выравнивания по горизонтали добавим взаимосвязь **Коллинеарный**. Отрезки являются коллинеарными, если они расположены на одной линии. Для этого в команде **Добавить взаимосвязи** необходимо выбрать указанные элементы и нажать кнопку  — **Коллинеарный**. Результат представлен на рис. 1.23.

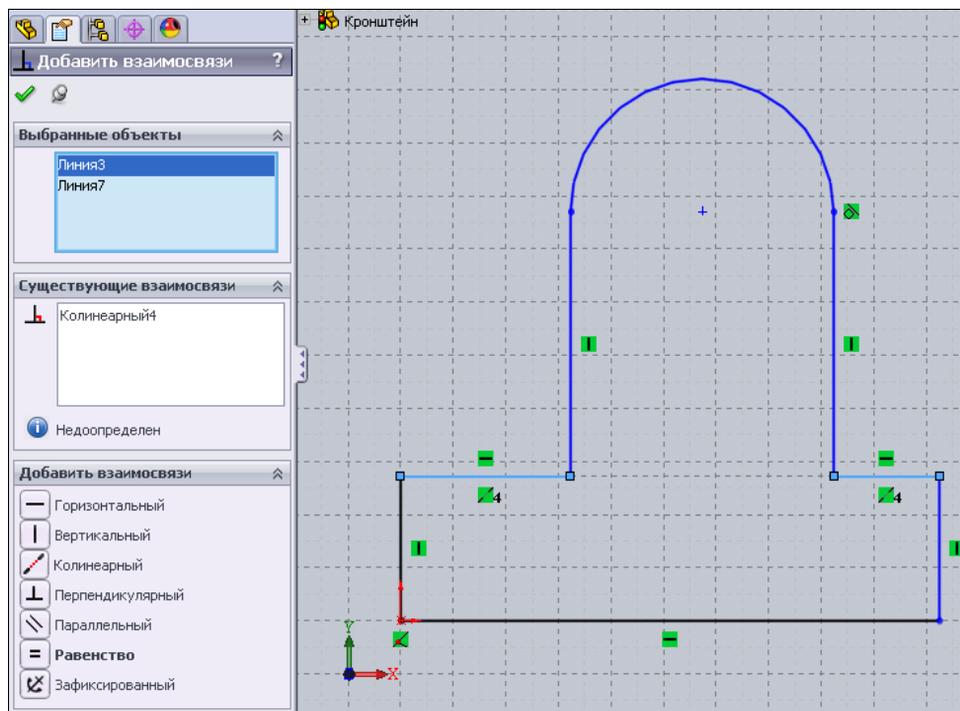


Рис. 1.23

Наложение зависимости **Равенство**

Для некоторых элементов эскиза взаимосвязи коллинеарности может быть недостаточно. Например, в эскизе плечики кронштейна должны быть не только коллинеарными, но еще и равными. Поскольку команда добавления взаимосвязей все еще активна и выбранные элементы эскиза **Линия3** и **Линия7** высвечиваются в разделе **Выбранные объекты**, то просто нажмите кнопку  — **Равенство**. Теперь эскиз стал симметричным относительно вертикальной плоскости, проходящей через центр дуги.

После установки всех взаимосвязей завершите диалог нажатием кнопки **ОК** .

Для просмотра или удаления взаимосвязей воспользуйтесь командой

Отобразить/скрыть взаимосвязи.



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 на правый конец нижнего отрезка, нажмите левую кнопку и не отпускайте ее. Теперь можно переместить этот отрезок, подбирая для него новое положение. Точно так же перемещается и дуга.

Кроме того, дугу можно перемещать, захватывая ее центр. Менять положение элементов можно также, захватывая конечные точки отрезков (перед захватом точки при наведении курсора около него должен появиться небольшой зеленый кружок). Такие перемещения говорят о том, что построенный эскиз имеет несколько решений геометрических построений с заданными взаимосвязями и поэтому не является полностью определенным. Убедиться в этом можно, посмотрев на статусную строку в нижней части графического экрана (рис. 1.24).

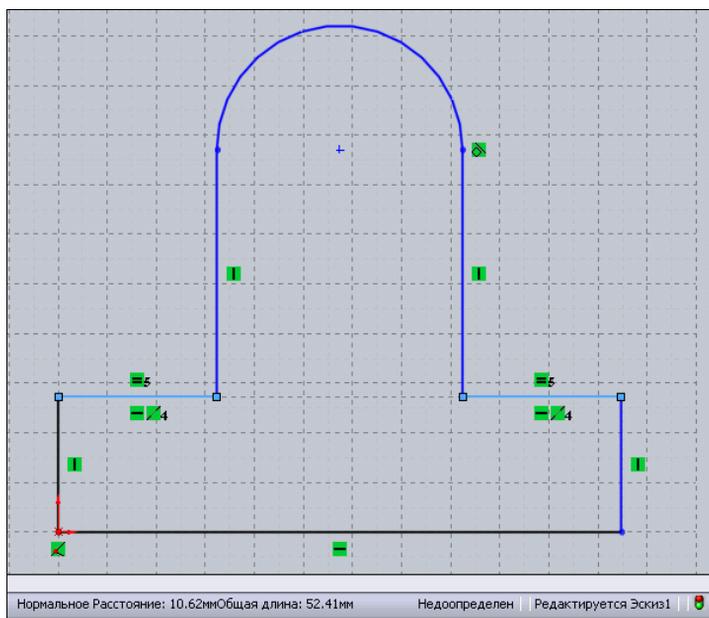


Рис. 1.24

Нанесение размеров

В инструментальной панели **Размеры/взаимосвязи** вызовите команду  — **Автоматическое нанесение размеров** и щелкните мышью на нижнем горизонтальном отрезке для нанесения размера. Затем переместите мышшь чуть ниже. Появляется динамический образец размера. Для простановки размера в выбранном месте щелкните мышью. Появится поле с текущим размером отрезка. При нанесении размера между параллельными линиями необходимо выделить мышью сначала одну линию, затем вторую, указать место для динамического образца размера (рис. 1.25).

Задание значения размера

Значение только что нанесенного размера определяется тем, в каких точках пользователь делал щелчки мышью при построении эскиза. Нам нужно, чтобы длина нижнего отрезка составляла точно 100 мм. Для того чтобы добиться этого, просто дважды щелкните на размере.

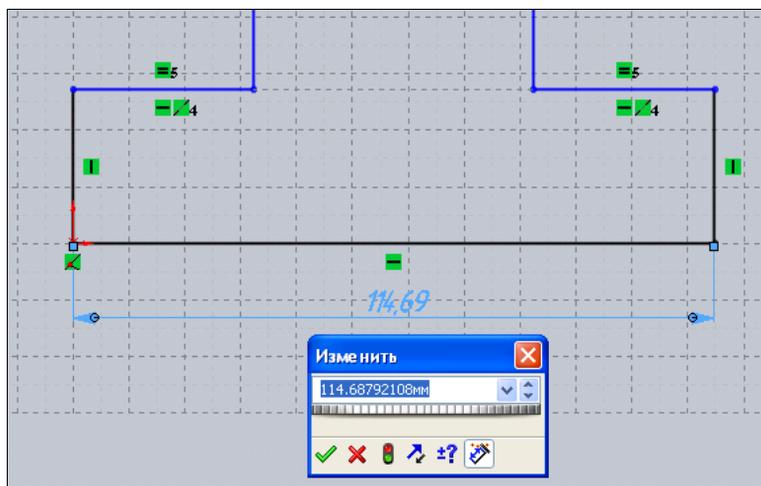


Рис. 1.25

Открывается диалоговое окно **Изменить** (рис. 1.25). В нем выведено текущее значение размера. Введите число 100 с клавиатуры. Так как SolidWorks 2011 — программа параметрического моделирования, вся геометрия эскиза подстраивается под новое значение ширины и происходит изменение местоположения соседних связанных элементов. Нажмите кнопку **ОК** .

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы после нанесения размеров решили перетащить мышью какой-либо элемент эскиза, его размеры могут измениться. 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

Теперь уже известным вам способом нанесите размер на правый вертикальный отрезок, расположенный около дуги. Сейчас он имеет произвольное значение. Но нам необходимо, чтобы он был ровно в 2 раза меньше размера нижнего горизонтального отрезка. Для этого нам надо воспользоваться диалоговым окном задания уравнений, выбрав команду **Инструменты |  Уравнения**. В открывшемся окне (рис. 1.26) нажмите кнопку **Добавить...** В новом диалоговом окне **Добавить уравнение** в строке **Уравнение** будет указано имя размера. Если имени текущего размера нет, просто щелкните мышью размер (для нашего случая это размер вертикального отрезка). После знака равенства щелкните на втором размере (для нашего случая это размер нижнего горизонтального отрезка). Имя размера тут же отображается в окне. Затем второй размер разделите на 2, добавив в строку $/ 2$. Нажмите кнопку **ОК**. В окне **Уравнения** добавится новое уравнение.

В этом окне также нажмите кнопку **ОК**, и значение размера вертикального отрезка автоматически станет равным 50 мм. Теперь, если размер горизонтального отрезка

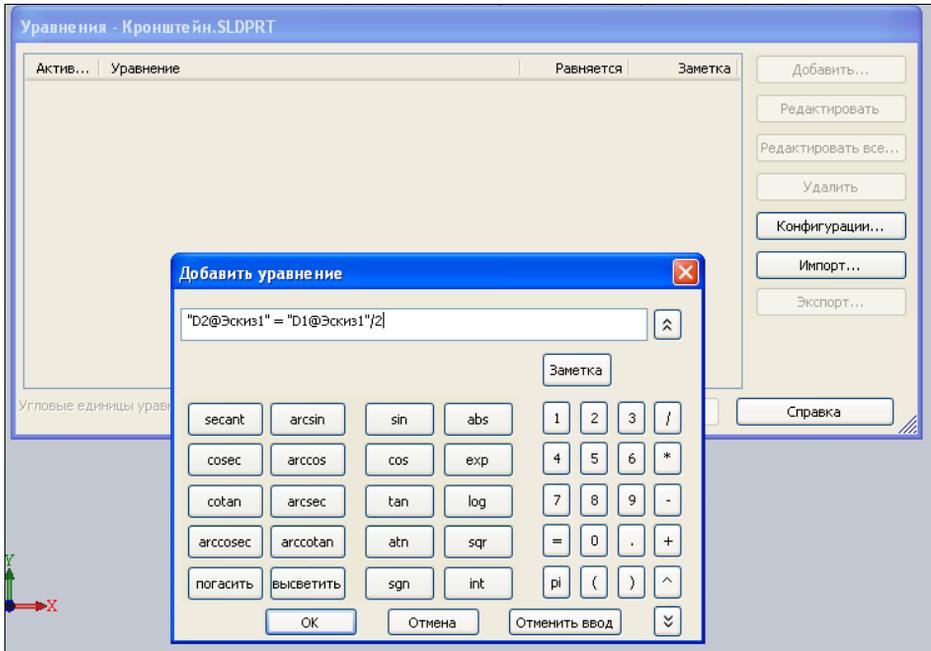


Рис. 1.26

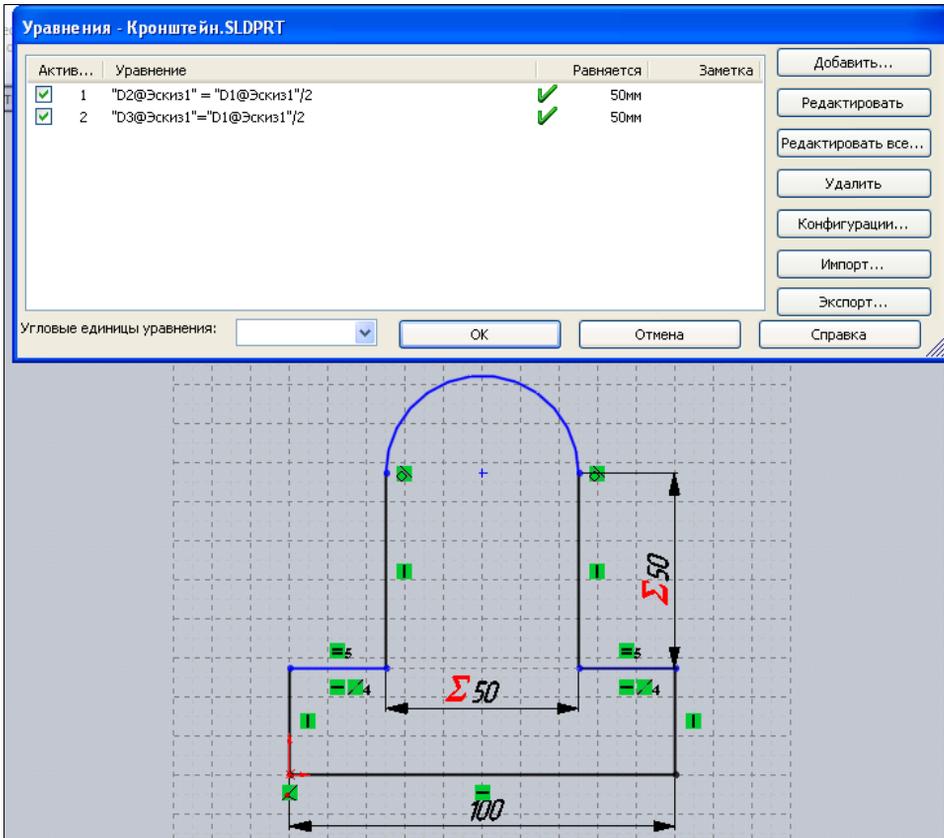


Рис. 1.27

изменить, автоматически изменится и размер вертикального отрезка. Можете потренироваться в этом. Аналогично задайте расстояние между двумя вертикальными линиями, касательными к окружности (рис. 1.27). О том, что размер является параметрическим, указывает значок  перед размером. Эскиз при этом приобретает параметрические взаимосвязи. Такой прием удобно использовать при создании библиотечных элементов, когда все размеры детали зависят от одного или двух размеров и возможно создание типовых деталей с основозадающими размерами в качестве аргументов.

Добавление окружности

Добавим в наш эскиз кронштейна окружность с центром, совпадающим с центром дуги. Вызовите команду  — **Окружность** панели инструментов **Эскиз**. Подведите курсор к перекрестию — центру дуги (около курсора должен появиться символ привязки 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. Задайте размер окружности.

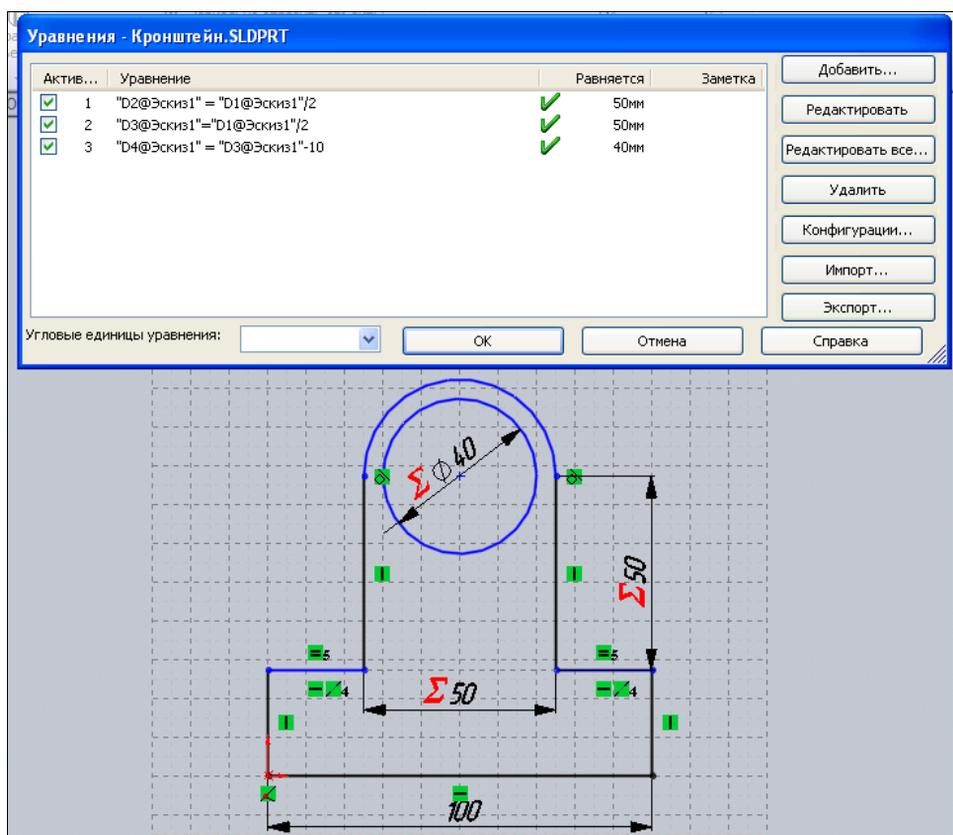


Рис. 1.28

Далее установите толщину кольца кронштейна 5 мм. Для этого используйте размер между двумя вертикальными линиями и диаметр окружности: добавьте новое уравнение связи размера окружности и горизонтального размера, которые должны отличаться друг от друга на 10 мм (рис. 1.28).

Как вы, наверное, заметили, в задании размера участвует не только имя размера (**D1**, **D2**, **D3** и т. д.), но имя эскиза (**Эскиз**) со значком @. Тем самым 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 2011 понимает как метрическую, так и британскую систему мер.

Полное определение эскиза

Если вы обратили внимание, некоторые элементы нашего эскиза имеют синий цвет, а в статусной строке SolidWorks 2011 указано **Недоопределен**. Это означает, что наш эскиз не полностью готов: мы можем, зацепив мышью за какой-либо элемент эскиза, перетащить его. Недоопределение эскизов может сказаться в дальнейшем при создании сборок, когда одна из деталей неожиданно изменит свою форму или взаимное положение элементов в многотельной детали.

Чтобы целиком определить эскиз, необходимо его жестко зафиксировать относительно центра координат. Наш эскиз можно полностью определить, добавив дополнительные взаимосвязи. В эскизе кронштейна необходимо указать размер высоты плечиков, например, 20 мм. Прodelайте это и увидите, что цвет элементов эскиза стал черным, а в статусной строке указано **Определен**. Теперь эскиз имеет единственное решение, показанное на рис. 1.29.

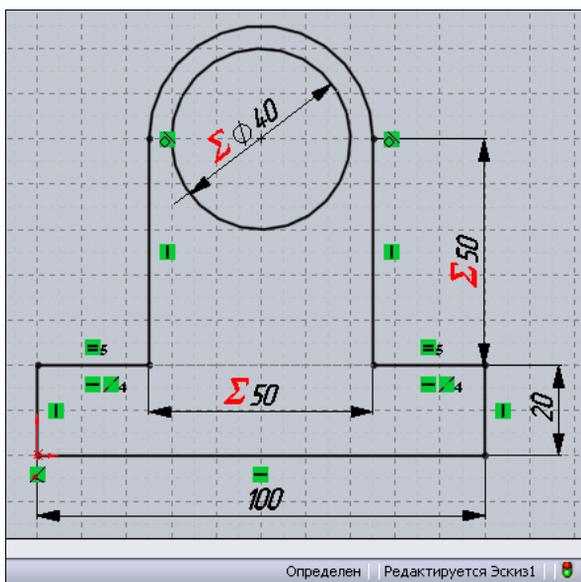


Рис. 1.29

ПРИМЕЧАНИЕ

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

В качестве примера в эскиз добавьте еще один "лишний" размер (рис. 1.30), указывающий радиус дуги, который в данный момент конфликтует с размерами 50 и 100 мм. Это происходит, если при добавлении размера вы указываете, что размер будет *управляющим* (рис. 1.31). Так как два размера не могут быть управляющими, то программа говорит о том, что эскиз в состоянии **Решение не было найдено**. Если вы выберете размер как *управляемый*, то программа его примет как размер "для справки" и конфликта не возникнет.

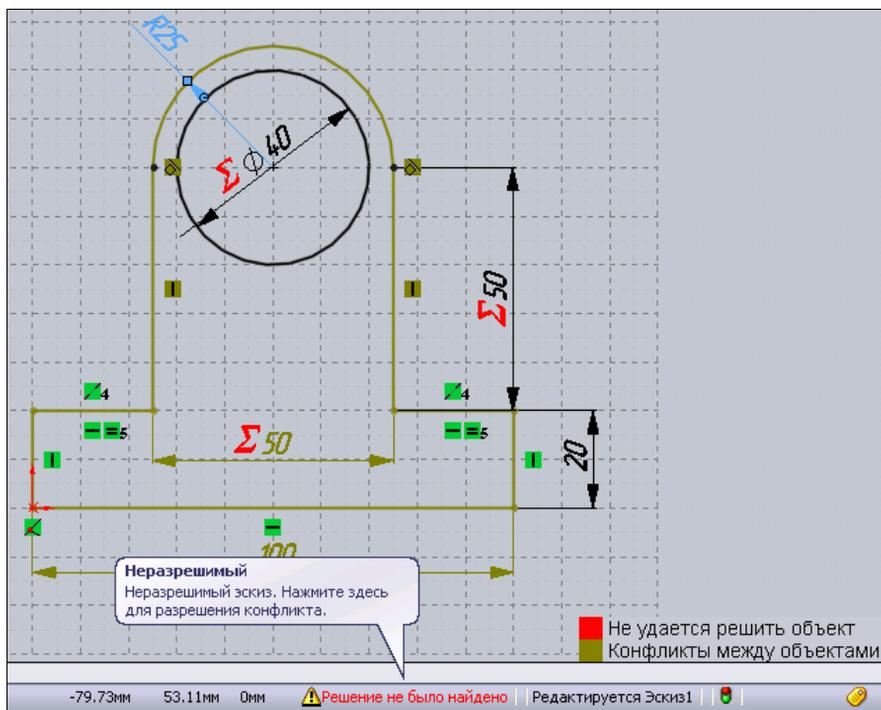


Рис. 1.30

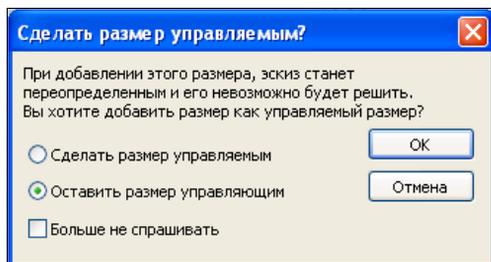


Рис. 1.31

Разрешение конфликтов в эскизе

В случае возникновения конфликтов в эскизе программа SolidWorks 2011 имеет инструмент **SketchXpert** для их разрешения. Чтобы запустить SketchXpert, щелкните мышью в статусной строке в месте надписи  **Решение не было найдено**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **SketchXpert** (рис. 1.32) выбора:

- ♦ **Диагностика** — анализ возникшего конфликта, в разделе **Результаты** (рис. 1.32) предлагаются варианты решения данного конфликта. После выбора решения необходимо нажать кнопку **Принимаю**. Для завершения команды нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств;
- ♦ **Исправление вручную** — в разделе **Противоречивые взаимосвязи/размеры** (рис. 1.33) пользователь должен сам щелкнуть мышью по конфликтному элементу и нажать клавишу <Delete>. Для завершения команды нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств.

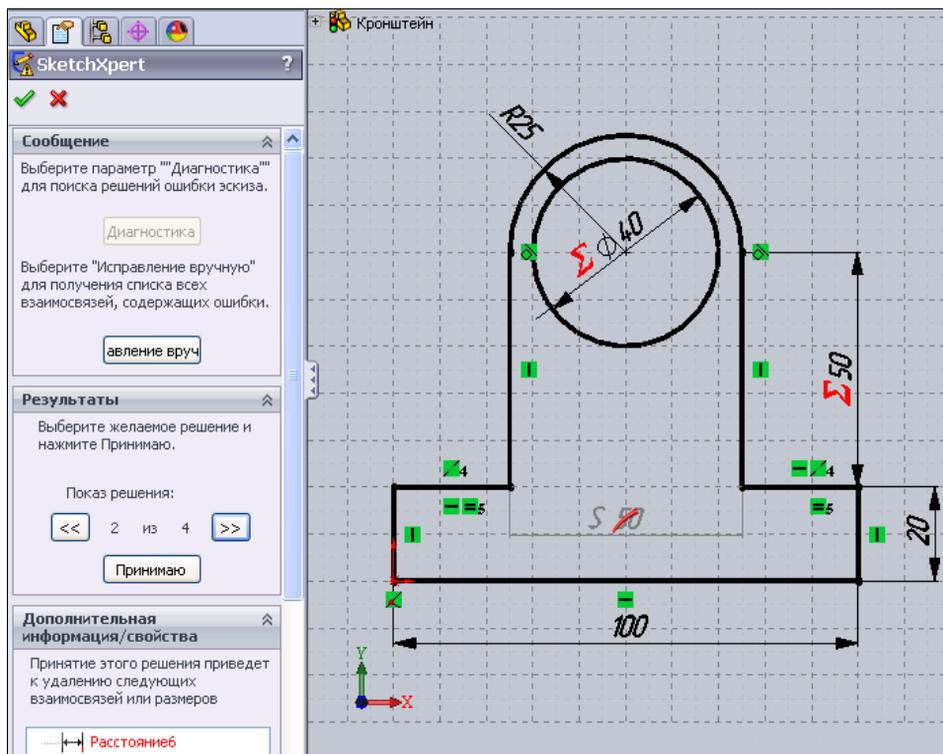


Рис. 1.32

Для принятия всех изменений нажмите кнопку  — **Перестроить** в панели инструментов **Стандартный**.

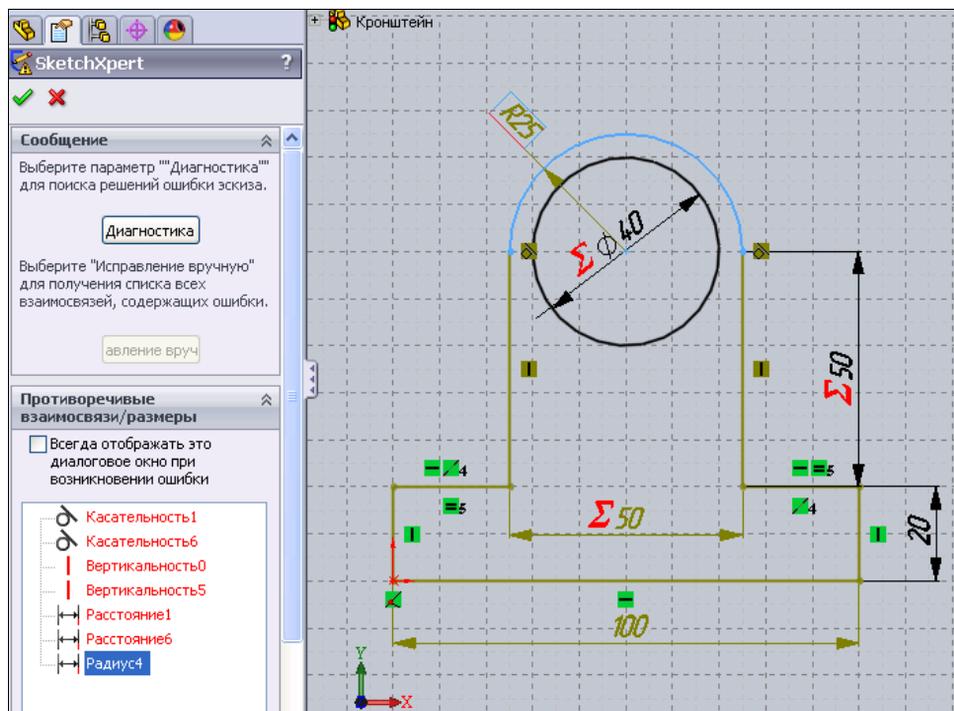


Рис. 1.33

Выход из эскиза и сохранение детали

Чтобы выйти из режима рисования эскиза, нажмите кнопку  — **Выход из эскиза** в панели инструментов **Эскиз** или кнопку  в окне **Угол** для выбора в правом верхнем углу графической области построения эскиза. Если вы хотите выйти из эскиза без сохранения изменений, то нажмите кнопку  в окне **Угол** для выбора.

Для сохранения нашего эскиза в файле детали выберите команду **Файл | Сохранить** или просто нажмите в панели управления **Стандартная** кнопку  — **Сохранить**. В появившемся диалоговом окне задайте имя детали **Кронштейн.sldprt** 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**.

1.3.2. Использование зеркального отражения объектов

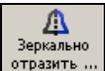
Команда зеркального отражения объектов бывает полезной тогда, когда эскиз имеет плоскость симметрии. В этом случае нет необходимости полностью рисовать эскиз, достаточно нарисовать его половину и зеркально отобразить.

Последовательность применения данной команды следующая:

1. Рисуем элементы эскиза.
2. Проводим осевую линию.
3. Осуществляем зеркальное отражение выбранных элементов.

Продemonстрируем это на примере эскиза кронштейна.

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

линия и  — **Зеркально отразить** из категории **Эскиз** на панель инструментов **Эскиз**.

Построение половины эскиза

Постройте эскиз половины кронштейна, показанный на рис. 1.34. Далее нужно указать размеры и сделать эскиз полностью определенным уже известным вам способом.

Теперь активизируйте команду  — **Осевая линия** и проведите осевую линию вертикально через начало координат аналогично тому, как ранее вы проводили линию простого эскиза. В результате у вас должен получиться эскиз с осевой линией (рис. 1.34).

ПРИМЕЧАНИЕ

Эскиз может содержать любое количество осевых линий, которые могут быть даже пересекающимися.

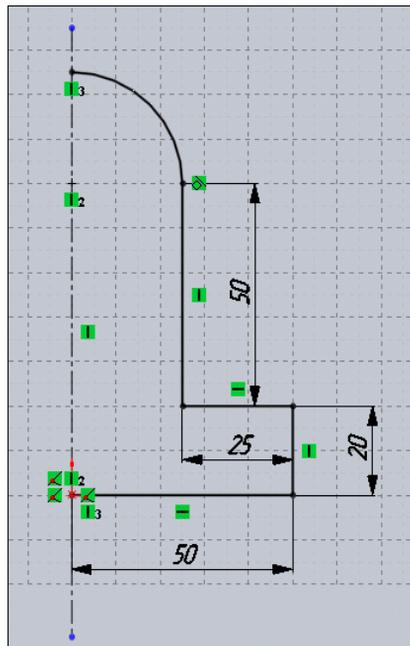
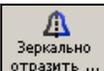


Рис. 1.34

Построение зеркального отображения

Теперь построим зеркальное отражение нашего эскиза, вызвав команду  —

Зеркально отразить объекты из панели инструментов **Эскиз**. В Менеджере свойств отобразится диалоговое окно **Зеркальное отражение** (рис. 1.35), в котором следует 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, например, **Линия6**. Номер линии может отличаться от показанного на рис. 1.35. Это зависит от того, какой по порядку элементов эскиза была создана осевая линия. Далее щелкните мышью в поле **Объекты для зеркального отображения** и укажите последовательно все элементы эскиза (кроме осевой линии). По мере указания элементов будут появляться их отраженные образы (рис. 1.35).

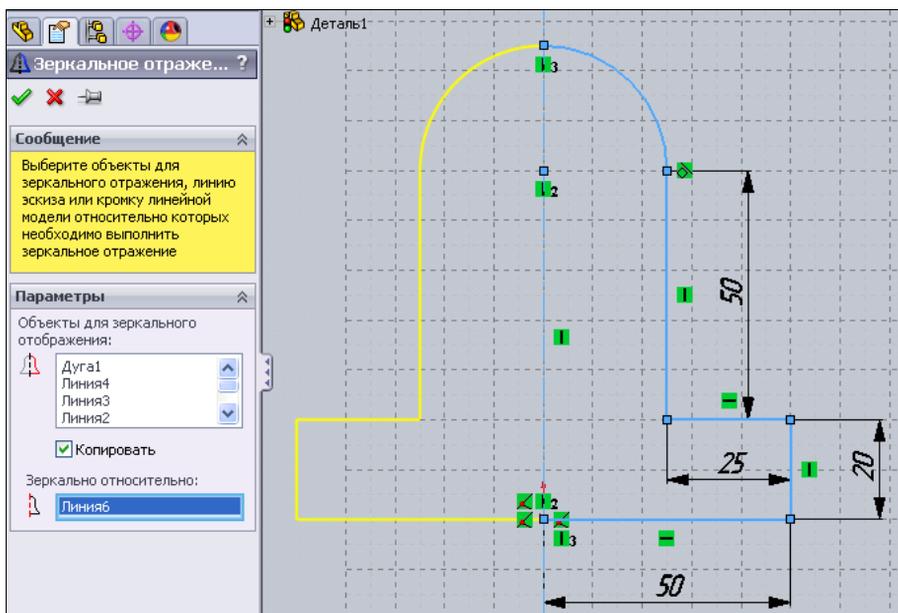


Рис. 1.35

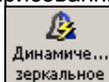
ПРИМЕЧАНИЕ

Для быстрого указания множества элементов эскиза можно воспользоваться выделением с помощью прямоугольной области выбора элементов, так называемой "рамкой для выбора". Для этого выберите один из воображаемых углов для указания прямоугольной области, нажмите левую кнопку мыши и, держа ее нажатой, ведите до второго воображаемого угла прямоугольника по диагонали. Старайтесь, чтобы в область выбора не попали ненужные элементы эскиза. Если же это все-таки произошло, то выберите и удалите их в поле **Объекты для зеркального отображения**.

Проделав все это, нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств, и у вас должен получиться эскиз, показанный на рис. 1.36.

ПРИМЕЧАНИЕ

Можно зеркально отражать не только уже нарисованные объекты эскиза, но и во время их рисования. Для этого нажмите кнопку



— **Динамическое зеркальное отражение объектов** на панели инструментов **Эскиз** или выберите **Инструменты | Инструменты эскиза | Динамическое зеркальное отображение**. На обоих концах линии или кромки появятся символы симметрии. Теперь рисуемые объекты эскиза будут зеркально отображаться в процессе их рисования.

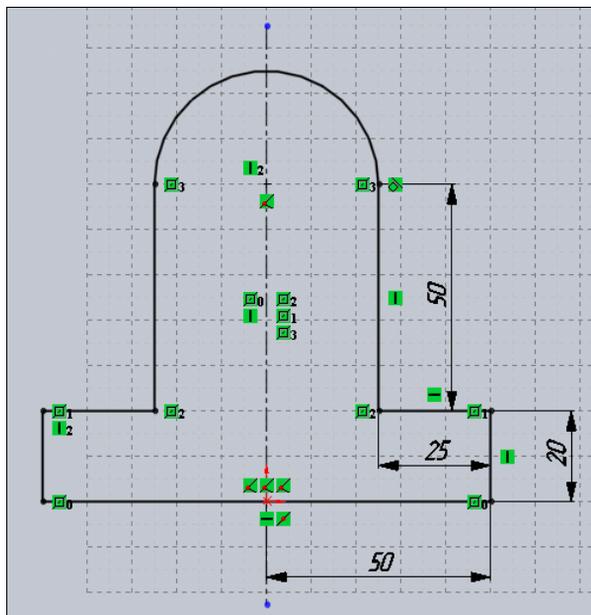


Рис. 1.36

Выйдите из режима рисования эскизов, нажав кнопку  в окне **Угол для выбора** в правом верхнем углу графической области построения эскиза, и сохраните эскиз под именем `Кронштейн2.sldptr`.

1.4. Сложные эскизы

Сначала давайте определим, что такое сложные эскизы. Как было сказано ранее, простые эскизы состоят из примитивов — линий и окружностей. Их может быть большое количество, но от этого эскиз сложным не станет. Если в простой эскиз добавить элементы, искажающие примитивы, то он становится сложным. Такими элементами являются, например, фаски и скругления, выполняемые на двух смежных элементах эскиза.

Одну и ту же деталь можно получить двумя способами:

- ◆ нарисовать сложный эскиз и затем вытянуть деталь, используя этот эскиз в качестве сложного профиля (рис. 1.37);

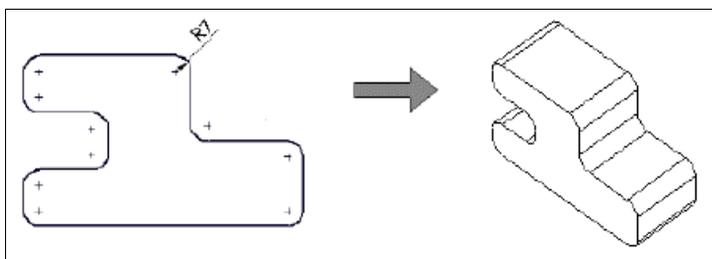


Рис. 1.37

- ◆ нарисовать простой эскиз, затем вытянуть деталь, а уже после этого добавить в нее дополнительные элементы (именно этот вариант выбора часто появляется при планировании основания для детали) (рис. 1.38).

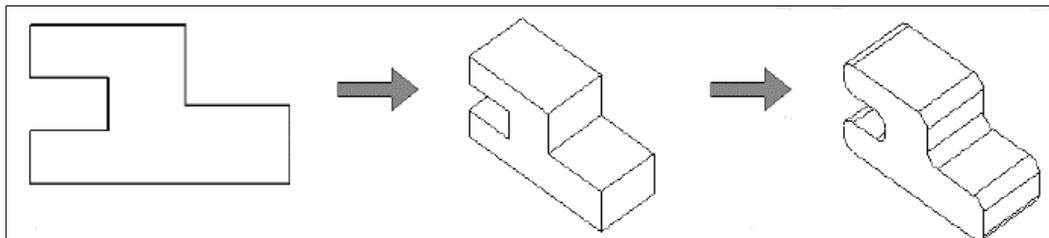


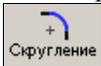
Рис. 1.38

Каким путем пойти, каждый выбирает сам. Но при выборе способа построений необходимо учитывать следующее:

- ◆ Сложные эскизы перестраиваются быстрее. Скругления на эскизе повторно рассчитываются намного быстрее, по сравнению с элементами скруглений в детали, в то же время сложные эскизы труднее создавать и редактировать.
- ◆ Простые эскизы являются более гибкими и легкими в использовании. Отдельные элементы в детали при необходимости можно переупорядочить или погасить.

Теперь рассмотрим создание сложного эскиза из простого.

1.4.1. Добавление скруглений и фасок

Загрузите сохраненный ранее эскиз кронштейна, нажав кнопку  — **Открыть** в панели инструментов **Стандартный**, в открывшемся окне **Открыть** выберите файл **Кронштейн.sldptr** и нажмите кнопку **Открыть**. Загрузится деталь с эскизом, который мы будем редактировать. Чтобы войти в режим редактирования эскиза, выберите правой кнопкой мыши в Дереве Конструирования пункт **Эскиз1** и в выпадающем контекстном меню пункт  — **Редактировать эскиз**. Появится эскиз с размерами. Вначале добавим в эскиз элемент скругления двух отрезков. Нажмите в панели инструментов **Эскиз** кнопку  — **Скругление**. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Скругление**, в котором можно задать радиус скруглений, например, 5 мм. Этот размер задается в разделе **Параметры скругления**. Задав размер, укажите два отрезка, угол между которыми вы хотите скруглить. Давайте скруглим плечики кронштейна и выберем вертикальный и горизонтальный отрезки эскиза кронштейна так, как показано на рис. 1.39. Появится сообщение программы о том, что один из отрезков имеет взаимосвязь **Равная длина** и, возможно, потребуется изменить геометрию для удовлетворения этой взаимосвязи при скруглении. Поскольку в данном случае радиус скругления меньше длины отрезка, то сообщение носит предупредительный характер и изменения геометрии не

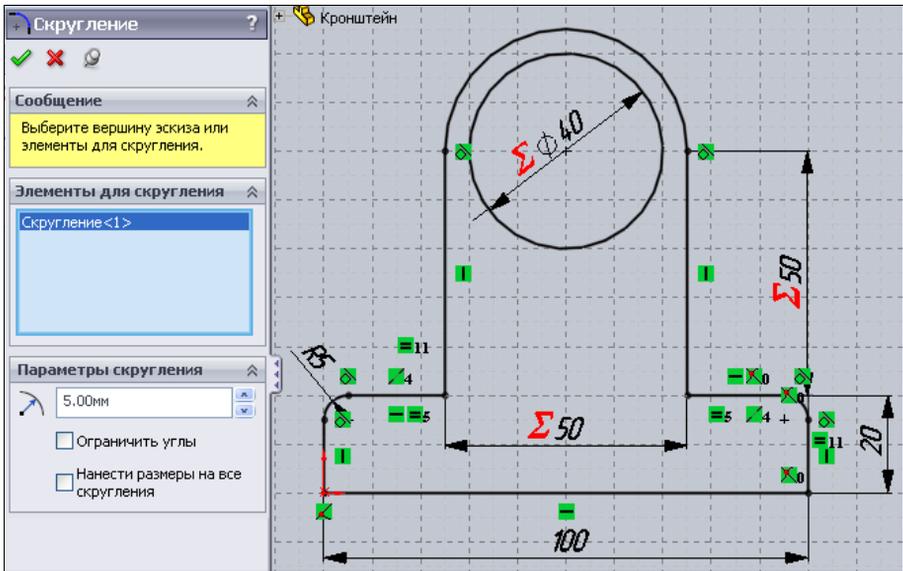


Рис. 1.39

произойдет. Просто нажмите кнопку **Да**. В других случаях необходимо более внимательно относиться к таким сообщениям.

Теперь давайте добавим в эскиз фаски. Для этого нажмите в инструментальной панели **Эскиз** кнопку  — **Фаска**. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Фаска**, в котором имеется вкладка **Настройки фаски** (рис. 1.40).

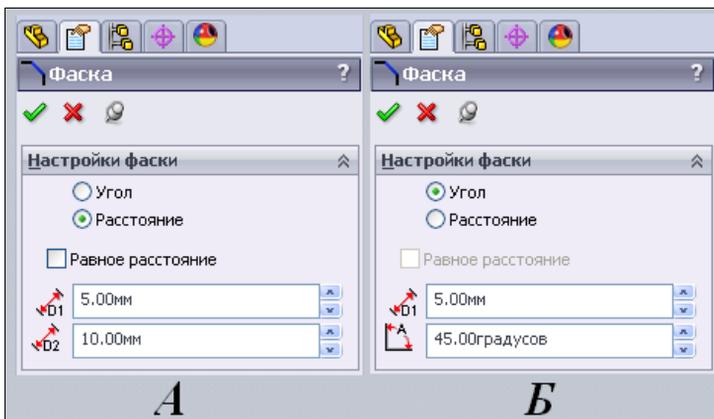


Рис. 1.40

В настройках можно задать параметры фаски следующими способами:

- ◆ Если вы хотите сделать фаску с равными расстояниями, тогда необходимо сделать активным режим **Расстояние**, установить флажок **Равное расстояние** и

ниже в окне задать это расстояние. Катеты фаски в этом случае будут одинаковыми.

- ◆ Если вы хотите сделать фаску с разными расстояниями, тогда необходимо сделать активным режим **Расстояние**, снять флажок **Равное расстояние** и ниже в двух окнах задать расстояния по горизонтали и вертикали соответственно. Катеты фаски в этом случае будут неодинаковыми (рис. 1.40, А).
- ◆ Если вы хотите задать фаску с помощью угла, тогда необходимо сделать активным режим **Угол** и ниже в двух окнах задать размер одного из катетов и угол наклона фаски (рис. 1.40, Б).

Попробуйте задать фаску одним из перечисленных способов, например, фаску с равными расстояниями 5 мм. Фаску выполните при соединении плечиков кронштейна со стойкой (рис. 1.41).

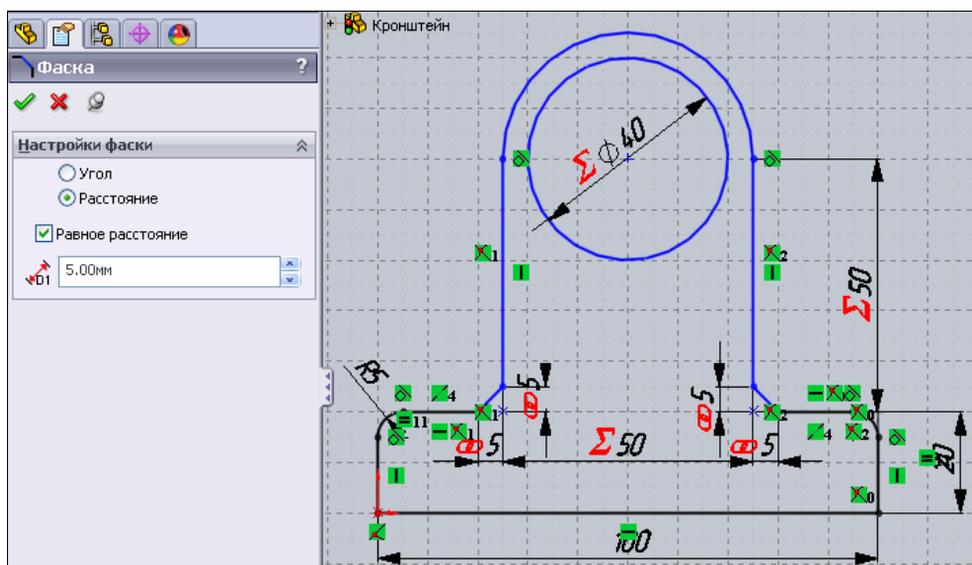
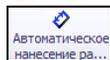


Рис. 1.41

После выбора двух отрезков программа сообщит о том, что одно из ограничений будет удалено. В данном случае будет удалено ограничение **Равенство**. Нажмите кнопку **Да**. При этом цвет некоторых элементов эскиза стал синим. Это означает, что при удалении взаимосвязи **Равенство** эскиз стал недоопределенным. В этом можно убедиться, посмотрев в статусную строку внизу графической части экрана. Чтобы сделать эскиз вновь полностью определенным, с помощью инструмента



— **Автоматическое нанесение размеров** добавьте горизонтальный размер — расстояние от начала координат до центра отверстия — 50 мм (рис. 1.42).

Выйдите из режима рисования эскиза и сохраните его под другим именем. Для этого выполните команду **Файл | Сохранить как** и введите имя, например, **Кронштейн3.sldprt**, после чего нажмите кнопку **Сохранить**.

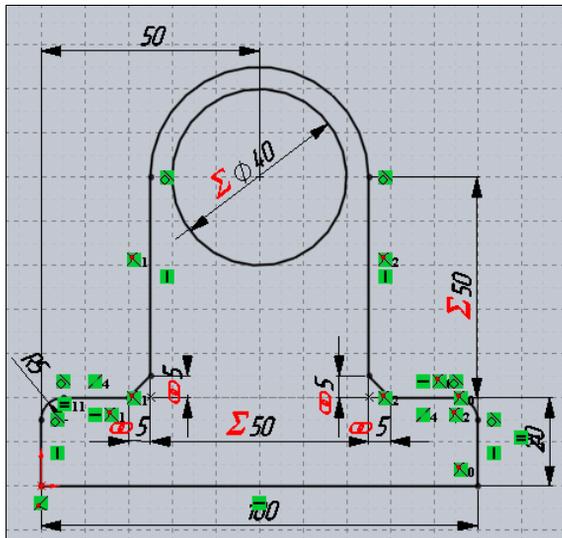


Рис. 1.42

1.4.2. Использование команд отрисовки массивов

Команды отрисовки массивов предназначены для эскизов с многократно повторяющимися элементами. В SolidWorks 2011 различают два вида массивов:

- ◆ линейный массив эскиза;
- ◆ круговой массив эскиза.

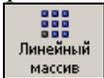
Рассмотрим на примерах способы копирования элементов с помощью этих команд.

Линейный массив

Линейные массивы используются для создания копий, которые можно разместить на одинаковом расстоянии вдоль одной или двух траекторий. Для примера построим эскиз плиты с ячейками сложной формы. Откройте для редактирования новую область построения и нарисуйте следующий эскиз (рис. 1.43).

Воспользуйтесь командами  — **Прямоугольник** и  — **Многоугольник** панели инструментов **Эскиз**. Задайте необходимые размеры и взаимосвязи, добейтесь полного определения эскиза.

Допустим, что ячейки в виде шестиугольника со стороной размером 5 мм должны располагаться горизонтально в 3 ряда и вертикально в 5 рядов. Чтобы не рисовать

еще 14 ячеек, воспользуемся командой  — **Линейный массив эскиза**.

(Если кнопки этой команды нет в инструментальной панели **Эскиз**, необходимо добавить ее уже известным вам способом **Инструменты | Настройка | Команды | Эскиз**.)

В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Линейный массив**. В поле **Объекты в массив** укажите все шесть линий шестиугольника, из которых состоит наша ячейка. Имена этих линий должны отразиться в поле.

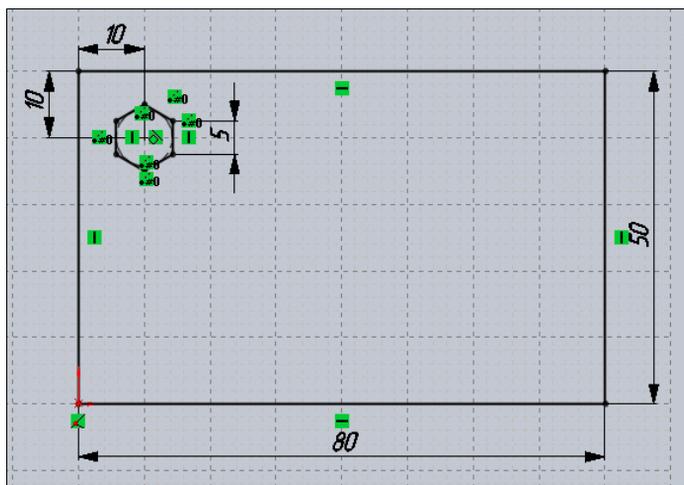


Рис. 1.43

На вкладке **Направление 1** в поле **Номер** задайте значение 5 — количество элементов в ряду. Теперь щелкните мышью где-либо в окне свойств. Желтым цветом отразится предполагаемое расположение элементов. Пусть у нас оно будет горизонтальным и направленным вправо, тогда параметр **Угол** должен быть нулевым (для смены направления воспользуйтесь кнопкой  — **Реверс направления**).

Параметр **Интервал** установите 15мм (расстояние между центрами ячеек). Щелкните в поле свойств, чтобы вновь отобразить сделанные изменения. Должен появиться горизонтальный ряд ячеек.

Теперь перейдите на вкладку **Направление 2** и добавьте дополнительно два ряда ячеек под первым рядом. Для этого параметр **Номер** задайте 3, на эскизе как раз уместится 3 горизонтальных ряда ячеек, а интервал оставим 15мм. Угол задайте 270. Щелкните мышью в поле свойств, чтобы отобразить сделанные изменения. У вас должен получиться эскиз, показанный на рис. 1.44.

Нажмите кнопку **ОК** , чтобы все сделанные установки вступили в силу. При построении эскизов перед нажатием кнопки **ОК** будьте внимательны, т. к. команды построения массивов необратимы, и если вы сделали что-то неправильно и решили выполнить откат команды, то все параметры необходимо будет вводить снова. Если же вы сделали все правильно, то у вас должен получиться следующий эскиз (рис. 1.45).

Выйдите из режима рисования эскиза и сохраните деталь под именем `Плита.sldpdr`.

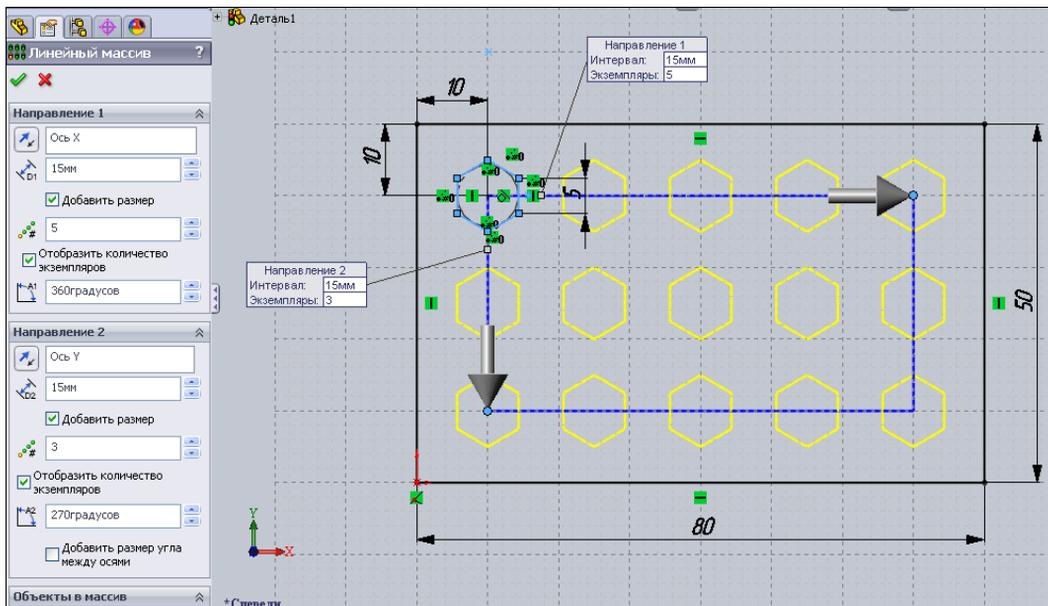


Рис. 1.44

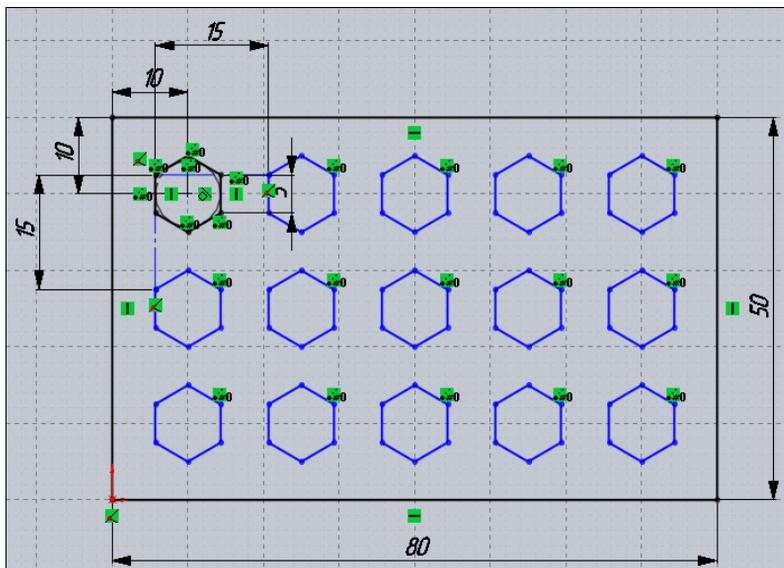


Рис. 1.45

Круговой массив

Круговой массив применяется в тех случаях, когда необходимо нарисовать несколько одинаковых элементов эскиза вокруг некоторой точки. Для примера построим эскиз окружности с лепестками в виде полуэллипсов. Откройте для редактирования новую область построения и нарисуйте следующий эскиз (рис. 1.46).

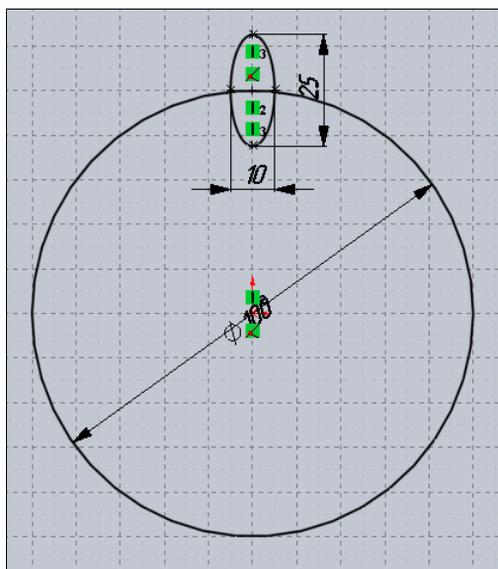


Рис. 1.46

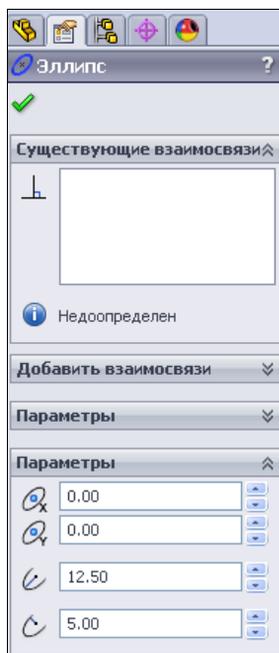


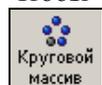
Рис. 1.47

Командой  — **Эллипс** задайте центр эллипса на окружности, а затем укажите мышью длинную и короткую оси. Динамическая подсказка предполагаемого положения эллипса будет помогать сориентировать его на плоскости. Задайте размеры. Размеры можно задать как в самом эскизе, так и в окне свойств **Эллипс** (рис. 1.47).

Теперь давайте отсечем нижнюю часть эллипса, оставив верхнюю в виде лепестка.

Для этого вызовите команду  — **Отсечь объекты**. Откроется диалоговое окно свойств **Отсечение**. Выберите режим отсечения **Отсечь до ближайшего**. Теперь подведите курсор к нижней части эллипса. Появится символ ножниц, а нижняя часть эллипса подсветится сиреневым цветом. Данная подсветка показывает, какая часть объекта эскиза будет отсечена. По щелчку мыши произойдет отсечение (рис. 1.48). Закройте диалоговое окно, нажав кнопку **ОК** .

Чтобы нарисовать еще 11 лепестков по окружности, воспользуемся командой



— **Круговой массив** из панели инструментов **Эскиз**.

В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Круговой массив**. В поле **Объекты в массив** укажите оставшуюся часть эллипса.

Поскольку программа автоматически определила только одну точку (начало координат), вокруг которой она могла бы размножить выбранные элементы, она также

автоматически расставила значения во всех полях. Если бы таких точек было несколько, то необходимо было бы указать параметры **Центр X** и **Центр Y**, задав их координаты. Параметр **Номер** задайте 12, угол по умолчанию равен 360° . Если вам потребуется размножить элементы не по всей окружности, то необходимо будет подкорректировать данный параметр (рис. 1.49). Нажмите кнопку **ОК**  для завершения команды.

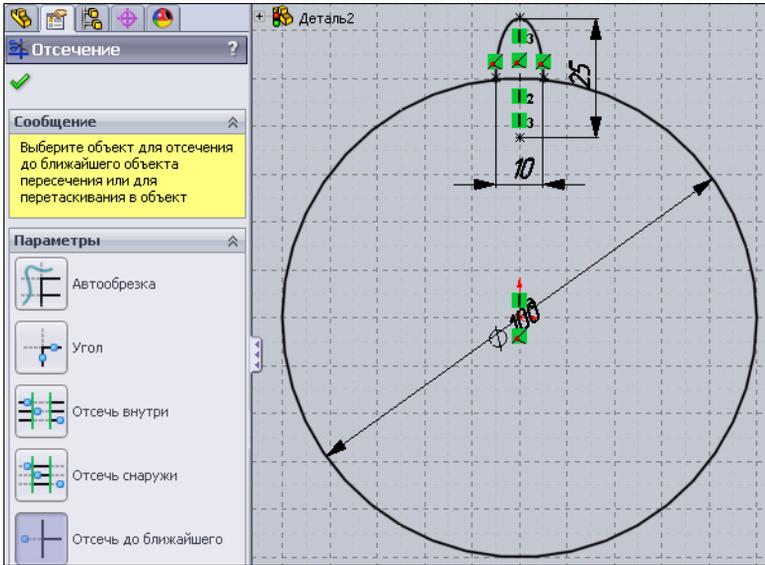


Рис. 1.48

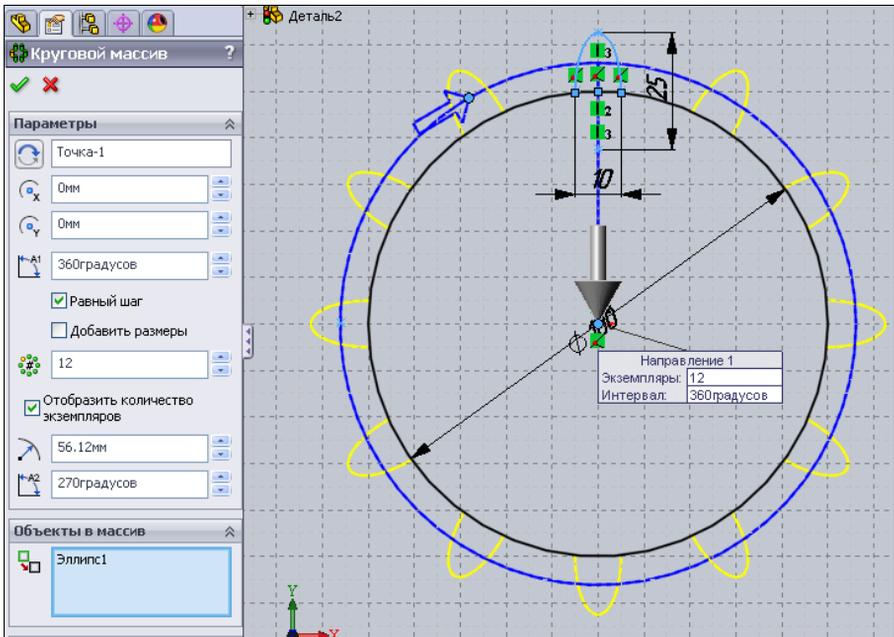


Рис. 1.49

Выйдите из режима рисования эскиза и сохраните деталь под именем Полуэллипсы.sldptr.

1.4.3. Использование сплайнов в эскизах

Сплайны предназначены для рисования сложных профилей или профилированных поверхностей. Задавая точные координаты точек сплайна, можно формировать поверхности таких деталей, как лопатки турбин, кулачки и т. д.

Рассмотрим использование сплайна на примере создания профиля кулачка. Откройте для редактирования новую область построения и нарисуйте эскиз начальной окружности радиусом 40 мм и с центром в начале координат.

По команде  — **Сплайн** в Менеджере свойств появится диалоговое окно **Сплайн**. Начиная слева от окружности, ставя последовательно точки выше этой окружности, проведите сплайн так, как показано на рис. 1.50.

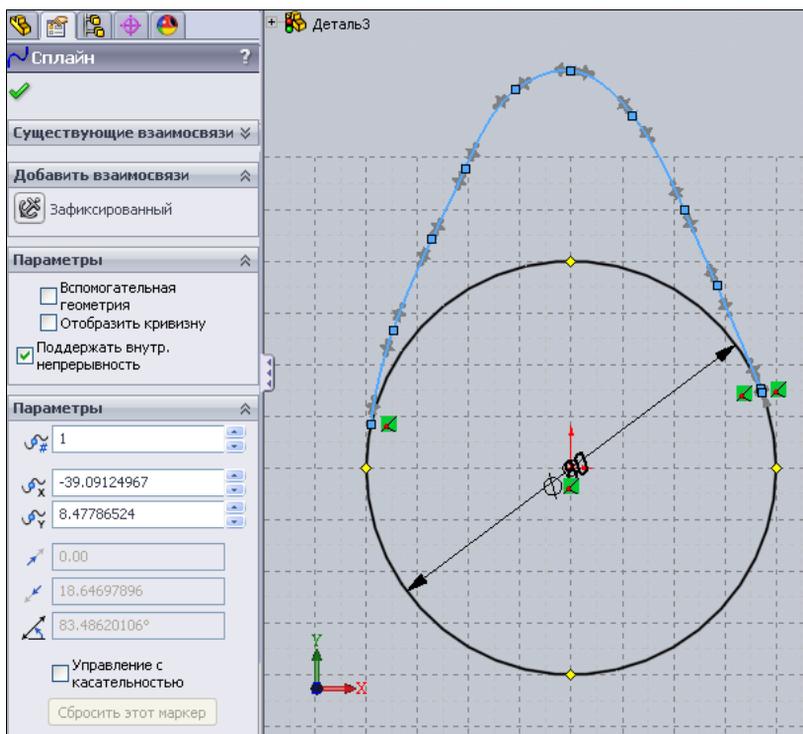


Рис. 1.50

Чтобы завершить рисование сплайна, щелкните правой кнопкой мыши в графической области построения эскиза и в контекстном меню выберите пункт **Завершить сплайн**. Если у вас точки встанут немного криво, не переживайте, в дальнейшем положение точек можно будет исправить. Теперь просто нажмите кнопку **ОК** .

Полученный сплайн можно корректировать. Для перемещения точки сплайна подведите курсор к ней. Рядом с курсором появится обозначение  — **Точка**, а сама точка подсветится оранжевым цветом. Теперь нажмите левую кнопку мыши и, захватив точку, переместите на новое место. Программа будет динамически перестраивать сплайн. Кроме того, если вам известны точные координаты точки, то в открывшемся диалоговом окне **Точка** в поле **Параметры** (рис. 1.51) можно задать их. По окончании манипуляций с точками нажмите кнопку **ОК** .

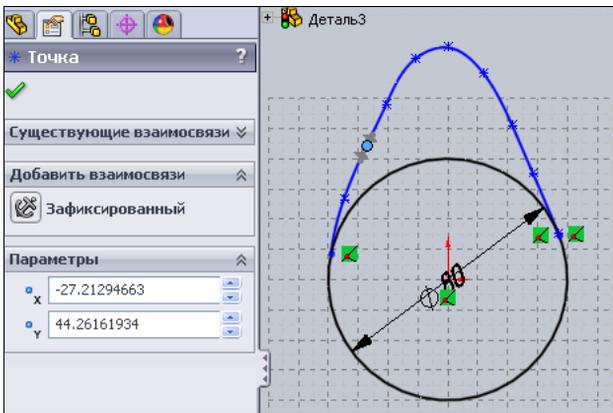


Рис. 1.51

Для более точного построения профиля можно воспользоваться инструментом, который строит эпюру кривизны сплайна в каждой точке. Наведите курсор мыши на сплайн и в контекстном меню правой кнопки выберите пункт  — **Отобразить обозначения кривизны**. На сплайне возникнет эпюра кривизны, а в диалоговом окне свойств **Масштаб кривизны** (рис. 1.52) с помощью движка можно задать коэффициент увеличения эпюры. Нажмите кнопку **ОК** , когда эпюра будет похожа на ту, что показана на рис. 1.52. Отключение отображения обозначения кривизны производится аналогично включению.

Теперь, меняя положение точек сплайна, можно следить за эпюрой и корректировать сплайн.

Корректировку сплайна можно также проводить с помощью управляющих многоугольников. Для этого вновь наведите курсор мыши на сплайн до появления рядом с курсором символа сплайна и нажмите правую кнопку мыши. В выпадающем контекстном меню выберите пункты  — **Отобразить управляющий многоугольник** и  — **Показать маркеры сплайна**. Рядом с каждой точкой сплайна появятся две стрелки, направленные в противоположные стороны касательно к сплайну вдоль граней многоугольника. Захватывая мышью стрелки и изменяя их, можно регулировать направление сплайна (рис. 1.53). Отключение отображения управляющего многоугольника производится аналогично включению.

Кроме того, для более точного позиционирования сплайна в него можно добавлять дополнительные точки. Для того чтобы добавить в сплайн одну или несколько то-

чек, подведите курсор мыши к сплайну и в контекстном меню выберите пункт  — **Вставить точку сплайна**. При наведении указателя мыши на сплайн он примет вид . Если указатель находится не на сплайне, то он будет иметь другой вид — . Щелкните на сплайне в тех местах, где необходимо вставить точку или несколько точек. Для завершения команды нажмите клавишу <Esc>.

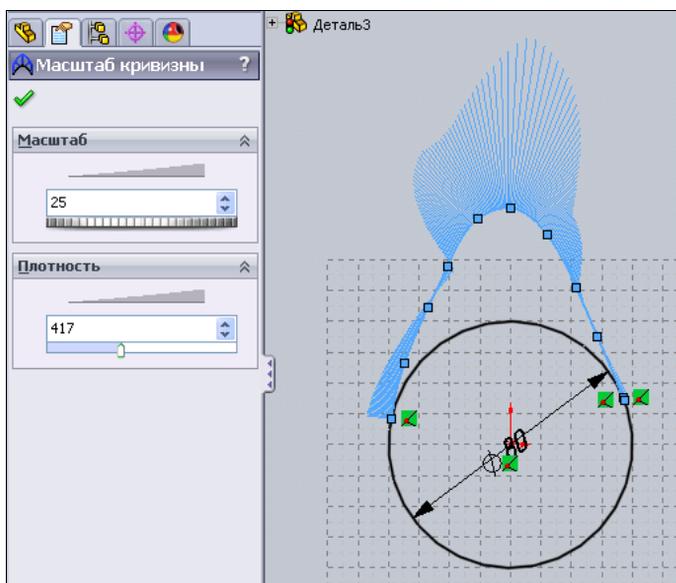


Рис. 1.52

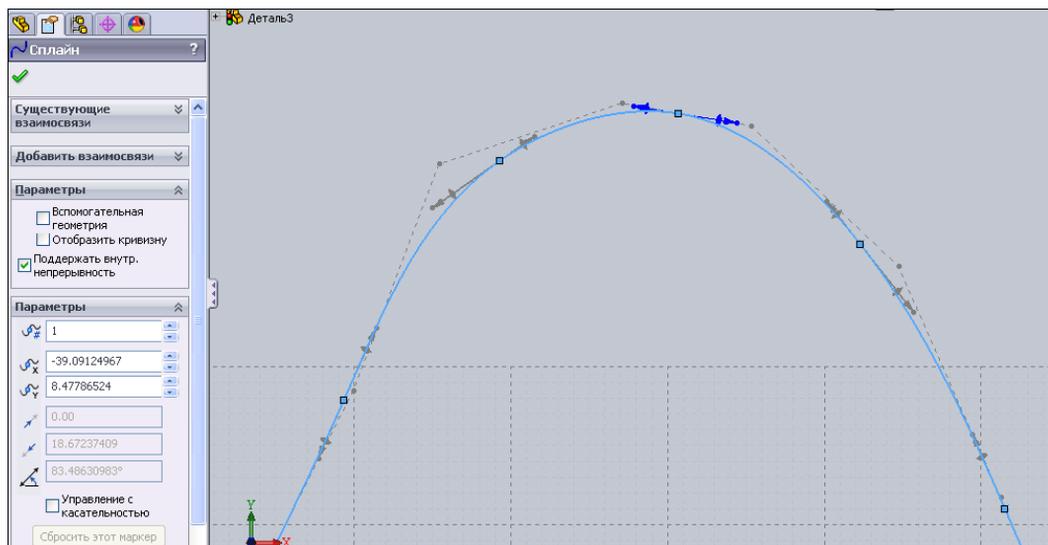


Рис. 1.53

Можно использовать точки сплайна в качестве маркеров, чтобы получить необходимую форму, а также добавить размеры и взаимосвязи.

Чтобы удалить точки сплайна, выберите точку и нажмите клавишу <Delete>.

Выйдите из режима рисования эскиза и сохраните деталь под именем Сплайн.sldprt.

Сплайн, управляемый уравнением

Точки сплайна в SolidWorks 2011 можно задавать не только вручную или с помощью координат, но и посредством уравнений. Рассмотрим пример задания произвольного уравнения для создания сплайна. Откройте для редактирования эскиза новую область построения и вызовите команду  — **Кривая, управляемая уравнением** панели инструментов Эскиз. В Менеджере свойств откроется одноименное окно, в котором в разделе **Параметры** введите уравнение сплайна, как на рис. 1.54. В полях x_1 и x_2 задаются начальное и конечное значения аргумента соответственно.

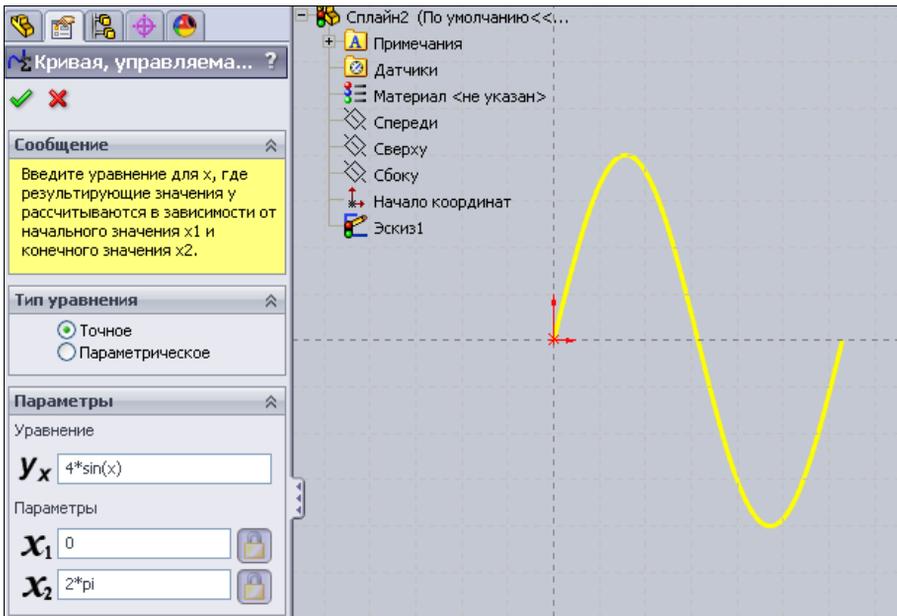


Рис. 1.54

Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств для завершения команды. Выйдите из режима рисования эскиза и сохраните деталь под именем Сплайн2.sldprt.

1.5. Трехмерные эскизы

При создании двумерного эскиза вся геометрия проецируется на плоскость, и все точки пространства, расположенные за нею, оказываются вне видимости. Силуэтные кромки становятся плоскими объектами так, что определенные углы, скругле-

ния и цилиндры отображаются как дуги и линии. Поэтому для рисования какого-либо каркаса или сварной детали из профилей удобно пользоваться трехмерными эскизами.

При работе с трехмерным эскизом можно воспользоваться графическим помощником, который помогает сохранить ориентацию во время рисования на нескольких плоскостях. Этот помощник называется *маркером координат* (рис. 1.55). Маркер координат появляется при определении первой точки линии или сплайна на выбранной плоскости. С помощью маркера координат можно выбрать ось, вдоль которой необходимо выполнить рисование.

Кроме того, при рисовании в трехмерном эскизе можно использовать *систему координат эскиза*  , которую можно отобра-

зить в области построений. Для этого в режиме рисования трехмерного эскиза нажмите правую кнопку мыши в графической области рисования и в выпадающем контекстном меню выберите пункт **Отобразить триаду эскиза**.

В процессе рисования трехмерного эскиза систему координат можно оставить на месте, заданном по умолчанию, или перетащить ее на поверхность или кривую, так что оси будут ориентированы на данную геометрию.

При этом можно воспользоваться двумя способами:

- ◆ выбрать на триаде ось или плоскость, щелкнув мышью по стрелке триады или по сектору, и перетащить геометрию. Геометрия при этом будет перемещаться вдоль выбранной оси или в выбранной плоскости триады;
- ◆ перетащить триаду на точку. При этом триада будет привязана к данной точке, и впоследствии можно будет перетаскивать эту точку, перетаскивая ось или плоскость триады. Если триада будет зафиксирована на месте, то геометрию все равно можно будет перетаскивать.

Чтобы переключиться в одну из двух плоскостей по умолчанию, выберите команду эскиза и нажмите клавишу <Tab>. Отобразится исходная точка текущей плоскости эскиза.

Для создания трехмерных эскизов можно использовать любую из команд:

- | | |
|-------------------|------------|
| ◆ окружности; | ◆ линии; |
| ◆ дуги; | ◆ сплайна; |
| ◆ прямоугольника; | ◆ точки. |

При рисовании трехмерного эскиза можно создавать объекты на рабочей плоскости или в произвольной точке трехмерного пространства.

Рассмотрим построение трехмерных эскизов на примере эстакады, изготовленной из профилей путем сварного соединения.

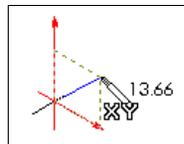
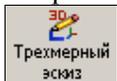


Рис. 1.55

Откройте новую деталь. Нажмите в панели инструментов **Эскиз** кнопку



— **Трёхмерный эскиз**. Если в панели этой кнопки нет, то добавьте ее уже

известным вам способом. В Дереве Конструирования появится пункт

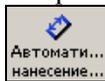


Трёхмерный эскиз1. Можно начинать создавать эскиз. По умолчанию первоначальной плоскостью рисования является плоскость XU .

Вызовите из панели инструментов **Эскиз** команду рисования прямоугольников



— **Прямоугольник**. Рядом с курсором появится обозначение XU , показывающее, в какой плоскости будет происходить рисование. Нарисуйте прямоугольник размером 1000×500 мм, левый нижний угол которого совпадает с началом координат (рис. 1.56). Проставьте размеры командой



— **Автоматическое**

нанесение размеров панели инструментов **Размеры/взаимосвязи**.

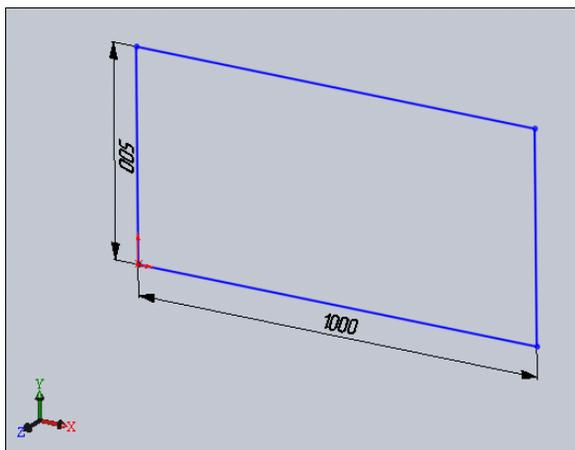
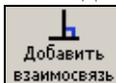


Рис. 1.56

Обратите внимание, что эскиз имеет синий цвет, а это значит, что он недоопределен. Дело в том, что когда мы рисовали двумерные эскизы, то построение делалось на плоскости, и третья координата не требовалась. В трехмерном эскизе необходимо задавать взаимосвязи по всем трем координатам. В полученном эскизе мы задали размеры в плоскости XU . Теперь необходимо добавить взаимосвязь эскиза отно-

сительно оси Z . Вызовите команду



— **Добавить взаимосвязь** и в поя-

вившемся диалоговом окне для вертикальных линий длиной 500 мм добавьте взаимосвязь **Вдоль Y**, а для горизонтальных линий длиной 1000 мм добавьте взаимосвязь **Вдоль X**. Эскиз должен стать полностью определенным — линии эскиза приобрели черный цвет.

Снова вызовите команду рисования прямоугольников и нажмите клавишу <Tab> для смены плоскости на YZ . Около курсора появится соответствующее обозначение

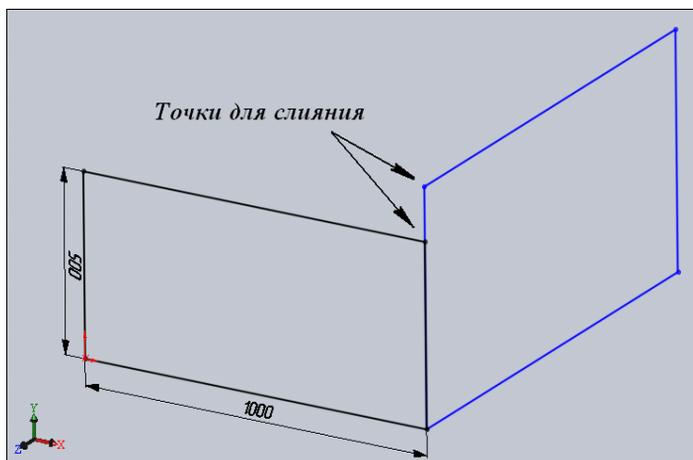
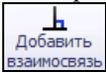


Рис. 1.57

ние. Теперь нарисуйте еще один прямоугольник так, как показано на рис. 1.57, делая привязку к одному из углов предыдущего прямоугольника.

Теперь осуществим привязку второй точки вертикального отрезка. Для этого вызовите команду добавления взаимосвязей , укажите эти две точки и в диалоговом окне Менеджера свойств дайте команду **Слить** (рис. 1.58). Высоты двух построенных прямоугольников должны сравняться.

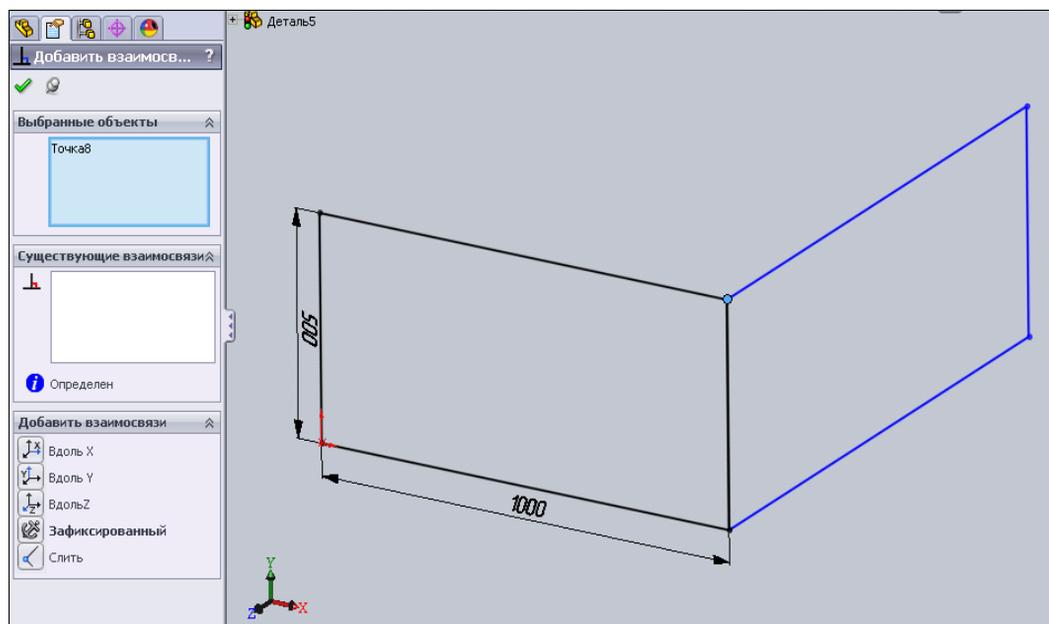


Рис. 1.58

Затем задайте размеры второго прямоугольника, показанные на рис. 1.59, и опять добейтесь полного определения эскиза (для горизонтальных линий нужно добавить взаимосвязь **Вдоль Z**).

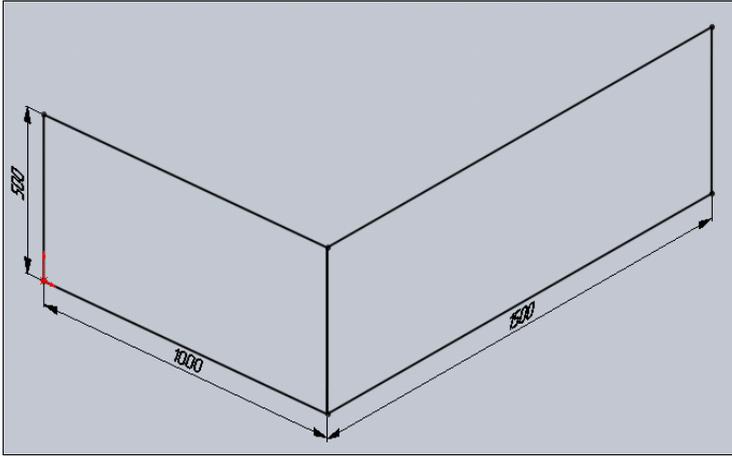


Рис. 1.59

Аналогичным образом постройте третий прямоугольник, параллельный второму и примыкающий к первому. Также задайте необходимые размеры и взаимосвязи, добиваясь полного определения эскиза (рис. 1.60).

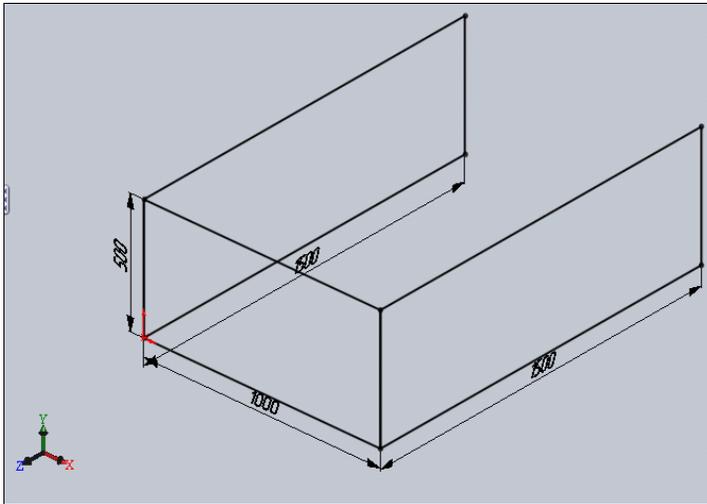


Рис. 1.60

Завершим построение параллелепипеда, нарисовав две линии в конце построенных прямоугольников. Затем нарисуем последний прямоугольник в плоскости ZX и зададим его размеры так, как показано на рис. 1.61. Задайте требуемые взаимосвязи.

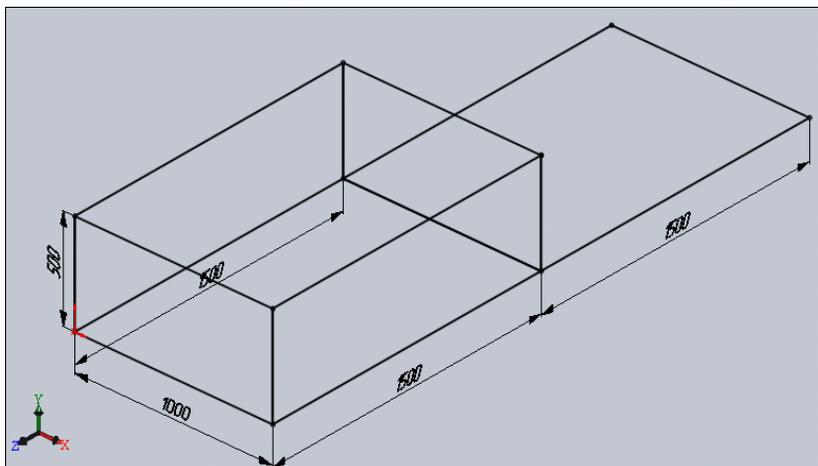


Рис. 1.61

Если эскиз окажется переопределенным и некоторые размеры приобретут красный цвет, то подумайте, какие взаимосвязи лишние. Может потребоваться некоторое время, чтобы понять, как действуют взаимосвязи, но с приобретением опыта вы будете быстро находить ошибки в построениях.

Завершите построение эскиза эстакады, нарисовав две наклонные линии. Для того чтобы окончательно убедиться в том, как в режиме трехмерного эскиза можно рисовать элементы эскиза в пространстве, проведите линию от одного угла до другого по диагонали параллелепипеда (рис. 1.62).

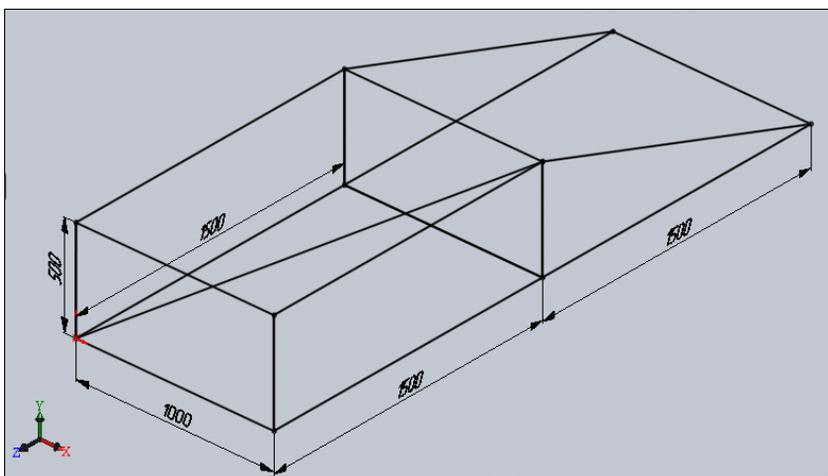


Рис. 1.62

В итоге получен полностью определенный трехмерный эскиз.

Выйдите из режима рисования трехмерного эскиза и сохраните деталь под именем Эстакада.sldptr.

ГЛАВА 2



Детали

Деталью в SolidWorks 2011 называется отдельный трехмерный объект, состоящий из элементов. Деталь может являться компонентом сборки, а также может быть представлена видами на плоском чертеже. Все детали в SolidWorks 2011 проектируются в шаблоне Деталь и сохраняются в отдельных файлах с расширением sldprt. В Дереве Конструирования можно задать материал, а также оценить массовые характеристики детали.

Эта глава посвящена рассмотрению основных принципов и возможностей построения трехмерных деталей в SolidWorks 2011.

2.1. Основные принципы построения деталей в SolidWorks 2011

В SolidWorks 2011 существует несколько базовых приемов, используя которые можно создать трехмерные детали. Эти приемы могут являться альтернативными или дополнять друг друга в процессе проектирования сложной детали. Программа SolidWorks 2011 предоставляет конструктору практически неограниченные возможности для воплощения своих замыслов. Мы рассмотрим основные способы построения трехмерных моделей, а решать, каким из них пользоваться в каждом конкретном случае, должны вы сами.

2.1.1. Основные способы построения деталей

В SolidWorks 2011 существуют следующие способы конструирования трехмерных деталей:

- ♦ *вытягивание* — самый простой способ формирования твердого тела, с которого обычно и начинается знакомство с SolidWorks 2011, основан на вытягивании эскиза в одном или двух направлениях. Эта команда активизируется кнопкой  — **Вытянутая бобышка/основание** панели инструментов **Элементы**. Функция команды заключается в заполнении объема, описываемого контуром эскиза при его параллельном прямолинейном перемещении, виртуальным мате-

риалом твердого тела. Можно осуществлять вытягивание эскиза под углом, т. е. формировать твердое тело в виде конуса. При вытягивании также можно создать тонкостенную деталь, указав это при выполнении команды и задав толщину стенки;

- ◆ *вращение* — другой довольно распространенный способ построения твердого тела выполняется нажатием кнопки  — **Повернутая бобышка/основание** панели инструментов **Элементы**. При выполнении команды эскиз поворачивается вокруг заданной оси, а пространство, описываемое контуром эскиза в результате вращения, заполняется материалом твердого тела. При этом эскиз детали, формируемой методом вращения, обязательно должен состоять из контура детали и оси поворота. Вращение контура вокруг оси может осуществляться на любую желаемую величину угла вплоть до 360°.

SolidWorks 2011 предлагает также несколько способов создания деталей сложной конфигурации: трубопроводов, пружин, деталей с переменными сечениями, деталей с криволинейными гранями. Возможности SolidWorks 2011 обширны и позволяют спроектировать деталь практически любой сложности, воплотив в реальность самые смелые фантазии конструктора при условии, что такие детали можно изготовить в действительности. Рассмотрим перечисленные способы построения деталей сложной конфигурации подробнее.

- ◆ *Вытягивание элемента по траектории*. Суть этого метода заключается в том, что формирование твердого тела происходит в результате заполнения виртуальным веществом (материалом) объема, который образуется при перемещении профиля по некоторой траектории. Команда для вытягивания элемента по траектории запускается нажатием кнопки  — **Бобышка/основание по траектории** панели инструментов **Элементы**. Для проектирования деталей по траектории необходимо создать минимум два эскиза — эскиз профиля и эскиз траектории. В качестве профиля обычно выступает контур эскиза, который должен быть замкнутым. А в качестве траектории — контур эскиза, который может быть как замкнутым, так и незамкнутым. 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. Способом вытягивания элемента по траектории удобно создавать детали типа пружин, при этом траекторией является спираль. Как и в случае простого вытягивания, при формировании элемента по траектории можно проектировать тонкостенные детали. Эта возможность широко используется при конструировании трубопроводов.
- ◆ *Вытягивание элемента по сечениям*. Команда вытягивания твердых тел на основе сечений активизируется кнопкой  — **Бобышка/основание по сечениям** на панели инструментов **Элементы** и позволяет проектировать детали путем создания плавных переходов между профилями (сечениями). Профили представляют собой эскизы, расположенные на различных плоскостях. Эти плоско-

сти могут располагаться как параллельно друг другу, так и под углом. В SolidWorks 2011 существует целый набор приемов для создания вспомогательных плоскостей. При проектировании деталей с помощью команды **Бобышка/основание по сечениям** можно также использовать в качестве вспомогательного элемента направляющую кривую, в этом случае плавные переходы между профилями будут строиться согласно форме этой направляющей.

- ◆ **Оформление вырезов.** Для формирования вырезов и отверстий в SolidWorks 2011 используются те же возможности, что и для создания твердого тела. Кнопки команд для оформления вырезов располагаются на панели инструментов **Элементы** или в меню **Вставка | Вырез**. Различают следующие основные виды вырезов:
 - **вытянутый вырез** — запускается одноименной командой **Вытянутый вырез** ;
 - **повернутый вырез** — можно активизировать кнопкой **Повернутый вырез** ;
 - **вырез по траектории** — запуск команды осуществляется кнопкой **Вырез по траектории** ;
 - **вырез по сечениям** — команда активизируется нажатием одноименной кнопки .

2.1.2. Дополнительные возможности

В SolidWorks 2011 можно формировать отдельные элементы деталей: фаски, скругления, купола, уклоны. В распоряжении конструктора имеются также команды, значительно ускоряющие процесс построения деталей: массивы (линейный, круговой и др.) и зеркальное отражение.

- ◆ Команда **Скругление** активизируется нажатием одноименной кнопки  панели инструментов **Элементы** и позволяет скруглить любую выделенную кромку детали. Для этого необходимо лишь указать кромку и задать радиус скругления.
- ◆ Кнопка  — **Фаска** также располагается на панели инструментов **Элементы** и позволяет снять фаску с указанной кромки детали. Для построения фаски необходимо указать величину фаски и ее угол либо размеры фаски в двух направлениях.
- ◆ **Купол** — команда дает возможность превратить одну из граней детали в вогнутый или выпуклый купол, для чего нужно активизировать кнопку  — **Купол** и задать величину вытягивания купола.
- ◆ Можно изменять углы между гранями уже построенной детали. Команда **Уклон** запускается нажатием соответствующей кнопки  — **Уклон** на панели инст-

рументов **Элементы**, затем указываются тип уклона, угол уклона, нейтральная плоскость и грань, положение которой в пространстве должно измениться.

- ◆ Команда  — **Оболочка** позволяет из твердотельной детали сформировать полую деталь, при этом одна или несколько граней могут быть удалены, а остальные преобразуются в тонкостенные. При помощи этой команды можно построить также замкнутую полую деталь.
- ◆ Массивы значительно ускоряют процесс конструирования деталей, т. к. позволяют размножать ранее созданные элементы детали. Программа SolidWorks 2011 располагает возможностями построения круговых и линейных массивов. При проектировании зубчатых колес необходимо лишь активизировать команду  — **Круговой массив**, указать количество зубьев и ось массива.
- Команда  — **Линейный массив** позволяет указать копируемый элемент и интервалы между элементами.
- ◆ Команду  — **Зеркальное отражение** удобно использовать при проектировании симметричных деталей.

Рассмотрим практическое применение предлагаемых программой SolidWorks приемов построения твердых тел на конкретных примерах. Начнем с самых простых деталей — призматических.

2.2. Призматические детали

К группе призматических деталей условно отнесем детали, которые можно построить способом простого вытягивания. Наиболее показательной деталью в данном случае, на наш взгляд, является винт.

Пример № 1. Винт с шестигранной головкой

Начнем построение винта с оформления шестигранной головки. В Дереве Конструирования выберем плоскость Спереди и нарисуем, активизировав кнопку  — **Многоугольник** на панели инструментов **Эскиз**, шестигранник с диаметром вписанной окружности 17 мм (рис. 2.1).

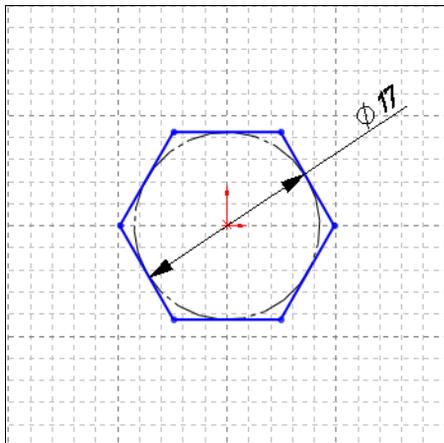


Рис. 2.1

Для того чтобы создать шестигранную головку винта, нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и вытянем бобышку на 7 мм (рис. 2.2).

Оформим цилиндрическую часть винта. В качестве поверхности эскиза выберем плоскую шестигранную грань головки винта, войдем в эскиз и нарисуем окружность диаметром 10 мм (рис. 2.3).

Вытянем этот эскиз на 40 мм, нажав кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** (рис. 2.4).

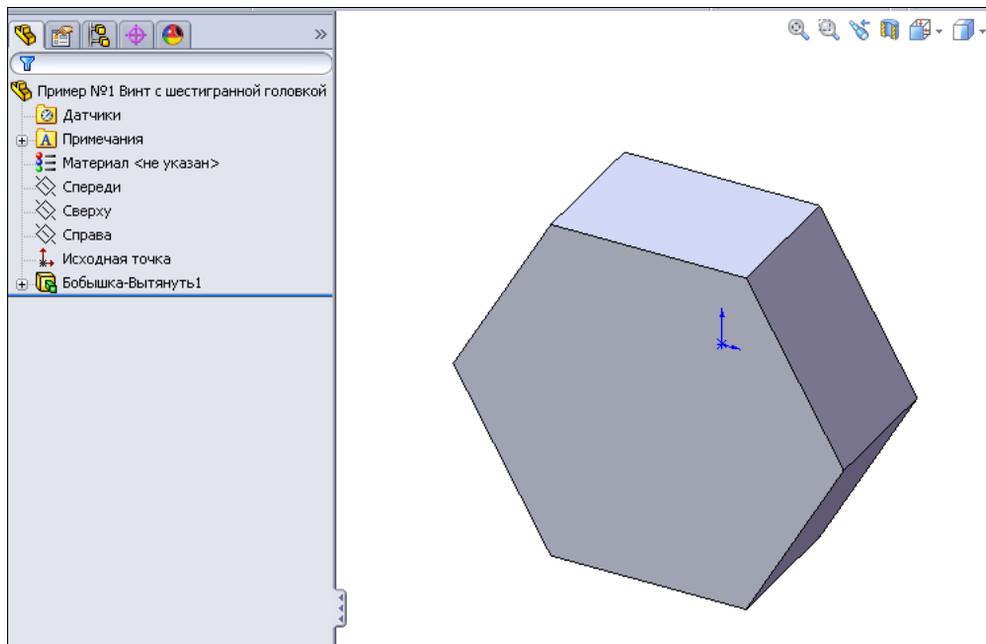


Рис. 2.2

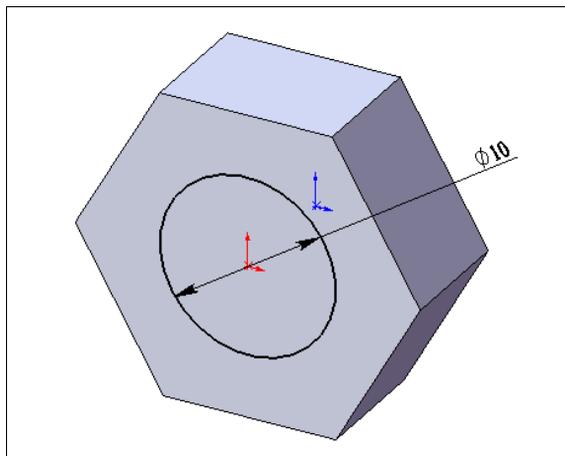


Рис. 2.3

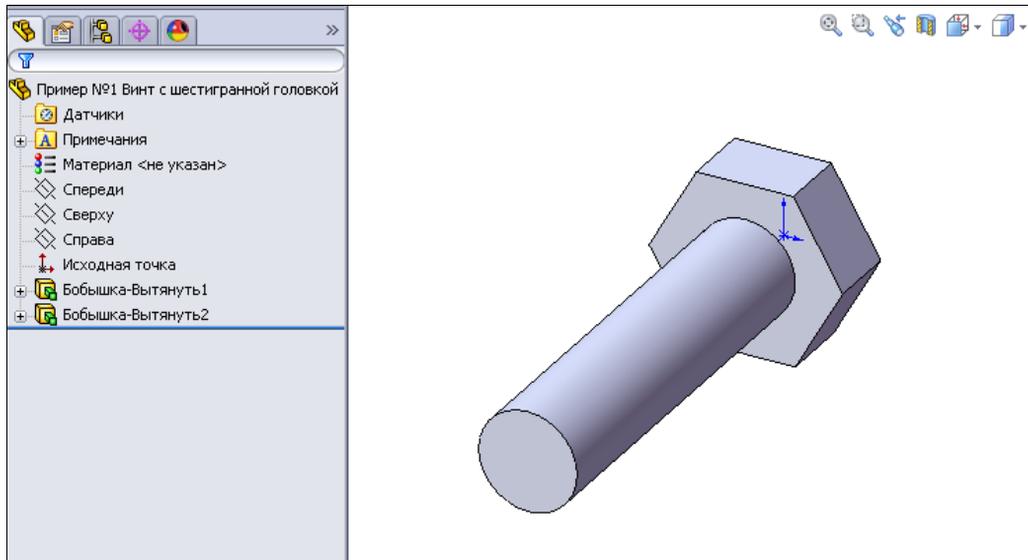


Рис. 2.4

Оформим фаску на цилиндрической части винта. Для этого необходимо выделить кромку, на которой будет создана фаска, и нажать кнопку  — **Фаска**. В окне **Фаска** укажем расстояние (размер фаски) и угол. Пусть расстояние составляет 2 мм, а угол 45° (рис. 2.5).

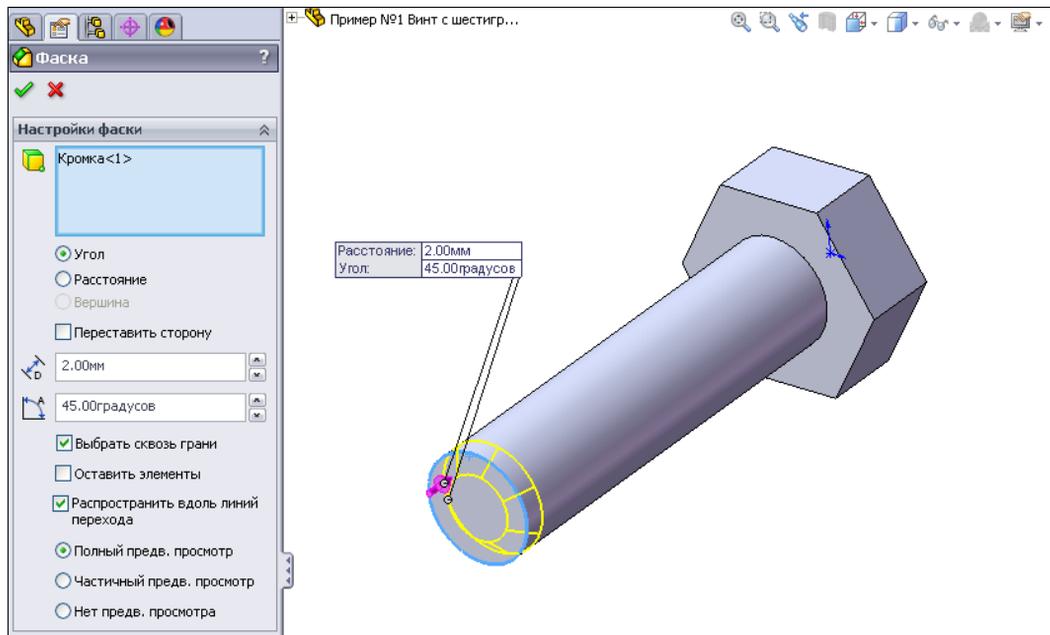


Рис. 2.5

Следующим этапом построения винта станет оформление скругления на стыке шестигранной головки и цилиндрической части винта. Для этого выделяем кромку, по которой происходит сопряжение элементов винта, и активизируем кнопку  — **Скругление**, укажем радиус скругления кромки — 0,5 мм (рис. 2.6).

Закончим построение скругления, нажав кнопку **ОК** .

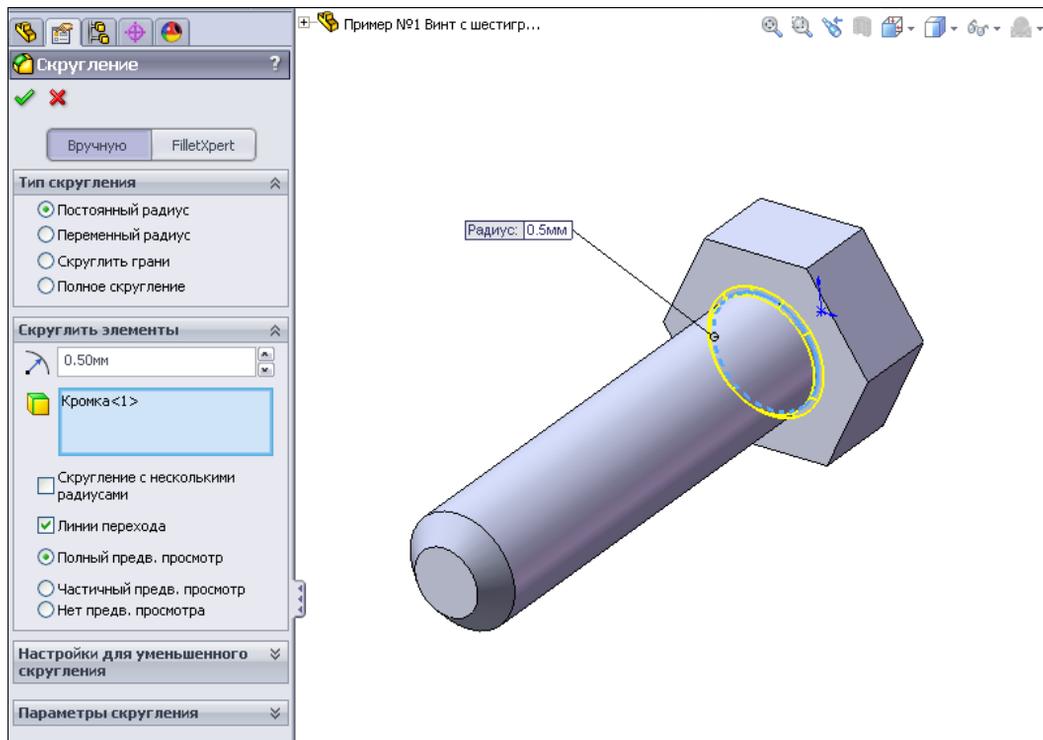


Рис. 2.6

Оформим резьбовую часть винта. Для этого отметим наружную кромку фаски на цилиндрической части винта — ту кромку, с которой "нарезается" резьба (рис. 2.7).

Затем откроем окно **Условное изображение резьбы** по команде **Вставка | Примечание | Условное изображение резьбы...** В разделе **Настройки резьбы** выберем стандарт резьбы — **ISO**, укажем тип резьбы — **Машинная резьба**, а затем укажем ее размеры в зависимости от выбранного стандарта и типа резьбы (рис. 2.8). Как вы уже поняли, мы выбрали длину резьбы у винта 22 мм, а размер — M10.

ПРИМЕЧАНИЕ

Окно **Требования к резьбе** доступно, если в окне **Условное изображение резьбы**, в разделе **Настройки резьбы** выбрать стандарт резьбы — **Нет**.

Построенная резьба в автоматическом режиме будет показана на чертеже винта согласно требованиям к оформлению чертежей.

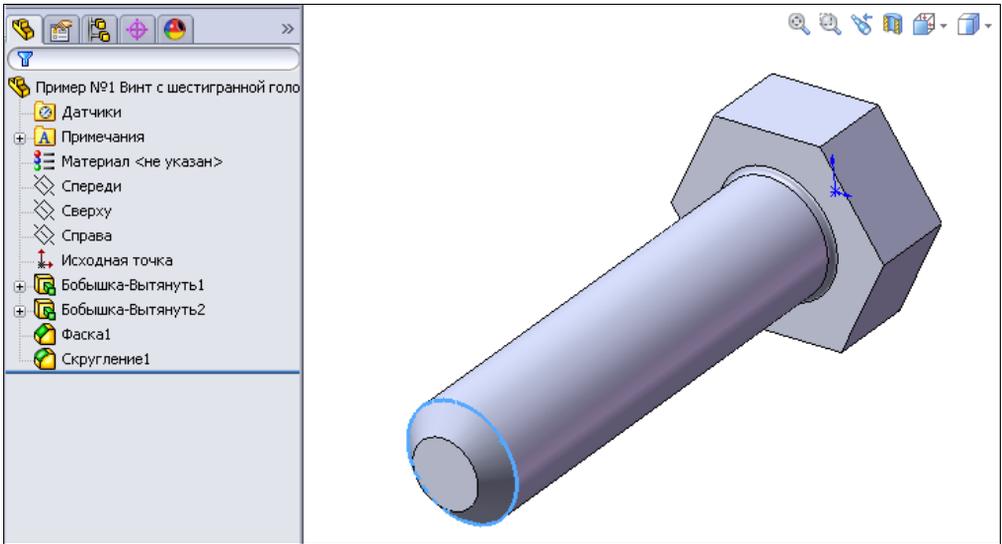


Рис. 2.7

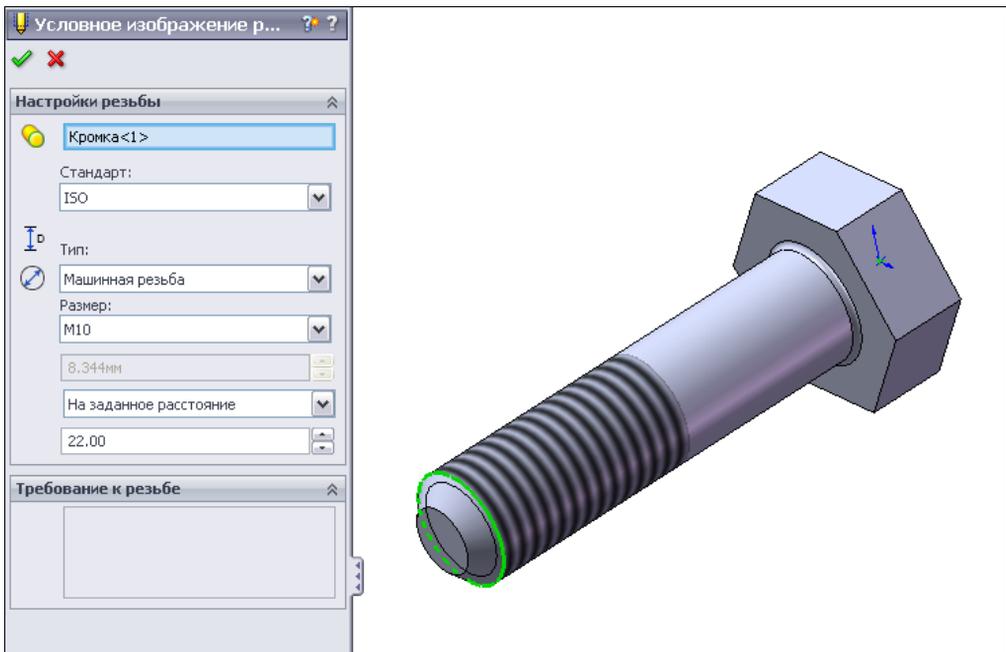


Рис. 2.8

ПРИМЕЧАНИЕ

Изображение резьбы в трехмерных моделях, как на рис. 2.8, используется лишь для наглядности построений. При желании можно убрать изображение резьбы на деталях, в меню **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Оформление** сняв флажок **Закрашенные условные изображения резьбы**.

Винт с шестигранной головкой практически готов. Остался неоформленным лишь один элемент винта — фаска на шестигранной головке.

Нам нельзя использовать команду **Фаска**, т. к. в этом случае фаска будет снята по периметру шестигранника и примет неверную конфигурацию. Рассмотрим прием, благодаря которому можно оформить такую сложную фаску. Для начала отметим шестигранную грань в качестве плоскости для построения эскиза (рис. 2.9).

Войдем в эскиз и нарисуем окружность диаметром 15 мм внутреннего контура фаски (рис. 2.10).

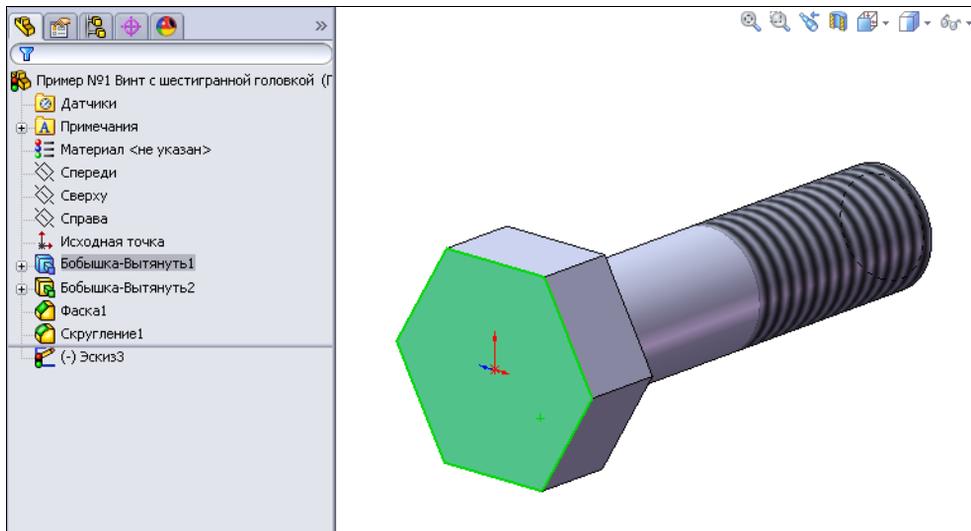


Рис. 2.9

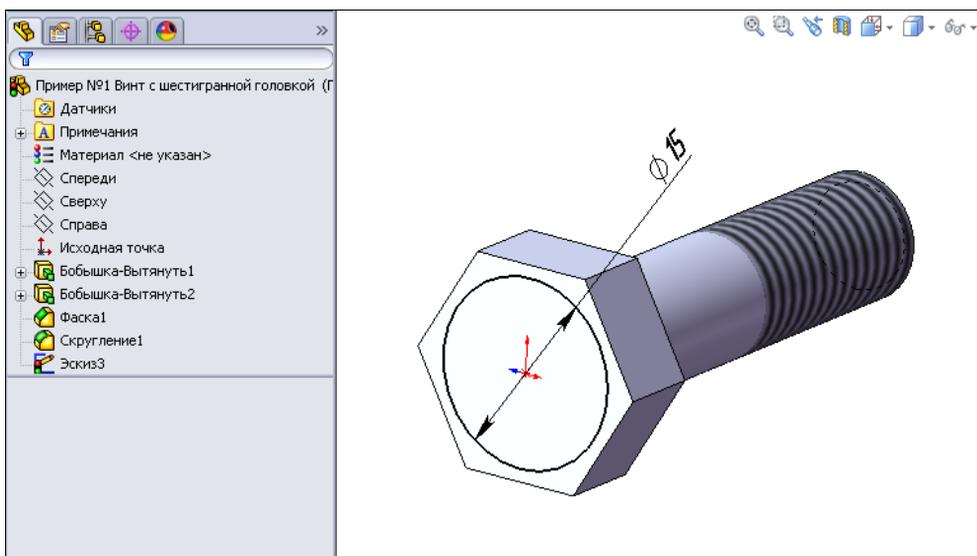


Рис. 2.10

Теперь оформим фаску как вырез, нажав кнопку — **Вытянутый вырез**. На экране появится окно **Вырез-Вытянуть**. В этом окне укажем глубину выреза, пусть она составит 30 мм, хотя это значение не является определяющим. Единственное пожелание: глубина выреза не должна быть меньше высоты шестигранной головки. Затем установим флажок **Переставить сторону для выреза**, активизируем строку **Уклон**, нажав кнопку **Включить/Выключить уклон** в разделе **Направление 1**, и укажем в строке значение уклона — 60° (рис. 2.11).

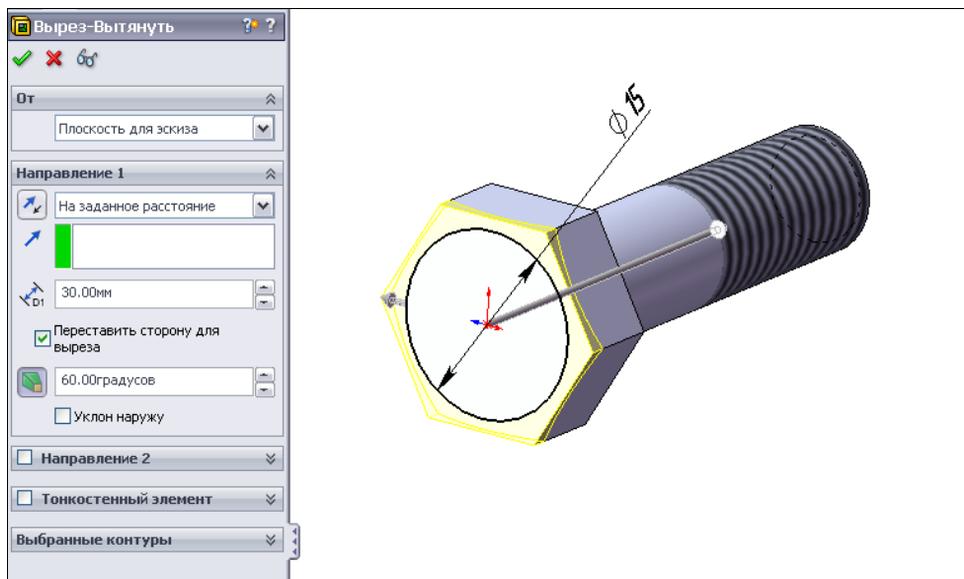


Рис. 2.11

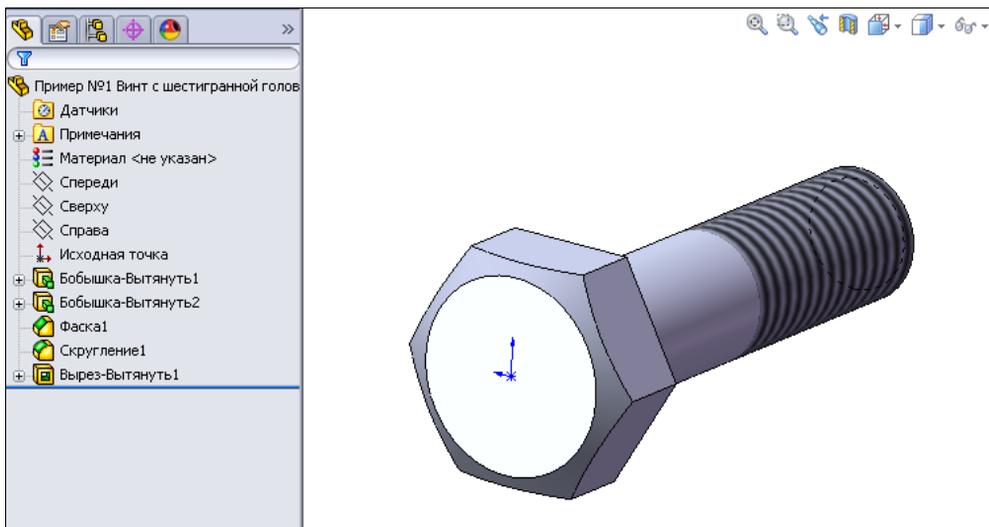


Рис. 2.12

ПРИМЕЧАНИЕ

Флажок **Переставить сторону для выреза** указывает на то, что материал будет удален с внешней стороны эскиза окружности под заданным углом.

Нажмем кнопку **ОК**  и закончим оформление не только фаски на цилиндрической головке, но и винта в целом (рис. 2.12).

Мы с вами поэтапно рассмотрели пример построения винта с цилиндрической головкой в SolidWorks 2011. Теперь рассмотрим построение другой, не менее популярной детали в машиностроении — ступенчатого вала.

Пример № 2. Ступенчатый вал

Ступенчатый вал является основной деталью редукторов, двигателей и других машин и механизмов.

Для построения выберем в Дереве Конструирования плоскость Спереди и нарисуем эскиз левого конца вала — окружность диаметром 20 мм (рис. 2.13).

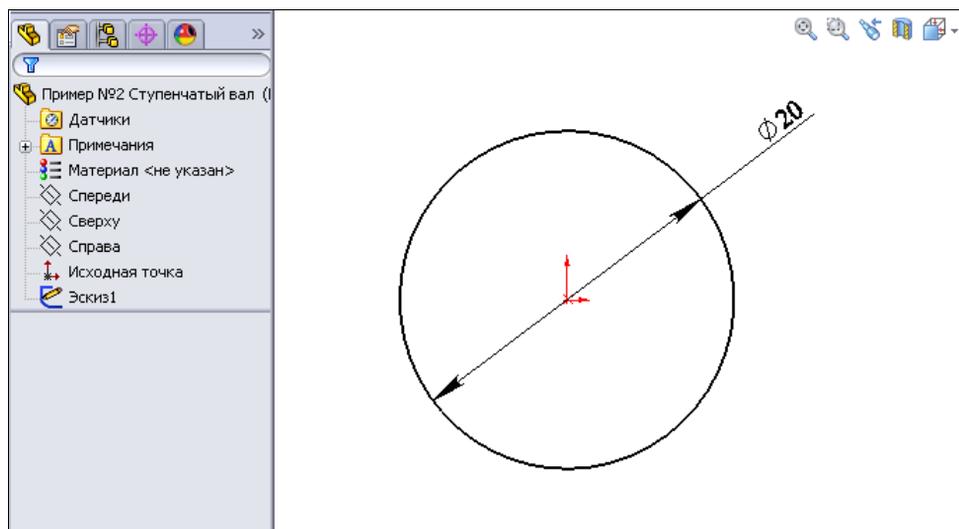


Рис. 2.13

Вытянем этот эскиз на 80 мм, для чего нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и в появившемся окне **Бобышка-Вытянуть1** укажем глубину вытягивания — 80 мм (рис. 2.14). Закончим построение левого конца вала, нажав кнопку **ОК** .

Оформим проточку вала: укажем правый плоский торец вала в качестве плоскости следующего эскиза, активизируем кнопку  — **Эскиз** на одноименной панели инструментов и нарисуем окружность диаметром 19 мм (рис. 2.15).

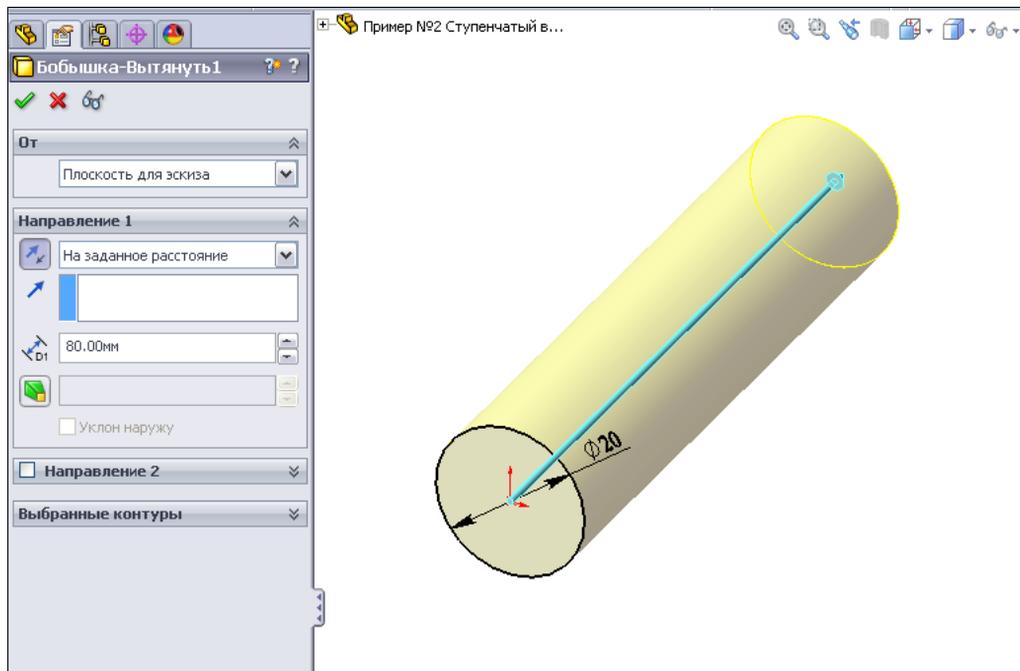


Рис. 2.14

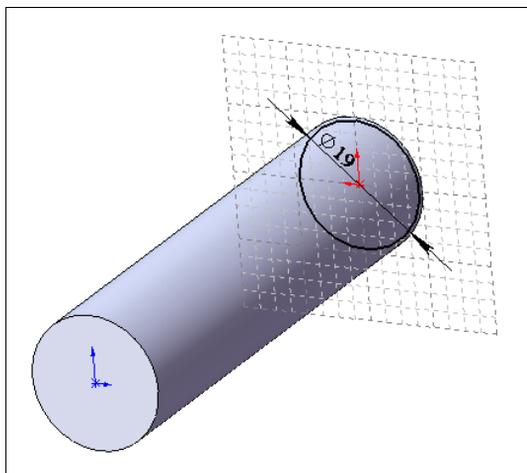


Рис. 2.15

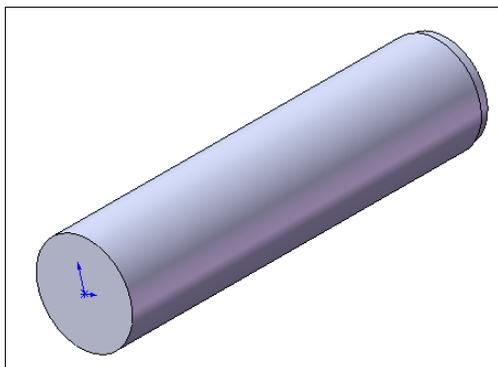


Рис. 2.16

Теперь вытянем этот эскиз на 2 мм, для чего нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и в окне **Бобышка-Вытянуть1** укажем глубину вытягивания. Вал приобретет вид, как на рис. 2.16.

Прорисуем третью ступень вала. В качестве плоскости эскиза выберем плоский торец вала с диаметром 19 мм. Войдем в режим рисования эскиза и построим эскиз

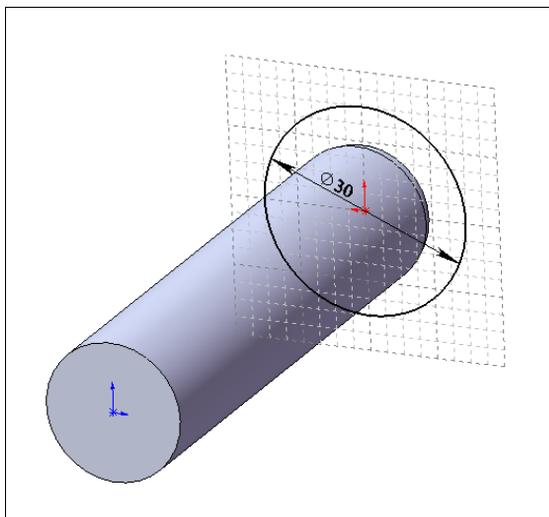


Рис. 2.17

третьей ступени, которая также представляет собой окружность диаметром 30 мм (рис. 2.17).

Вытянем этот эскиз на 75 мм и получим вал, состоящий из трех ступеней (рис. 2.18).

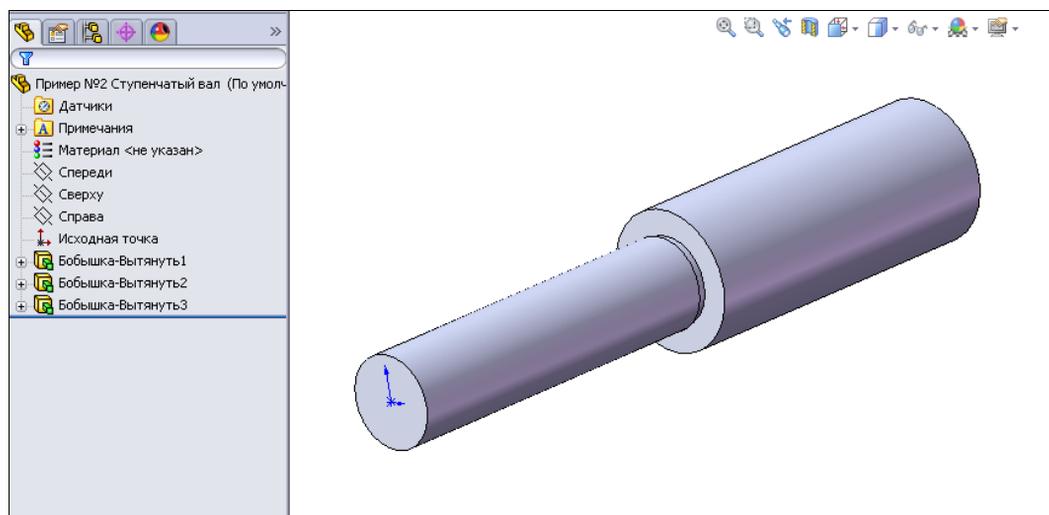


Рис. 2.18

Следующие ступени вала рисуются аналогично. Каждая последующая ступень строится на торцевом конце предыдущей:

- ◆ четвертая ступень — диаметр 29 мм, длина 2 мм;
- ◆ пятая ступень — диаметр 40 мм, длина 5 мм;
- ◆ шестая ступень — диаметр 30 мм, длина 40 мм;

- ◆ седьмая ступень — диаметр 19 мм, длина 2 мм;
- ◆ восьмая ступень — диаметр 20 мм, длина 12 мм.

В результате будет построен восьмиступенчатый вал, показанный на рис. 2.19.

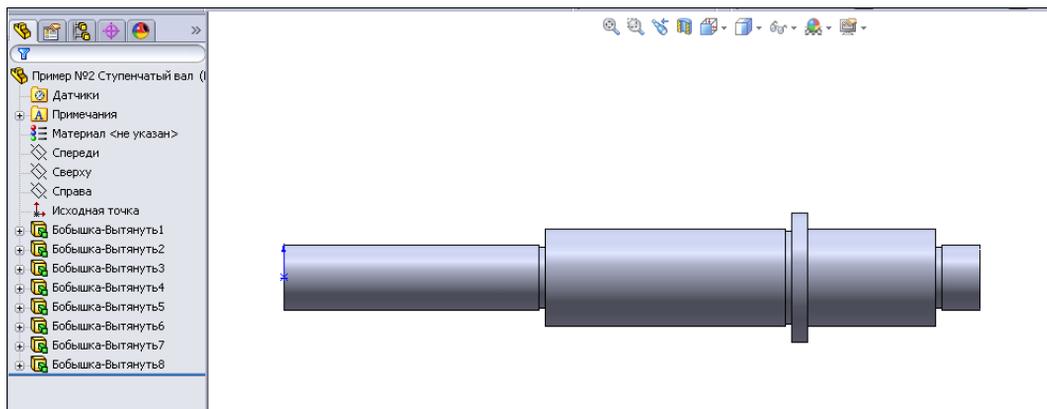


Рис. 2.19

Перейдем к оформлению трех фасок размером $1 \times 45^\circ$. Сначала активизируем кнопку  — **Фаска**. В разделе **Настройки фаски** укажем кромки, на которых предполагается оформить фаски, а также их размеры (рис. 2.20).

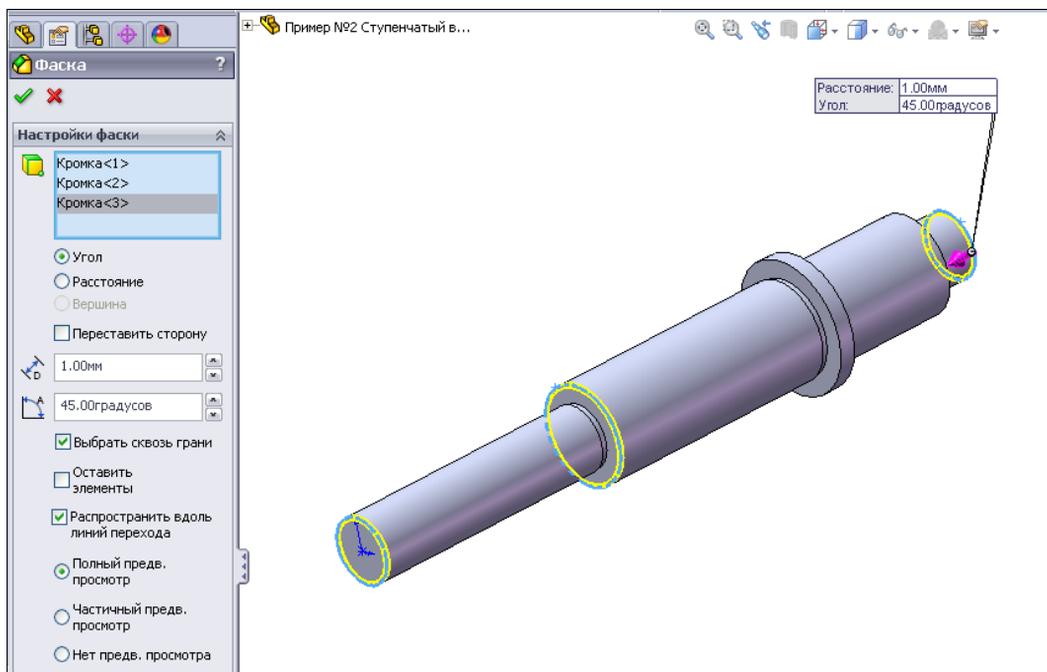


Рис. 2.20

Следующим этапом конструирования вала станет построение двух шпоночных пазов. Элементы детали типа шпоночных пазов можно оформить двумя способами, каждый из них имеет свои достоинства. Рассмотрим первый способ оформления паза, который располагается на выходном конце вала. Для построения эскиза создадим вспомогательную плоскость, параллельную плоскости Справа, для чего выделим ее в трехмерном пространстве (рис. 2.21).

Затем обратимся к выпадающему меню **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость...**, и на экране появится окно **Плоскость** (рис. 2.22).

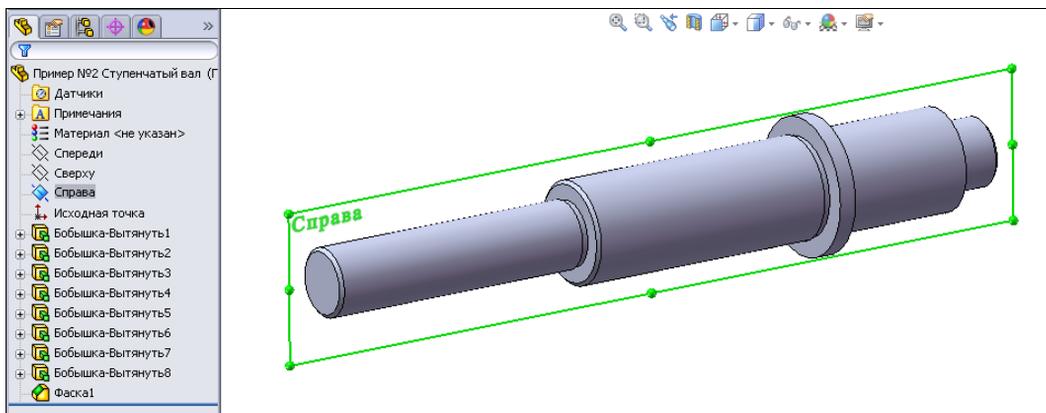


Рис. 2.21

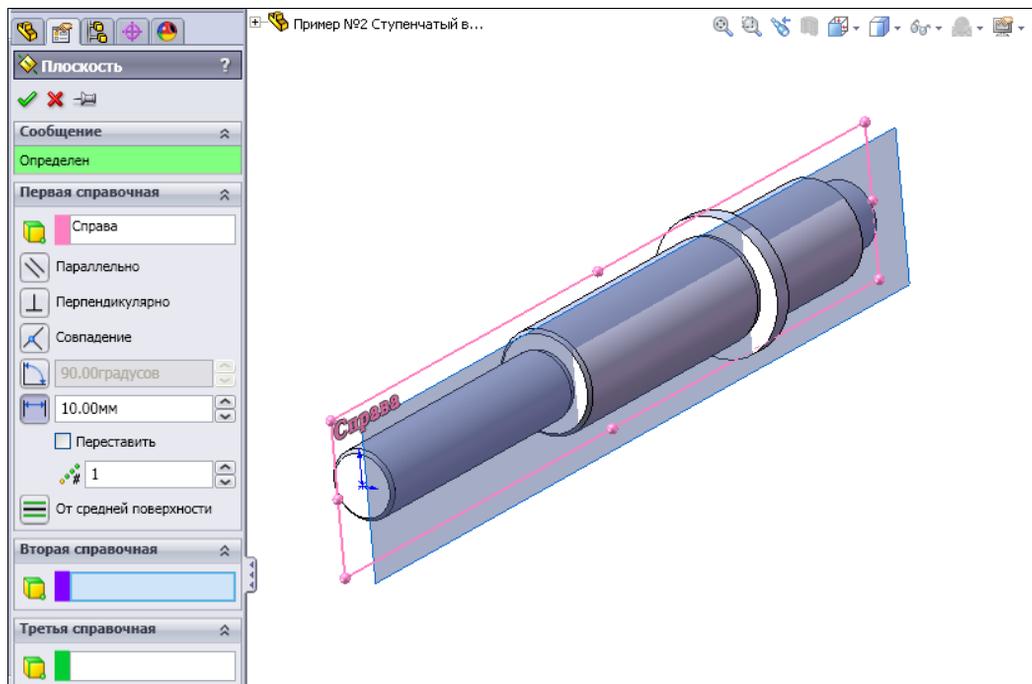


Рис. 2.22

В этом окне укажем расстояние смещения новой параллельной плоскости — 10 мм и закончим построение вспомогательной плоскости нажатием кнопки **ОК** .

Новая плоскость смещена относительно плоскости Справа на половину диаметра выходного конца (10 мм) и является касательной к поверхности этого цилиндрического элемента (рис. 2.23). В результате проведенных построений в Дереве Конструирования появился новый элемент **Плоскость1**.

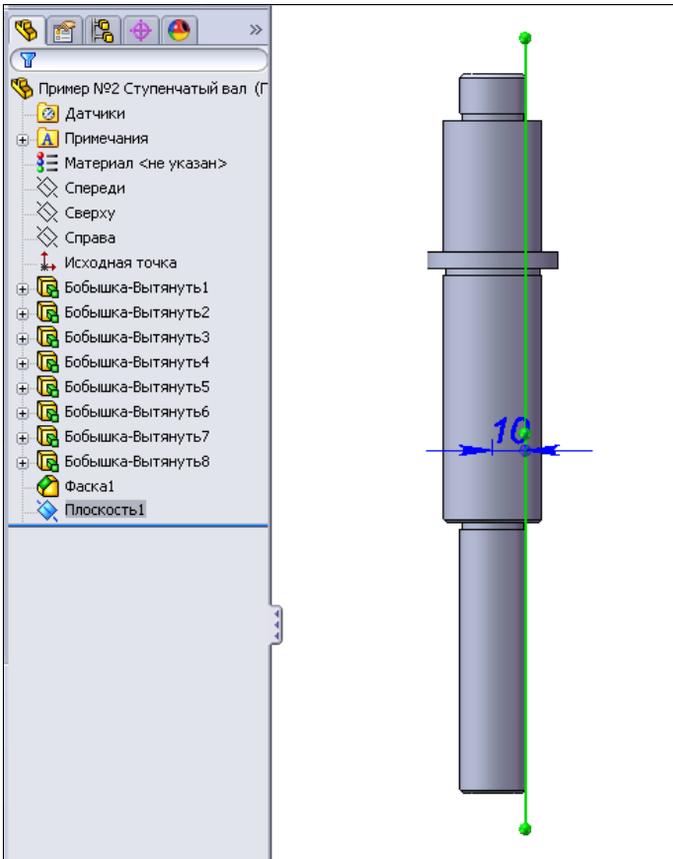


Рис. 2.23

Выделим **Плоскость1**, войдем в эскиз и построим эскиз шпоночного паза (рис. 2.24).

Теперь вытянем вырез на 4 мм, согласно конфигурации эскиза, кнопкой  — **Вытянутый вырез**. В результате будет сформирован шпоночный паз на выходном конце ступенчатого вала (рис. 2.25).

Построим еще один шпоночный паз. Второй метод конструирования шпоночного паза также требует создания вспомогательной плоскости, только эта плоскость будет параллельна плоскости Спереди, располагаться от нее на расстоянии 136 мм и называться в Дереве Конструирования — **Плоскость2** (рис. 2.26).

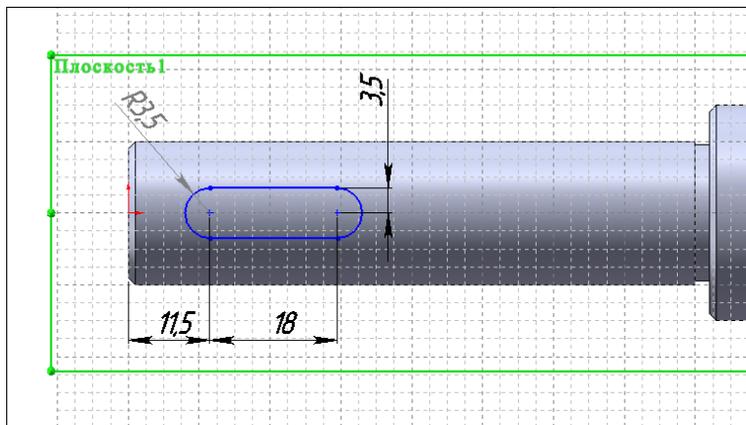


Рис. 2.24

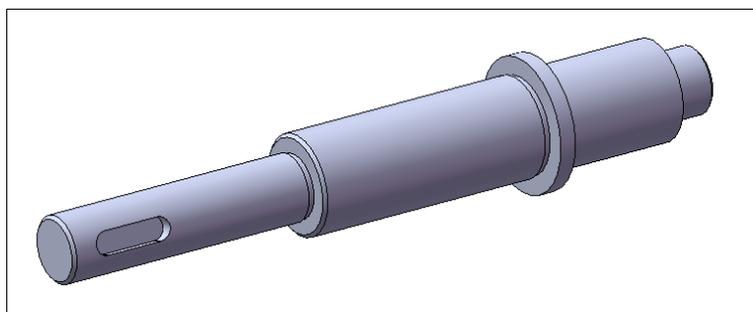


Рис. 2.25

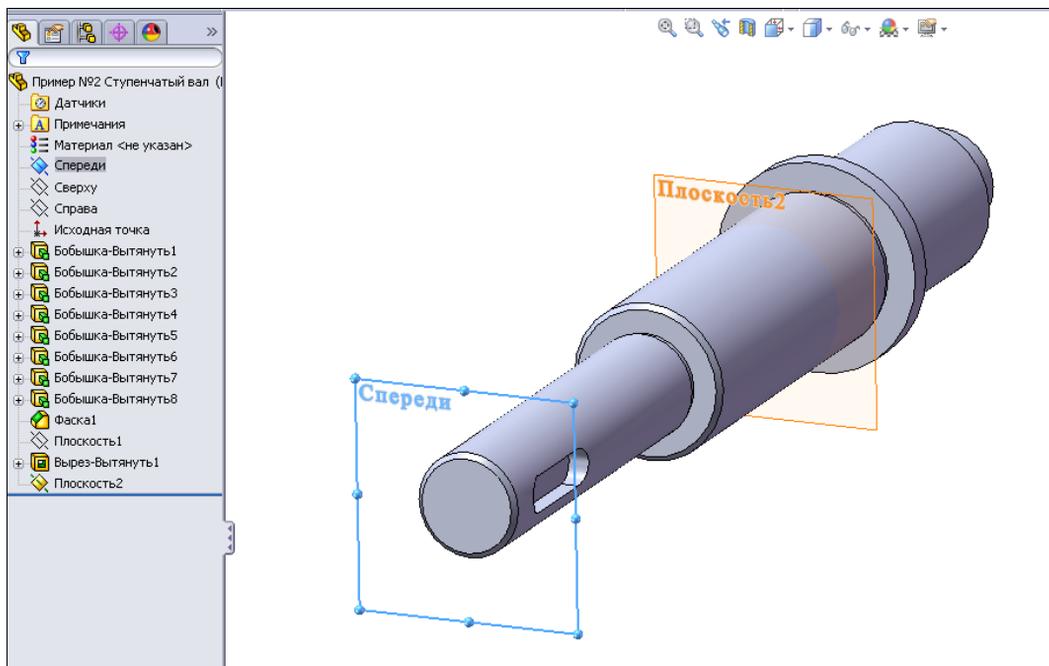


Рис. 2.26

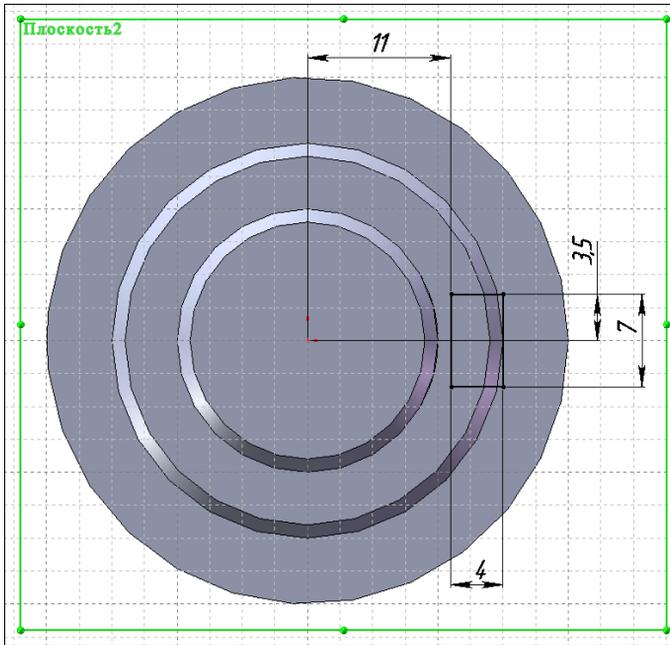


Рис. 2.27

Выберем вспомогательную Плоскость2 и нарисуем эскиз шпоночного паза (рис. 2.27).

Затем оформим вырез согласно этому эскизу, нажав кнопку  — **Вытянутый вырез**. Вытянем вырез на 20 мм, в результате будет сформирована основа второго шпоночного паза (рис. 2.28).

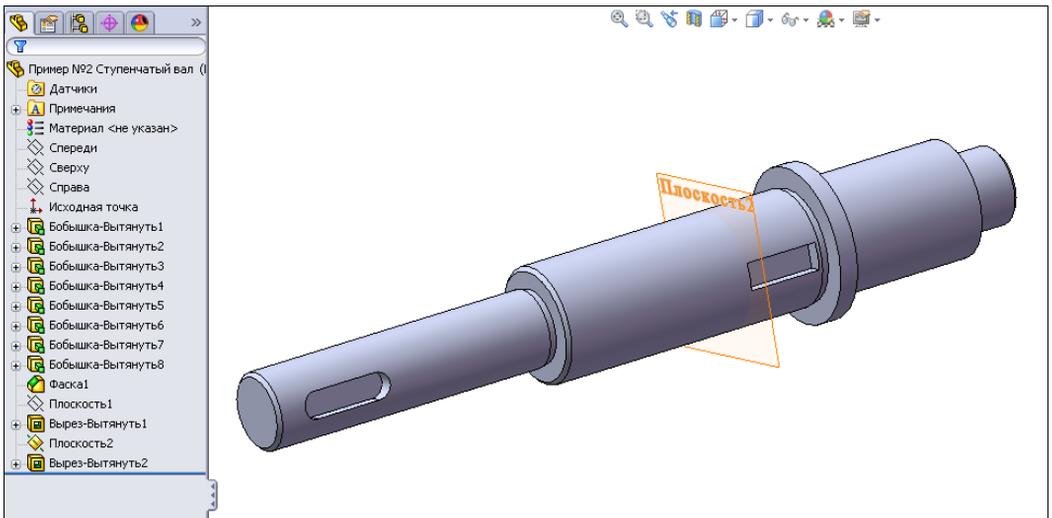


Рис. 2.28

Осталось оформить скругления шпоночного паз, для этого активизируем кнопку  — **Скругление**, укажем скругляемые кромки и радиус скругления, равный половине ширины шпоночного паз — 3,5 мм (рис. 2.29).

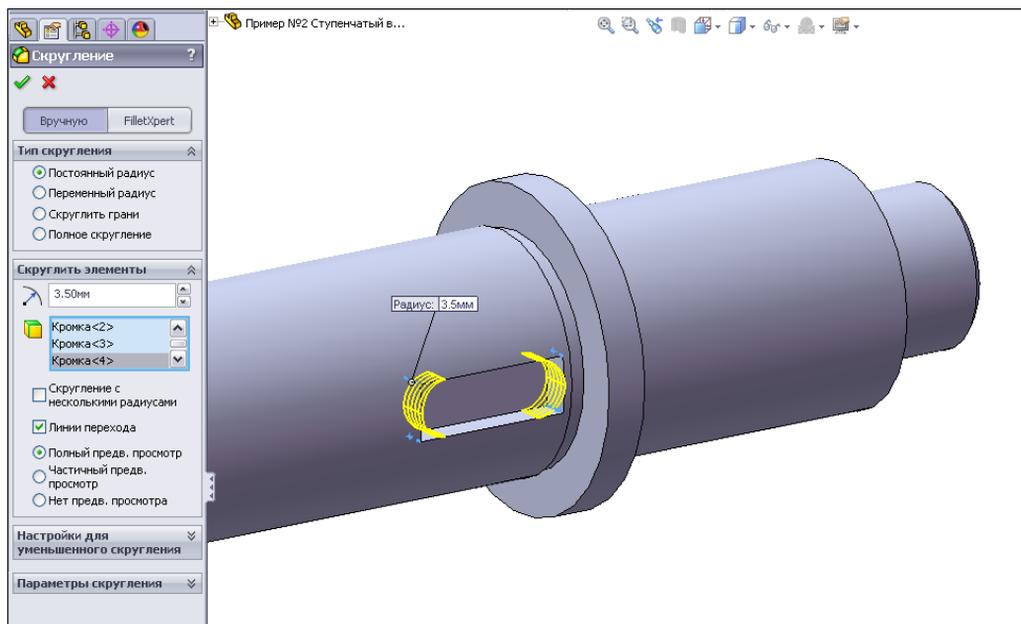


Рис. 2.29

Нажмем кнопку **OK** . В результате будет оформлен шпоночный паз для зубчатого колеса и закончено построение ступенчатого вала (рис. 2.30).

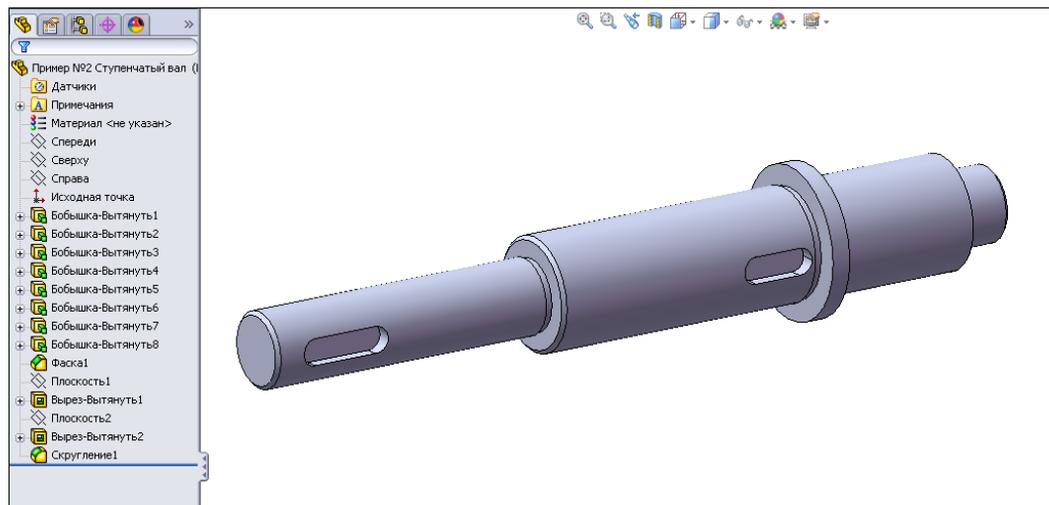


Рис. 2.30

Мы рассмотрели способы конструирования деталей, используя лишь две команды — **Вытянутая бобышка/основание** и **Вытянутый вырез**. Однако в SolidWorks 2011 существуют специальные приемы построения тел вращения.

2.3. Детали — тела вращения

Тела вращения широко используются в современном машиностроении. Яркими представителями этого класса являются зубчатые колеса, манжеты и валы. Хотя такие детали в SolidWorks 2011 можно зачастую построить методом простого вытягивания, но использование команды  — **Повернутая бобышка/основание** позволяет значительно ускорить процедуру. Кроме того, некоторые элементы деталей, такие как вырезы и поднутрения, можно оформить только с использованием возможностей поворота эскиза вокруг оси. Перейдем к рассмотрению конкретных примеров.

Пример № 3. Манжета

Манжета является классической деталью, при конструировании которой в SolidWorks 2011 лучше всего использовать команду **Повернутая бобышка/основание**. Рассмотрим построение этой детали поэтапно.

Для создания эскиза выберем плоскость Спереди, войдем в **Эскиз** и нарисуем сечение манжеты (рис. 2.31).

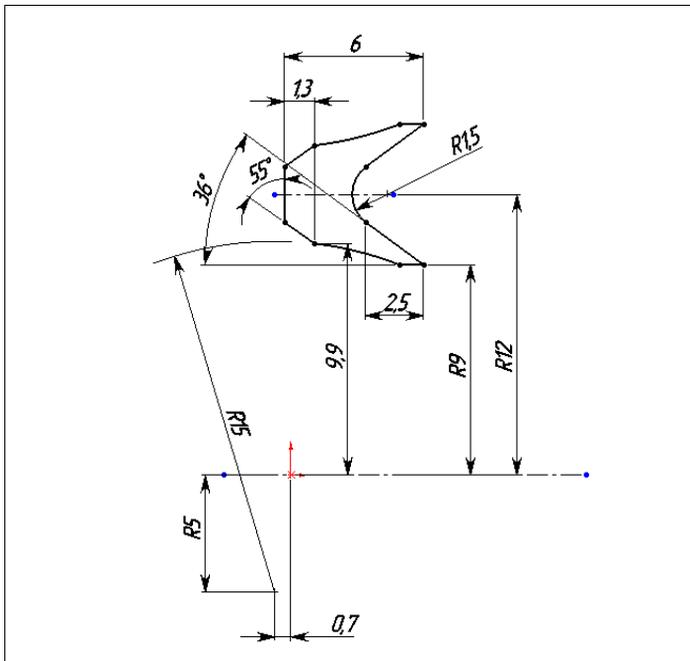


Рис. 2.31

Как видно из рис. 2.31, эскиз манжеты представляет сложную замкнутую кривую, с радиусами скругления. На расстоянии 9 мм от эскиза построена ось манжеты, которая также является осью поворота эскиза. Существует несколько обязательных требований для построения тел вращения в SolidWorks 2011:

- ◆ контур эскиза детали должен быть замкнутым;
- ◆ на эскизе должна быть изображена ось вращения;
- ◆ контур эскиза не должен пересекать ось вращения;
- ◆ эскиз детали должен располагаться лишь в одной полуплоскости относительно оси вращения.

ПРИМЕЧАНИЕ

В том случае, если эскиз не является замкнутым, программа сама предлагает его замкнуть и делает это, соединяя между собой крайние точки эскиза.

Когда эскиз готов, для построения детали остается лишь нажать кнопку  — **Повернутая бобышка/основание**. В окне **Повернуть** нужно указать ось вращения и угол поворота эскиза, для манжеты он составляет 360° (рис. 2.32).

Закончим построение манжеты, нажав кнопку **ОК**  (рис. 2.33).

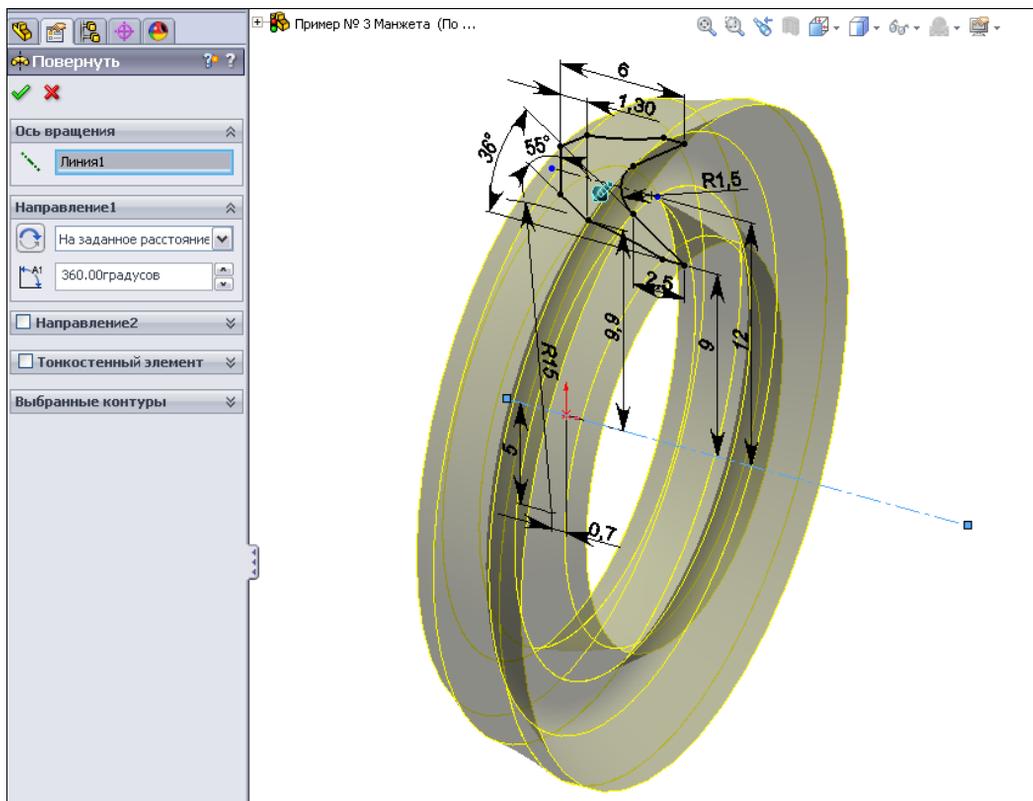


Рис. 2.32

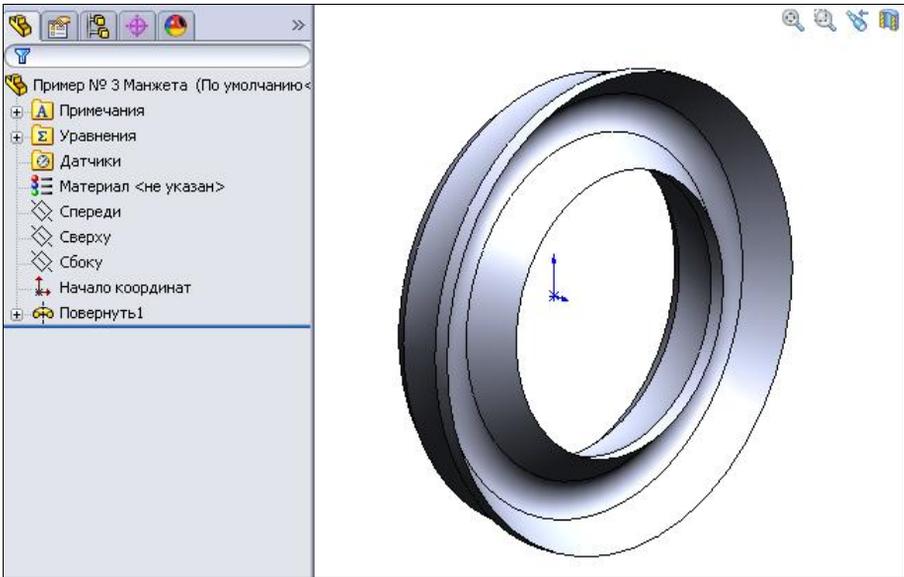


Рис. 2.33

В данном примере мы не только создадим конфигурацию трехмерной детали, но и покажем способ задания материала, из которого она должна быть изготовлена.

1. Укажем материал манжеты. В Дереве Конструирования установим курсор на строке  **Материал <не указан>** и вызовем правой кнопкой мыши панель со списком различных материалов (рис. 2.34).

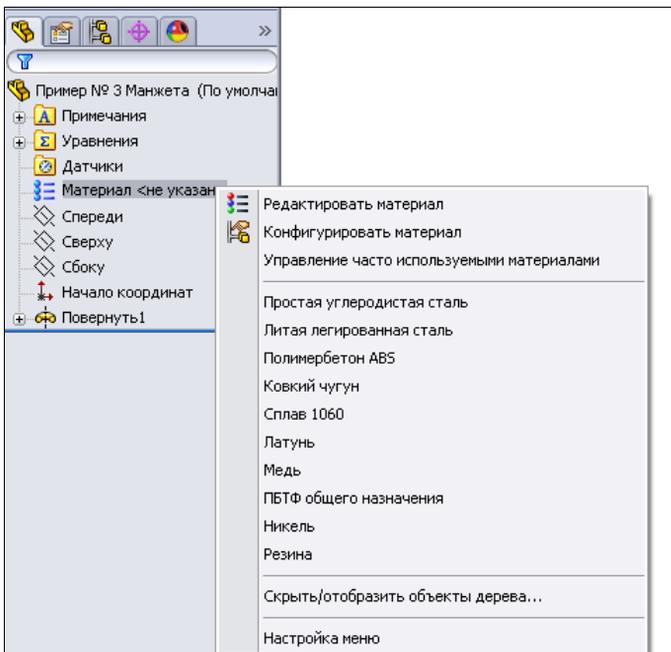


Рис. 2.34

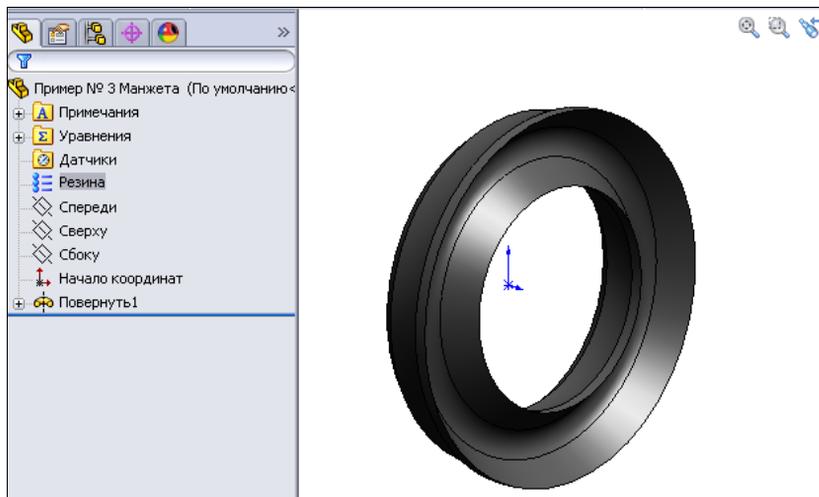


Рис. 2.35

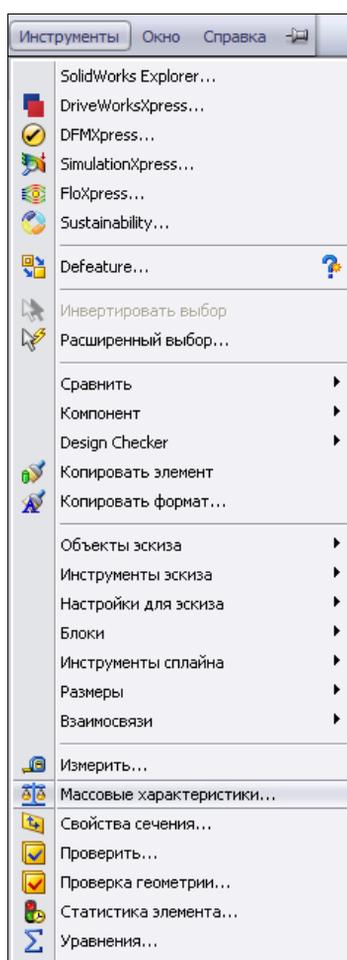


Рис. 2.36

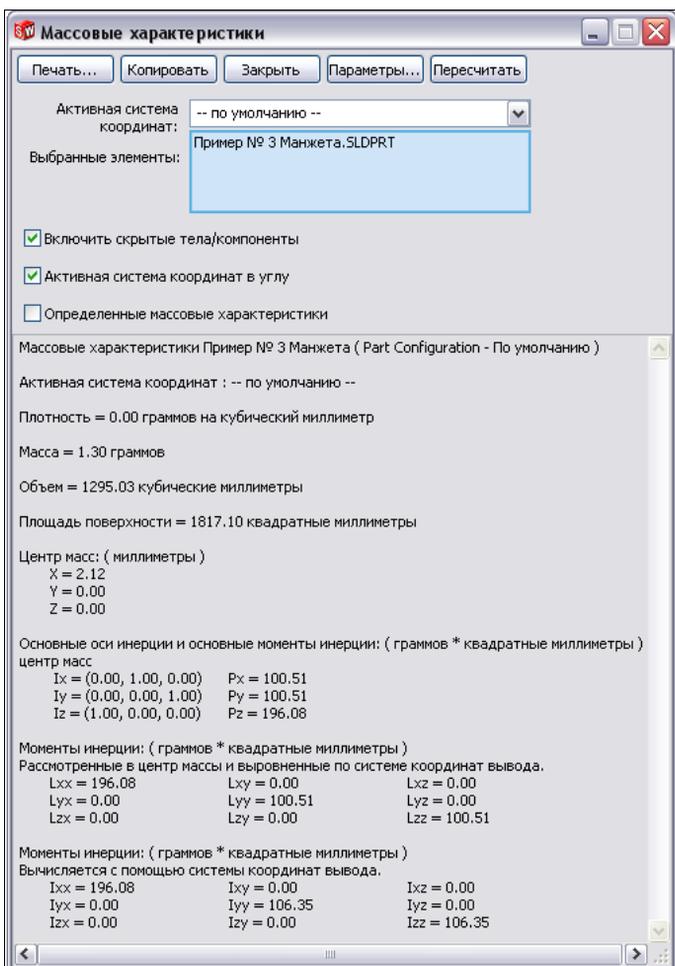


Рис. 2.37

- Из предлагаемого перечня материалов остановим выбор на резине, для этого щелкнем на строке **Резина**. В Дереве Конструирования, в строке **Материал** появится надпись **Резина**, а деталь окрасится в характерный для резины черный цвет (рис. 2.35).
- После того как задан материал, можно определить ее массовые характеристики: массу, объем, площадь поверхности и др. Для этого достаточно войти в меню **Инструменты** |  **Массовые характеристики...** (рис. 2.36).

На экране отобразится окно, в котором будут указаны массовые характеристики с учетом плотности резины (рис. 2.37).

- Закончим конструирование детали Манжета, сохранив все построения.

Мы рассмотрели пример создания трехмерной модели уплотнительной манжеты — детали сложной формы, которую программа SolidWorks 2011 позволяет легко и быстро спроектировать. Кроме того, показали способ задания материала детали и определения ее массовых характеристик в автоматическом режиме.

Манжета является классической деталью, которая получается путем поворота эскиза вокруг оси, аналогичным образом можно оформить и вырезы. Рассмотрим их на примере детали Крышка.

Пример № 4. Крышка

Сконструируем крышку. Эту деталь с равным успехом можно оформить как методом вытягивания, так и методом поворота. Построим крышку методом вытягивания, а вырез оформим поворотом.

- Спроектируем основу детали, для чего войдем в эскиз на плоскости Спереди и нарисуем окружность диаметром 92 мм (рис. 2.38).

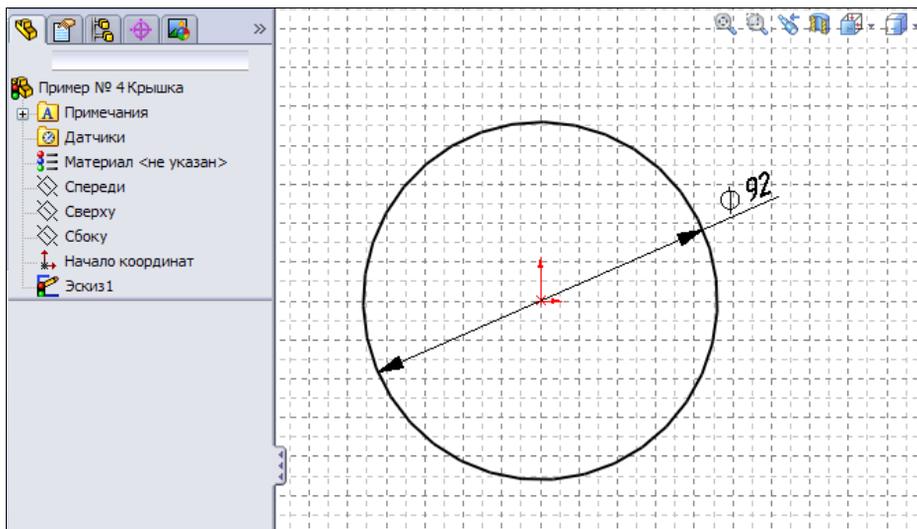


Рис. 2.38

2. Вытянем контур окружности на 8 мм, активизировав кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** (рис. 2.39).
3. Закончим построение основания крышки, нажав кнопку **ОК** .

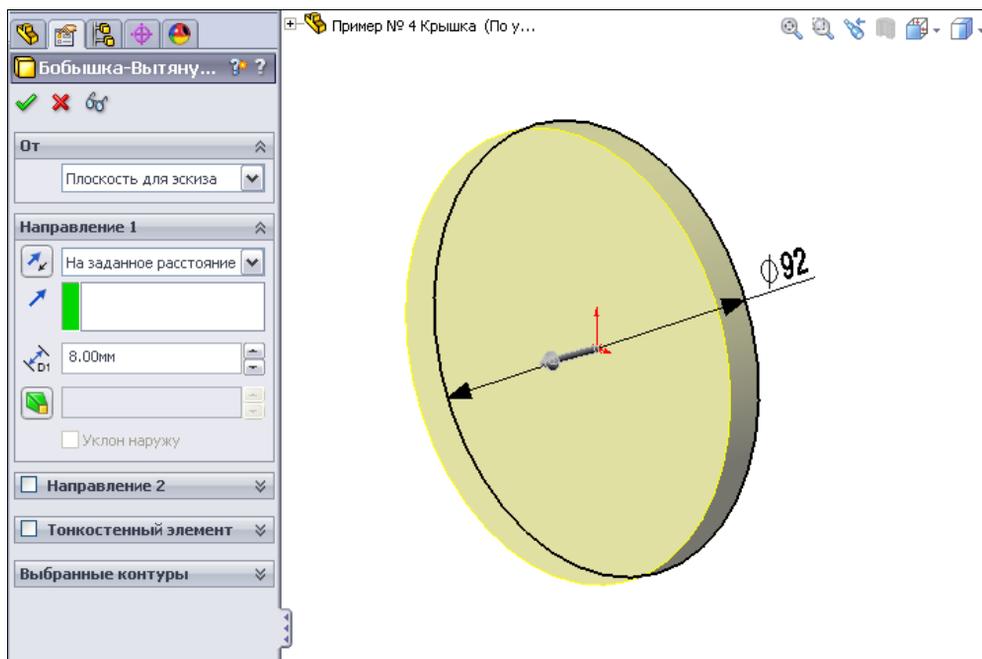


Рис. 2.39

4. Выберем одну из плоских поверхностей сконструированного диска, войдем в эскиз и нарисуем окружность диаметром 40 мм (рис. 2.40).
5. Теперь вытянем эту окружность на 5 мм кнопкой  — **Вытянутая бобышка/основание**. В открывшемся окне **Вытянуть** укажем глубину вытягивания — 5 мм и закончим построение нажатием кнопки **ОК** . В результате оформится ступенчатое основание крышки (рис. 2.41).

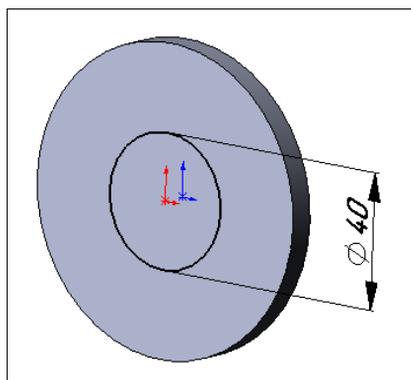


Рис. 2.40

6. На ступеньке основания крышки оформим фаску . В окне **Фаска**, в разделе **Настройки фаски** укажем кромку для фаски, а также ее размер $5 \times 45^\circ$ (рис. 2.42).

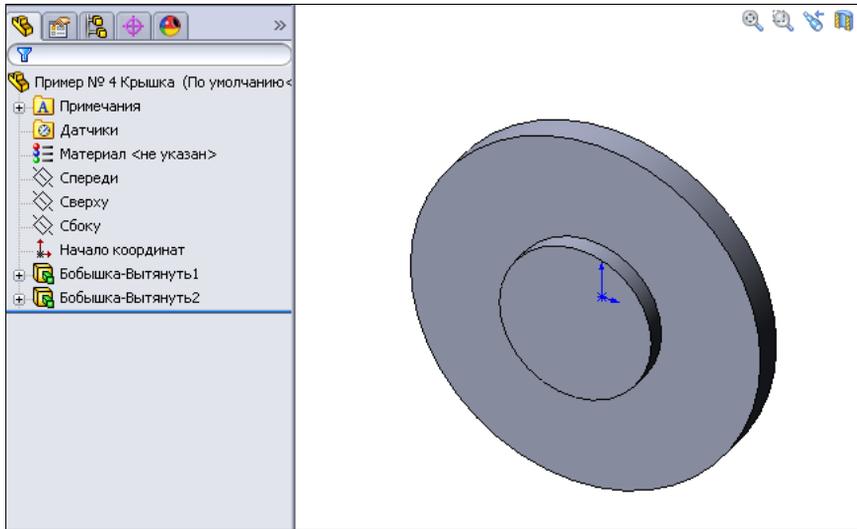


Рис. 2.41

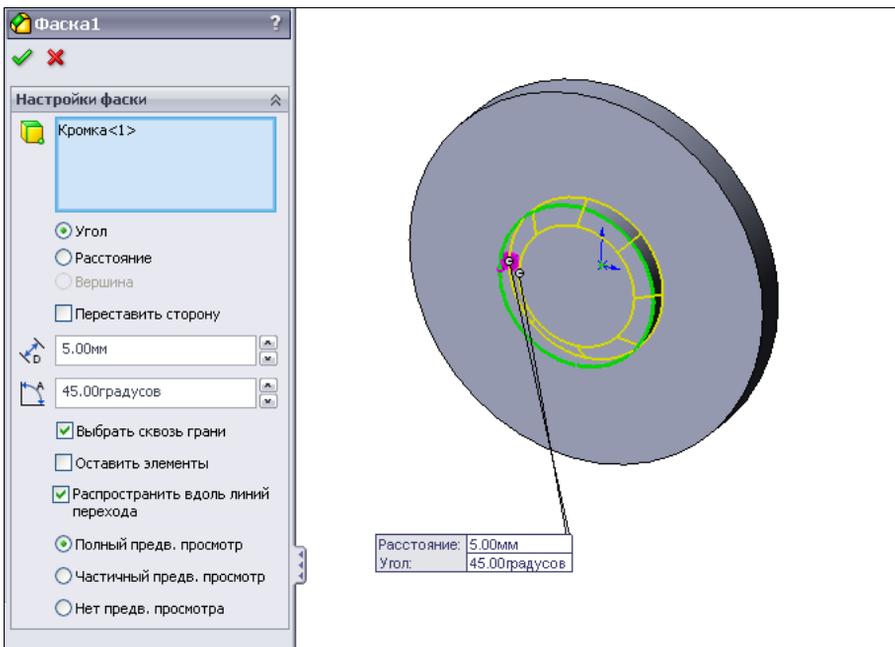


Рис. 2.42

7. Наждем кнопку **ОК** , закончив таким образом построение фаски.

8. Аналогично построим еще одну фаску размером $2 \times 45^\circ$ (рис. 2.43).

В результате работы мы построили ступенчатое основание крышки с двумя фасками (рис. 2.44).

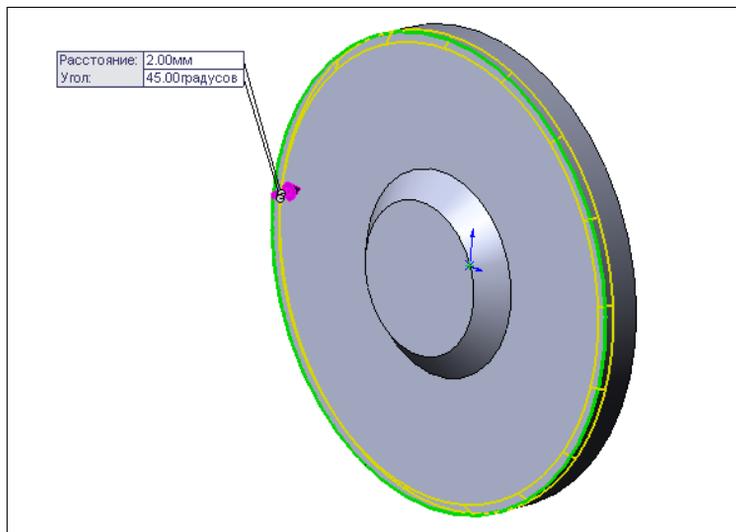


Рис. 2.43

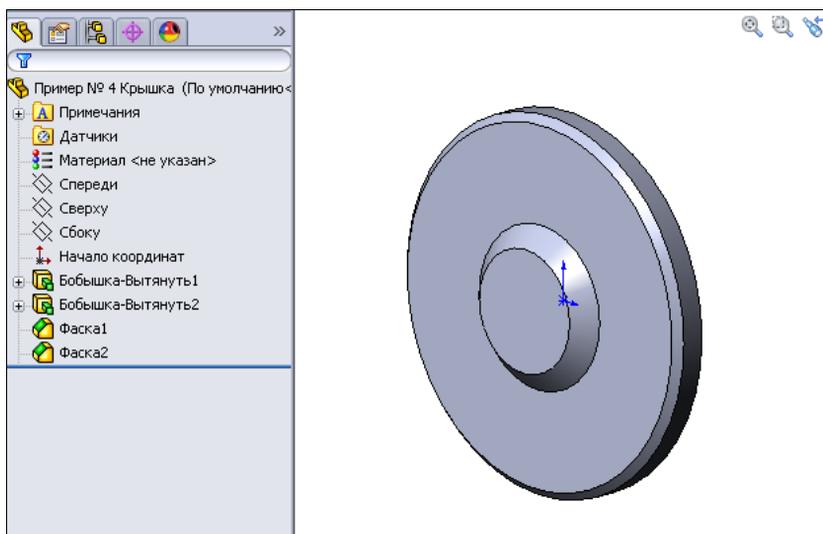


Рис. 2.44

9. Оформим вырез крышки методом поворота. Для построения эскиза выреза выберем плоскость, в которой располагается ось основания крышки. В данном случае это может быть плоскость **Сверху** или плоскость **Сбоку**. Выберем плоскость **Сбоку** и войдем в эскиз  (рис. 2.45).

10. Построим контур выреза, обязательно прорисовав ось поворота (рис. 2.46).

11. Оформим вырез, для чего активизируем команду **Повернутый вырез** нажатием одноименной кнопки  на панели инструментов **Элементы**. На экране по-

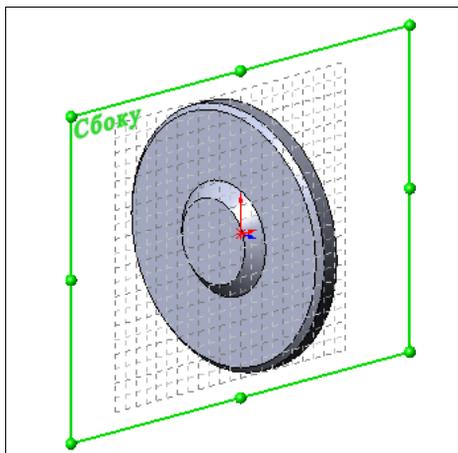


Рис. 2.45

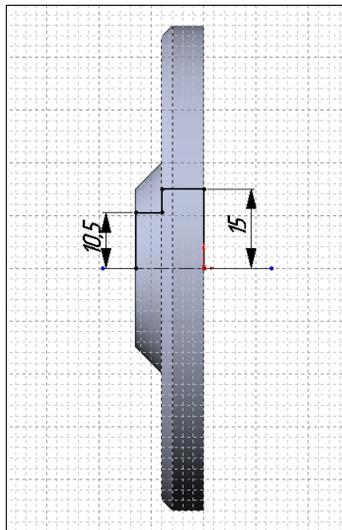


Рис. 2.46

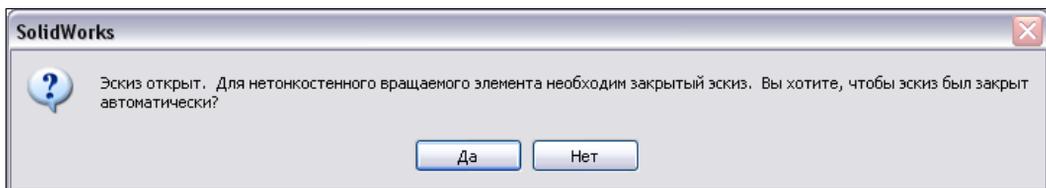


Рис. 2.47

явится сообщение, что эскиз открыт, и предложение замкнуть его автоматически. Согласимся, нажав кнопку **Да** в окне этого сообщения (рис. 2.47).

12. В окне **Вырез-Повернуть** укажем угол поворота эскиза выреза 360° (рис. 2.48).
13. Наждем кнопку **ОК** и получим основание крышки с вырезом, оформленным посредством поворота эскиза вокруг оси (рис. 2.49).

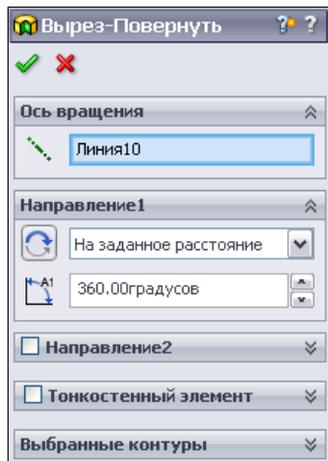


Рис. 2.48

14. Создадим в крышке четыре отверстия для ее крепления на корпусе. Для этого выберем торцевую плоскость крышки и войдем в эскиз (рис. 2.50).
15. В этом эскизе нарисуем окружность отверстия под крепеж (рис. 2.51).

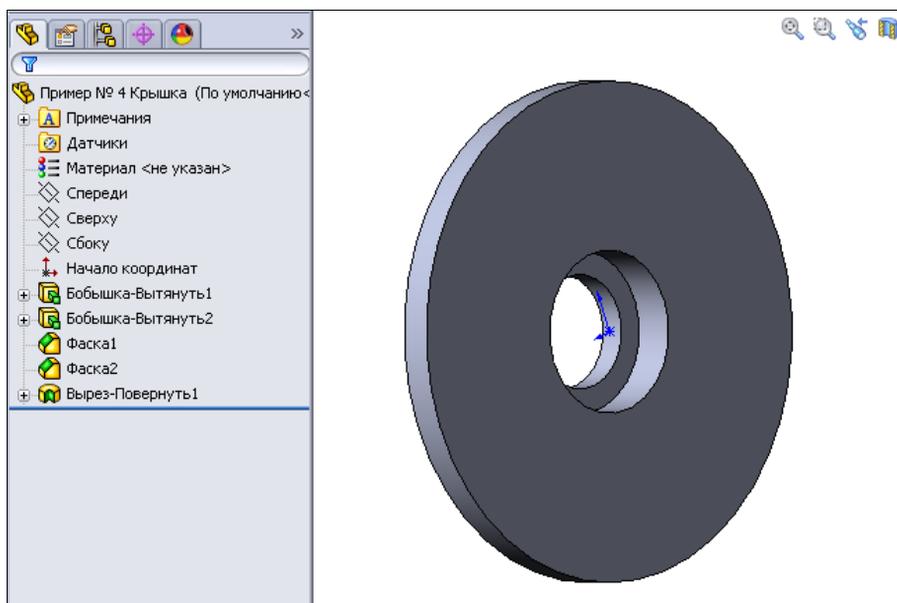


Рис. 2.49

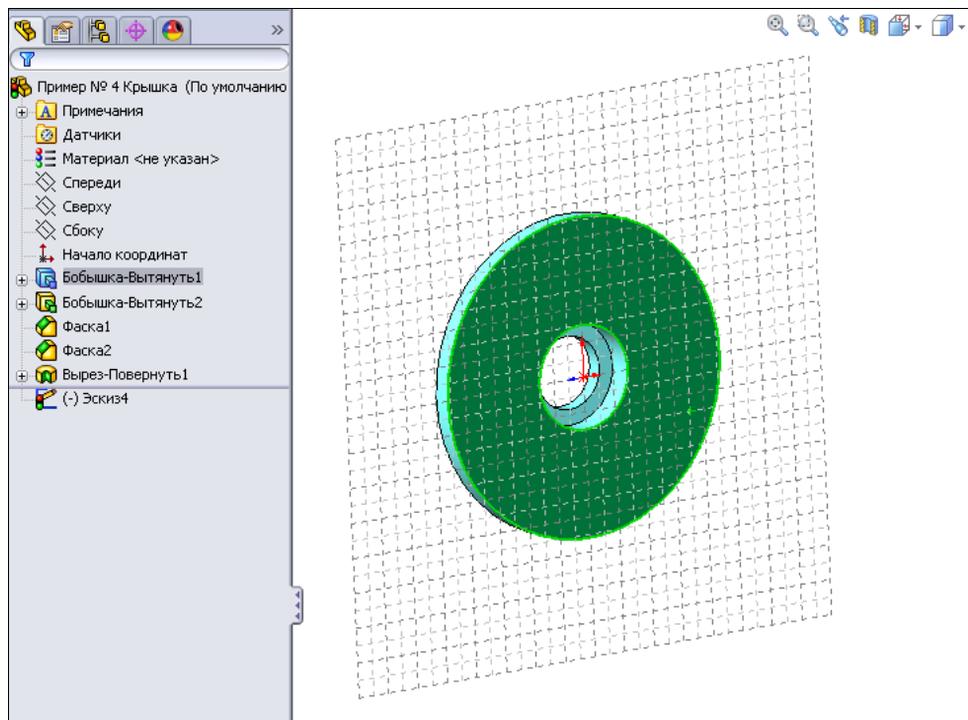


Рис. 2.50

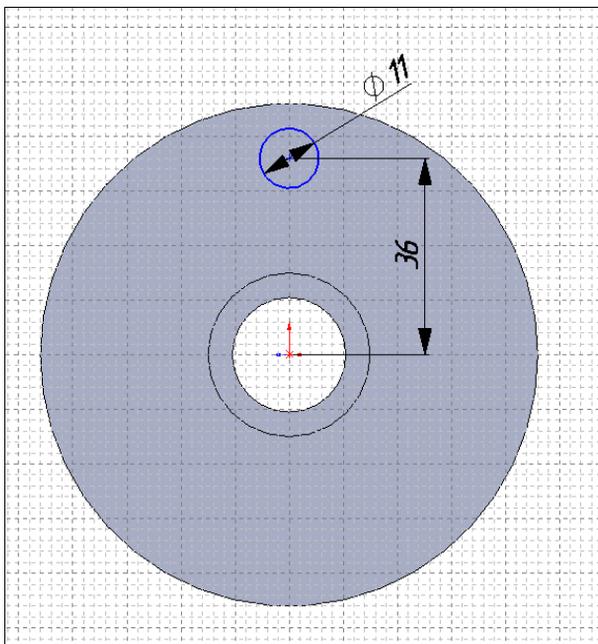


Рис. 2.51

16. На крышке должно быть четыре таких отверстия одинакового диаметра, равномерно расположенных по окружности. Построим эти отверстия за один прием, расположив их в одном эскизе. Для этого воспользуемся командой **Круговой массив эскиза**  панели инструментов **Эскиз**. В окне **Параметры** укажем центр массива (координаты $x=0$ и $y=0$), количество элементов массива — 4, радиус окружности массива — 36 мм, поставим флажок **Равный шаг** (рис. 2.52). В разделе **Объекты в массив** отметим ранее построенную окружность с диаметром 11 мм — **Дуга1** (рис. 2.52).
17. Закончим построение массива, нажав кнопку **ОК** . В результате получим эскиз отверстий под крепеж на детали Крышка (рис. 2.53).
18. Для оформления отверстий согласно спроектированному эскизу активизируем кнопку  — **Вытянутый вырез**. На экране откроется окно **Вырез-Вытянуть**, в разделе **Направление 1** выберем граничное условие — **Насквозь** (рис. 2.54).
19. Наждем кнопку **ОК** , закончив построение отверстий под крепеж и крышки в целом (рис. 2.55).

Далее перейдем к построению деталей более сложной конфигурации. Рассмотрим первый тип деталей из этого класса — трубопровод.

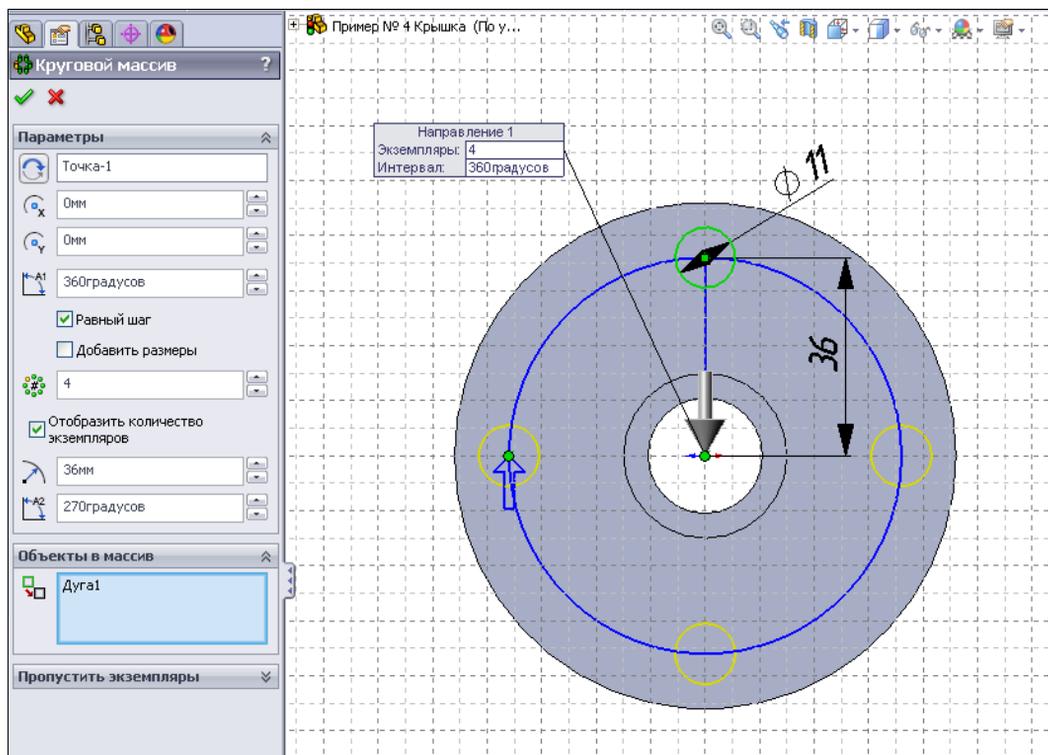


Рис. 2.52

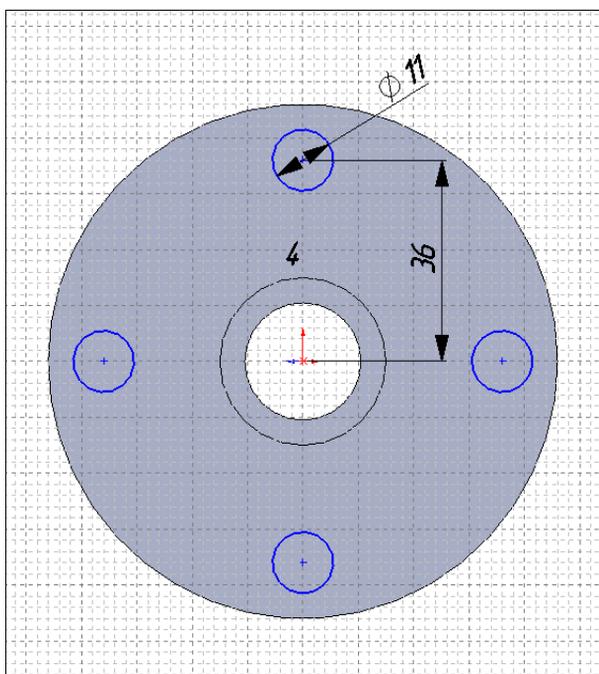


Рис. 2.53

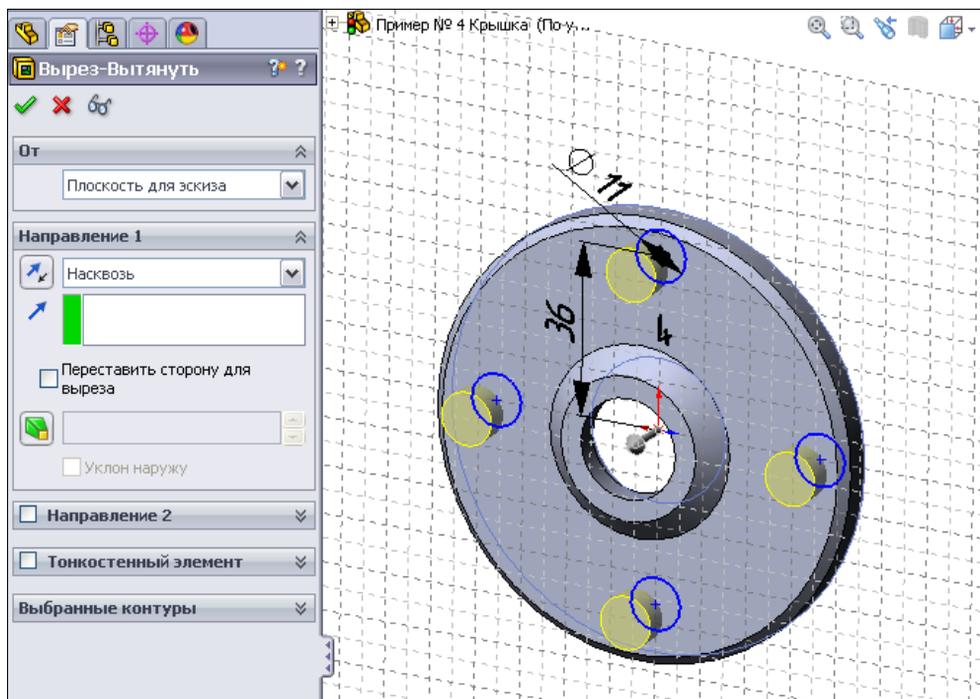


Рис. 2.54

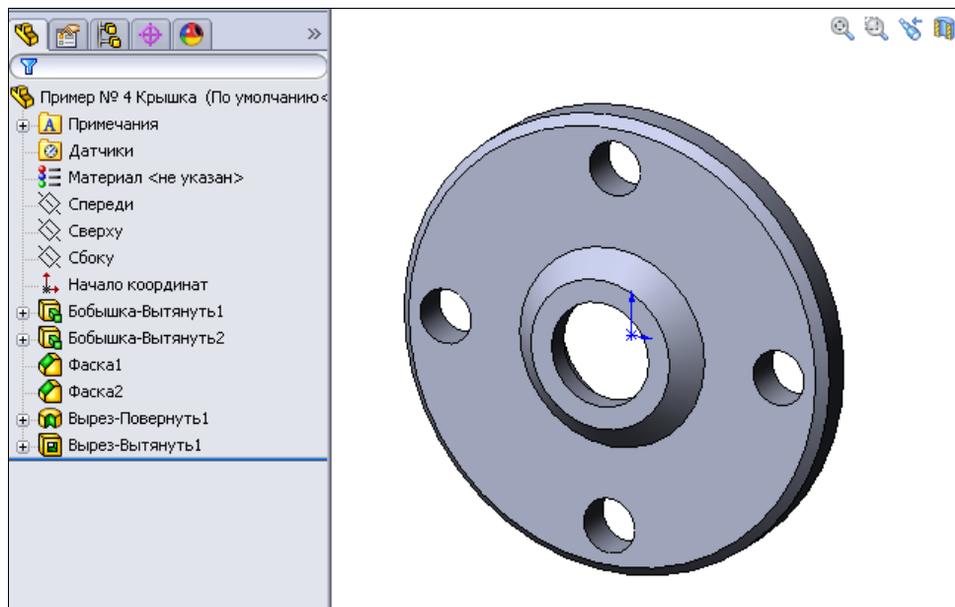


Рис. 2.55

2.4. Детали типа трубопроводов

В этом разделе речь пойдет о трехмерных моделях, которые в программе SolidWorks 2011 можно построить с использованием команды **Бобышка/основание по траектории**. Типичным примером таких деталей являются изогнутые трубы.

Пример № 5. Труба

Для построения трубы как элемента по траектории необходимо нарисовать два эскиза — замкнутый профиль, который для трубы имеет вид окружности, и эскиз траектории (линию изгиба трубы).

Нарисуем эскиз профиля трубы. Для этого в трехмерном пространстве SolidWorks 2011 выберем плоскость Спереди, войдем в эскиз и построим окружность диаметром 60 мм, которая будет представлять в дальнейшем наружный диаметр трубы (рис. 2.56).

Нажмем **ОК**  и выйдем из эскиза. Таким образом, мы создали профиль трубы.

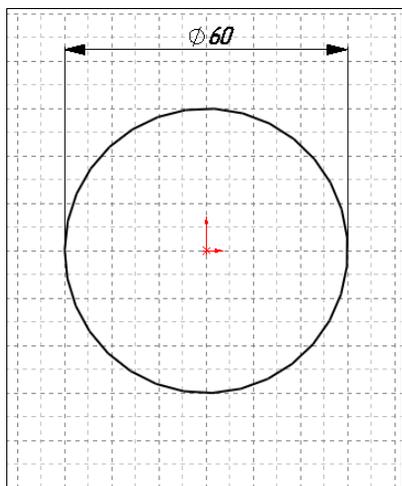


Рис. 2.56

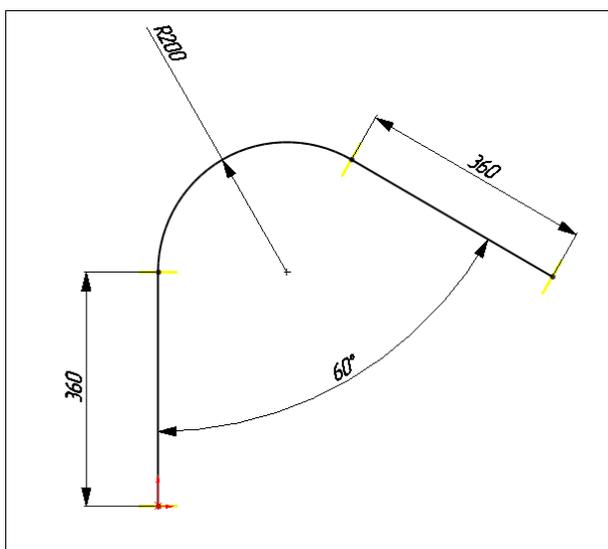


Рис. 2.57

Построим эскиз траектории, для чего выберем плоскость Сверху и войдем в режим рисования эскиза. Нарисуем траекторию трубы (рис. 2.57).

ПРИМЕЧАНИЕ

Эскиз траектории всегда строится в плоскости, расположенной под углом к плоскости профиля. Мы для этой цели выбрали плоскость Сверху, которая перпендикулярна плоскости Спереди, хотя можно выбрать и плоскость Сбоку. Кроме того, следует помнить, что траектория должна начинаться или пересекать плоскость, в которой расположен профиль.

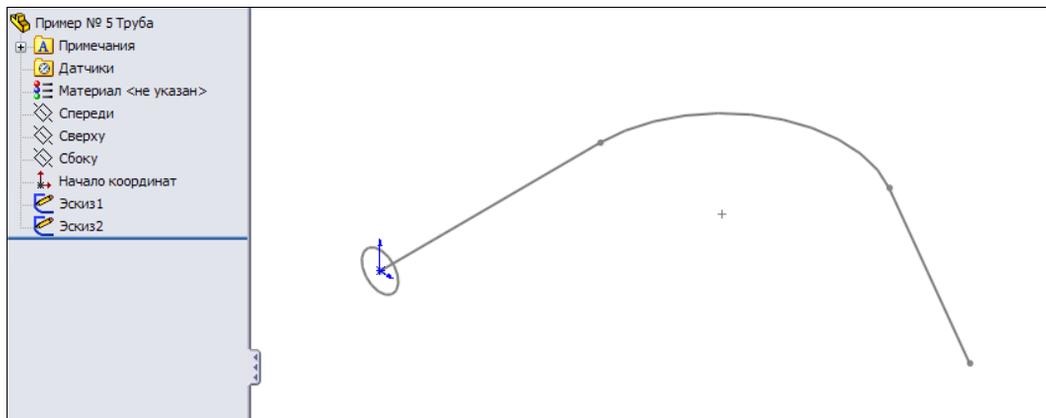


Рис. 2.58

В результате приведенных построений получилось два эскиза, которые обозначены в Дереве Конструирования как **Эскиз1** и **Эскиз2** (рис. 2.58).

Оформим трубу как вытянутую бобышку по траектории. Активизируем кнопку

— **Бобышка/основание по траектории**. На экране появится окно **По траектории**. В этом окне, в разделе **Профиль и направление**, выделим профиль **Эскиз1**, а также маршрут (направление) **Эскиз2**. Окно **Профиль** обозначено значком , а окно **Маршрут** — значком (рис. 2.59). Необходимо также указать, что деталь Труба вытягивается как тонкостенный элемент с толщиной 5 мм (рис. 2.59).

Закончим построение трубы, нажав кнопку **ОК** (рис. 2.60).

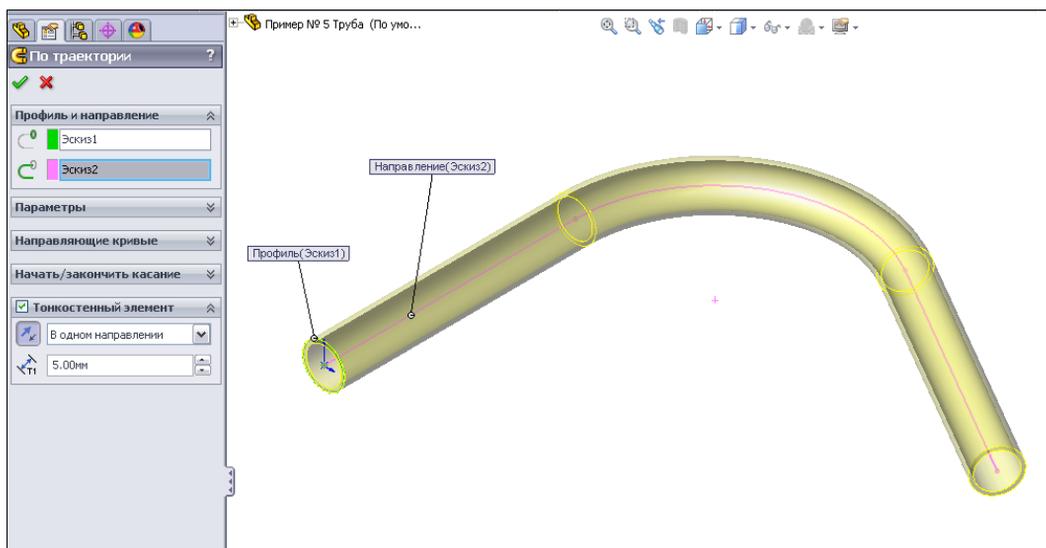


Рис. 2.59

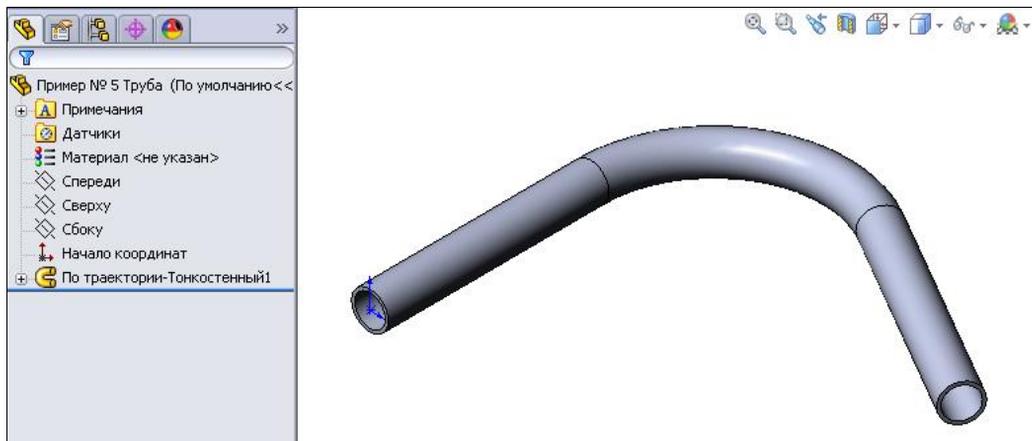


Рис. 2.60

Мы рассмотрели с вами пример построения тонкостенной детали с использованием команды **Бобышка/основание по траектории**. Таким же образом можно построить вырез по траектории.

Пример № 6. Крышка с маслоотгонной резьбой

Нарисуем крышку, на внутренней поверхности которой выполним маслоотгонную резьбу. Возьмем за основу крышку, спроектированную ранее в *Примере № 4 настоящей главы* (рис. 2.61). У исходной крышки внутреннее отверстие имеет ступенчатую конфигурацию для размещения уплотнительной манжеты. В новой крышке уплотнение осуществляется при помощи маслоотгонной резьбы, поэтому отверстие будет гладкое.

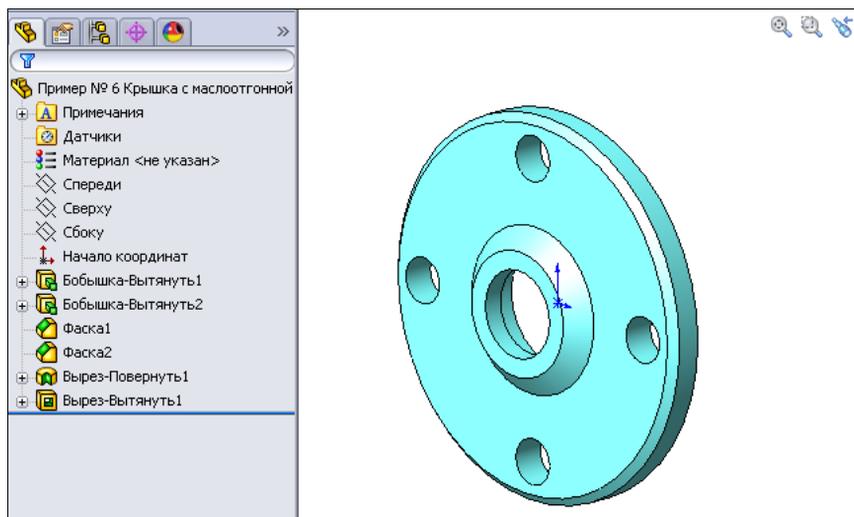


Рис. 2.61

Внесем изменения в конструкцию крышки, для чего сохраним файл под другим именем, а затем удалим в Дереве Конструирования строку **Вырез-Повернуть1** вместе с эскизом этого выреза (рис. 2.62).

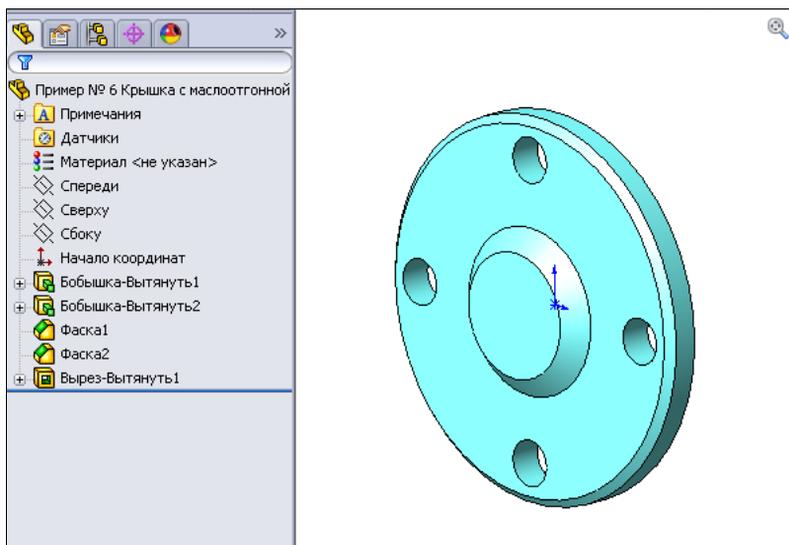


Рис. 2.62

Построим отверстие в крышке. Для этого войдем в эскиз на плоской торцевой поверхности крышки и нарисуем окружность диаметром 21 мм (рис. 2.63).

Вытянем вырез, используя кнопку  — **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы** и указав в окне **Вырез-Вытянуть** граничное условие — **Насквозь** (рис. 2.64).

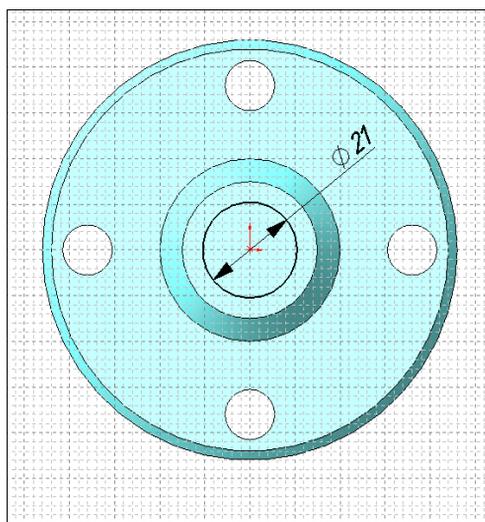


Рис. 2.63

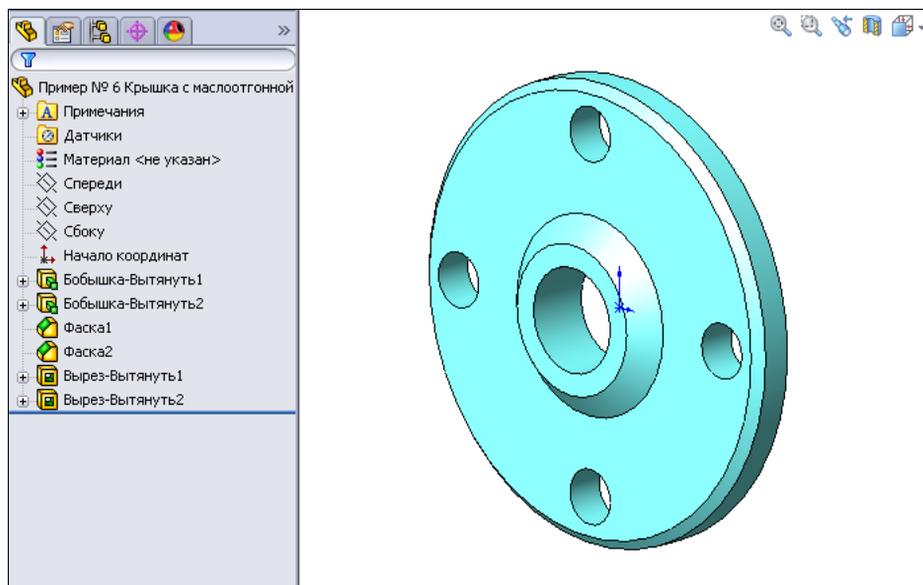


Рис. 2.64

Оформим маслоотгонную резьбу как вырез по траектории. В данном случае траектория представляет собой спираль. Как и при конструировании твердого тела по траектории, для построения выреза необходимо создать два эскиза — эскиз профиля выреза и эскиз траектории выреза. Сначала построим профиль выреза маслоотгонной резьбы. Эскиз этого профиля должен быть расположен в плоскости, совпадающей с осью крышки, поэтому для его создания выберем плоскость Сбоку и войдем в режим построения эскиза (рис. 2.65).

В этом эскизе нарисуем профиль канавки, который имеет вид прямоугольника (рис. 2.66), и выйдем из эскиза.

Нарисуем эскиз траектории — спираль, причем начало этой спирали должно располагаться внутри контура эскиза профиля. По этой причине необходимо создать вспомогательную плоскость, параллельную плоскости Спереди и отстоящую от нее на 10,5 мм. Для этого выберем курсором плоскость Спереди, а затем активизируем команду меню **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость**, в результате на экране появится окно **Плоскость** (рис. 2.67).

В этом окне укажем расстояние смещения новой параллельной плоскости — 10,5 мм. И закончим построение этой плоскости нажатием кнопки **ОК** . Новая плоскость пересекает эскиз профиля ровно посередине (рис. 2.67). В Дереве Конструирования эта плоскость получила название **Плоскость1** (рис. 2.68).

Войдем в эскиз на Плоскости1 и нарисуем окружность диаметром 21 мм (рис. 2.69). Построим спираль, обратившись к меню **Вставка | Кривая | Спираль/Плоская спираль....** Можно также воспользоваться кнопкой  — **Геликоид и спираль**, которая расположена на панели инструментов **Кривые**.

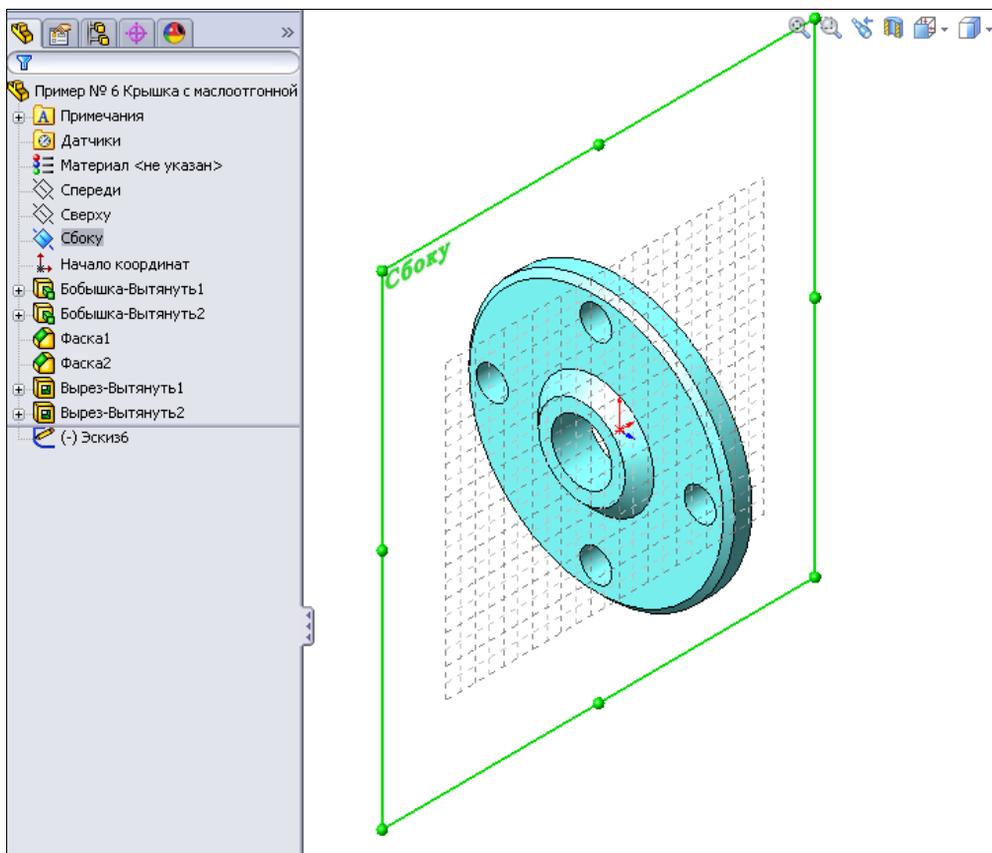


Рис. 2.65

На экране появится окно **Спираль**. В этом окне необходимо указать основные параметры спирали: шаг — 2,5 мм, поворотов — 3, начальный угол — 90° (рис. 2.70).

ПРИМЕЧАНИЕ

Все параметры спирали выбирают таким образом, чтобы ее начало пересекало контур профиля и конфигурация соответствовала форме маслоотгонной резьбы.

Закончим построение спирали, нажав

кнопку **ОК** .

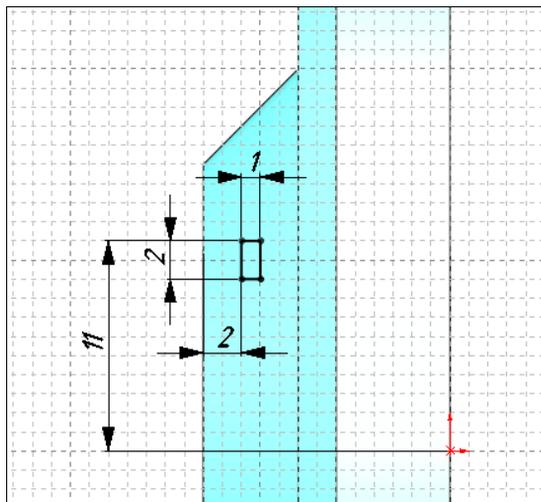


Рис. 2.66

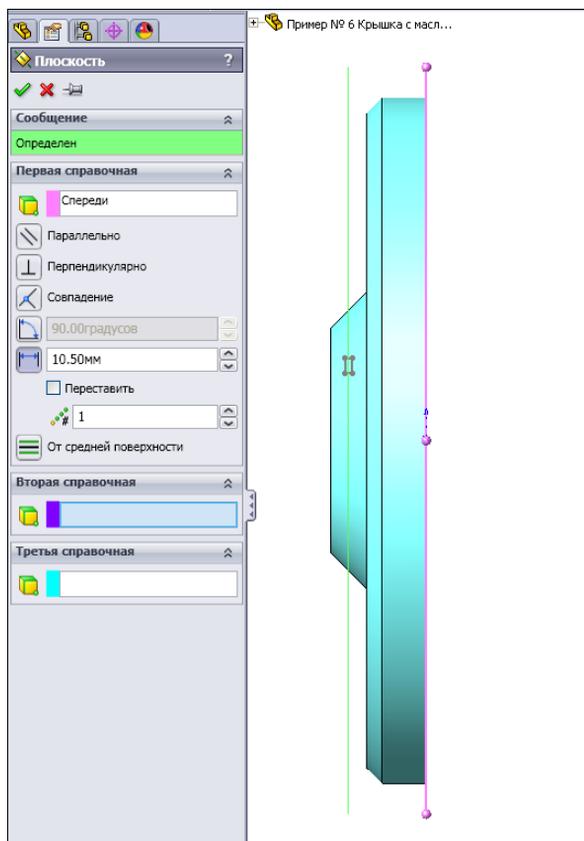


Рис. 2.67

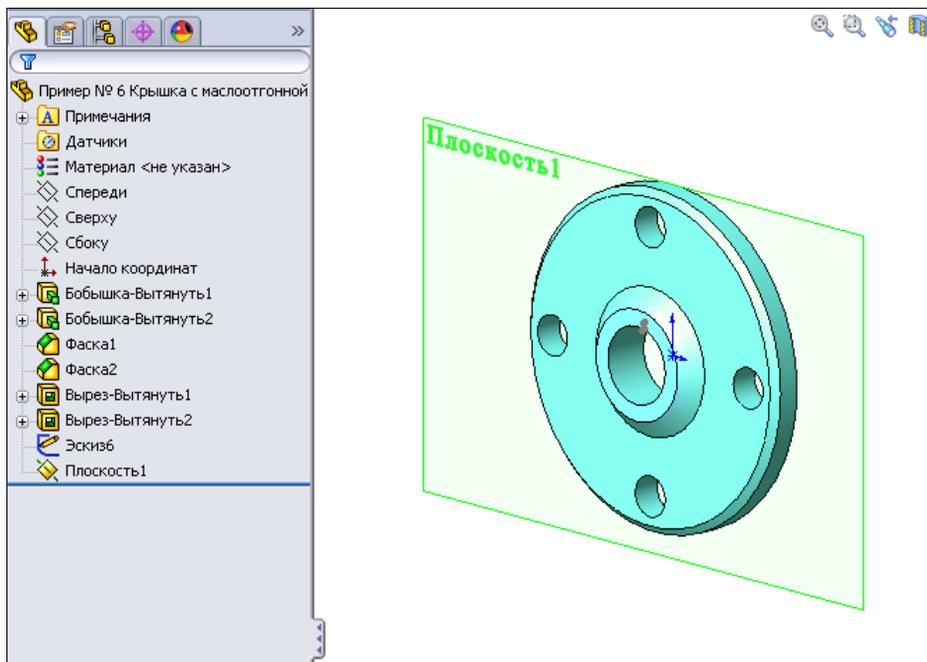


Рис. 2.68

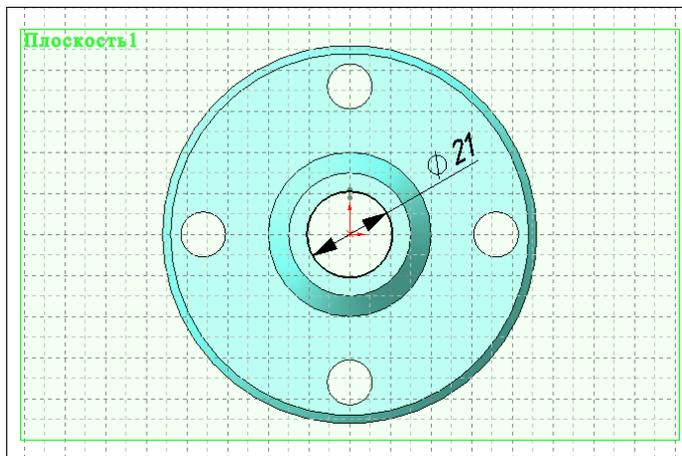


Рис. 2.69

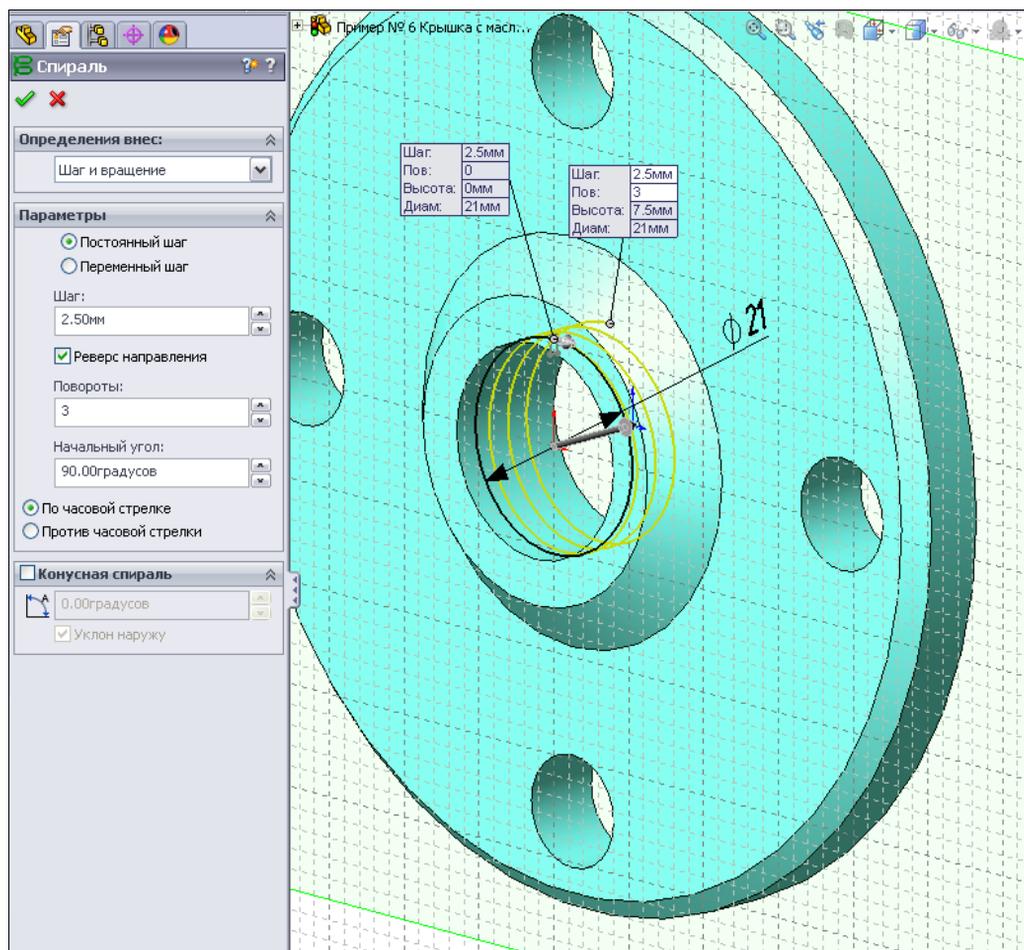


Рис. 2.70

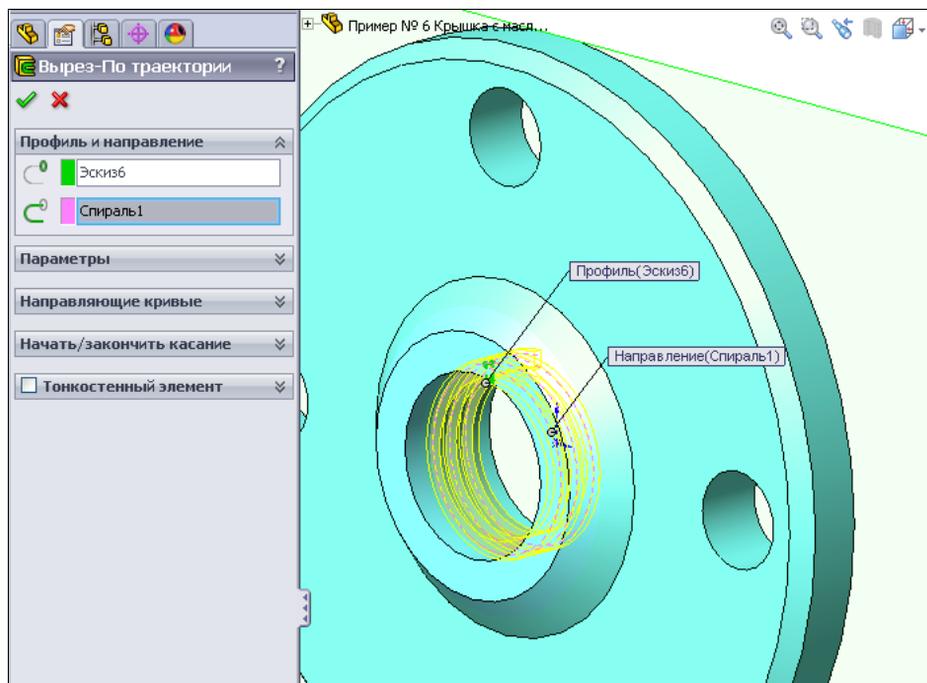


Рис. 2.71

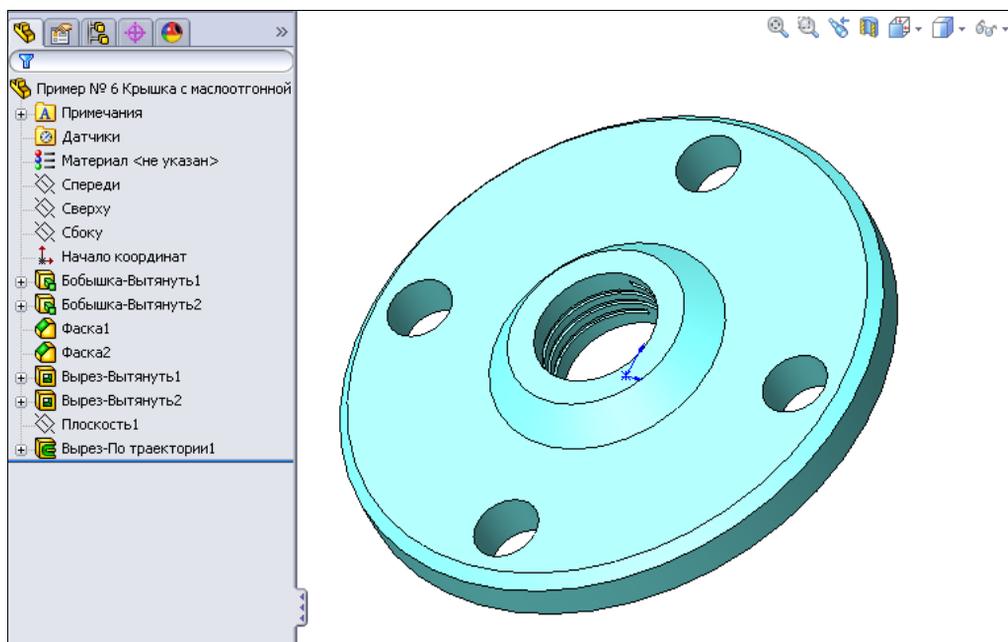


Рис. 2.72

В результате приведенных построений получилось два эскиза, которые обозначены в Дереве Конструирования как **Эскиз6** и **Спираль1**.

Оформим маслоотгонную резьбу как вырез по траектории, для этого активизируем кнопку  — **Вырез по траектории** на панели инструментов **Элементы**. На экране появится окно **Вырез-По траектории** (рис. 2.71). В этом окне, в разделе **Профиль и направление**, выделим профиль  **Эскиз6**, а также траекторию (маршрут  **Спираль1** (рис. 2.71).

Нажмем кнопку **ОК**  и получим маслоотгонную резьбу (рис. 2.72).

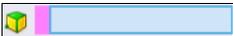
Мы рассмотрели построение в SolidWorks 2011 твердых тел и вырезов по траектории с использованием плоских и трехмерных направляющих. Перейдем к рассмотрению приемов построения деталей сложной конфигурации с использованием сечений.

2.5. Детали сложной конфигурации

В этом разделе мы расскажем о построении деталей сложной конфигурации, используя команды **Бобышка/основание по сечениям** или **Вырез по сечениям**. Как вы уже знаете, основной принцип построения элементов по сечениям заключается в плавном соединении профилей сечений, которые располагаются на различных плоскостях.

Профиль представляет собой замкнутый и непересекающийся эскиз в некоторой плоскости. Обязательное условие — плоскости с профилями должны быть расположены на некотором расстоянии друг от друга, параллельно или под углом.

В SolidWorks 2011 существует целый набор методов построения вспомогательных плоскостей. Для создания вспомогательной (справочной) плоскости необходимо нажать кнопку  — **Плоскость** панели инструментов **Справочная геометрия** или воспользоваться командой меню: **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость...** На экране Менеджера свойств откроется окно **Плоскость** (рис. 2.73).

Объекты **Первая справочная**, **Вторая справочная** и **Третья справочная**  будут использоваться для построения новой плоскости. Такими объектами могут быть плоскости Спереди, Сверху или Справа, грани, кромки или вершины твердого тела. После выбора справочных объектов предлагается задать тип сопряжения вспомогательной плоскости со справочными объектами (рис. 2.74):

- ◆  — Параллельно;
- ◆  — Перпендикулярно;
- ◆  — Совпадение;

- ◆  — Под углом;
- ◆  — На заданном расстоянии;
- ◆  — От средней поверхности;
- ◆  — Касательно;
- ◆  — **Проект** позволяет создать проекцию точечного объекта (точки, вершины или начала координат) на неплоскую поверхность и использовать эту проекцию для построения вспомогательной плоскости.

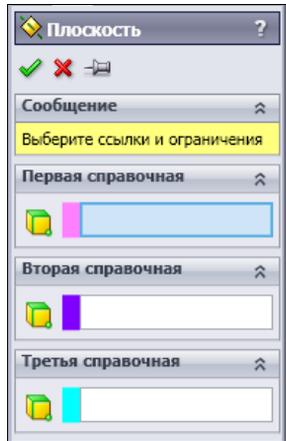


Рис. 2.73

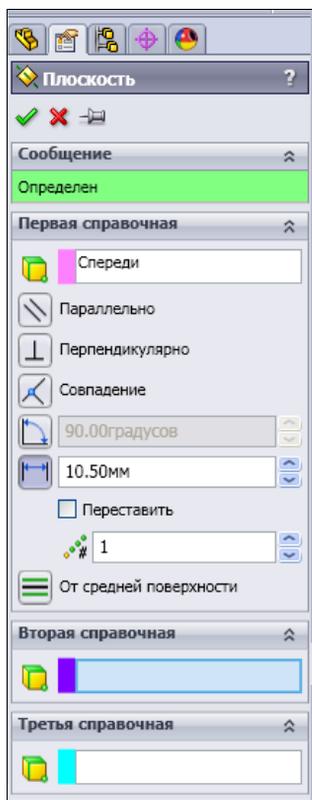


Рис. 2.74

Для создания точной формы элемента по сечениям можно использовать направляющую кривую. В общем случае при построении направляющей кривой необходимо 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 элементы, кромки объектов и любые другие кривые;
- ♦ направляющих может быть несколько.

Если направляющая кривая не пересекает профили, необходимо применять взаимосвязи **Совпадение** или **Точка пронзания**.

В том случае, если направляющая кривая отсутствует, ее роль выполняет виртуальная кривая, которая получается при соединении профилей друг с другом во время построения элемента по сечениям.

В качестве направляющей также может выступать осевая линия, проходящая через середину сечений и не касающаяся их контуров.

Перейдем к конкретным примерам. Рассмотрим построение детали Патрубок.

Пример № 7. Патрубок

Патрубок строится на основе двух профилей, которые соединяются между собой при помощи направляющей осевой линии. Для оформления патрубка необходимо создать два профиля в разных плоскостях и одну направляющую.

1. Откроем трехмерное пространство SolidWorks 2011, выберем плоскость Спереди и войдем в эскиз. Нарисуем эскиз левого конца патрубка (рис. 2.75). Этот эскиз в Дереве Конструирования обозначится как **Эскиз1**.

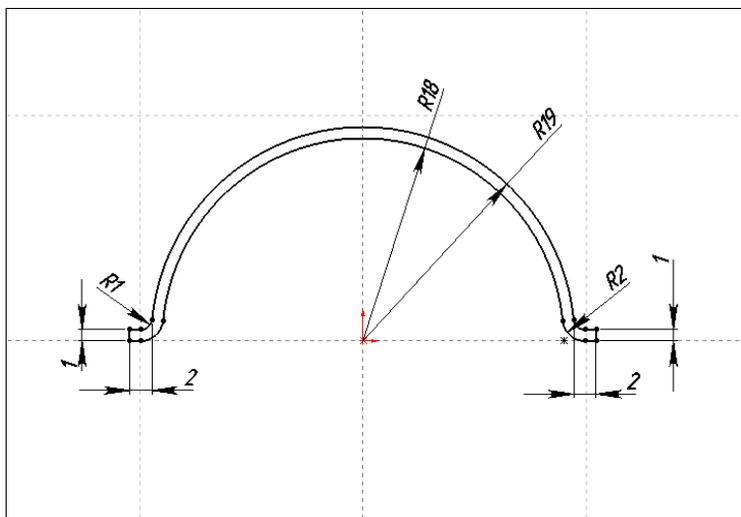


Рис. 2.75

2. Вытянем этот эскиз на 30 мм, используя команду  — **Вытянутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы** (рис. 2.76).

В результате создана вытянутая бобышка, а в Дереве Конструирования появилась строка **Бобышка-Вытянуты1**.

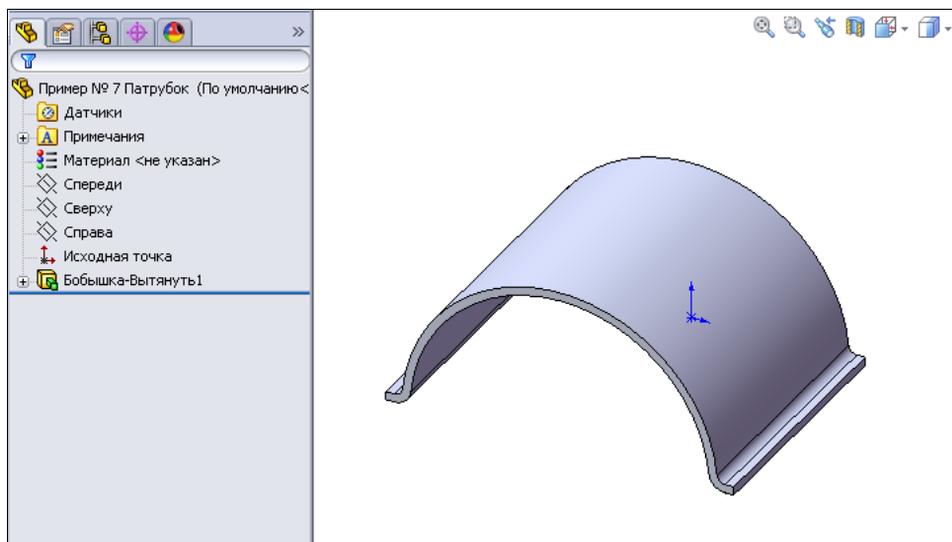


Рис. 2.76

3. Теперь построим направляющую кривую: в плоскости Сверху (перпендикулярной плоскости Эскиза1) нарисуем дугу радиусом 132 мм (рис. 2.77).

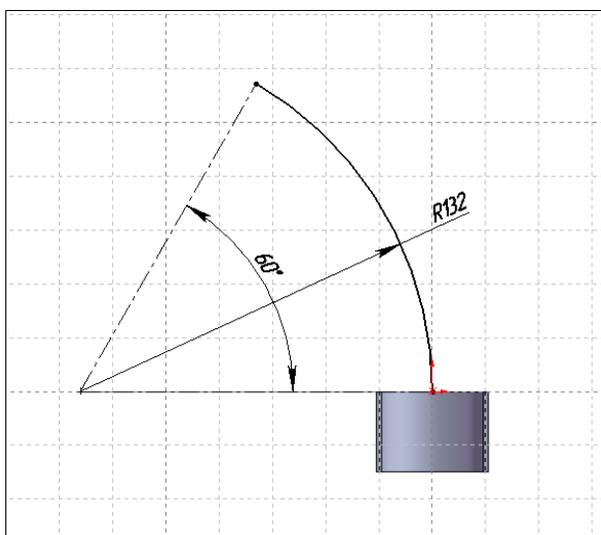


Рис. 2.77

ПРИМЕЧАНИЕ

В отличие от обычной направляющей, осевая направляющая не должна пересекаться или сопригаться с контурами сечений.

4. Создадим вспомогательную плоскость для построения второго профиля под углом 60° к плоскости Спереди и перпендикулярно направляющей кривой. Активируем команду **Плоскость**  на панели инструментов **Справочная гео-**

метрия или воспользуемся командой меню: **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость**. В разделе **Первая справочная** зададим конечную точку направляющей кривой, через которую будет проходить новая плоскость — Точка11@Эскиз2, а также выберем тип сопряжения — **Совпадение**. В разделе **Вторая справочная** укажем направляющую кривую — Дуга4@Эскиз2, тип сопряжения — **Перпендикулярно** (рис. 2.78).

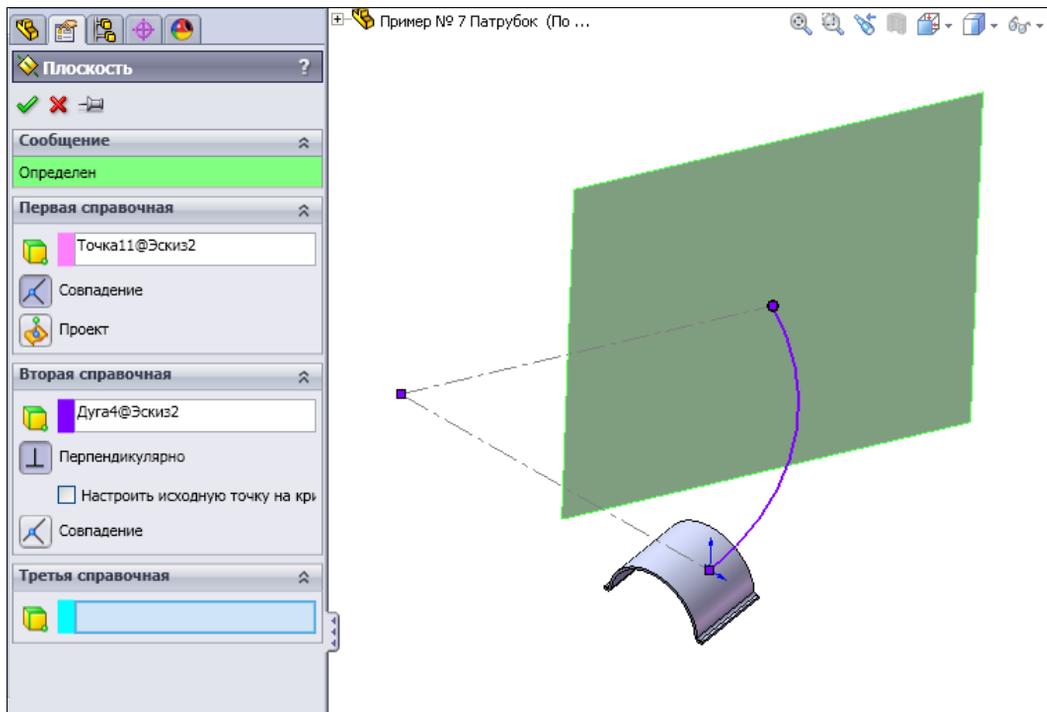


Рис. 2.78

Нажмем кнопку **ОК**  — и на экране, а также в Дереве Конструирования появится новая справочная **Плоскость1**.

5. Построим второе сечение патрубка, для чего выберем **Плоскость1** и нарисуем эскиз второго профиля детали (рис. 2.79).

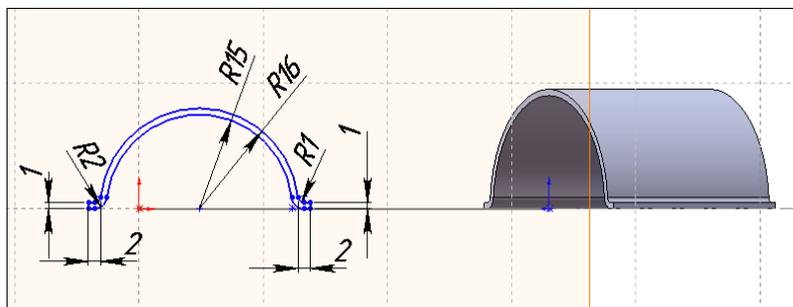


Рис. 2.79

Для оформления патрубка как элемента по сечениям необходимо плавно соединить между собой Эскиз1 и Эскиз3, используя направляющую кривую — Эскиз2.

6. Построим элемент по сечениям, для чего на панели инструментов **Элементы** активируем кнопку  — **Бобышка/основание по сечениям**. На экране появится окно **По сечениям** (рис. 2.80). В разделе **Выбор** отметим профили **Эскиз1** и **Эскиз3**, а в разделе **Настройки осевой линии** укажем направляющую осевую — **Эскиз2** (рис. 2.80).

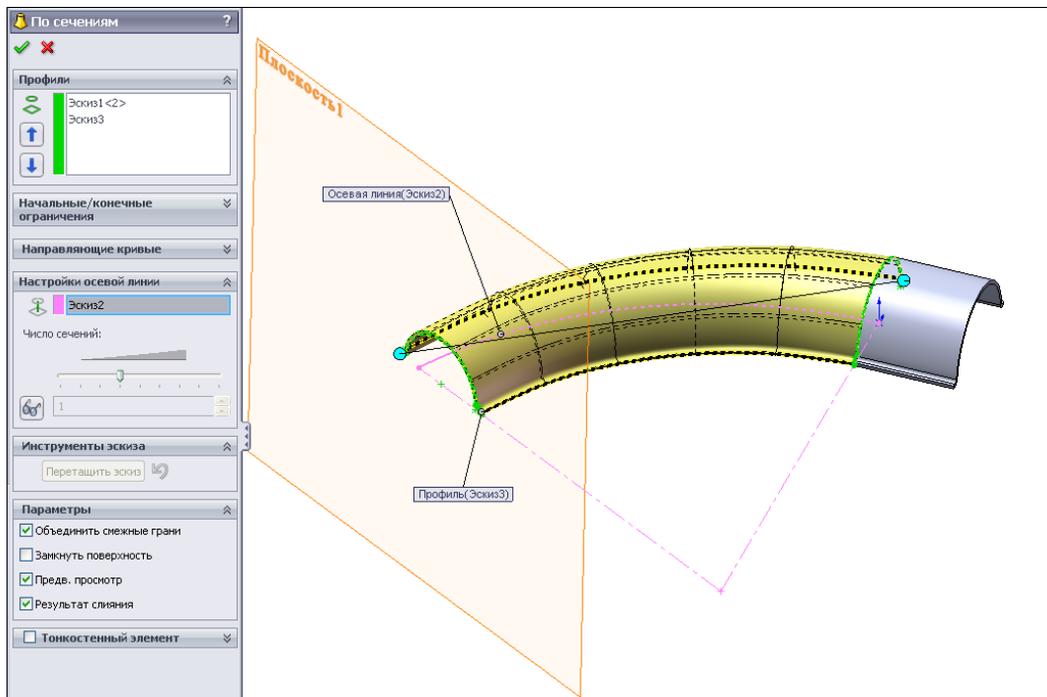


Рис. 2.80

ПРИМЕЧАНИЕ

В окне настроек **По сечениям** можно указывать не только профили и направляющие для построения элемента по сечениям, но и тип сопряжения этого элемента и профилей. В разделе **Начальные/конечные ограничения** (рис. 2.80) из выпадающего списка можно выбрать тип ограничения (сопряжения) создаваемого элемента по сечениям с начальным и конечным профилем.

7. Нажмем кнопку **ОК** , закончив построение патрубка (рис. 2.81).

Действуя аналогичным образом, в SolidWorks 2011 можно построить вырез по сечениям.

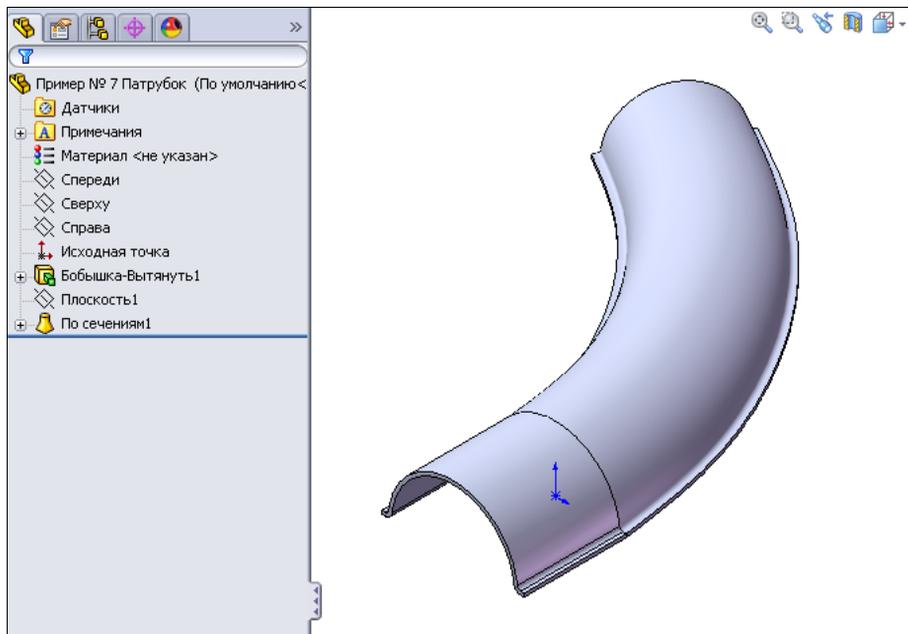


Рис. 2.81

Пример № 8. Проставка

Деталь Проставка представляет собой плоскую призму с круглыми отверстиями и вырезом по сечениям.

1. Построим основу проставки на плоскости Спереди. Нарисуем эскиз основания проставки (рис. 2.82).

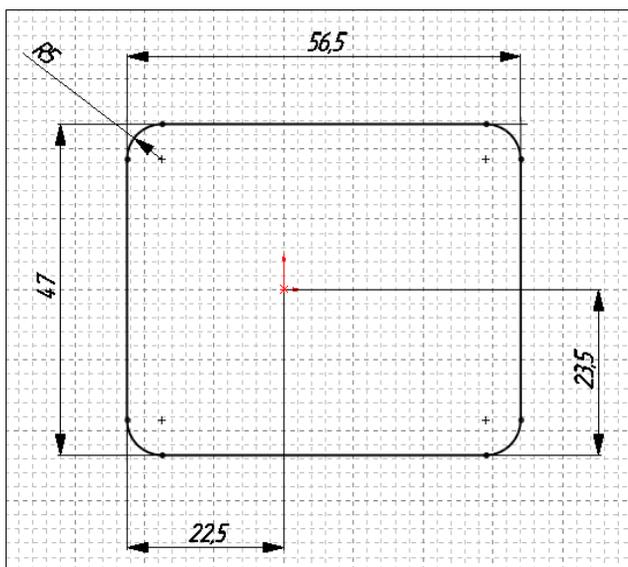


Рис. 2.82

- Вытянем этот эскиз на 16 мм, для чего активизируем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы** и в окне **Вытянуть** укажем глубину вытягивания (рис. 2.83).

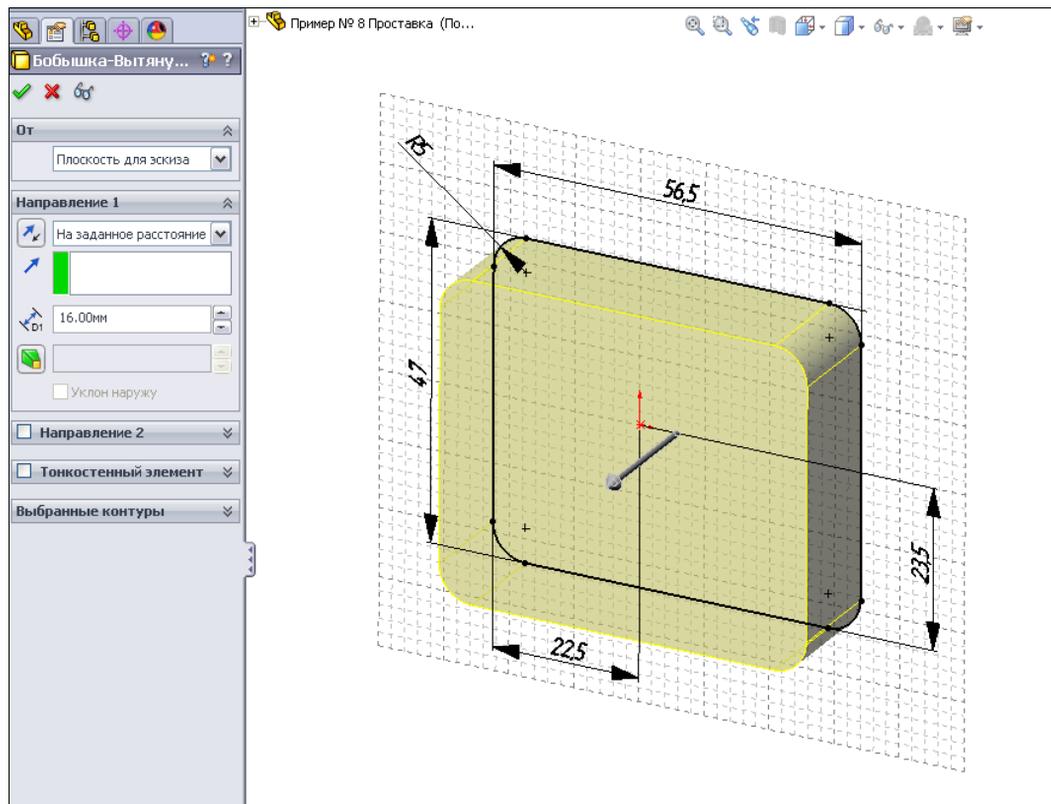


Рис. 2.83

- Нажмем кнопку **ОК** . В результате будет построено прямоугольное основание проставки (рис. 2.84).
- Оформим вырез по сечениям на параллельных плоских гранях основания проставки. Нарисуем первое сечение выреза: выберем грань проставки и нарисуем эскиз — окружность диаметром 20 мм (рис. 2.85).
- Выйдем из эскиза, нажав кнопку **ОК** .
- Построим профиль второго сечения выреза. Для этого выберем противоположную плоскость основания, войдем в эскиз и нарисуем эскиз профиля (рис. 2.86).

В результате получилось основание проставки, на параллельных гранях которой созданы эскизы выреза по сечениям — **Эскиз2** и **Эскиз3** (рис. 2.87).

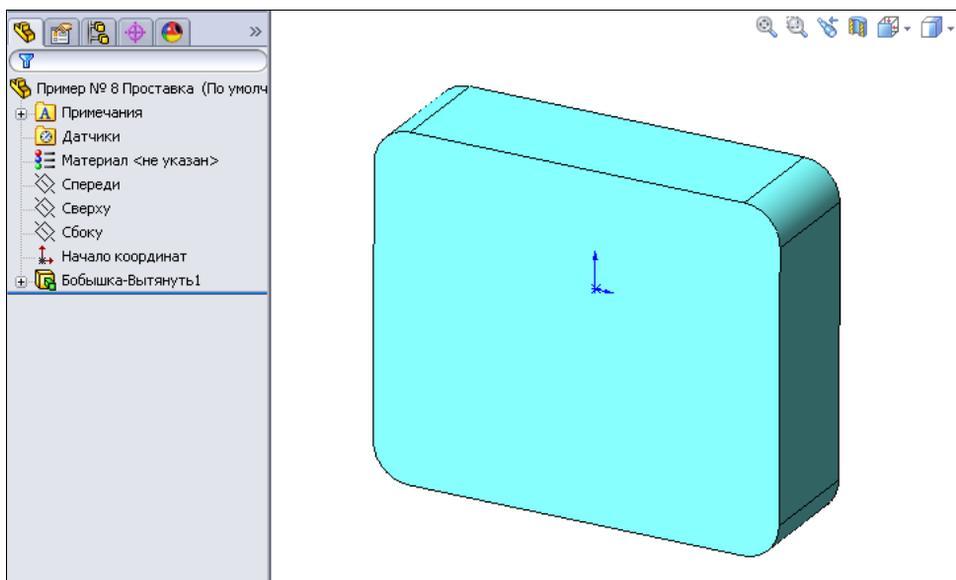


Рис. 2.84

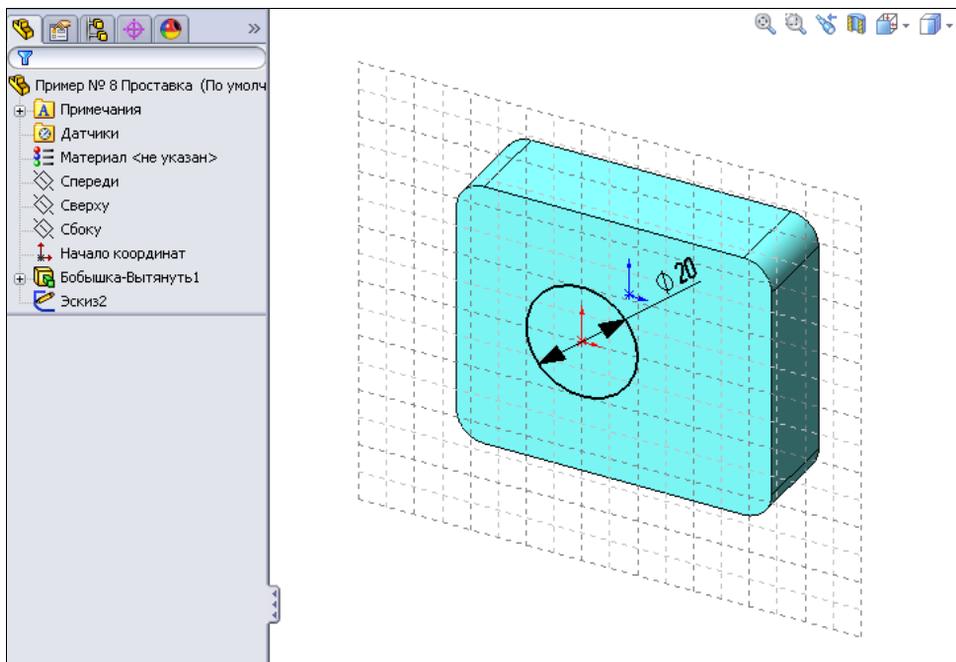


Рис. 2.85

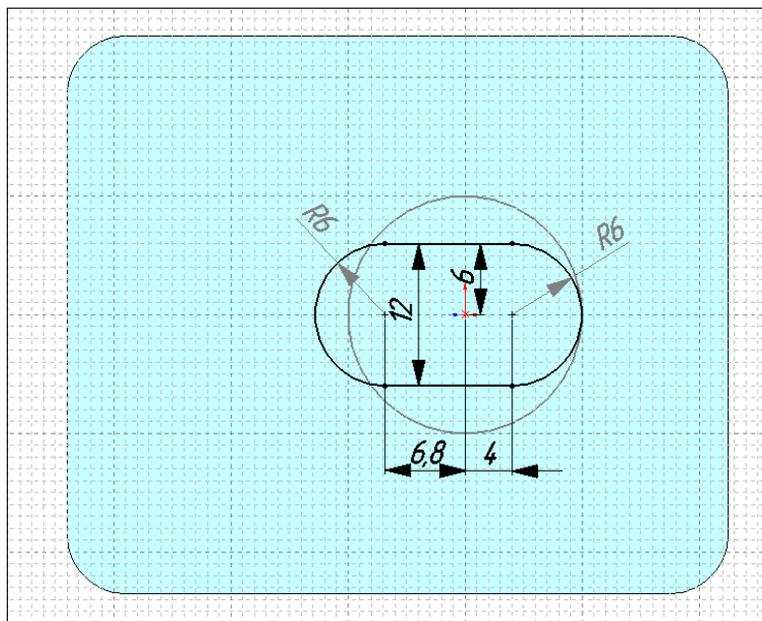


Рис. 2.86

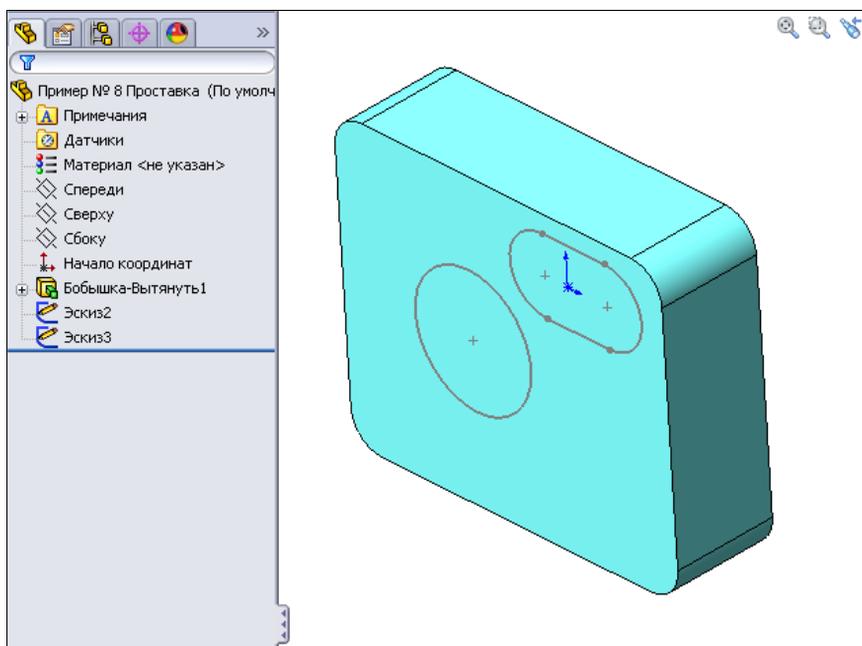


Рис. 2.87

7. Теперь оформим вырез по сечениям. Для этого активизируем кнопку  — **Вырез по сечениям** на панели инструментов **Элементы**, в появившемся окне **Вырез-По сечениям** в разделе **Профили** укажем оба эскиза — **Эскиз2** и **Эскиз3** (рис. 2.88).

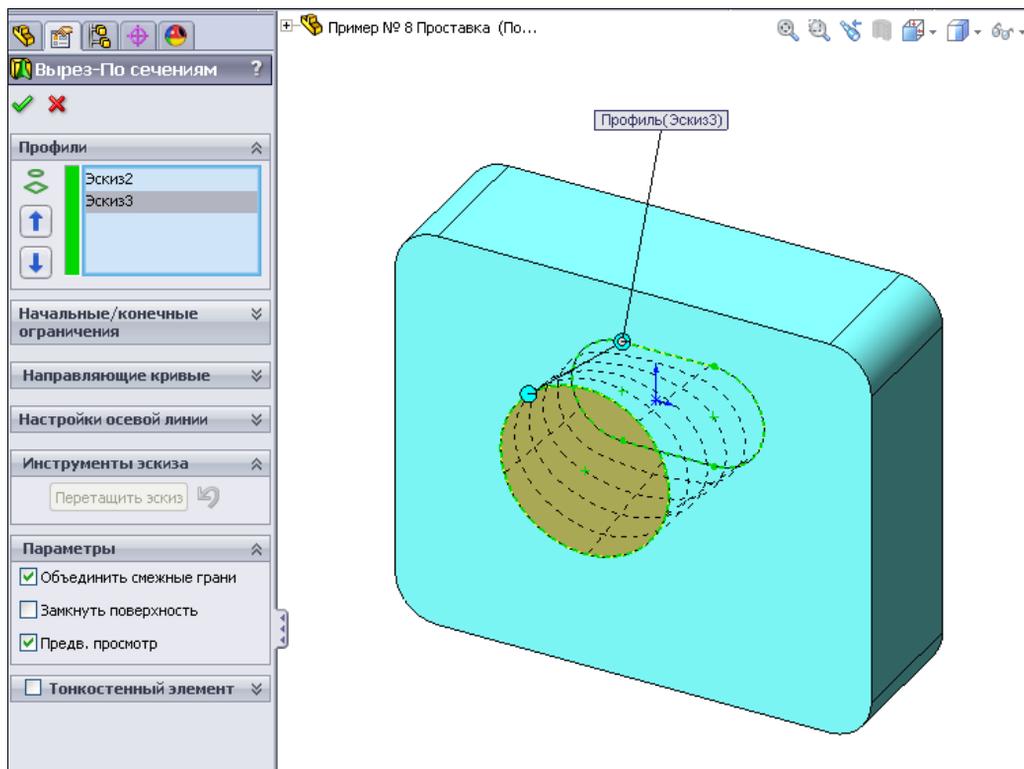


Рис. 2.88

8. Закончим построение выреза по сечениям, нажав кнопку **ОК** . Получим модель проставки с вырезом на основе двух профилей сечений (рис. 2.89).
9. Оформим последний элемент детали Проставка — три простых круглых отверстия. Для этого выберем плоскую грань основания, войдем в режим рисования эскиза и построим эскизы отверстий (рис. 2.90).
10. Оформим отверстия при помощи команды  — **Вытянутый вырез** (рис. 2.91).
В результате у нас построена деталь Проставка с вырезом по сечениям.

В этом разделе были рассмотрены способы создания сложных элементов деталей на основе профилей сечений. Следующий раздел главы посвятим деталям сложной конфигурации, которые оформляются с помощью вспомогательных поверхностей.

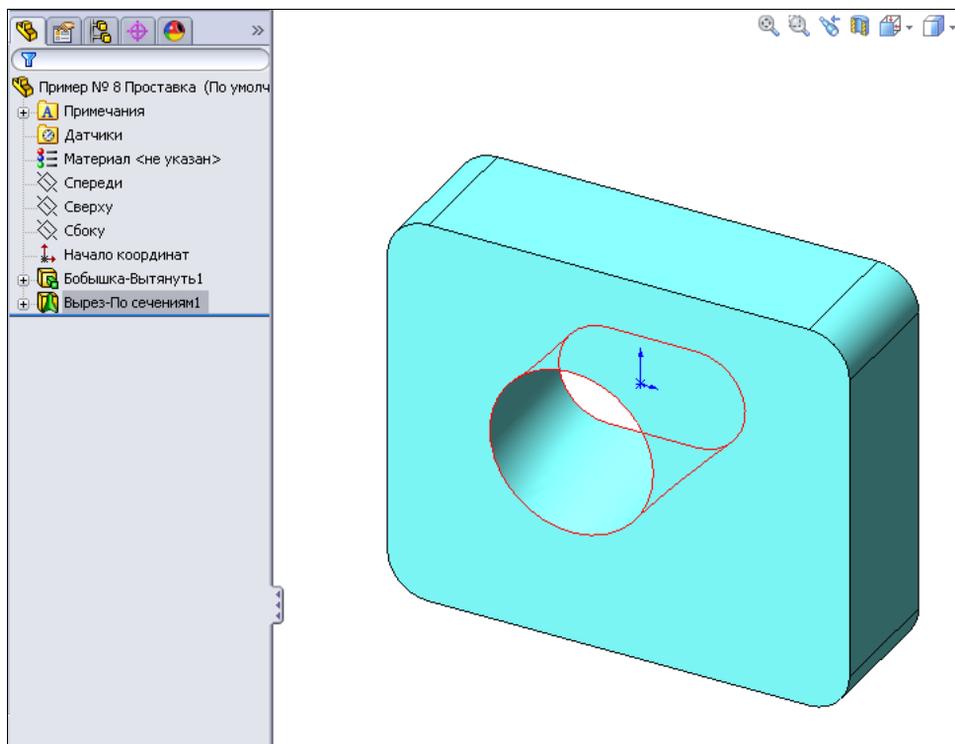


Рис. 2.89

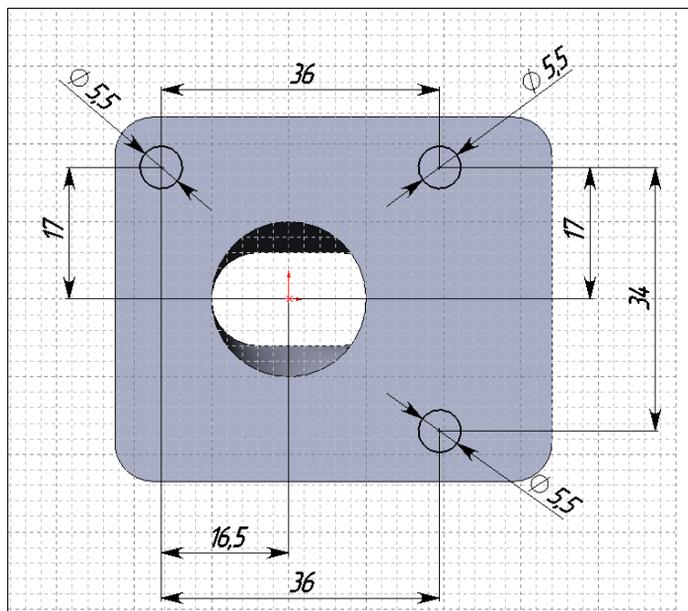


Рис. 2.90

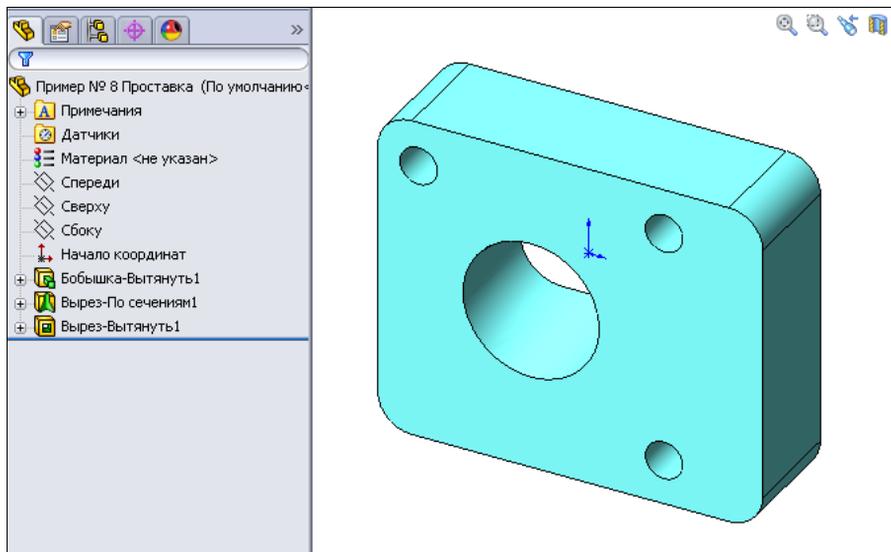


Рис. 2.91

2.6. Детали на основе поверхностей

Прежде чем начать разговор о деталях на основе поверхностей, определимся с тем, что представляют собой поверхности и как они строятся.

Поверхность — это элемент нулевой толщины, играющий вспомогательную роль при построении твердого тела и не отображающийся на чертеже детали.

Построить поверхность можно методом простого вытягивания, поворотом контура вокруг оси, а также создать как элемент по траектории или по сечениям. Ее можно удлинить, отсечь, скруглить, починить (заполнить), сшить и т. д. Все перечисленные команды находятся на панели инструментов **Поверхности**. Для того чтобы поместить эту панель на экран, необходимо обратиться к меню **Инструменты | Настройка | Панели инструментов** и установить флажок **Поверхности**.

В SolidWorks 2011 представлены два основных метода построения деталей на базе поверхностей: методом вытягивания эскиза до поверхности и методом утолщения поверхности.

Рассмотрим на конкретных примерах различные способы конструирования и изменения поверхностей, а также приемы проектирования с их помощью деталей. Выберем в качестве примера довольно сложную деталь — корпус редуктора.

Пример № 9. Корпус редуктора

Корпус редуктора является симметричной деталью с двумя осями симметрии. По этой причине нет необходимости строить корпус целиком. Мы спроектируем лишь четверть корпуса, которую затем, для получения цельной детали, скопируем при помощи команды **Зеркальное отражение** (окончательное построение см. в разд. 2.7).

Порядок построения корпуса будет следующим: сначала создадим набор отдельных элементарных соприкасающихся поверхностей, затем сошьем поверхности между собой, а потом построим твердое тело, придав этим поверхностям толщину.

1. Выберем в Дереве Конструирования плоскость Спереди и нарисуем эскиз первой поверхности (рис. 2.92).

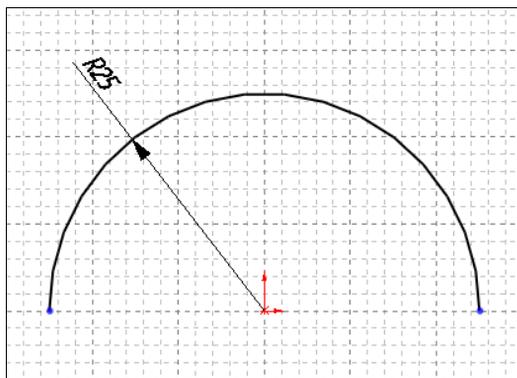


Рис. 2.92

ПРИМЕЧАНИЕ

Эскиз для построения поверхностей, в отличие от твердых тел, может быть как замкнутым, так и незамкнутым контуром.

2. Активируем кнопку  — **Вытянутая поверхность**, которая находится на панели инструментов **Поверхность**. В появившемся окне настроек **Поверхность-Вытянуть** укажем глубину вытягивания — 15 мм (рис. 2.93).

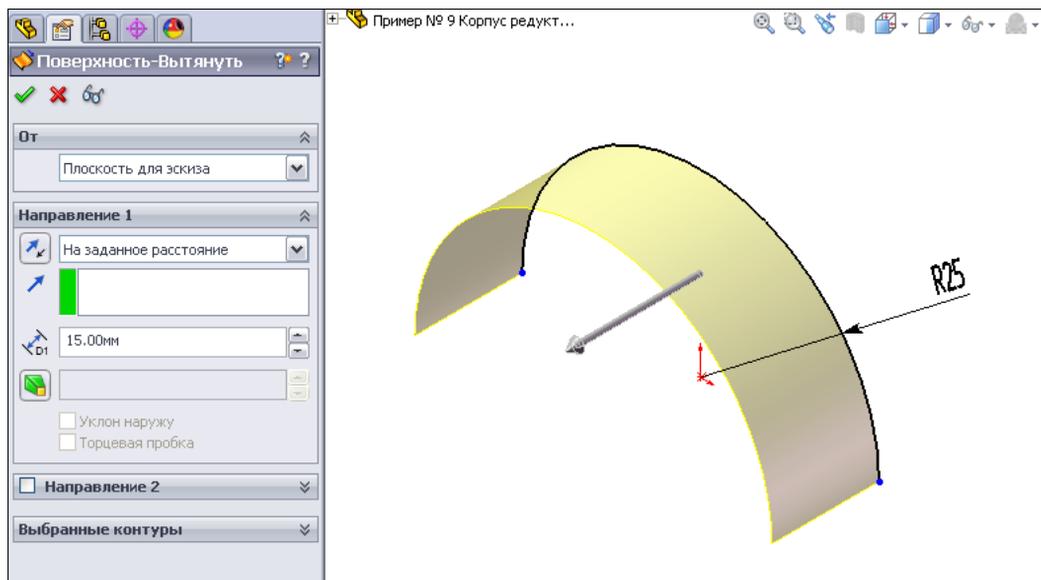


Рис. 2.93

3. Закончим построение первой поверхности в форме полукольца, нажав кнопку **OK** . В Дереве Конструирования она обозначится как элемент **Поверхность-Вытянуть1** (рис. 2.94).

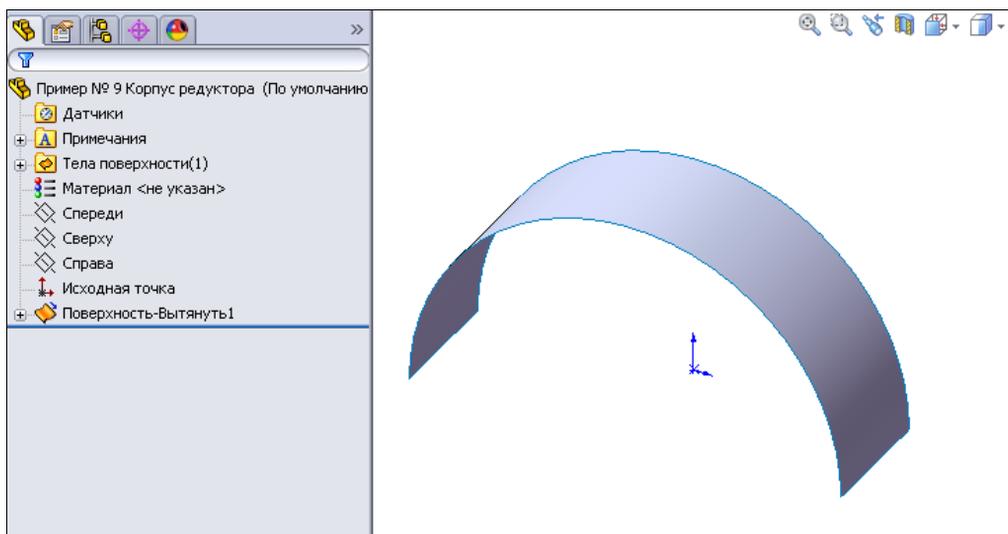


Рис. 2.94

4. Построим вторую поверхность: выберем снова плоскость **Спереди** и создадим эскиз второй поверхности (рис. 2.95).

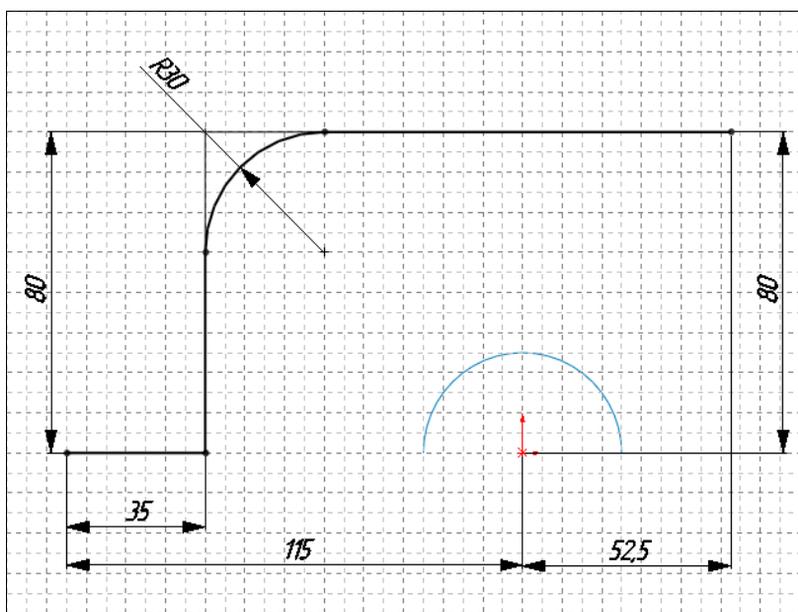


Рис. 2.95

5. Вытянем этот эскиз на 61 мм. Активируем кнопку  — **Вытянутая поверхность**, на панели инструментов **Поверхность** и в окне **Поверхность-Вытянуть** укажем параметры вытягивания (рис. 2.96).

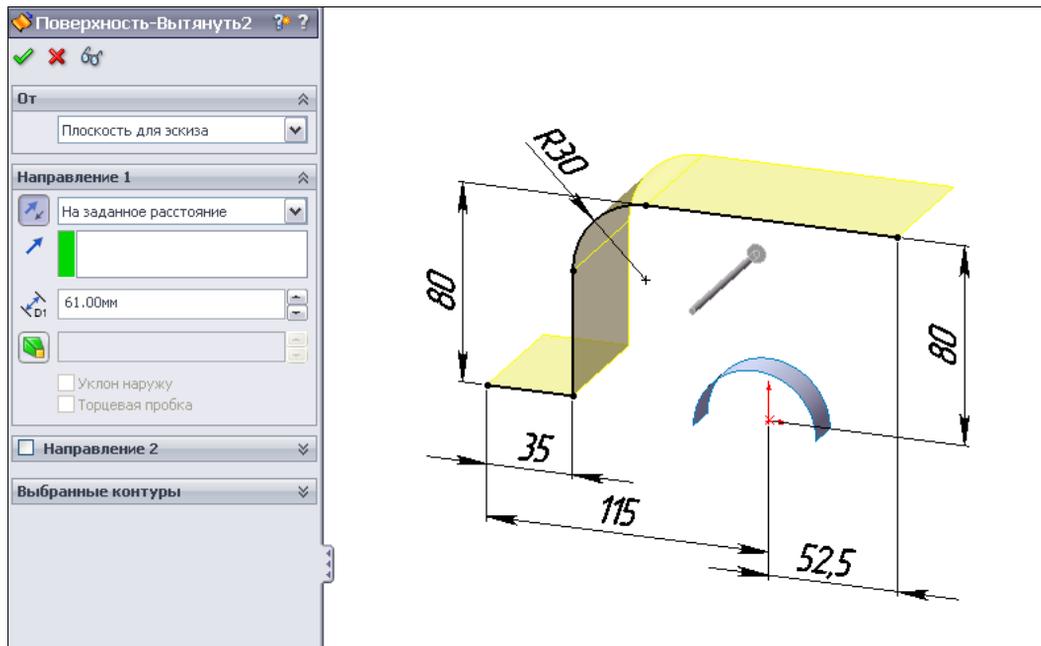


Рис. 2.96

ПРИМЕЧАНИЕ

Вытягивание второй поверхности производим в противоположную сторону.

6. Построим третью поверхность, которая будет соединять между собой две первые. Для этого также выберем плоскость Спереди и создадим эскиз третьей поверхности в виде описанного прямоугольника Эскиза2 (рис. 2.97).

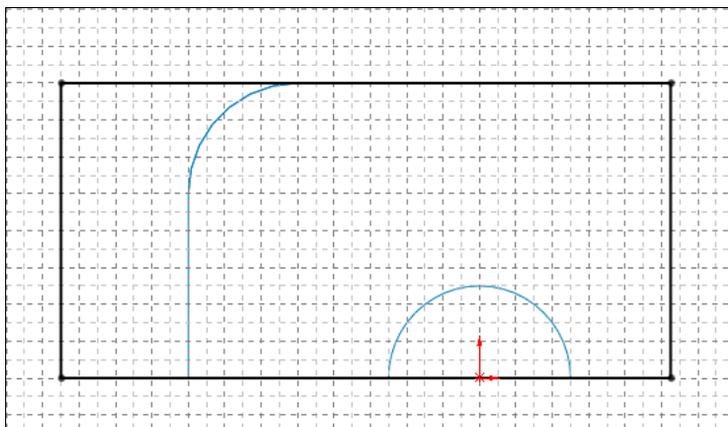


Рис. 2.97

ПРИМЕЧАНИЕ

Для сопряжения можно использовать команду  — **Добавить взаимосвязь** и тип взаимосвязи точек Эскиза2 и Эскиза3 — **Совпадение**.

7. Активизируем команду  — **Плоская поверхность** и в разделе **Ограничивающие объекты** зададим **Текущий эскиз** или **Эскиз3** (рис. 2.98).

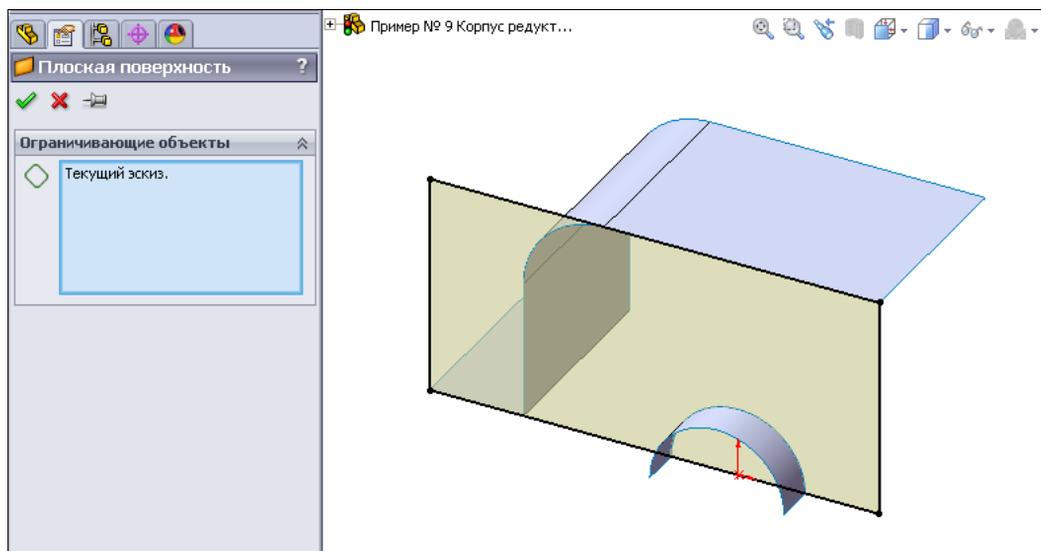


Рис. 2.98

8. Закончим построение, нажав кнопку **ОК** . Три поверхности обозначены как **Поверхность-Вытянуть1**, **Поверхность-Вытянуть2** и **Поверхность-Плоскость1** (рис. 2.99).
9. Очевидно, третья плоская поверхность выступает за пределы первых двух. Отсечем ненужные части третьей поверхности. Для этого нажмем кнопку  — **Отсечь поверхность** на панели инструментов **Поверхность**. В разделе **Тип отсечения** поставим флажок **Стандарт**. В разделе **Выбор** обозначим в качестве инструмента отсекающую поверхность , а в разделе  — **Сохранить выбранные параметры** укажем ту часть плоской поверхности, которая должна остаться (рис. 2.100).
10. Нажмем кнопку **ОК** , и все лишние части плоской поверхности будут удалены, а в Дереве Конструирования появится строка **Поверхность-Отсечь1** (рис. 2.101).
11. Аналогичным способом удалим часть плоской поверхности, которая отсекается цилиндрической поверхностью (рис. 2.102).

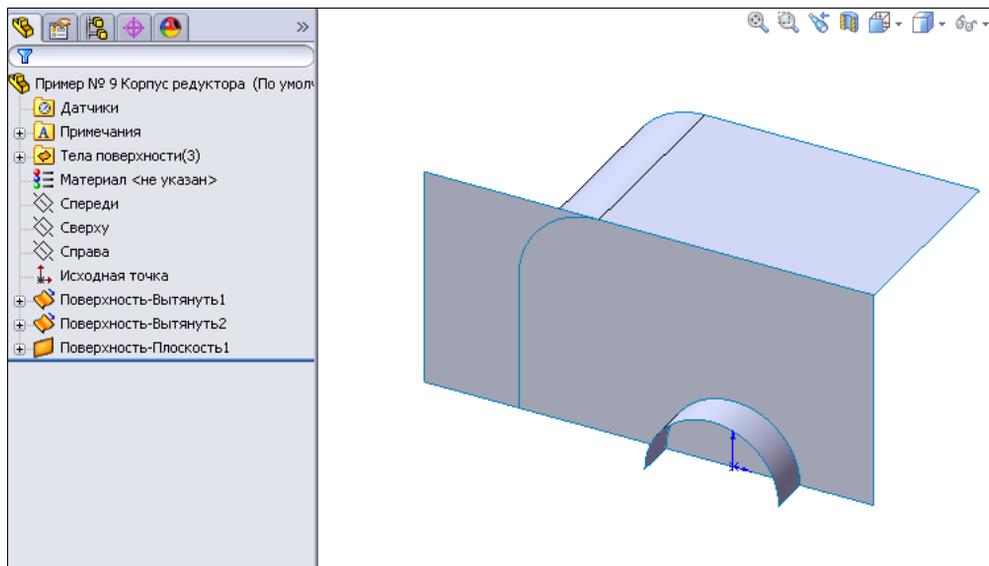


Рис. 2.99

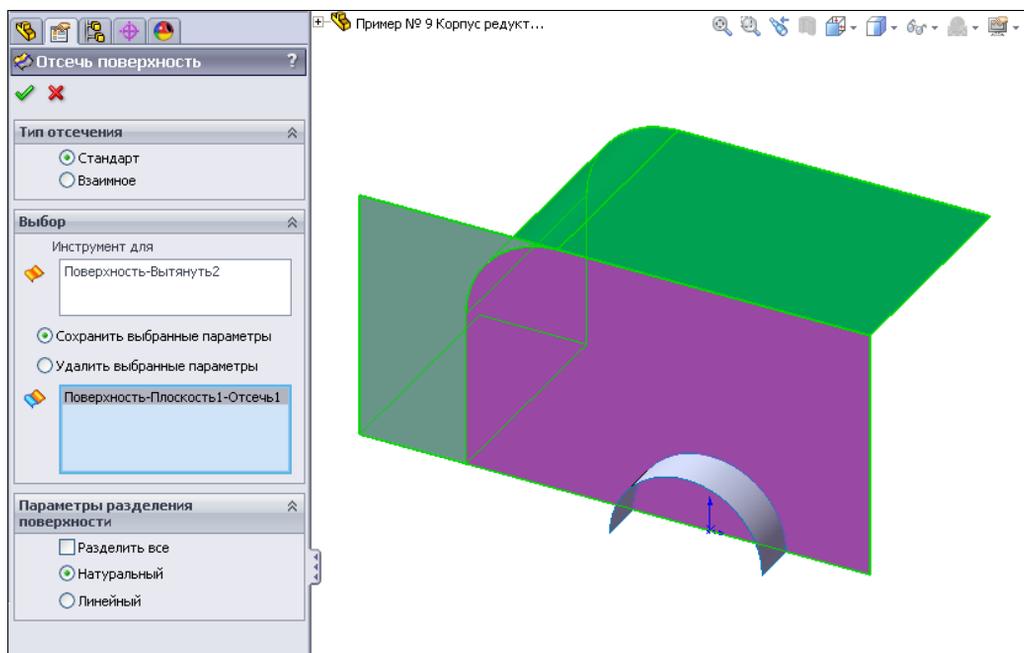


Рис. 2.100

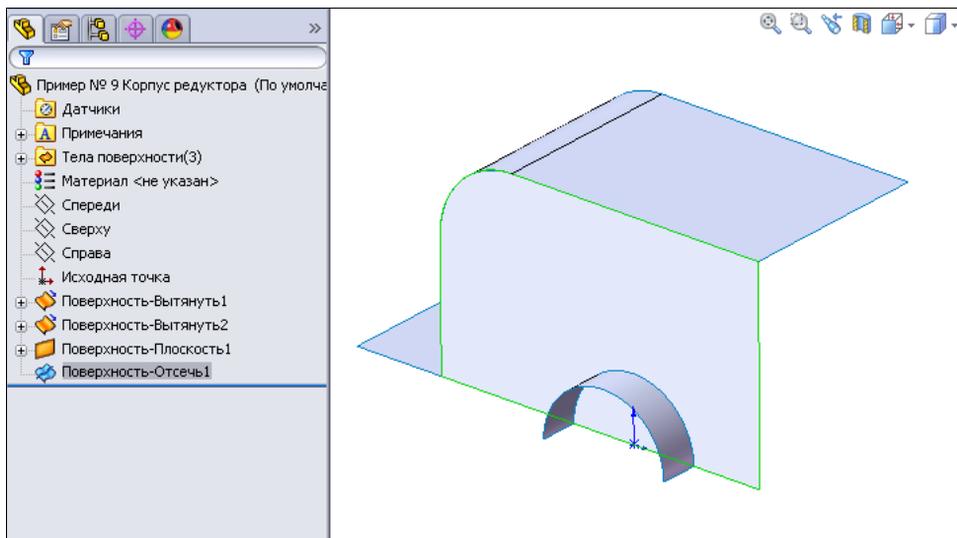


Рис. 2.101

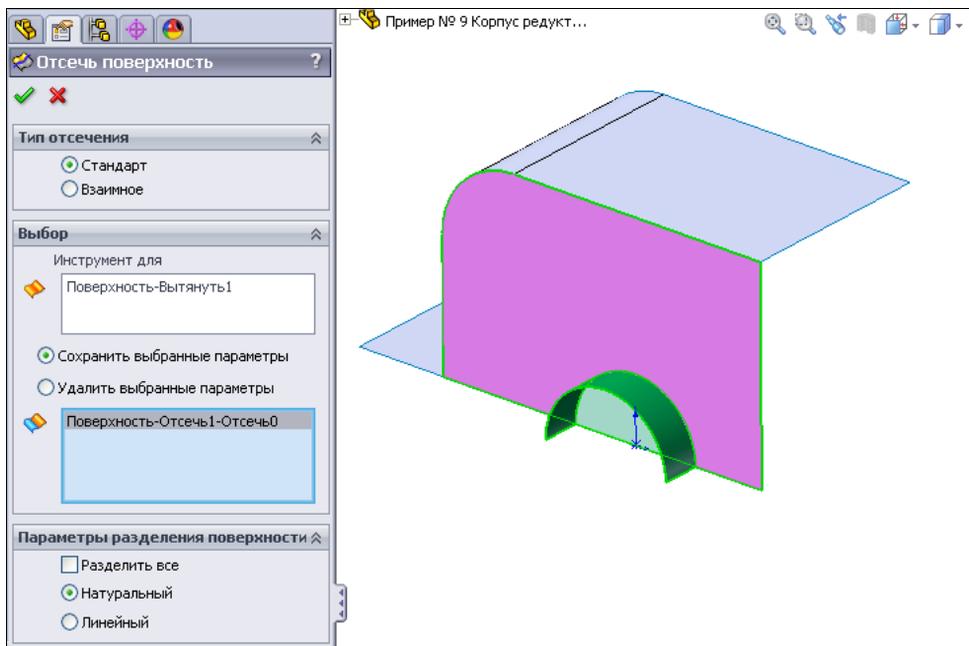


Рис. 2.102

12. Закончим изменения плоской поверхности нажатием кнопки **ОК** . В результате получился набор из трех сопряженных поверхностей (рис. 2.103).
13. Построим четвертую поверхность: выберем плоскость Сверху и нарисуем эскиз четвертой поверхности в форме прямоугольника (рис. 2.104).

ПРИМЕЧАНИЕ

Целесообразно добавить взаимосвязи между эскизами поверхностей — **Совпадение**.

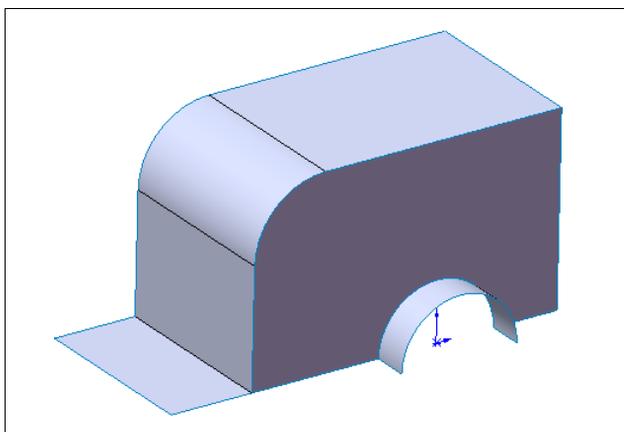


Рис. 2.103

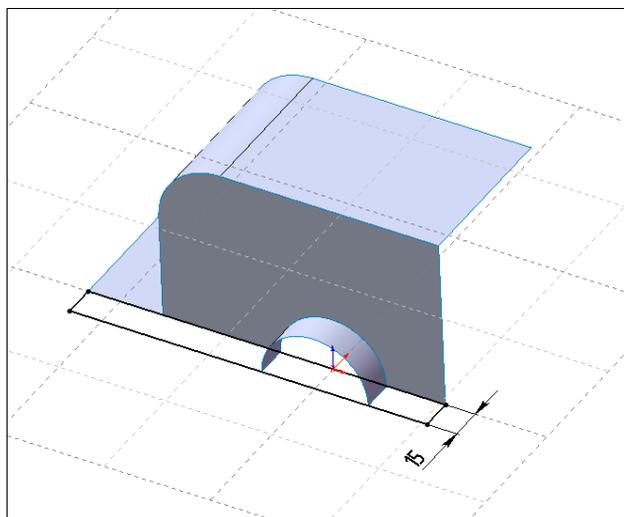


Рис. 2.104

14. Оформим этот эскиз как плоскую поверхность  на панели инструментов **Поверхность**. В результате получим **Поверхность-Плоскость2** (рис. 2.105).
15. Удалим лишнюю часть этой плоской поверхности (рис. 2.106).
16. Закончим построение поверхностей нажатием кнопки **ОК** . В результате получим четыре поверхности, которые сопрягаются между собой (рис. 2.107).

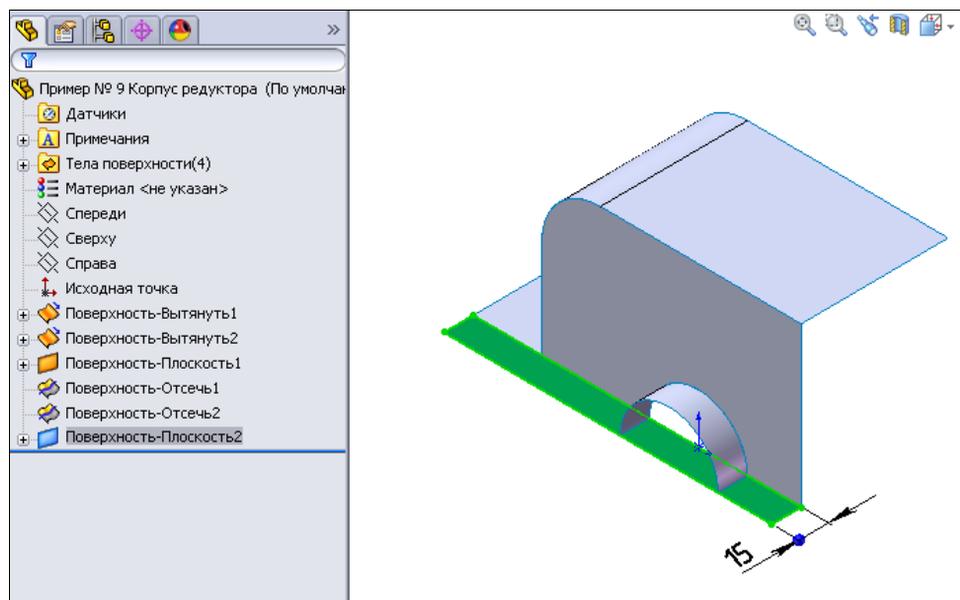


Рис. 2.105

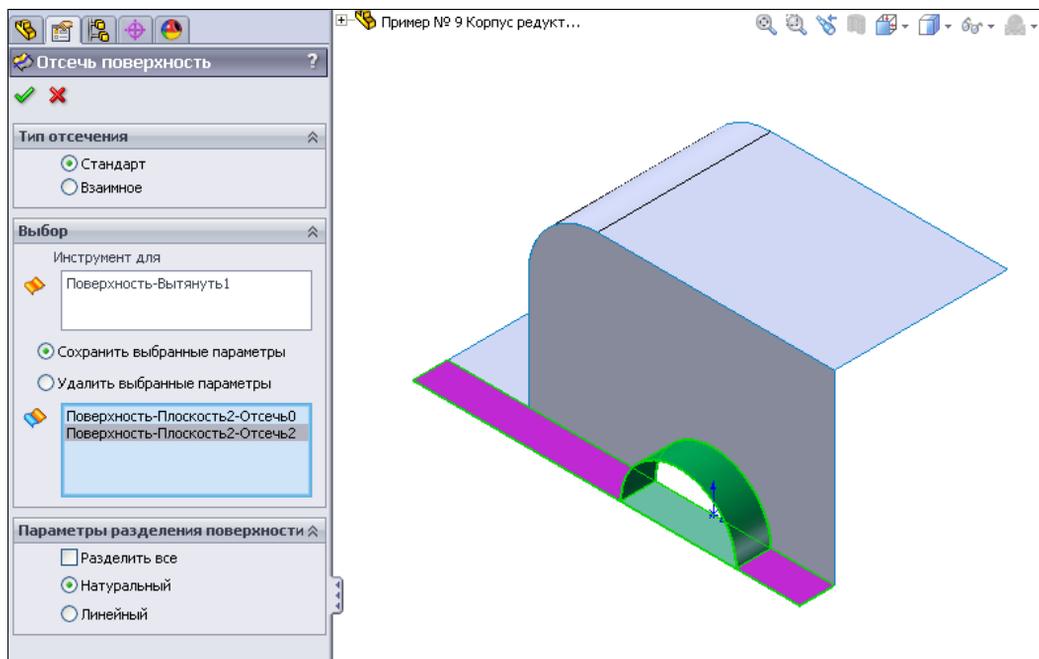


Рис. 2.106

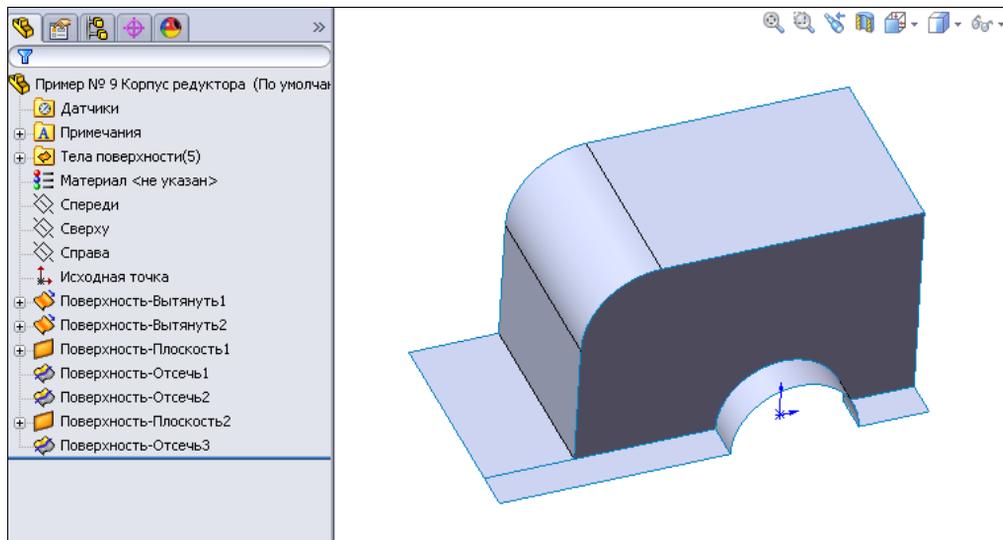


Рис. 2.107

17. Соединим три из четырех поверхностей командой  **Сшить поверхность** на панели инструментов **Поверхность**. Можно также воспользоваться меню **Вставка | Поверхность | Сшить поверхность...**. В разделе **Выбор** укажем все объединяемые (сшиваемые) поверхности (рис. 2.108).

ПРИМЕЧАНИЕ

Кромки сшиваемых поверхностей должны быть смежными и соприкаться между собой без зазоров и перекрытий. Максимально допустимый зазор между сшиваемыми поверхностями можно указать в разделе **Управление фильтрами**.

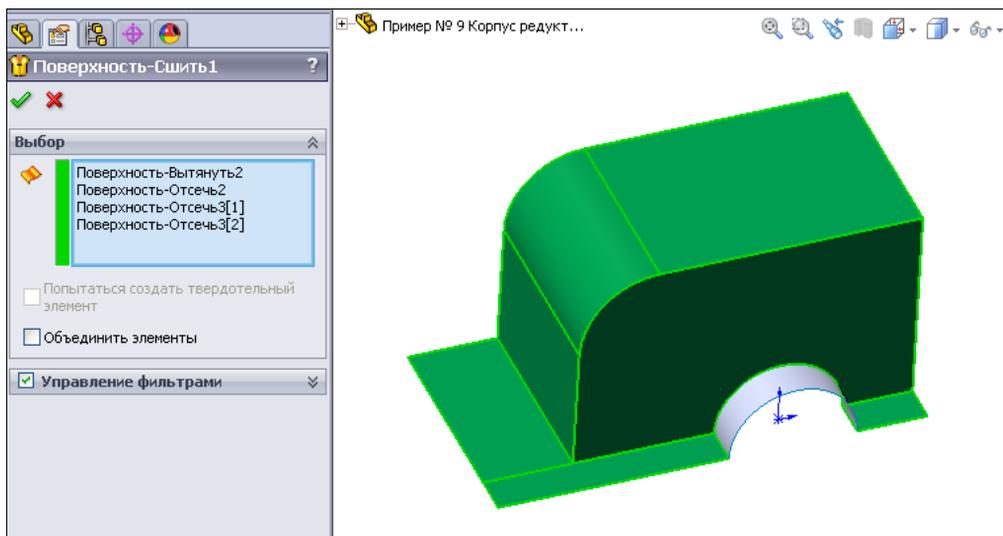


Рис. 2.108

18. Закончим сшивание поверхностей, нажав кнопку **ОК** . В результате из четырех поверхностей получится одна поверхность, которая в Дереве Конструирования будет обозначена как элемент **Поверхность-Сшить1**, при этом внешний вид сшитых поверхностей не изменится (рис. 2.109).

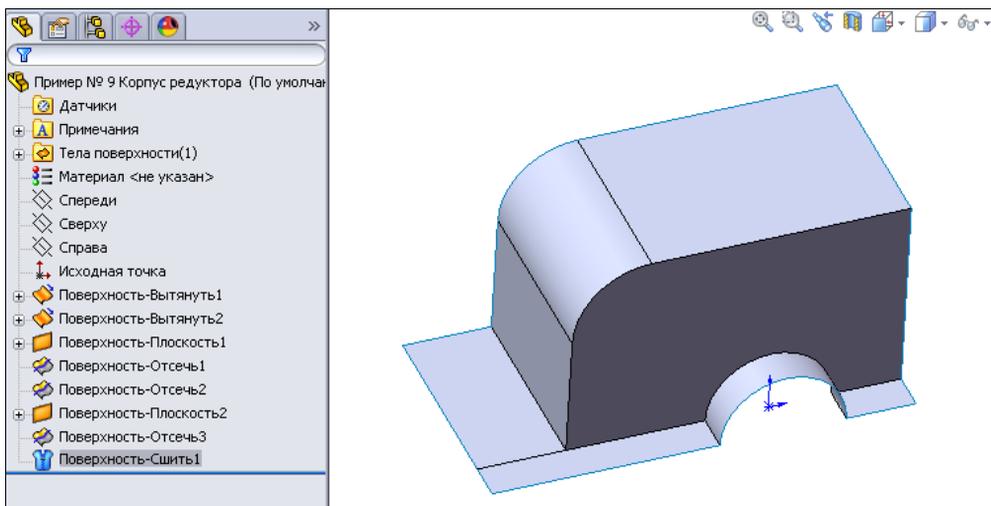


Рис. 2.109

На основе сшитых поверхностей теперь можно построить часть детали, задав толщину 12 мм. Цилиндрическую поверхность утолщим на 22 мм, поэтому с другими поверхностями ее не сшивали.

19. Оформим твердое тело на основе созданных поверхностей командой  — **Придать толщину...** В разделе **Придать толщину поверхности** укажем утолщаемую поверхность — **Поверхность-Сшить1**, а в разделе **Толщина** зададим значение толщины — 12 мм (рис. 2.110).

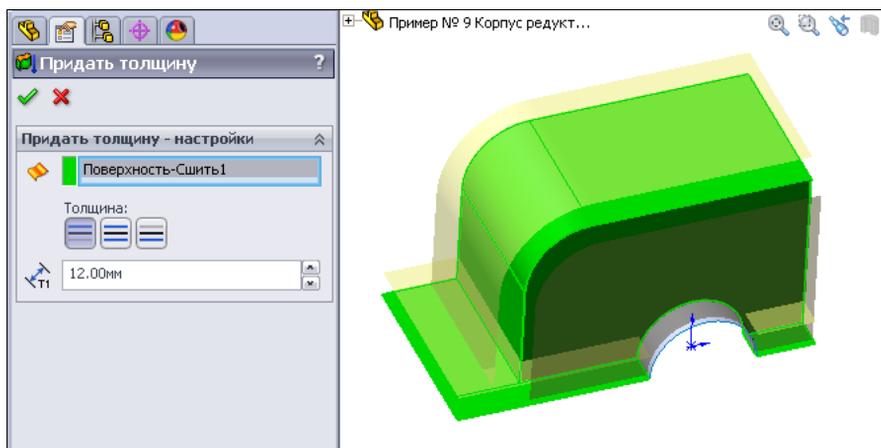


Рис. 2.110

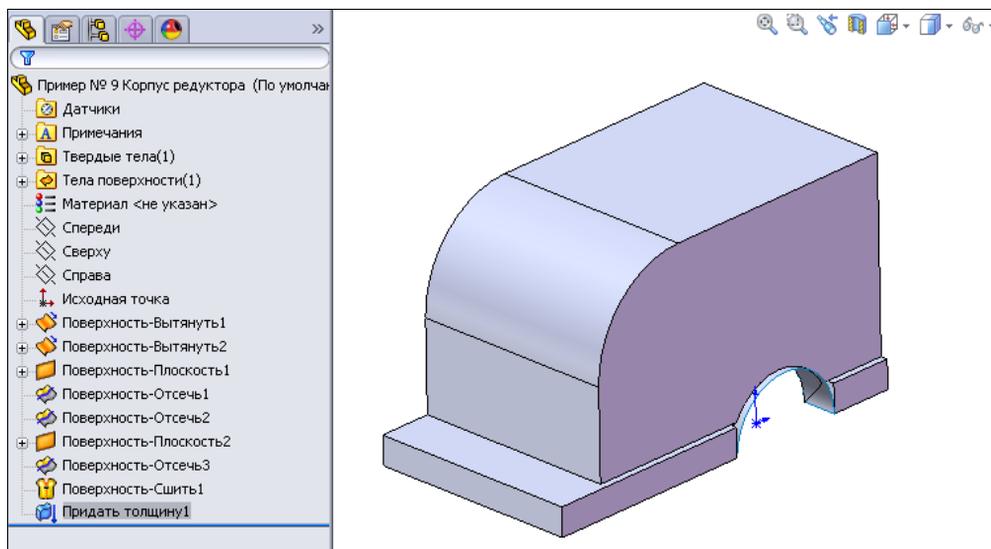


Рис. 2.111

20. В заключение нажмем кнопку **OK**  , в результате получим следующую деталь (рис. 2.111).
21. Теперь аналогичным образом утолщим цилиндрическую поверхность на 22 мм (рис. 2.112).

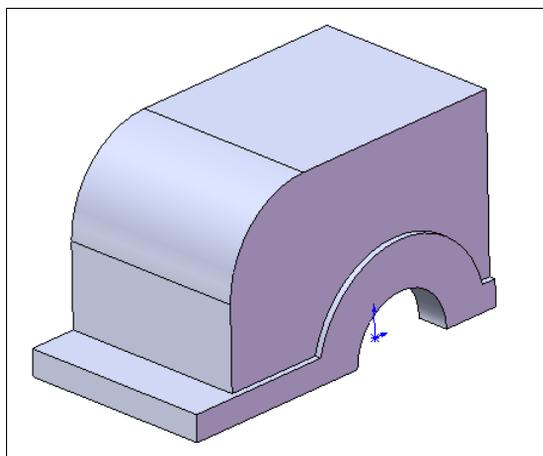


Рис. 2.112

22. Корпуса редукторов обычно изготавливают методом литья, и грани этой детали будут сопрягаться через скругление радиусом 3 мм. Обратимся к команде  — **Скругление** на панели инструментов **Элементы**, в появившемся окне укажем скругляемые кромки и радиус скругления (рис. 2.113).
23. Нажмем кнопку **OK**  и получим четверть корпуса редуктора (рис. 2.114).

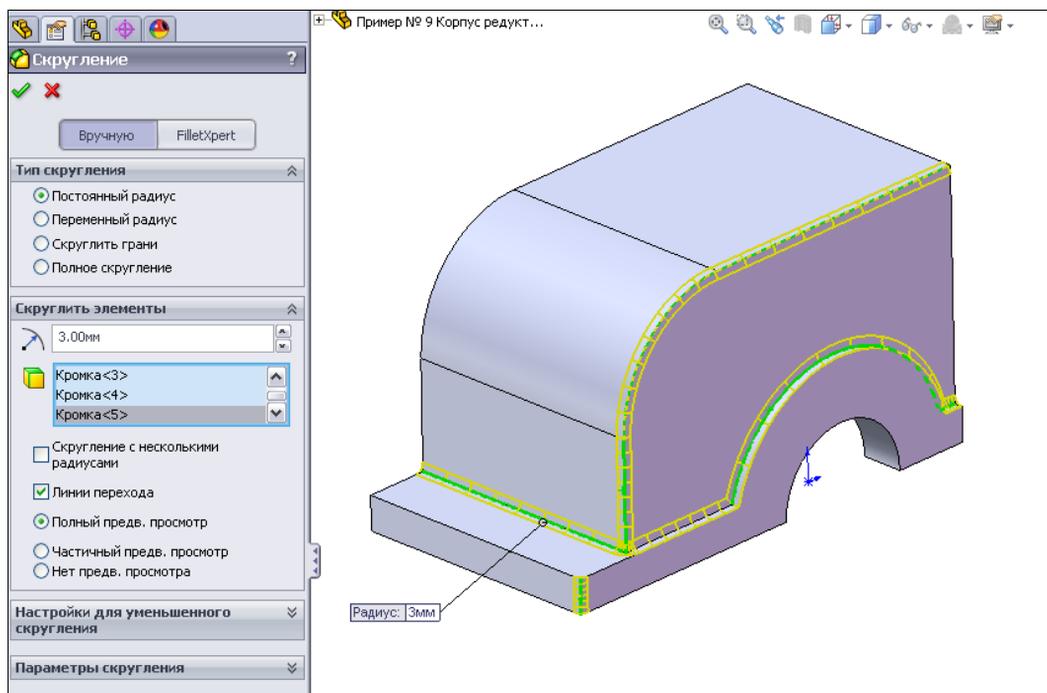


Рис. 2.113

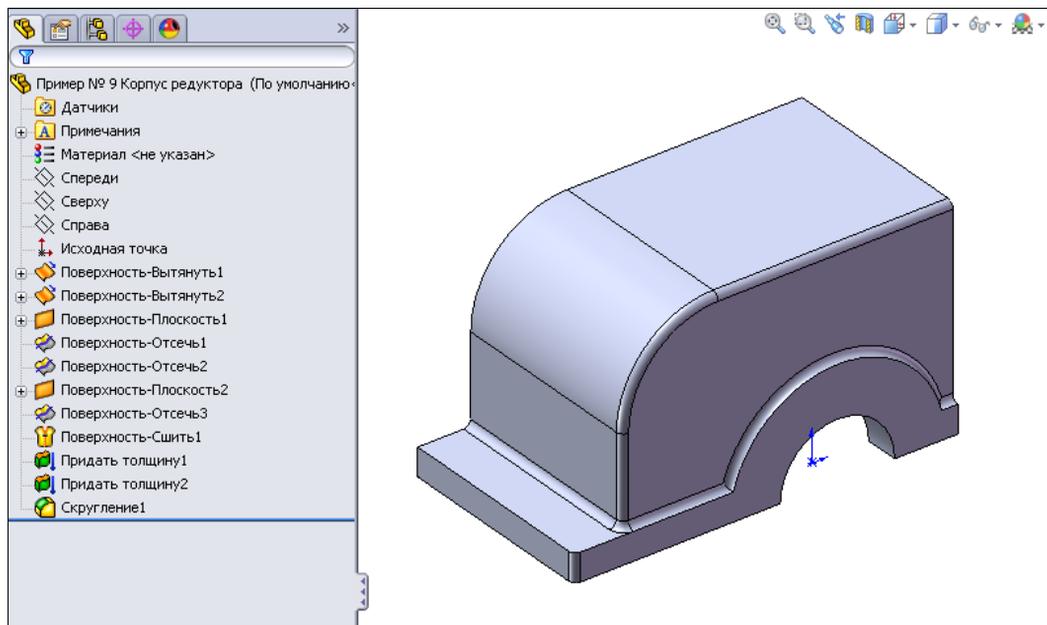


Рис. 2.114

Таким образом, поэтапно, с использованием вспомогательных поверхностей, был построен корпус редуктора, а точнее — лишь его четверть. Окончательно эта деталь будет построена с использованием команды **Зеркальное отражение** в разд 2.7. Существует еще один способ использования вспомогательных поверхностей — вытягивание плоского эскиза до поверхности. Рассмотрим этот способ на примере создания детали Кнопка.

Пример № 10. Кнопка

Проектирование кнопки начнем с построения вспомогательной поверхности.

1. Войдем в режим построения эскиза на плоскости Спереди и нарисуем эскиз поверхности, которую будем создавать методом поворота (рис. 2.115).

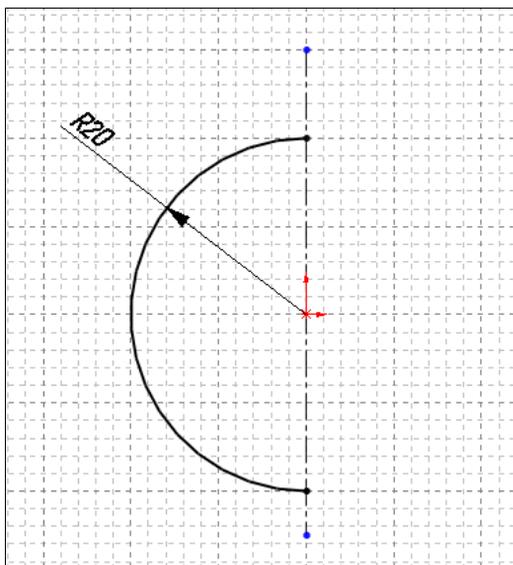


Рис. 2.115

ПРИМЕЧАНИЕ

Если поверхность создается методом поворота некоторого контура вокруг оси, необходимо нарисовать не только ее контур, но и ось.

2. Оформим поверхность, нажав кнопку  — **Повернутая поверхность** на панели инструментов **Поверхность**. На экране появится окно **Поверхность-Повернуть**, где укажем ось вращения и угол поворота контура 180° (рис. 2.116).

В результате получим куполообразную поверхность (рис. 2.117).

3. Для построения основания кнопки необходимо создать плоскость, параллельную плоскости Спереди и отстоящую от нее на 14 мм. Обратимся к меню **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость** (рис. 2.118).

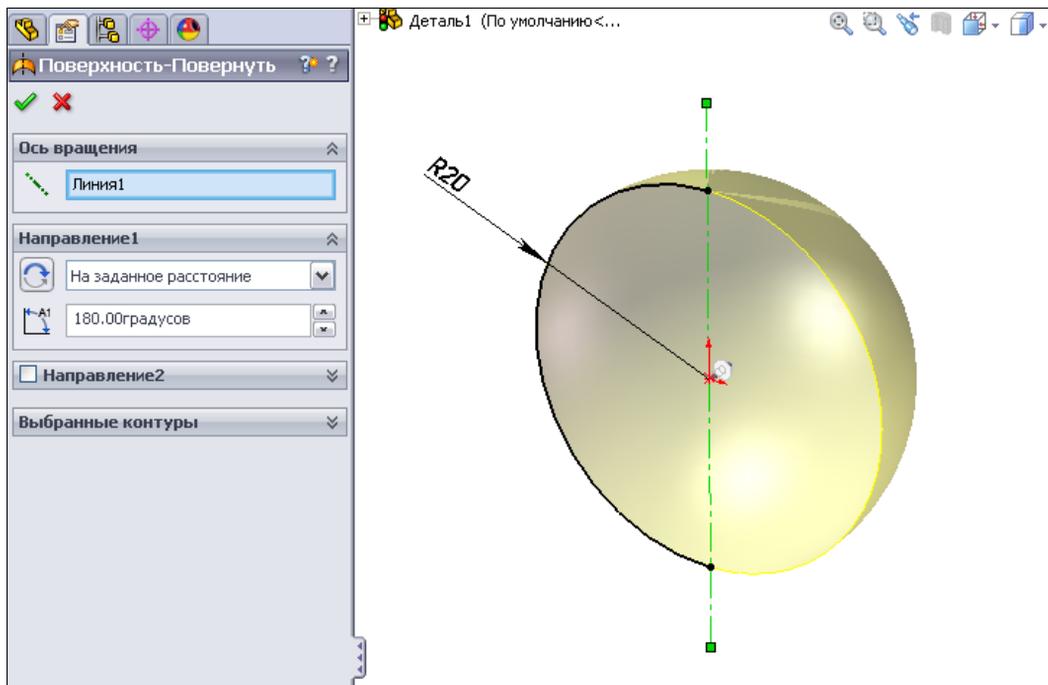


Рис. 2.116

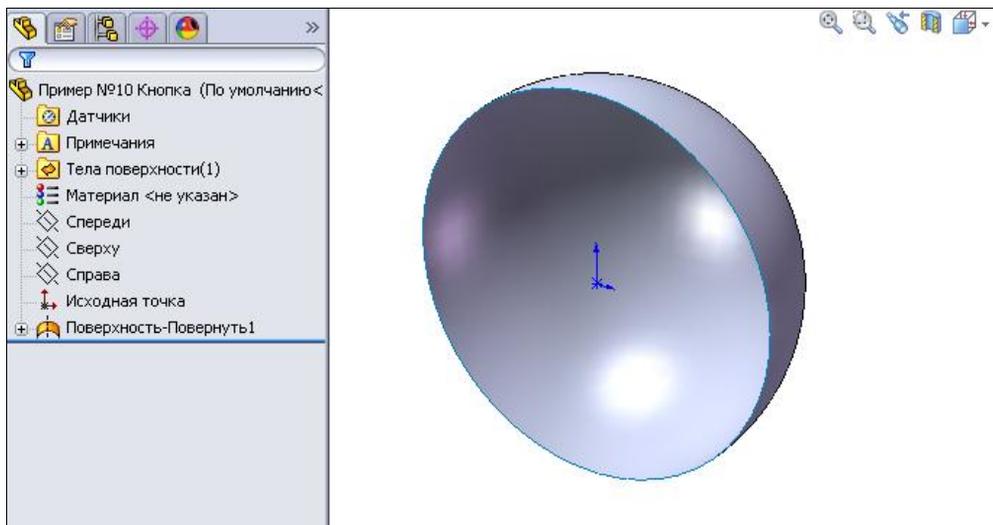


Рис. 2.117

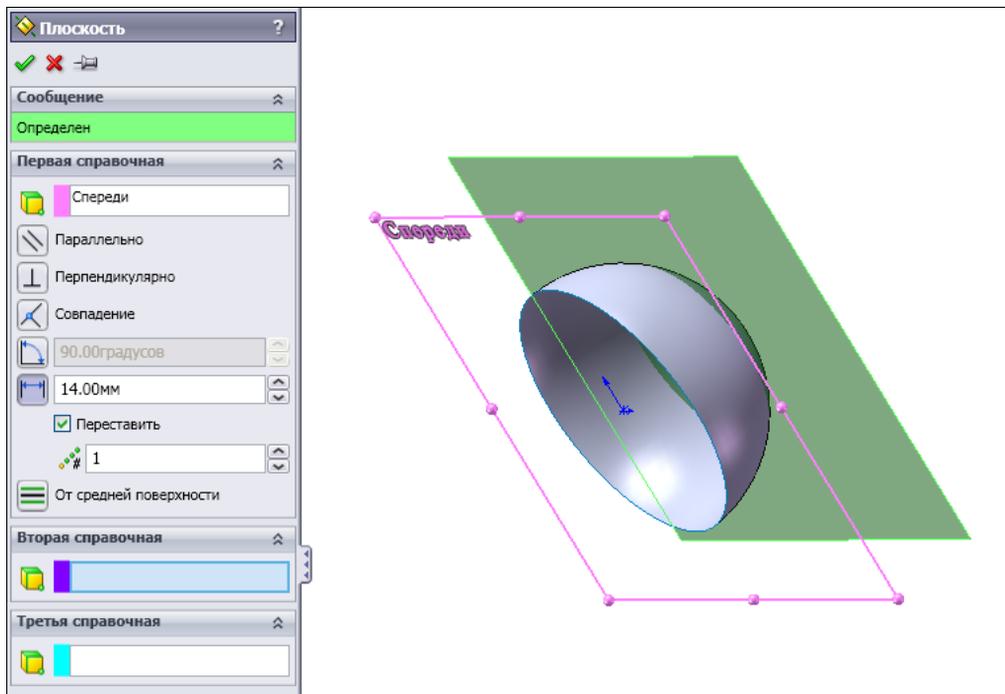


Рис. 2.118

4. В разделе **Первая справочная** выберем плоскость **Спереди**, в поле  — **Расстояние смещения** укажем величину смещения плоскости 14 мм и закончим построение нажатием кнопки **ОК** . В Дереве Конструирования новая плоскость обозначится как **Плоскость1**.
5. Построим основание кнопки. Выберем **Плоскость1**, войдем в эскиз и нарисуем эскиз основания (рис. 2.119).

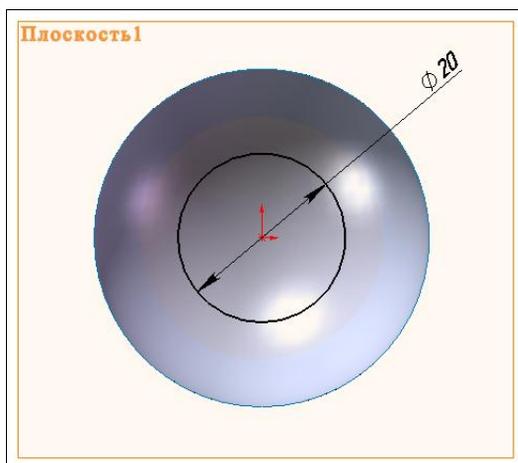


Рис. 2.119

6. Вытянем этот эскиз при помощи команды  — **Вытянутая бобышка/основание**. В разделе **Направление 1** укажем граничное условие — **На заданное расстояние** и зададим глубину 2 мм (рис. 2.120). В разделе **Направление 2** выберем граничное условие — **До поверхности**, в разделе **Грань/Плоскость** укажем поверхность, до которой вытягивается эскиз — **Поверхность-Повернуть1** (рис. 2.120). Закончим построение основания кнопки нажатием **ОК** .

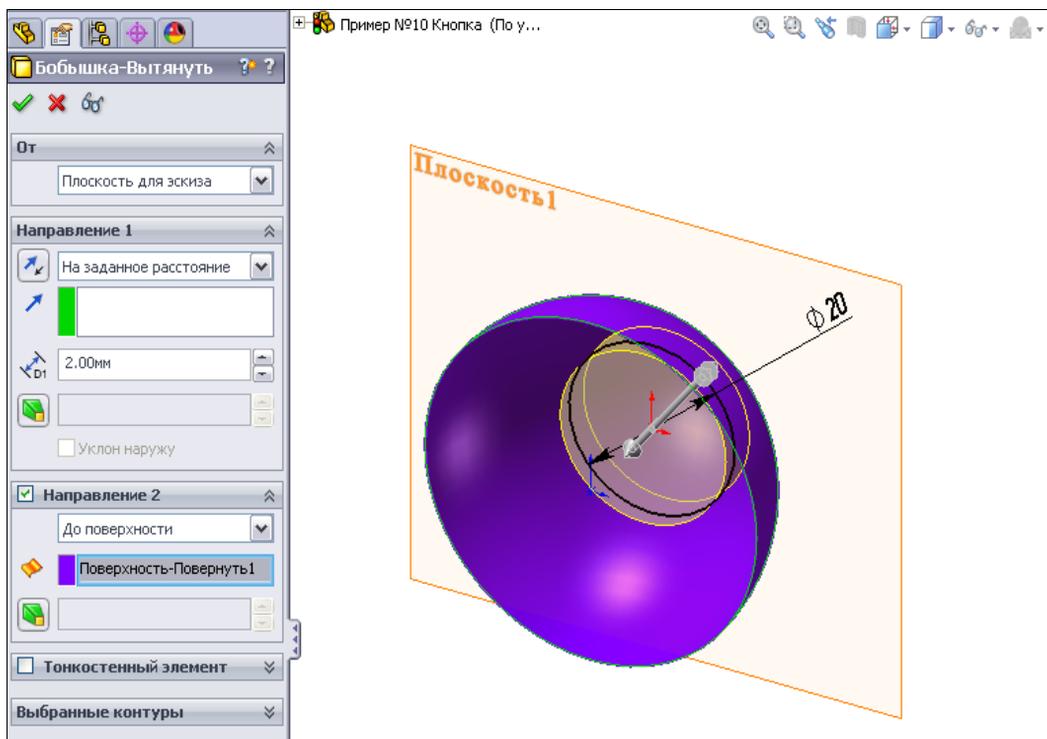


Рис. 2.120

7. Чтобы поверхность не мешала дальнейшим построениям, скроем ее. Для этого щелкнем правой кнопкой мыши по имени поверхности в Дереве Конструирования — **Поверхность-Повернуть1**. Из появившегося контекстного меню выберем команду **Скрыть** . Поверхность исчезнет, а на экране останется лишь изображение детали (рис. 2.121).
8. Продолжим конструирование детали Кнопка. Выберем плоскую поверхность детали, войдем в режим рисования эскиза и нарисуем эскиз ножки кнопки (рис. 2.122).
9. Вытянем этот эскиз на 10 мм. Для этого нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и вытянем эскиз на указанную величину (рис. 2.123).

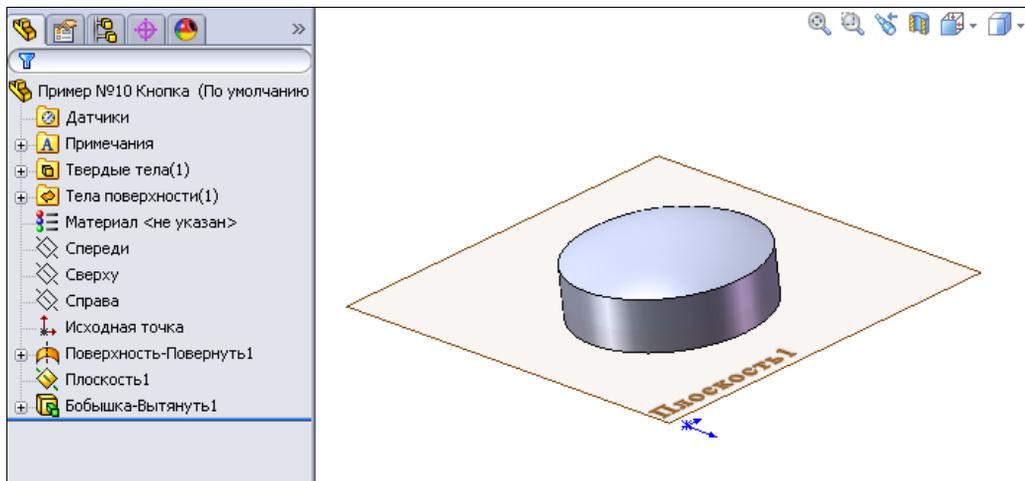


Рис. 2.121

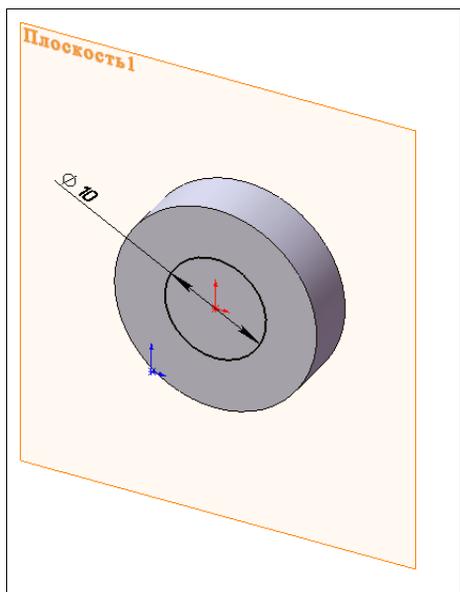


Рис. 2.122

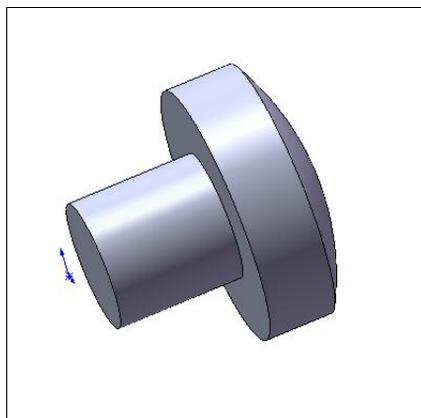


Рис. 2.123

10. Оформим скругление между головкой и ножкой кнопки. Активируем команду  — **Скругление** на панели инструментов **Элементы**, укажем скругляемую кромку и радиус скругления 1 мм (рис. 2.124).
11. Нажмем кнопку **ОК**  и закончим оформление скругления (рис. 2.125).
12. Построим отверстие кнопки. На плоской поверхности ножки кнопки создадим эскиз отверстия, а затем нажмем кнопку  — **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы**. Вытянем вырез на 9 мм (рис. 2.126).

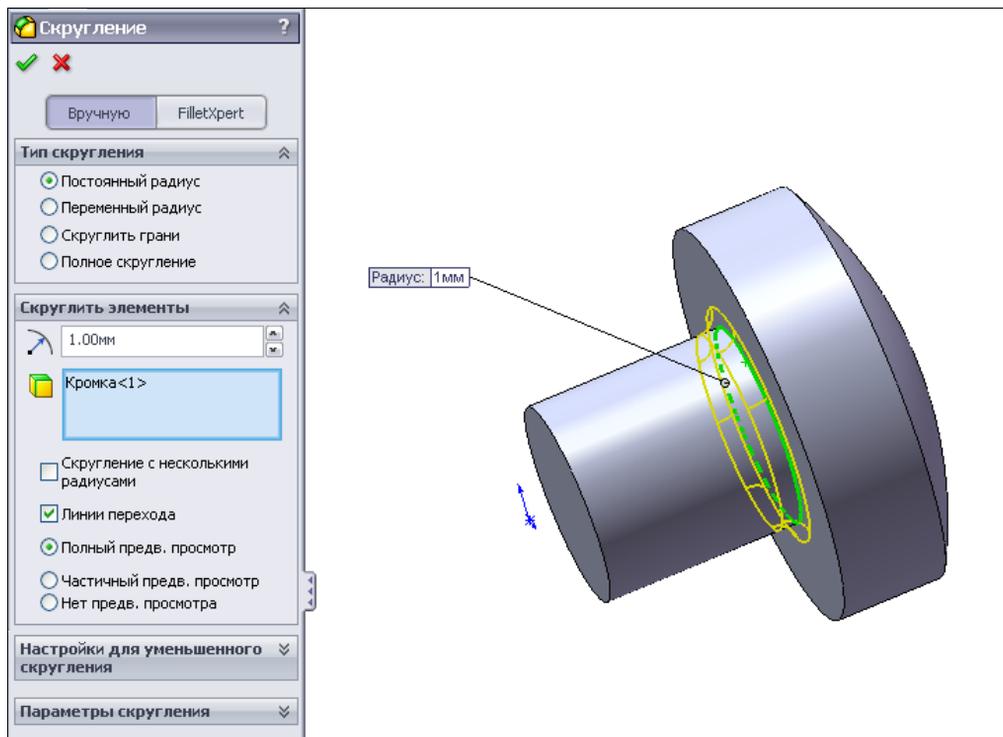


Рис. 2.124

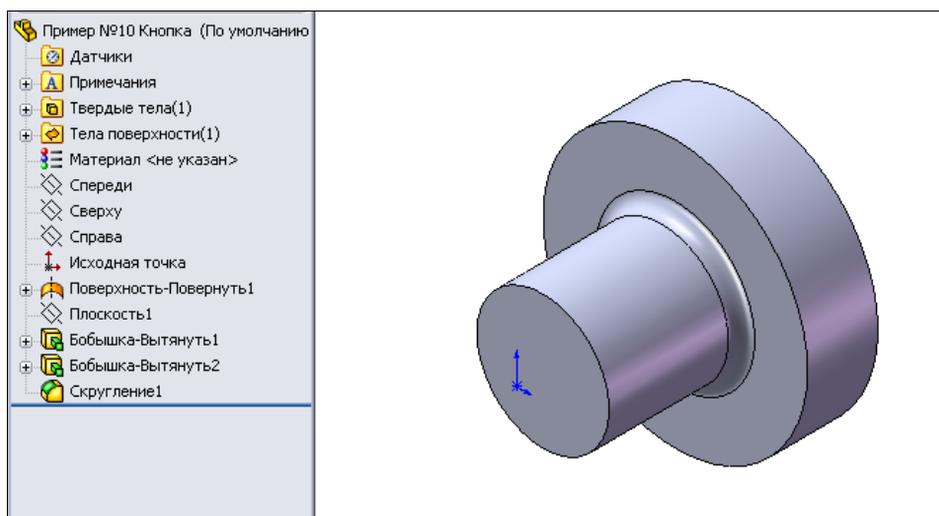


Рис. 2.125

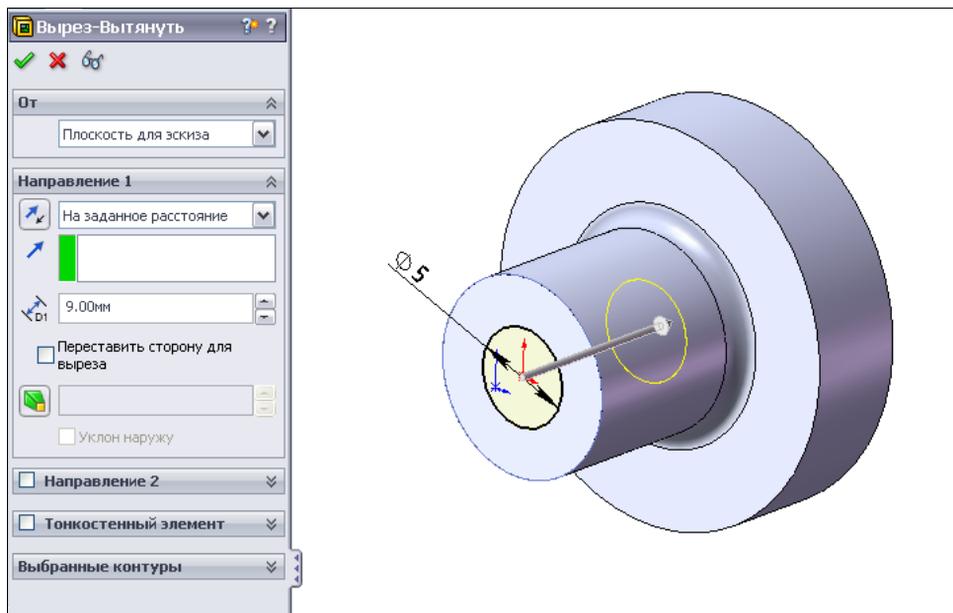


Рис. 2.126

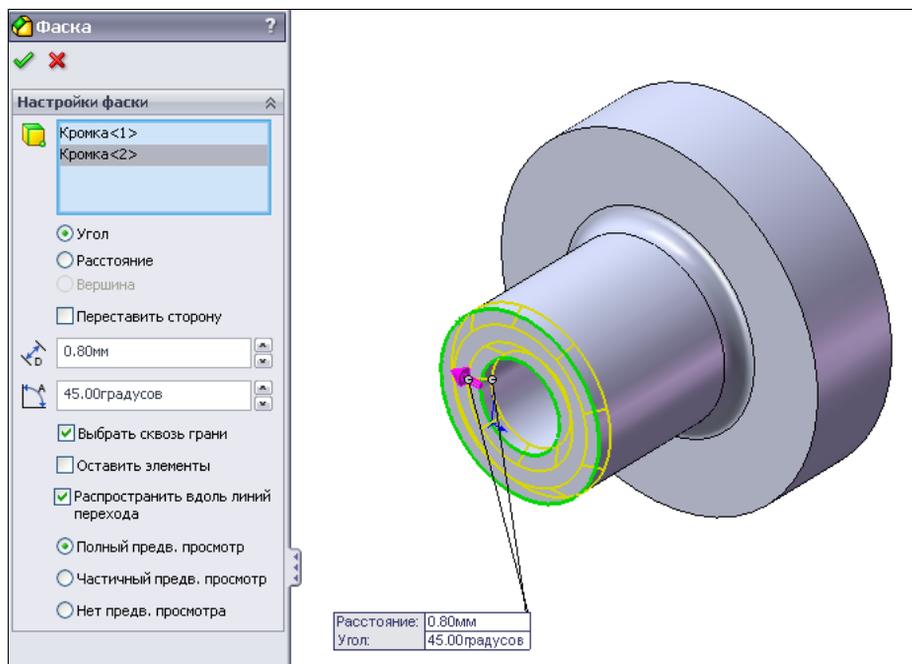


Рис. 2.127

13. Оформим фаски на двух кромках кнопки, для чего активизируем команду  — **Фаска**. Размер фасок $0,8 \times 45^\circ$ (рис. 2.127).
14. Закончим построение детали Кнопка с использованием вспомогательной поверхности и команды вытягивания бобышки до этой поверхности, нажав **ОК**  (рис. 2.128).

Мы рассмотрели два примера конструирования деталей на основе поверхностей.

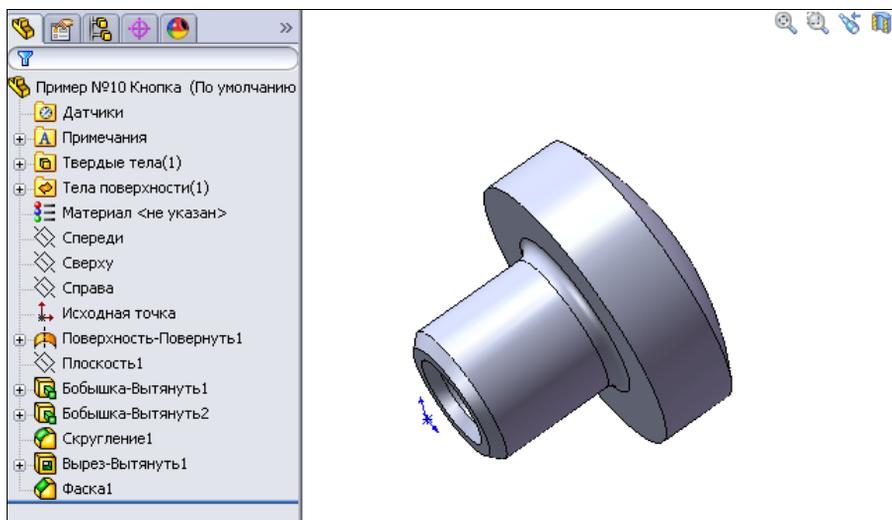


Рис. 2.128

2.7. Дополнительные возможности SolidWorks 2011

В этом разделе речь пойдет о командах, позволяющих в значительной мере ускорить процесс конструирования деталей. К ним относятся все команды создания массивов, а также команда **Зеркальное отражение** панели инструментов **Элементы**.

В SolidWorks 2011 можно построить несколько видов массивов:

- ◆ линейный массив;
- ◆ круговой массив;
- ◆ массив, управляемый кривой;
- ◆ массив, управляемый эскизом;
- ◆ массив, управляемый таблицей;
- ◆ образец заполнения.

При создании любых массивов всегда указывается копируемый элемент, количество копируемых элементов, расстояние между ними и способ построения массива.

- ◆ **Линейный массив** активизируется нажатием кнопки  — **Линейный массив** и позволяет размножить копируемые элементы детали, расположив их на одинаковом расстоянии в виде столбцов и рядов.
- ◆ **Круговой массив** запускается одноименной кнопкой . Для его построения кроме копируемого элемента нужно еще указать общее количество, угол между элементами и ось, которая служит центром копирования.
- ◆ **Массив, управляемый кривой**  — указывается элемент и кривая (кромка или специально построенный эскиз), вдоль которой располагаются копируемые элементы.
- ◆ **Массив, управляемый эскизом**  — позволяет размножить элемент детали, расположив копируемые элементы по конкретным точкам. Эти точки строятся заранее и располагаются в отдельном эскизе.
- ◆ **Массив, управляемый таблицей**  — позволяет расположить копируемые элементы по точкам, координаты которых задаются в специальной таблице.
- ◆ **Образец заполнения** — эта команда запускается одноименной кнопкой  и предоставляет конструктору возможность создать массив, заполняя копируемыми элементами определенную область.

Благодаря команде  — **Зеркальное отражение** выбранные элементы копируются, зеркально отражаясь от выбранной плоскости.

Рассмотрим использование некоторых из этих команд на конкретных примерах.

Пример № 11. Корпус редуктора (продолжение)

В этом примере достроим корпус редуктора, часть которого была сконструирована в *Примере № 9 настоящей главы* (рис. 2.129).

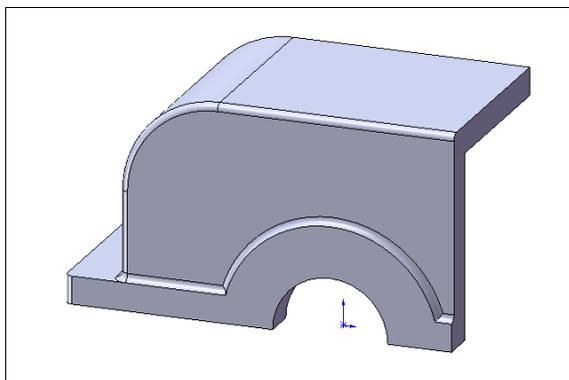


Рис. 2.129

1. На основании четверти корпуса редуктора построим его половину. Для этого активируем кнопку  — **Зеркальное отражение** на панели инструментов **Элементы**. На экране появится окно **Зеркальное отражение** (рис. 2.130). В разделе **Зеркально отразить грань/плоскость** укажем грань детали, относительно которой будет построено зеркальное отражение, а в разделе **Копировать тела** обозначим твердое тело четверти корпуса редуктора (рис. 2.130).

Нажмем кнопку **ОК**  и получим половину корпуса редуктора (рис. 2.131).

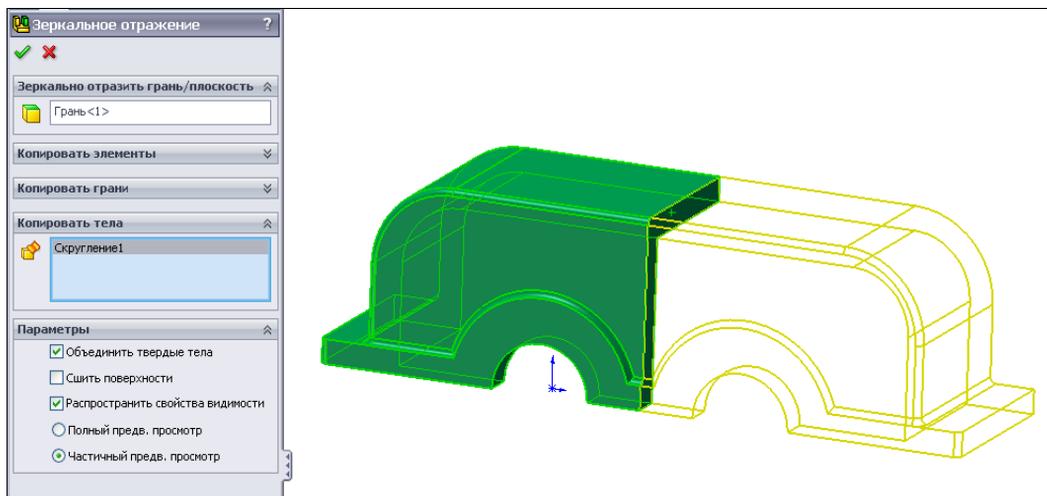


Рис. 2.130

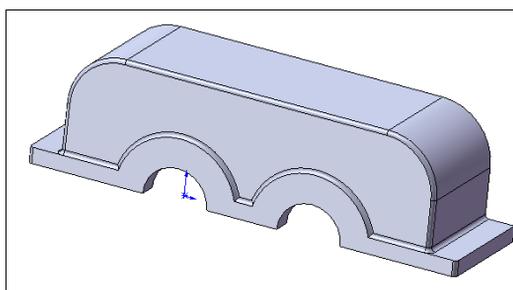


Рис. 2.131

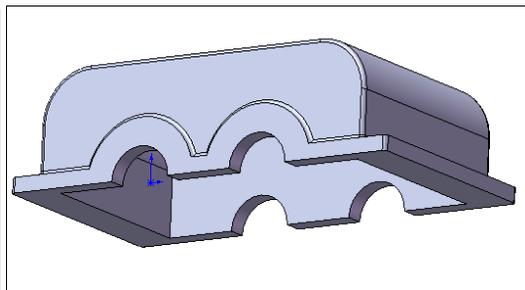


Рис. 2.132

2. Аналогичным образом построим вторую половину корпуса. Нажмем кнопку  — **Зеркальное отражение**. В разделе **Зеркально отразить грань/плоскость** обозначим плоскую грань детали. В разделе **Копировать тела** укажем твердое тело половины корпуса. В результате будет построен корпус редуктора (рис. 2.132).

3. В существующем корпусе не хватает отверстий для крепления крышек. Сконструируем эти отверстия: укажем плоскую грань корпуса, где должны быть построены отверстия, и нарисуем эскиз отверстий (рис. 2.133).

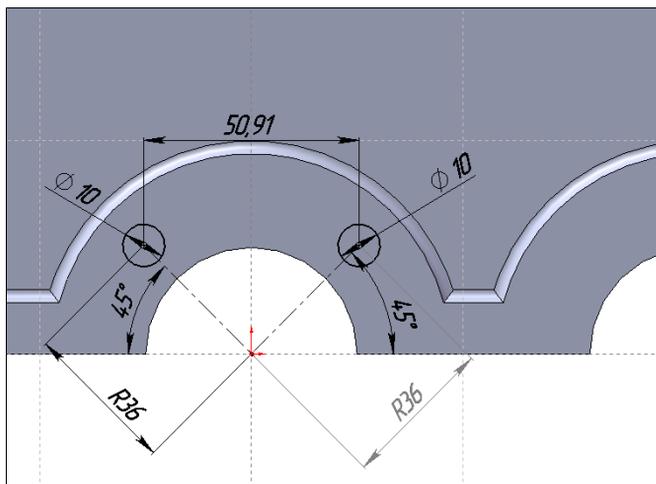


Рис. 2.133

Для оформления отверстий согласно построенному эскизу активизируем кнопку



— **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы**. На экране откроется окно **Вырез-Вытянуть**, в разделе **Направление 1** выберем граничное условие **На заданное расстояние** и укажем расстояние 25 мм. Закончим построение отверстий нажатием кнопки **ОК**  (рис. 2.134).

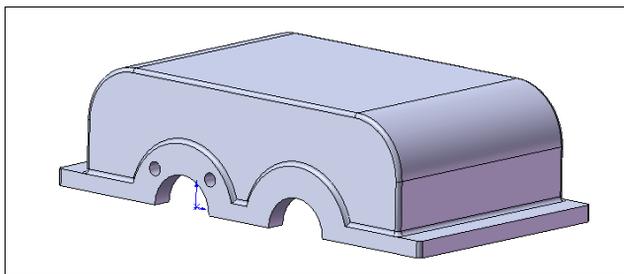


Рис. 2.134

Кроме того, что на детали сформировались два отверстия, в Дереве Конструирования появилась строка — **Вырез-Вытянуты1**.

4. Оформим внутри этих отверстий резьбу. Обратимся к меню **Вставка | Примечание | Условное изображение резьбы...** В появившемся на экране окне **Условное изображение резьбы** укажем кромки отверстий, а также выберем стандарт резьбы, длину резьбы и ее размер (рис. 2.135). Длина резьбовой части отверстий составляет 15 мм, а размер — M12.

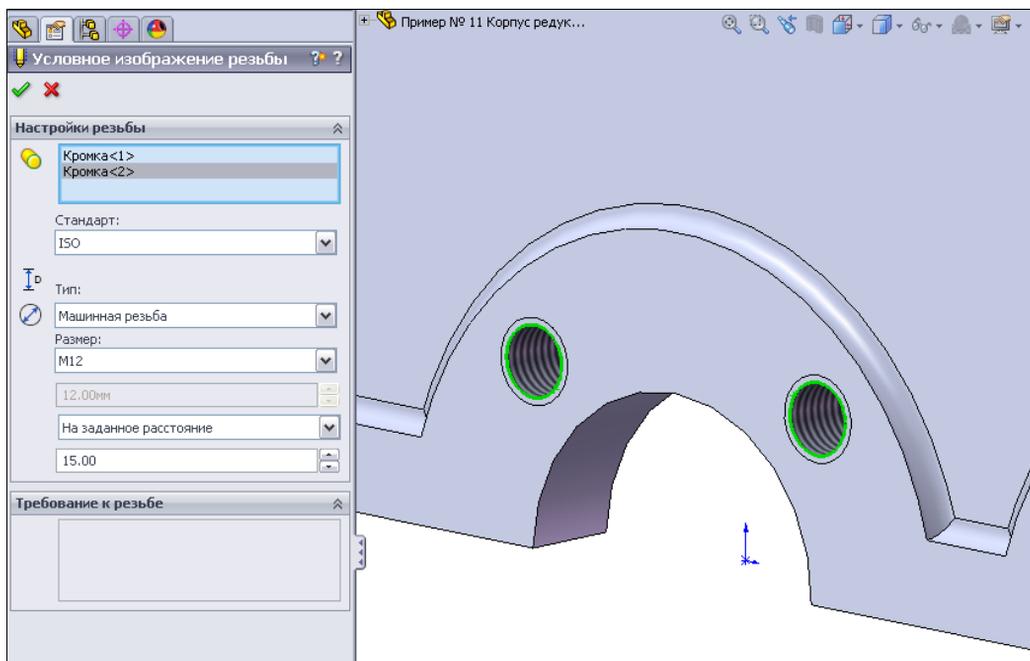


Рис. 2.135

5. Закончим оформление отверстий и резьбы, нажав кнопку **ОК** .
6. Теперь, используя команду **Линейный массив**, скопируем эти отверстия и на другие три бобышки. После нажатия кнопки  — **Линейный массив** на экране появится окно **Линейный массив1** (рис. 2.136). В разделе **Направление 1** укажем направление массива — длиновую кромку корпуса; интервал между элементами — 105 мм; количество экземпляров — 2. В разделе **Направление 2** укажем кромку, перпендикулярную первому направлению; интервал между элементами — 127 мм; количество экземпляров — 2; в качестве копируемых элементов в разделе **Копировать элементы** укажем **Вырез-Вытянуты1** (рис. 2.136).
7. Нажмем кнопку **ОК**  и получим корпус редуктора с резьбовыми отверстиями для крепления крышек (рис. 2.137).
8. Построим четыре гладких отверстия на бурте корпуса. Для этого отметим плоскость бурта и нарисуем эскиз отверстия (рис. 2.138).
9. Вытянем отверстие, для чего активизируем кнопку  — **Вытянутый вырез**. В окне **Вырез-Вытянуть** обозначим глубину выреза — **Насквозь**, затем нажмем кнопку **ОК**  и получим отверстие на бурте корпуса (рис. 2.139).
10. Оформим четыре таких отверстия, используя команду **Линейный массив**. Нажмем кнопку  — **Линейный массив**, в разделе **Направление 1** укажем

длиновую кромку корпуса; интервал между элементами 311 мм; количество экземпляров 2. В разделе **Направление 2** обозначим другую кромку, перпендикулярную Направлению 1; интервал между элементами — 128 мм; количество экземпляров — 2; в качестве копируемых элементов укажем **Вырез-Вытянуть2** (рис. 2.140).

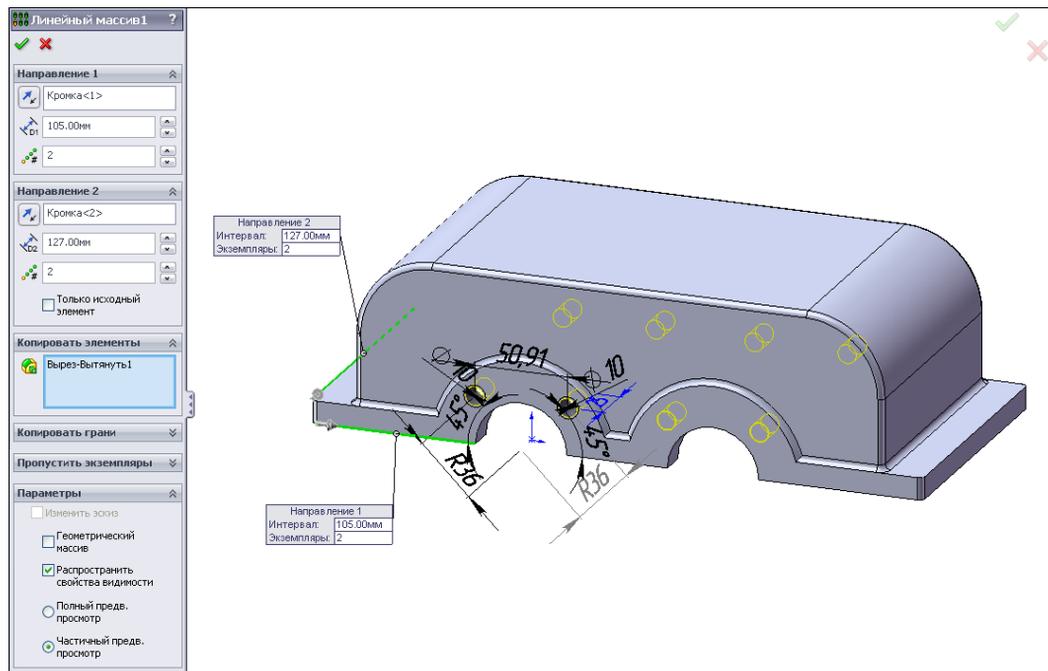


Рис. 2.136

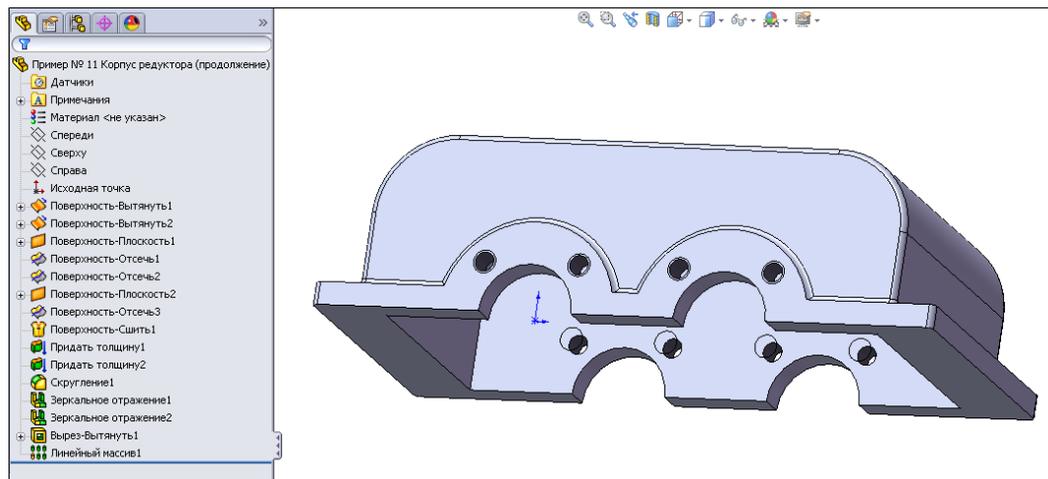


Рис. 2.137

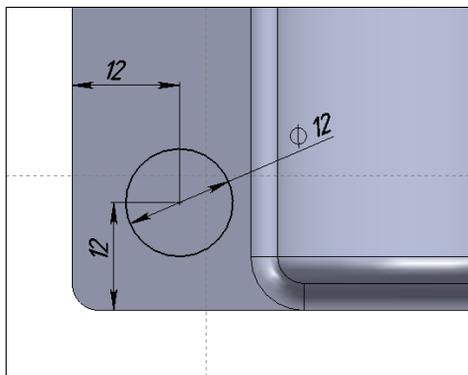


Рис. 2.138

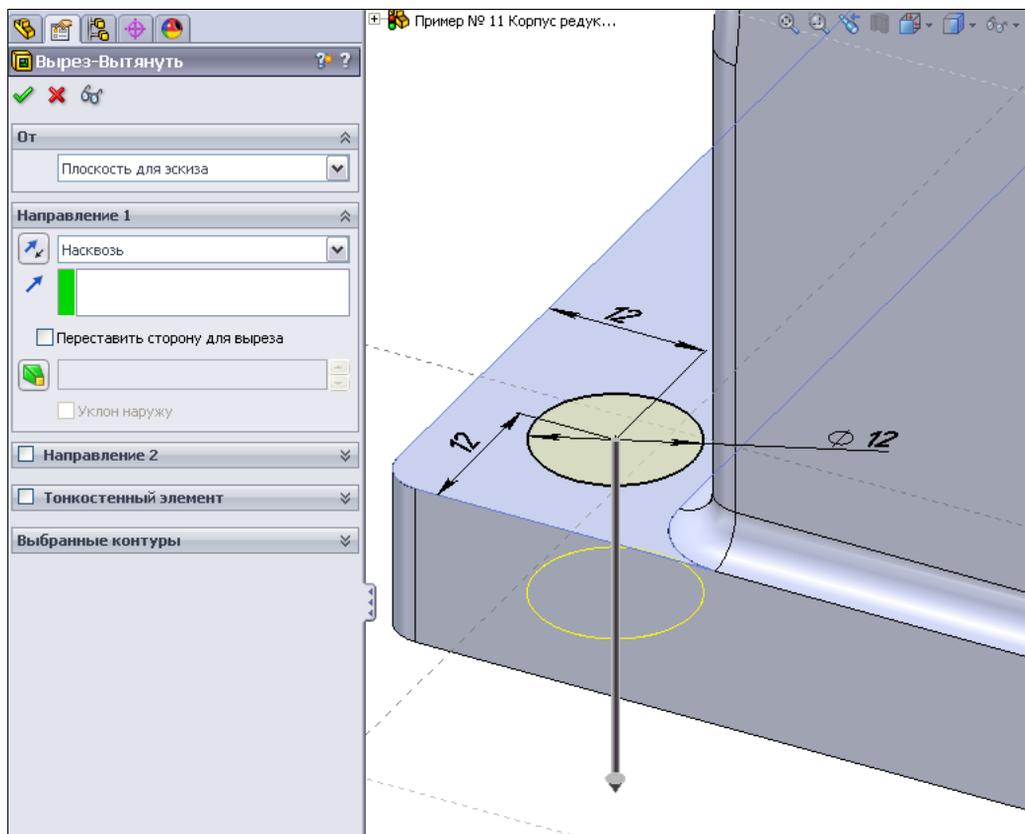


Рис. 2.139

11. Наждем кнопку **ОК**  и в результате получим готовый корпус редуктора, построенный при помощи вспомогательных поверхностей, зеркального отражения и линейных массивов (рис. 2.141).

Перейдем к рассмотрению круговых массивов. Показательным примером детали с круговыми массивами является зубчатое колесо.

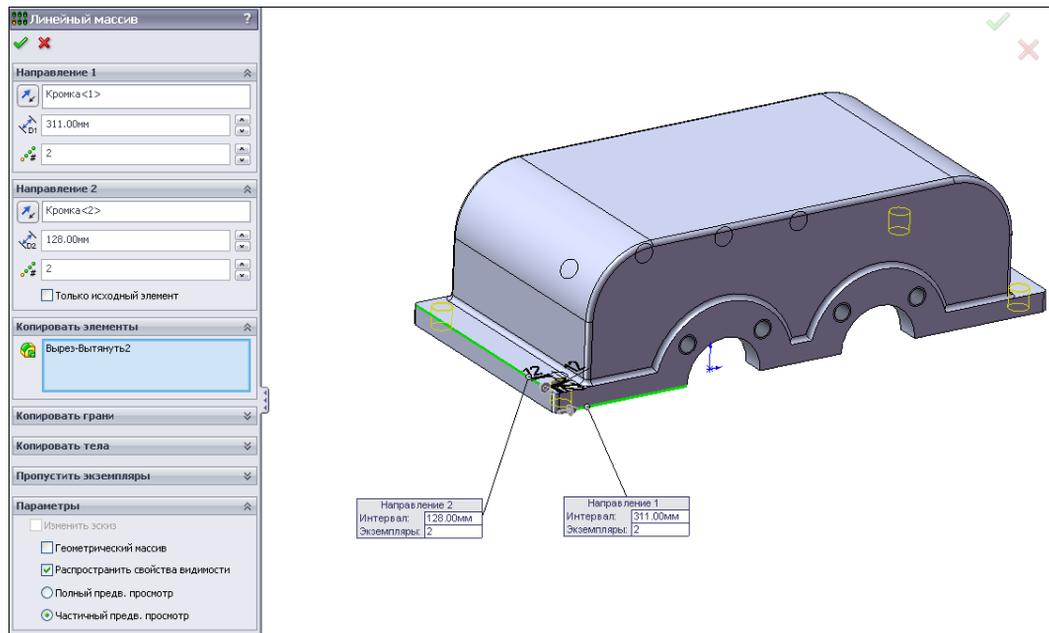


Рис. 2.140

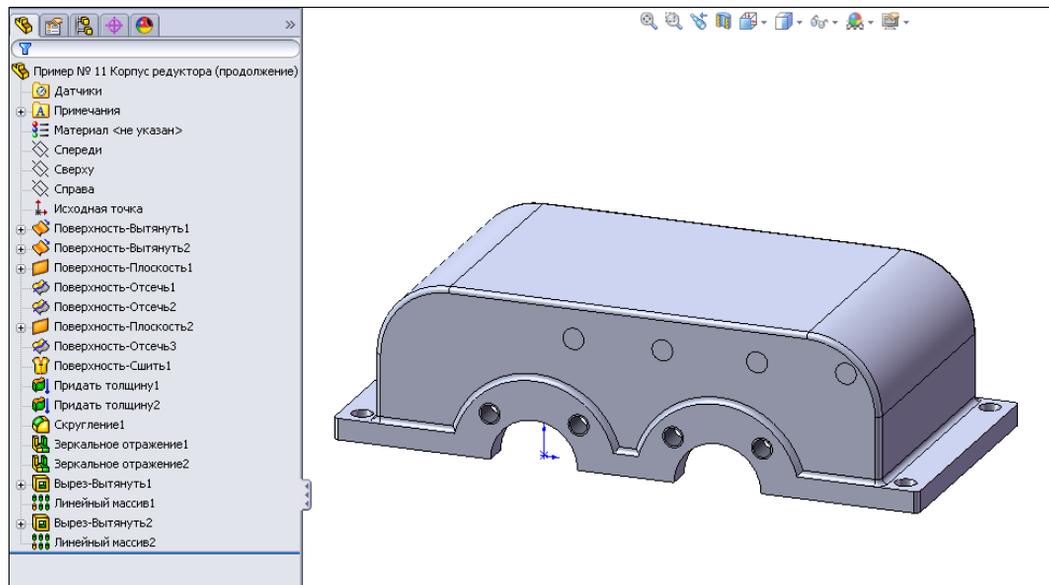


Рис. 2.141

Пример № 12. Зубчатое колесо

В этом примере мы сконструируем зубчатое колесо.

1. Построение зубчатого колеса начнем с оформления эскиза, для чего выберем плоскость Спереди в трехмерном пространстве SolidWorks 2011 и войдем в эскиз, обратившись к кнопке  — **Эскиз** на одноименной панели инструментов.
2. Оформим эскиз зубчатого колеса в виде его половины, не забыв изобразить ось детали (рис. 2.142).

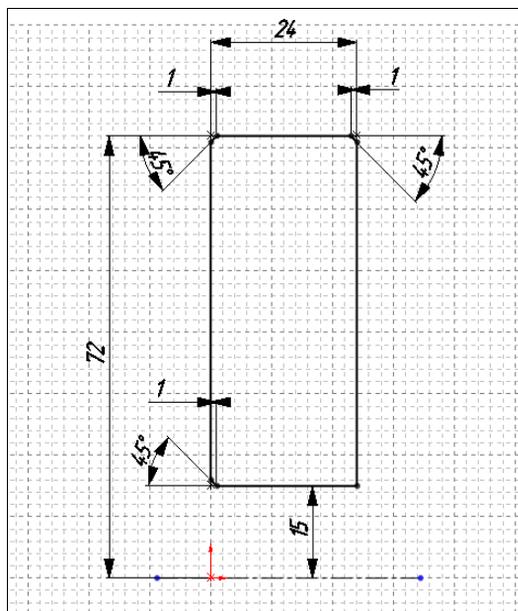


Рис. 2.142

Как видно из рис. 2.142, эскиз зубчатого колеса представляет собой прямоугольник с тремя фасками $1 \times 45^\circ$. На расстоянии 15 мм от прямоугольника построена ось детали, которая также является осью поворота эскиза.

3. Когда эскиз готов, для построения детали остается лишь нажать кнопку  — **Повернутая бобышка/основание** на панели инструментов **Элементы**. На экране дисплея появится окно **Повернуть**, в котором необходимо указать угол поворота эскиза, для колеса он составляет 360° (рис. 2.143).
4. Нажмем кнопку **ОК**  и в результате получим колесо с фасками (рис. 2.144), а в Дереве Конструирования появится строка **Повернуть1**.
5. Построим шпоночный паз на зубчатом колесе. Для создания эскиза шпоночного паза выберем одну из плоских поверхностей колеса и войдем в эскиз, активизировав кнопку  — **Эскиз** на одноименной панели инструментов. Нарисуем эскиз шпоночного паза (рис. 2.145).

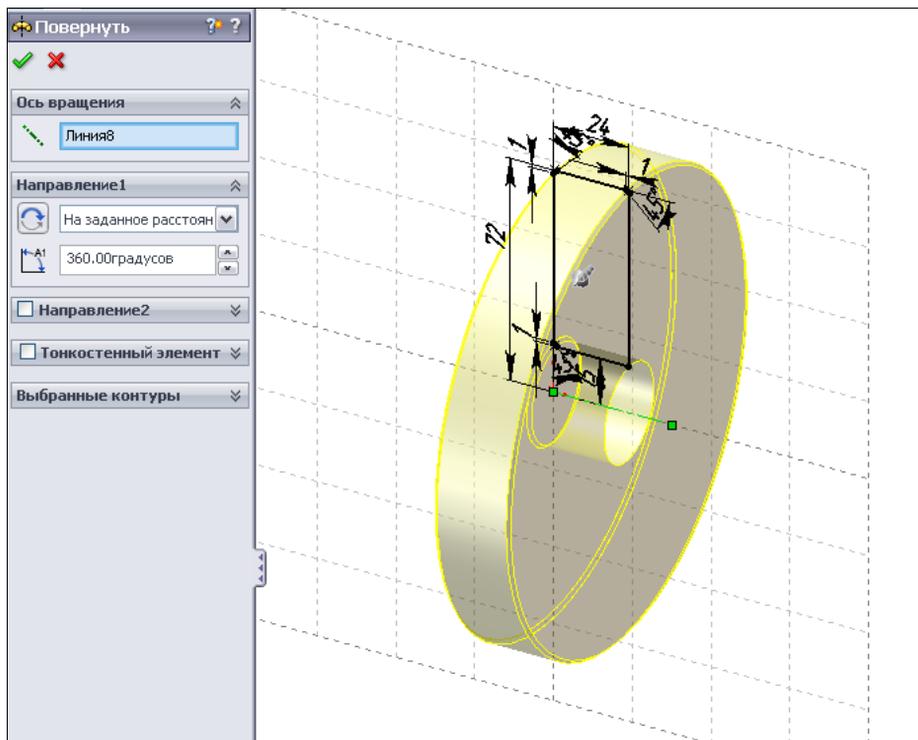


Рис. 2.143

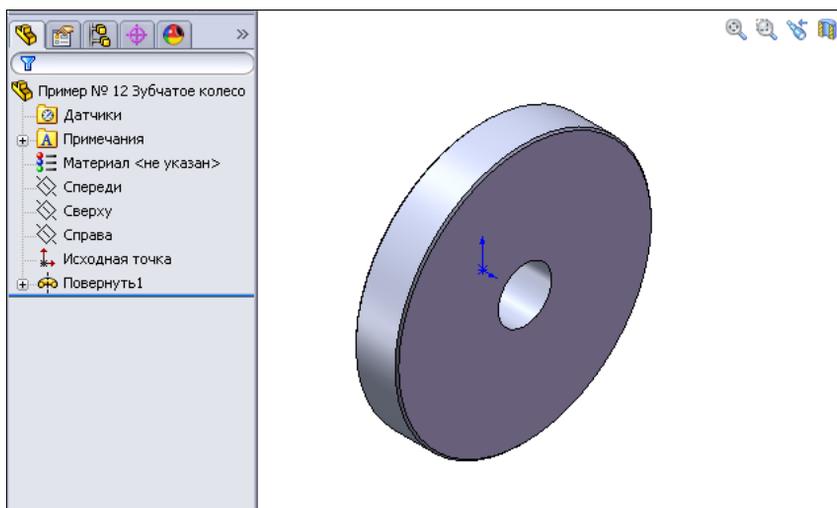


Рис. 2.144

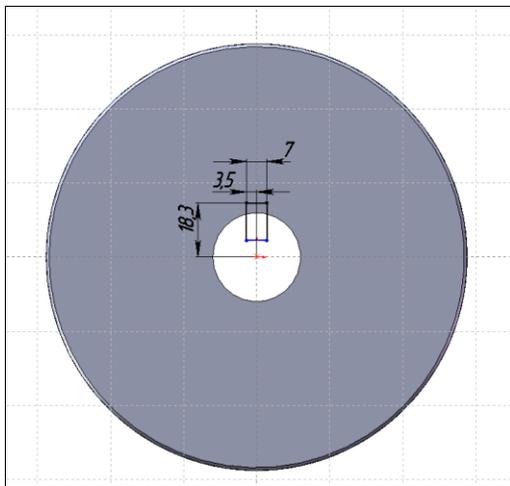


Рис. 2.145

6. Вытянем эскиз шпоночного паза, для чего активизируем кнопку  — **Вытянутый вырез**. На экране откроется окно **Вырез-Вытянуть**. В разделе **Направление 1** укажем граничное условие оформляемого выреза — **Насквозь** (рис. 2.146).

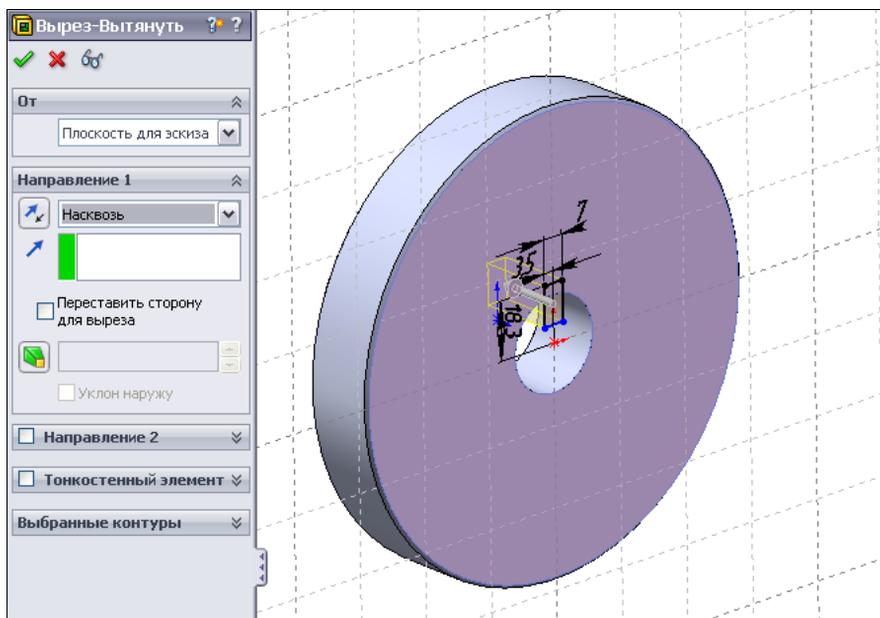


Рис. 2.146

7. Закончим построение шпоночного паза, нажав кнопку **ОК** . В результате получим заготовку зубчатого колеса, пока без зубьев, но с фасками и шпоночным пазом (рис. 2.147).

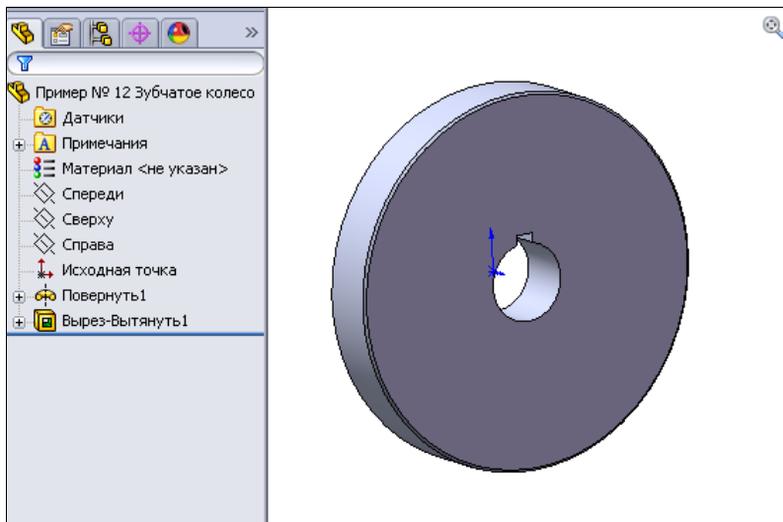


Рис. 2.147

Перейдем к оформлению зубьев.

1. Отметим плоскую поверхность колеса и построим эскиз впадины зуба (рис. 2.148).

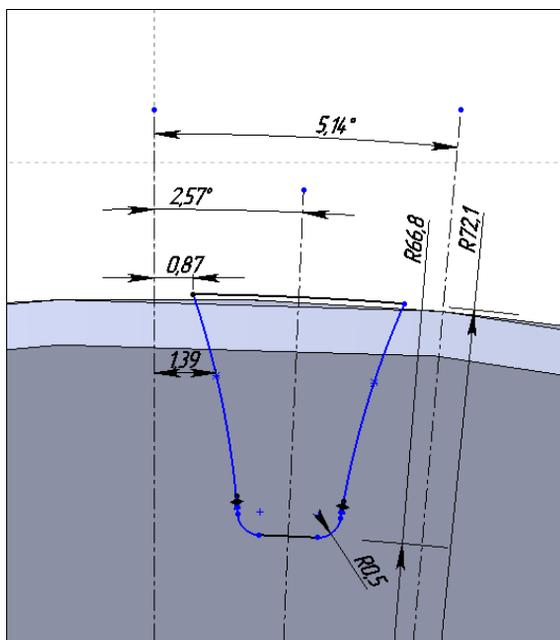


Рис. 2.148

2. Теперь оформим впадину, для чего нажмем кнопку  — **Вытянутый вырез**. В разделе **Направление 1** укажем граничное условие оформляемого выреза —

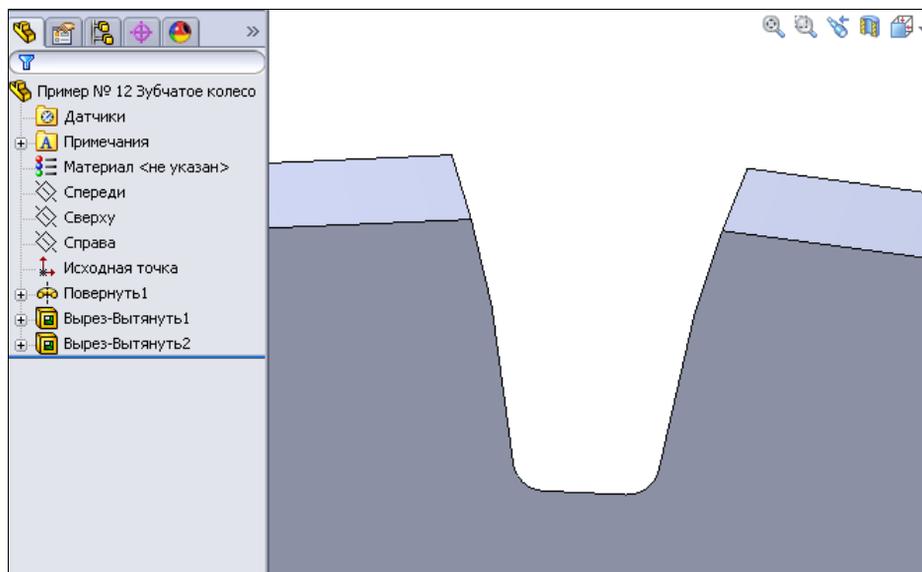


Рис. 2.149

Насквозь, нажмем кнопку **ОК**  и получим колесо с вырезом в виде впадины зуба (рис. 2.149).

- При помощи кругового массива скопируем впадину зуба. Для этого нажмем кнопку  — **Круговой массив**. На экране появится окно **Круговой массив**. В разделе **Параметры** укажем ось массива посредством меню **Вид | Временные оси**. В трехмерной модели детали появится ось, которую необходимо выделить. Ее название отобразится в разделе **Параметры** (рис. 2.150). В этом разделе также укажем суммарный угол массива — 360° , количество копируемых элементов (впадин) — 70, поставим флажок **Равный шаг** (рис. 2.150). В разделе **Копировать элементы** необходимо обозначить вырез зуба — **Вырез-Вытянуть2** (рис. 2.150).
- Нажмем кнопку **ОК** , чтобы закончить построение зубчатого колеса. На экране отобразится зубчатое колесо со шпоночным пазом (рис. 2.151).

Сконструировав зубчатое колесо, мы закончили рассмотрение основных способов проектирования деталей в SolidWorks 2011. Используя описанные приемы и методы, можно создавать трехмерные объекты различной сложности. Кроме этого, в SolidWorks 2011 существуют средства, позволяющие проектировать детали из листового металла, сварные конструкции, создавать литейные формы, а также приемы оформления различных конфигураций одной детали.

В следующей главе рассмотрим методы построения конфигураций.

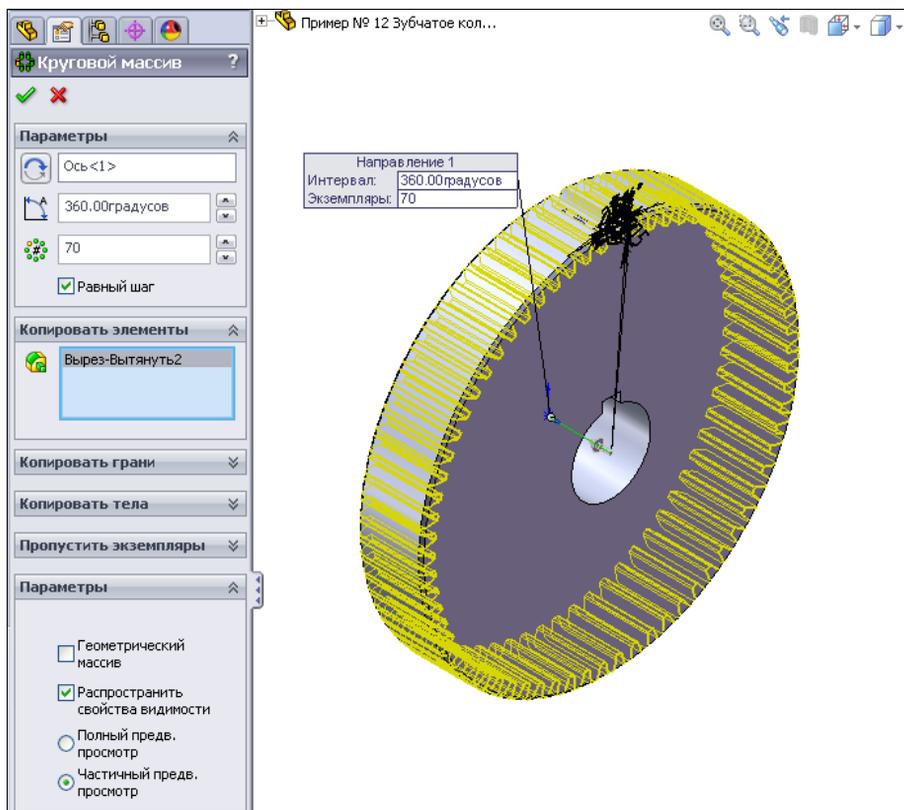


Рис. 2.150

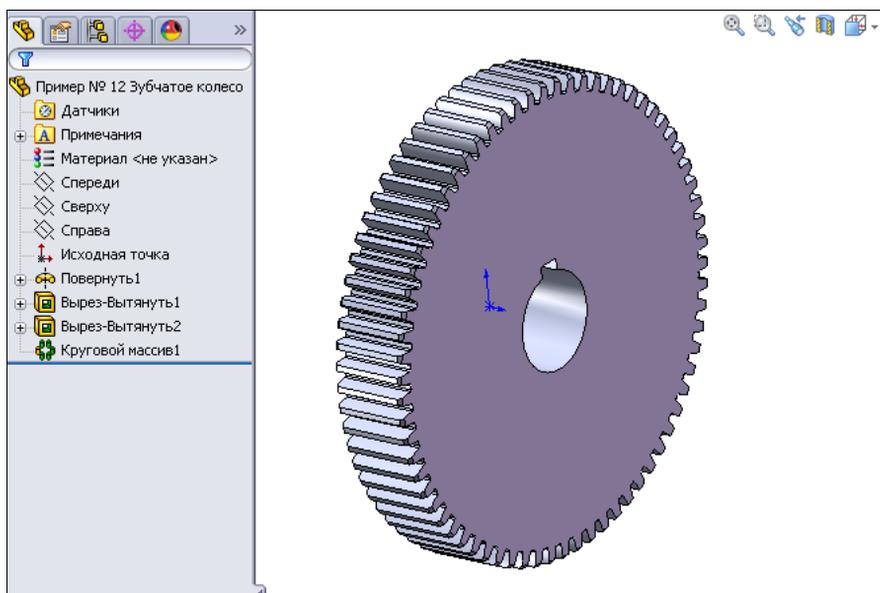


Рис. 2.151

ГЛАВА 3



Конфигурации деталей

В процессе конструирования механизмов и машин довольно часто приходится создавать несколько вариантов одной детали или сборки. Между собой эти варианты могут различаться размерами, наличием или отсутствием некоторых элементов детали и другими параметрами. Такие варианты одной детали или сборки в SolidWorks 2011 могут сохраняться в одном документе и называются конфигурациями.

3.1. Конфигурации, основные сведения

Для создания, выбора и просмотра различных конфигураций детали или сборки в SolidWorks 2011 существует Менеджер конфигурации. При помощи Менеджера конфигурации можно выполнять следующие процедуры:

- ◆ создавать (добавлять) новые конфигурации;
- ◆ редактировать свойства существующих конфигураций;
- ◆ выбирать и просматривать конфигурации;
- ◆ удалять ненужные конфигурации.

Для активизации Менеджера конфигурации необходимо нажать кнопку , которая находится над Деревом Конструирования. В результате этой процедуры в левой части экрана на месте Древа Конструирования появится список существующих конфигураций детали. Имя каждой конфигурации записано в отдельной строке. При этом исходная деталь обозначается **По умолчанию [Имя детали]** (рис. 3.1).

Для возвращения назад в Древо Конструирования нужно нажать кнопку  — **Древо Конструирования**.

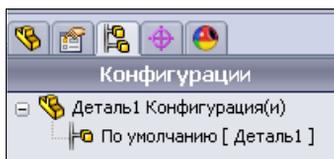


Рис. 3.1

Перейдем к более подробному рассмотрению возможностей Менеджера конфигурации SolidWorks 2011.

3.1.1. Добавление (создание) новой конфигурации

Прежде всего, спроектируем базовую деталь или сборку, на основе которой будут создаваться новые конфигурации. Затем, нажав кнопку , перейдем в Менеджер конфигурации. В SolidWorks 2011 существует три способа создания конфигураций: вручную, при помощи таблицы параметров и с использованием диалогового окна **Изменить конфигурации**.

Создание конфигурации вручную

Находясь в режиме Менеджера конфигурации, поместим курсор мыши в левую область экрана на имя детали или сборки. Щелкнем правой кнопкой мыши, чтобы вывести на экран контекстное меню. Затем в этом меню активизируем команду **Добавить конфигурацию** (рис. 3.2).

Выполнение этой команды приведет к появлению на экране дисплея диалогового окна **Добавить конфигурацию** (рис. 3.3).

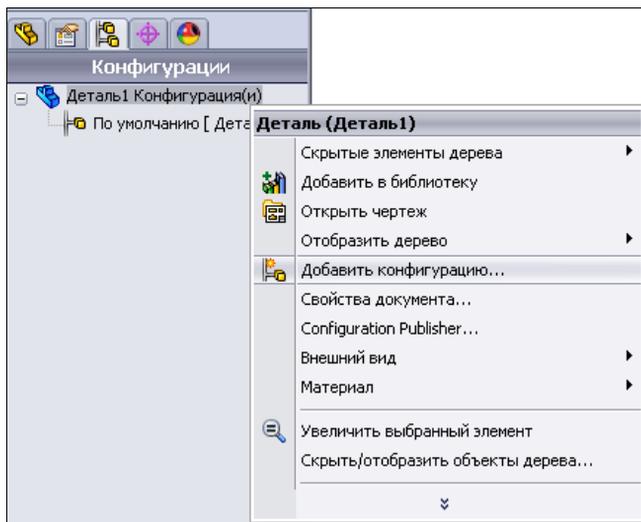


Рис. 3.2

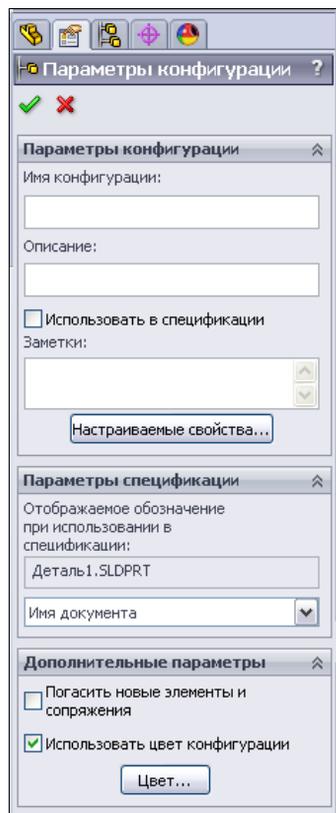


Рис. 3.3

В этом окне необходимо присвоить новой конфигурации имя, можно также оформить ее описание и заметку. Описание и заметка не являются обязательным атрибутом и представляют собой краткую характеристику новой конфигурации. В заметке обычно помещается дополнительная информация о конфигурации. При желании можно также присвоить новой конфигурации цвет, что позволит легко различать разные конфигурации между собой. Задание цвета можно осуществить в разделе **Дополнительные параметры** окна **Добавить конфигурацию**.

После присвоения имени, создания описания и заметки новая конфигурация еще является точной копией исходной детали. Теперь можно перейти в Дерево Конструирования и внести необходимые изменения в трехмерную модель базовой детали или сборки. Изменение исходной детали подразумевает редактирование ее размеров, а также добавление новых элементов (отверстий, фасок и т. д.) или удаление существующих. При проектировании конфигурации сборки можно добавить новые детали или удалить ненужные, а также изменить условия сопряжения.

Создание конфигурации с помощью таблицы параметров

Благодаря таблице параметров можно создавать несколько конфигураций деталей или сборок 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, параметрами конфигурации. Существует два способа создания таблиц параметров: автоматический и вручную.

Для использования таблицы параметров необходимо, находясь в режиме Менеджера конфигурации, активизировать таблицу параметров нажатием кнопки  —

Таблица параметров панели инструментов **Таблица**. На экране появится окно **Таблица параметров** (рис. 3.4).

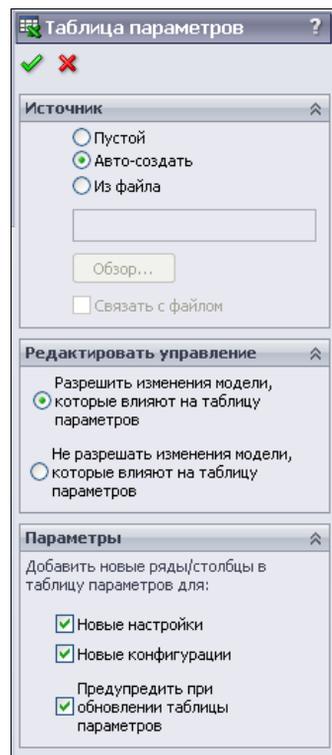


Рис. 3.4

В этом окне, в разделе **Источник**, можно выбрать следующие варианты:

- ◆ **Пустой** — таблица параметров создается вручную;
- ◆ **Авто-создать** — таблица создается в автоматическом режиме;
- ◆ **Из файла** — таблица параметров в файле Excel.

Затем на экране появится таблица параметров, где необходимо присвоить имена создаваемым конфигурациям, указать имена изменяемых размеров и ввести в таблицу значения этих размеров. При выходе из таблицы параметров происходит автоматическое создание конфигураций детали, а в области Менеджера конфигурации появляется папка **Таблицы** со строкой **Таблица параметров** (рис. 3.5). Щелкнув на этой строке правой кнопкой мыши, вы можете редактировать таблицу параметров или удалить ее. В SolidWorks 2011 существует возможность размещения таблицы параметров на листе чертежа, что довольно удобно при оформлении комплексного чертежа детали.

Конфигурации сборок создаются аналогично конфигурациям деталей и отличаются отсутствием или наличием каких-либо деталей, а также условиями сопряжения между деталями.

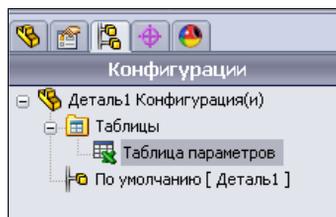


Рис. 3.5

Диалоговое окно *Изменить конфигурации*

Создавать новые, удалять и редактировать имеющиеся конфигурации деталей в SolidWorks 2011 можно легко и просто при помощи диалогового окна **Изменить конфигурации**. Диалоговое окно **Изменить конфигурации** представляет собой таблицу, где в первом столбце представлен список имеющихся конфигураций детали, а в других столбцах конфигурируемые параметры (размеры, элементы деталей и т. д.) (рис. 3.6).

В отличие от таблицы параметров, в которой можно изменять только размеры элементов в конфигурациях детали, в таблице диалогового окна **Изменить конфигурации** можно как изменять размеры детали, так и управлять отображением (погашением) ее элементов.

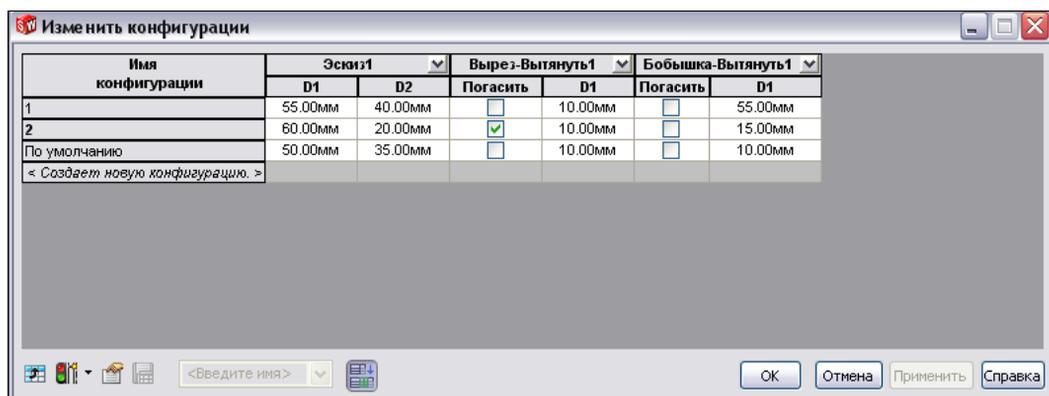


Рис. 3.6

В общем случае в диалоговом окне **Изменить конфигурации** конструктор может:

- ◆ добавить новую конфигурацию;
- ◆ удалить имеющуюся конфигурацию;

- ◆ редактировать конфигурацию, изменяя размеры и управляя отображением элементов;
- ◆ переименовывать конфигурации.

3.1.2. Редактирование конфигураций

В любые созданные в SolidWorks 2011 конфигурации деталей или сборок всегда можно внести изменения.

Редактирование параметров конфигурации

Для редактирования параметров конфигурации необходимо в Менеджере конфигурации выбрать имя, щелкнув по нему правой кнопкой мыши, и в появившемся меню выбрать строку **Свойства...** (рис. 3.7).

После этой процедуры на экране откроется окно **Параметры конфигурации** (рис. 3.8), где можно изменить имя конфигурации, описание и заметку.

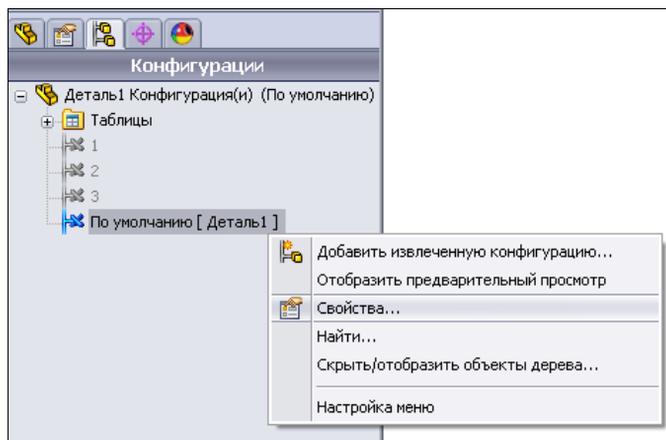


Рис. 3.7

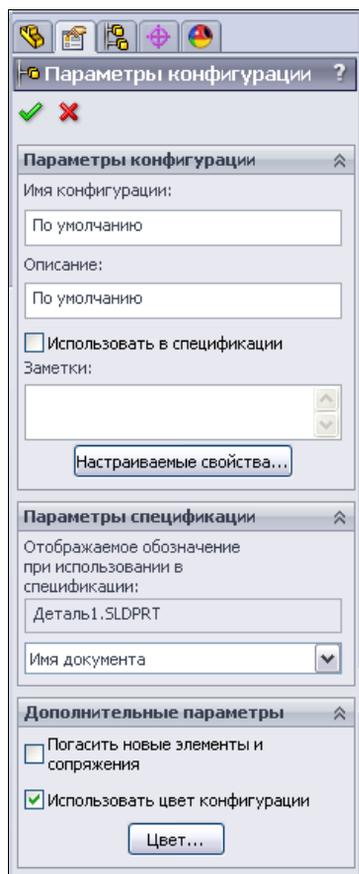


Рис. 3.8

Изменить или добавить какие-либо свойства пользователя можно кнопкой **Настраиваемые свойства**, которая также находится в окне **Параметры конфигурации**. На экране дисплея появится окно **Суммарная информация**, в нем три вкладки: **Суммарная информация**, **Настройки** и **Конфигурация** (рис. 3.9).

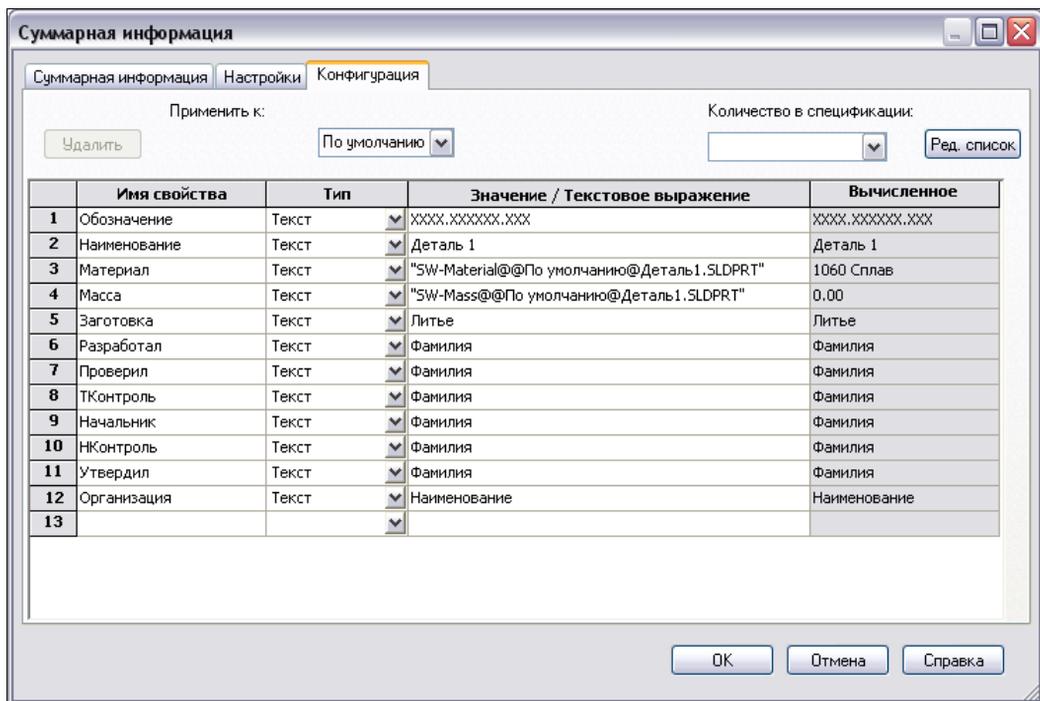


Рис. 3.9

Во вкладке **Суммарная информация** можно обозначить автора конфигурации, ключевые слова, заметку, заголовок и тему, также здесь отображается информация о дате создания документа, дате последнего сохранения файла и имени пользователя.

Во вкладках **Настройки** и **Конфигурация** (рис. 3.9) указываются различные свойства конфигурации: обозначение, наименование, материал, масса и т. д. Список этих свойств можно заполнять и редактировать по желанию пользователя.

Редактирование и удаление конфигураций

Для редактирования размеров и элементов уже созданной конфигурации нужно проделать следующие операции:

1. Активизировать изменяемую конфигурацию в Менеджере конфигурации.
2. Перейти в Дерево Конструирования.
3. Внести изменения в конфигурацию детали или сборки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Редактирование конфигурации сборки обычно заключается в изменении состояния погашения или видимости некоторых деталей.

Все созданные конфигурации при необходимости можно удалить. Существует три способа их удаления: вручную, при помощи таблицы параметров и с использованием диалогового окна **Изменить конфигурации**.

Чтобы удалить конфигурацию вручную, сначала нужно перейти в Менеджер конфигурации. Конфигурация, подлежащая удалению, не должна быть активна. Необходимо щелкнуть на удаляемой конфигурации правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать команду **Удалить**, подтвердив удаление кнопкой **ОК**.

Удалить конфигурацию можно также, используя таблицу параметров (если конфигурации созданы при помощи таблицы параметров). Вся процедура проводится в Менеджере конфигурации, где нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе **Таблица параметров** и выбрать в появившемся контекстном меню пункт **Редактировать таблицу** или **Редактировать таблицу в новом окне** (рис. 3.10).

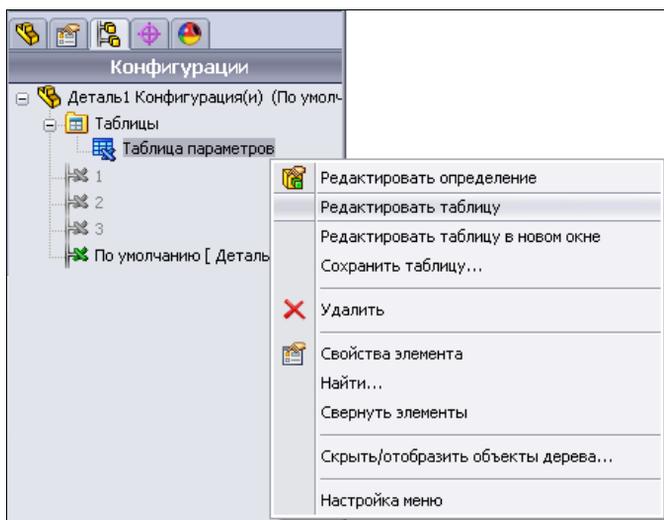


Рис. 3.10

На экране появится таблица параметров, в которой можно удалить строку с именем ненужной конфигурации, при этом рекомендуется использовать команду меню **Правка | Удалить**. После выхода из таблицы ее содержимое обрабатывается, и ненужная конфигурация удаляется.

Редактировать и удалять конфигурации можно и при помощи таблицы в диалоговом окне **Изменить конфигурации** (рис. 3.6). Для этого необходимо сначала открыть окно **Изменить конфигурации**, для чего нужно щелкнуть правой кнопкой мыши по изображению детали или элемента и в появившемся контекстном меню, в разделе **Элемент**, выбрать команду  **Свойства конфигурации**. В результате на экране откроется диалоговое окно **Изменить параметры** с таблицей, во многом

похожей на таблицу параметров. В этой таблице можно удалить ненужные конфигурации. Для этого необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по имени конфигурации и выбрать в контекстном меню пункт **Удалить конфигурацию**. В этой таблице можно также погасить какие-либо элементы детали или изменить размеры элементов в любой из конфигураций.

Перейдем к рассмотрению конкретных примеров по созданию различных конфигураций деталей.

3.2. Создание конфигураций вручную

В этом разделе мы рассмотрим примеры создания различных конфигураций вручную, на основе ранее сконструированных деталей.

Пример № 1. Гайка

В качестве детали, для которой будем создавать различные конфигурации, используем уже спроектированную деталь Гайка (рис. 3.11).

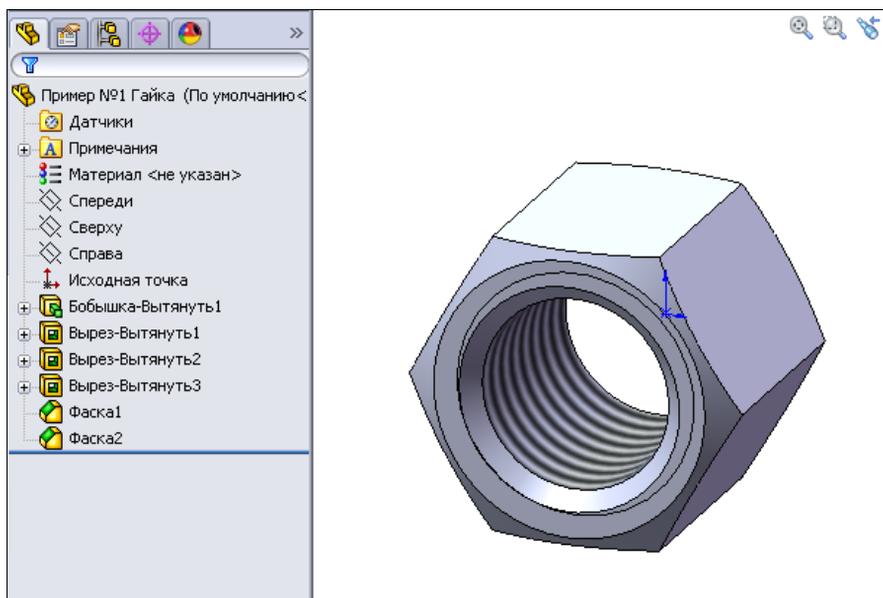


Рис. 3.11

Построим первую конфигурацию, которая будет отличаться от исходной детали только своей высотой. У исходной гайки высота составляет 15 мм, а у новой конфигурации она будет 10 мм.

1. Сначала откроем на экране дисплея исходную деталь. Для того чтобы создать новую конфигурацию детали, откроем  — **Менеджер конфигурации**. Дер-

во Конструирования исчезнет, а на его месте появится окно Менеджера конфигурации. Исходная конфигурация детали будет названа **По умолчанию [Пример №1 Гайка]** (рис. 3.12).

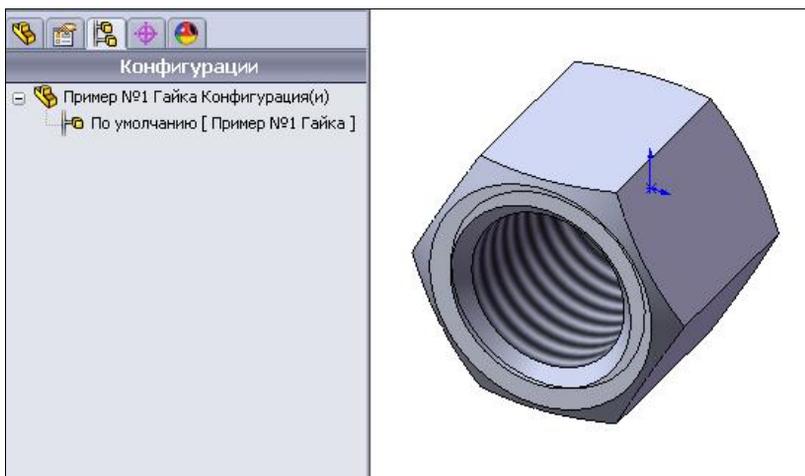


Рис. 3.12

2. Теперь в окне Менеджера конфигурации щелчком правой кнопкой мыши по имени детали (верхняя строка) и в появившемся контекстном меню выберем строку **Добавить конфигурацию...** (рис. 3.13).

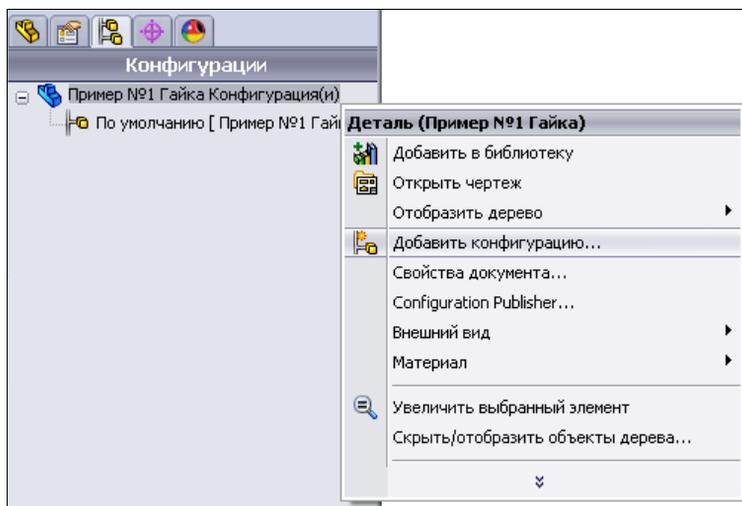


Рис. 3.13

3. На экране появится диалоговое окно, где нужно ввести в соответствующих полях **Имя конфигурации**, **Описание** и **Заметки**. В разделе **Параметры спецификации** необходимо выбрать имя новой конфигурации, под которым она будет обозначаться в спецификации (рис. 3.14).

Укажем следующие параметры:

- **Имя конфигурации** — Гайка М10-10;
- **Описание** — высота - 10 мм.

4. Закончим установку параметров новой конфигурации, нажав кнопку **ОК** . В результате на экране появится изображение этой конфигурации, которая пока еще является копией исходной детали.

ПРИМЕЧАНИЕ

Новая конфигурация всегда создается на основе той конфигурации, которая находится в активном состоянии.

5. Для изменения высоты гайки в новой конфигурации перейдем в Дерево Конструирования . Построение высоты гайки в Дереве Конструирования описано в элементе **Бобышка-Вытянуть1** (рис. 3.15).

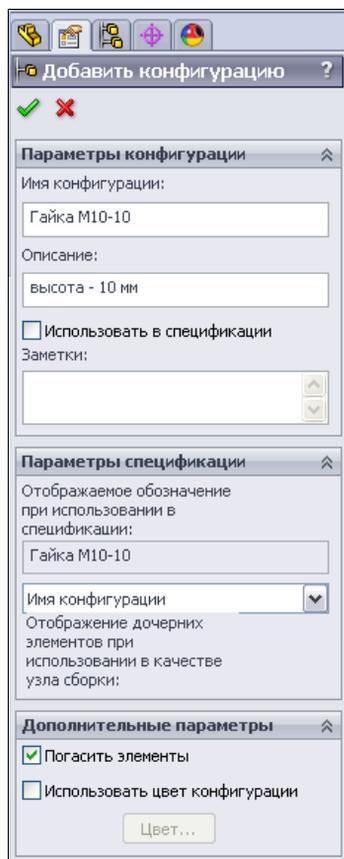


Рис. 3.14

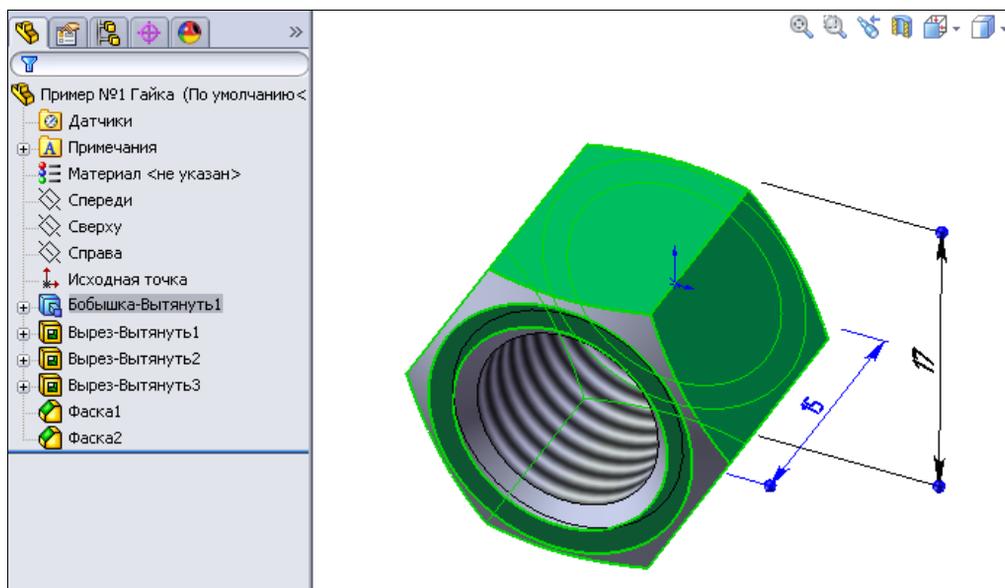


Рис. 3.15

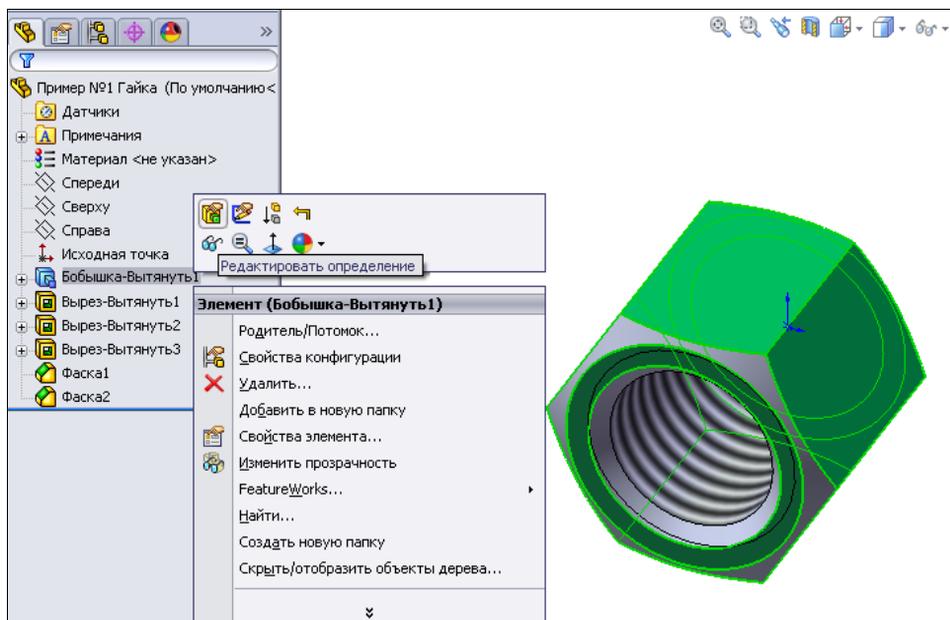


Рис. 3.16

6. Щелчком по этой строке правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберем команду  — **Редактировать определение** (рис. 3.16).
7. На экране появится окно **Бобышка-Вытянуть1**, где поменяем высоту элемента с 15 мм на 10 мм, не забыв указать в разделе **Конфигурации**, что изменения касаются лишь этой конфигурации (рис. 3.17).
8. Нажмем кнопку **ОК** , в результате гайка изменит вид (рис. 3.18).
9. Закончим создание конфигурации, сохранив эту модель.

Аналогично можно создать другие конфигурации детали, отличающиеся друг от друга размерами элементов.

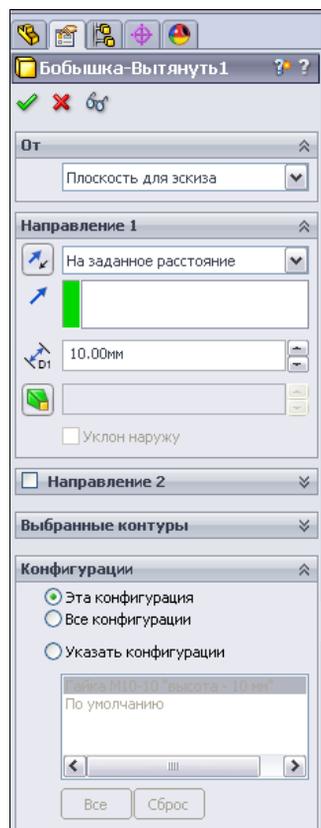


Рис. 3.17

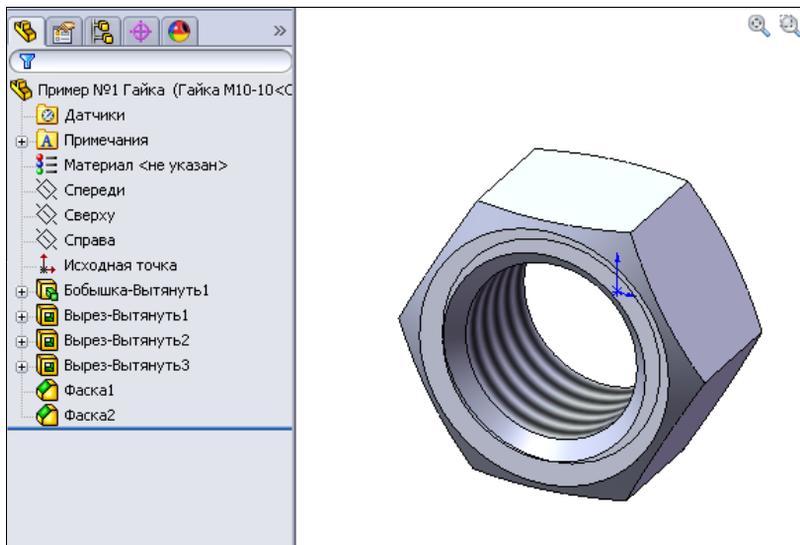


Рис. 3.18

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в исходной детали размеры заданы при помощи уравнения, то при изменении управляющего размера в конфигурации изменятся и другие связанные с ним размеры.

Построим вторую конфигурацию детали Гайка. Эта конфигурация будет отличаться от исходной наличием нового элемента — упорного бурта, а также отсутствием фаски, которая выполняется при помощи команды выреза (элемент **Вырез-Вытянуть2**).

1. Чтобы построить новую конфигурацию, перейдем в Менеджер конфигурации. В связи с тем, что новая конфигурация строится на основе конфигурации **По умолчанию [Пример №1 Гайка]**, необходимо привести ее в активное состояние. Для того чтобы активизировать нужную конфигурацию, следует, находясь в Менеджере конфигурации, щелкнуть правой кнопкой мыши по имени нужной конфигурации. В появившемся контекстном меню следует выбрать команду **Отобразить конфигурацию** (рис. 3.19).

Можно также открыть конфигурацию, просто дважды щелкнув по ее имени. После этих действий конфигурация становится активной и на экране появляется ее изображение.

2. Добавим новую конфигурацию, для чего щелкнем правой кнопкой мыши по имени детали (верхняя строка) и в появившемся контекстном меню выберем команду **Добавить конфигурацию**. В одноименном диалоговом окне зададим параметры новой конфигурации:

- **Имя конфигурации** — Гайка M10-15-2;
- **Описание** — с буртом.

В спецификации конфигурация будет именоваться Гайка M10-15-2 (рис. 3.20).

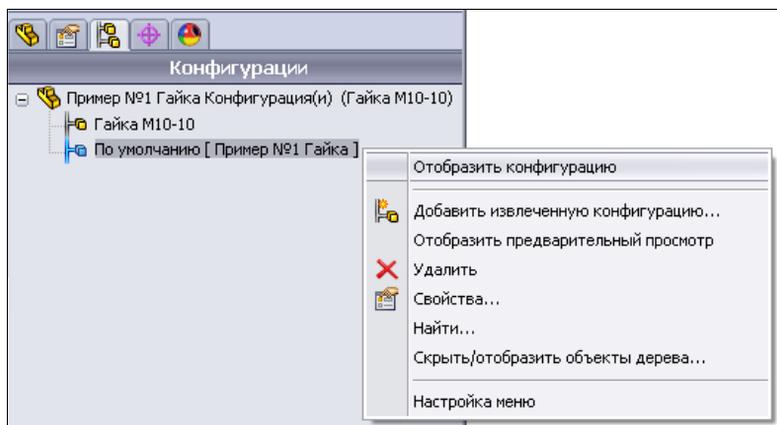


Рис. 3.19

3. После того как определились с параметрами новой конфигурации (именем, описанием и заметкой), нажмем кнопку **ОК**  и переключимся в Дерево Конструирования.

Для построения упорного бурта в новой конфигурации детали Гайка необходимо сначала удалить из Дерева Конструирования элемент **Вырез-Вытянуть2** (фаска, оформленная при помощи команды выреза) и элемент **Фаска2**. Но так как эти элементы должны присутствовать в ранее созданных конфигурациях детали Гайка, то мы не можем их удалить традиционным способом. Для создаваемой конфигурации эти элементы нужно погасить.

4. Погасим элемент **Вырез-Вытянуть2**, для чего выделим его в Дереве Конструирования, щелкнем правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню активизируем команду  — **Погасить**. В результате строка **Вырез-Вытянуть2** погаснет, а из конструкции детали этот элемент исчезнет (рис. 3.21).

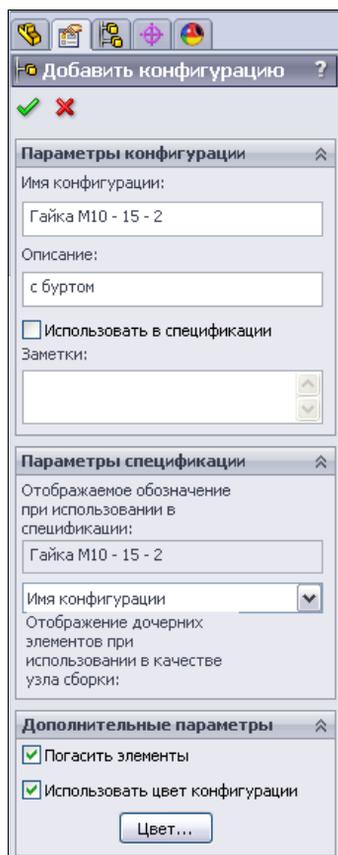


Рис. 3.20

5. Посмотрим свойства погашенного элемента. Для этого необходимо выделить элемент в Дереве Конструирования, щелкнуть правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выбрать команду  — **Свойства элемента...**

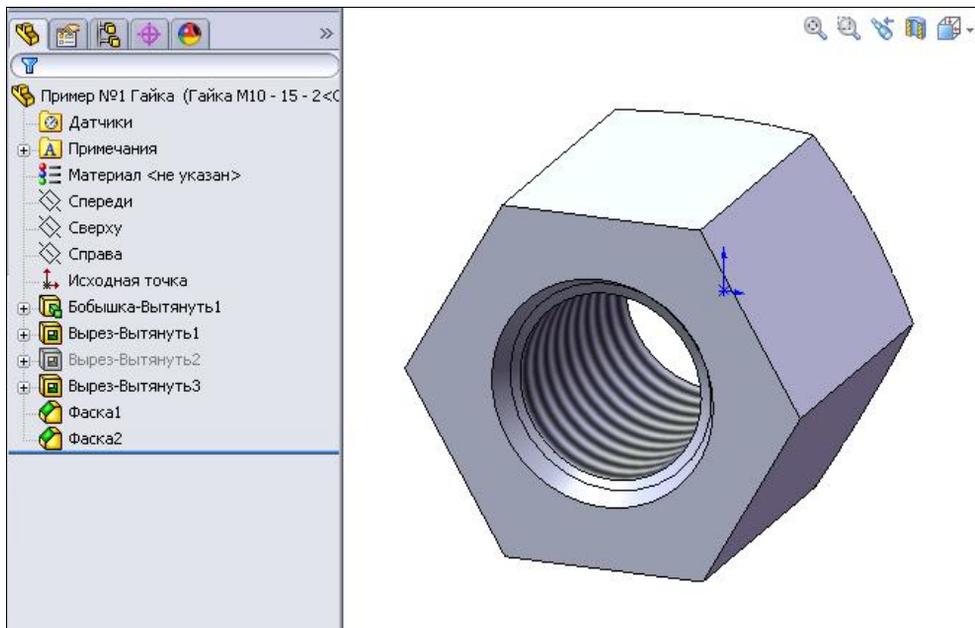


Рис. 3.21

В окне **Свойства элемента** будет указано, что выбранный элемент в данной конфигурации погашен (рис. 3.22).

ПРИМЕЧАНИЯ

Для того чтобы погасить какой-либо элемент во всех конфигурациях детали, необходимо выбрать в окне **Свойства элемента** режим **Все конфигурации**.

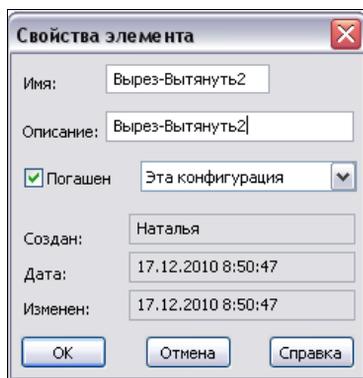


Рис. 3.22

6. Аналогичным образом погасим элемент **Фаска2** (рис. 3.23).
7. Теперь оформим бурт при помощи команды  — **Вытянутая бобышка/основание**. Бурт должен располагаться с той стороны, где ранее находился элемент **Вырез-Вытянуть2**. Диаметр бурта — 22 мм, а высота — 3 мм. Но при таком способе построения центральное отверстие детали Гайка получится глухим с одной стороны (рис. 3.24).
8. Оформим центральное отверстие. В связи с тем, что центральное резьбовое отверстие гайки было создано ранее как вытянутый вырез с граничным условием **Насквозь**, для оформления выреза в новой конфигурации детали нужно просто переставить в Дереве Конструирования элемент **Бобышка-Вытянуть2** (упорный бурт), расположив его над элементом **Вырез-Вытянуть3** (центральное от-

верстие). Для этого нужно захватить строку с названием элемента **Бобышка-Вытянуть2** в Дереве Конструирования при помощи курсора мыши и поместить его в новое место, изменив тем самым порядок построения детали (рис. 3.25).

ПРИМЕЧАНИЕ

В том случае, если программа SolidWorks 2011 не будет перемещать элемент **Бобышка-Вытянуть2** в новое положение в Дереве Конструирования (над элементом **Вырез-Вытянуть3**), рекомендуем следующий порядок действий: сначала погасите элемент **Вырез-Вытянуть3**, потом переместите элемент **Бобышка-Вытянуть2**, а затем выделите элемент **Вырез-Вытянуть3**.

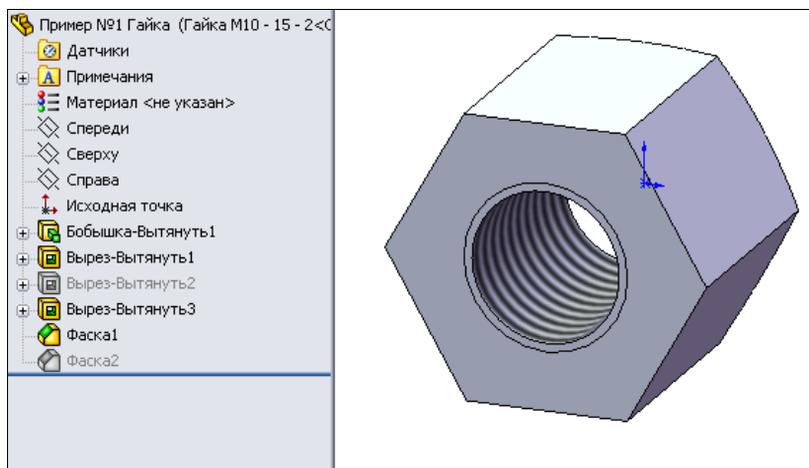


Рис. 3.23

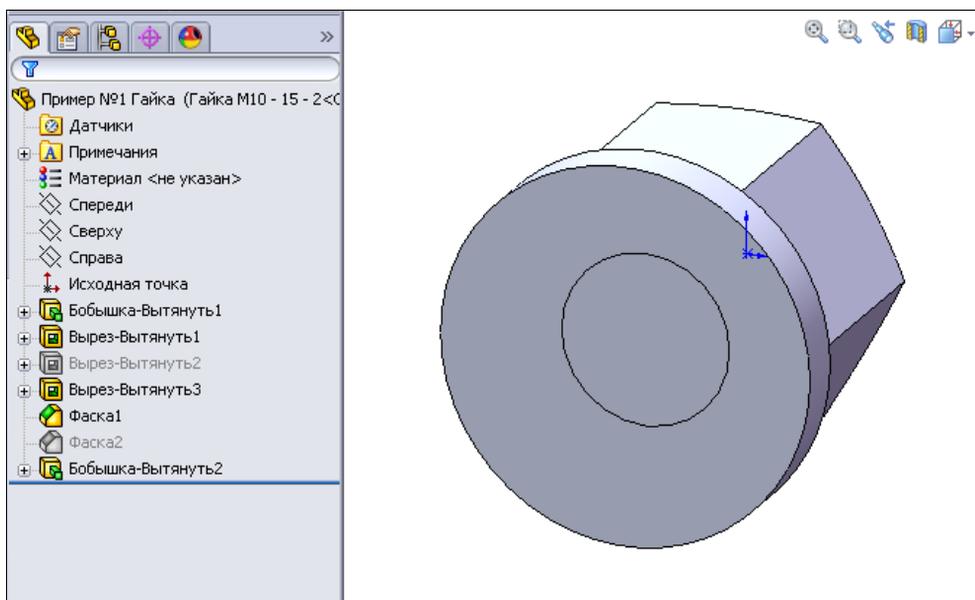


Рис. 3.24

9. В получившейся конфигурации детали отсутствует фаска на одной из кромок. Воспользуемся командой  — **Фаска**. Размеры фаски — $1 \times 45^\circ$.

В результате будет построена еще одна конфигурация детали Гайка (рис. 3.26).

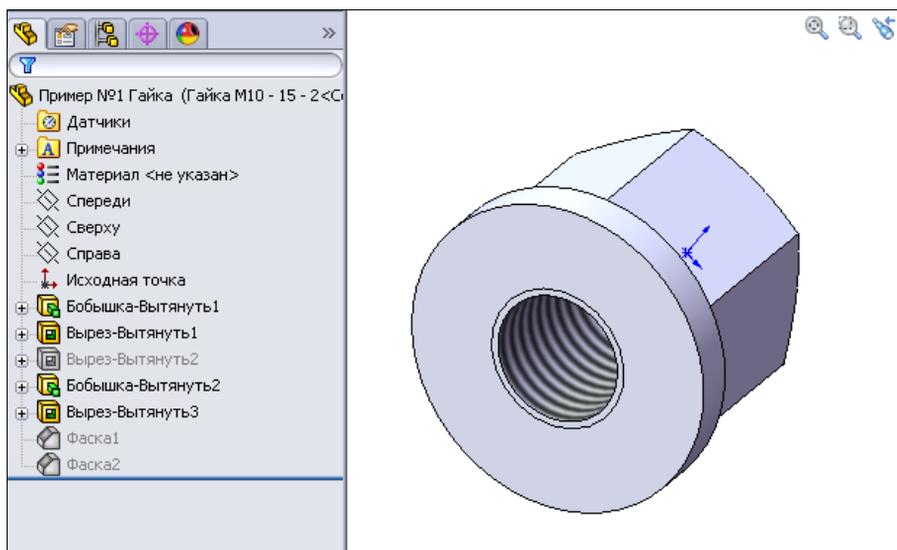


Рис. 3.25

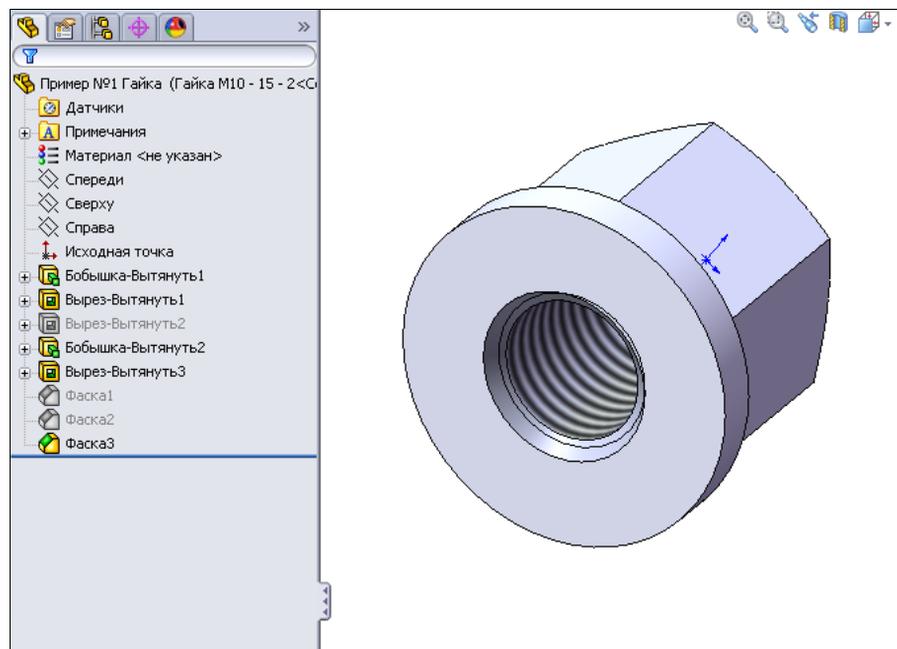


Рис. 3.26

Таким образом на базе детали Гайка были созданы две ее конфигурации — Гайка M10-10 (см. рис. 3.18) и Гайка M10-15-2.

Однако процесс построения конфигураций можно значительно ускорить, если использовать таблицу параметров.

3.3. Создание конфигураций с помощью таблицы параметров

Таблицу параметров удобно использовать при создании конфигураций, которые отличаются между собой лишь размерами некоторых элементов. Построим несколько конфигураций винта с шестигранной головкой.

Пример № 2. Винт с шестигранной головкой

В качестве детали, для которой будем создавать конфигурации при помощи таблицы параметров, используем ранее сконструированную деталь — Винт с шестигранной головкой, который был построен в *разд.* 2.2 (рис. 3.27).

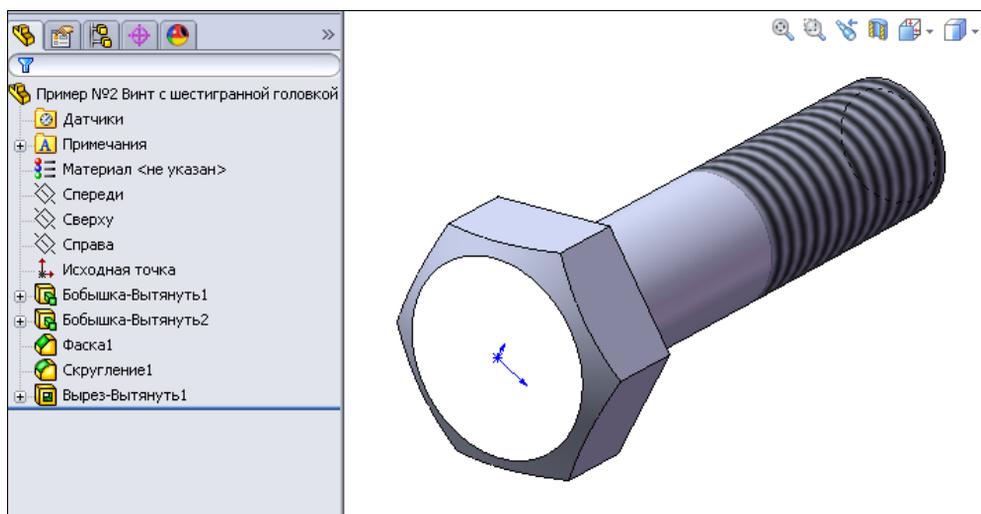


Рис. 3.27

Новые конфигурации винта будут отличаться между собой лишь длиной цилиндрической части. У исходного винта цилиндрическая часть имеет длину 40 мм.

1. Для начала нужно активизировать таблицу параметров нажатием кнопки  — **Таблица параметров**. На экране появится окно **Таблица параметров** (см. рис. 3.4). В разделе **Источник** выберем **Авто-создать** (автоматическое создание таблицы), а в разделе **Редактировать управление** установим флажок **Разрешить изменения модели, которые влияют на таблицу параметров**, т. е. при

изменении модели таблица будет обновляться. Нажмем кнопку **ОК** . На экране появятся окна **Создается таблица параметров** и **Размеры** (рис. 3.28).

В окне **Размеры** перечислены все размеры исходной детали, которые можно изменять в новых конфигурациях (рис. 3.28). Выберем в этом окне размер **D1@Бобышка-Вытянуть2**.

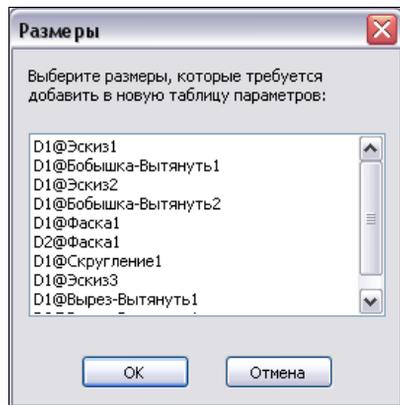
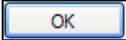


Рис. 3.28

ПРИМЕЧАНИЕ

Для того чтобы отметить несколько размеров в окне **Размеры**, следует выделять названия размеров курсором мыши, удерживая клавишу <Ctrl>.

2. Закончим выбор изменяемых размеров, нажав кнопку .

На экране таблица параметров для винта с шестигранной головкой, выполненная в Microsoft Excel, а в дереве Менеджера конфигурации над списком конфигураций появится новый элемент — **Таблица параметров** (рис. 3.29). В этой таблице ячейка A2 является пустой и обозначается **Family** (Семейство). В столбцах даны имена размеров, а в строках следует ввести имена конфигураций (имя исходной детали **По умолчанию**, и значение ее размера уже указано).

3. Введем в эту таблицу имена новых конфигураций и их размеры (рис. 3.30).

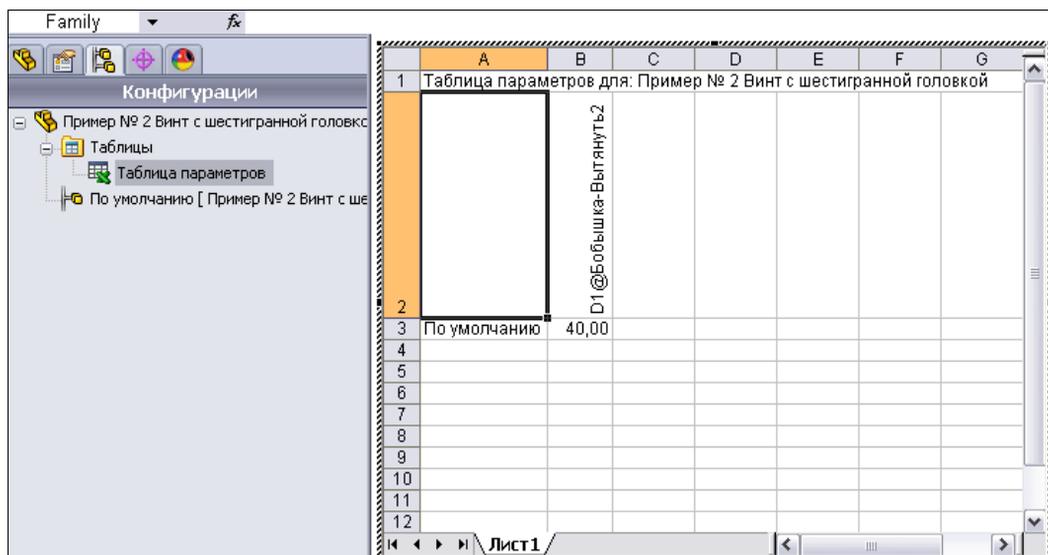


Рис. 3.29

	A	B	C	D	E	F	G
1	Таблица параметров для: Пример № 2 Винт с шестигранной головкой						
2							
3	По умолчанию	40,00					
4	Винт 1	50,00					
5	Винт 2	60,00					
6	Винт 3	80,00					
7	Винт 4	100,00					
8	Винт 5	20,00					
9							
10							
11							
12							

Рис. 3.30

4. После ввода всех данных, чтобы выйти из таблицы параметров, достаточно вывести указатель мыши за пределы контуров таблицы и щелкнуть. В результате программа выйдет из режима Microsoft Excel, и таблица исчезнет с экрана. На экране дисплея откроется окно с информацией о создании конфигураций детали (рис. 3.31). Одновременно будут сформированы конфигурации, параметры которых записаны в таблице.

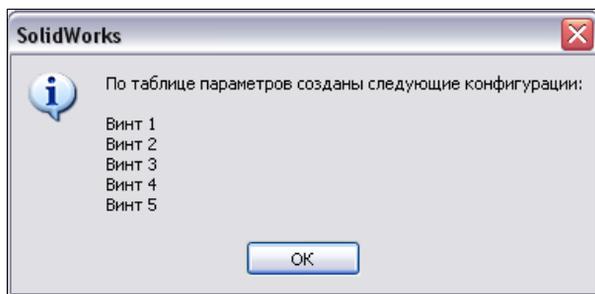


Рис. 3.31

Для того чтобы посмотреть созданные конфигурации, необходимо в Менеджере конфигурации поочередно активизировать их двойным щелчком по названию конфигурации. Исходная конфигурация изображена на рис. 3.32, конфигурация Винт 1 — на рис. 3.33, Винт 4 — на рис. 3.34 и Винт 5 — на рис. 3.35.

SolidWorks 2011 позволяет редактировать таблицу параметров. Для этого нужно лишь перейти в Менеджер конфигурации, открыть папку **Таблицы**, щелкнуть правой кнопкой мыши на строке **Таблица параметров** и выбрать в появившемся контекстном меню пункт **Редактировать таблицу** (рис. 3.36).

На экране отобразится таблица, в которой можно изменить данные конфигураций. Кроме того, можно удалить какую-либо конфигурацию, убрав ее имя из таблицы параметров, или добавить новую конфигурацию, вписав ее имя и размеры в таблицу параметров.

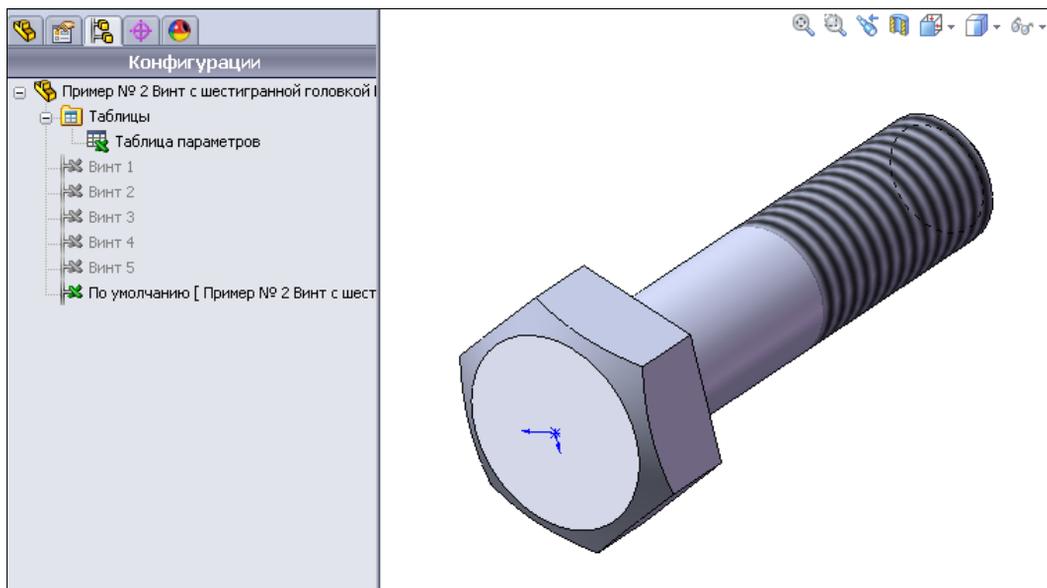


Рис. 3.32

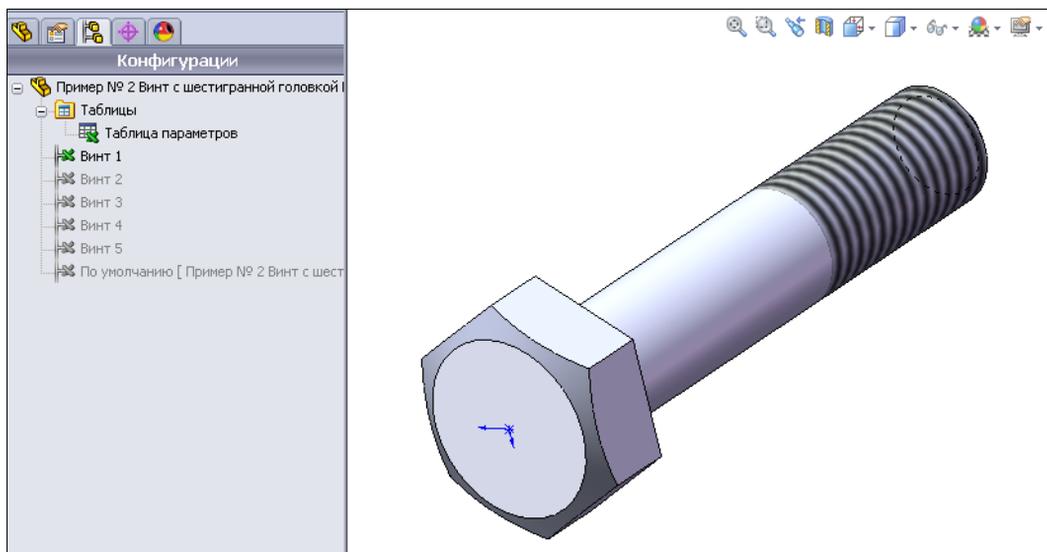


Рис. 3.33

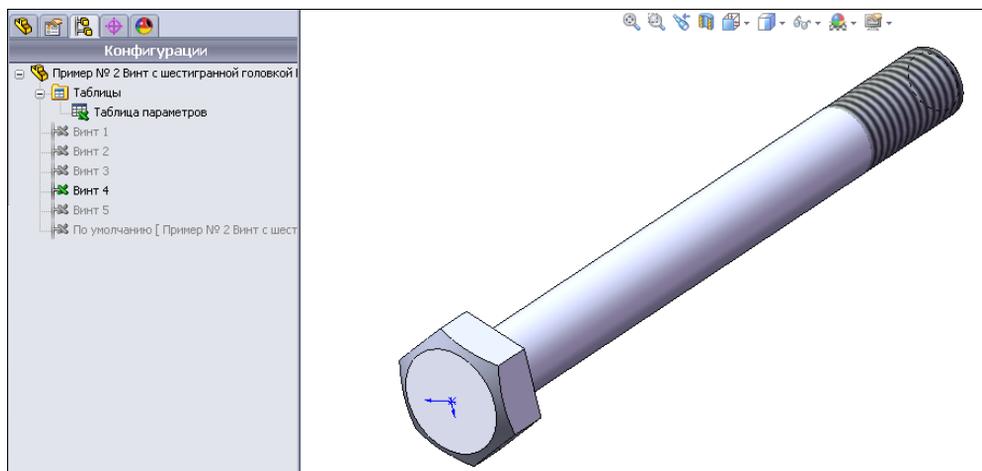


Рис. 3.34

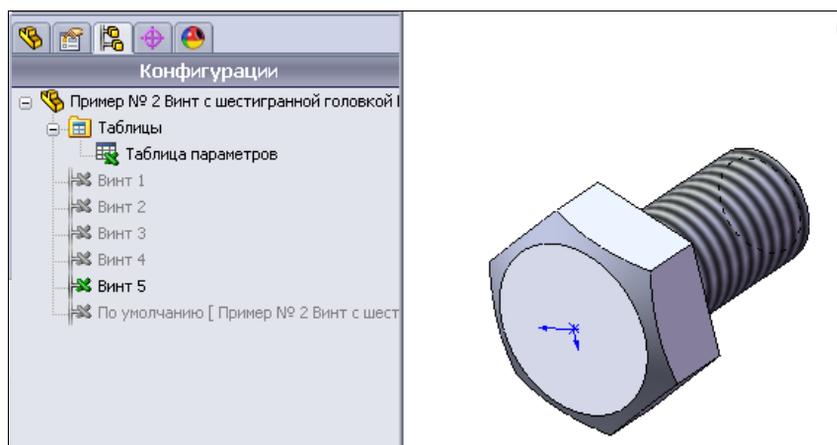


Рис. 3.35

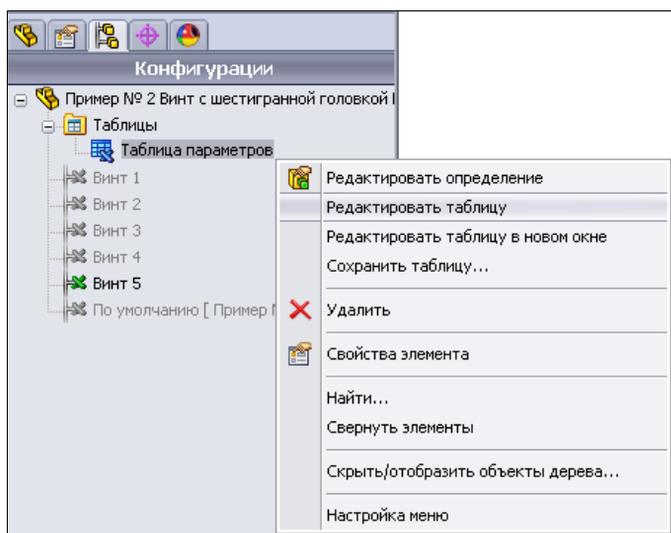


Рис. 3.36

3.4. Создание конфигураций с помощью диалогового окна

Таблицу в диалоговом окне **Изменить конфигурации** удобно использовать, если деталь или сборка **По умолчанию** представляет собой наиболее полное изображение с максимальным количеством элементов и размеров. В нем можно создать новые конфигурации, удалить, а также отредактировать существующие путем изменения размеров и погашением ненужных элементов.

Пример № 3. Шайба

В качестве детали, для которой будем создавать и редактировать конфигурации при помощи диалогового окна **Изменить конфигурации**, используем ранее созданную деталь Шайба (рис. 3.37). Конфигурация детали по умолчанию такова: наружный диаметр шайбы 20 мм, внутренний — 10,5 мм, толщина — 2 мм, наружная фаска — $1 \times 45^\circ$, внутренняя фаска — $0,5 \times 45^\circ$.

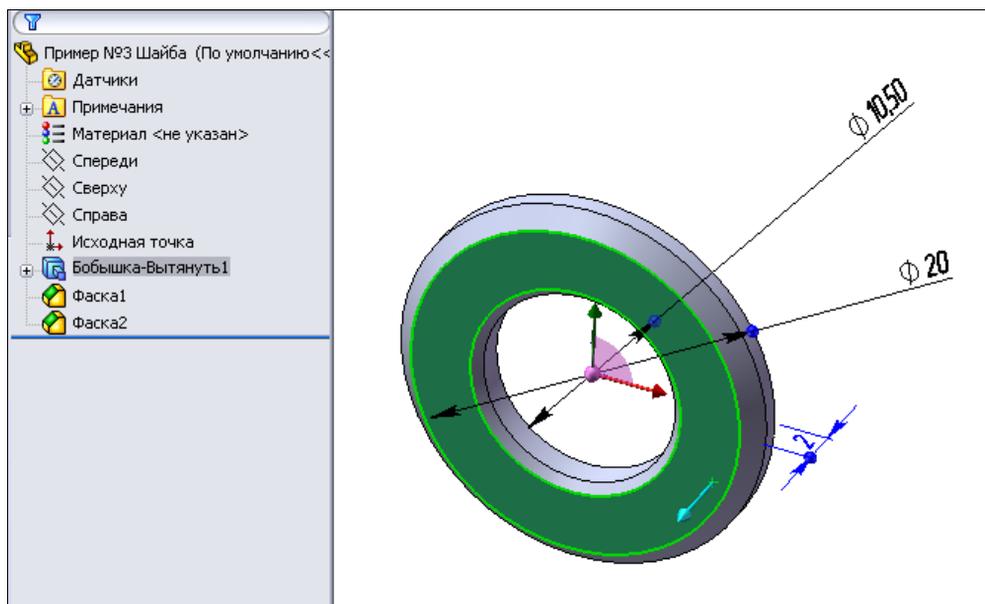


Рис. 3.37

Создадим новые конфигурации этой детали при помощи диалогового окна **Изменить конфигурации**. Первая конфигурация будет отличаться от конфигурации по умолчанию своими размерами.

1. Выделим в Дереве Конструирования или в графической области элемент детали **Бобышка-Вытянуть1** и щелкнем правой кнопкой мыши. В результате на экране появится контекстное меню (рис. 3.38), выберем пункт  **Свойства конфигурации** — откроется окно **Изменить конфигурации** (рис. 3.39).

ПРИМЕЧАНИЕ

Для того чтобы в таблице диалогового окна **Изменить конфигурации** отображались все размеры элемента, необходимо нажать кнопку  — **Все параметры** в нижней строке этого окна.

- Щелчком по строке **<Создает новую конфигурацию>** и введем имя новой конфигурации — **Шайба-1**. В результате в этой таблице появится новая строка **Шайба-1**, в которой будут записаны размеры элемента **Бобышка-Вытянуть1** (рис. 3.40). Эти размеры на данном этапе не отличаются от размеров конфигурации по умолчанию.

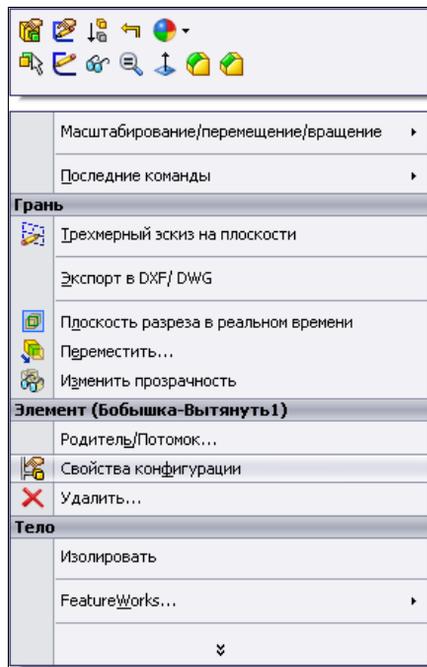


Рис. 3.38

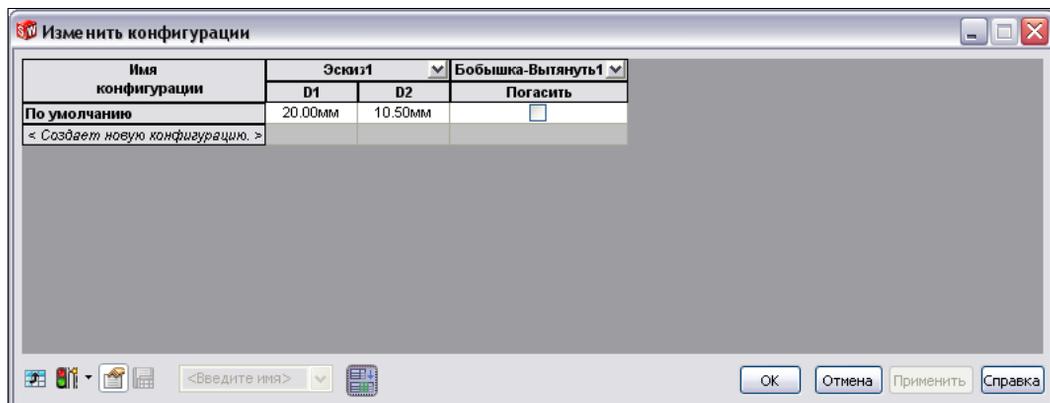


Рис. 3.39



Рис. 3.40

- Изменим размеры новой конфигурации, введя новые значения в таблицу. Пусть наружный диаметр шайбы будет равен 28 мм, внутренний — 15 мм, толщина шайбы и фаски свои размеры в новой конфигурации не меняют.
- Нажмем кнопку для того, чтобы закончить создание новой конфигурации. В результате на экране появится изображение созданной конфигурации (рис. 3.41).

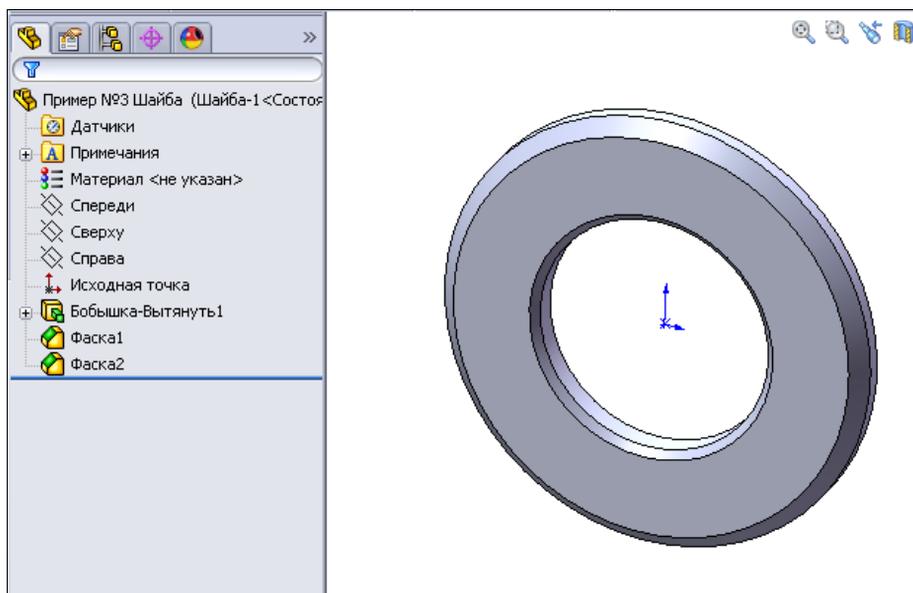


Рис. 3.41

Теперь создадим новую конфигурацию, которая будет отличаться от конфигурации Шайба-1 отсутствием фасок, т. е. рассмотрим способ погашения элементов детали.

- Сначала выделим в Дереве Конструирования или в графической области элементы **Фаска1** и **Фаска2**.

ПРИМЕЧАНИЕ

При выделении элементов необходимо удерживать нажатой клавишу <Ctrl>.

- В контекстном меню правой кнопки мыши в разделе **Элементы** выберем команду  — **Свойства конфигурации**. В результате на экране откроется диалоговое окно **Изменить конфигурации** (рис. 3.42).
- Создадим новую конфигурацию, для этого активизируем строку **<Создает новую конфигурацию>** в таблице и введем имя новой конфигурации — Шайба-2 (рис. 3.42). В строке конфигурации Шайба-2 поставим флажки **Фаска1** и **Фаска2** — в новой конфигурации данные элементы будут погашены (рис. 3.42).
- Нажмем кнопку для того, чтобы закончить создание новой конфигурации без фасок (рис. 3.43).

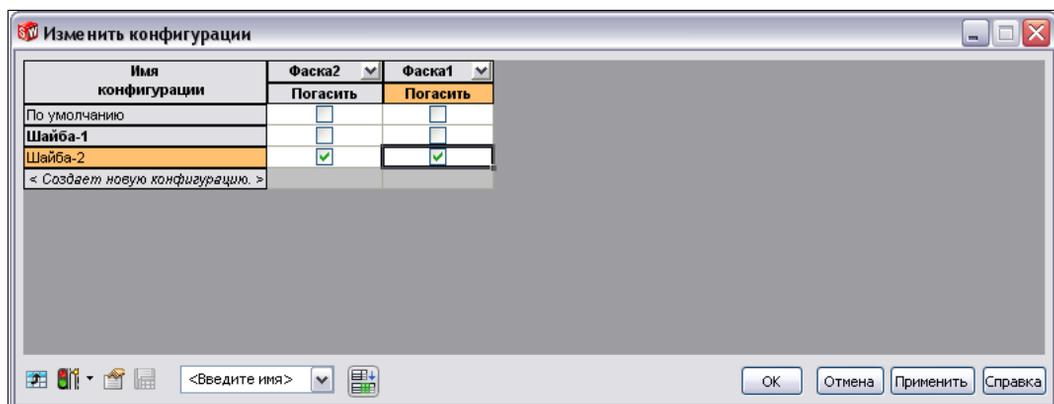


Рис. 3.42

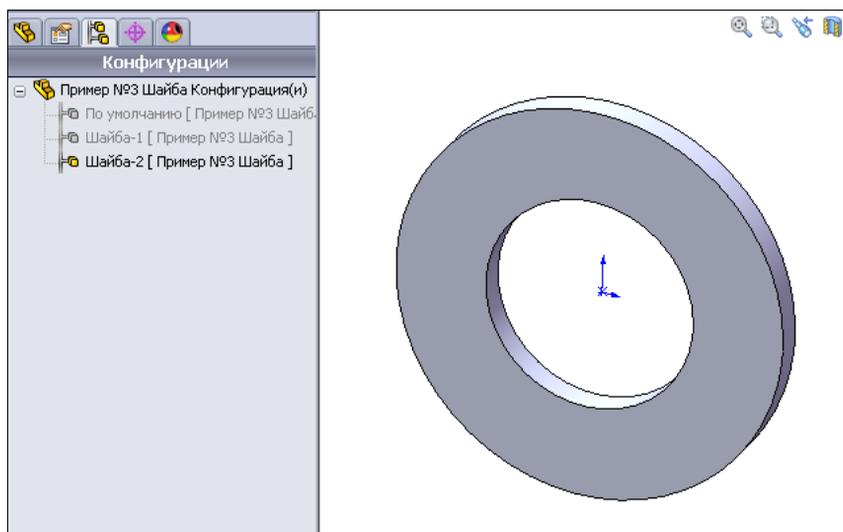


Рис. 3.43

Таким образом, для детали Шайба были созданы две конфигурации, аналогичные конфигурациям, создаваемым вручную. Использовать диалоговое окно **Изменить конфигурации** можно и для редактирования ранее созданных конфигураций.

1. Изменим размеры конфигурации шайбы по умолчанию при помощи диалогового окна **Изменить конфигурации**. Щелкнем дважды элемент **Бобышка-Вытянуты1** в графической области, чтобы появились все размеры этого элемента (рис. 3.44).
2. Выделим курсором размер глубины вытягивания элемента **Бобышка-Вытянуты1** — 2 мм и щелкнем правой кнопкой мыши, чтобы открылось контекстное меню со списком команд (см. рис. 3.38). В этом окне выберем команду  — **Свойства конфигурации**. В результате на экране откроется диалоговое окно **Изменить конфигурации** (рис. 3.45).

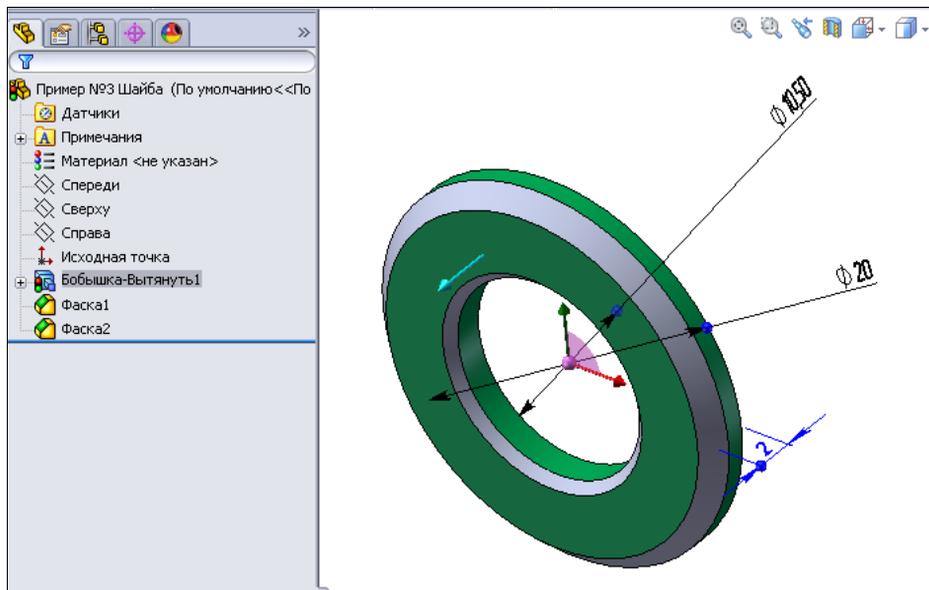


Рис. 3.44

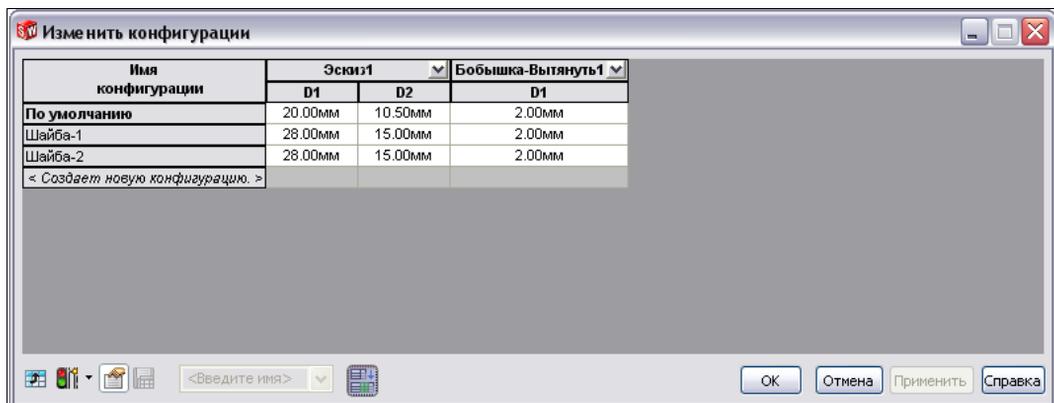


Рис. 3.45

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед открытием окна **Изменить конфигурации** необходимо активизировать размер, чтобы глубина вытягивания элемента **Бобышка-Вытянуть1** гарантированно вошла в качестве параметра в таблицу окна **Изменить конфигурации**.

3. В таблице укажем новые размеры, как на рис. 3.46.
4. Нажмем кнопку для того, чтобы закончить редактирование конфигурации (рис. 3.47).

Аналогичным образом можно изменять размеры и других элементов детали с использованием диалогового окна **Изменить конфигурации**.

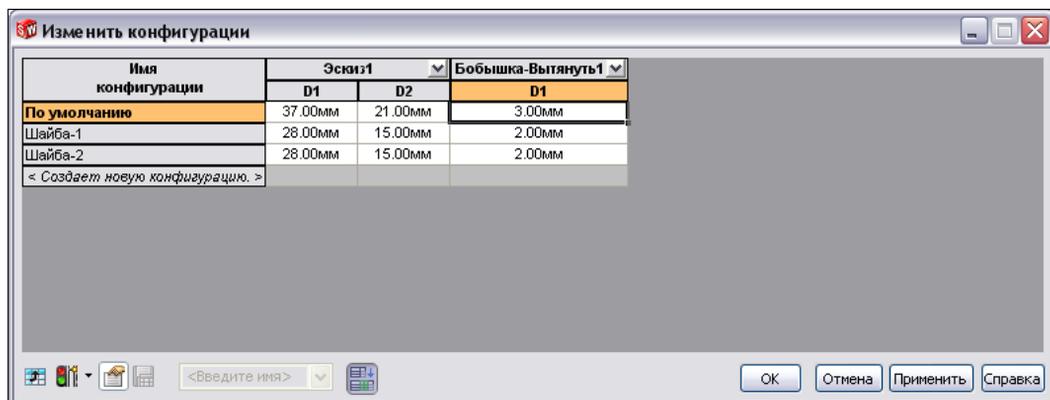


Рис. 3.46

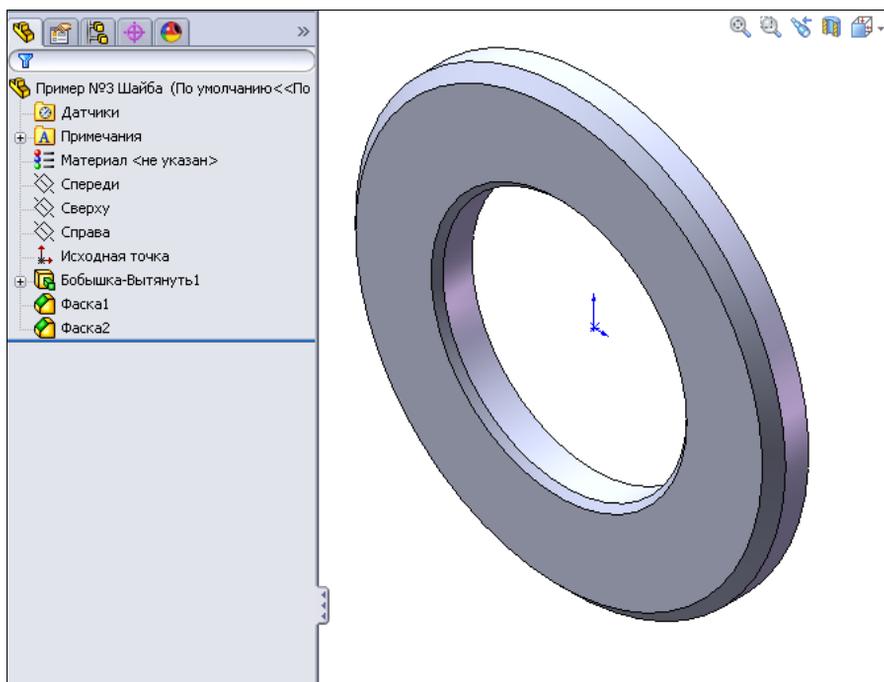


Рис. 3.47

В данной главе были рассмотрены основные приемы построения конфигураций детали. Возможность создания конфигураций в SolidWorks 2011 дает множество преимуществ, как при построении сборок, так и при оформлении комплексных чертежей.

ГЛАВА 4



Детали из листового материала

В данной главе рассматриваются основные принципы и способы построения деталей из листового материала в SolidWorks 2011. Обычно создание конструкции из листовых материалов сопровождается построением ее развертки (плоского состояния детали), к тому же и деталь, и ее развертка, согласно ЕСКД, должны располагаться на чертеже детали — все эти требования легко реализуются при проектировании деталей из листовых материалов в SolidWorks 2011.

4.1. Основные способы построения деталей из листового материала

В SolidWorks 2011 существует два основных способа создания деталей из листового материала:

- ◆ проектирование деталей непосредственно из листового материала;
- ◆ конструирование трехмерной детали как твердого тела, а затем преобразование ее в деталь из листового материала.

Перед проектированием деталей из листового материала необходимо активизировать панель инструментов **Листовой металл** в меню **Инструменты | Настройка | Панели инструментов**, установив флажок **Листовой металл**.

4.1.1. Создание детали из листового материала

В этом разделе описываются два способа построения деталей из листового материала:

- ◆ в первом способе основой для построения детали является ее развертка, т. е. деталь создается из плоского состояния;
- ◆ во втором способе деталь сразу строится в согнутом состоянии как деталь из листового материала.

Рассмотрим эти способы по порядку.

Создание деталей из плоского состояния

Такой способ создания листового материала удобно использовать, когда основополагающей является конфигурация развертки, и именно ее размеры наиболее важны при конструировании детали.

На основе эскиза развертки строится твердое тело — твердотельная развертка. В общем случае это тело имеет вид фигурного трехмерного листа. Затем на плоской поверхности твердотельной развертки создается эскиз, в котором рисуются линии сгиба. При выходе из эскиза развертка сгибается согласно этим линиям. Рассмотрим шаги построения детали из листового материала чуть подробнее.

1. Выполним эскиз развертки и вытянем его на толщину листа.
2. Созданную твердотельную развертку необходимо преобразовать в деталь из листового металла, для этого нужно нажать кнопку  — **Сгибы** на панели инструментов **Листовой металл** или выбрать команду меню: **Вставка | Листовой металл | Сгибы...** (рис. 4.1).
3. На экране в разделе Менеджера свойств появится окно **Сгибы**, в котором необходимо указать основные параметры сгибов (рис. 4.2).
4. В разделе **Настройки сгиба** необходимо указать зафиксированную грань или кромку в поле  и радиус сгиба . В рассматриваемом способе построения зафиксированной гранью является плоская грань развертки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Заданный радиус сгиба будет использоваться при построении сгибов по умолчанию. Если необходимо построить сгиб с другим радиусом, изменить значение однократно можно только после оформления сгибов.

5. В разделе **Допуск сгиба** (рис. 4.3) выберем тип допуска сгиба и величину.

По своей сути, допуск сгиба — это длина листового материала, которая приходится на радиус сгиба (рис. 4.4).

На выбор пользователя предлагается несколько типов задания допусков сгибов:

- таблица сгибов — создается на основании значений толщины листа и угла сгиба;

ПРИМЕЧАНИЕ

Таблица сгибов для выполнения операций с листовым металлом находится в каталоге установки: `\lang\english\Sheetmetal Bend Tables\ sample.btl`. При необходимости таблицу сгибов можно редактировать.

- коэффициент K — вычисляется по формуле $K = p / T$, где p — расстояние от внутренней грани до нейтрального листа, T — толщина листа;
- допуск сгиба — вводится необходимое значение в поле **ВА** (рис. 4.5);
- вычисление сгиба — величина уменьшения сгиба вычисляется по формуле (рис. 4.6):

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

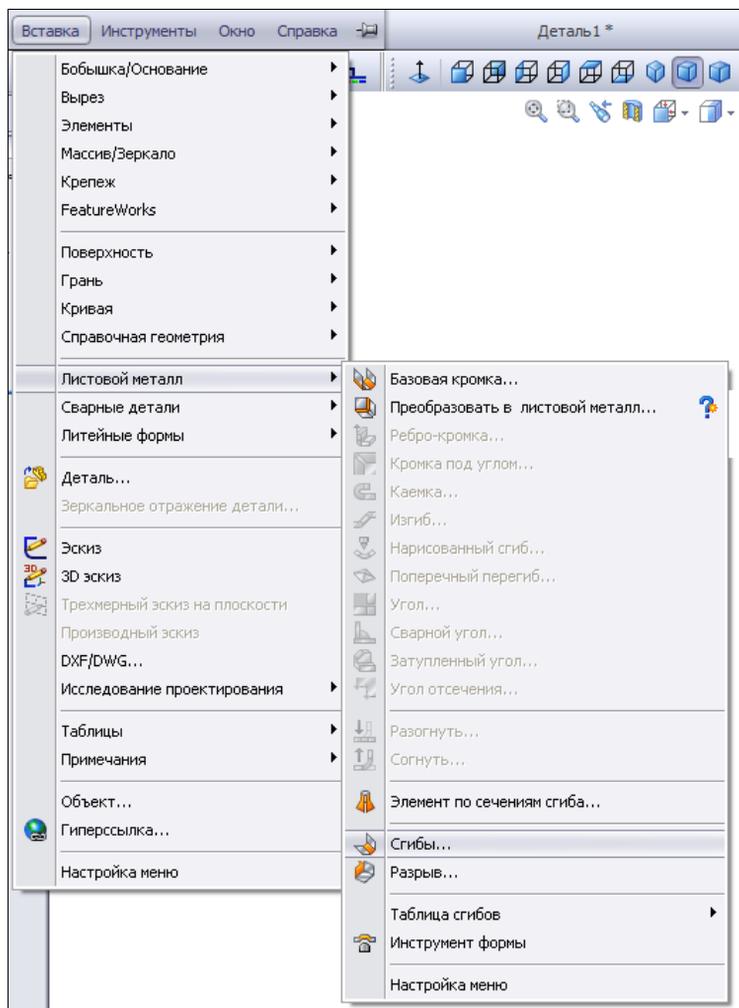


Рис. 4.1

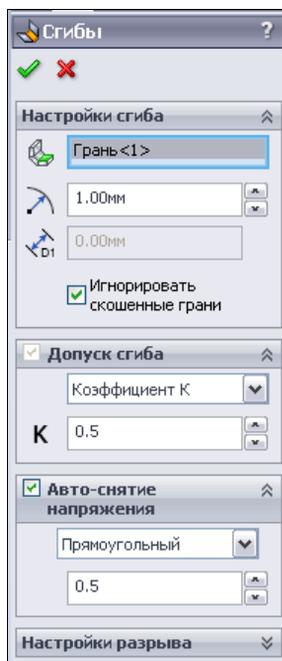


Рис. 4.2

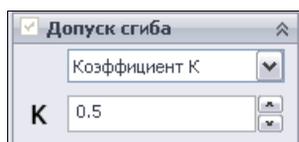


Рис. 4.3

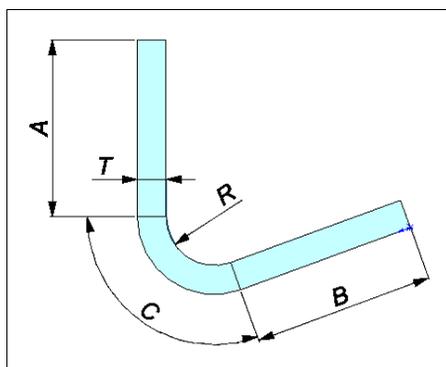


Рис. 4.4

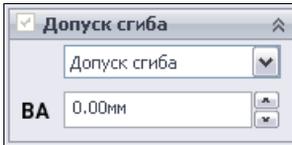


Рис. 4.5

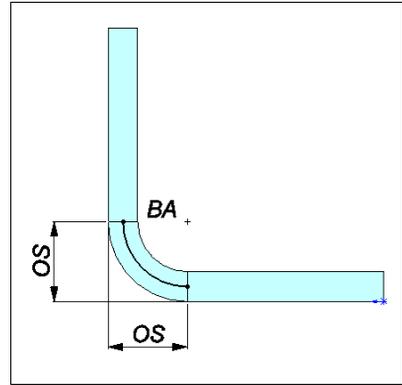


Рис. 4.6

- расчет сгиба осуществляется с помощью таблиц. В этих таблицах можно определять различные угловые диапазоны, задавать уравнения для этих диапазонов и рассчитывать развернутую длину детали. По умолчанию таблицы расчета сгибов находятся в каталоге установки: `\lang\english\Sheetmetal Bend Tables`. Таких таблиц может быть несколько, и создаются они пользователем. При выборе этого типа допуска необходимо указать еще и файл с таблицей.
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. Если выбрать **Прямоугольный** или **Скругленный**, то необходимо указать значение параметра **Пропорция смещения** (рис. 4.7).

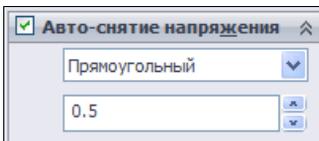


Рис. 4.7

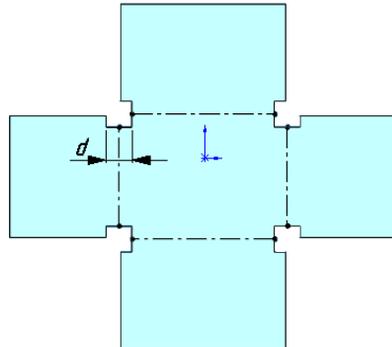


Рис. 4.8

Ширина выреза для снятия напряжений определяется по формуле $d = PC \times T$, где PC — пропорция смещения, T — толщина листа (рис. 4.8).

7. После того как заданы настройки сгиба, допуск сгиба и способ снятия напряжений, необходимо нажать кнопку **ОК** . На экране появится окно с сообщением, что сгибы не были найдены (рис. 4.9), на него нужно ответить **ОК**.

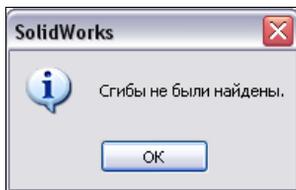


Рис. 4.9

В результате вы вернетесь к исходной плоской развертке, но Дерево Конструирования претерпит некоторые изменения. В нем появятся новые ветви: **Список вырезов**, **Листовой металл1**, **Плоское состояние1**, **Согнутое состояние1** и в погашенном состоянии элемент **Развертка1** (рис. 4.10).

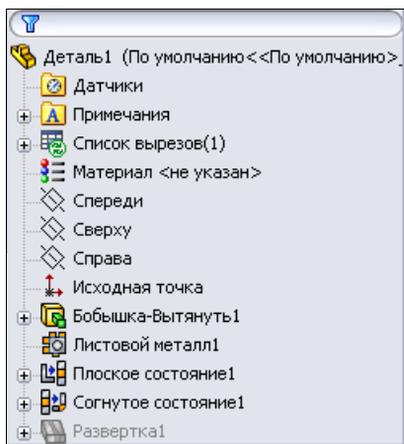


Рис. 4.10

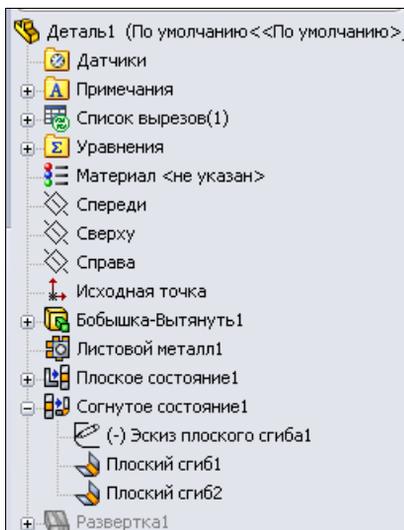


Рис. 4.11

8. Далее следует выбрать: **Согнутое состояние1 | Эскиз плоского сгиба1 | Редактировать эскиз**. Вы войдете в режим редактирования эскиза и получите возможность рисования линий сгиба. После того как будут нарисованы линии сгиба, необходимо выйти из режима редактирования эскиза. На детали появятся сгибы, а в Дереве Конструирования — ветви: **Плоский сгиб1**, **Плоский сгиб2** и далее, по количеству линий сгибов (рис. 4.11). По умолчанию сгибы выполняются под углом 90° и радиусом, который был указан ранее в окне **Сгибы**.
9. Когда деталь из листового металла уже приобрела согнутое состояние, можно редактировать радиусы и направление (угол) сгиба. Для этого необходимо выбрать соответствующий плоский сгиб в Дереве Конструирования, щелкнуть правой кнопкой мыши по названию этого сгиба и выбрать команду  — **Редактировать определение**. В окне **Плоский сгиб** можно изменить радиус сгиба, его угол и направление при помощи кнопки  — **Реверс** (рис. 4.12).

Данный способ проектирования детали удобен тем, что можно сначала создать развертку объекта, а затем ее согнуть по собственному усмотрению. Этот способ проектирования деталей из листового металла нашел довольно широкое применение. Однако SolidWorks 2011 позволяет проектировать детали и в обратном порядке, т. е. сначала создать объемную деталь из листового металла, а затем ее развертку.

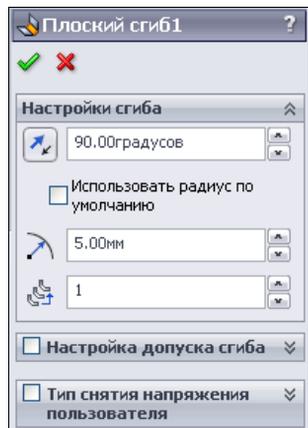


Рис. 4.12

Создание деталей из листового металла в согнутом состоянии

Такой способ проектирования используется, когда известно, как должна выглядеть деталь в согнутом состоянии. Развертка в этом случае имеет второстепенное значение.

Независимо от внешнего вида детали ее построение начинается с создания эскиза базовой кромки. Этот эскиз представляет собой некоторый контур, который превращается в базовую кромку детали после нажатия кнопки  — **Базовая кромка/выступ**. При выполнении этой команды деталь помечается как деталь из листового металла, при этом в окне **Базовая кромка** задается толщина листа, допуск сгиба и способ снятия напряжений (рис. 4.13).

Базовая кромка должна быть первым элементом при создании новой детали из листового металла. К тому же у детали из листового металла в SolidWorks 2011 может быть только один элемент, помеченный как базовая кромка (рис. 4.13).

После выполнения этой команды в Дереве Конструирования появляются новые ветви: **Список вырезов(1)**, **Листовой металл1**, **Базовая кромка1** и **Развертка1** (рис. 4.14).

Теперь на основе базовой кромки можно построить боковые кромки различной формы. Для этого используются следующие команды:

◆ **Ребро-кромка**  — это элемент детали из листового металла. При построении ребра-кромки за одну операцию объединяются сгиб и выступ (рис. 4.15).

Для построения ребра-кромки необходимо указать радиусы сгибов, длину ребер, а также одну или несколько базовых кромок детали;

◆ команда **Кромка под углом** активизируется одноименной кнопкой . В отличие от команды **Ребро-кромка**, кромка под углом может иметь криволинейную форму (рис. 4.16). По этой причине обязательно строится эскиз кромки, где вырисовывается ее профиль;

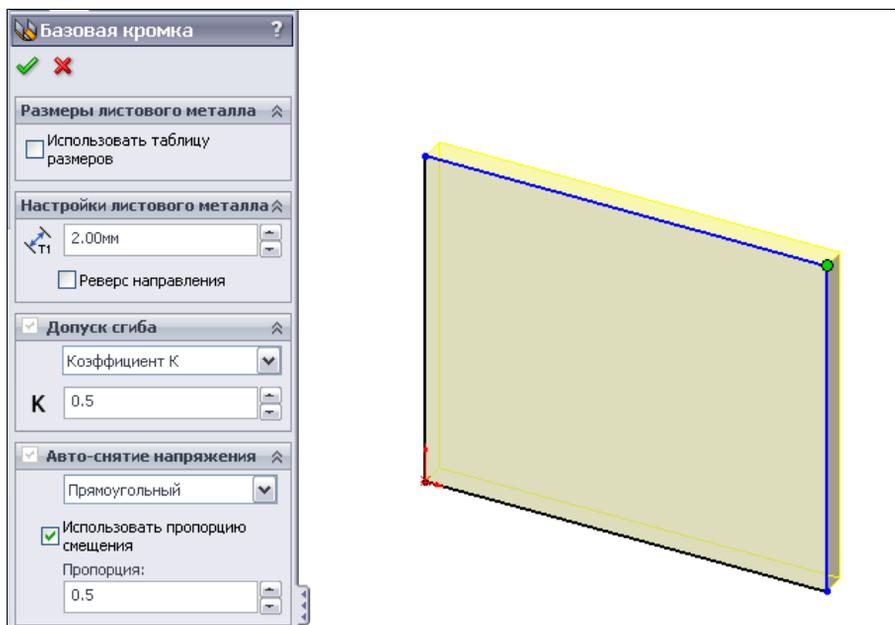


Рис. 4.13

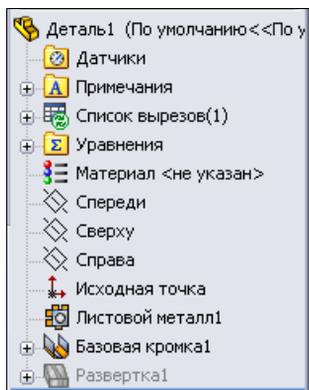


Рис. 4.14

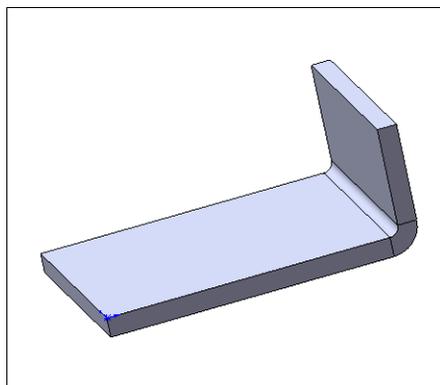


Рис. 4.15

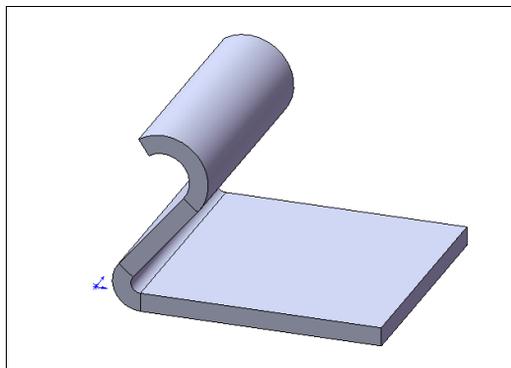


Рис. 4.16

- ◆ команда  — **Каемка** позволяет построить прямолинейную боковую сторону детали, которая будет располагаться параллельно основанию. Одновременно можно построить несколько одинаковых каемок от разных кромок (рис. 4.17). Для этого необходимо указать их длину, расстояние от каемок до базовой кромки и зазор между ними;

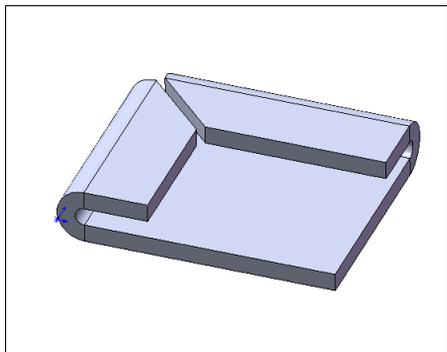


Рис. 4.17

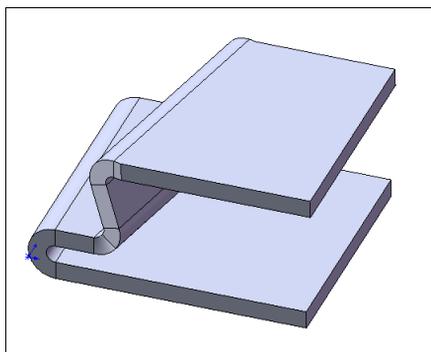


Рис. 4.18

- ◆ команда  — **Изгиб** создает два изгиба на некоторой кромке детали, при этом происходит добавление материала в деталь из листового металла на величину изгиба (рис. 4.18). При выполнении этой команды требуется создать эскиз изгиба в виде одной линии, а также указать радиус сгиба, угол сгиба и величину смещения (величину изгиба).

Для того чтобы построить развертку детали из листового металла, необходимо в Дереве Конструирования выбрать строку **Развертка1**, активизировать контекстное меню нажатием правой кнопки мыши и щелкнуть по кнопке меню  — **Высветить**. Вся построенная ранее деталь развернется в плоскости, где расположено основание. В результате вы увидите развертку детали, на которой штрихпунктиром будут нанесены линии сгиба (рис. 4.19).

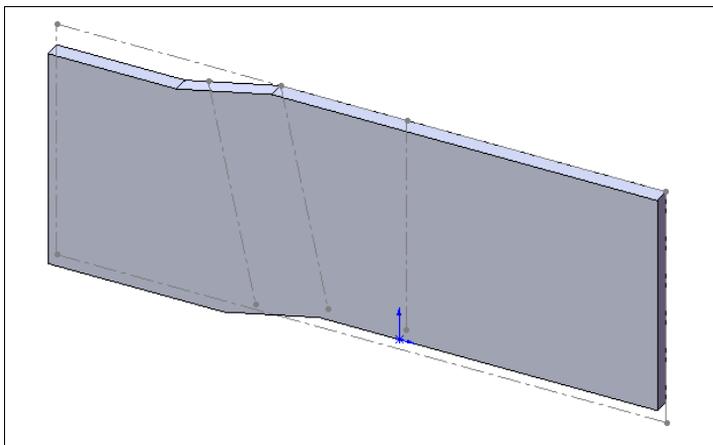


Рис. 4.19

4.1.2. Преобразование твердого тела в деталь из листового материала

В SolidWorks 2011 существует возможность создать твердотельную деталь, а затем преобразовать ее в деталь из листового металла. Рассмотрим этапы построения детали из листового металла этим способом:

1. Сначала необходимо создать твердое тело. Обычно такая деталь имеет вид многоугольной призмы.
2. Затем эту деталь нужно преобразовать в тонкостенную деталь, используя команду  — **Оболочка** на панели инструментов **Элементы**.
3. Следующий этап — создание разрезов при помощи команды  — **Разрыв** панели инструментов **Листовой металл**. В разделе **Настройки разрыва** указываются те кромки, вдоль которых необходимо сделать разрезы, а также величина зазора.
4. Затем активизируется команда  — **Сгибы** панели инструментов **Листовой металл**, где указываются радиус сгиба и зафиксированная кромка или грань, по периметру которой пройдут линии сгиба.

В итоге призматическая твердотельная деталь преобразуется в деталь из листового металла. На этой детали будут изображены сгибы, которые можно развернуть.

Для получения полной развертки детали нужно лишь нажать кнопку  — **Развертка**. Для возвращения детали в прежнее (согнутое) состояние достаточно еще раз нажать кнопку **Развертка**.

Чтобы разогнуть лишь некоторые грани детали, следует воспользоваться кнопкой  — **Разогнуть** на панели инструментов **Листовой металл**. На экране появится окно **Разогнуть**. В поле **Зафиксированная грань** следует указать ту грань, положение которой в пространстве останется неизменным, а в поле **Разогнуть** необходимо указать те сгибы, которые вы собираетесь разогнуть. В результате получите неполную развертку листовой детали.

Аналогично, чтобы согнуть лишь некоторые грани, следует воспользоваться командой  — **Согнуть**. В появившемся окне **Согнуть** необходимо указать зафиксированную грань, а также сгибы, которые необходимо согнуть.

Описанным способом можно создавать детали из листового металла на основе твердого тела не только в SolidWorks 2011, но и в предыдущих версиях этой программы. Однако в SolidWorks 2011 появилась новая команда, которая позволяет действовать более простым способом.

Для начала необходимо построить деталь. Затем достаточно воспользоваться командой  — **Преобразовать в листовый металл** панели инструментов **Листовой металл**. Можно также воспользоваться командой меню **Вставка | Листовой**

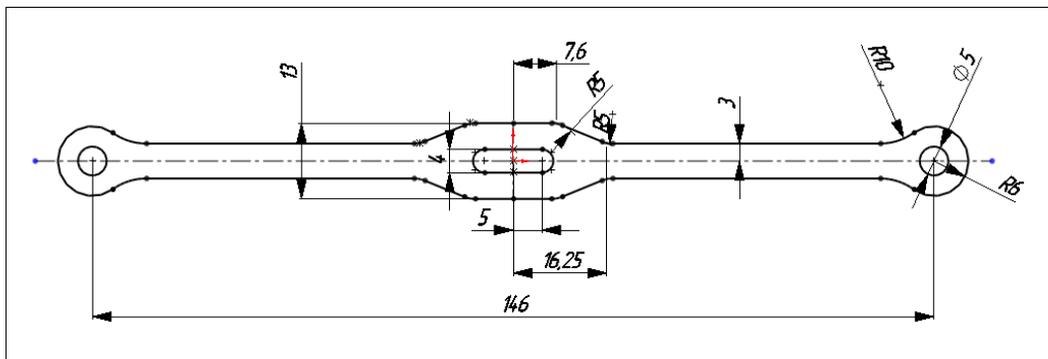


Рис. 4.21

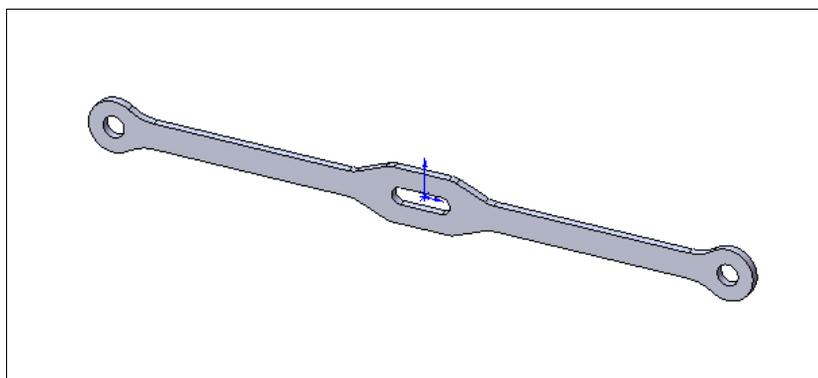


Рис. 4.22

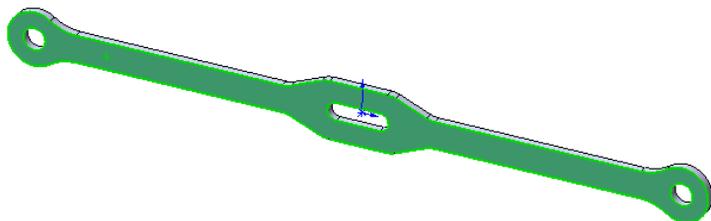
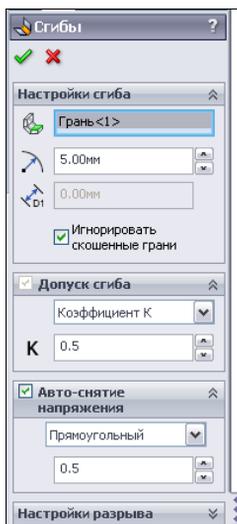


Рис. 4.23

виду та грань, на которой будут нарисованы линии сгиба — плоская грань развертки.

- Нажмем кнопку **ОК** , чтобы закончить преобразование детали. На экране появится сообщение — **Сгибы не были найдены**, на что также нужно ответить **ОК**. В результате вы вернетесь к исходному (плоскому) состоянию детали, но в Дереве Конструирования появятся новые ветви: **Листовой металл1**, **Плоское состояние1**, **Согнутое состояние1** и **Развертка1** (рис. 4.24).

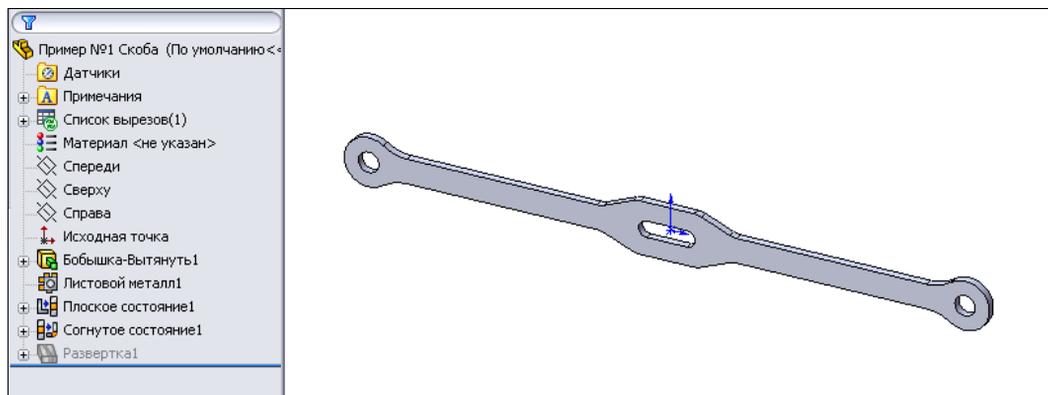


Рис. 4.24

- Далее выберем в Дереве Конструирования строку **Согнутое состояние1 | Эскиз плоского сгиба1**, нажатием правой кнопки мыши на этой строке выведем на экран контекстное меню и активизируем команду  — **Редактировать эскиз**. В данном случае редактирование эскиза заключается в рисовании линий сгиба. При рисовании следует помнить, что начало и конец линии сгиба должны находиться в пространстве, а не на листовом металле, и линии сгиба не должны пересекаться между собой (рис. 4.25).

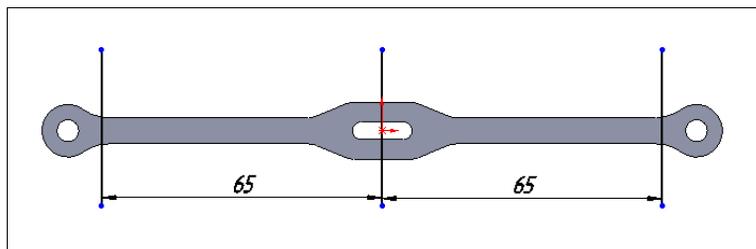


Рис. 4.25

- Выйдем из эскиза. В результате на детали появятся сгибы, а в Дереве Конструирования — ветви **Плоский сгиб1**, **Плоский сгиб2** и **Плоский сгиб3** (рис. 4.26). По умолчанию сгибы выполняются под углом 90° и радиусом 5 мм.
- Теперь, когда деталь уже в согнутом состоянии, необходимо отредактировать радиусы, углы и направление созданных сгибов. Для этого в Дереве Конструи-

рования выберем сначала **Плоский сгиб1**, щелчком правой кнопкой мыши и активируем в контекстном меню команду  — **Редактировать определение**. Деталь разогнется, и на экране появится панель **Плоский сгиб1**, где можно изменить радиус сгиба, его угол и направление, как на рис. 4.27.

- Закончив настройки сгиба, нажмем **ОК**  — и на экране появится деталь с измененным сгибом (рис. 4.28).

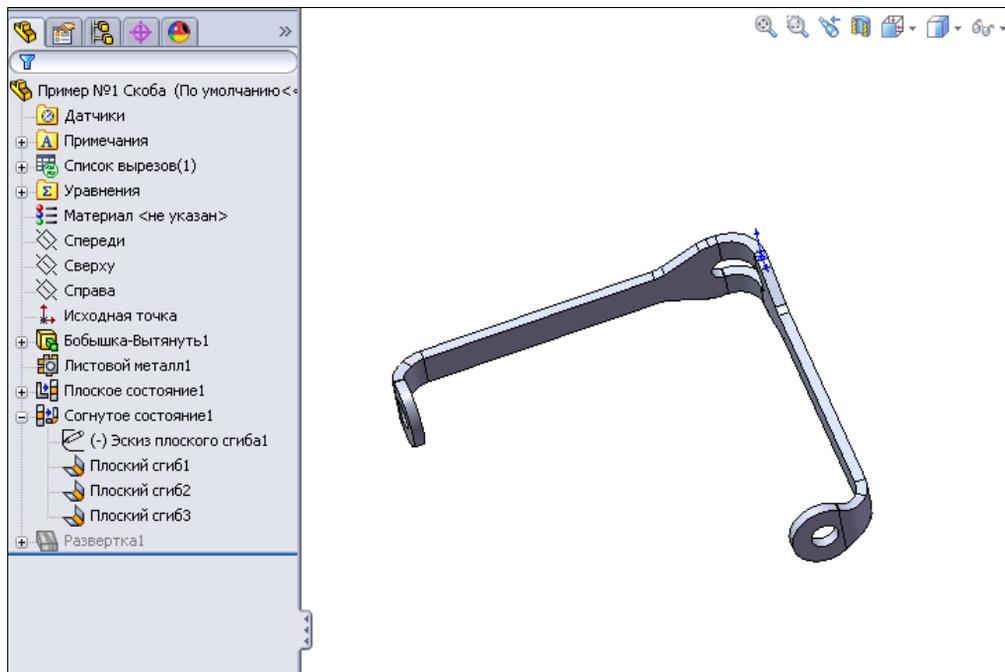


Рис. 4.26

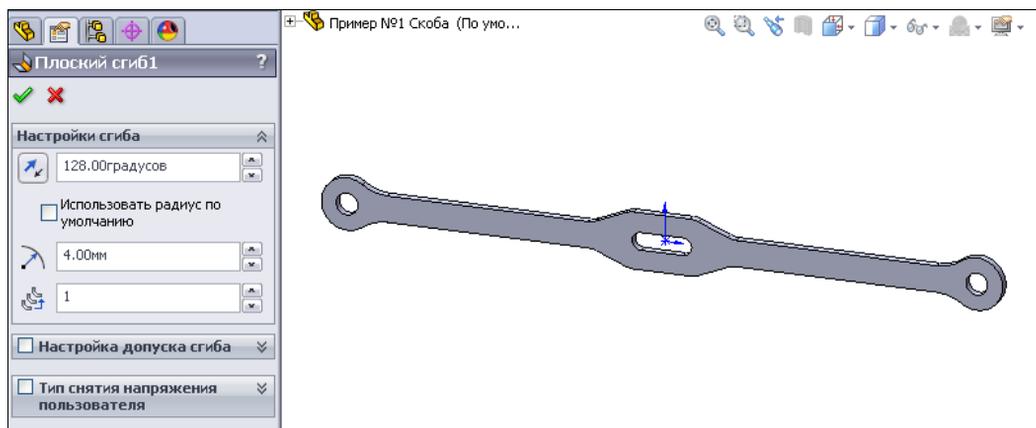


Рис. 4.27

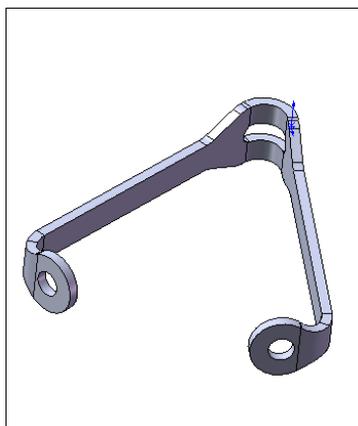


Рис. 4.28

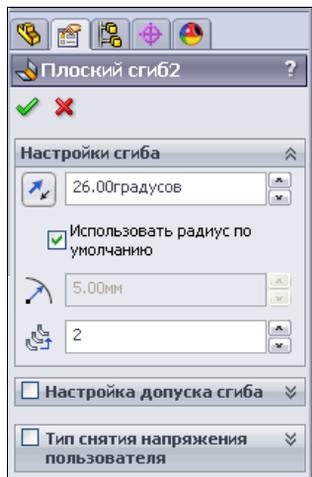


Рис. 4.29



Рис. 4.30

10. Аналогичным образом поменяем настройки Плоского сгиба2: изменим угол сгиба на 26° , радиус сгиба оставим по умолчанию 5 мм (рис. 4.29).
11. После нажатия кнопки **ОК**  деталь изменит свой вид (рис. 4.30).
12. Настройки Плоского сгиба3 в точности совпадают с настройками Плоского сгиба2. В результате получим деталь Скоба в окончательном виде (рис. 4.31).

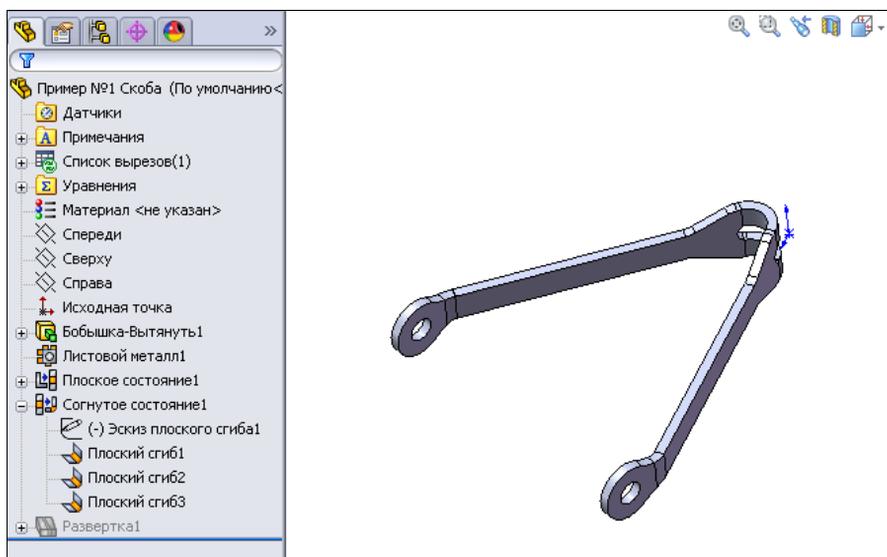


Рис. 4.31

Таким образом была построена деталь из листового металла на основе развертки. Проектирование детали в обратном порядке мы рассмотрим подробнее на примере детали Перегородка.

Пример № 2. Перегородка

1. Откроем новую деталь, войдем в эскиз и нарисуем контур основания перегородки. Основание имеет вид прямоугольника размером 66×25 мм (рис. 4.32).

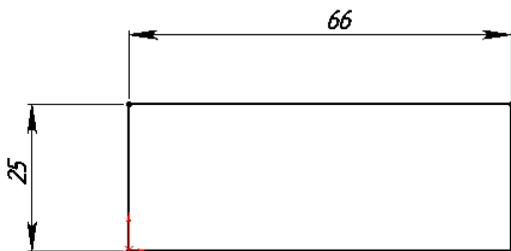


Рис. 4.32

2. На основе этого эскиза создадим листовый металл, для чего активизируем кнопку  — **Базовая кромка/выступ** на панели инструментов **Листовой металл**. В окне настроек **Базовая кромка**, в разделе **Настройки листового металла**, необходимо указать толщину листового металла — 0,8 мм (рис. 4.33).

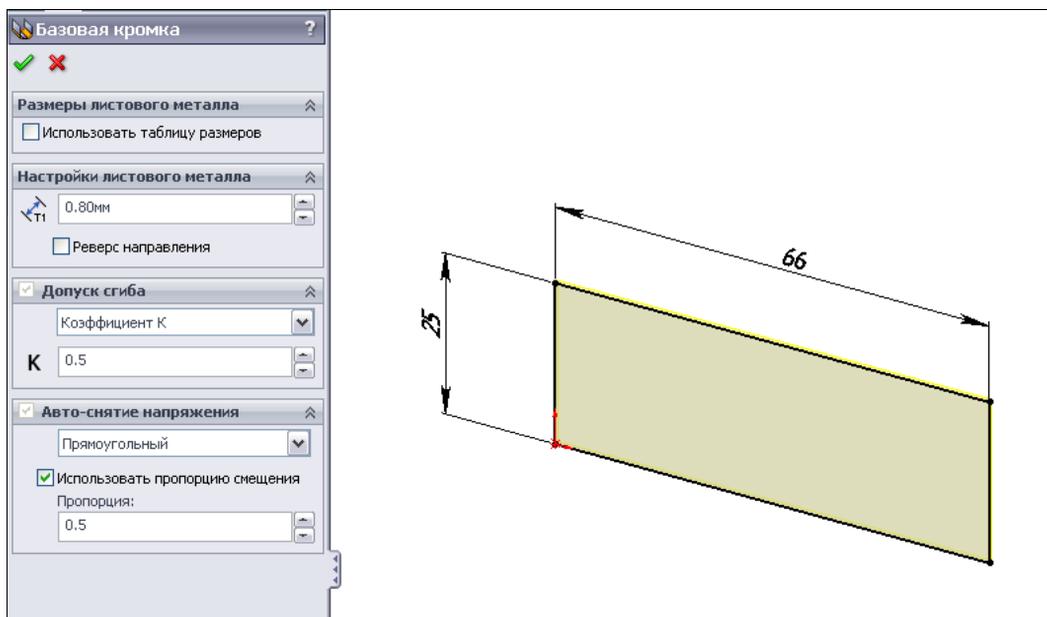


Рис. 4.33

3. Нажмем кнопку **ОК** , на экране появится основание перегородки — лист толщиной 0,8 мм, а в Дереве Конструирования — новые ветви: **Листовой металл1**, **Базовая кромка1** и **Развертка1**.

4. Построим боковую стенку перегородки. Для этого активизируем команду  — **Кромка под углом** 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 в ней эскиз (рис. 4.34).

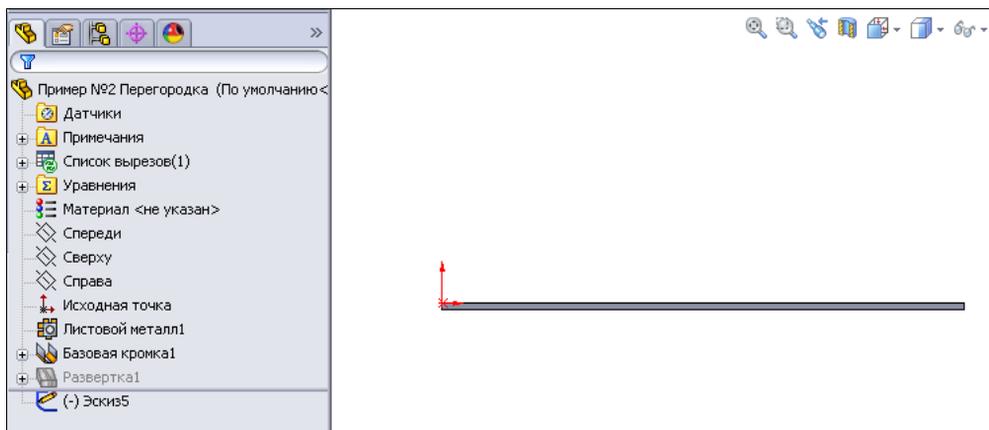


Рис. 4.34

5. На этом эскизе изобразим вид (профиль) боковой стенки. Эта стенка имеет прямолинейный контур длиной 6 мм и расположена под углом 75° к основанию. Нарисуем линию с такими параметрами (рис. 4.35).

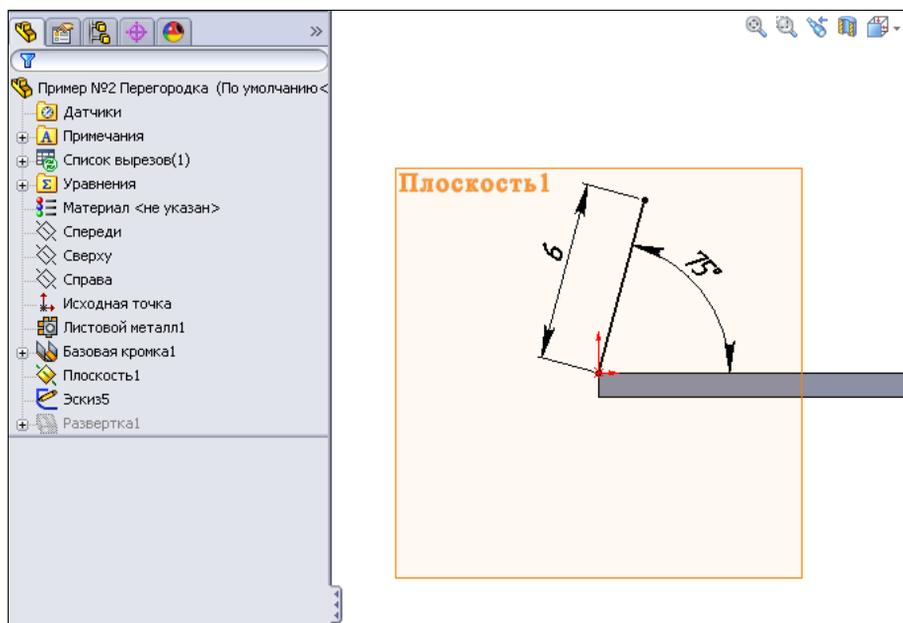


Рис. 4.35

ПРИМЕЧАНИЕ

В общем случае эскиз стенки может содержать одну или несколько линий, а также дуги.

- Закончим построение контура кромки, выйдя из эскиза. После этого автоматически откроется окно **Кромка под углом**. В этом окне необходимо заполнить разделы **Настройки кромки под углом**, **Начать/Закончить смещение** и **Допуск сгиба пользователя** (рис. 4.36).

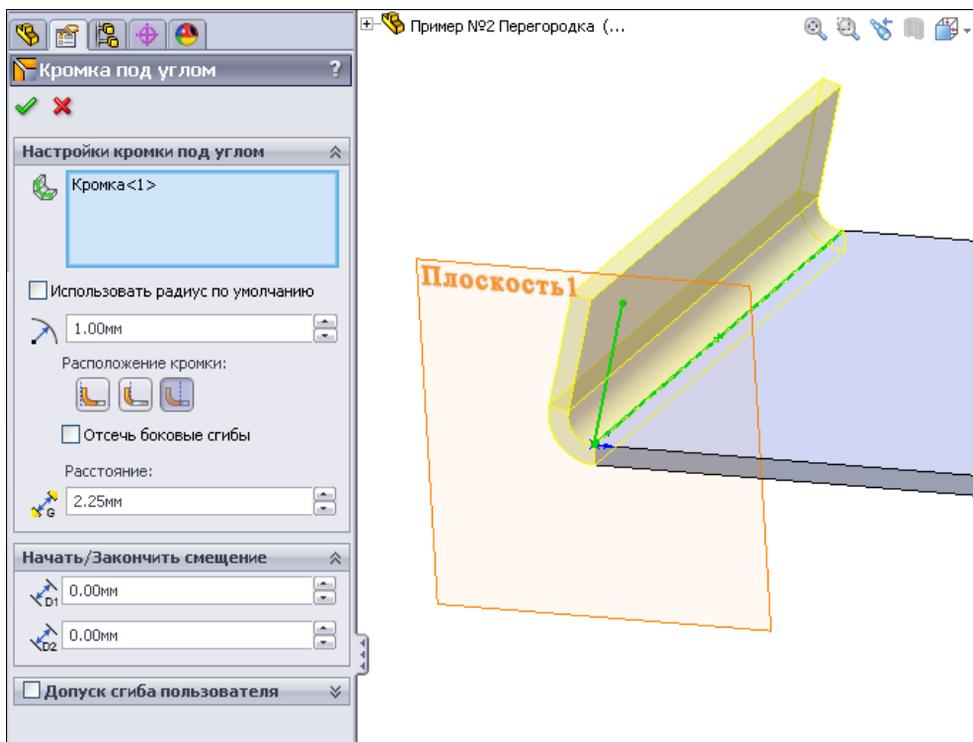


Рис. 4.36

В разделе **Настройки кромки под углом** указано имя кромки, вдоль которой создается новая кромка под углом — **Кромка<1>**, радиус сгиба , который в данной детали составит 1 мм, и расположение кромки относительно края основания (**Сгиб снаружи** ).

ПРИМЕЧАНИЕ

В разделе **Начать/Закончить смещение** можно указать величину смещения кромки относительно краев, тем самым сузив ее ширину. Толщина листа боковой стенки автоматически выбирается равной толщине листа основания, и изменить ее невозможно.

- Закончим построение боковой стенки, нажав кнопку **ОК** . Построим следующую кромку, используя команду  — **Ребро-кромка** (рис. 4.37).

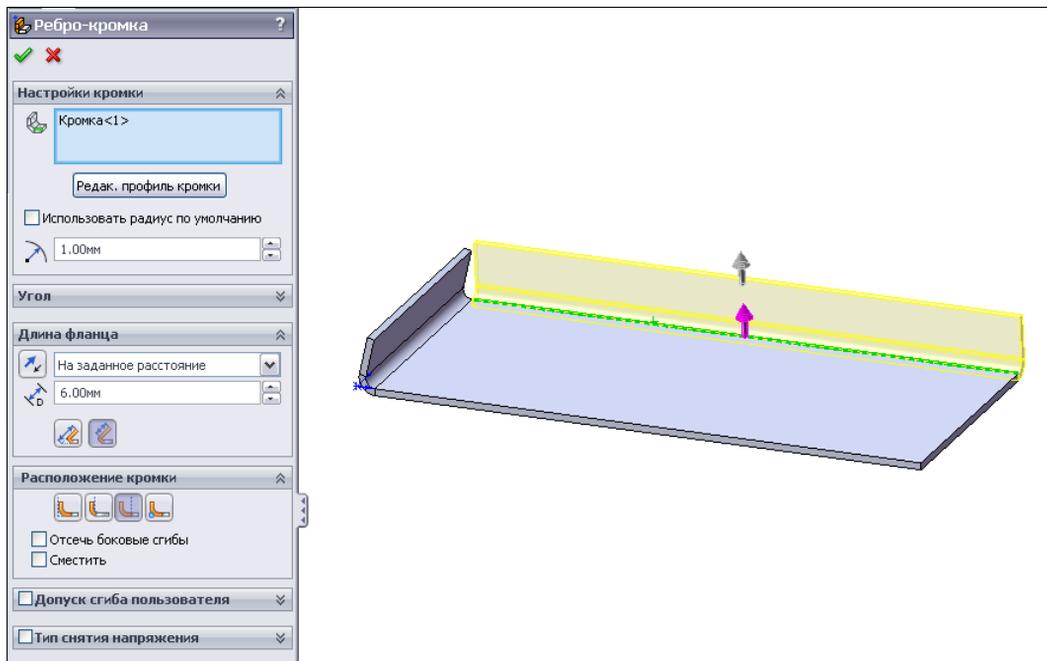


Рис. 4.37

8. В разделе **Настройки кромки** укажем кромку, от которой будет происходить построение боковой стенки, радиус сгиба 1 мм и угол 90° . В разделе **Длина фланца** обозначим длину кромки 6 мм и укажем, что длина отмеряется без учета сгиба  — **Виртуальная резкость внутри**. Отметим также расположение кромки  — **Сгиб снаружи**.

Закончим построение ребра-кромки нажатием кнопки **ОК** . При этом в Дереве Конструирования появится новая строка: **Ребро-кромка1** (рис. 4.38).

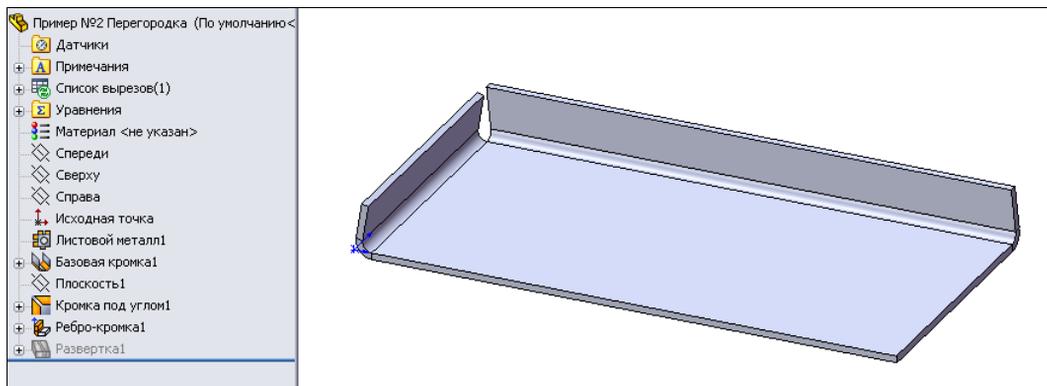


Рис. 4.38

9. Аналогичным образом построим еще одно ребро-кромку, только под углом 75° (рис. 4.39).
10. Закончим построение ребер, нажав кнопку **ОК** , в результате получим согнутое состояние детали Перегородка (рис. 4.40).

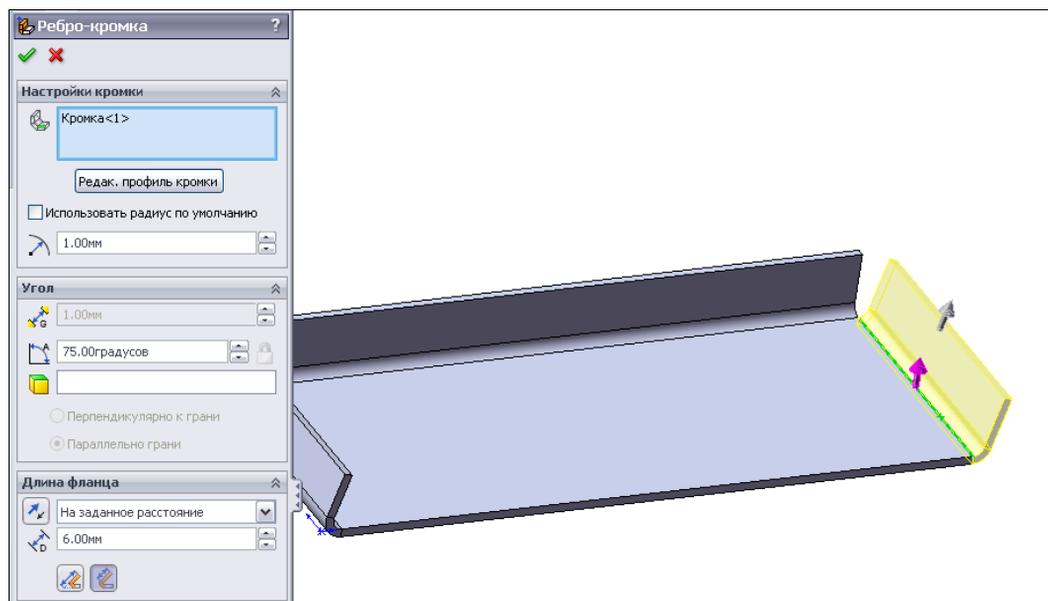


Рис. 4.39

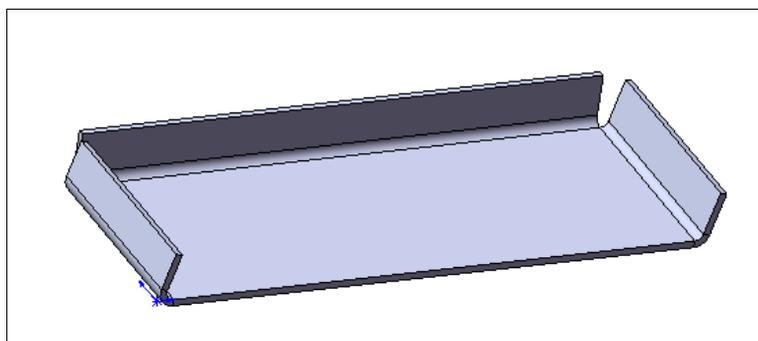


Рис. 4.40

11. Теперь построим вырез на днище перегородки. Для этого откроем эскиз на плоскости базовой кромки и нарисуем эскиз выреза (рис. 4.41).

Затем оформим вырез, активизировав кнопку  — **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы**. Тем самым закончим построение детали Перегородка в согнутом состоянии (рис. 4.42).

12. После того как построена деталь в согнутом состоянии, можно создать ее развертку. Для этого в Дереве Конструирования выберем строку **Развертка1**,

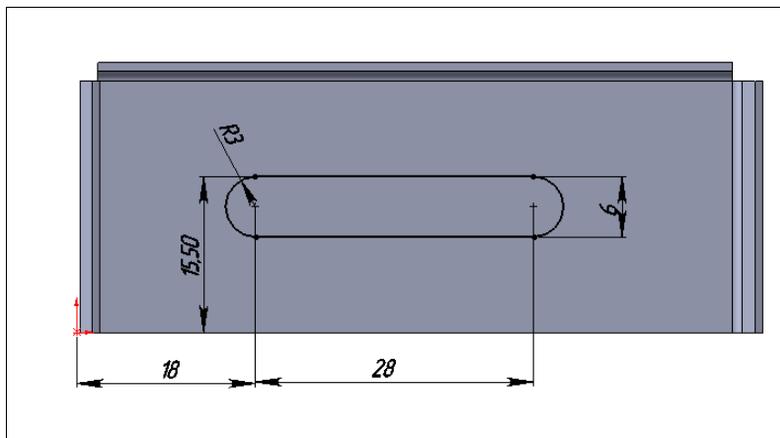


Рис. 4.41

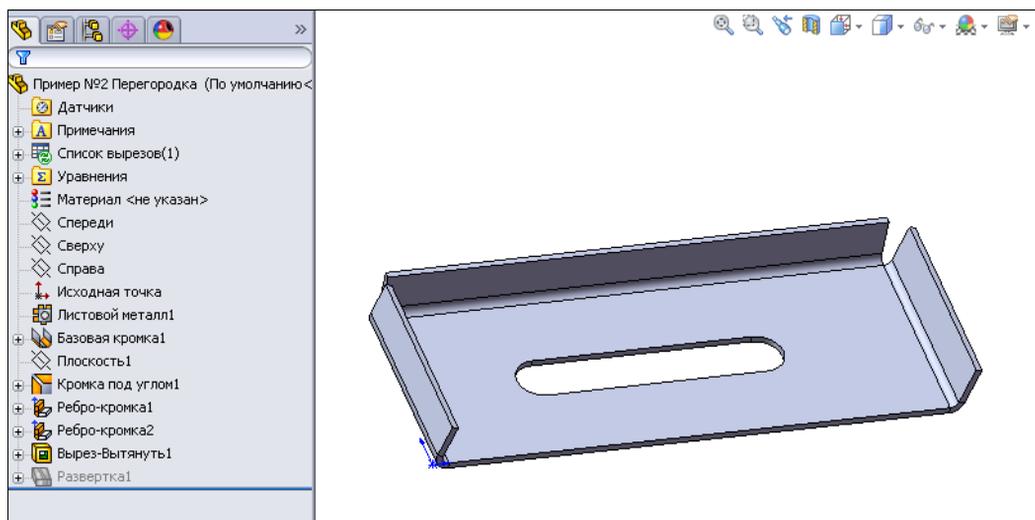


Рис. 4.42

активируем контекстное меню, нажав правую кнопки мыши, и выберем команду меню  — **Высветить**. Можно также увидеть развертку детали, активизировав команду  — **Развертка** на панели инструментов **Листовой металл**. Вся построенная ранее деталь развернется в плоскости, где расположено основание (рис. 4.43). В результате будет построена развертка детали, на которой штрихпунктиром 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**, или можно просто отжать кнопку  — **Развертка** на панели инструментов **Листовой металл**.

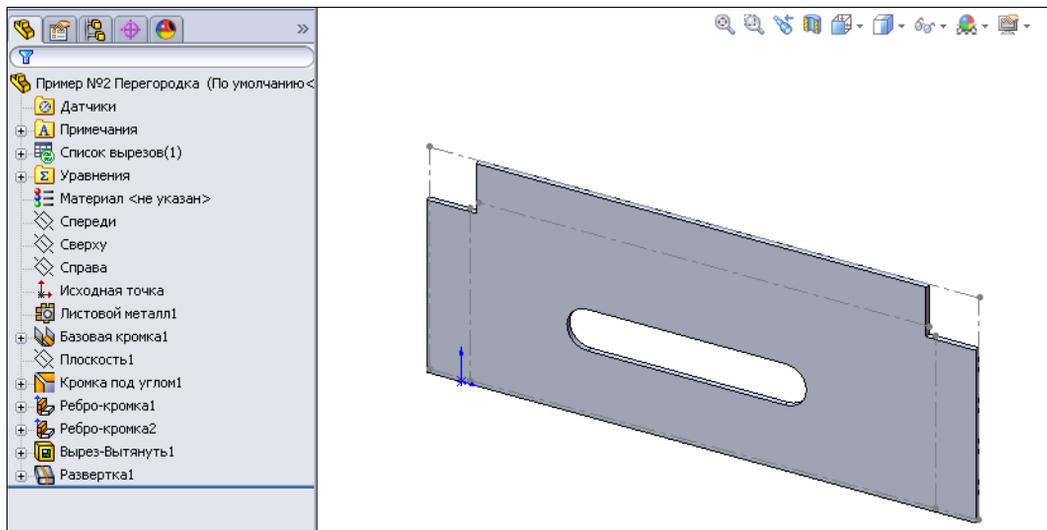


Рис. 4.43

4.3. Конструирование детали из твердого тела и преобразование в деталь из листового материала

В этом разделе мы рассмотрим конкретные примеры построения деталей из твердого тела с последующим преобразованием их в детали из листового материала двумя способами.

Пример № 3. Короб

Деталь Короб представляет собой квадратную емкость типа коробки.

1. Построение детали Короб начнем с создания эскиза днаща на плоскости Спереди (рис. 4.44).

На основе эскиза построим объект в виде квадратной призмы. Для этого активизируем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и вытянем квадратное основание на 60 мм (рис. 4.45).

2. Преобразуем полученную призму в тонкостенный элемент при помощи кнопки  — **Оболочка**, которая находится на панели инструментов **Элементы**. Можно также воспользоваться командой меню: **Вставка | Элементы | Оболочка....**

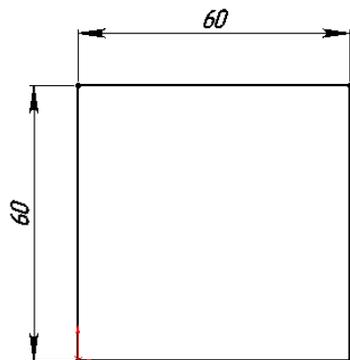


Рис. 4.44

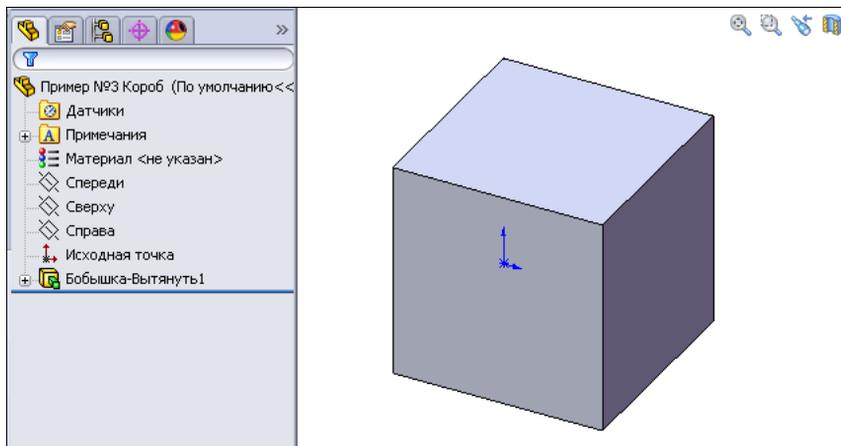


Рис. 4.45

В окне **Оболочка** (рис. 4.46) укажем толщину стенки оболочки — 2 мм, грань детали, которая будет удалена при создании оболочки — **Грань<1>**, тип оболочки — **Оболочка наружу**.

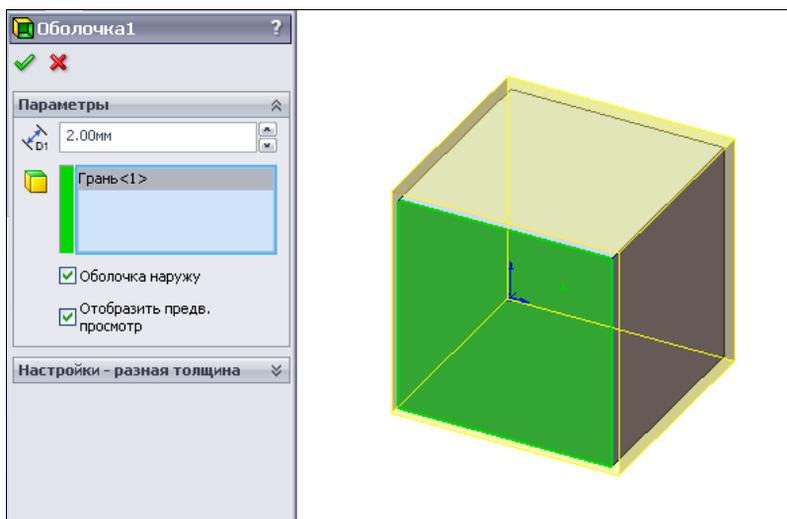


Рис. 4.46

3. Наждем кнопку **ОК** , закончив создание оболочки. В результате будет построена тонкостенная деталь, а в Дереве Конструирования появится новая ветвь — **Оболочка1** (рис. 4.47).

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

4. Создадим разрезы при помощи команды  — **Разрыв** на панели инструментов **Листовой металл** (рис. 4.48). В разделе **Настройки разрыва** необходимо

указать те кромки, вдоль которых будут сделаны разрезы, а в строке **Зазор** — величину создаваемого зазора в месте разрыва кромки (рис. 4.48).

ПРИМЕЧАНИЕ

При выборе кромок, на которых предполагается создать разрезы, рекомендуется отмечать их изнутри детали.

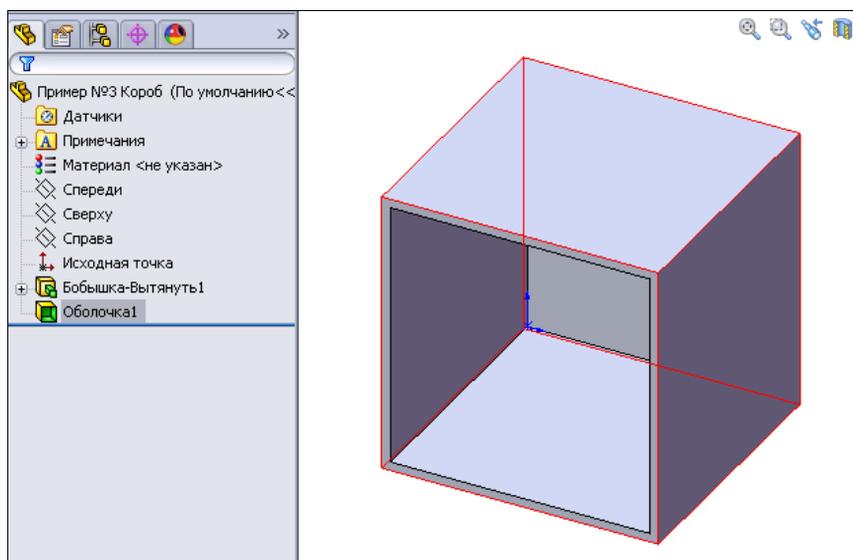


Рис. 4.47

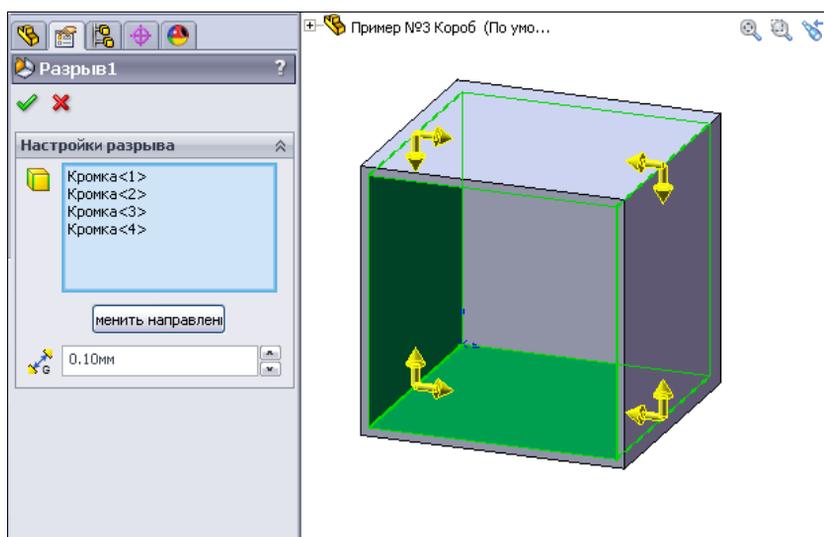


Рис. 4.48

5. Указав кромки, нажмем кнопку **ОК** , закончив создание разрывов на тонкостенной детали. В результате на детали появятся разрывы, а в Дереве Конструирования новая строка — **Разрыв1** (рис. 4.49).

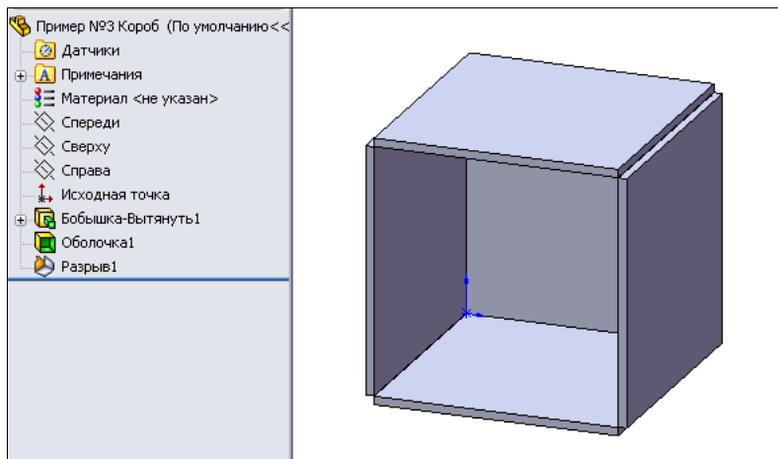


Рис. 4.49

Для преобразования этой детали в деталь из листового материала необходимо указать сгибы, по которым будут разворачиваться грани короба.

6. Активируем команду  **Сгибы** (рис. 4.50), введем радиус сгиба 3 мм и выберем зафиксированную кромку или грань, по периметру которой пройдут

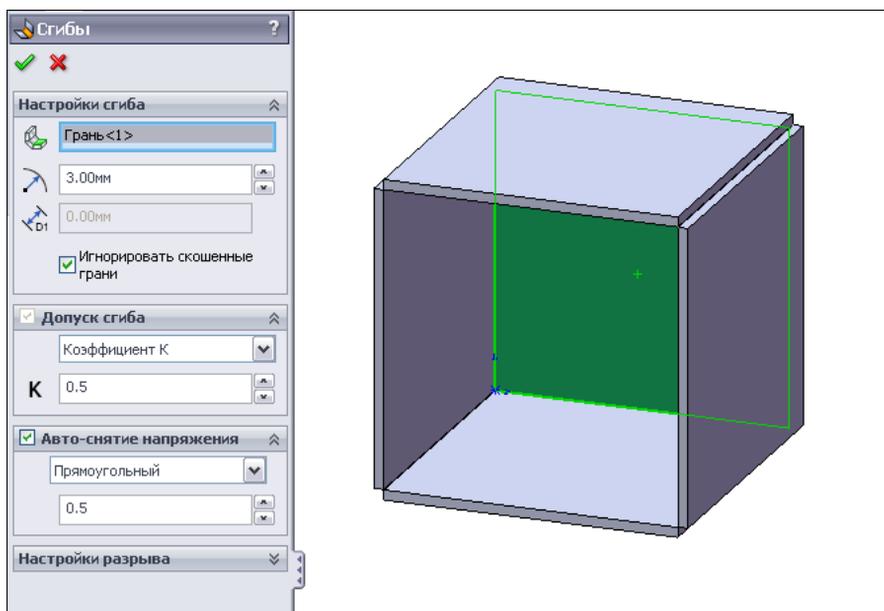


Рис. 4.50

линии сгиба — **Грань<1>**. В разделе **Допуск сгиба** выберем **Коэффициент К**, зададим его значение, а также тип снятия напряжений — **Прямоугольный** с пропорцией смещения 0,5.

ПРИМЕЧАНИЕ

При создании развертки твердого тела в углах (конечных точках разрывов) возникают напряжения, поэтому SolidWorks 2011 может создавать на этих углах рельефные подрезы для снятия напряжений. В разделе **Авто-снятие напряжения** нужно выбрать вид подреза: **Прямоугольный**, **Скругленный** или **Без зазоров** (без использования подрезов). Также необходимо указать пропорцию смещения, т. е. величину ширины и глубины прямоугольного или скругленного выреза.

- Нажмем кнопку **ОК** , и по периметру грани появятся скругления и рельефные подрезы (рис. 4.51). При этом в Дереве Конструирования появятся ветви: **Листовой металл1**, **Плоское состояние1**, **Согнутое состояние1** и **Развертка1**, т. е. тонкостенная деталь будет преобразована в деталь из листового материала.

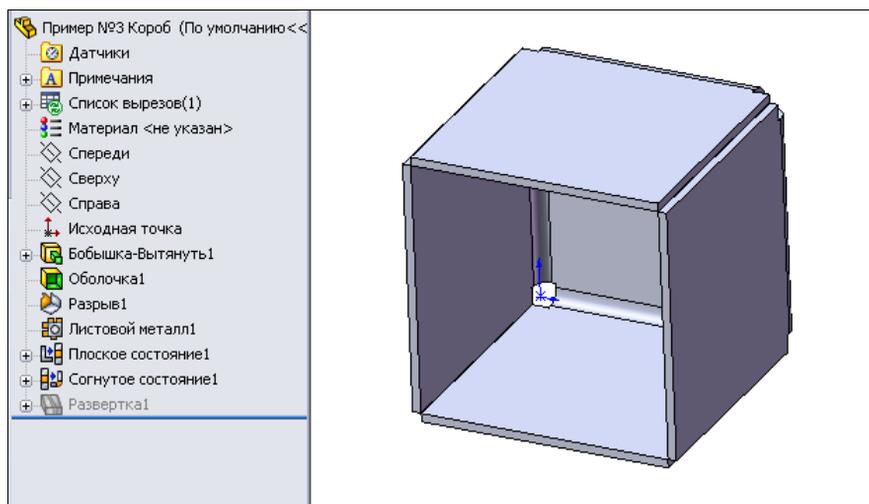


Рис. 4.51

- Теперь деталь Короб полностью готова к построению развертки. Для построения полной развертки в Дереве Конструирования выберем строку **Развертка1**, активизируем контекстное меню, нажав правую кнопки мыши, и выберем в этом меню команду  — **Высветить**. В результате вся построенная ранее деталь развернется в плоскости основания короба (рис. 4.52). Таким образом, будет построена развертка детали, на которой штрихпунктиром нанесены линии сгиба.

Развертку можно получить и другим способом, нажав кнопку  — **Развертка** на панели **Листовой металл**.

- Для возвращения детали в прежнее состояние еще раз нажмем кнопку  — **Развертка** или погасите элемент **Развертка1** в Дереве Конструирования.

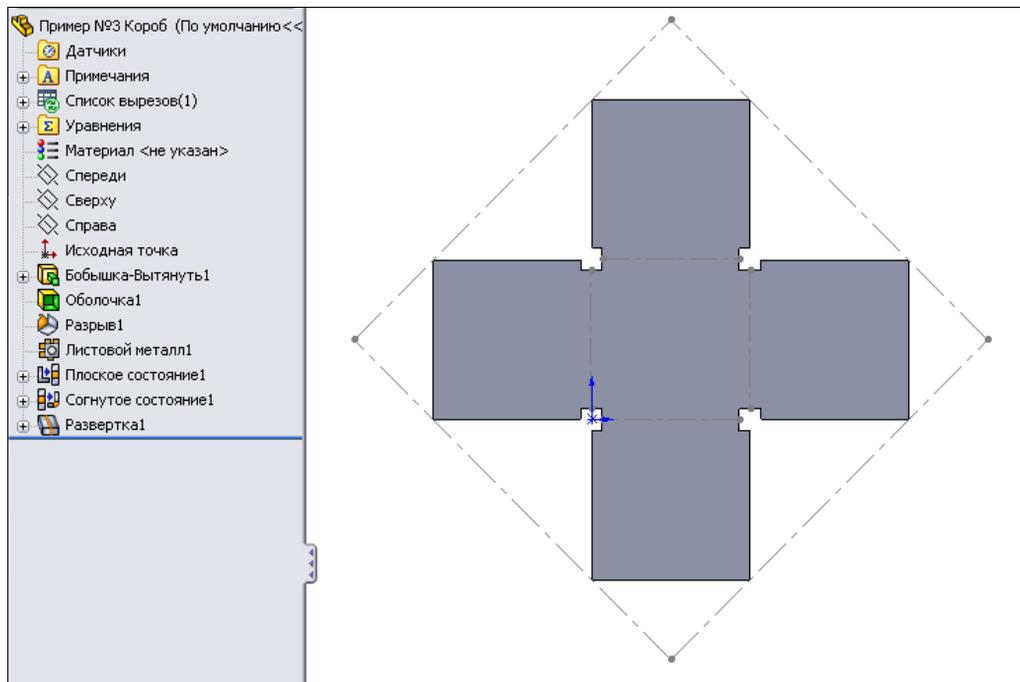


Рис. 4.52

10. Для того чтобы разогнуть лишь некоторые грани детали, следует нажать кнопку  — **Разогнуть** и указать ту грань, положение которой в пространстве должно остаться неизменным — **Грань<1>**. В поле **Разогнуть** укажем те сгибы, которые будем разгибать: **Острый сгиб4** и **Острый сгиб2** (рис. 4.53).

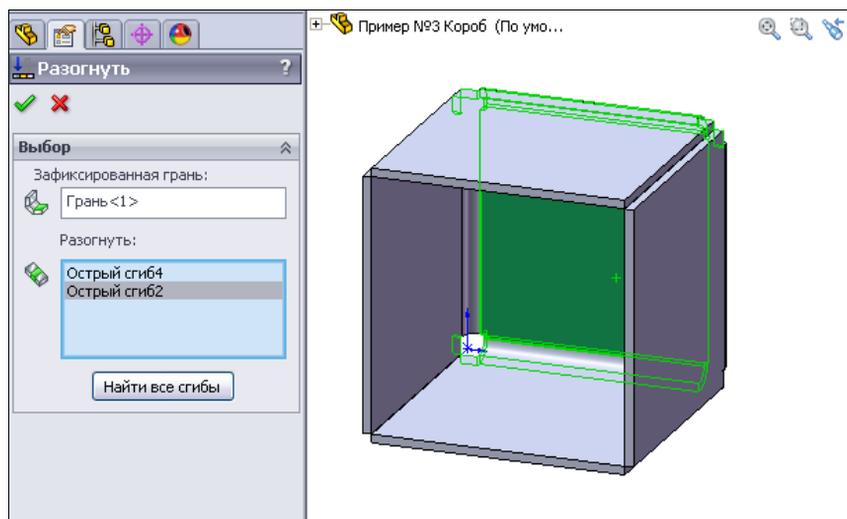


Рис. 4.53

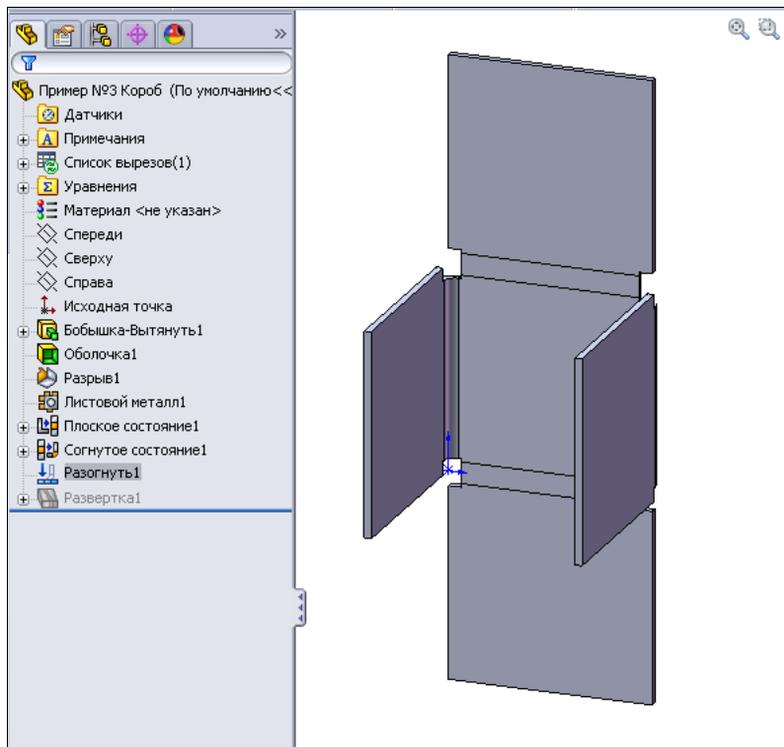


Рис. 4.54

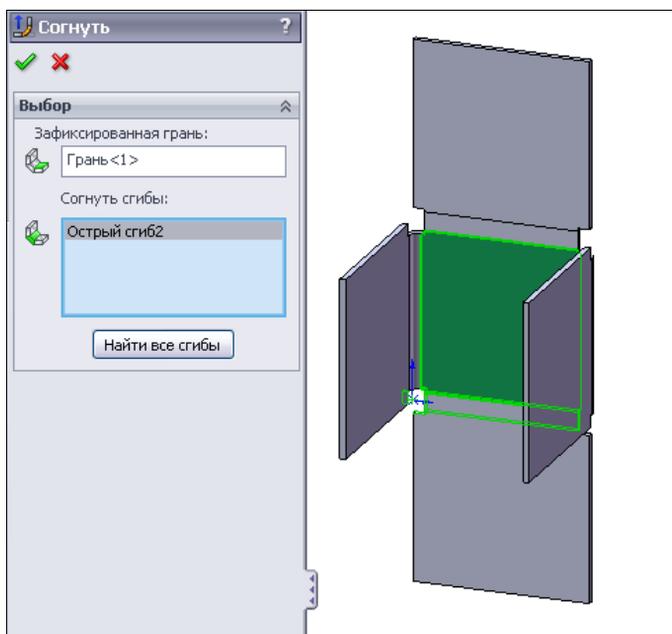


Рис. 4.55

11. Наждем кнопку **ОК**  и получим неполную развертку листовой детали Короб (рис. 4.54).
12. Для того чтобы согнуть лишь некоторые грани детали, следует воспользоваться командой  — **Согнуть**. В появившемся окне настроек необходимо указать зафиксированную грань, а также сгибы, которые необходимо согнуть (рис. 4.55).
13. Зафиксируем, как и в предыдущем построении, **Грань<1>** и согнем **Острый сгиб2**, таким образом, вернув его в прежнее положение. Закончим преобразование детали, нажав кнопку **ОК**  (рис. 4.56).

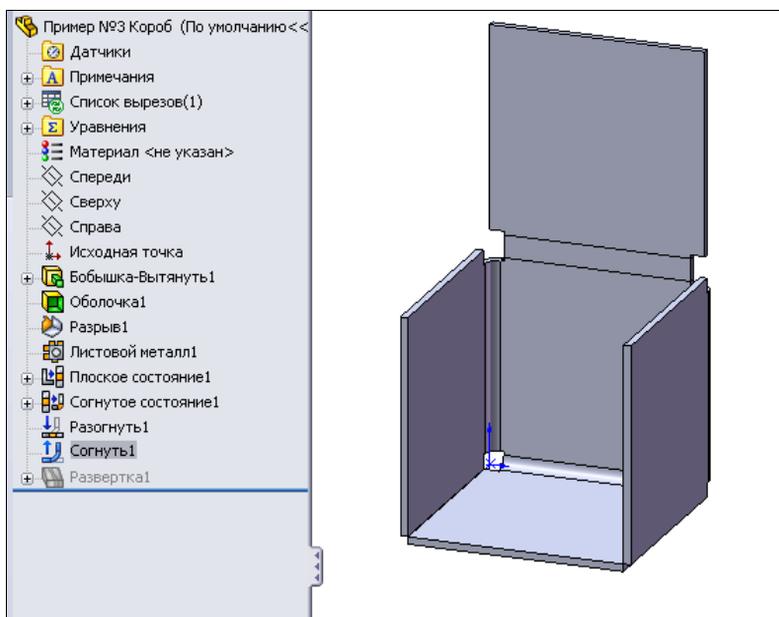


Рис. 4.56

Рассмотрим еще один способ построения деталей из листового металла на основе твердого тела на примере детали Пластина. Этот способ отличается от других тем, что позволяет преобразовать твердотельную деталь в листовой металл, используя лишь одну команду.

Пример № 4. Пластина

Деталь Пластина строится на основе призматической детали.

1. Построение детали Пластина начнем с оформления эскиза детали. Построим эскиз на плоскости Спереди (рис. 4.57).
2. Построим деталь в виде призмы. Для этого активизируем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и вытянем эскиз на 80 мм (рис. 4.58).

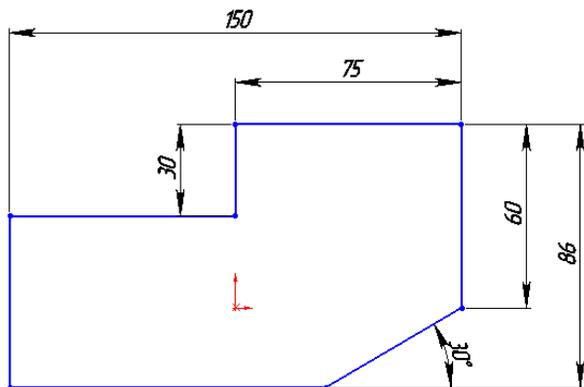


Рис. 4.57

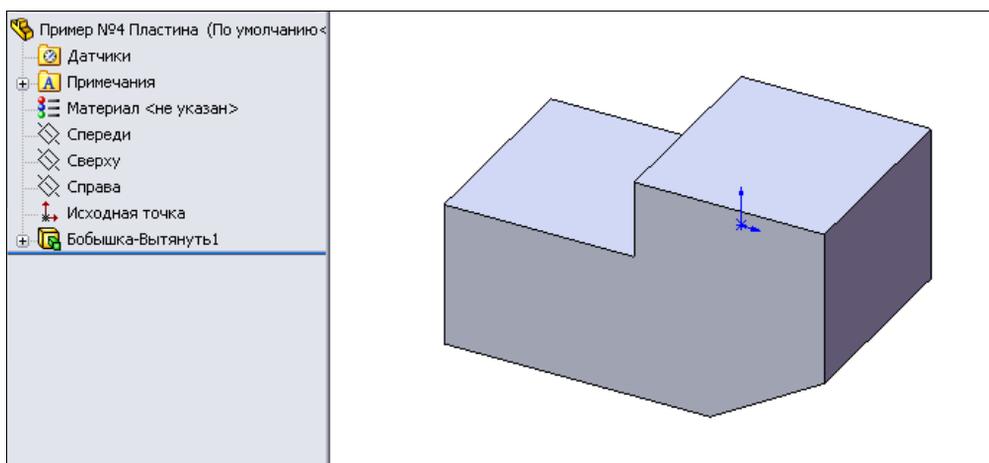


Рис. 4.58

3. Преобразуем эту твердотельную деталь в деталь из листового металла при помощи команды — **Преобразовать в листовой металл** (рис. 4.59).

В разделе **Параметры Листового металла** необходимо задать следующие параметры:

- — Выберите зафиксированный объект;
- — Толщина листа;
- — Радиусы сгибов по умолчанию.

Пусть при построении детали будет зафиксирована Грань<1>, зададим толщину листа — 1 мм и радиус сгибов по умолчанию — 2 мм.

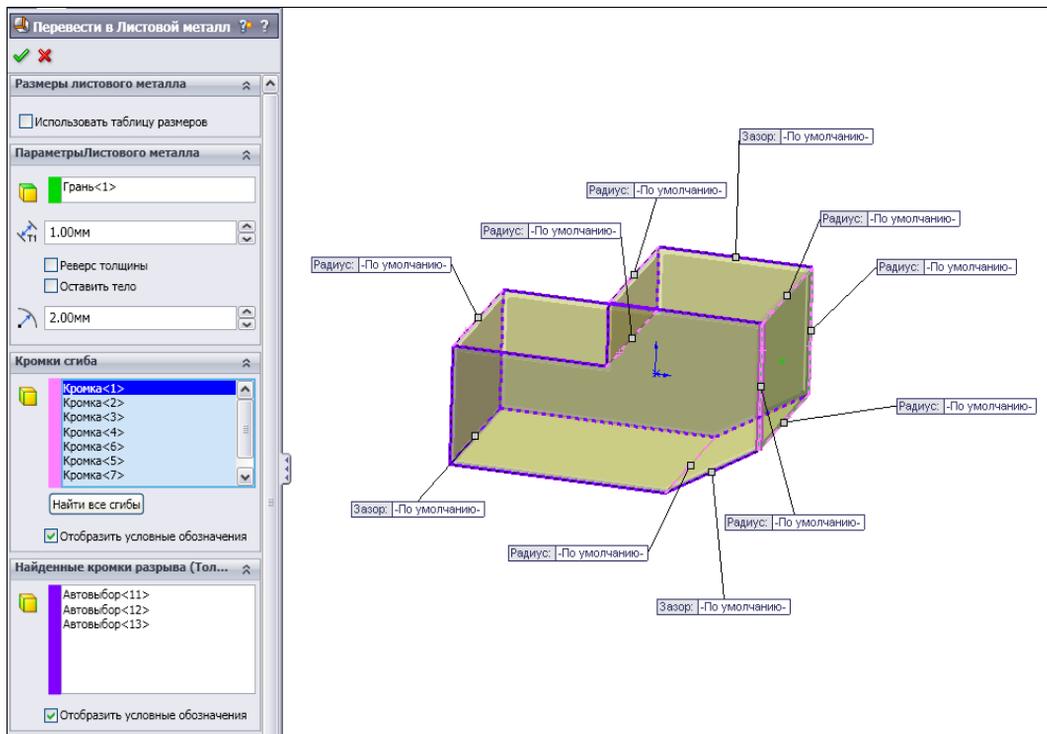


Рис. 4.59

В разделе **Кромки сгиба** нужно указать кромки детали, на которых будут формироваться сгибы.

В разделе **Найденные кромки разрыва** в автоматическом режиме указываются кромки, по которым будут сделаны разрывы (рис. 4.59).

ПРИМЕЧАНИЕ

Маркером **Радиус** отмечается кромка, на которой будет оформлен сгиб, а маркером **Зазор** — кромка, на которой будет создан зазор.

В разделе **Эскизы разрывов** можно указать эскизы, согласно которым будут сделаны разрывы в создаваемой детали. Эскизы разрывов при этом должны быть построены заранее.

В разделе **Параметры угла по умолчанию**, в поле  **Зазор по умолчанию для всех разрывов** нужно задать величину зазора в разрыве. Также можно указать соотношение перекрытия для всех разрывов по умолчанию в одноименном поле .

В разделе **Настроенный пользователем допуск сгиба** можно выбрать тип допуска сгиба и его параметры.

4. Закончим преобразование твердотельной детали в деталь из листового металла, нажав кнопку **ОК** . В результате на детали появятся сгибы, разрывы и рельефные подрезы для снятия напряжений, а в Дереве Конструирования новые

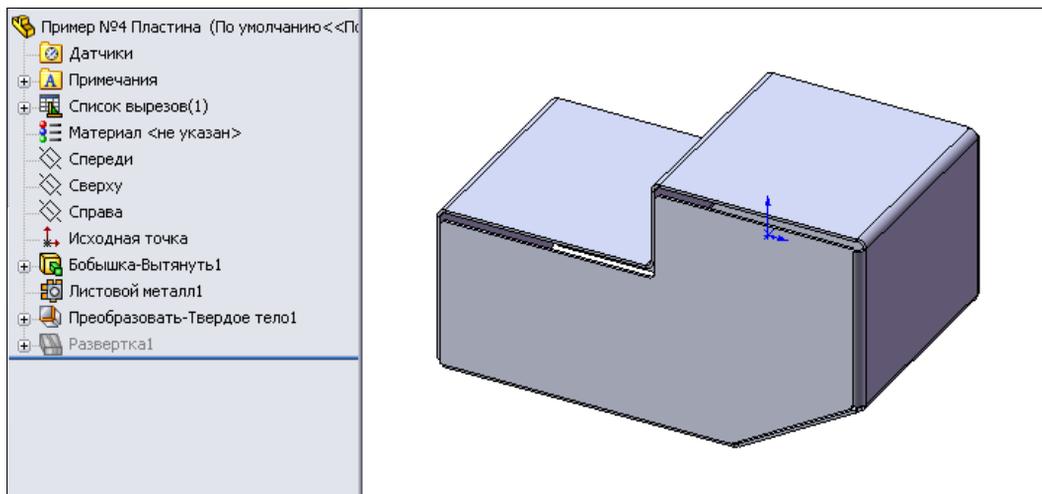


Рис. 4.60

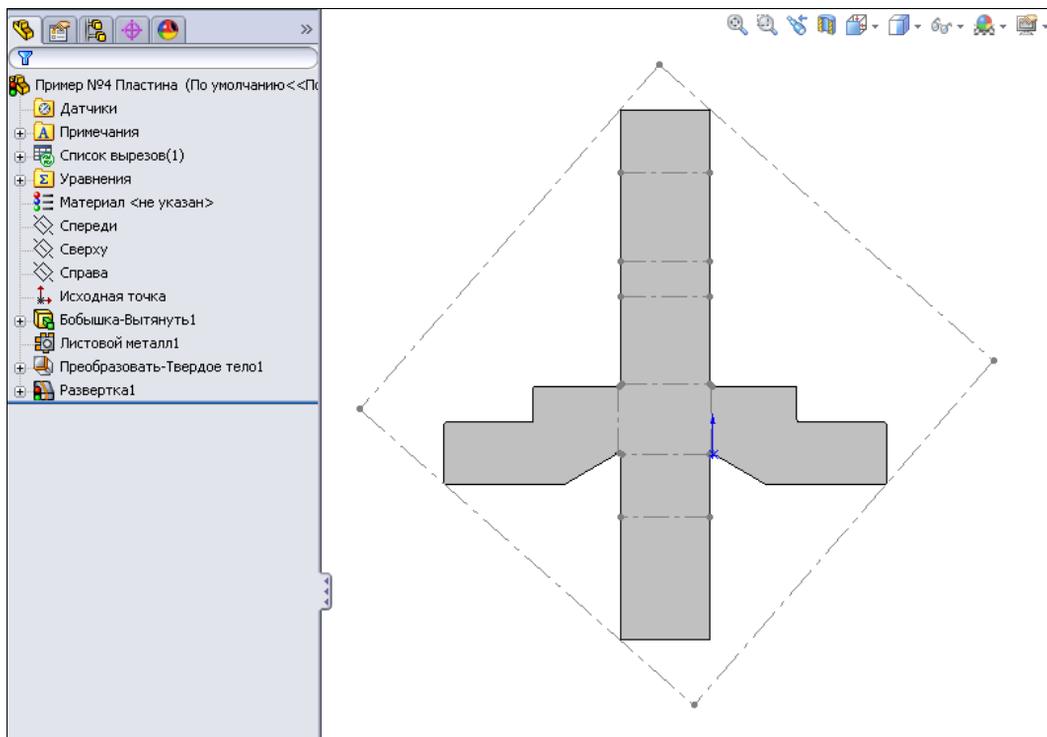


Рис. 4.61

строки: **Листовой металл1**, **Преобразовать-Твердое тело1** и **Развертка1** (в погашенном состоянии) (рис. 4.60).

5. Для получения развертки этой детали нажмите кнопку  **Развертка**, которая находится на панели **Листовой металл**. В результате получите ее полную развертку (рис. 4.61). При этом строка **Развертка1** в Дереве Конструирования перейдет из погашенного состояния в активное.

ПРИМЕЧАНИЕ

Развертку детали можно построить, используя возможности Деревя Конструирования. Для этого активизируйте строку **Развертка1** нажатием правой кнопки мыши и щелкните в появившемся контекстном меню по строке  **Высветить**.

В этой главе рассмотрели способы конструирования деталей из листового материала. Построение чертежа детали из листового материала имеет некоторые особенности, поэтому рассмотрим этот пример отдельно, в *разд. 8.4*.

ГЛАВА 5



Сварные детали

С помощью инструментов сварных деталей в SolidWorks 2011 возможно проектирование рамных или ферменных конструкций по произвольному набору плоских или трехмерных эскизов в файле детали, а также использование специфических конструктивных элементов, таких как разделка под сварку, концевые заглушки, косынки и элементы сварочного шва.

5.1. Основные принципы создания сварных конструкций

В настоящее время сварные соединения являются наиболее распространенными по сравнению с другими типами неразъемных соединений. Этому способствует высокая прочность соединений, технологичность и экономичность. Разработана технология сварки конструкционных сталей, чугуна, медных, алюминиевых, титановых и других сплавов цветных металлов, а также некоторых пластмасс.

При проектировании сварных соединений следует учитывать их недостатки:

- ◆ Сварка приводит к изменению механических свойств основного металла в сторону ухудшения из-за нагрева места шва.
- ◆ Из-за неоднородности нагрева возникают остаточные напряжения и, как следствие этого, остаточные деформации.
- ◆ Сварные соединения могут иметь существенную анизотропию свойств в сварном шве.
- ◆ В сварных соединениях возникают местные напряжения, которые существенно влияют на прочность, особенно в условиях переменного нагружения.
- ◆ Высокая концентрация напряжений и другие неблагоприятные факторы приводят к малой долговечности сварных соединений, особенно в условиях ударного нагружения.
- ◆ Контроль качества сварного шва достаточно сложен и не всегда экономически оправдан.

Конструкция свариваемых деталей зависит от способа стыковки деталей и сварного шва, мы рассмотрим краткую классификацию основных типов сварных соединений. По виду взаимного расположения свариваемых деталей сварные соединения выполняются:

- ♦ *стыковыми*, когда детали привариваются торцевыми поверхностями. Они являются наиболее рациональными, т. к. их прочность равна прочности основного металла. Для практической реализации этих соединений, в зависимости от толщины δ , необходимо обработать соответствующим образом кромки соединяемых деталей (рис. 5.1). При этом форма обрабатываемых кромок способствует более успешному формированию сварного шва, который совпадает по форме с торцевым сечением свариваемых деталей;

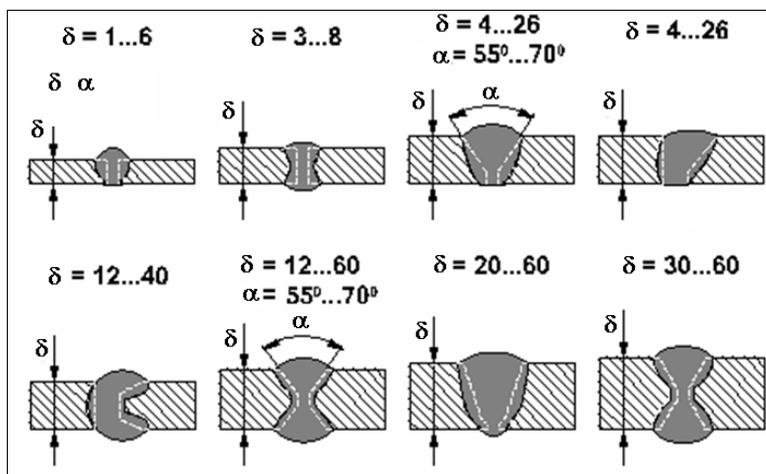


Рис. 5.1

- ♦ *нахлесточными*, когда боковые поверхности частично перекрывают друг друга. Соединения этого типа выполняются угловыми швами, которые имеют форму, близкую к равнобедренному треугольнику (рис. 5.2). В зависимости от расположения относительно внешней силы швы бывают фланговыми (рис. 5.2, А), лобовыми (рис. 5.2, Б), косыми (рис. 5.2, В) и комбинированными (рис. 5.2, Г);

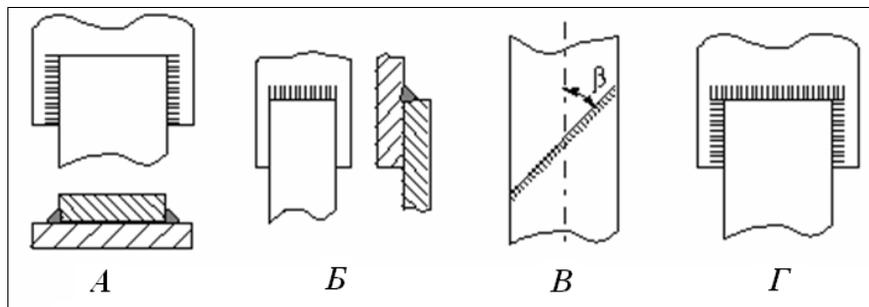


Рис. 5.2

- ◆ *тавровыми*, когда соединяемые элементы перпендикулярны или, что довольно редко, наклонны (рис. 5.3). Тавровые соединения могут быть выполнены угловым швом (рис. 5.3, А) с одной стороны либо с обеих сторон; стыковым швом (рис. 5.3, Б, В);

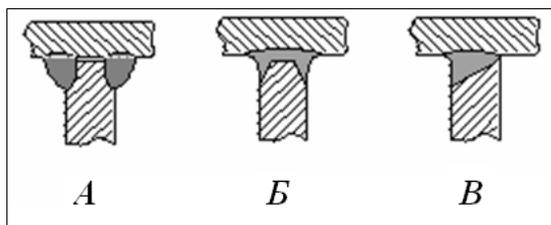


Рис. 5.3

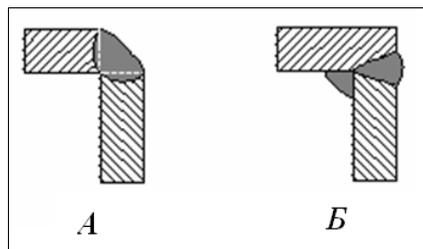


Рис. 5.4

- ◆ *угловыми*, когда соединяемые элементы перпендикулярны друг к другу и привариваются кромками (рис. 5.4). Такое сварное соединение является разновидностью таврового.

Особенность сварных конструкций такова, что они состоят вроде бы из отдельных деталей, но, тем не менее, все детали соединены в одно целое при помощи сварки. И рассматривать такую деталь с точки зрения расчета на прочность и жесткость следует как единую целую, с учетом ослабления сварных швов.

В SolidWorks 2011 сварные конструкции можно создавать двумя способами:

- ◆ Используя трехмерные эскизы, создается сварное изделие из профилей, выбранных из библиотечной базы или созданных самостоятельно. При этом возможно отсечение лишних частей профилей и установка торцевых пробок.
- ◆ Сварная деталь создается из нескольких твердых тел, как многотельный объект. При этом возможно скругление углов, подготовка кромок для сварочного шва, формирование сварочного шва и установка угловых соединений.

К основным командам инструментальной панели **Сварные детали** относятся следующие:

- ◆  — **Сварная деталь** для создания элемента сварной детали;
- ◆  — **Конструкция**;
- ◆  — **Угловое соединение**;
- ◆  — **Торцевая пробка**;
- ◆  — **Скругленный шов**;
- ◆  — **Отсечь/вытянуть**;
- ◆  — **Сварной шов**.

Чтобы добавить панель **Сварные детали** на экран, пройдите путь **Инструменты | Настройка | Команды | Плавающие панели инструментов** и переместите мышью в Диспетчер команд кнопку  — **Сварные детали**.

5.2. Создание сварной конструкции из трехмерного эскиза

Рассмотрим способ создания сварной конструкции из трехмерного эскиза. Воспользуемся эскизом эстакады из *главы 1*. Откройте файл детали Эстакада.sldprt на компакт-диске в папке Глава 1 \ Примеры.

Если панели **Сварная деталь** нет на экране, то вызовите ее через **Инструменты | Настройка** и на вкладке **Панель инструментов** установите флажок **Сварные детали** (рис. 5.5).

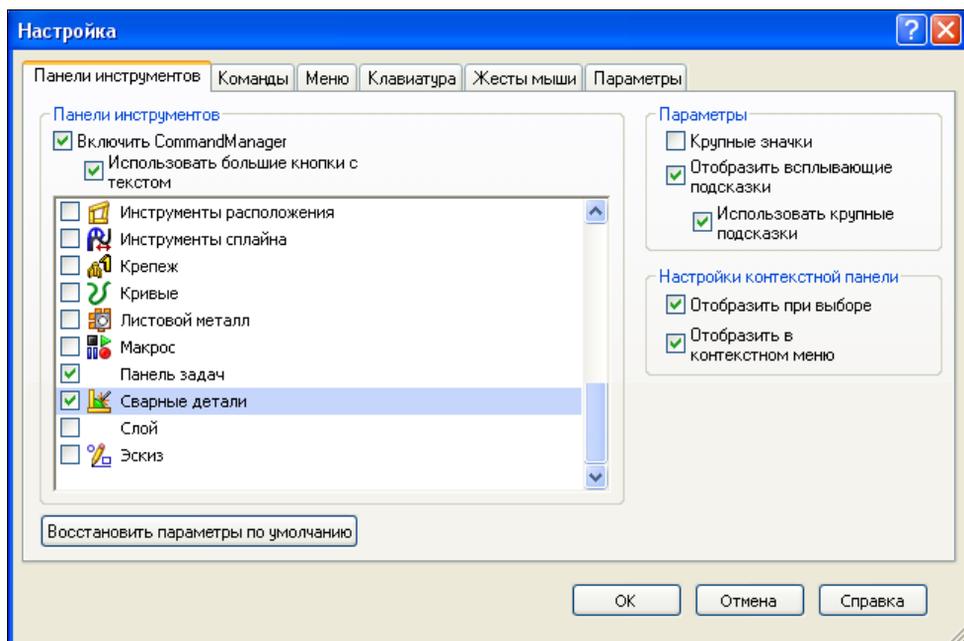


Рис. 5.5

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание, что в инструментальной панели **Сварные детали** имеется команда  — **Трехмерный эскиз**. Это та же самая команда, что и на панели инструментов **Эскиз**. Поэтому если вы создаете только одну сварную деталь, то нет необходимости выносить кнопку команды **Трехмерный эскиз** в инструментальную панель **Эскиз**, можно воспользоваться соответствующей кнопкой в инструментальной панели **Сварные детали**.

После того как инструментальная панель появилась на экране, можно приступить к созданию сварной конструкции на основе загруженного трехмерного эскиза.

Нажмем кнопку  — **Сварная деталь**. В Дереве Конструирования должен появиться элемент **Сварная деталь**. Теперь воспользуемся кнопкой  — **Конструкция** для вытяжки профилей вдоль указанных траекторий в трехмерном эскизе. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Конструкция** (рис. 5.6). В поле **Стандарт** выберем из двух стандартов метрический **iso**. В поле **Тип** можно выбрать профиль из существующих, например, **угольник**. В дальнейшем мы покажем, как создавать собственные профили. В поле **Размер** можно выбрать размеры существующих профилей, скажем, угольник размером 35×35×5 мм, что означает: ширина полок угольника — 35 мм, а толщина металла — 5 мм. Теперь осталось задать в поле **Группы** элементы эскиза, которые будут оформлены выбранным типом профиля, например, элементы переднего прямоугольника (рис. 5.6).

В появившемся поле **Настройки** можно выбрать способ обработки углов, установив флажок **Применить обработку углов** и нажав одну из кнопок:  — **Кромка под углом**,  — **Стыковое соединение1** или  — **Стыковое соединение2**, а также, при необходимости, повернуть профиль на 270°. После всех установок нажмите кнопку **ОК** .

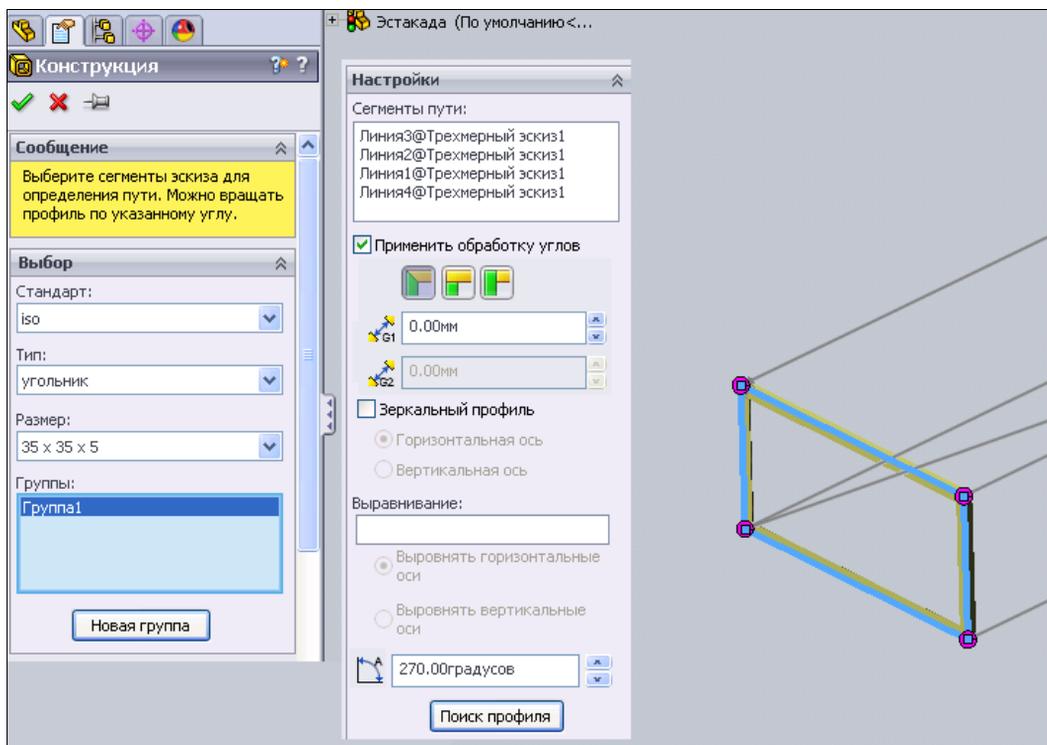


Рис. 5.6

Аналогичным образом задайте профили для внутреннего прямоугольника. В этом случае также задайте параметр  — **Угол поворота** равным 270° , чтобы вторая полка угольника смотрела внутрь параллелепипеда (рис. 5.7).

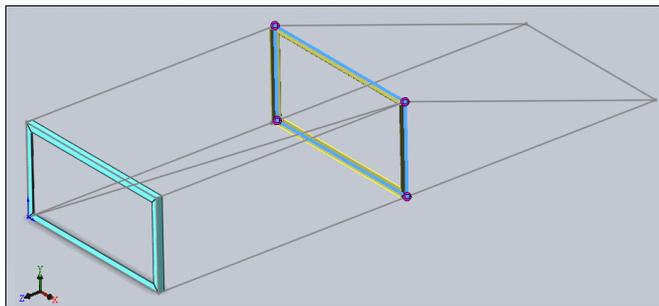


Рис. 5.7

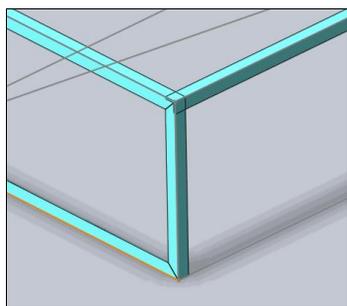


Рис. 5.8

Теперь установим профили по остальным горизонтальным ребрам параллелепипеда. Надо отметить, что для каждого ребра потребуется отдельная команда, т. к. каждый угольник необходимо ориентировать в пространстве путем подбора параметра  — **Угол поворота** так, чтобы наружные полки угольника смотрели извне параллелепипеда, а также произвести обрезку излишних концов угольника. На примере верхнего правого ребра покажем разделку профиля для сварной конструкции.

Вновь вызовите из инструментальной панели **Сварные детали** команду  — **Конструкция** и установите профиль, задав параметр  — **Угол поворота** равным 90° (рис. 5.8).

Посмотрите внимательно на рис. 5.8, и вы увидите, что произошло наложение конца только что построенного горизонтального уголка на концы двух других уголков. Чтобы убрать данное наложение, необходимо воспользоваться командой  — **Отсечь/вытянуть** из инструментальной панели **Сварные детали**. Данная команда позволяет отсекал или вытягивать элементы детали до поверхностей других элементов так же, как инструменты обрезки. В данном случае нам необходимо отсечь конец горизонтального профиля. Нажмите в инструментальной панели кнопку  — **Отсечь/вытянуть**, щелкните мышью в поле **Обрезаемое тело** и укажите вставленный профиль. Теперь щелкните мышью в поле **Граница отсечения** и установите режим **Тела**, а затем укажите два оставшихся угольника (рис. 5.9). Можно также установить флажок **Зазор сварки** и задать величину зазора для сварного шва.

Проверьте по рис. 5.9, правильно ли все установлено, и нажмите кнопку **ОК** . В результате должна получиться конструкция, показанная на рис. 5.10. То же самое необходимо проделать и со вторым концом горизонтального профиля.

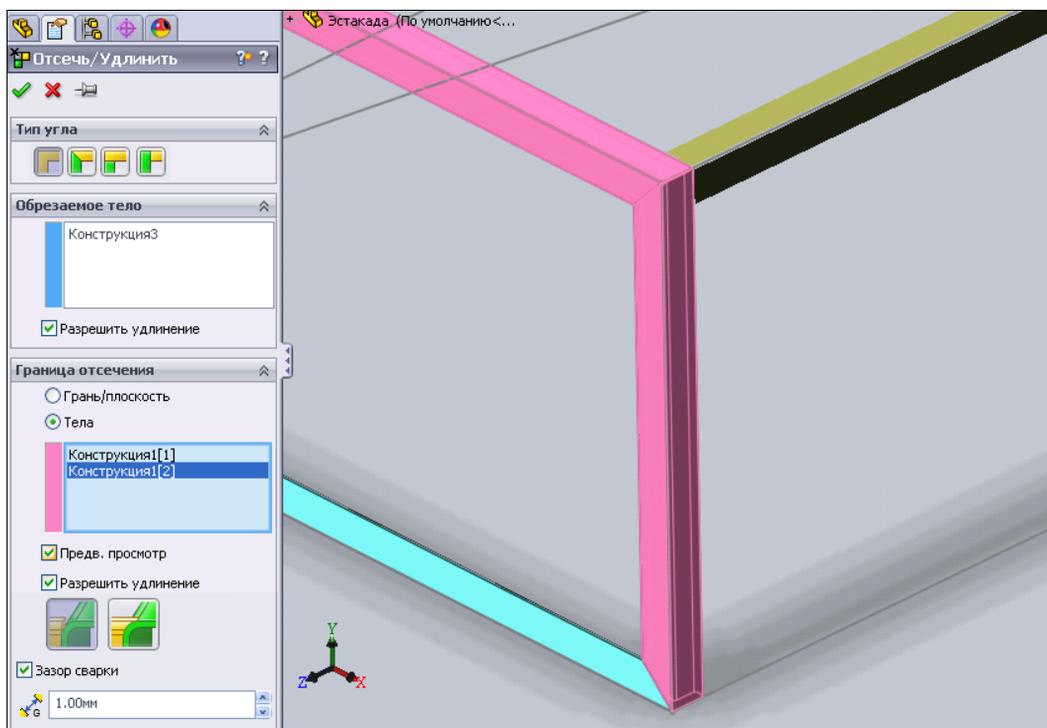


Рис. 5.9

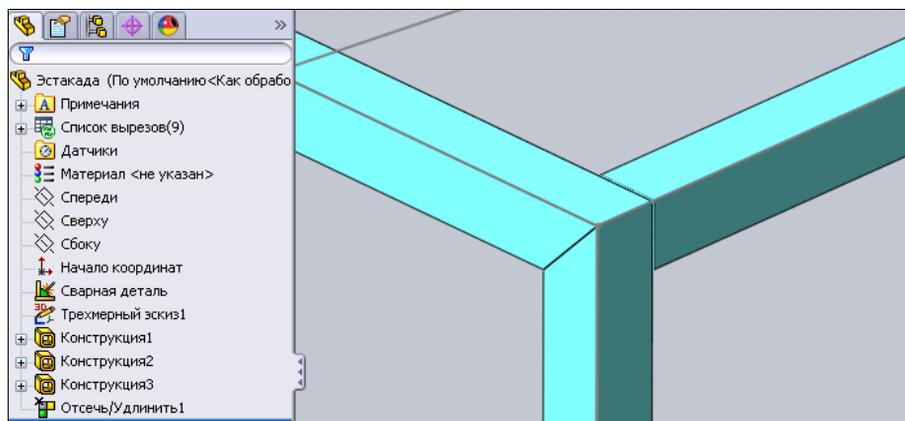


Рис. 5.10

Аналогичным образом сделайте со следующими тремя горизонтальными профилями для завершения построения сварной конструкции параллелепипеда. В итоге у вас должна получиться конструкция, показанная на рис. 5.11.

ПРИМЕЧАНИЕ

Командой  — **Отсечь/вытянуть** из инструментальной панели **Сварные детали** можно одновременно обработать оба конца профиля.

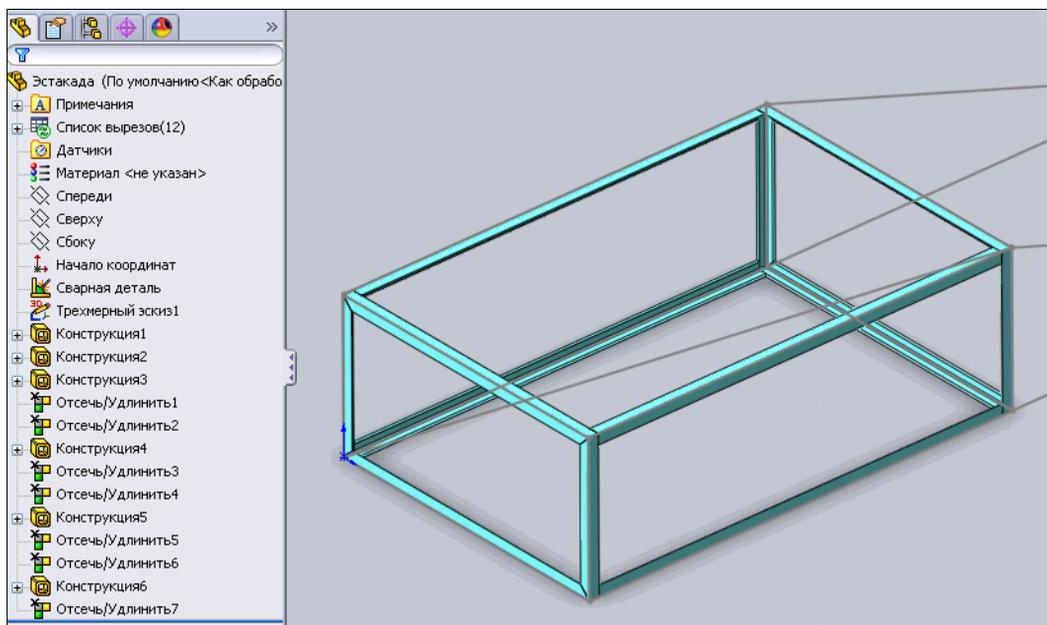


Рис. 5.11

Теперь перейдем к созданию пандуса эстакады. Поперечный профиль пандуса будем изготавливать из другого профиля — квадратной трубы. Для этого вызовите опять на панели инструментов **Сварные детали** команду  — **Конструкция** и установите в поле **Тип** профиль **квадратная труба**, а в поле **Размер** задайте $40 \times 40 \times 4$. В поле **Сегменты пути** укажите мышью поперечную линию пандуса трехмерного эскиза (рис. 5.12) и нажмите кнопку **ОК** .

Остальные элементы пандуса трехмерного эскиза постройте таким же угольником, каким был выполнен весь корпус эстакады. При задании параметров в диалоговом окне **Настройки** обязательно установите флажок **Применить обработку углов** и задайте граничное условие  — **Стыковое соединение1**. Нажмите кнопку **ОК**  — и в результате должна получиться следующая сварная конструкция (рис. 5.13).

Проделайте аналогичную операцию со второй стороной эстакады, обрежьте лишние концы профилей и получите готовую сварную конструкцию эстакады (рис. 5.14).

Осталось внести последний штрих — добавить пробки на открытые концы квадратного профиля. Для этого из инструментальной панели **Сварные детали** вызовите команду  — **Торцевая кнопка**. Укажите мышью грань квадратного профиля, где должна размещаться торцевая пробка, задайте толщину пробки **T1**, например, 5 мм и установите флажок **Углы фаски**, чтобы сделать фаски на пробке. Проверьте по рис. 5.15 задание параметров и нажмите кнопку **ОК** .

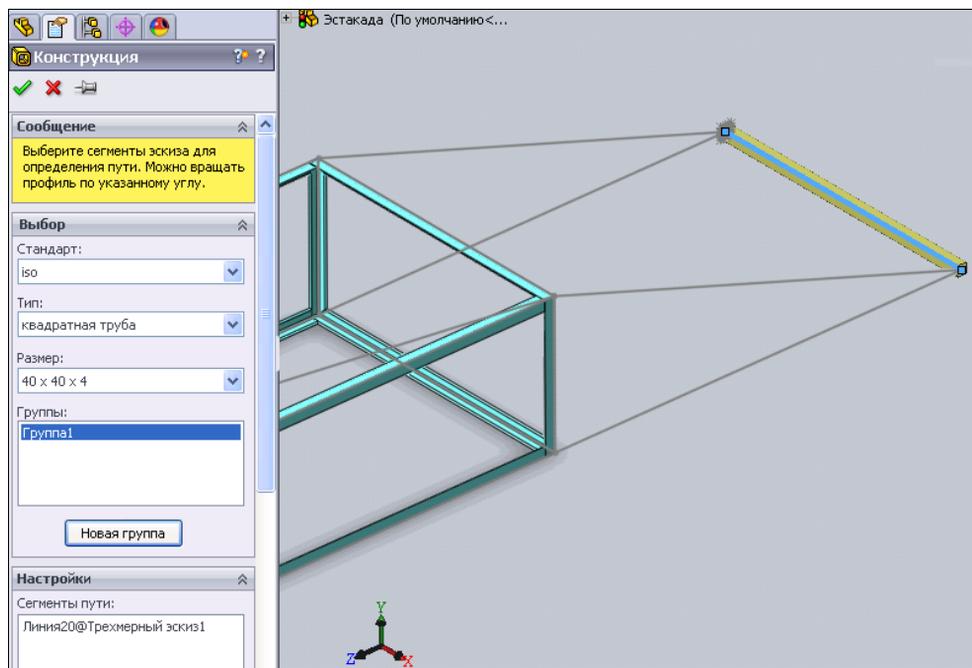


Рис. 5.12

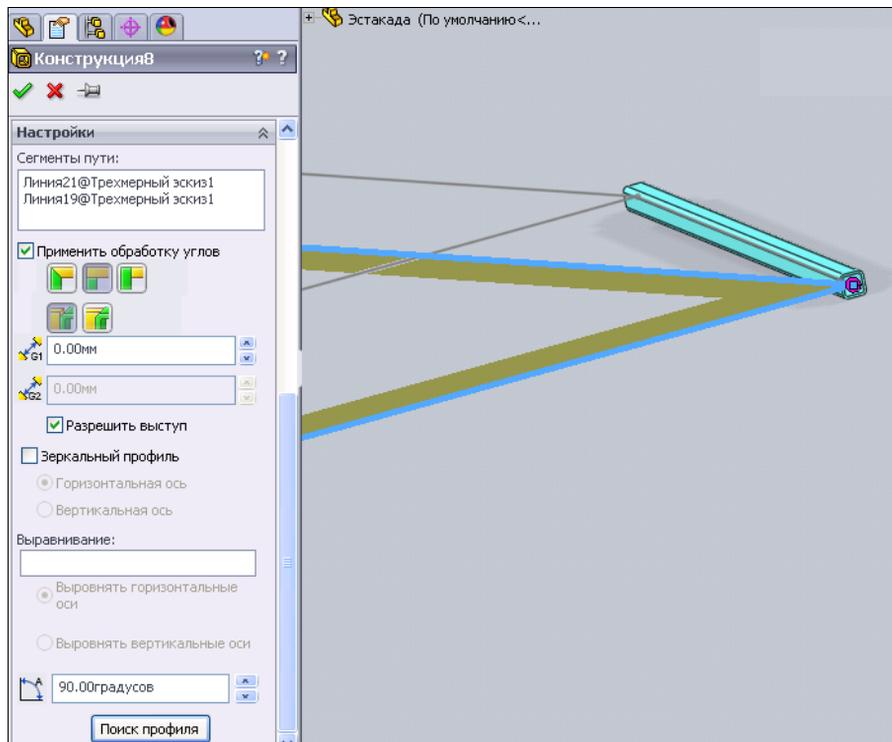


Рис. 5.13

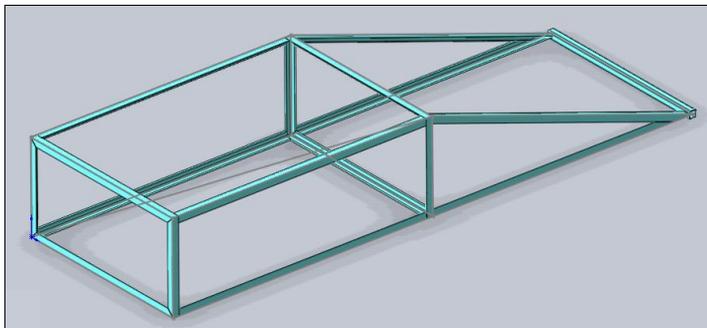


Рис. 5.14

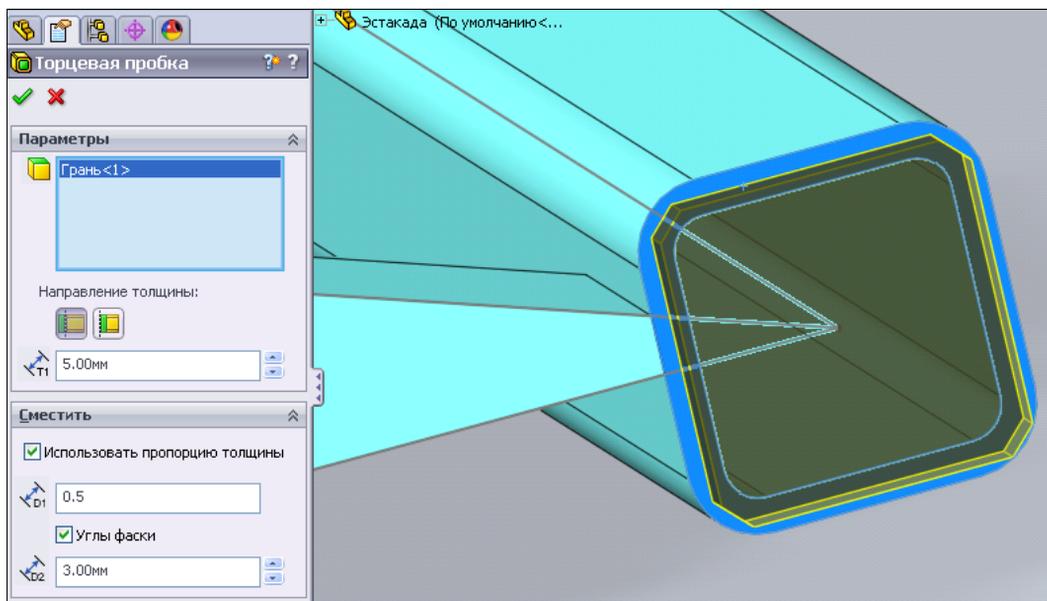


Рис. 5.15

Если все сделано правильно, то в сварной конструкции на конце квадратного профиля появится пробка, закрывающая внутреннюю полость профиля. Аналогичным образом создайте пробку на втором конце профиля. Таким образом, проектирование эстакады как цельной сварной детали закончено. Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить**.

5.3. Создание собственных профилей

В предыдущем разделе мы рассмотрели создание сварной детали эстакады на основе профилей, имеющих в базе SolidWorks 2011. Но пользователь программы может создать свой собственный профиль как деталь библиотечного элемента, затем поместить его в определенную папку, чтобы потом его можно было выбрать в дальнейшем.

При создании эскизов собственных профилей нужно учитывать следующее:

- ◆ при создании элемента конструкции сварной детали с помощью создаваемого профиля по умолчанию исходная точка эскиза становится *точкой пронзания*;
- ◆ при создании элемента конструкции сварной детали можно выбрать любую вершину на эскизе в качестве альтернативной точки пронзания;
- ◆ при создании элемента конструкции сварной детали можно добавить точки эскиза в эскиз и выбрать их в качестве альтернативных точек пронзания.

Точка пронзания определяет местоположение профиля относительно сегмента эскиза, который используется для создания элемента конструкции. Точка пронзания по умолчанию — это исходная точка эскиза в детали библиотечного элемента профиля. В качестве точки пронзания можно также использовать любую вершину или точку эскиза, указанную в профиле. На рис. 5.16 показан один и тот же профиль, но с разными точками пронзания.

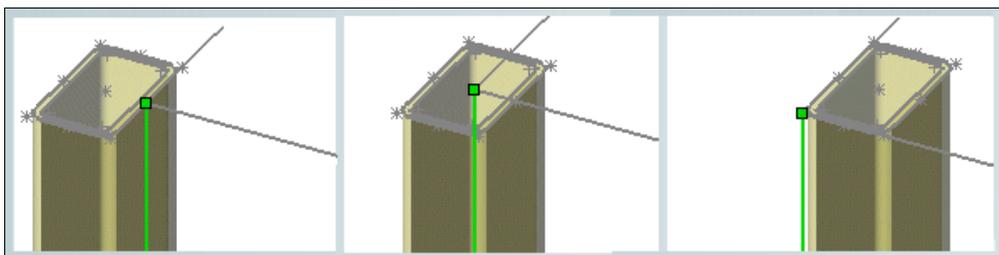


Рис. 5.16

Для создания профиля сварной детали откройте эскиз новой детали. В качестве профиля давайте создадим эскиз двутавра (рис. 5.17). Посередине двутавра с помощью инструмента эскиза  — **Точечный** создайте точку в центре эскиза и задайте ее положение относительно исходной точки. Эта точка в дальнейшем нам потребуется в качестве точки пронзания профиля.

В построенном эскизе исходная точка совпадает с нижним левым углом профиля, соответственно по умолчанию она будет являться точкой пронзания. Сразу отметим, что это не совсем удачный выбор, т. к. для симметричных деталей точку пронзания лучше выбирать посередине эскиза. Дальше мы покажем, как можно быстро сменить точку пронзания.

Закройте построенный эскиз двутавра и щелкните в Дереве Конструирования по элементу **Эскиз1**. Теперь выберите **Файл | Сохранить как** и в окне **Тип файла** выберите **Lib Feat Part (Детали библиотечных элементов) (*.sldlfp)**. Затем в поле **Имя файла** введите имя эскиза **Двутавр 40x50x5.sldlfp** и нажмите кнопку **Сохранить**. Значок детали рядом с названием детали в Дереве Конструирования изменится на значок библиотечного элемента  (рис. 5.18). Закройте файл детали. Сейчас библиотечный элемент сохранится в текущей папке, где сохраняются текущие рабочие файлы SolidWorks 2011.

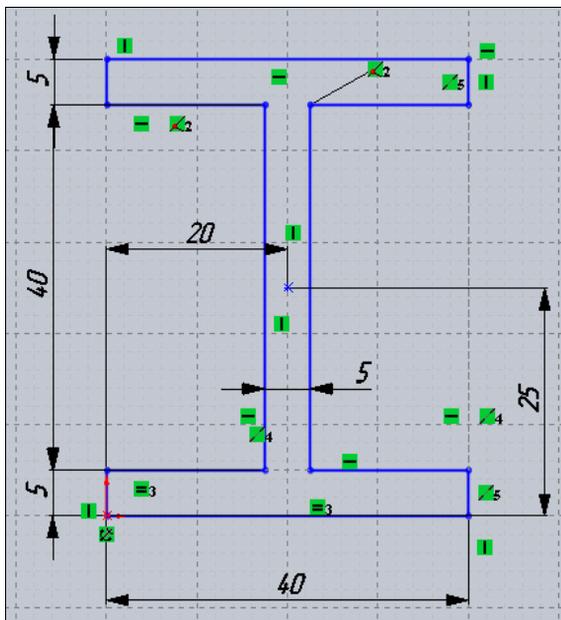


Рис. 5.17

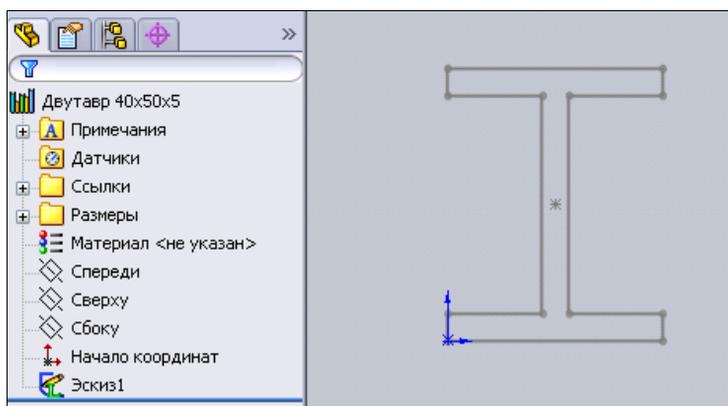


Рис. 5.18

Для того чтобы можно было постоянно пользоваться собственными профилями, деталь библиотечного элемента профиля необходимо поместить в соответствующую папку, тогда ее можно будет выбрать в окне **Конструкция**, появляющемся в Менеджере свойств (рис. 5.19).

Профили сварных деталей находятся в папке по умолчанию: <каталог установки SolidWorks>\SolidWorks Corp\SolidWorks\data\weldment profiles. Структура подпапок в папке weldment profiles определяет параметры, которые отображаются в окне **Конструкция** Менеджера свойств. Выбранные элементы и соответствующая папка в Проводнике Windows определяются следующим образом:

- ◆ Главная папка содержит одну или несколько папок стандартов. В примере на рис. 5.19 weldment profiles является главной папкой и содержит две папки стан-

дартов (ansi inch и iso). В Менеджере свойств имя каждой папки стандартов отображается в качестве элемента для выбора в списке **Стандарт**.

- ◆ Папки стандартов содержат одну или несколько папок типов, например, angle iron, c channel, pipe и т. д. В Менеджере свойств после выбора стандарта имена всех его подпапок типов отображаются в списке **Тип**.
- ◆ Папки типов содержат одну или несколько деталей библиотечных элементов. В Менеджере свойств после выбора типа имена деталей библиотечных элементов отображаются в списке **Размер**.

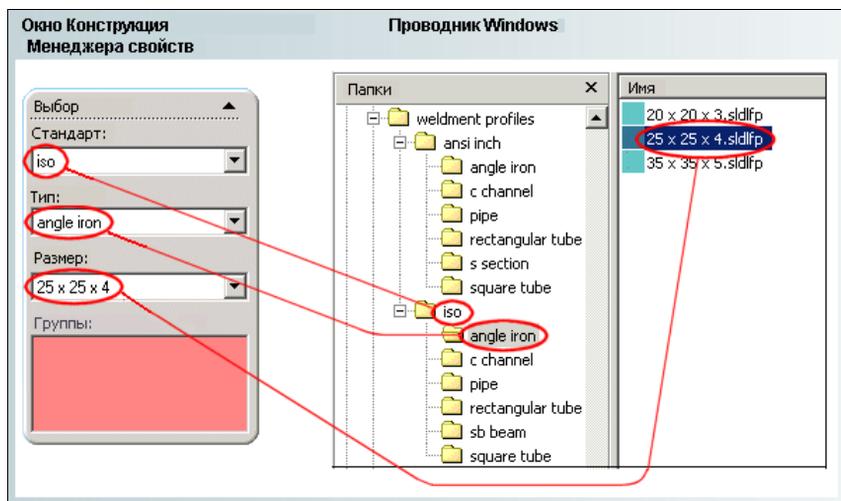


Рис. 5.19

Чтобы сохранить собственные профили в существующей структуре папок, выполните одно из следующих действий:

- ◆ Добавьте новую деталь профиля в любую из папок типов. Например, деталь собственного профиля можно сохранить в папке Квадратная труба, которая является подпапкой папки iso. В Менеджере свойств при выборе **iso** в списке **Стандарты** и **Квадратная труба** в списке **Тип** появится имя собственного профиля.
- ◆ Добавьте новую папку типа в существующую папку стандарта, сохраните деталь собственного профиля в новой папке типа. Например, в папке iso создайте папку Собственные элементы. Затем сохраните детали собственного профиля в папке Собственные элементы. В Менеджере свойств при выборе пункта **iso** в списке **Стандарты** пункт **Собственные элементы** появится в качестве одного из элементов выбора в списке **Тип**. При выборе пункта **Собственные элементы** в списке **Тип** имена деталей собственного профиля появятся в списке **Размер**.
- ◆ Добавьте новую папку стандартов в папку weldment profiles, создайте папку типов в папке стандартов и сохраните детали собственных профилей в папке типов. Например, в папке weldment profiles создайте папку Мой стандарт. Затем

сохраните детали собственных профилей в этой папке, например, созданный библиотечный элемент **Мой профиль**. В Менеджере свойств появится папка **Мой стандарт** в качестве одного из элементов для выбора в списке **Стандарт**. При выборе его в списке **Размер** появится имя библиотечного элемента **Мой профиль**.

Если требуется сохранить профили в отдельной папке, можно создать отдельную структуру папок, а затем указать ее в качестве папки для файла профиля сварной детали.

Давайте сохраним эскиз профиля как деталь библиотечного элемента по третьему варианту. Для этого в Проводнике Windows создайте следующую структуру папок <каталог установки SolidWorks> SolidWorks Corp \ SolidWorks \ data \ weldment profiles\ГОСТ\Двутавр и скопируйте средствами Windows в эту папку созданный библиотечный файл Двутавр 40x50x5.sldlfp.

А сейчас вновь откройте трехмерный эскиз эстакады. Теперь попробуйте использовать самостоятельно созданный профиль двутавра в трехмерном эскизе. Создайте сварную деталь, нажав кнопку  — **Сварная деталь**. На панели инструментов **Сварные детали** нажмите команду  — **Конструкция**. В поле **Выбор** задайте параметры созданного профиля двутавра так, как показано на рис. 5.20, и выберите в качестве сегмента траектории ближайшую кромку эскиза.

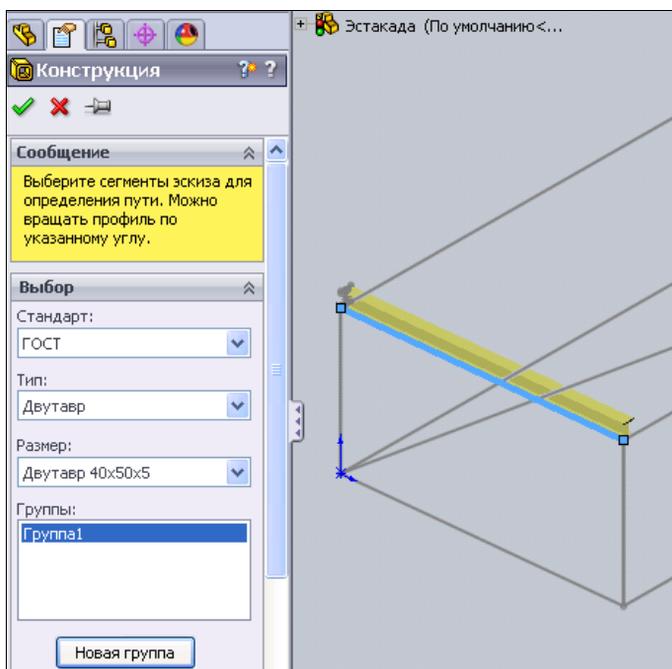


Рис. 5.20

Нажмите кнопку **ОК** , и в трехмерный эскиз должен добавиться созданный нами профиль двутавра. Посмотрите внимательно, и вы увидите, что профиль двутав-

ра привязался к трехмерному эскизу левым нижним углом — это исходная точка эскиза профиля, которая является точкой пронзания (рис. 5.21). Как было отмечено ранее, выбор этой точки сделан неудачно, т. к. для симметричных профилей точку пронзания лучше делать посередине профиля. В данном случае такой выбор сделан нами намеренно, чтобы показать, как можно быстро сменить точку пронзания.

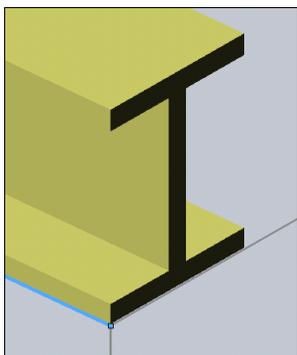


Рис. 5.21

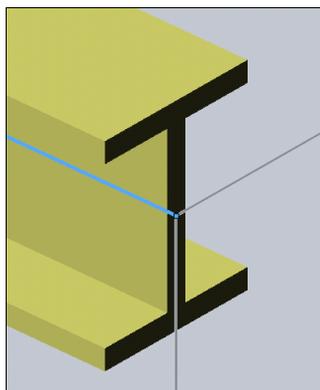


Рис. 5.22

Для того чтобы сменить точку пронзания, нажмите правой кнопкой мыши на элемент конструкции **Конструкция1** в Дереве Конструирования, а затем в выпадающем контекстном меню выберите пункт  — **Редактировать определение**. В открывшемся окне Менеджера свойств в поле **Настройки** нажмите кнопку . Можно выбрать любую из вершин или точек эскиза на профиле. В нашем случае выберите специально созданную для этого точку посередине профиля и нажмите кнопку **ОК** . Профиль сдвигается для выравнивания новой точки пронзания по сегменту эскиза элемента конструкции (рис. 5.22).

Остальные двутавровые профили трехмерного эскиза эстакады можно построить способами, описанными в *разд. 5.2*. Закончите построение детали и сохраните ее под именем *Эстакада2.sldprt*.

5.4. Создание сварной конструкции при помощи многотельной детали

Общий принцип создания сварной конструкции с использованием многотельной детали заключается в следующей последовательности действий:

1. Создается трехмерная модель сварной детали так, как она должна выглядеть после процесса сварки. Даже если сварная деталь на самом деле должна состоять из отдельных деталей, модель надо построить целиком в одном файле детали, а не путем сборки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Многотельные детали не следует использовать вместо сборок. Основным правилом является то, что одна деталь (многодельная или нет) должна соответствовать одной позиции детали в Спецификации. Многодельная деталь состоит из нескольких твердых тел, которые не являются динамическими, т. е. имеющими возможность перемещения в пространстве. Если необходимо представить динамическое перемещение тел, следует использовать сборку.

2. Из цельной детали создают многодельную деталь путем введения элементов разреза.
3. Обрабатывают кромки детали под сварной шов ("разделяют деталь") путем добавления фасок.
4. Устанавливают элементы усиления, добавляя треугольный или многоугольный профиль.
5. Формируют сварной шов.

Рассмотрим различные варианты создания сварных конструкций в зависимости от вида сварного соединения.

5.4.1. Моделирование стыкового сварного соединения

При конструировании стыкового сварного соединения особое внимание уделяют разделке кромок, которая зависит от толщины свариваемого металла (см. разд. 5.1). Рассмотрим построение модели стыкового сварного соединения в SolidWorks 2011 на примере сваривания листа металла толщиной 10 мм.

Откройте новую деталь в режиме рисования эскизов и постройте эскиз, показанный на рис. 5.23.

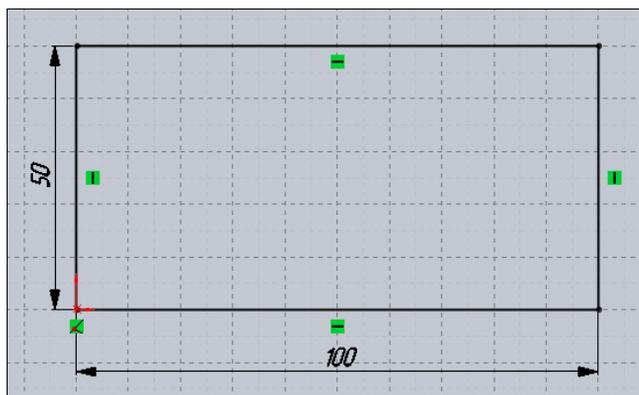


Рис. 5.23

Затем с помощью панели инструментов **Элементы** и команды  — **Вытянутая бобышка/основание** вытяните полученный эскиз на 10 мм (толщина пластины). Допустим, что так должна выглядеть готовая сварная деталь, полученная технологией сварки из двух деталей половинной длины.

Чтобы сформировать шов, нам надо предварительно разделить деталь и создать из нее многотельную деталь. Для этого на боковой поверхности детали длиной 100 мм создайте эскиз и нарисуйте посередине линию, которая будет являться линией разреза (рис. 5.24).

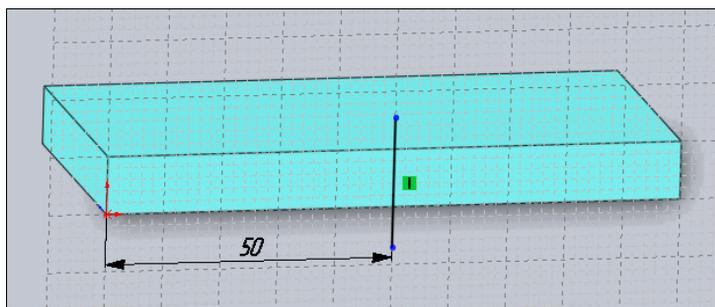


Рис. 5.24

Выйдите из эскиза. Теперь разделим деталь с помощью команды  — **Разделить** панели инструментов **Элементы**. Щелкните в поле **Инструменты для отсечения** и укажите мышью линию разделения на детали. Нажмите кнопку **Разрезать деталь**. Если вам в дальнейшем потребуется создать отдельные файлы для каждой из свариваемых деталей или сделать их чертежи, то этим деталям можно дать имена в поле **Файл** раздела **Результат** (рис. 5.25).

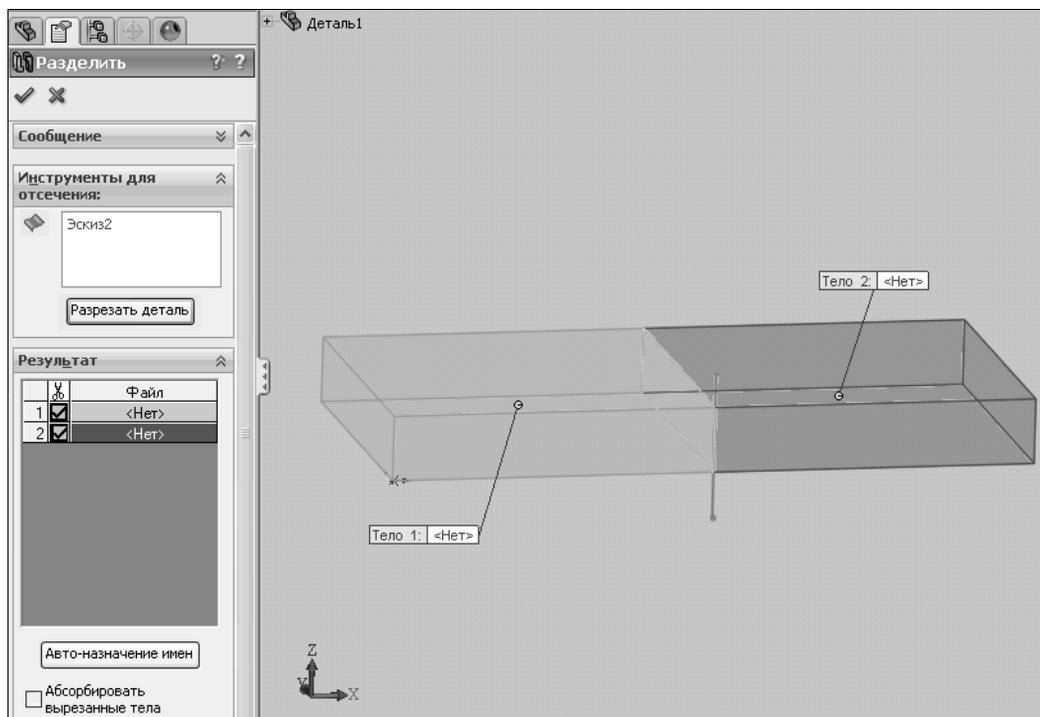


Рис. 5.25

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы была возможность сохранить тела многотельной детали, перед выполнением команды  — **Разделить** необходимо сначала сохранить исходную деталь.

Укажите тела 1 и 2 (в нашем случае безымянные) для разделения, поставив флажки в разделе **Результат**, снимите флажок **Абсорбировать вырезанные тела**, нажмите кнопку **ОК**  — и вы получите двутельную деталь.

Укажем программе, что хотим создать сварную деталь, нажав кнопку  — **Сварная деталь**.

Теперь подготовим кромки, чтобы сформировать сварочную ванну, в которой будет находиться расплавленный металл. Для этого на панели инструментов **Сварные детали** выберите команду  — **Фаска**, которая создает фаски вдоль кромки, цепочки касательных кромок или вершины. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Фаска**. Теперь укажите мышью на разделительную кромку посреди детали и задайте параметры так, как указано на рис. 5.26.

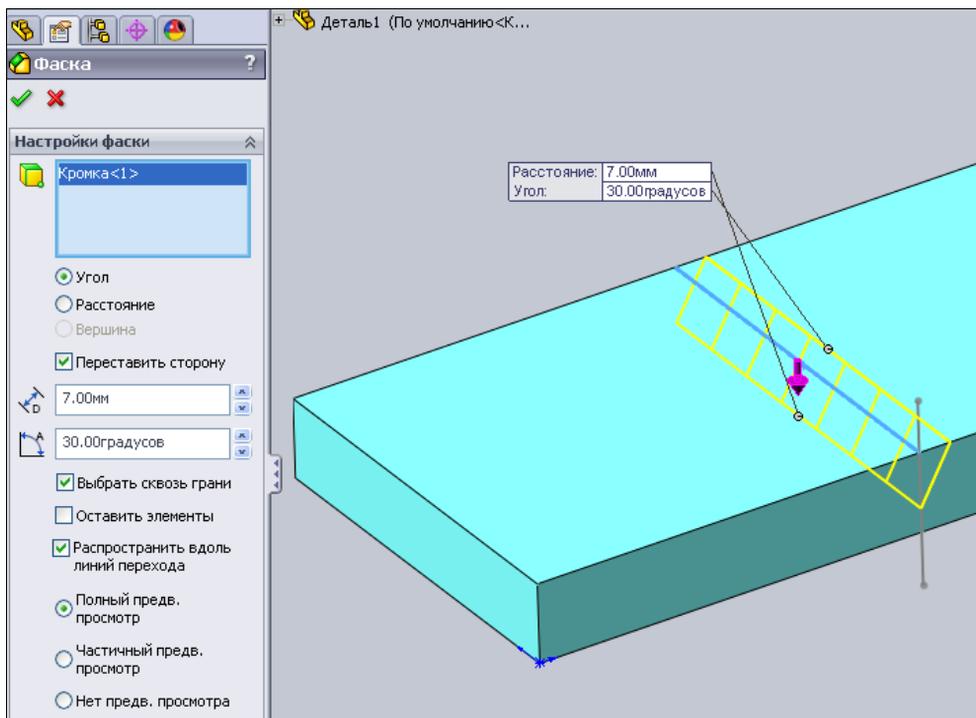


Рис. 5.26

После установки всех параметров нажмите кнопку **ОК** . Аналогично создайте кромку и на второй половине сварной детали. В результате вы должны получить деталь, показанную на рис. 5.27.

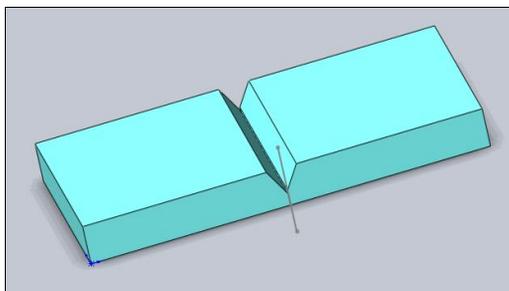


Рис. 5.27

Кромки детали под сварку разделаны, и осталось только создать сам сварочный шов. Для этого на панели инструментов **Сварочная деталь** вызовите команду  — **Скругленный шов**, которая добавляет элемент углового сварного шва между двумя непересекающимися телами (рис. 5.28). Щелкните мышью в поле **Набор граней1** и затем по фаске в детали. Наименование грани отобразится в поле. Прделайте то же самое с полем **Набор граней2** и второй фаской. Толщину шва в параметре **Размер скругления** установите равной 8 мм (рис. 5.28).

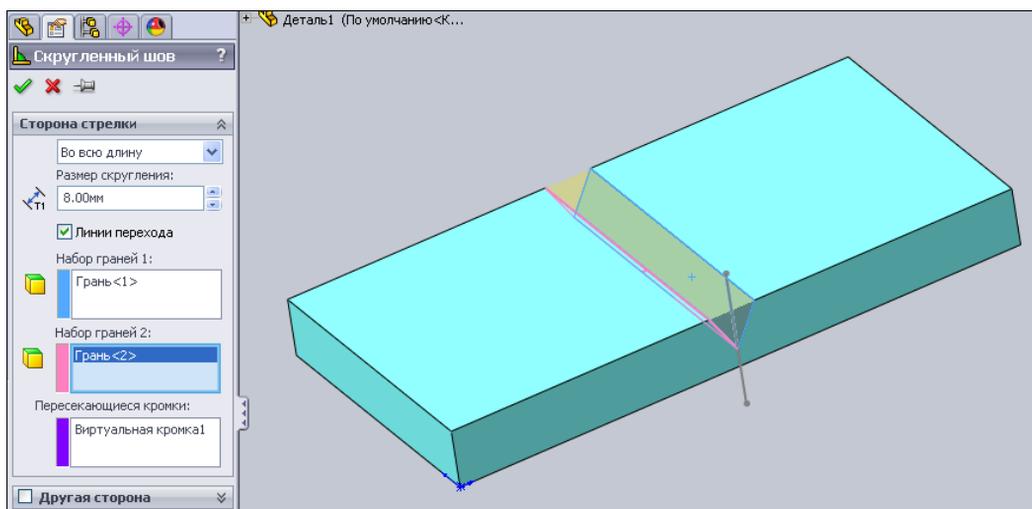


Рис. 5.28

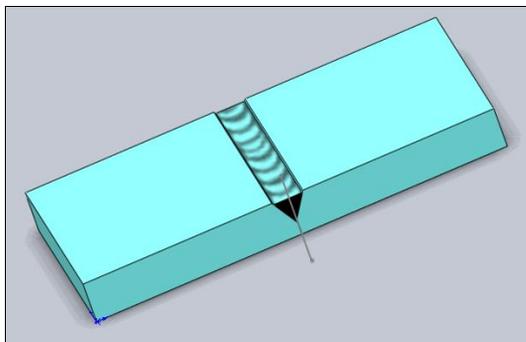


Рис. 5.29

Осталось нажать кнопку **ОК** и получить готовую деталь со сварным соединением встык (рис. 5.29).

Сохраните сварную деталь под именем `Стыковое соединение.sldprt`.

5.4.2. Моделирование нахлесточного сварного соединения

При конструировании нахлесточного сварного соединения разделку кромок не производят, а сварку производят угловыми лобовыми и фланговыми сварными швами (см. разд. 5.1). Рассмотрим построение модели нахлесточного сварного соединения в SolidWorks 2011 на примере сваривания листа металла толщиной 10 мм с листом металла толщиной 5 мм.

1. Откройте новую деталь в режиме рисования эскизов и постройте эскиз, показанный на рис. 5.30.

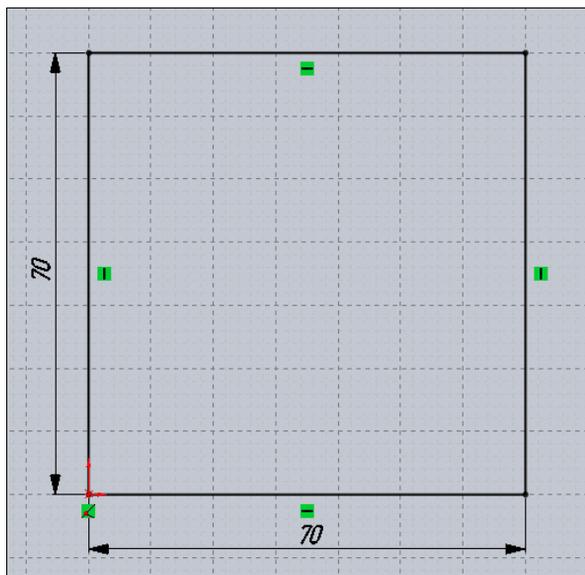


Рис. 5.30

2. Затем с помощью панели инструментов **Элементы** и команды  — **Вытянутая бобышка/основание** вытяните эскиз на 10 мм (толщина пластины). Теперь на верхней грани первой пластины нарисуем эскиз второй пластины (рис. 5.31) и вытянем ее с помощью команды **Вытянутая бобышка/основание** на расстояние 5 мм (толщина второй привариваемой пластины). Допустим, что так должна выглядеть готовая сварная деталь, полученная технологией сварки из двух деталей.
3. Чтобы сформировать шов, нам надо предварительно разделить деталь и создать из нее многотельную деталь. Для этого разделим деталь с помощью команды  — **Разделить**. Щелкнув в поле **Инструменты для отсечения**, укажите

мышью верхнюю грань большой детали. Нажмите кнопку **Разрезать деталь**. В разделе **Результат** снимите флажок **Абсорбировать вырезанные тела**. Укажите тела для разделения, нажмите кнопку **ОК**  — и вы получите двутельную деталь (рис. 5.32).

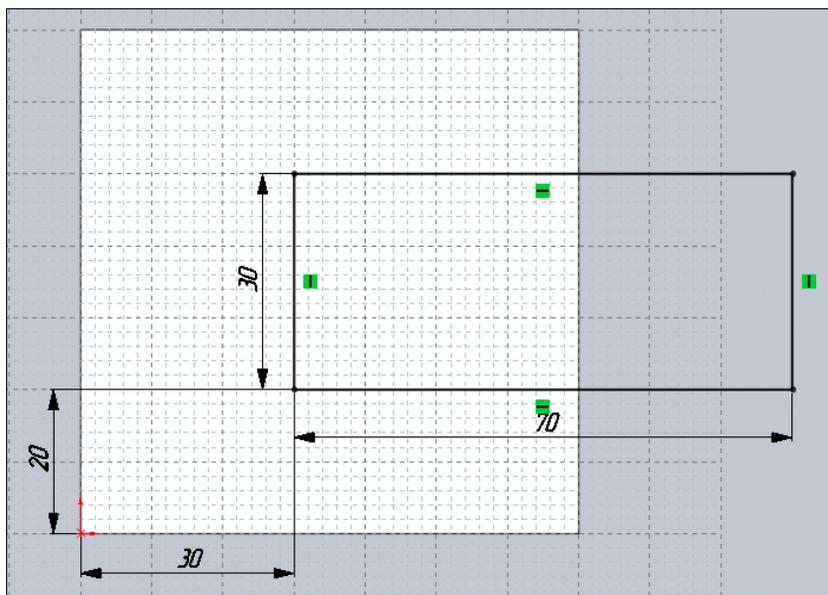


Рис. 5.31

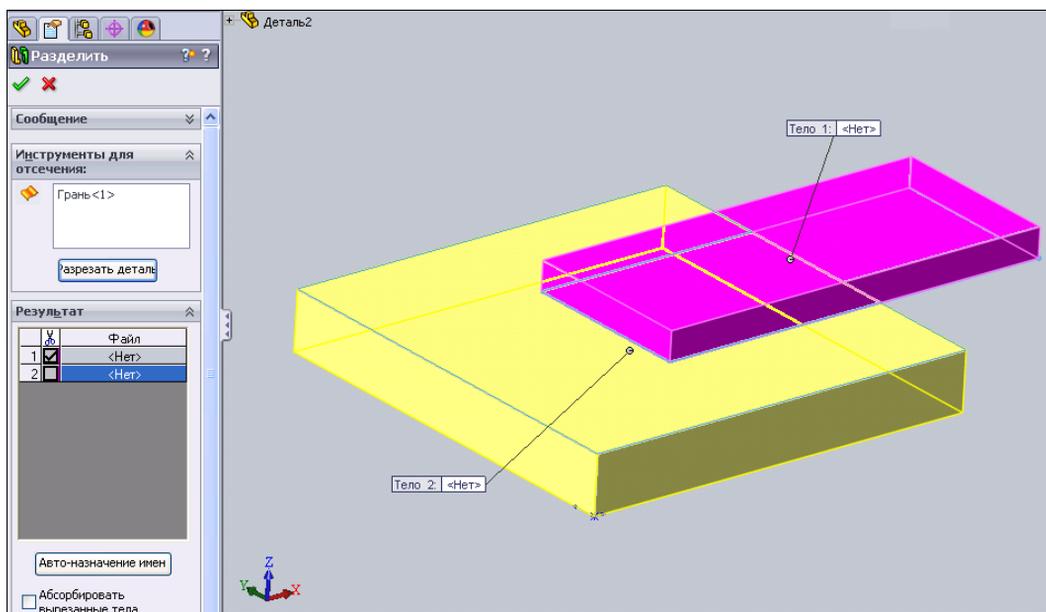


Рис. 5.32

ПРИМЕЧАНИЕ

Для того чтобы сразу сформировать многотельную деталь без использования операции  — **Разделить**, перед выполнением команды  — **Вытянутая бобышка/основание** необходимо снять флажок **Результат слияния**. В этом случае будет создаваться новое твердое тело, а в Дереве Конструирования в папке **Твердые тела** появится новый элемент.

4. Укажем программе, что хотим создать сварную деталь, для чего на панели инструментов **Сварные детали** нажмите кнопку  — **Сварная деталь**.
5. Поскольку кромки детали в данном соединении разделять не нужно, то осталось только создать сварочный шов. Для этого на панели инструментов **Сварочные детали** вызовите команду  — **Скругленный шов**, которая добавляет элемент углового сварного шва между двумя непересекающимися телами. Щелкните мышью в поле **Набор граней 1** и затем по верхней грани большей детали (например, **Грань <1>**). Наименование грани отобразится в поле. Теперь щелкните мышью в поле **Набор граней 2** и затем по боковым граням меньшей детали. Толщину шва в параметре **Размер скругления** установите равной 3 мм (рис. 5.33).

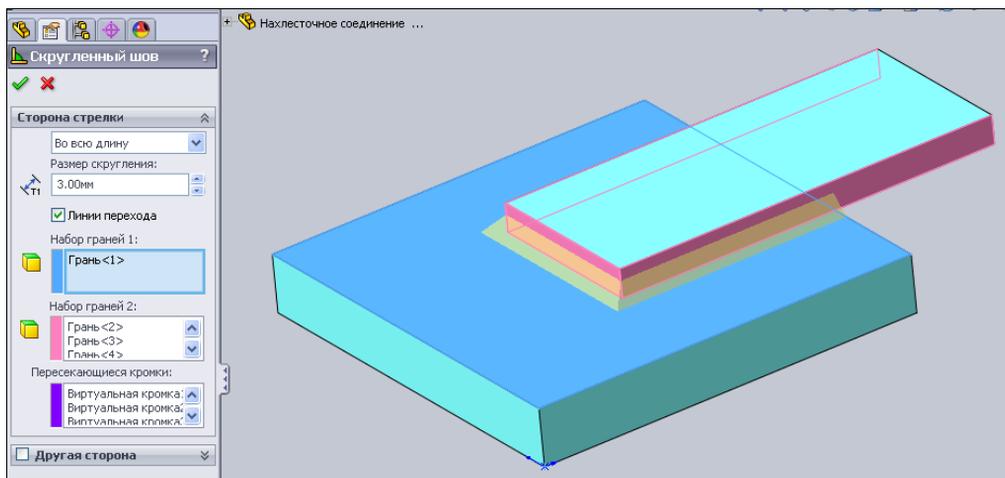


Рис. 5.33

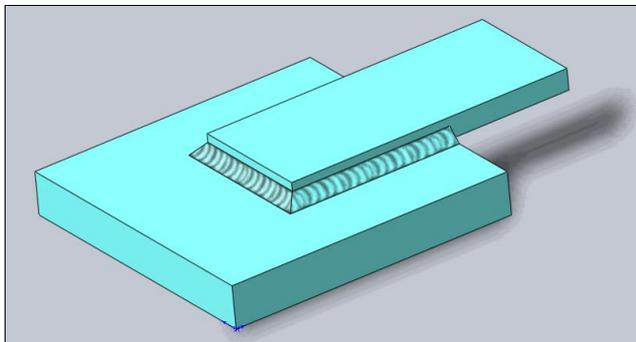


Рис. 5.34

6. Осталось нажать кнопку **ОК**  и получить готовую деталь со сварным соединением внахлестку (рис. 5.34).

Сохраните сварную деталь под именем `Нахлесточное соединение.sldprt`.

5.4.3. Моделирование таврового сварного соединения

При конструировании таврового или углового сварного соединения с прямым углом разделка кромок зависит от конфигурации свариваемых деталей (см. разд. 5.1). Рассмотрим построение модели таврового сварного соединения в SolidWorks 2011 на примере сваривания двух перпендикулярно расположенных деталей толщиной, например, 10 мм.

1. Откройте новую деталь в режиме эскизов и постройте эскиз, показанный на рис. 5.35.

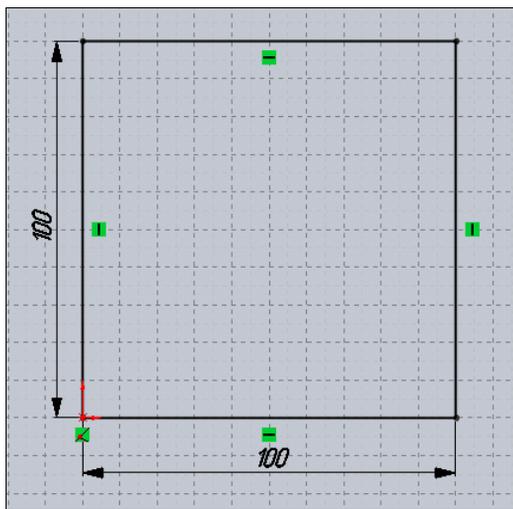


Рис. 5.35

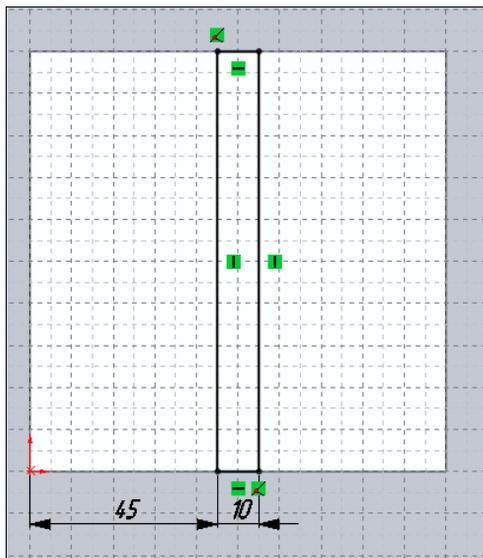


Рис. 5.36

2. Вытяните полученный эскиз на 10 мм (толщина детали). Теперь на верхней грани первой детали нарисуем эскиз второй детали (рис. 5.36) и вытянем ее с помощью команды  — **Вытянутая бобышка/основание** на расстояние 50 мм (длина второй привариваемой детали). Допустим, что готовая сварная Т-образная деталь должна выглядеть так, как на рис. 5.37.
3. Чтобы сформировать шов, нам надо предварительно разделить деталь и создать из нее многотельную. Для этого разделим деталь с помощью команды  — **Разделить**, как уже описывали ранее в этой главе. Затем на панели **Сварные детали** нажмите кнопку  — **Сварная деталь**.

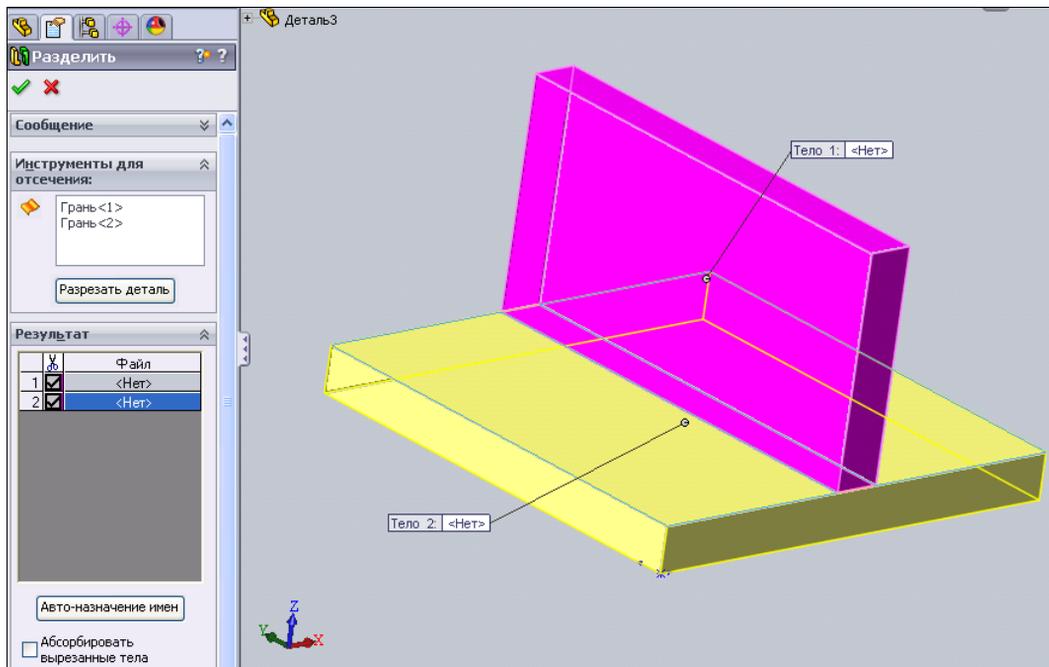


Рис. 5.37

Иногда сварные соединения, особенно тонкостенные, подкрепляются приварными уголками. Давайте и мы наше соединение сделаем более прочным установкой уголка посередине будущего сварного шва.

4. На панели инструментов **Сварные детали** вызовите команду  — **Угловое соединение**, которая добавляет элемент углового соединения между двумя плоскими примыкающими гранями. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Угловое соединение** (рис. 5.38). Щелкните мышью в поле **Вспомогательные грани**, а затем выберите их на детали, как показано на рис. 5.38.

В параметре **Профиль** можно выбрать один из двух профилей:

- треугольный профиль  ;
- квадратный профиль со скосом .

После выбора профиля можно задать его размеры. С помощью параметра **Толщина** можно задать размер элемента и указать посредством кнопок 

центрирование элемента: по внутренней стороне, симметрично и по внешней стороне. А с помощью кнопок  можно задать положение элемента относительно детали: в начальной точке, в срединной точке или в конечной точке. При указании положения в срединной точке возможно задание смещения на

определенную величину. Задайте размеры и параметры так, как указано на рис. 5.38, и нажмите кнопку **ОК** . Таким образом, вы получите элемент, показанный на рис. 5.39.

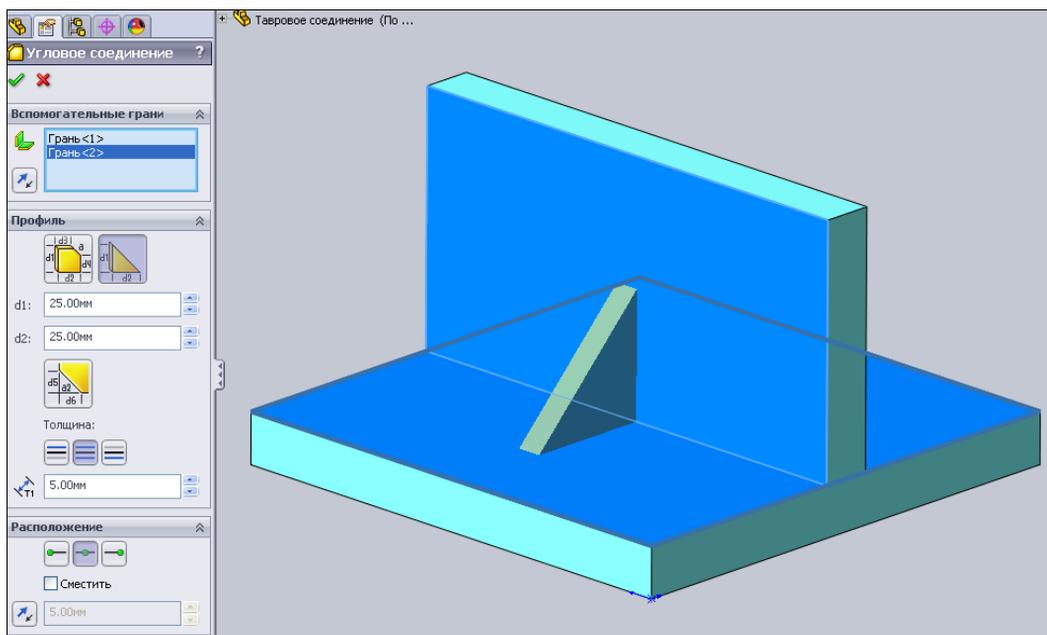


Рис. 5.38

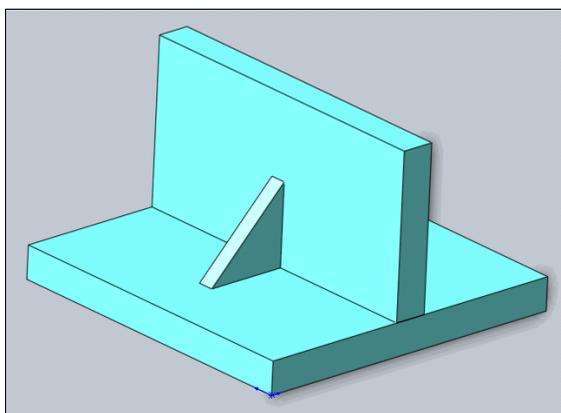


Рис. 5.39

5. Поскольку кромки детали в данном соединении разделять не нужно, то осталось только создать сварочный шов. Для этого на панели инструментов **Сварочная деталь** вызовите команду  — **Скругленный шов**. Щелкните мышью в поле **Набор граней1** и затем по верхней грани первой детали (например, **Грань <1>**). Наименование грани отобразится в поле. Теперь щелкните мышью в поле **Набор граней2** и затем по боковым граням второй детали с обе-

их сторон и добавленного элемента. Толщину шва в параметре **Размер скругления** установите равной 3 мм (рис. 5.40).

6. Нажмите кнопку **ОК** . Для получения сварного шва на втором катете добавочного элемента воспользуйтесь еще раз командой  — **Скругленный шов**. Только теперь в качестве элемента параметра **Набора граней1** укажите грань второй детали — и вы получите готовую деталь со сварным тавровым соединением (рис. 5.41).

Сохраните сварную деталь под именем `Тавровое соединение.sldprt`.

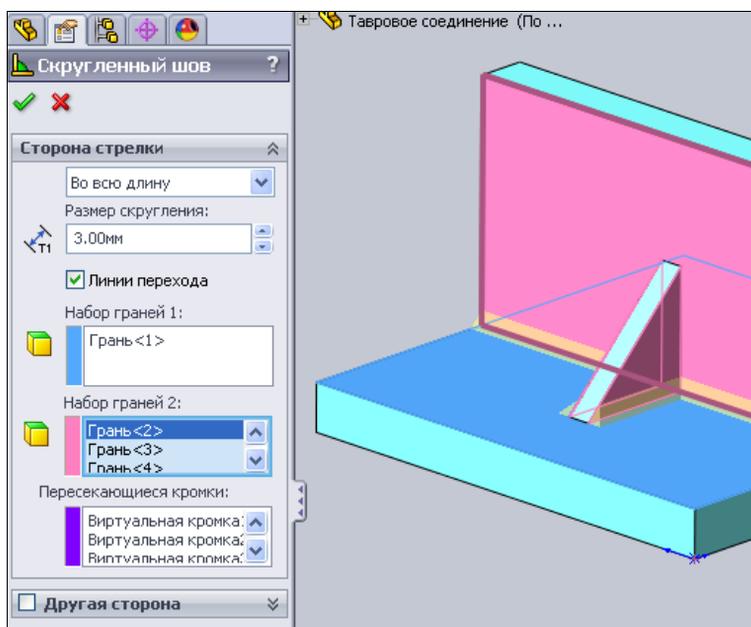


Рис. 5.40

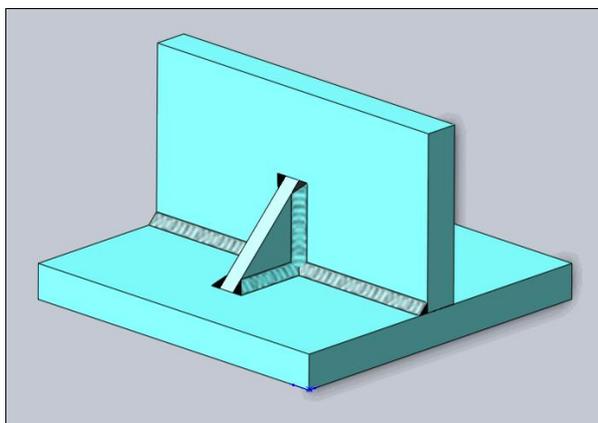


Рис. 5.41

5.4.4. Моделирование углового сварного соединения

Рассмотрим построение модели углового сварного соединения в SolidWorks 2011 на примере сваривания двух деталей под углом 45° .

1. Откройте новую деталь в режиме рисования эскизов и постройте эскиз, показанный на рис. 5.42.

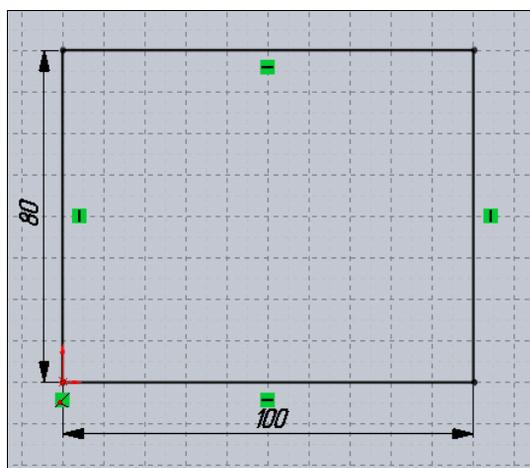


Рис. 5.42

2. Затем с помощью панели инструментов **Элементы** и команды  — **Вытянутая бобышка/основание** вытяните полученный эскиз на 10 мм (толщина детали). Теперь вставим плоскость под углом 45° к верхней грани построенной детали. Для этого пройдите путь **Вставка** | **Справочная геометрия** | **Плоскость**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Плоскость**. Щелкните мышью в поле **Выбор** и затем укажите верхнюю грань детали (рис. 5.43). Относительно этой грани будем вставлять новую плоскость. Теперь щелкните мышью в поле  — **Под углом** и задайте угол 45° . Осталось только указать кромку, через которую должна проходить новая плоскость — правую кромку на верхней грани. Установите флажок **Реверс направления**.
3. Если все сделано верно, то нажмите кнопку **ОК** .
4. На вновь вставленной плоскости создадим новый эскиз, для чего активируйте в Дереве Конструирования элемент **Плоскость1**, щелкнув по нему мышью, и нажмите кнопку  — **Перпендикулярно**. Зайдите в режим рисования эскизов  — **Эскиз** и нарисуйте эскиз, показанный на рис. 5.44. Обратите внимание, что новый эскиз пересекает уже имеющуюся деталь. Это необходимо для того, чтобы не вызвать сообщения об ошибке на рис. 5.45.

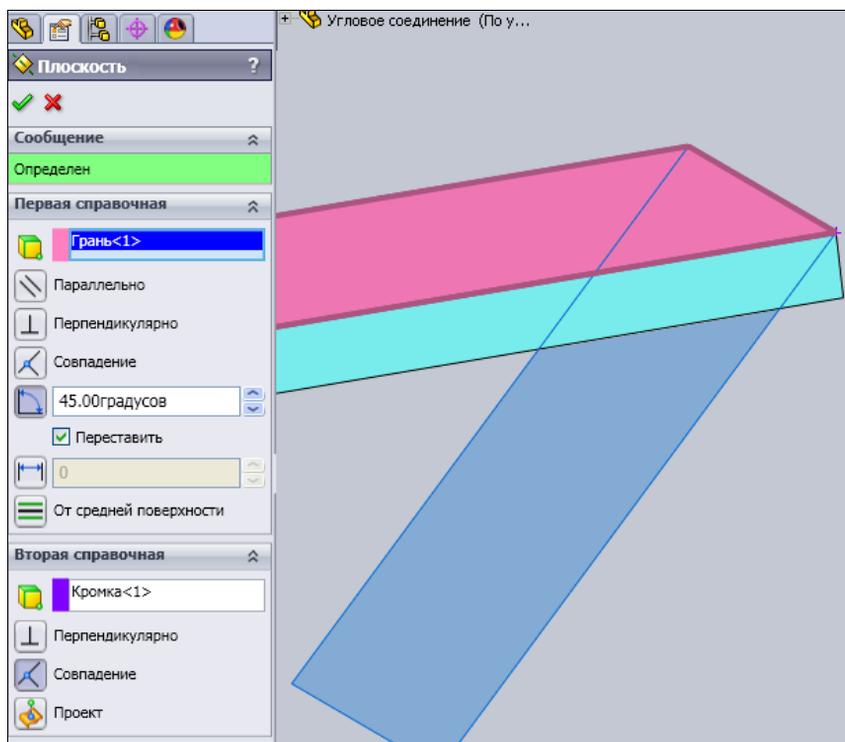


Рис. 5.43

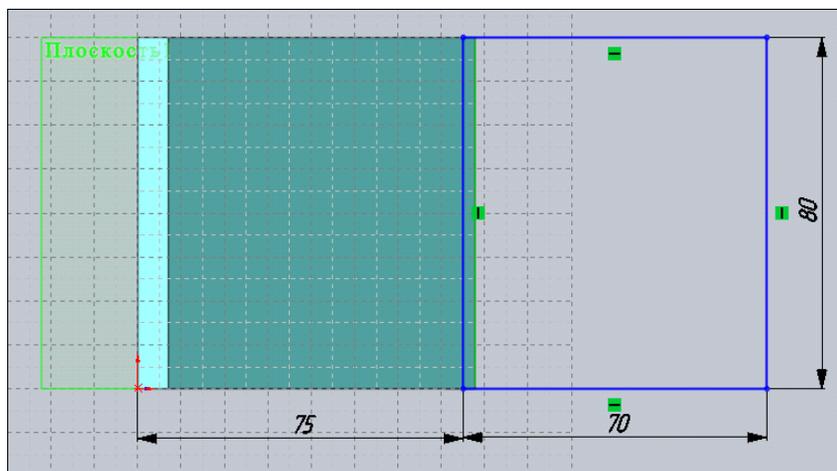


Рис. 5.44

- Теперь выйдите из эскиза и осуществите вытягивание на 10 мм (толщина второй детали). При этом направление вытягивания выберите таким, чтобы у вас получилась деталь, показанная на рис. 5.46.

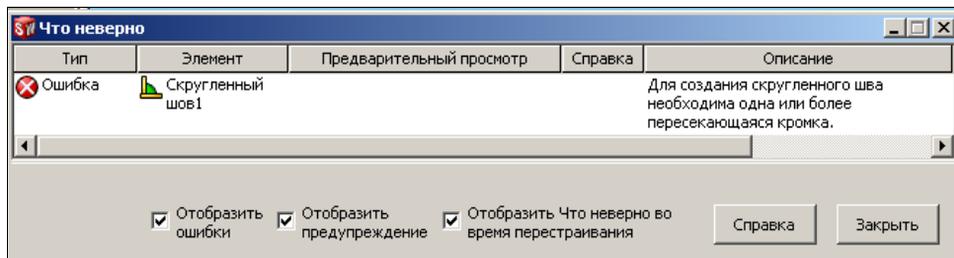


Рис. 5.45

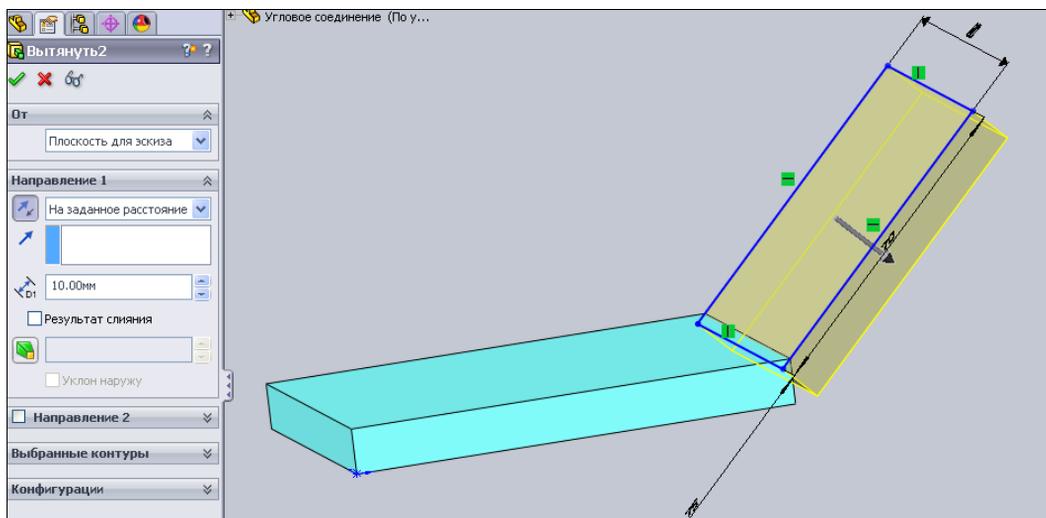


Рис. 5.46

6. Обязательно снимите флажок **Результат слияния** и нажмите кнопку **ОК** . Чтобы в дальнейшем вставленная плоскость не мешала дальнейшим нашим построениям, скройте ее. Для этого в Дереве Конструирования щелкните правой кнопкой мыши элемент **Плоскость1** и в выпадающем контекстном меню выберите кнопку  — **Скрыть**. Многодельная деталь готова к процессу сварки (рис. 5.47).

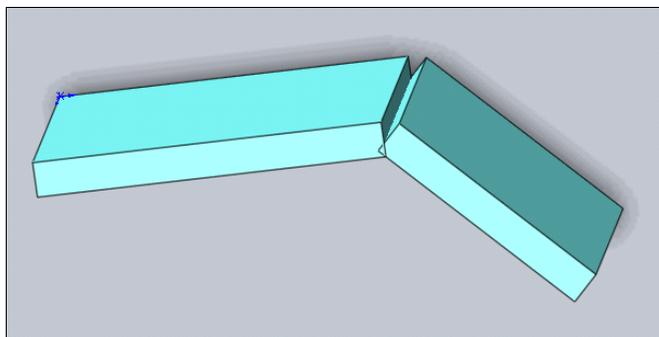


Рис. 5.47

7. Укажем программе, что хотим создать сварную деталь, для чего на панели инструментов **Сварные детали** нажмите кнопку  — **Сварная деталь**.
8. Вызовите команду  — **Угловое соединение**. Щелкните мышью в поле **Вспомогательные грани**, а затем выберите их на детали, как показано на рис. 5.48.

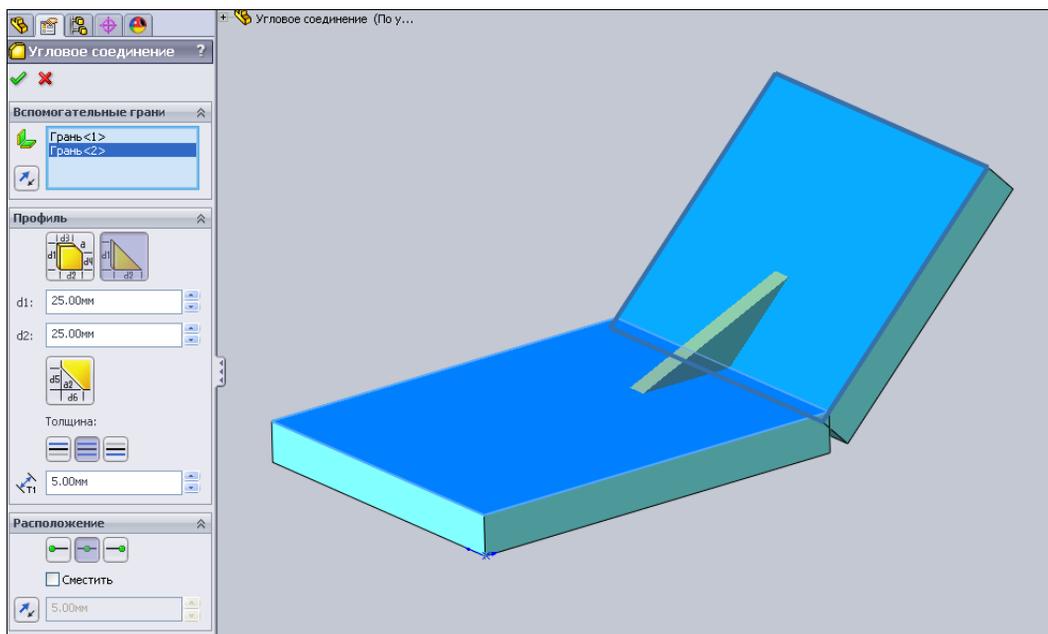


Рис. 5.48

9. В качестве профиля выберите треугольный профиль. Задайте параметры так, как указано на рис. 5.48, и нажмите кнопку **ОК** .

Обратите внимание, что угольник автоматически выбирает угол сопряжения плоскостей, несмотря на то, что угол не является прямым (рис. 5.49).

10. Теперь создадим сварочный шов на той стороне детали, где установили треугольный профиль. Для этого на панели инструментов **Сварочные детали** вызовите команду  — **Скругленный шов**. Щелкните мышью в поле **Набор граней1** и затем по верхней грани первой детали. Затем щелкните мышью в поле **Набор граней2** и по верхней грани второй детали. Толщину шва в поле **Размер скругления** установите 3 мм (рис. 5.50).
11. Нажмите кнопку **ОК** . Для получения сварного шва на гранях добавочного элемента (треугольный профиль) воспользуйтесь еще раз командой  — **Скругленный шов**, и вы получите готовую деталь со сварным угловым соединением (рис. 5.51).

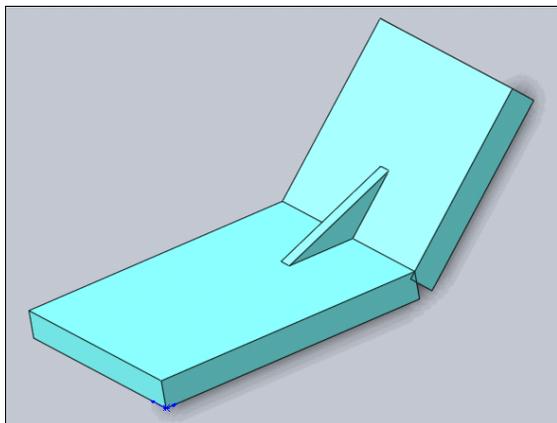


Рис. 5.49

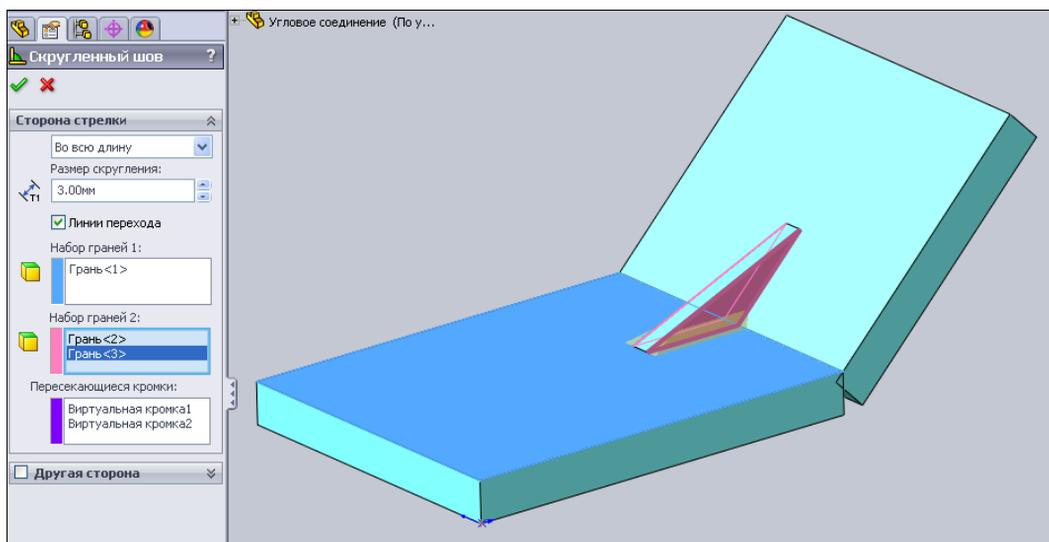


Рис. 5.50

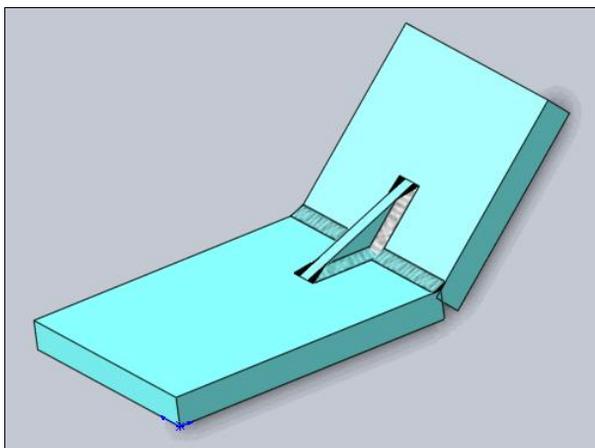


Рис. 5.51

12. Теперь переверните деталь, чтобы построить сварной шов на тыльной стороне детали, и вновь воспользуйтесь командой  — **Скругленный шов**. Установите параметры так, как показано на рис. 5.52.
13. Нажав кнопку **ОК** , вы получите угловое сварное соединение (рис. 5.53).

Сохраните сварную деталь с именем `Угловое соединение.sldprt`.

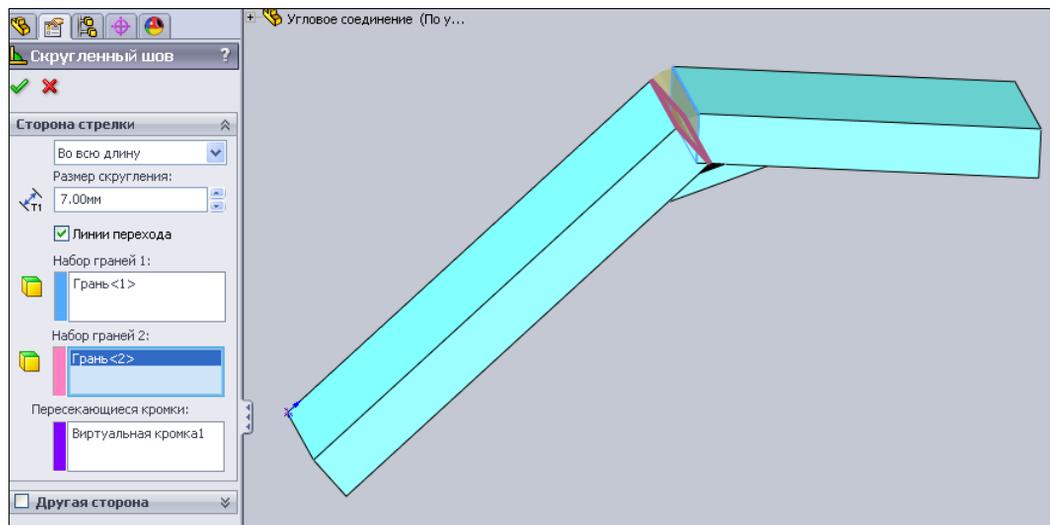


Рис. 5.52

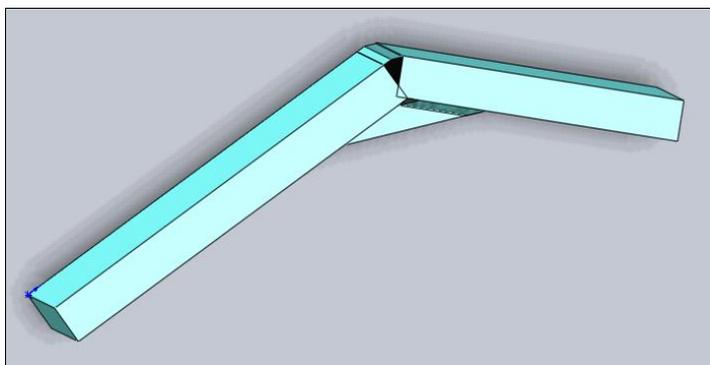


Рис. 5.53

5.4.5. Моделирование сварного соединения цилиндрических деталей

Приваривание цилиндрических деталей торцевыми поверхностями

Рассмотрим этот вид сварного соединения на примере приваривания торца цилиндра к плоской поверхности.

1. Откройте новую деталь и создайте эскиз, показанный на рис. 5.54.
2. С помощью команды  — **Вытянутая бобышка/основание** панели инструментов **Элементы** произведите вытягивание эскиза на расстояние 10 мм. На плоской поверхности детали создайте новый эскиз окружности диаметром 50 мм (рис. 5.55).

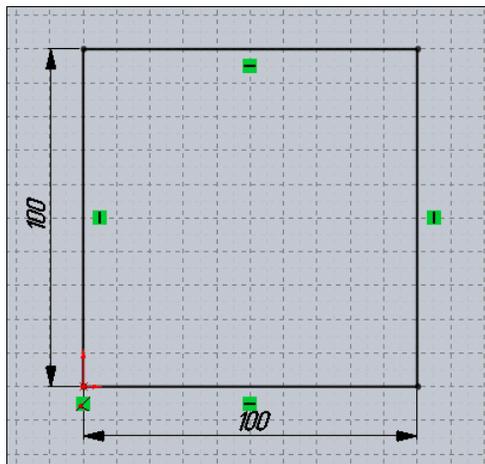


Рис. 5.54

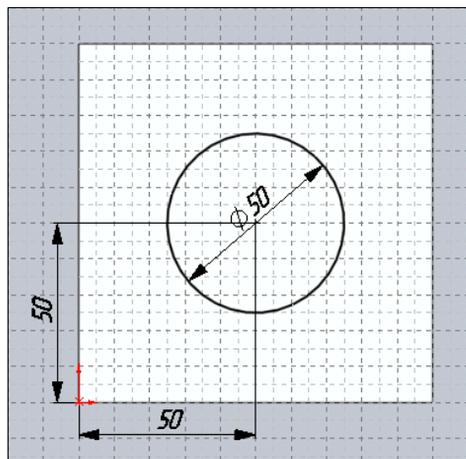


Рис. 5.55

3. Далее снова с помощью команды  — **Вытянутая бобышка/основание** вытяните полученный эскиз окружности на расстояние 50 мм (длина цилиндра). Перед завершением команды вытягивания проверьте, снят ли флажок **Результат слияния**. Это необходимо для того, чтобы у нас получилась многотельная модель детали (рис. 5.56).

О том, что деталь многотельная, должна свидетельствовать цифра строки **Твердые тела(2)** в Дереве Конструирования (рис. 5.57). Если у вас получилась одно-

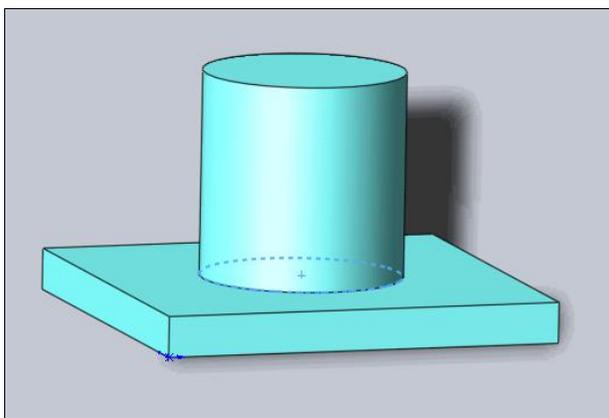


Рис. 5.56

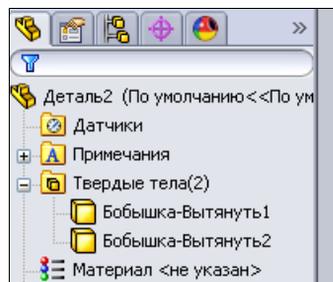


Рис. 5.57

тельная деталь, то наведите указатель мыши на последний пункт в Дереве Конструирования, в контекстном меню правой кнопки выберите пункт  — **Редактировать определение** и исправьте допущенную ошибку.

- Теперь укажем программе, что мы хотим создать сварную деталь, и нажмем кнопку  — **Сварная деталь**. Затем создадим скругленный сварной шов в месте соединения двух тел многотельной детали  — **Скругленный шов**. Толщину сварного шва в поле **Размер скругления** установите 4 мм (рис. 5.58).

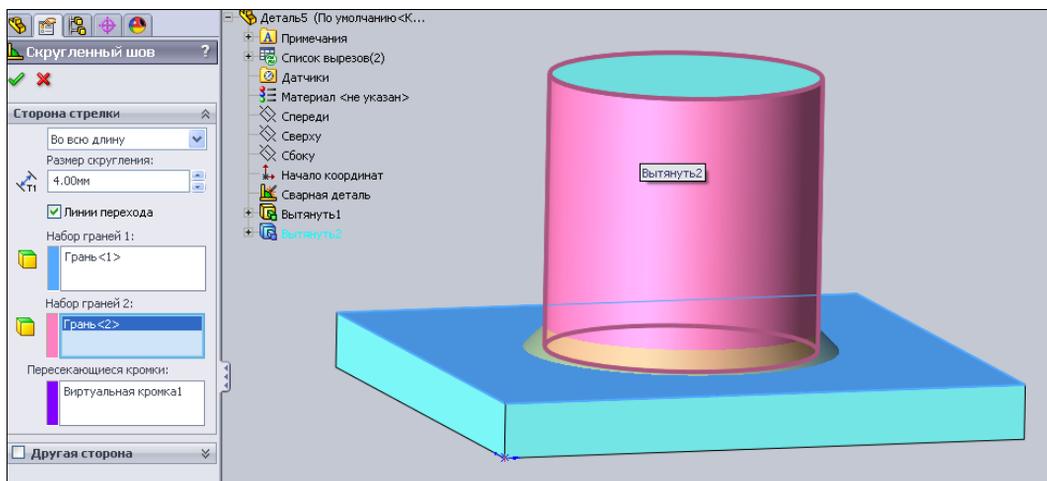


Рис. 5.58

- Осталось нажать кнопку **ОК**  и получить готовое сварное соединение, показанное на рис. 5.59. Никаких затруднений в выполнении данной команды не происходит, т. к. цилиндрическая поверхность располагается ортогонально к привариваемой плоской поверхности.

Сохраните деталь под именем файла `Приваривание цилиндра топком.sldprt`.

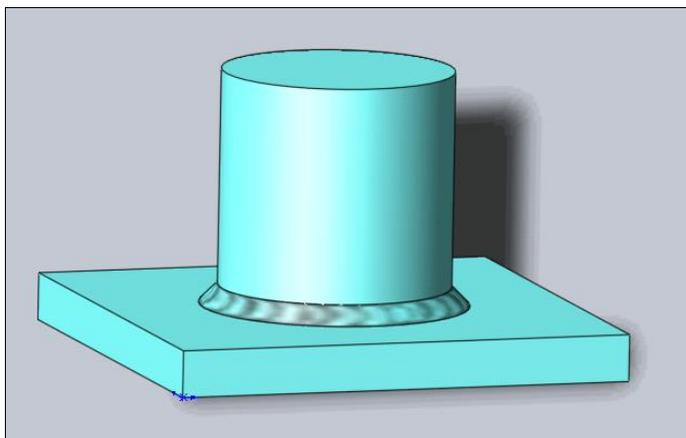


Рис. 5.59

Приваривание наклонной цилиндрической детали к плоской

Давайте усложним задачу: пусть необходимо произвести приваривание наклонной цилиндрической детали. Для построения наклонной детали воспользуемся изменением этой цилиндрической детали. Чтобы построить наклонный цилиндр, необходимо задать траекторию для наклона в пункте **Вытянуть2** (вытягивание окружности) в Дереве Конструирования. В качестве направления для траектории вставим вспомогательную плоскость.

1. Пройдите путь **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость** (рис. 5.60), щелкните поле **Справочные объекты** в разделе **Выбор** и затем щелкните мышью по верхней грани плоской детали. Нажав кнопку  — **Под углом**, задайте угол 30° . Разность $90 - 30 = 60^\circ$ составит угол наклона цилиндра к горизонту. Далее укажите переднюю кромку плоской детали (рис. 5.60). Для завершения вставки плоскости нажмите кнопку **ОК** .

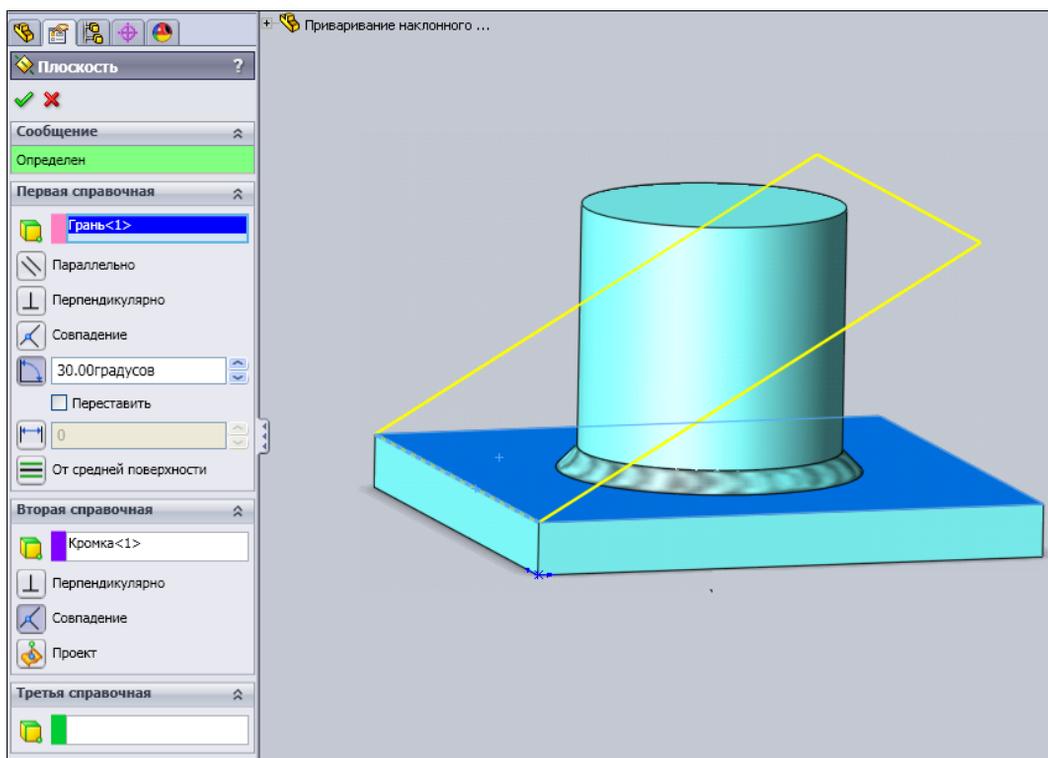


Рис. 5.60

2. Теперь, чтобы можно было использовать построенную справочную плоскость в элементе **Вытянуть2**, необходимо в Дереве Конструирования переместить элемент **Плоскость1** выше элемента **Вытянуть2**. Для этого захватите мышью

Рис. 5.61

элемент **Плоскость1** и переместите его, при этом курсор мыши приобретет вид . В результате произойдет переупорядочивание элементов в Дереве Конструирования (рис. 5.61).

- Далее для редактирования элемента **Вытянуть2** нажмите на нем правую кнопку мыши и в выпадающем контекстном меню выберите кнопку  — **Редактировать определение**. В появившемся диалоговом окне **Вытянуть2** Менеджера свойств щелкните мышью в поле  — **Направление вытяжки** раздела **Направление1** и затем укажите вспомогательную плоскость **Плоскость1** в графической области или в Дереве Конструирования (рис. 5.62).

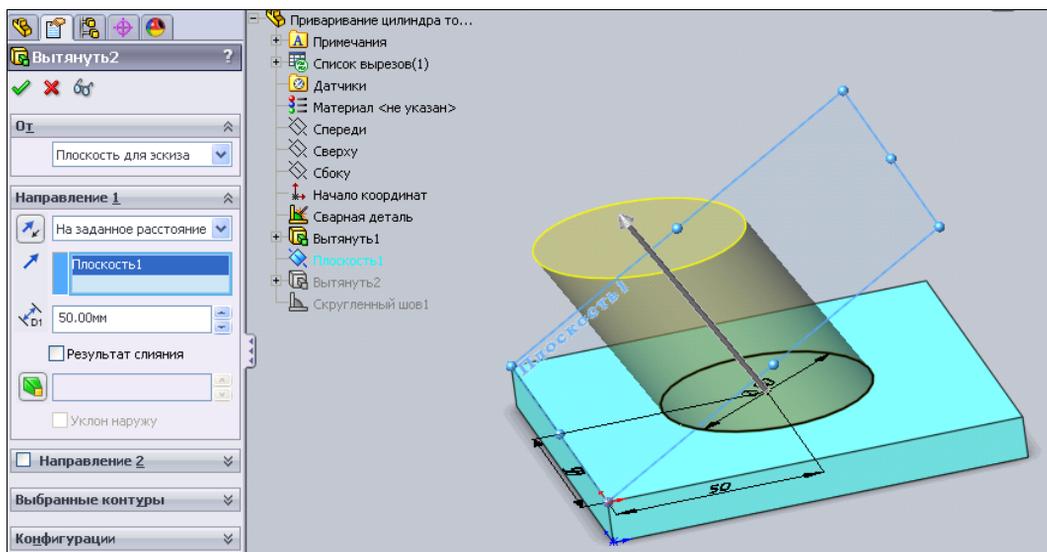
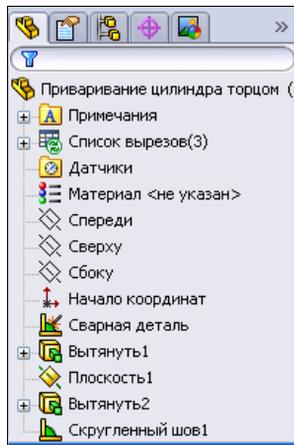


Рис. 5.62

- Теперь нажмите кнопку **ОК**  — и вместо сварного соединения наклонного цилиндра с плоской поверхностью в Дереве Конструирования напротив значка скругленного шва возникает значок ошибки  **Скругленный шов1**. Для того чтобы выяснить, что же случилось, подведите указатель мыши к этому элементу и нажмите правую кнопку мыши. В выпадающем контекстном меню выберите пункт **Что неверно?** Появится окно с ошибкой, показанное на рис. 5.63.

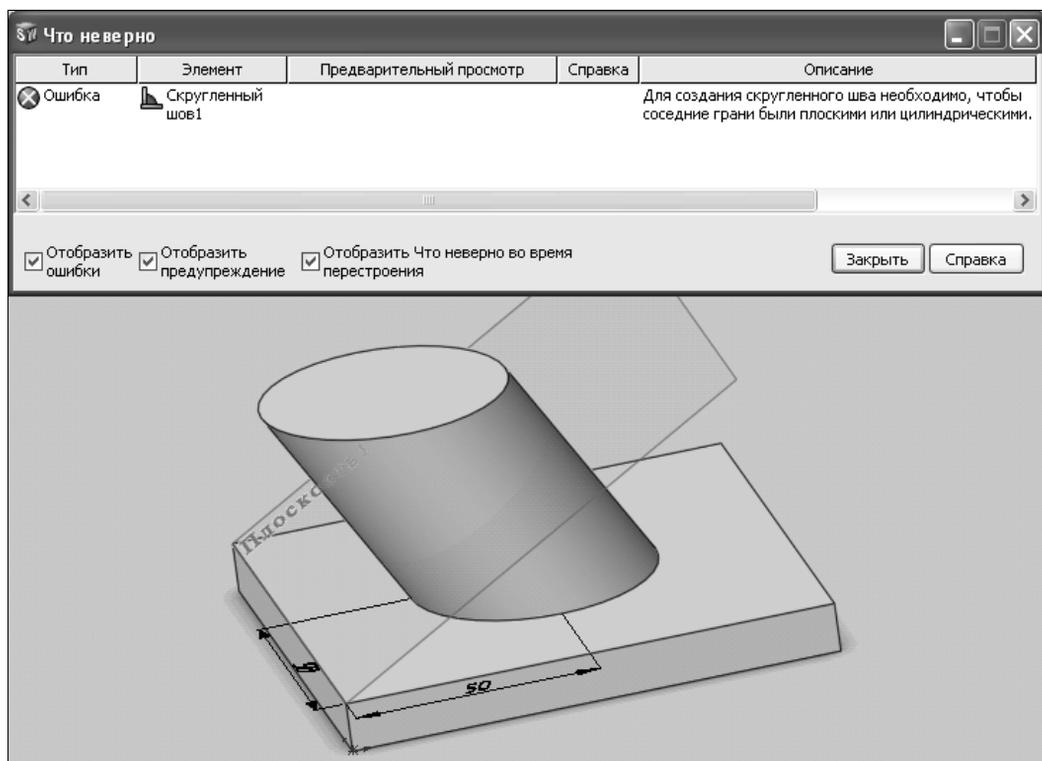


Рис. 5.63

ПРИМЕЧАНИЕ

Для создания скругленного шва необходимо, чтобы соседние грани были плоскими или цилиндрическими. Кроме того, приваривание может осуществляться только под прямым углом.

5. Давайте исправим создавшуюся ситуацию. Для этого нам надо сформировать промежуточное тело. Нажмите кнопку **Закрыть** в окне **Что неверно?** и снова выберите режим редактирования теперь уже наклонного цилиндра. В диалоговом окне **Вытянуть2** очистите поле  — **Направление вытяжки**, чтобы отключить наклон, и в поле  — **Глубина** установите значение 4 мм (радиус скругления шва). Проверьте параметр **Результат слияния** — флажка быть не должно. Теперь нажмите кнопку **ОК**  — должен получиться сварной шов (рис. 5.64).
6. На верхней плоской круглой грани цилиндра создайте новый эскиз окружности, поверх уже имеющейся (рис. 5.65). На эскизе должен появиться значок совпадения центров окружностей .
7. Теперь произведите вытягивание наклонного цилиндра с помощью команды  — **Вытянутая бобышка/основание**, как на рис. 5.6б.

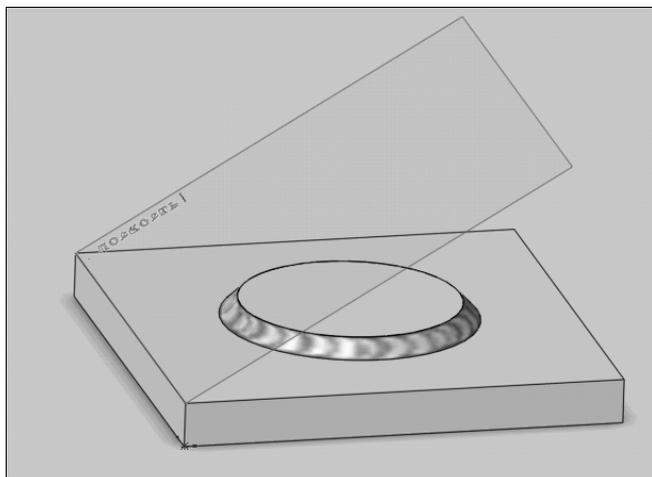


Рис. 5.64

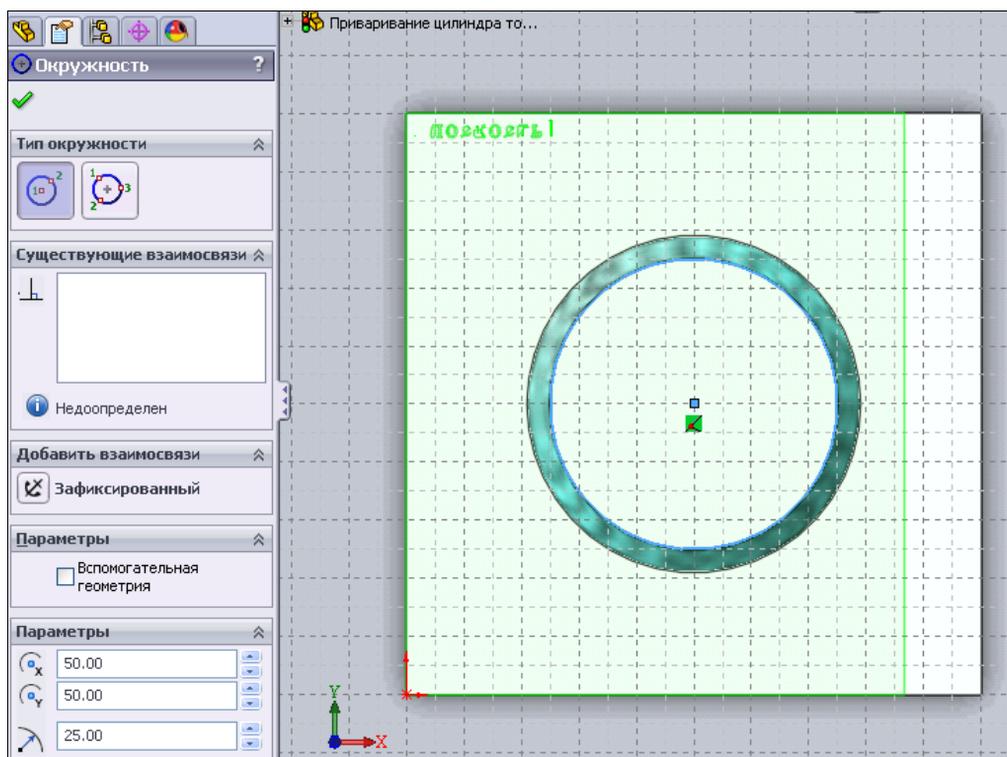


Рис. 5.65

8. Осталось нажать кнопку **ОК**  и получить сварное соединение наклонного цилиндра с плоской деталью (рис. 5.67). Чтобы скрыть справочную плоскость, нажмите правой кнопкой мыши в Дереве Конструирования на элемент **Плоскость1** и в контекстном меню выберите кнопку  — **Скрыть**.

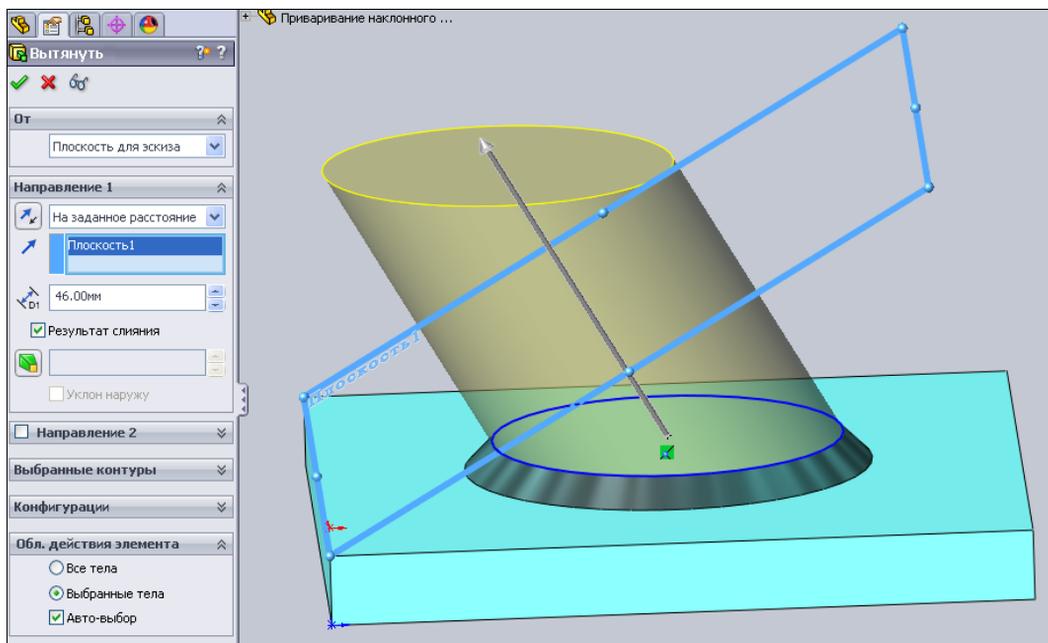


Рис. 5.66

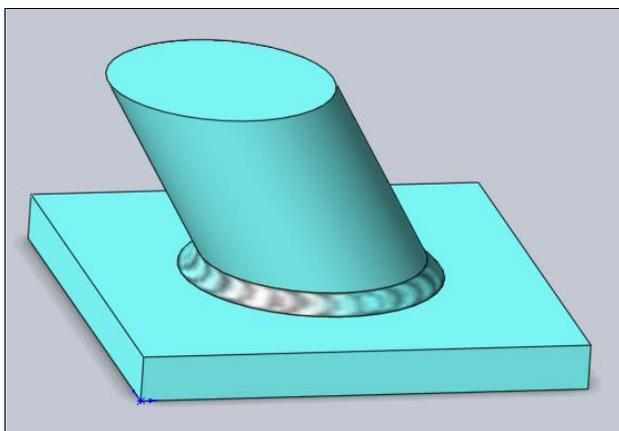


Рис. 5.67

Выполните команду **Файл | Сохранить как** и сохраните деталь с именем **Приваривание наклонного цилиндра.sldprt**.

Приваривание цилиндрических деталей боковыми поверхностями

Сварка цилиндрических или сферических тел своими криволинейными поверхностями представляет определенные трудности. Программа не может создать скругленный сварной шов, если хотя бы одна из деталей имеет цилиндрическую или сферическую поверхность, поэтому приходится прибегать к помощи дополнитель-

ных элементов. Рассмотрим на примере приваривания цилиндра своей боковой поверхностью к плоской поверхности.

1. Для начала откройте новую деталь и создайте эскиз, показанный на рис. 5.68.

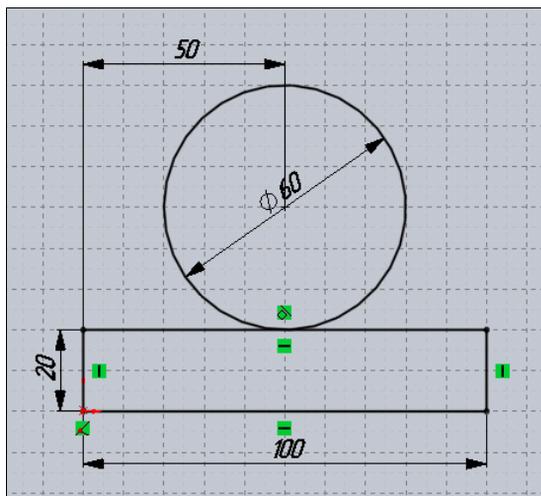


Рис. 5.68

2. Теперь с помощью команды  — **Вытянутая бобышка/основание** произведите вытягивание эскиза на расстояние 100 мм. Выберите мышью оба замкнутых контура для вытягивания и нажмите кнопку **ОК** . В результате вы получите многотельную деталь, состоящую из цилиндра и плоской детали. Об этом также свидетельствует цифра 2 в элементе Древа Конструирования  **Твердые тела(2)** (рис. 5.69).

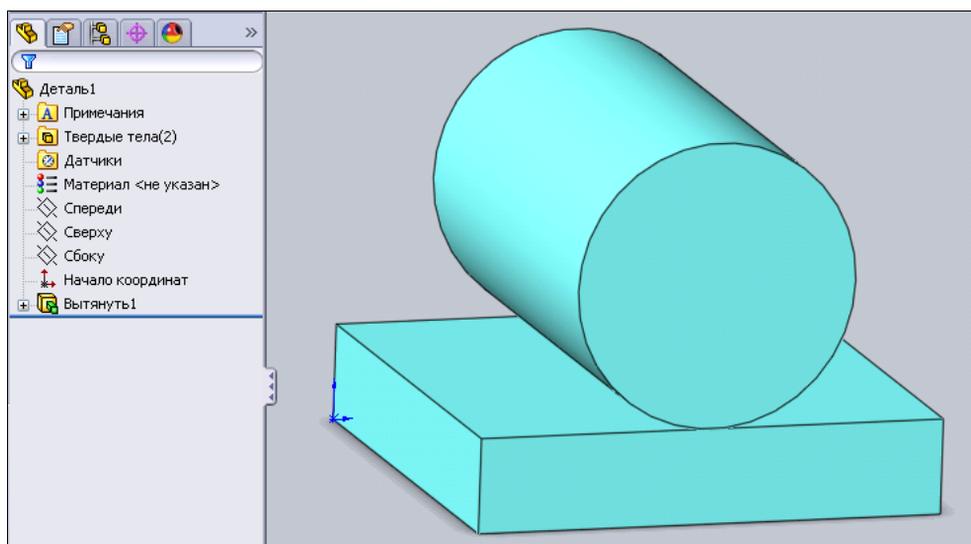


Рис. 5.69

3. Теперь укажем программе, что мы хотим создать сварную деталь, и нажмем кнопку  — **Сварная деталь** на панели инструментов **Сварные детали**. Затем попытаемся создать скругленный шов в месте соединения двух тел. После выбора граней в поле **Пересекающиеся кромки** не возникло ни одного элемента, т. к. в данной многотельной детали нет пересекающихся кромок, и соответственно скругленный сварной шов создан быть не может. Для того чтобы убедиться в этом, нажмите кнопку **ОК**  и получите сообщение об ошибке (рис. 5.70).

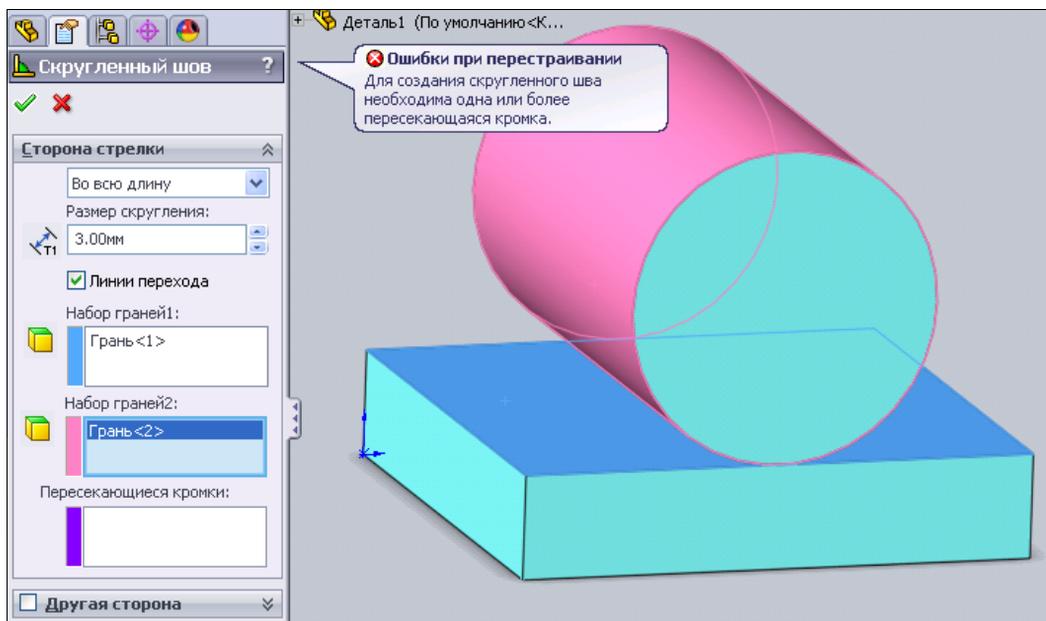


Рис. 5.70

4. Выполните отказ от команды **Скругленный шов**, нажав кнопку  — **Отмена**. Затем на торцевой поверхности цилиндра создайте новый эскиз дополнительных элементов, показанный на рис. 5.71. Старайтесь размещать точки на окружности так, чтобы рядом с ними возникал значок совпадения .

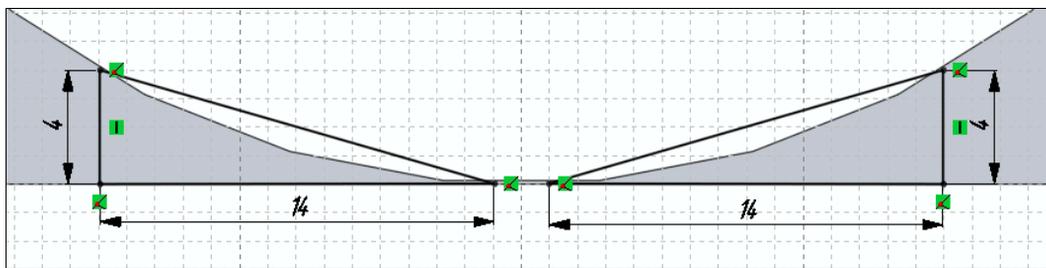
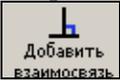


Рис. 5.71

5. Обратите внимание, что эскиз полностью определен. Если эскиз оказался не полностью определенным, то для полного определения эскиза воспользуйтесь командой  — **Добавить взаимосвязь** инструментальной панели **Эскиз** и осуществите соответствующую привязку к существующим деталям. После построения эскиза осуществите его вытягивание на длину, равную длине цилиндра — 100 мм. Перед вытягиванием проверьте параметр **Результат слияния** — флажок должен быть снят (рис. 5.72).

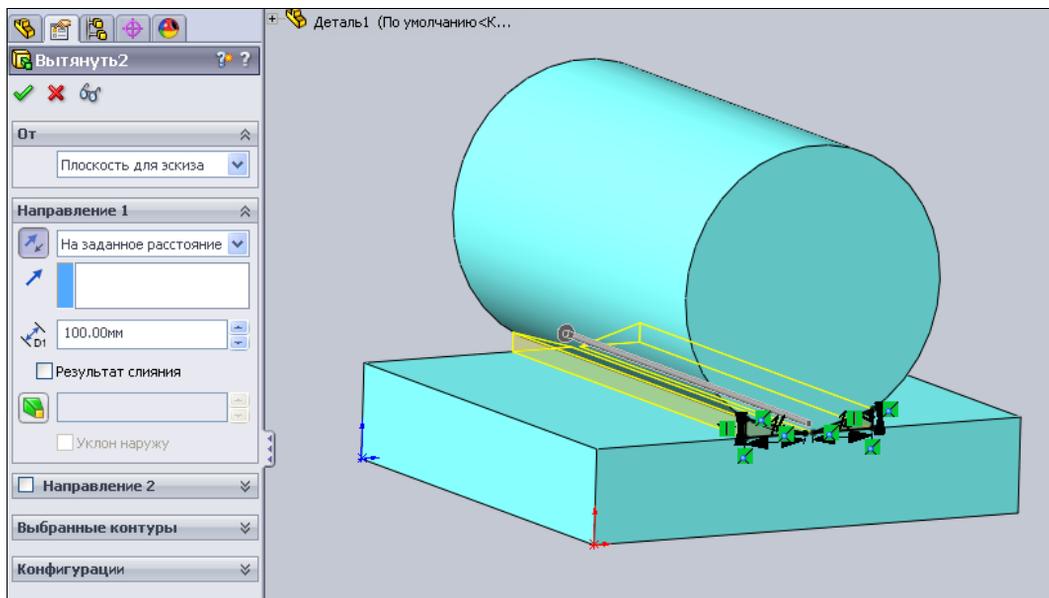


Рис. 5.72

6. Нажмите кнопку **ОК**  — и вы получите деталь, в которую уже можно вставить скругленный сварной шов.
7. Теперь на панели инструментов **Сварные детали** нажмите кнопку  — **Скругленный шов**. После выбора граней в поле **Пересекающиеся кромки** должна возникнуть виртуальная кромка. **Размер скругления** установите равным 4 мм. Проверьте по рис. 5.73 корректность задания параметров и нажмите кнопку **ОК** .
8. Появится скругленный сварной шов. Теперь примените команду создания скругленного сварного шва для второй стороны цилиндра. В итоге вы должны получить готовую деталь со сварным скругленным швом, показанную на рис. 5.74.

Полученную сварную деталь сохраните под именем **Приваривание цилиндра боком.sldprt**.

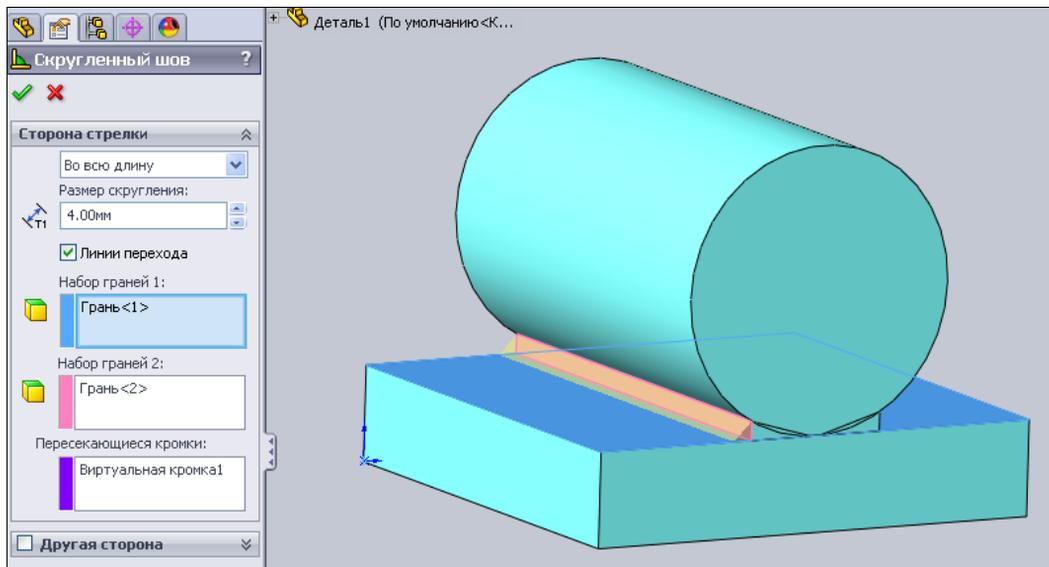


Рис. 5.73

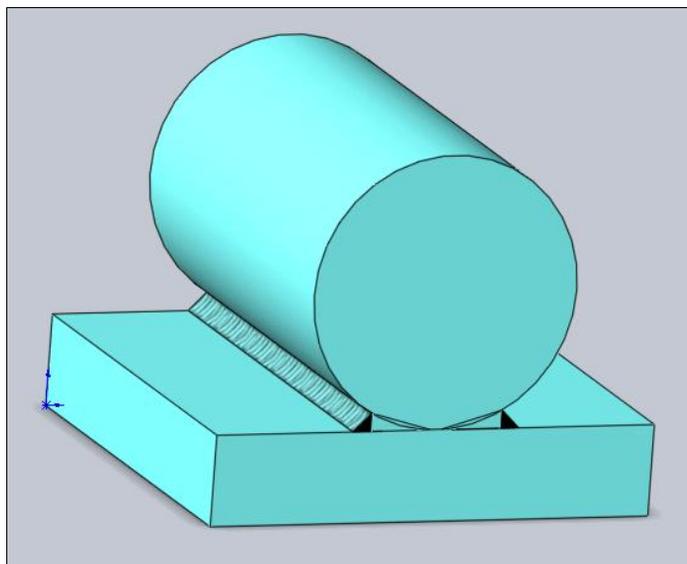


Рис. 5.74

ГЛАВА 6



Сборки

SolidWorks 2011 позволяет создавать сборки из множества различных компонентов. Компонентами в сборке являются отдельные детали или другие сборки, которые еще называют узлами сборки. Все сборки в SolidWorks 2011 имеют расширение `sldasm`. Рассмотрим основные виды сборок и принципы их построения.

6.1. Основные принципы создания сборок

В SolidWorks 2011 можно построить сборки двух типов: сборку "снизу-вверх" и сборку "сверху-вниз".

Сборка "снизу-вверх" представляет собой сборку конструкции из готовых деталей. Для построения такой сборки детали должны быть заранее спроектированы и сохранены в отдельных файлах. Конструкция или узел собираются из этих деталей аналогично реальной сборке. В процессе сборки необходимо детали поместить в трехмерное сборочное пространство и указать условия их сопряжения друг с другом.

При проектировании сборки "сверху-вниз" сначала создается компоновочный эскиз сборки, а уже на его основе строятся отдельные детали. Эти детали сразу являются встроенными в общую сборку. Такой тип сборки удобен тем, что при изменении компоновочного эскиза сборки автоматически изменяются размеры и конфигурации составляющих ее деталей.

Рассмотрим принципы построения сборок подробнее.

Для создания сборки запустим программу SolidWorks 2011 и выберем команду меню **Файл | Новый...** На экране появится окно **Новый документ SolidWorks** со списком шаблонов: **Деталь, Сборка, Чертеж** (рис. 6.1).

Выберем шаблон **Сборка** и нажмем кнопку **ОК**, отметив появление в Дереве Конструирования строки **Сопряжения** (рис. 6.2).

Теперь настроим панель инструментов. Для этого выберем команду меню **Инструменты | Настройка | Панели инструментов** и установим флажок **Сборка**. После этого панель инструментов **Сборка** появится на экране дисплея (рис. 6.3).

Следующие шаги построения сборки зависят от типа создаваемой сборки — "сверху-вниз" или "снизу-вверх".

6.1.1. Построение сборки "снизу-вверх"

Построим сборку "снизу-вверх". Такой способ построения подразумевает существование трехмерных моделей деталей, из которых будет создана сборка. После того как открыто трехмерное пространство в шаблоне **Сборка** и настроена панель инструментов, поместим в сборочное пространство детали сборки. Для этого выберем команду меню **Вставка | Компонент | Из файла** (рис. 6.4) или активизируем кнопку  — **Вставить компоненты** панели инструментов **Сборка**.

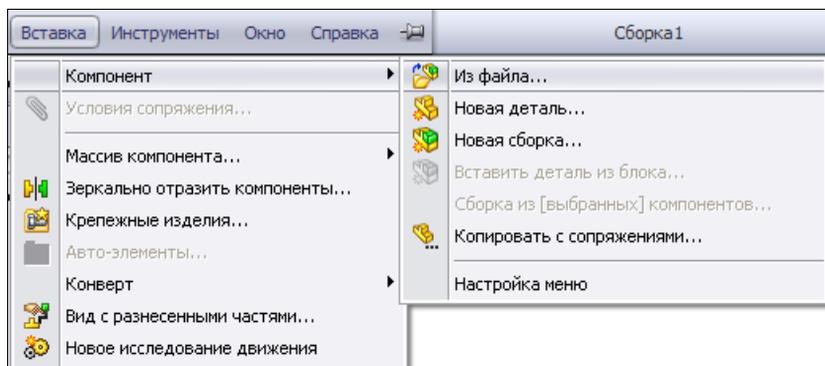


Рис. 6.4

В результате на экране откроется окно **Вставить компонент** (рис. 6.5). В поле **Открыть документы**, используя кнопку **Обзор**, найдем файл с нужной деталью для размещения в сборке.

После того как выбран файл детали, нажмем кнопку **Открыть**. В результате этих действий мы автоматически вернемся в сборочное пространство, где указателем мыши обозначим место для размещения исходной точки первой детали сборки. При желании можно совместить исходную точку сборочного пространства с исходной точкой этой детали. Когда точка выбрана, щелкнем левой кнопкой мыши, и деталь расположится в пространстве. Аналогичным образом в сборочное пространство помещаются все детали, необходимые для построения сборки.

При создании сборки в SolidWorks 2011 можно зафиксировать детали, т. е. сделать их неподвижными в пространстве. Зафиксирована деталь или нет, можно узнать в Дереве Конструирования. Если в имени детали есть префикс **(Ф)**, то она зафиксирована и ее невозможно переместить, если префикс имеет вид **(-)**, то ее положение в пространстве не определено. Первая деталь сборки автоматически является зафиксированной. Зафиксировать или освободить деталь можно, если щелкнуть правой кнопкой мыши по названию детали в Дереве Конструирования и на появившейся панели в разделе **Компонент** отметить **Зафиксированный** или **Освободить** (рис. 6.6).

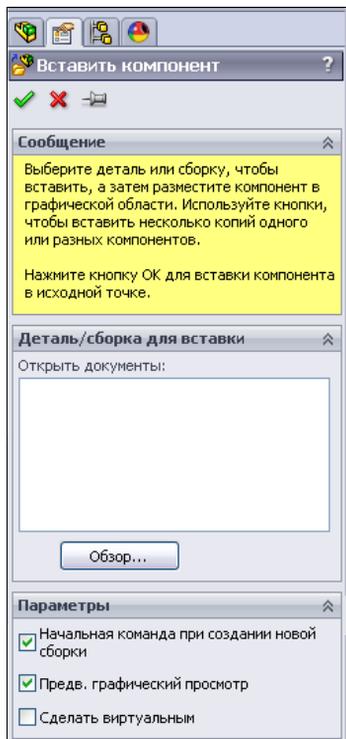


Рис. 6.5

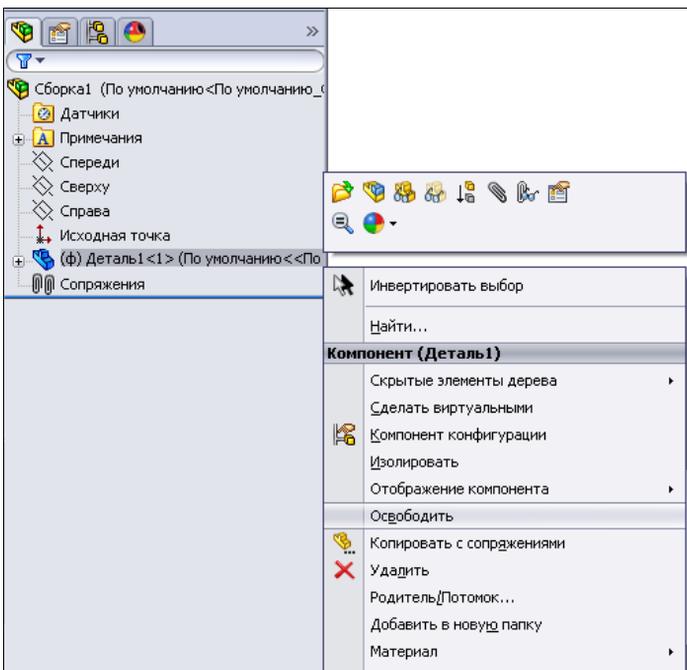


Рис. 6.6

Незафиксированные детали в сборочном пространстве можно легко перемещать, нажав кнопку  — **Переместить компонент** панели инструментов **Сборка**.

Вращать незафиксированные детали позволяет кнопка  — **Вращать компонент**. Чтобы собрать детали в единую конструкцию, нужно задать условия сопряжения. Для этого на панели инструментов **Сборка** необходимо активизировать кнопку  — **Условия сопряжения**. Появится окно **Сопряжения**, где в разделе **Выбор сопряжений** следует указать сопрягаемые объекты (поверхности, кромки, оси, грани) и тип сопряжения. Объекты выделяются при помощи курсора мыши, имена сопрягаемых объектов указываются в окне  — **Объекты для сопряжения**, в разделе **Выбор сопряжений** (рис. 6.7). Тип сопряжения выбирается в разделах **Стандартные сопряжения**, **Дополнительные сопряжения** или **Механические сопряжения** (рис. 6.7).

В общем случае для создания сборки годятся следующие стандартные сопряжения (рис. 6.7):

- ◆ **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°;
- ◆ **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.

В окне **Сопряжения** в разделе **Дополнительные сопряжения** доступны шесть типов сопряжений: **Симметричность**, **Ширина**, **Сопряжение пути**, **Линейный/Линейная муфта**, **Расстояние** и **Угол** (рис. 6.8).

- ◆ 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, плоской грани, сферы и цилиндрических поверхностей равных радиусов.
- ◆ При помощи сопряжения **Ширина**  можно центрировать выступ некоторой детали по ширине канавки другой сопрягаемой детали.
- ◆ **Сопряжение пути**  ограничивает выбранную точку на компоненте (обычно какую-нибудь вершину), так что она может перемещаться в сборке только по определенному пути, который состоит из кромок, кривых или элементов эскиза.

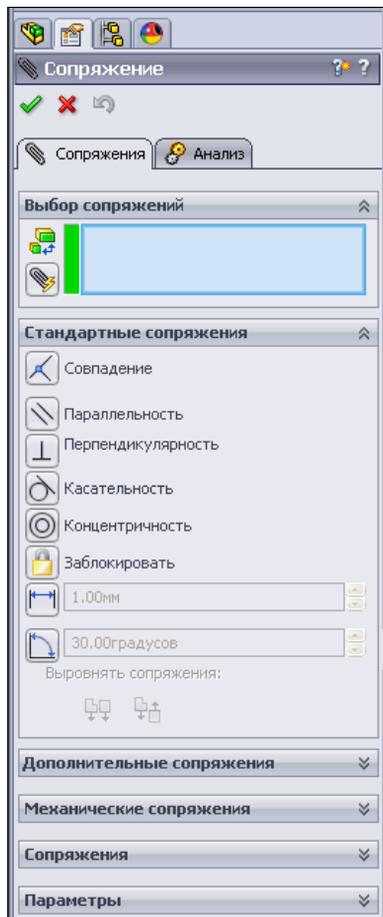


Рис. 6.7

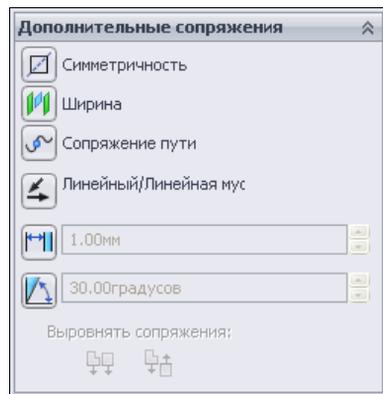


Рис. 6.8

- ◆ Сопряжение **Линейный/Линейная муфта**  устанавливает взаимосвязь между перемещением одного компонента и перемещением другого компонента.
- ◆ Сопряжение **Расстояние**  позволяет создать сопряжение, при котором некий компонент сборки может перемещаться в определенном диапазоне расстояний от другого компонента. Минимальное и максимальное расстояние указывается в полях **Максимальное значение**  и **Минимальное значение** .
- ◆ Сопряжение **Угол**  позволяет создать сопряжение, когда один компонент сборки может перемещаться в определенном диапазоне углов относительно другого компонента. Минимальное и максимальное значение угла указывается в полях **Максимальное значение**  и **Минимальное значение** .

Два последних сопряжения позволяют фиксировать расстояние и угол между компонентами сборки в определенных пределах при их взаимном перемещении.

Рассмотрим сопряжения в разделе **Механические сопряжения** (рис. 6.9):

- ◆ 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 совместное вращение двух компонентов (например, зубчатых колес) вокруг выбранной оси. Для такого сопряжения необходимо указать оси вращения и передаточное отношение в разделе **Пропорция**.

- ◆ Сопряжение **Шестерня-рейка**  организует такое взаимное сопряжение между компонентами сборки, при котором линейное перемещение одной детали (рейки) приводит к вращению другой детали (шестерни), и наоборот.

- ◆ Сопряжение **Винт**  моделирует относительное перемещение двух концентрично расположенных компонентов сборки аналогично резьбовому соединению, т. е. при вращении одной детали происходит линейное перемещение другой детали с учетом заданного шага.

- ◆ **Универсальный шарнир**  — это сопряжение, при котором вращение одного компонента сборки (входного вала) вокруг своей оси приводит к вращению другого компонента (выходного вала) вокруг своей оси.

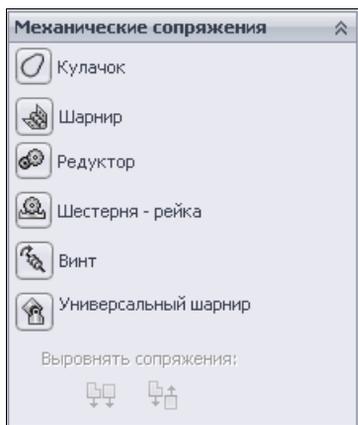


Рис. 6.9

Все заданные сопряжения сборки указываются в Дереве Конструирования, в списке **Сопряжения**. Наименование каждого сопряжения включает имена участвующих в нем компонентов. При необходимости сопряжения можно удалить или редактировать, используя возможности Деревя Конструирования.

После того как заданы все необходимые сопряжения между деталями и зафиксированы детали, которые в реальной сборке остаются неподвижными, сборка считается готовой.

Показателем правильно выполненной сборки является отсутствие конфликтных сопряжений в Дереве Конструирования и возможность беспрепятственного перемещения деталей, подобно движению в реальном объекте. Осуществить движение деталей можно при помощи кнопки  — **Переместить компонент**.

6.1.2. Построение сборки "сверху-вниз"

Для проектирования сборки методом "сверху-вниз" необходимо открыть трехмерное пространство SolidWorks 2011 и выбрать режим работы программы со сборками, выполнив команду **Файл | Новый... | Сборка**. Затем в Дереве Конструирования выберем плоскость **Спереди**, войдем в эскиз и построим компоновочный эскиз сборки. При рисовании эскиза нужно обязательно задать взаимосвязи между элементами (линиями, окружностями, дугами и т. д.). В целом компоновочный эскиз сборки должен быть определен. Когда закончите создание эскиза, выйдите из него, при этом в Дереве Конструирования над строкой **Сопряжения** появится элемент **Эскиз1** — это и есть компоновочный эскиз сборки (рис. 6.10).

Теперь можно сохранить сборку и начать проектирование отдельных деталей сборки.

Для проектирования деталей на основе компоновочного эскиза необходимо выбрать команду меню: **Вставка | Компонент | Новая деталь...** (рис. 6.11) или воспользоваться командой  — **Создать панели инструментов Сборка**.

В Дереве Конструирования над строкой **Сопряжения** появится новая ветвь с именем [Деталь1^Сборка2] (рис. 6.12).

Теперь можно начать построение детали. При этом компоновочный эскиз сборки остается на экране в качестве вспомогательного объекта. Построение детали в режиме сборки "сверху-вниз" аналогично конструированию детали в шаблоне Деталь, но сначала нужно выйти из сборки и войти в режим редактирования детали. Для этого выделите строку с именем детали в Дереве Конструирования курсором мыши и во всплывающем меню активизируйте команду  — **Редактирование детали** (рис. 6.13). В результате вы окажетесь в режиме редактирования детали, при этом строка в Дереве Конструирования выделится синим цветом.

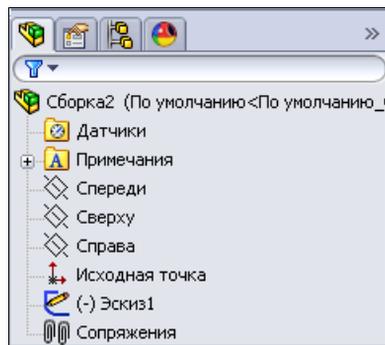


Рис. 6.10

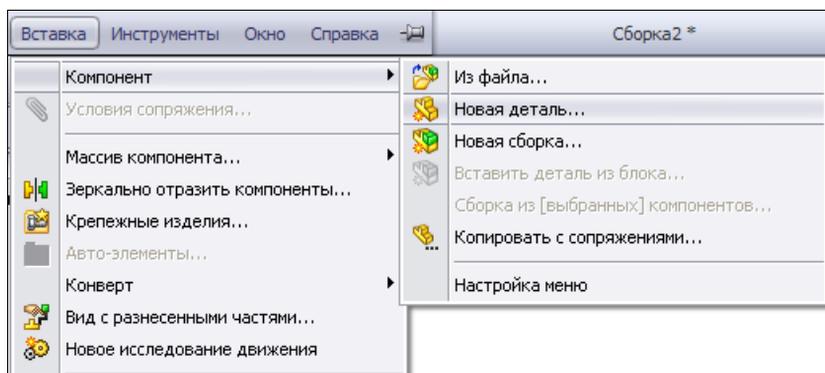


Рис. 6.11

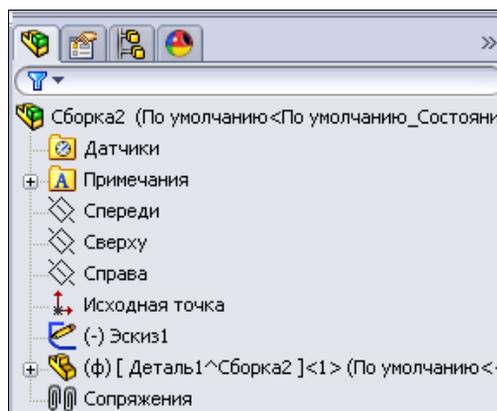


Рис. 6.12

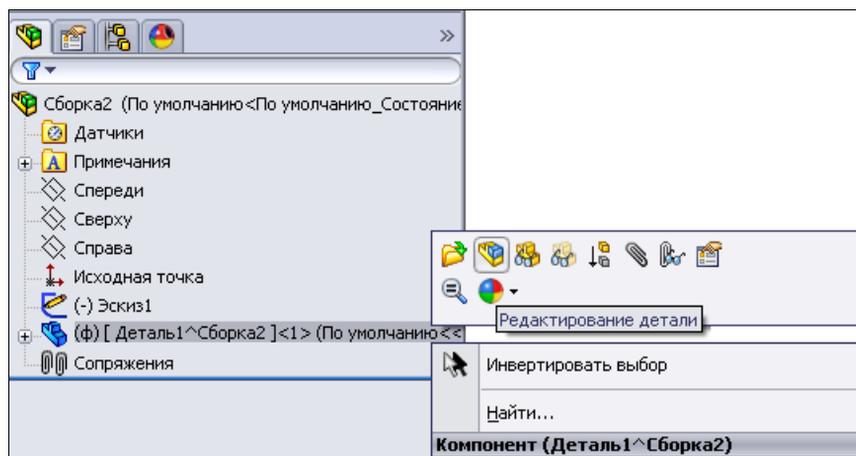


Рис. 6.13

Откроем Дерево Конструирования новой детали, щелкнув значок  в строке имени детали, и выберем плоскость для создания эскиза первого элемента этой детали (рис. 6.14). Нарисуем эскиз новой детали, построим бобышки, оформим окружности, фаски, скругления, вырезы и другие элементы.

ПРИМЕЧАНИЕ

При создании эскизов деталей сборки необходимо использовать взаимосвязи между компоновочным эскизом сборки и эскизом детали.

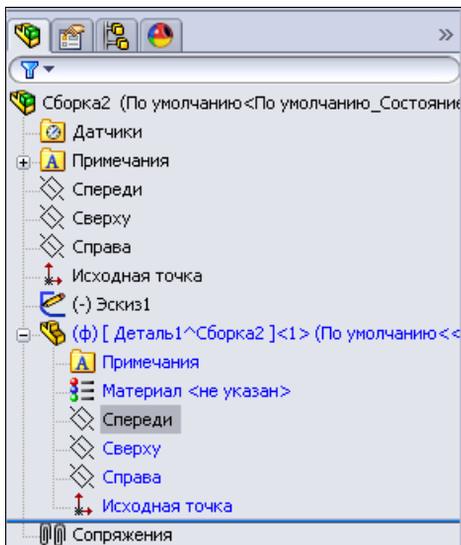


Рис. 6.14

Чтобы приступить к созданию следующей детали, необходимо отредактировать сборку: выйти из режима редактирования первой детали, щелкнуть правой кнопкой мыши имя детали и выбрать в появившемся контекстном меню команду **Редактировать сборку: <Имя сборки>** (рис. 6.15). В результате сборка будет перестроена, а вы получите возможность сконструировать другие детали сборки.

При построении сборки методом "сверху-вниз" в файле сборки автоматически создаются виртуальные файлы проектируемых деталей. При необходимости эти вир-

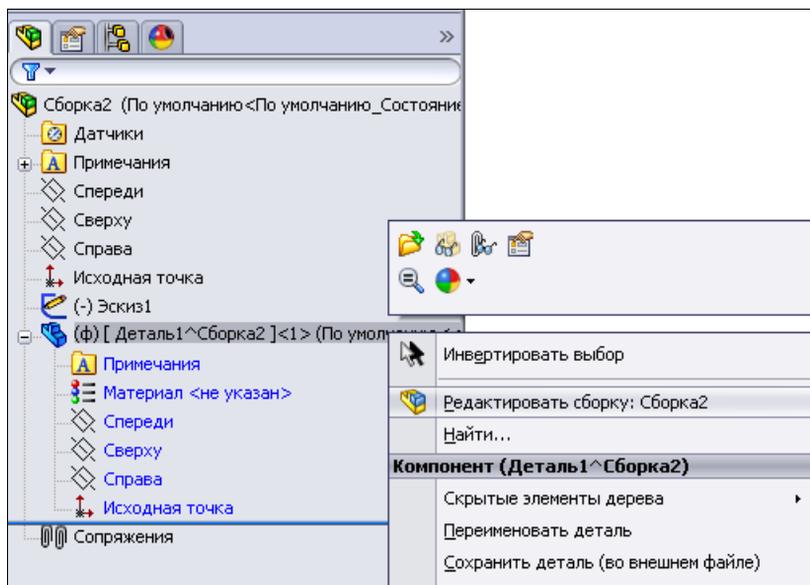


Рис. 6.15

туальные файлы можно сохранить как реальные, указав их имя и месторасположение (каталог и папку).

Основное достоинство сборки "сверху-вниз" состоит в том, что при редактировании компоновочного эскиза сборки происходит автоматическое изменение всей сборки и деталей, входящих в нее. Для изменения эскиза сборки необходимо в Дереве Конструирования щелкнуть правой кнопкой мыши элемент **Эскиз1** (эскиз сборки) и выбрать во всплывающем меню команду  — **Редактировать эскиз** (рис. 6.16).

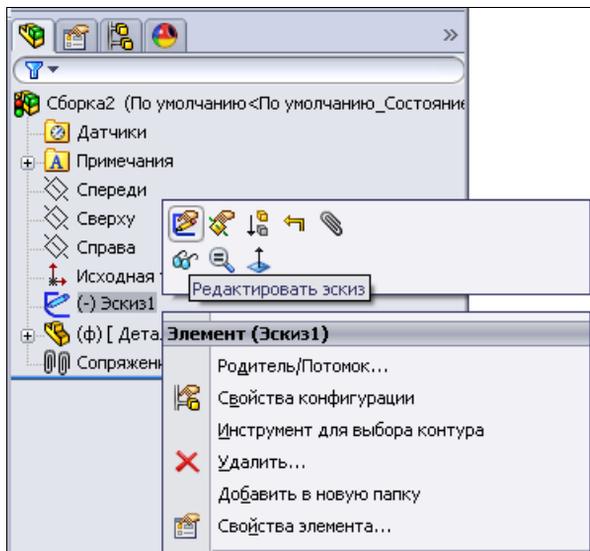


Рис. 6.16

Войдем в компоновочный эскиз сборки, поменяем его размеры и конфигурацию, затем выйдем из эскиза. В результате изменения претерпит не только сборка, но и трехмерные модели составляющих ее деталей.

Перейдем к рассмотрению конкретных примеров построения сборок.

6.2. Сборка "снизу-вверх"

Рассмотрим принцип построения такой сборки на примере редуктора. У нас имеются ранее сконструированные детали, из которых будем создавать сборку: корпус редуктора, зубчатое колесо, вал ступенчатый, крышка, манжета, винт с шестигранной головкой, крышка с маслоотгонной резьбой — все эти детали были построены в данной книге (см. главу 2). Отдельно были созданы следующие детали: крышка глухая, втулка, вал-шестерня, шпонка, гайка и шайба.

Для начала построим простую сборку, состоящую всего из двух деталей — Крышки и Манжеты. Эту сборочную единицу затем будем использовать в качестве компонента общей сборки редуктора.

Пример № 1. Крышка

Для построения сборки запустим программу SolidWorks 2011 и войдем в режим создания сборки, выбрав шаблон **Сборка** (см. рис. 6.1).

ПРИМЕЧАНИЕ

Не забудьте настроить панель инструментов. Для этого выберите команду меню **Инструменты | Настройка | Панели инструментов** и поставьте флажок **Сборка**.

1. Поместим в сборочное пространство деталь Крышка, для этого активизируем команду меню **Вставка | Компонент | Из файла** или воспользуемся кнопкой  — **Вставить компоненты** панели инструментов **Сборка**. В открывшемся окне **Вставить компонент** (см. рис. 6.5) нажмем кнопку **Обзор**, выберем в рабочем каталоге файл `Крышка.SLDPRT` и нажмем кнопку **Открыть** (рис. 6.17).

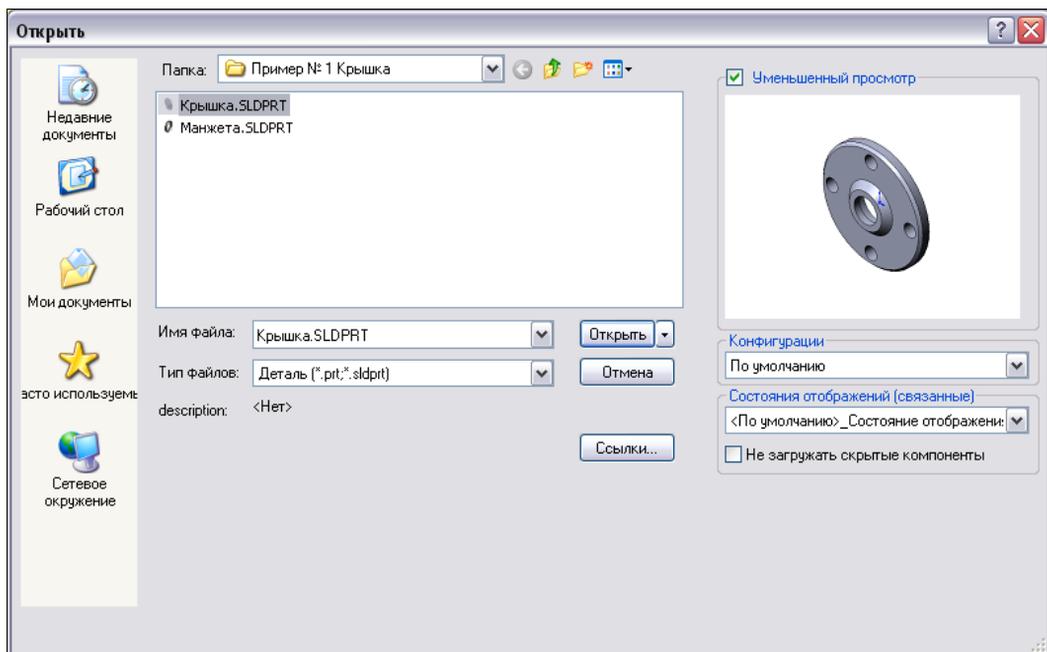


Рис. 6.17

В результате этих действий мы вновь окажемся в сборочном пространстве. Курсором укажем местоположение детали Крышка в сборочном пространстве, совместив ее исходную точку с исходной точкой сборки (рис. 6.18). Деталь разместится в трехмерном пространстве, а в Дереве Конструирования появится строка **(ф) Крышка<1>**. Префикс (ф) означает зафиксированное положение детали в сборочном пространстве.

ПРИМЕЧАНИЕ

Первая деталь, вставляемая в сборку, всегда является зафиксированной.

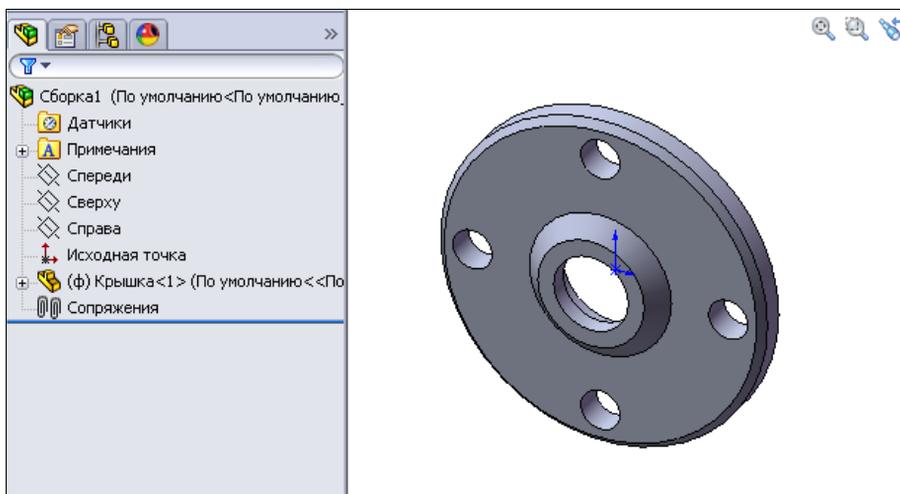


Рис. 6.18

2. Аналогичным образом поместим в сборочное пространство деталь Манжета (рис. 6.19).

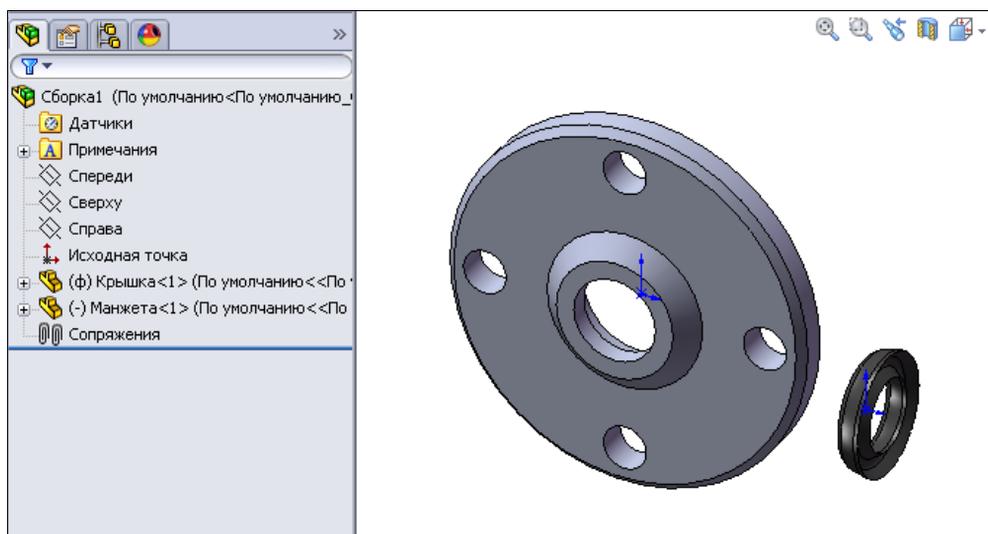


Рис. 6.19

3. Прежде чем задать сопряжения, ориентируем детали в пространстве с учетом конфигурации создаваемой сборки, для этого активизируем кнопку  — **Вращать компонент** и повернем манжету по направлению к крышке (рис. 6.20).
4. Чтобы собрать эти две детали в единую конструкцию, зададим условия сопряжения. Для этого на панели инструментов **Сборка** активизируем кнопку  — **Условия сопряжения**.

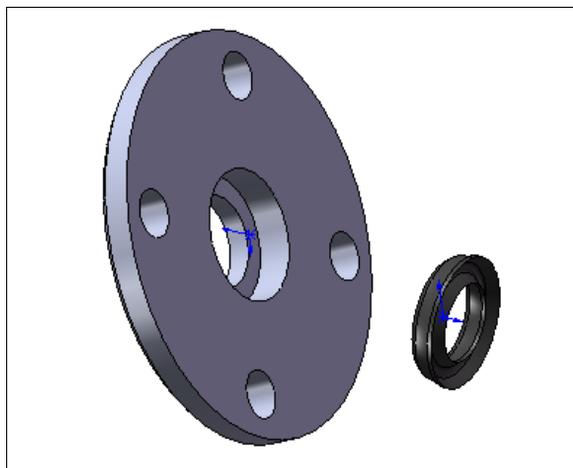


Рис. 6.20

На экране появится окно **Сопряжения**, где укажем сопрягаемые элементы деталей и типы сопряжений:

- **Концентричность** — внутренней цилиндрической грани крышки и кромки манжеты (рис. 6.21);
- **Совпадение** — плоских поверхностей крышки и манжеты (рис. 6.22).

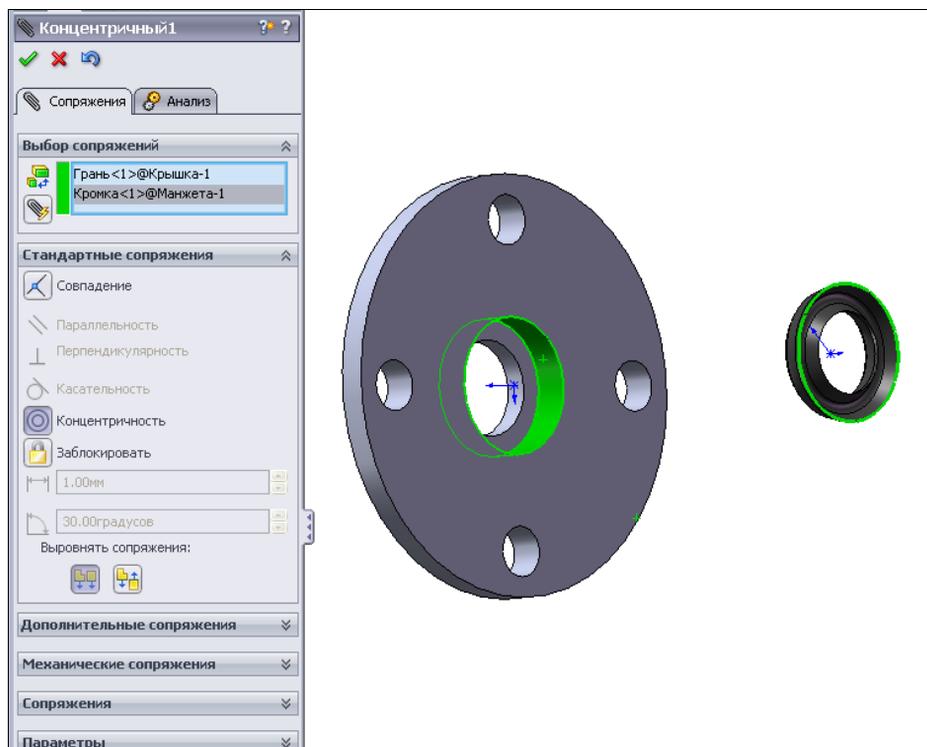


Рис. 6.21

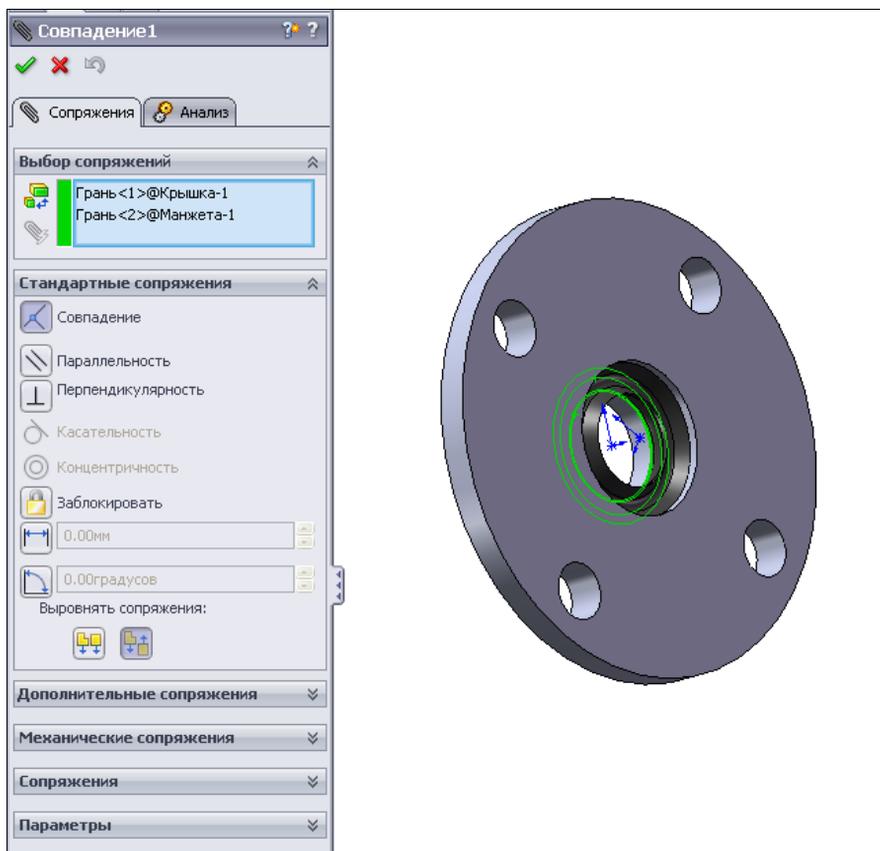


Рис. 6.22

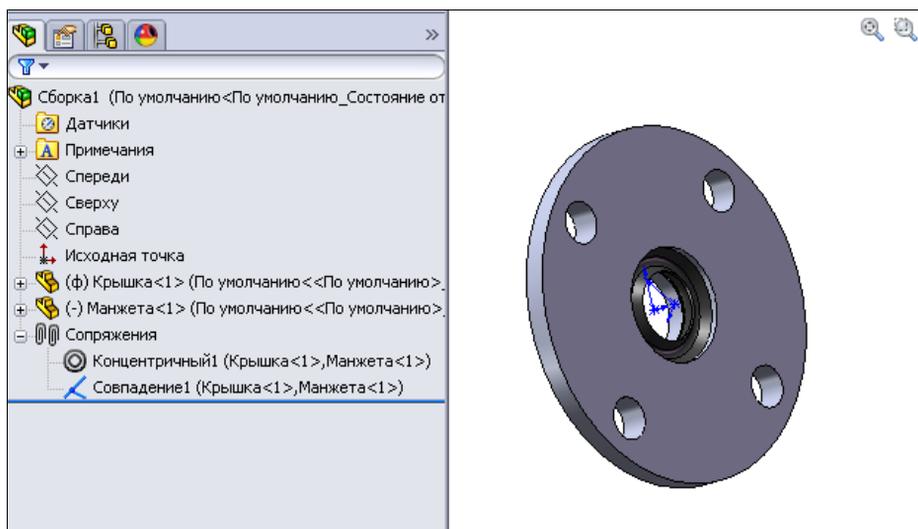


Рис. 6.23

5. Закончим создание сборки, нажав кнопку **ОК** . В результате получим крышку с манжетой в сборе, а в Дереве Конструирования в группе **Сопряжения** появятся два сопряжения —  **Концентричный1** и  **Совпадение1** (рис. 6.23).

Сохраним эту сборку под именем *Крышка*.

Пример № 2. Редуктор

Рассмотрим построение более сложной сборки — редуктора, который спроектируем на базе ранее сконструированных деталей.

Для начала запустим программу SolidWorks 2011 и выполним следующие действия в режиме построения сборки.

1. Поместим в сборочное пространство деталь Корпус редуктора, для этого активируем команду меню **Вставка | Компонент | Из файла** или воспользуемся кнопкой  — **Вставить компоненты** панели инструментов **Сборка**. В окне **Вставить компонент** нажмем кнопку **Обзор**, выберем элемент **Корпус редуктора.SLDPRТ** и нажмем кнопку **Открыть** (рис. 6.24).

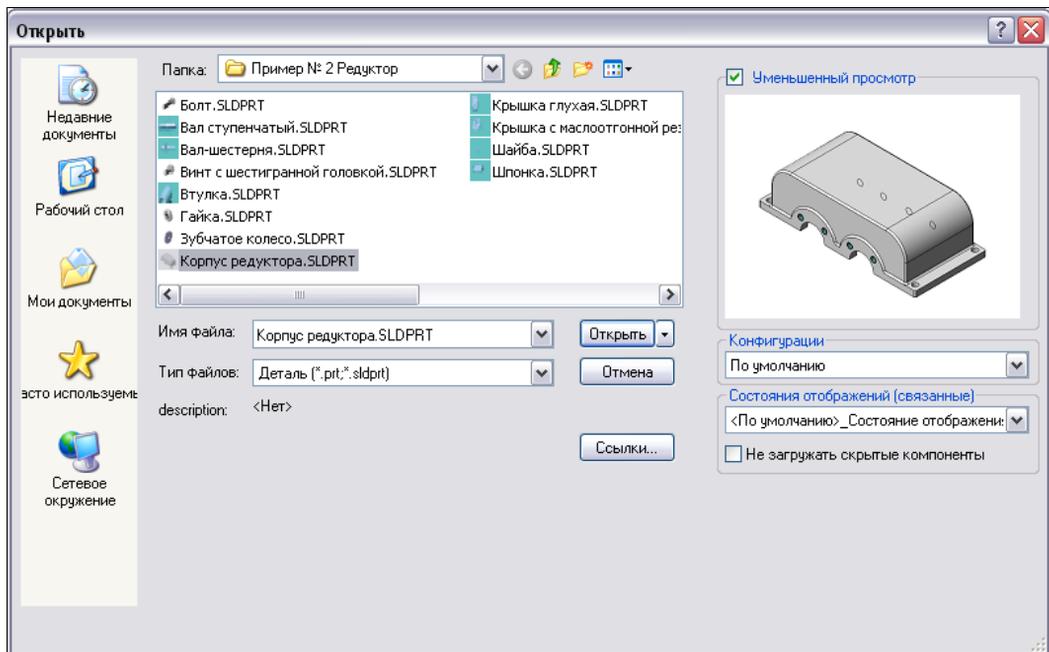


Рис. 6.24

2. Поместим корпус редуктора в трехмерное сборочное пространство (рис. 6.25).
3. Это нижняя половина корпуса редуктора, в которой мы будем располагать остальные детали сборки, поэтому ее необходимо развернуть на 180°. Но сначала

корпус редуктора нужно освободить, т. к. первая деталь сборки всегда фиксируется в пространстве. Для освобождения детали щелчком правой кнопкой мыши ее названию в Дереве Конструирования и в появившемся контекстном меню активируем команду **Освободить** (рис. 6.26).

В результате префикс перед именем детали в Дереве Конструирования поменяет свой вид на прочерк, а деталь обретет свободу перемещения.

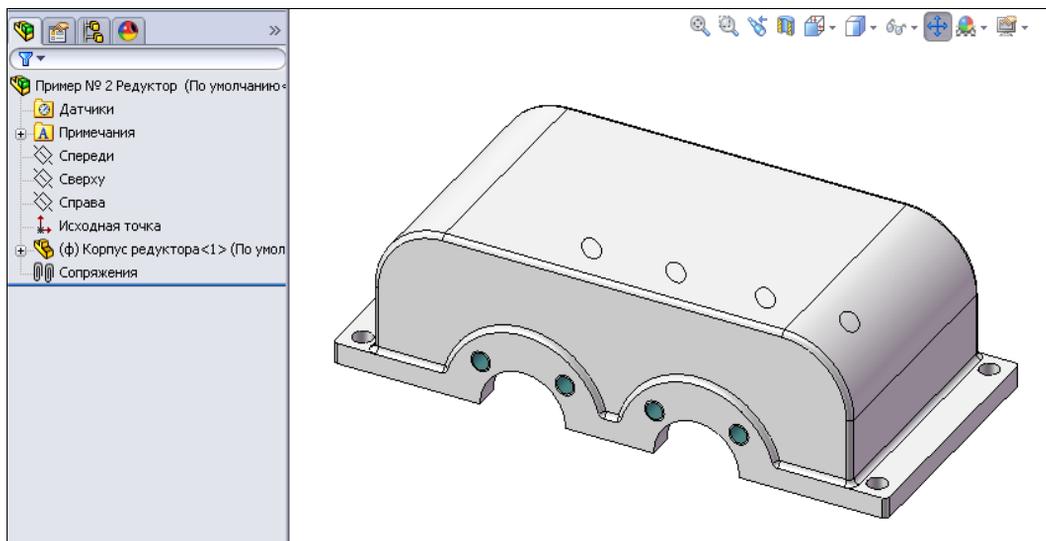


Рис. 6.25

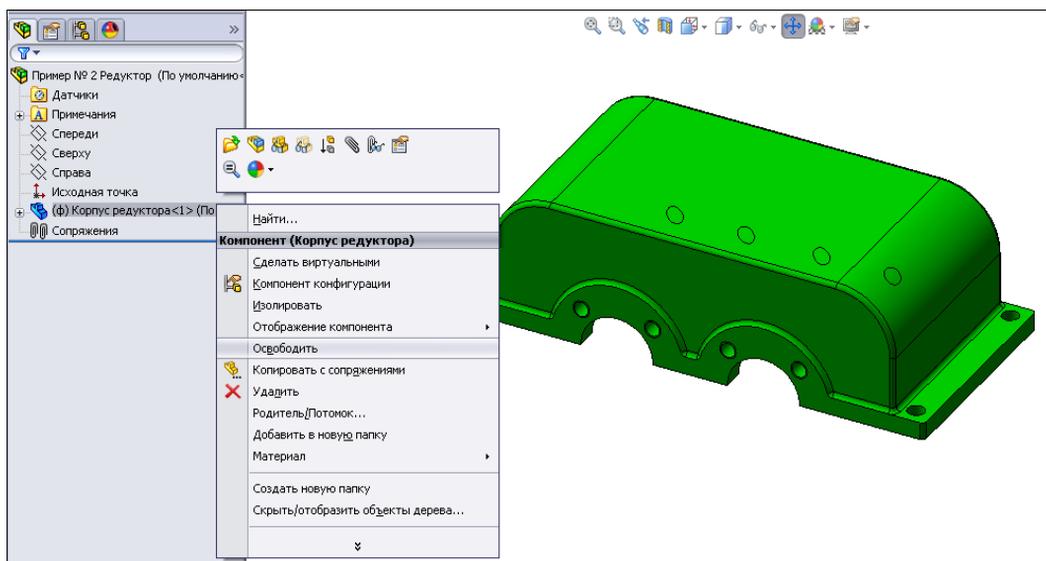


Рис. 6.26

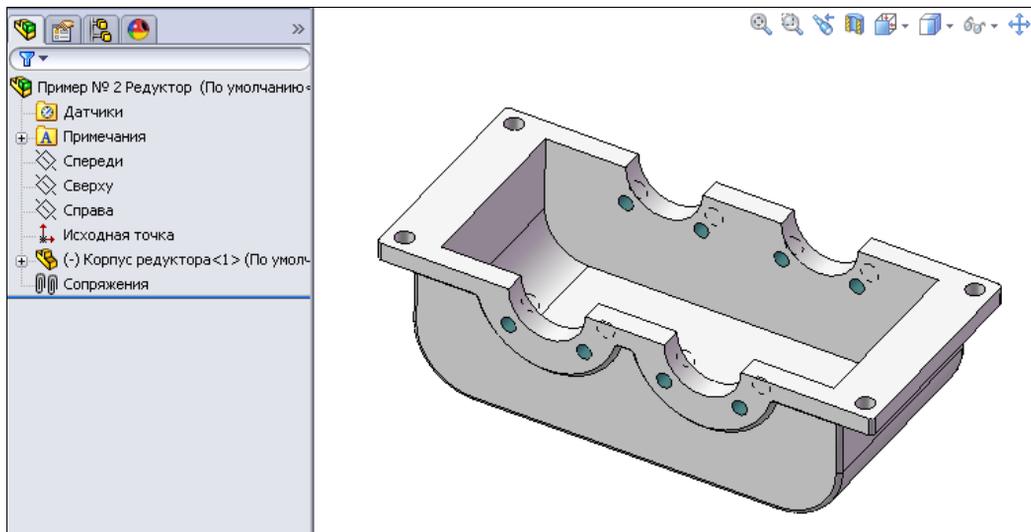


Рис. 6.27

4. Теперь перевернем деталь, для чего воспользуемся кнопкой  — **Вращать компонент** панели инструментов **Сборка** (рис. 6.27).
5. Для того чтобы корпус редуктора сориентировать относительно плоскостей трехмерного пространства, зададим условия сопряжения: совпадение плоскости **Сверху** и днища корпуса (рис. 6.28), а также совпадение боковых поверхностей корпуса с плоскостями **Спереди** и **Справа**.

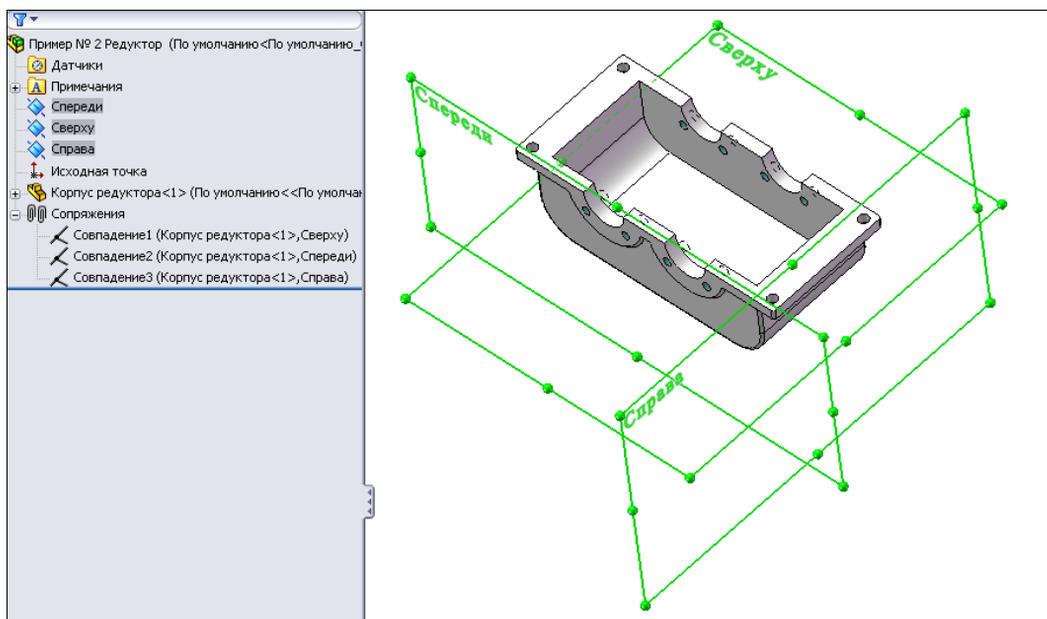


Рис. 6.28

Таким образом, корпус редуктора получил однозначную ориентацию в трехмерном сборочном пространстве, и его фиксирование теперь не требуется.

- Разместим в сборочном пространстве следующие детали: вал ступенчатый, вал-шестерню, зубчатое колесо и шпонку (рис. 6.29). Для расположения этих деталей в сборке воспользуемся кнопкой  — **Вставить компоненты** панели инструментов **Сборка**.

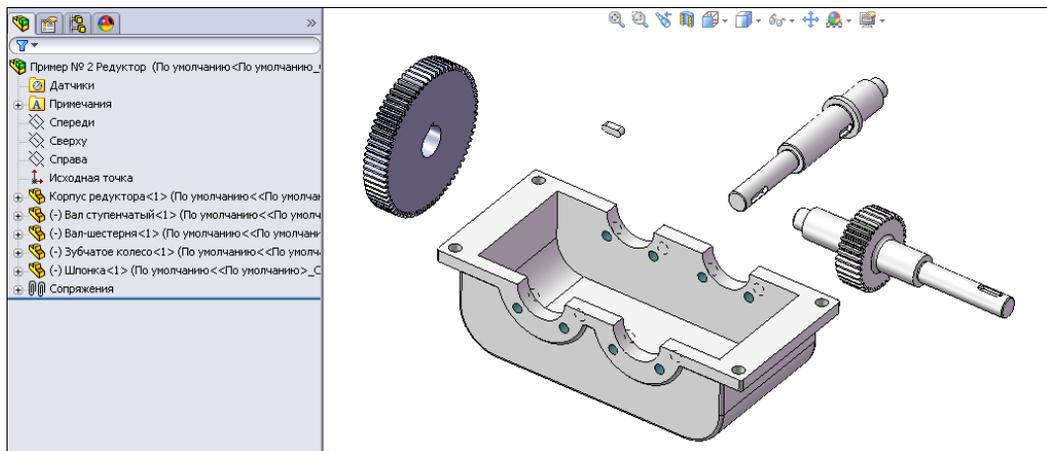


Рис. 6.29

- Сначала поместим шпонку в шпоночный паз ступенчатого вала. Для этого нажмем кнопку  — **Условия сопряжения**. В окне **Сопряжения** укажем первое сопряжение шпонки и вала — **Совпадение** (рис. 6.30).

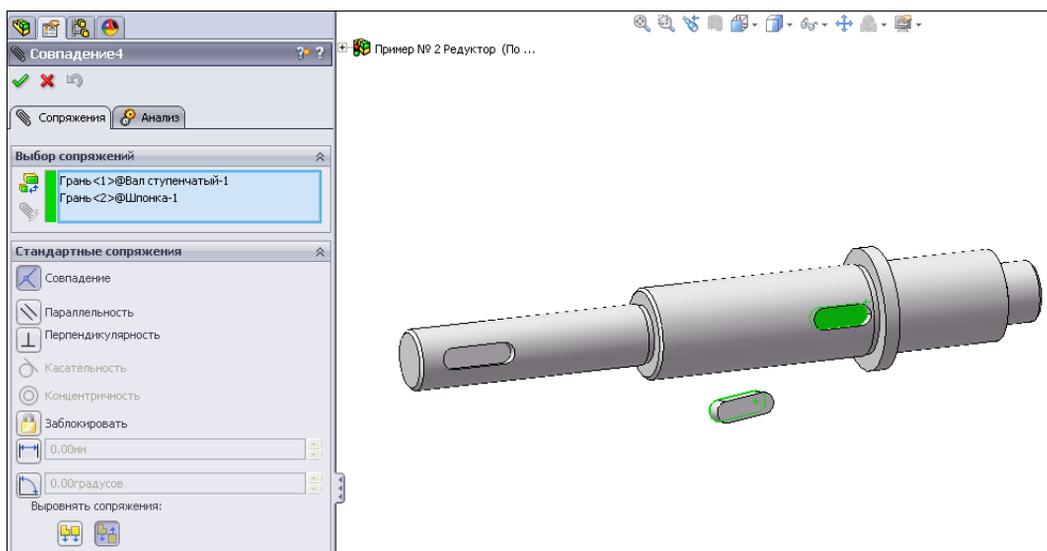


Рис. 6.30

ПРИМЕЧАНИЕ

Совпадение поверхностей наблюдается на бесконечности, независимо от ориентации деталей.

- Укажем еще два сопряжения между элементами шпонки и вала — концентричность цилиндрических поверхностей боковых граней шпонки и шпоночного паза (рис. 6.31).

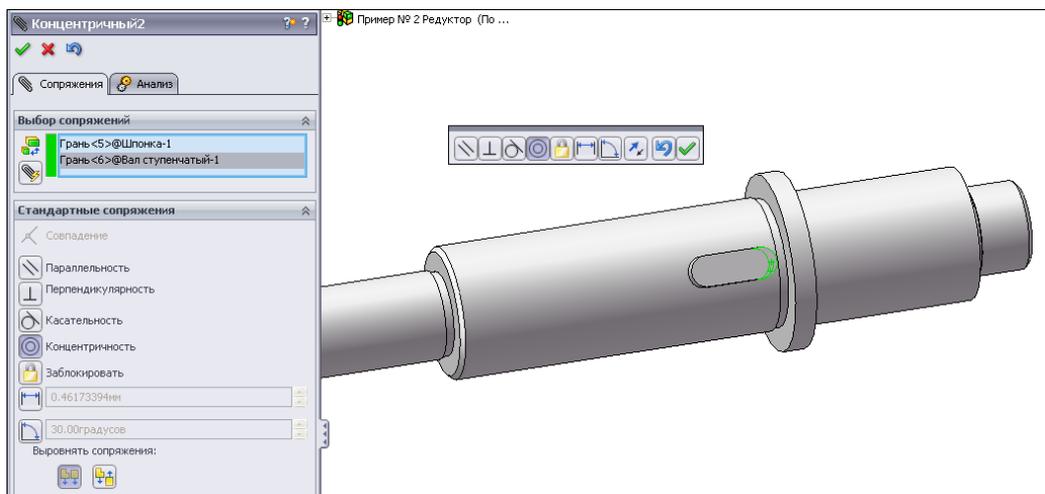


Рис. 6.31

В результате задания перечисленных сопряжений шпонка жестко расположится в шпоночном пазу ступенчатого вала.

- Поместим зубчатое колесо на ступенчатый вал. Для этого достаточно задать три сопряжения: концентричность — для внутреннего отверстия зубчатого колеса и наружной поверхности вала; совпадение — для плоских боковых граней шпонки и шпоночного паза колеса; совпадение — для торцевых поверхностей зубчатого колеса и бурта вала (рис. 6.32).
- Поместим вал со шпонкой и зубчатым колесом в корпус редуктора. Для этого зададим следующие сопряжения: концентричность цилиндрических поверхностей вала и корпуса редуктора; совпадение внутренней плоской поверхности корпуса с плоской торцевой поверхностью выступа вала (рис. 6.33).
- Аналогичным образом расположим вал-шестерню в корпусе редуктора, применив два сопряжения: концентричность цилиндрических поверхностей и совпадение торцевого бурта и плоской внутренней грани корпуса (рис. 6.34).
- В реальном редукторе при вращении зубчатого колеса происходит вращение вала-шестерни. При этом скорость вращения вала-шестерни в два раза превышает скорость вращения ступенчатого вала с зубчатым колесом, т. е. передаточное отношение равно двум. Такое вращение можно реализовать и в SolidWorks 2011. Сначала расположим зубчатое колесо и шестерню таким образом, чтобы зубья шестерни точно попали между зубьями колеса (рис. 6.35).

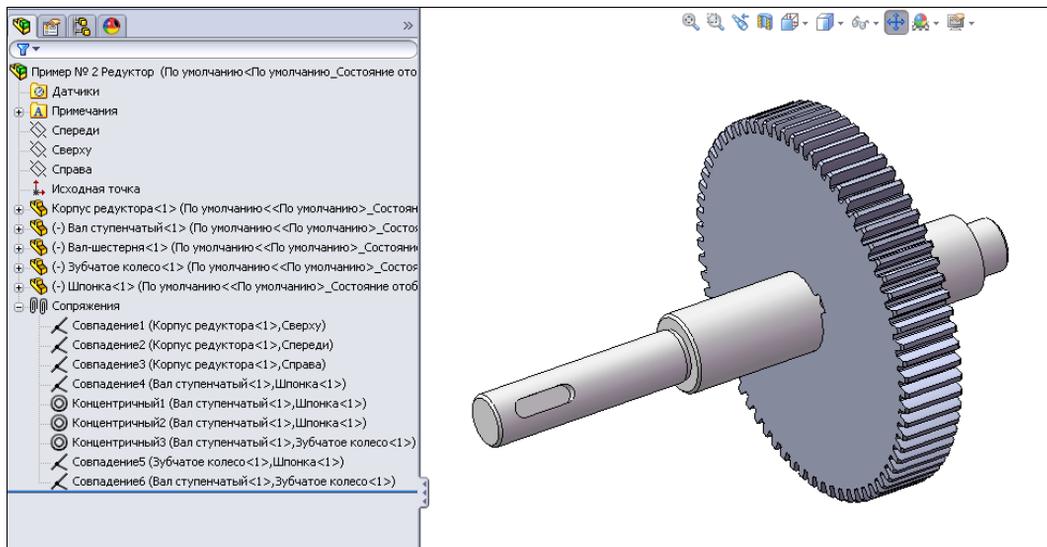


Рис. 6.32

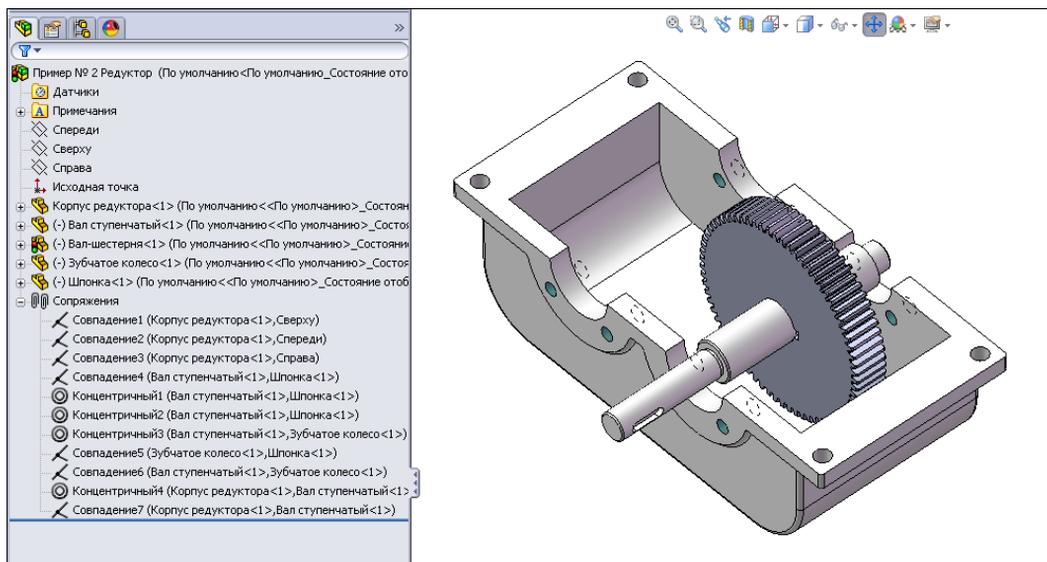


Рис. 6.33

Для этого используем кнопку  — **Вращать компонент** панели инструментов **Сборка**.

- Активизируем кнопку  — **Условия сопряжения** и в разделе **Выбор сопряжений** укажем кромки вершин зубьев ступенчатого вала и вала-шестерни, в разделе **Механические сопряжения** выберем тип сопряжения **Редуктор**, а в полях окна **Пропорция** введем 142 и 771, 69.

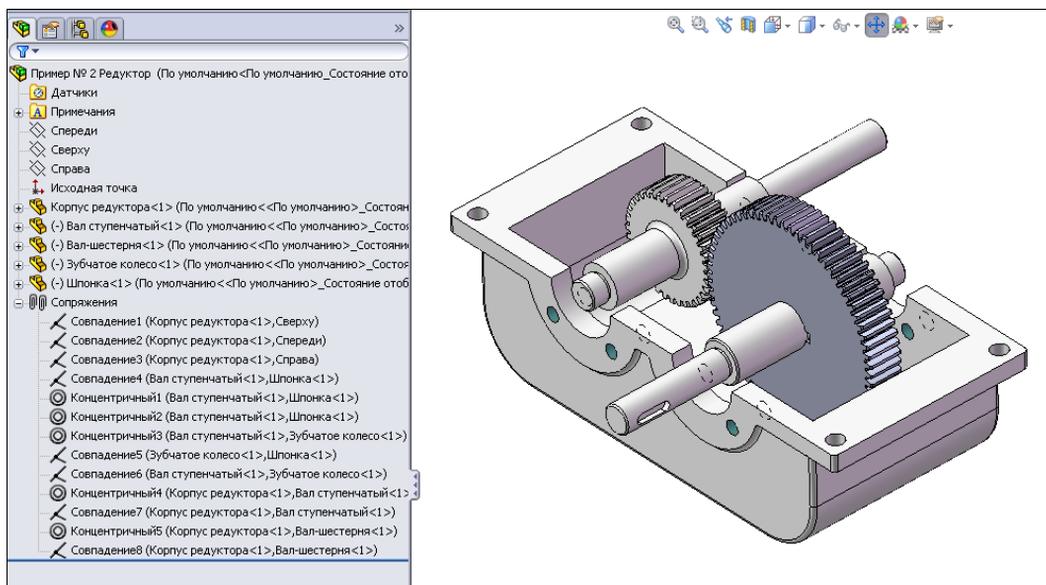


Рис. 6.34

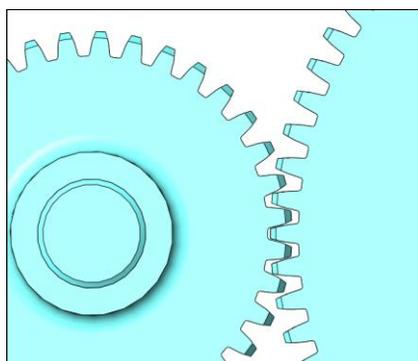


Рис. 6.35

ПРИМЕЧАНИЕ

В качестве пропорции указываются диаметры зубьев, а передаточное отношение программа SolidWorks 2011 рассчитывает самостоятельно (рис. 6.36).

Теперь при вращении зубчатого колеса шестерня будет также вращаться, имитируя работу реального зубчатого зацепления.

В данном редукторе используются четыре радиальных шарикоподшипника шириной 15 мм с наружным диаметром 52 мм и внутренним диаметром 20 мм.

- Создавать подшипники нет необходимости, т. к. в SolidWorks 2011 имеется Библиотека проектирования стандартных деталей, которые можно легко вставить в любую сборку. Для настройки Библиотеки проектирования сначала обратимся к меню **Инструменты | Добавления...** и в открывшемся окне **Добавления** поставим два флажка — **SolidWorks Toolbox** и **SolidWorks Toolbox Browser** (рис. 6.37).

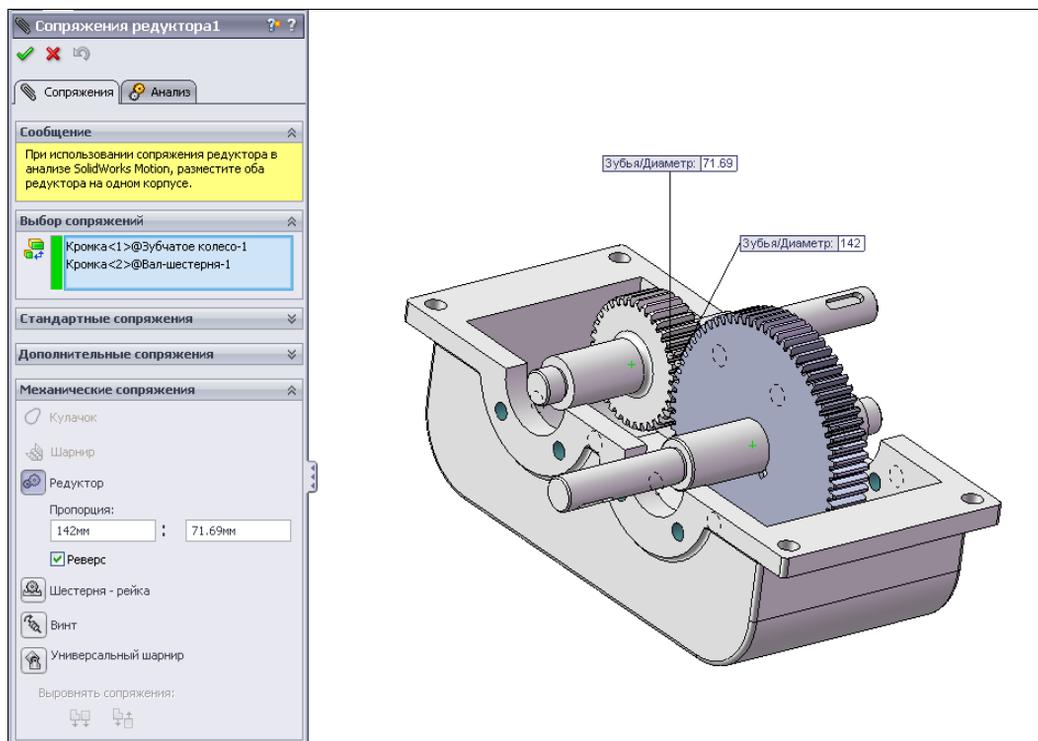


Рис. 6.36

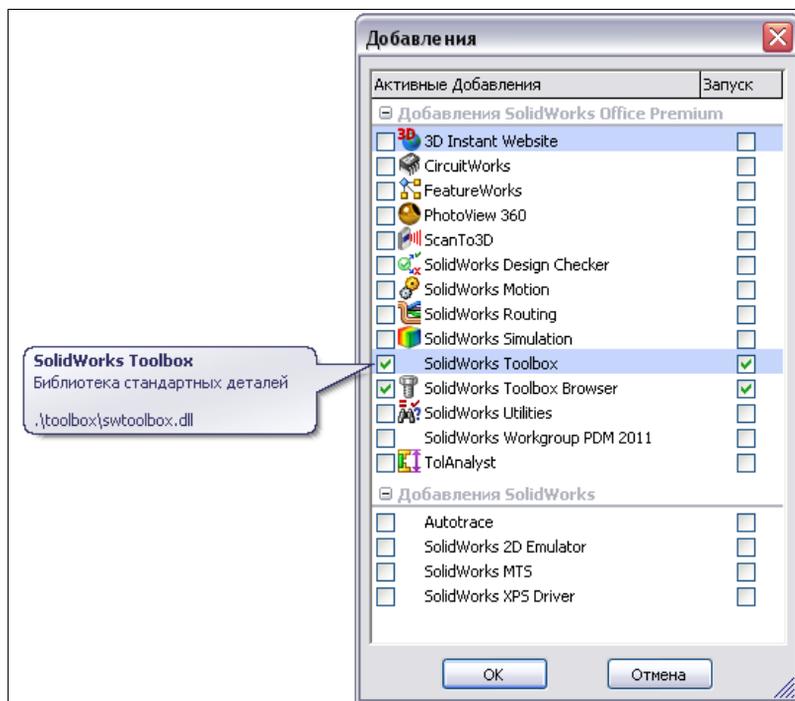


Рис. 6.37

15. Откроем Библиотеку проектирования, нажав одноименную кнопку  на панели задач, справа от области проектирования (рис. 6.38), и откроем папку Toolbox.

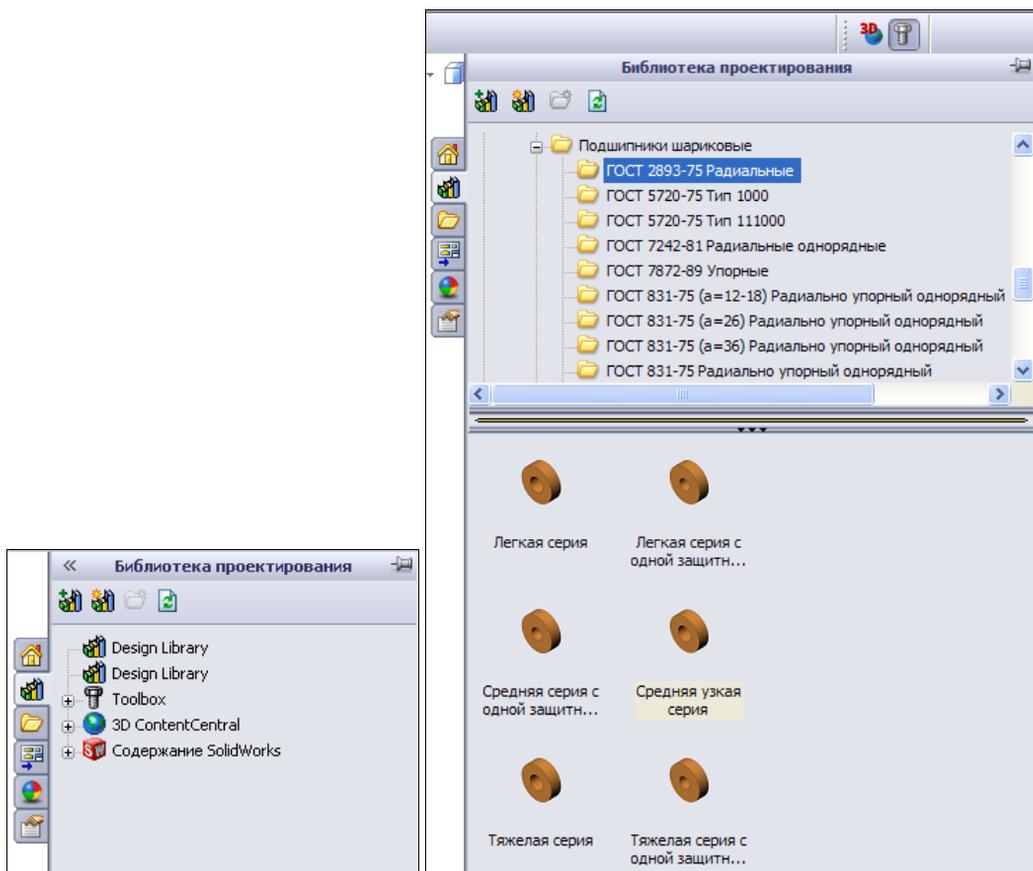


Рис. 6.38

Рис. 6.39

16. Библиотечные детали расположены в каталогах, соответствующих мировым системам стандартов. В приложении Toolbox для SolidWorks 2011 имеется каталог деталей, соответствующих российским стандартам — ГОСТ. Выберем каталог **ГОСТ**, в этом каталоге откроем папку **Подшипники шариковые** (рис. 6.39), где, в свою очередь, **ГОСТ 2893-75 Радиальные**. Отметим тип подшипника, который будем вставлять в сборку — **Средняя узкая серия**.

ПРИМЕЧАНИЕ

В том случае, если в Toolbox отсутствует папка с деталями, соответствующими стандарту ГОСТ, можно воспользоваться аналогичными деталями библиотеки **ISO**.

17. Щелкнем правой кнопкой мыши по названию типа подшипников и на открывшейся панели активизируем строку **Вставить в сборку...** (рис. 6.40). Можно

также просто перетащить нужный тип подшипника из библиотеки в сборочное пространство.

18. В окне **Средняя узкая серия** (рис. 6.41) введем в разделе **Свойства** внутренний диаметр подшипника — 20. Другие размеры подшипника определяются автоматически на основании внутреннего диаметра и его типа: наружный диаметр подшипника составит 52 мм, а ширина — 15 мм (рис. 6.41).

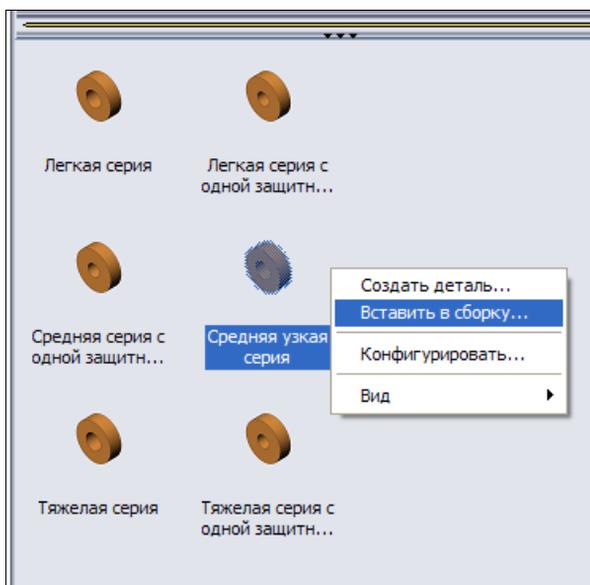


Рис. 6.40

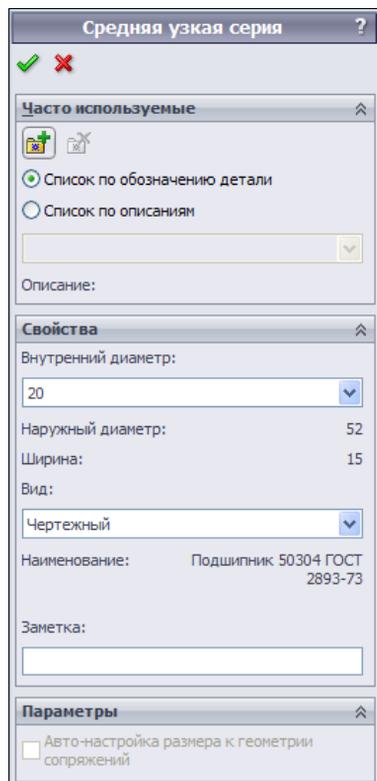


Рис. 6.41

19. Наждем кнопку **ОК** , в результате подшипник окажется в сборке. Подобным образом разместим в сборке еще три подшипника (рис. 6.42).

ПРИМЕЧАНИЕ

При добавлении из Библиотеки проектирования необходимо указывать исходную точку добавляемой детали в сборочном пространстве.

20. Зададим сопряжение первого подшипника. Для этого активизируем кнопку  — **Условия сопряжения** и в появившемся на экране окне **Сопряжения** выберем **Концентричность** подшипника и ступенчатого вала, а также **Совпадение** плоских торцевых граней корпуса и подшипника (рис. 6.43).
21. Подобным образом установим остальные подшипники в сборку (рис. 6.44).

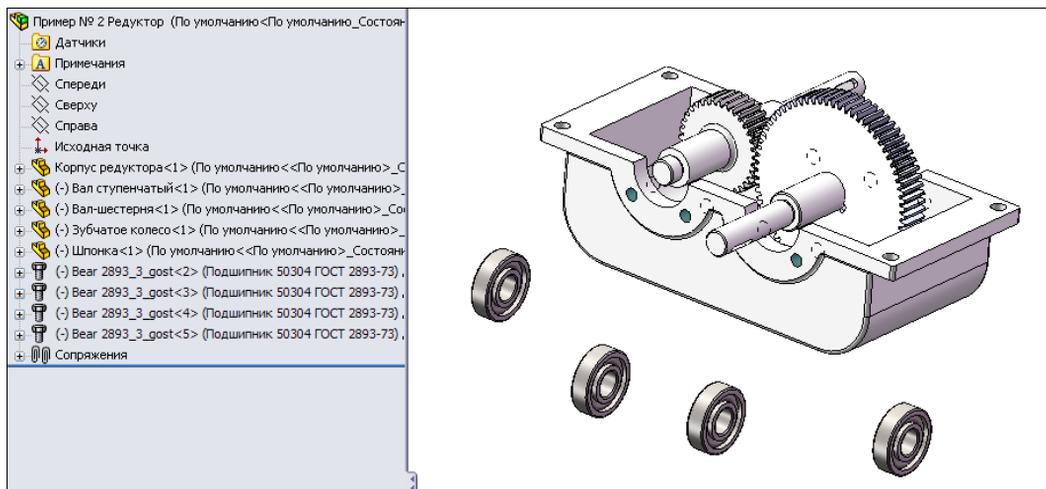


Рис. 6.42

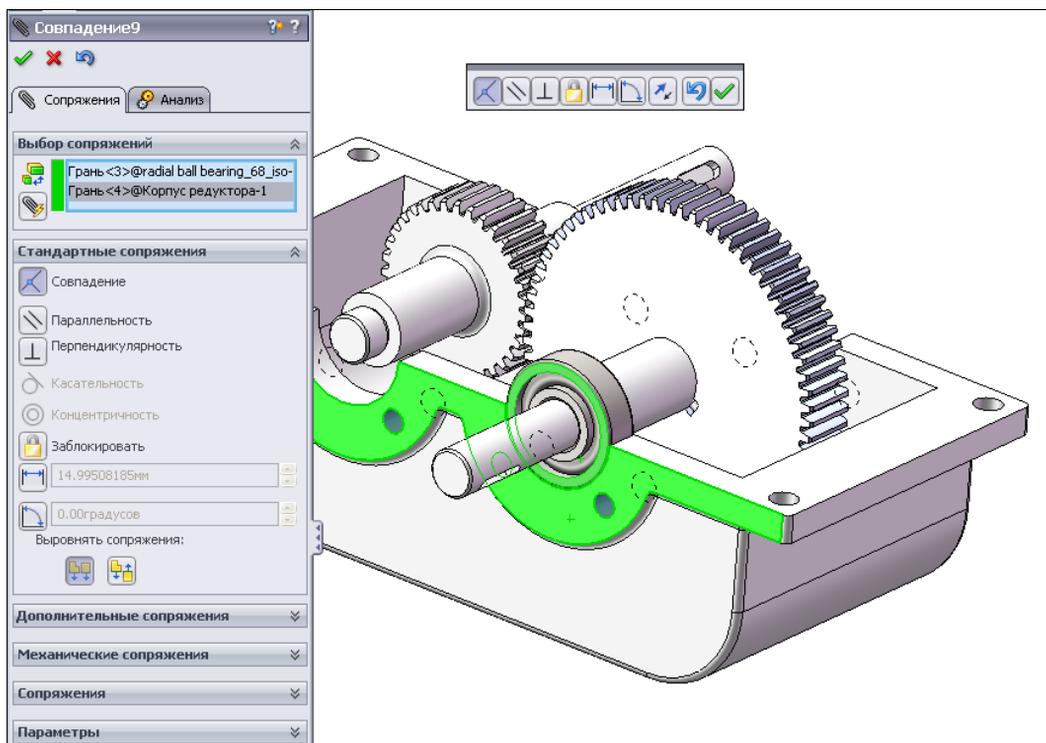


Рис. 6.43

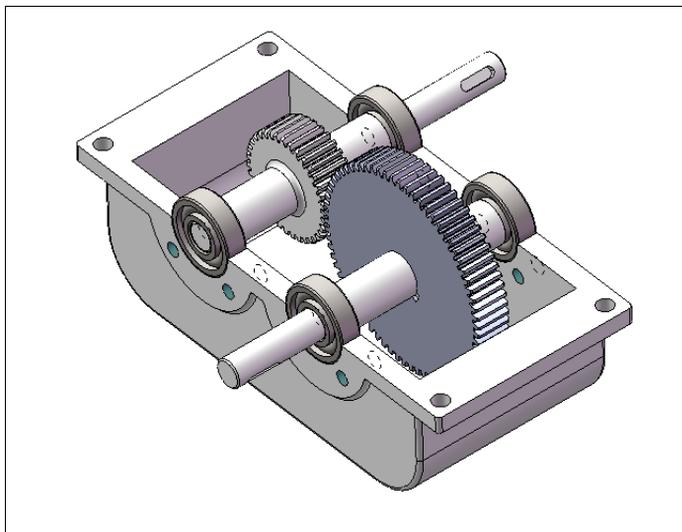


Рис. 6.44

22. Следующим этапом создания сборки станет размещение крышек и втулки. Для чего воспользуемся кнопкой  — **Вставить компоненты**. Разместим в сборочном пространстве следующие детали: две глухие крышки, крышку с маслоотгонной резьбой, крышку (сборку крышки с манжетой) и втулку (рис. 6.45). Расположим крышки следующим образом: глухие крышки на двух концах ступенчатого вала и вала-шестерни, крышку с маслоотгонной резьбой на выходном конце вала-шестерни и крышку с манжетой на выходном конце ступенчатого вала (рис. 6.45).

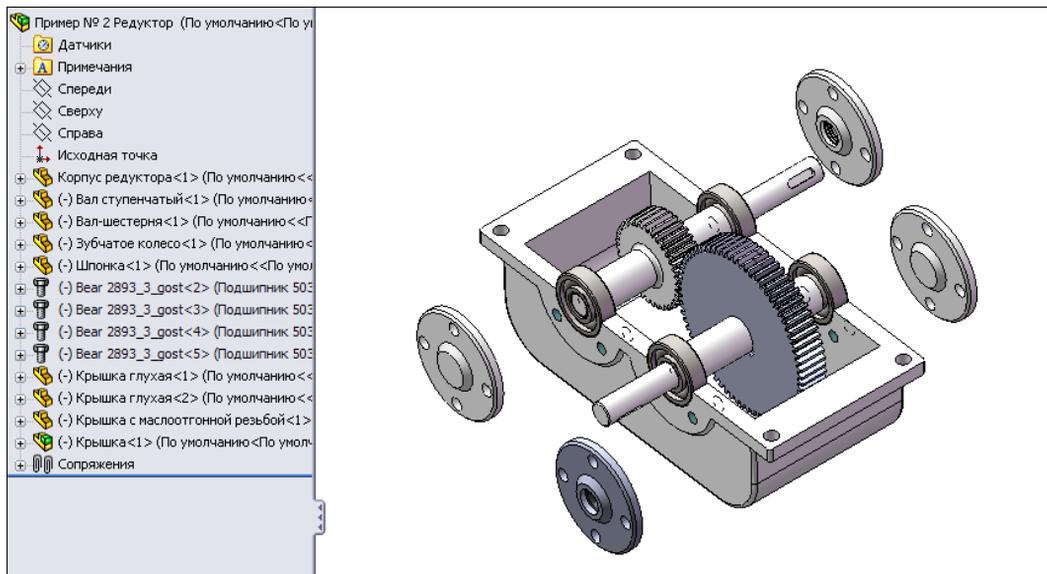


Рис. 6.45

23. Зададим для крышек следующие условия сопряжения — концентричность валов и крышек, совпадение плоских поверхностей крышек и корпуса, концентричность крепежных отверстий крышки и корпуса (рис. 6.46).

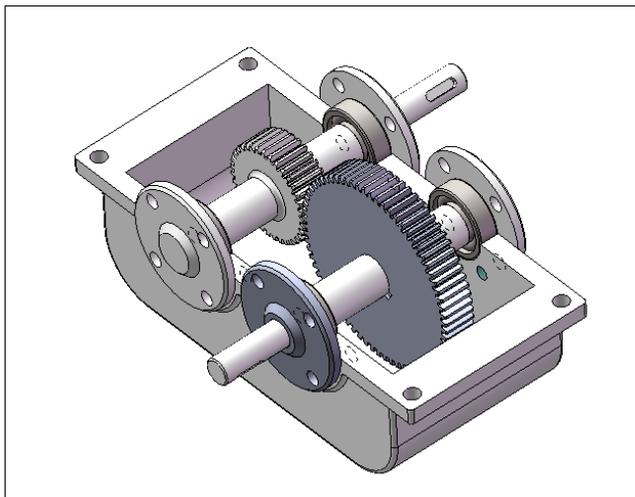


Рис. 6.46

24. Расположим втулку на ступенчатом валу, задав сопряжения: концентричность втулки и вала, совпадение торцевых поверхностей втулки и зубчатого колеса (рис. 6.47).

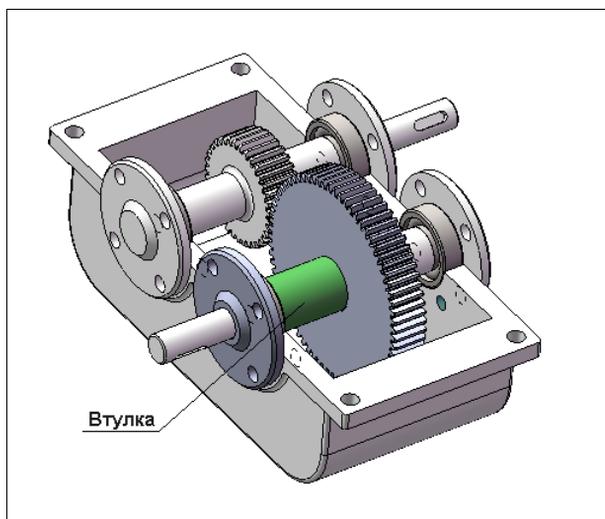


Рис. 6.47

25. Закроем редуктор второй половиной крышки, для чего разместим в сборочном пространстве еще одну деталь — Корпус редуктора (рис. 6.48) и укажем условия сопряжения между первой и второй половиной корпуса (три сопряжения типа **Совпадение** между одноименными плоскостями половин корпуса).

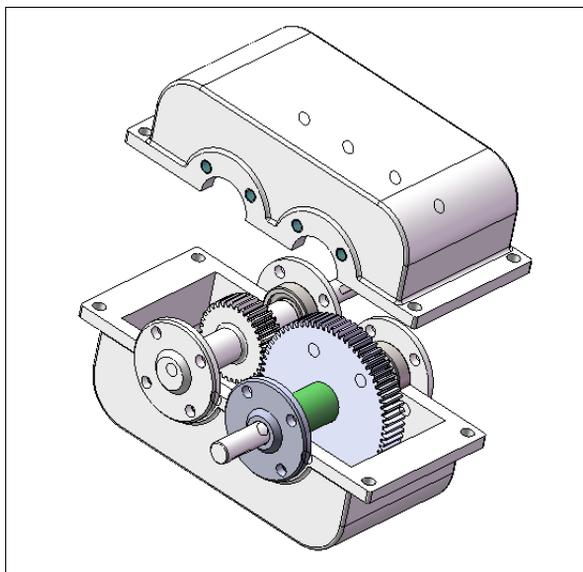


Рис. 6.48

Редуктор почти готов, осталось лишь расположить крепежные детали: винты, шайбы и гайки. При формировании сборки можно воспользоваться возможностями Библиотеки проектирования. Однако необходимые для сборки винты были нами сконструированы, и именно их мы будем использовать для закрепления крышек.

26. Закрепим первую крышку. Поместим четыре винта с шестигранной головкой в сборочное пространство (рис. 6.49).

ПРИМЕЧАНИЕ

В процессе размещения деталей в сборке всегда необходимо уточнять конфигурацию вставляемой детали.

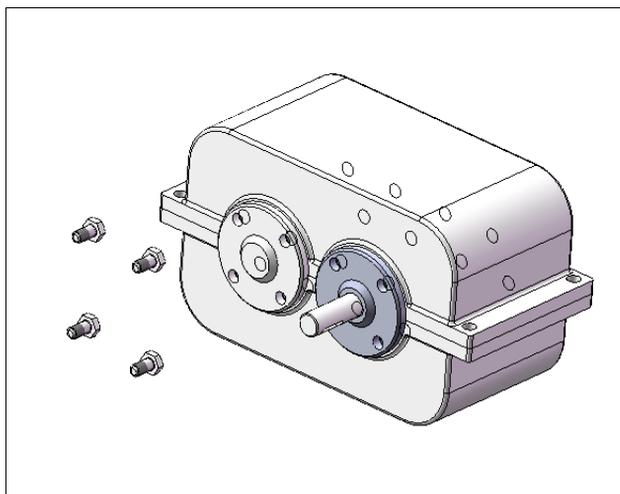


Рис. 6.49

27. Перевернем винты согласно их расположению в сборке и зададим следующие условия сопряжения: концентричность винта и отверстия в крышке, а также совпадение плоских поверхностей головки винта и крышки (рис. 6.50).

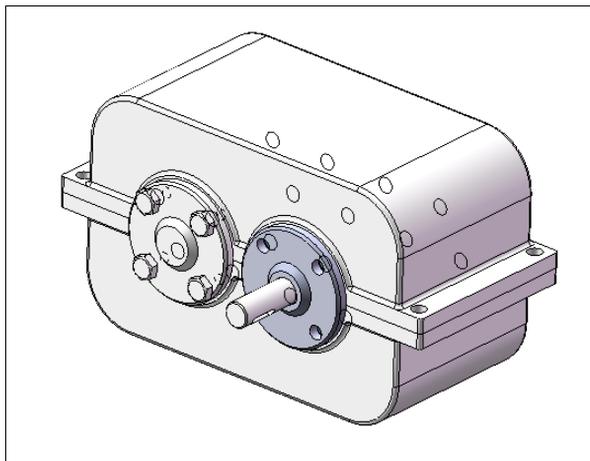


Рис. 6.50

- Аналогичным образом можно установить все винты на оставшихся трех крышках, но эта процедура является длительной и трудоемкой. Для ускорения процесса сборки используем возможности SolidWorks 2011 — команду **Зеркально отразить компоненты...** Применение этой команды в данном случае оправдано, т. к. корпус редуктора симметричен в двух направлениях. Для того чтобы воспользоваться этой командой, необходимо построить плоскости зеркального отражения.
28. Первая плоскость параллельна плоскости Спереди и находится от нее на расстоянии 73 мм. Для создания такой плоскости воспользуемся меню **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость...** В разделе **Первая справочная** укажем плоскость **Спереди**, как справочный (базовый) объект для создания новой плоскости. В строке  — **Расстояние смещения** укажем расстояние между плоскостями 73 мм (рис. 6.51).
29. Закончим создание новой плоскости нажатием кнопки **ОК** . В результате будет построена новая плоскость, параллельная плоскости Спереди и отстоящая от нее на 73 мм. В Дереве Конструирования эта плоскость обозначится как **ПЛОСКОСТЬ1**.
30. Подобным образом построим еще одну вспомогательную плоскость, параллельную плоскости Справа и отстоящую от нее на 144,5 мм. В Дереве Конструирования эта плоскость обозначится как элемент **ПЛОСКОСТЬ2** (рис. 6.52).
31. Расположим четыре винта в крышке на выходном конце ступенчатого вала, для чего обратимся к меню **Вставка | Зеркально отразить компоненты...** (рис. 6.53).

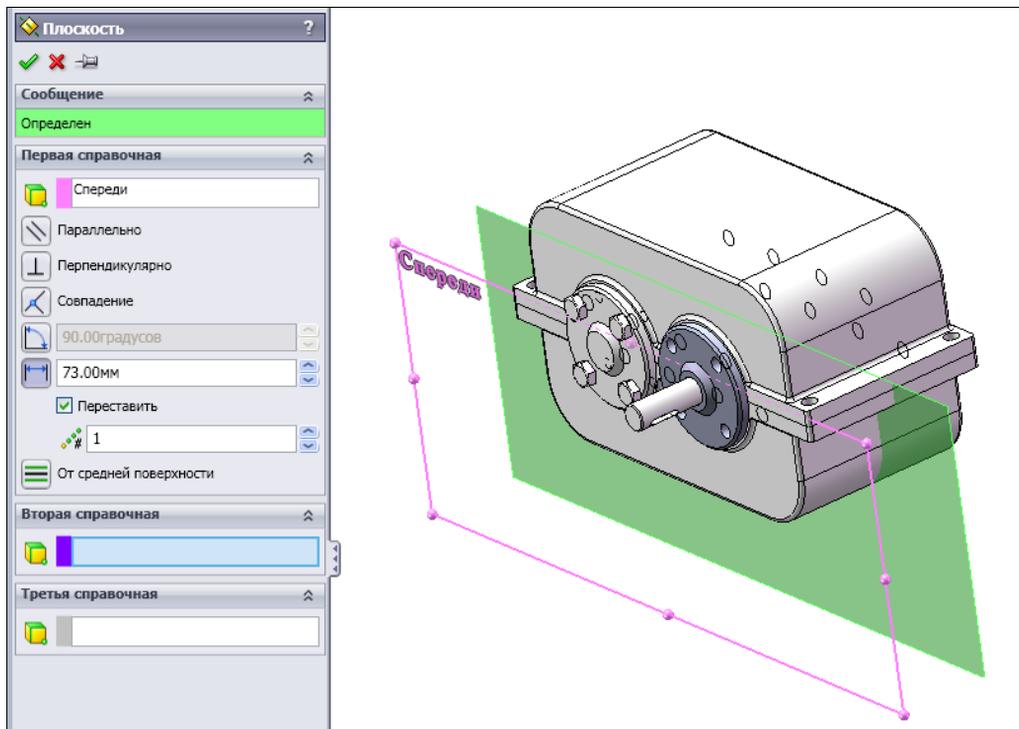


Рис. 6.51

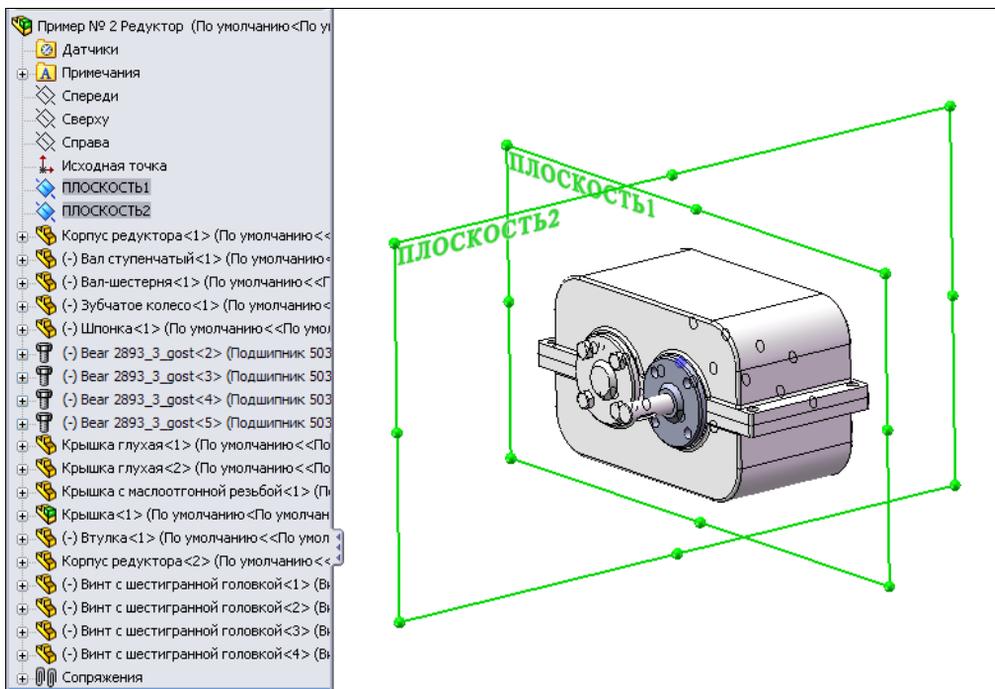
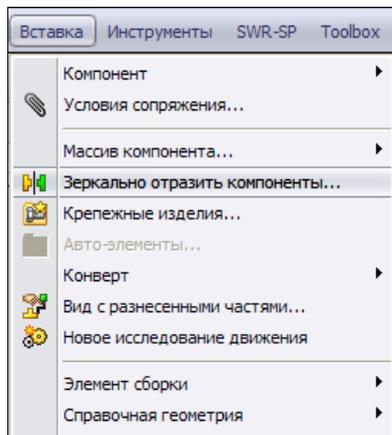


Рис. 6.52

Рис. 6.53



32. На экране откроется окно **Зеркально отразить компоненты — Шаг 1: Выбранные объекты** (рис. 6.54), в разделе **Плоскость для зеркального отражения** выберем объект **ПЛОСКОСТЬ2**, в разделе **Зеркально отразить компоненты** укажем четыре винта с шестигранной головкой (рис. 6.54).

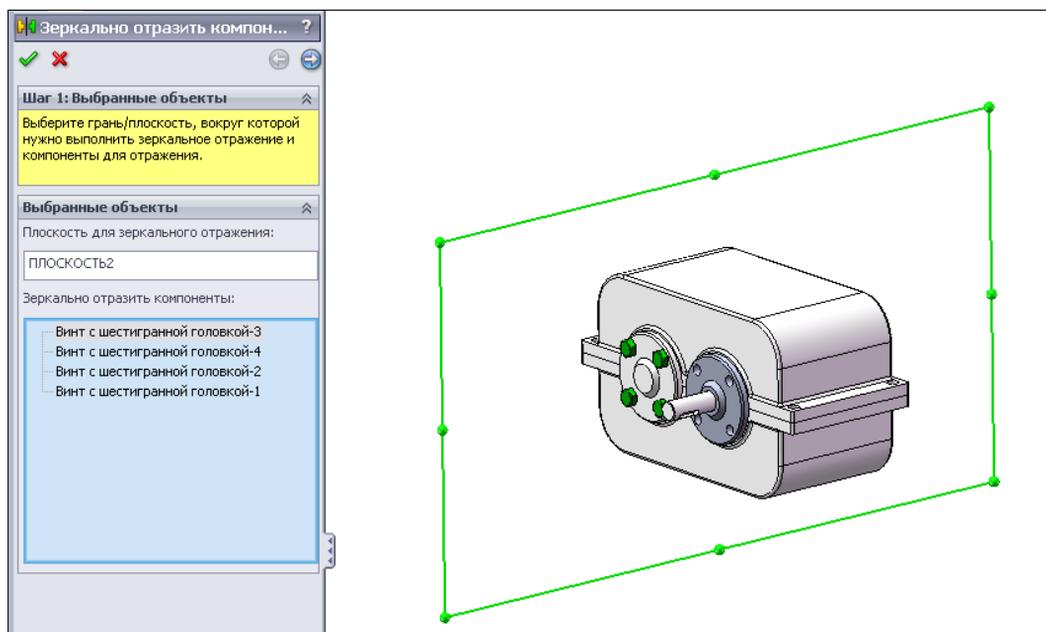


Рис. 6.54

33. Наждем кнопку  — Далее в окне **Зеркально отразить компоненты**. Зададим ориентацию компонентов — **Создать зеркально отраженное исполнение**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для выбора деталей при зеркальном отражении нужно щелкнуть по их объемному изображению. Выбор компонентов также можно осуществить в Дереве Конструирования.

В строке имен копируемых компонентов указывается их состояние. Значок зеркала  означает, что новый компонент будет точным зеркальным отражением исходной детали, при этом геометрия компонента изменится (рис. 6.55).

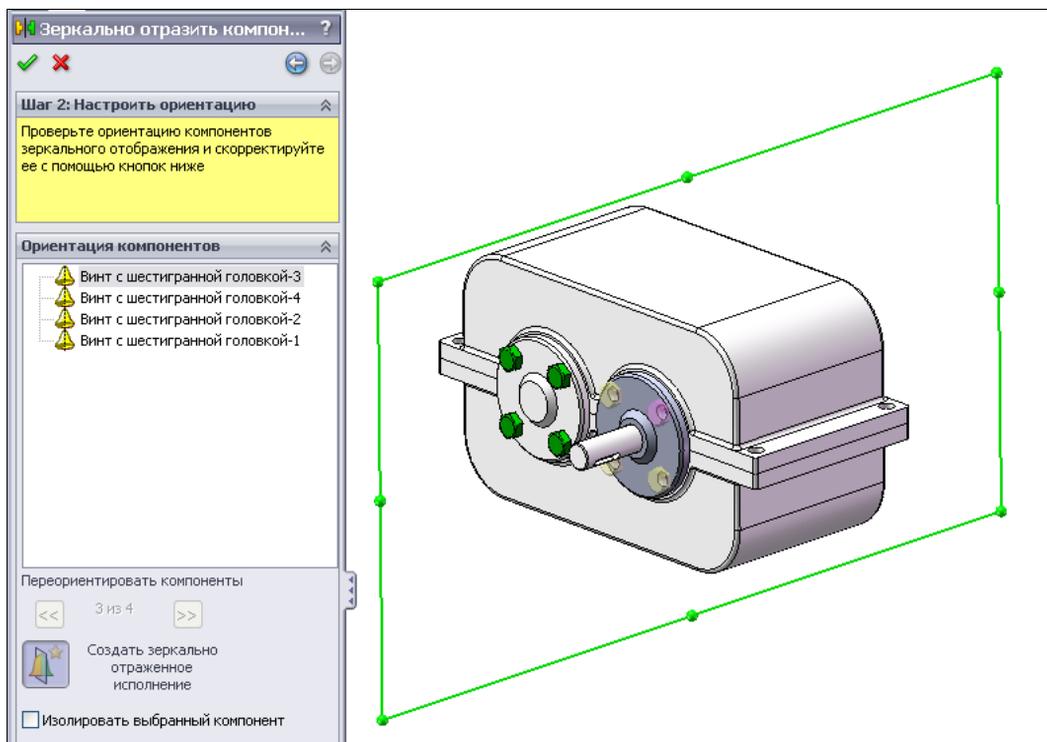


Рис. 6.55

34. Укажем, что для обозначения зеркально отраженных деталей будут использованы префиксы, а сами эти детали будут сохранены в новых файлах. Также можно сохранить эти детали как новые конфигурации. Закончим построение новых версий зеркально отраженных винтов нажатием кнопки **ОК** . В результате будут созданы четыре новых винта, а в Дереве Конструирования появится элемент **ЗеркальныйКомпонент1** (рис. 6.56).
35. Аналогичным образом внесем в сборку еще восемь винтов, отразив зеркально имеющиеся винты относительно ПЛОСКОСТИ1 (рис. 6.57).
36. Нажмем кнопку **ОК**  и в результате получим новых восемь винтов, закрепляющих крышки с противоположной стороны редуктора, а в Дереве Конструирования появится новая строка **ЗеркальныйКомпонент2** (рис. 6.58).
37. Осталось закрепить две половины корпуса редуктора между собой. Внесем в сборку винт с шестигранной головкой (конфигурацию по умолчанию), гайку и шайбу, для чего воспользуемся кнопкой  — **Вставить компоненты** (рис. 6.59).
38. Установим детали в базовое отверстие Корпуса редуктора <2>. В данном случае под базовым мы подразумеваем отверстие, из которого с помощью линейного массива были сформированы остальные три отверстия в корпусе редуктора.

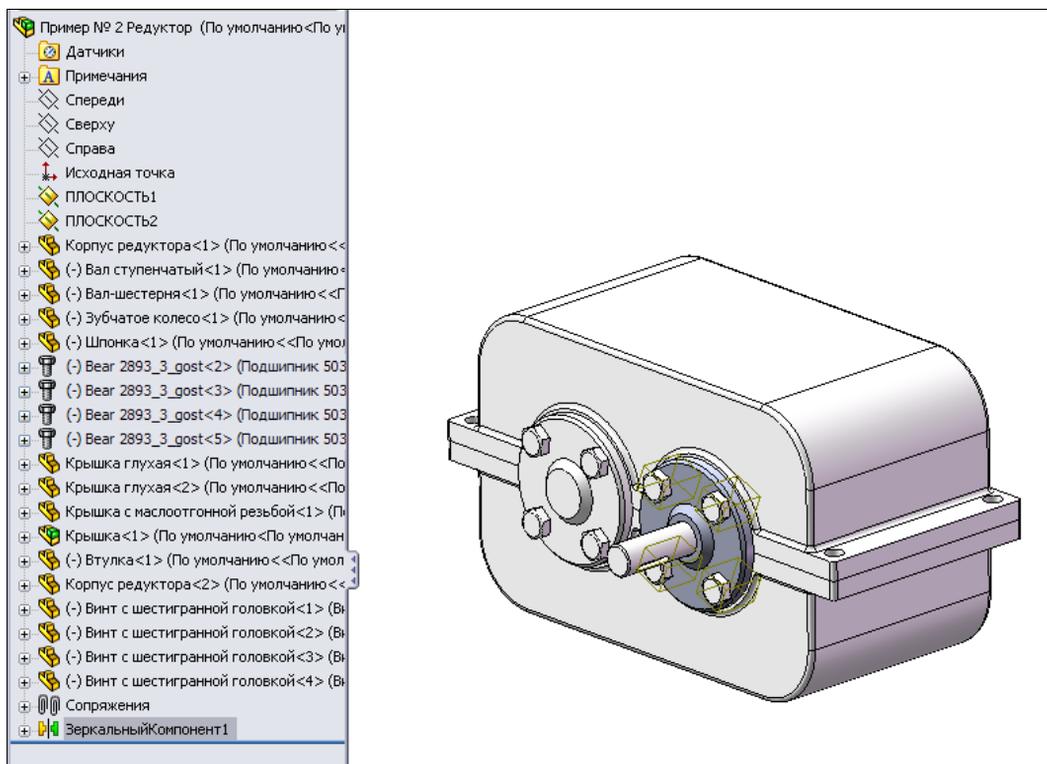


Рис. 6.56

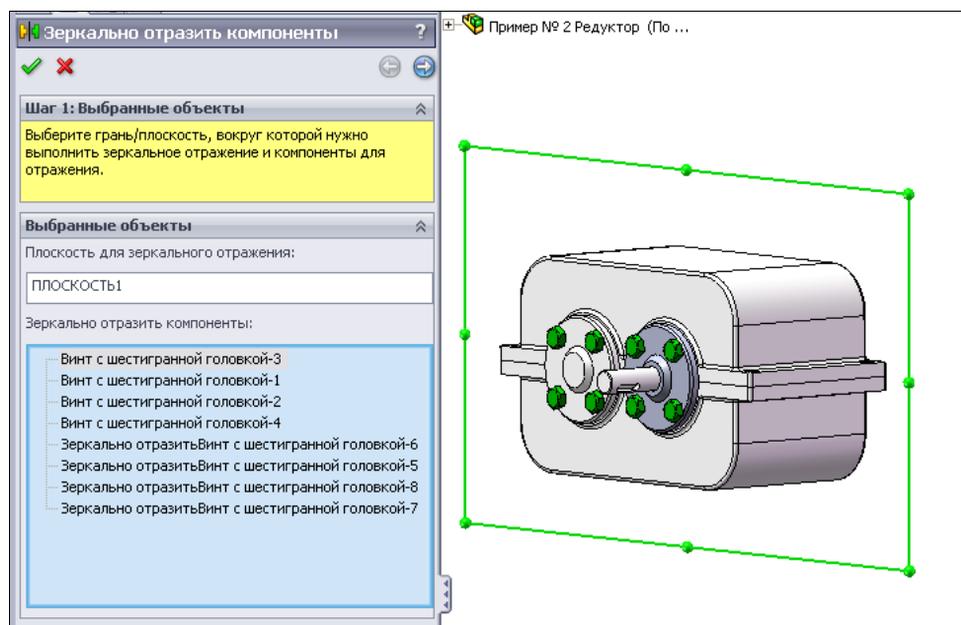


Рис. 6.57

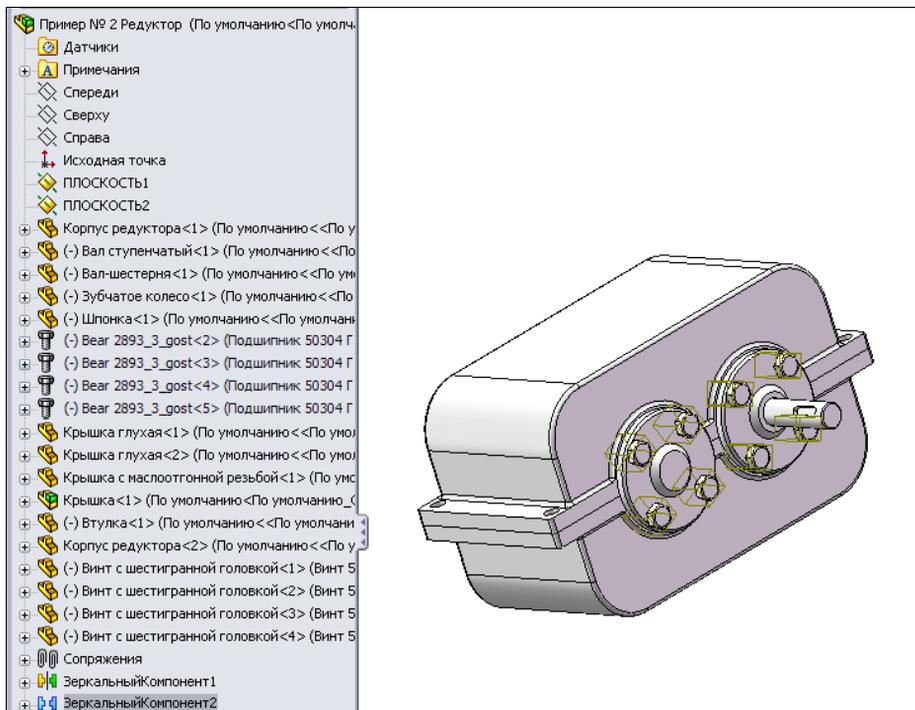


Рис. 6.58

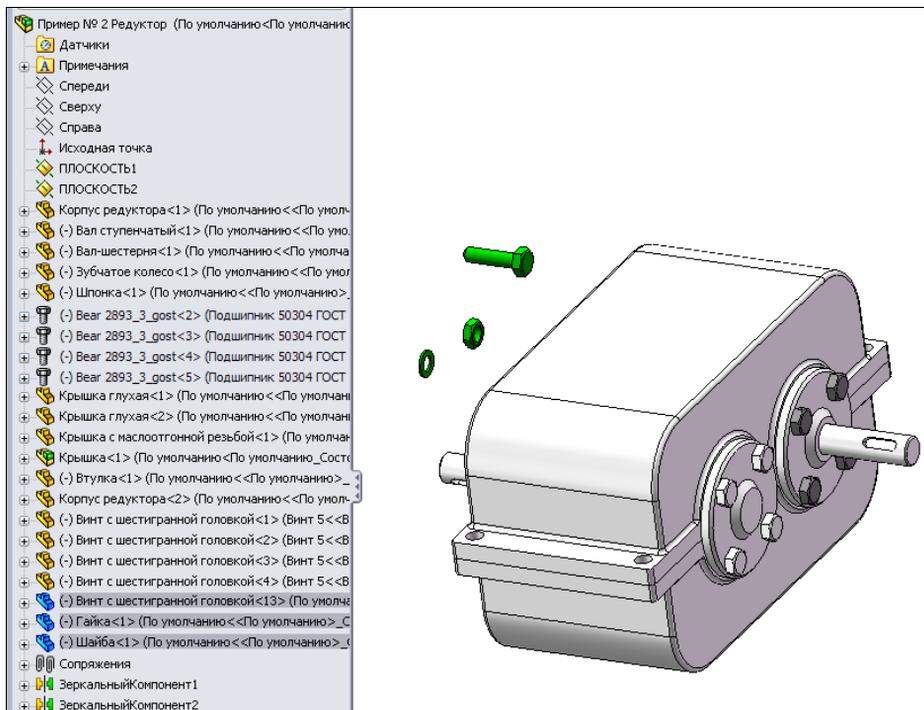


Рис. 6.59

Для размещения деталей в корпус редуктора используем следующие виды сопряжений: концентричность винта, гайки, шайбы и отверстия в корпусе, совпадение плоских торцевых поверхностей головки винта и корпуса редуктора, шайбы и корпуса, а также гайки и шайбы (рис. 6.60).

39. Поместим винт, гайку и шайбу в остальные отверстия корпуса. В связи с тем что другие три отверстия в корпусе редуктора были получены как линейный массив, ускорим процедуру сборки, используя возможности SolidWorks 2011. Активизируем команду меню: **Вставка | Массив компонента... |  Управляемый элементом...** (рис. 6.61).

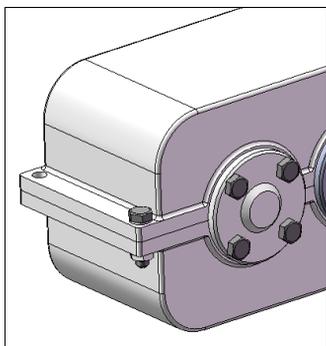


Рис. 6.60

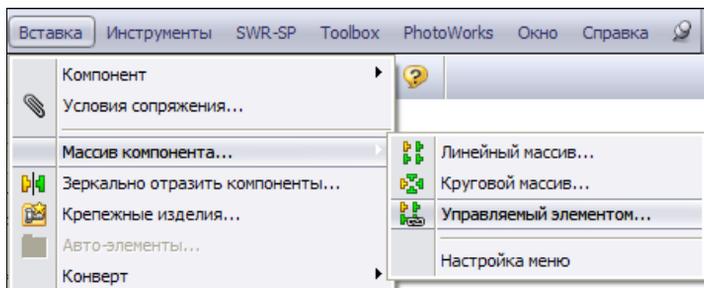


Рис. 6.61

40. На экране откроется окно **Управляемый элемент** (рис. 6.62). В разделе **Компоненты для массива** укажем детали, которые будут собираться по массиву. В данном случае такими деталями являются Винт с шестигранной головкой, Шайба и Гайка. Чтобы выделить детали, достаточно щелкнуть мышью по их изображению. В разделе **Производный элемент** поместим название линейного массива. Для этого откроем Дерево Конструирования сборки, в нем выберем **Корпус редуктора <2>** и щелкнем по элементу **Линейный массив2** (рис. 6.62).

41. Закончим построение, нажав кнопку **ОК** . В результате винты, шайбы и гайки займут все отверстия в корпусе редуктора (рис. 6.63), а в Дереве Конструирования появится строка **Производный линейный массив1**, и сборка приобретет законченный вид (рис. 6.63).

ПРИМЕЧАНИЕ

При формировании сборки можно установить детали не во все отверстия. Для этого необходимо на этапе построения в окне **Управляемый элемент** либо после создания сборки в режиме редактирования определения, в окне **Производный линейный массив**, в разделе **Пропустить экземпляры** указать те детали, которые не нужно использовать в сборке.

Мы рассмотрели основные возможности SolidWorks 2011 при построении сборок, в том числе зеркальное копирование компонентов, использование деталей из

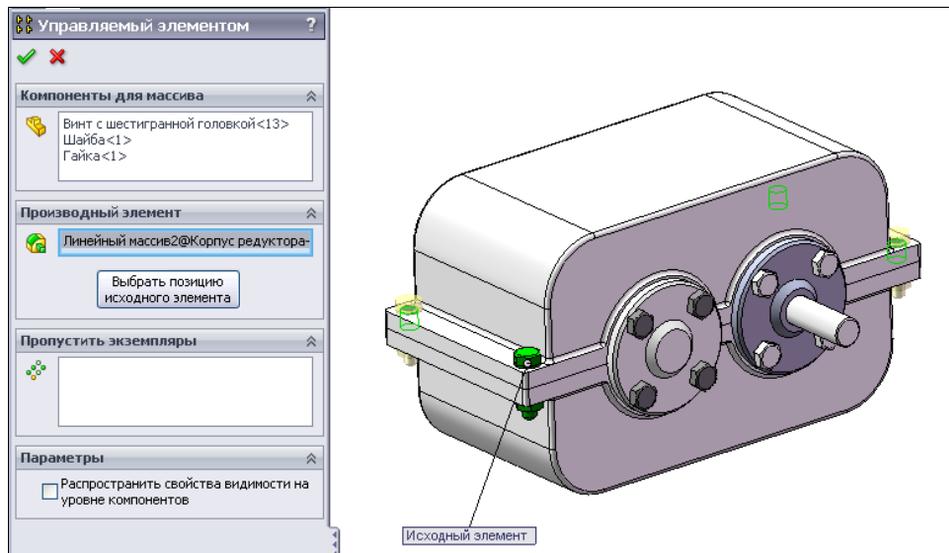


Рис. 6.62

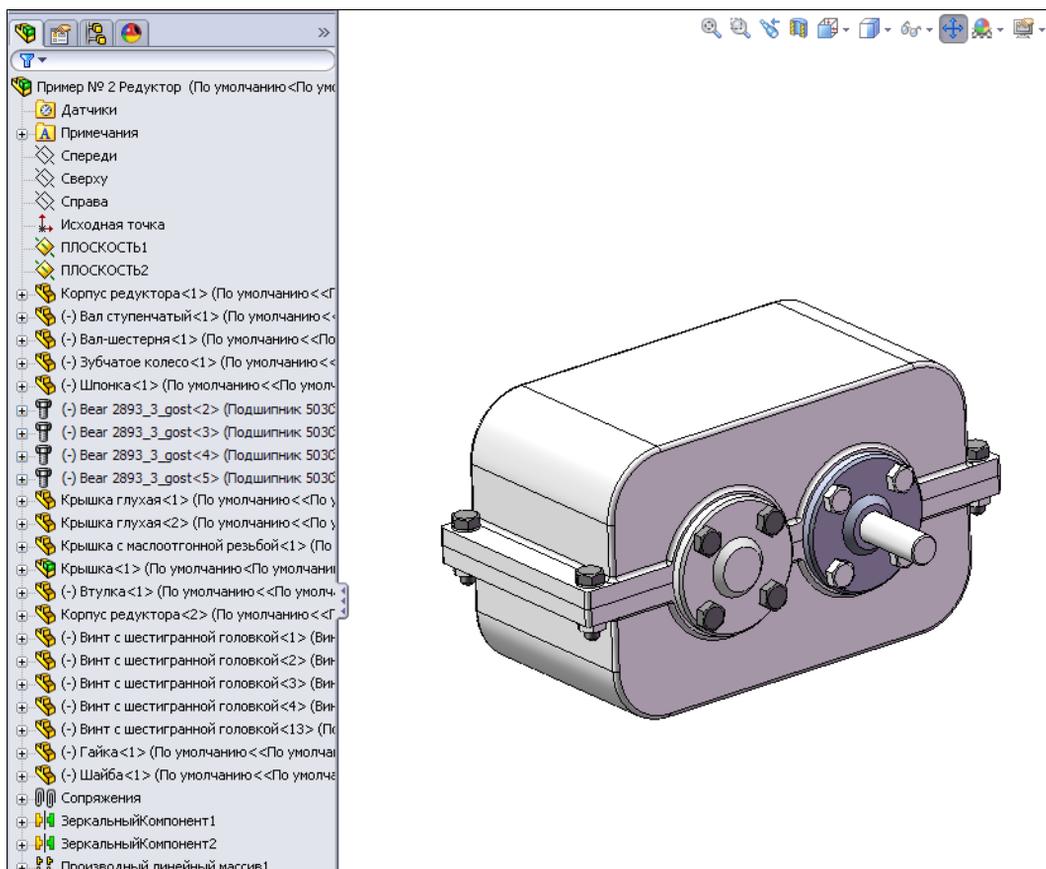


Рис. 6.63

Библиотеки проектирования (Toolbox), а также расположение компонентов по элементам массива. Перейдем к рассмотрению примера построения сборки методом "сверху-вниз".

6.3. Сборка "сверху-вниз"

Метод построения сборки "сверху-вниз" рассмотрим на примере конструирования ременной передачи, состоящей из двух шкивов и ремня.

1. Для проектирования сборки такого типа откроем SolidWorks 2011 и войдем в режим работы программы со сборками, выполнив команду **Файл | Новый... | Сборка**. В Дереве Конструирования выберем плоскость **Спереди** и откроем эскиз, где и построим компоновочный эскиз сборки (рис. 6.64).

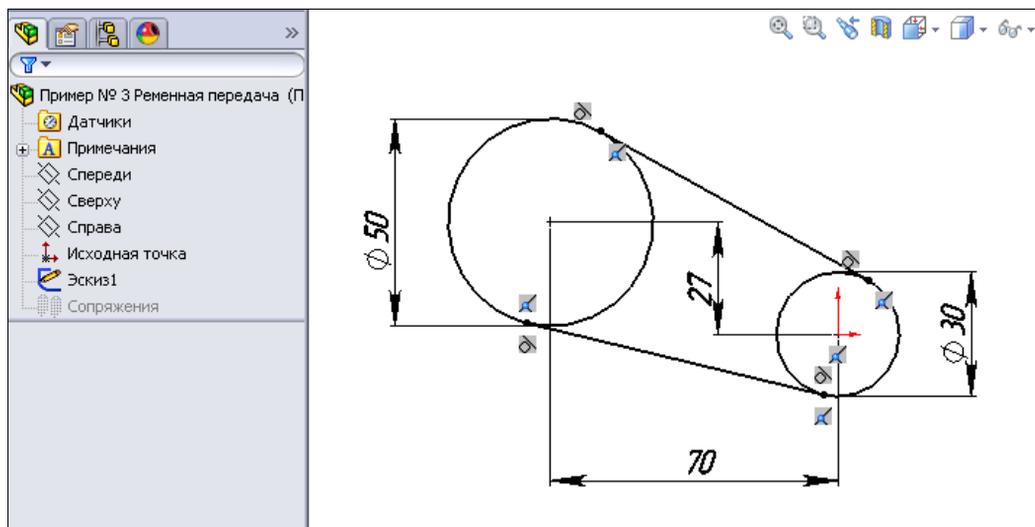


Рис. 6.64

При рисовании эскиза в обязательном порядке зададим взаимосвязи между его элементами — касательность линий к окружностям. В целом эскиз должен быть определен. Выйдем из эскиза, в Дереве Конструирования перед строкой **Сопряжения** появится новая строка **Эскиз1** (эскиз сборки). Сохраним деталь как **Пример № 3 Ременная передача**.

2. На основе компоновочного эскиза сборки спроектируем деталь **Шкив1**. Для этого выберем команду меню: **Вставка | Компонент | Новая деталь...** (см. рис. 6.11). Также можно воспользоваться командой — **Создать** на панели инструментов **Сборка**. В Дереве Конструирования появится строка **[Деталь1^Пример № 3 Ременная передача]<1>** (рис. 6.65). Квадратные скобки в имени детали указывают на то, что деталь является виртуальным компонентом, т. е. ее на самом деле еще не существует.

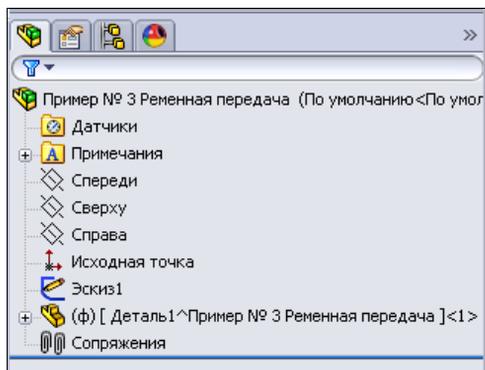


Рис. 6.65

3. В Дереве Конструирования выберем плоскость эскиза шкива, в данном случае — плоскость **Спереди**. После выбора плоскости программа автоматически войдет в режим редактирования детали, а пользователь окажется в режиме рисования эскиза. Нарисуем эскиз шкива, который представляет собой окружность (рис. 6.66). Определим взаимосвязь равенства между эскизом шкива и компоновочным эскизом сборки, также окружность эскиза новой детали должна быть концентрична Дуге1 на эскизе сборки.

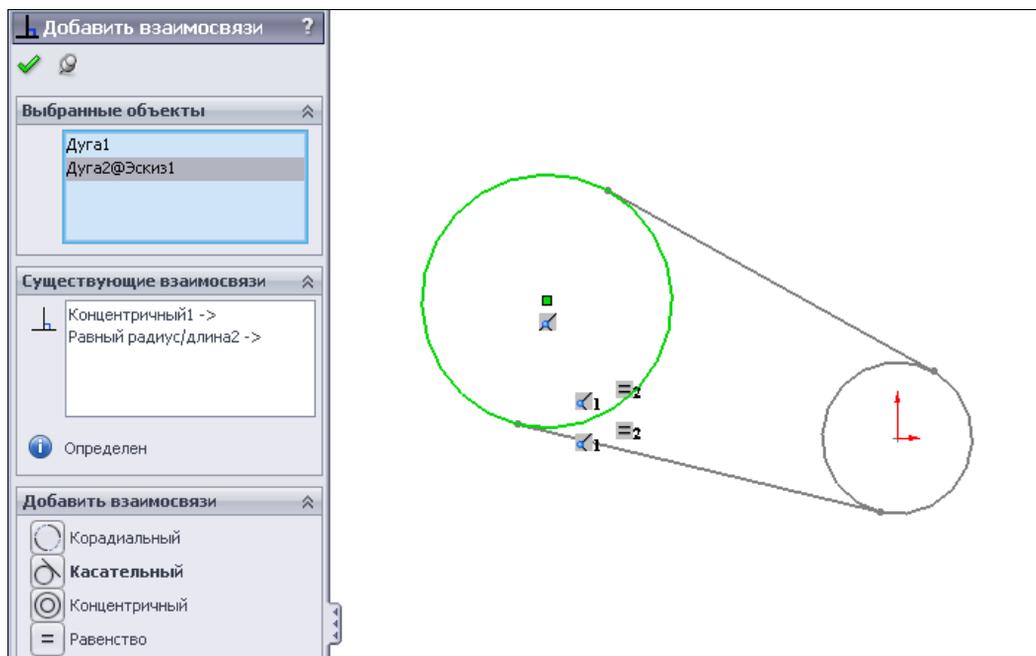


Рис. 6.66

4. Не выходя из эскиза, нажмем кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание** и вытянем эту окружность на 15 мм. В результате появится объемное изображение заготовки шкива со всеми этапами построения этой детали (рис. 6.67).

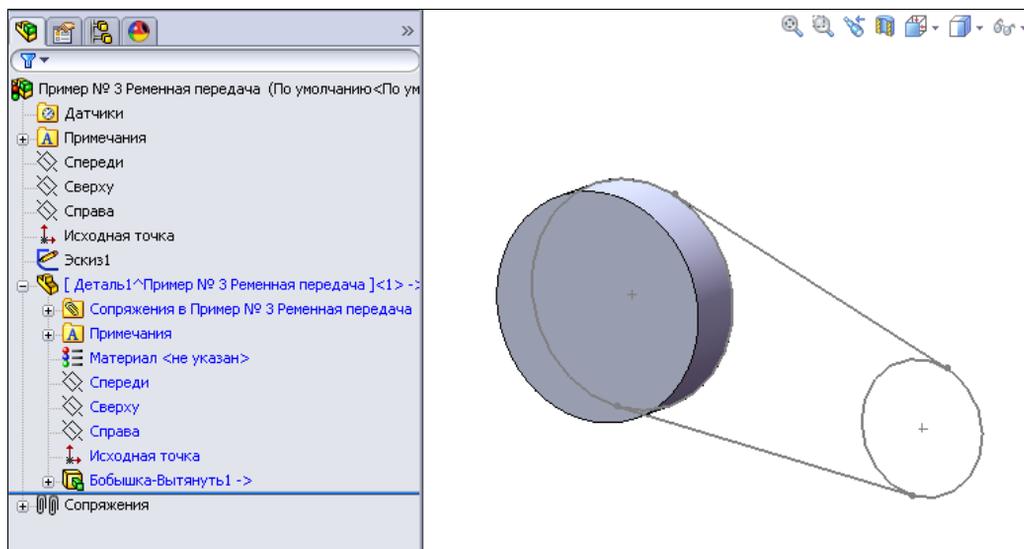


Рис. 6.67

- Теперь на новой детали оформим бурты для фиксации ремня. Для этого войдем в режим рисования эскиза на плоском торце заготовки шкива и нарисуем эскиз бурта, который представляет собой окружность, концентричную окружности заготовки шкива радиусом на 5 мм больше радиуса заготовки (рис. 6.68).

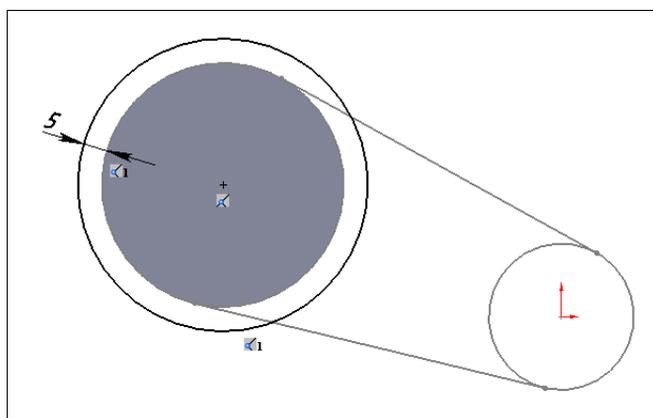


Рис. 6.68

ПРИМЕЧАНИЕ

В данном случае задается не радиус окружности бурта, а его величина, как разница между радиусами. Это сделано для того, чтобы в случае внесения изменений в значение диаметра шкива изменился и радиус бурта.

- Вытянем эту окружность на 5 мм, в результате будет построен первый бурт шкива (рис. 6.69).
- Таким же образом построим второй бурт шкива (рис. 6.70).

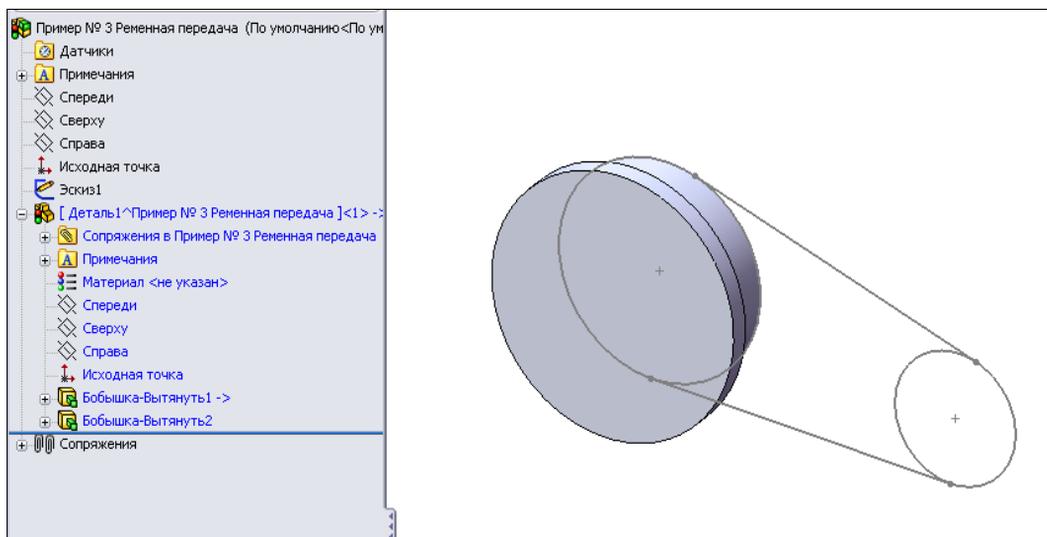


Рис. 6.69

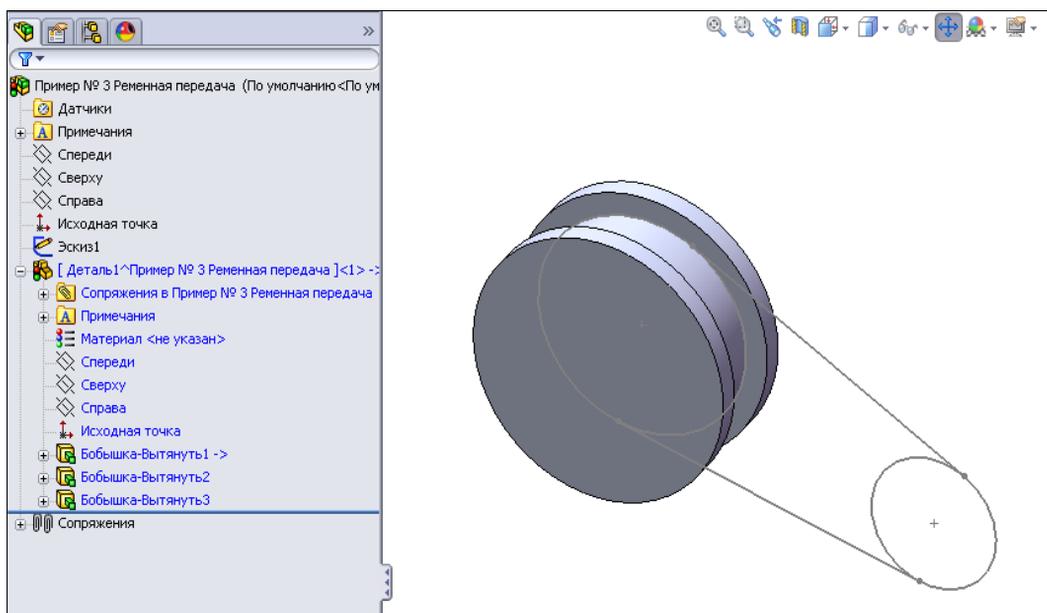


Рис. 6.70

8. Оформим центральное отверстие в шкиве для его крепления на валу. Выберем торцевую плоскую поверхность, войдем в эскиз и нарисуем эскиз отверстия в виде окружности диаметром 15 мм концентрично заготовке шкива. Вытянем вырез, используя граничное условие **Насквозь** (рис. 6.71).

9. На кромках шкива оформим фаски размером $2 \times 45^\circ$ (рис. 6.72).

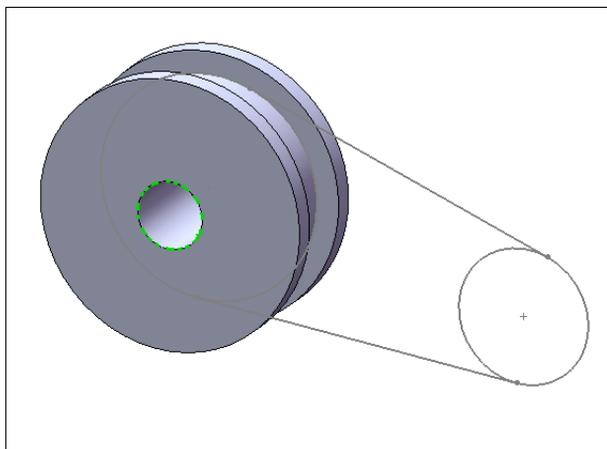


Рис. 6.71

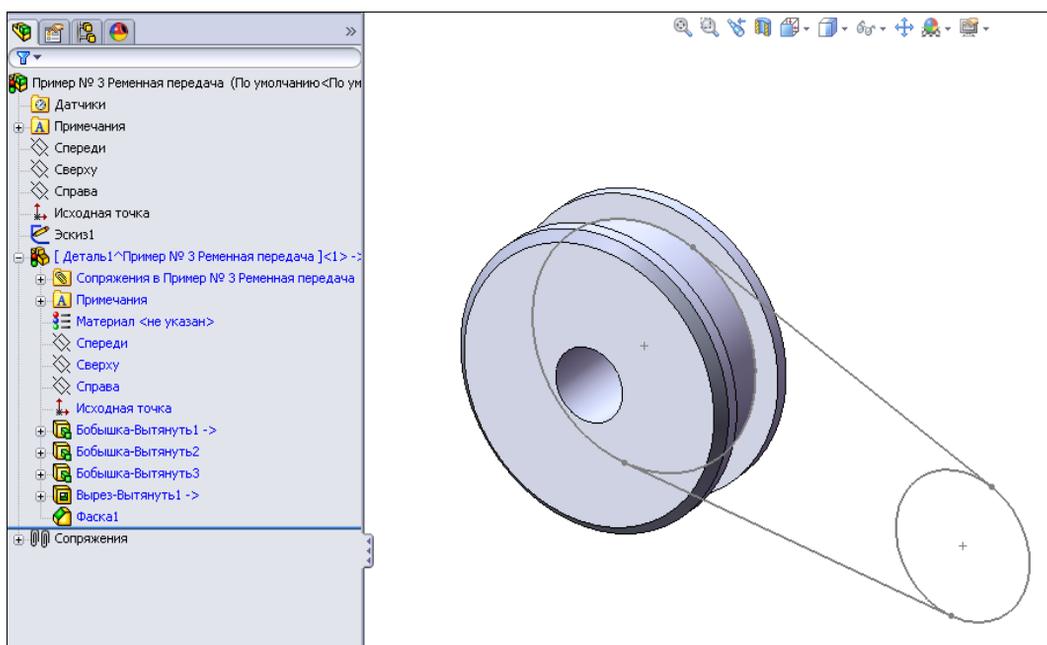


Рис. 6.72

10. Шкив создан, однако приступить к построению второй детали сборки невозможно, т. к. мы находимся в режиме редактирования детали. Для того чтобы выйти из этого режима, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши в трехмерном пространстве. На экране появится контекстное меню, в котором следует выбрать команду  **Редактировать сборку: Пример № 3 Ременная передача** (рис. 6.73).

Сборка будет перестроена, а мы получим возможность сконструировать остальные детали ременной передачи.

11. Теперь переименуем построенную деталь, т. к. имя [Деталь1^Пример № 3 Ременная передача]<1> не удобно для дальнейшего использования. Для этого выделим в Дереве Конструирования строку с именем детали, щелкнем по ней правой кнопкой мыши и в контекстном меню активизируем команду **Переименовать деталь**. Введем новое имя детали — Шкив 1 (рис. 6.74).

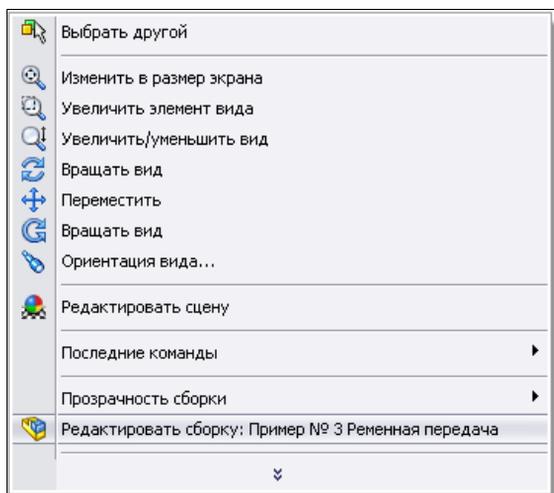


Рис. 6.73

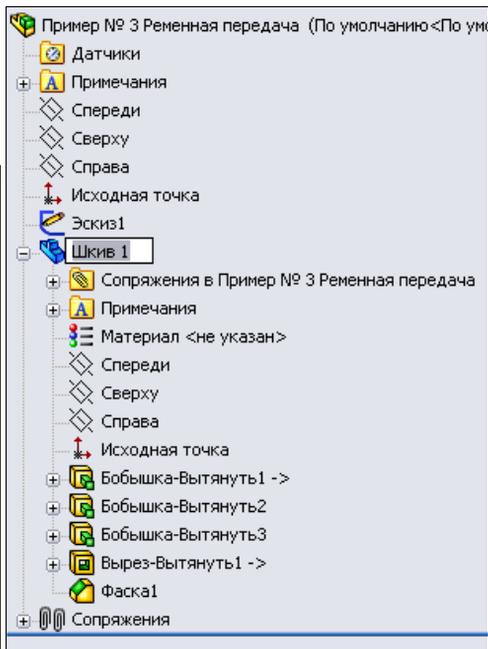


Рис. 6.74

12. Новое имя детали также будет указано в квадратных скобках, деталь является виртуальным компонентом сборки. Чтобы сохранить виртуальный компонент в отдельном файле, щелкните правой кнопкой мыши имя детали и выберите в контекстном меню команду **Сохранить деталь (во внешнем файле)** (рис. 6.75). На экране откроется окно **Сохранить как**, в котором нужно указать путь для сохранения этого файла (рис. 6.76). Для указания пути необходимо в окне **Сохранить как** выделить имя файла, щелкнув его, затем нажать кнопку **Укажите путь**. Если деталь будет находиться в той же папке, что и сборка, то можно нажать кнопку **Также, как и сборка**.
13. Аналогично построим деталь Шкив 2 (рис. 6.77).

ПРИМЕЧАНИЕ

После построения детали не забудьте выйти из режима редактирования детали, щелкнув правой кнопкой мыши в трехмерном пространстве и выбрав в контекстном меню команду **Редактировать сборку: Пример № 3 Ременная передача**.

На этом этапе построения сборки имеем компоновочный эскиз и два сконструированных шкива (рис. 6.77).

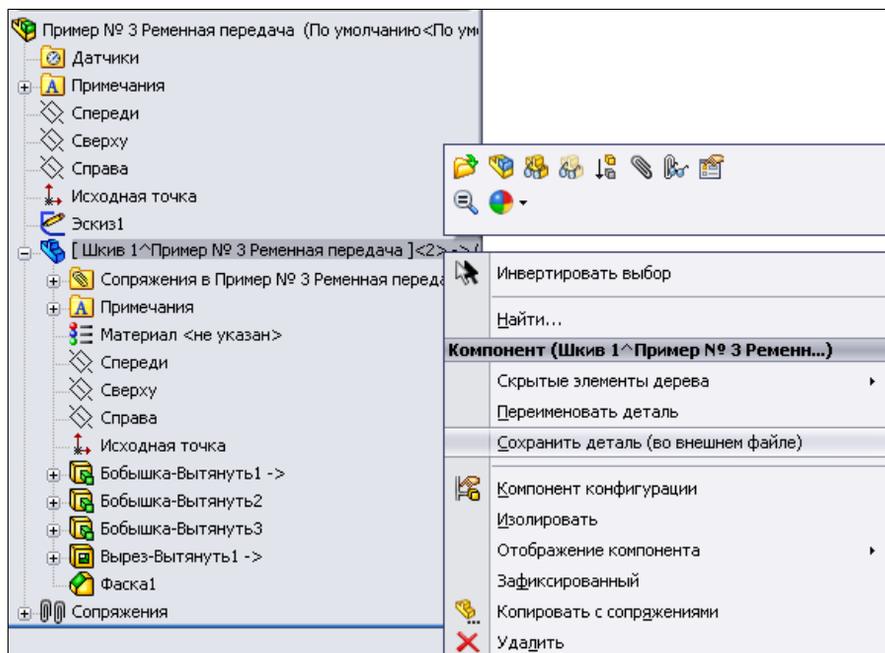


Рис. 6.75

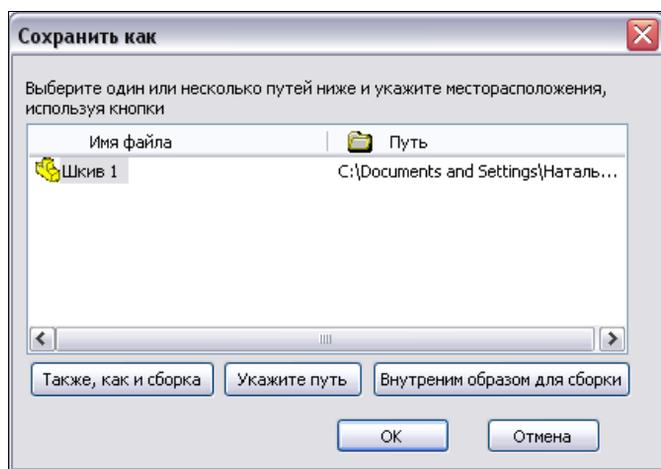


Рис. 6.76

14. Создадим еще одну деталь сборки — Ремень. Активизируем команду меню: **Вставка | Компонент | Новая деталь...** (см. рис. 6.11) или воспользуемся командой  — **Создать** панели инструментов **Сборка**. В Дереве Конструирования появится строка [Деталь3^Пример № 3 Ременная передача]<1>.
15. В режиме редактирования этой детали выберем в Дереве Конструирования детали плоскость **Спереди**, на которой и оформим эскиз ремня. При построении

этого эскиза сначала нарисуем эскиз, полностью совпадающий с эскизом сборки, при этом зададим следующие взаимосвязи:

- концентричность окружностей в эскизе ремня и эскизе сборки;
- равенство окружностей в эскизе ремня и эскизе сборки;
- касательность линий к окружностям в эскизе ремня.

16. Удалим дуги окружностей, не участвующие в формировании геометрии ремня (внутренние части дуг) (рис. 6.78).

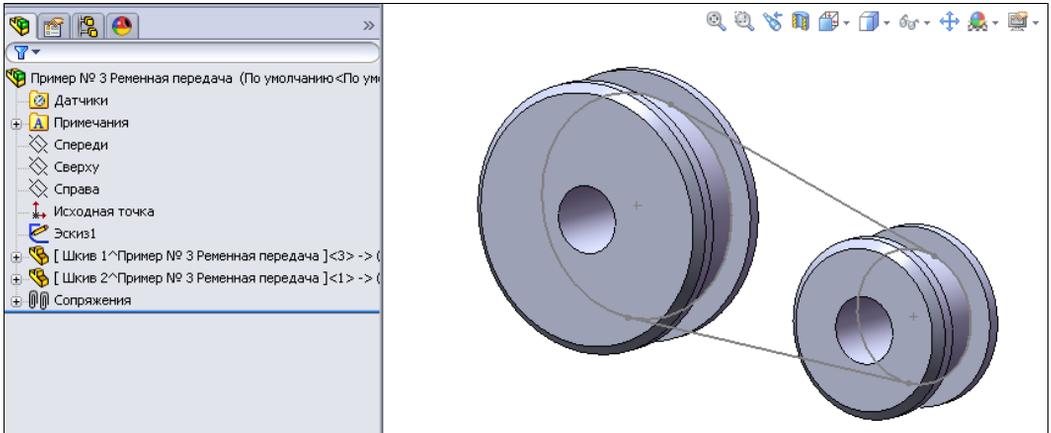


Рис. 6.77

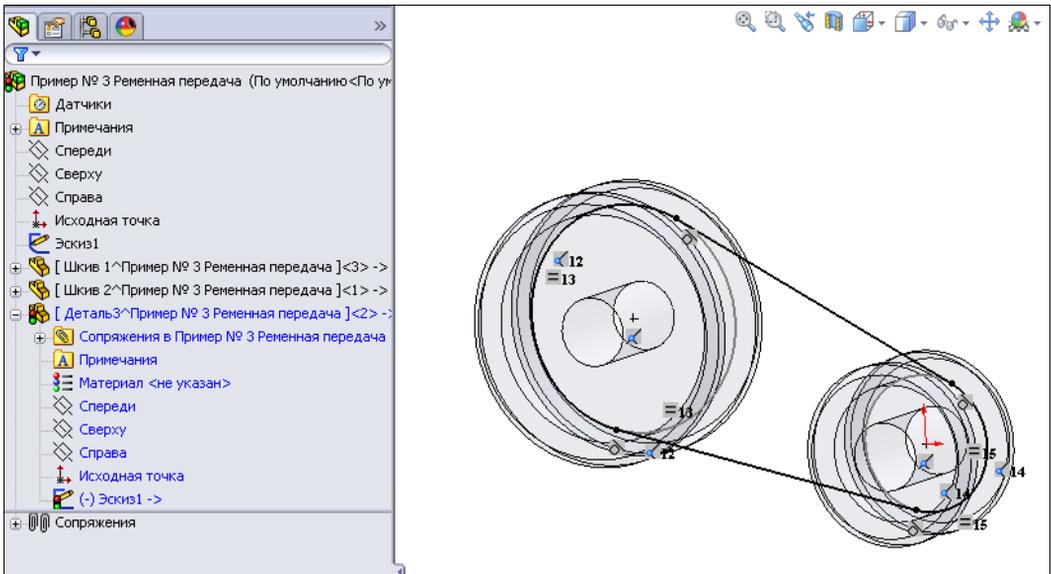


Рис. 6.78

17. Вытянем контур ремня на 15 мм, используя кнопку  — **Вытянутая бобышка/основание**. Вытянуть ремень нужно как тонкостенный элемент — поставить флажок **Тонкостенный элемент**. Пусть толщина ремня будет 3 мм (рис. 6.79).

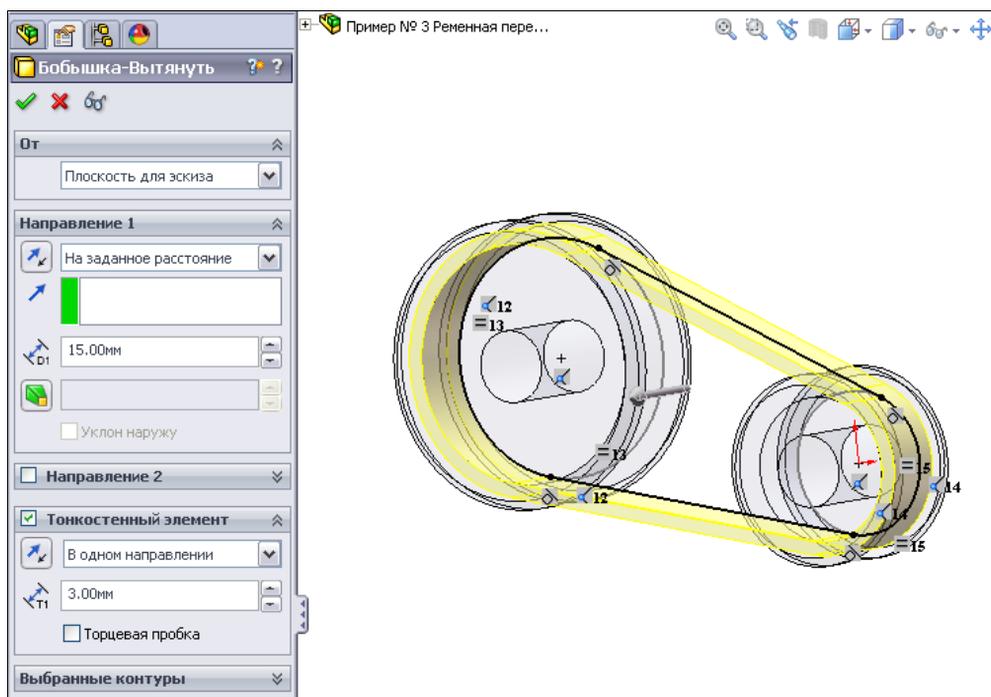


Рис. 6.79

18. Закончим вытягивание ремня и выйдем из режима редактирования детали. Мы создали не только сборку, но и составляющие ее детали Шкив 1, Шкив 2 и Ремень (рис. 6.80).

Основное достоинство сборки "сверху-вниз" состоит в том, что при редактировании эскиза сборки происходит автоматическое изменение всей сборки и деталей, входящих в нее. Рассмотрим такой пример изменения сборки.

Перестроим компоновочный эскиз сборки. Для этого в Дереве Конструирования щелкнем правой кнопкой мыши **Эскиз1** и выберем в контекстном меню команду

 **Редактировать эскиз**. Войдем в эскиз и изменим радиус Шкива1 с 50 до 100 мм, а также положение его центра относительно Шкива 2 (рис. 6.81).

Затем просто выйдем из эскиза. В результате сборка полностью перестроится. Одновременно изменятся файлы деталей Шкив1 и Ремень (рис. 6.82).

Мы на конкретных примерах рассмотрели основные способы построения сборок методом "снизу-вверх" и методом "сверху-вниз". В следующей главе перейдем к изучению особенностей проектирования литейных форм в SolidWorks 2011.

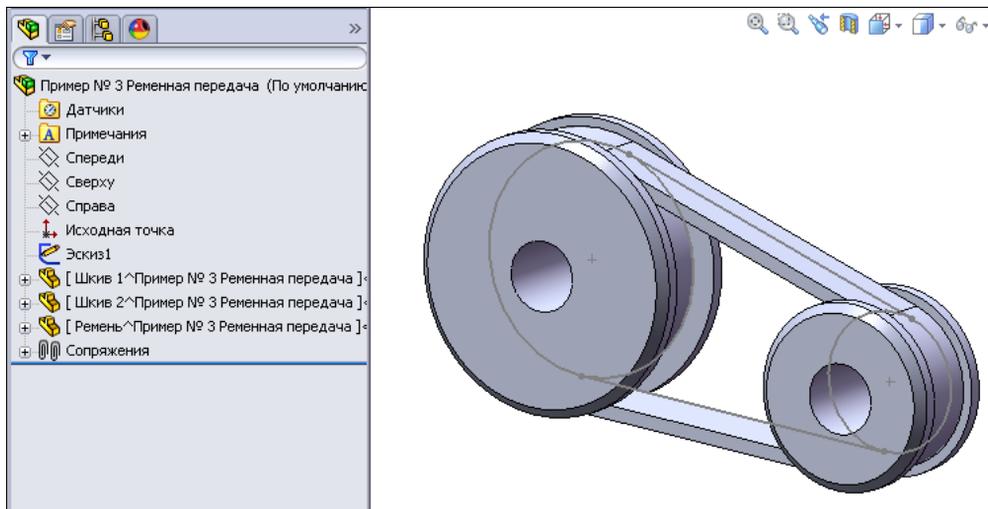


Рис. 6.80

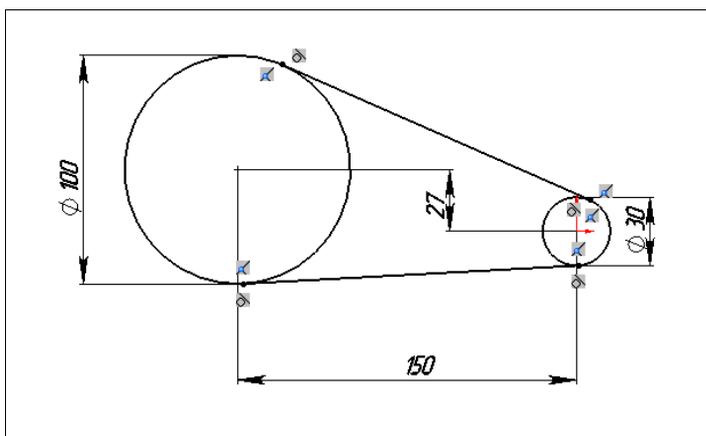


Рис. 6.81

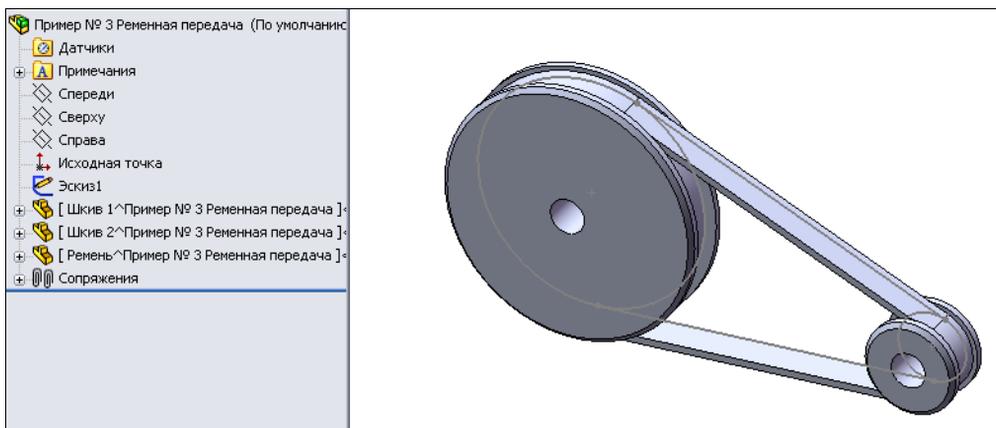


Рис. 6.82

ГЛАВА 7



Литейные формы

В SolidWorks 2011 имеется возможность использования инструментов работы с литейными формами, и не только для создания деталей, но и в следующих случаях:

- ◆ для создания двух половинок литейной формы с вырезом полости под литейную деталь;
- ◆ для создания штампа с поверхностью штамповочной детали;
- ◆ для создания в детали полости сложной формы, когда эту полость сложно получить простым или повернутым вырезом, а также их сочетанием.

7.1. Основные принципы создания литейных форм

С помощью инструментов для создания литейных форм в SolidWorks 2011 можно решать следующие категории задач:

- ◆ *Процедурные* — создать литейную форму или отобразить модель.
- ◆ *Диагностические* — в модели выделяются области с проблемами, которые могут препятствовать отделению сердцевины и полости.
- ◆ *Правка* — исправляются дефекты, например разрывы поверхности, обнаруженные с помощью диагностических инструментов.
- ◆ *Административные* — управление моделями, что облегчает передачу информации между проектировщиками, инженерами, производителями и менеджерами.

В общем случае при проектировании литейных форм необходимо выполнить следующий комплекс 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 создания литейной формы. Завершив модель, можно воспользоваться этими инструментами для анализа и исправления недостатков моделей. Инструменты литейной формы охватывают все процессы, от исходного анализа до создания разделения инструментов. Результатом разделения инструментов будет многотельная деталь, содержащая отдельные тела отливаемой детали, сердцевину, полость и другие дополнительные тела, например, базовые стороны. Изменения отливаемой детали автоматически отображаются в телах инструментов.

К основным командам инструментальной панели **Инструменты для литейной формы** относятся следующие:

- ◆  — **Уклон**, заостряющая выбранные грани под заданным углом к нейтральной плоскости или базовой линии разъема. Эта же команда с помощью инструмента **DraftXpert** проверяет грани модели на наличие достаточного уклона, чтобы убедиться, что деталь извлечет должным образом из инструмента, а также устанавливает поглощенные области, которые не допускают выталкивание детали;
- ◆  — **Линии разъема**, которая имеет две функции:
 - Проверяет наличие уклона на модели, исходя из указанного угла.
 - Создает линию разъема, из которой формируется поверхность разъема. Инструмент **Линии разъема** позволяет выбрать кромку и использовать систему  — **Распространить** для всех кромок;
- ◆  — **Линия разъема**, проецирующая эскиз на кривую или плоскую грани, а также создающая несколько отдельных граней;
- ◆  — **Отсекающие поверхности**, создающая перемычки на поверхности для того, чтобы закрыть сквозные отверстия в отливаемой детали;
- ◆  — **Поверхности разъема**, которая вытягивает линию разъема и служит для отделения полости от сердцевины. Поверхность разъема можно также использовать для того, чтобы создать заблокированную поверхность;
- ◆  — **Разделение инструментов**, создающая тела сердцевины и полости путем вставки элементов разделения инструментов;
- ◆  — **Серцевина**, извлекающая сердцевину из существующего разделения инструментов;
- ◆  — **Масштаб**, которая осуществляет масштабирование модели по выбранному коэффициенту;

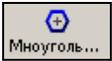
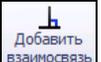
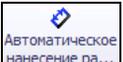
- ◆  — **Переместить грань**, перемещающая грани твердотельного элемента;
- ◆  — **Полость**, вставляющая полость в базовую деталь;
- ◆  — **Плоская поверхность**, создающая плоскую поверхность с помощью эскиза или набора кромок;
- ◆  — **Линейчатая поверхность**, добавляющая уклон для поверхностей на импортированных моделях. Также используется для создания заблокированной поверхности;
- ◆  — **Вставить папки литейной формы**, добавляющая папки поверхностей тел.

Если на экране отсутствует панель инструментов литейной формы с кнопками команд, отобразите их, выполнив команду **Инструменты | Настройка**, и на вкладке **Панель инструментов** установите флажок **Инструменты для литейной формы**. Нажмите кнопку **ОК**, и панель инструментов отобразится на экране. Если по умолчанию в этой панели отсутствуют какие-либо кнопки, то вы можете добавить их: выбрать команду **Инструменты | Настройка**, найти на вкладке **Команды** в категории **Инструменты для литейной формы** и перетащить мышью соответствующий недостающей команде значок на панель **Инструменты для литейной формы**. После всех манипуляций нажмите кнопку **ОК**.

7.2. Оформление полости литейной формы

Покажем на примере создания многотельной детали оформление сложной полости. В этом случае можно обойтись без создания промежуточной сборки. Здесь придерживаются следующей последовательности действий: создается многотельная деталь или производится разделение одной твердотельной детали на многотельную, а затем производится вычитание одной детали из другой, в результате чего формируется полость. В качестве примера создания сложной полости создадим деталь **Фонарик**.

7.2.1. Создание многотельной детали

Загрузите SolidWorks 2011 в режим рисования эскизов и на плоскости **Спереди** с помощью команды  — **Многоугольник** панели инструментов **Эскиз** постройте шестиугольник, показанный на рис. 7.1. Добейтесь полного его определения с помощью команд  — **Добавить взаимосвязь** и  — **Автоматическое нанесение размеров** панели инструментов **Размеры/взаимосвязи**.

Теперь завершите работу с данным эскизом. Поместите курсор в графическую область построения, нажмите на колесо мыши и поверните плоскость с нарисованным эскизом в пространстве. После этого в Дереве Конструирования щелкните мышью по плоскости **Спереди**. Плоскость отобразится элементами голубого цвета —

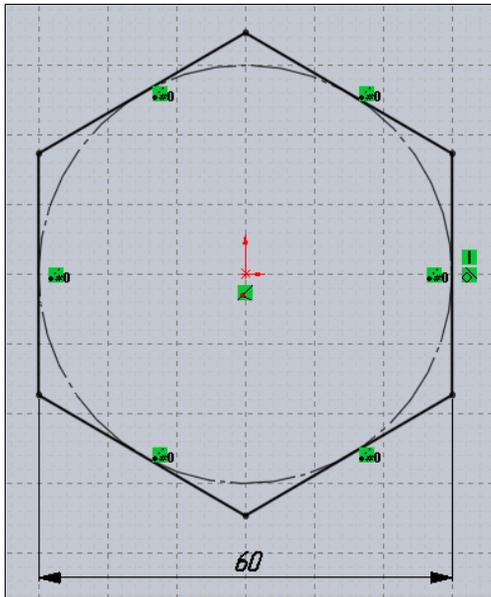


Рис. 7.1

линиями с круглыми точками. Деталь Фонарик построим с использованием дополнительных плоскостей. Чтобы добавить плоскость, параллельную исходной плоскости Спереди, подведите курсор к плоскости (при этом рядом с курсором должен появиться значок ) , нажмите клавишу <Ctrl> и захватите мышью исходную плоскость, перемещая ее влево по экрану. В появившемся диалоговом окне **Плоскость** установите значение параметра **Расстояние смещения** равным 60 мм (рис. 7.2). Нажмите кнопку **ОК**  для построения новой плоскости.

Аналогичным образом добавьте еще одну плоскость с правой стороны исходной плоскости на таком же расстоянии 60 мм. Теперь, используя полученные плоскости в качестве плоскостей для построения эскиза, нарисуйте на каждой из них окружность диаметром 50 мм. В итоге у вас должно получиться три эскиза, как на рис. 7.3.

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание на то, что эскизы можно рисовать не только тогда, когда плоскость эскиза параллельна плоскости экрана, но и тогда, когда она повернута в пространстве.

Теперь можно сформировать деталь по полученным сечениям. Для этого воспользуемся командой  — **Бобышка/основание по сечениям** в инструментальной панели **Элементы**. Эта команда позволяет добавлять материал между профилями для получения твердотельного элемента. В окне **По сечениям** Менеджера свойств щелкните мышью в поле **Профили**, а затем последовательно укажите построенные профили в следующей последовательности: первая окружность — шестиугольник — вторая окружность. У вас должна получиться фигура, показанная на рис. 7.4.

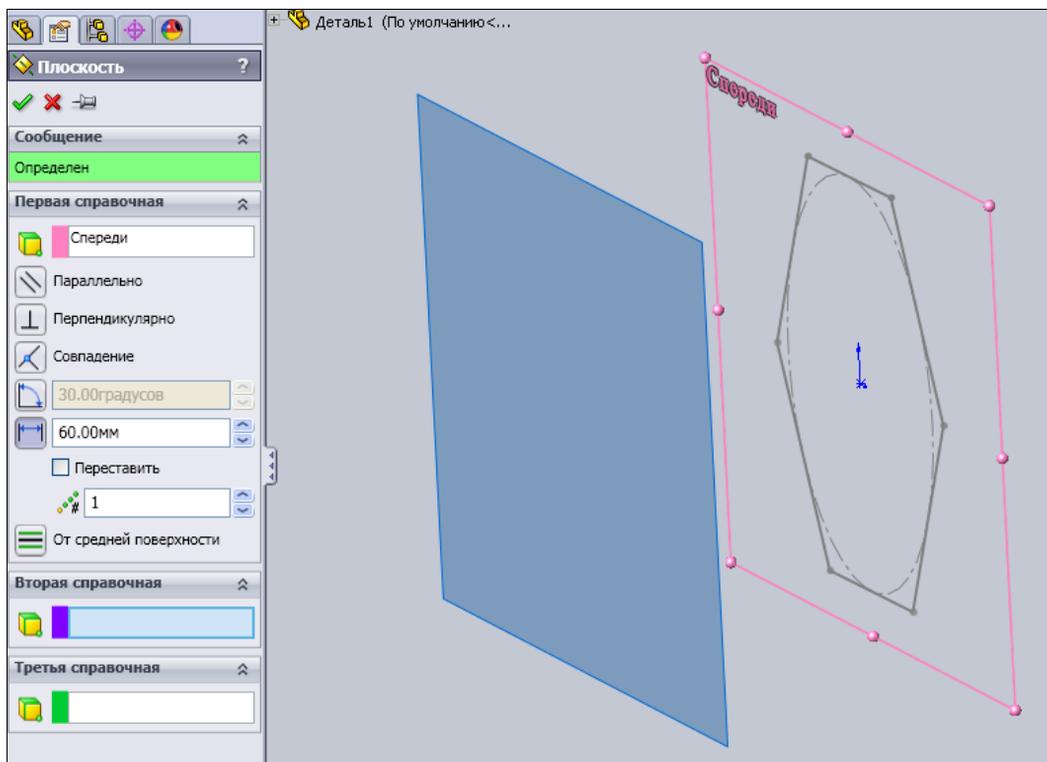


Рис. 7.2

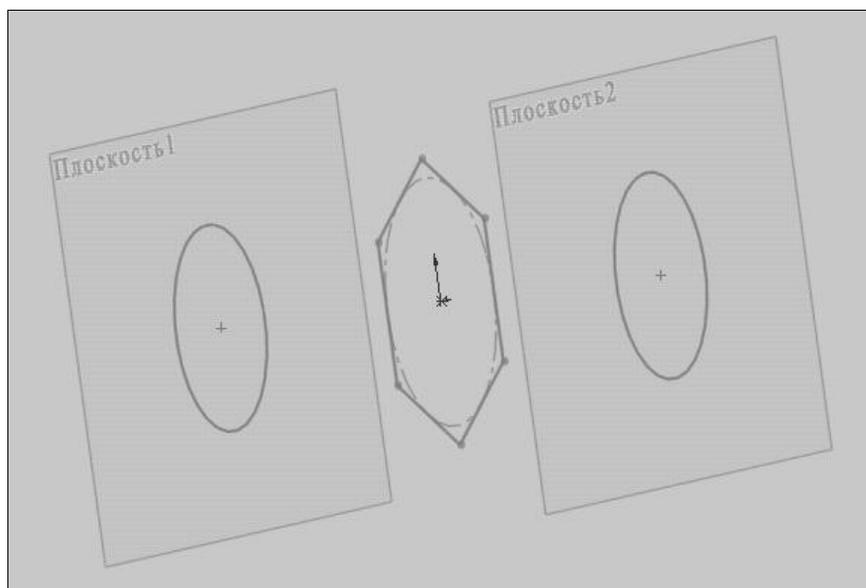


Рис. 7.3

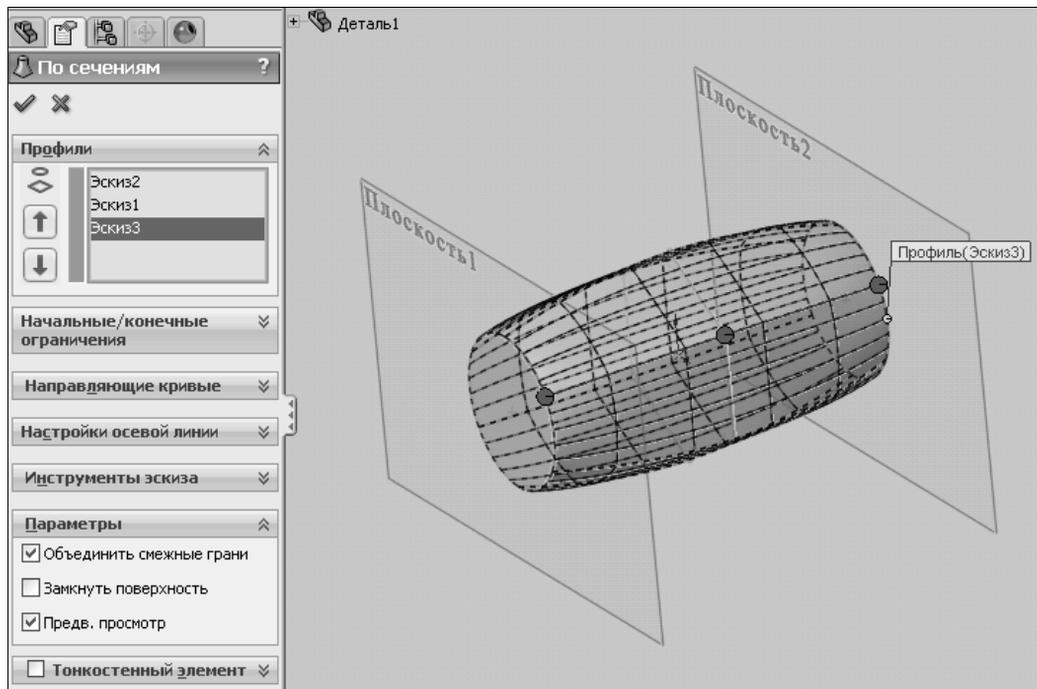


Рис. 7.4

Нажмите кнопку **ОК**  — и вы получите готовую деталь. Чтобы скрыть добавленные плоскости, щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Конструирования по элементу **Плоскость1** и в появившемся контекстном меню выберите кнопку  **Скрыть**. Аналогичную операцию проделайте с элементом **Плоскость2**. Сохраните деталь под именем `Фонарик.sldprt`.

7.2.2. Создание полости сложной формы

Теперь представьте себе, что нам нужно изготовить полость, форма которой соответствует детали Фонарик. Продолжим дальнейшие построения многотельной детали. Для этого снова войдите в режим рисования эскиза на плоскости Спереди и нарисуйте эскиз квадрата, показанный на рис. 7.5.

Завершите рисование эскиза и произведите вытягивание элемента в обе стороны с помощью команды  — **Вытянутая бобышка/основание** на расстояние 60 мм. Обязательно снимите флажок **Результат слияния**. Если этого не сделать, то деталь окажется однотельной в результате слияния. По рис. 7.6 проконтролируйте корректность ваших построений.

Если все сделано правильно, нажмите кнопку **ОК** . В результате построенный параллелепипед поглотил нашу деталь Фонарик. Но, тем не менее, построения содержат два твердых тела. Об этом свидетельствует папка **Твердые тела** в Дереве Конструирования. В скобках указано количество твердых тел (рис. 7.7).

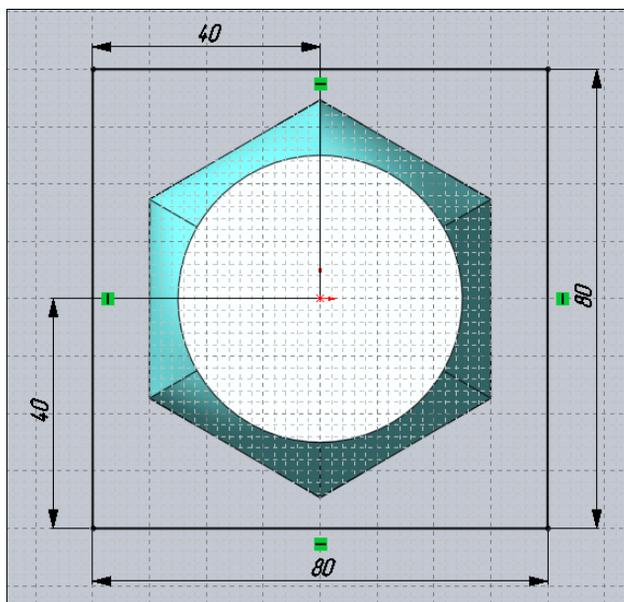


Рис. 7.5

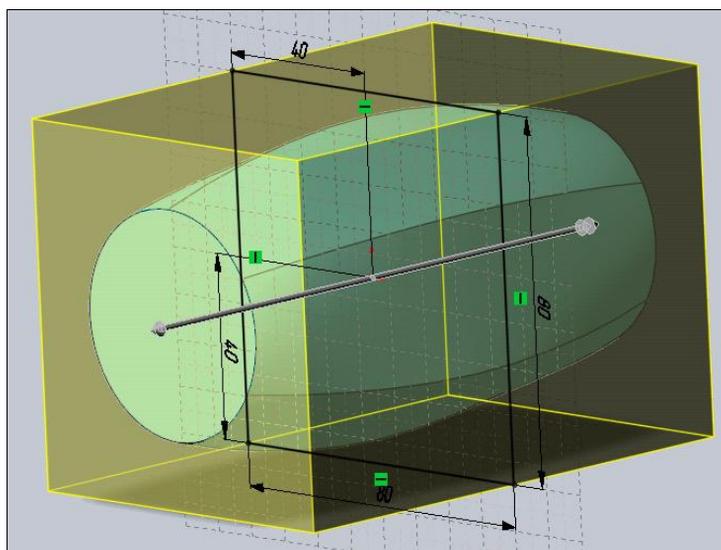


Рис. 7.6

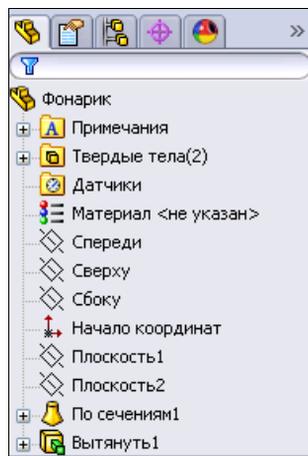


Рис. 7.7

Теперь осталось выполнить полость внутри параллелепипеда. Для этого вызовите команду — **Скомбинировать тела** на панели инструментов **Элементы**. В поле **Тип операции** установите флажок **Удалить**. Откроется дополнительное поле **Основное тело**, для которого укажите наружную деталь, а для поля **Удалить тела** укажите внутреннюю деталь. Если это затруднительно сделать на детали, то раскройте **Дерево Конструирования** в графической области построения, откройте папку **Твердые тела** и последовательно выберите пункты **Вытянуть1** и **По сече-**

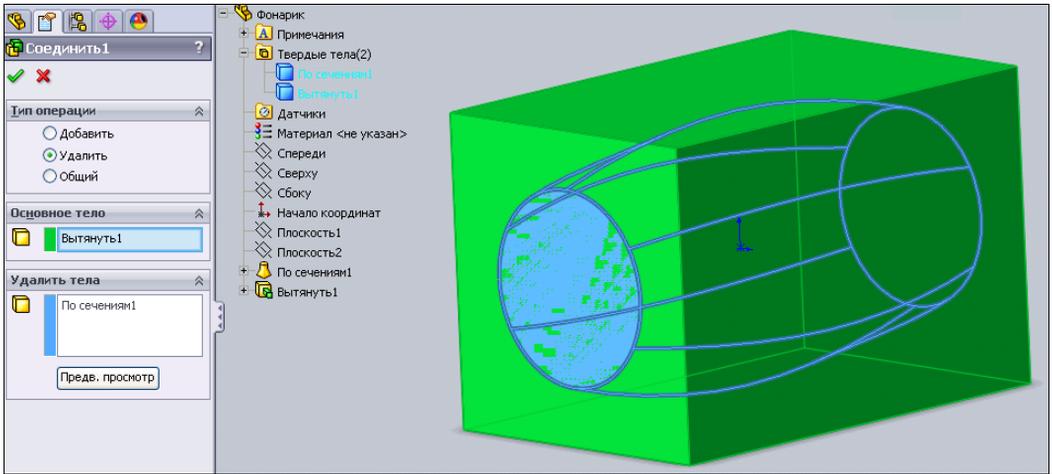


Рис. 7.8

ниям1. Нажмите кнопку **Предв. просмотр** и проконтролируйте результат операции (рис. 7.8).

Если все сделано правильно, то нажмите кнопку **ОК** , и вы получите сложную полость внутри параллелепипеда (рис. 7.9). Сохраните деталь, используя команду **Файл | Сохранить как**, под именем **Основание для фонарика.sldprt**.

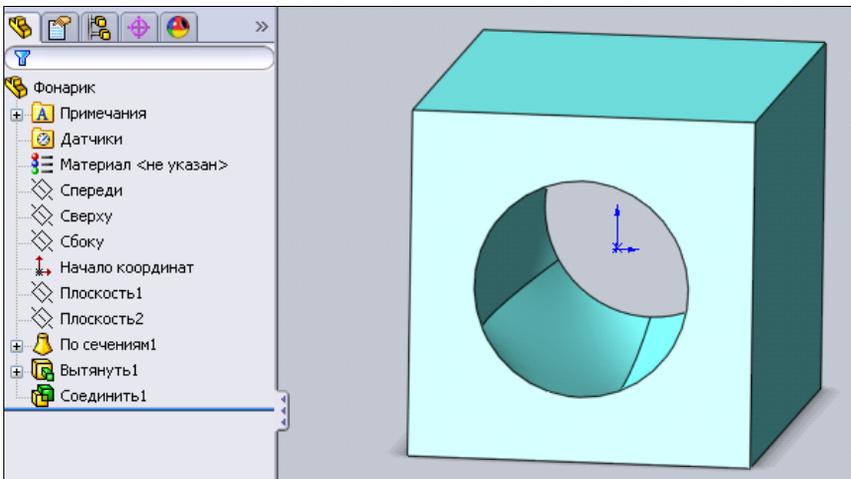


Рис. 7.9

7.2.3. Создание литейных полуформ

Для того чтобы создать полуформы полученной детали с полостью внутри, достаточно просто разрезать деталь пополам. Это можно сделать с помощью команды

 — **Вытянутый вырез** на панели инструментов **Элементы**. Сначала на боко-

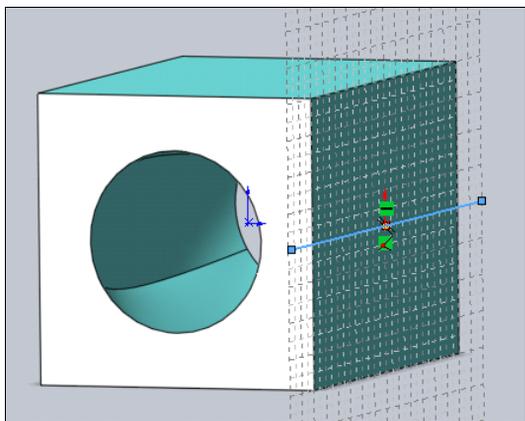


Рис. 7.10

вой поверхности параллелепипеда создайте эскиз и нарисуйте линию вдоль тела так, как показано на рис. 7.10.

Теперь вызовите команду  — **Вытянутый вырез** в инструментальной панели **Элементы** и в качестве профиля выберите нарисованную линию. На вкладке **Направление1** в поле **Граничное условие** установите параметр **Насквозь** (рис. 7.11).

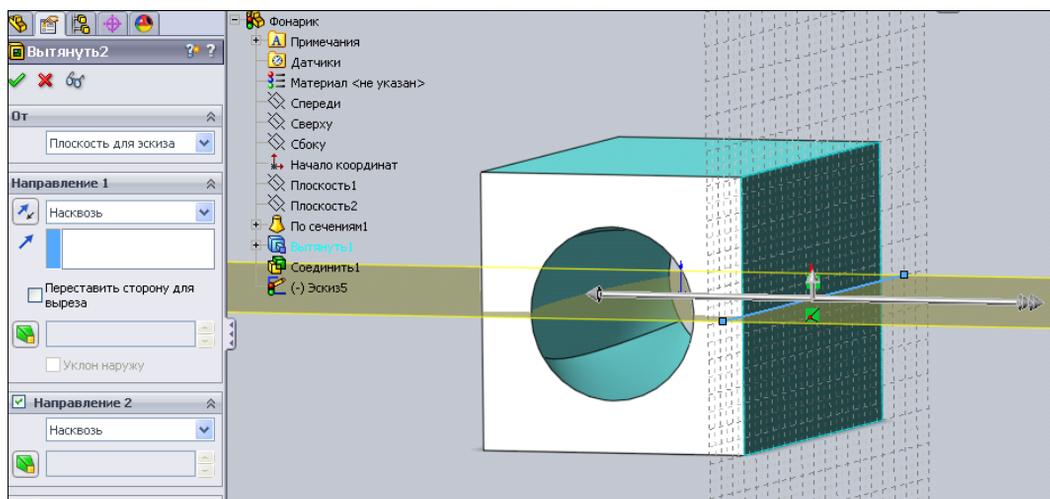


Рис. 7.11

После этого нажмите кнопку **ОК**  и получите одну из половинок литейной формы (рис. 7.12). Сохраните эту деталь, используя команду **Файл | Сохранить как**, под именем Полуформа1 для фонарика.sldprt.

Для получения второй полуформы щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Конструирования по пункту **Вытянуть2**. В появившемся контекстном меню выберите кнопку  — **Редактировать определение**. В Менеджере свойств откроется окно **Вытянуть2**, в котором необходимо изменить только один параметр: установить

или снять (в зависимости от ситуации) флажок **Переставить сторону для выреза**. После этого нажмите кнопку **ОК**  и получите вторую половинку литейной формы (рис. 7.13).

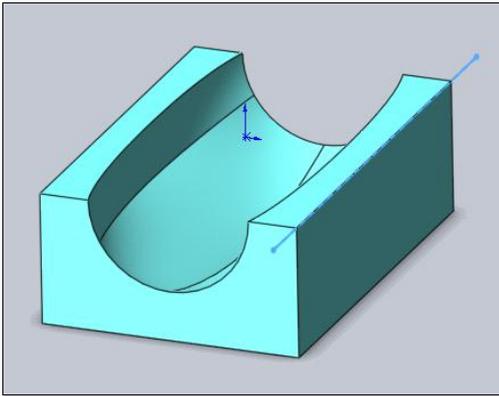


Рис. 7.12

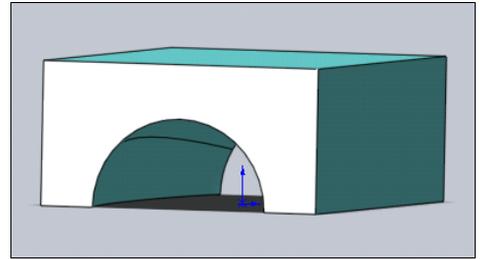


Рис. 7.13

Для завершения этого примера воспользуйтесь командой **Файл | Сохранить как** и сохраните вторую полуформу под именем Полуформа2 для фонарика.sldprt. Далее на основе полученных деталей можно создать чертежи.

7.3. Простая литейная форма

Теперь мы можем перейти к рассмотрению построения простой литейной формы посредством создания промежуточной сборки на примере детали Цилиндр.

7.3.1. Создание исходных твердотельных деталей

Создайте две отдельные детали (рис. 7.14). Первую деталь, цилиндр диаметром 100 мм и длиной 100 мм, сохраните в файл Цилиндр.sldprt (деталь, которую требуется отлить, или деталь, по форме которой требуется сделать полость). Вторую де-

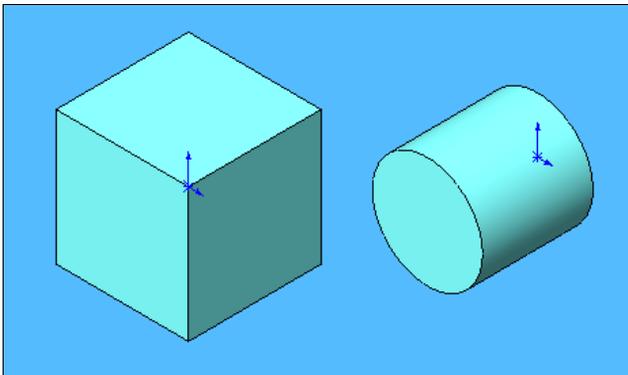
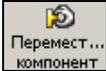


Рис. 7.14

таль, куб с длиной ребра 120 мм, сохраните в файл *Основание для цилиндра.sldprt* (деталь, из которой требуется сделать литейную форму, или деталь, в которой требуется сделать полость).

7.3.2. Создание промежуточной сборки

Теперь создайте сборку (см. главу 6) и вставьте сначала деталь *Основание для цилиндра.sldprt*, а затем деталь *Цилиндр.sldprt*. Переместите цилиндр внутрь куба примерно так, как показано на рис. 7.15. Для перемещения детали воспользуйтесь

кнопкой  — **Переместить компонент** в инструментальной панели **Сборка**.

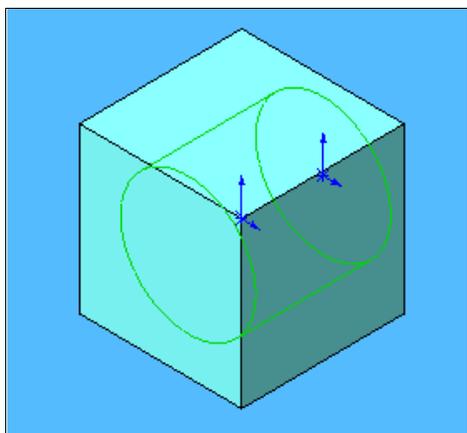


Рис. 7.15

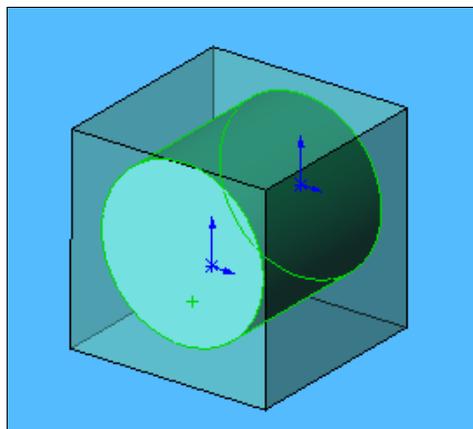
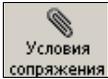


Рис. 7.16

Чтобы удобнее было ориентироваться в перемещении одной детали внутри другой детали, ее можно сделать полупрозрачной. Для этого наведите указатель мыши на основание в графической области или в Дереве Конструирования и нажмите правую кнопку мыши. Появится выпадающее контекстное меню, в котором выберите кнопку  — **Изменить прозрачность**. В результате у вас должен получиться полупрозрачный куб, в котором размещается цилиндр (рис. 7.16).

Для более точного центрирования воспользуйтесь командой  — **Условия сопряжения** панели инструментов **Сборки**. С помощью данной команды добейтесь, чтобы расстояния между плоскими гранями цилиндра и куба составляли по 10 мм, а ось цилиндра проходила через центр граней куба.

Сохраните сборку под именем *Основание для цилиндра.sldasm*.

7.3.3. Редактирование детали и вставка в нее полости

Выделите деталь *Куб*, щелкнув мышью по детали в сборке или в Дереве Конструирования по элементу **Основание для цилиндра**. Затем на панели инструментов

Сборки нажмите кнопку  — **Редактировать деталь**. Эта команда осуществляет переключение между режимом редактирования детали или узла и главной сборки. Данную команду можно также вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши по элементу **Основание для цилиндра** в Дереве Конструирования и в появившемся контекстном меню выбрав кнопку  — **Редактировать деталь**. Теперь на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** нажмите кнопку  — **Полость**. Эта команда позволяет вставить полость в базовую деталь. В появившемся диалоговом окне **Полость** в поле **Компоненты проекта** из Деревя Конструирования добавьте деталь **Цилиндр** так, как показано на рис. 7.17. Нажмите кнопку **ОК** .

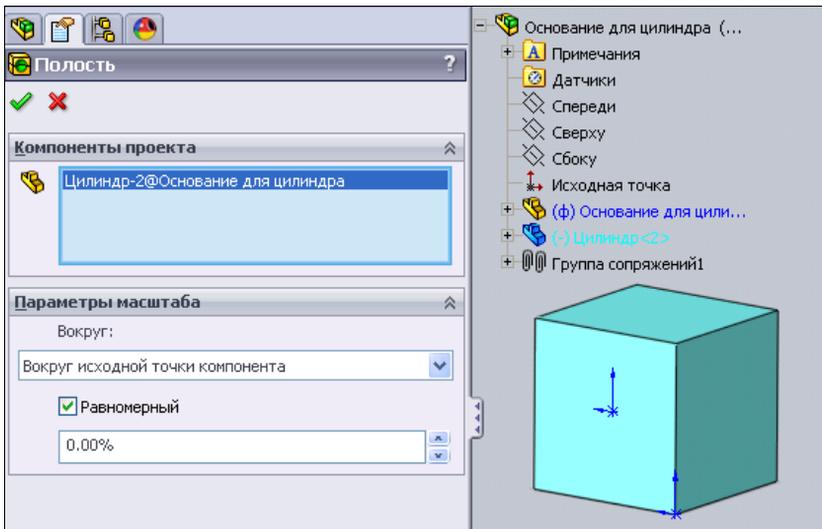


Рис. 7.17

В результате проделанных операций мы получили деталь Куб с полостью, имеющей форму детали Цилиндр. Таким образом можно получать полости в деталях любой сложности. При этом изменилась исходная деталь, входящая в сборку. Переключитесь на окно с основанием для цилиндра, и вы увидите, что в Дереве Конструирования появился пункт **Полость1** (рис. 7.18). Сохраните сборку, нажав кнопку **Сохранить**.

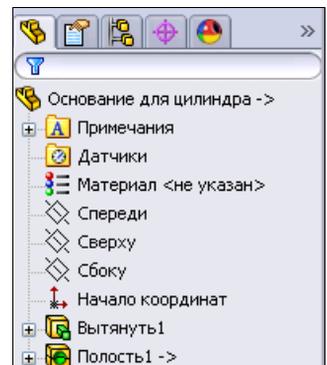


Рис. 7.18

7.3.4. 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 половинок литейной формы не затрагивалась исходная деталь. В нашем случае этой деталью является куб (Основание для цилиндра.sldprt). Для этого в имеющейся сборке сделайте активной деталь Куб, 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. Она имеет полную ассоциативную связь с деталью в сборке, и это видно по Дереву Конструирования (рис. 7.19).

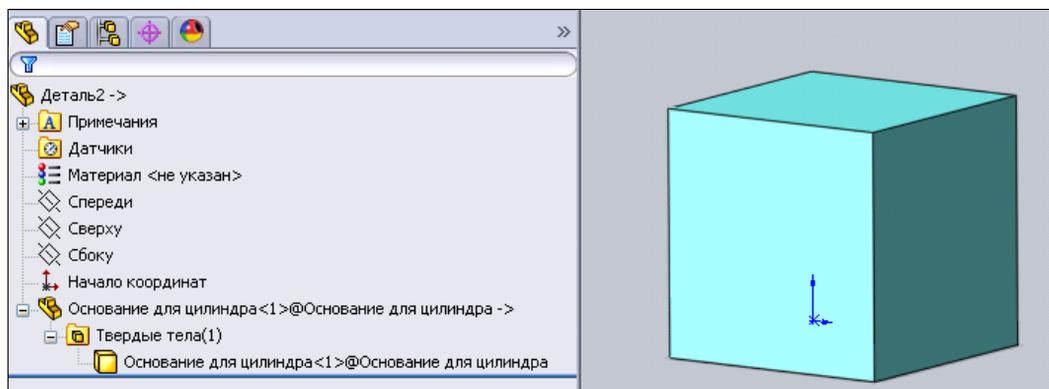


Рис. 7.19

7.3.5. Создание линии разъема

Теперь на передней грани новой детали производного компонента с помощью инструментов эскиза постройте линию примерно так, как показано на рис. 7.20. В данном случае линию необязательно проводить строго через ось цилиндра, т. к.

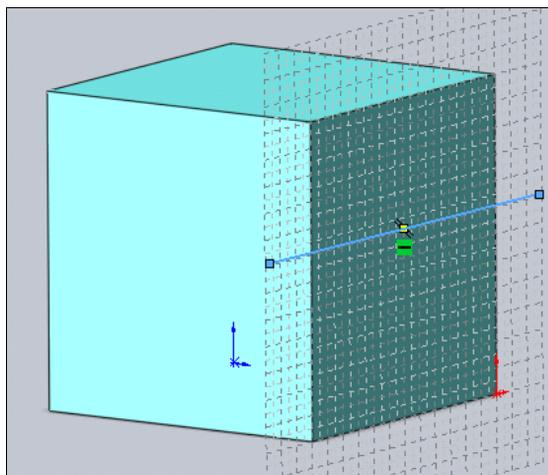


Рис. 7.20

в этом разделе мы пока не затрагиваем вопросы, связанные с извлечением отливой детали из формы, а лишь покажем, как можно просто разрезать деталь и получить две половины одной литейной формы.

После построения предполагаемой линии разреза можно разрезать нашу деталь на две половины.

ПРИМЕЧАНИЕ

Линия разреза не обязательно должна быть прямой и располагаться строго перпендикулярно направлению разреза. В качестве линии разреза можно использовать линию под углом к направлению разреза, ломаную линию или даже сплайн.

7.3.6. Создание разреза детали

Выделите линию разреза и нажмите на панели инструментов **Элементы** кнопку



— **Вытянутый вырез**. В появившемся в Менеджере свойств диалоговом окне **Вытянуть** проверьте, что вырез будет осуществляться через всю деталь (рис. 7.21), и нажмите кнопку **ОК** . В результате вы получите одну из половинок (нижнюю) литейной формы так, как показано на рис. 7.22. Сохраните полученную деталь под именем *Основание для цилиндра_1.sldprt*.

Для получения второй (верхней) половины формы щелкните правой кнопкой мыши в Дереве Конструирования на элементе **Вытянуть1** и в появившемся контекстном

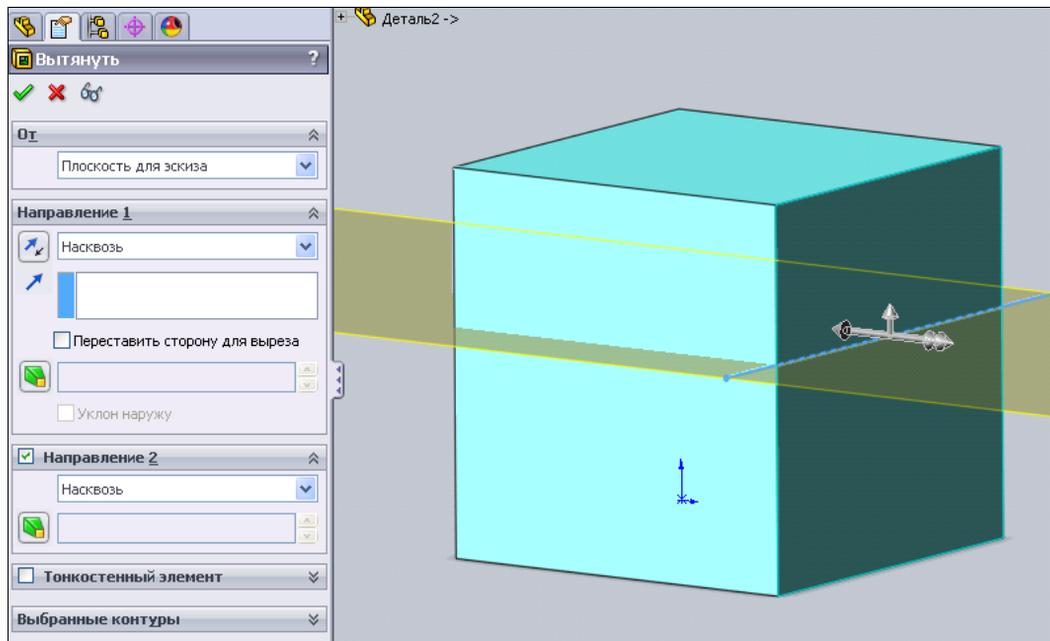


Рис. 7.21

меню выберите кнопку  — **Редактировать определение**. В Менеджере свойств во вновь появившемся диалоговом окне **Вытянуты1** на вкладке **Направление1** установите флажок **Переставить сторону для выреза**. Нажмите кнопку **ОК** , и вы получите вторую половину литейной формы, которая в данном случае аналогична первой, т. к. цилиндр является симметричной деталью относительно своей оси. Для сохранения этой половины в отдельном файле выполните команду **Файл | Сохранить как** и задайте имя файла `Основание для цилиндра_2.sldprt`.

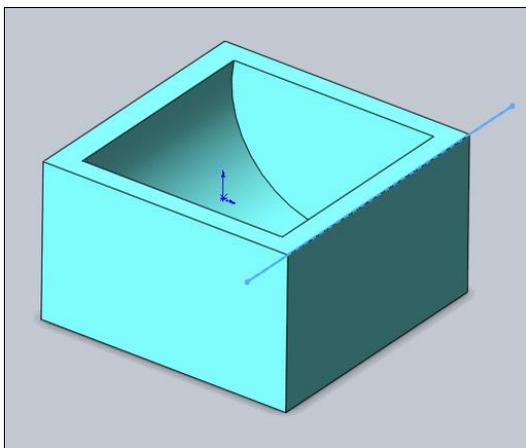


Рис. 7.22

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 литевную форму, или детали, в которой необходимо сделать полость;
- ◆ модели двух половинок литейной формы.

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**.

7.4. Оформление литейной формы со сложным разъемом

В данном разделе мы рассмотрим команды, необходимые при проектировании литейных форм, с учетом их разборки на составляющие и извлечения отлитой детали из формы. Оформление литейных форм со сложным разъемом рассмотрим на примере проектирования контейнера. 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 2011 при проектировании литейных форм. Откройте новое окно проектирования детали, выбрав команду **Файл | Новый | Деталь** и нажав кнопку **ОК**. Если на экране имеется инструментальная панель **Инструменты для литейной формы**, то в этой панели должна быть активной кнопка  — **Вставить папки литейной формы**. Эти папки предназначены для систематизации твердых тел, которые будут участвовать в процессе проектирования литейных форм. Нажмите на эту кнопку. Теперь при использовании различных инструментов литейной формы программа автоматически создаст указанные далее папки и добавит к ним соответствующие поверхности.

- ◆ **Тела поверхности полости**  — при создании линии разъема. Если отсекающие поверхности не требуются, то программа вносит в папку одно тело поверхности полости. Если требуются отсекающие поверхности, то папка остается пустой;
- ◆ **Тела поверхности сердцевины**  — при создании линии разъема. Если отсекающие поверхности не требуются, то программа вносит в папку одно тело поверхности сердцевины. Если требуются отсекающие поверхности, то папка остается пустой;
- ◆ **Тела поверхности разъема**  — при создании поверхности разъема. Если выбрать параметр **Сшить** в Менеджере свойств, то в папку добавляется одна поверхность, в противном случае в папку добавляется несколько отдельных поверхностей.

7.4.1. Построение тела полости

Давайте теперь спроектируем деталь, которая будет являться моделью для построения полости. Откройте для редактирования плоскость **Спереди** и постройте эскиз по размерам, показанным на рис. 7.23. Затем выйдите из эскиза и произведите его вытягивание на расстояние 40 мм. Таким образом, мы получили заготовку для нашего контейнера.

Сохраните полученную деталь под именем `Контейнер.sldprt`.

7.4.2. Извлечение сердцевины

Поскольку контейнер является пустотелой деталью, нам необходимо вырезать из центра сердцевину. Можно, конечно, воспользоваться командой вытянутого выреза, но тогда мы потеряем сердцевину как деталь. Поэтому воспользуемся другим приемом. На панели инструментов **Инструменты для литейной формы** есть кнопка  — **Сердцевина**. Эта команда позволяет извлекать сердцевину из существующего разделения инструментов. Нажмите на нее. В качестве плоскости

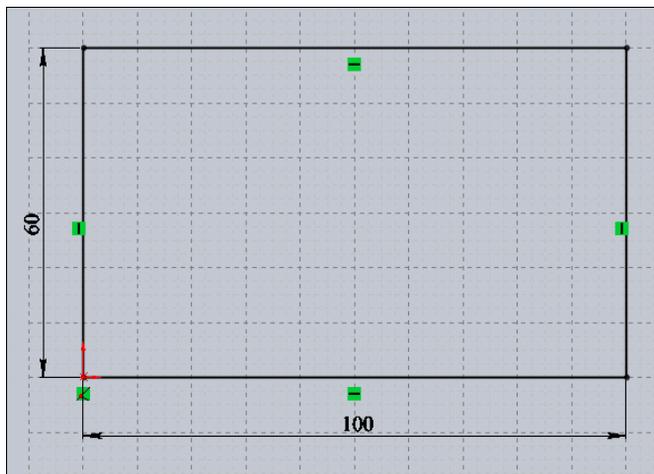


Рис. 7.23

построения выберите переднюю грань нашей заготовки и постройте эскиз с размерами, указанными на рис. 7.24.

Теперь выйдите из режима редактирования эскиза и в диалоговом окне **Сердцевина** установите параметры так, как на рис. 7.25.

Установите параметр  — **Включить/Выключить уклон** в режим **Включить** и введите значение 5° . 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 контейнера. Проверьте, чтобы не стоял флажок **Уклон наружу**. После выставления всех параметров нажмите кнопку **ОК** . Внешне ничего, вроде бы, не изменилось, кроме появления

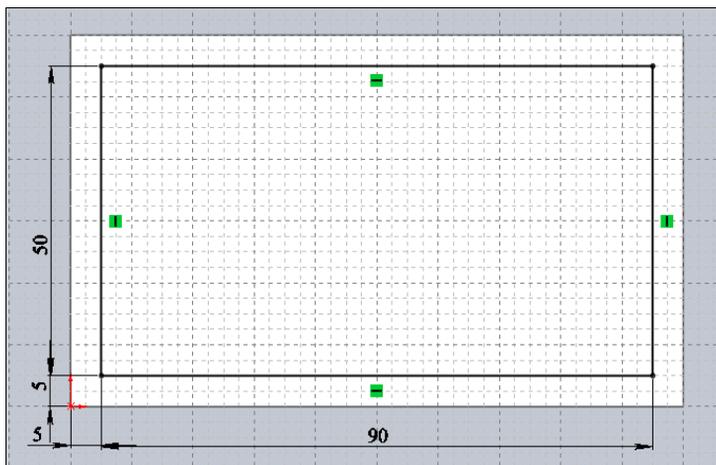


Рис. 7.24

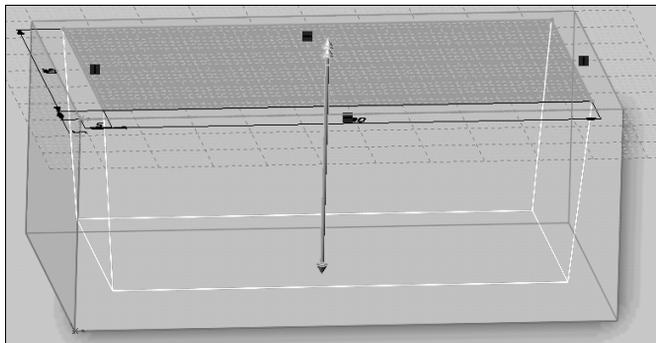


Рис. 7.25

в Дереве Конструирования нового элемента **Сердцевина1**. Но на самом деле наша заготовка теперь формально разделена.

7.4.3. Разделение деталей

Теперь разделим заготовку не формально, а фактически на два твердых тела. Для этого воспользуемся на панели **Инструменты для литейной формы** кнопкой  — **Разделить**. В области построения точками с выносками будут указаны два твердых тела, которым необходимо дать имена и сохранить их в отдельных файлах. Щелкнув мышью по окну **Инструменты для отсечения**, активизируйте его. Затем укажите мышью верхнюю грань на детали **Грань1**, чтобы имя грани показалось в окне. После этого нажмите кнопку **Разрезать деталь**. На вкладке **Результат** можно задать имя файла и установить статус детали: скрыть или отобразить тело детали. Для сохранения дважды щелкните поле с заголовком **Файл** и введите для объекта **Тело 1** (наружное тело) имя файла **Модель контейнера.sldprt**, а для объекта **Тело 2** (внутреннее тело) — **Сердцевина.sldprt**. Проверьте по рис. 7.26, правильно ли вы все сделали.

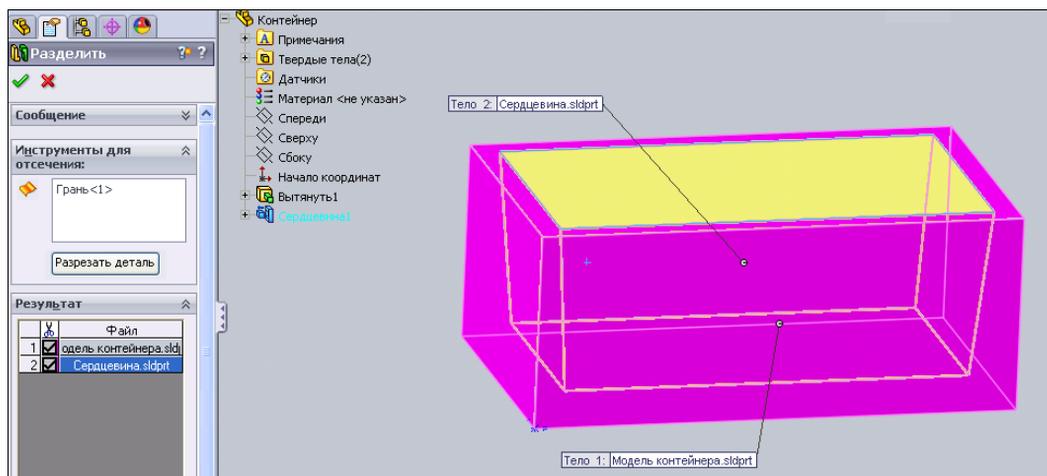


Рис. 7.26

После сохранения снимите флажок с детали Модель контейнера.sldprt под ножницами и установите в **Абсорбировать вырезанные тела**. В результате сердцевина должна быть скрыта. Нажмите кнопку **ОК** . Если вы все сделали правильно, должен получиться контейнер без сердцевины. Кроме того, отдельно в файле сохранена сердцевина контейнера, которая в дальнейшем потребуется для формирования литейной формы.

7.4.4. Анализ уклона

Для того чтобы отлитая деталь могла извлекаться из формы, необходимо придавать граням детали, располагающимся вдоль направления извлечения, литейные уклоны. Другими словами, к выталкиванию модели предъявляют следующие требования:

- ◆ Все грани должны отклоняться от линии разъема, которая отделяет сердцевину от плоскости.
- ◆ Спецификации проекта должны включать минимальный угол уклона для проверки.
- ◆ Поверхности внутренней стороны детали должны иметь положительный уклон.
- ◆ Поверхности базовой стороны детали должны иметь отрицательный уклон.
- ◆ Значение угла уклона всех поверхностей должно быть больше минимального значения, указанного в спецификациях проекта.
- ◆ Поверхности пересечения должны отсутствовать.

Анализ уклона с помощью команды **Анализ уклона**

Для анализа литейных уклонов в SolidWorks 2011 имеется инструмент  — **Анализ уклона**. Давайте проанализируем нашу деталь Контейнер с точки зрения извлекаемости из формы. Для запуска команды пройдите путь **Вид | Отображение | Анализ уклона** . Тут же в Менеджере свойств появится 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 контейнера.

На вкладке **Настройки анализа** активизируйте поле **Направление натяжения** и укажите на контейнере грань, являющуюся дном этого контейнера (**Грань<1>**). Угол уклона — 5. Проверьте, направлена ли стрелка у грани вверх. Если стрелка направлена вниз, нажмите кнопку  — **Реверс направления**. Когда все параметры заданы, установите флажок **Определение грани** (рис. 7.27).

Внутренние грани и дно контейнера 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.

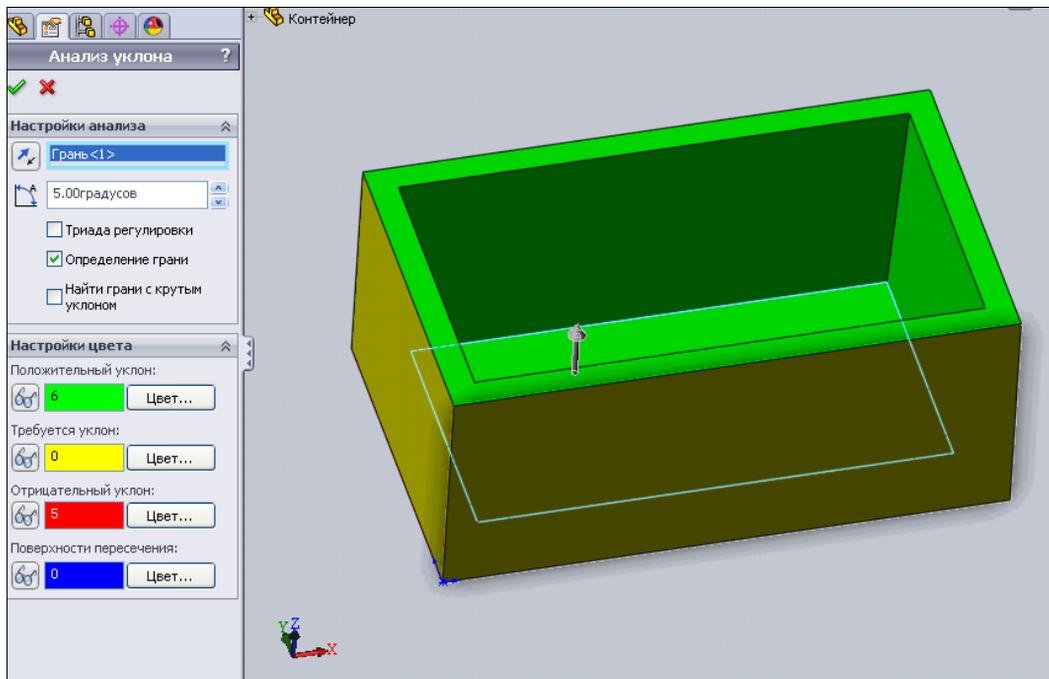


Рис. 7.27

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 выбрать понравившийся вариант. Нажав кнопку  — **Отобразить/скрыть**, можно скрыть и вновь отобразить грани с соответствующими уклонами.

Теперь проанализируем извлечение контейнера из второй формы. Для этого переверните деталь, активизируйте поле **Направление натяжения** и нажмите клавишу <Delete> для удаления старой грани. После этого щелкните мышью по дну контейнера, но с наружной стороны. В окне появится элемент **Грань<2>**. Стрелка натяжения должна быть направлена вверх, по направлению извлечения формы. Поскольку параметры остались теми же, то программа сразу покажет результат (рис. 7.28).

На этот раз боковые грани контейнера окрасились в желто-зеленый цвет, что говорит о том, что для этих граней требуется установить уклон. Величина уклона зависит от применяемого материала. После анализа нажмите кнопку **ОК** . Программа сохранит цвета граней с добавлением легенды и указанием количества граней в нижнем правом участке графической зоны (рис. 7.29).

Чтобы отменить расцветку граней, еще раз пройдите путь **Вид | Отображение | Анализ уклона**.

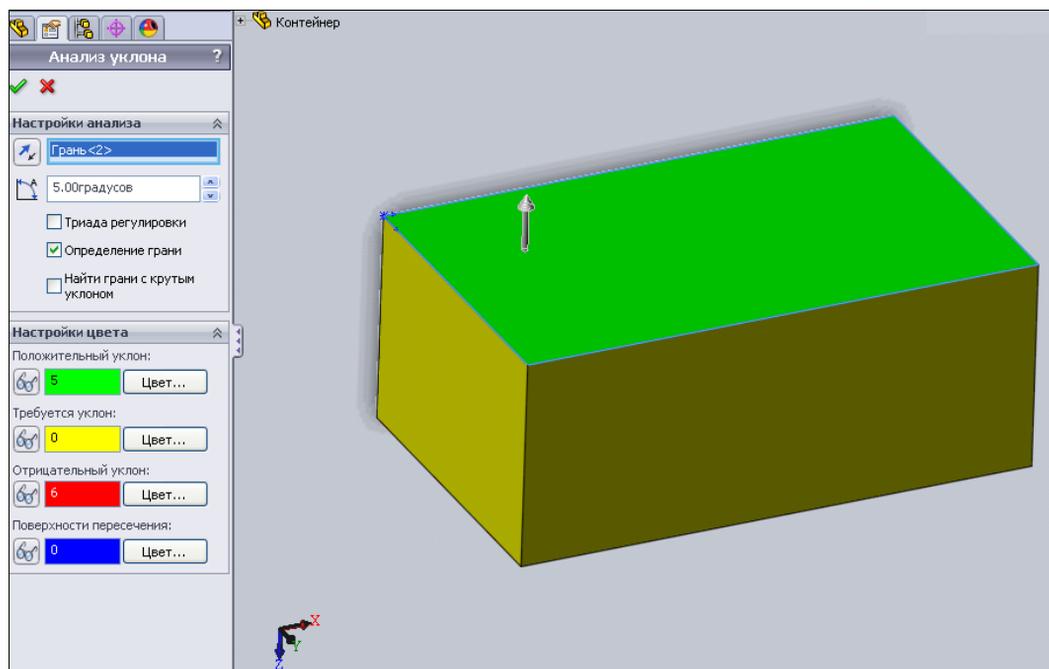


Рис. 7.28

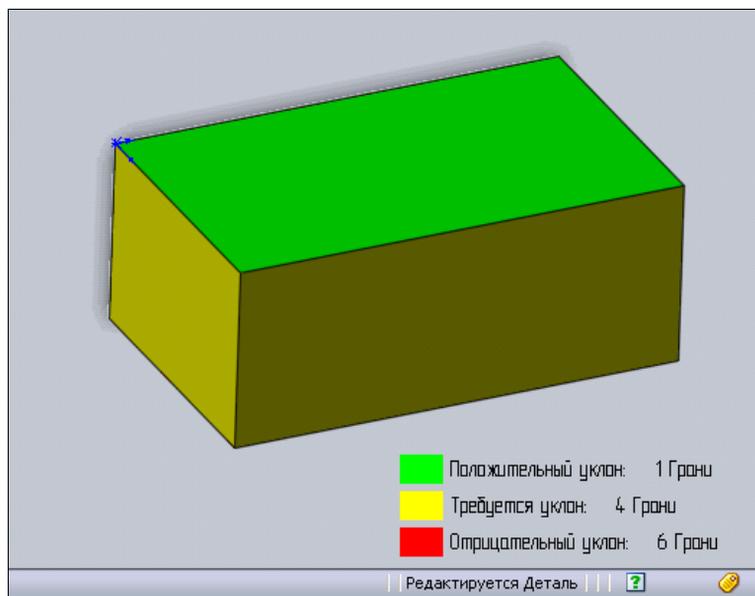


Рис. 7.29

Анализ уклона с помощью инструмента DraftXpert

Для облегчения анализа литейных уклонов и их задания в SolidWorks 2011 служит инструмент DraftXpert. Давайте проанализируем нашу деталь Контейнер с точки зрения извлекаемости из формы с помощью этого инструмента. Нажмите на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** кнопку  — **Уклон**. Тут же появится диалоговое окно **Уклон**, в котором не только можно задать параметры уклона, но и провести анализ инструментом DraftXpert. Поскольку литейная форма состоит из двух половин, перемещающихся при извлечении детали в разных направлениях, то при анализе поверхностей необходимо следить за соответствующими гранями детали. Исследуем возможность выемки половины формы с сердцевинной изнутри контейнера.

В окне **DraftXpert** перейдите на вкладку **Добавить** и щелкните мышью в поле **Нейтральная плоскость** раздела **Элементы под уклон**. Затем щелкните мышью на контейнере грань, являющуюся дном этого контейнера (Грань<1>). Угол уклона  установите 5. Проверьте, направлена ли серая стрелка (указывающая направление выталкивания) у одного из углов грани вверх. Если стрелка направлена вниз, нажмите кнопку  — **Реверс направления**. Когда все параметры установлены, установите флажок **Авто-краска** в разделе **Анализ уклона** (рис. 7.30).

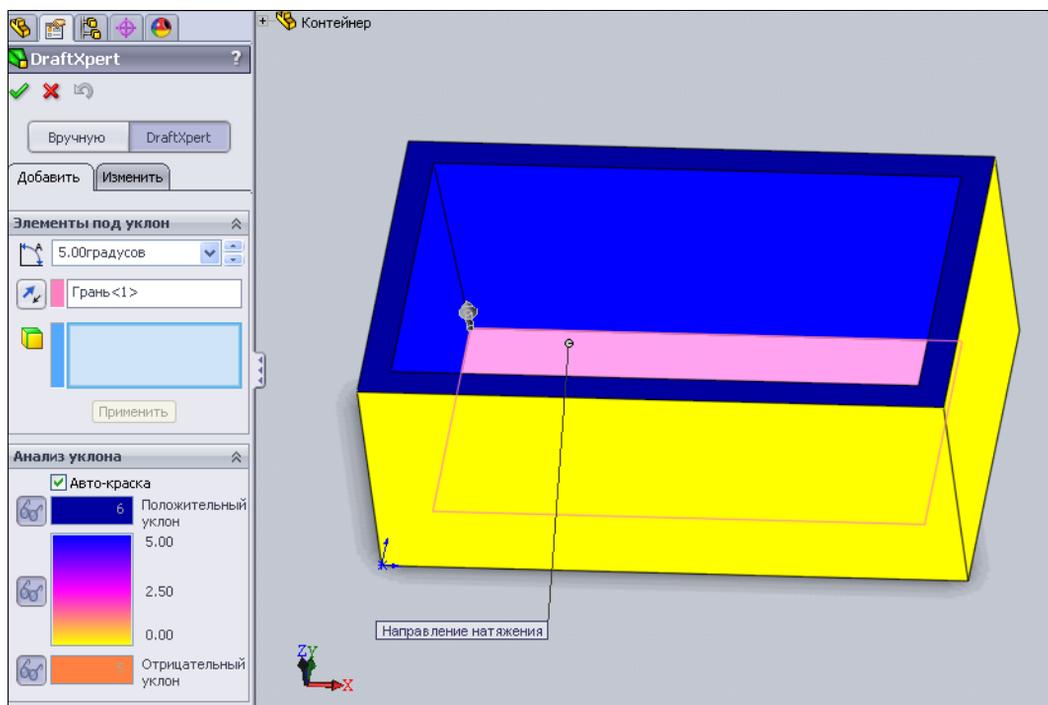


Рис. 7.30

Внутренние грани контейнера должны подсветиться синим цветом (установленным по умолчанию). Это говорит о том, что уклоны установлены правильно и проблем с извлечением детали из формы с сердцевинкой быть не должно. Наружные грани подсветятся желтым цветом, указывающим, что уклон граней равен 0° . Числа в цветных окнах раздела **Анализ уклона** означают количество граней, удовлетворяющих заданному условию уклона.

Теперь проанализируем извлечение контейнера из второй формы. Для этого переверните деталь, активизируйте поле **Нейтральная плоскость** и нажмите клавишу <Delete> для удаления старой грани. После этого щелкните мышью по дну контейнера, но с наружной стороны. В окне появится элемент **Грань<6>**. Стрелка натяжения должна быть по направлению извлечения формы. Поскольку параметры остались теми же и флажок **Авто-краска** не снимался, то просто проанализируйте уклоны граней (рис. 7.31).

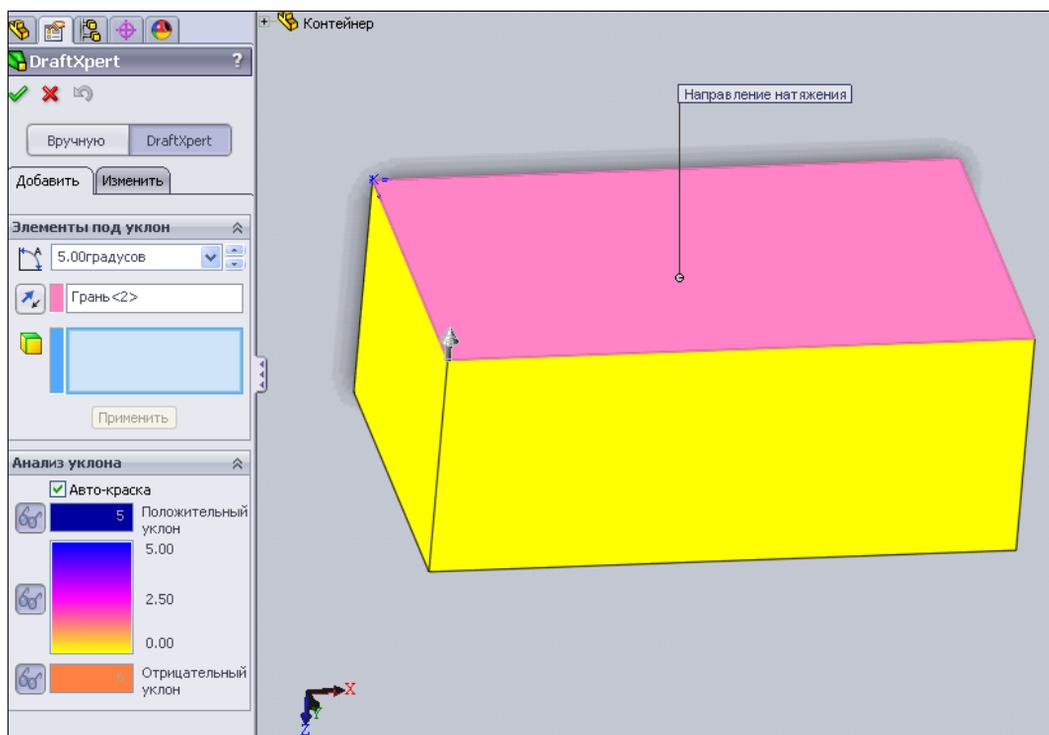


Рис. 7.31

На этот раз боковые грани контейнера окрасились в желтый цвет, что говорит о том, что для этих граней требуется установить уклон. Величина уклона зависит от применяемого материала. После анализа можно нажать кнопку **ОК**  в Менеджере свойств для завершения команды, но если требуется задать граням уклон, то завершать команду нет необходимости.

7.4.5. Задание уклона

Теперь давайте для граней, которым требуется уклон, назначим литейные уклоны. Если вы успели завершить предыдущую команду, то вновь нажмите кнопку  — **Уклон** на панели инструментов **Инструменты для литейной формы**. Появится диалоговое окно **Уклон**. Перейдите на вкладку **Вручную**. Выберите в списке **Тип уклона** значение **Нейтральная плоскость** и в качестве плоскости укажите верхнюю грань бортика контейнера (Грань<1>). Рядом с гранью появится стрелка, указывающая направление натяжения — вниз. Затем щелкните мышью в окне **Грани под уклон** и выберите боковые грани контейнера (их всего четыре). Имена граней должны отобразиться в окне. Остальные параметры установите так, как показано на рис. 7.32.

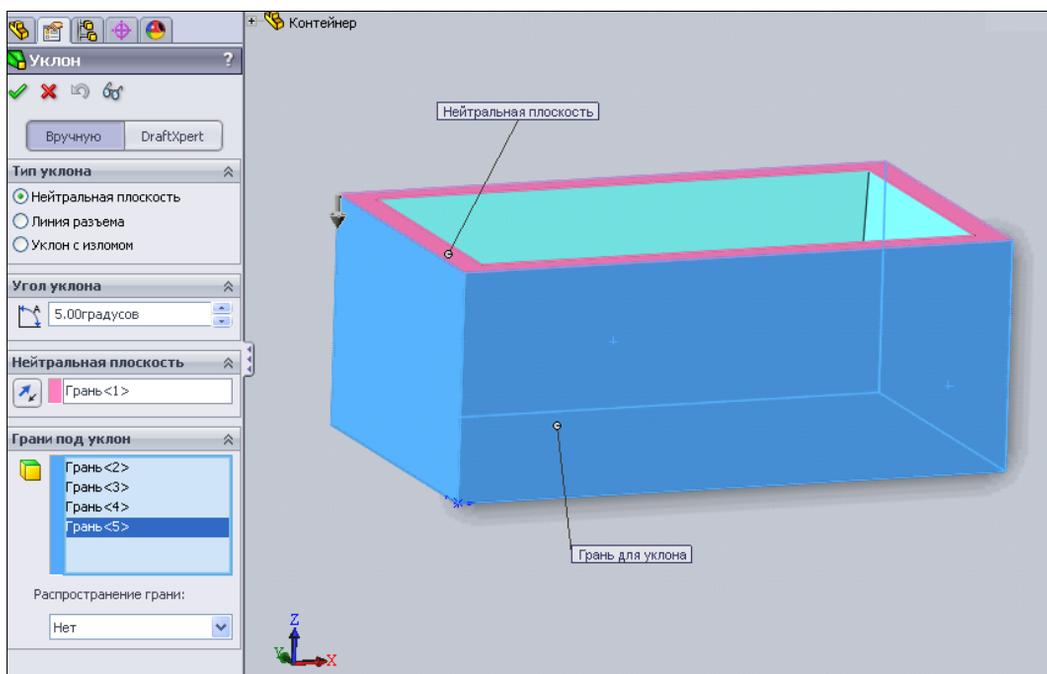


Рис. 7.32

Далее нажмите кнопку **ОК** . В результате грани контейнера приобретут уклон, а в Дереве Конструирования появится соответствующий элемент. Теперь с помощью инструмента DraftXpert можете самостоятельно провести анализ извлекаемости детали из формы.

7.4.6. Определение выточки

Рассмотрим еще один инструмент проектирования  — **Анализ выточки** для поиска в модели поглощенных областей, которые нельзя извлечь из литейной фор-

мы. Эти области обычно перемещаются перпендикулярно направлению разделенных сегментов сердцевины и полости.

ПРИМЕЧАНИЕ

Инструмент  — **Анализ выточки** применяется только для определения элементов твердых тел. Определение элементов поверхностей не выполняется.

Давайте проведем определение выточки для нашего контейнера. Для этого запустите команду, пройдя путь **Вид | Отображение | Анализ выточки**  (рис. 7.33). В качестве направления для натяжения выберите дно контейнера (Грань<1>). Внутренние грани при этом станут голубыми, а наружные — синими. Это говорит о том, что данная деталь свободно извлекается из формы в обоих направлениях. Нажмите кнопку **ОК** , и деталь сохранит цвета граней, причем в правом нижнем углу графической зоны появится легенда с указанием цвета и количества выточек (рис. 7.34). Для отмены цветовой расцветки граней снова пройдите путь **Вид | Отображение | Анализ выточки** .

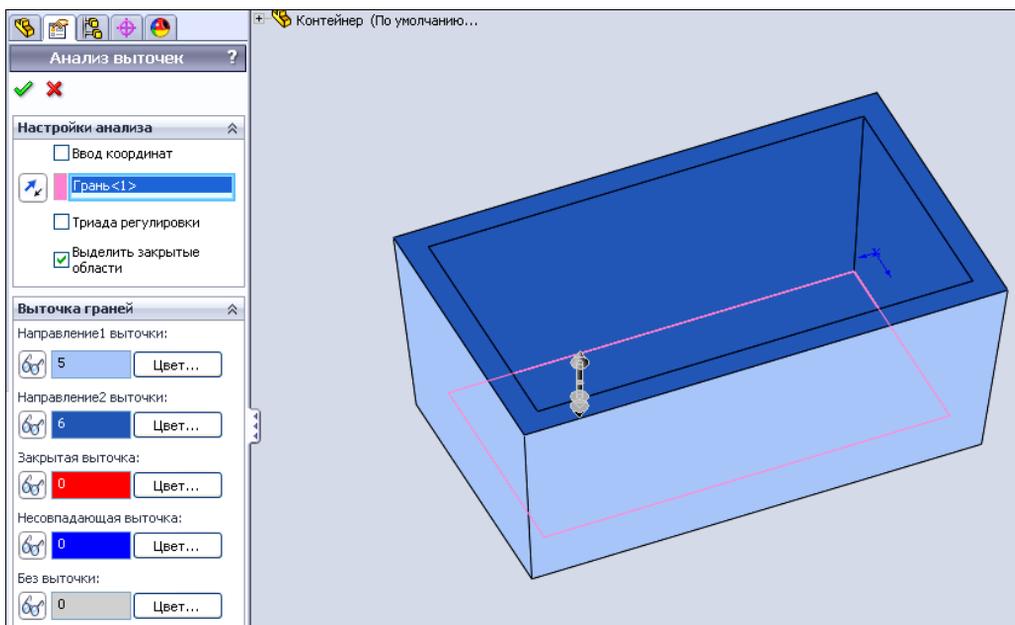


Рис. 7.33

В качестве примера неправильного проектирования давайте создадим выточку на внутренней боковой грани контейнера так, как показано на рис. 7.35. 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. После создания выточки опять вызовите команду  **Анализ выточки**.

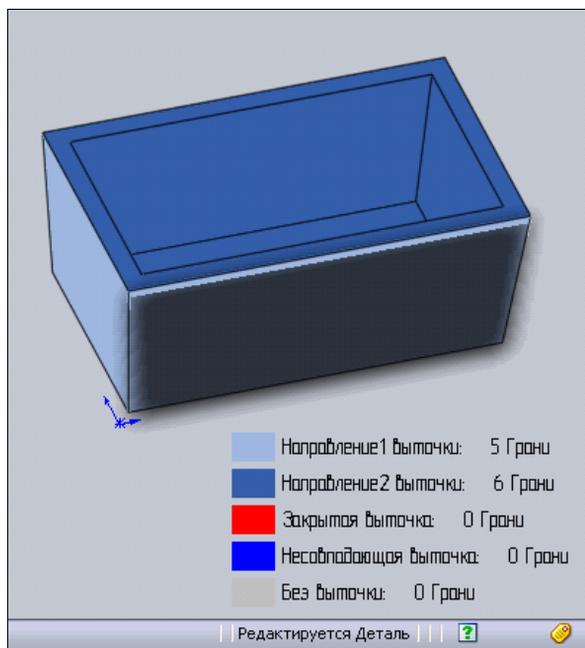


Рис. 7.34

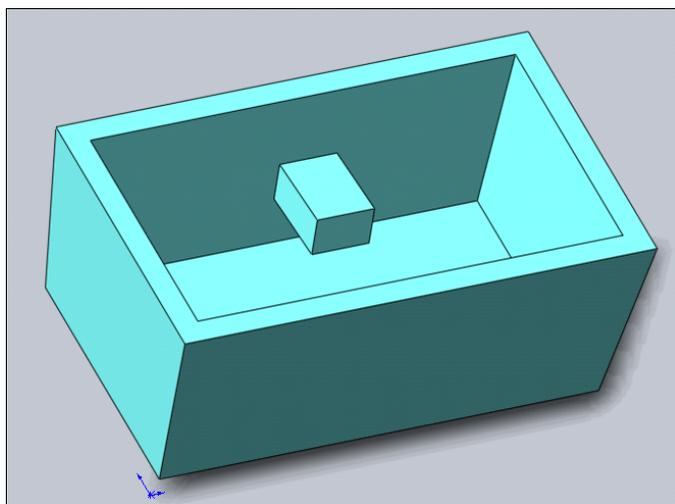


Рис. 7.35

Как и в прошлый раз, в качестве направления для натяжения выберите дно контейнера (Грань<1>). Результат анализа в этот раз оказался другим (рис. 7.36).

Грани, которые не смогут быть извлечены из формы, отмечены красным цветом. Таким образом можно предварительно анализировать процесс извлечения литевой детали из формы. Теперь нажмите кнопку  — **Отмена**, чтобы завершить команду без сохранения цветов граней, и удалите только что построенную выточку с эскизом, т. к. они нам в дальнейшем больше не понадобятся. Сохраните построенную деталь Контейнер, нажав кнопку **Сохранить**.

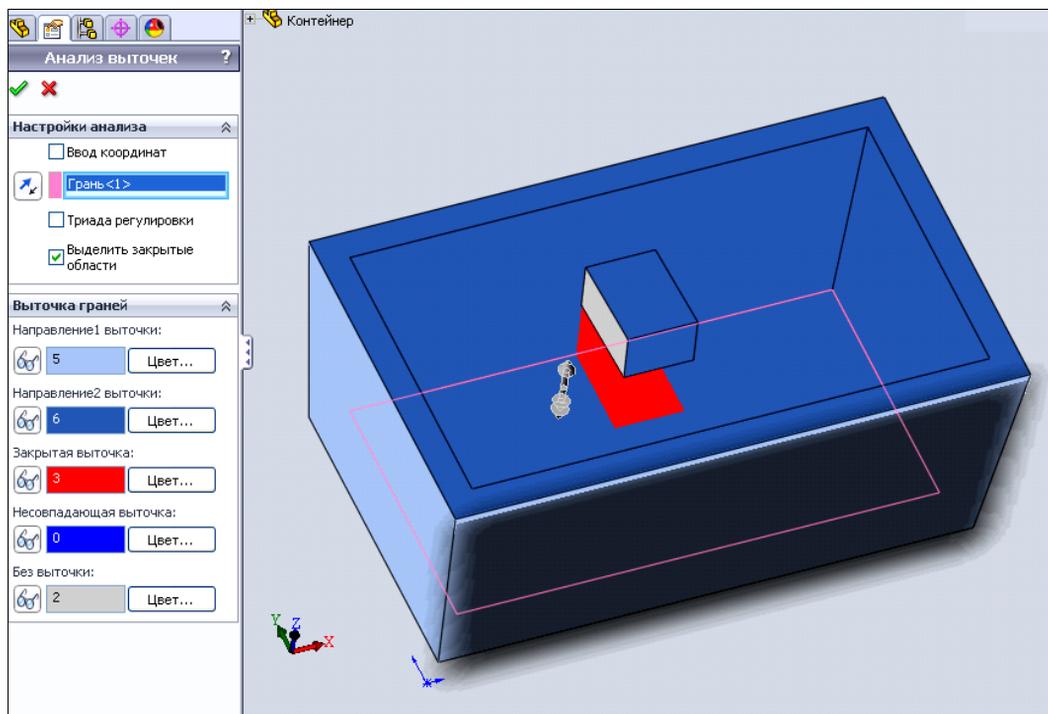


Рис. 7.36

7.4.7. Создание основания

Давайте теперь спроектируем деталь основания контейнера. Для этого постройте эскиз по размерам, показанным на рис. 7.37. Затем выйдите из эскиза и произведите вытягивание на расстояние 60 мм. Размеры основания должны быть обязательно больше модели. Сохраните деталь, нажав кнопку **Сохранить** и введя в поле **Имя файла** имя сохраняемой детали `Основание для контейнера.sldprt`.

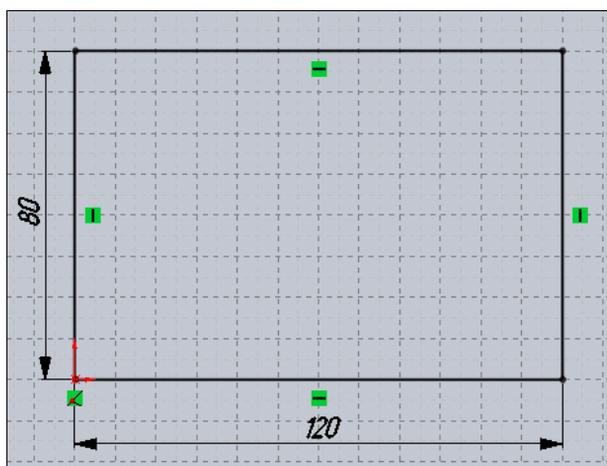


Рис. 7.37

7.4.8. Создание промежуточной сборки

Создайте новый файл Сборка.sldasm. В Менеджере свойств 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.

Сначала в сборку вставьте деталь Основание для контейнера. Так как эта деталь в сборке является первой, она автоматически будет зафиксирована. Сразу же сделайте деталь полупрозрачной, чтобы в дальнейшем было видно расположение контейнера внутри основания. Для этого наведите на деталь указатель мыши и нажмите правую кнопку. В выпадающем меню выберите кнопку  — **Изменить прозрачность**.

Теперь пришла очередь вставить в сборку вторую деталь. Для этого выберите команду **Вставка | Компонент | Из файла**. Появится уже знакомое вам диалоговое окно **Вставить компонент**. Расположите деталь Контейнер внутри основания для контейнера, пользуясь кнопками  — **Переместить компонент** и  — **Вращать компонент** на панели инструментов **Сборка**. Теперь установим расстоя-

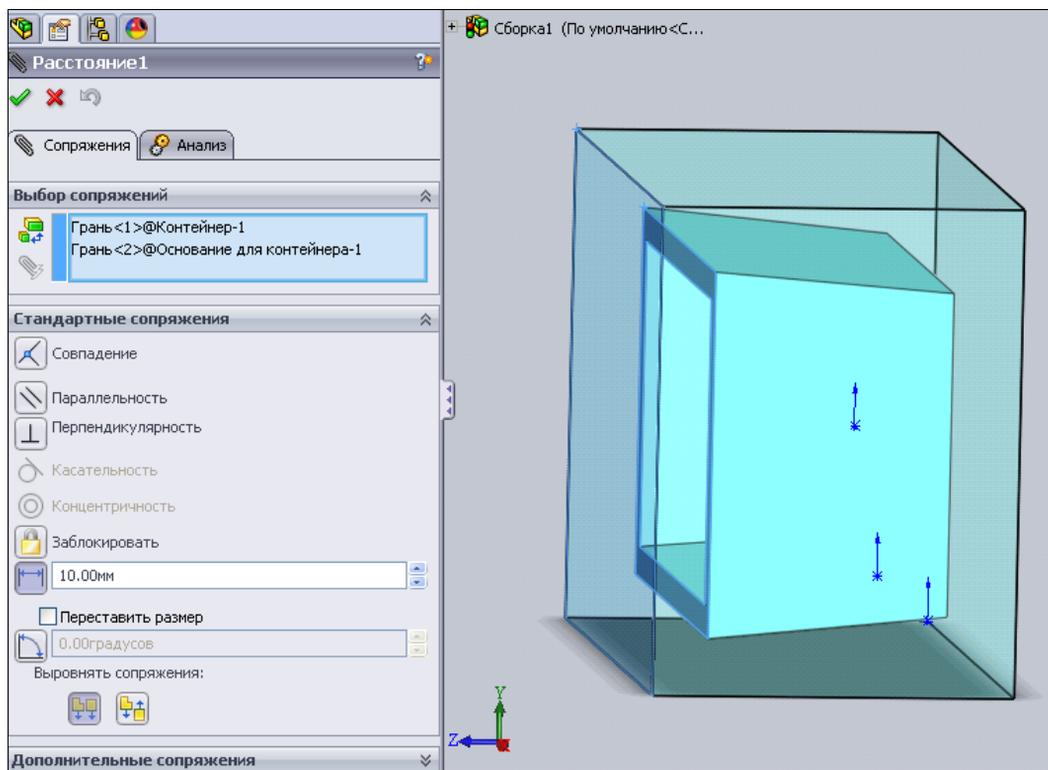


Рис. 7.38

ние между буртиком контейнера и гранью основания, чтобы при разьеме формы точно попасть в плоскость буртика. Для этого нажмите кнопку  — **Условия сопряжения** на панели инструментов **Сборка**. Укажите мышью грань буртика контейнера и грань основания так, как показано на рис. 7.38.

В окне **Выбор сопряжений** должны появиться имена выбранных граней. Нажмите кнопку  — **Расстояние**, чтобы установить расстояние между гранями 10 мм. Проверьте, все ли правильно вы сделали, и нажмите кнопку **ОК** . Сохраните сборку под именем *Литейная форма для контейнера.sldasm*.

7.4.9. Создание полости

Теперь создадим полость по форме нашего контейнера. Для этого сделайте активной деталь основания для контейнера, щелкнув по ней в Дереве Конструирования, и нажмите кнопку  — **Редактировать деталь** на панели инструментов

Сборка. Затем нажмите кнопку  — **Полость** на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** и выберите в Дереве Конструирования компонент сборки **Контейнер**. Дерево Конструирования в этом случае перемещается в область построений и может быть свернуто. Чтобы его развернуть, нажмите на значок плюса рядом с именем **Литейная форма для контейнера**. После вставки компонента его имя должно появиться в окне **Компоненты проекта**.

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. 7.39 правильность всех установок.

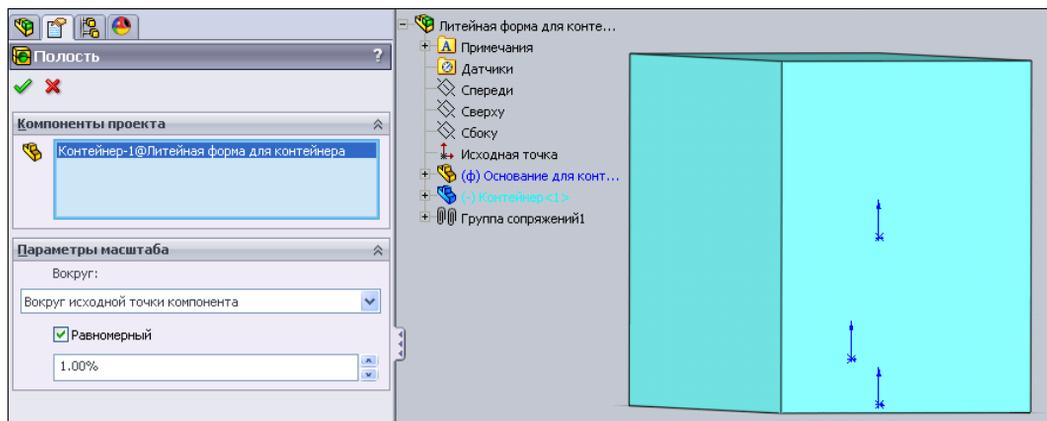


Рис. 7.39

Если все правильно, то нажмите кнопку **ОК** . Сохраните сборку, нажав кнопку **Сохранить**. При запросе программы, какой документ сохранить, последовательно выберите файл детали и файл сборки.

7.4.10. Оформление первой литейной полуформы

Откройте файл детали Основание для контейнера.sldprt или переключитесь на окно с этой деталью, если файл не был закрыт. Сделайте деталь полупрозрачной, для чего правой кнопкой мыши щелкните на детали и в появившемся контекстном меню выберите пункт  — **Внешние виды**. При этом откроется новое контекстное меню, в котором выберите последний пункт **Основание для контейнера** (рис. 7.40), чтобы изменить прозрачность всей детали.

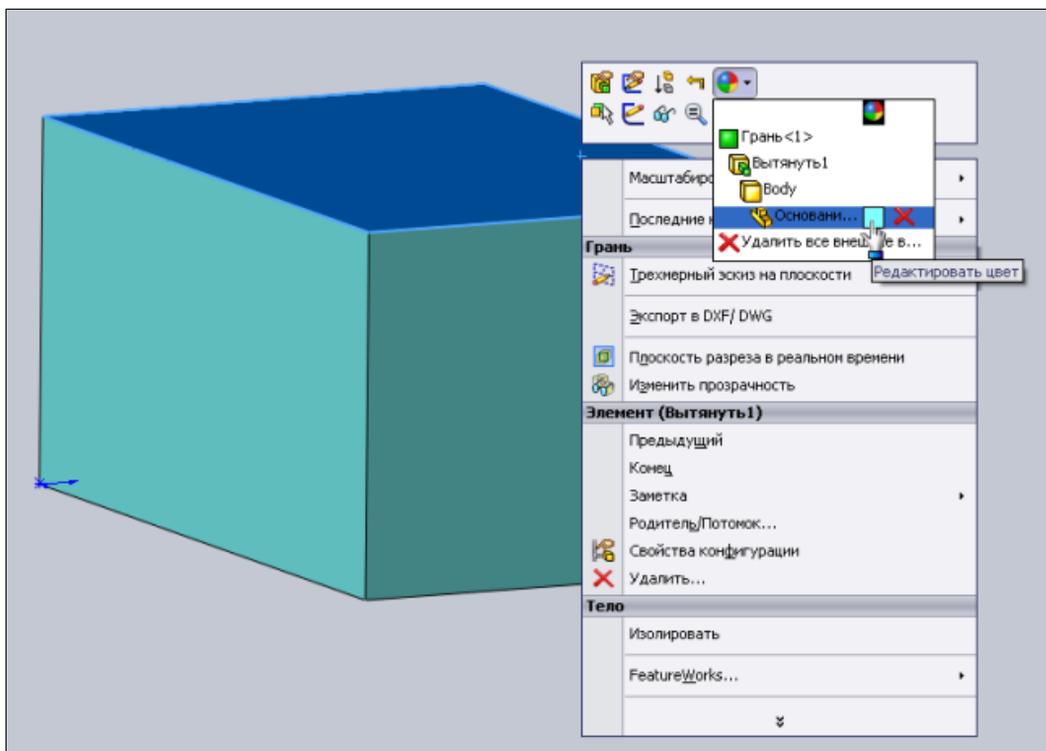


Рис. 7.40

В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Цвет**, в разделе **Дополнительно** на вкладке **Освещение** переместите ползунок **Прозрачность** в среднее положение (рис. 7.41). Для завершения команды нажмите кнопку **ОК** .

На передней грани детали создайте эскиз и постройте линию так, как показано на рис. 7.42, на расстоянии от края 10 мм. Линия должна выступать по длине с обеих сторон. Завершите редактирование эскиза.

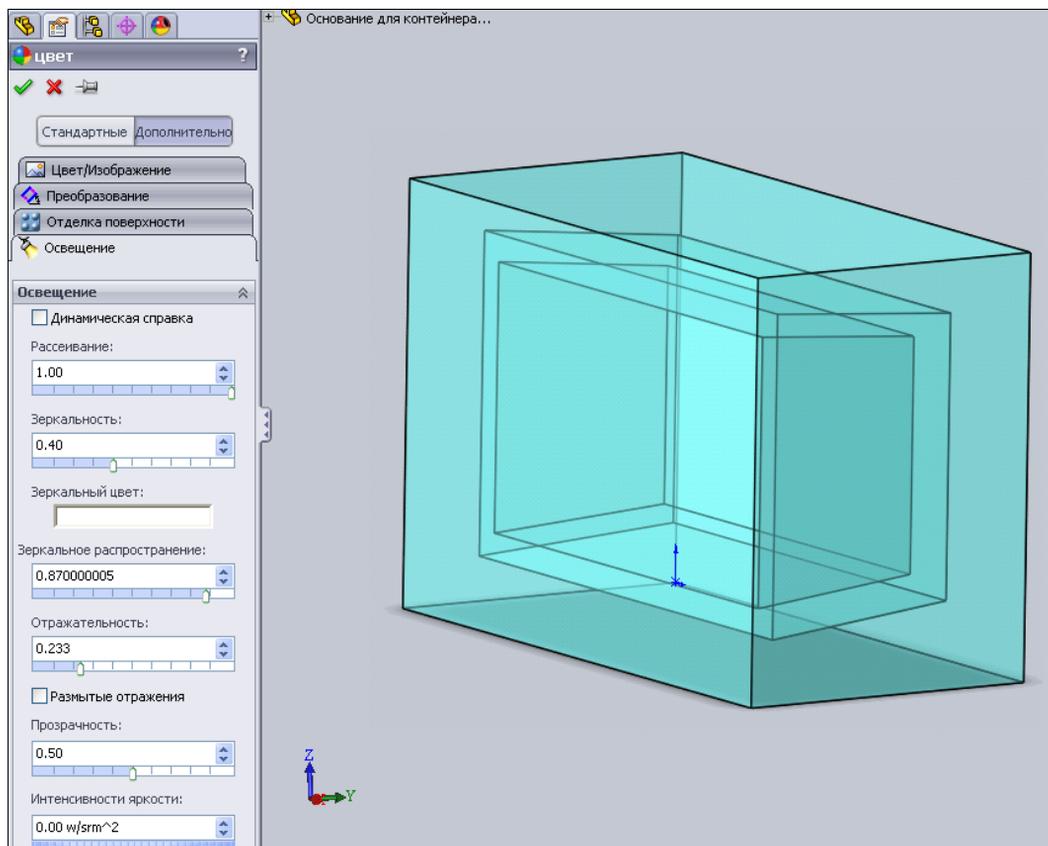


Рис. 7.41

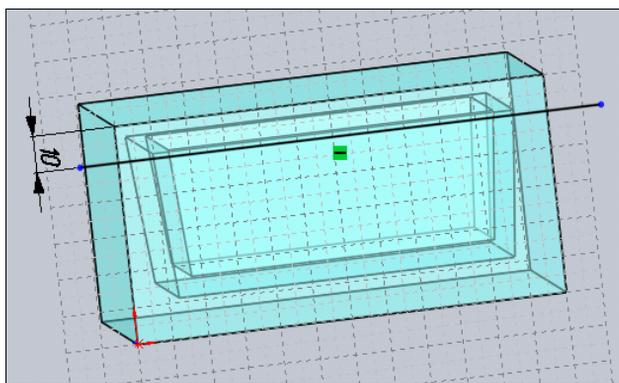


Рис. 7.42

Далее создайте вытянутый вырез, нажав на панели инструментов **Элементы** кнопку  — **Вытянутый вырез**.

Поскольку линия не имеет толщины, то вырез также не будет иметь толщины, а просто рассечет деталь. В качестве эскиза для выреза выберите только что постро-

нный эскиз с линией. Появится диалоговое окно **Вытянуть**. Удостоверьтесь, что в разделе **От** установлено значение **Плоскость для эскиза**, а в разделах **Направление1** и **Направление2** в поле **Граничное условие** — **Насквозь**. Одна из стрелок (та, что показывает направление отсечения) должна быть направлена вверх (рис. 7.43).

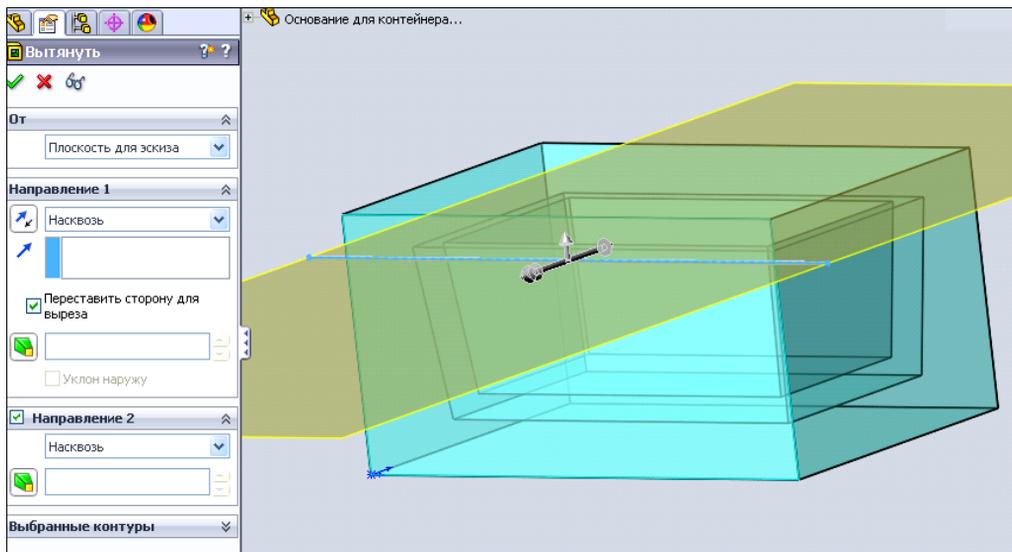


Рис. 7.43

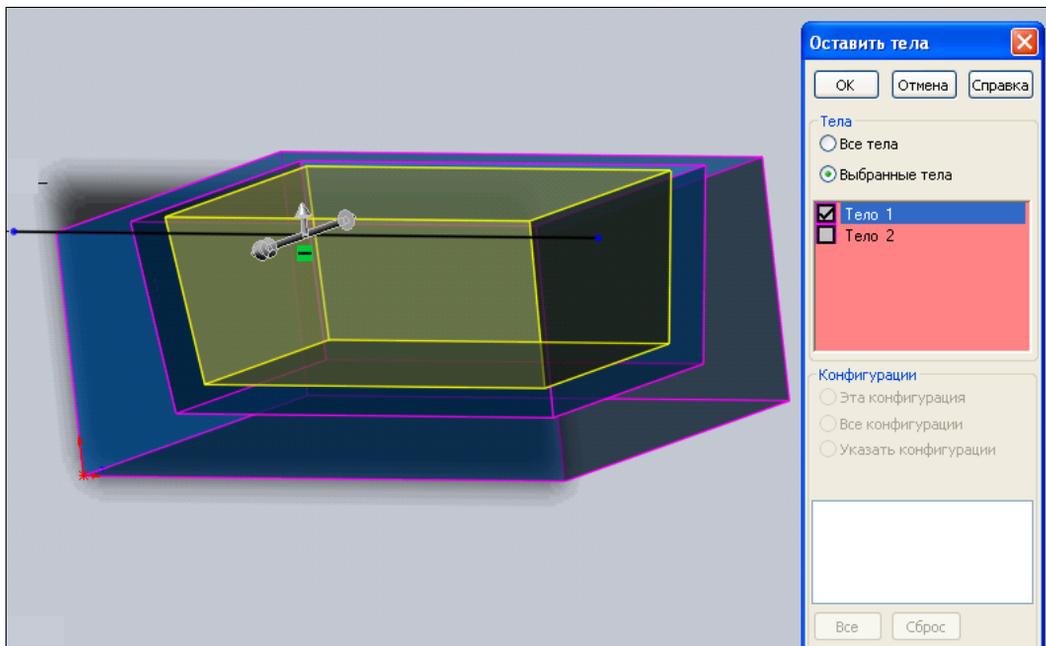


Рис. 7.44

Теперь нажмите кнопку **ОК** . Программа произведет вырез, и поскольку в оставшейся части возникают две разъединенные детали, то запросит у пользователя с помощью окна, показанного на рис. 7.44, какое из тел оставить.

Выберите ту деталь, которая является внешней, установите в окне **Оставить тела** флажок и нажмите кнопку **ОК**.

Вы получите практически готовую половину литейной формы, показанную на рис. 7.45. Сделайте деталь снова непрозрачной и сохраните ее в отдельном файле.

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. В диалоговом окне **Сохранить как** установите флажок **Сохранить как копию**. Введите имя файла `Полуформа_1` и нажмите кнопку **ОК**.

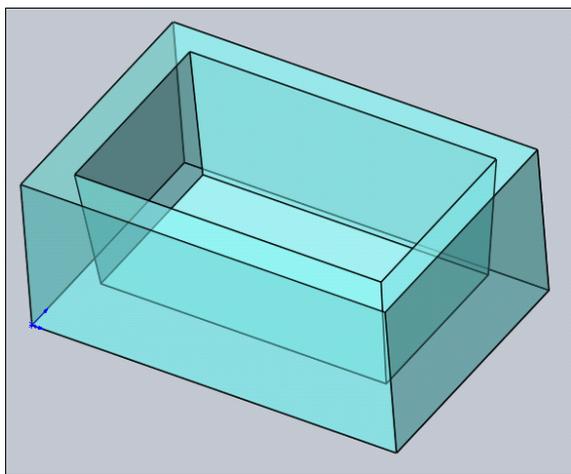


Рис. 7.45

7.4.11. Оформление второй литейной полуформы

Теперь настала очередь сформировать вторую полуформу. Откройте файл детали `Основание для контейнера.sldprt`, если вы успели его закрыть, и отредактируйте последнюю операцию вытянутого выреза по линии. Для этого наведите мышь в Дереве Конструирования на элемент **Вытянутый1** и щелкните правой кнопкой. В контекстном меню выберите кнопку  — **Редактировать определение**. Откроется диалоговое окно **Вытянутый1**, в котором поставьте флажок **Переставить сторону для выреза**. Таким образом мы изменим направление для отсечения. Теперь нажмите кнопку **ОК** .

В результате мы получим вторую половину литейной формы, но пока что без сердцевины (рис. 7.46). Сохраните эту деталь, нажав кнопку **Сохранить**.

Чтобы сделать полноценную полуформу, необходимо воспользоваться сборкой. Создайте новую сборку. В открывшемся диалоговом окне **Начать сборку** на

вкладке **Деталь/сборка** для **вставки** найдите элемент **Основание для контейнера** и вставьте его в сборку. Если такой детали нет, произведите поиск файла, нажав кнопку **Обзор**. В качестве второй детали вставьте файл **Сердцевина.sldprt**, выбрав команду **Вставка | Компонент | Из файла** и нажав кнопку **Обзор**. Предварительно установите сердцевину на некотором расстоянии от основания и нажмите кнопку



— **Условия сопряжения** в инструментальной панели **Сборка**. Укажите грани на сердцевине и основании, обращенные друг к другу, как на рис. 7.47.

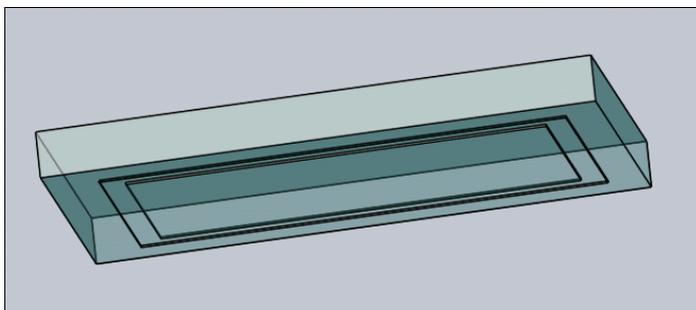


Рис. 7.46

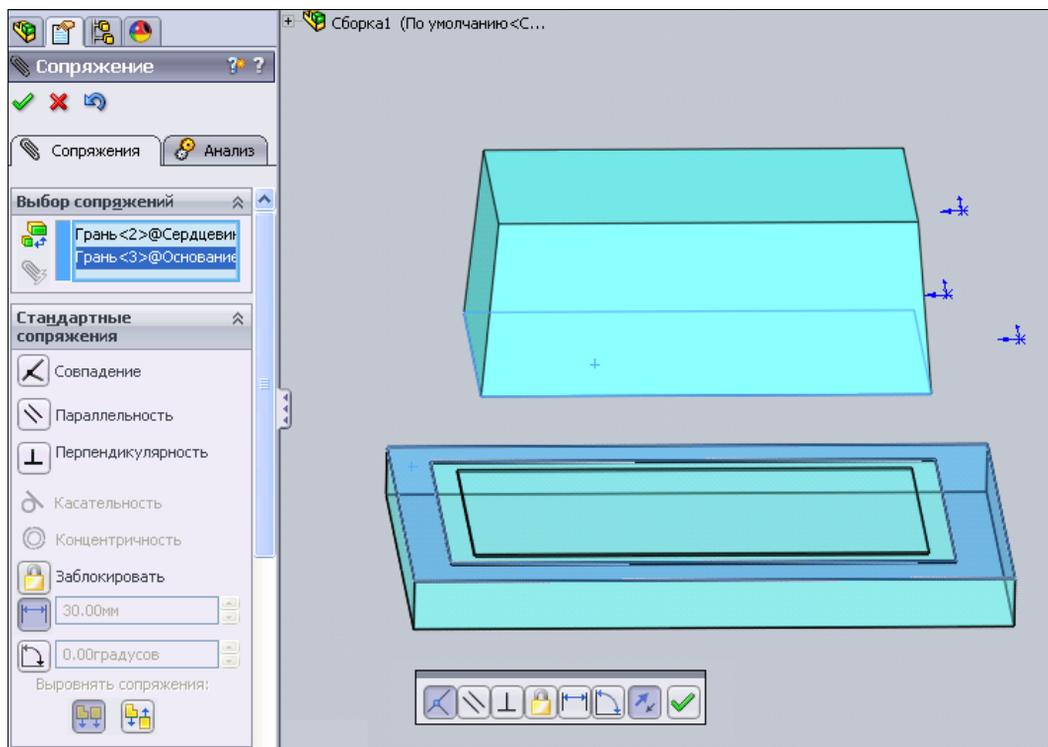


Рис. 7.47

Теперь нажмите кнопку  — **Совпадение** и совместите выделенные грани. Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств.

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. 7.48). После установки всех сопряжений нажмите кнопку **ОК** . Таким образом мы получили вторую половину литейной формы.

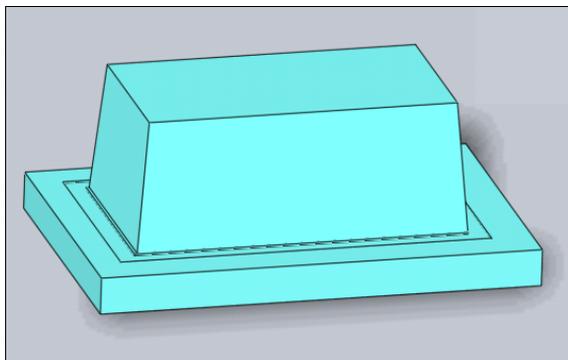


Рис. 7.48

Нажмите кнопку **Сохранить** и сохраните половинку литейной формы в файле под именем `Полуформа_2.sldasm`.

В результате мы получили две полуформы, которые, смыкаясь, образуют полость. Теперь из полуформ можно создавать рабочие чертежи деталей.

7.5. Проектирование литейной формы

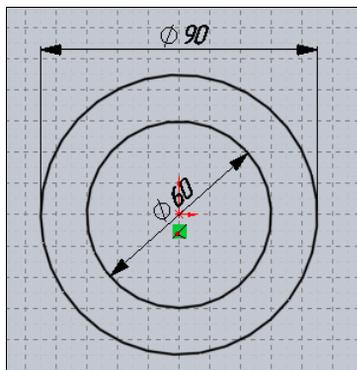
Литейная форма состоит из сердцевины и полости. Используя существующую модель в качестве начальной точки, создается сердцевина, повторяющая форму внутренней поверхности модели, и полость, повторяющая форму внешней поверхности модели. Линия разъема отделяет сердцевину от полости.

Сердцевина и полость соединяются, и в процессе литья материал вводится внутрь и заполняет пустое пространство между сердцевиной и полостью. После того как литейный материал остынет, сердцевина и полость разделяются и модель извлекается. Перед созданием сердцевины и полости необходимо подготовить модель так, чтобы обеспечить ее правильное извлечение. Для этого последовательно применяются инструменты литейной формы. Сердцевина и полость представляют собой две полуформы, из которых состоит цельная форма для литья.

7.5.1. Создание модели детали

Покажем проектирование литейной формы на примере простой детали — Втулки. Создадим модель этой детали. Запустите программу SolidWorks 2011 и войдите в режим рисования эскизов. Нарисуйте эскиз, показанный на рис. 7.49.

Рис. 7.49



Теперь с помощью команды  — **Вытянутая бо- бышка/основание** на панели инструментов **Элементы** произведите вытягивание эскиза втулки в обе стороны на 50 мм, общая длина при этом составит 100 мм (рис. 7.50). В обоих направлениях задайте уклон внутрь 1° . Это необходимо для того, чтобы обеспечить извлечение детали из полуформ.

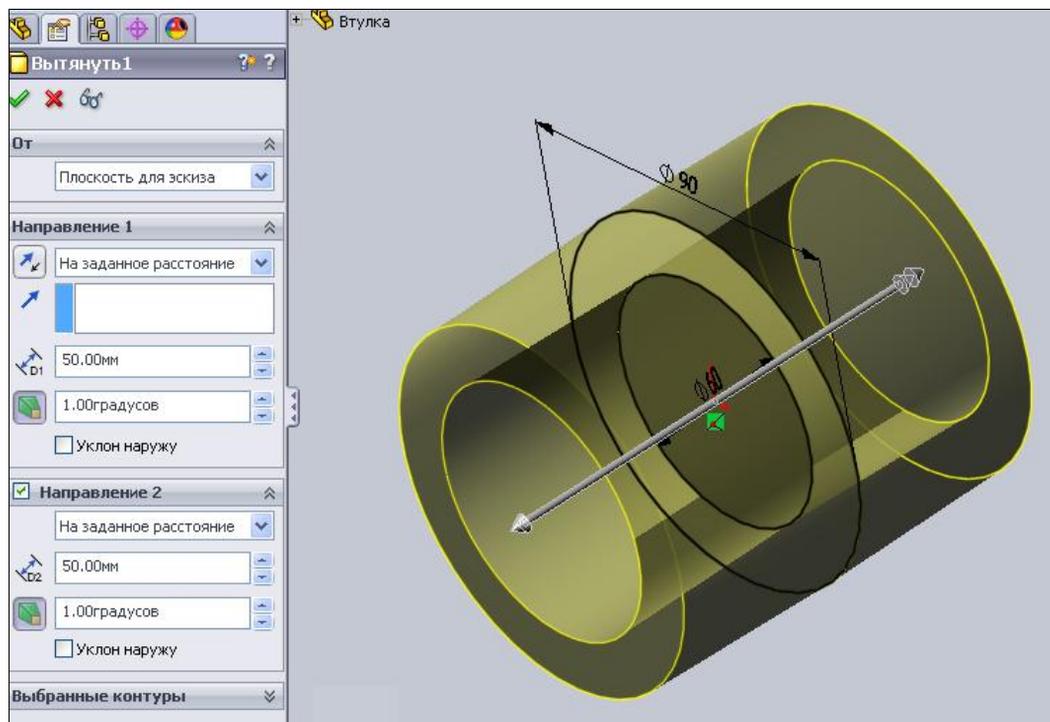


Рис. 7.50

В Менеджере свойств нажмите кнопку **ОК**  и сохраните деталь под именем файла `Втулка.sldprt`. Данная деталь будет являться моделью для создания литейных полуформ.

7.5.2. Создание линии разъема

Далее создадим линию разъема и заодно проверим уклон. Для этого из инструментальной панели **Инструменты для литейной формы** вызовите команду  — **Линии разъема**. Инструмент **Линии разъема** используется для проверки уклона и

добавления линий разреза, а также для отделения полуформ. В диалоговом окне **Базовая линия уклона** для поля **Направление натяжения** укажите мышью в Дереве Конструирования плоскость Спереди. Поскольку деталь Втулка симметричная, то не имеет значение установка параметра  — **Реверс направления** (рис. 7.51). Нажмите кнопку **Анализ уклона**, чтобы проверить уклон модели. На вкладке **Линии разреза** для параметра  **Кромки** отображаются кромки, которые определяют путь линии разреза. В данном случае возникла только одна кромка — **Кромка<1>** (рис. 7.52).

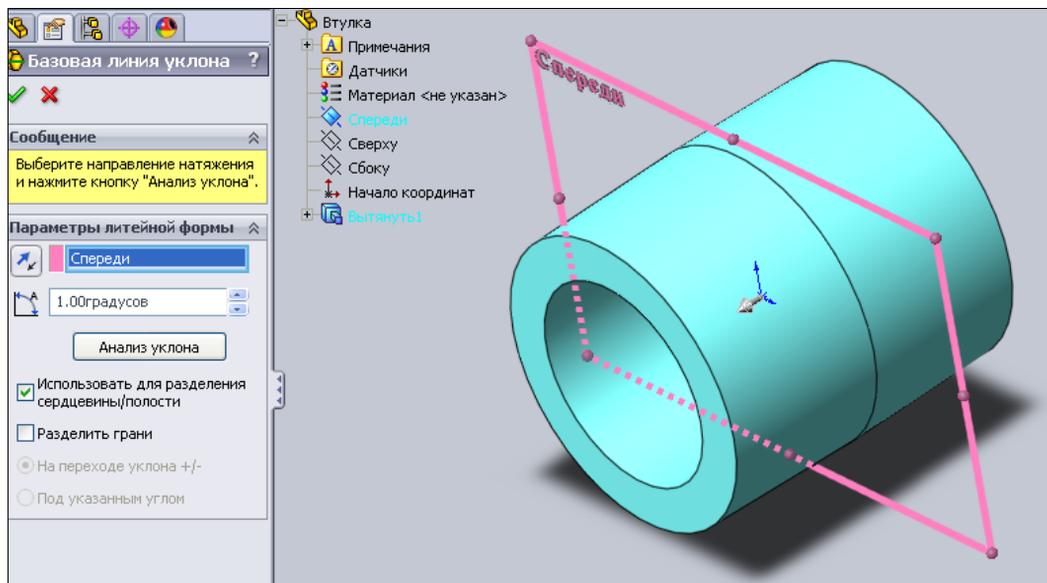


Рис. 7.51

ПРИМЕЧАНИЕ

Если модель включает замкнутый контур цепочки кромок между положительными и отрицательными гранями (без поверхностей пересечения), линия разреза будет создана вдоль этой цепочки кромок. Однако созданная системой линия разреза не гарантирует достаточный уклон всех граней.

При этом модель окрасилась в разные цвета: зеленый цвет — положительный уклон, обеспечивающий извлечение; желтый цвет — без уклона; красный цвет — отрицательный уклон, не дающий свободно извлекать деталь; синий цвет — пересечение. По желанию пользователя цвета можно поменять, если щелкнуть мышью по одному из квадратов . Повращайте деталь и проверьте отсутствие поверхностей пересечения или граней без уклона. Поскольку в нашей детали отсутствуют желтые и синие цвета, она отвечает требованиям в разд. 7.4.4.

Проверьте по рис. 7.52 корректность установки параметров и нажмите кнопку **ОК**  для создания линии разреза.

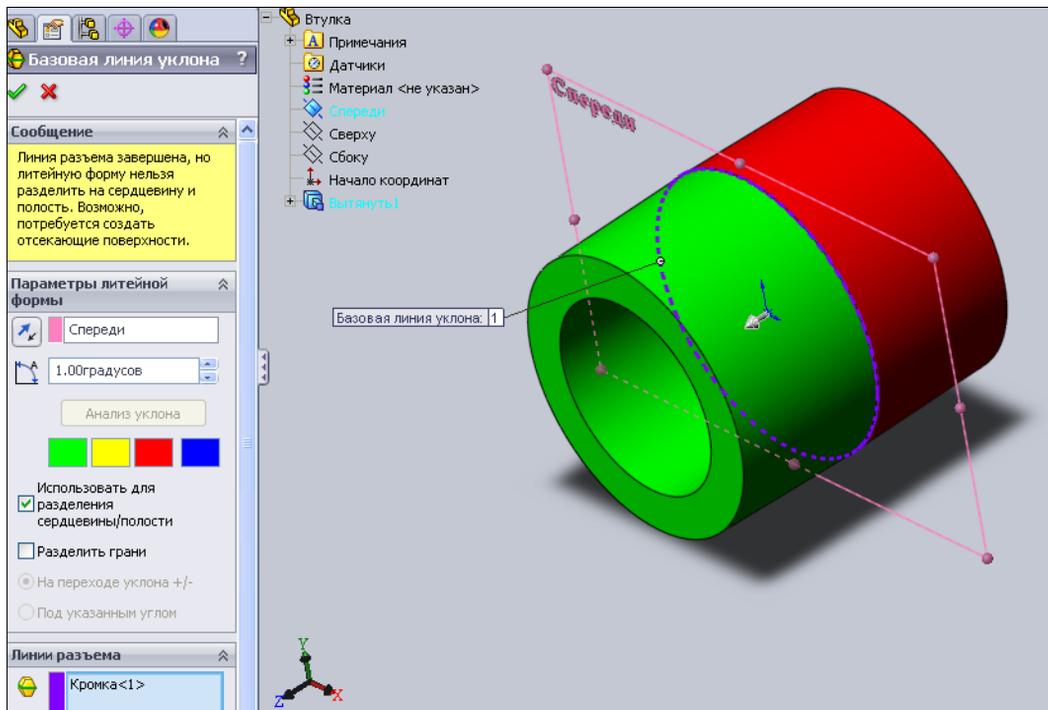


Рис. 7.52

7.5.3. Добавление отсекающих поверхностей

Чтобы разрезать литейную форму на две части, необходимы две законченные поверхности (поверхность сердцевины и поверхность полости) без каких-либо сквозных отверстий. Отсекающие поверхности закрывают сквозные отверстия.

На панели инструментов **Инструменты для литейной формы** нажмите кнопку  — **Отсекающие поверхности**. Все сквозные отверстия отображаются на вкладке **Кромки** . В этой вкладке установите флажки:

- ◆ **Сшить** — объединяет каждую отсекающую поверхность с поверхностью полуформ литейной формы;
- ◆ **Выбрать контуры** — выбирает контуры, которые не являются правильными отверстиями;
- ◆ **Показать условные обозначения** — показывает условные обозначения контуров. В графической области условные обозначения указывают каждую петлю с типом заполнения поверхности по умолчанию **Контакт**.

Проверьте по рис. 7.53 корректность установки параметров и нажмите кнопку **OK**  для создания отсекающих поверхностей.

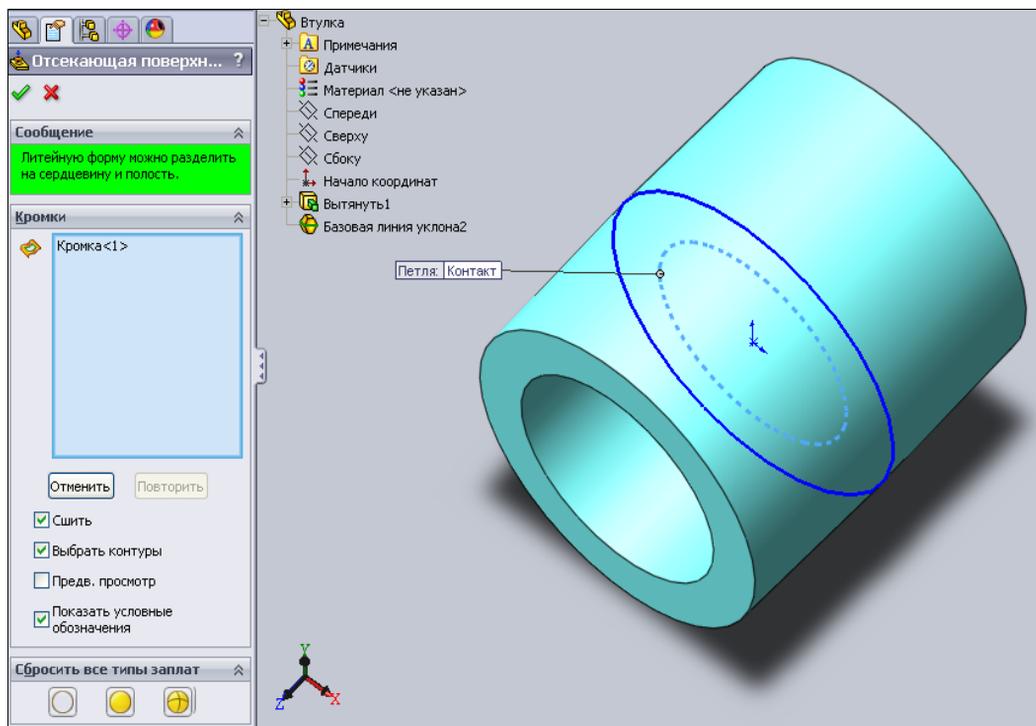


Рис. 7.53

7.5.4. Создание поверхностей разъема

Поверхности разъема вытягиваются из линии разъема и используются для отделения полуформ литейной формы. Для этого на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** нажмите кнопку  — **Поверхности разъема**. На вкладке **Параметры литейной формы** выберите параметр **Перпендикулярно к натяжению**. На вкладке **Поверхность разъема** установите для параметра **Расстояние** значение 10 мм. На вкладке **Параметры** установите флажки **Предв. просмотр** и **Сшить все поверхности**. Нажмите кнопку  — **Реверс направления смещения**, чтобы поверхность разъема была снаружи детали.

Проверьте по рис. 7.54 корректность установки всех параметров и нажмите кнопку **ОК**  для создания поверхностей разъема.

Неоднородный цвет модели свидетельствует, что поверхность полуформы (полос-ти) совпадает с гранями твердого тела. Поверхность разъема отобразится в поле  **Тела поверхности разъема** в разделе **Тела поверхности** Деревя Конструирования.

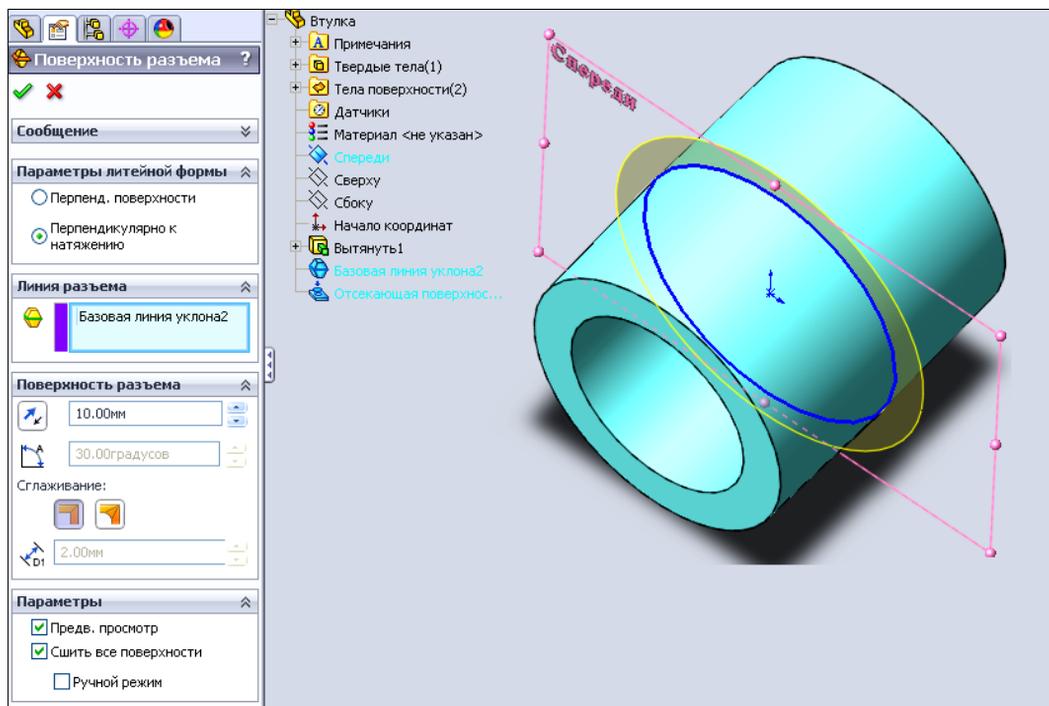


Рис. 7.54

7.5.5. Разделение инструментов

Теперь создадим плоскость разделения инструментов. Для этого сделайте плоскость **Спереди** активной, щелкнув по ней мышью в Дереве Конструирования. Затем нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl>, захватите мышью в графической области плоскость **Спереди** (при этом курсор изменит свою форму ) и перетащите ее вдоль оси детали. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Плоскость**, в поле которого  — **Смещение** задайте расстояние 70 мм (рис. 7.55).

Нажмите кнопку **ОК**  — таким образом мы создадим новую плоскость **Плоскость1**. Теперь сделайте активной новую плоскость и затем на панели инструментов **Инструменты для литейной формы** вызовите команду  — **Разделение инструментов**. На вновь созданной плоскости откроется эскиз, в котором нарисуйте прямоугольник, показанный рис. 7.56.

Завершите режим рисования эскиза. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Разделение инструментов**. В этом окне отобразится следующее (рис. 7.57):

- ◆ **Отсекающая поверхность1[1]** в разделе **Сердцевина**;
- ◆ **Отсекающая поверхность1[2]** в разделе **Полость**;
- ◆ **Поверхность разъема1** в разделе **Поверхность разъема**.

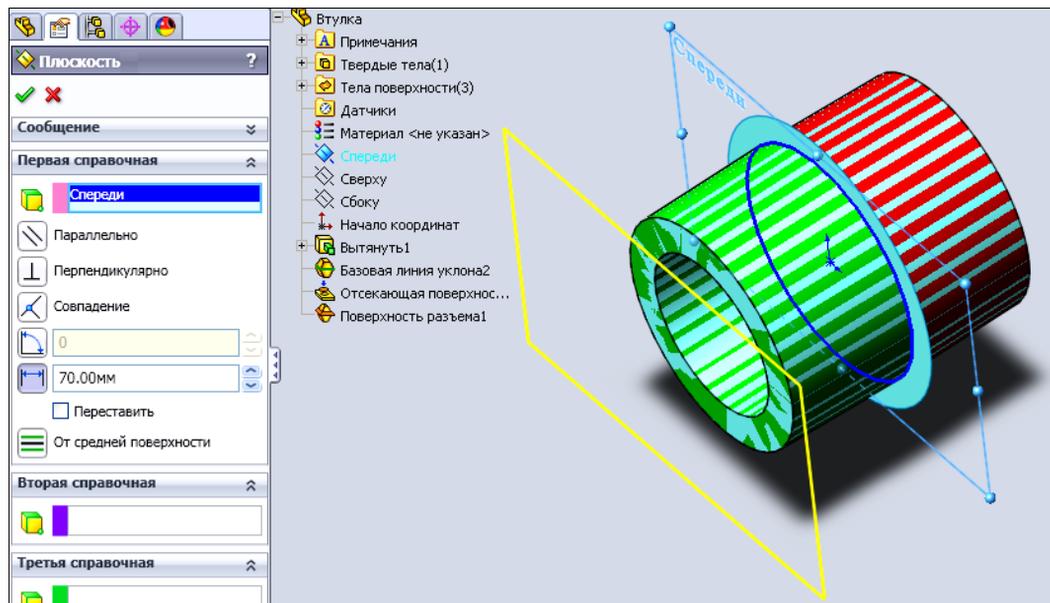


Рис. 7.55

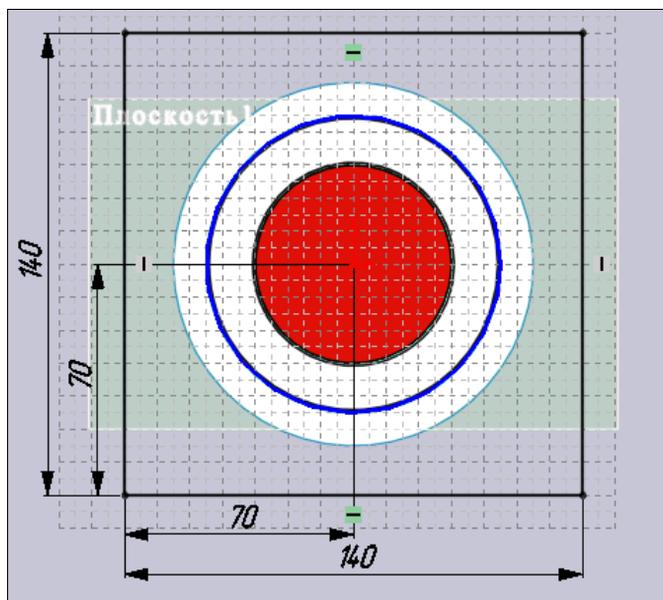


Рис. 7.56

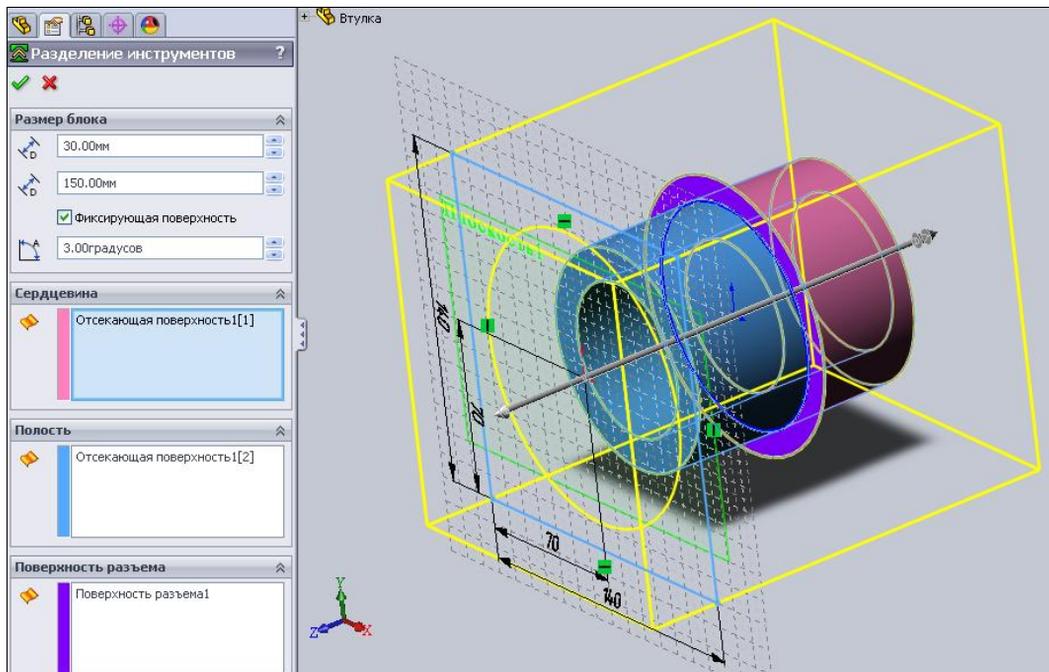


Рис. 7.57

На вкладке **Размер блока** для параметра  **Глубина в направлении 1** установите значение 30 мм, для  **Глубина в направлении 2** — 150 мм, т. к. созданный инструмент должен перекрывать деталь. Установите флажок **Заблокировать поверхность** и значение 3° параметра  — **Угол уклона**.

Заблокированная поверхность окружает периметр поверхностей разъема почти в перпендикулярном направлении (в большинстве случаев) с уклоном в 5°. Как и все грани с уклоном, заблокированная поверхность отклоняется от линии разъема. Заблокированные поверхности используются в следующих целях:

- ◆ для уплотнения литейной формы должным образом с целью предотвращения утечки литейного материала;
- ◆ для направления инструмента во время процесса литейного формования;
- ◆ для сохранения выравнивания между объектами инструментов;
- ◆ для предотвращения появления смещений, неровных поверхностей или стенок неправильной толщины;
- ◆ для уменьшения стоимости обработки формодержателей поперек линии разделения, поскольку область заблокированной поверхности является плоской.

Проверьте по рис. 7.57 корректность установки всех параметров и нажмите кнопку **ОК**  для создания блоков разделения инструментов. В результате мы получим форму, показанную на рис. 7.58.

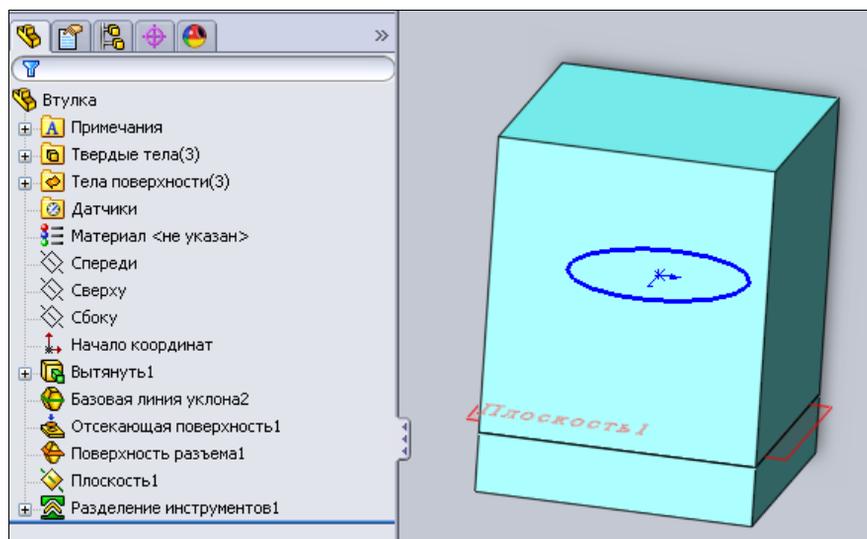


Рис. 7.58

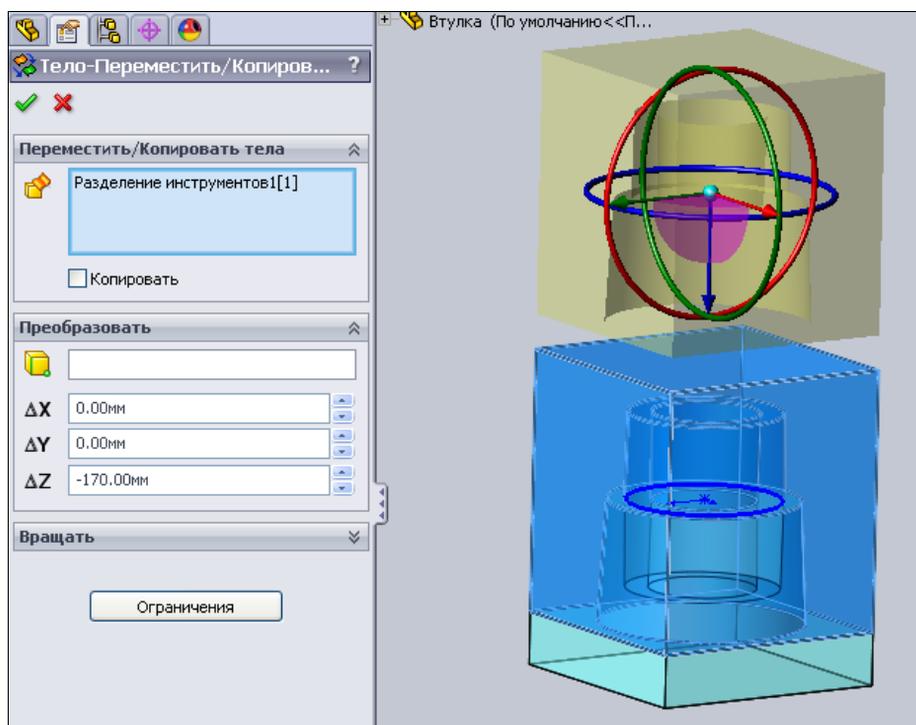


Рис. 7.59

Для отделения литейной формы друг от друга нажмите кнопку  — **Переместить/копировать тела** на панели инструментов **Элементы**. Щелкните мышью по вкладке **Тела для перемещения**. Затем выберите в графической области тело верхней полуформы. Нажмите кнопку **Вращать** в самом низу диалогового окна. На вкладке **Преобразовать** установите значение -170 мм для ΔZ (рис. 7.59). Минус нужен потому, что ось Z направлена вниз.

Нажмите кнопку **ОК**  — и вы получите разделение инструментов.

7.5.6. Установление видимости литейной формы

Чтобы отобразить объекты полуформ без дополнительных тел или поверхностей, в Дереве Конструирования необходимо будет выбрать в разделе **Твердые тела(3)** и **Тела поверхности(3)** параметры **Скрыть твердое тело** и **Скрыть тело поверхности** (рис. 7.60).

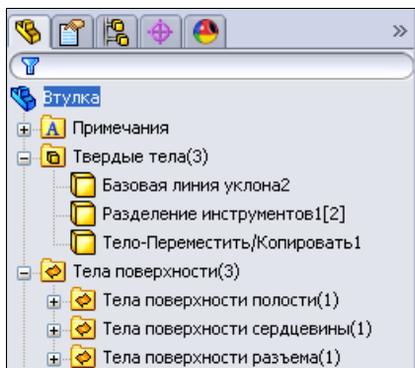


Рис. 7.60

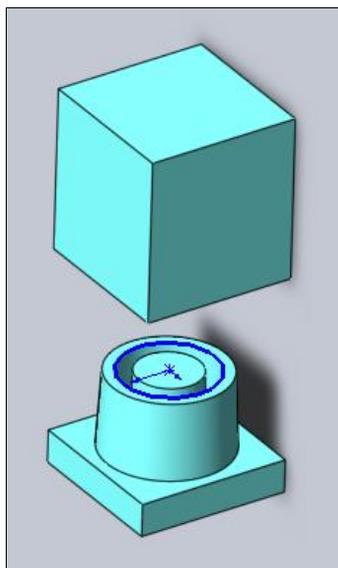


Рис. 7.61

Чтобы скрыть твердое тело втулки, в разделе **Твердые тела(3)** щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Базовая линия уклона2** и в выпадающем контекстном меню выберите пункт  — **Скрыть**. Аналогично поступите с каждой из следующих папок в разделе **Тела поверхности(3)**:

- ◆ **Тела поверхности полости(1)**;
- ◆ **Тела поверхности сердцевин(1)**;
- ◆ **Тела поверхности разъема(1)** (рис. 7.61).

Правой кнопкой мыши щелкните на детали и в появившемся контекстном меню выберите пункт  — **Внешние виды**. Выберите пункт **Втулка**, чтобы изменить прозрачность всей детали.

В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Цвет**, и в разделе **Дополнительно** на вкладке **Освещение** переместите ползунок **Прозрачность** в среднее положение. Нажмите кнопку **ОК**  — и вы получите деталь, показанную на рис. 7.62.

Сохраните полученную форму для литья под именем *Втулка.sldprt*.

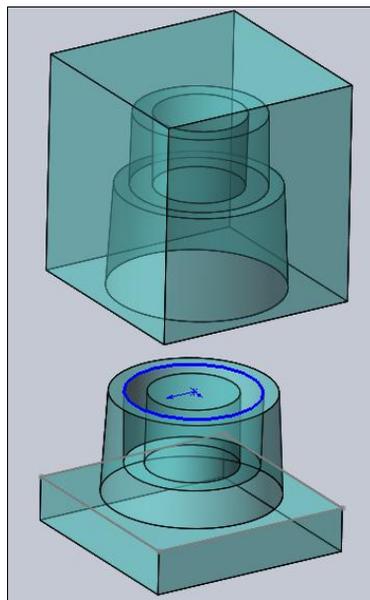


Рис. 7.62

ГЛАВА 8



Оформление чертежей

В данной главе будут рассмотрены основные принципы создания чертежей в SolidWorks 2011 в соответствии с требованиями стандартов на примере построения элементов чертежей, используемых в оформлении конструкторской документации.

8.1. Основные принципы оформления чертежей в SolidWorks

SolidWorks 2011 позволяет достаточно просто генерировать чертежи созданных в нем деталей, узлов и изделий. Чертежи поддерживают двустороннюю ассоциативную связь с трехмерными моделями. При внесении изменений в модель ее чертеж автоматически модифицируется в соответствии с ними. И наоборот, если пользователь изменяет какой-либо размер на чертеже, это сразу же отражается в трехмерной модели.

В России все чертежи выполняются в соответствии с ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Чтобы быстро выполнять чертежи в соответствии с ГОСТ, пользователю рекомендуется установить в SolidWorks 2011 шаблоны форматов с основными надписями размерами от А0 до А4, а также бланки спецификаций. Как это сделать, показано далее в этой главе.

Всю работу по созданию и оформлению чертежа в SolidWorks 2011 можно разделить на следующие этапы:

1. Выбор чертежного шаблона форматов с основной надписью.
2. Создание необходимых видов на чертеже и операции с видами.
3. Нанесение размеров и настройка параметров их отображения.
4. Добавление примечаний других типов: шероховатостей, отклонений формы, баз и т. д.
5. Печать чертежа.
6. Оформление спецификации.

Рассмотрим эти этапы на конкретных примерах.

8.1.1. Установка шрифтов и шаблонов SolidWorks

Чтобы текст на чертежах по начертанию соответствовал ЕСКД (ГОСТ 2.304-81 Шрифты чертежные), в систему необходимо добавить соответствующие шрифты. Так как SolidWorks 2011 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:, эта папка располагается по следующему пути: C:\Windows\Fonts. По умолчанию она 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 шаблоны документов (Деталь, Сборка и Чертеж), которые уже настроены для работы в соответствии с ЕСКД.

ПРИМЕЧАНИЕ

Шаблон чертежа — специальный тип файлов SolidWorks с расширением drwdot. В файле шаблона чертежа содержатся настройки по умолчанию для отображения размеров, стрелок размеров, размерных и выносных линий.

Для этого скопируйте папку Templates из корневой папки прилагаемого компакт-диска в каталог установки SolidWorks 2011 C:\Program Files\SolidWorks Corp\SolidWorks\Data. Теперь запустите программу SolidWorks 2011 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**, показанное на рис. 8.1 — проверьте, чтобы в разделе **Отобразить папки** для стоял флажок **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 разделе **Папки** (рис. 8.1).

Щелкните мышью по разделу **Шаблоны по умолчанию**. Откроется диалоговое окно **Настройки пользователя**, показанное на рис. 8.2.

В правой стороне окна показаны пути к файлам в SolidWorks 2011 по умолчанию. Нажмите кнопку  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**, показанном на рис. 8.3, выберите вкладку **Шаблоны** и щелкните мышью по элементу **Деталь_ESKD**. Нажмите кнопку **ОК**. Указанный путь отобразится в окне **Настройки пользователя**.

Аналогичную процедуру проделайте для остальных шаблонов: для элемента **Сборки** выберите шаблон **Сборка_ESKD**, для элемента **Чертежи** — шаблон **Чер-**

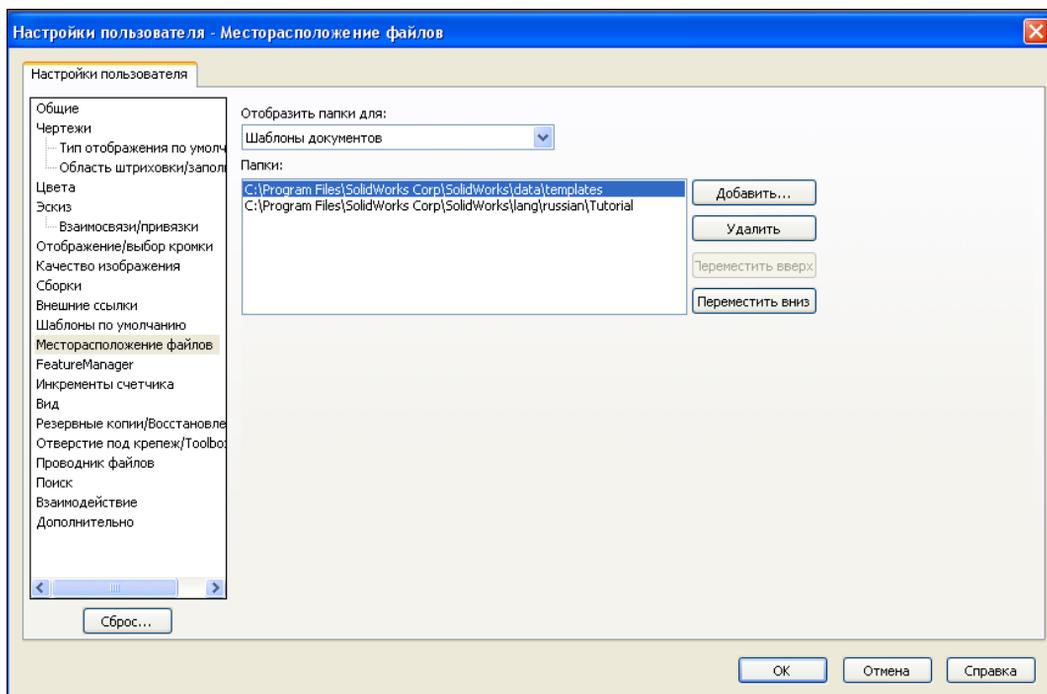


Рис. 8.1

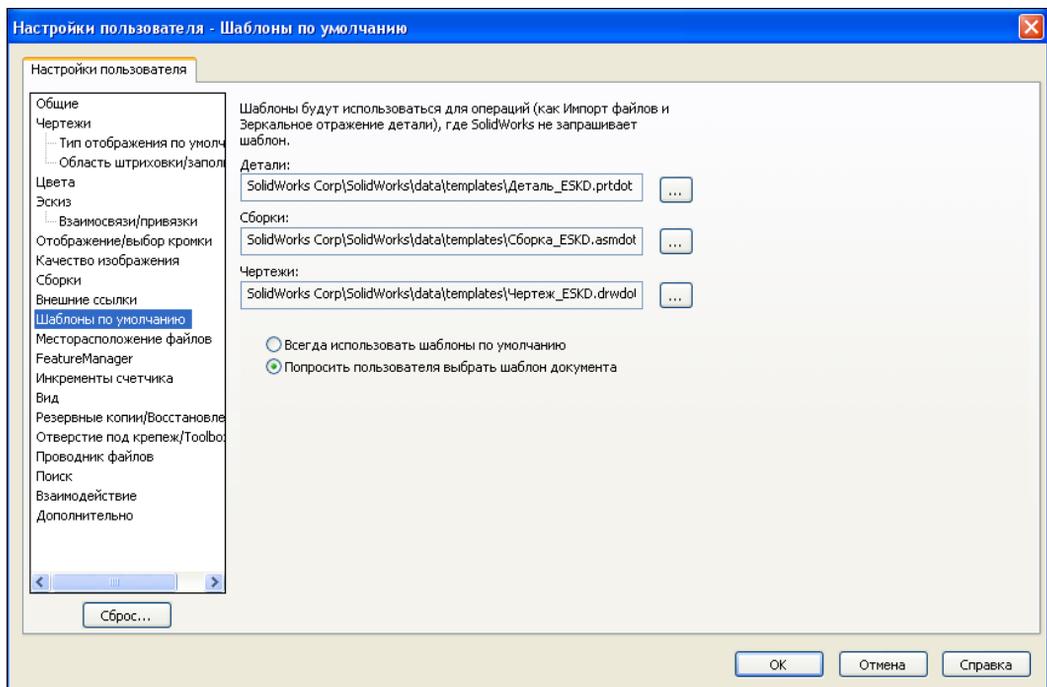


Рис. 8.2

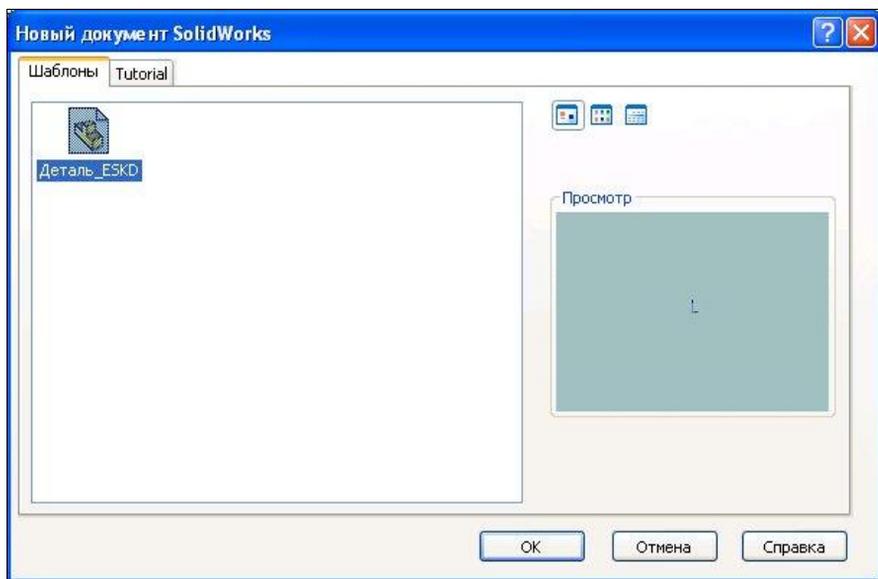


Рис. 8.3

теж_ESKD. После этого установите флажок **Всегда использовать шаблоны по умолчанию** (рис. 8.2) и нажмите кнопку **ОК**. Теперь при открытии любого нового документа в SolidWorks 2011 будут использованы шаблоны, адаптированные для проектирования деталей и создания чертежей в соответствии с ЕСКД.

Далее установите шаблоны стандартных форматов чертежей от А0 до А4 со штампом основной надписи. Пользователи, конечно же, могут создать свои собственные форматы и сохранить их как шаблоны. Скопируйте все файлы из папки Format прилагаемого компакт-диска в каталог пользователя C:\Documents and Setting\<Имя пользователя>\Application Data\SolidWorks\SolidWorks 2011\lang\russian\Sheetformat. Теперь при открытии шаблона Чертеж, кроме форматов по умолчанию, будут предлагаться стандартные форматы ГОСТ 2.301-68.

8.1.2. Создание нового чертежа

Для создания нового чертежа запустите SolidWorks 2011 и выберите команду меню **Файл | Новый** или просто нажмите кнопку  — **Создать** инструментальной панели **Стандартная**. Откроется окно **Новый документ SolidWorks**. Щелкните кнопку  — **Двухмерный технический чертеж** и затем **ОК**. Произойдет за-

грузка шаблона чертежа и окна **Формат листа/Размер**. В данном диалоговом окне пользователь может выбрать один из стандартных или пользовательский размер листа и файл основной надписи по умолчанию. Установите переключатель **Размер листа** в положение **Стандартный размер листа**, если он не установлен по умолчанию. Ниже, в окне стандартных форматов будут перечислены шаблоны чертежей, выполненных по международному стандарту ISO. А в самом конце списка бу-

дуг 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 А2 (формат ESKD_a2_1) (рис. 8.4). Внешний вид и размеры выбранной форматки отобразятся в окне **Просмотр**. Нажмите кнопку **ОК**. В графической области построений появится пустой лист чертежа с основной надписью. При этом в Менеджере свойств появится диалоговое окно **Вид модели** (рис. 8.5). Если бы у вас были загружены файлы деталей

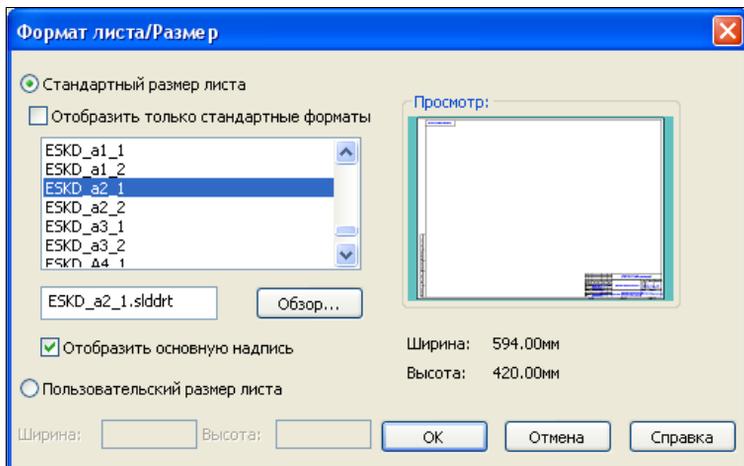


Рис. 8.4

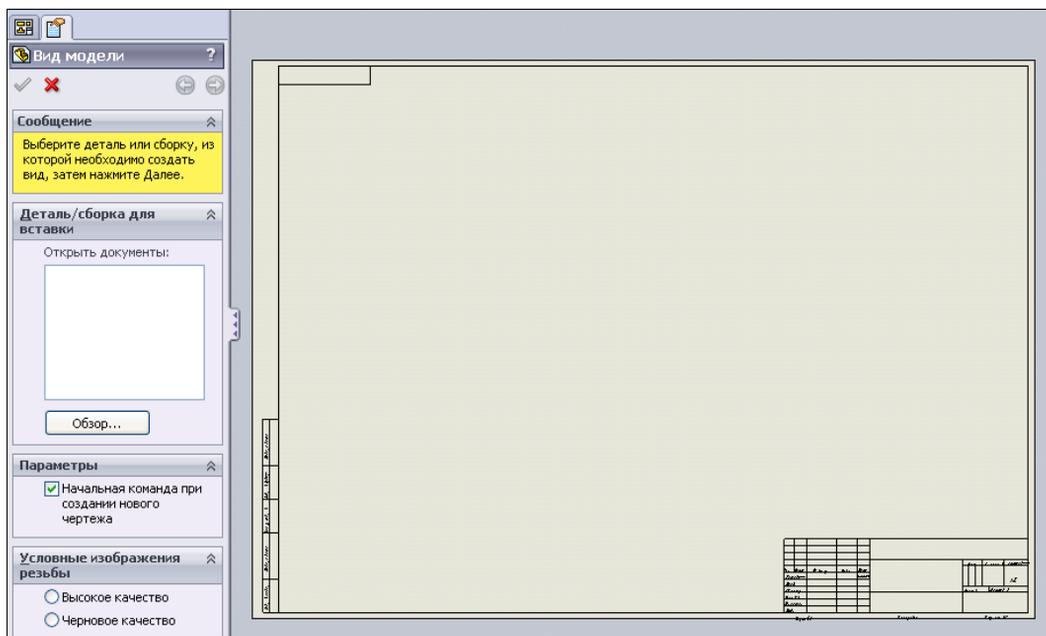


Рис. 8.5

или сборок, то в окне **Открыть документы** на панели **Деталь/сборка** для вставки отражались бы имена этих файлов.

Если окно **Открыть документы** пустое, то нажмите кнопку **Обзор...** и с помощью Проводника Windows найдите требуемый файл. Для примера загрузите деталь Корпус редуктора.sldprt из папки Глава 8/Примеры компакт-диска. Эта же деталь использовалась в *главе 6* при создании сборки редуктора. Выбрав деталь, нажмите кнопку **Открыть** для вставки модели в чертеж. Окно **Вид модели** изменит свою конфигурацию.

8.1.3. Создание главного вида

На вкладке **Ориентация** снимите флажок (если он установлен) **Создать несколько видов** и в разделе **Стандартные виды** нажмите кнопку  — **Спереди** (рис. 8.6) для построения вида. Установите флажок **Предв. просмотр**, чтобы предварительно отобразить чертежный вид в графической области. На вкладке **Параметры** установите флажок **Авто-запуск проекционного вида**. На вкладке **Качество изображения** выберите режим  — **Скрыть невидимые линии**. На вкладке **Масштаб** задайте параметр **Использовать масштаб листа**, чтобы при создании вставленного чертежного вида программа SolidWorks 2011 сама, с учетом размеров модели и выбранного листа чертежа, подобрала оптимальный масштаб для видов, которые будут располагаться на данном листе. Для нашей модели Корпус редуктора оптимальный масштаб составляет 1:2. Остальные параметры оставьте как есть.

Теперь переместите указатель мыши в графическую область. Рядом с указателем мыши возникнет вид Спереди. Нажмите левую кнопку мыши в том месте графической области, где вы хотите разместить чертежный вид Спереди.

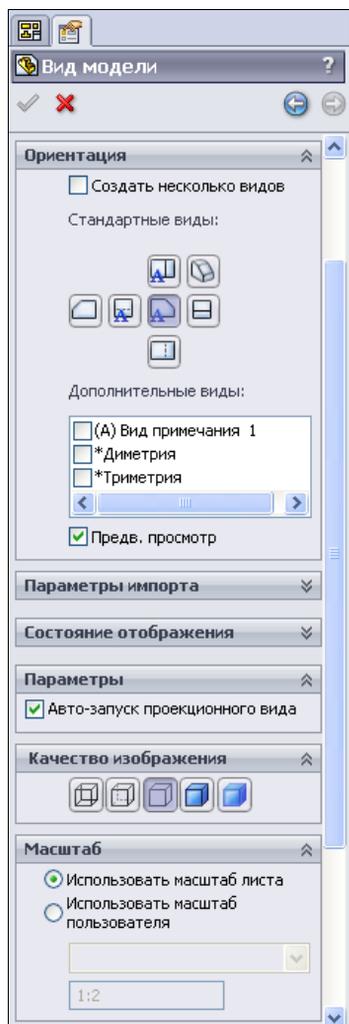


Рис. 8.6

8.1.4. Создание проекционных видов

Сразу же автоматически запустится команда создания проекционных видов и в Менеджере свойств появится окно **Проекционный вид** (рис. 8.7), в котором можно выполнять настройку параметров создаваемых видов.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для каждого проекционного вида можно устанавливать свои параметры. Обратите внимание, что параметры проекционных видов наследуют параметры родительского вида, т. е. того вида, от которого происходит проекционный вид.

Теперь переместите курсор ниже вида Спереди и щелкните в графической области для создания проекционного вида Снизу, затем переведите курсор правее вида Спереди и также щелкните в графической области для создания проекционного вида Справа. И, наконец, переведите курсор по диагонали вправо и вниз относительно вида Спереди и щелкните для создания изометрического вида.

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание, что при построении проекционных видов, пока вы не нажали левую кнопку мыши, предварительное отображение вида перемещается строго по линии. Если вам необходимо расположение вида не на линии проекции, то для того, чтобы отцепить проекционный вид, нажмите клавишу <Ctrl> и, удерживая ее, переместите вид в нужное место. Затем только нажмите левую кнопку мыши.

По окончании построения проекционных видов нажмите кнопку **ОК** . При этом в Дереве Конструирования появились имена созданных видов **Чертежный вид1** и т. д. (рис. 8.8).

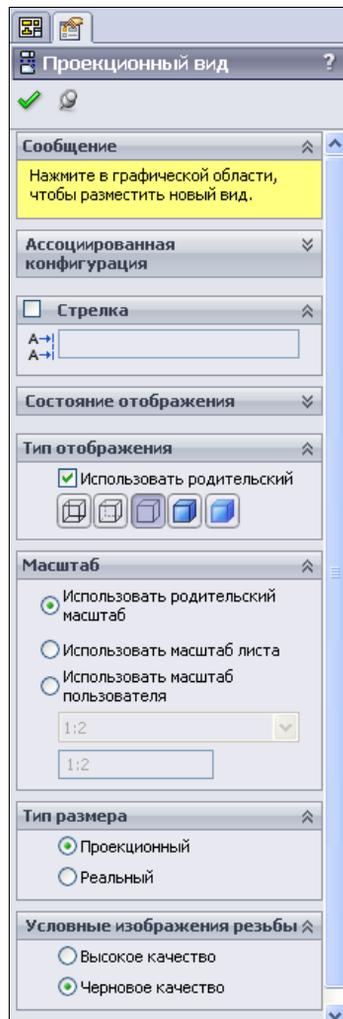


Рис. 8.7

Если щелкнуть мышью по виду в графической области, то этот вид активизируется и в Менеджере свойств появляется окно со свойствами данного вида, которые можно редактировать независимо от других видов.

8.1.5. Перемещение видов

Любой созданный вид можно перемещать. Для этого подведите указатель мыши к виду, который нужно переместить. При попадании указателя на границу вида или кромку модели рядом с указателем возникнет значок . В этот момент щелкните, захватив вид, и переместите его на новое место. Если проекционный вид имеет привязку к главному виду, то он будет перемещаться по вертикали или горизонтали. Если перемещать главный вид, то зависимые проекционные виды будут перемещаться вместе с ним.

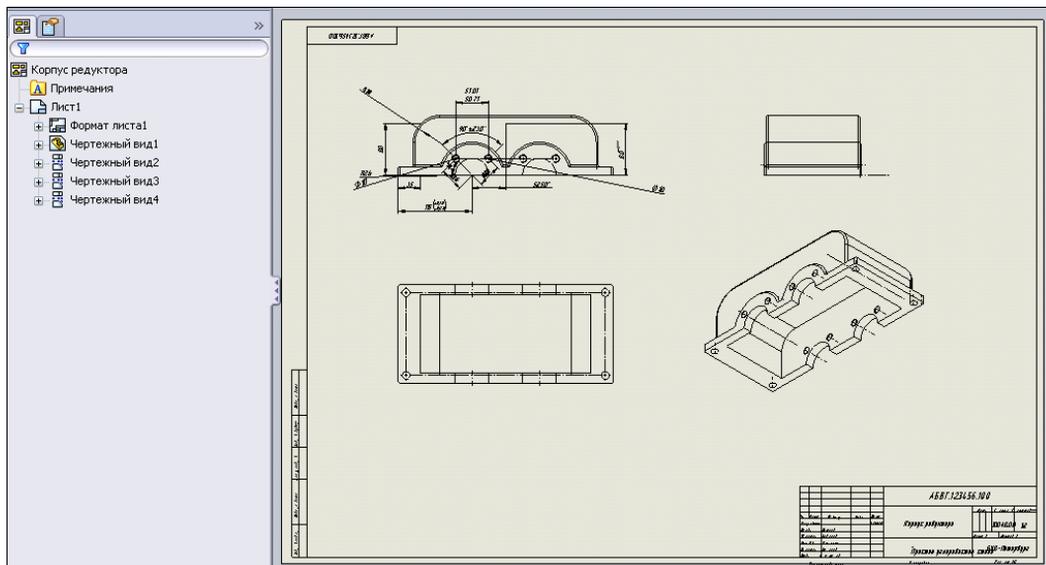


Рис. 8.8

Чтобы разорвать проекционную взаимосвязь (условия выравнивания) между видами, нажмите правую кнопку мыши на имени вида в Дереве Конструирования и в выпадающем контекстном меню выберите **Выровнять | Освободить выравнивание** (рис. 8.9).

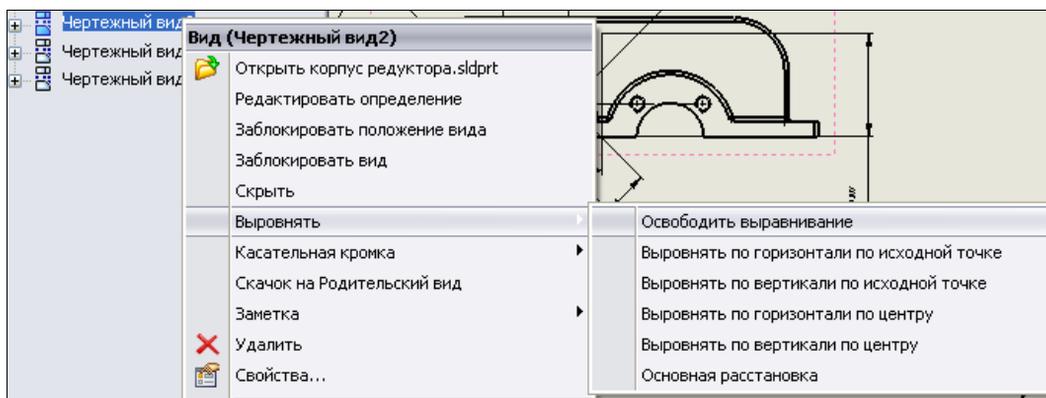


Рис. 8.9

Теперь вид можно переместить в любое место графической области. Для того чтобы восстановить разорванную проекционную связь с видом родителем, щелкните правой кнопкой мыши на виде в Дереве Конструирования и в выпадающем контекстном меню выберите команду **Выровнять | Основная расстановка**.

8.1.6. Режимы отображения вида

Для изменения режима отображения какого-либо вида активизируйте мышью этот вид и в появившемся диалоговом окне Менеджера свойств нажмите одну из кнопок в разделе **Тип отображения**:

- ◆  — Каркасное представление (рис. 8.10, А);
- ◆  — Невидимые линии отображаются (рис. 8.10, Б);
- ◆  — Скрыть невидимые линии (рис. 8.10, В);
- ◆  — Закрасить с кромками (рис. 8.10, Г);
- ◆  — Закрасить (рис. 8.10, Д).

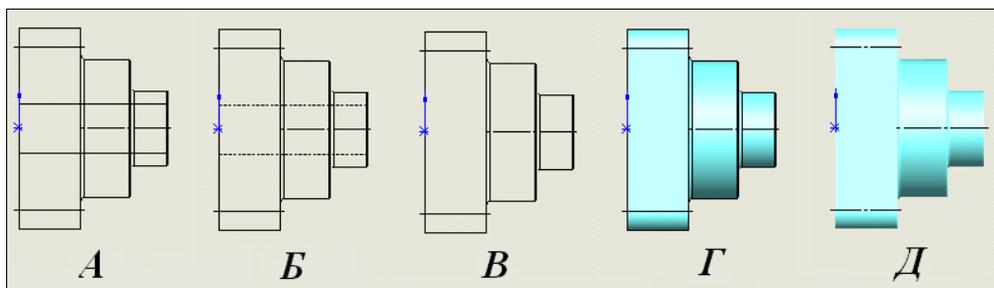


Рис. 8.10

При редактировании параметров дочернего чертежного вида на вкладке **Тип отображения** появляется флажок **Использовать родительский** (рис. 8.11). Если он установлен, то будет использоваться тип отображения родительского вида.

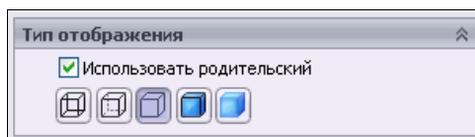


Рис. 8.11

Для изменения режима отображения касательных кромок (линий перехода) какого-либо вида нажмите на этом виде в Дереве Конструирования правой кнопкой мыши и в выпадающем контекстном меню выберите **Касательная кромка** (рис. 8.12).

Во втором выпадающем контекстном меню выберите один из следующих пунктов:

- ◆ **Линии перехода видимые** (рис. 8.13, А);
- ◆ **Линии перехода по стандарту** (рис. 8.13, Б);
- ◆ **Невидимые линии перехода** (рис. 8.13, В).

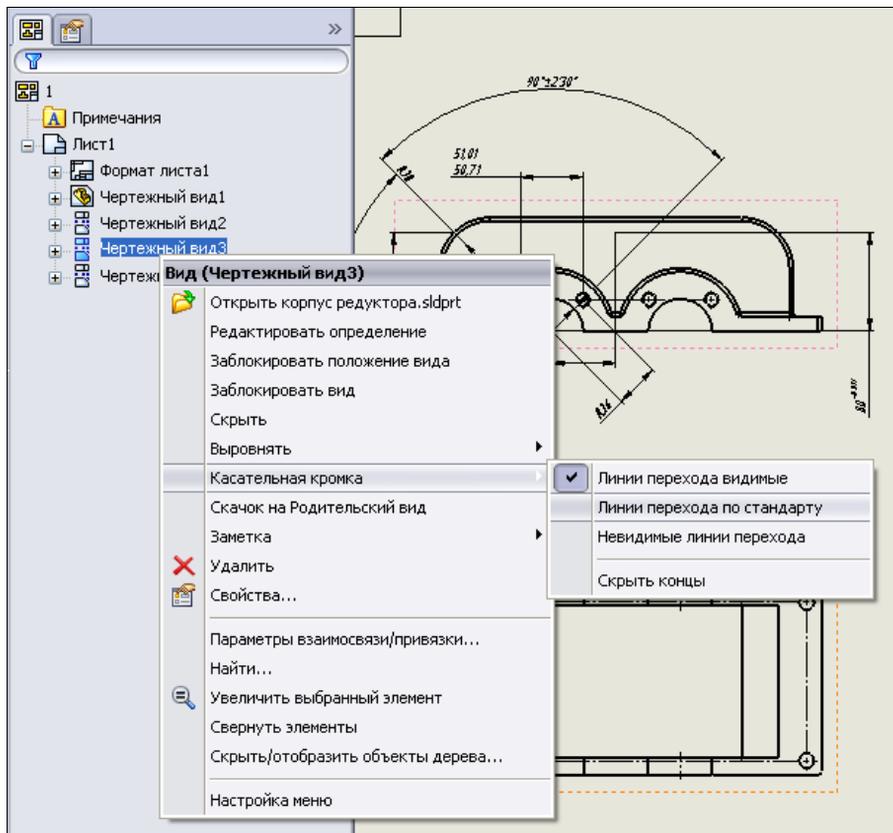


Рис. 8.12

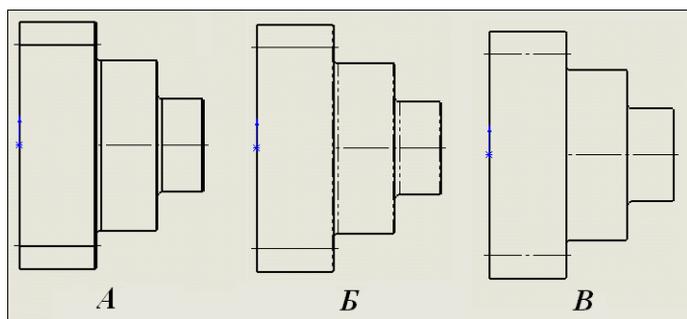
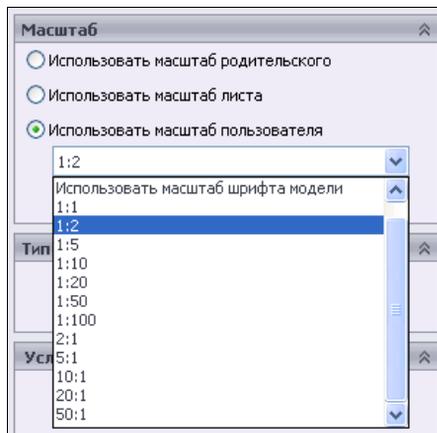


Рис. 8.13

8.1.7. Изменение масштаба вида

В SolidWorks 2011 каждому чертежному виду можно задать свой масштаб. Допустимые масштабы регламентированы в ГОСТ 2.302-68. Для изменения масштаба вида щелкните мышью по этому виду и в открывшемся окне Менеджера свойств на вкладке **Масштаб** (рис. 8.14) установите соответствующий флажок.

Рис. 8.14



При изменении масштаба возможны следующие варианты:

- ◆ **Использовать масштаб родительского;**
- ◆ **Использовать масштаб листа** — будет принят масштаб, который назначила система при создании первого родительского вида на чертежном листе;
- ◆ **Использовать масштаб пользователя** — возможно задание любого произвольного масштаба из выпадающего списка. При этом масштабы дочерних видов могут отличаться от масштаба родительского вида.

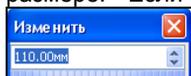
8.1.8. Простановка размеров

Все размеры в SolidWorks 2011 можно разделить на два вида:

- ◆ *управляющие* размеры, или размеры, по которым была построена модель детали. Управляющие размеры можно изменять, как находясь в документе модели, так и непосредственно из чертежа. Для добавления управляющих размеров в чертеж необходимо нажать кнопку  — **Элементы модели** в инструментальной панели **Примечания**;
- ◆ *справочные* (или управляемые) размеры, которыми нельзя управлять изменением геометрии модели путем редактирования. Для пересчета справочных размеров необходимо изменить управляющие. Причем можно установить величину размера, не связанную с реальным размером модели. Для добавления справочных или управляющих размеров в чертеж необходимо нажать кнопку  — **Автоматическое нанесение размеров** на панели инструментов **Размеры/взаимосвязи** и последовательно указывать кромки, где вы хотите добавить управляемые размеры.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для того чтобы определить тип размера, выполните двойной щелчок мыши на этом размере. Если в графической области появится диалоговое окно **Изменить**



, то размер является управляющим, в противном случае, когда программа никак не прореагирует на двойной щелчок, вы имеете дело с управляемым (справочным) размером.

- ◆ Все размеры, которые вы проставляли при построении модели, можно отобразить на всех чертежных видах. Для этого выберите в меню **Вставка | Элементы**

модели или нажмите кнопку  — **Элементы модели**. Эта команда осуществляет импорт размеров, примечаний и справочной геометрии из модели в выбранный вид (рис. 8.15).

На вкладке **Источник/Назначение** в окне **Источник** выберите пункт **Всей модели** для импортирования всех размеров модели. Установите флажок **Импортировать элементы во все виды**. На вкладке **Размеры** нажмите кнопку  — **Отмеченные для чертежа**. Установите флажок **Исключить повторы**, чтобы в чертеже была создана только одна копия каждого размера модели, и нажмите кнопку **ОК** .

На видах появятся размеры, которые могут перекрывать друг друга. С помощью мыши растащите размеры по графической области. Если какой-либо размер вам не нужен, то щелкните по нему мышью и нажмите клавишу <Delete>. Размер исчезнет с вида. После всех манипуляций с размерами у вас должен получиться чертеж, показанный на рис. 8.16.

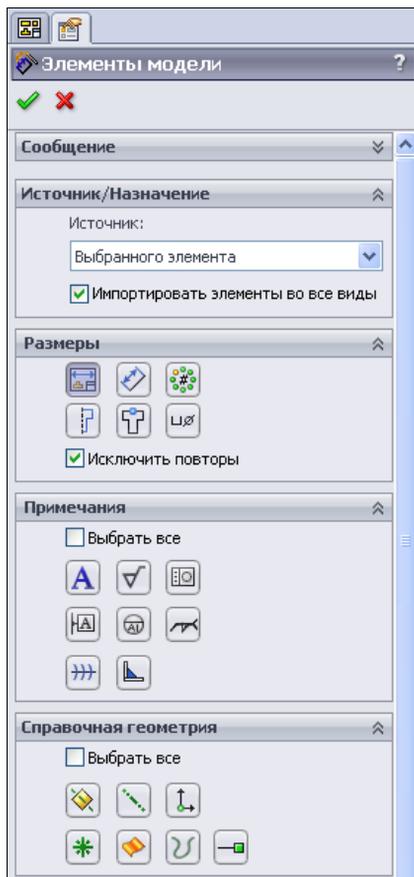
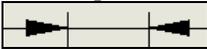


Рис. 8.15

Для того чтобы изменить направление стрелок с внутреннего расположения  на внешнее  или наоборот, необходимо выбрать размер, щелкнув по нему мышью, а затем щелкнуть голубую точку  на хвостовике стрелки. При этом стрелки размера разворачиваются на 180°. Проледайте это с размерами.

На виде Сверху размер скругления R3 не доходит до контура детали (рис. 8.17). В диалоговом окне **Размер** перейдите на вкладку **Выноски**. В разделе **Отобразить выноску/выносные линии** поставьте флажок **Размер внутри дуги** (рис. 8.18). Теперь щелкните точку на хвостовике стрелки, чтобы развернуть ее на 180°. После этого нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств. Результат показан на рис. 8.19.

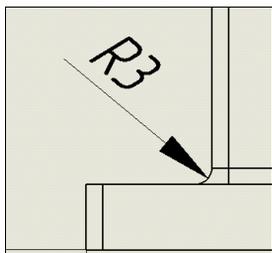


Рис. 8.19

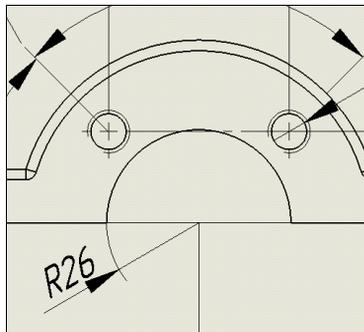


Рис. 8.20

У радиуса R26 на виде Спереди размерная линия продлевается до центра радиуса (рис. 8.20). Для того чтобы отключить продление, вызовите опять диалоговое окно **Размер** и на вкладке **Выноски** в разделе **Отобразить выноску/выносные линии** нажмите кнопку  — **Открыть выноску**, после чего нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств. Результат представлен на рис. 8.21.

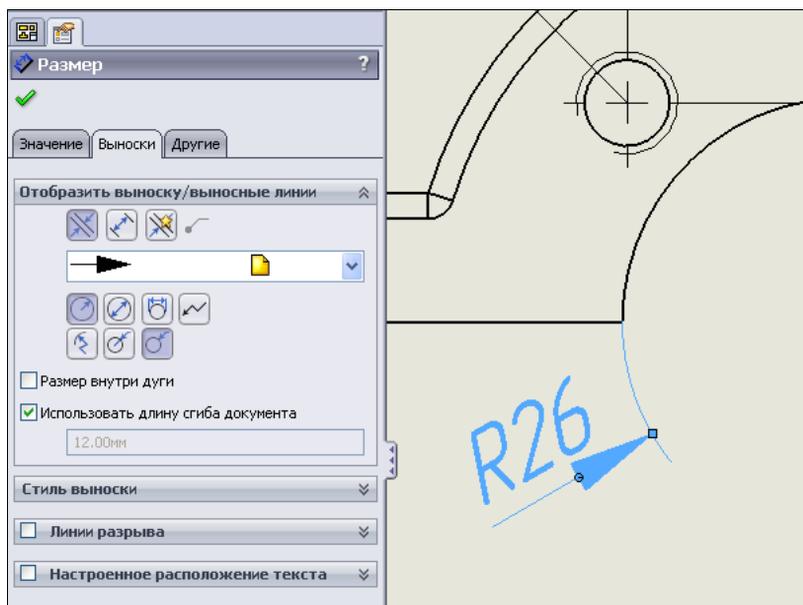


Рис. 8.21

Если каких-то размеров не хватает, то их можно проставить так, как это делалось в эскизах: в инструментальной панели **Размеры/взаимосвязи** нажмите кнопку  — **Автоматическое нанесение размеров** и укажите на виде кромку для простановки ее длины или укажите две кромки для простановки расстояния между ними. Проставьте, например, габаритный размер 152 детали на виде Справа (рис. 8.22).

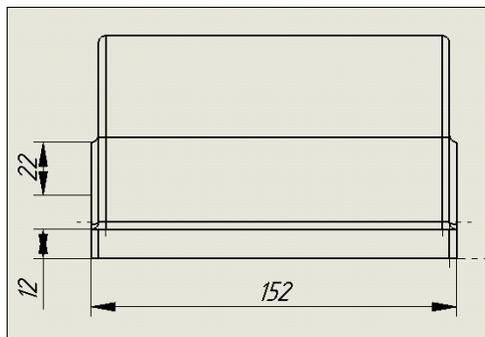


Рис. 8.22

8.1.9. Перемещение и копирование размеров

После того как размеры будут добавлены в чертеж, их можно перемещать внутри одного вида и между видами, а также копировать. Причем перемещать или копировать размер можно только в тот вид, ориентация которого соответствует этому размеру.

Перемещать или копировать размеры можно следующими способами:

- ◆ Для перемещения размера внутри вида нажмите на размер, захватите его мышью и переместите в новое место, после чего отпустите кнопку мыши.
- ◆ Для перемещения размера из вида в вид нажмите клавишу <Shift>, выберите размер и перетащите его внутрь границ другого вида, после чего отпустите кнопку мыши и клавишу <Shift>.
- ◆ Для копирования размера из одного вида в другой нажмите во время перетаскивания размера клавишу <Ctrl>.
- ◆ Для перемещения или копирования сразу нескольких размеров предварительно выберите их. Для выбора нескольких размеров нажмите и держите клавишу <Ctrl> в момент выбора. Выбор можно также осуществить "рамкой".

К примеру, переместите высотный размер 92 с вида Спереди на вид Справа (рис. 8.23).

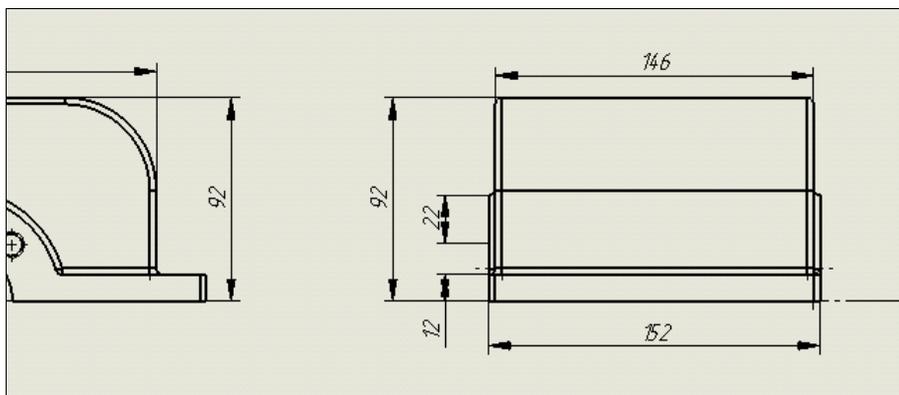


Рис. 8.23

8.1.10. Изменение размеров

Поскольку у размеров в модели и в чертеже имеется ассоциативная связь, то при изменении размера модели на виде чертежа происходит автоматическое обновление самой модели, отражающее данное изменение. Давайте проверим это. Перед проверкой сохраните чертеж в файле чертежа под именем `Корпус редуктора.slddrw`.

На виде Снизу видны четыре отверстия диаметром 12. Допустим, необходимо изменить диаметр этих отверстий на 13. Подведите курсор к размеру и дважды щелкните мышью по размеру. Появится диалоговое окно **Изменить**, в котором вместо величины 12 мм установите 13 мм так, как это показано на рис. 8.24.

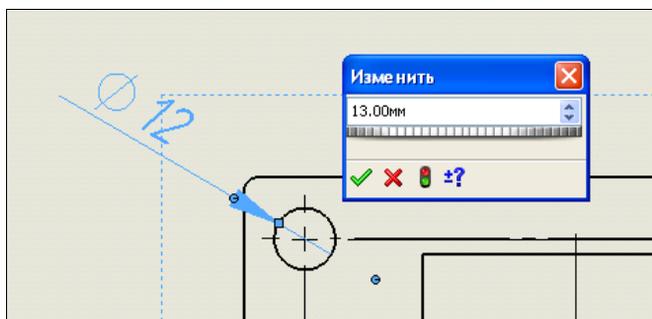


Рис. 8.24

Нажмите кнопку **ОК** . Чертежный вид покроется сетью пунктирных линий (рис. 8.25). Это означает, что в модели произошли изменения, и необходимо ее перестроить. Для перестроения модели нажмите на панели инструментов **Стандартная** кнопку  — **Перестроить**. После перестроения диаметр отверстия изменится на 13 мм (рис. 8.26).

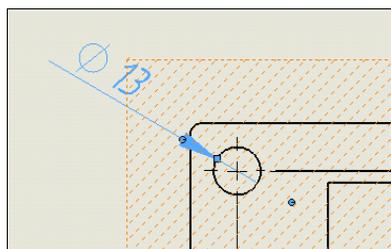


Рис. 8.25

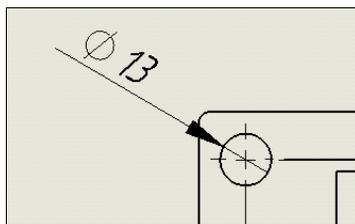


Рис. 8.26

Теперь проверим, произошли ли изменения в модели детали. Для этого, не закрывая файла чертежа, загрузите файл детали `Корпус редуктора.sldprt`. Для быстрой загрузки модели детали щелкните правой кнопкой мыши по любому из видов чертежа и в выпадающем контекстном меню выберите **Открыть корпус редуктора.sldprt**. Откроется файл детали. В Дереве Конструирования на элементе, который требует перестроения, указан значок перестроения  **Вырез-Вытянуть2**. Нажмите на

панели инструментов **Стандартная** кнопку  — **Перестроить**. Теперь раскройте элемент **Вырез-Вытянуть2**, нажав на значок плюса. Наведите курсор мыши на появившийся **Эскиз6** (эскиз отверстия), нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите  — **Редактировать эскиз**. В режиме рисования эскизов проверьте, что диаметр окружности равен 13 мм (рис. 8.27).

Теперь измените этот размер снова, дважды щелкнув мышью по размеру 13 мм. Появится диалоговое окно **Изменить**, в котором задайте размер 12 (рис. 8.28).

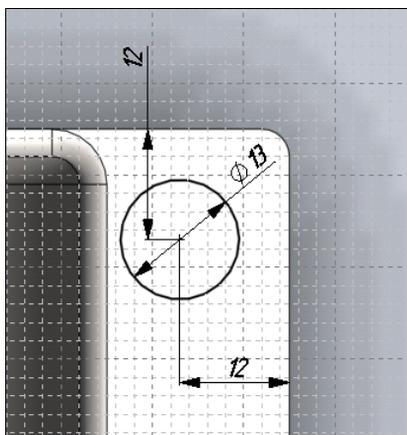


Рис. 8.27

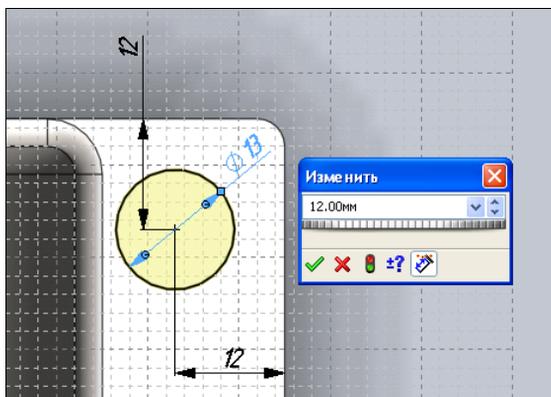


Рис. 8.28

Чтобы одной кнопкой принять изменения и перестроить, нажмите в окне **Изменить** кнопку  — **Регенерация модели с текущим значением**. Нажмите кнопку **ОК** , затем выйдите из эскиза и перейдите в чертеж детали. Диаметр отверстия на чертеже снова 12 мм, что подтверждает двустороннюю взаимосвязь размеров модели и чертежа.

8.1.11. Редактирование основной надписи

В SolidWorks 2011 можно создавать свою собственную основную надпись чертежа. Поскольку были установлены шаблоны форматов чертежа, то вновь рисовать основную надпись нет необходимости. Но осталась потребность редактировать основную надпись, чтобы внести оригинальную информацию пользователя в поля надписи.

Прежде чем редактировать основную надпись, можно внести информацию из свойств детали. Чтобы отредактировать свойства детали, нажмите правой кнопкой мыши на любом из видов чертежа в Дереве Конструирования и в выпадающем контекстном меню выберите команду **Открыть корпус редуктора.sldprt**. Загрузится файл детали Корпус редуктора. Далее выберите в меню **Файл | Свойства** и в открывшемся диалоговом окне **Суммарная информация** перейдите на вкладку **Настройки** (рис. 8.29).

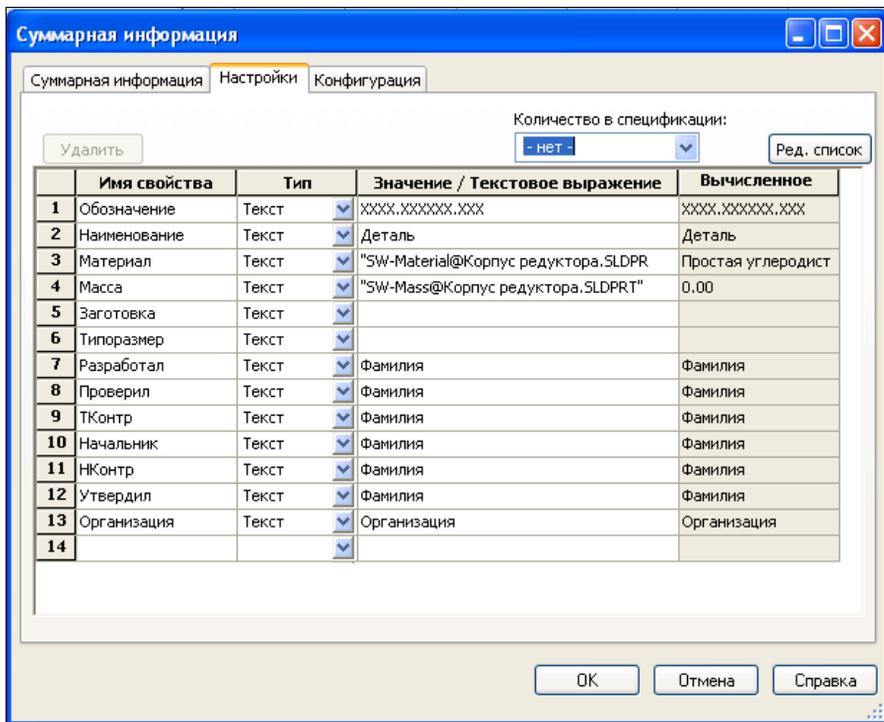


Рис. 8.29

Измените значения полей **Значение/Текстовое выражение**, например, как на рис. 8.30, нажмите кнопку **ОК** и закройте диалоговое окно **Суммарная информация**.

Сохраните деталь, нажав кнопку  — **Сохранить** на панели инструментов **Стандартная**, и перейдите в файл чертежа **Окно | Корпус редуктора — Лист1**. Поля основной надписи должны быть частично заполнены. Для окончательного формирования основной надписи необходимо перейти в режим ее редактирования.

Чтобы перейти в режим редактирования основной надписи, в Дереве Конструирования нажмите правую кнопку на элементе **Лист1**. В выпадающем контекстном меню выберите пункт **Редактировать основную надпись**. Все чертежные виды исчезнут, а в основной надписи возникнут поля, которые можно редактировать (рис. 8.31).

Чтобы отредактировать какое-либо поле, просто дважды щелкните по нему мышью. В окне **Форматирование** (рис. 8.32) можно задать шрифт, его тип и цвет, а также размер. Попробуйте отредактировать основную надпись примерно так, как показано на рис. 8.33.

Для окончания редактирования основной надписи щелкните правой кнопкой мыши в графической области и в выпадающем контекстном меню выберите пункт **Редактировать лист**. Программа вернется в режим рисования чертежа.

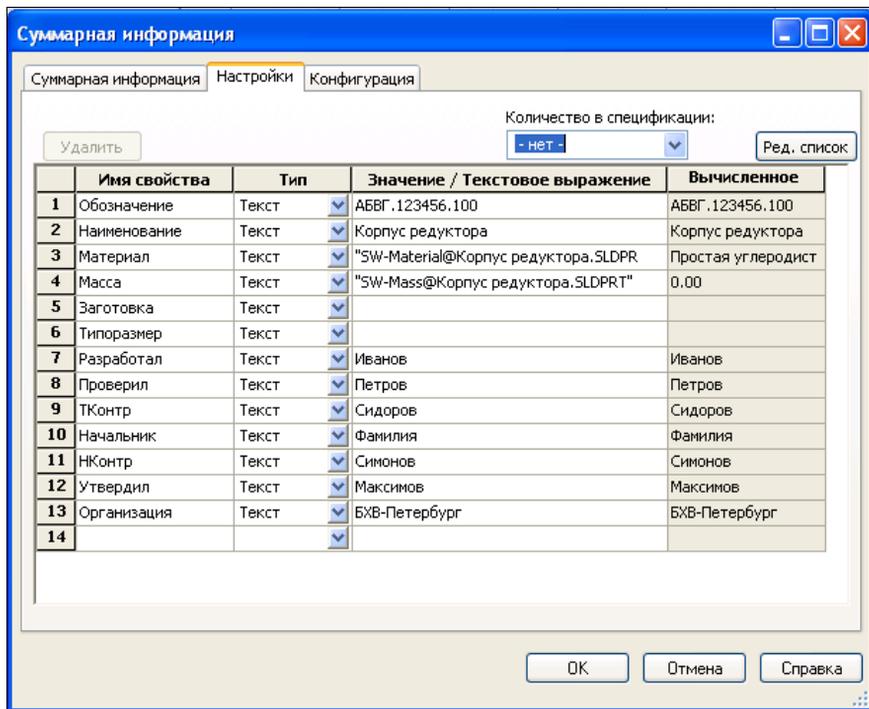


Рис. 8.30

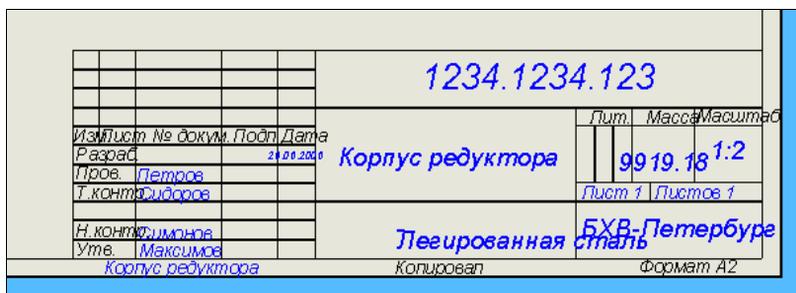


Рис. 8.31

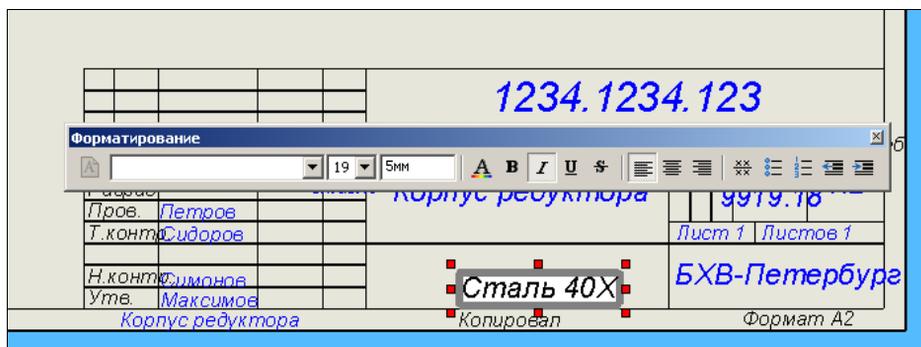


Рис. 8.32

				1234.1234.123					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус редуктора	Лит.	Масса	Масш.	
Разраб.	Иванов			20.08.2000			10 кг	1:2	
Пров.	Петров								
Т. контр.	Сидоров					Лист 1	Листов 1		
Н. контр.	Симонов				Сталь 40Х	БХВ-Петербург			
Утв.	Максимов								
Корпус редуктора				Копировал			Формат А2		

Рис. 8.33

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вам каждый раз будет требоваться именно такая основная надпись (фамилии, организация, шифр и т. п.), то прежде чем выполнять чертеж, сформируйте основную надпись, а затем сохраните чертеж как шаблон: выберите **Файл | Сохранить как и в** поле **Тип файла** выберите **Шаблоны чертежей (*.drwdot)**.

8.1.12. Печать чертежа

Для печати чертежа детали выберите в меню **Файл | Печать**. Появится диалоговое окно **Печать**, в котором необходимо выбрать принтер для печати документов. Далее нажмите кнопку **Толщина линии**. Откроется диалоговое окно **Свойства документа — Толщина линии** (рис. 8.34), в котором можно задать до 8 различных градаций линий по толщине. Для оформления чертежа, как правило, достаточно трех линий: тонкой (0,3 мм), основной (0,6 мм) и утолщенной (0,8 мм). Тонкими линиями, например, отображаются размерные и выносные линии, основными — линии видимого контура, утолщенными — линии сечений.

Задайте толщины линий в окне **Свойства документа — Толщина линии** так, как показано на рис. 8.34, и нажмите кнопку **ОК**. Эта команда присваивает каждому типу линии свое значение толщины. Настройка толщины выполняется однократно и распространяется на все чертежи данного пользователя.

Далее в разделе **Страницы** оставьте выбранным параметр **Все листы**. Затем нажмите кнопку **Параметры страницы**. Появится диалоговое окно **Параметры страницы**, в котором можно изменить параметры принтера, например разрешение, масштаб, формат бумаги и т. д. Установите все параметры так, как на рис. 8.35. Для предварительного просмотра чертежа можно нажать кнопку **Предв. просмотр**.

Далее нажмите кнопку **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно **Параметры печати**. Если вам необходимо произвести печать в файл, то установите флажок **Печать в файл**. Затем нажмите кнопку **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно **Параметры печати** и распечатать чертеж.

Теперь нажмите кнопку  **Сохранить** в инструментальной панели **Стандартная**. Если система уведомит о том, что используемая в чертеже модель была изменена, и спросит, нужно ли ее сохранить, то нажмите кнопку **Да**.

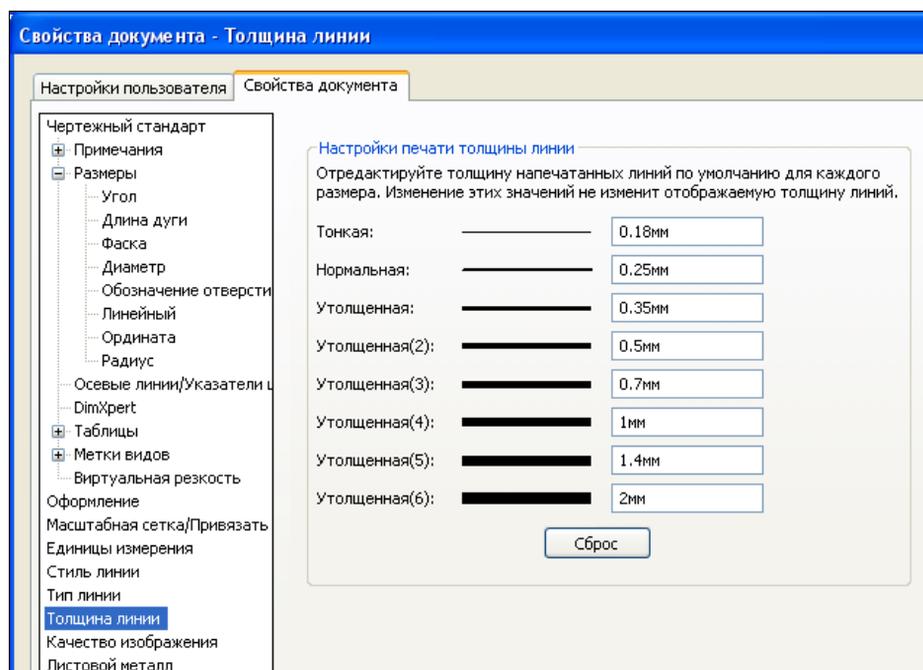


Рис. 8.34

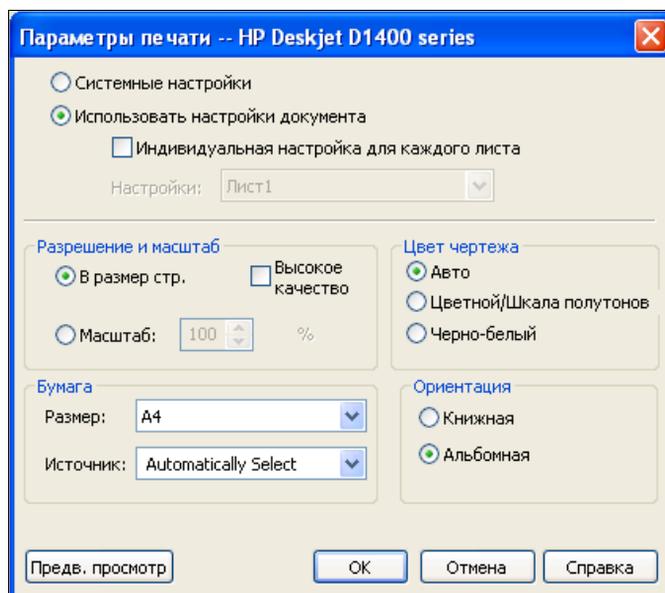


Рис. 8.35

8.2. Создание дополнительных видов

В предыдущем разделе мы рассмотрели создание основных чертежных видов детали. Но иногда для полного представления о конфигурации деталей этих видов недостаточно. Поэтому в данном разделе мы на примере все той же детали Корпус редуктора рассмотрим способы создания дополнительных видов, которые позволят создать SolidWorks 2011.

Если вы успели закрыть файл чертежа Корпус редуктора.slddrw, то откройте его вновь.

8.2.1. Создание разреза

Выполним разрез детали. Для этого нам потребуется инструментальная панель **Чертеж**. Если ее нет на экране, то вызовите ее на экран, проделав путь **Вид | Панель инструментов | Чертеж**.

В качестве примера давайте на виде Снизу сделаем разрез детали, проходящий через ось отверстия под крышку. Для этого на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку  — **Разрез**. Команда **Разрез** позволяет создать простой или ступенчатый разрез или сечение с помощью набора расположенных параллельно секущих плоскостей. Эта команда добавляет разрез путем рассечения родительского вида с помощью линии сечения. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Разрез**.

При этом активируются кнопки рисования эскизов, в частности кнопка  — **Линия**. Теперь в чертежном виде Снизу нарисуйте линию так, как показано на рис. 8.36.

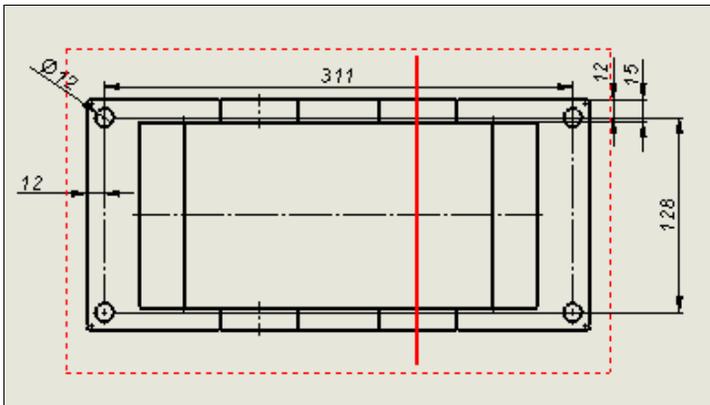


Рис. 8.36

Сразу возникнет новый динамически перемещающийся вид. Он будет перемещаться только перпендикулярно линии разреза. Чтобы отцепить вид, нажмите и удерживайте клавишу **<Ctrl>**, переместите вид в нужное место, например ниже вида Снизу, и щелкните мышью. Возникнет новое диалоговое окно **Разрез А-А**. Если вы будете добавлять новые разрезы, то буква (латинская), обозначающая разрез, будет

меняться автоматически. В поле **Метка** вы можете поменять обозначение разреза (здесь допустима кириллица). В поле **Изменить направление**, устанавливая или убирая флажок, можно изменять направление разреза. Для нового разреза можно использовать родительский масштаб или установить свой, это задается на вкладке **Масштаб**. И последнее: если вы хотите изобразить только сечение, то установите флажок **Местное сечение** на вкладке **Сечение**.

Проверьте по рис. 8.37 корректность установленных параметров и нажмите кнопку **ОК** .

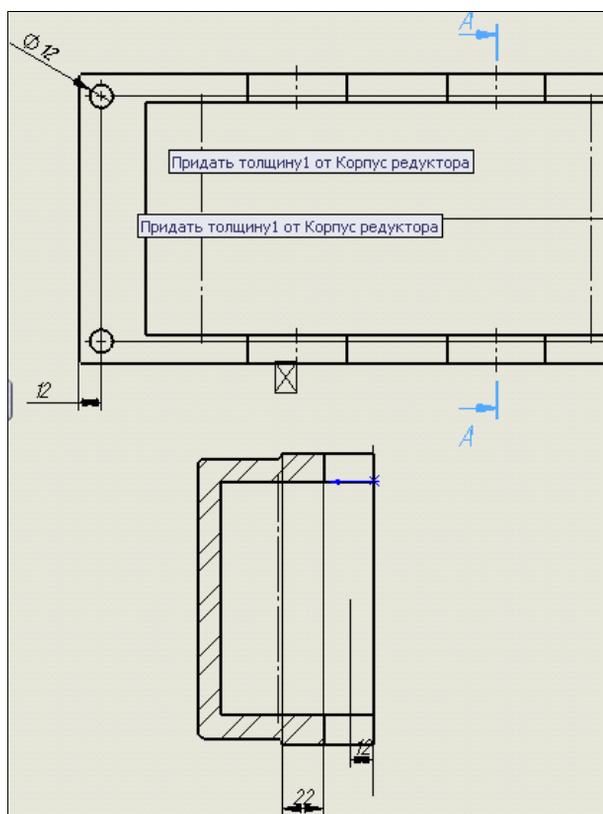


Рис. 8.37

Теперь добавим в разрез обозначение по стандарту. Для этого подведите указатель к символу  и дважды щелкните мышью. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Заметка**, а в графической области возникнет поле для ввода текста. Введите обозначение разреза А-А. Затем в диалоговом окне **Заметка** на вкладке **Формат текста** установите флажок **Метка вида вручную**. Кнопка **Шрифт** станет доступной. Нажмите ее. Откроется диалоговое окно **Выбрать шрифт**, на вкладке которого **Высота** установите высоту шрифта 7 мм (рис. 8.38).

Нажмите кнопку **ОК**, чтобы закрыть окно **Выбрать шрифт**, и кнопку **ОК** , чтобы закрыть окно **Заметка**. В результате должен получиться вид, показанный на рис. 8.39.

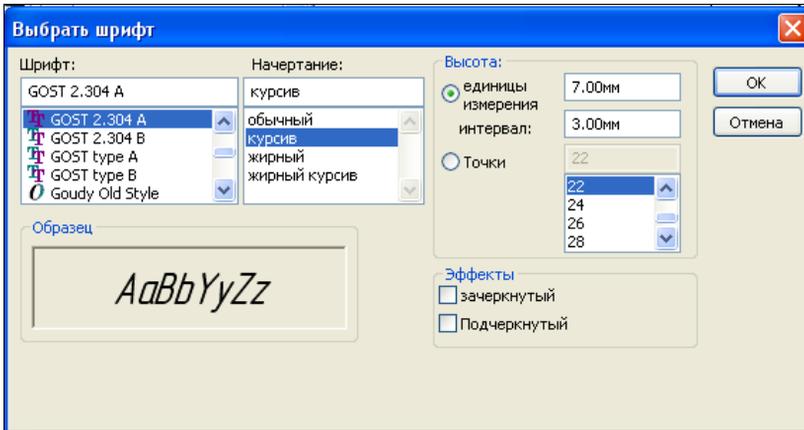


Рис. 8.38

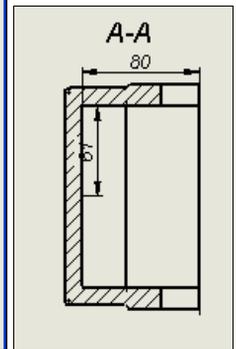


Рис. 8.39

В настоящий момент мы имеем простой разрез. Чтобы разрез сделать ступенчатым, подведите курсор к линии сечения на виде Спереди. В тот момент, когда рядом с курсором возникнет обозначение разреза, линия сечения изменит свой цвет с черного на красный и высветится подсказка **Линия сечения1 от Чертежный вид2**, нажмите правую кнопку мыши и из контекстного меню выберите пункт **Редактировать эскиз**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вызвать команду **Редактировать эскиз** вы можете также, щелкнув правой кнопкой в Дереве Конструирования на элементе **Линия сечения A-A** в разделе **Разрез A-A** (рис. 8.40).

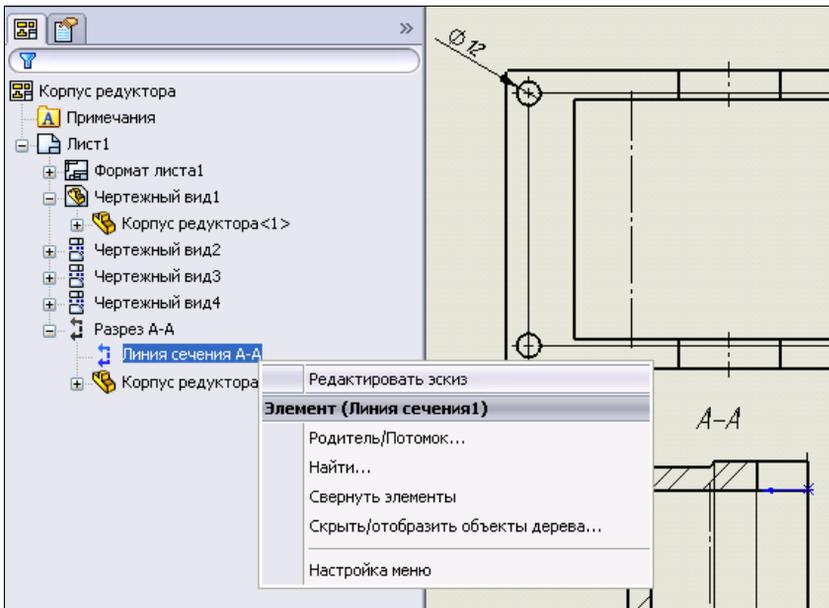


Рис. 8.40

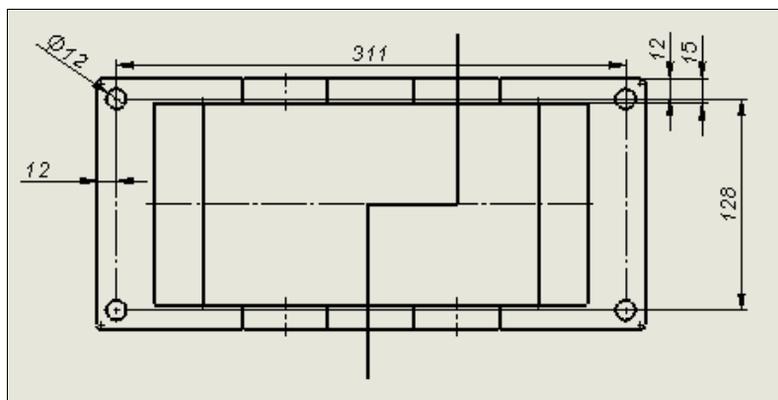


Рис. 8.41

Отредактируйте эскиз линии сечения так, как показано на рис. 8.41.

Чтобы линия сечения проходила через оси или центры отверстий, необходимо добавлять соответствующие взаимосвязи совпадений.

Теперь выйдите из режима рисования эскиза и перестройте сечение, нажав кнопку  — **Перестроить** панели инструментов **Стандартная**. Если все сделано правильно, вы получите ступенчатое сечение, показанное на рис. 8.42.

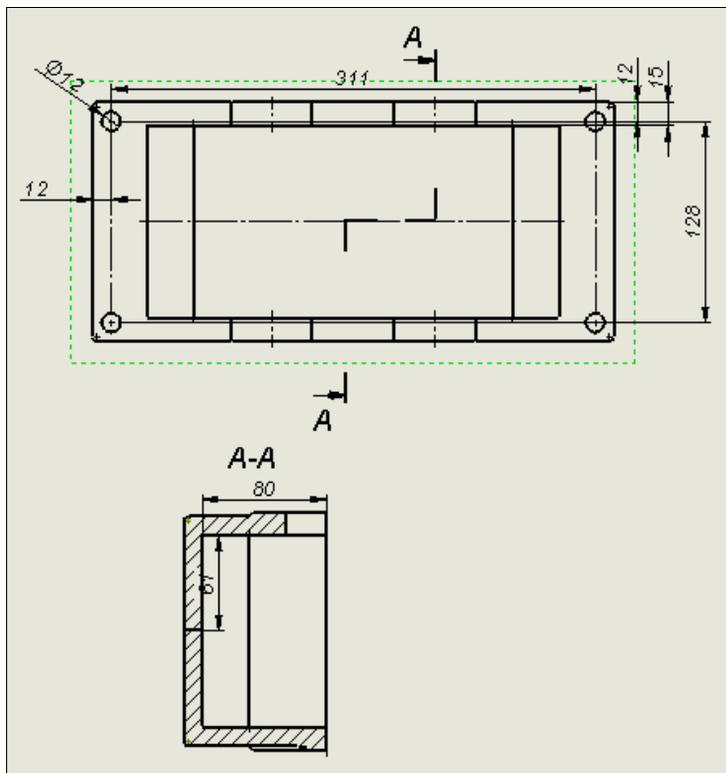


Рис. 8.42

В сечении количество ступеней может быть различным.

Далее скроем на разрезе А-А кромку, лежащую на границе секущих плоскостей. Для этого выберите мышью кромку (рис. 8.43), которую необходимо скрыть.

Затем нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите пункт  — **Скрыть кромку**. Кромка будет скрыта.

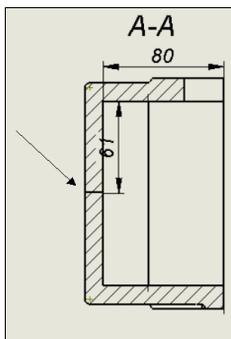


Рис. 8.43

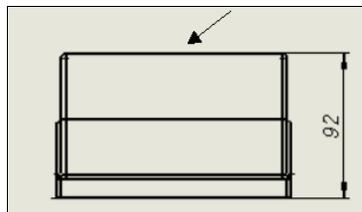


Рис. 8.44

8.2.2. Создание вспомогательного вида

При создании чертежей иногда удобно показать вид на деталь с какого-то определенного ракурса. Для этого в SolidWorks 2011 есть средство создания вспомогательных видов. Давайте для примера создадим вспомогательный вид Сверху на нашу деталь Корпус редуктора. Отметим, что вид Сверху можно было получить, используя стандартные проекции, но для примера воспользуемся вспомогательным видом.

Для создания вспомогательного вида выберите кромку на виде Справа, указанную на рис. 8.44.

Затем в инструментальной панели **Чертеж** нажмите кнопку  — **Вспомогательный вид**. Эта команда создает вид путем использования кромки или другого линейного объекта. Сразу же автоматически создается вид, перпендикулярный кромке, а также стрелка и метка вида "В". Нажмите клавишу <Ctrl> для разрыва проекционной связи между видами и поместите вид рядом с исходным видом, щелкнув мышью в графической области. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Чертежный вид6**, в котором установите флажок **Изменить направление**, чтобы отобразить вид Сверху. Нажмите кнопку **ОК** , чтобы закрыть диалоговое окно. В результате вы должны получить новый вспомогательный вид (рис. 8.45).

Если вид оказался за пределами чертежа, то ничего страшного. Давайте мы его развернем на 90°. Для этого снова активируйте вид и нажмите кнопку  — **Вращать вид** панели инструментов **Вид**. Появится диалоговое окно **Вращать чертежный вид**. Теперь в этом окне в поле **Угол чертежного вида** установите 90° и нажмите кнопку **Применить**, или просто в графическом окне захватите мышью вид и осуществите вращение вида так, как показано на рис. 8.46.

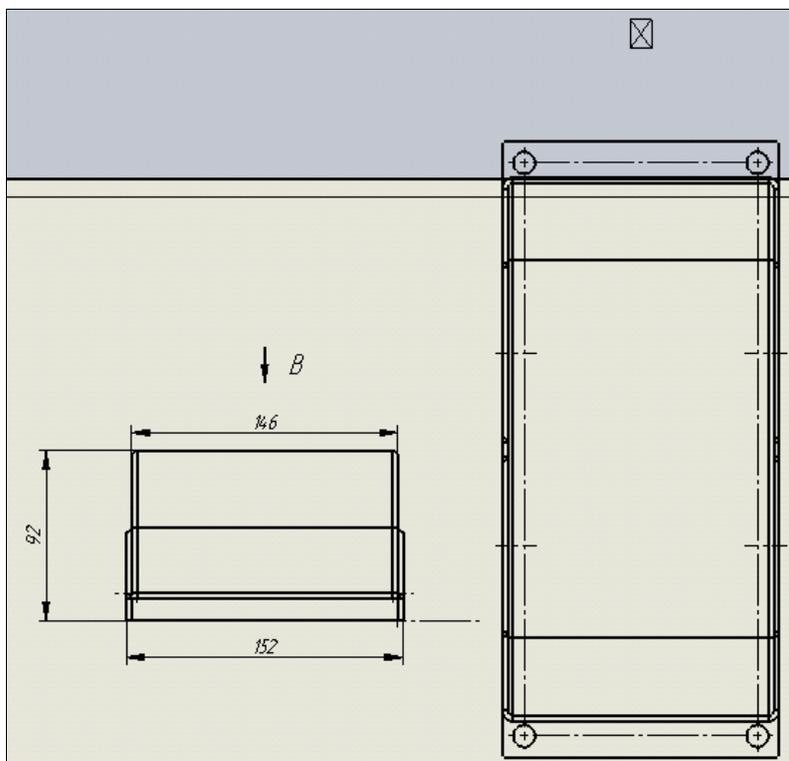


Рис. 8.45

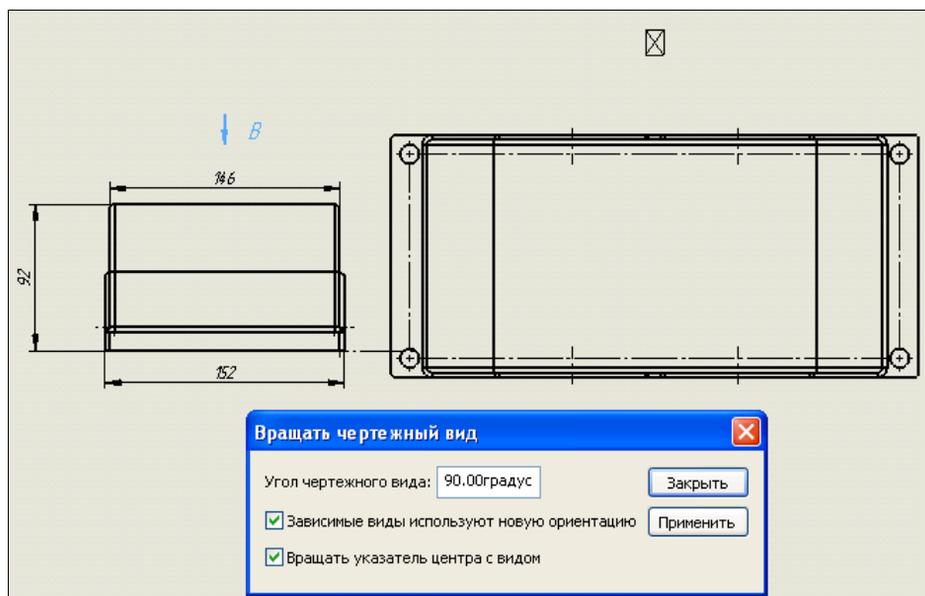


Рис. 8.46

После завершения операции нажмите кнопки **Закрыть** и **ОК** , чтобы закрыть оба диалоговых окна.

Теперь выровняем вид В так, чтобы он находился на одной горизонтали с исходным видом. Для этого щелкните в Дереве Конструирования правой кнопкой мыши на элементе **Чертежный вид В** (Вид В) и в выпадающем контекстном меню выберите пункт **Выровнять | Выровнять по горизонтали по исходной точке** (рис. 8.47).

Изображение курсора изменится на . Затем в графической области щелкните объект, относительно которого вы хотите выровнять вид. В данном случае это вид

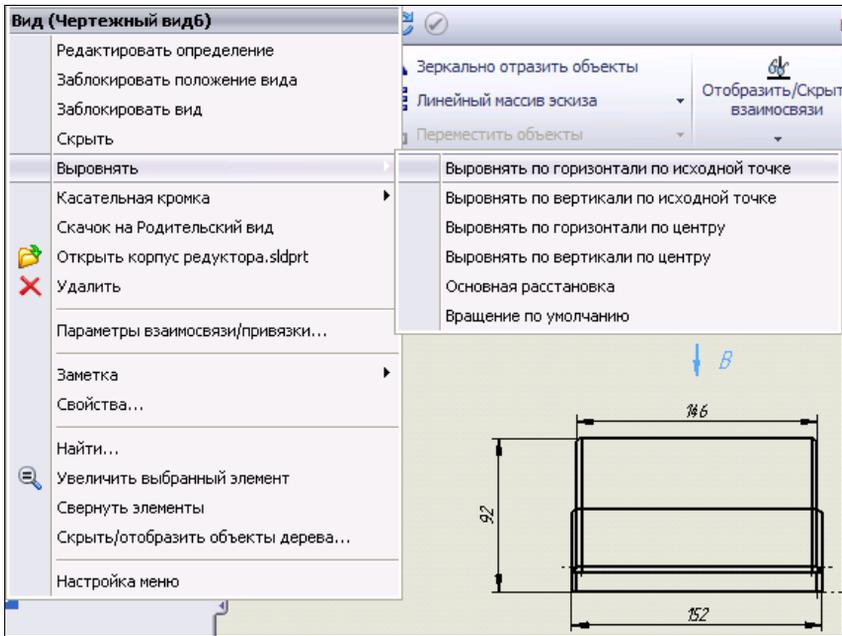


Рис. 8.47

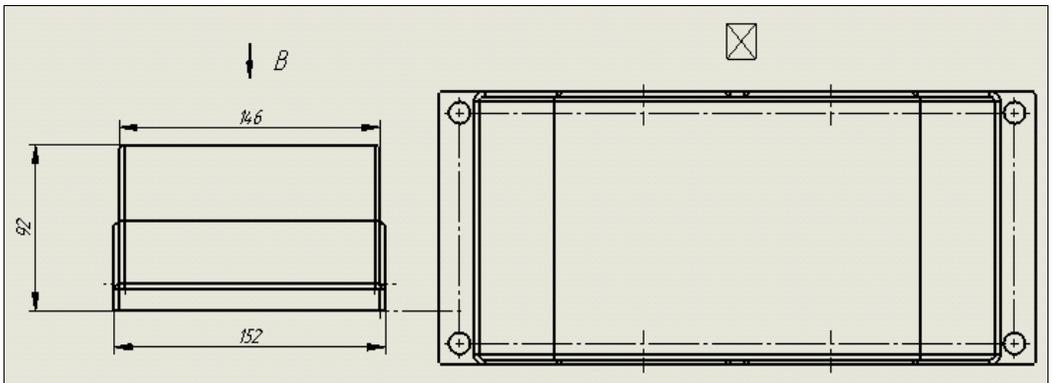


Рис. 8.48

Справа. После этого исходные точки двух видов будут находиться на одной горизонтали (рис. 8.48).

Создание блока

Изменим метку вида и добавим значок "Повернуто", т. к. мы развернули наш вид на 90°.

Подведите указатель к значку  и выполните двойной щелчок. При этом система перейдет в режим редактирования заметки. В поле графической области введите метку Б. В диалоговом окне **Заметка Менеджера** свойств на вкладке **Формат текста** установите флажок **Метка вида вручную**, а затем нажмите кнопку **Шрифт**. Если кнопка **Шрифт** недоступна, то снимите и вновь установите флажок **Метка**

вида вручную или измените параметр  **Угол**. В открывшемся диалоговом окне **Выбрать шрифт** выберите требуемый шрифт и на вкладке **Высота** выберите 7 мм. Затем нажмите кнопку **ОК** , чтобы закрыть оба окна. Метка вида установлена. Далее добавим собственно значок "Повернуто".

Поскольку в SolidWorks 2011 в обозначениях такой значок отсутствует, то давайте создадим его, используя блок. Сначала на свободном месте (например, рядом с обозначением "Б") нарисуйте значок "Повернуто" с помощью инструментов эскиза 

Окружность и  **Линия** (рис. 8.49).

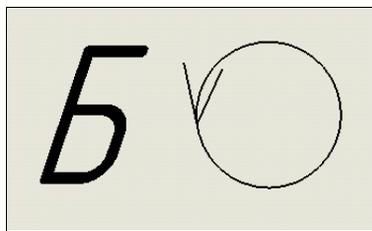


Рис. 8.49

Затем выберите команду **Инструменты | Блок | Создать** . Эта команда создает блок, который обычно содержит часто используемые элементы чертежа. В данном случае мы используем блок, т. к. хотим создать элемент чертежа, который отсутствует в обозначениях. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Создать блок** и появится пустое графическое окно. Щелкните мышью по созданным окружности и двум линиям (рис. 8.50). Затем в диалоговом окне щелкните по заголовку **Точка вставки**. Появится манипулятор, который мышью необходимо перенести в центр окружности. Это необходимо сделать для того, чтобы в дальнейшем при вставке блока в чертеж блок размещался своей точкой вставки в место, указываемое курсором мыши.

В завершение создания блока нажмите кнопку **ОК** . В Дереве Конструирования возник новый элемент **Блоки**. Добавим блок в чертеж, для чего на панели инстру-

ментов **Примечания** нажмите кнопку  — **Вставить блок**. Эта команда добавляет блок, содержащий используемые элементы чертежа. В открывшемся в Менеджере свойств окне **Вставить блок** на вкладке **Группы для вставки** выберите элемент **Блок1** (рис. 8.51).

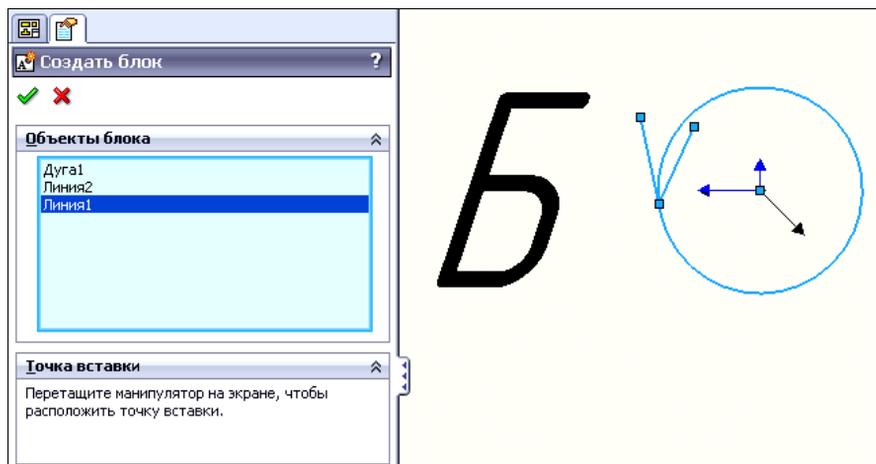


Рис. 8.50

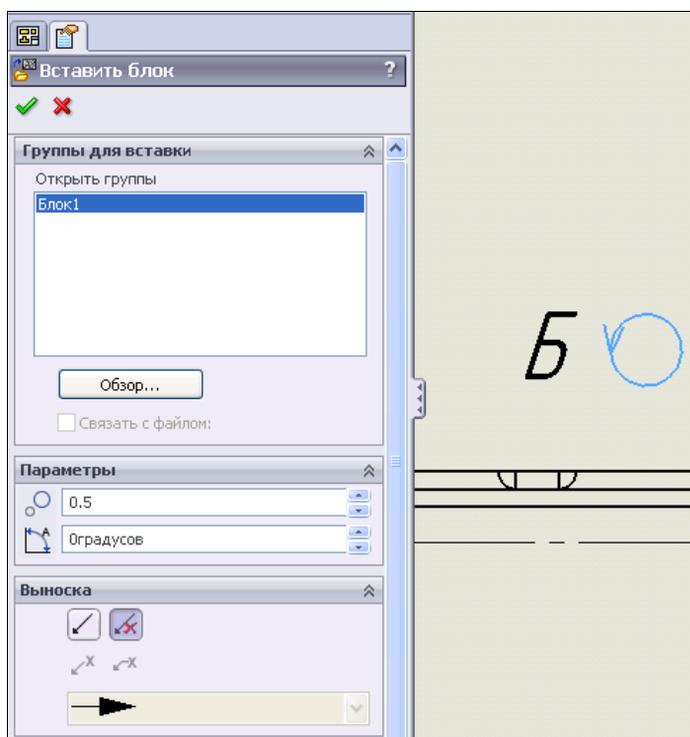


Рис. 8.51

Теперь подведите курсор мыши к метке "Б" вспомогательного вида. Рядом с курсором будет изображен символ создаваемого блока. Определите необходимое место для блока со значком "Повернуто" и щелкните мышью. Для завершения команды нажмите кнопку **ОК**  (рис. 8.52).

Осталось только сгруппировать метку "Б" и значок "Повернуто" с целью совместного перемещения в области чертежа. Для этого нажмите клавишу <Ctrl> и, удерживая ее, последовательно выберите мышью метку "Б" и значок "Повернуто". Далее нажмите на панели инструментов **Выровнять** команду  — **Группа**, которая создает группу для выбранных элементов. Теперь, если потянуть мышью за один из элементов группы при перемещении по чертежу, остальные элементы будут перемещаться как единый объект.

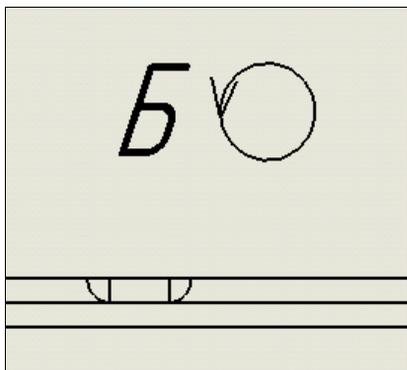


Рис. 8.52

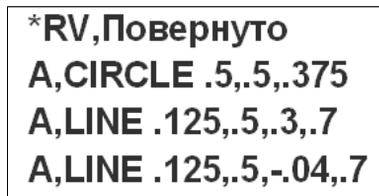


Рис. 8.53

Создание нового обозначения

Есть другой способ создания значка "Повернуто". Этот способ заключается в редактировании файла, в котором сохранены обозначения, имеющиеся в SolidWorks 2011. С помощью программы Блокнот, входящей в поставку Windows, откройте для редактирования файл C:\Program Files\SolidWorks Corp\SolidWorks\lang\russian\GTOL.sym. В файле найдите раздел **Обозначения для модификации**. Теперь в найденный раздел впишите текст, показанный на рис. 8.53. Затем сохраните измененный файл GTOL.sym.

Далее требуется перезагрузить SolidWorks 2011. После новой загрузки программы откройте файл чертежа Корпус редуктора.slddrw и перейдите к редактированию заметки: имя метки вспомогательного вида. Щелкните дважды мышью по метке вида — букве "Б". В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Заметка**, в котором в разделе **Формат текста** нажмите кнопку  — **Добавить обозначение**. Появится диалоговое окно **Обозначения** (рис. 8.54), выберите библиотеку **Обозначения для модификации** и щелкните мышью по позиции **Повернуто**. Эта позиция добавится в библиотеку только после того, как вы добавите текст, показанный на рис. 8.53, в файл GTOL.sym.

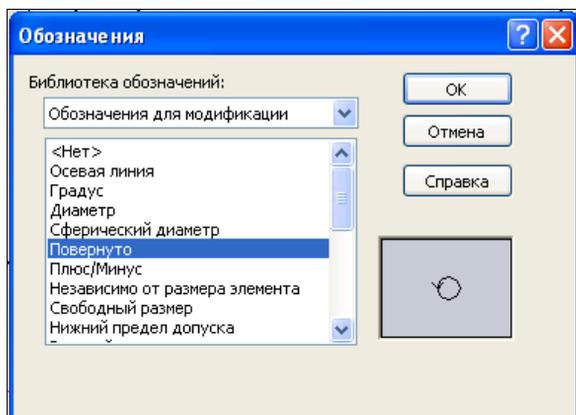


Рис. 8.54

В окне **Обозначения** нажмите кнопку **ОК** — и в заметке появится текст, показанный на рис. 8.55.

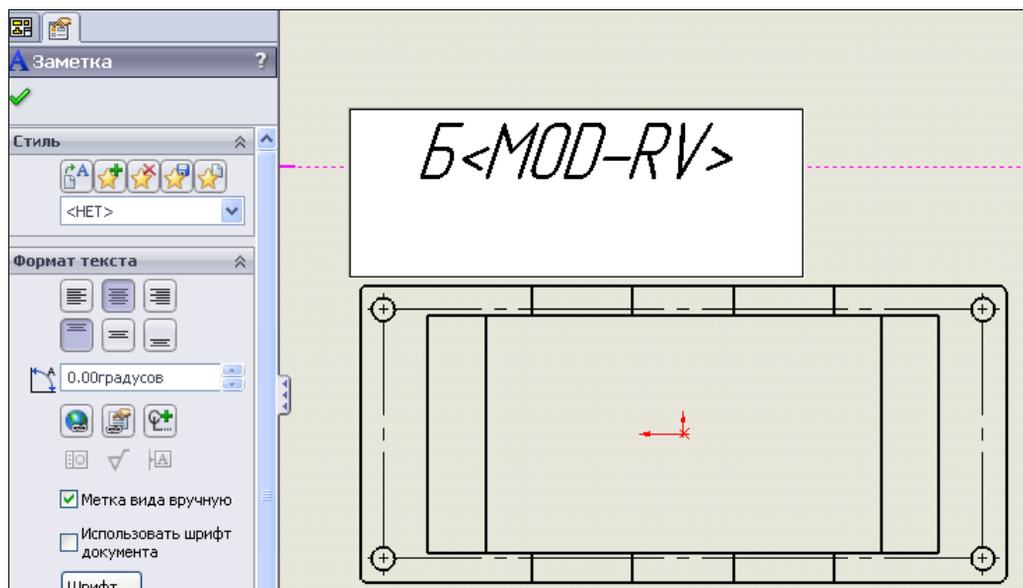


Рис. 8.55

Теперь в Менеджере свойств нажмите кнопку **ОК**  для завершения редактирования заметки, и у вас должна появиться метка следующего вида (рис. 8.56).

Таким же образом можно добавлять и другие отсутствующие в SolidWorks 2011 обозначения. Обозначения можно добавлять не только в библиотеку Обозначения для модификации, но и в другие библиотеки, например: Допуск формы и расположение поверхностей, Обозначения отверстия и т. д.

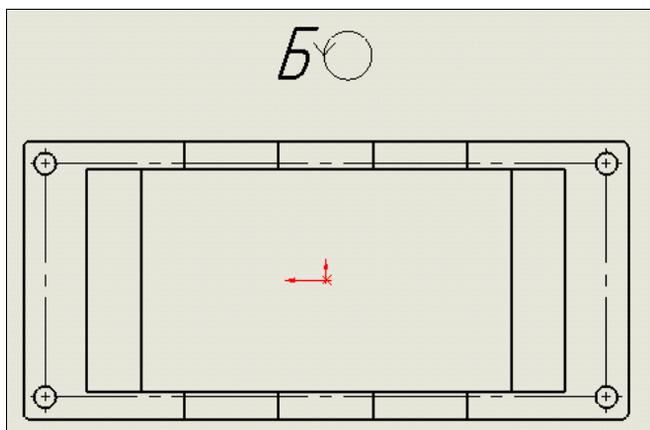


Рис. 8.56

8.2.3. Создание местного вида

Создадим местный вид для более подробного показа элементов крепежных отверстий. Для этого на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку  — **Местный вид**. Эта команда добавляет местный вид для отображения части вида обычно в увеличенном масштабе. Система автоматически перейдет в режим редактирования эскиза профиля для местного вида, а кнопка  — **Окружность** панели инструментов **Эскиз** перейдет в нажатое состояние, т. е. активизируется инструмент рисования окружности. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Местный вид** и появится сообщение-подсказка (желтого цвета) о тех действиях, которые необходимо выполнить пользователю для создания местного вида.

Далее нарисуйте на виде Снизу окружность так, как показано на рис. 8.57.

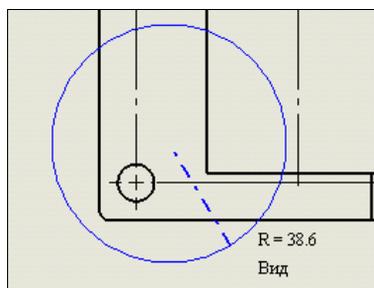


Рис. 8.57

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы не хотите использовать круговой профиль, то нарисуйте произвольный замкнутый профиль, например, с помощью инструмента **Сплайн** панели инструментов **Эскиз** и активизируйте его до выбора операции **Местный вид**.

Как только эскиз профиля будет создан, в Менеджере свойств появится диалоговое окно **Местный вид**, в котором установите на вкладке **Параметры окружности** для местного вида метку **B**, а на вкладке **Масштаб** задайте требуемый масштаб местного вида. Остальные параметры оставьте без изменений. Затем переместите курсор мыши в графическое окно и щелкните мышью в том месте, где вы хотите расположить местный вид. Затем измените высоту шрифта метки местного вида **B** на 7 мм, и у вас должно получиться то, что показано на рис. 8.58.

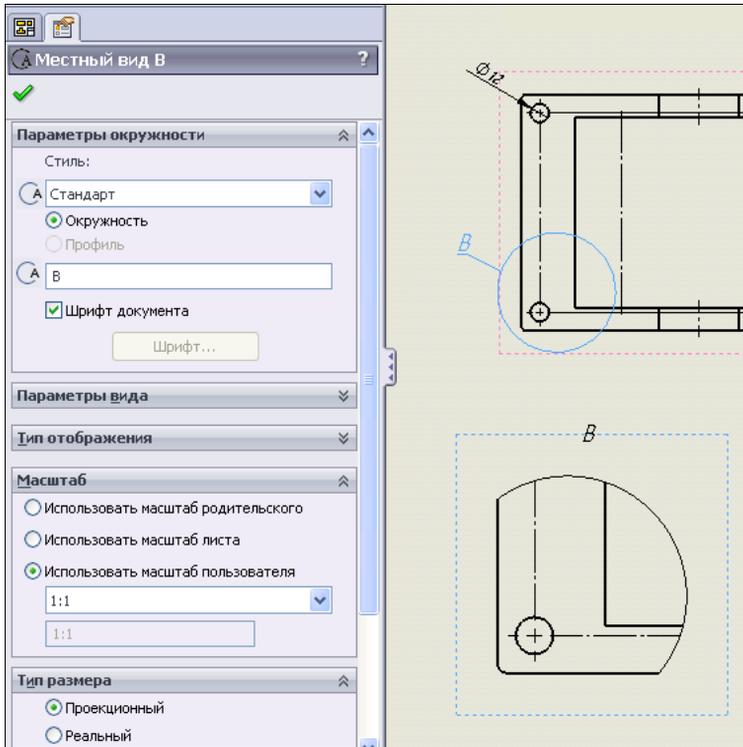


Рис. 8.58

8.2.4. Создание обрезанного вида

Так как деталь Корпус редуктора симметрична, то на виде В достаточно показать половину изображения. Поэтому создадим на виде В обрезанный вид. Для этого на панели инструментов **Эскиз** нажмите кнопку  — **Слайн** и нарисуйте на виде В замкнутый сплайн так, как показано на рис. 8.59.

Затем на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку  — **Обрезанный вид**. Эта команда проводит обрезку существующего вида для отображения только части вида. После отработки команды останется только та часть вида, которая была заключена в сплайн. Удалите оставшиеся ненужными размеры. В результате у вас должен получиться вид, показанный на рис. 8.60.

Если вам будет необходимо отредактировать эскиз линии обреза, то нажмите правой кнопкой мыши на обрезанном виде в графической области или на элементе **Чертежный вид** в Дереве Конструирования и в контекстном меню выберите команду **Обрезанный вид | Редактировать обрезанный вид** (рис. 8.61).

После редактирования эскиза для принятия изменений нажмите кнопку  — **Перестроить** панели инструментов **Стандартная** или **Выход из эскиза** в окне **Угол для выбора**.

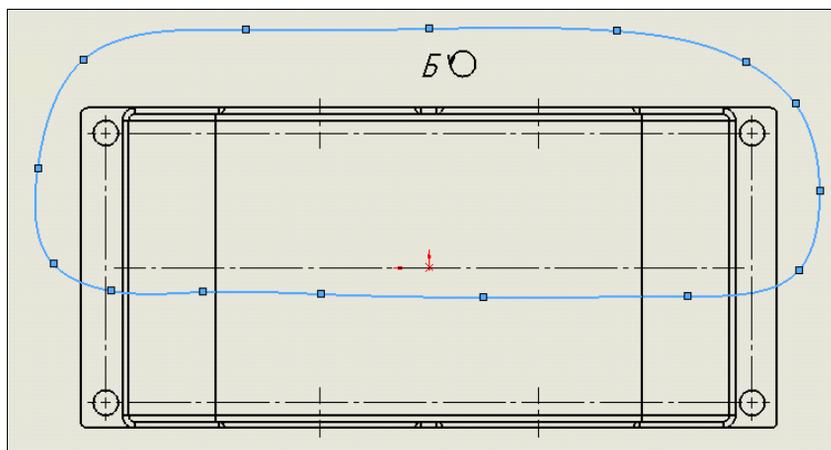


Рис. 8.59

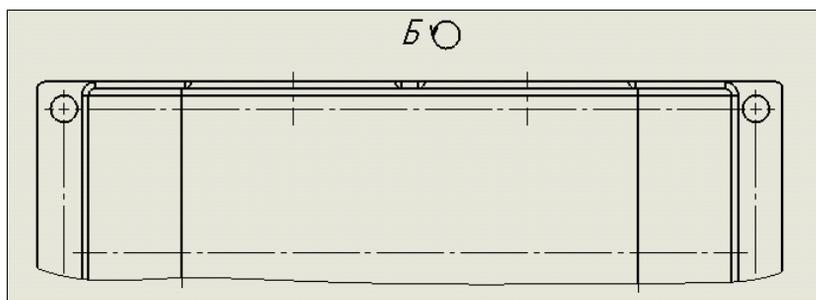


Рис. 8.60

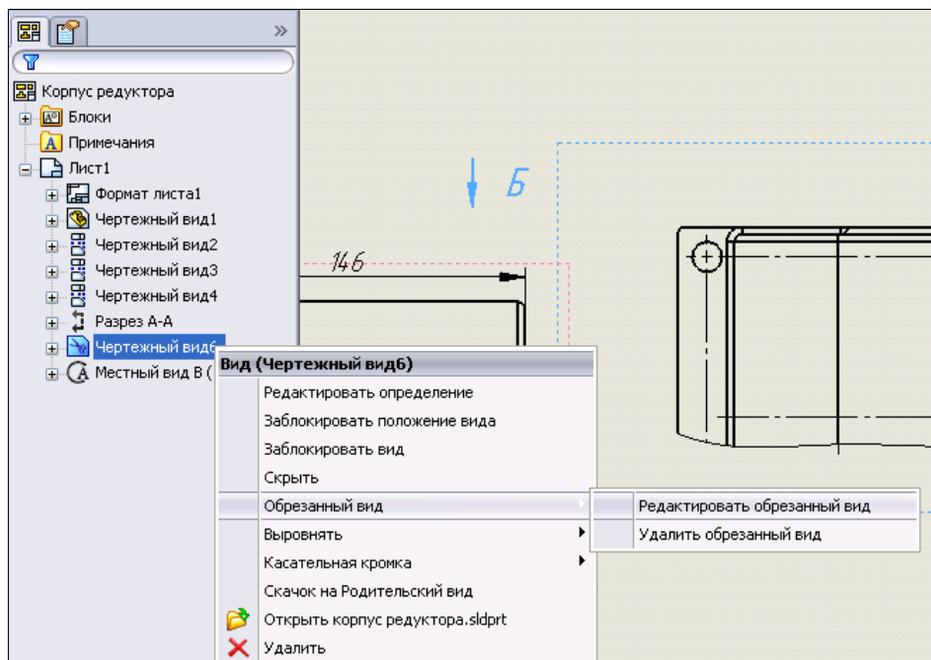


Рис. 8.61

8.2.5. Создание вырыва

Для того чтобы показать внутреннюю геометрию детали, в программе имеется инструмент для добавления вынутого разреза в существующий вид с открытием внутренней части модели. В качестве примера на чертежном виде Снизу с помощью вырыва покажем отверстия для крепления крышек.

Нажмите на панели инструментов **Чертеж** кнопку  — **Вырыв детали**. Система при этом автоматически перейдет в режим создания эскиза контура для вырыва, а кнопка  — **Сплайн** панели инструментов **Эскиз** перейдет в нажатое состояние, т. е. активизируется инструмент рисования сплайна.

Далее на виде Снизу нарисуйте замкнутый контур так, как показано на рис. 8.62.

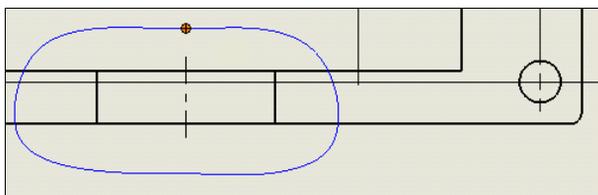


Рис. 8.62

ПРИМЕЧАНИЕ

Если требуется профиль, отличный от сплайна, то создайте и выберите замкнутый профиль прежде, чем выбрать инструмент  — **Вырыв детали**.

Как только сплайн будет замкнут, в Менеджере свойств появится диалоговое окно **Вырыв детали**. На вкладке **Глубина** установите флажок **Предв. просмотр**. В графической области на виде чертежа появится изображение плоскости вырыва в виде желтой линии. Для того чтобы плоскость вырыва прошла через ось отверстия, на виде Спереди укажите кромку этого отверстия (рис. 8.63).

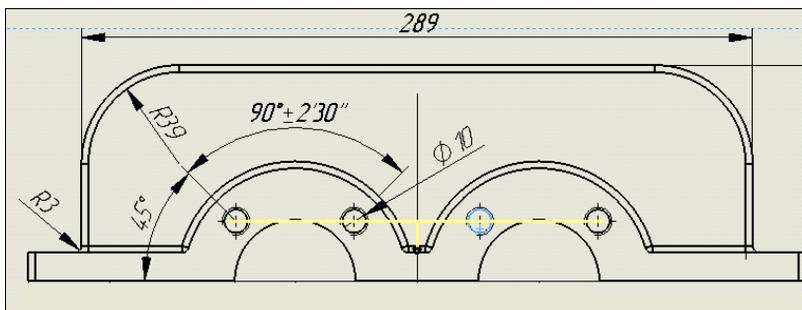


Рис. 8.63

На вкладке **Глубина** окна **Вырыв детали** появился элемент **Кромка <1>** и отобразилось расстояние расположения секущей плоскости, а само поле **Расстояние** стало

недоступным. Нажмите кнопку **ОК**  и завершите создание вырыва. В результате у вас должен получиться вид, показанный на рис. 8.64.

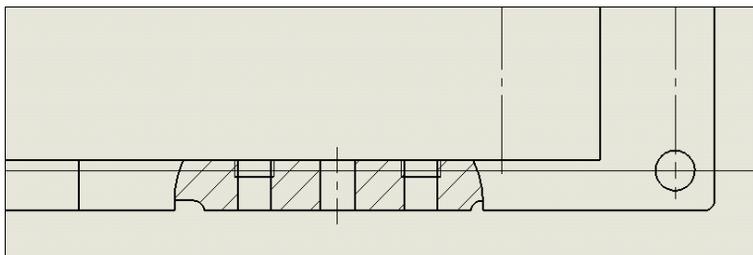


Рис. 8.64

В завершение операции кромки, ограничивающие вырыв, сделаем тонкими линиями. Для этого, нажав и удерживая клавишу <Ctrl>, выберите эти кромки и нажмите кнопку  — **Толщина линии** на панели инструментов **Формат линии**. Выберите тонкую линию и нажмите кнопку **ОК**  для задания толщины кромок.

Для сохранения чертежа нажмите кнопку  — **Сохранить**.

8.2.6. Создание второго листа чертежа

Если все виды чертежа не умещаются на одном листе, то имеется возможность добавлять любое количество дополнительных листов. Для создания второго листа подведите указатель к вкладке **Лист1** в нижней части экрана и нажмите правую кнопку мыши. В выпадающем контекстном меню выберите пункт **Добавить лист...**. Появится новая вкладка **Лист2**. Чтобы изменить атрибуты нового листа, подведите указатель к созданной вкладке и нажмите правую кнопку мыши, в контекстном меню выберите пункт **Свойства...** (рис. 8.65).

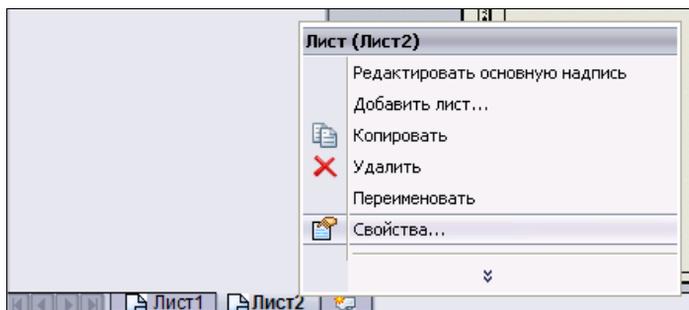


Рис. 8.65

В открывшемся окне **Свойства листа** выберите формат второго листа (например, ESKD_a2_2) и нажмите кнопку **ОК**. Будет создан и станет активным второй лист чертежа. Переключаться между видами чертежа, находящимися на разных листах,

можно, выбирая необходимые вкладки **Лист1** **Лист2** в нижней части графического окна.

Снова активизируйте чертежный лист **Лист1** и создайте в нем проекционный вид **Сверху**, нажав на панели инструментов **Чертеж** кнопку  — **Проекционный вид**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Проекционный вид**. Щелкните мышью по главному виду **Спереди** и переместите указатель мыши вверх. Около курсора мыши появится динамический образ чертежного вида **Сверху**. Нажмите клавишу <Ctrl>, чтобы разорвать проекционную связь, и разместите чертежный вид вне поля чертежа (рис. 8.66).

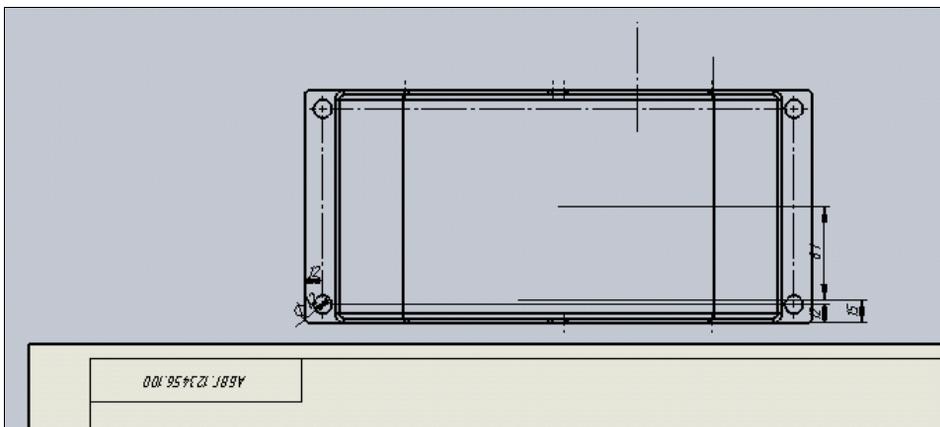


Рис. 8.66

При этом в Дереве Конструирования возник новый элемент **Чертежный вид8**. Теперь давайте переместим этот вид на второй лист чертежа **Лист2**. Для этого в Дереве Конструирования захватите мышью элемент **Чертежный вид8** и начинайте перетаскивать в Дереве Конструирования на элемент **Лист2**. Как только вы отпустите кнопку мыши, элемент **Чертежный вид8** исчезнет из ветви **Лист1** и возникнет элемент **Чертежный вид9** на ветви **Лист2** (рис. 8.67).

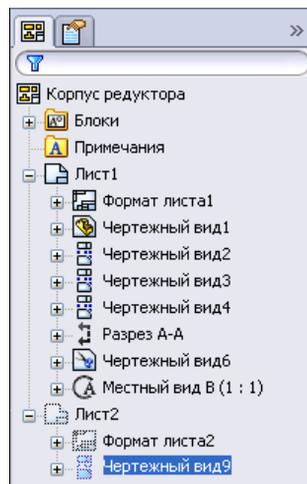


Рис. 8.67

ПРИМЕЧАНИЕ

Перетаскивать виды можно только из активного листа чертежа. Чтобы активизировать лист в Дереве Конструирования, нажмите кнопкой мыши на этом листе и в контекстном меню выберите команду **Активизировать лист**.

Теперь активизируйте элемент **Лист2** и переместите вставленный проекционный вид Сверху в область чертежа. Дальнейшие построения будем вести на чертежном листе Лист2.

8.2.7. Создание вида с разрывом

Иногда длинномерную деталь можно сократить на чертеже для экономии места, сделав в ней разрыв. В SolidWorks 2011 для этого есть специальная команда. Давайте произведем разрыв вида, вставленного в Лист2. Для этого выберите в Дереве Конструирования или графической области проекционный вид Сверху и на панели инструментов **Чертеж** выберите кнопку  — **Линия разрыва**. Эта команда добавляет вертикальные или горизонтальные линии разрыва в зависимости от вида детали. Чаще всего разрыв вставляют линиями, перпендикулярно наибольшей длине детали. В нашем случае лучше воспользоваться и вставить вертикальные линии разрыва, поэтому для разрыва детали нажмите кнопку . В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Разъединенный вид** (рис. 8.68), в котором в разделе **Параметры разъединенного вида** имеются две кнопки:

- ◆  — Добавить вертикальную линию разрыва;
- ◆  — Добавить горизонтальную линию разрыва.

Нажмите кнопку . На чертежном виде возникнут вертикальные ломаные линии. Поочередно щелкните мышью в тех местах на детали, где должны располагаться линии разрыва (рис. 8.69). Таким образом, между линиями окажется область, которую необходимо удалить на виде с разрывом.

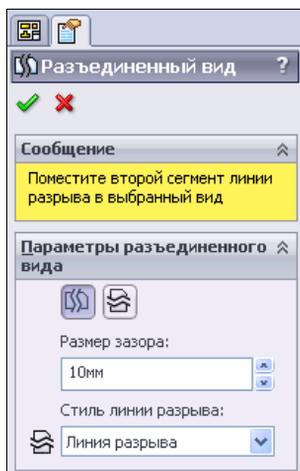


Рис. 8.68

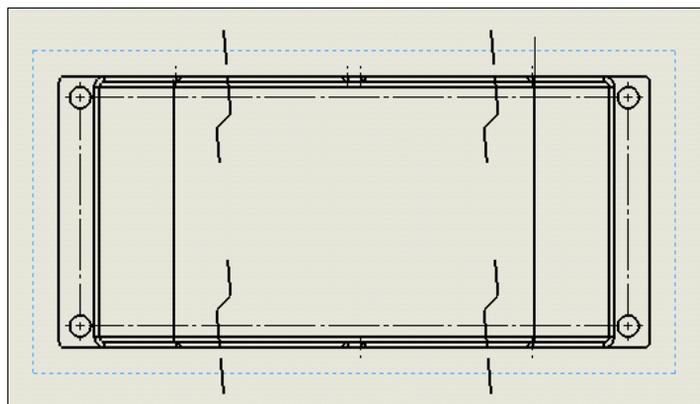


Рис. 8.69

После того как будет установлена вторая линия разрыва, чертежный вид автоматически станет разъединенным. Для завершения команды необходимо нажать кнопку **ОК**  — и вы получите вид с разрывом, показанный на рис. 8.70.

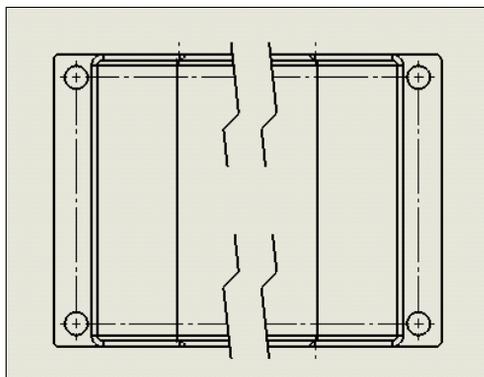


Рис. 8.70

Для отображения линии обрыва волнистой тонкой линией подведите курсор к линии разрыва. При этом курсор примет вид . Далее щелкните на линии правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите команду **Кривой вырез** (рис. 8.71).

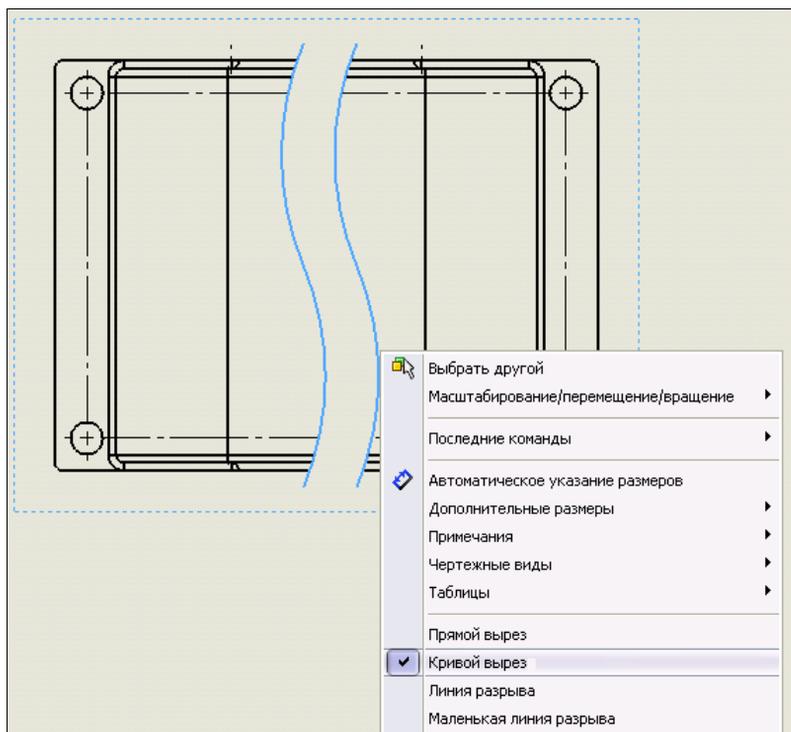


Рис. 8.71

При необходимости настройки зазора щелкните мышью по линии разрыва и в диалоговом окне **Разъединенный вид** в разделе **Параметры разъединенного вида** настройте параметры: **Размер зазора** — расстояние между линиями разрыва 5 мм, а также **Стиль линии разрыва** — **Кривой вырез**.

Теперь нажмите кнопку  **Сохранить** для сохранения чертежа.

8.3. Добавление примечаний

Обозначения шероховатости, баз, отклонений формы в SolidWorks 2011 относятся к примечаниям, соответственно, кнопки этих обозначений располагаются на панели инструментов **Примечания**.

8.3.1. Обозначение шероховатости поверхности

В данном разделе рассматриваются способы простановки шероховатости поверхностей детали в соответствии с ГОСТ 2.309-73 с изменениями № 3 от 28.05.2002.

Добавление обозначения шероховатости

Прежде чем добавлять обозначения шероховатости в чертеж, необходимо убедиться в корректных настройках в параметрах шаблона. Для этого загрузите какой-либо чертеж и пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа**. В разделе **Чертежный стандарт** должен быть установлен стандарт **ГОСТ**, а в разделе **Примечания | Шероховатости** должен быть снят флажок **Отобразить обозначения по стандарту 2002 г.** (рис. 8.72). Хотя в 2002 г. были внесены изменения в ГОСТ 2.309-73, касающиеся обозначения шероховатости, к этому параметру эти изменения никакого отношения не имеют, т. к. в том же году были проведены изменения в стандартах ISO, и в данном случае флажок будет влиять на введение именно этого стандарта. Для российского стандарта больше подходит вариант без флажка.

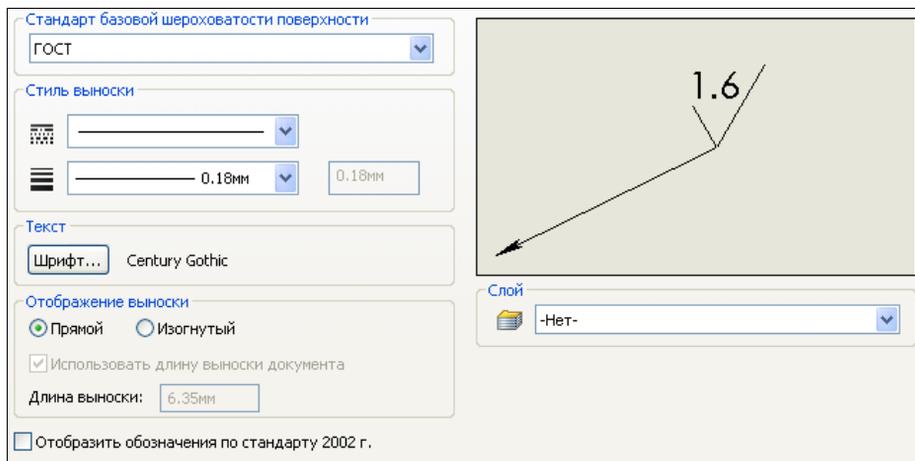


Рис. 8.72

Для добавления обозначения шероховатости поверхности на панели инструментов **Примечания** нажмите кнопку  — **Шероховатость поверхности**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Шероховатость поверхности**, в котором можно задать настройки для данного обозначения.

На вкладке **Обозначение** выберите один из следующих видов обработки поверхности:

- ◆  — **Простое**, для обозначения шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктором не устанавливается;
- ◆  — **Обработка необходима**, для обозначения шероховатости поверхности, которая должна быть образована удалением слоя материала, например, точением, фрезерованием, травлением и т. п.;
- ◆  — **Обработка запрещается**, для обозначения шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, например, литьем, ковкой, штамповкой, прокатом, волочением, а также поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу;
- ◆  — **Везде**, если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой по всей поверхности.

На вкладке **Параметры** вводятся данные в соответствии с ГОСТ 2789-73, структура обозначений показана на рис. 8.73.

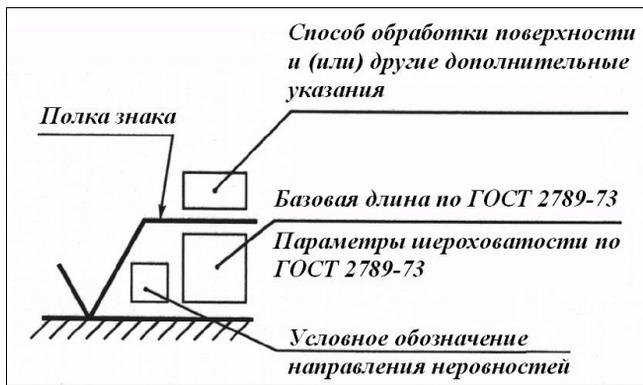


Рис. 8.73

На вкладке **Выноска** нажмите кнопку  — **Нет выноски** для того, чтобы устанавливать значок шероховатости непосредственно на обрабатываемую поверхность.

Если поместить указатель курсора в графическую область, то он примет вид, который является предварительным изображением проставляемого обозначения.

Проверьте по рис. 8.74 корректность установленных параметров, переведите указатель мыши в графическую область, подведите курсор к какой-либо поверхности детали, например верхней грани детали на виде Сверху, и, когда кромка подсветится красным цветом, щелкните мышью. Значок обозначения должен отразиться на чертеже (рис. 8.75).

Если обозначение будет перевернутым, то нажмите клавишу <Esc>, затем щелкните мышью по обозначению и во вновь открывшемся диалоговом окне **Шерохова-**

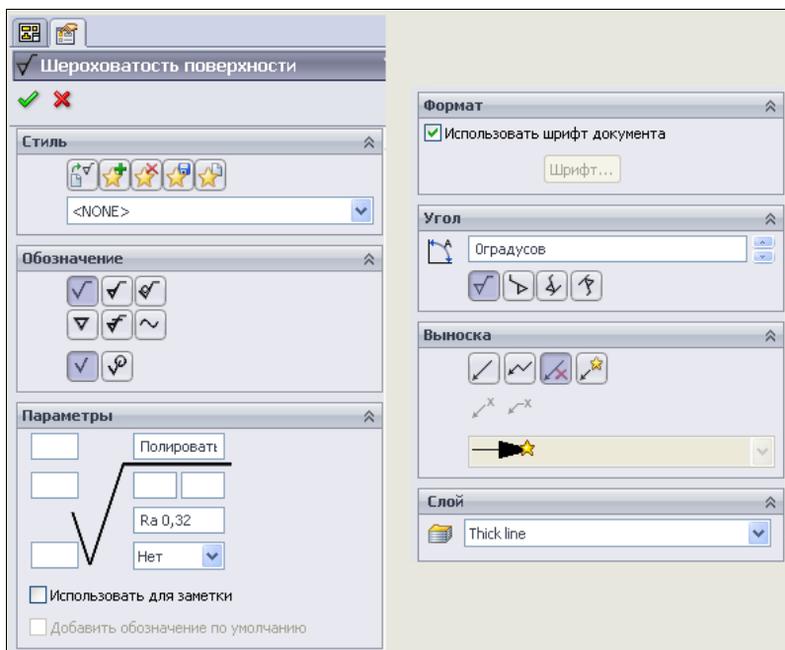


Рис. 8.74

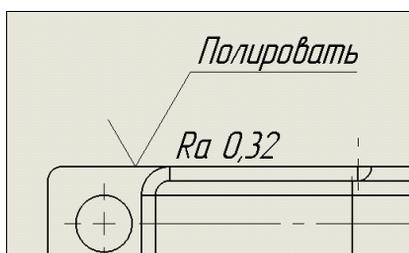


Рис. 8.75

тость поверхности нажмите кнопку — **Вертикальный** в разделе **Угол**. Таким образом можно размещать любое количество обозначений на горизонтальных и вертикальных кромках, не закрывая диалоговое окно. Чтобы закрыть диалоговое окно и закончить простановку обозначений шероховатости, нажмите кнопку **ОК** в Менеджере свойств.

С помощью кнопок раздела **Угол** можно устанавливать любую ориентацию значка шероховатости:

- ◆ — **Вертикальный**;
- ◆ — **Повернутый на 90°**;
- ◆ — **Перпендикулярность** — для простановки обозначения на наклонных элементах чертежа;

- ◆  — **Перпендикулярность (реверс)** — для простановки обозначения на наклонных элементах чертежа с реверсом изображения.

ГОСТ 2.309-73 рекомендует следующие способы простановки обозначения шероховатости для углов элементов чертежа, показанных на рис. 8.76.

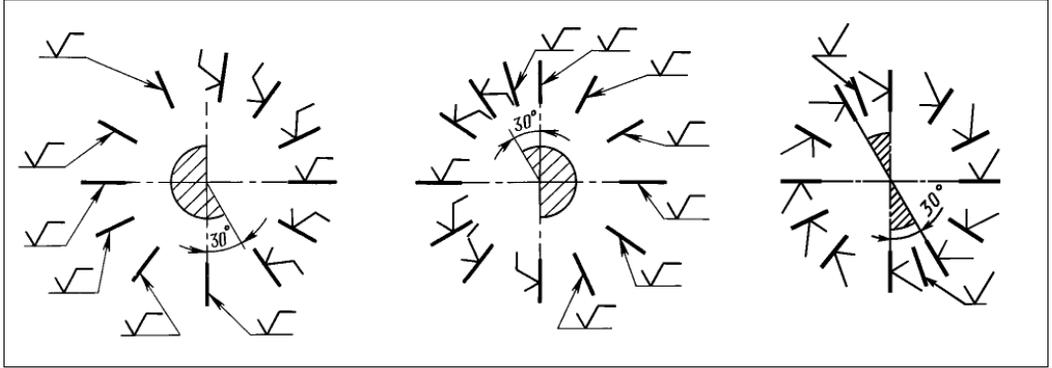


Рис. 8.76

Условные обозначения направления неровностей приводятся на чертеже по необходимости. Если возникает такая необходимость, то требование к направлению неровностей задается в диалоговом окне **Шероховатость поверхности**, в поле, которое на рис. 8.74 содержит слово **Нет**. Щелкните мышью по этому полю и в выпадающем меню выберите один из вариантов. В табл. 8.1 даны соответствия обозначений в SolidWorks и обозначений по ГОСТ 2.309-73.

Таблица 8.1. Соответствие обозначений направления неровностей

Типы направления неровностей	Обозначение	Соответствие в SolidWorks
		Параллельно
		Перпендикулярно
		Пересекающий
		Множество направлений
		Круговой
		Радиальный
		Макрочастица

Обозначение шероховатости в правом верхнем углу чертежа

Значок шероховатости в правом верхнем углу формата чертежа обозначает шероховатость по умолчанию для поверхностей, которым специально не заданы требования шероховатости.

Добавим обозначение шероховатости в правом верхнем углу чертежа с целью обозначения шероховатости поверхностей, для которых на чертежных видах не указано значение шероховатости. Для этого нажмите на панели инструментов **Примечания** кнопку  — **Шероховатость поверхности**. На вкладке **Обозначение** выберите кнопку  — **Обработка запрещается**. На вкладке **Компоновка обозначений** установите флажки **Использовать для заметки** и **Добавить обозначение по умолчанию**. Затем установите параметр шероховатости, например, Rz 40. Остальные параметры оставьте без изменений. Затем щелкните мышью в правом верхнем углу чертежа для размещения обозначения шероховатости поверхности (рис. 8.77).

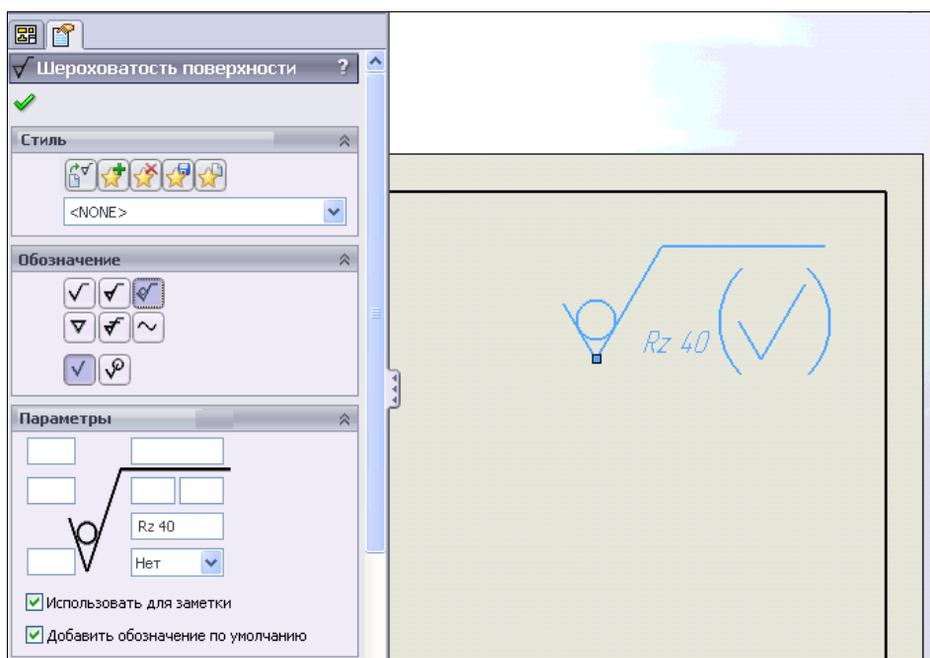


Рис. 8.77

Нажмите в Менеджере свойств кнопку **ОК** , чтобы закрыть диалоговое окно **Шероховатость поверхности**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Можно также создать "угловое" обозначение шероховатости в виде блока и добавить его в Библиотеку проектирования.

Маркеры обозначения шероховатости

Выберите обозначение шероховатости поверхности, и для него отобразится маркер привязки и перемещения (рис. 8.78).



Рис. 8.78

Перетаскиванием за маркер привязки вы можете для обозначения шероховатости задать новую кромку, а также переместить обозначение шероховатости или скопировать его на новую кромку. Перетаскивание осуществляется с нажатой клавишей <Ctrl>.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для копирования обозначения шероховатости вы можете также воспользоваться буфером обмена. Выбрав мышью обозначение, выполните комбинацию клавиш <Ctrl>+<C> для его копирования в буфер обмена, затем комбинацию <Ctrl>+<V> для вставки из буфера в графическую область.

Можно настраивать различное отображение выносных линий и добавлять часто используемые обозначения в Библиотеку проектирования.

8.3.2. Обозначение базы

Назначим нижнюю грань нашей детали в качестве базы с обозначением "В". Для этого на панели инструментов **Примечания** нажмите кнопку  — **Базовая поверхность**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Базовая поверхность**, а если перевести указатель мыши в графическую область, то рядом с курсором появится соответствующее обозначение. На вкладке **Настройки** в поле **Метка** задайте обозначение базовой поверхности — в. В качестве значка выберите **Закрашенный треугольник**  (рис. 8.79). Далее на виде Спереди подведите курсор мыши к нижней горизонтальной кромке, обозначающей низ детали, щелкните, затем переместите указатель в то место, где необходимо разместить обозначение, и вновь щелкните мышью. Линия продления (выноска) будет добавлена автоматически (рис. 8.80).

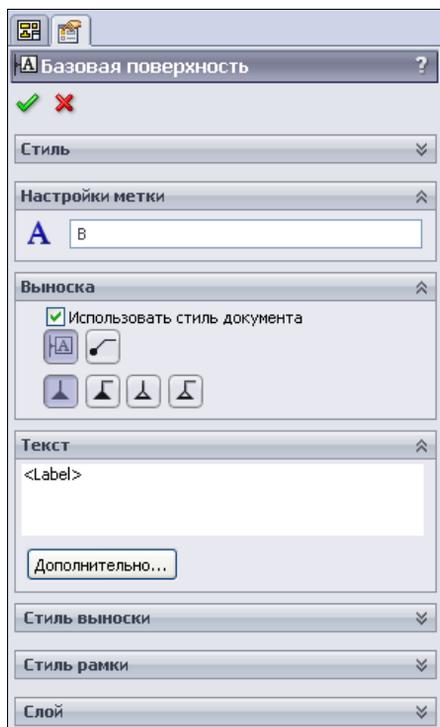


Рис. 8.79

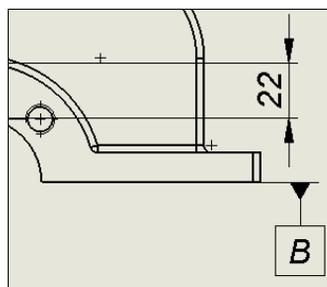


Рис. 8.80

Если вы будете подряд устанавливать несколько баз, начиная с буквы "А", то наименования меток будут автоматически изменяться, правда, в латинских буквах.

Для завершения команды нажмите кнопку **ОК** .

8.3.3. Добавление отклонений формы

Для создания обозначения отклонения формы или расположения поверхностей на чертеже на панели инструментов **Примечания** нажмите кнопку  — **Отклонения формы**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Отклонения формы** и дополнительное окно **Свойства**. В окне **Свойства** в поле **Обозначение** в первом ряду нажмите кнопку . В выпадающем меню будут представлены возможные в SolidWorks 2011 значки (рис. 8.81).

ГОСТ 2.308-79 регламентирует форму значков для обозначения отклонений формы и расположения поверхностей. В табл. 8.2 приведены стандарты обозначения значков и их соответствия в SolidWorks 2011.

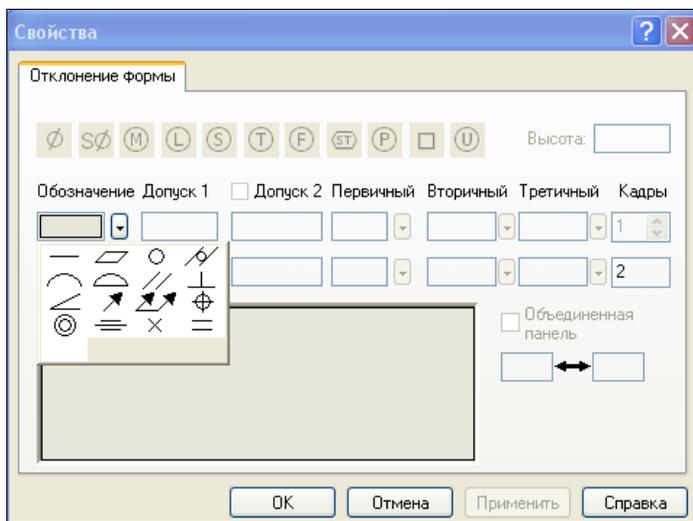
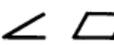


Рис. 8.81

Таблица 8.2. Соответствия наименований обозначения в SolidWorks 2011

Вид допуска по ГОСТ	Знак	Соответствие в SolidWorks
Допуск прямолинейности	—	Прямолинейность
Допуск плоскостности	▭	Плоскостность
Допуск круглости	○	Округлость
Допуск цилиндричности	⊘	Цилиндрическая форма
Допуск профиля продольного сечения	≡	Продольный профиль сечения
Допуск параллельности	//	Параллельность
Допуск перпендикулярности	⊥	Перпендикулярность
Допуск наклона	∠	Угловатость
Допуск соосности	◎	Концентричность
Допуск симметричности	≡	Симметрия
Позиционный допуск	⊕	Расположение
Допуск пересечения осей	×	Пересечение осей
Допуск радиального биения Допуск торцового биения Допуск биения в заданном направлении	↗	Круговое отклонение

Таблица 8.2 (окончание)

Вид допуска по ГОСТ	Знак	Соответствие в SolidWorks
Допуск полного радиального биения		Общее отклонение
Допуск формы заданного профиля		Профиль линии
Допуск формы заданной поверхности		Профиль поверхности
Суммарный допуск параллельности и плоскостности		Нет соответствия
Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности		Нет соответствия
Суммарный допуск наклона и плоскостности		Нет соответствия

Отклонения формы с простой выносной линией

Обозначим отклонение параллельности для верхней грани детали относительно базы В. Для создания обозначения отклонения формы на панели инструментов

Примечания нажмите кнопку  — **Отклонения формы**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Отклонения формы** и дополнительное окно **Свойства**. В окне **Свойства** в поле **Обозначение** в первом ряду выберите значок  — **Параллельность**. В поле **Допуск1** введите значение допуска, например, 0,06. В поле **Первичный** введите обозначение базы в (рис. 8.82). Если вы переведете указатель мыши в графическое окно, то увидите предварительное изображение обозначения. При этом в окне **Отклонения формы** можно задать различные типы выносок, например,  — **Выноска**. Теперь на виде Спереди щелкните верхнюю грань детали, выносная линия обозначения привязывается к выбранной кромке. Затем еще раз щелкните мышью в том месте чертежа, где необходимо разместить обозначение (рис. 8.83).

Для завершения команды нажмите кнопку **ОК** в окне **Свойства**. Если обозначение установлено неудачно, то его можно зацепить мышью и переместить в новое место. При этом точка на кромке (место, куда указывает стрелка обозначения) не изменит своего положения. Если требуется изменить место указания обозначения, то необходимо щелкнуть по стрелке обозначения и за появившийся маркер переместить стрелку на новую кромку.

На одной выноске может быть расположено несколько требований отклонения формы и расположения поверхностей. Щелкните правой кнопкой мыши на только что созданном обозначении отклонения формы. В появившемся контекстном меню выберите пункт **Свойства**. В диалоговом окне **Свойства** добавьте произвольно еще два требования, например, как на рис. 8.84.

Теперь нажмите кнопку **ОК** и получите три требования, имеющих одну выноску (рис. 8.85).

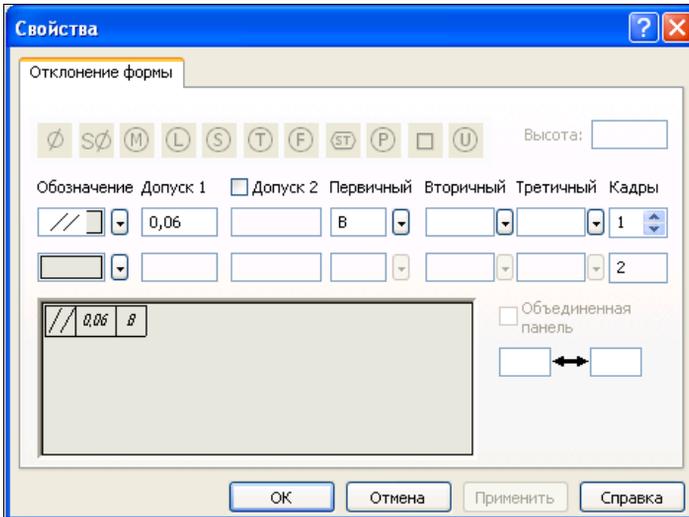


Рис. 8.82

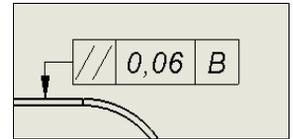


Рис. 8.83

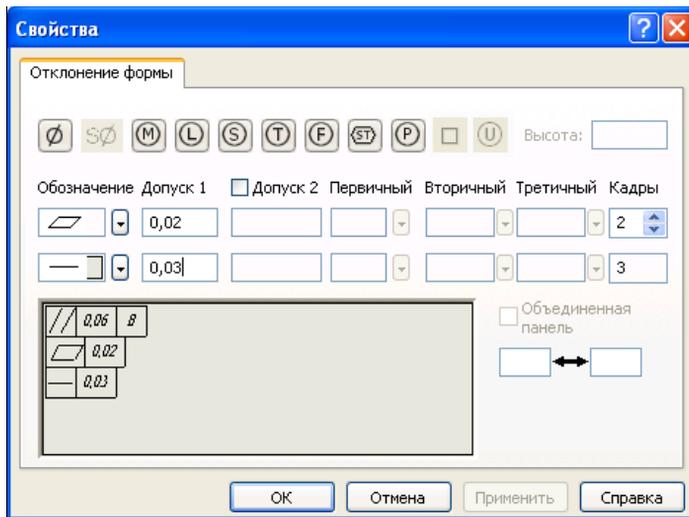


Рис. 8.84

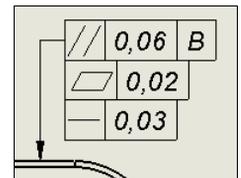


Рис. 8.85

Отклонения формы со сложной выносной линией

Добавим в чертежный вид Лист2 отклонение от параллельности с двумя выносными линиями. Для этого перейдите на Лист2 и нажмите кнопку — **Отклонения формы** на панели инструментов **Примечания**. В диалоговом окне **Свойства** задайте необходимые параметры, только без ввода обозначения базы В. Теперь переместите указатель мыши в диалоговое окно **Отклонения формы** Менеджера свойств. На вкладке **Выноска** нажмите кнопку — **Нет выноски**. Разместите обозначение отклонения формы под чертежный вид. В настоящий момент оно не

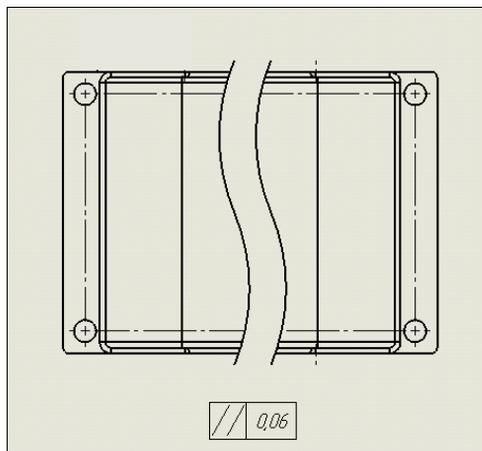


Рис. 8.86



Рис. 8.87

содержит выносных линий (рис. 8.86). Нажмите кнопку **ОК**, чтобы закрыть оба диалоговых окна.

Для добавления выносной линии нажмите кнопку  — **Несколько изогнутых линий указателей** на панели инструментов **Примечания**. Эта команда добавляет изогнутые линии указателей с несколькими ветвями, точками изгиба и выносками. Подведите указатель мыши к обозначению отклонения формы примерно к средней точке правой стороны прямоугольника. При этом указатель изменит свой значок на  и высветится точка прикрепления выноски (рис. 8.87).

ПРИМЕЧАНИЕ

Выноску можно прикреплять к средним либо верхним точкам прямоугольника обозначения отклонения формы.

Выполните щелчок для начала создания линии-выноски. Затем последовательно щелкайте мышью по ломаной линии, пока не доберетесь до конечного пункта. Последний щелчок должен быть на кромке модели (рис. 8.88).

Вторую линию-выноску создайте аналогичным образом. Если выноска получилась неровной, выберите ее мышью и переместите за маркеры на концах сегментов (ветвей) выноски в нужную сторону.

Если нужно изменить тип стрелки, то наведите указатель на маркер стрелки. При этом указатель мыши примет вид . Затем щелкните правой кнопкой мыши на маркере стрелки и выберите другой тип из выпадающего списка (рис. 8.89).

ПРИМЕЧАНИЕ

Из выпадающего списка стилей стрелок (рис. 8.89) можно также выбрать значок, обозначающий базу . В этом случае знак, обозначающий допуск формы или расположения поверхности, совмещается со значком базы.

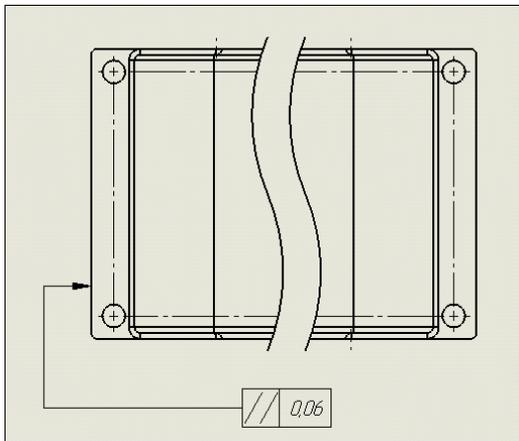


Рис. 8.88

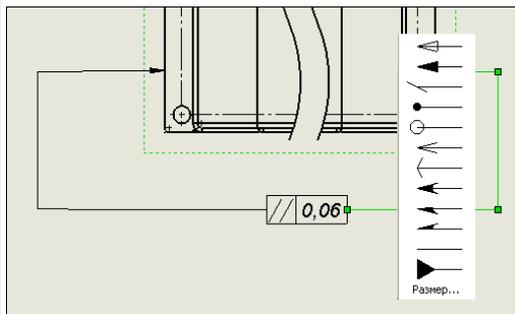


Рис. 8.89

Нажмите правой кнопкой мыши на точке излома выноски. Появится контекстное меню (рис. 8.90):

- ◆ **Вставить новую ветвь** — начать новую ветвь от точки излома для построения выноски;
- ◆ **Удалить точку изгиба** — после удаления точки излома происходит соединение двух ближайших линий излома;
- ◆ **Удалить выноску.**

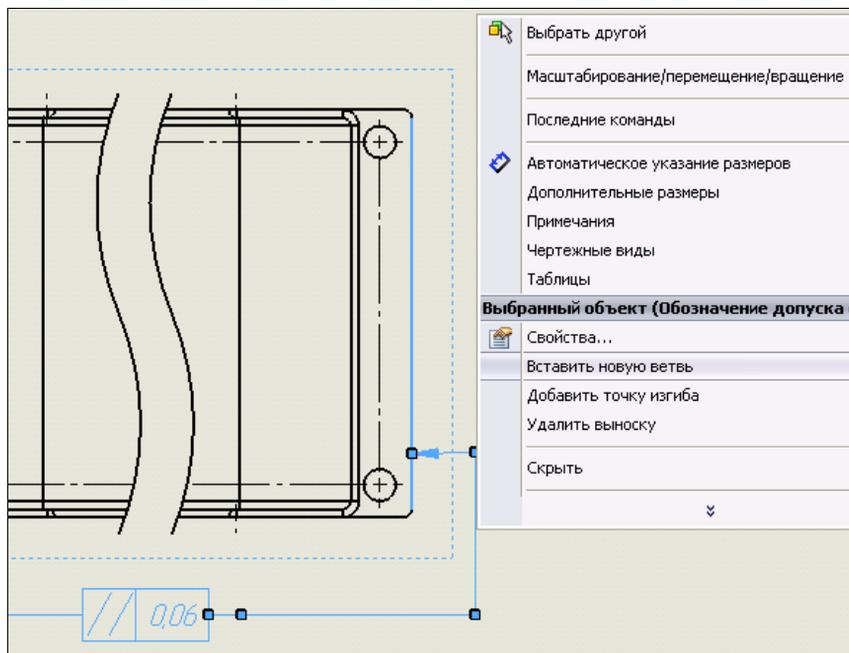


Рис. 8.90

Нажмите правой кнопкой мыши на одной из ветвей выноски. Появится контекстное меню:

- ◆ Вставить новую ветвь;
- ◆ Добавить точку изгиба;
- ◆ Удалить выноску.

8.3.4. Добавление указателей центра

Для добавления указателя центра к окружностям на панели инструментов **Примечания** нажмите кнопку  — **Указатель центра**. Данная команда добавляет указатель центра на круговую кромку. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Указатель центра** (рис. 8.91), в котором можно задать одиночный **Указатель центра** , **Линейный указатель центра**  и **Круговой указатель центра** . Выберите тип указателя центра (например, одиночный) и подведите указатель мыши к круговой кромке на виде Спереди. Щелкните мышью, и для данной круговой кромки возникнет указатель центра (рис. 8.92).

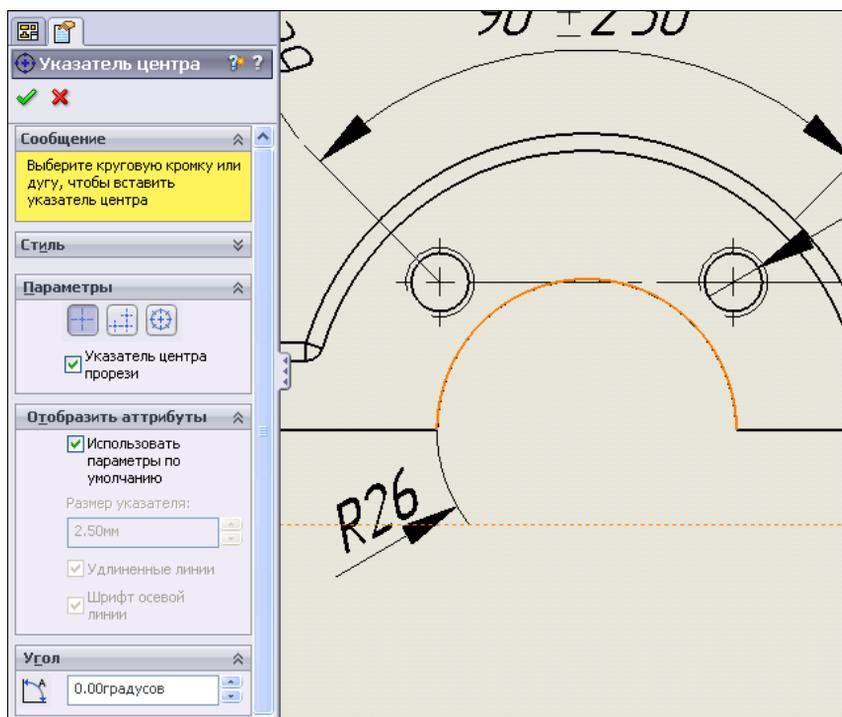


Рис. 8.91

Если линии указателя центра оказались чуть длиннее или короче, щелкните мышью по указателю. На линиях указателя отобразятся концевые маркеры (синие квадрат-

ные точки). Захватите концевой маркер и переместите его, удлинив или укоротив линию на необходимое расстояние.

Завершите команду, нажав кнопку **ОК** .

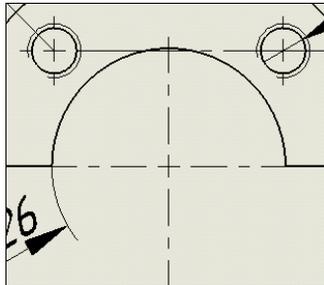


Рис. 8.92

8.3.5. Добавление осевых линий

Для добавления осевых линий к цилиндрическим поверхностям на панели инструментов **Примечания** нажмите кнопку  — **Осевая линия**. Данная команда добавляет осевые линии в вид. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Осевая линия** (рис. 8.93). Теперь выберите две кромки или цилиндрическую (коническую или тороидальную) грань детали. Например, на виде Сверху, чтобы задать осевую линию вдоль всей детали, щелкните мышью на двух горизонтальных кромках — и посередине возникнет осевая линия (рис. 8.94).

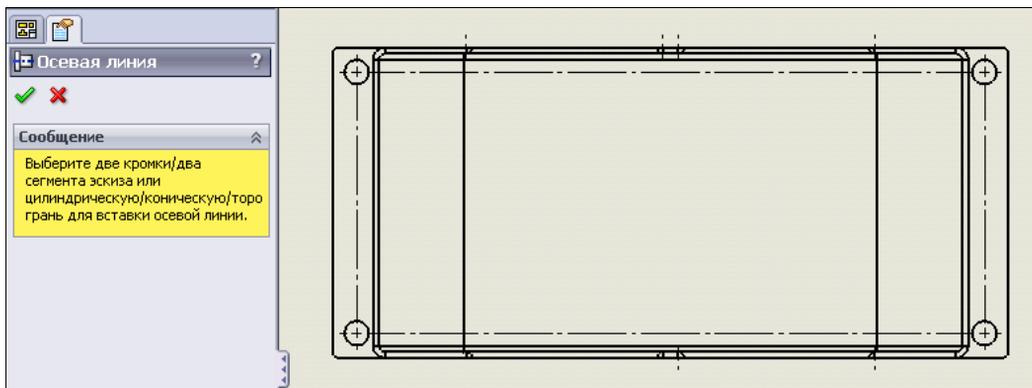


Рис. 8.93

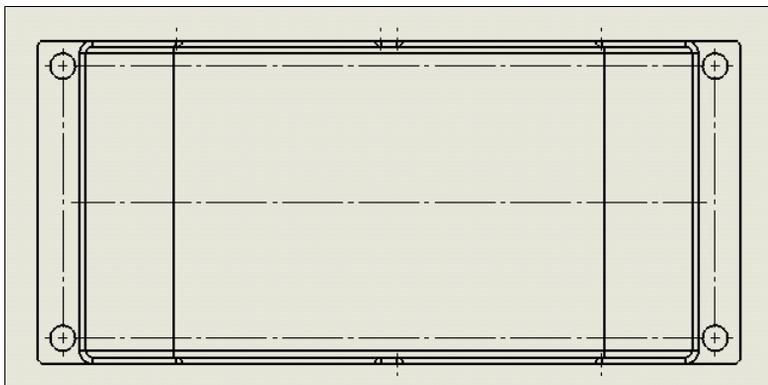


Рис. 8.94

При необходимости удлините осевые линии тем же способом, что и указатели центров. Для завершения команды нажмите кнопку **ОК** .

8.3.6. Добавление технических требований

В соответствии с ГОСТ 2.316-68 технические требования чертежа располагают над основной надписью параллельно ей.

В качестве примера создадим технические требования с помощью команды  — **Заметка** на панели инструментов **Примечания**. Щелкните мышью в графической области над основной надписью. Появится окно редактирования, в котором введите текст, показанный на рис. 8.95.

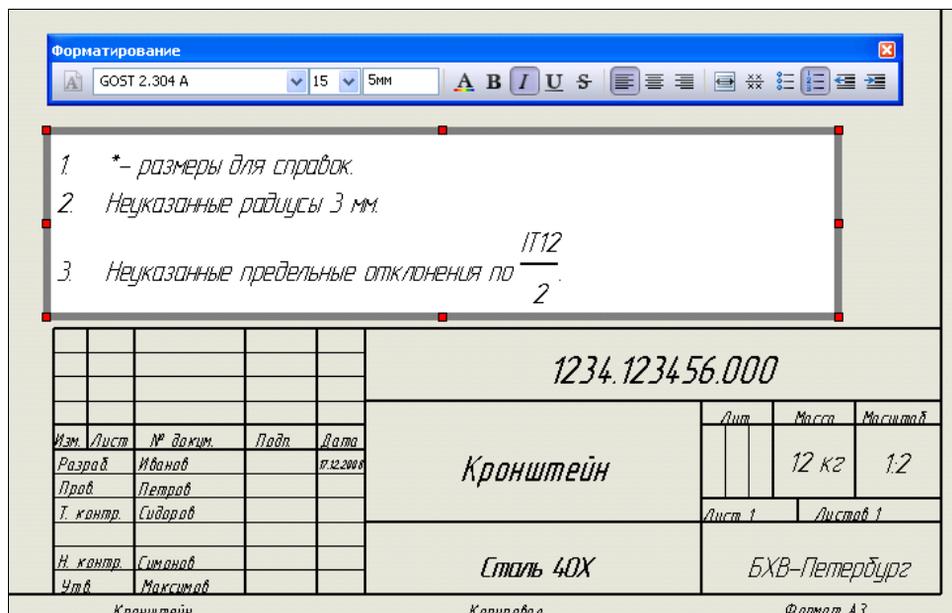


Рис. 8.95

При необходимости редактирования отступов, маркеров и нумерации списка нажмите во время создания заметки правую кнопку мыши, в контекстном меню выберите команду **Маркеры и нумерация...** и установите необходимые параметры в открывшемся диалоговом окне (рис. 8.96).

Кроме того, можно воспользоваться в окне **Форматирование** кнопкой  — **Маркер** для создания отступов и кнопкой  — **Номер** для создания нумерации.

Для вставки дробей в текст заметки воспользуйтесь командой  — **Стек** с целью применения стекового форматирования выбранного текста. После редактирования заметки нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств.

Нажмите кнопку  **Сохранить** для сохранения чертежа.

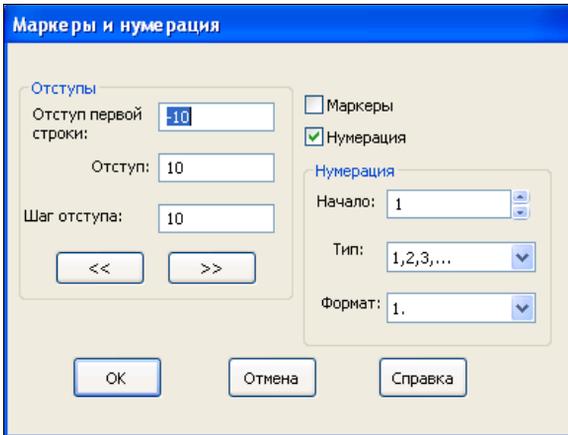


Рис. 8.96

8.3.7. Создание и использование слоев

В SolidWorks 2011 можно создавать слои и помещать на них различные объекты: компоненты, справочную геометрию, размеры, примечания, линии сечения, окружности выноски, линии разрыва и т. д. Слои в SolidWorks 2011 аналогичны слоям в AutoCAD.

Создадим в чертеже детали Корпус редуктора слой с именем **Скрытые размеры**, затем назначим для объектов, находящихся на данном слое, красный цвет и переместим на этот слой все размеры, которые требуется скрыть. Для этого нажмите кнопку  — **Свойства слоя** на панели инструментов **Слой**. Появится диалоговое окно **Слой** (рис. 8.97).

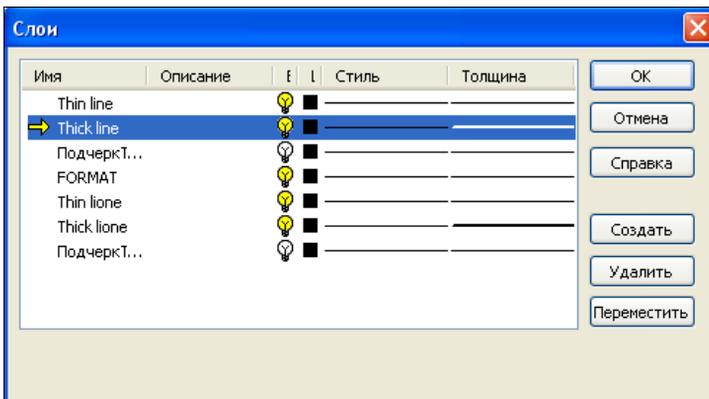


Рис. 8.97

Если вы используете шаблоны документов, которые установили с прилагаемого компакт-диска, то в окне **Слой** уже будут predeterminedенные имена слоев. Если же используются шаблоны, поступающие с дистрибутивом SolidWorks 2011, то, скорее всего, это окно будет пустым.

Затем в окне **Слой** нажмите кнопку **Создать**. В конце списка всех слоев появится новый слой с именем по умолчанию **Слой<номер слоя>** с параметрами: имя, описание, статус (включен/выключен), цвет, тип линий и толщина линий. Выполните двойной щелчок в столбце **Имя** и присвойте ему имя **Скрытые размеры** (рис. 8.98).

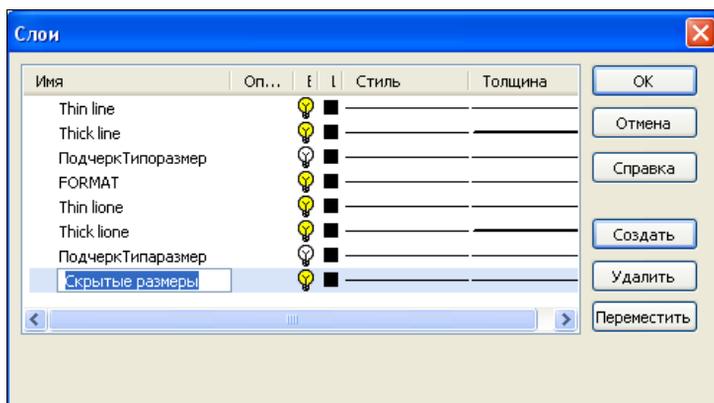


Рис. 8.98

Далее нажмите в столбце **Цвет** кнопку **■** и назначьте красный цвет для объектов, находящихся на данном слое. При этом черный квадрат должен стать красным. При необходимости можно аналогичным образом задать тип и толщину линий для объектов слоя (рис. 8.99).

Нажмите кнопку **ОК** и закройте диалоговое окно **Слой**.

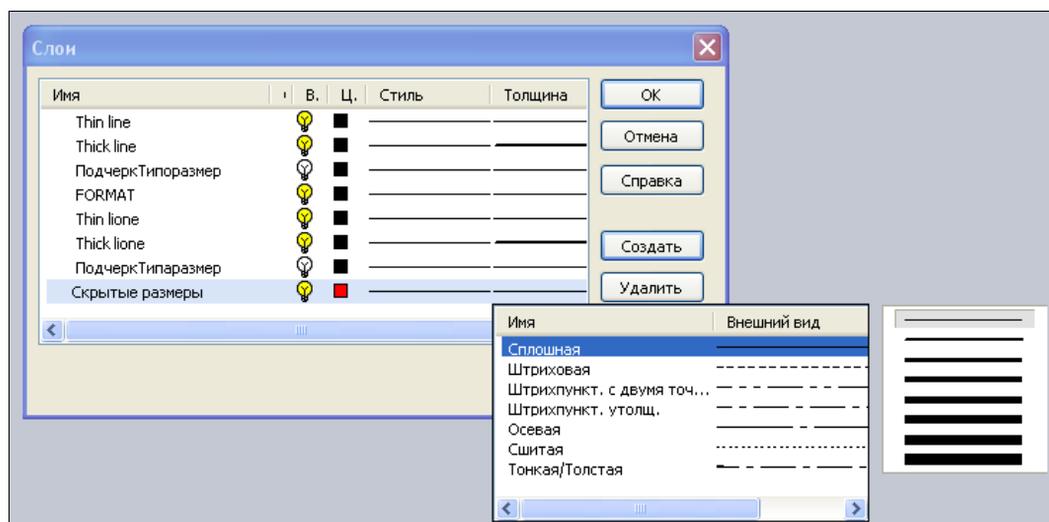


Рис. 8.99

Теперь, удерживая нажатой клавишу **<Ctrl>** и щелкая мышью, выберите размеры, которые требуется перенести на слой **Скрытые размеры**. Чтобы поместить вы-

бранные размеры в слой, выберите имя слоя **Скрытые размеры** из выпадающего списка панели инструментов **Слой** (рис. 8.100).

При этом все выбранные размеры окрашиваются в красный цвет. Это означает, что они перенеслись на слой **Скрытые размеры**.

Переместить размеры на слой можно и другим способом. Перед выбором объектов для их перемещения нажмите кнопку  — **Свойства слоя** на панели инструментов **Слой**. В открывшемся диалоговом окне **Слой** активизируйте необходимый слой, для чего выполните двойной щелчок мыши перед именем слоя: строка слоя будет выделена, а перед именем активного слоя высветится значок  (рис. 8.101).

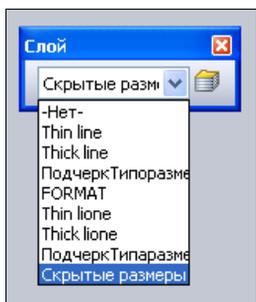


Рис. 8.100

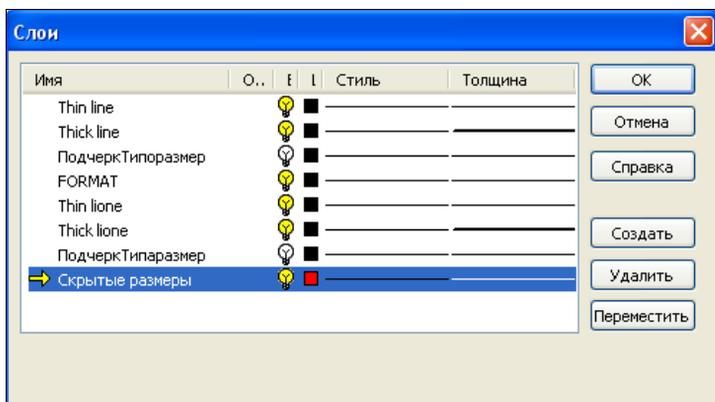


Рис. 8.101

Далее выберите перемещаемые объекты и нажмите кнопку **Переместить**. При этом объекты будут перемещаться в выбранный слой. Нажмите кнопку **ОК** для закрытия диалогового окна **Слой**.

Теперь погасим слой **Скрытые размеры**. Для этого снова нажмите кнопку  — **Свойства слоя** на панели инструментов **Слой**. В появившемся диалоговом окне **Слой** нажмите кнопку  — **Включить/Выключить** в строке слоя **Скрытые размеры**. Нужно учитывать следующее: если лампа белая, то слой скрыт, если лампа желтого цвета, то слой отображается. После того как лампа в слое **Скрытые размеры** стала белого цвета, нажмите кнопку **ОК** и закройте диалоговое окно **Слой**. Объекты на слое **Скрытые размеры** отображаться не будут, но их в любой момент можно вновь высветить.

ПРИМЕЧАНИЕ

Во время создания чертежа необходимо следить за тем, какой слой является активным в настоящий момент, имя активного слоя высвечивается на панели инструментов **Слой** . Если вы создаете какой-либо объект, например заметку, и активным является погашенный (выключенный) слой, то заметка не будет отображена.

Размещение объектов различных типов (компонентов, размеров, примечаний, справочной геометрии, линий сечения, окружностей выносок, линий разрыва) на раз-

ных слоях является рациональным подходом в процессе оформления чертежа. Размещение линий сечения на скрытом слое может быть использовано, например, для создания полвида-полразреза или различных наложенных видов.

Еще более правильным представляется создание всех необходимых пользователю слоев заранее в чертежных шаблонах.

8.4. Настройка выносных и размерных линий

Если щелкнуть мышью по любому размеру на чертеже, то высветятся зеленым цветом все элементы, относящиеся к этому размеру, а именно:

- ◆ текст размера;
- ◆ размерная линия;
- ◆ выносные линии;
- ◆ различные маркеры (рис. 8.102):
 - маркеры наклона выносных линий (линий удлинения);
 - маркеры стрелок;
 - маркеры привязки выносных линий;
 - маркер вращения (появляется только на диаметральном размере, отображенном в линейном виде).

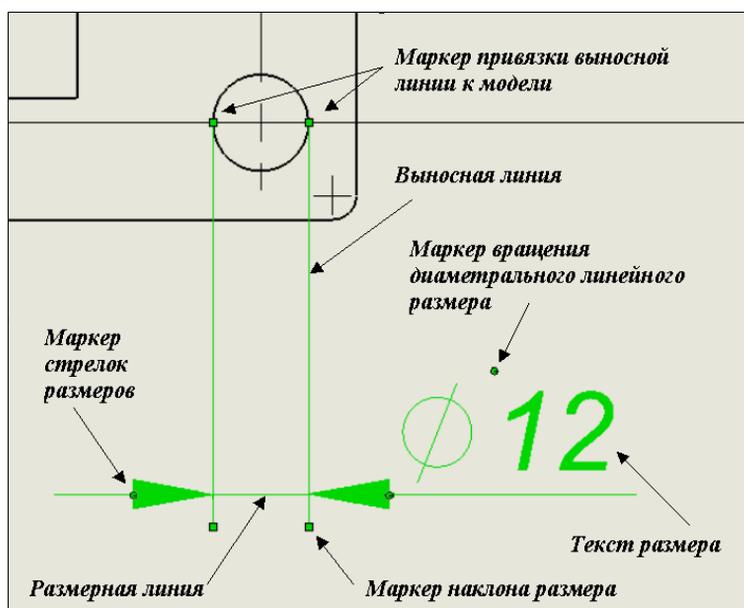


Рис. 8.102

8.4.1. Настройка разрыва выносных линий

На виде Снизу выносная линия размера 15 попадает на стрелку размера 12 (рис. 8.103).

Отобразим ее с разрывом вокруг стрелки. Для этого выберите размер 15. В Менеджере свойств появится окно **Размер**, в котором перейдите на вкладку **Выноски**. Установите флажок **Линии разрыва**, при этом увеличится окно этого раздела, а на чертеже у размера появится линия разрыва (рис. 8.104). При этом вы можете использовать величину разрыва, заданную в шаблоне (флажок **Использовать зазор документа**), или "вручную" настроить величину разрыва выносных линий, например, 3 мм. Результат показан на рис. 8.105.

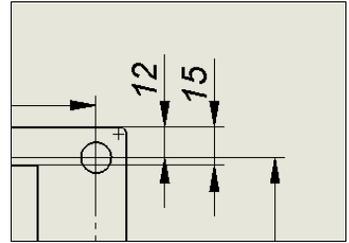


Рис. 8.103

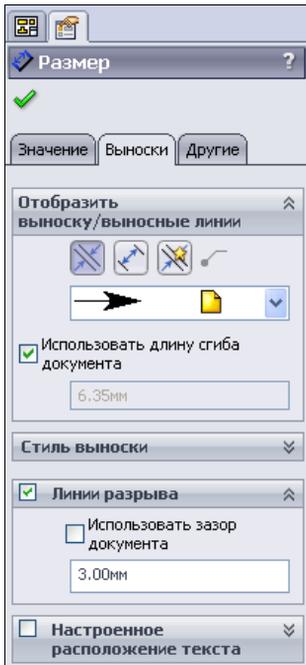


Рис. 8.104

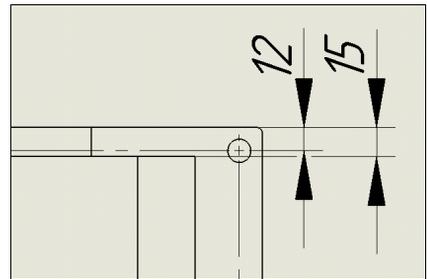


Рис. 8.105

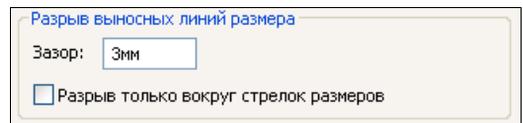


Рис. 8.106

Для изменения настроек разрыва выносных линий в текущем документе пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Чертежный стандарт | Размеры | Разрыв выносных линий размера | Зазор и Разрыв вокруг стрелок размеров** (рис. 8.106).

8.4.2. Точки виртуального пересечения

Точки виртуального пересечения кромок модели могут быть показаны на поле чертежа. Такие точки иногда необходимы для осуществления привязки к ней выносных линий размеров и т. д. Давайте на примере покажем, как создать точку виртуального пересечения кромок. Но прежде чем это сделать, проверьте правильность настройки отображения виртуальных резкостей в текущем документе. Для этого пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Чертежный стандарт | Виртуальная резкость** и проверьте, чтобы была нажата кнопка **Выносная линия** (рис. 8.107). Точки виртуального пересечения будут при этом отображаться как точки пересечения выносных линий.

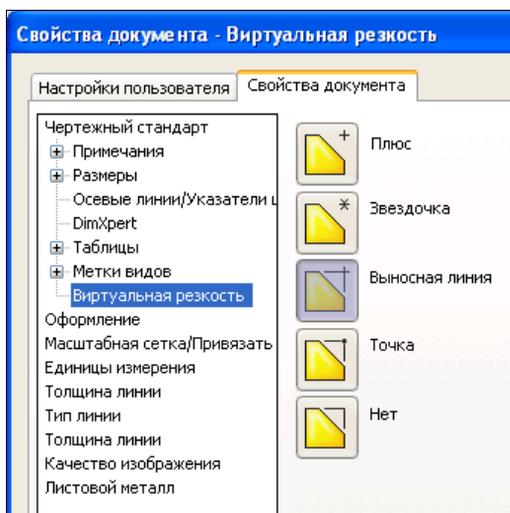


Рис. 8.107

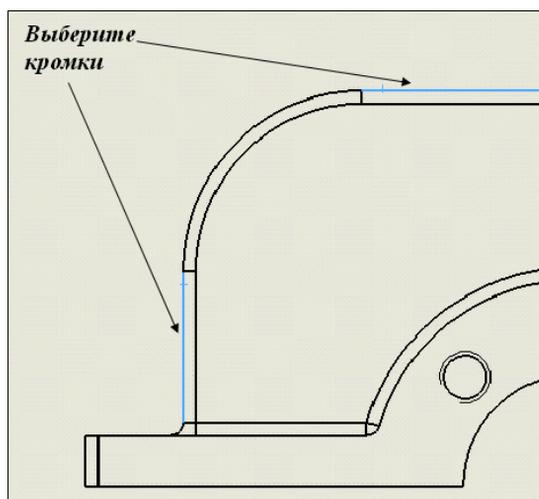


Рис. 8.108

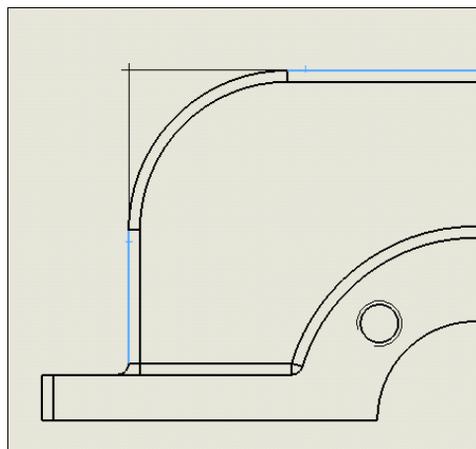


Рис. 8.109

Чтобы отобразить точку виртуального пересечения кромок модели, выберите на главном виде с нажатой клавишей <Ctrl> необходимые (скрещивающиеся) кромки (рис. 8.108) и нажмите кнопку  — **Точечный** панели инструментов **Эскиз**. На чертеже появится изображение точки виртуального пересечения в соответствии с заданными настройками (рис. 8.109). Теперь эту точку можно выбрать и осуществить к ней привязку размера или выносных линий размеров.

8.4.3. Наклон выносных линий

С помощью инструмента  — **Автоматическое нанесение размеров** создайте на чертежном виде Разрез А-А размер 80, показанный на рис. 8.110. Теперь отобразим выносные линии (линии удлинения) размера 80 с наклоном. Для этого выберите созданный размер 80. Подведите указатель к появившемуся маркеру наклона выносных линий размера (рис. 8.110). Значок указателя мыши при этом изменится на . Захватите мышью маркер наклона выносных линий размера и переместите его в нужном направлении, после чего отпустите кнопку (рис. 8.111).

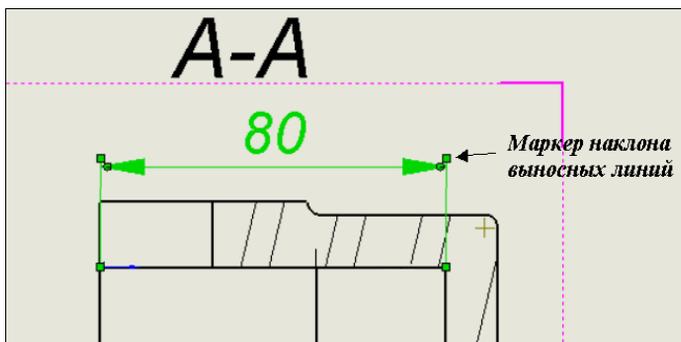


Рис. 8.110

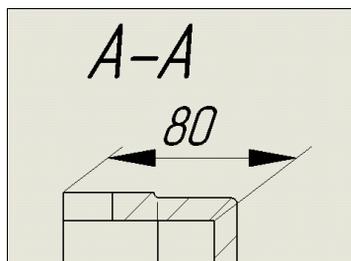


Рис. 8.111

Чтобы вернуть исходное положение размера, нажмите правой кнопкой мыши на размер и в контекстном меню выберите **Параметры отображения | Удалить наклон** (рис. 8.112). Можно также перетащить маркер обратно, пока размер не вернется в исходное состояние.

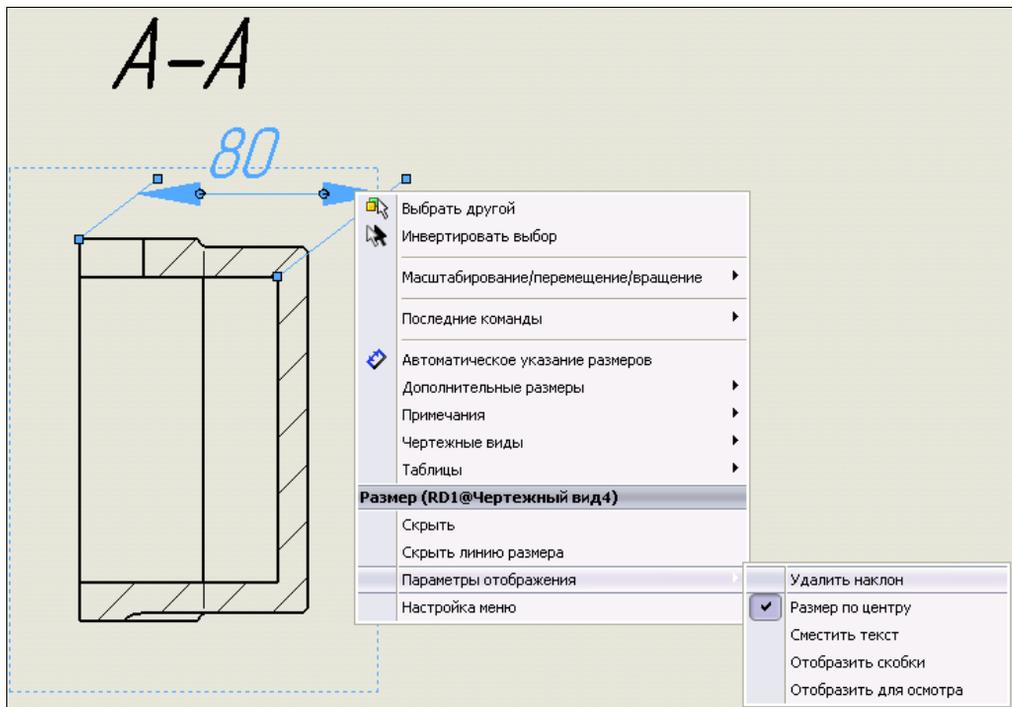


Рис. 8.112

8.4.4. Скрытие выносных линий

Скрытие выносных линий требуется в тех случаях, когда скрывается часть чертежа и размерной линии не на что опираться. Для примера скрытия выносной линии с помощью инструмента  — **Автоматическое нанесение размеров** создайте размер 152 на чертежном виде Разрез А-А (рис. 8.113).

Теперь с помощью инструмента  — **Слайн** на панели инструментов **Эскиз** создайте замкнутый контур так, как показано на рис. 8.114. Далее нажмите кнопку  — **Обрезанный вид** на панели инструментов **Чертеж**, и вы получите обрезанный вид, показанный на рис. 8.115.

Вид стал обрезанным, соответственно выносные и размерные линии размера 152 должны быть отображены только для видимой области модели.

Для скрытия выносной линии (линии удлинения) размера 152 щелкните ее правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите команду **Скрыть выносную линию**.

Для скрытия части размерной линии размера 152 щелкните ее правой кнопкой мыши (на ту половину линии размера, которую необходимо скрыть) и в контекстном меню выберите команду **Скрыть линию размера**. Если все сделано правильно, то получите следующий результат (рис. 8.116).

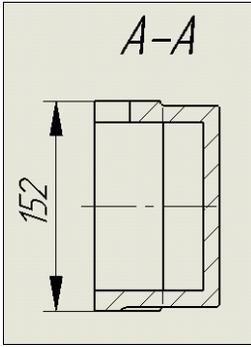


Рис. 8.113

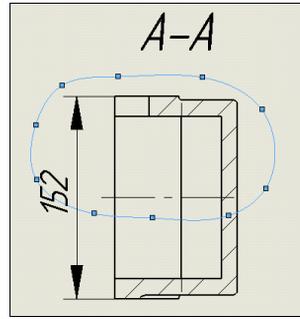


Рис. 8.114

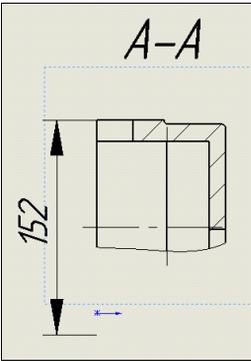


Рис. 8.115

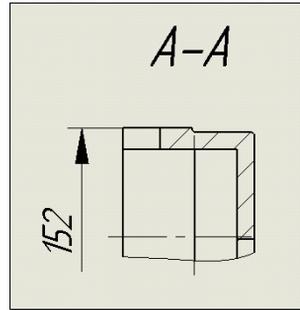


Рис. 8.116

При необходимости снова отобразить скрытые размерную и выносную линии щелкните правой кнопкой мыши на оставшихся размерной или выносной линиях или на тексте размера и в контекстном меню выберите команду **Отобразить линии размера** или **Отобразить выносные линии** соответственно.

8.4.5. Изменение стиля стрелок размеров

Проставьте на чертежном виде Местный вид В размеры так, как показано на рис. 8.117.

Теперь изменим стиль стрелок размеров 12 и 23. Для этого выберите размер 12, при этом текст размера, маркеры, выносные и размерные линии высветятся голубым цветом (рис. 8.118)

Далее щелкните правой кнопкой мыши на маркере стрелки с правой стороны. При выборе размера на стрелках размера отображаются маркеры с круглым концом . При наведении курсора на маркеры стрелки его форма изменяется на .

В появившемся контекстном меню (рис. 8.119) выберите стиль стрелки "точка". Стиль стрелки сразу же изменится.

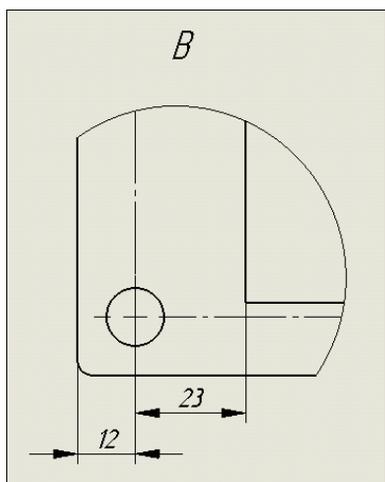


Рис. 8.117

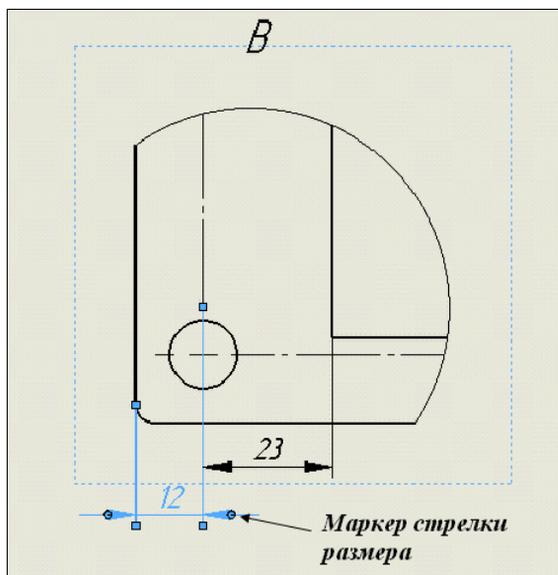


Рис. 8.118

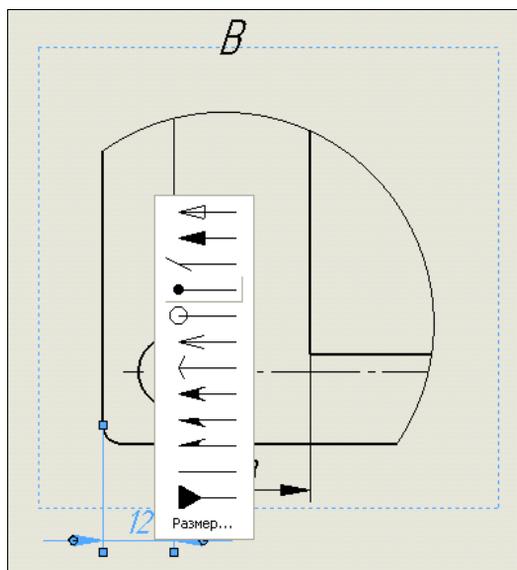


Рис. 8.119

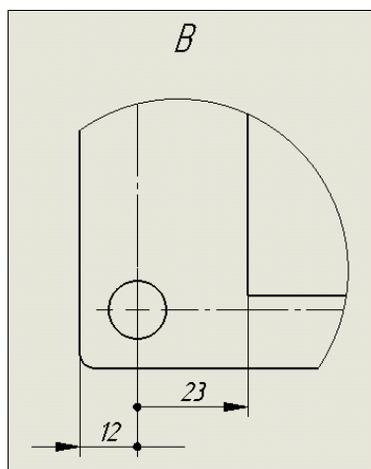


Рис. 8.120

ПРИМЕЧАНИЕ

При нажатии на маркер стрелки левой кнопкой мыши направление стрелки изменяется на противоположное.

Измените аналогичным образом стиль левой стрелки размера 23. Если все сделано правильно, то у вас должно получиться, как на рис. 8.120.

8.4.6. Выравнивание размеров

Выровняем на чертежном виде Местный вид В размеры 12 и 23 так, чтобы они располагались на одной линии (на одной горизонтали). Для этого выберите оба размера (удерживая клавишу <Ctrl>, щелкните мышью по размерам) и нажмите кнопку  — **Выровнять коллинеарно/радиально** на панели инструментов **Выровнять** или пройдите путь **Инструменты | Размеры | Расставить коллинеарно/радиально**. Теперь размеры выровнены друг относительно друга, и если вы попытаете переместить любой из них, то вместе с ним будет перемещаться и другой (рис. 8.121).

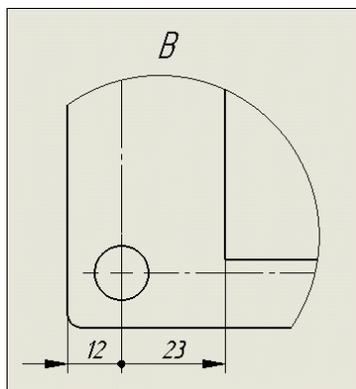


Рис. 8.121

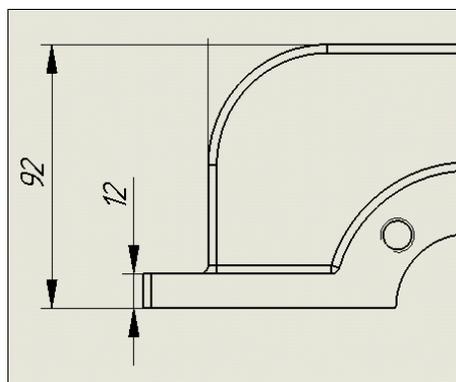


Рис. 8.122

Можно выравнивать размеры так, чтобы они располагались на заданном расстоянии параллельно друг другу. Например, на главном виде Спереди проставьте два размера 12 и 92 так, как показано на рис. 8.122.

Теперь выберите их (при нажатой клавише <Ctrl>) и нажмите кнопку  — **Выровнять по параллели/концентрично** на панели инструментов **Выровнять** или пройдите путь **Инструменты | Размеры | Расставить по параллели/концентрично**. Размеры выровнены друг относительно друга, находятся на заданном расстоянии, и если вы попытаете переместить любой из них, то вместе с ним будет перемещаться и другой (рис. 8.123).

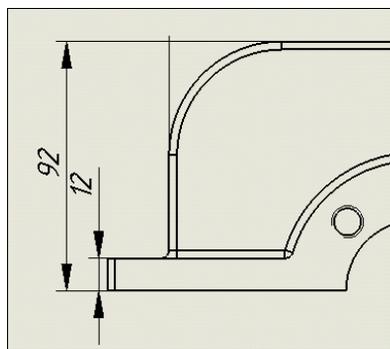


Рис. 8.123

Для настройки расстояния, на котором располагаются размеры друг от друга и от модели, пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Чертежный стандарт | Размеры** и задайте в разделе **Расстояния смещения** параметры такими, как показаны на рис. 8.124.

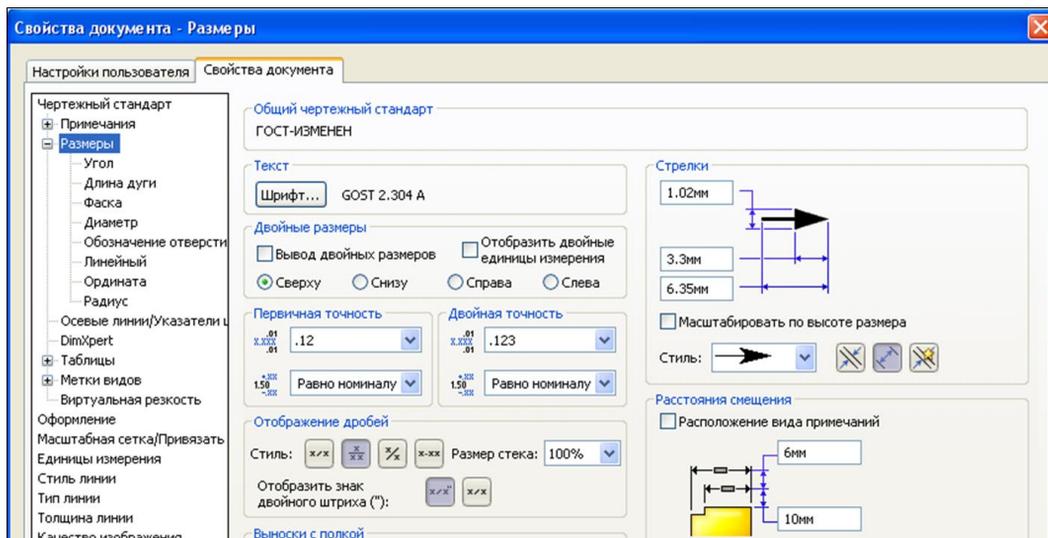


Рис. 8.124

Для отмены условий выравнивания, заданных для размера, щелкните текст размера правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите команду **Освободить перемещение видов**.

8.4.7. Свойства диаметральных размеров

Размер, показывающий величину отверстия или вала, может быть представлен несколькими способами: как радиус, как диаметр и как линейный размер, показанный на выносных линиях. В данном разделе рассмотрим эти способы задания размеров.

Вращение диаметрального размера, отображенного в линейном виде

Диаметральный размер может быть отображен либо **Как диаметр**, либо **Как линейный** (рис. 8.125).

Для отображения размера диаметра в линейном виде щелкните текст размера правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Параметры отображения | Отобразить как линейный**.

Для возврата настройки щелкните текст диаметрального размера, отображенного в линейном виде, правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Параметры отображения | Отобразить как диаметр** (рис. 8.126).

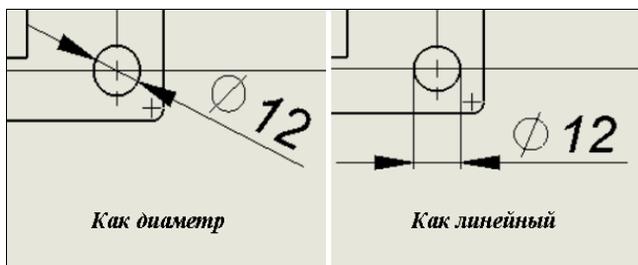


Рис. 8.125

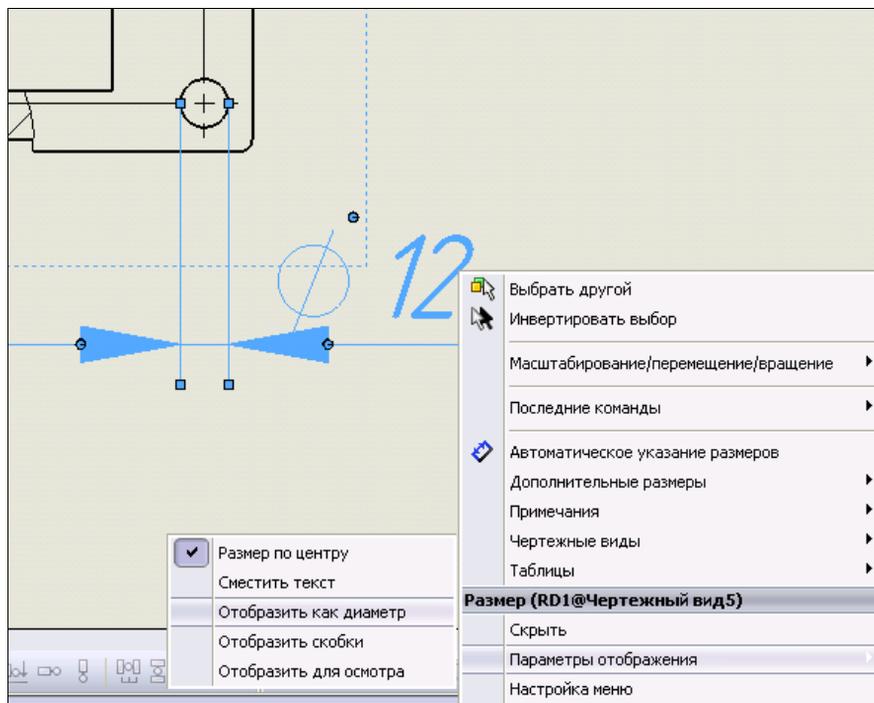


Рис. 8.126

Диаметральный размер можно вращать, когда он отображен в линейном виде. Для этого щелкните по тексту размера, и все маркеры подсветятся в виде точек голубого цвета. Выберите указателем мыши диаметральный размер и потяните его. Размер начнет вращаться, и вы можете выставить его под любым углом.

Отображение линейных, угловых и размеров длины дуги на выносной полке

При плотном размещении размеров на чертеже зачастую приходится устанавливать размеры на выносных полках. На полках можно устанавливать как линейные размеры, так и угловые и размеры длины дуги. Покажем на примере размера 35 повернутого вида Б (рис. 8.127), как его можно разместить на полке. Для этого щелкните

на тексте размера правой кнопкой мыши и в контекстном меню установите флажок **Параметры отображения** | **Сместить текст** (рис. 8.128). Результат показан на рис. 8.129.

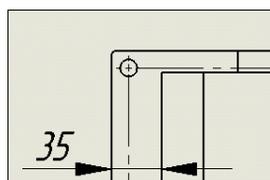


Рис. 8.127

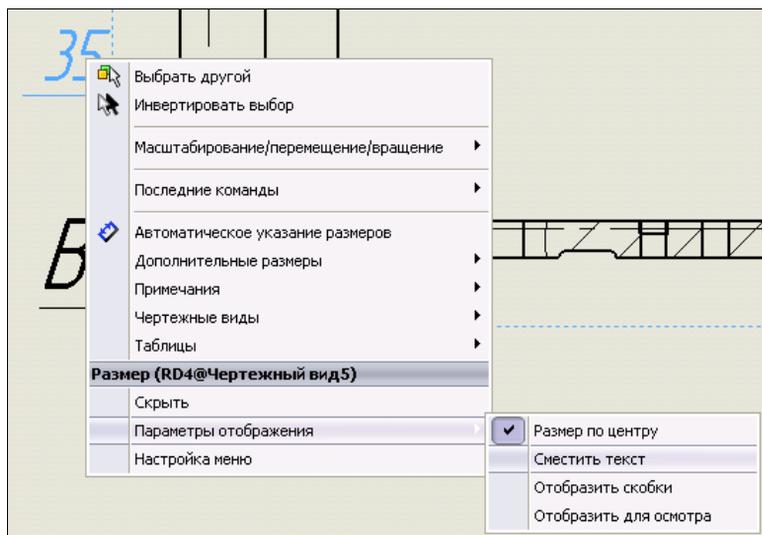


Рис. 8.128

При необходимости перемещения размерной линии щелкните маркер перемещения размерной линии (голубая квадратная точка в центре размерной линии) и переместите ее вместе с текстом размера (рис. 8.129).

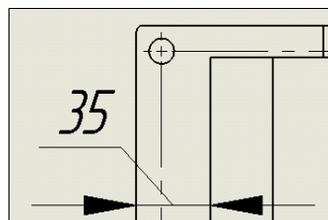


Рис. 8.129

Настройка отображения выносных полок

По умолчанию выносные полки и текст размера отображаются в соответствии с настройками, заданными в шаблоне. Для изменения настроек отображения радиальных и диаметральных размеров в текущем документе, чтобы они не содержали выносных полок, пройдите путь **Инструменты** | **Параметры** | **Свойства документа** | **Чертежный стандарт** | **Размеры** | **Диаметр** (рис. 8.130).

В этом окне вы можете выполнить настройку отображения в текущем документе выносных и размерных линий, выносных полок и текста размера для линейных, угловых и размеров фаски, например:

- ◆  — для отображения радиальных или диаметральных размеров в текущем документе без выносных полок и размещения текста размера над размерной линией (в соответствии с ГОСТ 2.307-68);

- ◆  — для отображения радиального или диаметрального размера с выносной полкой и размещения текста размера над выносной полкой;
- ◆  — для отображения радиальных или диаметральных размеров без выносной полки и размещения текста размера между размерными линиями.

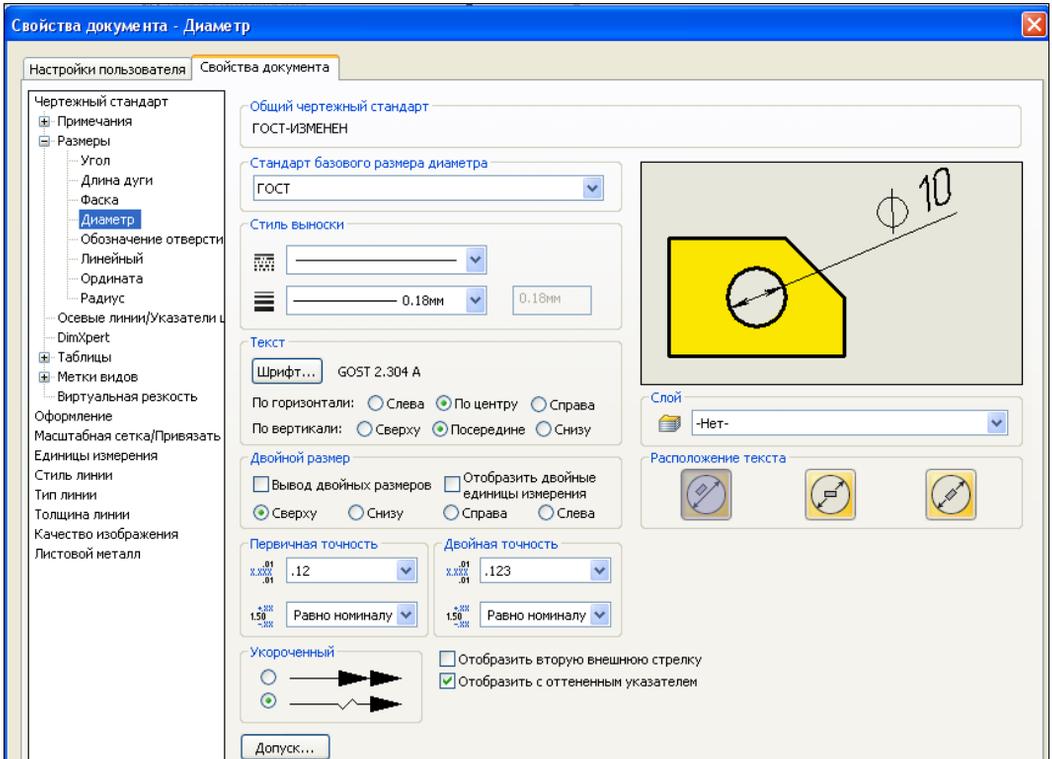


Рис. 8.130

Отображение линии продления выноски диаметрального или радиального размеров до центра дуги

На чертежном виде Сверху добавьте размер скругления угла основания корпуса радиусом 3 мм (рис. 8.131).

Обратите внимание, что у данного размера выноска продлена до центра дуг скругления. Чтобы скрыть линию продления, выберите размер R3, щелкнув по нему мышью, и в окне **Размер** откройте вкладку **Выноски**. В разделе **Отобразить выноску/выносные линии** нажмите кнопку  — **Открыть выноску** (рис. 8.132).

После этого нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств. Результат показан на рис. 8.132.

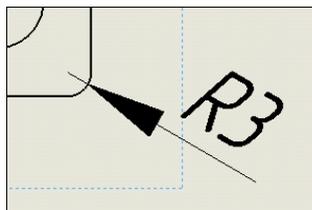


Рис. 8.131

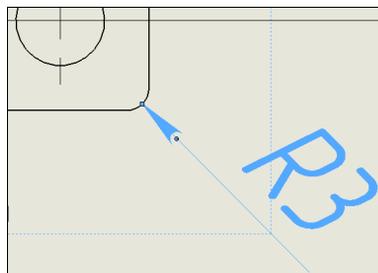


Рис. 8.132

Отображение второй наружной стрелки и линии продления диаметрального размера

При переносе размеров с модели на чертеж возможна ситуация, когда размер представлен не в том виде, как хотел бы конструктор. Например, на чертежном виде Снизу может оказаться такой размер отверстия $\varnothing 12$ мм, у которого размерная линия содержит только одну стрелку (рис. 8.133).

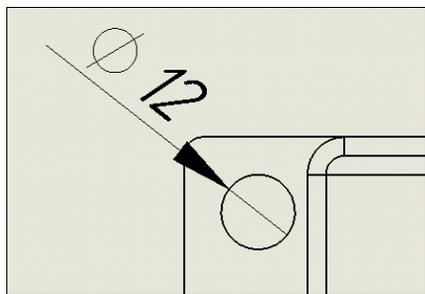


Рис. 8.133

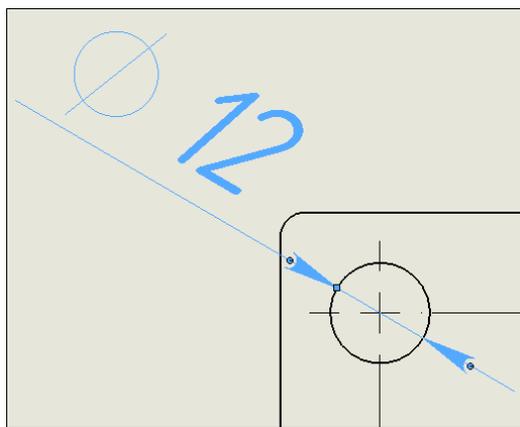


Рис. 8.134

Чтобы установить вторую наружную стрелку, щелкните мышью на тексте размера и в открывшемся в Менеджере свойств диалоговом окне **Размер** откройте вкладку **Выноски**. В разделе **Отобразить выноску/выносные линии** снимите флажок **Использовать вторую стрелку документа** и нажмите кнопку  — **Две стрелки/Сплошная выноска** (рис. 8.134). После этого нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств. Результат показан на рис. 8.134.

Если в шаблонных настройках установлено использовать вторую наружную стрелку, то тогда можно было бы установить флажок **Использовать вторую стрелку документа**, при этом настройки отображения второй наружной стрелки данного размера будут совпадать с заданными в шаблоне.

Радиальные размеры с несколькими выносными линиями. Связывание текста заметки с размерами

На чертежном виде Сверху Листа2 создайте два размера R3 так, как показано на рис. 8.135. Теперь создадим заметку с несколькими выносными линиями и свяжем ее текст с размером радиуса R3. Давайте вместо двух размеров R3 на рис. 8.135 создадим один размер с двумя выносными линиями.

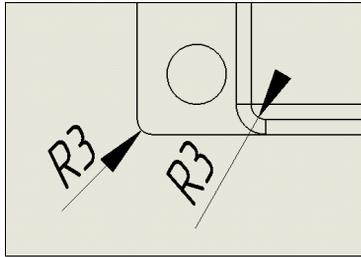


Рис. 8.135

Удалите один из размеров R3. Далее нажмите кнопку  — **Заметка** на панели инструментов **Примечания** или выберите в меню **Вставка | Примечания | Заметка**. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Заметка**. С нажатой клавишей <Ctrl> поочередно выберите две кромки с размером скругления R3 — к ним будут прикрепляться линии-выноски заметки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Несколько выносных линий для уже созданной заметки можно также получить, если перетащить выноску при нажатой клавише <Ctrl> за маркер стрелки.

Теперь щелкните в том месте графической области, где необходимо разместить заметку. Система перейдет в режим редактирования заметки. Появится окно редактирования **Форматирование**. Щелкните оставшийся размер R3 — значение размера отобразится в окне (рис. 8.136).

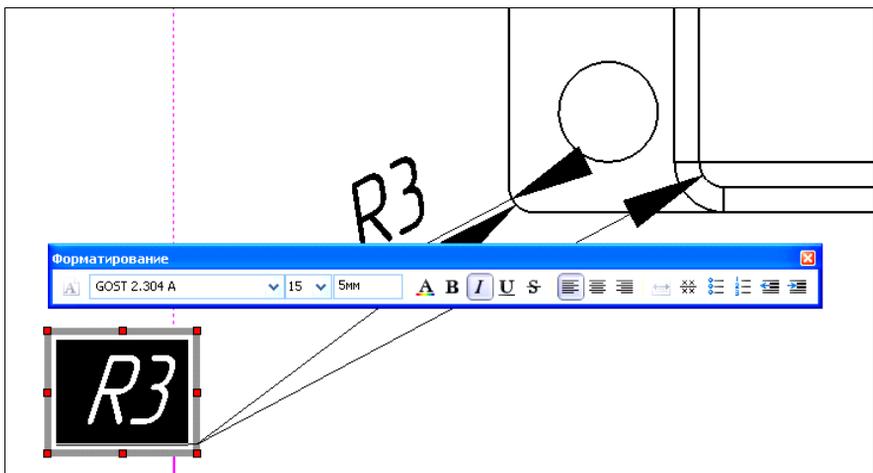


Рис. 8.136

Установите размер шрифта 5 мм. Затем щелкните в любом месте графической области и нажмите кнопку <Esc> для завершения команды. Далее скройте размер R3, с которого была скопирована заметка, для чего щелкните размер правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите пункт **Скрыть**. Размер ни в коем случае удалять нельзя, т. к. заметка имеет с ним ассоциативную связь, и если удалить размер, то связь прервется и заметка останется лишь заметкой.

Теперь текст заметки связан с размером R3, и если в какой-либо момент размер изменит свое значение, то соответствующим образом изменится и текст заметки. Результат показан на рис. 8.137.

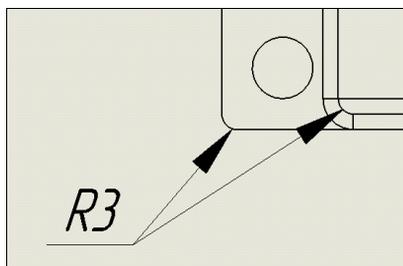


Рис. 8.137

Нажмите кнопку **Сохранить**  на панели инструментов **Стандартная** для сохранения чертежа.

8.5. Настройка отображения текста размера

Немаловажное значение при создании чертежа имеет задание допусков для размеров и настройка их отображения. Если вы зададите допуск на размер в одном из документов SolidWorks 2011, например в чертеже, то этот допуск появится также и в ассоциативно связанном с данным чертежом документе модели, и в документе сборки, куда входит эта модель. Для размеров вы можете назначать различные значения допусков в различных конфигурациях моделей. Рассмотрим на примерах задание допусков размеров различных видов.

Откройте чертеж детали Корпус редуктора, если вы уже закрыли его.

8.5.1. Базовый размер

Если на чертеже детали требуется указать место, которое является базовым (например, контрольный размер), то в соответствии с ГОСТ 2.320-82 необходимо указывать базовый размер. Выберите размер, который должен быть базовым, и щелкните по нему мышью. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Размер**. На вкладке **Значение** в разделе **Допуск/Точность** из выпадающего списка **Тип допуска** выберите тип **Номинальный**, при этом текст размера будет заключен в прямоугольник (рис. 8.138). Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. Результат показан на рис. 8.139.

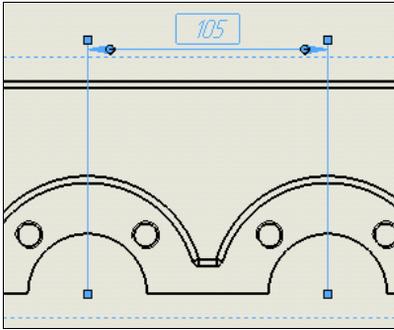


Рис. 8.138

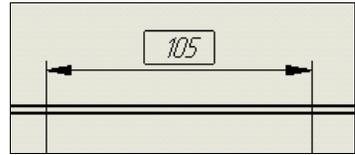


Рис. 8.139

8.5.2. Двухнаправленный допуск

Выберите мышью размер, который должен иметь двухнаправленный допуск. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Размер**. На вкладке **Значение** в разделе **Допуск/Точность** из выпадающего списка **Тип допуска** выберите тип **Двухнаправленный**. В поле — **Максимальная вариация** введите значение $+0,1$, в поле — **Минимальная вариация** введите значение $-0,2$. Установите флажок **Отобразить скобки**. В поле **Точность допуска** также выберите один десятичный разряд для настройки точности отображения допуска (рис. 8.140).

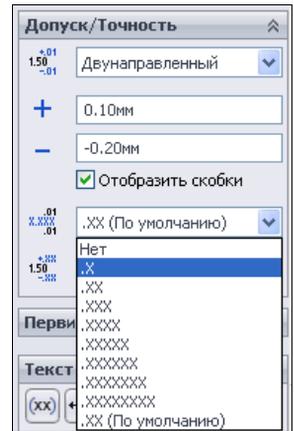


Рис. 8.140

Также для изменения точности размера в этом же разделе **Допуск/Точность** в поле **Единица измерения точности** выберите необходимые значения для точности размера.

По умолчанию точность размеров и допусков соответствует точности, заданной в выбранном для создания чертежа шаблоне. Для изменения параметров точности размеров и допусков в текущем документе пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Чертежный стандарт | Размеры** и в поле **Первичная точность** и **Двойная точность** задайте необходимые значения точности линейных размеров и допусков текущего документа (рис. 8.141).

В результате у вас должен получиться двухнаправленный размер, как на рис. 8.142.

Обратите внимание, что высота шрифта отклонений совпадает с высотой шрифта размера, а по ЕСКД ГОСТ 2.307-68 высота шрифта должна быть на ступень меньше высоты размера, поэтому необходимо изменить высоту шрифта отклонений. Для

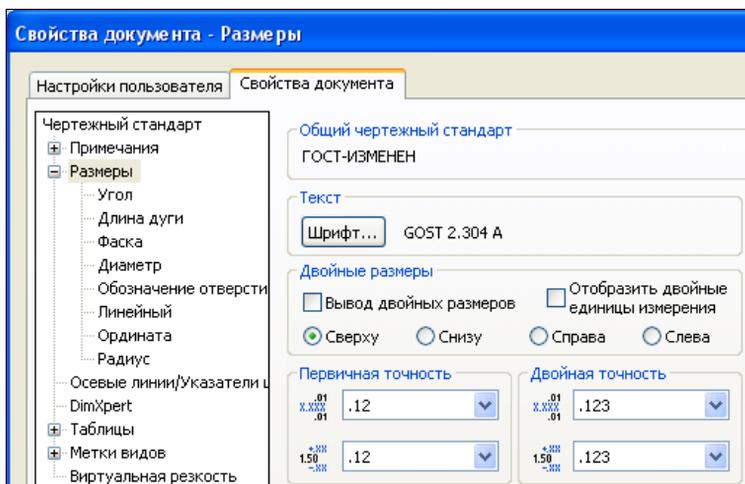


Рис. 8.141

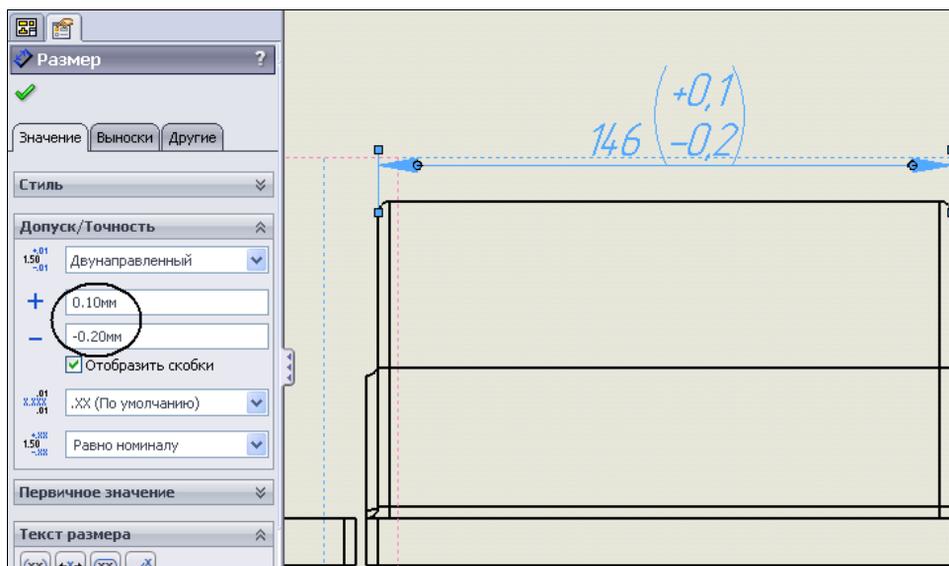


Рис. 8.142

этого щелкните мышью на размере и в открывшемся в Менеджере свойств диалоговом окне **Размер** перейдите на вкладку **Другие**. В разделе **Шрифт** для текста в подразделе **Шрифт допусков** снимите флажок **Использовать шрифт размера** и задайте параметр **Высота шрифта** 3 мм (рис. 8.143).

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание, что в диалоговом окне **Размер** можно задать высоту шрифта символов допуска либо в виде коэффициента по отношению к высоте шрифта символов размера (параметр **Масштаб шрифта**), либо непосредственно в миллиметрах или других заданных единицах измерения (параметр **Высота шрифта**).

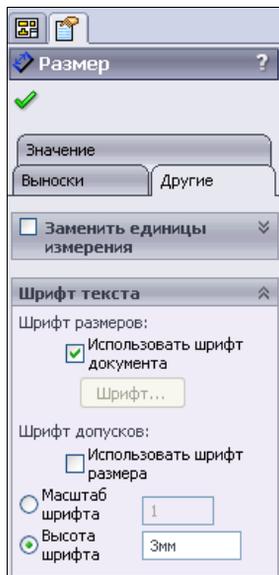


Рис. 8.143

Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. Результат показан на рис. 8.144.

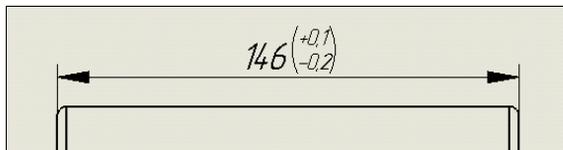


Рис. 8.144

Для изменения настройки отображения высоты шрифта допуска размера в текущем документе или шаблоне пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Чертежный шрифт | Размеры**, нажмите кнопку **Допуск...** Откроется диалоговое окно **Допуск размера**, в котором в списке **Тип допуска** выберите **Двунаправленный**, снимите флажок **Использовать шрифт размера** и установите параметр **высота шрифта** равным 3 мм, а также установите флажок **Отобразить скобки** (рис. 8.145).

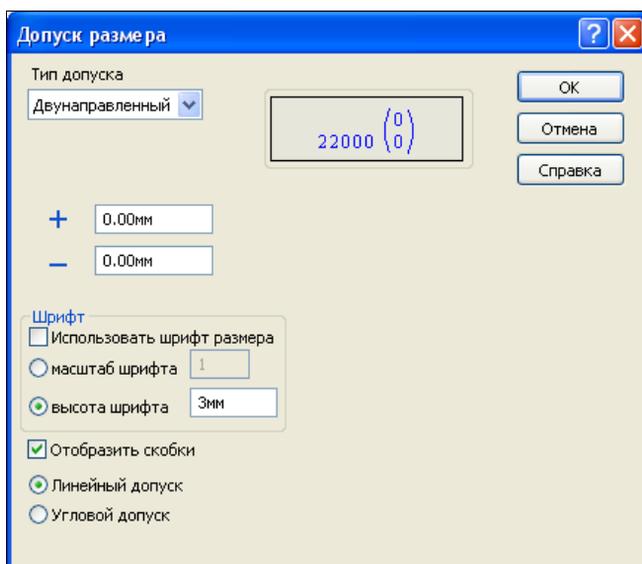


Рис. 8.145

После установки параметров нажмите два раза кнопку **ОК**, чтобы закрыть оба диалоговых окна.

8.5.3. Ограничение

Выберите мышью размер, который вы хотите задать в виде ограничений: максимальный и минимальный действительные размеры. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Размер**, в котором на вкладке **Значение** в разделе **Допуск/Точность** из выпадающего списка **Тип допуска** выберите пункт **Ограничение**. Точно таким же образом, как это было сделано ранее для двунаправленного допуска, в полях **+** — **Максимальная вариация** и **-** — **Минимальная вариация** введите значения $+0,1$ и $-0,2$ соответственно. В поле **Точность допуска** выберите один десятичный разряд для настройки точности отображения допуска (рис. 8.146).

Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. Результат отображен на рис. 8.147.

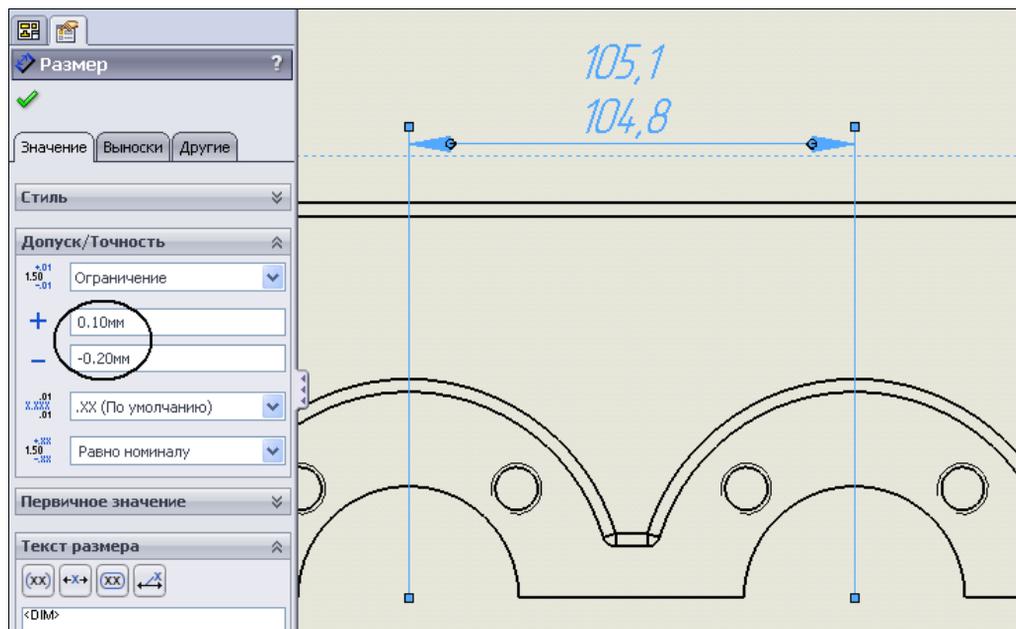


Рис. 8.146

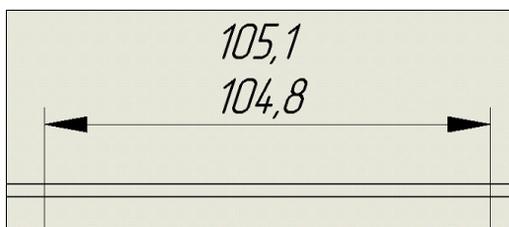


Рис. 8.147

8.5.4. Симметричный

Щелкните мышью по размеру, которому вы хотите добавить симметричный допуск. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Размер**, в котором на вкладке **Значение** в разделе **Допуск/Точность** из выпадающего списка **Тип допуска** выберите пункт **Симметричный**. В поле  — **Максимальная вариация** введите значение 0,1. В поле **Единицы измерения точности** выберите один десятичный разряд для настройки точности отображения размера. В поле **Точность допуска** также выберите один десятичный разряд для настройки точности отображения допуска (рис. 8.148).

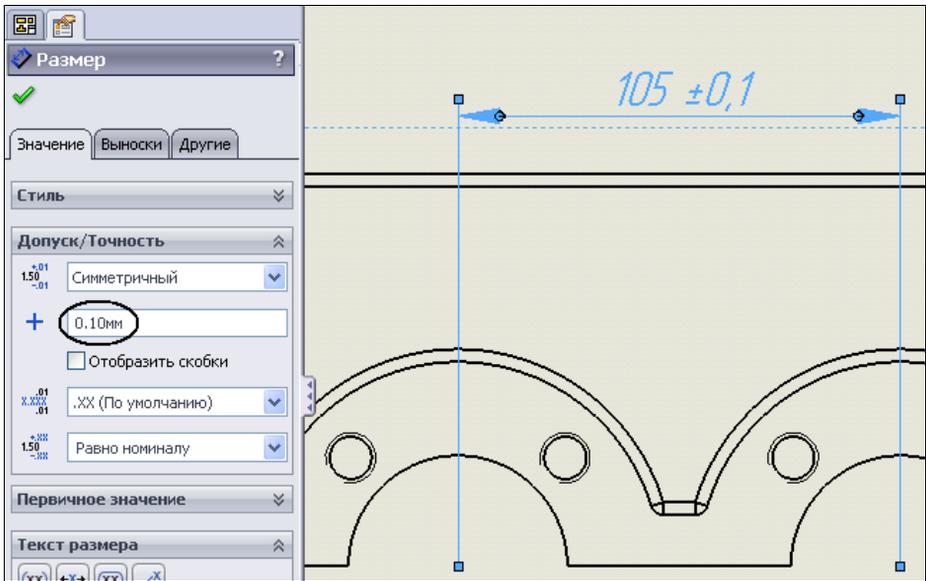


Рис. 8.148

Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. Результат отображен на рис. 8.149.

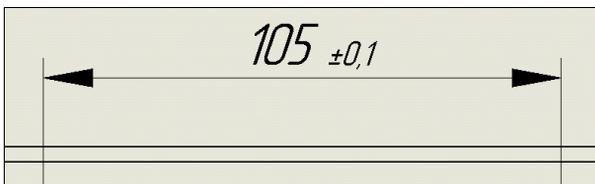


Рис. 8.149

В настоящий момент высота символов допуска меньше высоты символов размера, но в соответствии с ГОСТ 2.307-68 обозначение симметричного допуска производится тем же шрифтом, что и номинальный размер. Для того чтобы сделать одинаковой высоту символов допуска и размера, снова щелкните на тексте размера и в

открывшемся окне **Размер** перейдите на вкладку **Другие**. В разделе **Шрифт текста** в подразделе **Шрифт допусков** установите флажок **Использовать шрифт размера** (рис. 8.150).

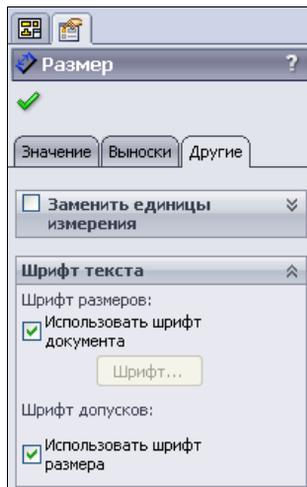


Рис. 8.150

После установки всех параметров нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. Результат отображен на рис. 8.151.

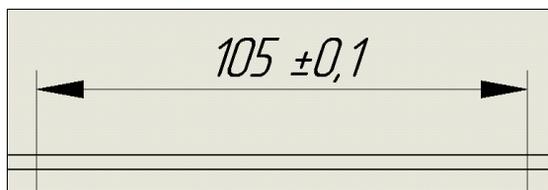


Рис. 8.151

8.5.5. Обозначение посадок

Для любого размера в SolidWorks 2011 можно выбрать обозначение поля допуска из списка стандартных значений (в нашем случае список значений соответствует стандарту ГОСТ 2.307-68), и в зависимости от того, какой при этом используется тип допуска: **Посадка**, **Посадка с допуском** или **Только допуск**, будут отображены обозначение только поля допуска, обозначение поля допуска и предельные отклонения или только значения предельных отклонений размера соответственно.

Рассмотрим на примерах задания размеров таких типов.

Обозначение только поля допуска

Выберите указателем мыши размер $\varnothing 12$ на чертежном повернутом виде Б. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Размер**, в котором на вкладке **Значение** в разделе **Допуск/Точность** из выпадающего списка **Тип допуска** выберите пункт **Посадка**. В поле  **Посадка отверстия** выберите обозначение поля допуска отверстия **H9** (рис. 8.152).

Нажмите кнопку  — **Линейное отображение** для выравнивания обозначения поля допуска отверстия относительно текста размера (рис. 8.153).

Далее нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. Текст размера изменится в соответствии с выбранным значением допуска.

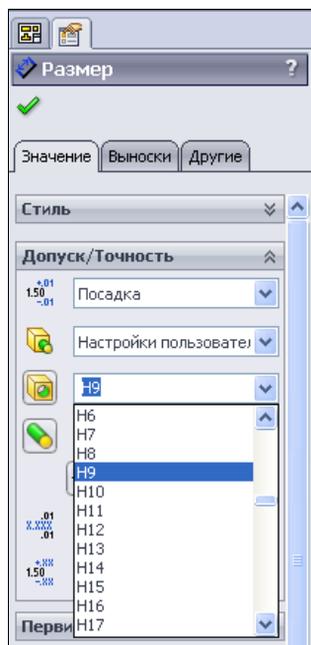


Рис. 8.152

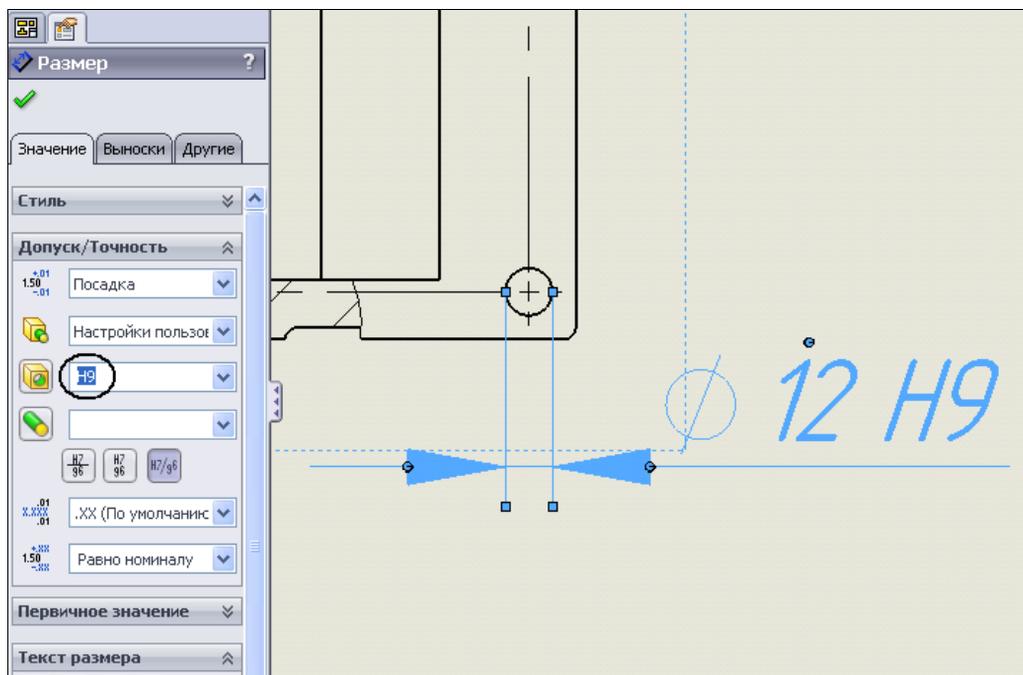


Рис. 8.153

Обозначение поля допуска с предельными отклонениями

Давайте изменим тот же размер $\varnothing 12$ с полем допуска отверстия на размер с обозначением поля допуска и предельными отклонениями. Для этого щелкните мышью на тексте размера. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Размер**. На вкладке **Значение** в разделе **Допуск/Точность** в поле **Точность допуска** установите три разряда для отображения допуска размера $\begin{matrix} +.XXX \\ 1.50 \\ -.XXX \end{matrix}$. Далее в выпадающем окне **Тип допуска** выберите **Посадка с допуском**. В поле **Посадка отверстия** выберите обозначение поля допуска отверстия **F9** (рис. 8.154).

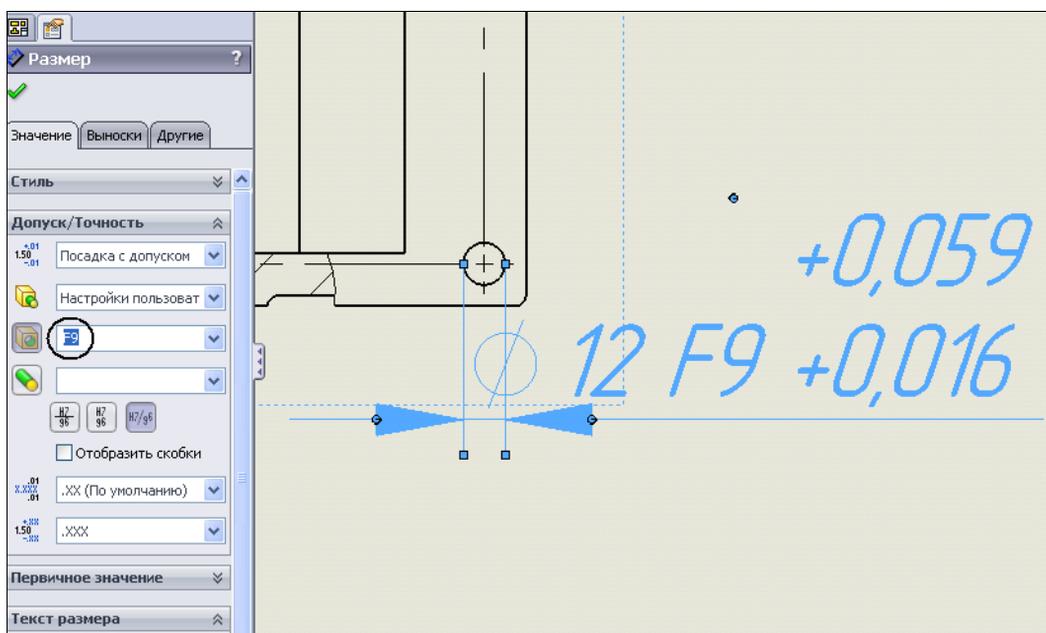


Рис. 8.154

На размере тут же отобразятся предельные отклонения: появятся значения $+0,059\text{мм}$ и $+0,016\text{мм}$ верхнего и нижнего предельных отклонений размера соответственно. Если требуется изменить значения этих отклонений, то нажмите кнопку **Посадка отверстия** . Появятся поля  — **Максимальная вариация** и  — **Минимальная вариация** (рис. 8.155), в которых можно задать предельные отклонения, отличные от стандартных.

Данные значения являются табличными и соответствуют стандарту ГОСТ, если в настройках **Свойства документа** в качестве стандарта оформления текущего документа выбран **ГОСТ**. Для проверки или изменения стандарта оформления текущего документа пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Чертежный стандарт** и в поле **Общий чертежный стандарт** выберите, если это необходимо, чертежный стандарт **ГОСТ** (рис. 8.156).

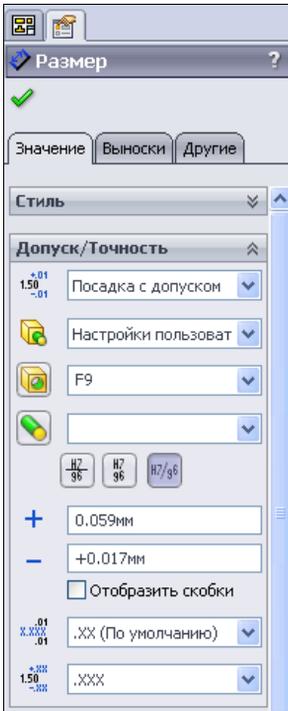


Рис. 8.155

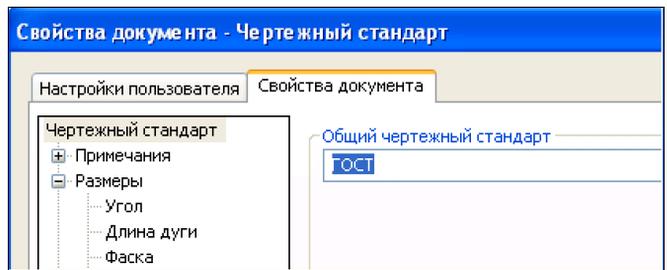


Рис. 8.156

В заключение задания параметров установите флажок **Отобразить скобки**, чтобы предельные отклонения были указаны в скобках. При манипуляциях с диалоговым окном все изменения тут же отображаются на размере. Если шрифт предельных отклонений совпадает со шрифтом номинального размера, то измените его высоту. Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. Результат всех наших действий показан на рис. 8.157.

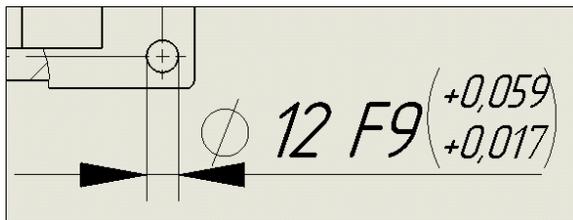


Рис. 8.157

Обозначение размера с предельными отклонениями

Давайте изменим все тот же размер $\varnothing 12$, но без обозначения поля допуска, оставив только предельные отклонения. Для этого щелкните мышью на тексте размера. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Размер**. На вкладке **Значение** в разделе **Допуск/Точность** в выпадающем окне **Тип допуска** выберите пункт

Только допуск. В поле **Посадка отверстия** выберите обозначение поля допуска отверстия **F9**. На вкладке **Другое** в разделе **Шрифт текста** задайте, если необходимо, в подразделе **Шрифт допусков** в параметре **Масштаб шрифта** значение 0,6 для коэффициента высоты шрифта символов верхнего и нижнего предельных отклонений. Остальные параметры оставьте без изменений (рис. 8.158). Высота шрифта обозначения поля допуска не важна, т. к. оно не будет показано на чертеже. Нажмите кнопку **ОК**  в Менеджере свойств и закройте окно **Размер**. В результате у вас должен получиться размер, показанный на рис. 8.159.

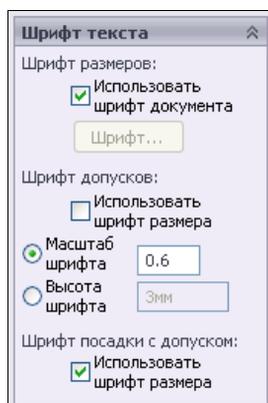


Рис. 8.158

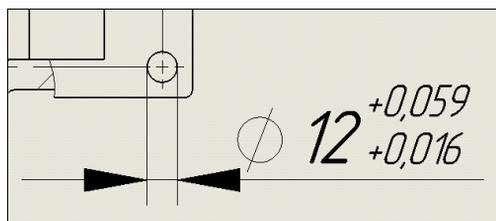


Рис. 8.159

Необходимо отметить, что для типов допусков **Посадка**, **Посадка с допуском**, **Только допуск** при выборе обозначения поля допуска из списка стандартных значений изменение размера (переход его в другой интервал номинальных размеров в пределах указанного поля допуска) повлечет за собой и изменение предельных отклонений в соответствии их используемому стандарту.

В силу сказанного, назначение размерами указанных типов допусков и использование списка стандартных значений полей допусков является более предпочтительным, т. к. поможет предотвратить возможные ошибки в случае изменения размеров модели.

В случае назначения допусков "вручную" или с помощью команды **Заметка** конструктор должен будет сам контролировать изменение предельных отклонений при изменении размеров модели.

Создание обозначений допусков с помощью команды **Заметка**

Для назначения размерам допусков также можно использовать команду **Заметка**. Создадим с помощью команды **Заметка** обозначение допуска для вертикального размера 92 на главном виде Спереди. Для этого нажмите кнопку  — **Заметка** на панели инструментов **Примечания** или выберите в меню **Вставка | Примечание | Заметка**. Далее нажмите мышью внутри границы чертежного вида Спереди

для создания заметки. Система войдет в режим редактирования заметки. Введите в поле для редактирования текст `h11()` и, не выходя из режима редактирования, поместите курсор между круглыми скобками и нажмите кнопку  — **Стекло** панели инструментов **Форматирование**. Откроется диалоговое окно **Группа заметок**, позволяющее создавать заметки в виде дробей.

В окне **Группа заметок** сделайте следующее: в разделе **Внешний вид** нажмите кнопку  **Стиль** для выбора стиля отображения "дробь" без горизонтальной черты. Затем нажмите кнопку  **Выравнивание** для выравнивания текста по вертикали и по центру. Далее задайте размер группы **60%** (по отношению к основному шрифту заметки). В разделе **Стекло** введите значение **-0,22** в поле **Нижний** (рис. 8.160).

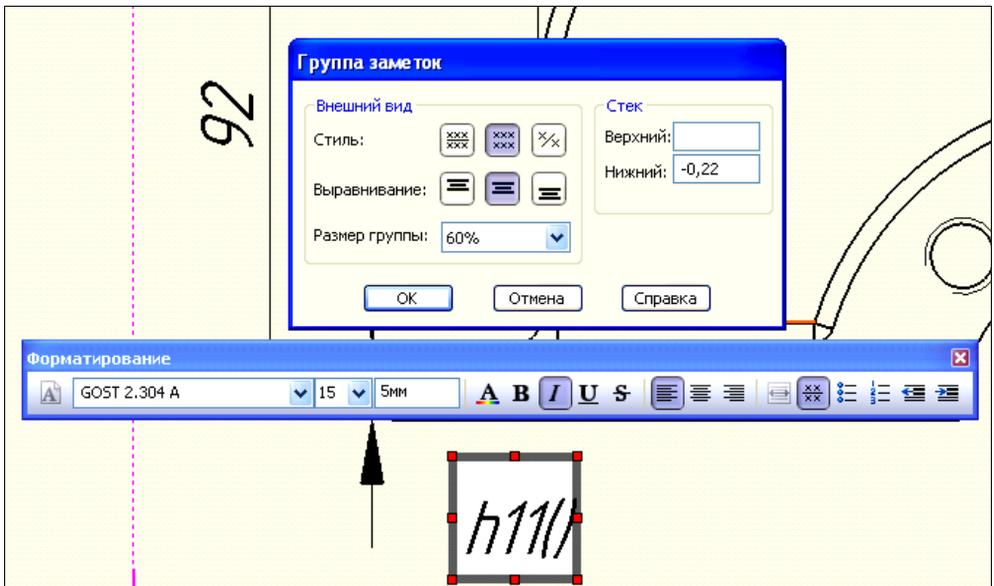


Рис. 8.160

Нажмите кнопку **ОК** и закройте диалоговое окно **Группа заметок**.

Далее переместите указатель мыши в графическую область. Рядом с курсором появится динамический образ заметки. Сейчас он ориентирован горизонтально. Но так как размер **92** вертикальный, то и заметку необходимо развернуть на 90° . Для этого в диалоговом окне **Заметка** Менеджера свойств на вкладке **Формат текста** в поле  **Угол** задайте величину угла поворота 90° . Динамический образ заметки развернется на этот же угол. Теперь щелкните мышью в графической области за размером **92** и нажмите кнопку **ОК**  в диалоговом окне **Заметка**. Заметка разместится рядом с размером, но пока никак с ним не связана. Для выравнивания размера и заметки выберите их мышью, нажав и удерживая клавишу **<Ctrl>**. Затем нажмите кнопку  — **Выровнять справа** на панели инструментов **Выровнять**.

Теперь, чтобы заметка стала перемещаться вместе с размером, надо их сгруппировать. Для этого, снова нажав и удерживая клавишу <Ctrl>, выберите мышью размер 92 и созданную заметку. Затем нажмите кнопку  — **Группа** на панели инструментов **Выровнять** или выберите в меню **Инструменты | Выровнять | Группа | Группа**.

Теперь попробуйте перемещать размер с заметкой. Если размер будет пытаться разместиться все время в центре размерной линии, то щелкните на нем правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Параметры отображения | Размер по центру**. Флажок должен быть снят. В результате у вас должен получиться текст размера, показанный на рис. 8.161.

ПРИМЕЧАНИЕ

Способ задания допусков с помощью команды **Заметка** не является предпочтительным в документах SolidWorks 2011. Но им можно воспользоваться тогда, когда другие способы исчерпаны.

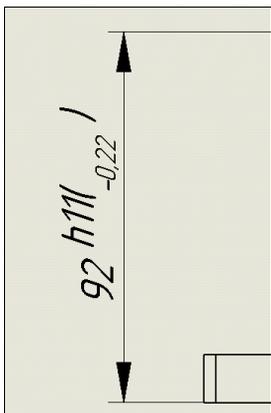


Рис. 8.161



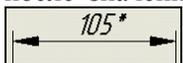
Рис. 8.162

8.5.6. Изменение текста размера

При необходимости в SolidWorks 2011 можно изменить текст размера, например, для создания обозначений: резьбового отверстия М6, размера фаски 3×45°, справочного размера *, допусков min, max и др. При этом в текст размера можно из Библиотеки обозначений добавлять спецсимволы: ±, ', ∅ и т. д.

Справочный размер

Изменим, например, текст размера 105 на чертежном виде Спереди, назначив его справочным размером. Для этого выберите размер и в диалоговом окне **Размер** на вкладке **Значение** в разделе **Текст размера** введите символ * в поле текста после значения размера <DIM> (рис. 8.162). Текст размера при этом изменился



В Менеджере свойств нажмите кнопку **ОК**  для завершения команды.

Обозначение допусков min и max

Обозначения допусков min и max могут быть созданы как с помощью команды **Заметка**, так и непосредственно в тексте размера. Например, выберите размер скругления R3 на чертежном виде Спереди. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Размер**, в котором на вкладке **Значение** в разделе **Текст размера** введите после значения размера **R<DIM>** текст min (рис. 8.163), и текст размера будет изменен.

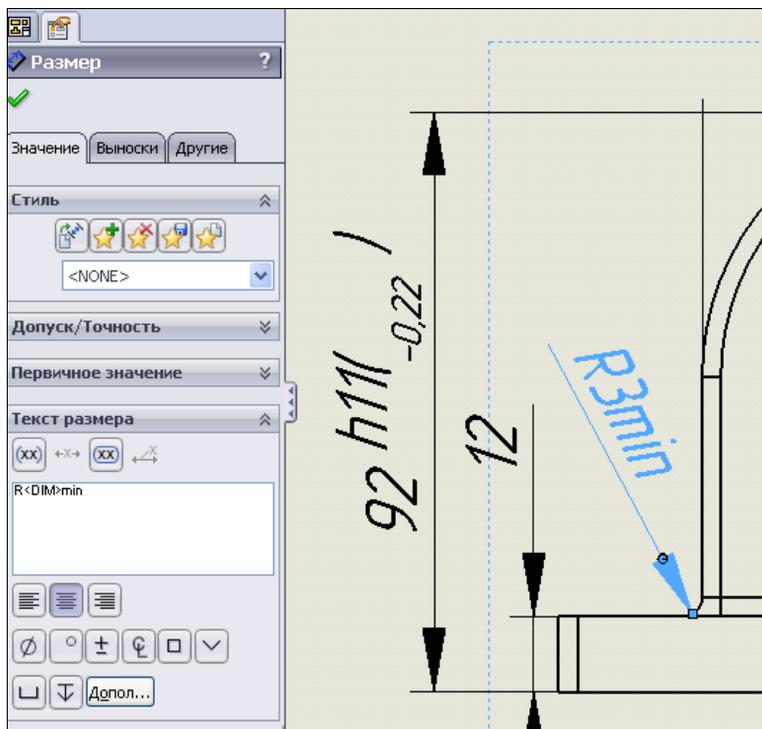


Рис. 8.163

Обозначение угловыми спецсимволами

Зададим для размера 90° симметричный допуск. Для этого выберите этот размер мышью. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Размер**, в поле которого **Текст размера** вкладки **Значение** сделайте следующее: нажмите кнопку \pm — **Плюс/минус**, а затем введите текст $2'30''$ (рис. 8.164), и текст размера будет изменен.

Добавление спецсимволов из библиотеки

Для просмотра всего перечня символов и вставки их в текст размера сделайте следующее: щелкните мышью на любом размере. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Размер**. На вкладке **Значение** раздела **Текст размера** нажмите

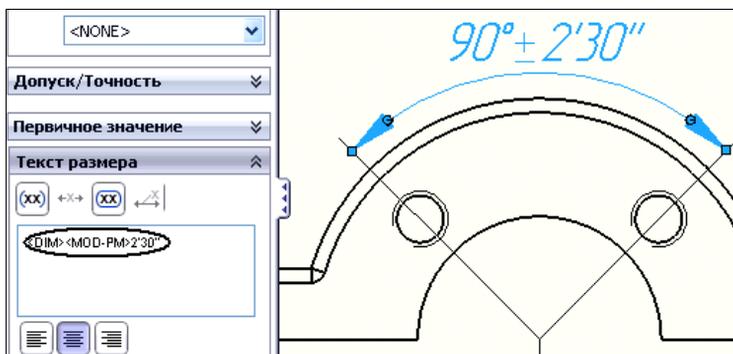


Рис. 8.164

кнопку **Дополнительные символы** . Откроется новое диалоговое окно **Обозначения** (рис. 8.165).

В разделе **Библиотека обозначений** выберите необходимую библиотеку, при этом в списке ниже будут перечислены все символы данного раздела.

Выбрав нужный символ, нажмите кнопку **ОК** и закройте диалоговое окно **Размер**, нажав кнопку **ОК** .

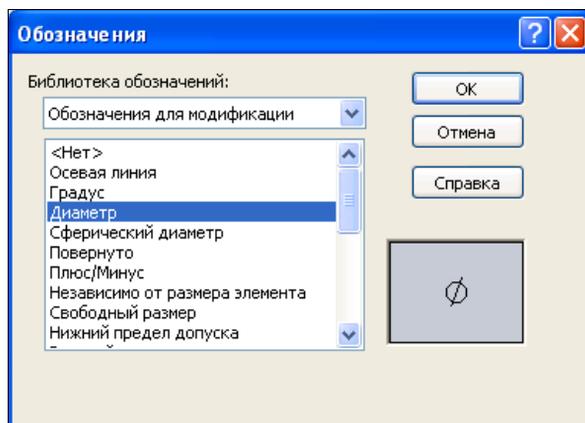


Рис. 8.165

8.6. Оформление сборочного чертежа

В этом разделе рассмотрим особенности оформления сборочных чертежей по следующей схеме:

- ◆ создание вида Спереди сборки;
- ◆ создание разреза;
- ◆ свойства видов;

- ◆ простановка позиций;
- ◆ отображение разнесенного состояния.

Остальные возможности по оформлению чертежей рассмотрены выше.

Оформление сборочного чертежа будем рассматривать на примере сборки Редуктор.sldasm. Загрузите данную сборку из папки Глава 8\Примеры.

8.6.1. Создание вида спереди сборки

После того как вы открыли файл Редуктор.sldasm, на панели инструментов **Стандартная** нажмите кнопку  — **Создать чертеж из детали/сборки**. Выберите шаблон чертежа **Чертеж_ЕСКД** и нажмите кнопку **ОК**. Далее в открывшемся диалоговом окне **Формат листа/Размер** выберите форматку, например, **ESKD_a2_1** и нажмите кнопку **ОК**.

Откроется новый документ чертежа с активной панелью задач, в которой будут представлены образцы возможных видов сборки (рис. 8.166).

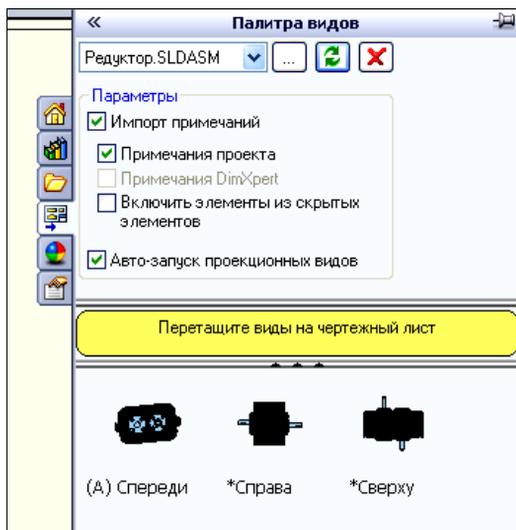


Рис. 8.166

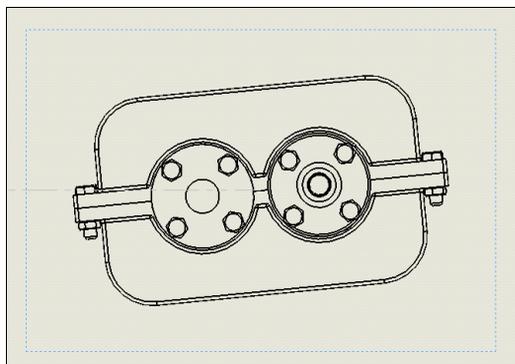


Рис. 8.167

Обратите внимание, что вид Спереди сборки несколько повернут. Если сейчас перетащить мышью в поле чертежа этот вид, то чертежный вид таким "скособоченным" и сформируется (рис. 8.167).

Но нам нужно, чтобы вид был сформирован прямо. В связи с этим нам необходимо расположить сборку соответствующим образом. Для этого нажмите кнопку **Очистить все**  и щелкните мышью в поле. Перейдите в документ сборки **Окно | Редуктор.sldasm**. Создайте на передней грани редуктора плоскость с помощью команды **Вставка | Справочная геометрия | Плоскость**. Далее выберите на пане-

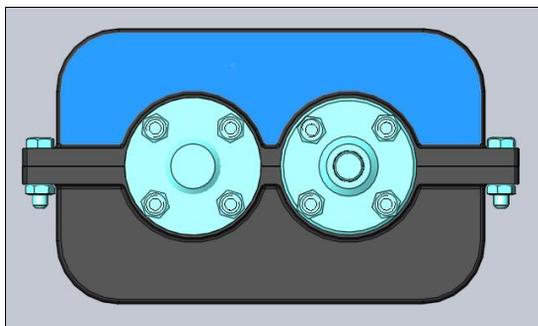


Рис. 8.168

ли инструментов **Вид** команду  — **Перпендикулярно** и щелкните мышью по созданной плоскости. Сборка займет положение, которое показано на рис. 8.168.

Теперь можно приступить к созданию чертежного вида. Для этого снова перейдите в документ чертежа **Окно | Чертеж1 — Лист1** и на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку  — **Вид модели**. Откроется диалоговое окно **Вид модели**, в котором дважды щелкните мышью по пункту **Редуктор** в разделе **Деталь/сборка для вставки**. Окно **Вид модели** поменяет свой вид (рис. 8.169).

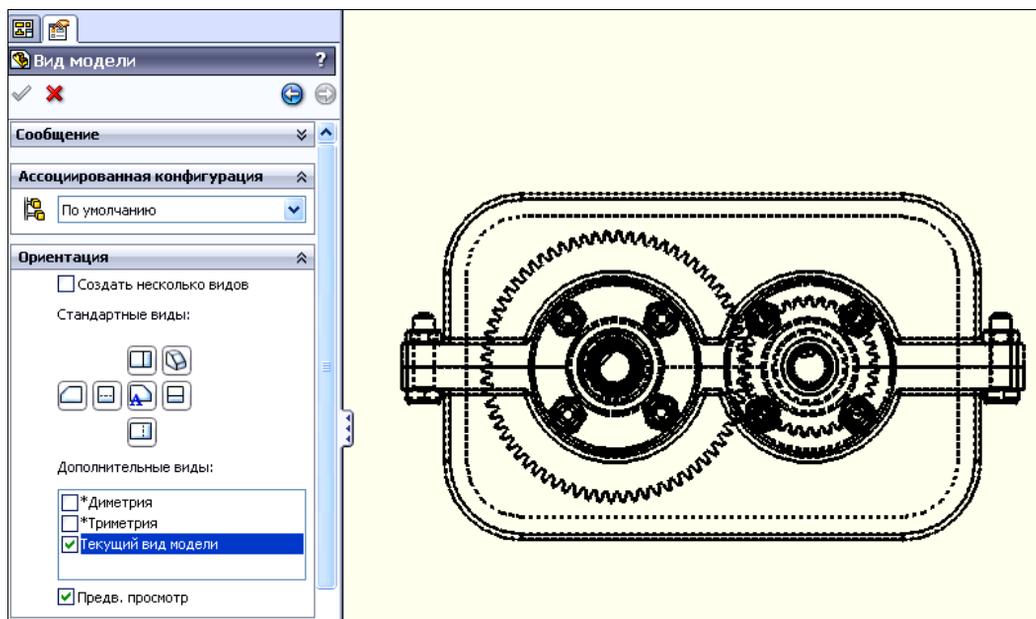


Рис. 8.169

В разделе **Ориентация** установите флажок **Предв. просмотр** и в подразделе **Дополнительные виды** установите флажок **Текущий вид модели**. Теперь переместите указатель в графическую область и убедитесь, что сборка имеет правильную ориентацию. Для построения вида щелкните мышью в верхнем левом углу области чертежа. И сразу же постройте проекционный вид Справа, щелкнув мышью правой

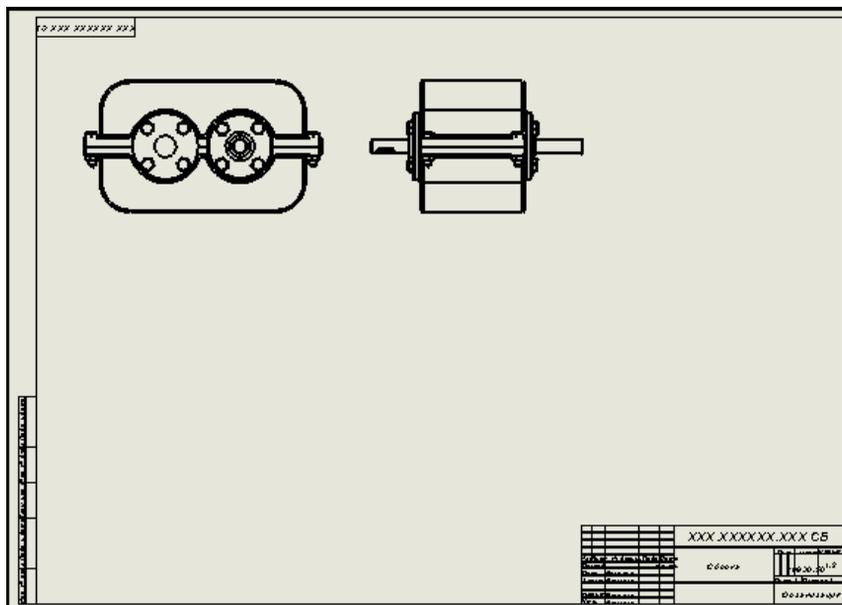


Рис. 8.170

части экрана так, как показано на рис. 8.170. Нажмите кнопку **ОК** для завершения команды и закрытия окна **Проекционный вид**.

8.6.2. Создание разреза

Вместо проекционного чертежного вида Снизу создадим разрез нашего редуктора. Для этого на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку  — **Разрез** и нарисуйте линию сечения так, как показано на рис. 8.171.

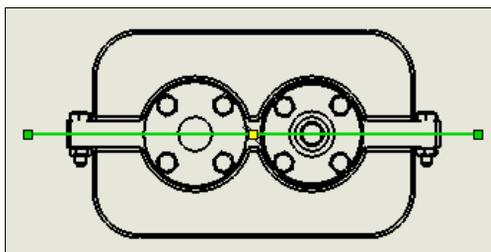


Рис. 8.171

Далее появится диалоговое окно **Разрез** (рис. 8.172), в котором установите флажок **авто-штриховка** для того, чтобы у соседних компонентов сборки, имеющих однотипную штриховку, автоматически менялся угол или шаг штриховки. Угол и шаг штриховки на смежных объектах можно настроить вручную. Если требуется исключить крепежи (любые элементы, вставленные из панели инструментов SolidWorks Toolbox), то установите флажок **Исключить крепежи**. Для изменения реверса направления установите соответствующий флажок. Проверьте, чтобы

стрелка разреза была направлена вниз, и нажмите кнопку **ОК**. Далее щелкните мышью ниже главного вида, и вас должен получиться разрез, показанный на рис. 8.173. Установите метку вида А-А.

Обратите внимание на штриховку обоих валов. Несмотря на то, что параметр **авто-штриховка** был включен, угол и шаг штриховки валов совпадают. Это произошло в силу того, что между этими валами существует зазор.

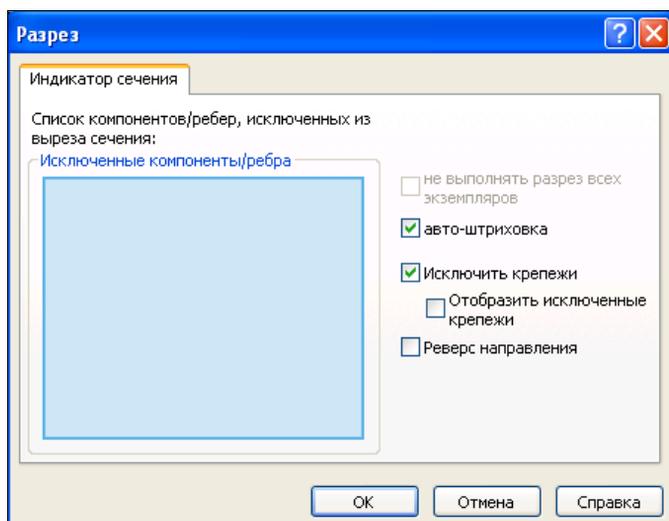


Рис. 8.172

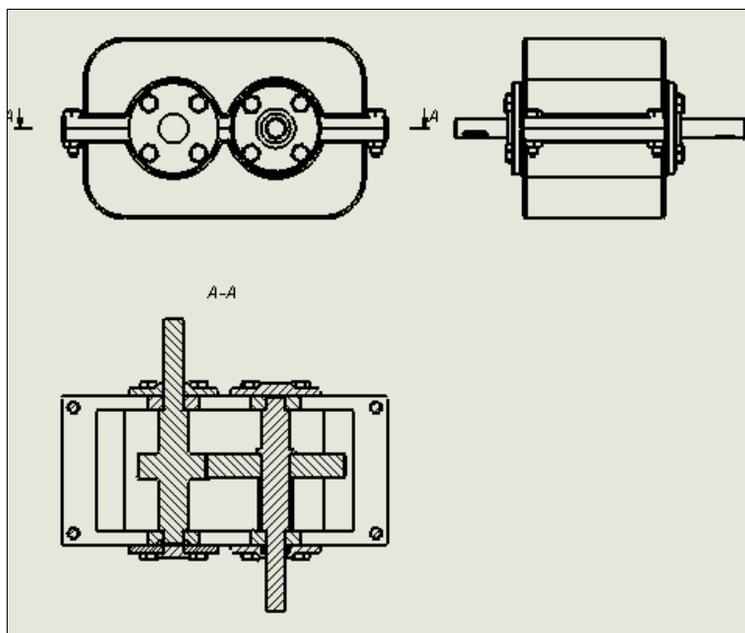


Рис. 8.173

Давайте изменим угол штриховки левого вала. Для этого щелкните компонент (например, один из валов) на разрезе и в окне Менеджера свойств **Область штриховки/заполнения** (рис. 8.174) снимите флажок **Штриховка материала**, а затем введите новое значение угла штриховки материала в поле  — **Угол штриховки**. Нажмите кнопку **ОК**  для закрытия диалогового окна **Штриховка/заполнить**.

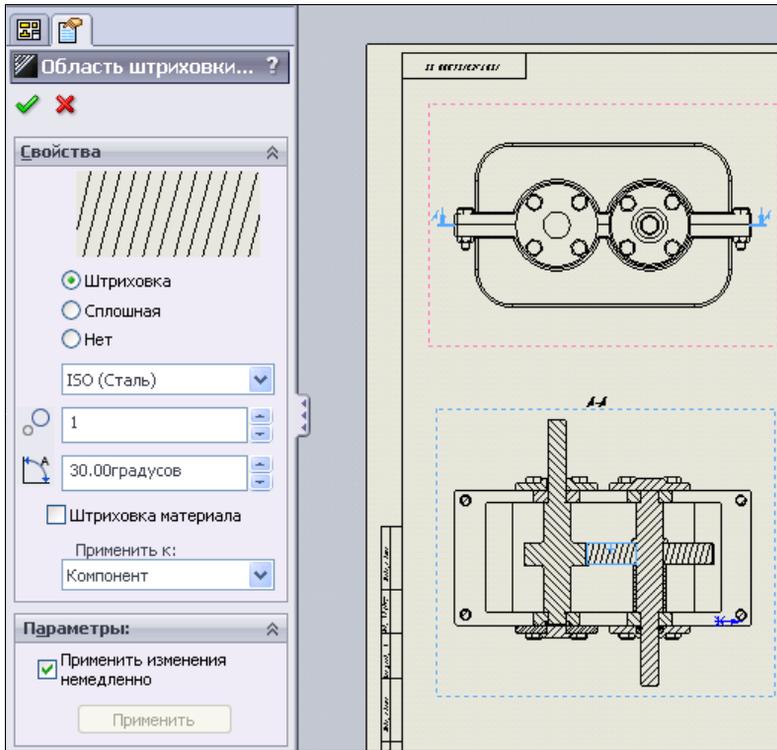


Рис. 8.174

8.6.3. Свойства видов

Как было уже отмечено, у каждого чертежного вида есть свои свойства, но у чертежного вида сборки эти свойства расширяются. Чтобы просмотреть свойства вида, щелкните правой кнопкой мыши внутри границ вида (например, Разрез А-А) и в контекстном меню выберите пункт **Свойства** или в диалоговом окне **Разрез А-А** Менеджера свойств нажмите кнопку **Дополнительные свойства**. Появится диалоговое окно **Свойства чертежного вида** с открытой вкладкой **Свойства видов** (рис. 8.175).

В диалоговом окне **Свойства чертежного вида** можно выполнить следующее:

- ◆ просматривать информацию о виде, модели и конфигурации;
- ◆ скрывать или отображать компоненты сборки;

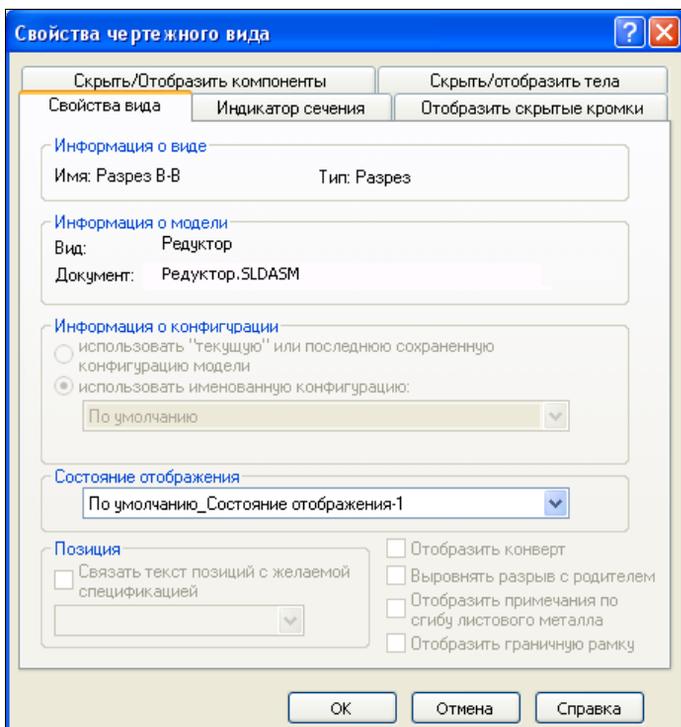


Рис. 8.175

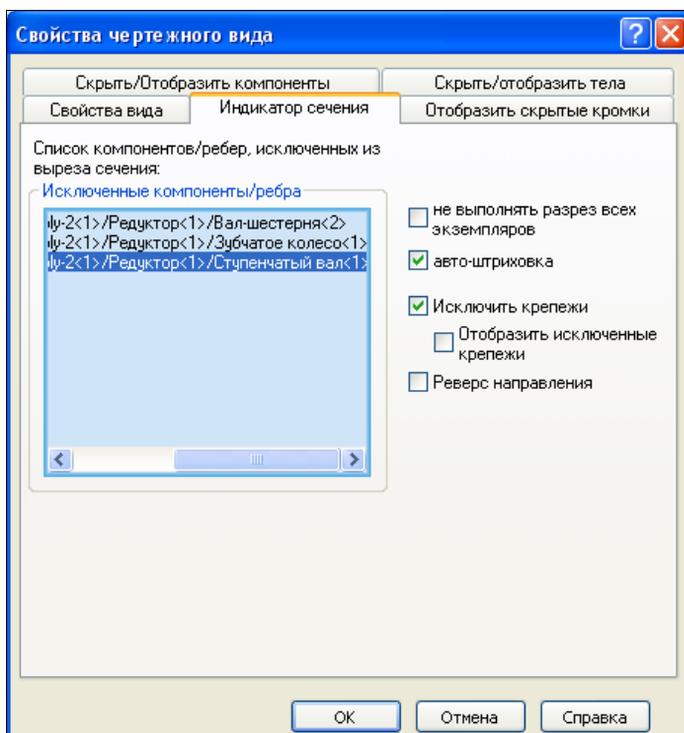


Рис. 8.176

- ◆ отображать компоненты в режиме скрыть невидимые линии;
- ◆ исключать компоненты из выреза сечения, т. е. не разрезать их линией сечения.

Давайте воспользуемся свойством чертежных видов и исключим детали вращения из разреза, т. к. по ГОСТу детали вращения не рассекаются. Для этого перейдите на вкладку **Индикатор сечения**. Теперь щелкните мышью в поле **Исключенные компоненты/ребра** и выберите детали вращения **Зубчатое колесо**, **Вал-шестерня** и **Ступенчатый вал**. Имена этих деталей должны отобразиться в поле **Исключаемые компоненты** (рис. 8.176). Затем нажмите кнопку **ОК**, и чертежный вид **Разрез А-А** перестроится и приобретет вид, показанный на рис. 8.177.

Скрытие и отображение компонентов сборки выполняются аналогичным образом на вкладке **Скрыть/отобразить компоненты**.

Для закрытия диалогового окна нажмите кнопку **ОК** .

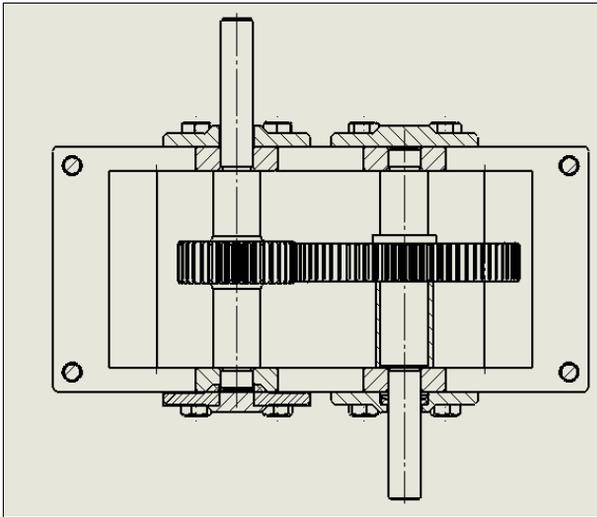


Рис. 8.177

8.6.4. Простановка позиций на сборочном чертеже

Как правило, на сборочных чертежах проставляются позиции, которые затем указываются в спецификации. Давайте и мы на нашей сборке проставим позиции. Для этого перед простановкой позиций пройдите путь **Инструменты | Параметры | Свойства документа | Чертежный стандарт | Примечания | Позиции** и убедитесь в том, что параметры установлены так, как показано на рис. 8.178. После установки параметров нажмите кнопку **ОК** .

Теперь проставим позиции на чертежном виде **Разрез А-А**. Для этого на панели инструментов **Примечания** нажмите кнопку  — **Авто-позиция**. Эта команда добавляет выноски для всех компонентов выбранных видов. В Менеджере свойств

откроется диалоговое окно **Авто-позиция** (см. рис. 8.177). На вкладке **Компоновка позиций** можно выбрать желаемое расположение выносок. Выберите, например, компоновку позиций в виде квадрата . Теперь щелкните по чертежному виду Разрез А-А, и вы получите размещение выносок, показанное на рис. 8.179.

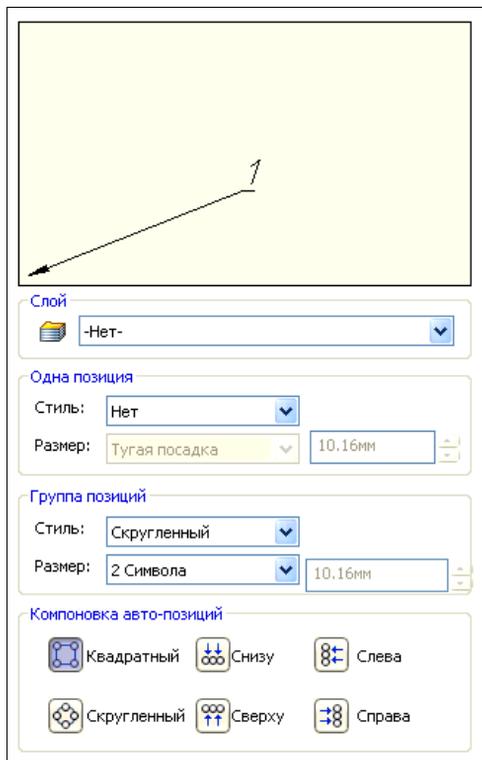


Рис. 8.178

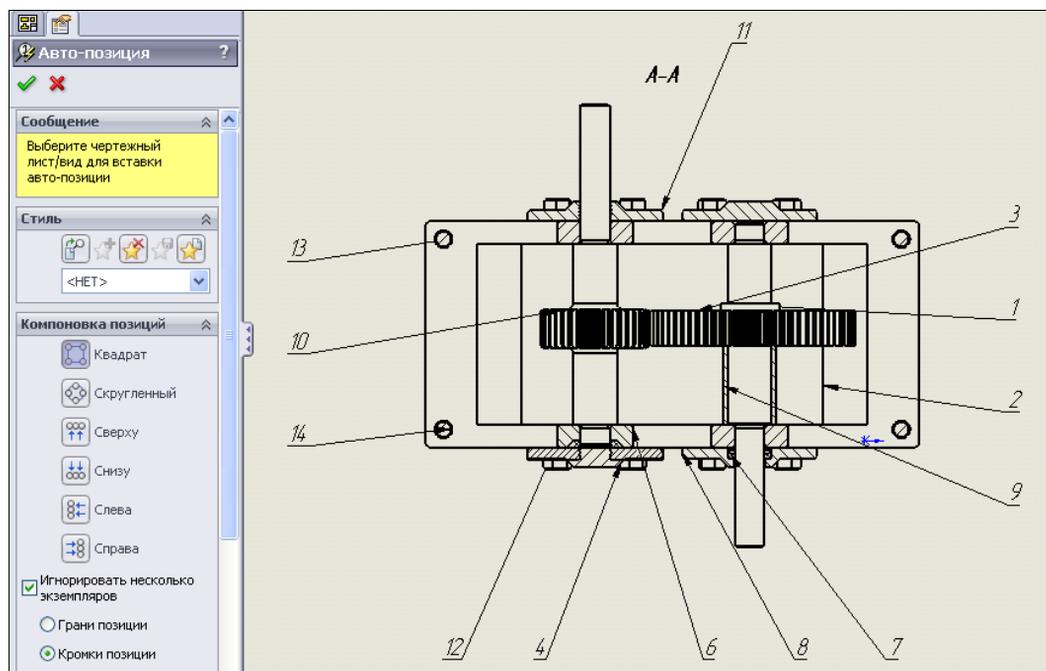


Рис. 8.179

В данном случае выноски построены для всех компонентов сборки (в том числе и для крепежных элементов — болтов, гаек и т. д.), поэтому их так много. Теперь ненужные позиции можно удалить, а оставшиеся отредактировать как заметки и присвоить им номера. Такой способ задания позиций не позволит пропустить какой-либо компонент сборки.

Если же вам требуется указать только основные компоненты сборки, например оригинальные детали, то рекомендуется пойти другим путем. Нажмите кнопку  — **Отменить ввод** панели инструментов **Стандартная** для отмены последней команды **Авто-позиция** и возвращения в исходное состояние до установки позиций. Далее нажмите на панели инструментов **Примечания** кнопку  — **Позиция** и на вкладке **Настройки позиции** в разделе **Текст позиции** выберите пункт **Позиция**. Далее щелкайте мышью по компонентам сборки в любом виде чертежа, отводите указатель в сторону, щелкайте для размещения позиции на поле чертежа и проставляйте выноски. Номер позиции будет автоматически устанавливаться в соответствии с номером компонента сборки. В дальнейшем номера позиций можно будет отредактировать. Для завершения команды нажмите кнопку **ОК** , и у вас должно получиться примерно то, что показано на рис. 8.180.

Для того чтобы переместить позицию или стрелку выноски, выберите и перетащите позицию или выноску за маркеры. Для редактирования свойств позиций выберите позицию или несколько позиций и измените их свойства в Менеджере свойств.

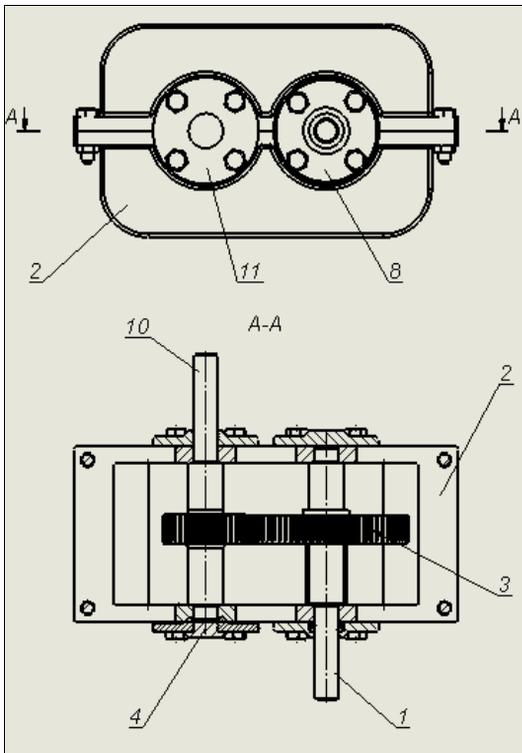


Рис. 8.180

8.6.5. Отображение разнесенного состояния на чертеже

Добавьте новый лист чертежа. На нем мы будем отображать сборку в конфигурации с разнесенными частями. Для добавления листа щелкните правой кнопкой в нижней части экрана на надписи **Лист1** и в контекстном меню выберите **Добавить лист**. Выберите тот же формат, что у первого листа.

Для добавления сборки с разнесенными частями на чертежный лист нажмите на панели инструментов **Чертеж** кнопку  — **Вид модели**. В Менеджере свойств появится диалоговое окно **Вид модели**, в котором на вкладке **Деталь/сборка для вставки** дважды щелкните мышью по пункту **Редуктор**. Если вы успели закрыть сборку, то нажмите кнопку **Обзор** и в Проводнике Windows осуществите поиск данной сборки. Далее на вкладке **Ориентация** выберите и щелкните мышью по кнопке  — **Изометрия**. Затем щелкните в графической области чертежа, чтобы разместить вид. После этого в диалоговом окне Менеджера свойств **Чертежный вид** нажмите кнопку **Дополнительные свойства**. Откроется диалоговое окно **Свойства чертежного вида**. На вкладке **Свойства вида** в разделе **Информация о конфигурации** установите флажок **Отобразить в разнесенном виде** и нажмите кнопку **ОК**. На поле чертежа появится вид с разнесенными частями, показанный на рис. 8.181.

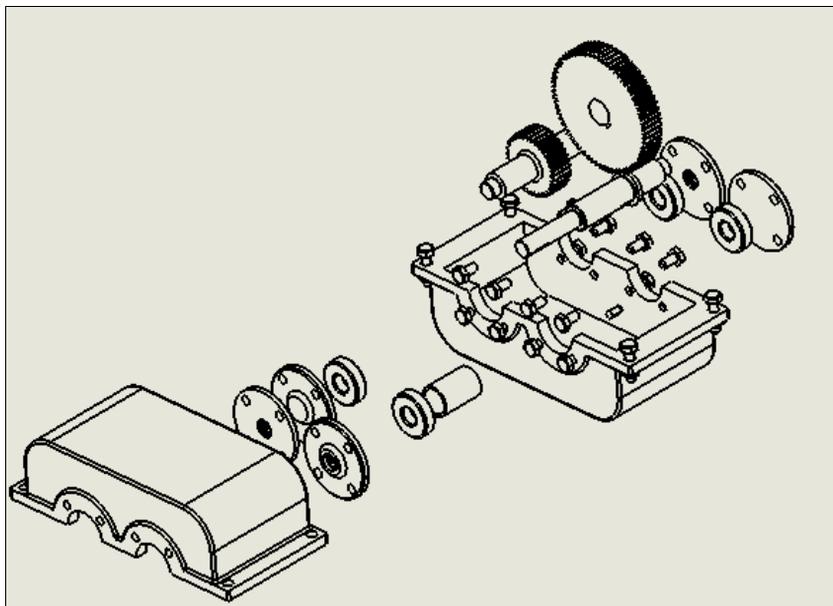


Рис. 8.181

Сохраните чертеж, нажав на панели инструментов **Стандартная** кнопку  — **Сохранить** и задав имя документа `Редуктор.slddrw`.

8.7. Оформление чертежа детали из листового материала

В этом разделе рассмотрим особенности оформления чертежа детали из листового материала. Основной особенностью является то, что на чертеже должен быть представлен вид не только готовой детали, но и ее развертка. Поэтому построение чертежа листовой детали будем вести по следующему плану:

1. Создание главного и проекционных видов детали.
2. Создание вида с разверткой.

Оформление чертежа детали из листового материала будем рассматривать на примере детали Перегородка. Загрузите данную деталь с прилагаемого компакт-диска, из папки Глава 8\Примеры.

8.7.1. Создание главного и проекционного видов

После того как вы открыли файл Перегородка.sldprt, на панели инструментов **Стандартная** нажмите кнопку  — **Создать чертеж из детали/сборки**. Выберите шаблон чертежа **Чертеж_ЕСКД** и нажмите кнопку **ОК**. Далее в открывшемся диалоговом окне **Формат листа/Размер** выберите форматку, например, **ESKD_a2_1** и нажмите кнопку **ОК**. Откроется новый документ чертежа (рис. 8.182).



Рис. 8.182

Теперь можно вывести необходимые виды на чертеж. Способ вам уже известен. Поэтому давайте создадим основные чертежные виды другой командой. Для этого щелкните мышью в поле чертежа и затем на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку  — **3 стандартных вида**. Эта команда добавляет три стандартных ортогональных вида. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **3 стандартных вида**. На вкладке **Деталь/сборка для вставки** щелкните дважды мышью по элементу **Перегородка**. На чертеже появятся три стандартных вида, показанных на рис. 8.183.

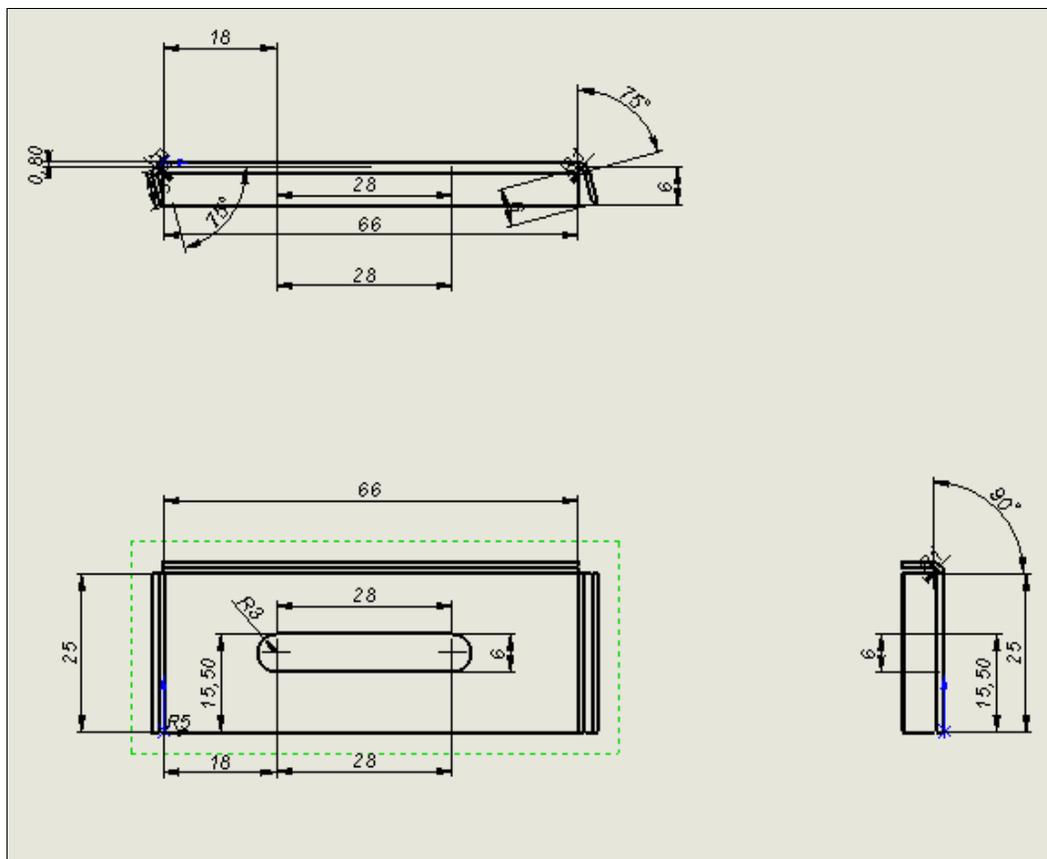


Рис. 8.183

Поскольку в соответствии с ГОСТ главный вид должен располагаться в верхней левой части чертежа, то поменяйте чертежные виды Спереди и Сверху между собой простым перетаскиванием видов по чертежу. При этом второй проекционный вид переместится автоматически, т. к. он имеет с главным видом проекционную связь (рис. 8.184).

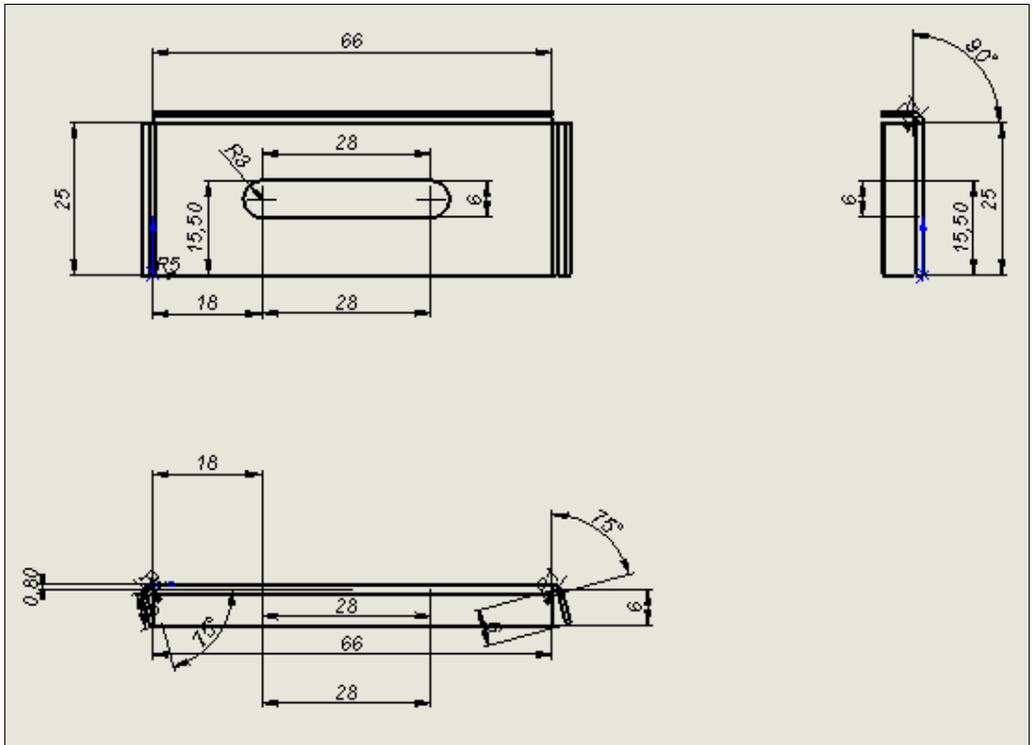


Рис. 8.184

8.7.2. Создание вида с разверткой

Теперь создадим еще один вид с разверткой, т. к. в производстве именно из плоского состояния формируют объемную деталь. Для этого на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку  — **Вид модели**. Вновь откроется диалоговое окно **Вид модели**, в котором дважды щелкните мышью по пункту **Перегородка** в разделе **Открыть документы** вкладки **Деталь/сборка для вставки**. Установите флажки **Предв. просмотр** и **Развертка** (рис. 8.185).

ПРИМЕЧАНИЯ

При создании чертежа детали автоматически создается плоская деталь, именно поэтому при создании чертежа развертки необходимо установить флажок **Развертка**. Если вы попытаетесь создавать развертку текущего плоского состояния модели, то при приведении модели в согнутое состояние чертежный вид развертки также согнется.

В разделе **Параметры плоского массива** можно зеркально отобразить развертку или повернуть ее на любой угол, например, так, как показано на рис. 8.186.

Теперь переместите указатель в графическую область и убедитесь, что деталь имеет правильный вид. Поскольку проекционных видов строить не нужно, то в окне **Вид модели** на вкладке **Параметры** снимите флажок **Авто-запуск проекционно-**

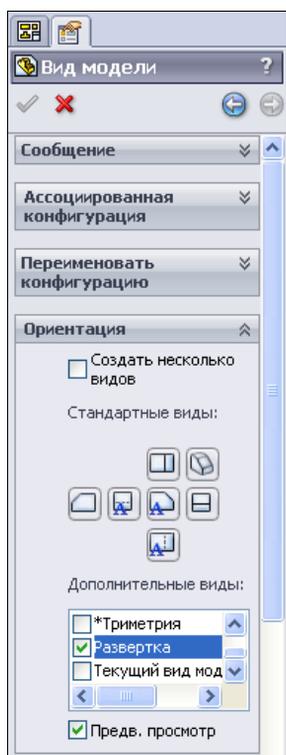


Рис. 8.185

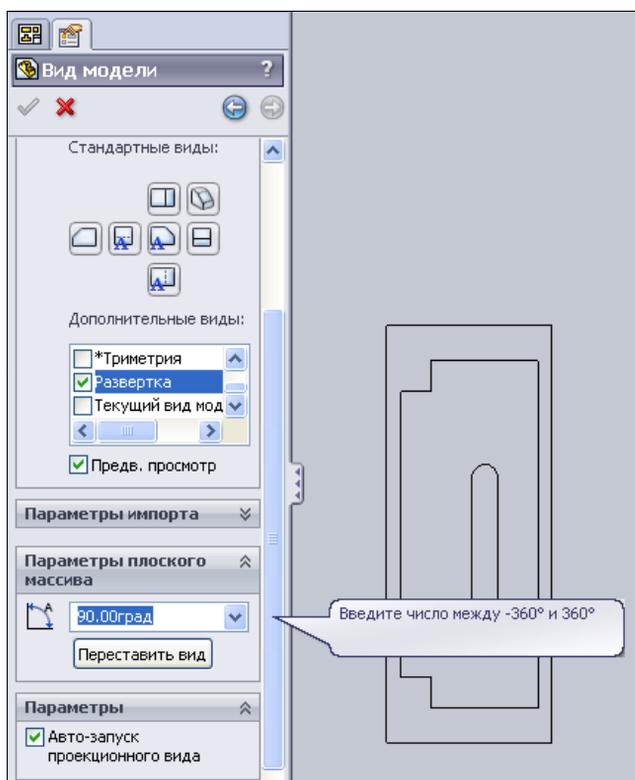


Рис. 8.186

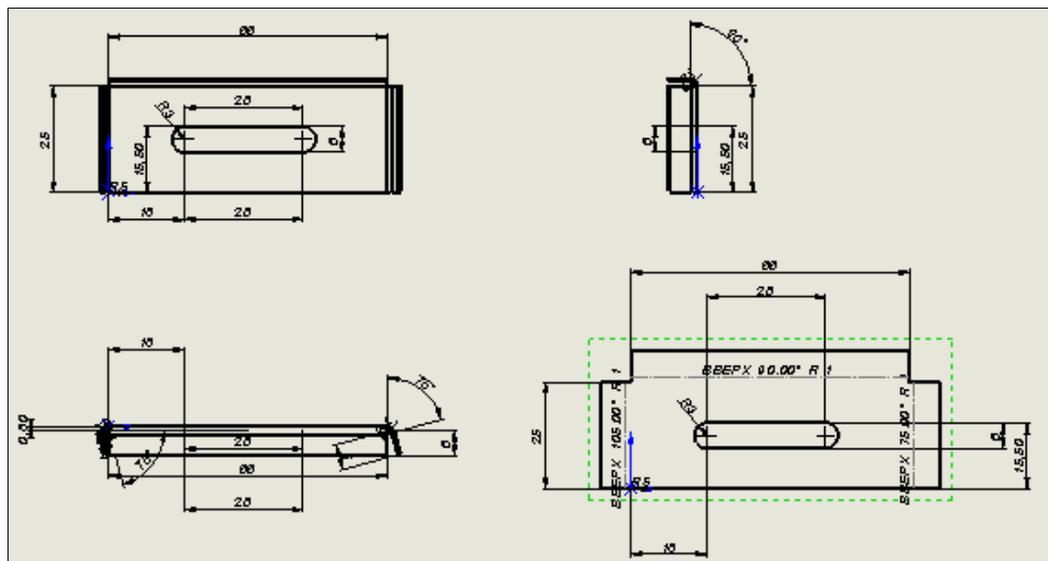


Рис. 8.187

го вида (рис. 8.186). Для построения вида щелкните мышью в правой нижней части области чертежа и нажмите кнопку **ОК**  для завершения команды и закрытия окна **Чертежный вид**. В результате мы получили чертежные виды детали в согнутом состоянии и чертежный вид развертки, показанный на рис. 8.187.

Сохраните чертеж, нажав на панели инструментов **Стандартная** кнопку  — **Сохранить** и задав имя документа *Перегородка.slddrw*.

8.8. Оформление чертежа сварной детали

В этом разделе рассмотрим особенности оформления чертежа сварной детали. Чертеж сварной детали включает виды детали и список вырезов с параметрами пользователя. Выполнять чертеж сварной детали будем по порядку: создание изометрического вида сварной детали, создание списка вырезов, оформление таблицы вырезов и простановка позиций.

Оформление чертежа сварной детали будем рассматривать на примере детали Эстакада, спроектированной в *главе 5*. Эту деталь вы также можете загрузить из папки Глава 8\Примеры компакт-диска.

8.8.1. Создание изометрического вида сварной детали

После того как открыли файл *Эстакада.sldprt*, на панели инструментов **Стандартная** нажмите кнопку  — **Создать чертеж из детали/сборки**. Выберите шаблон чертежа **Чертеж_ЕСКД** и нажмите кнопку **ОК**. Далее в открывшемся диалоговом окне **Формат листа/Размер** выберите форматку **ESKD_a2_1** и нажмите кнопку **ОК**.

Откроется новый документ чертежа. Вызовите команду **Вид модели**  панели инструментов **Чертеж** и дважды щелкните по детали Эстакада. На вкладке **Ориен-**

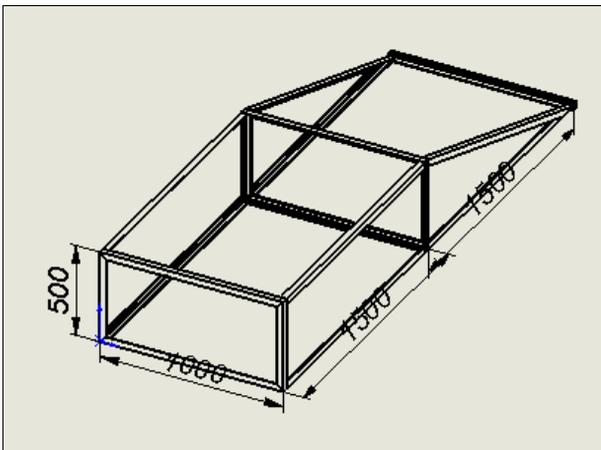


Рис. 8.188

тация установите флажок **Предв. просмотр**, а в разделе **Дополнительные виды** — флажок **Триметрия**. На вкладке **Тип размера** задайте параметр **Реальный**. Далее переместите указатель мыши в поле чертежа, выберите место для вида и щелкните. Нажмите кнопку **ОК**  для закрытия окна **Чертежный вид** (рис. 8.188).

8.8.2. Простановка позиций

Теперь добавим позиции элементов сварного изделия на вид чертежа. Для этого выберите чертежный вид и нажмите на панели инструментов **Примечания** кнопку  — **Авто-позиция**. Программа выдаст сообщение о том, что для данного чертежного вида отсутствует список разрезов, и предложит вставить данный список. Нажмите кнопку **Да**. При этом в Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Список вырезов сварного изделия**, показанное на рис. 8.189.

ПРИМЕЧАНИЕ

Список разрезов требуется для разделения цельной сварной детали на составляющие элементы. При этом программа создает список элементов в виде таблицы.

В этом диалоговом окне нажмите кнопку **ОК**  и расположите таблицу со списком разрезов на поле чертежа. В Дереве Конструирования появится новый элемент  — **Список вырезов сварного изделия**. Далее вновь нажмите кнопку  — **Авто-позиция**. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Авто-позиция**. В этом окне в группе **Компоновка позиций** выберите параметр  — **Квадрат**. Далее нажмите кнопку **ОК** , и позиции автоматически добавятся на вид чертежа. Номер элемента в каждой позиции соответствует номеру элемента в списке вырезов. Результат показан на рис. 8.190.

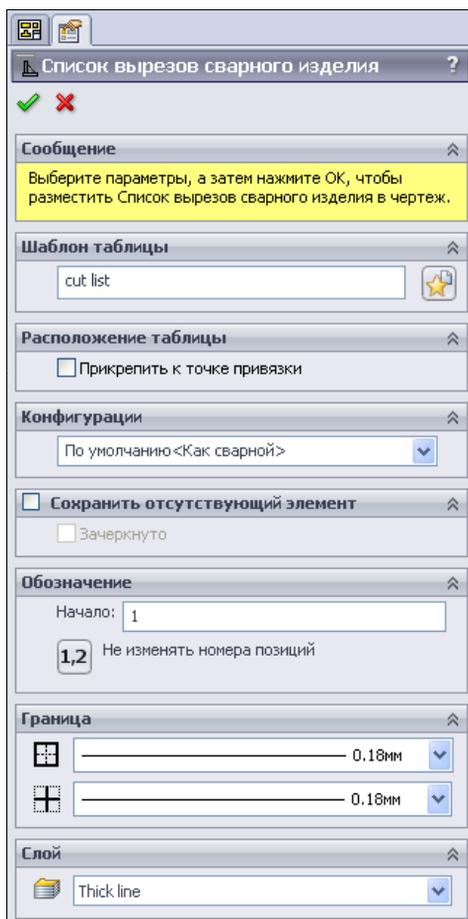


Рис. 8.189

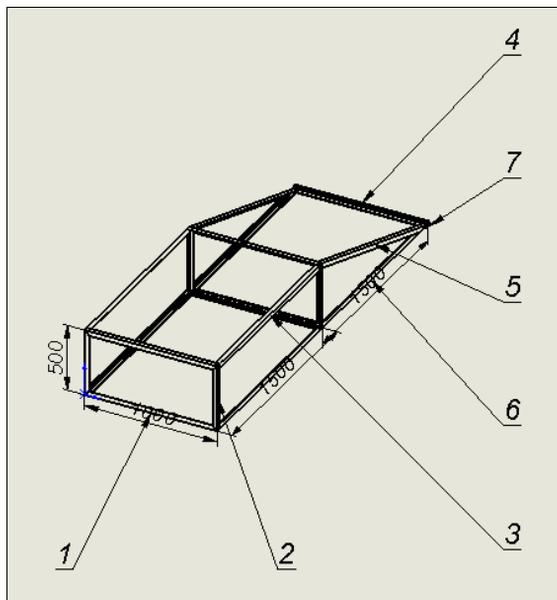


Рис. 8.190

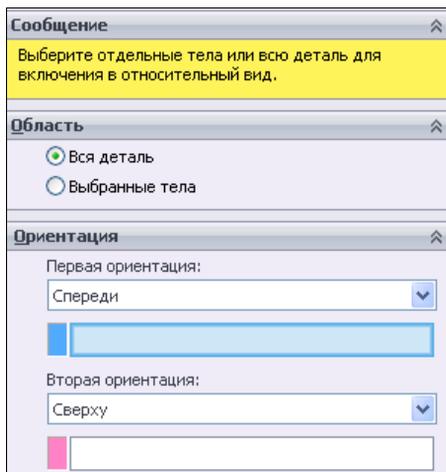


Рис. 8.191

8.8.3. Создание вида элемента со сварной деталью

Чтобы создать чертежный вид одного элемента в составе сварного изделия, выберите этот элемент в документе детали и определите ориентацию вида, затем вернитесь в документ чертежа для размещения этого вида.

Давайте создадим вид углового поперечного элемента. Для этого в документе чертежа на панели инструментов **Чертеж** нажмите кнопку — **Вид по модели (Относительный вид)**. Далее перейдите в документ детали **Окно | Эстакада.sldprt**. В окне **Относительный вид** (рис. 8.191) Менеджера свойств на вкладке **Ориентация** выберите в разделе **Первая ориентация** пункт **Спереди**, а затем выберите грань, отображенную для элемента **Спереди**. Затем в разделе **Вторая ориентация** выберите пункт **Сверху** и грань, отображенную для элемента **Сверху** (рис. 8.192).

В результате выбран угловой поперечный элемент и определены ориентации **Спереди** и **Сверху** чертежного вида. Нажмите кнопку **ОК** , и вы снова окажетесь в документе чертежа. Нажмите мышью в графической области для размещения относительного вида, при этом грань, выбранная для элемента **Спереди**, обращена вперед, а грань, выбранная для элемента **Сверху**, — вверх (рис. 8.193).

Сохраните чертеж, нажав на панели инструментов **Стандартная** кнопку — **Сохранить** и задав имя документа `Эстакада.slddrw`.

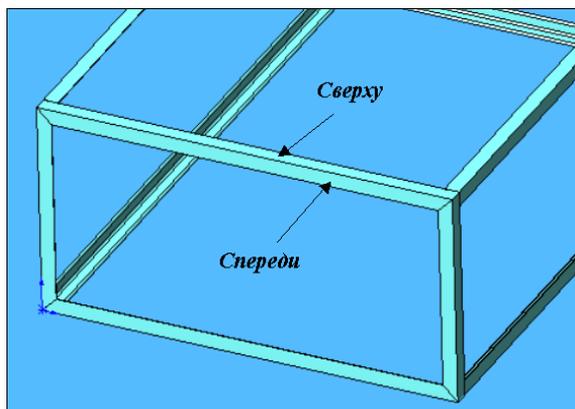


Рис. 8.192

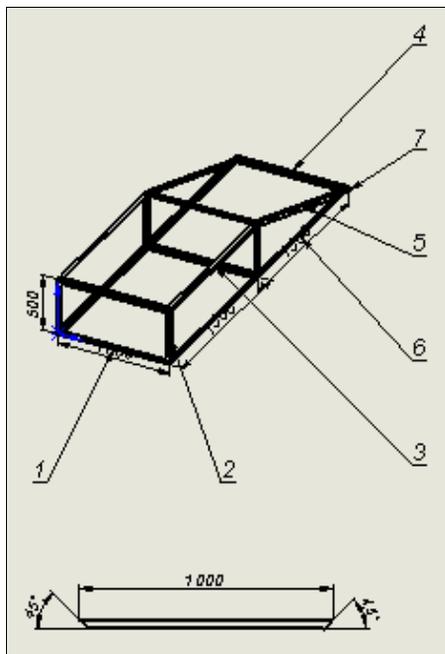


Рис. 8.193

8.9. Оформление спецификации

Данный раздел посвящен созданию конструкторской спецификации вручную и с помощью программы SWR-Спецификация. Здесь будет рассмотрено:

- ◆ создание спецификации с помощью шаблонных форматов;
- ◆ создание спецификации с помощью программы SWR-Спецификация:
 - чтение данных из SolidWorks 2011 в SWR-Спецификация;
 - внесение изменений в спецификацию;
 - добавление материала;
 - запись данных из SWR-Спецификация в SolidWorks 2011;
 - управление позициями.

8.9.1. Создание спецификации с помощью шаблонных форматов

Загрузите SolidWorks 2011, нажмите на панели инструментов **Стандартная** кнопку  — **Создать** и в открывшемся диалоговом окне выберите  — **Чертеж_ESKD**. Далее в открывшемся диалоговом окне **Формат листа/Размер** выберите в поле **Стандартный размер листа** форматку **ESKD_specif_1** для первого

листа спецификации или **ESKD_specif_2** — для второго и последующих листов спецификации. Например, выберите **ESKD_specif_1** и нажмите кнопку **ОК**. Загрузится пустой первый лист спецификации (рис. 8.194).

The image shows a blank specification sheet with a table structure. The table has the following columns: **Вопрос**, **Содерж.**, **Реш.**, **Обозначение**, **Наименование**, **Кол.**, and **Прим.**. The table is mostly empty, with a few rows filled in the bottom section. Below the table, there is a metadata section with fields for **Имя**, **№ документа**, **№ детали**, **№ сборки**, **Содерж.**, **Создатель**, **Издч. Кол.**, **С. модиф.**, and **Исполнитель**. There are also fields for **Дата**, **Диск**, and **Дисконт.**

Рис. 8.194

Теперь с помощью команды  — **Заметка** панели инструментов **Примечания** в спецификацию вносится "вручную" вся информация о деталях и сборках. Если требуется добавить еще один лист спецификации, то в нижней части графической области на вкладке **Лист1** щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Добавить лист**. Откроется диалоговое окно **Свойства листа**, в котором выберите шаблон второго листа спецификации **ESKD_specif_2**. После внесения информации сохраните спецификацию, нажав на панели инструментов **Стандартная** кнопку  — **Сохранить** и задав имя документа Спецификация1.slddrw.

Такой путь создания спецификации может применяться на первых этапах и для небольших сборок, т. к. информация в спецификации никак не связана с информацией в документе сборки. Второй путь более прогрессивен, но требует наличия пакета SWR-Спецификация.

8.9.2. Создание спецификации с помощью программы SWR-Спецификация

Программа SWR-Спецификация является коммерческим приложением к пакету SolidWorks 2011 и приобретается отдельно. Она предназначена для автоматического заполнения конструкторских спецификаций, созданных на основе сборок. Совместная работа с пакетом SolidWorks 2011 позволяет документу SWR-Спецификация отслеживать изменения в документах SolidWorks 2011 и изменять в соответствии с этим данные спецификации.

Построение спецификации рассмотрим на примере сборки редуктора при условии, что сборка и чертеж на него уже готовы. Сборка Редуктор.sldasm располагается на компакт-диске в папке Глава 8\Примеры.

Чтение данных из SolidWorks 2011

Запустите SolidWorks 2011 и загрузите сборку Редуктор.sldasm. Выберите в главном меню **SWR-SP | Передать данные в Спецификацию** (рис. 8.195).

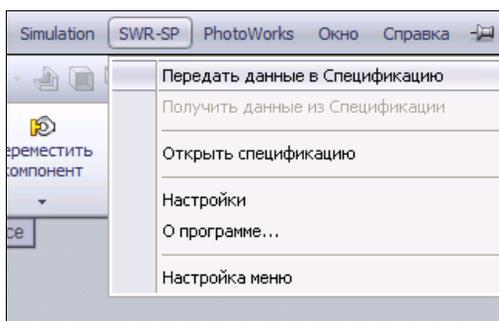


Рис. 8.195

Откроется диалоговое окно **Выберите исполнения**, в котором укажите конфигурацию **По умолчанию**, исключив остальные конфигурации, если они имеются (рис. 8.196).

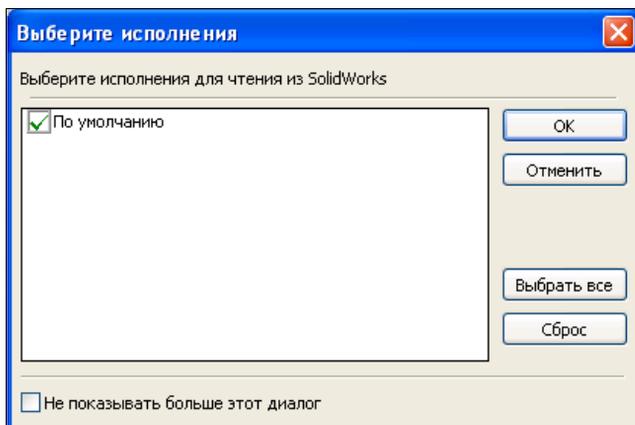


Рис. 8.196

Нажмите кнопку **ОК**. В открывшемся окне **Выбор бланков** также нажмите кнопку **ОК**. Откроется приложение SWR-Спецификация, в котором содержится три окна:

- ◆ окно структуры документа, аналогичное Дереву Конструирования;
- ◆ окно редактирования;
- ◆ окно просмотра (рис. 8.197).

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	
3							
4				АБВГ.123456.000СБ	Сборочный чертеж		
5							
6					Сборочные единицы		
7							
8			1	АБВГ.123456.001 СБ	Манжетное уплотнение	1	
9							
10					Детали		
11							
12			2	АБВГ.123456.001	Болт	4	
13			3	АБВГ.123456.002	Вал-шестерня	1	
14			4	АБВГ.123456.004	Винт	16	
15			5	АБВГ.123456.006	Втулка	1	
16			6	АБВГ.123456.007	Гайка	4	
17			7	АБВГ.123456.008	Зубчатое колесо	1	
18			8	АБВГ.123456.009	Крышка глухая	2	
19			9	АБВГ.123456.010	Крышка с маслоотгонной резьбой	2	
20			10	АБВГ.123456.013	Ступенчатый вал	1	
21			11	АБВГ.123456.014	Шпонка	1	
22			12	АБВГ.123456.016	Подшипник	4	
23			13	АБВГ.123456.100	Корпус редуктора	2	
24							
25					Стандартные изделия		

Рис. 8.197

Окна редактирования и просмотра представляют собой два различных режима работы. Переключение между ними осуществляется с помощью кнопок  — **Редактирование** и  — **Просмотр** панели инструментов Главная.

Если вы посмотрите на полученную информацию о сборке, то увидите, что детали сборки добавлены в раздел спецификации Детали, подборка Манжетное уплотнение добавлена в раздел Сборочные единицы. Для них автоматически добавлены номера позиций. Ранее в сессии SolidWorks 2011 каждой из этих деталей были присвоены атрибуты посредством меню **Файл | Свойства**. Теперь эти атрибуты записаны в соответствующие ячейки SWR-Спецификация. Если для деталей никаких атрибутов бы не задавалось, то в столбце Наименование содержалось бы только имя файла детали.

Внесение изменений в спецификацию

Всегда есть возможность исправить в спецификации любую строку или ячейку, введя с клавиатуры новое значение или отредактировав старое. При этом после записи в свойствах компонента сборки появится новое значение того или иного атрибута, т. е. имеется и обратная ассоциативная связь, поэтому конструктору не надо контролировать процесс изменения атрибутов в файлах сборки.

Давайте изменим строку **Сборочный чертеж**. Для этого щелкните на соответствующей ячейке в столбце **Обозначение**. Откроется окно редактирования **Обозначение**, в котором осуществите необходимые изменения (рис. 8.198).

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	
Стр. 1							
2					Документация		
3							
4				АБВГ.123456.000СБ	Сборочный чертеж		
5							
6							
7							
8						1	
9							
10							
11							
12			2	АБВГ.123456.001	Болт	4	
13			3	АБВГ.123456.002	Вал-шестерня	1	

Рис. 8.198

После редактирования нажмите кнопку **ОК** для принятия изменений.

Для сортировки строк в порядке возрастания обозначений нажмите кнопку  — **Сортировать** панели инструментов **Главная** или выберите в меню **Сервис | Сортировать**.

Добавление материала

В раздел **Материалы** спецификации можно добавлять различные материалы (смазки, пластмассы и др.), используя пополняемую библиотеку.

Чтобы добавить материал в спецификацию, щелкните правой кнопкой мыши на ячейке под строкой с заголовком **Материал** и в контекстном меню выберите **Вставить материал**. Откроется диалоговое окно **Список материалов: Materials.dat** библиотеки материалов. Выберите, например, **Материалы | Неметаллы | Смазки | Жидкие | Масло промышленное И-30А ГОСТ 20799-88** для смазки редуктора (рис. 8.199).

Нажмите кнопку **ОК**, и выбранный смазочный материал попадет в раздел **Материалы**, автоматически будет присвоена соответствующая позиция.

Для редактирования списка материалов выберите в меню **Сервис | Редактировать материал**. Откроется диалоговое окно **Список материалов: Materials.dat**. Чтобы

добавить новый узел в список, выберите родительский узел, нажмите кнопку **Новый элемент** и введите имя материала. Для удаления материала или группы материалов выделите требуемый узел и нажмите кнопку **Удалить**.

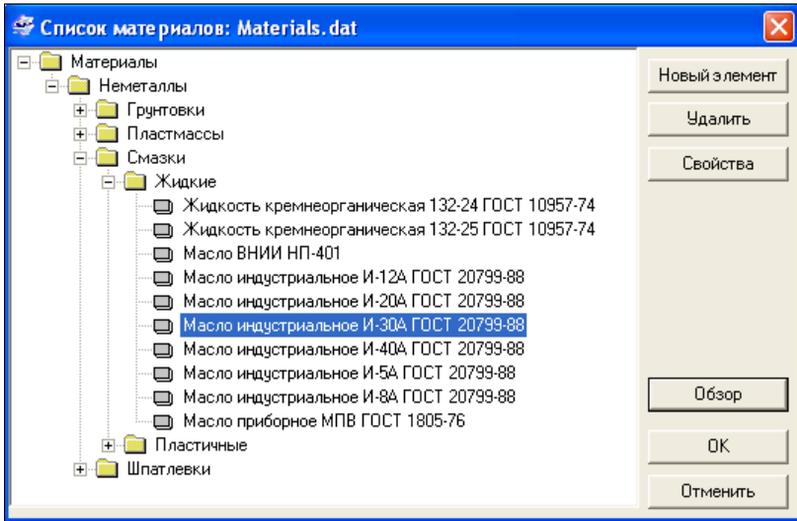


Рис. 8.199

Запись данных в SolidWorks 2011

После заполнения строк спецификации и изменении позиций необходимо записать данные в SolidWorks 2011. Чтобы записать данные, нажмите кнопку  — **Записать в сборку SolidWorks**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Запись может быть произведена только в том случае, если уже выполнено чтение из SolidWorks 2011 и в спецификации установлены автоматические строки. Кроме того, перед осуществлением записи в сборку необходимо эту сборку активировать.

В процессе выполнения записи осуществляется модификация атрибутов элементов сборки.

Управление позициями

В спецификации для деталей и узлов автоматически проставляются позиции по возрастанию номеров. При попытке добавить в качестве позиции любой символ, программа преобразует его в цифру, соответствующую сквозной нумерации. Но иногда встречаются ситуации, когда необходимо зарезервировать позиции в разделе, т. е. прервать нумерацию и начать отсчет с нового номера. Для этого в SWR-Спецификация есть несколько способов управления позициями:

- ◆ с помощью спецсимвола " | ";
- ◆ с помощью спецсимвола " # ".

Чтобы программа проставила нужную позицию и не преобразовала ее автоматически, необходимо после номера позиции ввести символ " | ", например: 20| — прервать нумерацию и начать отсчет с введенной цифры.

В случае, если в конце строки позиции установлен символ " # ", содержимое ячейки не будет ни изменено, ни использовано для увеличения счетчика позиций.

Например, пусть в разделе **Детали** отсчет для зубчатого колеса необходимо выполнять с 20-й позиции. Введите для зубчатого колеса в ячейке с номером позиции новое значение и спецсимвол "20|". Затем нажмите кнопку  — **Форматировать** панели инструментов **Главная**, чтобы продолжить нумерацию с новой точки отсчета (рис. 8.200).

Сборочные единицы			
1	АБВГ.123456.001 СБ	Манжетное уплотнение	1
Детали			
2	АБВГ.123456.001	Болт	4
3	АБВГ.123456.002	Вал-шестерня	1
4	АБВГ.123456.004	Винт	16
5	АБВГ.123456.006	Втулка	1
6	АБВГ.123456.007	Гайка	4
20	АБВГ.123456.008	Зубчатое колесо	1
21	АБВГ.123456.009	Крышка глухая	2
22	АБВГ.123456.010	Крышка с маслоотгонной резьбой	2
23	АБВГ.123456.013	Ступенчатый вал	1
24	АБВГ.123456.014	Шпонка	1
25	АБВГ.123456.016	Подшипник	4
26	АБВГ.123456.100	Корпус редуктора	2

Рис. 8.200

Чтобы осуществить предварительный просмотр спецификации, нажмите кнопку  — **Предварительный просмотр** на панели инструментов **Главная** или выберите в меню **Файл | Предварительный просмотр**. В режиме предварительного просмотра спецификация будет выглядеть следующим образом (рис. 8.201).

После просмотра нажмите кнопку **Заккрыть**.

Теперь чтобы обновить позиции на чертеже, откройте чертеж Редуктор.slddrw, а затем в программе SWR-Спецификация нажмите кнопку  — **Обновить позиции на чертеже** на панели инструментов **Связь с SolidWorks** или выберите в главном меню SolidWorks 2011 **SWR-SP | Обновить позиции** (рис. 8.202).

Перейдите к SWR-Спецификация и сохраните спецификацию, нажав кнопку  — **Сохранить** и присвоив ей имя Редуктор.spfprdm.

Структура спецификации, выполненной в SWR-Спецификация, должна выглядеть так, как показано на рис. 8.203.

Справ.		Детали		
	2	АБВГ.123456.001	Болт	4
	3	АБВГ.123456.002	Вал-шестерня	1
	4	АБВГ.123456.004	Винт	16
	5	АБВГ.123456.006	Втулка	1
	6	АБВГ.123456.007	Гайка	4

Рис. 8.201

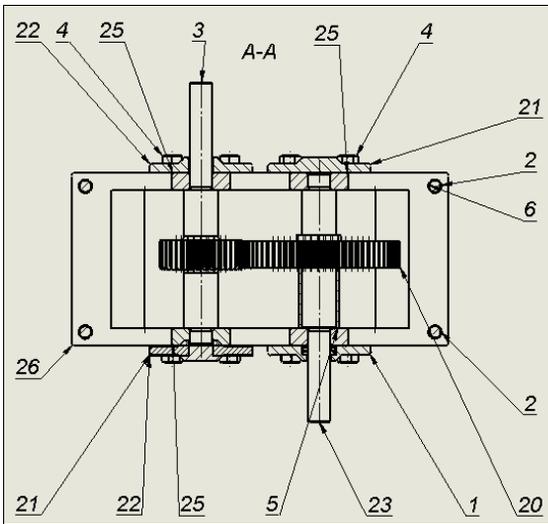


Рис. 8.202

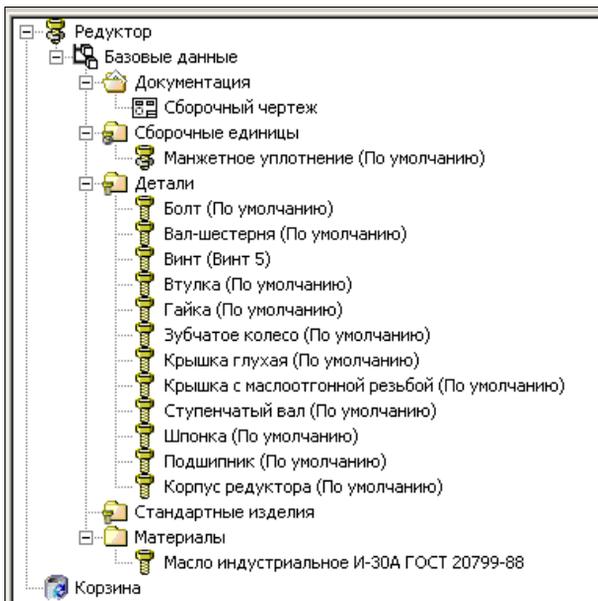


Рис. 8.203

ГЛАВА 9



Прочностные расчеты в приложениях SimulationXpress и Simulation

В этой главе мы рассмотрим работу пакетов SimulationXpress и Simulation, входящих в комплект SolidWorks Office Premium 2011.

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 циклы разработки изделия:

- ◆ построение модели в системе трехмерного твердотельного проектирования SolidWorks 2011;
- ◆ создание опытного образца изделия;
- ◆ производственные испытания опытного образца;
- ◆ изменение модели на основе результатов производственных испытаний.

Этот процесс выполняется циклически и продолжается до тех пор, 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;
- ◆ сэкономить время путем уменьшения количества циклов разработки изделия;
- ◆ оптимизировать проект перед принятием окончательного решения.

В основе прочностного анализа лежит метод конечных элементов (МКЭ). Модель условно разбивается сеткой из конечного числа простых форм, называемых элементами. Элементы имеют общие точки, называемые узлами. Математический аппарат SimulationXpress и Simulation решает уравнения перемещения каждого элемента с учетом его связи с другими элементами. В результате изменения температуры на деталь воздействуют напряжения, которые называются термическими. Пакет Simulation считывает профиль температур и проводит анализ термического напряжения.

Методом статического анализа рассчитываются максимальные значения компонентов напряжений в детали. Разные материалы разрушаются при различных уровнях напряжения. Для анализа необходимо знать материал детали (механические свойства), нагрузки и ограничения.

Пакет Simulation позволяет выполнять 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.

1. SimulationXpress является усеченной версией пакета Simulation, поставляемого в SolidWorks 2011. 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	—	√
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	—	√

Таблица 9.1 (продолжение)

Функциональная возможность	SimulationXpress	Simulation
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	—	√
Сопrotивление термического контакта	—	√
Изотропные материалы	√	√
Ортотропные материалы	—	√
Температурно-зависимые свойства материала	—	√
Кривые усталости	—	√
Нелинейные материалы	—	√
Редактирование библиотеки материалов COSMOS	—	√
Равномерность давления и силы, прилагаемой 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	—	√
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	—	√

Таблица 9.1 (окончание)

Функциональная возможность	SimulationXpress	Simulation
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.

9.2.1. Загрузка детали и запуск SimulationXpress

Загрузите файл детали Хомут.sldprt (файл детали расположен на компакт-диске в каталоге Глава 9\Примеры). Без детали мастер расчета на прочность не запустится. Запуск осуществляется командой **Инструменты | SimulationXpress** или кнопкой **Помощник выполнения анализа SimulationXpress**  на вкладке **Анализировать**.

На первой странице мастера **Добро пожаловать...** нажмите кнопку **Параметры** (рис. 9.1). Откроется окно **Параметры SimulationXpress** (рис. 9.2). Проверьте, что в поле **Единицы измерения** установлено 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 окно **Параметры SimulationXpress**, нажав кнопку **ОК**, затем нажмите кнопку  — **Далее**, и произойдет переход на следующую страницу мастера.

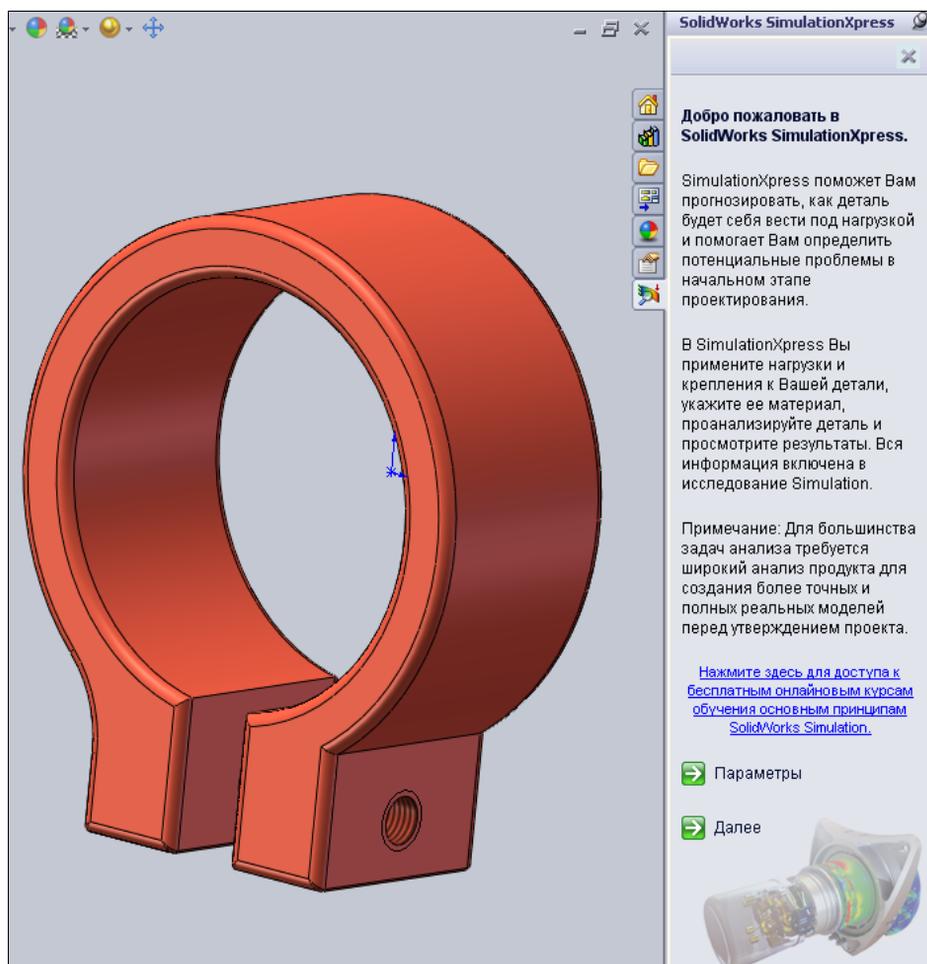


Рис. 9.1

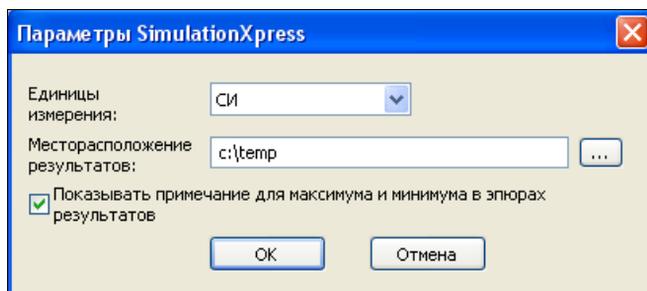


Рис. 9.2

9.2.2. Установка крепления

Для задания ограничений нам необходимо зафиксировать какую-либо грань детали. На странице **Крепления** нажмите кнопку **Добавьте крепление** (рис. 9.3). В Менеджере свойств откроется диалоговое окно **Крепление** (рис. 9.4), где посредством мыши надо выбрать зафиксированную грань.

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. С помощью кнопки **Добавьте крепление** можно задать любое количество креплений и зафиксировать несколько граней. Чтобы отредактировать существующее крепление, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на пункте

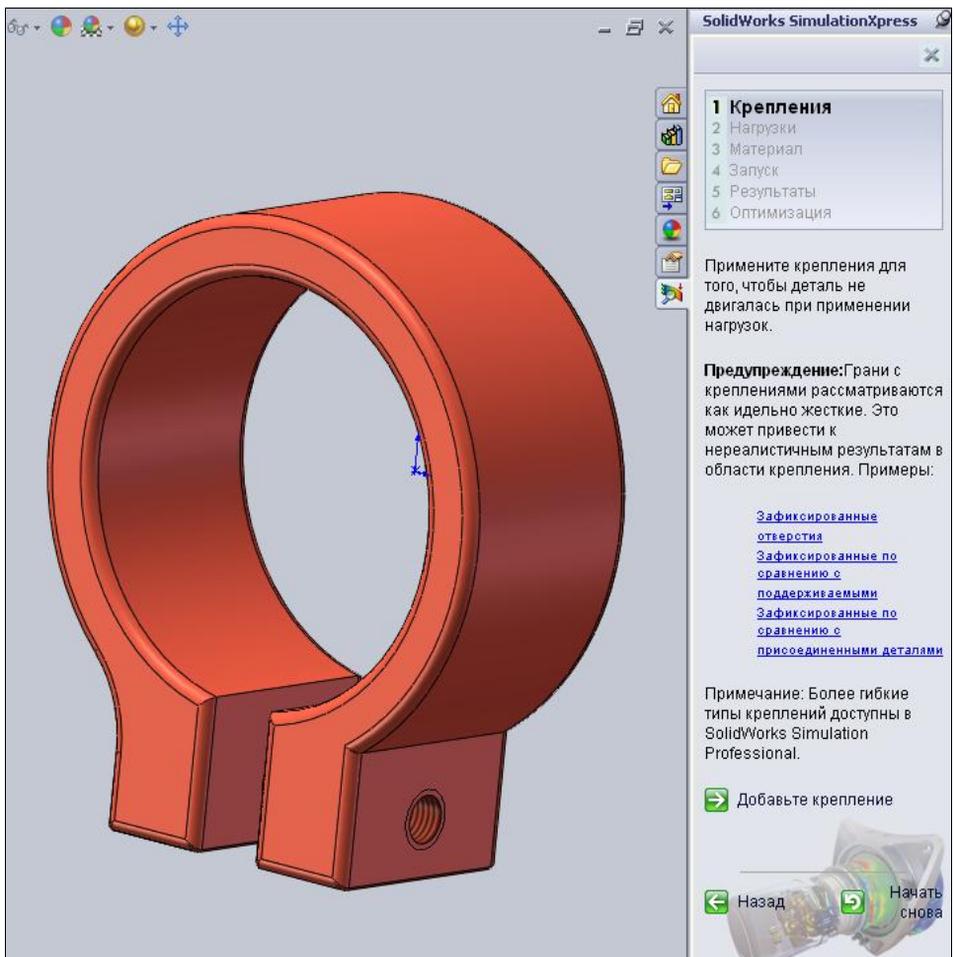


Рис. 9.3

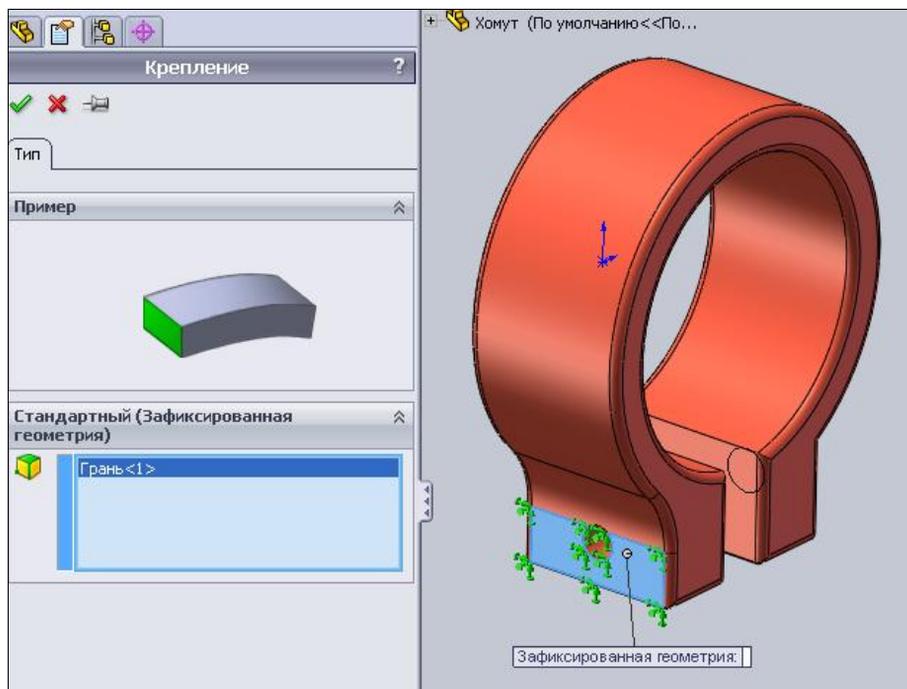


Рис. 9.4

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).

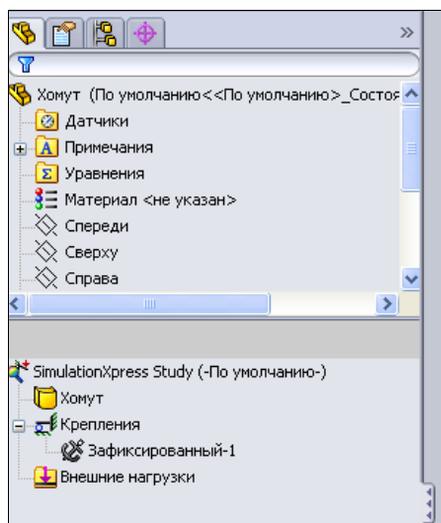


Рис. 9.5

ПРИМЕЧАНИЕ

Символ  справа от элемента исследования **1 Крепления**  означает, что соответствующий шаг был определен и установленные параметры приняты к расчету.

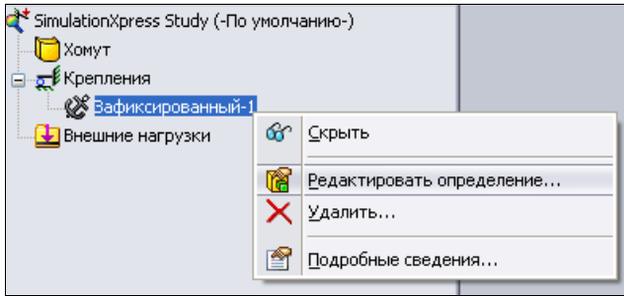


Рис. 9.6

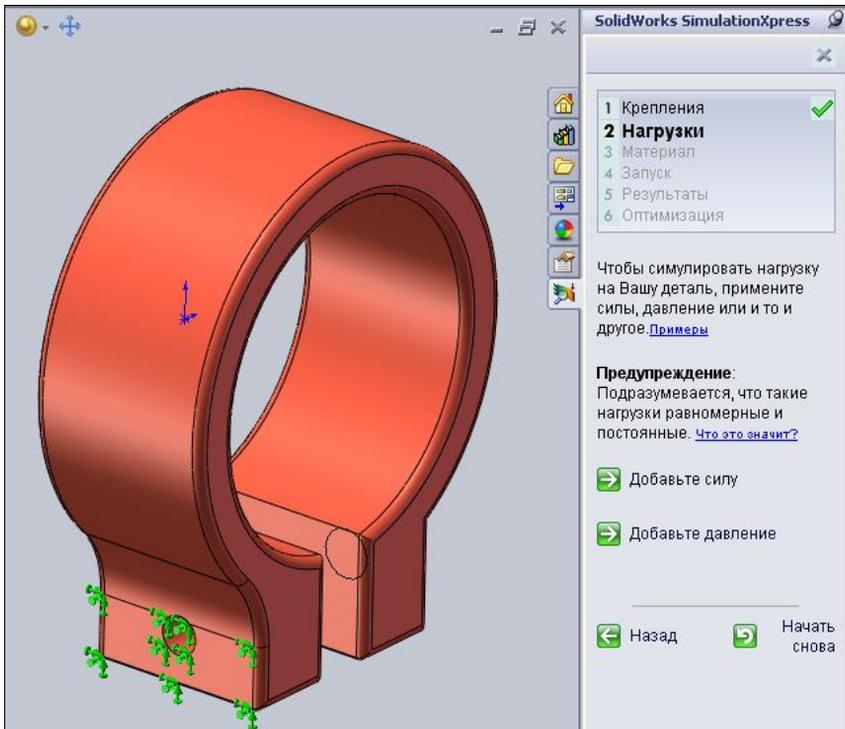


Рис. 9.7

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.

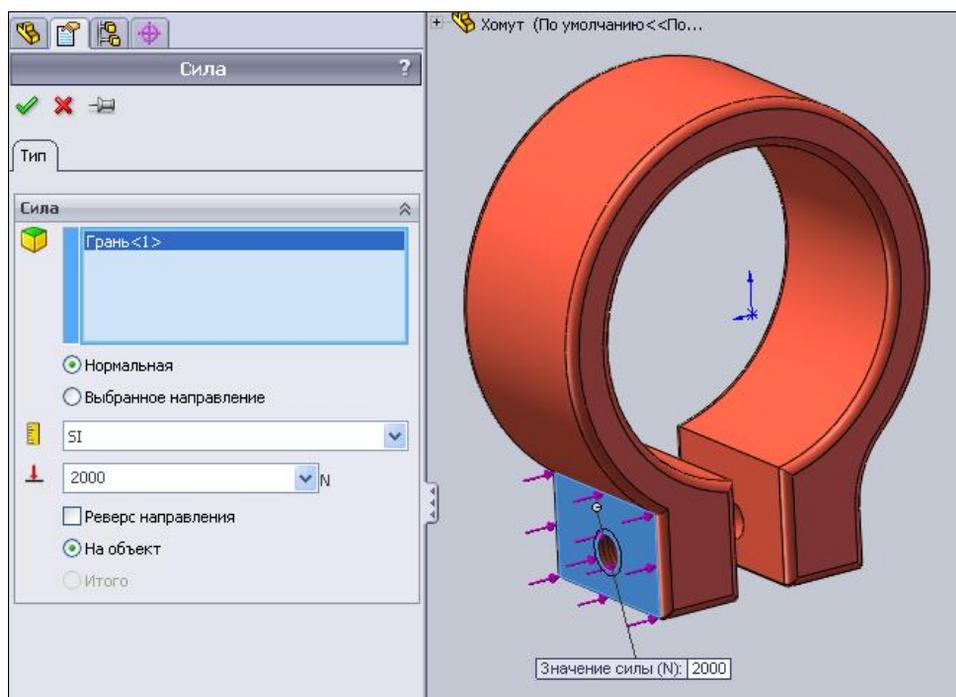


Рис. 9.8

В списке граней для силы должен появиться элемент **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.

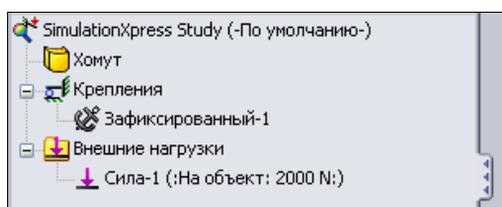


Рис. 9.9

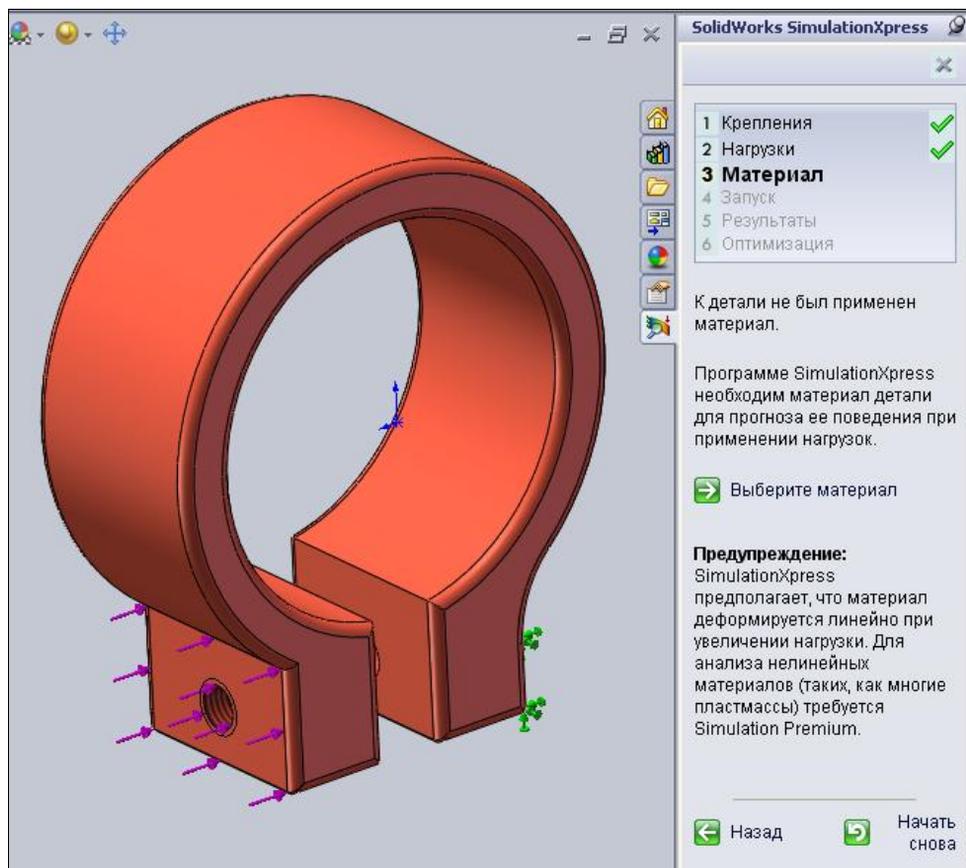


Рис. 9.10

После задания всех нагрузок на странице мастера нажмите кнопку  — Далее и перейдите на страницу выбора материала (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 новый материал. 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 материалы нажмите кнопку **Изменить материал** на странице мастера.

После выбора материала нажмите кнопку  — Далее на странице мастера.

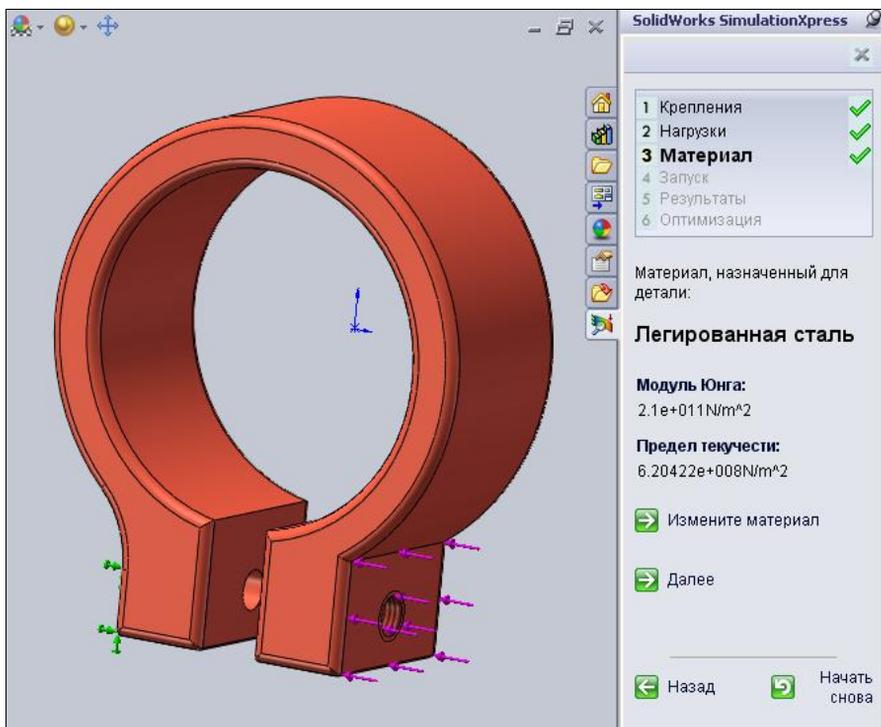


Рис. 9.11

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.

9.2.6. Анализ результатов

После окончания расчета откроется страница мастера **Результаты** анимации деформации детали (рис. 9.13).

С помощью кнопки  — **Воспроизведение анимации** вы можете запустить анимацию деформации детали. Остановите анимацию, нажав кнопку  — **Остановка анимации**.

Основные результаты будут представлены в Дереве исследования (рис. 9.14). Сделайте двойной щелчок на первом элементе Деревя исследования **Stress (-vonMises-)**.

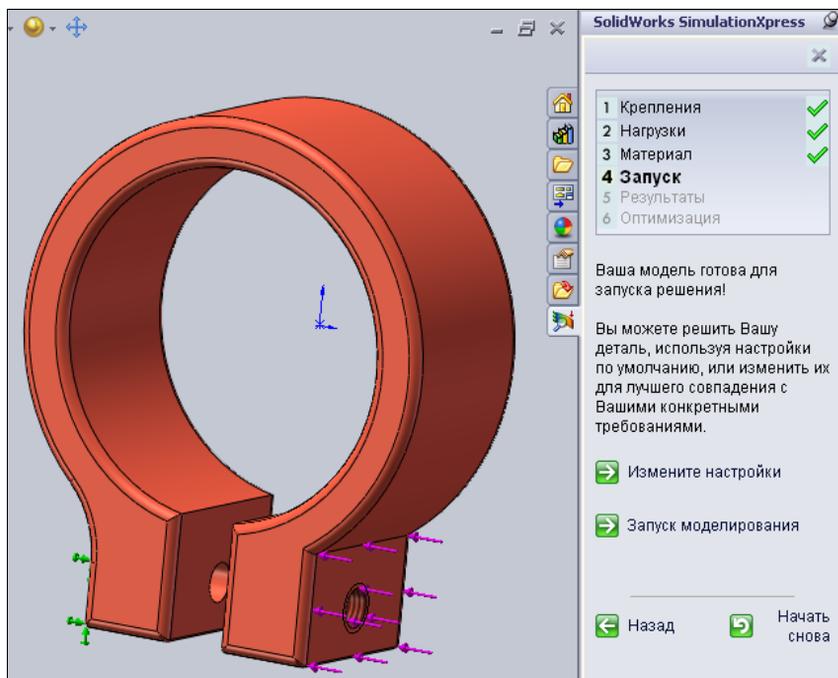


Рис. 9.12

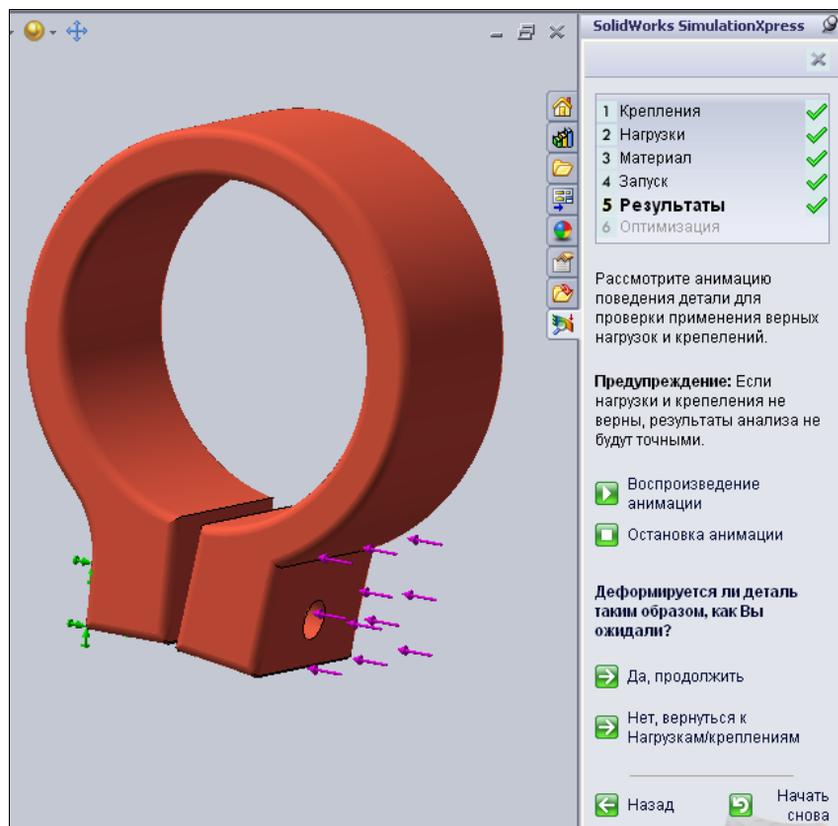


Рис. 9.13

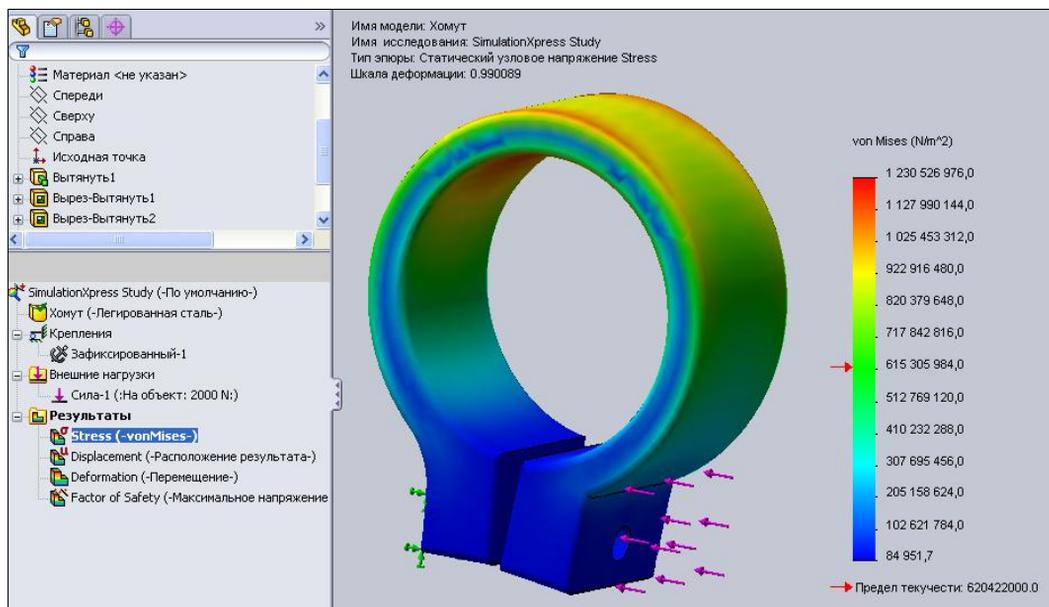


Рис. 9.14

Отобразится раскрашенная во все цвета радуги модель. Результатом работы программы является расчет эквивалентных напряжений по Мизесу. Рядом с моделью располагается шкала 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 посередине шкалы, следовательно, в материале есть напряжения, которые превышают предел текучести этого материала, и поэтому деталь не выдержит заданные нагрузки.

Теперь выполните двойной щелчок на втором элементе Деревя исследования **Displacement (-Расположение результата-)** (рис. 9.15).

Расцветка модели изменится. Теперь с помощью цветной шкалы можно проанализировать смещение точек детали: красным цветом обозначен наибольший сдвиг, синим цветом — наименьший.

Третий элемент Деревя исследований **Deformation (-Перемещение-)** (рис. 9.16) показывает максимальное деформированное состояние детали после приложения нагрузок.

И, наконец, выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши на четвертом элементе Деревя 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

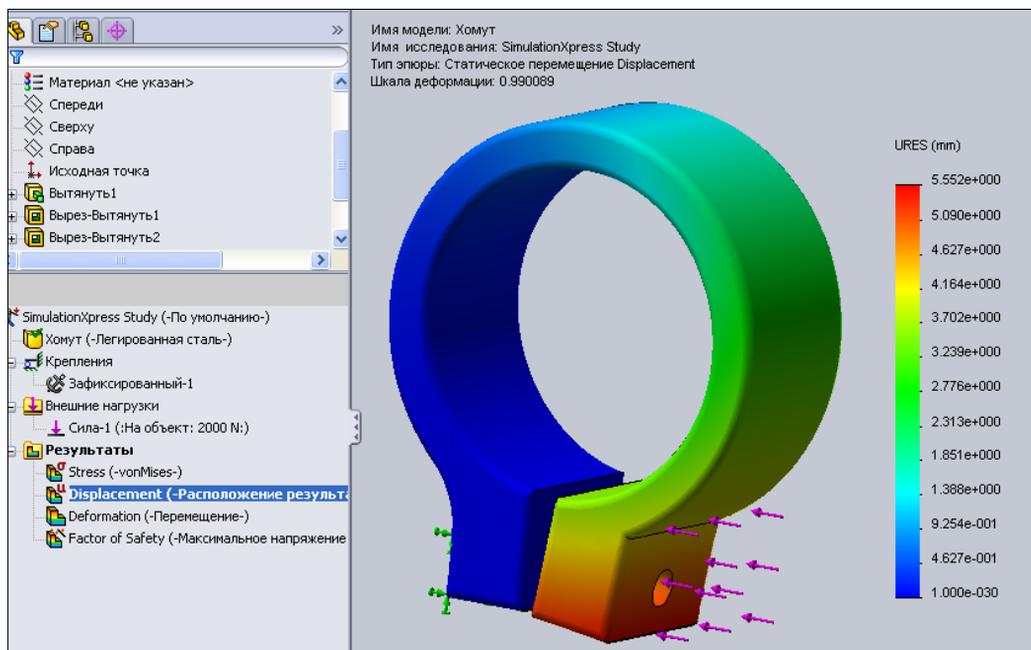


Рис. 9.15

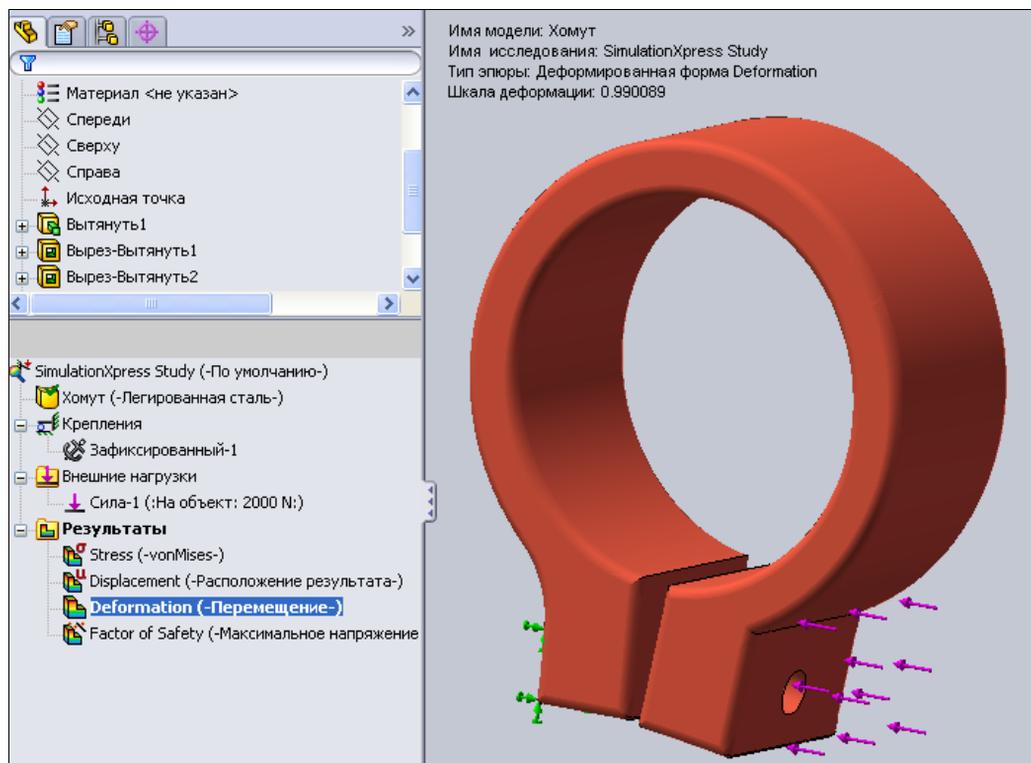


Рис. 9.16

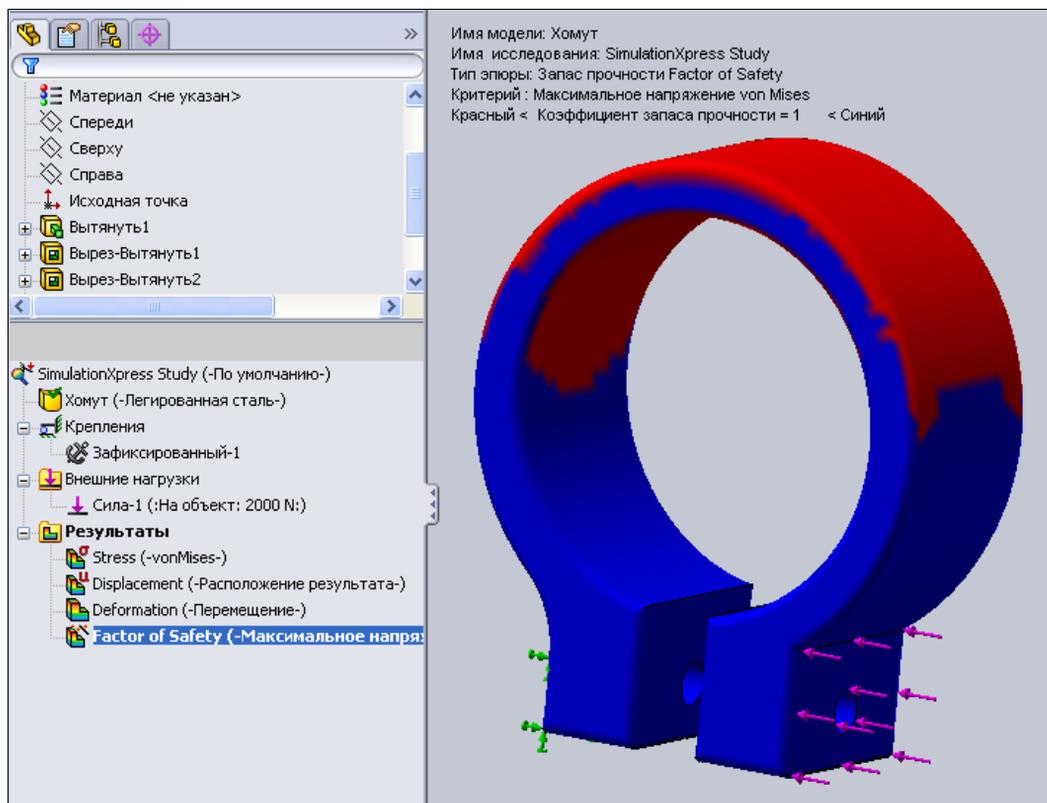


Рис. 9.17

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/креплениям**, то 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 выполнить анимацию результатов. На этой же странице указывается минимальный запас прочности в данном проекте.

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 веб-страницу или передать другому пользователю (расширение файла — htm). Нажав на **Создать файл eDrawings**, можно создать файлы результатов (расширение файлов — analysis.eprt), которые открываются с помощью программы eDrawings, входящей в комплект SolidWorks 2011.

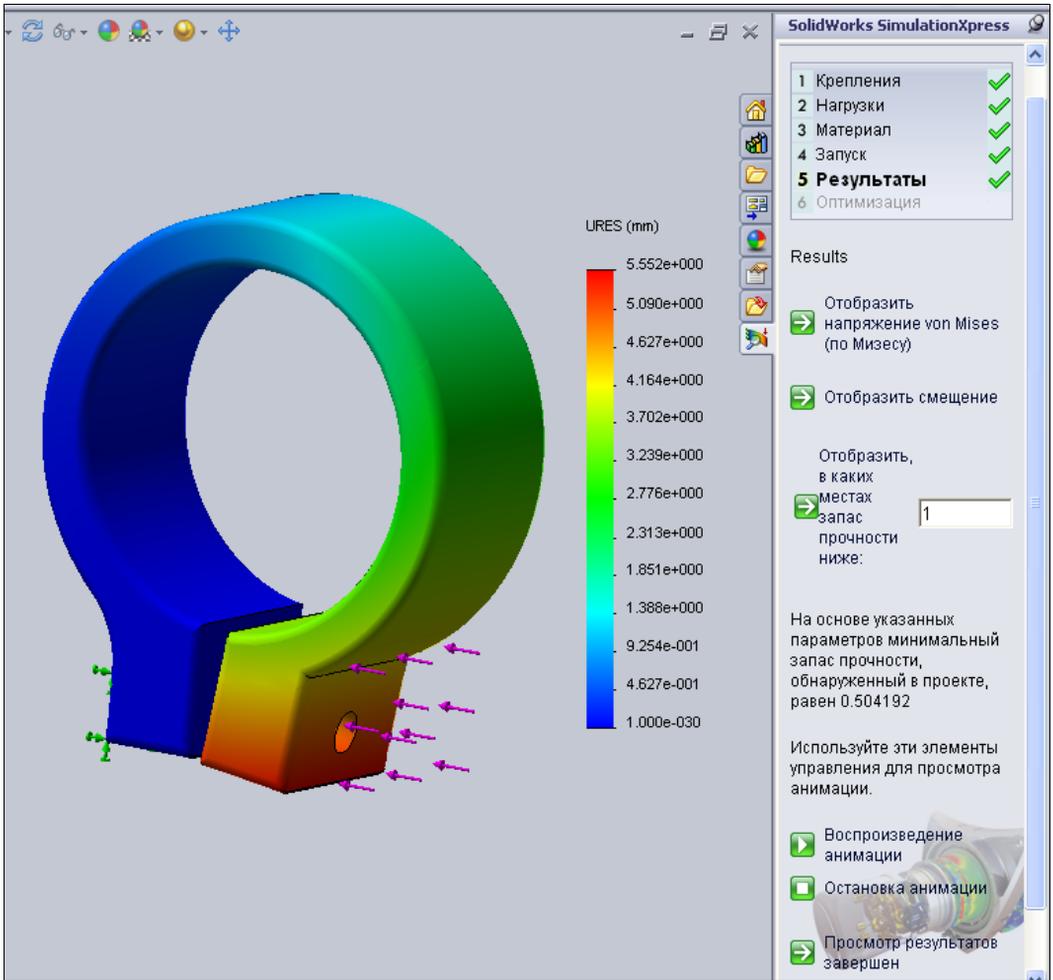


Рис. 9.18

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 должен быть больше 1;
- ◆ максимальное значение напряжения — предел текучести материала;
- ◆ максимальная деформация детали.

Для этого установите переключатель в положение **Yes** и нажмите кнопку  — **Далее**. На второй странице нажмите кнопку **Выберите размер**, появятся размеры, заданные в эскизе, и откроется таблица критериев оптимизации (рис. 9.20).

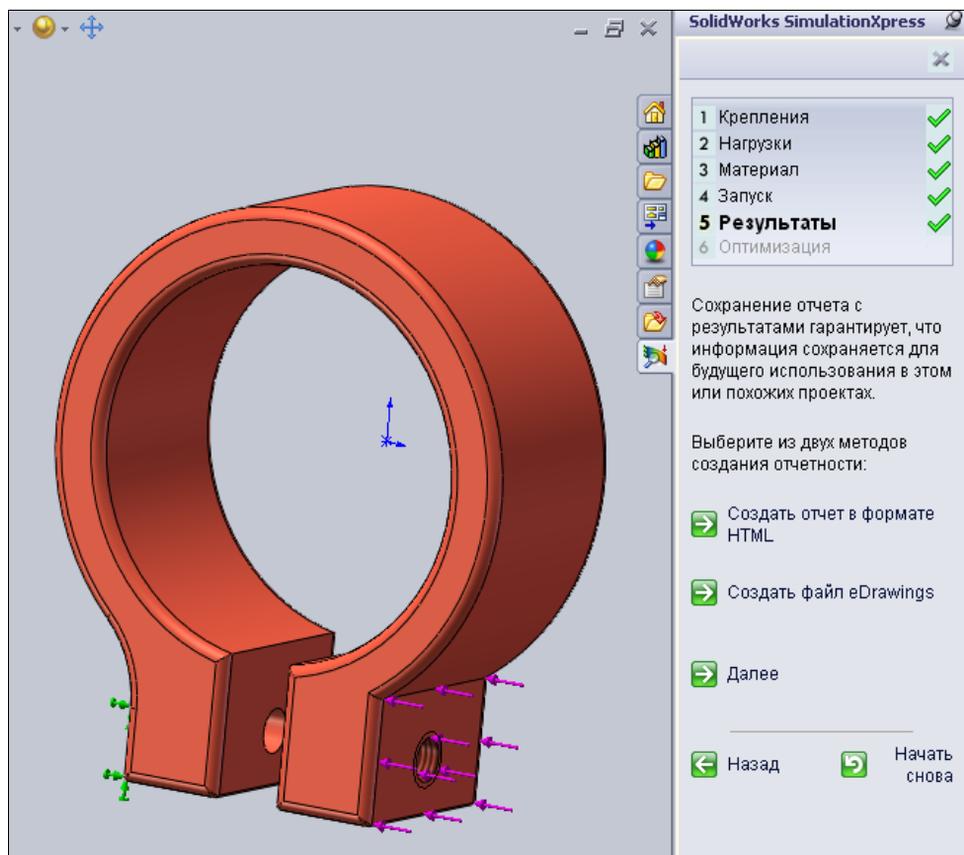


Рис. 9.19

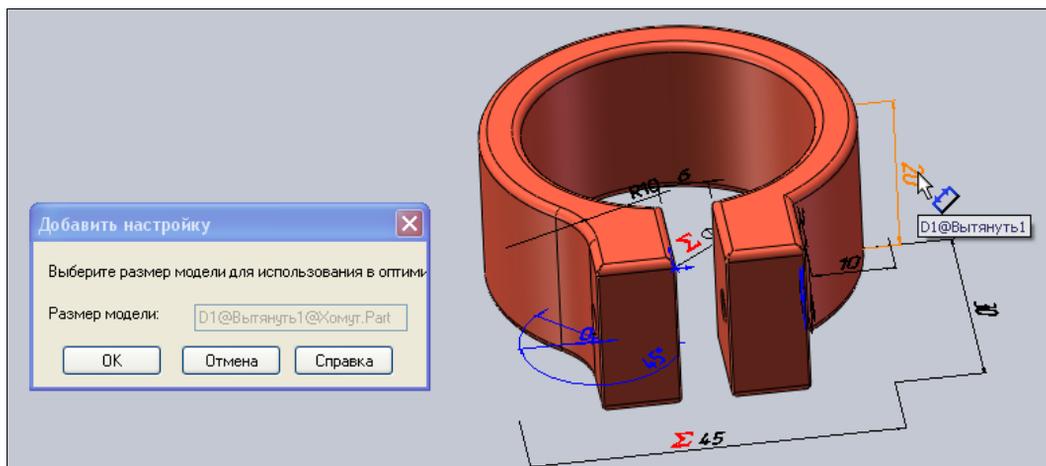


Рис. 9.20

Теперь найдите на детали размер 20 и щелкните по нему. Этот размер отвечает за ширину нашего хомута, и этот размер 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.

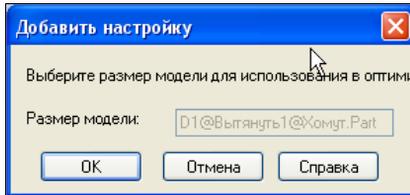


Рис. 9.21

Нажмите кнопку **ОК**, и это имя появится в разделе **Переменные** таблицы критериев (рис. 9.22). Установите минимальное значение параметра — 10 мм, а максимальное значение — 50 мм. В этом диапазоне программа будет искать требуемое значение ширины хомута. Если решение не будет найдено, процедуру следует повторить с другими граничными значениями. Затем перейдите в раздел **Ограничения**, где написано: **Нажмите здесь, чтобы добавить** . В разделе **Запас прочности** введите значение в поле **Мин**: 1. 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 в соответствии с заданными нагрузками. Для этого нажмите кнопку **Выполнить** в таблице выбора критериев на вкладке **Просмотр переменных**. Откроется окно обработки сценария, с помощью которого можно контролировать процесс поиска решения (рис. 9.23).

В результате новая деталь весит больше исходной детали, т. к. ширина хомута увеличилась с 20 до 44,6 мм. Просмотрите результаты и убедитесь, что она выдерживает заданные нагрузки. Для завершения работы нажмите кнопку **Закрывать**.

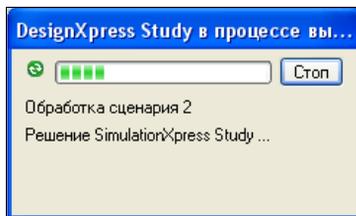


Рис. 9.23

9.3. Расчет детали на прочность в Simulation

Теперь рассмотрим работу пакета Simulation на примере того же хомута с компакт-диска: Глава 9\Примеры\Хомут.sldprt.

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 **Активные добавления** и **Запуск**. Первый флажок предписывает добавлять пакет в программу, второй — осуществлять запуск пакета при запуске SolidWorks 2011. Затем нажмите кнопку **ОК**. Если процесс добавления пройдет успешно, то в меню появится новый пункт **Simulation**.

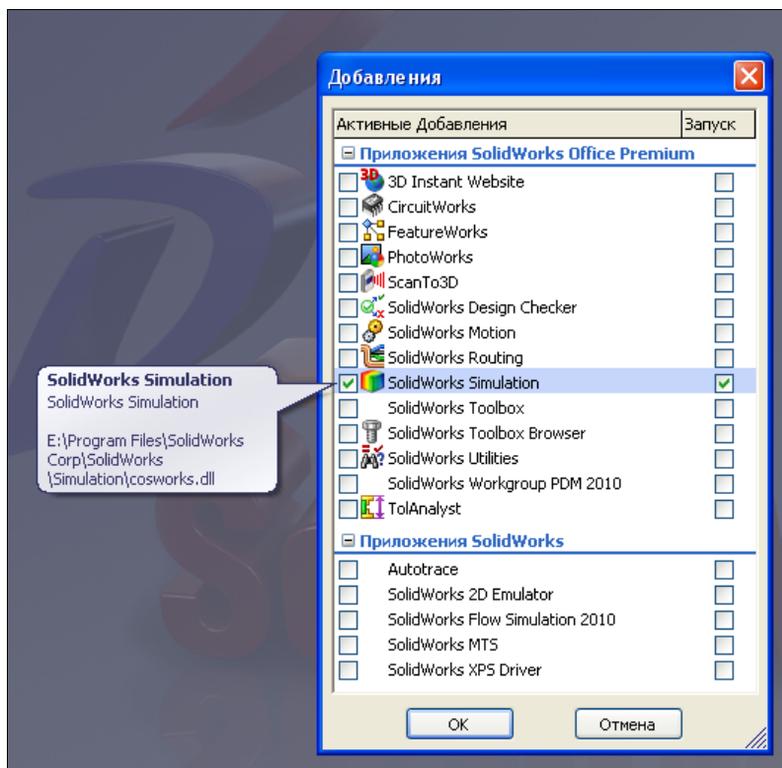


Рис. 9.24

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы сохранили в SimulationXpress деталь, которую рассчитывали на прочность, то при открытии этой же детали в Simulation в Дереве расчета менеджера проекта уже будут установлены материал 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 Simulation 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 одной и той же детали. Это бывает полезно при оптимизации конструкции детали и назначении различных нагрузок и ограничений. Щелчком мыши активизируйте поле **Имя** и задайте имя: *Хомут1*. Теперь перейдите в раздел **Тип** и выберите  — **Статическое**. Будьте внимательны, т. к. после задания эти параметры уже нельзя будет поменять (рис. 9.25).

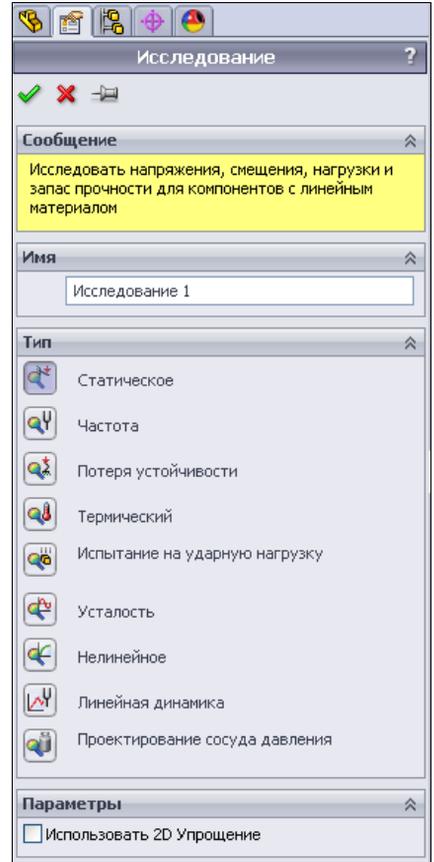
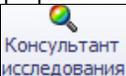
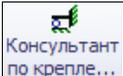
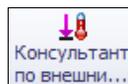


Рис. 9.25

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, где можно получить рекомендации по выбору типа анализа. Аналогично используются **Консультант по креплениям** , **Кон-**

сультант по внешним нагрузкам



и т. д.

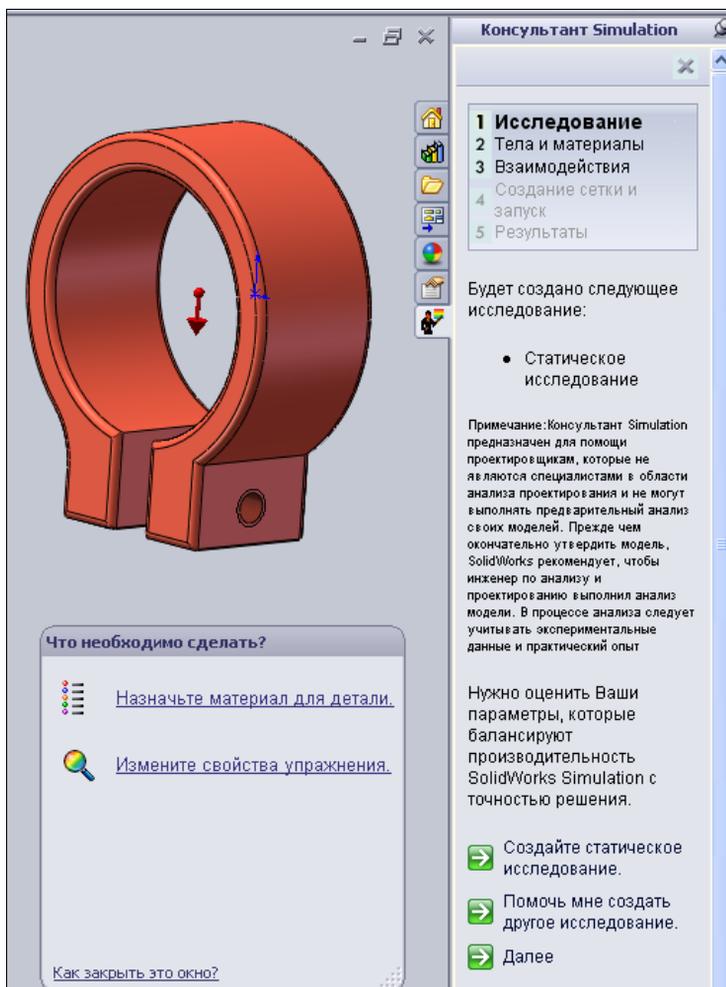


Рис. 9.26

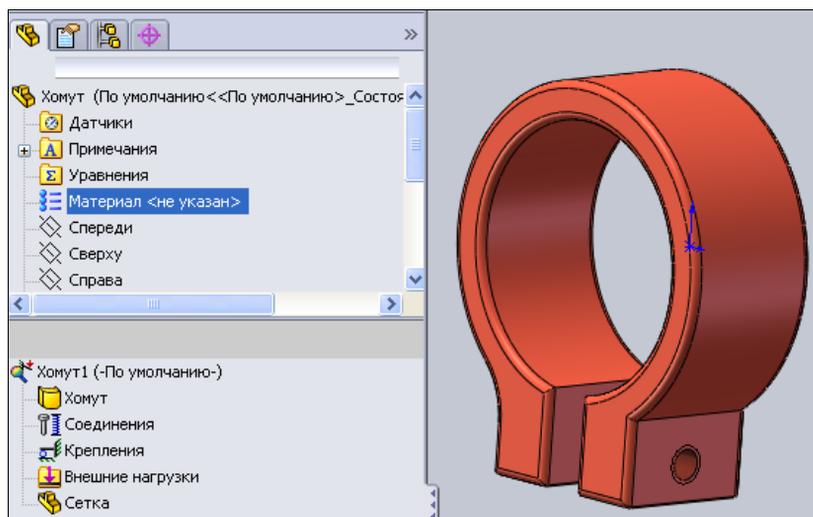


Рис. 9.27

Далее в окне **Исследование** нажмите кнопку **ОК** . Теперь можно задавать параметры прочностного расчета в произвольном порядке. Давайте повторим те условия, что мы задавали при использовании пакета SimulationXpress.

9.3.2. Задание материала

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).

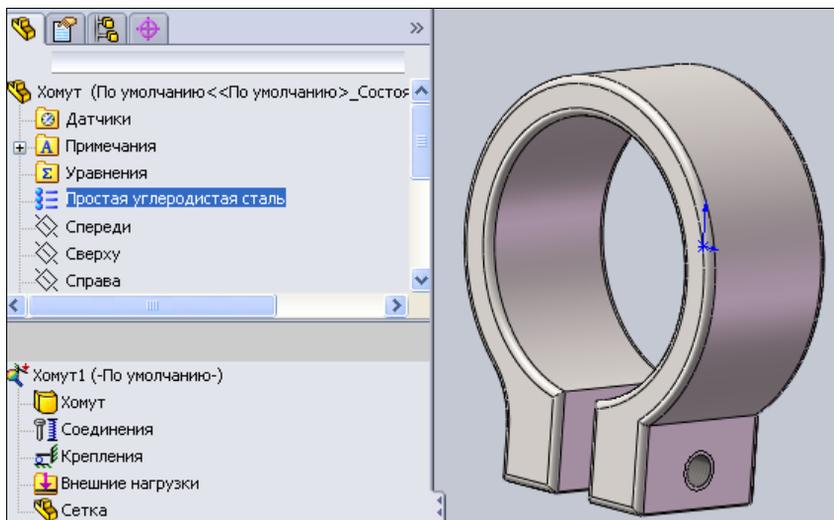


Рис. 9.28

9.3.3. Задание крепления

Подведите указатель мыши в разделе **Simulation** 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).

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 **ОК** .

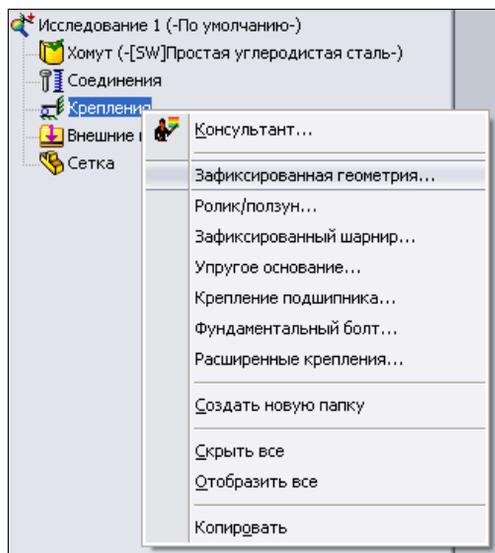


Рис. 9.29

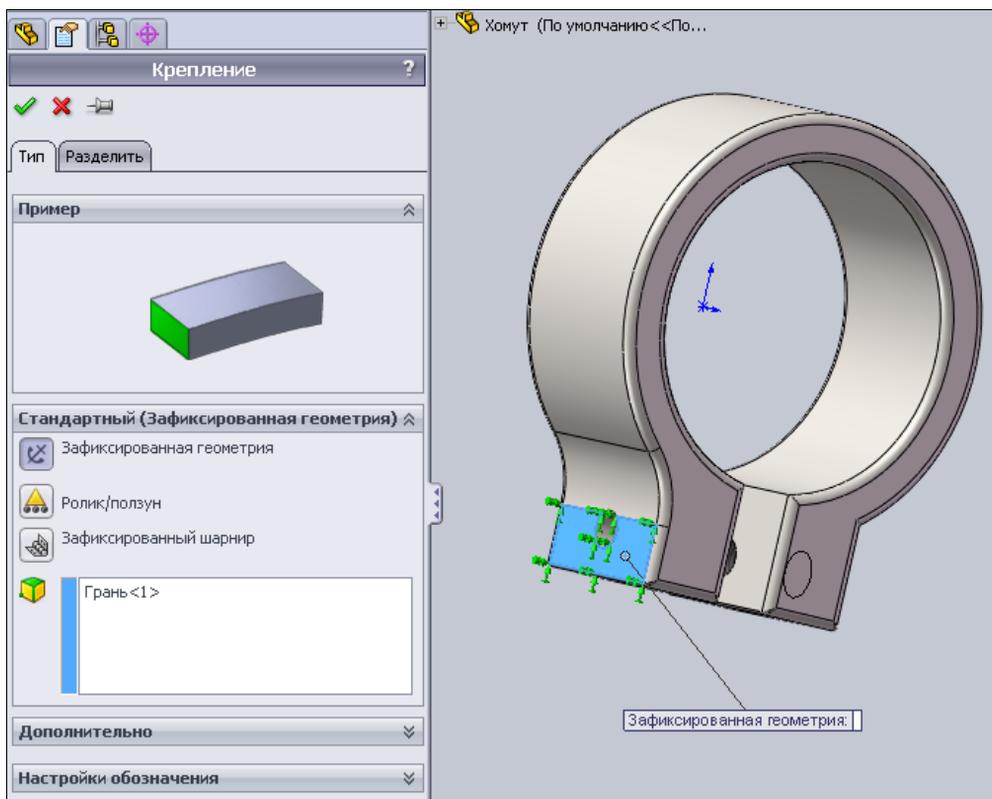


Рис. 9.30

9.3.4. Задание нагрузки

Разверните деталь вокруг вертикальной оси на 180° . Снова щелкните правой кнопкой мыши в разделе **Simulation** Менеджера свойств по элементу  — **Внешние нагрузки**. В появившемся контекстном меню выберите пункт  — **Давление**. Можно также пройти путь через меню **Simulation** | **Нагрузки/Крепление** | **Давление** (рис. 9.31). В окне **Давление** выберите грань, имеющую отверстие с резьбой, и задайте давление 10 000 000 (размерность Па). Проверьте соответствие установленных параметров рис. 9.32.

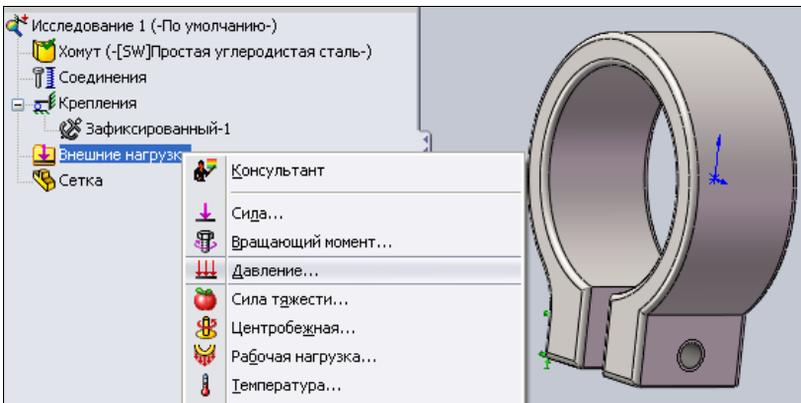


Рис. 9.31

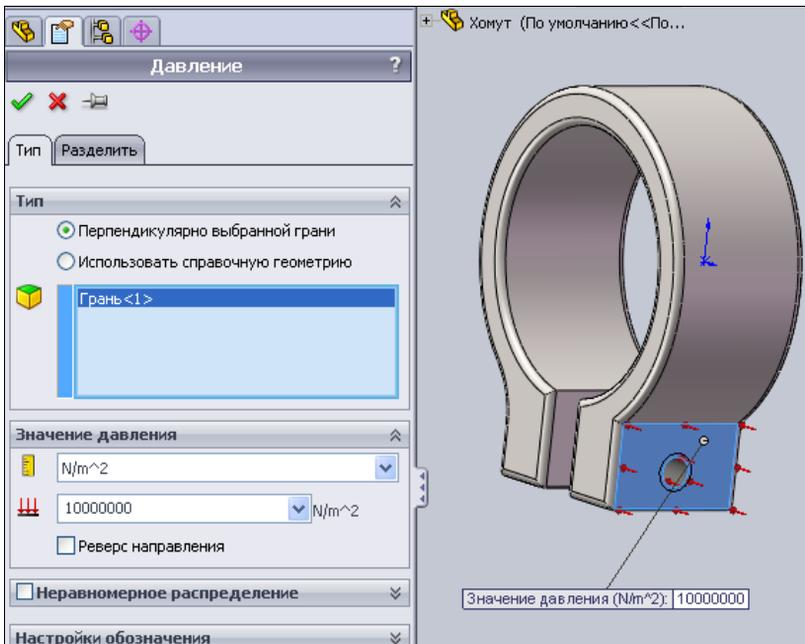


Рис. 9.32

Если все правильно, нажмите кнопку **ОК** . При этом в Дереве Конструирования в разделе **Simulation** появились новые элементы **Зафиксированный-1** и **Давление-1** (рис. 9.33). Чтобы сделать изменения в этих элементах, щелкните правой кнопкой мыши по нему и в контекстном меню выберите  **Редактировать определение.**

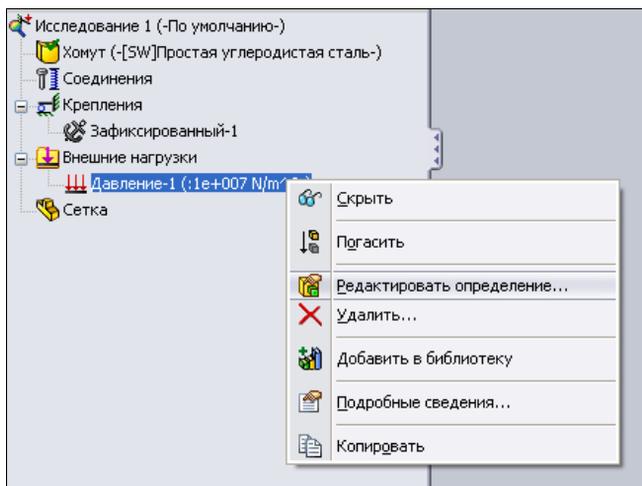


Рис. 9.33

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.

Появление информационного окна **Процедура создания сетки** сопровождается изменением геометрии детали. По окончании разбиения детали на конечные элементы она отобразится в виде, как 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**. На любом этапе процесс можно остановить, нажав кнопку **Отмена**.

В процессе расчета может появиться диагностическое окно (рис. 9.35), в котором программа предупреждает, что в процессе расчета модель значительно деформируется. Если таких изменений быть не должно, то значит, что-то сделано неправильно. В нашем примере большие перемещения возможны, поэтому просто нажмите кнопку **Да**.

По окончании работы программа либо выдаст сообщение о сбое, если произойдет ошибка, либо результаты расчета.

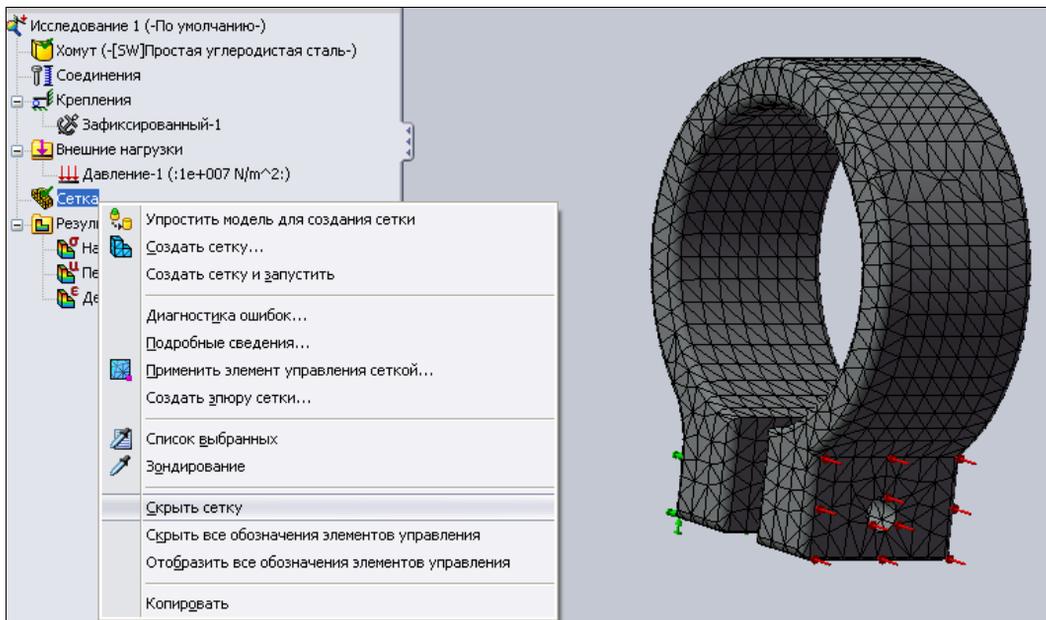


Рис. 9.34

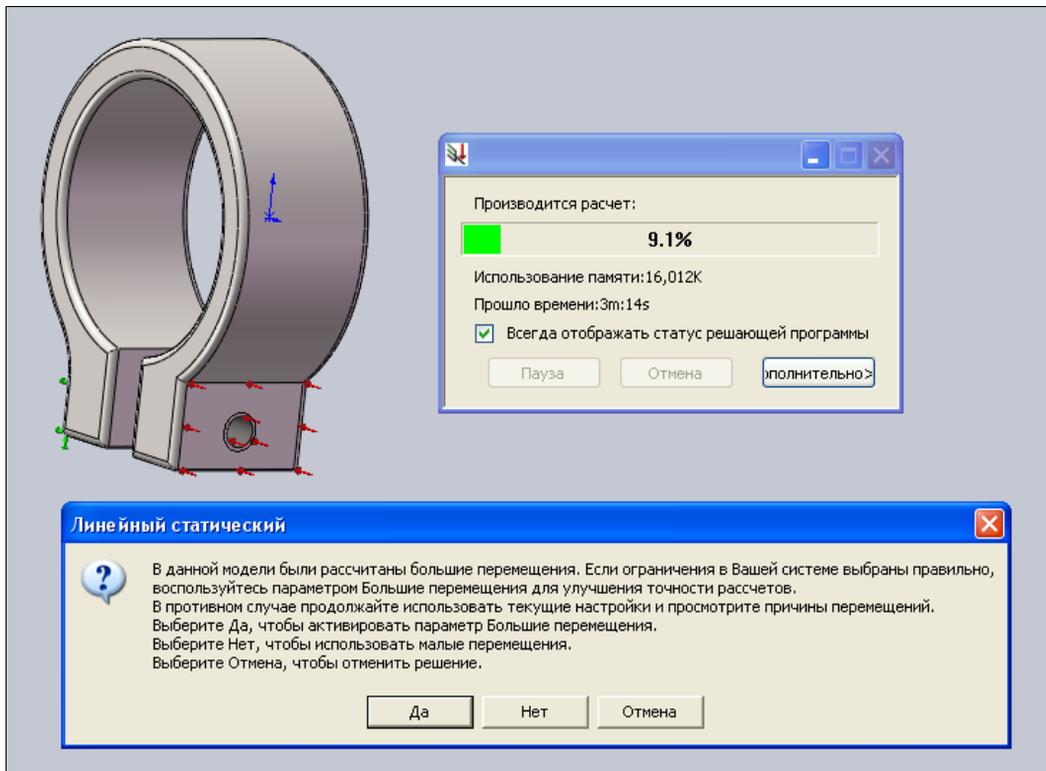


Рис. 9.35

9.3.6. Анализ результатов расчета

Дополнительные элементы в разделе **Simulation** (рис. 9.36) относятся к результатам расчета. Рассмотрим их последовательно.

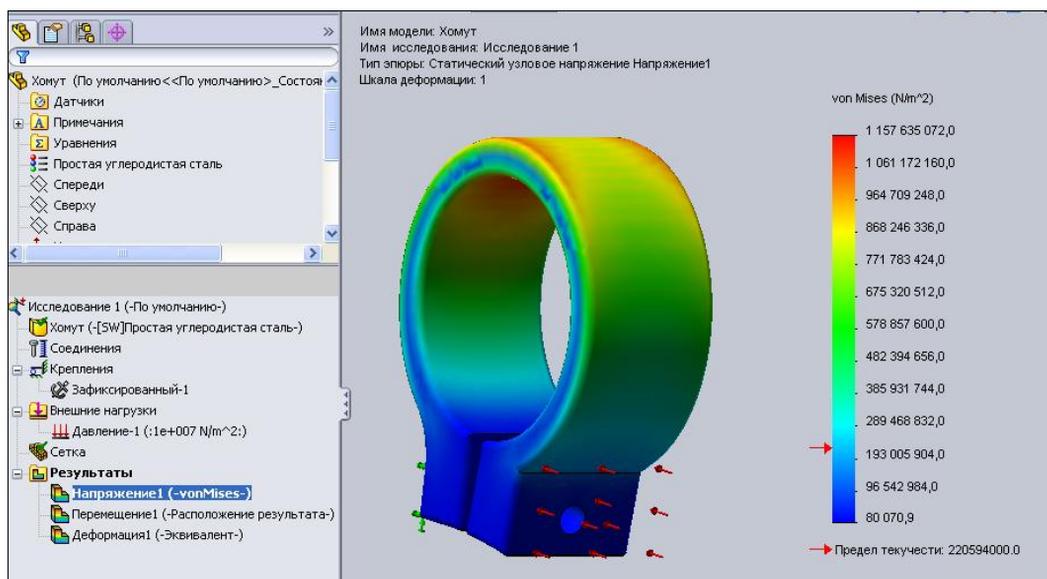


Рис. 9.36

Элемент **Напряжение1 (-vonMises-)** позволяет проанализировать распределение напряжений по детали. По двойному щелчку на этом элементе или командой  — **Напряжение** в панели инструментов **Simulation** отобразится вид, как на рис. 9.36. Красной стрелкой на шкале напряжений указан предел текучести материала.

Элемент **Перемещение1 (-Расположение результата-)** 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** (рис. 9.37).

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**. Получите вид, как на рис. 9.38.

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 (рис. 9.39). Синим цветом на шкале и детали

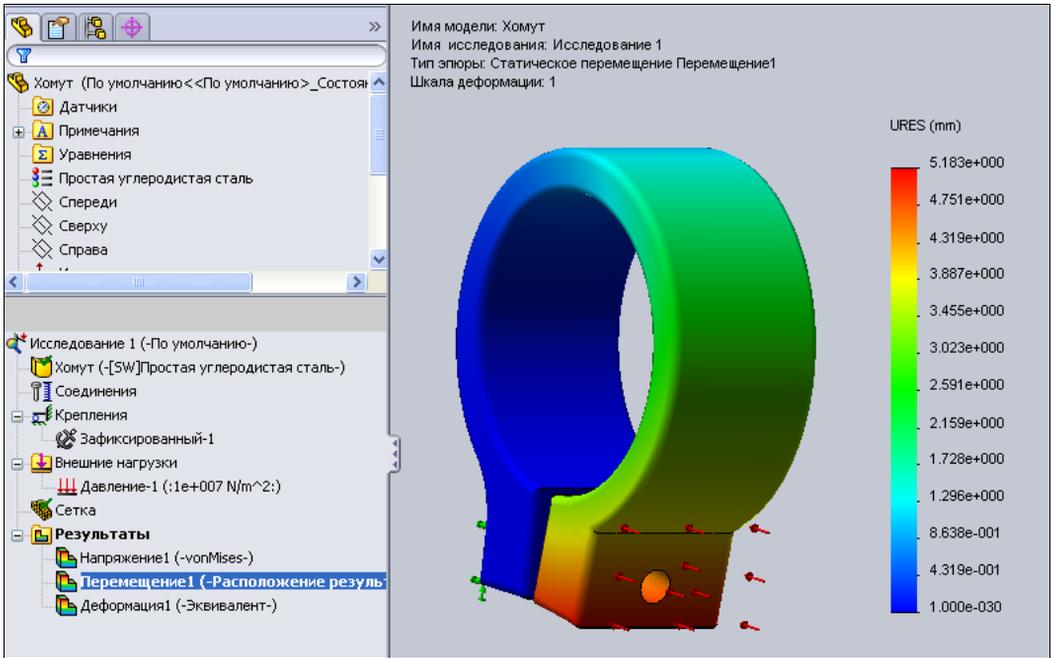


Рис. 9.37

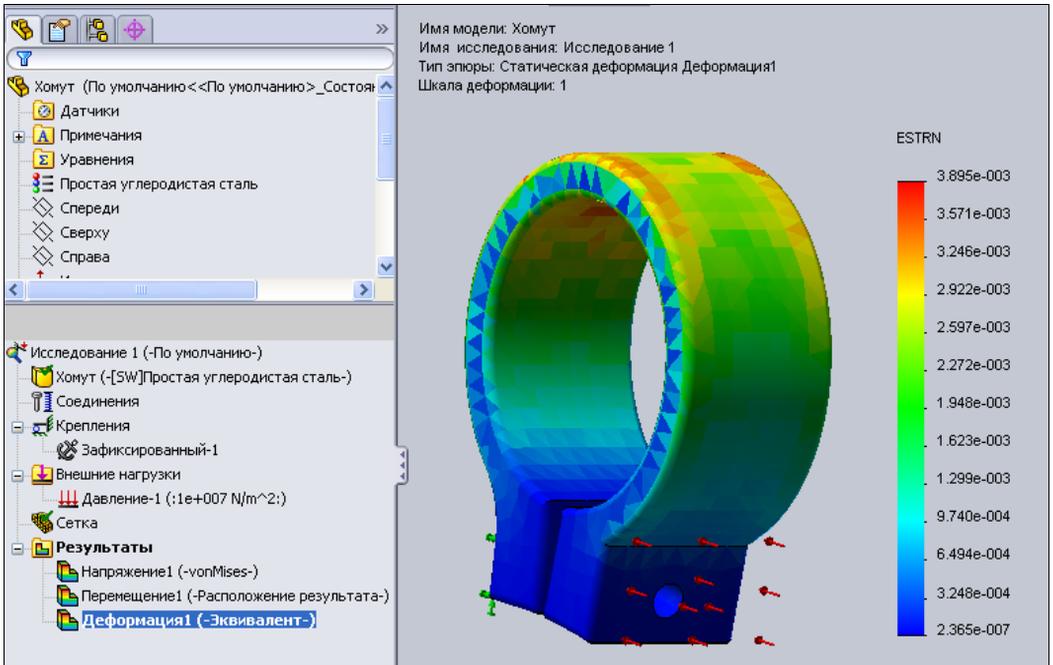


Рис. 9.38

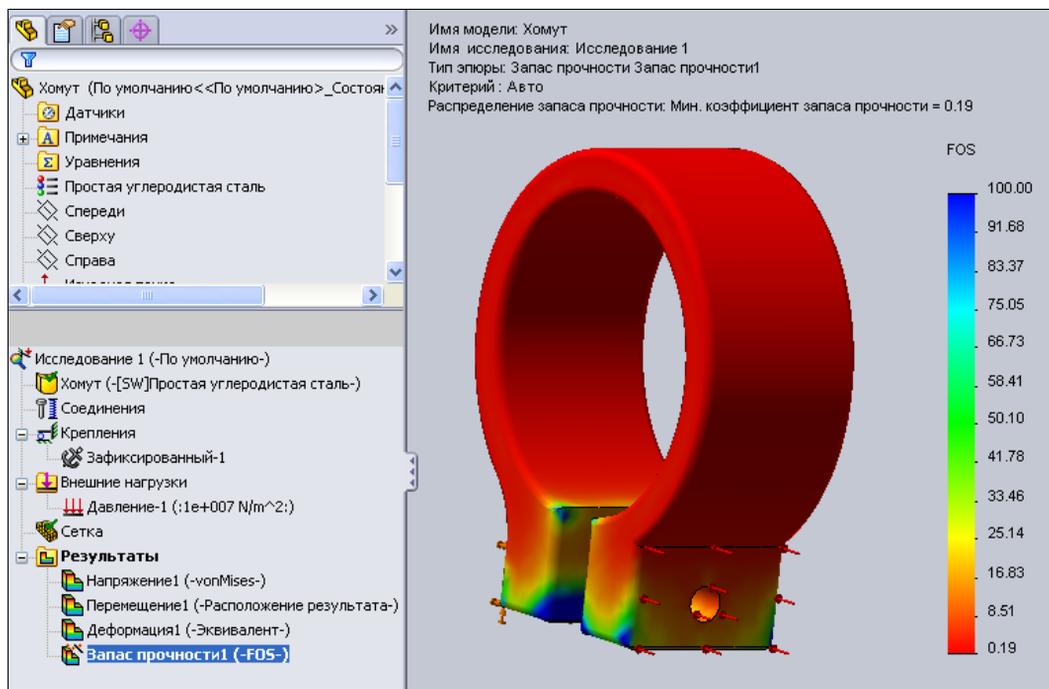


Рис. 9.39

отображены участки с большим запасом прочности, красным — с меньшим. По расцветке детали можно судить, выдержит ли она прилагаемые нагрузки;

- ◆  — **Отчет** в виде HTML-файла или файла в формате Word из пакета Microsoft Office;
- ◆  — **Ограничение сечения** позволяет просматривать напряженное состояние материала по сечениям;
- ◆  — **Зондирование** позволяет просматривать напряжение в указанном месте путем простого наведения указателя мыши на деталь;
- ◆  — **Выбранный список** результатов нужных элементов модели;
- ◆  — **Анимировать** позволяет создать анимацию деформированного состояния детали и сохранять ее в файле с расширением avi.

Мы рассмотрели основные элементы работы с пакетом Simulation. Можно сохранить результаты расчета, нажав кнопку **Сохранить**.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Содержание компакт-диска

Имя каталога	Содержание каталога
Format и Templates	Файлы для установки в SolidWorks 2011 шаблонов стандартных форматов (A0, A1, A2, A3, A4) чертежей и спецификаций
Глава 1	Цветные иллюстрации к главе 1 и примеры построения эскизов рассматриваемых деталей
Глава 2	Цветные иллюстрации к главе 2 и примеры построения трехмерных моделей рассматриваемых деталей
Глава 3	Цветные иллюстрации к главе 3 и примеры создания конфигураций рассматриваемых деталей
Глава 4	Цветные иллюстрации к главе 4 и примеры построения деталей из листового материала
Глава 5	Цветные иллюстрации к главе 5 и примеры построения сварных конструкций
Глава 6	Цветные иллюстрации к главе 6 и примеры создания сборок из комплекта прилагаемых деталей
Глава 7	Цветные иллюстрации к главе 7 и примеры создания литейных форм и полостей сложной формы
Глава 8	Цветные иллюстрации к главе 8 и примеры приемов оформления чертежей в соответствии с ЕСКД
Глава 9	Цветные иллюстрации к главе 9 и примеры прочностных расчетов в приложении Simulation
Шрифты ГОСТ	Шрифты, устанавливаемые в Windows, для формирования текстов в чертежах по ЕСКД

Предметный указатель

В

Взаимосвязь вертикальности 34

Д

Деформация конечных элементов 489

Диалоговое окно SketchXpert 44

Дополнительные сопряжения 263

И

Имена конфигураций 172

Импорт размеров 362

Имя библиотечного элемента 228

Индикатор сечения 444

Инструментальная панель Элементы 23

Исходная конфигурация 173

Исходная плоская развертка 187

Исходная точка 17

К

Комбинация горячих клавиш 22

Конфигурации по умолчанию 176

Координатная сетка 26

Коэффициент увеличения эпюры 58

Л

Линии формирования 18

Листовой металл 214

М

Маркер координат 61

Масштаб сетки 28

Многотельные детали 42, 310

Н

Нагрузка 470

Неполная развертка 191, 210

О

Обозначение по стандарту 373

П

Папка weldment profiles 227

Папки стандартов 227

Плоская грань развертки 184

Поглощенные области 306

Пересекающиеся кромки 255

Прочностной расчет 466, 473

Р

Разделка профиля сварной
конструкции 220

Режим редактирования 251

Рельефные подрезы 207

С

Символ привязки 29, 41

Скругленный сварной шов 256

Стандартные значения полей
допусков 433

Стандартные сопряжения 262

Т

Таблица параметров 157

Твердотельная деталь 210

Текущее значение размера 39
Тип подшипника 282
Точки пронзания 225

У

Управляемые размеры 361

Ф

Файлы шрифтов 352

Ш

Шаблоны форматок 351
Ширина выреза для снятия напряжений 186

Э

Элемент углового соединения 238
Эскиз
◇ базовой кромки 188
◇ двутавра 225