Александр Потемкин

Твердотельное моделирование в системе КОМПАС-3D

+ CD-ROM

- Основы 3D-моделирования
- Создание ассоциативного чертежа
- Секреты эффективного моделирования
- Примеры построения моделей
- Пространственные кривые
- Проектирование литейных форм

МАСТЕР_РЕШЕНИЙ_

Александр Потемкин

Твердотельное моделирование в системе КОМПАС-3D

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2004

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2
П64

Потемкин А. Е.

П64 Твердотельное моделирование в системе КОМПАС-3D. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 512 с.: ил.

ISBN 5-94157-472-X

В книге представлены современные методы трехмерного твердотельного моделирования механических деталей на персональном компьютере в среде операционной системы Microsoft Windows. Для иллюстрации материала используется подробное описание построения и редактирования 38 моделей деталей и сборочных единиц, как типовых (из курса черчения технического вуза), так и оригинальных. В каждой модели описывается применение все более совершенных средств и приемов моделирования. В качестве инструментального средства принята российская система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D V6 (разработчик АО "АСКОН", г. Москва). На прилагаемом компакт-диске приведены упражнения и задания для самостоятельного выполнения, большое количество примеров реальных трехмерных моделей и демонстрационная версия системы КОМПАС-3D V6.

Книга ориентирована на преподавателей и студентов технических вузов, инженерно-технических работников конструкторских и технологических бюро промышленных предприятий, проектных институтов, предприятий малого бизнеса.

Для широкого круга пользователей,
интересующихся вопросами трехмерного моделирования

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2

Группа подготовки издания:

Главный редактор	*Екатерина Кондукова*
Зам. главного редактора	*Владимир Шабалин*
Зав. редакцией	*Григорий Добин*
Редактор	*Елена Кашлакова*
Компьютерная верстка	*Татьяны Валерьяновой*
Корректор	*Евгений Камский*
Оформление серии	*Via Design*
Дизайн обложки	*Игорь Цырульников*
Зав. производством	*Николай Тверских*

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 04.02.04.
Формат 70×100 1/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 41,28.
Тираж 3000 экз. Заказ №
"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Гигиеническое заключение на продукцию, товар № 77.99.02.953.Д.001537.03.02
от 13.03.2002 г. выдано Департаментом ГСЭН Минздрава России.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в Академической типографии "Наука" РАН
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12.

ISBN 5-94157-472-X

© Потемкин А. Е. 2004
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2004

Содержание

Введение **5**

Глава 1. Общие сведения о системе **21**

Назначение системы 21
Запуск КОМПАС-3D V6 21
Открытие существующего документа 22
Основные элементы интерфейса 25
Закрытие окна документа 33
Управление изображением модели 34

Глава 2. Основы 3D-моделирования **48**

Общие принципы моделирования деталей 48
Как создаются объемные элементы 49
Эскизы и операции 50
Основные термины трехмерной модели 52
Основание модели 53
Построение детали Кронштейн 54

Глава 3. Создание ассоциативного чертежа **122**

Создание и настройка нового чертежа 123
Создание трех стандартных видов 125
Структура чертежа 128
Управление видами 129
Построение разреза 137
Оформление чертежа 141

Глава 4. Редактирование модели **165**

Редактирование операций 167
Редактирование эскизов 176
Предупреждения об ошибках 183
Удаление объектов 187
Недостатки модели 190
Важные выводы 194

Глава 5. Совершенные технологии моделирования 195

Средства обеспечения гибкости моделей 195
Построение модели детали Корпус 196
Использование переменных и выражений 248
Использование массивов 275
Построение детали Вал 306

Глава 6. Примеры построения моделей 316

Создание элементов по сечениям 316
Создание кинематических элементов 338
Создание 3D-модели по плоскому чертежу 348
Создание ребер жесткости 357
Использование деталей-заготовок 364
Создание зеркальных деталей 368
Нанесение объемного текста 370
Использование компоновочных эскизов 373
Использование библиотек эскизов 377
Решение задач начертательной геометрии 380

Глава 7. Построение сборок 399

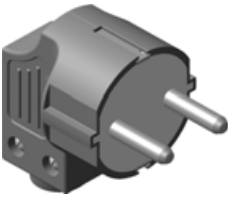
Построение сборочной единицы Вилка 399
Добавление компонента сборки из файла 401
Задание взаимного положения компонентов 403
Создание основной сборки 408
Добавление компонента копированием 411
Добавление стандартных изделий 420
Управление видимостью компонентов 424
Редактирование параметров стандартных изделий 425
Редактирование компонентов 429
Добавление детали на месте 430
Проверка пересечений компонентов 434
Редактирование компонента на месте 435
Разнесение компонентов 438

Глава 8. Дополнительные возможности 442

Пространственные кривые 442
Использование спиралей 442
Использование пространственной ломаной 458
Вычитание компонентов. Проектирование литейных форм 474
Массив по образцу 496

Список литературы 502

Приложение 503



Введение

Мы покоряем пространство и время...

Мы не случайно взяли в качестве эпиграфа строку из популярной некогда песни. Нынешнее время, без преувеличения, можно считать сменой эпох в проектировании и конструировании изделий в самых разных областях производства: на смену плоским чертежам приходят новые, основанные на трехмерном моделировании.

Мы приглашаем заинтересованного читателя в волнующее и увлекательное путешествие в мир, где творческие замыслы конструктора приобретают на экране компьютера поразительное по достоверности и реализму воплощение. Кажется, стоит протянуть руку — и можно потрогать то, что совсем недавно существовало только в воображении.

Пространство

Любому конструктору знакома ситуация, когда общий замысел будущего изделия уже ясен, но чтобы поделиться им с другими участниками процесса производства, предмет необходимо описать на языке, понятном окружающим, иными словами, сделать его графическое изображение — чертеж. Именно плоские чертежи до недавнего времени были единственным языком, на котором могли разговаривать технические специалисты.

Современные компьютерные технологии подарили инженеру качественно более совершенное средство общения — трехмерную модель, которая, хотя и существует в виде цепочки битов и байтов в памяти компьютера, тем не менее, обладает вполне реальными физическим характеристиками: объемом, плотностью, массой, центром тяжести, моментами инерции и т.д. Ее можно рассмотреть с разных сторон, разобрать и собрать (если речь идет о сборочной единице) и даже заглянуть внутрь.

Время

Сколько смелых замыслов не нашло своего реального воплощения из-за его нехватки! Может возникнуть вполне естественное сомнение: а не слишком

ли много усилий нужно затратить на освоение новых технологий на уровне, обеспечивающем их практическое применение? Самое, быть может, удивительное заключается в том, что на построение трехмерной модели изделия зачастую требуется не больше времени, чем на разработку ее плоского чертежа. Усилиями разработчиков современные системы обладают тем, что обычно называют "дружественным интерфейсом", то есть удобными и понятными средствами выполнения построений.

Выбирайте лучшее

Конкуренция на рынке систем автоматизированного проектирования (САПР) заставляет компании искать нестандартные решения.

Пользователь получает реальную возможность сравнивать предложения разных компаний и на своем собственном опыте убедиться в эффективности той или иной системы.

Трудно передать словами ощущения человека, когда на плоском экране монитора постепенно материализуются его объемные мысли и творческие идеи. Тем более важно, чтобы в этот момент под рукой оказался удобный инструмент. Окружности и линии на бумаге тоже можно строить "циркулем первоклассника" и постоянно ломающимся карандашом, но профессионал всегда выбирает добротные и качественные принадлежности.

Для кого предназначена эта книга

Итак, эта книга предназначена для тех, кому стали тесны рамки плоского чертежа, и кто проектирует на современном уровне. Основное внимание уделяется практической стороне дела: на конкретных примерах построения типовых трехмерных элементов как 3D-моделей созданы плоские чертежи, и наоборот, трехмерные модели — по чертежам, разработанным ранее.

В этой книге продемонстрированы преимущества трехмерного моделирования для всех категорий пользователей: инженеров, студентов, преподавателей.

Основная цель книги заключается в том, чтобы помочь заинтересованному читателю сделать первый шаг. Мы постараемся убедить вас, что переход на трехмерное моделирование не является проблемой. Сегодня каждый инженер имеет возможность повысить производительность и качество своего труда на основе самых передовых технологий. Многочисленные примеры, практические советы и рекомендации помогут вам в короткий срок познакомиться с основными правилами трехмерного моделирования и приступить к самостоятельной работе.

Разумеется, для реализации этих целей читатель должен располагать соответствующим инструментом — эффективной и простой в освоении системой с русским интерфейсом. Мы предлагаем вашему вниманию именно такую систему — новейшую версию широко распространенной в России системы трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D V6, разработанную компанией АСКОН, лидирующим российским разработчиком и интегратором решений в области промышленной автоматизации.

Качество КОМПАС-3D V6 подтверждено Госстандартом России. Сертификат соответствия №РОСС RU.ME20.H00737, выданный 17 июня 2003 г., подтверждает соответствие КОМПАС-3D V6 требованиям следующих нормативных документов:

- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.
- ГОСТ Р ИСО 9127-94 Системы обработки информации. Документация пользователя и информация по упаковке потребительских программных пакетов.
- ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
- ГОСТ 28195-89 Оценка качества программных средств. Общие положения.

Документ выдан ОС "Сертинформ ВНИИНМАШ", входящим в систему сертификации ГОСТ Р Госстандарта России и являющимся органом сертификации средств информатизации, приборостроения, медицинской техники и оборудования.

КОМПАС-3D V6 — один из основных модулей комплекса автоматизированных систем конструкторско-технологической подготовки производства КОМПАС V6. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН.

Методы моделирования, реализованные в программе КОМПАС-3D V6, являются общепринятыми в современных 3D-системах. Поэтому вам предстоит не просто изучить работу в конкретной системе, а познакомиться с наиболее распространенным подходом к созданию твердых тел.

Что находится на компакт-диске

К книге прилагается компакт-диск, на котором находятся:

- упражнения и задания для самостоятельного выполнения, на основе которых продемонстрированы типовые приемы построения трехмерных

моделей. В соответствующих разделах книги даются подробные инструкции по выполнению всех заданий и упражнений. Эти материалы помогут вам в короткий срок овладеть навыками 3D-моделирования и приступить к самостоятельной работе;

- большое количество примеров реальных трехмерных моделей, выполненных пользователями системы КОМПАС-3D. Вы можете самостоятельно разобраться с последовательностью их построения и использовать эти документы в качестве прототипов для создания собственных моделей;

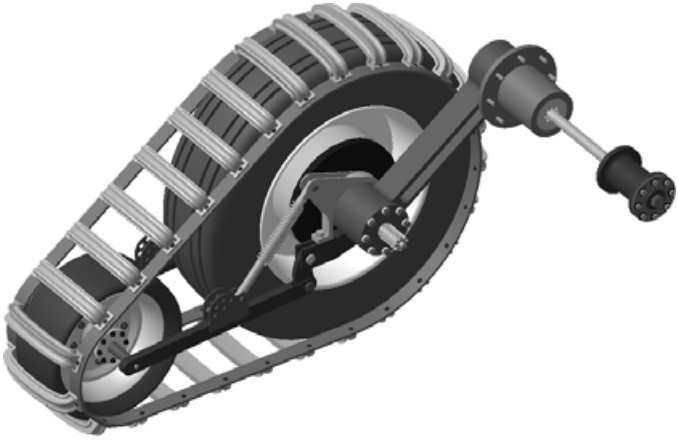


Рис. 1

- демонстрационная версия профессиональной системы трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D V6. Вы можете установить эту версию системы на свой персональный компьютер, просмотреть с ее помощью прилагаемые трехмерные модели, выполнить часть заданий и упражнений из данного руководства.

Замечание

Демонстрационная версия системы не позволяет сохранять созданные модели. Поэтому вы не сможете выполнить те упражнения, которые требуют записи деталей и сборок на носители данных. Для полноценной работы необходимо использовать рабочую версию системы.

Компания АСКОН в Интернет: **http://www.ascon.ru**

Техническая поддержка системы КОМПАС: **http://www.kompas.kolomna.ru**

Система КОМПАС в образовании: **http://www.kompas-edu.ru**

Форум пользователей системы КОМПАС:
http://www.kompas.kolomna.ru/forum

Ограничения двухмерного проектирования

Прежде чем приступить к построению трехмерных моделей, давайте попробуем ответить на вопрос: а зачем это нужно? В чем основные преимущества трехмерного моделирования, и какие новые возможности дает оно конструктору?

В настоящее время большинство пользователей САПР основывают свою работу на двухмерных, то есть плоских технологиях. В этом случае электронный чертеж составляется из отдельных геометрических примитивов (отрезков, окружностей, дуг и т.д.). При вводе геометрических объектов, образующих вычерчиваемую деталь, конструктор может использовать знания и навыки, приобретенные при работе на кульмане, так как логика черчения в обоих случаях имеет много общего.

Несмотря на то, что 2D-системы позволяют вполне успешно решать стоящие перед большинством пользователей задачи, по мере развития новых технологий, все отчетливее проявляются серьезные ограничения, присущие плоскому проектированию.

Основной недостаток 2D-систем заключается в том, при создании плоского чертежа конструктору приходится мыслить не в терминах проектируемой детали – основание, отверстие, ребро жесткости, а в терминах упомянутого выше традиционного набора геометрических примитивов. Например, для построения тонкостенной трубки на изображении детали **Патрубок**, показанной на рис. 2, конструктор должен разложить ее на отдельные отрезки и дуги и построить проекции этих элементов на всех необходимых видах детали. Эта работа не несет в себе творческого начала.

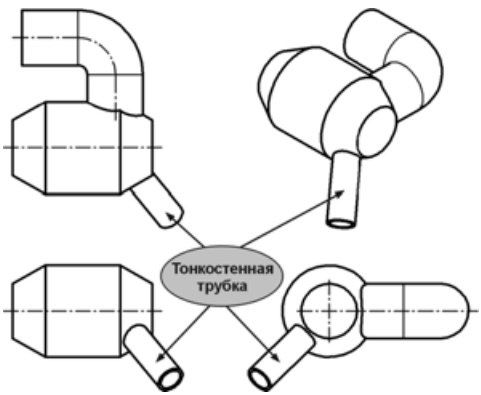


Рис. 2

Если возникает необходимость внести в деталь какие-либо изменения, то их необходимо заново отобразить на всех видах детали, что опять связано с большими затратами времени.

Частично эту проблему можно решить за счет создания параметрических плоских чертежей. Однако не все современные 2D-системы обладают такими возможностями. К тому же, создание сложного параметрического чертежа является далеко не простой задачей.

Ограничения 2D-систем особенно наглядно проявляются, когда поверхность детали имеет сложную форму, или необходимо построить аксонометрическую проекцию.

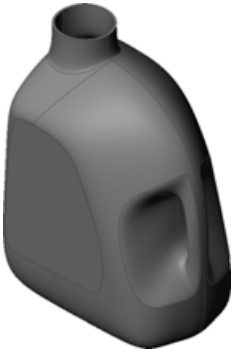


Рис. 3

Большая трудоемкость построения сложных поверхностей и аксонометрических проекций может заставить конструктора отказаться от их изображения или упростить форму детали. В первом случае это затрудняет понимание проекта, во втором — снижает привлекательность изделия с точки зрения потребителя.

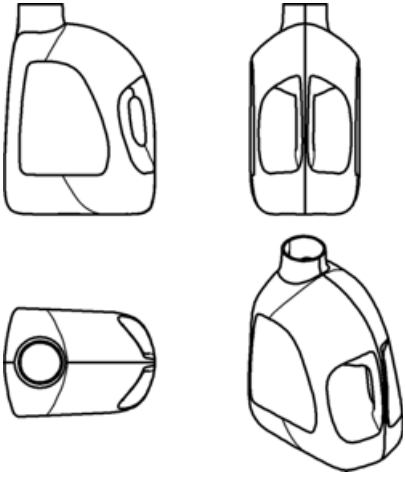


Рис. 4

Список ограничений двухмерного проектирования можно продолжить и дальше. В него можно включить сложность понимания взаимного положения и взаимодействия деталей в сборочных единицах, сложность или невозможность передачи данных в системы инженерного анализа и подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

Приведенные выше примеры позволяют сделать вывод, что использование только лишь двухмерных систем как средства проектирования и подготовки чертежей порождает серьезные проблемы и замедляет выпуск новых изделий.

Переход на трехмерное моделирование

Современные 3D-системы располагают весьма эффективными средствами моделирования. Они позволяют создавать трехмерные модели самых сложных деталей и сборок. Используя наглядные методы создания объемных элементов, конструктор оперирует простыми и естественными понятиями: основание, бобышка, ребро жесткости, отверстие, фаска, оболочка. При этом процесс проектирования часто воспроизводит технологический процесс изготовления детали.

Рис. 5

В процессе построения трехмерных моделей сборочных единиц конструктор имеет возможность временно отключать отображение любых элементов. Это особенно удобно, если модель включает в себя корпусные детали, в которых размещены остальные компоненты изделия. На рис. 6 слева показана модель сборочной единицы **Вентиль**, выполненная в системе КОМПАС–3D V6. Справа показана та же модель, но со скрытой деталью **Корпус**.

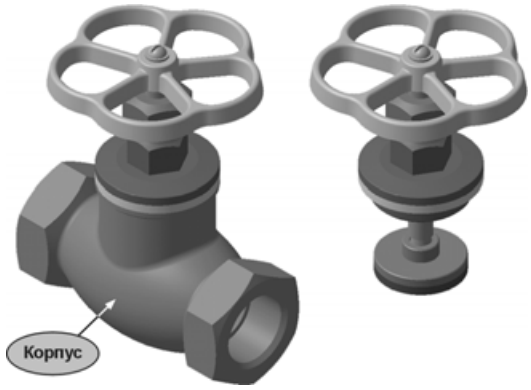


Рис. 6

Непосредственно на экране монитора конструктор может выполнить разрез модели стандартными или дополнительными плоскостями проекций, или построить свой, самый невероятный, разрез. На рис. 7 слева, **Вентиль** рассечен фронтальной плоскостью проекций. Справа та же сборка разрезана поверхностью, образованной двумя перпендикулярными отрезками и дугой.

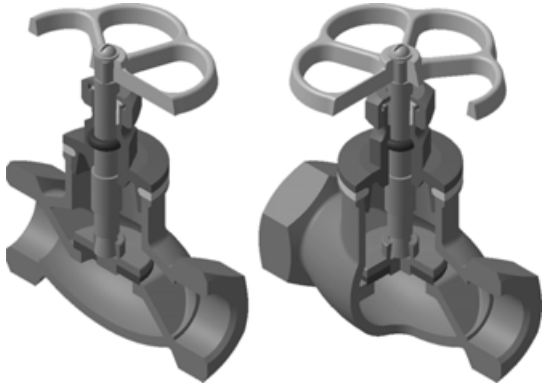


Рис. 7

После построения 3D-модели детали или сборки, либо непосредственно в ходе построения, конструктор может получить ее чертеж, без рутинного создания видов средствами плоского черчения. Для этого нужно лишь указать необходимые виды, провести линии разрезов или сечений. Плоский чертеж будет создан автоматически и с абсолютной точностью, независимо от сложности модели. Полученный таким образом документ можно дополнить встроенными в систему средствами 2D-черчения: проставить дополнительные размеры, обозначения позиций, заполнить основную надпись или подготовить спецификацию.

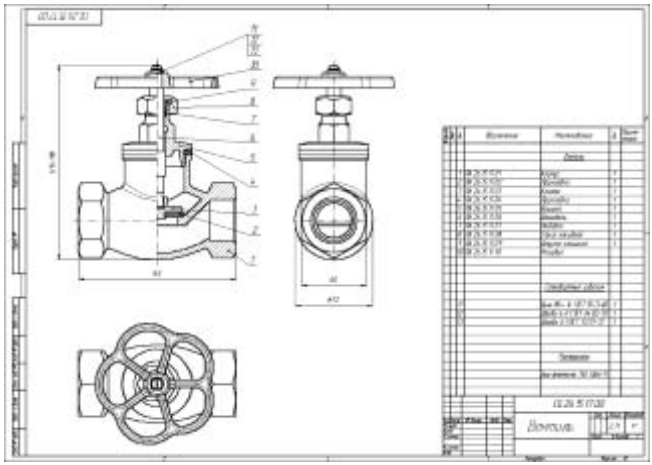


Рис. 8

Во всех современных 3D-системах объемные модели и плоские чертежи ассоциированы между собой. Это означает, что любое изменение, внесенное в модель, будет немедленно и точно отражено на всех видах чертежа.

Хорошая 3D-система располагает мощными средствами редактирования модели. Возможности таких систем позволяют задавать параметрические связи и ассоциации как между отдельными элементами деталей, так и между деталями в сборочных единицах. Это позволяет быстро вносить изменения в проект, создавать различные варианты как отдельных деталей, так и всего изделия в целом.

На рис. 9 показаны два варианта детали **Кронштейн**, отличающиеся размерами основания. Для построения второго варианта достаточно изменить значение размера, определяющего длину основания. После этого система перестроит модель с сохранением ее общей топологии: хомут для крепления подшипника связан с левой гранью детали, а три крепежных отверстия – с правой.

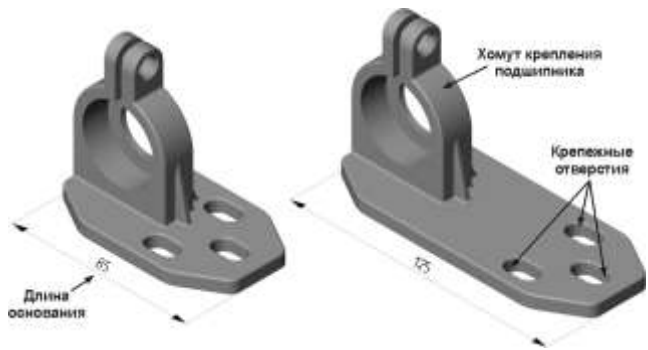


Рис. 9

Три детали, показанные на рис. 10 – это на самом деле три разные конфигурации одной и той же модели **Крестовина**, отличающиеся своими параметрами. Таким образом, для получения всех типоразмеров родственных деталей, выпускаемых или используемых на предприятии, часто достаточно построения одной единственной модели.

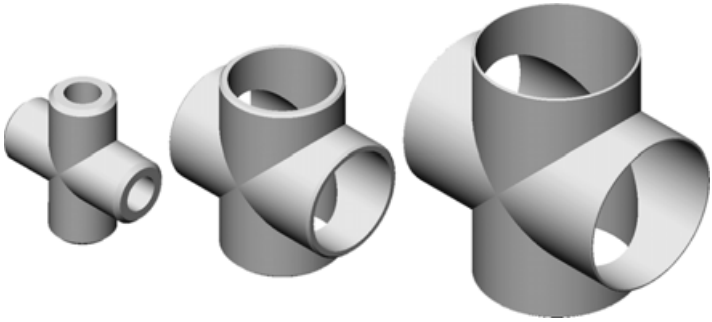


Рис. 10

По трехмерной модели система легко определяет ее физические характеристики: площадь поверхности, объем, координаты центра тяжести и т.д.. Если пользователь определяет свойства материала, то автоматически вычисляется масса. Это касается как деталей, так и сборок любой сложности. На рис. 11 показана модель сборочной единицы **Блок**, выполненной в системе КОМПАС-3D V6. Специальным системным значком помечено положение ее центра тяжести.

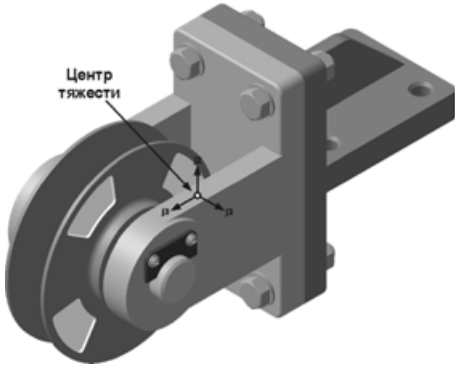


Рис. 11

На рис. 12 вы видите информационное окно с результатами расчета массовых и инерционных характеристик сборки с учетом веса каждой из входящих в нее деталей.

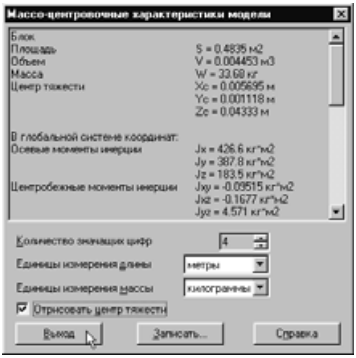


Рис. 12

Некоторые современные 3D-системы снабжаются встроенными модулями, расширяющими их возможности: создание литейных форм, работа с деталями из листового металла, проектирование трубопроводов и т.д. На рис. 13 показана деталь **Коробка**, спроектированная в системе SolidWorks. Деталь изготовлена методом гибки из стального листа. Справа показана плоская развертка этой детали, автоматически построенная системой с учетом допусков сгиба. На изображении развертки хорошо видны линии сгиба и границы областей гибки[1].

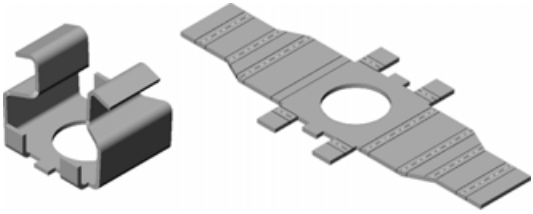


Рис. 13

На рис. 14 показана деталь **Крышка**, спроектированная в системе КОМПАС-3D. Деталь изготавливается методом литья из пластмассы.

Рис. 14

[1] Работа с деталями из листового материала будет реализована в версии системы КОМПАС-3D V7.

Для изготовления такой детали необходима специальная технологическая оснастка – пресс-форма, состоящая из матрицы и пуансона – формообразующих элементов, определяющих внешнюю и внутреннюю форму детали. На рис. 15 показаны эти элементы, спроектированные в системе КОМПАС-3D на основе геометрии детали **Крышка**. Твердотельные модели пуансона и матрицы могут быть переданы непосредственно в технологическую систему подготовки управляющих программ для станка с ЧПУ и последующего изготовления в металле[1].

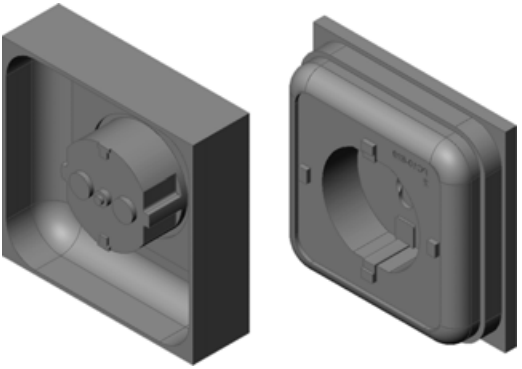


Рис. 15

На рис. 16 деталь **Крышка** показана в окружении матрицы и пуансона, для более наглядного представления их формы и взаимного положения.

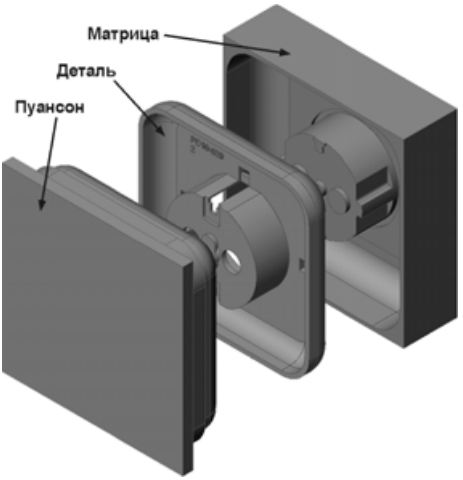


Рис. 16

[1] Описание построения этих моделей дается в *главе* 8.

Между моделями детали и оснастки система формирует ассоциативные связи. Конструктор может вносить необходимые изменения в деталь, а формообразующие поверхности пуансона и матрицы изменятся автоматически. Одновременно будет происходить перестроение всех рабочих чертежей.

Трехмерные твердотельные модели включают в себя всю геометрическую информацию, необходимую для работы систем инженерного анализа. В этом заключается одно из главных преимуществ 3D-моделирования. Такая модель может быть передана в какую-либо систему инженерных расчетов для выполнения ее анализа: расчёта напряжений и деформаций, частотного анализа для определения собственных частот и форм колебаний, тепловых расчетов и связанных с нагревом температурных деформаций и напряжений.

Работа этих систем основана на использовании метода конечных элементов, при котором трехмерная модель разбивается на объемные элементы различной формы, получаемые при нанесении на твёрдое тело сетки конечных элементов. Разбиение модели на сетку конечных элементов позволяет с высокой степенью точностью отразить реальную геометрию детали или узла и обеспечивает высокую точность решений.

Многие из современных систем инженерных расчетов не требует от конструктора подробного знания теории, на которой базируются расчёты методом конечных элементов. Имея в своем распоряжении трехмерную модель детали, пользователь должен выбрать необходимый ему вид расчёта, определить характер закрепления и внешние нагрузки, действующие на деталь, а также выбрать из библиотеки материал, из которого она будет изготавливаться.

На рис. 17 показана деталь **Рычаг**, материал детали – алюминиевый сплав.

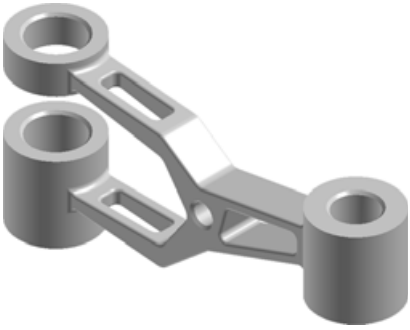


Рис. 17

Далее данная модель была передана в систему инженерных расчетов для анализа методом конечных элементов. На рис. 18 показан результат разбиения модели на сетку конечных элементов.

На рис. 19 показаны направление и величина приложенных усилий, а также нагруженные и опорные поверхности детали. Из рисунка ясно, что на модель действуют две силы, векторы которых равномерно распределены по нагруженной цилиндрической грани в правой части детали. Две цилиндрические грани в левой части детали являются опорными (фиксированными).

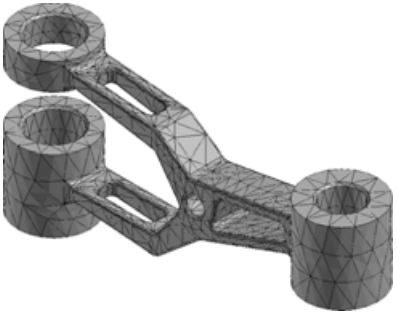


Рис. 18

Рис. 19

Ниже показаны результаты расчета для данной геометрии детали, ее материала, опорных элементов и приложенных нагрузок. На рис. 20 показано распределение эквивалентных напряжений в модели.

Рис. 20

На рис. 21 показан результат оценки коэффициента безопасности по эквивалентным напряжениям.

На рис. 22 показан результат расчета деформации модели. Специальным значком в правой части детали помечен участок, подвергающийся максимальной деформации.

Рис. 21

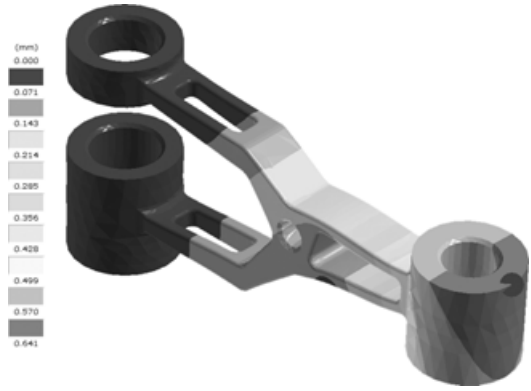


Рис. 22

Если модель представляет собой сборочную модель какого-либо механизма, то для нее может быть выполнен кинематический анализ с определением координат, скоростей, ускорений и сил взаимодействия отдельных ее звеньев. На основе заданных параметров некоторые системы позволяют создавать анимационные ролики, которые можно просмотреть с помощью стандартных средств Windows.

Трехмерная модель является гораздо более наглядным преставлением изделия, нежели ее плоский чертеж. Кроме создания любой аксонометрической проекции, 3D-системы позволяют легко строить разнесенные виды изделия, с помощью которых можно демонстрировать порядок сборки, разборки или технического обслуживания изделия. Такая возможность может быть очень полезной при подготовке технической документации и рекламных материалов. На рис. 23 слева показана сборочная единица **Кран шаровой**, выполненная в системе КОМПАС–3D V6. Справа показан разнесенный вид той же модели.

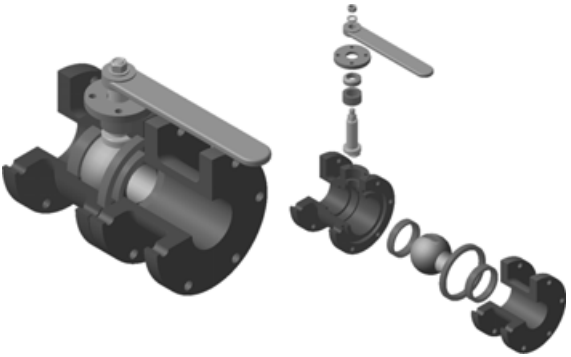


Рис. 23

Разнесенные виды и анимационные ролики могут быть использованы как наглядные пособия при подготовке производства, при обучении персонала, занимающегося техническим обслуживанием выпускаемой продукции, а также в отделе маркетинга для демонстрации заказчику возможностей и характеристик предлагаемой продукции ещё до выпуска первых опытных образцов.

Специальные подсистемы создания фотореалистичных изображений позволяют нанести на поверхность смоделированных деталей и узлов различные текстуры. На рис. 24 слева показана твердотельная модель шатуна, спроектированная в системе SolidWorks. Справа показана та же модель, с нанесенной на нее текстурой грубой чугунной отливки.

Рис. 24

Кроме того, подобные системы позволяют выбрать фоновое изображение модели. Данные о текстурах и фоновых изображениях выбираются из готовых библиотек, в которых присутствуют описания различных конструкционных материалов, сортов камня, дерева и многое другое. При необходимости, библиотеки могут быть дополнены пользователем. На основе информации о расставленных источниках света, генерируются тени и полутени, придающие необычайную достоверность компьютерному изображению еще не существующей реально конструкции.

ГЛАВА 1

Общие сведения о системе

Назначение системы

Система КОМПАС-3D V6 предназначена для создания трехмерных параметрических моделей деталей и сборок, их рабочих чертежей, содержащих все необходимые виды, разрезы и сечения. Параметризация трехмерных моделей позволяет быстро получать типовые детали на основе однажды спроектированного прототипа.

Запуск КОМПАС-3D V6

Запуск системы в среде MS Windows осуществляется точно так же, как и запуск любых других Windows-приложений.

- Передвиньте указатель мыши в нижний левый угол экрана и щелкните на кнопке **Start** (Пуск) (рис. 1.1).

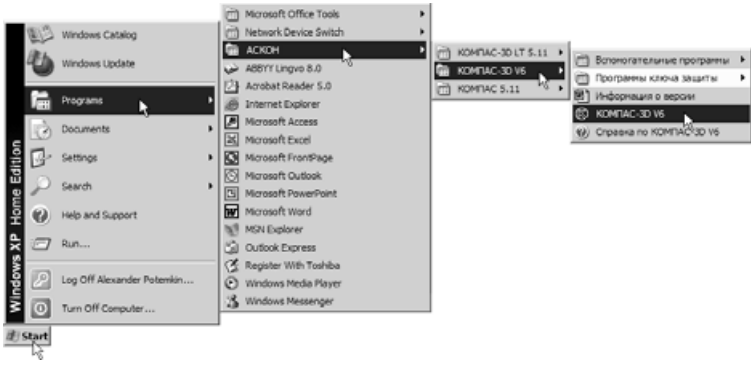


Рис. 1.1

- В главном меню Windows установите курсор на строке **Programs** (Программы). Задержите курсор на секунду, после чего автоматически откроется соответствующее меню.
- Далее укажите меню **АСКОН** и **КОМПАС-3D V6**. В последнем меню щелкните на команде **КОМПАС-3D V6** — начнется процесс загрузки программы.

После этого на экране останется открытым программное окно КОМПАС-3D V6 — система запущена и готова к работе.

Совет

Сразу после запуска программы убедитесь, что ее программное окно занимает весь рабочий стол Windows, т. е. находится в полноэкранном режиме. При этом средняя кнопка в группе кнопок управления окном должна находиться в состоянии **Восстановить** ⧉. Если это не так, то щелчком на кнопке **Развернуть** □ переключите окно в полноэкранный режим.

Открытие существующего документа

Во время первого запуска окно КОМПАС-3D V6 будет пустым. При установке система создает на жестком диске компьютера каталог Samples, в котором находятся несколько демонстрационных файлов.

Основные типы документов

Система КОМПАС-3D V6 состоит из двух частей: модуля плоского черчения и модуля трехмерного твердотельного моделирования. Каждый из этих модулей отвечает за выполнение определенных функций.

В терминах КОМПАС-3D V6 любое изображение, которое можно построить с помощью системы, принято называть *документом*. Помимо традиционных для системы КОМПАС типов документов (чертежей, фрагментов, спецификаций, текстов и графических документов), модуль трехмерного моделирования позволяет создавать документы двух дополнительных типов: трехмерные детали и сборки. В тех случаях, когда идет речь именно о трехмерных изображениях деталей или сборок, часто употребляется еще один термин — *модель*.

- *Трехмерная деталь* — это однородная непрерывная область пространства определенной формы. Трехмерные детали хранятся в файлах с расширением m3d.
- *Трехмерная сборка* — это трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подсборок и стандартных изделий. Сборки хранятся в файлах с расширением a3d.

Просмотр чертежей

Для открытия существующего документа нажмите кнопку **Открыть** на инструментальной панели **Стандартная**.

На экране откроется диалоговое окно **Выберите файлы для открытия** (рис. 1.2). В поле **Папка** данного окна открыта папка Samples. Список файлов данной папки содержит несколько документов в формате системы КОМПАС: чертежей, спецификаций, трехмерных моделей деталей и сборок, в том числе, файлы с именами Sample1, Sample2. Это примеры плоских чертежей, созданных с помощью модуля плоского черчения.

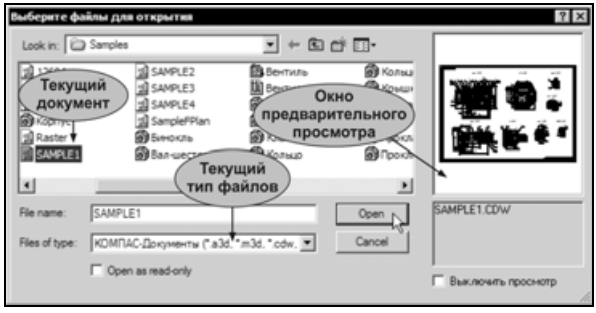


Рис. 1.2

- Щелчком мыши назначьте текущим документ Sample1. Имя файла выделено цветом в списке файлов, продублировано в текстовом поле **Имя файла**, а в окне предварительного просмотра показано его содержимое.
- Нажмите кнопку **Open** (Открыть) — в программном окне системы открыт указанный чертеж (рис. 1.3).

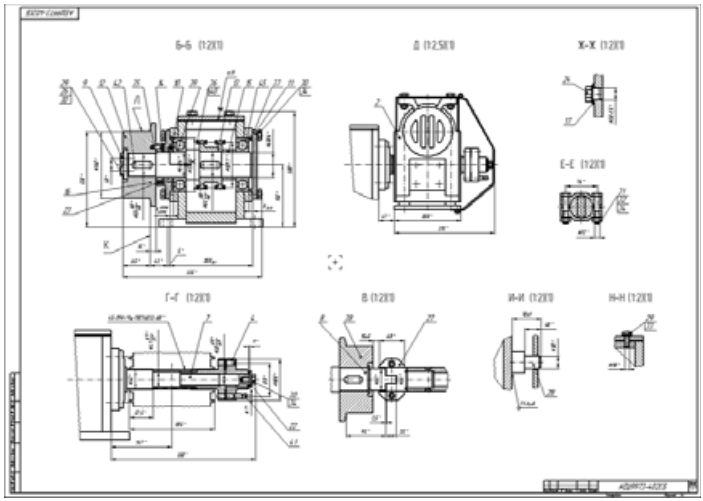


Рис. 1.3

Совет

Сразу после открытия документа убедитесь, что его окно занимает всю область программного окна КОМПАС-3D V6, предназначенную для отображения документов, т. е. находится в полноэкранном режиме. Если это не так, щелчком на кнопке **Развернуть** переключите окно в полноэкранный режим.

Просмотр деталей

По умолчанию, в диалоговом окне открытия файлов система отображает документы всех типов. Для того, чтобы перейти к просмотру только трехмерных деталей, удобнее определить тип отображаемых файлов.

- Вновь щелкните на кнопке **Открыть документ** на инструментальной панели **Стандартная**.
- Нажмите кнопку открытия списка типов файлов (рис. 1.4) и выберите из списка строку **Компас-Детали (*.m3d)** .

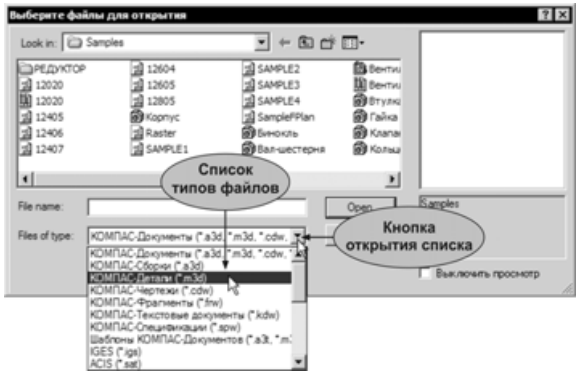


Рис. 1.4

- Теперь в окне отображается список трехмерных моделей деталей, хранящихся в папке Samples. Сделайте текущим документ **Вал-шестерня** и откройте его щелчком на кнопке **Открыть** (рис. 1.5).

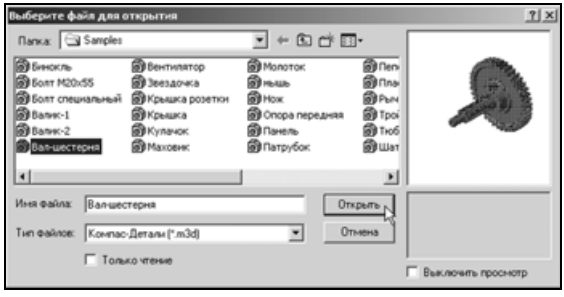


Рис. 1.5

После открытия, текущий документ можно просматривать, вносить в него любые изменения (редактировать) или отправить на печать. На примере этой детали познакомимся с основными элементами программного окна системы.

Основные элементы интерфейса

КОМПАС-3D V6 — это программа для операционной системы MS Windows. Поэтому ее окно имеет те же стандартные элементы управления, что и другие Windows-приложения (рис. 1.6). Ниже даны краткие характеристики всех основных элементов интерфейса[1].

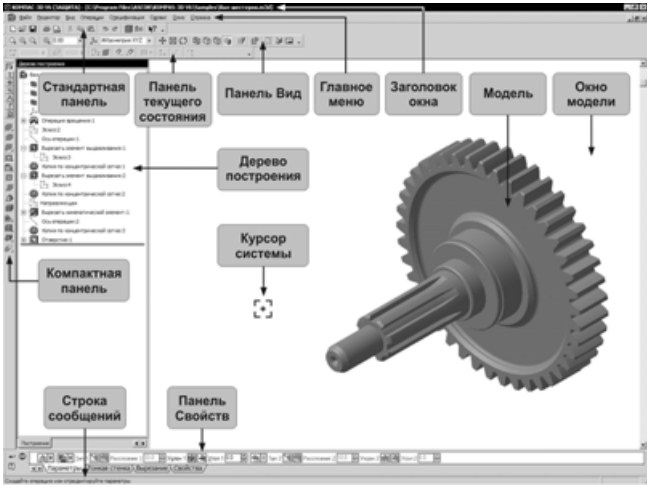


Рис. 1.6

Заголовок программного окна

Заголовок расположен в самой верхней части окна (рис. 1.6). В нем отображается важная информация: название и номер версии программы, тип открытого документа, полный путь (последовательность папок, определяющих положение документа на жестком диске) и его имя (рис. 1.7).

Рис. 1.7

[1] Описание системы дано для версии КОМПАС-3D V6.0. Ввиду постоянного развития КОМПАС-3D V6, на вашем диске, возможно, находится более поздняя версия системы. В таком случае вид отдельных панелей и меню может иметь некоторые отличия.

Строка меню

Строка меню расположена в верхней части программного окна, сразу под заголовком (рис. 1.6). В ней находятся все основные меню системы (рис. 1.8). В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.

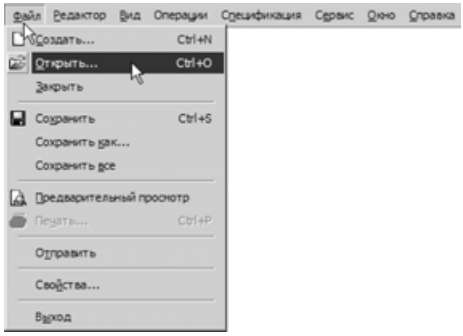


Рис. 1.8

Стандартная панель

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы, под строкой меню (рис. 1.6). Панель содержит кнопки часто используемых команд (рис. 1.9). Набор кнопок стандартной панели можно изменить с помощью средств настройки системы.

Рис. 1.9

Замечание

Многие команды строки меню дублируют кнопки на стандартной панели. Например, команде **Открыть** в меню **Файл** соответствует кнопка **Открыть** на стандартной панели.

Окно документа

Окно документа занимает основную часть программного окна КОМПАС-3D V6 (рис. 1.6). В нем отображается открытая модель, открываются новые документы, выполняются операции построения, оформления и редактирования документов.

Строка сообщений

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна КОМПАС-3D V6 (рис. 1.6). В ней отображаются сообщения и запросы системы:

- краткая информация об элементе экрана, к которому подведен курсор;
- сообщение, ввода каких данных ожидает система;
- краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

Например, на рис. 1.10 вверху показано состояние строки сообщений при подведении указателя мыши к кнопке **Показать все** на панели **Вид**, в центре — при подведении указателя мыши к кнопке **Отверстие** на панели **Редактирование детали**, внизу — в режиме ввода отрезка.

Рис. 1.10

Совет

Строка сообщений — это ваш главный помощник. Внимательно следите за ее состоянием. Это поможет правильно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок при выполнении построений.

Панель текущего состояния

Панель текущего состояния находится в верхней части окна КОМПАС-3D V6, сразу над окном документа (рис. 1.6). Состав панели текущего состояния различен для разных режимов работы системы[1]. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т. д. Эти средства представлены стандартными элементами управления: кнопками, полями и списками (рис. 1.11).

Рис. 1.11

[1] В режиме работы с деталями **Панель текущего состояния** не используется, поэтому ее элементы закрыты для применения.

Компактная панель и инструментальные панели

Компактная панель, по умолчанию, находится в левой части окна системы (рис. 1.6) и состоит из нескольких *инструментальных панелей*. Выбор нужной панели осуществляется с помощью кнопок переключения, то есть каждой кнопке переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Каждая инструментальная панель содержит набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку.

Состав Компактной панели зависит от типа активного документа. Например, при открытии трехмерной модели детали включается кнопка **Редактирование детали** и открывается инструментальная панель **Редактирование детали** (рис. 1.12).

На этой панели расположены кнопки команд, с помощью которых можно выполнять трехмерные построения: создать основание детали, добавить к основанию дополнительные элементы (бобышки, отверстия, скругления, ребра жесткости и т. д.).

Рис. 1.12

Замечание

Некоторые кнопки на инструментальных панелях могут быть затенены. Это значит, что соответствующие команды временно невыполнимы или недостаточно условий для их выполнения.

Кнопка **Пространственные кривые** открывает одноименную инструментальную панель (рис. 1.13). На ней расположены кнопки команд, с помощью

которых можно создавать цилиндрические и конические спирали, ломаные трехмерные линии и плавные кривые (сплайны).

Единственная кнопка на панели **Поверхности** позволяет импортировать в модель КОМПАС данные из файлов в форматах SAT или IGES (рис. 1.14).

На инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** расположены кнопки команд объектов вспомогательной геометрии, таких как: оси, плоскости и линии разъема (рис. 1.15).

Рис. 1.13

Рис. 1.14

Рис. 1.15

На инструментальной панели **Измерения** расположены кнопки команд, позволяющих выполнять измерения: подсчитывать длины ребер и площадь граней, определять расстояния между ними, вычислять массо-центровочные характеристики модели (рис. 1.16).

Команды инструментальной панели **Фильтры** позволяют выделять в модели только определенные ее элементы: грани, ребра, вершины и т. д. (рис. 1.17).

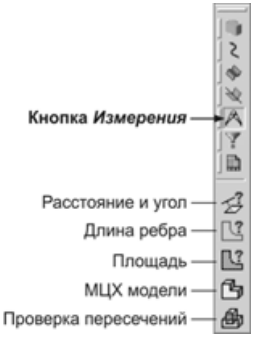


Рис. 1.16

Рис. 1.17

Панели расширенных команд

Некоторые команды на инструментальных панелях имеют варианты расширения. Например, вспомогательная плоскость в КОМПАС-3D V6 может быть построена несколькими различными способами[1]. По умолчанию, строится смещенная плоскость. Чтобы получить доступ к прочим вариантам построения вспомогательных плоскостей, необходимо вызвать на экран панель расширенных команд.

Для вызова панели расширенных команд необходимо:

- щелкнуть на кнопке основной команды левой кнопкой мыши и удерживать ее. Через непродолжительное время на экране появится связанная с данной кнопкой панель расширенных команд;
- после появления панели, для выбора необходимого варианта команды нужно установить курсор на соответствующую кнопку панели и отпустить кнопку мыши.

Например, на рис. 1.18 показана панель расширенных команд построения вспомогательных плоскостей, которая расположена на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**.

Рис. 1.18

Замечание

Кнопки на инструментальных панелях, имеющие панели расширенных команд, помечены небольшим черным треугольником в правом нижнем углу.

Дерево построения

Дерево построения, по умолчанию, располагается в левой части программного окна КОМПАС-3D V6. Оно представляет в графическом виде после-

[1] Вопросы создания и использования вспомогательных плоскостей рассматриваются в следующих главах.

довательность элементов, составляющих деталь, в порядке их создания. В дереве построения отображаются следующие элементы: наименование детали, плоскости, символ начала координат, операции, эскизы и оси (рис. 1.19).

Рис. 1.19

Дерево построения является неотъемлемой частью каждой трехмерной модели и оформляется в виде отдельного окна со стандартными элементами управления: заголовком, границами и кнопками управления окном.

Управление окном дерева построения

Можно изменять размеры окна дерева построения и определять его положение в окне модели с помощью стандартных элементов управления.

- Измените положение окна дерева построения в окне модели, перетащив его заголовок, с помощью мыши, вправо.
- Измените размер дерева по ширине и высоте, как это показано на рис. 1.19. Для этого перемещайте мышью правую или нижнюю границы окна. При этом курсор будет принимать вид двунаправленной горизонтальной или вертикальной стрелки.
- Измените одновременно размеры окна по ширине и высоте, перемещая с помощью мыши любой из углов окна. При этом курсор принимает вид двунаправленной диагональной стрелки.
- Закройте окно дерева построения щелчком на кнопке **Закрыть** ☒ в правом верхнем углу окна.

- Для того, чтобы вновь включить отображение окна дерева построения, выполните команду **Вид | Дерево построения**[1]. Рядом с названием команды в меню отобразился символ "галочка".
- Восстановите первоначальное положение и размеры окна дерева построения. Для этого переместите его заголовок мышью к левой границе экрана.

Просмотр сборок

Для того, чтобы перейти к просмотру примеров трехмерных моделей сборок, удобнее предварительно сменить тип отображаемых файлов в диалоговом окне **Выберите файлы для открытия**.

- Вновь щелкните на кнопке **Открыть документ** на панели **Стандартная**.
- Нажмите кнопку открытия списка типов файлов и выберите из списка строку **Компас-Сборки (*.a3d)** (рис. 1.20).

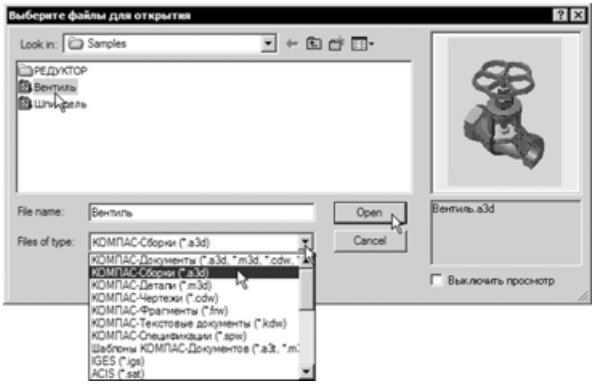


Рис. 1.20

Теперь в окне отображается список трехмерных моделей сборок, хранящихся в папке Samples.

- Назначьте текущим документ **Вентиль** и откройте его щелчком кнопки **Открыть**.

Открыты три документа: чертеж, деталь и сборка. Любой документ из числа открытых можно сделать текущим, выбрав его имя из меню **Окно**.

- Вернитесь к работе с документом **Вал-шестерня** (рис. 1.21).

---

[1] Здесь и далее под фразами типа "выполните команду **Вид | Дерево построения**" следует понимать выполнение последовательности действий: откройте меню **Вид** и выполните команду **Дерево построения**.

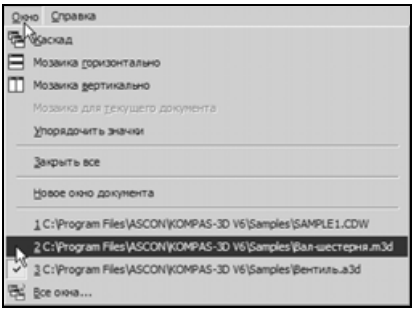


Рис. 1.21

Закрытие окна документа

Для закрытия документа достаточно щелкнуть кнопкой **Закрыть** ☒ окна документа. Отказаться от работы с текущим документом можно также с помощью команды **Файл | Закрыть**.

- Закройте документ **Вал-шестерня**.

Если документ не подвергался корректировке, или перед этим была выполнена команда его сохранения на диске, то он будет закрыт немедленно. Если же в него были внесены какие-либо изменения, то при любой попытке закрытия документа система выдаст на экран стандартный запрос о сохранении этих изменений или отказе от них (рис. 1.22).

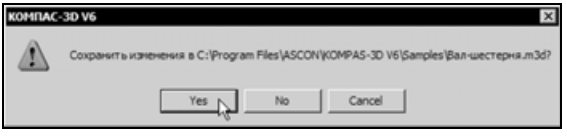


Рис. 1.22

Если в течении текущего сеанса работы было открыто большое количество окон документов, то можно быстро закрыть эти окна с помощью команды **Закрыть все** из меню **Окно** (рис. 1.21).

Замечание

Одновременно можно открыть произвольное количество окон документов и свободно переключаться между ними. Это количество ограничено только ресурсами компьютера. Одновременная работа с несколькими документами особенно эффективна при моделировании сборок, создании сборочных чертежей и спецификаций.

Управление изображением модели

Можно управлять масштабом изображения модели на экране, двигать и поворачивать модель, а также выбирать различные варианты ее отображения. Основные команды управления изображением в КОМПАС-3D V6 представлены кнопками на инструментальной панели **Вид** (рис. 1.23).

Рис. 1.23

Кроме того, команды управления изображением продублированы в меню **Вид** (рис. 1.24). Командам **Показать все**, **Перестроить** и **Обновить изображение** сопоставлены комбинации горячих клавиш.

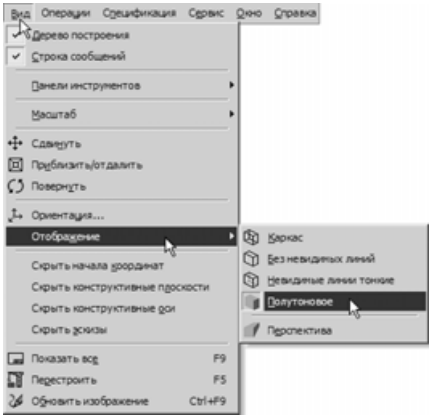


Рис. 1.24

Управление масштабом отображения

Размеры проектируемой детали или сборки могут значительно отличаться от размеров экрана. Поэтому при работе с моделью постоянно возникает необходимость изменять масштаб ее отображения.

Средства КОМПАС-3D V6 позволяют удобно работать с моделями самых разных размеров. Это достигается за счет увеличения или уменьшения масштаба отображения модели в окне документа, причем эти изменения не

оказывают никакого влияния на ее реальный размер. Чтобы правильно понять работу механизма изменения масштаба, просто представьте, что вы приближаетесь или удаляетесь от модели. Точно такие же действия выполняет КОМПАС-3D V6 при изменении масштаба отображения документа.

Просмотр текущего документа целиком

Сразу после открытия документа, или в процессе работы над ним часто возникает необходимость увидеть его целиком. Для этого нажмите кнопку **Показать все** на инструментальной панели **Вид**. Система автоматически подберет максимально возможный масштаб отображения, при котором модель целиком отобразится в окне документа.

Если модель имеет большие размеры, мелкие элементы становятся трудно различимыми, зато хорошо видна ее общая форма. Небольшие модели, напротив, будут увеличены.

Увеличение масштаба рамкой

Если нужно подробнее рассмотреть какую-либо часть модели, выполнить построения или корректировку элементов на ограниченном участке, необходимо предварительно увеличить этот участок до размеров всего экрана.

- В папке Samples самостоятельно найдите и откройте модель детали **Бинокль.m3d**.
- Нажмите кнопку **Увеличить масштаб рамкой** или выполните команду **Вид | Увеличить масштаб рамкой**.
- Мысленно заключите интересующий вас участок детали в прямоугольную рамку.
- Посмотрите на панель сообщений системы. В ней отображается запрос **Укажите начальную точку рамки**. Построение рамки увеличения можно начинать с любого угла. Щелкните в один из углов воображаемой рамки (рис. 1.25).

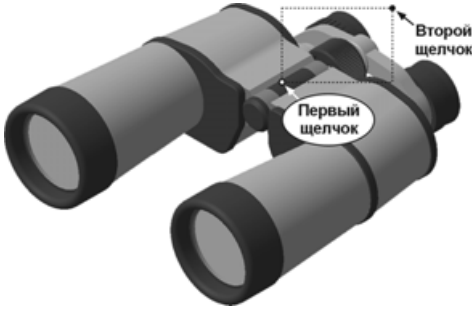


Рис. 1.25

- Перемещайте курсор в противоположный по диагонали угол рамки. При этом на экране будет отображаться ее строящийся фантом.
- Как только рамка охватит весь намеченный участок, щелкните мышью еще раз.

После этого изображение в окне будет воссоздано. В нем отобразится, в увеличенном масштабе, область документа, заключенная в рамку (рис. 1.26).

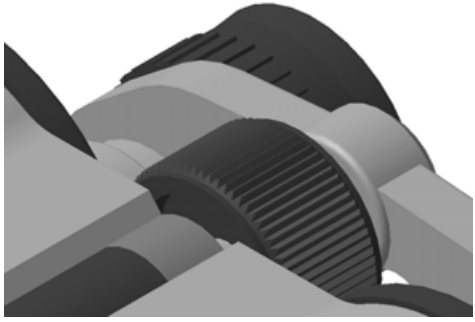


Рис. 1.26

После просмотра увеличенного участка можно опять вернуться в режим просмотра всей модели щелчком на кнопке **Показать все**.

Увеличение и уменьшение масштаба в определенное количество раз

Можно увеличить или уменьшить масштаб изображения (по умолчанию, в 1,2 раза) с помощью кнопок **Увеличить масштаб** и **Уменьшить масштаб** на панели **Вид**. При использовании данных команд за центр каждого нового изображения берется центр предыдущего.

- Сейчас модель видна на экране целиком. Щелкните несколько раз на кнопке **Увеличить масштаб** — изображение будет увеличиваться.
- Обратная процедура выполняется с помощью кнопки **Уменьшить масштаб** — щелкните на ней несколько раз.
- Вернитесь в режим просмотра всего документа щелчком на кнопке **Показать все**.

Совет

Команды увеличения и уменьшения масштаба имеют свои аналоги на клавиатуре. Кнопке **Увеличить масштаб** соответствует клавиша <+> на цифровой (дополнительной) клавиатуре, а кнопке **Уменьшить масштаб** — клавиша <->.

- С помощью клавиатуры можно более точно управлять масштабом изображения. Если вы хотите, чтобы при увеличении/уменьшении изображения за центр нового экрана принималось текущее положение курсора, клавиши <+> и <-> нужно нажимать в комбинации с клавишей <Shift>.
- Не выполняя щелчков, установите курсор в интересующую вас область модели. Нажмите клавишу <Shift> на клавиатуре и, удерживая ее, нажмите несколько раз клавишу <+> на цифровой клавиатуре — изображение увеличивается, причем за центр масштабирования принято текущее положение курсора. Теперь несколько раз нажмите клавишу <-> на цифровой клавиатуре — изображение будет уменьшаться.
- Вернитесь в режим просмотра всей модели .

Плавное изменение масштаба

Все описанные выше команды изменяют масштаб дискретно. При необходимости, можно плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Для этого следует воспользоваться кнопкой **Приблизить/отдалить** на панели **Вид**. Центром панорамирования является точка изображения, в которой была нажата левая кнопка мыши.

- Включите кнопку **Приблизить/отдалить** на панели **Вид**.
- Установите курсор, приблизительно в середину экрана.
- Нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор в вертикальном направлении. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, в обратном направлении — уменьшаться.
- После установки нужного масштаба кнопку **Приблизить/отдалить** следует выключить.

Явное задание масштаба

При выполнении предыдущих операций увеличения или уменьшения, система сама назначала масштабный коэффициент. Можно явно задавать масштаб изображения, введя его значение в поле **Текущий масштаб** на панели **Вид**, или выбрав значение из списка масштабов (рис. 1.27). При этом в качестве центра нового изображения будет взят центр предыдущего.

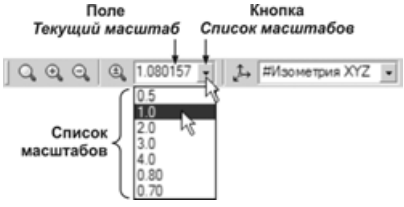


Рис. 1.27

- Двойным щелчком мыши в поле **Текущий масштаб** активизируйте поле. Введите с клавиатуры новое значение масштаба 2 и нажмите клавишу <Enter> — система установила масштаб отображения документа 2:1.
- Щелчком мыши на кнопке списка масштабов раскройте список. Щелкните на строке со значением 1.0 — система установила масштаб отображения документа 1:1.

Сдвиг изображения

Часто возникает необходимость просматривать разные участки модели при неизменном масштабе. В таких случаях следует пользоваться средствами сдвига изображения в окнах документов.

Сдвиг изображения при помощи мыши

Основным средством сдвига является кнопка **Сдвинуть** на панели **Вид** или команда **Вид | Сдвинуть изображение**.

- Отобразите документ целиком щелчком на кнопке **Показать все**.
- Увеличьте изображение, выполнив несколько щелчков на кнопке **Увеличить масштаб**.
- Нажмите кнопку **Сдвинуть**. При вызове команды курсор меняет свою форму на четырехстороннюю стрелку.
- Поместите курсор в окно детали. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, перемещайте курсор. Деталь будет сдвигаться в направлении перемещения курсора.
- Если достигнут край экрана, а изображение необходимо сдвинуть еще дальше, отпустите кнопку мыши, переместите курсор в центр экрана, а затем вновь нажмите левую кнопку мыши и продолжите сдвиг изображения.
- После того, как на экране появится нужный участок модели, кнопку **Сдвинуть** следует выключить.

Сдвиг изображения с помощью линеек прокрутки

Если в установленном масштабе отображения документа он не помещается в окне целиком, на экране автоматически появляются дополнительные средства управления изображением — горизонтальная и вертикальная **линейки прокрутки**. Они отображаются в окне документа внизу и справа. Для прокрутки изображения в окне воспользуйтесь кнопками со стрелками,

расположенными по краям линеек: для сдвига влево ◄, вправо ►, вниз ▼ и вверх ▲. Можно также перемещать мышью имеющийся на линейке бегунок □. Положение бегунка на линейке приблизительно показывает, какая часть документа отображается в настоящее время

Совет

Если ваша мышь оснащена колесиком или средней клавишей, то ими тоже можно сдвигать изображение и управлять масштабом. Вращение колесика в нужном направлении позволяет плавно менять масштаб, а перемещение мыши при нажатом колесике позволяет сдвигать изображение.

Управление ориентацией модели

При работе над моделью постоянно возникает необходимость видеть изображение разных сторон детали. Для этого в КОМПАС-3D V6 предусмотрены различные средства управления ориентацией детали.

Вращение детали с помощью мыши

Для произвольного вращения модели в любом направлении нажмите кнопку **Повернуть** на панели **Вид**. После вызова команды внешний вид курсора изменится — он превратится в две дугообразные стрелки.

Поместите курсор в окно детали. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Модель будет вращаться вокруг своего геометрического центра, а направление вращения будет зависеть от направления перемещения курсора.

Совет

Если необходимо повернуть модель в плоскости экрана, нужно перемещать курсор при нажатой левой кнопкой мыши, одновременно удерживая нажатой кнопку <Alt> на клавиатуре.

Вращение детали с помощью клавиатуры

Вращать деталь на экране можно также с помощью клавиатуры, используя для этого комбинации клавиш , показанные в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Комбинация клавиш	Действие
<Ctrl>+<Shift>+<↑>	Вращение детали в вертикальной плоскости
<Ctrl>+<Shift>+<↓>	

Таблица 1.1 *(окончание)*

Комбинация клавиш	Действие
<Ctrl>+<Shift>+<→>	Вращение детали в горизонтальной плоскости
<Ctrl>+<Shift>+<←>	
<Alt>+<→>	Вращение детали в плоскости экрана
<Alt>+<←>	
<Пробел>+<↑>	Поворот детали на 90° в горизонтальной плоскости
<Пробел>+<↓>	
<Пробел>+<→>	Поворот детали на 90° в вертикальной плоскости
<Пробел>+<←>	

Использование стандартных ориентаций

Любую модель можно расположить в пространстве таким образом, что одна из трех стандартных плоскостей проекции будет параллельна плоскости экрана (рис. 1.28).

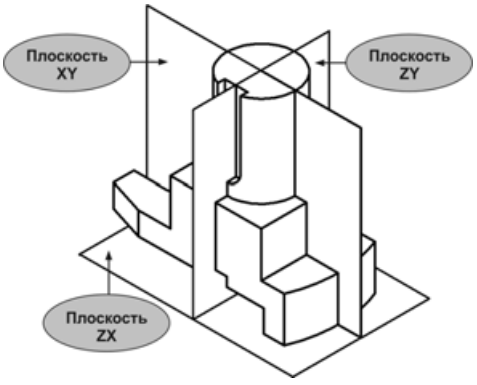


Рис. 1.28

При этом можно получить любую стандартную проекцию детали, соответствующую ее видам на листе чертежа (рис. 1.29).

Для получения нужной проекции модели щелкните мышью на кнопке **Список видов** на панели **Вид** и выберите название стандартной проекции из списка видов (рис. 1.30). Выбранная проекция отображена в поле **Текущая ориентация**, а изображение на экране воссоздано в соответствии с заданным направлением взгляда.

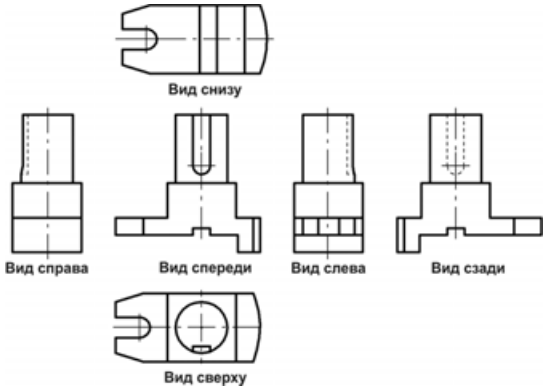


Рис. 1.29

Рис. 1.30

Иногда требуется, чтобы плоскости экрана была параллельна не одна из стандартных плоскостей проекций, а определенная плоская грань детали, построенная пользователем вспомогательная плоскость, либо текущий эскиз[1]. Для задания такой ориентации необходимо указать щелчком мыши нужный плоский объект в модели, а затем выбрать из списка видов строку **Нормально к...**

Рис. 1.31

[1] О построении эскизов сказано в следующей главе.

Создание пользовательской ориентации

Можно расширить список стандартных видов, сохранив текущую ориентацию модели под каким-либо именем, а затем возвращаться к ней в любой момент, выбирая ее по имени из списка.

- С помощью кнопки **Повернуть** определите удобную для вас ориентацию модели. Нажмите кнопку **Ориентация** на панели **Вид**.
- В диалоговом окне **Ориентация вида** нажмите кнопку **Добавить** и введите имя нового вида (рис. 1.32).
- Нажмите кнопки **OK** и **Выход**. После этого созданная ориентация будет добавлена в список стандартных видов.

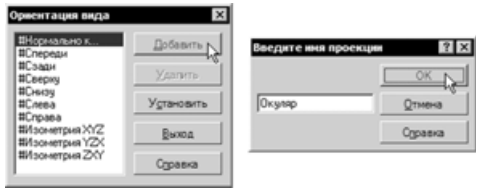


Рис. 1.32

Совет

С помощью диалогового окна **Ориентация вида** можно не только создавать новый вид, но и выбирать любой из существующих. Для этого щелчком мыши нужно выбрать нужный вид в списке и нажать кнопку **Установить**. Кроме того, ставший ненужным пользовательский вид можно удалить из списка с помощью кнопки **Удалить**.

Управление режимом отображения

При работе над моделью пользователь может устанавливать различные варианты ее отображения. В зависимости от ситуации, более удобным может оказаться тот или иной режим.

Для выбора режима отображения нужно воспользоваться соответствующими кнопками на панели **Вид** или выполнить команду **Вид | Отображение**.

Каркас

Режим отображения установлен по умолчанию для всех новых моделей. В этом режиме отображаются все ребра детали (рис. 1.33). Для установки режима нажмите кнопку **Каркас** на панели **Вид** или выполните команду **Вид | Отображение | Каркас**.

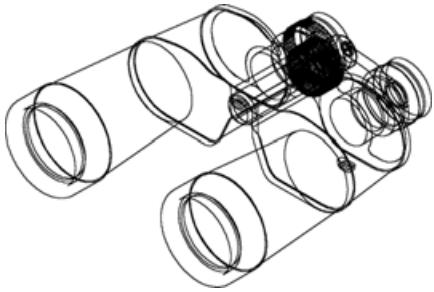


Рис. 1.33

Без невидимых линий

Режим позволяет отобразить деталь без линий, невидимых в текущей ориентации. При этом отображается только совокупность видимых ребер или их частей (рис. 1.34). Для установки режима нажмите кнопку **Без невидимых линий** или выполните команду **Вид | Отображение | Без невидимых линий**.

Невидимые линии тонкие

Режим позволяет показать деталь с невидимыми линиями (невидимыми ребрами и частями ребер), изображенными более светлыми, чем видимые линии (рис. 1.35). Для вызова команды нажмите кнопку **Невидимые линии тонкие** или выполните команду **Вид | Отображение | Невидимые линии тонкие**.

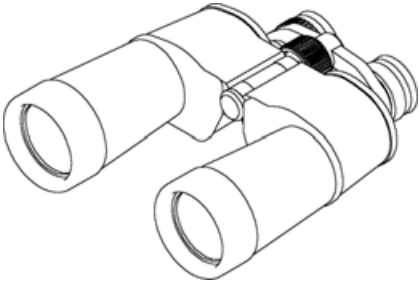


Рис.1.34

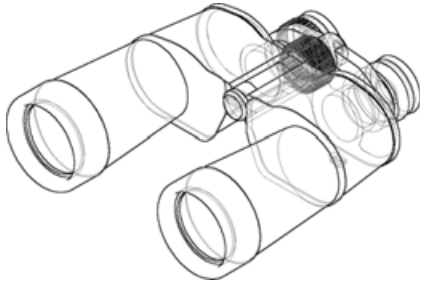


Рис. 1.35

Полутоновое

Режим позволяет получить наиболее полное представление о форме поверхности детали. При полутоновом отображении детали учитываются оптические свойства ее поверхности: цвет, блеск, диффузия и т. д. (рис. 1.36). Для вызова команды нажмите кнопку **Полутоновое** или выполните команду **Вид | Отображение | Полутоновое**.

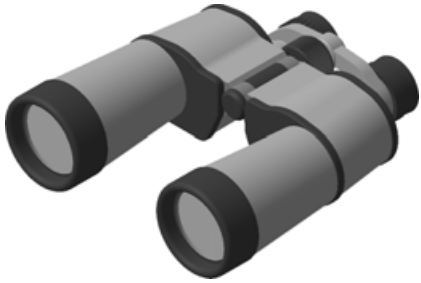


Рис. 1.36

Перспектива

Режим позволяет получить еще более реалистичное изображение детали, в соответствии с особенностями зрительного восприятия предметов (рис. 1.37). Точка схода перспективы расположена в центре окна детали. Все перечисленные ранее режимы отображения (каркасное, полутоновое, без невидимых линий и с тонкими невидимыми линиями) можно сочетать с перспективной проекцией. Для вызова команды нажмите кнопку **Перспектива** на панели управления или выполните команду **Вид | Отображение | Перспектива**.

Рис. 1.37

Отображение модели в нескольких окнах

Можно открыть дополнительные окна для текущего документа. При этом в одном окне можно отобразить документ целиком, а в другом — его определенный участок в увеличенном виде. Кроме того, в каждом из окон может быть определена своя ориентация модели, ее масштаб и режим отображения. Количество дополнительных окон, которые можно открыть для документа, не ограничено.

- Выполните команду **Окно | Новое окно документа** (рис. 1.38). По команде система откроет для текущего документа еще одно дополнительное окно.

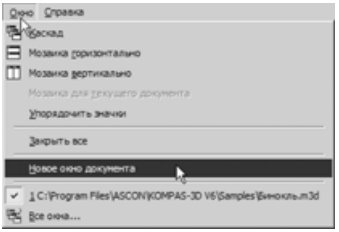


Рис. 1.38

- Повторите эту команду еще дважды. Таким образом, вы откроете для текущего документа три дополнительных окна.
- Выполните команду **Окно | Мозаика горизонтально**. Для каждого из окон будет отведена четверть программного окна **КОМПАС-3D V6**. При работе над моделью все операции, связанные с созданием или редактированием ее элементов, можно выполнять в любом из открытых окон.
- Сделайте текущим левое верхнее окно щелчком мыши на его заголовке. Установите для данного окна ориентацию **Спереди**, режим отображения **Полутоновое**, отключите показ дерева построения и нажмите кнопку **Показать Все**.
- Попробуйте установить ориентацию модели, режим ее отображения и масштаб для остальных окон, как это показано на рис. 1.39.

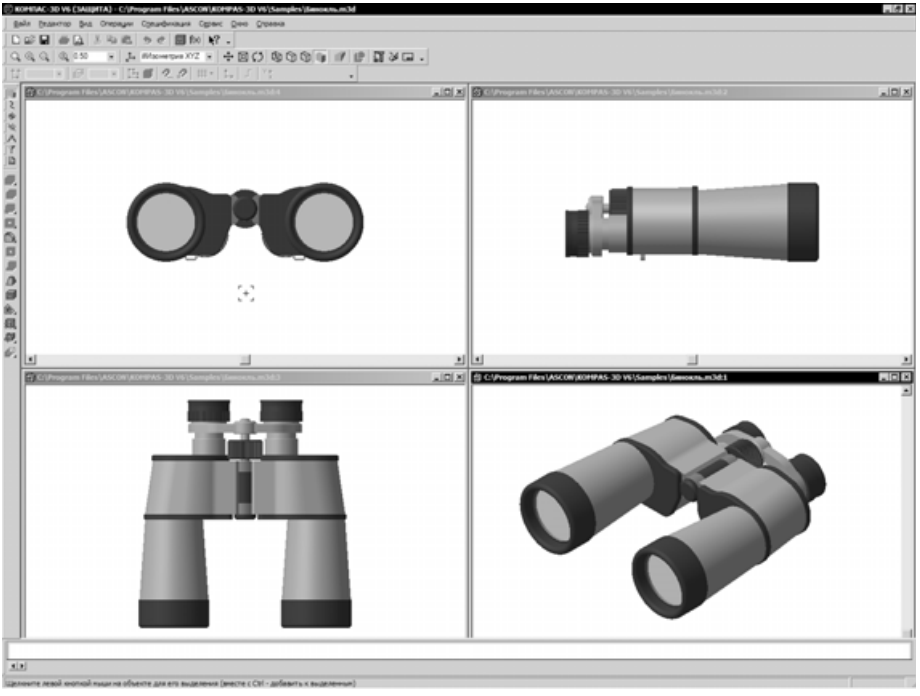


Рис. 1.39

- Ставшее ненужным окно можно закрыть щелчком на кнопке **Закрыть** в правом верхнем углу окна.
- Закройте три любых окна. Оставшееся окно разверните во весь экран щелчком на кнопке **Развернуть**, установите ориентацию **Изометрия XYZ** и отобразите модель целиком.

Замечание

Все команды управления изображением являются прозрачными. Их можно выполнять во время выполнения любой другой команды КОМПАС-3D V6. При этом выполнение текущей команды будет временно приостановлено, а после изменения масштаба, ориентации или варианта отображения — возобновлено. Во время работы с документом можно произвольно комбинировать все описанные выше команды управления изображением.

Управление панелями

При необходимости пользователь может включать и отключать отображение отдельных инструментальных панелей с помощью команд из меню **Вид | Панели инструментов** (рис. 1.40).

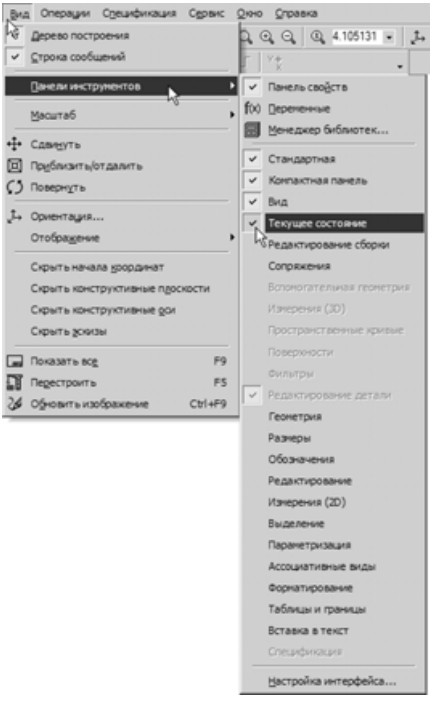


Рис. 1.40

Компактную панель, которая, по умолчанию, прижата к левой границе экрана, можно перевести в "незакрепленное" состояние, перемещать в окне системы или прикрепить к его границам.

Для перевода панели в "незакрепленное" состояние, установите курсор на маркер перемещения в верхней части панели (рис. 1.41). После того, как он примет вид четырехнаправленной стрелки, нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, перенесите панель в нужное место на экране.

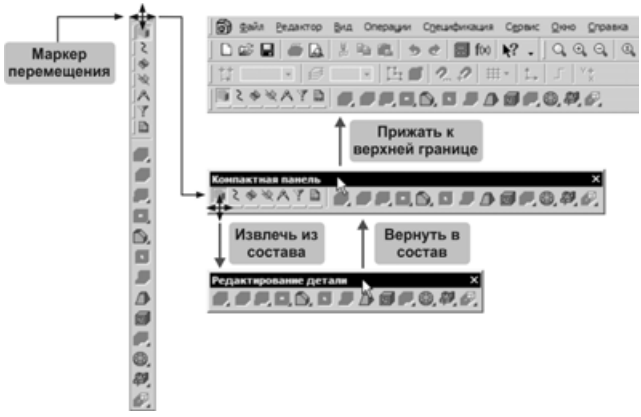


Рис. 1.41

Если компактную панель нужно прижать к границе экрана, то просто переместите ее заголовок мышью в соответствующем направлении (рис. 1.41). После того, как панель примет нужное положение и ориентацию, отпустите клавишу.

Любую инструментальную панель можно извлечь из состава компактной панели. Для этого нужно перетащить ее маркер за пределы компактной панели. Например, на рис. 2.41 показано извлечение панели **Редактирование детали**.

Для того, чтобы вернуть инструментальную панель обратно в состав компактной панели, просто перетащите заголовок инструментальной панели на компактную панель.

Можно менять порядок кнопок на панели переключения. Для этого захватите мышью маркер перемещения кнопки и переместите его в нужном направлении (рис. 1.42). Дополнительный вертикальный маркер будет показывать текущее положение кнопки. После того, как нужное положение будет достигнуто, отпустите кнопку мыши.

Рис. 1.42

ГЛАВА 2

Основы 3D-моделирования

В этой главе рассматриваются общие принципы моделирования деталей, основные понятия и терминология. Подробно описывается создание простой 3D-модели, отдельные элементы которой часто встречаются в других механических деталях. Приводятся примеры настройки модели (цвет, точность отображения, материал), расчета массы и создания рассеченных видов. Рассматривается вывод трехмерного изображения на печать.

Замечание

Работа в модуле трехмерного моделирования предполагает знание основ плоского черчения в системе КОМПАС, параметрического задания и т.п. В данном руководстве приводятся лишь самые необходимые сведения по этим темам.

Общие принципы моделирования деталей

В современных системах трехмерного моделирования построение твердотельной модели осуществляется последовательным выполнением операций объединения, вычитания и пересечения объемных элементов (призм, цилиндров, пирамид, конусов и т.п.). На рис. 2.1 показан пример последовательности операций.

К прямоугольной призме в основании детали (1) путем объединения добавляется цилиндрическая бобышка (2), затем усеченная пирамида (3). Путем вычитания цилиндра (4) в модели выполняется построение отверстия.

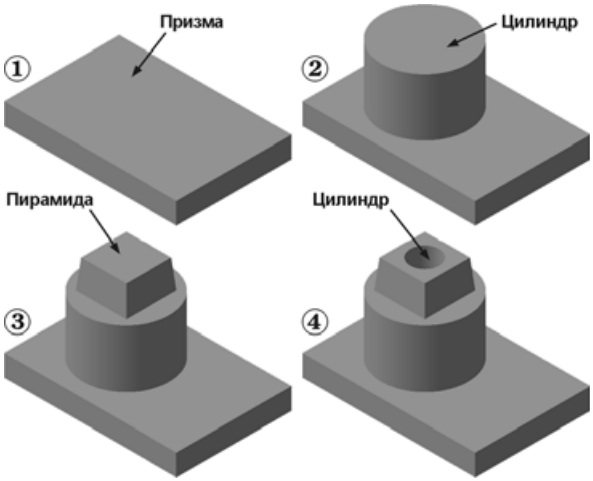


Рис. 2.1

Варьируя эти простые операции, можно построить достаточно сложную модель.

Как создаются объемные элементы

Для создания объемных элементов используется перемещение плоских фигур в пространстве. Ниже показаны несколько типовых перемещений и полученные в результате объемные элементы различной формы.

Перемещение прямоугольника в направлении, перпендикулярном его плоскости, определяет призму, или прямоугольную пластину (рис. 2.2).

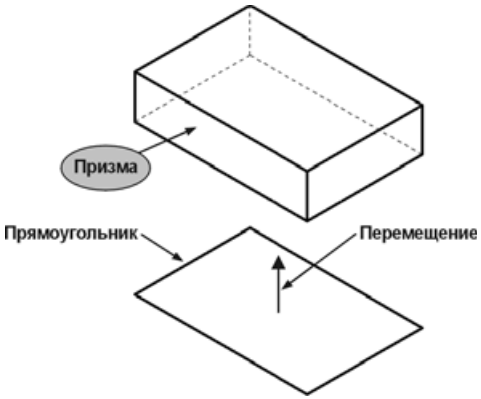


Рис. 2.2

Поворотом ломаной линии на 360° вокруг оси в одной с ней плоскости будет сформирован вал, состоящий из цилиндрических и конических участков (рис. 2.3).

Перемещением окружности вдоль направляющей кривой получен круглый стержень (рис. 2.4).

Рис. 2.3

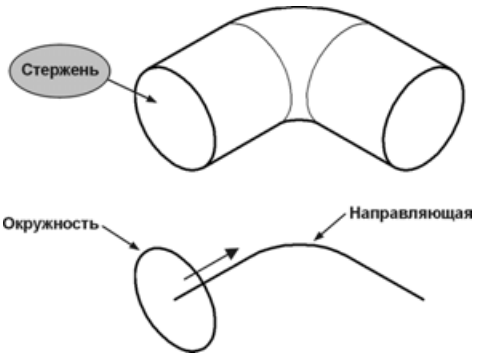


Рис. 2.4

Эскизы и операции

Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело, называется *эскизом*, а само перемещение — *операцией*.

Эскизы

Эскиз может располагаться в одной из стандартных плоскостей проекции, на плоской грани объемного тела или на вспомогательной плоскости, определенной пользователем.

Эскизы выполняются модулем плоского черчения и состоят из комбинаций графических примитивов: отрезков, дуг, окружностей, ломаных линий и т.п.

В эскиз можно скопировать изображение из созданного ранее чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели использовать существующие плоские чертежи[1].

---

[1] О том, как можно построить трехмерную модель на основе созданного ранее плоского чертежа, рассказано в *главе* 6.

Операции

КОМПАС-3D V6 располагает разнообразными средствами для построения объемных элементов. К базовым типам операций можно отнести следующие[1]:

- *операция выдавливания* — выдавливание в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза;
- *операция вращения* — вращение вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза;
- *кинематическая операция* — перемещение эскиза вдоль направляющей;
- *операция по сечениям* — построение объемного элемента по эскизам его сечений плоскостями (рис. 2.5).

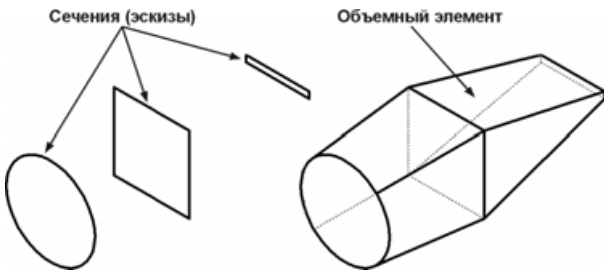


Рис. 2.5

Операция может иметь дополнительные возможности (опции), которые позволяют изменять или уточнять правила построения объемного элемента. Например, если в операции выдавливания прямоугольника дополнительно задать величину и направление уклона, то вместо призмы будет построена усеченная пирамида (рис. 2.6).

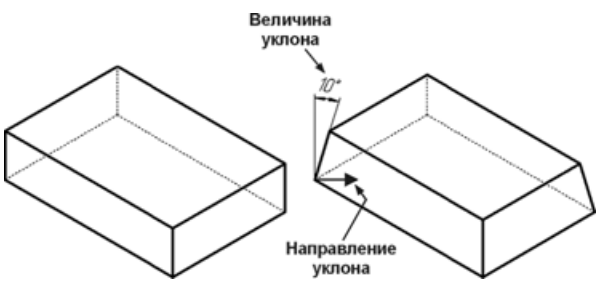


Рис. 2.6

[1] Большинство из этих операций были уже рассмотрены ранее, в разделе *Как создаются объемные элементы*.

Таким образом, процесс создания трехмерной модели заключается в добавлении или вычитании дополнительных объемов, образованных при помощи операций над плоскими эскизами[1]. При выборе операции нужно в первую очередь определить, будет ли создаваемый элемент вычитаться из имеющегося на данный момент тела, или добавляться к нему. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, пазы, а примерами добавления объема — бобышки, выступы, ребра (рис. 2.7).

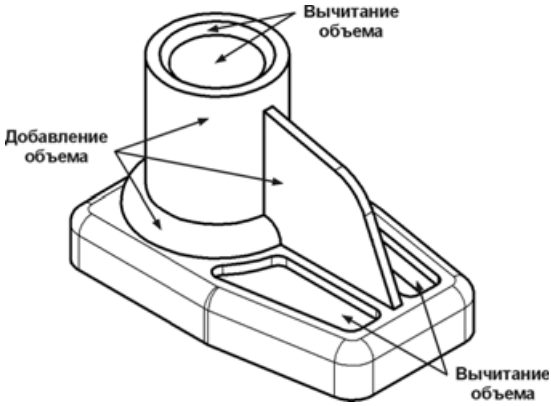


Рис. 2.7

Основные термины трехмерной модели

Объемные элементы в трехмерной модели, образуют грани, ребра и вершины, характеристика которых приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Грань	**Гладкая (необязательно плоская) часть поверхности детали. Поверхность детали может состоять из нескольких граней**
Ребро	Прямая или кривая, разделяющая две смежные грани
Вершина	Точка на конце ребра
Тело детали	Замкнутая гранями детали непрерывная область пространства. Считается, что эта область заполнена однородным материалом детали

[1] Из этого правила есть исключения. Например, такие элементы, как фаски или скругления не нуждаются в создании эскизов.

Кроме того, в модели могут присутствовать дополнительные элементы, например: символ начала координат, плоскости и оси (рис. 2.8).

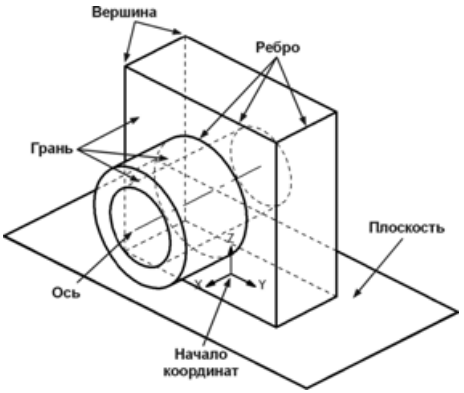


Рис. 2.8

Основание модели

Построение детали начинается с основания — первого формообразующего элемента. Основание есть у любой детали и всегда одно. Понятно, что построение основания всегда связано с добавлением объемного элемента, так как вычитать просто не из чего.

В качестве основания можно использовать любой из четырех основных типов: элемент выдавливания, элемент вращения, кинематический элемент и элемент по сечениям.

При создании модели всегда встает вопрос о том, какой из ее элементов использовать в качестве основания. Для этого надо хотя бы приблизительно представлять конструкцию будущей детали.

Чаще всего в качестве основания берут тот элемент детали, к которому удобнее добавлять все прочие элементы. Обычно такой подход полностью или частично повторяет технологический процесс изготовления детали (рис. 2.9).

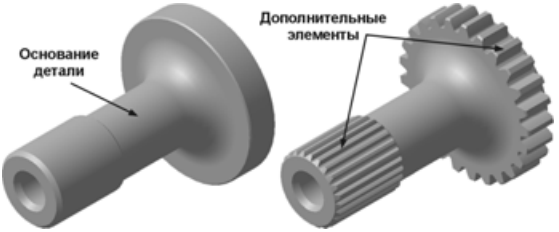


Рис. 2.9

В качестве основания можно рассматривать элемент детали, относительно которого заданы положение, размеры или форма большинства других элементов (рис. 2.10).

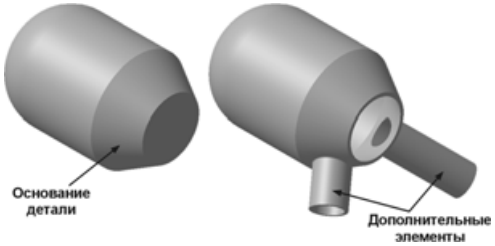


Рис. 2.10

В некоторых случаях в качестве основания следует рассматривать наиболее сложный элемент детали, к которому впоследствии нужно добавить минимальное количество прочих элементов. В частности, возможна ситуация, когда деталь полностью или в значительной степени состоит из одного основания (рис. 2.11).

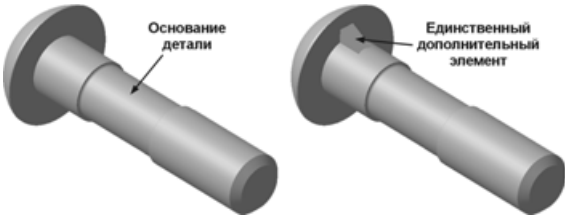


Рис. 2.11

Построение детали Кронштейн

В данном разделе дано подробное описание построения трехмерной модели детали **Кронштейн**, показанной на рис. 2.12.

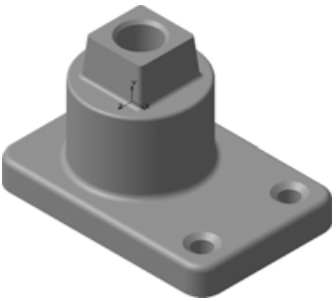


Рис. 2.12

Совет

Все модели, описание построения которых дается в этой книге, хранятся в законченном виде в папке Решения основного каталога установки системы. При необходимости, вы можете обращаться к ним и использовать в качестве образца.

Создание новой детали

Для создания новой детали:

- Выполните команду **Файл | Создать**[1] или нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**.
- В диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Деталь** и нажмите кнопку **OK** (рис. 2.13). На экране появится окно новой детали.

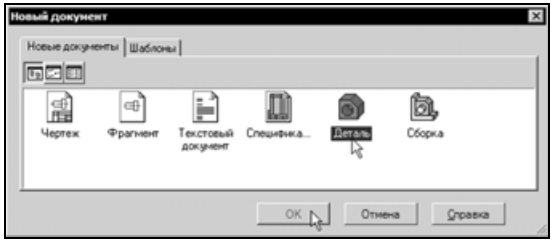


Рис. 2.13

Любой документ, созданный в КОМПАС-3D V6, обладает именем. Посмотрите на заголовок программного окна — система автоматически присвоила новому документу временное имя Деталь “БЕЗ ИМЕНИ:1”. Поэтому сразу после создания документа рекомендуется дать ему конкретное имя и сохранить в файл на диске.

- Щелкните на кнопке **Сохранить** панели **Стандартная**. На экране появится диалоговое окно **Укажите имя файла для записи**. По умолчанию, в нем открыта папка Samples.

Для того, чтобы имена однотипных моделей не совпадали с ранее созданными, полезно хранить их в отдельной папке.

Поднимитесь на один уровень вверх в иерархической структуре папок щелчком на кнопке **На один уровень вверх** панели управления диалогового окна. При этом откроется папка КОМПАС -3D V6 (рис. 2.14).

---

[1] Напомним, что под фразами типа "выполните команду **Файл | Создать** " следует понимать выполнение последовательности действий: откройте меню **Файл** и выполните из него команду **Создать**.

Нажмите кнопку **Создание новой папки** панели управления диалогового окна. Система создаст каталог под именем Новая папка.

- Введите с клавиатуры новое имя папки, например, Мои модели и нажмите клавишу <Enter>.

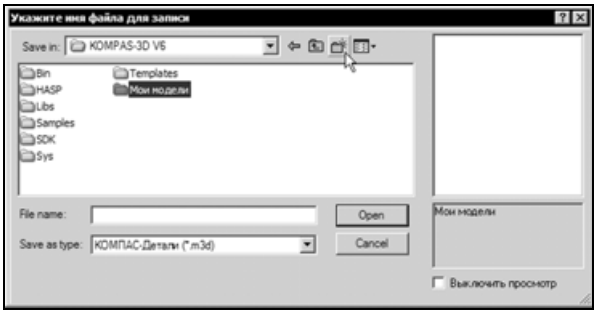


Рис. 2.14

- Откройте вновь созданную папку щелчком на кнопке **Открыть**. Как и следовало ожидать, она пуста.
- Щелкните мышью в поле **Имя файла**. В окне поля появится вертикальная мигающая черта — текстовый курсор.
- Введите с клавиатуры имя документа `Кронштейн` и нажмите кнопку **Сохранить** (рис. 2.15).

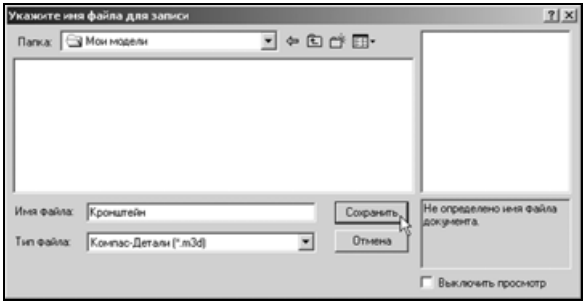


Рис. 2.15

Замечание

Имена файлов трехмерных моделей деталей, созданных в КОМПАС-3D V6, имеют расширение m3d, которое автоматически добавляется к имени документа.

- После этого на экране появится последнее диалоговое окно **Информация о документе** (рис. 2.16). На вкладке **Общие сведения** этого окна располо-

жены два текстовых поля: **Автор** и **Комментарий**. Оба они являются необязательными. Вы можете записать в них все, что угодно, или не заполнять совсем. В любом случае, щелчком на кнопке **OK** закройте это диалоговое окно — документ будет сохранен.

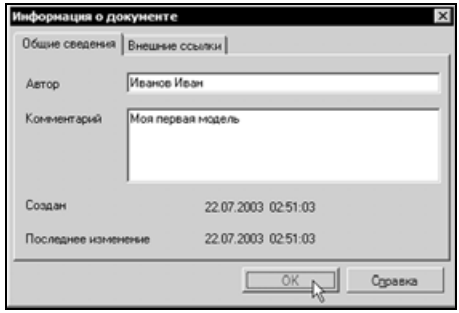


Рис. 2.16

Замечание

Обратите внимание на то, как изменилось содержание заголовка программного окна КОМПАС-3D V6. Теперь в нем отображается информация об имени текущего документа и его адресе на диске.

На этом процедура присвоения документу имени и записи его на жесткий диск закончена, и можно приступать непосредственно к моделированию[1].

Плоскости проекций и начало координат

Посмотрите на содержимое окна дерева построения (рис. 2.17). В начале создания модели в нем присутствуют лишь наименование детали по умолчанию **Деталь**, три стандартные плоскости проекций и символ начала координат (исходная точка).

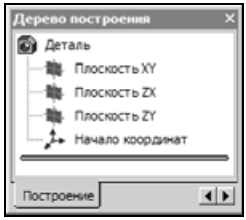


Рис. 2.17

[1] Все прочие документы, которые будут создаваться в процессе изучения системы, рекомендуется сохранять в папке Мои модели.

В каждой трехмерной модели существует система координат и определяемые ею плоскости проекций. Названия этих объектов появляются в дереве построения сразу после создания новой детали. Изображение символа начала системы координат появляется в центре окна детали.

Вы можете увидеть изображение проекционных плоскостей непосредственно в окне детали.

- Раскройте список видов щелчком мыши на кнопке **Список видов** панели **Вид** и выберите вид **Изометрия XYZ** (рис. 2.18).

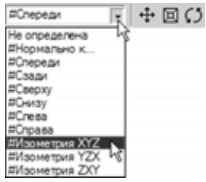


Рис. 2.18

- Щелчком мыши выделите элемент **Плоскость XY** в дереве построения.

Плоскости показываются на экране условно — в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях (рис. 2.19). Такое отображение удобно для понимания расположения плоскости в пространстве.

Рис. 2.19

Иногда, для удобства построения, требуется изменить размеры или положение символизирующего плоскость прямоугольника. Для этого можно перетаскивать мышью узелки управления (характерные точки) прямоугольника, которые становятся видны, когда плоскость выделена. Центральный узелок определяет положение прямоугольника, остальные — его ширину и высоту.

Замечание

Все плоскости в окне модели бесконечны. Соответствующие им прямоугольники отображаются исключительно для наглядности. Поэтому при создании эскизов можно чертить как внутри, так и снаружи прямоугольников плоскостей.

- Для отмены выделения плоскости выполните щелчок мышью в любой пустой области окна модели.

Создание основания

Построение детали на рис. 2.20 можно начать с любого элемента. Однако удобнее в качестве основания принять прямоугольную пластину со скругленными углами.

Для создания этого объемного элемента нужно построить его плоский эскиз в виде прямоугольника и выполнить операцию выдавливания на величину, равную толщине пластины.

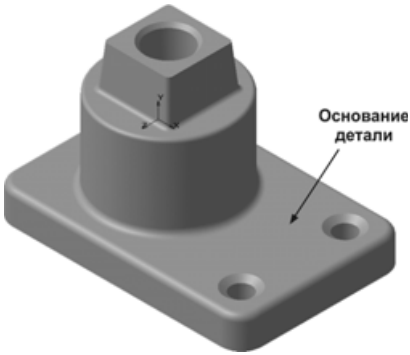


Рис. 2.20

Создание эскиза основания

Построение любого основания начинается с создания плоского эскиза. Как правило, при построении эскиза основания выбирают одну из стандартных плоскостей проекций[1]. Как уже было сказано выше, таких плоскостей в любой детали три. Какую же из них выбрать для построения эскиза основания?

[1] Эскиз основания можно построить не только на стандартной проекционной плоскости, но и на дополнительной плоскости. О создании дополнительных плоскостей рассказано ниже в этой и последующих главах.

Замечание

Выбор плоскости для построения эскиза основания не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойства. Однако от него зависит положение детали в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

- Перед построением эскиза выберите щелчком мыши элемент **Плоскость XY** в дереве построения. При этом пиктограмма плоскости будет выделена зеленым цветом, а в окне детали появится условное обозначение плоскости — квадрат с узелками управления.
- Для того, чтобы создать эскиз в выделенной плоскости, нажмите кнопку **Эскиз** панели **Текущее состояние** — система перейдет в режим редактирования эскиза.
- Эскиз удобнее строить в плоскости экрана. Для расположения эскиза в фронтальной плоскости параллельно экрану, раскройте список стандартных ориентаций панели **Вид** и выберите вид **Спереди**.

Работа в режиме редактирования эскиза

Режим редактирования эскиза представляет собой режим плоского черчения. В этом режиме открываются поля и кнопки панели **Текущее состояние** и меняется набор кнопок на компактной панели.

Компактная панель в режиме редактирования эскиза

В режиме редактирования эскиза на панели переключения отображаются несколько дополнительных кнопок. На компактной панели им соответствуют инструментальные панели.

По умолчанию, включена кнопка **Геометрия** и одноименная инструментальная панель (рис. 2.21), с помощью которой можно создавать графические примитивы (отрезки, окружности, дуги, прямоугольники и т.д.), из которых состоит любой плоский эскиз.

Рис. 2.21

Требования к эскизам

Как правило, эскиз представляет собой сечение будущего объемного элемента.

Одним из основных понятий при описании эскиза является *контур*. При построении эскиза под контуром понимается любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединенных линейных объектов (отрезков, дуг, ломаных, сплайнов и т.д.). Основные требования, предъявляемые к контурам, изложены ниже.

- Контур в эскизе всегда отображается стилем линии **Основная**.

При создании чертежей, фрагментов и эскизов, КОМПАС-3D V6 поддерживает все стили линий, предусмотренные стандартом: основные, тонкие, осевые, утолщенные и т.п. (рис. 2.22). Но в формировании объемных элементов система учитывает только основные линии, другие стили, игнорируются[1]. Отличить основные линии очень просто: они имеют синий цвет. По умолчанию, все геометрические объекты создаются именно этим стилем[2].

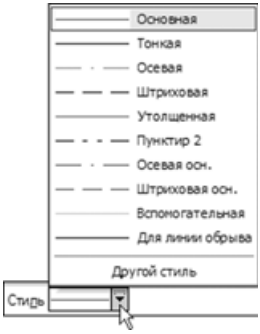


Рис. 2.22

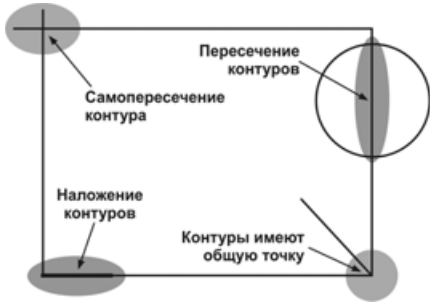


Рис. 2.23

- Контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих участков.

Если эскиз не отвечает этому требованию, система просто не сможет правильно сформировать на его основе объемный элемент. На рис. 2.23 показаны примеры ошибок, связанных с нарушением этого условия.

- Слева вверху показано самопересечение контура. В таком случае необходимо удалить выступающие участки.
- Справа вверху показан случай пересечения двух контуров. Для исправления ошибки следует полностью или частично удалить один из контуров.
- Справа внизу показан частный случай пересечения двух контуров — контуры имеют общую точку.

---

[1] Исключением из этого правила являются осевые линии в эскизах объемных элементов в форме тела вращения (см. рис. 2.3).

[2] О том, как можно изменить стиль линии, сказано ниже.

- Слева внизу одна линия начерчена поверх другой. Такие ошибки очень трудно обнаружить, так как линии имеют одинаковую толщину. Рекомендуется вырезать контур в буфер обмена[1] и нажать кнопку **Обновить изображение** панели **Вид**. Совпадающий отрезок другой линии становится виден, его можно удалить, а контур из буфера обмена вставить на прежнее место.

Одна из распространенных ошибок связана с непреднамеренным созданием незамкнутых контуров, как на рис. 2.24.

Рис. 2.24

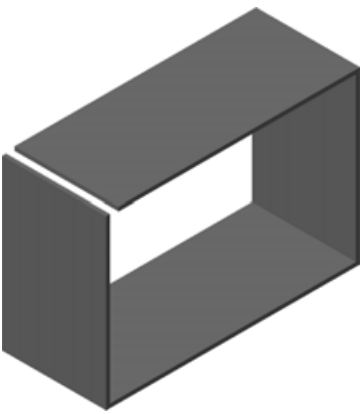


Рис. 2.25

Такой эскиз удовлетворяет всем требованиям, но при выдавливании система сформирует не сплошное тело, а тонкостенный элемент (рис. 2.25). Для исправления, в режиме редактирования эскиза необходимо замкнуть контур.

Нам предстоит создать эскиз для операции выдавливания основания. К таким эскизам предъявляются следующие дополнительные требования[2]:

- в эскизе основания детали может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, то все они должны быть замкнутыми;
- если контуров несколько, то один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него;
- допускается только один уровень вложенности контуров.

---

[1] Об использовании буфера обмена сказано в *главе* 6.

[2] Дополнительные требования, предъявляемые к эскизам каждой конкретной операции, можно найти в системе помощи КОМПАС-3D V6 или в документе *Руководство пользователя* из комплекта поставки.

Использование привязок

Из приведенных выше примеров становится ясно, насколько важно научиться строить аккуратные эскизы. КОМПАС 3D V6 располагает всеми необходимыми средствами, обеспечивающими правильное и точное черчение.

В процессе работы над эскизом у пользователя постоянно возникает необходимость точно установить курсор в различные точки элементов, уже существующих в эскизе, иными словами, выполнить *привязку* к точкам или объектам.

В КОМПАС-3D V6 основным средством выполнения привязок к характерным точкам (граничные точки, центр) и объектам (пересечение, по нормали, по направлениям осей координат и т.д.) являются *глобальные привязки.*

Кнопка **Установка глобальных привязок** на панели **Текущее состояние** служит для вызова диалога настроек глобальных привязок (рис. 2.26). Щелкните на этой кнопке.

Рис. 2.26

На экране появится диалоговое окно **Установка глобальных привязок** (рис. 2.27). Чтобы сделать активной нужную привязку, необходимо включить ее флажок в диалоговом окне. Например, глобальная привязка **Ближайшая точка** при позиционировании курсора включает автоматический поиск ближайшей характерной точки ближайшего объекта, (начало или конец отрезка, центр окружности и т.д.) курсор будет зафиксирован именно в ней.

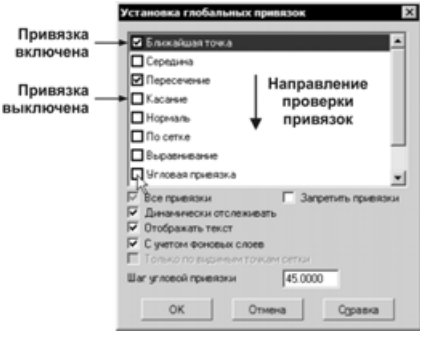


Рис. 2.27

Важная особенность глобальных привязок заключается в том, что в КОМПАС-3D V6 можно включать несколько различных глобальных привязок к объектам, и все они будут работать одновременно. При этом расчет точки выполняется в реальном времени, и на экране отображается фантом, соответствующий вычисленной точке.

Проверка области чертежа вокруг текущего положения курсора на соответствие точек одному из типов привязки осуществляется в том же порядке, в котором они расположены в диалоговом окне (рис. 2.27). То есть первыми ищутся ближайшие точки ближайшего элемента. Если таких точек нет, то начинается поиск средней точки ближайшего элемента и так далее.

- Для построения эскиза основания вполне достаточно привязок **Ближайшая точка** и **Пересечение**. Отключите привязку **Угловая привязка**, погасив флажок в соответствующей строке.

Замечание

Обратите внимание на включенный по умолчанию флажок **Отображать текст** — подсказку, какая именно из включенных глобальных привязок действует в данный момент. Это позволяет выбирать нужную привязку в тех случаях, когда в области ловушки курсора находятся несколько близкорасположенных характерных точек или объектов.

- Прокрутите список привязок вниз и дополнительно отключите привязку **Точка на кривой**. Щелчком на кнопке **OK** закройте диалоговое окно (рис. 2.28).

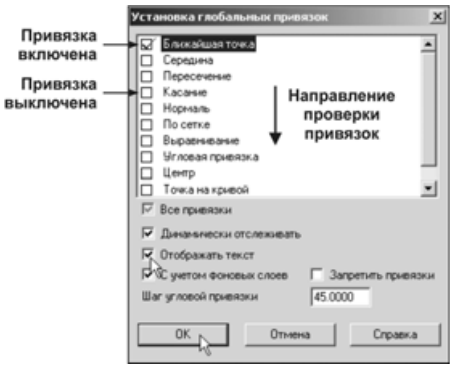


Рис. 2.28

Панель свойств

- Нажмите кнопку **Прямоугольник** на инструментальной панели **Геометрия**.

Панель свойств автоматически появляется на экране после вызова команды из инструментальных панелей или в режиме редактирования объектов чертежа. По умолчанию, она располагается в нижней части экрана сразу под окном документа и служит для управления процессом выполнения команды. Панель свойств состоит из одной или нескольких вкладок и панели специального управления.

На вкладках расположены элементы управления: поля, кнопки и списки. Количество вкладок и их содержимое зависит от конкретной команды.

При построении прямоугольника панель свойств имеет единственную вкладку — **Прямоугольник** (рис. 2.29). На ней распложены элементы управления, которые определяют все параметры, которыми обладает плоский прямоугольник в системе КОМПАС-3D V6: координаты первой и второй вершин, высота и ширина прямоугольника, наличие или отсутствие осей симметрии, стиль линии.

Рис. 2.29

Отрезки, окружности, дуги, штриховки и размеры имеют свои наборы параметров. Поэтому вид и содержание панели свойств зависит от объекта, однако задание параметров осуществляется по общим правилам[1].

Панель специального управления находится слева или в верхней части панели свойств (рис. 2.29) и руководит ходом выполнения команды. Практически всегда на ней присутствуют кнопки **Создать объект** и **Прервать команду**.

Можно управлять положением панели свойств в окне системы, переводя ее в "незакрепленное" состояние, или прикрепляя к одной из границ окна системы.

- Для перевода панели в "незакрепленное" состояние установите курсор на маркер перемещения в левой части панели (рис. 2.30). После того, как он примет вид четырехнаправленной стрелки, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащите панель в нужное положение. Измените ширину и высоту панели, перетаскивая мышью ее границы.

[1] О работе с полями панели свойств подробно рассказано ниже в данной главе.

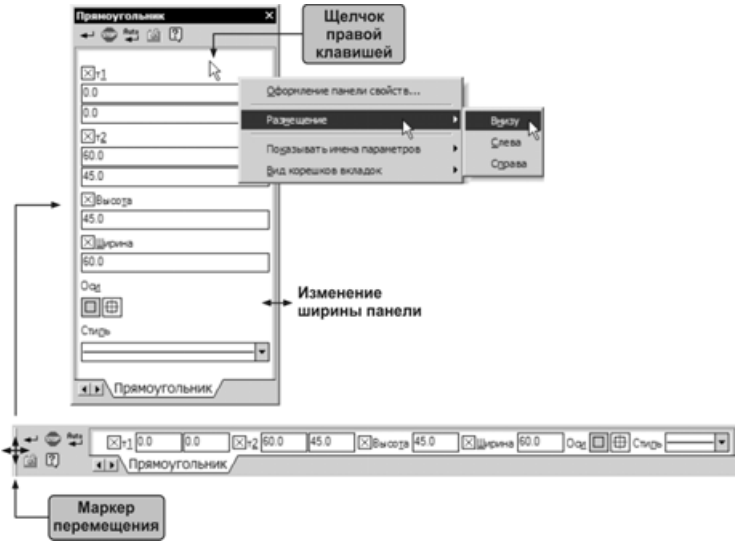


Рис. 2.30

- Если панель нужно прикрепить к границам экрана, щелкните правой клавишей мыши в любом пустом месте панели. Из контекстного меню выберите дополнительное меню **Размещение** и укажите новое положение панели.

Включение и выключение панели свойств выполняется с помощью команды **Вид | Панели инструментов | Панель свойств**.[1]

Продолжим построение эскиза основания. По умолчанию, для построения прямоугольника нужно указать его вершины по любой из диагоналей.

- Установите курсор в точку начала координат. После выполнения глобальной привязки **Ближайшая точка** зафиксируйте положение вершины щелчком левой кнопки мыши (рис. 2.31).

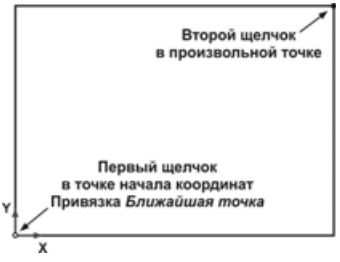


Рис. 2.31

[1] Выключение панели свойств выполняется в очень редких случаях.

- Попробуйте перемещать курсор в поле эскиза в произвольном направлении. Вы увидите фантом строящегося прямоугольника.. Для завершения построения объекта осталось задать его высоту и ширину.

Задать параметры строящего геометрического объекта (в данном случае, прямоугольника) можно двумя способами:

- определить их значения в полях панели свойств;
- с помощью управляющих параметрических размеров объекта с приблизительными значениями.

Совет

При создании плоских чертежей параметры задаются однозначно. В эскизах трехмерной модели достаточно начертить контур, близкий по форме и габаритам, не стараясь точно выдерживать размеры. Иными словами, второй способ построения актуальнее.

- Переместите курсор правее и выше первой вершины прямоугольника. Завершите создание объекта произвольным выбором противоположной вершины.
- Щелчком на кнопке **Прервать команду** на панели специального управления завершите работу команды **Прямоугольник**. Панель свойств автоматически закроется.

Настройка толщины линий

По умолчанию, все геометрические объекты в системе имеют одинаковую экранную толщину линий, равную одному пикселю (одной точке растра). При этом стиль линий определен цветом: основные линии — синим, тонкие — черным.

Можно настроить систему таким образом, чтобы линии разных стилей отображались на экране различной толщиной.

- Выполните команду **Сервис | Параметры**.
- В диалоговом окне **Параметры** откройте вкладку **Система** (рис. 2.32). Раскройте раздел **Графический редактор** щелчком на кнопке "плюс" слева от названия раздела.
- В разделе **Графический редактор** сделайте текущей команду **Системные линии**. После этого в правой части окна будет показан набор параметров настройки системных стилей линий.

В группе параметров **Толщина** с помощью счетчиков приращения/уменьшения установите толщину основных линий равной двум пикселям, а для утолщенных — трем пикселям. Остальные параметры оставьте без изменений.

- Щелчком на кнопке **OK** закройте диалоговое окно.

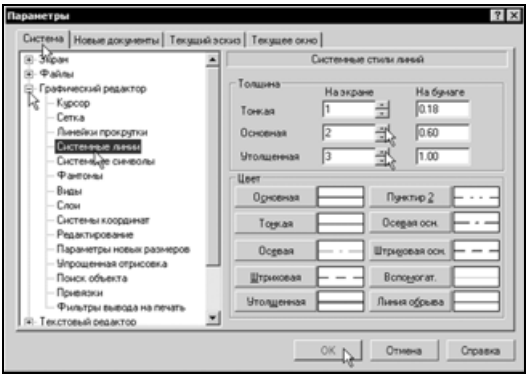


Рис. 2.32

После этого толщина основных линий на эскизе должна измениться.

Управление объектами в эскизах

Часто возникает необходимость в редактировании геометрических параметров, положения или ориентации объектов эскиза. КОМПАС-3D V6 предоставляет в распоряжение пользователя самые разнообразные средства редактирования плоского изображения.

Выделение объектов

Выделение объектов предваряет редактирование.

В системе предусмотрены исчерпывающие средства выделения объектов. Простое выделение можно выполнить при помощи мыши. В некоторых случаях необходимо использовать специальные команды инструментальной панели **Выделение** (рис. 2.33, вверху) или обратиться к командам меню **Выделить** в строке меню (рис. 2.33, внизу).

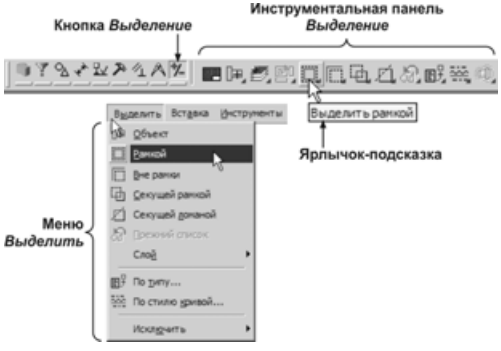


Рис. 2.33

В течение одного сеанса выбора объектов можно свободно использовать любую комбинацию этих способов выделения. Выделенные объекты отображаются на экране специальным цветом, который можно изменить в диалоге настройки системы. По умолчанию, это зеленый. Отменить выделение объектов можно простым щелчком мыши в любой пустой точке эскиза.

После выбора нужного объекта или объектов можно приступать к их редактированию: удалению, перемещению, копированию и т.д.

Замечание

Закончив работу с объектом, не забудьте снять с него выделение.

- Для выделения верхнего горизонтального отрезка щелкните мышью в любой его точке — при этом отрезок будет выделен цветом (рис. 2.34). Не отпуская клавишу мыши, перетащите отрезок немного вверх или вниз. Таким образом можно изменить высоту прямоугольника.

Рис. 2.34

Замечание

При выделении объекта на экране появляются черные квадратики — узелки управления. Ими отмечены характерные точки объекта, которые также можно использовать для редактирования.

- Установите курсор на правый узелок управления выделенного отрезка. При этом внешний вид курсора изменится на четырехстороннюю стрелку. Данный узелок определяет положение соответствующей точки объекта.
- Нажмите левую клавишу мыши и, не отпуская ее, переместите узелок в произвольном направлении. Отпустите клавишу мыши. Таким образом, можно одновременно изменять высоту и ширину прямоугольника.
- Для отмены выделения отрезка щелкните в пустой области эскиза.
- Попробуйте любым из этих способов перемещать отрезки, примыкающие к исходной точке — вы сможете изменить только длины этих отрезков.

Замечание

Положение точки начала координат в любом эскизе жестко зафиксировано. Поскольку построение прямоугольника начиналось в этой точке с использования привязки **Ближайшая точка**, вершины двух примыкающих сторон автоматически привязаны к исходной точке, и их независимое перемещение невозможно.

Использование команд *Отмена* и *Повтор*

Отказаться от результатов выполнения какой-либо команды можно с помощью кнопки **Отменить** инструментальной панели **Стандартная** (рис. 2.35). Например, если вы ошиблись и случайно удалили нужные объекты, нажмите на кнопку **Отменить** — они будут немедленно восстановлены.

Для обратного действия (повторного выполнения отмененной команды[1]) нажмите кнопку **Повторить** панели **Стандартная**. Таким образом можно перемещаться по списку изменений в обоих направлениях, добиваясь нужного состояния эскиза.

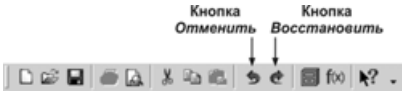


Рис. 2.35

Система хранит список команд, которые можно отменить или повторить (по умолчанию, 30 команд). Этот системный параметр называется **Количеством шагов назад**. Можно изменить значение этого параметра с помощью средств настройки системы.

Замечание

Отмена команд невозможна, если была выполнена любая из операций, связанных с сохранением документа на диске.

Простановка параметрических размеров

С помощью перемещения геометрических объектов или их узелков управления можно быстро изменить геометрию контура в эскизе, но нельзя задать его точные геометрические размеры. Эта задача решается с помощью простановки параметрических управляющих размеров.

КОМПАС-3D V6 поддерживает все предусмотренные ЕСКД типы размеров: линейные, диаметральные, угловые и радиальные. Кнопки вызова соответствующих команд расположены на инструментальной панели **Размеры** (рис. 2.36).

---

[1] Часто такую операцию называют *Откатом*.

Рис. 2.36

Замечание

В КОМПАС-3D V6 используется метрическая система мер. Расстояния между точками вычисляются и отображаются в миллиметрах. Размеры линейных величин также всегда вводятся в миллиметрах. Угловые величины вводятся в градусах. И те и другие можно вводить только в виде десятичных чисел. Целая часть числа от дробной отделяется символом "точка" или "запятая". Линейные и угловые величины могут быть положительными и отрицательными. В последнем случае перед числом записывается знак – (минус). Для положительных величин знак + (плюс) можно не проставлять.

На панелях расширенных команд располагаются различные дополнительные варианты простановки размеров. На рис. 2.36 показана панель расширенных команд простановки линейных размеров. Она включает в себя линейный размер с обрывом, линейный размер от отрезка до точки, линейные размеры от общей базы и т.д. Кнопки **Радиальный размер** и **Угловой размер** имеют свои панели расширенных команд.

- Нажмите кнопку **Линейный размер**.

После включения команды простановки линейных размеров на панели свойств отображаются различные поля и кнопки, с помощью которых можно вводить характерные точки размера, управлять его ориентацией и содержимым размерной надписи (рис. 2.37).

Совет

В общем случае, при простановке линейного размера нужно указать две точки привязки размера (точки 1 и 2 на рис. 2.38)[1]. Однако, если эти точки принадлежат одному объекту (отрезку или дуге), удобнее воспользоваться автоматической привязкой размера к граничным точкам объекта с помощью кнопки **Выбор базового объекта** панели специального управления.

- Щелкните на кнопке **Выбор базового объекта** панели специального управления.

[1] Здесь и далее на рисунках часто проставлены вспомогательные точки, которым присвоены номера 1, 2, 3 и т.д. Они служат исключительно для удобства изложения материала и отсутствуют в окне модели.

- В ответ на запрос системы **Укажите отрезок, дугу или сплайн для простановки размера** укажите мышью в любой точке верхнего горизонтального отрезка — система автоматически определит точки 1 и 2 привязки размера и его ориентацию (рис. 2.38).

Рис. 2.37

Рис. 2.38

- Попробуйте плавно перемещать курсор в вертикальном направлении. Вы увидите строящийся фантом горизонтального размера. В данный момент система ожидает указания положения размерной линии. Щелкните мышью приблизительно в точке 3 (рис. 2.38).

- В появившемся на экране диалоговом окне **Установить значение размера** в числовое поле **Значение** введите точное значение размера 120 и нажмите кнопку **OK** (рис. 2.39).

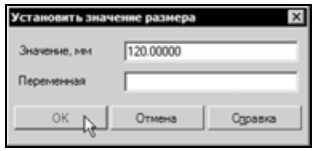


Рис. 2.39

После этого система изменит ширину прямоугольника на заданное значение размера.

Совет

Если в результате изменения геометрических параметров объектов часть изображения оказывается за пределами экрана, нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.

- Аналогичным образом проставьте линейный вертикальный размер 80 мм, определяющий высоту прямоугольника (рис. 2.40).

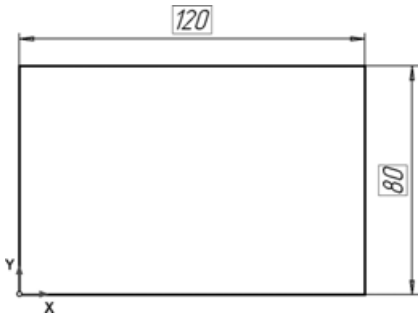


Рис. 2.40

- Эскиз основания полностью готов. Щелчком на кнопке **Эскиз** на панели **Стандартная** закройте эскиз. Система вернется в режим трехмерных построений. Эскиз, построение которого только что закончено, будет подсвечен в окне детали и выделен в дереве построения.

Теперь необходимо указать, каким способом нужно перемещать эскиз в пространстве для получения основания нужного типа, то есть выбрать тип формообразующей операции.

Поле закрытия эскиза на компактной панели автоматически включается кнопка **Редактирование детали** и открывается инструментальная панель **Редактирование детали** (рис. 2.41). Все кнопки этой панели, кроме первой **Операция выдавливания**, выделены бледным цветом, то есть не могут быть использованы, так как построение детали всегда начинается с создания основания.

Рис. 2.41

- Предварительно раскройте список стандартных ориентаций на панели **Вид** и выберите из него вид **Изометрия XYZ**. Эскиз в окне модели будет повернут соответствующим образом (рис. 2.42).

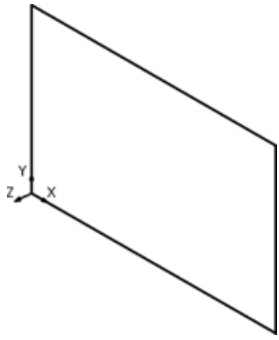


Рис. 2.42

- Для создания основания детали в виде элемента выдавливания нажмите кнопку **Операция выдавливания** панели **Редактирование детали**.

Замечание

Команда **Операция выдавливания** доступна, если в модели еще нет основания, и выделен один эскиз. Если по каким-либо причинам выделение эскиза было отменено, выделите его повторно щелчком мыши в дереве построения (рис. 2.43).

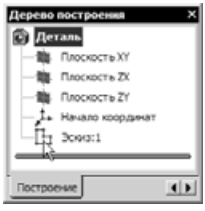


Рис. 2.43

После вызова команды на панели свойств **Элемент выдавливания** нужно установить параметры элемента выдавливания.

- По умолчанию система выполняет выдавливание в направлении, помеченном стрелкой (рис. 2.44).

Рис. 2.44

- Задайте величину выдавливания в миллиметрах. Для этого в поле **Расстояние 1** на панели свойств введите значение 15[1]мм (рис. 2.45).

Рис. 2.45

- Если фантом элемента при текущем масштабе и значении введенных параметров не виден целиком, нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.

- Нажмите кнопку **Создать объект** панели специального управления. В окне модели система выполнит построение основания.

- По умолчанию, для отображения модели установлен режим **Каркас**. Включите режим полутонового отображении детали (рис. 2.46). Для этого нажмите кнопку **Полутоновое** панели **Вид**.

---

[1] После ввода значения в поле не забывайте нажимать клавишу <Enter>.

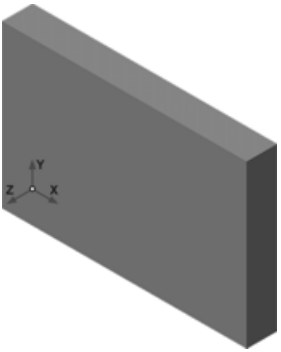


Рис. 2.46

- Попробуйте вращать основание детали в пространстве в произвольном направлении с помощью кнопки **Повернуть** панели **Вид**. Затем остановите выполнение команды и вновь установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**.

Смена плоскости эскиза

При ориентации **Изометрия XYZ** хорошо видно, что основание детали несколько неудачно расположено в пространстве. Его объемный элемент расположен вертикально, то есть лежит на узкой грани. Мы же рассчитывали на то, что основание будет расположено горизонтально.

Неудачное расположение основания является результатом того, что его эскиз был размещен в плоскости **XY** (фронтальной плоскости). Для того, чтобы получить горизонтальную ориентацию основания, нужно разместить его эскиз в плоскости **ZY** (горизонтальной плоскости).

- Посмотрите на дерево построения (рис. 2.47). В нем появился первый элемент — **Операция выдавливания:1**. Этот элемент соответствует основанию детали. Слева от названия операции отображается знак "+". Щелкните на нем мышью.

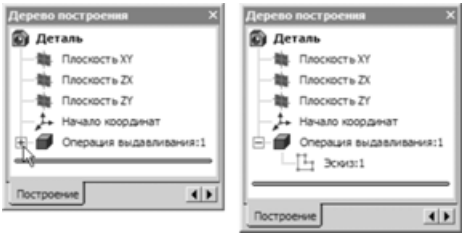


Рис. 2.47

На ветви дерева построения виден список эскизов, задействованных в данной операции. В данном случае, в операции выдавливания основания задействован единственный эскиз.

Использование правой кнопки мыши

При работе в КОМПАС-3D V6 активно используется правая кнопка мыши. Щелчком на различных элементах дерева построения, трехмерной модели детали или в свободной области экрана вызывается **контекстное меню** команд, наиболее вероятных в данной ситуации.

Многие из команд контекстного меню дублируют команды строки меню, инструментальных панелей, панели **Стандартная**. Однако доступ к этим командам через контекстное меню осуществляется несколько быстрее.

- Щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Эскиз:1** в операции выдавливания основания (рис. 2.48). Выполните команду **Изменить плоскость** контекстного меню

Геометрические объекты эскиза обычно находятся в параметрической зависимости. Кроме того, отдельные операции в дереве построения занимают определенное место в иерархической структуре межоперационных отношений. Поэтому смена плоскостей эскизов является далеко не безобидной операцией. Это может привести к утрате параметрических связей в эскизах или к возникновению противоречий в отношениях между операциями.

- В окне предупреждения о возможном нарушении параметрических связей в эскизе нажмите на кнопку **OK** (рис. 2.49).

Рис. 2.48

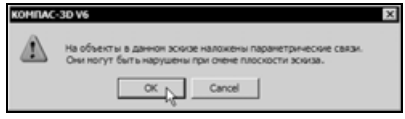


Рис. 2.49

- В ответ на запрос системы **Укажите базовую плоскость или грань** щелкните мышью на элементе **Плоскость ZX** в дереве построения. После этого основание детали примет горизонтальную ориентацию (рис. 2.50).

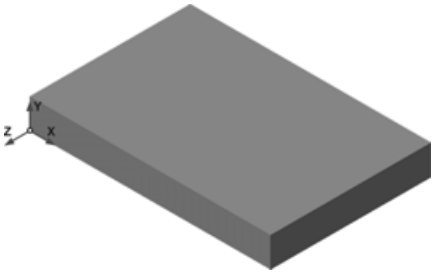


Рис. 2.50

Совет

Нужно как можно раньше определиться с принадлежностью эскиза основания какой-либо базовой плоскости. Это лучше сделать еще до создания основания, или сразу после его создания. Смена плоскости эскиза на более поздних этапах работы с моделью может привести к ошибкам.

Выбор объектов

Для выполнения многих команд требуется указание или выделение базовых объектов: эскизов, вершин, ребер и граней, конструктивных осей и плоскостей.

Выделение объектов происходит, когда не активна ни одна команда трехмерных построений. Чаще всего объекты выделяют перед выполнением какой-либо команды, для просмотра объектов или для редактирования их параметров.

Указание объектов происходит в процессе задания параметров текущей операции. Например, после вызова операции скругления нужно последовательно указать подлежащие скруглению ребра или грани.

Выбор объектов следует выполнять в окне детали. При выделении и указании вершин, ребер, осей и плоскостей происходит динамический поиск объектов: при прохождении курсора над объектом этот объект подсвечивается, а курсор меняет свой внешний вид (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2

Вид курсора	Выбор объекта	Последовательность действий
	Вершина	Для выбора вершины подведите к ней курсор. Когда курсор примет вид "звездочки", щелкните левой кнопкой мыши

Таблица 2.2 *(окончание)*

Вид курсора	Выбор объекта	Последовательность действий
	Ребро	Для выбора ребра подведите к нему курсор. Когда курсор примет вид "палочки", щелкните левой кнопкой мыши
	Ось	Для выбора оси подведите к ней курсор. Когда курсор примет вид "оси", щелкните левой кнопкой мыши
	Грань	Для выбора грани подведите к ней курсор. Когда курсор примет вид "поверхности", щелкните левой кнопкой мыши
	Плоскость	Для выбора плоскости подведите к ней курсор. Когда курсор примет вид "плоскости", щелкните левой кнопкой мыши

Добавление цилиндрической бобышки

После создания основания можно добавлять к нему или вычитать из него дополнительные формообразующие элементы. В основании цилиндрической бобышки лежит плоский эскиз в форме окружности, выдавленный на определенное расстояние. Сама бобышка расположена на созданном ранее основании детали.

Эскиз добавляемого к детали или вычитаемого из детали формообразующего элемента может быть расположен не только в проекционной плоскости, но и на плоской грани детали.

Для создания эскиза бобышки на грани основания необходимо предварительно выбрать эту грань.

- Выделите курсором верхнюю плоскую грань основания (рис. 2.51). При этом курсор изменит свою форму, а сама грань будет подсвечена.

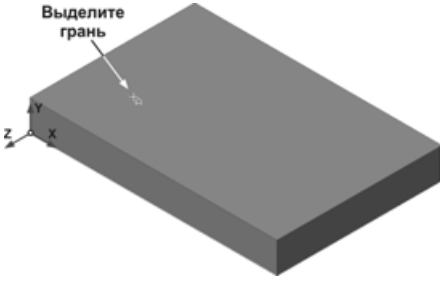


Рис. 2.51

- Щелкните на выделенной грани правой кнопкой мыши и выполните команду **Эскиз** (рис. 2.52). Система перейдет в режим плоского черчения — режим редактирования эскиза.

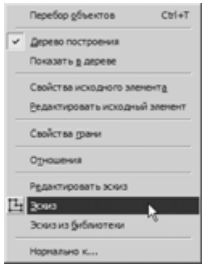


Рис. 2.52

- Нажмите кнопку **Окружность** инструментальной панели **Геометрия**.
- В ответ на запросы системы расположите центр окружности приблизительно в центре плоской грани и точку окружности, как это показано на рис. 2.53.

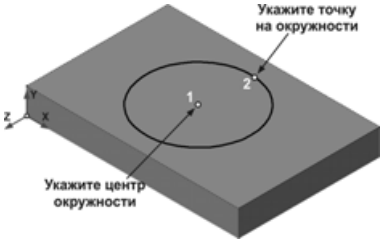


Рис. 2.53

Для окончательного построения эскиза осталось задать диаметр окружности и ее положение на грани.

- Включите кнопку **Диаметральный размер** на панели **Размеры**. В ответ на запрос системы **Укажите окружность или дугу для построения размера** щелкните мишенью в любой точке окружности (рис. 2.54).

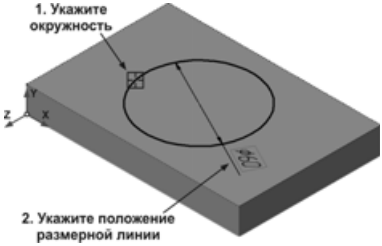


Рис. 2.54

Попробуйте плавно перемещать курсор. Вы увидите строящийся фантом диаметрального размера. Система ожидает указания точки на размерной линии — таким образом можно управлять ориентацией размерной линии.

- Расположите размерную линию, как на рис. 2.54, и зафиксируйте ее щелчком мыши.
- В появившемся диалоговом окне **Установить значение размера** в числовое поле **Значение** введите 60 (рис. 2.55).

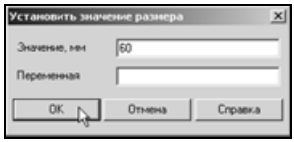


Рис. 2.55

Определите положение окружности на грани в продольном направлении.

- Включите кнопку **Линейный размер** . В ответ на запрос системы **Укажите первую точку привязки размера** поместите курсор в точку 1 центра окружности (рис. 2.56). Дождитесь срабатывания привязки **Ближайшая точка** и зафиксируйте точку щелчком мыши.

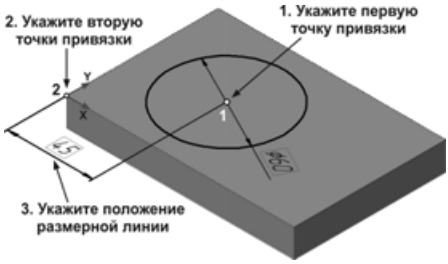


Рис. 2.56

- В ответ на запрос системы **Укажите вторую точку привязки размера** поместите курсор в вершину 2 основания детали. После срабатывания привязки **Ближайшая точка** зафиксируйте точку.

Замечание

При работе в режиме редактирования эскиза бобышки появляются фантомы всех ребер грани, на которой строится эскиз. В ходе построений и простановки размеров можно привязываться к этим фантомам так же, как к графическим примитивам.

- По умолчанию, система строит размерную линию, наклонную к точкам привязки. Щелчком на кнопке **Горизонтальный** на панели свойств задайте размеру горизонтальную ориентацию (рис. 2.57).

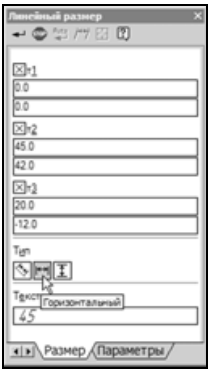


Рис. 2.57

- Укажите положение размерной линии и задайте значение размера 45.
- Определите положение окружности на грани в поперечном направлении, используя те же точки привязки. Для вертикальной ориентации размерной линии включите кнопку **Вертикальный** панели свойств. Задайте значение размера 40. После этого эскиз выглядит как на рис. 2.58.

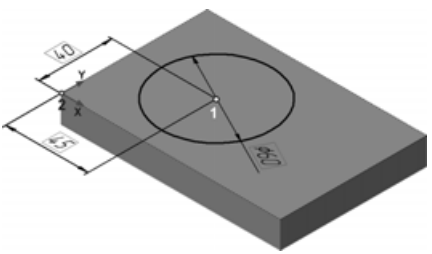


Рис. 2.58

- Щелчком на кнопке **Прервать команду** на панели специального управления прекратите работу команды **Линейный размер**.

Совет

Иногда на экране возникают небольшие искажения (разрывы, лишние точки или линии), которые носят временный характер и не имеют отношения к реальному состоянию документа. В подобных случаях нужно выполнить процедуру регенерации изображения с помощью кнопки **Обновить изображение** на панели Вид[1]. При этом система очищает окно документа и заново прорисовывает все объекты, устраняя искажения.

[1] Вы можете быстро выполнить эту команду при помощи комбинации клавиш <Ctrl>+<F9>.

- Эскиз бобышки готов. Щелчком на кнопке **Эскиз** панели **Стандартная** закройте эскиз. Система вернется в режим трехмерных построений.

- Нажмите кнопку **Приклеить выдавливанием** инструментальной панели **Редактирование детали**. Эта команда позволяет приклеить к детали элемент выдавливания. Команда доступна, если в модели есть основание и выделен один эскиз.

- Посмотрите на панель свойств. Убедитесь, что в качестве направления выдавливания установлено **Прямое направление**, а способ выдавливания — **На расстояние** (рис. 2.59).

Рис. 2.59

- С помощью счетчика приращения/уменьшения поля **Расстояние 1** увеличьте расстояние выдавливания до 40 мм и нажмите кнопку **Создать объект**.

Система выполнит построение бобышки, а в дереве построения появится новый элемент **Приклеить элемент выдавливания:1**. Модель будет выглядеть как на рис. 2.60.

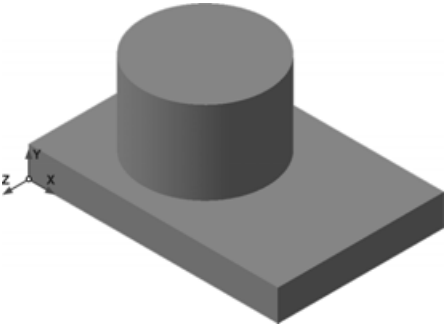


Рис. 2.60

Скругление ребер

В данном разделе описывается, как выполнить скругление четырех угловых ребер основания детали. Скругления с одинаковым радиусом целесообразно создать как один элемент.

- Включите режим **Невидимые линии тонкие** панели **Вид** для выбора объектов на обратной стороне детали.
- Выберите первое угловое ребро (рис. 2.61).

Замечание

Обратите внимание на то, как выделяются грани, ребра и вершины при перемещении по ним курсора, и как меняется сам курсор — система определяет доступные для выбора объекты.

- Нажмите клавишу <Ctrl> на клавиатуре и, удерживая ее, укажите мышью остальные три ребра. Убедитесь, что все четыре ребра выделены цветом.

Замечание

Выбор ребер можно было бы осуществить и в режиме **Полутоновое**, но, в этом случае, пришлось бы выполнить поворот детали для указания невидимого ребра.

- Нажмите кнопку **Скругление** инструментальной панели **Редактирование детали**.

Обратите внимание на сообщение о выборе четырех ребер в группе **Объекты** панели свойств **Скругление** (рис. 2.62).

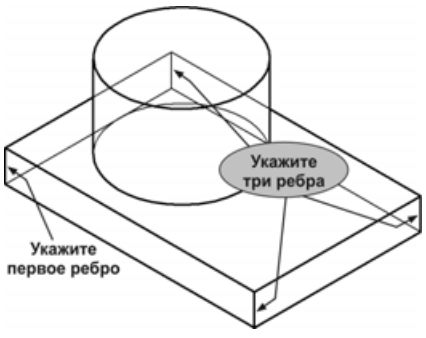


Рис. 2.61

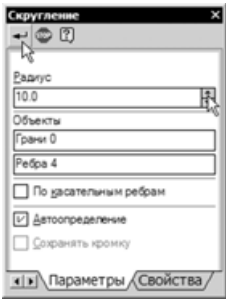


Рис. 2.62

- С помощью счетчика приращения/уменьшения установите значение радиуса скругления 10 и нажмите кнопку **Создать объект**.

- Система выполнит скругление указанных кромок (рис. 2.63), а в дереве построения появится новый элемент **Скругление:1**. Вновь установите режим отображения **Полутоновое** .

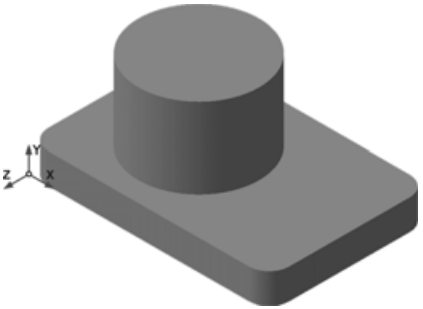


Рис. 2.63

Добавление усеченной пирамиды

Построение усеченной пирамиды на верхней грани цилиндрической бобышки начинается с создания нового эскиза на этой грани.

- Выберите курсором верхнюю плоскую грань цилиндрической бобышки и нажмите кнопку **Эскиз** панели **Стандартная**. Система перейдет в режим редактирования эскиза.

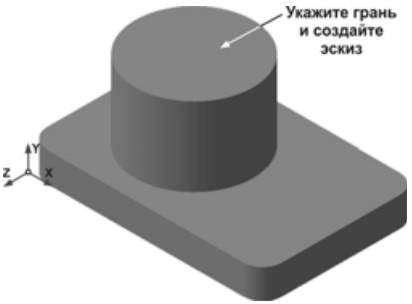


Рис. 2.64

Основанием пирамиды является квадрат со стороной 35 мм. Центр его совпадает с центром круглой грани бобышки. Поэтому квадрат удобнее строить заданием его центра и размеров сторон.

По умолчанию, система выполняет построение прямоугольника по двум точкам на его диагонали. Другие варианты построения многоугольников вызываются из панели расширенных команд построения многоугольников.

- Нажмите кнопку **Прямоугольник** панели **Геометрия** и удерживайте ее. Через непродолжительное время на экране появится связанная с данной кнопкой панель расширенных команд.
- Установите курсор на **Прямоугольник по центру и вершине** и отпустите кнопку мыши (рис. 2.65).

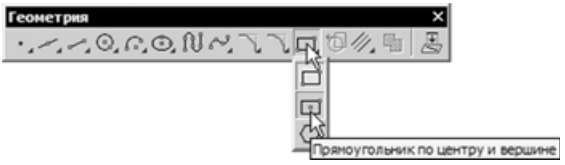


Рис. 2.65

Ввод данных в поля панели свойств

До сих пор в эскизах геометрических объектов вы задавали их размеры приблизительно. Значения размеров уточнялись позднее с помощью управляющих размеров. Точные геометрические размеры объектов в ходе их построения вводят в поля панели свойств.

Каждый объект, создаваемый в КОМПАС–3D V6, обладает определенным набором **параметров**. Например, параметрами прямоугольника, в случае его построения по центру и вершине, являются координаты X и Y его центра, координаты X и Y одной из вершин, высота и ширина прямоугольника, стиль линии (основная, тонкая и т.д.), наличие или отсутствие осей симметрии (рис. 2.66).

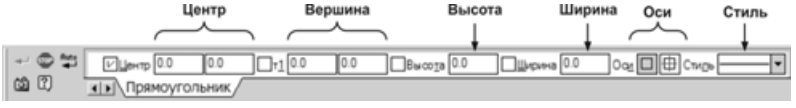


Рис. 2.66

Координаты центра прямоугольника или одной из его вершин отображаются в отдельных **полях**. Слева от полей находится **кнопка состояния поля**. Любое поле обязательно имеет **имя**.

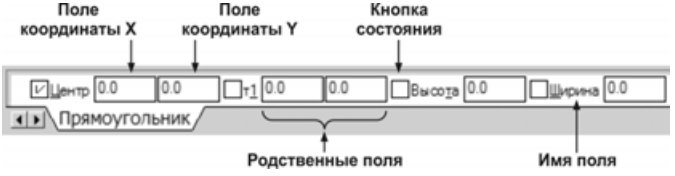


Рис. 2.67

Поля, имеющие общее имя и кнопку состояния, называются *родственными*. Например, поля координат X и Y центра или вершины прямоугольника (рис. 2.67) являются родственными, а поля **Высота** и **Ширина** — нет.

Поле может находиться в одном из трех состояний: фиксированном, в режиме ожидания ввода и быть просто доступным для ввода (см. табл. 2.3).

Существует несколько способов ввода значений в поля панели свойств. В зависимости от этого значение параметра фиксируется либо автоматически, либо вручную нажатием клавиши <Enter> на клавиатуре. При любом способе фиксации символ "галочка" на кнопке состояния поля (признак ожидания ввода параметра) меняется на символ "крест или крестик" (признак фиксации параметра).

Таблица 2.3

Центр 45.0 40.0	Значение введено, параметр зафиксирован
т1 0.0 0.0	Ожидание ввода параметра
Высота 0.0	Дополнительный параметр, доступный для ввода

При создании или редактировании объектов работа с панелью свойств сводится к активизации нужных полей и вводу в них определенных значений. По достаточному для построения набору параметров система автоматически создает объект (если включена кнопка **Автосоздание объекта** панели специального управления).

После прекращения работы команды построения или редактирования объекта панель свойств автоматически закрывается, и параметры объекта становятся недоступными[1].

Автоматический ввод параметров

Посмотрите на строку сообщений — в нашем примере система ожидает указания положения центральной точки прямоугольника. Кнопка состояния поля **Центр** на панели свойств помечена символом "галочка" (рис. 2.68).

Рис. 2.68

[1] Режим редактирования вызывается двойным щелчком мыши на объекте. На экране вновь появится панель свойств для изменения значения в любом из полей.

- В ответ на запрос системы **Укажите центральную точку прямоугольника** установите курсор в центр круглой грани и дождитесь срабатывания глобальной привязки **Ближайшая точка** (рис. 2.69). После срабатывания привязки зафиксируйте точку щелчком мыши.

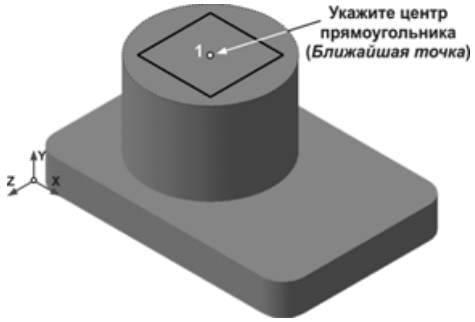


Рис. 2.69

При этом в поля координат X и Y автоматически были внесены значения координат указанной точки эскиза (рис. 2.70). Символ "галочка" на кнопке состояния поля сменился на символ "крест или крестик" — введенные параметры зафиксированы.

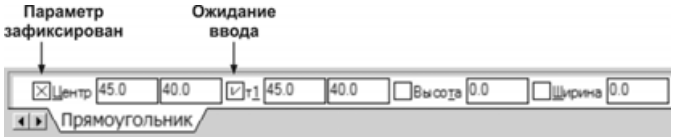


Рис. 2.70

Замечание

В большинстве случаев достаточно просто щелкнуть мышью в нужных точках эскиза, а система автоматически считывает и фиксирует значения параметров. В основном, этот способ используется при вводе координат точек.

В строке сообщений появился новый запрос **Укажите вершину прямоугольника или введите ее координаты**. Теперь галочка отображается на кнопке поля **Вершина** панели свойств — признак ожидания ввода данного параметра.

Замечание

При построении объектов система сама предлагает определенный порядок заполнения полей, помечая очередную кнопку состояния поля галочкой. Однако этот порядок не является жестким. При необходимости, можно заполнять параметры в любой последовательности. Просто сделайте нужное поле активным и введите значение.

Ручной ввод параметров

Вместо указания вершины прямоугольника зададим его высоту и ширину. Для ручного ввода параметра нужно активизировать соответствующее поле путем одновременного нажатия клавиши <Alt> и клавиши, соответствующей подчеркнутому символу в имени поля. Например, для ввода высоты прямоугольника это <Alt>+<т>. Это общее правило: найдите имя управления полем, а в имени — подчеркнутый символ и введите <Alt>+<символ>.

- Нажмите клавишу <Alt>, не отпуская ее, нажмите клавишу <т> и быстро отпустите обе клавиши. Поле **Высота прямоугольника** выделено цветом, и в нем появится мигающая вертикальная черта (текстовый курсор) — признак готовности поля к приему данных. Введите значение высоты 35 (рис. 2.71).
- Нажмите клавишу <Enter> — система зафиксирует введенное значение. Высота прямоугольника задана.

Рис. 2.71

Совет

При ручном вводе параметров старайтесь не касаться мыши до фиксации введенных данных клавишей <Enter>. В противном случае система может "забыть" введенные данные и вновь начнет отслеживать перемещение мыши.

Активизировать поля панели свойств можно не только с помощью клавиатуры, но и с помощью мыши. Для этого нужно выполнить двойной щелчок в соответствующем поле.

- Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Ширина прямоугольника**, введите значение 35 (рис. 2.72) и нажмите клавишу <Enter> — система зафиксирует ширину прямоугольника.

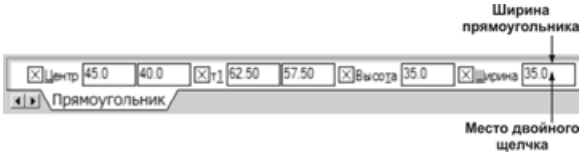


Рис. 2.72

Три параметра (положение центра, высота и ширина) однозначно определяют созданный прямоугольник.

- Щелчком на кнопке **Прервать команду** панели специального управления прекратите работу команды **Прямоугольник по центру и вершине**.
- Щелчком на кнопке Эскиз панели **Стандартная** закройте эскиз. Система вернется в режим трехмерных построений.
- Нажмите кнопку **Приклеить выдавливанием** инструментальной панели **Редактирование детали**.
- На панели свойств задайте **Прямое направление** и расстояние выдавливания 20 (рис. 2.73). Дополнительно в поле **Уклон 1** введите значение 5 и определите направление уклона, включив кнопку **Внутрь**. Нажмите кнопку **Создать объект**.

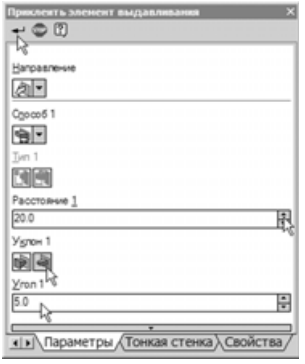


Рис. 2.73

Добавление скруглений

Теперь выполним скругления для других острых кромок детали. Можно выбирать подлежащие скруглению объекты (ребра и грани) как до, так и после нажатия на кнопку **Скругление**.

- Выберите плоскую грань основания (рис. 2.74). При этом выделены все внешние ребра грани и круглое ребро бобышки.

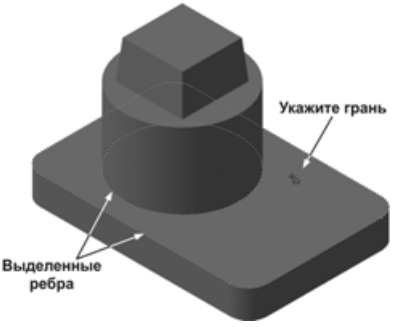


Рис. 2.74

Замечание

Для скругления всех ребер грани выбирается сама грань. Система автоматически выделит ее ребра.

- Нажмите кнопку **Скругление** панели **Редактирование детали**.

Обратите внимание, что в группе **Объекты** панели свойств отображается выбор одной грани (рис. 2.75).

Рис. 2.75

- С помощью счетчика приращения/уменьшения установите значение радиуса скругления 3 и нажмите кнопку **Создать объект**. Система выполнит скругление всех ребер указанной грани за один шаг.
- Снова нажмите кнопку **Скругление** и укажите ребро верхней грани цилиндрической бобышки (рис. 2.76).

В поле **Радиус** панели свойств введите значение радиуса скругления 1.6 и нажмите **Создать Объект** (рис. 2.77).

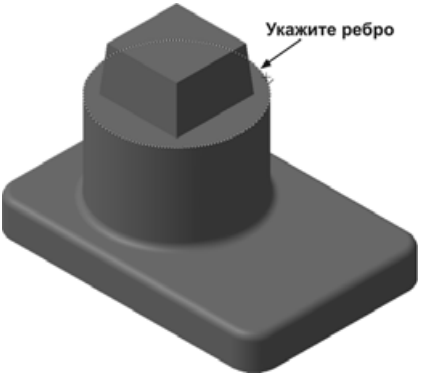


Рис. 2.76

Рис. 2.77

- Еще раз нажмите кнопку **Скругление** и укажите три ребра на объемном элементе в форме усеченной пирамиды (рис. 2.78).

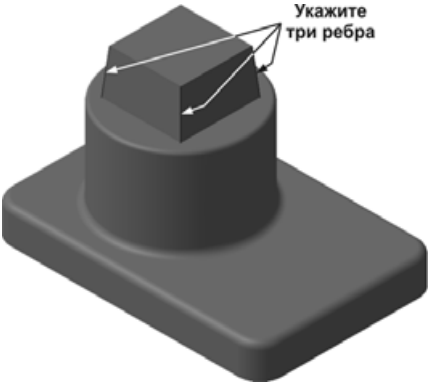


Рис. 2.78

- Нажмите кнопку **Повернуть** панели **Вид** и разверните модель в пространстве таким образом, чтобы стало видимым четвертое ребро усеченной пирамиды, расположенное на обратной стороне детали. После этого отключите кнопку **Повернуть**.

Замечание

Команды управления отображением, ориентацией и масштабом модели можно использовать во время выполнения любой другой команды КОМПАС-3D V6. При этом выполнение текущей команды будет временно приостановлено, а затем автоматически возобновлено.

- Укажите четвертое ребро объемного элемента (рис. 2.79).

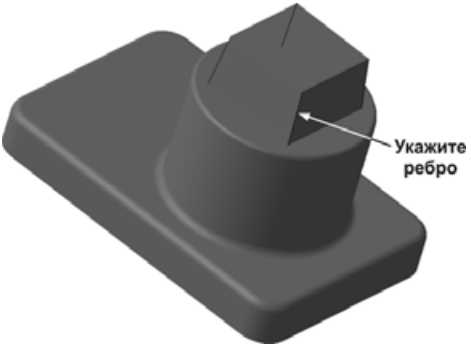


Рис. 2.79

- Вновь установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**. Убедитесь, что в группе **Объекты** панели свойств выбрано четыре ребра. В поле **Радиус** введите значение радиуса скругления 2 и нажмите **Создать Объект** (рис. 2.80).

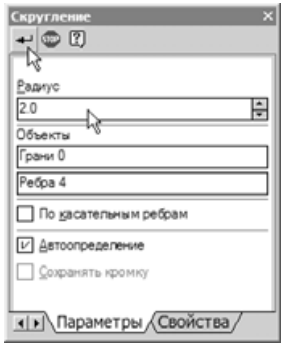


Рис. 2.80

Совет

Не выполняйте скругление каждого ребра в отдельности; если это возможно, указывайте при создании скругления как можно большее количество ребер с одинаковым радиусом скругления. В этом случае упрощается последующее редактирование модели, и расчеты при ее перестроении будут выполняться быстрее.

- Нажмите кнопку **Скругление** снова и укажите одно из ребер в основании усеченной пирамиды (рис. 2.81).
- Задайте радиус скругления 2. Дополнительно включите флажок **По касательным ребрам** и нажмите **Создать объект** (рис. 2.82).

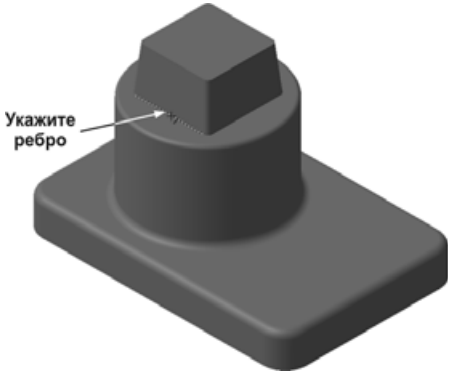


Рис. 2.81

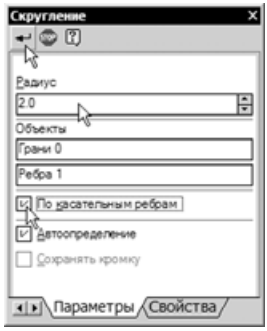


Рис. 2.82

Замечание

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

Добавление отверстий

Оформление отверстий в модели начнем с создания глухого отверстия в верхней части детали.

- Укажите плоскую грань усеченной пирамиды для выбора (рис. 2.83).

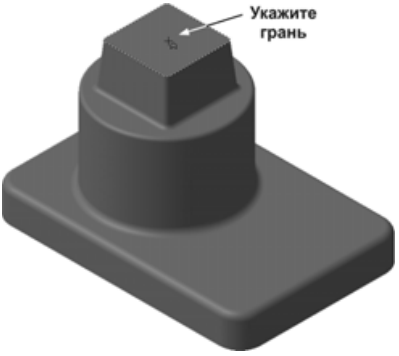


Рис. 2.83

- Нажмите кнопку **Эскиз** панели **Текущее состояние**.
- Для более удобного построения эскиза раскройте список стандартных ориентаций панели **Вид** и выберите вид **Нормально к** . Нажмите кнопку **Показать все**
- Нажмите кнопку **Окружность** инструментальной панели **Геометрия**.
- В ответ на запросы системы укажите приблизительное положение точки 1 центра окружности и точки 2 на окружности, как это показано на рис. 2.84.

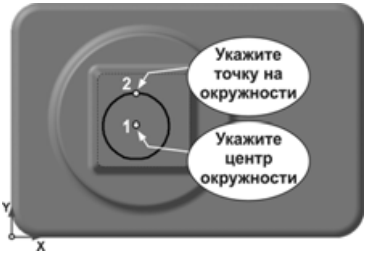


Рис. 2.84

- Нажмите кнопку **Диаметральный размер** инструментальной панели **Размеры**, укажите окружность и установите размер диаметра окружности равным 20 (рис. 2.85).

Совет

После простановки параметрических размеров и перемещения геометрических объектов в модели могут возникать временные искажения. Для их устранения используйте кнопку **Обновить изображение** панели **Вид**.

- Включите кнопку **Линейный размер** и задайте точное положение окружности в эскизе. Для этого постройте два линейных размера, как это показано на рис. 2.85. В качестве базовых точек размеров укажите с помощью привязки **Ближайшая точка** точку 1 центра окружности и точку 0 начала координат эскиза. Нужную ориентацию размеров следует задать с помощью кнопок **Горизонтальный** и **Вертикальный** панели свойств.

Рис. 2.85

Рис. 2.86

- Щелчком на кнопке **Эскиз** панели **Стандартная** закройте эскиз.
- Установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**.
- Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** инструментальной панели **Редактирование детали**.
- Убедитесь, что в качестве направления установлено **Прямое направление**. Задайте глубину отверстия, введя в поле **Расстояние 1** значение 50 и нажмите **Создать объект** (рис. 2.86).

Использование вспомогательных построений

Выполним построение двух небольших сквозных отверстий в основании детали.

- Укажите на верхнюю грань основания для выбора (рис. 2.87) и нажмите кнопку **Эскиз**.

- Раскройте список стандартных ориентаций на панели **Вид** и выберите из него вид **Нормально к**. С помощью кнопки **Сдвинуть** перетащите модель в центр экрана.

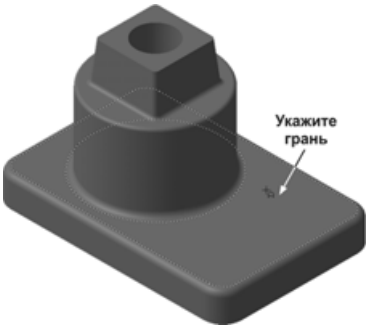


Рис. 2.87

В основании отверстий лежит плоский эскиз двух окружностей. Как уже было показано выше, точное положение элементов в эскизе можно задать с помощью управляющих размеров и привязок. Кроме того, положение базовых точек графических элементов можно определить с помощью **вспомогательных построений**.

Вспомогательные построения являются аналогом тонких линий, используемых конструктором при черчении на кульмане, и широко применяются при работе в КОМПАС-3D V6.

Средства построения вспомогательных прямых включают в себя кнопку **Вспомогательная прямая** на инструментальной панели **Геометрия** и связанную с ней панель расширенных команд (рис. 2.88).

Рис. 2.88

Определим положение центров отверстий с помощью вспомогательных прямых.

- Нажмите и удерживайте кнопку **Вспомогательная прямая** до появления панели расширенных команд.
- Переведите курсор на кнопку **Вертикальная прямая** и отпустите кнопку мыши.
- С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точку 0 начала координат эскиза — система построит вспомогательную вертикальную линию, проходящую через указанную точку (рис. 2.89).

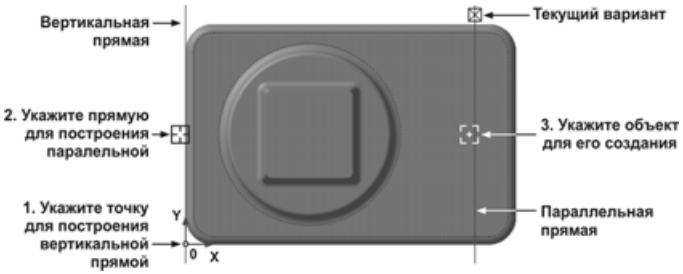


Рис. 2.89

- Вновь вызовите панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и нажмите кнопку **Параллельная прямая**.
- В ответ на запрос системы **Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой** укажите вертикальную прямую (рис. 2.89).

Попробуйте перемещать курсор вправо и влево от вертикальной линии. Вы увидите фантомы строящихся параллельных прямых – система ждет ввода точки, через которую должна пройти прямая, или указания расстояния от вертикальной линии до прямой.

- Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Расстояние** панели свойств (рис. 2.90), введите значение 105 и зафиксируйте его нажатием клавиши <Enter>.

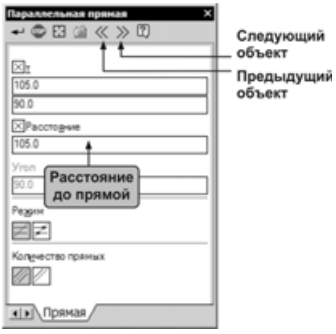


Рис. 2.90

Поскольку параллельно линии на заданном расстоянии от нее можно провести две вспомогательных параллельных прямых, система предлагает в виде фантомов оба варианта. Текущий вариант оформлен сплошной линией и помечен специальным системным символом в виде перечеркнутого квадрата. Второй вариант построения оформлен пунктирной линией[1].

Система не знает, какая из прямых (или обе) вам нужна. Любой из вариантов можно сделать текущим простым щелчком на нем или нажатием кнопок **К следующему объекту**, **К предыдущему объекту** панели специального управления (рис. 2.90). Для завершения создания вспомогательной прямой нужно щелкнуть на кнопке **Создать объект**.

- Щелкните несколько раз на кнопках **Следующий объект** и **Предыдущий объект** панели специального управления. Вы увидите, как система перебирает варианты построенных фантомов, делая их поочередно текущими. Сделайте текущим вариант справа.
- Щелкните на кнопке **Создать объект** панели специального управления — система построит выбранный вариант прямой.
- Вновь вызовите панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и нажмите кнопку **Горизонтальная прямая**.
- С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку 1 круглого ребра — система построит горизонтальную прямую, проходящую через нее (рис. 2.91).

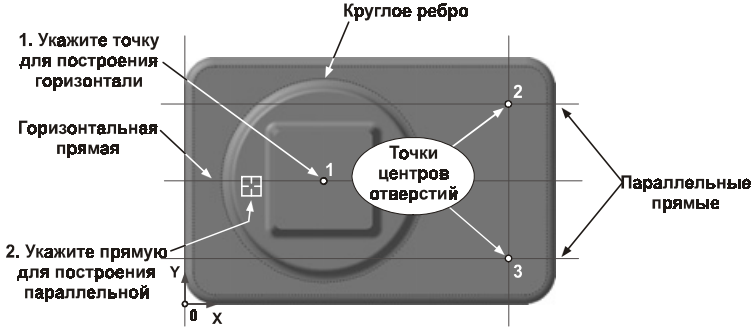


Рис. 2.91

- Вновь нажмите кнопку **Параллельная прямая**. Укажите мишенью на горизонтальную прямую.

[1] Если один из вариантов вспомогательных прямых не виден, то скорее всего, при текущем значении масштаба изображения, он за пределами экрана.

- Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Расстояние** на панели свойств, введите значение 25 и зафиксируйте нажатием клавиши <Enter>.
- Создайте оба варианта вспомогательных прямых (верхний и нижний). Для этого нажмите дважды на кнопку **Создать** панели специального управления.

Точки 2 и 3 пересечения вспомогательных параллельных прямых и есть искомые точки центров отверстий.

- Нажмите кнопку **Окружность** инструментальной панели **Геометрия**.
- В ответ на запрос системы **Укажите точку центра окружности** с помощью привязки **Пересечение** укажите верхнюю точку 1 пересечения вспомогательных прямых (рис. 2.92).

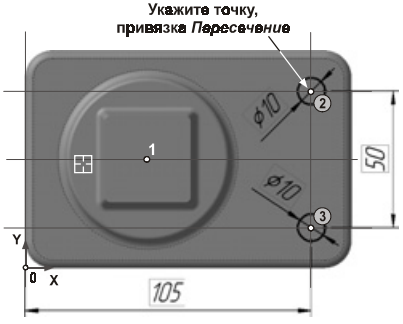


Рис. 2.92

- В поле **Радиус окружности** панели свойств введите значение радиуса 5 (рис. 2.93) и нажмите клавишу <Enter> — система построит окружность.

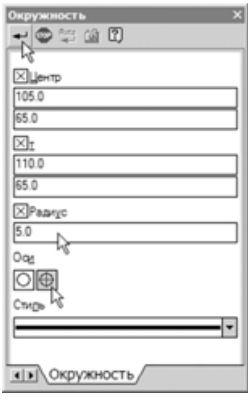


Рис. 2.93

- Аналогичным образом постройте вторую окружность с центром в нижней точке 2 пересечения вспомогательных прямых.
- Для проверки правильности построений проставьте линейные размеры, определяющие положение окружностей и их диаметральные размеры (рис. 2.92).
- Щелчком на кнопке **Эскиз** панели **Стандартная** закройте эскиз и установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**.
- Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** инструментальной панели **Редактирование детали**.
- Раскройте список **Способ 1** панели свойств и выберите из него вариант **Через все**. Нажмите кнопку **Создать Объект** (рис. 2.94).

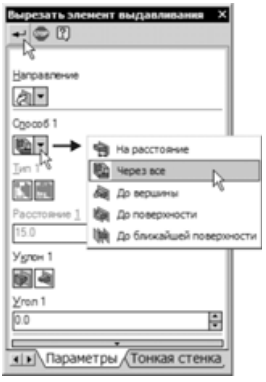


Рис. 2.94

Добавление фасок

Укажите круглое ребро глухого отверстия в усеченной пирамиде (рис. 2.95).

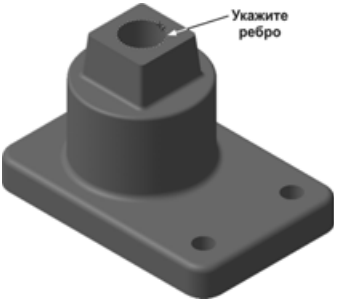


Рис. 2.95

- Нажмите кнопку **Скругление** и не отпускайте кнопку мыши. Через непродолжительное время на экране появится связанная с данной кнопкой панель расширенных команд. Переведите курсор на кнопку **Фаска** и отпустите (рис. 2.96).

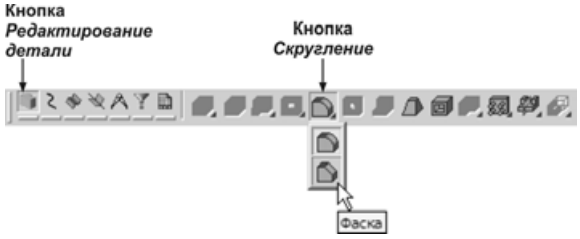


Рис. 2.96

- Введите значение 1.6 в поле **Длина 1** панели свойств . Обратите внимание на значение в поле **Угол** — по умолчанию, система выполняет построение фаски под углом 45°. Нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 2.97).

Рис. 2.97

- Вновь нажмите кнопку **Фаска** и укажите два круглых ребра малых отверстий (рис. 2.98).На панели свойств в группе **Способ построения** включите кнопку **Построение по двум сторонам** (рис. 2.99). В поле **Длина 1** введите значение 3, в поле **Длина 2** значение 2. В группе **Направление первой стороны** включите кнопку **Второе направление** и нажмите **Создать объект**.

- На этом построение детали закончено (рис. 2.100). Для сохранения готовой модели на диске щелкните на кнопке **Сохранить** панели **Стандартная**.

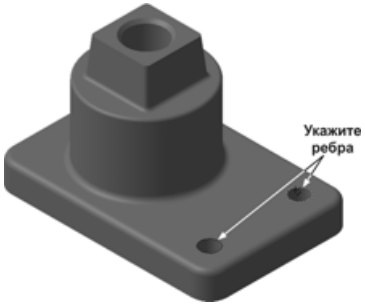


Рис. 2.98

Рис. 2.99

- Посмотрите на дерево построения — для создания детали потребовалось выполнить двенадцать операций (рис. 2.101).

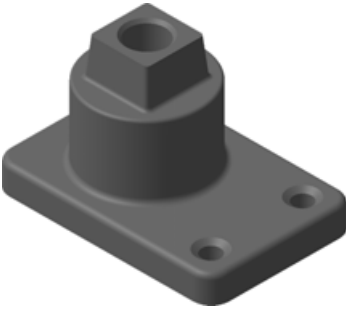


Рис. 2.100

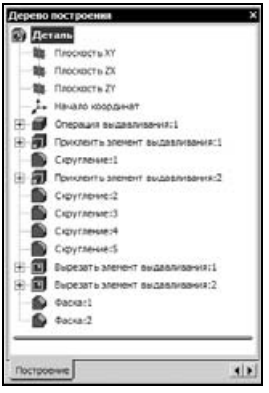


Рис. 2.101

Настройка детали

Любая деталь в КОМПАС-3D V6 обладает набором определенных параметров, которые могут быть изменены пользователем.

- Щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Деталь** в верхней части дерева построения и выполните команду **Свойства детали** (рис. 2.102).

- На экране появится панель **Свойства детали** (рис. 2.103). В текстовые **поля Обозначение** и **Наименование** введите обозначение детали, например `5256-5605042`, и ее наименование — `Кронштейн`.

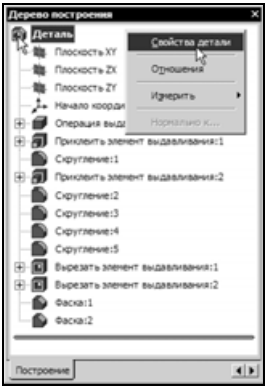


Рис. 2.102

- Нажмите кнопку раскрытия списка поля **Цвет**. В палитре стандартных цветов укажите цвет **Сине-серый**.

С помощью элементов управления в группе **Оптические свойства** можно задать оптические свойства поверхности детали. Перемещая "бегунки", можно изменять оптические свойства (блеск, зеркальность, диффузию и т.д.). В окне предварительного просмотра, в верхней части окна отображается сфера с заданными свойствами, для визуальной оценки[1].

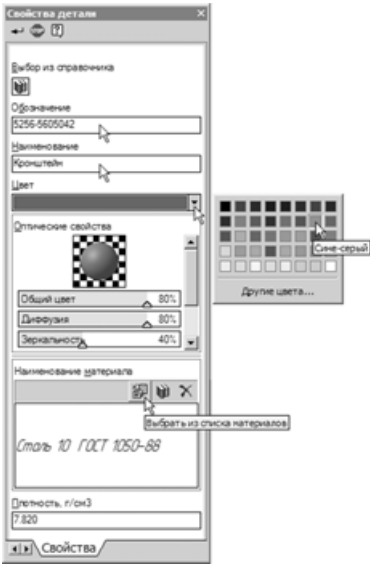


Рис. 2.103

[1] Подробнее о настройке цвета детали говорится в *главе* 6.

- В группе **Наименование материала** нажмите кнопку **Выбрать из списка материалов**.
- В окне **Плотность материалов** раскройте раздел **Чугуны** и выберите из списка строку с маркой **СЧ 18 ГОСТ 1412-85** (рис. 2.104). Значение плотности выбранного материала отображается в справочном поле, в нижней части окна. Это значение используются системой при расчете массо-центровочных характеристик детали[1]. Нажмите кнопку **OK**.

Рис. 2.104

- Для выхода из диалога настройки параметров нажмите кнопку **Создать объект**.

Обратите внимание на то, как изменилось имя детали в верхней части дерева построения. Кроме того, модель изменила цвет.

- Выполните команду **Сервис | Параметры...**. В диалоговом окне **Параметры** на вкладке **Текущая деталь** укажите параметр **Точность отрисовки** (рис. 2.105).

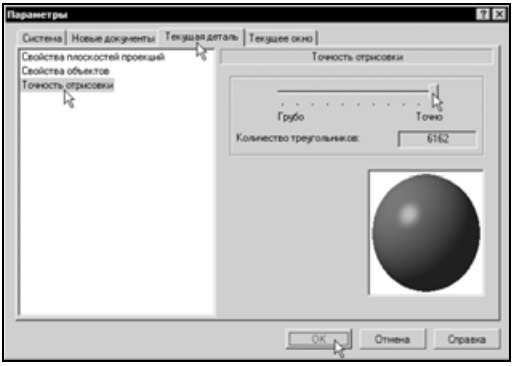


Рис. 2.105

[1] Структура списка материалов и значения плотностей хранятся в системном файле Graphic.dns папки Sys главного каталога системы. Соблюдая несложные правила синтаксиса этого файла, можно добавлять в него свои материалы.

Можно увеличить или уменьшить точность аппроксимации криволинейных ребер отрезками, а криволинейных поверхностей — треугольниками. Для изменения точности перемещайте "бегунок" между позициями **Грубо** и **Точно**. В справочном поле диалога показывается условный коэффициент точности, а в окне просмотра — пример отображения ребер и поверхностей сферы при выбранной степени точности. Установите максимальную степень точности отрисовки[1].

- Нажмите кнопку **OK** — ребра и грани детали примут более гладкие очертания.

Совет

Иногда, для коррекции всех изменений, требуется выполнить команду **Перестроить** панели **Вид**. Система заново проверит базу данных детали и выполнит построение всех элементов на основе текущих значений параметров.

Изменение цвета отдельных граней

Изменение цвета, выполненное в диалоге настройки параметров детали, распространяется на все ее грани. При необходимости, можно изменять цвета отдельных граней, например, для имитации окраски различных поверхностей детали.

- Выберите грань цилиндрической бобышки (рис. 2.106).

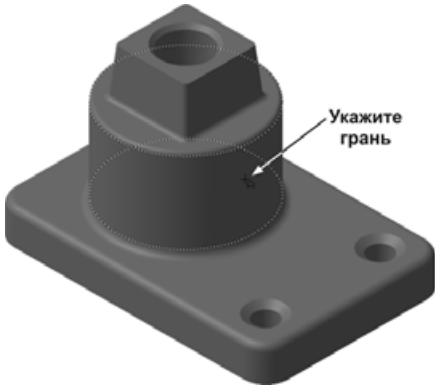


Рис. 2.106

- Щелчком правой клавиши вызовите контекстное меню и выполните команду **Свойства грани** (рис. 2.107).

[1] Чем выше точность, тем более "гладким" выглядит изображение, и тем дольше выполняются расчеты.

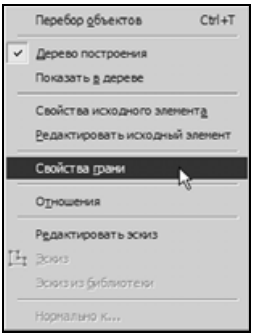


Рис. 2.107

- На панели **Свойства грани** отключите флажок **Использовать цвет источника** (рис. 2.108).

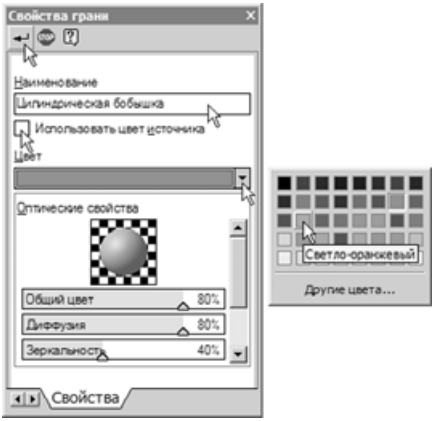


Рис. 2.108

- Раскройте список поля **Цвет** и выберите для грани любой контрастный цвет, например, светло-оранжевый. Закройте панель свойств щелчком на кнопке **Создать объект**.

Расчет массо-центровочных характеристик

Кроме команд, непосредственно относящихся к построению трехмерной модели, в распоряжении пользователя находятся сервисные команды, с помощью которых можно выполнять различные измерения и вычислять массо-центровочные характеристики детали. Кнопки вызова команд измерений находятся на инструментальной панели **Измерения** (рис. 2.109).

Рис. 2.109

- Для определения массо-центровочных характеристик детали нажмите кнопку **МЦХ модели** .
- На панели свойств установите количество значащих цифр 3, единицы измерения длины — сантиметры, единицы измерения массы — килограммы. Дополнительно нажмите кнопку **Центр масс** (рис. 2.110).

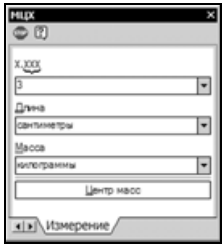


Рис. 2.110

Результаты вычислений отображаются в специальном информационном окне (рис. 2.111). Расчет выполняется в системе координат детали, с учетом плотности назначенного для нее материала. Определение МЦХ модели можно повторить на любой стадии ее построения.

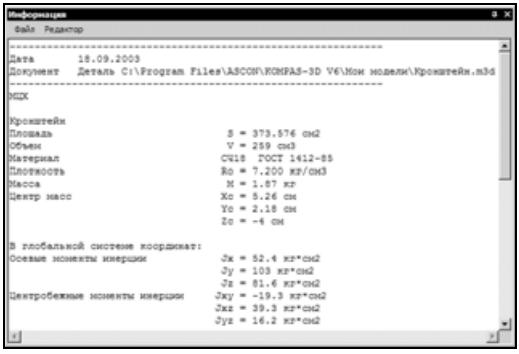


Рис. 2.111

Положение центра тяжести детали отображается непосредственно в окне модели в виде специального значка (рис. 2.112). Его можно наблюдать с разных сторон с помощью кнопки **Повернуть** , не прерывая команду расчета МЦХ.

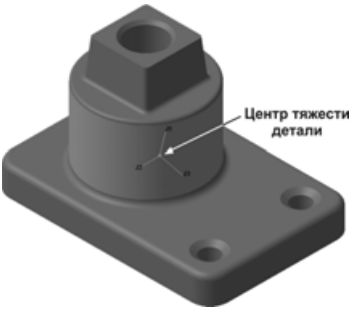


Рис. 2.112

Создание рассеченных видов

На любом этапе работы можно удалить часть тела по границе, представляющей собой плоскость или поверхность, образованную произвольным эскизом.

Сечение плоскостью

Можно удалить часть детали, находящуюся по одну строну пересекающей эту деталь плоскости.

При построении прямоугольника, лежащего в основании модели, одна из его вершин была размещена в точке начала координат. В результате построенная деталь расположена в пространстве таким образом, что ее не пересекает ни одна из стандартных плоскостей проекций. В этом можно убедиться, поочередно выделяя стандартные плоскости в дереве построения и вращая модель в пространстве. В таких случаях можно построить вспомогательную плоскость[1], пересекающую деталь в нужном направлении.

Создание вспомогательной плоскости

Нажмите кнопку **Смещенная плоскость** инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** (рис. 2.113).

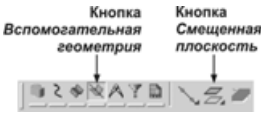


Рис. 2.113

[1] Подробнее об использовании вспомогательных плоскостей говорится в *главах* 5 и 6.

Эта команда позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, расположенных на заданном расстоянии от указанной плоскости или плоской грани детали.

- В дереве построения выберите **Плоскость XY** в качестве базовой.
- В поле **Расстояние** панели свойств введите значение 40, равное половине ширины детали (рис. 2.114). Определите, с какой стороны относительно базовой должна быть построена вспомогательная плоскость, включив кнопку **Обратное направление,** и нажмите кнопку **Создать объект**.

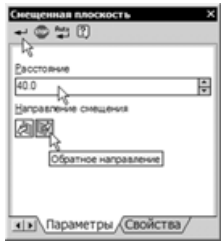


Рис. 2.114

Базовая (фронтальная) и фантом вспомогательной плоскости будут отображены в окне модели[1] (рис. 2.115).

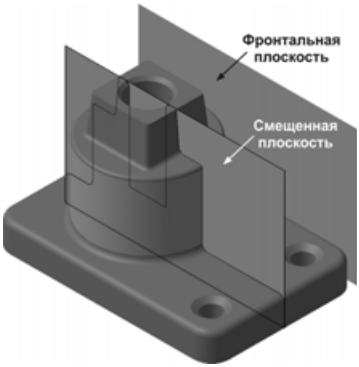


Рис. 2.115

- Для построения плоскости нажмите кнопку **Создать объект** панели специального управления.
- Прекратите работу команды построения вспомогательных смещенных плоскостей.

[1] На рис. 2.115 и далее плоскости, для большей наглядности, показаны в виде затененных прямоугольников.

- Для создания рассеченного вида укажите элемент **Смещенная плоскость:1** в дереве построения и нажмите кнопку **Сечение поверхностью** инструментальной панели **Редактирование детали** (рис. 2.116).

Рис. 2.116

- Для удаления части детали, обращенной к наблюдателю, включите кнопку **Обратное направление** — направление рассечения показывается в окне детали в виде стрелки. Нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 2.117).

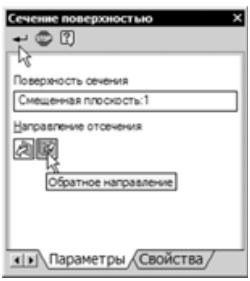


Рис. 2.117

- Измените цвет грани, полученной в результате рассечения детали. Для этого укажите грань (рис. 2.118), затем щелчком правой клавиши вызовите контекстное меню и выполните команду **Свойства грани**.

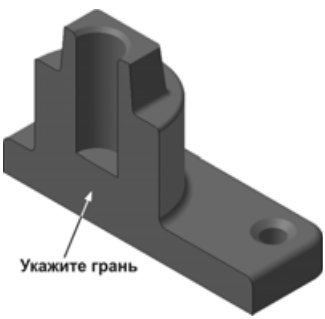


Рис. 2.118

- На панели свойств отключите флажок **Использовать цвет детали**, раскройте список поля **Цвет**, выберите для грани любой контрастный цвет и нажмите кнопку **Создать объект**.

Управление видимостью элементов

Вспомогательные плоскости и оси (особенно когда их много), а также не задействованные в выполнении операций эскизы могут мешать просмотру изображения детали. Можно сделать невидимым любой из этих элементов, при этом он по-прежнему будет учитываться в иерархии операций, и его производные элементы будут отображаться корректно.

- Выделите элемент **Смещенная плоскость:1** в дереве построения.
- Щелчком правой кнопки мыши вызовите контекстное меню и выполните команду **Скрыть** (рис. 2.119).

После этого элемент станет невидимым, соответствующая ему пиктограмма останется в дереве построения, но выделится бледным цветом.

Совет

В некоторых ситуациях, для полного удаления изображения элемента, требуется отменить его выделение щелчком мыши в любой пустой точке окна модели, а затем выполнить команду **Обновить изображение** панели **Вид**.

- Для того, чтобы скрытый элемент вновь стал видимым, выделите его в дереве построения и выполните команду **Показать** контекстного меню.
- Вспомогательные плоскости, оси и эскизы можно скрыть одновременно. Для этого следует воспользоваться соответствующими командами меню **Вид** (рис. 2.120).

Рис. 2.119

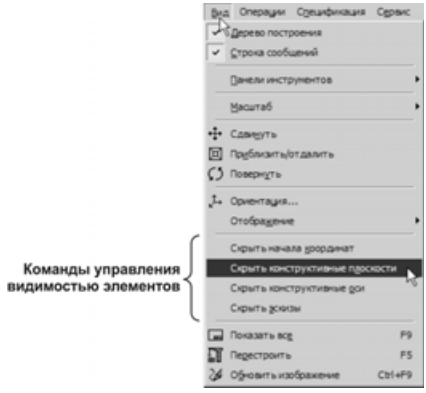


Рис. 2.120

Исключение элементов из расчетов

Можно не только отключать показ вспомогательных элементов (скрывать плоскости, оси и эскизы), но и исключать из расчетов любые элементы. При этом деталь перестраивается так, как если бы указанный элемент был удален, однако информация о нем сохраняется в документе.

- Выделите элемент **Сечение поверхностью:1** в дереве построения. Щелчком правой кнопки мыши вызовите контекстное меню и выполните команду **Исключить из расчета** (рис. 2.121).

Деталь будет перестроена с исключением элемента и его производных. Пиктограмма исключенного из расчетов элемента отображается в дереве построения светло-голубым цветом, кроме того, помечается символом "крест" (рис. 2.122).

Рис. 2.121

Рис. 2.122

Сечение произвольным эскизом

Трехмерную модель можно рассечь не только плоскостями, но и плоскими эскизами произвольного набора геометрических элементов (отрезков, дуг, сплайнов).

- Создайте новый эскиз на верхней плоской грани основания детали (рис. 2.123). Установите для модели стандартную ориентацию **Сверху**.

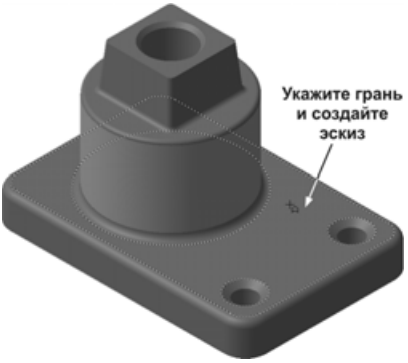


Рис. 2.123

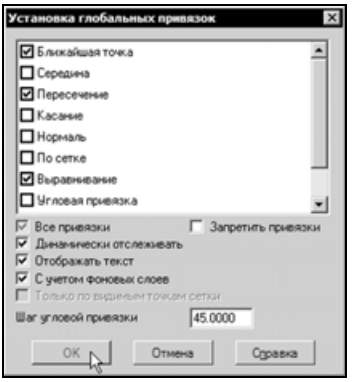


Рис. 2.124

Эскиз сечения будет представлять собой ломаную линию, проходящую через определенные точки модели. Для указания нужных точек потребуется настройка глобальных привязок.

- Нажмите кнопку **Установка глобальных привязок** панели **Текущее состояние**. Настройте привязки как на рис. 2.124. С помощью привязки **Выравнивание** можно указывать точки, выравнивая их по горизонтали и вертикали относительно характерных точек объектов. Нажмите кнопку **OK**.

Замечание

Эскиз сечения представляет собой один **разомкнутый** контур пересекающий плоскую проекцию детали.

- Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов** инструментальной панели **Геометрия**.

Эта команда позволяет построить ломаную линию по точкам ее отрезков.

- Для построения ломаной последовательно укажите точки 1, 2, 3 и 4, как это показано на рис. 2.125. Обратите внимание на использование привязок:
  - точку 1 укажите слева, за пределами детали. С помощью привязки **Выравнивание** она должна быть выравнена горизонтально по точке 2 — центру первого круглого ребра;
  - точку 2 укажите с помощью привязки **Ближайшая точка** в центре первого круглого ребра;
  - точку 3 укажите с помощью привязки **Ближайшая точка** в центре второго круглого ребра;

- точку 4 укажите справа, за пределами детали. В горизонтальном направлении, с помощью привязки **Выравнивание** она должна быть выравнена по точке 3.

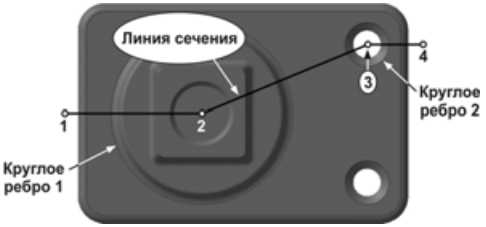


Рис. 2.125

- После построения ломаной нажмите кнопку **Прервать команду** панели специального управления, закройте эскиз и установите для детали ориентацию **Изометрия XYZ**.
- Убедитесь, что новый элемент **Эскиз:6** в дереве построения является текущим. Если это не так, укажите его щелчком мыши.
- Нажмите на **Сечение поверхностью** инструментальной панели **Редактирование детали** и не отпускайте кнопку мыши (рис. 2.126) до появления панели расширенных команд. Установите курсор на **Сечение по эскизу** и отпустите кнопку.

Рис. 2.126

- Убедитесь, что на панели свойств выбрано прямое направление рассечения и нажмите **Создать объект**.

Система выполнит рассечение части детали поверхностью указанного контура (рис. 2.127).

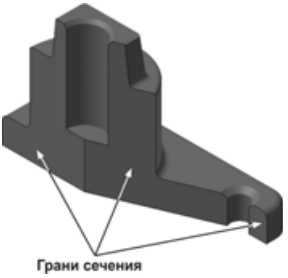


Рис. 2.127

Изменение свойств элементов

В результате последней операции в модели появились три новые грани — грани сечения (рис. 2.127). Если возникает необходимость выделить эти грани цветом, то не обязательно изменять цвет каждой в отдельности. Можно изменить цвет самой операции, в результате которой образовались эти грани.

- В дереве построения щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Сечение по эскизу:1** и выполните команду **Свойства элемента** (рис. 2.128).

Рис. 2.128

- На панели свойств отключите флажок **Использовать цвет детали** и раскройте список поля **Цвет**. Выберите цвет.

Самостоятельная работа

- Исключите из расчета элемент **Сечение по эскизу:1**. Модель должна отобразиться целиком.
- Постройте новое сечение эскизом как на рис. 2.129.

Рис. 2.129

После построения сечения модель должна выглядеть как на рис. 2.130.

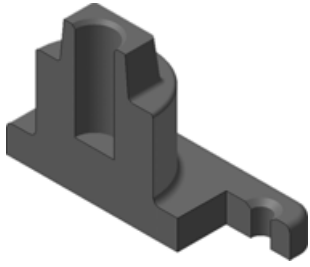


Рис. 2.130

- Одной командой измените цвет всех граней сечения на более контрастный.
- Вернитесь в исходное состояние модели, исключив из расчета элемент нового сечения.
- После выполнения задания сохраните документ на диске .

Печать изображения модели

Изображение модели выводится на печать в ее текущем состоянии, ориентации и отображении, как вы видите его на экране. Печать изображения детали производится из режима предварительного просмотра.

- Выполните команду **Предварительный просмотр** меню **Файл** или щелчком на кнопке **Предварительный просмотр** панели **Стандартная**.

Внешний вид экрана отражает переход системы в режим вывода документов (рис. 2.131).

В главном окне системы условно показано **поле вывода**, т. е. лист бумаги определенного размера и ориентации. На листе реалистично изображается сама деталь, ее размеры и ориентация.

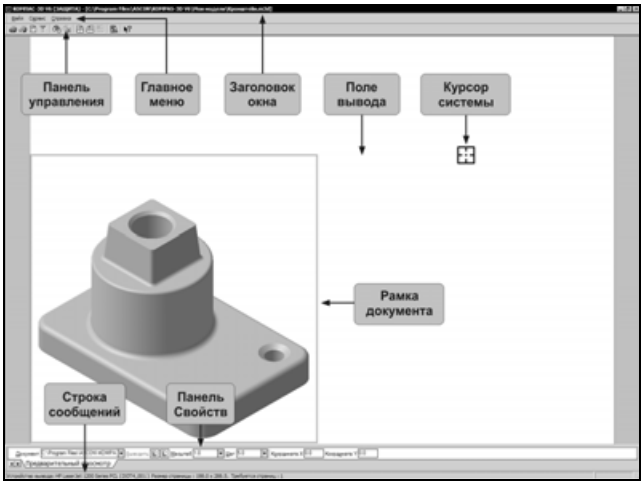


Рис. 2.131

С помощью кнопок на панели управления можно выполнять различные настройки процесса печати: выбрать и настроить печатающее устройство, настроить параметры вывода документов на печать и т.д. (рис. 2.132).

Рис. 2.132

На панели свойств отображается имя активного документа, текущий масштаб изображения, шаг курсора для перемещения изображения стрелками клавиатуры и координаты базовой точки документа (рис. 2.133).

Рис. 2.133

Для печати КОМПАС-3D V6 использует устройство вывода, установленное по умолчанию. Посмотрите на строку сообщений — в ней отображается наименование текущего устройства вывода (рис. 2.134).

Устройство вывода: HP LaserJet 1200 Series PCL Размер страницы : 198.0 x 288.5. Требуется страниц : 1

Рис. 2.134

- При необходимости, можно использовать другое устройство из списка подключенных к компьютеру. Для этого нужно нажать кнопку **Настройка принтера/плоттера** панели управления. Далее в окне **Настройка печати** раскрыть список поля **Имя** в группе **Принтер** и выбрать имя нужного устройства (рис. 2.135).

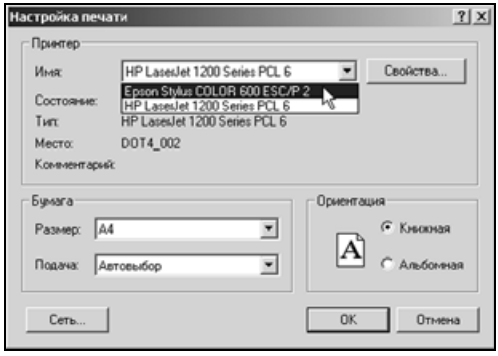


Рис. 2.135

Возможно, придется выполнить настройку параметров выбранного устройства. Для этого нужно нажать кнопку **Свойства**. Для правильной настройки устройства обратитесь к сопроводительной документации.

На рис. 2.131, в качестве устройства вывода использован лазерный принтер HP LaserJet 1200 с размером листа А4, установленным горизонтально. Именно его параметры используются в режиме предварительного просмотра.

КОМПАС-3D V6 использует установки текущего устройства вывода: размеры листа, его ориентация, размеры "мертвых зон"[1] и прочие параметры. Компоновка документа на листе всегда выполняется с учетом мертвых зон. По умолчанию, документ выводится на печать в масштабе 1:1, изображение привязано к левому нижнему краю листа.

Замечание

Можно передвигать документ на листе с помощью мыши или клавиатуры, поворачивать его в разных направлениях, менять масштаб, добиваясь оптимального размера и положения изображения.

[1] Мертвые зоны — это участки листа вдоль его горизонтальных и вертикальных кромок, которые не могут быть использованы для печати в силу особенностей конструкции печатающего устройства.

- Щелкните на кнопке **Повернуть документ против часовой стрелки** панели управления. Ориентация документа изменится соответствующим образом. Восстановите исходную ориентацию детали.
- При необходимости, можно изменить масштаб вывода изображения, задав его в поле **Текущий масштаб отображения** панели свойств.
- Подобрать оптимальный масштаб вывода можно с помощью команды **Подогнать масштаб** меню **Сервис** (рис. 2.136).

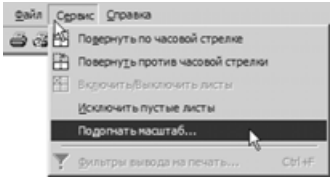


Рис. 2.136

Для вывода документа на лист формата А4 в максимальном масштабе нужно установить количество страниц для определяющего направления равным одной. В данном случае, это вертикальное направление.

- Щелкните на кнопке счетчика увеличения/уменьшения как на рис. 2.137, слева. Система определит оптимальный масштаб 1.409 (рис. 2.137, справа)[1]. При этом количество страниц в горизонтальном направлении (и общее количество) станет равным 1. Для выхода из диалога нажмите кнопку **OK**.

В окне предварительного просмотра изображение будет перерисовано в новом масштабе.

- По умолчанию, включен режим привязки изображения к углам листа. Для его отключения нажмите кнопку **Настройка параметров вывода** панели управления и отключите флажок привязки документа к узлам страниц устройства (рис. 2.138).

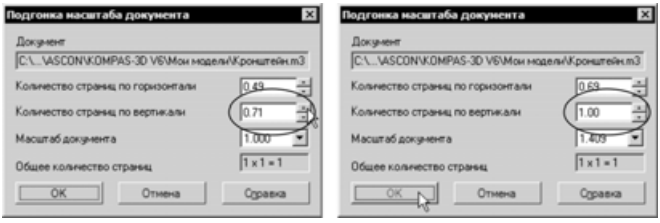


Рис. 2.137

[1] Разумеется, при выводе изображения на другое устройство или лист другого формата, это значение иное.

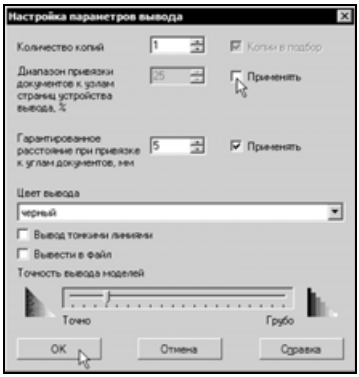


Рис. 2.138

- Для перемещения изображения в центр листа поместите указатель внутрь рамки документа, нажмите левую кнопку мыши и перетащите изображение в нужном направлении (рис. 2.139).
- Теперь все готово для вывода документа на печать. Для инициализации процесса передачи данных щелкните на кнопке **Печать** панели управления.

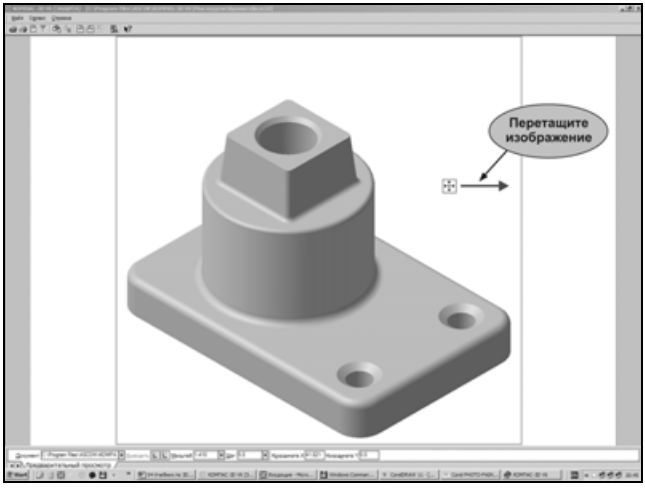


Рис. 2.139

Совет

Перед выводом документа на печать не забудьте включить принтер и заправить бумагу.

- Для выхода из режима предварительного просмотра нажмите кнопку **Закрыть** панели управления — система вернется в обычный режим работы с моделью.

Построение детали Упор. Самостоятельная работа

Постройте деталь, показанную на рис. 2.140 и сохраните ее в папке Мои модели под именем Упор.

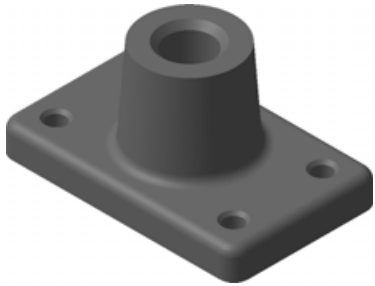


Рис. 2.140

Все размеры, необходимые для построения модели, показаны на рис. 2.141.

- Назначьте детали материал — алюминиевый сплав **АД1 ГОСТ4784-97**, определите вес детали[1] и положение ее центра тяжести.
- Постройте сечение эскизом, как это показано на рис. 2.142. Затем исключите операцию сечения из расчета и сохраните модель на диске.

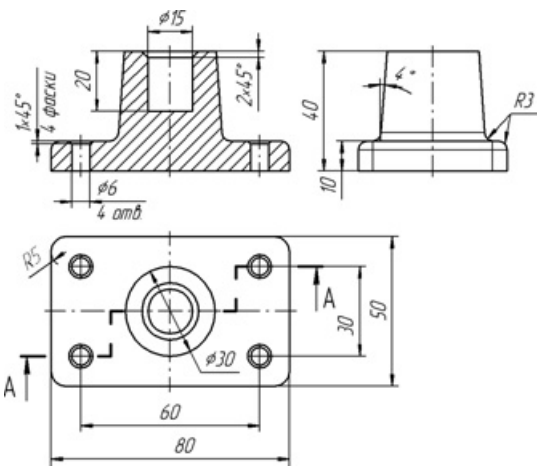


Рис. 2.141

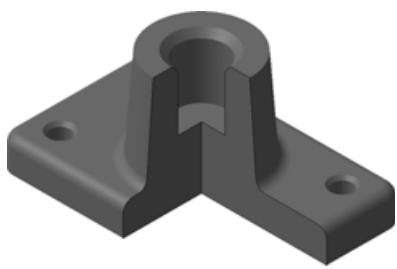


Рис. 2.142

[1] Вы должны получить результат 158.332 г.

ГЛАВА 3

Создание ассоциативного чертежа

Многие трехмерные модели создаются с целью получения конструкторской или технической документации, рабочих чертежей деталей и сборочных единиц, каталогов деталей или запасных частей, инструкций по техническому обслуживанию и т. д. После построения трехмерной модели можно получить ее чертеж, избежав рутинного создания видов средствами плоского черчения.

Выполним рабочий чертеж трехмерной детали **Кронштейн**, построение которой было описано в предыдущей главе. Пример полностью оформленного чертежа показан на рис. 3.1.

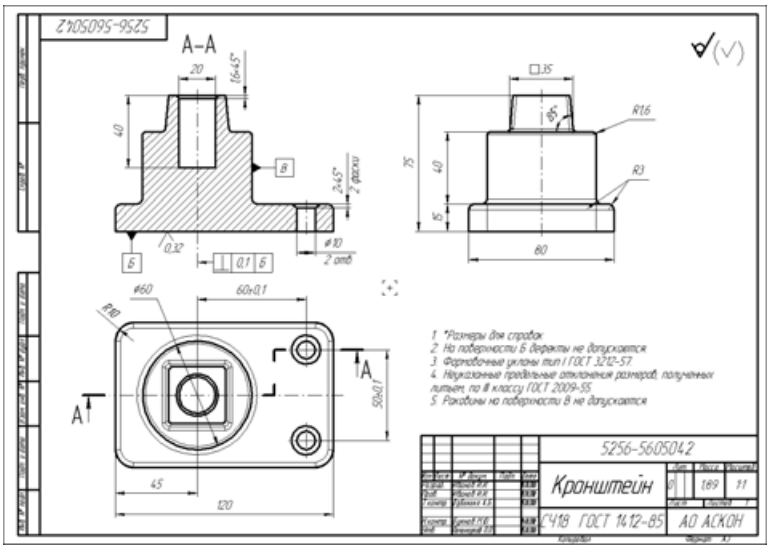


Рис. 3.1

Создание и настройка нового чертежа

Лист чертежа является одним из основных типов документов в системе КОМПАС-3D V6 и полностью соответствует листу чертежа на кульмане. Если чертеж детали состоит из нескольких листов, они создаются отдельно и хранятся в разных файлах. Каждый чертеж имеет параметры стиля основной надписи, формата и ориентации.

- Для создания нового чертежа выполните команду **Файл | Создать** или нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**.
- В диалоговом окне укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **OK** (рис. 3.2).

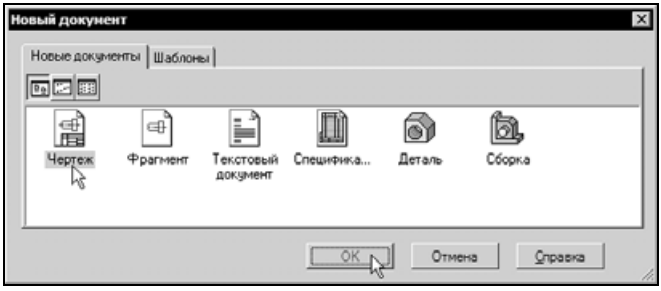


Рис. 3.2

По умолчанию, система создает лист формата А4 вертикальной ориентации с типом основной надписи **Чертеж Конструкторский, первый лист**. Изменим параметры документа.

- Щелкните правой кнопкой мыши в свободном месте листа и выполните из контекстного меню команду **Параметры текущего чертежа** (рис. 3.3), или выполните команду **Сервис | Параметры**.

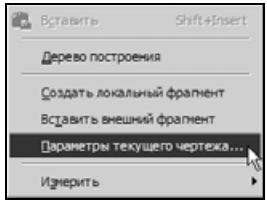


Рис. 3.3

- На экране появится диалоговое окно **Параметры** (рис. 3.4). На вкладке **Текущий чертеж** в списке разделов настройки документа в левой части окна найдите раздел **Параметры листа**. Щелчком на символе "+" слева от названия раздела раскройте его содержимое.

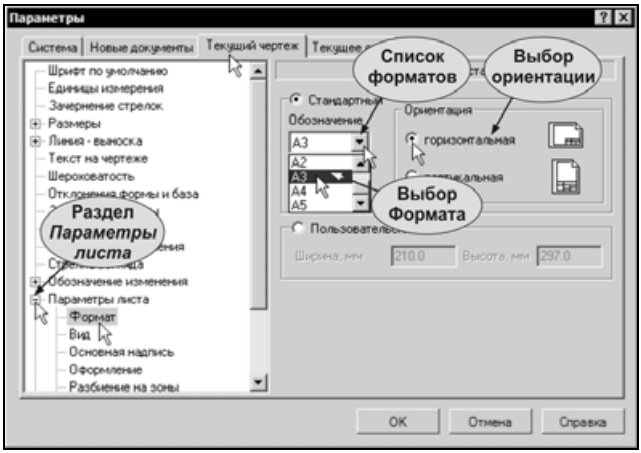


Рис. 3.4

- Укажите строку **Формат** — в правой части окна появятся все параметры, относящие к формату листа.
- Нажмите кнопку **Список форматов** в правой части листа. В раскрывшемся списке укажите строку **А3**.
- Включите кнопку **Горизонтальная** в группе **Ориентация**.

Совет

В данном режиме можно выполнить любые настройки текущего чертежа. Например, для изменения стиля основной надписи необходимо указать подраздел **Оформление**, раскрыть список стилей основных надписей в правой части окна и выбрать нужный стиль, например **Чертеж конструкторский. Последующие листы. ГОСТ 2.104-68**.

- Настройка параметров документа закончена — щелчком на кнопке **OK** закройте диалоговое окно.
- Нажмите кнопку **Показать все** — вы получили лист заданного формата, ориентации и стиля. В таком состоянии новый документ готов к вводу геометрических данных и объектов оформления.

Замечание

Формат документа, его ориентацию и стиль можно неоднократно менять непосредственно во время работы над чертежом. Изменение этих параметров не оказывает никакого влияния на содержимое документа. Возможно, придется выполнить дополнительную работу по компоновке чертежа.

- Сохраните новый документа в папке Мои модели под именем Кронштейн. Напомним, что чертежи системы КОМПАС 3D V6 имеют расширение cdw, которое система автоматически добавляет к имени файла.

Создание трех стандартных видов

На панели переключений нажмите кнопку **Ассоциативные виды** — справа откроется одноименная инструментальная панель (рис. 3.5). Команды, представленные на ней, позволяют создавать различные ассоциативные виды.

Рис. 3.5

Замечание

Ассоциативный вид — это вид чертежа, ассоциативно связанный с определенной 3D-моделью. При изменении формы или размеров модели автоматически изменяется изображение на всех связанных с ней ассоциативных видах.

- Нажмите кнопку **Стандартные виды** — на экране появится диалог выбора модели. Откройте документ Кронштейн.m3d из папки Мои модели (рис. 3.6).

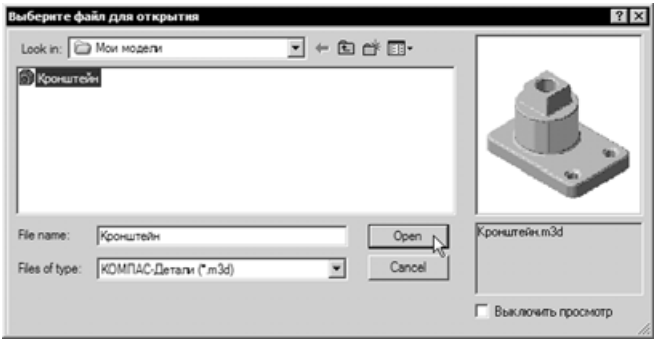


Рис. 3.6

После того, как модель выбрана, в окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников. С помощью команд на панели свойств можно управлять процессом создания видов: назначить масштабный коэффициент или подобрать автоматически; назначить цвет активных видов; включить или выключить отображение невидимых линий и линий переходов поверхностей; определить ориентацию модели.

В поле **Ориентация модели** дана ориентация главного вида чертежа. По умолчанию, для главного вида выбрана ориентация **Спереди**. При этом положение и содержание остальных видов автоматически рассчитывается системой согласно правилам оформления чертежей.

- Нажмите кнопку раскрытия списка поля **Ориентация модели** (рис. 3.7). При необходимости, можно определить для построения главного вида любую другую ориентацию модели, выбрав ее из списка. Оставьте этот параметр без изменений.

Рис. 3.7

- Нажмите кнопку **Схема** (рис. 3.8). В этом диалоге можно установить набор стандартных видов, построение которых необходимо для создания чертежа выбранной модели. Для включения вида достаточно указать его на схеме расположения видов. Аналогично можно отменить построение вида. Отменить построение главного вида невозможно.
- В поля **Зазор по горизонтали** и **Зазор по вертикали** в нижней части окна введите расстояние между видами: 75 по горизонтали и 50 по вертикали. Остальные параметры оставьте без изменений и нажмите **OK**.

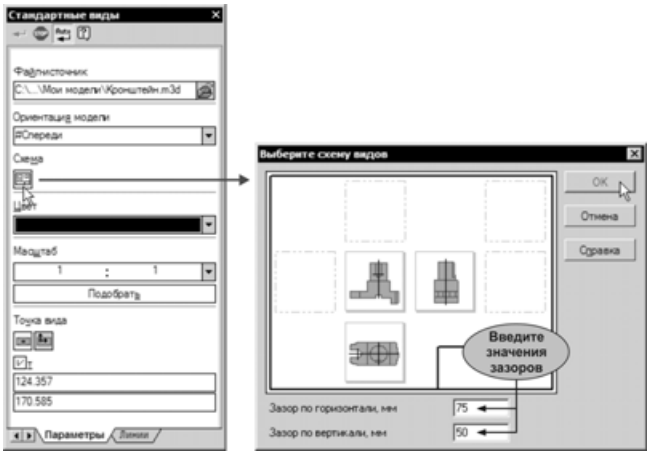


Рис. 3.8

- Нажмите кнопку раскрытия списка поля **Масштаб** (рис. 3.9). При необходимости, можно определить масштаб построения заданных видов. Оставьте этот параметр без изменений.

Рис. 3.9

- Откройте вкладку **Линии** в нижней части панели свойств (рис. 3.10). Команды на этой вкладке позволяют включать или отключать отображение невидимых линий и линий перехода поверхностей и определять их стиль. Нажмите кнопку **Показывать** в группе **Линии переходов**. Остальные параметры оставьте без изменений.

Рис. 3.10

Замечание

Настойки панели свойств **Стандартные виды** оказывают влияние на все виды чертежа. Эти параметры (например, масштаб, отображение невидимых линий и линий перехода) позднее можно изменить для каждого вида в отдельности.

- После выбора нужных стандартных видов и настройки их параметров укажите в поле чертежа положение точки привязки изображения — точки начала координат главного вида (рис. 3.11).

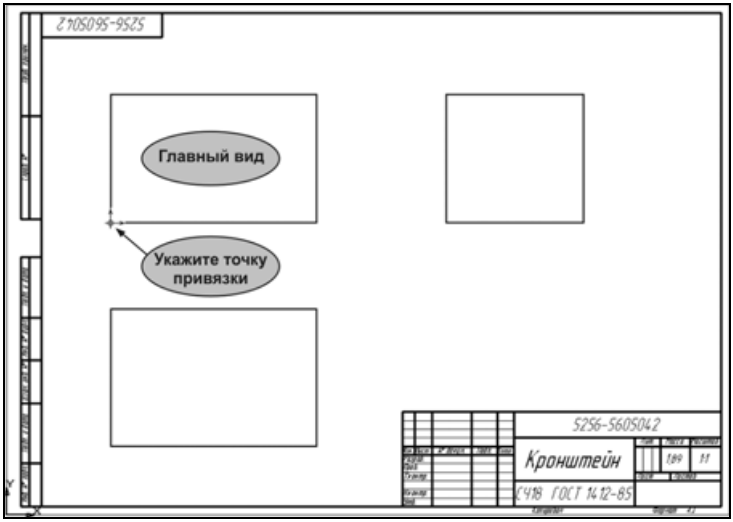


Рис. 3.11

В текущий чертеж будут вставлены выбранные виды, а в основную надпись чертежа передадутся сведения: обозначение, наименование и материал. Кроме того, система автоматически рассчитает массу детали и проставит масштаб (рис. 3.12).

Рис. 3.12

Структура чертежа

Каждый чертеж содержит основную надпись (штамп), один или несколько видов, технические требования и обозначения шероховатости поверхностей. Некоторые из этих элементов могут временно отсутствовать (например, технические требования и обозначение шероховатости поверхностей), но предусмотрены для создания в дальнейшем.

Понятие вида чертежа

Каждое изображение детали система выполнила отдельным **видом**, имеющим соответствующее название. Текущий чертеж детали **Кронштейн** содержит, по крайней мере, три вида.

Понятие вида в чертежах КОМПАС-3D V6 отличается от принятого в обычном черчении и трактуется несколько шире. Если в машиностроительном черчении под видом понимается прямоугольная проекция обращенной к наблюдателю поверхности предмета на плоскость проекций, то в КОМПАС-3D V6 видом может быть любое изображение на чертеже, логически объединенное в одно целое.

Виды в КОМПАС-3D V6 — это удобное средство структурирования чертежа. Управление ими (создание, удаление, перемещение, изменение параметров) всегда находится под контролем конструктора. В чертеже, созданном системой по трехмерной модели, конструктор может создать любое количество дополнительных видов. Каждый созданный в чертеже вид характеризуется определенным набором параметров (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Параметр вида	Значение по умолчанию
Номер	1 и далее по порядку
Масштаб	1:1
Угол поворота в градусах	0
Имя	Необязательный параметр
Точка привязки	Определяется системой или задается пользователем

Управление видами

Средства управления видами расположены на панели текущего состояния и включают в себя кнопку **Состояние видов**, поле **Текущий вид** и кнопку **Список видов** (рис. 3.13). Судя по содержимому поля **Текущий вид,** текущим в данный момент является вид под номером 3.

Рис. 3.13

- Для получения информации о видах текущего документа щелкните на кнопке **Состояние видов** в строке текущего состояния. На экране появилось диалоговое окно **Состояние видов** (рис. 3.14).

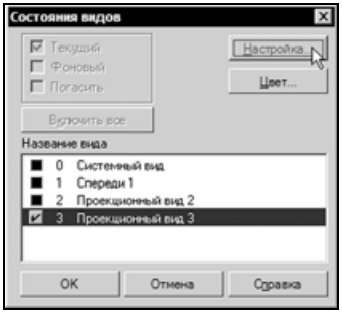


Рис. 3.14

В этом окне сообщается, из каких видов состоит текущий документ, их порядковые номера, имена и состояния. Например, сейчас текущим является вид № 3 под именем **Проекционный вид 3** (кнопка состояния вида помечена "галочкой"). Из содержимого окна видно, что в данном чертеже, помимо трех определенных пользователем видов, был создан один дополнительный вид под номером 0.

При создании нового чертежа система автоматически формирует специальный **Системный вид** с нулевым номером. Этот вид содержит основную надпись чертежа (штамп).

Любой из параметров стандартного вида может быть изменен. В этом смысле системный вид с номером 0 является исключением. Его параметры жестко зафиксированы. Параметры системного вида приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Параметры системного вида 0	Жестко зафиксированное значение
Номер	0
Масштаб	1:1
Угол поворота в градусах	0
Имя	Системный вид
Точка привязки	Совпадает с началом координат листа (левый нижний угол документа)

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левом нижнем углу рамки формата и обозначено специальным системным символом. Каждый из видов чертежа имеет свою систему координат (рис. 3.15).

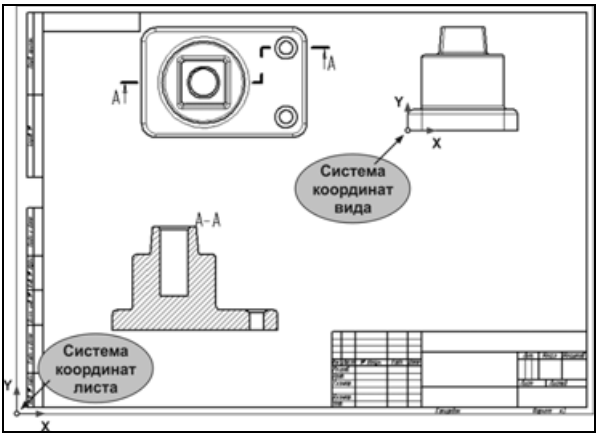


Рис. 3.15

При создании чертежа система определяет положение начала координат каждого вида на основе данных о системе координат трехмерной модели. Если вид на чертеже создается вручную, то положение его точки привязки указывает пользователь. Таким образом, *точка привязки* вида — это координаты его исходной точки в системе координат листа.

Итак, любой чертеж в КОМПАС 3D V6 состоит из одного или нескольких видов. Если пользователь не создавал никаких видов, все вводимые объекты автоматически размещаются в системном виде[1]. Иначе говоря, системный вид, кроме основной надписи чертежа, может содержать любые геометрические объекты и элементы оформления, которые могут быть изображены на чертеже в масштабе 1:1.

Один из видов чертежа обязательно является текущим. Он обладает важной особенностью: все вновь создаваемые объекты располагаются в текущем виде и логически принадлежат именно ему. В каждый момент времени текущим может быть только один вид, и на чертеже отображается символ его начала координат[2].

По умолчанию, виды в строке параметров идентифицируются их порядковыми номерами. Это не всегда удобно, особенно если чертеж содержит большое количество видов. В таком случае можно изменить настройку системы, чтобы в поле **Текущий вид** строки текущего состояния отображались не номера видов, а их имена.

- Для вызова диалога настройки параметров отображения видов нажмите кнопку **Настройка** в диалоговом окне **Состояния видов** (рис. 3.14).

---

[1] Такая ситуация возможна при создании чертежа в ручном режиме, без связи с 3D-моделью.

[2] На рис. 3.15 одновременно показаны два символа начала координат. Это исключение сделано в демонстрационных целях.

- В диалоговом окне **Параметры** на вкладке **Система** включите флажок **Отображать имена видов** и нажмите кнопку **OK** (рис. 3.16). После этого вы вернетесь в окно **Состояние видов**.

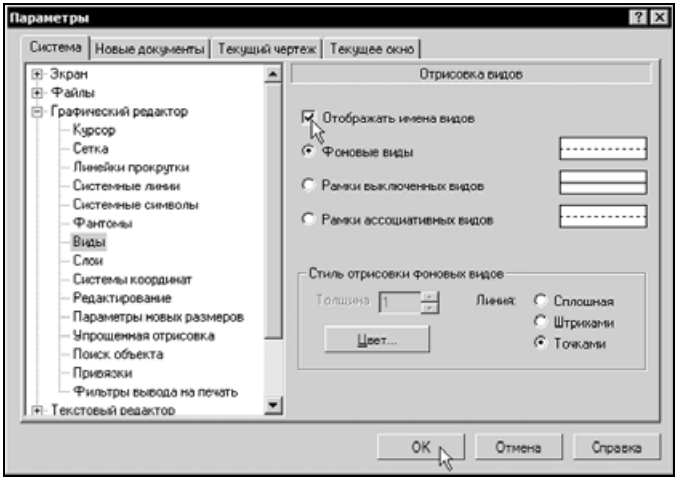


Рис. 3.16

Управление состоянием видов

Каждый вид на чертеже может находиться в одном из четырех состояний: текущий, фоновый, погашенный и активный.

- *Текущий* вид всегда единственный. В этом виде можно выполнять любые операции ввода, редактирования и удаления объектов. Все вновь создаваемые объекты сохраняются именно в текущем виде. Линии текущего вида всегда отображаются реальным цветом[1] и стилем.

- *Фоновые* виды доступны только для выполнения операций привязки к точкам или объектам. Эти виды нельзя перемещать, а их содержимое недоступно для редактирования. Элементы фоновых видов изображаются на экране пунктирными линиями.

- *Погашенные* виды отображаются на чертеже только их габаритными рамками, содержимое при этом не показывается. Такие виды недоступны для выполнения любых операций.

- *Активными* могут быть сразу несколько видов. Если вид не является фоновым или погашенным, то он считается активным. Текущий вид также является активным. Элементы активных видов доступны для выполне-

[1] По умолчанию, основным линям чертежа назначен синий цвет, тонким — черный, утолщенным — бирюзовый.

ния операций редактирования и удаления. Все объекты, содержащиеся в активном виде, изображаются на экране одним цветом (по умолчанию, черным).

В разные моменты работы над чертежом вид может находиться в различных состояниях. Для изменения состояния вида нужно выделить его в списке видов и включить нужный флажок в верхней части окна.

- Щелчком мыши выделите в списке видов **Системный вид** и включите для него флажок **Текущий**. Затем закройте окно щелчком на кнопке **OK** (рис. 3.17).

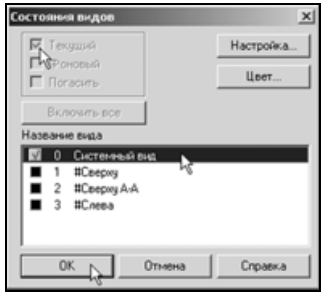


Рис. 3.17

На панели текущего состояния в поле **Текущий вид** появилось новое имя — **Системный вид**. Теперь в поле чертежа черным цветом отображаются все виды, кроме основной надписи, линии которой реального цвета.

Чтобы сделать нужный вид текущим, не обязательно обращаться к окну **Состояние видов**. Можно выбрать его имя или номер из списка поля **Текущий вид**.

- Щелкните на кнопке **Список видов** в строке текущего состояния и выберите из списка вид **Спереди 1** — вид с данным именем немедленно станет текущим (рис. 3.18).

Рис. 3.18

Замечание

Еще раз подчеркнем, для чего нужно делать текущим тот или иной вид. При работе над чертежом из нескольких видов, нужно постоянно следить, чтобы объекты, логически относящиеся к одному виду, действительно располагались в нем. Например, размеры вида **Проекционный вид 2** и прочие объекты его оформления должны находиться в одном виде с его геометрическими объектами.

Если проставлять размеры вида **Проекционный вид 2**, который расположен в виде № 2, в текущем системном виде № 0, то геометрические объекты вида и относящиеся к ним размеры окажутся в разных видах, что ведет к грубым ошибкам чертежа и искажению его структуры.

Просмотр и изменение параметров вида

В процессе работы над чертежом можно изменить некоторые параметры вида — название, масштаб и т.п. Проще всего сделать это с помощью контекстного меню. Но перед этим вид нужно выделить.

- Щелкните мышью на пунктирной габаритной рамке вида сверху (**Проекционный вид 2**). Система выделит все объекты указанного вида и дополнительно заключит его в габаритную рамку — признак того, что вы работаете именно с видом (рис. 3.19).

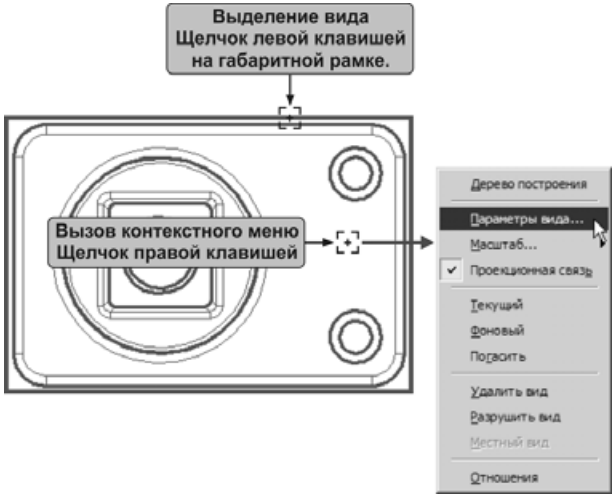


Рис. 3.19

- Щелкните правой кнопкой мыши внутри габаритной рамки. Выполните команду **Параметры вида** контекстного меню.
- На панели свойств **Проекционный вид** раскройте список поля **Масштаб** и выберите значение 1:2. Нажмите кнопку **Создать объект**.

В окне документа изображение вида сверху уменьшится, в соответствии с новым масштабом вида.

Замечание

Если на виде проставлены размеры, то, по правилам оформления чертежей, при изменении масштаба вида их значения не измененятся.

При отображении геометрических объектов в поле чертежа, система автоматически увеличивает или уменьшает их видимые размеры, пропорционально масштабу вида. Изменение масштаба вида не приводит к изменению истинных размеров геометрических объектов. В файле чертежа хранятся истинные геометрические параметры всех объектов.

Замечание

Основное назначение видов в чертежах КОМПАС 3D V6 — это изображение в заданном масштабе. Независимо от того, что вы проектируете: шестеренку для ручных механических часов или пролет моста, вы работаете всегда с реальными размерами, а величина изображения на листе чертежа определяется масштабом вида. Таким образом, в отличие от черчения на кульмане, при работе с КОМПАС 3D V6 нет нужды заботиться о пересчете реальных размеров объектов и координат точек, в зависимости от размеров изделия и формата листа. Более того, если вы занимаетесь подобными вычислениями — вы чертите неверно!

- Щелчком на кнопке **Отменить** панели **Стандартная** восстановите исходное значение масштаба вида.

Совет

Для изменения параметров вида можно сделать его текущим и выполнить команду **Сервис | Параметры** текущего вида.

Дерево построения чертежа

Кроме средств управления видами на панели **Текущее состояние,** существует еще один способ доступа к структуре чертежа, связанный с использованием дерева построения чертежа.

- Откройте меню **Вид** и включите флажок команды **Дерево построения** (рис. 3.20).

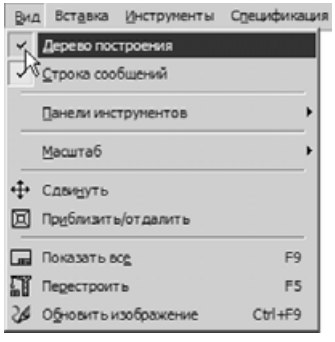


Рис. 3.20

В левой части окна системы появится дерево построения чертежа, на котором в графическом виде представлена последовательность видов, составляющих чертеж (рис. 3.21). Виды отображаются в виде иерархического дерева, в порядке их создания.

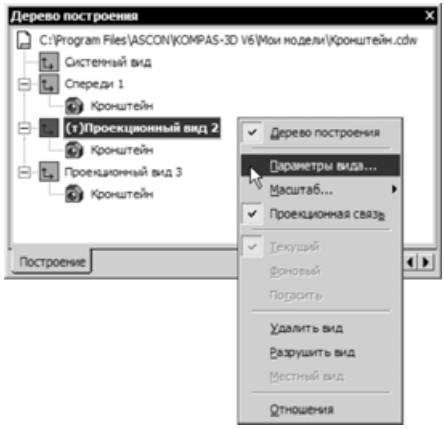


Рис. 3.21

Слева от названия вида обычно отображается пиктограмма со значком "+", это означает, что вид является ассоциативным. Щелчок мышью на этом значке разворачивает список моделей, изображения которых содержатся в данном виде.

Работа с деревом построения чертежа подчиняется тем же правилам, что и для дерева построения трехмерной модели. Можно включать и выключать его отображение, переводить в "плавающий" режим, менять размеры и положение в окне системы.

Щелчок правой кнопкой на названии вида вызывает на экран контекстное меню (рис. 3.21), в котором содержаться различные команды управления видом: доступ к параметрам, изменение масштаба, удаление, разрушение и т. д.

Удаление вида

Для того, чтобы выполнить какую-либо операцию (удалить, переместить, повернуть) над видом, его необходимо выделить.

- Укажите мышью на пунктирную габаритную рамку главного вида (рис. 3.22).
- Нажатием на клавишу <Delete> клавиатуры удалите вид. После этого на чертеже останутся два вида: сверху и слева.

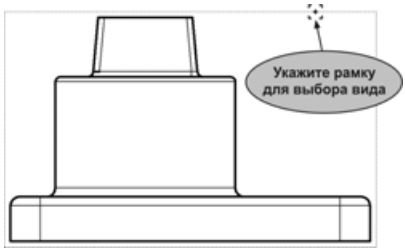


Рис. 3.22

Построение разреза

Убедитесь, что в настоящее время текущим является **Проекционный вид 2**. Если это не так, сделайте вид текущим, выбрав его имя из списка видов на панели текущего состояния. С помощью кнопки **Увеличить масштаб рамкой** на панели **Вид** увеличьте масштаб вида.

- Нажмите кнопку **Установка глобальных привязок** на панели **Текущее состояние** и включите привязку **Выравнивание**.
- Включите кнопку **Линия разреза** на инструментальной панели **Обозначения** (рис. 3.23).

Рис. 3.23

- С помощью привязки **Выравнивание** укажите точки 1, 2, 3 и 4, через которые должна пройти линия разреза. Точки должны опираться на точки 5 и 6 центров окружностей (рис. 3.24).

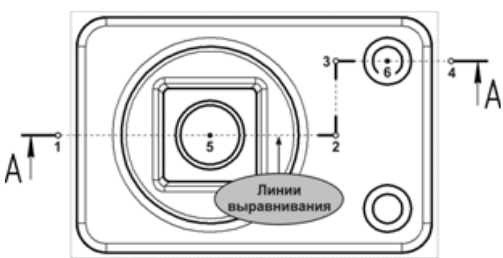


Рис. 3.24

- Для задания направления взгляда включите кнопку **Стрелки справа** на панели свойств и на нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 3.25).

- Нажмите кнопку **Разрез/сечение** на панели **Ассоциативные виды** и укажите мишенью любой элемент линии разреза (объект будет выделен цветом). На экране появится фантом изображения сечения в виде габаритного прямоугольника.
- На вкладке **Штриховка** на панели свойств можно задать параметры штриховки: стиль, шаг, угол и цвет (рис. 3.26). Оставьте все параметры без изменений.

Рис. 3.25

Рис. 3.26

- Нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**. Ассоциативные виды располагаются на чертеже в проекционной связи, что ограничивает возможность их взаимного перемещения. Так, строящийся вид автоматически выровнен вертикально по виду сверху[1]. Укажите приблизительное положение по горизонтали фантома разреза (рис. 3.27). Система создаст новый вид с именем **Разрез А-А** и сделает его текущим.

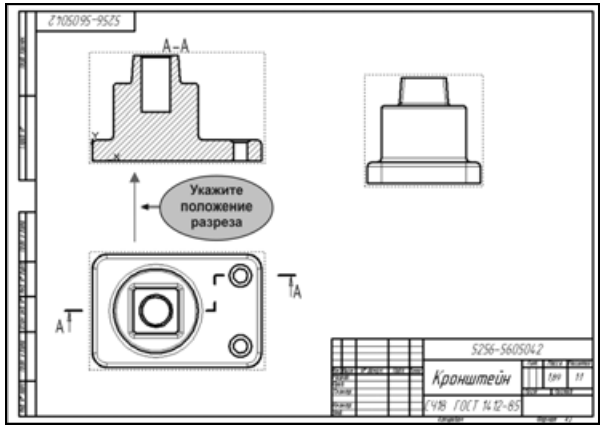


Рис. 3.27

[1] Если возникнет необходимость произвольного расположения видов, то проекционную связь между ними можно отключить.

Для завершения компоновки чертежа переместим новый вид таким образом, чтобы он был выровнен горизонтально по виду слева. При помощи мыши можно быстро переместить вид в нужную точку чертежа, но нельзя задать его точное положение. Для размещения видов в проекционной связи следует воспользоваться командой сдвига объектов с использованием привязок.

- Выделите вид **Разрез А-А** щелчком на его габаритной рамке. Щелчком на кнопке **Редактирование** на панели переключений раскройте одноименную инструментальную панель и нажмите кнопку **Сдвиг** (рис. 3.26).

Рис. 3.28

- В ответ на запрос системы укажите с помощью глобальной привязки **Ближайшая точка** базовую точку 1 сдвига, как это показано на рис. 3.29.

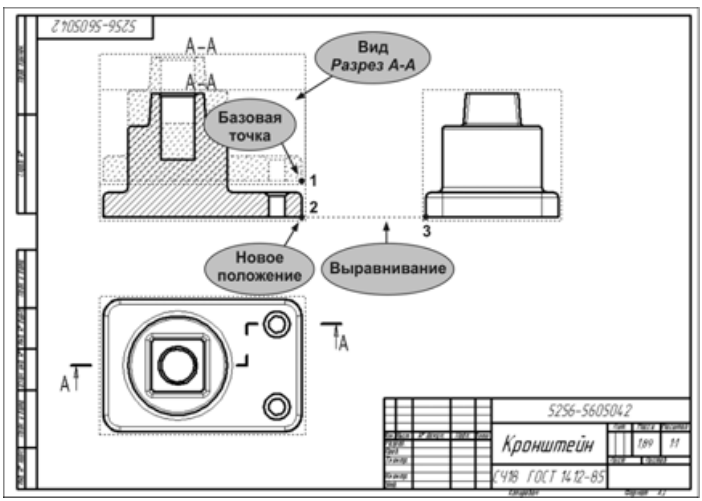


Рис. 3.29

Локальные привязки

Глобальные привязки являются важным инструментом, позволяющим осуществлять быстрое и точное указание точек в эскизах и на чертежах. Однако

одновременная активизация большого количества привязок, близкое расположение характерных точек или необходимость кратковременного выполнения определенной привязки затрудняют работу. В таких случаях можно воспользоваться другими привязками — *локальными*.

Локальные привязки выполняют ту же роль, что и глобальные. Однако они обладают двумя важными особенностями:

- локальная привязка является более приоритетной, чем глобальная, т. е. подавляет установленные глобальные привязки на время своего действия (до ввода точки или отказа от ввода);
- локальная привязка выполняется **только для одного (текущего) запроса точки**. После ввода текущей точки активизированная локальная привязка отключается, и система возвращается к выполнению глобальных привязок. Если потребуется выполнить еще одну локальную привязку для очередной точки, то придется вызывать меню локальных привязок заново.

Для указания нового положения базовой точки воспользуемся локальной привязкой **Выравнивание**.

- Для вызова меню локальных привязок щелкните правой кнопкой мыши в любом свободном месте чертежа.
- В появившемся на экране контекстном меню установите курсор на **Привязка** и выберите из меню локальных привязок команду **Выравнивание** (рис. 3.30).

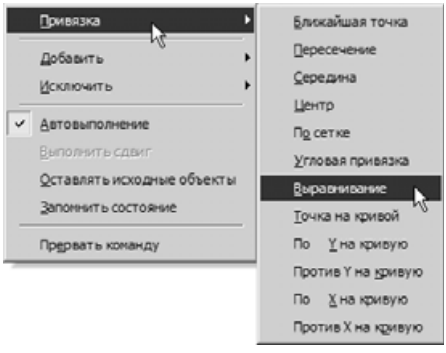


Рис. 3.30

- При указании нового положения базовой точки 2 добейтесь, чтобы курсор выравнивался в горизонтальном направлении относительно точки 3 на виде слева (рис. 3.29). Направление и точки выравнивания показаны пунктирными линиями. После срабатывания привязки щелчком мыши зафиксируйте точку.

- Для прекращения работы команды **Сдвиг** нажмите кнопку **Прервать команду** на панели специального управления, затем щелчком мыши в любом пустом месте чертежа отмените выделение вида.
- Щелчком мыши выделите обозначение разреза **А-А** и просто перетащите его, так чтобы текст был расположен непосредственно над видом (рис. 3.31).
- После этого чертеж должен выглядеть так, как это показано на рис. 3.31. Сохраните документ на диске .

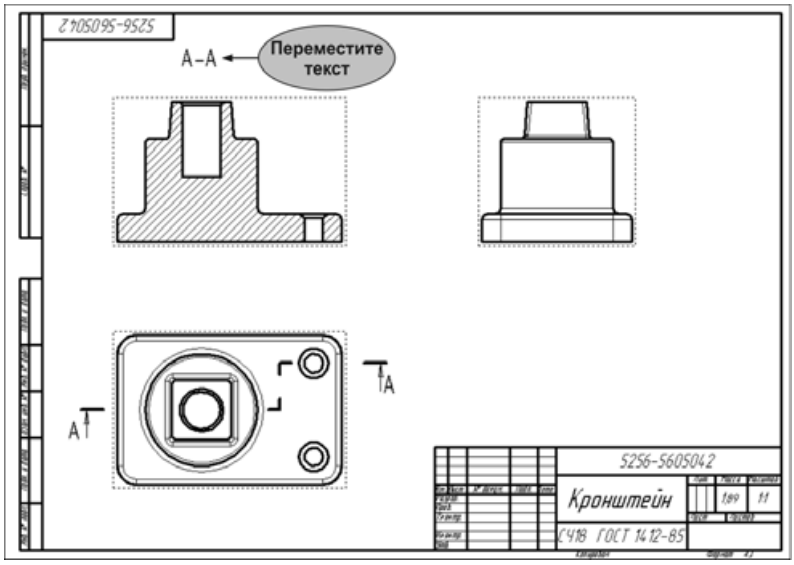


Рис. 3.31

Оформление чертежа

Полученный таким образом чертеж необходимо оформить в ручном режиме: построить осевые линии, проставить размеры и технологические обозначения, ввести технические требования и заполнить штамп.

Настройка параметризации

Напомним, что созданный нами чертеж является ассоциативным. Такие чертежи связаны с трехмерной моделью, на основе которой они построены. При изменении 3D-модели система автоматически изменяет изображение всех видов, сечений, разрезов и выносных элементов, корректирует значение массы детали в основной надписи чертежа.

Для того, чтобы изменялись значения размеров и положение элементов оформления (осевых линий, технологических обозначений и т. д.), потребуется дополнительная настройка чертежа, связанная с включением режима параметризации.

- Выполните команду **Сервис | Параметры**. На вкладке **Текущий чертеж**, в самом конце списка разделов настройки, укажите раздел **Параметризация** (рис. 3.32).

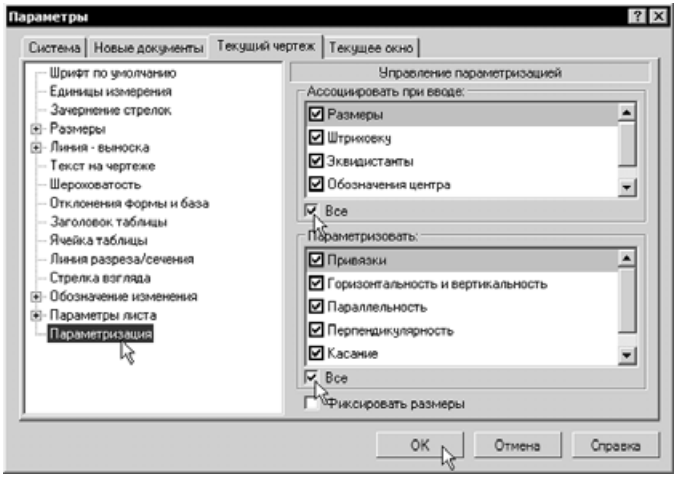


Рис. 3.32

- Сделайте активными все режимы параметризации, включив флажок **Все** в группе **Ассоциировать при вводе** для объектов оформления и такой же в группе **Параметризовать** для построений. Щелчком на кнопке **OK** закройте окно.

Построение осевых линий

Построим осевую линию глухого отверстия на виде **Разрез А-А**. При построении линии нужно принять во внимание следующие условия:

- необходимо обеспечить ее постоянный выход за пределы контура детали;
- при изменении высоты детали должна соответствующим образом меняться длина линии;
- при изменении положения отверстия должно изменяться положение осевой линии.

Эти условия можно выполнить за счет формирования параметрических связей между соответствующими геометрическими объектами.

- Убедитесь, что текущим является вид под именем **Разрез А-А**. Увеличьте изображение вида на весь экран.
- Включите кнопку **Отрезок** на инструментальной панели **Геометрия**.
- Откройте список поля **Стиль** на панели свойств и выберите из него стиль линии **Осевая** (рис. 3.33). После этого все последующие геометрические объекты будут вычерчиваться данным стилем.

Рис. 3.33

- Нажмите кнопку **Ортогональное черчение** на панели **Текущее состояние** — после этого отрезки можно будет строить только в горизонтальной или вертикальной ориентации.
- Постройте отрезок 1-2, который будет заготовкой осевой линии (рис. 3.34). Его начальную точку 1 и конечную точку 2 укажите произвольно.
- Нажмите кнопку **Точка** и постройте вспомогательную точку 3 в середине отрезка 4-5. Для указания положения точки воспользуйтесь привязкой **Середина**.

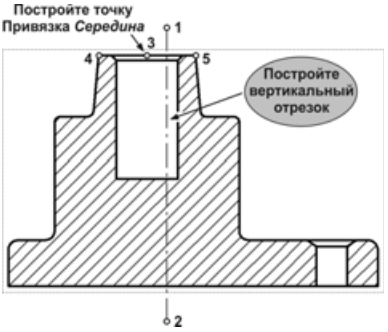


Рис. 3.34

- Нажмите кнопку **Выровнять точки по вертикали** на инструментальной панели **Параметризация** (рис. 3.35).
- Укажите точки 1 и 3 (рис. 3.36). После этого осевой отрезок расположится точно по центру отверстия.
- Проставьте вертикальные линейные размеры, определяющие выход осевой за пределы контура детали: верхний размер по базовым точкам 1 и 5 величиной 3; нижний размер по базовым точкам 2 и 6 величиной 20 (рис. 3.37). Выход отрезка за нижнюю часть детали следует выполнить заведомо большим, так как позднее к осевой в нижней ее части будет добавлен технологический значок отклонения от перпендикулярности.

Рис. 3.35

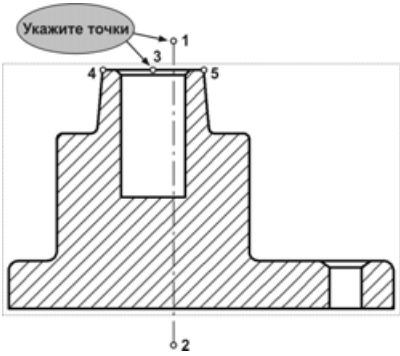


Рис. 3.36

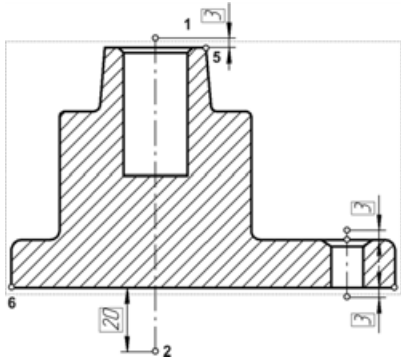


Рис. 3.37

- Аналогичным образом постройте осевую линию сквозного отверстия и два линейных размера, как это показано на рис. 3.37.
- После построения осевых линий отключите режим ортогонального черчения.

Построенные размеры носят вспомогательный характер и не должны быть видны на чертеже. Для этого их можно разместить на новом слое и сделать его невидимым.

- Средства управления слоями расположены на панели **Текущее состояние** (рис. 3.38). Нажмите кнопку **Состояние слоев**.

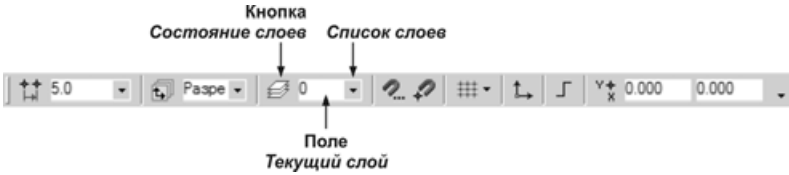


Рис. 3.38

- На экране появится диалоговое окно **Состояние слоев**. Для создания нового слоя щелкните на кнопке **Новый** (рис. 3.39).
- В диалоговом окне **Параметры слоя** в поле **Имя** введите название нового слоя **Вспомогательные размеры** и нажмите **OK** (рис. 3.40).

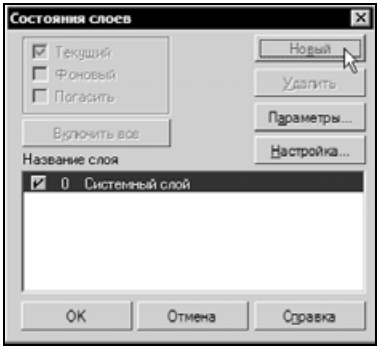


Рис. 3.39

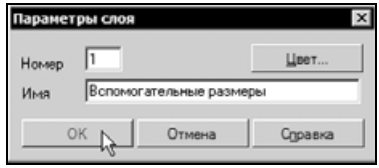


Рис. 3.40

- После этого вы вернетесь в окно **Состояние слоев**, в списке которого появится новая строка, соответствующая созданному слою. Щелчком на кнопке **OK** закройте окно (рис. 3.41).

Рис. 3.41

Теперь нужно перенести вспомогательные линейные размеры на вновь созданный слой 1.

- Выделите все линейные размеры. Для этого выполните команду **Выделить | По типу** или нажмите аналогичную кнопку на панели **Выделение** (рис. 3.42).

Рис. 3.42

- В списке диалогового окна укажите строку **Линейные размеры** и нажмите **OK**. (рис. 3.43).

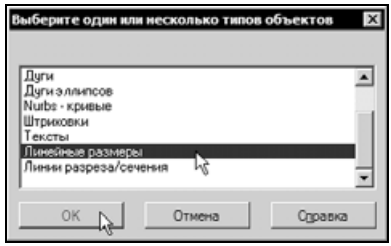


Рис. 3.43

- Щелкните правой кнопкой на любом из выделенных размеров. Из появившегося контекстного меню выберите команду **Изменить слой** (рис. 3.44).

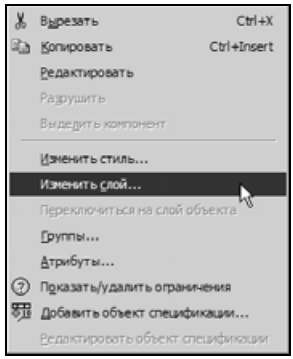


Рис. 3.44

- В диалоговом окне **Выберите слой** сделайте текущей строку слоя **1 Вспомогательные размеры** и нажмите кнопку **OK** (рис. 3.45).

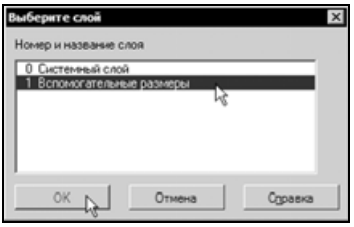


Рис. 3.45

- Теперь слой 1 можно погасить. Для этого щелкните на кнопке **Состояние слоев** на панели **Текущее состояние**. В диалоговом окне **Состояние слоев** сделайте текущей строку 1, включите флажок **Погасить** и нажмите кнопку **OK** (рис. 3.46).

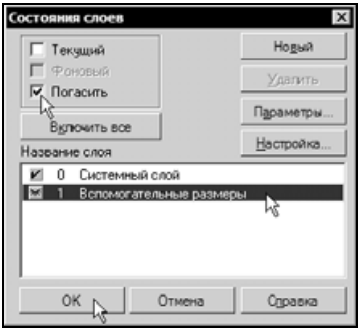


Рис. 3.46

После этого диалоговое окно будет закрыто, а линейные размеры, расположенные на погашенном слое, исчезнут с экрана (рис. 3.47).

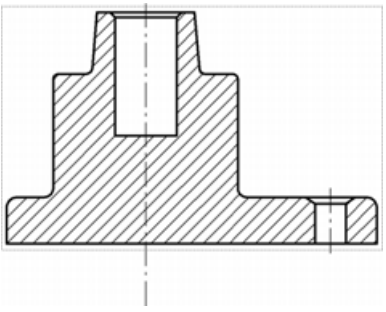


Рис. 3.47

Выполним построение осевых линий цилиндрических поверхностей на виде сверху.

- Сделайте текущим **Проекционный вид 2** и увеличьте его на весь экран.
- Нажмите кнопку **Обозначение центра** на инструментальной панели **Обозначения** (рис. 3.48).

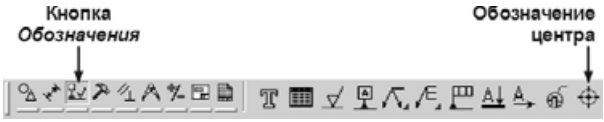


Рис. 3.48

- Укажите мишенью любую точку внешней тонкой окружности – система построит изображение обозначения центра указанного объекта (рис. 3.49).

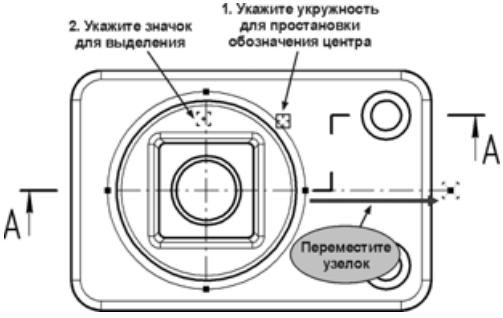


Рис. 3.49

- Для придания значку правильной ориентации введите в поле **Угол** на панели свойств значение 0 (рис. 3.50). Завершите работу команды .

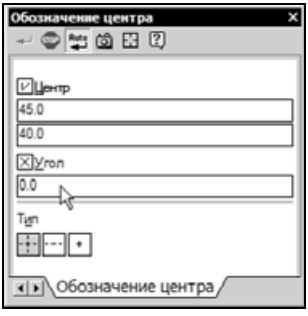


Рис. 3.50

Для получения горизонтальной оси симметрии детали нужно отредактировать созданный системный значок **Обозначение центра**, принадлежащий ок-

ружности. Для этого нужно изменить положение двух его характерных точек редактированием управляющих узелков.

- Укажите значок **Обозначение центра** — система выделит его цветом и сгенерирует узелки управления (рис. 3.49).
- Щелкните мышью на правом узелке и, не отпуская кнопку мыши, переместите его вправо за пределы контура детали. После этого отпустите кнопку.
- Таким же образом переместите левый узелок. После этого щелчком в любом свободном месте чертежа снимите выделение объекта.

Замечание

Во время перемещения узелков вы не сможете нарушить ориентацию объекта **Обозначение центра**, так как он обладает параметром **Угол наклона**. Значение этого параметра в настоящее время зафиксировано нулевым.

Простановка размеров

Команды простановки размеров в эскизах были рассмотрены в *главе* 2. Простановка размеров в плоских чертежах выполняется по тем же правилам, ниже даны лишь некоторые дополнительные рекомендации, связанные с оформлением размерной надписи и заданием параметров.

- Если в размерную надпись необходимо включить дополнительные символы (значки диаметра, квадрата, квалитета, значение предельных отклонений или углов в обозначении фасок и т. д.), щелкните мышью в поле **Текст** панели свойств (рис. 3.51).

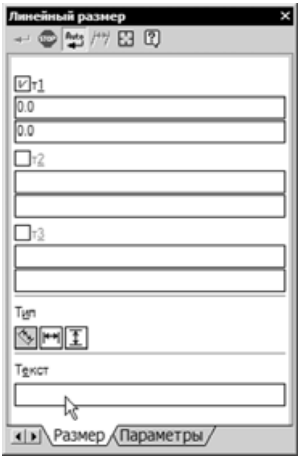


Рис. 3.51

На экране появится диалоговое окно **Задание размерной надписи**, в котором есть все необходимые средства для ее оформления (рис. 3.52).

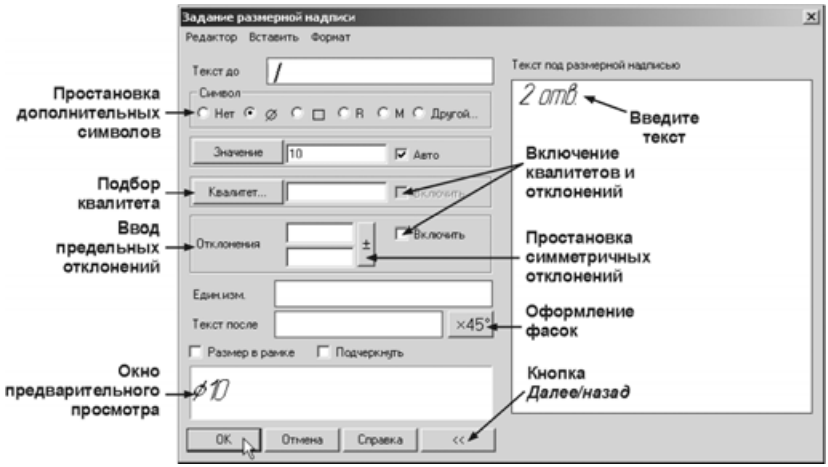


Рис. 3.52

- Если возникает необходимость изменить параметры размера (расположить размерную надпись на полке, изменить направление стрелок и т. д.) откройте вкладку **Параметры** панели свойств (рис. 3.53).

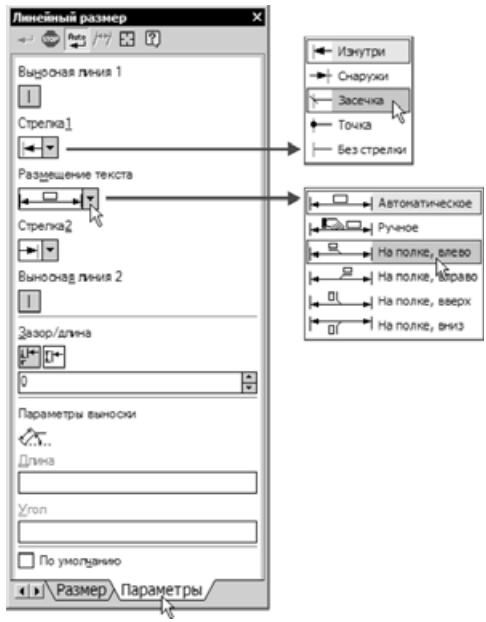


Рис. 3.53

- На панелях расширенных команд простановки линейных, радиальных и угловых размеров находятся дополнительные кнопки, с помощью которых можно проставлять все предусмотренные стандартом типы размеров (рис. 3.54).

Рис. 3.54

Замечание

Между простановкой размеров в эскизах операций и на плоских чертежах есть существенное отличие.

При создании эскизов КОМПАС-3D V6 работает в параметрическом режиме[1], т. е. формирует параметрические размеры геометрических объектов. Меняя значения параметров, можно управлять размером или взаимным положением соответствующих геометрических объектов.

При создании и оформлении плоских чертежей режим параметризации так же может быть включен, но, поскольку геометрия ассоциативных видов полностью определена текущим состоянием трехмерной модели, система формирует свободные параметрические размеры, которые просто меняют свои значения при изменении модели, и вы не можете использовать их для управления геометрией чертежа.

Задание

Используя рис. 3.1. в качестве образца[2], постройте осевую линию на виде слева и проставьте на чертеже все необходимые размеры. Перед оформлением каждого очередного вида не забудьте сделать его текущим.

Постановка технологических обозначений

Как уже было показано выше, команды ввода технологических обозначений расположены на инструментальной панели **Обозначения** (рис. 3.55).

---

[1] Об особенностях работы в этом режиме и порядке его настройки будет сказано в *главе* 5.

[2] Можно использовать в качестве образца документ Кронштейн.cwd из папки Решения.

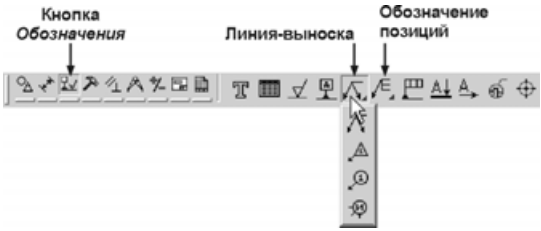


Рис. 3.55

Кнопка **Линия-выноска** имеет панель расширенных команд обозначения позиций, клеймения, маркировки и обозначения изменений. Кнопка **Обозначение позиций** так же имеет панель расширенных команд.

Ниже приводится описание построения некоторых обозначений, которые могут вызвать трудности. В остальных случаях обращайтесь к системе помощи КОМПАС-3D V6.

Ввод обозначения базовой поверхности.

- Сделайте текущим вид **Разрез А-А**. Для простановки обозначения базовой поверхности Б нажмите кнопку **База** на инструментальной панели **Обозначения**.
- На запрос системы **Укажите поверхность для простановки обозначения базы** щелкните мышью на горизонтальном отрезке в нижней части вида (рис. 3.56).
- На запрос системы **Укажите положение знака на поверхности** щелчком мыши зафиксируйте положение знака в горизонтальном направлении.
- На запрос системы **Укажите конечную точку выноски** задайте расстояние от знака до указанной поверхности.

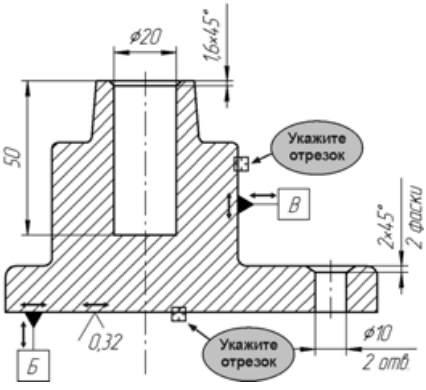


Рис. 3.56

- Для простановки обозначения базовой поверхности В, не прерывая команду, укажите мишенью вертикальный отрезок в правой части детали и задайте горизонтальною и вертикальную позиции знака.

Совет

По умолчанию, система автоматически предлагает очередной символ для ввода обозначения. Если возникнет необходимость ввести другой символ, щелкните мышью в поле **Текст** панели свойств. В диалоговом окне **Введите текст** выполните двойной щелчок в поле ввода текста и выберите нужный символ (рис. 3.57).

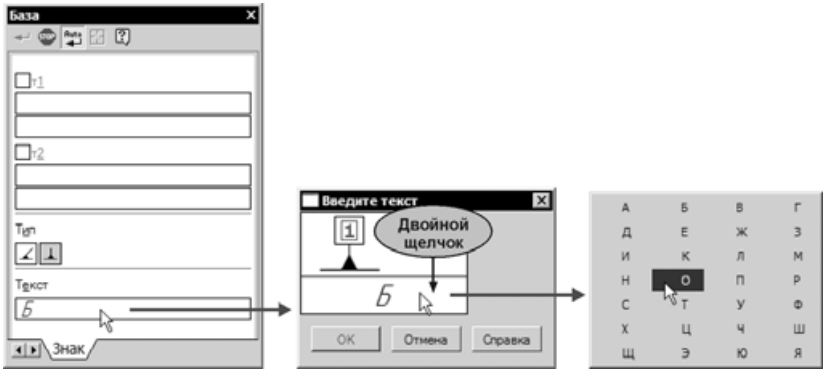


Рис. 3.57

Ввод обозначения шероховатости поверхности

Для простановки обозначения шероховатости поверхности 0,32 (рис. 3.54) нажмите кнопку **Шероховатость** на инструментальной панели **Обозначения**.

- На запрос системы **Укажите поверхность для простановки шероховатости** щелкните мышью на горизонтальном отрезке в нижней части вида.
- Для ввода значения шероховатости щелкните в поле **Текст** на панели свойств (рис. 3.58) — на экран будет вызвано диалоговое окно **Введите текст**. Выполните двойной щелчок мышью в текстовом поле 1.

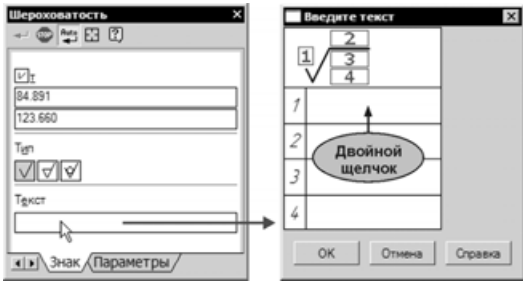


Рис. 3.58

- Из появившегося меню выберите раздел **Ra** и укажите значение параметра шероховатости 0,32 (рис. 3.59). Нажмите кнопку **OK**.

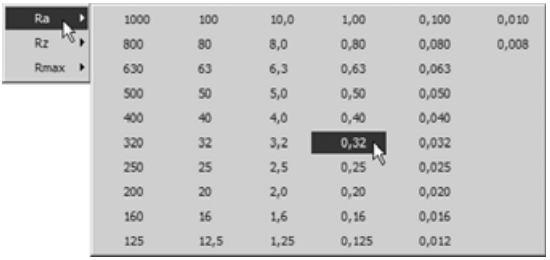


Рис. 3.59

- Перемещая курсор, укажите положение знака шероховатости на отрезке и щелчком мыши зафиксируйте его.

Ввод обозначения допуска формы и расположения поверхности

- Нажмите кнопку **Допуск формы** на инструментальной панели **Обозначения**.

Сразу после запуска команды система запрашивает положение таблицы допуска формы. Это положение определяется базовой точкой привязки в рамке. По умолчанию, в качестве базовой определена левая нижняя точка рамки — на фантоме рамки положение базовой точки отмечено "крестиком". В нашем случае за базовую удобнее принять левую среднюю точку рамки.

- Для замены базовой точки раскройте список поля **Базовая точка** на панели свойств и выберите из таблицы левую среднюю точку (рис. 3.60).

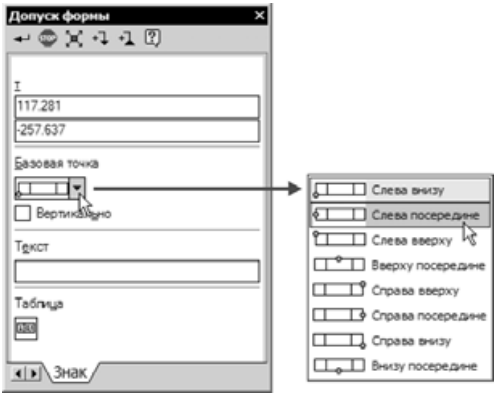


Рис. 3.60

- В ответ на запрос системы **Укажите положение таблицы допуска** укажите примерное положение базовой точки 1 (рис. 3.61). Положение рамки на чертеже зафиксировано.

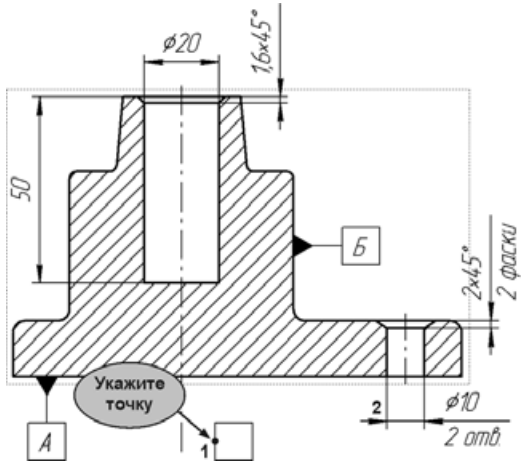


Рис. 3.61

Теперь можно приступить к формированию и заполнению ячеек таблицы допуска формы.

- Нажмите кнопку **Таблица** на панели свойств (рис. 3.62) — на экране появится диалоговое окно **Обозначение допуска**.

Рис. 3.62

- Раскройте список группы **Знак** и выберите значок допуска перпендикулярности (рис. 3.63).

Рис. 3.63

- Раскройте список группы **Числовое значение** и выберите стандартную величину 0,1 (рис. 3.64).

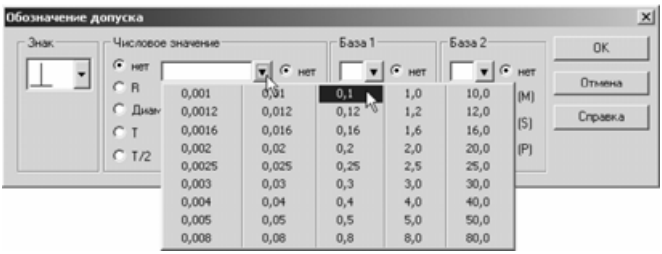


Рис. 3.64

- Раскройте список группы **База 1** и выберите букву Б для обозначения базовой поверхности (рис. 3.65). Нажмите кнопку **OK**.

Рис. 3.65

На чертеже появился фантом таблицы допуска формы, состоящей из трех ячеек, а в поле **Текст** на панели свойств отображается содержимое этих ячеек.

Теперь нужно создать линию выноски из рамки до осевой линии глухого отверстия. Ее построение начинается с выбора варианта окончания линии выноски.

- Щелкните на кнопке **Ответвление со стрелкой** панели специального управления (рис. 3.66).

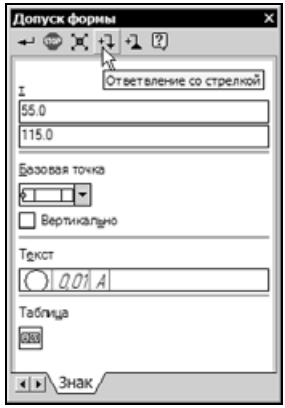


Рис. 3.66

На фантоме рамки появились девять точек возможных вариантов выхода ответвления из таблицы допуска (рис. 3.67).

- С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите на таблице левую среднюю точку 1.
- Для горизонтальной ориентации ответвления нажмите кнопку **Ортогональное черчение** на панели **Текущее состояние**.
- С помощью привязки **Пересечение** укажите конечную точку ответвления 2 на осевой линии.
- Щелчком на кнопке **Создать объект** на панели специального управления закончите построение допуска формы.

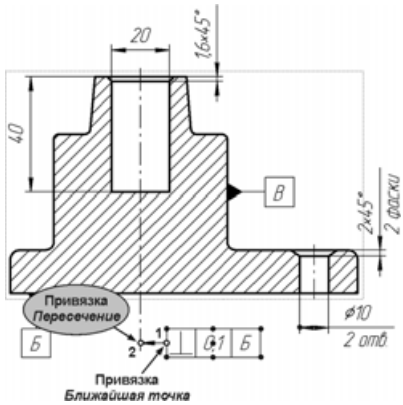


Рис. 3.67

- После создания объекта отключите режим ортогонального черчения ⎍.

Простановка значения неуказанной шероховатости

Для простановки значения неуказанной шероховатости выполните команду **Вставка | Неуказанная шероховатость | Ввод** (рис. 3.68).

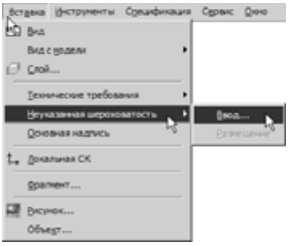


Рис. 3.68

- В диалоговом окне **Знак неуказанной шероховатости** включите кнопку **Без удаления слоя материала** в группе **Тип знака** и установите флажок **Добавить знак в скобках**. Щелчком на кнопке **OK** закройте окно (рис. 3.69).

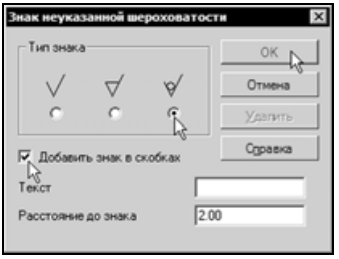


Рис. 3.69

Поскольку знак неуказанной шероховатости является элементом структуры чертежа в КОМПАС 3D V6, он автоматически располагается в правом верхнем углу документа.

Заполнение основной надписи

При заполнении основной надписи (штампа) пользователю не нужно заботиться о размещении текста в ячейках. При их заполнении система автоматически центрирует текст или выравнивает его по левой границе, подбирает необходимую высоту и ширину символов для равномерного заполнения ячеек.

Можно заполнять только свободные ячейки штампа. Ячейки со стандартным содержимым недоступны для ввода и редактирования.

Если при заполнении ячейки возникает необходимость расположить текст на нескольких строках, просто нажмите клавишу <Enter> — система сформирует новую пустую строку в пределах текущей ячейки, и вы сможете продолжить набор текста. Однако, если по ГОСТу данная ячейка не может содержать более одной строки, добавить строку не удастся. Необходимый межстрочный интервал также устанавливается автоматически.

При необходимости можно изменить любой параметр текста (высоту, ширину и начертание символов, межстрочный интервал, выравнивание текста в ячейке и т. д.) с помощью соответствующих полей на панели свойств.

- Перед началом работы со штампом его необходимо активизировать. Выполните двойной щелчок мышью в любой точке штампа или вызовите команду **Вставка | Основная надпись** (рис. 3.70).

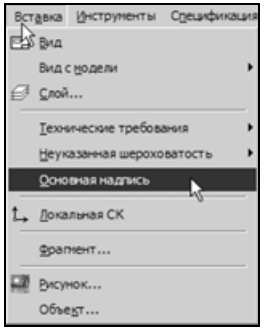


Рис. 3.70

Признаком активности штампа является появление в нем границ ячеек. В первой ячейке штампа появится мигающая наклонная черта — текстовый курсор.

- Перед заполнением штампа увеличьте его до размеров экрана с помощью команды **Увеличить масштаб рамкой** .
- Для заполнения ячейки необходимо щелчком мыши сделать ее текущей и ввести нужный текст. Заполните основную надпись по образцу на рис. 3.71.

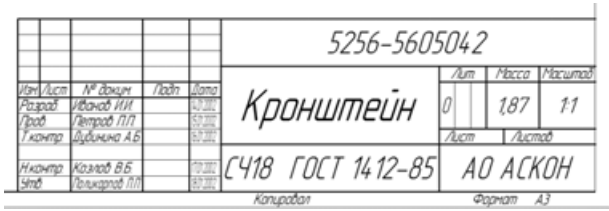


Рис. 3.71

- После заполнения граф основной надписи зафиксируйте ее кнопкой **Создать объект** на панели специального управления. Отобразите документ целиком.

Ввод технических требований

Последнее, что осталось сделать для окончательного оформления документа — это ввести технические требования (рис. 3.72).

Рис. 3.72

КОМПАС 3D V6 обладает специальными средствами, значительно облегчающими как ввод технических требований, так и их размещение в поле чертежа.

- Выполните команду **Вставка | Технические требования |Ввод** (рис. 3.73).

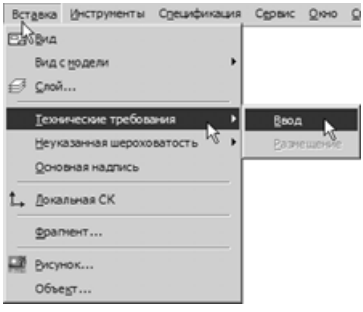


Рис. 3.73

- Система перейдет в режим текстового редактора, и вам следует просто ввести нужный текст. Введите технические требования, как показано на рис. 3.74. Номера строк вручную проставлять не нужно.

При вводе текста не нужно заботиться о длине строк и их размещении. Габаритная пунктирная рамка показывает максимальную длину строки и размер первой страницы технических требований, с учетом свободного места над штампом.

Если вводимая строка не поместится в габаритную рамку текста, автоматически сформируется новая пустая строка. Поэтому клавишу <Enter> нужно нажимать только в конце абзаца.

Если введенные строки поместятся внутри габаритной рамки, система сформирует одну страницу технических требований. В противном случае, КОМПАС 3D V6 выполнит автоматическое разбиение текста на страницы.

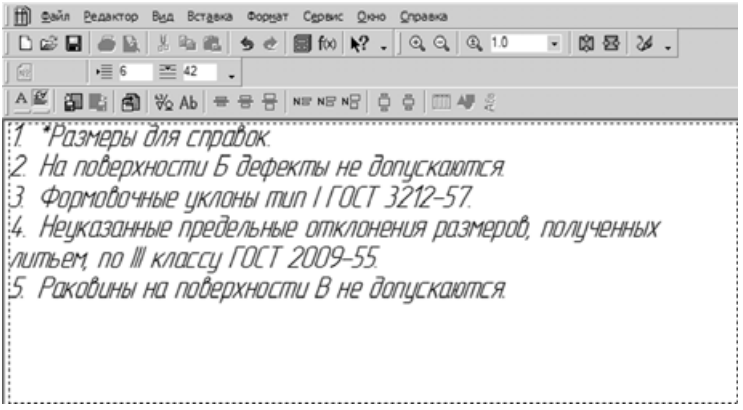


Рис. 3.74

При вводе строк технических требований в вашем распоряжении находятся все средства оформления текста встроенного текстового редактора КОМПАС-3D V6.

С помощью команд на инструментальной панели **Вставка в текст** можно вставлять в текст знак дроби, индекса, специальные знаки и т. д. (рис. 3.75).

Рис. 3.75

С помощью кнопки **Вставить текстовый шаблон** можно использовать специальный шаблон, в котором хранятся типовые тексты технических требований для различных видов изделий (рис. 3.76).

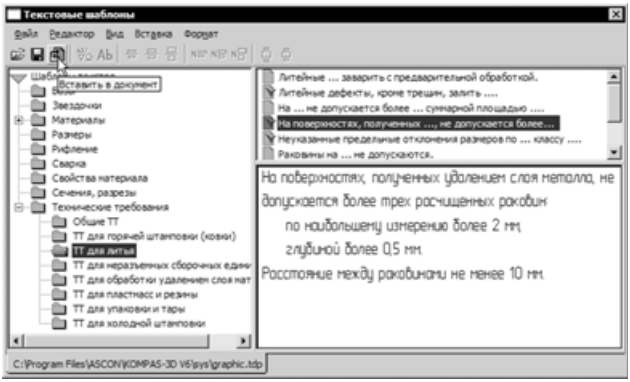


Рис. 3.76

С помощью команд на инструментальной панели **Форматирование** можно устанавливать тип шрифта, высоту, сужение и начертание символов, изменять межстрочный интервал, вид выравнивания строк и т. д. (рис. 3.77).

Рис. 3.77

Команды, расположенные на инструментальных панелях **Вставка в текст** и **Форматирование** доступны также и на соответствующих вкладках панели свойств (рис. 3.78).

Рис. 3.78

- После ввода текста нужно пронумеровать абзацы. Для этого выделите все введенные строки с помощью команды **Редактор | Выделить все** или комбинацией клавиш <Ctrl>+<A>.
- Щелкните на кнопке **Установить нумерацию** на инструментальной панели **Форматирование**.
- После ввода и нумерации строк технических требований перенесите их на лист чертежа щелчком на кнопке **Сохранить** панели **Стандартная**.
- Закройте окно технических требований с помощью команды **Файл | Закрыть | Технические требования** (рис. 3.79).

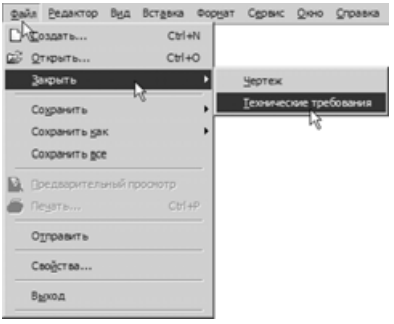


Рис. 3.79

После этого вы вернетесь в окно документа — система автоматически разместит технические требования над основной надписью чертежа, как это оговорено стандартом.

При оформлении чертежа иногда возникает необходимость выполнить компоновку технических требований: изменить размеры, положение или количество страниц. Для выполнения подобных операций служит команда **Вставка | Технические требования | Размещение** (рис. 3.80).

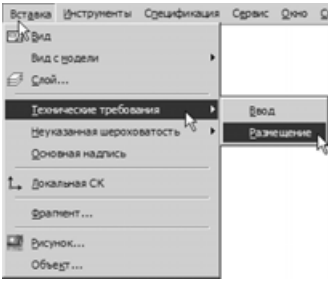


Рис. 3.80

После выполнения этой команды вокруг текста технических требований появится габаритная рамка со стандартными элементами управления — узелками (рис. 3.81).

Рис. 3.81

Узелки в середине вертикальных и горизонтальных границ рамки позволяют управлять шириной или высотой страницы. Узелки в углах рамки позволяют одновременно изменять высоту и ширину страницы.

Если поместить курсор внутрь габаритной рамки, можно перетащить страницу в нужное место на листе чертежа, удерживая левую кнопку мыши.

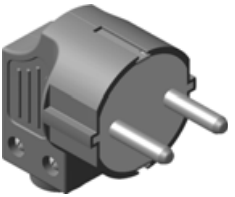
Если в результате перемещения узелков размеры рамки недостаточны для размещения всего текста технических требований, система автоматически формирует дополнительную страницу и помещает ее слева от основной надписи.

Положение и размеры каждой страницы настраиваются независимо друг от друга. Если потребуется вновь объединить две страницы в одну — просто увеличьте размеры первой страницы. После этого текст со второй страницы "перетечет" в первую, а сама страница будет автоматически удалена.

Замечание

Если на листе недостаточно места для размещения страниц, то они автоматически переносятся влево за границы листа, и их положение следует задать вручную.

- После ввода технических требований чертеж детали Кронштейн полностью готов. Убедитесь в этом, щелкнув на кнопке **Показать все** . Окончательно оформленный чертеж сохраните на диске .



ГЛАВА 4

Редактирование модели

Одно из преимуществ трехмерного моделирования связано с возможностями редактирования 3D-моделей. Дерево построения, являющееся неотъемлемой частью каждой детали, не просто содержит всю последовательность элементов, составляющих деталь. Пользователь имеет возможность изменить любые элементы: эскизы, операции, объекты вспомогательной геометрии[1]. После задания новых значений параметров деталь перестраивается в соответствии с внесенными изменениями. При этом сохраняются все существующие в ней связи.

Замечание

При редактировании детали должно выполняться следующее основное требование: изменения, вносимые в модель, не должны приводить к нарушению целостности детали, то есть не должны разделять ее на несколько частей.

- В окне программы откройте модель детали **Кронштейн**.

Открыть документ, с которым вы работали ранее, можно следующим образом:

- Щелчком мыши откройте меню **Файл**. В нижней части страницы меню отображается список последних документов в той последовательности, в которой они закрывались (рис. 4.1).

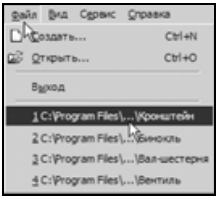


Рис. 4.1

[1] Об использовании вспомогательной геометрии рассказано в *главе* 5.

- Для того, чтобы открыть документ, выберите его имя из списка. Щелкните на имени **Кронштейн** — система откроет указанный файл (рис. 4.2).

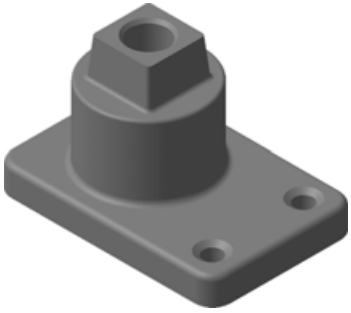


Рис. 4.2

Прежде чем приступить к редактированию модели, сделаем ее копию. Это позволит оставить исходный документ без изменений.

- Откройте меню **Файл** и выполните команду **Сохранить как**.
- В диалоговом окне **Укажите имя файла для записи** откройте папку Мои модели, в поле **Имя файла** введите имя нового документа `Кронштейн-1` и нажмите кнопку **Сохранить** (рис. 4.3).

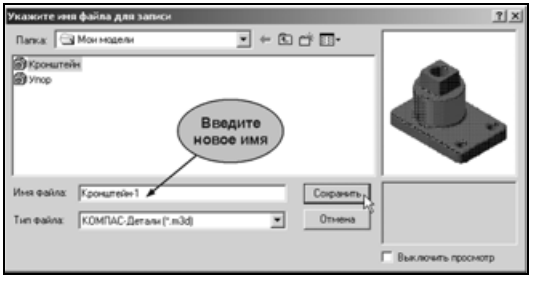


Рис. 4.3

Совет

Для краткости можно вначале указать в списке файлов имя документа **Кронштейн**. Оно появится в поле **Имя файла**, следует дописать справа два символа. Расширение файла проставлять не нужно — система автоматически добавит его к имени.

Обратите внимание на то, как изменилось имя текущего документа в заголовке окна КОМПАС-3D V6. Теперь вы работаете с новым документом Кронштейн-1.m3d, копией документа Кронштейн.m3d.

Совет

В процессе создания детали можно неоднократно создавать ее копии, сохраняя промежуточные варианты построения.

Редактирование операций

Форма и размеры любого трехмерного элемента модели зависят от типа и параметров соответствующей формообразующей операции и от имеющегося эскиза. Некоторые элементы (например, скругления и фаски) вообще не имеют эскизов и полностью определяются параметрами, заданными в диалоге их построения.

При редактировании операций можно изменить значения количественных и качественных параметров, которые определяли элемент при его создании, но нельзя изменить тип элемента и тип выполненной после его создания операции. Например, элемент выдавливания нельзя превратить в элемент вращения, а вырезанный элемент нельзя превратить в приклеенный[1].

Задание

Измените толщину пластины, лежащей в основания детали, с 15 на 30.

- Для выполнения задания щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Операция выдавливания:1** в дереве построения и вызовите команду **Редактировать элемент** (рис. 4.4).

Рис. 4.4

[1] Однако можно просто удалить элемент. При этом эскиз, задействованный в соответствующей операции, не удаляется, а сохраняется в дереве построения и к нему можно применить другую операцию. Примеры даны в *главе* 6 в разделе *Решение задач начертательной геометрии*.

Система перейдет в режим редактирования выбранного элемента. При этом в окне модели останутся только те элементы, которые записаны в дереве построения ранее редактируемого. Иначе говоря, модель вернется в то состояние, в котором она находилась в момент создания редактируемого элемента, в данном случае, основания (рис. 4.5).

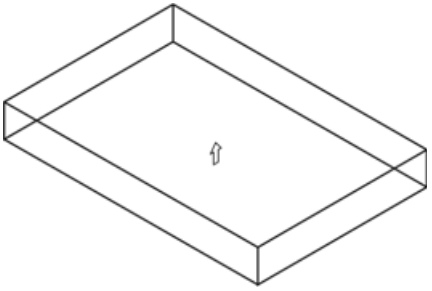


Рис. 4.5

Все последующие элементы дерева построения, начиная с указанного, отображаются бледно-голубым цветом и помечаются специальной пиктограммой — "замком" (рис. 4.6). Это — временно исключенные из расчета элементы. Такие элементы, а также производные от них, не отображаются в окне модели, однако информация о них сохраняется.

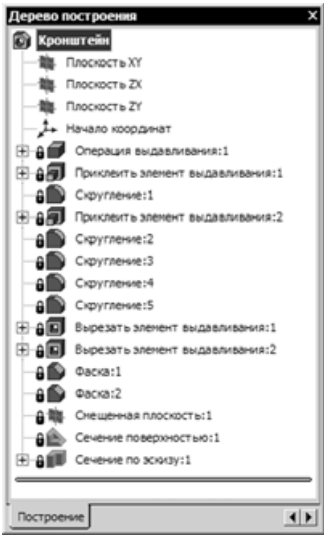


Рис. 4.6

На экране появится тот же диалог задания параметров операции, что и при построении элемента.

- Для изменения толщины основания введите в поле **Расстояние 1** на панели свойств новое значение 30 и нажмите кнопку **Создать Объект** (рис. 4.7).

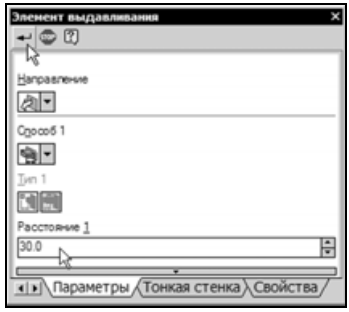


Рис. 4.7

Модель будет перестроена в соответствии с новым значением параметра формообразующего элемента (рис. 4.8).

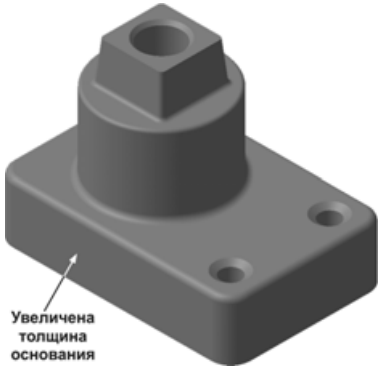


Рис. 4.8

Задание

Измените высоту цилиндрической бобышки с 40 на 10, придав ей внутренний уклон в 10°.

- В дереве построения щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Приклеить элемент выдавливания:1** и вызовите команду **Редактировать элемент**.

- Для изменения высоты бобышки введите в поле **Расстояние 1** новое значение толщины 10. В поле **Уклон** введите значение 10, для определения направления уклона дополнительно включите кнопку **Уклон внутрь** и нажмите кнопку **Создать Объект** (рис. 4.9).

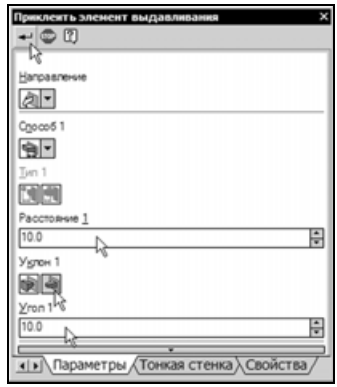


Рис. 4.9

Модель будет перестроена в соответствии с новыми значениями параметров (рис. 4.10).

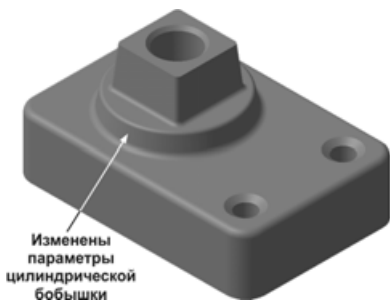


Рис. 4.10

Совет

Для устранения временных искажений в окне модели, сразу после перестроения рекомендуется нажать кнопку **Обновить изображение** .

Задание

Измените радиусы скруглений основания детали с 10 на 20 .

Выделять элемент, параметры которого нужно изменить, можно непосредственно в окне модели. Для этого нужно выделить любую его грань, ребро или вершину.

- Укажите грань любого из скруглений (рис. 4.11). Обратите внимание на то, что в дереве построения система выделит цветом соответствующую данному элементу операцию — **Скругление:1**.

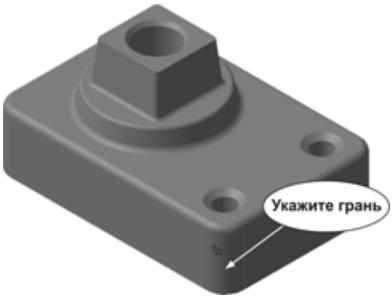


Рис. 4.11

- Щелчком правой кнопки мыши вызовите контекстное меню и выполните команду **Редактировать исходный элемент** (рис. 4.12).

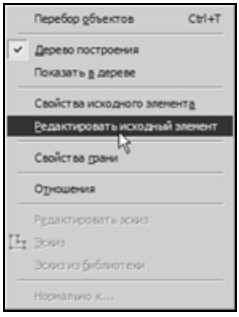


Рис. 4.12

- В поле **Радиус** на панели свойств введите новый радиус скругления 20 и нажмите кнопку **Создать Объект** (рис. 4.13).

Рис. 4.13

После этого модель будет перестроена в соответствии с новым значением параметра. При этом будут изменены радиусы всех четырех скруглений, так как они относятся к одной операции (рис. 4.14).

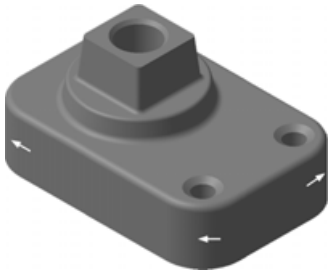


Рис. 4.14

Задание

Измените высоту элемента в виде усеченной пирамиды с 20 на 15.

- В дереве построения щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Приклеить элемент выдавливания:2** и вызовите команду **Редактировать элемент**.
- Для изменения высоты усеченной пирамиды (рис. 4.15) введите в поле **Расстояние 1** новое значение 15. Остальные параметры оставьте без изменений и нажмите кнопку **Создать объект**.

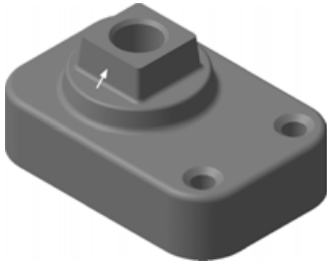


Рис. 4.15

Задание

Скруглите все ребра верхней грани усеченной пирамиды тем же радиусом 2, что и ребра ее основания.

Совет

Поскольку вершину и основание нужно скруглить одинаковым радиусом, то выгоднее именно отредактировать существующую операцию скругления, а не создавать дополнительную. В этом случае сокращается количество операций, и расчеты при ее перестроении будут выполняться быстрее.

- Левой кнопкой мыши укажите любую круглую грань в основании пирамиды (рис. 4.16), затем правой вызовите контекстное меню и выполните команду **Редактировать исходный элемент**.

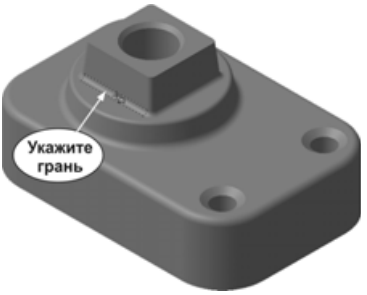


Рис. 4.16

- Система перейдет в режим редактирования соответствующей операции. Укажите любое ребро вершины пирамиды (рис. 4.17).

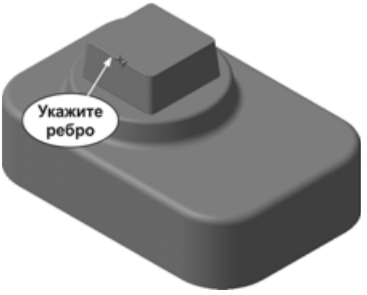


Рис. 4.17

Обратите внимание на то, как на панели свойств изменится содержимое поля **Ребра** в группе **Объекты** — теперь там отображается информация о выборе двух ребер (верхнего и нижнего). Установленный флажок **По касательным ребрам** позволит автоматически скруглить все остальные ребра вершины пирамиды.

- Нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 4.18).

Рис. 4.18

После этого система выполнит перестроение модели с учетом отредактированной операции (рис. 4.19). Обратите внимание на то, как выполнено скругление углов в основании и на вершине пирамиды. Такие углы, в шутку, называют "чемоданными".

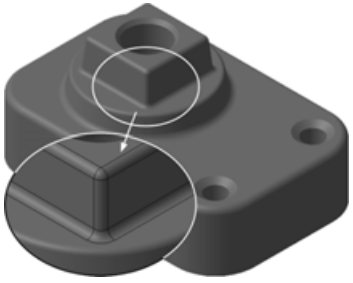


Рис. 4.19

Задание

На верхней грани усеченной пирамиды построено круглое отверстие глубиной 50 мм (элемент **Вырезать элемент выдавливания**:1 в дереве построения). Измените элемент таким образом, чтобы отверстие было постоянно сквозным.

Для того, чтобы изменение отверстия было более наглядным, отобразим в модели сечение смещенной плоскостью.

- Укажите правой кнопкой элемент **Сечение поверхностью:1** и выполните из контекстного меню команду **Включить в расчет** (рис. 4.20).

Рис. 4.20

На экране отобразится продольное сечение детали, на котором хорошо видно глухое отверстие (рис. 4.21).

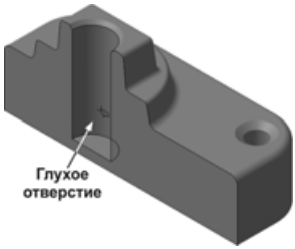


Рис. 4.21

- Укажите круглую грань отверстия, затем правой кнопкой вызовите контекстное меню и выполните команду **Редактировать исходный элемент**.
- На панели свойств раскройте список типов выдавливания в группе **Способ 1** и выберите из него вариант **Через все** (рис. 4.22). Нажмите кнопку **Создать объект**.

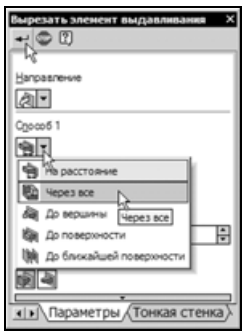


Рис. 4.22

Система выполнит построение сквозного отверстия (рис. 4.23). Теперь при любом изменении толщины основания отверстие будет оставаться сквозным автоматически.

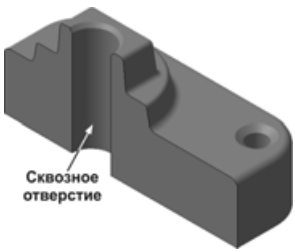


Рис. 4.23

Задание

Самостоятельно измените фаску в верхней части отверстия заданием размера фаски 3x45°. Не создавая в модели дополнительных элементов, постройте такую же фаску в нижней части отверстия. После выполнения задания исключите из расчета элемент **Сечение поверхностью:1**.

Рис. 4.24

Редактирование эскизов

Эскизы являются основным средством описания формы и размеров отдельных элементов трехмерной модели. Можно отредактировать изображение в любом эскизе. После изменения эскиза элемент, сформированный на его основе, будет перестроен в соответствии с новой формой контура.

Указать эскиз можно одним из следующих способов:

- выделить в дереве построения сам эскиз или сформированный на его основе элемент и нажать кнопку **Эскиз** панели **Текущее состояние**;
- выделить в модели любую грань элемента, сформированного на основе эскиза, щелкнуть правой кнопкой мыши и вызвать из контекстного меню команду **Редактировать эскиз**. Система перейдет в режим редактирования эскиза.

Как и в случае редактирования операций, отобразится то состояние, в котором модель была в момент создания редактируемого эскиза.

Можно вносить в эскиз любые изменения: выполнять построения, удалять, добавлять или редактировать геометрические объекты, проецировать в него существующие элементы модели, выполнять привязки к фантомам ребер, накладывать и удалять параметрические связи и ограничения[1].

Если эскиз параметрический и содержит ассоциативные размеры, можно проставлять, удалять или редактировать эти размеры.

---

[1] Вопросы, связанные с проецированием элементов и использованием параметрических зависимостей, рассмотрены в *главе* 5.

Замечание

Не следует забывать, что для выполнения формообразующей операции эскиз должен отвечать определенным требованиям. Эти требования должны соблюдаться и при его редактировании.

После внесения в эскиз всех изменений выполните команду **Эскиз** из контекстного меню правой кнопки мыши или нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Формообразующий элемент и созданные на его основе элементы перестроятся в соответствии с новой формой эскиза.

Задание

Измените длину пластины, лежащей в основании детали со 120 на 150.

Если толщина основания детали определена соответствующим параметром операции выдавливания, то размеры и форма основания определяются эскизом данной операции.

- Щелкните на значке "плюс" слева от пиктограммы элемента **Операция выдавливания:1**. При этом значок изменится на "минус", а под операцией появится пиктограмма ее эскиза **Эскиз:1** (рис. 4.25).

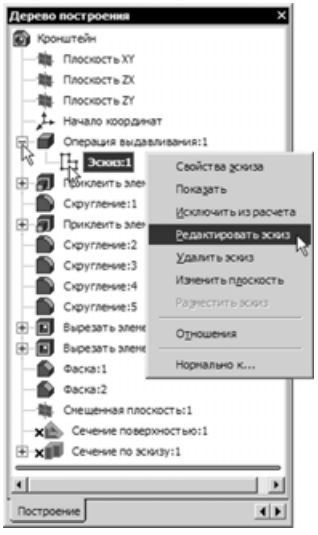


Рис. 4.25

- Укажите курсором на эскиз, щелкните правой кнопкой мыши и выполните команду **Редактировать эскиз**.
- Для изменения значения линейного размера 120 выполните двойной щелчок мышью на размерной надписи параметрического размера (рис. 4.26).

Совет

Для изменения значения размера двойной щелчок следует выполнять внутри красной габаритной рамки размерной надписи. Двойной щелчок на любом другом элементе размера приведет к инициализации стандартного режима редактирования параметров размера (положения размерной надписи и ее оформления, ориентации размера и т. д.).

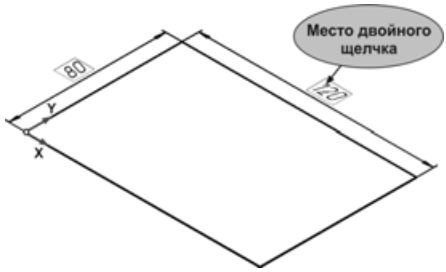


Рис. 4.26

- В появившемся на экране диалоговом окне **Установить значение размера** в поле **Значение** введите новое значение размера 150 и щелкните на кнопке **OK** (рис. 4.27).

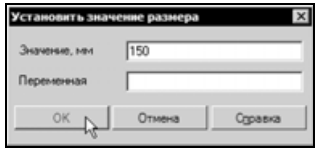


Рис. 4.27

Длина прямоугольника изменится. Размеры и положение отрезков изменяются относительно начала координат эскиза (рис. 4.28).

Рис. 4.28

Совет

Для устранения в эскизе временных искажений изображения нажмите кнопку **Обновить изображение**.

- Завершите редактирование эскиза нажатием кнопки **Эскиз** на панели **Текущее состояние** — основание детали перестроится в соответствии с новым значением линейного размера длины пластины(рис. 4.29).

Рис. 4.29

Задание

В результате увеличения длины основания произошло смещение двух крепежных отверстий относительно правого торца детали. Восстановите необходимое положение отверстий.

- Щелкните на значке "плюс" слева от пиктограммы элемента **Вырезать элемент выдавливания:2**.
- Укажите курсором на эскиз, щелкните правой кнопкой мыши и выполните команду **Редактировать эскиз** (рис. 4.30).

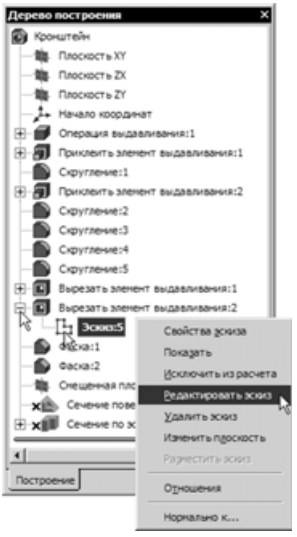


Рис. 4.30

- Выполните двойной щелчок мышью на размерной надписи параметрического размера 105 и измените его значение на 135 (рис. 4.31).

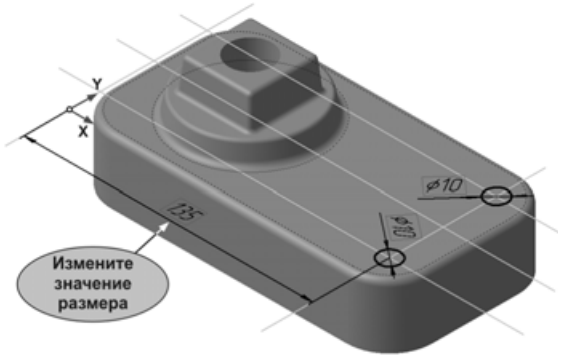


Рис. 4.31

- Завершите редактирование эскиза нажатием кнопки **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. После этого крепежные отверстия вернутся на нужное место (рис. 4.32).

Рис. 4.32

Задание

Измените диаметр основания бобышки в форме усеченного конуса с 60 на 68.

- Найдите в дереве построения операцию, соответствующую редактируемому элементу (**Приклеить элемент выдавливания:1**) и раскройте ее содержимое.
- Войдите в режим редактирования эскиза операции и измените значение диаметрального размера (рис. 4.33).

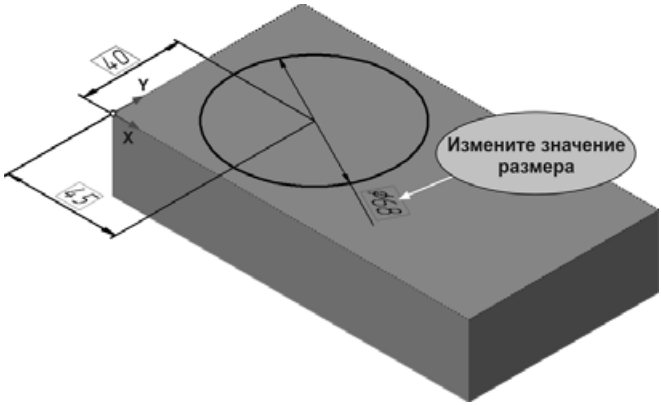


Рис. 4.33

- Закройте эскиз — система выполнит перестроение модели (рис. 4.34).

Задание

Измените количество граней бобышки в форме усеченной пирамиды на 6. Диаметр окружности, вписанной в шестиугольник, задайте равным 20.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:4** операции **Приклеить элемент выдавливания:2**.

Эскиз данной операции представляет собой квадрат со стороной 35 мм. Высота и ширина прямоугольника были заданы в полях панели свойств при построении, размеры в эскизе не проставлялись (рис. 4.35).

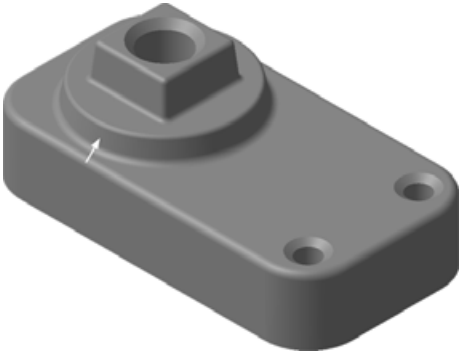


Рис. 4.34

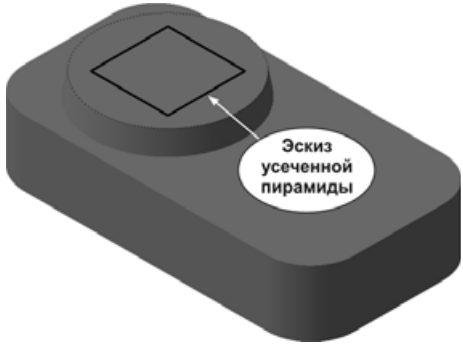


Рис. 4.35

- На панели переключения нажмите кнопку **Выделение**. Справа откроется инструментальная панель **Выделение**, нажмите кнопку **Выделить все** (рис. 4.36).

Рис. 4.36

- Для удаления всех объектов эскиза нажмите клавишу <Del> на клавиатуре. После этого все объекты в эскизе будут удалены, и он окажется пустым. Нажмите кнопку **Обновить изображение** на панели **Вид**.
- Нажмите кнопку **Многоугольник** на панели расширенных команд построения многоугольников инструментальной панели **Геометрия** (рис. 4.37).

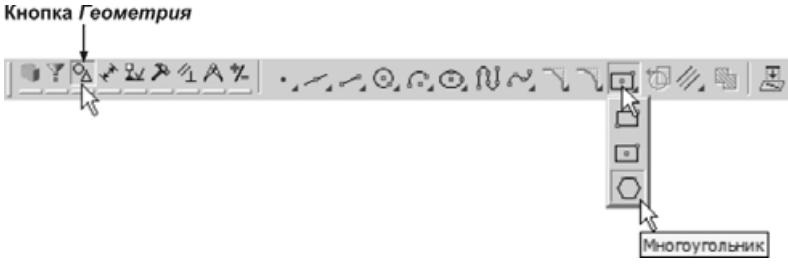


Рис. 4.37

- В ответ на запрос системы **Укажите точку центра многоугольника или введите ее координаты,** с помощью глобальной привязки **Ближайшая точка** укажите центр круглого ребра (рис. 4.38).

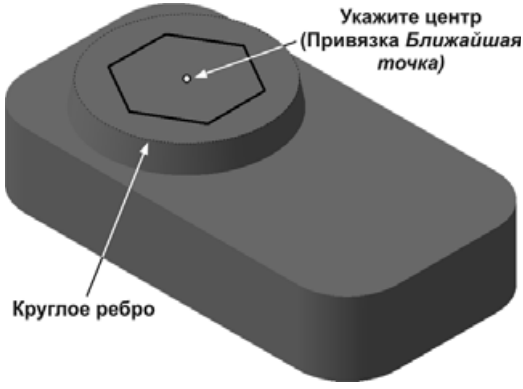


Рис. 4.38

- На панели свойств откройте список поля **Количество вершин** и выберите из него значение 6 (рис. 4.39).

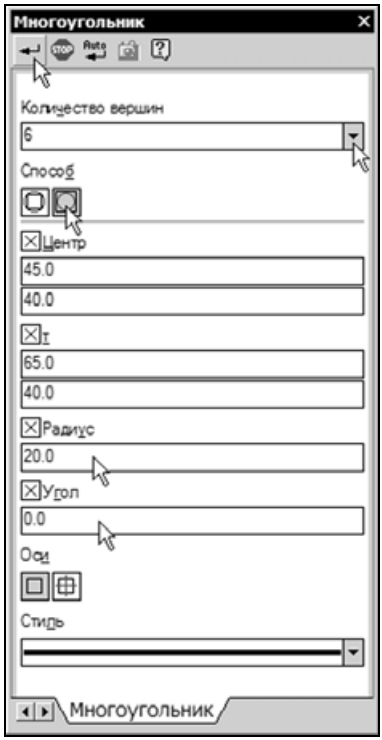


Рис. 4.39

- По умолчанию, система выполняет построение многоугольника по радиусу вписанной в него окружности. Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Радиус**, введите значение 20 и нажмите клавишу <Enter>.
- Для правильной ориентации вершин многоугольника активизируйте поле **Угол**, введите в него значение 0 и нажмите <Enter> — многоугольник построен.
- Закройте эскиз — система выполнит перестроение модели.

Предупреждения об ошибках

Разверните модель так, как это показано на рис. 4.40. В результате изменения эскиза, в усеченной пирамиде появилось несколько новых ребер и граней, на которые не распространяется выполненная ранее операция скругления.

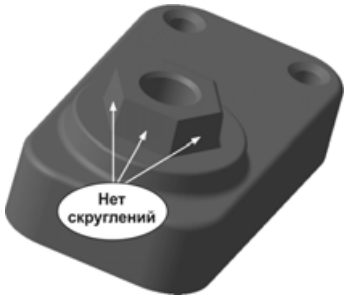


Рис. 4.40

Если редактирование модели делает невозможным существование каких-либо ее элементов, рядом с пиктограммами этих элементов появляется восклицательный знак (рис. 4.41).

Рис. 4.41

Кроме того, предупреждение об ошибке появляется рядом с пиктограммой детали, если хотя бы в одном из ее элементов есть ошибка. Благодаря этой пиктограмме, наличие ошибки в модели заметно даже тогда, когда дерево построения велико и не помещается в своем окне целиком.

- Чтобы узнать, в чем заключается возникшая ошибка, укажите в дереве построения правой кнопкой мыши отмеченный восклицательным знаком элемент и вызовите из контекстного меню команду **Что неверно?**. Выполните эту команду для элемента **Скругление:4**.

На экране появится список всех ошибок, возникших при перестроении объекта. Ошибки отображаются в виде структурированного списка. Описание

каждой ошибки находится на уровне, следующем за названием ошибочного элемента.

- Справочная система содержит рекомендации по возможным путям устранения ошибок. Чтобы получить разъяснение конкретной ошибки и общие рекомендации по ее устранению, выделите описание ошибки в диалоговом окне и нажмите клавишу **Справка** (рис. 4.42).

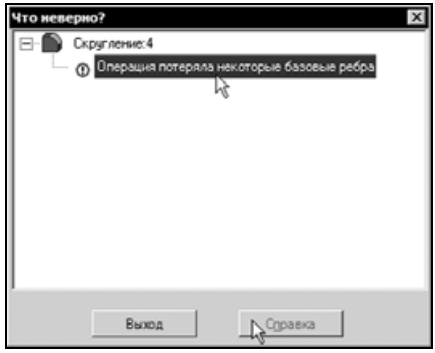


Рис. 4.42

- Ознакомьтесь с описанием ошибки и рекомендациями по ее устранению. Щелчком на кнопке **Закрыть** закройте окно справки (рис. 4.43).

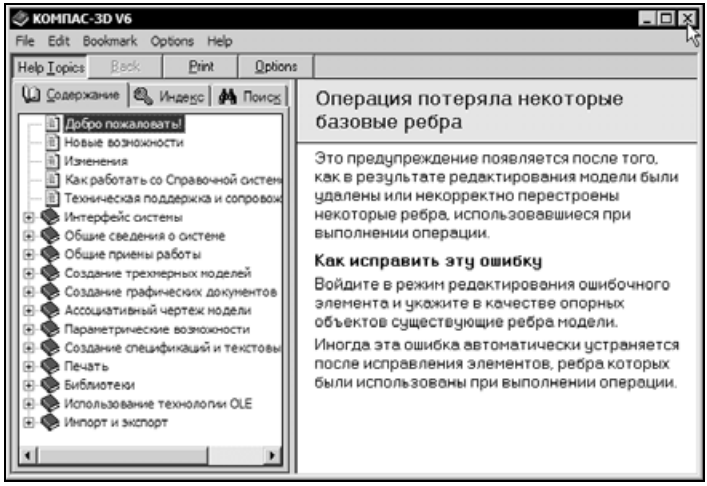


Рис. 4.43

Если вы хотите просмотреть все ошибки в модели, то команду **Что неверно?** нужно вызвать для элемента **Кронштейн** в верхней части дерева построения (рис. 4.41 и 4.44).

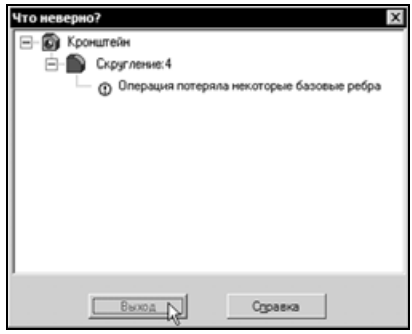


Рис. 4.44

Чтобы исправить ошибку, нужно отредактировать, в соответствии с рекомендациями системы, либо сам объемный элемент, либо его эскиз.

- В дереве построения найдите элемент **Скругление:4** и войдите в режим его редактирования (рис. 4.45).

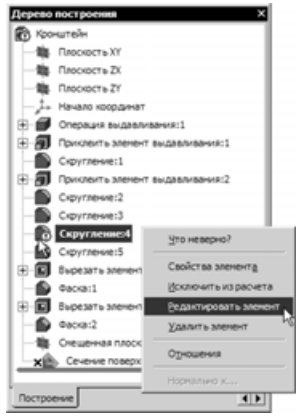


Рис. 4.45

- В окне модели дополнительно укажите четыре наклонных ребра на гранях усеченной пирамиды (рис. 4.46).

Рис. 4.46

- На панели свойств в группе **Объекты** появится сообщение о выборе шести ребер. Нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 4.47).

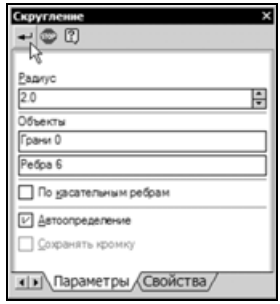


Рис. 4.47

После этого система выполнит перестроение модели, выполнив скругления для дополнительных ребер пирамиды (рис. 4.48). Одновременно в дереве построения исчезли сообщения об ошибках — модель перестроилась корректно.

Рис. 4.48

Удаление объектов

Любой элемент детали можно удалить из модели. Для этого достаточно выделить его в дереве построения и нажать клавишу <Delete> или вызвать из контекстного меню правой кнопки мыши команду **Удалить**.

Если на удаляемом базируются другие объекты, на экран выдается диалог-предупреждение. В нем перечислены все элементы, которые затрагивает операция удаления. Вы можете отказаться от удаления или подтвердить его. В случае подтверждения удаляется не только указанный объект, но и его производные.

Задание

Удалите два крепежных отверстия в правой части детали.

- Вновь установите ориентацию **Изометрия XYZ**. Укажите в дереве построения операцию **Вырезать элемент выдавливания:2**, отвечающую за построение отверстий (рис. 4.49).

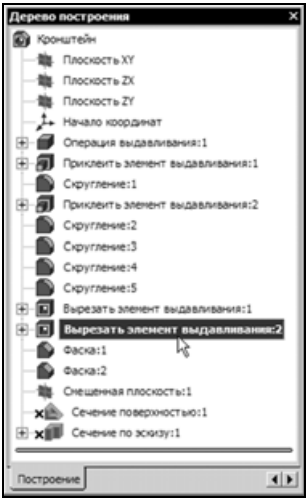


Рис. 4.49

- Нажмите клавишу <Delete> на клавиатуре.

Обратите внимание на список удаляемых объектов в диалоговом окне **Удалить объекты**: вместе с отверстиями (элемент **Вырезать элемент выдавливания:2**) будут удалены и их фаски (элемент **Фаска:2**), так как фаски базируются на отверстиях (рис. 4.50).

- Нажмите клавишу **OK** — система выполнит удаление выбранных элементов.

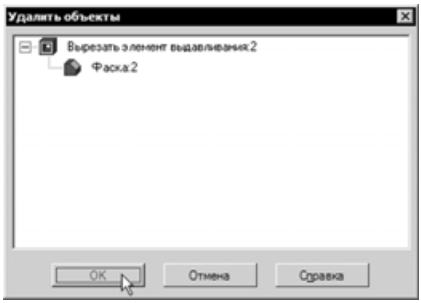


Рис. 4.50

Если удаленный объект базировался на эскизе, эскиз не удаляется вместе с операцией и остается в дереве построения. Вы можете использовать его для выполнения других операций или удалить из модели.

- Найдите в дереве построения элемент **Эскиз:5** — на этом эскизе базировалась удаленная операция построения крепежных отверстий. Укажите курсором на эскиз, щелкните правой кнопкой мыши и выполните команду **Удалить эскиз** (рис. 4.51).

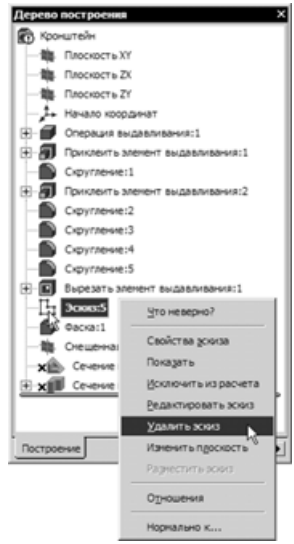


Рис. 4.51

Замечание

Обратите особое внимание на то, что отменить удаление объекта в модели невозможно. Поэтому командами удаления нужно пользоваться очень осторожно.

Задание

Самостоятельно удалите в дереве построения три последние элемента: **Смещенная плоскость:1**, **Сечение поверхностью:1 и Сечение эскизом:1**. Эти элементы носят вспомогательный характер и не оказывают влияния на общий замысел проекта. Затем удалите эскиз, оставшийся после удаления операции сечения модели эскизом.

Совет

Элементы можно удалять не по отдельности, а целой группой. Для этого щелкните мышью на первом из удаляемых элементов, затем, нажав и удерживая клавишу <Shift> — на последнем. Группа объектов будет выделена цветом, и ее можно удалить целиком (рис. 4.52).

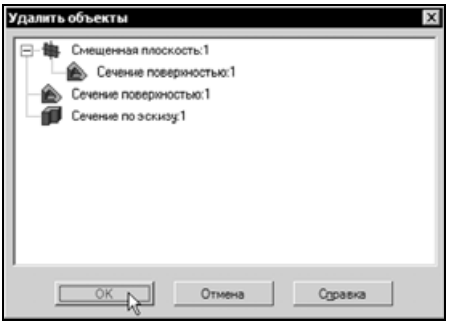


Рис. 4.52

Недостатки модели

Выполнив всего несколько операций редактирования, вы получили новую деталь, которая лишь отдаленно напоминает исходную (рис. 4.53). Таким образом, средства системы позволяют конструктору в любой момент внести в модель самые серьезные изменения.

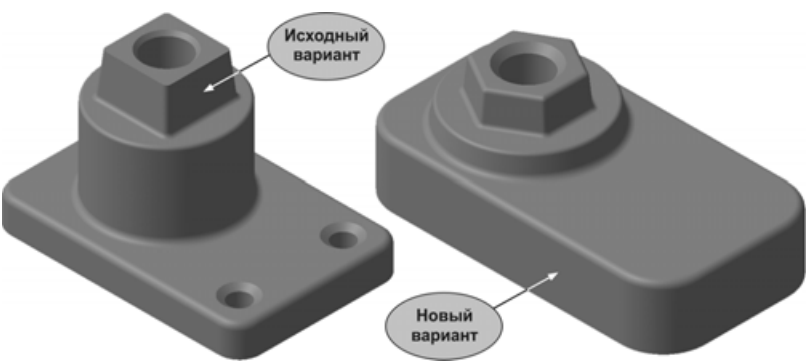


Рис. 4.53

Однако построенная модель обладает рядом недостатков. С одним из них вы уже столкнулись при изменении длины основания детали. Пришлось отредактировать еще одну операцию, чтобы "вернуть на место" пару крепежных отверстий. Попробуем внести в модель еще одно изменение: передвинем цилиндрическую бобышку в середину основания.

- Выберите **Эскиз:2** для редактирования элемента **Приклеить элемент выдавливания:1** и измените значение горизонтального линейного размера 45 на 75 (рис. 4.54). Закройте эскиз — система выполнит перестроение модели.

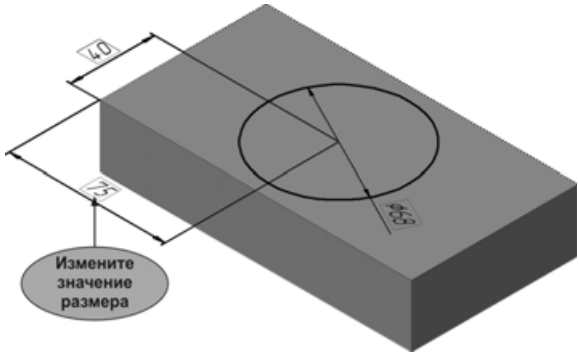


Рис. 4.54

С точки зрения системы, перестроение модели было выполнено правильно: в дереве построения не появилось сообщений об ошибках. Однако с точки зрения конструктора, результат нельзя назвать удовлетворительным. Мы переместили круглую бобышку, а усеченная шестигранная пирамида осталась на месте (рис. 4.55).

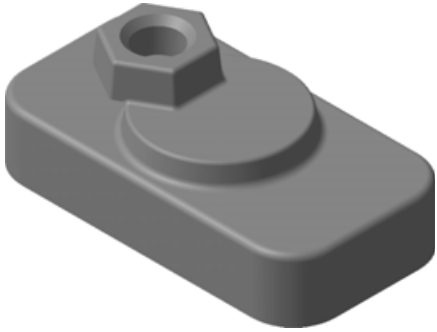


Рис. 4.55

Для того, чтобы исправить ситуацию, необходимо отредактировать еще один элемент модели.

- Выберите для редактирования **Эскиз:3** операции **Приклеить элемент выдавливания:2**. Эта операция отвечает за построение усеченной пирамиды (рис. 4.56).

В эскизе переместим правильный шестиугольник таким образом, чтобы его центр совпал с центром круглой грани, на которой он расположен. Вначале необходимо определить положение центральной точки правильного многоугольника. Проще всего это сделать с помощью вспомогательных построений.

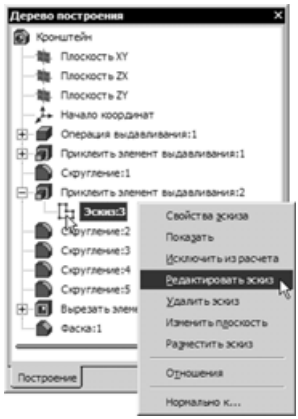


Рис. 4.56

- Установите для модели стандартную ориентацию **Сверху**.
- Включите кнопку **Вспомогательная прямая** на инструментальной панели **Геометрия**.
- С помощью глобальной привязки **Ближайшая точка** постройте две диагонали многоугольника (например, диагонали, проходящие через точки 1-2 и 3-4). Точка 5 их пересечения будет искомым центром шестиугольника (рис. 4.57).

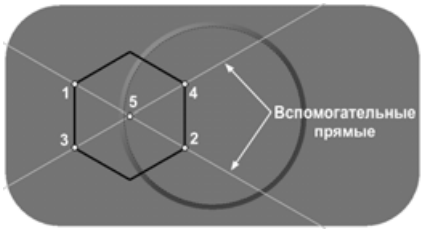


Рис. 4.57

- Нажмите кнопку **Выделить | Все** на инструментальной панели **Выделение** или выполните комбинацию клавиш <Ctrl>+<A>. Все объекты в эскизе будут выделены цветом.
- Нажмите кнопку **Сдвиг** на инструментальной панели **Редактирование** (рис. 4.58).

Рис. 4.58

- В качестве базовой точки с помощью привязки **Пересечение** укажите точку 5 пересечения вспомогательных прямых; затем, с помощью привязки **Ближайшая точка,** укажите новое положение базовой точки — центральную точку 6 круглой грани (рис. 4.59).

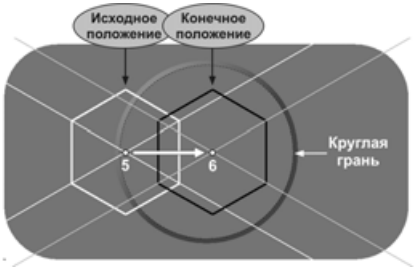


Рис. 4.59

- Закройте эскиз — система выполнит перестроение модели. Отредактированный элемент занял правильное положение, но выявилась еще одна проблема: необходимо переместить отверстие (рис. 4.60). Попробуйте решить ее самостоятельно.

Рис. 4.60

- Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия**. В окончательном варианте деталь должна выглядеть так, как это показано на рис. 4.61.

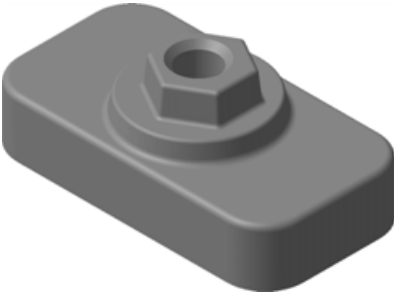


Рис. 4.61

Важные выводы

На этом закончим редактирование модели и попробуем сделать некоторые выводы:

- конструктор имеет возможность в любой момент изменить любой из элементов модели;
- изменение параметров одного элемента детали может привести к необходимости выполнить серию дополнительных корректировок.

Эти дополнительные корректировки являются следствием недостатков модели, точнее, выбранного нами способа ее построения. Создавая деталь, мы не предусмотрели ее изменения в дальнейшем.

Замечание

На самом деле, средства системы позволяют конструктору создавать модели, геометрию которых можно изменять без выполнения дополнительных операций. Примеры таких построений продемонстрированы в следующих главах.

ГЛАВА 5

Совершенные технологии моделирования

При создании новой детали пользователь должен выбрать один из двух путей дальнейшей работы.

- Создать деталь нужной геометрии и получить результат, необходимый именно сейчас. Однако необходимость изменить конфигурацию детали, возможно, будет сопряжена с выполнением дополнительных операций редактирования модели. По такому пути мы пошли при создании детали **Кронштейн**.
- Создать "гибкую" модель, изменять которую можно, сведя количество дополнительных операций редактирования к минимуму. На создание такой модели уйдет больше времени, но эти потери будут компенсированы при создании модификаций детали.

Второй вариант представляется нам более предпочтительным. Все остальные модели, описанные в этой книге, мы будем строить, придерживаясь этого принципа.

Замечание

На практике, в чистом виде два упомянутых способа используются редко. Чаще всего конструктор работает по некоему гибридному варианту, используя оба метода одновременно. Часть детали, вероятность изменения которой весьма мала, можно сделать жесткой. Те же элементы, которые будут подвергаться изменениям, следует построить по гибкому варианту.

Средства обеспечения гибкости моделей

К основным средствам КОМПАС-3D V6, обеспечивающим построение легко перестраиваемых моделей можно отнести следующие:

- анализ и планирование деталей и сборок;
- использование параметризации в эскизах;
- использование переменных и выражений;
- использование опций в командах создания объемных элементов;
- использование в эскизах средств проецирования объектов;
- использование вспомогательных объектов в эскизах;
- использование компоновочных эскизов;
- создание новых деталей в контексте сборок.

Анализ и планирование детали

Перед началом работы проведите анализ детали, принимая во внимание следующие этапы.

- Определите основные элементы, составляющие деталь.
- Решите, какой элемент лучше принять за основание детали.
- Определите, каким образом в будущем может потребоваться изменять деталь.
- Выясните, какие связи необходимы между элементами для реализации возможных изменений модели.
- Определите в модели симметричные элементы и используйте симметрию там, где это возможно.
- Определите, какие элементы детали можно реализовать в виде массивов, и используйте массивы.
- Определите порядок, в котором нужно создавать элементы, а также примите во внимание технологию изготовления детали.
- Примите решение, какие элементы детали следует реализовать как операции, а какие — в эскизах.

Ответы на эти вопросы позволят вам определить оптимальную стратегию проектирования и выбрать необходимые инструменты.

Построение модели детали Корпус

Построение гибкой модели продемонстрируем на детали **Корпус**, показанной на рис. 5.1.

Рис. 5.1

Предварительный анализ детали

Для построения гибкой модели проведем небольшой предварительный анализ детали.

- Деталь состоит из прямоугольного основания со скругленными углами.
- На основании расположены прямоугольная и цилиндрическая бобышки.
- В углах основания есть четыре сквозных крепежных отверстия. На цилиндрической бобышке есть сквозное круглое отверстие с фаской.
- Прямоугольная и цилиндрическая бобышки связаны двумя ребрами жесткости.
- Деталь представляет собой тонкостенную отливку определенной толщины, внутренняя полость которой соответствует внешней форме, за исключением ребер жесткости.
- Деталь имеет ярко выраженную продольную и поперечную симметрию.
- Предполагается изменять длину, ширину и высоту основания, толщину стенки, размеры бобышек и отверстий, толщину ребер жесткости.
- При изменении детали не должна нарушаться ее продольная и поперечная симметрия.
- При изменении длины и ширины основания должны автоматически изменяться длина и ширина прямоугольной бобышки.
- При изменении размеров основания крепежные отверстия должны находится на неизменном расстоянии от боковых граней основания, т. е. должны изменяться их межосевые расстояния.
- При изменении размеров цилиндрической и прямоугольной бобышек соответствующим образом должны перестраиваться ребра жесткости.

После анализа и планирования детали можно приступить к построению модели.

Оптимальная настройка глобальных привязок

Важную роль при создании моделей играет правильное использование привязок. Включение и выключение глобальных привязок осуществляется с помощью кнопки **Установка глобальных привязок** на панели **Текущее состояние**. В этом случае установленный набор привязок будет сохраняться только в течение текущего сеанса работы КОМПАС-3D V6.

- Для постоянной настройки привязок выполните команду **Сервис | Параметры**.
- В диалоговом окне **Параметры** откройте вкладку **Система**, раскройте содержимое раздела **Графический редактор** щелчком на символе "+" слева от названия раздела и укажите команду **Привязки** (рис. 5.2).
- Включите привязки **Ближайшая точка**, **Середина** и **Пересечение**. Все остальные привязки отключите и нажмите **OK**.

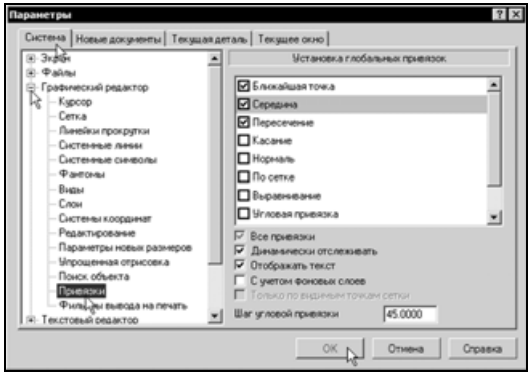


Рис. 5.2

Совет

При определении активных привязок нужно соблюдать чувство меры. Чем больше привязок включено, тем сложнее определить, какая же из них работает в данное мгновение — особенно если точки, имеющие разные привязки, расположены рядом[1].

Упомянутые три привязки рекомендуется применять постоянно. Все прочие включайте по мере необходимости, с помощью кнопки **Установка глобальных привязок** на панели **Текущее состояние**, или воспользуйтесь локальными привязками.

---

[1] Включите опцию **Отображать текст**, чтобы рядом с курсором отображался текст с именем действующей в данный момент привязки.

Создание основания детали

За основание детали целесообразно принять прямоугольную пластину со скругленными углами, так как положение и размеры большинства остальных элементов заданы относительно пластины.

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Корпус.
- Укажите в дереве построения элемент **Плоскость ZX** и создайте на ней новый эскиз .
- Установите для модели ориентацию **Нормально к**.

Эскиз основания представляет собой простой прямоугольник. Деталь имеет продольную и поперечную симметрию, поэтому важно правильно расположить прямоугольник в эскизе.

КОМПАС-3D V6 позволяет автоматически генерировать и поддерживать симметрию элементов относительно основных или вспомогательных плоскостей.

Стандартные плоскости проекций пересекаются в общей точке, которая в пространстве модели представлена символом начала координат (рис. 5.3). Проекция этой точки в текущем эскизе представлена символом начала координат эскиза. Необходимо расположить центр прямоугольника в начале координат эскиза. При создании эскиза в горизонтальной плоскости фронтальная плоскость пройдет через середину детали в поперечном направлении, а профильная — в продольном.

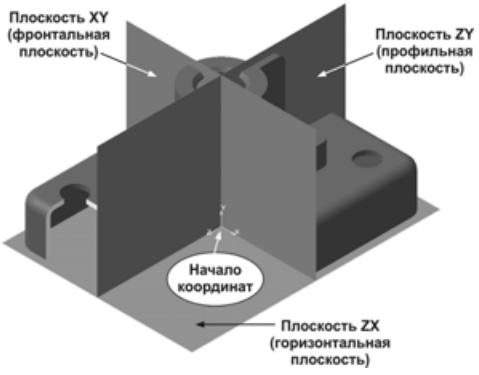


Рис. 5.3

Параметризация в эскизах

Одним из важных инструментов КОМПАС-3D V6 для создания "гибких" моделей является параметрический эскиз операции.

Обычный чертеж содержит лишь информацию о составляющих его объектах. Например, для каждого отрезка хранятся его параметры: координаты конечных точек и стиль линий. Даже если два отрезка имеют общую точку, указанную с использованием привязки, информация о координатах этой точки хранится для каждого отрезка независимо. В результате перемещения одного из отрезков, их общая точка будет потеряна.

Параметрический эскиз, кроме данных об объектах, содержит информацию о **связях** между объектами и о наложенных на объекты **ограничениях**.

Под связями между объектами понимается зависимость между параметрами этих объектов. Например, одной из наиболее распространенных видов связи является **Совпадение точек**. Если два отрезка имеют такую связь, то система автоматически поддерживает непрерывное равенство координат этой точки для обоих отрезков. Можно перемещать любой из отрезков, но не удастся разорвать их в точке связи.

Под ограничениями понимается зависимость между параметрами отдельного объекта или равенство параметра константе. Например, если на отрезок наложено ограничение **Вертикаль**, то система автоматически обеспечивает непрерывное равенство координат по оси X его конечных точек. Такой отрезок можно перемещать, удлинять или укорачивать, но его нельзя наклонить.

Накладывая на объекты связи и ограничения, пользователь постепенно формирует **параметрическую модель** — устойчивый комплекс объектов, элементы которого непрерывно находятся в параметрической зависимости. Такая модель может динамично менять свою форму без нарушения связей между элементами.

Настройка параметризации

По умолчанию, при создании эскизов КОМПАС-3D V6 работает в параметрическом режиме. Вы могли заметить это, когда перемещали отрезки и управляющие узелки эскиза основания детали **Кронштейн**, и при простановке параметрических размеров.

- Выполните команду **Сервис | Параметры**. В диалоговом окне **Параметры** укажите раздел **Параметризация** (рис. 5.4).

В правой части окна отображаются различные настройки параметрического режима КОМПАС-3D V6.

Опции группы **Ассоциировать при вводе** определяют объекты как ассоциативные (связанные с другими объектами) при их построении. Опция **Размеры** позволяет создавать ассоциативные размеры, т. е. управлять

размерами и положением геометрических объектов в эскизах[1]. Режимы ассоциации обозначений шероховатостей и баз, эквидистант, штриховок, обозначений центра используются, в основном, при оформлении чертежей.

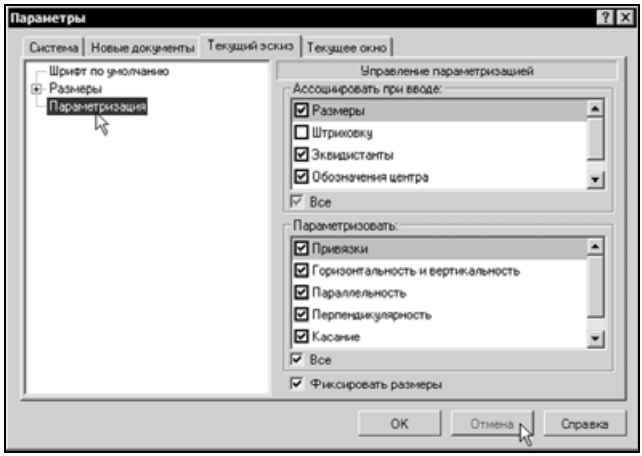


Рис. 5.4

Опции, расположенные в группе **Параметризовать,** позволяют выполнять автоматическую параметризацию привязок, построения вертикальных и горизонтальных отрезков, параллельных, перпендикулярных, касательных и симметричных объектов.

Опция **Фиксировать размеры** автоматически фиксирует значения ассоциативных размеров при их построении[2].

- Для выхода из диалога без изменения настроек нажмите кнопку **Отмена**.

Итак, главной особенностью параметрических эскизов является наличие в них информации о связях между объектами и ограничениях. Каким же образом формируется эта информация?

Параметризация построений

Основная часть параметрических связей и ограничений (горизонтальность, вертикальность совпадения точек, ассоциативность и др.) в эскизе формируется автоматически, при создании геометрических объектов и размеров.

---

[1] Ассоциативные размеры можно ставить только к объектам, допускающим ассоциативность. Например, такие размеры нельзя задать дугам и отрезкам в макроэлементе, к узлам кривых Безье, к точкам квадрантов окружностей.

[2] О фиксированных и свободных размерах сказано ниже в данной главе.

- Постройте в эскизе прямоугольник произвольных размеров таким образом, чтобы символ начала координат оказался внутри прямоугольника (рис. 5.5). Это можно сделать, указав положение двух его вершин, например точек 1 и 2. Завершите работу команды .

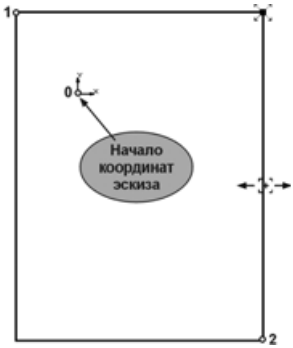


Рис. 5.5

Построенный прямоугольник состоит из четырех отдельных отрезков. В этом легко убедиться, попробовав выделить их щелчками мыши. Тем не менее, можно свободно перемещать любой отрезок или его управляющие узелки, без риска разрушить или исказить прямоугольник.

Это означает, что при построении система автоматически наложила на каждый из отрезков такие связи и ограничения, которые позволяют работать с ними как с единым объектом, прямоугольником.

Просмотр связей и ограничений

В КОМПАС-3D V6 есть средства, которые позволяют просматривать наложенные на объекты связи и ограничения, то есть «заглянуть» внутрь параметрической модели.

- Щелчком мыши выделите правый вертикальный отрезок. Затем укажите на выделенный отрезок правой кнопкой мыши и выполните из контекстного меню команду **Показать/Удалить ограничения** (рис. 5.6).

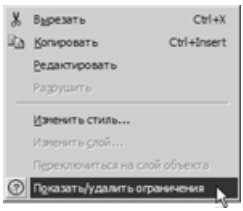


Рис. 5.6

На панели свойств **Показать/удалить ограничения** в виде списка будут представлены все связи и ограничения, наложенные на выбранный объект (рис. 5.7).

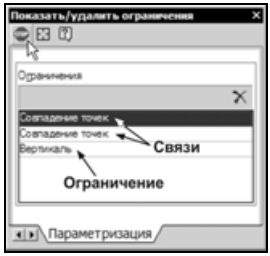


Рис. 5.7

Из содержимого диалогового окна станет ясно, что на указанный отрезок наложены две связи **Совпадение точек**. Первая из них выделена в списке цветом, то есть является текущей.

Ситуацию на экране можно сформулировать следующим образом: правый вертикальный отрезок (вы его выбрали перед выполнением команды, и он выделен зеленым цветом) связан с нижним горизонтальным отрезком (он подсвечен красным цветом) связью **Совпадение точек** (текущая строка в окне **Показать/удалить ограничения**) в точке 2, которая на чертеже помечена специальным узелком (рис. 5.8).

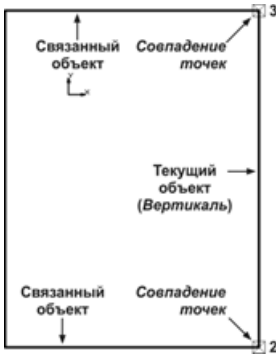


Рис. 5.8

- Сделайте текущей вторую строку в списке связей. Правый вертикальный отрезок связан с верхним горизонтальным отрезком связью **Совпадение точек** в точке 3.
- Сделайте текущей строку **Вертикаль** — ни один из объектов эскиза, кроме самого отрезка, не будет выделен. Вертикальность является свойством (параметрическим ограничением) самого отрезка и озна-

чает равенство X-координат его конечных точек, или что угол наклона отрезка равен 90°. Отрезок, на который наложено такое ограничение, можно перемещать, изменять его размеры, но нельзя изменять угол его наклона.

Замечание

Команда **Показать/удалить ограничения** будет вашим главным помощником при построении параметрических эскизов. С ее помощью в любой момент можно выяснить, какие связи и ограничения наложены на интересующий объект.

- Просмотрите ограничения и связи других отрезков эскиза. Для этого нажмите кнопку **Указать заново** на панели специального управления и укажите следующий отрезок. После просмотра нажмите кнопку **Прервать команду**.

Аналогичным образом параметризуются другие построения. Например, если при построении отрезка задать угол его наклона 0° или 180° в поле **Угол наклона** на панели свойств, то на отрезок будет наложено ограничение **Горизонталь**.

Панель расширенных команд инструментальной панели **Геометрия** содержит специальные команды создания геометрических объектов. Например, связи **Параллельность** или **Перпендикулярность** для отрезков возникают при использовании команд **Параллельный отрезок** и **Перпендикулярный отрезок**. Связь **Касание** для окружностей и отрезков возникает при использовании команд **Отрезок, касательный к двум кривым**, **Касательный отрезок через внешнюю точку** и т. д.

Использование команд **Фаска** и **Скругление** также приводит к формированию параметрических зависимостей.

Наконец, использование некоторых команд инструментальной панели **Редактирование** в параметрическом режиме приводит к появлению связей между геометрическими объектами.

Параметризация привязок

Важнейшим источником формирования параметрических связей являются привязки. Такие связи как совпадение точек, середина, выравнивание, положение точки на кривой и т. д. формируются через выполненную при указании точки привязку (глобальную или локальную).

- С помощью команды **Отрезок** постройте стилем линии **Тонкая** диагональ прямоугольника, проходящую через его вершины 3 и 4 (рис. 5.9).

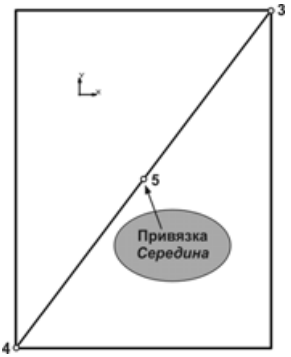


Рис. 5.9

Совет

Как уже отмечалось выше, контуры в эскизах обязательно изображаются стилем линии **Основная**. Если для построения эскиза требуются вспомогательные объекты, которые не должны входить в контур, их следует изображать другими стилями линий. Такие объекты не будут учитываться при построении операций.

- С помощью команды **Точка** постройте вспомогательную точку 5 в середине диагонали прямоугольника. Указать точное положение точки поможет привязка **Середина**. После построения завершите работу команды .

Просмотрите связи и ограничения диагонального отрезка. Сделать это можно не только с помощью контекстного меню.

- Выделите отрезок щелчком мыши, при этом он изменит свой цвет.
- Щелчком на кнопке **Параметризация** панели переключений откройте одноименную инструментальную панель (рис. 5.10).
- Нажмите кнопку **Показать/удалить ограничения** — на панели свойств будут показаны параметрические зависимости объекта (рис. 5.11).

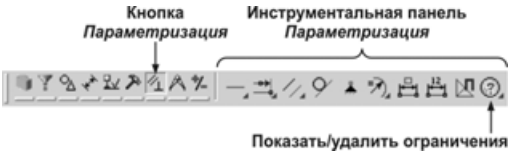


Рис. 5.10

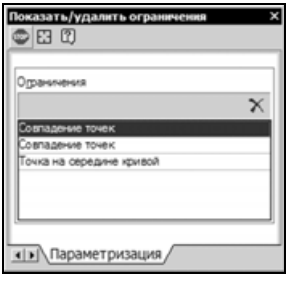


Рис. 5.11

На диагональ наложено три связи. Пара связей **Совпадение точек** обеспечивает принадлежность конечных точек отрезка углам прямоугольника, а связь **Точка на середине кривой** отвечает за положение вспомогательной точки.

- Проверьте, как система выполняет наложенные на объекты параметрические зависимости. Для этого попробуйте перемещать отрезки и их управляющие узелки.

Совет

При построении параметрической модели старайтесь чаще проверять ее перемещением входящих в нее объектов или их узелков, просматривая наложенные на объекты связи и ограничения. Если модель ведет себя так, как было задумано, можно продолжать построения. Если же нет, то необходимо немедленно остановиться, выяснить причину, устранить проблему и только потом двигаться дальше. В противном случае растет трудоемкость исправления ошибки.

Еще раз опишем последовательность действий. При включенном режиме **Параметризовать | Привязки** был начерчен диагональный отрезок с использованием привязки **Ближайшая точка**. Затем, с помощью привязки **Середина,** поставили точку на отрезке. Каждый раз при срабатывании привязок формировались соответствующие связи между объектами.

Свободные и фиксированные размеры

- Проставите размеры высоты 160 и ширины 120 прямоугольника.

Обратите внимание на то, что размерные надписи проставленных размеров заключены в красную рамку. Это признак ассоциативных фиксированных размеров. Они формируются при включении опции **Фиксировать размеры** в настройке параметризации. Такие размеры остаются постоянными при любых изменениях модели. В данном случае, после их простановки вы не сможете изменять размеры прямоугольника путем перемещения его отрезков или узелков управления. Разумеется, сохраняется возможность изменения геометрии путем изменения значений самих фиксированных размеров по двойному щелчку мыши.

- Просмотрите связи и ограничения горизонтального размера 120 (рис. 5.12). Для этого выделите его щелчком мыши, затем укажите на него правой кнопкой и выполните из контекстного меню команду **Показать/удалить ограничения**.

Первая связь **Совпадение точек** обеспечивает связь размера с тремя отрезками в правом верхнем углу прямоугольника (точка 3), вторая — с двумя отрезками и вертикальным размером в левом верхнем углу (точка 1), ограничение **Фиксированный размер** определяет его статус (рис. 5.13).

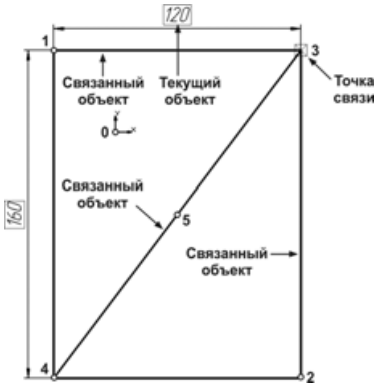


Рис. 5.12

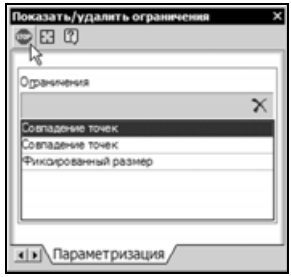


Рис. 5.13

Удаление связей и ограничений

Кроме просмотра связей и ограничений, панель свойств в данном режиме обладает еще одной важной функцией. С помощью кнопки **Удалить** пользователь может снять с объекта лишние связи или ограничения.

- Выделите в списке ограничение **Фиксированный размер**, нажмите кнопку **Удалить** и закройте окно щелчком на кнопке **Выход** (рис. 5.14).

В эскизе горизонтальный размер 120' утратил свой фиксированный статус — теперь это свободный ассоциативный размер. Такие размеры свободно меняют свое значение в ходе редактирования эскиза.

- Попробуйте изменить ширину прямоугольника, перемещая правый вертикальный отрезок (рис. 5.15).

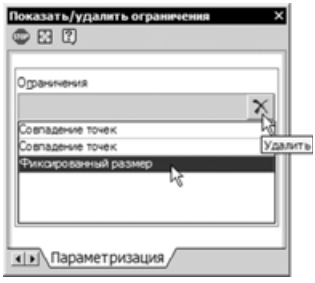


Рис. 5.14

Рис. 5.15

- Вновь установите ширину прямоугольника 120, изменив значение горизонтального размера. После этого размер вновь станет фиксированным.

Ручное наложение связей и ограничений

При построении параметрических эскизов не всегда удается сразу задать все связи и ограничения. Дополнительные параметрические зависимости можно назначить в ручном режиме. Для этого предназначены команды на инструментальной панели **Параметризация**.

Особенность режима заключается в его наглядности. В автоматическом режиме формирование параметрических связей скрыто от пользователя. В ручном режиме пользователь сам выбирает параметрическую команду и указывает объекты, между которыми необходимо сформировать связь. С другой стороны, ручной режим более трудоемкий.

- Включите кнопку **Объединить точки** панели расширенных команд параметризации точек (рис. 5.16).

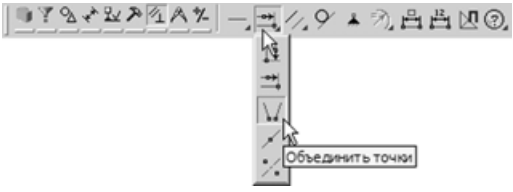


Рис. 5.16

- Последовательно укажите точку 0 начала координат и вспомогательную точку 5 на диагонали прямоугольника (рис. 5.17).

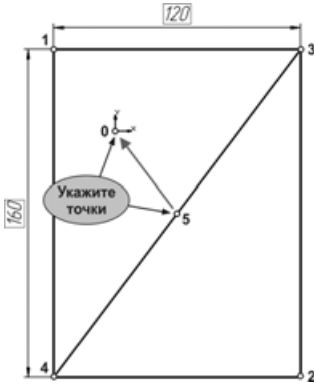


Рис. 5.17

Точка 0 начала координат эскиза жестко зафиксирована, поэтому перемещаться будет точка 5, "потянув" за собой остальные объекты (рис. 5.18).

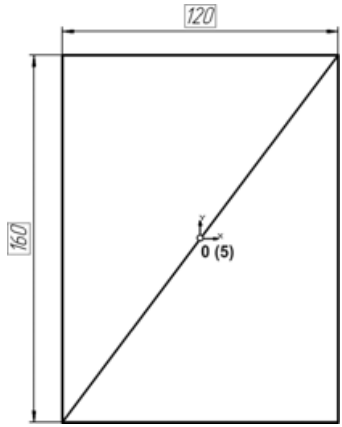


Рис. 5.18

Совет

Для автоматического подбора масштаба отображения эскиза нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.

- Попробуйте несколько раз изменить значения линейных размеров. Вы увидите, как прямоугольник меняет свои размеры, но не положение в эскизе.

Совет

Кроме двойного щелчка на размерной надписи, изменить значение ассоциативного размера можно с помощью команды **Установить значение размера** на инструментальной панели **Параметризация**. Нужно нажать кнопку и указать мишенью на любую часть размера — на экране появится диалог установки его значения.

- Восстановите исходные значения размеров: 120 для горизонтального и 160 для вертикального, затем закройте эскиз.

Замечание

Каждая связь, ограничение или размер выполняют свою, строго определенную функцию. Но вместе они выражают определенный конструктором закон изменения эскиза.

При работе в параметрическом режиме задачей конструктора является создание такой комбинации связей и ограничений эскиза, которая обеспечит его устойчивость и предсказуемость.

- Установите для модели режим отображения **Полутоновое** и ориентацию **Изометрия XYZ**.
- Для построения основания выдавите эскиз на расстояние 30 в прямом направлении (рис. 5.19).

Рис. 5.19

- Создайте на верхней грани основания новый эскиз и повторите в нем построение контура бобышки (рис. 5.20). Установите размеры прямоугольника 90 по длине и 60 по ширине. Не забудьте, что сам прямоугольник должен быть начерчен стилем линии **Основная**, а вспомогательная диагональ — **Тонкая**.

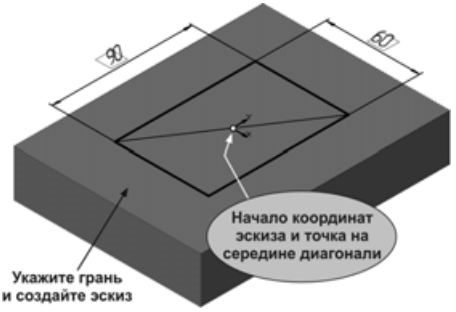


Рис. 5.20

С точки зрения конструктора, размеры в эскизе проставлены правильно, но они не удовлетворяют условию о согласованном изменении размеров основания и прямоугольной бобышки, так как основание и эскиз не связаны между собой.

- Удалите построенные размеры. Для удаления любого элемента эскиза достаточно выделить его щелчком мыши и нажать клавишу <Delete> на клавиатуре.

- Проставьте два линейных размера: горизонтальный 30 и вертикальный 45 , определяющие положение вершины 2 прямоугольника относительно вершины 1 основания (рис. 5.21). Обратите внимание на то, что это должны быть фиксированные размеры.

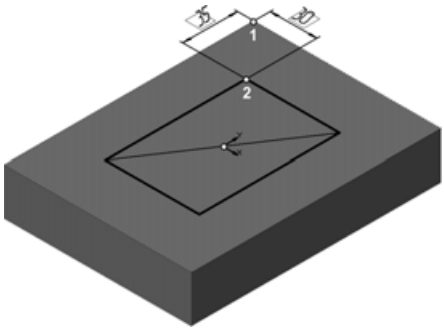


Рис. 5.21

Теперь, при изменении основания, изменения коснутся размеров прямоугольной бобышки.

Замечание

В данном случае, необходима именно такая простановка размеров для связи основания и бобышки. Позднее, при создании чертежа на основе модели, вы сможете проставить те размеры элементов, которые необходимы для оформления чертежа в соответствии с правилами черчения.

- Вновь проставьте габаритные размеры прямоугольника 90 и 60 (рис. 5.22).

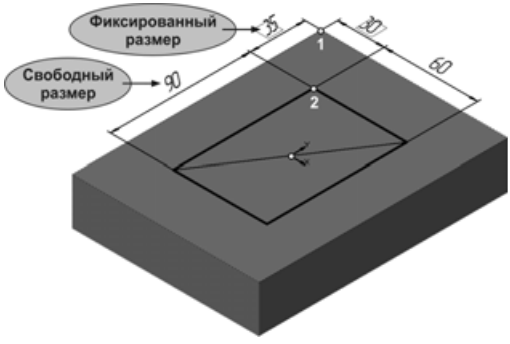


Рис. 5.22

Система выдаст сообщение о невозможности простановки фиксированных размеров, ввиду избыточности в эскизе (рис. 5.23).

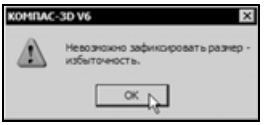


Рис. 5.23

Прямоугольник в эскизе однозначно определен проставленными ранее размерами и сформированными параметрическими связями — дополнительные размеры являются лишними. Вместо фиксированных размеров, система предлагает свободные ассоциативные размеры, которые меняют свое значение при изменении геометрических объектов, но управлять с их помощью геометрией эскиза уже нельзя.

Замечание

Элементы эскиза и сами эскизы могут находиться в неопределенном или определенном состояниях.

В неопределенном эскизе геометрические объекты сохраняют свободу. Их можно перетаскивать мышью для изменения эскиза. Для полного определения геометрии требуется указать дополнительные связи, ограничения или размеры.

В определенном эскизе положение всех объектов полностью описано с помощью параметрических связей, ограничений и ассоциативных размеров. Редактирование таких эскизов возможно только за счет изменения значений фиксированных размеров.

Для создания объемных элементов допускается использовать эскизы обоих состояний, однако применение определенных эскизов более предпочтительно.

- Выполните операцию **Приклеить выдавливанием** в прямом направлении на 15 (рис. 5.24).

Рис. 5.24

- Скруглите четыре угловых ребра основания радиусом 10 (рис. 5.25).

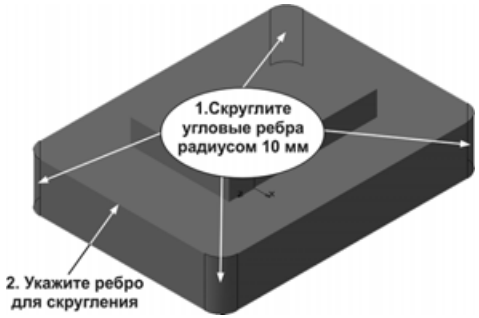


Рис. 5.25

- Скруглите все внешние ребра верхней грани основания радиусом 6. Для этого укажите любое ребро грани (рис. 5.25), а на панели свойств дополнительно включите флажок **Продолжать по касательным ребрам** (рис. 5.26).

Рис. 5.26

- Скруглите четыре угловых ребра прямоугольной бобышки радиусом 5 (рис. 5.27).

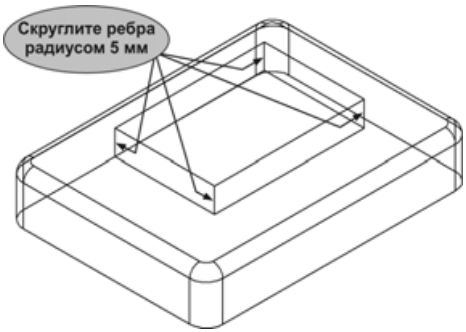


Рис. 5.27

- Создайте новый эскиз на верхней грани прямоугольной бобышки. Постройте в эскизе окружность диаметром 45 (рис. 5.28). В качестве центра окружности, с помощью привязки **Ближайшая точка,** укажите начало координат эскиза. При этом между началом координат и центром окружности будет сформирована связь **Совпадение точек** — положение окружности в эскизе будет определено, и простановка дополнительных размеров не требуется.
- Для построения цилиндрической бобышки приклейте эскиз в прямом направлении на 40 (рис. 5.29).

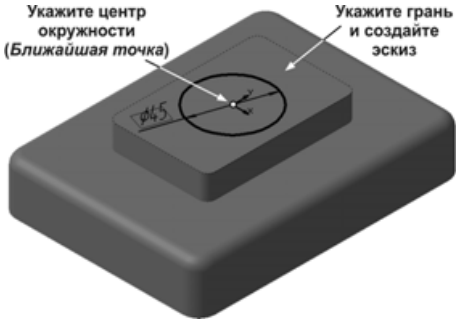


Рис. 5.28

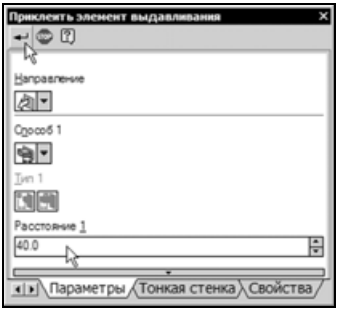


Рис. 5.29

Переименование элементов

Названия объектам дерева построения генерируются системой. Элементы именуются в зависимости от способа получения. Например, **Операция выдавливания:1**, **Приклеить элемент выдавливания:1**, **Скругление:1**. Однотипные элементы различаются порядковыми номерами (рис. 5.30).

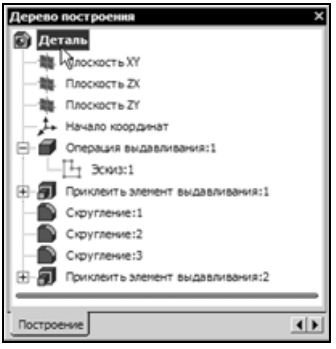


Рис. 5.30

Можно присваивать элементам собственные имена. Это облегчает построение и редактирование сложных моделей.

Выполнить переименование элемента в дереве построения следует двумя отдельными щелчками мыши[1] на его названии.

- Дважды щелкните на имени **Деталь** в дереве построения. Название будет выделено цветом и заключено в габаритную рамку. Появится мигающая вертикальная черта — текстовый курсор. Это означает, что система готова к вводу текста. Введите новое название детали **Корпус** и нажмите клавишу <Enter> — новое название будет сохранено в дереве построения (рис. 5.31).

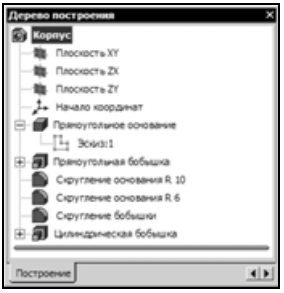


Рис. 5.31

- Аналогичным образом переименуйте остальные элементы модели.

Создание оболочки

Деталь можно преобразовать в тонкостенную оболочку путем удаления материала, начиная от выбранной грани.

- Разверните деталь в пространстве таким образом, чтобы стала видна нижняя грань основания (рис. 5.32) и нажмите кнопку **Оболочка** на инструментальной панели **Редактирование детали**.

Рис. 5.32

[1] Важно произвести именно два последовательных одиночных щелчка , а не двойной щелчок.

- Укажите курсором нижнюю грань основания — с нее начинается удаление материала. Количество граней показывается в справочном поле панели свойств (рис. 5.33).
- Укажите направление построения оболочки относительно поверхности детали, включив кнопку **Внутрь**; введите толщину оболочки 3 и нажмите **Создать объект**.

В модели система выполнит построение оболочки (рис. 5.34), а в дереве построения появится пиктограмма соответствующего элемента.

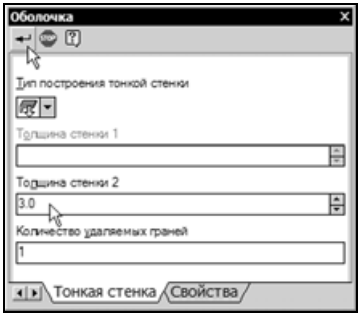


Рис. 5.33

Рис. 5.34

Дальнейший порядок работы с получившейся оболочкой остается прежним — добавление и вычитание тел, формирование фасок, отверстий и скруглений.

- Вновь установите для детали стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**.
- На верхней грани цилиндрической бобышки создайте новый эскиз и постройте в нем окружность диаметром 24 . Центр окружности укажите в точке начала координат эскиза с помощью привязки **Ближайшая точка** (рис. 5.35).

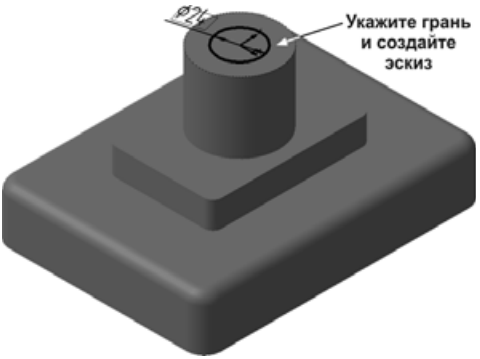


Рис. 5.35

- Закройте эскиз и выполните операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении, типом **Через все** (рис. 5.36).
- Система выполнит построение сквозного отверстия в детали (рис. 5.37). В дереве построения переименуйте построенный элемент **Вырезать элемент выдавливания:1** на **Центральное отверстие**.

Рис. 5.36

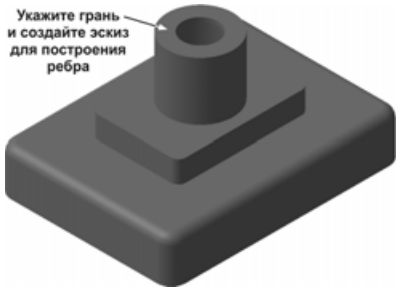


Рис. 5.37

Построение ребра жесткости

Построение ребер жесткости в КОМПАС-3D V6 можно выполнить разными способами. В общем случае, целесообразно пользоваться специальной командой **Ребро жесткости** на инструментальной панели **Редактирование детали**[1].

Мы же сейчас воспользуемся стандартными средствами системы, причем построение выполним таким образом, чтобы толщина и ширина ребра определялись его эскизом, а высота — операцией.

- Укажите верхнюю грань цилиндрической бобышки (рис. 5.37), создайте на ней новый эскиз, установите для модели ориентацию **Нормально к...** и режим отображения **Без невидимых линий**.

Эскиз ребра представляет собой замкнутый контур из трех отрезков и дуги. Для того, чтобы обеспечить автоматическое изменение размеров ребра жесткости при изменении размеров прямоугольной и цилиндрической бобышек, необходимо воспользоваться параметрическими средствами КОМПАС-3D V6.

Совет

Для достижения поставленной цели придется выполнить целую серию параметрических построений. Не торопитесь, будьте точны и аккуратны. В случае ошибочной команды и получения неправильного результата, нажмите кнопку **Отменить** на панели **Стандартная** и выполните построение заново.

[1] Об использовании этой команды сказано в *главе* 6.

- С помощью команды **Непрерывный ввод объектов** на панели **Геометрия** постройте ломанную линию из трех отрезков, как это показано на рис. 5.38. Для этого последовательно укажите точки 1, 2, 3 и 4 таким образом, чтобы точки 1 и 4 находились между круглыми ребрами бобышки и отверстия. Эта линия является грубой заготовкой будущего ребра.

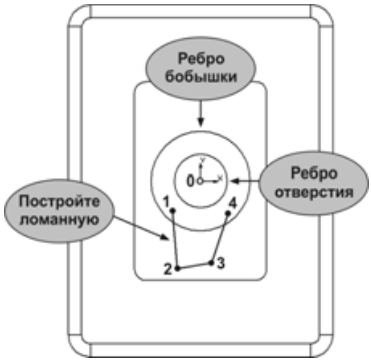


Рис. 5.38

Замечание

Параметрические функции, реализованные в КОМПАС-3D V6, позволяют конструктору работать в режиме наброска (эскиза), то есть приблизительно прорисовывать геометрию контуров. Точные размеры и положение геометрических объектов можно задать позднее, с помощью команд параметризации и ассоциативных размеров.

- Включите кнопку **Горизонталь** на панели **Параметризация** и укажите мишенью на отрезок 2-3 (рис. 5.39). После этого отрезок примет горизонтальную ориентацию.

Рис. 5.39

- Включите кнопку **Вертикаль** панели расширенных команд и последовательно укажите мишенью на отрезки 1-2 и 3-4 (рис. 5.39). Отрезки примут вертикальную ориентацию (рис. 5.40).

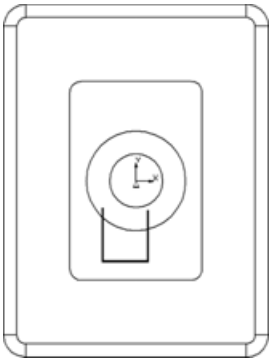


Рис. 5.40

Теперь обеспечим постоянное плавное касание ребра к круглой грани цилиндрической бобышки. Для этого необходимо воспользоваться средствами проецирования объектов.

Проецирование объектов

При создании моделей часто требуется изобразить контур, представляющий собой проекцию уже существующего в модели ребра, грани или вершины на плоскость текущего эскиза. Такое построение трудно, а иногда и невозможно выполнить стандартными средствами графического редактора.

В таких случаях нужно воспользоваться командой **Спроецировать объект** из меню **Операции** или нажать кнопку **Спроецировать объект** на панели **Геометрия** (рис. 5.41).

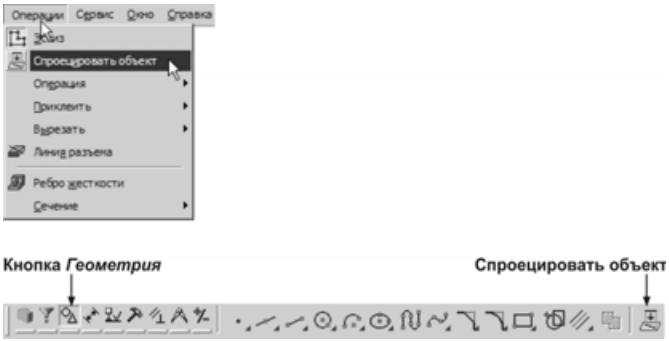


Рис. 5.41

Далее следует указать объект, проекцию которого нужно получить — ребро, грань, вершину или ось. Система создаст в эскизе его проекцию и будет ожидать указания следующего объекта для построения проекции.

Проекции ребер и граней создаются в виде графических объектов со стилем линии **Основная**. Проекции осей создаются в виде вспомогательных прямых, а проекции вершин — в виде вспомогательных точек. Если прямолинейное ребро или ось, выбранные для построения проекции, перпендикулярны плоскости эскиза, то создание проекции невозможно, так как она вырождается в точку.

В проекцию грани включены все ограничивающие ее ребра. Если проекции каких-либо ребер совпадают, то в эскиз проецируется только одно из них. В этом случае система выдает сообщение "**Проекции некоторых элементов не добавлены**".

Для прекращения построения проекций нажмите кнопку **Прервать команду** на панели специального управления.

Замечание

Важнейшим следствием использования команды проецирования объектов является возникновение ассоциативных связей между указанным объектом (ребром, гранью, вершиной, осью) и его проекцией в эскизе. При изменении родительского объекта будет автоматически изменяться его проекция.

- Выполните команду **Операции | Спроецировать объект**. В ответ на запрос системы укажите ребро цилиндрической бобышки (рис. 5.42). Для выбора ребра подведите к нему курсор. Когда курсор примет вид "палочки" щелкните левой кнопкой мыши — проекция ребра в виде окружности будет добавлена в эскиз.

Рис. 5.42

Далее необходимо построить точку 5 (рис. 5.42), которая является проекцией соответствующей вершины прямоугольной бобышки в текущем эскизе. Эта точка понадобится позже, при задании ширины ребра жесткости.

- Для выбора вершины аккуратно подведите к ней курсор. Когда курсор примет вид "звездочки" ✳, щелкните левой кнопкой мыши. После этого система построит в эскизе вспомогательную точку, являющуюся проекцией вершины прямоугольной бобышки.

Для формирования замкнутого контура нужно удалить лишние участки вертикальных отрезков и спроецированной окружности.

- Нажмите кнопку **Усечь кривую** на инструментальной панели **Редактирование** — данная команда позволяет удалить часть какого-либо объекта по точкам его пересечения с другими объектами (рис. 5.43).

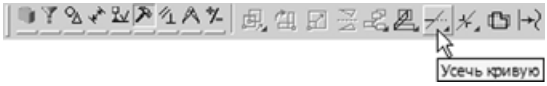


Рис. 5.43

- В ответ на запрос системы **Укажите участок кривой, который нужно удалить** последовательно щелкните мышью на окружности и на выступающих частях вертикальных отрезков (рис. 5.44).

Рис. 5.44

Совет

При указании лишнего участка объекта нет необходимости точно указывать точку на объекте, тем более выполнять операции привязки. Вполне достаточно захватить мишенью любой участок на объекте в той его части, которая подвергается усечению.

- Нажмите кнопку **Обновить изображение** на панели **Вид**.

Далее нужно обеспечить непрерывную симметрию эскиза ребра относительно воображаемой вертикальной оси симметрии, проходящей через точку 0 начала координат.

- С помощью команды **Точка** постройте вспомогательную точку 6 на середине горизонтального отрезка (рис. 5.45). Точное положение точки поможет указать глобальная привязка **Середина**.
- Нажмите кнопку **Выровнять точки по вертикали** на панели расширенных команд параметризации точек и укажите точки 0 и 6 (рис. 5.45).

Рис. 5.45

Точка 6 разместится против точки 0 в вертикальном направлении. Вместе с ней переместится и контур будущего ребра, состоящий из трех отрезков и дуги (рис. 5.46).

Рис. 5.46

- Для определения толщины ребра, постройте горизонтальный линейный размер, указав с помощью привязки **Ближайшая точка** его базовые точки 7 и 8 (рис. 5.47). Присвойте размеру значение 5.
- Для определения ширины ребра постройте вертикальный линейный размер, указав с помощью привязки **Ближайшая точка** его базовые точки 8 и 5 (проекция вершины прямоугольной бобышки). Присвойте размеру значение 5.

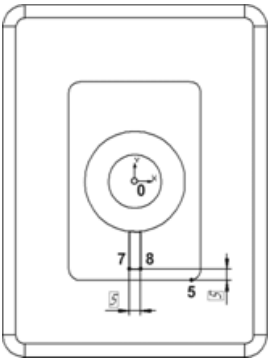


Рис. 5.47

- На этом построение эскиза закончено. Завершите сеанс его редактирования, установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ** и режим отображения **Полутоновое**.
- Проследите за тем, чтобы построенный эскиз в дереве построения был текущим и нажмите кнопку **Приклеить выдавливанием** .
- Задайте направление выдавливания, выбрав из списка поля **Направление** вариант **Обратное направление** (рис. 5.48).
- Для того, чтобы ребро жесткости автоматически изменяло свою высоту при изменении высоты цилиндрической бобышки, раскройте список **Способ 2** и выберите из него вариант **До поверхности**.

Рис. 5.48

- В окне модели укажите верхнюю грань прямоугольной бобышки (рис. 5.49). Она будет выполнять роль поверхности, до которой следует выполнять выдавливание эскиза — система построит фантом будущего ребра. Нажмите кнопку **Создать объект**.

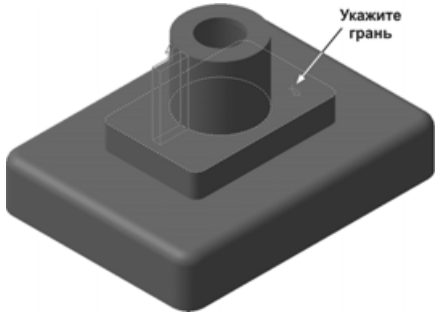


Рис. 5.49

- Система выполнит построение ребра жесткости (рис. 5.50). В дереве построения присвойте построенному элементу имя **Ребро жесткости**.

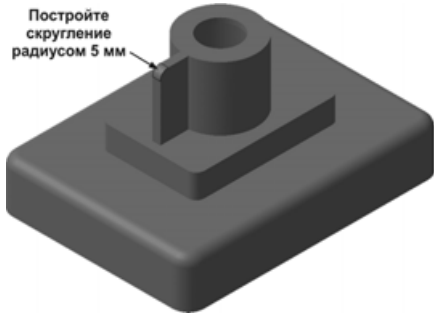


Рис. 5.50

- Постройте на ребре скругление радиусом 5 и присвойте элементу имя **Скругление ребра** (рис. 5.50).

Второе ребро жесткости является симметричным элементом. Его мы построим несколько позже, а пока перейдем к построению первого крепежного отверстия.

- Создайте новый эскиз на верхней грани основания (рис. 5.51), установите для модели ориентацию **Нормально к...** и режим отображения **Без невидимых линий** .

- В левом нижнем углу детали постройте небольшую окружность, проставьте ее диаметральный размер и введите ему значение 15 (рис. 5.52).

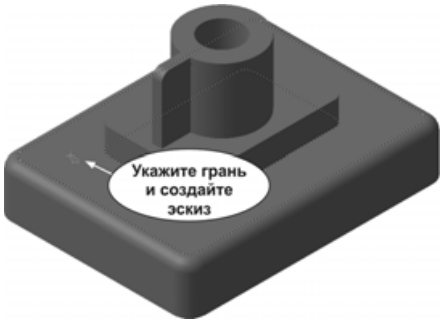


Рис. 5.51

Теперь необходимо определить положение центра окружности. Напомним требование к отверстиям: при изменении размеров основания, крепежные отверстия должны находится на неизменном расстоянии от боковых граней основания, т. е. должны изменяться их межосевые расстояния.

Для реализации этого требования линейные размеры, определяющие положение центра окружности, нужно проставлять от наружных ребер основания, например, от точек 1 и 2. Проблема состоит в том, что в данный момент эти точки недоступны для использования привязок. После построения скругления они не принадлежат грани, на которой был создан текущий эскиз.

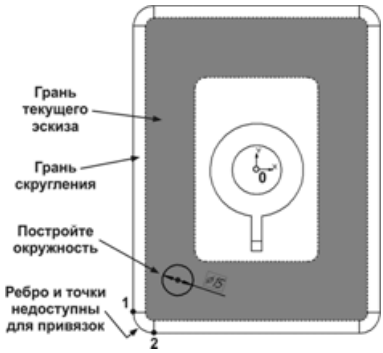


Рис. 5.52

Совет

По этой причине построение фасок и скруглений рекомендуется выполнять после того, как на грани построены другие элементы, для определения положения которых нужны соответствующие ребра и вершины.

В данной ситуации решение напрашивается само собой: нужно построить в текущем эскизе проекцию дугового ребра 1-2.

- Нажмите кнопку **Спроецировать объект** на панели **Геометрия** или выполните команду **Операции | Спроецировать объект**. В ответ на запрос системы укажите дуговое ребро 1-2. Для выбора ребра подведите к нему курсор. Когда курсор примет вид "палочки" щелкните левой кнопкой мыши — проекция ребра в виде дуги будет добавлена в эскиз.

Ребра проецируются в эскиз стилем линии **Основная**. Построенная проекция ребра выполняет в эскизе вспомогательную (опорную) роль и не должна принимать участие в формообразующей операции. Поэтому стиль дуги нужно изменить на любой другой, кроме основного.

- Для изменения стиля дуги прекратите работу всех команд и выполните двойной щелчок на дуге — на экране появится панель свойств дуги, т. е. система перейдет в режим редактирования указанного объекта (рис. 5.53). Раскройте список поля **Стиль**, укажите стиль линии **Утолщенная** и нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления. Щелчком в любом пустом месте эскиза снимите выделение с дуги.

Рис. 5.53

- Проставьте горизонтальный линейный размер, указав с помощью привязки **Ближайшая точка** его базовые точки: центр окружности и точку 1 на дуге. Присвойте размеру значение 20 (рис. 5.54).

- Проставьте вертикальный линейный размер, указав его базовые точки: центр окружности и точку 2. Присвойте размеру значение 20.

После этого окружность займет правильное положение в эскизе, а сам эскиз станет определенным.

- Завершите сеанс редактирования эскиза, установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ** и режим отображения **Полутоновое**.
- Выполните над эскизом операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении, типом **Через все** (рис. 5.55).

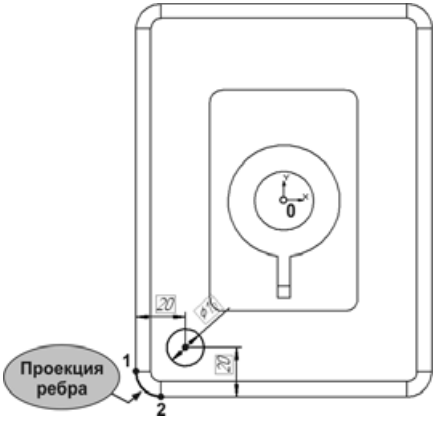


Рис. 5.54

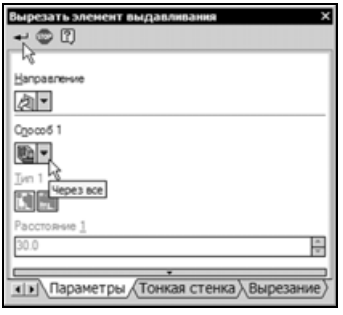


Рис. 5.55

- Система выполнит построение сквозного отверстия (рис. 5.56). В дереве построения присвойте элементу имя **Крепежное отверстие**.

На данном этапе дерево построения детали должно выглядеть так, как это показано на рис. 5.57.

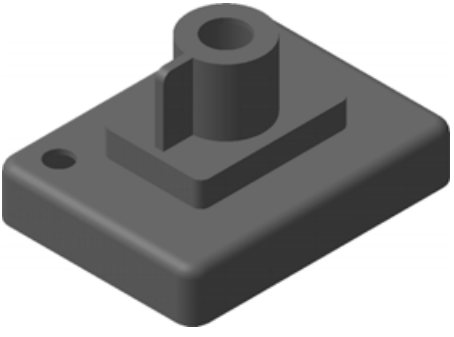


Рис. 5.56

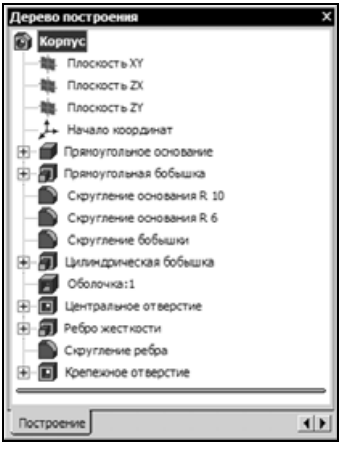


Рис. 5.57

Зеркальное копирование элементов

КОМПАС-3D V6 позволяет получать копии выбранных элементов, симметричные относительно указанной плоскости или плоской грани, и далее непрерывно поддерживать эту симметрию. Выполним построение зеркальной копии ребра жесткости вместе со скруглением.

- Нажмите кнопку **Зеркальный массив** на инструментальной панели **Редактирование детали** (рис. 5.58), или выполните команду **Операции | Зеркальный массив**.

Рис. 5.58

- В дереве построения укажите элемент **Плоскость XY** как плоскость симметрии (рис. 5.59).
- Затем укажите элементы **Ребро жесткости** и **Скругление ребра**, которые требуется зеркально отразить.

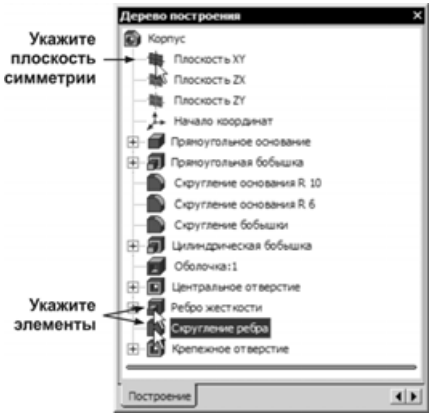


Рис. 5.59

- В окне модели появится фантом зеркальной копии. Если он сформирован правильно, подтвердите создание копии, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления. Система выполнит построение зеркальных копий (рис. 5.60).

Совет

Элементы, подлежащие копированию, можно указывать не только в дереве построения, но и непосредственно в окне модели. Если вы допустили ошибку при

указании плоскости симметрии — просто укажите новую плоскость. Если вы случайно указали не тот элемент, то укажите на него второй раз — он будет исключен из копирования, затем укажите нужный.

Выполним построение зеркальных копий крепежного отверстия. Для этого потребуется выполнить две операции копирования.

- Вновь нажмите кнопку **Зеркальный массив**. В дереве построения укажите элементы **Плоскость ZY** и **Крепежное отверстие**, нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 5.61).

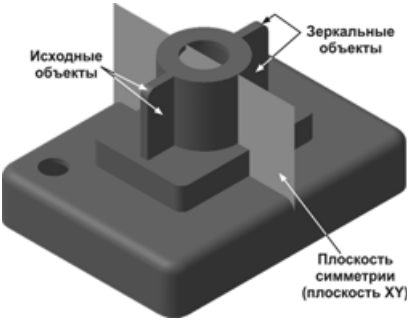


Рис. 5.60

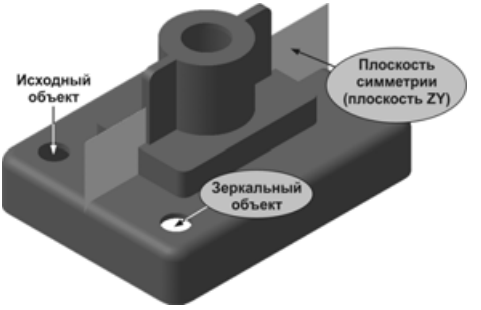


Рис. 5.61

- Нажмите кнопку **Зеркальный массив** в третий раз. В дереве построения укажите элементы **Плоскость XY**, **Крепежное отверстие** и **Зеркальная копия:2**, нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 5.62).

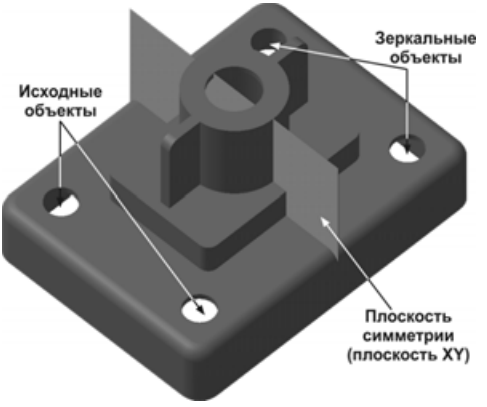


Рис. 5.62

- В верхней части центрального отверстия постройте фаску 2x45° (рис. 5.63).

Рис. 5.63

- На этом построение детали **Корпус** закончено. Запишите документ на диск щелчком на кнопке **Сохранить** .

Проверка модели

Прежде чем приступить к редактированию модели, сделаем ее копию. Исходный документ при этом не изменится.

- Откройте меню **Файл** и выполните команду **Сохранить как**.
- В диалоговом окне **Укажите имя файла для записи** откройте папку Мои модели, в поле **Имя файла** введите новое имя документа Корпус-1 и нажмите кнопку **Сохранить** (рис. 5.64).

Рис. 5.64

Проверим, как будет вести себя модель при редактировании параметров ее отдельных элементов.

Редактирование основания

- В дереве построения щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Прямоугольное основание** и вызовите команду **Редактировать элемент**.

- Для изменения значения толщины основания введите в поле **Расстояние 1** новое значение толщины 10 и нажмите кнопку **Создать объект.**
- Щелкните на значке "плюс" слева от пиктограы элемента **Прямоугольное основание**. При этом значок изменится на "минус", а под операцией появится пиктограмма ее эскиза **Эскиз:1**.
- Щелкните на эскизе правой кнопкой мыши и выполните команду **Редактировать эскиз** контекстного меню.
- Изменяя значения линейных размеров, увеличьте длину основания от 160 до 220, а ширину — от 120 до 140.
- Завершите редактирование эскиза.

Замечание

Обратите внимание на то, как автоматически изменились размеры прямоугольной бобышки, ребер жесткости и межосевые расстояния крепежных отверстий.

- Войдите в режим редактирования элемента **Скругление основания R10**. Измените значение радиуса скругления с 10 — на 30 (рис. 5.65). В дереве построения отредактируйте значение скругления в названии элемента.

Рис. 5.65

Редактирование прямоугольной бобышки

- Войдите в режим редактирования элемента **Прямоугольная бобышка**. Измените расстояние вытягивания с 15 на 5.
- Войдите в режим редактирования элемента **Скругление бобышки R5** , измените значение радиуса скругления с 5 до 20 (рис. 5.66). В дереве построения отредактируйте значение скругления в названии элемента.

Рис. 5.66

Редактирование цилиндрической бобышки

- Войдите в режим редактирования элемента **Цилиндрическая бобышка**. Измените расстояние вытягивания с 40 на 15.
- Войдите в режим редактирования эскиза этого же элемента. Измените значение диаметра окружности с 45 на 70.
- Войдите в режим редактирования эскиза элемента **Центральное отверстие**, измените размер окружности с 24 на 55 (рис. 5.67).

Рис. 5.67

Замечание

Обратите внимание на то, как автоматически изменились размеры ребер жесткости.

Редактирование ребер жесткости

- Войдите в режим редактирования эскиза элемента **Ребро жесткости**. Измените значение линейного размера, определяющего ширину ребра с 5 на 25 (рис. 5.68).

- Войдите в режим редактирования элемента **Скругление ребра**, измените значение радиуса скругления с 5 на 10.

Рис. 5.68

Замечание

Обратите внимание на то, как автоматически изменились размеры симметричного ребра.

Редактирование крепежных отверстий

- Войдите в режим редактирования эскиза элемента **Крепежное отверстие**. Измените значения линейных размеров, определяющих положение центра окружности с 20 на 25 . Измените значения диаметрального размера с 15 на 10.

Замечание

Обратите внимание на то, как автоматически изменилось положение и размеры всех остальных отверстий.

Редактирование толщины стенки

- Войдите в режим редактирования элемента **Оболочка:1**. Измените значение толщины стенки с 3 на 2 (рис. 5.69).

Рис. 5.69

Замечание

Как вы смогли убедиться, при редактировании очередного элемента все остальные элементы перестраивались автоматически, оставляя неизменным общий замысел проекта.

Закончим сеанс редактирования модели щелчком на кнопке **Сохранить** .

Изменение положения элементов в дереве построения

Вернитесь к исходному документу **Корпус**, открыв его в папке **Мои модели** для редактирования (рис. 5.70).

Для наглядности построим в детали ступенчатое сечение таким образом, чтобы оно изменялось вместе с изменением модели. Ломаную линию сечения нужно связать параметрическими связями с элементами, через которые должно пройти сечение.

- Создайте новый эскиз на верхней грани основания, установите для модели ориентацию **Нормально к...** и режим отображения **Без невидимых линий** .
- Щелкните на кнопке **Установка глобальных приязок** на панели **Текущее состояние**. В диалоге настройки дополнительно включите привязку **Выравнивание** (рис. 5.71).

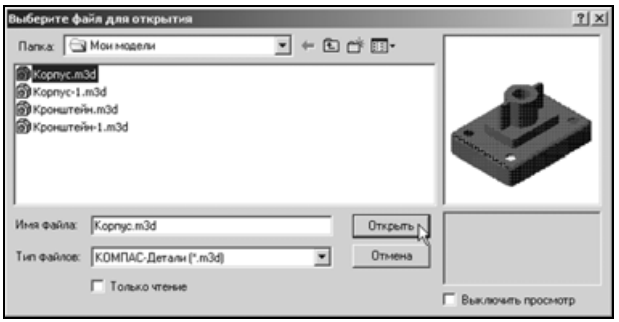


Рис. 5.70

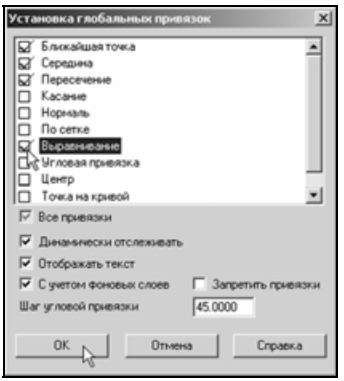


Рис. 5.71

- С помощью команды **Точка** постройте недостающие опорные точки 1, 3 и 5 линии сечения (рис. 5.72). Указать положение точек поможет привязка **Выравнивание**:
  - точки 1, в вертикальном направлении — по точке 2 (центру крепежного отверстия);

- точки 3, в горизонтальном направлении — по точке 2 (центру крепежного отверстия), а в вертикальном направлении — по точке 4 (начало координат эскиза);
- точки 5, в горизонтальном направлении — по точке 4 (начало координат эскиза).

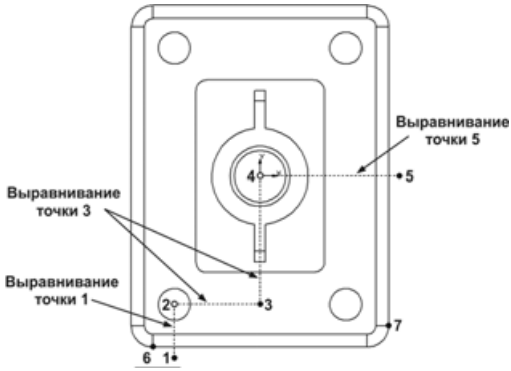


Рис. 5.72

Замечание

В результате использования привязки **Выравнивание** автоматически сформируются параметрические связи между соответствующими точками.

- В диалоге настройки глобальных привязок отключите привязку **Выравнивание**.
- Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов** на **инструментальной панели Геометрия** и постройте с помощью привязки **Ближайшая точка** ломаную линию 1-2-3-4-5 (рис. 5.73).

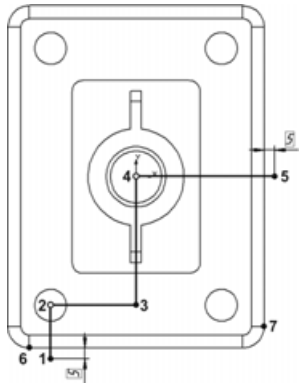


Рис. 5.73

- Нажмите кнопку **Спроецировать объект** на панели **Геометрия** и постройте точки 6 и 7, как проекции вершин основания детали.
- Постройте вертикальный линейный размер, указав в качестве базовых точки 1 и 6; присвойте размеру значение 5.
- Постройте горизонтальный линейный размер, указав в качестве базовых точки 5 и 7; присвойте размеру значение 5.

Замечание

Эти фиксированные ассоциативные размеры необходимы для того, чтобы обеспечить непрерывный выход линии сечения за пределы основания детали, на случай изменения его длины и ширины.

- Завершите сеанс редактирования эскиза, установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ** и режим отображения **Полутоновое**.
- Убедитесь, что новый эскиз в дереве построения является текущим. Если это не так, то укажите его щелчком мыши.
- Нажмите кнопку **Сечение по эскизу** на инструментальной панели **Редактирование детали**.
- Убедитесь, что на панели свойств **Сечение по эскизу** установлено **Прямое** направление сечения и нажмите **Создать объект** (рис. 5.74).

Система выполнит сечение части детали поверхностью, проходящей через указанный эскиз (рис. 5.75).

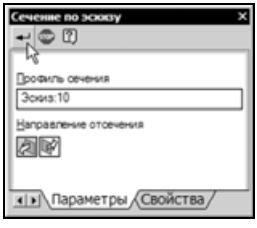


Рис. 5.74

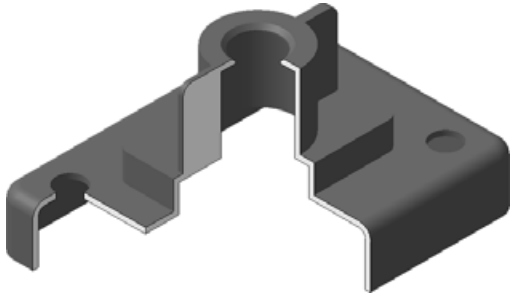


Рис. 5.75

- В дереве построения щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Сечение по эскизу:1** и выполните команду **Свойства элемента**.
- На панели свойств отключите флажок **Использовать цвет детали**, из списка цветов поля **Цвет** выберите для элемента любой контрастный цвет и закройте диалоговые окна.
- Сохраните документ щелчком на кнопке **Сохранить**.

Перемещение элементов мышью

КОМПАС-3D V6 имеет эффективный прием редактирования модели — перемещение мышью непосредственно в дереве построения. Он позволяет быстро изменить последовательность создания элементов.

- Подведите к элементу курсор, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор в место нового размещения элемента. Курсор при этом принимает вид стрелки ⇦, указывающей текущее положение элемента.
- Отпустите кнопку мыши. Пиктограмма элемента размещается в дереве построения на указанном месте и помечается красной "галочкой". Это означает, что между изображением модели в окне и ее описанием возникло несоответствие. Чтобы перестроить модель, нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид,** или выберите аналогичную команду из меню **Операции** — изображение в окне изменится, а "галочка" на пиктограмме перемещенного элемента исчезнет.

В модели детали **Корпус** создана тонкостенная оболочка, образованная удалением материала от нижней грани основания. Действие этой операции распространяется на все элементы, расположенные в дереве построения до оболочки, и не затрагивает элементы, расположенные ниже (рис. 5.76).

Рис. 5.76

Изменим положение оболочки таким образом, чтобы ее действие распространялось на элементы, расположенные ниже в иерархии построений.

- Установите указатель на элемент **Оболочка:1**, нажмите и не отпускайте левую кнопку мыши (рис. 5.77).

- Установите курсор ⇦⏎ на элемент **Центральное отверстие** и отпустите клавишу.

Рис. 5.77

Теперь элемент **Центральное отверстие** располагается выше элемента **Оболочка:1** и на него распространяется действие данной операции. На пиктограмме элемента **Оболочка:1** появился символ "галочка" — сигнал о необходимости перестроения.

- Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид** — модель перестроиться с учетом нового положения элементов (рис. 5.78).

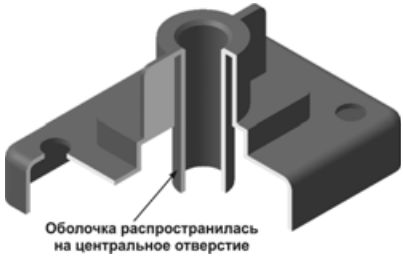


Рис. 5.78

- Попробуем распространить действие оболочки на ребро жесткости. Для этого переместите элемент **Оболочка:1** еще ниже — на элемент **Скругление ребра,** и выполните перестроение модели.

На этот раз, в модели возникла ошибка — рядом с пиктограммой оболочки появился восклицательный знак (сообщение об ошибке), а в окне модели оболочка исчезла (рис. 5.79).

Рис. 5.79

Замечание

Корректное перестроение модели при перемещении элементов возможно далеко не всегда. Параметры отдельных элементов могут вступить в противоречие друг с другом, возникнут нарушения в иерархии элементов или параметрических связей между ними.

В данном случае, оболочка с толщиной стенки 3 мм не может быть выполнена в ребре, толщиной 5 мм. Для устранения ошибки необходимо либо уменьшить толщину оболочки, либо увеличить толщину ребра. Остановимся на втором варианте.

- Войдите в режим редактирования эскиза элемента **Ребро жесткости**. Измените значение линейного размера, определяющего ширину ребра с 5 на 8. Закройте эскиз и перестройте модель.

На этот раз модель перестроилась правильно, и действие элемента **Оболочка:1** распространилась на ребро жесткости (рис. 5.80).

Рис. 5.80

- Еще раз переместите элемент **Оболочка:1** на элемент **Фаска:1**. При этом оболочка должна захватить все оставшиеся элементы, включая зеркальные копии ребра и крепежных отверстий (рис. 5.81).

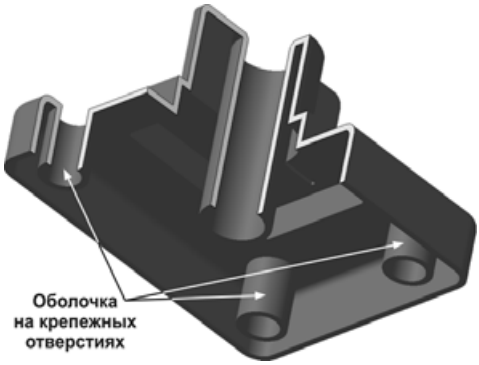


Рис. 5.81

- На этом мы закончим работу с деталью **Корпус**. С помощью команды **Файл | Сохранить как** запишите на диск текущую версию документа под именем Корпус-2.

Зеркальное копирование детали. Построение детали Держатель

Если деталь обладает симметрией относительно плоской грани, значительно облегчает построение и последующее редактирование модели ее полное зеркальное копирование.

- Откройте документ Держатель.m3d из папки Упражнения главного каталога установки КОМПАС-3D V6 (рис. 5.82).

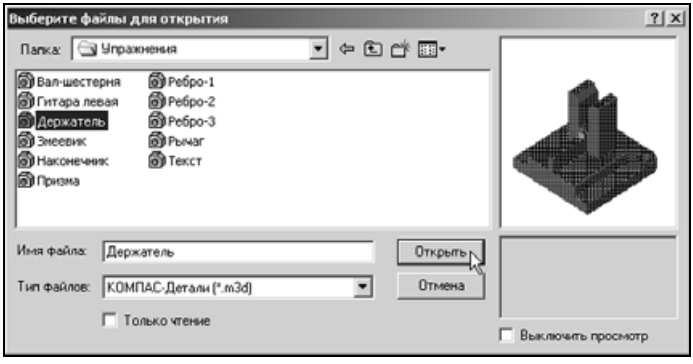


Рис. 5.82

В этом документе хранится изображение половины трехмерной модели симметричной детали **Держатель** (рис. 5.83).

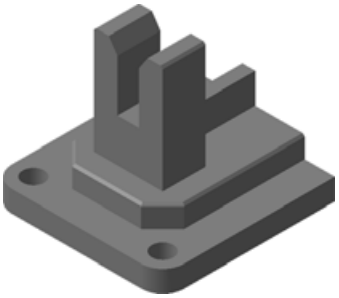


Рис. 5.83

- Разверните модель в пространстве, как это показано на рис. 5.83.
- Выполните команду **Операции | Зеркально отразить все,** или нажмите кнопку **Зеркально отразить все** на инструментальной панели **Редактирование детали** (рис. 5.84).

Рис. 5.84

Приклеив к модели ее зеркальную копию, получим деталь, обладающую плоскостью симметрии.

- Укажите в окне детали плоскую грань, которая будет плоскостью симметрии при зеркальном отражении (рис. 5.85).

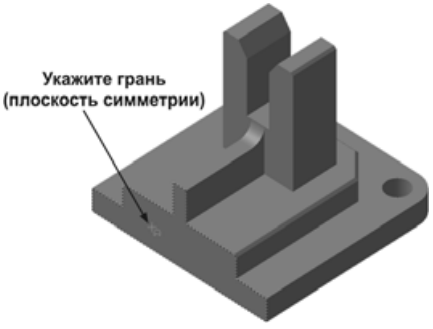


Рис. 5.85

- На экране появится фантом зеркальной копии детали. Нажмите кнопку **Создать объект** панели специального управления.

- Зеркальная копия приклеена к исходной детали. Установите стандартную ориентацию **Изометрия XYZ** (рис. 5.86).

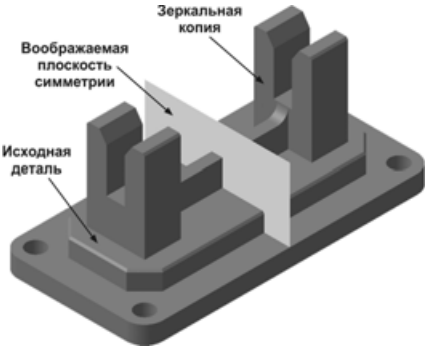


Рис. 5.86

- С помощью команды **Файл | Сохранить как** сохраните новую деталь в папке Мои модели под именем Держатель-1.

Редактирование с использованием Указателя окончания построения

Указатель окончания построения представляет собой узкую полосу в нижней части дерева построения. С его помощью можно временно исключать элементы модели из расчета, удалять их, а также изменять порядок построения модели.

- Установите курсор на указатель окончания построения. Курсор превратился в двунаправленную вертикальную стрелку ↕ (рис. 5.87).

Рис. 5.87

- Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите указатель в начало дерева построения, перед самым первым элементом **Операция выдавливания:1**. После этого отпустите кнопку мыши.

Теперь все элементы, оказавшиеся ниже указателя, отображаются бледно-голубым цветом и помечаются пиктограммой в виде "замка" — это временно исключенные из расчета элементы (рис. 5.88).

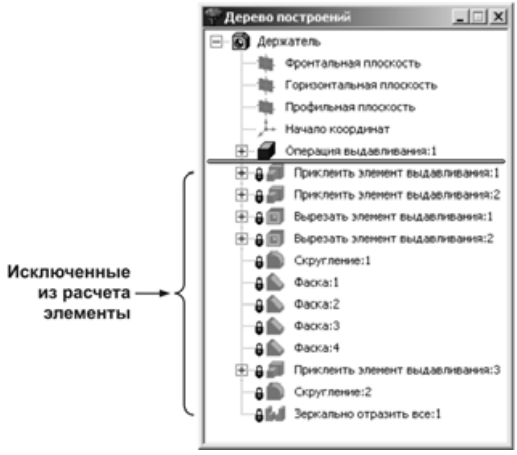


Рис. 5.88

Сама модель при этом вернулась в состояние сразу после создания основания детали (рис. 5.89).

- Переместите указатель ниже на один элемент, под вторым элементом **Приклеить элемент выдавливания:1.** В окне модели добавится соответствующий элемент (рис. 5.90).

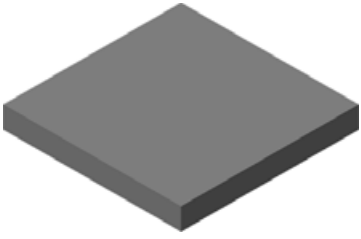


Рис. 5.89

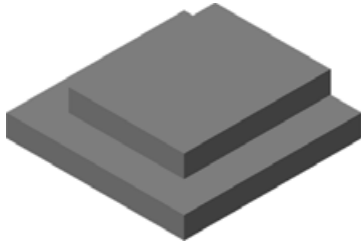


Рис. 5.90

Совет

Постепенно перемещая указатель, можно легко воспроизвести порядок построения любой модели и понять, каким образом она была создана (рис. 5.91).

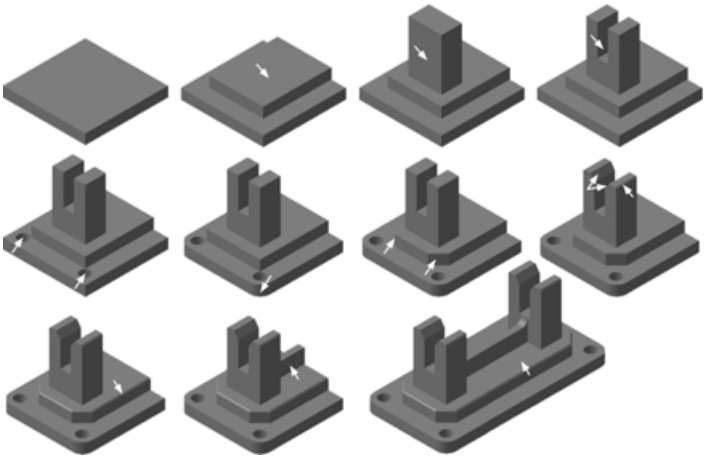


Рис. 5.91

Это свойство указателя окончания построения удобно использовать для изменения последовательности построения модели, например, для редактирования детали, полученной с помощью операции зеркального копирования.

Целесообразно переместить указатель так, чтобы операция зеркального копирования и все последующие были временно исключены из расчета, и редактировать оригинальную половину детали. После включения в расчет операции копирования, вторая половина детали будет содержать внесенные изменения.

- Для быстрого перемещения указателя в конец дерева построения, щелкните на нем правой кнопкой мыши и выполните команду **Указатель в конец Дерева** (рис. 5.92).
- Затем переместите указатель выше на одну операцию, перед элементом **Зеркально отразить все:1**.

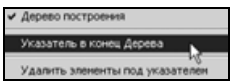


Рис. 5.92

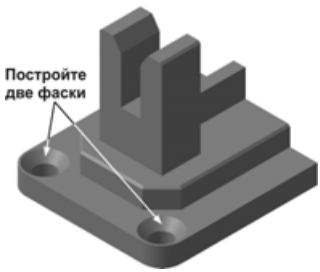


Рис. 5.93

- На верхних ребрах двух крепежных отверстий постройте фаски с размерами 2x45° (рис. 5.93).

- Верните указатель в конец дерева построения. На крепежных отверстиях симметричной половины детали фаски будут добавлены автоматически (рис. 5.94).

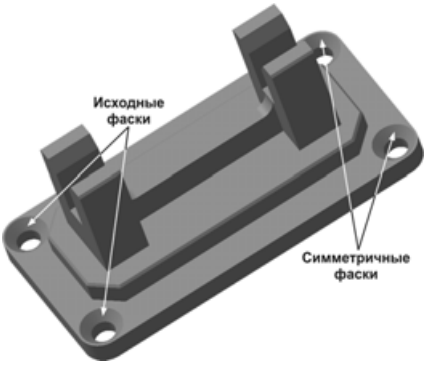


Рис. 5.94

- Вновь разместите указатель перед элементом **Зеркально отразить все:1**. В окне модели создайте новый эскиз на передней грани призмы (рис. 5.95).

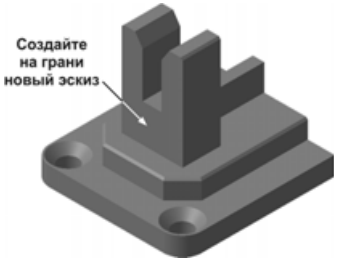


Рис. 5.95

- Установите для модели ориентацию **Нормально к...** С помощью команды **Увеличить масштаб рамкой**, увеличьте участок детали, указав точки 1 и 2 прямоугольной рамки увеличения, как это показано на рис. 5.96.

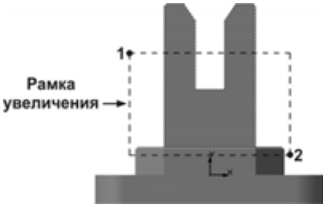


Рис. 5.96

- В левом нижнем углу прямоугольного паза постройте окружность (рис. 5.97). Центр окружности укажите в точке 3 с помощью привязки **Ближайшая точка**. Проставьте диаметральный размер окружности и установите его значение равным 2.

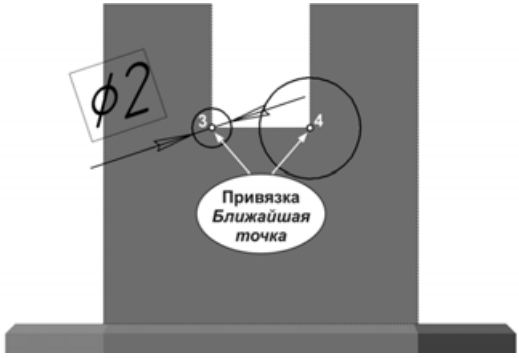


Рис. 5.97

- В правом нижнем углу прямоугольного паза (точка 4) постройте вторую окружность произвольного радиуса.
- Нажмите кнопку **Равенство радиусов** на инструментальной панели **Параметризация**. Укажите левую и правую окружности. Поскольку радиус левой окружности жестко определен фиксированным размером, изменится радиус правой окружности (рис. 5.98).

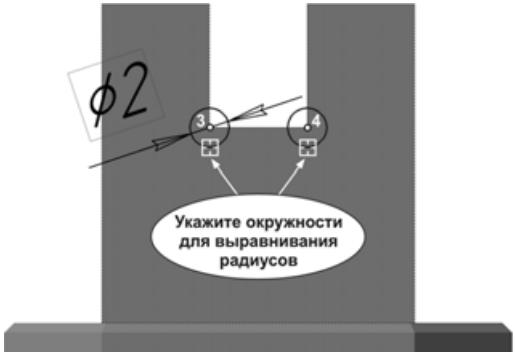


Рис. 5.98

- Закройте эскиз. Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и нажмите кнопку **Показать все** на инструментальной панели **Вид**.
- Выполните над новым эскизом операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении, типом **Через все** (рис. 5.99).

- Переместите указатель окончания построения в конец дерева построения. В углах призмы симметричной половины детали автоматически добавлены аналогичные отверстия (рис. 5.100).

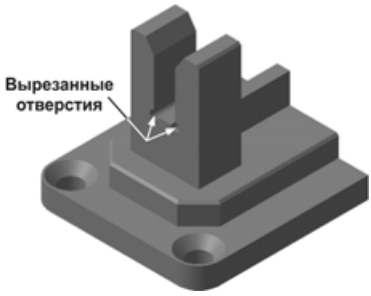


Рис. 5.99

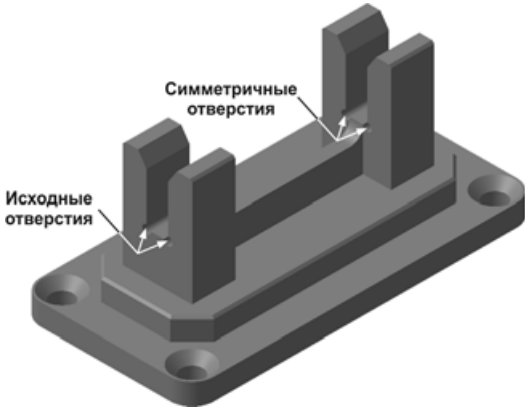


Рис. 5.100

Обратите внимание на то, что новые элементы **Фаска:5** и **Вырезать элемент выдавливания:3** оказались в дереве построения перед элементом **Зеркально отразить все:1**.

- Сохраните документ на диске в его текущем состоянии .

Построение детали Рычаг

Выполним построение еще одной симметричной детали.

- Откройте документ Рычаг.m3d из папки Упражнения. Это заготовка симметричной детали (рис. 5.101).

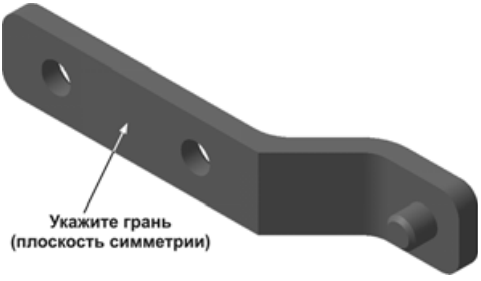


Рис. 5.101

- Нажмите кнопку **Зеркально отразить все** . В окне детали укажите плоскую грань, которая является плоскостью симметрии (рис. 5.101).

- Подтвердите создание копии нажатием кнопки **Создать объект** на панели специального управления (рис. 5.102).

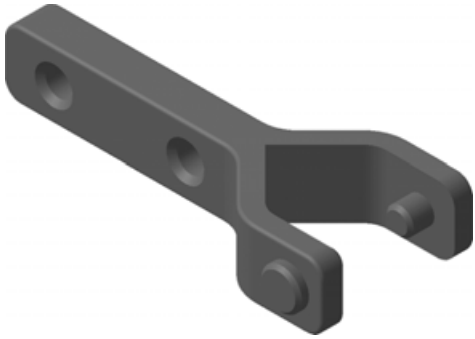


Рис. 5.102

- Для окончательного построения детали, добавьте два скругления, как это показано на рис. 5.103. При построении скругления радиусом 1, обязательно включите опцию **Продолжать по касательным ребрам** (рис. 5.103).

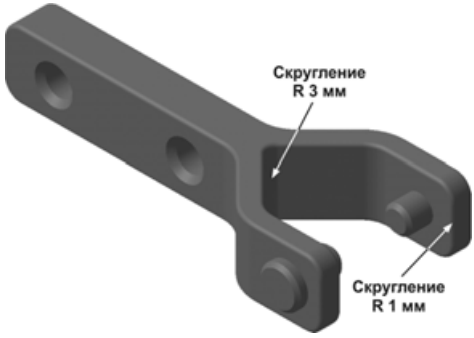


Рис. 5.103

- С помощью команды **Файл | Сохранить как** сохраните деталь в папке Мои модели под именем Рычаг-1.

Использование переменных и выражений

Как вы уже знаете, параметрическими эскизами КОМПАС-3D V6 можно управлять с помощью ассоциативных размеров. Например, по замыслу конструктора, диаметр отверстия в цилиндрической бобышке должен быть в два раза меньше ее внешнего диаметра, или наоборот, толщина стенки должна быть постоянной. В общем случае, значения этих размеров устанавливают

вручную. Можно добиться автоматического согласованного изменения размеров путем использования **переменных** и **выражений**.

Параметрическому размеру в КОМПАС-3D V6 может быть сопоставлена переменная. В дальнейшем, переменные могут быть связаны выражениями. В результате вычисления выражений, могут изменяться значения переменных, что приведет к изменению геометрии.

Построение детали Вилка

Использование переменных и выражений продемонстрируем на примере построения детали **Вилка** (рис. 5.104).

Деталь **Вилка** входит в модель сборочной единицы **Блок**, показанной на рис. 5.105.

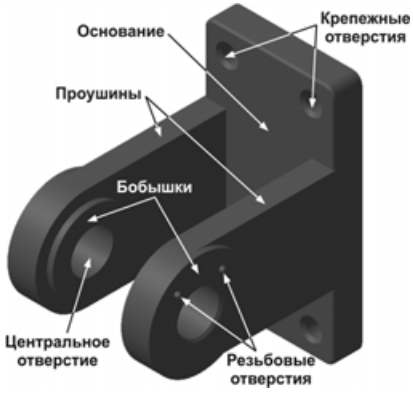


Рис. 5.104

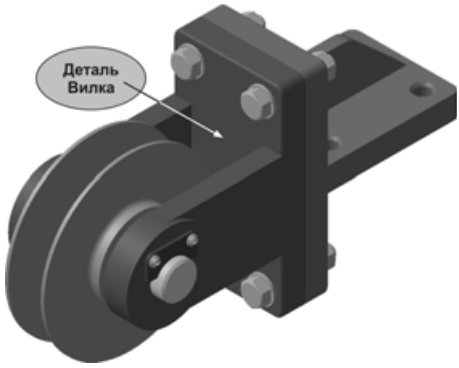


Рис. 5.105

Проведем предварительный анализ и планирование детали **Вилка**.

- Деталь имеет продольную и поперечную симметрию, состоит из прямоугольного основания со скругленными углами и крепежными отверстиями.
- На основании расположены две проушины. Каждая из проушин имеет внешнюю и внутреннюю цилиндрические бобышки и центральное сквозное отверстие.
- На внешней бобышке правой проушины расположены два резьбовых отверстия.
- Предполагается изменять размеры основания и проушин.
- При изменении основания симметрия детали должна сохраняться.

- При изменении ширины основания расстояние между проушинами должно автоматически изменяться.
- Крепежные отверстия должны находится на неизменном расстоянии от боковых граней основания.
- При изменении размеров проушины плавное сопряжение со скруглением в ее передней части должно сохраняться.
- Диаметр внешней бобышки всегда должен быть равен диаметру скругления проушины, а диаметр внутренней бобышки всегда меньше на 25.

После анализа и планирования детали можно приступить к ее построению.

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Вилка.

Операции или эскизы?

Построение детали начнем, как обычно, с основания. Похожее основание имела деталь **Корпус** (рис. 5.106).

Вначале была построена прямоугольная пластина (1), затем выполнено скругление ее углов (2) и ребер верхней грани (3). Далее построено одно крепежное отверстие (4), для которого были созданы симметричные элементы, относительно фронтальной (5) и профильной (6) плоскостей.

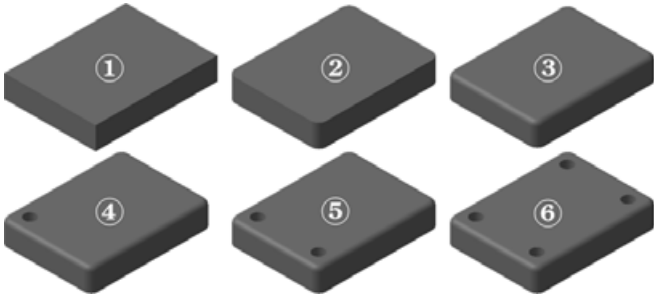


Рис. 5.106

Возможности системы позволяют выполнять одни и те же построения разными способами. Напомним основные требования, предъявляемые к эскизам элементов выдавливания:

- в эскизе основания детали может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, то все они должны быть замкнутыми;

- если контуров несколько, то один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него;
- допускается только один уровень вложенности контуров.

Сократим построение основания до двух операций. Внешний контур — элемент выдавливания, а внутренние (вложенные) контуры — отверстия (рис. 5.107).

- В дереве построения укажите элемент **Плоскость XY** и создайте на ней новый эскиз.
- В эскизе постройте прямоугольник таким образом, что точка начала координат эскиза оказалась внутри прямоугольника (рис. 5.108).

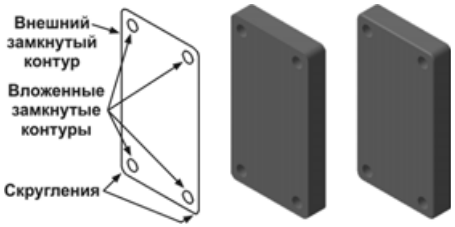


Рис. 5.107

Рис. 5.108

- Выполните скругление левого верхнего угла прямоугольника радиусом 10 . Для этого включите кнопку **Скругление** , проверьте значение радиуса в поле **Радиус** на панели свойств и последовательно укажите пару отрезков в месте скругления (рис. 5.109).

Рис. 5.109

Замечание

В параметрическом режиме команда **Скругление** не только порождает дугу, скругляющую указанные объекты, но и автоматически накладывает на них параметрические связи **Совпадение точек** и **Касание**.

- Аналогичным образом выполните скругление трех остальных углов прямоугольника.
- Проставьте радиальный размер 10 для любой из четырех дуг, например, для правой нижней.
- Обеспечим постоянное равенство радиусов построенных скруглений. Для этого нажмите кнопку **Равенство радиусов** на инструментальной панели **Параметризация**.
- Укажите мишенью ту дугу, к которой проставлен радиальный размер, и нажмите кнопку **Запомнить состояние** панели специального управления. Затем последовательно укажите курсором три остальные дуги (рис. 5.110).

Рис. 5.110

Замечание

По умолчанию, команда выравнивает радиусы дуг или окружностей попарно. Нажатие кнопки **Запомнить состояние** позволяет установить в качестве образца для выравнивания первый из указанных объектов.

- Проставьте горизонтальный линейный размер, определяющий ширину прямоугольника. Для этого укажите базовые точки 1 и 2 (рис. 5.111).
- В диалоговом окне **Установить значение размера** оставьте без изменений значение размера в миллиметрах. В текстовое поле **Переменная** введите имя переменной в виде заглавной латинской буквы W. Щелчком на кнопке **OK** закройте окно (рис. 5.112).

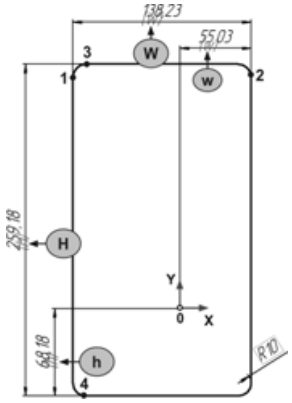


Рис. 5.111

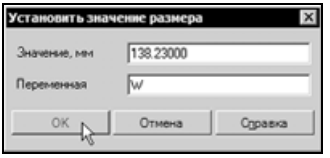


Рис. 5.112

Замечание

В именах переменных допускается использование букв латинского алфавита (различаются символы верхнего и нижнего регистра), арабских цифр и символа подчеркивания "_". Длина имени переменной не более 16 символов. Первый символ не должен быть цифрой.

- Проставьте вертикальный линейный размер, определяющий высоту прямоугольника. Для этого укажите его базовые точки 3 и 4. Назовите размер именем переменной в виде латинской буквы H.

Теперь необходимо обеспечить симметрию прямоугольника относительно точки начала координат эскиза. При построении основания детали **Корпус** для этого была использована вспомогательная точка середины диагонали прямоугольника. На этот раз попробуем добиться постоянного совпадения центра прямоугольника с точкой начала координат эскиза использованием переменных.

- Постройте горизонтальный линейный размер, определяющий положение правого вертикального отрезка прямоугольника относительно начала координат эскиза. Для этого укажите его базовые точки 0 и 2, назовите его w.

- Постройте вертикальный линейный размер, определяющий положение нижнего горизонтального отрезка прямоугольника относительно начала координат эскиза. Для этого укажите его базовые точки 0 и 4, дайте размеру имя переменной h.

- Нажмите кнопку **Переменные** f(x) на инструментальной панели **Стандартная**. На экране появится окно для работы с переменными и уравнениями (рис. 5.113, слева).

- На вкладке **Переменные** откройте уровень **Эскиз:1**. В окне отображается таблица переменных, задействованных в текущем эскизе.

- Для ввода в эскиз выражений, связывающих переменные, откройте вкладку **Уравнения** (рис. 5.113, справа). В поле первой строки таблицы уравнений введите выражение: h=H/2; в поле второй строки введите выражение: W=w*2.

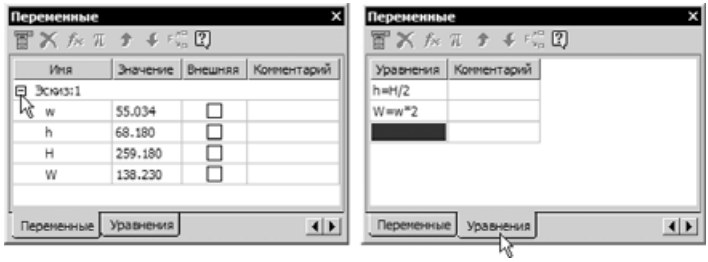


Рис. 5.113

Выполнив вычисления, система переместит центр прямоугольника в точку начала координат эскиза (рис. 5.114).

- Установите точные значения габаритных размеров прямоугольника: ширина 140 и высота 260 (рис. 5.115).

Рис. 5.114

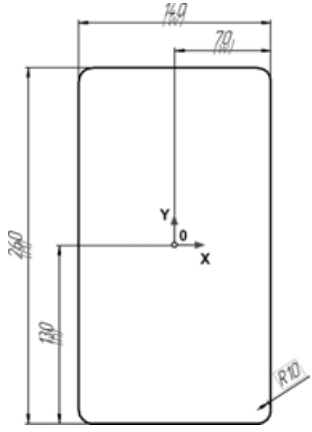


Рис. 5.115

Введенная в эскиз система уравнений будет обеспечивать следующее условие: расстояние от сторон прямоугольника до его центра в точке 0 начала координат всегда будет равно половине ширины и высоты.

Теперь добавим в эскиз четыре окружности крепежных отверстий.

- Внутри прямоугольника, в его левой верхней части постройте окружность, проставьте ее диаметральный размер и задайте значение 18 (рис. 5.116).

- Для определения центра окружности постройте вертикальный размер 30 (базовые точки 3 и 5) и горизонтальный размер 20 (базовые точки 1 и 5).

Поскольку остальные окружности должны быть симметричны относительно первой, постройте в эскизе оси симметрии прямоугольника.

- Нажмите кнопку **Отрезок** и постройте стилем линии **Осевая** два отрезка 6-7 и 8-9 (рис. 5.117). Начальные и конечные точки отрезков укажите с помощью привязки **Середина**. Завершите работу команды .

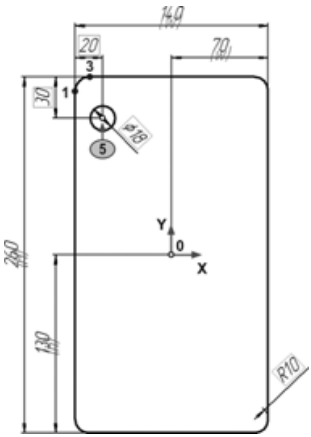


Рис. 5.116

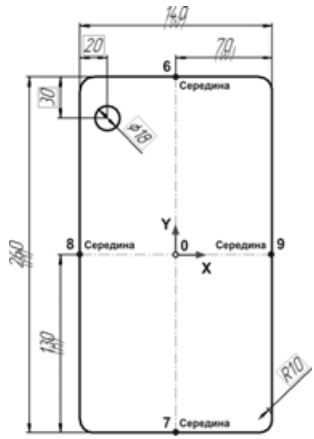


Рис. 5.117

- Щелчком мыши выделите построенную окружность и нажмите кнопку **Симметрия** на инструментальной панели **Редактирование** (рис. 5.118).

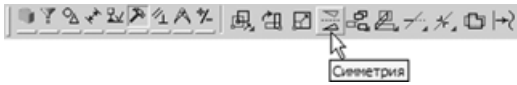


Рис. 5.118

- Нажмите кнопку **Выбор базового объекта** на панели специального управления[1] и укажите мишенью на вертикальную ось — система выполнит построение симметричной окружности (рис. 5.119).

- Прервите работу команды **Симметрия** . Обратите внимание, что исходная окружность по-прежнему остается выделенной.

---

[1] Обязательно используйте данную кнопку. Система не поддерживает симметрию при указании оси симметрии двумя точками.

- Нажмите на клавиатуре клавишу <Shift> и, не отпуская ее, укажите вторую окружность — после этого обе окружности будут выделены цветом.
- Вновь нажмите кнопки **Симметрия**, **Выбор базового объекта** и укажите мишенью на горизонтальную ось — система выполнит построение нижней пары окружностей (рис. 5.120).

Рис. 5.119

Рис. 5.120

- На этом построение эскиза основания закончено. Закройте его и выполните операцию выдавливания в обратном направлении на 30 (рис. 5.121).

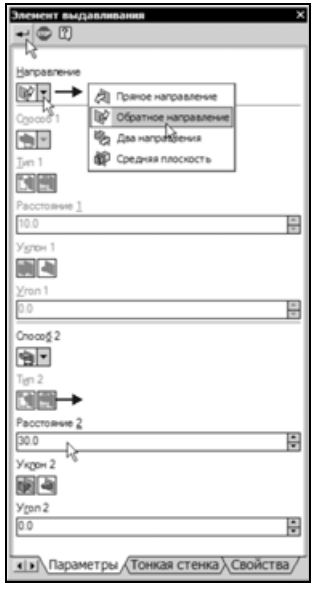


Рис. 5.121

Таким образом, мы достигли поставленной цели — в одном эскизе реализовали геометрию и параметрические связи, необходимые для построения основания.

В связи с этим возникает вопрос: какие элементы модели следует реализовать как операции, а какие непосредственно в эскизах?

Совет

Параметрический эскиз не должен быть слишком сложным, учитывая объем работ по назначению параметрических связей и ограничений. Отверстия, скругления, фаски, канавки и другие мелкие элементы лучше создавать как операции. В данном случае, мы отошли от этого правила в демонстрационных целях.

Перейдем к построению левой проушины. Поскольку модель обладает вертикальной симметрией, вторую проушину можно позднее построить с помощью зеркального копирования.

- Создайте новый эскиз на боковой грани основания (рис. 5.122). В эскизе постройте прямоугольник. Его начальную точку 1 укажите на вертикальном ребре основания, с помощью локальной привязки **Точка на кривой**. Точку 2 укажите таким образом, чтобы она оказалась ниже точки 0 начала координат.

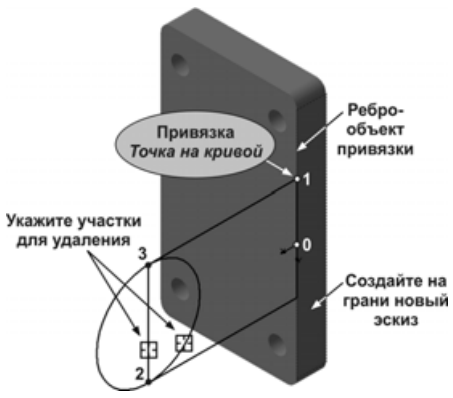


Рис. 5.122

- Нажмите кнопку **Окружность по двум точкам** панели расширенных команд построения окружностей инструментальной панели **Геометрия** (рис. 5.123). Для построения окружности укажите точки 2 и 3 на прямоугольнике.

- Нажмите кнопку **Усечь кривую** панели **Редактирование**. Укажите мишенью на участки окружности и прямоугольника, подлежащие удалению (рис. 5.123).

Рис. 5.123

После удаления участков окружности и прямоугольника, система сформирует связи **Совпадение точек** в точках 2 и 3, создав неразрывный контур.

- Нажмите кнопку **Касание** панели **Параметризация**. Укажите мишенью дугу и включите кнопку **Запомнить состояние** панели специального управления. Затем укажите горизонтальные отрезки (рис. 5.124).

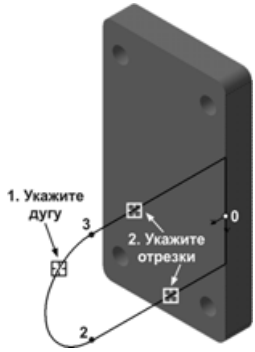


Рис. 5.124

- Проверьте связи и ограничения, которыми обладает дуга. Кроме пары связей **Совпадение точек**, автоматически наложенных системой, добавились связи **Касание**, созданные вручную (рис. 5.125).

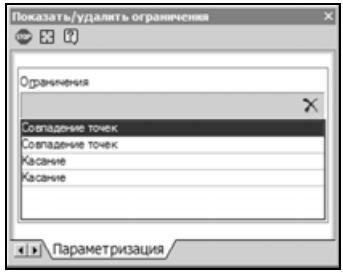


Рис. 5.125

- Проставьте диаметральный размер для дуги, задайте значение 110 и имя переменной D. Этот размер будет определять величину скругления и, одновременно, ширину проушины (рис. 5.126).
- Проставьте горизонтальный размер 150 , указав базовые точки 1 и 2. Этот размер будет определять длину проушины.
- Проставьте вертикальный размер 55, указав базовые точки 0 и 3, назовите размер h. Эта переменная нужна для определения положения проушины симметрично относительно горизонтальной плоскости.

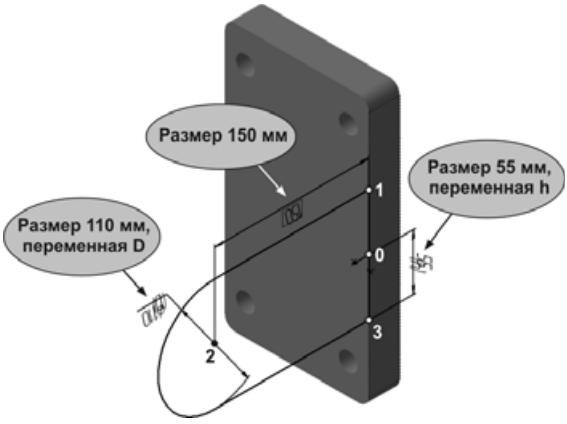


Рис. 5.126

- Нажмите кнопку **Переменные** f(x) панели **Стандартная**. Откройте вкладку **Уравнения**, в таблицу уравнений введите выражение h=D/2 (рис. 5.127).

Рис. 5.127

- Закройте эскиз и приклейте в обратном направлении, на расстояние 24, к основанию.

Выполним построение внешней бобышки. Напомним, что ее радиус равен радиусу скругления проушины.

- Создайте новый эскиз на внешней грани проушины (рис.5 128).

- Выполните команду **Операции | Спроецировать объект** для дугового ребра проушины. Измените стиль линии проекции на **Утолщенная**.
- Постройте окружность несколько большего радиуса, чем радиус спроецированной дуги. Точку 1 центра окружности укажите в центре дугового ребра, с помощью привязки **Ближайшая точка**.

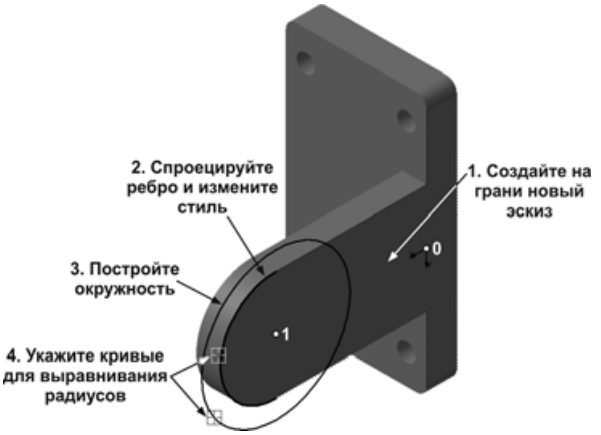


Рис. 5.128

- Нажмите кнопку **Равенство радиусов** панели **Параметризация**. Укажите дугу и окружность. Поскольку радиус дуги жестко определен радиусом ребра, проекцией которого она является, то изменится радиус окружности.
- Закройте эскиз и приклейте его в прямом направлении на расстояние 6 (рис.5 129).

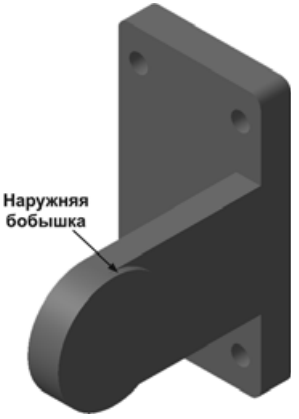


Рис. 5.129

Перейдем к построению внутренней бобышки. Ее диаметр меньше диаметра скругления проушины на 25.

- Разверните модель в пространстве, как это показано на рис. 5.130, создайте новый эскиз на внутренней грани проушины.
- Спроецируйте в эскиз дуговое ребро проушины. Измените стиль линии проекции на **Утолщенная**, проставьте к дуге диаметральный размер и дайте ему имя D.
- Постройте окружность произвольного радиуса, с центром в точке 1. Проставьте к окружности диаметральный размер и обозначьте d.

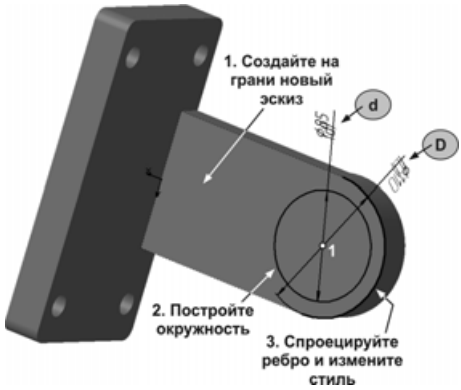


Рис. 5.130

- Нажмите кнопку **Переменные** f(x) и введите в эскиз выражение: D-d=25. Поскольку диаметр дуги определен диаметром ребра, радиус окружности изменится.
- Закройте эскиз и приклейте его в прямом направлении на расстояние 6 (рис.5 131).

Рис. 5.131

Построим в проушине сквозное отверстие диаметром 45.

- Создайте новый эскиз на плоской грани внутренней бобышки (рис. 5.131). Установите для модели ориентацию **Нормально к** .
- Постройте окружность с центром в точке 1 (рис. 5.132). Проставьте к окружности диаметральный размер, задав значение 45 и имя переменной d.

Рис. 5.132

Выражения для переменных в эскизе, могут быть не только уравнениями, но и неравенствами. С помощью неравенств можно задавать условия зависимости ассоциативных размеров, следовательно, и геометрических объектов эскизов.

Предположим, по конструктивным соображениям, диаметр будущего отверстия может изменяться в определенных пределах. Попробуем избежать ввода неверного значения диаметра.

- Спроецируйте в эскиз плоскую грань внутренней бобышки. Измените стиль линии проекции на **Утолщенная**, проставьте к окружности диаметральный размер и обозначьте именем D.

Совет

Плоская грань внутренней бобышки имеет единственное наружное ребро, поэтому не имеет значения, какой объект служит для построения проекции: ребро или грань. Указать грань проще.

- Введите два неравенства, как это показано на рис. 5.133. Первое неравенство d>=10 ограничит минимальный диаметр отверстия, второе D-d>=5 ограничит его максимальный размер.
- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении, типом **Через все** (рис. 5.134).

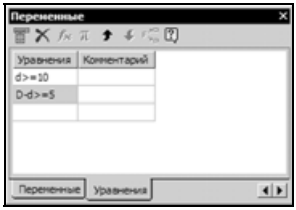


Рис. 5.133

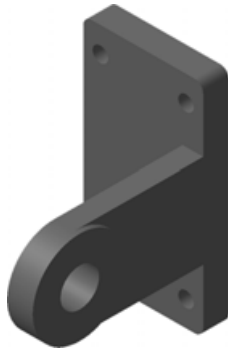


Рис. 5.134

Выполним построение правой проушины зеркальным копированием. Плоскостью симметрии будет одна из системных плоскостей.

- Нажмите кнопку **Зеркальный массив** на панели **Редактирование детали**.
- В дереве построения укажите элемент **Плоскость ZY** (рис. 5.135).
- Последовательно укажите все элементы левой проушины. По мере указания элементов, формируется фантом зеркальной копии.
- Подтвердите создание нажатием кнопки **Создать объект** панели специального управления.

Рис. 5.135

Рис. 5.136

Использование библиотеки отверстий

Построение отверстий со сложным профилем (центровые отверстия, отверстия под крепежные элементы и т. д.) требует большого количества ручных операций. В таких случаях следует использовать специальную **библиотеку отверстий**.

Выделим плоскую грань, на которой должно располагаться отверстие.

- Укажите плоскую грань наружной бобышки на правой проушине (рис. 5.136).
- Установите ориентацию модели **Справа**.
- Для вызова библиотеки нажмите кнопку **Отверстие** панели **Редактирование детали**.

Выберем профиль отверстия, размеры и определим дополнительные параметры (рис. 5.137).

- Выберите из списка элемент **Отверстие 04** (отверстие с зенковкой, вариант 2).

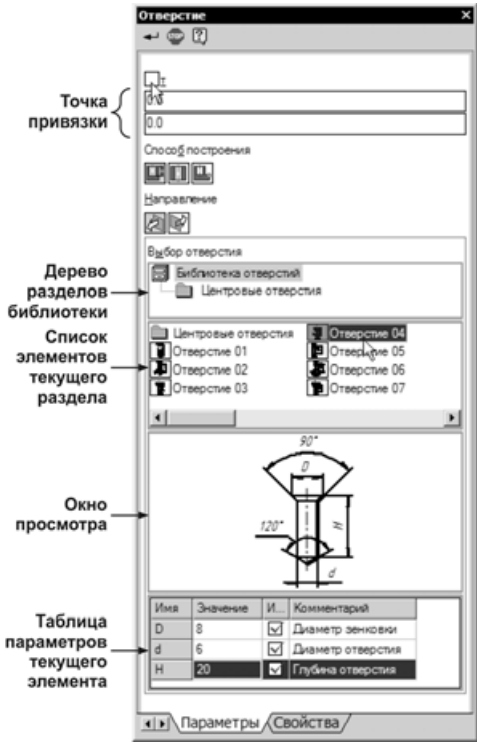


Рис. 5.137

Эскиз профиля выбранного отверстия отображается в окне просмотра. Этот эскиз — параметрический. Параметры отверстия находятся в таблице, в нижней части панели свойств.

- В таблице параметров задайте значения размеров: D (диаметр зенковки) установите равным 8, d (диаметр отверстия) равным 6, а H (глубина отверстия) равным 20.

Замечание

Не все значения размеров можно задать произвольно. Например, нельзя сделать диаметр зенковки меньше диаметра отверстия. Для увеличения диаметра отверстия сначала измените диаметр зенковки.

Фантом отверстия с текущими параметрами отображается в окне детали. Центр отверстия, по умолчанию, находится в точке начала координат текущего эскиза отверстия (рис. 5.138).

Рис. 5.138

- Отмените фиксацию поля Т (**Точка привязки**) панели свойств. Для этого нажмите кнопку состояния поля слева от его названия (рис. 5.137) и приблизительно укажите мышью новое положение отверстия (рис. 5.138).
- После задания всех параметров отверстия и его предварительного положения, нажмите кнопку **Создать объект** — отверстие отображено в окне детали (рис. 5.139), а пиктограмма нового элемента **Отверстие:1** появилась в дереве построения.

Рис. 5.139

Положение отверстия было приблизительным, необходимо точно определить его центр.

- Войдите в режим редактирования эскиза элемента **Отверстие:1** в дереве построения (рис. 5.140).

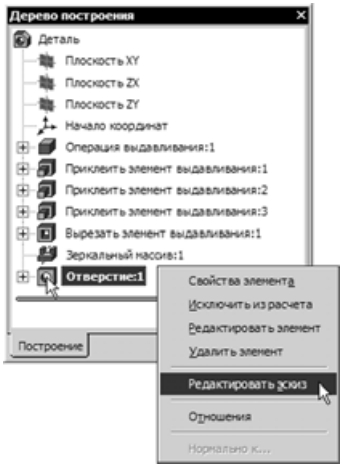


Рис. 5.140

В эскизе отверстия один объект — точка центра отверстия, она пока находится в произвольном положении (точка 1 на рис. 5.141).

- Спроецируйте в эскиз плоскую грань внешней бобышки, в эскиз добавились две окружности. Измените стили линий этих окружностей на **Утолщенная**.

Рис. 5.141

- Постойте окружность произвольного радиуса, стилем линии **Осевая**. Центр окружности укажите в точке 2, с помощью привязки **Ближайшая точка**.

- Проставьте диаметральные размеры всех трех окружностей (рис. 5.142) и назовите их: d1 — для внутренней окружности, d2 — для средней, d3 — для внешней.

Обратите внимание на текущие значения диаметральных размеров: размер d1 равен 45, так как внутренняя окружность является проекцией отверстия; размер d3 равен 110, так как внешняя окружность является проекцией бобышки; размер d2 имеет произвольное значение.

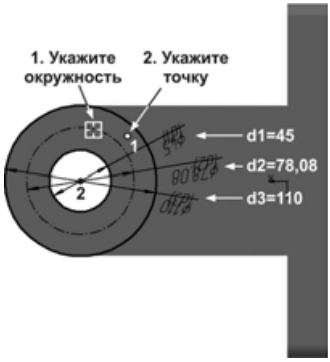


Рис. 5.142

Определим положение центра резьбового отверстия на осевой окружности.

- Нажмите кнопку **Точка на кривой** панели **Параметризация** (рис. 5.143). Укажите мышью на осевую окружность в любой точке (рис. 5.142), затем — на точку 1 (центр резьбового отверстия). Точка переместится на окружность.

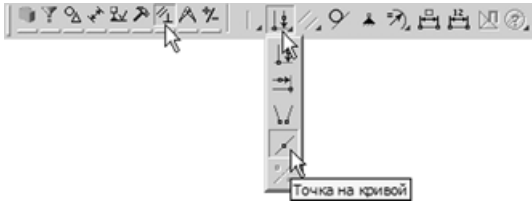


Рис. 5.143

- Проставьте горизонтальный фиксированный размер от центра резьбового отверстия до центра сквозного отверстия. С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите его базовые точки 1 и 2. Задайте значение 24 (рис. 5.144).

- Чтобы при изменении проушины и центрального отверстия осевая окружность находилась точно между проекциями бобышки и отверстия, введите в эскиз выражение d2=d1+(d3-d1)/2 (рис. 5.145).

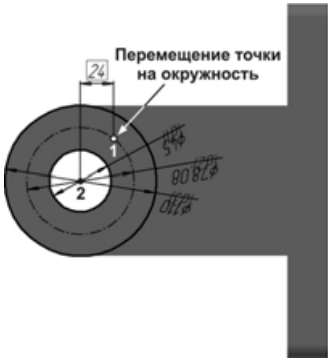


Рис. 5.144

Рис. 5.145

Размеры внешней и внутренней окружностей фиксированы (они являются проекциями соответствующих ребер), диаметр осевой окружности станет равным 77.5 , а положение точки 1 однозначно определенным (рис. 5.146).

- На этом редактирование эскиза резьбового отверстия закончено (рис. 5.147), закройте эскиз.

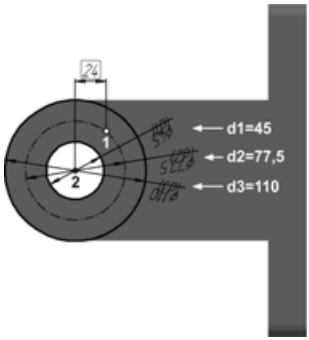


Рис. 5.146

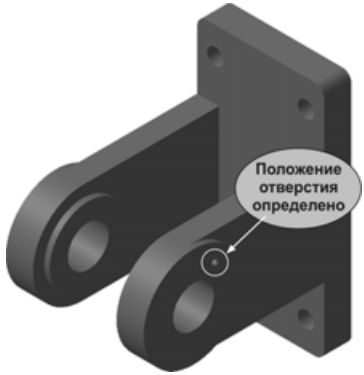


Рис. 5.147

Замечание

В трехмерных моделях не принято изображать резьбу явно. Ввиду аппроксимации криволинейных граней массивами элементов примитивной формы и увеличения размера файла, наружные и внутренние резьбовые поверхности строят как гладкие.

Второе резьбовое отверстие построим с помощью операции зеркального копирования. В настоящее время в модели отсутствует плоскость, которую можно было бы использовать в качестве плоскости симметрии. Необходимо создать дополнительную плоскость.

Использование вспомогательных плоскостей

Команды создания вспомогательных конструктивных плоскостей находятся на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** (рис. 5.148). Кроме того, они продублированы в меню **Операции | Плоскости**.

Рис. 5.148

Созданные при помощи этих команд плоскости отображаются в модели так же, как и системные плоскости — в виде прямоугольников, а в дереве построения — в виде специальной пиктограммы .

- Нажмите кнопку **Нормальная плоскость** панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей и укажите цилиндрическую грань сквозного отверстия, нормально к которой должна пройти плоскость (рис. 5.149).

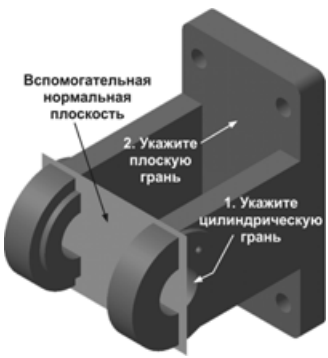


Рис. 5.149

- К любой цилиндрической поверхности можно провести бесконечное множество нормальных плоскостей, поэтому требуется дополнительно задать плоскость или плоскую грань, параллельно которой должна прой-

ти новая плоскость. Укажите плоскую грань основания, как это показано на рис. 5.149.

- Плоскость с заданными параметрами отображается в окне модели в виде фантома. Подтвердите ее создание нажатием на кнопку **Создать объект**.
- Нажмите кнопку **Зеркальный массив**. В дереве построения укажите элементы **Нормальная плоскость:1** и **Отверстие:1**.
- В окне модели появится фантом зеркальной копии отверстия. Нажмите кнопку **Создать объект**.
- Для завершения построения модели на крепежных отверстиях постройте фаски 2.5x45°, затем скруглите ребра на передней грани основания радиусом 3 (рис. 5.150). Сохраните готовую модель.

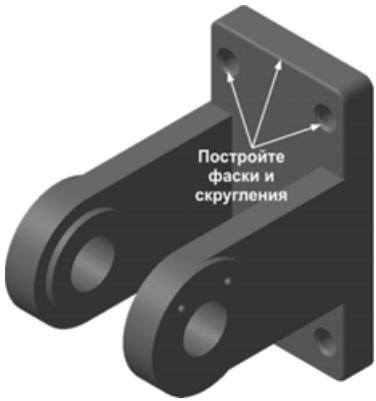


Рис. 5.150

Для проверки модели можно, как было показано выше, использовать режим редактирования эскизов и операций, изменять значения размеров и параметров. Однако существует еще один способ редактирования модели, связанный с использованием **внешних переменных**.

Использование в модели переменных из эскизов

Существование в эскизах операций параметрических размеров, которым сопоставлены переменные, позволяет изменять размеры модели, не прибегая к прямому редактированию отдельных элементов.

- Войдите в режим редактирования эскиза основания детали (**Эскиз:1** элемента **Операция выдавливания:1**). Для этого выделите эскиз или его образ в дереве построения и выполните команду **Редактировать эскиз**.

- Нажмите кнопку **Переменные** f(x) на панели **Стандартная**. В таблице **Переменные** включите флажки **Внешняя** для переменных H и W и введите комментарии (рис. 5.151). Закройте окно **Переменные** и эскиз.
- Войдите в режим редактирования эскиза проушины (**Эскиз:2** элемента **Приклеить элемент выдавливания:1**) и установите для модели ориентацию **Нормально к** (рис. 5.152).

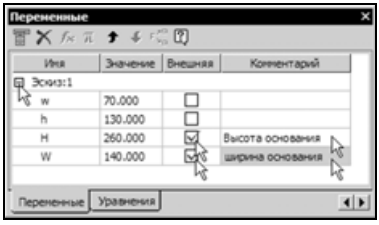


Рис. 5.151

Рис. 5.152

Геометрия проушины определяется двумя размерами: диаметральный размер 110 характеризует величину скругления элемента и, одновременно, ширину. Этому размеру уже назначена переменная D.

Линейный горизонтальный размер 150 определяет длину проушины. При создании эскиза этот размер не был определен как переменная, он не участвует в выражениях, введенных в эскиз. Если необходимой переменной еще нет, ее можно создать в любое время.

- Дайте горизонтальному размеру 150 имя переменной. Для этого выполните двойной щелчок мышью на его размерной надписи и в поле **Переменная** введите имя переменной L (рис. 5.153). Величину размера оставьте без изменений.

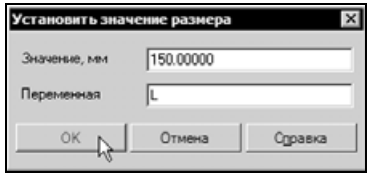


Рис. 5.153

- Нажмите кнопку **OK**. В окне эскиза имя переменной появится под размерной надписью (рис. 5.154).

- Нажмите кнопку **Переменные** f(x). Присвойте переменным D и L статус внешних и введите комментарии к ним (рис. 5.155). Не закрывайте текущее окно.

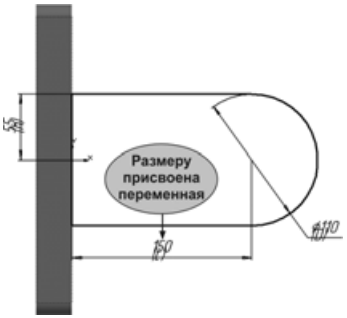


Рис. 5.154

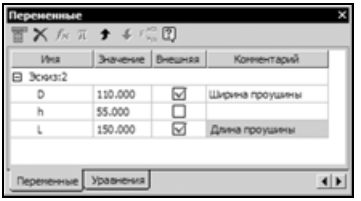


Рис. 5.155

- Закройте эскиз и установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**.

Создание в модели переменных, соответствующих параметрам элементов

Имена переменных можно присваивать не только ассоциативным размерам в эскизах, но и параметрам элементов в дереве построения.

- В окне **Переменные** откройте уровень элемента **Операция выдавливания:1** щелчком на кнопке "плюс" слева от его названия (рис. 5.156). Откроется таблица параметров данного элемента.
- В поле **Имя** строки **Расстояние 2** введите имя переменной S1. Затем включите флажок **Внешняя**. В поле **Комментарий** введите текст **Толщина основания**.

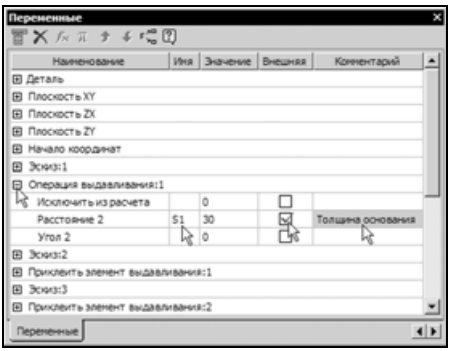


Рис. 5.156

- Откройте уровень элемента **Приклеить элемент выдавливания:1**. В поля строки **Расстояние 2** введите имя переменной S2, комментарий **Толщина проушины**. Включите флажок **Внешняя** (рис. 5.157).

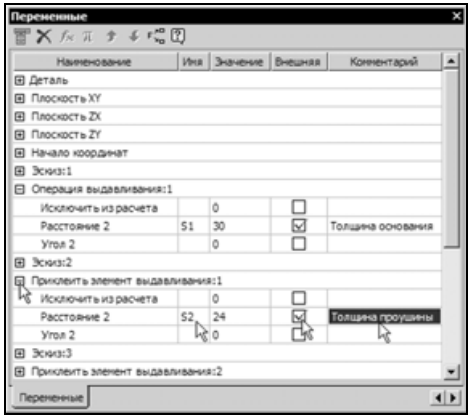


Рис. 5.157

- Задайте параметры элемента **Приклеить элемент выдавливания:3**, как показано на рис. 5.158. Закройте все открытые уровни щелчками на кнопке "минус", слева от их названия.

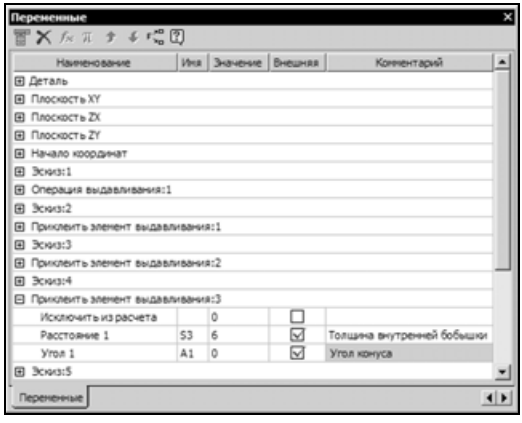


Рис. 5.158

- Откройте уровень **Деталь**. Таблица уровня содержит имена всех внешних переменных модели, их текущие значения и комментарии (рис. 5.159).
- Измените значение 140 переменной W (ширина основания) на 200 (рис. 5.160).

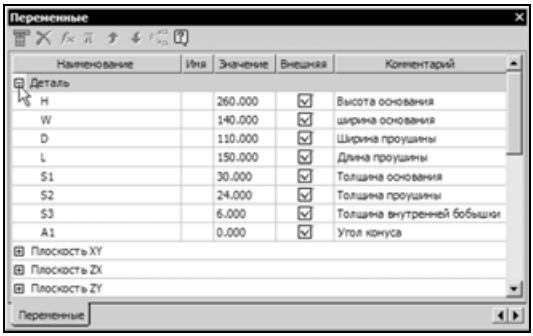


Рис. 5.159

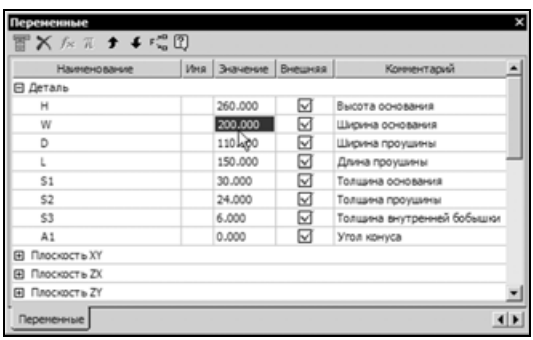


Рис. 5.160

- Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**. В окне документа модель будет изменена, в соответствии с новым значением переменной (рис. 5.161).

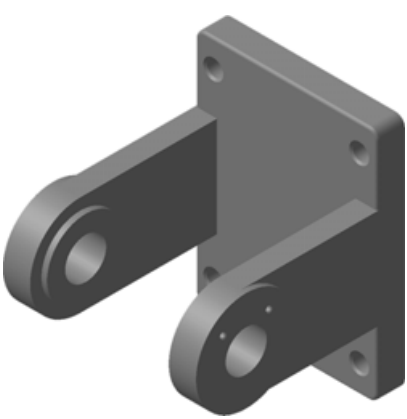
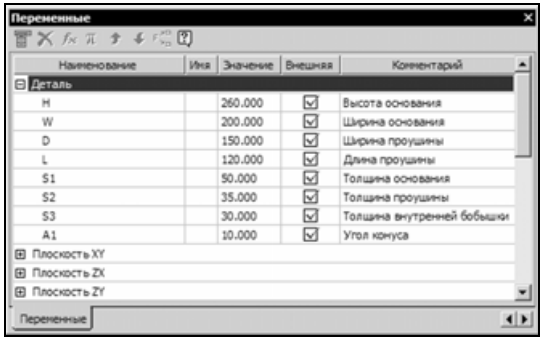


Рис. 5.161

- Измените значения всех остальных переменных, как это показано на рис. 5.162.



Переменные

Наименование	Имя	Значение	Внешняя	Комментарий
Деталь				
H		260.000	☑	Высота основания
W		200.000	☑	Ширина основания
D		150.000	☑	Ширина проушины
L		120.000	☑	Длина проушины
S1		50.000	☑	Толщина основания
S2		35.000	☑	Толщина проушины
S3		30.000	☑	Толщина внутренней бобышки
A1		10.000	☑	Угол конуса
Плоскость XY				
Плоскость ZX				
Плоскость ZY				

Переменные

Рис. 5.162

- Нажмите кнопку **Перестроить** . В окне документа модель будет изменена, в соответствии с значениями переменных (рис. 5.163).

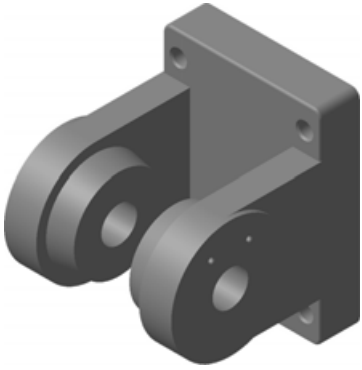


Рис. 5.163

Замечание

Таким образом, использование внешних переменных позволяет сосредоточить управление основными геометрическими параметрами модели в одной таблице.

- Выполните команду **Файл | Сохранить как** и сохраните измененный вариант детали в папке Мои модели под именем Вилка-1.

Использование массивов

Довольно часто при построении моделей требуется выполнить несколько одинаковых операций, определенным образом упорядочивая образовавшие-

ся элементы. Для создания массивов элементов следует использовать специальные средства копирования элементов.

В КОМПАС-3D V6 имеются разнообразные средства копирования: по сетке, по окружности, вдоль кривой. Копирование элементов возможно как на уровне эскизов, так и на уровне операций.

Построение детали Плафон

В данном разделе рассматриваются средства копирования элементов, на примере создания вентиляционных пазов в детали **Плафон** (рис. 5.164).

Рис. 5.164

Деталь **Плафон** входит в сборочную единицу **Плафон**, вместе с другими, такими как: выключатель, патрон, электролампа, кронштейны, хомут, гайка и т.п. (рис. 5.165).

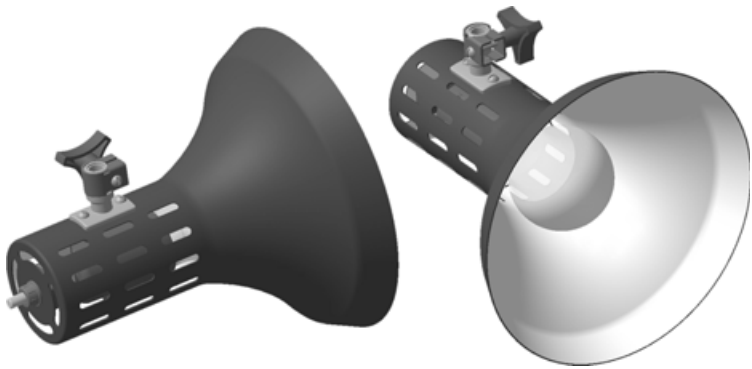


Рис. 5.165

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Плафон.

Создание тела вращения

Основание детали представляет собой тело вращения. Для построения таких элементов необходимо создать эскиз, содержащий контур и ось вращения. После поворота контура вокруг оси на заданный угол будет сформировано твердое тело.

- Напомним требования к эскизу:
  - ось вращения одна и должна быть отрезком линии стилем **Осевая**;
  - в эскизе основания может быть один или несколько контуров;
  - если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
  - если контуров несколько, то все они должны быть замкнутыми;
  - если контуров несколько, то один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него. Допускается только один уровень вложенности;
  - ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение.
- Укажите в дереве построения элемент **Плоскость ZY**, создайте на плоскости новый эскиз и установите для модели ориентацию **Нормально к...**
- Нажмите кнопку **Сдвинуть** на панели **Вид** и переместите изображение таким образом, чтобы символ начала координат оказался в левом нижнем углу экрана.
- Из точки 0 начала координат постройте отрезок 0-1 стилем линии **Осевая** и задайте его горизонтальную ориентацию (рис. 5.166). Проставьте горизонтальный линейный размер, определяющий длину отрезка, и присвойте значение 185. Этот отрезок будет выполнять роль оси симметрии и, одновременно, определять высоту плафона.

Рис. 5.166

Теперь перейдем к построению непосредственно контура плафона.

- Щелчком правой кнопкой мыши вызовите на экран контекстное меню и выполните из него команду **Привязки | Выравнивание**.
- Постройте отрезок 2-3 стилем линии **Основная**. Точку 2 начала отрезка укажите выше точки 0 начала координат; вертикально она должна быть выровнена по точке 0. Назначьте отрезку горизонтальную ориентацию

и проставьте размер длины 95. Далее проставьте вертикальный линейный размер 32, определяющий расстояние от отрезка до начала координат, указав базовые точки 0 и 2.

- Нажмите кнопку **Дуга по трем точкам** панели расширенных команд ввода дуг инструментальной панели **Геометрия**. Постройте дугу 3-4-5 стилем линии **Основная** (рис. 5.167). Начальную точку 3 дуги укажите с помощью привязки **Ближайшая точка**. Остальные точки укажите произвольно.

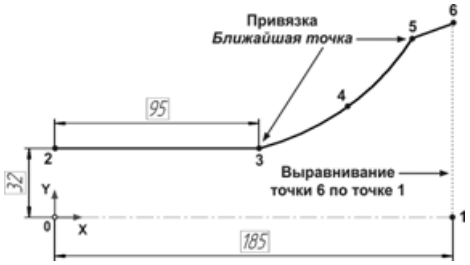


Рис. 5.167

- Постройте отрезок 5-6, как это показано на рис. 5.167. Начальную точку 5 укажите в конце дуги, с помощью привязки **Ближайшая точка**. Конечная точка 6 должна быть выровнена по вертикали относительно конечной точки осевой линии (точка 1).
- Проставьте линейный наклонный размер, определяющий длину отрезка 5-6, введите значение 20 (рис. 5.168).
- Проставьте угловой размер, определяющий угол между отрезками 2-3 и 5-6. Задайте размер угла 20°.
- Проставьте вертикальный линейный размер, определяющий расстояние от точки 6 до точки 1 в вертикальном направлении, введите значение 90.
- Проставьте радиальный размер дуги 3-4-5 и введите значение 120.

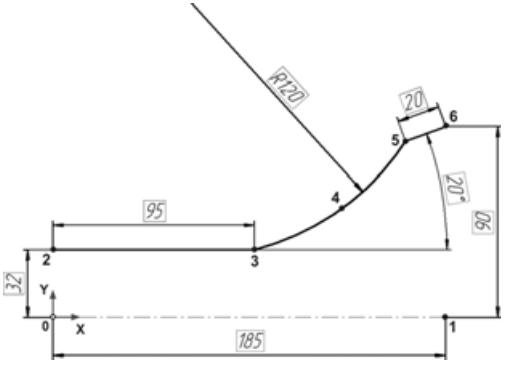


Рис. 5.168

В результате мы получили параметрический контур, форму которого можно менять, задавая значения ассоциативных размеров.

- Закройте эскиз, установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ** и форму представления **Полутоновое**.
- Нажмите кнопку **Операция вращения** на панели расширенных команд создания основания детали (рис. 5.169).

Рис. 5.169

- На вкладке **Параметры** панели свойств установите способ вращения **Сфероид** (рис. 5.170). Затем откройте вкладку **Тонкая стенка** и отключите режим создания тонкой стенки. Для этого раскройте список **Тип построения** и выберите из него команду **Нет**. Нажмите кнопку **Создать объект**.

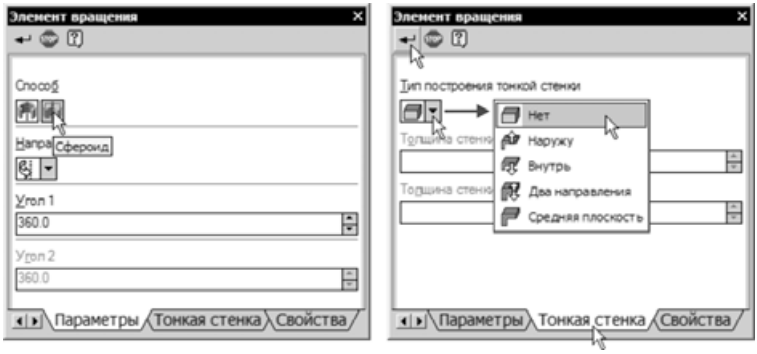


Рис. 5.170

- Щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Деталь** в верхней части дерева построения и выполните команду **Свойства детали**. Назначьте для детали материал **Сталь 08 ГОСТ 1050-88** и зеленый цвет.
- Выполните команду **Сервис | Параметры...**. В диалоговом окне **Параметры** на вкладке **Текущая деталь** укажите параметр **Точность отрисовки** и установите максимальную степень точности отрисовки.
- Последовательно выполните скругления трех ребер основания, как это показано на рис. 5.171.

- Разверните модель в пространстве, как это показано на рис. 5.172, укажите плоскую грань и создайте оболочку, направленную внутрь, с толщиной стенки 1.

Рис. 5.171

Рис. 5.172

- Измените цвет внутренней поверхности плафона. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Оболочка:1** в дереве построения и выполните команду **Свойства элемента**.
- На панели свойств отключите флажок **Использовать цвет детали**, раскройте список поля **Цвет**, выберите светло-серый цвет и нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 5.173).

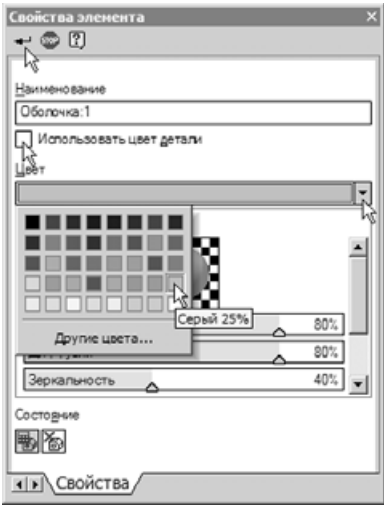


Рис. 5.173

Модель выглядит, как это показано на рис. 5.174.

Перейдем к созданию дугообразных вентиляционных пазов на плоской грани в верхней части плафона.

- Укажите плоскую грань в верхней части плафона (рис. 5.175) и создайте на ней новый эскиз. Установите для модели ориентацию **Нормально к**.

Рис. 5.174

Рис. 5.175

Нашей задачей является создание параметрического эскиза одного единственного паза таким образом, чтобы его геометрией можно было управлять с помощью трех размеров: радиальный размер будет определять ширину паза, угловой — охватываемый пазом угол, диаметральный — положение паза на грани (рис. 5.176).

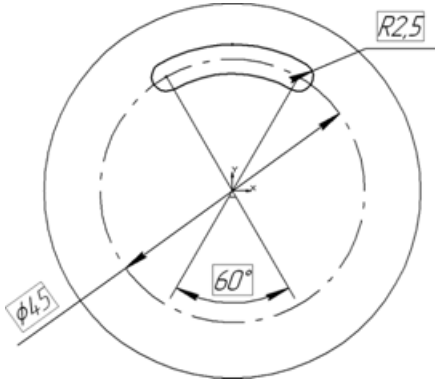


Рис. 5.176

- Установите для модели режим отображения **Без невидимых линий** и, с помощью команды **Увеличить масштаб рамкой**, увеличьте изображение грани до размеров экрана.
- Нажмите кнопку **Окружность** и постройте окружность стилем линии **Осевая,** с центром в точке начала координат. Проставьте диаметральный размер к окружности и введите значение 45 (рис. 5.177).

- Постройте две окружности стилем линии **Основная**. Центры обеих окружностей укажите в точке 0. Радиус первой должен быть больше радиуса осевой окружности, а радиус второй — меньше (рис. 5.178).
- Нажмите кнопку **Вспомогательная прямая** и постройте пару вспомогательных прямых, проходящих через точку 0. Угол наклона прямых укажите мышью произвольно.

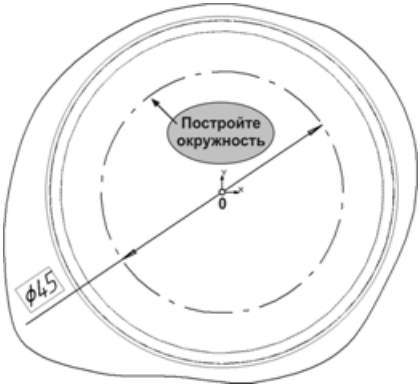


Рис. 5.177

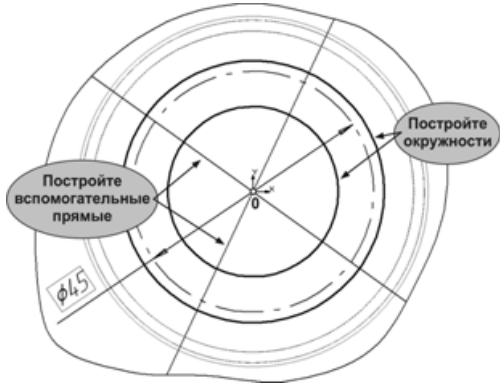


Рис. 5.178

- Удалите лишний участок внешней окружности. Для этого нажмите кнопку **Усечь кривую двумя точками** на панели **Редактирование** (рис. 5.179).

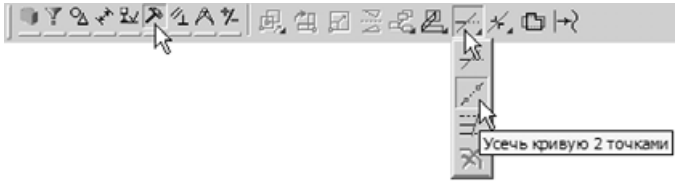


Рис. 5.179

- В ответ на запросы системы укажите окружность в любой точке. Затем с помощью привязки **Пересечение** укажите границы усечения — точки 1 и 2. Поскольку мы имеем дело с замкнутой кривой, дополнительно укажите точку внутри той части окружности, что подлежит удалению (рис. 5.180).
- Аналогичным образом удалите часть внутренней окружности, ограниченную точками 3 и 4.
- Для удаления вспомогательных линий выполните команду **Редактор | Удалить | Вспомогательные кривые и точки** (рис. 5.181).

Рис. 5.180

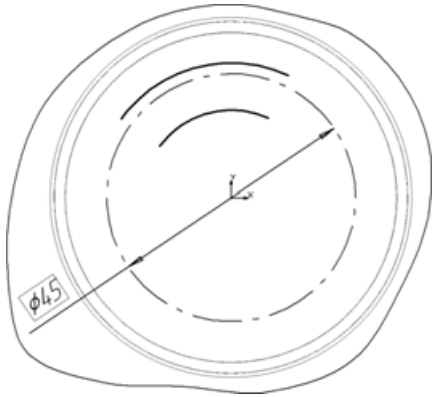


Рис. 5.181

- Нажмите кнопку **Дуга по двум точкам** на панели расширенных команд ввода дуг и постройте две малые дуги 1-3 и 4-2 (рис. 5.182). Поскольку дуга, по умолчанию, строится в направлении против часовой стрелки, точки следует указывать именно в такой последовательности. При указании точек используйте привязку **Ближайшая точка**.

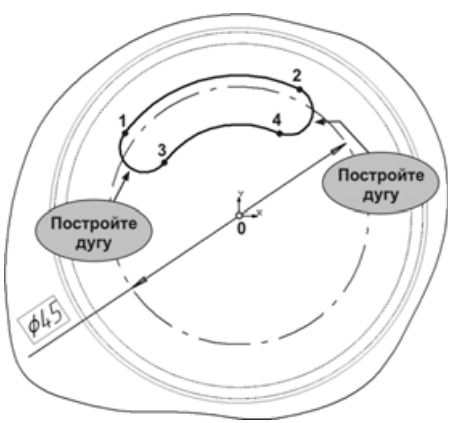


Рис. 5.182

Мы получили контур из четырех дуг, связанных в точках пересечения параметрическими связями **Совпадение точек**. Для получения рабочего контура, его необходимо дополнить связями касания между дугами.

- Нажмите кнопку **Касание** на панели **Параметризация**. Укажите мышью на дугу 1-3 и нажмите кнопку **Запомнить состояние** на панели специального управления. Затем укажите дуги 1-2 и 3-4 (рис. 5.183).

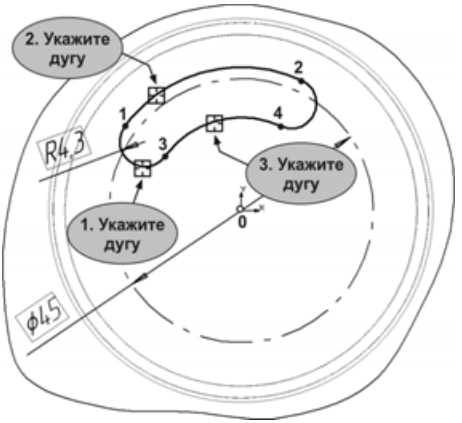


Рис. 5.183

- Нажмите кнопку **Указать заново** на панели специального управления. Укажите мышью на дугу 2-4 и нажмите кнопку **Запомнить состояние**. Затем укажите дуги 1-2 и 3-4.

Обеспечим такое положение паза, чтобы центры малых его дуг всегда лежали на осевой окружности.

- Проставьте радиальный размер к дуге 1-3. Текущее значение размера оставьте без изменений.

- Нажмите кнопку **Точка на кривой** на панели **Параметризация**. Укажите мышью на осевую окружность в любой ее точке, а затем на точку 5 — центр дуги 1-3 (рис. 5.184). После этого точка переместится на окружность, вместе с остальными элементами паза.

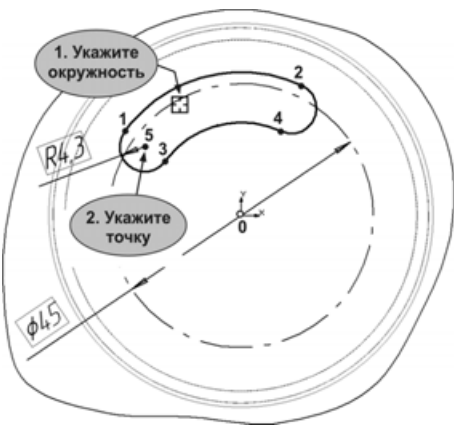


Рис. 5.184

Обеспечим симметричное положение паза относительно воображаемой вертикальной оси симметрии, проходящей через точку 0.

- С помощью привязки **Середина** постройте вспомогательную точку 6 в средней части дуги 3-4 (рис. 5.185).
- Нажмите кнопку **Выровнять точки по вертикали** на панели расширенных команд параметризации точек и укажите точки 6 и 0.

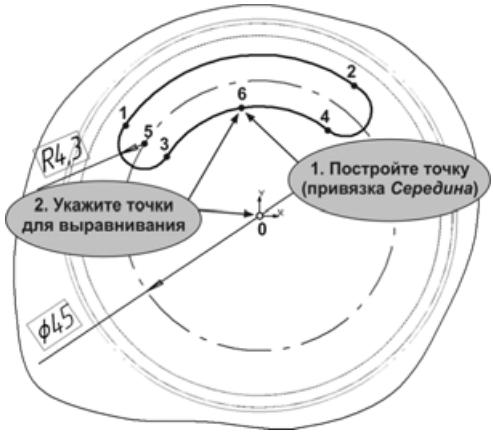


Рис. 5.185

На этом построение параметрической модели паза закончено. Перейдем к заданию его точных геометрических размеров.

- Стилем линии **Тонкая** постройте два отрезка 0-5 и 0-7, соединяющие центры малых дуг с точкой начала координат (рис. 5.186).

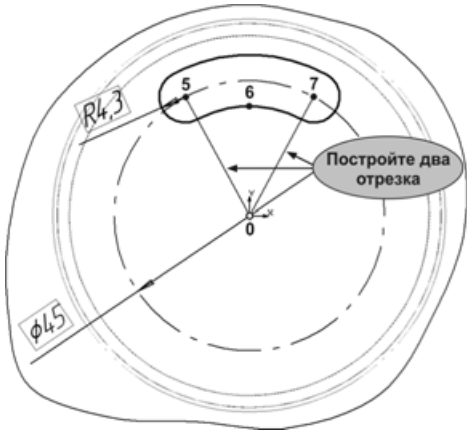


Рис. 5.186

- Проставьте угловой размер, определяющий угол между отрезками и введите значение угла равным 60°. Затем установите значение радиального размера равным 2.5 (рис. 5.187). На этом построение эскиза паза закончено.

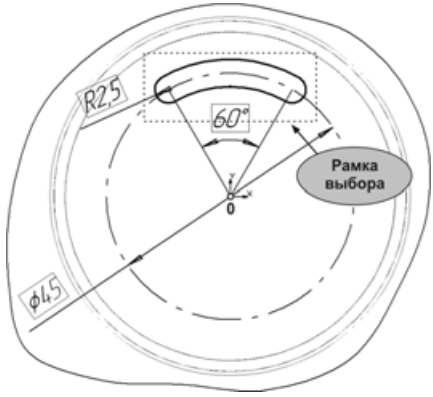


Рис. 5.187

Построение массива в эскизе

- С помощью команды **Выделить | Рамкой** выделите построенный паз, за исключением размеров. Пример формирования рамки выбора показан на рис. 5.187.
- Включите кнопку **Копия по окружности** на панели расширенных команд копирования объектов (рис. 5.188).

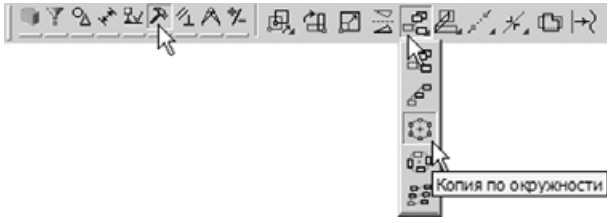


Рис. 5.188

Эта команда позволяет выполнить копирование выделенных объектов по окружности с указанным центром и радиусом.

- В ответ на запрос системы **Укажите центр копирования по окружности** задайте с помощью привязки **Ближайшая точка** точку 0 начала координат эскиза.

- На панели свойств в поле **Количество копий** введите значение 4 и нажмите кнопку **Вдоль всей окружности** в группе **Режим** (рис. 5.189).

Рис. 5.189

- Если массив элементов сформирован как на рис. 5.190, подтвердите его создание щелчком на кнопке **Создать объект**.

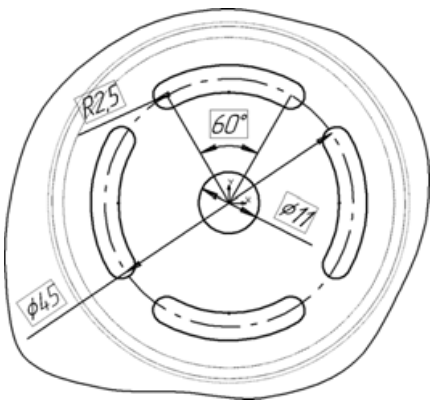


Рис. 5.190

- Завершите работу команды и снимите выделение исходных объектов.
- Дополнительно постройте окружность диаметром 11 с центром в точке начала координат (рис. 5.190). Эта окружность в эскизе необходима для формирования отверстия для установки выключателя.
- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием** типом **Через все**. В окне модели система построит четыре паза и отверстие (рис. 5.191).

Рис. 5.191

Массивы элементов в эскизах легко создаются и быстро обрабатываются системой. Однако такие массивы обладают существенным недостатком: копии объектов совершенно не связаны друг с другом. В данном случае, пазы представляют собой набор независимых геометрических объектов. Это обстоятельство делает невозможным быстрое редактирования таких массивов. Единственный способ изменения массива в эскизе — это удаление всех объектов кроме исходного и повторное создание массива с другими параметрами.

В тех случаях, когда есть необходимость гибкого изменения параметров массива, следует воспользоваться массивами элементов.

Построение массивов элементов

На цилиндрической грани плафона построим изображение тридцати шести вентиляционных пазов, путем создания массивов элементов. Построение начнем с создания первого паза.

Эскизы элементов можно создавать только на плоскостях и плоских гранях. Нам же необходимо выполнить паз в круглой грани цилиндра. Поэтому построения придется начать с создания вспомогательной плоскости, касательной к грани (рис. 5.192).

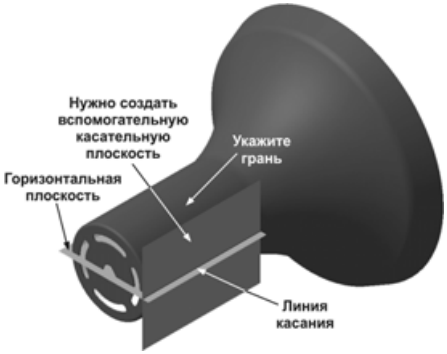


Рис. 5.192

- Нажмите кнопку **Касательная плоскость** на панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей (рис. 5.193).

Рис. 5.193

- В окне модели укажите цилиндрическую грань, касательной к которой будет плоскость (рис. 5.192).

Чтобы построить плоскость, касающуюся грани, требуется задать линию касания. Линия касания определяется пересечением грани и нормальной к ней плоскости. В данном случае, такой плоскостью является системная горизонтальная плоскость.

- В дереве построения укажите элемент **Плоскость ZX** и нажмите кнопку **Создать объект** ↵.

После построения плоскости можно приступать к созданию паза. Его эскиз выглядит следующим образом (рис. 5.194).

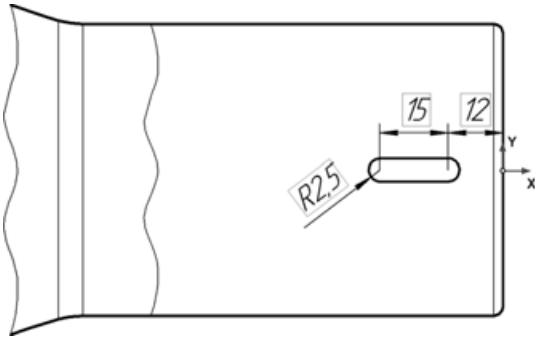


Рис. 5.194

- В дереве построения укажите элемент **Касательная плоскость:1** и нажмите кнопку **Эскиз**. Установите для модели ориентацию **Нормально к...** и вариант отображения **Без невидимых линий**.

- С помощью команды **Увеличить масштаб рамкой** увеличьте участок модели, как это показано на рис. 5.195.
- В пределах проекции цилиндрической грани постройте две окружности. Положение их центров 1 и 2 укажите мышью произвольно (рис. 5.195), так же задайте радиусы.

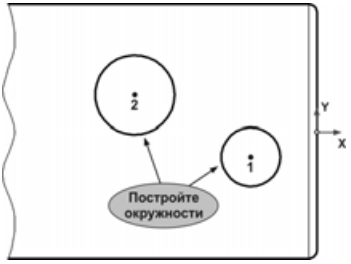


Рис. 5.195

- Вызовите панель расширенных команд построения отрезков и нажмите кнопку **Отрезок, касательный к двум кривым** (рис. 5.196). Данная команда позволяет начертить один или несколько отрезков, касательных к двум кривым (окружностям или дугам).

Рис. 5.196

- В ответ на запросы системы, последовательно укажите любые точки обеих окружностей. Поскольку к двум окружностям можно провести четыре касательных отрезка, система предлагает в виде фантомов все варианты касания. Текущий вариант оформлен сплошной линией, а остальные — пунктирной (рис. 5.197).

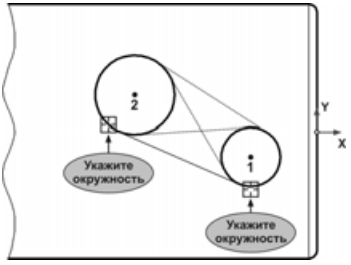


Рис. 5.197

Замечание

Напомним, что в подобных случаях любой из вариантов можно сделать текущим, простым указанием его мышью или нажатием кнопок **К следующему объекту** или **К предыдущему объекту** на панели специального управления. Для окончательного создания текущего варианта вспомогательной прямой нужно щелкнуть на кнопке **Создать объект**.

- Создайте только внешние касательные отрезки (рис. 5.198). Для этого нажмите два раза кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

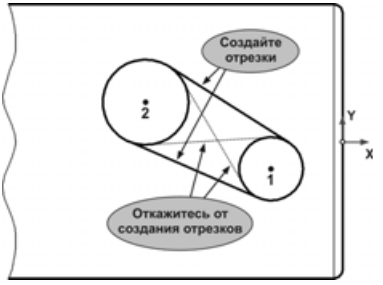


Рис. 5.198

- Откажитесь от создания других вариантов щелчком на клавише **Прервать команду**.
- Нажмите кнопку **Усечь кривую** на инструментальной панели **Редактирование**.
- В ответ на запрос системы **Укажите участок кривой, который нужно удалить** укажите мышью на те части окружностей, которые будут удалены (рис. 5.199).

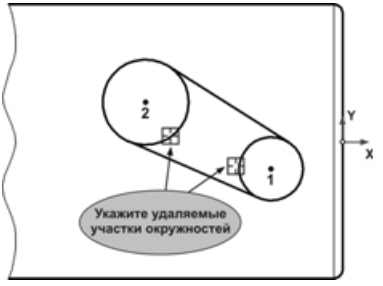


Рис. 5.199

- Нажмите кнопку **Равенство радиусов** на инструментальной панели **Параметризация**. В ответ на запросы системы последовательно укажите обе дуги — система сделает их радиусы равными (рис. 5.200).

Рис. 5.200

- Для горизонтального положения паза нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на панели **Параметризация** и укажите точку 0 начала координат эскиза (рис. 5.201).

Рис. 5.201

- Нажмите кнопку **Запомнить состояние** на панели специального управления и укажите центры обеих дуг: точки 1 и 2. Паз примет горизонтальное положение (рис. 5.202)[1].

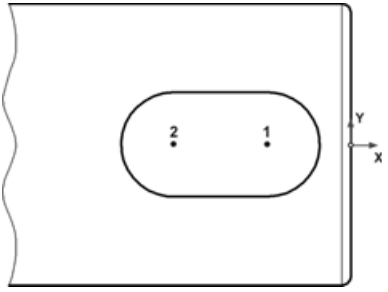


Рис. 5.202

[1] Поскольку размер скругления паза еще не определен, дуги в этот момент изменят свой радиус произвольно.

- Для окончательного определения параметров паза, проставьте горизонтальные линейные и радиальный размеры и задайте их значения, как показано на рис. 5.203.

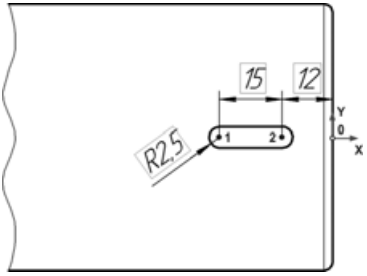


Рис. 5.203

- На этом построение эскиза паза закончено. Закройте эскиз и выполните операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении на расстояние 10 (рис. 5.204).

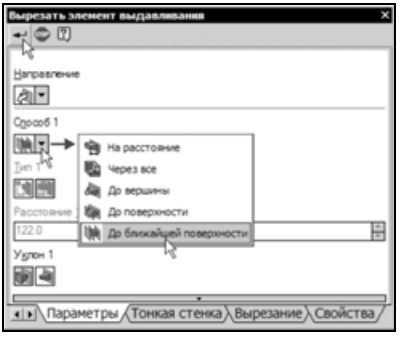


Рис. 5.204

В окне модели на цилиндрической грани детали система выполнит построение первого вентиляционного паза (рис. 5.205).

Рис. 5.205

Совет

После того, как вспомогательная плоскость использована в операции, можно отключить ее отображение в модели. Для этого в дереве построения укажите правой кнопкой мыши элемент **Касательная плоскость:1** и выполните команду **Скрыть элемент**. Если в модели построено несколько вспомогательных плоскостей, то их отображением можно управлять с помощью команды **Скрыть конструктивные плоскости** из меню **Вид.**

Копирование элементов по сетке

- Нажмите кнопку **Массив по сетке** на инструментальной панели **Редактирование детали** (рис. 5.206). Эта команда, в общем случае, позволяет создавать копии указанных элементов в узлах сетки параллелограмма.

Рис. 5.206

- Вначале требуется указать исходные элементы для создания копии — в дереве построения укажите элемент **Вырезать элемент выдавливания:2** для паза.

Сетка параллелограмма характеризуется направлением двух осей, количеством копий и шагом между копиями по каждому из направлений.

- В поле **Наклон** введите значение 180°, в поле **N1** (количество копий) — значение 3, в поле **Шаг** — значение 30 (рис. 5.207).

Рис. 5.207

Все введенные параметры отображаются на экране в виде фантома массива копий, что позволяет оценить правильность ввода параметров и при необходимости внести в них изменения.

- Сетка, которую необходимо построить в данной модели, является частным случаем, так как формирование копий должно проходить только в одном направлении. Все остальные параметры оставьте без изменений и нажмите кнопку **Создать объект**.
- Система выполнит построение массива — в дереве построения появится новый элемент **Массив по сетке:1**, а в окне модели появятся изображение двух дополнительных пазов. Исходный элемент принадлежит образовавшемуся массиву копий и является первым в нем (рис. 5.208).

Рис. 5.208

Копирование элементов по концентрической сетке

Концентрическая сетка характеризуется положением ее плоскости и центра, радиусом окружностей и углом между пересекающими их радиальными лучами.

Положение плоскости сетки и ее центра можно определить, задав ось копирования. Плоскость сетки перпендикулярна оси копирования, а центр сетки лежит на этой оси. В качестве оси копирования можно использовать прямолинейное ребро детали или вспомогательную ось. В нашей модели нет подходящих прямолинейных ребер, поэтому перед созданием концентрического массива нужно выполнить построение вспомогательной оси.

Создание вспомогательных осей

Команды создания вспомогательных осей находятся на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** (рис. 5.209). Кроме того, эти команды продублированы в меню **Операции**.

Рис. 5.209

Созданные при помощи этих команд плоскости отображаются в модели в виде отрезков, а в дереве построения — в виде специальной пиктограммы .

- Нажмите кнопку **Ось конической поверхности** на панели расширенных команд построения вспомогательных осей (рис. 5.209).

Эта команда позволяет создать одну или несколько осей, каждая из которых является осью какого-либо элемента (например, элементов цилиндрической или конической формы).

- Укажите цилиндрическую грань модели, на которой нужно создать массив пазов — система выполнит построение оси (рис. 5.210).

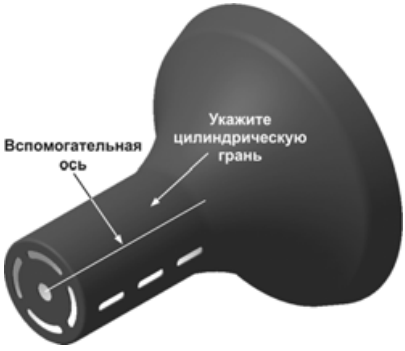


Рис. 5.210

Отрезок, изображающий ось, всегда немного выступает за пределы объектов в основе построения этой оси. Иногда, для наглядности, требуется, чтобы этот отрезок был другой длины или расположен в другом месте оси. Можно изменить размер и положение этого отрезка, перемещая мышью его узелки управления, видные при выделении оси.

После создания вспомогательной оси, можно перейти к построению концентрической сетки элементов.

- Нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке** на панели **Редактирование детали** (рис. 5.211).

Рис. 5.211

- В дереве построения укажите исходные элементы **Вырезать элемент выдавливания:2** и **Массив по сетке:1**, которые необходимо включить в концентрическую сетку. Для определения массива дополнительно укажите элемент **Ось конической поверхности:1** (рис. 5.212).
- В группе параметров **Кольцевое направление** в поле **N2** введите значение 12. Остальные параметры оставьте без изменений и нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 5.213).

Рис. 5.212

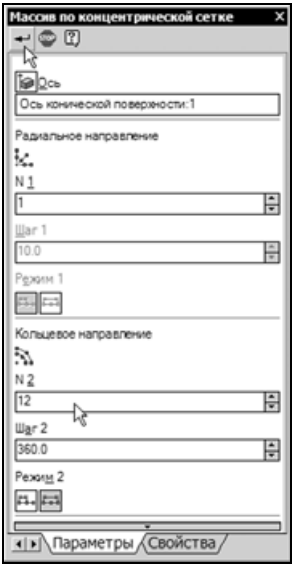


Рис. 5.213

Замечание

Обратите внимание на включенную, по умолчанию, кнопку **Шаг между крайними экземплярами** в группе **Режим 2**. Шаг между соседними копиями вычисляется делением окружности на количество копий. Иначе говоря, указанные копии располагаются равномерно по окружности,

Система выполнит построение сетки. В дереве построения появится новый элемент **Копия по концентрической сетке:1**, а в окне модели изображение концентрического массива пазов (рис. 5.214).

Рис. 5.214

Удаление отдельных экземпляров массивов

Иногда требуется исключить из массива конкретные экземпляры копий. В нашей модели верхний ряд пазов лишний, так как на этом месте необходимо построить три отверстия: два для крепления кронштейна и одно для подвода проводов к электропатрону.

Для выполнения изменения массива необходимо указать в окне детали удаляемые элементы.

- Увеличьте участок цилиндрической грани, как это показано на рис. 5.215. Нажмите клавишу <Ctrl> на клавиатуре и, удерживая клавишу нажатой, попробуйте указать грани на каждом из пазов верхнего ряда. Даже при значительном увеличении сделать это будет непросто, так как ширина грани определяется толщиной стенки детали и составляет всего 1. В таких случаях целесообразно воспользоваться **фильтрами объектов**.

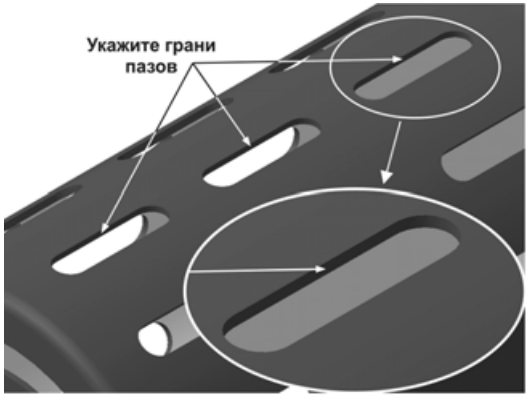


Рис. 5.215

Использование фильтров объектов

При выделении вершин, ребер, граней, осей и плоскостей в окне модели происходит динамический поиск объектов: при прохождении курсора над объектом, который может быть выбран в данный момент, этот объект подсвечивается, а курсор меняет внешний вид.

Иногда в ловушку курсора попадает сразу несколько близко расположенных объектов (например, грань и ребро), причем подсвечивается не тот объект, который нужно выделить. Для облегчения выбора объектов нужного типа используются фильтры объектов.

- Нажмите кнопку **Фильтры** на панели переключений. Справа откроется одноименная инструментальная панель (рис. 5.216).

Рис. 5.216

По умолчанию на панели нажата кнопка **Фильтровать все**. Это означает, что подсвечиваются и могут быть указаны курсором все элементы: вершины, ребра, грани, оси и плоскости.

Если для выполнения задуманного действия необходимо указание объектов определенного типа, нажмите соответствующую кнопку на панели фильтров.

- Нажмите кнопку **Фильтровать грани** — теперь система будет реагировать только на указание граней.

Совет

Можно выбрать любую комбинацию типов доступных для указания объектов, нажав сразу несколько кнопок на панели **Фильтры**. Переключать кнопки можно в любой момент работы с моделью.

- После выделения граней пазов нажмите на клавиатуре клавишу <Delete>. На экране появится диалог, в котором требуется указать, нужно ли удалить все копии, или только выбранные экземпляры копий. Включите кнопку **Экземпляры** и нажмите **OK** (рис. 5.217).

Массив копий будет перестроен и отображен в окне детали без указанных экземпляров копий (рис. 5.218).

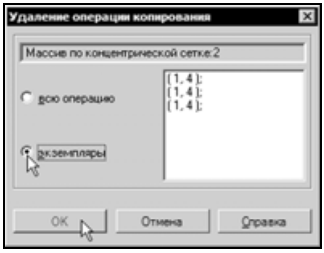


Рис. 5.217

Рис. 5.218

- На панели **Фильтры** нажмите кнопку **Фильтровать все** . Это позволит в дальнейшем вновь указывать любые элементы модели.

Замечание

В любой момент можно восстановить удаленные из массива экземпляры копий. Для этого укажите в дереве построения правой кнопкой мыши соответствующую массив по сетке и выполните команду **Редактировать элемент**. На вкладке **Удаленные** выделите номера тех экземпляров копий, которые требуется вернуть в массив и нажмите **Восстановить**. Затем закройте окно диалога щелчком на кнопке **Создать объект** (рис. 5.219).

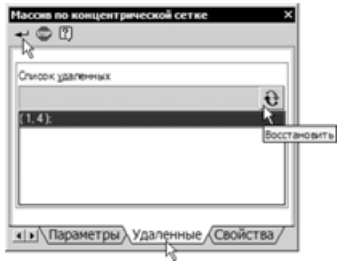


Рис. 5.219

Для того, чтобы закончить модель, построим на свободном от пазов участке цилиндрической грани отверстия для крепления кронштейна и подвода проводов.

- Создайте новый эскиз на горизонтальной плоскости. Установите для модели ориентацию **Сверху** и режим отображения **Без невидимых линий**. Увеличьте участок модели, как это показано на рис. 5.220.

Отверстия в эскизе нужно построить таким образом, чтобы при изменении диаметра или длины цилиндрической грани они всегда занимали неизменное положение относительно ее геометрического центра.

- С помощью команды **Операции | Спроецировать объект** постройте в эскизе отрезки 1-2 и 3-4 как проекции соответствующих ребер (рис. 5.220). Измените стиль этих отрезков с **Основная** на **Утолщенная**.
- Постройте отрезок 5-6 стилем линии **Осевая**. Начальную точку 5 и конечную точку 6 укажите на серединах отрезков 1-2 и 3-4 с помощью привязки **Середина**.
- Постройте окружность стилем линии **Основная** с центром в точке 7. Центральную точку 7 укажите на середине отрезка 5-6 с помощью привязки **Середина**.
- Проставьте к окружности диаметральный размер и введите значение 13.
- Выше и ниже данной окружности простройте еще две окружности стилем линии **Основная**. Их центральные точки укажите на отрезке 5-6 с помощью локальной привязки **Точка на кривой**.
- Проставьте к верхней окружности диаметральный размер и введите значение 4.
- Назначьте малым окружности параметрическую связь **Равенство радиусов**.

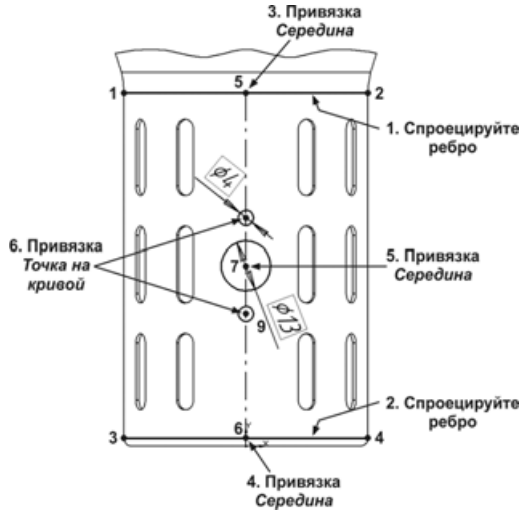


Рис. 5.220

- Для определения расстояния между малыми окружностями проставьте вертикальный линейный размер, указав в качестве базовых центральные точки окружностей (рис. 5.221). Присвойте размеру значение 25.
- Положение окружности диаметром 13 в эскизе полностью определено параметрическими связями. Для определения положения малых окружностей проставьте вертикальный линейный размер, указав в качестве базо-

вых центральные точки малой и большой окружностей. Присвойте размеру значение 12.5.

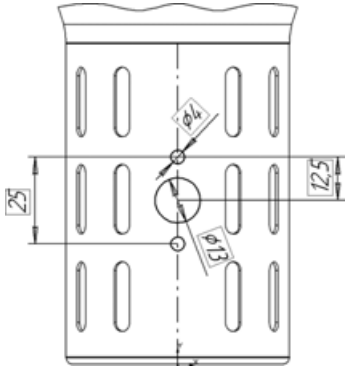


Рис. 5.221

- Закройте эскиз и примените к нему команду **Вырезать выдавливанием** в обратном направлении с типом выдавливания **Через все**.
- В окне модели система выполнит построение трех отверстий. На этом построение детали **Плафон** закончено (рис. 5.222). Сохраните документ на диске .

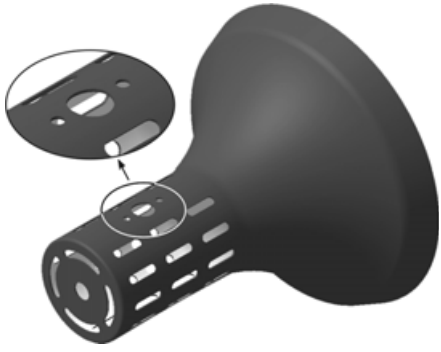


Рис. 5.222

Редактирование массивов

Вначале отредактируем массив пазов на плоской грани плафона. Напомним, что он реализован на уровне эскиза.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:2** элемента **Вырезать элемент выдавливания:1**.

- С помощью команды **Выделить | Рамкой** выделите три паза, как это показано на рис. 5.223. Для того, чтобы случайно не выделить лишние элементы, придется последовательно сформировать три рамки выбора.
- Прервите выполнение команды выделения. Затем нажатием на кнопку <Delete> удалите выделенные объекты (рис. 5.224).

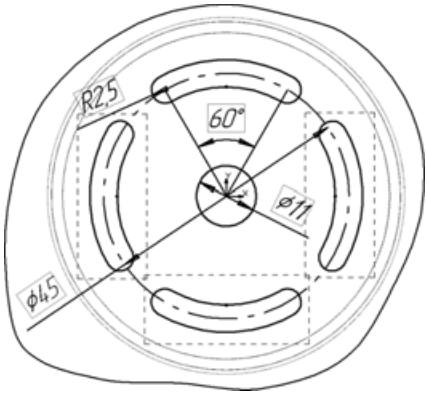


Рис. 5.223

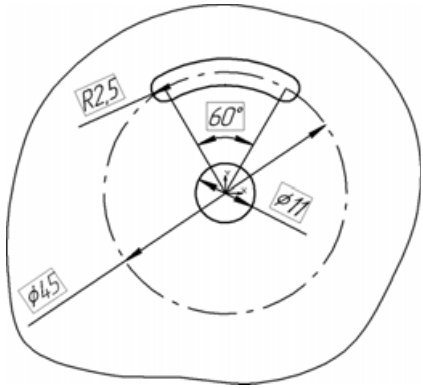


Рис. 5.224

- Измените значения радиальных и углового размеров, как на рис. 5.225. С помощью команды **Выделить | Рамкой** выделите единственный паз.

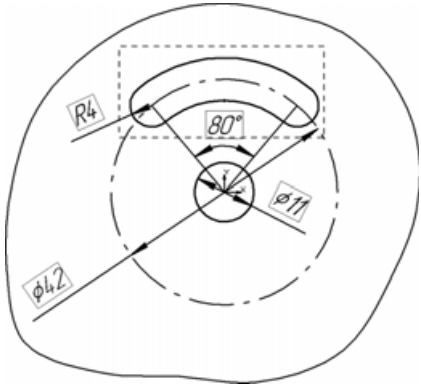


Рис. 5.225

- Нажмите кнопку **Копия по окружности** на панели расширенных команд копирования объектов и заново создайте массив. Для этого укажите положение центра копирования в точке начала координат, в поле **Количество копий** на панели свойств введите значение 3 и нажмите кнопку **Вдоль всей окружности** в группе **Режим** — система создаст массив копий из трех пазов (рис. 5.226).

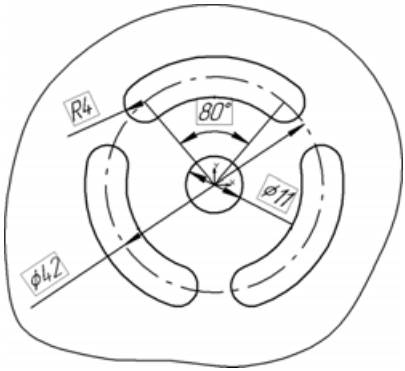


Рис. 5.226

- Если массив элементов сформирован правильно, подтвердите его создание щелчком на кнопке **Создать объект**.
- Закройте эскиз — система выполнит перестроение модели.

Теперь отредактируем пазы на цилиндрической грани **Плафона**, которые были построены как массивы элементов.

- В дереве построения укажите правой кнопкой на элемент **Массив по сетке:1** и выполните команду **Редактировать элемент**. Этот элемент определяет количество пазов в линейном направлении.
- В диалоговом окне измените значения параметров массива, как это показано на рис. 5.227 и нажмите **Создать объект**.

Рис. 5.227

- Затем отредактируйте элемент **Массив по концентрической сетке:1**, установив для параметра **N2**, который определяет количество пазов в радиальном направлении, новое значение 6 (рис. 5.228).

Рис. 5.228

- Зайдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:3** элемента **Вырезать элемент выдавливания:2** и измените значения размеров, как это показано на рис. 5.229.

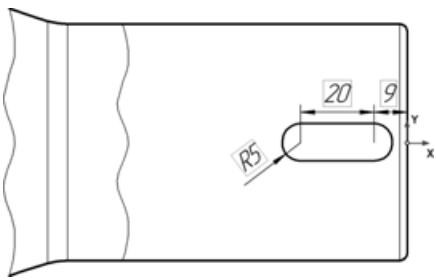


Рис. 5.229

Рис. 5.230

- Закройте эскиз. После внесения всех изменений модель должна выглядеть так, как показано на рис. 5.230.
- Выполните команду **Файл | Сохранить как** и сохраните измененный вариант модели в папке Мои модели под именем Плафон-1.

Построение детали Вал-шестерня. Самостоятельная работа

- Откройте документ Вал-шестерня.m3d из папки Упражнения (рис. 5.231).
- В левой части детали на основе единственного паза закончите построение шестерни, создав массив из 25 пазов.

- В правой части детали на основе единственного паза закончите построение шлицевого участка, создав массив из 24 шлицев.

После выполнения задания модель должна выглядеть так, как показано на рис. 5.232.

Рис. 5.231

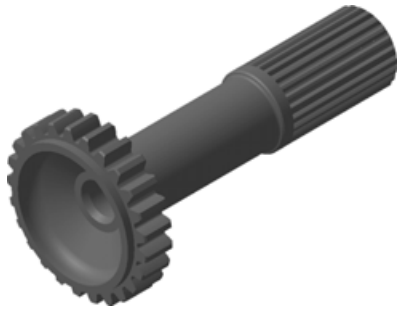


Рис. 5.232

- Выполните команду **Файл | Сохранить как** и сохраните измененный вариант модели в папке Мои модели под именем Вал-шестерня-1.

Построение детали Вал

В заключении данной главы выполним построение типовой для машиностроения детали — вала, показанного на рис. 5.233.

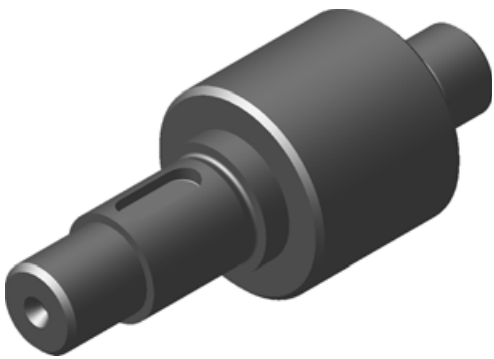


Рис. 5.233

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Вал.
- Создайте новый эскиз на профильной плоскости (плоскость **ZY**) и установите ориентацию **Нормально к...**

Эскиз вала представляет собой ломаную линию, отдельные участки которой расположены под прямыми углами друг к другу. Для того, чтобы не назначать отрезкам горизонтальность и вертикальность вручную с использованием параметрических команд, следует сразу начертить их в нужной ориентации. Удобнее всего это можно сделать с помощью режима ортогонального черчения.

- Нажмите кнопку **Ортогональное черчение** на панели **Текущее состояние** или нажмите клавишу <F8> (рис. 5.234).

Рис. 5.234

В режиме ортогонального черчения можно проводить только вертикальные и горизонтальные отрезки. Одновременно на отрезки будут автоматически накладываться связи **Совпадение точек** и ограничения **Горизонталь** или **Вертикаль**.

- Из точки 0 начала координат эскиза постройте ломаную линию 0-13 (рис. 5.235). Точные значения длин отдельных отрезков задавать не нужно — постарайтесь лишь приблизительно выдержать их пропорции. Ломаная линия должна быть начерчена стилем **Основная**. Положение конечной точки 13 укажите "на глаз".

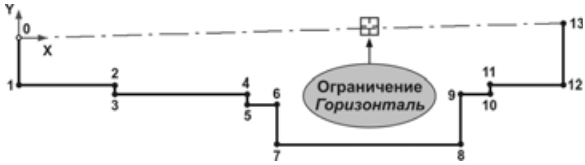


Рис. 5.235

- После построения ломаной отключите режим ортогонального черчения.
- Стилем линии **Осевая** постройте отрезок 0-13, соединяющий точку 0 начала координат и конечную точку 13 ломаной линии. Назначьте отрезку горизонтальную ориентацию.
- Проставьте линейные размеры так, как это показано на рис. 5.236.

Совет

Простановку размеров в параметрических эскизах, особенно содержащих большое количество геометрических объектов, удобнее проводить в два этапа. Вначале просто соглашайтесь с теми текущими значениями разме-

ров, которые возвращает система, округляя их до ближайшего целого числа. После простановки всех размеров присвойте каждому из них его реальное значение, то есть то, которое необходимо для чертежа. Такой способ простановки размеров значительно упрощает управление параметрическим контуром.

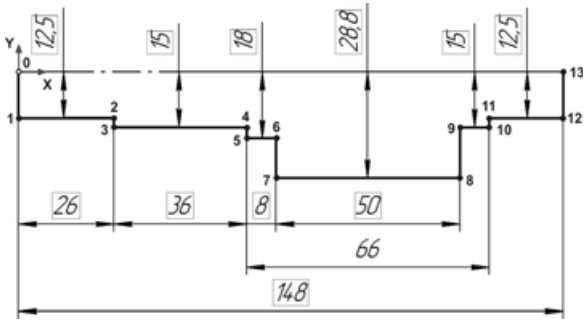


Рис. 5.236

- После простановки всех размеров закройте эскиз и нажмите кнопку **Операция вращения** на панели расширенных команд создания основания детали.

- На вкладке **Параметры** панели свойств включите кнопку **Сфероид** в группе **Способ построения** (рис. 5.237). Откройте вкладку **Тонкая стенка**. Откройте список поля **Тип построения тонкой стенки** и выберите вариант **Нет**. Нажмите кнопку **Создать объект**.

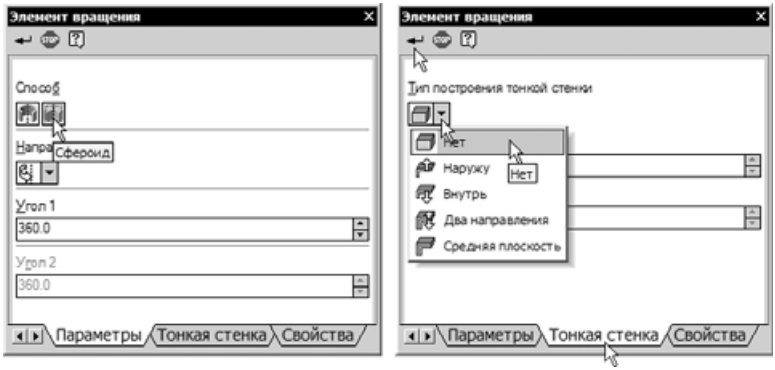


Рис. 5.237

- В окне модели система выполнит построение основания детали (рис. 5.238). Установите ориентацию **Изометрия XYZ**, вариант отображения **Полутоновое** и максимальную степень точности отображения. Назначьте детали материал **Сталь 45**.

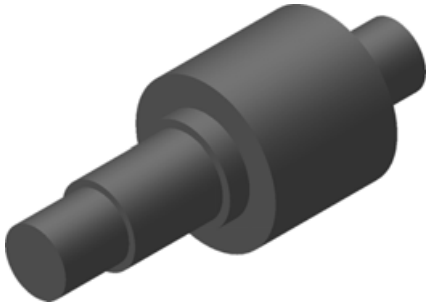


Рис. 5.238

Использование библиотеки канавок

На шейке вала радиусом 18 нужно построить канавку, предназначенную для выхода шлифовального круга.

- На панели **Стандартная** нажмите кнопку **Менеджер библиотек** (рис. 5.239).
- В левой части окна откройте папку **Машиностроение**. В правой части окна укажите библиотеку **Библиотека канавок для КОМПАС-3D**.

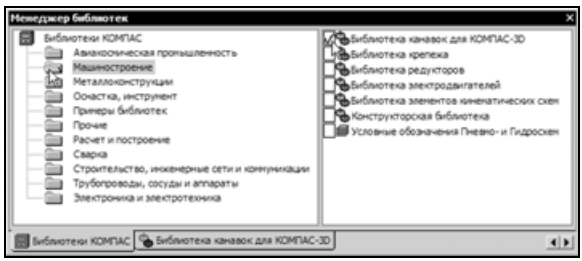


Рис. 5.239

- Откройте вкладку **Библиотека канавок**. Двойным щелчком мыши активизируйте элемент **Канавка по ГОСТ 8820-69** (рис. 5.240).

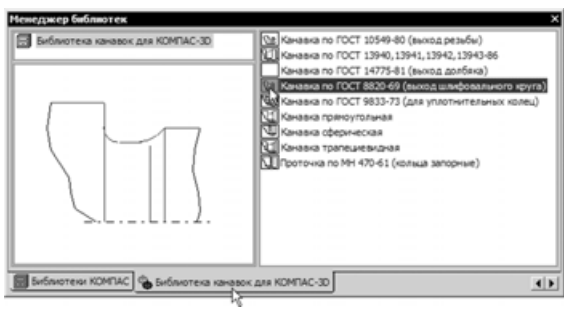


Рис. 5.240

- Укажите на детали цилиндрическую грань, на которой предполагается выполнить построение канавки (рис. 5.241).

Рис. 5.241

- В диалоговом окне нажмите кнопку **Указать грань** (рис. 5.242). В окне модели укажите плоскую грань, которая будет выполнять роль базовой (рис. 5.241).

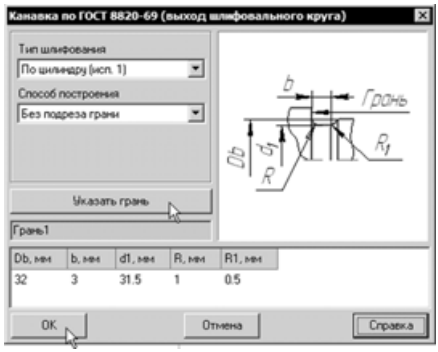


Рис. 5.242

- В окне модели система построит изображение канавки (рис. 5.243). Аналогичным образом постройте такую же канавку для шейки радиусом 15.

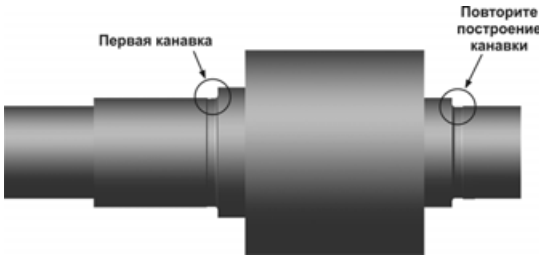


Рис. 5.243

Перейдем к построению шпоночного паза. Его создание нужно начать с построения вспомогательной плоскости, проходящей касательно той шейки вала, на которой нужно разместить паз.

- Нажмите кнопку **Касательная плоскость** на панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей.
- В окне модели укажите цилиндрическую грань, касательно к которой должна пройти плоскость (рис. 5.244).
- В дереве построения укажите элемент **Плоскость ZY** и нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления — система выполнит построение плоскости.

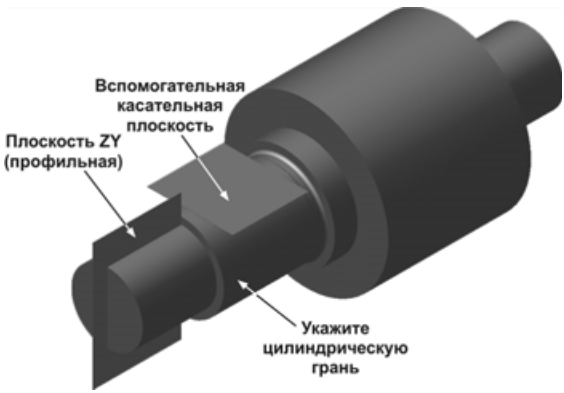


Рис. 5.244

Эскиз шпоночного паза представляет собой скругленный прямоугольник. Построение такой параметрической фигуры было подробно описано при построении детали **Плафон**. Особенность заключается в определении ее положения в эскизе: контур паза находится в геометрическом центре соответствующей шейки. Кратко опишем процесс построения.

- Создайте новый эскиз на построенной вспомогательной плоскости. Установите ориентацию **Нормально к** (рис. 5.245).
- Спроецируйте в эскиз два ребра, как это показано на рис. 5.245. Измените стиль полученных отрезков 1-2 и 3-4 с **Основная** на **Утолщенная**.
- С помощью команды **Отрезок** на панели **Геометрия** постройте отрезок 5-6 стилем линии **Осевая**. Начальную точку 5 отрезка укажите в середине отрезка 1-2, а конечную точку 6 — в середине отрезка 3-4.
- На свободном месте справа от вала постройте стилем линии **Основная** две окружности произвольного радиуса и положения (рис. 5.246).

Рис. 5.245

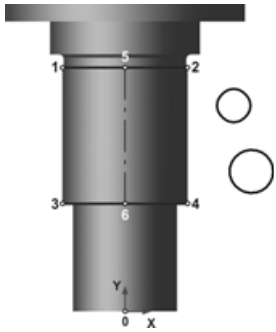


Рис. 5.246

- С помощью команды **Отрезок, касательный к двум кривым** постройте к окружностям два внешних касательных отрезка (рис. 5.247).
- С помощью команды **Усечь кривую** на инструментальной панели **Редактирование** удалите части окружностей между касательными отрезками (рис. 5.248).

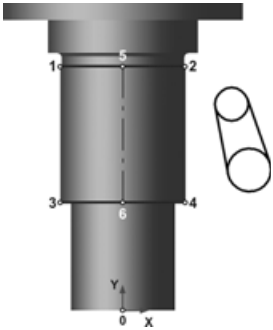


Рис. 5.247

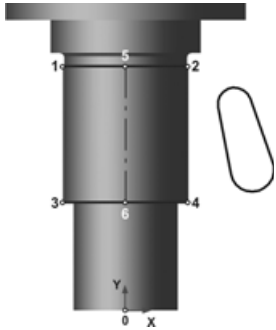


Рис. 5.248

- Сделайте равными радиусы обеих дуг с помощью команды **Равенство радиусов** на инструментальной панели **Параметризация** (рис. 5.249).
- Постройте отрезок 7-8, соединяющих центры дуг (рис. 5.250).

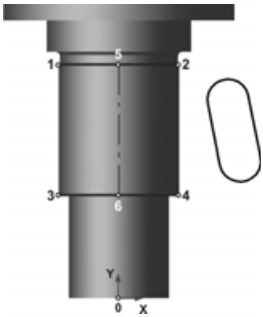


Рис. 5.249

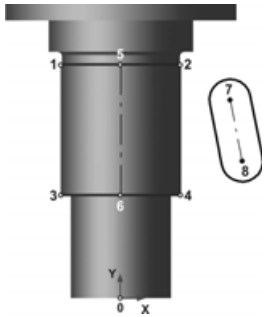


Рис. 5.250

- С помощью команды **Вертикаль** на панели **Параметризация** назначьте отрезку 7-8 вертикальную ориентацию. При этом весь паз также примет вертикальное положение (рис. 5.251).
- С помощью команды **Точка** на панели **Геометрия** постройте точку 9 в середине отрезка 7-8, и точку 10 в середине отрезка 5-6 (рис. 5.252). Положение точек поможет указать привязка **Середина**.

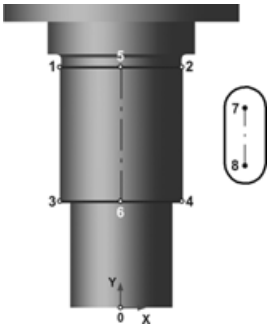


Рис. 5.251

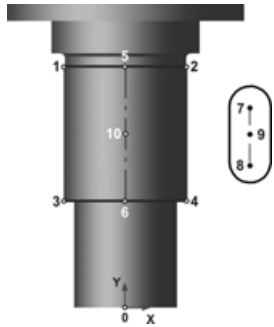


Рис. 5.252

- Для окончательного определения размеров паза, проставьте радиальный и линейный размеры и введите значения, как на рис. 5.253.
- Для окончательного определения положения паза в эскизе нажмите кнопку **Объединить точки** на панели **Параметризация** и укажите средние точки 10 и 9 (рис. 5.254). Поскольку положение точки 10 в эскизе определено параметрическими связями, перемещаться будет точка 9 контура паза.

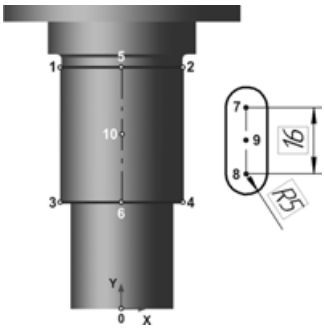


Рис. 5.253

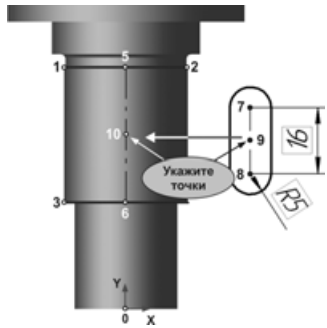


Рис. 5.254

- Контур паза расположен в центре шейки вала (рис. 5.255). В силу параметрических связей, это положение будет оставаться неизменным при возможных изменениях диаметра, длины и положения вала.
- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием** на расстояние 4 в прямом направлении.

- Скруглите плоскую грань на дне паза радиусом 0.25, затем постройте четыре фаски размером 1.6x45 (рис. 5.256).

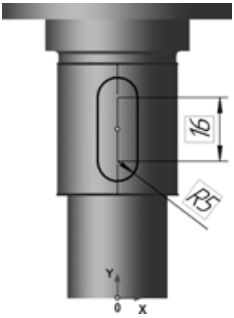


Рис. 5.255

Рис. 5.256

И последнее: построим на торцах вала центровые отверстия.

- Укажите плоскую торцевую грань (рис. 5.266) и нажмите кнопку **Отверстие** на инструментальной панели **Редактирование детали**.

- На панели свойств (рис. 5.257) раскройте папку **Центровые отверстия**, в списке типов отверстий укажите вариант **Форма А**, в таблице параметров задайте размеры отверстия, как это показано на рисунке. Нажмите кнопку **Создать Объект**.

Рис. 5.257

- В окне модели система выполнит построение отверстия (рис. 5.258). Повторите построение для противоположного торца детали.

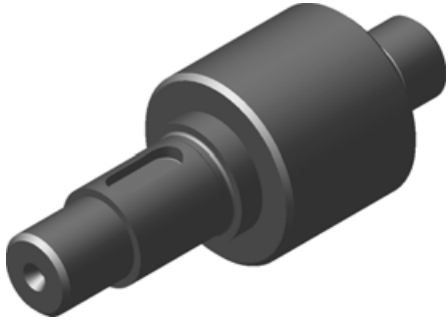


Рис. 5.258

- Рассчитайте массу детали — она равна 1.481 кг. Постройте сечение модели профильной плоскостью проекций (рис. 5.259). Сохраните документ на диске.

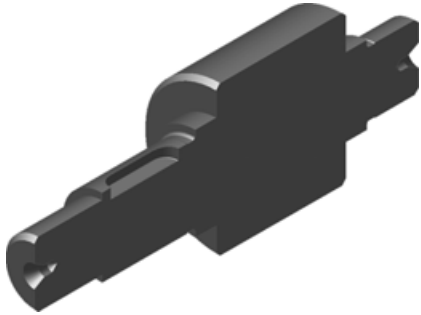
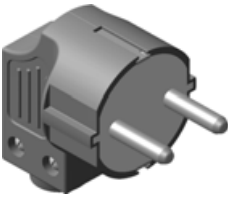


Рис. 5.259



ГЛАВА 6

Примеры построения моделей

Создание элементов по сечениям

В этом разделе на примере детали **Молоток** демонстрируется создание твердого тела с использованием **элемента по сечениям**. Элемент по сечениям — это основание, бобышка или вырез, созданные путем соединения нескольких поперечных сечений.

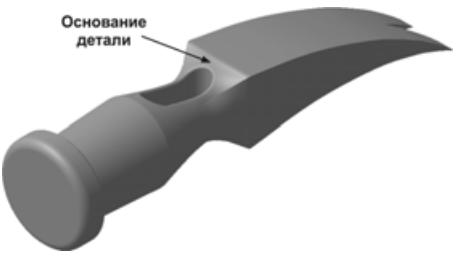


Рис. 6.1

Построение детали Молоток

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Молоток.
- Установите для модели вариант отображения **Полутоновое** и ориентацию **Изометрия XYZ**.
- Назначьте для детали материал **Сталь 45 ГОСТ 1050-88** и установите максимально возможную точность отрисовки модели.

Построение начнем с создания криволинейного участка в центре детали, который будет являться основанием модели (рис. 6.1).

Создание элемента по сечениям начинается с рисования эскизов профилей на плоскостях или плоских гранях. Можно использовать существующие плоскости и грани, либо создать новые плоскости. В данной модели используется одна системная плоскость и создается несколько вспомогательных.

По умолчанию, плоскости показываются голубым цветом. Для того чтобы вновь создаваемые плоскости были хорошо видны в окне модели, установим для них более контрастный цвет.

- Выполните команду **Сервис | Параметры**.
- В списке параметров текущей детали в левой части окна укажите элемент **Свойства объектов** (рис. 6.2).

В правой части окна откроется список, в котором перечислены все типы элементов трехмерной модели КОМПАС-3D V6. Рядом с каждым названием элемента показана пиктограмма, соответствующая ему в дереве построения.

- В правом списке укажите элемент **Смещенная плоскость** и нажмите кнопку **Цвет**.
- В палитре основных цветов (рис. 6.3) укажите любой яркий цвет, например синий, нажмите **OK** и закройте окно **Параметры**.

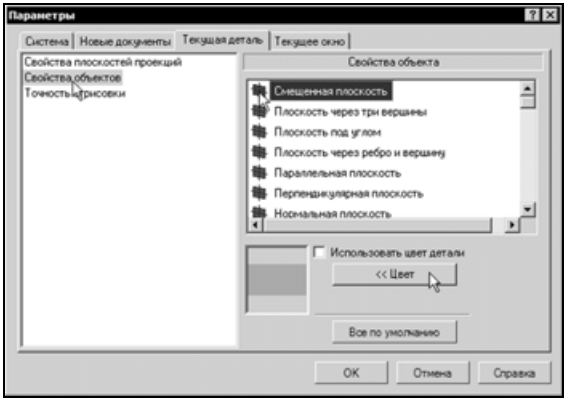


Рис. 6.2

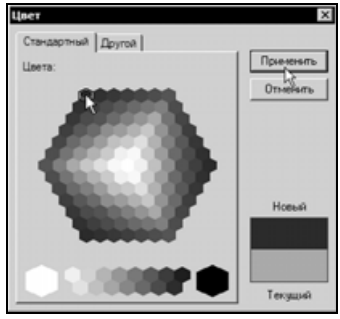


Рис. 6.3

- Щелчком на кнопке **Вспомогательная геометрия** на панели переключений раскройте одноименную инструментальную панель и нажмите кнопку **Смещенная плоскость**.
- В дереве построения в качестве базовой укажите элемент **Плоскость XY** (фронтальная плоскость).

- В поле **Расстояние** на панели свойств введите значение смещения 20 создаваемой плоскости относительно указанной (рис. 6.4).

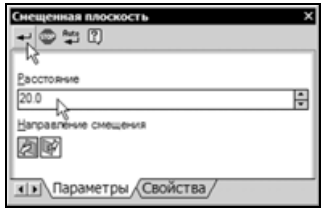


Рис. 6.4

- Для построения плоскости нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

В дереве построения появится новый элемент **Смещенная плоскость:1**, а в окне модели — изображение новой плоскости в виде прямоугольника.

- Вновь выполните команду **Смещенная плоскость**, укажите **Плоскость XY** в дереве построения, в поле **Расстояние** введите значение смещения для второй плоскости 40 и нажмите кнопку **Создать объект**.

В результате в окне модели созданы две смещенные плоскости, положение которых задано относительно фронтальной системной плоскости (рис. 6.5).

Рис. 6.5

- В качестве базовой можно указать любую из имеющихся в модели плоскостей или граней. Нажмите кнопку **Смещенная плоскость**, укажите в дереве построения элемент **Смещенная плоскость:2**, в поле **Расстояние** введите значение смещения для третьей плоскости 40 и нажмите кнопку **Создать объект**. Таким образом, положение третьей смещенной плоскости будет задано относительно второй (рис. 6.6).

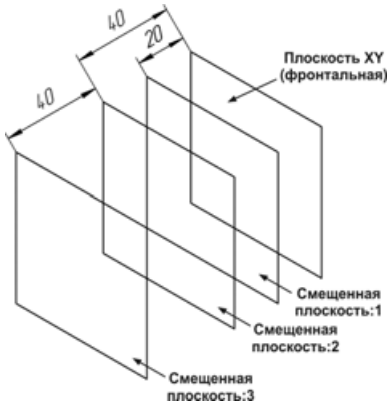


Рис. 6.6

- Укажите элемент **Плоскость XY** в дереве построения и нажмите кнопку **Эскиз**. Установите ориентацию **Нормально к**.
- Создайте в эскизе квадрат со стороной 60 (рис. 6.7). Обеспечьте совпадение начала координат эскиза с геометрическим центром квадрата и закройте эскиз.
- Создайте новый эскиз на **Смещенная плоскость:1**. Нарисуйте в эскизе окружность диаметром 50, с центром в начале координат эскиза (рис. 6.8). Не закрывайте эскиз.

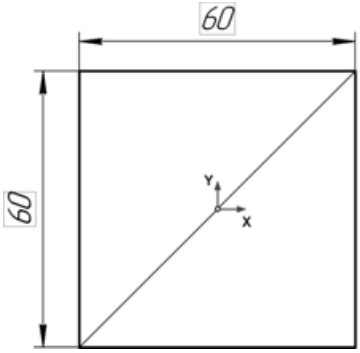


Рис. 6.7

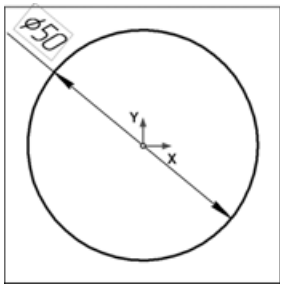


Рис. 6.8

Использование буфера обмена

Совпадение контуров в разных эскизах позволяет копировать геометрические и другие объекты с помощью буфера обмена.

Буфер обмена представляет собой системный файл на жестком диске компьютера, в который можно временно поместить (скопировать или вырезать)

геометрические и другие объекты (размеры, тексты и т. д.) из одного документа, а затем вставить эти объекты в другой документ.

Замечание

Файл буфера обмена является временным файлом КОМПАС-3D V6, который существует только в течение текущего сеанса работы системы. При любом завершении программы (нормальном, или связанным с аварийной ситуацией) его содержимое теряется.

В каждый момент времени буфер обмена может содержать только одну группу объектов. Любая попытка поместить в буфер новый объект или объекты, приводит к автоматическому обновлению его содержимого, то есть к удалению объектов и замене новыми[1].

КОМПАС-3D V6 не накладывает ограничений на сложность копируемых или перемещаемых через буфер обмена объектов, не исключая отдельных примитивов и целых эскизов и чертежей.

Посредством буфера обмена можно обмениваться информацией между всеми основными типами документов КОМПАС-3D V6: чертежами, фрагментами и эскизами. Причем любой документ может быть как источником, так и приемником информации, то есть передача данных может происходить между любыми документами в обе стороны.

- Перед выполнением копирования необходимо в текущем эскизе выделить объекты, подлежащие копированию. Для этого нажмите кнопку **Выделить Все** на панели **Выделение** — все объекты в эскизе выделены цветом.
- Нажмите кнопку **Копировать** на панели **Стандартная**.

Замечание

Очень важно правильно выбрать базовую точку копирования. Позднее, при вставке выделенных объектов в другой эскиз, их размещение на поле документа будет выполняться относительно указанной базовой точки.

- В ответ на запрос системы **Укажите положение базовой точки** с помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центр окружности. При этом выделенные объекты будут скопированы в буфер (рис. 6.9).
- Закройте текущий эскиз.
- Создайте новый эскиз на **Смещенная плоскость:2**.

---

[1] В КОМПАС-3D V6 отсутствуют специальные средства просмотра содержимого буфера обмена. Единственным способом, который позволяет сделать это, является вставка содержимого буфера в текущий документ.

- Щелкните на кнопке **Вставить** на панели **Стандартная** — изображение окружности, вместе с диаметральным размером, скопировано из буфера обмена в текущий эскиз, фантом его можно свободно перемещать в поле документа.
- На запрос системы **Укажите новое положение базовой точки** с помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точку начала координат эскиза — изображение окружности будет создано и зафиксировано в указанной точке (рис. 6.10). Измените значение диаметрального размера с 50 на 45 и закройте эскиз.

Рис. 6.9

Рис. 6.10

- Создайте новый эскиз на **Смещенная плоскость:3**.
- Щелкните на кнопке **Вставить** и укажите точку начала координат эскиза.
- Щелчком на кнопке **Прервать команду** завершите работу команды.
- Измените значение диаметрального размера с 50 на 70 (рис. 6.11).

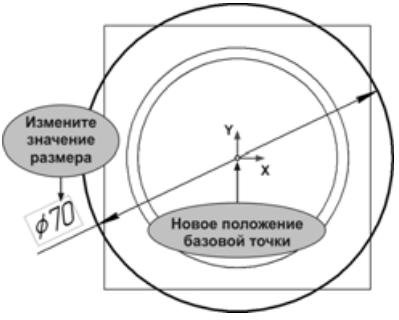


Рис. 6.11

- Закройте эскиз и установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

В окне модели вы увидите изображение четырех эскизов, каждый из которых размещен в своей плоскости (рис. 6.12).

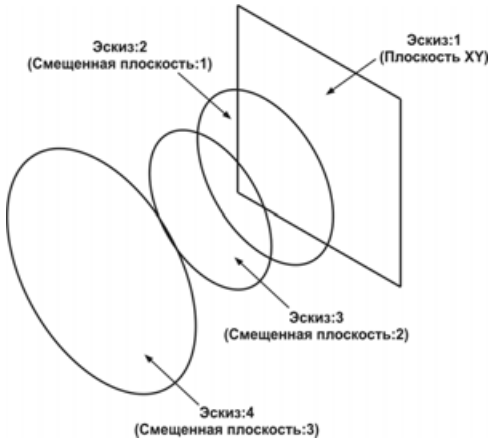


Рис. 6.12

- Нажмите кнопку **Операция по сечениям** на панели расширенных команд создания основания детали (рис. 6.13).

Рис. 6.13

После вызова команды на экране появится панель свойств, на которой нужно задать параметры элемента по сечениям (рис. 6.14). По умолчанию, включена кнопка **Сечения**, то есть команда находится в режиме указания сечений. Сечения следует указывать в том порядке, в котором они следуют в элементе.

- В дереве построения последовательно укажите элементы **Эскиз:1**, **Эскиз:2**, **Эскиз:3** и **Эскиз:4**. По мере указания сечений, в окне модели будет отображаться фантом будущего элемента. Сечения можно указывать прямо в окне модели мышью по графическим объектам в эскизах.

Обратите внимание на включенную по умолчанию кнопку **Автоматическая генерация траектории** в группе **Траектория**. При автоматической генерации система автоматически определяет, какие точки сечений нужно соединять при построении элемента.

- После указания всех сечений нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение основания детали (рис. 6.15).

Рис. 6.14

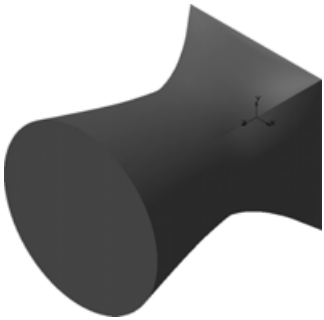


Рис. 6.15

Далее в основании детали построим скругленный паз для крепления рукоятки таким образом, чтобы паз всегда располагался точно в центре основания.

- Создайте новый эскиз в плоскости **Плоскость ZX** и установите ориентацию **Нормально к...**
- Спроецируйте в эскиз ребро основания (рис. 6.16). Измените стиль линии полученного отрезка 1-2 на **Утолщенная**.

- Постройте отрезок 0-3 стилем линии **Осевая**. Начальную точку 0 отрезка укажите в начале координат, а конечную 3 — в середине отрезка 1-2.
- В середине отрезка 0-3 постройте вспомогательную точку 4.

Рис. 6.16

Построение подобного паза было подробно описано в предыдущей главе при создании деталей **Плафон** и **Вал**. При необходимости вы можете построить его заново сами. Похожий эскиз уже сохранен в ранее созданной модели, можно использовать буфер обмена.

- В папке Мои модели откройте документ Вал и войдите в режим редактирования эскиза элемента **Вырезать элемент выдавливания:1** (рис. 6.17)[1].

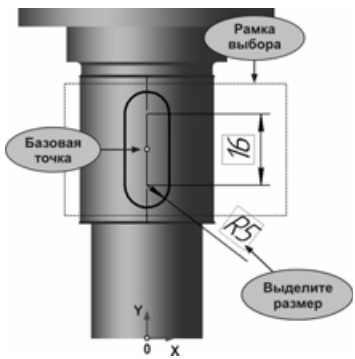


Рис. 6.17

- Копировать следует только те элементы, которые действительно необходимы в новом эскизе. С помощью команды **Выделить | Рамкой** аккуратно выделите контур паза, включая линейный размер.

[1] Если вы не выполняли построение этой детали, то можете обратиться к соответствующей модели из папки Решения.

- Отключите работу команды и дополнительно выделите радиальный размер, нажав клавишу <Shift> на клавиатуре и щелкнув кнопкой мыши на нем.
- Скопируйте в буфер обмена выделенные объекты, указав в качестве базовой точку в центре контура паза. Закройте эскиз и окно документа.
- Вы вернетесь в режим редактирования эскиза детали **Молоток**. Нажмите кнопку **Вставить** и укажите точку 4 — контур паза вместе с размерами будет скопирован в текущий эскиз (рис. 6.18).

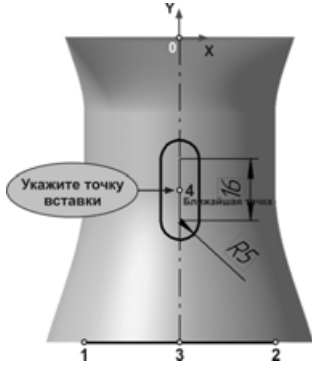


Рис. 6.18

- Измените значения размеров, как показано на рис. 6.19. Если контур построен правильно, то он изменит свои размеры без нарушения связей и положения.

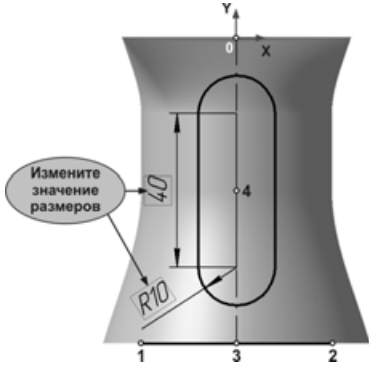


Рис. 6.19

- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием**. На панели свойств откройте список поля **Направление** и укажите режим **Два направления**. Для прямого и обратного направлений (поля **Способ 1** и **Способ 2**) установите тип выдавливания **Через все** и нажмите **Создать объект** (рис. 6.20).

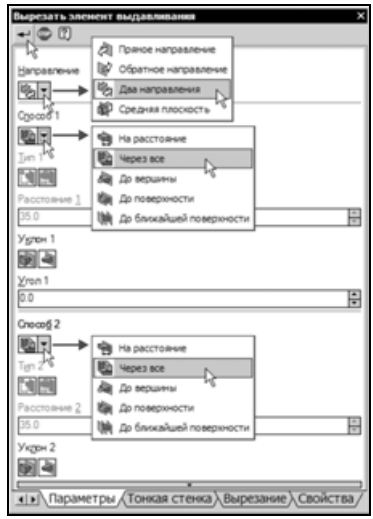


Рис. 6.20

- Нажмите кнопку **Скругление** , укажите два любых ребра на верхней и нижней сторонах паза (рис. 6.21).

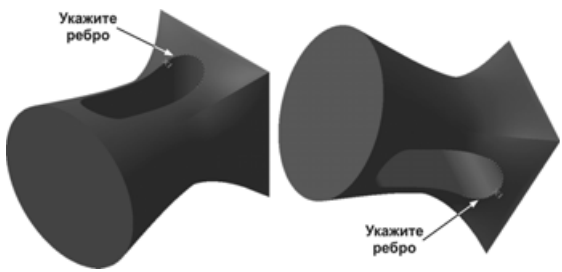


Рис. 6.21

- На панели свойств задайте радиус скругления 2, включите флажок **Продолжать по касательным ребрам** и нажмите **Создать объект** (рис. 6.22).

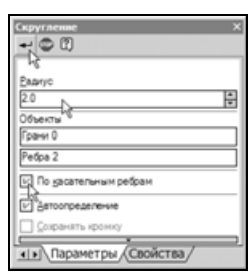


Рис. 6.22

Перейдем к созданию дугообразной части детали, которая плавно сужается от основания к правому краю. Эта часть детали будет построена как элемент по сечениям, с использованием направляющей (рис. 6.23).

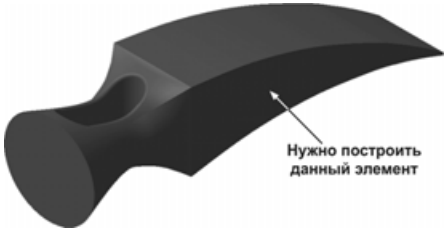


Рис. 6.23

Создадим первый эскиз, который будет определять исходную форму нового элемента. Этот эскиз должен всегда повторять форму смежной грани основания.

- Создайте новый эскиз на квадратной грани и спроецируйте эту же грань в эскиз. Вы получите квадрат, являющийся проекцией грани основания (рис. 6.24). Закройте эскиз.

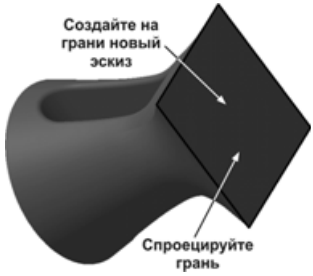


Рис. 6.24

Создадим эскиз формы нового элемента в продольном направлении. Дуга, которую мы построим в эскизе, будет направляющей.

- Создайте новый эскиз в плоскости ZY (профильной плоскости). Установите для модели ориентацию **Справа**.
- Нажмите кнопку **Горизонтальная прямая** на панели расширенных команд построения вспомогательных прямых и постройте горизонтальную линию, проходящую через точку 0 начала координат эскиза (рис. 6.25).
- Нажмите кнопку **Дуга, касательная к кривой** на панели расширенных команд построения дуг.
- На запрос системы **Укажите кривую для построения касательной дуги** укажите горизонтальную линию в любой точке.

Рис. 6.25

- С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите начальную точку дуги в точке 0 начала координат.
- На панели свойств нажмите кнопку **Построение против часовой стрелки** в группе **Направление** (рис. 6.26).

Рис. 6.26

- Затем укажите приблизительное положение конечной точки 1 и нажмите кнопку **Создать объект**.
- Для точного определения положения точки 1 относительно точки 0 проставьте горизонтальный и вертикальный линейные размеры, указав в качестве базовых точки 0 и 1. Задайте размерам значение 200 и 50 соответственно.
- Проставьте радиальный размер, определяющий радиус дуги. Поскольку за счет сформированных параметрических связей и простановки линейных размеров параметры дуги полностью определены, система создаст свободный радиальный размер. После этого закройте эскиз.

Совет

Для того, чтобы радиальный размер строился не от центра дуги, нажмите кнопку **Радиальный размер не от центра** на вкладке **Размер** панели свойств.

Последний эскиз, который необходимо построить для создания дугообразного объекта, должен определять форму и размеры его заостренного края. Вначале создадим вспомогательную плоскость для размещения эскиза.

- Разверните модель в пространстве так, как это показано на рис. 6.27 и нажмите кнопку **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости** на панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей.

Рис. 6.27

- Укажите плоскую квадратную грань, параллельно которой должна пройти вспомогательная плоскость.
- В качестве вершины параллельной плоскости укажите конечную точку дуги.
- Для построения плоскости нажмите кнопку **Создать объект**.
- Создайте новый эскиз на построенной параллельной плоскости и установите для модели ориентацию **Сзади**.
- Направляющая дуга, построенная на предыдущем этапе, в текущем эскизе выглядит как тонкий отрезок, начинающийся в точке 0 начала координат и заканчивающийся в точке 1. С помощью команды **Операции | Спроецировать объект** спроецируйте в эскиз конечную точку 1 направляющей дуги (рис. 6.28).

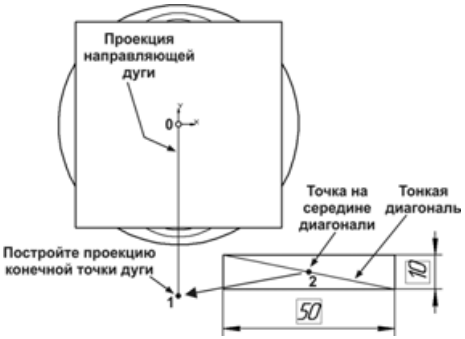


Рис. 6.28

- В свободном месте эскиза постройте параметрический прямоугольник произвольного размера. Постройте стилем линии **Тонкая** диагональ прямоугольника и создайте вспомогательную точку 2 на середине диагонали. Проставьте размеры высоты и ширины прямоугольника и введите значения 10 и 50 соответственно.
- С помощью команды **Объединить точки** совместите точки 1 и 2. Прямоугольник переместится в эскизе, точка 2 совпадет с точкой 1 (рис. 6.29).

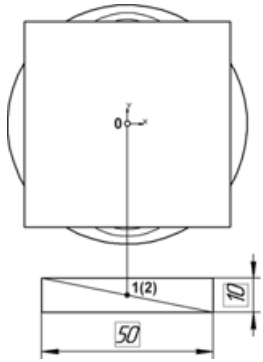


Рис. 6.29

- Измените значение размера высоты прямоугольника с 10 до 1, закройте эскиз (рис. 6.30).

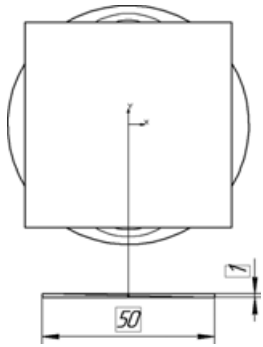


Рис. 6.30

Совет

Если контур эскиза содержит мелкие элементы, то можно сделать их более крупными, в противном случае с ними будет нелегко работать. После создания контура, истинные размеры объектов можно установить с помощью ассоциативных размеров.

В настоящее время в модели созданы три новых эскиза: **Эскиз:6**, в котором находится изображение квадрата, будет определять начальную форму нового элемента; **Эскиз:8** с узким прямоугольником — его конечную форму; дуга в **Эскиз:7** будет направляющей (рис. 6.31).

- Нажмите кнопку **Приклеить по сечениям** на панели расширенных команд операций приклеивания.
- В дереве построения последовательно укажите элементы **Эскиз:6** и **Эскиз:8**.
- На панели свойств включите кнопку **Осевая линия** (рис. 6.32), укажите в дереве построения элемент **Эскиз:7** или направляющую дугу непосредственно в окне модели и нажмите кнопку **Создать объект**.

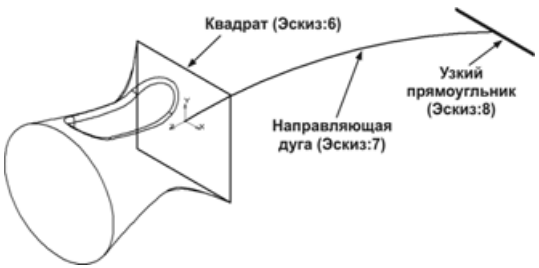


Рис. 6.31

Рис. 6.32

Система выполнит построение нового элемента по эскизам, с учетом заданного направления (рис. 6.33).

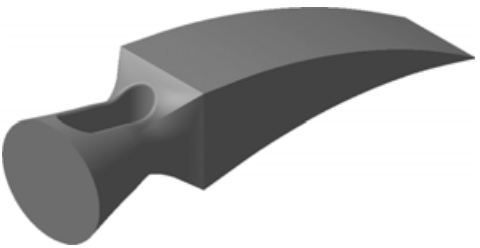


Рис. 6.33

В дугообразном элементе модели необходимо сделать треугольный вырез (с помощью него удобно вытаскивать гвозди). Эскиз представляет собой равнобедренный треугольник с острым углом при вершине. Основная задача состоит в том, чтобы с помощью параметрических связей обеспечить простое управление его формой, размерами и положением.

- Создайте новый эскиз на плоскости **ZX** (горизонтальной плоскости), установите ориентацию **Сверху** и увеличьте участок модели вокруг узкой грани (рис. 6.34).
- Спроецируйте в эскиз ребро узкой грани и измените стиль линий полученного отрезка 1-2 на **Утолщенная**.
- Постройте стилем линии **Осевая** отрезок 3-4. Его начальную точку 3 укажите в середине отрезка 1-2. Положение конечной точки 4 укажите приблизительно. Назначьте отрезку вертикальную ориентацию. Этот отрезок будет осью симметрии в эскизе и одновременно управлять высотой треугольника.
- Между точками 2 и 4 проставьте вертикальный линейный размер 40, определяющий длину осевого отрезка.

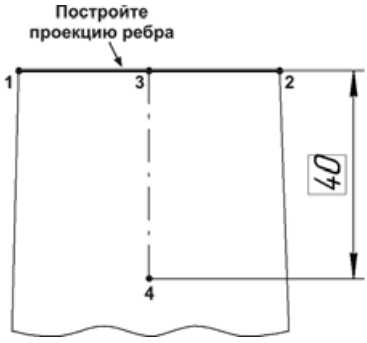


Рис. 6.34

- Стилем линии **Основная** постройте наклонный отрезок 5-4 (рис. 6.35). Положение начальной точки 5 укажите на отрезке 1-2 с помощью локальной привязки **Точка на кривой**, а положение конечной точки 4 — в конце осевого отрезка.

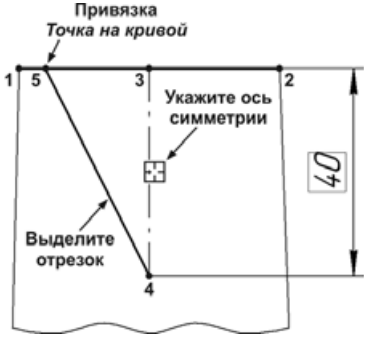


Рис. 6.35

Построим зеркальную копию наклонного отрезка относительно оси симметрии.

- Щелчком мыши выделите наклонный отрезок 5-4 (рис. 6.35) и нажмите кнопку **Симметрия** на инструментальной панели **Редактирование**.
- Для указания оси симметрии включите кнопку **Выбор базового объекта** на панели специального управления и укажите мишенью на осевой отрезок 3-4 в любой точке — система выполнит построение симметричного отрезка.
- Стилем линии **Основная** постройте горизонтальный отрезок 5-6 (рис. 6.36), который соединит начальные точки наклонных отрезков.
- Постройте горизонтальный размер, определяющий расстояние между точками 5 и 6 и присвойте ему значение 20. Этот размер будет определять длину отрезка 5-6, который является основанием треугольника.

Замечание

Обратите внимание, что при простановке размера одновременно переместились обе точки 5 и 6. Это произошло за счет параметрической связи **Симметрия точек**, наложенной на наклонные отрезки.

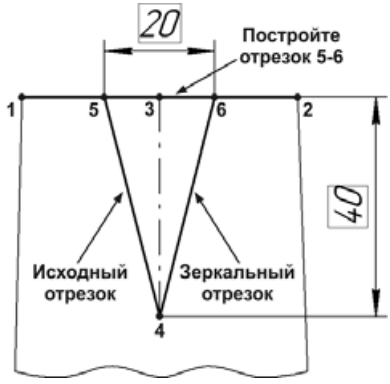


Рис. 6.36

Совет

Еще раз внимательно проверьте стили линий построенных отрезков. Стилем **Основная** оформлен треугольник 4-5-6. Все остальные отрезки должны иметь другие стили линий.

- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении типом **Через все** (рис. 6.37).

Рис. 6.37

На нижних кромках выреза построим фаски для того, чтобы облегчить захват шляпки гвоздя.

- Разверните модель в пространстве, как это показано на рис. 6.38, и увеличьте область вокруг выреза.
- Нажмите кнопку **Фаска** на панели расширенных команд построения скруглений и фасок. В окне модели укажите два ребра.
- На панели свойств включите кнопку **По двум сторонам** в группе **Способ Построения**. Задайте размеры сторон фаски: в поле **Длина 1** введите значение 5, а в поле **Длина 2** — значение 2, нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 6.39).

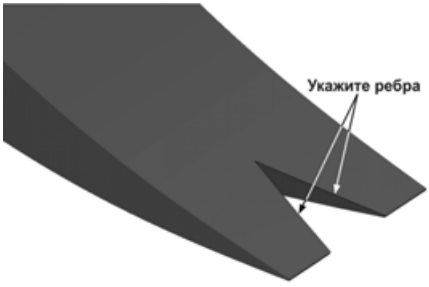


Рис. 6.38

Рис. 6.39

В окне модели на указанных ребрах система выполнит построение фасок с заданными параметрами (рис. 6.40).

- Оставшиеся построения не вызовут у вас никаких затруднений. Создайте новый эскиз на круглой грани основания и спроецируйте в него эту же грань (рис. 6.41).

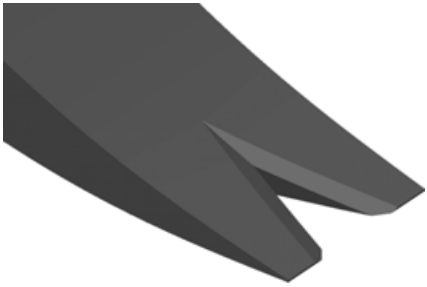


Рис. 6.40

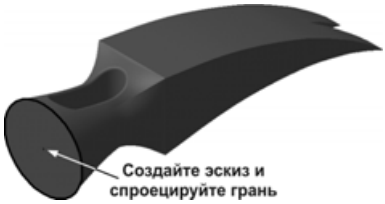


Рис. 6.41

- Приклейте эскиз в прямом направлении на расстояние 70, придав ему дополнительный внутренний уклон 3 (рис. 6.42).

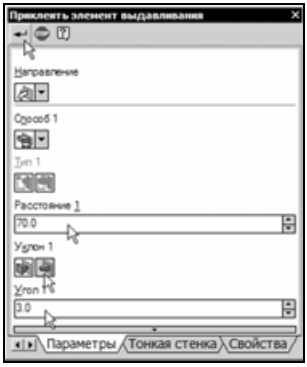


Рис. 6.42

- Создайте новый эскиз на плоской грани конического участка, постройте окружность диаметром 85 и приклейте эскиз в прямом направлении на расстояние 20 (рис. 6.43).

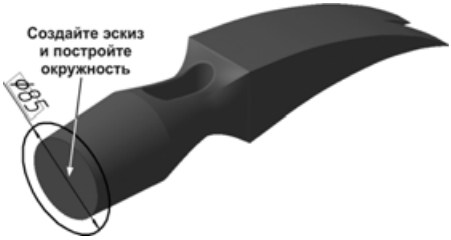


Рис. 6.43

- Для окончательного оформления модели постройте фаску и скругления, как это показано на рис. 6.44.

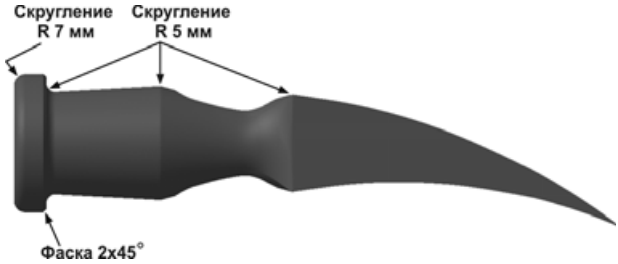


Рис. 6.44

- С помощью команды **МЦХ модели** на инструментальной панели **Измерения** рассчитайте положение центра тяжести детали и ее вес. Сохраните документ на диске.

Задание

С точки зрения потребителя, важно, чтобы центр тяжести детали находился как можно ближе к центру скругленного паза, куда будет вставляться рукоятка. В данной модели центр тяжести смещен вправо (рис. 6.45). Попробуйте отредактировать модель и добиться совпадения центров. Это можно сделать либо утяжелив левую часть детали, либо облегчив правую.

Рис. 6.45

Тонкая настройка цвета

Вы можете настраивать не только цвет детали, но и оптические свойства ее поверхности, делая изображение модели более реалистичным. Попробуем придать нашей детали характерный металлический блеск.

- Щелкните правой кнопкой мыши на наименовании детали в верхней части дерева построения и выполните из контекстного меню команду **Свойства детали**. На панели свойств раскройте список поля **Цвет** и нажмите кнопку **Другие цвета**.

- В таблице цветов можно выбрать любой цвет из стандартной палитры Windows. Для создания дополнительного цвета откройте вкладку **Другой**.

На экране появится окно, в правой части которого отображается дополнительное поле — матрица определения цветов (рис. 6.46). Можно указать любой цвет, перемещая указатель в нужную точку матрицы. Для выбора оттенка перемещайте указатель в горизонтальном управлении; для регулировки контрастности — в вертикальном направлении; яркость можно отрегулировать с помощью полосы, расположенной справа от матрицы. Кроме того, параметры дополнительного цвета можно изменять, вводя числовые значения в поля в нижней части окна.

- Введите в поле **Оттенок** значение 137, в поле **Контраст** —34, в поле **Яркость** —164. Нажмите кнопку **Применить**.
- Перемещая мышью бегунки в группе **Оптические свойства**, установите значения освещенности и оптических свойств поверхности так, как это показано на рис. 6.47 и нажмите **Создать объект**.

Рис. 6.46

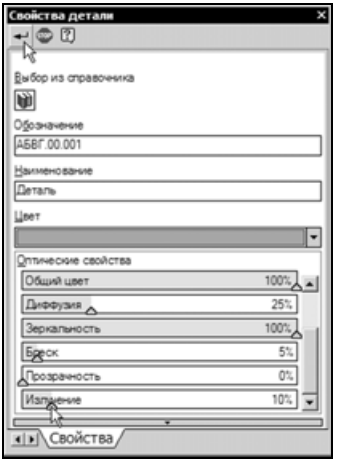


Рис. 6.47

На рис. 6.48 показаны изображения детали до и после регулировки цвета.

Рис. 6.48

Создание кинематических элементов

В этом разделе, на примере детали **Патрубок** (рис. 6.49) демонстрируется создание твердого тела с использованием **кинематического элемента**. Кинематический элемент — это основание, бобышка или вырез, созданные путем перемещения эскиза вдоль направляющей.

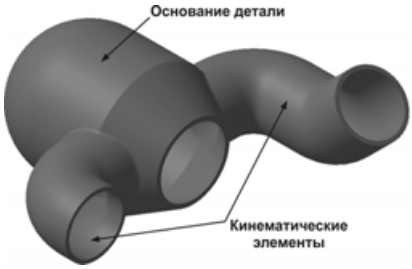


Рис. 6.49

Построение детали Патрубок

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Патрубок.

Построение детали начнем с создания основания, которое представляет собой тело вращения.

- Создайте новый эскиз на плоскости **XY** (фронтальной плоскости). Из точки начала координат с помощью команды **Непрерывный ввод объектов** постройте ломаную линию 0-1-2-3 (рис. 6.50). Отрезкам 0-1 и 2-3 назначьте соответственно вертикальную и горизонтальную ориентации. Проставьте линейные размеры.

Рис. 6.50

- Постройте дугу 3-4, касательную к отрезку 2-3. Для этого нажмите кнопку **Дуга, касательная к кривой** на панели расширенных команд

построения дуг. Укажите отрезок 2-3, укажите начальную точку 3 дуги. При необходимости задайте направление дуги против часовой стрелки с помощью кнопки на панели свойств, положение конечной точки 4 укажите произвольно.

Теперь необходимо выровнять положение конечной точки 4 дуги и ее центральной точки 5 относительно точки 0 начала координат в горизонтальном направлении.

- Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на панели **Параметризация** и укажите точку 0 начала координат эскиза.
- Нажмите кнопку **Запомнить состояние** на панели специального управления и укажите точки 4 и 5 на дуге.

Совет

Возможно, у вас вызовет затруднение указание центральной точки 5 дуги, так как она отсутствует в явном виде на экране. В таком случае, вы можете вначале указать графический объект, которому принадлежит эта точка, а затем — собственно точку. Для этого нажмите кнопку **Указать объект** на панели специального управления или выберите в контекстном меню команду **Указать объект, затем точку** (рис. 6.51). Система перейдет в режим ожидания указания графического объекта. После того, как вы выберете объект, укажите его характерную точку. Этой командой также удобно пользоваться, если точка, которую требуется указать, совпадает с характерной точкой другого объекта.

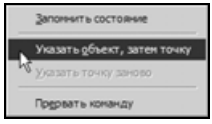


Рис. 6.51

- После этого положение, радиус дуги в эскизе и сам эскиз определены. Для большей наглядности, проставьте к дуге свободный радиальный размер R50.
- Стилем линии **Осевая** постройте отрезок 0-4, который будет осью вращения. Закройте эскиз.
- Нажмите кнопку **Операция вращения** на панели расширенных команд создания основания детали.
- На панели свойств установите тип вращения **Сфероид**. Затем откройте вкладку **Тонкая стенка**, раскройте список поля **Тип построения тонкой стенки** и укажите вариант **Нет**. Нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение основания (рис. 6.52).

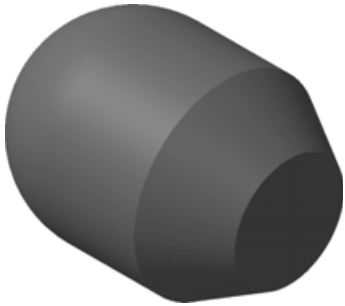


Рис. 6.52

Перейдем к построению левой трубки как кинематического элемента. При выполнении кинематической операции используются как минимум два эскиза: в одном из них изображено сечение кинематического элемента, а в остальных – траектория движения сечения.

- Создайте новый эскиз на плоскости **XY** (фронтальной плоскости) и установите для модели ориентацию **Спереди** (рис. 6.53).
- С помощью команды **Операции | Спроецировать объект** постройте в эскизе точку 1, как проекцию вершины ребра основания.
- Нажмите кнопку **Окружность** . В ответ на запрос системы относительно положения центра окружности, щелчком правой кнопки вызовите контекстное меню и выполните из него команду **Привязки | Выравнивание**.
- Укажите точку 2 центра окружности таким образом, чтобы она была одновременно выровнена в горизонтальном направлении по точке 0 (точке начала координат), а в вертикальном направлении — по точке 1 (проекция вершины основания). Направление и точки выравнивания система отображает пунктирными линиями. Радиус окружности укажите произвольно.

Рис. 6.53

- Проставьте к окружности диаметральный размер, присвойте ему значение 50 и закройте эскиз.

Мы построили первый эскиз, который будет определять сечение кинематического элемента. Теперь перейдем к построению его траектории.

- Создайте новый эскиз на плоскости **ZX** (горизонтальной плоскости) и установите для модели ориентацию **Сверху** (рис. 6.54).

Рис. 6.54

- С помощью команды **Операции | Спроецировать объект** постройте в эскизе отрезок 1-2, как проекцию соответствующего ребра основания. Измените стиль отрезка на **Утолщенная**.
- Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов** и постройте стилем линии **Основная** ломаную линию 3-4-5. Ее начальную точку 3 укажите в середине вспомогательного отрезка 1-2, с помощью привязки **Середина**. Точки 4 и 5 укажите произвольно.
- Назначьте отрезкам 3-4 и 4-5, соответственно, вертикальную и горизонтальную ориентации.
- Включите кнопку **Скругление**. В поле **Радиус скругления** панели свойств введите значение радиуса 30 , последовательно укажите пару отрезков 3-4 и 4-5, в месте скругления.
- После построения дуги 4-5, для окончательного определения геометрии эскиза, проставьте линейные и радиальный размеры (рис. 6.55). Вертикальный размер 5, построенный по базовым точкам 2 и 4, будет обеспечивать постоянный выход точки 4 за пределы контура основания. Это необходимо на тот случай, если потребуется изменить диаметр основания.
- Закройте эскиз и вернитесь к ориентации **Изометрия XYZ**. В окне модели будет видно положение обоих эскизов (рис. 6.56).
- Щелкните кнопкой мыши в пустом месте окна модели, чтобы отменить выделение объектов.

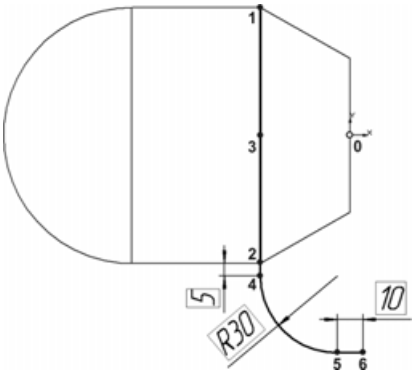


Рис. 6.55

Рис. 6.56

- Нажмите кнопку **Приклеить кинематически** на панели расширенных команд приклеивания элементов (рис. 6.57).

Рис. 6.57

- По умолчанию, система вначале запрашивает сечение кинематического элемента. В дереве построения укажите элемент **Эскиз:2**.
- Затем нужно определить его траекторию. В дереве построения укажите элемент **Эскиз:3** и нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 6.58).

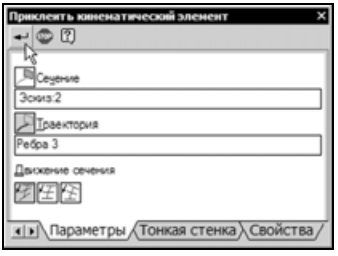


Рис. 6.58

В окне модели система выполнит построение заготовки левой трубки, а в дереве построения появится новый элемент **Приклеить кинематический элемент:1** (рис. 6.59).

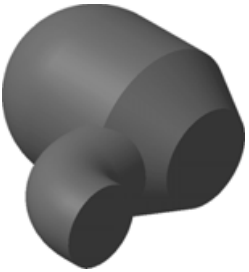


Рис. 6.59

Перейдем к построению правой трубки. Она состоит из двух частей, причем начальный участок является зеркальной копией левой трубки.

- Нажмите кнопку **Зеркальный массив** на панели **Редактирование детали** или выполните команду **Операции | Зеркальный массив**.
- В дереве построения укажите элемент **Плоскость XY**, которая, в данном случае, будет плоскостью симметрии.
- Укажите элемент **Приклеить кинематический элемент:1**, который требуется отразить зеркально.
- Подтвердите создание копии, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления (рис. 6.60).

Перейдем к построению второго участка правой трубки, как еще одного кинематического элемента.

- Создайте новый эскиз на плоской грани зеркального элемента и спроецируйте в эскиз эту грань (рис. 6.61). Мы получили эскиз, содержащий сечение будущего элемента. Закройте эскиз.

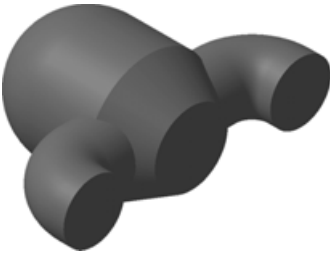


Рис. 6.60

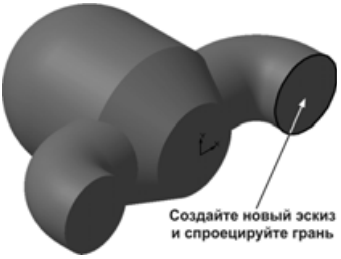


Рис. 6.61

Перед построением эскиза направляющей необходимо создать вспомогательную плоскость.

- Нажмите кнопку **Нормальная плоскость** на панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей.

- Укажите цилиндрическую грань зеркального элемента, нормально к которой должна пройти плоскость (рис. 6.62).
- В дереве построения укажите **Плоскость XY**, параллельно которой должна пройти новая плоскость.
- Плоскость с заданными параметрами отображается в окне модели в виде фантома. Подтвердите ее создание нажатием на кнопку **Создать объект** ↵.

Рис. 6.62

- Создайте новый эскиз на **Нормальная плоскость:1** и установите ориентацию **Нормально к...**
- Постройте ломаную линию 1-2-3, как это показано на рис. 6.63. Начальную точку 1 укажите в середине ребра 4-5, с помощью привязки **Середина**.

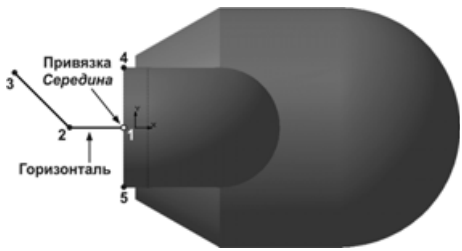


Рис. 6.63

Замечание

В данном случае, ребра цилиндрической грани доступны для выполнения привязок (выделены пунктирными линиями), и в проецировании объектов нет необходимости.

- Отрезку 1-2 назначьте горизонтальную ориентацию.
- Постройте скругление отрезков радиусом 30. Проставьте линейные, радиальный и угловой размеры и закройте эскиз (рис. 6.64).

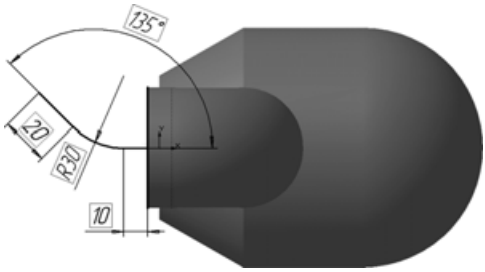


Рис. 6.64

- Нажмите кнопку **Приклеить кинематически** на инструментальной панели **Редактирование детали**.
- В дереве построения укажите элемент **Эскиз:4** (эскиз сечения), затем укажите элемент **Эскиз:5** (эскиз направляющей) и нажмите кнопку **Создать объект**.
- Для создания оболочки нажмите кнопку **Оболочка** на инструментальной панели **Редактирование детали**. В окне модели укажите курсором плоские грани трубок и основания — от этих граней будет выполнено удаление материала (рис. 6.65).

Рис. 6.65

- На панели свойств **Оболочка** установите тип построения тонкой стенки **Внутрь**, введите толщину оболочки 3 и нажмите **Создать объект** (рис. 6.66).

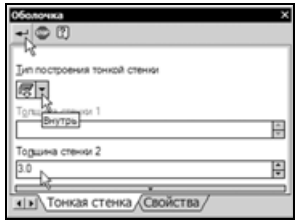


Рис. 6.66

- Скруглите верхние и нижние ребра основания радиусом 6 (рис. 6.67). Не забудьте на панели свойств включить опцию **Продолжать по касательным ребрам**.

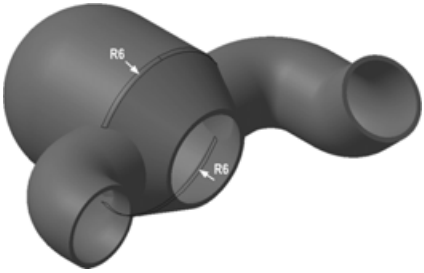


Рис. 6.67

- Скруглите ребра пересечения наружных поверхностей обеих трубок и основания радиусом 3 (рис. 6.68).

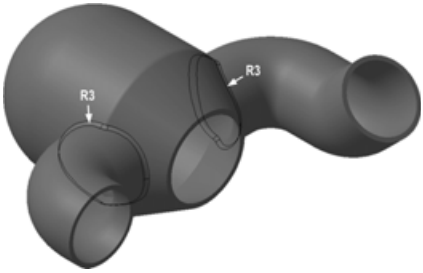


Рис. 6.68

- На этом построение детали **Патрубок** закончено. Сохраните текущее состояние модели на диске.

Мы построили гибкую конструкцию, форму и размеры которой можно менять в довольно широких пределах.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:1** операции **Операция вращения:1** и установите новые значения трех линейных размеров, как это показано на рис. 6.69.

Рис. 6.69

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:2** операции **Приклеить кинематический элемент:1** и измените диаметр окружности с 50 на 25. После внесения этих изменений модель выглядит следующим образом (рис. 6.70).

Рис. 6.70

- Сохраните измененный вариант модели в папке Мои модели под именем Патрубок-1.

Построение детали Змеевик

Команды создания кинематических элементов позволяют легко создавать сложные пространственные элементы, к которым относятся, например, детали трубопроводной арматуры.

- В папке Упражнения откройте документ Змеевик.m3d (рис. 6.71).

В этом документе уже созданы все эскизы, необходимые для построения детали. Для того, чтобы модель можно было построить как единый кинематический элемент, траектория состоит из трех отдельных эскизов (**Эскиз:2**, **Эскиз:1** и **Эскиз:3**), расположенных в разных плоскостях. Сечение модели представляет собой простую окружность **(Эскиз:4)**.

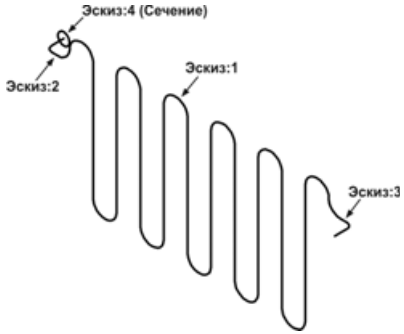


Рис. 6.71

- Нажмите кнопку **Кинематическая операция** на панели расширенных команд создания основания детали.
- В дереве построения укажите **Эскиз:4** (сечение элемента). Затем включите кнопку **Траектория** и укажите **Эскиз:2**, **Эскиз:1** и **Эскиз:3** (траектория элемента).

Совет

После указания очередного эскиза делайте небольшую паузу, до появления в окне модели нового участка фантома элемента. В случае указания сложного эскиза, системе требуется некоторое время на расчет траектории и определение количества ребер.

- Откройте вкладку параметров тонкой стенки, включите опцию **Создавать тонкую стенку**, задайте направление стенки **Внутрь** и ее толщину: 1. Нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение кинематического элемента (рис. 6.72). Сохраните документ на диске .

Рис. 6.72

Создание 3D-модели по плоскому чертежу

Обычно при использовании систем трехмерного моделирования вначале создается модель детали, а затем ее плоское изображение — рабочий чертеж.

Однако может потребоваться решить обратную задачу: построить трехмерную модель детали по ее ранее разработанному чертежу. Такая задача возникает, когда в новых проектах средствами 3D-моделирования нужно использовать 2D-чертежи ранее разработанных деталей.

Здесь оказывается весьма кстати полная интеграция основных модулей КОМПАС-3D V6: модуля 2D-черчения и модуля 3D-моделирования. Изображения или их отдельные элементы из любых документов КОМПАС-3D V6 можно использовать при построении трехмерной модели.

Построение детали Ролик

Откройте чертеж Ролик.cdw из папки Упражнения главного каталога установки КОМПАС-3D V6, установите в качестве текущего соответствующий тип документов **КОМПАС-Листы чертежа (*.cdw)** (рис. 6.73).

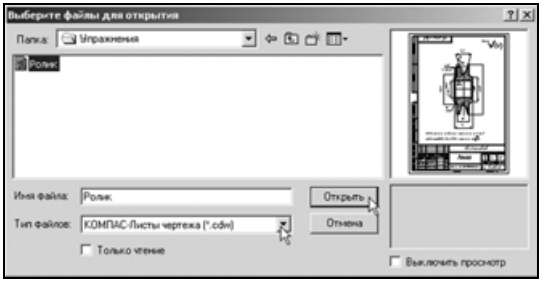


Рис. 6.73

В этом документе хранится плоский чертеж детали **Ролик**, созданный средствами модуля плоского черчения КОМПАС-3D V6 (рис. 6.74). Этот чертеж уже содержит всю геометрию, необходимую для построения трехмерной модели этой детали. Поэтому на ее создание потребуется не более минуты.

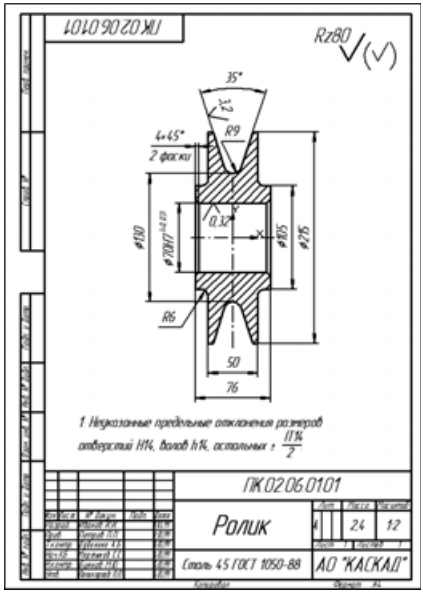


Рис. 6.74

- С помощью команды **Увеличить масштаб рамкой** увеличьте верхнюю половину Ролика.

- Выполните команду **Выделить | Рамкой** и сформируйте прямоугольную рамку выбора объектов, указав две ее угловые точки (рис. 6.75). Все объекты, целиком попавшие в рамку выбора, выделены цветом. Горизонтальная ось симметрии детали также должна попасть в группу выбора.

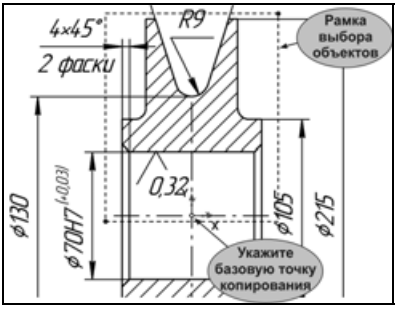


Рис. 6.75

- Нажмите кнопку **Копировать** на панели **Стандартная**.
- На запрос системы **Укажите положение базовой точки** укажите точку начала координат текущего вида (геометрический центр Ролика) — выделенные объекты скопированы в буфер обмена. Закройте чертеж.
- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Ролик.
- Создайте новый эскиз на плоскости **XY** (фронтальной плоскости).
- Щелкните на кнопке **Вставить** на панели **Стандартная** — содержимое буфера обмена скопировано в текущий эскиз в виде фантома, который можно свободно перемещать по полю документа.
- В ответ на запрос системы **Укажите новое положение базовой точки,** с помощью привязки **Ближайшая точка,** укажите точку начала координат эскиза — скопированное изображение зафиксировано в указанной точке (рис. 6.76).

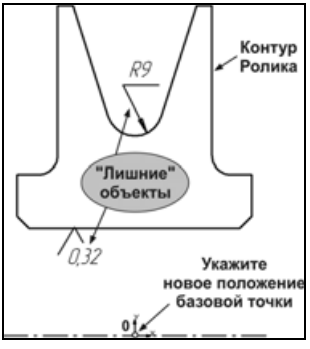


Рис. 6.76

Замечание

Возможно, что вместе с геометрическими объектами в эскизе окажутся и некоторые вспомогательные объекты (размеры, обозначения шероховатости поверхностей и т. д.). Они не будут учтены при построении объемных элементов. Тем не менее удалите эти объекты, чтобы они не загромождали эскиз.

Полученный таким образом эскиз полностью отвечает требованиям, предъявляемым к эскизам элементов вращения, которым и является Ролик.

- Закройте эскиз и установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ** и вариант отображения **Полутоновое**.
- Нажмите кнопку **Операция вращения** на панели расширенных команд создания основания детали.
- Так как контур замкнут, нужный вариант построения тела вращения **Сфероид** установлен автоматически и не может быть изменен. Нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 6.77).

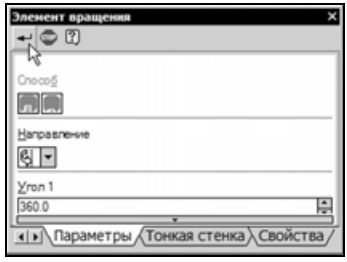


Рис. 6.77

- В окне модели система выполнит построение трехмерной модели ролика (рис. 6.78). Назначьте для детали материал **Сталь 45 ГОСТ 1050-88** и установите максимальную степень точности отрисовки. Сохраните документ на диске .

Рис. 6.78

Автоматическая параметризация объектов

При выделении контура Ролика на плоском чертеже, для его последующего копирования в эскиз трехмерной модели, мы не случайно сформировали рамку выбора объектов таким образом, чтобы в нее попало как можно меньше размеров.

Плоский исходный чертеж или фрагмент будут, вероятнее всего, непараметрическими. Поэтому копирование в эскиз 3D-модели размеров не имеет особого смысла — мы все равно не сможем управлять с их помощью геометрией контура.

В таком случае, можно воспользоваться средствами автоматической параметризации объектов, реализованными в КОМПАС-3D V6. Преобразование эскиза в параметрический представляет собой далеко не тривиальную задачу. Вспомните, сколько факторов необходимо учитывать при формировании параметрической модели, создавать большое количество связей и ограничений.

Тем не менее, мы можем быстро получить параметрический контур **Ролика**, так как основная часть параметрических связей и ограничений может быть автоматически сформирована системой.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:1** операции **Операция вращения:1** и установите для модели ориентацию **Спереди**.
- Выполните комбинацию клавиш <Ctrl>+<A>. Все объекты эскиза выделены цветом.
- Нажмите кнопку **Параметризовать объекты** на панели **Параметризация**. На экране появится диалоговое окно **Установите типы ограничений** (рис. 6.79). В этом диалоге можно установить типы ограничений, накладываемых на объекты при автоматической параметризации. Например, если включена опция **Совпадение точек**, то на точки объектов, расстояние между которыми меньше значения линейного допуска, будет наложено условие совпадения.
- Выключите флажок **Параллельность**. Остальные настройки оставьте без изменений и нажмите **OK**.

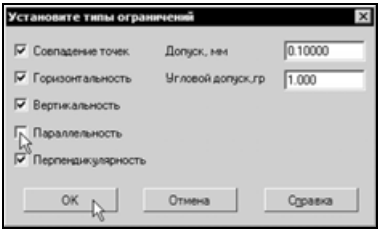


Рис. 6.79

- Щелчком в любом свободном месте эскиза отмените выделение объектов.

После выполнения автоматической параметризации, геометрические объекты (отрезки и дуги) будут связаны в их общих точках связями **Совпадение точек**. На горизонтальные отрезки наложено ограничение **Горизонталь**, а на вертикальные — **Вертикаль**.

Замечание

Может показаться, что система предоставляет в распоряжение пользователя возможность наложить лишь минимальный набор связей и ограничений в автоматическом режиме. Отчасти, это действительно так. Зато эта возможность распространяется на любое количество объектов. Кроме того, эти связи и ограничения являются наиболее распространенными в параметрических моделях. Нужно отметить, что во многих других системах получить полноценный параметрический контур в такой ситуации можно единственным способом — построить его заново.

Ручное наложение связей и ограничений

Все остальные типы связей и ограничений на частично параметризованные объекты наложим вручную.

- Мышью переместите осевой отрезок немного в сторону (рис. 6.80). Создайте вспомогательную точку на его середине и объедините ее с точкой начала координат. Проставьте линейный размер отрезка со значением 85.

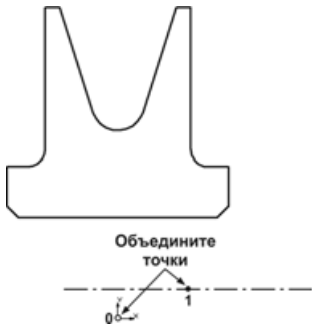


Рис. 6.80

Таким образом, мы получили в эскизе фиксированную ось вращения, относительно которой можно задать положение остальных объектов эскиза.

- Наложите связь **Равенство радиусов** для двух небольших дуг в левой и правой частях контура (рис. 6.81). Для всех дуг и примыкающих к ним отрезков выполните **Касание**.

- Парным отрезкам задайте **Равенство длин** . Всего таких пар шесть (рис. 6.82). Наклонные отрезки, соответствующие фаскам отверстия, дополнительно свяжите **Перпендикулярно** .

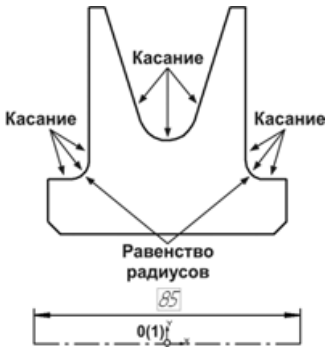


Рис. 6.81

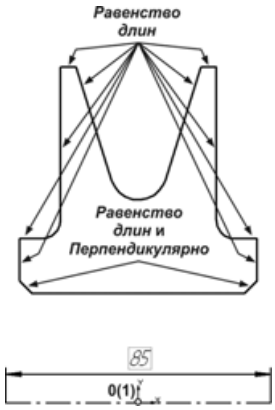


Рис. 6.82

- Выполните **Выравнивание по вертикали** центра 2 большой дуги и точки 0 начала координат (рис. 6.83). Проставьте все линейные и радиальные размеры, как это показано на рисунке.

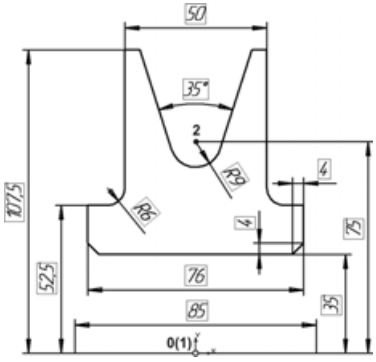


Рис. 6.83

После выполнения всех указанных выше действий, контур эскиза становится определенным, и вы сможете управлять его геометрией, изменяя значения ассоциативных размеров.

- Закройте эскиз и сохраните модель на диске. Затем с помощью команды **Файл | Сохранить как** выполните копию модели под именем Ролик-1.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:1** элемента **Операция вращения:1** и измените размеры как на рис. 6.84.

- Закройте эскиз — система выполнит перестроение модели с учетом новых значений (рис. 6.85).

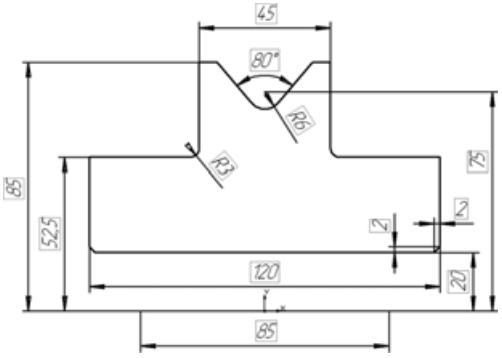


Рис. 6.84

Рис. 6.85

- Сохраните документ на диске и закройте его окно.

Построение детали Шаблон

Особенно эффективно копирование геометрии плоских чертежей при построении моделей с небольшим количеством операций над сложными контурами.

- Откройте фрагмент Шаблон.frw из папки Упражнения. Для того, чтобы увидеть в списке файлов именно фрагмент, выберите тип документов **КОМПАС-Фрагменты чертежа (*.frw)** (рис. 6.86).

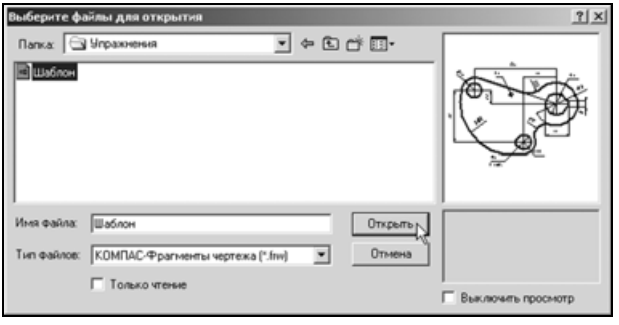


Рис. 6.86

В этом шаблоне хранится изображение детали со сложным внешним контуром, содержащим несколько плавных сопряжений геометрических элементов (рис. 6.87).

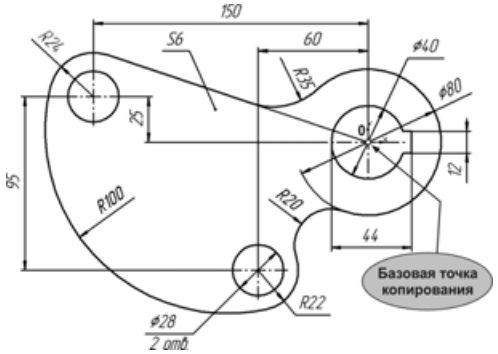


Рис. 6.87

- Выполните команду **Выделить | По типу**.

В появившемся на экране диалоговом окне отображается список типов объектов активного документа. Вы можете выбрать один или сразу несколько типов из списка.

- Нажмите на клавиатуре клавишу <Ctrl> и, удерживая ее, укажите в списке **Отрезки**, **Окружности**, **Дуги** и **Обозначения центра**. По мере указания типов, они будут выделяться цветом (рис. 6.88). Нажмите кнопку **OK**.

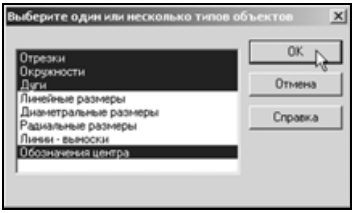


Рис. 6.88

- Скопируйте выделенные объекты в буфер обмена, указав в качестве базовой центр окружности диаметром 40.
- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Шаблон.
- Создайте новый эскиз на горизонтальной плоскости и вставьте содержимое буфера обмена, выбрав в качестве базовой точки начало координат эскиза.
- Закройте эскиз и примените операцию выдавливания в прямом направлении, на расстояние 6 (рис. 6.89).
- Установите для модели максимальную степень точности отображения, назначьте для нее материал **Сталь 40Х ГОСТ 4543-71**.

- Рассчитайте массу детали и положение ее центра тяжести. Сохраните документ на диске.

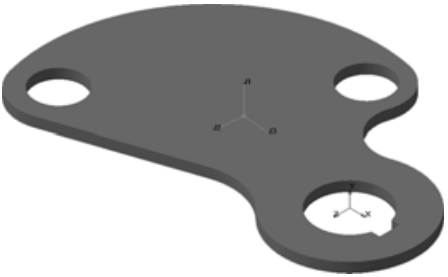


Рис. 6.89

Создание ребер жесткости

При создании модели детали Корпус в предыдущей главе построение ребра жесткости было выполнено стандартными средствами системы. Между тем, в КОМПАС-3D V6 есть специальные средства создания подобных элементов.

Ребро в плоскости эскиза

- Откройте документ Ребро-1.m3d из папки Упражнения (рис. 6.90). Дополним модель ребром жесткости, соединяющим основание детали с цилиндрической бобышкой. Для построения ребра достаточно построить его незамкнутый контур.

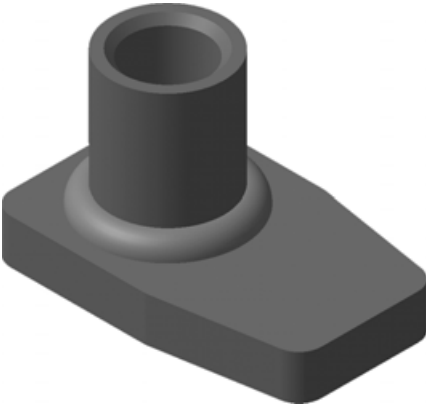


Рис. 6.90

- Создайте новый эскиз на плоскости **XY** (фронтальной плоскости) и установите для модели ориентацию **Спереди**.
- Постройте в эскизе две вспомогательные точки, проекции вершин 1 и 2.
- Постройте ломаную линию 3-4-5, положение точек — произвольное (рис. 6.91).

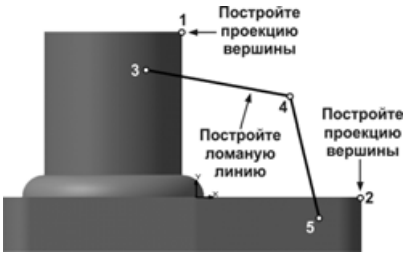


Рис. 6.91

- Выполните выравнивание по вертикали точек 1 и 3, а точек 5 и 2 — по горизонтали (рис. 6.92).

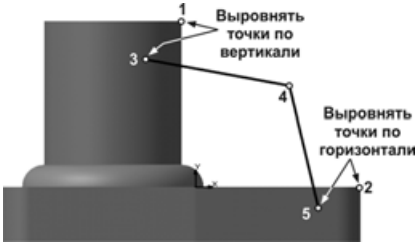


Рис. 6.92

- Проставьте линейные и угловой размеры и задайте значения, показанные на рис. 6.93. На отрезки 3-4 и 4-5 наложите параметрическую связь **Равенство длин**. Закройте эскиз и установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

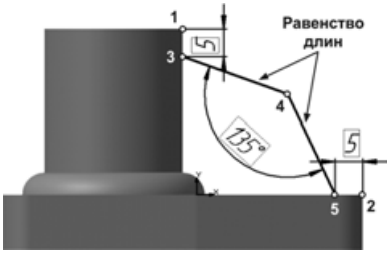


Рис. 6.93

- Выделите построенный эскиз в дереве построения и нажмите кнопку **Ребро жесткости** на инструментальной панели **Редактирование детали**.
- На панели свойств откройте вкладку **Толщина** (рис. 6.94). В числовое поле **Толщина стенки 1** введите значение 2 и нажмите кнопку **Создать объект**.

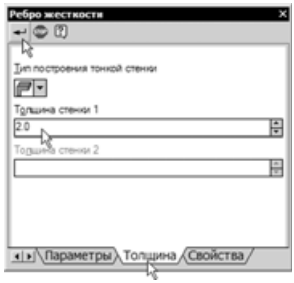


Рис. 6.94

- Дополнительно постройте в модели два скругления, как это показано на рис. 6.95. Обратите внимание на форму ребра в его нижней части — система автоматически контролирует пересечение элемента с ближайшими гранями детали.
- Измените высоту цилиндрической бобышки (**Приклеить элемент выдавливания:1**) с 30 на 20, ее внешний диаметр (**Эскиз:2** того же элемента) с 25 на 20 — вместе с изменением бобышки система выполнит соответствующее перестроение ребра (рис. 6.96).

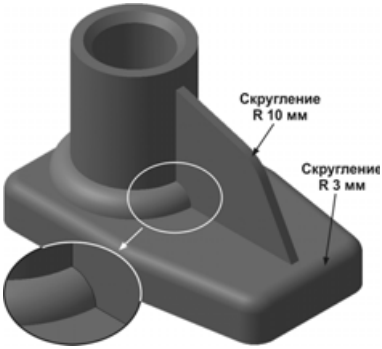


Рис. 6.95

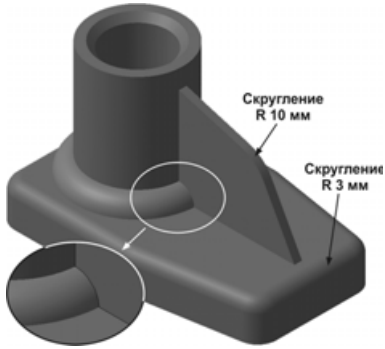


Рис. 6.96

Ребро нормально эскизу

В предыдущей модели ребро жесткости было расположено в плоскости эскиза. Возможны ситуации, когда ребро нужно построить перпендикулярно плоскости эскиза.

- Откройте документ Ребро-2.m3d из папки Упражнения. Необходимо построить ребро жесткости между основанием детали и двумя цилиндрическими бобышками.

Требования к ребру сформулируем следующим образом: оно должно автоматически менять свою высоту при изменении высоты бобышек, и менять свою форму при изменении формы основания детали, располагаясь постоянно по его центру.

Создание ребра начнем с построения вспомогательной плоскости его эскиза (рис. 6.97). Кроме того, данная плоскость будет определять высоту ребра.

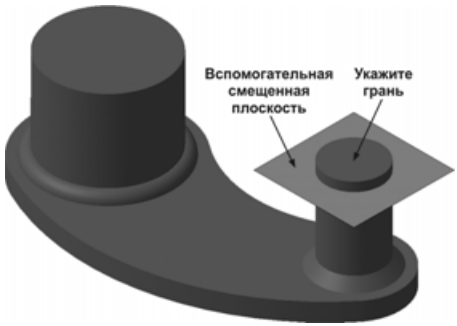


Рис. 6.97

- Нажмите кнопку **Смещенная плоскость** на панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей. В окне модели укажите плоскую грань правой цилиндрической бобышки (рис. 6.97).
- В поле **Расстояние** на панели свойств введите значение смещения плоскости относительно указанной грани: 5. С помощью кнопки **Обратное направление,** расположите фантом плоскости ниже грани и нажмите кнопку **Создать объект**.
- Создайте новый эскиз на смещенной плоскости и установите ориентацию **Сверху**.
- Спроецируйте в эскиз два дугообразных ребра основания 1-2 и 3-4 (рис. 6.98). Измените стиль линий дуг с **Основная** на **Тонкая**.
- Стилем линии **Тонкая** постройте отрезок 5-6, соединяющий средние точки дуг 1-2 и 3-4. Начальную и конечную точки отрезка укажите с помощью привязки **Середина**. В середине отрезка 5-6 постройте вспомогательную точку 7.
- С помощью команды **Дуга по трем точкам**, постройте дугу 8-9. Начальную точку 8 укажите в точке начала координат, среднюю точку — произвольно, а конечную точку 9 — в центре круглого ребра. Эта дуга определит форму ребра.

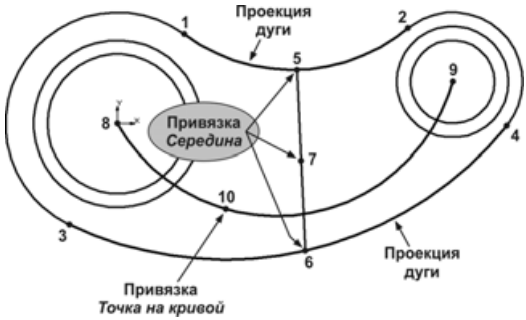


Рис. 6.98

- С помощью локальной привязки **Точка на кривой** поставьте в произвольном месте дуги 8-9 вспомогательную точку 10.
- Нажмите кнопку **Объединить точки** на панели **Параметризация** и укажите точки 7 и 10 (рис. 6.99). Положение точки 7 в эскизе полностью определено, поэтому перемещаться будет точка 10, "потянув" за собой дугу 8-9, которая займет новое, полностью определенное положение.

Рис. 6.99

Совет

Внимательно проверьте стили линий построенных геометрических объектов. Стилем линии **Основная** (синяя линия) должна быть вычерчена только дуга 8-9. Все остальные объекты имеют другие стили линий.

- Построение эскиза ребра закончено. Для его полного определения нам не потребовалось ни одного размера! Закройте эскиз и установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- Выделите построенный эскиз в дереве построения и нажмите кнопку **Ребро жесткости**.
- Включите кнопку **Ортогонально эскизу**, в поле **Угол наклона** введите значение наклона ребра 10 (рис. 6.100). Затем откройте вкладку **Толщи-**

на, задайте толщину ребра 4 относительно средней плоскости и нажмите кнопку **Создать объект**.

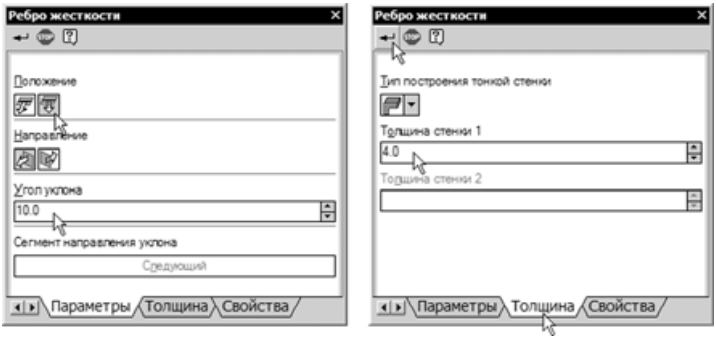


Рис. 6.100

В окне модели система выполнит построение ребра жесткости, определив пересечение элемента с ближайшими гранями детали.

- Скруглите одной операцией ребра основания и верхние грани бобышек радиусом 2 (рис. 6.101) и сохраните модель.

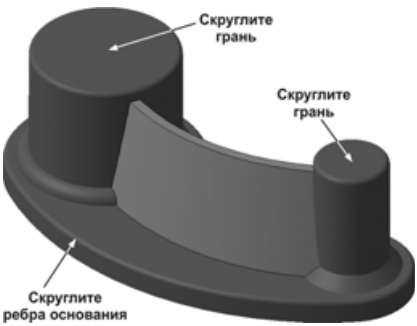


Рис. 6.101

Проверим влияние на ребро жесткости изменения формы основания детали и параметров цилиндрических бобышек.

- Войдите в режим редактирования элемента **Смещенная плоскость:1**, которая определяет высоту бобышек. В поле **Смещение** в строке параметров измените величину смещения с 50 на 20 .
- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:1** операции **Операция выдавливания:1** основания детали, измените значения трех радиальных размеров, как это показано на рис. 6.102.

Ребро жесткости будет отвечать заданным требованиям (рис. 6.103).

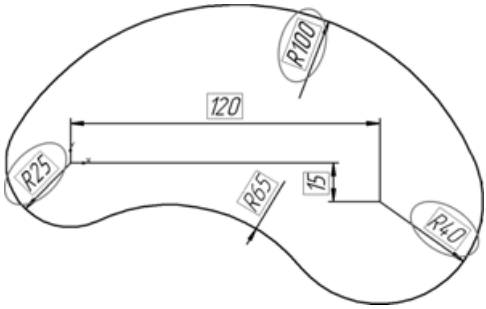


Рис. 6.102

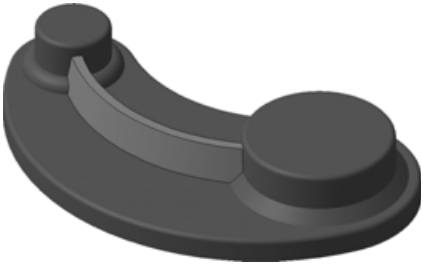


Рис. 6.103

Замечание

В текущей версии системы, команда **Ребро жесткости** имеет ограничения: созданные с ее помощью элементы нельзя использовать в команде **Зеркальная копия** и в командах создания массивов элементов.

Самостоятельная работа

- Откройте документ Ребро-3.m3d из папки Упражнения. В этом документе хранится модель детали Уголок (рис. 6.104).

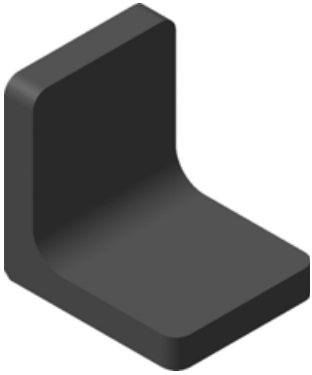


Рис. 6.104

- Постройте в модели ребро жесткости по размерам, показанным на рис. 6.105.

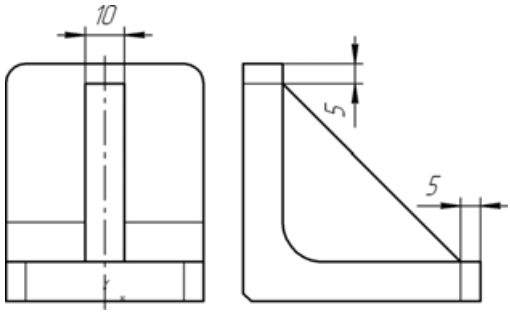


Рис. 6.105

- После построения ребра жесткости, дополнительно постройте три элемента скругления радиусом 2 (рис. 6.106).

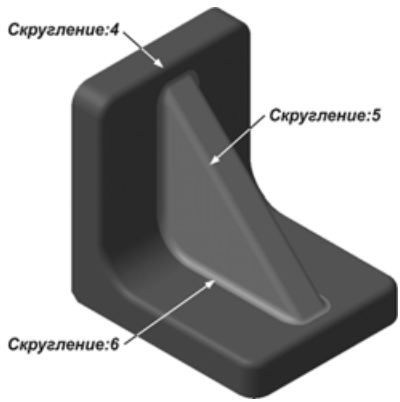


Рис. 6.106

Использование деталей-заготовок

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

Модель детали, которую требуется использовать в качестве основания другой детали, должна быть сформирована и записана на диске в отдельный файл.

Построение детали Наконечник

Предположим, нам необходимо спроектировать два варианта детали Наконечник. Эти детали имеют одинаковый элемент вилку и отличаются формой хвостовика (рис. 6.107). В таком случае использование заготовки позволит значительно сократить время проектирования и последующего редактирования деталей.

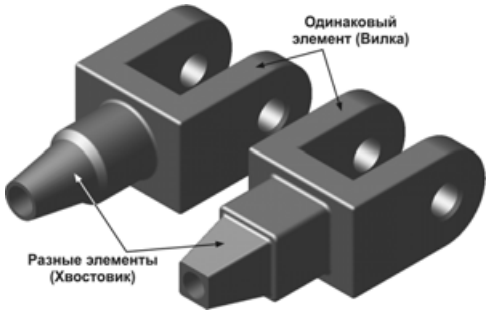


Рис. 6.107

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Наконечник-1.
- Чтобы использовать готовую модель в качестве основания текущей детали, нажмите кнопку **Деталь-заготовка** на инструментальной панели **Редактирование детали**.

После вызова команды на экране появляется стандартный диалог выбора файлов, в котором нужно открыть нужный каталог и указать имя файла, содержащего деталь.

- Откройте документ Наконечник.m3d из папки Упражнения.
- На панели свойств необходимо определить способ вставки (рис. 6.108). По умолчанию, включена кнопка **Вставка внешней ссылкой**. В этом случае в модели хранится ссылка на файл заготовки, и каждое изменение заготовки будет отображаться в файле, содержащем эту заготовку модели. Нажмите кнопку **Создать объект**.

Рис. 6.108

После этого деталь-заготовка будет вставлена в текущий документ и принята за основание детали (рис. 6.109).

В дереве построения появится соответствующая способу вставки пиктограмма элемента (рис. 6.110).

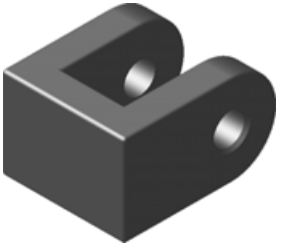


Рис. 6.109

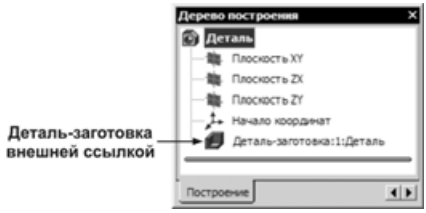


Рис. 6.110

Последующая работа с основанием (приклеивание и вырезание элементов, построение скруглений, отверстий и т. д.) ничем не отличается от работы с основанием, полученным известным уже путем.

Задание

Самостоятельно постройте в модели пять дополнительных элементов: цилиндрическую бобышку, фаску, коническую бобышку, сквозное отверстие и скругление по размерам, показанным на рис. 6.111. Сохраните модель.

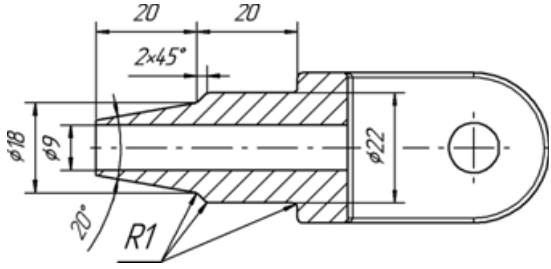


Рис. 6.111

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Наконечник-2.
- Используйте в качестве основания новой детали тот же самый файл Наконечник.m3d из папки Упражнения, но, в качестве способа вставки, укажите вариант **Вставка без истории** (рис. 6.112).

В этом случае, никаких ссылок на файл детали-заготовки не формируется, заготовка просто копируется в модель и теряет информацию о названии и расположении источника (рис. 6.113). Редактирование файла источника не оказывает влияния на заготовку.

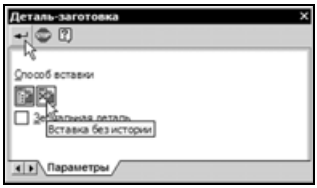


Рис. 6.112

Рис. 6.113

Задание

Как и в предыдущем случае, постройте в модели дополнительные элементы (рис. 6.114). Отличие заключается в создании прямоугольных бобышек вместо цилиндрических и в отсутствии фаски. Сохраните модель на диске.

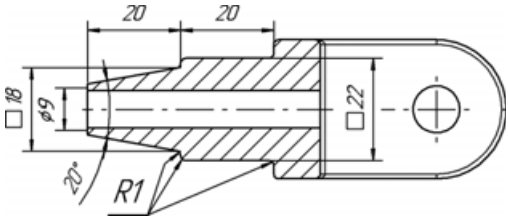


Рис. 6.114

- Вновь откройте документ Наконечник.m3d из папки Упражнения.
- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:2** операции **Вырезать элемент выдавливания:1**, которая определяет отверстия в вилке.
- Измените размер окружности в эскизе с 10 на 15 . После закрытия эскиза система перестроит модель с учетом нового размера отверстия (рис. 6.115).

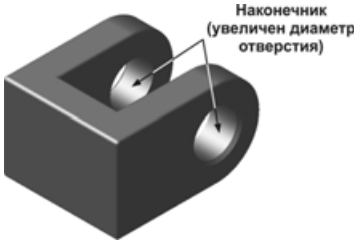


Рис. 6.115

- Последовательно просмотрите модели Наконечник-1.m3d и Наконечник-2.m3d из папки Мои модели. Вы увидите, что система автоматически изменила диаметр отверстия в детали Наконечник-1.m3d, куда де-

таль-основание была вставлена по внешней ссылке. Диаметр отверстия в детали Наконечник-2.m3d, остался прежним, так как деталь-основание вставлена способом **Без истории** (рис. 6.116).

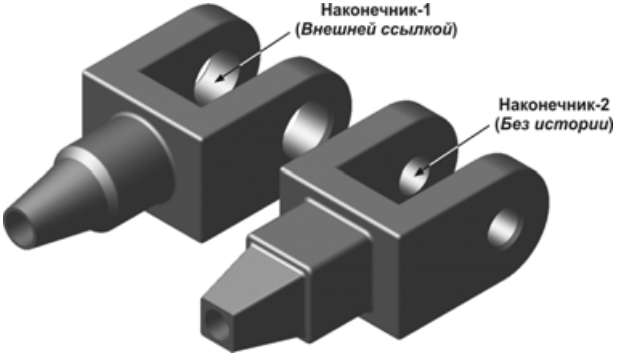


Рис. 6.116

Замечание

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

Создание зеркальных деталей

Частным случаем использования детали-заготовки является создание **зеркальных** деталей. Во многих изделиях используются детали, которые являются зеркальным отражением друг друга. Например, хорошо всем знакомая электрическая вилка включает в себя две крышки, которые являются зеркальными и отличаются незначительно (рис. 6.117).

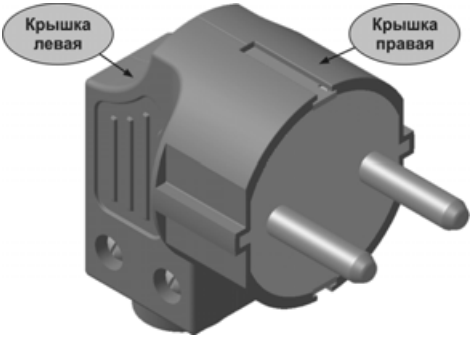


Рис. 6.117

В подобных случаях следует построить одну из деталей, а зеркальную копию выполнить средствами системы.

Построение детали Крышка левая

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Крышка левая.
- Чтобы использовать готовую модель в качестве зеркального основания текущей детали нажмите кнопку **Деталь-заготовка**.
- В окне диалога выбора файлов откройте документ Крышка правая.m3d из папки Упражнения (рис. 6.118).
- На экране появится диалог выбора способа вставки. Включите опцию **Зеркальная деталь** и нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 6.119).

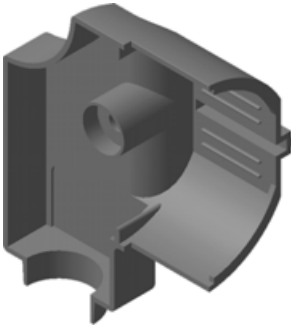


Рис. 6.118

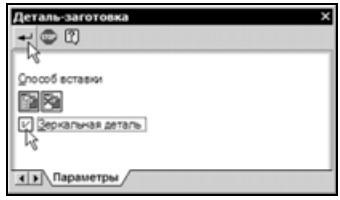


Рис. 6.119

- В окне модели система построит зеркальное изображение детали (рис. 6.120). Установите ориентацию **Изометрия XYZ**, тип отображения — **Полутоновое** и максимальную степень точности отображения. Сохраните модель.

Рис. 6.120

Последующая работа: с зеркальной копией ничем не отличается от работы с основанием, полученным известным уже путем. Например, в левой крышке нужно заменить круглый паз под винт на шестигранный паз под гайку, построить зажим для крепления электропроводов, дополнительные отверстия и т. д. (рис. 6.121).

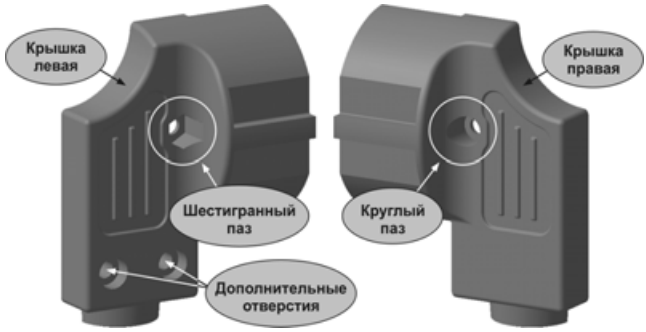


Рис. 6.121

Самостоятельная работа. Построение детали Гитара правая

Постройте зеркальную деталь для модели Гитара левая.m3d из папки Упражнения. Сохраните полученную зеркальную копию в папке Мои модели под именем Гитара правая (рис. 6.122).

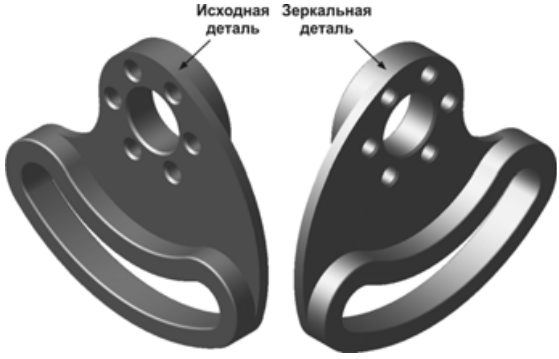


Рис. 6.122

Нанесение объемного текста

В КОМПАС-3D V6 эскизы элементов, кроме геометрических объектов, могут содержать и текстовые строки. Это позволяет создавать объемные надписи на плоских гранях модели (рис. 6.123).

Рис. 6.123

- Откройте документ Текст.m3d из папки Упражнения. В этом документе хранится модель простой пластины.

На передней грани основания созданы два эскиза, в каждом из которых создана вспомогательная точка. Выполним на пластине объемный текст, показанный на рис. 6.123.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:2** и нажмите кнопку **Ввод Текста** на инструментальной панели **Обозначения**.

В строке сообщений появился запрос системы **Укажите точку привязки или введите ее координаты**, а на панели свойств появился ряд полей, позволяющих задать положение и угол наклона текста (рис. 6.124).

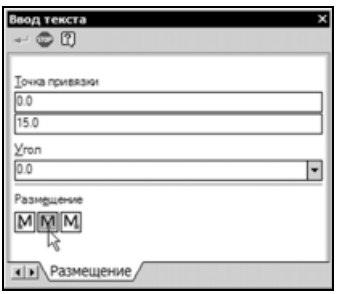


Рис. 6.124

- Нажмите кнопку **По центру** в группе **Размещение**.

Эта кнопка позволяет указать в качестве точки привязки текста центральную точку его первой строки. При вводе текст будет увеличиваться вправо и влево относительно указанной точки.

- Укажите вспомогательную точку, проставленную в эскизе.

После ввода точки система перешла в режим текстового редактора. Обратите внимание на то, как изменилось содержание панели свойств (рис. 6.125).

Рис. 6.125

На рабочем поле в точке привязки появился прямоугольник, ограниченный тонкими линиями — рамка ввода. Она видна только при вводе или редактировании текста, охватывает текстовую надпись по ширине и высоте и служит для удобства ввода. Внутри рамки мигает вертикальная черта — текстовый курсор.

- Введите заглавными буквами первую строку КОМПАС.

Параметры текста, по умолчанию, соответствуют требованиям стандарта, устанавливающего правила надписей на чертежах. В данном случае, текст носит оформительский характер, изменим его параметры.

- Для выделения всей текстовой записи, нажмите <Ctrl>+<A> — текст выделен цветом.
- Нажмите кнопку раскрытия списка поля **Шрифт** и выберите из списка шрифт **Arial**.
- Раскройте список поля **Высота** и выберите из него значение 14.
- В группе **Оформление** нажатием на кнопку **Курсив** выключите наклонное начертание текста. Затем нажмите кнопку **Полужирный**.
- Щелчком на кнопке **Создать объект** на панели специального управления завершите ввод текста (рис. 6.126).

Рис. 6.126

- Закройте эскиз и нажмите кнопку **Приклеить выдавливанием**. Выполните приклеивание эскиза в прямом направлении на 3. В окне модели система построит объемный текст (рис. 6.127).

Рис. 6.127

Последующая работа с объемным текстом не отличается от работы с другими элементами, полученными на основе эскизов.

- Нажмите кнопку **Скругление**, укажите передние плоские грани всех шести букв и постройте скругление радиусом 0.3.
- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:3** и вновь нажмите кнопку **Ввод Текста**.
- Включите кнопку **Справа** в поле **Размещение** на панели свойств. Укажите вспомогательную точку в эскизе и введите текст 3D V6. Выделите текст и назначьте ему шрифт **Arial**, высоту 20 мм и полужирное прямое начертание.
- Закройте эскиз и приклейте в прямом направлении на 3.
- Скруглите верхние плоские грани букв радиусом 0.6.

Совет

Для редактирования объемного текста нужно войти в режим редактирования эскиза соответствующего элемента. Затем двойным щелчком мыши на любом из символов открыть текст для редактирования, изменить его и закрыть эскиз.

Текст можно не только приклеивать, но и вырезать на нужную глубину или насквозь. В последнем случае недопустимо использование тех символов, которые разделят деталь на части (А, О, Р и т. д.)

Использование компоновочных эскизов

Предположим, перед нами стоит следующая задача: на передней грани прямоугольной призмы необходимо сделать отверстие таким образом, чтобы оно прошло под углом 25° к передней грани. Положение центра 1 отверстия

должно быть задано относительно вершины 2 передней грани. Нужно иметь возможность управлять углом наклона отверстия и положением его центра (рис. 6.128).

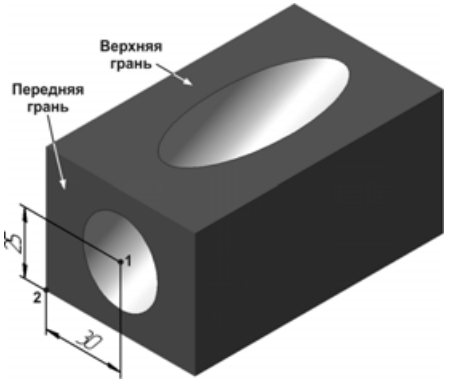


Рис. 6.128

На первый взгляд задача кажется довольно простой: раз отверстие должно пройти под углом, нужно создать вспомогательную плоскость под углом к передней грани, создать на ней эскиз в виде окружности, проставить линейные размеры, определяющие положение центра и вырезать элемент выдавливания (рис. 6.129).

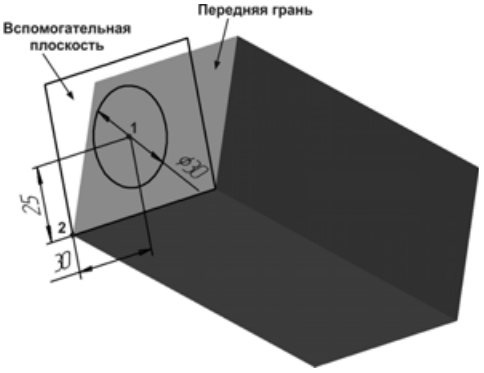


Рис. 6.129

Но, в данном случае, мы получим неверный результат для вертикального размера 25 мм, так как при проецировании из вспомогательной плоскости на переднюю грань мы получим не истинное, а проекционное значение.

Возникает парадоксальная ситуация: для достижения правильного результата окружность должна находиться на вспомогательной плоскости, а размеры, определяющие положение ее центра — на передней грани.

Эту проблему можно легко решить при помощи дополнительного эскиза, который будет выполнять вспомогательную (компоновочную) функцию.

- Откройте документ Призма.m3d из папки Упражнения.
- Создайте новый эскиз на передней грани призмы. С помощью команды **Точка** создайте вспомогательную точку в любом месте грани.
- Проставьте горизонтальный 30 и вертикальный 25 размеры, определяющие положение точки 1 относительно вершины 2 (рис. 6.130).

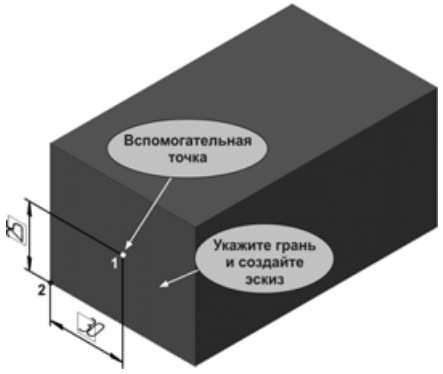


Рис. 6.130

- Больше в эскизе ничего создавать не нужно. Его единственное назначение — управлять положением центра будущего отверстия. Закройте эскиз.
- Нажмите кнопку **Плоскость под углом к другой плоскости** на панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей.
- Укажите переднюю грань призмы, под углом к которой должна пройти плоскость, затем — нижнее ребро, через которое должна пройти плоскость (рис. 6.131).

Рис. 6.131

- В поле **Угол** на панели свойств введите значение угла наклона 25 и нажмите кнопку **Обратное направление** в группе **Направление угла** (рис. 6.132).

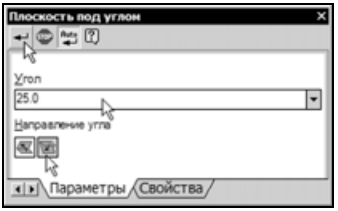


Рис. 6.132

- Подтвердите создание плоскости щелчком на кнопке **Создать объект** .
- Создайте новый эскиз на **Плоскость под углом:1**.
- Выполните команду **Операции | Спроецировать** объект и укажите вспомогательную точку 1 (рис. 6.131), созданную ранее на передней грани — система построит в текущем эскизе точку 3, которая является проекцией точки 1.
- Постройте окружность с центром в точке 3. Проставьте диаметральный размер 30 и закройте эскиз.
- Примените к эскизу операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении типом **Через все**. Сохраните модель.

Мы выполнили поставленную задачу: с помощью **Эскиз:2** можно управлять положением центра окружности на передней грани, с **помощью Эскиз:3** можно изменять диаметр отверстия, а с помощью **Плоскость под углом:1** — угол его наклона (рис. 6.133).

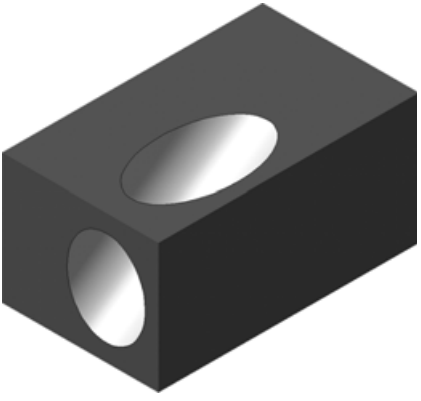


Рис. 6.133

Использование библиотек эскизов

Одна из дополнительных возможностей автоматизации построений — использование библиотек эскизов. Например, библиотеку параметрических эскизов профилей проточек можно использовать при создании моделей тел вращения. В этом случае не потребуется многократное создание одинаковых эскизов; в каждом новом эскизе можно будет использовать однажды построенное и сохраненное в библиотеке изображение, в том числе и параметрическое.

Отдельные элементы детали **Опора**, которая показана на рис. 6.134, могут быть созданы с помощью библиотеки эскизов КОМПАС-3D V6.

Рис. 6.134

Построение детали Опора

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Опора. Установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ** и вариант отображения **Полутоновое**.
- Щелкните правой кнопкой мыши на элементе **Плоскость ZX** в дереве построения и выполните команду **Эскиз из библиотеки** (рис. 6.135).

Рис. 6.135

- На панели свойств откройте раздел **Пазы и бобышки** в дереве библиотеки. В списке элементов библиотеки укажите эскиз **Паз2** (рис. 6.136).

Рис. 6.136

Фантом выделенного в библиотеке элемента отображается в окне детали, причем начало координат элемента совмещается с началом координат эскиза.

Замечание

При необходимости, можно изменить положение эскиза на плоскости. Для этого нужно отменить фиксацию поля **Точка привязки** и ввести в него нужное значение, либо просто указать мышью положение точки привязки в эскизе.

- Нажмите кнопку **Создать объект** — графические объекты из библиотечного элемента будут скопированы в текущий эскиз модели и система вернется в режим работы с деталью.

- Выделите построенный эскиз в дереве построения и выдавите его в прямом направлении на 10 (рис. 6.137).

Рис. 6.137

- Самостоятельно создайте на верхней грани основания цилиндрическую бобышку высотой 50 и диаметром 25 (рис. 6.138).
- Укажите правой кнопкой мыши плоскую верхнюю грань цилиндрической бобышки (рис. 6.138) и вновь выполните **Эскиз из библиотеки**.
- Выберите из библиотеки эскиз **Паз6** и примените **Приклеить выдавливанием** в прямом направлении на 10.

После выполнения последней операции модель должна выглядеть так, как это показано на рис. 6.139.

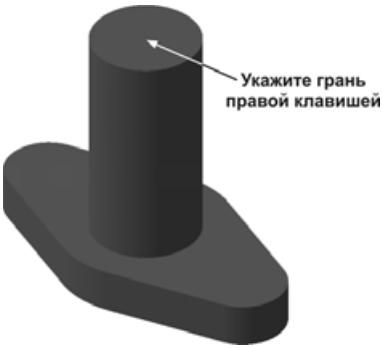


Рис. 6.138

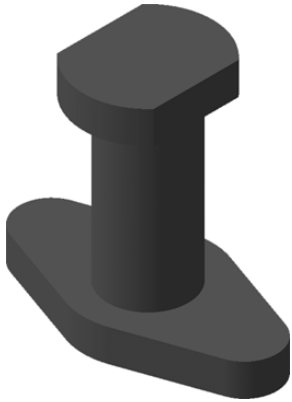


Рис. 6.139

Задание

Самостоятельно создайте в модели две фаски и два отверстия, по размерам на рис. 6.140. Для создания отверстий воспользуйтесь кнопкой **Отверстие** на панели **Построение детали**.

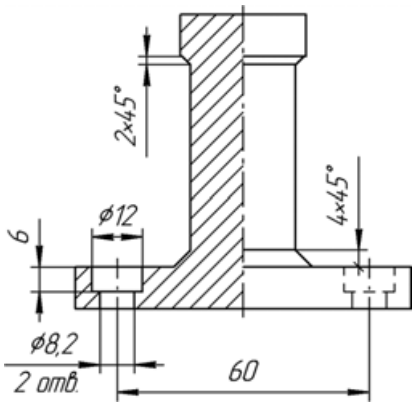


Рис. 6.140

Замечание

Вставленный из библиотеки эскиз теряет связь со своим источником. Порядок его редактирования не отличается от порядка редактирования других эскизов, включая изменение значений проставленных в них ассоциативных размеров.

Библиотеки эскизов — это файлы специальных форматов с расширением *lfr*. Пользователь имеет возможность создавать новые разделы и новые фрагменты в разделах библиотек, редактировать или удалять их, создавать свои библиотеки.

Решение задач начертательной геометрии

Построение аксонометрических проекций, сечений поверхностей геометрических тел плоскостями, линий взаимного пересечения поверхностей геометрических тел и т. д. связано с выполнением сложных построений и больших затрат времени. На рис. 6.141 показано решение простейшей задачи: построение сечения конуса плоскостью.

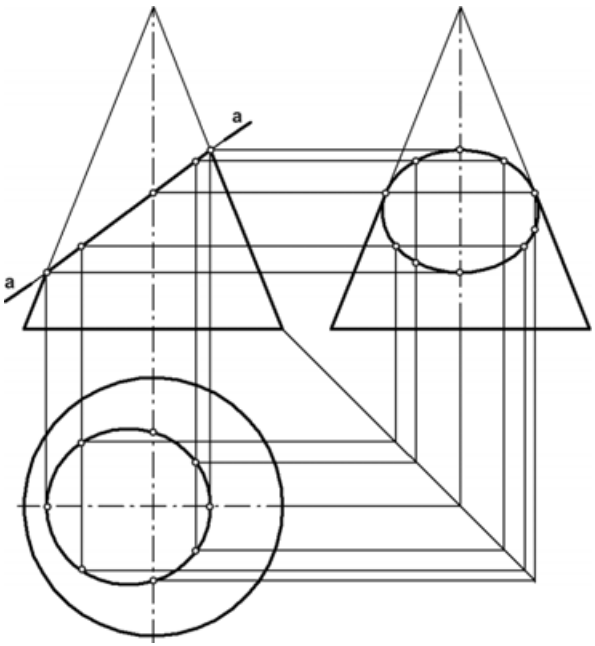


Рис. 6.141

Для построения линии пересечения того же конуса цилиндром необходимы более сложные построения (рис. 6.142).

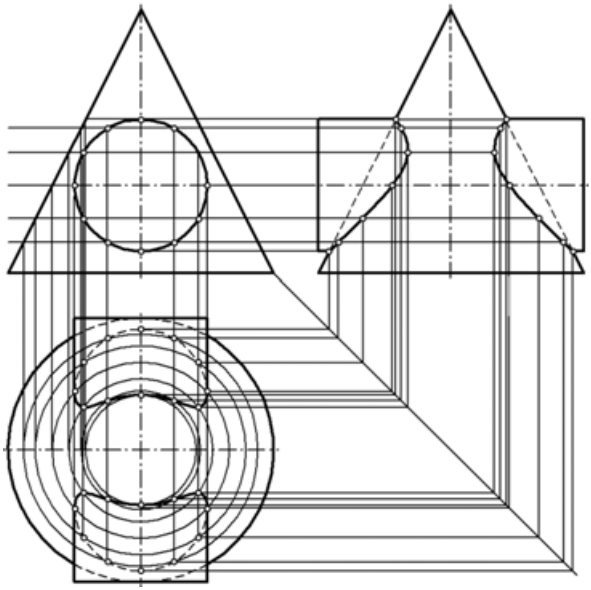


Рис. 6.142

Использование системы трехмерного моделирования для решения задач начертательной геометрии позволяет не просто быстро выполнить любое, самое сложное построение, но превращает работу в увлекательное занятие, оставляя время для проведения интересных творческих экспериментов.

Сечение конуса плоскостью

Построим линии сечения конуса плоскостью с помощью системы КОМПАС-3D V6 (рис. 6.143).

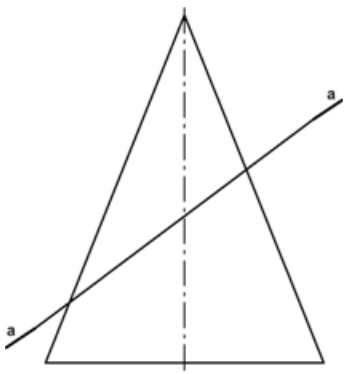


Рис. 6.143

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Сечение конуса плоскостью.
- Создайте новый эскиз на плоскости **XY** (фронтальной плоскости) и постройте стилем линии **Осевая** отрезок 0-1 (рис. 6.144). Начальную точку 0 укажите в начале координат, конечную точку 1 укажите произвольно. Затем наложите на отрезок ограничение **Вертикаль** и проставьте вертикальный линейный размер 100 мм. Этот размер будет определять высоту конуса.
- Стилем линии **Основная** постройте ломаную линию 1-2-0. Начальную точку 1 и конечную точку 0 укажите на соответствующих точках осевого отрезка, а точку 2 — произвольно.
- Выполните для отрезка 0-2 ограничение **Горизонталь** и проставьте горизонтальный линейный размер 40. Этот размер будет определять диаметр основания конуса.
- Нажмите кнопку **Операция вращения** на панели расширенных команд создания основания детали.
- На панели свойств установите тип вращения **Сфероид**, отключите режим создания тонкой стенки и нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение конуса (рис. 6.145).

Рис. 6.144

Рис. 6.145

- Создайте новый эскиз на фронтальной плоскости и постройте стилем линии **Основная** отрезок 1-2 (рис. 6.146). Начальную и конечную точки укажите таким образом, чтобы они лежали вне пределов контура конуса.
- Выполните **Операции | Спроецировать объект:** спроецируйте в эскиз вершину 3 конуса и отрезок 4-5 — проекцию ребра в основании конуса. Измените стиль линии отрезка с **Основная** на **Утолщенная**.

- Постройте вертикальные и горизонтальные размеры, определяющие положение конечных точек проекции отрезка относительно вершины конуса (точка 3) и конечных точек отрезка 4-5.
- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Сечение по эскизу** в обратном направлении (рис. 6.147). Сохраните модель.

Рис. 6.146

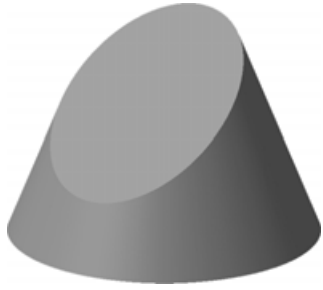


Рис. 6.147

- Создайте новый лист чертежа. Установите для чертежа формат А3 и горизонтальную ориентацию. Сохраните документ на диске в папке Мои модели под именем Сечение конуса плоскостью.
- Нажмите кнопку **Стандартные виды** на инструментальной панели **Ассоциативные виды** — на экране появится диалог выбора модели. В окне диалога укажите открытый документ Сечение конуса плоскостью и нажмите **OK** (рис. 6.148).

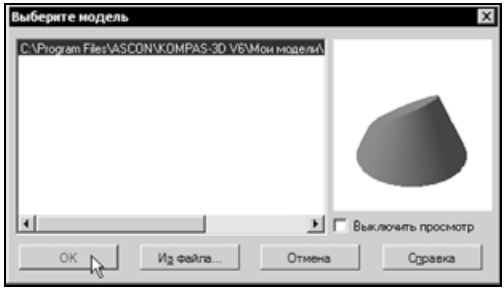


Рис. 6.148

- Система предложит построение трех стандартных видов модели. Нажмите кнопку **Схема** на панели свойств. В диалоговом окне дополнительно включите вид **Изометрия** и нажмите **OK** (рис. 6.149).

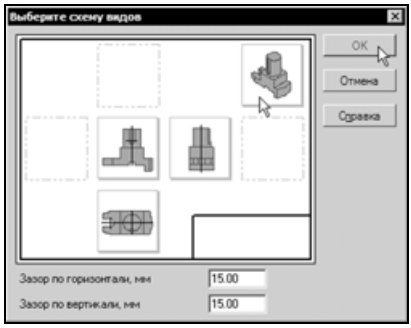


Рис. 6.149

- Укажите на чертеже положение точки привязки изображения — начала координат главного вида.
- Выделите вид **Изометрия** щелчком на его габаритной рамке и расположите вид, как это показано на рис. 6.150. Сохраните документ на диске и закройте его окно.

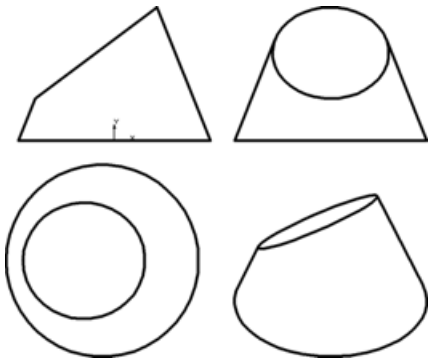


Рис. 6.150

Замечание

Разумеется, на чертеже отсутствуют вспомогательные построения, необходимые для определения линий сечения методами начертательной геометрии. Однако, имея готовые линии сечения, воспроизвести логику построения нетрудно (см. рис. 6.141).

Сечение конуса четырьмя плоскостями

Усложним задачу: построим сечение конуса четырьмя плоскостями (рис. 6.151). Выполнение такого построения на бумаге многих привело бы в уныние, включая автора. В КОМПАС-3D V6 на это уйдет 2-3 минуты.

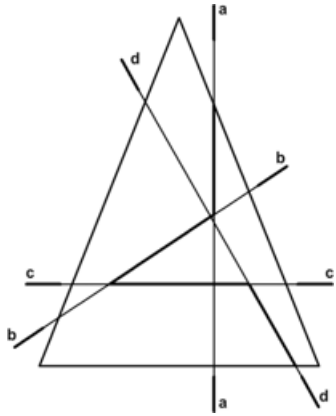


Рис. 6.151

- Сделайте текущим документ Сечение конуса плоскостью.m3d.
- С помощью команды **Файл | Сохранить как** создайте копию документа под именем Сечение конуса четырьмя плоскостями.
- Установите ориентацию **Спереди** и перейдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:2** операции **Сечение по эскизу:1**.
- Аккуратно удалите наклонный отрезок и все размеры. Постройте ломаную линию 1-2-3-4-5, проставьте размеры и введите значения, как на рис. 6.152.

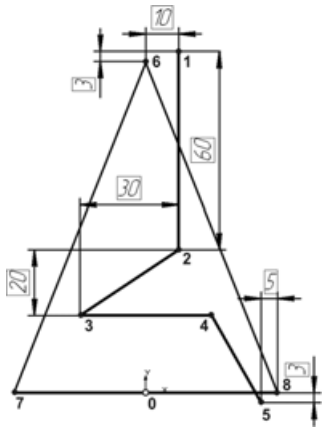


Рис. 6.152

- Закройте эскиз. Установите ориентацию **Изометрия** — в окне модели система выполнила построение заданного сечения. Сохраните модель (рис. 6.153).

Рис. 6.153

- Создайте новый чертеж и постройте в нем три стандартные проекции модели (рис. 6.154). Сохраните документ на диске.

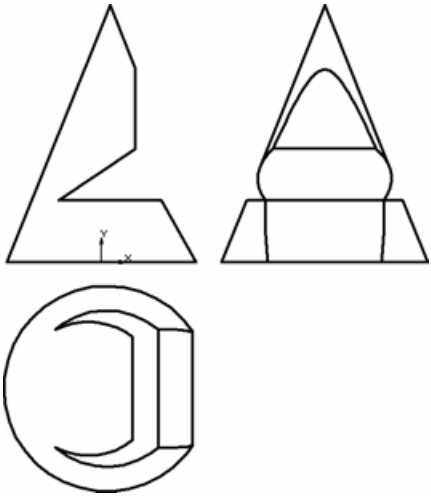


Рис. 6.154

Пересечение конуса с цилиндром

- Откройте документ Сечение конуса плоскостью.m3d из папки Мои модели.
- С помощью команды **Файл | Сохранить как** создайте копию документа под именем Пересечение конуса с цилиндром.
- В дереве построения укажите элемент **Сечение по эскизу:1** и нажатием на клавишу <Delete> удалите его. Аналогичным образом удалите эскиз данного элемента.

- Создайте эскиз на фронтальной плоскости и постройте в нем окружность (рис. 6.155). Центр окружности (точка 1) выше точки начала координат, радиус — произвольный.
- Проставьте к окружности диаметральный размер и присвойте ему значение 40.
- Выровняйте по вертикали точку 0 начала координат и центр окружности.
- Проставьте вертикальный линейный размер 30, расстояние между центром окружности и началом координат.

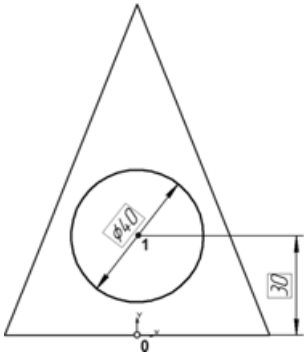


Рис. 6.155

- Закройте эскиз и выполните **Приклеить выдавливанием**. В диалоговом окне **Параметры** включите кнопку **Два направления** и задайте для каждого из направлений тип выдавливания **Через все**. Нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 6.156).

Рис. 6.156

Замечание

Использование варианта **Два направления** типом **Через все** обеспечит дополнительную гибкость модели: при изменениях высоты конуса и диаметра основания, цилиндр изменит длину (рис. 6.157).

Вариант с добавлением цилиндра легко превратить в вариант с его вычитанием, причем оба варианта можно хранить в одной и той же модели.

- Войдите в режим редактирования эскиза элемента **Приклеить элемент выдавливания:1** и нажмите кнопку **Выделить все** на инструментальной панели **Выделение**.
- Нажмите кнопку **Копировать** на панели **Стандартная**, укажите в качестве базовой точку начала координат и закройте эскиз.
- Укажите правой кнопкой мыши на элемент **Приклеить элемент выдавливания:1** и выполните команду **Исключить из расчета**. После этого в окне модели останется лишь исходный конус.
- Создайте новый эскиз на фронтальной плоскости и щелкните на кнопке **Вставить**. В качестве нового положения базовой точки вновь укажите точку начала координат.
- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием,** с теми же параметрами, что и в случае приклеивания (рис. 6.158).

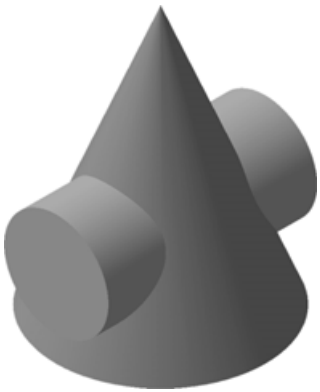


Рис. 6.157

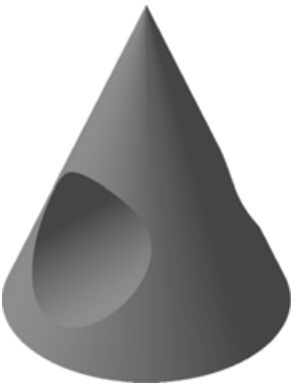


Рис. 6.158

Совет

Поочередно включая и исключая из расчета элементы **Приклеить элемент выдавливания:1** и **Вырезать элемент выдавливания:1**, можно получать варианты с добавлением и вычитанием материала.

- Создайте новый чертеж и постройте в нем три стандартные проекции модели для варианта **Вырезать выдавливанием** (рис. 6.159). Сохраните документ на диске.

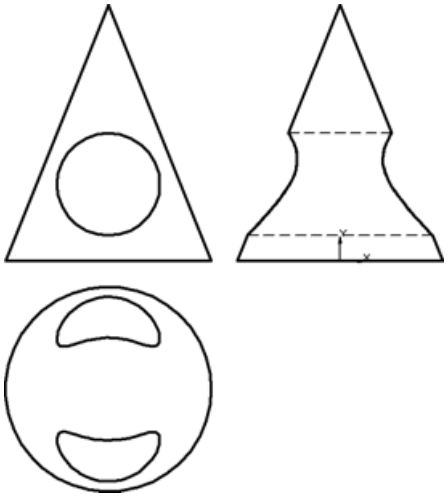


Рис. 6.159

Пересечение пирамиды и полуцилиндра

Построим пересечение усеченной пирамиды и объемного элемента в форме половины цилиндра (рис. 6.160).

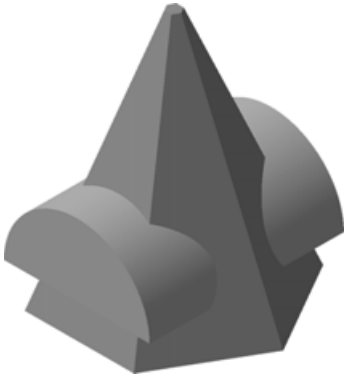


Рис. 6.160

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Пересечение пирамиды и полуцилиндра.
- Создайте новый эскиз на горизонтальной плоскости и установите ориентацию **Сверху**.
- На панели расширенных команд построения многоугольников нажмите кнопку **Многоугольник** (рис. 6.161).

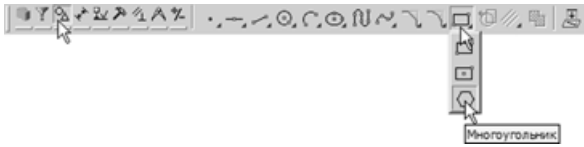


Рис. 6.161

- Укажите точку центра многоугольника в начале координат эскиза.
- Откройте список ▾ поля **Количество вершин** на панели свойств и выберите из него значение 6 (рис. 6.162).

Рис. 6.162

- По умолчанию, система выполняет построение описанного многоугольника. Нажатием на кнопку **По описанной окружности** в группе **Способ** переключите команду в режим построения вписанного многоугольника.
- В поле **Радиус окружности** введите значение 45.
- Для правильной ориентации вершин многоугольника, в поле **Угол** введите значение 0 и нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение шестиугольника (рис. 6.163).

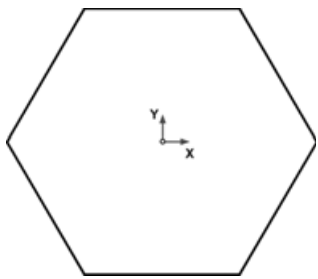


Рис. 6.163

- Закройте эскиз и примените к нему операцию **Операция выдавливания,** как на рис. 6.164. Система выполнит построение усеченной пирамиды.

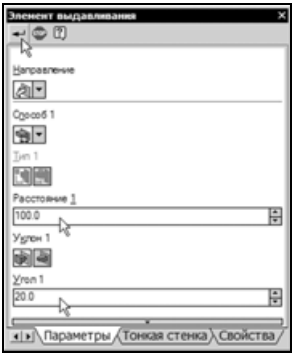


Рис. 6.164

- Создайте новый эскиз на фронтальной плоскости.
- Постройте отрезок 1-2 (рис. 6.165) выше точки начала координат, назначьте отрезку горизонтальную ориентацию и проставьте линейный размер 60, определяющий его длину.
- В середине отрезка постройте вспомогательную точку 3 и выровняйте эту точку по вертикали с точкой 0 начала координат.
- Проставьте вертикальный размер 15, расстояние от отрезка 1-2 до точки 0.
- С помощью команды **Дуга по двум точкам** постройте дугу 2-1. Поскольку дуга, по умолчанию, строится в направлении против часовой стрелки, точки удобнее указывать против часовой стрелки. Проставьте к дуге радиальный размер R30.

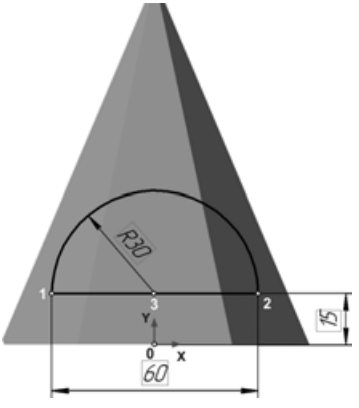


Рис. 6.165

- Закройте эскиз и выполните **Приклеить выдавливанием** с параметрами, показанными на рис. 6.166.

В окне модели система выполнит построение объемного элемента в виде полуцилиндра (рис. 6.167).

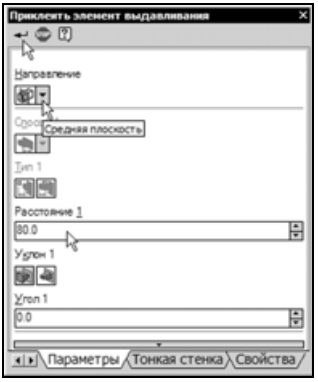


Рис. 6.166

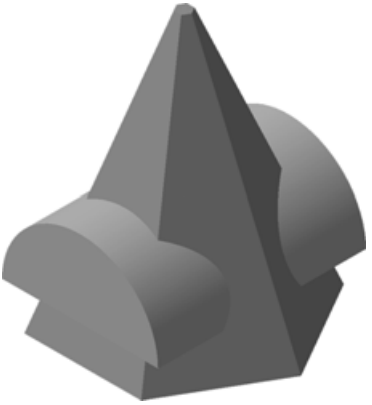


Рис. 6.167

- Усложним построение. Войдите в режим редактирования элемента **Приклеить элемент выдавливания:1** и измените его как на рис. 6.168.

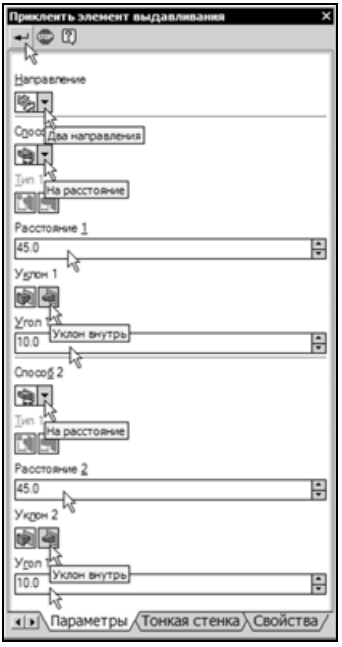


Рис. 6.168

После перестроения, модель выглядит следующим образом (рис. 6.169).

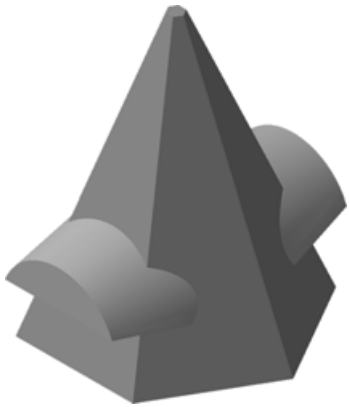


Рис. 6.169

На рис. 6.170 показаны три стандартные проекции детали для варианта с уклонами.

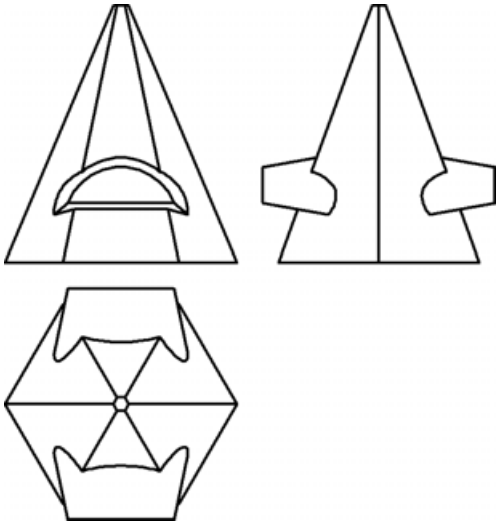


Рис. 6.170

Задание

Попробуйте самостоятельно заменить вариант с добавлением половины цилиндра вариантом с его вычитанием. Порядок действий такой же, как в задаче построения пересечения конуса и цилиндра. При задании параметров элемента **Вырезать выдавливанием** замените направление уклона, включив кнопки **Уклон наружу** в группах **Уклон 1** и **Уклон 2**.

На рис. 6.171 показано, как должна выглядеть модель для варианта с вычитанием материала.

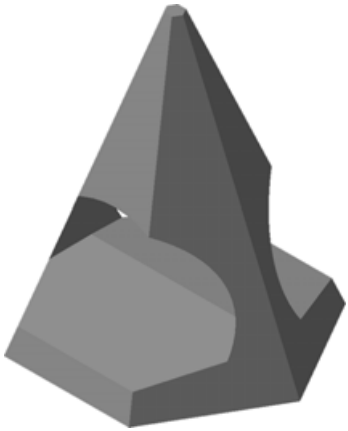


Рис. 6.171

Пересечение тора шаром

Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Пересечение тора шаром.

Решение задачи начнем с построения тора, основания модели.

- Создайте новый эскиз на профильной плоскости и установите ориентацию **Нормально к**. Постройте стилем линии **Основная** окружность диаметром 60 с центром в точке начала координат, сечение тора (рис. 6.172).
- Слева от окружности постройте вертикальный отрезок стилем линии **Осевая**.
- Проставьте горизонтальный линейный размер 60 — он будет определять радиус тора.

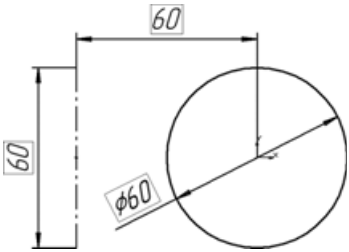


Рис. 6.172

- Закройте эскиз и нажмите кнопку **Операция вращения** на панели расширенных команд создания основания детали.
- Откройте закладку параметров тонкой стенки. Включите флажок **Создавать тонкую стенку**, нажмите кнопку **Внутрь** и установите толщину стенки 5. При таких параметрах система построит полый тор. Нажмите **Создать Объект**.

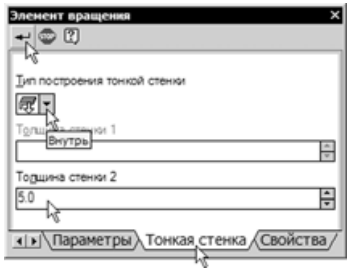


Рис. 6.173

- В окне модели система выполнит построение тора (рис. 6.174). Зайдите в диалог настройки модели и установите максимально возможную степень точности отрисовки модели.

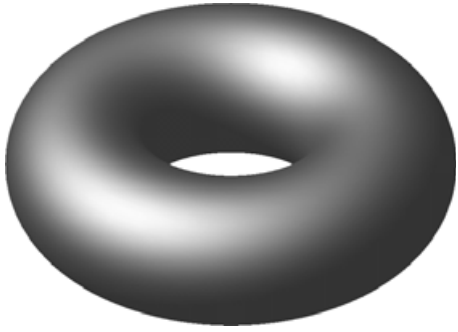


Рис. 6.174

Теперь перейдем к построению шара.

- Создайте новый эскиз на фронтальной плоскости и установите ориентацию **Нормально к**.
- В произвольном месте эскиза стилем линии **Осевая** постройте вертикальный отрезок 2-3 (рис. 6.175). Проставьте к нему линейный размер длины отрезка 80.
- В середине отрезка постройте вспомогательную точку 1 и совместите ее с точкой 0 начала координат.

- С помощью команды **Дуга по двум точкам** постройте дугу 2-3 стилем линии **Основная**.

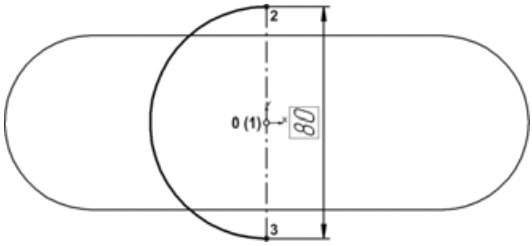


Рис. 6.175

- Закройте эскиз и выполните **Приклеить вращением** с теми же параметрами, что и при создании тора (включая создание тонкой стенки) (рис. 6.176).

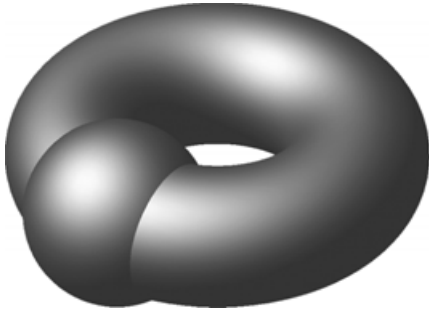


Рис. 6.176

Создадим в модели массив из трех шарообразных элементов. Для его построения потребуется вспомогательная ось.

- Нажмите кнопку **Ось конической поверхности** на панели расширенных команд построения осей (рис. 6.177)

Рис. 6.177

- Укажите грань тора — в окне модели система выполнит построение вспомогательной оси (рис. 6.178).

- Нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке** на панели **Редактирование детали**.
- Укажите либо в дереве построения элемент **Ось операции:1**, либо собственно ось в окне модели.
- В дереве построения укажите элемент **Приклеить элемент вращения:1**.
- Установите параметры операции копирования, как на рис. 6.179, и нажмите **Создать объект**.

Рис. 6.178

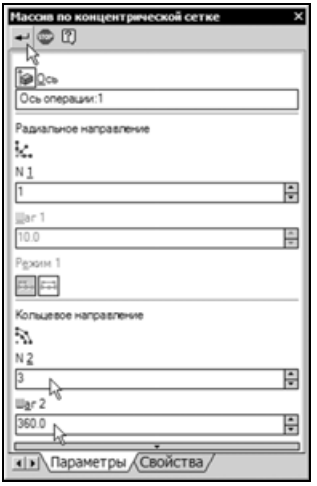


Рис. 6.179

После добавления концентрического массива элементов модель будет выглядеть еще более эффектно (рис. 6.180).

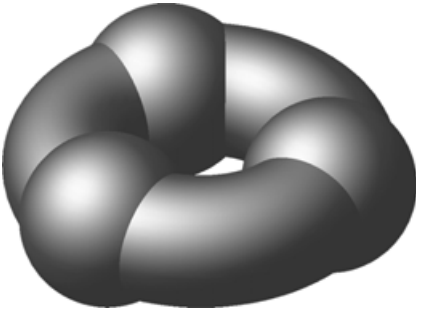


Рис. 6.180

При создании тора и шара мы использовали опцию создания тонкостенных элементов. Попробуем заглянуть внутрь модели, разрезав ее вспомогательной плоскостью.

- Создайте вспомогательную смещенную плоскость, параллельную горизонтальной плоскости выше на 20.
- С помощью команды **Сечение поверхностью** удалите часть модели над построенной вспомогательной плоскостью. На сечении будет видно, что модель имеет сложную внутреннюю структуру (рис. 6.181).

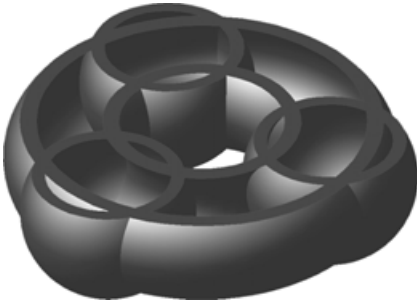


Рис. 6.181

- В дереве построения укажите правой кнопкой мыши на элемент **Сечение плоскостью:1** и выполните команду **Исключить из расчета** — модель вернется состояние до выполнения операции сечения. Сохраните модель.
- Создайте новый чертеж и постройте в нем три стандартные проекции модели (рис. 6.182). Сохраните документ на диске.

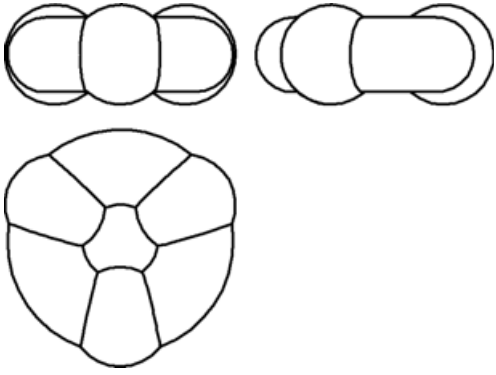
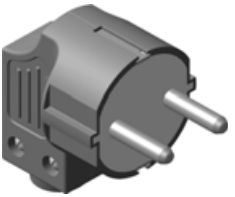


Рис. 6.182

Та легкость, с которой система позволяет добавлять в модель все новые и новые элементы, ограничивает ее дальнейшее изменение только фантазией автора.



ГЛАВА 7

Построение сборок

Сборка в КОМПАС-3D V6 — трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подсборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

Пользователь задает состав сборки, добавляя в нее новые компоненты или удаляя существующие. Модели компонентов хранятся в отдельных файлах[1]. В файле сборки хранятся ссылки на эти компоненты.

Построение сборочной единицы Вилка

В данном разделе описывается создание трехмерной модели сборки на примере сборочной единицы **Вилка**, показанной на рис. 7.1. Сборка состоит из одной подсборки, семи деталей, и шести стандартных изделий (винтов, шайб и гайки). Все детали, входящие в модель, находятся в папке Вилка.

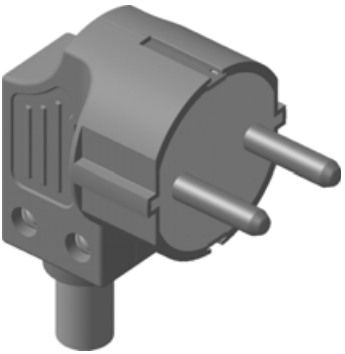


Рис. 7.1

[1] Исключением являются файлы стандартных изделий, которые хранятся в специальной библиотеке крепежа.

Создание подсборки Вкладыш

Построение модели начнем с создания подсборки из двух деталей: **Вкладыш** и **Контакт заземляющий** (рис. 7.2).

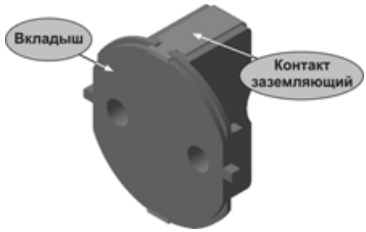


Рис. 7.2

- Для создания новой модели сборки выполните команду **Файл | Создать** или нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**.
- В окне диалога укажите тип создаваемого документа **Сборка** и нажмите кнопку **OK** (рис. 7.3).

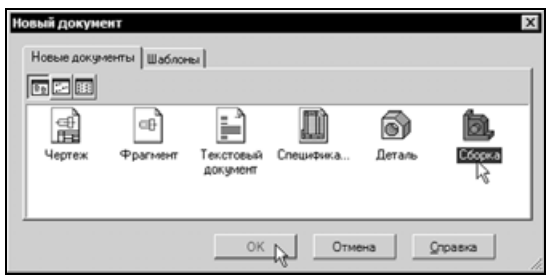


Рис. 7.3

На экране откроется окно нового документа — сборки. В окне сборки находится дерево построения, система координат и плоскости проекций.

На компактной панели появится несколько дополнительных кнопок, откроется инструментальная панель **Редактирование сборки** (рис. 7.4).

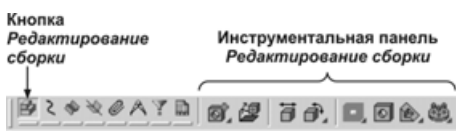


Рис. 7.4

- Нажмите кнопку **Сохранить** и сохраните новую сборку под именем **Вкладыш**.

Замечание

Файлы сборок имеют расширение a3d, которое система автоматически добавляет к имени документа.

Добавление компонента сборки из файла

Обычно в качестве базового определяют компонент, относительно которого удобно задавать положение всех остальных компонентов.

- Чтобы добавить в с сборку компонент из файла, нажмите кнопку **Добавить из файла** на панели **Редактирование сборки**.
- В диалоге выбора файлов откройте папку Вилка, укажите в списке файлов документ **Вкладыш** и нажмите кнопку **Открыть** (рис. 7.5).

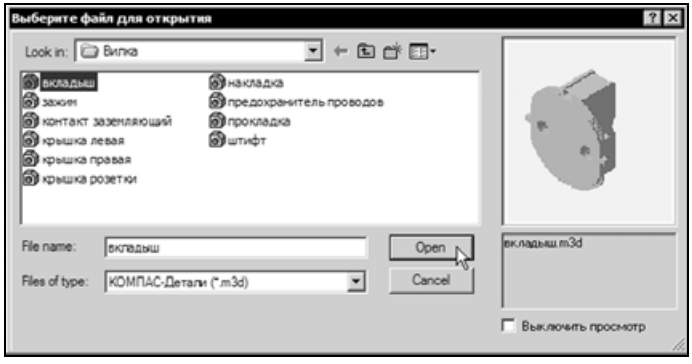


Рис. 7.5

На экране появится фантом указанного компонента, который можно свободно перемещать в окне сборки.

- В ответ на запрос системы **Укажите местоположение компонента** укажите точку начала координат модели (рис. 7.6) — при этом курсор должен находиться в режиме указания вершины.

Рис. 7.6

- Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ** и режим отображения **Полутоновое** (рис. 7.7)

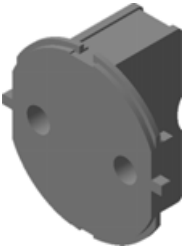


Рис. 7.7

После вставки компонента его начало координат, направление осей координат и системные плоскости совмещаются с аналогичными элементами сборки.

Первый компонент *фиксируется* в том положении, в котором он был вставлен. Зафиксированный компонент не может быть перемещен в системе координат сборки.

Замечание

При необходимости, можно отключить фиксацию компонента. Для этого нужно выделить компонент в дереве построения и вызвать из контекстного меню команду **Свойства компонента**. На панели свойств нажать кнопку **Не фиксировать компонент** (рис. 7.8). Таким образом, фиксация компонентов может быть включена или выключена, по желанию пользователя. При создании сборки рекомендуется фиксировать, по крайней мере, один из ее компонентов.

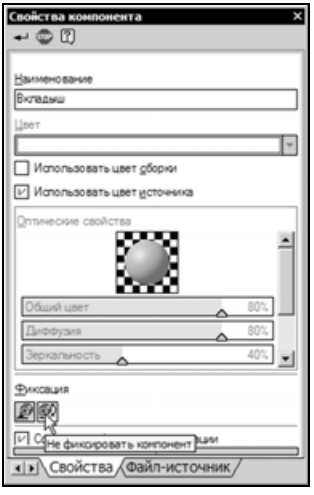


Рис. 7.8

В дереве построения сборки появился первый компонент — **Вкладыш** (система присваивает имена компонентам в соответствии с именами их файлов). Символ **(ф),** слева от названия детали, определяет ее фиксированный статус (рис. 7.9).

Рис. 7.9

- В дереве построения система присваивает сборке имя по умолчанию: **Сборка**. Измените имя сборки на более определенное — **Вкладыш**.

Задание взаимного положения компонентов

При создании детали конструктор обычно определяет ее положение в системе координат, исходя из удобства построения детали, при этом совершенно не обязательно принимать во внимание то, как деталь будет расположена в сборке. В результате, в процессе вставки в сборку, деталь может расположиться произвольным образом. В момент вставки достаточно указать лишь ее приблизительное положение.

- Чтобы добавить в с сборку очередной компонент, вновь нажмите кнопку **Добавить из файла** .
- В диалоге выбора файлов укажите деталь **Контакт заземляющий** и нажмите кнопку **Открыть** (рис. 7.10).

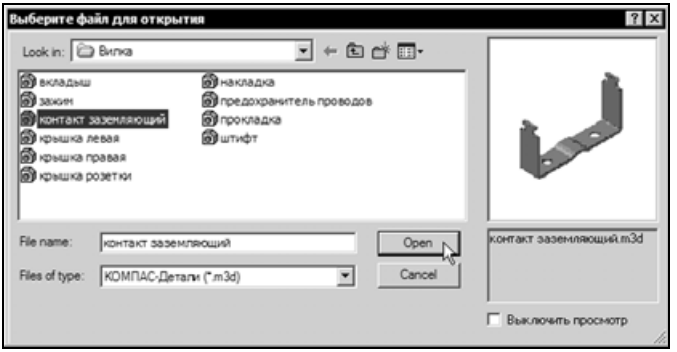


Рис. 7.10

- Укажите произвольное положение новой детали в сборке, например, как это показано на рис. 7.11.

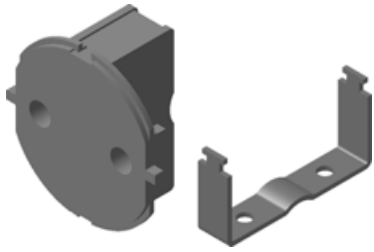


Рис. 7.11

После вставки компонента в сборку нужно уточнить его положение и ориентацию. В КОМПАС-3D V6 предусмотрено несколько способов перемещения компонентов сборки. Можно повернуть компонент вокруг его геометрического центра, вокруг оси или точки, а также сдвинуть в любом направлении.

Перемещение компонента

Для перемещения компонента нажмите кнопку **Переместить компонент** на панели **Редактирование сборки** — при этом курсор меняет свою форму на четырехстороннюю стрелку ✥.

- Установите курсор на деталь **Контакт заземляющий**, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь в новое положение (рис.7 12). После этого кнопку мыши следует отпустить.

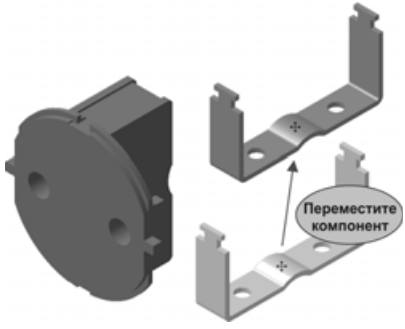


Рис. 7.12

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

Поворот компонента

Для поворота компонента нажмите кнопку **Повернуть компонент** на панели **Редактирование сборки** — при этом курсор меняет свою форму на две дугообразные стрелки.

- Установите курсор на деталь **Контакт заземляющий**, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор (рис. 7.13). Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра.

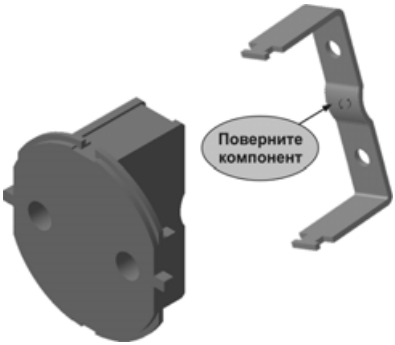


Рис. 7.13

- Поверните деталь, как это показано на рис. 7.13. После того, как компонент примет подходящую ориентацию, кнопку мыши следует отпустить.
- Для выхода из команды поворота нажмите кнопку **Прервать команду** на панели специального управления или клавишу <Esc> на клавиатуре.

Совет

После перемещения или поворота компонента его пиктограмма в дереве построения помечается красной "галочкой". Это означает, что его новое положение отражено только на экране и не передано в файл сборки. В таком случае, нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

Сопряжение компонентов

После предварительного размещения компонента, можно приступить к заданию его точного положения в сборке, за счет формирования сопряжений между компонентами.

Сопряжение — параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Для того, чтобы однозначно определить положение детали **Контакт заземляющий**, нужно задать

несколько сопряжений, с помощью инструментальной панели **Сопряжения** (рис.7 14).

Рис. 7.14

- Нажмите кнопку **Соосность** — эта команда позволяет установить соосность для таких элементов, как оси, цилиндрические или конические грани.
- С помощью кнопки **Повернуть** на панели **Вид** разверните сборку так, как это показано на рис. 7.15.
- Укажите курсором отверстия на **Вкладыше** и **Контакте**. Курсор при этом должен находиться в режиме выбора граней.

Рис. 7.15

После указания элементов произойдет перестроение сборки, после которого указанные элементы будут соосны.

- Аналогичным образом назначьте сопряжение **Соосность** для нижней пары отверстий на деталях (рис. 7.16).

Рис. 7.16

Для окончательного определения положения детали **Контакт** в сборке осталось совместить две плоские грани деталей.

- Нажмите кнопку **Совпадение объектов** на панели **Сопряжения** и укажите плоскую грань на детали **Вкладыш** (рис. 7.17).

Рис. 7.17

- Затем установите для сборки стандартную ориентацию **Изометрия XYZ** и укажите плоскую грань на детали **Контакт** (рис. 7.18).

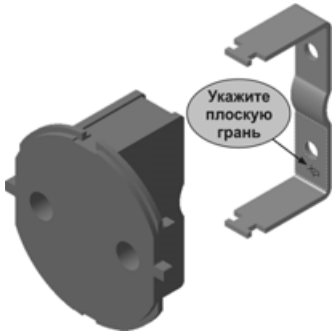


Рис. 7.18

- После этого деталь **Контакт** займет точное положение в сборке (рис. 7. 19). На этом построение подсборки **Вкладыш** закончено — сохраните ее на диске.

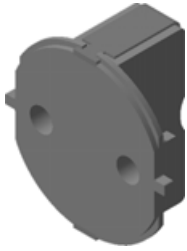


Рис. 7.19

- Сопряжения, назначенные компонентам, сохраняются в дереве построения в элементе **Группа сопряжений** (рис. 7.20). Раскройте элемент щелчком на символе "+", слева от его названия.

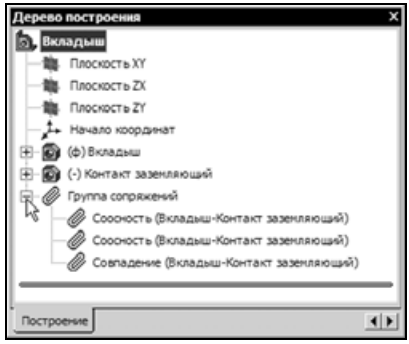


Рис. 7.20

Замечание

При необходимости, любое из сопряжений может быть отредактировано или удалено. Для этого нужно щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и выбрать из контекстного меню соответствующую команду (рис. 7.21).

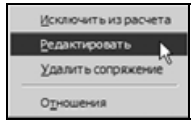


Рис. 7.21

Создание основной сборки

Теперь можно приступить к созданию основной сборки модели **Вилка**.

Совет

Разумеется, сборку можно полностью собрать из отдельных деталей, не прибегая к созданию подсборки. Однако всегда следует стремиться воспроизвести технологический процесс сборки. Впоследствии это облегчит создание комплекта рабочих чертежей и спецификаций.

- Создайте новую сборку и сохраните документ в папке Вилка под именем Вилка.
- Нажмите кнопку **Добавить из файла** на панели **Построение сборки**.
- В диалоге выбора файлов укажите в списке сборку **Вкладыш** и нажмите кнопку **Открыть** (рис. 7.22). Для того, чтобы увидеть в списке файлов

только сборки, можно установить в поле **Тип файлов,** в качестве текущего, тип документов **Компас-Сборки (*.)**.

Рис. 7.22

- Укажите положение базовой точки фантома подсборки в точке начала координат текущей сборки (рис. 7.23).

Рис. 7.23

- Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ** и режим отображения **Полутоновое**.
- Чтобы добавить в с сборку новую деталь, нажмите кнопку **Добавить из файла** .
- В списке файлов укажите деталь **Штифт** и нажмите **Открыть** (рис. 7.24).

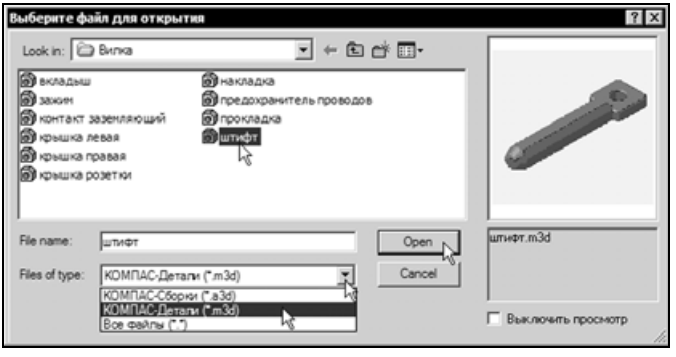


Рис. 7.24

- Укажите предварительное положение детали в сборке, как это показано на рис. 7.25.
- Нажмите кнопку **Соосность** на панели **Сопряжения** и укажите курсором цилиндрические грани на деталях **Вкладыш** и **Штифт** (рис. 7.25). Курсор при этом должен находиться в режиме выбора граней. Элементы станут соосны.

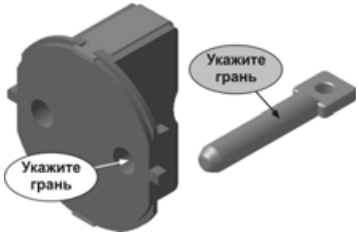


Рис. 7.25

- Нажмите кнопку **Переместить компонент**, установите курсор на цилиндрическую грань детали **Штифт** и попробуйте перемещать деталь в сборке — после выполнения сопряжения **Соосность,** перемещение возможно только вдоль оси отверстия на **Вкладыше** (рис. 7.26).

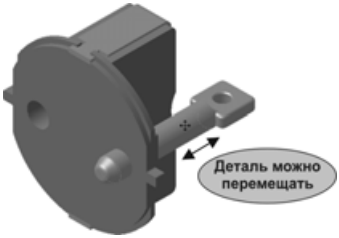


Рис. 7.26

- Нажмите кнопку **Повернуть компонент**, установите курсор на цилиндрическую грань детали **Штифт** и попробуйте вращать деталь в сборке — компонент сохраняет возможность вращения вокруг своей оси (рис. 7.27). Таким образом, деталь имеет две степени свободы.

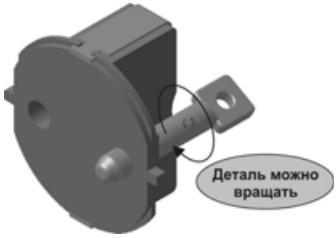


Рис. 7.27

Совет

При размещении компонентов всегда старайтесь добиваться максимальной степени определенности их положения в сборке, если только это не противоречит требованиям конструкции.

- Нажмите кнопку **Параллельность** на панели **Сопряжения** и укажите плоские грани **Штифта** и **Вкладыша** (рис. 7.28).

После этого указанные грани станут параллельными и деталь **Штифт** утратит возможность вращения (рис. 7.29).

Рис. 7.28

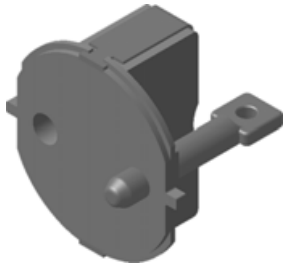


Рис. 7.29

- С помощью кнопки **Повернуть** на панели **Вид** разверните сборку, как это показано на рис. 7.30. Нажмите кнопку **Совпадение** на панели **Сопряжения**, укажите торцевые грани **Штифта** и опорного элемента **Вкладыша**.

После этого система совместит указанные грани и положение детали **Штифт** в сборке станет полностью определенным (рис. 7.31).

Рис. 7.30

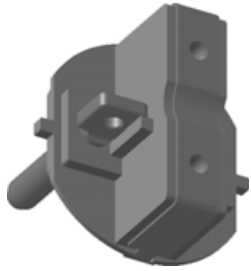


Рис. 7.31

Добавление компонента копированием

Если в сборке используются несколько одинаковых деталей, одна из которых уже размещена в сборке, остальные экземпляры можно получить копированием непосредственно в окне сборки. Воспользуемся этим приемом для добавления второго штифта.

- Нажмите и не отпускайте клавишу <Ctrl> на клавиатуре. Затем укажите курсором на цилиндрическую грань единственного **Штифта**.
- Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская, переместите копию детали, как это показано на рис. 7.32.
- Отпустите клавишу <Ctrl> и кнопку мыши — система добавит копию детали, а в дереве построения сборки появится новый элемент — **Штифт (2)**.
- Добейтесь точного положения копии в сборке, выполнив сопряжения, как это было показано ранее (рис. 7.33).

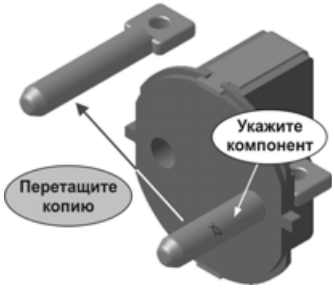


Рис. 7.32

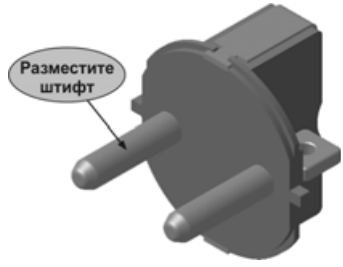


Рис. 7.33

- Из папки Вилка добавьте в сборку деталь **Крышка левая,** предварительно разместите ее так, как показано на рис. 7.34.

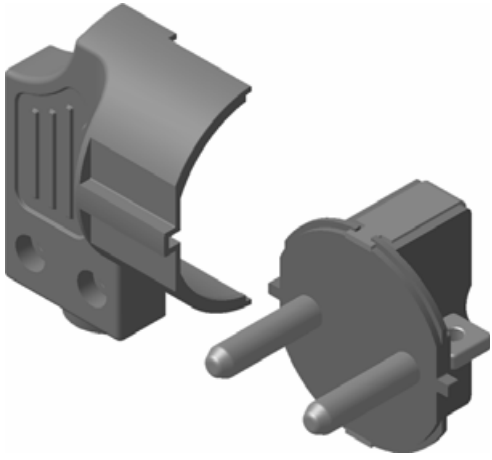


Рис. 7.34

- Нажмите кнопку **Повернуть компонент** и разверните **Крышку** так, как показано на рис. 7.35.

- Нажмите кнопку **Параллельность** панели **Сопряжения** и укажите пару плоских граней на **Крышке** и **Контакте** — система установит параллельность указанных граней (рис. 7.36).

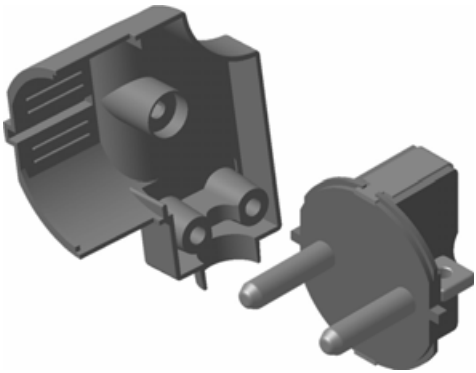


Рис. 7.35

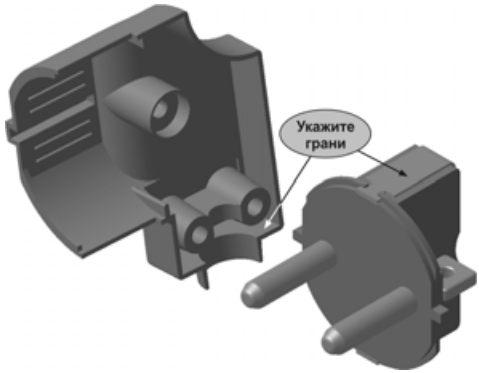


Рис. 7.36

- Нажмите кнопку **Совпадение** и укажите пару плоских лицевых граней на **Крышке** и **Вкладыше** — чтобы указанные грани расположились в одной плоскости (рис. 7.37).

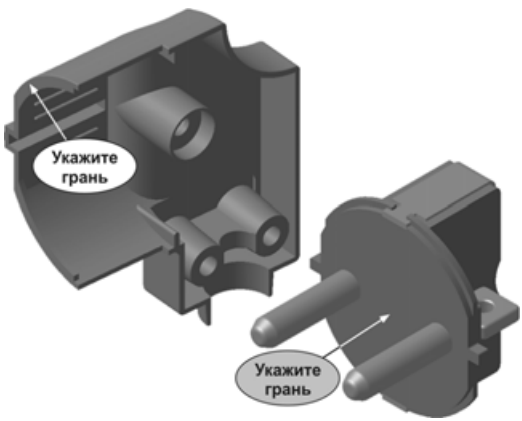


Рис. 7.37

- Не прерывая команду **Совпадение**, разверните сборку, как это показано на рис. 7.38 и укажите плоскую грань на дне узкого паза в **Крышке**.
- Затем разверните сборку таким образом, чтобы стала видна плоская грань на небольшом выступе детали **Вкладыш** — это ответный элемент для паза на **Крышке** — укажите эту грань (рис. 7.39).

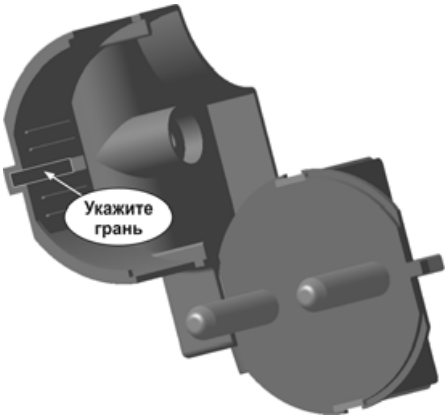


Рис. 7.38

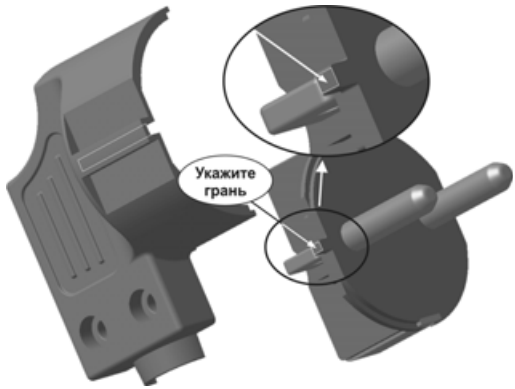


Рис. 7.39

После этого положение **Крышки** станет полностью определенным, и она займет надлежащее место в сборке (рис. 7.40).

- Установите для сборки стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**, добавьте в сборку деталь **Прокладка**, расположив ее так, как показано на рис. 7.41.

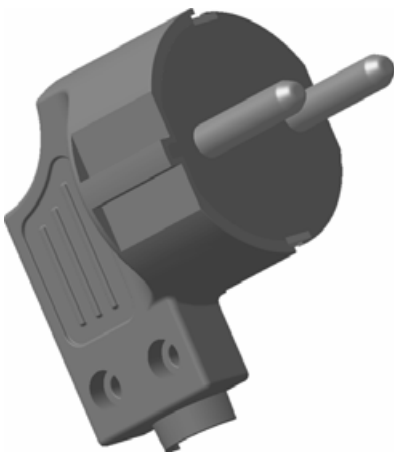


Рис. 7.40

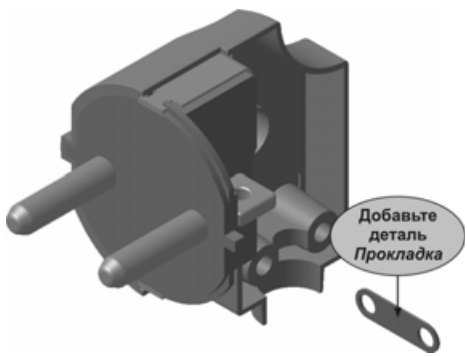


Рис. 7.41

- С помощью команды **Увеличить масштаб рамкой**, покажите участок сборки крупным планом, как на рис. 7.42, разверните **Прокладку**, расположив ее приблизительно вдоль **Крышки**.
- Нажмите кнопку **Соосность**, попарно укажите курсором цилиндрические грани отверстий на **Крышке** и **Прокладке** (рис. 7.42).

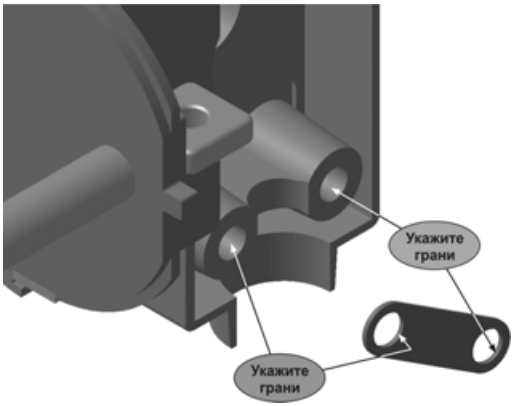


Рис. 7.42

Выбор объектов перебором

Для окончательного определения положения детали **Прокладка**, нужно совместить плоскую грань конического выступа на **Крышке** и обратную грань **Прокладки** (рис. 7.42). Нужная нам грань **Прокладки** расположена на обратной стороне детали. Однако выполнить данное сопряжение можно и без поворота сборки.

- Нажмите кнопку **Совпадение** и укажите плоскую грань конического выступа на **Крышке** (рис. 7.43).

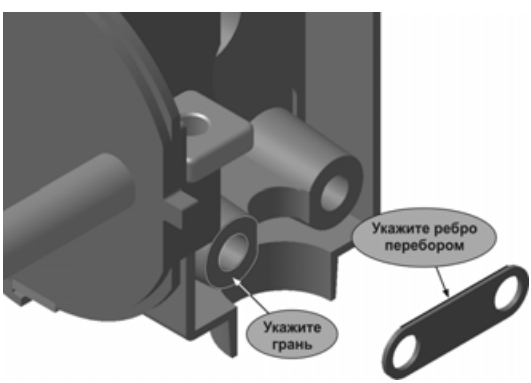


Рис. 7.43

Для завершения сопряжения нужно указать ребро, принадлежащее обратной грани **Прокладки**. Наличие других ребер и граней может осложнить выбор. В такой ситуации можно еще увеличить масштаб (универсальный способ), применить фильтр ребер или воспользоваться командой перебора объектов.

- Щелкните правой кнопкой мыши на узкой грани в верхней части **Прокладки** и выполните из контекстного меню команду **Перебор объектов** (рис. 7.44).

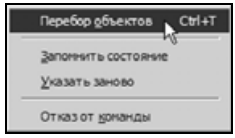


Рис. 7.44

- Не перемещая курсор на детали **Прокладка**, нажмите несколько раз клавишу <Пробел> — система выполнит перебор элементов, расположенных в пределах указанной области. Как только нужное ребро будет выделено (рис. 7.43), вновь вызовите контекстное меню и выполните команду **Выбрать подсвеченный объект** (рис. 7.45).

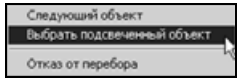


Рис. 7.45

После указания ребра, **Прокладка** займет правильное положение в сборке (рис. 7.46).

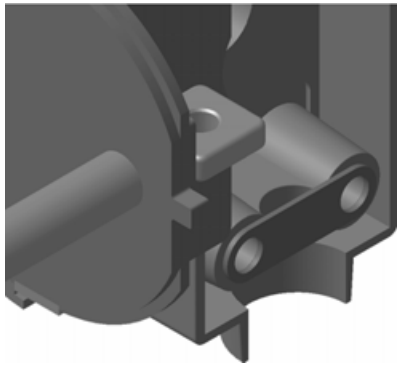


Рис. 7.46

Замечание

Способ выбора объектов перебором является удобным способом указания объектов, расположенных близко друг к другу, или даже наложенных друг на друга.

- Добавьте в сборку деталь **Зажим** и расположите ее поверх детали **Прокладка**, повторив описанные ранее действия (рис. 7.47).

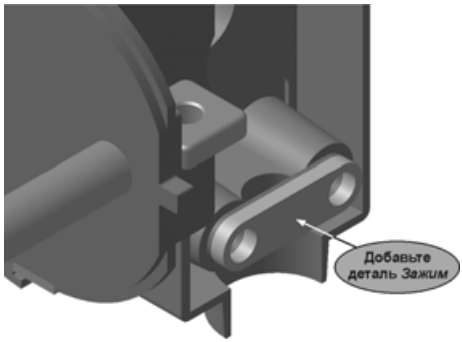


Рис. 7.47

Поворот компонента вокруг ребра

Возможны ситуации, когда компонент удобнее вращать не вокруг геометрического центра, а вокруг ребра или вершины. На панели расширенных команд вращения компонента расположены дополнительные кнопки (рис. 7.48).

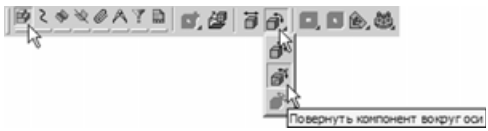


Рис. 7.48

- Добавьте в сборку деталь **Крышка правая** и расположите ее, как показано на рис. 7.49.
- Выделите длинное ребро на внутренней стороне **Крышки правой** — оно будет осью вращения.
- Нажмите кнопку **Повернуть компонент вокруг оси** на панели расширенных команд вращения компонентов, установите курсор на **Крышку**, нажмите левую кнопку мыши и поверните деталь, как показано на рисунке.

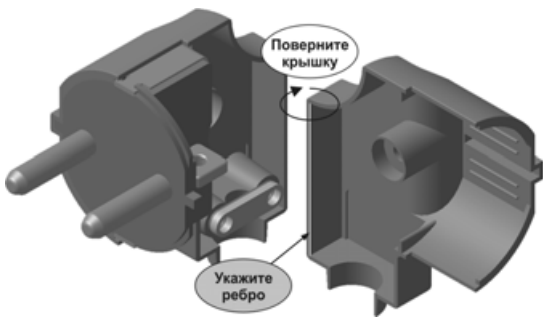


Рис. 7.49

- Нажмите кнопку **Соосность** на панели **Сопряжения** и укажите курсором цилиндрические грани выступов на внутренней поверхности обеих крышек (рис. 7.50).

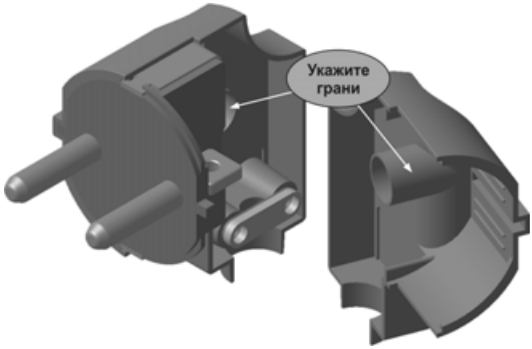


Рис. 7.50

Для сопряжений могут использоваться не только грани, но и другие элементы: ребра, вершины, плоскости, оси и начала координат. Деталь **Крышка левая** создана зеркальным отражением детали **Крышка правая**, следовательно, их системные плоскости совпадают. Этим можно воспользоваться, для окончательного определения положения правой крышки.

- В дереве построения раскройте список элементов детали **Крышка левая** щелчком на символе "+", слева от названия детали, и укажите элемент **Плоскость XY** — элемент будет выделен в окне модели (рис. 7.51, слева).
- Раскройте список элементов детали **Крышка правая**, нажмите клавишу <Ctrl> на клавиатуре и укажите аналогичный элемент **Плоскость XY** (рис. 7.51, справа).

Рис. 7.51

- В окне модели выделены обе плоскости (рис. 7.52). Нажмите кнопку **Совпадение** на панели **Сопряжения**.

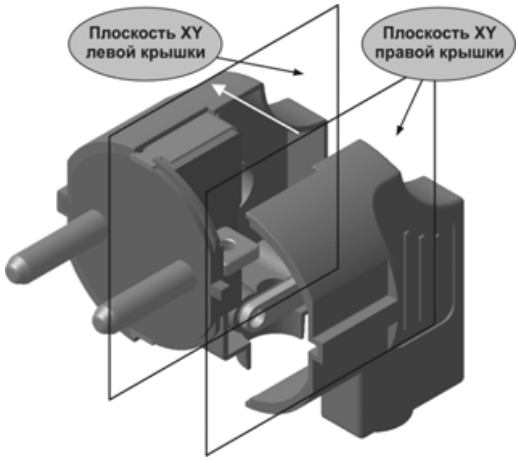


Рис. 7.52

- Правая крышка совмещена с левой (рис. 7.53). Для подтверждения сопряжения нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления и прекратите выполнение команды.
- После совмещения плоскостей правая крышка сохраняет возможность вращения вокруг оси внутренней цилиндрической грани: попробуйте повернуть деталь, как показано на рис. 7.54.

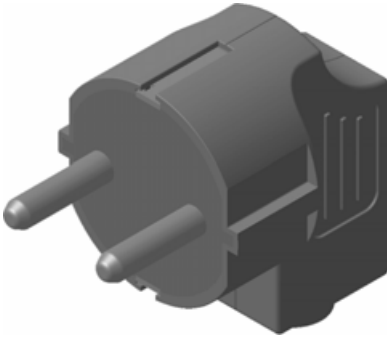


Рис. 7.53

Рис. 7.54

- Для окончательного определения ее положения в сборке, нажмите кнопку **Параллельность** и укажите плоские грани на передней поверхности обеих крышек (рис. 7.54).

Добавление стандартных изделий

Если в сборке используются стандартные изделия (болты, винты, гайки и т. д.), они могут быть вставлены в сборку из специальной библиотеки трехмерного крепежа.

- Для подключение библиотеки, нажмите кнопку **Менеджер библиотек** на панели **Стандартная** — на экране появится окно Менеджера библиотек.
- В списке разделов, в левой части окна, откройте папку **Машиностроение**. В списке библиотек, в правой части окна, отметьте "галочкой" элемент **Библиотека крепежа** (рис. 7.55).

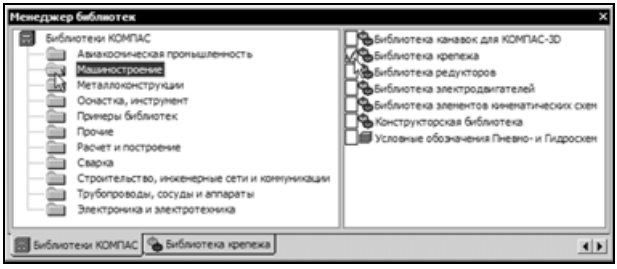


Рис. 7.55

- Откройте вкладку **Библиотека крепежа** в нижней части окна (рис. 7.56). В списке разделов библиотеки двойным щелчком раскройте папку **Винты**.
- В списке элементов раздела **Винты** двойным щелчком мыши активизируйте элемент **Винты** (рис. 7.57).
- На экране появится окно выбора параметров винта (рис. 7.58). Откройте список **Тип головки** и укажите вариант **Полукруглая**. Из списка стандартных диаметров выберите диаметр метрической резьбы 3 мм, затем из списка стандартных длин выберите длину винта 13 мм. Дополнительно включите флажок **Создавать объект спецификации**, остальные параметры оставьте без изменений и нажмите кнопку **OK**.

Рис. 7.56

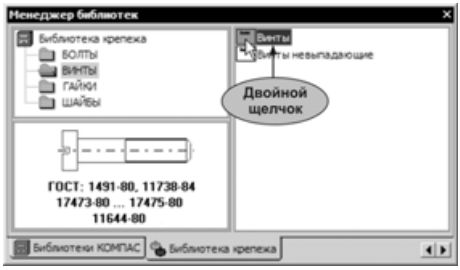


Рис. 7.57

Рис. 7.58

Замечание

В библиотеке крепежа, вместе с трехмерными моделями стандартных изделий хранятся их текстовые атрибуты, на основе которых возможно автоматическое формирование соответствующих объектов спецификации раздела **Стандартные изделия**. При включении опции **Создавать объект спецификации**, в момент вставки стандартного изделия в текущую сборку происходит передача информации, для формирования текстовой части объекта спецификации. Включайте эту опцию при вставке всех остальных элементов крепежа.

- Система построит фантом винта, который можно свободно перемещать в окне модели. Разверните сборку так, как показано на рис. 7.59.
- Для размещения винта укажите цилиндрическую грань центрального отверстия правой крышки — выполнено сопряжение **Соосность** для винта. Укажите плоскую грань на дне отверстия под винт — выполнено сопряжение **Совпадение**.

Рис. 7.59

Совет

Если окно библиотеки крепежа закрывает нужный участок модели, просто передвиньте его заголовок в свободное место. Кроме того, можно временно отключить отображение окна, нажав кнопку **Менеджер Библиотек** на панели **Стандартная**. Когда библиотека понадобиться вновь, верните ее на экран повторным нажатием кнопки.

- Подтвердите создание компонента щелчком на кнопке **Создать объект** ↵ — винт размещен в модели (рис. 7.60).

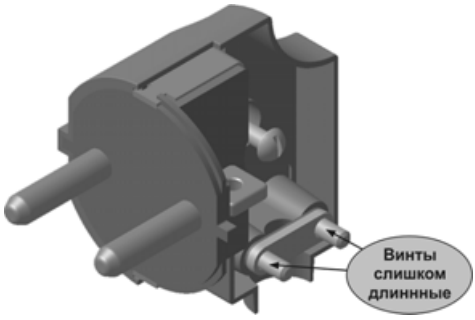


Рис. 7.60

- В окне **Объект спецификации** нажмите кнопку **OK** для подтверждения передачи текстовых данных (рис. 7.61).

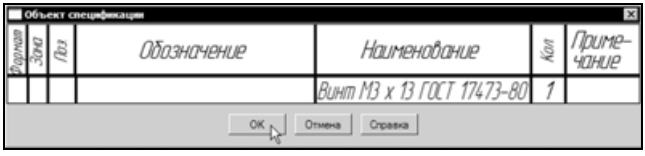


Рис. 7.61

- Разверните **Вилку** обратной стороной, так, чтобы стала видна **Крышка левая** (рис. 7.62). В отверстия для зажима электропроводов вставьте два винта с теми же параметрами, что и в предыдущем случае. Достаточно указать элементы отверстий, для формирования сопряжений **Соосность** и **Совпадение**.

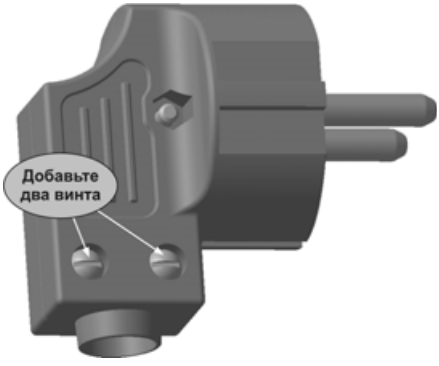


Рис. 7.62

Винты вставляются в сборку с такой ориентацией шлицев под отвертку, как они хранятся в библиотеке. Если вы хотите, чтобы будущий чертеж выглядел аккуратно, нужно расположить шлицы под углом 45°. Это можно сделать за счет того, что после наложения двух сопряжений винты сохраняют возможность вращения.

- Нажмите кнопку **Под углом** на панели **Сопряжения**. Разверните модель так, чтобы стали видны боковые грани шлицев на винтах (рис. 7.63).
- Укажите плоскую грань в основании левой крышки — относительно этой грани будет выполнен поворот винтов — и нажмите кнопку **Запомнить состояние** на панели специального управления.

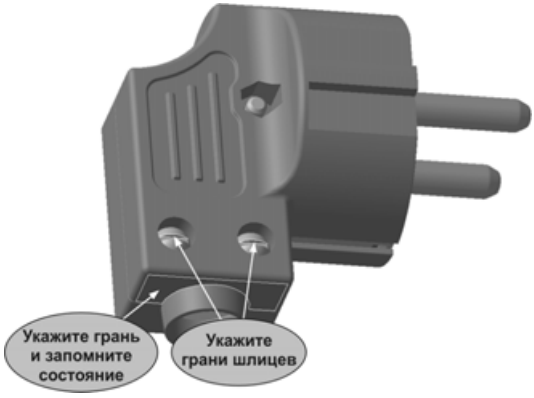


Рис. 7.63

- В поле **Угол** в строке параметров введите значение 45, укажите боковые грани шлицев на обоих винтах — они развернутся на указанный угол.

Совет

Если вы испытываете трудности при указании мелких граней, то предварительно увеличьте нужный участок модели при помощи кнопок **Приблизить/отдалить** или **Увеличить масштаб рамкой** на панели **Вид**.

- Для подтверждения сопряжения, нажмите кнопку **Создать объект**.
- В окне библиотеки крепежа раскройте раздел **Гайки** и выполните двойной щелчок на команде **Гайки шестигранные** (рис. 7.64).
- Установите тип гайки **Нормальные** и диаметр резьбы 3 мм; дополнительно включите флажок **Создавать объект спецификации** и нажмите кнопку **OK** (рис. 7.65).

Рис. 7.64

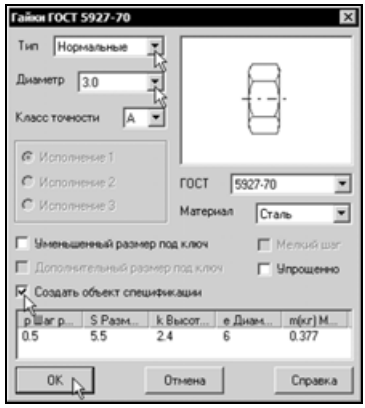


Рис. 7.65

- Разверните модель так, как показано на рис. 7.66. Укажите плоскую грань на дне шестигранного паза и круглую грань винта.
- Нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления — изображение гайки появится в указанном месте (рис. 7.67).

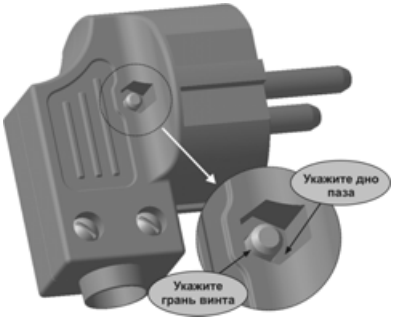


Рис. 7.66

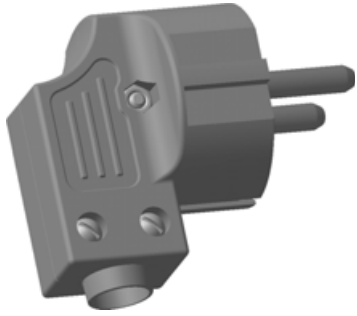


Рис. 7.67

Управление видимостью компонентов

После добавления в модель **Крышки правой**, внутренняя структура **Вилки** скрыта. Между тем, конструктору в любой момент может понадобиться получить доступ к внутренним компонентам сборки. Например, в нашей ситуации, мы "забыли" добавить к **Штифтам** шайбы и винты для крепления электропроводов. Эта проблема решается эффектным способом — можно временно скрыть в модели любую деталь или подсборку.

- Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**. В дереве построения укажите правой кнопкой мыши деталь **Крышка правая** и выполните из контекстного меню команду **Скрыть** (рис. 7.68).

Рис. 7.68

- Система перестроит сборку, временно удалив из нее указанную деталь, и вы вновь получите доступ к внутренним компонентам сборки (рис. 7.69).

Замечание

Скрытые компоненты отображаются в дереве построения бледным цветом. При необходимости, можно в любой момент вернуть их на экран с помощью команды **Показать** из контекстного меню.

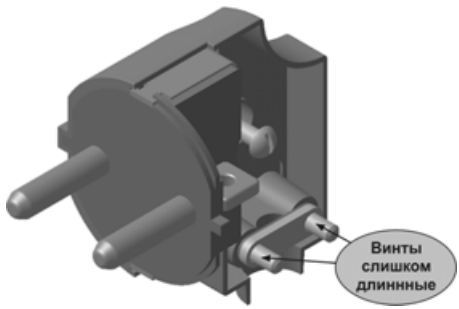


Рис. 7.69

Редактирование параметров стандартных изделий

После выключения отображения **Крышки правой,** стала очевидной проблема: при задании параметров двух винтов для зажима провода, мы установили слишком большую длину (рис. 7.69). Изменение параметров стандартных изделий выполняется точно также, как и элементов деталей.

- В окне модели укажите мышью любой из винтов, например, левый. Затем щелкните на нем же правой кнопкой (рис. 7.70).

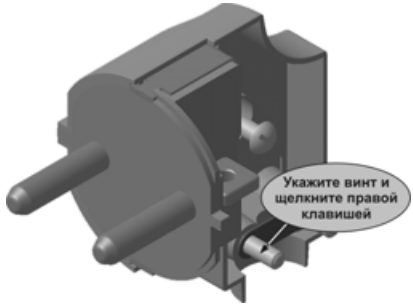


Рис. 7.70

- Выполните из контекстного меню команду **Показать в дереве** (рис. 7.71) — указанный компонент подсвечен в дереве построения.
- Щелкните правой кнопкой на названии выделенного компонента в дереве построения, выполните из контекстного меню команду **Редактировать**.

Рис. 7.71

- На экране появится окно определения параметров винта (рис. 7.72). Раскройте список значение стандартных длин и выберите из него меньшее значение длины, например, 10 мм. Нажмите **OK**.

В окне модели система перестроит изображение компонента, с учетом нового значения параметра (рис. 7.73).

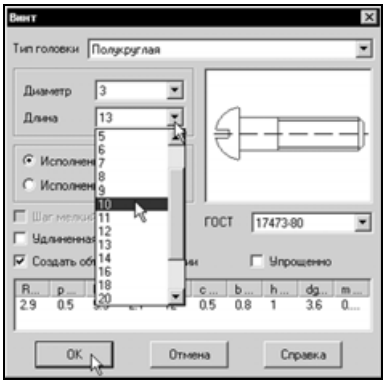


Рис. 7.72

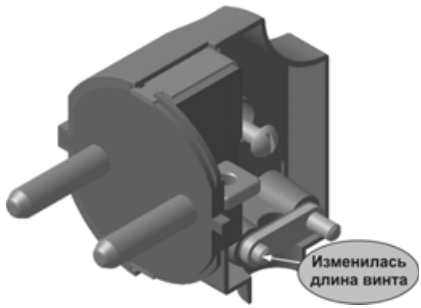


Рис. 7.73

- Аналогичным образом измените длину соседнего винта. Затем, как было показано ранее, отключите отображение детали **Крышка левая**.
- Из библиотеки крепежа добавьте, для отверстий на **Штифтах** и для нижнего отверстия во **Вкладыше,** шайбы и винты для зажима проводов (рис. 7.74).

Рис. 7.74

Параметры стандартных изделий показаны на рис. 7.75: слева — для плоских шайб, справа — для винтов.

- Включите отображение детали **Крышка левая**. Для этого укажите ее в дереве построения правой кнопкой мыши и выполните из контекстного меню команду **Показать**.
- Добавьте в сборку деталь **Предохранитель проводов** и предварительно расположите ее так, как показано на рис. 7.76.

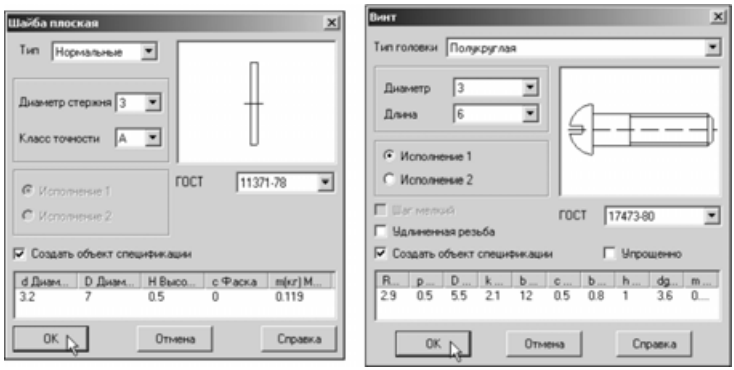


Рис. 7.75

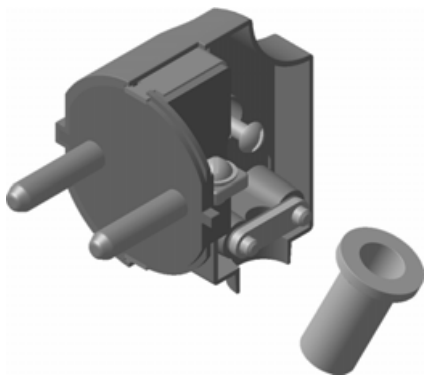


Рис. 7.76

- С помощью двух сопряжений **Соосность** и **Совпадение** определите точное положение детали в сборке (рис. 7.77).

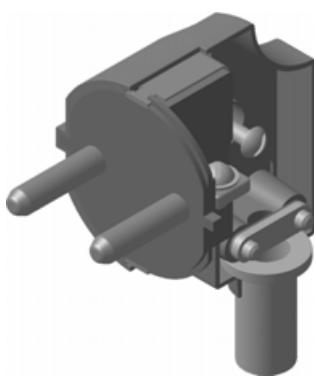


Рис. 7.77

Редактирование компонентов

В процессе проектирования изделия, конструктору приходится многократно изменять его отдельные компоненты, удалять или добавлять детали и подсборки, добиваясь оптимальных параметров конструкции. Эти операции пользователь может выполнять как на уровне отдельных деталей, так и непосредственно в сборках. Если модель построена правильно и содержит все необходимые параметрические связи, согласованное изменение всех компонентов сборки система выполняет автоматически.

При создании подборки **Вкладыш** была допущена "ошибка" — мы лишь разместили **Контакт заземляющий** на **Вкладыше**, но "забыли" прикрепить контакт заклепкой, то есть пропустили одну сборочную операцию (рис. 7.78). Попробуем исправить ошибку.

- В дереве построения сборки **Вилка** укажите правой кнопкой подсборку **Вкладыш** и выполните из контекстного меню команду **Редактировать в окне**. (рис. 7.79).

Рис. 7.78

Рис. 7.79

Откроется дополнительное окно, содержащее указанный компонент (рис. 7.80).

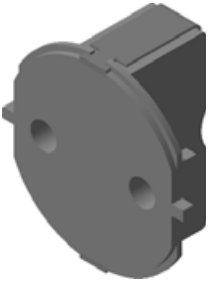


Рис. 7.80

Добавление детали на месте

Для добавления в детали **Заклепка** можно пойти обычным путем: создать деталь и расположить ее в подсборке, то есть работать по принципу проектирования "снизу вверх". Таким способом были созданы модели **Вкладыш** и **Вилка**.

Между тем можно создавать новые детали и подсборки прямо в сборке, то есть работать по принципу "сверху вниз". Этот чрезвычайно эффективный способ моделирования позволяет при создании новых компонентов использовать существующие. При этом между компонентами возникают ассоциативные связи, происходит автоматическое определение большинства параметров элементов, что позволяет создавать здесь легко изменяемые сборки.

- Разверните модель, как показано на рис. 7.81. Затем укажите плоскую грань **Контакта заземляющего** и нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Построение сборки**.

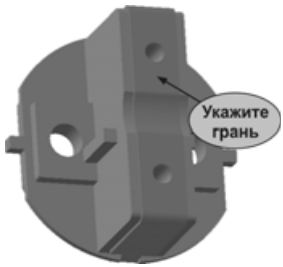


Рис. 7.81

- После вызова команды на экране появляется стандартный диалог сохранения файлов — сохраните новую деталь в папке Вилка под именем Заклепка.

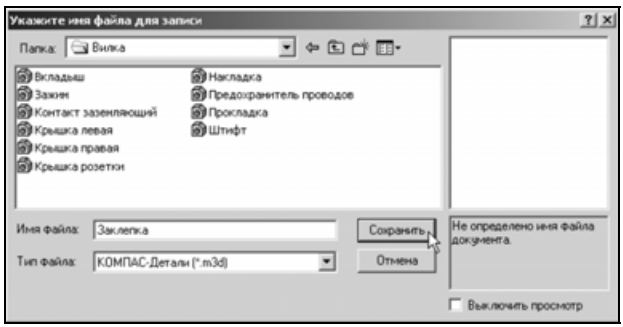


Рис. 7.82

Система перейдет в режим создания эскиза основания новой детали. Эскиз расположен на указанной грани и связан с ней. Остальные компоненты сборки выделяются цветом и становятся недоступными для редактирования, но их элементы (грани, ребра, вершины) можно использовать при построении.

- С помощью команды **Операции | Спроецировать объект** постройте в эскизе окружность как проекцию ребра верхнего отверстия детали **Контакт заземляющий** (рис. 7.83).
- Закройте эскиз, выполните выдавливание его в обратном направлении, на расстояние 12.
- Укажите плоскую грань основания новой детали, создайте на грани новый эскиз (рис. 7.84).

Рис. 7.83

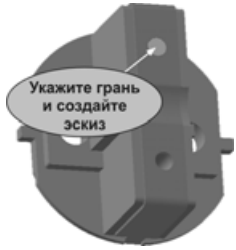


Рис. 7.84

- Постройте в эскизе окружность диаметром 5. В качестве центра окружности, с помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центр круглой грани основания (рис. 7.85).
- Закройте эскиз и приклейте его, в прямом направлении на расстояние 1 (рис. 7.86).

Рис. 7.85

Рис. 7.86

- Щелчком на кнопке **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние** завершите создание детали (рис. 7.87).

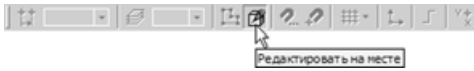


Рис. 7.87

- На экране появится окно сообщения о том, что в сборке **Вкладыш** появилась новая деталь. Щелчком на кнопке **Да** подтвердите необходимость перестроения сборки (рис. 7.88).

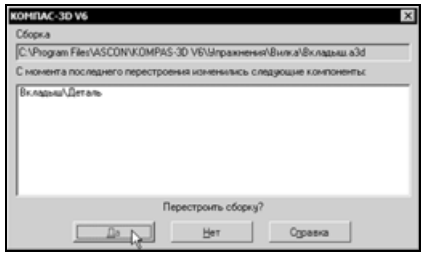


Рис. 7.88

Каждый новый компонент, созданный в контексте сборки, система сохраняет в отдельном файле. Дальнейшее построение детали продолжим в отдельном окне.

- Откройте в папке Вилка деталь **Заклепка**. Установите для детали вариант отображения **Полутоновое**, ориентацию **Изометрия XYZ** и максимальную точность отображения (рис. 7.89). Назначьте для детали материал: латунь **Л63 ГОСТ 15527-70**. На торцевых гранях детали постройте две фаски размером 0.2x45°.

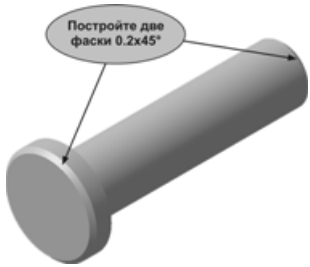


Рис. 7.89

- Закройте окно детали. Подтвердите сохранение внесенных изменений (рис. 7.90).

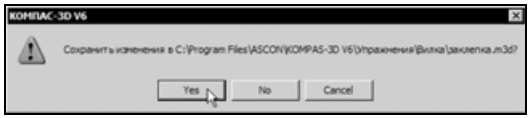


Рис. 7.90

- В окне подсборки **Вкладыш** появится изображение детали **Заклепка**, содержащие внесенные изменения (рис. 7.91). В дереве построения сборки дайте новой детали имя **Заклепка**.

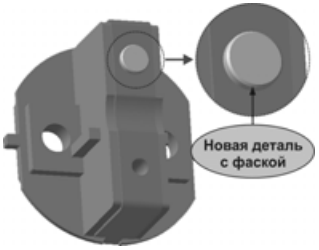


Рис. 7.91

- Закройте окно подсборки **Вкладыш,** с сохранением внесенных изменений (рис. 7.92).

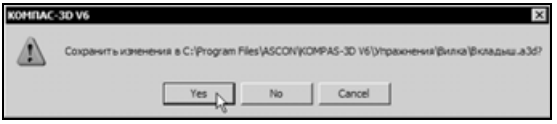


Рис. 7.92

- На экране последнее открытое окно сборки **Вилка**, которое содержит новую деталь **Заклепка,** со всеми изменениями (рис. 7.93).

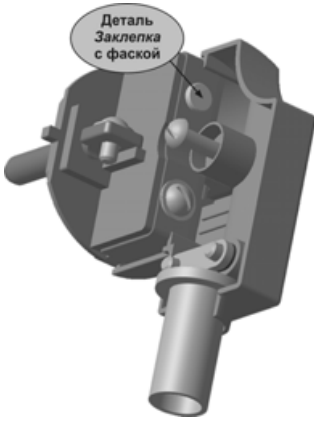


Рис. 7.93

- На этом построение сборки **Вилка** закончено. В дереве построения включите отображение детали **Крышка правая** и сохраните готовую модель на диске (рис. 7.94).

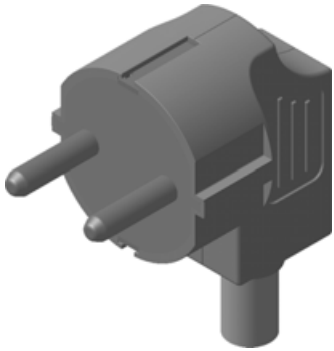


Рис. 7.94

Проверка пересечений компонентов

Система позволяет выполнить проверку сборки на предмет возможных пересечений ее компонентов, то есть проверить собираемость изделия.

- В папке Вилка откройте сборочную единицу **Вкладыш**.
- Нажмите кнопку **Проверка пересечений** на инструментальной панели **Измерения** (рис. 7.95).

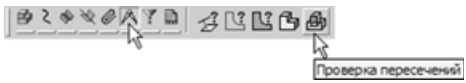


Рис. 7.95

- На экране появится панель свойств **Проверка пересечений**. В дереве построения укажите все детали подсборки (рис. 7.96).

Рис. 7.96

- Компоненты, выбранные для проверки, будут показаны в таблице **Список компонентов** на панели свойств (рис. 7.97). Нажмите кнопку **Проверить пересечения**.

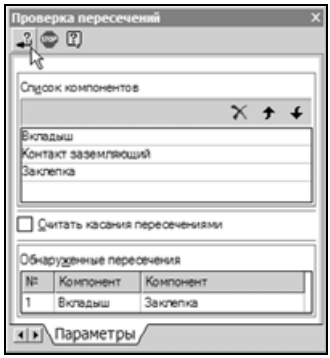


Рис. 7.97

В таблице **Обнаруженные пересечения** отображаются результаты проверки: порядковый номер пересечения и названия пересекающихся компонентов. Из результатов проверки можно сделать вывод, что деталь **Вкладыш** пересекается с деталью **Заклепка** (рис. 7.97).

- В окне модели система подсвечивает область пересечения (рис. 7.98). В данном случае, длина детали **Заклепка**, с помощью которой **Контакт заземляющий** прикреплен к детали **Вкладыш**, оказалась больше, чем глубина отверстия во вкладыше. Для выхода из диалога проверки пересечений, нажмите кнопку **Прервать команду**.

Рис. 7.98

Редактирование компонента на месте

Для исправления ошибки раскройте в дереве построения сборки **Вкладыш** ветвь детали **Заклепка** и войдите в режим редактирования элемента **Операция выдавливания:1**, который определяет длину заклепки (рис. 7.99).

Рис. 7.99

- В поле **Расстояние 2** (обратное направление) введите новое значение величины выдавливания 8 и нажмите **Создать объект**.
- Щелчком на кнопке **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние** завершите сеанс редактирования детали **Заклепка**.
- На экране появится сообщение о том, что в сборке **Вкладыш** изменилась деталь **Заклепка**. Щелчком на кнопке **Да** подтвердите необходимость перестроения сборки (рис. 7.100).

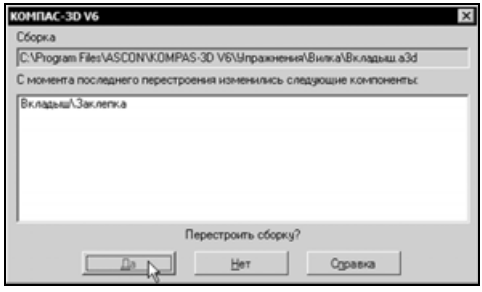


Рис. 7.100

- Повторите проверку пересечений в сборке **Вкладыш** — на это раз система не обнаружит в модели ошибок.
- Сохраните документ на диске и закройте его окно. В ответ на запрос системы о сохранении внесенных изменений, нажмите копку **Сохранить все** (рис. 7.101).

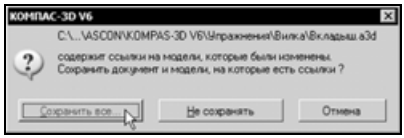


Рис. 7.101

- На экране последнее останется окно сборки **Вилка**. Закройте его и нажмите **Да** в ответ на запрос системы (рис. 7.102). Изменение подсборки **Вкладыш** в сборке **Вилка** выполнено.

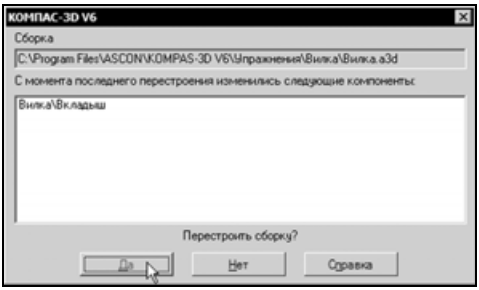


Рис. 7.102

Самостоятельная работа

В папке Вилка находятся две дополнительные детали: **Крышка розетки** и **Накладка** (рис. 7.103).

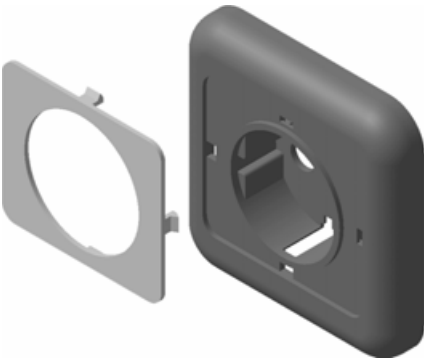


Рис. 7.103

- Создайте новую сборку и добавьте в нее две указанные детали.
- Вставьте **Накладку** в **Крышку**, выполнив все необходимые сопряжения (рис. 7.104). Сохраните готовую сборку под именем **Крышка розетки** в папке Вилка.

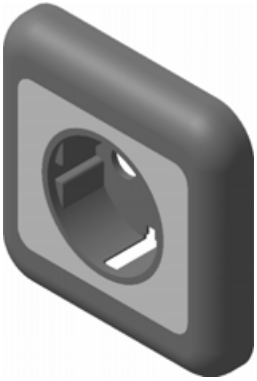


Рис. 7.104

- Создайте новую сборку и добавьте в нее две сборки: **Крышка розетки** и **Вилка**.
- Вставьте **Вилку** в **Крышку**, выполнив все необходимые сопряжения (рис. 7.105). Сохраните готовую сборку под именем **Розетка** в папке Вилка.

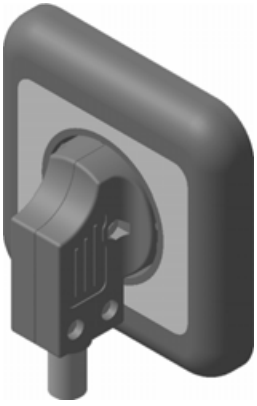


Рис. 7.105

Разнесение компонентов

КОМПАС-3D V6 позволяет увидеть сборку в "разобранном" виде. Для этого требуется выполнить разнесение входящих в нее компонентов.

- Вновь откройте в папке Вилка сборку **Вкладыш**.
- Выполните команду **Сервис | Разнести компоненты | Параметры**. (рис. 7.106).

- На экране появится панель свойств **Разнести компоненты**. Чтобы добавить шаг разнесения, нажмите кнопку **Добавить** (рис. 7.107).

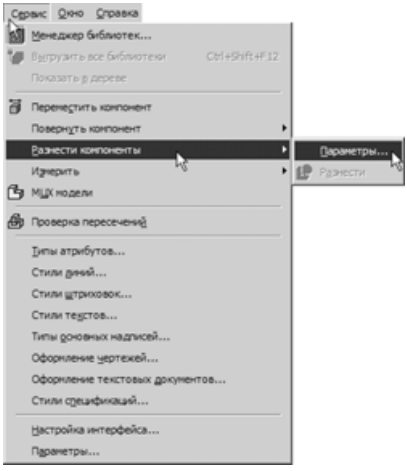


Рис. 7.106

Рис. 7.107

- В списке шагов в левой части окна отобразится первый шаг разнесения сборки. В дереве построения, или непосредственно в окне документа, укажите компонент **Контакт заземляющий** (рис. 7.108).
- Имя указанного компонента отображено в списке компонентов (рис. 7.109). Чтобы указать направление разнесения, включите кнопку **Объект** на панели свойств.

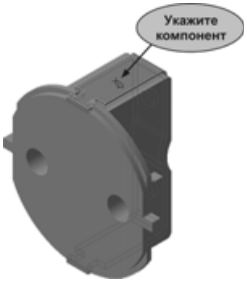


Рис. 7.108

Рис. 7.109

- Компоненты могут разноситься в направлении любого ребра модели или перпендикулярном любой грани. В окне модели укажите переднюю грань детали **Вкладыш** (рис. 7.110).
- Включите кнопку **Обратное** в группе **Направление**. С помощью счетчика приращения/уменьшения введите в поле **Расстояние** значение 20 и нажмите кнопку **Применить**. В окне модели указанный компонент переместится на заданное расстояние (рис. 7.111).

Рис. 7.110

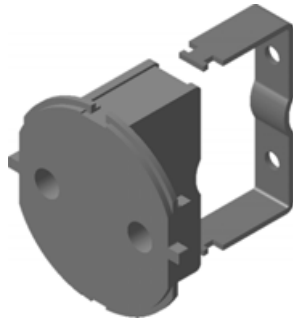


Рис. 7.111

- На панели свойств вновь нажмите кнопку **Добавить**.
- Поскольку в данной ориентации сборки деталь **Заклепка** не видна, укажите ее имя в дереве построения.
- Включите кнопку **Объект**. В окне модели укажите ребро детали **Контакт заземляющий** (рис. 7.112).

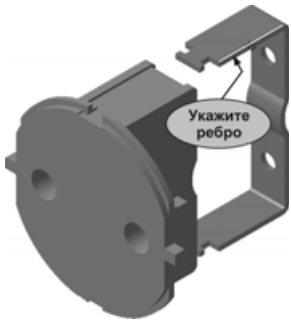


Рис. 7.112

- Включите кнопку **Обратное** в группе **Направление**. Введите в поле **Расстояние** значение 35 и нажмите кнопку **Применить**.

В окне модели система выполнит построение очередного шага разнесения, переместив указанный компонент на заданное расстояние (рис. 7.113).

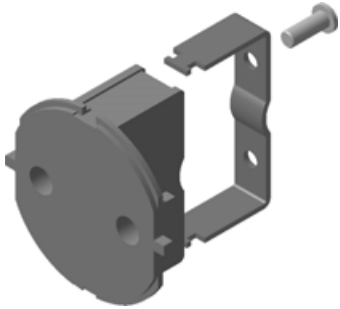


Рис. 7.113

- На этом построение разнесенного вида закончено. Чтобы включить режим обычного отображения сборки, нажмите кнопку **Разнести** на панели **Вид**. Эта кнопка служит переключателем режима разнесения и обычного режима отображения сборки.

Самостоятельная работа

Самостоятельно выполните разнесение компонентов в сборке **Крышка розетки** из папки Вилка. Для построения разнесенного вида понадобится всего один шаг (рис. 7.114).

Выполните разнесение компонентов в сборке **Вилка** за 16 шагов (рис. 7.115).

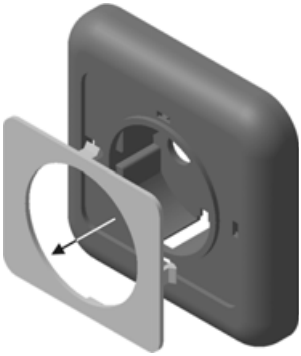


Рис. 7.114

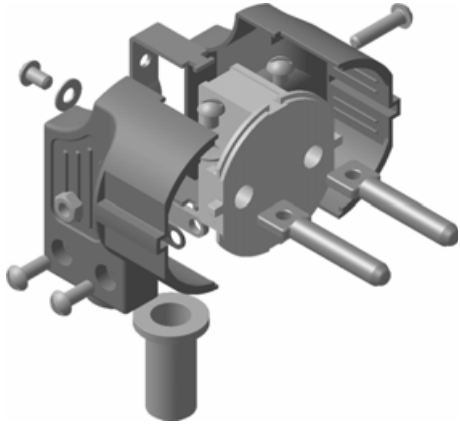
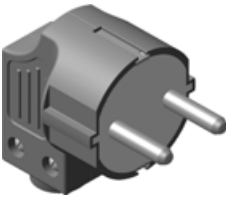


Рис. 7.115



ГЛАВА 8

Дополнительные возможности

Пространственные кривые

В КОМПАС-3D V6 можно выполнять построение различных пространственных кривых: спиралей, ломаных и сплайнов. Полученные кривые можно использовать при построении объемных элементов. Кнопки вызова команд построения пространственных кривых доступны на компактной панели при нажатии кнопки **Пространственные кривые** на панели переключения (рис. 8.1).

Рис. 8.1

Использование спиралей

Пространственные спирали можно использовать в качестве направляющих при построении кинематических элементов, при создании пружин, витков червяков и т. д.

Построение цилиндрической пружины

В данном разделе рассмотрено построение цилиндрической пружины с использованием пространственной цилиндрической спирали (рис. 8.2) При построении используются только базовые возможности системы.

Рис. 8.2

Примечание

Для проектирования пружин разработано специальное приложение — система **КОМПАС-SPRING**.

Дерево построения готовой модели показано на рис. 8.3.

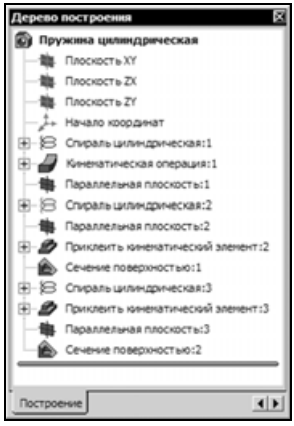


Рис. 8.3

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем **Пружина цилиндрическая**.
- Установите ориентацию **Изометрия XYZ**. Укажите в дереве построения элемент **Плоскость XY**. Откройте панель **Пространственные кривые** и нажмите кнопку **Спираль цилиндрическая**. На экране появится панель свойств цилиндрической спирали (рис. 8.4).

- По умолчанию, спираль строится заданием числа витков и шага. С помощью счетчиков приращения/уменьшения введите в поле **Число витков** значение 8, в поле **Шаг** значение 7. Установите левое направление, нажав кнопку **Левое** в группе **Направление построения**.

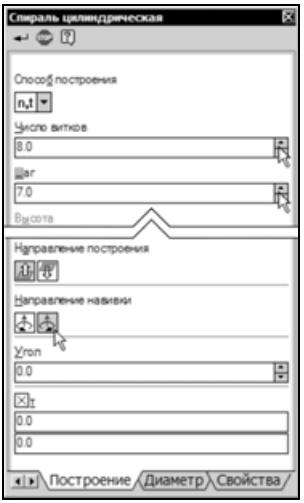


Рис. 8.4

- Откройте вкладку **Диаметр** в нижней части панели свойств. В поле **Диаметр** введите значение 35 и нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 8.5).

В окне модели система выполнит построение спирали с указанными параметрами (рис. 8.6). В дереве построения появится первый элемент **Спираль цилиндрическая:1**. Спираль будет выполнять роль направляющей в кинематическом элементе.

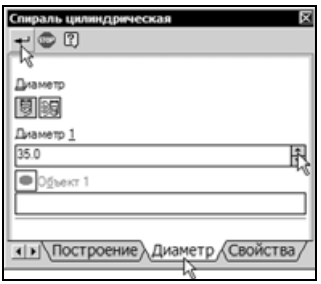


Рис. 8.5

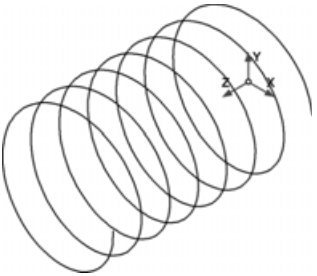


Рис. 8.6

- Создайте новый эскиз на плоскости **ZX** и спроецируйте в него конечную вершину спирали (рис. 8.7).

- Постройте в эскизе окружность диаметром 3. Центром окружности укажите полученную точку. Этот эскиз будет определять сечение элемента, то есть диаметр проволоки, из которой навита пружина. Закройте эскиз.

Рис. 8.7

- Нажмите кнопку **Кинематическая операция** на инструментальной панели **Редактирование детали** — на экране появится панель свойств **Кинематический элемент** (рис. 8.8).
- В окне модели укажите окружность (сечение кинематического элемента), затем укажите спираль (его траекторию) и нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение пружины.

Перейдем к построению поджатых витков в левой части пружины. Для этого понадобится создать дополнительный кинематический элемент. Вначале создадим его сечение.

- Укажите плоскую грань на конце пружины, создайте на ней новый эскиз и спроецируйте в эскиз грань (рис. 8.9). Закройте эскиз.

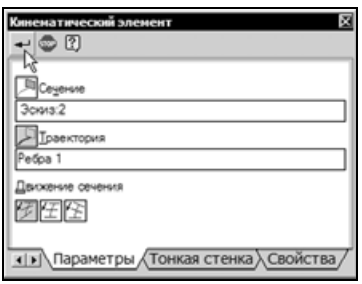


Рис. 8.8

Рис. 8.9

Построим направляющую кинематического элемента — спираль, создав дополнительную плоскость.

- На инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** нажмите кнопку **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**.

- В дереве построения укажите элемент **Плоскость XY**, в окне модели укажите вершину спирали. Система построит фантом плоскости (рис. 8.10) — нажмите кнопку **Создать объект**.
- В дереве построения укажите новый элемент **Параллельная плоскость:1** и нажмите кнопку **Спираль цилиндрическая**.
- На панели свойств введите в поле **Число витков** значение 3, в поле **Шаг** значение 1.375. Установите прямое направление построения и левое направление навивки. Откройте вкладку **Диаметр** в нижней части панели свойств, в поле **Диаметр** введите значение 35 и нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение спирали.
- Теперь все готово для построения кинематического элемента. Нажмите кнопку **Приклеить кинематически** на инструментальной панели **Редактирование детали**. В окне модели укажите окружность и спираль (рис. 8.11), после этого система построит фантом элемента — нажмите кнопку **Создать объект**.

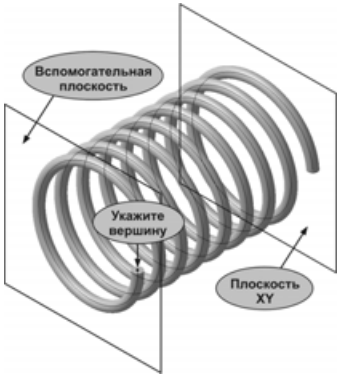


Рис. 8.10

Рис. 8.11

Для имитации шлифовки последнего витка нужно построить еще одну параллельную плоскость и отсечь ею часть модели.

- На инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** нажмите кнопку **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**.
- В окне модели укажите **Параллельную плоскость:1**, затем укажите вершину спирали поджатого витка (рис. 8.12). На панели свойств нажмите кнопку **Создать объект**.
- Нажмите кнопку **Сечение поверхностью** на инструментальной панели **Редактирование детали**.
- В дереве построения или в окне модели укажите элемент **Параллельная плоскость:2**.

- Установите направление сечения. Для этого на панели свойств нажмите кнопку **Обратное направление** и нажмите кнопку **Создать объект**. Часть последнего витка будет удалена (рис. 8.13).

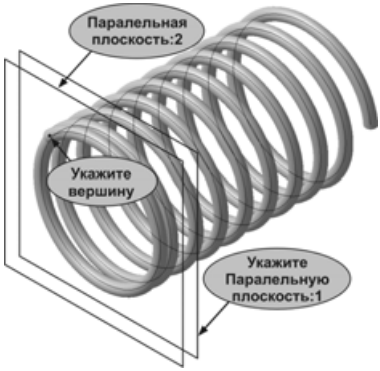


Рис. 8.12

Рис. 8.13

- Повторите построение поджатых витков в правой части пружины.
- После построения отключите отображение эскизов и вспомогательных плоскостей в меню **Вид**. Сохраните готовую модель на диске.

Построение конической пружины

В данном разделе дано построение конической пружины, показанной на рис. 8.14 с использованием пространственной конической спирали.

Дерево построения готовой модели показано на рис. 8.15.

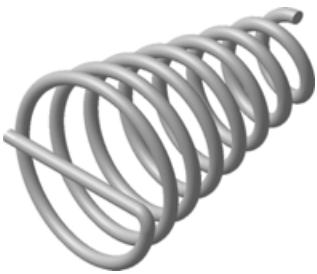


Рис. 8.14

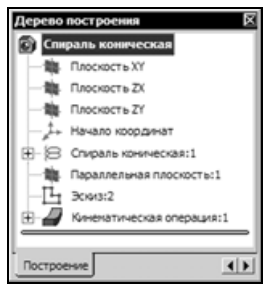


Рис. 8.15

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем **Пружина коническая**.
- Установите ориентацию **Изометрия XYZ**. Укажите в дереве построения элемент **Плоскость XY**.

- Нажмите кнопку **Спираль коническая** на панели **Пространственные кривые**.
- На панели свойств задайте параметры спирали (рис. 8.16) и нажмите кнопку **Создать объект**.

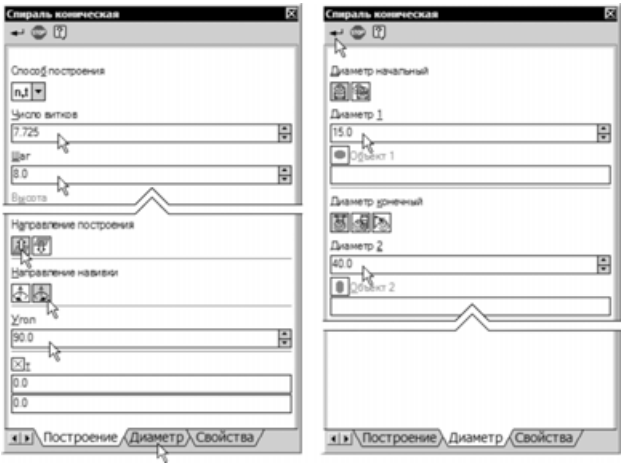


Рис. 8.16

В окне модели система выполнит построение спирали (рис. 8.17). Для построения дополнительного эскиза, который будет являться частью траектории, нужно создать вспомогательную плоскость.

- На панели **Вспомогательная геометрия** нажмите кнопку **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**.
- В дереве построения укажите элемент **Плоскость XY**, в окне модели укажите вершину спирали, на панели свойств нажмите кнопку **Создать объект**.

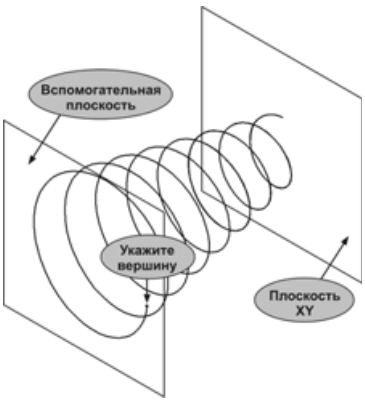


Рис. 8.17

- Создайте новый эскиз на построенной плоскости и установите ориентацию **Нормально к...** .
- Спроецируйте в эскиз саму пространственную спираль (рис. 8.18).
- Нажмите кнопку **Отрезок**. С помощью локальной привязки **Выравнивание** укажите начальную точку 1 отрезка таким образом, чтобы она была выровнена по точкам 2 (вершина проекции спирали) и 0 (точка начала координат эскиза).
- Перейдите в режим ортогонального черчения и укажите с помощью локальной привязки **Пересечение** конечную точку 3 отрезка (рис. 8.19).
- Отключите режим ортогонального черчения.
- С помощью команды **Касательная прямая через точку кривой** постройте вспомогательную прямую, касательную спирали и проходящую через ее конечную точку 1.
- Удалите проекцию спирали. Она больше не понадобится.

Рис. 8.18

Рис. 8.19

- С помощью команды **Окружность, касательная к двум кривым** постройте окружность, касательную к отрезку 2-3, вспомогательной прямой и проходящую через вершину спирали 1 (рис. 8.20).

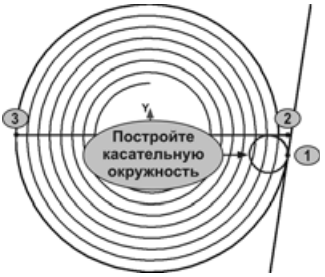


Рис. 8.20

- Увеличьте во весь экран участок эскиза, как это показано на рис. 8.21.
- С помощью команды **Усечь кривую двумя точками** аккуратно удалите участок окружности, ограниченный точками 4 и 1 (на рис. 8.21 он показан пунктирной линией). Обе точки укажите с помощью привязки **Пересечение**.
- Удалите участок отрезка, ограниченный точками 2 и 4 (он показан пунктирной линией). Точку 4 укажите с помощью привязки **Пересечение**. После этого удалите вспомогательную прямую.

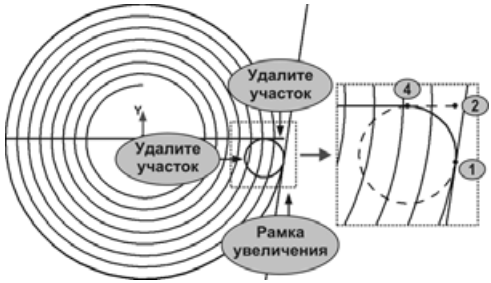


Рис. 8.21

- На этом построение эскиза закончено. Его окончательный вид показан на рис. 8.22. В нем должно остаться только два объекта: отрезок и дуга. Закройте эскиз.
- Установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**. Спираль и эскиз будут выполнять роль траектории кинематического элемента (рис. 8.23).

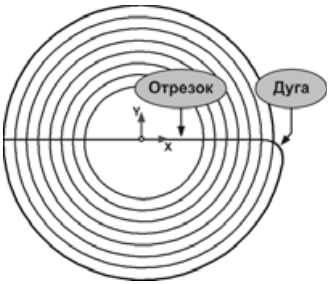


Рис. 8.22

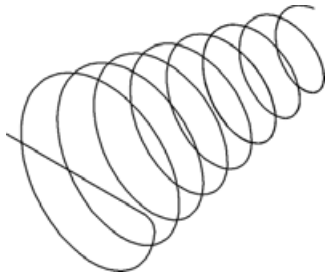


Рис. 8.23

- Создайте новый эскиз на плоскости **ZY**. Спроецируйте в него начальную вершину спирали (рис. 8.24).
- Постройте в эскизе окружность радиусом 1.5, с центром в точке проекции и закройте эскиз.

- Нажмите кнопку кинематическая операция. В качестве сечения укажите в окне модели окружность (рис. 8.25). В качестве траектории последовательно укажите спираль, дугу и отрезок. Нажмите кнопку **Создать объект**.

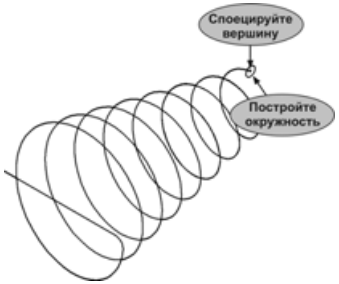


Рис. 8.24

Рис. 8.25

- Система выполнит построение пружины. Установите для модели максимальную точность отображения и сохраните ее.

Создание пружины в контексте сборки

В данном разделе описывается создание детали **Пружина** (рис. 8.26) в контексте сборки **Насос**, что позволит обеспечить согласованные размеры **Пружины** и **Штока**.

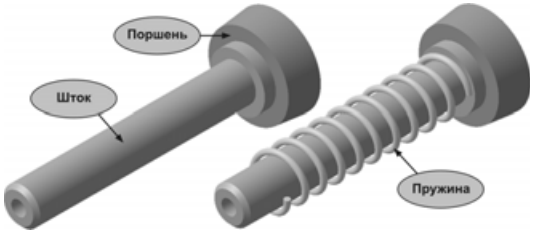


Рис. 8.26

- В папке Насос откройте одноименную сборочную единицу (рис. 8.27).

Рис. 8.27

Сборка, для простоты, носит условный характер. Она состоит всего из четырех компонентов: штока, поршня, шайбы и гайки (рис. 8.28). Приступим к построению новой детали **Пружина** в контексте сборки **Насос**.

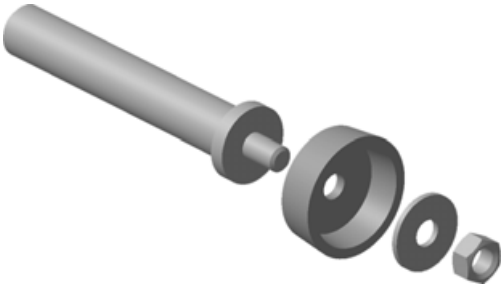


Рис. 8.28

- Установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**. Укажите плоскую грань детали **Шток** (рис. 8.29) и нажмите кнопку **Создать деталь** на инструментальной панели **Редактирование сборки**.

Рис. 8.29

- После вызова команды на экране появляется стандартный диалог сохранения файлов — сохраните новую деталь в папке Насос под именем Пружина (рис. 8.30).

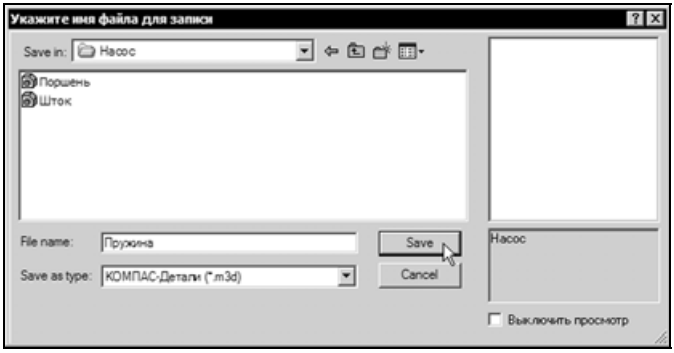


Рис. 8.30

После этого система перейдет в режим создания эскиза основания новой детали. Все детали сборки **Насос** объявляется пассивными компонентами, выделяются цветом и временно становятся недоступными для редактирования.

- Спроецируйте в эскиз круглое ребро детали **Шток**, проставьте к окружности диаметральный размер и назначьте имя переменной d (рис. 8.31). Эта окружность будет автоматически менять свой диаметр при изменении диаметра штока.
- Постройте окружность диаметром 12, с центром в точке начала координат эскиза и дайте ему имя переменной D. Это диаметр будущей пружины.

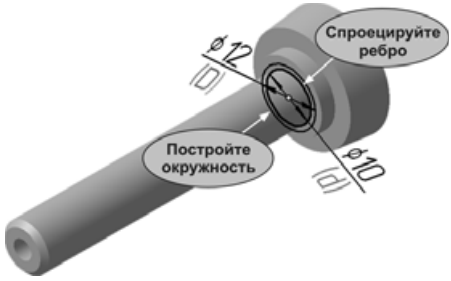


Рис. 8.31

Свяжем уравнением диаметры двух окружностей.

- Нажмите кнопку **Переменные** на инструментальной панели **Стандартная**. На экране появится окно для работы с переменными и уравнениями (рис. 8.32).
- На вкладке **Переменные** отображается таблица переменных, автоматически заполненная данными из текущего эскиза. Для переменной d включите флажок **Внешняя** и заполните поле **Комментарий** (рис. 8.32, слева).

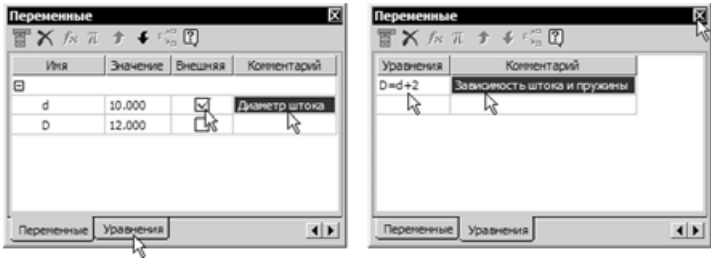


Рис. 8.32

- Откройте вкладку **Уравнения**. В поля первой строки таблицы уравнений введите выражение D=d+2 и комментарий (рис. 8.32, справа). Закройте окно.

Сборка остается в режиме редактирования новой детали. Об этом говорит состояние кнопки **Редактировать на месте** на инструментальной панели **Стандартная**. В дереве построения появился новый компонент.

- Измените его имя на **Пружина** (рис. 8.33).

Пружина будет построена как кинематический элемент. Необходимы направляющая кривая и эскиз, определяющий сечение. Перейдем к построению направляющей, в форме пространственной спирали.

- Вновь укажите плоскую грань детали **Шток** (рис. 8.34) и нажмите кнопку **Спираль цилиндрическая** на инструментальной панели **Пространственные кривые**.

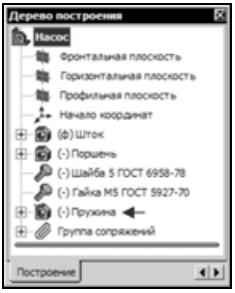


Рис. 8.33

Рис. 8.34

- На панели свойств **Спираль цилиндрическая** откройте вкладку **Диаметр** и укажите способ определения диаметра спирали **По объекту** (рис. 8.35, слева).

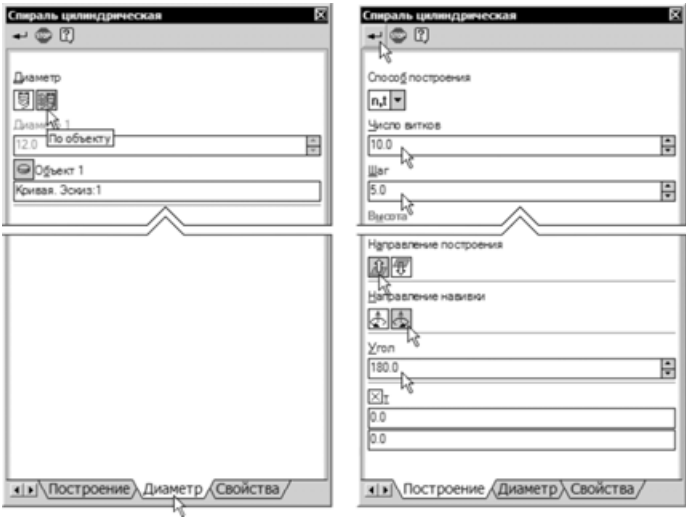


Рис. 8.35

- В окне модели укажите окружность (рис. 8.36).
- На панели свойств **Спираль цилиндрическая** откройте вкладку **Построение** и задайте остальные параметры пружины: Шаг витков 5 , Число витков 10, Угол 180 (рис. 8.35, справа). Нажмите кнопку **Создать объект**. В окне модели система выполнит построение спирали (рис. 8.37).

Рис. 8.36

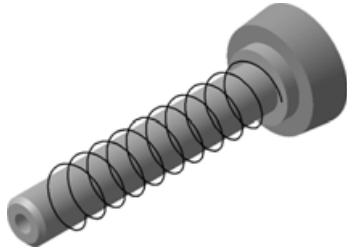


Рис. 8.37

Создадим эскиз поперечного сечения. В данном случае, для эскиза не требуется создавать вспомогательную плоскость, так как конечная вершина спирали лежит в системной плоскости.

- В дереве построения на ветви **Пружина** укажите элемент **Плоскость ZX** (рис. 8.38) и нажмите кнопку **Новый эскиз** на инструментальной панели **Стандартная**. Обратите внимание, что деталь в состоянии редактирования — ее пиктограмма в дереве построения отмечена "галочкой".

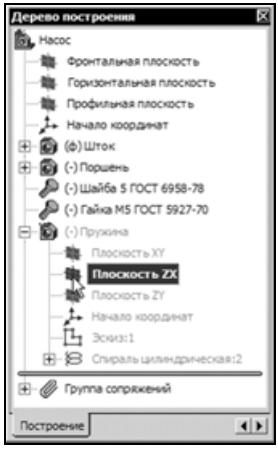


Рис. 8.38

- Спроецируйте в эскиз конечную вершину спирали (рис. 8.39), постройте окружность диаметром 1.5 с центром в точке проекции и закройте эскиз.

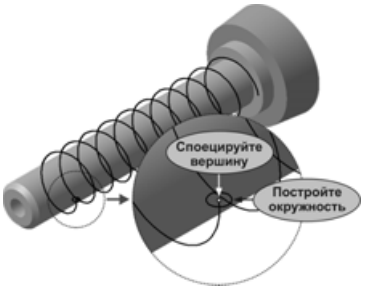


Рис. 8.39

- Выполните щелчок в любом пустом месте окна модели, чтобы снять выделение с объектов.
- Нажмите кнопку кинематическая операция. В качестве сечения укажите в окне модели окружность. В качестве траектории укажите спираль. После построения фантома элемента нажмите кнопку **Создать объект**. В окне модели система выполнит построение пружины, а в дереве построения на ветви **Пружина** появится новый элемент **Кинематическая операция:1**.
- Закончите создание детали щелчком на кнопке **Редактировать на месте** на панели **Стандартная**. На запрос системы о перестроении сборки нажмите кнопку **Да** (рис. 8.40).

Новая деталь имеет невысокую точность отображения. Сделаем ее вид более гладким.

- Щелкните правой кнопкой мыши на компоненте **Пружина** в дереве построения и выполните из контекстного меню команду **Редактировать в окне** (рис. 8.41).

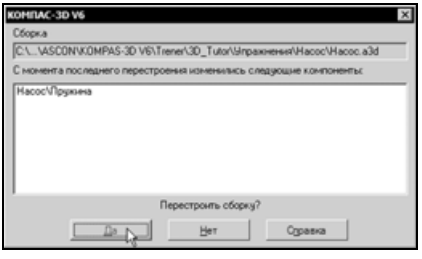


Рис. 8.40

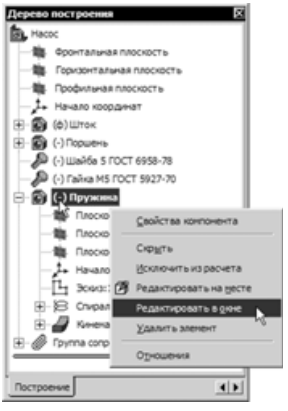


Рис. 8.41

- Установите для детали стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**, режим отображения **Полутоновое** и нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.
- В дереве построения с помощью команды **Скрыть** из контекстного меню отключите отображение компонентов **Эскиз:1** и **Спираль цилиндрическая:1** (рис. 8.42)
- С помощью команды **Сервис | Параметры | Текущая деталь | Точность отрисовки** установите для детали максимальную точность.
- Закройте окно настройки параметров детали и нажмите кнопку **Перестроить** на панели управления — изображение пружины примет более гладкие очертания (рис. 8.43).

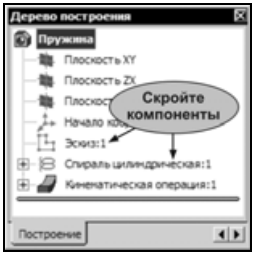


Рис. 8.42

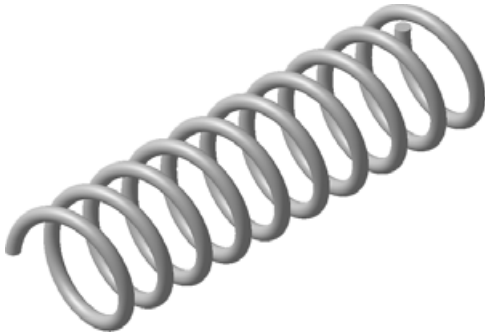


Рис. 8.43

- С помощью справочника материалов назначьте модели материал **Проволока 1,5 ГОСТ 9389-75** и определите массо-центровочные характеристики пружины[1].
- Закройте окно детали. В ответ на запросы системы о сохранении изменений в детали и о перестроении сборки ответьте **Да**. Сохраните сборку на диске.

Проверим, как выполняется ассоциативная связь диаметра штока и диаметра пружины. Для этого внесем изменения в модель детали **Шток**.

- В дереве построения на ветви **Шток** войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:1** элемента **Операция выдавливания:1** (рис. 8.44) и измените диаметр окружности с 10 на 14.
- Закройте эскиз, выйдите из режима редактирования детали **Шток** и перестройте сборку. После перестроения диаметр пружины изменен (рис. 8.45).

---

[1] Вес пружины должен составлять 5,23 грамма.

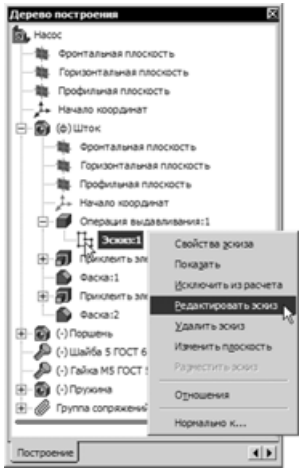


Рис. 8.44

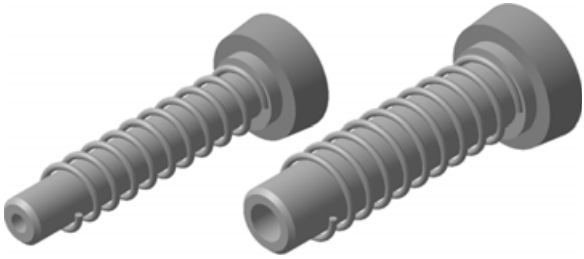


Рис. 8.45

Использование пространственной ломаной

Другой вид пространственной кривой — пространственную ломаную — можно использовать для построения траектории кинематических элементов, лежащих в основании труб (рис. 8.46).

Рис. 8.46

Перед началом построения нужно представить в общих чертах форму трубы: количество участков и их форму, возможные направления гибки и так далее. Это поможет выбрать правильную методику построения.

- Создайте новую деталь и сохраните ее в папке Мои модели под именем Труба.
- Создайте новый эскиз на плоскости **ХУ** и установите ориентацию **Спереди**.
- Из точки начала координат эскиза постройте стилем линии **Тонкая** горизонтальный отрезок 0-1 произвольной длины (рис. 8.47). Проставьте к отрезку горизонтальный размер и присвойте ему значение 30.
- Затем из точки начала координат постройте стилем линии **Основная** ломаную линию 0-2-3, проставьте наклонные линейные размеры и присвойте им значения, показанные на рис. 8.47.
- Проставьте два угловых размера и присвойте им значения, показанные на рис. 8.48[1]. Построение эскиза первого участка закончено, закройте эскиз.

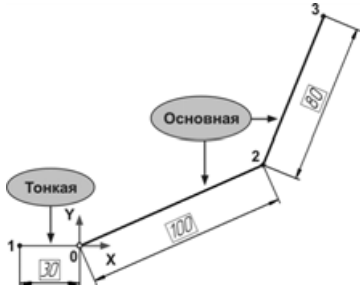


Рис. 8.47

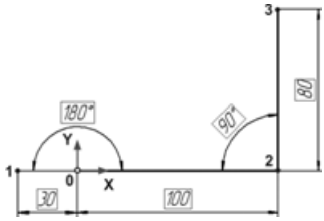


Рис. 8.48

Для размещения эскиза второй ступени создадим вспомогательную плоскость.

- Установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**. Нажмите кнопку **Плоскость под углом к другой плоскости** на панели **Вспомогательная геометрия**.
- В дереве построения укажите элемент **Плоскость XY**, в окне модели укажите вертикальный отрезок (рис. 8.49).
- В поле **Угол** панели свойств введите значение 0 и нажмите кнопку **Создать объект** — система построит вспомогательную плоскость.

---

[1] В данном случае отрезки 0-2 и 2-3 нельзя сразу вычертить в горизонтальной и вертикальной ориентации, ввиду параметрических ограничений **Горизонталь** и **Вертикаль**.

Рис. 8.49

- Создайте новый эскиз в плоскости **Плоскость под углом:1** и повторите геометрические построения, описанные выше (рис. 8.50).

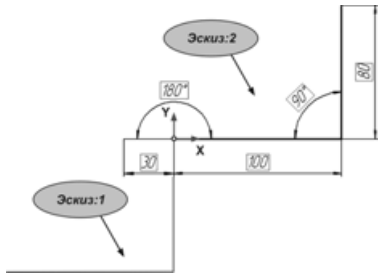


Рис. 8.50

- Создайте еще одну **Плоскость под углом:2**, проходящую через вертикальный отрезок второго эскиза параллельно **Плоскости под углом:1** (рис. 8.51).

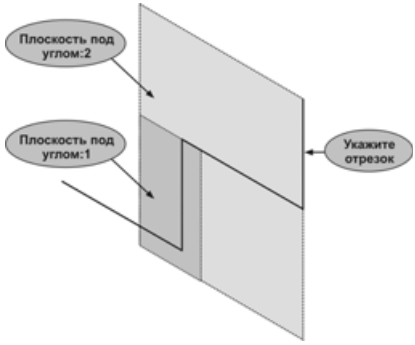


Рис. 8.51

- Создайте в новой плоскости точно такой же эскиз, как и в двух предыдущих случаях.
- Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и нажмите кнопку **Ломаная** на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**.
- В окне модели последовательно укажите вершины 1, 2, ..., 7. (рис. 8.52). По мере указания система будет автоматически заполнять таблицу координат точек ломаной (рис. 8.53).

Рис. 8.52

- После ввода всех точек введите в поля **Радиус** значения, показанные на рис. 8.53. Система выполнит скругление ломаной в вершинах. Нажмите кнопку **Создать объект**.

Рис. 8.53

- Создайте новый эскиз на плоскости **ZY** и постройте в нем окружность диаметром 30, указав центром точку начала координат (рис. 8.54). Закройте эскиз.

Рис. 8.54

- Нажмите кнопку кинематическая операция. В качестве сечения укажите в окне модели окружность. В качестве траектории укажите в дереве построения элемент **Ломаная1**.

- На панели свойств **Кинематический элемент** на вкладке **Параметры** определите тип перемещения сечения вдоль траектории, нажав кнопку **Ортогонально траектории** в группе **Движение сечения** (рис. 8.55, слева).
- Откройте вкладку **Тонкая стенка** (рис. 8.55, справа). Раскройте список **Тип построения тонкой стенки** и выберите вариант **Внутрь**. Установите толщину стенки 2 и нажмите кнопку **Создать объект**.

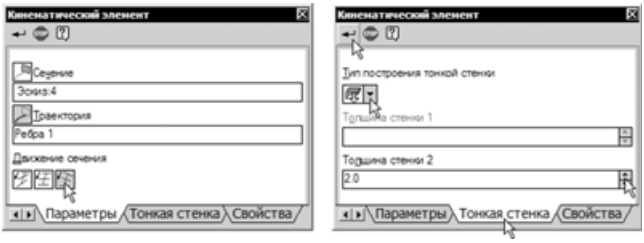


Рис. 8.55

- В окне модели система выполнит построение трубы (рис. 8.56). С помощью команды **Вид | Скрыть эскизы** отключите отображение эскизов.

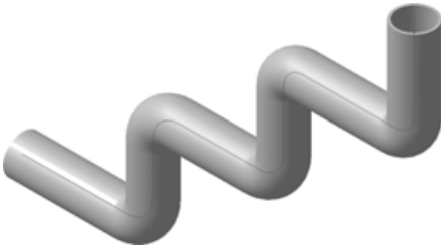


Рис. 8.56

- Измените наименование элементов в дереве построения, как это показано на рис. 8.57. Это поможет лучше ориентироваться при редактировании модели.

Рис. 8.57

Таким образом, мы получили модель изменяемой формы и размеров. Редактируя эскизы, можно менять форму и размеры отдельных участков.

Редактируя плоскости, можно поворачивать участки друг относительно друга.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Участок 1** и измените значение углового размера с 90 на 120 (рис. 8.58).

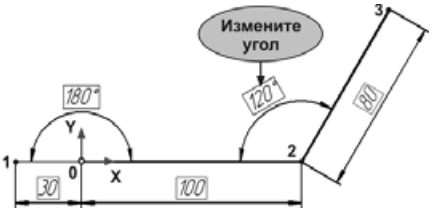


Рис. 8.58

Закройте эскиз. После перестроения модели в трубе появится наклонный участок (рис. 8.59).

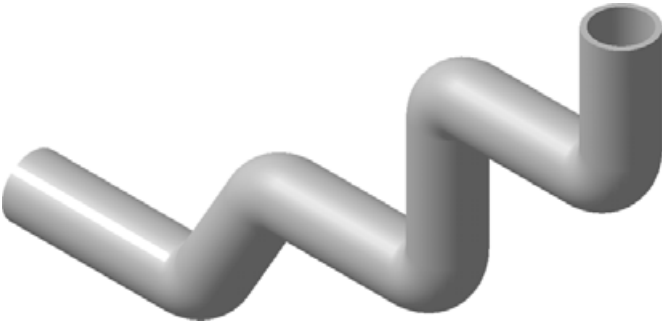


Рис. 8.59

- Войдите в режим редактирования плоскости **Угол между 1 и 2 участком** и введите новое значение угла наклона плоскости 30 (рис. 8.60).

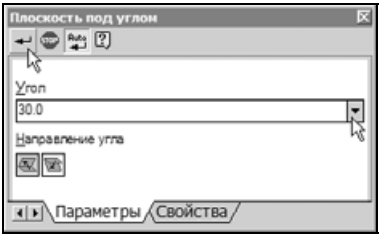


Рис. 8.60

Закройте эскиз. После перестроения модели, второй участок трубы будет повернут на указанный угол (рис. 8.61).

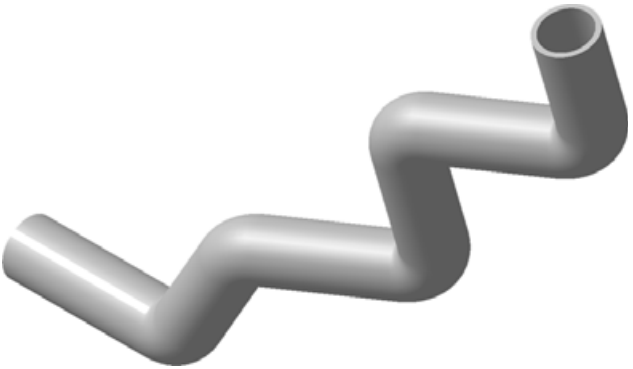


Рис. 8.61

Попробуйте менять значения размеров в эскизах, углы вспомогательных плоскостей и радиусы скруглений пространственной ломаной, наблюдая за изменениями модели.

Построение трубы в контексте сборки

Эффективным приемом является проектирование труб в контексте сборки. В этом случае появляется возможность непосредственно указать точки траектории (рис. 8.62). Для этого можно использовать вершины компонентов, уже существующих в сборке. Если таких вершин недостаточно, то можно построить дополнительные эскизы.

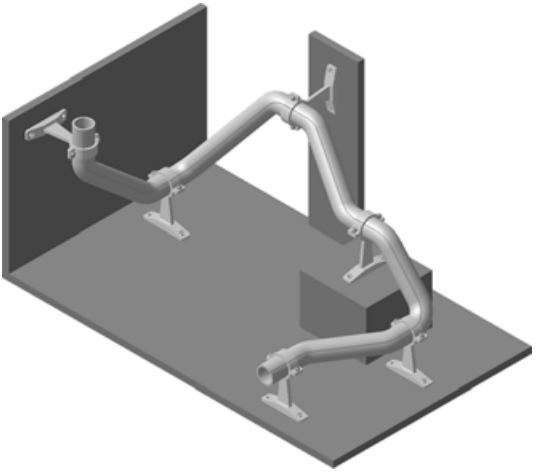


Рис. 8.62

- Откройте в папке Трубопровод одноименную сборку.

Сборка состоит из **Основания** и шести расположенных на нем **Кронштейнов** (рис. 8.63). Труба должна быть закрепленной во всех кронштейнах. При перемещении кронштейнов должна измениться форма трубы.

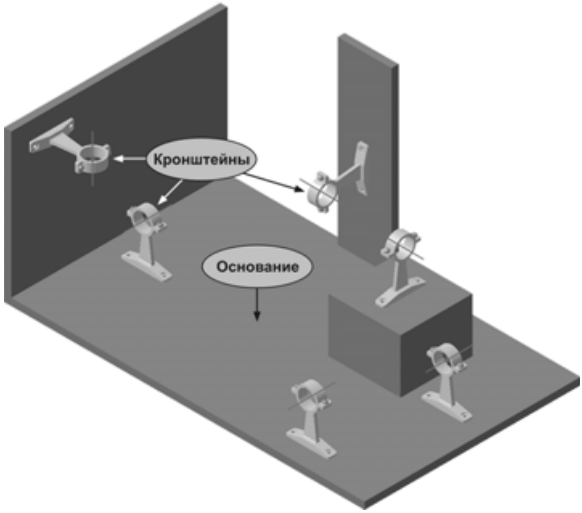


Рис. 8.63

- В дереве построения щелкните правой кнопкой мыши **Кронштейн сборка (1)** и откройте его для редактирования в отдельном окне (рис. 8.64).

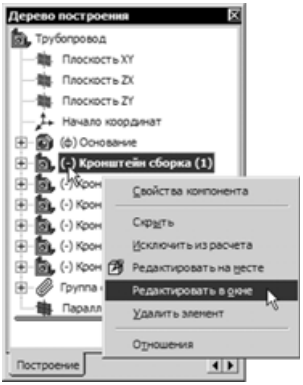


Рис. 8.64

Компонент представляет собой сборку, в которой создан вспомогательный эскиз Эскиз:1.[1] В эскизе хранится единственный отрезок, конечные точки

[1] Остальные вспомогательные эскизы служат для размещения самого **Кронштейна** на **Основании**.

которого можно использовать для указания вершин, через которые должна пройти пространственная ломаная (рис. 8.65).

- Закройте окно сборки.

Рис. 8.65

- Укажите узкую грань основания (рис. 8.66) и нажмите кнопку **Создать деталь** на инструментальной панели **Редактирование сборки**.

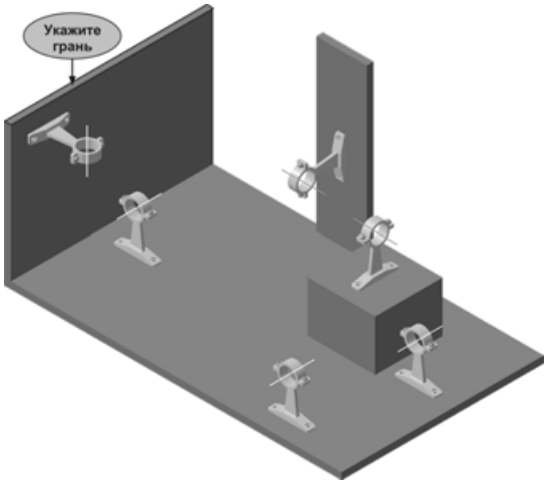


Рис. 8.66

- Сохраните новую деталь в папке Трубопровод под именем Труба. После этого система перейдет в режим создания эскиза основания новой детали, а в дереве построения появится новый компонент с именем по умолчанию **Деталь**.
- Присвойте в дереве построения новому компоненту имя **Труба**.

Для построения трубы как кинематического элемента необходимо создать два компонента: эскиз сечения и траекторию. Начнем с построения траектории.

- Так как в данном случае перед построением эскиза нужно создать для него вспомогательную плоскость, выйдите из режима редактирования эскиза, нажав кнопку **Эскиз** на инструментальной панели **Текущее состояние**. При этом система останется в режиме редактирования новой детали.
- Нажмите кнопку **Ломаная** на инструментальной панели **Пространственные кривые**.
- В окне модели последовательно укажите вершины 1, 2, ..., 12. (рис. 8.67). По мере указания, система будет выстраивать траекторию.

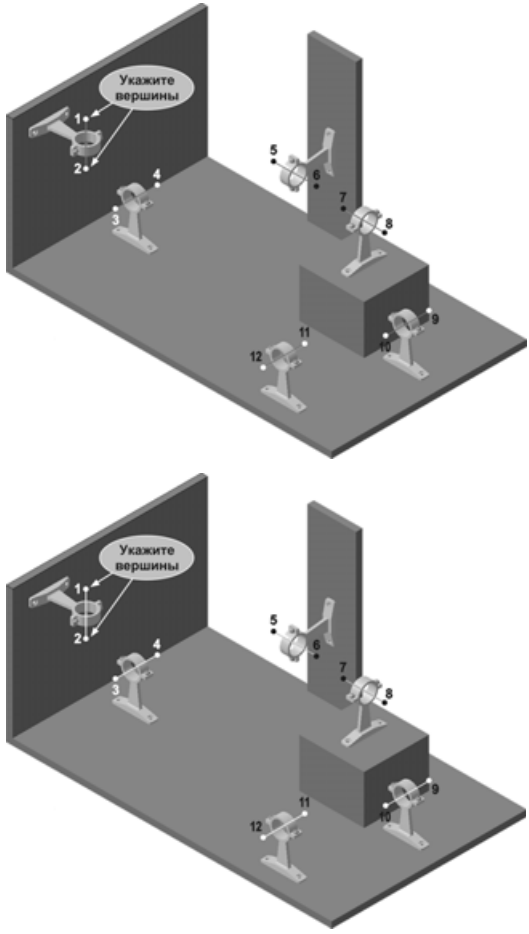


Рис. 8.67

- Координаты указанных вершин занесены в таблицу координат точек ломаной на панели свойств. После указания всех точек, введите в таблицу для вершин от 2 по 11 радиус скругления 50.

- Нажмите кнопку **Создать объект** — система выполнит построение пространственной кривой (рис. 8.69).

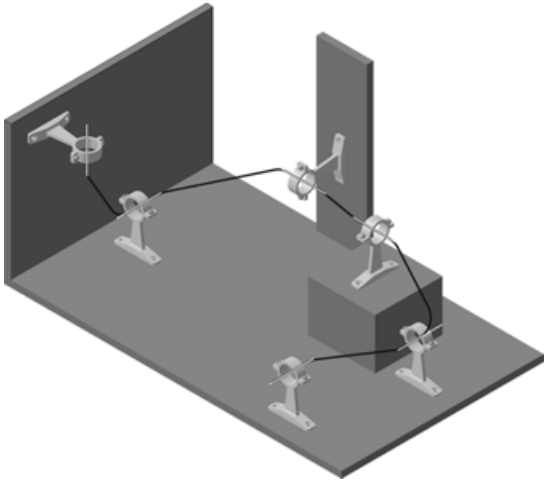


Рис. 8.69

Перейдем к построению сечения кинематического элемента. Для размещения эскиза потребуется создать вспомогательную плоскость.

- На инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** нажмите кнопку **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**.
- В окне модели укажите узкую грань **Основания** и вершину ломаной (рис. 8.70), нажмите кнопку **Создать объект**.

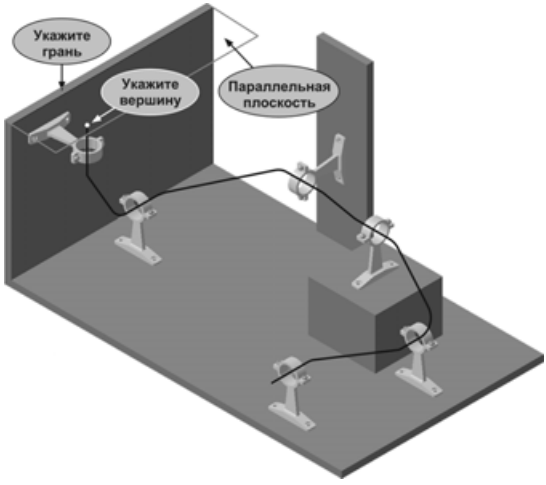


Рис. 8.70

- Создайте на плоскости **Параллельная плоскость:1** на ветви **Труба** новый эскиз. Сделайте вид крупнее, как это показано на рис. 8.71.

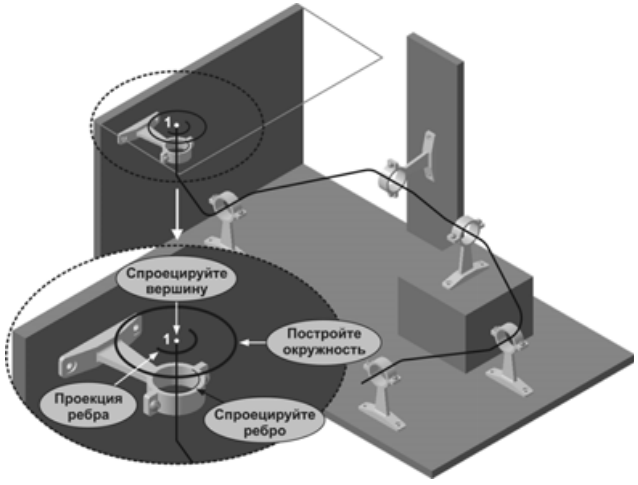


Рис. 8.71

Эскиз сечения трубы нужно построить таким образом, чтобы при изменении диаметра отверстия в **Кронштейне** изменился и диаметр трубы. Для этого нужно воспользоваться командой **Спроецировать объект**.

- Спроецируйте в эскиз вершину 1 пространственной ломаной и дугообразное ребро **Кронштейна** (рис. 8.71).
- Проекционная дуга нужна как вспомогательный объект, измените ее стиль с **Основная** на **Тонкая**.
- Постройте окружность произвольного радиуса с центром в точке проекции 1.
- Нажмите кнопку **Равенство радиусов** на инструментальной панели **Параметризация** и укажите дугу и окружность (рис. 8.72). Система изменит радиус окружности, сделав его равным радиусу дуги. Закройте эскиз.

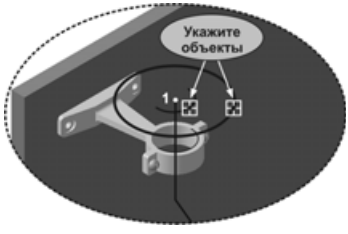


Рис. 8.72

- Нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**. Теперь все готово для построения кинематического элемента (рис. 8.73).

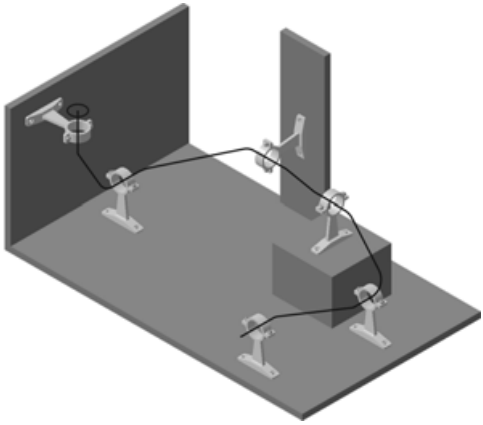


Рис. 8.73

- Нажмите кнопку **Кинематическая операция** . В качестве сечения укажите окружность. В качестве траектории выберите в дереве построения элемент **Ломаная1:**.
- На панели свойств **Кинематический элемент** на вкладке **Параметры** определите тип перемещения сечения вдоль траектории, нажав кнопку **Ортогонально траектории** в группе **Движение сечения**.
- Откройте вкладку **Тонкая стенка**. Раскройте список **Тип построения тонкой стенки** и выберите вариант **Внутрь**. Установите толщину стенки 5 и нажмите кнопку **Создать объект**.
- В окне модели система выполнит построение трубы (рис. 8.74). С помощью команды **Вид | Скрыть эскизы** отключите отображение эскизов.

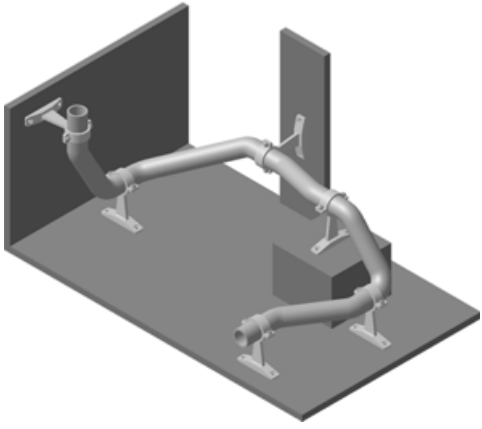


Рис. 8.74

- Закончите сеанс редактирования новой детали **Труба**, выключив кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**. Подтвердите перестроение сборки (рис. 8.75).
- Откройте для редактирования в новом окне созданный компонент **Труба**. Установите ориентацию **Изометрия XYZ**, отображение **Полутоновое** и максимальную точность отрисовки (рис. 8.76). Закройте окно.

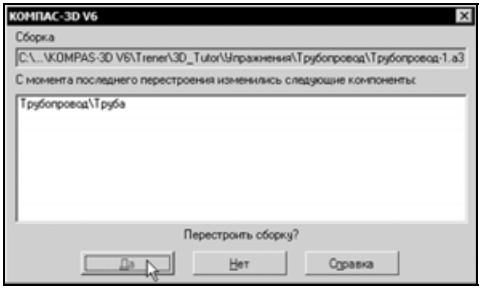


Рис. 8.75

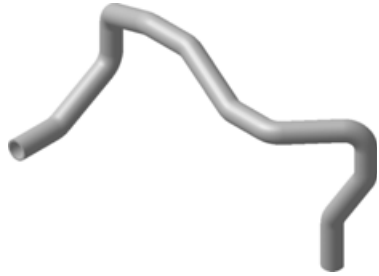


Рис. 8.76

- С помощью команды **Переместить компонент** на панели **Редактирование сборки** переместите третий кронштейн вертикально вверх (рис. 8.77)[1].

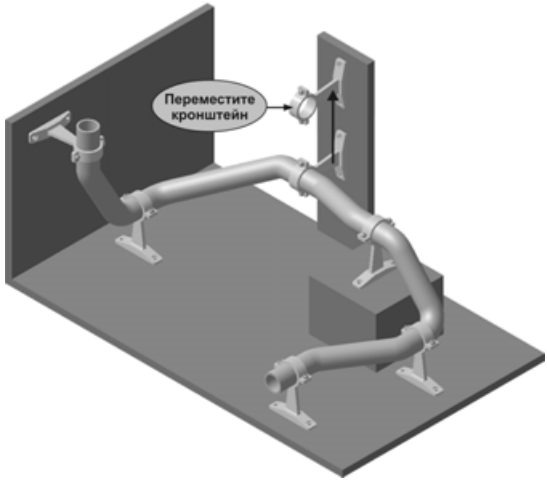


Рис. 8.77

- Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**. После перестроения труба также изменит форму (рис. 8.78).

[1] При необходимости точное положение компонентов в сборке можно задать при помощи команд на инструментальной панели **Сопряжения**.

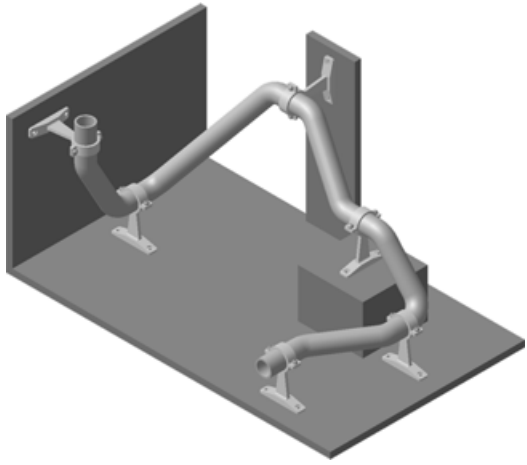


Рис. 8.78

- Переместите второй кронштейн вдоль стенки основания (рис. 8.79) и перестройте сборку.

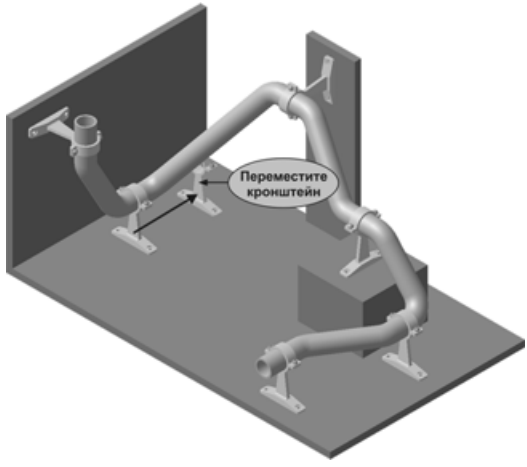


Рис. 8.79

После перестроения труба вновь изменит свою форму (рис. 8.80).

- С помощью команды **Повернуть компонент** на панели **Редактирование сборки** поверните четвертый кронштейн на 90° по часовой стрелке (рис. 8.81).
- Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**. После перестроения труба изменит свою форму (рис. 8.82). Сохраните сборку на диске и закройте окно.

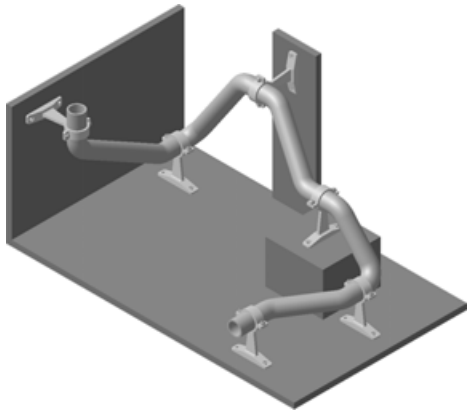


Рис. 8.80

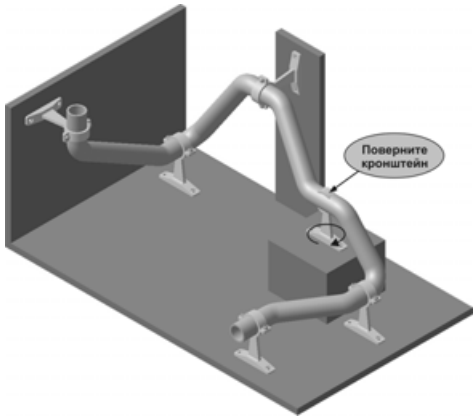


Рис. 8.81

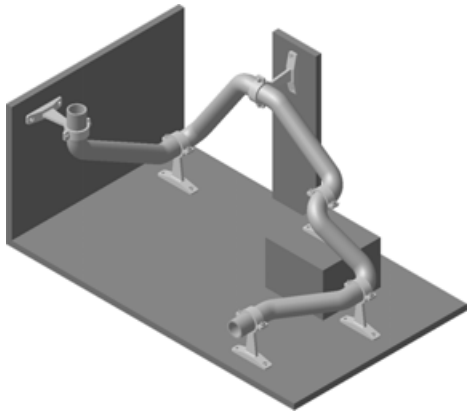


Рис. 8.82

Вычитание компонентов. Проектирование литейных форм

Возможности системы позволяют выполнять проектирование литых деталей и оснастки для их изготовления — *литейных форм*. В первую очередь, речь идет о получении формообразующих поверхностей, твердотельные модели которых могут быть переданы в станок с ЧПУ.

Между моделями детали и оснастки система формирует ассоциативные связи. За счет этого конструктор может вносить необходимые изменения в деталь, а поверхности формы изменятся автоматически. Одновременно будет происходить перестроение всех рабочих чертежей.

Создание литейной формы детали Крышка

- Откройте деталь **Крышка** (рис. 8.83) из папки Литейная форма-1.

Рис. 8.83

Поскольку деталь имеет сквозные отверстия и пазы, необходимо вначале разделить ее внутреннюю и внешнюю поверхности. В этой детали все сквозные отверстия и пазы закрыты тонкими пленками толщиной 0.1 . Соответствующие элементы в дереве построения находятся в выключенном состоянии.

- Просмотрите список элементов в дереве построения до самого конца. Наименования искомых элементов начинаются со слова "Заливка", а их пиктограммы помечены символом "крестик". Включите их в расчет.
- Для этого щелчком мыши укажите первый элемент (рис. 8.84). Затем нажмите клавишу <Shift> на клавиатуре и укажите последний элемент. Указанные элементы и расположенные между ними будут выделены цветом.
- Щелкните правой кнопкой мыши на любом из выделенных элементов и выполните из контекстного меню команду **Включить в расчет**.

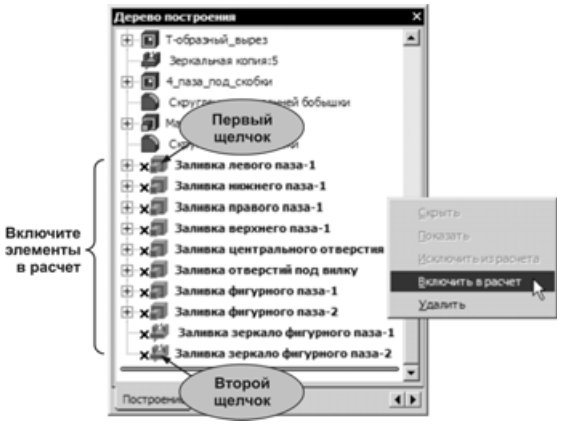


Рис. 8.84

- Вид модели в окне изменится — отверстия и пазы будут закрыты (рис. 8.85) В таком состоянии модель следует использовать в качестве объекта проектирования литейной формы. Сохраните деталь и закройте ее окно.

Рис. 8.85

Создание промежуточной сборки

Промежуточная сборка — это сборка, которая включает в себя исходную деталь и заготовку литейной формы. Деталь нужно просто вставить в сборку, а заготовку создать заново в контексте сборки.

- Создайте новый файл сборки. Для этого нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**. В окне **Новый документ** укажите тип документа **Сборка** и нажмите кнопку **OK** (рис. 8.86).
- Сохраните новый документ в папке Литейная форма-1 под именем Промежуточная сборка (рис. 8.87).

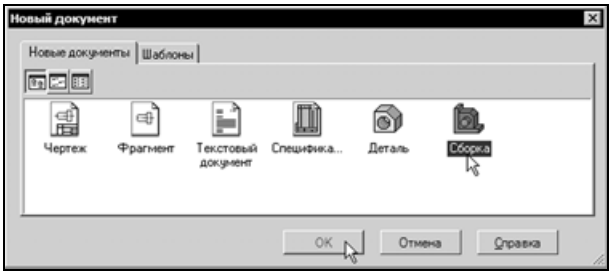


Рис. 8.86

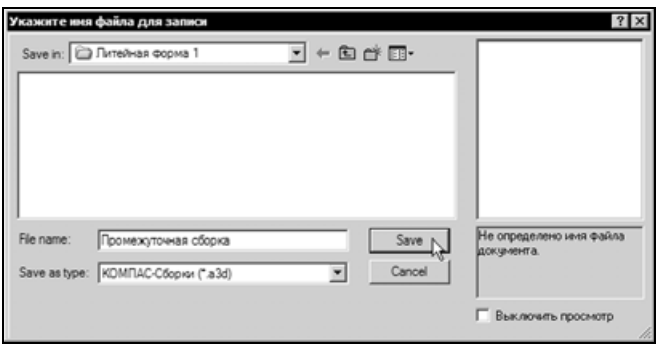


Рис. 8.87

- Нажмите кнопку **Добавить из файла** на панели **Редактирование сборки**.
- В диалоге выбора файлов укажите в списке деталь **Крышка** и нажмите кнопку **Открыть**.
- Для размещения компонента укажите точку начала координат модели — при этом курсор должен находится в режиме указания вершины.
- Установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ** и режим отображения **Полутоновое**. Выполните команду **Сервис | Скрыть начала координат**.

Создание заготовки литейной формы

Заготовка литейной формы представляет собой простую деталь в форме параллелепипеда, размеры которого превышают размеры детали **Крышка**. Заготовку следует создать таким образом, чтобы при изменении размеров исходной детали **Крышка** автоматически изменялись размеры заготовки.

- Разверните деталь, как это показано на рис. 8.88. Укажите узкую грань и нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**.

Рис. 8.88

- После вызова команды, на экране появляется стандартный диалог сохранения файлов — сохраните новую деталь в папке Литейная форма-1 под именем Заготовка формы.
- В дереве построения появится новый компонент с именем по умолчанию **Деталь**. Система перейдет в режим редактирования новой детали, а именно, в режим создания эскиза ее основания. В дереве построения присвойте новой детали имя **Заготовка формы**, а всей сборке имя — **Промежуточная Сборка**.
- Установите для модели ориентацию **Нормально к...**. Нажмите кнопку **Спроецировать объект** на инструментальной панели **Геометрия** и спроецируйте в эскиз четыре прямых ребра, входящих в наружный контур детали **Крышка** (рис. 8.89).

Рис. 8.89

- Полученные отрезки — вспомогательные объекты и не будут принимать непосредственного участия в создании новой детали, поэтому измените стиль линии с **Основная** на **Утолщенная**.
- Постройте в эскизе прямоугольный контур таким образом, чтобы он включал деталь целиком. Определите размеры прямоугольника, проставив линейные размеры, как это показано на рис. 8.90. Всем размерам задайте значение 5.

- Закройте эскиз. Убедитесь, что он является текущим. Если это не так, сделайте его текущим щелчком на элементе **Эскиз:1** в дереве построения (рис. 8.91).

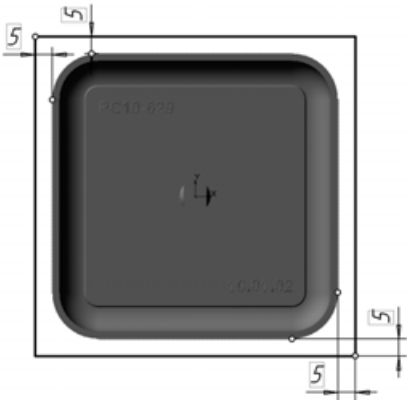


Рис. 8.90

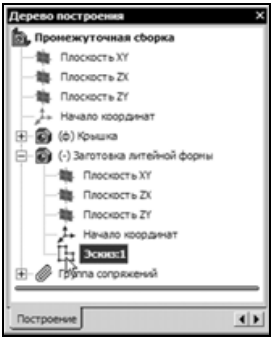


Рис. 8.91

- Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Построение детали**.
- На панели свойств откройте список поля **Направление** и установите направление выдавливания **Два направления** (рис. 8.92).
- Откройте список поля **Способ 1** и укажите тип выдавливания **До поверхности**. В поле **Расстояние 1** введите значение 5 и нажмите кнопку **За объект**.

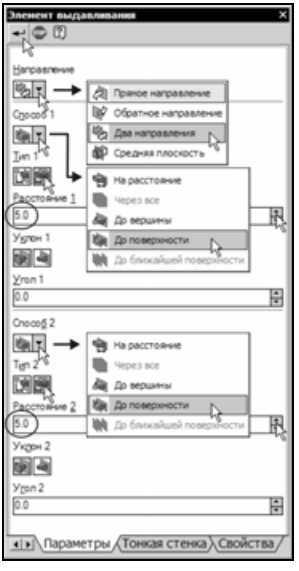


Рис. 8.92

- Разверните модель так, как это показано на рис. 8.93 и укажите плоскую грань бобышки в центре детали **Крышка**. Система сформирует текущее состояние тела выдавливания в прямом направлении в виде фантома.
- Вновь установите ориентацию **Изометрия XYZ**. Откройте список поля **Способ 2** и укажите тип выдавливания **До поверхности**. В поле **Расстояние 2** введите значение 5 и нажмите кнопку **За объект** (рис. 8.92).
- В окне модели укажите плоскую грань на лицевой поверхности детали **Крышка** (рис. 8.94). Система в виде фантома сформирует текущее состояние тела выдавливания в прямом и обратном направлениях.

Рис. 8.93

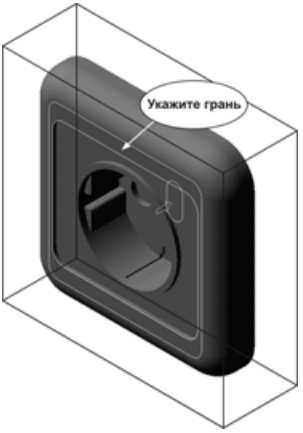


Рис. 8.94

- Нажмите кнопку **Создать объект** ↵. Система сформирует объемный элемент в виде прямоугольного параллелепипеда, который охватит деталь **Крышка** со всех сторон, в результате чего она станет невидимой (рис. 8.95).

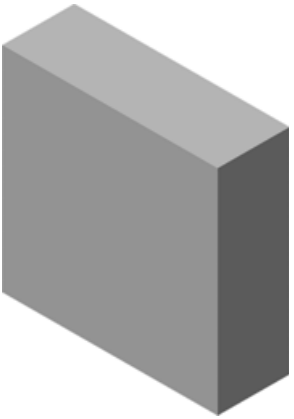


Рис. 8.95

- Закончите сеанс редактирования детали **Заготовка формы** щелчком на кнопке **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**. В ответ на запрос системы о перестроении сборки нажмите кнопку **Да** (рис. 8.96).

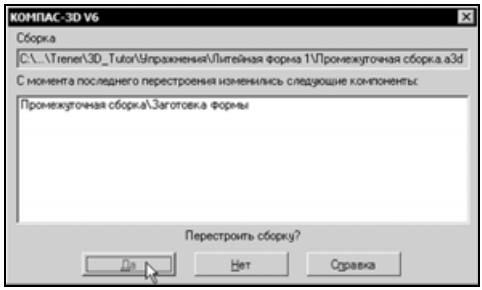


Рис. 8.96

- Убедимся, что деталь **Крышка** действительно находится внутри детали **Заготовка формы**. Для этого установите режим отображения **Каркас** (рис. 8.97).

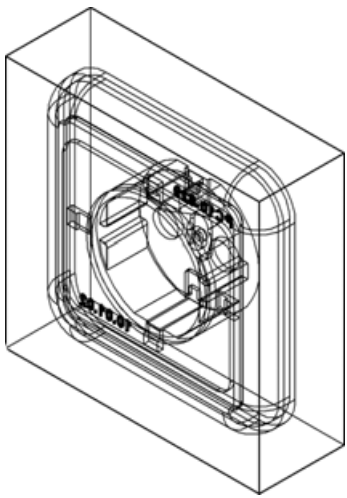


Рис. 8.97

Создание полости

Теперь необходимо сделать полость внутри детали **Заготовка формы**, удалив из нее объем материала, соответствующий детали **Крышка**.

- Щелкните правой кнопкой мыши на компоненте **Заготовка формы** в дереве построения и выполните из контекстного меню команду **Редактировать на месте** (рис. 8.98).

- Нажмите кнопку **Вычесть компоненты** на панели **Редактирование детали**. В дереве построения укажите вычитаемый компонент — деталь **Крышка**. Убедитесь, что имя вычитаемой детали появилось в списке панели свойств **Вычесть компоненты** (рис. 8.99). В поле **Масштабирование** установите значение 0[1]. Нажмите кнопку **Создать объект**.

Рис. 8.98

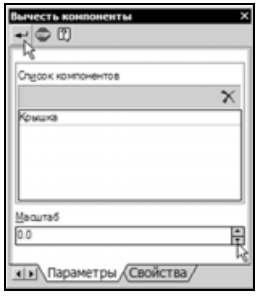


Рис. 8.99

- Завершите сеанс редактирования детали **Заготовка формы** и подтвердите передачу изменений в сборку, нажав кнопку **Да** в ответ на запрос системы (рис. 8.100).

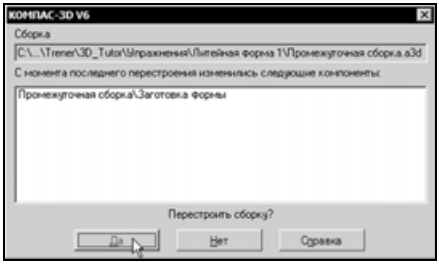


Рис. 8.100

- Запишите модель **Промежуточная сборка** на диск и закройте ее окно, сохранив ссылки на измененные компоненты (рис. 8.101).

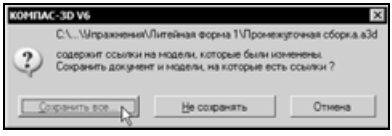


Рис. 8.101

---

[1] Этот параметр показывает, на сколько нужно уменьшить или увеличить полость, например, чтобы компенсировать усадку материала.

- Можно продолжить редактирование полученной заготовки в отдельном окне. В папке Литейная форма 1 откройте деталь **Заготовка формы**. Установите для модели режим отображения **Полутоновое**, ориентацию **Изометрия XYZ** и нажмите кнопку **Показать все**.
- Выполните настройку детали, включив максимальную степень точности отображения.
- Скруглите четыре угловых ребра детали радиусом 18 (рис. 8.102).

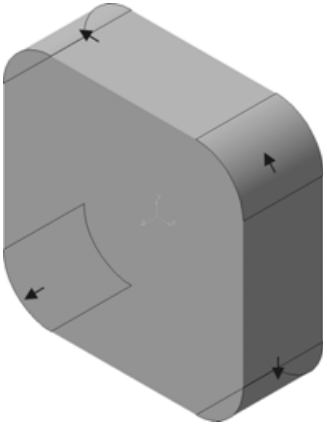


Рис. 8.102

Убедимся, что внутри детали действительно сформирована полость, соответствующая по форме детали **Крышка**.

- Выполните сечение детали плоскостями **ZX** и **XY** (рис. 8.103). После просмотра результатов удалите в дереве построения элементы **Сечение плоскостью:1** и **Сечение плоскостью:2**. Сохраните модель и закройте ее окно.

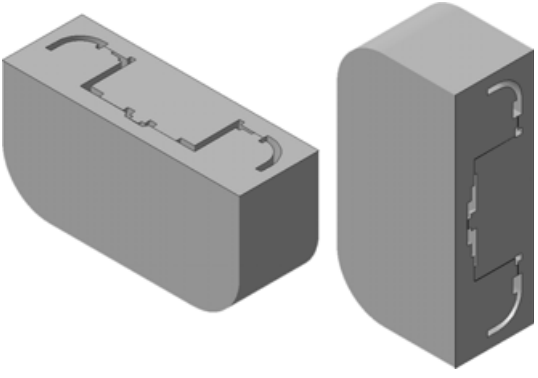


Рис. 8.103

Создание нижней половины формы

Полученную заготовку можно использовать для создания половинок литейной формы, путем удаления из заготовки лишнего материала.

- Создайте новую деталь и сохраните ее под именем **Нижняя половина**.
- Нажмите кнопку **Деталь-заготовка** на панели **Редактирование детали**.
- В диалоге открытия файлов укажите деталь **Заготовка формы** и нажмите кнопку **Открыть** (рис. 8.104).

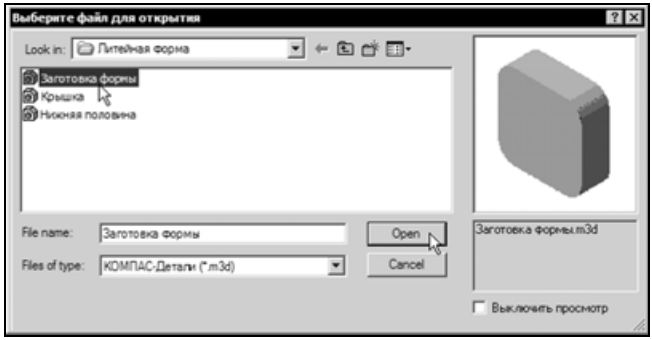


Рис. 8.104

- На панели свойств включите кнопку **Вставка внешней ссылкой** и нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 8.105).

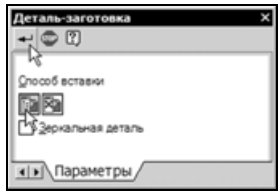


Рис. 8.105

- Установите для модели ориентацию **Изометрия XYZ**, режим отображения **Полутоновое**, установите максимальную точность отображения детали и нажмите кнопку **Показать все**.
- Укажите лицевую грань детали и создайте на ней новый эскиз (рис. 8.106).
- Установите ориентацию **Спереди** и режим отображения **Каркас**.
- Выполните команду **Операции | Спроецировать объект** и аккуратно спроецируйте в эскиз восемь ребер, составляющих внешний контур полости детали (рис. 8.107).

Рис. 8.106

Рис. 8.107

- Закройте эскиз, установите режим отображения **Полутоновое** и ориентацию **Изометрия XYZ** (рис. 8.108).

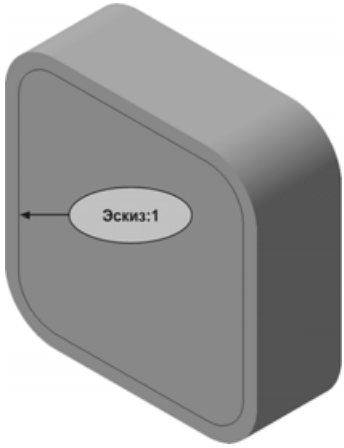


Рис. 8.108

- Убедитесь, что созданный эскиз является текущим и нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование детали**.
- Раскройте список поля **Способ 1** (рис. 8.109), выберите способ задания глубины выдавливания **До ближайшей поверхности** и нажмите **Создать объект**.

В окне модели система выполнить удаление материала, автоматически определив границы выдавливания — все грани, принадлежащие обратной поверхности полости заготовки (рис. 8.110).

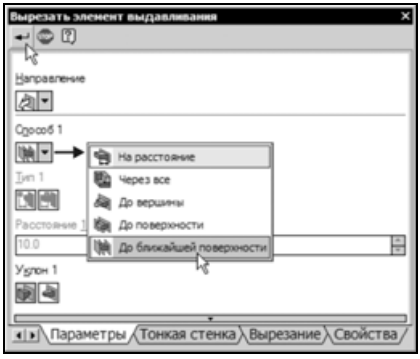


Рис. 8.109

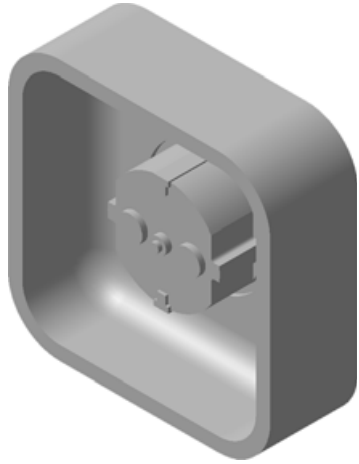


Рис. 8.110

Уменьшим высоту литейной формы.

- Создайте новый эскиз на узкой грани (рис. 8.111), спроецируйте в него эту же грань и закройте эскиз.
- Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** . Раскройте список поля **Способ 1** (рис. 8.112), выберите способ задания глубины выдавливания **До поверхности**.

Рис. 8.111

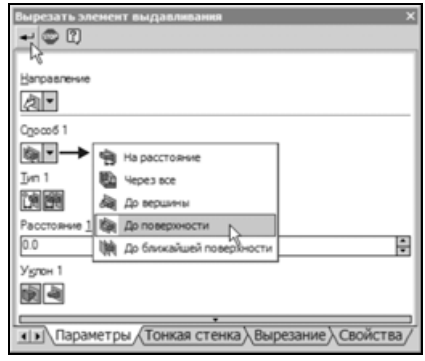


Рис. 8.112

- В окне модели укажите плоскую грань бобышки в центре детали (рис. 8.113) и нажмите **Создать объект**.

- Скруглите обратную грань модели радиусом 1 (рис. 8.114).

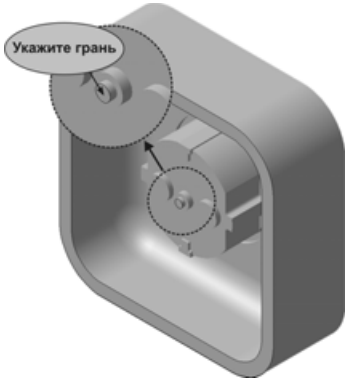


Рис. 8.113

Рис. 8.114

- Измените цвет модели на более контрастный, измените ее наименование в дереве построения на **Нижняя половина**, сохраните модель и закройте ее окно.

Создание верхней половины формы

Аналогичным образом следует построить верхнюю часть литейной формы.

- Создайте новую деталь и сохраните ее на диске под именем Верхняя половина.
- Вставьте в модель деталь-заготовку **Заготовка формы** внешней ссылкой.
- Разверните модель в пространстве таким образом, чтобы была видна ее обратная сторона. Укажите обратную грань детали и создайте на ней новый эскиз.
- Установите ориентацию **Сзади** и режим отображения **Каркас** .
- Аккуратно спроецируйте в эскиз восемь ребер, составляющих внешний контур полости детали (рис. 8.115).

Рис. 8.115

- Примените к полученному эскизу операцию **Вырезать выдавливанием** способом **До ближайшей поверхности** (рис. 8.116).
- Удалите лишний материал, чтобы обеспечить собираемость литейной формы. Для этого создайте эскиз на узкой грани (рис. 8.117), спроецируйте в него эту грань.

Рис. 8.116

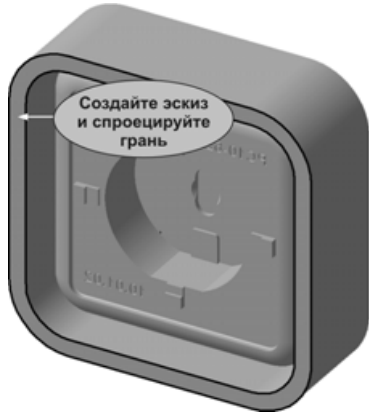


Рис. 8.117

- Примените к эскизу операцию **Вырезать выдавливанием** способом **До поверхности**. Дополнительно в группе **Тип 1** включите кнопку **До объекта**, а в поле **Расстояние 1** введите значение 5 (рис. 8.118). В качестве поверхности укажите обратную плоскую грань детали.

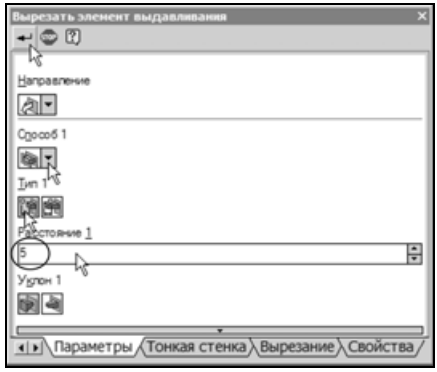


Рис. 8.118

- Скруглите обратную грань модели радиусом 1.
- Измените цвет модели на более контрастный, измените ее наименование в дереве построения на **Верхняя половина**, сохраните модель и закройте ее окно.

Рис. 8.119

Создание сборки формы

Создайте новую сборку и сохраните ее в папке Литейная форма 1 под именем Сборка формы.

- Разместите в сборке детали **Нижняя половина**, **Крышка** и **Верхняя половина**.
- Выполните сечение сборки эскизом, состоящим из двух ортогональных отрезков, расположенных на плоскости **XY** (рис. 8.120).

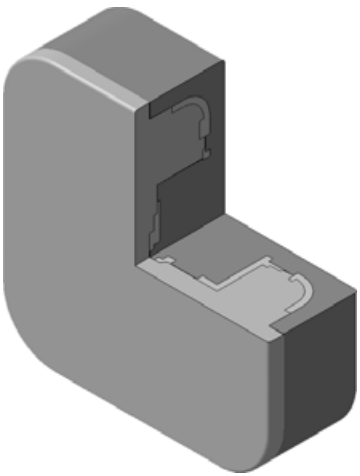


Рис. 8.120

- Выполните разнесение компонентов (рис. 8.121). Затем отключите режим разнесения компонентов, удалите в дереве построения элемент **Сечение по эскизу:1** и сохраните сборку на диске.

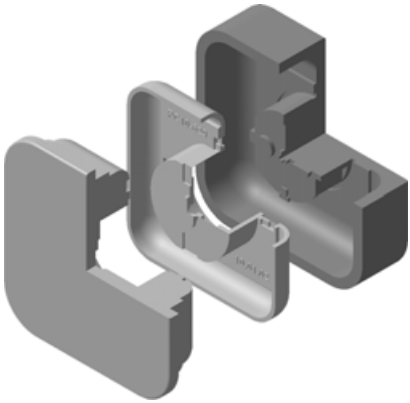


Рис. 8.121

Внешние ссылки и ассоциативные связи в моделях

При проецировании объектов в эскизах, создании деталей в контексте сборки, использовании деталей-заготовок, между документами система формирует ассоциативные связи и внешние ссылки.

Если комплект созданных моделей дополнить ассоциативными чертежами и спецификацией на сборку, то схема связи между документами будет выглядеть так, как показано на рис. 8.122. За счет этих связей изменения, внесенные, например, в модель детали **Крышка**, будут автоматически воспроизведены системой во всех остальных документах.

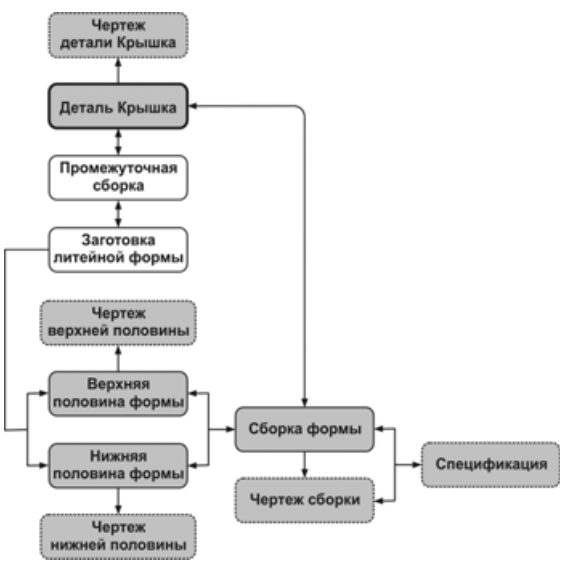


Рис. 8.122

Создание литейной формы детали Ступица

Откройте деталь **Ступица** в папке Литейная форма 2 (рис. 8.123). Деталь представляет собой металлическую отливку, которая в дальнейшем подвергается механической обработке. В таком случае перед проектированием формы соответствующие элементы следует исключить из расчета.

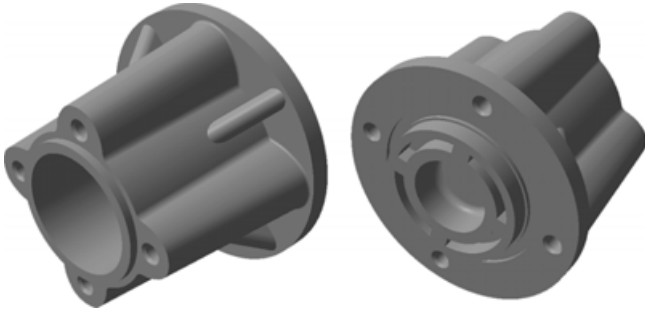


Рис. 8.123

- В дереве построения исключите из расчета элементы (крепежные отверстия и их копии), показанные на рис. 8.124 — они не должны учитываться при проектировании формы.

Рис. 8.124

- После этого модель должна выглядеть так, как это показано на рис. 8.125. Сохраните ее и закройте окно.
- Создайте новую сборку, вставьте в сборку деталь **Ступица** и сохраните сборку в папке Литейная форма 2 под именем **Промежуточная сборка**.

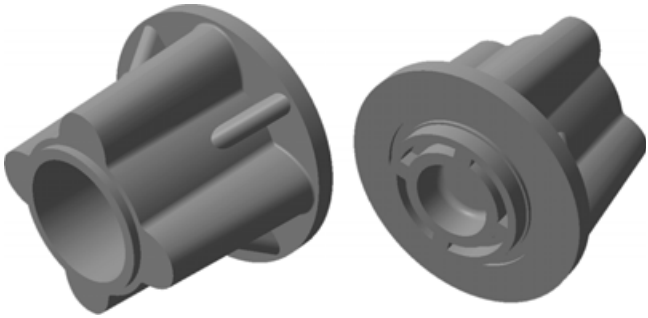


Рис. 8.125

- В дереве построения укажите плоскость **ZY** и нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**.
- Сохраните новую деталь в папке Литейная форма 2 под именем **Заготовка формы**.

Система перейдет в режим редактирования новой детали, в режим создания эскиза ее основания.

- В дереве построения присвойте новой детали имя **Заготовка формы**, а всей сборке имя **Промежуточная сборка**.
- Установите ориентацию **Нормально к...**. Нажмите кнопку **Спроецировать объект** на инструментальной панели **Геометрия** и спроецируйте в эскиз три ребра детали **Ступица** (рис. 8.126). Так как полученные отрезки вспомогательные, измените стиль линий с **Основная** на **Утолщенная**.
- Постройте прямоугольник стилем линии **Основная** таким образом, чтобы его нижний отрезок прошел выше точки начала координат эскиза, а все остальные отрезки выступали за контур детали **Ступица** (рис. 8.127).

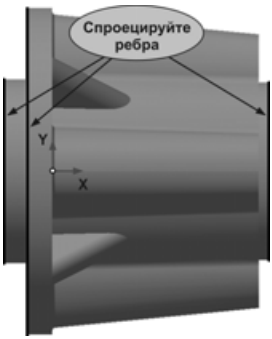


Рис. 8.126

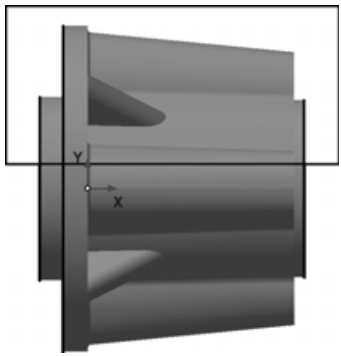


Рис. 8.127

- Нижний отрезок — ось вращения, поэтому измените стиль линий с **Основная** на **Осевая**.
- Осевой отрезок проходит через точку начала координат эскиза. Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на панели **Параметризация** и укажите точки 1 и 2 (рис. 8.128).
- Проставьте в эскизе размеры, как показано на рис. 8.129, задайте значение 5 и закройте эскиз.

Рис. 8.128

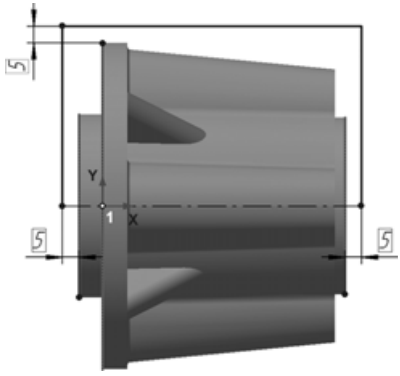


Рис. 8.129

- На панели **Редактирование детали** нажмите кнопку **Операция вращения**.
- На панели свойств на закладке **Параметры** нажмите кнопку **Сфероид** в группе **Способ** (рис. 8.130). Откройте вкладку **Тонкая стенка**, раскройте список поля **Тип построения тонкой стенки** и укажите вариант **Нет**. Нажмите кнопку **Создать объект.**

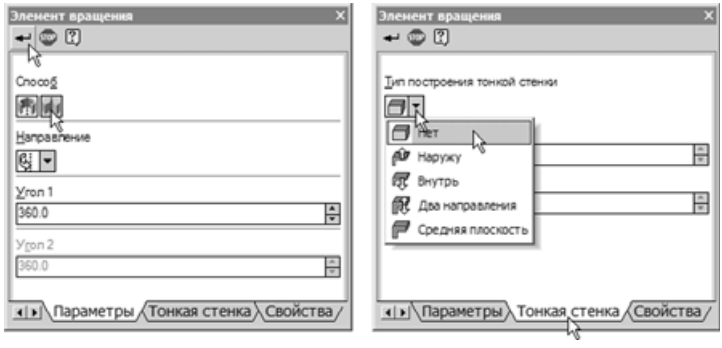


Рис. 8.130

- Система выполнит построение основания детали **Заготовка формы**, которая включает деталь **Ступица** (рис. 8.131).

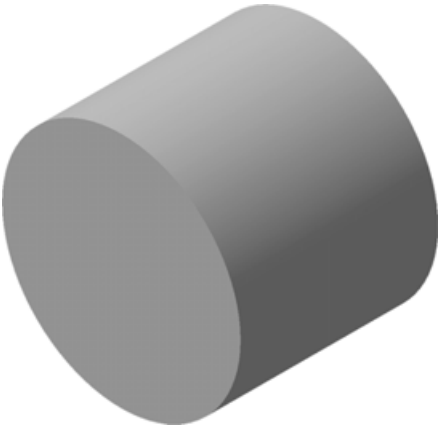


Рис. 8.131

- Нажмите кнопку **Вычесть компоненты** на панели **Редактирование детали**. В дереве построения укажите вычитаемый компонент — деталь **Ступица**. В поле **Масштабирование** установите значение 0 и нажмите кнопку **Создать объект**.
- На торцах детали **Заготовка формы** постройте две фаски размером 2x45° (рис. 8.132).

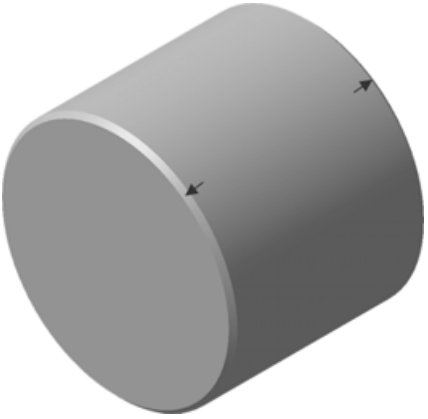


Рис. 8.132

- Завершите сеанс редактирования детали **Заготовка формы** и подтвердите передачу изменений в сборку.
- Сохраните модель **Промежуточная сборка** и закройте ее окно, сохранив ссылки на измененные компоненты.
- Создайте новую деталь и сохраните ее на диске под именем Матрица.

- Нажмите кнопку **Деталь-заготовка** на панели **Редактирование детали** и откройте деталь **Заготовка формы** вариантом **Вставка внешней ссылкой**.
- Установите стандартную ориентацию **Слева** и создайте эскиз на плоской грани (рис. 8.133).
- Включите режим отображения **Каркас**. Спроецируйте в эскиз ребро, принадлежащее внешнему контуру полости (рис. 8.134).

Рис. 8.133

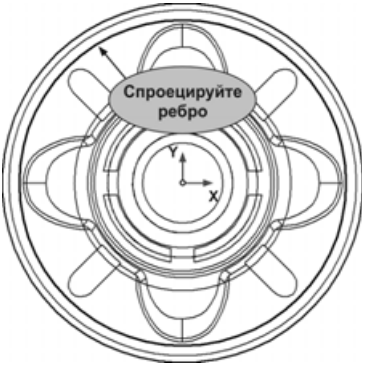


Рис. 8.134

- Закройте эскиз и установите режим отображения **Полутоновое**.
- Примените к эскизу операцию **Вырезать выдавливанием** способом **До ближайшей поверхности**.
- Создайте новый эскиз на узкой грани (рис. 8.135) и установите ориентацию **Нормально к ...** .

Рис. 8.135

- Спроецируйте в эскиз два ребра, как показано на рис. 8.136, и закройте эскиз.
- Выполните операцию **Вырезать выдавливанием** в прямом направлении на расстояние 25. На внешнем ребре постройте фаску 1x45° (рис. 8.137). Сохраните модель и закройте ее окно.

Рис. 8.136

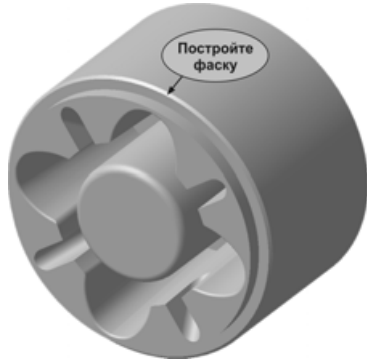


Рис. 8.137

- Для построения второй половины формы — **Пуансона**, повторите те же самые действия, что и для **Матрицы**, но удаление материала происходит от противоположной грани детали-заготовки (рис. 8.138)[1]. Перед созданием эскиза для операции **Вырезать выдавливанием** установите ориентацию **Справа**.

Рис. 8.138

- Для того, чтобы форму можно было собрать, дополнительно удалите слой материала толщиной 64.5 и постройте фаску 1x45° (рис. 8.139).

[1] На рис. 8.138 деталь условно показана рассеченной.

- Создайте сборку и разместите в ней все три компонента: **Матрицу**, **Ступицу** и **Пуансон**.[1]

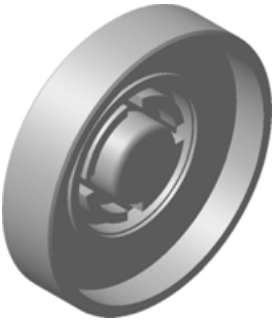


Рис. 8.139

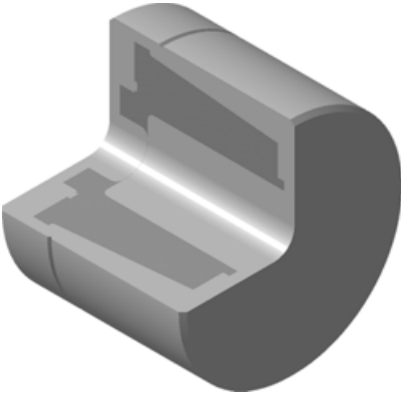


Рис. 8.140

Массив по образцу

Эффектным приемом моделирования сборок является **Массив компонентов по образцу**. Созданный массив компонентов будет иметь те же параметры, что и массив-образец.

Создание сборки Соединение фланцевое

Продемонстрируем работу этой команды на примере сборки **Соединение фланцевое** для размещения в ней крепежных элементов (рис. 8.141).

Рис. 8.141

[1] Сборка условно показана рассеченной.

- Создайте новую сборку и сохраните ее в папке Массив по образцу под именем Соединение фланцевое.
- Вставьте в сборку деталь **Фланец нижний** (рис. 8.142). Точкой вставки укажите точку начала координат сборки.

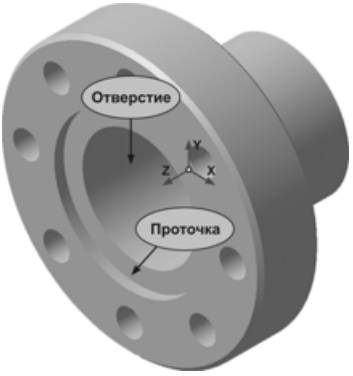


Рис. 8.142

Создание детали Прокладка

Вначале сборку необходимо дополнить деталью **Прокладка** между двумя фланцами. В детали **Фланец нижний** созданы параметрические зависимости и ассоциации, позволяющие влиять на ее размеры. Размеры детали **Прокладка** зависят от диаметров проточки и отверстия на **Фланце** (рис. 8.142). То есть, проектирование нужно выполнять в контексте сборки.

- Укажите плоскую грань проточки (рис. 8.143) и нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**.
- Сохраните новую деталь в папке Массив по образцу под именем **Прокладка**.

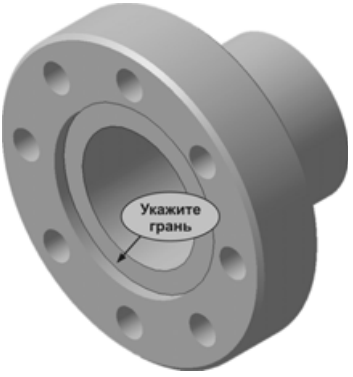


Рис. 8.143

- В дереве построения появится новый компонент с именем по умолчанию **Деталь**. Система перейдет в режим редактирования новой детали, а именно в режим создания эскиза ее основания. В дереве построения дайте новой детали имя **Прокладка**, а всей сборке имя **Соединение фланцевое**.
- Установите ориентацию **Нормально к...**. Нажмите кнопку **Спроецировать объект** на панели **Геометрия** и спроецируйте в эскиз плоскую грань проточки (рис. 8.144).
- Закройте эскиз и установите ориентацию **Изометрия XYZ**. Выполните операцию **Операция выдавливания** в прямом направлении на расстояние 5 (рис. 8.145).
- Завершите сеанс редактирования детали и подтвердите передачу изменений в сборку.

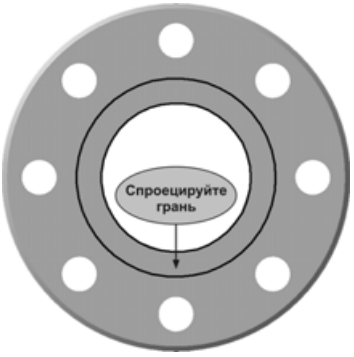


Рис. 8.144

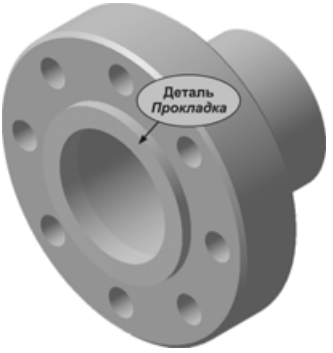


Рис. 8.145

- Добавьте в сборку деталь **Фланец Верхний** из папки Массив по образцу. Разместите ее в сборке, как показано на рис. 8.146, задав все необходимые сопряжения.

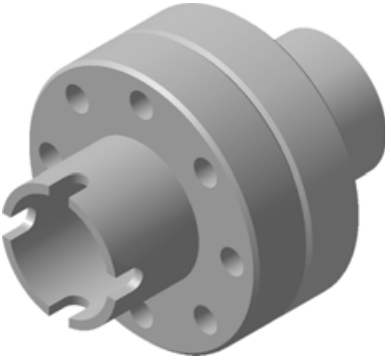


Рис. 8.146

- Из библиотеки крепежа добавьте в верхнее отверстие сборки компонент **Болт** типа **Нормальный**, диаметром 6 и длиной 40 (рис. 8.147).
- С обратной стороны добавьте в сборку компоненты **Шайба** и **Гайка** диаметром 6 (рис. 8.148).

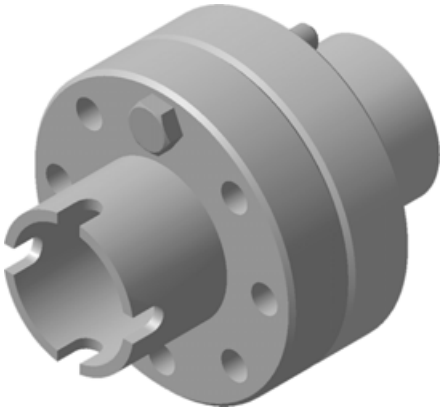


Рис. 8.147

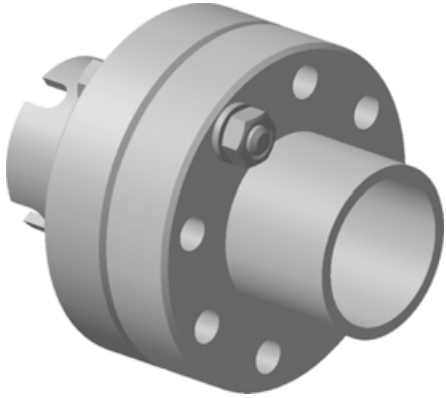


Рис. 8.148

- Нажмите кнопку **Массив по образцу** на панели **Редактирование сборки**.
- На панели свойств (рис. 8.149) нажмите кнопку **Компоненты**, в дереве построения укажите Болт, Шайбу и Гайку. Выбранные компоненты буду отображены в списке.

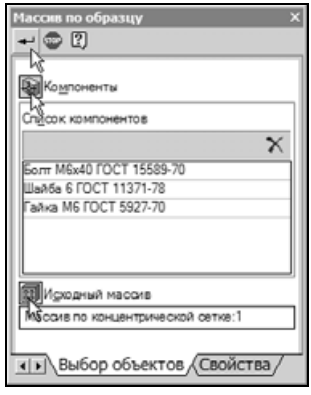


Рис. 8.149

- На панели свойств нажмите кнопку **Исходный массив**. В дереве построения раскройте ветвь компонента **Фланец нижний** и укажите элемент **Массив по концентрической сетке:1** (рис. 8.150).

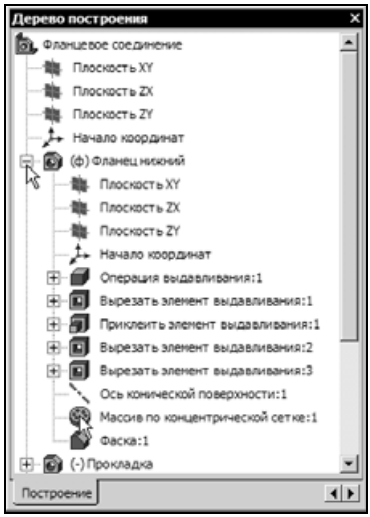


Рис. 8.150

- Нажмите кнопку **Создать объект** на панели свойств. В окне модели система добавит элементы крепежного соединения для остальных семи отверстий (рис. 8.151). Сохраните сборку на диске.

Рис. 8.151

- В дереве построения войдите в режим редактирования элемента **Массив по концентрической сетке:1** компонента **Фланец нижний**.
- На панели свойств измените значение параметра **N2 Количество по кольцевому направлению** с 8 до 6.
- Нажмите кнопку **Создать объект** на панели свойств, завершите сеанс редактирования детали **Фланец нижний** и подтвердите передачу изменений в сборку.

Система изменит количество отверстий в деталях **Фланец нижний** и **Фланец верхний** и скорректирует количество крепежных элементов (рис. 8.152).

При создании компонента **Фланец верхний** была использована деталь **Фланец нижний**, как внешняя ссылка. Некоторые изменения были внесены в хвостовик, на котором были построены 4 паза. Теперь система автоматически перестроит верхний фланец при изменении нижнего. Внесем в модель более серьезные изменения.

- Войдите в режим редактирования эскиза **Эскиз:1** элемента **Операция выдавливания:1** на ветви **Фланец нижний**.
- Измените диаметр окружности, лежащей в основании детали с 70 на 140 (рис. 8.153).

Рис. 8.152

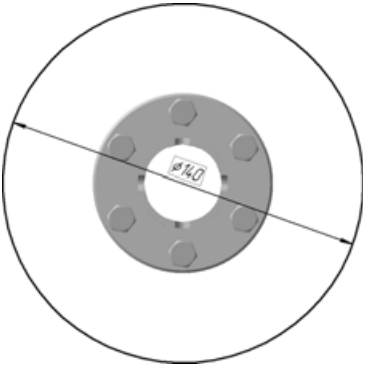


Рис. 8.153

- Затем вновь войдите в режим редактирования элемента **Массив по концентрической сетке:1** компонента **Фланец нижний** и измените значение параметра **N2 Количество по кольцевому направлению** с 6 до 12 (рис. 8.154).

Рис. 8.154

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т, Т. 1, Т 2, Т 3. 6-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1982.
2. Брилинг Н.С., Балягин С.Н. Черчение: Справ. пособие. – М.: Стройиздат, 1994.
3. Потемкин А.Е. Инженерная графика. Просто и доступно. – М.: ЛОРИ, 2000.
4. Федоренко В.А., Шошин А.И. Под ред. Поповой Г.Н. Справочник по машиностроительному черчению. 14-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1981.
5. Чернавский С.А., Ицкович Г.М., Боков К.Н. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для техникумов. – М.: Машиностроение, 1979.

Приложение. Описание компакт-диска

На прилагаемом компакт-диске содержатся следующие каталоги:

- Kompas-3DV6_Plus — инсталляционный комплект демонстрационной версии системы КОМПАС-3D V6 Plus;
- Tutor\Упражнения — файлы упражнений;
- Tutor\Решения — файлы с решениями;
- Models\Детали — примеры трехмерных моделей деталей;
- Models\Сборки — примеры трехмерных моделей сборочных единиц.

Если процесс установки не начался автоматически, то запустите файл Setup.exe из каталога Kompas-3DV6_Plus на компакт-диске.

После установки системы КОМПАС-3D V6 Plus, каталоги Решения и Упражнения нужно скопировать на жесткий диск.

Документы из каталогов Детали и Сборки можно просматривать с помощью системы КОМПАС-3D V6 Plus непосредственно на компакт-диске или предварительно скопировать на жесткий диск.