

Проектирование

Ганин Н. Б.

**Создаем чертежи
на компьютере
в КОМПАС 3D LT**



Москва 2005

Ганин Н. Б.

Создаем чертежи на компьютере в КОМПАС 3D LT. — М.: ДМК
Пресс, 2005. — 184 с.: ил. (Серия «Проектирование»).

ISBN 5-94074-197-5

Книга предназначена для изучения системы автоматизированно-
го проектирования КОМПАС-3D LT при выполнении чертежно-
конструкторской документации.

В ней описаны элементы интерфейса графического редактора
КОМПАС-ГРАФИК, описаны алгоритмы создания конструкторс-
кой документации на примерах построения деталей механизмов и
машин.

По итогам первого Всероссийского конкурса на лучшую учебно-
методическую разработку по применению САПР в учебном процессе
в 2004 г., г. Москва, данное издание отмечено призом за победу в но-
минации «Лучшая учебно-методическая разработка по применению
КОМПАС-3D LT».

Книга предназначена для студентов технических вузов, инжене-
ров, разработчиков автоматизированных систем конструирования и
проектирования.

УДК 004. 4
ББК 32. 973. 26-018. 2

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть
воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было
средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но,
поскольку вероятность наличия технических ошибок все равно
существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность
и правильность проводимых сведений. В связи с этим издательство не
несет ответственности за возможный ущерб любого вида, связанный с
применением или неприменимостью любых материалов данной книги.

ISBN 5-94074-197-5

Ганин Н. Б., 2004
ДМК Пресс, 2005

СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	7
ПРЕДИСЛОВИЕ	9
1. ИНТЕРФЕЙС ЧЕРТЕЖНОГО РЕДАКТОРА КОМПАС-ГРАФИК 3D LT	11
1.1. Файл	14
1.1.1. Команды управления файлами	14
1.1.2. Просмотр для печати	14
1.1.3. Сведения	17
1.1.4. Импорт	17
1.2. Редактор	18
1.3. Команды выделения	19
1.4. Команды удаления	24
1.5. Операции	28
1.5.1. Сдвиг	29
1.5.2. Поворот	29
1.5.3. Симметрия	30
1.5.4. Масштабирование	32
1.5.5. Команды копирования	34
1.5.6. Команды деформации	43
1.5.7. Команда Разрушить	45
1.5.8. Команда Объединить в макроэлемент	45
1.6. Сервис	45
1.6.1. Увеличить масштаб рамкой	46
1.6.2. Команды изменения масштаба изображения	46
1.6.3. Команда Сдвинуть изображение	46
1.6.4. Команда Приблизить или отдалить изображение	47
1.6.5. Команда Показать все	47
1.6.6. Команда Обновить изображение	47
1.6.7. Локальная система координат	48
1.6.8. Слои	48

1.7. Компоновка.....	49
1.7.1. Команда Создать вид.....	49
1.7.2. Команда Состояние видов.....	50
1.7.3. Команда Параметры текущего вида.....	51
1.7.4. Команда Технические требования.....	52
1.7.5. Команда Неуказанная шероховатость.....	54
1.7.6. Команда Основная надпись.....	55
1.8. Настройка.....	55
1.8.1. Настройка системы.....	56
1.8.2. Настройка новых документов.....	56
1.8.3. Параметры текущего фрагмента.....	57
1.8.4. Параметры текущего окна.....	59
1.9. Окно.....	59
2. СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА.....	61
2.1. Ограничение версии LT.....	62
2.1.1. Общая характеристика системы.....	62
2.1.2. Текстовый редактор.....	63
2.1.3. Сервисные возможности.....	63
2.1.4. Построение графических примитивов и простановка размеров.....	63
2.1.5. Параметризация.....	64
2.1.6. Измерения.....	65
2.2. Содержание.....	65
2.3. Объектная справка.....	66
2.4. Команда По ключевым словам.....	66
2.5. Команда По клавишам.....	67
2.6. Команда По командам.....	70
3. СОДЕРЖАНИЕ ПАНЕЛЕЙ.....	71
3.1. Панель управления.....	72

3.2. Инструментальная панель.....	73
3.2.1. Панель переключения.....	73
3.2.2. Панель инструментов.....	74
3.2.3. Панель специального управления.....	74
3.3. Панель геометрии.....	74
3.3.1. Ввод точки.....	75
3.3.2. Непрерывный ввод объектов.....	75
3.3.3. Вспомогательные прямые.....	76
3.3.4. Отрезок.....	76
3.3.5. Ввод окружности.....	77
3.3.6. Дуга по трем точкам.....	77
3.3.7. Ввод эллипса.....	78
3.3.8. Ввод кривой Безье.....	78
3.3.9. Фаска.....	79
3.3.10. Скругление.....	80
3.3.11. Прямоугольник по диагонали.....	81
3.3.12. Штриховка.....	82
3.4. Панель размеров.....	83
3.4.1. Ввод текста.....	84
3.4.2. Линейный размер.....	84
3.4.3. Диаметральный размер.....	88
3.4.4. Радиальный размер.....	89
3.4.5. Угловой размер.....	90
3.4.6. Шероховатость.....	92
3.4.7. База.....	93
3.4.8. Линия-выноска.....	94
3.4.9. Допуск формы.....	95
3.4.10. Линия разреза.....	97
3.4.11. Обозначение центра.....	97
3.5. Панель редактирования.....	98
3.6. Панель измерения.....	100
3.6.1. Измерение координаты точки.....	100
3.6.2. Измерение расстояния между двумя точками.....	101
3.6.3. Измерение расстояния между двумя точками на кривой.....	102
3.6.4. Измерение расстояния от кривой до точки.....	103

3.6.5. Измерение расстояния между двумя кривыми.....	103
3.6.6. Измерение угла между двумя прямыми.....	103
3.6.7. Измерение угла по трем точкам.....	104
3.6.8. Измерение длины кривой.....	105
3.6.9. Измерение площади.....	105
3.7. Панель выделения.....	106
3.8. Строка текущего состояния.....	107
3.8.1. Установка глобальных привязок.....	107
4. АЛГОРИТМЫ СОЗДАНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	109
4.1. Шайба.....	111
4.1.1. Алгоритм выполнения чертежа.....	111
4.2. Клапан впускной.....	115
4.2.1. Алгоритм выполнения чертежа впускного клапана.....	116
4.3. Сборочный чертеж поршня.....	140
4.3.1. Алгоритм построения головки поршня.....	141
4.3.2. Алгоритм построения тронка поршня.....	150
4.3.3. Алгоритм построения масляной форсунки.....	158
4.3.4. Алгоритм сборки поршня.....	162
4.4. Определение массы деталей.....	177
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	180

ВВЕДЕНИЕ

Система автоматизированного проектирования (САПР) родилась в 60-е годы прошлого века, но лишь с бурным развитием вычислительной техники последнего десятилетия стало возможным создание аппаратных и программных средств машинной графики. В настоящее время идет интенсивная работа по созданию искусственного интеллекта.

Полный переход на автоматизированное проектирование позволит уменьшить время создания чертежей и иной конструкторско-технологической документации, а также повысить качество выполнения документов. Конструкторские документы, выполненные традиционным способом с помощью карандаша и ватмана, свидетельствуют о низкой производственно-технологической базе предприятия.

Однако широкое использование компьютерной техники позволит лишь исключить рутинный труд: использование шаблонов и библиотек конструкторско-технологической документации, вычисления, моделирование производственных процессов и др. Творческий потенциал человека никакой вычислительной техникой не заменить. Поэтому разработка свежих идей и концепций создания новой техники остается прерогативой инженеров и ученых.

В настоящее время невозможно себе представить современное промышленное предприятие или проектно-конструкторское бюро без компьютеров и специальных программ, предназначенных для разработки конструкторской документации или проектирования. Применение вычислительной техники в области проектирования стало свершившимся фактом и доказало свою высокую эффективность. Рыночные отношения и жесткая конкуренция заставляет руководителей предприятий и специалистов заниматься вопросами автоматизации проектно-конструкторских и технологических отделов.

Переход на компьютерное проектирование позволит сократить не только сроки разработки конструкторской и технологической документации, но и существенно повысить качество создаваемых изделий и выпускаемых документов.

Аналогичная картина складывается в области высшего образования. Сегодня высшие учебные заведения уделяют большое внимание применению автоматизированного проектирования при обучении студентов.

Внедрение CAD/CAM-систем позволит освоить компьютерные технологии и использовать их в учебном процессе, что позволит резко повысить качество обучения.

Настоящее учебное пособие написано на базе лекций и практических занятий в Санкт-Петербургском государственном университете водных коммуникаций (дисциплина «Проектирование судовых двигателей внутреннего сгорания»). Предполагается, что студенту известны элементарные сведения об основах вычислительной техники и опера-

ционной системе Windows, поэтому указанные разделы здесь не рассматриваются.

Автор активно работает с российскими фирмами – разработчиками программного обеспечения. Одной из них является АСКОН. Программные продукты системы КОМПАС широко используются в учебном процессе многих высших и средних учебных заведений. Это позволяет вести обучение на качественно новом уровне, обеспечивает сквозное обучение студентов, способствует росту престижа молодых специалистов – выпускников вузов и колледжей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Российская компания АСКОН основана в 1989 г. и в настоящее время является ведущим разработчиком систем для автоматизации предприятий. Основное направление деятельности компании – разработка систем для автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства, документооборота и систем управления жизненным циклом изделия (CAD/CAM/ PLM-системы). Одним из главных продуктов АСКОН является система автоматизированного проектирования КОМПАС.

В настоящее время САПР КОМПАС широко применяются в машиностроении, приборостроении, строительстве и энергетике. 1800 научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, промышленных предприятиях России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Болгарии, Вьетнама и других стран с успехом эксплуатируют эти системы.

Программные продукты САПР КОМПАС внедрены на следующих крупных предприятиях России: «Сургутнефтегаз», «Нижевартовскнефтегаз», «Киришинефтеоргсинтез», «Орскнефтеоргсинтез», «Норильский никель», «Мечел», «Верхне-Салдинское Металлургическое Объединение», «Уралвагонзавод», «Комбинат Магнетит», АвтоВАЗ, ЛиАЗ, ЛАЗ, Ленинградский Металлический и Ижорский заводы, «Запорожтрансформатор», Чебоксарский Электроаппаратный завод, Курганское СКБМ и Курганмашзавод, Челябинский тракторный завод, «Электронит» (Самара), авиазавод «Сокол» (Нижний Новгород), Саратовский авиазавод, «Барнаултрансмаш», «Адмиралтейские верфи», ЦМКБ «Алмаз», ЦКБ «Лазурит», «Севмашпредприятие», КБ АР-МАС (ЦНИИ ТС, Санкт-Петербург), ЦНИИ «Гидроприбор» (Санкт-Петербург), Кронштадтский морской завод, «Малахит СПМБМ» (Санкт-Петербург), ЦНИИ Морского флота (Санкт-Петербург), ЦНИИ Судового машиностроения (Санкт-Петербург), ПО «Моторостроитель» СКБМ (Самара), «Мостостроиндустрия», «Желдорреммаш», НПО «Машпроект» и «Заря» (Николаев).

С самого основания компания АСКОН проводит программу поддержки образовательных учреждений. В рамках стратегической образовательной программы АСКОН поставляет в учебные заведения полный пакет профессиональных систем КОМПАС на льготных условиях.

В 2000 г. компания выпустила облегченные некоммерческие версии КОМПАС-3D LT, а в 2003 г. – КОМПАС-3D LT V6 Plus, предназначенных для выполнения учебных проектно-конструкторских работ. Система ориентирована на студентов технических вузов и техникумов, учащихся средней школы естественно-математического и технологического профиля. В плане компании на 2005 г. – выпустить седьмую учебную версию этой программы.

В настоящее время КОМПАС используется в учебном процессе более 400 учебных заведений России, Украины, Белоруссии и Казахстана.

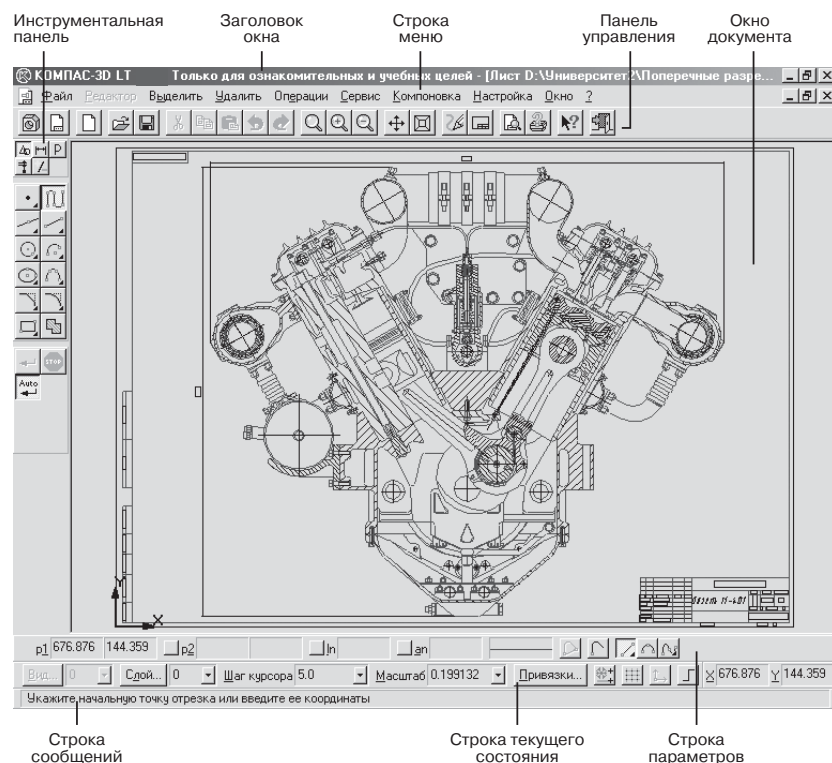


Рис. 1.1

Интерфейсом называется оболочка программного продукта, осуществляющая взаимосвязь между пользователем и ядром программы.

Структура интерфейса чертежно-графического редактора КОМПАС-ГРАФИК показана на рис. 1.1.

В первой строке интерфейса помещен заголовок окна, где указано название программного продукта и место размещения документа. Второй элемент – строка меню, которая предлагает следующие группы команд: **Файл**, **Редактор**, **Выделить**, **Удалить**, **Операции**, **Сервис**, **Компоновка**, **Настройка**, **Окно** и знак вопроса «?». Каждая группа – это совокупность команд, выполняющих функционально близкие действия.

Третью строку интерфейса занимает панель управления. На ней расположены изображения кнопок управления файлами. Состав панели управления зависит от режима работы и настройки системы. Большинство команд в панели управления продублированы в строке меню. Это экономит время выполнения команд.

В левой верхней части окна интерфейса находится инструментальная панель, которая служит для создания чертежно-конструкторской документации. Данная панель состоит из пяти отдельных блоков, каждый из которых содержит комплекс команд, необходимых для геометрических построений, редактирования, измерения, выделения и простановки размеров чертежа.

В первой строке нижней части окна документа расположена строка параметров, где вводятся координаты точек, длина и угол наклона отрезков, радиус и стиль линий геометрических элементов.

Строка текущего состояния находится под строкой параметров. Здесь отображаются параметры текущего документа, например вид документа, слой, масштаб, шаг курсора, привязки, включение и выключение сетки и другие.

Последнюю строчку окна интерфейса занимает строка сообщений. В ней может отражаться следующая информация: требование системы о вводимых данных в текущий момент, информация об участке экрана, к которому подведен курсор, информация по текущему действию системы. Строка сообщений позволяет адекватно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок.

1.1. ФАЙЛ

Активизация строки меню достигается щелчком мыши на изображении имени команды. После нажатия левой кнопкой мыши на меню **Файл** откроется диалоговое окно со списком команд (рис. 1.1).

1.1.1. Команды управления файлами

Команда **Создать** имеет подменю: **Деталь** (создание объемных деталей), **Лист** (чертежный бланк необходимого формата и оформления), **Фрагмент** (лист чертежа бесконечного размера). Черный треугольник в конце строки команды свидетельствует о наличии подменю.

Команды **Открыть**, **Закрыть**, **Сохранить** и **Сохранить как** служат соответственно для открытия, закрытия, сохранения и сохранения под другим именем чертежно-конструкторских документов.

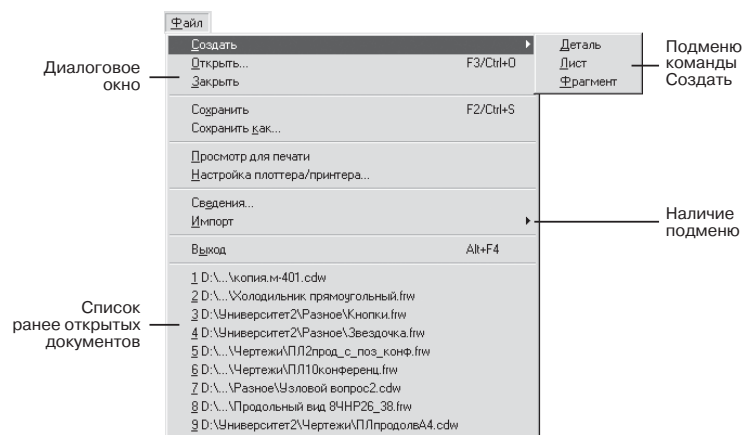


Рис. 1.1

1.1.2. Просмотр для печати

Для вывода документа на печать используется команда **Просмотр для печати**. В режиме предварительного просмотра документа невозможно его редактирование.

После входа в режим просмотра для печати состав строки меню, панели управления и изображение в главном окне системы изменятся (рис. 1.2). В появившемся окне необходимо нажать кнопку **Сервис** и в падающем меню выбрать команду **Подогнать масштаб**.

На экране будет показано условное поле вывода (лист бумаги). На нем реалистично отображается та часть документа, которая была видна в окне перед входом в режим предварительного просмотра.

Если формат листа бумаги, установленный в настройках текущего принтера, меньше, чем изображение документа, система автоматически рассчитывает необходимое для вывода количество листов. При этом поле вывода в режиме просмотра разделено пунктирными линиями на части, соответствующие установленному в данный момент формату бумаги и ее ориентации.

Большинство принтеров печатает изображение только на части листа, оставляя небольшие поля – зону, недоступную для вывода изображения. Обычно это приводит к тому, что чертеж не уместится на листе бумаги стандартного формата. Для отслеживания подобных ситуаций в режиме просмотра документа на экране показаны листы бумаги без недоступных для вывода зон.

После выполнения команды **Подогнать масштаб** на экране появится диалоговое окно (рис. 1.3). Если нужно вывести чертеж на одну страницу формата A4, в окне напротив команды **Количество страниц по вертикали** следует установить цифру 1.

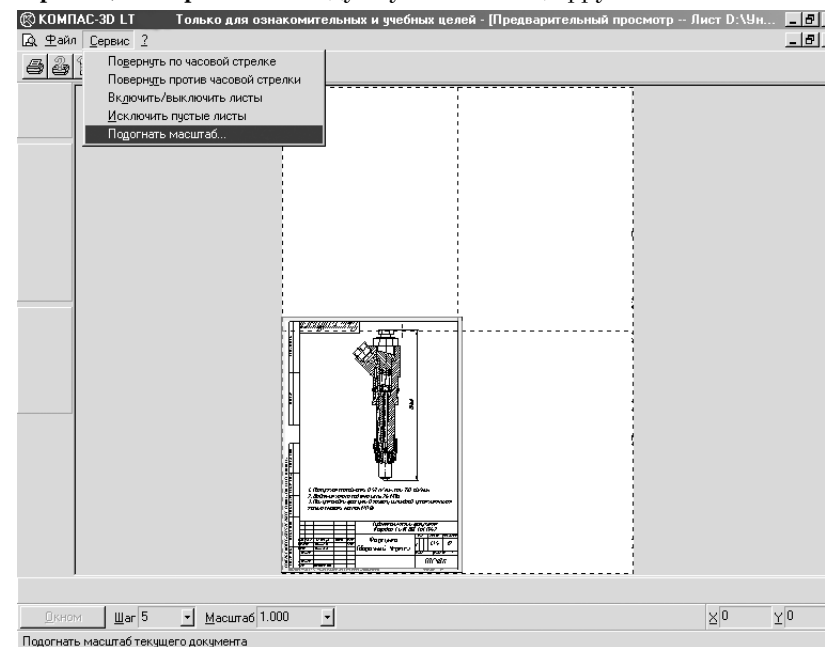


Рис. 1.2

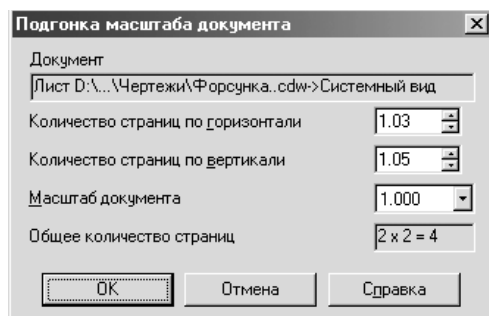


Рис. 1.3

В этом случае в окне общего количества страниц вместо четырех появится одна страница и незначительно изменится масштаб документа (рис. 1.4).

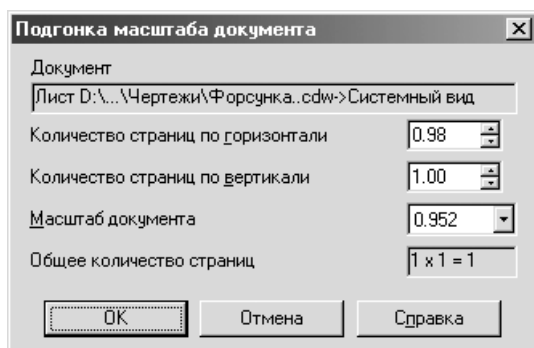


Рис. 1.4

После нажатия на кнопку **ОК** система выведет чертеж на одну страницу формата A4.

Если нужно вывести на печать чертежи больших форматов, используя для этих целей обычные принтеры для формата A4, то в окнах, указывающих количество страниц по горизонтали и вертикали, следует установить количество страниц, которое требуется для выбранного формата. После выполнения печати листы склеиваются.

Выйти из режима просмотра можно, нажав кнопку, расположенную во второй верхней строке меню в ее правой стороне. Другие варианты – последовательное нажатие кнопок **Файл** > **Закончить просмотр** или комбинация горячих клавиш **Ctrl+F4**.

1.1.3. Сведения

Команда **Сведения** позволяет просмотреть и отредактировать справочную информацию, относящуюся к открытому документу. При этом на экран выводится соответствующее окно (рис. 1.5).

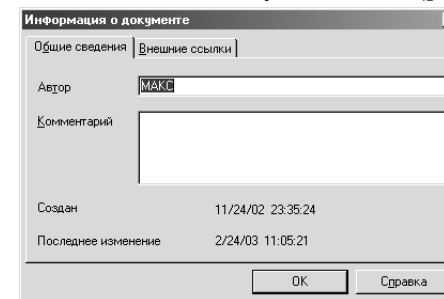


Рис. 1.5

На вкладке **Общие сведения** указана опция **Автор**, где в окне производится запись имени автора документа.

В окне **Комментарий** записывается произвольный комментарий к документу. Комментарий может состоять из нескольких строк.

Поля **Дата** и **Время создания документа** заполняются автоматически и не могут быть изменены пользователем.

Опция **Последнее изменение** свидетельствует о дате и времени последнего сохранения документа. Это поле также заполняется автоматически и не может быть изменено пользователем.

В окне просмотра вкладки **Внешние ссылки** перечислены все внешние файлы, на которые ссылается данный файл (вставленные фрагменты, библиотеки фрагментов, библиотеки стилей и т.д.).

1.1.4. Импорт

Команда **Импорт** позволяет прочитать файл, записанный в формате dwg программ AutoCAD /14/2000/2002/2004 и файлы символического форматирования в формате dxf. Кроме этого здесь имеется возможность прочитать файлы, созданные в более ранних версиях КОМПАС-ГРАФИК (рис. 1.6).

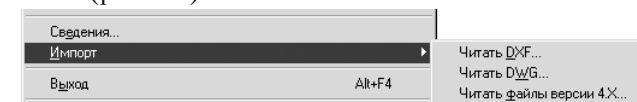


Рис. 1.6

После вызова команды на экране появляется стандартное окно открытия файла, в котором следует выбрать нужный файл с расширением *.dwg.

Выбрав файл, нажмите кнопку **ОК**. Файл откроется. Чтобы выйти из диалогового окна, не выбирая файл, нажмите кнопку **Отмена**.

Последняя команда **Выход** завершает работу в редакторе КОМПАС-ГРАФИК.

1.2. РЕДАКТОР

Эта команда доступна, если выделен один графический объект. Она вызывает процесс редактирования параметров выделенного объекта.

Другой способ запуска редактирования параметров объекта – двойной щелчок мышью на этом объекте. Команда **Редактор** имеет пять опций (рис. 1.7).

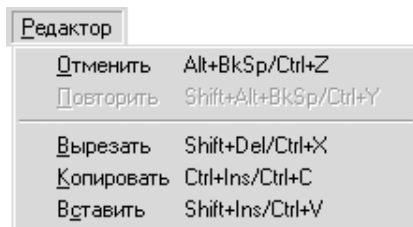


Рис. 1.7

1. **Отменить** – отменяет последнее действие. Имеет дублирующую кнопку на панели управления.
2. **Повторить** – повторяет отмененное действие. Имеет дублирующую кнопку на панели управления.
3. **Вырезать** – удаляет выделенные объекты и помещает их в буфер обмена, при этом предыдущее содержимое буфера обмена удаляется из него. Команда доступна только в том случае, если в документе имеются выделенные объекты. Вырезать выделенные объекты в буфер обмена можно также при помощи комбинации клавиш **Ctrl+X** или **Shift+Del**. Команда имеет дублирующую кнопку на панели управления.
4. **Копировать** – копирует выделенные объекты в буфер обмена, при этом предыдущее содержимое буфера обмена удаляется из него. Команда доступна только в том случае, если в документе имеются выделенные объекты. Скопировать выделенные объекты в буфер обмена можно также при помощи комби-

нации клавиш **Ctrl+C** или **Ctrl+Ins**. Команда имеет дублирующую кнопку на панели управления.

5. **Вставить** – вставляет копию содержимого буфера обмена в документ.

Если буфер обмена пуст, команда недоступна. За один вызов команды можно несколько раз вставить содержимое буфера обмена в документ, причем угол поворота и масштаб могут задаваться отдельно для каждой вставки. Вставить содержимое буфера обмена в документ можно также при помощи комбинации клавиш **Ctrl+V** или **Shift+Ins**. Команда имеет дублирующую кнопку на панели управления.

1.3. КОМАНДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ

На этой странице меню находятся команды выделения объектов чертежа или фрагмента.

С помощью команд меню можно выделять объекты различными способами, а также отменять сделанное выделение.

Выделенные элементы будут подсвечены назначенным в окне настройки цветом (по умолчанию цвет выделения зеленый).

После выделения группы элементов их можно копировать в буфер обмена, удалять, выполнять над ними различные операции редактирования и т.д. Меню **Выделить** имеет 12 опций (рис. 1.8).

1. **Объект** – позволяет выделить отдельный геометрический или текстовый объект. После вызова команды следует просто указать курсором тот элемент, который нужно выделить. При этом элемент должен попасть в зону захвата курсора. Если какие-либо объекты уже выделены, указанный элемент будет к ним добавлен. За один вызов команды можно указать произвольное количество выделяемых объектов. Команда имеет дублирующую кнопку на инструментальной панели.
2. Команда **Рамкой** позволяет выделить объекты с помощью прямоугольной рамки и применяется, когда необходимо выделить часть чертежа или вид. Для вызова команды выберите ее название из меню **Выделить** или нажмите кнопку (**Выделить рамкой**) на инструментальной панели. После вызова команды следует зафиксировать точку первого угла рамки, затем перемещать курсор до получения нужного размера рамки, после чего зафиксировать второй ее угол.

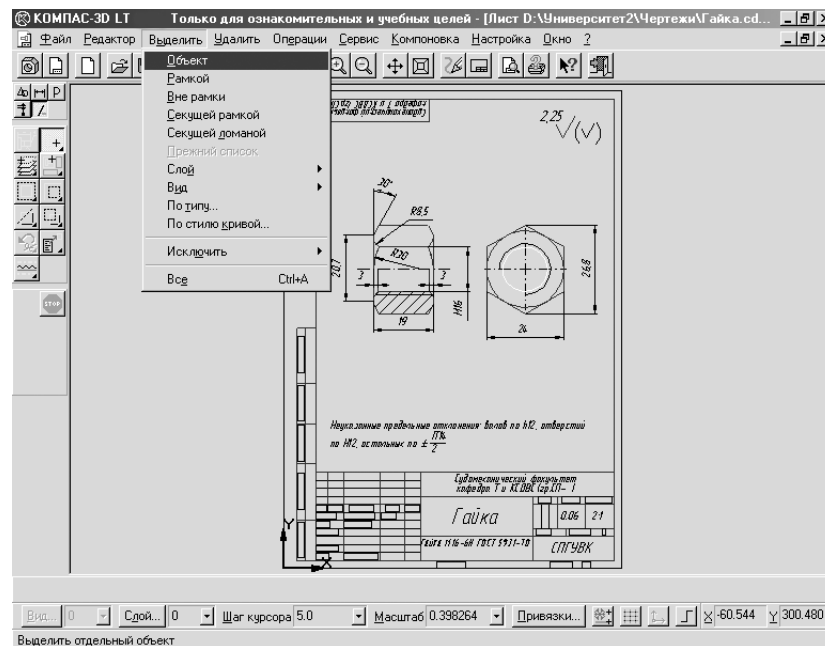


Рис. 1.8

Объекты, целиком попавшие в заданную рамку, будут выделены зеленым цветом.

Если какие-либо объекты уже выделены, объекты, указанные с помощью рамки, будут к ним добавлены.

За один вызов команды можно указать произвольное количество рамок. На рис. 1.9 прямоугольной рамкой выделена левая часть чертежа гайки.

3. Команда **Вне рамки** позволяет выделить объекты, не попавшие в заданную прямоугольную рамку, и является противоположной по значению команде **Рамка**. Для вызова команды выделения рамкой выберите ее название из меню **Выделить** или нажмите кнопку (**Выделить вне рамки**) на инструментальной панели.
4. Команда **Секущей рамкой** позволяет выделить объекты, частично попавшие в заданную прямоугольную рамку. Элементы чертежа, которые целиком или частично попали внутрь заданной рамки, будут выделены.

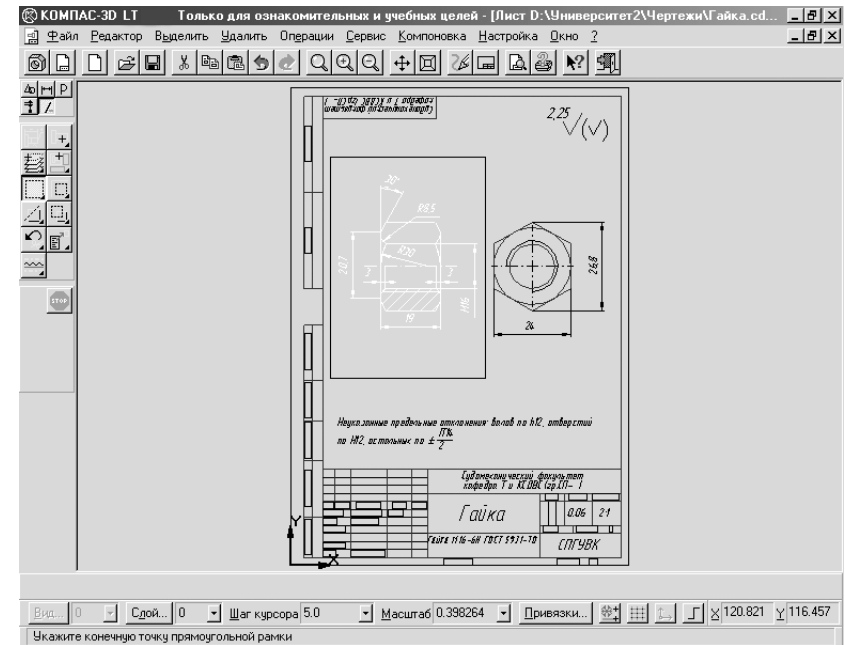


Рис. 1.9

Если какие-либо объекты уже выделены, указанные с помощью секущей рамки элементы будут к ним добавлены. Команда имеет дублирующую кнопку (**Выделить секущей рамкой**) на инструментальной панели. Применяется, если нужно выделить все геометрические примитивы, являющиеся лишь частью выделяемого объекта.

5. Команда **Секущей ломаной** позволяет выделить объекты, пересекая их ломаной линией. Для вызова команды выделения секущей ломаной выберите ее название из меню **Выделить** или нажмите кнопку (**Выделить секущей ломаной**) на инструментальной панели. Опция применяется в сложных и насыщенных чертежах.
6. **Прежний список** позволяет выделить все объекты, которые выделялись в предыдущий раз (элементы прежнего списка). Имеет дублирующую кнопку на инструментальной панели. Команда применяется при многократном копировании.

7. **Слой** позволяет выделить объекты одного или нескольких слоев в текущем виде листа чертежа или во фрагменте. После вызова этой команды на экране появляется дополнительное меню, в котором содержатся варианты задания нужных слоев: **Указанием** или **Выбором** (рис. 1.10). Опция применяется при наличии двух и более слоев.

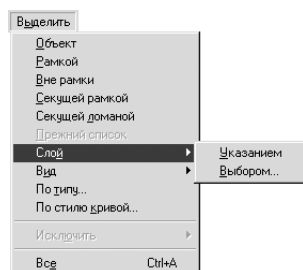



Рис. 1.10

8. **Вид** позволяет выделить один или несколько видов листа чертежа и имеет аналогичное дополнительное меню, как и команда **Слой**.
9. Команда **По типу** позволяет выделить объекты в соответствии с их типом. Для вызова команды выберите ее название из меню **Выделить** или нажмите кнопку  (**Выделить по типу**) на инструментальной панели. После вызова команды на экране появляется диалоговое окно со списком из девяти типов объектов, имеющихся в активном документе. Среди них: окружности, дуги, правильные многоугольники, штриховки, тексты, линейные размеры, угловые размеры, радиальные размеры, а также обозначение центра (рис. 1.11).

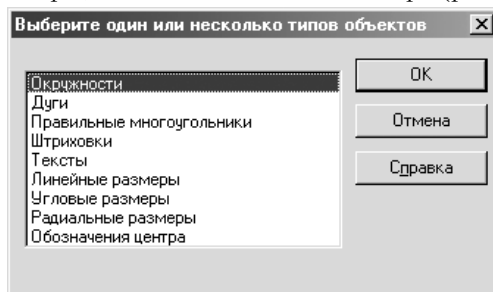


Рис. 1.11

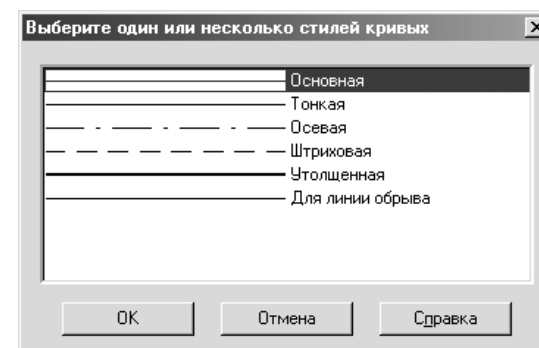



Рис. 1.12

- Выберите из списка типы, которые нужно выделить, и нажмите кнопку **ОК**. Для выхода из окна нажмите кнопку **Отмена**.
10. Команда **По стилю кривой** позволяет выделить объекты, изображенные линиями одного стиля. Для вызова команды выберите ее название из меню **Выделить** или нажмите кнопку  (**Выделить по стилю**) на инструментальной панели. После вызова команды на экране появляется диалоговое окно со списком стилей объектов, имеющихся в активном документе (рис. 1.12). Выберите из списка стили, которые нужно выделить, и нажмите кнопку **ОК**. Для выхода из окна без выделения объектов по стилю кривой нажмите кнопку **Отмена**.

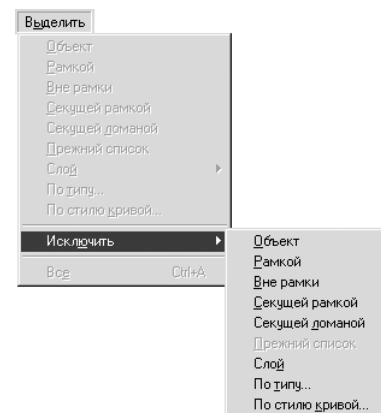



Рис. 1.13

11. Команда **Исключить** позволяет отменить выделение тех объектов, которые были выбраны ранее. После вызова команды на экран выводится дополнительное меню (рис. 1.13), в котором содержатся варианты указания элементов, с которых нужно снять выделение.
12. Команда **Все** позволяет выделить сразу все объекты, которые содержатся в текущем виде открытого документа. Быстро выделить все объекты можно также, нажав кнопку  (**Выделить все**) на инструментальной панели или воспользовавшись комбинацией горячих клавиш **Ctrl+A**.

1.4. КОМАНДЫ УДАЛЕНИЯ

Меню **Удалить** позволяет удалить выделенный объект (формообразующий элемент, эскиз, конструктивную ось или плоскость и т.д.) либо несколько выделенных объектов.

Если на удаляемом элементе базируются другие объекты (например, на удаляемой плоскости изображен эскиз, на основе которого создан формообразующий элемент), на экране появляется окно с предупреждением. В нем перечислены элементы, которые затрагивает операция удаления. Можно отказаться от удаления или подтвердить его.

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

Если требуется оценить вид модели, произвести расчеты или получить изображение модели без каких-либо элементов, эти элементы не следует удалять. Их нужно исключить из расчетов.

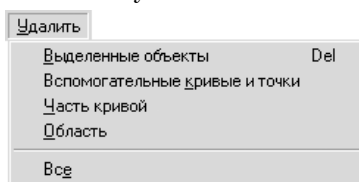








Рис. 1.14

Меню **Удалить** содержит пять команд (рис. 1.14).

1. **Выделенные объекты** позволяет удалить все выделенные объекты открытого документа. Если ни один элемент не выделен, команда будет недоступна. Можно удалить ненужные объекты и без обращения к команде меню: просто выделите их, а затем нажмите клавишу **Del**.

Для отмены ошибочного удаления объектов нажмите кнопку  (**Отменить**) на панели управления.

2. **Вспомогательные кривые и точки** позволяет удалить из открытого документа вспомогательные прямые и точки, а также другие геометрические примитивы, для которых был назначен вспомогательный стиль линии. После вызова этой команды на экране появляется дополнительное меню, в котором содержатся варианты удаления вспомогательных объектов: **В текущем виде** и **Во всех видах**. Обычно применяется удаление в текущем виде. Если выделенные элементы содержатся во всех видах, следует предпочесть второй вариант удаления.
3. **Часть кривой** позволяет удалить часть какого-либо объекта, ограниченную точками пересечения с другими объектами. Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку  (**Усечь кривую**) на панели инструментов редактирования. Укажите курсором ту часть объекта, которую нужно удалить. Наоборот, если нужно оставить выбранный участок и удалить внешние относительно него участки кривой, переключите кнопку  (**Удалить указанный участок**) либо кнопку  (**Оставить указанный участок**) в строке параметров объектов (рис. 1.15).
4. **Область** позволяет удалить объекты, находящиеся внутри выбранной области чертежа или фрагмента. Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку  (**Очистить область**) на панели инструментов редактирования. После вызова команды на панели специального управления отображаются несколько кнопок (рис. 1.16). С их помощью можно различными способами задавать границы удаляемой области. В качестве примера показан способ удаления ненужных линий, находящихся внутри окружности. Для этих целей курсор следует наложить на окружность, нажать левую кнопку мыши, а затем – кнопку  (**Создать объект**). После этого линии внутри окружности удалятся, а панель специального управления исчезнет (рис. 1.17).

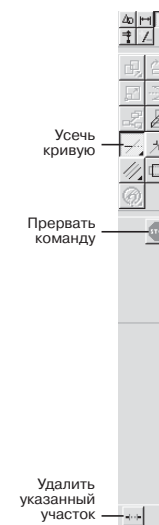


Рис. 1.15

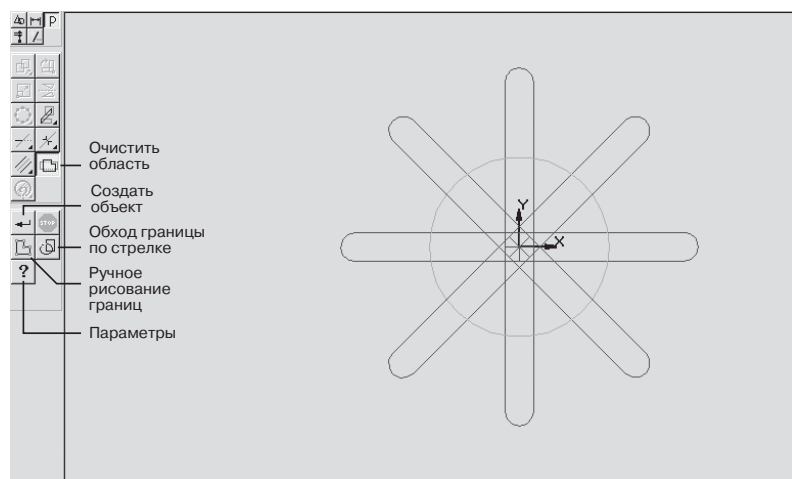


Рис. 1.16

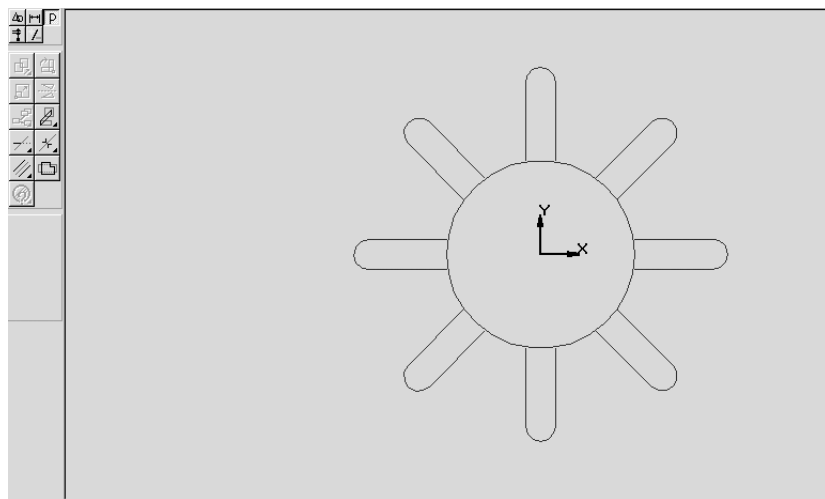



Рис. 1.17

Способы задания границ области.

По умолчанию система ожидает, что в качестве границы области выступит замкнутый геометрический объект (сплайн, контур, окружность). Однако можно задать способ очистки области (удалять элементы внутри или снаружи от границы) с

помощью кнопки  (**Параметры**), которая находится на панели специального управления. Нажав на эту кнопку, вы увидите на экране окно задания параметров (рис. 1.18).

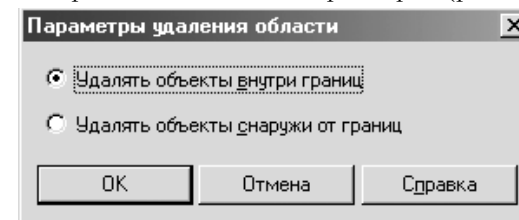




Рис. 1.18


В этом окне необходимо выбрать параметры удаления: либо **Удалять объекты внутри границы**, либо **Удалять объекты снаружи от границ**. Когда нужный параметр выбран, нажмите кнопку  (**Создать объект**) на панели специального управления.


Команда **Ручное рисование границ** позволяет задать ручную границы области для выполнения какой-либо операции (например, для штрихования области или удаления элементов, лежащих внутри нее) или для вычисления характеристик этой области (ее площади, периметра). Нарисованные в этом режиме границы отображаются на экране только до завершения команды.

Для перехода в режим нажмите кнопку  (**Ручное рисование границ**) на панели специального управления.

Последовательно фиксируйте точки ломаной, которая ограничивает область. При этом замыкание ломаной выполняется автоматически.

После того как границы нарисованы, нажмите для их подтверждения кнопку  (**Создать объект**) на панели специального управления.

Команда  (**Обход границы по стрелке**) позволяет задать границы области для выполнения какой-либо операции (например, для штрихования области или удаления элементов, лежащих внутри нее), последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические элементы.

Для быстрого перехода в данный режим нажмите кнопку  (**Обход границы по стрелке**) на панели специального управления. Укажите курсором точку вблизи геометрического элемента, с которого вы хотите начать обход контура границы. На экране появится фантомное изображение первого участка контура

(поверх базового элемента), а также стрелка выбора направления дальнейшего движения. Для выбора возможных направлений обхода от текущего узла нажимайте клавишу **Пробел** или комбинацию **Shift+Пробел**. Подтвердить выбор направления для дальнейшего обхода элементов можно, нажав клавишу **Enter**, а вернуться на один сегмент назад – с помощью комбинации **Shift+Enter**.

5. **Все** позволяет удалить все графические объекты открытого документа.

ВНИМАНИЕ! После выполнения этой команды нельзя будет воспользоваться командой **Отменить**, поэтому удаление будет безвозвратным.

При вызове команды на экране появляется окно с предупреждением о том, что отмена данной операции будет невозможна. Для подтверждения удаления всех объектов документа нажмите кнопку **Да**, для отказа от удаления – **Нет** (рис. 1.19).

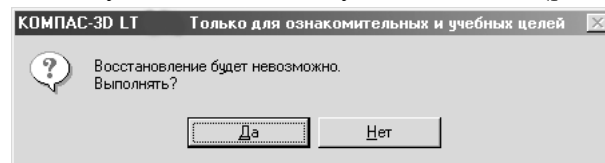


Рис. 1.19

1.5. ОПЕРАЦИИ

На этой вкладке находятся команды для выполнения различных операций редактирования объектов чертежей и фрагментов: сдвиг, поворот, масштабирование, симметрия, копирование, деформация, разрушение и объединение в макроэлемент (рис. 1.20).

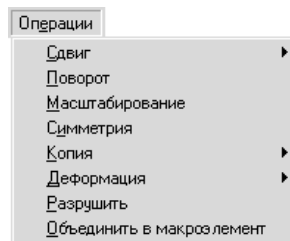



Рис. 1.20

1.5.1. Сдвиг

Команда **Сдвиг** позволяет сдвинуть один или нескольких выделенных объектов. После вызова этой команды на экране появляется дополнительное меню, в котором содержатся варианты выполнения сдвига: **Указанием** и **По углу и расстоянию**. Если ни один элемент не выделен, команда недоступна.

1.5.2. Поворот

Команда **Поворот** позволяет повернуть выделенные объекты.

Сначала необходимо выделить геометрический элемент или узел, затем выбрать название команды из меню **Операции** или нажать кнопку  (**Поворот**) на инструментальной панели редактирования. (рис. 1.21). После вызова команды необходимо указать центр поворота.

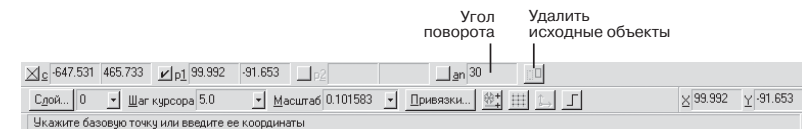


Рис. 1.21

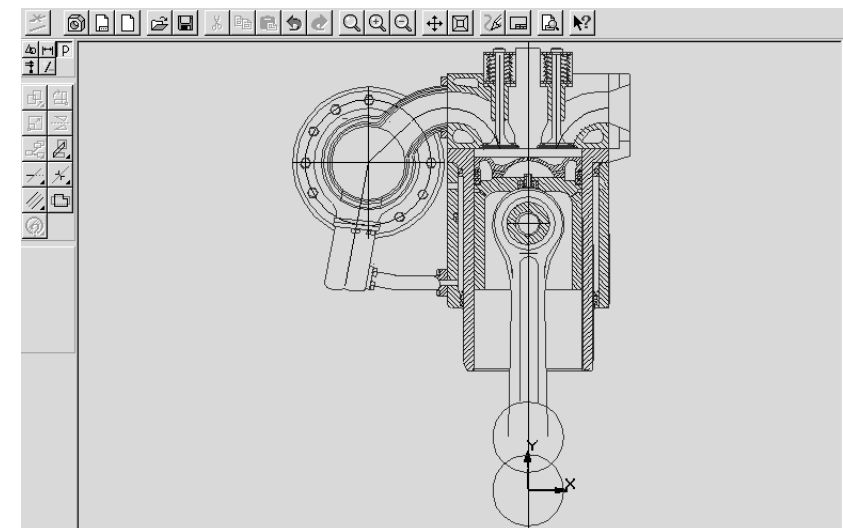





Рис. 1.22

Демонстрация команды **Поворот** показана при выполнении чертежей V-образных двигателей, где изображен узел цилиндро-поршневой группы рядного двигателя (рис. 1.22). Это же изображение, но после поворота на 30 градусов показано на рис. 1.23.

Можно задать удаление или сохранение исходных выделенных объектов после выполнения операции.

Для этого используйте соответствующую команду контекстного меню или кнопку  (**Оставить исходные объекты**) или  (**Удалить исходные объекты**) в строке параметров объектов.

Если выбрать команду  (**Оставить исходные объекты**), появится два изображения: одно исходное, другое повернутое.

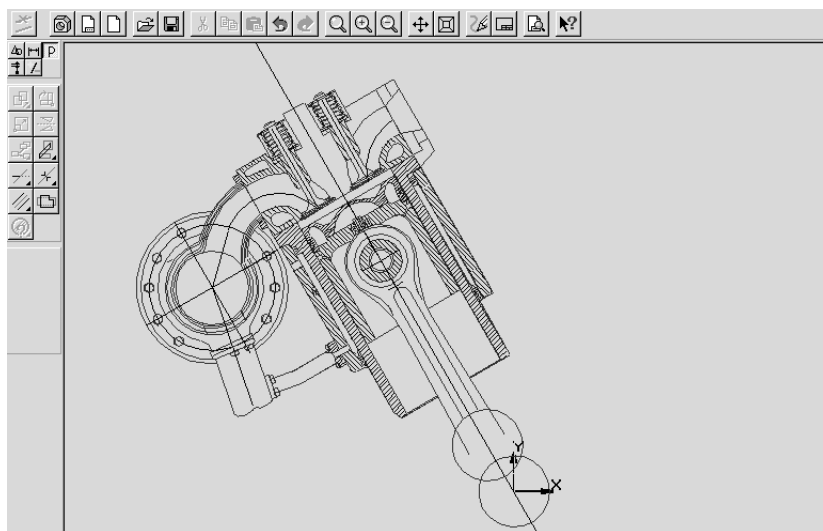



Рис. 1.23

1.5.3. Симметрия

Команда **Симметрия** позволяет симметрично отобразить выделенные объекты документа. Если ни один элемент не выделен, команда будет недоступна.

Для вызова команды выберите ее название из меню **Операции** или нажмите кнопку  (**Симметрия**) на инструментальной панели редактирования.

Последовательно укажите первую и вторую точки, через которые проходит ось симметрии. Можно явно задать параметры оси симметрии (угол наклона и координаты точек), введя их в поля строки параметров объектов.


Чтобы использовать в качестве оси симметрии начерченный ранее отрезок или вспомогательную прямую, нажмите кнопку  (**Указать заново**) на панели специального управления (рис. 1.24), а затем укажите курсором нужную ось симметрии. При этом ось симметрии изменит свой цвет на красный, а по другую сторону оси симметрии появится второе абсолютно симметричное изображение (рис. 1.25).



Рис. 1.24

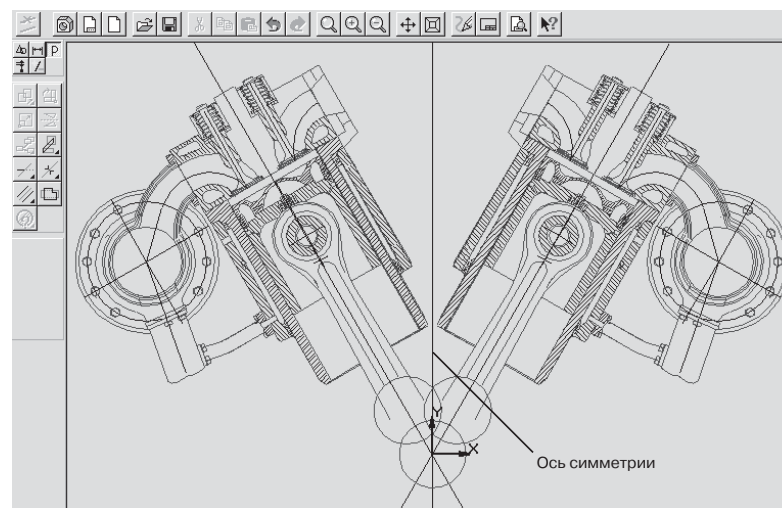


Рис. 1.25



Однако это возможно только в том случае если в строке параметров установлена кнопка  (**Оставить исходные объекты**) (рис.1.26).



Рис. 1.26

1.5.4. Масштабирование

Команда **Масштабирование** позволяет масштабировать выделенные объекты документа. Для вызова команды выберите ее из меню **Операции** или нажмите кнопку  (**Масштабирование**) на инструментальной панели редактирования.

Задайте в соответствующем окне строки параметров объектов нужное значение коэффициента масштабирования выделенных объектов и зафиксируйте курсор в точке центра масштабирования. При уменьшении изображения коэффициент меньше единицы, при увеличении – больше. В строке параметров объектов координаты точки центра масштабирования можно ввести вручную (рис. 1.27).

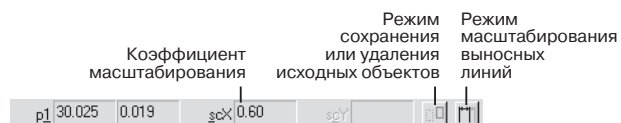


Рис. 1.27

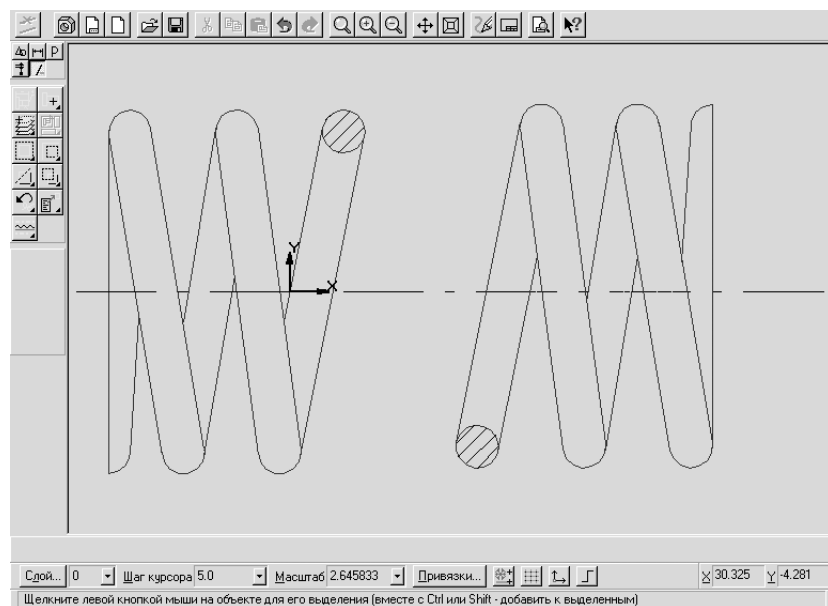


Рис. 1.28

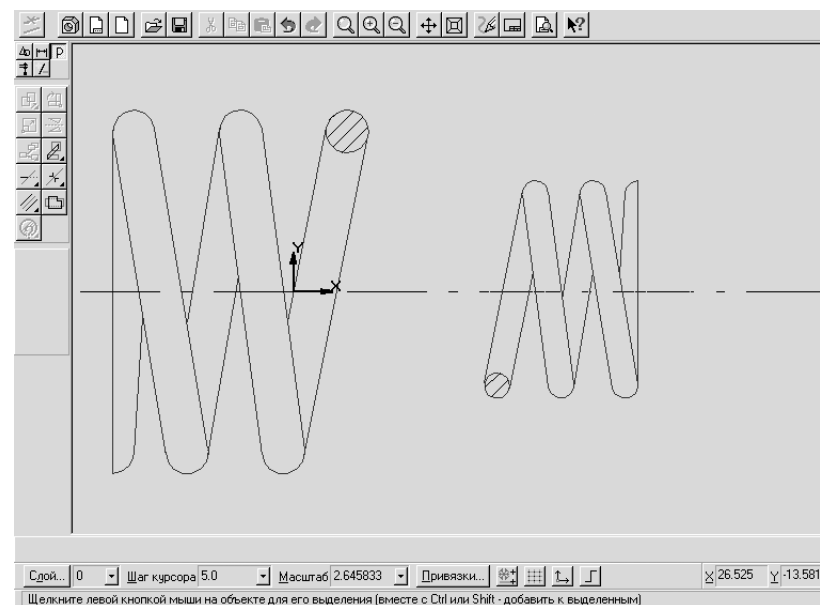






Рис. 1.29

После выполнения операции исходные выделенные объекты можно сохранить или удалить. Для этого используйте соответствующую команду контекстного меню или кнопки в строке параметров объектов:  (**Оставить исходные объекты**) или  (**Удалить исходные объекты**).

В качестве примера на рис. 1.28 и 1.29 показана правая часть пружины до и после масштабирования с удалением исходных объектов. Коэффициент – 0,6.

Если среди масштабируемых объектов имеются размеры, можно масштабировать выносные линии размеров с коэффициентом масштабирования по оси X. Для этого используйте кнопку-переключатель в строке параметров объектов:  (**Масштабировать выносные линии**) или  (**Не масштабировать выносные линии**). При нажатии левой кнопки мыши внешний вид кнопки меняется.

Завершить работу с командой масштабирования можно, нажав клавишу **Esc** или кнопку **Прервать команду** на панели специального управления.

1.5.5. Команды копирования

Команда **Копия** позволяет копировать выделенные объекты. После вызова команды на экране появляется дополнительное меню, в котором содержатся варианты копирования (рис. 1.30).

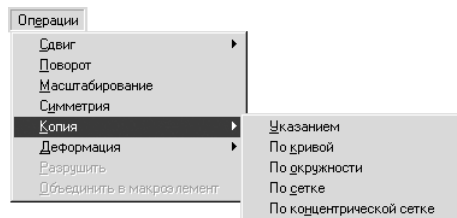


Рис. 1.30

Команда **Копия** включает в себя пять команд.

1. Команда **Указанием** позволяет копировать выделенные объекты документа. Они копируются в свои виды и на свои слои. Для вызова команды выберите ее название из меню **Операции** или нажмите кнопку (**Копирование**) на инструментальной панели редактирования.

Укажите курсором базовую точку копирования и ее новое положение. Также можно ввести координаты базовой точки и величину сдвига копии вдоль осей X и Y в соответствующие поля строки параметров объектов (рис. 1.31).



Рис. 1.31

После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы и ожидает указания следующего места для копирования.

На рис. 1.32 показан пример выполнения команды копирования **Указанием** чертежа топливного насоса высокого давления.

2. Команда **По кривой** позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их вдоль указанной кривой. Объекты копируются в свои виды и на свои слои. Для вызова команды нажмите кнопку (**Копия по кривой**) на инструментальной панели редактирования.

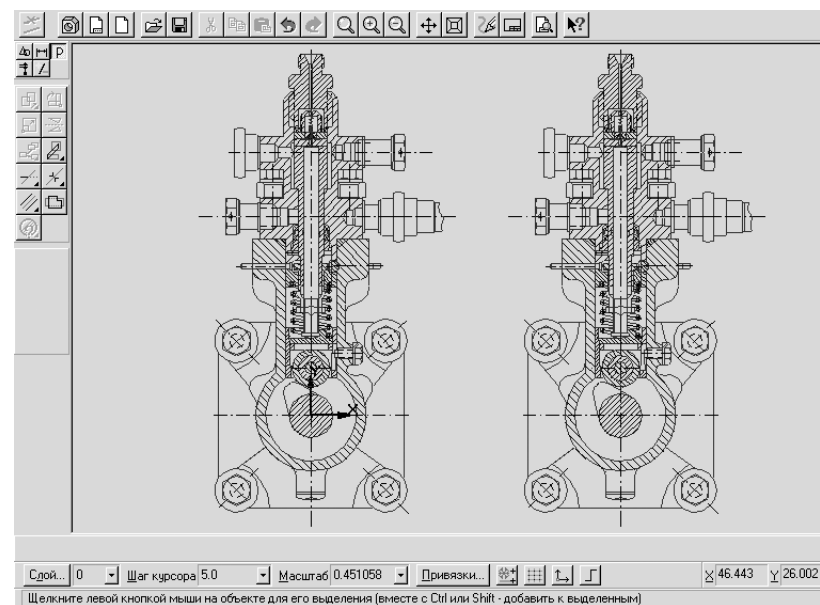


Рис. 1.32

В полях строки параметров объектов введите данные о копировании: шаг, количество копий, полный шаг, расположение копий, направление копирования (рис. 1.33).

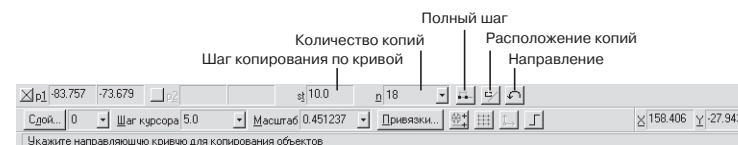


Рис. 1.33

Задайте базовую точку для копирования, а затем укажите базовую точку на той кривой, по которой необходимо выполнить действие. Можно также явно задать значения координат этих точек в строке параметров объектов. После указания точки на кривой создается заданное количество копий выделенных элементов.

На рис. 1.34 и 1.35 приведен пример чертежа теплообменного аппарата, выполненный с помощью команды **По кривой**.

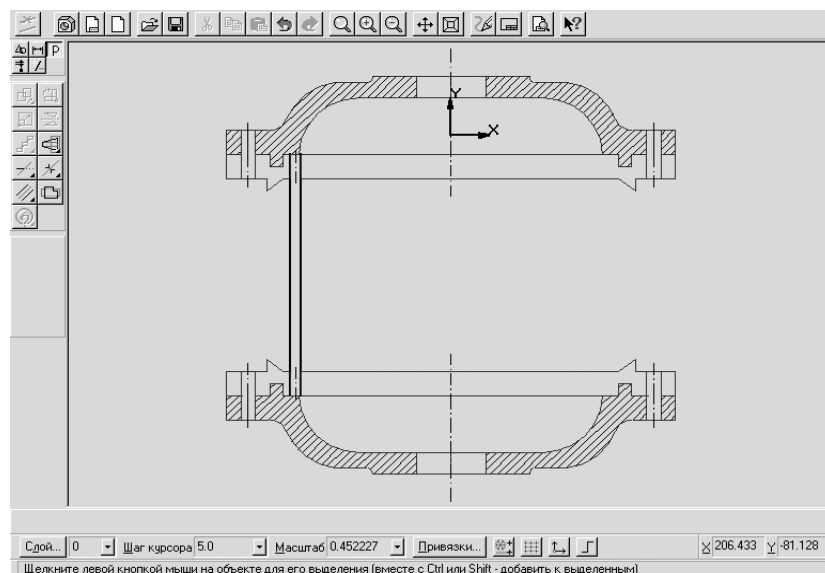


Рис. 1.34

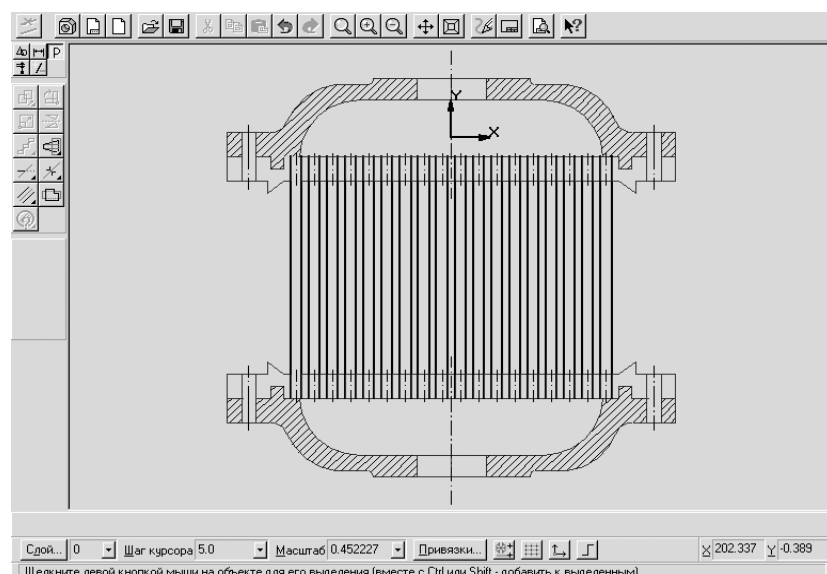






Рис. 1.35

В строке параметров объектов находится несколько кнопок, с помощью которых можно управлять процессом копирования. Кнопка **Полный шаг** определяет, каким образом интерпретировать значение шага, заданное в строке параметров объектов. По умолчанию шаг – это расстояние между базовыми точками двух соседних копий. При переключении кнопки шаг воспринимается как расстояние между базовыми точками первой и последней копий. Другими словами, задается интервал, в котором должны равномерно разместиться все копии. Внешний вид кнопки при переключении меняется:



-  – кнопка **Шаг** (между соседними копиями);
-  – кнопка **Шаг** (интервал для всех копий).

Если нужно, чтобы копии объектов располагались по нормали к кривой, вдоль которой выполняется копирование, нажмите кнопку **Расположение копий**. Для отказа от «доворота» объектов до нормали еще раз нажмите эту кнопку.


Внешний вид кнопки при переключении меняется:

-  – кнопка **Нормаль** (не доворачивать до нормали);
-  – кнопка **Нормаль** (доворачивать до нормали).

Кнопка **Направление** позволяет установить, в какую сторону от базовой точки на кривой нужно копировать объекты. Внешний вид кнопки при переключении меняется:

-  – положительное направление;
-  – отрицательное направление.

3. Команда **По окружности** позволяет копировать выделенные объекты, разместив их по окружности с указанным центром и радиусом.

Для вызова команды нажмите кнопку  (**Копия по окружности**) на инструментальной панели редактирования.

В полях строки параметров объектов введите параметры копирования: количество копий, угловой шаг между ними, равномерность и направление (рис. 1.36).

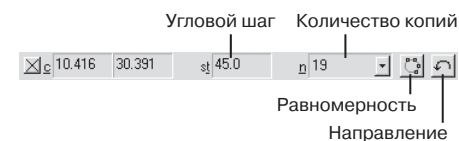



Рис. 1.36

В количестве копий учитывается и исходный экземпляр копируемых объектов. Иначе говоря, в поле **Количество** следует вводить столько экземпляров, сколько должно быть расположено по окружности после выполнения команды.



Если указанное количество копий требуется разместить равномерно вдоль окружности, значение углового шага можно не вводить.

Задайте центр окружности, по которой должно быть произведено копирование, указав его курсором. Можно также явно задать значения координат центра окружности в строке параметров. После этого на экране появится фантом заданного количества копий выделенных элементов.



В строке параметров есть несколько кнопок, с помощью которых можно управлять процессом копирования.

Кнопка  (**Равномерно по окружности**) определяет, каким образом – вдоль полной окружности или с заданным шагом – размещать копии. По умолчанию копии размещаются по окружности с заданным угловым шагом. При переключении кнопки копии размещаются равномерно вдоль всей окружности. При этом шаг определяется системой автоматически как частное от деления 360 градусов на количество копий.


Внешний вид кнопки при переключении меняется:

-  – вдоль всей окружности;
-  – с заданным шагом.

Кнопка **Направление** позволяет установить, в какую сторону от исходных экземпляров нужно копировать объекты:

-  – положительное направление;
-  – отрицательное направление.

При выполнении команды копирования по окружности нужно лишь тщательно прорисовать один элемент, подлежащий копированию.

На рис. 1.37 показан чертеж шестерни с одним зубом. На рис. 1.38 показан чертеж этой же детали, но с использованием команды копирования **По окружности**, где использовано 19 копий рисунка зуба. Так как здесь применена команда  (**Равномерно по окружности**), то команды **Угловой шаг** и **Направление копирования** недоступны.

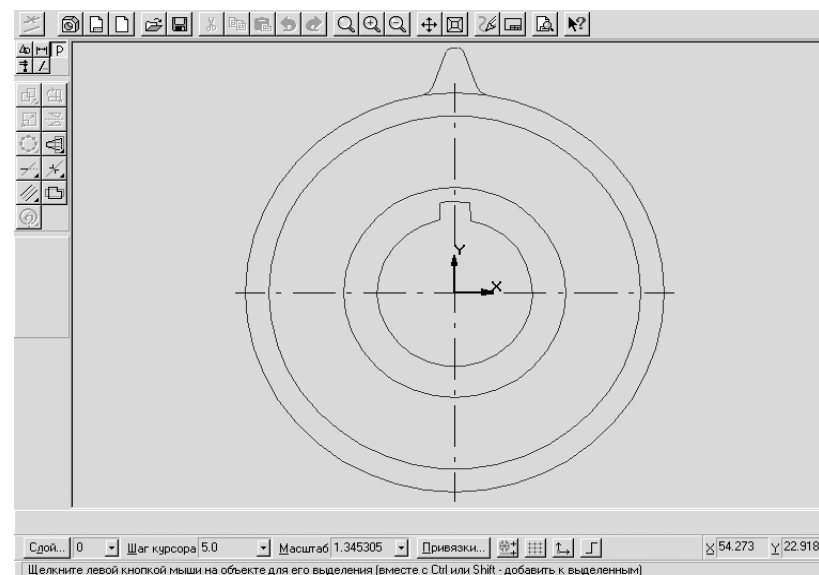


Рис. 1.37

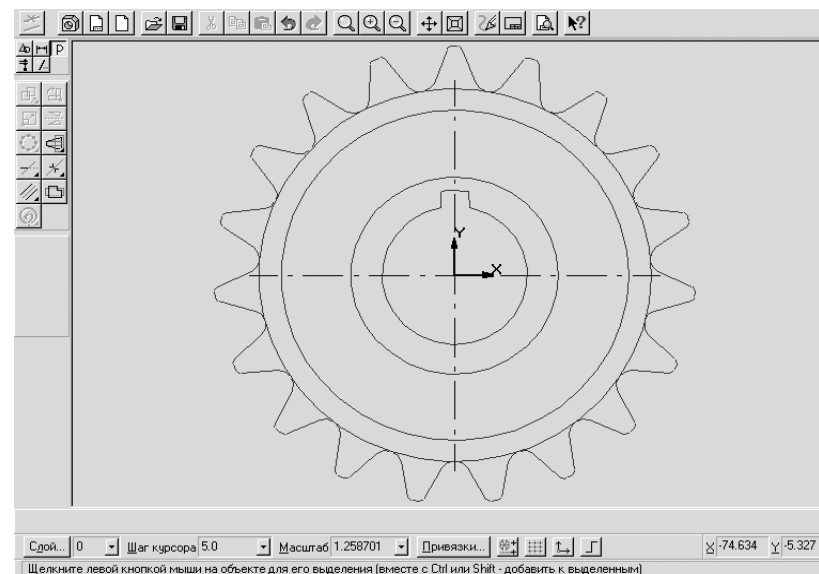


Рис. 1.38

4. Команда **По сетке** позволяет копировать выделенные объекты, разместив их по сетке с заданными параметрами. Для вызова команды нажмите кнопку **Копия по сетке** на инструментальной панели редактирования.

Чтобы ввести данные о сетке, по которой нужно выполнить копирование (шаги по осям, углы наклона и т.д.), нажмите кнопку **Параметры сетки** на панели специального управления (рис. 1.39). На экране появится диалоговое окно, в котором можно указать нужные величины (рис. 1.40).

В окне **Параметры копирования по сетке** первой осью является ось X, а второй – ось Y. В окнах этих блоков необходимо задать угол наклона сетки, шаг, количество копий по оси X и полный шаг. Флажок, установленный в окне напротив команды **Полный шаг**, означает, что все копии будут размещены на длине равной шагу сетки соответствующей оси.



Рис. 1.39

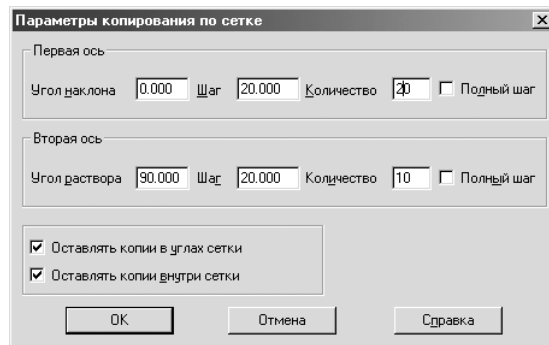


Рис. 1.40

Пример чертежа прямоугольного поперечного сечения теплообменного аппарата показан на рис. 1.41 и 1.42.

Задайте базовую точку для поперечного сечения трубки теплообменного аппарата. В качестве базовой точки выбираем центр поперечного сечения. Теперь система ожидает указания точки, в которую нужно поместить сетку с копиями объектов. При этом на экране отображается фантом скопированных по сетке объектов. Можно также явно задать значения координат

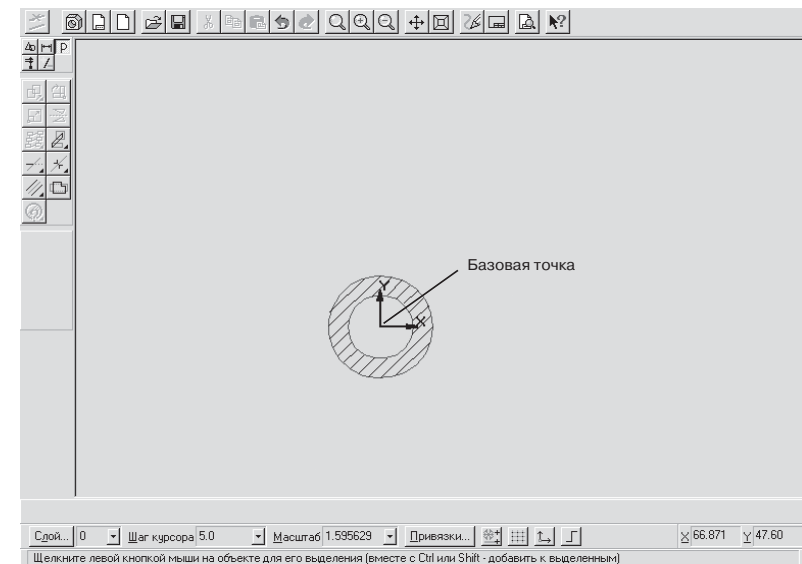


Рис. 1.41

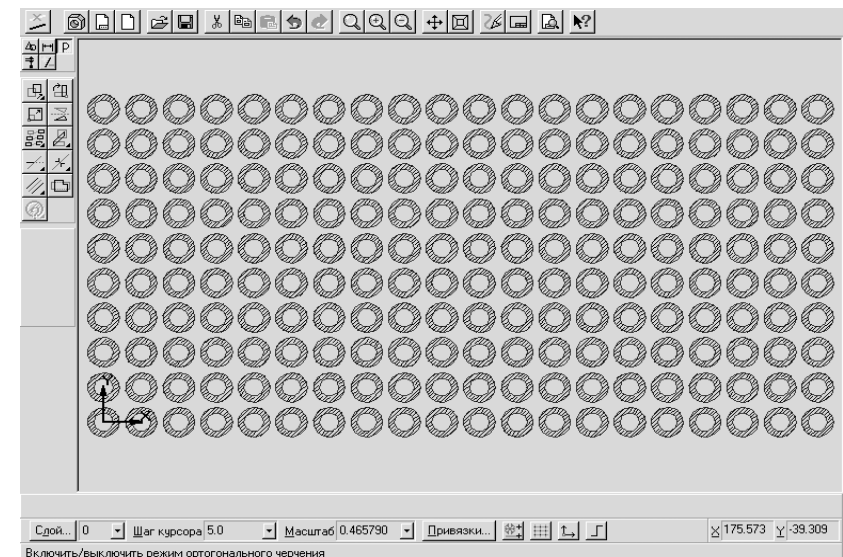


Рис. 1.42

этих точек в строке параметров. После этого создается заданное количество копий выделенных элементов. В приведенном примере количество копий равно 200 (рис. 1.42).

5. Команда **По концентрической сетке** позволяет копировать выделенные объекты, разместив их по концентрической сетке с заданными параметрами. Для вызова команды нажмите кнопку **Копия по концентрической сетке** на инструментальной панели редактирования (рис. 1.43).

Чтобы ввести данные о сетке, по которой нужно выполнить копирование (шаги, начальный угол и т.д.), нажмите кнопку **Параметры концентрической сетки** на панели специального управления. На экране появится диалоговое окно, в котором можно назначить нужные размеры (рис. 1.44). В окне **Параметры копирования по концентрической сетке** необходимо установить величину начального



Рис. 1.43

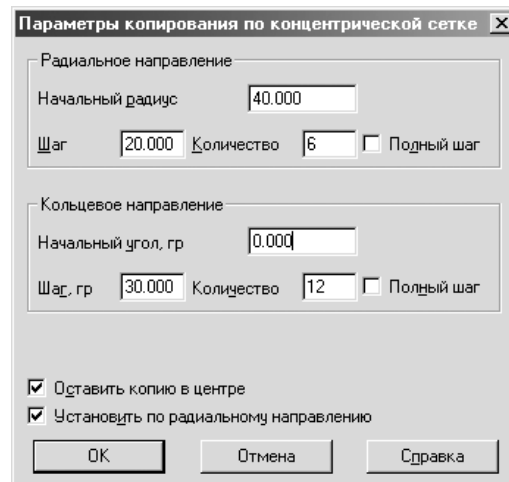


Рис. 1.44

радиуса, шага размещения копий и количество копий в радиальном направлении. После этого нужно указать параметры кольцевого направления: начальный угол копирования, угловой шаг и количество шагов.

Смысл команды **Полный шаг** аналогичен предыдущему примеру копирования по сетке.

Демонстрационный пример работы команды **Копирование по концентрической сетке** приведен на рис. 1.45, где показано концентрическое размещение поперечного разреза трубки теплообменного аппарата со следующими параметрами: начальный радиус – 40 мм, шаг размещения – 20 мм, количество копий на радиусе – 6, начальный угол – 0°, угловой шаг – 30°, количество угловых шагов – 12.

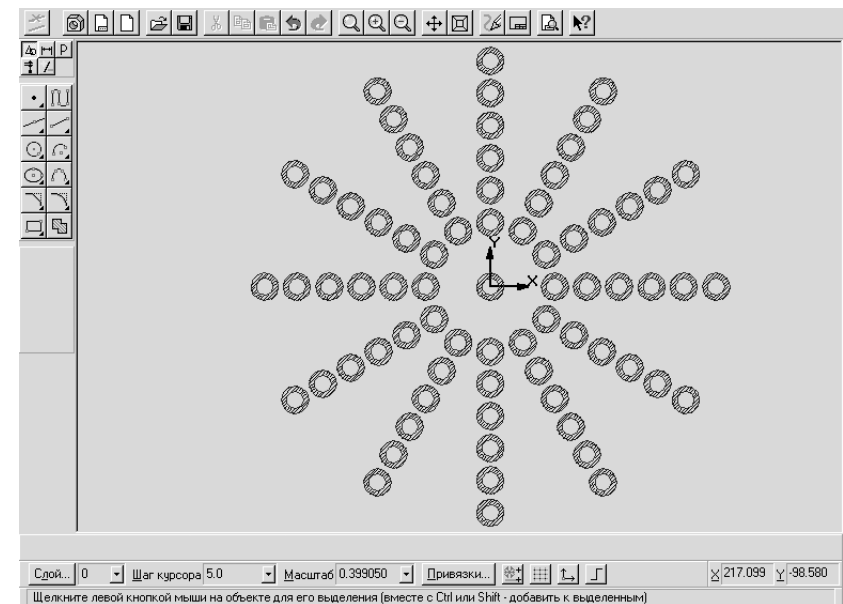


Рис. 1.45

1.5.6. Команды деформации

Команды деформации позволяют деформировать объекты. Программа предусматривает три варианта выполнения действия: сдвигом, поворотом, масштабированием (рис. 1.46).

Команда **Сдвигом** позволяет выполнить деформацию объектов.

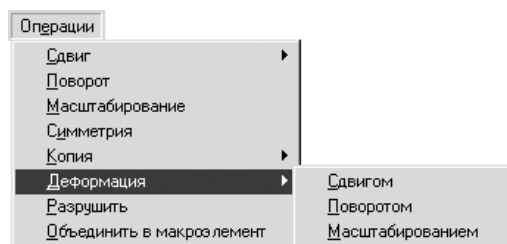


Рис. 1.46

Выделять объекты, подлежащие операции, не нужно. Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку (Деформация сдвигом) на инструментальной панели.

Укажите последовательно первую и вторую точки габаритного прямоугольника, который должен захватить деформируемую область (она будет подсвечена после захвата).

Задайте для деформации базовую точку, а затем зафиксируйте ее новое положение. Можно явно задать координаты базовой точки, а также величины перемещений по оси X и Y, введя их в соответствующих полях строки параметров объектов (рис. 1.47).



Рис. 1.47

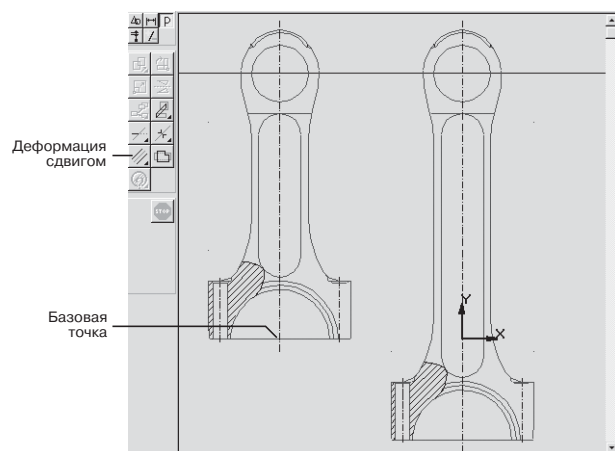


Рис. 1.48

После фиксации нового положения базовой точки будет выполнено перестроение. На рис. 1.48 показано действие команды **Сдвигом** на примере чертежа шатуна. В результате действия этой команды получен новый чертеж детали, длина которой на 100 мм больше.

1.5.7. Команда Разрушить

Команда **Разрушить** позволяет разрушить на отдельные геометрические примитивы выделенные составные объекты. Данная операция может потребоваться в том случае, если необходимо отредактировать какой-либо элемент, входящий в составной объект. Разрушать можно вставленные фрагменты, макрообъекты, ломанные, контуры, а также эквидистантные кривые.

Если среди выделенных перед вызовом команды объектов были те, что невозможно разрушить, никаких действий с ними не выполняется.

1.5.8. Команда объединить в макроэлемент

Команда **Объединить в макроэлемент** позволяет объединить выделенные объекты документа в макроэлемент. После того как команда выполнена, выделить любой отдельный геометрический примитив нельзя. Система будет принимать такой чертеж за одно целое.

1.6. СЕРВИС

На этой странице меню находятся сервисные команды. С их помощью можно изменять текущий масштаб отображения документа, в режиме редактирования графических объектов назначать локальные системы координат и управлять слоями. Меню **Сервис** имеет девять команд (рис. 1.49).

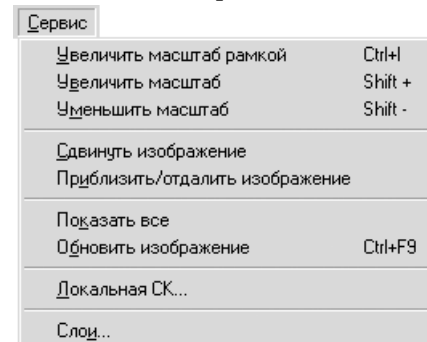


Рис. 1.49

1.6.1. Увеличить масштаб рамкой


Команда **Увеличить масштаб рамкой** позволяет изменить масштаб отображения в активном окне с помощью прямоугольной рамки. Для быстрого вызова команды воспользуйтесь комбинацией клавиш **Ctrl+I** или кнопкой  (**Увеличить масштаб рамкой**) на панели управления (рис. 1.50)





Рис. 1.50

После вызова команды изменяется внешний вид курсора. Зафиксируйте курсор в точке первого угла рамки, а затем перемещайте его, пока не добьетесь нужного размера рамки. На экране при этом будет отображаться фантом рамки.

После фиксации курсора в точке второго угла рамки изображение в окне будет перерисовано. В нем отобразится в увеличенном масштабе та область документа, которая попала в рамку.


1.6.2. Команды изменения масштаба изображения

Команды **Увеличить масштаб** и **Уменьшить масштаб** позволяют менять масштаб отображения в активном окне в определенное количество раз. Значение коэффициента масштабирования может варьироваться с помощью окна настроек.

Можно быстро вызвать эту команду, нажав на панели управления кнопки  и  для увеличения и уменьшения масштаба соответственно.

1.6.3. Команда Сдвинуть изображение

Команда **Сдвинуть изображение** позволяет переместить изображение в окне.


Для выбора команды надо нажать кнопку  на панели управления. При вызове команды курсор меняет свою форму на четырехстороннюю стрелку.

Удерживая кнопку мыши нажатой, перемещайте курсор. Вслед за движением курсора будет прокручиваться рабочее поле документа. Если достигнут край экрана и необходимо продвинуть рабочее поле еще дальше, отпустите кнопку мыши, переместите курсор в нужное положение, а затем вновь нажмите левую кнопку мыши и продолжайте прокрутку.

Можно сказать, что с помощью описанного способа мы увеличиваем размер поля рисования. Такой прием удобно использовать в тех случаях, когда диапазона действия линеек прокрутки не хватает.

Если для сдвига изображения в графическом документе используется мышь с тремя кнопками или с колесом, можно перемещать ее при нажатой средней кнопке (колесе). Для сдвига изображения в документе-модели следует дополнительно удерживать нажатой клавишу **Shift**.

1.6.4. Команда Приблизить или отдалить изображение


С помощью этой команды можно плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Для этого нажмите кнопку  (**Приблизить или отдалить изображение**) на панели управления.

Нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор вертикально. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, в обратном направлении – уменьшаться.

Центром панорамирования является точка, в которой была нажата левая кнопка мыши. Если используется мышь с колесом, для панорамирования изображения нужно вращать колесо мыши.


Центром панорамирования является центральная точка экрана. Чтобы центр панорамирования изображений графических и трехмерных объектов находился в точке, в которой было начато вращение колеса мыши, удерживайте нажатой клавишу **Shift**.

1.6.5. Команда Показать все


Команда **Показать все** изменяет масштаб отображения в активном окне таким образом, чтобы на экране были видны все графические объекты документа. Быстро вызвать эту команду можно, нажав кнопку  (**Показать все**) на панели управления. При выполнении сложных чертежей эта команда применяется очень часто.

1.6.6. Команда Обновить изображение

При выполнении различных команд ввода и редактирования на экране могут появляться лишние вспомогательные линии и символы, а иногда даже исчезать фрагменты чертежа. В большинстве случаев после завершения команды система автоматически удаляет эти временные объекты. Однако иногда возникает необходимость в принудительном удалении с экрана оставшегося электронного «мусора».

Чтобы обновить изображение на экране, выберите в меню **Сервис** команду **Обновить изображение** либо нажмите комбинацию клавиш **Ctrl+F9** или кнопку  на панели управления.

1.6.7. Локальная система координат

При работе с чертежом или его фрагментом всегда используется система координат, относительно которой задается положение объектов. Для отображения и ввода координат предусмотрены специальные поля в строке текущего состояния (рис. 1.51). Там же находится кнопка установки локальной системы координат . В чертежно-графическом редакторе КОМПАС-3D LT используются правые декартовы системы координат.

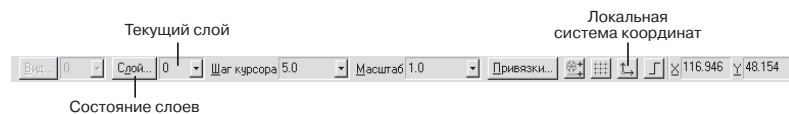


Рис. 1.51

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левом нижнем углу формата. Для фрагмента понятие абсолютной системы координат не имеет смысла (нет ограничивающей рамки, как в случае чертежа), поэтому начало системы координат при создании нового фрагмента отображается в центре окна.

Однако использование заданных по умолчанию систем координат далеко не всегда удобно. При проектировании постоянно возникают ситуации, когда нужно отмерять расстояния или углы от какой-то точки или объекта на поле чертежа. При работе на кульмане конструктор перемещает линейки в нужную точку и выполняет построения от нее, при необходимости повернув линейки.

Аналогичным образом можно работать и в среде КОМПАС-3D LT, используя локальные системы координат (ЛСК). Назначив ЛСК в нужных точках проектируемой детали или узла, можно быстро выбрать любую из них и сделать ее текущей. При этом все координаты будут рассчитываться и отображаться именно в этой текущей системе. Например, можно установить ЛСК в центр торца проектируемого тела вращения.

Каждой ЛСК может быть назначено уникальное имя. Это облегчает процесс поиска и выбора. Ставшую ненужной ЛСК можно быстро удалить из документа. В режиме редактирования текстовых объектов в меню **Сервис** команды управления локальными системами координат отсутствуют.

1.6.8. Слои

Команда **Слои** выводит на экран диалоговое окно настройки состояния слоев, в котором можно создать новые слои и изменить параметры существующих. Команда предназначена для включения в рабо-

чие чертежи сопутствующих схем, технологических процессов и т.д. Например, на чертеже плана здания можно создать следующие слои: со схемами тепло- и водоснабжения, канализации, электрические схемы и т.д. При необходимости каждый из вновь созданных слоев можно погасить или сделать любой из них текущим.

Для быстрого вызова команды нажмите кнопку **Слой** в строке текущего состояния (рис. 1.51).

1.7. КОМПОНОВКА

На этой странице меню находятся команды, предназначенные для оформления листов чертежей. Они позволяют размещать виды, создавать и редактировать штамп и технические требования чертежа. Страница меню **Компоновка** имеет шесть команд:

- **Создать вид;**
- **Состояния видов;**
- **Параметры текущего вида;**
- **Технические требования;**
- **Основная надпись;**
- **Неуказанная шероховатость.**

Для вызова нужной команды выберите ее название из меню (рис. 1.52).

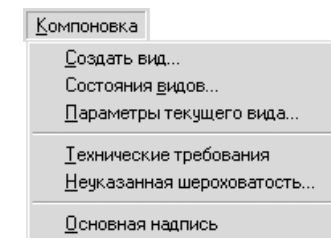


Рис. 1.52

Если открытый документ является фрагментом, то страница меню **Компоновка** не возникает в строке меню.

1.7.1. Команда Создать вид

В этой группе объединены параметры вида, характеризующие его расположение на листе чертежа. После выбора команды **Создать вид** на экране возникнет диалоговое окно **Параметры вида** (рис. 1.53).

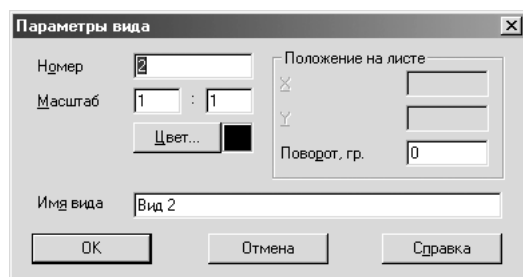


Рис. 1.53

В окне необходимо указать номер вида, его масштаб, цвет, имя и угол поворота. Положение вида на листе чертежа задается в полях координат. Здесь можно ввести или изменить координату X и Y точек привязки текущего вида. Однако поля X и Y доступны только при редактировании существующего вида. После нажатия кнопки **ОК** необходимо зафиксировать точку привязки нового вида на листе чертежа. Если в дальнейшем потребуются изменить параметры вида, назначенные при его создании, установите его как текущий и вызовите команду **Параметры текущего вида** из меню **Компоновка**.

1.7.2. Команда Состояние видов

Команда **Состояние видов** вызывает диалоговое окно, в котором можно изменить способы отображения и статус существующих видов листа чертежа.

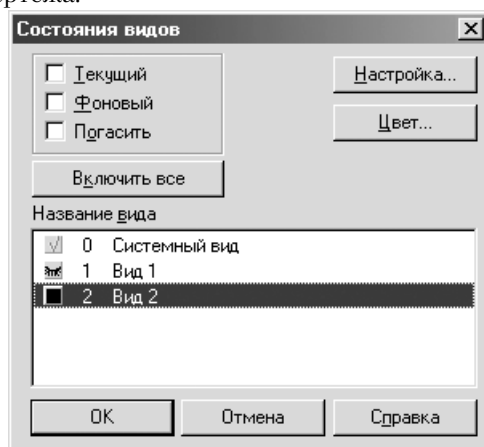


Рис. 1.54

Если открытый документ не является листом чертежа, команда будет недоступна. Для быстрого вызова окна нажмите кнопку **Вид** в строке текущего состояния. На экране возникнет окно **Состояния видов** (рис. 1.54).

В опции **Название вида** отображается список имен и номеров всех видов чертежа. Рядом с именами проставляются специальные значки, иллюстрирующие состояние каждого вида.

Управлять состоянием видов можно с помощью переключателей. Если не выбран ни один из переключателей, вид является активным и отображается назначенным для него цветом. Окно имеет следующие статусы видов:

1. **Текущий.** Устанавливает выбранный из списка вид в качестве текущего. Текущий вид всегда только один.
2. **Фоновый.** Запрещает внесение изменений в указанный вид (делает его фоновым видом).
3. **Погасить.** Переключает выбранный из списка вид в погашенное состояние (отменяет его прорисовку на экране).

Для изменения цвета отрисовки вида в активном состоянии выберите его имя из списка и нажмите кнопку **Цвет**.

Для вызова окна изменения параметров отрисовки фоновых и погашенных видов (цвета, толщины и стиля линий) нажмите кнопку **Настройка**.

1.7.3. Команда Параметры текущего вида

Команда **Параметры текущего вида** позволяет изменить параметры вида, который является текущим в листе чертежа. После выполнения команды на экране появляется окно настройки параметров вида (рис. 1.55).



Рис. 1.55

Внешний вид окна аналогичен показанному на рис. 1.53.

Для сохранения всех назначений и выхода из окна нажмите кнопку **ОК**, для выхода без сохранения – кнопку **Отмена**.

Если масштаб вида был изменен, после закрытия окна (кнопка **ОК**) на экран выводится запрос на масштабирование выносных линий. Если необходимо, чтобы длина линий-выносок и выносных линий была изменена в соответствии с заданным коэффициентом масштабирования, нажмите кнопку **Да**. В противном случае нажмите кнопку **Нет**.

1.7.4. Команда Технические требования

После вызова команды **Технические требования** на экране появляется дополнительное меню, в котором нужно выбрать режим работы с техническими требованиями: ввод или размещение. Команда **Ввод** переключает систему в режим создания и редактирования технических требований. При этом изменяется внешний вид экрана (рис. 1.56).

Затем текст, созданный в режиме редактирования технических требований, можно разместить в нужном месте листа чертежа, используя команду **Размещение технических требований** из меню **Компоновка**.

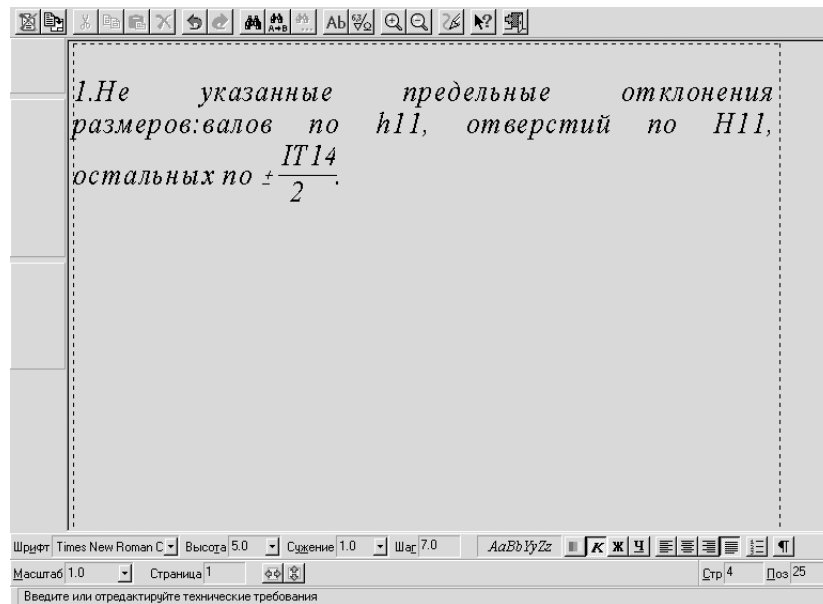


Рис. 1.56

Команда **Размещение технических требований** позволяет нужным образом разместить технические требования на листе чертежа. Вызвать эту команду можно также из контекстного меню, возникающего при нажатии правой кнопки мыши на поле технических требований. В контекстном меню команда называется **Разместить ТТ**. Команда недоступна, если отсутствует текст технических требований.

Вокруг текста технических требований появляется прямоугольная габаритная рамка (рис. 1.57).

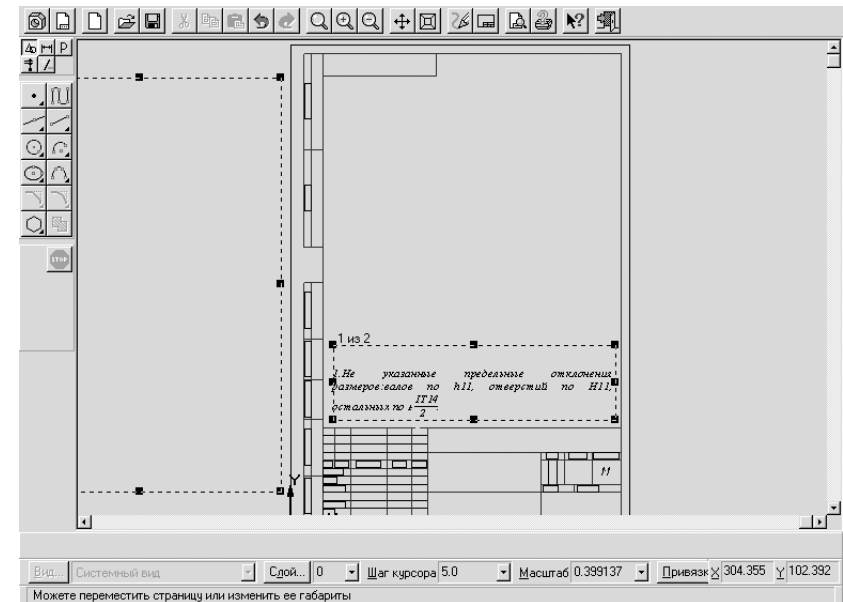


Рис. 1.57

Если подвести курсор к вертикальным или горизонтальным границам рамки либо к ее углам, он изменит свою форму. Зафиксируйте курсор в этот момент, нажав левую кнопку мыши, и перетаскивайте границу или угол рамки в нужное место, удерживая кнопку мыши нажатой. После того как рамка примет нужный размер, отпустите левую кнопку мыши.

Если при изменении размера рамки текст перестал помещаться внутри нее, автоматически будет создана новая рамка (новая страница технических требований), в которую будет перенесен оставшийся текст. Если затем исходную рамку увеличить до нужного размера,

весь текст вновь будет размещен внутри нее, а дополнительные рамки – удалены. Таким образом можно разбить технические требования на несколько страниц и разместить каждую в нужном месте листа.

Для точного изменения границ текущей страницы (на которой находится курсор) нажмите правую кнопку мыши и выберите команду **Позиционировать**. Из появившегося контекстного меню будет выдано диалоговое окно с координатами всех границ текущей страницы.

Если технические требования необходимо просто переместить на новое место, не меняя их габариты и не разбивая на несколько страниц, зафиксируйте курсор внутри рамки, когда он примет форму четырех стрелок, и перетащите рамку в нужное место, не отпуская левой кнопки мыши. Добившись нужного расположения, отпустите кнопку мыши.

Завершить работу в режиме размещения технических требований можно, нажав клавишу **Esc**.

1.7.5. Команда Неуказанная шероховатость

Команда **Неуказанная шероховатость** позволяет создать или отредактировать обозначение шероховатости неуказанных поверхностей на чертеже. После вызова команды на экран выводится окно, в котором нужно задать обозначение неуказанной шероховатости (рис. 1.58).

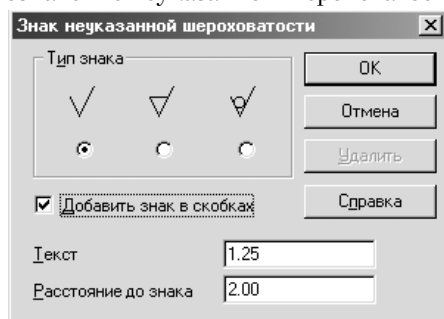


Рис. 1.58

В окне **Знак неуказанной шероховатости** нужно выбрать тип знака. Как правило, это флажок. Затем следует установить опцию **Добавить знак в скобках**, ввести значение неуказанной шероховатости в по-

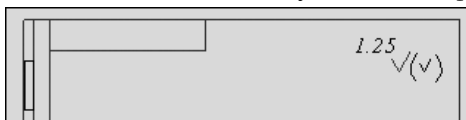


Рис. 1.59

ле **Текст** и нажать кнопку **ОК**. На чертеже в правом верхнем углу появится условное обозначение неуказанной шероховатости. (рис. 1.59).

Чтобы отредактировать уже существующий знак неуказанной шероховатости, дважды щелкните на нем левой кнопкой мыши. Для удаления знака используйте команду **Удалить неуказанную шероховатость** из меню **Удалить**.

1.7.6. Основная надпись

Команда **Основная надпись** позволяет заполнить или отредактировать основную надпись чертежа. Система переключается в режим редактирования основной надписи. При этом изменяется внешний вид штампа рабочего чертежа. Графы основной надписи окружены пунктирной линией, что свидетельствует о готовности к заполнению (рис. 1.60).

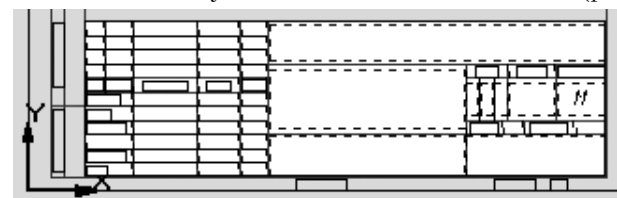


Рис. 1.60

Заполнив графы основной надписи, нажмите комбинацию клавиш **Ctrl+Enter** или кнопку **Создать объект** на панели специального управления. В противном случае весь введенный текст будет безвозвратно потерян. Если нужно отказаться от внесенных изменений, нажмите клавишу **Esc** или кнопку **Прервать команду** на панели специального управления до фиксации основной надписи.

1.8. НАСТРОЙКА

Команды меню **Настройка** вызывают окна настройки параметров системы, документов, окон и т.д. (рис. 1.61).

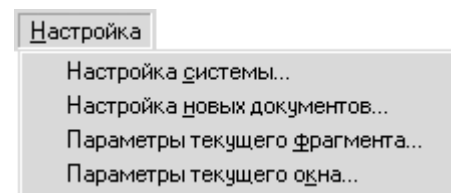


Рис. 1.61

1.8.1. Настройка системы

Команда **Настройка системы** выводит на экран окно настройки различных системных параметров. Для изменения какой-либо группы настроек выберите ее название из списка в левой части окна и установите нужные значения параметров. Чтобы развернуть содержание какого-либо раздела, установите курсор на значке плюса рядом с заголовком раздела и щелкните левой кнопкой мыши. Повторный щелчок на символе (после разворачивания раздела он отображается как минус) приведет к сворачиванию содержания (рис. 1.62).

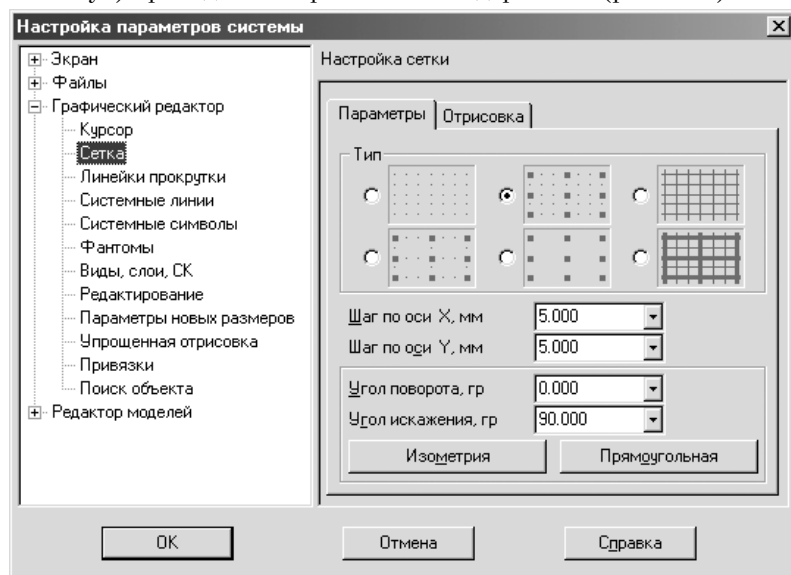


Рис. 1.62

Настройка параметров системы включает в себя настройку экрана, файлов, графического редактора и редактора моделей. Проводить настройку экрана и файлов рекомендуется только опытным пользователям.

1.8.2. Настройка новых документов

Команда **Настройка новых документов** выводит на экран окно **Настройка параметров новых документов**. Заданные показатели будут действовать по умолчанию для всех вновь создаваемых документов. В дальнейшем можно изменить параметры каждого доку-

мента с помощью команды **Параметры текущего документа** из меню **Настройка**. Для изменения какой-либо группы настроек выберите ее название из списка в левой части окна и установите нужные значения параметров (рис. 1.63).

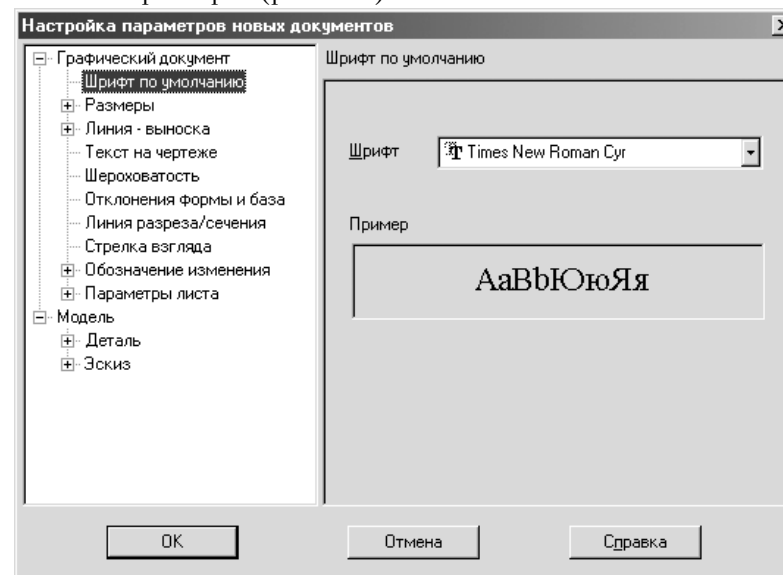


Рис. 1.63

Чтобы развернуть содержание какого-либо раздела, установите курсор на значке плюса рядом с заголовком раздела и щелкните левой кнопкой мыши. Повторный щелчок на символе (после разворачивания раздела он отображается как минус) приведет к сворачиванию содержания.

1.8.3. Параметры текущего фрагмента

Команда **Параметры текущего фрагмента** выводит на экран окно настройки параметров текущего документа. Для изменения какой-либо группы настроек выберите ее название из списка в левой части окна и установите нужные значения параметров (рис. 1.64).

Чтобы развернуть содержание какого-либо раздела, установите курсор на значке плюса рядом с заголовком раздела и щелкните левой кнопкой мыши. Повторный щелчок на символе (после разворачивания раздела он отображается как минус) приведет к сворачиванию содержания.

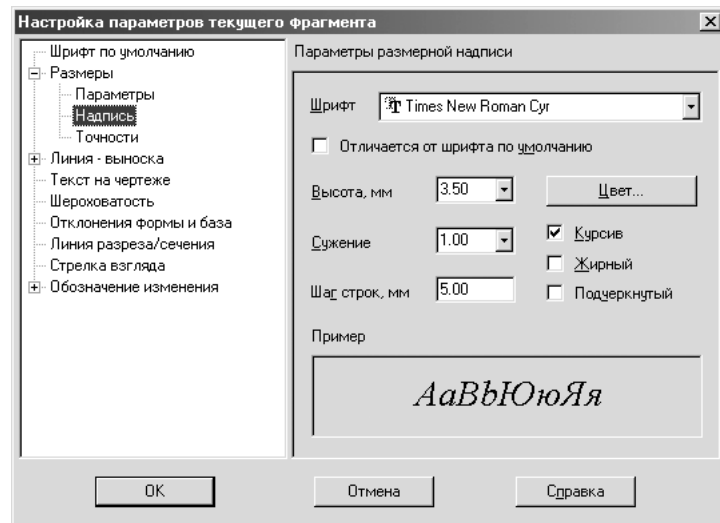


Рис. 1.64

Настройки будут действовать только для текущего документа. Если необходимо изменить настройки, действующие по умолчанию для всех новых документов, используйте команду **Настройка новых документов** из меню **Настройка**.

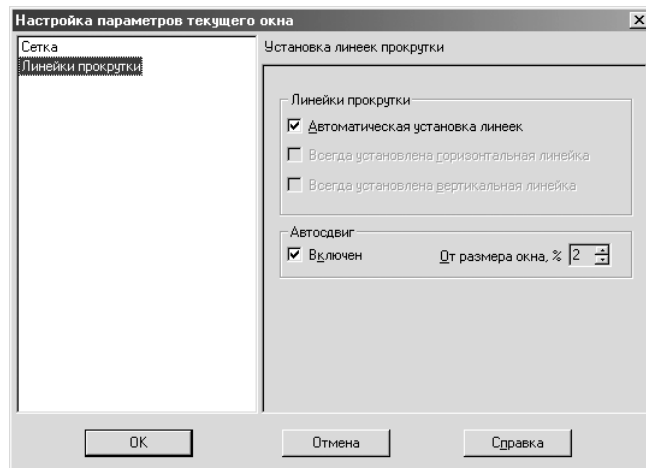


Рис. 1.65

1.8.4. Параметры текущего окна

Команда **Параметры текущего окна** выводит на экран окно настройки внешнего вида текущего окна (сетка и линейки прокрутки).

Для изменения какой-либо группы настроек выберите ее название из списка в левой части окна (сетка или линейка прокрутки) и установите нужные значения параметров в его правой части (рис. 1.65).

Чтобы развернуть содержание какого-либо раздела, установите курсор на значке плюса рядом с заголовком раздела и щелкните левой кнопкой мыши. Повторный щелчок на символе (после разворачивания раздела он отображается как минус) приведет к сворачиванию содержания.

1.9. ОКНО

На этой странице меню находятся команды управления окнами, в которых отображается загруженный для работы документ. С помощью этих команд можно изменить способ размещения окон на экране и открыть дополнительные окна документа. Всего команд пять (рис. 1.66).

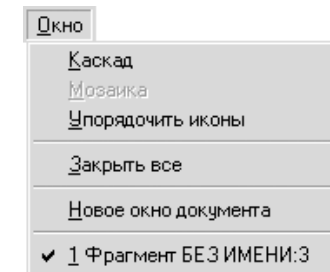
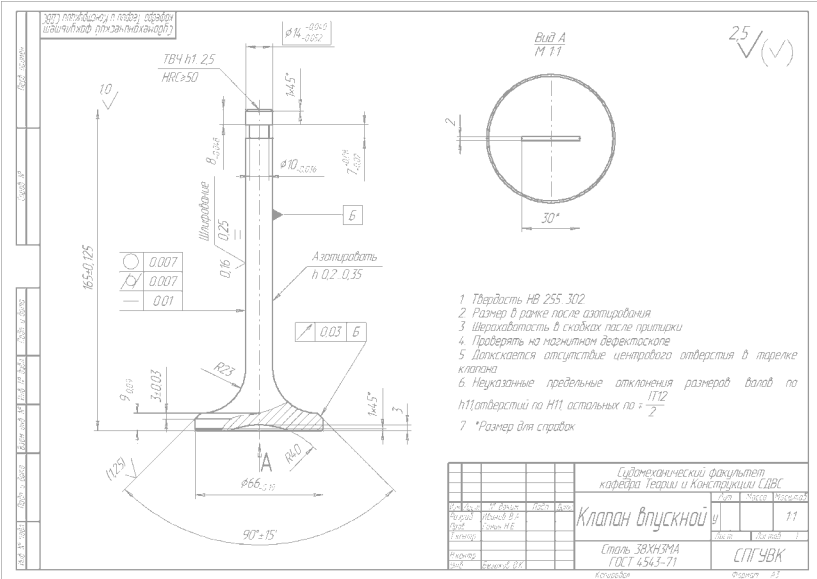


Рис. 1.66

1. **Каскад** размещает окна открытого документа таким образом, чтобы они последовательно перекрывали друг друга, а заголовок каждого окна оставался видимым.
2. **Мозаика** размещает открытые окна документа таким образом, чтобы они прилегали друг к другу и все были видимыми.
3. **Упорядочить иконы** размещает пиктограммы свернутых окон документа в одну или несколько строк в нижней части окна. Свернутые окна иначе называют минимизированными.

- 4. **Заккрыть все** закрывает все открытые окна документа. Если внесенные в документ изменения не были сохранены, на экран будет выводиться запрос на их сохранение. Чтобы быстро закрыть документ и завершить сеанс работы, используйте команду **Выход** из меню **Файл** или нажмите кнопку **Выход** на панели управления.
- 5. **Новое окно документа** открывает дополнительное окно документа. Количество дополнительных окон, которые можно открыть для документа, не ограничено.



ГЛАВА	2	СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА	
		2.1.	Ограничение версии LT62
		2.2.	Содержание65
		2.3.	Объектная справка66
		2.4.	Команда По ключевым словам66
		2.5.	Команда По клавишам67
		2.6.	Команда По командам70

При работе над созданием чертежно-графической документацией, особенно в начале знакомства с программой, периодически возникает необходимость получить оперативную справочную информацию. Справочную систему можно вызвать, нажав последнюю кнопку в строке меню (рис. 2.1). Меню **Справка** состоит из восьми разделов, подробнее о которых говорится ниже.

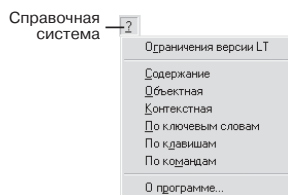


Рис. 2.1

2.1. ОГРАНИЧЕНИЕ ВЕРСИИ LT

В этом разделе приводятся основные отличия средств автоматизированного проектирования профессиональной версии системы КОМПАС-ГРАФИК 3D от учебной версии КОМПАС-ГРАФИК 3D LT.

Главное отличие КОМПАС-3D LT от профессиональной версии системы – невозможность моделировать трехмерные сборки (тип файла *.a3d). В связи с этим в программе нельзя создавать и редактировать детали в контексте сборки: вычитать одни детали из других и объединять нескольких деталей в одну. Ниже перечислены дополнительные (по сравнению с КОМПАС-3D LT) возможности профессиональной версии системы КОМПАС.

2.1.1. Общая характеристика системы

Утилита просмотра графических документов системы КОМПАС.

Утилита создания драйверов векторных устройств.

Экспорт документов в форматы DXF, DWG, IGES, KSF, ParaSolid XT, STL, SAT, STEP.

Импорт документов из форматов IGES, KSF, Vectority, ParaSolid XT, STEP.

Работа с несколькими документами одновременно.

Работа с таблицей изменений чертежа.

Создание в чертеже ассоциативных видов – видов, ассоциативно связанных с моделями.

Поддерживаемые типы документов.

Создание текстово-графических документов (тип файла *.kdw).

Создание спецификаций (тип файла *.spw).

Создание новых команд управления изображением в окне.

Команда **Предыдущий масштаб изображения**.

Команда **Последующий масштаб изображения**.

Команда **Масштаб по выделенным объектам**.

2.1.2. Текстовый редактор

Формирование, заполнение и редактирование таблиц любой конфигурации, возможность создавать таблицу по ее графическому представлению (преобразование фрагмента в таблицу).

Сохранение часто применяемых фраз, выражений, обозначений и т.д. в файле предопределенных текстов; вставка предопределенных текстов в любой текстовый объект или объект, содержащий текстовую часть.

Пользовательские меню, вызываемые нажатием правой кнопки мыши при заполнении штампа и текстовой части объектов оформления.

Создание пользовательского файла с шаблонами технических требований; полуавтоматическое формирование текста технических требований путем выбора нужных пунктов из шаблона.

Имеется возможность настройки состава пользовательских инструментальных панелей.

Настройка фильтров вывода на печать в режиме предварительного просмотра, а также разбиение листа на зоны.

2.1.3. Сервисные возможности

Появилась возможность подключать прикладные библиотеки и средства создания пользовательских прикладных библиотек.

Создание пользовательских стилей линий (в том числе линий, содержащих не только штрихи, но и «картинки»), штриховок и текстов.

Создание пользовательских основных надписей, пользовательских стилей спецификаций.

Создание исходной и зеркальной копий при резервном копировании.

Возможность присваивать графическим объектам атрибуты – неграфическую информацию, представляющую собой число, строку или таблицу.

Выбор единиц измерения длины в документе (миллиметры, сантиметры или метры).

Возможность указания и выделения одного из близко расположенных (в том числе наложенных) объектов.

Быстрое переключение на слой указанного объекта.

Отрисовка фоновых заливок и зачерненных стрелок.

2.1.4. Построение графических примитивов и простановка размеров

При работе с чертежами и фрагментами профессиональная версия системы КОМПАС предоставляет следующие дополнительные возможности:

- команда **Все точки пересечения кривой**;
- команда **Точка на кривой на заданном от другой точки расстоянии**;
- команда **Окружность с центром на кривой**;
- команда **Дуга, касательная к кривой**;
- команда **Дуга по двум точкам**;
- команда **Дуга по двум точкам и углу раствора**;
- команда **Эллипс по центру и углу описанного прямоугольника**;
- команда **Эллипс по центру, середине стороны и углу описанного параллелограмма**;
- команда **Эллипс по центру и трем углам описанного параллелограмма**;
- команда **Эллипс по центру и трем точкам**;
- команда **Эллипс, касательный к двум кривым**;
- команда **Собрать контур**;
- построение касательной дуги в команде **Непрерывный ввод**;
- размер дуги окружности;
- редактирование;
- команда **Преобразовать кривую в NURBS**;
- объединение объектов в именованные группы;
- возможность вставки существующих фрагментов в другой документ. Поддерживается три способа вставки: россыпью, телом или ссылкой на файл-источник.
- возможность подключения, создания и редактирования библиотек фрагментов.

2.1.5. Параметризация

Ввод ассоциативных (связанных с базовыми объектами) размеров, штриховок, обозначений центра, обозначений шероховатости, баз, допусков и т.д. При редактировании базовых объектов автоматически перестраиваются и ассоциированные с ними объекты оформления (в том числе изменяются значения размеров). Команды, предназначенные для наложения на графические объекты связей и ограничений (параллельность, перпендикулярность, симметрия, касание, выравнивание по вертикали и горизонтали, равенство длин или радиусов и т.д.). При редактировании параметризованного объекта все другие перестраиваются автоматически в соответствии с заданной связью.

Возможность включения параметрического режима, в котором связи и ограничения накладываются на объекты автоматически в процессе их построения и редактирования.

Возможность присваивать размеру имя переменной и задавать ана-

литические зависимости (уравнения и неравенства) между переменными. При редактировании отдельных объектов изображение автоматически перестраивается в соответствии с заданными зависимостями.

Вставка в графический документ параметрического фрагмента и изменение параметров объектов в этом фрагменте путем задания значений управляющих переменных.

Активизация параметров, необходимых для выполнения команды. Позволяет указывать их в произвольном режиме, отличном от режима по умолчанию. Благодаря этому увеличивается количество способов построения одного и того же объекта.

2.1.6. Измерения

Расчеты массо-центровочных (массо-инерционных) характеристик фигур, тел вращения и выдавливания (в том числе фигур и тел с отверстиями). К ним относятся: объем, координаты центра тяжести, осевые моменты инерции в заданной системе координат, центробежные моменты инерции в заданной системе координат, осевые моменты инерции в центральной системе координат, центробежные моменты инерции в центральной системе координат и плоскостные моменты инерции.

2.2. СОДЕРЖАНИЕ

Команда **Содержание** включает в себя справочное окно с необходимой информацией (рис. 2.2).

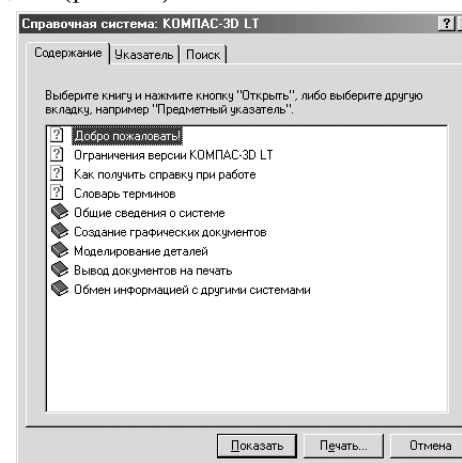


Рис. 2.2

Чтобы получить справку по интересующему вопросу, нужно выделить его и нажать левой кнопкой мыши на слово **Показать**. Другой вариант – щелкнуть по значку с изображением книги и нажать кнопку **Открыть**.

2.3. ОБЪЕКТНАЯ СПРАВКА


Объектную справку можно получить по объектам интерфейса. Выберите раздел **Объектная** из меню **Справка** или нажмите кнопку  на панели управления (рис. 2.3).



Рис. 2.3

На экране появится курсор в виде стрелки со знаком вопроса. Если подвести его к интересующему объекту и нажать кнопку мыши, появится окно справочной системы с нужной информацией.

2.4. КОМАНДА ПО КЛЮЧЕВЫМ СЛОВАМ

Команда **По ключевым словам** открывает предметный указатель справочной системы по ключевым словам. В текстовом поле окна нужно ввести слово, по которому необходима информация. Другой вариант – выбрать слово из имеющегося списка, выделить его и нажать кнопку **Показать** (рис. 2.4).

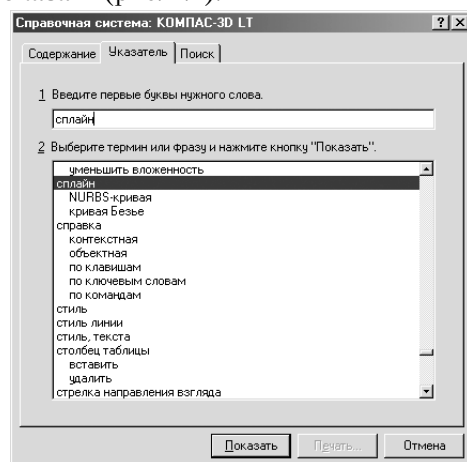


Рис. 2.4.

2.5. КОМАНДА ПО КЛАВИШАМ

Многие команды системы имеют клавиатурные аналоги. Вызов команд с помощью клавиатуры в ряде случаев оказывается самым быстрым и удобным способом работы. Команда **По клавишам** выводит на экран раздел справочной системы с описанием всех клавиатурных комбинаций системы графического редактора.

В табл. 2.1. дан список команд, имеющих клавиатурные аналоги.

Таблица 2.1. Клавиатурные комбинации

Клавиши и их сочетания	Выполняемые действия
Enter	Зафиксировать (ввести) точку
Esc	Прервать выполнение команды или закрыть страницу меню
Del	Удалить все выделенные объекты
F1	Вызвать справочную систему
Ctrl+F9	Обновить изображение в активном окне
Ctrl+E	Убрать все управляющие элементы системы (панели кнопок, строки параметров и сообщений) с экрана. Повторное нажатие клавиш включает отображение управляющих элементов на экране
Alt+BackSpace, Ctrl+Z	Отменить предыдущую операцию
Shift+Alt+BackSpace, Ctrl+Y	Повторить отмененную операцию
Ctrl+S, F2	Сохранить документ
Ctrl+O, F3	Открыть документ
Alt+F4	Завершить работу
Ctrl+K	Переключить внешний вид курсора (большой или маленький) Shift+<+> , Shift+<-> Увеличить/уменьшить в К раз (цифровая клавиатура) масштаб отображения (точка, где находится курсор, будет помещена в центр экрана). Коэффициент К устанавливается в диалоге настройки системы Ctrl+I Выбрать окно отображения рамкой
Ctrl+G	Включить/выключить отрисовку сетки в активном окне

Ctrl+A	Выделить все содержимое документа
PageUp	Пролистать изображение на один экран вверх
PageDn	Пролистать изображение на один экран вниз
Home	Пролистать изображение до верхней границы документа
End	Пролистать изображение до нижней границы документа
Ctrl+PageUp	Пролистать изображение на один экран влево
Ctrl+PageDn	Пролистать изображение на один экран вправо
Ctrl+Home	Пролистать изображение до левой границы документа
Ctrl+End	Пролистать изображение до правой границы документа
Shift+Delete, Ctrl+X	Вырезать (скопировать и удалить) выделенные объекты в буфер обмена
Ctrl+Insert, Ctrl+C	Скопировать выделенные объекты в буфер обмена
Shift+Insert, Ctrl+V	Вставить содержимое буфера обмена в документ
Ctrl+0 (цифровая клавиатура)	Переместить курсор в точку (0,0) текущей системы координат
Ctrl+<.> (цифровая клавиатура)	Установить курсор по нормали в ближайшую точку ближайшего элемента с учетом фоновых видов и слоев
Ctrl+5 (цифровая клавиатура)	Установить курсор в ближайшую характерную точку ближайшего элемента с учетом фоновых видов и слоев
Shift+5 (цифровая клавиатура)	Установить курсор в середину ближайшего к положению курсора примитива (для окружности – встает в центр, для текста – в середину основания)

Alt+5	Установить курсор в точку пересечения двух ближайших к положению курсора примитивов
Ctrl+2 (цифровая клавиатура), Ctrl+стрелка вниз	Привязка к ближайшему элементу против направления оси ОУ текущей системы координат
Ctrl+3 (цифровая клавиатура)	Привязка к ближайшему элементу по диагонали между положительным направлением оси ОХ и отрицательным направлением оси ОУ текущей системы координат
Ctrl+4 (цифровая клавиатура), Ctrl+стрелка влево	привязка к ближайшему элементу против направления оси ОХ текущей системы координат
Ctrl+6 (цифровая клавиатура), Ctrl+стрелка вправо	Привязка к ближайшему элементу по направлению оси ОХ текущей системы координат
Ctrl+7 (цифровая клавиатура)	Привязка к ближайшему элементу по диагонали между отрицательным направлением оси ОХ и положительным направлением оси ОУ текущей системы координат
Ctrl+8 (цифровая клавиатура), Ctrl+стрелка вверх	Привязка к ближайшему элементу по направлению оси ОУ текущей системы координат
Ctrl+9 (цифровая клавиатура)	Привязка к ближайшему элементу по диагонали между положительным направлением оси ОХ и положительным направлением оси ОУ текущей системы координат
Ctrl+Esc	Вызвать Список задач Windows
Alt+Tab	Переключиться на другое активное приложение Windows
Shift+F10	Вызвать контекстное меню
Ctrl+Enter	Закончить ввод или редактирование текста с его сохранением
Ctrl+Shift+U	Перевести выделенные символы в верхний регистр
Ctrl+Shift+D	Перевести выделенные символы в нижний регистр

3.1. ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ

На панели управления расположены кнопки для вызова часто используемых команд. Состав панели можно изменить (увеличить или уменьшить количество кнопок в зависимости от выполняемой задачи) с помощью интерактивного окна настройки системы графического редактора. Для быстрого вызова необходимой команды необходимо нажать соответствующую кнопку на панели управления (рис. 3.1).



Рис. 3.1

Многие команды на панели управления продублированы в **Строке меню**.

Изображение кнопок, их название и функциональное назначение представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 Кнопки панели управления

Изобр. кнопки	Название кнопки	Функциональное назначение
	Удалить	Удаляет выделенные объекты
	Новая деталь	Создает новый файл трехмерной детали
	Новый лист	Создает новый лист чертежа
	Новый фрагмент	Создает новый фрагмент чертежа
	Открыть документ	Открывает в новом окне уже существующий документ
	Сохранить документ	Сохраняет документ
	Вырезать в буфер	Удаляет выделенные объекты и помещает их в буфер обмена
	Копировать	Копирует выделенные объекты в буфер обмена
	Вставить из буфера	Вставляет копию содержимого буфера
	Отменить	Отменяет предыдущее действие
	Повторить	Повторяет предыдущее действие
	Увеличить масштаб рамкой	Позволяет изменить масштаб отображения в активном окне с помощью прямоугольной рамки

	Увеличить масштаб	Позволяет увеличить масштаб отображения в активном окне в определенное количество раз
	Уменьшить масштаб	Позволяет уменьшить масштаб отображения в активном окне в определенное количество раз
	Сдвинуть	Позволяет сдвинуть изображение в окне
	Приблизить-отдалить	Позволяет плавно приблизить или отдалить изображение
	Обновить изображение	Позволяет восстановить утраченные элементы чертежа
	Показать все	Изменяет масштаб отображения в активном окне таким образом, чтобы на экране были видны все графические объекты документа
	Просмотр для печати	Позволяет войти в режим предварительного просмотра и печати документов
	Объектная справка	Позволяет получить справку по каждой кнопке в интерфейсе чертежно-графического редактора

3.2. ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ

Инструментальная панель находится в левой части окна и состоит из пяти отдельных страниц. Каждая содержит определенное количество кнопок, объединенных по функциональному признаку. Инструментальная панель разделена на три части: панель переключения, панель инструментов и панель специального управления (рис. 3.2).





3.2.1. Панель переключения

На панели переключения расположены пять кнопок.

кнопка **Панель геометрии**. Предназначена для режима ввода геометрических объектов.



Рис. 3.2

-  кнопка **Панель размеров**. Предназначена для режима ввода простановки размеров и технологических обозначений.
-  кнопка **Панель редактирования**. Предназначена для режима редактирования чертежно-конструкторской документации.
-  кнопка **Панель измерений**. Предназначена для режима измерения координат, длин, углов и площадей геометрических объектов.
-  кнопка **Панель выделения**. Предназначена для режима выделения графических объектов.

3.2.2. Панель инструментов

Каждая из пяти кнопок вызывает свою панель инструментов, сгруппированных по функциональному признаку (рис. 3.3).



Рис. 3.3

3.2.3. Панель специального управления


На панели специального управления расположены кнопки, с помощью которых выполняются специальные действия, такие как ввод объекта, прерывание текущей команды, включение автоматического создания объекта и т.д.

В зависимости от выполняемой команды набор кнопок на панели может быть различным.

3.3. ПАНЕЛЬ ГЕОМЕТРИИ


На этой панели находится 12 кнопок команд для создания геометрических примитивов.

3.3.1. Ввод точки

Команда **Ввод точки**  позволяет начертить одну или несколько точек. При этом можно явно указывать их положение, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения координат точки в полях строки параметров объектов и изменять стиль ее отрисовки.

Данная команда имеет панель расширенных команд, где можно выбрать нужный способ ввода: точки по кривой и точки пересечения двух кривых. Панель расширенных команд можно вызвать на экран, если нажать на кнопку **Ввод точки** и, не отпуская ее, выбрать из предложенных вариантов нужный режим ввода точки (рис. 3.4).

3.3.2. Непрерывный ввод объектов

Команда  (**Непрерывный ввод объектов**) позволяет вычертить непрерывную последовательность отрезков, дуг и сплайнов. Начальная точка следующего объекта автоматически устанавливается в конечную точку предыдущего.

После вызова команды в строке параметров объектов кроме собственно полей ввода параметров отображаются несколько дополнительных кнопок: отрезок, дуга по трем точкам и кривая Безье. Используя их, можно строить сегменты нужного типа (рис. 3.5).

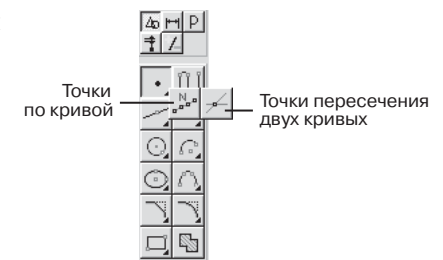


Рис. 3.4

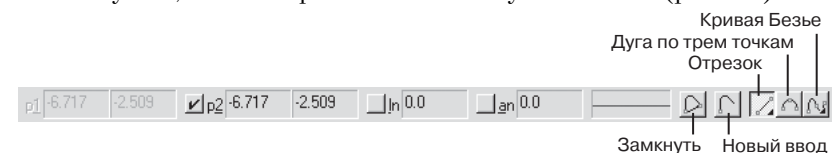


Рис. 3.5


По умолчанию (если не была нажата какая-либо кнопка в строке параметров объектов) строится последовательность отрезков с концами в указываемых точках.

Если нажать одну из кнопок в строке параметров объектов для переключения на другой тип элемента, из развернувшейся панели можно выбрать другой вариант построения выбранного объекта: параллельный отрезок, перпендикулярный отрезок, касательный к кривой отрезок из внешней точки и NURBS-кривая.









Чтобы закончить ввод последовательности объектов, не замыкая ее, и начать ввод новой последовательности объектов, вызовите команду **Новый ввод** в строке параметров объектов.

Чтобы закончить ввод последовательности объектов, замкнув ее, и начать ввод новой последовательности объектов, вызовите команду **Замкнуть** из контекстного меню или нажмите кнопку **Замкнуть** в строке параметров.


3.3.3. Вспомогательные прямые

Команда  (**Вспомогательные прямые**) позволяет начертить одну или несколько произвольно ориентированных вспомогательных прямых линий. При создании прямых можно явно указывать положение характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Также можно вводить значения координат точек и другие параметры в полях строки параметров объектов.

Данная команда имеет панель расширенных команд, где можно выбрать нужный способ ввода вспомогательных прямых (рис. 3.6):

-  – горизонтальная вспомогательная прямая;
-  – вертикальная вспомогательная прямая;
-  – параллельная вспомогательная прямая;
-  – перпендикулярная вспомогательная прямая;
-  – касательная вспомогательная прямая из внешней точки;
-  – касательная вспомогательная прямая через точку кривой;
-  – вспомогательная прямая, касательная к двум кривым;
-  – биссектриса.

3.3.4. Отрезок

Команда  (**Отрезок**) позволяет начертить один или несколько произвольных отрезков прямых. Вычерчивается отрезок с концами в двух указанных точках. При этом можно явно указывать положение характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Также можно вводить значения координат точек и другие параметры в полях строки параметров объектов.

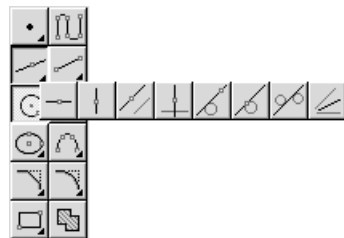







Рис. 3.6

Данная команда имеет панель расширенных команд, где можно выбрать нужный способ ввода отрезка (рис. 3.7):

-  – параллельный отрезок;
-  – перпендикулярный отрезок;
-  – касательный отрезок из внешней точки;
-  – касательный отрезок через точку кривой;
-  – отрезок, касательный к двум кривым.

3.3.5. Ввод окружности

Команда  (**Ввод окружности**) позволяет начертить одну или несколько окружностей. Вычерчивается окружность с заданным центром, проходящая через указанную точку. При этом можно явно указывать положение ее характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Также можно вводить значения радиуса, координат центра и точки на окружности в полях строки параметров объектов.

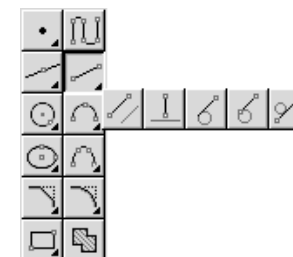








Рис. 3.7

Данная команда имеет панель расширенных команд, где можно выбрать нужный способ ввода отрезка (рис. 3.8):

-  – окружность по трем точкам;
-  – окружность, касательная к кривой;
-  – окружность, касательная к двум кривым;
-  – окружность, касательная к трем кривым;
-  – окружность по двум точкам.

3.3.6. Дуга по трем точкам

Команда  (**Дуга по трем точкам**) позволяет начертить дугу, проходящую через три заданные точки. Необходимо последовательно указать курсором три точки, через которые должна пройти дуга.

Есть еще одна команда, с помощью которой можно выбрать нужный способ ввода отрезка (рис. 3.9)

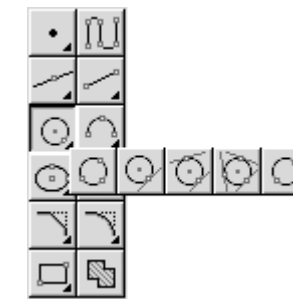


Рис. 3.8



Команда  (**Дуга по центру и двум точкам**) позволяет вычерчивать дугу с заданным центром, проходящую через две указанные точки. Радиус окружности определяется по первой точке. При создании дуги можно явно указывать положение ее характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Также можно вводить значения координат центра, радиус и другие параметры в полях строки параметров объектов.




Рис. 3.9


3.3.7. Ввод эллипса


Команда  (**Ввод эллипса**) позволяет начертить один или несколько эллипсов. Для вызова команды нажмите кнопку **Эллипс** на инструментальной панели геометрии. Вычерчивается эллипс с заданным центром, проходящий через две указанные точки.


При создании эллипса по центру и размерам полуосей можно явно указывать положение его характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Также можно вводить значения координат центра, размеры полуосей и другие параметры в полях строки параметров объектов.

При создании эллипса по диагонали габаритного прямоугольника (кнопка ) можно указать курсором начальную и конечную точки, определяющие диагональ прямоугольника. Также можно задать координаты точек и угол наклона диагонали в соответствующих полях строки параметров объектов.

3.3.8. Ввод кривой Безье

Команда **Ввод кривой Безье** позволяет начертить одну или несколько кривых Безье. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Кривая Безье**) на инструментальной панели геометрии (рис. 3.10).

Положение характерных точек кривой можно изменять непосредственно в процессе рисования. Для этого вызовите команду **Редактировать точки** из контекстного меню или нажмите кнопку  на панели специального управления. Система перейдет в режим редактирования характерных точек кривой, и вы сможете изменить положение любой из уже созданных характерных точек.

Для фиксации начерченной кривой нажмите кнопку  (**Создать объект**) на панели специального управления.

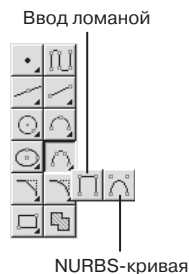




Рис. 3.10

Команда **Ввод кривой Безье** имеет панель расширенных команд из двух команд: **NURBS-кривая** и **Ломаная линия** (рис. 3.10).

3.3.9. Фаска

Команда  (**Фаска**) позволяет построить одну или несколько фасок между пересекающимися геометрическими объектами. Необходимо указать курсором два объекта, между которыми необходимо построить фаску.

Возможны два варианта задания параметров для построения фаски. В первом случае в полях строки параметров объектов необходимо ввести длину фаски на первом объекте и угол фаски. Другой вариант: нажмите кнопку  (**Задание параметров фаски**) (рис. 3.11).

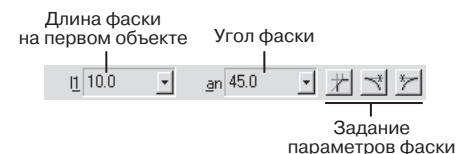


Рис. 3.11

Во втором случае значения длин фаски задаются на первом и втором элементах. Для переключения на нужный вариант следует нажать правую кнопку мыши, при ранее нажатой кнопке **Фаска**, и в появившемся контекстном меню выбрать команду **Длина + угол**. При переключении внешний вид кнопки меняется, а рядом с командой меню появляется флажок (рис. 3.12).

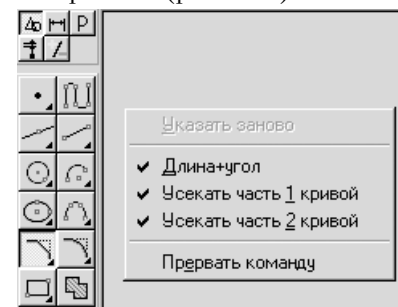








Рис. 3.12

Если вы нажмете на кнопку **Задание параметров фаски**, ее внешний вид изменится. Необходимо выбрать один из двух режимов:  (**Фаска по длине и углу**) либо  (**Фаска по двум длинам**).

В строке параметров отображаются также две кнопки, с помощью которых можно управлять способом построения фаски. Они определяют, нужно ли усекать остающиеся части первого и второго элементов:

-  – усекать первый элемент;
-  – не усекать первый элемент;
-  – усекать второй элемент;
-  – не усекать второй элемент.

Отрезок, изображающий фаску, вычерчивается тем стилем линии, который имеет первый указанный объект.

За один вызов команды можно построить произвольное количество фасок. Завершить ввод фасок можно, нажав клавишу **Esc** или кнопку **Прервать команду** на панели специального управления.


Команда **Фаска** имеет панель расширенных команд (из одной команды). Если нажать левую кнопку мыши и не отпускать ее, появится новая команда **Фаска на углах объекта** (рис. 3.13).

Данная команда позволяет строить фаски на углах прямоугольника и многоугольника, созданных с помощью соответствующих операций, в то время как с помощью команды **Фаска** это сделать невозможно. В этом случае нужно указать курсором лишь один угол многоугольника, на котором необходимо построить фаску. Первым элементом для построения фаски будет считаться ближайший к указанной точке сегмент.



Рис. 3.13

3.3.10. Скругление


Команда **Скругление** позволяет построить скругление дугой окружности между двумя геометрическими примитивами. Для вызова команды нажмите кнопку  на инструментальной панели геометрии. Затем укажите курсором два объекта, между которыми необходимо выполнить операцию.



Нужное значение радиуса скругления можно ввести в соответствующем поле строки параметров объектов (рис. 3.14).

В строке параметров отображаются также две кнопки, с помощью которых можно управлять способом построения скругления. Эти кнопки определяют, нужно ли выполнять усекание остающихся частей первого и второго элемента. Значение этих кнопок аналогично значению команды **Фаска**.



Рис. 3.14

Команда  (**На углах объекта**) позволяет скруглить углы ломаной или многоугольника. Укажите курсором угол многоугольника или ломаной. Нужное значение радиуса скругления можно ввести в соответствующем поле строки параметров объектов.

В строке параметров отображается кнопка **Обработка углов контура**, а в контекстном меню – команда  (**Все углы контура**), с помощью которой можно задать одновременное построение скруглений на всех углах контура. Кнопка  позволяет выполнить скругление на указанном угле (рис. 3.15).

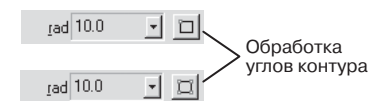


Рис. 3.15

3.3.11. Прямоугольник по диагонали



Команда  (**Прямоугольник по диагонали**) позволяет построить один или несколько соответствующих геометрических фигур. Будет вычерчиваться обычный прямоугольник, при его построении нужно сначала указать первую, а затем вторую точки вершин. Можно ввести значения координат вершин прямоугольника, а также его ширины и высоты в полях строки параметров объектов (рис. 3.16).



Рис. 3.16

Построенный прямоугольник – это единый объект. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком.

Команда **Прямоугольник по диагонали** имеет панель расширенных команд: **Прямоугольник по центру и углу** и **Правильный многоугольник** (рис. 3.17).

Команда  (**Прямоугольник по центру и углу**) позволяет построить прямоугольник, указав его центр и угловую точку.


Команда  (**Правильный многоугольник**) позволяет построить один или несколько правильных многоугольников по заданному числу сторон. Для построения многоугольника нужно указать точку центра базовой окружности, затем точку на этой окружности, определяющую много-



Рис. 3.17

угольник, и ввести число его вершин, значения координат центра окружности, а также точки на ней в полях строки параметров объектов. Также можно задать значения радиуса окружности и угла наклона многоугольника (рис. 3.18).



Рис. 3.18

Для переключения варианта построения (по вписанной или описанной окружности) используйте команду (По вписанной окружности) в контекстном меню или кнопку **Способ построения** в строке параметров. При переключении внешний вид кнопки меняется и появляется команда (По описанной окружности).

3.3.12. Штриховка

Команда (**Штриховка**) позволяет заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа или фрагменте.

Если перед запуском команды были выделены какие-либо объекты, на экране появляется диалоговое окно с запросом, нужно ли использовать эти объекты как границы штриховки. Для подтверждения нажмите кнопку **Да**, и система сразу построит возможную штриховку (рис. 3.19).

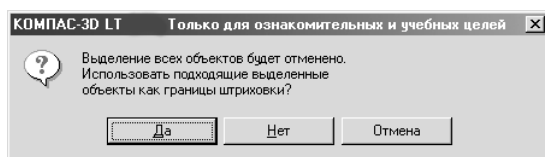


Рис. 3.19

После вызова команды на панели специального управления отображается несколько кнопок. Используя их, можно задавать границы штриховки различными способами: кнопкой (**Ручное рисование границ**) и кнопкой (**Обход границы по стрелке**). По умолчанию (если не была нажата какая-либо кнопка на панели специального управления) ожидается ввод точки для автоматического определения границ штрихуемой области, внутри которой указана точка.

Чтобы указать в качестве границ существующие геометрические объекты, нажмите правую кнопку мыши на поле документа. На экране появится специальное меню с различными вариантами указания

объектов (добавления и исключения границ). С помощью команд этого меню можно набирать границы штриховки из объектов вида чертежа или фрагмента (рис. 3.20).

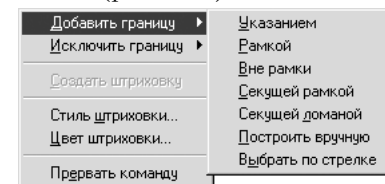


Рис. 3.20

После задания границ штриховки выполняется ее предварительное построение. До фиксации штриховки можно изменить ее параметры (угол наклона, шаг), задавая нужные значения в полях строки параметров объектов.

Для изменения стиля штриховки щелкните левой кнопкой мыши на поле стиля в строке параметров объектов. На экране появится окно выбора стиля. Для изменения цвета штриховки нажмите кнопку **Цвет** в строке параметров объектов (рис. 3.21).

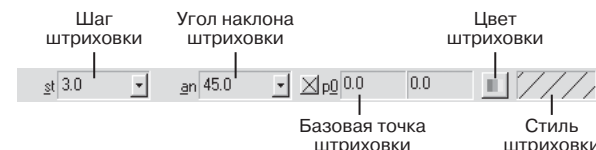


Рис. 3.21

Чтобы зафиксировать полученную штриховку и перейти к построению следующей, нажмите кнопку (**Создать объект**) на панели специального управления.

3.4. ПАНЕЛЬ РАЗМЕРОВ

На панели размеров расположены кнопки, позволяющие обратиться к командам простановки размеров и технологических обозначений. Для вызова необходимой команды нажмите соответствующую кнопку панели. Панель состоит из девяти кнопок: ввод текста, ввод линейных, диаметральных, радиальных и угловых размеров, шероховатость, база и допуски, линии выноски, разреза и центра (рис. 3.22).

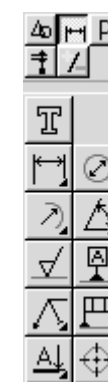



Рис. 3.22

3.4.1. Ввод текста

Данная команда позволяет ввести одну или несколько текстовых надписей. Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Ввод текста**) на инструментальной панели размеров.

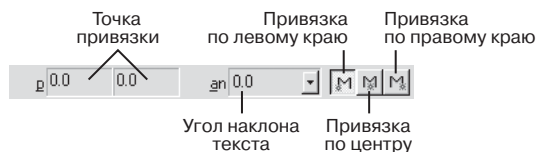


Рис. 3.23

Для ввода текста укажите курсором положение точки его привязки. Затем напечатайте в открывшейся рамке ввода нужное количество строк, заканчивая набор каждой из них нажатием клавиши **Enter**.

После начала ввода текста вид строки параметров изменится. В строке параметров можно изменять тип шрифта, высоту и начертание букв, сужение, шаг, окно просмотра шрифта, цвет текста, способ выравнивания, нумерацию и установку символа форматирования (рис. 3.24).



Рис. 3.24

Для перехода к созданию новой надписи просто переместите курсор за пределы рамки ввода и нажмите левую кнопку мыши. Предыдущая надпись будет зафиксирована, а в указанном месте откроется новое поле ввода текста. Для фиксации введенного текста нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

При необходимости можно изменять внешний вид вводимой надписи или ее частей (тип шрифта, его высоту и сужение, цвет символов и т.д.) с помощью полей и кнопок в строке параметров объектов. Если нужно поменять начертание только части надписи, выделите ее мышью или клавишами, а затем назначьте нужные параметры.

3.4.2. Линейный размер



Эта команда позволяет проставить один или несколько линейных размеров. Для ее вызова нажмите кнопку  (**Линейный размер**) на инструментальной панели размеров. Последовательно укажите две базовые точки, а затем положение размерной линии. Значения координат характерных точек размера можно явно ввести в полях строки параметров объектов (рис. 3.25).



Рис. 3.25

Можно также автоматически привязать создаваемый размер к граничным точкам какого-либо геометрического объекта, нажав кнопку  (**Выбор базового объекта**) на панели специального управления, а затем указав курсором нужный элемент. По умолчанию будет создаваться размер, параллельный базовому объекту или отрезку, соединяющему базовые точки.

Для вызова окна ввода и редактирования размерной надписи щелкните левой кнопкой мыши на поле **Размерная надпись** в строке параметров объектов, прежде чем зафиксировать размер. На экране появится окно **Задание размерной надписи** (рис. 3.26).

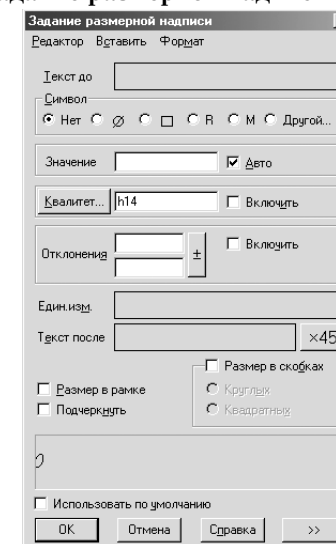


Рис. 3.26

Окно **Задание размерной надписи** имеет меню из трех команд: **Редактор**, **Вставить** и **Формат**.

Команда **Редактор** предназначена для редактирования вводимого текста. Команда **Вставить** позволяет вводить в размерную надпись дроби и индексы различной высоты, надстрочные и подстрочные буквы и цифры, спецзнаки и символы (рис. 3.27). Команда **Формат** предназначена для изменения шрифта и стиля текста размерной надписи.

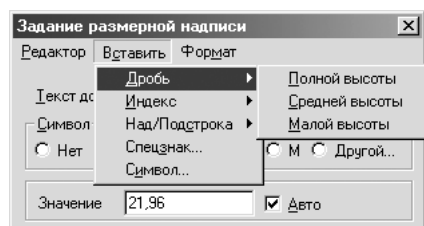


Рис. 3.27

В диалоговом окне **Задание размерной надписи** можно вводить следующие данные: текст, символ, значение, квалитет и отклонение размера, единицы измерения и окно ввода текста после размера. Кроме этого имеются опции управления размерами. Если текст нужно ввести под размерной надписью, следует нажать кнопку **>>**. На экране появится дополнительное окно (рис. 3.28).

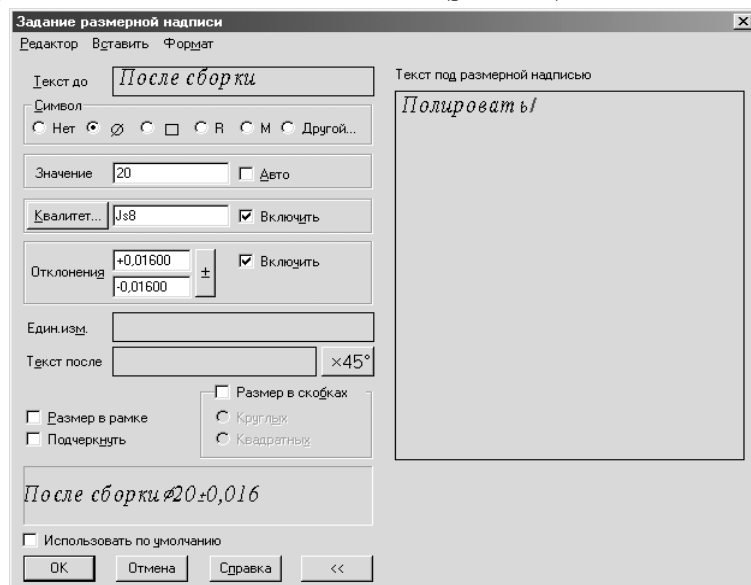


Рис. 3.28

Для выбора необходимого допуска размера нужно нажать кнопку **Квалитет...**, и на экране появится окно **Выбор квалитета**, где можно выбрать требуемую систему допуска (вала или отверстия), стандартного квалитета, а также подобрать нужные отклонения размеров вручную (рис. 3.29).



Рис. 3.29

Чтобы на экране появилось диалоговое окно **Задание параметров линейного размера**, в котором можно задать или изменить оформление размера (проставка надписи на выносной полке, тип стрелок и т.д.), вызовите команду **Параметры размера** из контекстного меню или нажмите кнопку **?** на панели специального управления (рис. 3.30).

В этом окне при необходимости можно установить тип стрелок выносных линий, а также размещение текста размера (**Автоматическое**, **Ручное** и **На полке**). Остается только выбрать нужные параметры и нажать кнопку **ОК**, и размер будет перестроен в соответствии с новыми установками.

Если необходимо наклонить выносные линии размера, нажмите кнопку **77** (**Наклонить размер**) на панели специального управления (рис. 3.31). Кнопка доступна, только если выключено автоматическое создание размера и указаны все параметры, необходимые для его создания.

Для изменения наклона выносных линий редактируйте отображаемые на экране характерные точки. После установки нужного положения выносных линий отожмите кнопку **Наклонить размер**.

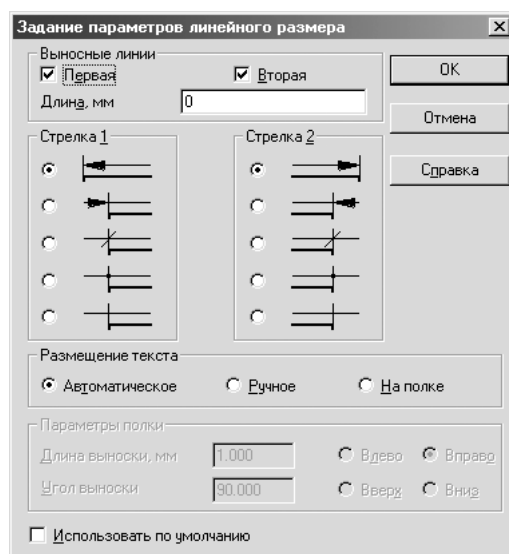


Рис. 3.30

Отказаться от ввода линейных размеров можно, нажав клавишу **Esc** или кнопку **Прервать команду** на панели специального управления.

Команда **Линейный размер** имеет панель расширенных команд из шести команд (рис. 3.32).

- команда **Линейный размер с обрывом**;
- команда **Линейный размер между отрезком и точкой**;
- команда **Линейный размер от общей базы**;
- команда **Линейный цепной размер**;
- команда **Линейный размер с общей размерной линией**;
- команда **Размер высоты**.

3.4.3. Диаметральный размер

Данная команда позволяет ввести один или несколько диаметральных размеров. Чтобы вызвать ее, нажмите кнопку (**Диаметральный размер**) на инструмен-



Рис. 3.31

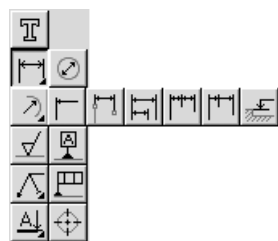


Рис. 3.32

тальной панели размеров. Укажите курсором базовую окружность или дугу, а затем зафиксируйте положение размерной надписи. Если нужно заново указать окружность или дугу для простановки диаметрального размера, нажмите кнопку (**Указать заново**) на панели специального управления, а затем укажите курсором нужный элемент.

Для вызова диалогового окна ввода и редактирования размерной надписи щелкните левой кнопкой мыши на поле отображения текста в строке параметров объектов, прежде чем зафиксировать размер. Меню для ввода отдельных частей размерной надписи также можно вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши на поле текста размерной надписи (рис. 3.26, 3.28).

Чтобы вызвать окно, в котором можно задать или изменить оформление размера (простановка надписи на выносной полке, тип стрелок и размещение текста), воспользуйтесь командой **Параметры размера** из контекстного меню, нажав правую кнопку мыши. Другой вариант – нажмите кнопку (**Параметры размера**) на панели специального управления. На экране появится окно **Задание параметров размера**, где в блоке **Размещение текста** рекомендуется установить опцию **Ручное** и поставить флажок напротив слов **Использовать по умолчанию** (рис. 3.33).

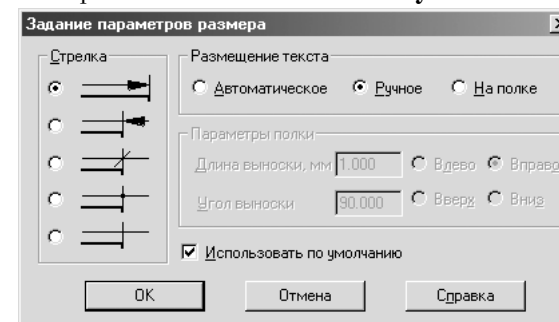



Рис. 3.33

Завершить ввод диаметральных размеров можно, нажав клавишу **Esc** или кнопку **Прервать команду** на панели специального управления.

4.4.4. Радиальный размер

Команда **Радиальный размер** позволяет проставить один или несколько радиальных размеров. Для этого необходимо указать базовую окружность или дугу, а затем – положение размерной надписи.

Простановка радиального размера осуществляется в окне ввода и редактирования размерной надписи. Чтобы вызвать окно **Задание**

размерной надписи (рис.3.26), нажмите левую кнопку мыши в поле отображения текста в строке параметров объектов и установите нужный размер, прежде чем зафиксировать его кнопкой  (**Создать объект**).


В строке параметров находится также кнопка  (**Размерная линия от центра окружности**). При переключении внешний вид кнопки изменится (рис. 3.34).



Рис. 3.34

В контекстном меню, возникающем по щелчку правой кнопкой мыши при задании параметров размера, находится команда-переключатель **Размерная линия от центра**. Ее действие аналогично действию кнопки управления отрисовкой размерной линии. При переключении рядом с названием команды появляется и исчезает флажок (рис. 3.35).

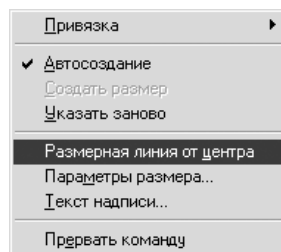




Рис. 3.35

При установке больших размеров радиусов удобнее использовать команду  (**Радиальный размер с изломом**). Эта команда находится на панели расширенных команд.

3.4.5. Угловой размер

Команда **Угловой размер** позволяет проставить один или несколько угловых размеров. Для вызова команды нажмите кнопку  на инструментальной панели размеров. Последовательно укажите два отрезка, между которыми следует проставить размер, а затем задайте положение размерной линии и надписи.

Выбор сектора простановки углового размера осуществляется в строке параметров объектов, где находятся кнопки, используемые для переключения на один из трех способов простановки углового размера: на минимальный угол, на максимальный угол, на угол более 180 градусов (рис. 3.36).

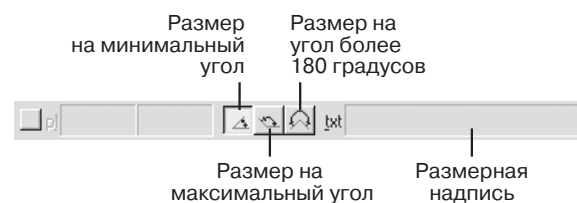


Рис. 3.36

Команды, дублирующие показанные кнопки, находятся в контекстном меню, вызвать которое можно правой кнопкой мыши. Для выбора нужного варианта ориентации размера нажмите соответствующую кнопку или вызовите команду из контекстного меню.

Для вызова окна **Задание размерной надписи**, где можно вводить и редактировать размерную надпись, щелкните левой кнопкой мыши в поле отображения текста в строке параметров объектов (рис. 3.37).

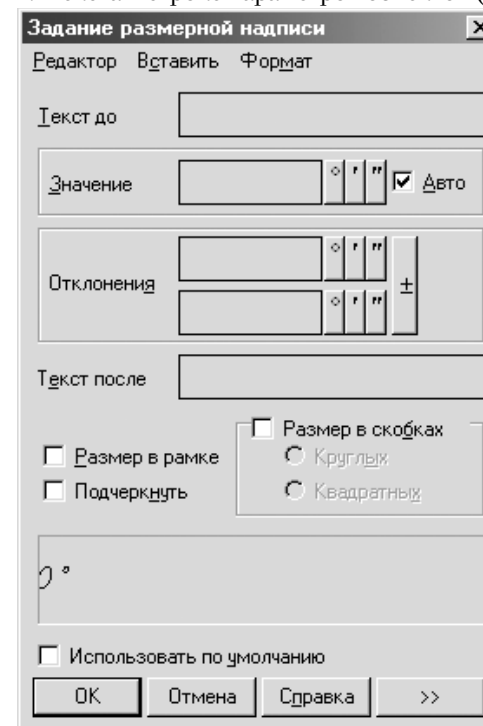



Рис. 3.37

Изменить оформление размера (тип стрелок, простановку надписи на выносной полке, способ размещения текста и использование по умолчанию) можно в окне **Задания углового размера** в контекстном меню. Другой вариант – кнопка  (**Параметры размера**) на панели специального управления, где можно выбрать нужные параметры (рис. 3.38).

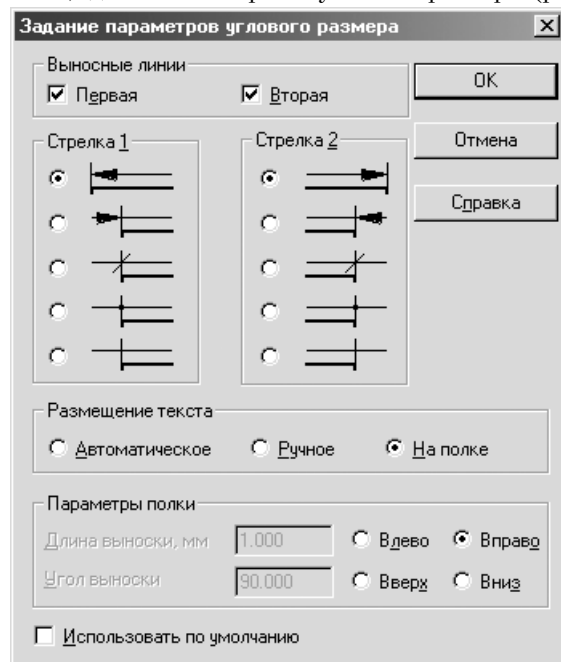


Рис. 3.38

Команда **Угловой размер** имеет панель расширенных команд, в которую входят следующие команды: угловой размер от общей базы, угловой цепной размер, угловой размер с общей размерной линией и угловой размер с обрывом (рис. 3.39).

3.4.6. Шероховатость

Команда **Шероховатость** позволяет ввести один или несколько символов шероховатости поверхностей. Для вы-

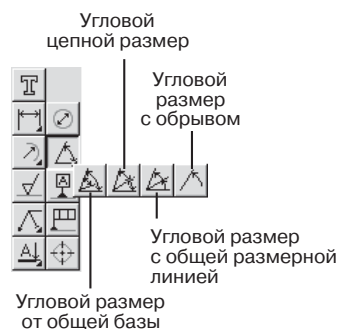



Рис. 3.39

зова команды нажмите кнопку  (**Шероховатость**) на инструментальной панели размеров. После этого в строке параметров объектов кроме собственно полей параметров появится несколько дополнительных кнопок. Используя их, можно выполнять построение различных типов обозначений шероховатости (рис. 3.40).

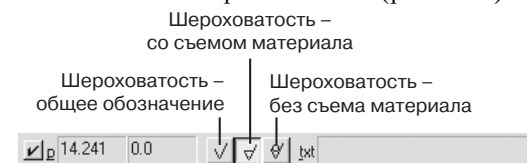


Рис. 3.40

В контекстном меню есть команды выбора типа обозначения шероховатости, дублирующие действие кнопок. По умолчанию (если не была нажата какая-либо кнопка в строке параметров объектов) вычерчивается символ общего обозначения шероховатости.

Укажите элемент, на котором необходимо проставить знак шероховатости, а затем перемещайте курсор в нужное место на этом элементе. Достигнув результата, зафиксируйте курсор.

3.4.7. База


Команда **База** позволяет ввести один или несколько символов обозначения базовой поверхности. Для вызова команды нажмите кнопку




Рис. 3.41




Рис. 3.42

 (**База**) на инструментальной панели размеров. Укажите курсором геометрический элемент, к которому нужно привязать обозначение базы, и зафиксируйте точку основания значка. Затем укажите точку начала рамки с надписью. Текст надписи можно задать в поле **Ввод текста** строки параметров базы. Здесь же можно вручную ввести значения координат характерных точек базы (рис. 3.41).

Для ввода текста нужно нажать левой кнопкой мыши на поле **Ввод текста** и ввести требуемый текст в появившемся окне (рис. 3.42).

Если элемент для простановки обозначения базы заново требуется выбрать, нажмите кнопку  (**Выбор объекта**) на панели специального управления, а затем укажите курсором нужный элемент.

3.4.8. Линия-выноска

Команда **Линия-выноска** позволяет ввести одну или несколько линий-выносок. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Линия-выноска**) на инструментальной панели размеров. Для построения линии-выноски нужно задать точку начала полки, а затем указать начальные точки ответвлений.

Для ввода надписей щелкните левой кнопкой мыши на поле отображения текста в строке параметров объектов и в появившемся окне введите текст (рис. 3.43). Вводить или редактировать надписи можно в любой момент построения.

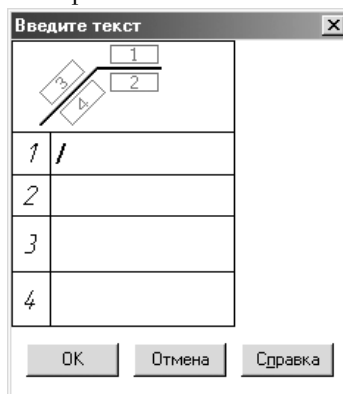


Рис. 3.43

Для вызова окна, в котором можно изменить оформление линии-выноски (тип стрелки, тип значка, направление полки, обозначение по контуру) нажмите кнопку **Параметры** на панели специального управления (рис. 3.44).

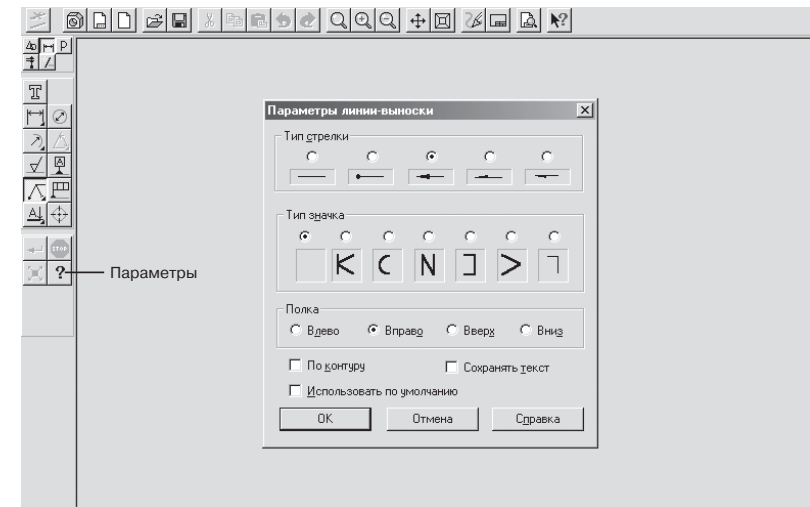



Рис. 3.44

3.4.9. Допуск формы

Команда **Допуск формы** позволяет ввести одно или несколько обозначений допусков формы и расположения поверхностей. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Допуск формы**) на инструментальной панели размеров. Укажите курсором положение рамки таблицы для надписи. Чтобы вызвать окно изменения точки привязки в рамке, нажмите кнопку **Параметры допуска формы** на панели специального управления (рис. 3.45).

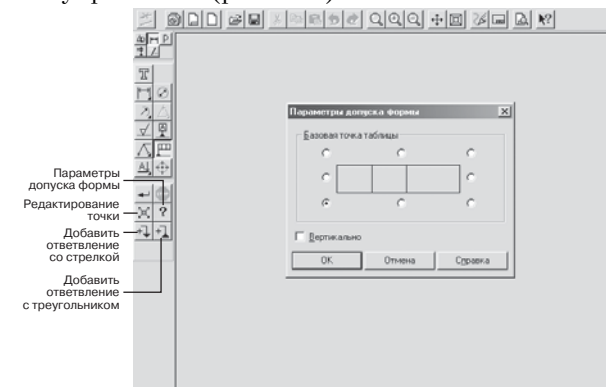


Рис. 3.45

В появившемся окне введите данные для ячеек таблицы допуска формы. Затем создайте требуемое количество соединительных линий со стрелками или треугольниками. Для начала создания соединительной линии вызовите команду **Добавить ответвление со стрелкой** или **Добавить ответвление с треугольником** в контекстном меню или нажмите соответствующую кнопку на панели специального управления.

Затем укажите курсором точку выхода выносной линии из рамки и последовательно фиксируйте точки изломов. Чтобы завершить рисование выносной линии, отожмите кнопку. Для создания следующей соединительной линии вновь вызовите нужную команду контекстного меню или нажмите кнопку на панели специального управления.

Чтобы переключить способ отрисовки участков выносных линий (ортогонально друг другу или в произвольном направлении) нажмите кнопку **Ортогональное черчение** в строке текущего состояния (рис. 3.46).



Рис. 3.46

Система перейдет в режим ортогонального черчения. Для кратковременного перехода в этот режим можно удерживать нажатой клавишу **Shift**. Для выхода из режима отожмите кнопку **Ортогональное черчение**.

Можно изменять положение характерных точек соединительных линий допуска формы прямо в процессе создания знака допуска. Для этого нажмите кнопку **Редактировать точки** на панели специального управления. Для выхода из режима редактирования точек эту кнопку надо отжать.

Для ввода надписей в таблице допуска формы щелкните левой кнопкой мыши на поле отображения текста в строке параметров объектов (рис. 3.47). Вводить или редактировать надписи можно в любой момент построения.

Для фиксации начерченного допуска формы и расположения поверхностей нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

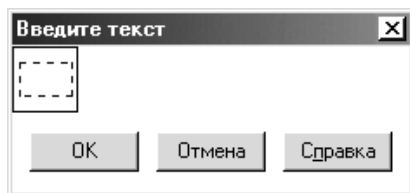


Рис. 3.47

3.4.10. Линия разреза

Команда **Линия разреза** позволяет построить линию разреза или сечения. Для вызова команды нажмите кнопку **Линия разреза** на инструментальной панели размеров. После вызова команды последовательно указывайте курсором точки перегиба линии разреза. Изменения будут динамически отображаться на экране.

Чтобы переключить способ отрисовки стрелок (слева или справа от линии разреза), используйте команду **Стрелки справа** из контекстного меню или кнопку **Положение стрелок** в строке параметров объектов. При переключении рядом с командой меню появляется и исчезает флажок и меняется внешний вид кнопки: **Стрелка слева**, **Стрелка справа** (после повторного нажатия) (рис. 3.48).

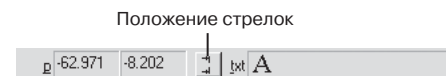


Рис. 3.48

Можно изменять положение характерных точек линии разреза в процессе ее построения. Для этого нажмите кнопку **Редактировать точки** на панели специального управления и редактируйте характерные точки.

3.4.11. Обозначение центра

Команда **Обозначение центра** позволяет проставить обозначения центра окружности, дуги окружности, эллипса, дуги эллипса, прямоугольника и правильного многоугольника. Для вызова команды нажмите кнопку **Обозначение центра** на инструментальной панели размеров.

Укажите базовую кривую, обозначение центра которой требуется построить. Обозначение центра может иметь три формы: две оси, одна ось и условное обозначение («крестик»). Оси всегда пересекаются в центре кривой штрихами. Для переключения между вариантами построения обозначения центра служат кнопки в строке параметров объектов (рис. 3.49).

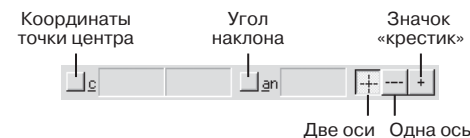


Рис. 3.49

Соответствующие этим кнопкам команды находятся также в контекстном меню. Чтобы построить обозначение центра, не прибегая к специальной команде, включите режим простановки обозначения центра при создании или редактировании осесимметричного объекта.

Если необходимо построить осевые линии, не принадлежащие ни одному осесимметричному объекту, щелкните курсором в поле координат точки центра или угла наклона обозначения центра в строке параметров объектов и введите нужные значения в эти поля.

3.5. ПАНЕЛЬ РЕДАКТИРОВАНИЯ

Создаваемый чертеж часто приходится менять. Подчас эти корректировки могут существенно изменить вид детали или узла. Панель редактирования с размещенными на ней кнопками команд предназначена для быстрого внесения изменений в создаваемую чертежно-конструкторскую документацию. Для входа в режим редактирования достаточно нажать кнопку **Р** (**Редактирование**) на панели переключения. (рис. 3.50). Все эти команды подробно рассмотрены в главе 1.5.



Рис. 3.50

При редактировании часто применяется метод проектирования по образцу. Это позволяет существенно снизить время создания нового чертежа. Метод заключается в использовании наиболее близкого к разрабатываемому узлу чертежа-аналога. Размеры и форма базового чертежа редактируются, и новый чертеж сохраняется под другим именем.

Существует четыре способа редактирования:

- посредством перемещения геометрических элементов;
- с помощью команд панели редактирования;
- за счет изменения параметров размеров;
- с использованием управляющих узелков.

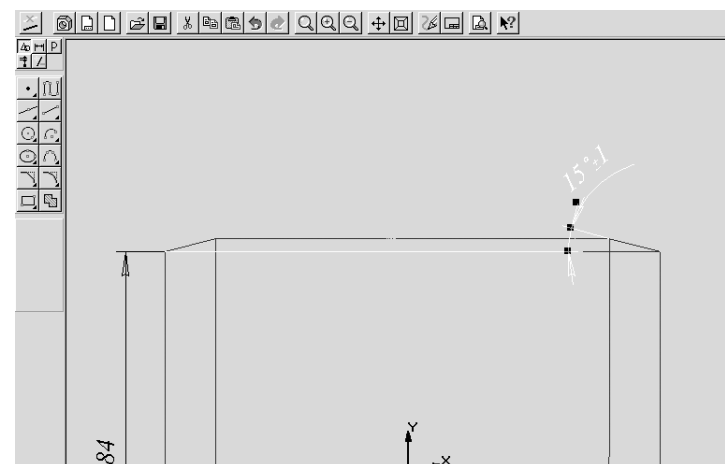


Рис. 3.51

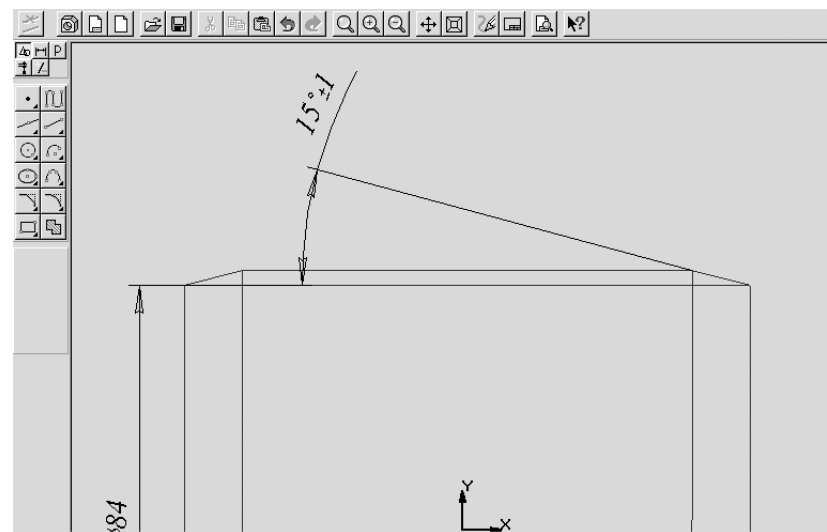


Рис. 3.52

Первые три способа редактирования с помощью меню **Операции** были рассмотрены ранее. Способ редактирования с использованием управляющих узелков показан на примере увеличения длины размерной линии углового размера. Для этих целей нужно направить курсор в любую точку редактируемого размера и нажать левую

кнопку мыши. На экране возникнут управляющие узелки (черные квадратики), каждый из которых имеет определенную функцию. Например, с помощью верхнего узелка можно менять положение числового размера относительно размерной дуги, а остальные отвечают за изменение длины выносной линии (рис. 3.51).

Далее необходимо установить курсор на средний узелок. При этом внешний вид курсора изменится на четырехстороннюю стрелку. Затем нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте точку. Когда нужное положение точки будет достигнуто, отпустите кнопку мыши. Отменить выделение можно щелчком левой кнопки мыши в любой свободной области чертежа (рис. 3.52).

3.6. ПАНЕЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ

В процессе работы над чертежом часто требуется измерять координаты точек, длин, углов и площадей. Для этих целей создана инструментальная панель измерений, для вызова которой нужно нажать кнопку на панели переключения. На этой панели расположены кнопки для вызова команд измерения расстояний, длин, углов, площадей и т.д. Для вызова какой-либо команды нажмите соответствующую кнопку панели (рис. 3.53).

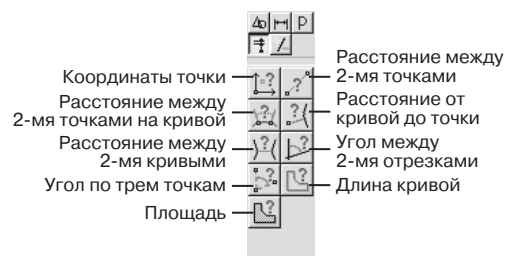


Рис. 3.53

3.6.1. Измерение координаты точки

Данная команда позволяет определить координаты любой точки на чертеже или его фрагменте. При этом точка может не принадлежать графическому объекту. Для вызова команды нажмите кнопку (Координаты точки) на инструментальной панели измерений. На экране возникнет соответствующее диалоговое окно, где будут указаны эти координаты (рис. 3.54). Последовательно указывайте курсором точки, координаты которых требуется узнать. Система определяет координаты точек в текущей декартовой системе координат,

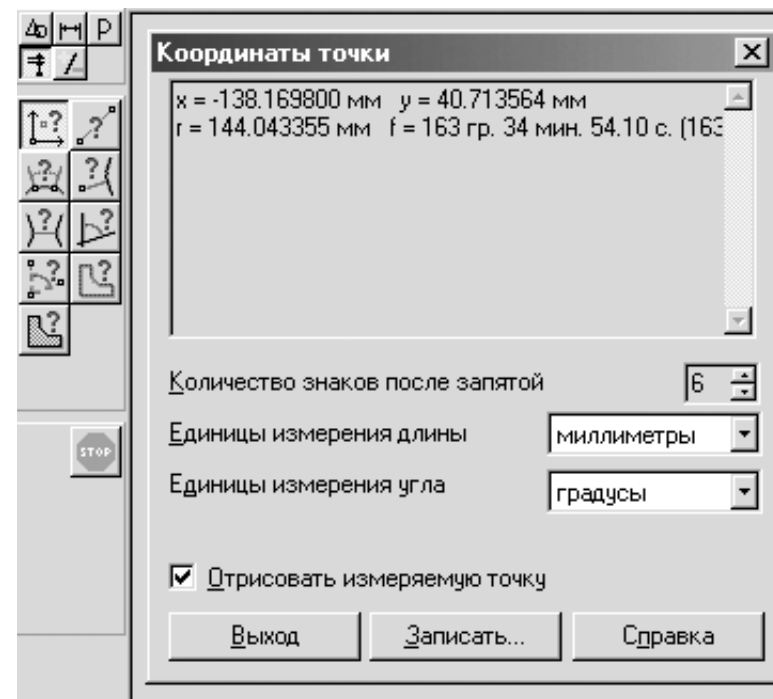


Рис. 3.54

а также расстояние от начала координат до точки и угол между радиус-вектором точки и осью X. Расстояние и угол представляют собой полярные координаты точки в системе, ось которой совпадает с осью X текущей декартовой системы координат.

В окне результатов определения координат можно включить отрисовку указанных точек, а также выбрать необходимое количество знаков после запятой и единиц измерения длин и углов.

3.6.2. Расстояние между двумя точками

Данная опция позволяет измерить расстояние между любыми двумя точками на чертеже или его фрагменте. При этом точки могут не принадлежать графическим объектам.

Последовательно указывайте курсором пары точек, расстояние между которыми нужно измерить. Система определяет кратчайшее расстояние между указанными точками, т.е. длину соединяющего их отрезка прямой.

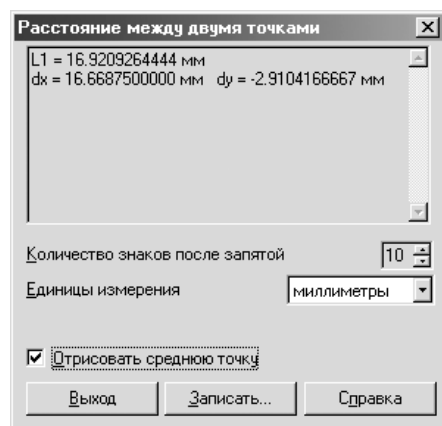



Рис. 3.55

В диалоговом окне **Расстояние между двумя точками** можно включить отрисовку вспомогательного элемента – средней точки (рис. 3.55).

3.6.3. Расстояние по кривой между двумя точками

Данная опция  позволяет измерить расстояние между двумя точками, лежащими на кривой. При этом измерение происходит вдоль выбранной кривой. Иными словами, измеряется длина участка кривой, ограниченного двумя точками.

Укажите кривую для измерения расстояния между точками на ней. Затем укажите первую и вторую точки, расстояние между кото-

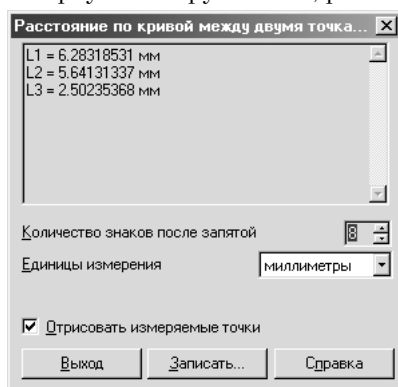




Рис. 3.56

рыми вы хотите измерить. При выборе замкнутой кривой просто указать две точки на ней недостаточно. Поэтому система предлагает выбрать участок для измерения. Щелкните мышью ближе к тому участку кривой, который хотите измерить. Система определяет длину указанного участка и ожидает указания следующей кривой, участок которой нужно измерить. Если требуется измерить расстояние между точками на другой кривой, нажмите кнопку  (**Указать заново**) на панели специального управления, а затем укажите курсором нужный элемент.


В окне **Расстояние по кривой между точками** можно включить отрисовку вспомогательных элементов – точек на кривой, расстояние между которыми измеряется (рис. 3.56).

3.6.4. Измерение расстояния от кривой до точки

Данная опция  позволяет измерить кратчайшее расстояние между выбранной кривой и произвольной точкой.


Для вызова команды нажмите кнопку **Расстояние от кривой до точки** на инструментальной панели измерений. Укажите кривую, а затем точку, расстояние до которой нужно измерить. Система определяет расстояние между кривой и точкой и ожидает указания следующей кривой для измерения расстояния от нее до точки. Внешний вид окна аналогичен предыдущим.

3.6.5. Измерение расстояния между двумя кривыми

Данная опция  позволяет измерить кратчайшее расстояние между двумя указанными кривыми.

Последовательно укажите курсором две кривые. Система определяет расстояние между ними и ожидает указания следующей пары кривых. В диалоговом окне измерения расстояния можно включить отрисовку вспомогательных элементов – ближайших точек на объектах, расстояние между которыми измеряется. Внешний вид окна аналогичен предыдущим.

3.6.6. Измерение угла между двумя прямыми

Данная опция  позволяет измерять углы между прямолинейными объектами.

Последовательно укажите курсором два объекта. В качестве объектов для измерения угла между ними можно выбрать прямые, отрезки, звенья ломаных линий и стороны многоугольников в различных комбинациях. Система определяет угол между ними и ожидает указания

следующей пары объектов. Если объекты, выбранные для измерения угла между ними, параллельны, система выдаст нулевое значение угла.

В окне **Угол между 2 прямыми/отрезками** можно включить отрисовку вспомогательных элементов – биссектрис измеряемых углов (рис. 3.57).

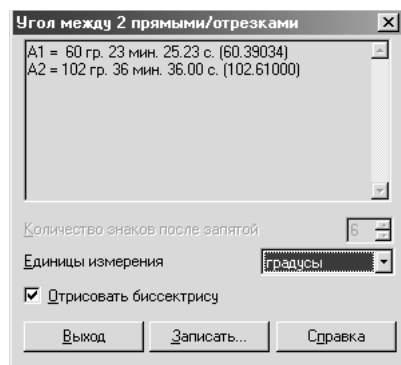



Рис. 3.57

3.6.7. Измерение угла по трем точкам

Данная опция  позволяет измерить угол, указав вершину и точки, лежащие на его сторонах. Вначале укажите курсором вершину угла, а затем две точки, лежащие на его сторонах. Можно ввести координаты точек в соответствующие поля строки параметров объектов. Система определяет угол, образованный указанными точками, и ожидает указания следующего набора точек. В диалоговом окне **Угол по 3 точкам** можно включить отрисовку биссектрис измеряемых углов и выбрать единицу измерения (рис. 3.58).

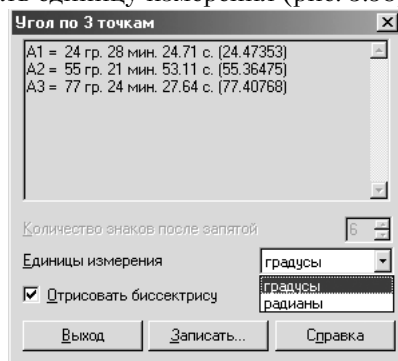





Рис. 3.58

3.6.8. Измерение длины кривой

Данная опция  позволяет измерить полную длину кривой (длину незамкнутой кривой от начальной до конечной точки или периметр замкнутой кривой). Последовательно указывайте курсором объекты, полную длину которых хотите измерить. Если объект образован набором отрезков, дуг и других элементов, нажмите кнопку  (**Обход границы по стрелке**) на панели специального управления и затем сформируйте нужный контур.

Нарисовать замкнутую ломаную линию, периметр которой нужно измерить, можно вручную. Для перехода в режим ручного рисования нажмите кнопку  (**Ручное рисование границ**) на панели специального управления.

После того как границы нарисованы, нажмите кнопку **Создать объект** на панели специального управления для их подтверждения.

Выбранные объекты подсвечиваются. В диалоговом окне **Длина кривой** появляется список измеренных длин. В конце списка указана сумма измеренных значений (рис. 3.59). Чтобы исключить какой-либо объект из списка, укажите его курсором еще раз. Выделение с этого объекта будет снято, запись о его длине будет удалена из окна, а сумма длин объектов будет вычислена заново для оставшегося набора объектов.

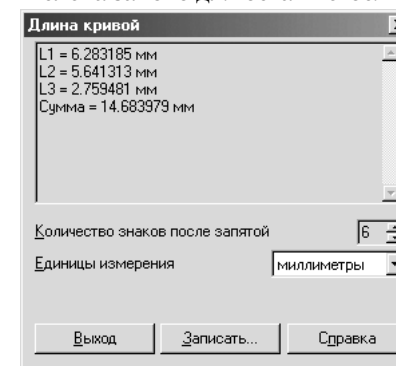




Рис. 3.59

3.6.9. Измерение площади

Данная  опция позволяет измерить площадь фигур, образованных геометрическими объектами. Последовательно указывайте курсором точки внутри замкнутых областей, площадь которых хотите измерить. Если необходимо измерить площадь фигуры, ограниченной замкнутой кривой, нажмите кнопку  (**Указать замкнутую кри-**

вую) на панели специального управления и укажите курсором замкнутый объект (окружность, эллипс, сплайн и т.д.), площадь которого хотите измерить. Если фигура образована набором отрезков, дуг и других элементов, нажмите кнопку (**Обход границы по стрелке**) на панели специального управления и затем сформируйте нужный контур. Ломаную линию – контур фигуры, площадь которой нужно измерить, – можно нарисовать вручную. Для перехода в режим ручного рисования нажмите кнопку (**Ручное рисование границ**) на панели специального управления.

После того как границы нарисованы, подтвердите их, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления.

Выбранные объекты или контура подсвечиваются. В диалоговом окне появляется список измеренных площадей. В конце списка указана сумма измеренных значений. В окне измерения площадей можно включить отрисовку геометрических центров фигур, площадь которых измеряется. На рис. 3.60 приведен пример вычисления площади продольного сечения шатуна и его координат центра тяжести.

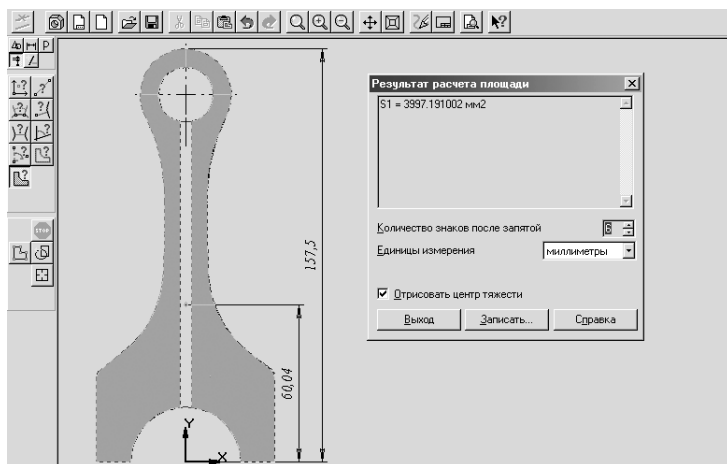


Рис. 3.60

3.7. ПАНЕЛЬ ВЫДЕЛЕНИЯ

При выполнении курсовых и дипломных проектов часто необходимо изменить чертеж. Для этих целей существует панель выделения. С помощью выделения системе дается указание о том, какие объекты подлежат изменениям. Для ускорения процесса черчения в системе КОМПАС-ГРАФИК LT предусмотрено 11 команд (рис. 3.61).

Это позволяет проводить наиболее оперативное редактирование. Выделенные объекты отображаются на экране зеленым цветом. Отменить выделение можно, нажав левой кнопкой мыши в любом свободном месте чертежа.

Более подробно команды выделения рассмотрены в главе 1.3.



Рис. 3.61

3.8. СТРОКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ

В строке текущего состояния отображаются параметры текущего состояния графического документа КОМПАС-3D LT: вид (в листе чертежа), слой, масштаб отображения в окне, шаг курсора при перемещении клавишами, текущие координаты и др. (рис. 3.62).

Изменение состояния слоев рассмотрено в главе 1.6.8.

Высоту шрифта строки текущего состояния можно изменить в окне настройки системы, предварительно закрыв все открытые окна документа.

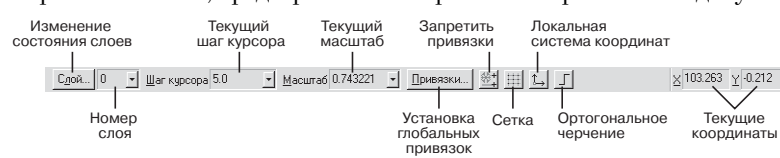


Рис. 3.62

3.8.1. Установка глобальных привязок

При нажатии кнопки **Установка глобальных привязок** на экран выводится окно управления глобальными объектными привязками курсора. Для вызова окна можно также воспользоваться комбинацией клавиш **Alt+П** (рис. 3.63).

Можно включать несколько различных глобальных привязок к объектам, и все они будут работать одновременно. При этом расчет точки выполняется «на лету»: на экране отображается фантом, соответствующий этой точке, и текст с именем действующей в данный

Когда конструктор проводит на кульмане осевую линию, он уже четко представляет себе весь ход построения чертежа. Алгоритм создания чертежей с помощью компьютерной графики, несмотря на принципиальные различия по сравнению с традиционным черчением на кульмане, имеет с ним много общего. Прежде чем приступить к проектированию детали или сборки, необходимо тщательно продумать план их построения. Искусство компьютерной графики заключается в создании чертежа с использованием минимального количества команд или щелчков мыши. Лучше потратить немного времени на разработку быстрого алгоритма построения, чем потом тратить силы на редактирование.

Основные требования к создаваемому чертежу сводятся к следующему:

1. Основные линии чертежа должны быть замкнуты. Если при выполнении чертежа на ватмане разрыв основной линии в полмиллиметра не имеет принципиального значения, то при компьютерном черчении разрыв в контуре чертежа даже в один микрон считается принципиальной и грубой ошибкой, могущей привести к сбою, например при изготовлении детали на станках с числовым программным управлением.
2. Все линии чертежа – как прямолинейные отрезки, так и кривые – должны быть проведены только один раз. Если при обычном черчении три раза прочерченная окружность одного и того же радиуса воспринимается глазом как одна, то чертежно-графический редактор воспринимает ее как три, что создает дополнительные трудности при удалении и редактировании и может послужить причиной более серьезных ошибок при трансляции и использовании электронной копии документа.
3. Соблюдать все требования единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Процесс создания чертежа осуществляется в пять этапов:
 - выбор листа чертежа, его формата и оформления;
 - ввод геометрии;
 - простановка размеров и технологических обозначений;
 - ввод технических требований;
 - заполнение основной надписи или штампа чертежа.

Ниже приводятся алгоритмы построений сначала простых, потом – более сложных чертежей. Под алгоритмом здесь понимается последовательность нажатия соответствующих клавиш.

4.1. ШАЙБА

Требуется создать чертеж шайбы с наружным диаметром 110 мм, внутренним – 66 мм, изготовленной из ленты толщиной 3,5 мм. Пример выполнения чертежа шайбы показан на рис. 4.1.

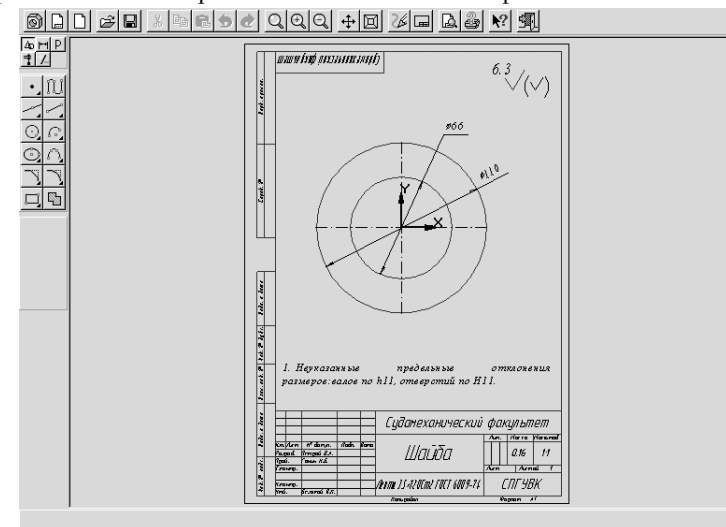



Рис. 4.1

4.1.1. Алгоритм выполнения чертежа

На первом этапе необходимо выбрать формат листа, который определяется исходя из габаритов чертежа, его масштаба и объема технических требований. По умолчанию система создает чертеж формата А4 с оформлением «Чертеж констр. с ТИ. Первый лист. ГОСТ 2.104-68».

1. Для выбора листа чертежа, его формата и оформления на панели управления необходимо нажать кнопки (Новый лист) и (Показать все).
2. Ввод геометрии. Перед началом ввода геометрии желательно ввести локальную систему координат, с тем чтобы отсчет вводимых размеров вести не с левого нижнего угла чертежа, как это установлено по умолчанию, а с любого выбранного места поля чертежа. Для этих целей в строке меню нужно нажать **Компонетка > Создать вид**. В открывшемся диалоговом окне следует нажать **ОК**. Появившийся курсор из двух перекрещивающихся стрелок надо установить приблизительно в центре

чертежа. На экране появится центр локальной системы координат изображенной под прямым углом двумя стрелками X и Y. Отсчет и ввод геометрии начинается именно с этой точки. Их координаты записываются как (0.0, 0.0), где первая цифра означает координату по оси X, а вторая – Y.

После этого необходимо присвоить файлу имя и сохранить его в специально созданной папке, которую можно было бы легко найти. Воспользуйтесь комбинацией **Файл > Сохранить как** и в диалоговом окне **Укажите имя файла для записи** наберите в поле **Имя файла** слово **Шайба**, после чего нажмите **Сохранить**. В появившемся диалоговом окне **Информация о документе** можно ввести имя автора и краткий комментарий о создаваемом чертеже, но в данном случае нужно просто нажать кнопку **ОК**. После этого можно приступить к вводу геометрии. На панели геометрические построения нужно нажать кнопку  (**Ввод окружности по центру**), а в окне **rad** ввести диаметр окружности (66), разделенной на два (66/2), и нажать на клави-

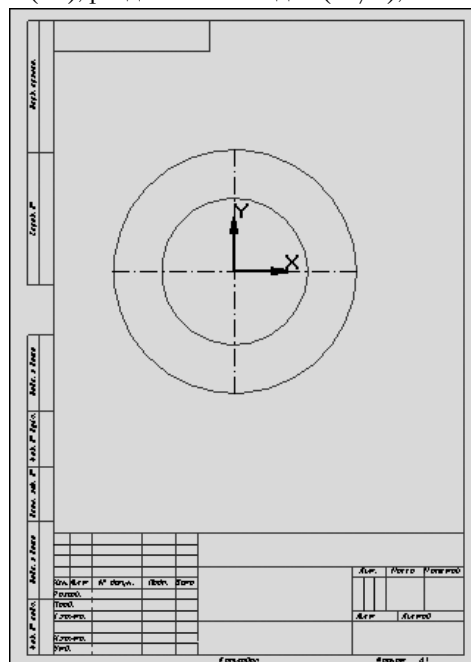






Рис. 4.2

атуре клавишу **Enter**. (Окно **rad** работает как калькулятор, где возможно выполнение простейших арифметических действий. Часто это оказывается более удобным способом ввода радиуса, так как не требует предварительных расчетов, особенно если он представлен в дробном виде). Появившийся фантом окружности следует вставить в центр координат, щелкнув левой кнопкой мыши. Далее в окне **rad** нужно ввести 110/2 и нажать соседнюю кнопку  (**Отрисовка осей**). Она изменит внешний вид и станет такой: . Далее необходимо ввести фантом окружности с осями координат в центр локальной системы координат. Если все сделано правильно, на экране возникнет рис. 4.2.

3. Простановка размеров и технологических обозначений. Для простановки размеров (в данном случае это два диаметральных размера) на панели переключения нужно нажать кнопку  (**Размеры и технологическое обеспечение**), а на **Инструментальной панели** выбрать кнопку  (**Диаметральный размер**). Затем следует навести курсор на большую окружность (при этом она изме-

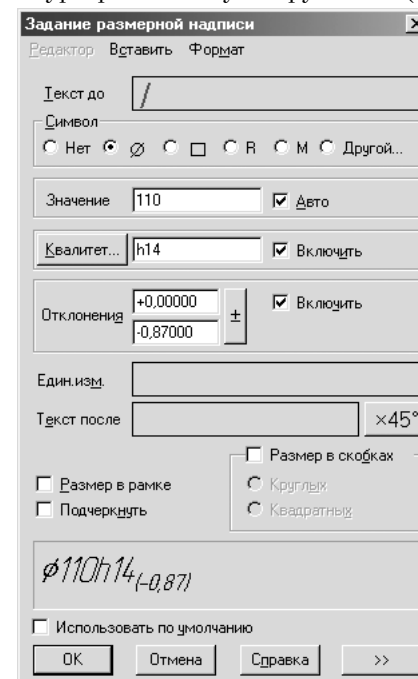



Рис. 4.3

нит свой цвет на красный) и нажать левую кнопку мыши. Затем нажать левую кнопку мыши в поле размерной надписи  в строке параметров. В появившемся окне **Задание размерной надписи** нужно убрать два флажка напротив слов **Включить** и нажать **ОК** (рис. 4.3). Затем надо зафиксировать диаметральный размер в нужном положении и нажать левую кнопку мыши.

Далее необходимо навести курсор на малую окружность, нажать левую кнопку мыши, навести курсор на поле размерной надписи и снова нажать левую кнопку мыши. В появившемся окне **Задание размерной надписи** следует убрать два флажка напротив слов **Включить**, после чего нажать **ОК**. Для установки размера **На полке** нужно нажать правую кнопку мыши и в контекстном меню выбрать **Параметры размера**. В диалоговом окне надо поставить флажок напротив слова **На полке** (рис. 4.4) и нажать **ОК**.

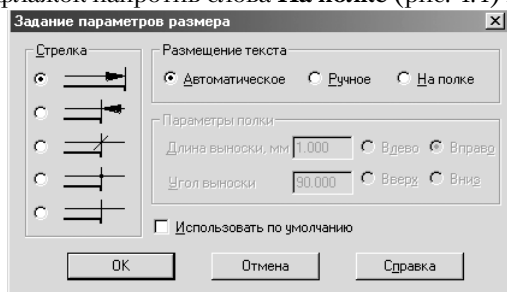


Рис. 4.4

Далее необходимо зафиксировать диаметральный размер в нужном положении и нажать левую кнопку мыши.

Неуказанная шероховатость вводится следующим образом. Воспользуйтесь комбинацией **Компоновка > Неуказанная шероховатость**. В диалоговом окне установите флажок напротив слов **Добавить знак в скобках**, а в поле **Текст** введите параметр шероховатости 6.3. Нажмите **ОК** (рис. 4.5).

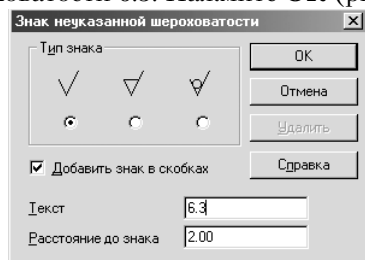








Рис. 4.5

Обозначение неуказанной шероховатости появится в правом верхнем углу чертежа.

- Ввод технических требований достигается выполнением следующих команд в строке меню: **Компоновка > Технические требования > Ввод**. В поле чертежа, выделенном пунктирной линией, нужно ввести текст – «Неуказанные предельные отклонения размеров: валов по h11, отверстий по H11». После ввода текста нажмите **Редактор > Выделить все** (эквивалентная комбинация горячих клавиш – **Ctrl + A**), затем нажмите на кнопку  (**Пронумеровать абзацы**) в нижней строке параметров. После этого следует нажать кнопки  (**Сохранить в лист**) и  (**Завершить редактирование текста**), расположенные в начале верхней строки панели управления. Если все сделано правильно, над штампом чертежа система автоматически разместит технические требования в строгом соответствии с нормами ЕСКД.
- Для заполнения основной надписи нужно навести курсор на штамп чертежа и нажать правую кнопку мыши. В контекстном меню следует выбрать команду **Заполнить основную надпись** и нажать левую кнопку мыши. На экране основная надпись чертежа будет выделена белым цветом. Для удобства заполнения с помощью кнопок  (**Увеличить изображение**) и  (**Сдвинуть**) расположите надпись во весь экран и заполните основную надпись, после чего нажмите кнопку  (**Создать объект**). Только тогда ввод текста в основную надпись будет зафиксирован (рис. 4.1).

4.2. КЛАПАН ВПУСКНОЙ

Геометрическое построение на компьютере впускного клапана двигателя внутреннего сгорания в принципе осуществляется так же, как при черчении на кульмане. В нужном месте поля чертежа проводится вертикальная вспомогательная линия, затем намечаются габариты, далее выполняются скругления, фаски и проточки.

При компьютерном черчении не нужно заботиться о тщательном подборе места размещения клапана в поле чертежа. При необходимости уже готовый чертеж можно легко переместить в другое место.

После ввода геометрии проставляются линейные вертикальные и горизонтальные размеры по принципу от меньших размеров к больши́м. Затем фиксируется радиальный размер, после чего обозначаются базовые поверхности и устанавливаются допуски формы. Далее обозначается шероховатость поверхностей и технологические

указания. Оформление поля чертежа заканчивается вводом технических требований. Финальная стадия – заполнение основной надписи и сохранение чертежа в виде отдельного файла на жестком диске.

На рис. 4.6 показан пример чертежа впускного клапана.

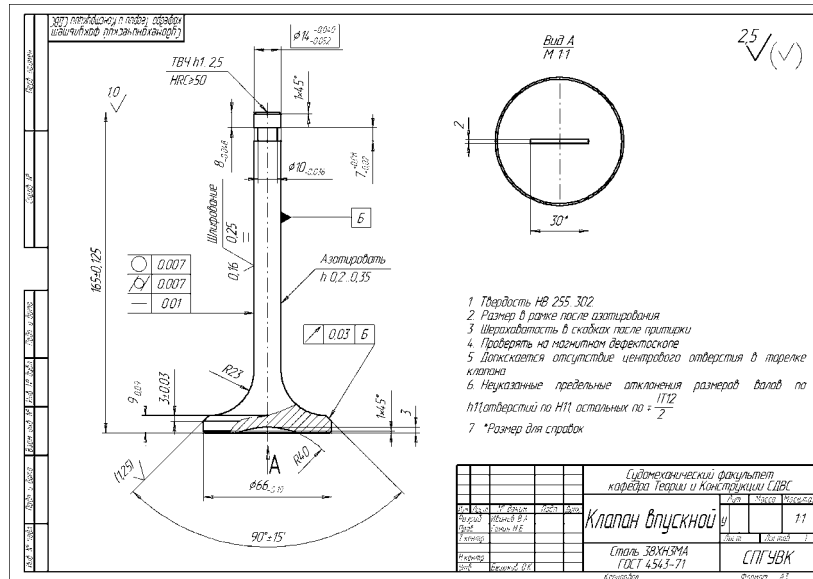


Рис. 4.6



4.2.1. Алгоритм выполнения чертежа впускного клапана

Исходя из размеров чертежа выбирается формат А3 с горизонтальным расположением. Оформление основной надписи прежнее «Чертеж констр. с ТИ. Первый лист. ГОСТ 2.104-68».

1. Выберите в строке меню следующую последовательность выполнения команд: **Настройка > Настройка новых документов > Графический документ > Параметры листа > Формат**. В диалоговом окне **Настройка параметров новых документов** выберите параметры: формат листа – **Стандартный**, обозначение – **А3**, кратность – **1**, ориентация – **Горизонтальная**. Нажмите **ОК**. На панели управления нажмите кнопки (**Новый лист**) и (**Показать все**). На экране монитора возникнет бланк чертежа выбранного формата, оформления и ориентации.
2. Установка локальной системы координат. В строке меню наж-

мите **Компоновка > Создать вид**. В открывшемся диалоговом окне нажмите **ОК**. Появившийся курсор из двух перекрещивающихся стрелок установите приблизительно в точке, ограниченной координатами по оси X (130–140) и по оси Y (70–80). Контролировать эти координаты можно в окнах, расположенных в правой части строки текущего состояния . Начало координат из левой нижней точки чертежа переместится в точку с заданными координатами.

3. Способы ввода геометрии клапана. Перед началом ввода геометрии клапана следует тщательно продумать способ его построения. Их может быть немало, однако лучшим является тот, что имеет меньшее количество команд. Например, эту деталь можно построить с помощью ввода двух разных прямоугольников: один вместо «грибка», другой вместо стержня. После этого нужно прочертить место под проточку выполнить фаски. Другой вариант – построить клапан с помощью вспомогательных прямых, затем обвести по контуру основной линией, а потом выполнить скругления и фаски. Однако меньше всего команд получается, если ввод геометрии клапана начать с команды **Непрерывный ввод объектов** путем ввода координат точек с клавиатуры. Достаточно начертить лишь одну половинку клапана по его оси симметрии, а вторую построить с помощью команды **Симметрия**. Именно этот способ и будет положен в основу алгоритма построения.
4. Установите в строке текущего состояния шаг курсора, равный 1 мм, и нажмите клавишу **Enter**. На панели геометрических построений нажмите кнопку (**Непрерывный ввод объектов**) и направьте курсор в центр координат. Как только курсор попадет в ловушку, он изменит свою форму (прямоугольный крест на косоу). После этого нажмите левую кнопку мыши, и удерживая ее нажатой, посмотрите на текущие координаты курсора, расположенные в правой части строки текущего состояния. Координаты X и Y должны быть равны 0. Осторожно уберите руку с мыши и убедитесь, что текущие координаты по прежнему на нулевой отметке. Перейдите на клавиатуру. Если «поймать ноль» не удалось, воспользуйтесь комбинацией клавиш **Ctrl+0**, и курсор автоматически переместится в точку (0,0) текущей системы координат.
5. Ввод геометрии с клавиатуры. Используя только клавиатуру (клавиши с изображением стрелок вверх, вниз, вправо, влево),

установите в окне текущих координат курсора координату (33, 0)   и нажмите клавишу **Enter**. На экране возникнет горизонтальная линия длиной 33 мм, исходящая из центра координат. Далее аналогичным образом введите следующие координаты: (33, 9), (7, 9), (7, 150), (5, 150), (5, 157), (7, 157), (7, 165), (0, 165). Не забывайте всякий раз после ввода нужной пары координат фиксировать их клавишей **Enter**. Закончив ввод, нажмите клавишу **Esc**. Если все сделано правильно, на экране будет видна половина ортогонального контура клапана (рис. 4.7).

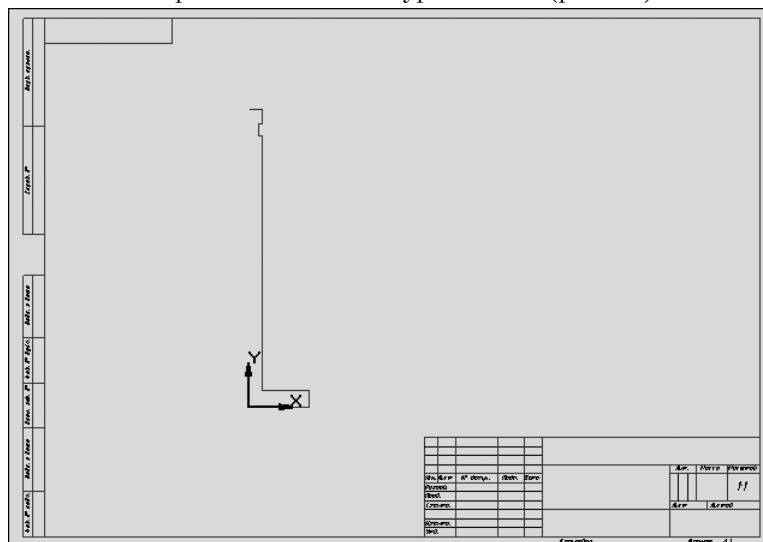











Рис. 4.7

6. Выполнение фасок.левой кнопкой мыши нажмите кнопку  (**Фаска**) и установите в поле **Длина фаски** цифру 3  . Убедитесь, что в окне **Угол фаски** (an) установлен угол 45 градусов, а кнопки усечения первого и второго объектов имеют такой вид:  . Затем нажмите клавишу **Enter**. Наведите курсор мыши на боковую сторону тарелки клапана. При этом цвет линии изменится на красный, а в строке сообщений появится надпись **Укажите первую кривую для построения фаски**. Нажмите левую кнопку мыши. После этого направьте курсор на смежную верхнюю сторону и вновь нажмите левую кнопку мыши. Фаска (3x45) построена. Аналогичным образом постройте две оставшиеся фаски (1x45),

расположенные на противоположных концах клапана. Перед выполнением этих и других более мелких элементов рекомендуется увеличить масштаб изображения.

7. Выполнение скругления.левой кнопкой мыши нажмите кнопку  (**Скругление**) и установите в окне **Радиус скругления** величину 23  . Нажмите клавишу **Enter**. Наведите курсор мыши на горизонтальную линию «грибка» клапана. При этом цвет линии изменится на красный, а в строке сообщений появится надпись **Укажите первую кривую для скругления**. Вновь нажмите левую кнопку мыши. После этого направьте курсор на вертикальную линию штока. В строке сообщений появится надпись **Укажите вторую кривую для скругления**. Нажмите левую кнопку мыши. Скругление радиусом 23 мм построено (рис. 4.8).

8. Использование команды **Симметрия**. Сначала необходимо выделить изображение, по которому система построит симметричную копию. Этого можно добиться с помощью последовательности команд **Выделить > Все** или комбинации клавиш **Ctrl+A**. В строке меню нажмите **Операции > Симметрия**. Убедитесь, что в строке параметров установлена кнопка  (**Исходные объекты**) с двумя прямоугольниками, а не с одним. В противном случае система построит только левую половину клапана. В строке сообщений появится надпись **Укажите первую точку на оси симметрии или введите координаты**. Поместите курсор в центр координат и нажмите левую кнопку мыши. Затем направьте курсор в верхний конец линии контура клапана. Система построит фантом второй половины клапана. Чтобы зафиксировать его, нужно нажать левую кнопку мыши, когда курсор примет вид крестика. Симметрия выполнена. Для отмены команды левой кнопкой мыши нужно нажать кнопку **Stop** или клавишу **Esc**, а для удаления выделения (зеленый цвет) щелкнуть левой кнопкой в любом поле чертежа (рис. 4.9).

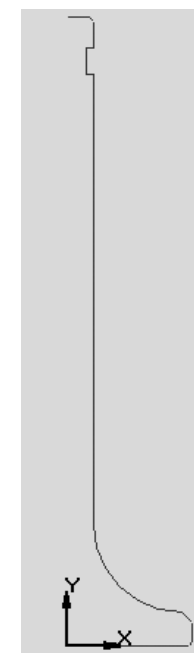



Рис. 4.8

9. Ввод шести горизонтальных отрезков. На инструментальной панели **Геометрические построения** нажмите кнопку  (**Ввод отрезка**). Укажите первую точку отрезка. Для этого направьте курсор на верхний торец штока в угол фаски и, когда он примет вид крестика, нажмите левую кнопку мыши. Затем укажите конечную точку отрезка, установив курсор на точке, противоположной оси симметрии, и снова нажмите левую кнопку мыши. Отрезок построен. Аналогичным образом постройте пять оставшихся горизонтальных отрезков.

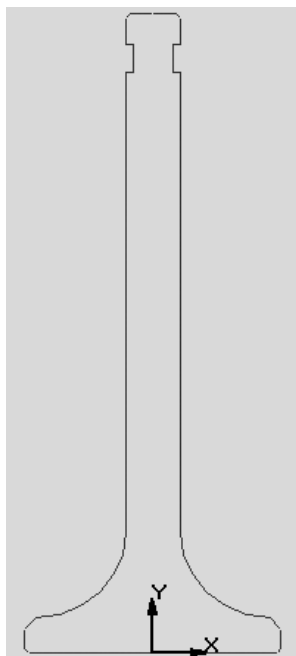






Рис. 4.9

10. Построение осевой линии. На инструментальной панели **Геометрические построения** нажмите кнопку  (**Ввод вспомогательной прямой**) и, не отпуская левую кнопку мыши, выберите из всплывающего меню кнопку  (**Вертикальная прямая**). Установите вертикальную прямую в центр координат и, когда курсор изменит свой вид на крестик, нажмите левую кнопку мыши. Затем отмените команду клавишей **Esc** или кнопкой **Stop**. Нажмите левой кнопкой мыши кнопку **Привязки** в строке текущего состояния и поставьте флажок напротив слов **Точка на кривой**. Нажмите **ОК**. После этого нажмите кнопку  (**Ввод отрезка**) и щелкните левой кнопкой мыши на окне выбора стиля линии , расположенной в строке параметров. В диалоговом окне выделите слово **Осевая** и нажмите **Выбрать** (рис. 4.10). Наведите курсор на вертикальную вспомогательную линию и установите его примерно на 3–6 мм. ниже центра координат. Нажмите левую кнопку мыши. При этом крестик курсора будет скользить вдоль вертикальной прямой, не выходя за ее пределы (так работает привязка **Точка на кривой**). Далее необходимо указать вторую точку, расположенную на 3–6 мм. выше торца штока клапана и нажать левую кнопку мыши. Однако осевой линии на экране видно не будет. Чтобы увидеть

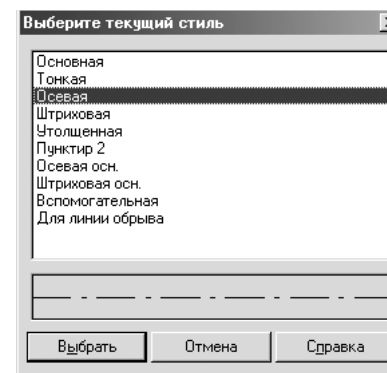





Рис. 4.10

ее, необходимо нажать в строке меню следующую последовательность кнопок: **Удалить > Вспомогательные кривые и точки > В текущем виде**. На экране возникнет изображение главного вида клапана (рис. 4.11).

11. Построение местного разреза. Для этого нужно очертить место предполагаемого разреза, затем выполнить нужный элемент и штриховку. Для удобства работы воспользуйтесь кнопкой  (**Увеличить масштаб рамкой**), и изображение тарелки клапана увеличится на весь экран (рис. 4.12).

На инструментальной панели нажмите кнопку  (**Ввод кривой Безье**), а в строке параметров щелкните мышью на окне **Текущий стиль линий**. Выберите в диалоговом окне команду **Для линии обрыва** и нажмите **Выбрать**. Далее поместите курсор приблизительно в середину правой линии скругления тарелки клапана и после возникновения крестика нажмите левую кнопку мыши. Разместите оставшиеся три точки так, как показано на рис. 4.13, после чего нажмите кнопку  (**Создать объект**).

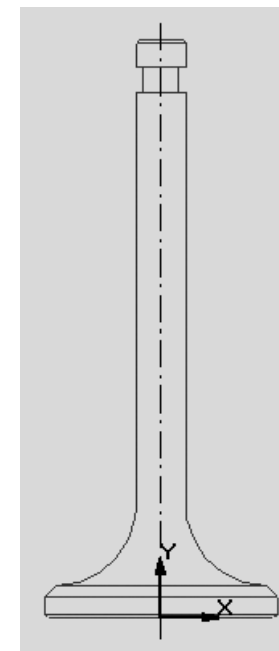


Рис. 4.11

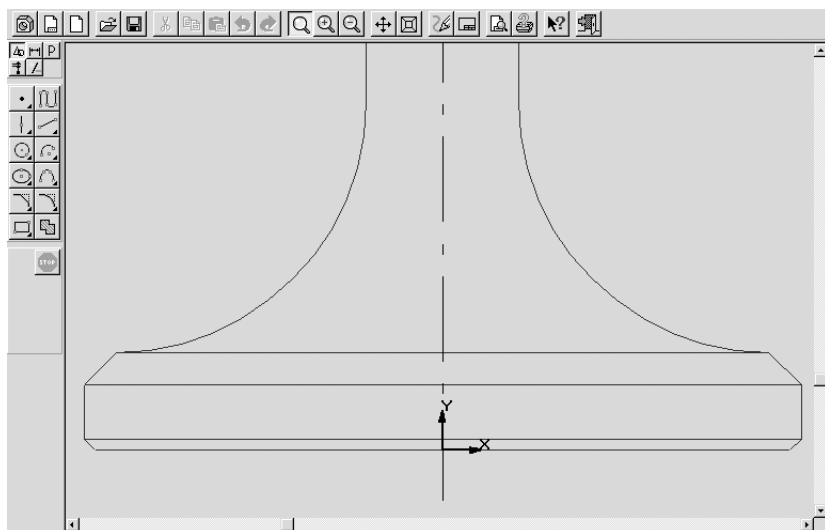


Рис. 4.12

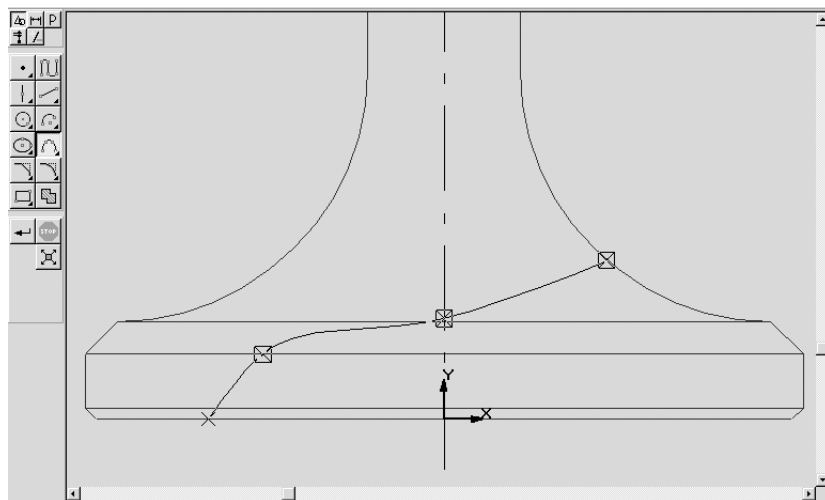


Рис. 4.13

Нажмите в строке меню **Удалить > Часть кривой** и наведите курсор на горизонтальные отрезки, расположенные внутри очерченной области. Их цвет будет красным. Удалите их, нажимая левую кнопку мыши (рис. 4.14).

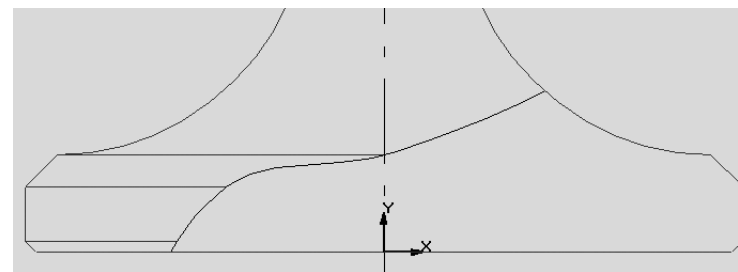


Рис. 4.14

Для построения сегмента нажмите кнопки: **Геометрические построения** и **Ввод окружности**. В левой части строки параметров введите координаты центра окружности (0, -37) и нажмите клавишу **Enter**, радиус окружности 40 и снова нажмите клавишу **Enter**. Щелкните левой кнопкой мыши на окне стиля линий, а в диалоговом окне выберите стиль линии – **Основная**. Убедитесь, что отрисовка осей отсутствует (рис. 4.15).

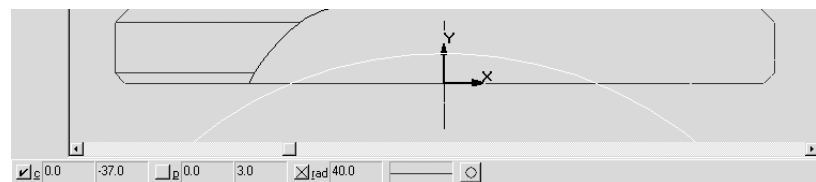


Рис. 4.15.

Система построит окружность, нижняя часть которой нам не нужна. Ее необходимо удалить. Нажмите в строке меню **Удалить > Часть кривой** и щелкните мышью по нижней части окружности. Нижняя часть окружности будет удалена.

12. Штриховка. Нажать кнопки: **Геометрические построения** и **Штриховка**. В строке параметров установите шаг штриховки (3) **3.0**, угол наклона штриховки (45) **45.0** и стиль штриховки (металл) **металл**. Далее щелкните мышью в месте предполагаемой штриховки и нажмите кнопку **Создать объект** (рис. 4.16).

13. Создание вида. На панели переключения нажмите кнопку **Размеры и технологические обозначения**. Затем воспользуйтесь кнопкой **Линия разреза** и, не отпуская ее, выберите кнопку **Стрелка взгляда** (рис. 4.17).

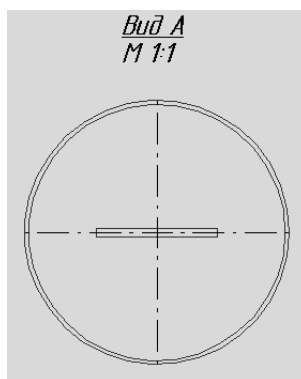


Рис. 4.20

15. Надпись вида. На панели переключения нажмите кнопку (**Размеры и технологические обозначения**). На инструментальной панели нажмите кнопку (**Ввод текста**). Установите курсор ввода текста на расстоянии 15–20 мм от верхнего края окружности и нажмите левую кнопку мыши. В строке параметров нажмите кнопки **К** (курсив), **Ж** (полужирный) и **Ч** (подчернутый): . Введите с клавиатуры Вид А, затем нажмите кнопку и клавишу **Enter**. Введите **М 1:1** и нажмите кнопку (**Создать объект**) (рис. 4.20).

Размеры и технологические обозначения

Линейный размер

Размеры и технологические обозначения

Линейный размер

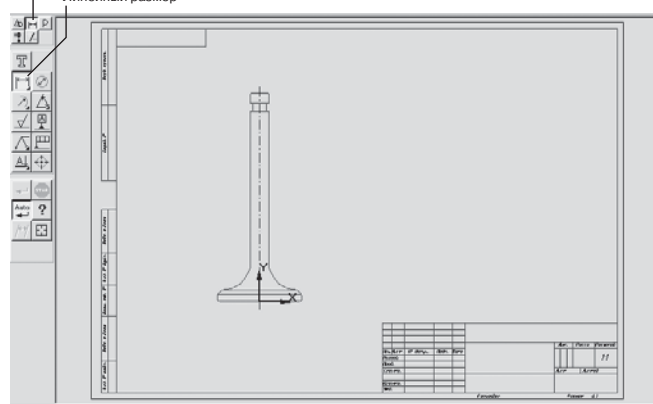
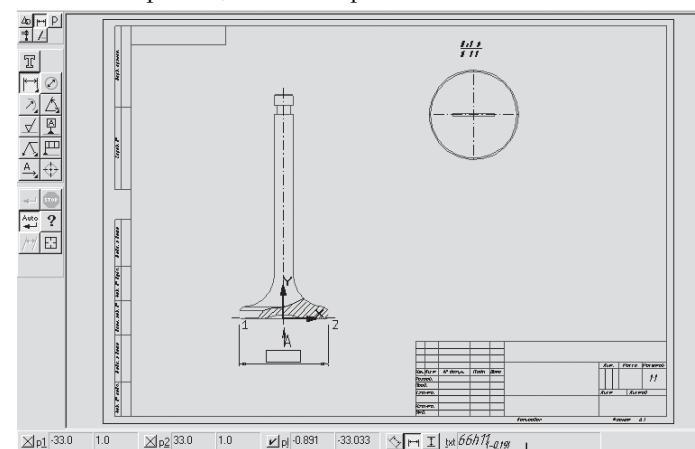


Рис. 4.21

16. Простановка горизонтальных размеров. На панели переключения нажмите кнопку (**Размеры и технологические обозначения**). На инструментальной панели нажмите кнопку **Линейный размер**, а в строке параметров – **Горизонтальный**. Затем нажмите кнопку (**Показать все**) (рис. 4.21).

Простановка линейных размеров осуществляется так же, как и ввод отрезков. Направьте курсор на одну из точек начала фаски, на боковую поверхность тарелки клапана и после появления крестов нажмите левую кнопку мыши. Затем сделайте то же самое для противоположной точки. На экране возникнет фантом размера в виде прямоугольника, с возможностью перемещения по вертикали.



Окно размерной надписи

Рис. 4.22.

Направьте курсор на окно размерной надписи (рис. 4.22). При этом курсор приобретет вид наклонной белой стрелки. Нажмите левую кнопку мыши. В появившемся диалоговом окне (рис. 4.23) в блоке **Символ** установите точку перед значком диаметра, а в блоке **Квалитет** уберите флажок (если он есть) перед словом **Включить**. В нижнем окне блока **Отклонения** введите с клавиатуры требуемые по чертежу предельные отклонения размера (-0,19) и нажмите **ОК**. Щелкнув левой кнопкой мыши, зафиксируйте положение размерной линии на расстоянии 35–40 мм от поверхности тарелки клапана.

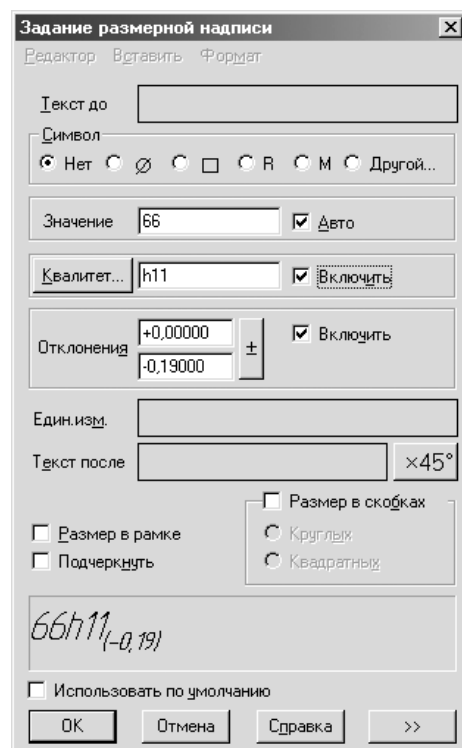



Рис. 4.23

Для простановки диаметра стержня клапана 14 мм щелкните мышью на нижних выступах проточки и на окне размерной надписи  4. В появившемся окне установите флажок перед значком диаметра. Введите отклонения размера (-0,04 и -0,052), установите флажок напротив слов **Включить**, поставьте флажок напротив слов **Размер в рамке** и нажмите **ОК** (рис. 4.24). Зафиксируйте размер, щелкнув мышью на расстоянии 15–20 мм от верхнего края чертежа. Аналогичным образом проставьте горизонтальный диаметральный размер 10 мм. Размер длины сегментного паза 30* имеет знак звездочки. Установить ее можно в диалоговом окне **Задание размерной надписи**, где в поле **Текст после** нужно щелкнуть мышью и затем нажать кнопку с изображением звездочки на цифровой клавиатуре. Завершите выбор, нажав **ОК**.

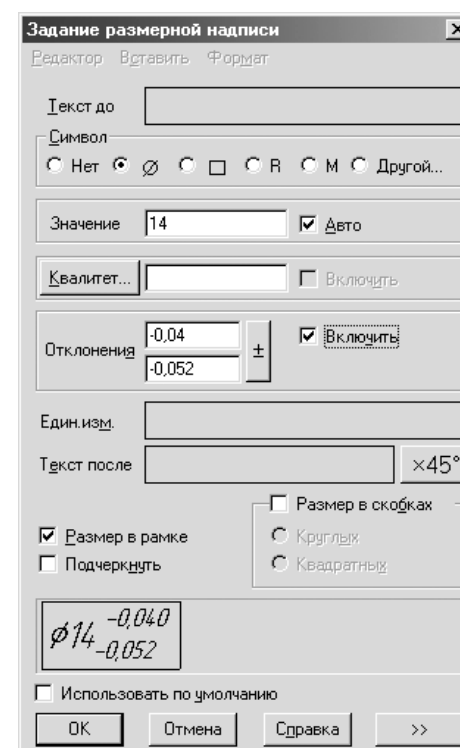





Рис. 4.24

17. Простановка вертикальных размеров. Лучше всего начинать с малых размеров. В строке параметров нажмите кнопку  (**Вертикальный размер**). Для удобства работы увеличьте тарелку клапана и обозначьте вертикальный размер фаски 1x45 двумя щелчками мыши. Даже если вы сделаете это в любом месте горизонтальной линии, система все равно вычислит лишь вертикальный размер. Щелкните мышью по окну размерной надписи. В появившемся окне уберите флажки в полях **Квалитет** и **Отклонения**. В поле **Текст после** нажмите кнопку , затем **ОК** и зафиксируйте вертикальный размер на расстоянии 30 мм от правого края тарелки. Аналогичным образом проставьте вторую фаску, которая расположена в верхней части чертежа. Чтобы точно обозначить вертикальный размер сегмента, в строке текущего состояния нужно на-

жать кнопку  (**Привязки**) и в открывшемся окне установить флажок напротив слова **Пересечение**. Потом следует убрать флажок напротив слов **Точка на кривой** и, дважды щелкнув мышью, обозначить высоту сегмента. Если геометрическое построение сделано правильно, в строке параметров в окне **txt** появится размер: $3\text{H}7\text{H}-0,061$. Щелкнув мышью по этому окну и убрав флажки с блоков **Квалитет** и **Отклонения** в окне **Задание размерной надписи**, можно избавиться от обозначений величины предельных отклонений. Далее остается разместить этот размер, как показано на рис. 4.25.

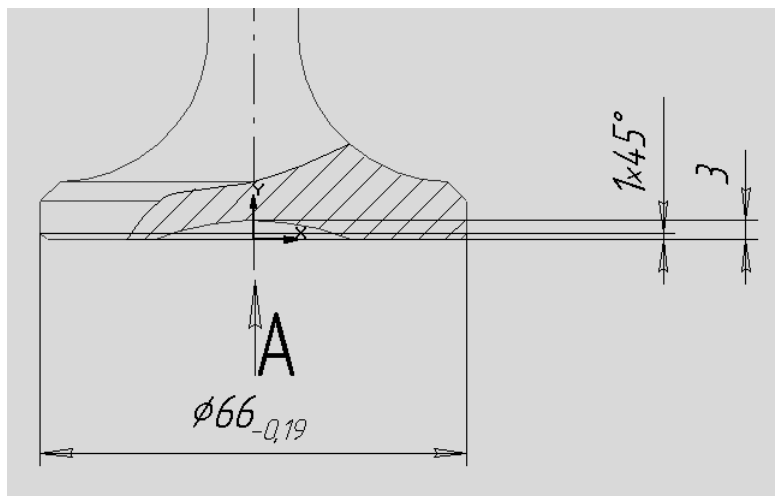



Рис.4.25.

Оставшиеся шесть вертикальных размеров: толщину уплотнительной фаски $3 \pm 0,03$ толщину тарелки $9 \pm 0,045$, высоту паза под проточку $7^{+0,08}_{+0,02}$, толщину конца стержня $8_{-0,048}$, габаритный размер $165 \pm 0,125$ и ширину сегментного паза на виде А -2мм нужно проставить аналогичным образом и разместить их так, как показано на рис. 4.26.

18. Простановка радиальных размеров. Нажмите кнопку  (**Радиальный размер**) и наведите курсор между тарелкой и стержнем клапана. При этом цвет линии изменится на красный, а вместо радиуса **R 23** появится прямоугольная рамка. Установите размер так, как показано на рис. 4.27, затем нажмите левую кнопку мыши. Повторным нажатием зафиксируйте

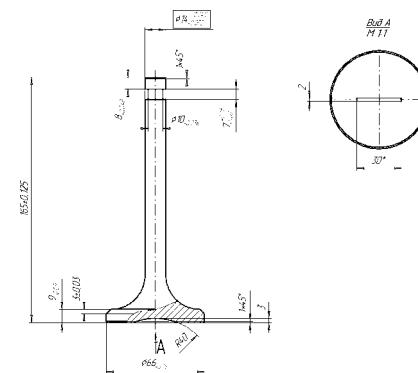




Рис. 4.26

те размер, который по умолчанию будет идти от центра, но в данном случае нас это устраивает. Аналогичную процедуру нужно проделать для радиуса сегмента **R 40**, расположенного в нижней части тарелки клапана. Однако здесь размерная линия радиуса, идущая от центра, уже недопустима, так как пересекает другой размер. Для простановки этого размера с противоположной от центра стороны нужно нажать кнопку  (**Размерная линия от центра**). При этом кнопка примет такой вид: . Размерная линия значительно укоротится и уже не будет проходить через другие размеры, затрудняя чтение чертежа. Зафиксируйте левой кнопкой мыши положение радиального размера в правой части от оси симметрии (рис. 4.27).

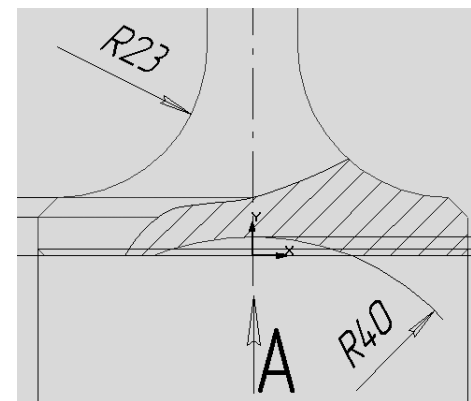







Рис. 4.27

19. Простановка угла уплотнительной фаски клапана. Нажмите кнопку  (**Угловой размер**). Щелкнуть мышью сначала по одной, а потом по другой стороне уплотнительной фаски. При этом в строке параметров появится изображение кнопок проставляемого угла и величина угла:  90° . Щелкните мышью в поле **txt**, а в диалоговом окне **Задание размерной надписи** активизируйте в блоке **Отклонения** верхнее окно и введите туда значение 15. Затем нажмите кнопку с изображением угловой минуты и кнопку  (рис. 4.28). Нажмите **ОК** и разместите угловой размер в нижней части чертежа.
20. Ввод обозначения шероховатости поверхностей. Нажмите кнопку  (**Шероховатость**) и в ответ на запрос системы укажите левую поверхность стержня клапана. На экране появится изображение значка шероховатости поверхности без указания вида обработки: . Щелкните мышью на поле **Ввод текста**. В диалоговом окне в первой графе введите величину шероховатости 0,16, во второй – метод обработки (**Шлифование**), в третьей – базовую длину 0,25, а в четвертой – условное обозначение направления неровностей. Для этого нужно щелкнуть левой кнопкой мыши по четвертой графе и, тут же нажав правую, выбрать в контекстном меню пункт **Вставить**

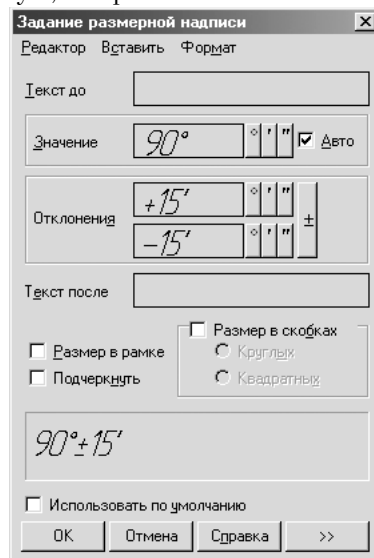


Рис. 4.28



Рис. 4.29

спецзнак. В диалоговом окне **Спецзнак** нажмите знак плюса напротив слов **Направление неровностей шероховатости**, выберите строку **Параллельное**, нажмите **ОК** (рис. 4.29) и зафиксируйте спецзнак на левой верхней поверхности стержня (рис. 4.30).

Аналогичным образом проставьте значение шероховатости 1,0 на торце стержня и шероховатость в скобках (1,25) на уплотнительной фаске клапана. В заключение в строке меню нажмите **Компоновка > Неуказанная шероховатость**. В диалоговом окне установите флажок напротив слов **Добавить знак в скобках**, в поле **Текст** введите параметр шероховатости 2,5 и нажмите **ОК** (рис. 4.30).

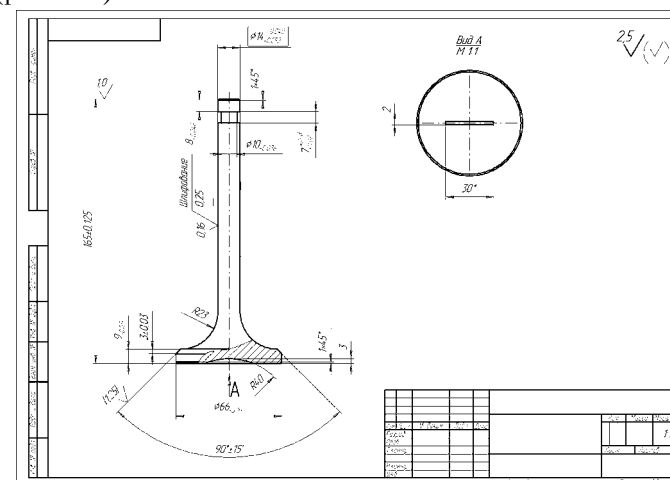









Рис. 4.30

21. Ввод обозначения базовых поверхностей и допусков формы. Нажмите кнопку  (**База**), направьте курсор на правую поверхность стержня клапана, щелкните по окну **txt**, где по умолчанию установлена буква **А**. В данном случае ее необходимо удалить, а вместо нее установить букву **Б**, нажать **ОК**, затем щелкнуть мышью и установить знак базы на высоте примерно 30–40 мм от базовой поверхности, зафиксировав ее нажатием левой кнопки мыши.

Для ввода суммарного допуска формы нажмите кнопку . Когда курсор примет форму квадрата, поместите его в точку с приблизительными координатами

$X = +(18 - 22)$, $Y = +(40 - 45)$, затем последовательно щелкните левой и правой кнопками мыши, а в контекстном меню выберите **Текст надписи**. В диалоговом окне **Введите текст** направьте стрелку курсора в прямоугольное окно. Когда курсор примет форму вертикальной черты, щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Вставить спецзнак**. В диалоговом окне **Спецзнак** нажмите на знак плюса напротив слов **Допуски формы и расположения поверхностей**, затем нажмите на знак плюса напротив слов **Суммарные допуски формы и расположения**, где в свою очередь нужно выбрать **Допуск биения**, после чего нажать **ОК**. На панели управления нажмите кнопку  (**Разбить ячейку по вертикали**) и в появившемся новом окне введите значение 0,03. Затем вновь нажмите кнопку  и в третьем окне введите обозначение базовой поверхности **Б**. Нажмите **ОК**. На панели специального управления нажмите кнопку  (**Ответвления со стрелкой**). Подведите курсор к правой нижней части прямоугольника допуска формы, щелкните мышью, подведите стрелку к середине уплотнительной фаски клапана и сделайте еще один щелчок. Для записи допуска формы в память системы нажмите кнопку  (**Создать объект**) и прервите команду с помощью кнопки **Stop** (рис. 4.31). Для ввода допуска формы нажмите кнопку . Когда курсор примет форму квадрата, поместите его в точку с приблизительными координатами $X = -(70 - 75)$, $Y = +(80 - 85)$, затем последовательно щелкните левой и правой кнопками мыши, а в контекстном меню выберите **Текст надписи**. В диалоговом окне **Введите текст** направьте стрелку курсора в прямоугольное окно. Когда курсор изменит свою форму, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню **Вставить спецзнак**. В диалоговом окне **Спецзнак** нажмите знак плюса

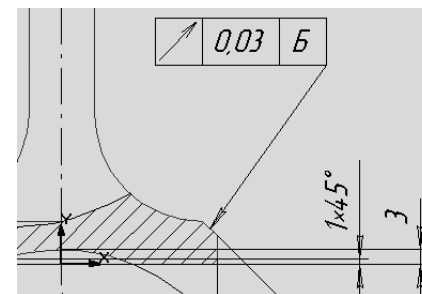


Рис. 4.31

напротив слов **Допуски формы и расположения поверхностей**, затем нажмите знак плюса напротив слов **Допуск формы**, где в свою очередь нужно выбрать из раскрытого списка **Допуск круглости** и нажать **ОК** (рис. 4.32).

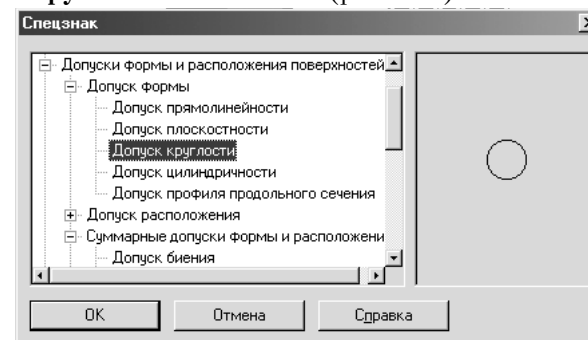





Рис. 4.32

На панели управления нажмите кнопку  (**Разбить ячейку по вертикали**) и в появившемся окне введите значение 0,007. Затем щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Вставить строку**. Во втором окне появившегося прямоугольника вставьте значение 0,007, а в первом выберите обозначение **Допуск цилиндричности** и нажмите **ОК**. Далее, не уводя курсор с прямоугольного окна, щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите **Вставить строку**. Затем в первой ячейке третьей строки выберите обозначения **Допуск прямолинейности**, в соседнюю ячейку вставьте значение 0,01 и нажмите **ОК**.

На панели специального управления нажмите кнопку  (**Ответвления со стрелкой**). Подведите курсор к правой нижней

части прямоугольника допуска формы, щелкните левой кнопкой мыши, направьте стрелку перпендикулярно линии поверхности стержня клапана и снова щелкните мышью. Для записи допуска формы в память системы воспользуйтесь кнопкой  (**Создать объект**) (рис. 4.33).

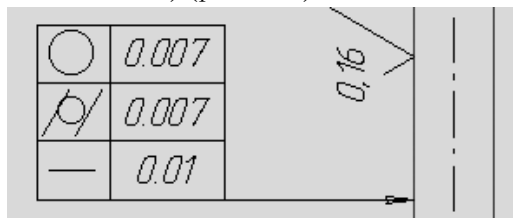




Рис. 4.33

22. Ввод обозначения линий выноски. Нажмите кнопку  (**Линия-выноска**) и направьте курсор в точку начала полки с приблизительными координатами X= -(18-22), Y= (183-188), ориентируясь по текущим координатам в левой части строки параметров. Щелкните мышью. Второй конец стрелки направьте в центр торца стержня и также щелкните мышью, потом нажмите кнопку  (**Параметры**) и в диалоговом окне в блоке **Полка** установите точку напротив слова **Влево**. Нажмите **ОК** (рис. 4.34).

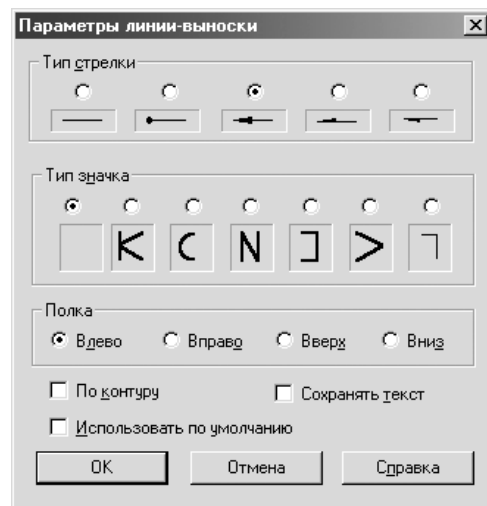


Рис. 4.34

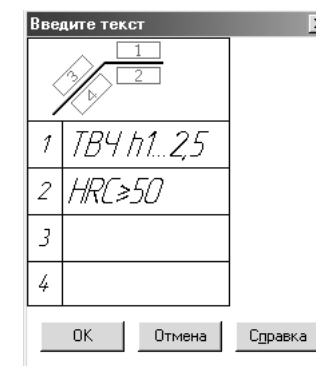




Рис. 4.35

После этого щелкните мышью на поле  (**Ввод текста**) и в диалоговом окне заполните первые две графы так, как показано на рис. 4.35.

Знак **Больше или равно** устанавливается правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбирается команда **Вставить спецзнак**. В диалоговом окне раскройте список **Простановка размеров** и выберите команду **Больше или равно**. Нажмите **ОК** в диалоговом окне и кнопку  (**Создать объект**) (рис. 4.36).

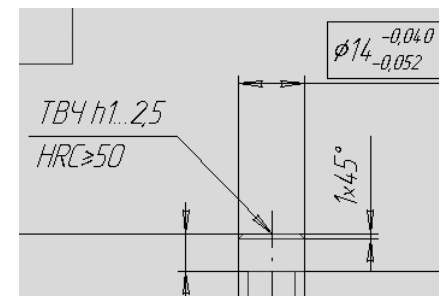


Рис. 4.36

Аналогичным образом установите линию-выноску с указанием азотирования на глубину 0,2–0,35 мм (рис. 4.37).

23. Ввод технических требований. В строке меню нажмите следующую последовательность команд: **Компоновка > Технические требования > Ввод**. В поле чертежа, выделенном пунктирной линией, введите текст (рис. 4.38).

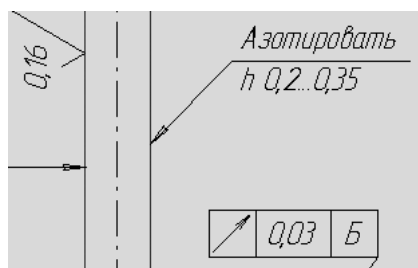


Рис. 4.37

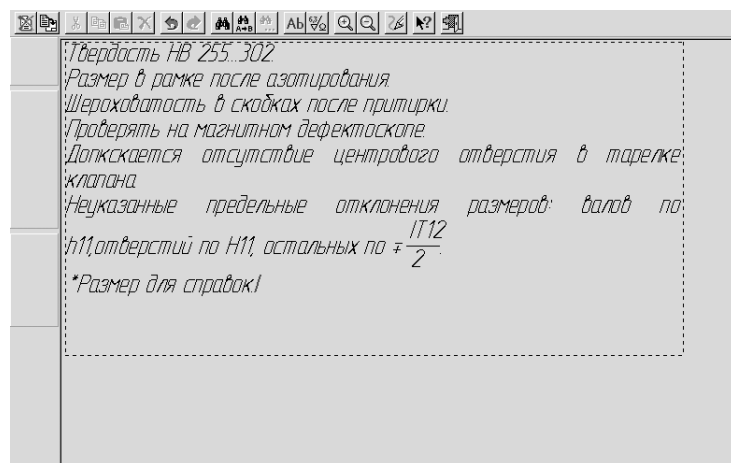


Рис. 4.38

Воспользуйтесь комбинацией клавиш **Ctrl+A** (выделить все), затем в конце строки параметров нажмите кнопку (**Промеровать абзацы**). Далее нажмите кнопки (**Сохранить в лист**) и (**Завершить редактирование текста**). Когда команда будет полностью выполнена, технические требования автоматически займут место над основной надписью в строгом соответствии с принятыми стандартами (рис. 4.39).

24. Редактирование. Для редактирования любого элемента чертежа или положения размерных линий требуется нажать кнопку (**Редактирование**) на панели переключения и щелкнуть мышью на фрагменте чертежа или размера. Редактируемый фрагмент (в качестве примера приведен допуск биения) будет выделен зеленым цветом, и появятся управляющие узелки (рис. 4.40). Чтобы изменить положение размера, нужно лишь привести курсор на тре-

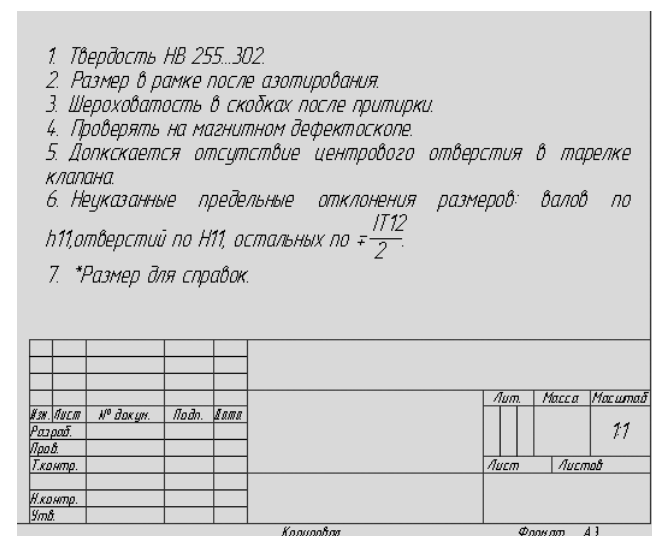


Рис. 4.39

буемый узелок, и, когда стрелка курсора приобретет вид четырехсторонней стрелки, щелкнуть мышью и передвинуть этот элемент в нужную сторону. Для выхода из режима редактирования достаточно щелкнуть мышью в любом другом месте поля чертежа. Чтобы изменить параметры размера, нужно навести курсор на требуемый узелок, и, когда курсор приобретет вид четырехсторонней стрелки, щелкнуть правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать **Редактирование** (рис. 4.41). При этом цвет редактируемой рамки изменится.

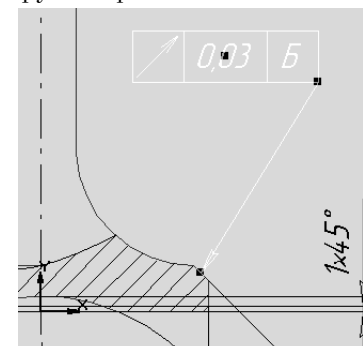







Рис. 4.40

После чего нужно щелкнуть мышью на поле **Ввод текста**  и в появившемся диалоговом окне ввести необходимые изменения.

Вырезать	Shift+Del/Ctrl+X
Копировать	Ctrl+Ins/Ctrl+C
Редактировать	

Рис. 4.41


25. Заполнение основной надписи. Наведите курсор на штамп чертежа. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню **Заполнить основную надпись**. Щелкните левой кнопкой мыши. На экране основная надпись чертежа будет выделена белым цветом. Для удобства заполнения с помощью кнопок  (**Увеличить масштаб рамкой**) или  (**Увеличить изображение**) и  (**Сдвинуть**) расположите надпись во весь экран и заполните основную надпись. Затем нажмите кнопку  (**Создать объект**), и только тогда ввод текста в основную надпись будет зафиксирован (рис. 4.42).

				Судомеханический факультет кафедра Теории и Конструкции СДВС		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.	Иванов В.А.				У	0,48
Проб.	Ганин Н.Б.					11
Т.контр.					Лист	Листов 1
Н.контр.					Сталь 38ХНЗМА	
Утв.	Безяков О.К.				ГОСТ 4543-71	
					СПГУВК	

Рис. 4.42

Созданный чертеж необходимо сохранить. Для этого нажмите в строке меню **Файл > Сохранить как**, выберите нужную папку в открывшемся диалоговом окне и напишите имя файла в одноименном окне.

4.3. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПОРШНЯ

Работа на компьютере позволяет в несколько раз сократить время, затрачиваемое на черчение. Выполняя чертеж вручную, приходится вычерчивать заново все детали, например при использовании метода «снизу вверх». При компьютерной сборке этого не требуется. Достаточно лишь скопировать нужную деталь в буфер обмена и вставить ее в нужное место. Но прежде необходимо создать папку, где будут храниться все чертежи этой сборки. Для этой цели нажмите на панели управления кнопку  (**Открыть документ**) и в диалоговом окне **Выберите файл для открытия** откройте: **Диск С > Мои документы > Номер группы > Фамилия студента**. Каждый студент обязан иметь личную папку, размещенную в соответствующей его номеру группе. В папке

студента создать новую папку с именем **Сборка поршня**, где будет храниться вся чертежно-конструкторская документация студента.

На примере головки поршня, тронка и других чертежей будет показан принцип компьютерной сборки, а также метод применения библиотечных фрагментов (рис. 4.43).

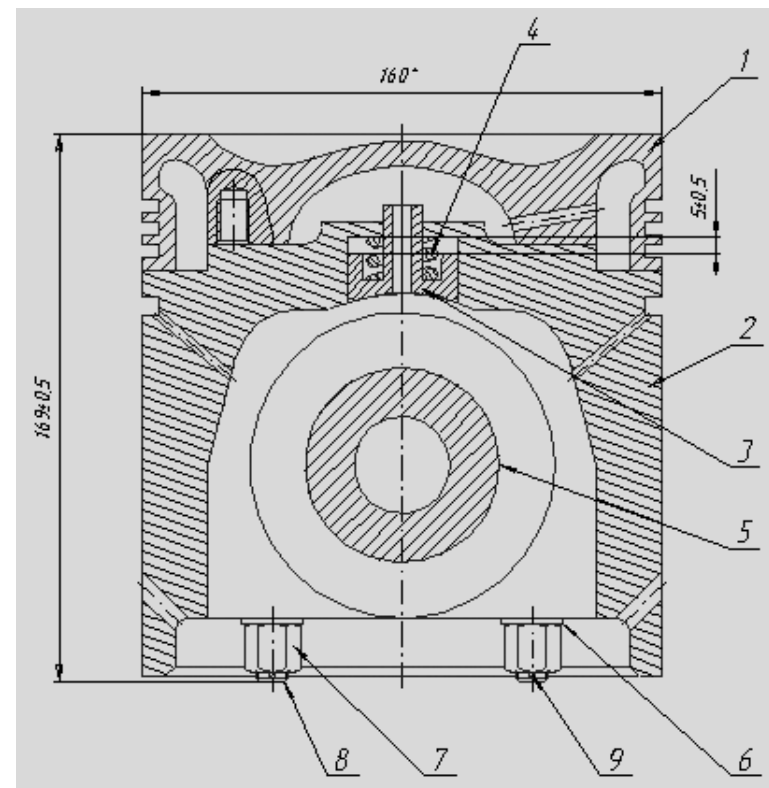


Рис. 4.43

4.3.1. Алгоритм построения головки поршня

На рис. 4.44. показан чертеж головки поршня, на основе которого разработан алгоритм ввода его геометрии. По многим элементам деталь симметрична, поэтому вычерчивать следует лишь одну половину, а остальные несимметричные элементы добавлять по мере необходимости. Центр координат логично установить в середине верхней части головки поршня.

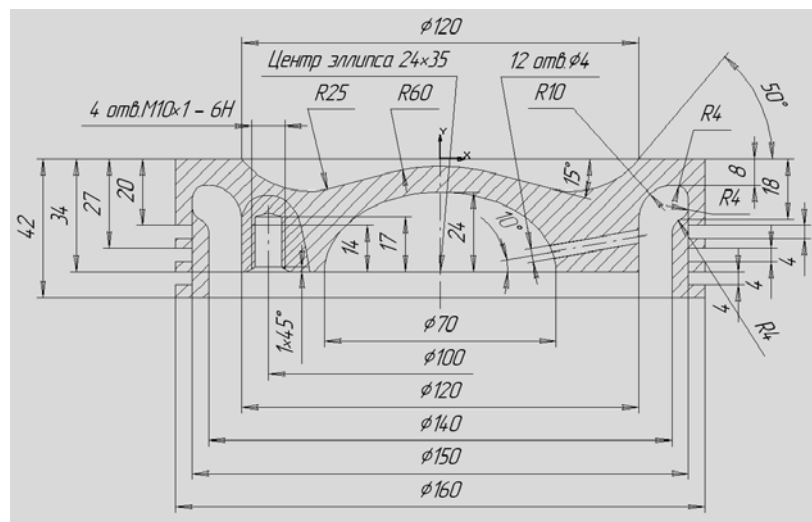


Рис. 4.44

1. Чтобы не ограничивать себя рамками чертежа, при создании как деталей для сборок, так и самих сборок, удобнее всего использовать файлы с расширением `frw`, а не `cdw`, то есть применить чертеж бесконечного размера. Для этого нажмите на панели управления кнопку (**Новый фрагмент**). Затем необходимо присвоить файлу имя. Откройте **Файл > Сохранить как** и в диалоговом окне **Укажите имя файла для записи** в блоке **Папка** откройте директорию **Сборка поршня**. В текстовом поле **Имя файла** наберите с клавиатуры **Головка поршня** и нажмите **Сохранить**.
Здесь для ввода геометрии головки поршня можно применить комбинированный метод, а именно: сначала с помощью команды **Непрерывный ввод объектов** по координатам точек чертежа введите половину контура чертежа в ортогональном виде, затем, используя вспомогательные линии и команды построения геометрических примитивов, доведите правую часть контура до требований чертежа. Командой **Симметрия** отрисуйте левую часть контура. После чего в правой части головки поршня с помощью команды вспомогательных параллельных прямых сделайте отверстие диаметром 4 мм. В левой части головки установите резьбовое отверстие, взяв его из библиотеки КОМПАС-ГРАФИК и предварительно деформировав под размеры чертежа.

В строке текущего состояния установите шаг курсора 1 мм. На панели **Геометрические построения** нажмите кнопку (**Непрерывный ввод объектов**) и направьте курсор в центр координат. Как только курсор попадет в ловушку, он изменит свою форму (прямоугольный крест на косой). Когда это произойдет, щелкните левой кнопкой мыши и, удерживая ее, посмотрите на текущие координаты курсора, расположенные в правой части строки текущего состояния. Координаты X и Y должны быть равны 0. Осторожно уберите руку с мыши и убедитесь, что текущие координаты по-прежнему в нулях. Перейдите на клавиатуру. Если «поймать ноль» не удалось, воспользуйтесь комбинацией клавиш **Ctrl+0**, и курсор автоматически переместится в точку (0,0) текущей системы координат.

Ввод геометрии с клавиатуры. Используя только клавиатуру (клавиши с изображением стрелок вверх, вниз, вправо, влево), установите в окне текущих координат следующую последовательность: (80, 0); (80, -20); (75, -20); (75, -24); (80, -24); (80, -27); (75, -27); (75, -31); (80, -31); (80, -34); (75, -34); (75, -38); (80, -38); (80, -42); (70, -42); (70, -18); (75, -18); (75, -8); (60, -8); (60, -34); (0, -34). После ввода нужной пары координат не забывайте всякий раз зафиксировать их клавишей **Enter**. Закончив ввод, нажмите клавишу **Esc**. Если все сделано правильно, на экране будет изображен ортогональный контур правой части головки поршня (рис. 4.45).

2. Нажмите кнопку (**Ввод вспомогательной прямой**) и с помощью левой кнопки мыши установите ее в центр координат.

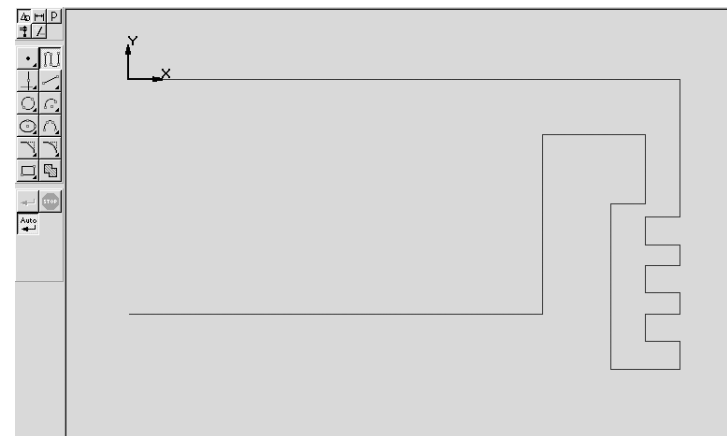







Рис. 4.45

В окне **Угол наклона прямой к оси X** установите -15° и нажмите **Enter**. В строке параметров установите координаты точки второй вспомогательной прямой (60, 0) и нажмите **Enter** и угол наклона 50 и вновь нажмите **Enter**. Нажмите кнопку  (**Непрерывный ввод объектов**), затем кнопку **Привязки** и в диалоговом окне установите флажок напротив слов **Пересечение**, **ОК**. Первая точка отрезка будет в центре координат, вторая – в месте пересечения двух вспомогательных прямых, а третья – на пересечении контура и вспомогательной прямой под углом 50 градусов. В строке меню нажмите **Удалить > Вспомогательные кривые и точки**.

3. Постройте осевую линию симметрии (см. раздел 4.2.1, пункт 10).
4. Нажмите кнопку  (**Ввод эллипса**). Введите центр эллипса, направив курсор в точку с координатами (0, -34). В строке параметров в окне **a** введите первую полуось 34, в окне **b** – значение второй полуоси 24, в окне **Угол наклона** – 0 градусов. Обратите внимание на кнопку **Отрисовка осей эллипса**. Она должна иметь такой вид: . Это означает, что при вводе эллипса отрисовка осей проводиться не будет. Если вместо нее кнопка будет выглядеть так – , необходимо просто нажать на нее (рис. 4.46).
5. Нажмите кнопку  (**Скругление**). В окне **rad** введите радиус 25 и выполните скругление камеры сгорания. Полость масляного охлаждения скруглите радиусами 10 и 4 в трех местах по контуру (рис. 4.44).

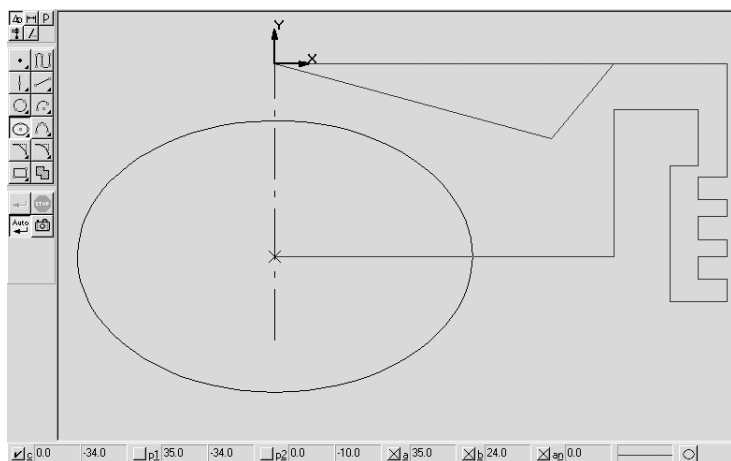


Рис. 4.46

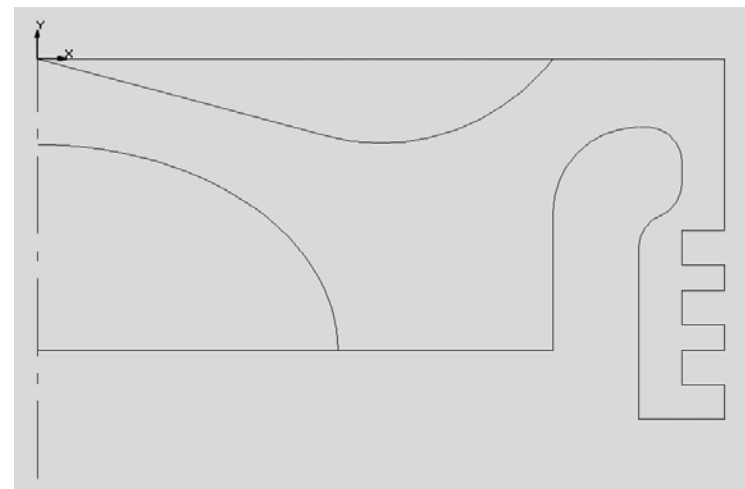




Рис. 4.47

6. В строке меню нажмите **Удалить > Часть кривой** и удалите лишние линии (рис. 4.47).
7. Воспользуйтесь комбинацией клавиш **Ctrl+A**, затем в строке меню нажмите **Операция > Симметрия** и установите курсор в центр координат, а вторую точку оси симметрии – в центр эллипса. Левая половина головки поршня построена. Нажмите кнопку **Скругление**, на панели **Геометрические построения**, в окне **rad** введите значение радиуса 60 и выполните скругление центральной части головки поршня. Нажмите кнопку  (**Показать все**) (рис. 4.48).
8. Нажмите кнопку  (**Ввод вспомогательной прямой**) и с помощью левой кнопки мыши установите ее в центр эллипса.

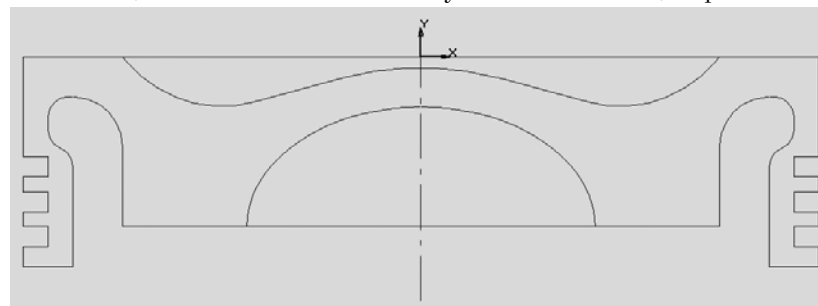





Рис. 4.48

В окне **Угол наклона прямой к оси X** установите 10 и нажмите **Enter**. Вновь нажмите кнопку  (**Ввод вспомогательной прямой**) и, не отпуская ее, выберите команду **Параллельная прямая** (рис. 4.49).

В окне  **Расстояние до прямой** введите значение 2, после чего два раза нажмите на кнопку .

(**Создать объект**). Вызовите команды **Ввод отрезка > Привязки > Пересечение > ОК**. Введите два отрезка для отверстия диаметром 4 мм, а также два отрезка, определяющих контур верхней и нижней головки поршня. Постройте осевую линию для отверстия диаметром 4 мм (см. раздел 5.2.1, пункт 10), не забывая при этом вернуться к прежнему стилю линии: **Основная**. В строке меню нажмите **Удалить > Вспомогательные кривые и точки**. Выполнить построение отрезка в нижней части головки поршня (рис. 4.50).

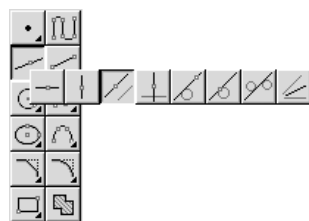


Рис. 4.49

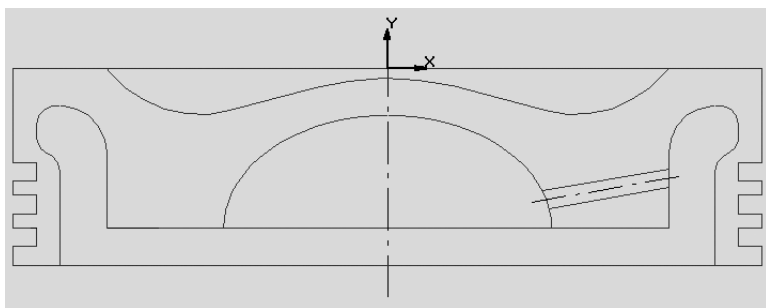




Рис. 4.50

- Установка резьбового отверстия из библиотеки КОМПАС-ГРАФИК. Выберите команду  (**Вспомогательная вертикальная прямая**) и в окне координаты X строки параметров установите значение (-50). Нажмите **Enter**. Для установки резьбового отверстия воспользуемся библиотекой КОМПАС-ГРАФИК. Для этого откройте папку  **Справочные материалы КОМПАС** (**Справочные материалы Компас**), в которой выберите директорию **Tutorial Files**, где откройте папку **Fragment**. Выберите здесь файл **Резьбовое отверстие М6 L=17_1** и откройте его (рис. 4.51). В профессиональной версии КОМПАС 3D ввод фрагмента резьбы осуществляется нажатием кнопок в следующей после-

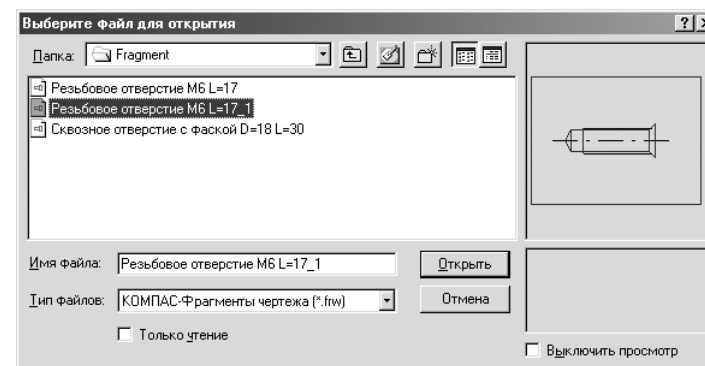




Рис. 4.51

довательности: **Менеджер библиотек > Прочие > Прикладная библиотека Компас > Резьбовое отверстие > Глухое отверстие** (нажмите дважды) **> Заполнить таблицу параметров резьбы**. Вставьте готовый фрагмент в чертеж.

На экране появится диалоговое окно о подтверждении сохранения. Нажмите кнопку **Да**. На экране возникнет библиотечный фрагмент резьбы. Так как учебная версия КОМПАС-ГРАФИК поддерживает только однооконный режим, прежде, чем открыть другой файл, приходится сохранять на жестком диске предыдущий.

Выделите рамкой фрагмент резьбы, затем в строке меню нажмите **Редактор > Копировать**. При этом курсор примет вид двух пересекающихся под прямым углом стрелок. Установите их в центр координат и щелкните мышью. Далее нажмите **Редактор > Вставить**, и изображение резьбы войдет в буфер обмена. Затем следует нажать кнопку  (**Открыть документ**), найти файл, который мы сохранили под именем **Головка поршня**, и открыть его. На поле чертежа щелкнуть правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать **Вставить**. На экране появится изображение резьбы М6. Нажмите **Привязки > Пересечения > ОК** и направьте изображение резьбы в точку пересечения вспомогательной прямой с нижней основной линией контура головки поршня. Как только курсор попадет в ловушку привязки и в искомой точке появится крест, а в левой части строки параметров координаты (-52, -34), щелкните мышью и нажмите клавишу **Esc**. Однако указанная резьба установлена горизонтально, тогда как нам необходима вертикальная ориентация. Поэтому следует повернуть изображе-

ние на 90 градусов против часовой стрелки. Для повышения точности выделения увеличьте масштаб изображения рамкой , затем нажмите **Выделить > Рамкой**. Установите курсор в правой нижней части резьбового фрагмента, щелкните левой кнопкой мыши, не отпуская ее, протяните рамку до полного охвата резьбового фрагмента (рис. 4.52) и снова щелкните мышью. При этом цвет линий внутри рамки изменится на зеленый.

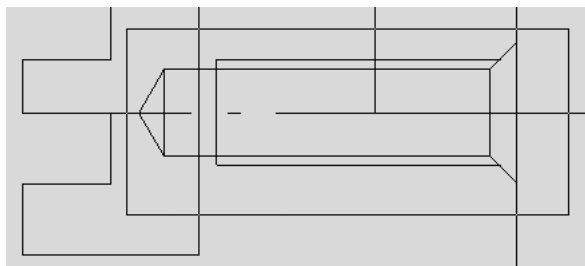
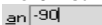



Рис. 4.52

В строке меню выберите команды **Операции > Поворот** и в окне **Угол поворота** строки параметров установите величину -90 . Проследите за тем, чтобы с правой части окна была изображена кнопка с одним прямоугольником . Затем направьте курсор в точку поворота с координатами (-52, -34) и после появления косога креста щелкните мышью. Резьба установится строго вертикально и в нужном нам месте (рис. 4.53). Однако по чертежу рис. 4.44 требуется резьба М10 с длиной резьбовой части 14 мм, в то время как у нас установлена резьба М6 с длиной резьбовой части 17 мм. Чтобы трансформиро-

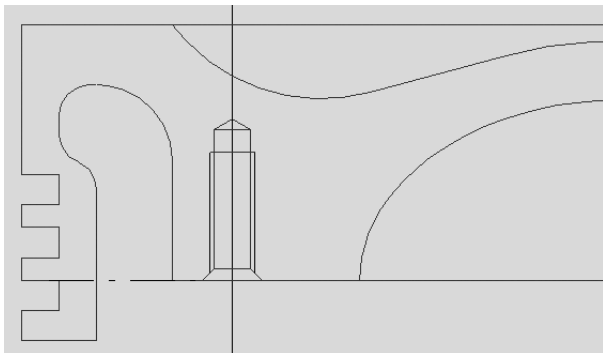




Рис. 4.53

вать резьбу, применим команду **Операции > Масштабирование** и в строке параметров в окне **Масштаб по X** разделим 10 на 6 (знак деления находится в правой части клавиатуры), где в числителе нужный нам диаметр резьбы, а в знаменателе – имеющийся в наличии. Нажмите **Enter**. Система автоматически разделит числа и увеличит размеры по оси X в 1,667 раза. Аналогичным образом в окне **Масштаб по Y** делим длины резьбовой части 14 на 17, нажимаем **Enter** и получаем масштаб 0,824  . После этого направьте курсор в точку центра масштабирования, которой является точка с координатами (-52, -34) и после попадания курсора в ловушку щелкните мышью, нажмите кнопку **Stop** и еще раз щелкните мышью в любом поле чертежа. Требуемые параметры резьбы установлены. В заключении введите осевую линию для резьбы и удалите вспомогательные кривые и точки (рис. 4.54).

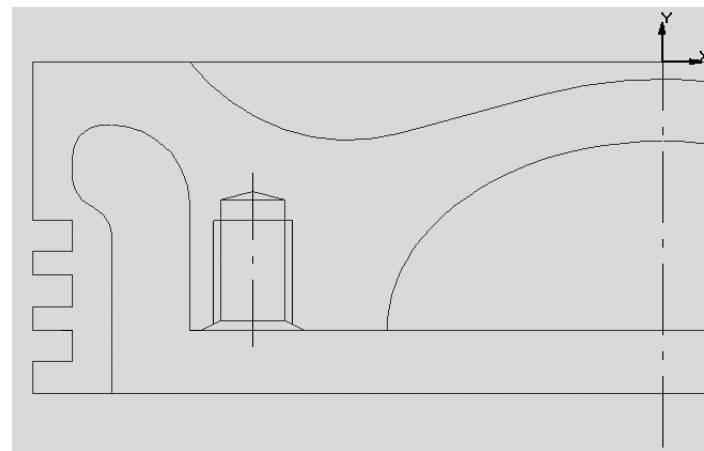





Рис. 4.54

10. Местный разрез. На инструментальной панели нажмите кнопку  (**Ввод кривой Безье**). Щелкнув мышью по окну  (**Текущий стиль линий**), выберите в диалоговом окне **Для линии обрыва**. Установите курсор на линии контура вблизи резьбового фрагмента и, обозначая точки щечками мыши, выполните местный разрез, как показано на рис. 4.44. Завершите местный разрез, нажав кнопку  (**Создать объект**), и не забудьте вернуться к установке основной линии.

11. Штриховка. На панели управления нажмите кнопку (Показать все), а на инструментальной панели – кнопку (Штриховка). В строке параметров в окне **st** (поле Шаг штриховки) введите **2** и нажмите клавишу **Enter**, а в окне **an** (поле Угол наклона штриховки) введите **45** и снова нажмите **Enter**. Убедитесь, что вид штриховки соответствует металлу. После этого установите курсор внутрь области местного обрыва, щелкните мышью и нажмите кнопку (Создать объект). Штриховка местного обрыва построена. Установите другие параметры штриховки: Шаг штриховки **3**, Угол наклона **45**. Щелкните мышью в местах предполагаемой штриховки и нажмите кнопку (Создать объект). Геометрическое построение закончено (рис. 4.55).

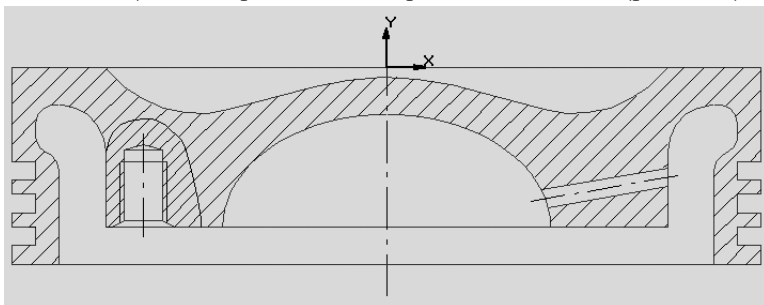


Рис. 4.55

12. Простановка размеров. Большое количество вертикальных и горизонтальных размеров удобнее всего устанавливать с помощью сетки размером 5x5 или 10x10. В строке текущего состояния нажмите кнопки (Сетка), Привязки и в диалоговом окне установите флажок напротив слов **По сетке > ОК**. В этом случае расстояние между размерами будет строго фиксировано и равно 10 мм, что придаст чертежу аккуратность и равномерную насыщенность. Последовательность и порядок простановки размеров аналогичны описанному в главе 4.2.1 (пункты 16–19). После простановки размеров следует сохранить чертеж под другим именем, например **Головка поршня2**. В итоге мы получим два файла: один с размерами, другой без них. Это необходимо для удобства последующей сборки.

4.3.2. Алгоритм построения тронка поршня

Алгоритм геометрического построения тронка поршня разработан на основе чертежа (рис. 4.56). В этом случае мы также имеем симметричную деталь, поэтому сначала выполняем половину ортогональ-

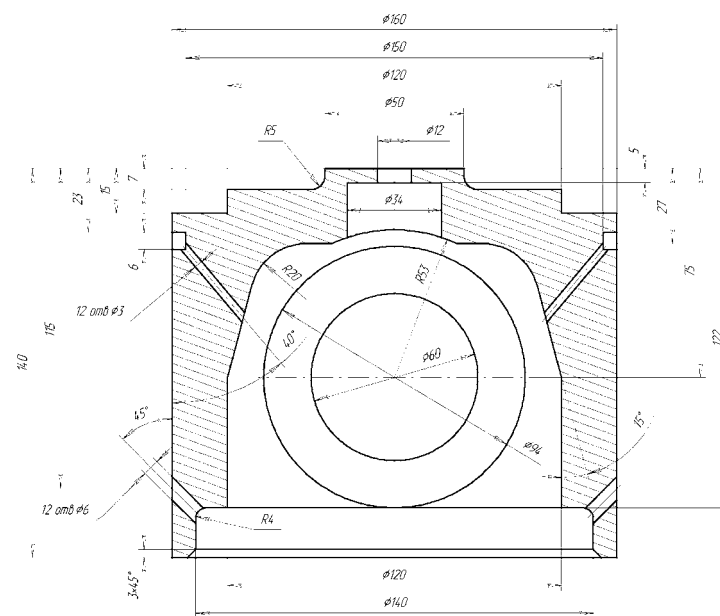




Рис. 4.56


ного контура, затем доводим геометрию тронка до полного соответствия размерам исходного чертежа и выполняем команду **Симметрия**.

1. На панели управления нажмите кнопку (Новый фрагмент). После этого необходимо присвоить имя файлу. Нажмите **Файл > Сохранить как** и в диалоговом окне **Укажите имя файла для записи** откройте папку **Сборка поршня**, наберите с клавиатуры в поле **Имя файла** слово «Тронк» и нажмите **Сохранить**.
2. В строке текущего состояния установите шаг курсора 1 мм. На панели **Геометрические построения** нажмите кнопку (Непрерывный ввод объектов) и направьте курсор в центр координат. Как только курсор попадет в ловушку, он изменит свою форму (прямоугольный крест на косой). Когда это произойдет, щелкните левой кнопкой мыши и, удерживая ее нажатой, посмотрите на текущие координаты курсора, расположенные в правой части строки текущего состояния. Координаты X и Y должны быть равны 0. Осторожно уберите руку с мыши и убедитесь, что текущие координаты по-прежнему в нулях. Перейдите на клавиатуру. Если «поймать ноль» не удалось, вос-

пользуйтесь комбинацией горячих клавиш **Ctrl+0**, и курсор автоматически переместится в точку (0,0)  текущей системы координат. Если вместо нулей там будут близкие к нулю значения, например десятые, сотые или даже тысячные доли миллиметра, все последующие построения будут ошибочны.

3. Ввод геометрии с клавиатуры. Используя только клавиатуру (клавиши с изображением стрелок вверх, вниз, вправо, влево) установите в окне текущих координат следующую последовательность: (25, 0); (25, -7); (60, -7); (60, -15); (80, -15); (80, -23); (75, -23); (75, -29); (80, -29); (80, -140); (70, -140); (70, -122); (60, -122); (60, -27); (17, -27); (17, -5); (0, -5).

После ввода нужной пары координат, а фактически одной координаты, зафиксируйте их клавишей **Enter**. В заключение ввода нажмите клавишу **Esc** и кнопку  (**Показать все**). Если все сделано правильно, на экране будет изображен ортогональный контур правой части тронка поршня (рис. 4.57).

4. Ввод трех вспомогательных прямых. На инструментальной панели нажмите кнопку  (**Ввод вспомогательной прямой**) и на запрос системы **Укажите первую точку вспомогательной прямой или введите координаты** активируйте мышью поле координаты X и установите с клавиатуры величину 70. Нажмите клавишу **Enter**. Затем щелкните мышью на поле координаты Y и введите значение (-122). Вновь нажмите **Enter**. В окне **Угол наклона прямой к оси X** установите (45) и снова **Enter**. Аналогично установите координаты точки второй вспомогательной прямой (60, -75), угол наклона 105 и третьей (75, -29) с углом наклона 40 градусов (рис. 4.58).

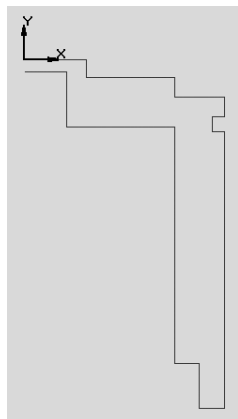






Рис. 4.57

5. Нажмите кнопку  (**Ввод вспомогательной прямой**) и, не отпуская левую кнопку мыши, выберите команду  (**Параллельная прямая**). Наведите курсор на верхнюю вспомогательную прямую под углом 40 градусов, а когда ее цвет изменится на красный, щелкните мышью и в окне **dis** в поле **Расстояние до прямой** введите значение 1,5. Нажмите клавишу **Enter**. После чего два раза нажмите кнопку  (**Создать объект**).

В итоге образуется две параллельные линии, расстояние между которыми составит 3 мм. Аналогичным образом проведите две параллельные прямые для нижней вспомогательной прямой, но в окне **Расстояние до прямой** введите значение 3 (рис. 4.59).

Установите привязку, воспользовавшись командами **Пересечение** (поставьте флажок) и **ОК**. Теперь рассмотрим, как начертить отрезок. Введите один отрезок под углом 105 градусов, определяющий контур нижней части тронка поршня, затем четыре отрезка для отверстий диаметром 3 и 6 мм. Перед вводом отрезков рекомендуется увеличить масштаб изображения на экране. Постройте осевые линии для отверстий диаметром 3 и 6 мм (см. раздел 4.2.1, пункт 10), не забывая при этом вернуться к прежнему стилю линии – **Основная**. В строке меню нажмите **Удалить > Вспомогательные кривые и точки** (рис. 4.60).

6. Скругления. Нажмите кнопку  и в окне **rad** введите радиус 20, нажмите клавишу **Enter** и выполните скругление верхней внутренней части тронка. Аналогичным образом выполните скругление верхней части тронка радиусом 5 мм и нижней части радиусом 4 мм. В строке меню нажмите **Удалить > Часть кривой** и наведите курсор на часть вертикальной линии внутреннего контура тронка, подлежащую удалению. Удалите все ненужные линии (рис. 4.61).

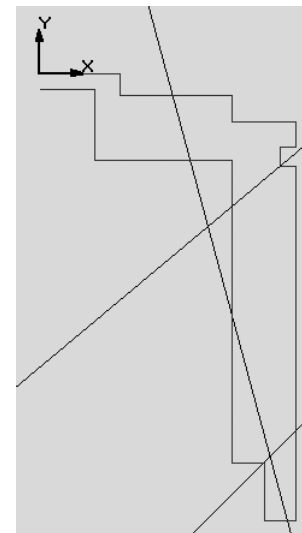


Рис. 4.58

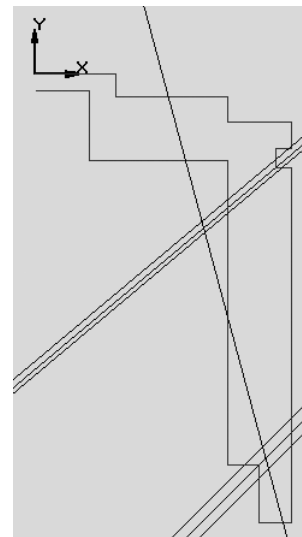




Рис. 4.59

7. Фаска. Нажмите кнопку  (**Фаска**) и установите в окне **Длина фаски на первом объекте** цифру 3: . Наведите курсор мыши на нижнюю торцевую сторону тронка. При этом цвет линии изменится на красный, а в строке сообщений появится надпись **Укажите первую кривую для построения фаски**. Щелкните мышью. После этого направьте курсор на смежную вертикальную сторону и снова щелкните мышью (рис. 4.61).

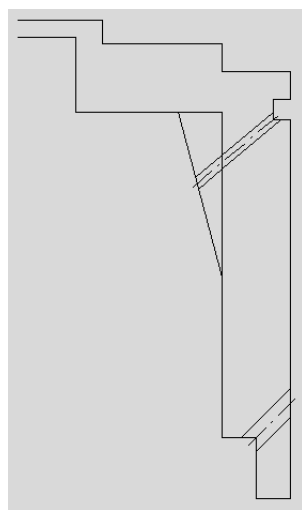



Рис. 4.60

8. Симметрия. Воспользуйтесь комбинацией горячих клавиш **Ctrl+A** или командами **Выделить > Все**. В строке меню нажмите **Операции > Симметрия**, направьте курсор в центр координат и щелкните мышью. Затем укажите вторую точку симметрии (на 5 мм ниже), щелкните мышью и нажмите кнопку  (**Прервать команду**). (рис. 4.62).

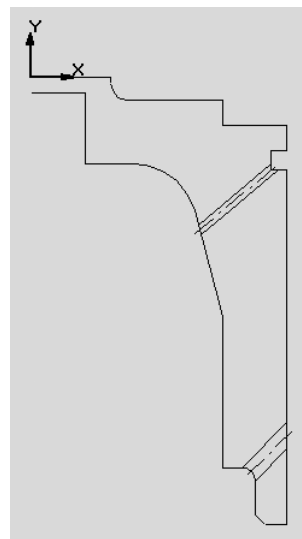






Рис. 4.61

9. Ввод двух окружностей. Нажмите кнопку  (**Геометрические построения**), затем  (**Ввод окружности**). В левой части строки параметров введите координаты центра окружности (0, -75) и нажмите Enter. Введите радиус окружности 68/2 и нажмите Enter, затем радиус окружности 94/2, нажмите кнопку  (**Отрисовка осей**) и клавишу Enter. Если кнопка уже имеет вид перекрещивающихся осей , нажимать ее не нужно. Далее вставьте фантом окружности с осями в центр имеющейся окружности (рис. 4.63).

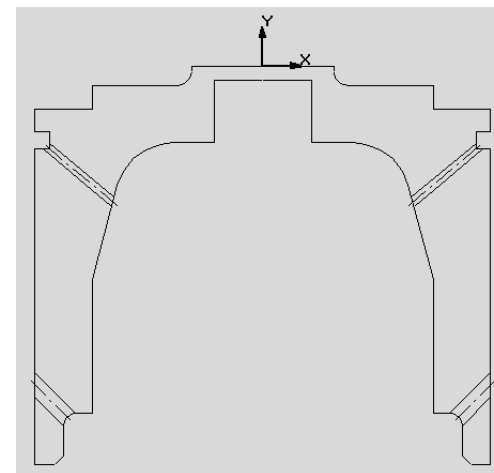


Рис. 4.62

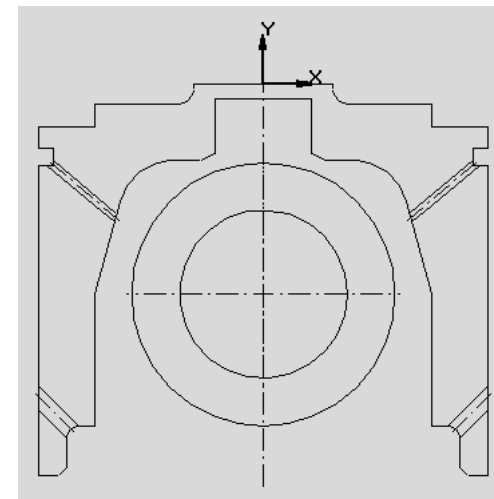





Рис. 4.63

10. Ввод дуги. Нажмите кнопку  (**Ввод дуги**) и в окне **Радиус дуги** введите величину 53: . Нажмите Enter. После этого вставьте фантом дуги в центр окружностей и щелкните мышью. В строке параметров обратите внимание на кнопку, указывающую на направление дуги (по часовой стрелке или

против). Если дуга имеет направление против часовой стрелки , курсор следует направить в правую часть тронка в точку пересечения радиуса дуги 53 мм с горизонтальной линией верхней части тронка (размер 27 мм). После захвата курсора ловушкой (появление крестика) щелкните мышью и направьте курсор против часовой стрелки в противоположную симметричную точку.

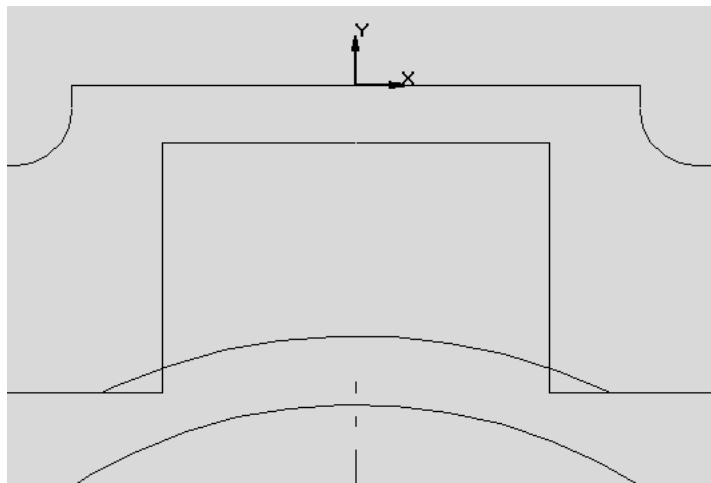



Рис. 4.64

ку. Зафиксируйте положение, щелкнув мышью (рис. 4.64).

11. Удаление. В строке меню нажмите **Удалить > Часть кривой**, затем удалите два прямоугольных угла, отсеченных дугой.
12. Ввод отрезков. Войдите в режим **Геометрические построения**, нажмите кнопку  (**Ввод отрезка**) и введите с помощью мыши три горизонтальных отрезка в нижней части тронка.
13. Ввод отрезков по координатам. Установите привязку **Выравнивание**. В ответ на запрос системы **Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты** в окне текущих координат строки параметров введите координаты первой точки отрезка (6, 0). Нажмите клавишу **Enter**, а затем опустите перпендикуляр на прямую. Как только курсор примет форму крестика на прямой и появятся пунктирное изображение координаты точки привязки **Выравнивание**, щелкните мышью. Аналогичным образом введите второй вертикальный отрезок с координатами первой точки отрезка (-6, 0).

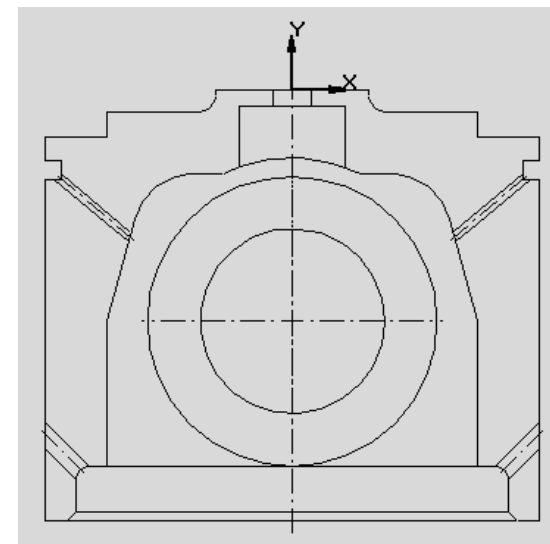





Рис. 4.65

После введения осевой линии симметрии тронка (см. раздел 4.2.1, пункт 10) на экране появится законченное изображение геометрии тронка поршня (рис. 4.65).

14. Штриховка. Нажмите кнопку  (**Штриховка**) и в окне **Шаг штриховки** установите 3. В окне **Угол наклона штриховки** введите -20 и нажмите **Enter**. После того как параметры штриховки введены, можно приступать к штриховке. Для этого достаточно указать мышью места предполагаемых мест штриховок, заштриховать их с помощью мыши и зафиксировать, нажав кнопку  (**Создать объект**). Если штриховку осуществить не удалось, значит, при вводе геометрии были допущены ошибки (разорван основной контур). Искать разрыв линии – дело очень трудоемкое, часто бывает проще построить весь чертеж заново. Если все сделано правильно, штриховка тронка будет иметь вид, как на рис. 4.66.
15. Простановка размеров. Вертикальные и горизонтальные размеры удобнее всего устанавливать с помощью сетки размером 5x5 или 10x10. В строке текущего состояния нажмите кнопки  (**Сетка**), **Привязки** и в диалоговом окне установите флажок напротив слов **По сетке > ОК**. В этом случае расстояние между размерами будет строго фиксировано и равно 10 мм, что придает чертежу аккуратность и равномерную насыщенность.

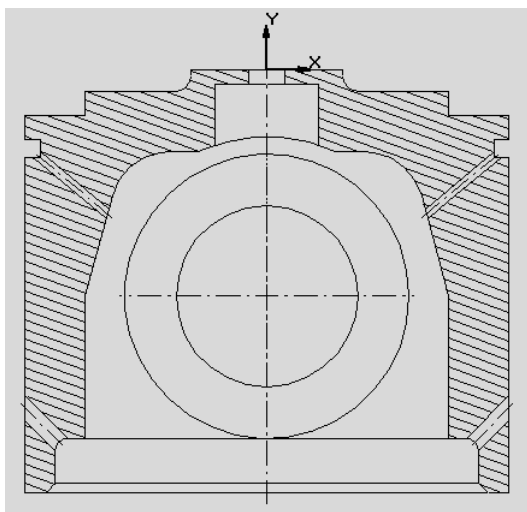


Рис. 4.66

Последовательность и порядок простановки размеров аналогичны описанному в главе 4.2.1 (пункт 16–19). После простановки размеров файл следует сохранить под другим именем, например **Тронк2**. В итоге мы получим два файла: один с размерами, другой без них. Это необходимо для удобства последующей сборки.

4.3.3. Алгоритм построения масляной форсунки

Масляная форсунка предназначена для охлаждения центральной части головки поршня. Она устанавливается в тронк, а снизу упирается в верхнюю головку шатуна. Чертеж масляной форсунки показан на рис. 4.67.

Метод координат, который использовался в двух предыдущих случаях, не совсем подходит для данного чертежа, так как координаты точки пересечения радиуса 53 с диаметром 34 заданы неявно. Здесь лучше всего применить метод параллельных и горизонтальных вспомогательных прямых, с последующим соединением непрерывными отрезками в характерных точках детали. Учитывая, что эта деталь симметрична, достаточно построить лишь одну половину.

1. На панели управления нажмите кнопку (**Новый фрагмент**). После этого присвойте файлу имя. Нажмите **Файл > Сохранить как**, в диалоговом окне **Укажите имя файла для записи** откройте папку **Сборка поршня**, наберите с клавиатуры **Форсунка** в поле **Имя файла** и нажмите **Сохранить**.

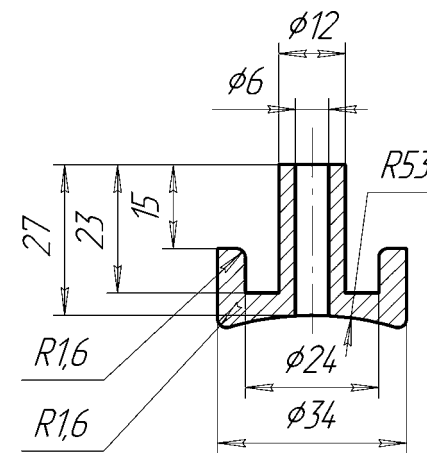


Рис. 4.67

2. В строке текущего состояния установите шаг курсора 1 мм. На панели геометрических построений нажмите кнопку (**Вертикальная прямая**), установите ее в центре координат и щелкните мышью. Затем осторожно уберите руку с мыши и убедитесь в том, что текущие координаты по прежнему «в нулях». Перейдите на клавиатуру. Если «поймать ноль» не удалось нажмите, воспользуйтесь комбинацией горячих клавиш **Ctrl+0**, и курсор автоматически переместится в точку (0,0) текущей системы координат. Используя только клавиатуру (клавиши с изображением стрелок вверх, вниз, вправо, влево), установите в окне текущих координат следующие координаты по оси X: 3, 6, 12, 17. Всего (с осью симметрии) должно появиться пять вертикальных линий. Нажмите кнопку (**Горизонтальная прямая**), установите ее в центр координат и аналогичным образом введите следующие координаты по оси Y: (-15), (-23). Всего будет три горизонтальных линии.
3. Нажмите кнопку (**Ввод дуги**) и в окне **Радиус дуги** введите величину 53: . Нажмите **Enter**. После этого вставьте фантом дуги в точку с координатами (0, -80) и снова нажмите **Enter**. Нажмите **Привязки** и установите флажок напротив слов **Пересечения > ОК**. В строке параметров обратите внимание на кнопку, указывающую на направление дуги. Если дуга имеет направление против часовой стрелки , курсор следует направить в правую часть форсунки в точку пересечения радиуса дуги 53 мм с крайней вертикальной линией (коорди-

ната по оси X – 17 мм). После захвата курсора ловушкой щелкните мышью и прочертите дугу против часовой стрелки до оси симметрии (координата по оси X равна нулю). Зафиксируйте положение, щелкнув мышью (рис. 4.68).

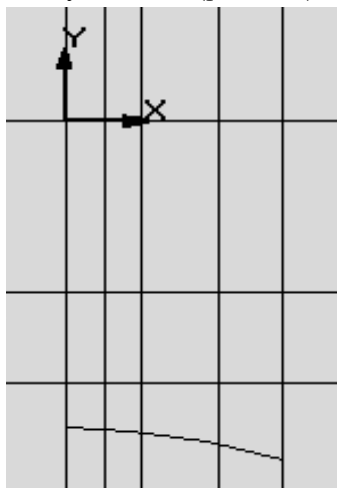


Рис. 4.68

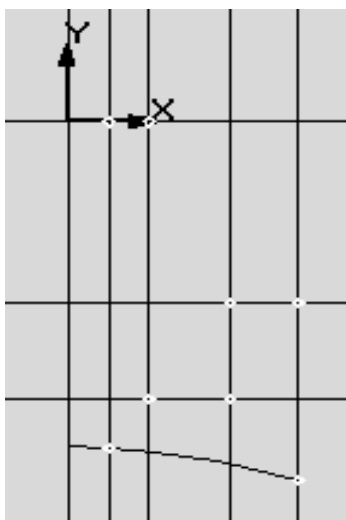


Рис. 4.69

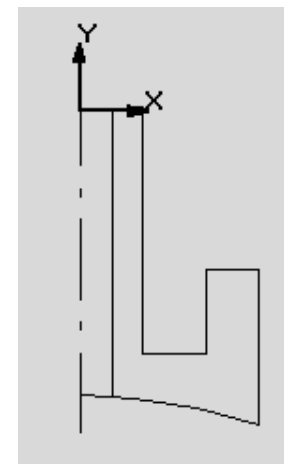


Рис. 4.70

4. Нажмите кнопку (**Непрерывный ввод объектов**), направьте курсор в точку пересечения дуги с крайней правой вертикальной прямой и щелкните мышью. Аналогичным способом отметьте характерные точки чертежа (рис. 4.67). Восьмая точка должна быть на дуге (рис. 4.69).
5. Введите осевую линию симметрии (см. раздел 4.2.1, пункт 10). Удалите вспомогательные кривые и точки (рис. 4.70).
6. Выполните два скругления радиусом 1,6 мм. Нажмите кнопку (**Штриховка**) и в окне **Шаг штриховки** установите 2. Наж-

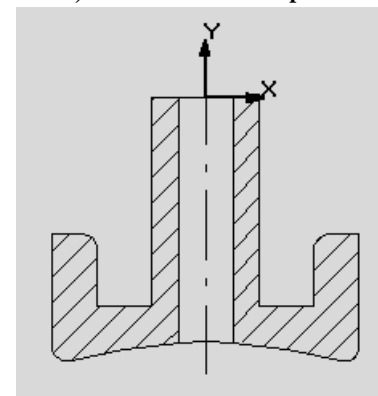


Рис. 4.71

мите **Enter**. В окне **Угол наклона штриховки** введите 45, нажмите клавишу **Enter** и кнопку  (**Создать объект**).

7. Нажмите **Ctrl+A**, **Операция > Симметрия** и укажите ось симметрии. Введите верхний горизонтальный отрезок с координатами (-6, 0) и (6, 0). Ввод геометрии масляной форсунки закончен (рис. 4.71).
8. После простановки размеров файл следует сохранить под другим именем, например **Форсунка2**.

5.3.4. Алгоритм сборки поршня

Ниже представлена последовательность действий, позволяющих максимально быстро выполнить сборочный чертеж поршня.

1. Определение количества деталей, входящих в сборку.
2. Определение сопряженных базовых точек (общих точек соприкосновения деталей).
3. Сборка в файле с расширением fww.
4. Вставка из библиотеки стандартных деталей и узлов (гайки, шайбы, болты и т.д.).
5. Дорисовка недостающих деталей непосредственно в сборке.
6. Импортирование готовой сборки в выбранный формат чертежа.
7. Простановка габаритных и функциональных размеров, обозначение позиций, написание технических требований и заполнение основной надписи.

Рассмотрим каждое действие подробнее.

1. Определение количества деталей, входящих в сборку. В сборку входят следующие детали:
 - головка поршня;
 - тронк;
 - форсунка;
 - пружина;
 - гайка;
 - шпилька;
 - шайба;
 - поршневой палец.

2. Определение сопряженных базовых точек. Под сопряженной базовой точкой понимается координата точки, принадлежащая двум сопрягаемым деталям. Такими точками могут быть следующие точки с координатами относительно тронка (рис.4.72):

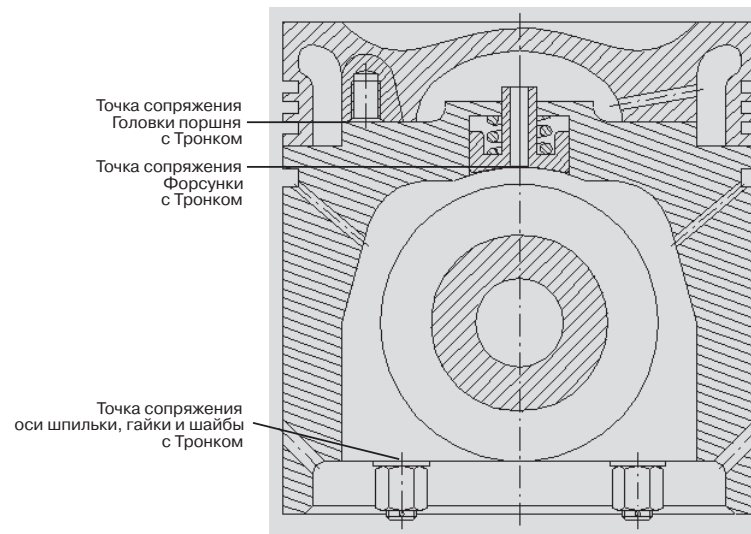




Рис.4.72.

- точка сопряжения головки поршня с тронком, координаты (60, -70);
 - точка сопряжения форсунки с тронком, координаты точно не заданы. Сопряжение осуществляется только с помощью привязки **Пересечение**;
 - точка сопряжения оси шпильки, гайки и шайбы с тронком, координаты (40, -122).
3. Алгоритм сборки в файле с расширением fww. На инструментальной панели нажмите кнопку  (**Открыть документ**). Найдите папку **Сборка поршня**, которая была создана ранее, и откройте файл **Головка поршня**. После появления картинки (если файл был записан правильно, там не должно быть размеров) воспользуйтесь комбинацией горячих клавиш **Ctrl+A**. На инструментальной панели нажмите кнопку  (**Копировать в Буфер обмена**). На вопрос системы **Укажите положение базовой точки или введите координаты** установите курсор в

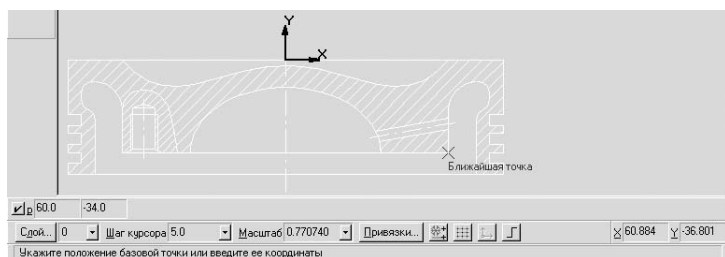


Рис. 4.73

точке с координатами (60, -34), как на рис. 4.73, и щелкните мышью. Войдите в папку **Сборка поршня** и откройте файл **Тронк**, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду **Вставить**.

Направьте курсор вместе с фантомом изображения головки поршня в область точки с координатами (60, -7). Когда курсор попадет в ловушку (появление косоугольного креста), щелкните мышью и нажмите кнопку **Прервать команду**.

На инструментальной панели нажмите **Файл > Сохранить как** и в диалоговом окне **Укажите имя файла для записи** наберите **Сборка поршня**. Нажмите **Сохранить**.

Удалите лишние линии, оставшиеся от сопрягаемых деталей, выполняя команды **Удалить > Часть кривой** и снова сохраните файл (рис. 4.74).

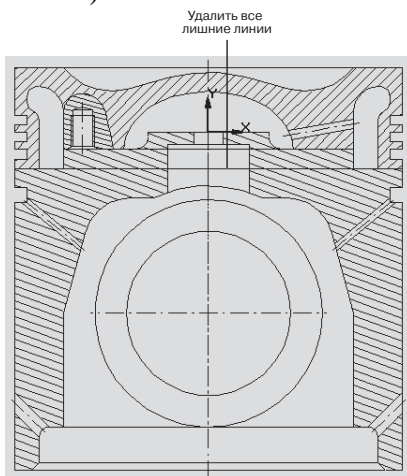


Рис. 4.74

Теперь нужно вставить форсунку. Для этого откройте файл **Форсунка**, воспользуйтесь командами **Выделить > Все** и нажмите кнопку **Копировать в буфер обмена**. На вопрос системы **Укажите положение базовой точки или введите координаты** установите курсор в точке пересечения оси форсунки и дуги и щелкните мышью.

Откройте файл **Сборка поршня**, щелкните правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду **Вставить**. Направьте курсор вместе с фантомом изображения форсунки в точку пересечения радиуса 53 мм и оси тронка. Когда курсор попадет в ловушку (появление косоугольного креста), щелкните мышью и нажмите кнопку **Прервать команду**. Удалите лишние линии и сохраните файл.

4. Вставка из библиотеки стандартных деталей и узлов.

Для вычерчивания крепежных деталей воспользуемся библиотекой КОМПАС-ГРАФИК. При инсталляции КОМПАС-3D LT 5.11 на системном диске (C:) в файле **Program Files** помещена библиотека чертежей. Путь к этой библиотеке следующий: **System (C:) > Program Files > KOMPAS 3D LT 5.11 > Tutorial > Blok > демо-2 > Открыть**. На экране появится сборочный чертеж направляющего блока. С помощью команды **Увеличить масштаб рамкой**

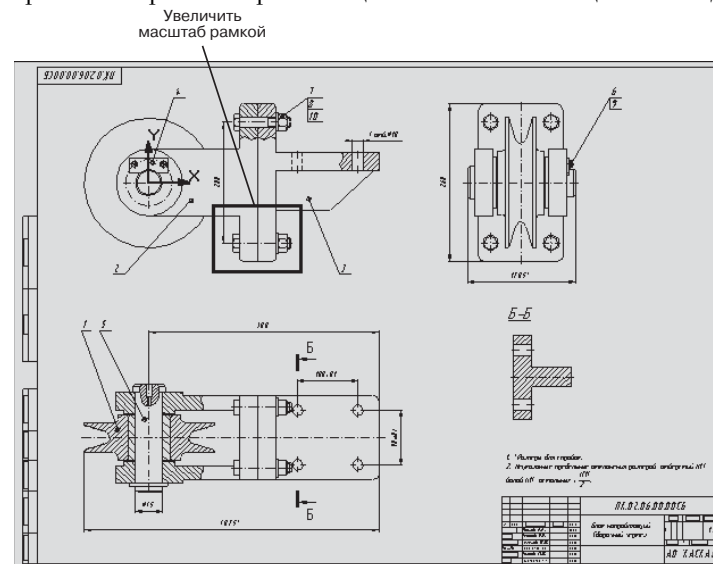


Рис. 4.75

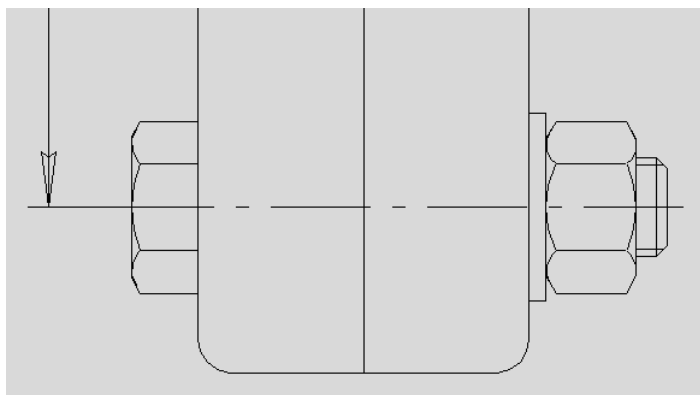



Рис. 4.76

(**Увеличить масштаб рамкой**) увеличьте изображение болта с гайкой, скрепляющих две детали, в нижней части фронтального изображения (рис. 4.75).

Увеличенное болтовое соединения следует выделить рамкой (рис. 4.76).

Как легко убедиться, выделить рамкой отдельно шайбу, гайку и часть шпильки, не удастся, поскольку это болтовое соединение создано как единое целое. Чтобы заимствовать только нужные нам детали, необходимо разбить это соединение на составные геометрические элементы. В этих целях нужно воспользоваться командой **Разрушить**. Нажмите **Выделить > Объект**, затем щелкните мышью на гайке и на шпильке. Болтовое соединение выделится зеленым цветом. После этого нажмите в строке меню **Операции > Разрушить**. Если выделить нужную часть не удастся, повторите процедуру выделения вновь и снова выполните команду **Разрушить**. Затем нажмите **Выделить > Рамкой** и выделит только шайбу, гайку, шпильку и ось симметрии болтового соединения. Когда нужные элементы будут выделены зеленым цветом, нажмите кнопку  (**Копировать в буфер обмена**). На вопрос системы **Укажите положение базовой точки или введите координаты** установите курсор в точке пересечения оси шпильки с наружной поверхностью шайбы (рис. 4.77), а потом щелкните мышью. После того как необходимые крепежные элементы будут записаны в буфер обмена, следует открыть **Сборку поршня** и на вопрос системы о сохранении файла демо-2 нажать **Да**. Щелк-

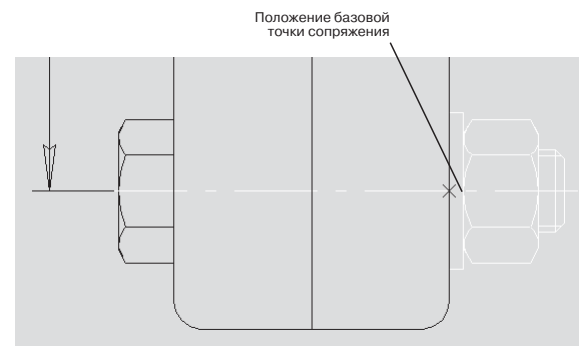


Рис. 4.77

ните правой кнопкой мыши, а в контекстном меню щелкните левой кнопкой мыши команду **Вставить**. Появившееся из буфера обмена изображение вставьте в нижний правый угол чертежа так, чтобы оно не соприкасалось с чертежом сборки поршня (рис. 4.78). Прежде чем вставить гайку со шпилькой в сборку поршня, необходимо повернуть его на 90 градусов, затем измерить заимствованный диаметр шпильки и изменить его масштабированием на требуемый размер М10.

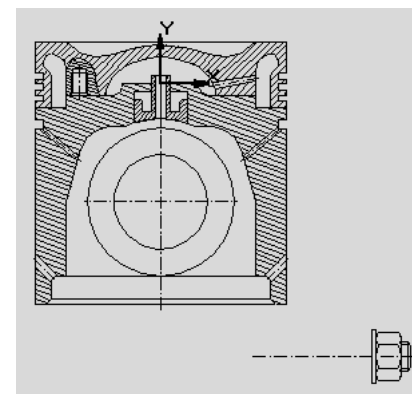



Рис. 4.78

Нажмите **Выделить > Рамкой** и заключите в рамку заимствованные крепежные элементы. Затем в строке меню выполните команды **Операции > Поворот** и на запрос системы **Укажите точку центра поворота** укажите мышью базовую точку сопряжения (рис. 4.77). В окне  (**Угол поворота**) введите -90

и нажмите **Enter**. Ось вместе с гайкой повернется на 90 градусов против часовой стрелки.

С помощью команды (**Увеличить масштаб рамкой**) увеличьте гайку со шпилькой во весь экран. Затем на панели переключения нажмите кнопку (**Измерения**), после чего на инструментальной панели нажмите кнопку (**Расстояние между двумя точками**). На экране появится диалоговое окно, в котором будут отражаться результаты измерения расстояния. Укажите мышью диаметр резьбовой части шпильки, и в диалоговом окне сразу же появятся результаты измерения $L1 = 18$ мм (рис. 4.79).

Теперь можно приступить к масштабированию. Выделите рамкой крепежные детали, затем в строке меню **Операции > Масштабирование** и в окне (**Масштаб по X**) введите дробь, где в числителе – диаметр требуемой резьбы, а в знаменателе – имеющийся, и нажмите **Enter**. После того как система автоматически вычислит масштаб (0.556), необходимо указать точку центра масштабирования (это базовая точка сопряжения) (рис. 4.77). Поймайте в ловушку курсора эту точку, щелкните мышью и нажмите кнопку **Прервать команду**. Для удаления лишних кусков осевой линии воспользуйтесь кнопкой (**Горизонтальная прямая**) и ограничьте осевую линию, выступающую за пределы контура на 3–5 мм (рис. 4.80).

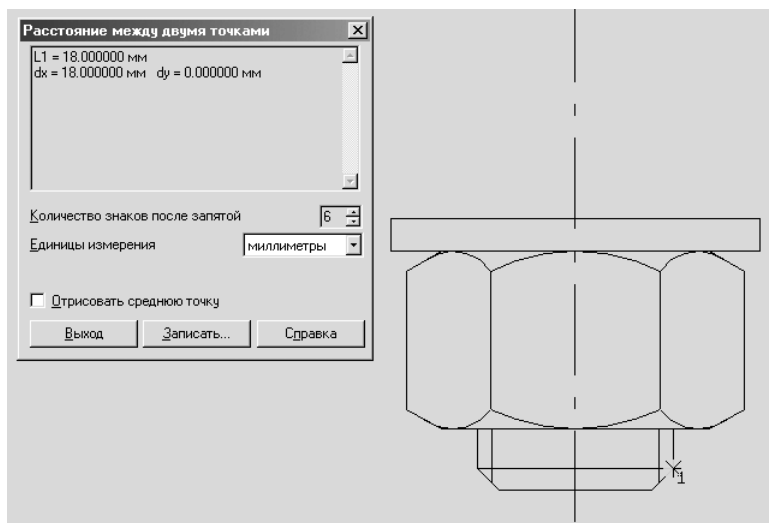


Рис. 4.79

Лишние части осевой линии удалите с помощью команды **Удалить > Часть кривой**, после чего удалите вспомогательные кривые и точки. Теперь все готово для вставки заимствованного и трансформированного крепежного объекта в сборочный чертеж.

Выделите рамкой крепежный объект, выполните команды **Операции > Сдвиг > Указанием**, затем щелкните мышью точку сдвига (это уже хорошо знакомая нам базовая точка сопряжения). Нажмите кнопку (**Показать все**) и на запрос системы **Укажите новое положение базовой точки или введите координаты** щелкните мышью в окне точки **p2**

(координата X) и с клавиатуры введите величину 40. Затем нажмите клавишу **Tab** и введите в соседнее окно величину координаты Y (-122): 40 -122. Нажмите клавишу **Enter** и кнопку (**Прервать команду**).

Однако нас не устраивает высота гайки: вместо 9, 111 мм требуется 15 мм. Чтобы получить гайку требуемой высоты, можно воспользоваться командой **Деформация**. Для этих целей нужно выполнить команды **Операции > Деформация > Сдвигом**. На запрос системы **Укажите начальную точку прямоугольной рамки** укажите мышью положение рамки таким образом, чтобы она начиналась примерно по середине гайки (рис. 4.81).

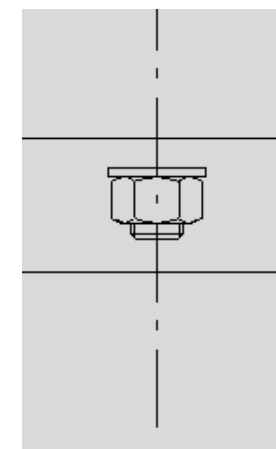


Рис. 4.80

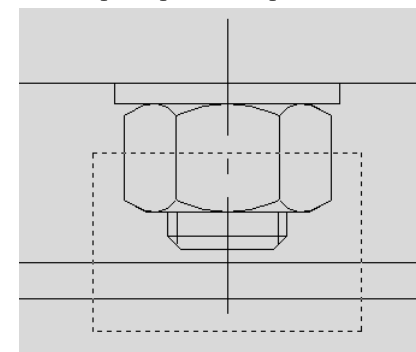



Рис. 4.81

В строке параметров в окне **Сдвиг вдоль оси X** установите ноль и нажмите клавишу **Enter**, а в окне **Сдвиг вдоль оси Y** установите $-(15-9.111)$: . Нажмите клавишу **Enter**. Система автоматически увеличит высоту гайки до 15 мм. Удалите основные линии, проходящие по гайке. На панели геометрических построений нажмите кнопку **Ввод окружности по двум точкам**. На запрос системы **Укажите первую точку на окружности или введите координаты** щелкните мышью в точке пересечения оси с нижней горизонтальной линией гайки. В окне **Радиус окружности** введите 1 и щелкните мышью ось гайки. Отверстие под шплинт построено (рис. 4.82).

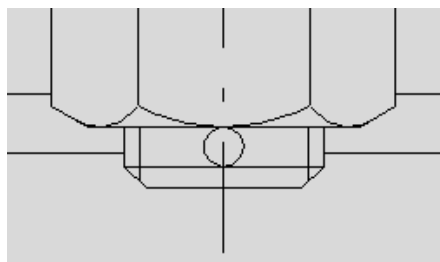






Рис. 4.82

Выполните команду **Симметрия**. Законченную гайку выделите рамкой, нажмите кнопку  (**Показать все**), потом **Операции > Симметрия**. Введите ось симметрии и нажмите кнопку  (**Прервать команду**). Удалите лишние линии и на второй гайке. Трансформация и вставка стандартных крепежных деталей из библиотеки закончена (рис. 4.83).

5. Дорисовка недостающих деталей непосредственно в сборке. Остальные детали, входящие в состав сборки поршня, проще дорисовать на сборке, чем выполнять отдельные чертежи с последующей вставкой. Рассмотрим алгоритм дорисовки пружины. Установите привязки: середина и пересечение. Нажмите кнопку  (**Вертикальная прямая**) и установите ее примерно в середине основания места под пружину (карман форсунки). После захвата курсора ловушкой щелкните мышью. Сделайте то же самое и для другой стороны. В строке текущего состояния установите шаг курсора 2 мм. Нажмите кнопку  (**Горизонтальная прямая**) и установите ее в основание кармана форсунки. Щелкните мышью, затем уберите с нее руку и с помощью клавиши со

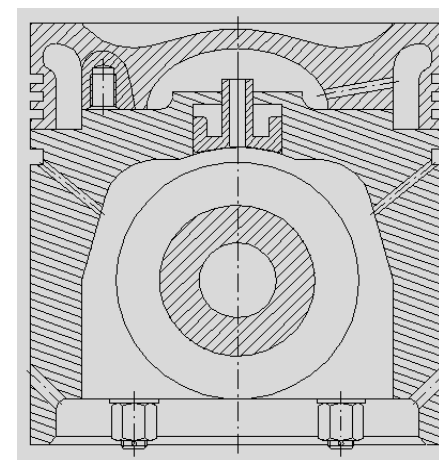



Рис. 4.83

стрелкой вверх введите семь горизонтальных прямых. После каждого нажатия клавиши не забывайте нажимать **Enter**. Нажмите кнопку  (**Ввод окружности по центру**) и на запрос системы **Укажите точку центра окружности** установите курсор в середину основания кармана форсунки. Затем выделите введенную окружность, после чего в строке меню нажмите **Операции - Копия - Указанием**. На запрос системы **Укажите базовую точку выделенных объектов** поместите курсор в центр выделенной окружности и вставьте копии окружностей в шахматном порядке (рис. 4.84).

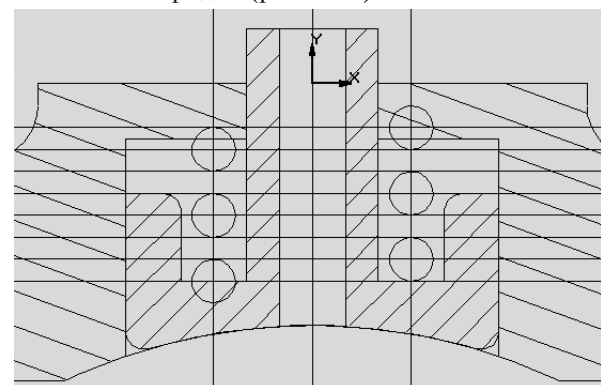


Рис. 4.84

Удалите вспомогательные кривые и точки, а также лишние линии, выходящие за рамки пружинного отсека. Нажмите кнопку **Ввод отрезка** и, не отпуская левую кнопку мыши, выберите кнопку **Отрезок, касательный к 2 кривым** (рис. 4.85). Нажмите окружности, между которыми нужно провести касательные линии.

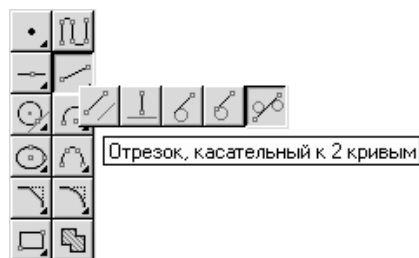




Рис. 4.85

Нажмите кнопку  (**Создать объект**) столько раз, сколько требуется касательных линий. При этом пунктирные линии превращаются в сплошные. Потом нажмите кнопку  (**Прервать команду**) (рис. 4.86).

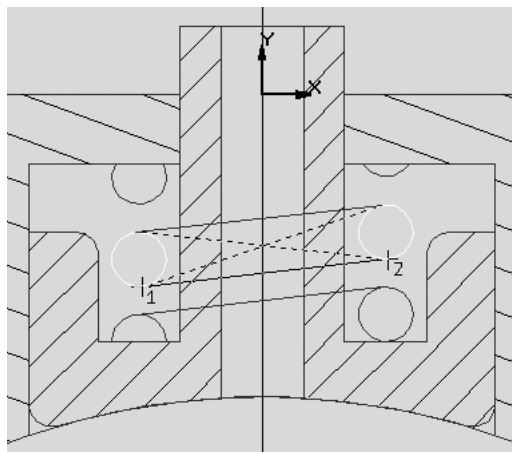


Рис. 4.86

Подобную процедуру повторите для трех пар окружностей, затем удалите лишние линии.

Нажмите кнопку **Штриховка**, в строке параметров установите шаг штриховки 1,5 и угол наклона штриховки (-45). Щелкая левой кнопкой мыши, заштрихуйте окружности (рис. 4.87).

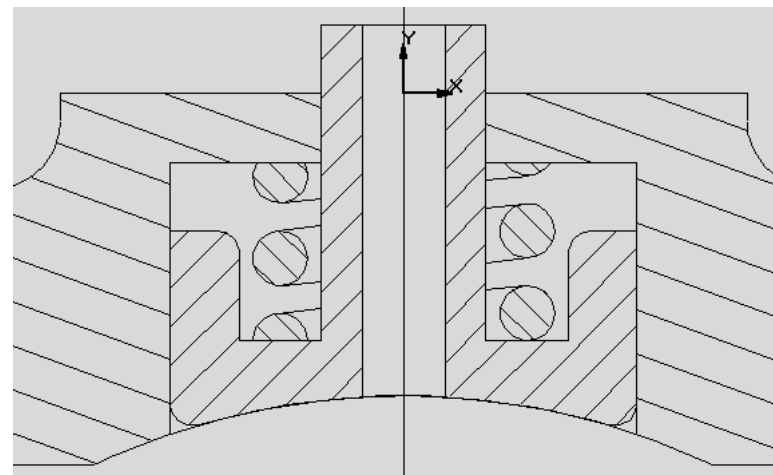


Рис. 4.87

Следующий этап дорисовки – установка поршневого пальца. Достаточно вставить в ось поршневого пальца окружность диаметром 30 мм, внутренний диаметр поршневого пальца, и заштриховать его, используя шаг штриховки 3, с углом наклона 45. В строке меню нажмите **Файл > Сохранить** (рис. 4.88).

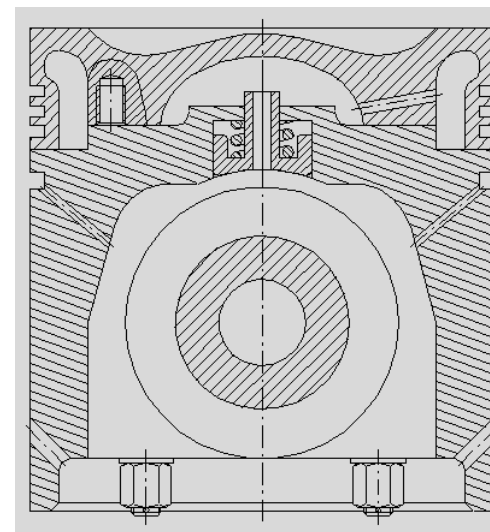


Рис. 4.88

Теперь импортируем готовую сборку в выбранный формат чертежа. Исходя из габаритных размеров сборочного чертежа выбираем формат А3 с вертикальной ориентацией.

В строке меню выполните следующую последовательность команд: **Настройка > Настройка новых документов > Графический документ > Параметры листа > Формат**. В диалоговом окне **Настройка параметров новых документов** в блоке **Обозначение** установите А3, **Ориентация** – вертикальная, **Кратность** – 1. Нажмите кнопку **ОК**.

Откройте файл **Сборка поршня**. Выполните команды **Выделить > Все > Редактор > Копировать**. На запрос системы **Укажите положение базовой точки** укажите центр поршневого пальца. Затем на панели управления нажмите **Новый лист > Показать все**. Щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите команду **Вставить**. Выберите наиболее подходящее место чертежа (рис. 4.89).

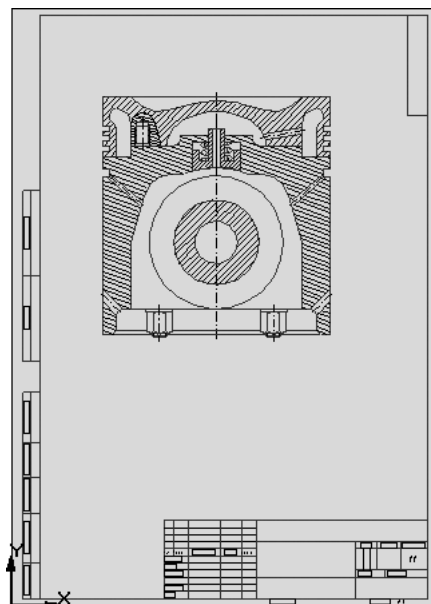


Рис. 4.89

Проставим габаритные и функциональные размеры, обозначим позиции, напомним технические требования и заполним основную надпись. Вначале желательно ввести технические требования, а уж потом все остальное. Порядок ввода технических требований описан в главе 4.2.1, пункт 23. Текст технических требований представлен на рис. 4.90.

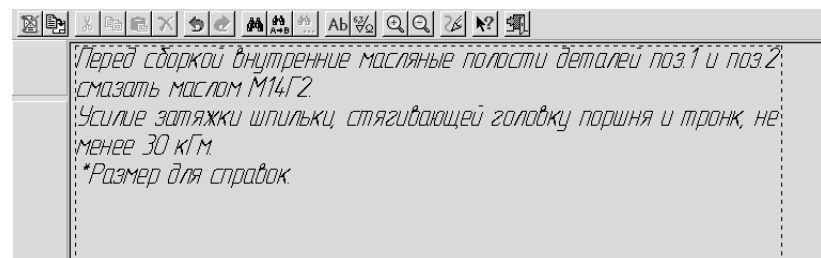


Рис. 4.90



Рис. 4.91

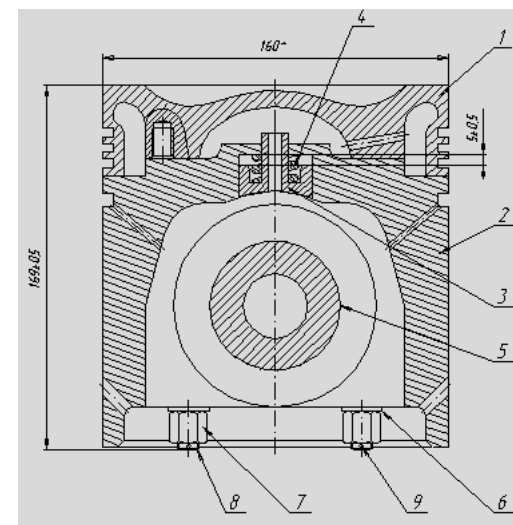


Рис. 4.92

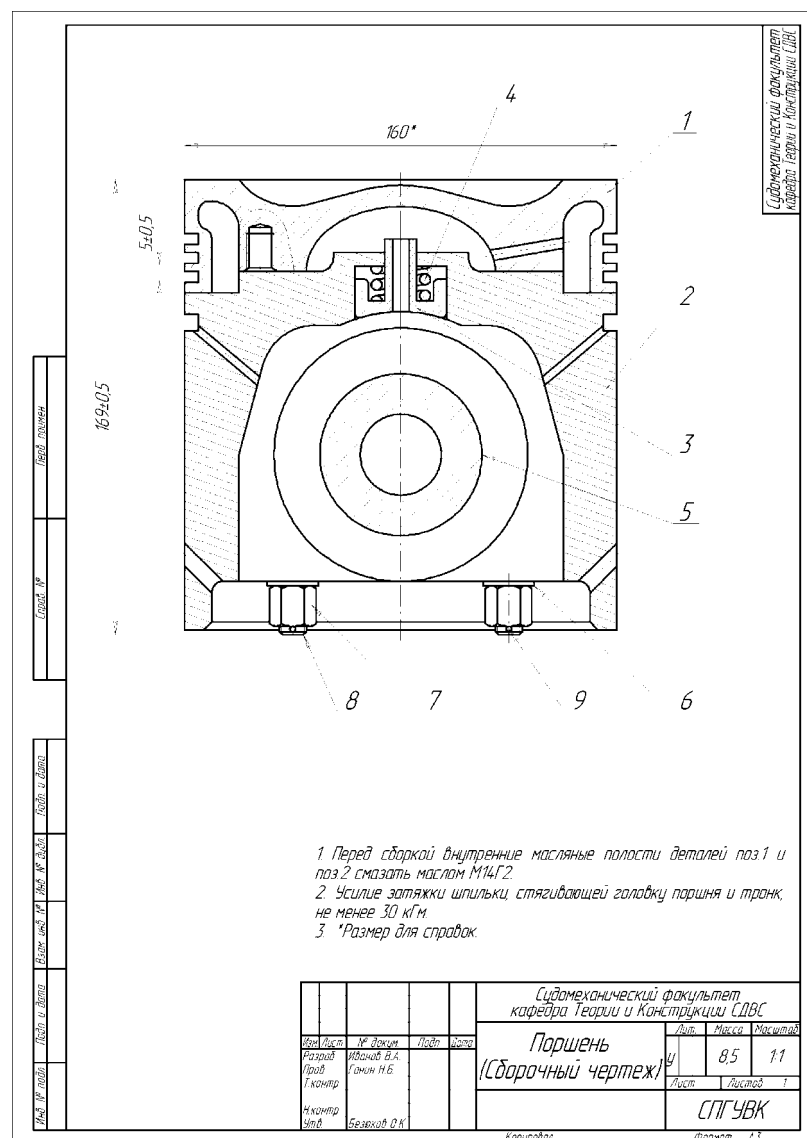


Рис. 4.93

В строке текущего состояния нажмите кнопку (**Сетка**), установите привязку **по сетке** и проставьте сначала функциональные размеры – 5 (ход масляной форсунки) и 1,5 (выступ шпильки), а затем габаритные: высота поршня 169 и его диаметр 160* как справочный размер. Порядок простановки горизонтальных и вертикальных размеров описан в главе 4.2.1, пункты 16-17.

Обозначение позиций. На инструментальной панели нажмите кнопку (**Линия выноски**) и, не отпуская ее, выберите кнопку **Обозначение позиций** (рис. 4.91). В строке параметров в поле **txt** появится цифра 1: . Она означает первую позицию. На запрос системы **Укажите начало полки** щелкните мышью в месте предполагаемой полки, а второй щелчок сделайте на обозначаемой детали (в данном случае ей является головка поршня). Аналогичным образом проставьте все оставшиеся восемь позиций (рис. 4.92).

Процедура заполнения основной надписи описана в главе 4.2.1, пункт 25. Окончательно оформленный сборочный чертеж показан на рис. 4.93.


4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ДЕТАЛЕЙ

При проектировании любой конструкции необходимо вычислять массу каждой детали, входящую в сборку, узел или изделие. Как известно, она равна произведению объема тела на его удельный вес. Эти данные позволяют оценить массу всего проектируемого изделия. При традиционном черчении процедура определения массы деталей сводилась к вычислениям совокупных объемов геометрических тел (в основном тел вращения), входящих в рассматриваемую деталь, с последующим вычитанием или сложением вычисленных объемов. При сложной конфигурации деталей этот процесс занимал много времени, к тому же конструктор часто упрощал схему расчета, что вело к существенным погрешностям определения объема детали.

При компьютерном проектировании процесс вычисления объемов тел вращения занимает несколько секунд. Достаточно определить площадь тела вращения и расстояние от центра тяжести площади до оси вращения.

В качестве примера определим массу впускного клапана (см. рис. 4.6). Проведите осевую линию на контуре клапана (рис. 4.8) и на панели переключения нажмите кнопку (**Измерения**), затем кнопку (**Площадь**). На экране возникнет диалоговое окно **Результат расчета площади**. Установите флажок в поле **Отрисовать центр тяжести**, потом направьте курсор в любое место измеряемой площади и щелкните мышью.

Измеряемая площадь будет выделена красным цветом, а в диалоговом окне появится величина измеряемой площади $1483,024372 \text{ мм}^2$ (рис. 4.94).

После записи площади нажмите кнопку **Выход**, затем на инструментальной панели нажмите кнопку  (**Координаты точки**), после чего установите курсор с тянущейся линией от центра координат в точку центра тяжести (она отмечена желтым цветом) и щелкните мышью. В диалоговом окне появится результат расчета в полярных и декартовых координатах. Однако нас интересует только расстояние до оси Y, то есть координата X, которая равна $6,643674 \text{ мм}$. Отсюда массу впускного клапана m определяем по формуле:

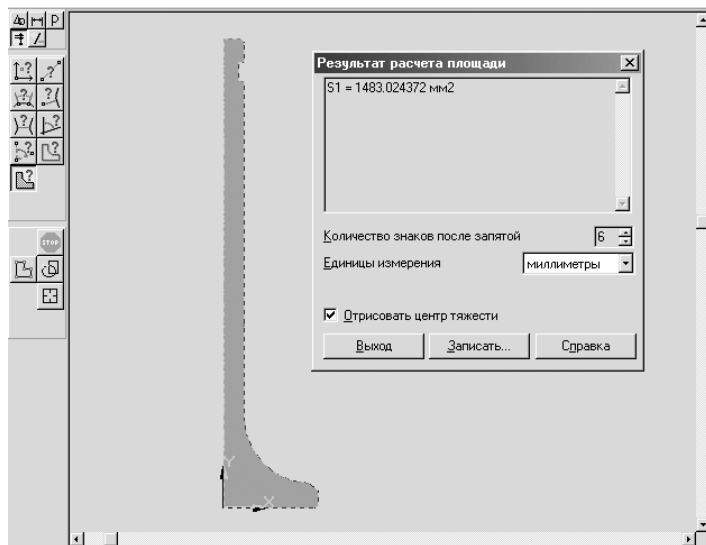


Рис. 4.94

В итоге масса впускного клапана при плотности стали $0,793$ равна $0,49 \text{ кг}$. Аналогичным образом определите массы головки поршня, тронка, форсунки и шпильки.

При трехмерном моделировании масса проектируемой детали определяется автоматически. В учебной версии КОМПАС-3D LT V6 Plus кроме массы определяются следующие параметры: площадь детали, объем, координаты центра масс, центробежные и осевые моменты инерции в глобальной и центральной системах координат. На рис. 4.95 изображена трехмерная модель коленчатого вала шестицилиндрового рядного двигателя, а на рис. 4.96 показана панель информации о его геометрических параметрах.

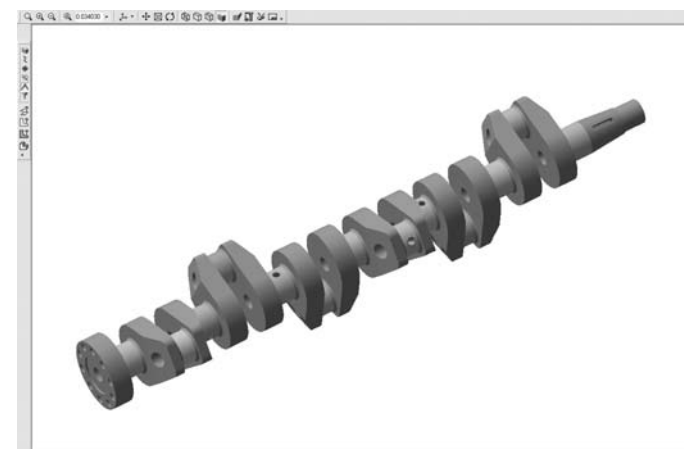


Рис. 4.95

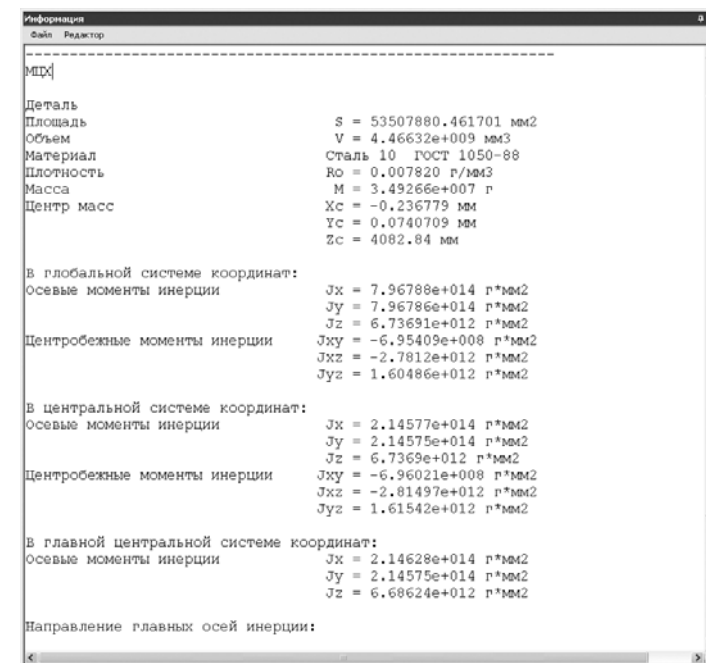


Рис. 4.96

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Потемкин А.* Инженерная графика. – М.: Лори, 2002. – 444 с.
2. Чертежно-графический редактор КОМПАС-3D: Практическое руководство. – СПб.: АСКОН, 2001. – 474 с.

Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «АЛЪЯНС-КНИГА» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу: **123242, Москва, а/я 20** или по электронному адресу: **post@abook.ru**.

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя. Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в Internet-магазине: **www.abook.ru**.

Оптовые закупки: тел. **(095) 258-91-94, 258-91-95**; электронный адрес **abook@abook.ru**.

Ганин Н. Б.

**Создаем чертежи на компьютере
в КОМПАС 3D LT.**

Главный редактор *Мовчан Д. А.*
movchan@dmr.ru

Верстка *Морозов М. П.*
Дизайн обложки *????????????*

Подписано в печать 00.00.0000. Формат 60х88 ¹/₁₆.
Гарнитура «Петербург». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 17. Тираж ??? Зак. № ???

Издательство «ДМК Пресс».