

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский государственный технический университет «МАМИ»

Кафедра «Кузовостроение и обработка давлением»

Петров П.А.

Одобрено методической
комиссией факультета КТ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
по курсу «Основы автоматизированного проектирования»
для студентов специальности 120400
«Машины и технология обработки металлов давлением»
и направления 551800 «Технологические машины и оборудование»
ЧАСТЬ 2

Петров Павел Александрович

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по курсу «Основы автоматизированного проектирования». ЧАСТЬ 2.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования». Описывается порядок проведения лабораторных работ, разобраны примеры их выполнения, приводятся задания к лабораторным работам и необходимый при работе с системой T-FLEX CAD справочный материал.

Содержание

Лабораторная работа № 1. Создание 2D чертежа в системе T-FLEX CAD	4
Лабораторная работа № 2. Построение лекальных фигур	19
Лабораторная работа № 3. Создание сборочных чертежей	35
Приложение 1. Основные команды T-FLEX CAD.	46
Приложение 2. Функциональные клавиши системы T-FLEX CAD	47
Приложение 3. Перечень «горячих» клавиш клавиатуры	48
Приложение 4. Основные операции с переменными	48
Приложение 5. Стандартные математические функции	49
Литература	49

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Создание 2D чертежа в системе T-FLEX CAD

Цель работы: знакомство с системой параметрического автоматизированного проектирования и твердотельного моделирования T-FLEX CAD; построение параметрического чертежа.


Алгоритм построения параметрического чертежа

Создание параметрического чертежа разберем на примере детали показанной на рис. 1.1. Процесс построения параметрического чертежа может быть разбит на два этапа: 1) создание чертежа в тонких линиях (линиях построения); 2) оформление чертежа (обводка линий построения, нанесение размеров, шероховатостей и т.д.).

Алгоритм построения сводится к следующему.

1. Создать новый чертеж с помощью команды «Файл|Новый|Чертеж» или комбинации клавиш <Ctrl><N>.

2. Произвести настройку свойств чертежа с помощью команды «Настройка|Статус». При выполнении этой команды на экране появляется окно диалога «Параметры документа» (рис. 1.2). В этом окне необходимо выбрать размер чертежа; масштаб, с которым на чертеже будет выводиться изображение; размер шрифта и т.д.

3. Создать относительную систему координат, в которой будем вести построение одного из видов детали (рис. 1.1), например главного. Отметим, что любой чертеж системы T-FLEX CAD имеет систему координат, заданную по умолчанию. Условимся называть эту систему абсолютной. Точка с координатами (0;0) этой системы расположена в левом нижнем углу формата чертежа. Для создания относительной системы координат необходимо войти в команду «Построения|Прямая» и выбрать в появившемся автоменю пиктограмму  (рис. 1.3). Результат этого действия - на экране появятся две перпендикулярные прямые, перемещающиеся вместе с курсором мыши (рис. 1.4). Для привязки этих линий к чертежу достаточно указать курсором в нужную точку и нажать левую клавишу мыши. После этого перпендикулярные линии окажутся зафиксированы. Однако при необходимости их можно сместить. Об этом будет сказано далее.



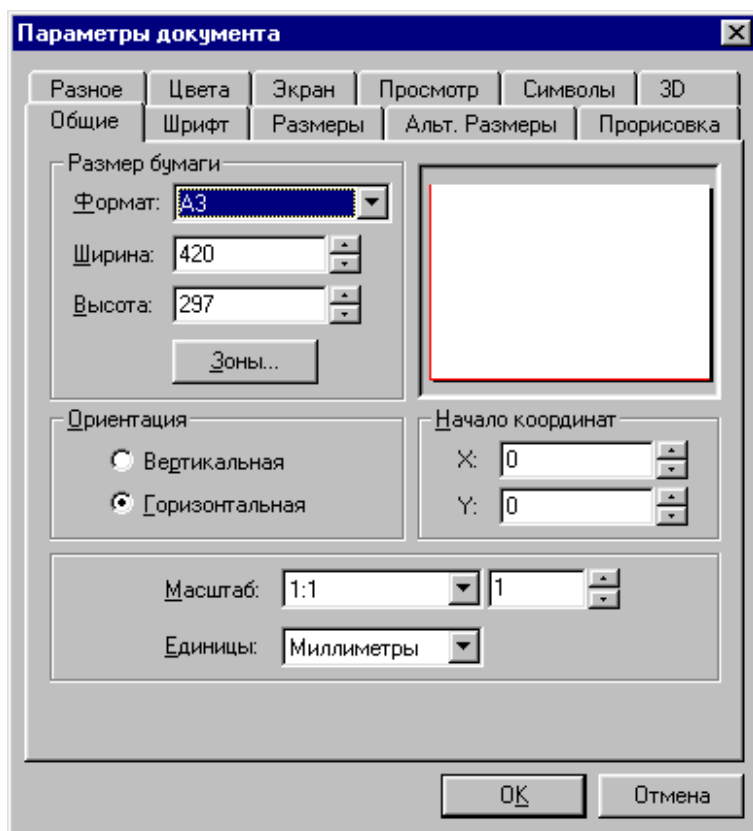


Рис. 1.2. Окно диалога «Параметры документа».

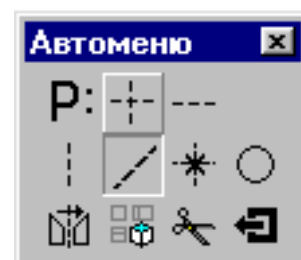


Рис. 1.3. Автоменю.

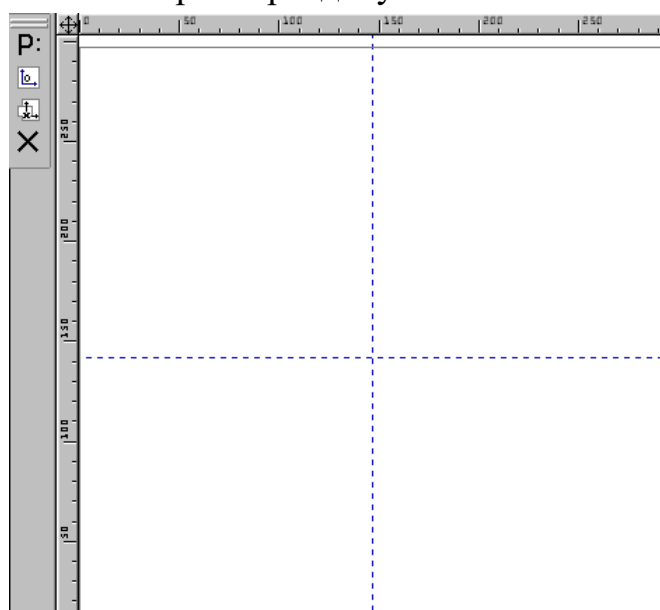



Рис. 1.4. Относительная система координат чертежа.

4. Создать линию построения, соответствующую горизонтальному размеру 150 мм. Для этого выберем в автоменю команды «Построения|Прямая» пиктограмму . Далее выбрать прямую относительно которой должен быть построен размер 150 мм, т.е. выбрать вертикальную линию (ось относительной системы координат). Выбор этой линии осуществляется либо с помощью курсора мыши, либо нажатием клавиши клавиатуры <L>. В результате за курсором будет перемещаться прямая линия (рис. 1.5).

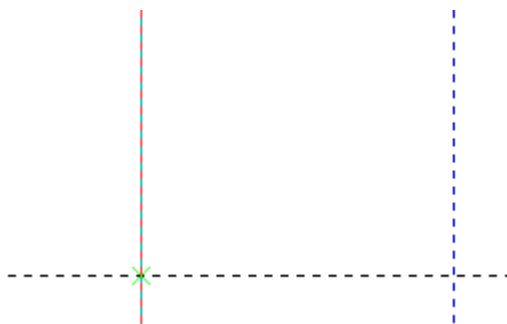


Рис. 1.5

Затем задать переменную соответствующую создаваемому размеру. Для этого, не фиксируя созданную по п.5 линию необходимо нажать клавишу <P>. На экране появиться окно диалога «Параметры прямой» (рис. 1.6). В этом окне, в поле <Расстояние> задается значение переменной, например «-Н», и подтверждается ввод кнопкой <ОК>. Это приводит к появлению окна диалога «Значение переменной» (рис. 1.7), в котором задается значение параметра и его тип. Значение переменной может быть вещественным, целым, математической или специальной функцией, символьной переменной. Тип переменной может быть либо внутренний, либо внешний. Результат действия - на экране появляется еще одна вертикальная прямая отстоящая от первой на расстояние 150 мм (рис. 1.8).

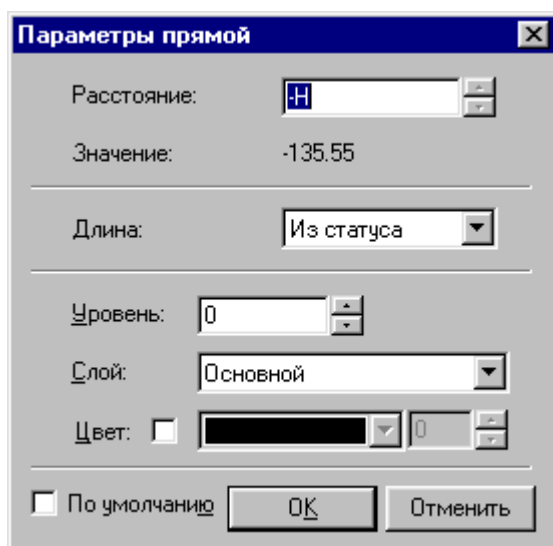


Рис. 1.6

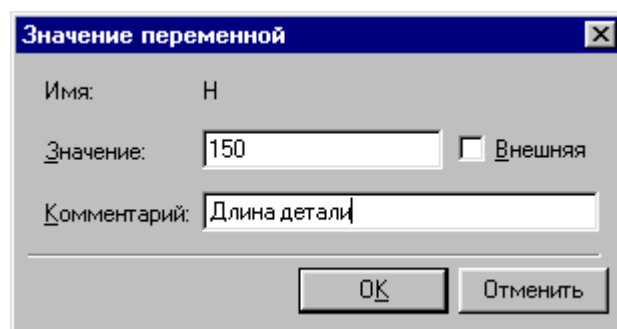


Рис. 1.7



Рис. 1.8

Точно также может быть создана линия построения, соответствующая вертикальному размеру 100 мм (рис. 1.9). При этом в качестве параметра зададим переменную «L» (рис. 1.10) равную 100 мм (рис. 1.11).



Рис. 1.9

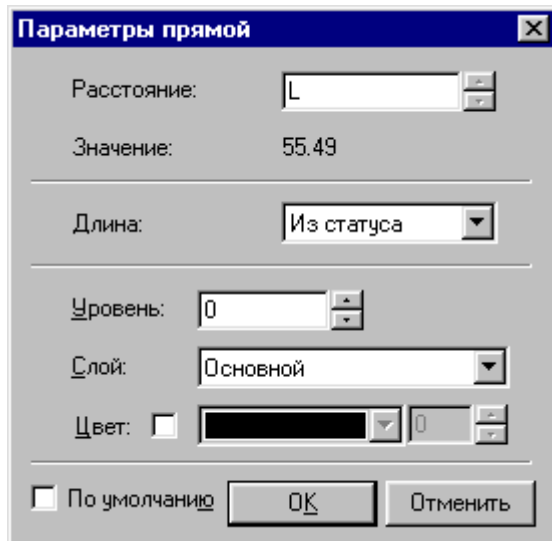


Рис. 1.10

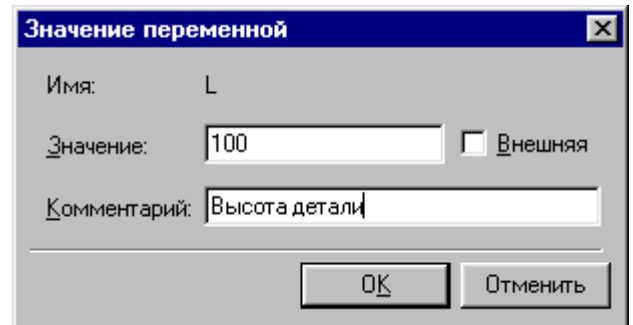


Рис. 1.11

5. Создать скругление детали радиусом $R=31$ мм. Для этого выберем команду «Построения|Окружность». Окружность должна быть касательной к верхней горизонтальной и правой вертикальной прямым. Для построения подобной окружности необходимо выполнить следующее. Курсор мыши переместить к верхней прямой и нажать клавишу клавиатуры <L>. При этом появится окружность, радиус которой будет динамически изменяться вместе с изменением положения курсора, но при этом она будет касательной к выбранной прямой. Это означает, что будет построена окружность, касательная

к верхней прямой. Как бы мы в дальнейшем не изменяли положение верхней прямой, окружность будет сохранять касание. Затем переместим курсор мыши к правой вертикальной прямой и снова нажмем <L>. После этого окружность оказывается «привязанной» к двум линиям построения и сохраняет касание при перемещениях курсора. Для задания переменной, определяющей радиус скругления, необходимо нажать клавишу клавиатуры <P>. В появившемся окне диалога «Параметры окружности» (рис. 1.12) задаем переменную - величину «R1». В следующем окне (рис. 1.13) - текущее значение переменной равно 31 мм. В результате на экране появиться окружность радиусом 31 мм (рис. 1.14).

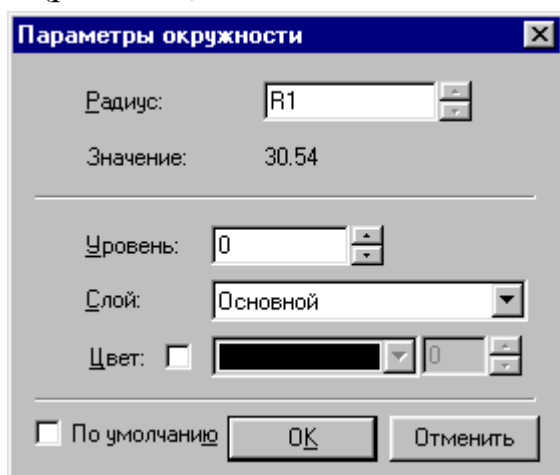


Рис. 1.12

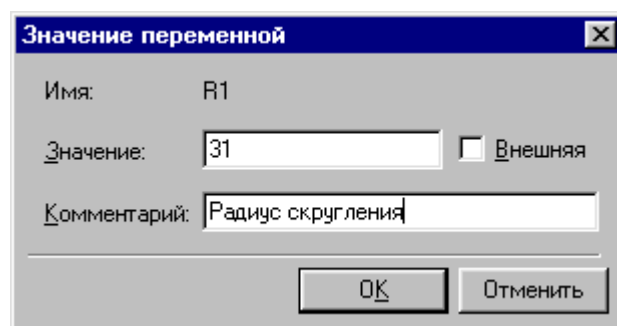


Рис. 1.13

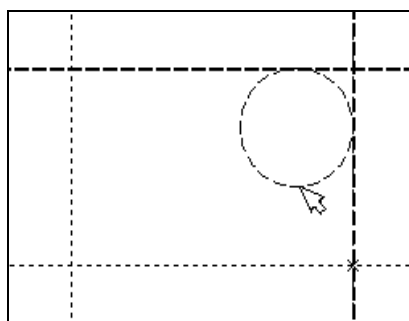



Рис. 1.14

6. Создать коническое отверстие - на главном виде это окружности диаметром 70 и 50 мм. Построение начинается с создания центра указанных окружностей. Для этого необходимо использовать команду «Построения|Прямая» и пиктограмму в автоменю  и далее, аналогично пункту 4, создать вертикальную и горизонтальную прямые (рис. 1.15). Для вертикальной прямой задать переменную «h1»=75, для горизонтальной - «L1»=50. Для создания узла в точке пересечения новых линий подведем курсор к их пересечению и нажмем <Пробел>. В результате на экране получим изображение, показанное на рис. 1.15.

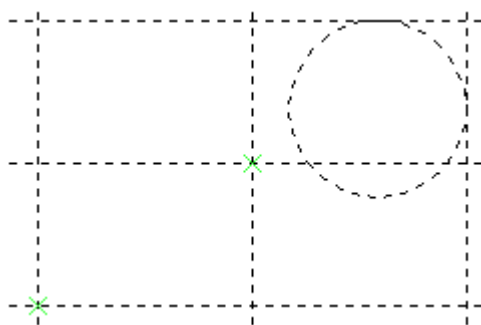


Рис. 1.15

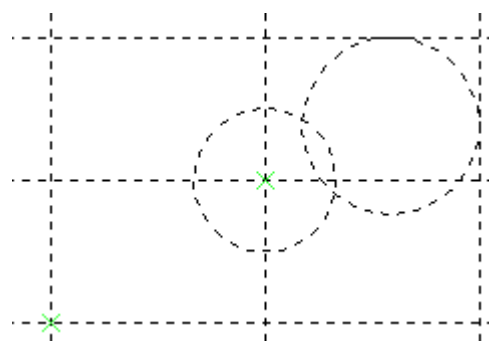



Рис. 1.16

После этого выбираем в команду «Построения|Окружность», подводим курсор к узлу на пересечении построенных прямых и нажимаем левую кнопку мыши. Появится окружность, радиус которой будет изменяться в зависимости от положения курсора. Не фиксируя положение этой окружности, нажимаем клавишу клавиатуры <P> и задаем переменную - радиус окружности «d1/2». В следующем окне текущее значение этой переменной - 50 мм. На экране должна появиться окружность диаметром 50 мм (рис. 1.16). Для построения окружности диаметром 70 мм воспользуемся опцией построения концентрической окружности. Не выходя из команды «Построения|Окружность», выберем в автоменю пиктограмму построения концентрической окружности . Курсор должен быть при этом рядом с окружностью диаметром 50 мм. Задаем параметры смещения окружности (рис. 1.17 и рис. 1.18). После этого чертеж должен выглядеть так, как это показано на рис. 1.19.

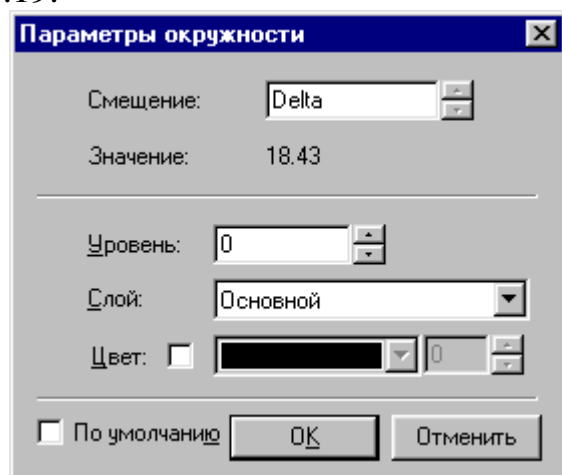


Рис. 1.17

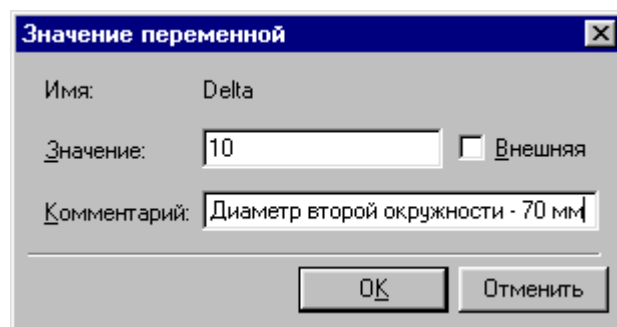


Рис. 1.18

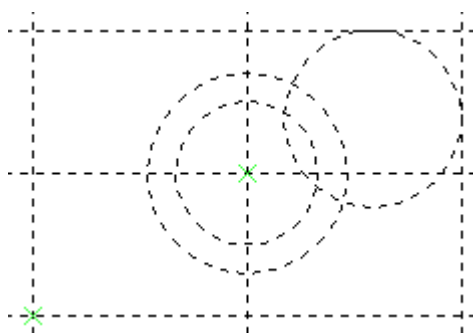


Рис. 1.19

7. Создать изображение главного вида детали. Выберем команду «Чертеж|Изображение». Начнем обводку с верхнего левого угла детали. Линии изображения автоматически привязываются к ближайшему пересечению линий построения. Поэтому достаточно переместить курсор к пересечению и нажать левую клавишу мыши. Курсор при нанесении линии изображения работает по принципу «резиновой нити» (рис. 1.20). Требуется лишь с помощью курсора выбирать узлы или пересечения линий построения. При пересечении в одной точке более двух линий построения не рекомендуется использовать для выбора узла клавишу <Enter> или левую клавишу мыши. Рекомендуется сначала создавать узлы в точках пересечения нужных линий построения, а затем наносить изображение, используя клавишу <N>. При использовании клавиши <Enter> в режиме «свободного рисования» будет создаваться «свободный» узел (не связанный с линиями построения). Учтите вышесказанное для избежания ошибок при параметрическом изменении чертежа. Переместите курсор к точке касания верхней линии и окружности и нажмите левую клавишу мыши (рис. 1.21). Отметим, что система T-FLEX автоматически ставит узлы в конечные точки линий изображения, если они еще не были там созданы. Теперь мы хотим направить линию изображения вдоль окружности для построения дуги между двумя точками касания. Для этого переместите курсор к окружности и нажмите <C>. При этом выделится окружность. Направление дуги будет зависеть от того, в каком месте вы укажете мышью вблизи второй точки дуги. Поставьте курсор чуть выше и правее второй точки касания (рис. 1.22). Затем нажмите левую клавишу мыши, и линия изображения будет построена в направлении часовой стрелки до второй точки касания (рис. 1.23). Укажите на правый нижний угол детали, на левый нижний, и завершите построения в левом верхнем углу, с которого начинали создание линий изображения (рис. 1.24). После этого используя клавишу <C> обведите окружности. Подведите курсор мыши к окружности, которую необходимо обвести, и нажмите клавишу <C>. При этом окружность окажется обведенной (рис. 1.25).

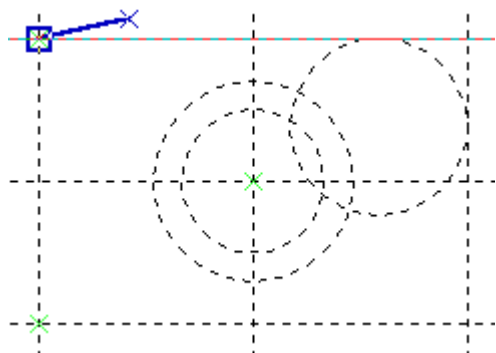


Рис. 1.20

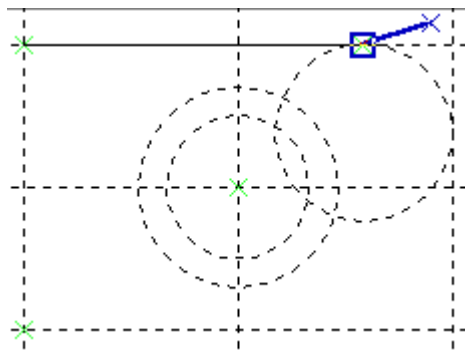


Рис. 1.21

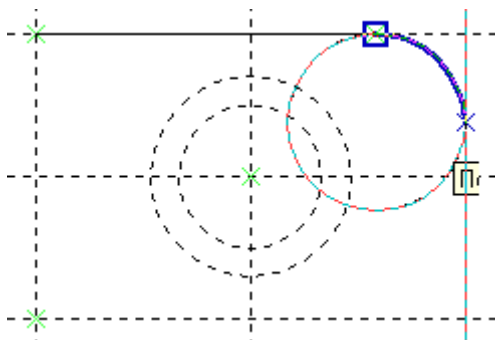


Рис. 1.22

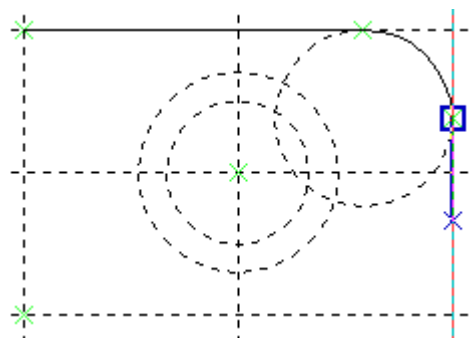


Рис. 1.23

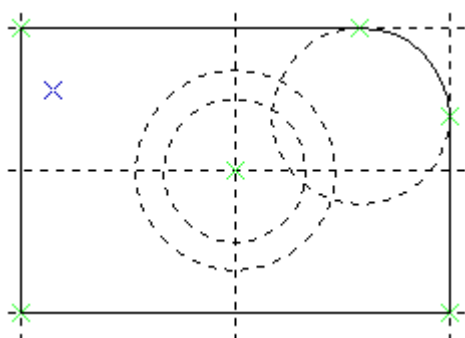


Рис. 1.24

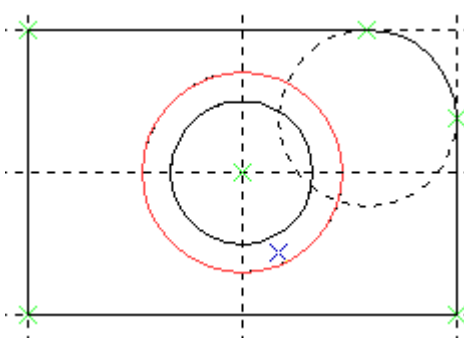




Рис. 1.25

Для завершения команды нанесения линий изображения нажмите правую кнопку мыши или клавишу <ESC>. Если обводка линий построения не получилась, то можно отредактировать линии изображения с помощью команды «Правка|Чертеж|Изображение». Переместите курсор к неверно созданной линии и нажмите левую кнопку мыши. При этом линия изображения выделится, и вы можете удалить ее клавишей <Delete> или пиктограммой  в автоменю. Повторите эти действия для каждой неверно созданной линии.

Для перерисовки экрана используйте клавишу <F7> в любой момент, если не все линии изображения (построения) полностью высвечиваются после проведенных изменений.

8. Сохранить созданный чертеж используя команду «Файл|Сохранить» или комбинации клавиш клавиатуры <Ctrl><S>.

9. Создать оси для конического отверстия. Используя команду «Чертеж|Оси» в автоменю выбираем пиктограмму . Далее подводим курсор к

окружности диаметром 70 мм, при этом она подсвечивается. Нажимаем левую кнопку мыши и на экране появляются две перпендикулярные оси (рис. 1.26).

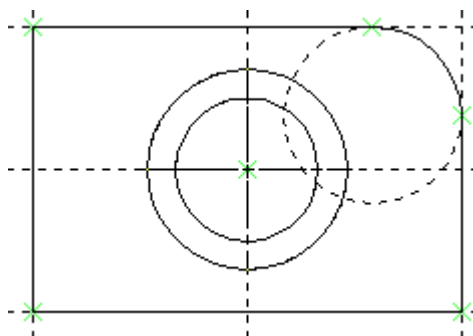



Рис. 1.26

10. Создать вид справа. Для этого выберем в автоменю команды «Построения|Прямая» пиктограмму , переместим курсор к линии построения, соответствующей правой границе детали и нажмем левую клавишу мыши. При этом выделится вертикальная линия построения, и новая параллельная вертикальная линия будет перемещаться за курсором. Это будет левая граница вида справа (рис. 1.27).

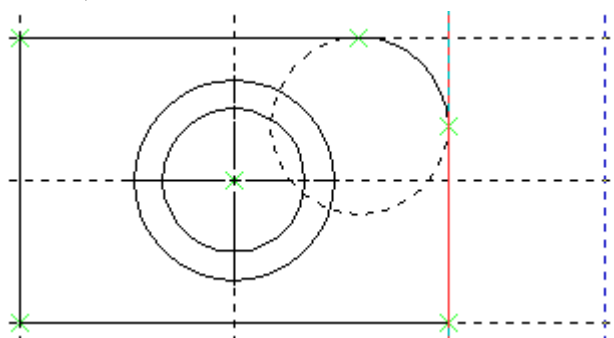



Рис. 1.27

Зафиксируем ее в нужном месте нажатием левой клавишу мыши. Эта линия построена относительно правой границы детали, поэтому если правая граница будет передвинута, то новая линия переместится на такое же расстояние. Для переноса новой линии на другое расстояние следует воспользоваться командой редактирования линий построения, а именно «Правка|Построения|Линия построения» и передвинуть ее. При этом мы по-прежнему привязаны к правому краю детали (соответствующая линия построения выделена) (рис. 1.27).

Перейдем к созданию конического отверстия на виде справа. Задача сводится к построению двух прямых, которые были бы параллельны горизонтальной прямой, проходящей через центр окружности (рис. 1.27). При этом они должны соответствовать размерам окружностей. Выбрав в команде «Построения|Прямая» пиктограмму , подведем курсор к горизонтальной линии, проходящей через центр окружности, и нажмем левую клавишу мыши. Отведем курсор вместе с новой линией построения вверх к точке касания

окружности диаметром 70 мм и нажмем <C> или левую клавишу мыши (рис. 1.28), а затем ко второй точке касания этой же окружности и снова нажмем <C> или левую клавишу мыши (рис. 1.29).

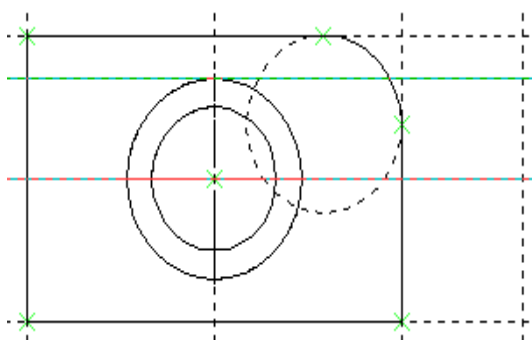


Рис. 1.28

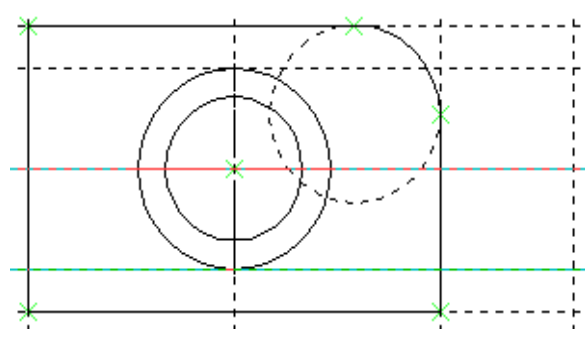


Рис. 1.29

Описанную последовательность действий необходимо выполнить и для окружности диаметром 50 мм (рис. 1.30). Теперь остается только создать правую границу вида справа, т.е. задать толщину детали - 35 мм (рис. 1.1). Для этого введем параметр «-В» = 35 мм. Толщина детали задается аналогично заданию габаритных размеров детали по п.4. В результате мы должны получить чертеж, показанный на рис. 1.31.

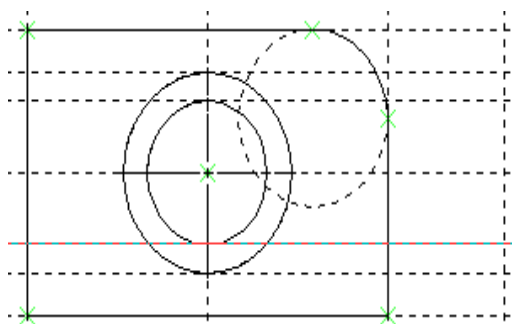


Рис. 1.30

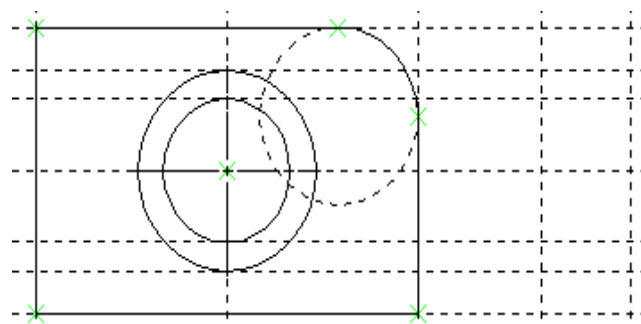


Рис. 1.31

11. Создать изображение вида справа. Данное действие выполняется в соответствии с п.7 и на экране мы должны получить изображение, показанное на рис. 1.32.

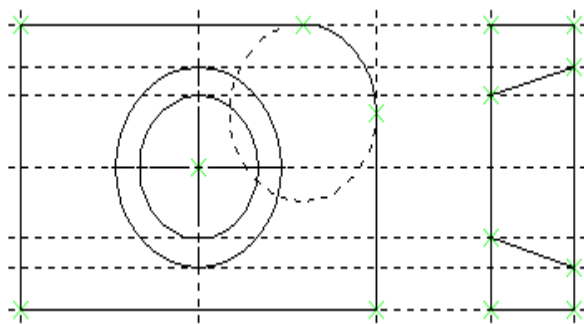


Рис. 1.32

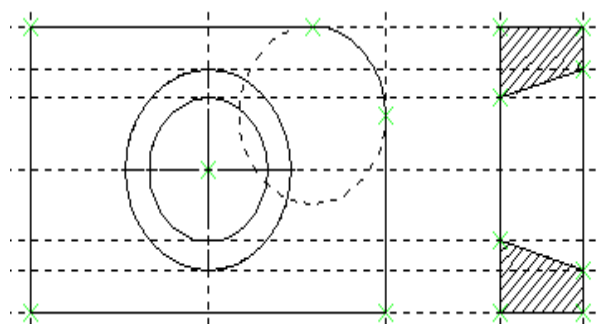


Рис. 1.33



12. Создать штриховку на виде справа в соответствии с рис. 1.1. Выберем команду «Чертеж|Штриховка». Затем переместим курсор к любому узлу

в верхней половине вида справа и нажмем на клавиатуре <N> или левую клавишу мыши. При этом должен выделиться выбранный узел. Последовательно выберем узлы по контуру верхней половины детали, который должен быть заштрихован. Когда мы при обходе по контуру верхней половины детали вернем к начальному узлу, необходимо нажать клавишу клавиатуры <P> для вызова диалогового окна «Параметры штриховки». Это позволит выбрать тип и масштаб штриховки. По окончании задания параметров штриховки нажмем в окне «Параметры штриховки» кнопку <ОК> или клавишу клавиатуры <Enter>. При этом выделенная область будет заштрихована. Те же самые действия выполним и для нижнего контура детали на виде справа. В результате чертеж должен выглядеть так, как показано на рис. 1.33.

13. Создать вид сверху. Вид сверху строится аналогично описанному в п.10 построению вида справа. При этом толщина проекции детали на виде сверху должна быть равна толщине детали на виде справа, т.е. 35 мм. С целью установки параметрической связи между проекциями (вид справа и сверху) при создании толщины на виде сверху необходимо использовать параметр «-В»=35 мм, заданный для толщины детали на виде справа.

14. Создать изображение вида сверху. Это действие выполняется аналогично нанесению изображения на вид справа по п.11.

15. Проставить на созданном чертеже размеры. Выберем для этого команду «Чертеж|Размер». Теперь можно выбрать любые две линии построения для простановки линейного или углового размера. Выберем две крайние прямые линии на главном виде с помощью левой клавиши мыши. При этом вместе с курсором начнет перемещаться и появившийся размер. Зафиксируйте его положение нажатием на левую клавишу мыши. В появившемся на экране диалоговом окне «Параметры размера» можно задать различные значения параметров размера. После установки нужных значений нажмем в этом окне кнопку <ОК>. На экране появится проставляемый размер (рис. 1.34). Размер шрифта можно поменять в команде «Настройка|Статус» на закладке «Шрифт». Остальные линейные размеры, показанные на рис. 1.1 создаются точно также.

Диаметры и радиусы проставляются также просто. В команде «Чертеж|Размер» подведите курсор к нужной окружности и нажмите <C> или левую клавишу мыши. Окружность окажется выделенной, и за курсором будет перемещаться изображение размера. Клавишами <R> и <D> или соответствующими пиктограммами  и  в автоменю можно переключаться из режима простановки радиуса в режим простановки диаметра и обратно.

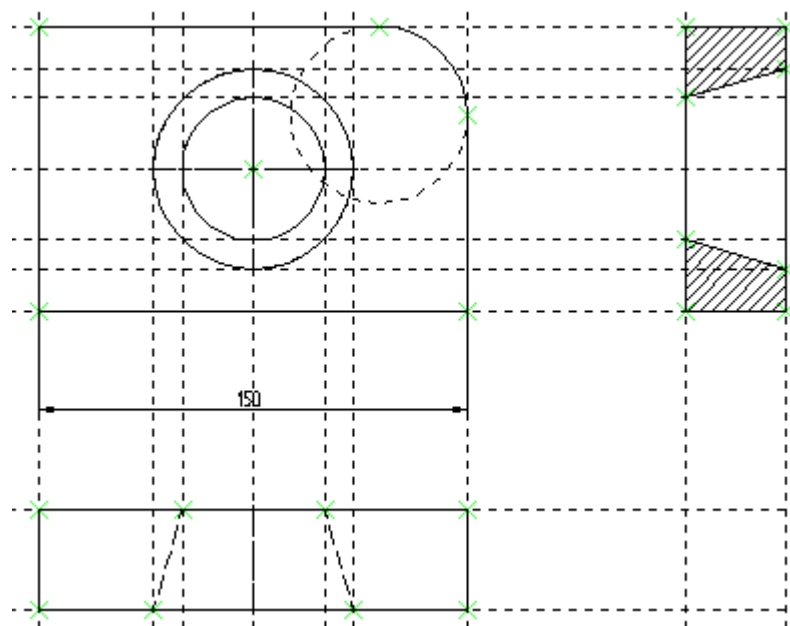









Рис. 1.34


Клавишей <M> можно задать вид проставляемого размера. Клавиша <Tab> поможет вам установить выносную полку в нужном направлении. После того, как вы укажете курсором на нужное место, нажмите левую клавишу мыши, и после нажатия <ОК> в диалоговом окне задания параметров размера на экране появится проставляемый размер. Остальные диаметральные размеры, показанные на рис. 1.1, создаются точно также. Допуски на размер задаются в диалоговом окне задания параметров размера на вкладке «Допуск». Простановка символа «*» осуществляется на вкладке «Общие». Установите курсор в поле «После:» и нажмите комбинацию клавиш на клавиатуре <Alt><F9>. При этом появится окно «Вставка символа». В этом окне выберите нужный символ и нажмите <ОК>.

16. Проставить на созданном чертеже обозначение шероховатости. Выберите команду «Чертеж|Шероховатость». Подведите курсор к той линии изображения или построения, на которую вы хотите поставить значок шероховатости и нажмите левую клавишу мыши. Значок шероховатости привяжется к выбранной линии. Повторное нажатие левой клавиши мыши позволяет зафиксировать обозначение. При этом на экране появляется диалоговое окно задания параметров шероховатости, в котором задается тип и условное обозначение последней. По окончании ввода параметров нажмите кнопку <ОК> в диалоговом окне или клавишу клавиатуры <Enter>.

17. Проставить на созданном чертеже обозначения допусков. Выберите команду «Чертеж|Допуск». В автоменю выберите элемент, который вы хотите создать: базу  или допуск . Подведите курсор к той линии изображения или построения, на которую вы хотите поставить значок допуска (базы) и нажмите левую клавишу мыши. Значок допуска (базы) привяжется к выбранной линии. Повторное нажатие левой клавиши мыши позволяет зафиксировать обозначение.

сировать обозначение. При этом на экране появляется диалоговое окно задания параметров допуска, в котором задается тип и условное обозначение последнего. По окончании ввода параметров нажмите кнопку <ОК> в диалоговом окне или клавишу клавиатуры <Enter>.

18. Создать обозначение сечения А-А (рис. 1.1). Выберите команду «Чертеж|Обозначение вида». В автоменю выберите необходимое обозначение: простое сечение , сложное сечение , вид по стрелке , вид . Первые два обозначения привязываются к узлам чертежа. Вид по стрелке и вид создаются в любой области чертежа. Диалоговое окно задания параметров указанных обозначений вызывается из автоменю команды «Чертеж|Обозначение вида» нажатием на пиктограмму .

19. Создать технические требования на чертеже. Выберите команду «Оформление|Технические требования|Создать». На чертеже должно появиться окно для ввода содержания технических требований (рис. 1.35). Ввод содержания может осуществляться как с клавиатуры (вручную), так и выбираться из словаря, используя пиктограмму  из автоменю команды «Оформление|Технические требования|Создать».

20. Создать основную надпись на чертеже. Выберите команду «Оформление|Основная надпись|Создать». На чертеже должно появиться окно для ввода содержания технических требований (рис. 1.36). Выберите в этом окне тип основной надписи и нажмите кнопку <ОК>. После этого на чертеж будет нанесена основная надпись, а на экране появится диалоговое окно «Форматка» (рис. 1.37) для ввода содержания чертежного штампа.

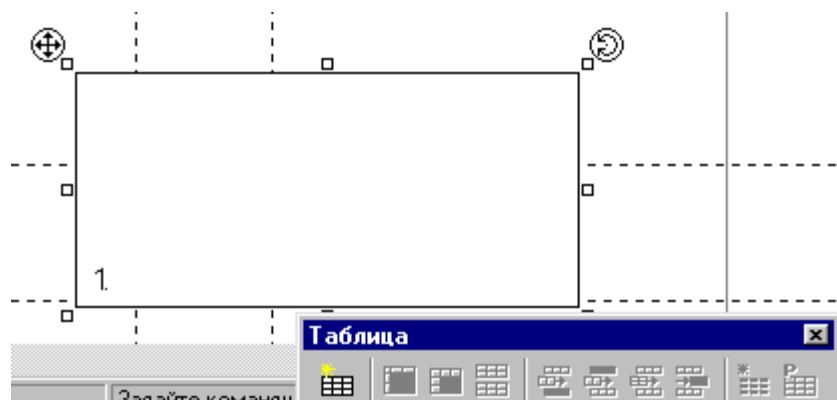


Рис. 1.35

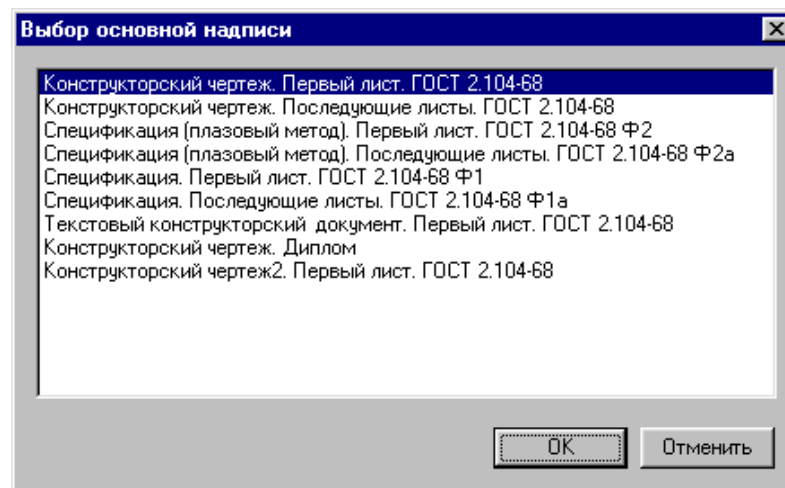


Рис. 1.36

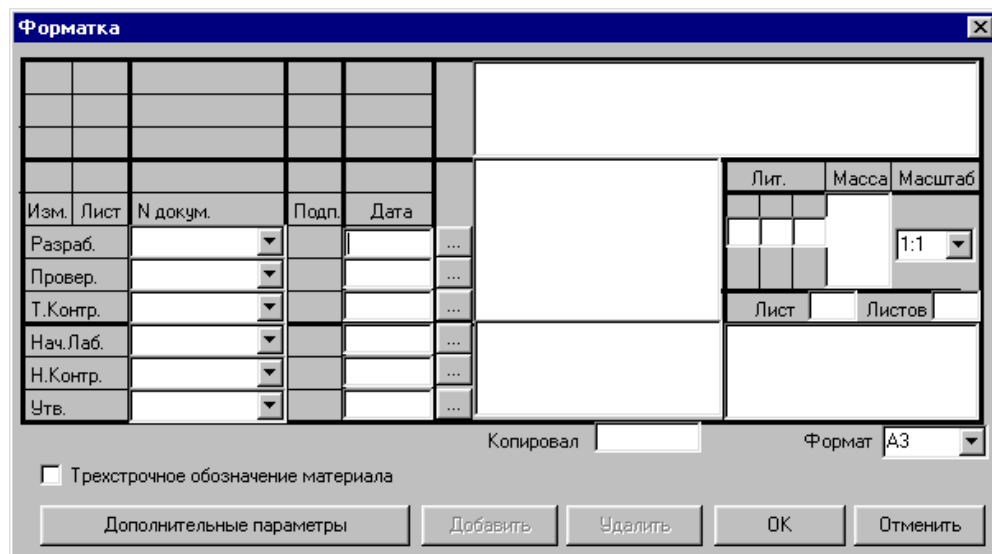


Рис. 1.37

Выполненные действия позволяют получить законченный машиностроительный чертеж в соответствии с рис. 1.1.

Задание к лабораторной работе

1. Создать параметрический чертеж в соответствии с рис. 1.1.
2. Создать на свободном поле чертежа сечение А-А.
3. Оформить созданный чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД.

Форма отчетности

Выполненный чертеж сохранить в каталоге, указанном преподавателем, в подкаталоге со своей фамилией, название файла должно соответствовать следующему формату:

01КузнецовВ7МК3.GRB, где: 01 - № лаб. работы; КузнецовВ - фамилия и первая буква имени студента, 7МК3 – группа, .GRB (или .GRS) – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Построение лекальных фигур

Цель работы: освоение различных способов создания линий и элементов построения: прямых, окружностей, эллипсов, сплайнов и узлов.

Для проведения данной лабораторной работы необходимо ознакомиться с методическими указаниями «Программное обеспечение САПР. Основы работы с системой T-FLEX CAD. Часть 1», в которых подробно рассмотрены основные способы построения линий, окружностей, эллипсов, сплайнов и узлов.

Задание к лабораторной работе

1. Создать параметрический чертеж в соответствии с выданным преподавателем вариантом задания (рис. 2.1-2.20).
2. Оформить созданный чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД.

Форма отчетности

Выполненный чертеж сохранить в каталоге, указанном преподавателем, в подкаталоге со своей фамилией, название файла должно соответствовать следующему формату:

02КузнецовВ7МК3.GRB, где: 02 - № лаб.работы; КузнецовВ -фамилия и первая буква имени студента, 7МК3 – группа, .GRB (или .GRS) – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

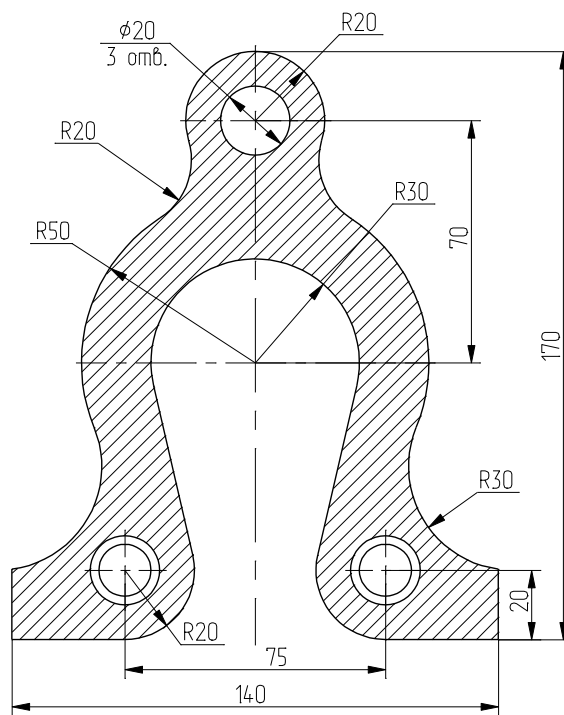
Technical drawing of a mechanical part with the following dimensions and features:

- Overall width: 100
- Overall height: 100
- Left vertical edge: 40 (top section)
- Top horizontal edge: 80 (right section)
- Internal vertical dimension: 44
- Internal horizontal dimension: 40
- Internal vertical dimension: 70
- Radii: R10, R30, R35, R40

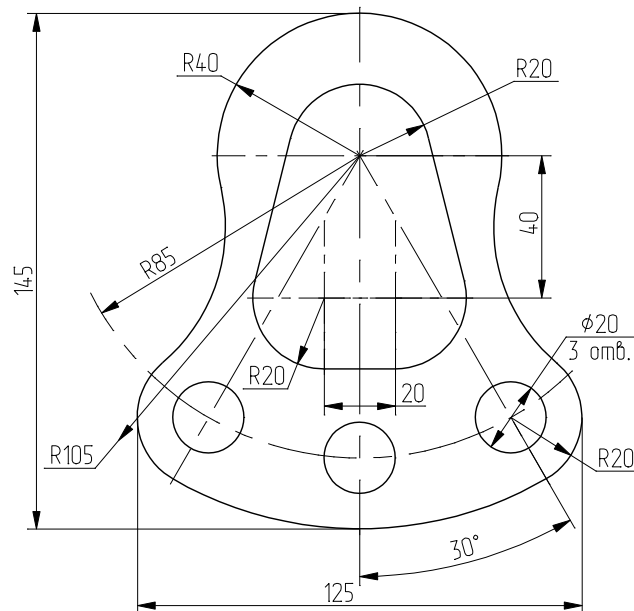
Technical drawing of a mechanical part, likely a bracket or support, showing dimensions and labels:

- Overall width: 120
- Overall height: 40
- Top horizontal edge: R10 (Radius 10)
- Bottom horizontal edge: R20 (Radius 20)
- Central circular hole: $\phi 50$ (Diameter 50)
- Internal fillet: R110 (Radius 110)
- Internal fillet: R130 (Radius 130)

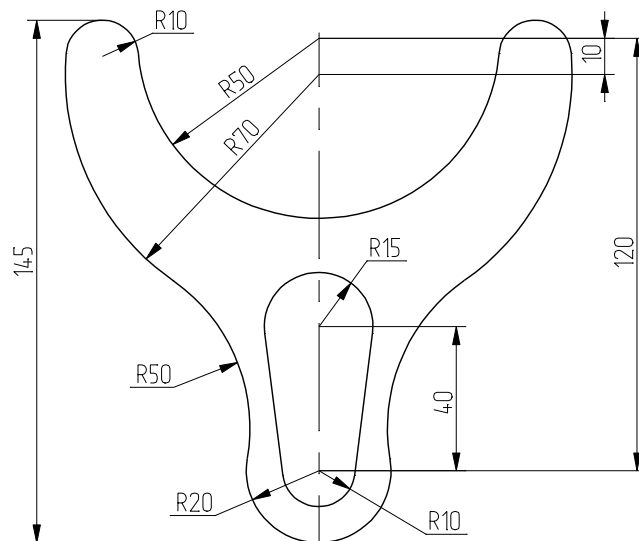
3



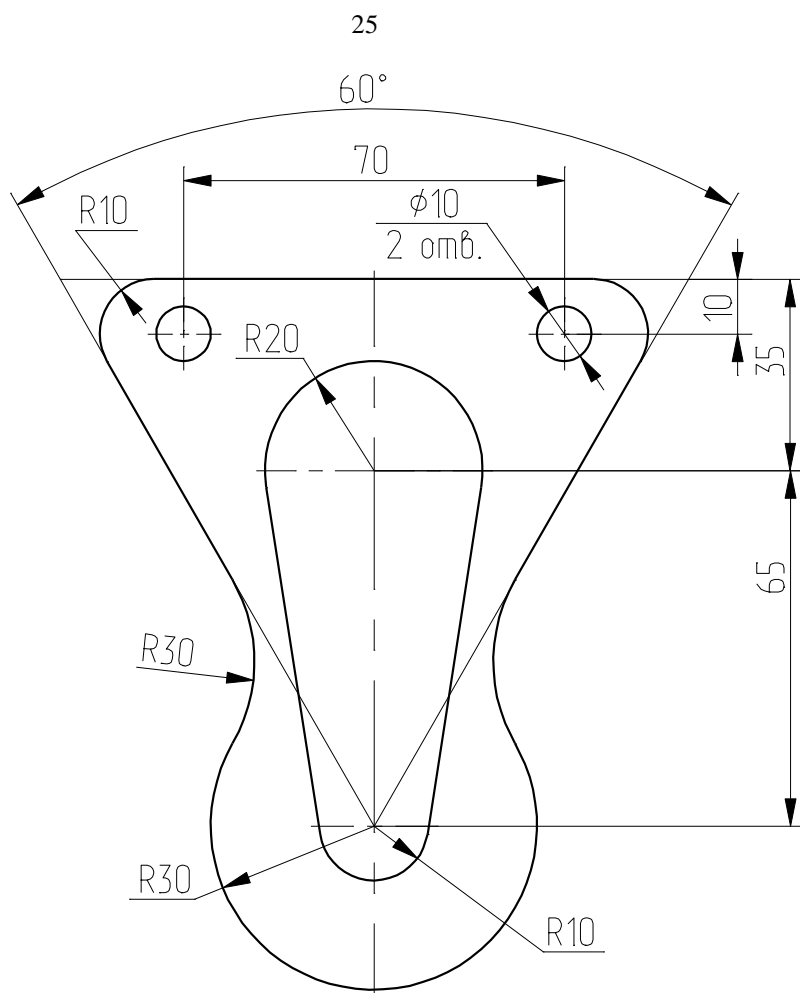
4



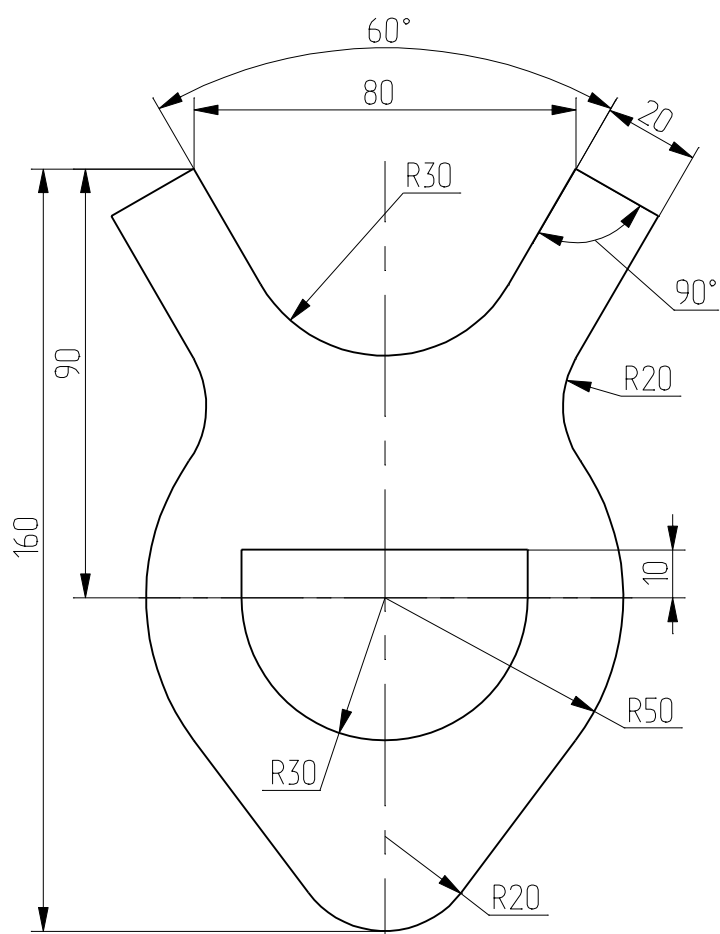
5



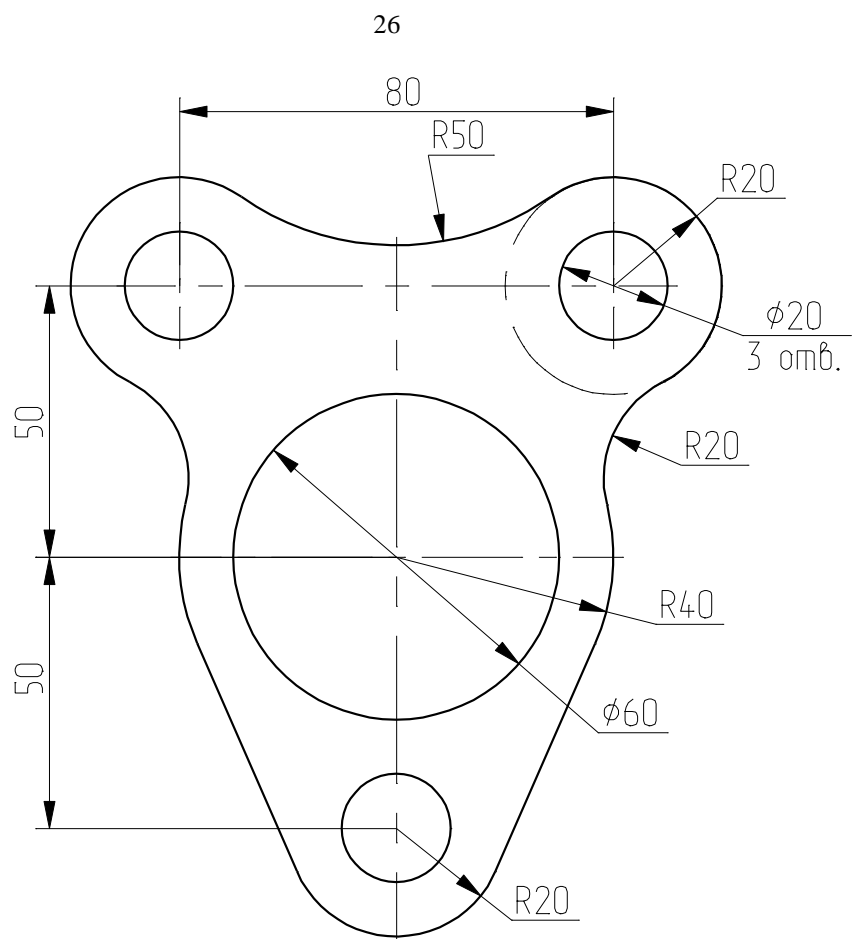
6



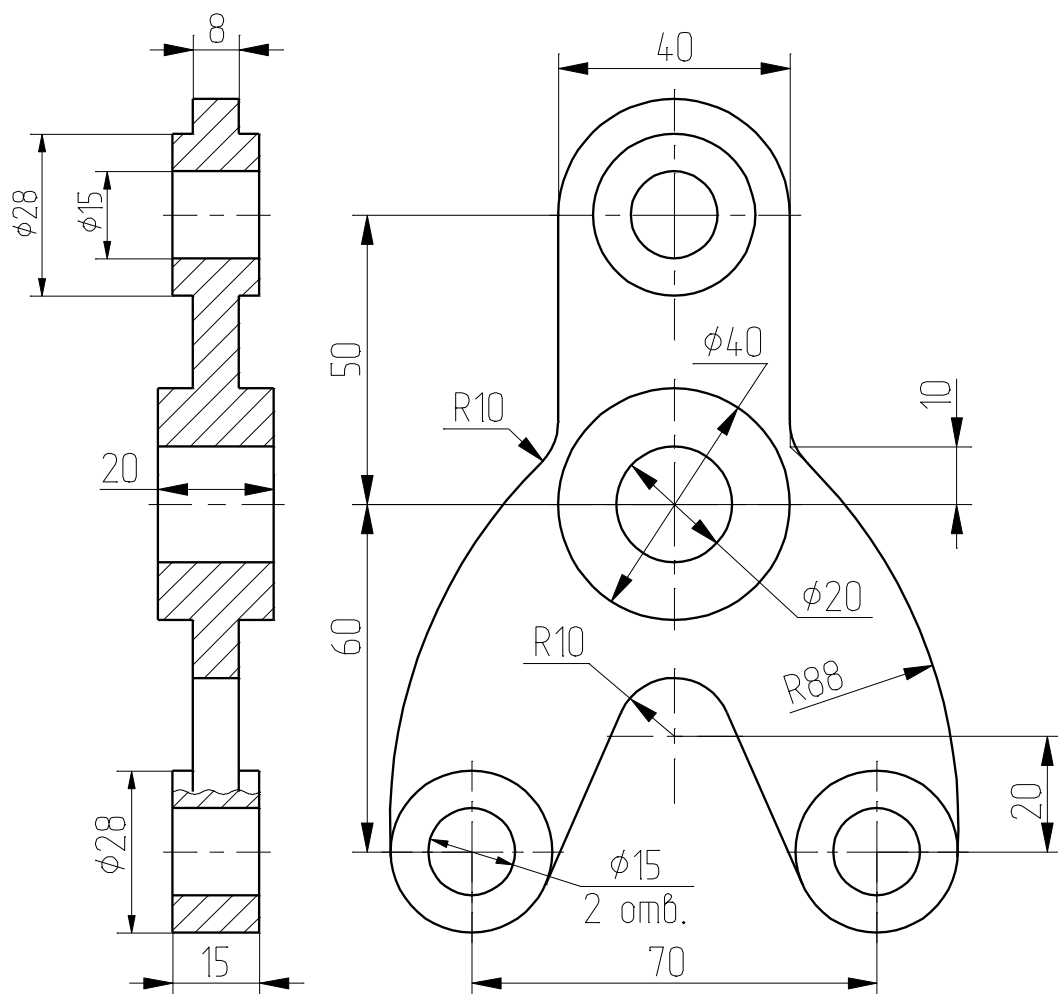
7



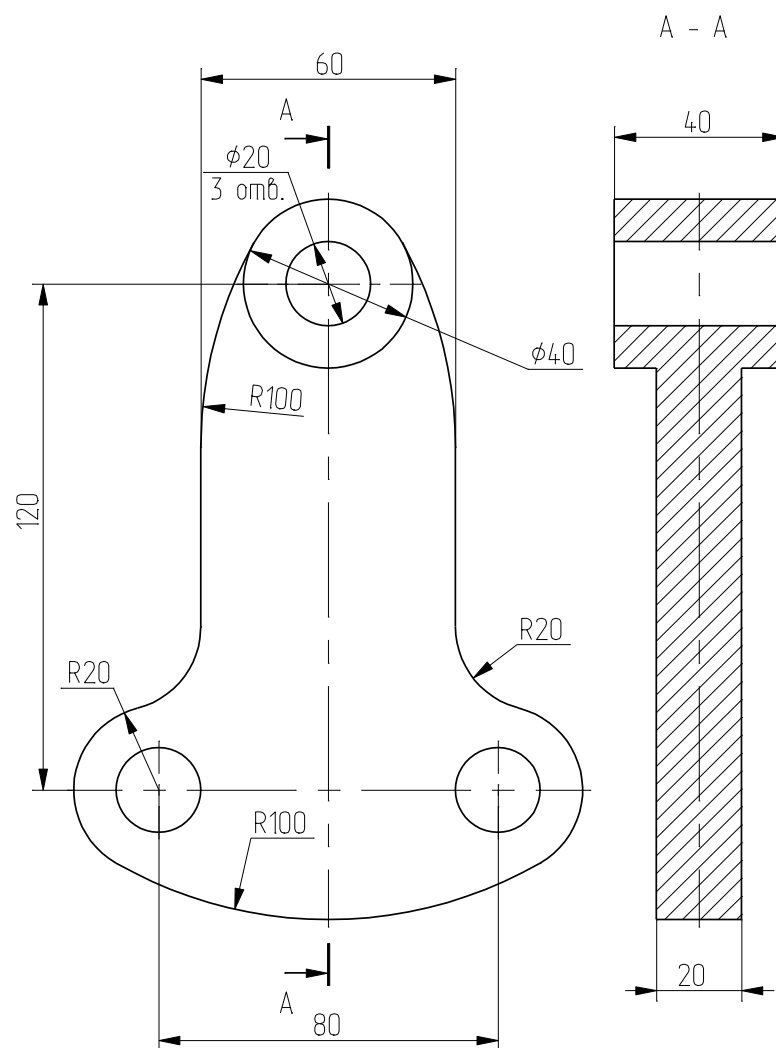
8



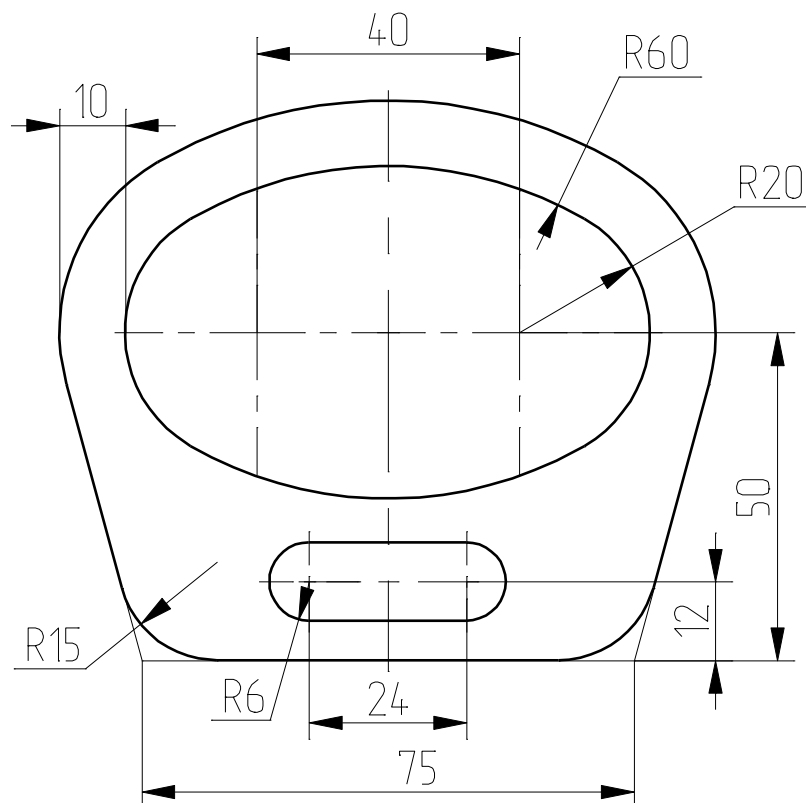
9



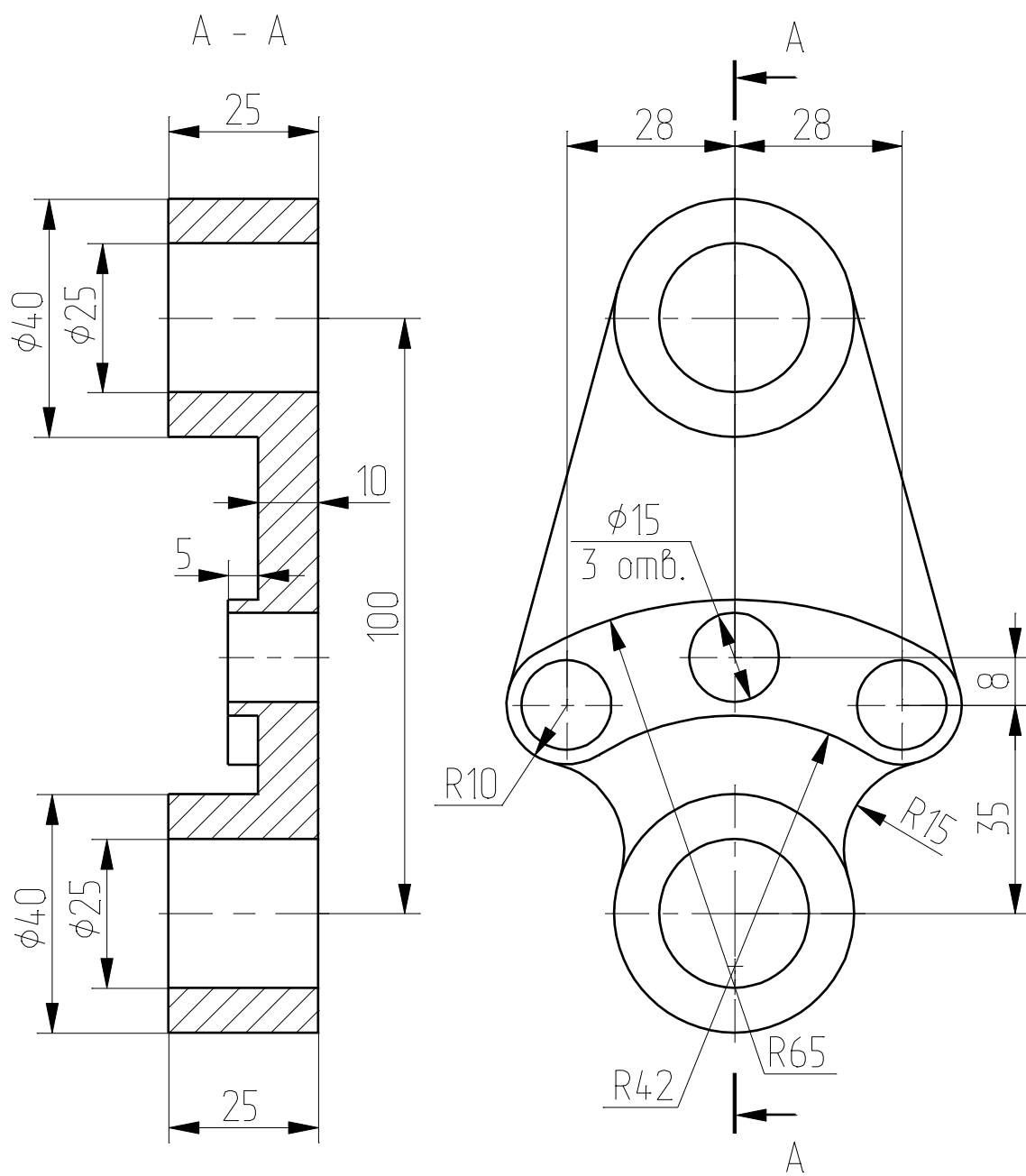
10



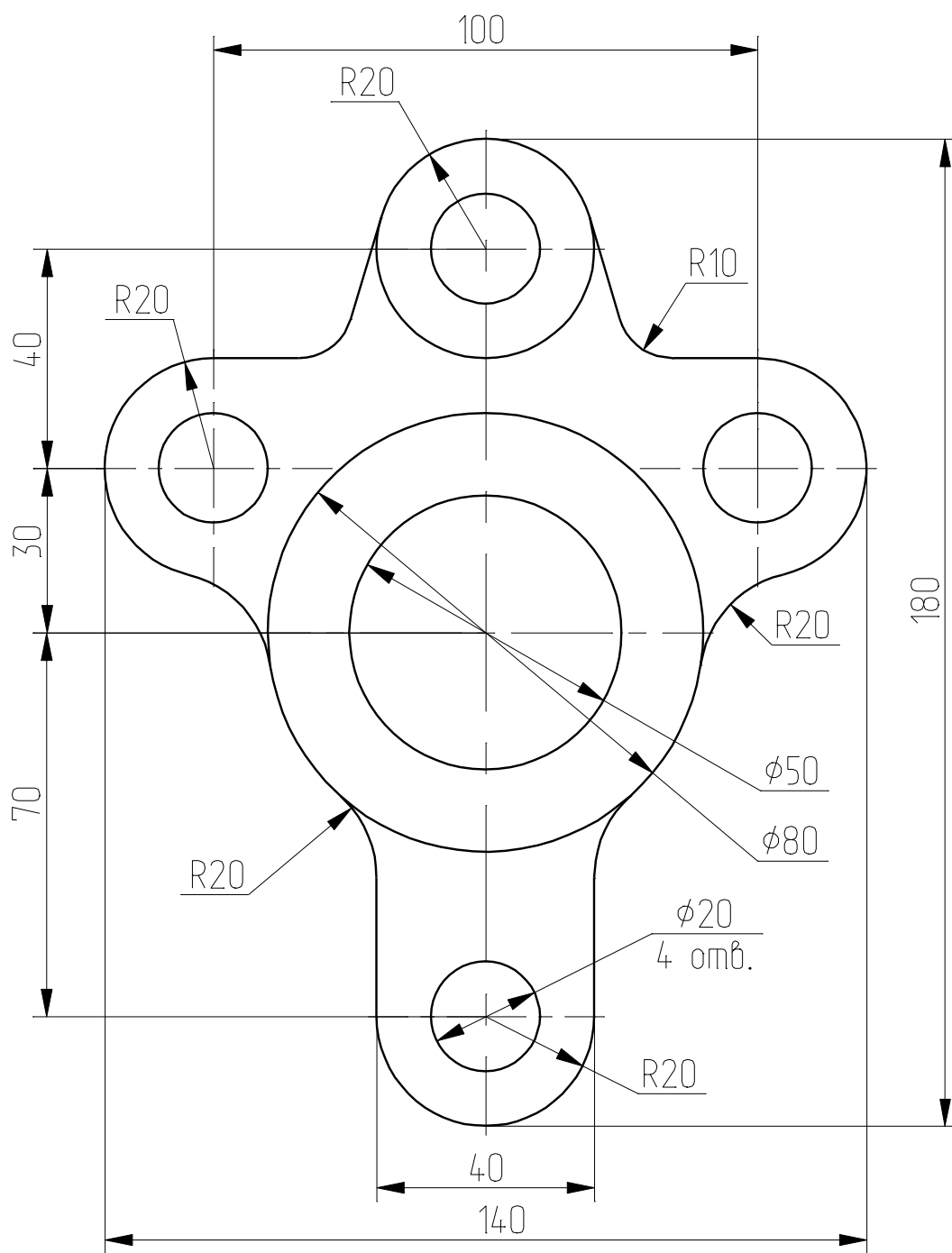
11



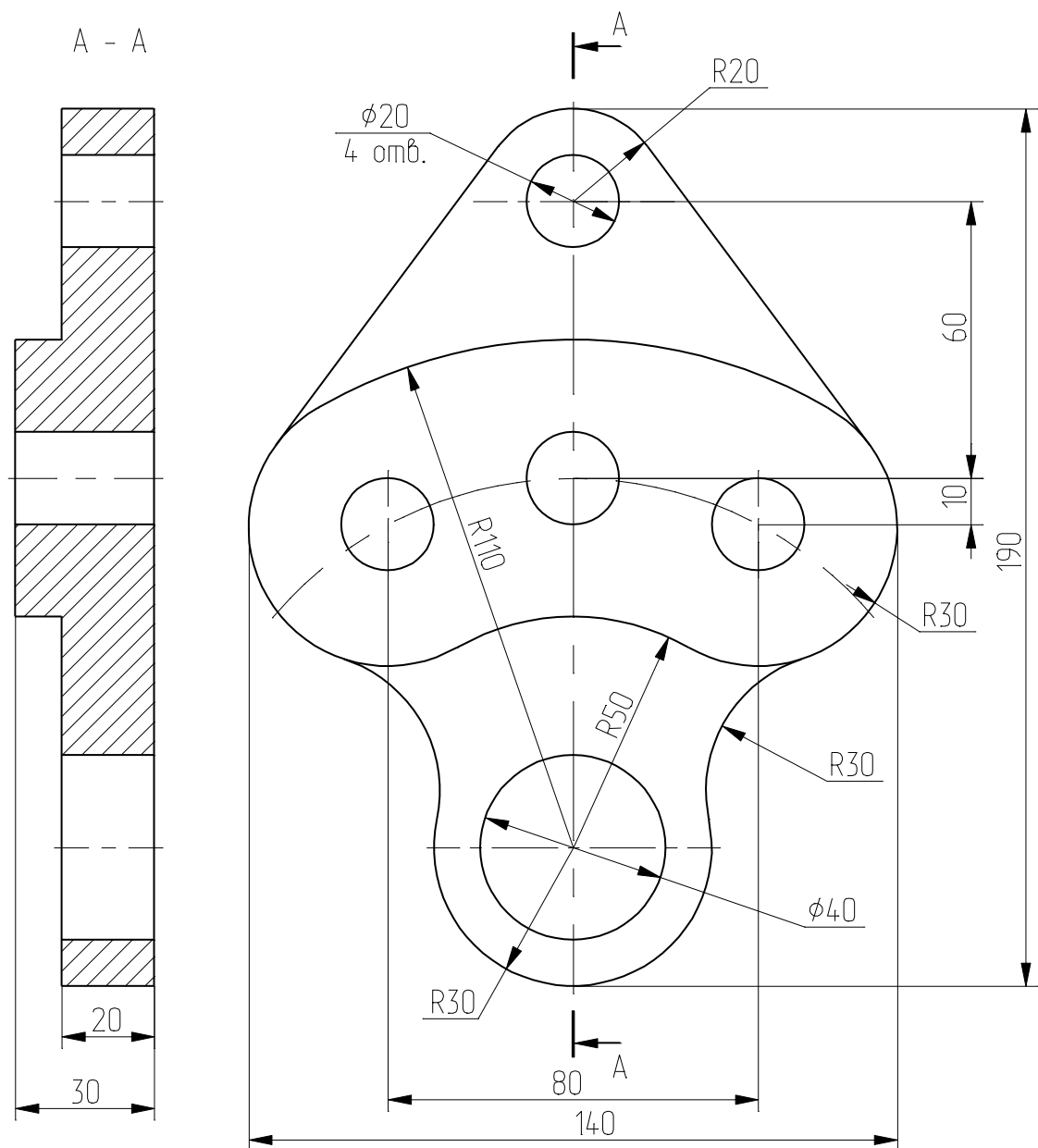
12



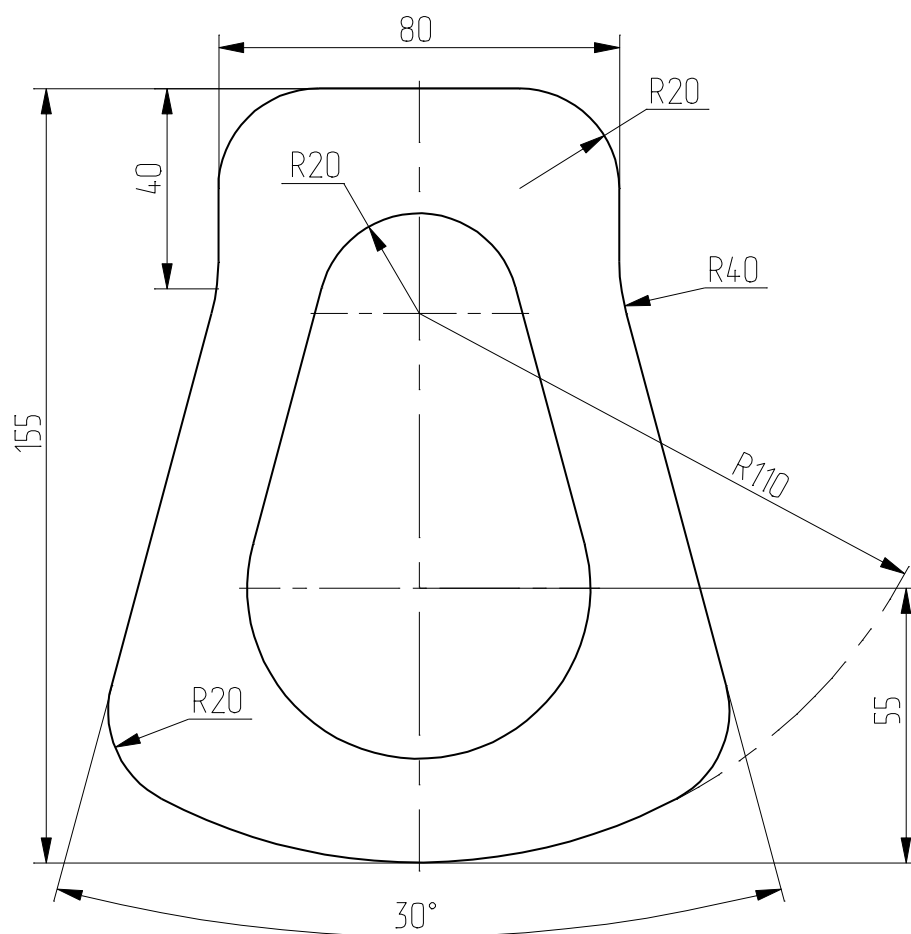
13

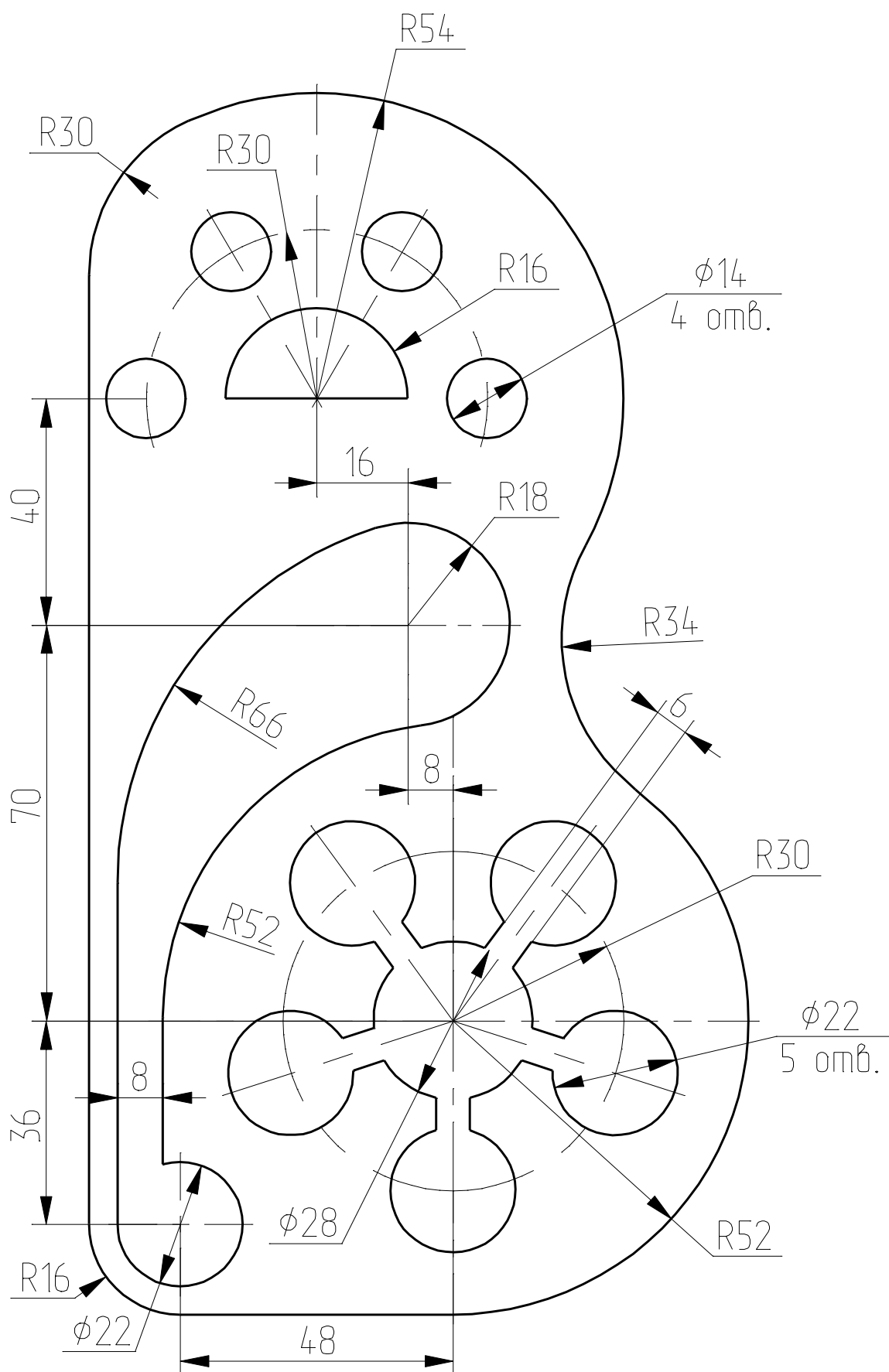


14

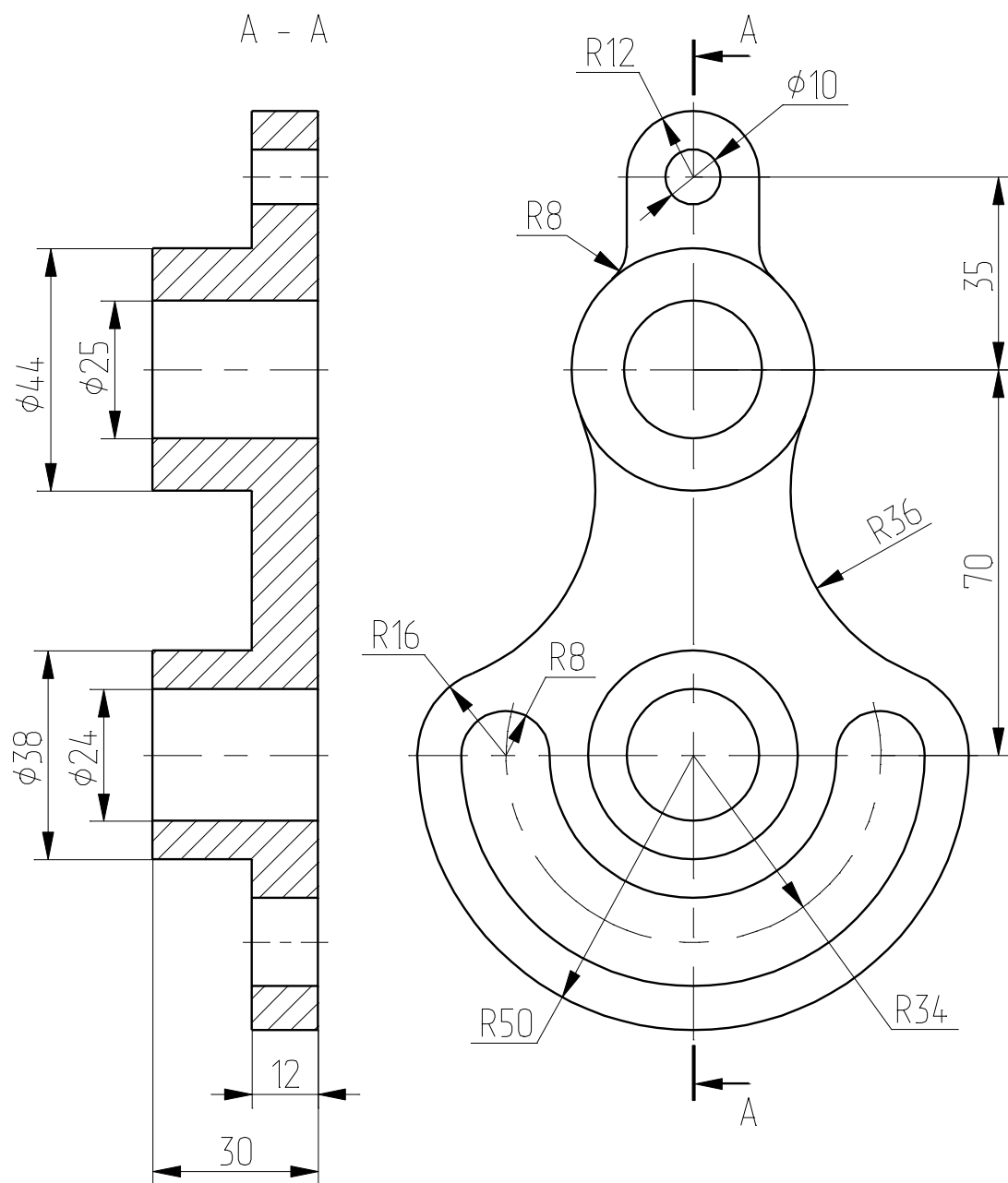


31

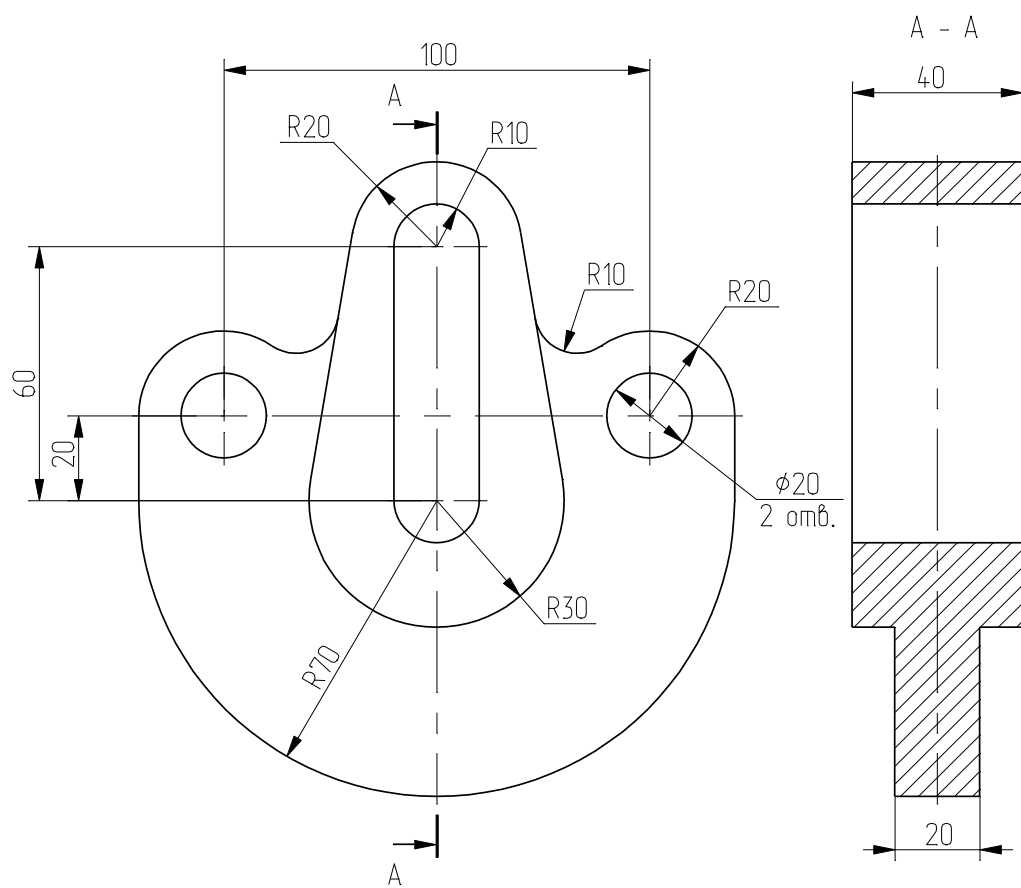




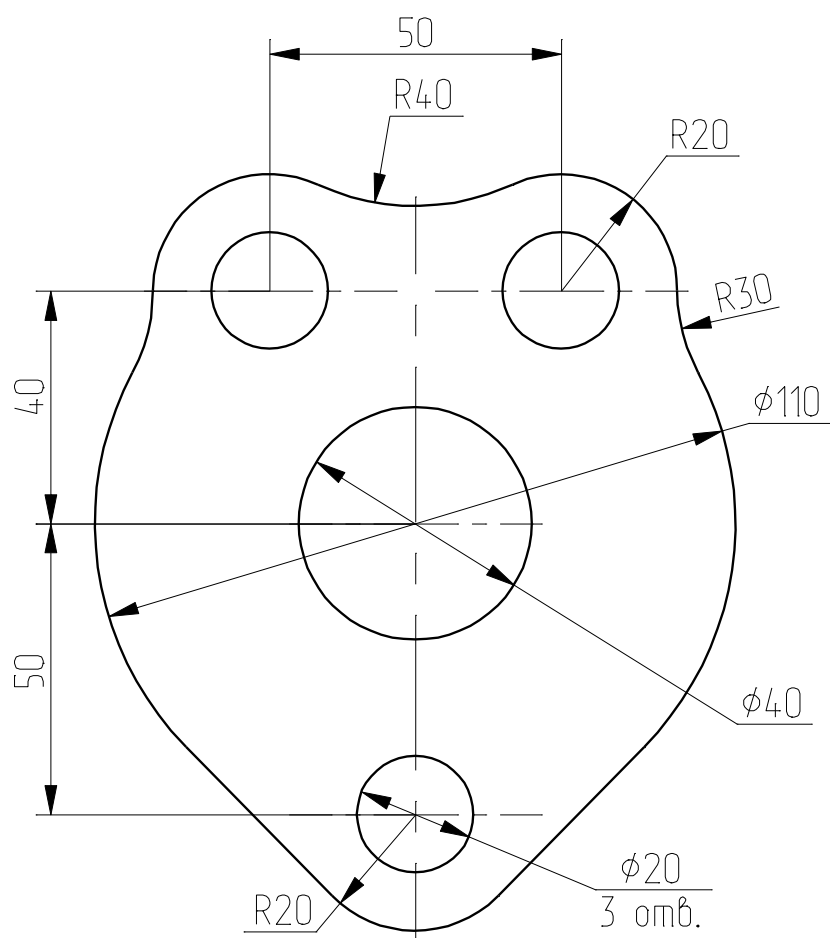
18



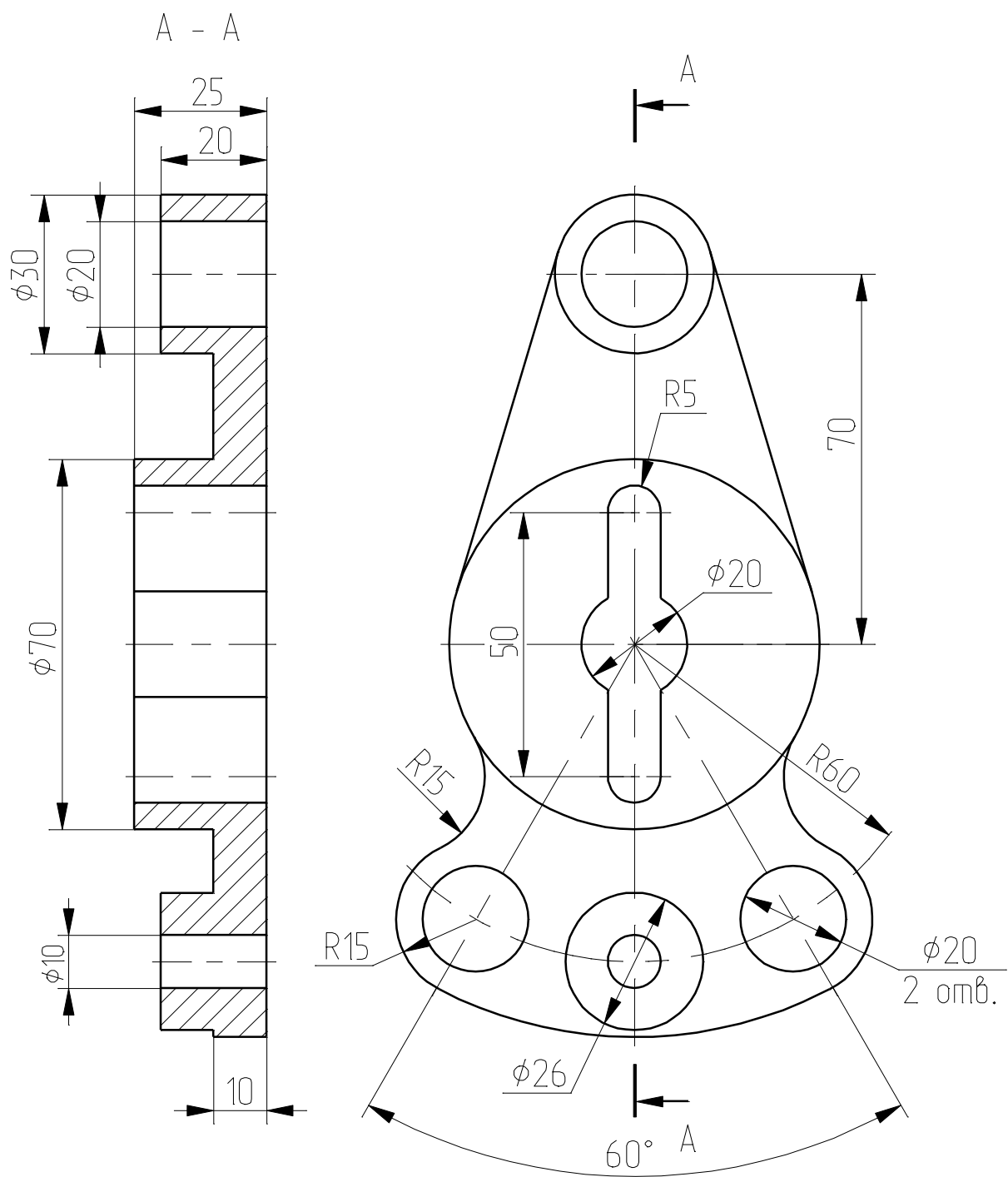
19



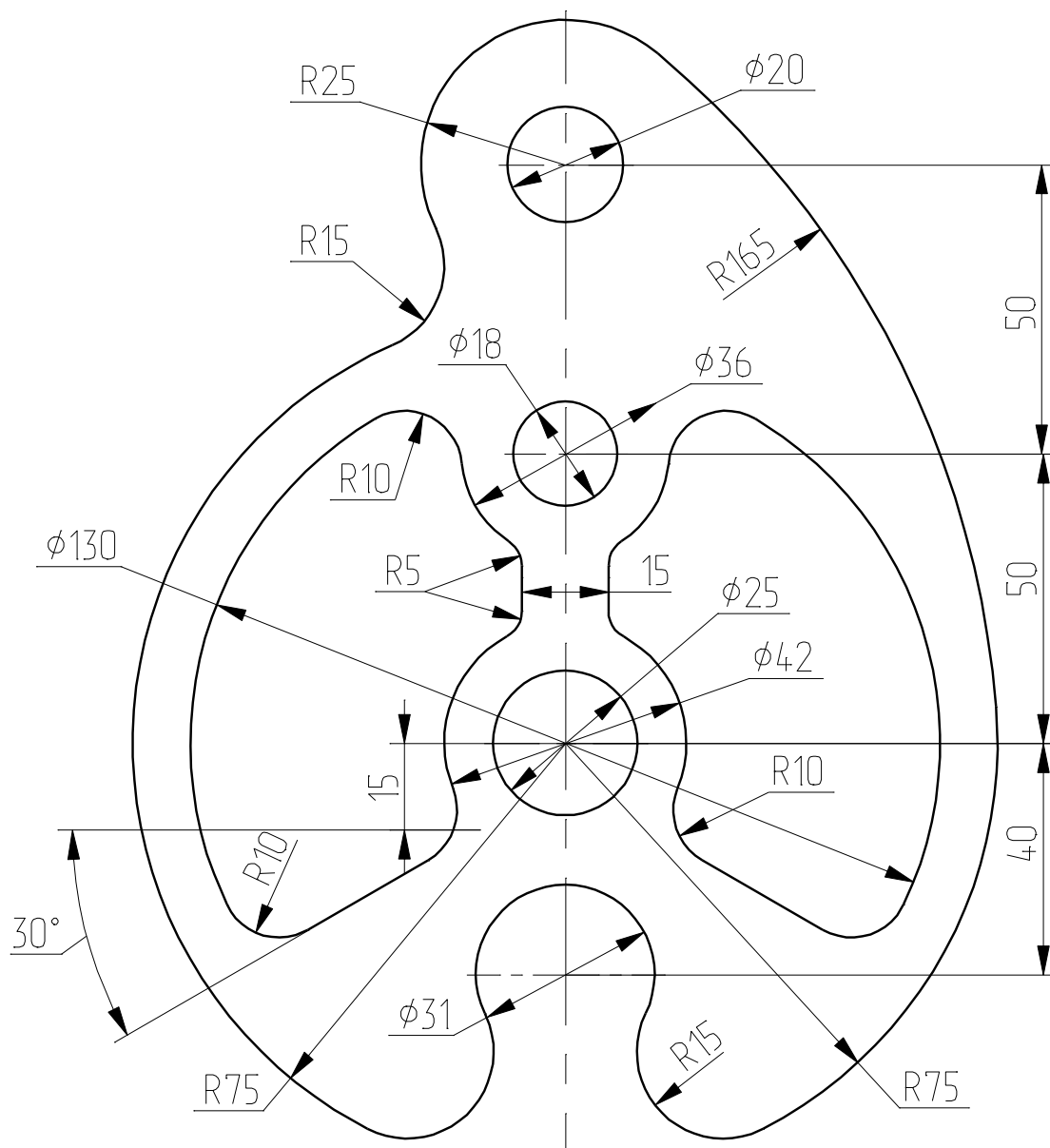
20

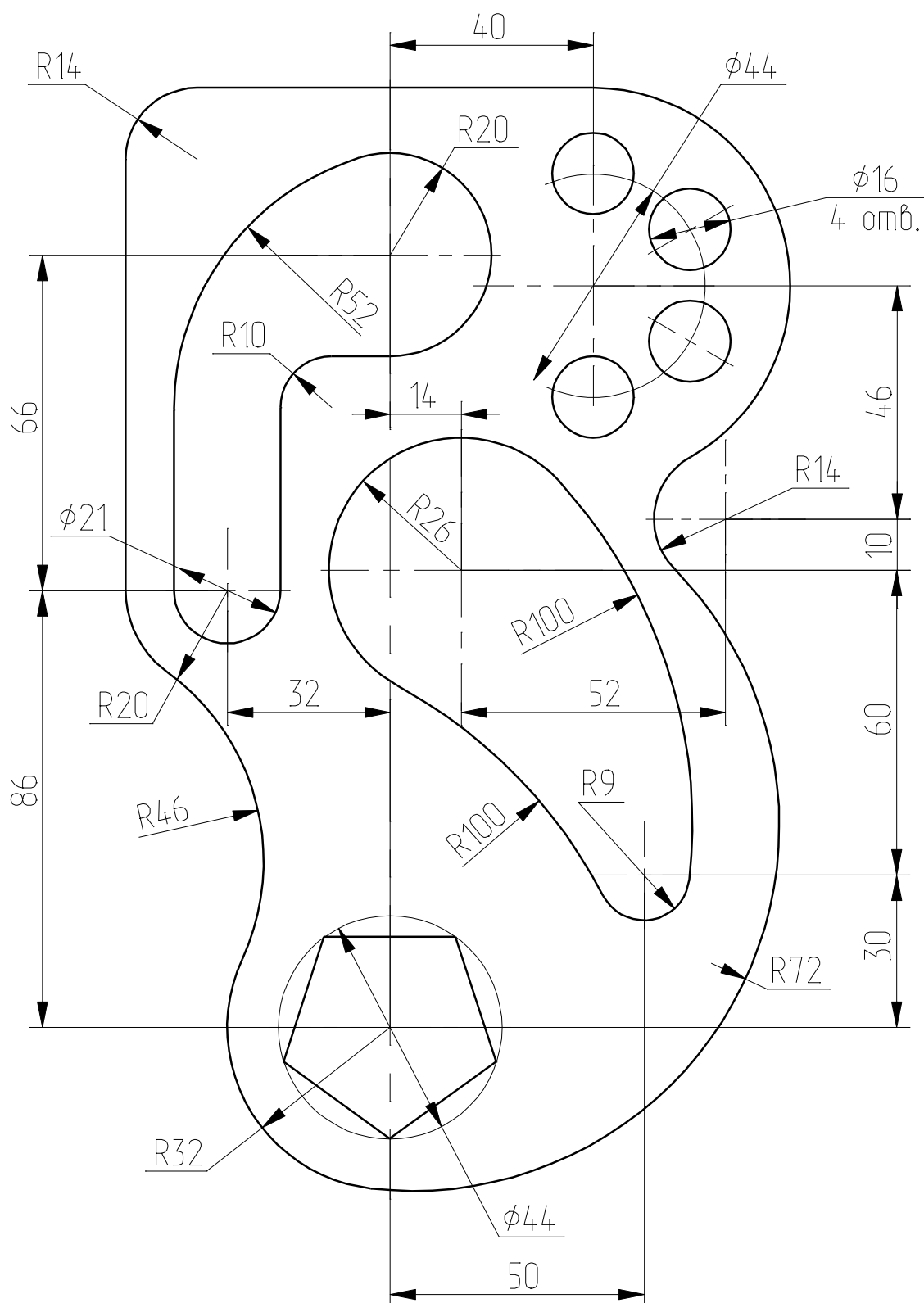


21



22





ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Создание сборочных чертежей

Цель работы: получение практических навыков построения сборочных чертежей на основе фрагментов в системе T-FLEX CAD.

Для проведения данной лабораторной работы необходимо ознакомиться с методическими указаниями «Программное обеспечение САПР. Основы работы с системой T-FLEX CAD. Часть 1», в которых подробно рассмотрены основные способы работы с фрагментами.

Алгоритм построения сборочного чертежа

Создание простейшего сборочного чертежа разберем на примере сборки показанной на рис. 3.1. Процесс построения сборочного чертежа может быть разбит на следующие этапы: 1) создание параметрических чертежей всех деталей входящих в состав сборки; 2) объединение построенных чертежей в один - сборочный; 3) оформление сборочного чертежа в соответствии с требованиями ЕСКД.

Алгоритм построения сводится к следующему.

1. Создать параметрические чертежи всех деталей, входящих в сборку, показанную на рис. 3.1. В данном случае необходимо построить два параметрических чертежа в соответствии с количеством деталей включенных в сборочную единицу (см. рис. 3.1). Указанные детали приведены на рис. 3.2 и 3.3. Для построения параметрического чертежа необходимо воспользоваться рекомендациями, приведенными в лабораторной работе №1 настоящих методических указаний. Следует отметить, что в параметры соответствующие посадочному диаметру, т.е. размеру «20» (см. рис. 3.2, 3.3) должны быть помечены как «Внешние», что необходимо для их связывания при вставке в сборочный чертеж. Размерные линии следует расположить на дополнительном слое «Размеры». Для этого применим команду «Настройка|Слои...» и в появившемся окне (рис. 3.4) добавим новый слой (кнопка «Новый») с указанным именем. Данный слой должен быть невидимым при вставке в сборку.

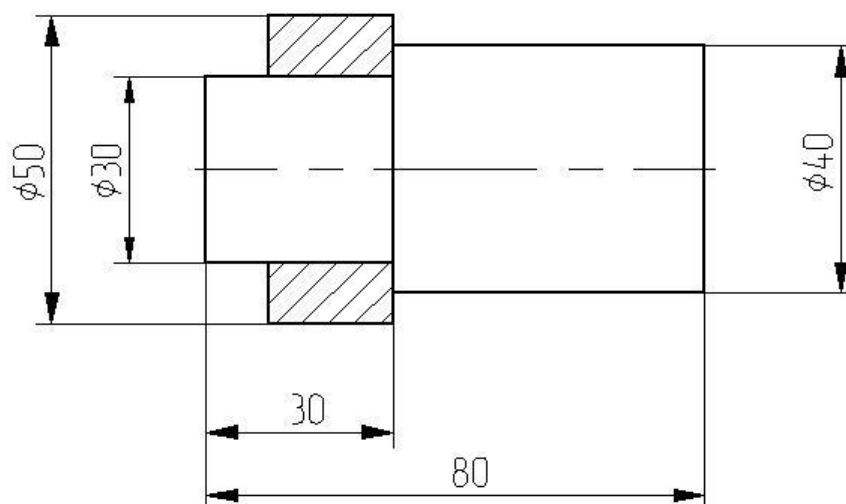


Рис. 3.1. Сборочный чертеж.

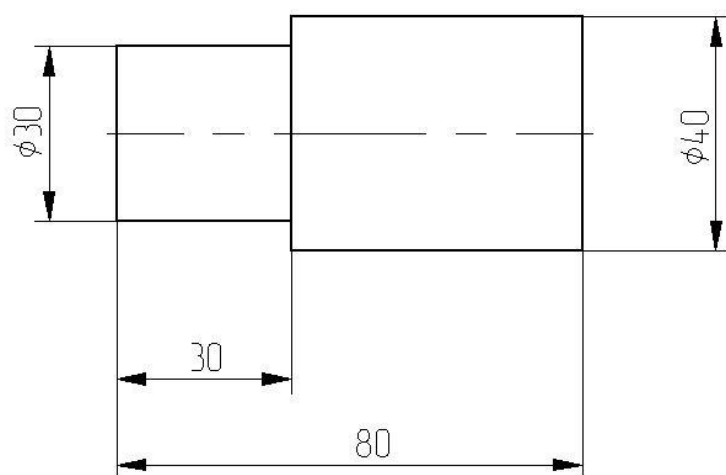


Рис. 3.2. Деталь №1 - «Вал».

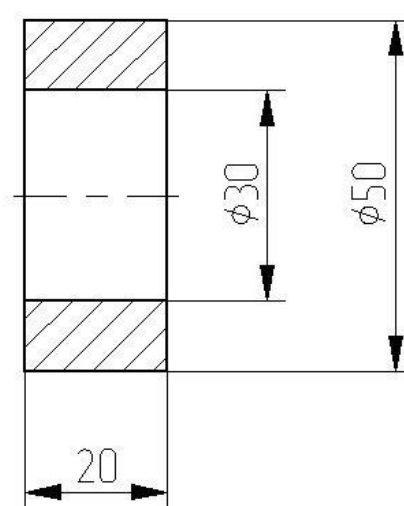


Рис. 3.3. Деталь №2 - «Втулка».

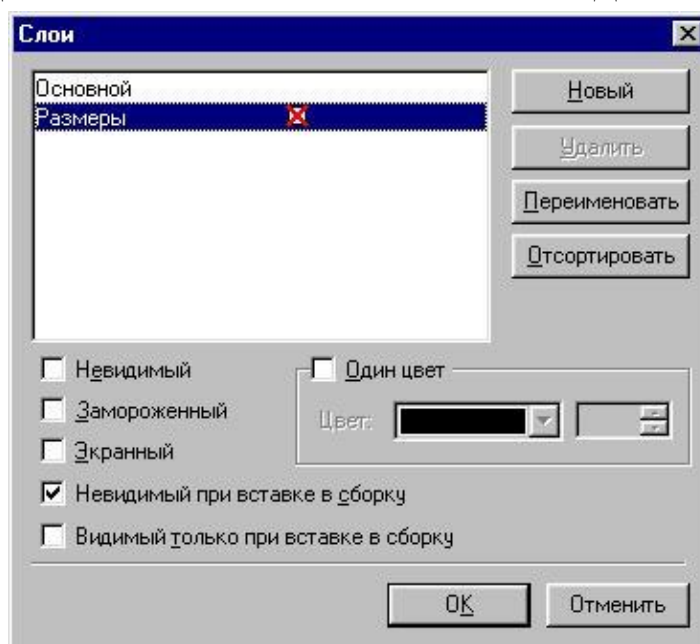
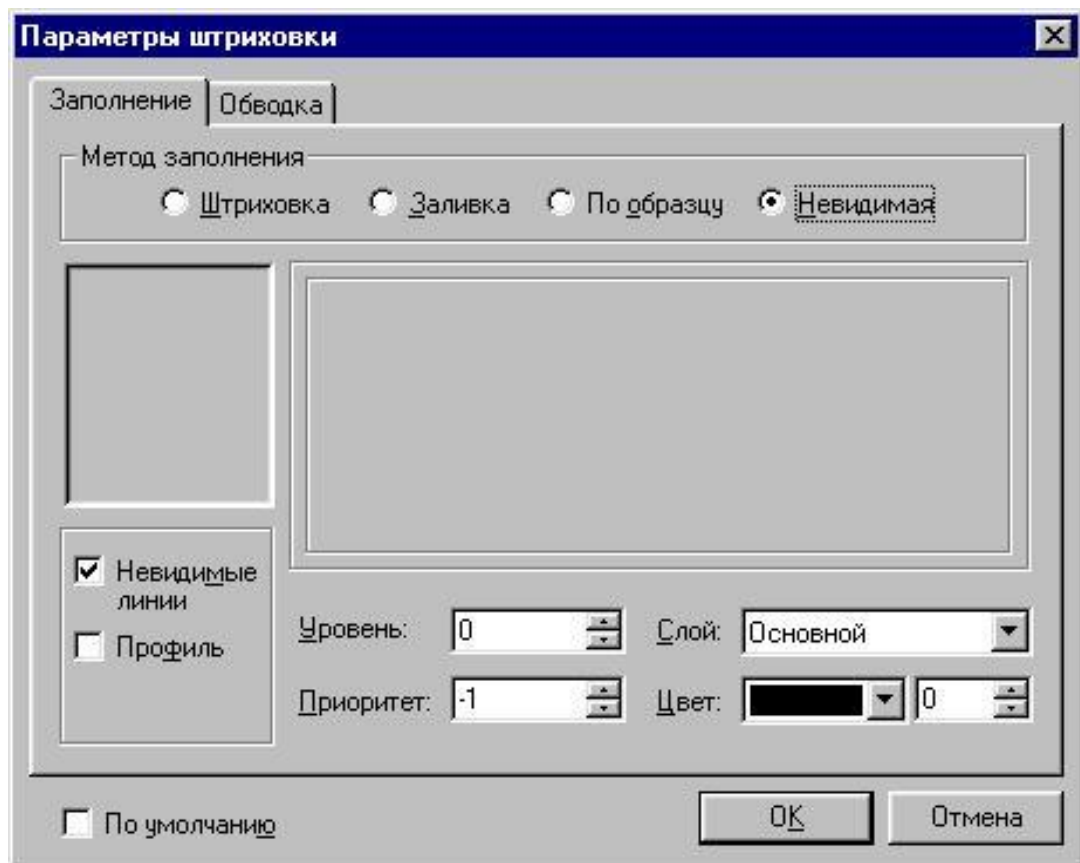
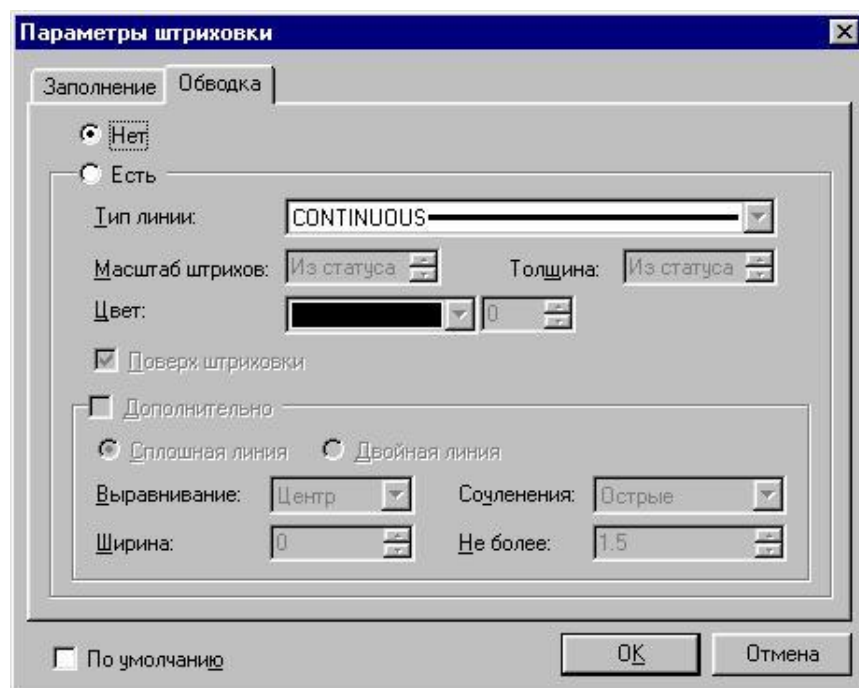


Рис. 3.4. Окно команды «Настройка|Слой...».

2. Создать на дет. №1 и №2 невидимый контур, что необходимо для удаления невидимых линий на сборочном чертеже. Контур наносится не на всю деталь, а только на ту ее часть, которая является посадочной. Для построения контура воспользуемся командой «Чертеж|Штриховка» или клавиша клавиатуры <H>. Дальнейшие действия аналогичны тем, что выполняются при нанесении штриховки (см. методические указания «Программное обеспечение САПР. Основы работы с системой T-FLEX CAD. Часть 1»). Свойства штриховки должны быть заданы так, как показано на рис. 3.5а, б. При этом приоритет штриховки необходимо сделать ниже, чем у линий изображения, иначе штриховка сделает их невидимыми. У линий изображения, по умолчанию, приоритет равен «0». Штриховка должна иметь приоритет меньше нуля, например, «-1». Невидимый контур следует нанести на соответствующие элементы как дет.№1, так и дет.№2 (см. рис. 3.6а, б).

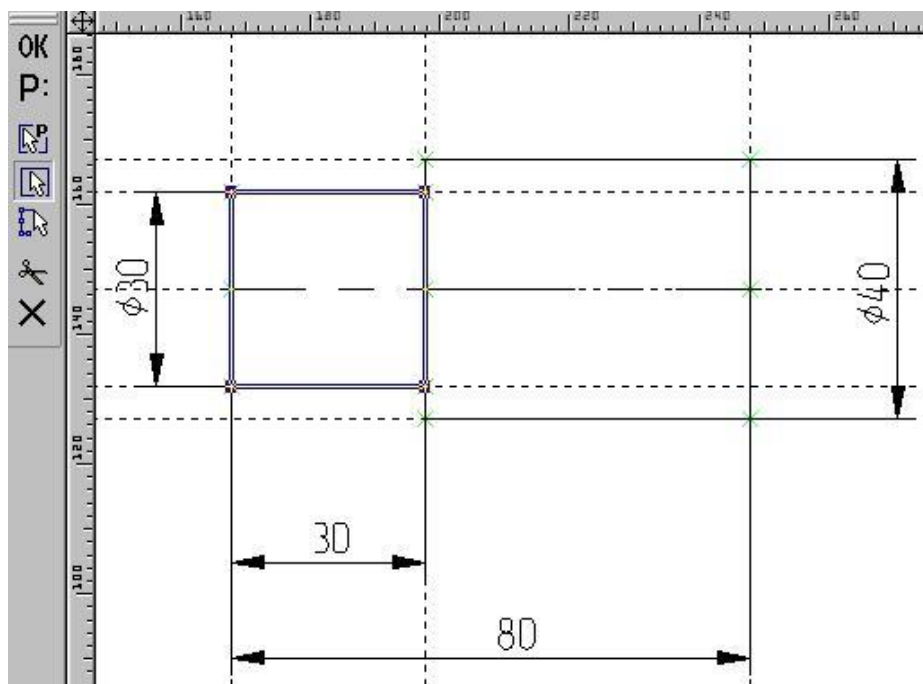


а)



б)

Рис. 3.5. Задание свойств контура, для удаления невидимых линий на сборочном чертеже.



а)

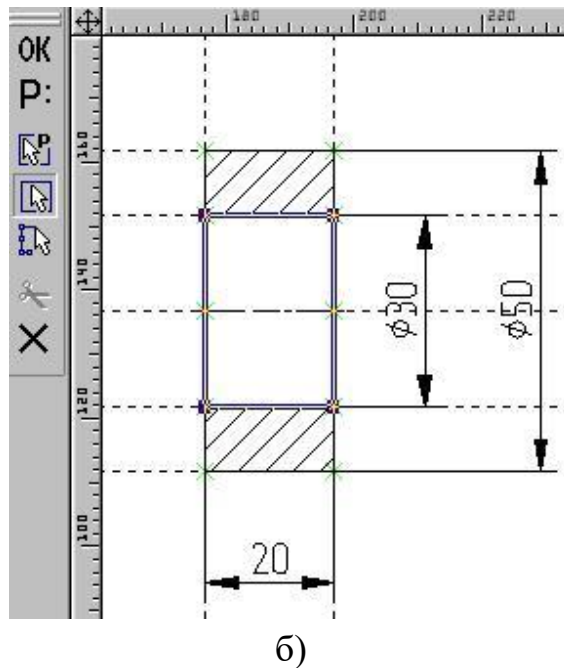


Рис. 3.6. Невидимый контур на дет.№1 (а) и №2 (б).

3. Построить вектора привязки, на созданных чертежах дет.№1 и дет.№2. Векторы привязки определяют ориентацию текущего чертежа (например, чертеж дет.№1 и чертеж дет.№2) при его вставке в другой чертеж (в данном случае в сборочный чертеж). Способ построения векторов привязки описан в методических указаниях «Программное обеспечение САПР. Основы работы с системой T-FLEX CAD. Часть 1». Для каждой из деталей создается по два вектора привязки. Это позволяет поворачивать детали при вставке в сборочный чертеж.

4. Объединить дет.№1 и дет.№2 в одну, т.е. создать сборочный чертеж. Для этого необходимо выполнить следующее.

4.1. Создать новый чертеж с помощью команды «Файл|Новый|Чертеж» или комбинации клавиш <Ctrl><N>.

4.2. Создать относительную систему координат, в которой будем вести построение сборочного чертежа (рис. 3.7) и вспомогательные линии (рис. 3.8, вертикаль и горизонталь).

4.3. Вставить чертеж дет.№1 в текущий чертеж. Для этого необходимо войти в команду «Чертеж|Фрагмент» (соответствующая комбинация клавиш <F><R>) и выбрать в автоменю опцию «Создать новый фрагмент». Этой опции соответствует на клавиатуре клавиша <O>. При вызове этой опции на экране компьютера появиться окно «Редактора переменных» (рис. 3.9а) со списком внешних переменных, доступных для изменения значений. Одновременно с этим рядом с курсором мыши появиться изображение вставляе-

мого чертежа-фрагмента, т.е. дет.№1 (см. рис. 3.9а). Для привязки вставляемого фрагмента к начальному узлу относительной системы координат достаточно подвести к нему курсор и нажать левую клавишу мыши (рис. 3.9б).

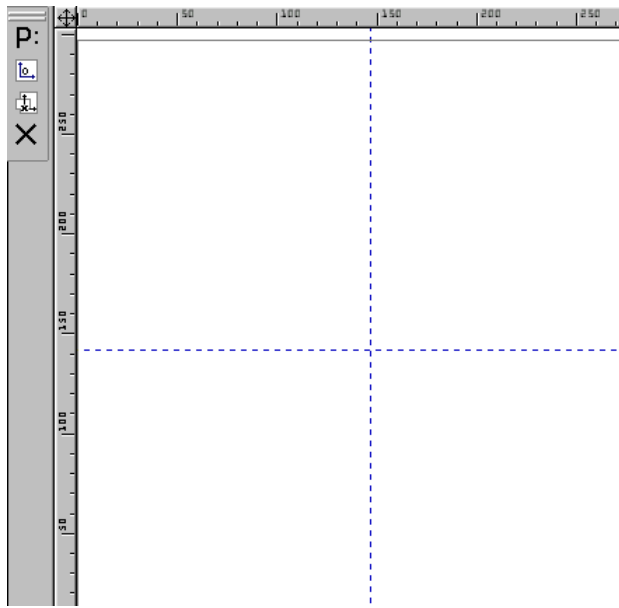


Рис. 3.7. Относительная система координат сборочного чертежа.

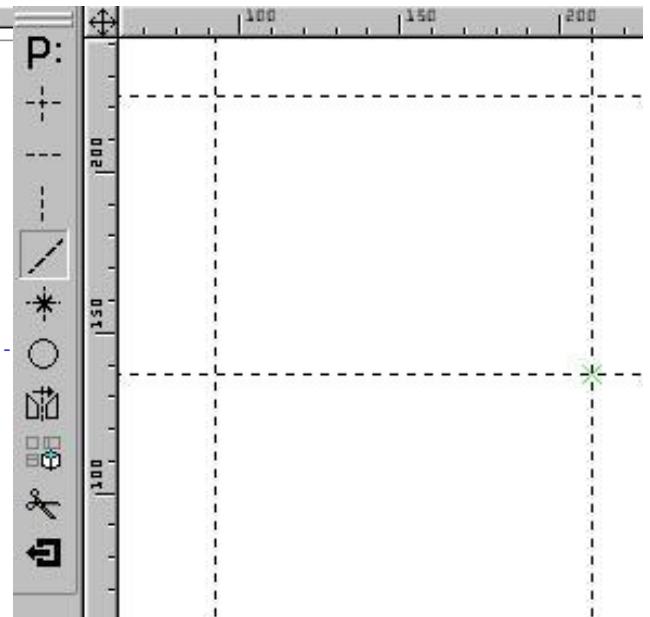
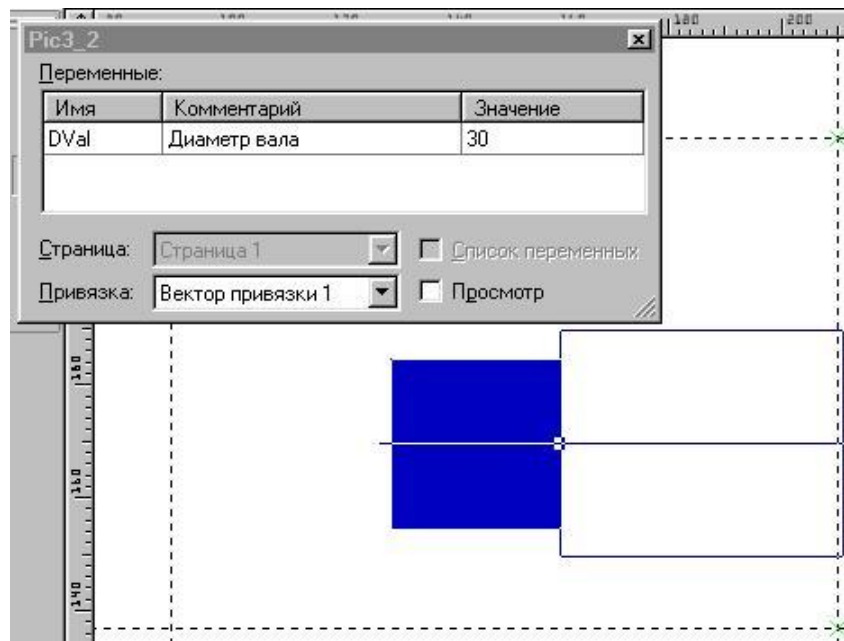
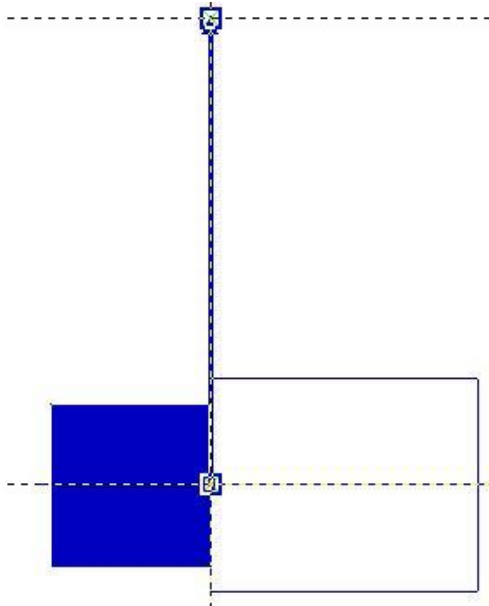


Рис. 3.8. Вспомогательные линии.

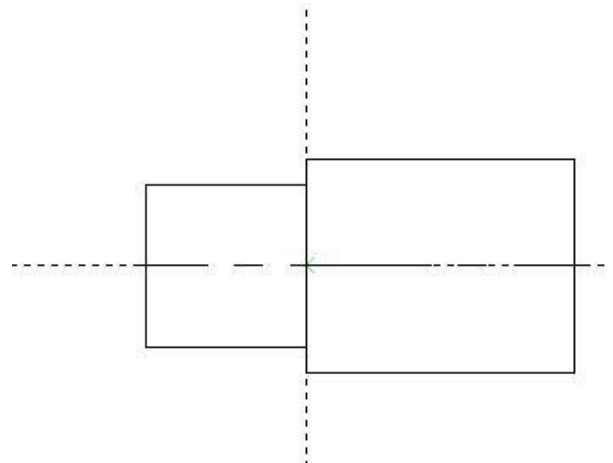
После этого фрагмент можно поворачивать вокруг узла, к которому он привязан. Для фиксации чертежа-фрагмента необходимо подвести курсор к вспомогательному узлу (см. .4.2) и нажать левую клавишу мыши. После окончания привязки фрагмента следует нажать клавишу <ESC>. Результат выполненных действий показан на рис. 3.9в. Аналогичные действия необходимо проделать для вставки чертежа-фрагмента дет.№2 в текущий чертеж. Но только при этом необходимо в свойствах второго чертежа-фрагмента назначить приоритет «-1». Поскольку приоритет текущего (сборочного) чертежа равен «0», то для того, чтобы он «накрыл» дет.№2, нужно фрагменту-дет.№2 назначить более низкий приоритет, используя опцию <P>. Для того, чтобы система перерисовала весь чертеж в соответствии с заданными приоритетами, необходимо использовать клавишу <F7>. Важно заметить, что возможность удаления невидимых линий доступна только в случае, если на закладке «Прорисовка|Удалять невидимые линии» команды «Настройка|Статус...» выставлен флаг.



а)



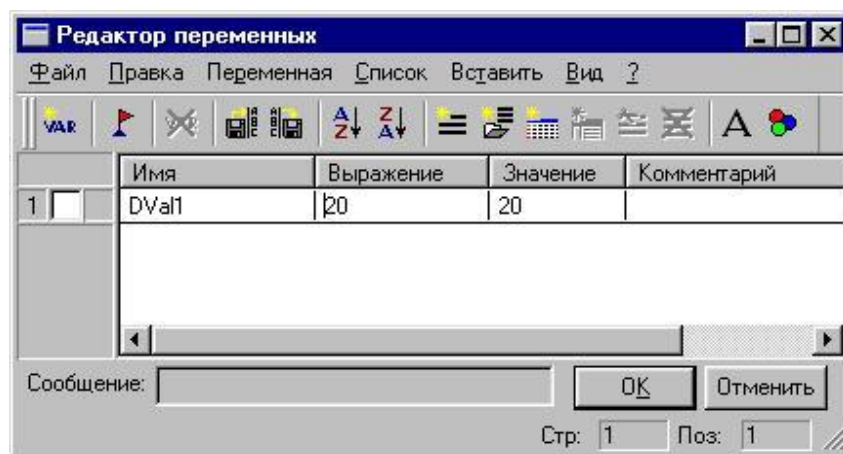
б)



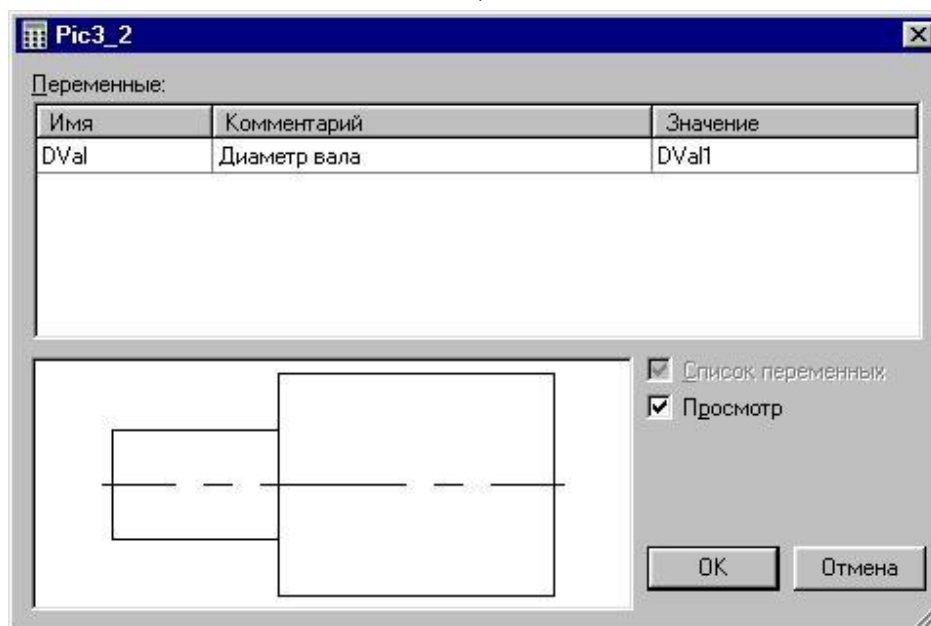
в)

Рис. 3.9. Вставка чертежа-фрагмента в текущий чертеж.

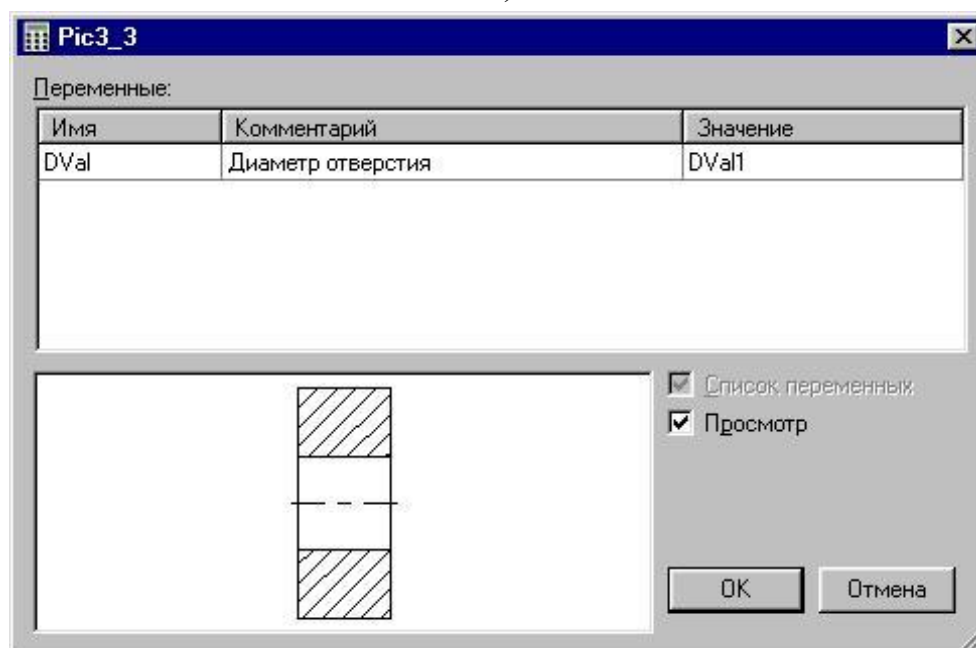
5. Связать переменные текущего (сборочного) чертежа с внешними переменными вставленных фрагментов (дет.№1 и №2). Для этого в редакторе переменных «Параметры|Переменные» создаем новую переменную с именем «DVal1» и присваиваем ей произвольное значение, например «20» (рис. 3.10а). Далее присваиваем имя переменной «DVal1» внешним переменным чертежей-фрагментов дет.№1 и дет.№2 (рис. 3.10б, в). Теперь, при изменении значения переменной «DVal1», автоматически изменится изображение обеих деталей на сборочном чертеже.



а)



б)



в)

Рис. 3.10. Автоматическое изменение размеров сборочного чертежа.

6. Нанести на полученный сборочный чертеж размерные линии в соответствии с рис. 3.1.

Задание к лабораторной работе

3. Создать сборочный чертеж в соответствии с рис. 3.11 и 3.12. Подшипник выбрать в соответствии с номером (см. рис. 3.11) из библиотеки стандартных элементов.
4. Оформить созданный чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД.

Форма отчетности

Выполненный чертеж сохранить в каталоге, указанном преподавателем, в подкаталоге со своей фамилией, название файла должно соответствовать следующему формату:

03КузнецовВ7МК3.GRB, где: 03 - № лаб. работы; КузнецовВ - фамилия и первая буква имени студента, 7МК3 – группа, .GRB (или .GRS) – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

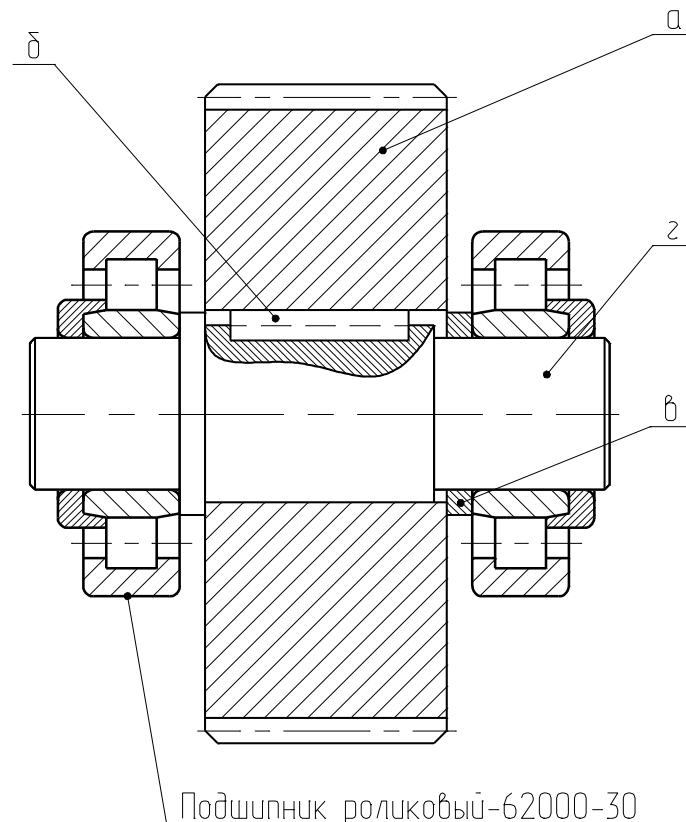
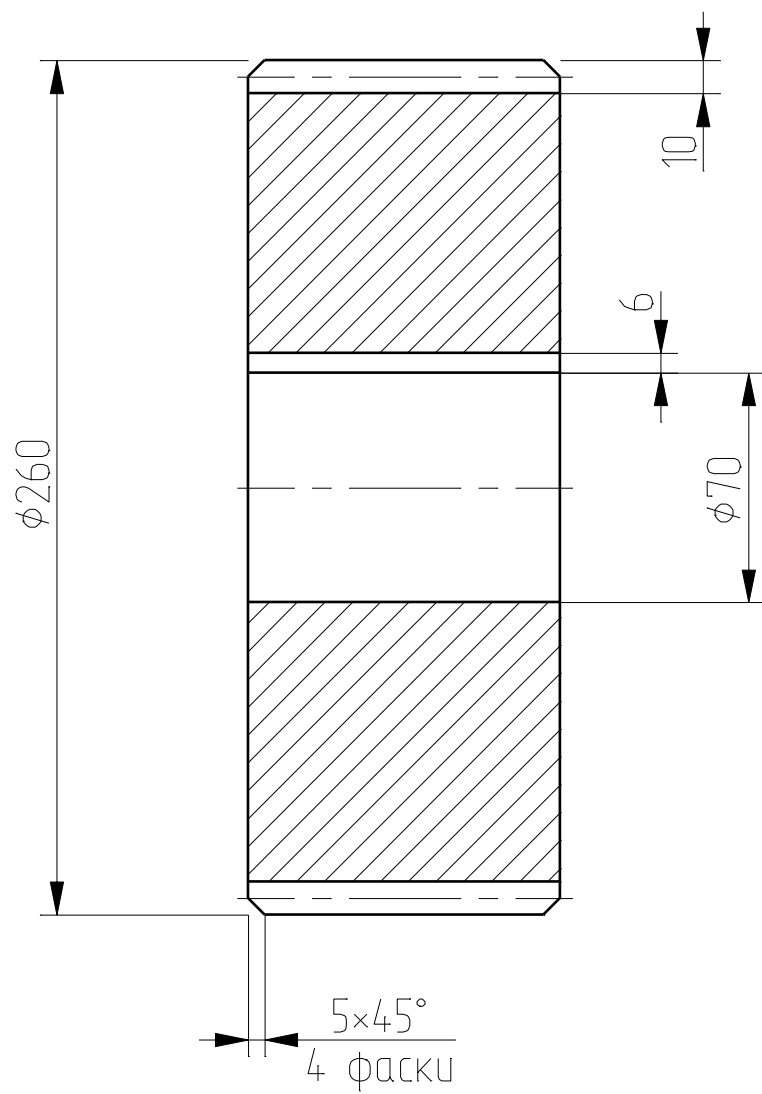
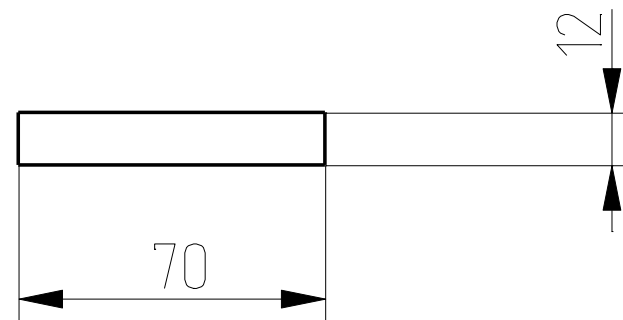


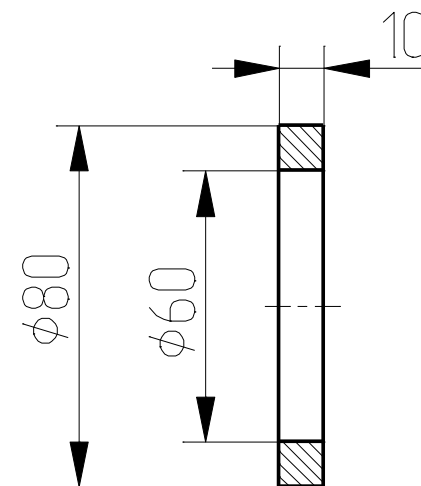
Рис. 3.11. Задание к лабораторной работе №3. Сборочный чертеж.



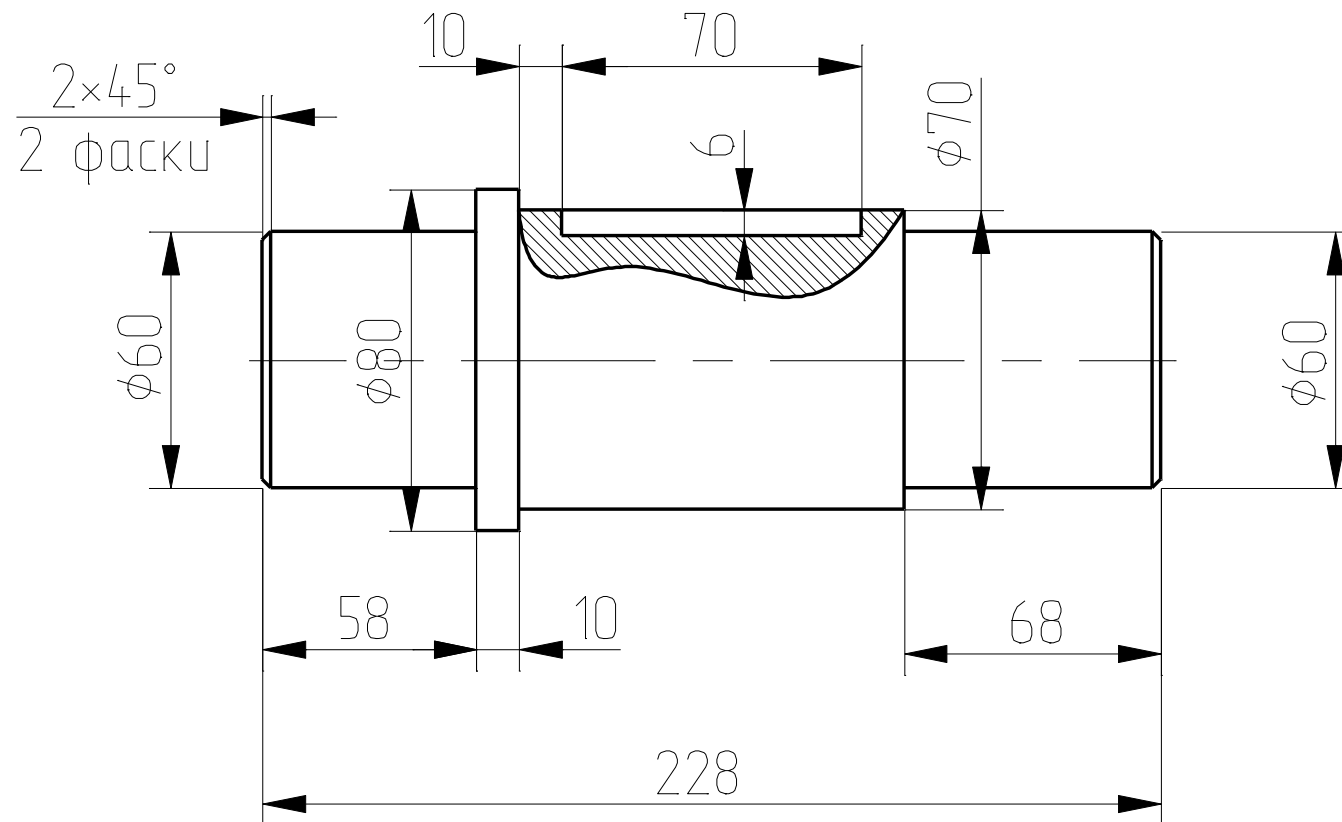
а) деталь «Шестерня»



б) деталь «Шпонка»



в) деталь «Кольцо»



г) деталь «Вал»

Рис. 3.12. Задание к лабораторной работе №3. Деталировка.

Основные команды системы T-FLEX CAD

Команда	Комбинация клавиш клавиатуры	Текстовое меню	Пиктограмма	Комментарий
Создать новый документ	<FN> или <Ctrl><N>	«Файл Новый»		Позволяет создать новый документ
Открыть документ	<O> или <Ctrl><O>	«Файл Открыть...»		Позволяет открыть документ для редактирования
Сохранить документ	<SA> или <Ctrl><S>	«Файл Сохранить»		Сохраняет текущий документ
Сохранить документ под другим именем	<SV>	«Файл Сохранить как ...»		Позволяет сохранить текущий документ в новый файл с другим именем, не удаляя при этом исходного документа
Сохранить все документы	<SL>	«Файл Сохранить все»		Позволяет сохранить все, открытые на данный момент, документы
Сохранить как прототип	<SY>	«Файл Сохранить как прототип ...»		Позволяет сохранить текущий документ как прототип для создания новых документов
Показать свойства документа	<PS>	«Файл Свойства ...»		Позволяет просмотреть все характеристики текущего документа, а также ввести краткий комментарий
Заккрыть документ	<FCL>	«Файл Заккрыть»		Закрывает текущий документ
Завершить работу с T-FLEX CAD	<FI> или <Alt><F4>	«Файл Выход»		Завершает работу с T-FLEX CAD

Функциональные клавиши системы T-FLEX CAD

Комбинация клавиш клавиатуры	Комментарий
<F1>	Получить справочную информацию (помощь) по текущей команде
<Alt><F1>	Получить информацию о выбранном элементе (элементах)
<Ctrl><F>	Переключить режим «свободного» и «связанного рисования»
<Ctrl><G>	Включить и выключить режим привязки к сетке
<Ctrl><R>	Вызвать команду импорта чертежей
<Ctrl><W>	Вызвать команду экспорта чертежа
<Ctrl><S>	Сохранить документ
<Ctrl><O>	Открыть документ
<Ctrl><N>	Создать новый документ
<Ctrl><P>	Напечатать открытый документ
<Ctrl><F7>	Пересчитать параметры текущего документа
<Alt><F7>	Обновить 3Dмодель
<F3>	Вызвать команду «Задать рабочее окно»; команда доступна для выполнения только одного действия, затем происходит возврат в прерванную команду
<Shift><Esc>	Выход из всех команд с любого уровня вложенности
<Ctrl><Shift><PgUp>	Увеличить изображение
<Ctrl><Shift><PgDown>	Уменьшить изображение
<Ctrl><Shift><Left>	Переместить изображение влево
<Ctrl><Shift><Right>	Переместить изображение вправо
<Ctrl><Shift><Up>	Переместить изображение вверх
<Ctrl><Shift><Down>	Переместить изображение вниз
<Ctrl><Shift><Home>	Показать изображение по границам бумаги
<Ctrl><Shift><End>	Показать изображение по максимальным границам
<F7>	Вызвать команду «Перечертить окно»
<Alt><BackSpace> или <Ctrl><Z>	Вызвать команду «Отменить действие»
<Shift><Ctrl><Z>	Вызвать команду «Отменить группу действий»
<Ctrl><BackSpace> или <Ctrl><Y>	Вызвать команду «Повторить действие»
<Shift><Ctrl><Y>	Вызвать команду «Повторить группу действий»

«Горячие» клавиши клавиатуры

«Горячая» клавишах клавиатуры	Комментарий
<L>	Создать привязку к прямой линии построения
<H>	Создать горизонтальную прямую
<V>	Создать вертикальную прямую
<X>	Создать две перпендикулярные прямые и узел
<C>	Создать привязку к окружности
<O>	Создать концентрическую окружность или перпендикулярную прямую
<N>	Создать привязку к узлу
<A>	Выбрать ось симметрии (прямую), для построения симметричного элемента построения (прямой, окружности и т.д.) выбранному элементу
<K>	Разрушить привязку к элементу построения (доступно только в режиме редактирования элементов построения - <ЕС> или <F4>)
<P>	Задать параметры (элементов построения, изображения и т.п.)

Основные операции с переменными

Имя операции	Описание
<i>Алгебраические операции</i>	
+	сложение
-	вычитание
*	умножение
/	деление
** или ^	возведение в степень
%	получение остатка от деления
<i>Логические операции</i>	
>	больше
<	меньше
>=	больше или равно
<=	меньше или равно
!=	не равно
==	равно
&&	логическое И
	логическое ИЛИ
!	логическое НЕ
операция условия, имеющая следующую конструкцию: условие ? значение1 : значение2	Например: VAR_1 > 100 ? 1 : -1 Если значение переменной VAR_1 больше 100, то результатом выполнения этой операции будет значение 1, в противном случае результатом будет значение -1. В качестве условия, значения1 и значения2 можно использовать любое выражение.

Стандартные математические функции

Имя математической функции	Описание
ABS	Найти абсолютное значение
ACOS	Найти арккосинус
ASIN	Найти арксинус
ATAN	Найти арктангенс
CEIL	Округлить до большего целого
COS	Найти косинус угла (угол указывается в градусах)
FLOOR	Округлить до меньшего целого
HYPOT (arg1, arg2)	Вычислить гипотенузу прямоугольного треугольника
INT	Округлить до ближайшего целого
LOG	Найти натуральный логарифм числа
LOG10	Найти десятичный логарифм числа
RACOS	Найти арккосинус угла (угол указывается в радианах)
RASIN	Найти арксинус угла (угол указывается в радианах)
RATAN	Найти арктангенс угла (угол указывается в радианах)
RCOS	Найти косинус угла (угол указывается в радианах)
ROUND (arg1, arg2)	Округлить значение "arg1" с точностью "arg2"
RSIN	Найти синус угла (угол указывается в радианах)
RTAN	Найти тангенс угла (угол указывается в радианах)
SIN	Найти синус угла (угол указывается в градусах)
SQRT	Найти квадратный корень числа
TAN	Найти тангенс угла (угол указывается в градусах)

Литература

1. T-FLEX PARAMETRIC CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. М.: АО «Топ Системы», 2000, 531 с.
2. Попов А.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ в системе T-FLEX CAD. Камышин: КТИ ВолгГТУ, 2001, 26 с.

Петров Павел Александрович

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по курсу «Основы автоматизированного проектирования» для студентов специальности 120400 «Машины и технология обработки металлов давлением» и направления 551800 «Технологические машины и оборудование». ЧАСТЬ 2.

Подписано в печать

Заказ

Тираж

Формат 60 × 90/16

Бумага типографская

МГТУ «МАМИ». Москва 105023, Б.Семеновская ул., 38.