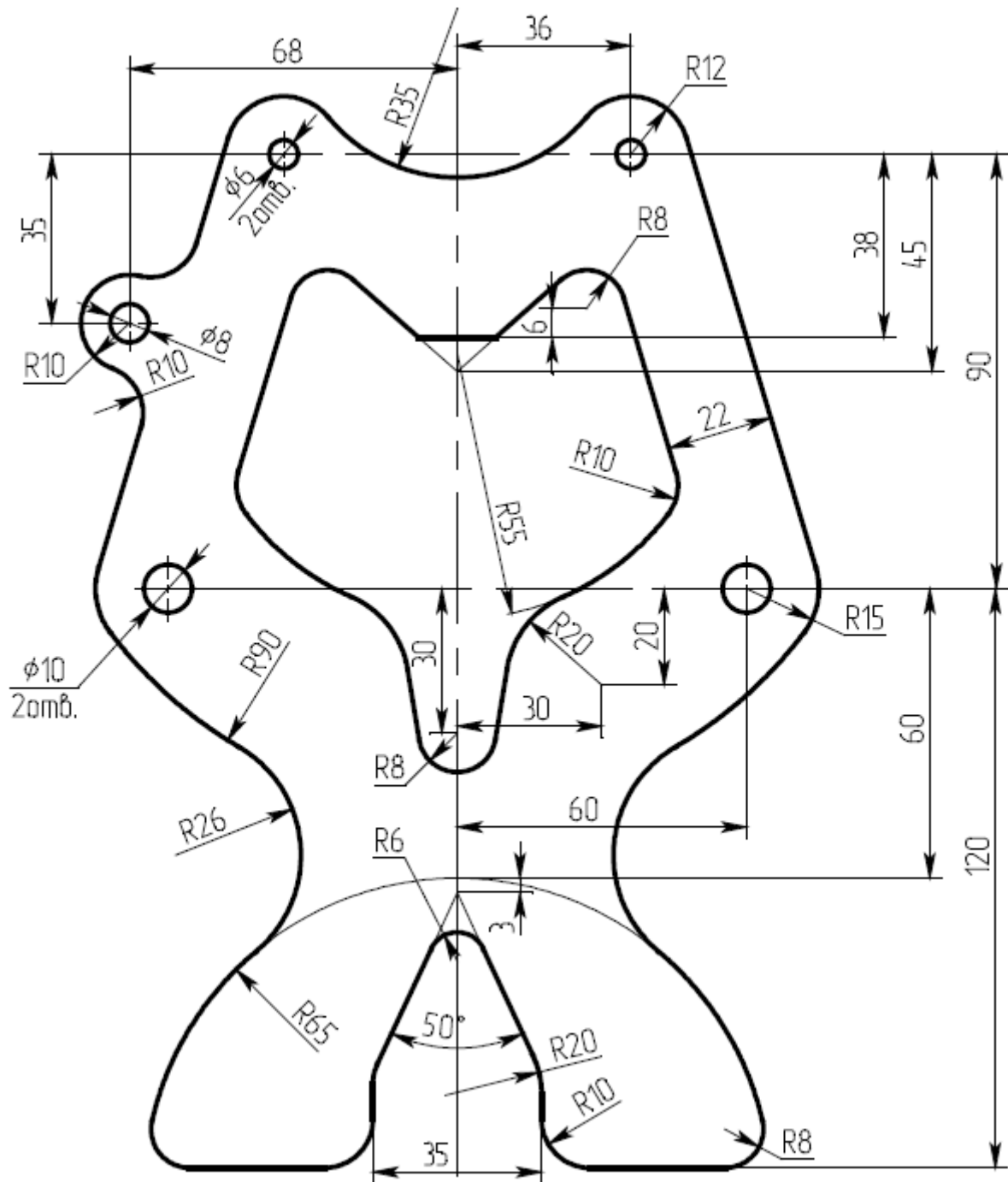


Построение сопряжений



Основными базами при разметке служат ось симметрии и линия, соединяющая боковые отверстия диаметром 10, перпендикулярная оси симметрии. Для удобства отсчета размеров и повышения точности при разметке введены вспомогательные базы: линия, соединяющая отверстия диаметром 6, а также горизонтали, определяемые размерами 38 и 60. Начинаем построение с нанесения основных баз. Строим ось симметрии: вызываем команду (Line), нажатием клавиши <L>; в появившемся автоменю (см. рис. 1). выбираем опцию  (можно нажатием клавиши <V> - Vertical).

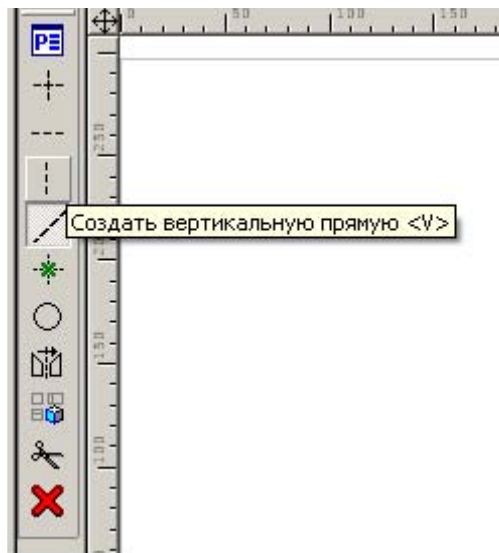


рис. 1

Определяем положение вертикальной прямой, при этом координата X прямой появляется в текстовом поле «Параметры прямой» (на рис. 2 слева). Можно ввести в это поле величину или согласиться с предложенной системой и нажать клавишу <Enter>. При этом прямая примет положение соответствующее введенной координате.

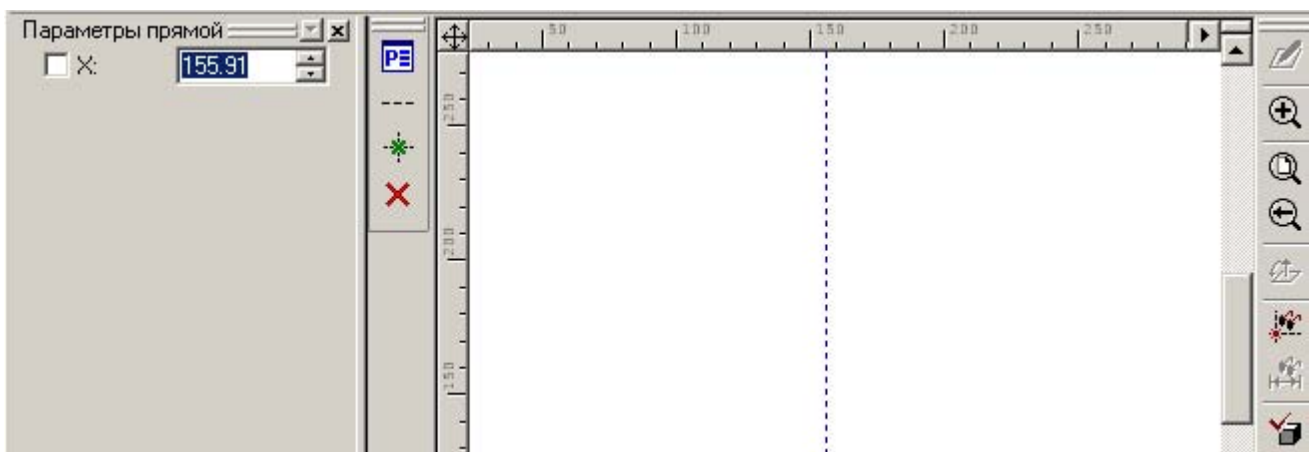


рис. 2

Строим горизонтальную прямую, определяющую положение отверстий диаметром 10:

Для этого выбираем опцию  (можно нажатием клавиши <H> - Horizontal).

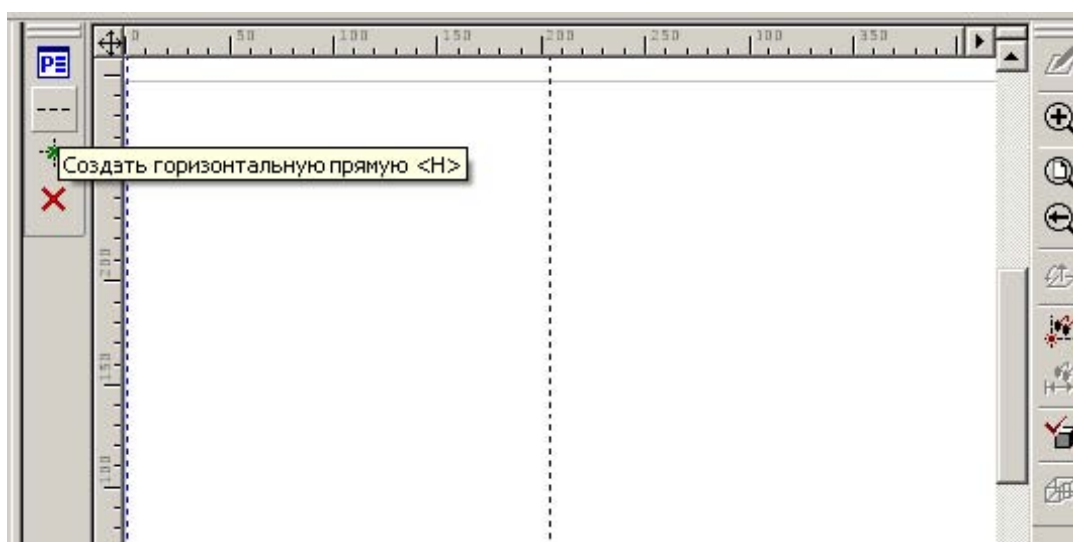


рис. 3

Так же как в предыдущем случае определяем положение прямой и закрепляем его вводом параметра Y нажатием клавиши <Enter>.

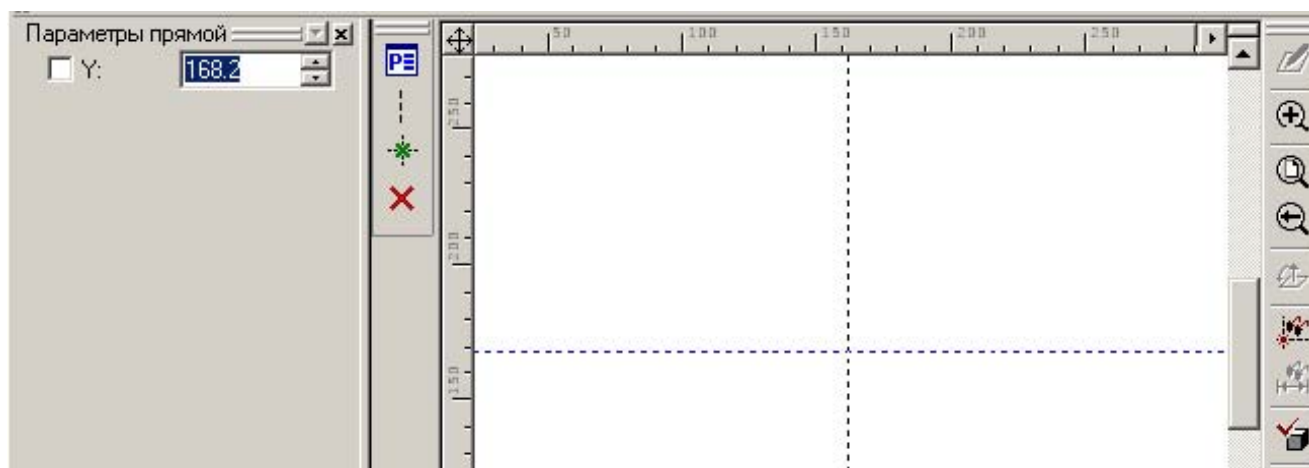


рис. 4

Так как при задании прямых мы вводили их абсолютные координаты (в системе координат чертежа), то они будут являться основными, определяющими положение зависимых линий.

Теперь надо определить линии разметки, задающими положение отверстий. Размеры, определяющие положение отверстий проставлены от вертикальной осевой линии, следовательно, надо отложить зависимую прямую от вертикальной оси на расстояние 60. Для выхода из режима построения

горизонталей (рис.4) нажмите правую кнопку мыши или клавишу  <Esc>, при этом автоменю команды Line примет вид как на рис. 1 с активированной опцией выбрать прямую для построения параллельной (рис.5).

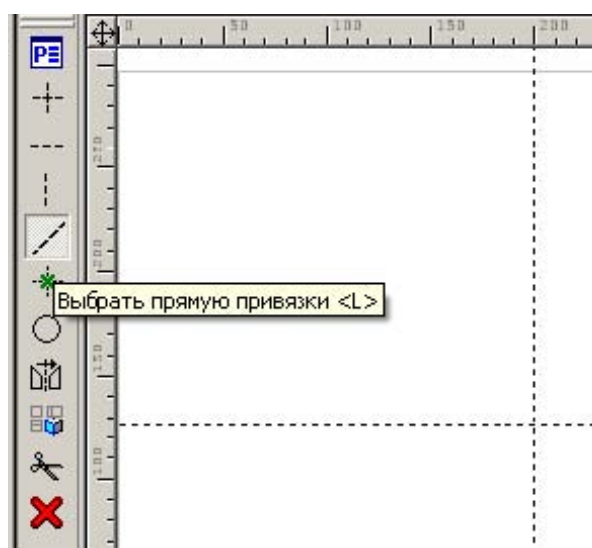


рис.5

Указываем курсором на вертикальную прямую и нажатием клавиши <L> выбираем ее для построения параллельной зависимой прямой, затем отводим курсор вправо. Обратите внимание на то, что в параметрах прямой указана не координата X, а расстояние от исходной прямой, являющейся базовой осью (рис. 6).

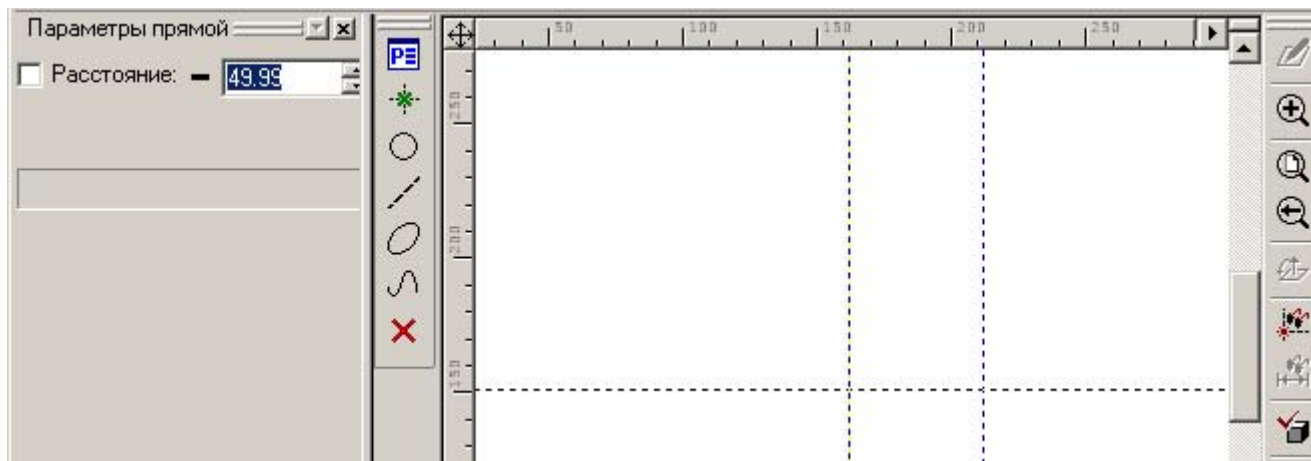


рис. 6

Вводим с клавиатуры значение расстояния 60, которое автоматически считывается в подсвеченное текстовое поле и нажимаем <Enter>. Программа строит прямую, параллельную базовой оси на расстоянии 60 от нее. Нажимаем правую кнопку мыши или клавишу <Esc> для выхода из команды Line. Строим отверстие диаметром 10: вызываем команду Circle нажатием клавиши <C>.

Автоменю меняется как на рис. 7 с автоматически активированной опцией 

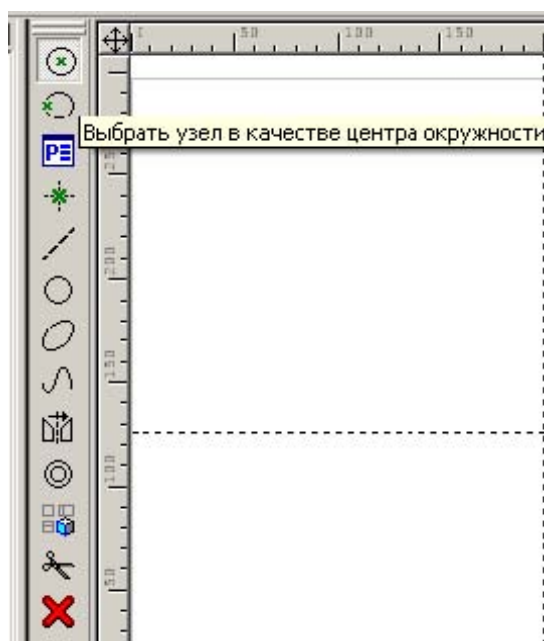


рис. 7

Указываем центр окружности левым щелчком мыши на пересечении линий разметки, а в параметрах окружности вводим значение радиуса 10/2, нажав, клавишу <Enter>. Будет построена окружность радиусом 5. (рис. 8)

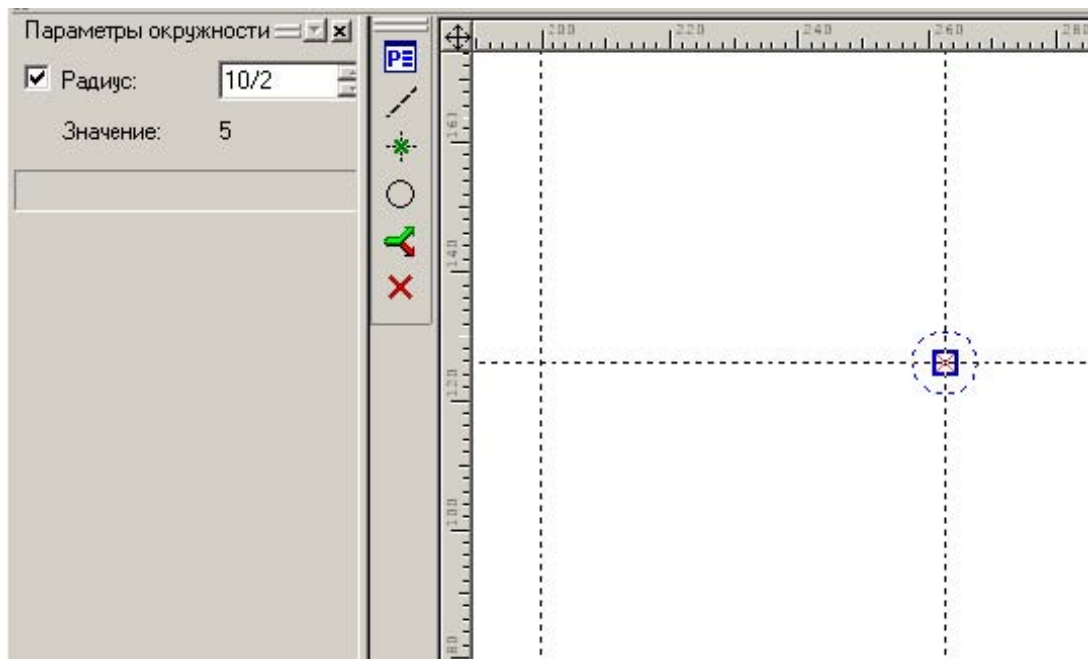


рис. 8

Построенную окружность необходимо сразу обвести основной толстой линией, для этого служит команда Graphics, вызываемая клавишей <G> (рис. 9).

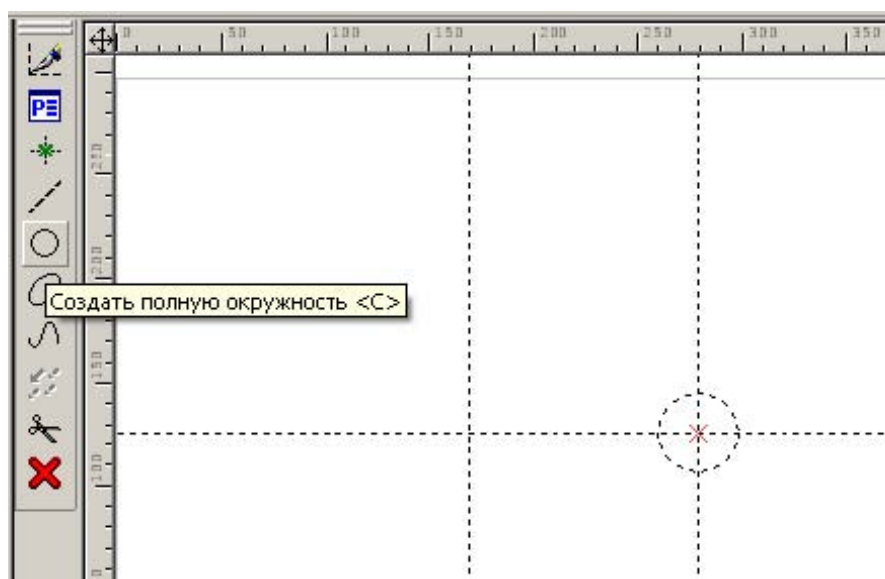


рис. 9

Укажите курсором на окружность и нажмите <C> для ее выбора. Окружность обводится жирной линией. Щелкните правой кнопкой мыши для выхода из команды Graphics. Установите размер на окружности командой Dimension <D> (рис. 10). Для этого укажите на окружность курсором или нажмите <C> для ее выбора.

С помощью опции можно проставить размер на полке линии выноски . Положение размера закрепляем нажатием левой клавишей мыши. Теперь можно выйти из команды Dimension. Изменение диаметра окружности осуществляется двойным щелчком на цифре 10 - откроется окно размера редактирования. Введем диаметр 12 и нажмем на <Enter> для подтверждения ввода. Окружность перерисовывается с новым диаметром. Верните диаметр обратно в 10.

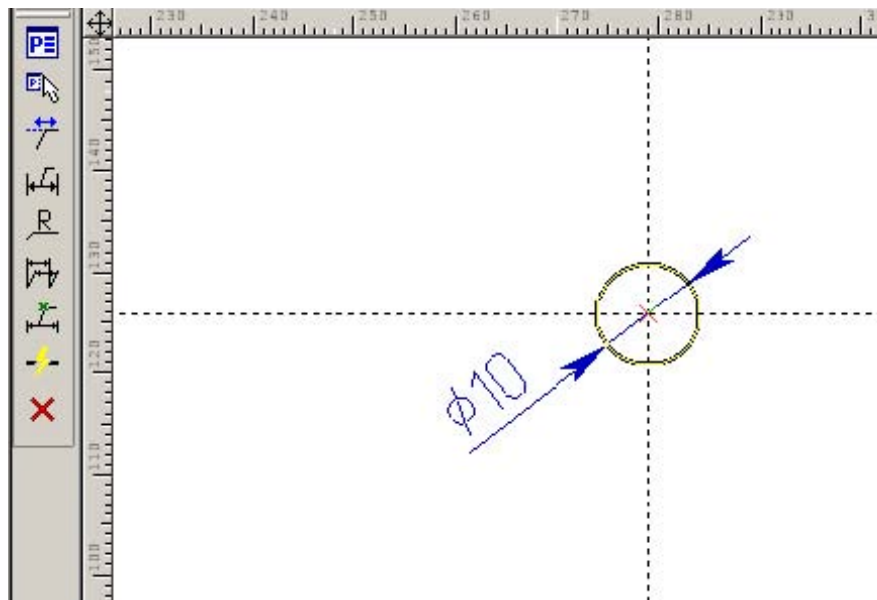


рис. 10

Теперь строим вспомогательную базу двух верхних отверстий, задав ее параллельно горизонтальной (базовой) линии на относительном расстоянии 90 от нее. Строим вертикаль на расстоянии 36 от базовой оси. На пересечении найдите центр второй окружности ($\varnothing 6$), для которой повторите те же построения, что и для первой. Нам заданы положения центров дуг R15 и R12, концентричных отверстиям $\varnothing 10$, $\varnothing 6$, поэтому создайте вспомогательные окружности, по которым постройте дуги, определив положение точек касания (без построения полных окружностей в тонких линиях невозможно найти точки касания). Нажмите <C>, укажите курсором в центр окружности $\varnothing 10$ и отводите курсор в сторону, чтобы предварительно посмотреть строящуюся окружность, а в ее параметрах введем радиус 15 и нажмем <Enter>. Так же постройте окружность R12, концентричную отверстию $\varnothing 6$. Теперь, выйдя из команды окружность, попробуйте перемещать базовые оси (ось симметрии и ось отверстий $\varnothing 10$). Выберите нажатием левой кнопки мыши вертикальную базовую ось симметрии. Обратите внимание, что при этом в командной строке внизу экрана появилось сообщение «ЕС: Изменить построения», это означает, что при выборе линии автоматически

запустится команда ее редактирования, а пиктограмма  на панели инструментов изменится в нажатое состояние. В панели свойств прямой (рис. 11) в текстовом поле напротив X: указано предыдущее значение параметра прямой (абсолютной координаты X), а в поле напротив Значение: текущее значение этого параметра, которое изменяется при движении курсора и совпадает с координатой X в статусной строке в правом нижнем углу экрана (см. рис 11). Так же бросается в глаза поведение других построений при изменении редактируемой прямой. Программа запомнила последовательность проведения построений и при изменении базовой прямой динамически (при

нажатой кнопке  (см. рис. 11) перестраивает в той же последовательности все основанные на ней элементы: вертикали, заданные параллельно на расстоянии 60 и 36 сохраняют свое относительное положение (параллельность и величину расстояния в параметре прямой), концентричные отверстия остаются концентричными. Если бы мы построили вторую вертикальную прямую так же как первую через пиктограмму  и задали бы ее параметр, то при редактировании базовой оси вспомогательная вертикальная ось отверстия $\varnothing 10$ или $\varnothing 6$ сохраняла бы свое положение в абсолютных координатах, такое построение - ошибочно.

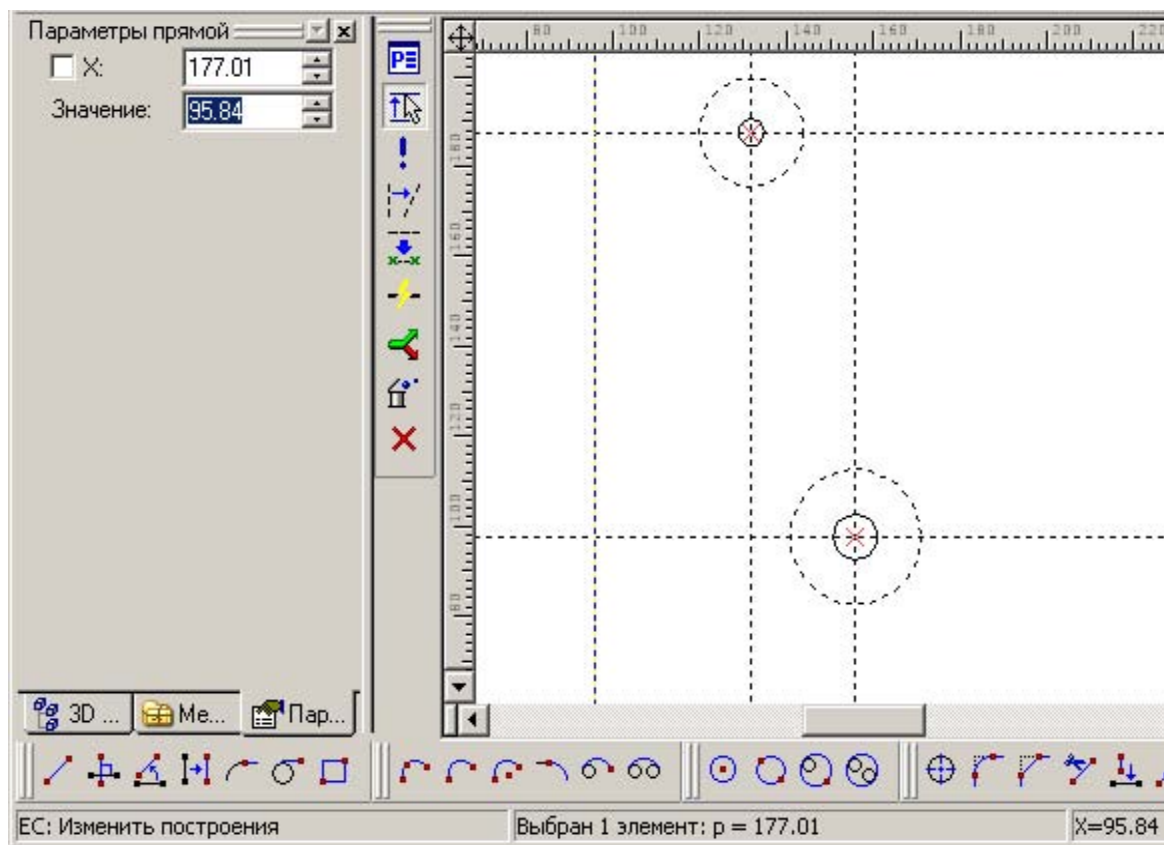


рис. 11

Выйдя из команды редактирования вертикальной прямой, выберите горизонтальную прямую, являющуюся вспомогательной базой (ось отверстий $\varnothing 6$) (рис. 12). Теперь в параметрах прямой указана не координата “Y”, а “расстояние” 90, т.е. прямая “помнит”, как была построена. Щелкните правой кнопкой мыши для отмены изменений.

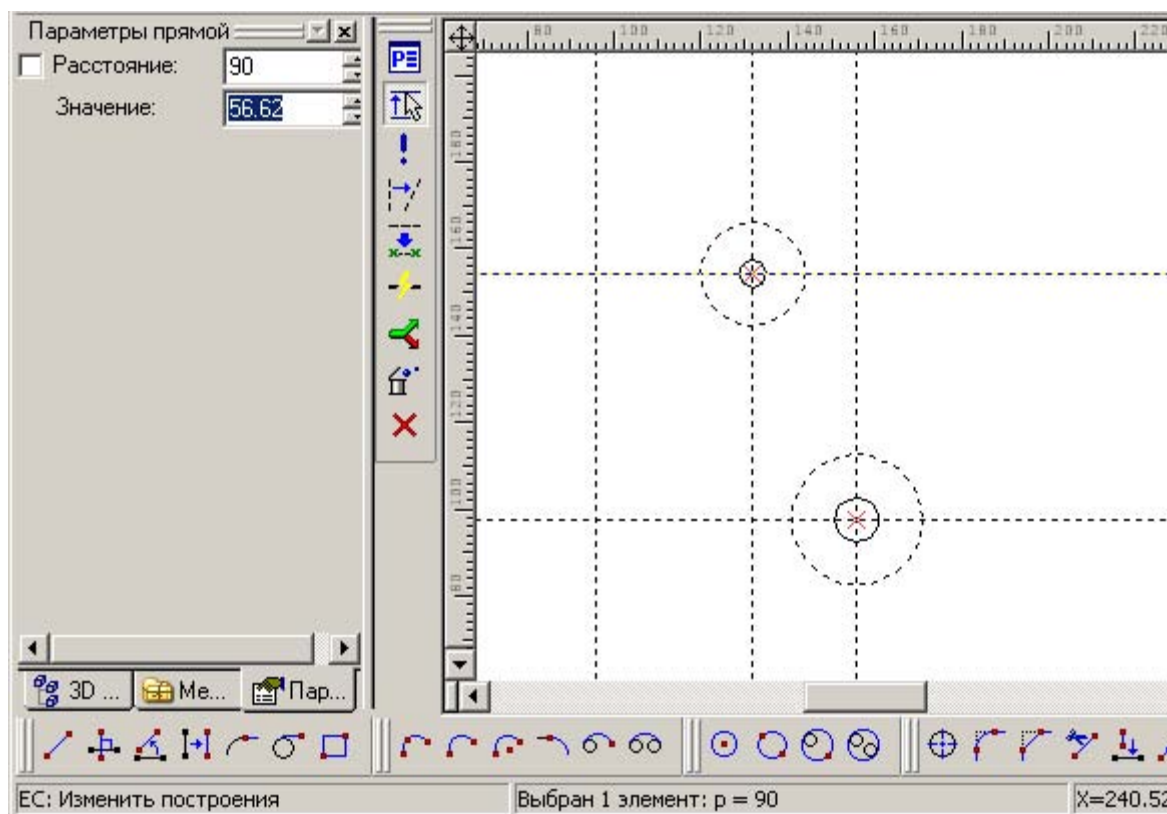


рис. 12

Построим прямую, касательную двум окружностям: нажмем <L>. Для построения касательной окружностям прямой воспользуемся опцией <C> выбрать касательную окружность (рис. 13) (внутри команд клавиша <C> означает выбор окружности, а не ее построение).

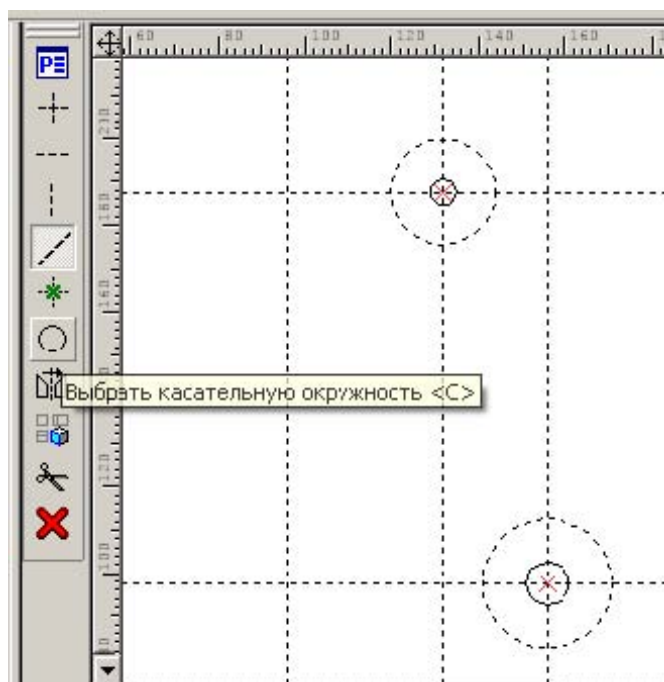


рис. 13

Подведите курсор к верхней окружности, она подсветится и к курсору добавится символ окружности, это значит, что текущая команда распознала допустимый для выбора объект. Выберите первую окружность, нажав <C> (обычно выбор объектов клавишами выполняют в сложных случаях, когда надо отфильтровать нужный объект) или просто левым щелчком мыши: обратите внимание, что сторона касания определяется положением курсора в момент выбора. К окружности привяжется виртуальная касательная прямая. Выберите вторую окружность. Строится прямая, касательная двум окружностям.

Теперь научимся строить симметричные элементы. Постройте вертикальные оси отверстий слева от оси симметрии. Конечно, можно было бы повторить те же построения, однако надо учитывать то, что деталь “помнит”, как была построена. Это значит, что если мы построим симметричные отверстия независимо, то программа будет считать их независимыми, а не симметричными.

Отразим вертикальные оси отверстий относительно оси симметрии, для этого воспользуемся опцией

 (рис. 13). Для этого подведите курсор к оси симметрии и нажмите <A>. Выбранная прямая станет осью зеркального отражения. Теперь последовательно выбирайте отражаемые прямые (щелчком мыши или клавишей <L>) см. рис. 14

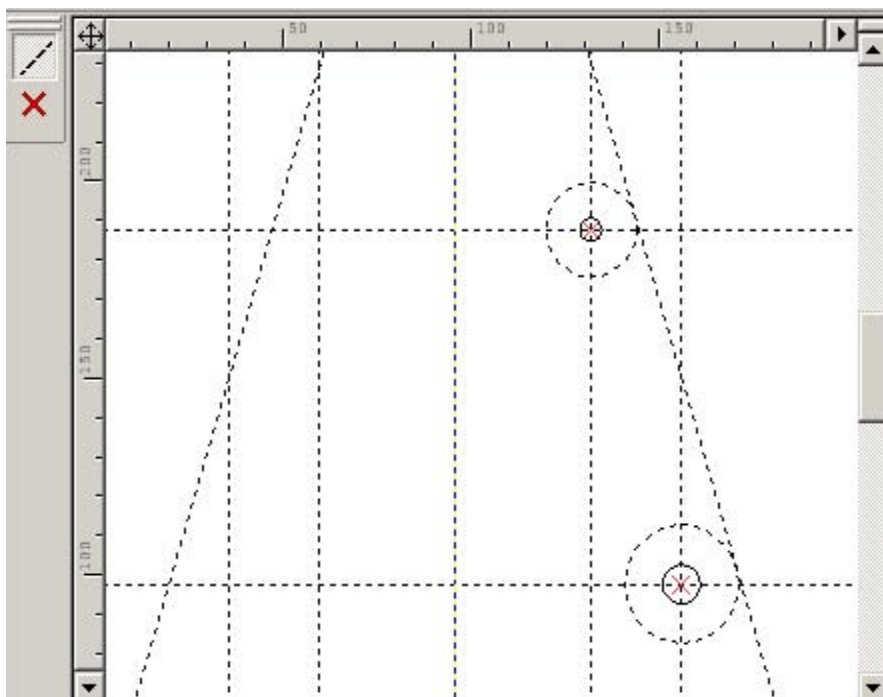


рис.14

Для построения симметричных окружностей пользуйтесь опцией команды <C> (рис. 15)

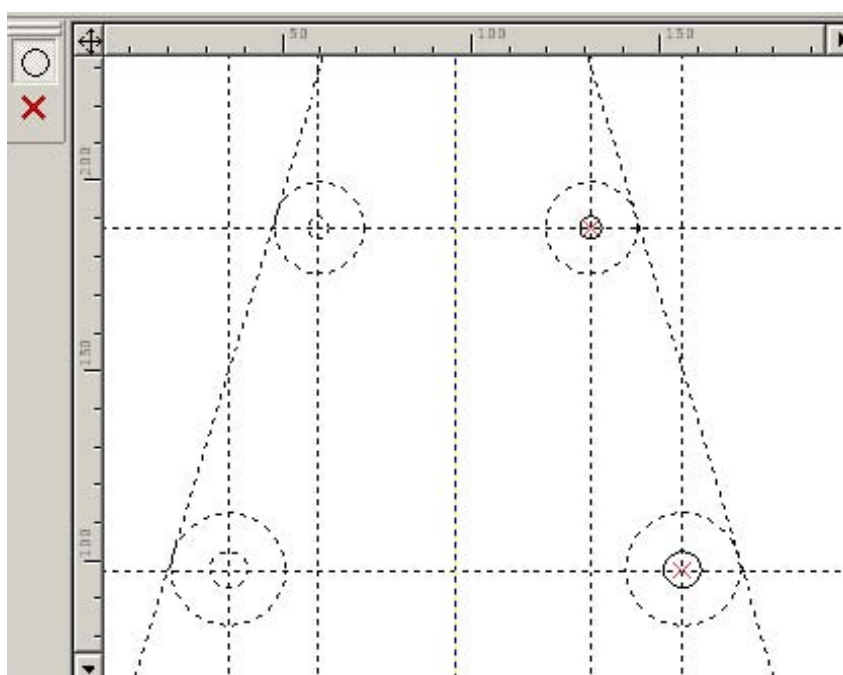


рис. 15

Постройте окружность, касательную двум верхним окружностям (внешнее касание): выйдите из опции построения симметричных окружностей и выберите последовательно верхние окружности примерно в точках касания (если тип касания не подходит, то перебор типов касания осуществляется нажатием клавиши Z). Введите радиус окружности 35. Прodelайте те же действия с двумя нижними окружностями, вводя радиус сопряжения 90 (рис. 16).

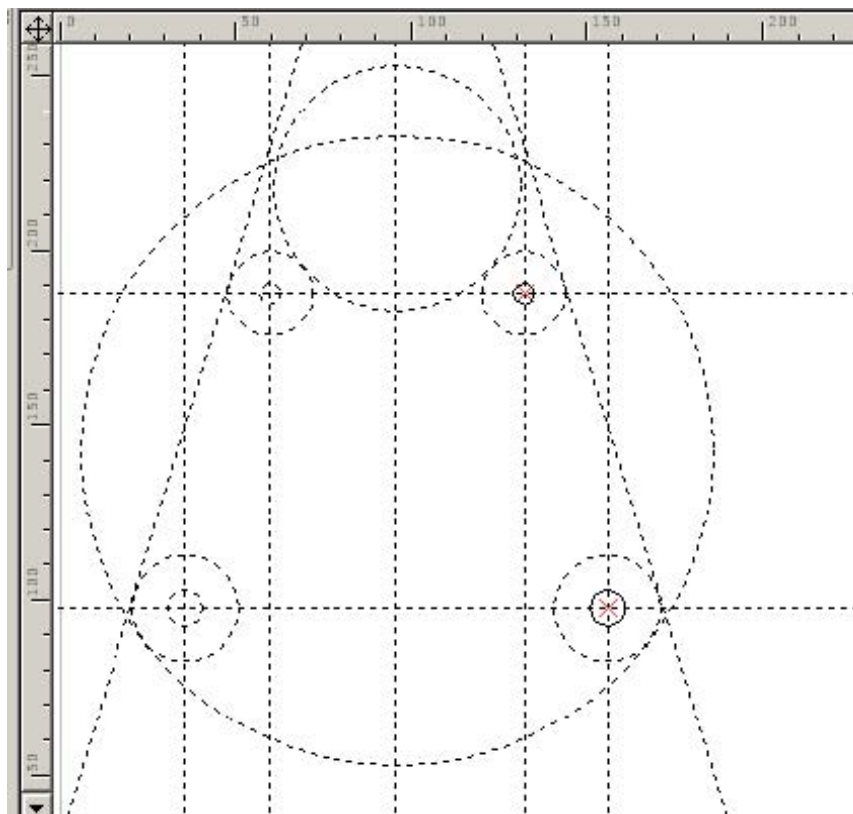


рис. 16

Теперь надо обвести найденную построением часть контура фигуры. Обратите внимание на то, что на пересечении линий нашего построения не расставлены узлы, а линии изображения привязываются именно к узлам, которые создаются в процессе обводки.

У окружности R15 точка касания с наклонной прямой расположена близко с точкой пересечения с горизонтальной линией и для точного построения лучше выделить точку касания явно, разместив в ней узел, а затем, в процессе обводки выбрать начальной точкой контура этот узел. Вызовем команду Node клавишей <N> (рис. 17)

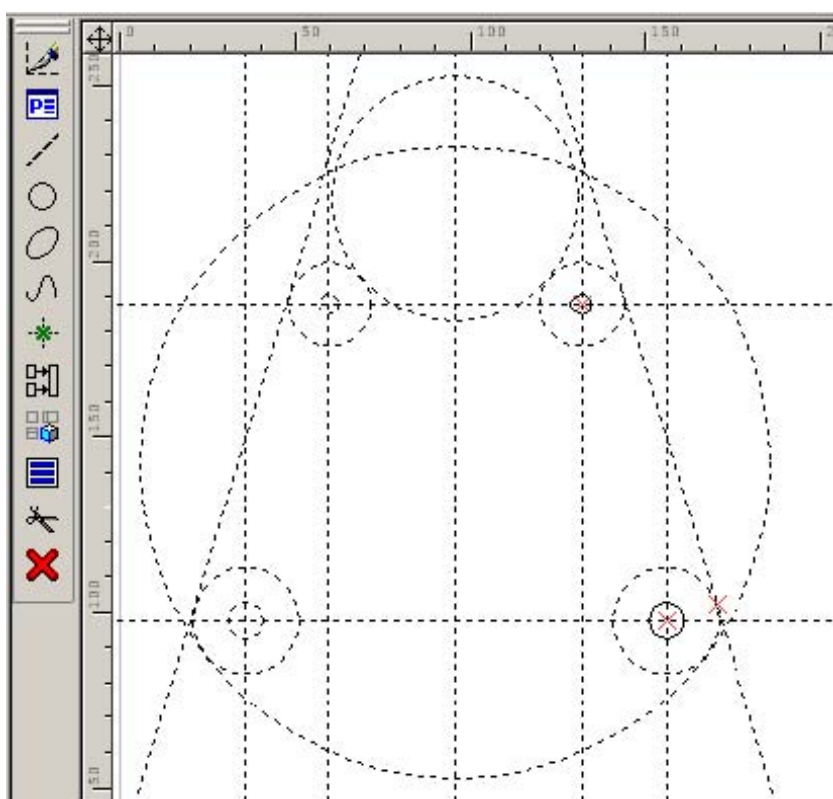


рис. 17

В опциях команды «N: Построить узел» находим знакомые пиктограммы выбора прямой или окружности. Подведем курсор к окружности R15 (рис. 17) и нажмем <C> для ее выбора. К окружности привязался скользящий узел, поэтому определить его положение на окружности можно только указав точку пересечения или касания: для этого подведите курсор к наклонной прямой и выберите ее клавишей <L> построится узел, общий выбранным элементам (рис. 17). Завершите команду. Построенный узел станет начальным при обводке контура. Нажмите <G>, подведите курсор к узлу и выберите его клавишей <N> или левым щелчком мыши. От узла потянется «резиновая линия», т.е. команда <G> ожидает указание следующего узла для отрезка прямой или дуги – если указать точку пересечения прямых или окружностей, то конечный узел будет создан не выходя из команды в прозрачном режиме и конец отрезка привяжется к нему.

Чтобы избежать двусмысленности при выборе точки касания окружности R12 и наклонной прямой укажите следующий узел как общий прямой и этой окружности не выходя из команды <G>. Подведите курсор с «резиновой линией» к наклонной прямой и выберите ее клавишей <L>, искомый узел будет скользить вдоль этой прямой, теперь выберите окружность R12 клавишей <C>. На пересечении элементов создастся узел и к нему привяжется отрезок прямой, при этом следующий узел будет скользить по окружности, т.к. команда <G> перейдет в режим построения отрезка дуги. По умолчанию дуга строится по направлению против часовой стрелки, чтобы сменить направление дуги нажмите клавишу <Tab>. Выбирая клавишей <C> окружности постройте часть контура как показано на рис. 18, оборвите резиновую линию правым щелчком мыши и обведите симметрично расположенные окружности.

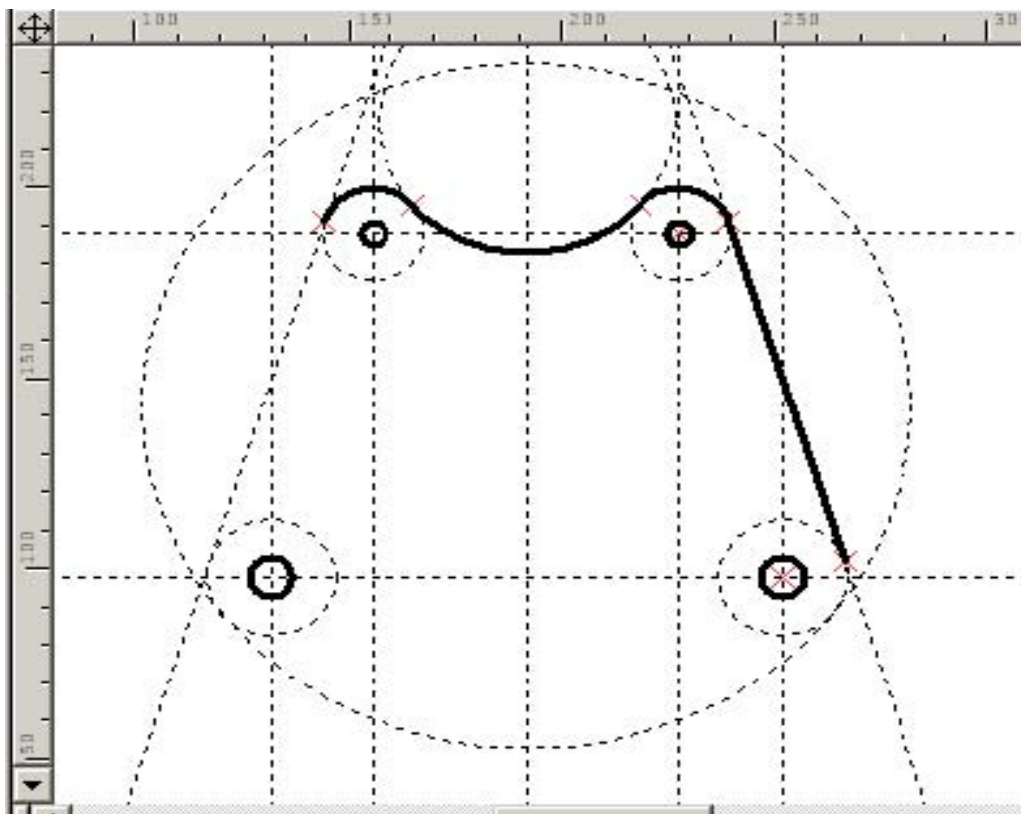


рис. 18

Что бы погасить уже не нужные построения, воспользуйтесь пиктограммой  погасить/показать элементы (рис. 19).

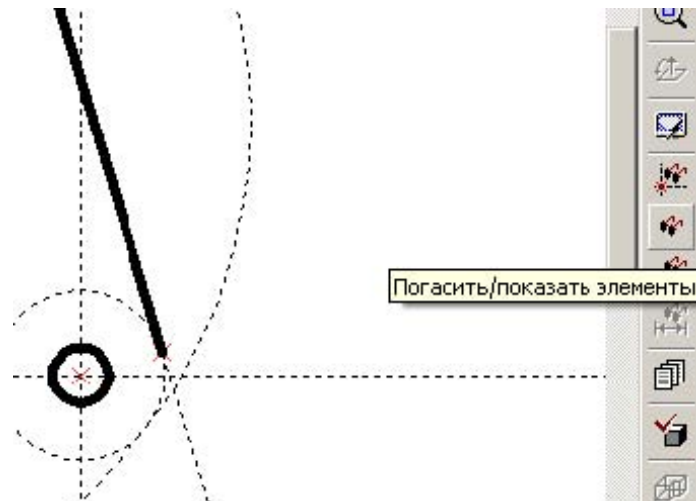


рис. 19

Погасите элементы, отсутствующие на рис. 20. Погашенные элементы хотя и невидимы на экране, но доступны для выбора с помощью клавиш <L>, <C>.

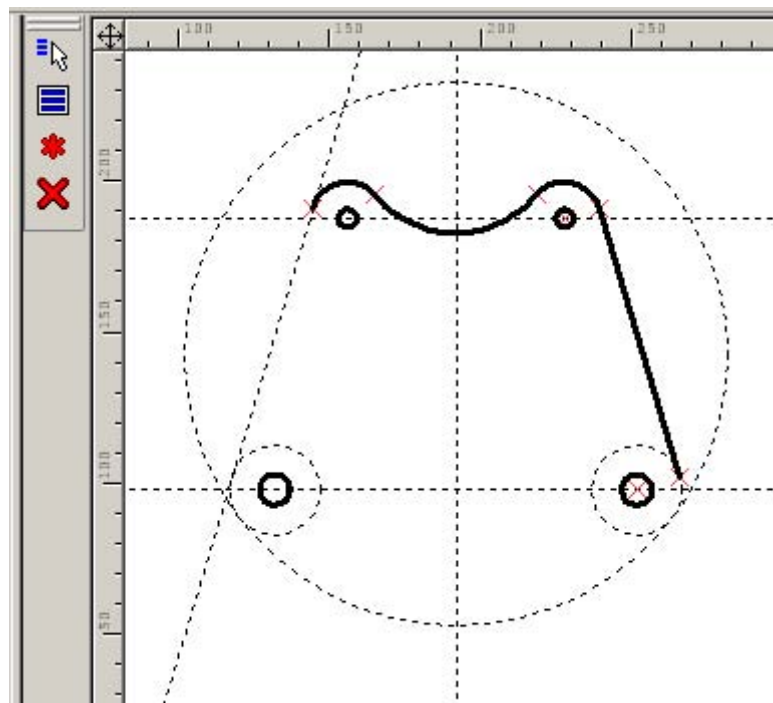


рис. 20

Теперь начертим левое ушко. Отложите линии от основной и вспомогательной базы на расстояниях 68 и 35 соответственно, нанесем концентрично окружности $\varnothing 8$, R10 и выполним одно сопряжение радиусом 10 (рис. 20).

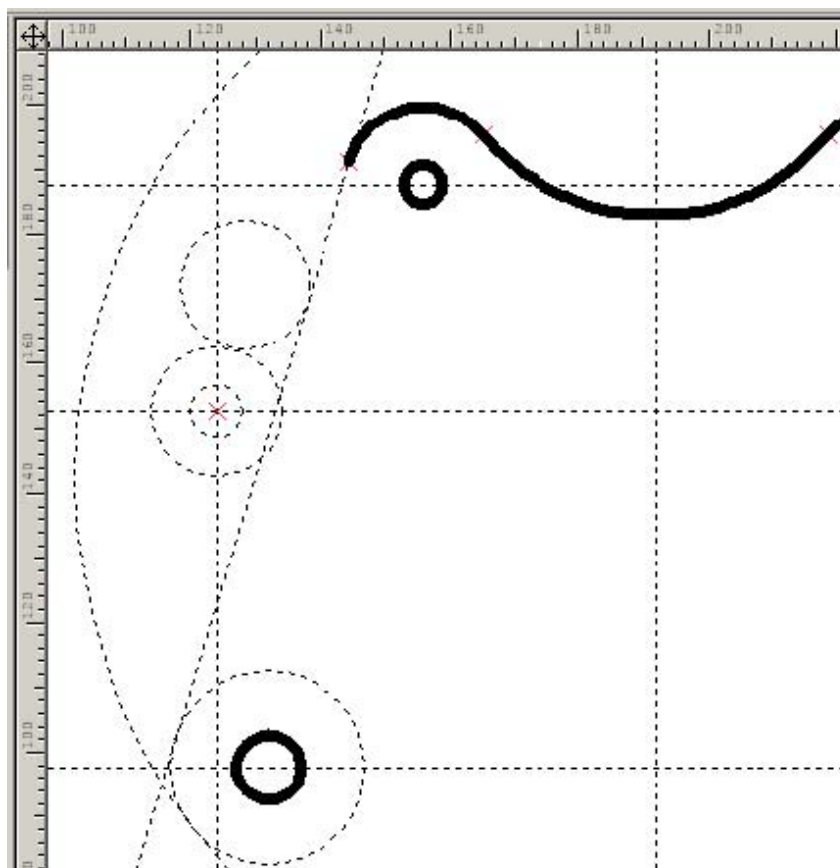


рис. 20

Ушко симметрично, поэтому второе сопряжение следует задать как симметрию первого. Ось симметрии проходит через центр окружности $\varnothing 8$ ортогонально наклонной прямой. Нажмите <L>, выберите центр окружности. За курсором будет следовать виртуальная прямая, проходящая через точку. Для построения ортогональной прямой выберите наклонную прямую, подведя к ней курсор и нажав <L> (рис. 21).

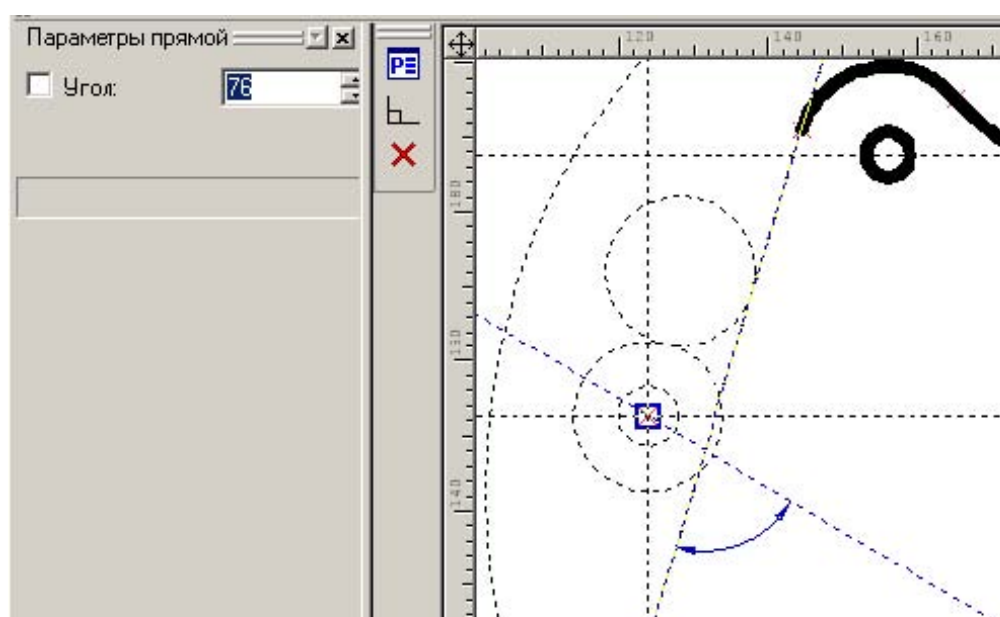


рис. 21

В параметрах прямой укажите угол 90 либо воспользуйтесь опцией  <O>. Симметричное сопряжение стройте, пользуясь опцией <A> (для выбора ортогональной прямой) команды <C>. Теперь можно обвести <G> часть контура (рис. 22).

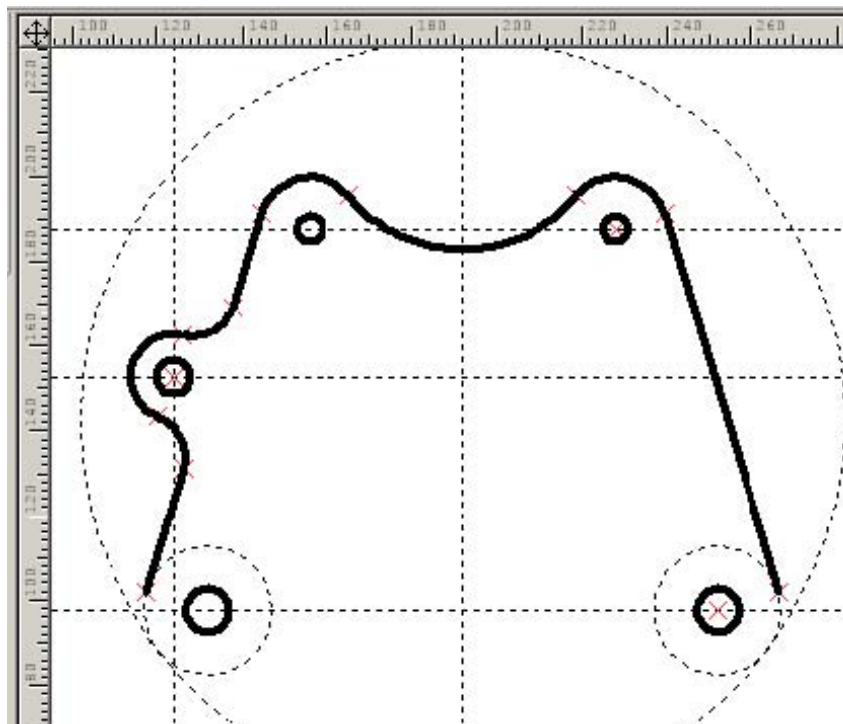


рис. 22

Для проверки построения можно нанести размеры для элемента ушка. Сначала проставьте узлы, определяющие начала выносных линий размеров для их правильной простановки. (Следует учесть, что выносные линии размера не могут быть бесконечными, поэтому при привязки размера к линии построения на ней должен стоять узел).

Нажмите <N> и укажите верхнюю и левую квадрантные точки окружности и постройте подсвеченный (на рис. 23) узел указав на дугу и выбрав ее клавишей <C> и вертикальную прямую <L>. Если этого не сделать, то команда <D> «Размер» не найдет на прямой ни одного узла и выберет соседнюю линию, содержащую хотя бы один узел.

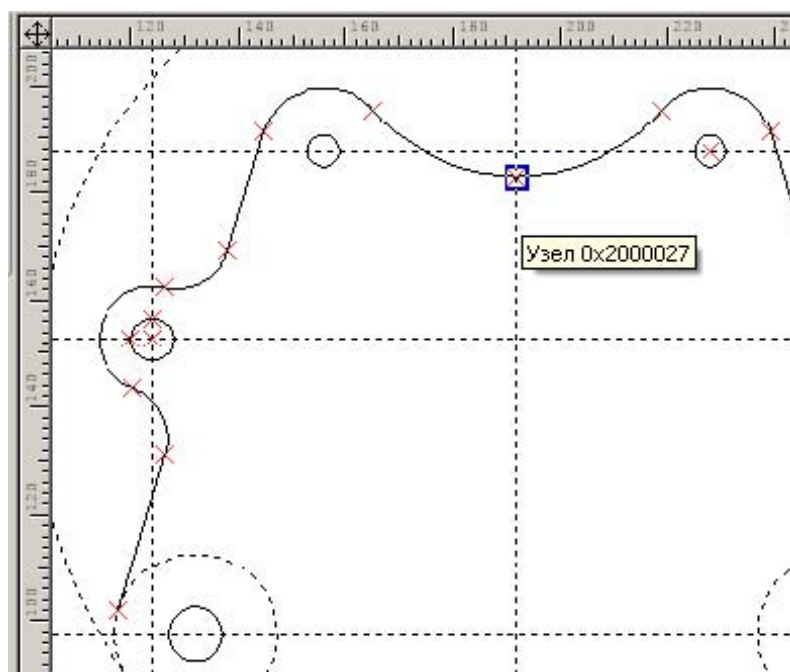


рис. 23

Правой мышью завершите команду <N> и вводим <D> для простановки размеров. Выберите вертикальную базовую ось клавишей <L>, затем ось отверстия ушка (рис. 24).

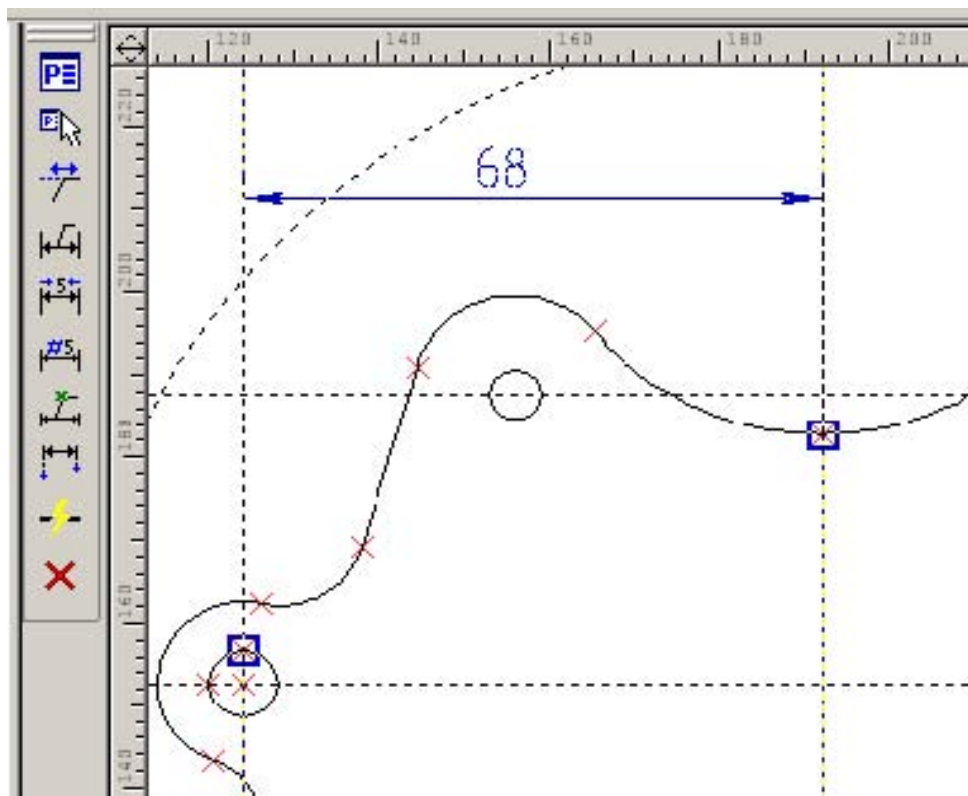


рис. 24

Выносные линии начинаются у созданных нами узлов. Нанесите другие размеры как на рис. 25. Переключение между режимом ввода диаметрального и радиального размеров осуществляется клавишей <R> «Radial», возвращение к диаметральному вводу клавишей <D> «Diametric».

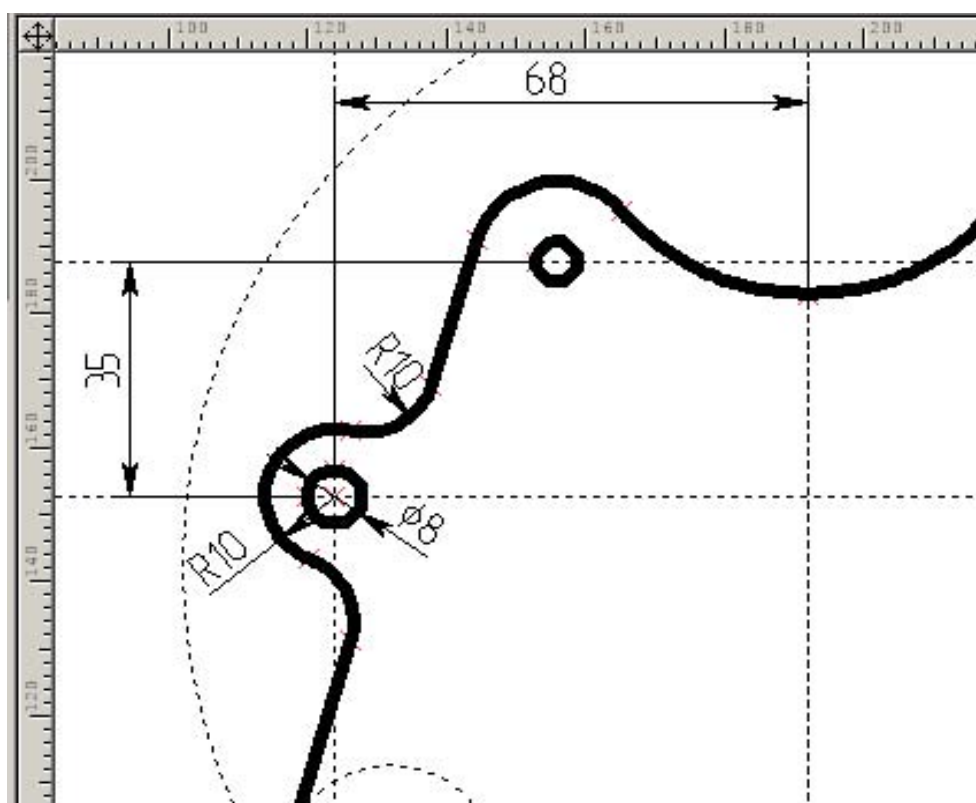


рис. 25

В качестве проверки попробуйте варьировать размер 68: щелкните на цифре 68 и введите новый размер 64. Фигура должна выглядеть как на рис. 26.

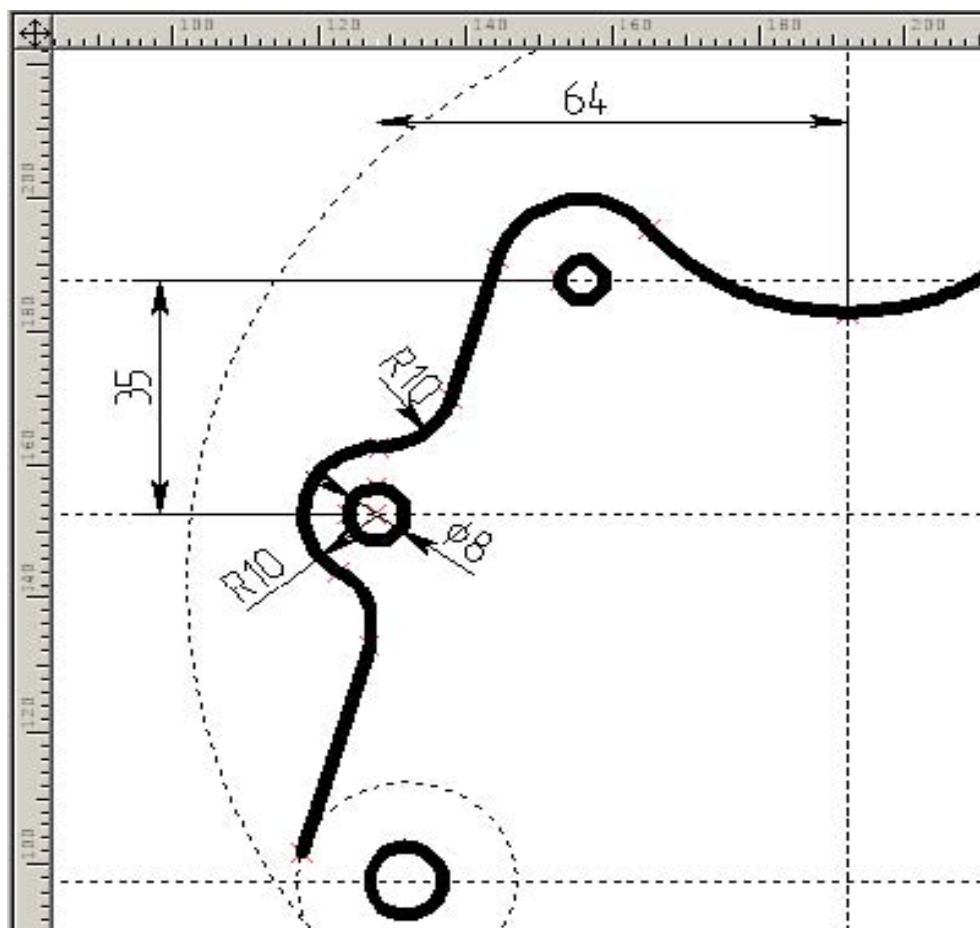


рис. 26

Измените радиус сопряжения на R5 (см. рис. 27). Обратите внимание, что другой радиус изменился симметрично. Если бы мы построили его как сопряжение, то он остался бы R10.

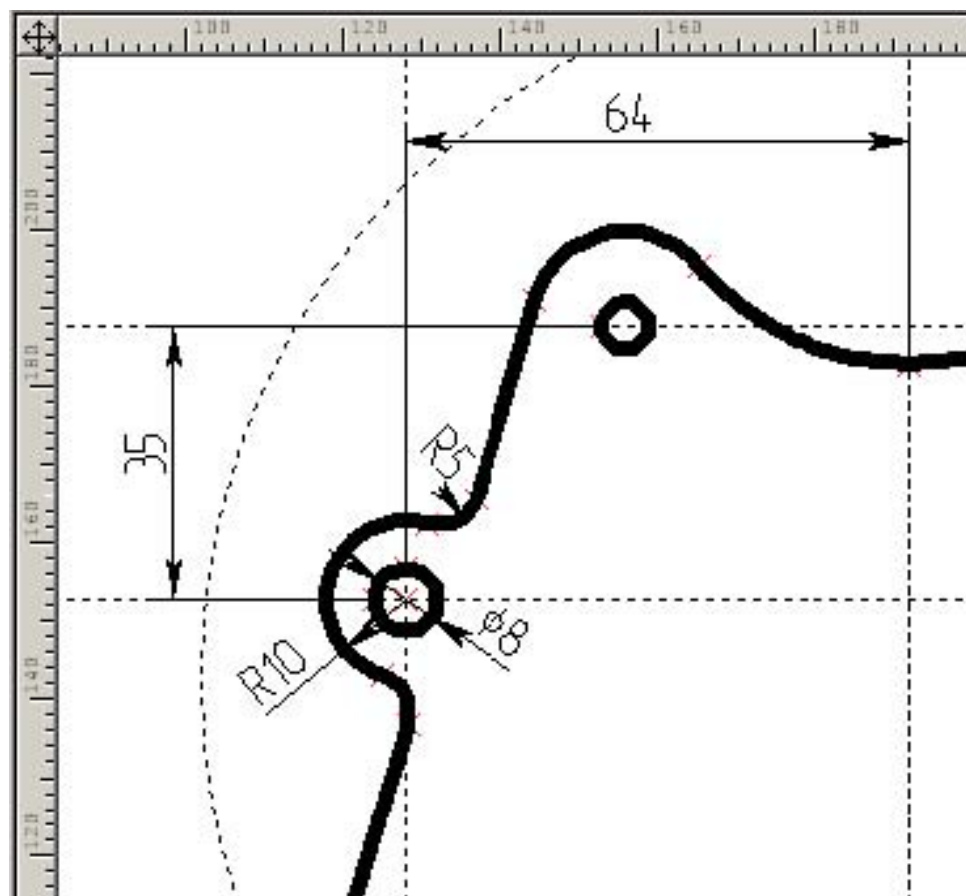


рис. 27

Продолжите строить внешний контур фигуры. Отложите вспомогательную базу на расстояние 60 от основной, и еще одну прямую, определяющую основание фигуры в направлении размера 120 (постройте их за один прием, введя сначала 60, затем 120). Для построения дуги, касательной вспомогательной базе воспользуйтесь второй опцией команды <C> (рис. 28)

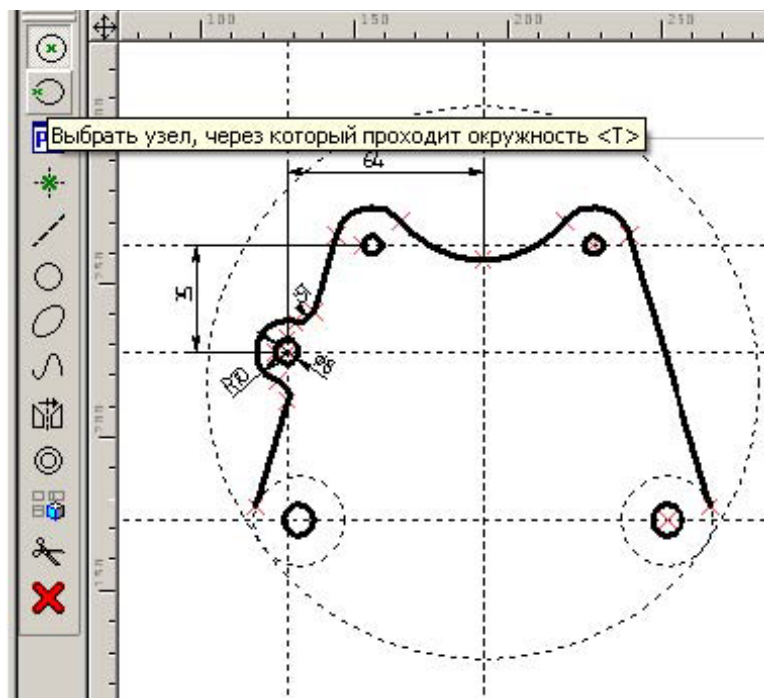


рис. 28

Выберите точку пересечения рис. 29 и воспользуйтесь опцией <L> для выбора горизонтальной прямой. Введите радиус дуги 65 (рис. 30)

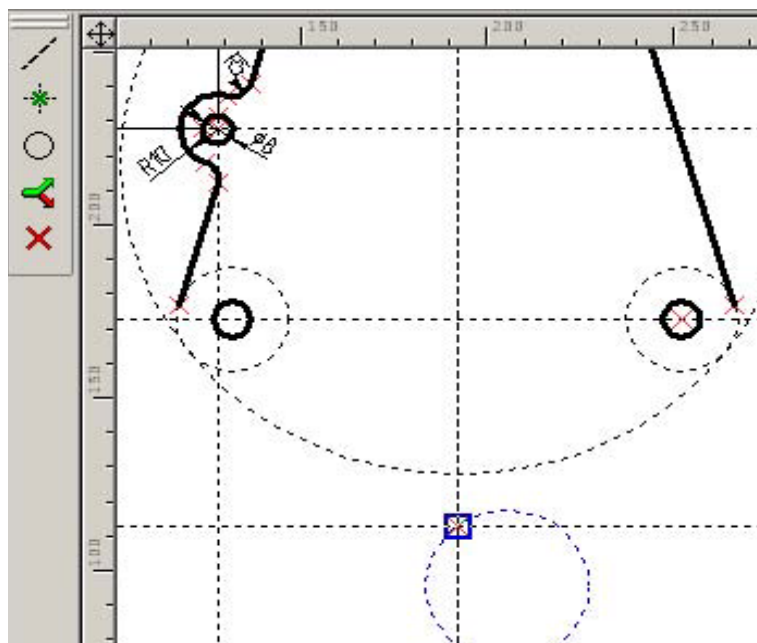


рис. 29

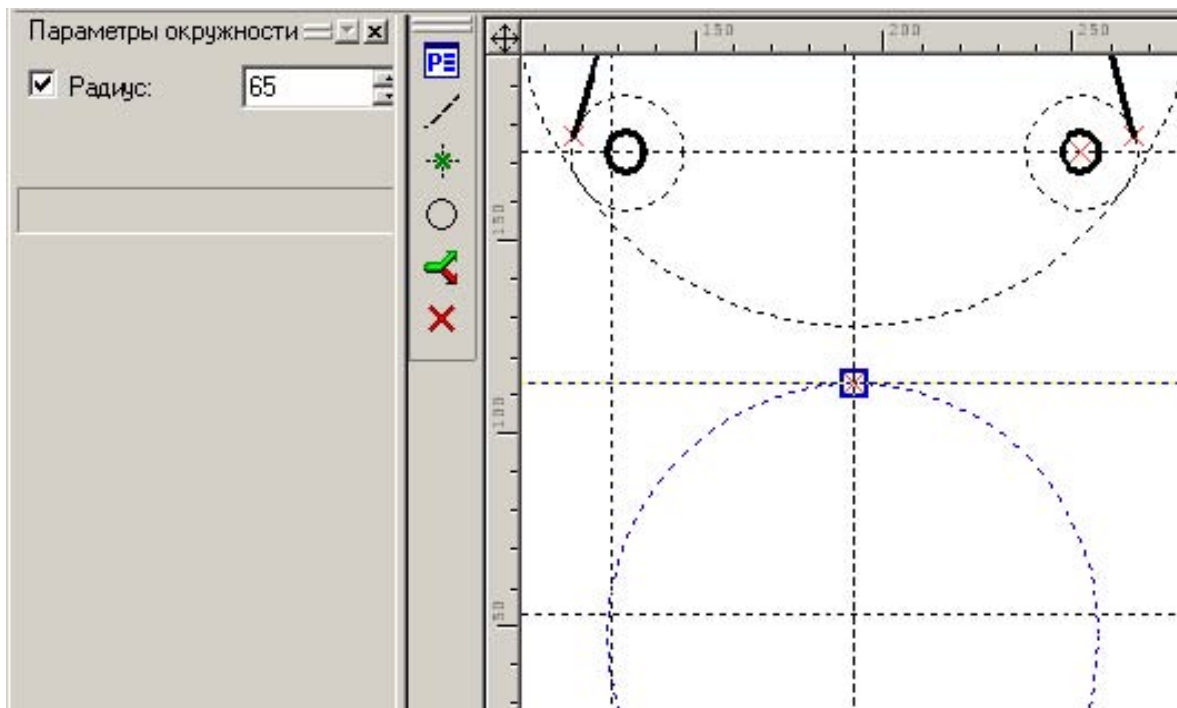


рис. 30

Далее постройте два сопряжения R8 и R 26 (рис. 31). Отрадите их в левую часть фигуры.

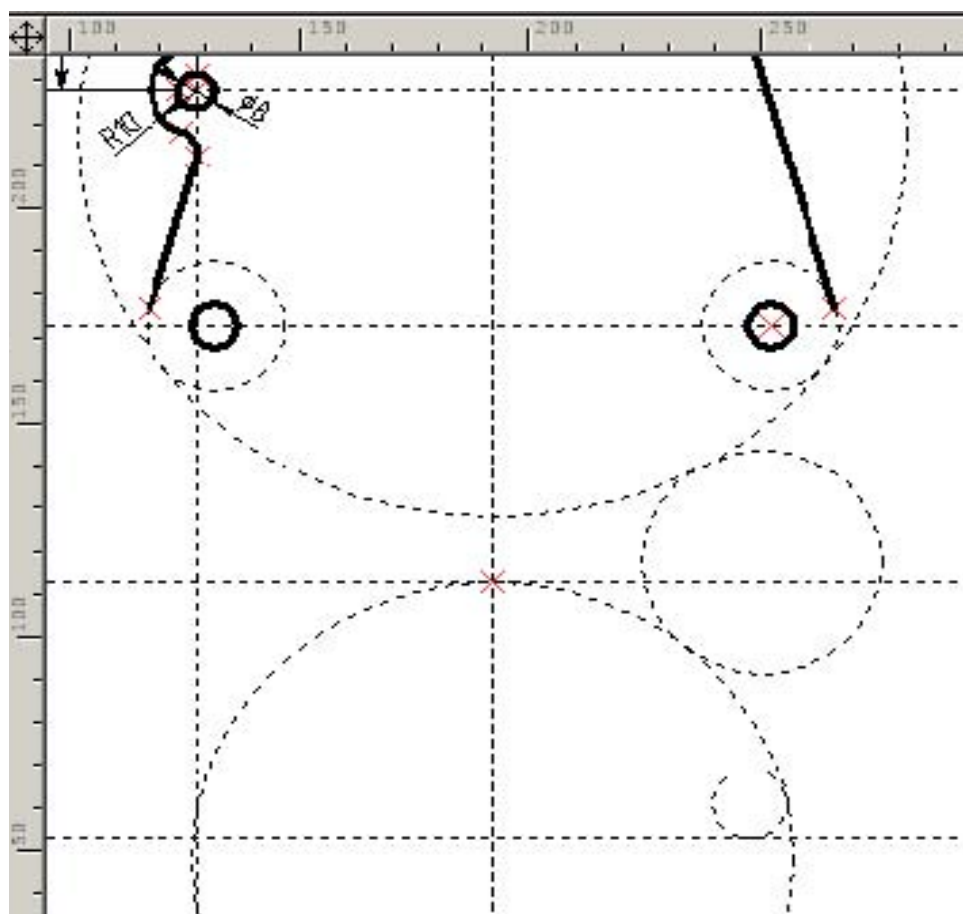


рис. 31

Для построения треугольного выреза найдите вершину треугольника, отложив параллельную на расстояние 3 от вспомогательной базы. Через вершину проведем прямую под углом $50/2$ к оси симметрии. Завершите построения, показанные на рис. 32. Не забудьте про сопряжения R10 и R20.

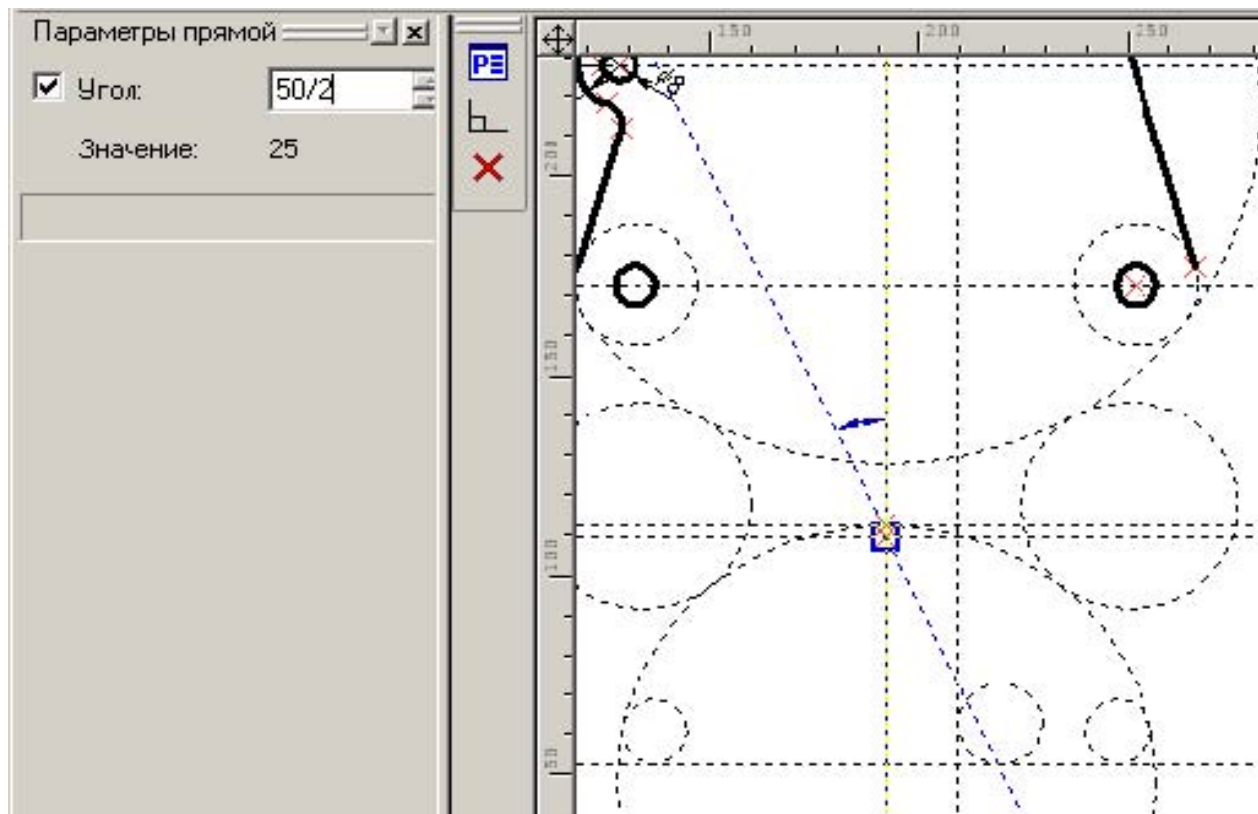


рис. 32

После отражения построений в левую часть фигуры займитесь обводкой внешнего контура начав с узла, специально созданного нами ранее. Нажмите <G>, выберите узел опцией <N> (рис. 33) и выбирайте последовательно окружности опцией <C>, меняя, если надо, направление отрезков дуги клавишей <Tab>.

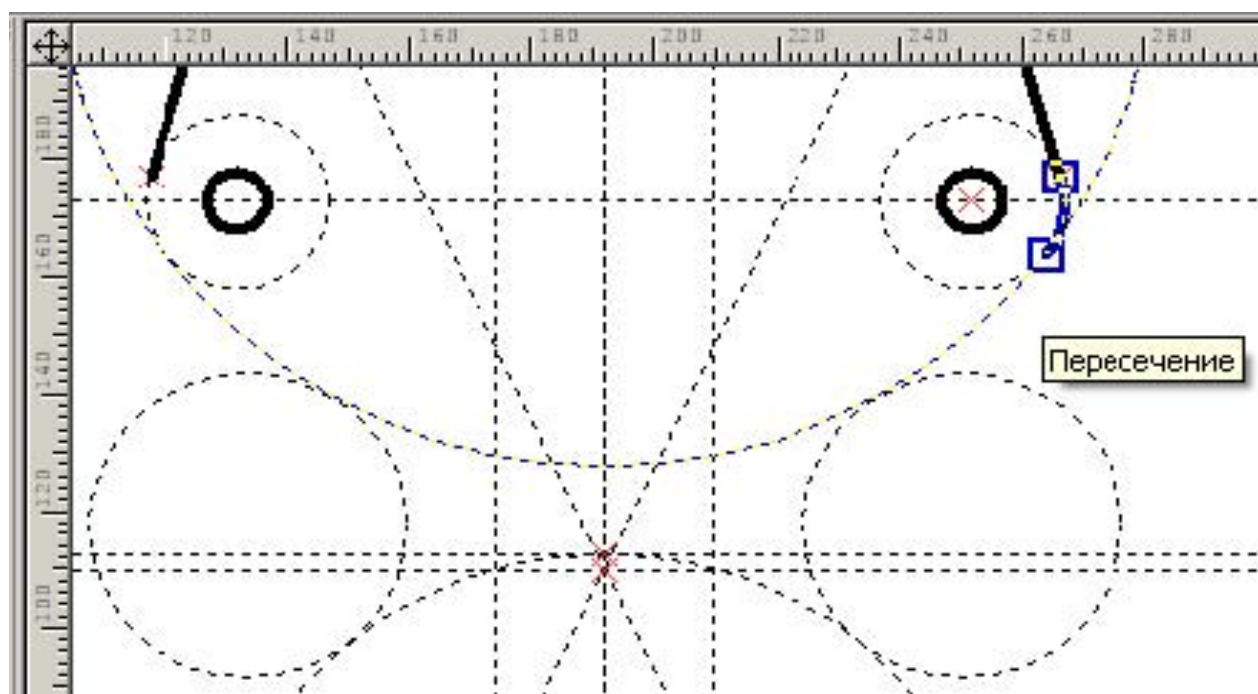


рис. 33

Фигура должна выглядеть как на рис. 34. Чтобы не распутывать сплетение линий построения не находите точки касания «на глаз»: просто ведите жирную линию вдоль дуги и укажите следующую граничную окружность или прямую курсором, выбирая ее клавишами <C>, <L>. Это намного быстрее и легче.

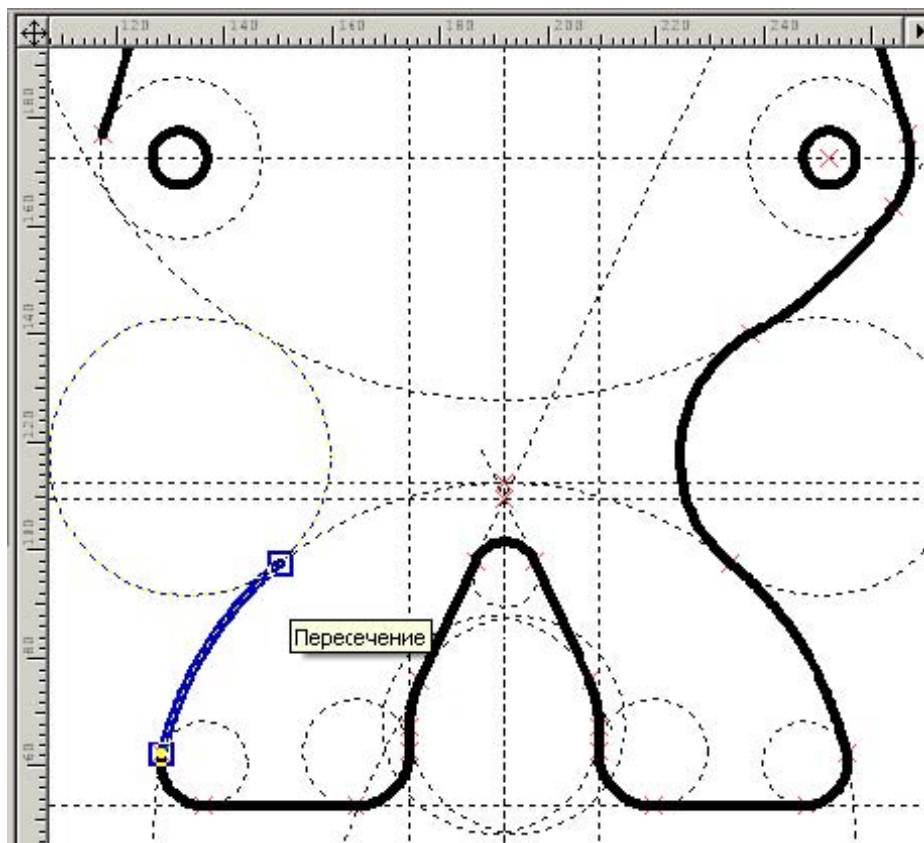


рис. 34

Познакомимся теперь с типами линий. Тип линии задается в команде <G> из панели на рис. 35. Посередине находится длинный список, в нем текущей линией является тип CONTINUOUS – сплошная. Крайним справа  является (рис. 35) короткий список (сейчас раскрыт), в котором отфильтрованы наиболее употребительные типы. Обратите внимание на концы линий. У осевой концы удлинены (заведены за линию контура), у линии сгиба наоборот, не доведены (укорочены).

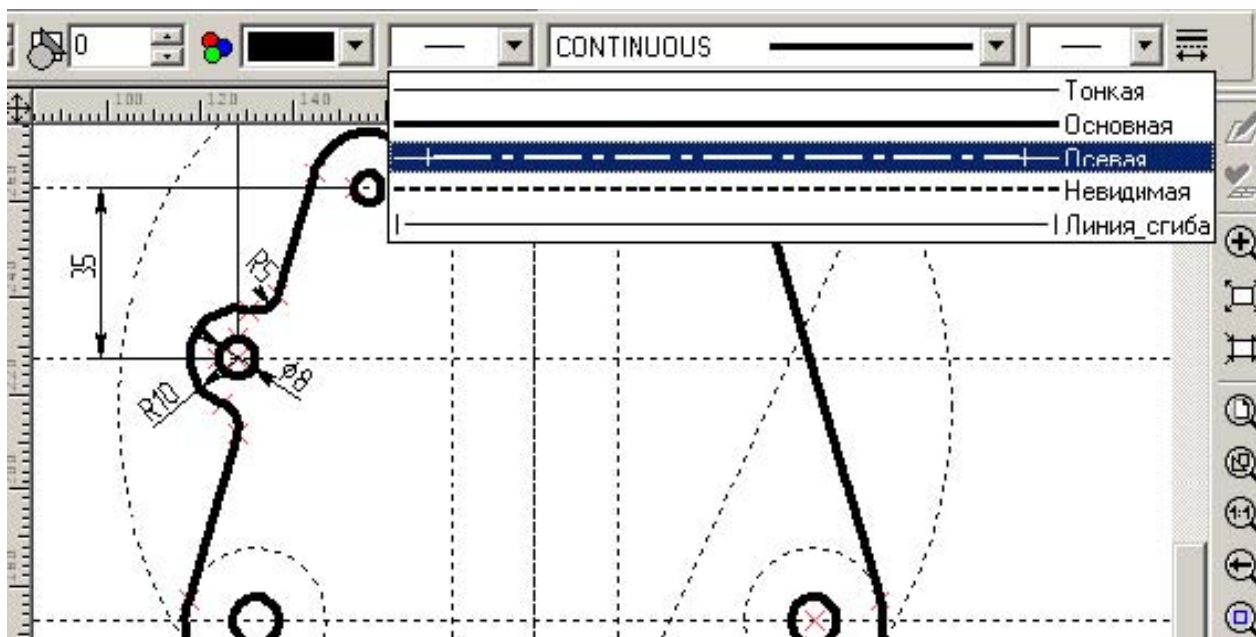


рис. 35

Начертите осевую, тонкие линии как показано на рис 36 и погасите лишние построения кнопкой 

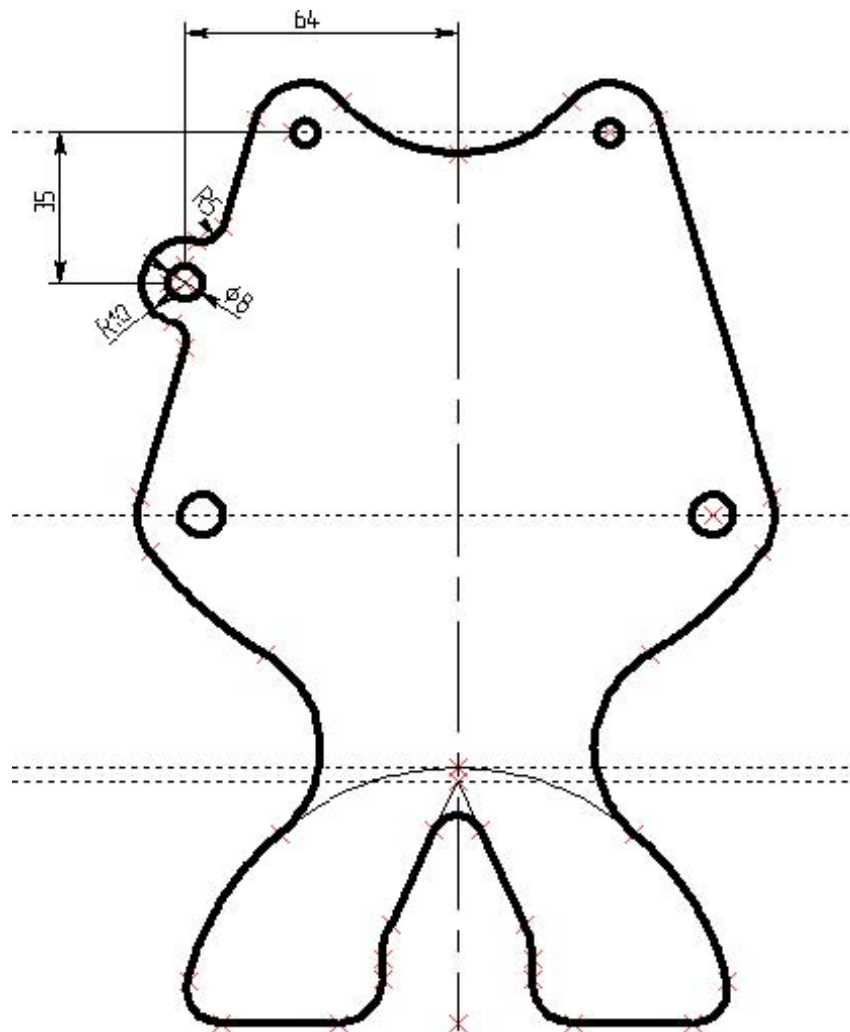


рис. 36

Переходим к построению внутреннего контура фигуры. Определите положение центров дуг сопряжения R8 и R20, отложив их от горизонтальной базы в направлении задания размеров (рис. 37). Создайте узел на пересечении погашенной оси симметрии: введите <N>, укажите курсором на ось симметрии и нажмите <L> -узел будет скользить вдоль невидимой линии построения, выберите вторую прямую. Постройте окружности R8 и R20.

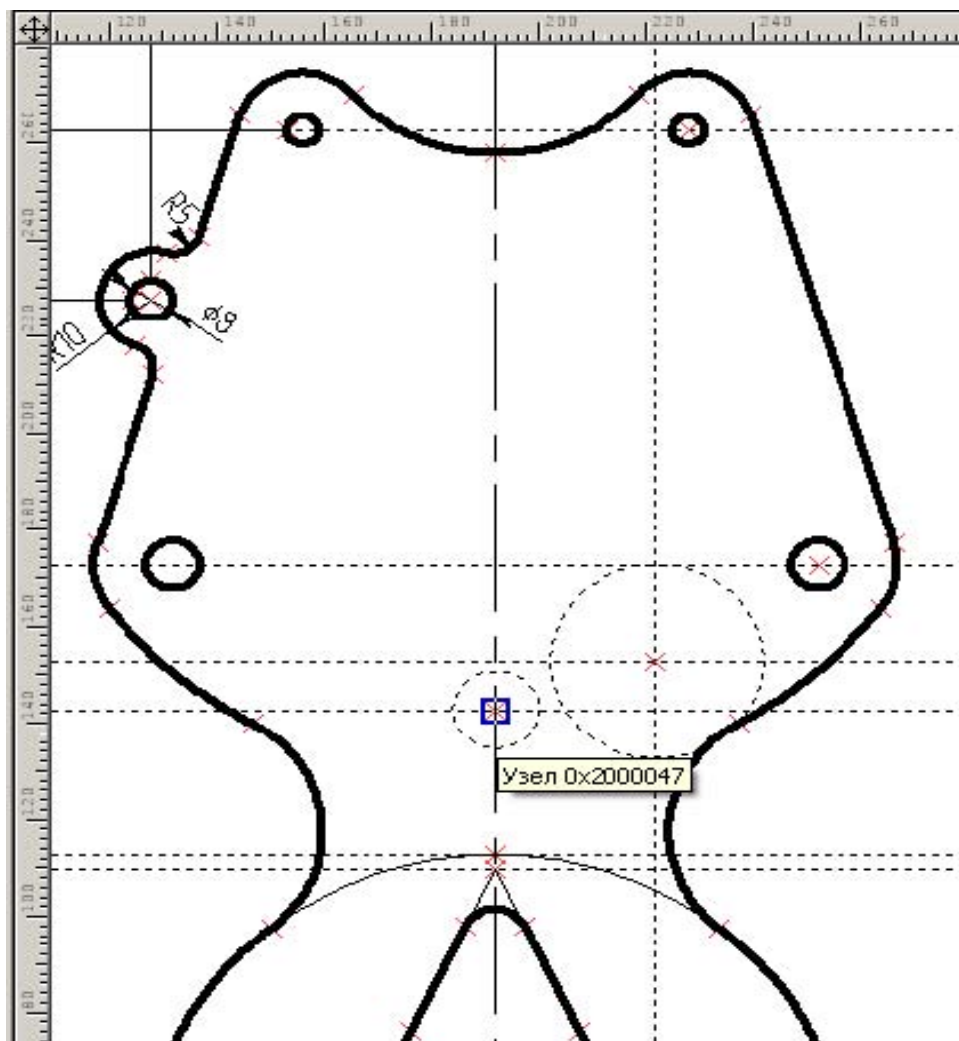


рис. 37

Найдите центр дуги сопряжения R_{55} (рис. 38).

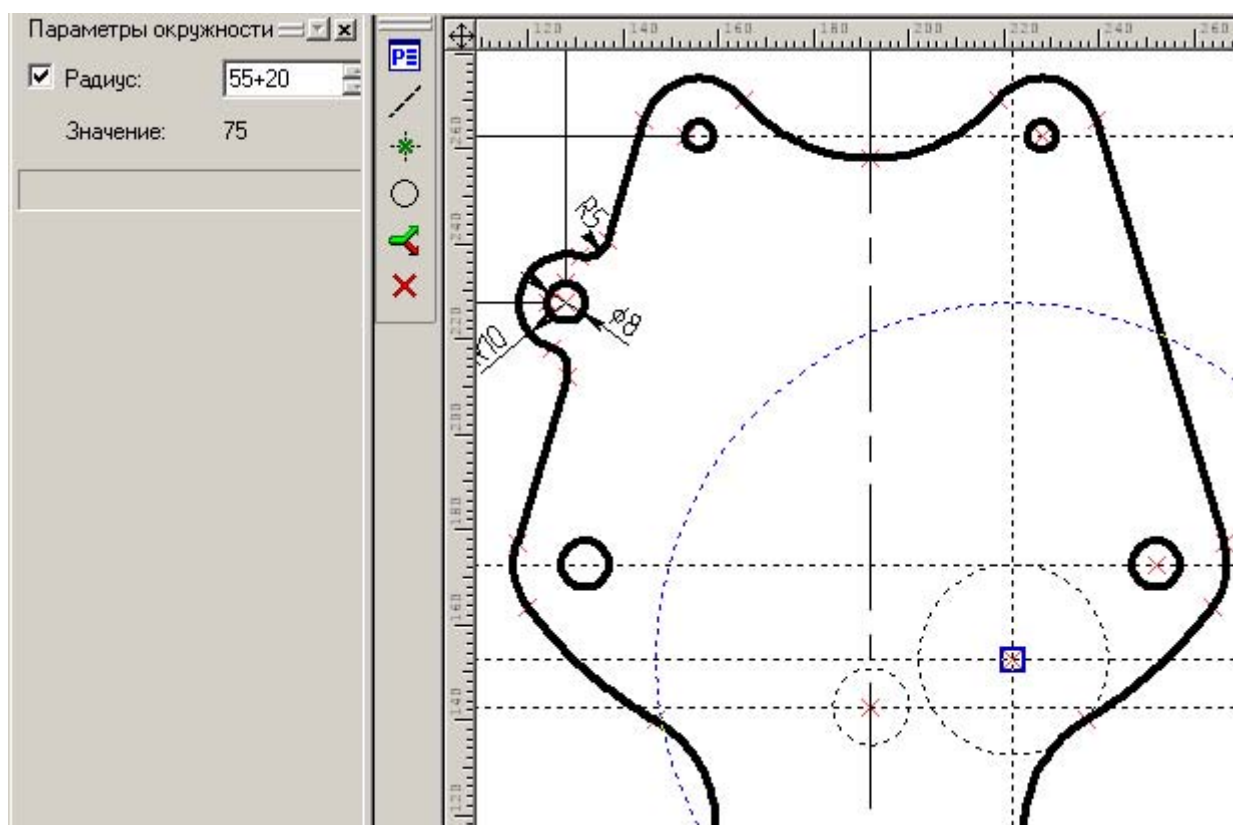


рис. 38

Постройте окружность из найденного центра как касательную (рис. 39). Не задавайте ее радиус (он автоматически равен 55), чтобы при изменении фигуры сохранялось касание и фигура не разрывалась.

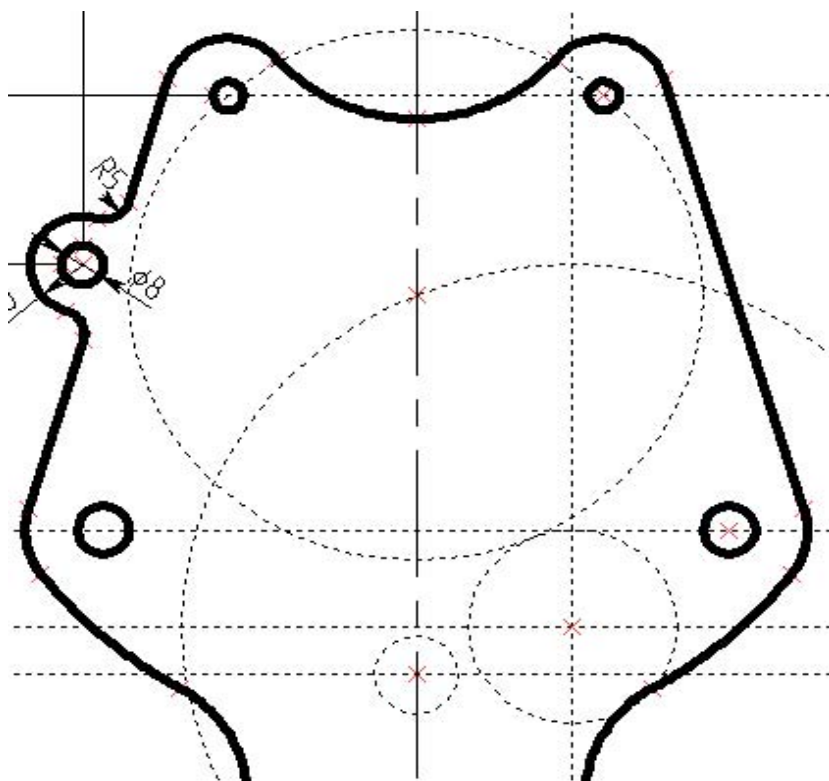


рис. 39

Строим параллельную прямую на расстоянии 22 (укажите на жирную наклонную линию, нажав <L>) и радиус сопряжения R10 (рис. 40).

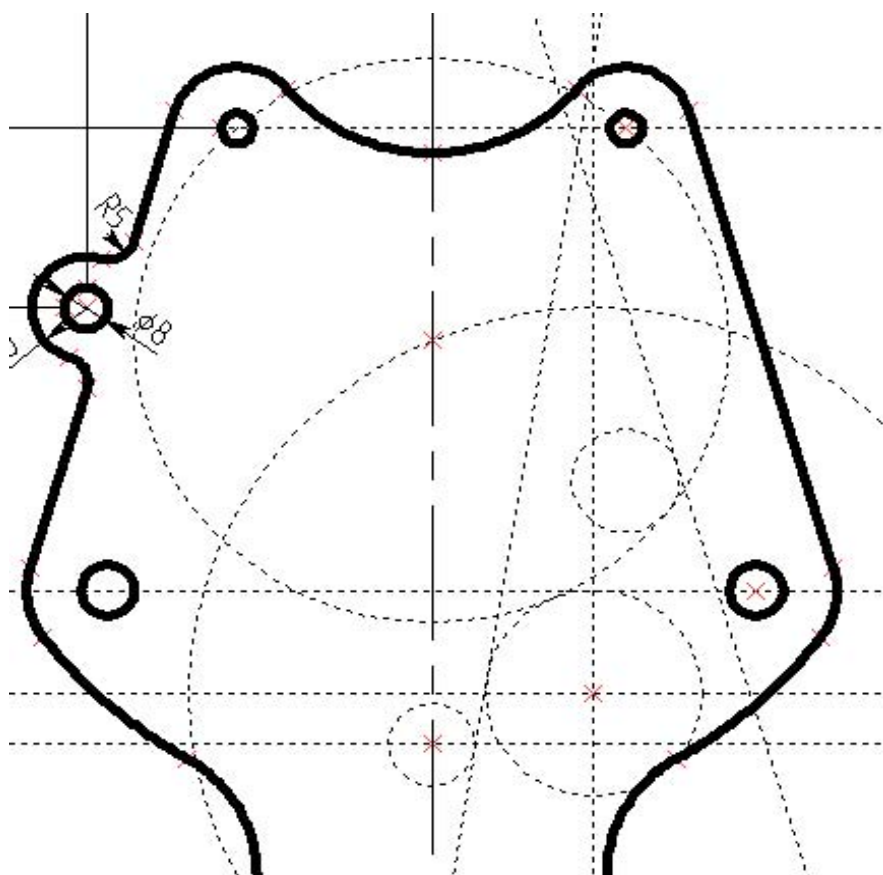


рис. 40

Обведите часть контура и погасите лишние построения (рис. 41).

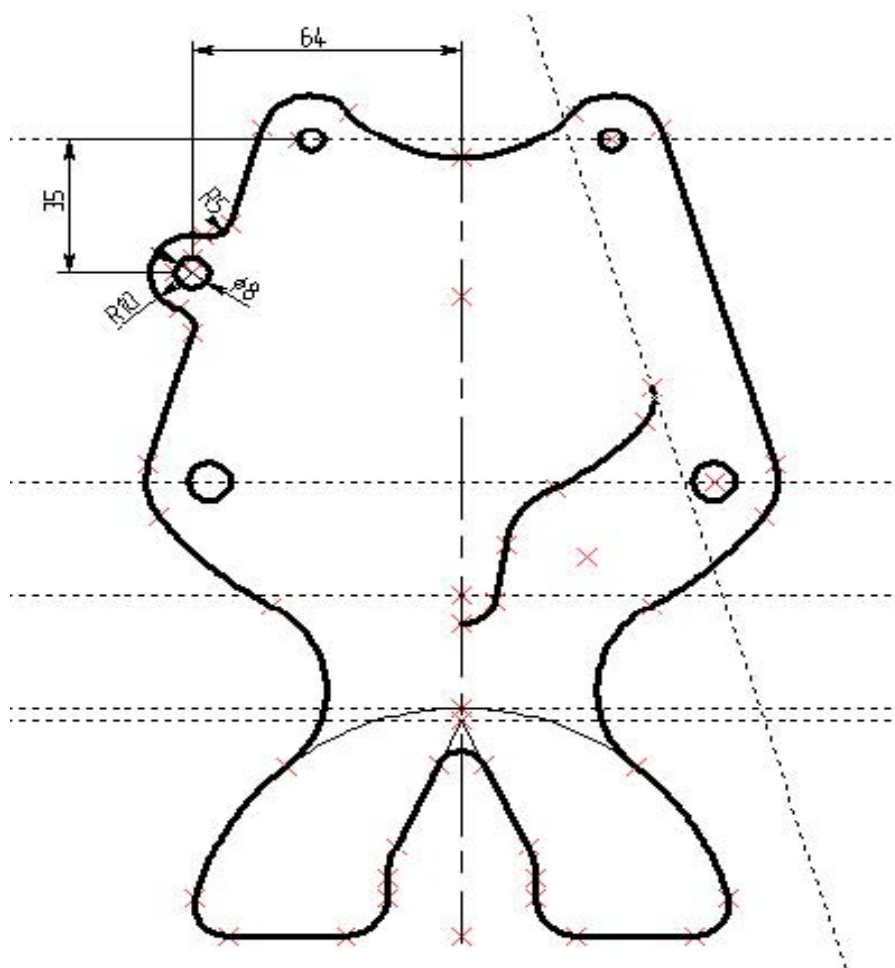


рис. 41

От вспомогательной базы отложите параллельную на расстоянии 38. Найдите положение центра дуги сопряжения R8 на расстоянии 8 (рис. 42).

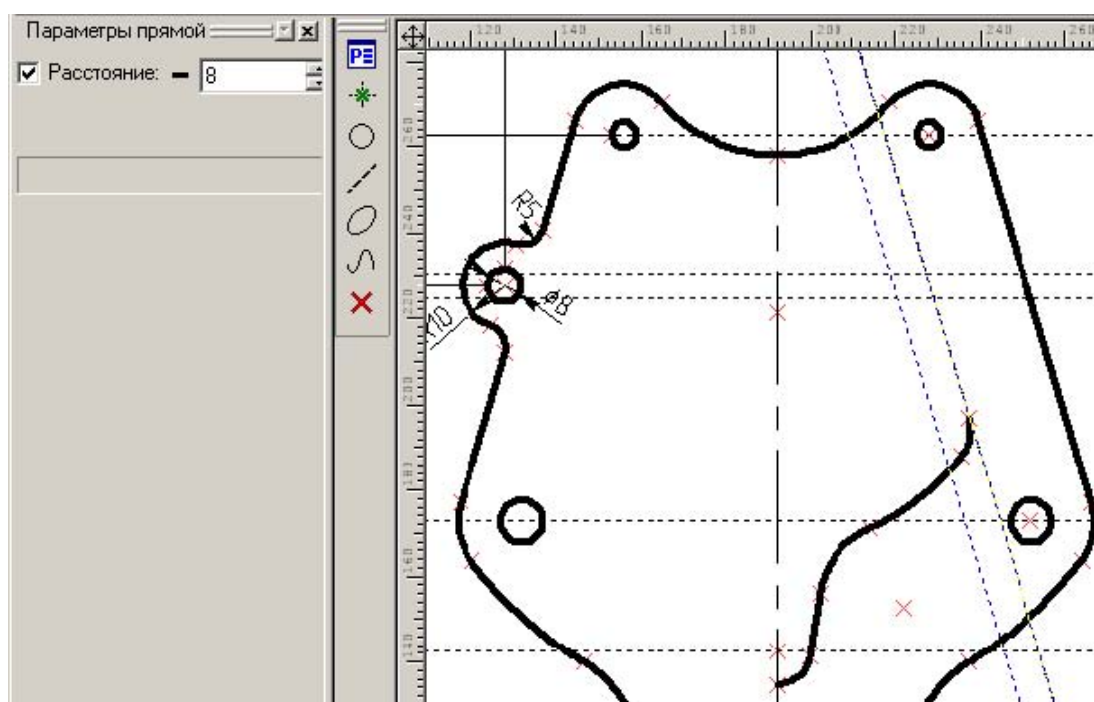


рис. 42

Из найденного центра проводите окружность как касательную (не задавайте радиус 8).

Постройте прямую на расстоянии 45 от вспомогательной базы и через точку пересечения ее с осью симметрии проводите прямую, касательную окружности R8 (узел можно создать прямо в команде <L>, указав место курсором и нажав <пробел>). Завершаем обводку внутреннего контура (рис. 43)

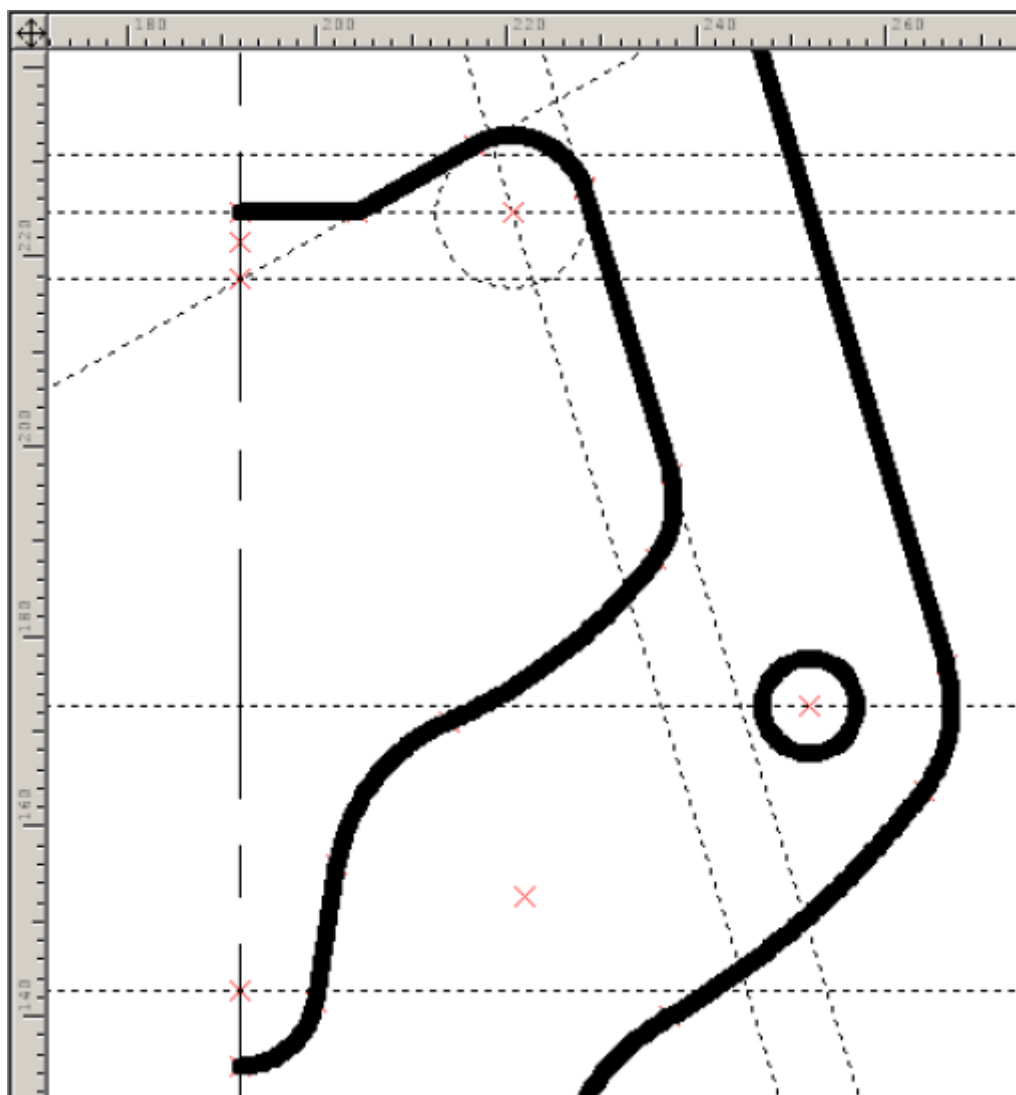


рис. 43

Отразите построения самостоятельно, используя опцию <A> команд <L>, <C>, указывая на линии обводки совместно с нажатием клавиш <L>, <C> для выбора «скрывающихся» под ними линий построения (рис 44) (окружности с центрами на оси симметрии отражать не надо).

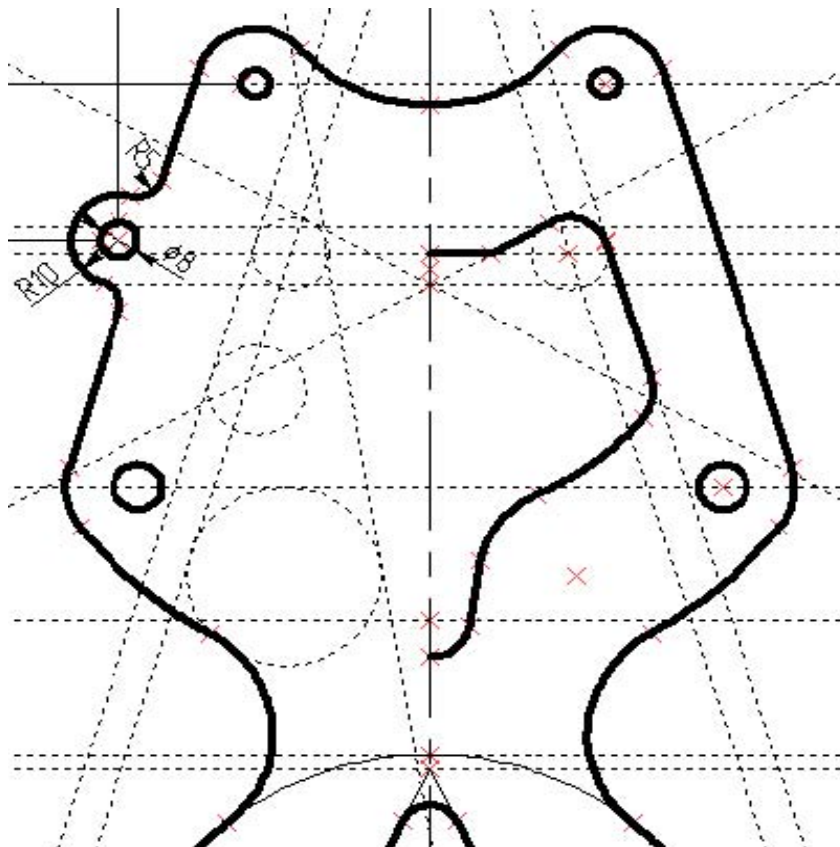


рис. 44

Закончите обводку, выбирая видимые и невидимые линии построения (рис. 45).

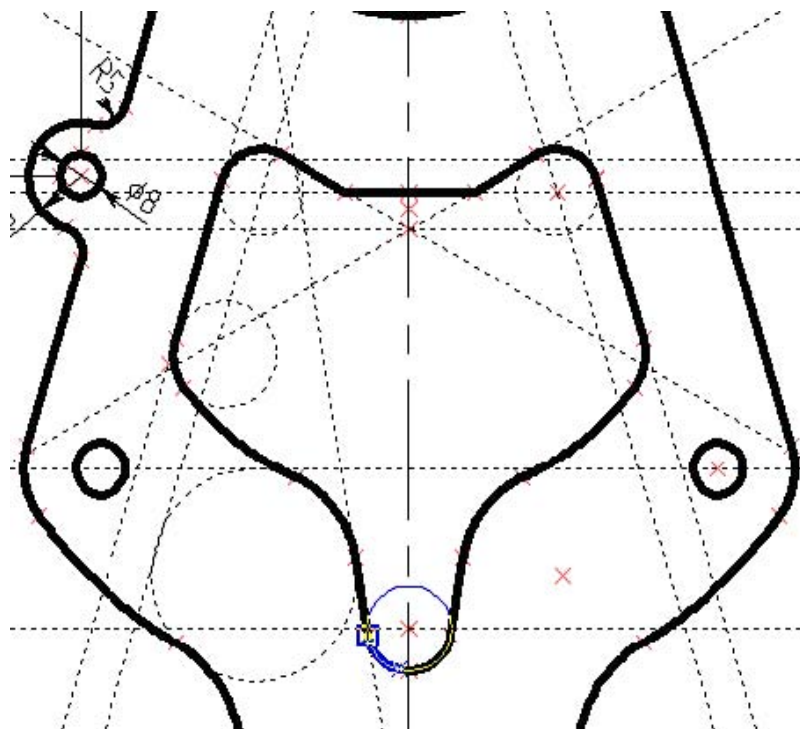


рис. 45

Расставьте осевые на отверстиях. Введите <AX> «Создать обозначение осей» (axis). Воспользуйтесь опцией <2> (рис. 46)

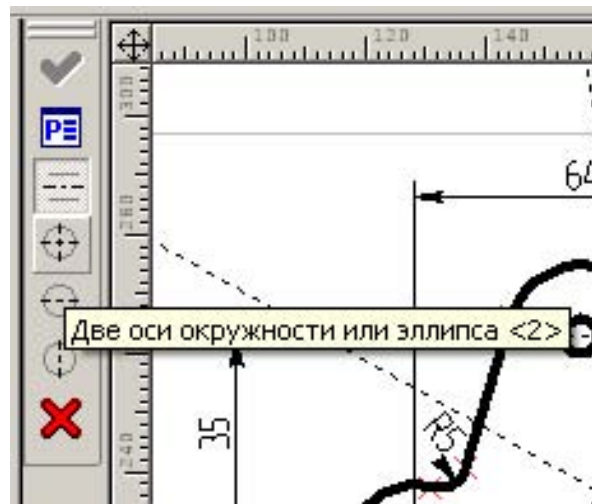


рис. 46

Проставьте самостоятельно все необходимые размеры, используя навыки, полученные в этом занятии. Для линейных и радиальных размеров перебор модификаций расположения линий выносок осуществляется клавишей <M>.

Отредактируйте размеры в соответствии с рис. 47. Наблюдайте за последовательными трансформациями фигуры (если построения выполнены правильно). Проанализируйте возникшие ошибки построений, если фигура изменяется не правильно.

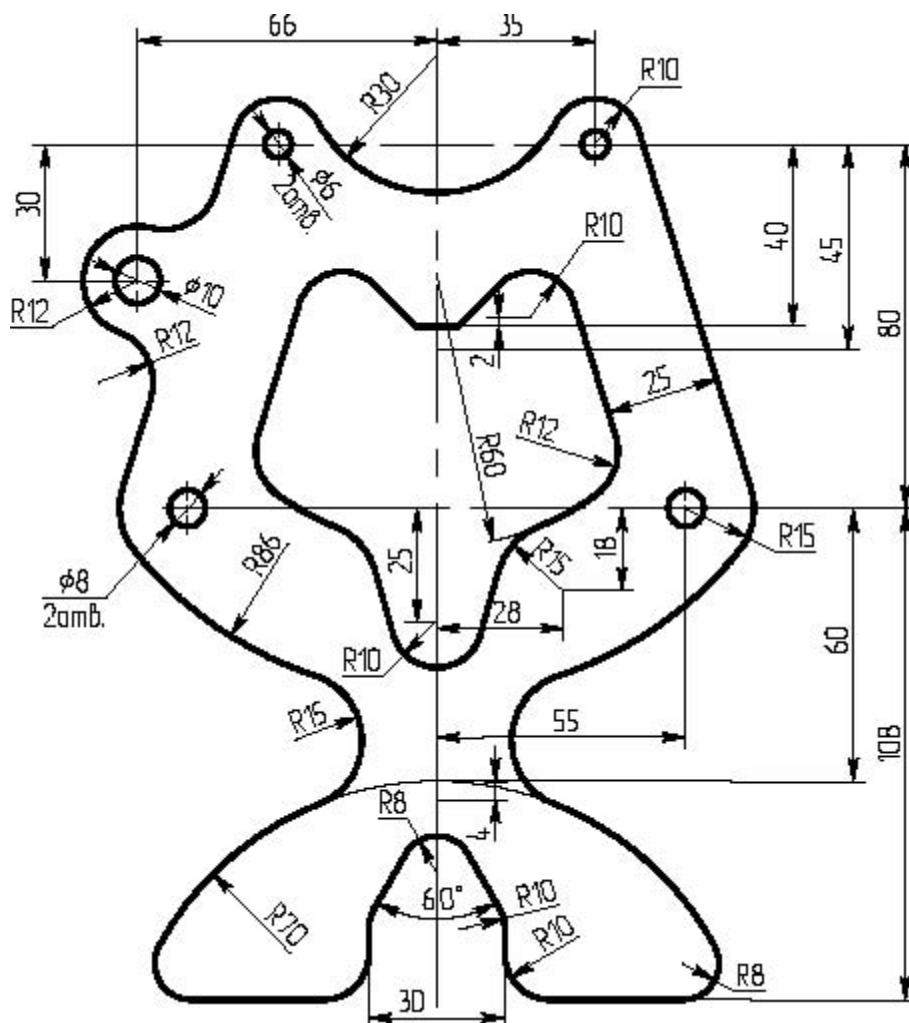


рис. 47

Заключение

В этом занятии мы использовали команды построения линий и окружностей и некоторые их опции для построения сопряжений. При построениях мы придерживались следующей стратегии: наносили неподвижные базы в абсолютных координатах чертежа, а от них откладывали зависимые элементы в направлении простановки размеров. Варьированием размеров можно проверить точность и правильность задания связей построения и отношения между элементами.

Автор:

Паршин Олег Георгиевич,
ведущий специалист компании ООО «Топ Системы - Новосибирск»

Адрес:

Россия, г.Новосибирск, ул. Сибиряков-Гвардейцев д. 56, к. 97
тел. (383) 219-04-59, тел/факс. (383) 349-85-31
e-mail: sibcad@ngs.ru