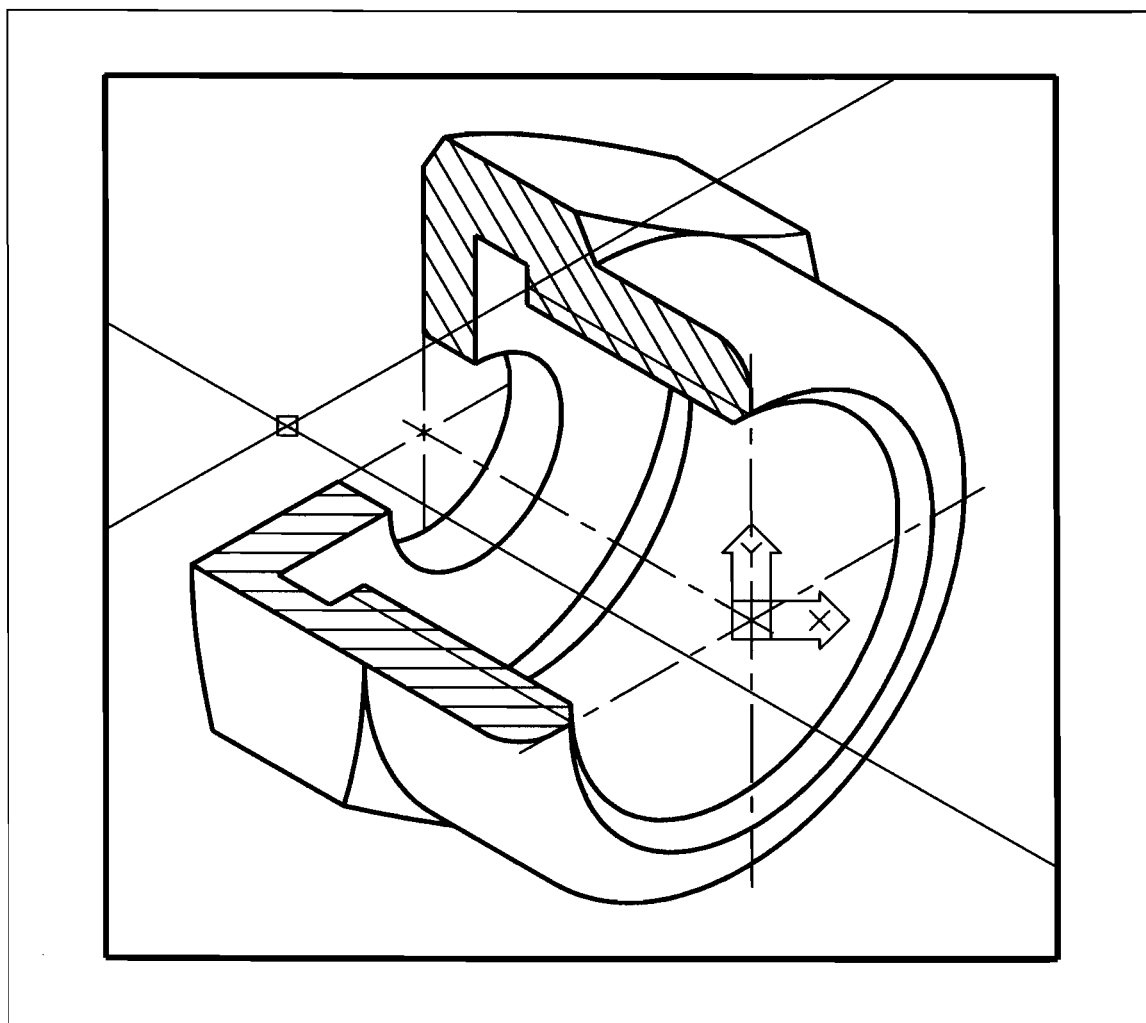


А.В.Кишко, Л.Б.Соловьева, Г.Г.Соломон

**ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ
НА БАЗЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ AutoCAD 2012**

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург • 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ»

А.В.Кишко, Л.Б.Соловьева, Г.Г.Соломон

**ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ
НА БАЗЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ AutoCAD 2012**

Учебно-методическое пособие

**Санкт-Петербург
2013**

УДК 681.3(075)

К 467

ББК 32.97я7

Кишко А.В., Соловьева Л.Б., Соломон Г.Г. Основы компьютерной графики на базе системы автоматизированного проектирования AutoCAD 2012: учебно-методическое пособие. – СПб.: СПбГТУРП, 2013. – 40 с.

Учебно-методическое пособие служит для оказания помощи студентам в изучении основ компьютерной графики на базе системы автоматизированного проектирования AutoCAD 2012, приобретении ими необходимых теоретических знаний и практических навыков работы на основе выполнения конкретных учебных заданий и предназначено для студентов всех специальностей.

Рецензент: профессор кафедры теоретической механики
и теории механизмов и машин СПбГТУРП,
д-р техн. наук Н.Н.К о к у ш и н

Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГТУРП
в качестве учебно-методического пособия

Редактор и корректор Т.А.Смирнова

Техн. редактор Л.Я.Титова

Темплан 2013 г., поз. 25

Подп. к печати 26.05.13. Формат 60×84/16. Бумага тип. № 1.

Печать офсетная. Объем 2,75 печ.л., 2,75 уч.-изд.л. Тираж 300 экз.

Изд. № 25. Цена "С". Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

© Кишко А.В., Соловьева Л.Б., Соломон Г.Г., 2013

© Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, 2013

Общие указания

Система автоматизированного проектирования AutoCAD является общепризнанным лидером в области программного обеспечения, предназначенного для автоматизации проектно-конструкторских работ. AutoCAD обладает мощными средствами работы с графическими объектами, а гибкая система настроек позволяет легко адаптировать его рабочую среду для эффективного выполнения тех или иных задач и обеспечить полное соблюдение требований стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

AutoCAD, как и другие системы автоматизированного проектирования (КОМПАС, T-Flex CAD, SolidWorks и пр.), предназначен для обработки графической информации в *векторном формате*. В этом формате каждый объект описывается математической моделью с заданным набором параметров.

Работа пользователя с системой AutoCAD в конечном счете сводится к *вводу команд и данных*, запрашиваемых командами.

Команды AutoCAD условно можно разделить на три группы: *команды построения* (создают новые объекты), *команды редактирования* (изменяют существующие объекты) и *служебные* команды (создают условия для выполнения команд построения и редактирования, выполняют работу с файлами, производят настройку системы и т. п.).

Любая команда может быть вызвана путем ввода ее имени в *командную строку*. Для ввода команд могут также использоваться *инструменты программного интерфейса*: ленты, панели, меню и др. Пользователю предлагается самостоятельно определить для себя наиболее удобный способ ввода команд.

Данные, запрашиваемые командами построения и редактирования графических объектов, как правило, могут быть отнесены к одному из четырех типов: *ввод опции* (варианта действия), *ввод точки* (вводом координат с клавиатуры либо указанием точки на чертеже с помощью мыши), *ввод параметра* (числового значения какой-либо величины) и *выбор объекта* (или объектов).

Если какие-либо данные должны вводиться обязательно в английском написании, то по тексту изложения перед ними дополнительно указывается пометка **En** (например, запись **En** %%с означает, что символы процента и буква "с" должны быть введены в английском написании).

В процессе работы над чертежом необходимо внимательно следить за выводимыми системой *запросами и сообщениями* и руководствоваться ими. Рекомендуется также обращать внимание на *всплывающие подсказки и описания*, выводимые системой.

Для выхода из команды, как правило, служит клавиша <Enter>. Для отказа от выполнения команды (на любом шаге ее выполнения) используется клавиша <Esc>.

Следует учитывать, что все вновь создаваемые графические объекты наследуются *текущими общими свойствами* (принадлежностью к слою, цветом, типом и весом линий, а также стилем). Текущие свойства устанавливаются из *раскрывающихся списков* на соответствующих инструментальных панелях.

В процессе выполнения построений с помощью мыши необходимо отслеживать их правильность по значениям *координат*, отображаемым в *статусной строке* или в *полях динамического ввода*. При выполнении построений следует активно использовать различные *режимы рисования*, для управления которыми служат кнопки, расположенные в статусной строке.

Выбор объектов (по соответствующему запросу команды) завершается нажатием клавиши <Enter>. При этом, если *прицелом выбора* указан какой-либо объект, то выбирается этот объект, а если прицелом выбора указана точка вне объекта, то генерируется режим выбора объектов с помощью рамки. Если рамка выбора растягивается слева направо, то она будет *простой* (выбираются только те объекты, которые находятся целиком внутри рамки). Если рамка выбора растягивается справа налево, то она будет *секущей* (выбираются объекты внутри рамки, а также пересекаемые и касаемые рамкой).

Все построения должны выполняться только *при включенном режиме ШАГ* (при активной одноименной кнопке в статусной строке) с применением в необходимых случаях других специальных методов обеспечения точности, в частности *объектной привязки*.

Не допускается "исправлять" неправильно построенный элемент путем построения поверх него другого либо с помощью подрисовки. Если какой-либо элемент построен неправильно, то его следует изменить с помощью команд редактирования либо удалить и построить заново. Необходимо также избегать неоправданного наложения объектов друг на друга и их дублирования.

В случае, когда результат выполненных действий (построений, редактирования) оказался неудовлетворительным, можно произвести *откат*, отменив с помощью команды **O** одну или последовательно необходимое число последних команд.

Задания, содержащиеся в пособии, служат для оказания помощи студентам в изучении основных методов работы с AutoCAD, а также для приобретения ими навыков практической работы при выполнении двумерных чертежей средствами компьютерной графики. Задания предполагают использование версии AutoCAD 2012. Для выполнения заданий следует использовать специально разработанные учебные файлы шаблонов, шрифта и адаптаций.

Все задания сопровождаются подробным описанием порядка их выполнения, а также необходимыми пояснениями и комментариями. Перед выполнением заданий непосредственно за компьютером необходимо уяснить их содержание и порядок выполнения.

Для выполнения каждого задания необходимо в папке **Мои документы** создать отдельный файл чертежа, имеющий формат имени
218091.dwg,

где **218** – номер учебной группы; **09** – индивидуальный код студента (номер по списку группы); **1** – порядковый номер файла (номер задания); **.dwg** – расширение имени файла (присваивается системой автоматически).

Для более глубокого изучения системы AutoCAD рекомендуется пользоваться литературой, приведенной в библиографическом списке.

Задание 1. Выполнение двумерного чертежа

Цель задания – начальное знакомство с AutoCAD, изучение основных команд построения и редактирования графических объектов, освоение методов выполнения чертежей, содержащих двумерные изображения, порядка их компоновки и оформления.

Содержание задания:

Выполнить чертеж детали по заданным размерам, оформленный в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Исходные данные взять из примера, приведенного на чертеже ИГАП 218091.

Чертеж скомпоновать на формате А4 в масштабе 1:1.

Пояснения к выполнению задания.

Для выполнения задания создать новый файл чертежа, используя шаблон **Igap.dwt**. В указанном шаблоне заранее выполнены настройки в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД: организована оптимальная рабочая среда, определены необходимые слои, типы линий, стили и блоки, а также созданы компоновки чертежа для форматов А4 и А3.

Создаваемые в ходе построений графические объекты необходимо размещать в следующих слоях, определенных в файле шаблона:

слой **Контурные** (синий) – сплошные толстые основные линии;

слой **Тонкие** (черный) – тонкие линии (линии невидимого контура и обрыва, осевые и центровые линии, резьба, штриховка);

слой **Размеры** (черный) – размеры, линии-выноски и другие элементы оформления чертежа, относящиеся к изображениям (обозначения видов, разрезов, сечений, выносных элементов, шероховатости поверхностей и т. п.);

слой **Формат** (черный) – формат, основная надпись, а также элементы оформления чертежа, относящиеся к формату (неуказанная шероховатость, технические требования и т. п.).

В процессе выполнения построений не следует включать режим отображения веса линий (кнопка **ВЕС** в статусной строке должна быть неактивна). Этот режим используется только для просмотра окончательно оформленного чертежа, а также при выводе его на печать.

Выполнение полностью оформленного двумерного чертежа, подготовленного к выводу на печать, осуществляется в несколько этапов.

Этап 1 – Построение изображений.

Перед выполнением построений необходимо командой ПСК с опцией **Новая** установить начало Пользовательской Системы Координат (ПСК) в характерной точке будущего изображения (в данном случае – по центру левого торца детали).

В процессе выполнения построений рекомендуется с помощью команд **ПОКАЗАТЬ** (зуммирование) и **ПАН** (панорамирование) устанавливать наиболее подходящий для работы вид отображаемой на экране части чертежа. Обычно используется зуммирование *в реальном времени*, которое активируется после ввода команды и нажатия клавиши <Enter>.

Зуммирование и панорамирование экранного изображения могут осуществляться *в прозрачном режиме* в ходе выполнения какой-либо команды.

Порядок выполнения построений (рис.1):

1. Командой **ОТРЕЗОК** построить прямолинейные участки внешнего контура главного вида.

При вводе с клавиатуры *прямоугольные координаты* указываются в формате x,y (через запятую, без пробела), например: $0,27$; *полярные координаты* – в формате $r<\varphi$ (где r – полярный радиус, φ – полярный угол, отсчитываемый от положительного направления оси X против хода часовой стрелки), например: $27<90$. Введенные таким образом координаты являются *абсолютными* и относятся к текущей ПСК. *Относительные* координаты (по отношению к предыдущей введенной точке) предваряются символом @.

Примечание. В AutoCAD используется трехмерная система координат (x,y,z или $r<\varphi,z$ соответственно). Если при вводе координата z не задана, она считается равной 0, поэтому при двумерных построениях ее не указывают.

Правильность построений, выполняемых мышью, необходимо отслеживать по координатам, отображаемым в статусной строке. Режим *отображения координат* – относительные полярные либо абсолютные прямоугольные – переключается щелчком левой кнопки мыши в поле координат.

Точку А указать путем ввода с клавиатуры относительных полярных координат от предыдущей введенной точки, задав длину полярного радиуса с некоторым запасом (например, $@10<60$). Точку Б указать аналогичным образом.

Для выполнения построений можно использовать режим *динамического ввода*, который включается кнопкой **ДИН** в статусной строке. В динамическом режиме все данные вводятся в поля, сопровождающие графический курсор. Переключение между полями осуществляется клавишами <Tab> или <Shift><Tab> (для перехода в предыдущее поле), а динамическое курсорное меню (для ввода опций команды) открывается клавишей <↓>.

2. На виде слева командой **МН-УГОЛ** построить шестиугольник как *описанный* вокруг окружности радиусом 27. Виды должны находиться в проекционной связи.

Примечание. При вводе опции через командную строку необходимо ввести с клавиатуры только тот символ (или символы), который выделен прописной буквой (например, для ввода опции **Описанный вокруг окружности** необходимо ввести **O**). Опцию команды можно также ввести из *контекстного меню*, открываемого щелчком правой кнопки мыши в области построений.

3. Включить *ортогональный режим* рисования (кнопкой **ОРТО** в статусной строке) и командой **ОТРЕЗОК** построить два отрезка влево от вершин шестиугольника, используя объектную привязку **КОН** (концевая) к точкам вершин. Затем построить два вспомогательных вертикальных отрезка по ширине ребер, используя привязку **ПЕР** (пересечение). Отключить режим **ОРТО**.

Примечание. В процессе построений с помощью мыши статус режима **ОРТО** можно временно переключить на противоположный, удерживая нажатой клавишу <Shift>. Опция *объектной привязки* может быть введена с клавиша-

туры либо из контекстного меню, открываемого щелчком правой кнопки мыши в области построений при нажатой клавише <Shift>.

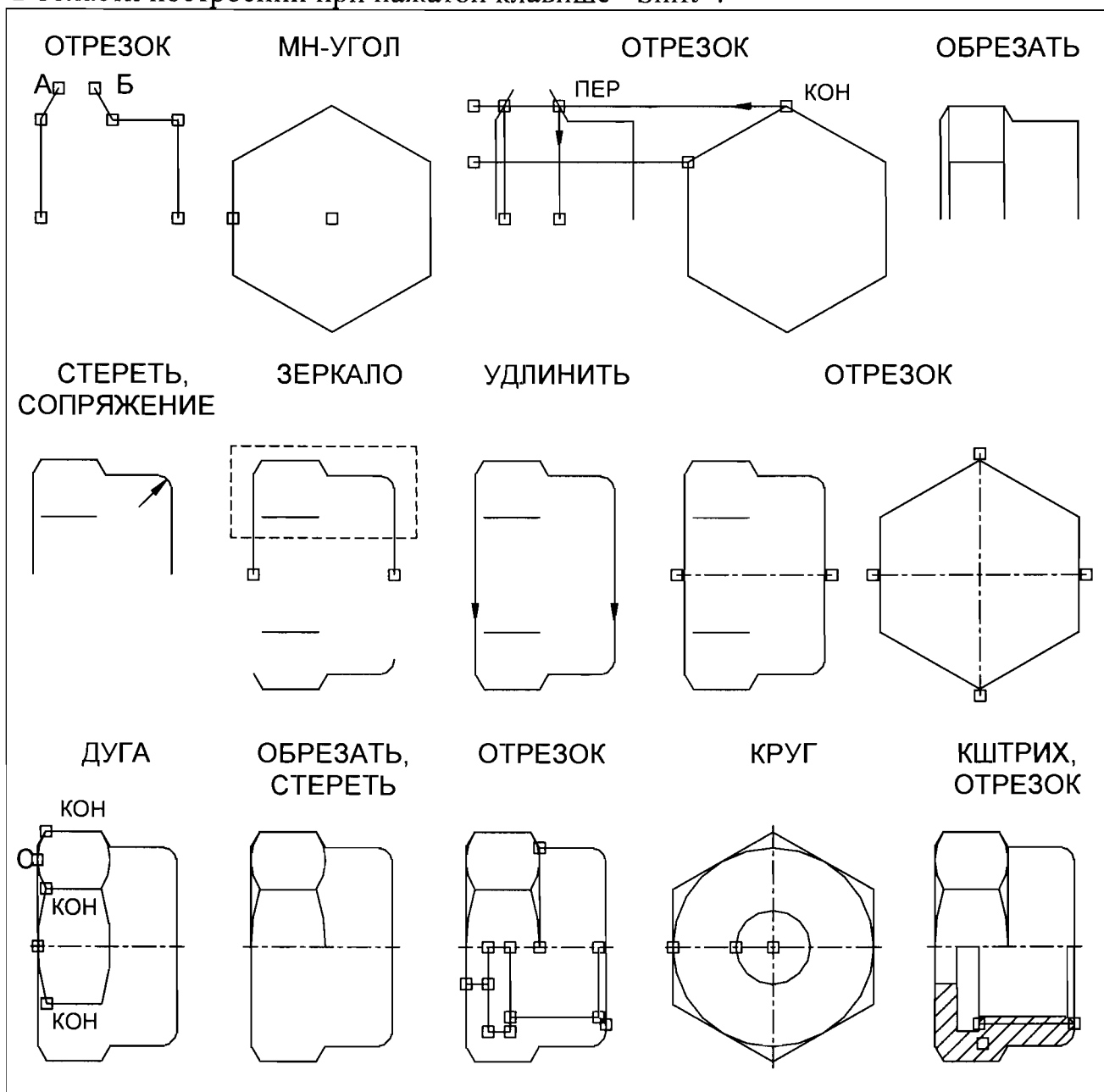


Рис.1

4. Обрезать лишние части отрезков контура и ребер с помощью команды **ОБРЕЗАТЬ**, указав в качестве границ (режущих кромок) вспомогательные вертикальные отрезки (после выбора границ нужно нажать клавишу <Enter>).

5. Удалить вспомогательные отрезки командой **СТЕРЕТЬ**.

Примечание. Удалить объект можно также путем его выбора в режиме ожидания ввода команды и последующего нажатия клавиши .

6. Выполнить дуговое сопряжение (скругление) отрезков угла контура командой **СОПРЯЖЕНИЕ**, задав нужное значение радиуса скругления опцией **радиус**.

7. Командой **ЗЕРКАЛО** получить зеркальную копию внешнего контура и внутреннего ребра относительно оси детали.

Выбор объектов для копирования удобнее всего выполнить с помощью простой рамки (растянутой слева направо).

8. Продлить торцевые отрезки командой **УДЛИНИТЬ**, указав в качестве границ отрезок фаски шестигранника и дугу скругления.

9. Установить в качестве текущих слой **Тонкие** и тип линий **Осевая**.

Командой **ОТРЕЗОК** построить осевые и центровые линии, обеспечив их выступы за контур изображения на 2 единицы чертежа. Восстановить текущие слой **Контурные** и тип линий **ПоСлою**.

10. Построить командой **ДУГА** по трем точкам дуги граней шестигранника, используя привязку **КОН** к конечным точкам ребер.

Точное положение средней точки **С** малой дуги найти, используя координатный фильтр **.У** с привязкой **СЕР** к середине наклонной грани шестигранника. Правые дуги можно получить зеркальным копированием левых дуг.

Ввод *координатного фильтра* означает, что от указанной затем точки будет взята (отфильтрована) только эта координата. Координатный фильтр может быть введен из контекстного меню объектной привязки.

11. Командой **ОБРЕЗАТЬ** укоротить дуги до осевой линии. Командой **СТЕРЕТЬ** удалить внутреннее ребро со стороны разреза.

12. Командой **ОТРЕЗОК** построить линии перехода со стороны вида и со стороны разреза.

13. Командой **КРУГ** построить окружности на виде слева.

14. Сделать текущим слой **Тонкие**. Заштриховать область сечения командой **КШТРИХ** (образец штриховки *ANSI31*, масштаб *1*, угол *0*). Область штриховки задать указанием внутренней точки.

15. Командой **ОТРЕЗОК** построить линию резьбы.

Э т а п 2 – Предварительная компоновка чертежа

Задачей предварительной компоновки является выбор подходящего формата и масштаба чертежа, а также прикидка размещения изображений на поле формата.

Предварительную компоновку всегда следует выполнять *до нанесения размеров и других элементов оформления*, так как параметры последних должны учитывать принятый масштаб чертежа.

Порядок выполнения компоновки (рис.2):

1. Переключиться из режима построений в режим компоновки, щелкнув мышью по вкладке **Лист А4**.

2. Раскрыть список слоев, в котором разморозить слой **Формат** (в нем размещается блок формата с основной надписью), а также разморозить и сделать текущим слой **Vports** (в нем будет создан видовой экран).

3. Командой **-ВЭКРАН** создать один *видовой экран*, растянув его в виде прямоугольной рамки между двумя диагональными точками. Видовой экран рекомендуется сделать чуть меньшим внутренней полезной области формата (см. рис.2).

Примечание. В данном случае команда **ВЭКРАН** вводится в режиме командной строки (с предшествующим дефисом).

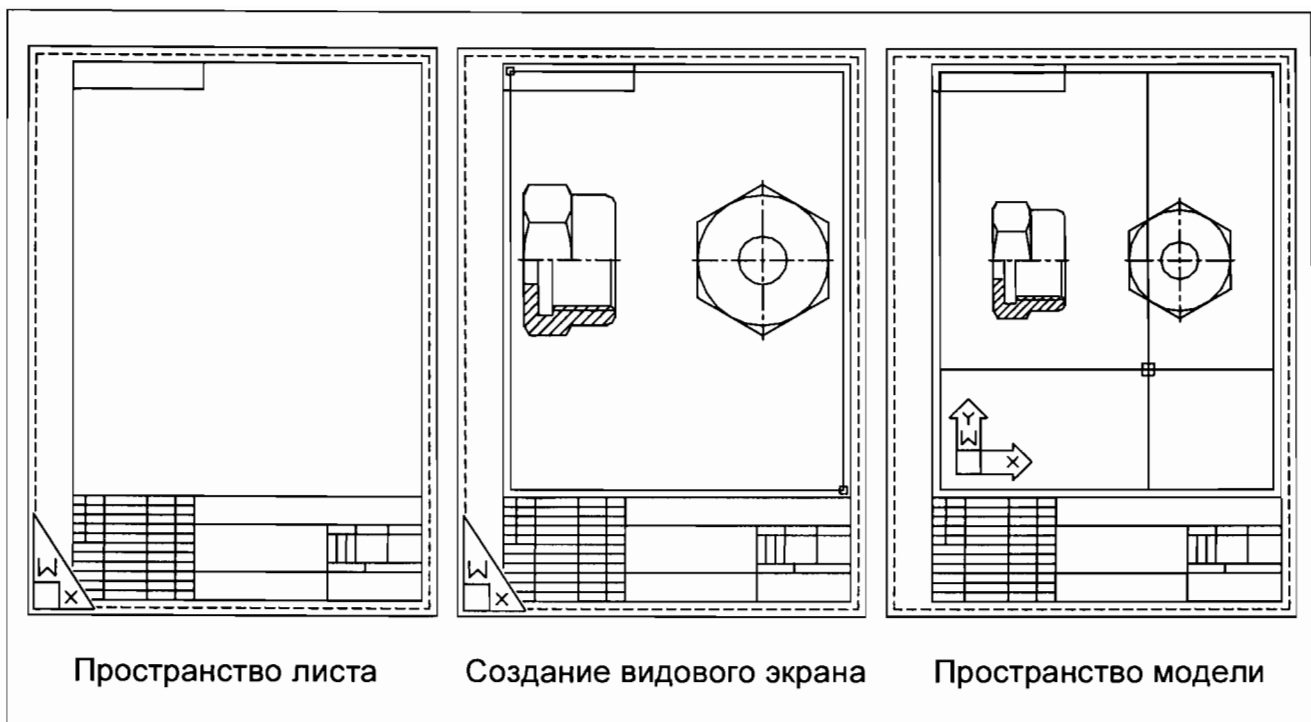


Рис.2

4. Не выходя из режима компоновки, переключиться в пространство модели, щелкнув мышью в поле **ЛИСТ** в статусной строке (значение поля изменится на **МОДЕЛЬ**). При этом изображение на видовом экране станет доступным для редактирования (см. рис.2).

5. Ввести команду **ПОКАЗАТЬ** с опцией **Масштаб** и для получения масштаба чертежа 1:1 задать значение масштабного коэффициента относительно листа в виде **En 1xp**. Следует убедиться, что принятый масштаб подходит для размещения на поле формата всех изображений (с учетом размеров и других элементов оформления).

6. Переключиться из режима компоновки в режим построений, щелкнув мышью по вкладке **Модель**.

Э т а п 3 – Нанесение размеров и других элементов оформления

Для масштаба 1:1 размеры наносятся непосредственно размерными стилями (**ЕСКД** и **ЕСКД1**), определенными в файле шаблона. При этом отступ размерной линии от контура и между параллельными размерными линиями следует задавать равным 10 единицам чертежа.

В процессе нанесения размеров рекомендуется одновременно проверять правильность выполненных построений по значениям размеров.

Для нанесения размеров необходимо сделать текущим слой **Размеры**. Целесообразно на ленте сделать текущей вкладку **Аннотации**.

Порядок нанесения размеров (рис.3):

1. Командой **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** задать ширину фаски, указав опорные точки размера (точки выхода первой **В1** и второй **В2** выносных линий) и определив положение размерной линии точкой **Р**.

Примечание. Опорные точки размера всегда необходимо указывать в характерных точках измеряемого объекта.

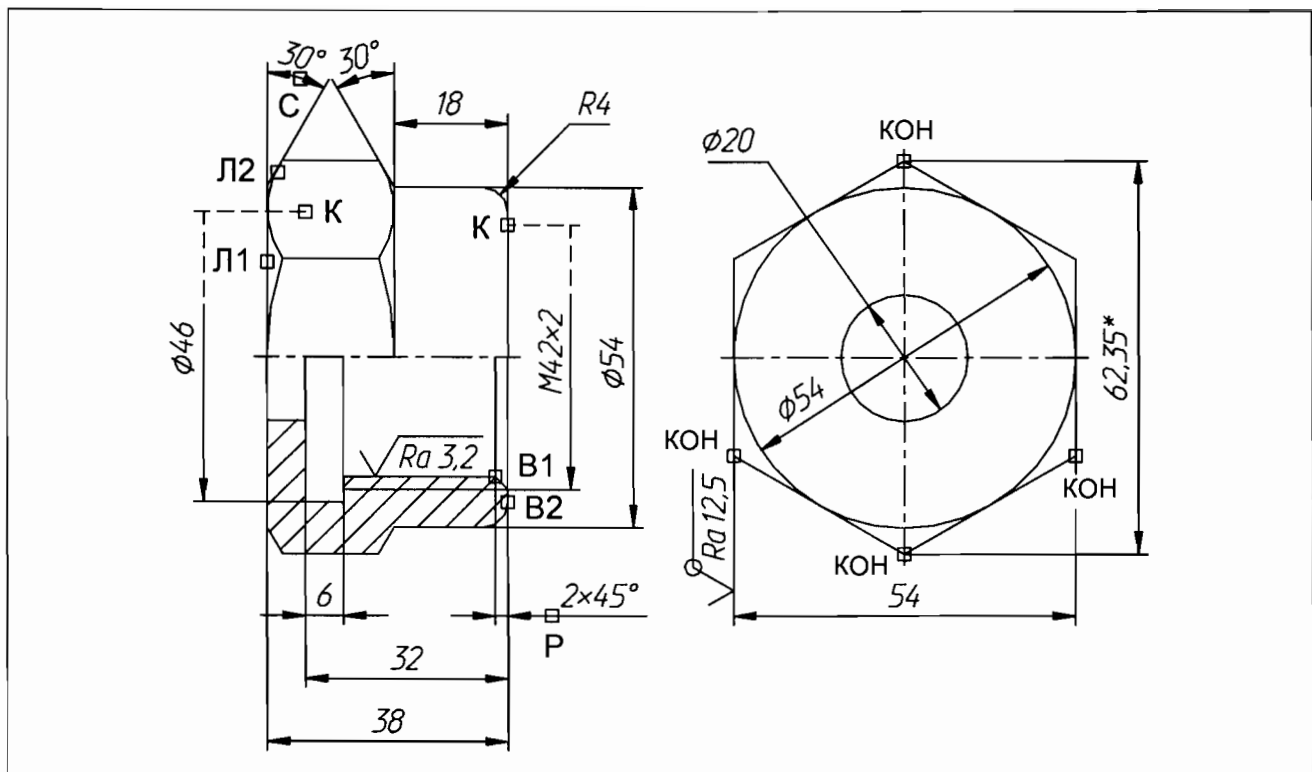


Рис.3

Для внесения изменений в размерный текст следует использовать опцию **Текст**. Ввод в текст специальных символов производится посредством *управляющих последовательностей* (см. пояснения к упражнению 7 Задания 3).

Чтобы обеспечить сохранение *ассоциативности размеров*, необходимо в размерном тексте оставлять символы $\langle \rangle$, автоматически заменяемые на значение размера. Например: ввод $\langle \text{En} \rangle \langle \rangle \backslash u+00d745\%d$ – результат $2 \times 45^\circ$, ввод $\langle \text{En} \rangle \text{M} \langle \rangle \backslash u+00d72$ – результат $M42 \times 2$, ввод $\langle \text{En} \rangle \% \% c \langle \rangle$ – результат $\text{Ø}54$, ввод $\langle \text{En} \rangle \langle \rangle *$ – результат $62,35^*$.

Примечание. Опция **Мтекст** при нанесении размера используется только в тех случаях, когда размерный текст должен иметь сложное форматирование (наличие нескольких строк, индексов, дробей и т. п.).

Командой **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** нанести остальные линейные размеры. При нанесении размеров шестигранника необходимо для указания опорных точек использовать привязку **КОН**.

2. Командой **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** нанести размеры резьбы и диаметра проточки (обычным образом, то есть без обрыва размерной линии). Точку выхода второй выносной линии для размеров, которые должны быть нанесены с обрывом размерной линии, следует указать по месту ее предполагаемого положения (в точке **К**). Это позволит системе правильно определить значение размера и положение размерного текста.

После этого необходимо выделить оба этих размера и назначить им размерный стиль **ЕСКД1** (в данном размерном стиле, в отличие от стиля **ЕСКД**, линейные размеры строятся с подавлением второй выносной линии).

3. Командой **РЗМУГЛОВОЙ** задать угол фаски шестигранника, для чего указать сначала один (**Л1**), затем другой (**Л2**) отрезок и определить положение

размерной линии, указав точку С в створе угла. К угловому размеру знак градуса добавляется автоматически. Аналогично нанести второй угловой размер (его также можно получить путем зеркального копирования).

4. Командой **РЗРАДИУС** нанести размер радиуса скругления. Буква **R** к размеру радиуса добавляется автоматически.

5. Командой **РЗМДИАМЕТР** нанести размеры диаметров окружностей. К диаметральному размеру знак диаметра добавляется автоматически.

6. Ввести команду **ВСТАВИТЬ**, выбрать из списка блок **Ш1** обозначения шероховатости резьбы и вставить его по месту (см. рис.3). По запросу ввести значение атрибута (параметра шероховатости), равное 3,2.

Аналогичным образом нанести обозначение шероховатости поверхности шестигранника, используя блок **Ш3**. Угол поворота блока задать равным 90° .

Блок представляет собой особый именованный объект, созданный специальной командой путем объединения нескольких графических примитивов. Блок может включать в себя переменные текстовые строки – *атрибуты*. Используемые в заданиях блоки заранее определены в файле шаблона.

Э т а п 4 – Окончательная компоновка и оформление чертежа

Для окончательной компоновки и оформления чертежа необходимо перейти в режим компоновки, сделать текущим слой **Формат**, а также заморозить слой **Vports** (чтобы скрыть рамку видового экрана).

Порядок окончательной компоновки:

1. Убедиться, что текущим является пространство модели. Командами **ПЕРЕНЕСТИ** (для сдвига вида слева относительно главного) и **ПАН** (для перемещения всего изображения на видовом экране) разместить изображения на поле формата надлежащим образом.

Примечание. В процессе компоновки масштаб экранного изображения можно изменять только в пространстве листа. Если в режиме компоновки масштаб изображения изменен в пространстве модели, то необходимо снова восстановить его командой **ПОКАЗАТЬ** с опцией **Масштаб**.

2. Не выходя из режима компоновки, перейти в пространство листа, щелкнув мышью в поле **МОДЕЛЬ** (значение поля изменится на **ЛИСТ**).

3. Командой **ТЕКСТ** создать строку технических требований шрифтом высотой 3.5.

4. Ввести команду **ВСТАВИТЬ**, выбрать блок **Ш2** обозначения неуказанной шероховатости и вставить его в чертеж на расстоянии 5...10 единиц от правого верхнего угла формата. При этом необходимо задать масштаб блока, равный 1.5. После вставки изменить цвет блока неуказанной шероховатости на **Зеленый** и назначить ему вес линий 0.30мм.

5. Ввести команду **АТРЕДАКТ** и, щелкнув мышью по любой линии формата или основной надписи, заполнить необходимые данные в открывшемся диалоговом окне редактирования атрибутов. В качестве обозначения чертежа следует указать имя файла.

Примечание. Перейти к редактированию атрибутов блока можно также двойным щелчком левой кнопки мыши по любому из атрибутов.

6. Находясь в пространстве листа, выполнить проверку чертежа. Для этого включить отображение веса линий (кнопкой **ВЕС** в статусной строке) и использовать для просмотра чертежа команды **ПОКАЗАТЬ** и **ПАН**.

По завершении работы над чертежом, перед его окончательным сохранением необходимо вывести чертеж в пространстве листа целиком, выполнив команду **ПОКАЗАТЬ** с опцией **Все**. В пространстве модели необходимо вывести чертеж в границах, фактически занимаемых объектами, выполнив команду **ПОКАЗАТЬ** с опцией **Границы**. Отключить отображение веса линий.

Пример выполнения Задания 1 приведен на чертеже ИГАП 218091.

Задание 2. Сопряжения

Цель задания – освоение методов выполнения геометрических построений с использованием постоянной или разовой объектной привязки.

Содержание задания:

Построить замкнутую кривую линию по указанным размерам, обеспечивая плавные сопряжения участков с различной кривизной. Отметить точки, в которых изменяется кривизна линии, а также центры скруглений радиусами RA , RB , RC . Нанести размеры. Определить площадь и периметр треугольной области, образованной центрами скруглений радиусами RA , RB , RC .

Исходные данные взять из табл.1 в соответствии с номером варианта. Чертеж с выполненным заданием оформить на формате A4 в масштабе 1:1.

Пояснения к выполнению задания.

Объектная привязка заключается в том, что в ответ на запрос системы о вводе точки указывается какая-либо характерная точка существующего графического объекта (например, концевая точка), либо точка, определяемая двумя объектами (например, точка пересечения). Объектная привязка может использоваться как в разовом, так и в постоянном режиме.

Режим постоянной объектной привязки (используемый при многократной привязке к точкам преимущественно одного типа) настраивается с помощью команды **ПРИВЯЗКА** и включается (отключается) кнопкой **ПРИВЯЗКА** в статусной строке. Переключение режима постоянной объектной привязки и его настройка могут осуществляться в прозрачном режиме в процессе выполнения любой другой команды.

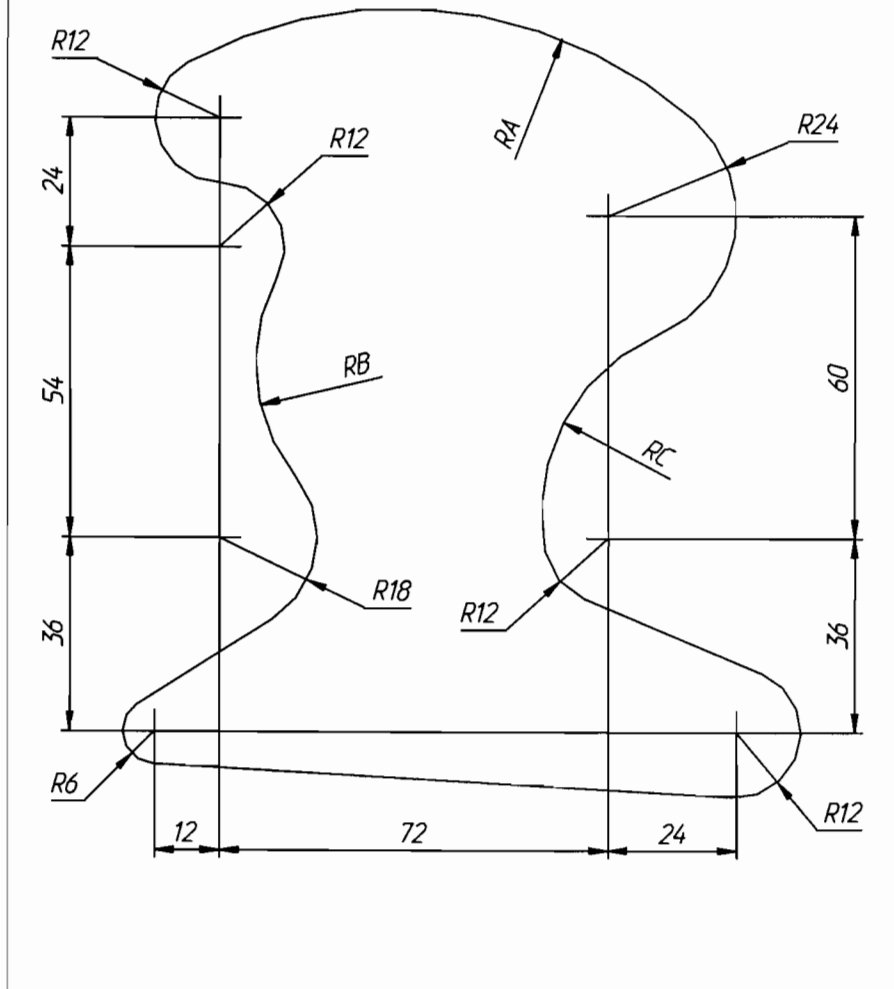
Примечание. Введенная опция разовой объектной привязки приоритетна по отношению к включенной постоянной. Для временного (на одно действие) отключения всех активных опций включенной постоянной объектной привязки может использоваться опция привязки **НИЧЕГО**.

Для выполнения задания необходимо на основе шаблона **Igap.dwt** создать новый файл чертежа (например, **218092.dwg**).

Кривую разместить в слое **Контурные**, точки – в слое **Тонкие**, размеры – в слое **Размеры**. При выполнении задания следует использовать соответствующие виды постоянной или разовой объектной привязки.

Задание выполняется в несколько этапов (рис.4).

Таблица 1

	№ вар.	RA	RB	RC
	1	72	30	36
	2	78	36	42
	3	84	42	48
	4	90	30	54
	5	96	36	42
	6	72	42	48
	7	78	30	36
	8	84	36	42
	9	90	42	48
	10	96	30	54
	11	78	42	48
	12	84	30	36
	13	74	32	38
	14	80	34	40
	15	86	38	44
	16	92	40	46
	17	94	32	50
	18	74	34	52
	19	80	38	38
	20	86	40	40
	21	92	32	44
	22	94	34	46
	23	82	38	50
	24	88	40	52

Этап 1 – Построение кривой линии

Перед выполнением построений рекомендуется установить начало ПСК по центру будущего скругления R6.

Порядок выполнения построений:

1. Командой **ТОЧКА** разметить известные центры скруглений. Первую точку построить в начале координат, построение остальных точек выполнить путем ввода их координат с клавиатуры, руководствуясь заданными размерами кривой.

Примечание. При вводе из инструментальной панели команда **ТОЧКА** повторяется до тех пор, пока не будет отменена клавишей <Esc>.

2. Командой **КРУГ** построить семь кругов, используя для указания их центров привязку УЗЕ (узел) к размеченным точкам.

3. Командой **ОТРЕЗОК** построить касательные отрезки. Для указания начальной и конечной точек отрезка использовать привязку **КАС** (касательная).

4. Командой **КРУГ** с опцией **Ккр** построить три касательных круга с радиусами RA, RB, RC (значения радиусов взять из табл.1). Опция разовой привязки **КАС** при этом задействуется автоматически.

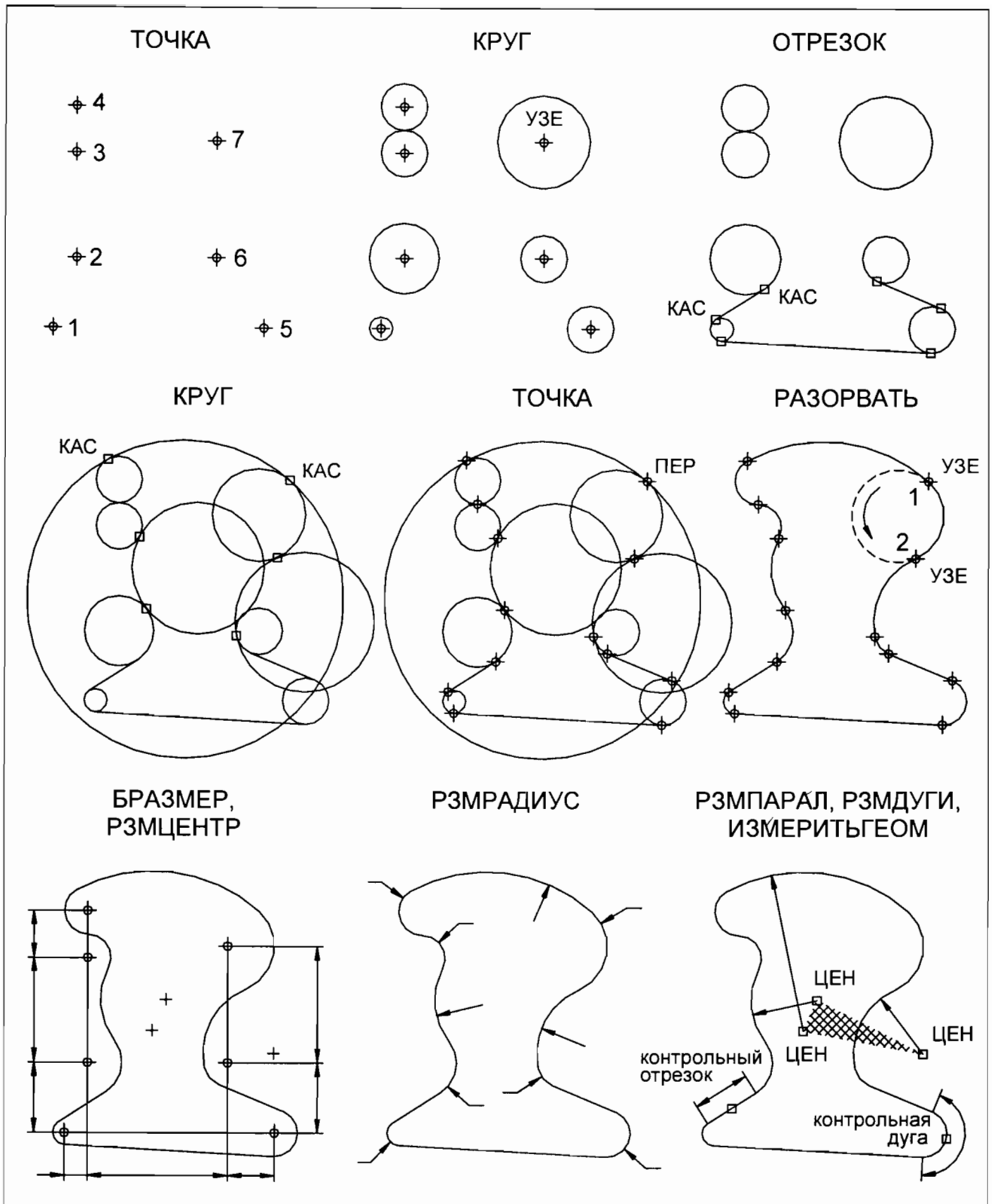


Рис.4

5. Командой **ТОЧКА** отметить точки изменения кривизны линии (всего 13 точек), используя привязку **ПЕР**.

6. Командой **РАЗОРВАТЬ** с опцией **Первая точка** удалить лишние части всех кругов, используя для указания точек разбиения привязку **УЗЕ**. Следует учитывать, что часть круга удаляется от первой до второй указанной точки в положительном направлении отсчета углов (против хода часовой стрелки).

Примечание. Лишние части кругов можно также удалить с помощью команды **ОБРЕЗАТЬ**, указав в качестве режущих кромок два касаемых кругом объекта.

Э т а п 2 – Предварительная компоновка чертежа

Предварительную компоновку произвести аналогично Заданию 1.

Э т а п 3 – Нанесение размеров и проверка построений

1. Командой **БРАЗМЕР** нанести три размерные цепи, указав в качестве объектов разметочные точки центров соответствующих скруглений (для выбора не одиночно стоящей точки использовать простую рамку).

Примечание. Нанесение размеров таким образом – это только способ их построения. Каждый размер будет являться самостоятельным объектом.

2. Командой **РЗМЦЕНТР** нанести *маркеры центров* (в виде перекрестий) скруглений радиусами RA, RB, RC.

3. Командой **РЗМРАДИУС** нанести размеры радиусов скруглений.

4. Командой **РЗМПАРАЛ** нанести размер длины контрольного отрезка (после ввода команды следует нажать клавишу <Enter> и выбрать измеряемый отрезок). Командой **РЗМДУГИ** нанести размер длины контрольной дуги.

Значения контрольных размеров должны совпадать с приведенными на чертеже ИГАП 218092.

5. С помощью команды **ИЗМЕРИТЬГЕОМ** с опцией **Площадь** определить площадь и периметр треугольной области, образованной центрами скруглений радиусами RA, RB, RC (на рис.4 эта область условно показана заштрихованной), используя для указания точек привязку **ЦЕН** к центрам соответствующих дуг. При использовании привязки **ЦЕН** (центр) следует прицелом выбора указывать *сам объект* (дугу, круг или эллипс), а не его центральную точку. Для выхода из команды **ИЗМЕРИТЬГЕОМ** предусмотрена опция **выход**.

Примечание. Полученные значения площади и периметра являются критериями для оценки правильности выполненных построений.

Э т а п 4 – Окончательная компоновка и оформление чертежа

На данном этапе следует, как это описано в Задании 1, окончательно разместить изображение на поле формата, заполнить основную надпись и выполнить проверку чертежа. В полях основной надписи, предназначенных для обозначения марки материала и стандарта на материал, необходимо указать полученные значения площади и периметра.

Пример выполнения Задания 2 приведен на чертеже ИГАП 218092.

Задание 3. Специальные методы построений и редактирования

Цель задания – знакомство с некоторыми особыми типами графических примитивов, а также освоение специальных средств и методов построения и редактирования графических объектов.

Задание предусматривает выполнение отдельных упражнений, исходные изображения которых содержатся в файле шаблона **Lesson2D.dwt** и размещены на отдельных слоях.

Для выполнения задания создать на основе шаблона **Lesson2D.dwt** новый файл (например, **218093.dwg**).

Перед выполнением очередного упражнения необходимо разморозить и сделать текущим соответствующий ему слой, заморозив при этом остальные слои. Следует иметь в виду, что *нельзя заморозить текущий слой*.

Перед выполнением упражнений рекомендуется максимизировать вид области построений командой **ПОКАЗАТЬ** с опцией **Все** и в дальнейшем не изменять экранное изображение.

У п р а ж н е н и е 1 – Построение массива

Задание (слой List1):

1. Построить прямоугольный массив, состоящий из 15 окружностей, с шагом по оси $X=16$, по оси $Y=20$.
2. Построить круговой массив, состоящий из 8 выступов, равномерно расположенных по окружности, с их поворотом при копировании.
3. Построить круговой массив, состоящий из 10 треугольников, равномерно расположенных по окружности, без их поворота при копировании.
4. Построить круговой массив, состоящий из 7 окружностей, равномерно расположенных по дуге с центральным углом 60° .

Построение массивов выполняется командой **МАССИВ** (рис.5). Все данные вводятся через открывшееся диалоговое окно.

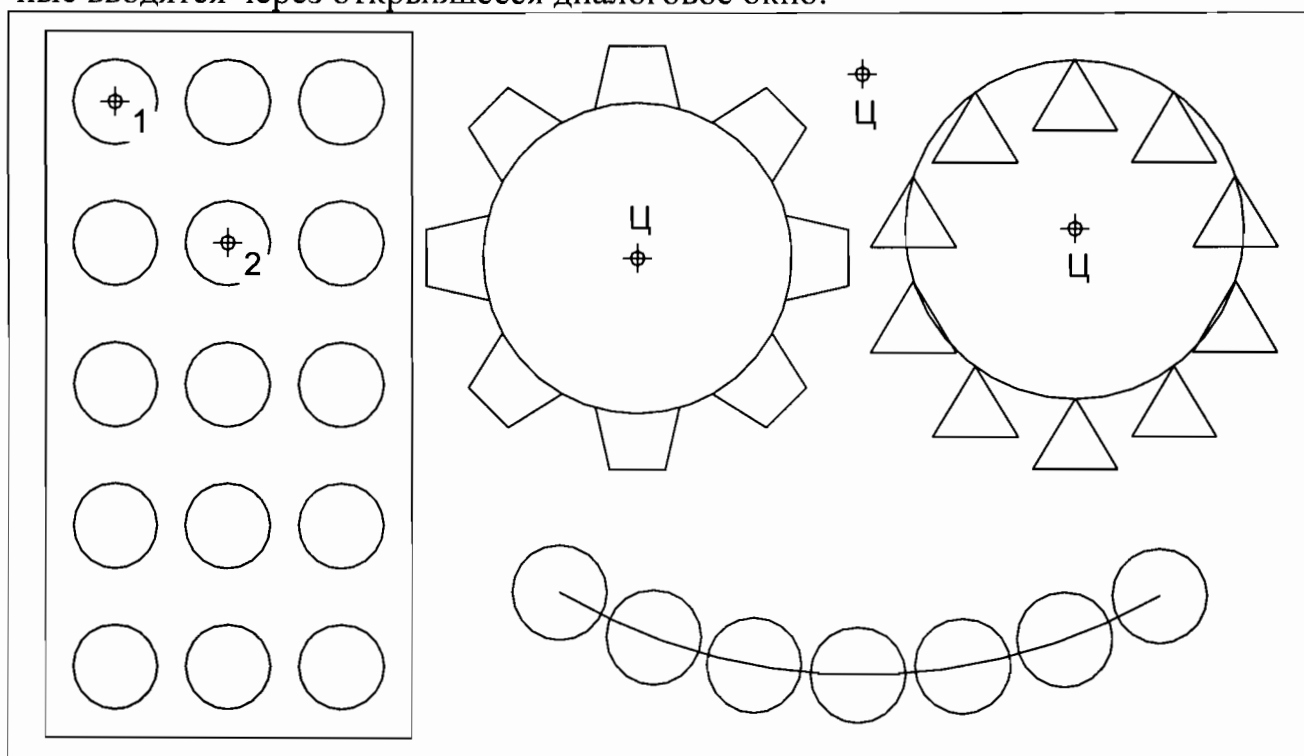


Рис.5

Для *прямоугольного* массива указать:

- число рядов и столбцов;
- расстояние между рядами и столбцами (вместо численного задания расстояний можно указать двумя диагональными точками 1 и 2 первую прямоугольную ячейку массива).

Для *круговых* массивов указать:

- центральную точку массива Ц;
- способ построения (оставить по умолчанию);
- число элементов массива;
- угол заполнения;
- необходимость поворота элементов массива.

У п р а ж н е н и е 2 – *Изменение размеров и положения объектов*

Задание (слой List2):

1. Отредактировать заданное болтовое соединение (болт M10×40, толщина корпуса 15, толщина крышки 12) до получения его новых размеров (болт M16×65, толщина корпуса 20, толщина крышки 25).
2. Отредактировать изображение крышки таким образом, чтобы она оказалась насаженной на стержень.

1. Порядок редактирования болтового соединения (рис.6).

1.1. Командой МАСШТАБ отмасштабировать все изображение с коэффициентом 1,6, указав в качестве базовой точки основание головки болта.

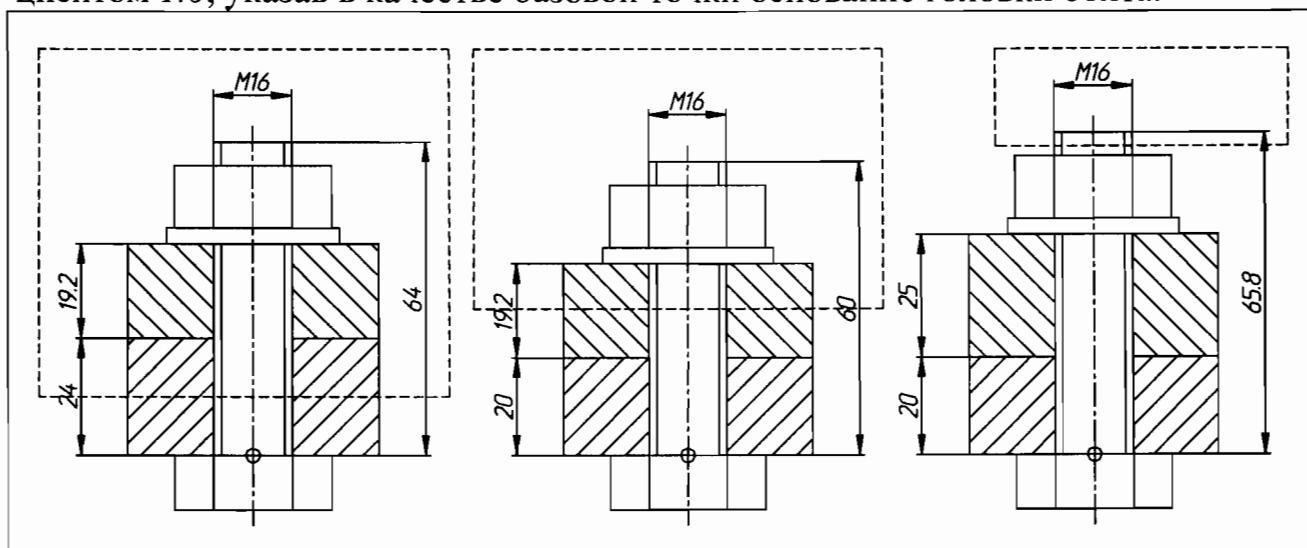


Рис.6

1.2. Командой РАСТЯНУТЬ последовательно выполнить деформирование соответствующей части изображения до получения требуемых размеров корпуса, крышки и длины стержня болта. Деформирование происходит за счет изменения положения одних точек объекта при неизменном положении других.

Выбор объектов для деформирования необходимо производить только *секущей рамкой* (растянутой справа налево).

Вектор деформирования задать относительно произвольной базовой точки, введя для второй точки соответственно: @0,-4; @0,5.8 и @0,-0.8.

2. Порядок редактирования крышки (рис.7).

Редактирование крышки рекомендуется выполнить двумя способами: сначала последовательным перемещением, поворотом и масштабированием, а затем путем выравнивания. При указании точек использовать привязку КОН.

2.1. Командой ПЕРЕНЕСТИ переместить крышку в новое положение, указав вектор переноса точками Б и К.

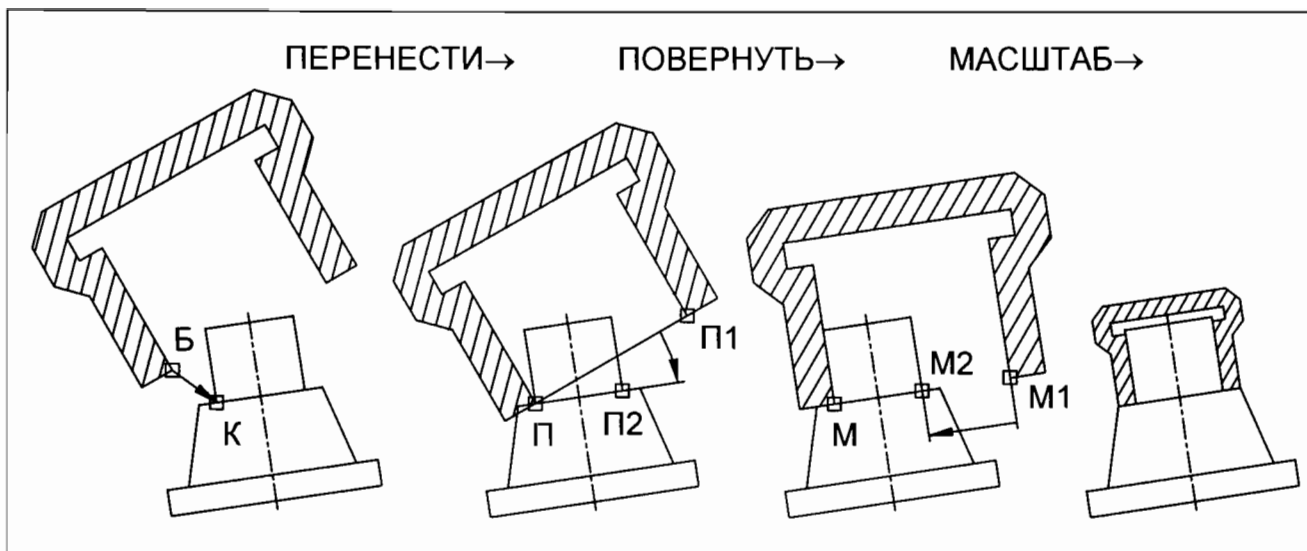


Рис.7

2.2. Выполнить поворот крышки вокруг точки П командой **ПОВЕРНУТЬ**. Угол поворота задать по ссылке, используя опцию **Опорный угол**, для чего указать точками П и П1 существующий угол, а затем его новое значение, указав точку П2. Таким образом, поворот по ссылке позволяет повернуть объект на угол, величина которого не может быть задана явно.

Примечание. Повторный выбор предыдущего набора объектов можно произвести опцией **Текущий**, введя ее в ответ на запрос команды о выборе объектов для редактирования.

2.3. Командой **МАСШТАБ** отмасштабировать крышку по стержню относительно точки М. Масштабный коэффициент задать по ссылке, используя опцию **Опорный отрезок**, для чего указать точками М и М1 существующее расстояние, а затем его новое значение, указав точку М2.

2.4. Восстановить исходное положение и вид крышки (до ее редактирования), выполнив необходимое число раз команду **О**.

2.5. Повторить редактирование крышки, используя команду **ВЫРОВНЯТЬ** (рис.8).

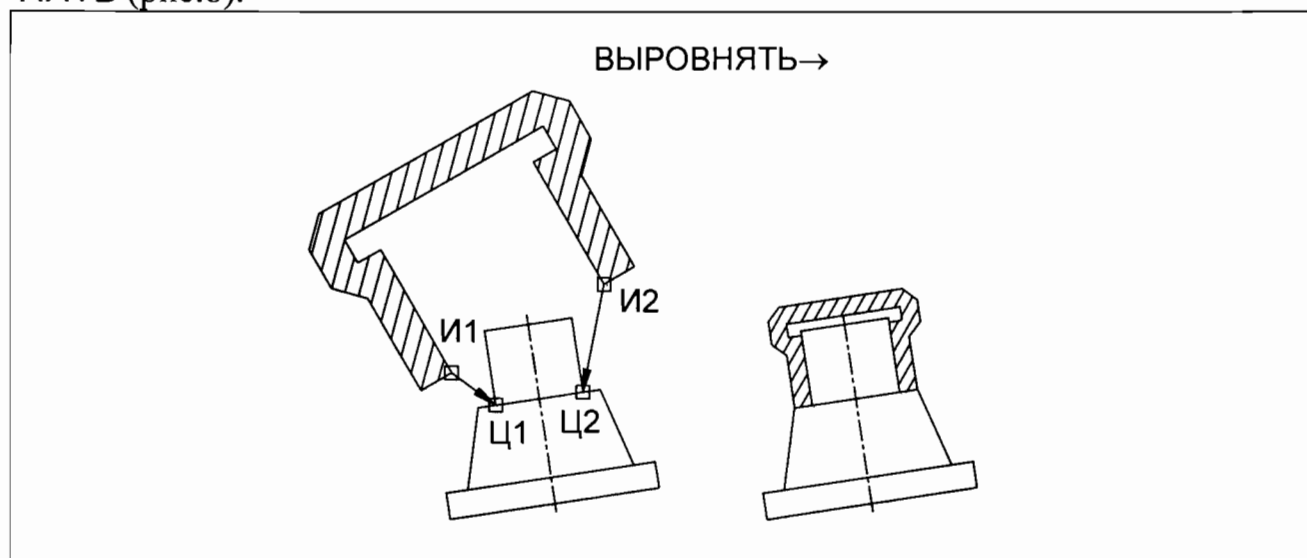


Рис.8

Для этого указать две пары исходных и целевых точек: И1–Ц1 (эта пара точек задает вектор переноса) и И2–Ц2 (эта пара точек задает угол выравнивания и базу для масштабирования). При запросе третьей пары точек (она используется для выравнивания в трехмерном пространстве) нажать клавишу <Enter> и подтвердить необходимость масштабирования при выравнивании.

У п р а ж н е н и е 3 – Геометрические построения

Задание (слой List3):

1. Построить изображение пластины по оси НК шириной 12 со скругленными торцами, один конец которой определяется заданными угловым и двумя линейными размерами, а второй конец находится в центре прямоугольника.
2. Найти натуральную величину треугольника ABC, заданного двумя проекциями, используя способ вращения вокруг проецирующей прямой.
3. Построить с помощью вспомогательных прямых окружность, описанную вокруг треугольника DEF и вписанную в него.

Порядок выполнения (рис.9):

1. Командой ПОДЕЛИТЬ разметить заданную окружность точками, разделив ее на 5 равных частей.

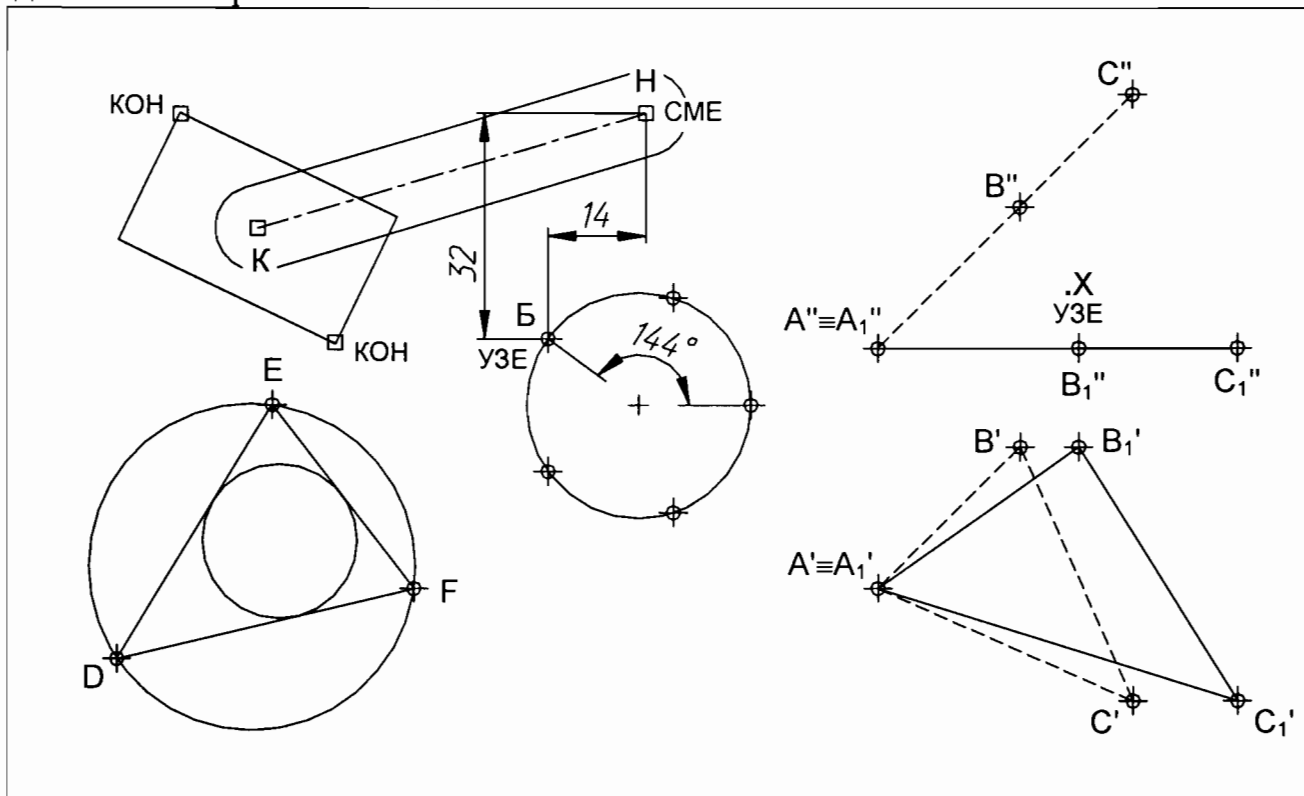


Рис.9

2. Командой ОТРЕЗОК построить отрезок НК по оси пластины.

Для ввода начальной точки Н использовать привязку ОТ (смещение) от базовой точки Б, указав последнюю с привязкой УЗЕ. Величину смещения задать в виде @14,32.

Для ввода конечной точки К использовать привязку С2Т (середины между двумя точками), указав (с привязкой КОН) в качестве базовых точек диагональные вершины прямоугольника.

3. Ввести команду ПОДОБИЕ, задать величину смещения, равную b , и построить два отрезка, подобных (равных и параллельных) отрезку НК.

4. Командой СОПРЯЖЕНИЕ выполнить скругление двух отрезков, параллельных НК.

Параллельные отрезки сопрягаются дугой с радиусом, равным половине расстояния между ними, независимо от текущего значения радиуса скругления.

5. Изменить цвет (на Белый/Черный) и тип линий (на Осевую) отрезка НК. Для изменения общих свойств примитива (слоя, цвета, типа линий) необходимо его выделить в режиме ожидания ввода команды и затем назначить нужное свойство. Если активна кнопка **БС** (быстрые свойства) в статусной строке, то изменить свойства объекта можно через курсорную панель.

Примечание. Изменить многие свойства любого объекта чертежа можно через окно Свойства, открываемое командой ОКНОСВ.

6. Командой ПОВЕРНУТЬ с опцией Опорный угол повернуть фронтальную проекцию треугольника ABC (вместе с точками вершин) вокруг точки A'' горизонтально (на рис.9 штриховой линией условно показан исходный треугольник).

7. Командой РАСТЯНУТЬ сформировать горизонтальную проекцию треугольника, переместив его вершину B' вправо в положение B₁'.

Для нахождения точки B₁' использовать координатный фильтр .X с указанием с привязкой УЗЕ точки B₁' на фронтальной проекции.

Аналогичным образом сместить вершину C' в положение C₁'.

8. Командой ПРЯМАЯ построить две вспомогательные прямые, перпендикулярные сторонам треугольника DEF и проходящие через их середину (рис.10), для чего использовать опции Угол и Базовая линия, а также привязку СЕР.

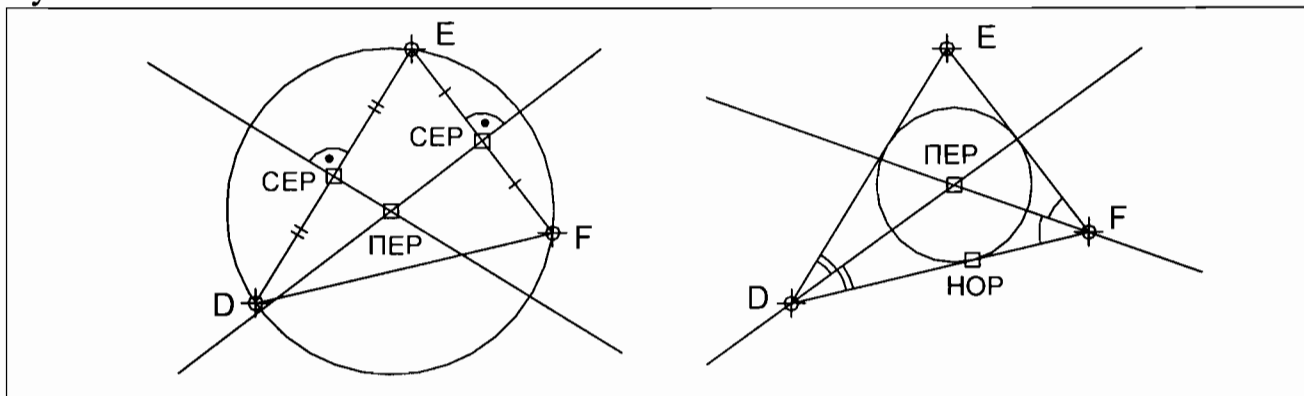


Рис.10

Построить описанную окружность, используя для указания центра привязку ПЕР. Удалить вспомогательные прямые.

9. Командой ПРЯМАЯ построить две вспомогательные биссектрисы углов треугольника DEF (см. рис.10), для чего использовать опцию Бисект.

Построить вписанную окружность, используя для указания центра привязку ПЕР, а для указания радиуса – привязку НОР (нормаль к одной из сторон). Удалить вспомогательные прямые.

Примечание. Описанную и вписанную окружности можно также построить непосредственно командой КРУГ с опцией ЗТ (по трем точкам), причем во втором случае – с привязкой КАС (круг, касательный к трем объектам).

Упражнение 4 – Полилиния

Полилиния является особым графическим примитивом и представляет собой последовательность прямолинейных или дуговых сегментов, в том числе с различной шириной в начале и в конце каждого сегмента. Кромки широких сегментов полилинии подрезаются перпендикулярно ее оси.

Примечание. Широкие полилинии изображаются закрашенными при значении системной переменной FILLMODE=1 либо только контуром сегментов (при FILLMODE=0).

Контур представляет собой замкнутую полилинию, построенную по границе обособленной (ограниченной другими объектами) части плоскости.

Задание (слой List4) (рис.11):

1. Построить замкнутую полилинию, состоящую из шести прямолинейных и дуговых сегментов с шириной 0.
2. Построить изображение диода в виде четырехсегментной полилинии с заданной начальной и конечной шириной прямолинейных сегментов.
3. Построить изображение стрелки в виде двухсегментной полилинии с заданной начальной и конечной шириной дугового и прямолинейного сегментов.
4. Выполнить редактирование в целом заданной шестисегментной замкнутой полилинии.
5. Выполнить редактирование вершин заданной двухсегментной полилинии.
6. Построить контур, образованный дугами окружности и участками заданного многоугольного профиля.

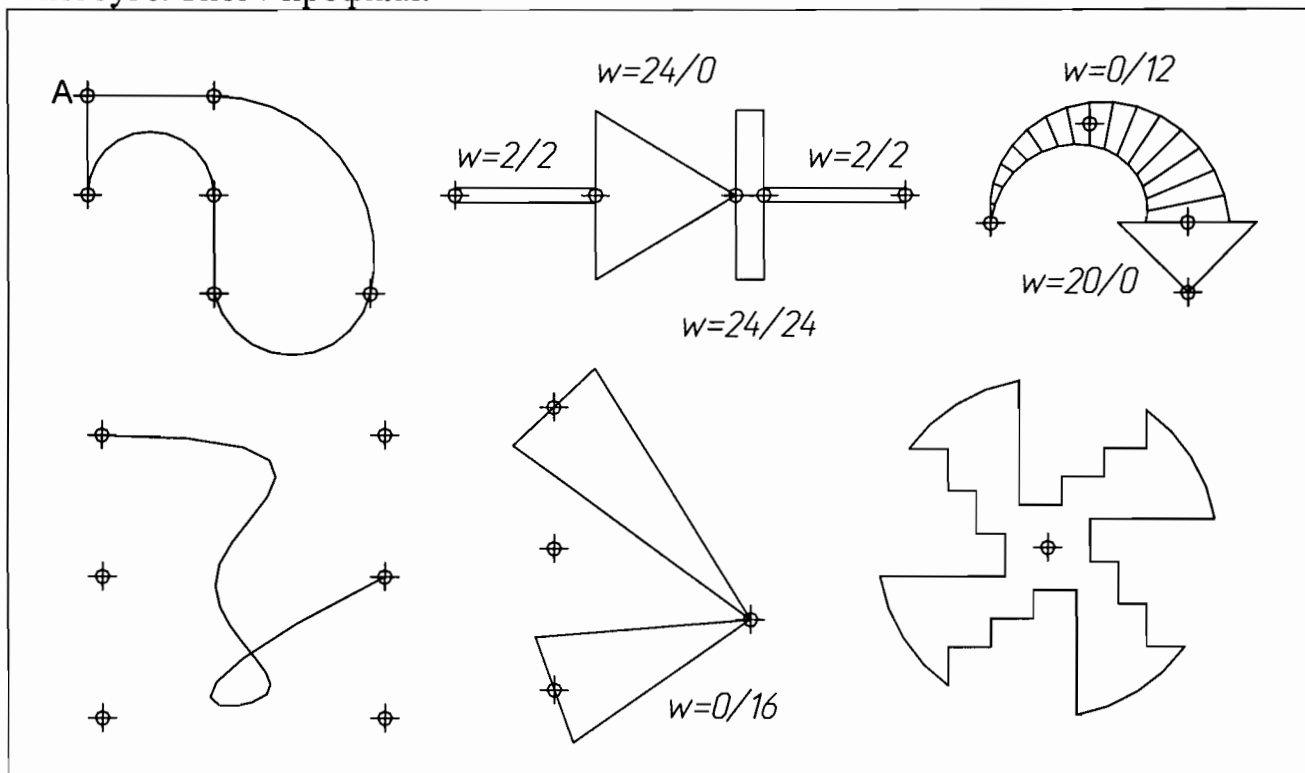


Рис.11

Порядок выполнения (см. рис.11):

1. Командой ПЛИНИЯ построить полилинию по заданным опорным точкам, начиная от точки А в направлении по ходу часовой стрелки, используя для переключения между режимами вычерчивания прямолинейных и дуговых сегментов опции **Линейный** и **Дуга** соответственно. Замыкающий прямолинейный сегмент построить опцией **Замкнуть** (полилиния не будет считаться замкнутой, если просто указать последнюю точку как совпадающую с начальной).

2. Командой ПЛИНИЯ построить изображение диода, устанавливая опцией **Ширина** нужные значения начальной и конечной ширины перед построением очередного сегмента (значения начальной/конечной ширины указаны непосредственно на листе задания).

3. Командой ПЛИНИЯ построить изображение стрелки аналогичным образом. При построении дугового сегмента для ввода средней точки необходимо использовать опцию **Вторая**.

4. Командой ПОЛПРЕД отредактировать заданную замкнутую полилинию (рис.12), выполнив последовательно следующие опции главного меню команды: **Ширина** (задать общую ширину, равную 1), **Отменить**, **СГладить**, **Убрать сглаживание**, **СПлайн**, **Убрать сглаживание**, **Разомкнуть**, **СПлайн**.

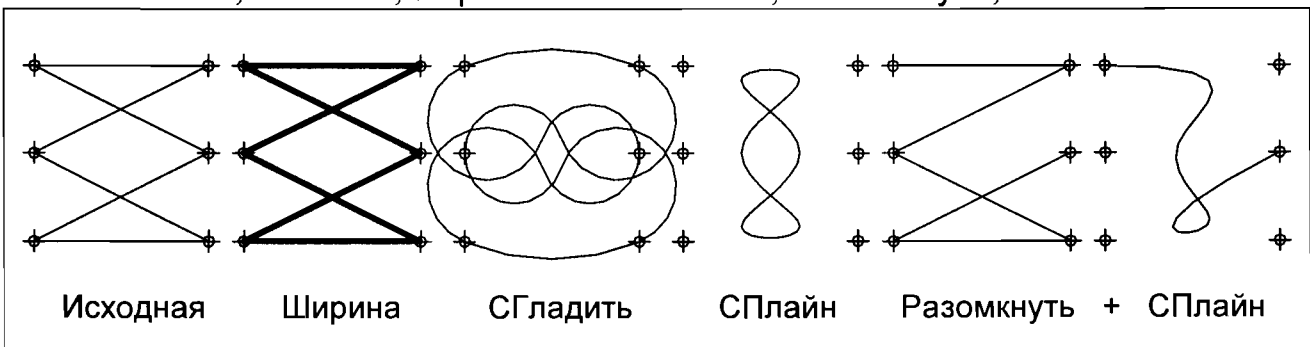


Рис.12

5. Командой ПОЛПРЕД отредактировать заданную двухсегментную полилинию (рис.13), для чего, выбрав опцию **Вершина** главного меню команды, перейти в подменю редактирования вершин и выполнить последовательность опций: **След**, **Ширина**, **ПЕренести**. Для возврата из подменю редактирования вершин в главное меню команды служит опция **ВЫХОД**.

Примечание. В режиме редактирования вершин активная вершина помечается крестообразным маркером. Перемещение маркера на следующую (предыдущую) вершину осуществляется опциями **След** и **Пред**.

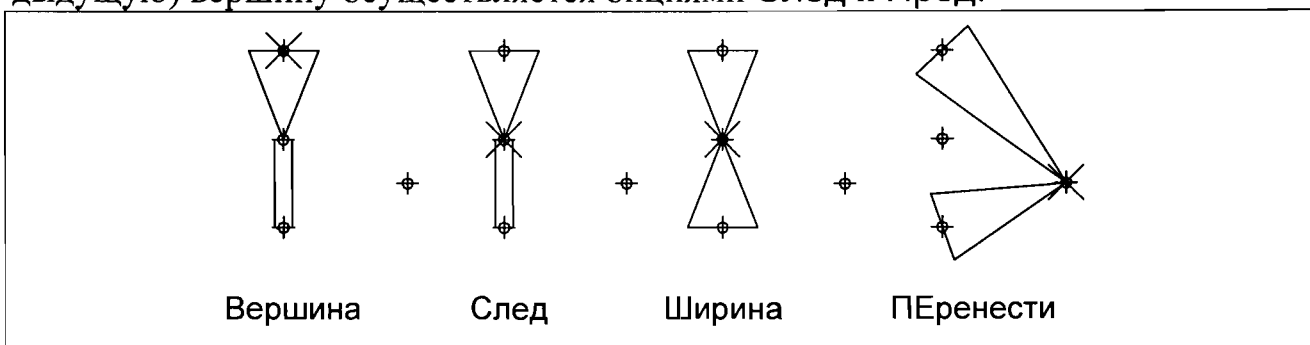


Рис.13

6. Командой **МАССИВ** построить круговой массив из четырех многоугольных профилей (рис.14).

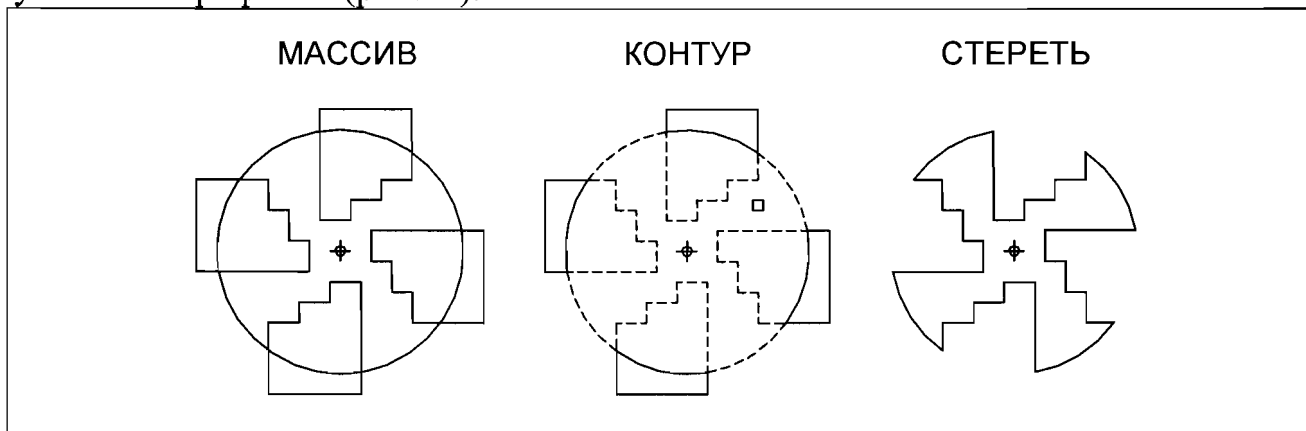


Рис.14

Командой **КОНТУР** создать контур путем указания точки внутри ограничиваемой им области. После этого удалить исходную окружность и профили.

Примечание. При создании контура командой **КОНТУР** исходные объекты, участвующие в его образовании, сохраняются неизменными.

У п р а ж н е н и е 5 – Использование ручек

Ручки представляют собой особые метки, которые инициализируются (в виде небольших синих квадратов) в характерных точках графических примитивов при их выборе из режима ожидания ввода команды. Сам объект при этом выделяется (подсвечивается мелким пунктиром). Состав и функциональные возможности ручек зависят от вида примитива.

При наведении курсора на ручку она захватывается прицелом (выделяется зеленым цветом), что говорит о готовности системы к работе с ней. После щелчка мышью по захваченной ручке она становится активной (выделяется красным цветом), а система переходит в режим выполнения одного из действий: **РАСТЯГИВАНИЕ**, **ПЕРЕМЕЩЕНИЕ**, **ПОВОРОТ**, **МАСШТАБ**, **ЗЕРКАЛО**. Циклическое переключение между указанными режимами выполняется нажатием клавиши <Enter> либо прямым выбором необходимого действия из контекстного меню.

Выход из режима работы с ручками, а также снятие выделения объекта производится нажатием клавиши <Esc>.

Если активизировать ручку при нажатой клавише <Shift>, то можно активизировать сразу несколько ручек (в том числе на разных примитивах), и тогда последующее действие будет относиться ко всем активным ручкам.

Если выполнить действие с ручкой при нажатой клавише <Ctrl>, то будет создана копия объекта. Если при копировании продолжать удерживать клавишу <Ctrl>, то дополнительные копии будут создаваться на расстоянии, кратном удалению первой копии от оригинала.

Задание (слой List5) (рис.15):

1. Переместить отрезок **A** в положение **A1** и затем переопределить его в положение **A2**. Получить три копии отрезка **A2** в виде пучка отрезков, выходящих из одной точки.

2. Получить четыре копии отрезка В и затем переопределить верхние концы всех отрезков в новое положение (определяемое точкой В1).
3. Переопределить концевую точку дуги в новое положение (точку Д).
4. Сдеформировать прямоугольник (вместе с штриховкой и размером) в новое положение (определяемое точкой В2).
5. Последовательно повернуть шестиугольник вокруг базовой точки В1, зеркально отобразить его относительно оси В2–В3 и отмасштабировать относительно базовой точки В2 с коэффициентом 0.6.
6. Переопределить размер в новое положение с опорными точками В2 и В3.

Все пункты задания должны выполняться только с помощью ручек. На рис.15 штриховой линией условно показаны исходные и промежуточные положения объектов.

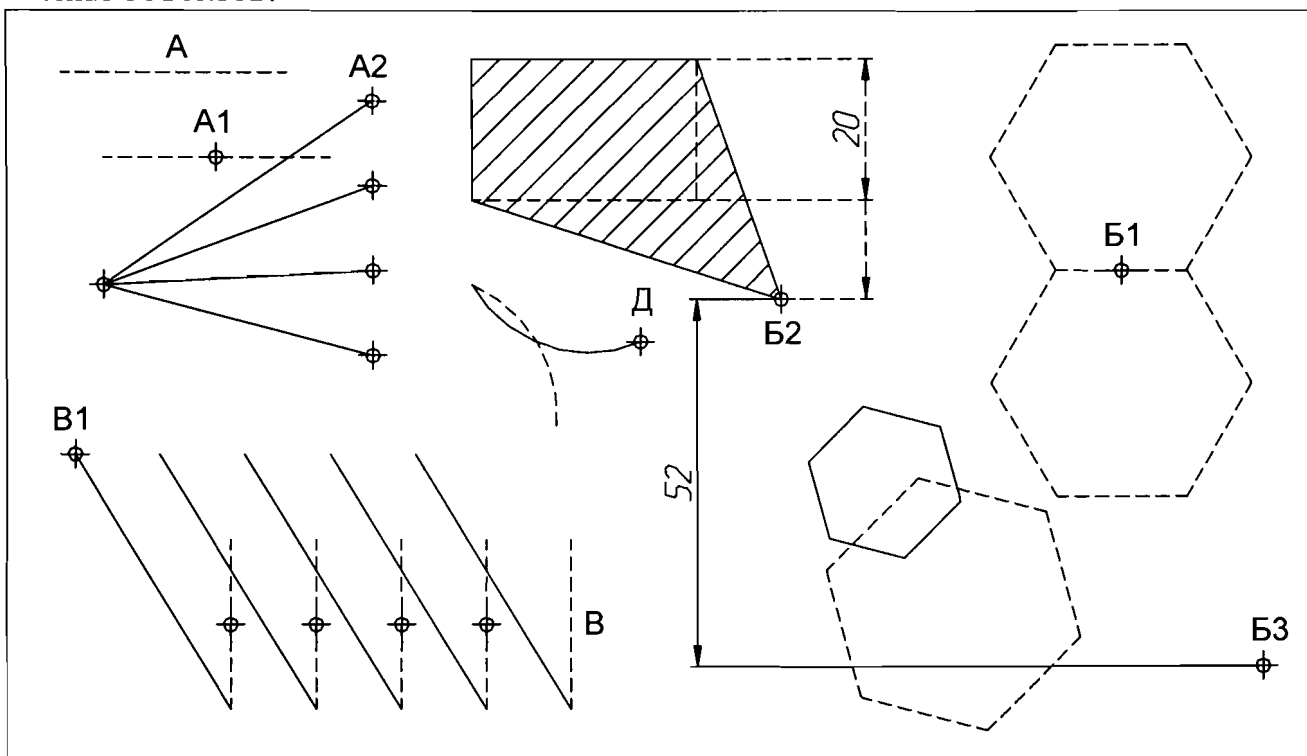


Рис.15

Порядок выполнения:

1. Переместить отрезок А в положение А1 (за среднюю ручку) и затем переопределить его в положение А2 (за концевые ручки).

В режиме РАСТЯГИВАНИЕ получить три копии отрезка А2. Данное действие выполнить при удерживании клавиши <Ctrl>.

2. Получить четыре эквидистантные копии отрезка В (за среднюю ручку), используя клавишу <Ctrl>. Используя клавишу <Shift>, активизировать верхние ручки отрезка В и его копий, затем одновременно переместить их в новое положение, определяемое точкой В1.

3. Дуга окружности имеет 7 ручек. Предлагается самостоятельно опробовать действие каждой ручки (в том числе с использованием клавиши <Ctrl>), возвращаясь каждый раз к исходному виду дуги командой О. В окончательном виде переопределить концевую точку дуги в положение Д.

4. В режиме РАСТЯГИВАНИЕ выполнить редактирование прямоугольника, штриховки и размера, одновременно переопределив исходную вершину в точку Б2 (выбор объектов для инициализации ручек необходимо выполнить с помощью рамки).

5. Выполнить редактирование шестиугольника, применив последовательно режимы ПОВОРОТ, ЗЕРКАЛО и МАСШТАБ с переопределением в каждом случае базовой точки.

Примечание. По умолчанию базовая точка совпадает с активной ручкой. Для указания базовой точки, не совпадающей с активной ручкой, необходимо использовать опцию Базовая точка.

6. Переопределить опорные точки размера в точки Б2 и Б3 (при этом изменится значение размера).

Положение размерной линии задать с помощью одной из ручек размерной линии. Ручка размерного текста служит для изменения положения самого текста, поэтому не следует использовать ее для переноса размерной линии.

У п р а ж н е н и е 6 – Нанесение элементов оформления

Задание (слой List6) (рис.16):

1. Построить линию обрыва на выносном элементе.
2. Нанести обозначения разреза, дополнительного вида и выносного элемента.
3. Нанести обозначения шероховатости поверхностей паза и отверстия.

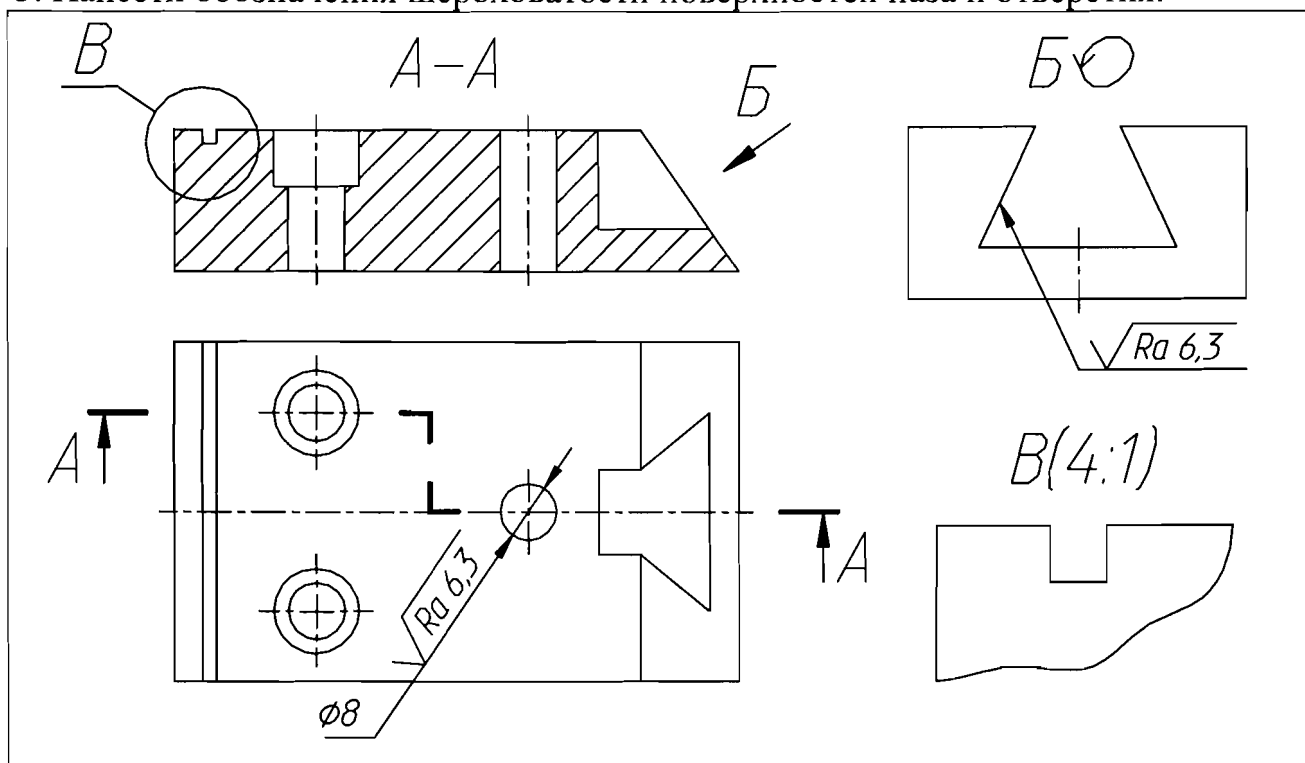


Рис.16

Порядок выполнения:

1. Командой СПЛАЙН построить линию обрыва.

Направления касательных в начальной и конечной точках сплайновой кривой рекомендуется указывать примерно перпендикулярно линиям, которые ограничивают сплайн (рис.17).

Сплайн является особым графическим примитивом и представляет собой плавную кривую, проходящую через заданный набор точек (узлов сплайна) либо с заданным смещением от них.

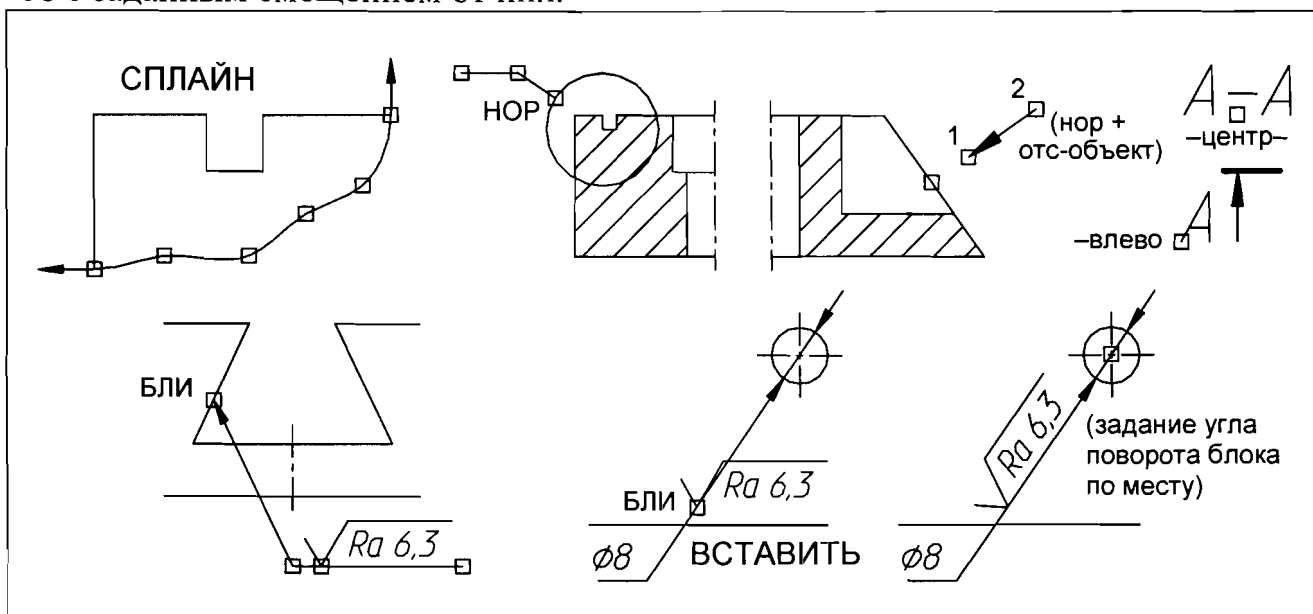


Рис.17

2. Установить текущими цвет Красный и вес линий 0.60мм. Следует также активировать кнопку **ВЕС** в статусной строке.

Командой **ОТРЕЗОК** построить разомкнутую линию ступенчатого разреза. После этого восстановить текущий цвет и вес линий ПоСлою, а также отключить режим **ВЕС**.

3. Установить в качестве текущего стиль мультивыноски ЕСКД1. В стиле мультивыноски ЕСКД1 предусмотрена увеличенная (по сравнению со стилем ЕСКД) длина стрелки, а линия-выноска не имеет полки.

Командой **МВЫНОСКА** построить стрелки, показывающие направление взгляда на разрезе, а также стрелку дополнительного вида.

Перед построением стрелки дополнительного вида (см. рис.17) необходимо включить режим постоянной объектной привязки по типу **НОР** и режим *объектного отслеживания* (кнопкой **ОТС-ОБЪЕКТ** в статусной строке). После указания начала выноски в точке 1 необходимо навести курсор на наклонный отрезок, перпендикулярно которому строится выноска, дождаться активизации режима слежения (появления трассировки) и тогда указать конец выноски в точке 2 по ходу трассировки. Отключить оба режима.

4. Командой **КРУГ** построить круг, ограничивающий область выносного элемента. Командой **ОТРЕЗОК** построить изображение полки с выноской, причем последнюю точку указать с привязкой **НОР** как основание перпендикуляра к кругу (см. рис.17).

5. Командой **ТЕКСТ** выполнить надписи шрифтом высотой 7.

Вначале ввести однобуквенные надписи (А, Б, В) с выравниванием по умолчанию (влево). Затем ввести длинные надписи, задавая с помощью опции **Выравнивание** выравнивание Центр от центральной точки текстовой строки.

Для ввода в текст специального символа "повернуто" (⊙) следует использовать управляющую последовательность вида: Б[En]\u+f03e.

Назначить всем надписям цвет **Синий** и вес **0.5мм**.

Примечание. Толщина линий шрифта типа А по ГОСТ 2.304–81 должна составлять 1/14 высоты прописных букв.

6. Установить в качестве текущего стиль мультивыноски **ЕСКД**. Командой **МВЫНОСКА** построить выноску с полкой для обозначения шероховатости поверхности паза, указав начало выноски с привязкой **БЛИ** (ближайшая к позиции курсора точка объекта).

С помощью команды **ВСТАВИТЬ** вставить по месту блок **Ш1** обозначения шероховатости поверхности паза.

7. Командой **ВСТАВИТЬ** вставить блок **Ш1** обозначения шероховатости поверхности отверстия, указав точку вставки блока с привязкой **БЛИ** к размерной линии (см. рис.17). При этом в диалоговом окне вставки блока необходимо указать, что угол поворота блока будет задан по месту.

У п р а ж н е н и е 7 – Особенности применения текстовых объектов

В данном упражнении рассматриваются некоторые дополнительные возможности нанесения и редактирования размеров и мультивыносок, а также многострочного текста.

Задание (слой List7) (рис.18):

1. Нанести размеры детали цепочкой и от общей базы, а также нанести размер диаметра отверстий, указав их количество под размерной линией.
2. Отредактировать размер "20" так, чтобы его выносная линия не пересекала размерную линию и текст размера "12".
3. Изменить наклон выносных линий размера "22".
4. Нанести размер радиуса дуги (с изломом размерной линии).
5. Заштриховать прямоугольную область, содержащую текстовые объекты.
6. Нанести линии-выноски с номером позиции и обозначением сварного шва.
7. Создать фрагмент многострочного текста, содержащего верхние и нижние индексы и дроби.

Порядок выполнения:

1. Командой **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** нанести корневой (левый) размер размерной цепи. Положение размерной линии задать на уровне, отмеченном точкой. Командой **РЗМЦЕПЬ** нанести цепочкой остальные размеры.

Примечание. По умолчанию размерная цепь (как и размер от общей базы) продлевается за вторую выносную линию последнего построенного на чертеже размера. При необходимости, нажав клавишу <Enter>, можно указать выносную линию любого размера, за которую будет продлеваться размерная цепь (или размер от общей базы).

2. Командой **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** нанести корневой (левый) размер от общей базы. Положение размерной линии задать на уровне, отмеченном точкой. Командой **РЗМБАЗОВЫЙ** нанести остальные размеры от общей базы. Необходимый отступ размерных линий при этом задается автоматически (определяется настройками размерного стиля).

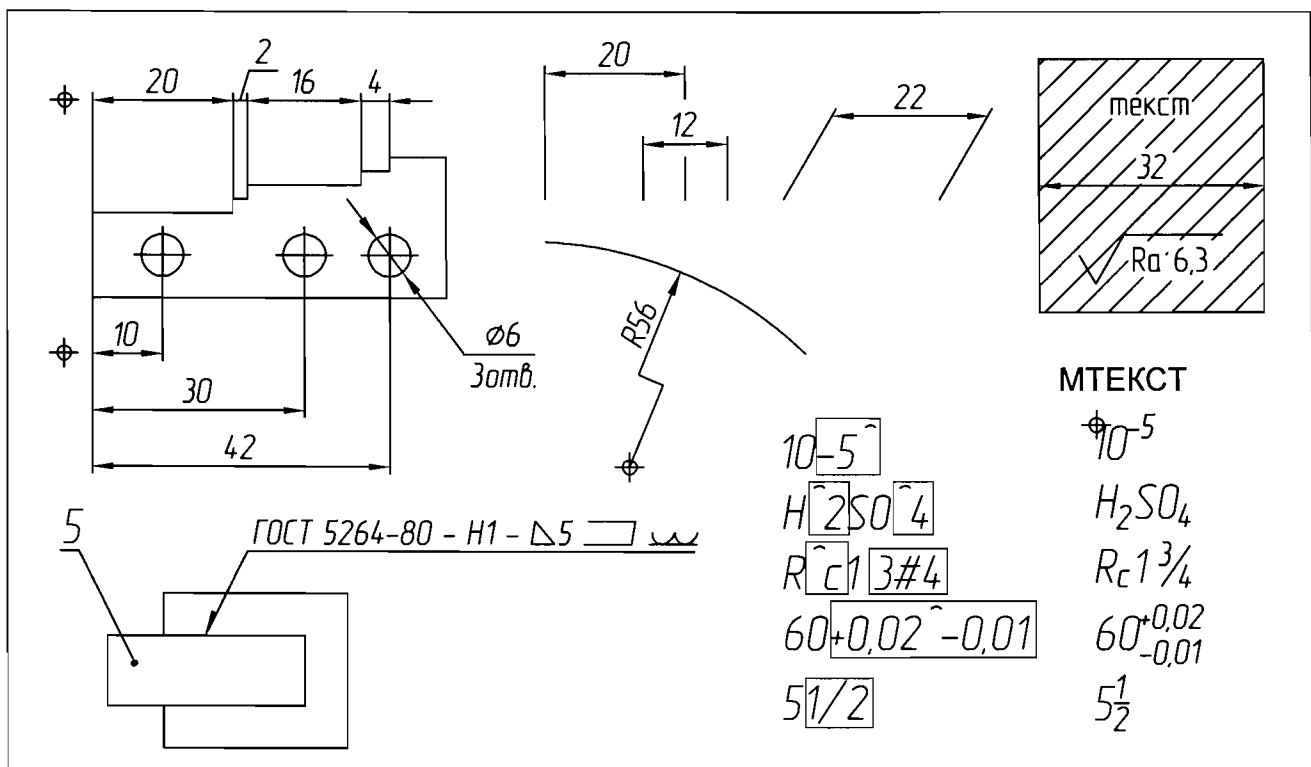


Рис.18

Примечание. Нанесение размеров цепочкой или от общей базы определяет только способ их построения. При этом каждый размер будет являться самостоятельным объектом.

3. Командой **РЗМДИАМЕТР** нанести размер диаметра отверстия. Для внесения изменений в размерный текст воспользоваться опцией **Текст**.

Для размещения части размерного текста *под размерной линией* используется разделитель **En** **X** (буква должна быть прописной). Таким образом, размерный текст необходимо задать в виде: **En** **<>****X3****Ru** **отв.**

4. Ввести команду **РЗМРАЗОРВАТЬ**, указать размер, в котором должен быть сделан разрыв, и нажать клавишу **<Enter>**. Объекты (такowymi могут быть не только размеры), пересекающие разрываемый размер и задающие разрыв, определяются автоматически. Опция **ВРучную** позволяет указать точки разрыва размера безотносительно других объектов.

Примечание. Восстановить размер в исходном виде (без разрыва) можно командой **РЗМРАЗОРВАТЬ** с опцией **Восстановить**.

5. Для изменения угла наклона выносных линий размера использовать команду **РЗМРЕД** с опцией **НАКЛОНИТЬ**. Угол наклона задать равным 60°.

Примечание. Угол наклона выносной линии отсчитывается от горизонтальной линии против хода часовой стрелки. Так, чтобы получить наклон влево, необходимо задать угол 120° (или -60°).

6. Построение размерной линии с изломом для радиуса дуги выполнить командой **РЗМИЗЛОМ**. Новое положение центра задать в отмеченной точке.

7. Командой **КШТРИХ** заштриховать область прямоугольника (образец штриховки **ANSI31**, масштаб 1, угол 0). Текстовые поля при этом останутся незаштрихованными.

8. Сделать текущим стиль мультивыноски ЕСКД2. Командой МВЫНО-СКА построить линию-выноску с номером позиции.

Примечание. Текстовая часть мультивыноски вводится в открывшемся Редакторе мультитекста. Для завершения работы с редактором необходимо нажать кнопку **ОК** в его окне.

9. Сделать текущим стиль мультивыноски ЕСКД3. Командой МВЫНО-СКА построить линию-выноску с обозначением сварного шва.

Чтобы задать обозначение сварного шва, потребуется ввести последовательность: ГОСТ 5264-80 – Н1 – **En** \u+f0405 \u+f047 \u+f043.

Примечание. Для ввода в текст специальных символов используются *управляющие последовательности* вида: **En** \u+npppp, где pppp – шестнадцатеричный код символа (буквы кода могут быть прописными или строчными). Для часто встречающихся символов могут также использоваться последовательности **En**: %%c – диаметр (∅), %%d – градус (°), %%p – допуск (±). Кроме того, в тексте могут использоваться управляющие последовательности для включения/отключения режимов **En**: %%u – подчеркивания, %%o – надчеркивания. Оба режима могут действовать одновременно.

Управляющие последовательности могут использоваться в любых текстовых объектах: однострочном и многострочном тексте, размерах, мультивыносках, атрибутах блоков.

В табл.2 приведены некоторые символы и коды шрифта, используемого в качестве тестового стиля ЕСКД.

Таблица 2

Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код
×	00D7	<	F027	α	03B1
φ	2205	>	F028	β	03B2
°	00B0	◁	F029	γ	03B3
±	00B1	▷	F02A	δ	03B4
§	00A7	○	F03E	ε	03B5
∞	F023	⊙	F03F	η	03B7
≈	F015	△	F040	π	03C0
≅	F014	⊖	F041	ρ	03C1
≥	F016	ω	F043	σ	03C3
‰	2030	□	F047	τ	03C4
○	F02D	Δ	0394	φ	03C6
□	F04D	Σ	03A3	ω	03C9

10. Командой МТЕКСТ создать *мультитекст* (*многострочный текст*). Левую верхнюю точку области текста определить в отмеченной точке (см. рис.18), а правую нижнюю – примерно по габаритам приведенного слева образца (на образце показаны набираемые символы).

В появившемся окне редактора мультитекста задать высоту шрифта, равную 5, и набрать пять строк текста, содержащего верхние и нижние индексы и дроби, в формате, показанном на образце слева.

Для преобразования символов в индексы и дроби необходимо выделить их (10^{-5} , H_2SO_4 , $R_{c13\#4}$, $60^{+0,02^{-0,01}}$, $5\frac{1}{2}$) и воспользоваться кнопкой $\frac{a}{b}$ редактора мультитекста (в файле задания выделяемые символы отмечены желтым фоном). Результат форматирования показан на рис.18.

Примечание. Мультитекст представляет собой единый блок (фрагмент) из одной или нескольких строк текста. Мультитекст позволяет использовать в тексте сложное форматирование, которое доступно текстовым редакторам (например, MS Word).

У п р а ж н е н и е 8 – Изометрические проекции

Для построения изометрических проекций в AutoCAD предусмотрен специальный режим. При включении изометрического режима графический курсор принимает специфический вид, соответствующий аксонометрическим осям. В изометрический режим переключаются также вспомогательная сетка и действие режимов \square ШАГ и \square ОПТО.

Примечание. Построенные таким образом изометрические проекции не являются истинно трехмерными и выполняются обычными средствами двумерной графики.

Задание (слой List8) (рис.19):

1. Построить изометрический куб и вписать в каждую его грань изометрические эллипсы.
2. Построить аксонометрическое изображение модели.

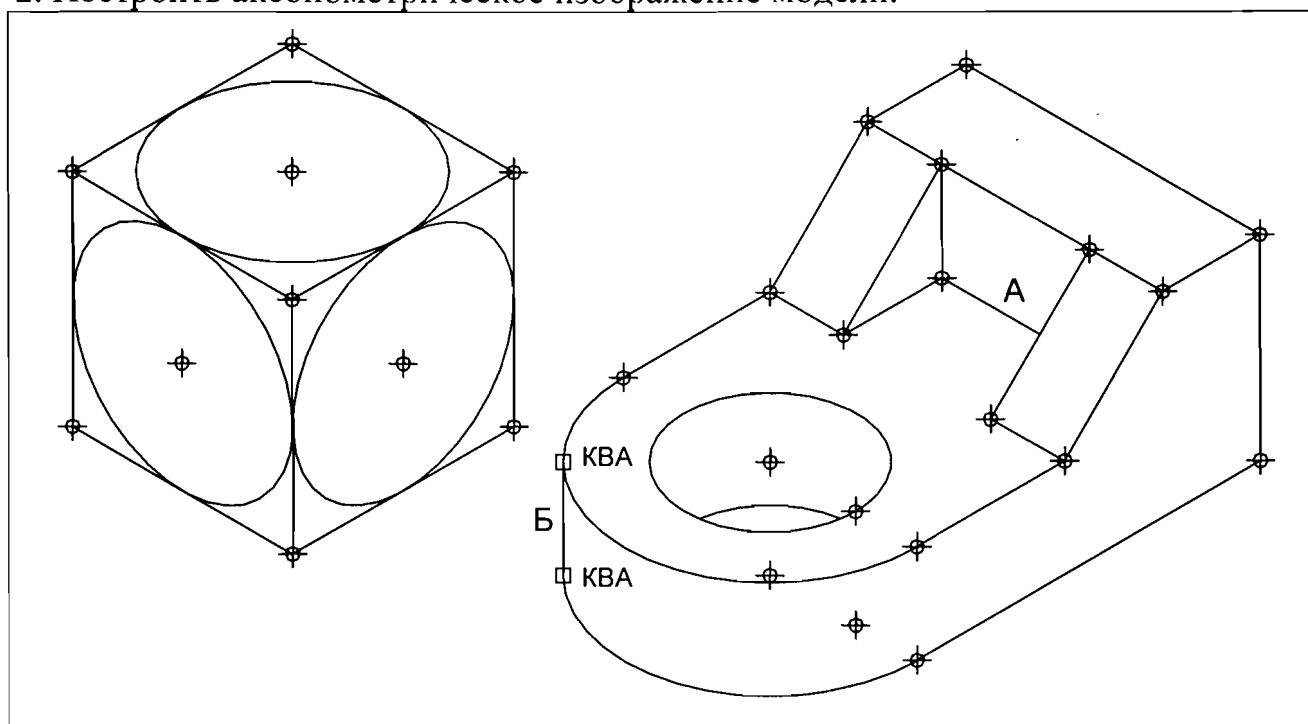


Рис.19

Для выполнения построений рекомендуется задействовать постоянную объектную привязку УЗЕ.

Порядок выполнения:

1. Ввести команду РЕЖИМРИС и в появившемся диалоговом окне Режимы рисования на вкладке Шаг и сетка включить изометрический стиль привязки.

2. Командой ОТРЕЗОК построить изображение куба по заданным опорным точкам.

Командой ЭЛЛИПС с опцией Изокруг построить изометрические эллипсы. Переключение между изометрическими плоскостями производится нажатием клавиши <F5> (рис.20).

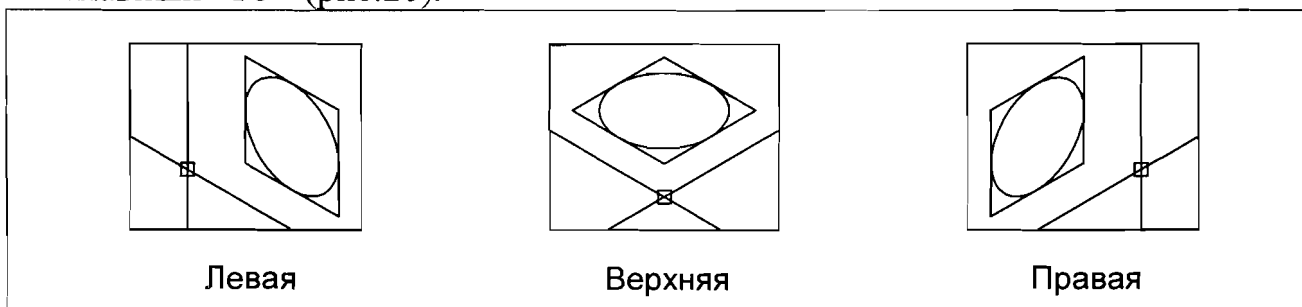


Рис.20

3. Командами ОТРЕЗОК и ЭЛЛИПС построить аксонометрическое изображение модели, используя заданные опорные точки.

Отрезок А (см. рис.19) построить с некоторым запасом и затем обрезать его по наклонному ребру командой ОБРЕЗАТЬ. Отрезок Б построить с привязкой КВА к эллипсам (точки квадранта эллипса лежат на его главных осях).

4. Командой ОБРЕЗАТЬ удалить лишние части эллипсов.

Задание 4. Построение сложного профиля

Цель задания – приобретение опыта составления и реализации алгоритма построения сложного геометрического профиля.

Содержание задания:

Выполнить изображение заданного профиля, обеспечивая геометрическую точность всех построений и плавность сопряжений. Нанести необходимые размеры.

Выполненное задание скомпоновать на формате А4 в масштабе 1:1.

Пояснения к выполнению задания.

Для выполнения задания на основе шаблона **Igap.dwt** создать новый файл чертежа (например, **218094.dwg**).

Перед выполнением задания необходимо тщательно продумать последовательность (алгоритм) построений.

Выполнение задания основано на использовании различных видов объектной привязки, режимов обеспечения точности построений, других специальных методов построения и редактирования, а также необходимых вспомогательных построений.

При оформлении чертежа следует руководствоваться общим порядком, предусмотренным в Задании 1.

Название детали выбрать самостоятельно, исходя из ее конструкции и предполагаемого функционального назначения.

Пример выполнения Задания 4 приведен на чертеже ИГАП 218094.

Задание 5. Рабочий чертеж детали

Цель задания – приобретение навыков самостоятельной работы при выполнении рабочего чертежа детали, оформленного в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Содержание задания:

Выполнить рабочий чертеж заданной детали. Подходящий формат и масштаб чертежа выбрать самостоятельно.

Пояснения к выполнению задания.

Для выполнения задания на основе шаблона **Igap.dwt** создать новый файл чертежа (например, **218095.dwg**).

При выполнении задания следует руководствоваться общим порядком, предусмотренным в Задании 1. Для оформления чертежа на формате А3 использовать компоновку Лист А3.

При нанесении элементов оформления необходимо учитывать будущий масштаб чертежа, для чего руководствоваться значениями параметров, приведенными в табл.3.

Таблица 3

Масштаб чертежа	1:2	1:1	2:1
Глобальный масштаб размеров	2	1*	0.5
Масштаб мультивыносок	2	1*	0.5
Отступ размерной линии от контура и между параллельными размерными линиями	20	10	5
Выступ осевых и центровых линий за контур изображения	4	2	1
Изображение линии сечения: – длина разомкнутой линии – смещение стрелки от края разомкнутой линии	20 4	10 2	5 1
Высота шрифта для надписей в пространстве модели: – виды, разрезы, сечения, выносные элементы – номера позиций на сборочном чертеже – прочие надписи	14 10 7	7 5 3.5	3.5 2.5 1.75
Масштаб блока шероховатости на изображениях	2	1	0.5
Высота шрифта для надписей в пространстве листа	3.5	3.5	3.5
Масштаб блока неуказанной шероховатости в правом верхнем углу формата	1.5	1.5	1.5

* Данное значение установлено во всех размерных стилях и стилях мультивыносок, определенных в файле шаблона **Igap.dwt**.

Для других масштабов необходимые значения параметров (по сравнению с масштабом 1:1) определяются по аналогии.

В случае компоновки чертежа в масштабе, отличном от 1:1, необходимо командой **РЗМСТИЛЬ** внести изменения в базовый размерный стиль **ЕСКД** (а также в стиль **ЕСКД1**, если он будет использоваться). Для этого выбрать кнопку **Редактировать**, перейти к вкладке **Размещение** и в поле **Глобальный масштаб** ввести нужное значение. Необходимо также внести изменения в те стили мультивыносок, которые предполагается использовать на чертеже. Для этого использовать команду **МВЫНОСКАСТИЛЬ**, далее указать изменяемый стиль, выбрать кнопку **Редактировать** и на вкладке **Структура выноски** ввести нужное значение масштаба.

Поскольку задаваемая величина выступа осевых и центровых линий за контур изображения зависит от принятого масштаба чертежа, то в процессе работы над чертежом изначально можно проводить указанные линии только до линий соответствующего контура. Затем, уже после определения масштаба чертежа, командой **УВЕЛИЧИТЬ** с опцией **Дельта** задать выступы всех осевых и центровых линий в соответствии с табл.3.

Толщина линий чертежа задается параметром *вес линий*. В шаблоне **Igap.dwt** предусматривается, что вес линий **ПоСлою** соответствует: для слоя **Контурные** – 0.50 мм, для слоев **Размеры**, **Тонкие** и **Формат** – весу по умолчанию (0.25 мм). При использовании на чертеже разомкнутых и утолщенных линий следует назначать им вес по табл.4.

Таблица 4

Цвет линий	Вес линий, мм	Применение линий
Черный	0.25	Тонкие линии
Зеленый	0.30	Утолщенные линии
Синий	0.50	Сплошные толстые основные линии
Красный	0.60	Разомкнутые линии

Для удобства работы с чертежом рекомендуется линии различного веса изображать также и разным цветом. Разомкнутым и утолщенным линиям цвет назначать по табл.4. Все остальные линии чертежа должны иметь логический цвет **ПоСлою** (в таком случае их цвет определяется цветом слоя).

Примечание. Не следует назначать объектам логический цвет **ПоБлоку**, имеющий специальное назначение и предназначенный для работы с блоками. Не рекомендуется располагать объекты в служебных слоях (**Vports**, **Defpoints** и др.), а также, без особой на то надобности, в слое **0**.

Следует иметь в виду, что при распечатке чертежа с применением *стиля печати* **monochrome.ctb** (этот стиль входит в стандартную поставку AutoCAD и использован в компоновках листов, созданных в файле шаблона **Igap.dwt**) все линии, независимо от их цвета, будут распечатаны черным цветом.

Примечание. Параметры линий (их вес и цвет), которыми вычерчены формат и основная надпись, заранее определены в описаниях соответствующих блоков (**ФА4** и **ФА3**) и уже заданы при вставке этих блоков в чертеж.

Для нанесения на чертеже обозначений шероховатости поверхностей необходимо использовать определенные в файле шаблона блоки (рис.21).

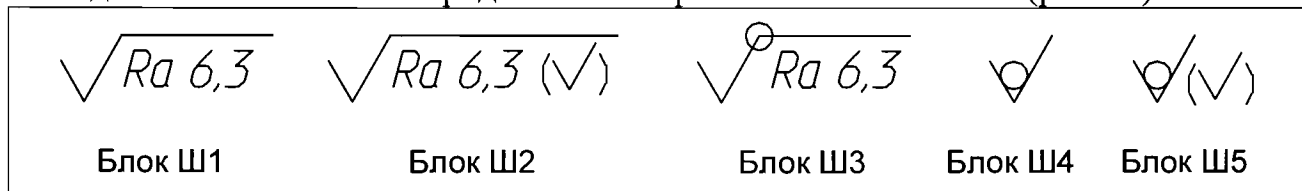


Рис.21

Знак шероховатости, указываемый непосредственно на изображениях, должен размещаться в слое **Размеры** и иметь цвет и вес линий **ПоСлою**. Знак неуказанной шероховатости (в правом верхнем углу формата) должен размещаться в слое **Формат** и иметь вес и цвет, как для утолщенных линий.

Если в файле чертежа в качестве текстового стиля **ЕСКД** используется штриховый шрифт AutoCAD (файл с расширением **.shx**), то шрифтам обычной высоты (равной высоте размерного текста) следует назначать вес и цвет как для тонких линий, шрифтам номеров позиций – вес и цвет как для утолщенных линий, шрифтам обозначений изображений – вес и цвет как для сплошных толстых основных линий. Если в файле чертежа используется шрифт TrueType (файл с расширением **.ttf**), то толщина линий символов шрифта не зависит от их веса и пропорциональна высоте шрифта.

Используемый в чертежах шрифт (если он не входит в стандартный набор Windows или в стандартную поставку AutoCAD) должен быть заранее установлен следующим образом:

- файл **.shx** – копированием в папку C:\Program Files\AutoCAD 2012\Fonts;
- файл **.ttf** – с помощью инструментов добавления новых шрифтов операционной системы Windows.

Изменение файла шрифта и других параметров текстового стиля производится командой **СТИЛЬ**.

Примечание. В шаблонах **Igap.dwt** и **Lesson2D.dwt** в качестве текстового стиля **ЕСКД** используется файл шрифта **IGAP_AU.shx**.

Если по условиям компоновки чертежа требуется для какого-либо изображения (например, для выносного элемента) использовать масштаб, отличный от масштаба главного вида, то для такого изображения необходимо создать отдельный видовой экран.

В таком случае при нанесении элементов оформления на изображении, выполненном в ином масштабе, необходимо применять параметры по табл.3, соответствующие масштабу данного вида. При этом для нанесения размеров необходимо будет командой **РЗМСТИЛЬ** создать на основе стиля **ЕСКД** новый размерный стиль (например, **ЕСКД2**), установив для него соответствующий глобальный масштаб.

Примечание. При необходимости можно создавать видовые экраны многоугольной формы, для чего использовать команду **-ВЭКРАН** с опцией **Многоугольный**.

Пример выполнения Задания 5 приведен на чертеже ИГАП 218095.

Задание 6. Изометрия детали

Цель задания – приобретение практического опыта построения аксонометрического изображения детали.

Содержание задания:

Выполнить чертеж аксонометрии заданной детали в прямоугольной изометрической проекции. Формат и масштаб чертежа выбрать самостоятельно.

Пояснения к выполнению задания.

Для выполнения задания на основе шаблона **Igap.dwt** создать новый файл чертежа (например, **218096.dwg**).

При выполнении задания необходимо использовать изометрический режим (см. пояснения к упражнению 8 Задания 3).

Пример выполнения Задания 6 приведен на чертеже ИГАП 218096.

Библиографический список

- Полещук Н.Н. AutoCAD 2012. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 752 с.
Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2012. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 464 с.
Журавлев А.С. AutoCAD для конструкторов. Стандарты ЕСКД в AutoCAD 2009/2010/2011. Практические советы конструктора. – СПб.: Наука и техника, 2010. – 384 с.
Полещук Н.Н. AutoCAD: разработка приложений, настройка и адаптация. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 992 с.

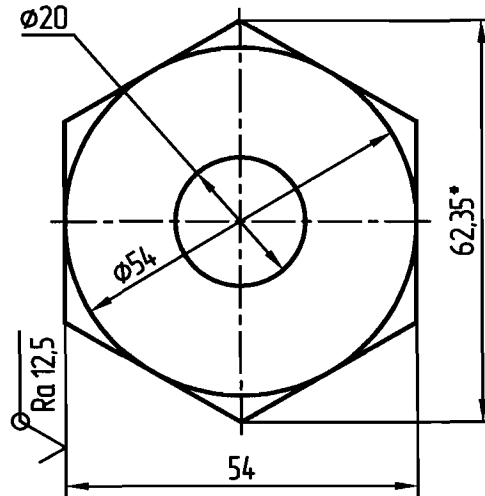
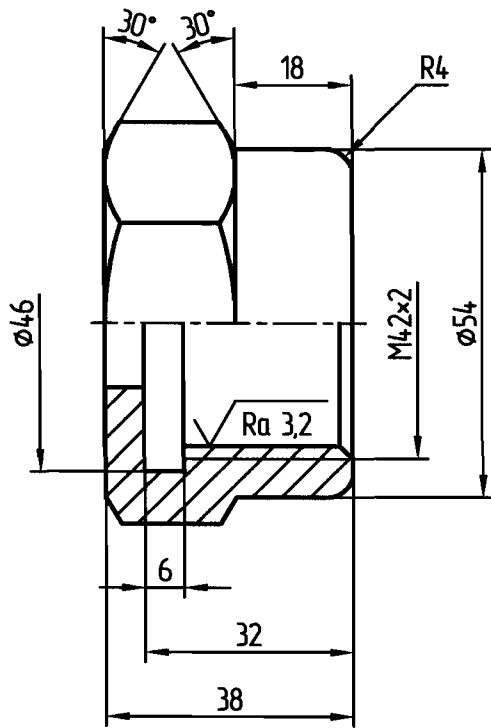
Содержание

Общие указания	3
Задание 1. Выполнение двумерного чертежа	5
Задание 2. Сопряжения	12
Задание 3. Специальные методы построений и редактирования	15
Задание 4. Построение сложного профиля	31
Задание 5. Рабочий чертеж детали	32
Задание 6. Изометрия детали	35
Библиографический список	–
Чертежи	36


Чертежи

ИГАП 218091

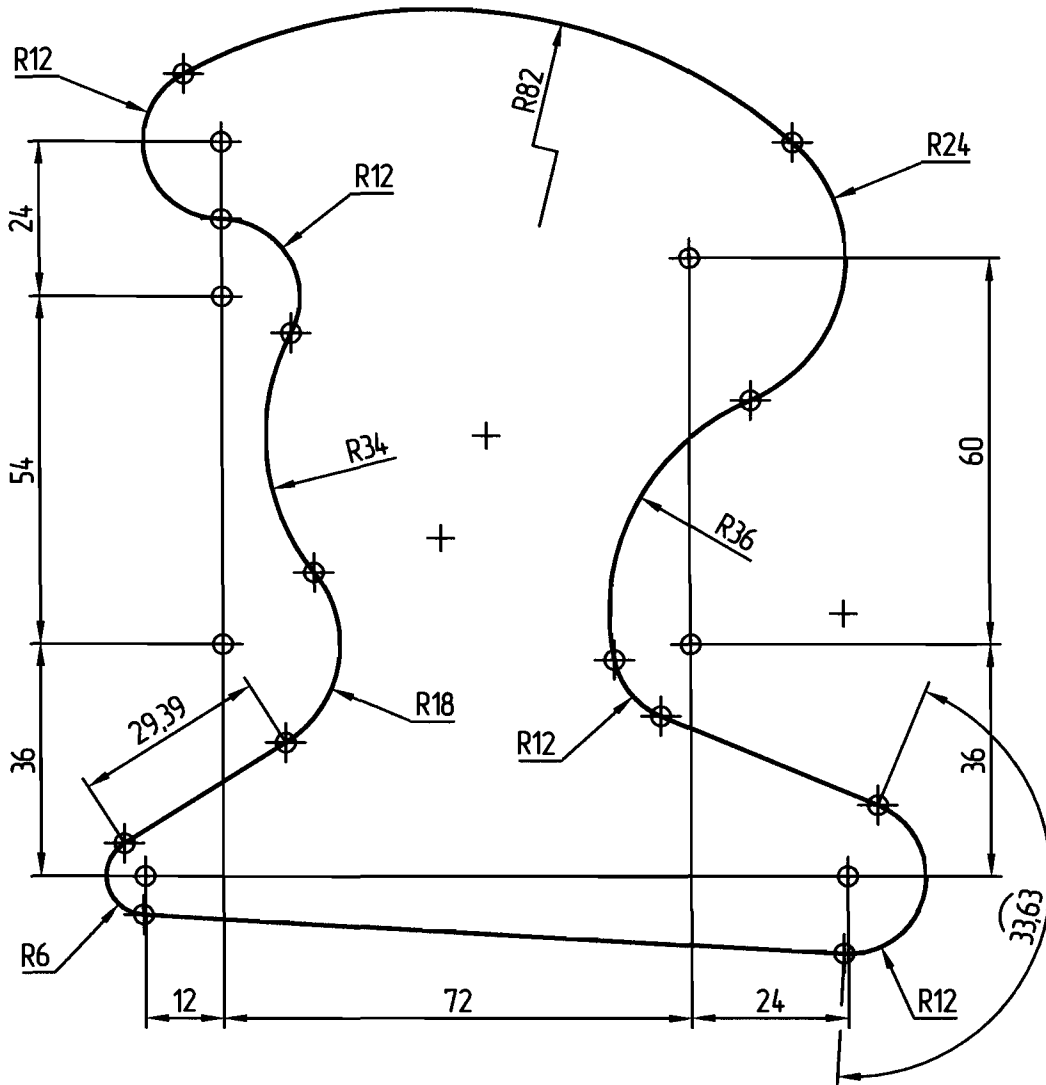
$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



*Размер для справок.

					ИГАП 218091		
					Гайка накидная		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Иванов					1:1
Проб.		Петров					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					ЛС 59-1 ГОСТ 15527-70		
Утв.					 СПБГТПП Группа 218		

ИГАП 218092



ИГАП 218092

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов		
Проб.		Петров		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Сопряжения

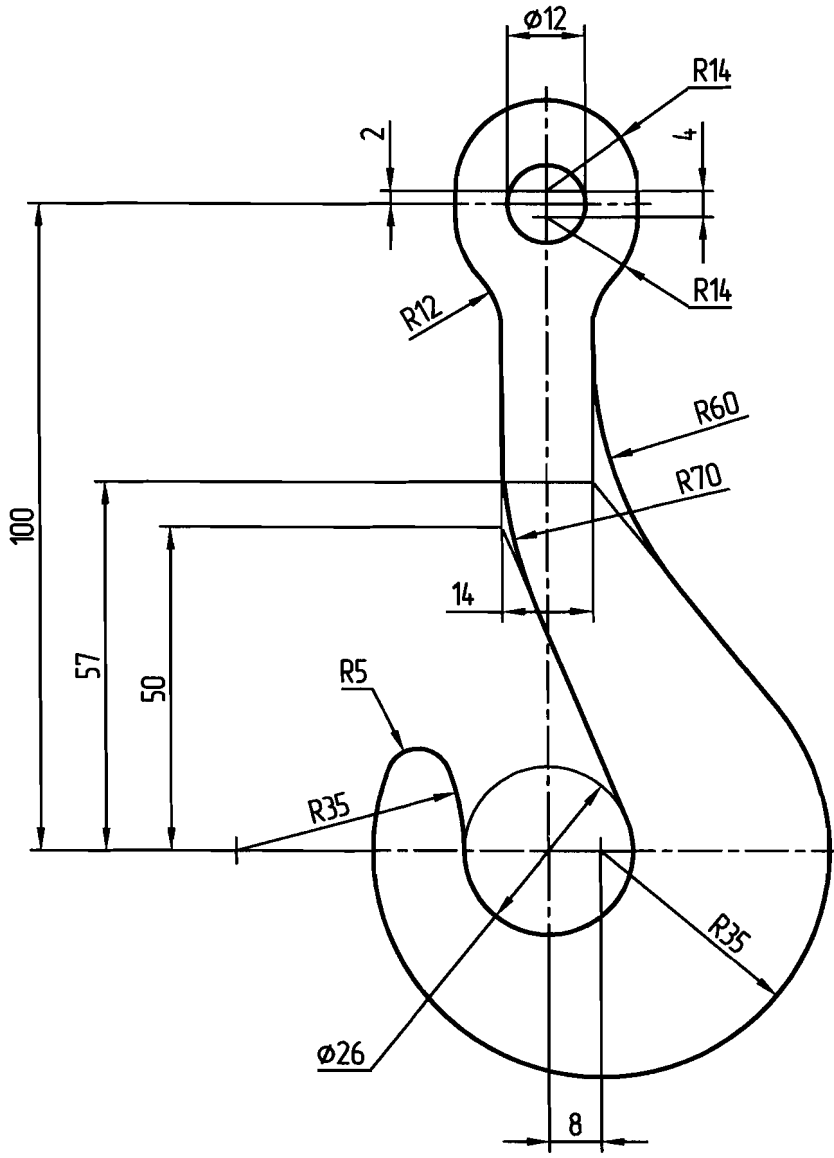
Площадь=533,45
Периметр=141,89

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1



СПБГТУРП
Группа 218

ИГАП 218094



ИГАП 218094

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванов			
Проб.	Петров			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Крюк

Сталь 40
ГОСТ 1050-88

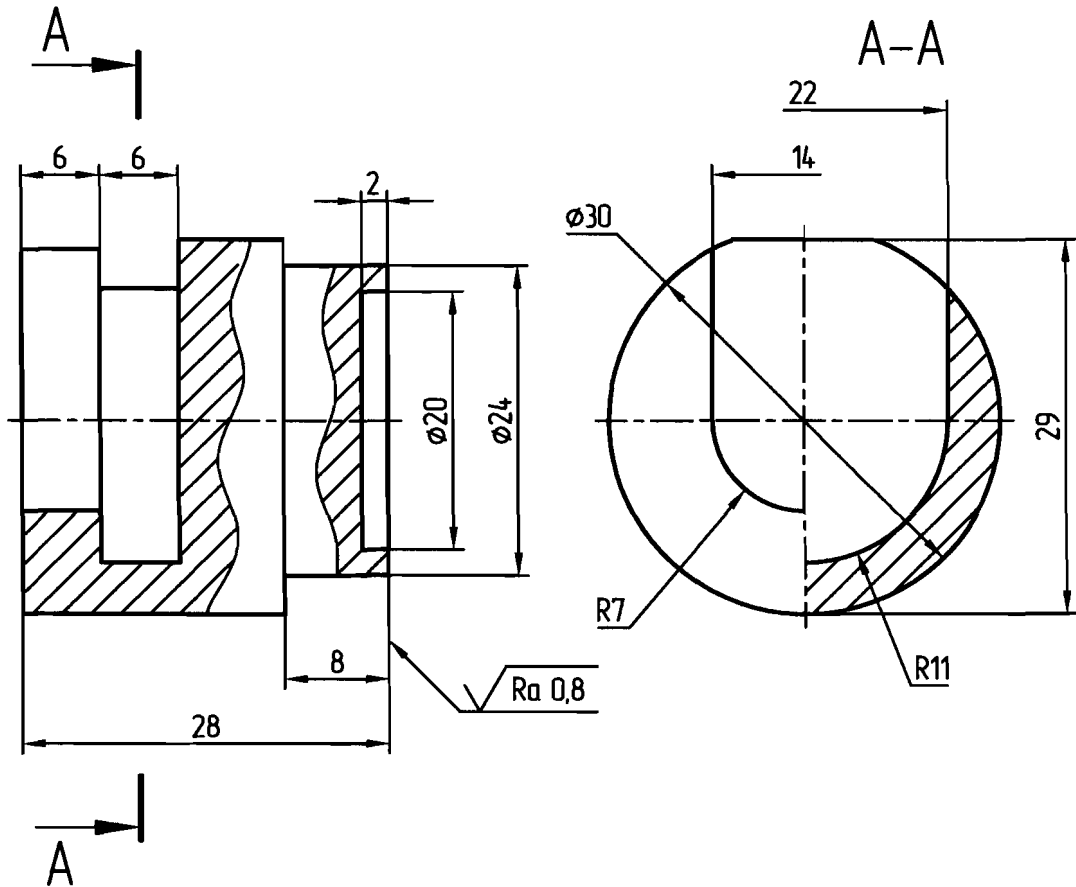
Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1




СПДГТУРП
Группа 218

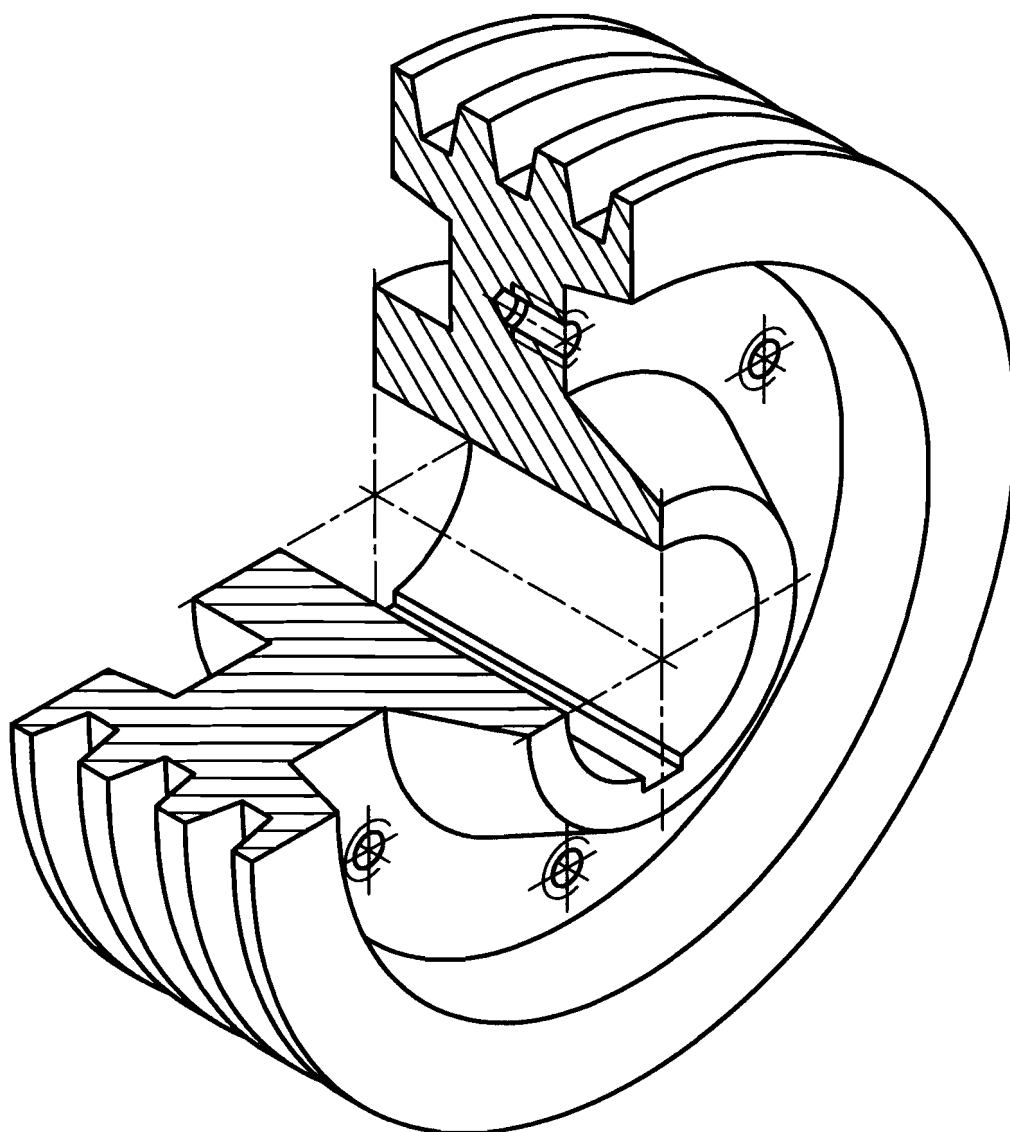
ИГАП 218094

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



					ИГАП 218094			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Тарелка	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов							2:1
Проб.	Петров					Лист	Листов	1
Т.контр.						 СПБГТУРП Группа 218		
Н.контр.								
Утв.					Сталь 20 ГОСТ 1050-88			

ИГАП 218096



ИГАП 218096

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шкив	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов							1:1
Проб.	Петров							
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н.контр.								
Утв.								
						 СПБГТУРП Группа 218		