ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



А.Г. Буткарев, Б.Б. Земсков

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург 2015 УДК 681.3.06

Буткарев А.Г., Земсков Б.Б. Инженерная и компьютерная графика. Учеб.- метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 109 с.

Даны общие сведения о построении графических объектов в соответствии с ГОСТ, а также графический пакет AutoCAD.

Описаны основные команды, их назначение, активизация и управление ими при создании чертежа. Рассмотрен чертеж геометрического объекта и пример выполнения упражнения с использованием основных функций AutoCAD. Предложены варианты индивидуальных заданий.

Издание предназначено для всех направлений бакалавриата всех форм обучения.

Рецензент: кандидат техн. наук А.А. Прилуцкий

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом Института холода и биотехнологий



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования Российской И науки Федерации была утверждена программа его развития на 2009-2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015 © Буткарев А.Г., Земсков Б.Б., 2015

Назначение курса инженерной и компьютерной графики

Инженерная и компьютерная графика – одна из дисциплин, составляющих общеинженерную подготовку инженерно-технических специалистов, занимающихся проектированием машин, аппаратов и технологического оборудования. В результате изучения инженерной и компьютерной графики студент должен:

- 1. Ознакомиться с теоретическими основами построения изображений (включая аксонометрические проекции) точек, прямых, плоскостей и отдельных видов линий и поверхностей.
- 2. Изучить способы построения изображений простых предметов и относящиеся к ним условности стандартов ЕСКД.
- 3. Научиться правильно выполнять различные виды изображений на чертежах и закрепить навыки графического оформления чертежей, применяя разрешенные ГОСТами типы линий, масштабы, шрифты, построения лекальных кривых и сопряжений и нанесения размеров.
- 4. Ознакомиться с общими понятиями о видах соединений деталей и отличительными особенностями их изображения на чертежах.
- 5. Уметь читать чертежи сборочных единиц, уметь выполнять эти чертежи, учитывая требования стандартов ЕСКД.
- 6. Ознакомиться с основами выполнения чертежа средствами компьютерной графики с использованием графического пакета AutoCAD.

Порядок изучения курса

Инженерная графика – одна из дисциплин, составляющих основу подготовки инженеров по инженерно-техническим специальностям, цель изучения курса – получить знания и навыки выполнения и чтения изображений предметов на основе метода прямоугольного проецирования, выполненных в соответствии со стандартами ЕСКД, научиться пользоваться стандартами и справочными материалами, получить навыки компьютерного способа изготовления чертежей.

Изучение курса технического черчения рекомендуется вести в следующем порядке:

- 1. Ознакомиться с темой по программе и методическими указаниями к выполнению работы.
- 2. Изучить стандарты, необходимые для выполнения графической работы по данной теме.
- 3. Выполнить графическую работу по теме по порядку, указанному в методических указаниях.

Логическим продолжением является выполнение двух лабораторных работ и индивидуального задания с использованием графического пакета AutoCAD.

Чертежи, помещенные в методических указаниях, не являются эталонами выполнения, а служат лишь примерами расположения материала на листе, характеризуют объем и содержание темы.

Инженерная графика

Контрольные работы

Основная форма работы студентов – это выполнение графических работ по темам, указанным в программе. Все графические работы для студентов заочного обучения разбиты на две части.

Первая часть контрольной работы содержит материал, охватывающий общие правила выполнения чертежей (геометрическое и проекционное черчение и элементы разъемных соединений) по темам 1, 2, 3 и 4.

Вторая часть работы содержит материал машиностроительного черчения и компьютерной графики. Каждую часть работы отсылают на рецензию.

Рецензирование контрольной работы является основной формой руководства самостоятельной работой студентов со стороны преподавателей. Прорецензированную работу вместе с рецензией возвращают студенту. Замечания рецензента на чертежах нельзя удалять – они должны остаться до предъявления чертежей на зачете.

На повторную рецензию, в случае большого количества ошибок и необходимости их исправления, нужно высылать всю работу полностью со всеми предыдущими рецензиями по ней.

Зачет по курсу

Установлены следующие основные правила зачетов по курсу: сдача зачета проводится в дни и часы, установленные расписанием; к зачету допускаются студенты, полностью выполнившие работы, установленные рабочей программой.

Готовность работы определяется наличием положительной рецензии.

Рекомендации по выполнению чертежей

Все чертежи по темам 1; 2; 3; 4 должны быть выполнены в соответствии с ГОСТами ЕСКД и отличаться четким и аккуратным исполнением на чертежных листах формата АЗ (ГОСТ 2.301-68). Обводить чертеж следует, принимая толщину сплошных основных линий равной 0,8÷1,0 мм, а толщину остальных линий – согласно ГОСТ 2.303-68.

Тема 1. Построение очертания кулачка

Данные для построения очертания кулачка индивидуальные. Они представлены в вариантах. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме трех последних цифр его шифра. Если, например, пробный шифр студента 681133, то он во всех чертежах по темам первой части контрольной работы выполняет 7-й (1+3+3=7) вариант.

Графическую работу выполнить на листе чертежной бумаги формата A3 (420х297) карандашом. На начальном этапе работы студент должен изучить положения ГОСТ 2.301-68, 2.302-68, 2.304-68. Ознакомиться с содержанием чертежа своего варианта. Изучить построение лекальных кривых входящих в состав кулачка своего варианта (глава 34.2 [1]). Для построения касательной к заданной точке эллипса необходимо соединить её его фокусами. Биссектриса полученного угла является нормалью к эллипсу в заданной точке. Прямая, перпендикулярная к нормам, есть касательная к эллипсу в заданной точке. Плавные переходы от одной прямой или кривой линии к другой называются сопряжениями. Для построения сопряжений необходимо изучить материал, изложенный в главе 35 [1].

Построение очертания кулачка в каждом из вариантов начинают с нанесения осей ОХ и ОҮ. Затем строят лекальные кривые по заданным параметрам и выделяют участки кривых, входящие в очертания кулачка и определить точки плавного перехода. Обозначение R_x показывает, что радиус определяется построением. На чертеже вместо R_x следует поставить соответствующее число со знаком * (размер для справок).

Варианты заданий приведены в таблице1. Пример выполнения чертежа по теме 1 приведен на рис.1.

Таблица 1





Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | 1 | 5 | | | | | | |
|----------|-----|----|----|----|-----|----|------------|----|----|----|----|------|-----|----|
| Варианты | R | R۱ | R2 | R₃ | S | а | <i>a</i> , | Ь | Ь, | d | h | † | x | у |
| 3,13,22 | 100 | 35 | 30 | 20 | 115 | 60 | 45 | 40 | 50 | 45 | 14 | 35.5 | 115 | 54 |
| 7,17,26 | 95 | 50 | 40 | 18 | 120 | 55 | 40 | 35 | 52 | 50 | 16 | 56 | 130 | 45 |



| Варианты | R | R۱ | R2 | R₃ | а | b | d | d, | h | † | x | у | У1 |
|----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
| 4,14,23 | 45 | 35 | 35 | 25 | 70 | 50 | 40 | 60 | 12 | 45 | 100 | 85 | 40 |
| 8,18,27 | 100 | 35 | 55 | 30 | 85 | 55 | 45 | 65 | 14 | 50 | 120 | 95 | 45 |
| 10 | 90 | 40 | 40 | 25 | 75 | 45 | 40 | 60 | 12 | 45 | 110 | 90 | 35 |







Тема 2. Построение трёх изображений по двум заданным

Задание по теме 2. Построить третье изображение по двум заданным и аксонометрическую проекцию предмета с вырезом одной четверти (пример выполнения – рис 2). Индивидуальные задания указаны в таблице 2 (слева над изображением – номера вариантов). Графическую работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Порядок выполнения

- 1. Изучить ГОСТ 2.305-68, 2.307-68 и рекомендованную литературу. Внимательно ознакомиться с конструкцией детали и определить её основные геометрические тела, из которых она состоит.
- 2. Выделить на листе бумаги соответствующую площадь для каждого вида.
- 3. После построения трех видов нужно выполнить необходимые разрезы. Обозначения и изображения разрезов должно соответствовать ГОСТу. При симметричных изображениях следует обязательно соединять половину разреза с половиной вида. Фронтальные, горизонтальные, профильные и местные разрезы обычно располагаются на месте соответствующих основных видов. Штриховка частей предмета, расположенных в секущей плоскости, осуществляется сплошной тонкой линией с интервалом штрихов 2÷3 мм.

После построения трёх изображений и соответствующих разрезов следует нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным и достаточным для изготовления и контроля изделия (максимум размеров располагать на главном виде).

Аксонометрическая проекция предмета выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.317-69. Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях.

Таблица 2 Варианты заданий по теме 2



Продолжение таблицы 2



Продолжение таблицы 2



Продолжение таблицы 2









Тема 3. Построение трёх изображений и аксонометрической проекции предмета по его описанию

ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ 3. Построить три изображения и аксонометрическую проекцию предмета с двумя отверстиями – призматическим и цилиндрическим. Описания предмета и отверстий выбрать в соответствии со своим вариантом из табл. 3 и табл. 4 (пример выполнения – на рис. 3). Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ. Ознакомиться с содержанием чертежа к теме 3 (рис. 3) и изучить указания по выполнению задания к новой теме. Внимательно изучить данные, представить себе форму предмета в пространстве.

УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ. Выполнение задания по теме 3 требует мысленного представления предмета, чертеж которого затем должен быть выполнен, т.е. приступить к выполнению чертежа следует только после того, как будет уяснена конструкция предмета.

Построив три вида внешней формы предмета, следует выполнить на главном виде призматическое отверстие по форме и размерам, данным в табл. 4 Затем построить проекции этого отверстия на виде сверху и виде сбоку. После этого построить проекции цилиндрического отверстия, начав построение с вида сверху. Построение выполнять тонкими линиями (s/3), применяя штриховые линии для невидимого внутреннего контура предмета.

После построения трех видов нужно выполнить разрезы. При заданных формах предмета потребуется выполнить три разреза: горизонтальный, фронтальный и профильный.

Обозначения и изображения разрезов должны соответствовать правилам ГОСТ 2.305-68. При симметричных изображениях следует обязательно соединять половину разреза с половиной вида. При этом виде показывают штриховыми линиями внутренний контур.

После построения трех изображений предмета следует нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Обратите внимание на то, что ни один из размеров одного изображения не должен повториться на других изображениях. За основу нанесения размеров нужно взять параметры геометрических поверхностей.

Заключительный этап при выполнении графической работы 3 – это построение наглядного изображения в диметрической прямоугольной проекции.

Таблица 3

Описание предмета и цилиндрического отверстия к заданию по теме 3

| № варианта | Внешняя форма предмета | Цилиндрическое отвер- |
|------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 10 | | стие |
| 1, 19 | пестиугольная правильная приз- | |
| | ма. диаметр окружности, описан- | вертикально располо- |
| | ной вокруг шестиугольника осно- | женной осью, прохо- |
| | вания, равен 90 мм. две вершины | дящей через центр ше- |
| | основания лежат на горизонталь- | стиугольника. Диаметр |
| | ной оси симметрии. Высота приз- | отверстия 30 мм. |
| 2 10 | МЫ 100 MM. | П |
| 2, 18 | Пятиугольная правильная призма. | Диаметр отверстия 30 |
| | Пятиугольник основания вписан в | мм, вертикально распо- |
| | окружность диаметром 90мм. Од- | ложенная ось проходит |
| | на из вершин пятиугольника ле- | через центр пятиуголь- |
| | жит на вертикальной оси симмет- | ника. |
| | рии основания и является оли- | |
| | жаишеи к глазу наолюдателя. Вы- | |
| 0.17.05 | сота призмы 100 мм. | |
| 3, 17, 25 | четырехугольная правильная | Диаметр отверстия 25 |
| | призма. Сторона основания квад- | мм. Вертикально рас- |
| | рата /0 мм. Вершины квадрата | положенная ось прохо- |
| | лежат на горизонтальнои и верти- | дит через центр квадра- |
| | кальной осях симметрии основа- | та. |
| | ния. Высота призмы 100 мм. | |
| 4 16 24 | Прямой кругорой цилинлр Лиз- | Вертикально располо- |
| 1, 10, 21 | метр основания 90 мм Высота | женное отверстие лиа- |
| | илиндра 100 мм | метром 25 мм проходит |
| | цилиндра тоо мм. | по верхней плоскости |
| | | призматического отвер- |
| | | стия |
| 5 15 23 | Сфера лиаметром 100 мм На вы- | Сквозное отверстие |
| 0, 10, 20 | соте 30 мм от экватора сфера сре- | лиаметром 30 мм Ось |
| | зана горизонтальной плоскостью | отверстия совпалает с |
| | | вертикальной осью |
| | | сферы. |

Продолжение таблицы 3

| | | ~ |
|-----------|---|--|
| 6, 14, 22 | Четырехугольная правильная призма. Сторона квадрата основа- | Сквозное отверстие диаметром 30 мм. Вер- |
| | ния 70 мм. Вершины квадрата ле- | тикально расположен- |
| | жат на горизонтальной и верти- | ная ось отверстия про- |
| | кальной осях симметрии основа- | ходит через центр |
| | ния. Высота призмы 100 мм. | квадрата. |
| 7, 13, 21 | Шестиугольная правильная приз- | Сквозное отверстие |
| | ма. Диаметр окружности, вписан- | лиаметром 25 мм. Вер- |
| | ной в шестиугольник основания. | тикально расположен- |
| | равен 80 мм. Две вершины осно- | ная ось отверстия про- |
| | вания лежат на вертикальной оси | ходит через центр ше- |
| | симметрии. Высота призмы 100 | стиугольника. |
| | MM. | |
| 8, 12, 20 | Сфера диаметром 100 мм. На | Сквозное отверстие |
| | уровне 30 мм под экватором сфера | диаметром 25 мм. Ось |
| | срезана горизонтальной плоско- | отверстия совпадает с |
| | стью. | вертикальной осью |
| | | сферы. |
| | | |
| 9, 11, 26 | Пятиугольная правильная призма. | Сквозное отверстие |
| | Пятиугольник основания вписан в | диаметром 25 мм. Вер- |
| | окружность диаметром 90 мм. | тикально расположен- |
| | Одна из вершин пятиугольника | ная ось проходит через |
| | лежит на вертикальной оси сим- | центр пятиугольника. |
| | метрии основания и является | |
| | ближайшей к глазу наблюдателя. | |
| | Высота призмы 100 мм. | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 10.27 | | D |
| 10, 27 | Прямой круговой цилиндр диа- | Вертикально располо- |
| | метром 90 мм. Высота цилиндра | женное отверстие диа- |
| | 100 мм. | метром 30 мм до верх- |
| | | неи плоскости призма- |
| | | тического отверстия. |
| 1 | | |
| | | |

Таблица 4

.

| N°варианта | Размеры отверст ия и расположенние его по отношению к нижнему основан июпредмета (или центру сферы),мм | Форма призматического отверстия |
|------------|---|------------------------------------|
| 1,9,11 | a=35 b=60 z=20 | |
| 19,26 | a=40 b=50 z=30 | X |
| 2,18 | $a_1 = 30$ $a_2 = 40$ b = 50 z = 30 | |
| 3,17,25 | $a_1 = 35$ $a_2 = 45$ b = 50 z = 25 | X |

| N°варианта | Размеры отверст ия и расположенние его по отношению к нижнему основан июпредмета (или центру сферы),мм | Форма призматического отверстия |
|------------|---|------------------------------------|
| 5,15,23 | a=40 b=40 z=20 | |
| 8,12,20 | a=35 B=35 z=17.5 | |
| 6,14,22 | $a_1 = 40$ $a_2 = 30$ b = 50 z = 30 | |
| 7,13,21 | a,=45 a₂=35 8=50 z=25 | X |
| 4,24 | a=40 8=50 z=30 | |
| 10,16,27 | a=30 8=50 Z=25 | |

Продолжение таблицы 4

Р_И с.



Тема 4. Виды соединений

4.1. Общие сведения о видах соединений и параметры резьб

При изучении различного вида соединений необходимо четко представлять себе, что они подразделяются на разъемные и неразъемные.

Разъемным соединением называется такое соединение, которое допускает многократную сборку и разборку без нарушения целостности всех деталей соединения (соединения крепежными резьбовыми деталями, штифтами, шпонками, а также зубчатые и шлицевые соединения).

К неразъемным соединениям относятся: сварное, клепаное, соединения, полученные пайкой, склеиванием, запрессовкой с натягом. В таких соединениях отделение одной детали от другой сопровождается их

частичным разрушением.

Резьбовые соединения могут быть отнесены к одному из двух типов:

1.Соединения выполняемые непосредственным свинчиванием соединяемых деталей.

2. Соединения, осуществляемые с помощью специальных соединительных деталей, таких как болты, винты, шпильки и пр.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба ,которая имеет следующие основные параметры :

Профиль резьбы – контур сечения резьбы в плоскости, проходящий через её ось.

Номинальный диаметр резьбы (d) – наружный диаметр резьбы на стрежне.

Шаг резьбы (р) – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля, измеренное вдоль оси резьбы.

Ход резьбы (P_h) – относительное осевое перемещение винта (гайки) за один оборот.

Для однозаходных резьб ход $P_h = P$, для многозаходных резьб ход равен шагу P, умноженному на число ходов n, то есть $P_h = P \times n$.

По эксплуатационному назначению резьбовые соединения могут быть неподвижными и подвижными. Резьбы применяемые для неподвижных соединений, называются крепежными. Все крепежные резьбы имеют треугольный профиль с углом при вершине 60° или 55°.

Резьбы, применяемые в подвижных резьбовых соединениях, называются ходовыми. Эти резьбы служат для преобразования вращательного движения (винта) в прямолинейное (гайки).

Резьбовые соединения могут быть неподвижными и подвижными. Резьбы, применяемые для неподвижных соединений, называют крепежными. Все крепежные резьбы имеют треугольный профиль с углом при вершине 60° или 55°. В зависимости от эксплуатационного назначения к этим резьбам предъявляются требования по обеспечению либо только прочности соединения, либо прочности и герметичности (гидро- и пневмосистемы и т.п.).

К крепежным резьбам относятся: метрическая цилиндрическая, метрическая коническая и коническая дюймовая резьба с углом профиля 60°, а также трубная цилиндрическая дюймовая резьба с углом профиля 55° (рис. 4). Сюда же относится и дюймовая резьба, которая в РФ применяется лишь для изготовления запасных частей к импортному оборудованию, а в отечественных разрабатываемых конструкциях не применяется.



Рис. 4

Все конические крепежные резьбы имеют конусность поверхности, на которой выполнена резьба, 1:16. Характерной особенностью метрической конической и трубной конической резьб является возможность их применения в соединении с одноименной цилиндрической резьбой, что создает преимущество в сравнении с конической дюймовой резьбой.

Конические резьбы характеризуются размерами наружного и внутреннего диаметров, измеренными в <u>основной плоскости</u> резьбы, которая перпендикулярна оси конуса. Если деталь с наружной резьбой (трубу) без натяга завернуть в муфту, то она завернется на некоторую глубину L(рис. 5), которая определяет положение основной плоскости на трубе относительно ее торца. В основной плоскости наружный и внутренний диаметры конической резьбы равны этим же диаметрам одноименной цилиндрической резьбы.



Рис. 5

Резьбы, применяемые в подвижных резьбовых соединениях, называются <u>ходовыми</u>. Эти резьбы служат для преобразования вращательного движения (винта) в прямолинейное (гайки). Примером применения ходовой резьбы можно назвать винтовой домкрат и ходовой винт токарного станка.

К ходовым резьбам относятся: трапецеидальная, имеющая профиль равнобочной трапеции с углом $\alpha = 30^{\circ}$, и упорная, имеющая профиль неравнобочной трапеции с углом рабочей стороны 3[°] и нерабочей 30[°] (рис. 6).



Рис. 6

Ходовые резьбы могут быть однозаходными и многозаходными, иметь правое и левое направление витков.

К ходовым резьбам относятся также прямоугольная и квадратная резьбы, но они не стандартизованы. (Рис. 7).



Рис. 7

4.2. Условное изображение резьбы на чертежах

С правилами изображения резьбы следует ознакомиться по ГОСТ 2.311-68 «Изображение резьбы» [1, раздел 5.7].

Чтобы сознательно применять условности изображения резьбы на чертежах, необходимо учитывать технологические особенности ее изготовления.

Для изготовления большинства стандартных резьб применяются плашки и метчики.

Плашка применяется для нарезания наружной резьбы, а метчик – для нарезания внутренней резьбы.

Нарезанию резьбы в отверстии предшествует сверление отверстия в детали при помощи сверла, диаметр которого подбирается в зависимости от диаметра резьбы. При сверлении глухого (несквозного) отверстия в конце его образуется коническое углубление от заходного конуса сверла Угол между образующими конического углубления на чертежах условно принимают равным 120°, а размер этого угла не проставляют.

Для удобства нарезания резьбы на конце стержня и в начале отверстия выполняют конические фаски. Образующие фаски составляют с осью резьбы угол, равный 45°. Величина фаски зависит от размера наружного диаметра резьбы и шага[1, таблица 24.3].

Рабочая (режущая) поверхность плашки и метчика имеет цилиндрическую калибрующую часть, обеспечивающую нарезание резьбы заданного профиля и размера, и коническую заборную часть. Резьба полного профиля образуется за счет калибрующей части резьбообразующего инструмента. Благодаря наличию заборной части, в отверстии и на стержне появляется участок резьбы с постепенно уменьшающимся по высоте профилем. Этот участок резьбы с неполным профилем называется <u>сбегом</u> <u>резьбы</u>.

При необходимости сбег резьбы изображают сплошной тонкой линией на длине сбега.

Приводить на чертеже действительное изображение резьбы, имеющей сложную и разнообразную форму, было бы чрезвычайно трудно и сложно. Поэтому все резьбы, независимо от их типа, ГОСТ 2.311-68 устанавливает изображать на чертежах условно.

<u>Резьбу на стержне</u> изображают: основными (сплошными толстыми) линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру.

<u>Резьбу в отверстии</u> изображают: основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру.

Границу конца резьбы изображают сплошной основной линией, перпендикулярной оси резьбы.

С другими особенностями изображения элементов резьбы на чертежах студенты должны ознакомиться по ГОСТ 2.311-68 [1, раздел 5.7]. Для успешного воспроизведения изучаемого материала рекомендуется делать в рабочей тетради зарисовки, иллюстрирующие основные положения ГОСТа.

При изображении резьбовых соединений в разрезе на <u>длине</u> <u>свинчивания</u> (так называется длина соприкосновения наружной резьбы с внутренней) показывается только наружная резьба (рис. 8). Внутренняя резьба изображается только на участке, не закрытом резьбой ввинчиваемой детали.



Рис. 8

Обозначения резьб, установленные стандартами на размеры и предельные отклонения, следует наносить по правилам, рекомендованным ГОСТ 2.311-68 (рис.9). Как правило, обозначение резьбы относят к ее номинальному (наружному) диаметру. Исключением являются трубная цилиндрическая резьба и все конические резьбы, обозначения которых относят не к диаметру, а к контуру резьбы.

Обозначение резьбы состоит из двух частей:

- 1) Обозначения геометрических параметров;
- 2) Обозначения полей допусков.



Рис. 9

Порядок следования параметров резьбы при обозначении на чертежах и в технической документации:

- а) условное обозначение типа резьбы;
- б) номинальный (наружный) диаметр резьбы;
- в) числовое значение хода и шага резьбы;

г) направление резьбы;

д) условное обозначение поля допуска или класса резьбы.

Каждый тип резьбы имеет условное обозначение:

М – метрическая; *МК* – метрическая коническая; *Tr* – трапецеидальная; *S* - упорная; *G* – трубная; *R* – трубная коническая и т.д.

При выполнении учебных чертежей в условном обозначении резьбы классы точности и поля допусков не проставляются.

У резьбы с правым направлением витков в условном обозначении направление не ставится, а у левой резьбы в обозначении ставятся буквы *LH*.

Обозначение геометрических параметров метрических резьб:

- резьба с крупным шагом должна обозначаться буквой *М* и номинальным диаметром:

M18; *M24*;

- резьба с мелким шагом должна обозначаться буквой *M*, номинальным диаметром и шагом:

M18×1,5 ; *M24×2* ;- для левой резьбы после условного обозначения ставят *LH*

M18LH; *M24×2LH*;

- многозаходные резьбы должны обозначаться буквой *М*, номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой *P* с числовым значением шага; пример условного обозначения трехзаходной резьбы с шагом 2мм и значением хода 6мм:

M24×6(P2); M24×6(P2)LH.

Полное обозначение метрической резьбы заканчивается полем допуска:

M24×2 – 6g наружная резьба,

M24× *2* – *6Н* внутренняя резьба.

Обозначение конической метрической резьбы состоит из букв *МК*, номинального диаметра и шага (для резьбы с мелким шагом):

MK20×1,5 ; *MK10LH*.

Обозначение геометрических параметров трапецеидальной резьбы:

- однозаходная резьба обозначается буквами *Tr*, номинальным диаметром и шагом:

Tr32×6; Tr20×2LH.

- многозаходная резьба обозначается буквами *Tr*, номинальным диаметром, числовым значением хода, и в скобках буквой *P* с числовым значением шага:

Tr32×9(P3) ; *Tr20×4(P2)LH*.

Геометрические параметры для упорной резьбы обозначаются так же, как и для трапецеидальной резьбы:

S26×2 ; *S20×4(P2)LH*.

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы должны входить: буква *G*, обозначение размера резьбы в дюймах и класса точности среднего диаметра резьбы буквами *A* или *B*:

G1/2 - A; G1/2LH - B.

Коническая трубная резьба обозначается так же, как трубная цилиндрическая, размером резьбы в дюймах, но для наружной конической трубной резьбы в обозначении ставится буква R, а для внутренней R_c :

R1/2 - A; $R_c3/4LH - B$.

Резьбу с нестандартным профилем показывают так, как показано на рис. 7. Для такой резьбы следует изображать профиль резьбы и указывать все необходимые для ее изготовления размеры и предельные отклонения. В обозначение резьбы входит слово «Резьба», за которым следуют дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы и т.п.

4.3. Общие указания к выполнению задания по теме 4

Данная тема предусматривает выполнение сборочного чертежа корпуса, включающего в себя резьбовые и сварочное соединения. Задание выполняется на листе формата АЗ.Пример выполнения задания приведен на рис 14.

Варианты заданий на резьбовые соединения приведены в таблице 5. 1. Согласно варианту задания (табл.5) выполнить разъемные соединения (болтовое, шпилечное, винтовое) и сварное:

а) подсоединить к плите 1фланец 2 болтами 10 по ГОСТ 7798-70, установить пружинные шайбы 17 по ГСТ 6402-70 и гайки 12 по ГОСТ 5915-70;

б) соединить плиту 1 с фланцем 3 шпильками 18 по ГОСТу, который соответствует варианту, установить шайбы 16 по ГОСТ 11371-78 и гайки 13 по ГОСТ 5918-78 со шплинтами 19 по ГОСТ 397-79;

 выполнить соединение фланца 4 к плите 1 винтами (ГОСТ1491-80 или

(ГОСТ 17473-80) - в зависимости от варианта;

4. Нанести штриховку на разрезах, учитывая, что сопряженные детали штрихуются в противоположных направлениях.

5. Нанести размерные линии и линии-выноски для позицый.

6. Обвести чертеж.

7. На листах формата А4 выполнить спецификацию [1, раздел 14.4] с основными надписями по форме 2 и 2а [1, раздел 4.2]

В графе спецификации «Обозначение» присвоение обозначений деталям, входящим в состав сборочной единицы, производится в соответствии с обозначением самой сборочной единицы. Например, сборочный чертеж корпуса обозначается 04.25.00 СБ, где 04 – номер темы по учебной программе, 25 – порядковый номер сборочной единицы (номер варианта индивидуального задания). Следовательно, деталь поз.3 будет иметь обозначение 03.25.03, деталь поз.7 – 03.25.07 и т.д.

Таблица 5

| | 5 xz - | LOCT | 08 | 1491-80 | | | 17473-80 | | |
|------------------|--|---------------------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|--|
| e Ne | линдричес ловкой Г 3262-75 ли лиукруглой вкой 17473-80 нение 1 | внишпоТ О влнвпф | 8 | 12 | 10 | 14 | 12 | 10 | |
| TOBO | | оатээницой | 9 | 3 | 4 | 4 | 3 | 6 | |
| Вин соед | Винт с ци кой го по ГОС винт с по гол по ГОСЛ испол | резьбы | M8 | M12×1,25 | M10 | M12 | M8×1 | M10×1,25 | |
| | | оятээникоХ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| ное Эние | T 22032-76 2034-76 2038-76 5918-73 ние 1 11371-78 ние 2 7Т 397-79 | Материал корпуса | CT.3 | Сч.18-36 | АЛ4 | Сталь40 | AJI2 | C415-32 | |
| Іпилеч редине | A FOC OCT 2 OCT 2 OCT 2 FOCT FOCT FOCT FOCT FIOTHER | толщина И вливиф | 24 | 16 | 18 | 20 | 14 | 15 | |
| E E | Шпилька или Г или Г или Г лайка ис Шайба ис | резьбы | M18×1,5 | M16 | M18×1,25 | M20 | M14×1,5 | M20×1,5 | |
| | | батоэнисод | 5 | 5 | 9 | 3 | 9 | 4 | |
| e Ae | 798-70 е 1 915-7(е 2 -70 е 1 | цина нцев В | 10 | 12 | 10 | 8 | 12 | 10 | |
| лтово(јинени | СТ 77 лиени лиени пружи пружи лиени лиени | Тол фла А | 15 | 15 | 25 | 20 | 20 | 16 | |
| Boc | Болт ГО испо. Гайка ГС испо. ГОСТ испо. | Тип резь- бы | M16×1 | M16×1 | M18×1,5 | M14×1,5 | M10 | M12×1,25 | |
| | м₂ варианта | | 1,16 | 2,17 | 3,18 | 4,19 | 5,20 | 6,21 | |

Продолжение таблицы 5

| 08-1 | 146 | | 08 | 3-E/t | 7 <i>L</i> I | 0 | 8-16 | 14 |
|---------|---------|----------|----------|--------|--------------|---------|---------|----------|
| 10 | 13 | 10 | 12 | 10 | 12 | 6 | 10 | 8 |
| 4 | 3 | 9 | 6 | 3 | 4 | 3 | 4 | 6 |
| M12 | M10 | M8 | M10×1,25 | M12 | M8×1 | M12 | M8 | M10×1,25 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| KH35-10 | Сталь20 | Ст.6 | CH28-48 | KH33-8 | Ст.3 | CH32-52 | АЛ4 | Cranb35 |
| 18 | 25 | 20 | 16 | 22 | 23 | 25 | 20 | 18 |
| M16 | M14 | M16×1,5 | M12 | M14 | M20 | M16 | M14×1,5 | M16×1,5 |
| 3 | 4 | 9 | 4 | 3 | 9 | 4 | 3 | 9 |
| 12 | 14 | 10 | 13 | 10 | 8 | 10 | 8 | 18 |
| 20 | 19 | 25 | 18 | 18 | 17 | 15 | 20 | 16 |
| M18×1,5 | M14×1,5 | M10×1,25 | M16×1,5 | M18 | M10 | M14 | M12 | M16×1,5 |
| 7,22 | 8,23 | 9,24 | 10,25 | 11,26 | 12,27 | 13,28 | 14,29 | 15,30 |

Соединение деталей болтами

Длина болта L определяется в зависимости от суммарной толщины A и B, толщины шайбы S_ш, высоты чайки m и величины k (минимального выхода болта из гайки).

Ориентировочная длина болта определяется по формуле:

 $L_{op} \ge A + B + S_{III} + m + k,$

где k = 0,25 - 0,35d (d – номинальный диаметр резьбы).

Рассчитанная L_{op} округляется до большей стандартной величины L по ГОСТ 7798-70 [1, табл. 25.4].

Упрощенном изображении (болтового, шпиличного и винтового соединений) выполняются в соответствии с ГОСТ 2.315-68 (Рис.10)



Рис. 10

Соединение деталей шпильками

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах.

Наибольшее распространение получили шпильки общего применения, конструкции и размеры которых даны в ГОСТ 22032-76 и ГОСТ 22040-76 [1, раздел 26.1].

Резьбовой конец шпильки b₁ называется ввинчиваемым. Он предназначен для завинчивания в резьбовое отверстие, сделанное в плите 1. Длина b₁ определяется материалом плиты 1.

Номинальная длина шпильки l зависит от толщины присоединяемой детали C и ориентировочно рассчитывается по формуле:

$$l_{op} \ge C + S_{III} + h + k$$
,

где С – толщина присоединяемой детали; S_ш – толщина шайбы; h – высота гайки; k – величина выхода конца шпильки из гайки (k = 0,25 – 0,30d); d – номинальный диаметр резьбы.

Рассчитанная l_{op} округляется до большей величины и ближайшее значение этой величины определяется по таблице стандарта [1, табл. 26.3]. По этой же таблице определяется длина резьбы b на гаечном конце шпильки.

Глубина резьбового гнезда под шпильку определяется как сумма величин b₁ (ввинчиваемого конца шпильки) плюс 0,5d.

Соединение деталей винтами

При соединении деталей крепежными винтами в одной из них выполняется резьбовое отверстие, а в другой — сквозное отверстие большего диаметра, чем диаметр d стержня винта (1,1 d). Усилие затяжки соединения осуществляют затяжкой винта, которое передается через опорную поверхность его головки.

На рис. 10 показаны конструктивные изображения соединений деталей винтом с цилиндрической и с полукруглой головками, выполненные по действительным размерам, взятыми из соответствующих стандартов.

Длина винта предварительно определяется по формуле:

 $L_{OP} = \mathcal{A} + L_1,$

где: Д– толщина присоединяемой детали (фланца 6), $L_1 = 1,5d$ – глубина резьбы в отверстии под винт для всех вариантов задания (d – номинальный диаметр резьбы).

Стандартная длина винта $L \ge L_{OP}$, берется по таблицам ГОСТ [1, табл.27.1, примечание 2].

Построение изображения винта делается в соответствии со стандартом на данный винт [1, табл.27.2 и 27.3].

Соединение деталей сваркой

Сварные соединения образуются за счет сил молекулярного сцепления в результате местного нагрева до расплавленного или пластического состояния конструкций из листового и профильного проката с целью удешевления производства изделий сложной формы (штампованных, литых и т.д.). Условные изображения и обозначения сварных швов установлены ГОСТ 2.312-72 [1, раздел 8.1]. Независимо от способа сварки сварные швы на чертежах условно изображают: видимый – сплошной основной линией, совпадающей с кромкой свариваемых деталей, невидимый – штриховой линией (рис. 11).

От изображения шва проводят линию выноску, начинающуюся односторонней стрелкой. На полке линии-выноски записывают условное обозначение сварного шва: видимого-над полкой, невидимого – под полкой (рис. 11).



Рис. 11

Структура условного обозначения стандартного шва показана на рис. 12.


Рис. 12

1- вспомогательный знак;

2 – номер стандарта на типы и конструктивные элементы швов (при ручной электродуговой сварке указывается ГОСТ 5264-80, для стальных трубопроводов – ГОСТ 16037-80 и т.д.);

3 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту (для ручной электродуговой сварки стыковые соединения имеют обозначения C1,C2,....C25, угловые – У1,У2,....У10, тавровые – Т1,Т2,....T11 и т.д.)

4 – условное обозначение способа сварки по стандарту;

5 – знак и размер катета шва в миллиметрах (для соединений: таврового, углового и внахлестку);

6 – размеры сварного шва: размер длины провариваемого участка, знак / или **Z** и размер шага;

7 – вспомогательные знаки.

При выполнении графического задания предусматривается выполнение швов в соответствии с ГОСТ 5264-80 и ГОСТ 16037-80 с применением некоторых сокращений.

При изображении на чертеже нескольких одинаковых швов проводят линии-выноски, на полках которых ставят порядковый номер шва (рис. 13).

Порядковый номер шва ставят на наклонной части линиивыноски, на полке которой стоит обозначение.

TOCT 5280-69-T2-L3-50/100

Рис. 13





| ICH. | Форм. | Зона | Поз. | Обозначени | e | Наименование | Кол. | Приме- чание |
|-------------|--------------------|------------------------|------|----------------------|------|-----------------------|------|-----------------|
| перв. прим | | | | | | Документация | | |
| r | | | | 04.30.00.СБ | | Сборочный чертеж | | |
| - | _ | | | | | Детали | | |
| | A2 | | 1 | 04.30.01 | | плита | | |
| 9 | A3 | | 2 | 04.30.02 | | Фланец | | |
| aB.J | A4 | | 3 | 04.30.03 | | Фланец | | |
| | A4 | | 4 | 04.30.04 | | Фланец | | |
| | A4 | | 5 | 04.30.05 | | Ребро | | |
| | _ | | | | | Стандартные изделия | | |
| | | | 6 | | | БолтМ16x1.5x65 | 2 | |
| | | | | | | ГОСТ 7798-70 | | |
| | | | 7 | | | ВинтМ12x35 | 2 | |
| e9 | | | | | | ГОСТ1491-80 | | |
| 1 дат | | | 8 | | | Гайка 2М16х1,5 | 2 | |
| Ш. F | | | | | | ГОСТ 5915-70 | | |
| 10 | | | 9 | | | Гайка М18 | 2 | |
| | - | | | | | <i>ГОСТ5918–73</i> | | |
| NT AN | | | 10 | | | Шайба 2.18 | 2 | |
| HB.N | | | | | | Г <i>ОСТ11371</i> —78 | | |
| 2 | _ | | 11 | | | Шайба 16.65Г | 2 | |
| IHB. | | | | | | ГОСТ6402-70 | | |
| am. 1 | | | 12 | | | Шпилька M18x75 | 2 | |
| ñ | _ | | | | | ГОСТ22032-76 | | |
| tara | | | 13 | | | Шплинт 4х40 | | |
| Г И 7 | | | | | | ГОСТЗ97-79 | 2 | |
| ulton | Изм. | Лис | | №локум. Подпись Дата | | 04.30.00 | | 1 |
| | Paz | раб. | | | | Лит. | Лист | Листов |
| HB. Jvº II(| Про Т.к. Н.к | ов. онтр. сонтр. | | | Bugы | соединений | | |
| ZF | y _T | 3. | | | | | | |

Компьютерная графика

Введение

Методические указания составлены с учетом требований, предъявляемых к студентам в соответствии с программой курса «Инженерная и компьютерная графика». В указаниях приведены сведения об основных командах программы AutoCAD, необходимых для выполнения задания «Построение геометрических моделей объектов», о видах команд и их применении. Приведен пример построения геометрического объекта на плоскости, подробно рассмотрено и описано выполнение обязательного упражнения, приведены варианты индивидуальных заданий.

1. Цели и задачи изучения раздела «Компьютерная графика»

Целью работы является знакомство студентов с основами построения чертежа средствами машинной графики, а именно с использованием графического пакета AutoCAD.

Задача настоящей работы – разработка и выполнение по индивидуальному заданию чертежа детали на плоскости указанными средствами. В результате выполнения задания студенты приобретают начальные навыки самостоятельной работы с AutoCAD, создающие предпосылки к более глубокому изучению этого программного продукта для использования его на практике, а также, благодаря преемственности программы AutoCAD, освоения следующих его версий.

2. Общие сведения о графическом пакете AutoCAD

AutoCAD – универсальная графическая система, предназначенная для специалистов, работающих с технической графикой. Эта система обеспечивает общение человека с компьютером в интерактивном (диалоговом) режиме работы, когда пользователь может на экране дисплея видеть результаты своих действий, анализировать их и при необходимости вносить в них изменения.

Один из способов загрузки программы AutoCAD приведен ниже.

| Пиктограмма | на | Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши |
|----------------|----|------------------------------------|
| столе Windows | | на пиктограмме |
| | | |
| Стартовое меню | | Пуск – ПРОГРАММА – Autodesk – Au- |
| - | | |
| | | toCAD 2010 – Lend AutoCAD 2010 |

2.1. Основные элементы интерфейса

В данном разделе изложены основные параметры операционной среды AutoCAD 2010.

На рис. 2.1 изображен рабочий стол AutoCAD 2010, который состоит из:



Рис. 2.1. Рабочий стол AutoCAD 2010

1) Главного меню, содержащего команды вычерчивания и управления экраном.

2) Панелей инструментов, состоящих из пиктограмм. Пиктограмма это графический эквивалент команд вычерчивания и управления экраном.

3) Строки состояния, выводящей координаты курсора. Кроме того содержит переключатели (переключатель активен, если соответствующая пиктограмма нажата)

4) Окна командных строк.

Окно командных строк служит для ввода команд при черчении и ответов на запросы этих команд. Оно может быть закрепленным или плавающим. Закрепленное окно размещается только внизу или наверху экрана. Для перемещения окна надо ухватиться левой кнопкой мыши за левый край окна и передвинуть его. Чтобы изменить размер окна, необходимо зацепить левой кнопкой мыши за верхний (или нижний) край и поместить его на нужную величину.

5) Текстового окна.

Текстовое окно является командным. В отличие от командных строк содержит более полную информацию о сеансе работы в Auto-CAD. Копирование из текстового окна происходит так же, как в обычном текстовом редакторе.

| Активизация текстового окна | ι. |
|-----------------------------|----|
|-----------------------------|----|

| Главное меню | View – Display – Text Window (Вид – Дисплей – Текстовое окно) |
|------------------|--|
| «Горячая» кнопка | F2 |

6) Графического поля.

На графическом поле собственно и создается чертеж.

Меню Draw (Рисование)

Меню Draw (Рисование) включает команды вычерчивания.

Line (Линия) – вычерчивает отрезок. Ray (Луч) – вычерчивает луч. **Construction Line (Линия конструкции)** – вычерчивает бесконечную прямую.

Multiline (Мультилиния) – вычерчивает мультилинии.

| | | Polyline (Ломаная) – вычерчивает двухмерную поли- |
|---------------------------------------|---------|--|
| AutoCAD 2010 D |)rawini | линию. |
| Draw Dimension | Modify | 3D Polyline (3D ломаная) – вычерчивает трехмерную |
| Modeling | • | полилинию. |
| Line Ray | | Polygon (Многоугольник) – вычерчивает правиль- |
| Construction Line | 1 | ный многоугольник. |
| D Polvline | - | Rectangle (Прямоугольник) – вычерчивает прямо- |
| A 3D Polyline | - 1 | угольник. |
| Polygon | | Arc (Дуга) – вычерчивает дугу. |
| E Helix | | Circle (Окружность) – вычерчивает круг. |
| Arc | - 8 | Donut (Кольцо) – вычерчивает кольцо. |
| Circle | | Spline (Сплайн) – вычерчивает сплайн. |
| ∼ Spline | | Ellipse (Эллипс) – вычерчивает эллипс. |
| <u>E</u> llipse Block | 12 | Block (Блок) – создает блок. |
| Table | | Table (Таблица) – создает таблицу. |
| Point | | Point (Точка) – вычерчивает точку. |
| Ex Datch | - | Hatch (Штриховка) – штрихует область, ограничен- |
| Boundary | | ную замкнутой линией. |
| 💿 Regio <u>n</u> 🕒 <u>Wi</u> peout | | Boundary (Граница) – создает область из пересека- |
| C Revision Cloud | | ющихся объектов. |
| Te <u>x</u> t | ÷ | Region (Область) – создает область из существую- |
| | | щих объектов, которые образуют замкнутую область. |

Wipeout (Очистить) – создает на экране область, закрывающую собой ранее начерченные объекты.

Revision Cloud (Область просмотров) – вычерчивает последовательность дуг – облако исправлений.

Text (Текст) – управляет вводом текста в чертеж.

Меню Dimension (Измерение)

Меню **Dimension (Измерение)** содержит команды простановки размеров и управления параметрами размеров.

Quick Dimension (Быстрое измерение) – быстрое создание размещения измерения. Linear (Линейное) – наносит горизонтальный, вертикальный или повернутый размер.



Aligned (Выровненное) – наносит линейный размер с размерной линией, параллельной указанным начальным точкам выносных линий.

Ordinate (Ордината) – показывает координату точки.

Radius (Радиус) – наносит радиус круга или дуги.

Diameter (Диаметр) – наносит диаметр окружности или дуги.

Angular (Угловой) – наносит угловой размер.

Baseline (Основная линия) – наносит линейный размер от одной базовой линии.

Continue (Продолжить) – наносит линейный размер от второй выносной линии предыдущего размера.

Leader (Ведущая) – наносит линию-выноску.

Tolerance (Допуск) – наносит допуски отклонению форм и расположения поверхностей.

Center Mark (Центральная метка) – чертит маркеры центра дуг и окружностей, либо осевые линии.

Oblique (Наклон) – осуществляет параллельный перенос нанесенного линейного размера (редактирование размера).

Align Text (Выровнять текст) – производит редактирование размерного текста.

Style (Стиль) – обеспечивает работу с размерными стилями.

Override (Сверху) – управляет размерными переменными.

Update (Обновить) – обновляет размеры.

Reassociate Dimensions (Привязать размеры) – связывает размеры с измеряемыми объектами.

Меню Modify (Изменение)

Меню **Modify (Изменение)** включает команды редактирования элементов чертежа.

Properties (Опции) – отображает и редактирует свойства уже созданных объектов. Match Propertiese (Учитывать опции) – назначает свойства одного объекта другим выделенным объектам.



Object (Объект) – редактирует свойства объектов.

Clip (Отрезка) – создает для внешней ссылки границы отсечения и скрывает все, что не попало в эти границы.

Xref and Block Editing (Изменение Xref и блока) – позволяет работать с другими чертежами AutoCAD, подключая их к текущему чертежу в качестве внешних ссылок.

Erase (Стереть) – удаляет сформированный набор объектов.

Сору (Копировать) – копирует набор объектов.

Mirror (Отразить) – обеспечивает формирование зеркальных отображений объектов.

Offset (Смещение) – строит объект подобный существующему с заданным смещением.

Array (Массив) – копирует выделенные объекты, образуя таким образом круговой или прямоугольный массив.

Move (Двигать) – перемещает набор объектов.

Rotate (Вращать) – поворачивает набор объектов.

Scale (Масштаб) – изменяет размеры существующих объектов в соответствии с заданным коэффициентом масштабирования.

Stretch (Растяжение) – обеспечивает перемещение выбранной части чертежа, сохраняя при этом связь с остальными частями чертежа.

Lengthen (Длина) – изменяет угол дуги или длину незамкнутых прямых и кривых линий.

Trim (Обрезка) – подрезает примитивы точно по режущей кромке.

Extend (Расширение) – удлиняет существующие объекты до граничной кромки.

Break (Разрушить) – разделяет исходный объект на отдельные части.

Chamfer (Фаска) – создает фаску на пересечении двух линий.

Fillet (Сопряжение) – осуществляет плавное сопряжение отрезков и кривых дугой заданного радиуса.

3D Operation (3D операция) – редактирование трехмерных объектов.

Solids Editing (Изменение сплошных) – позволяет редактировать грани и ребра объемных тел.

Explode (Взорвать) – разделяет блоки и полилинии на объекты, из которых они были созданы.

2.2. Панели инструментов

Панели инструментов являются более удобной альтернативой при вводе команд по сравнению с главным меню. Панели инструментов бывают как плавающими (Floating), так и закрепленными (Tiled) с фиксированным местоположением.

Активизация диалогового окна Toolbars (Панели).

| Главное меню | View – Toolbars (Вид – Панели) |
|--------------|--------------------------------|
| | |

У некоторых кнопок инструментов в правом нижнем углу имеется небольшой черный треугольник. Если нажать левой кнопкой мыши на этот треугольник и не отпускать некоторое время, то появится панель инструментов, содержащая различные варианты исполнения выбранной команды.

Заглавными буквами обозначены команды AutoCAD, вводимые в командную строку для исполнения.

2.2.1. Панель инструментов STANDART (СТАНДАРТ)



Ниже приведены основные действия, выполняемые при использовании этой панели.



– **ОРЕ** (Открыть) – открывает существующий файл.

– **QSAVE (Сохранить)** – сохраняет текущий рисунок.

– РІОТ (Печать) – выводит рисунок на печать.

— PREVIEW (Установки настройки печати) – осуществляет <u>пред</u>варительный просмотр чертежа пред выводом на печать.

— PUBLISH (Опубликовать) – публиковать рисунки в файлы DWF или построения.

- CUTCLIP (Поместить в буфер) – удаляет выбранные элементы чертежа в буфер обмена.

— **СОРҮСЦР (Копировать в буфер)** – копирует выбранные <u>элем</u>енты чертежа в буфер Windows.

— PUSTECLIP (Вставить из буфера) — вставляет данные из буфера Windows.

— МАТСНРКОР (Учитывать свойства) – присваивает свойства заданного объекта другому объекту.

— UNDO (ОТМЕНИТЬ) – отменяет результаты выполнения це-<u>лой</u> последовательности команд.

Р – **REDO (ПОВТОРИТЬ)** – восстанавливает результаты применения предыдущей команды, которые были отменены командой Undo.

— РАN (Панорама реального времени) – выполняет операцию <u>панорамирования</u>

— ZOOM (Масштаб реального времени) — увеличивает или <u>уме</u>ньшает размеры отображаемой на экране области чертежа.

ZOOM (Масштаб окна) – содержит набор инструментов для различных способов увеличения или уменьшения масштаба, выво-<u>дим</u>ого на экран монитора изображения.

СОСМ (Прежний масштаб) – возвращает к предыдущему масштабу изображения чертежа на экране монитора.



🕮 – ADCENTER (Дизайн-центр) – управляет содержимым.

Ш – **Tool Palettese (Палитры средств)** – открывает окно палитры инструментов.

SHEETSET (Помощник набора листов) – показывает или скрывает окно менеджера набора листов.

Ш – **MARKUP (Помощник набора штампов)** – показывает подробности разметки и позволяет изменить их статус.

– **HELP (Помощь)** – показ интерактивной помощи.

2.2.2. Панель инструментов LAYERS (СЛОИ)

Панель инструментов LAYERS (СЛОИ) управляет свойствами слоя.



— LAYER (Менеджер опций слоев) – создает и редактирует слои.

𝒫− вкл./выкл. слой;

— слой заморожен/разморожен на всех видовых экранах;

— слой заморожен/разморожен на текущем видовом экране (сейчас не активен);

🍘 – слой блокирован/разблокирован;

🔳 – цвет слоя;

0 – имя (или порядковый номер) слоя.

— Make Object's Layer Current (Сделать слой объекта текущим) – в AutoCAD можно выбрать объект и сделать слой, в котором <u>он р</u>асположен, текущим.

— Layer Previous (Предыдущий слой) – в AutoCAD предусмотрена возможность отмены последних изменений, внесенных в настройки параметров свойств слоя.

2.2.3. Панель инструментов PROPERTIES (ОПЦИИ)

Панель инструментов **PROPERTIES (ОПЦИИ)** содержит раскрывающиеся списки. Нужно выбрать один из доступных вариантов из списка.



Color Control (Контроль цвета) – выбор цвета примитива.



Linetype Control (Контроль типа линии) – используется для вычерчивания линий различных типов, для загрузки типов линий из библиотек.

| Properties | - | | | | | × |
|------------|---|---------------------------------------|---|-------------|---------|---|
| ByLayer | • | — ByLayer | - | — ByLayer 💌 | ByColor | 7 |
| 1 | | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | | 🗕 0.53 mm 💊 | - | |
| | | | | 0.70 mm | | |
| | | | ÷ | - ByLayer | | |
| | | | - | - ByBlock | | |
| | | | - | - Default | | |
| | | | - | — 0.00 mm | | |
| | | | | - 0.05 mm | | |
| | | | - | — 0.09 mm | | |
| | | | | — 0.13 mm | | |
| | | | - | 0.15 mm | | |
| | | | | 0.18 mm | | |
| | | | - | 0.20 mm | | |
| | | | - | 0.25 mm | | |
| | | | - | - 0.30 mm | | |
| | | | - | - 0.35 mm | | |
| | | | | 0.40 mm | | |
| | | | | 0.50 mm | | |
| | | | - | 0.53 mm | | |
| | | | - | 0.60 mm | | |
| | | | | 0.70 mm | | |
| | | | | 0.80 mm | | |
| | | | | 0.90 mm | | |
| | | | | 1.00 mm | | |
| | | | | 1.06 mm | | |
| | | | | 1.20 mm | | |
| | | | | 1.40 mm | | |
| | | | | 1.58 mm | | |
| | | | | 2.00 mm | | |
| | | | | 211 mm 👻 | | |

Lineweight (Контроль насыщенности штрихов) – позволяет назначить объекту толщину линии, отличную от толщины линии, выбранной для слоя, в котором он расположен.

2.2.4. Панель инструментов DRAW (РИСОВАТЬ)

— LINE (Линия) – чертит прямые отрезки любой требуемой длины.

— **ХLINE (Линия конструкции)** — создает линию построения (бесконечная по точке и углу).

- PLINE (Плиния) – чертит двухмерные полилинии.

POLIGON (Многоугольник) – создает правильные многоугольники с заданным количеством сторон.

- **RECTANG (Прямоугольник)** – чертит полилинию в форме прямоугольника.

— – **ARC (Дуга)** – чертит дуги произвольного размера.

— **CIRCLE (Окружность)** – чертит окружности произвольного <u>разм</u>ера.

– **REVCLOUD (Облако)** – создает облако исправлений.

— **SPLINE (Сплайн)** – вычерчивает гладкую кривую по заданным точкам и направлению касательных.



- ELLIPSE (Эллипс) – вычерчивает эллипс.

Ш – **INSERT (Вставить блок)** – вставляет блок или существующий файл чертежа.

ВLOCK (Создать блок) – создает составной объект из одного <u>или</u> нескольких объектов.

– РОІМТ (Точка) – чертит в чертеже отдельные точки.

ВНАТСН (Штриховка) – штрихует область, ограниченную <u>замк</u>нутой линией.

— **REGION (Регион)** – создает область из существующих объек-<u>тов,</u> которые образуют замкнутую область.

_____ – **ТАВLЕ (Таблица)** – вставляет в чертеж таблицу.

М – **МТЕХТ (Многострочный Текст)** – создает мультистрочный текст.

2.2.5. Панель инструментов MODIFY (ИЗМЕНИТЬ)





– ERASE (Стирать) – удаляет объекты чертежа.

О – **СОРУ (Копировать Объект)** – создает одну или несколько копий выделенных объектов.

— MIRROR (Отражение) – отражает выделенные объекты относительно заданной оси.

— **OFFSET (Смещение)** – создает кривые или линии параллельные исходным.

— ARRAY (Массив) – копирует выделенные объекты и размещает их в прямоугольной или круговой структуре.

МОVE (Переместить) – перемещает выделенные объекты в <u>друг</u>ую позицию в пределах чертежа.

— ПОТАТЕ (Поворот) – поворачивает существующие объекты на заданный угол.

— SCALE (Масштаб) – изменяет размеры существующих объектов в соответствии с заданным коэффициентом масштабирования.

Ш – **STRETCH (Растяжение)** – позволяет растягивать или сжимать группы объектов, одновременно меняя их ориентацию.

— **ВREAK (Прервать в точке)** – разделяет исходный объект на <u>отдельные части</u>.

Ш – **BREAK (Прервать)** – прерывает выбранный объект между <u>двум</u>я точками.

— СНАМFER (Фаска) – создает фаску на пересечении двух линий.

— **FILLET (Сопряжение)** – выполняет операцию сопряжения: строит дугу заданного радиуса между двумя линиями, дугами или окружностями.

— EXPLODE (Расчленить) – разделяет блоки и полилинии на объекты, из которых они были созданы.

2.2.6. Панель инструментов DIMENSION (ИЗМЕРЕНИЯ)



Панель инструментов DIMENSION (ИЗМЕРЕНИЯ) содержит следующие операторы.

— **DIMLINEAR (Линейный размер)** – наносит горизонтальный, <u>верт</u>икальный или повернутый размер.

— DIMALIGNED (Выровненный размер) — позволяет расположить размерную линию параллельно измеряемой линии, в том случае, если размер проставляется для начерченной под углом линии.

— **DIMORDINATE (Ординатный размер)** – простановка размеров по осям координат.

— **DIMRADIUS (Размер радиуса)** – наносит радиус дуги или окружности.

— DIMDIAMETER (Размер диаметра) – наносит диаметр окружности или дуги.

<u>^</u>

– **DIMANGULAR (Угловой размер)** – наносит угловой размер.

ОТ – **QDIM (Быстрый размер)** – используется для проставления последовательности размеров между всеми конечными и центральными точками выделенных объектов.

— DIMBASELINE (Базовые размеры) – наносит линейный размер от одной базовой линии.

— **DIMCONTINUE (Продолжить размер)** – наносит линейный размер от второй выносной линии предыдущего размера.

— QLIADER (Быстрая ведущая) – добавляет многострочный текст, выровненный по верхнему левому краю, обычно используется в качестве аннотаций и выносок.

— TOLERANE (Допуск) – наносит допуски отклонения форм и расположения поверхностей.

— DIMCENTER (Центральная метка) – маркирует центр круга <u>или д</u>уги.

— **DIMEDIT (Изменить размер)** – редактирует текст и угол наклона выносных линий.

— **DIMTEDIT (Изменить текст размера)** – изменяет положение размерной надписи относительно размерной линии и угла ее накло-<u>на.</u>

— DIMSTYLE (Перестроить размер) – обновляет размерные стили в соответствии с текущими установками размерного стиля и размерных системных переменных.

— **DIMSTYLE (Стиль размера)** – открывает целый набор диалоговых окон, предназначенных для создания новых размерных стилей.

2.2.7. Панель инструментов ZOOM (ИЗМЕНЕНИЕ МАСШТА-БА ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЭКРАНЕ)

Панель инструментов **ZOOM (ИЗМЕНЕНИЕ МАСШТАБА** ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЭКРАНЕ) содержит следующие команды:

— ZOOM ENTER Window (Масштабировать окно) – производит задание области отображения чертежа с использованием «резиновой» рамки. **— ZOOM ENTER Dynamic (Динамический масштаб)** – производит динамическое задание области отображения чертежа путем перемещения видового окна по рисунку.

— ZOOM ENTER Scale (Масштаб размеров) — производит задание масштабного коэффициента увеличения.

— ZOOM ENTER Center (Масштабировать по центру) – производит задание области изображения чертежа путем указания центральной точки и коэффициента увеличения масштаба (или высоту обзора).

— **ZOOM ENTER Object (Масштабировать объект)** – масштабирует до области указанной размерами объекта.

ZOOM ENTER In (Увеличить) – производит увеличение изображения чертежа на мониторе.

— ZOOM ENTER Out (Уменьшить) – производит уменьшение <u>изображения</u> чертежа на мониторе.

— ZOOM ENTER All (Масштабировать все) – позволяет целиком отобразить чертеж на экране монитора.

— ZOOM ENTER Extends (Масштабировать размеры) – отображает область, которая содержит все примитивы чертежа.

3. Общие принципы разработки чертежей

В данном разделе изложена типовая последовательность действий при выполнении чертежа. При создании чертежа средствами AutoCAD выделяются два этапа:

- подготовительные действия, связанные с настройкой среды AutoCAD;

- собственно выполнение чертежа.

Этапы подготовительной работы

1) Проверить, установлен ли режим отображения чертежа в пространстве модели. Переключатель **MODEL/PAPER** должен быть установлен в положении **MODEL** в строке состояния (подробнее о строке состояния см. «3.1 Основные элементы интерфейса» стр.4). Варианты действий для установки переключателя **MODEL/PAPER** в пространство **MODEL**.

2) Задать формат чертежа, например А4, т.е. пространства, в котором будет создан чертеж.

Последовательность операций в командной строке:

Command: '_limits (Команда: ЛИМИТЫ) Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: (Левый нижний угол [ВКЛ/ВЫКЛ]<0.0000, 0.0000>:) Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 210,297 (Ввести правый верхний угол <420.0000,297.0000>: 210,297)

Эта команда может быть вызвана из ниспадающего меню FORMAT (рис. 3.1)



Рис. 3.1

Примечание: если имеется библиотека с загруженными форматами чертежей по ГОСТ 2.301–68, то задать необходимый формат чертежа можно, вызвав из нее необходимый (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Например, вызванный формат А4 принимает вид (рис. 3.3)





3) Установить режим (по необходимости) вывода на экран координатной сетки (при необходимости), например, с шагом 5 мм.

Включить координатную сетку.

Щелкнуть левой кнопкой мыши в строке состояния на переключателе **GRID (CETKA)** или нажать клавишу <F7>, или использовать командную строку.

Command: GRID (Команда: СЕТКА) Specify grid spacing(X) or [ON/OFF/Snap/Aspect] <10.0000>: 5

(Ввести интервал сетки (Х) или [Вкл/Выкл/Шаг/Аспект] <10.0000>: 5

4) Привязка графического маркера к узлам невидимой сетки позволяет (в некоторых случаях) значительно упростить процесс создания чертежа. Выполняются две операции: включить привязку и установить шаг привязки (обычно он устанавливается равным или кратным шагу по сетке).

Операция – включить привязку.

Щелкнуть левой кнопкой мыши в строке состояния на переключателе **SNAP (ШАГ)** или нажать клавишу <F9>, или использовать командную строку.

Command: SNAP (Команда: ШАГ)

Specify snap spacing or [ON/OFF/Aspect/Rotate/Style/Type] <10.0000>: 5

(Ввести интервал привязки или

Вкл/Выкл/Аспект/Поворот/Стиль/ Тип] <10.0000>: 5

5) Задать масштаб чертежа.

Первоначально необходимо задать масштаб, выводящий на графический экран область, ограниченную лимитами.

Command: ZOOM (Команда: ПОКАЖИ)

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or

[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window/Object] <real time>: A

(Введите угол окна, ввести масштаб (Х или ХР), или

[Все/Центр/Динамика/Границы/Предыдущий/Масштаб/Окно/Об ъект] <реальное время>: В)

Команду ZOOM ENTER All (Масштабировать все) можно

активировать с помощью пиктограммы (рис. 3.4)

| | B | ⊜ ₹ | AutoCAD 201 |) Drawing | ;1.dwg | Type a keyword | or phrase 👫 | S ★ @ = □ × |
|-------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|-------------|---|---|----------------------|-----------------------|
| File | Edit View | Insert Format | Tools Draw Dimens | on Modify | Parametric Wind | ow Help Express | | = 🖬 X |
| | | | 3 🔜 🖧 🖘 rið - | St C Q | | 8 7 | | |
| AutoCAD C | assic | • ③ 沓 禹 | | Q | × 2 | う品 A Stand | ard 🔽 📈 I | 50-25 🛛 🗸 🗔 Standard |
| BoLaver | ~ | - BuLa | ver 🗸 — BuLar | | (Colar | 1 | | |
| | 1920 | | | | - | | | |
| 11 | | | | • | | | | |
| 1 3 | | | | | | | | 5 |
| 24 | | | | • • • | | | | G |
| 0 🕭 | | | | · · · · · · | | | | 淀 |
| 다 88 | | | | 6 | | | | 0 |
| 1 14 | | | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | | | | | 3 |
| \odot | | | | · · · · 2 | loom All | | | Ó |
| 8 5 | | | | Z | ooms to display the ent | ire drawing to the grid lim | ts or to the drawing | A |
| $\sim \Box$ | | | | | Atents, whichever is gre | ave: | | |
| 0 -/ | | | | | ZOOM | | | 1 |
| 0/ | | | | F | ress F1 for more help | | | |
| 気に | | | | | | | | <u> </u> |
| B 🗂 | | | · 3-3 | | | . e. e. e. e. e. e. | | - - |
| | | | | | | | | I. |
| 國 (1 | | | | | | | | E 1 |
| 度〇 | | | | | | 1 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 | | \odot |
| | | | | | | | | 1 T |
| | | | | | | | | */~ |
| A | Y | | | | $(\alpha_{i},\alpha_{i})\in \{\alpha_{i},\alpha_{i},\alpha_{i}\}$ | - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 | | 0 |
| - 4 | 7 | | | | | | | A. |
| | | | | CHORDHOR | | | | |
| d | S → X | | | | | | | |
| 14 | Model / | Lavout1 / Lavou | | | | | and the | |
| [A11/Ce | nter/Dynamic, | /Extents/Pre | vious/Scale/Windo | w/Object] | <real time="">:</real> | W | | A |
| Specify | first corner | r: *Cancel* | | | Charle Charles | = | | ~ |
| Command | 3. I | | | | | | | < > |
| 76.7360, 29 | 8.4964, 0.0000 | | ¥ 🗋 ∠ 🙋 🖕 🗉 | | MODEL S | | ▲1:1 - 人 点 億 | AutoCAD Classic 🔻 🗗 🔹 |
| 🐉 пуск | C Metodich | | Методичка-заочн | 🛛 📑 Пик | гограмма - Місго | AutoCAD 2010 - [Dra | | RU 🔇 🕑 🏓 🔂 11:29 |

Рис. 3.4

4. Команды в AutoCAD

4.1. Ввод команд

В программе AutoCAD предусмотрено несколько способов ввода команд:

- с клавиатуры;

- через панели инструментов;

- через панели меню;

- через боковое меню экрана;

- через диалоговые окна;

 через меню быстрого доступа и с цифрового графического планшета.

С клавиатуры команда вводится в тот момент, когда в окне командной строки находится приглашение **Command:** (Команда:) (puc.4.1.).

| l | Command: | | | | | | | | - |
|---|------------------------------|--|---|------|---|----|---|---|-------|
| | 1492.6924, 275.4368 , 0.0000 | | Ŕ | × | 2 | цт | ╇ | ⊞ | |

Рис. 4.1

Обычно после ввода команд необходимо ответить на запросы или активизировать ключи, которые появляются в командной строке. При ответе на запросы необходимо ввести с клавиатуры нужную информацию. Например, на рис.4.2. после ввода команды **СІRCL** (**КРУГ**), указания центра окружности предлагается ответить на запрос

Specify radius of circle or [Diameter]: (необходимо ввести размер радиуса или D). По умолчанию запрашивается значение радиуса.

| □> X Model / Layout1 / Layout2 / | 5 | |
|--|----------------------------|-----------------------|
| Command: circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)] | 1: | |
| Specify radius of circle or [Diameter]: | | <u>s</u> |
| 1694,1559,1231,4100,0.0000 Ш開日 ダゴレレも十回 | MODEL 国 型 ご Q 同 計 人1:1 * 人 | AutoCAD Classic * 👘 🔹 |

Рис. 4.2

При использовании меню и панелей инструментов для ввода команд пользователь сначала использует мышку для ввода команды, а затем клавиатуру для ответа на запросы. При повторном использовании команды вся процедура повторяется, т.к. выбранная команда не сохраняется в командной строке.

При вводе команды с клавиатуры пользователь имеет возможность выбрать снова все ранее набранные команды и ответы на запросы простым манипулированием стрелками вверх и вниз, находящимися на клавиатуре. Это может сэкономить время.

Для прерывания выполнения команды служит клавиша < Esc>.

Независимо от способа ввода предыдущей команды для ее повторения в ответ на подсказку **Соттанd: (Команда:)** надо нажать клавишу <ENTER>, клавишу «Пробел» или правую кнопку мыши.

Для повторения выполнения произвольной команды текущего сеанса работы достаточно в текстовом окне с помощью клавиш <Page UP>, <Page DOWN> или «стрелок» указать необходимую команду и нажать клавишу <ENTER> (кроме команд, введенных из меню и панели инструментов).

Второй побудительной причиной для освоения ввода команд с клавиатуры является то, что при программировании в AutoLisp необходимо знание написания команд и точного ответа на них из командной строки. Для ввода команды с клавиатуры необходимо напечатать имя команды и нажать клавишу <ENTER> или «Пробел». Допускается ввод аббревиатуры для тех команд, для которых она определена. Например, для команды CIRCLE (КРУГ) можно ввести С(К). Аббревиатура для команд задается в файле acad.pgp.

Некоторые команды могут использоваться в прозрачном режиме. Прозрачный режим – это режим работы AutoCAD, при котором приостанавливается исполнение текущей команды и начинается выполнение новой команды. После выполнения новой команды продолжает выполняться текущая команда. Включение прозрачного режима осуществляется введением предшествующего апострофа при вводе новой команды. Например, команда в прозрачном режиме имеет вид при вводе в командной строке 'ZOOM ('ПОКАЖИ) во время выполнения команды LINE (ОТРЕЗОК). Когда выполнение команды 'ZOOM ('ПОКАЖИ) завершится, команда LINE (ОТРЕ-ЗОК) остается активной и продолжает выполняться. К командам, используемым в прозрачном режиме, обычно относятся команды изменения параметров черчения или таких режимов вычерчивания, как SNAP, GRID или ZOOM. Запросам команд, запущенным в прозрачном режиме, предшествует апостроф (').

Для многоразового выполнения команд в начале вводится команда MULTIPLE (МНОГОРАЗ), в ответ на запрос:

Command: multiple

Enter command name to repeat: (Введите имя повторяемой команды:).

Некоторые команды допускают работу как через командную строку, так и через диалоговое окно. Для подавления вывода диалогового окна при выполнении вводят знак "-" (минус) перед именем команды. Например, если в командной строке ввести LAYER (СЛОЙ), то выведется диалоговое окно Layer Properties Manager (Помощник опций слоя), а если -LAYER (-СЛОЙ), то появится соответствующий запрос в командной строке.

4.2. Структура запросов команд

После ввода команды AutoCAD выдает запросы, в ответ на которые необходимо ввести дополнительную информацию: численное значение (например, расстояние, угол и т.д.), ключевое слово или точку, или вызвать диалоговое окно.

В качестве примера рассмотрим команду формирования окружности. Для ее создания используется команда CIRCLE (КРУГ). После ввода команды следует запрос в командной строке:

Command: CIRCLE (Команда: КРУГ)

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: (Укажите центр окружности или [3T/2T/Ттр (тан тан радиус)]:)

В квадратных скобках перечисляются ключи команды, разделенные наклонной чертой ("/"), а текст перед скобками соответствует ожидаемому по умолчанию ответу на запрос.

В запросе в квадратных скобках перечислены ключи, которые используются данной командой и позволяют выбрать способ построения окружности.

Ключевое слово вводится целиком, как оно изображено в запросе или сокращенно путем ввода заглавных букв ключевого слова.

По умолчанию используется первоначальный запрос без скобок.

Ключи:

3Р (3Т) – построение окружности по трем точкам, лежащим на окружности;

2Р (2Т) – построение окружности по двум точкам на диаметре.

Ttr (Ккр) – построение окружности по двум касательным к радиусу.

Например:

1) Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: (Укажите центр окружности)

После ввода координат центра выдается запрос:

Specify radius of circle or [Diameter]: (Укажите радиус окружности или [Диаметр]:)

Ввести радиус окружности.

[Diameter] ([Диаметр]) – ввести значение диаметра. При выборе [Diameter] [Диаметр]:)выдается запрос Specify diameter of circle (Укажите диаметр окружности) на ввод значения диаметра.

При задании иных способов создания окружности с помощью ключей соответственно меняются и запросы.

2) Ключ ЗР (ЗТ)

Specify first point on circle: (Укажите первую точку окружности:)

Specify second point on circle: (Укажите вторую точку окружности:)

Specify third point on circle: (Укажите третью точку окружности:) 3) Ключ: 2Р (2Т)

Specify first end point of circle's diameter: (Укажите первую конечную точку диаметра окружности:)

Specify second end point of circle's diameter: (Укажите вторую конечную точку диаметра окружности:)

4) Ключ TTR(ККР)

Specify point on object for first tangent of circle: (Задайте точку на объекте, которая определит первую касательную к окружности:) Specify point on object for second tangent of circle: (Задайте точку на объекте, которая определит вторую касательную к окружности:)

Specify radius of circle: (Укажите радиус окружности:)

Рассмотрим в качестве примера создание несложного чертежа, приведенного на рис.4.3 (лабораторная работа №1). Используем для этого одну из многих возможностей AutoCAD.

Для начала необходимо задать формат чертежа, например, А4. Для этого входим в ниспадающее меню Format (Формат) (рис. 3.1) и активизируем команду Drawing Limits (Ограничения рисования). В командной строке появляются координаты левого нижнего угла чертежа и запрос:

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000, 0.0000>:

(Укажите нижний левый угол [Вкл/Выкл] <0.0000, 0.0000>:)

Подтверждаем, нажав клавишу <ENTER>. В командной строке появляется запрос о координатах правого верхнего угла чертежа (по умолчанию <420.0000, 297.0000>).

Примечание: при вводе в командную строку числовых значений следует помнить, что значения параметров по координатным осям отделяются **запятыми**, а целая часть числа от дробной – **точкой**. Например: координаты точки (верхнего угла формата A4) на чертеже равны x=210, y=297. В командную строку вводится: 210, 297. Длина отрезка, например, равна 25,5 мм. В командную строку по запросу вводится 25.5.



Рис. 4.3

Для формата A4 вводим новые координаты правого верхнего угла: <210, 297>. Подтверждаем нажатием клавиши <ENTER>.

<Specify upper right corner><420.0000, 297.0000>:210, 297<ENTER>

(<Укажите правый верхний угол><420.0000,297.0000>:210,297 <ENTER>).

Для лабораторной работы №2 необходимо выполнить рамку чертежа, поскольку для этой работы используется лист чертежа без основной надписи.

Specify start point: (Укажите начальную точку:) – начальная точка отрезка.

Задаем в командной строке координаты начальной точки – левого нижнего угла рамки чертежа: 20, 5.

В командной строке последовательно вводим координаты углов вычерчиваемой рамки:

20, 292 – <ENTER> 205,292 – <ENTER> 205,5 – <ENTER> 20,5 – <ENTER><ENTER>

Повторное нажатие клавиши <ENTER> чтобы завершить выполнение команды PLINE (можно заменить нажатием правой кнопки мыши).

Эту процедуру можно упростить, вызвав из библиотеки необходимый формат (рис. 3.2, 3.3). В этом случае размеры чертежа формируются по умолчанию.

Пусть по условию заданы следующие параметры модели:

- диаметры расположенных на одной горизонтальной оси окружностей 40 и 16 мм соответственно;

– радиус сопряжений внутреннего и наружного 50 мм;

– межцентровое расстояние 60 мм;

- толщина основной сплошной линии 0,5 мм.

Вычерчиваем окружности.

Вызываем команду CIRCLE (КРУГ) одним из способов,

например, активизировав соответствующую пиктограмму

В командной строке появляется запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

Описание ключей.

3P (3T) – строит круг по трем точкам, лежащим на окружности.

2P (2T) – строит круг по двум точкам на диаметре.

Ttr (Ккр) – строит круг по двум касательным к радиусу.

Вводим координаты центра первой окружности, учитывая будущее расположение чертежа, например, 90, 185:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:90,185 Появляется новый запрос:

Specify radius of circle or [Diameter]:

По умолчанию запрашивается параметр не заключенный в скобки [] (в нашем случае это радиус). Задаем радиус первой окружности 20:

Specify radius of circle or [Diameter]:20

Аналогично вычерчиваем вторую окружность радиусом 8 мм, учитывая при этом, что межцентровое расстояние равно 60 мм. Таким образом координаты центра будут 150, 185:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:150,185 Specify radius of circle or [Diameter]:8

В результате вычерчиваются окружности (рис.4.4)



Рис. 4.4

На следующем этапе выполняем сопряжения.

Внутреннее сопряжение.

Вызываем команду **CIRCLE** рассмотренным выше способом и выбираем ключ Ttr:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: Ttr (Укажите центр окружности или [3T/2T/Ккр (касательная касательная радиус)]:Ккр)

Появляется запрос:

Specify point on object for first tangent of circle: (Задайте точку на объекте, которая определит первую касательную к окружности:)

Указать курсором точку на первой окружности вблизи точки 1 (рис. 4.4).

Specify point on object for second tangent of circle: (Задайте точку на объекте, которая определит вторую касательную к окружности:)

Указать курсором точку на первой окружности вблизи точки 2 (рис. 4.4).

Specify radius of circle <20.0000>: (Укажите радиус окружности <20.0000>:)

Вводим значение радиуса 50 мм:

Specify radius of circle <20.0000>:50 (Укажите радиус окружности <20.0000>:50)

Аналогично выполняем внешнее сопряжение, указывая курсором соответственно точки 3 и 4 (рис. 4.4) первой и второй окружностей. В результате получаем промежуточную модель (рис. 4.5).

Далее необходимо обрезать –*н*ишние" участки. Выполняем эту операцию с помощью команды **TRIM (ОБРЕЖЬ)** (см. п. 21.2.5).

Вызываем команду TRIM одним из способов, например, щелк-

нув левой кнопкой мыши на пиктограмме

Появляется запрос:

Current settings: Projection=UCS, Edge=None Select cutting edges ... (Выделите режущую кромку...) Select objects: (Выделите объекты:)

Выделить объект, который будет использоваться как режущая кромка.



Рис. 4.5

Указываем последовательно на две основные окружности, каждая из которых выделяется при этом штриховой линией. После выделения каждого объекта циклически следуют запросы:

Select objects: 1 found (Выделите объекты: 1 найден)

После определения режущих кромок для выхода из цикла необходимо нажать клавишу <ENTER>.

Следующий за этим запрос:

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: (Выделите объекты для подрезания или [Проекция/Кромка/Отменить]:)

Левой кнопкой мыши указать части объекта, предназначенного для удаления (обрезки). Объект нельзя выбирать рамкой, секущей рамкой или ссылкой на текущий объект. Указываем на дуги окружностей, с помощью которых выполнялись сопряжения.

Для выхода из цикла нажать клавишу <ENTER>.

В результате получаем изображение (рис.4.6).



Рис.4.6

На следующем этапе редактируем полученное изображение так, чтобы толщина линии соответствовала величине 0,5 мм.

Выделяем объекты нажатием левой кнопки мыши на контур (в нашем случае две окружности, две дуги), подлежащие обработке. Выделенные объекты отображаются на экране пунктирными линиями. Чтобы изменить толщину выделенных линий вызываем команду LINEWEIGHT:

| Панель инструмен- | Выберите один из доступных вариантов из |
|-------------------|--|
| тов Properties | раскрывающегося списка (рис. 4.7) |
| Меню Format | Выберите команду Lineweight (Толщина ли- |
| | ний) |
| Приглашение Com- | lineweight <enter></enter> |
| mand: | |



Рис. 4.7

Отображение присвоенной толщины линии на чертеже осуществляется включением (активизацией) кнопки в строке состояния **Show/ Hide Lineweight > (Показать/ Скрыть Толщину линии)** (рис. 4.8)



Рис. 4.8

В результате получаем чертеж (рис. 4.9).



Рис. 4.9

Теперь следует проставить необходимые размеры.

Для начала зададим осевые линии двух окружностей. Для этого из меню Format (Формат) (рис. 3.1) вызвать диалоговое окно Dimension Style Manager (Размерный стиль) (рис. 4.10). Строка Current Dimstyle (Текущий размерный стиль) показывает имя того размерного стиля, который является активным (текущим) — им выполняется оформление новых размеров в рисунке в данный момент. Перечень стилей отображается в левом поле Styles (Стили). В центральной части диалогового окна поле просмотра Preview of (Образец стиля) показывает внешний вид размеров, создаваемых данным стилем. Ниже, в поле Description (Описание), приводится комментарий к действующему стилю. В правой части окна находятся следующие кнопки:

- Set Current (Установить);
- New (Новый);

- Modify (Изменить);
- Override (Переопределить);
- Compare (Сравнить).

Для того, чтобы изменить параметры размерного стиля ISO-25 нужно нажать на кнопку **Modify (Изменить).**

| Styles: | Preview of: ISO-25 | |
|--------------------|--------------------|----------|
| ISO-25 Standard | 7 | New |
| | 16,6 | Modify |
| | 1 () \$ | Override |
| | anit | Compare, |
| List: | Description | |
| All styles | ISU-25 | |

Рис. 4.10

Вслед за этим появится диалоговое окно Modify Dimension Style (Изменить размерный стиль), имеющее семь вкладок. Активизируем вкладку Symbols and Arrows (Символы и стрелки) (рис. 4.11).

Вкладка Symbols and Arrows (Символы и стрелки) позволяет определить изменения для размерной и выносных линий.

В раскрывающемся списке Center Marks (Отметка Центра) активизируем кнопку Line (Линия), что обеспечивает нанесение осевых линий при выполнении соответствующей операции.

Наносим осевые линии следующим образом:

Вызываем команду — Center Mark (Отметка центра) Command: _dimcenter

Select arc or circle: (Выделите дугу или окружность:)

Указываем мышью на дугу первой окружности. Вызываем заново команду (клавишей <ENTER> или правой кнопкой мыши) и наносим осевые линии второй окружности. Получаем чертеж рис.4.12.

| es Symbols and Arrows Text Fit Primary | y Units Alternate Units Tolerances |
|--|------------------------------------|
| Arrowheads | 14.11 |
| First: | |
| E Closed filled | - 1 |
| Second: | |
| F Closed filled 💉 | 2.94 |
| Leader: | |
| 📔 Closed filled 🛛 👻 | 8 |
| Arrow size: | R11,17 |
| 4 | 1 |
| | Arc length symbol |
| Center marks | O Preceding dimension text |
| O None | O Above dimension text |
| O Mark 2.5 | ○ None |
| 💿 Line | Radius jog dimension |
| Dimension Break | Jog angle: 45 |
| Break size: | Linear jog dimension |
| 3.75 | Jog height factor: |
| | 1.5 📚 * Text height |

Рис. 4.11



Рис. 4.12

Для завершения чертежа следует нанести размеры.

Прежде, чем нанести линейный размер (величину межцентрового расстояния), увеличим размер концов стрелок с 2,5 мм (предлагаемого по умолчанию), например, до 4 мм. Эту процедуру выполняем в диалоговом окне (рис. 4.11) в области Arrowheads (Стрелки) в текстовом поле Arrow size (размер стрелок). Как известно, при простановке размеров приходится иметь дело с текстом (размерными цифрами, сопутствующими пояснениями и т.д.). По умолчанию предлагается размер шрифта 2,5 мм. Увеличим его размер до 4 мм. Производим указанные действия в диалоговом окне (рис. 4.13) **Text (Текст)**, вызываемого из окна **Modify Dimension Style (Изменить размерный стиль)** в текстовом окне **Text heidht (высота текста)**.

Помимо высоты текста в этом диалоговом окне нас интересует группа **Text Placement (Размещение текста)**, где в списке Vertical **(По вертикали)** устанавливаем Above (выше); в списке **Horizontal (По горизонтали)** устанавливаем Centered (По центру). Группа **Text Alignment (Выравнивание текста)** представлена тремя переключателями, отвечающих за выравнивание надписи относительно размерной линии. Устанавливаем ISO Standart (Стандарт ISO).

Вызываем команду — **DIMLINER (Линейный размер)**, после чего появляется запрос:

Specify first extension line origin or <select object>:

(Укажите начало первой выносной линии или <ENTER> для выбора:)

Задается точка, определяющая начало первой выносной линии.

Указываем мышью на вертикальную осевую линию первой (большей) окружности.

Specify second extension line origin:

(Укажите начало второй выносной линии:)

Задается точка, определяющая начало второй выносной линии.

Указываем мышью на вертикальную осевую линию второй (меньшей) окружности.

Specifydimensionlinelocationor[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/

Rotated]: (Укажите место положения размерной линии [Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернуты й]:)

Dimension text = 60
| ines Symbols and / | Arrows Text Fit | Primary L | Jnits Alternate Units Tolerances |
|-----------------------|-----------------|-----------|---|
| Text appearance | - | _ | 11 |
| Text style: | style1 | * | |
| Text color: | ByBlock | * | |
| Fill color: | None None | ~ | 1 20 |
| Text height: | 4 | * | |
| Fraction height scale | 1 | 0 | RIT |
| Draw frame aroun | d text | | - Text alignment |
| Text placement | | | O Horizontal |
| Vertical: | Above | * | |
| Horizontal: | Centered | ~ | Aligned with dimension line |
| View Direction: | Left-to-Right | ~ | ⊙ ISO standard |
| Offset from dim line: | 0.625 | * | |
| | | | |
| | | | |

Рис. 4.13

Если нет необходимости изменять числовые значения размера (в нашем случае размер 60 мм не изменялся, т.е. такой необходимости нет), то мышью располагаем размер в необходимом нам месте и фиксируем нажатием левой кнопки.

Теперь проставим размеры радиусов сопряжений.

Вызываем команду — **DIMRADIUS (Размер радиуса)**, после чего появляется запрос:

Select arc or circle: (Выделите дугу или окружность:) Dimension text = 50

Указать на дуге внутреннего сопряжения, где пройдет размерная линия. Текст по умолчанию начинается с символа R.

Второй запрос:

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: (Укажите расположение размерной линии [Мтекст/Текст/Угол]:)

Ключи Mtext (Мтекст) и Text (Текст) изменяют размерный текст. Ключ Angle (Угол) изменяет угол наклона размерного текста.

Если нет необходимости изменять размерный текст, определяем положение размера и фиксируем левой кнопкой мыши.

Аналогично проставляем размер радиуса для второй дуги внешнего сопряжения.

Для простановки диаметров окружностей вызываем команду — **DIMDIAMETER (Размер диаметра)**. Операция выполняется аналогично с нанесением радиуса с теми же запросами.

Чтобы задать расположение стрелок, необходимо пользоваться диалоговым окном (рис. 4.14) Fit (Подгонка), вызываемого из окна Modify Dimension Style (Изменить размерный стиль) в текстовом окне Fit Options (Опции размещения) нужно активизировать кнопку Text (Текст) (рис. 4.14).



Рис. 4.14

При простановке размеров диаметров не следует забывать, что стрелки размерной линии изображаются внутри окружности, если диаметр окружности на чертеже более 10 мм, и снаружи, если он равен или менее 10 мм (рис. 4.15).



Рис. 4.15

Для завершения чертежа необходимо заполнить основную надпись в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-68.

Важным моментом при оформлении чертежей является нанесение штриховки при выполнении разрезов и сечений.

Штриховка областей с замкнутыми контурами позволяет связывать образцы штриховки с заполняемой областью, ограниченной контуром. При модификации контуров в результате редактирования (при условии сохранения замкнутости контура), связанный с ним образец штриховки динамически заполняет измененную ограниченную контуром область. Такая штриховка называется ассоциативной. Если разорвать или стереть границу заштрихованной области, заштрихованная область не изменяется при изменении границ. Такая штриховка называется не ассоциативной.

Команда **ВНАТСН (Штрих)** создает ассоциативную и не ассоциативную штриховку.

Команда **НАТСН (Штрих)** создает не ассоциативную штриховку и доступна из командной строки.

При штриховании заполняются области, ограниченные отрезками, дугами, окружностями, двумерными полилиниями, эллипсами, сплайнами, блоками и видовыми окнами в пространстве модели и листа.

Команда **ВНАТСН (Штрих)** штрихует область, ограниченную замкнутой кривой, как путем простого указания внутри контура, так и

путем выбора объектов, окружающих область штриховки. Команда автоматически определяет контур штриховки и игнорирует любые целые примитивы и их составляющие, которые не являются частью контура.

При вызове пиктограммы — BHATCH (Штрих) на экран выводится диалоговое окно Boundary Hatch and Fill (Штриховка и заливка контура) (рис.4.16). Все значения по умолчанию в этом окне определяются при последнем вызове команды BHATCH (Штрих) или HATCH (Штрих).

| atch Gradient | | Boundaries |
|---------------------------------------|---|-------------------------|
| Type and pattern | 1 | Add: Pick points |
| Туре: | Predefined | Add: Select objects |
| Pattern: | ANGLE 😽 🛄 | |
| Swatch: | | Hemove boundaries |
| Custom pattern: | | Recreate boundary |
| Angle and scale | | View Selections |
| Angle: | Scale: | |
| 0 🗸 | 1 🗸 | Uptions |
| Double | Relative to paper space | Annotative (1) |
| | | |
| Spacing: | 1 | Create separate hatches |
| ISO pen width: | | Draw order: |
| 11011 | | Send behind boundary |
| Hatch origin | | |
| Use current origi | n | Inherit Properties |
| O Specified origin | | |
| 😰 Elick to s | let new origin | |
| Delault to b | oundary extents | |
| Ballan | ett and | |
| Store as dal | ault anaio | |
| | ident offditt | |

Рис. 4.16

На вкладке Hatch диалогового окна Boundary Hatch and Fill в поле Туре (Тип) выберите тип шаблона штриховки. Кнопка Pattern: (Образец: – в некоторых переводах – Шаблон) позволяет выбрать требуемый образец штриховки, а так же его можно выбрать, щелкнув на образце поля Swatch (Образец), отображаемом сразу под списком Patern. В результате такого щелчка на экране отображается диалоговое окно Hatch Pattern Palette (Палитра шаблонов штриховки), показанное на рис. 4.17, в котором осуществляется выбор существующего образца штриховки. Для выбора образца штриховки следует указать (выделить) его изображение и подтвердить кнопкой ОК (например, ANSI31).

Кнопка Pick Points (Указание точек) позволяет автоматически выбрать контур штриховки, указав точку внутри контура.

| anten 1 | | | THE COMMONSTRATE |
|-----------|-----------------|-----------|------------------|
| Hatch Pat | tern Palette | | |
| ANSI ISO | Other Predefine | ed Custom | |
| | | | |
| ANSI31 | ANSI32 | ANSI33 | ANSI34 |
| ANSIS | ANSISE | | |
| ANJIG | ANJIJO | ANJION | ANJIJU |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | _ | |
| | ОК | Canc | el Help |

Рис. 4.17

На рис. 4.17 активизирован рекомендуемый для выполнения данной работы тип штриховки.

В полях Scale (Масштаб) Angel (Угол) можно указать масштаб и угол нанесения штриховки. Нулевой угол соответствует положительному направлению оси X, а так же образцу, представленному в поле Swatch. По умолчанию используется именно такой угол и масштаб, равный единице, однако эти параметры могут быть изменены с целью получения требуемого вида (рис.4.18).



После нажатия кнопки Pick Points (Указание точек) AutoCAD запрашивает внутренние точки:

Select internal point: (Выбрать внутреннюю точку:)

На запрос указать мышкой точку внутри контура. Для построения нескольких контуров необходимо выбрать несколько внутренних точек.

Сообщения в командной строке.

Selecting everything...(Выбираю все...)

Selecting everything visible...(Выбираю все, что вижу...)

Analyzing the selected data...(Анализирую выбранные данные...) Analyzing internal islands...(Анализирую внутренние объекты...) Select internal point: (Выбрать внутреннюю точку:)

В ответ на запрос указать внутреннюю точку и нажать <ENTER> для выхода из цикла. Выполняется штриховка после подтверждения кнопкой ОК.

Если AutoCAD определяет, что контур не замкнут или что точка находится не внутри контура, на экране в диалоговом окне появляется сообщение неверного определения контура.

Важным моментом при разработке чертежей является выбор типа линии: штрихпунктирных, штриховых и т.д. Тип линии определяется для всех вновь создающихся примитивов или объектов. По умолчанию тип линии объекта совпадает с типом линии слоя.

Прежде чем применить тип линии к объекту, этот тип необходимо загрузить в текущий чертеж.

Команда Linetype (Типлиний) в панели инструментов Properties вызывается из раскрывающегося списка Linetype (рис.4.19), при выборе варианта Other, или через меню Format выбрать команду Line-type.



Рис. 4.19

В результате AutoCAD отобразит на экране диалоговое окно Linetype Manager (Диспетчер типов линий) (рис.4.20).

Кнопка Load...(Загрузить) вызывает диалоговое окно Load or Reload Linetypes (Загрузить или перезагрузить типы линий) (рис.4.21).

| Linetype filters | | 110000 | Load | Delete |
|------------------------|------------|-----------------|---------|--------------|
| Show all linetypes | × 1 |] Invert filter | Current | Show details |
| Current Linetype: ByLa | iyer | | | |
| Linetype | Appearance | Description | | J |
| ByLayer BuBlook | - | + | | |
| Continuous | | - Continuous | | |
| | | | | |
| 1 | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Рис. 4.20

| File | so.lin | |
|---|---|------|
| Available Linetypes | | |
| Linetype | Description | ~ |
| DASHDOT DASHDOT2 DASHDOTX2 DASHED DASHED2 DASHEDX2 DIVIDE DIVIDE | Dash dot Dash dot (.5x) Dash dot (2x) Dashed Dashed (.5x) Dashed (.5x) Dashed (.5x) Divide Divide (.5x) | |
| DIVIDEX2 DOT | Divide (2x) | |

Рис. 4.21

На рис. 4.21 активизирован рекомендуемый для выполнения данной работы тип штрихпунктирной линии.

5. Упражнение

Перед выполнением индивидуального задания все студенты должны выполнить упражнение (лабораторную работу №2).

Рассмотрим пример выполнения задания, приведенного на рис. 5.1.

Первый этап.

Это задание не требует вызова из библиотеки стандартного формата, поэтому вычерчиваем рамку чертежа формата A4, используя команду LINE (OTPE3OK) и учитывая поля рамки:

Specify start point: (Укажите начальную точку:) – начальная точка отрезка.

Задаем в командной строке координаты начальной точки – левого нижнего угла рамки чертежа: 20, 5.

В командной строке последовательно по запросу вводим координаты углов вычерчиваемой рамки:

20, 292 - <ENTER> 205,292 - <ENTER> 205,5 - <ENTER>

20,5 – <ENTER><ENTER>

Повторное нажатие клавиши <ENTER> чтобы завершить выполнение команды LINE (можно заменить нажатием правой кнопки мыши).

Второй этап.

Установить стиль текста, например, Romand. Для этого вызываем диалоговое окно Text Stile (Стили текста) (рис. 5.2) из меню For**mat (Формат)** и в текстовом окне Font Name (Имя текста) выбираем стиль Romand.shx (по умолчанию STANDART) и угол наклона (Oblique Angle) 15°. Поскольку выбран новый стиль текста, необходимо, нажав кнопку New (Новый), подтвердить присвоенный ему номер style1 последовательным нажатием кнопок Apply (применить) и Close (Закрыть). Значение высоты текста (Heidht) можно оставить предлагаемое по умолчанию 0.0000. В этом случае при необходимости его можно изменять при вызове команды DTEXT (ДТЕКСТ) в командной строке на запрос Heidht (Высота).

Выполнить надпись **Типы линий**.

Вызываем команду DTEXT в командной строке или пиктограм-А. Появляется запрос:

мой

Specify start point of text or [Justify/Style]: (Укажите начальную точку текста или [Выравнивание/Стиль]:)

Указываем координаты начальной точки ввода текста, например, 90, 275. Далее появляется запрос:

Specify height <2.5000>: (Укажите высоту <2.5000>:) 3.5

Вводим значение высоты строчной буквы, например, 3.5, которое до изменения остается значением по умолчанию и подтверждаем нажатием клавиши <ENTER>.

Следующий запрос:

Specify rotation angle of text <0>: (Укажите угол поворота текста <0>:)

Задается ориентация базовой линии текста относительно начальной точки. По умолчанию используется последнее заданное значение угла. Поскольку наш текст должен располагаться горизонтально, т.е. угол поворота равен 0, подтверждаем предложенное по умолчанию значение нажатием клавиши <ENTER>.

Следует запрос:

Enter text: (Введите текст:)

Запрашивает ввод текстовой строки, при этом допускается ввод пробелов. Нажатие клавиши <ENTER> используется для размещения следующей строки непосредственно под предыдущей.

Вводим текст. После ввода текста для выхода из цикла необходимо дважды нажать клавишу <ENTER>.

Третий этап.

Начертить несколько типов линий (рис. 5.1).

Сначала изобразим сплошную толстую основную линию толщиной 0,5 мм и длиной 45 мм. Эту операцию осуществляем с помощью команды LINE (OTPE3OK).



Рис. 5.1

| Current text style: Standard | | | |
|------------------------------|--|---|--------------------|
| A Annotative Standard | Font Font Name: | Font Style: Порачные | Set Current New |
| | Size Annotative (1) Match text onentation to layout | Height 0.0000 | Delete |
| All styles | Effects Upside down Backwards | Width Factor: 1.0000 Oblique Angle: | |
| LAUDDO | Vertical | 15 Cancel | Help |

Рис. 5.2

Вызываем команду LINE (ОТРЕЗОК) в командной строке или

пиктограммой 📶. Появляется запрос:

Specify first point: (Укажите первую точку:) вводим координаты первой точки 35,260 <ENTER>

Specify next point or [Undo]: (Укажите следующую точку или [Вернуться]:) вводим координаты конца отрезка 80,260 <ENTER>

Specify next point or [Undo]: <ENTER>.

Для придания ей толщины 0,5 мм воспользуемся панелью инструментов **PROPERTIES (ОПЦИИ)** (рис. 4.7).

Далее вычертим сплошную тонкую линию длиной 45 мм.

Вычерчиваем эту линию аналогично и в той же последовательности, что при выполнении сплошной толстой основной только без изменения толщины, задав координаты начальной точки 35,250 и конечной точки 80,250.

Далее вычертим штрихпунктирную линию также длиной 45 мм. Для этого необходимо определить, т.е. выбрать необходимый тип линии из диалогового окна LINETYPE (ТИПЛИН) (рис. 4.20), вызываемого из меню **Format (Формат)** или из командной строки. Активизировав кнопку Load (Загрузить), появляется окно Load or Reload Linetypes (Загрузить или перезагрузить типы линий) (рис. 4.21).

Из предлагаемого многообразия типов линий выбираем штрихпунктирную линию типа, например, dashdot2. Закрываем диалоговые окна нажатием кнопок ОК. Выбранный тип линии таким образом становится загруженным. Теперь необходимо сделать этот тип линии активным. Для этого из окна панели инструментов **PROPER-TIES (СВОЙСТВА)** (см. п. 2.2.3) – Linetype Control (Управление типами линий)– выбираем из списка загруженный тип dashdot2.

Вычерчиваем эту линию аналогично и в той же последовательности, что при выполнении сплошной толстой основной и сплошной тонкой линии, задав координаты начальной точки 35,240 и конечной точки 80, 240.

Четвертый этап.

Выполняем подписи к типам линий, как это было сделано на втором этапе. При этом следует выбрать следующие координаты начальных точек ввода текста:

Для сплошной толстой основной – 95, 260;

Для сплошной тонкой – 95, 250;

Для штрихпунктирной – 95, 240.

Пятый этап.

Выполнить наиболее часто встречающиеся типы штриховки. Сначала сделаем соответствующую надпись *Нанесение штриховки.*

Эту операцию выполняем известным уже способом, задав координаты начальной точки ввода текста 75, 220.

В качестве области для штриховки вычертим два прямоугольника со сторонами 25 и 50 мм. Координаты первого (левого нижнего) угла 35, 185 и второго (правого верхнего) угла 85, 210.

Для этого вызываем команду **RECTANGLE (ПРЯМО-**УГОЛЬНИК) из командной строки или пиктограммой . В командной строке после появившегося запроса вводим определенные ранее координаты: Specifyfirstcornerpointor[Cham-fer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:35,185(Укажите точкупервогоугла или[Фаска / Высота / Скруглить / Толщина /Ширина]:35,185) < ENTER>

Появляется запрос параметров второго угла прямоугольника. Вводим координаты 85, 210:

Specify other corner point or [Dimensions]: 85,210 (Укажите точку другого угла или [Размеры]: 85,210) <ENTER>.

Аналогично вычерчиваем второй прямоугольник с координатами левого нижнего и правого верхнего углов 35, 150 и 85, 175 соответственно.

Для установки необходимого типа штриховки вызываем диалоговое окно Boundary Hatch and Fill (Штриховка и заливка контура) (рис.4.16) из командной строки или пиктограммой. Нажав кнопку Pattern (Образец), в появившемся окне Hatch Pattern Palette (Палитра шаблонов штриховки) (рис. 4.17) выбираем штриховку для металлов и твердых сплавов (ANSI31). Далее действуем в соответствии с указаниями, приведенными ранее, указав внутреннюю точку первого прямоугольника.

Для второго прямоугольника выбираем штриховку для неметаллических материалов (ANSI37) и повторяем предыдущие действия.

Необходимые подписи выполняем, самостоятельно определив начальные точки ввода текста.

Шестой этап.

Вычертить деталь с отверстиями (см. рис. 5.1).

Вычерчиваем известным уже способом окружность Ø80. Центр окружности расположить в точке с координатами 105, 85.

 ло предметов (Total number of items) 4, угол заполнения (Angel to fill) 360^{0} . Необходимо также щелкнуть на кнопке Select objects (Выбрать объекты), чтобы вернуться к графической зоне и выделить объекты, копии которых должны стать элементами создаваемого массива. Как только окружность Ø10 будет выделена, общее количество элементов массива будет отображено сразу над областью схематического представления массива.

Настроив все параметры создаваемого кругового массива, щелкните на кнопке ОК.

Таким образом получаем четыре окружности на Ø60., расположенных под углом 90⁰ относительно друг друга.

Следующим этапом наносим осевые линии, как это было ранее рассмотрено.

Для проведения окружности Ø60 штрихпунктирной линией активизируем этот тип линии рассмотренным ранее способом и вычерчиваем указанную окружность с центром в точке, соответствующей центру окружности Ø80.

Заключительным этапом является простановка размеров. Диаметры 30 и 60 мм проставить рассмотренным выше способом (стр. 74). Для простановки диаметра 10 (стрелки снаружи) требуется дополнительная информация о количестве отверстий. Вызываем команду **DIMDIAMETER (Размер диаметра)**.

Появляется запрос:

Select arc or circle: (Выбрать дугу или окружность:)

Указать на дуге окружности, где пройдет размерная линия. Текст по умолчанию начинается с символа Ø.

Второй запрос:

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: (Укажите расположение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]:)

| Rectangular Array | Polar Array | Select objects |
|--|--|--------------------|
| Center point: X: 1147 | Y: 686 | 0 objects selected |
| Method and values | | |
| Method: | | |
| Total number of items & Angle | e to fill 🛛 🕙 | 1 + 7 |
| Total number of items: | 4 | |
| Angle to fill: | 360 | |
| Angle between items: | | - |
| For angle to fill, a pos counterclockwise rot | itive value specifies ation. A negative value | 0K |
| Tip specifies clockwise n | otation. | Cancel |
| Retate items as seried | More ≽ | Preview.< |
| Tel morare irems as cobied | | Help |

Рис. 5.3

В командной строке вызываем команду **Text** (**Teкст**), введя первую букву **t**.

Enter dimension text <10>: (Ввести размерный текст <10>:)

Вводим необходимую информацию с учетом того, что символу Ø соответствует условное обозначение %%с, вводимое с клавиатуры: Enter dimension text <10>: 4отв.%%с10 <ENTER>.

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: <ENTER>.

Примечание: при вводе символа Ø (%%с) на клавиатуре должен быть установлен английский язык.

Диаметр 80 можно проставить как линейный размер, вызвав команду **Text (Текст)** после появившегося запроса:

Specify dimension line location or

[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:

и повторить только что выполненную операцию с вводом нового текста.

Поскольку это упражнение допускается выполнять без вычерчивания основной надписи, фамилию и номер группы следует написать в правом нижнем углу по своему усмотрению. В приложении приведены варианты индивидуальных заданий. Допускается по согласованию с ведущим преподавателем выполнять чертеж детали из предыдущих графических работ.

6. Редактирование проставленных размеров диаметров

Для того чтобы поменять стиль размера диаметра одной окружности, не меняя стиль простановки размера диаметра другой, необходимо выполнить следующие действия:

выделить проставленный размер;

нажав правой кнопкой мыши на появившийся прямоугольник, вызвать ниспадающее меню, в котором выбрать раздел «**Properties**» «Опции» (рис. 6.1);



Рис. 6.1

найти опцию **Text movement** и в ниспадающем списке выбрать **Move text, add leader** (рис. 6.2);



Рис. 6.2

закрыть ниспадающее меню. Чертеж примет вид (отредактированный размер) (рис. 6.3)



Рис. 6.3

Эта технология может быть использована при нанесении (редактировании) размеров с комбинированной простановкой размеров диаметров окружностей, когда требуется проставить размеры в соответствии с ГОСТ для окружностей диаметрами более 10 мм и менее 10мм, вычерченных на одном чертеже.

На рис. 6.4 приведены примеры комбинированной простановки размеров диаметров окружностей с использованием приведенной выше технологии.



Рис. 6.4



































СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственные стандарты РФ:

ГОСТ 2.101-68 Виды изделий.

ГОСТ 2.102-68 Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.104-68 Основные надписи.

ГОСТ 2.108-68 Спецификация.

ГОСТ 2.109–68 Основные требования к чертежам.

ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы.

ГОСТ 2.312–72 Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

ГОСТ 2.315-68 Изображения упрощенные и условные крепежных деталей.

ГОСТ 2.402–68 Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач. Стандарты на крепежные изделия.

2. Буткарев А.Г., Рыков С.А. AutoCAD R14. Двумерное проектирование. – СПбГУНиПТ, 2001. – 411 с.

3. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. – СПб.: Политехника, 2008. – 453 с.

4. Богданов В.Н., Малежик И.Ф., Верхола А.П. Справочное руководство по черчению. – М.: Машиностроение, 1999. – 864 с.

5. Задания и вопросы для самоконтроля по техническому черчению к графической работе № 3: Метод. указания к самостоятельной работе студентов / Под ред. А.Г. Буткарева. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиТБ, 2012. – 32 с.

6. Жарков Н.В., Прокди Р.Г., Финков М.В. AutoCAD 2012. –М.: Наука и техника, 2012. – 624 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| Назначение курса инженерной и компьютерной | |
|---|----|
| графики | 3 |
| Порядок изучения курса | 3 |
| Инженерная графика | 4 |
| Контрольные работы | 4 |
| Зачет по курсу | 5 |
| Рекомендации по выполнению чертежей | 5 |
| Тема 1. Построение очертания кулачка | 5 |
| Тема 2. Построение трёх изображений по двум заданным | 10 |
| Тема 3. Построение трёх изображений и аксонометрической | |
| проекции предмета по его описанию | 16 |
| Тема 4. Виды соединений | 22 |
| 4.1. Общие сведения о видах соединений и параметры резьб. | 22 |
| 4.2. Условное изображение резьбы на чертежах | 25 |
| 4.3. Общие указания к выполнению задания по теме 4 | 30 |
| Соединение деталей болтами | 34 |
| Соединение деталей шпильками | 35 |
| Соединение деталей винтами | 35 |
| Соединение деталей сваркой | 36 |
| Компьютерная графика | 40 |
| Введение | 40 |
| 1. Цели и задачи изучения раздела «Компьютерная графика» | 40 |
| 2. Общие сведения о графическом пакете AutoCAD | 40 |
| 2.1. Основные элементы интерфейса | 41 |
| 2.2. Панели инструментов | 46 |
| 2.2.1. Панель инструментов STANDART (СТАНДАРТ) | 46 |
| 2.2.2. Панель инструментов LAYERS (СЛОИ) | 48 |
| 2.2.3. Панель инструментов PROPERTIES (ОПЦИИ) | 49 |
| 2.2.4. Панель инструментов DRAW (РИСОВАТЬ) | 50 |
| 2.2.5. Панель инструментов MODIFY (ИЗМЕНИТЬ) | 51 |
| 2.2.6. Панель инструментов DIMENSION (ИЗМЕРЕНИЯ) | 53 |
| 2.2.7. Панель инструментов ZOOM (ИЗМЕНЕНИЕ | |
| МАСШТАБА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЭКРАНЕ) | 54 |

| | <i></i> |
|--|-------------|
| 3. Оощие принципы разраоотки чертежеи | |
| 4. Команды в AutoCAD | <u>. 59</u> |
| 4.1. Ввод команд | <u></u> |
| 4.2. Структура запросов команд | <u>61</u> |
| 5. Упражнение | 80 |
| 6. Редактирование проставленных размеров диаметров | 88 |
| Варианты заданий | <u>91</u> |
| Список литературы | 106 |
| | |
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним их ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение;

машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются научно-теоретический журнал «Вестник Международной академии холода» и Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование», Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

www.ifmo.ru ihbt.ifmo.ru

Буткарев Алексей Георгиевич Земсков Борис Борисович

Инженерная и компьютерная графика

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор Т.Г. Смирнова

> *Титульный редактор* Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка Д.Е. Мышковский

> *Дизайн обложки* Н.А. Потехина

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 05.02.2015. Формат 60×84 1/8 Усл. печ. л. 13,06. Печ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 13,98 Тираж 100 экз. Заказ № С 6

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49 ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9