

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

ИКОННИКОВА И.А., НОВОСЁЛОВА Т.Е.,
ПРОНЬКИН Н.Н., СЕМЁНЫЧЕВА И.Ф.

учебное пособие

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.М. СЕЧЕНОВА
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Иконникова Ирина Александровна
Новосёлова Тамара Евгеньевна
Пронькин Николай Николаевич
Семёнычева Ирина Флюоровна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие

**Москва
2020**

УДК 514.48
ББК 30.11я73
И62

Рецензент:

Герасимов А.Н., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедры «Медицинская информатика и статистика» Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Авторы:

Иконникова И.А., Новосёлова Т.Е., Пронькин Н.Н., Семёнычева И.Ф.

Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 93 с.). - Иконникова И.А., Новосёлова Т.Е., Пронькин Н.Н., Семёнычева И.Ф.. 2020. – Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/ENGINEERINGGRAPHICS.pdf>. Сист. требования: Adobe Reader; экран 10".

ISBN 978-5-6045106-8-1

Учебное пособие по изучению дисциплины «Инженерная графика» разработано в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта.

Рассмотрены вопросы решения чертежно-графических задач средствами двумерной графики, типовые вопросы подготовки конструкторской документации, способы решения задач инженерной графики методами трехмерного твердотельного моделирования. Большинство приведенных заданий ориентированы на использование системы КОМПАС-3D LT.

Учебное пособие содержит практические задания, сведения из ГОСТов, примеры выполнения чертежей, в том числе на компьютере.

Материал излагается простым, доступным языком.

Для студентов медицинских вузов, слушателей курсов последипломного образования.

Учебное пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Медицинская информатика и статистика» 19 декабря 2019 г., протокол № 6.

ISBN 978-5-6045106-8-1



© Иконникова И.А., Новосёлова Т.Е., Пронькин Н.Н., Семёнычева И.Ф. 2020
© Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), 2020
© Оформление: издательство НОО Профессиональная наука, 2020

Содержание

Введение	5
Глава 1. Виды графической документации. Правила оформления чертежей.....	6
1.1. Общие правила оформления индивидуальных заданий по техническому черчению.....	6
1.2. Основные положения единой системы конструкторской документации.....	10
1.3. Общие правила выполнения чертежей	12
Глава 2. Изображения: виды, разрезы, сечения	17
2.1. Виды	17
2.2. Разрезы.....	20
2.3. Сечения.....	25
2.4. Выносные элементы.....	28
2.5. Условности и упрощения изображений	29
2.6. Изображение в проектной графике	31
2.7. Метод проецирования	36
2.8. Эскиз и технический рисунок.....	37
2.9. Нанесение размеров.....	39
Глава 3. Материалы для практических занятий	48
3.1. Задание 1. Программный интерфейс графической	48
3.2. Задание 2. Построение изображения,.....	51
3.3. Задание 3. ОКРУЖНОСТЬ.....	55
3.4. Задание 4. Дуга окружности	57
3.5. Задание 5. ЭЛЛИПС.....	59
3.6. Задание 6. Прямоугольник.....	61
3.7. Задание 7. Выполнение основных и	64
3.8. Задание 8. Пластина	70
3.9. Задание 9. Вал.....	75
3.10. Задание 10. Чертеж детали.....	85
4. Самостоятельная работа студента по изучению учебной дисциплины	87
5. Контрольные вопросы	88
5. Словарь терминов и определений (глоссарий)	89
Библиографический список	92

Введение

Изучение дисциплины «Инженерная графика» даёт возможность студентам читать и выполнять эскизы, технические рисунки, чертежи и схемы – изображения изделий, связанные соответствующим образом с проектированием, изготовлением и эксплуатацией различных машин, механизмов и приборов.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы». Оно состоит из методически согласованных глав.

В главе «Виды графической документации. Правила оформления чертежей» приведена информация и правила оформления изображений на чертежах в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

В главе «Материалы для практических занятий» представлен комплекс графических работ, состоящий из заданий по всем темам учебной программы и примеров их выполнения с использованием чертежного инструмента. Выполнение заданий способствует приобретению будущими бакалаврами знаний общих методов построения и чтения чертежей, а также решению разнообразных инженерно-геометрических задач, возникающих при проектировании, конструировании и изготовлении различных изделий.

Получив вариант задания, студент начинает его выполнять в аудитории под руководством и контролем преподавателя, а заканчивает – самостоятельно. В ходе выполнения графических работ приобретаются умения и навыки оформления конструкторской документации и чтения технических чертежей. Освоение способов конструирования различных пространственных объектов и способов получения их чертежей способствует эффективному формированию у студентов пространственного воображения.

Глава 1. Виды графической документации. Правила оформления чертежей

1.1. Общие правила оформления индивидуальных заданий по техническому черчению

При оформлении пояснительных записок, эскизов, чертежей и схем необходимо строго соблюдать все правила и требования, установленные стандартами ЕСКД (*Единая система конструкторской документации*) на масштабы, форматы листов, основные надписи, чертежный шрифт.

Стандарты ЕСКД, принятые в 1968 г., определяются по классификационным группам. Группа 1 – "*Основные положения*", группа 3 – "*Общие правила выполнения чертежей*" и т.п. ГОСТ 2.315-68 обозначает: 2 – номер, присвоенный всему комплексу стандартов ЕСКД; 3 – номер группы стандартов по присвоенной классификации; 15 – порядковый номер, начиная с 01, в пределах данной группы; 68 – год утверждения стандарта.



Рисунок 1. Пример обозначения стандарта ЕСКД ГОСТ 2.305-2008

Следует иметь в виду, что многие стандарты периодически уточняются и в них вносятся соответствующие изменения и дополнения.

Перечень стандартов ЕСКД, изучаемых в курсе технического черчения

Основные положения.

- Общие положения: ГОСТ 2.001-70.
- Виды изделий: ГОСТ 2.101-68.
- Стадии разработки: ГОСТ 2.103-68.

- Основные надписи: **ГОСТ 2.104-68.**
- Основные требования к текстовым документам: **ГОСТ 2.105-68.**
- Основные требования к рабочим чертежам: **ГОСТ 2.107-68.**
- Спецификация: **ГОСТ 2.108-68.**
- Правила выполнения чертежей деталей, сборочных, общих видов, габаритных и монтажных: **ГОСТ 2.109-68.**
- Технические условия, Правила построения, изложения и оформления: **ГОСТ 2.114-70.**

Общие правила выполнения чертежей.

- Форматы: **ГОСТ 2.301-68.**
- Масштабы: **ГОСТ 2.302-68.**
- Линии: **ГОСТ 2.303-68.**
- Шрифты чертежные: **ГОСТ 2.304-81.**
- Изображения – виды, разрезы, сечения: **ГОСТ 2.305-68.**
- Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах: **ГОСТ 2.306-68.**
- Нанесение и указание размеров и предельных отклонений: **ГОСТ 2.307-68, ГОСТ 2.308-68.**
- Нанесение на чертежах обозначений шероховатости поверхностей: **ГОСТ 2.789-73.**
- Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки: **ГОСТ 2.310-68.**
- Изображение резьбы: **ГОСТ 2.311-68.**
- Условное изображение и обозначение швов сварных соединений: **ГОСТ 2.312-68.**
- Условное изображение и обозначение швов неразъемных соединений: **ГОСТ 2.313-68.**
- Изображения упрощенные и условные крепежных деталей: **ГОСТ 2.315-68.**
- Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц: **ГОСТ 2.316-68.**
- Аксонометрические проекции: **ГОСТ 2.317-69.**
- Правила выполнения чертежей различных изделий (пружин, зубчатых колес, реек, червяков, звездочек цепных передач, подшипников и т.п.) **ГОСТ 2.401-68 ГОСТ 2.421-70.**
- Правила выполнения схем и условные графические обозначения (общие требования, схемы электрические, кинематические, машины электрические и их элементы, гидравлические насосы и двигатели, трубопроводы и их элементы) **ГОСТ 2.701-68ГОСТ 2.786-70.**

Чертеж оформляется рамкой, которая проводится сплошной основной линией (рис.2).

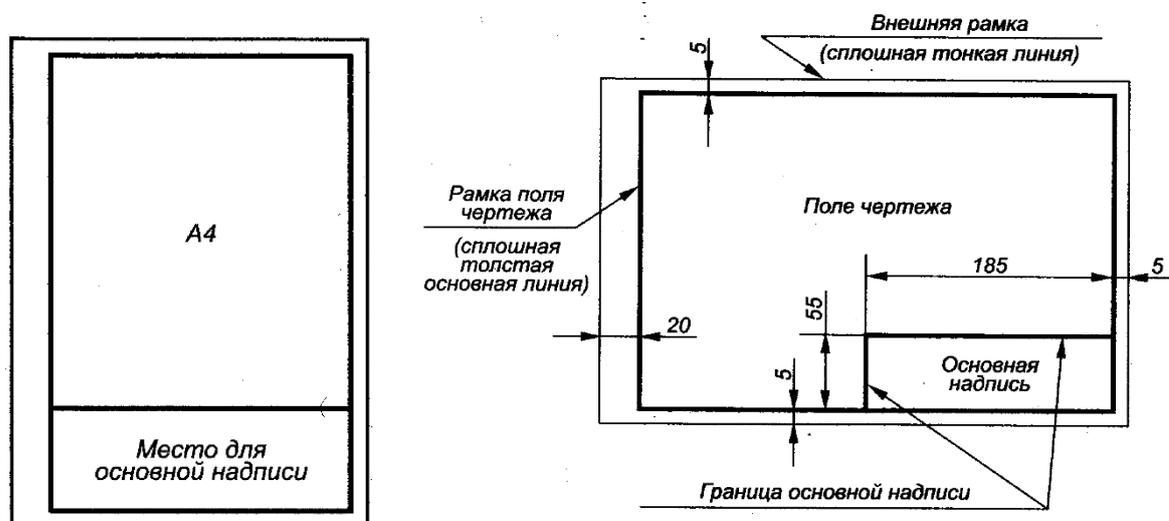


Рисунок 2. Оформление рамки чертежа

В правом нижнем углу формата помещается основная надпись (рис.3), все графы которой заполняются надписями шрифтом по ГОСТ 2.304-81.

Основную надпись на листах формата А4 располагают вдоль короткой стороны листа, на остальных форматах можно располагать вдоль той и другой стороны.

В учебных заведениях заполняют следующие графы:

- графа 1 – шифр (номер зачетной книжки, номер задания, номер группы);
- графа 2 – обозначение (номер) чертежа по ГОСТ 2.201-80;
- графа 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);
- графа 4 – литера, присвоенная документу (литера «У» – для учебных чертежей);
- графа 5 – масса изделия в килограммах;
- графа 6 – масштаб изображения;
- графа 7 – наименование учебного заведения и группы;
- графа 8 – фамилии студента и преподавателя;
- графа 9 – подписи студента и преподавателя;
- графа 10 – дата подписания чертежа;
- графа 11 – порядковый номер листа;
- графа 12 – общее количество листов документа.

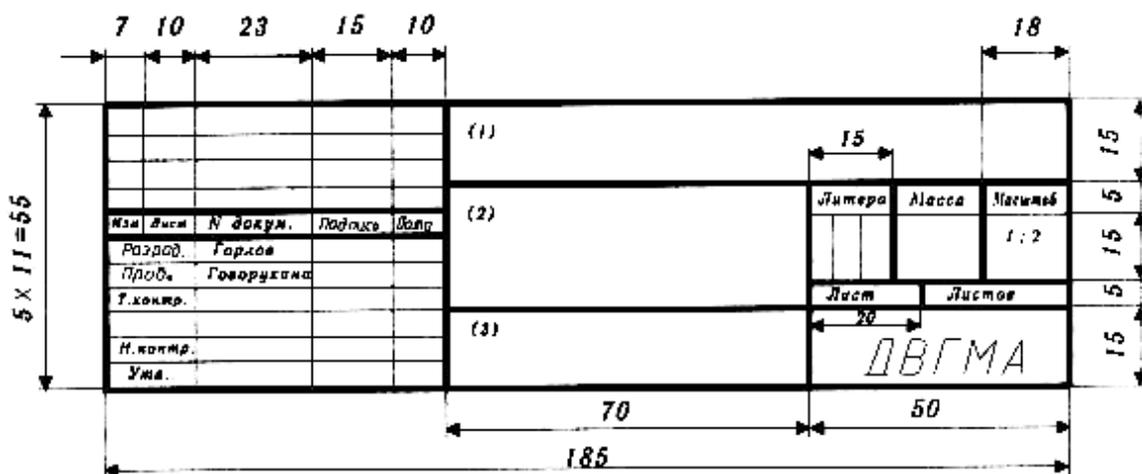


Рисунок 3. Оформление основной надписи

Чертежи вычерчиваются с помощью чертежных инструментов в масштабе и размещаются с учетом наиболее равномерного размещения всего задания в пределах формата. Разрешается выполнение чертежей, эскизов и расчетов на ПЭВМ в графической системе "Компас 3D" или ей подобных.

ГОСТ 2.001-93 устанавливает общие положения по целевому назначению, области распространения, классификации и обозначению стандартов, входящих в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Определение и назначение ЕСКД

Единая система конструкторской документации – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.).

Основное назначение стандартов ЕСКД – установление в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые должны обеспечивать:

- 1) возможность обмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления;
- 2) стабилизацию комплектности, исключая дублирование и разработку не требуемых производству документов;
- 3) возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;

- 4) упрощение форм конструкторских документов графических изображений, снижающее трудоемкость проектно-конструкторских разработок промышленных изделий;
- 5) механизацию и автоматизацию обработки технических документов и содержащейся в них информации;
- 6) улучшение условий технической подготовки производства;
- 7) улучшение условий эксплуатации промышленных изделий;
- 8) оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

Область распространения стандартов ЕСКД

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения по разработке, оформлению и обращению документации распространяются:

- 1) на все виды конструкторских документов;
- 2) на учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;
- 3) на нормативно-техническую и технологическую документацию, а также научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой они могут быть для них применены и не регламентируются специальными стандартами и нормативами, устанавливающими правила выполнения этой документации и литературы, например, форматов и шрифтов для печатных изданий и т. п.

1.2. Основные положения единой системы конструкторской документации

ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ

В соответствии с ГОСТ 2.101-68 устанавливаются следующие виды изделий:

- 1) **детали** – изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций;
- 2) **сборочные единицы** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.);
- 3) **комплексы** – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;

- 4) **комплекты** – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т.п.

ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, приемки, эксплуатации и ремонта (ЕСКД ГОСТ 2.102-68). В таблице 1 приведены определения, коды и виды конструкторских документов, выполняемых студентами в процессе работы над заданиями по курсу инженерной графики.

Таблица 1

<i>Код документа</i>	<i>Вид документа</i>	<i>Определение</i>
1	2	3
–	Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.
СБ	Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля.
ВО	Чертеж общего вида	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.
По ГОСТ 2.701-84	Схема	Документ, на котором показаны в виде условных изображений и обозначений составные части изделия и связи между ними.
–	Спецификация	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.
ПЗ	Пояснительная записка	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснования принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

1.3. Общие правила выполнения чертежей

ФОРМАТЫ

Чертежи выполняются на листах бумаги определенных форматов, размеры которых установлены **ГОСТ 2.301-68**.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией, по которой производится его обрезка. Обозначения и размеры форматов, принятых за основные, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные форматы

Обозначение	A4	A3	A2	A1	A0
Размеры сторон, мм	210 x 297	297 x 420	420 x 594	594 x 841	841 x 1189

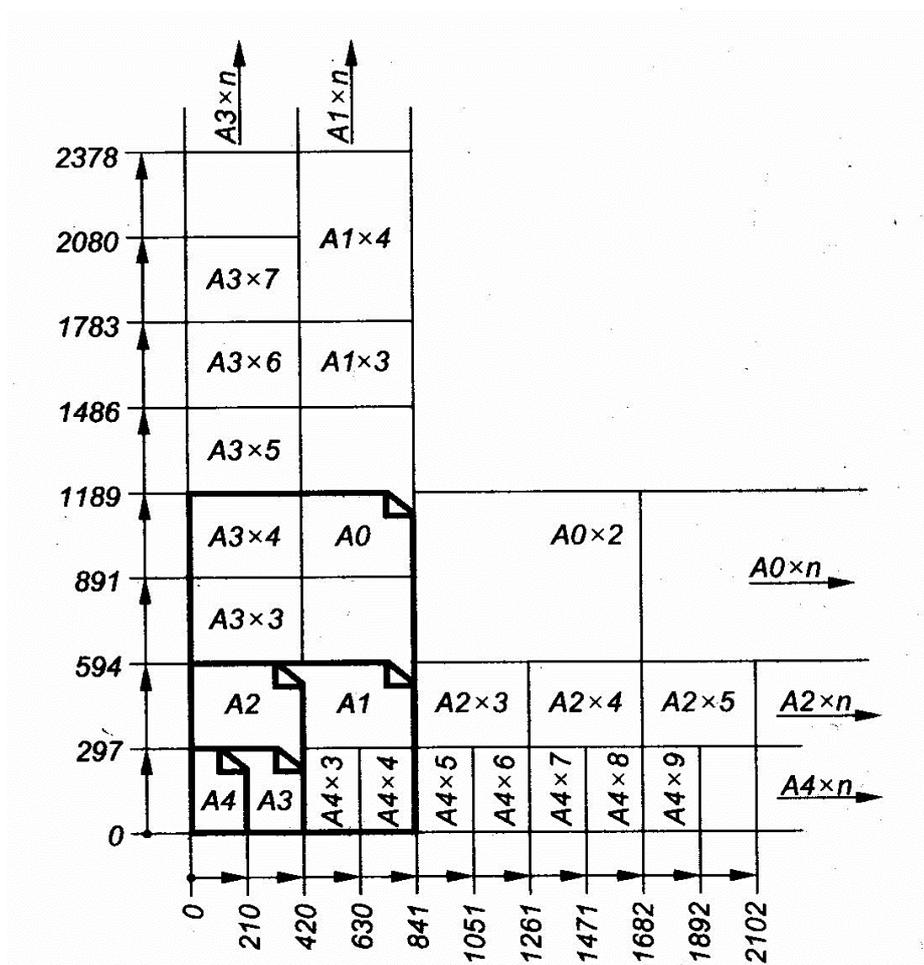


Рисунок 4. Рекомендованные стандартом дополнительные форматы

Таблица 3

Дополнительные форматы

Кратность	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189x1682	-	-	-	-
3	1189x2523	841x1783	594x1261	420x891	297x630
4	-	841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5	-	-	594x2102	420x1486	297x1051
6	-	-	-	420x1783	297x1261
7	-	-	-	420x2080	297x1471
8	-	-	-	-	297x1682
9	-	-	-	-	297x1892

В случае, когда неудобно применение основных форматов, используют *дополнительные форматы*, которые получают увеличением меньшей стороны основного формата на значение, кратное его размеру (рис. 4). На рис. 4 рекомендованные стандартом дополнительные форматы выполнены сплошными тонкими линиями, а основные – толстыми сплошными линиями.

Основные форматы получают путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне формата площадью 1 кв. м с размерами сторон 1189x841 мм (рис. 5).

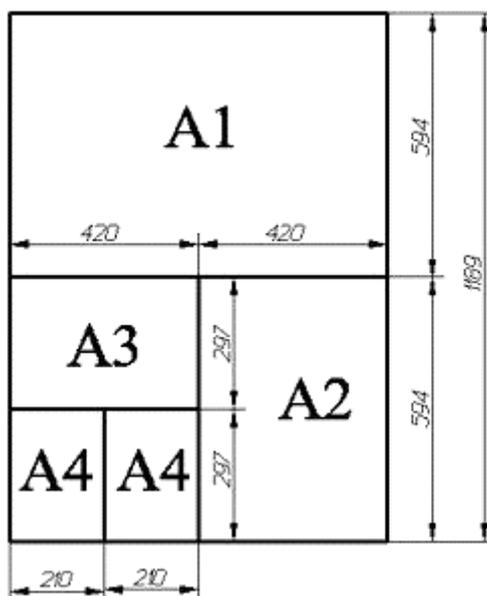


Рисунок 5. Схема деления форматов

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148x210 мм.

МАСШТАБЫ

Масштаб – это отношение размеров изображенного на чертеже предмета к его действительным размерам.

Чертежи, на которых изображения выполнены в истинную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета. Однако при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших, его изображение приходится увеличивать или уменьшать.

Масштабы установлены ГОСТ 2.302-68 и должны выбираться из ряда, приведенного в таблице 4. Если масштаб указывается в предназначенной для этого графе основной надписи, то должен обозначаться по типу 1 : 1; 1 : 2; 2 : 1 и т.д., для отдельных изображений на поле чертежа значение масштаба указывается в скобках, например, для сечения А-А (1 : 2).

Таблица 4

Масштабы

<i>Масштабы уменьшения</i>	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:30; 1:40; 1:50; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
<i>Масштабы увеличения</i>	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 15:1; 20:1; 30:1; 40:1; 50:1; 100:1; 200:1; 400:1; 500:1; 800:1; 1000:1

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

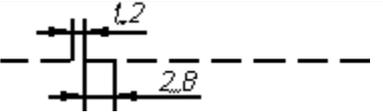
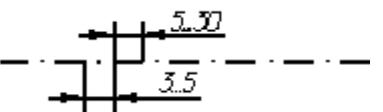
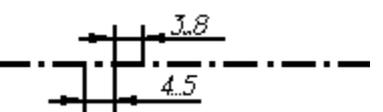
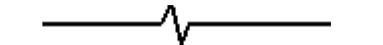
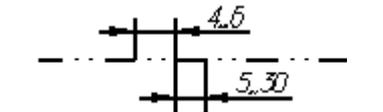
ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

Для изображения предметов на чертежах ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий (табл. 5).

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Толщина линии **S** должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

Таблица 5

Типы линий

№ п/п	Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1	Сплошная толстая основная		S	Линия видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2	Сплошная тонкая		От S/3 до S/2	Линия контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии – выноски Полки линий – выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей ("обстановка") Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях
3	Сплошная волнистая		От S/3 до S/2	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4	Штриховая		От S/3 до S/2	Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5	Штрих – пунктирная тонкая		От S/3 до S/2	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6	Штрих – пунктирная утолщенная		От S/2 до 2S/3	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная проекция")
7	Разомкнутая		От S до 1,5 S	Линии сечений
8	Сплошная тонкая с изломами		От S/3 до S/2	Длинные линии обрыва
9	Штрих – пунктирная с двумя точками тонкая		От S/3 до S/2	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделия в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки совмещенной с видом

На чертеже рукоятки (рис. 6) показаны примеры применения некоторых линий. Обратите внимание, что штриховые и штрихпунктирные линии должны пересекаться только штрихами.

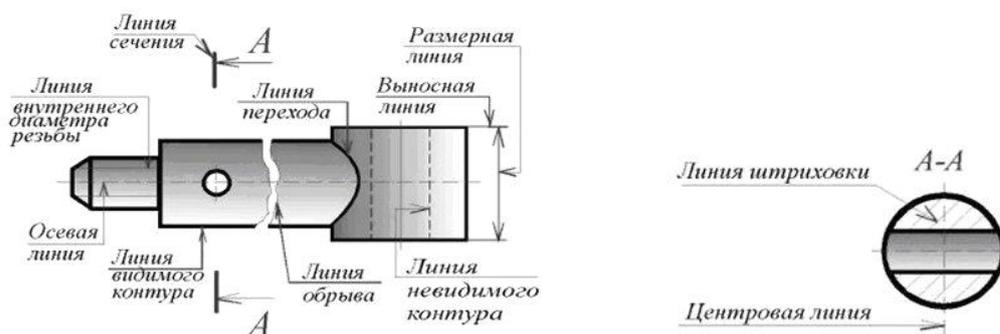


Рисунок 6. Основные назначения линий

ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

Все надписи на чертежах выполняют стандартным шрифтом согласно ГОСТ 2.304-81. Стандартом установлены 2 типа шрифтов: тип А и тип Б, каждый из которых можно выполнить или без наклона, или с наклоном 75 градусов к основанию строки.

Размер шрифта h – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв h измеряется перпендикулярно к основанию строки. Устанавливаются следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает четыре типа шрифта:

1. Тип А без наклона ($d=h/14$);
2. Тип А с наклоном около 75° ($d=h/14$);
3. Тип Б без наклона ($d=h/10$);
4. Тип Б с наклоном около 75° ($d=h/10$).

Тип определяется параметрами шрифта:

- расстояниями между буквами,
- минимальный шаг строк,
- минимальное расстояние между словами;
- толщина линий шрифта.

Шрифты выполняют при помощи вспомогательной сетки, образованной тонкими линиями, в которую вписывают буквы. Шаг линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d . Начертание шрифта типа Б приведено на рисунке 7.

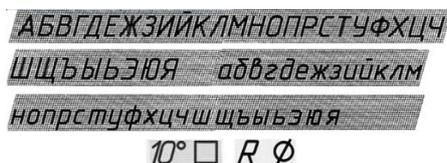


Рисунок 7. Шрифт типа Б наклонный

При нанесении размеров диаметров, квадрата, указании уклона и конусности перед размерным числом наносят соответствующие знаки.

Глава 2. Изображения: виды, разрезы, сечения

Правила построения изображений регламентируются ЕСКД ГОСТ 2.305-2008, согласно которому, изображения предметов на чертеже должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Изображение в общем случае можно рассматривать как проекцию пространственного объекта на плоскость.

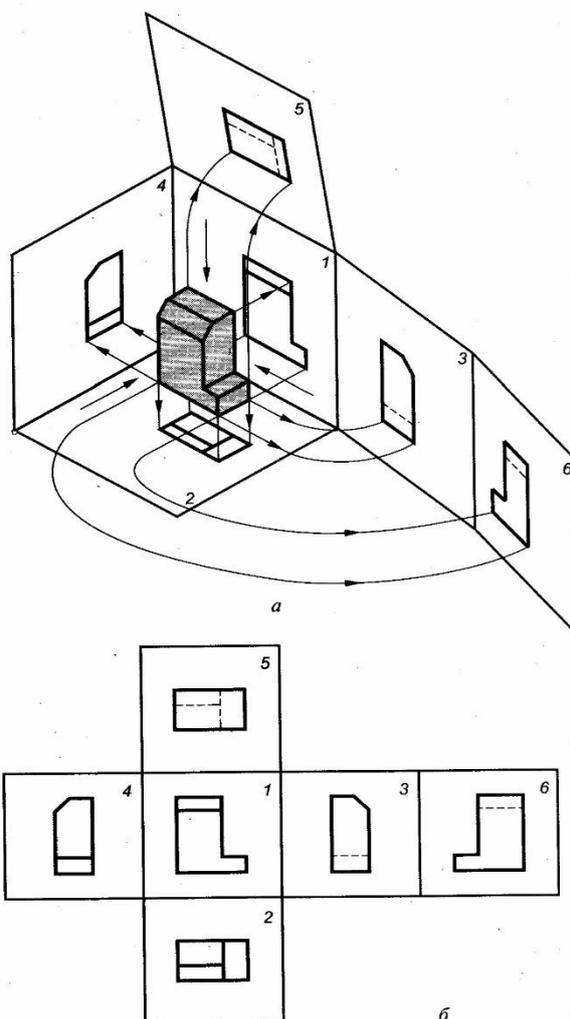
Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

2.1. Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Виды разделяются на основные, местные и дополнительные.

В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние грани поверхности. Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (рис. 8).

1. вид спереди (главный вид);
2. вид сверху;
3. вид слева;
4. вид справа;
5. вид снизу;
6. вид сзади.



Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве **главного**. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Главный вид, как правило, должен соответствовать расположению изделия при выполнении основной операции технологического процесса его изготовления или сборки, а расположение изделий, имеющих явно выраженные верх и низ, должно соответствовать их нормальному положению в эксплуатации.

Названия видов на чертежах надписывать не следует, за исключением случая, когда виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций).

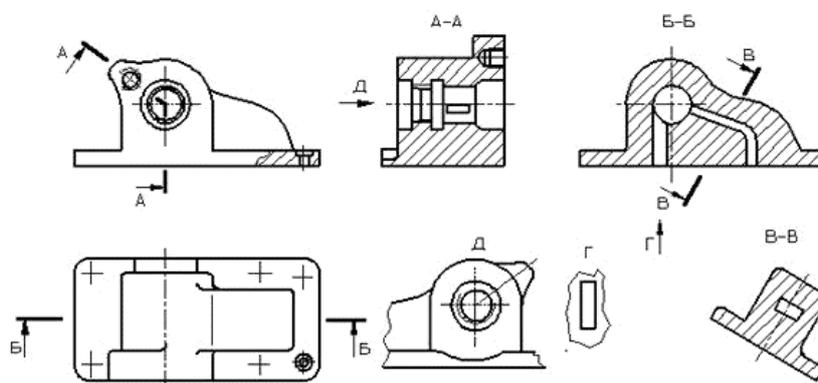


Рисунок 9. Корпусная деталь

При нарушении проекционной связи, направление проектирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву (рис. 9, вид Д). Чертежи оформляют также, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ним.

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют **дополнительные виды**, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций (рис. 10).

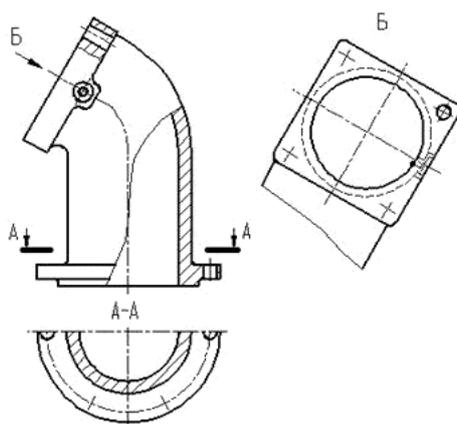


Рисунок 10. Фланец угловой

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже стрелкой и прописной буквой, а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением.

В случае, когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (рис. 11).

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении, при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением .

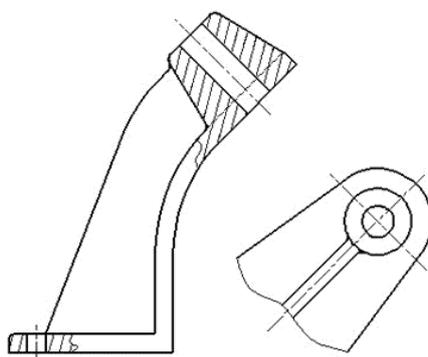


Рисунок 11. Пример изображения дополнительного вида, находящегося в проекционной связи

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется **местным видом** (рис. 9, вид Г).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности, в наименьшем размере, или не ограничен. Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду.

Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать приведенным на рисунке 12.

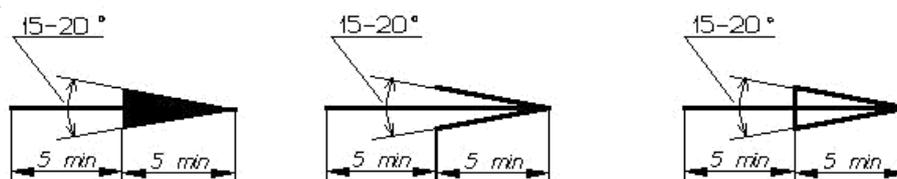


Рисунок 12. Размеры стрелок, указывающих направление взгляда

2.2. Разрезы

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции.

Разрезы разделяются, в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций, на:

- **горизонтальные** – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- **вертикальные** – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- **наклонные** – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

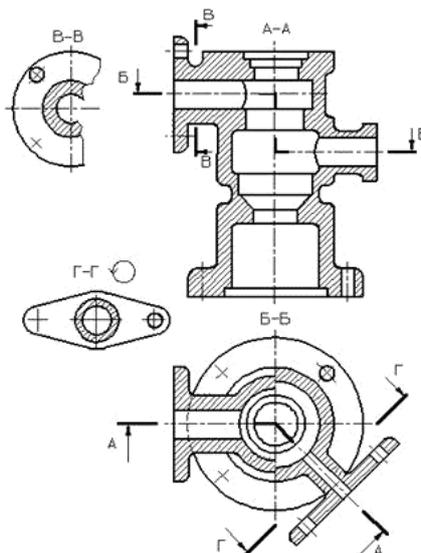


Рисунок 13. Примеры выполнения и обозначения разрезов

На рисунке 13 приведены: горизонтальный разрез Б-Б и вертикальный разрез В-В.

Выполнение и обозначение наклонного разреза А-А показано на рисунке 13.

Вертикальный разрез называется **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 13, разрез Б-Б), и **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

- **простые** – при одной секущей плоскости (рис. 13, разрезы В-В и Г-Г);
- **сложные** – при нескольких секущих плоскостях (рис. 13, разрезы А-А и Б-Б).

Сложные разрезы бывают **ступенчатые**, если секущие плоскости параллельны (рис. 13, разрез Б-Б), и **ломанным**, если секущие плоскости пересекаются (рис. 13, разрез А-А).

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда.

Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида. При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

Разрезы называются **продольными**, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 14).

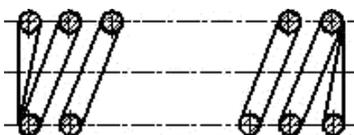


Рисунок 14. Продольный разрез пружины

Разрезы называются **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (рис. 15, разрезы А-А и Б-Б)

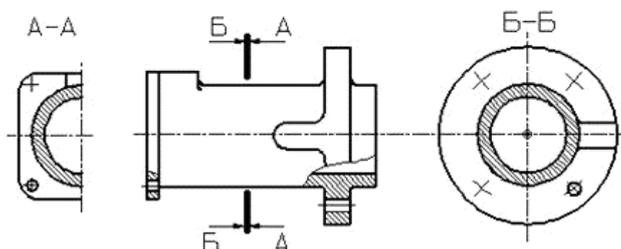


Рисунок 15. Поперечный разрез

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется **местным** (рис. 16).

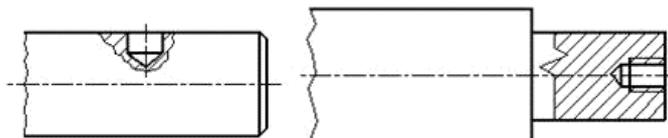


Рисунок 16. Местный разрез

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 17).

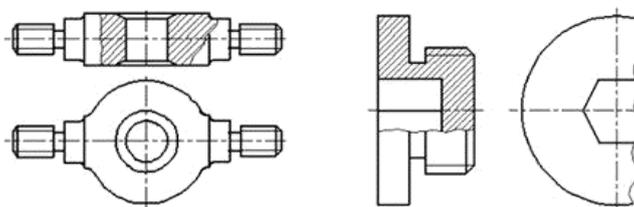


Рисунок 17. Примеры совмещения части вида и разреза

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной тонкой линией с изломом (рис. 17).

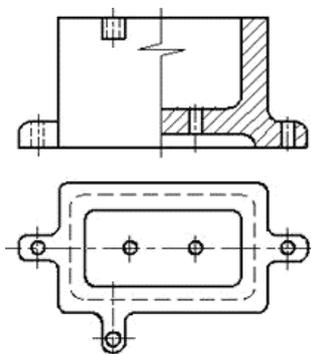


Рисунок 17. Примеры совмещения части вида и разреза

Если на изображении симметричной детали соединяются половина вида с половиной разреза, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 18).

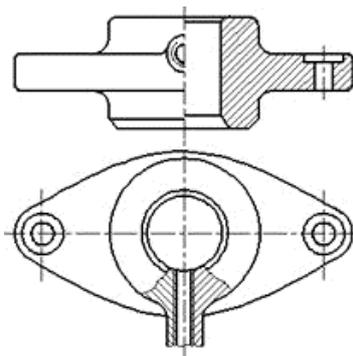


Рисунок 18. Примеры совмещения части вида и разреза

Если в симметричной детали ось симметрии совпадает с линией контура, границу вида и разреза смещают от оси и оформляют, как показано на рисунке 19.

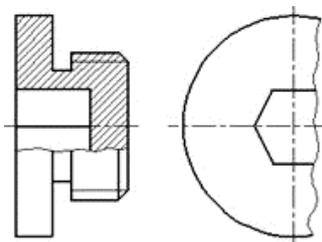


Рисунок 19. Примеры совмещения части вида и разреза

Допускается также разделение разреза и вида штрих-пунктирной тонкой линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет тело вращения (рис. 20).

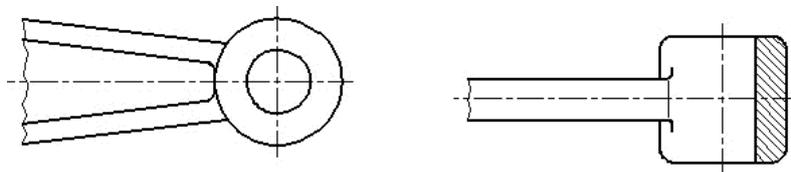


Рисунок 20. Примеры совмещения части вида и разреза

ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

В ГОСТ 2.305-2008 предусмотрены следующие требования к обозначению разреза:

1. Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения.
2. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия (толщина от S до $1,5 S$; длина линии 8-20 мм).
3. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой.
4. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда, стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от внешнего конца штриха.
5. Размеры стрелок должны соответствовать приведенным на рисунке 12.
6. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.
7. У начала и конца линии сечения, а при необходимости и у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, и в местах пересечения со стороны внешнего угла (рис. 21).

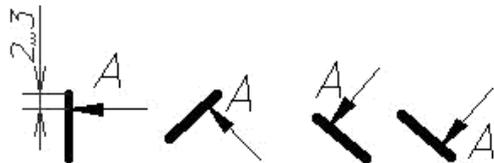


Рисунок 21. Примеры обозначения разреза

8. Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А-А» (всегда двумя буквами через тире).
9. Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают.
10. Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении чертежа.
11. Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов.

12. Допускается располагать разрез на любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением условного графического обозначения – значка «Повернуто» (рис. 22).

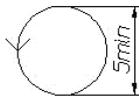


Рисунок 22. Условное графическое обозначение – значок «Повернуто»

2.3. Сечения

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 23).

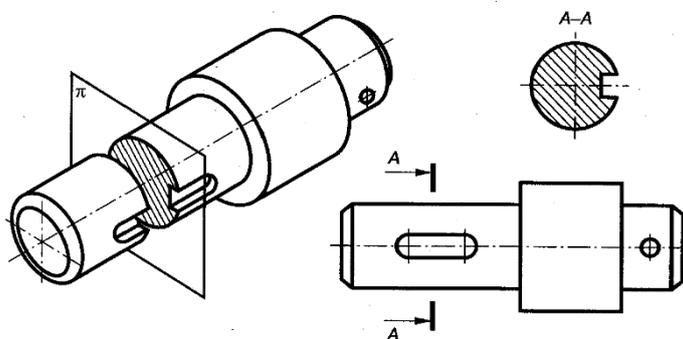


Рисунок 23. Поперечное сечение вала

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость (рис. 24).

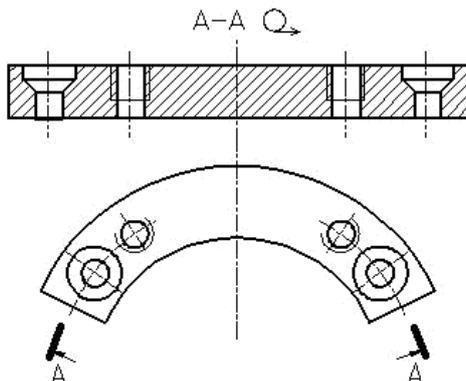


Рисунок 24. Сечение цилиндрической поверхностью

Вместо слова развернуто применяется условное графическое обозначение – значок «Развернуто», форма и размеры которого представлены на рисунке 25.

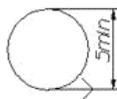


Рисунок 25. Значок «Развернуто»

Сечения разделяют на **наложенные** (рис. 26) и **вынесенные** (рис. 27, 28). Предпочтительными являются вынесенные сечения, их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 27).

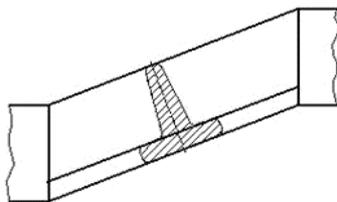


Рисунок 26. Пример изображения наложенного сечения

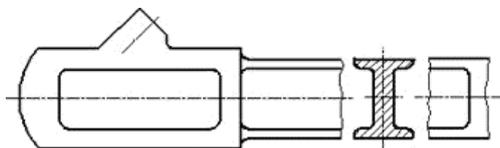


Рисунок 27. Пример изображения вынесенного сечения, расположенного в разрыве между частями одного и того же вида

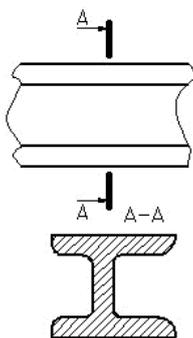


Рисунок 28. Пример изображения вынесенного сечения

В случаях, когда сечение является симметричной фигурой, линию сечения не проводят. Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят (рис. 23, 26).

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения –

сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают её одинаковыми прописными буквами русского алфавита (в строительных чертежах – прописными или строчными буквами русского алфавита или цифрами). Сечение сопровождают надписью по типу «А-А» (рис. 28, 29).

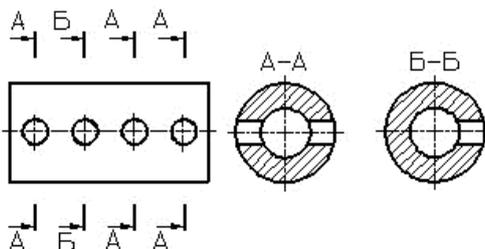


Рисунок 29. Пример обозначения сечений

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (рис. 30).

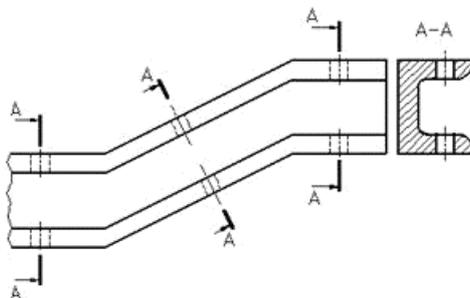


Рисунок 30. Пример обозначения и изображения одинаковых сечений

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают (рис. 31).

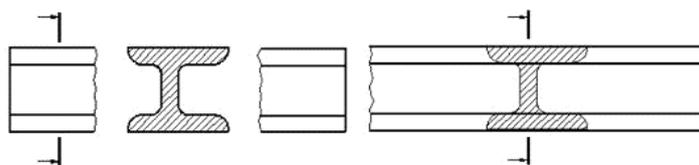


Рисунок 31. Пример несимметричных сечений

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 32).

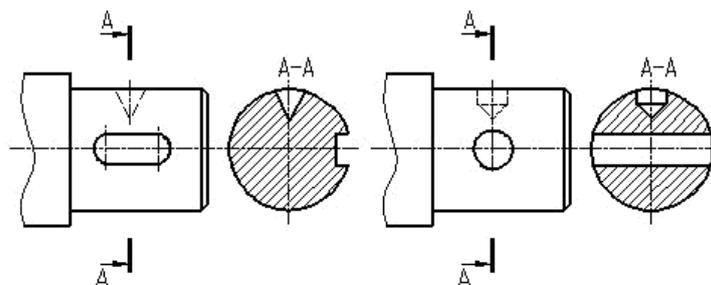


Рисунок 32. Пример выполнения сечений по отверстиям

2.4. Выносные элементы

Выносной элемент – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. На рисунке 33 представлен пример оформления выносного элемента.

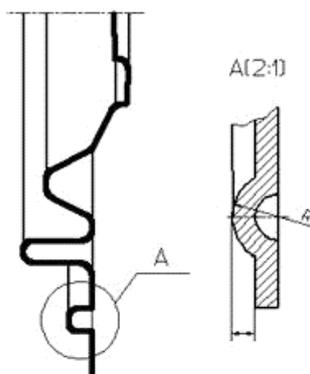


Рисунок 33. Пример оформления выносного элемента

Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом и т. п. с обозначением выносного элемента прописной буквой или сочетанием прописной буквы с арабской цифрой на полке линии – выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен. Выносной элемент следует располагать, по возможности, ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

2.5. Условности и упрощения изображений

Условности и упрощения – это правила, позволяющие сделать чертеж более простым, понятным и уменьшить время на его выполнение. ГОСТ 2.305-2008 устанавливает следующие условности и упрощения:

1. Если вид, разрез или сечение представляют симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения ограниченную осевой линией или немного более половины изображения с проведением в последнем случае линии обрыва (рис. 34).

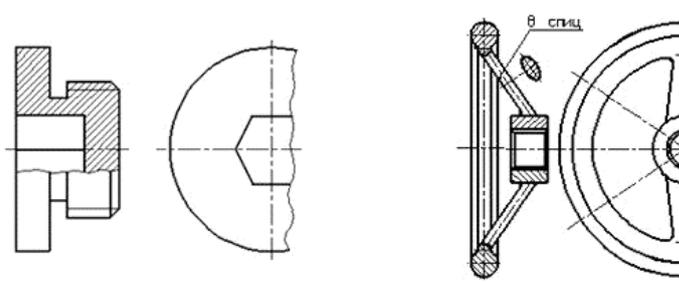


Рисунок 34. Пример упрощенного изображения симметричной детали

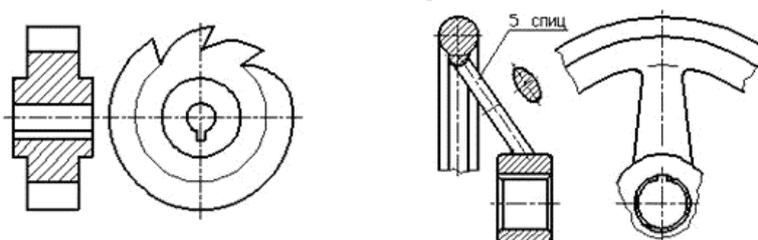


Рисунок 35. Пример изображения предмета с одинаковыми, равномерно расположенными элементами

2. Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один – два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно. Допускается изображать часть предмета с надлежащими указаниями о количестве элементов, их расположении и т. п. (рис. 35).
3. На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (рис. 36).

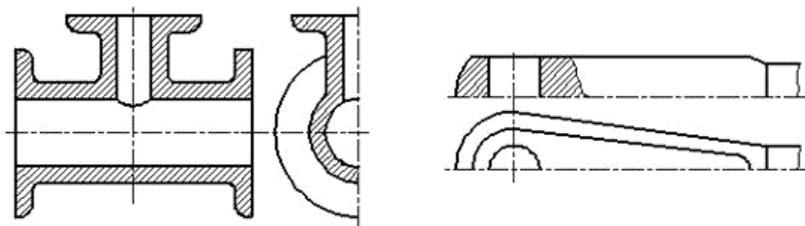


Рисунок 36. Пример упрощенного изображения линий пересечения поверхностей

4. Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно или совсем не показывается (рис. 37).

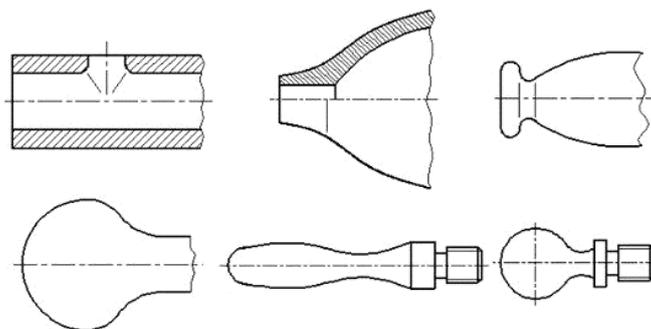


Рисунок 37. Пример упрощенного изображения плавного перехода между поверхностями

5. Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, не пустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п. при продольном разрезе показывают условно не рассеченными. Шарик всегда показывают не рассеченными. Как правило, показываются не рассеченными на сборочных чертежах гайки и шайбы. Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п. показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента. Если в подобных элементах детали имеется местное сверление, углубление и т. п., то делают местный разрез (рис. 38).



Рисунок 38. Пример изображения местных разрезов на валах

2.6. Изображение в проектной графике

АксонOMETРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Согласно ГОСТ 2.317-69, из прямоугольных аксонOMETРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ рекомендуется применять **прямоугольные изометрию и диметрию**.

В прямоугольной изометрии размеры предмета по всем трем измерениям сокращаются на 18 %. ГОСТ рекомендует изометрическую проекцию строить без сокращения по осям координат), что соответствует увеличению изображения против оригинала в 1,22 раза.

На рисунках 39 и 40 показано расположение осей в изометрии и диметрии.

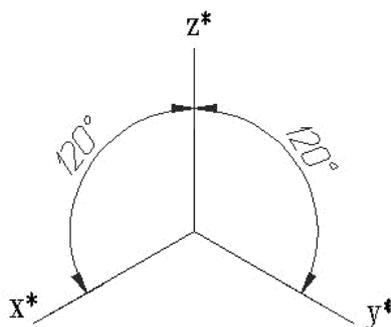


Рисунок 39. Расположение осей в изометрии

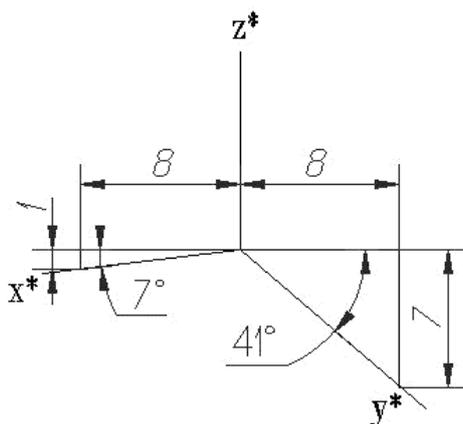


Рисунок 40. Расположение осей в диметрии

При построении прямоугольной диметрической проекции сокращение длин по оси y' принимают вдвое больше, чем по двум другим. В практических построениях вводится масштаб увеличения, равный 1,06, и тогда коэффициенты искажения по осям x' и z' равны единице, а по оси y' вдвое меньше – 0,5.

Построение окружности в аксонометрии

При параллельном проецировании окружности на какую-нибудь плоскость Π^* получаем ее изображение в общем случае в виде эллипса (рис. 41).

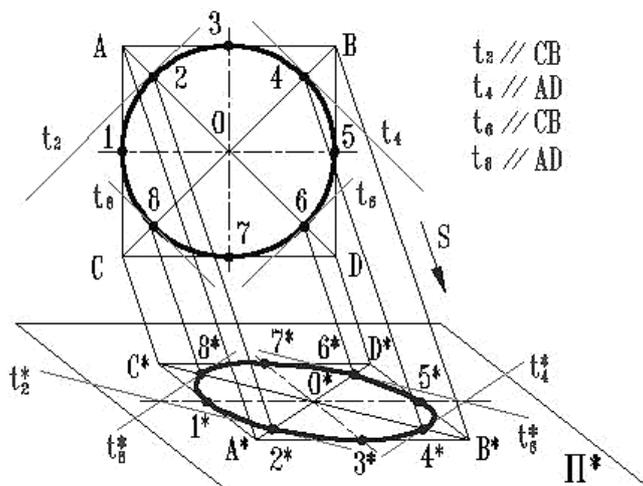


Рисунок 41. Проецирование окружности на плоскость

ГОСТ 2.317-69 определяет положение окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных плоскостям проекций для прямоугольной изометрической проекции (рис. 42) и для прямоугольной диметрии (рис. 44).

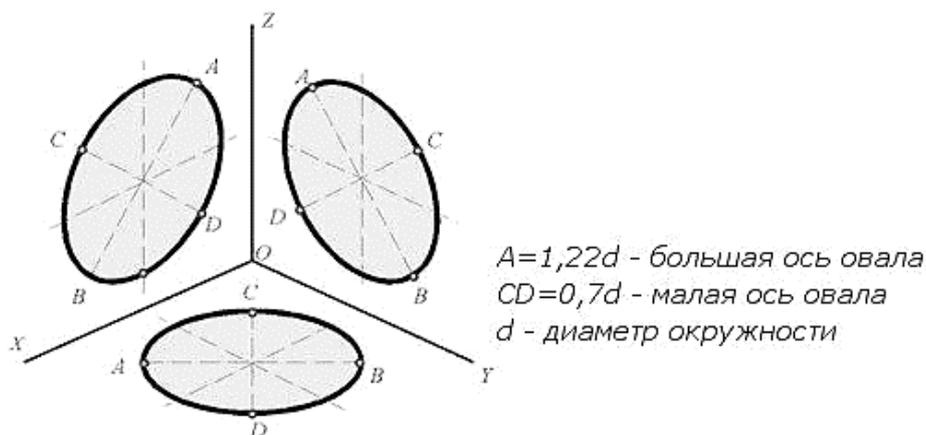


Рисунок 42. Изометрические проекции окружностей расположенных в плоскостях параллельных плоскостям проекций

Построение изометрической проекции окружности показано на рисунке 43. Если изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x, y, z , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна 1,22, а малая ось – 0.71 диаметра окружности. Если изометрическую проекцию выполняют с искажением по осям x, y, z , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности, а малая – 0.58 диаметра окружности.

Как бы ни была расположена плоскость окружности, сначала целесообразно построить параллелограмм $A^*B^*C^*D^*$ – параллельную проекцию квадрата $ABCD$, описанного около данной окружности, а затем с помощью восьми точек и восьми касательных вписать в него эллипс. Точки $1, 3, 5$ и 7 – середины сторон параллелограмма. На отрезке 3^*B^* , как на гипотенузе, построить прямоугольный равнобедренный треугольник 3^*KB^* , из точки 3^* радиусом 3^*K описать полуокружность, которая пересечет A^*B^* в точках L и M , эти точки делят отрезок 3^*A^* и равный ему отрезок 3^*B^* в отношении 3:7; через точки L и M провести прямые параллельные боковым сторонам параллелограмма, и отметить точки $2^*, 4^*, 6^*$ и 8^* расположенные на диагоналях. Построить касательные к эллипсу в найденных точках. Касательные t_2 и t_6 параллельны BD , а касательные t_4 и t_8 параллельны AC . Получив восемь точек и столько же касательных, можно с достаточной точностью вычертить эллипс (рис. 46).

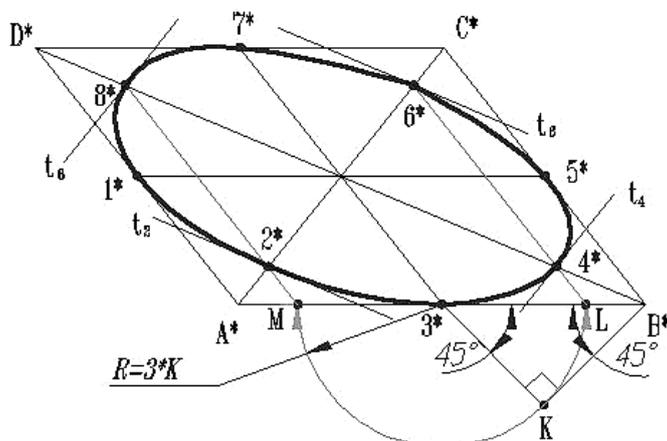


Рисунок 46. Построение эллипса

Построение аксонометрических изображений

Переход от ортогональных проекций предмета к аксонометрическому изображению рекомендуется осуществлять в такой последовательности:

1. На ортогональном чертеже размечают оси прямоугольной системы координат, к которой и относят данный предмет. Оси ориентируют так, чтобы они допускали удобное измерение координат точек предмета. Например, при построении аксонометрии тела вращения одну из координатных осей целесообразно совместить с осью тела (рис. 47).

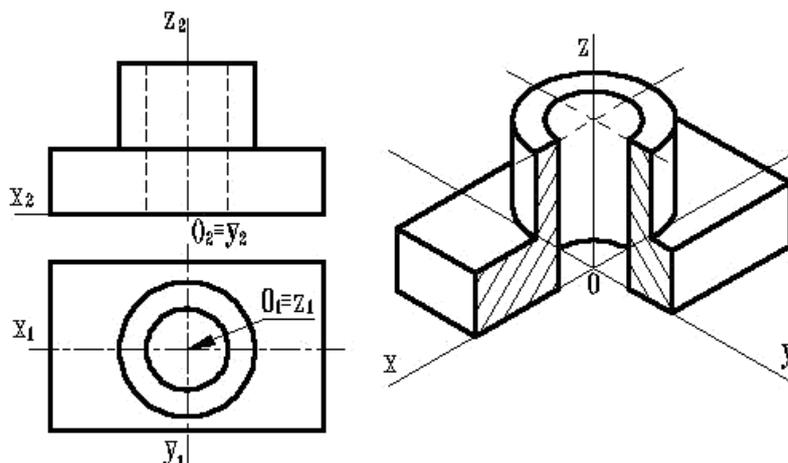


Рисунок 47. Построение аксонометрического изображения

2. Строят аксонометрические оси с таким расчетом, чтобы обеспечить наилучшую наглядность изображения и видимость тех или иных точек предмета.
3. По одной из ортогональных проекций предмета чертят вторичную проекцию.
4. Создают аксонометрическое изображение, для наглядности делают вырез четверти.

Штриховка в аксонометрии

Согласно ГОСТ 2.317-68 ЕСКД линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 48).

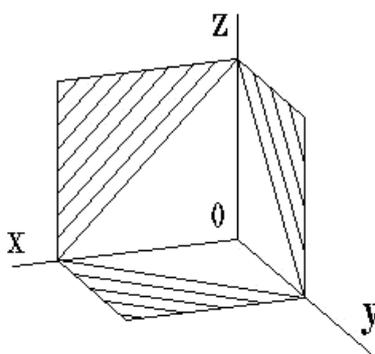


Рисунок 48. Штриховка в аксонометрии

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку.

В аксонометрических проекциях спицы маховиков и шкивов, ребра жесткости и подобные элементы штрихуют.

2.7. Метод проецирования

Проецирование – это процесс получения проекций предмета на какой-либо поверхности (плоской, цилиндрической, сферической, конической) с помощью проецирующих лучей.

Проецирование может осуществляться различными методами.

Методом проецирования называется способ получения изображений с помощью определенной, присущей только ему совокупности средств проецирования (центра проецирования, направления проецирования, проецирующих лучей, плоскостей (поверхностей) проекций), которые определяют результат – соответствующие проекционные изображения и их свойства.

Для того чтобы получить любое изображение предмета на плоскости, необходимо расположить его перед плоскостью проекций и из центра проецирования провести воображаемые проецирующие лучи, пронизывающие каждую точку поверхности предмета. Пересечение этих лучей с плоскостью проекций дает множество точек, совокупность которых создает изображение предмета, называемое его **проекцией**. Это общее определение рассмотрим на примере проецирования точки, прямой, треугольника и треугольной призмы на плоскость проекций Н.

Существует **центральное** (или *перспективное*) и **параллельное** проецирование. Параллельное проецирование бывает *прямоугольным* (ортогональным) или *косоугольным* (табл. 6).

Таблица 6

Методы проецирования

Проецирование		
<i>центральное</i>	<i>параллельное</i>	
	<i>прямоугольное</i>	<i>косоугольное</i>
Применяется для построения перспективных изображений улиц, городов, площадей в архитектуре, а также отображения внешнего облика изделия в дизайнерских проектах	Применяется для построения чертежей в системе проекций, а также аксонометрических изображений, используемых в науке, технике, дизайне и архитектуре	Используется для построения аксонометрических проекций

Центральное проецирование (перспектива) характеризуется тем, что проецирующие лучи исходят из одной точки (S), называемой **центром проецирования**. Полученное изображение называется **центральной проекцией**.

Перспектива передает внешнюю форму предмета так, как воспринимает его наше зрение.

При центральном проецировании, если предмет находится между центром проецирования и плоскостью проекций, размеры проекции будут больше оригинала; если предмет расположен за плоскостью проекций, то размеры проекции станут меньше действительных размеров изображаемого предмета.

Параллельное проецирование характеризуется тем, что проецирующие лучи параллельны между собой. В этом случае предполагается, что центр проецирования (S) удален в бесконечность.

Изображения, полученные в результате параллельного проецирования, называются **параллельными проекциями**.

Если проецирующие лучи параллельны между собой и падают на плоскость проекций под прямым углом, то проецирование называется **прямоугольным** (ортогональным), а полученные проекции – **прямоугольными** (ортогональными). Если проецирующие лучи параллельны между собой, но падают на плоскость проекций под углом, отличным от прямого, то проецирование называется **косоугольным**, а полученная проекция – **косоугольной**. При проецировании объект располагают перед плоскостью проекций таким образом, чтобы на ней получилось изображение, несущее наибольшую информацию о форме.

2.8. Эскиз и технический рисунок

Эскиз – чертеж, выполненный от руки без помощи чертежных инструментов по правилам прямоугольного проецирования в глазомерном масштабе с приблизительным соблюдением пропорций элементов предмета.

Эскиз служит для выполнения по нему рабочего чертежа, он должен содержать все необходимые сведения (форма предмета, размеры и пр.). Эскиз каждого предмета выполняется на отдельном формате без указания масштаба мягким карандашом (М или 2М).

Порядок выполнения эскиза

1. Ознакомиться с предметом. Определить форму и основные составные элементы, которые можно представить в виде простых геометрических тел.
2. Выбрать главный вид, дающий наибольшее представление о форме и размерах предмета. Обычно предмет изображают на главном виде в рабочем

положении, т.е. в том положении, которое предмет занимает при эксплуатации.

3. Определить необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений). Число изображений должно быть минимальным, но достаточным, чтобы полностью выявить все формы предмета и нанести их размеры.
4. Выбрать формат листа в клетку для эскиза в зависимости от размера выбранных ранее изображений. Размеры этих изображений должны позволить четко отобразить все элементы предмета и нанести необходимые размеры и условные обозначения.
5. Подготовить лист для планировки размещения на нем изображений, ограничить лист внешней (тонкой линией) и внутренней (основной линией) рамкой. Выделить место для основной надписи.
6. Спланировать размещение изображений на рабочем поле листа. Для этого тонкими линиями строят прямоугольники с осевыми линиями, отражающими плоскости симметрии предмета. В данные прямоугольники затем вносят изображения. Прямоугольники должны отстоять друг от друга, от рамки и основной надписи чертежа на расстояния, достаточные для нанесения размерных линий и условных знаков.
7. Внутри габаритных прямоугольников нанести виды предмета, соблюдая пропорции элементов предмета и проекционную связь всех изображений. После этого удалить линии габаритных прямоугольников.
8. Построить разрезы и сечения и нанести на них линии штриховки.
9. Нанести выносные и размерные линии и условные обозначения, характеризующие вид поверхности (диаметр, радиус, квадрат и пр.).
10. Нанести размерные числа на размерные линии.
11. Окончательно оформить эскиз. Обвести все линии чертежа согласно **ГОСТ 2.303-68**. Заполнить основную надпись.

Технический рисунок – наглядное изображение предмета, выполненное от руки в одном из видов аксонометрических проекций.

На рис. 49 показаны аксонометрические проекции прямоугольников и окружностей, которыми описываются отдельные части детали.

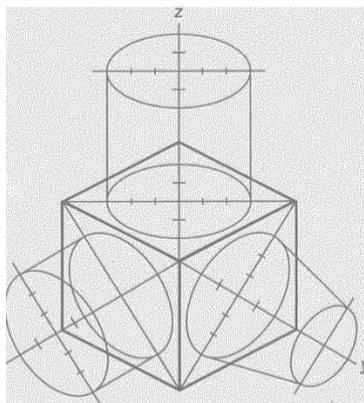


Рисунок 49

Объемная форма предмета на техническом рисунке выполняется посредством показа светотени соответствующей штриховкой изображения (рис. 50).

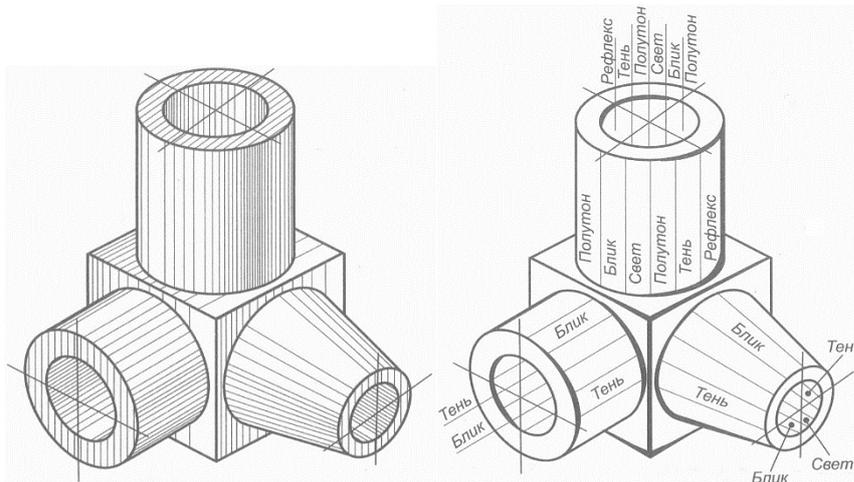


Рисунок 50

2.9. Нанесение размеров

Основные правила нанесения размерных линий и чисел устанавливает ГОСТ 2.307-68.

1. Проведение выносных и размерных линий, нанесение размерных чисел (рис. 51, 52).

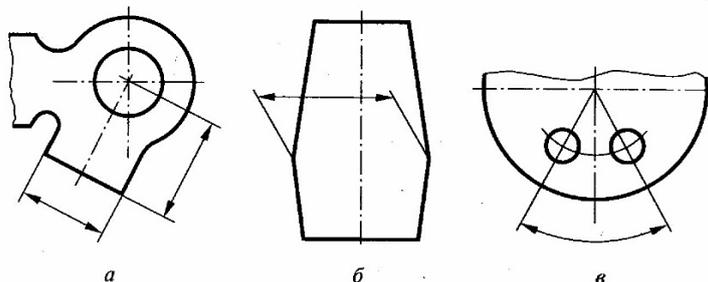


Рисунок 51. Проведение размерных и выносных линий

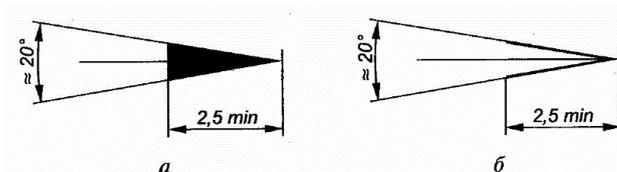


Рисунок 52. Оформление стрелок

2. Нельзя использовать контурные, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных (рис. 53).

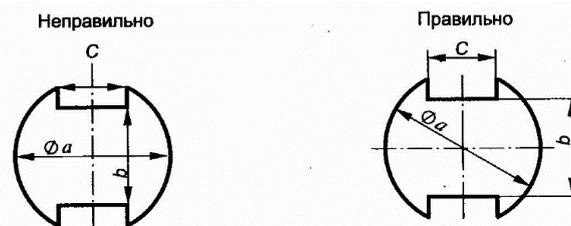


Рисунок 53.

3. Размерные числа нельзя пересекать какими-либо линиями чертежа (рис. 54, а). Любая линия при пересечении со стрелкой прерывается (рис. 54, б).

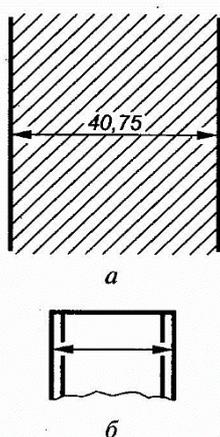


Рисунок 54 (а, б).

4. Нанесение нескольких параллельных или концентрических размерных линий см. на рис. 55.

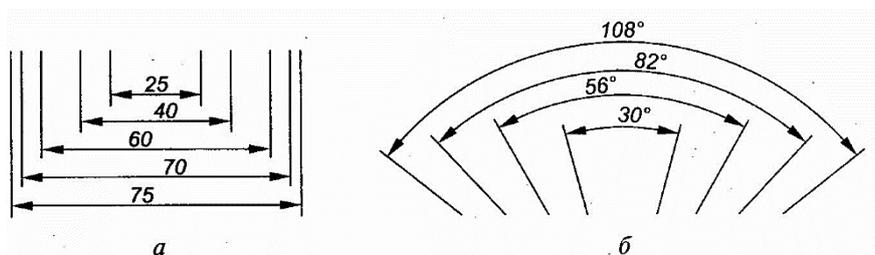


Рисунок 55.

5. Обозначение диаметра (рис. 56), квадрата (рис. 57), дуги (рис. 58).

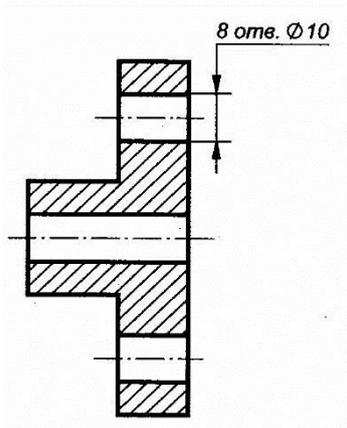


Рисунок 56. Обозначение диаметра нескольких одинаковых отверстий

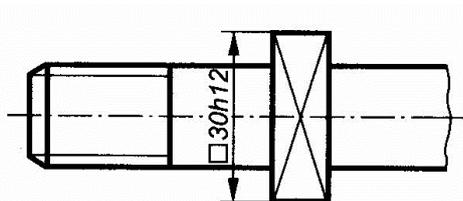


Рисунок 57. Обозначение квадрата на чертеже

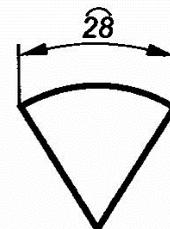


Рисунок 58. Нанесение размера дуги окружности

6. Нанесение размеров фасок (рис. 59-61)

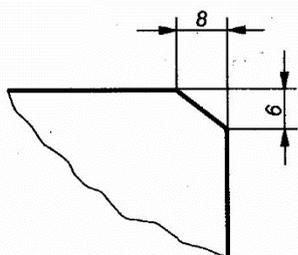


Рисунок 59. Нанесение линейных размеров фаски

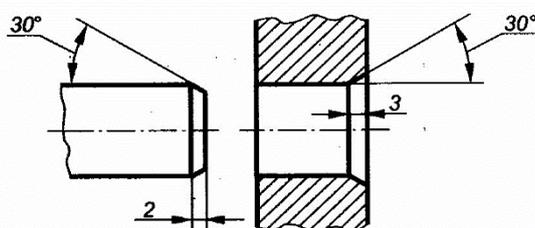


Рисунок 60. Нанесение линейного и углового размеров фаски



Рисунок 61. Нанесение размеров фаски с углом наклона 45 °

7. Построение уклона и его обозначение (рис. 62, 63).

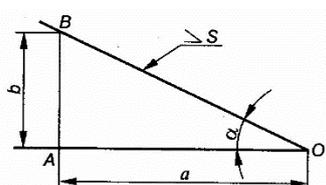


Рисунок 62. Обозначение уклона

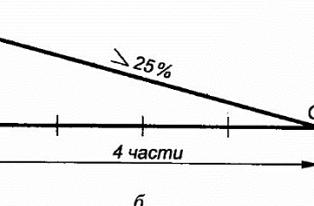
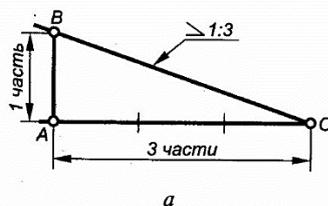


Рисунок 63. Построение уклона

8. Построение конусности и ее обозначение (рис. 64, 65).

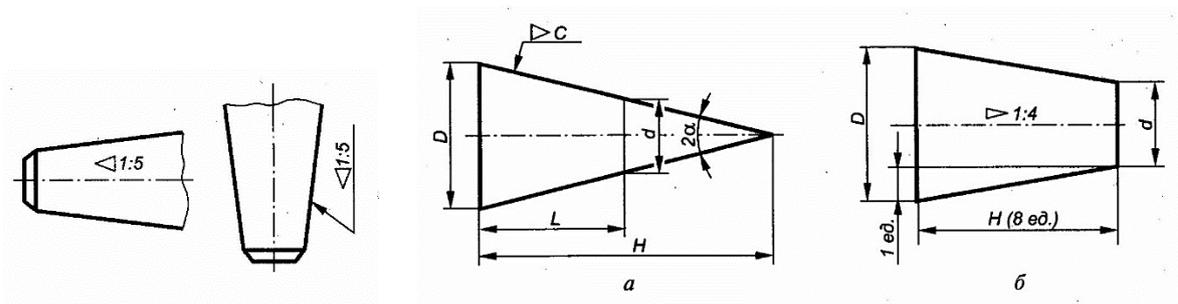


Рисунок 64.

Обозначение конусности

Рисунок 65.

Построение конусности

Правила нанесения размеров

1. Различают размеры рабочие (исполнительные), каждый из которых используют при изготовлении изделия и его приемке (контроле), и справочные, указываемые только для большего удобства пользования чертежом. Справочные размеры отмечают знаком «*», а в технических требованиях, располагаемых над основной надписью, записывают: «* Размер для справок»
2. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях
3. Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения, угловые – в градусах, минутах и секундах, например, 4° ; $10^\circ 30' 24''$.
4. Для нанесения размеров на чертежах используют размерные линии, ограничиваемые с одного или обоих концов стрелками или засечками. Размерные линии проводят параллельно объекту, размер которого указывают. Выносные линии проводят перпендикулярно размерным (рис. 66), за исключением случаев, когда они вместе с измеряемым отрезком образуют параллелограмм (рис. 66). Нельзя использовать в качестве размерных линии контура, осевые и выносные.

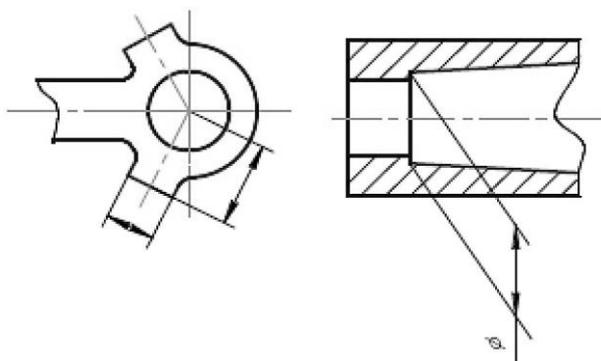


Рисунок 66

5. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм (рис. 67). Необходимо избегать пересечения размерных линий между собой и выносными линиями. Выносные линии должны выходить за концы стрелок или засечек на 1 ... 5 мм.

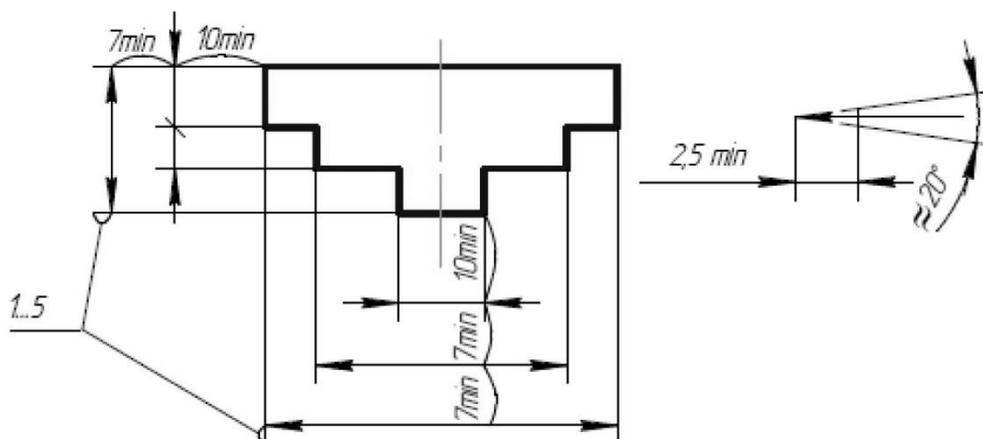


Рисунок 67

6. Размерные стрелки на чертеже должны быть приблизительно одинаковыми.
7. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине. При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (рис. 68).
8. При большом количестве параллельных или концентрических размерных линий числа смещают относительно середины в шахматном порядке (рис. 68).

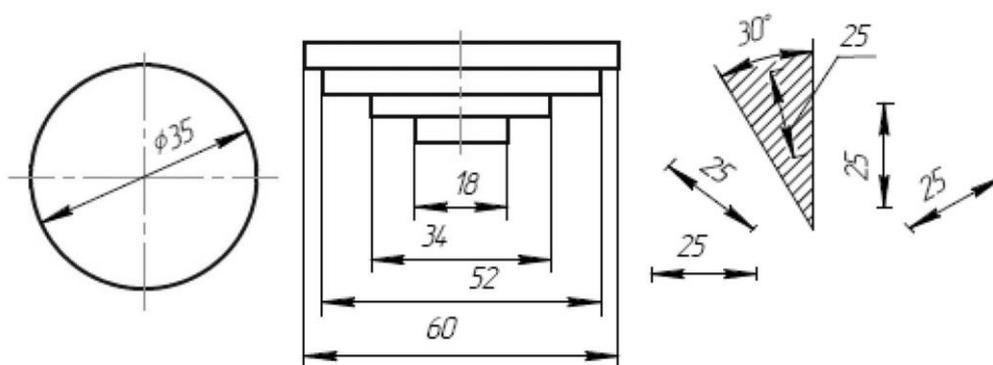


Рисунок 68

9. Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 68. Если необходимо указать размер в заштрихованной зоне, то размерное число наносят на полке линии – выноски.
10. Для учебных чертежей высота размерных чисел рекомендуется 3,5 мм или 5 мм, расстояние между цифрами и размерной линией – 0,5 ... 1 мм.

11. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки заменяют засечками, наносимыми под углом 45 градусов к размерным линиям или точками, но снаружи проставляют стрелки (рис. 69).
12. При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной линии последнюю можно прерывать (рис. 69).

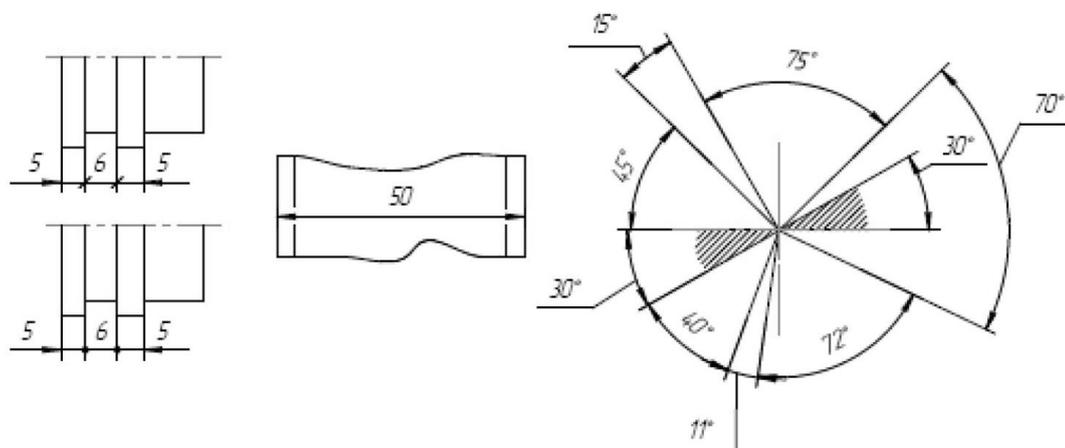


Рисунок 69

13. Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 69. Для углов малых размеров размерные числа помещают на полках линий – выносок в любой зоне.
14. Если надо показать координаты вершины скругляемого угла или центра дуги скругления, то выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругленного угла или от центра дуги скругления (рис. 70).
15. Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных, симметрично расположенных элементов, изображают только до оси симметрии с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или обрыва предмета, а размер указывают полный (рис. 70).

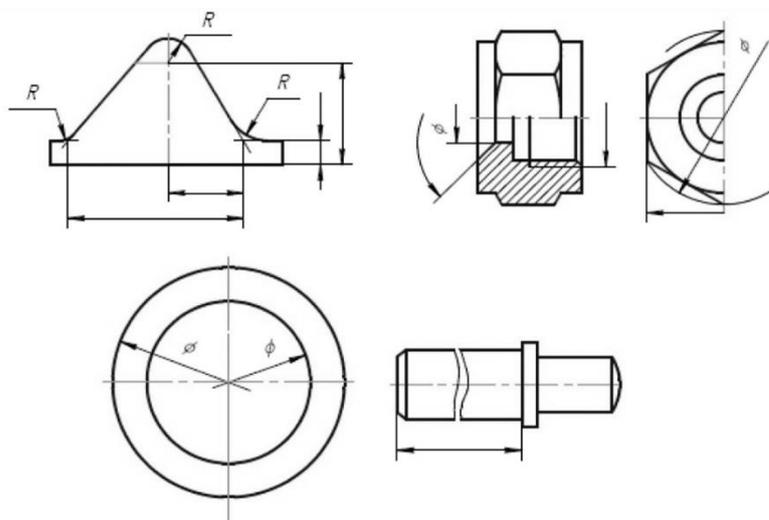


Рисунок 70

16. Размерные линии можно проводить с обрывом и при указании размера диаметров окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 70).
17. При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 70).
18. Размерные числа нельзя разделять или пересекать, какими бы то ни было линиями чертежа. Осевые, центровые линии (рис. 71) и линии штриховки (рис. 71) в месте нанесения размерного числа допускается прерывать.

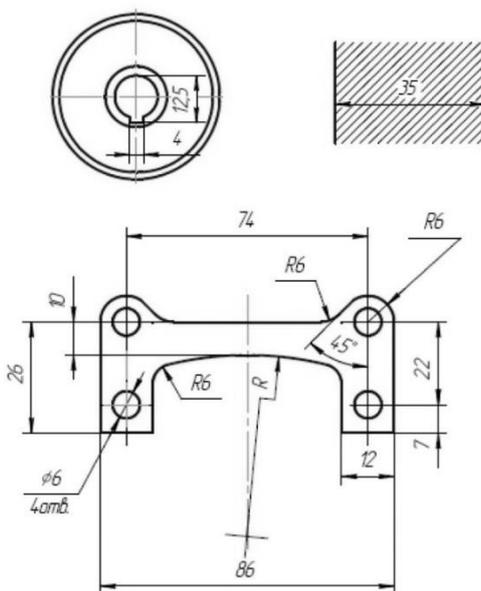


Рисунок 71

19. Перед размерным числом радиуса помещают прописную букву R. Ее нельзя отделять от числа любой линией чертежа (рис. 71)
20. Размеры радиусов наружных и внутренних скруглений наносят, как показано на рис. 72. Способ нанесения определяет обстановка. Скругления, для которых задают размер, должны быть изображены. Скругления с размером радиуса (на чертеже), менее 1 мм не изображают.

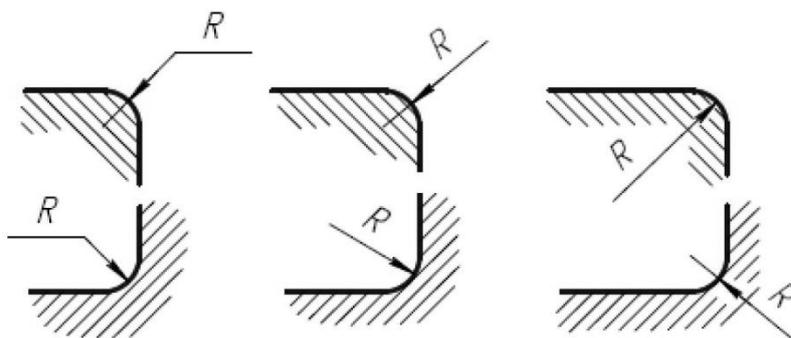


Рисунок 72

21. В случаях, если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, наносят слово «Сфера» или знак \circ (рис. 73). Диаметр знака сферы \circ равен размеру размерных чисел на чертеже.
22. Размер квадрата наносят, как показано на рис. 73. Высота знака равна высоте размерных чисел на чертеже.

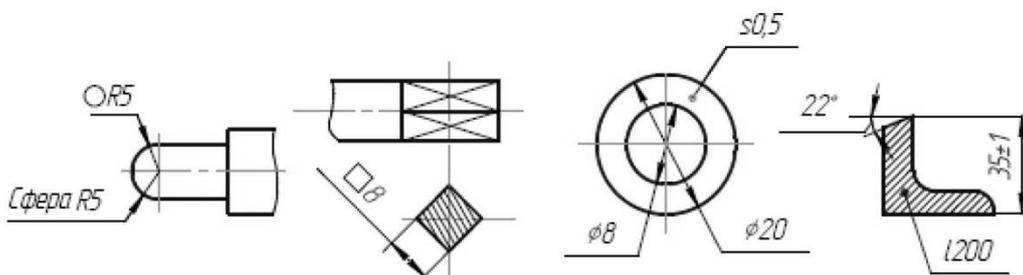


Рисунок 73

23. Если чертеж содержит одно изображение детали, то размер ее толщины или длины наносят, как показано на рис. 73.
24. Размеры изделия всегда наносят действительные, независимо от масштаба изображения.
25. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения, располагая по возможности внутренние и наружные размеры по разные стороны изображения (рис. 74). Однако размеры можно нанести внутри контура изображения, если ясность чертежа от этого не пострадает.
26. При нанесении размера диаметра окружности знак \circ является дополнительным средством для пояснения формы предмета или его элементов, представляющих собой поверхность вращения. Этот знак проставляется перед размерным числом диаметра во всех случаях (рис. 74).

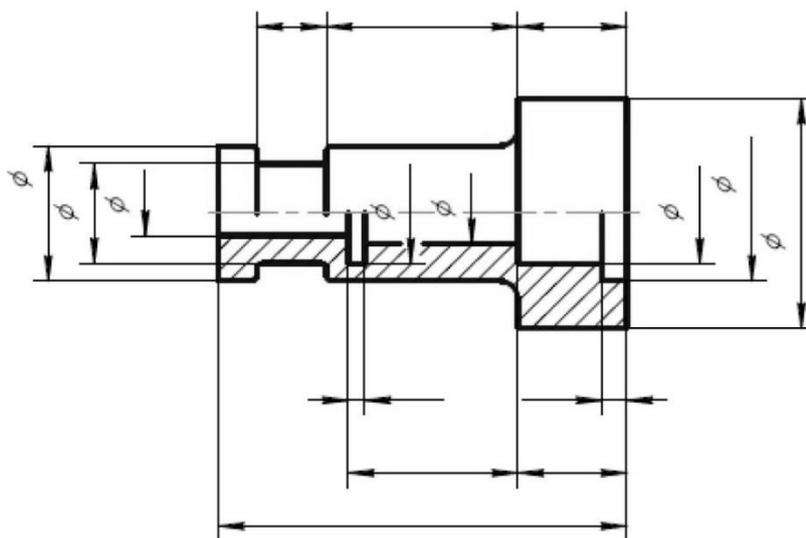


Рисунок 74

Последовательность нанесения размеров.

1. Поэлементные размеры – размеры каждой поверхности, входящей в данную деталь. Эти размеры ставятся на том изображении, где эта поверхность лучше читается.
2. Координирующие размеры – размеры привязки центров одних элементов к другим, межосевые, межцентровые.
3. Габаритные размеры – общая высота, длина и ширина изделий. Эти размеры располагаются дальше всего от контура детали.

Глава 3. Материалы для практических занятий

3.1. Задание 1. Программный интерфейс графической

СИСТЕМЫ КОМПАС-3D LT

Для запуска системы необходимо выбрать меню **Пуск / Все программы / АСКОН / КОМПАС-3D LT**.

Система КОМПАС-3D LT предназначена для создания трехмерных параметрических моделей деталей и последующего полуавтоматического выполнения их рабочих чертежей, содержащих все необходимые виды, разрезы и сечения.

Система ориентирована на формирование моделей изделий, содержащих как типичные, так и нестандартные конструктивные элементы.

Система разработана специально для операционной среды MS Windows и в полной мере использует все ее возможности для обеспечения пользователю максимального комфорта и удобства в работе.

После запуска программы на экране появится окно с изображением стандартной панели. Самая верхняя строка служит для вызова выпадающих меню. В середине экрана располагается рабочая область, под которой рациональнее всего располагать место для **Панели свойств. Строка сообщений** – самая нижняя строка экрана.

Вне зависимости от того, с какими документами приходится работать, на экране всегда рекомендуется отображать панели инструментов: **Стандартная, Вид, Текущее состояние, Компактная**.

Для того, чтобы создать новый документ, необходимо щелкнуть по кнопке **Создать** или одновременно нажать сочетание клавиш (**Ctrl+N**). После этого появится диалоговое окно **Новый документ**. Данное окно позволяет выбрать тип создаваемого документа.

1. **Чертеж** – основной тип графического документа в системе КОМПАС. Чертеж содержит графическое изображение изделия в одном или нескольких видах, основную надпись, рамку и всегда содержит один лист заданного пользователем формата. Файл чертежа имеет расширение **.cdw**.
2. **Фрагмент** – вспомогательный тип графического документа. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Во фрагментах хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл фрагмента имеет расширение **.frw**.

3. **Текстовый документ** (расширение файла **.kdw**).
4. **Спецификация** (расширение файла **.spw**).
5. **Сборка** (расширение файла **.a3d**).
6. **Деталь** – трехмерное моделирование (расширение файла **.m3d**).

Кроме перечисленных выше в КОМПАС-3D LT используются по умолчанию следующие расширения файлов.

Файлы шаблонов документов:

- **m3t** – файлы шаблонов деталей;
- **cdt** – файлы шаблонов чертежей;
- **frt** – файлы шаблонов фрагментов.

Служебные и вспомогательные файлы:

- **tol** – файлы предельных отклонений (допусков);
- **lcs** – файлы библиотек стилей линий;
- **lhs** – файлы библиотек стилей штриховки;
- **lyt** – файлы библиотек оформлений документов;
- **lfr** – файлы библиотек фрагментов;
- **bss** – файлы библиотек специальных знаков;
- **sss** – файлы с исходными описаниями специальных знаков;
- **prj** – файлы проектов, содержащие сведения о настройках новых документов;
- **dns** – файлы с данными о плотностях материалов;
- **pfl** – файл профиля.

Для удобства работы в системе КОМПАС имеются многочисленные панели инструментов с кнопками, которые соответствуют определенным командам системы. Если указатель мыши задержать на какой-либо кнопке панели инструментов, то через некоторое время появится название этой кнопки, а в строке состояний – краткая расшифровка ее действия. Для активизации кнопки установите на нее указатель мыши и щелкните левой клавишей. Кнопки, имеющие маленький

треугольник в правом нижнем углу, могут вызывать расширенную дополнительную панель инструментов. Для этого на такой кнопке нужно придержать нажатой левую клавишу мыши, и через некоторое время появится расширенная панель инструментов с кнопками, определяющими различные способы действия.

Панель инструментов «Геометрия»

Каждая кнопка панели инструментов **Геометрия** имеет свое назначение и расширение. Расширенные команды позволяют получать изображения примитивов различными способами (с использованием различных опций).

Назначение кнопок панели инструментов «Геометрия».

- **Точка** – строит произвольно расположенную точку при задании ее положения.
- **Вспомогательная прямая** – строит произвольно расположенную прямую.
- **Отрезок** – строит произвольно расположенный отрезок.
- **Окружность** – строит произвольную окружность. Необходимо указать центр окружности, затем точку, лежащую на окружности.
- **Дуга** – строит одну или несколько произвольных дуг. Необходимо указать центральную, а затем начальную и конечную точки дуги.
- **Эллипс** – строит произвольный эллипс. Нужно указать центральную точку эллипса и конечную точку первой полуоси, а затем конечную точку второй полуоси эллипса.
- **Непрерывный ввод объектов** – строит последовательность отрезков, дуг или сплайнов. При вводе конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Использовать эту команду удобно, например, при построении контура детали, состоящего из объектов различного типа.
- **Кривая Безье** – строит кривую Безье. Необходимо последовательно указать точки, через которые должна пройти кривая. Для фиксации созданной кривой Безье нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**.
- **Фаска** – строит отрезок, соединяющий две пересекающиеся прямые.
- **Скругление** – строит скругление между двумя пересекающимися объектами дугой окружности. На **Панели свойств** в поле **Радиус** нужно ввести значение радиуса скругления и указать два объекта, между которыми нужно построить скругление.
- **Прямоугольник** – строит произвольный прямоугольник.

- **Собрать контур** – позволяет сформировать контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические объекты.
- **Эквидистанта кривой** – строит эквидистанту какого-либо геометрического объекта.
- **Штриховка** – выполняет штриховку замкнутого контура.

Расширенные команды панели инструментов «Геометрия»

Для вызова расширенной панели инструментов, как уже упоминалось ранее, необходимо удерживать левую клавишу мыши, нажатой на нужной кнопке. Через некоторое время появится расширенная панель инструментов с кнопками, указывающими возможные варианты работы (*расширенные команды кнопки*):

- Отрезок;
- Вспомогательная прямая;
- Окружность;
- Дуга;
- Эллипс;
- Многоугольник.

3.2. Задание 2. Построение изображения,

показанного на рис. 75, а.

1. Создадим **Чертеж**. Включим инструментальную панель **Геометрия**.
2. Нажмем кнопку **Горизонтальная прямая**, щелкнув мышью приблизительно в центре чертежа, построим данную прямую.
3. Нажмем кнопку **Вертикальная прямая** и щелчком мыши на середине поля чертежа создадим данную линию.
4. Нажмем кнопку **Параллельная прямая** и обратимся к строке параметров команды – месту для ввода значений параметров. В рассматриваемой команде имеется всего один параметр – расстояние до уже существующей прямой чертежа. Таких линий на данном чертеже две: вертикальная прямая, созданная в п. 3, и горизонтальная прямая, созданная в п. 2. Щелчком мыши поместим

курсор в прямоугольное поле **Расстояние**, расположенное правее своего названия, и зададим числовое значение параметра, т. е. введем с клавиатуры число **40**, и нажмем клавишу **[Enter]**.

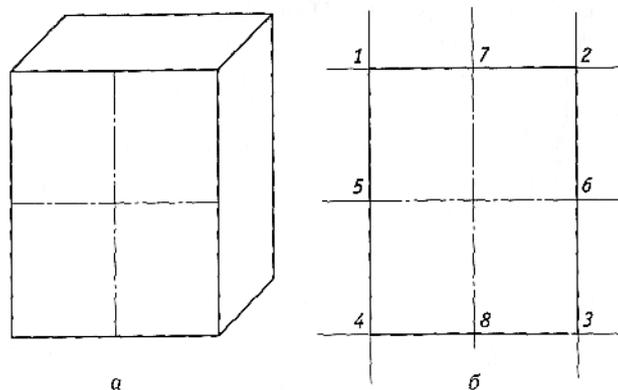


Рисунок 75. Прямоугольный параллелепипед (а) и элементы (1...8) его построения (б)

Теперь осталось указать, параллельно какой прямой чертежа требуется построить вспомогательные прямые. Щелчком мыши укажем вертикальную прямую, после чего на экране появятся две вертикальные прямые, называемые фантомами (призраками). Одна из этих прямых, изображенная на экране сплошной тонкой линией со знаком конверта, – это текущий фантом. Другая прямая, показанная штрихами, – это дублирующий фантом, поскольку можно создать две прямые, параллельные заданной прямой и удаленные на заданное расстояние от нее. Щелчком мыши по прямой с конвертом создадим данную прямую, при этом знаки конверта перейдет на другую прямую, щелчком мыши по которой также подтвердим ее создание. Таким образом будет выполнен весь цикл построений двух вспомогательных прямых, параллельных ранее построенной вертикальной прямой и удаленных от нее на 40 мм.

5. Построим аналогично две вспомогательные прямые, параллельные горизонтальной прямой, созданной в п. 2, на расстоянии 50 мм от нее.
6. Щелчком мыши по кнопке **Установка глобальных привязок**, расположенной на панели **Текущее состояние**, откроем диалоговое окно. Установим переключатели (галочки) в квадрате, расположенном в строке **Пересечение**, а затем в квадрате **Отображать текст**, т. е. включим глобальную привязку **Пересечение** и соответствующим сообщением (в виде текста) на экране покажем название текущей привязки.

Привязки – это характерные точки существующих линий чертежа, относительно которых строятся последующие изображения геометрических фигур.

Привязка **Ближайшая точка**, включенная в системе по умолчанию, позволяет проводить новые линии чертежа (в качестве примера):

- для отрезка прямой через его концевые точки, т. е. через две точки;
- для окружности через ее центр, две точки окружности, расположенные на вертикальном диаметре, и две точки, расположенные на горизонтальном диаметре, т.е. через пять точек.

Привязка **Пересечение** обеспечивает привязку курсора к пересечению любых линий чертежа.

Привязка **Середина** позволяет проводить новые линии через середины существующих отрезка прямой, дуги окружности, дуги эллипса или произвольной кривой.

Привязки называются *глобальными*, так как после установки они доступны непрерывно в любой команде построения или редактирования изображения чертежа.

Каждая глобальная привязка имеет свой приоритет: чем выше она расположена в списке привязок, тем выше ее приоритет при одновременном выполнении нескольких привязок.

Кроме того, в системе имеются так называемые *локальные* привязки, обладающие наивысшим приоритетом, т. е. подавляющие действие глобальных привязок, и предназначенные для указания лишь одной точки чертежа. Это привязки одноразового применения. Кнопкой **ОК** диалоговое окно установки глобальных привязок закрывается. Временно приостановить действие глобальных привязок можно нажатием кнопки **Запретить привязки**.

7. Нажмем кнопку **Отрезок** на инструментальной панели **Геометрия** и начертим отрезок 1-2, показанный на рис. 75, б, для чего подведем курсор к точке 1 и при появлении рядом с ним сообщения **Пересечение** щелчком мыши укажем эту точку. Те же действия выполним для указания точки 2 отрезка. Построенный на экране отрезок будет иметь синий цвет, так как это стандартная настройка цвета линий чертежа стиля **Основная**, задаваемого системой по умолчанию. Аналогично начертим отрезки 2-3, 3-4, 4-1 и, нажав клавишу [Esc] клавиатуры, прервем действие команды **Отрезок**.
8. Начертив прямоугольник 1-2-3-4, удалим вспомогательные прямые, построенные в п. 2...5, для чего выполним цепочку команд **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки** в текущем виде из главного меню системы.

9. Кнопкой **Установка глобальных привязок** откроем диалоговое окно, включим привязку **Середина** и нажмем кнопку **ОК**.
10. Нажмем кнопку **Отрезок** на инструментальной панели **Геометрия** и начертим отрезок 5-6, показанный на рис. 75, б, используя стиль **Осевая**. Для изменения текущего стиля линии чертежа в строке параметров команды щелкнем мышью в поле **Стиль** в открывшемся при этом меню выберем строку **Осевая** и затем щелчками мыши укажем точки 5 и 6. Причем щелчки мышью в указанных точках производим только, когда на экране рядом с курсором появится сообщение об осуществлении привязки **Середина**.
11. Аналогично начертим отрезок 7-8.
12. Не прерывая действия команды **Отрезок**, изменим текущий стиль линии чертежа на стиль **Основная**.

Рассмотрим строку параметров команды **Отрезок**, в которой за условным обозначением начальной точки отрезка следуют два прямоугольных поля, в которые можно вводить значения координат (X, Y) этой точки. При перемещении курсора по экрану числовые значения этих полей будут непрерывно изменяться.

Знак «V» (галочка), расположенный в квадрате левее обозначения t_1 , означает, что этот параметр команды в настоящее время является текущим, т.е. задания этого параметра система ожидает от пользователя в настоящий момент времени. Именно поэтому при перемещении курсора по экрану происходят изменения значений полей рассматриваемого параметра.

Далее в строке идут конечная точка отрезка t_2 и названия параметров: **Длина** – длина отрезка и **Угол** – угол наклона отрезка к координатной оси OX.

Положительная ось OX на чертеже направлена вправо, а положительное направление отсчета углов – против часовой стрелки.

Заметим, что поля параметров t_2 , **Длина**, **Угол** свободны и не изменяются при перемещении курсора по экрану.

Щелчком мыши поместим курсор в поле параметра **Длина**, с клавиатуры введем число 30,0 и нажмем клавишу **[Enter]**. Перенесем курсор в поле параметра **Угол**, введем значение 45° и снова нажмем клавишу **[Enter]**. Переместив курсор в графическую часть экрана, увидим перемещающийся фантом отрезка. При этом курсор будет находиться в начальной точке отрезка – точке вставки. Нажмем кнопку **Запомнить состояние**, расположенную на панели **Свойства экрана**, что позволит запомнить два параметра команды (**Длина** и **Угол**), введенные ранее, и начертить не

один, а несколько отрезков с данными параметрами. Щелкнув мышью в точках 1, 2, 3 (см. рис. 75, б), построим три отрезка, показывающие в аксонометрии ширину параллелепипеда. Прервем действие команды **Отрезок**, нажав клавишу **[Esc]** на клавиатуре.

13. Вновь запустим команду **Отрезок** и, используя стиль **Основная**, начертим два недостающих отрезка.
14. Теперь рассмотрим способ обращения к локальной привязке в отличие от глобальной. Для этого кнопкой **Установка глобальных привязок** откроем диалоговое окно, выключим привязку **Середина**, убрав щелчком мыши галочку в соответствующей строке, и кнопкой **ОК** закроем данное окно.

Далее удалим отрезок 5-6 на рис. 75, б, для чего щелчком мыши выделим его и нажмем клавишу **[Delete]** на клавиатуре. Нажатием кнопки **Отрезок** и щелчком мыши в поле **Стиль** строки параметров установим стиль линий чертежа **Осевая**. Вновь начертим отрезок 5-6, щелкнув правой клавишей мыши в графической части экрана и выбрав в появившемся контекстном меню сначала строку **Привязки**, а затем – **Середина**. Подведем курсор в окрестность точки 5, что приведет к началу работы привязки **Середина** применительно к этой точке. Щелчком левой клавиши мыши укажем точку 5. Вновь вызовем контекстное меню, установив локальную привязку **Середина**, и укажем точку 6.

15. Клавишей **[Esc]** прервем действие команды **Отрезок**.

3.3. Задание 3. ОКРУЖНОСТЬ

Меню кнопки **Окружность** содержит семь команд построения окружностей по различным параметрам:

- по центру и радиусу;
- по трем точкам;
- с центром, расположенным на существующей линии чертежа;
- касательно к одной существующей линии чертежа;
- касательно к двум существующим линиям чертежа;
- касательно к трем существующим линиям чертежа (например, построение окружности, касающейся сразу трех окружностей, существующих на чертеже);
- по двум (диаметрально противоположным) точкам.

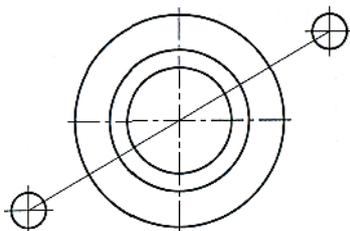


Рисунок 76. Пример построения окружностей

Построение изображения, показанного на рис. 76.

1. Создадим **Фрагмент**, т.е. во вложенном меню кнопки **Создать** выберем строку **Фрагмент**.
2. Кнопкой **Установка глобальных привязок** откроем диалоговое окно и установим привязки **Ближайшая точка, Середина, Пересечение**.
3. Включим инструментальную панель **Геометрия** и, используя команду **Отрезок** и стиль **Тонкая**, начертим на экране отрезок, задав следующие его параметры: **Длина 100, Угол 30**.
4. Нажмем кнопку **Окружность** и установим в строке параметров стиль линии чертежа **Основная**.

В состав строки параметров команды **Окружность** входят следующие поля параметров:

- координат X и Y (текущих параметров) центра окружности (**Центр**);
- координат X и Y точки на окружности (**m**);
- радиуса окружности (**Радиус**).

Далее в данной строке следуют две кнопки **Оси**. Нажатием первой кнопки **Без осей** накладывается запрет на изображение внутри окружности центровых линий, предусмотренных ЕСКД. Нажатие второй кнопки **С осями** разрешает изображение этих линий на чертеже окружности. Щелчком мыши укажем середину отрезка, построенного в п. 3, причем щелчок производим, только когда рядом с курсором появится сообщение **Середина**. Таким образом указывается центр будущей окружности, который в строке параметров станет фиксированным.

Для осуществления построения нескольких концентрических (т.е. из одного центра) окружностей разного диаметра следует нажать кнопку **Запомнить состояние**, расположенную на панели **Свойства экрана**. Двойным щелчком мыши выделим (синим цветом) поле параметра **Радиус**, введем значение 15 и нажмем клавишу **[Enter]**. Таким образом создадим первую окружность.

5. Вновь выделим поле параметра **Радиус**, введем значение 20 и нажмем клавишу **[Enter]**, т.е. создадим вторую окружность.

Аналогично построим третью окружность с радиусом 25 мм и прервем действие команды с помощью клавиши **[Esc]**.

6. Теперь построим две окружности с радиусом 5 мм, центры которых расположены по концам начерченного ранее отрезка. Для этого вновь нажмем кнопку **Окружность**, в поле **Радиус** введем значение 5 и нажмем клавишу **[Enter]**. Затем нажмем кнопку **С осями**, разрешающую построение внутри окружности центровых линий, и кнопку **Запомнить состояние**, что позволит нарисовать сразу несколько окружностей с заданным радиусом. Далее щелчками мыши на концах отрезка укажем центры окружностей и прервем действие команды.

7. В завершение выполним процедуру редактирования окружности. Для этого поместим курсор на окружность с радиусом 25 мм и двойным щелчком мыши введем режим **Редактирование объекта** (в данном случае окружности). При этом редактируемый объект выделится фиолетовым цветом и появится строка параметров с данными на момент его создания.

Выделим поле **Радиус**, введем в него новое значение параметра 30 и нажмем клавишу **[Enter]**. Нажмем кнопку **С осями** и закончим редактирование щелчком мыши по объекту или нажатием кнопки **Создать объект**. Щелчком мыши по свободной части графического экрана отменим выделение окружности.

3.4. Задание 4. Дуга окружности

Меню кнопки **Дуга** содержит пять команд построения дуг окружностей по различным параметрам:

- по центру дуги и двум ее точкам;
- по трем точкам дуги;
- касательно к существующей линии чертежа (сопряженная дуга);
- по радиусу дуги и двум ее точкам;
- по заданному центральному углу дуги.

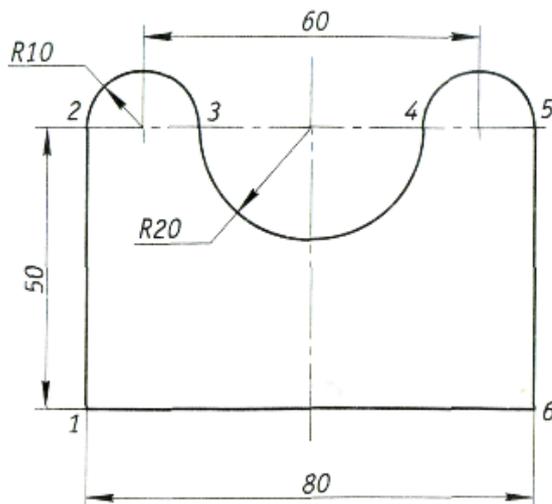


Рисунок 77. Построение контура командой **Непрерывный ввод объектов**.

Строки параметров указанных команд содержат одинаковые наборы параметров, т.е. координаты точек, радиус дуги, центральный угол. Кроме того, здесь же находятся кнопки направления дуги (по часовой стрелке или против часовой стрелки). Построение сочетания прямых участков и дуг окружностей реализуется в рамках одной команды **Непрерывный ввод объектов**.

Построение изображения контура, показанного на рис. 77.

1. Создадим **Фрагмент**. Затем нажмем кнопку **Глобальные привязки** и, выбрав пункт **Угловая привязка**, введем команду **Непрерывный ввод объектов**. В состав строки параметров данной команды входит много кнопок, относящихся к построению отрезка прямой и дуги окружности. По умолчанию работает кнопка **Отрезок** и указаны параметры для его построения. Строим отрезок 1-2 длиной 50 мм и с углом наклона 90°.
2. Для построения дуги 2-3 окружности с радиусом 10 мм нажмем в строке параметров кнопку **Сопряженная дуга** и зададим радиус дуги. Сместим курсор вправо и при появлении рядом с ним сообщения о привязке (**Радиус 10, Угол 0**) щелчком мыши построим эту дугу.
3. Аналогично строим сначала дугу 3-4 окружности с радиусом 20 мм, а затем дугу 4-5 с радиусом 10 мм.
4. В строке параметров нажмем кнопку **Отрезок** и построим отрезок 5-6, задав его параметры: **Длина 50, Угол 270**.
5. Нажмем в строке параметров кнопку **Замкнуть**, а затем прервем действие команды клавишей **[Esc]**. Контур построен.
6. Используя команду **Осевая** по двум точкам инструментальной панели **Обозначения**, начертим осевые линии изображений.

Команды из меню кнопки используются для эллипса, который можно вписать в параллелограмм, а команды имеют узкое специфическое применение.

Построение эллипса в основном выполняется при построении аксонометрических проекций геометрических фигур.

Построение изображения, показанного на рис. 78.

1. Создадим **Фрагмент** и включим инструментальную панель **Геометрия**.
2. Используя команду **Отрезок** и стиль линии **Тонкая**, построим отрезок 1-2 с параметрами **Длина 70, Угол 90**.
3. Построим отрезок 2-3 с параметрами **Длина 70, Угол 187**.
4. Построим отрезок 1-5 с параметрами **Длина 35, Угол 139**.
5. Построим отрезки 1-4 и 5-6, для чего сначала, запустив команду **Параллельный отрезок** из вложенного меню кнопки **Отрезок**, щелчком мыши укажем отрезок 2-3, параллельно которому должны быть построены эти отрезки. Чтобы задать длину отрезка 2-3, воспользуемся геометрическим калькулятором системы КОМПАС, т.е. щелкнем по полю **Длина** правой клавишей мыши и в появившемся меню выберем строку **Длина**. Указав отрезок 2-3, увидим, что в поле **Длина** автоматически будет задано значение **70**. Нажмем кнопку **Запомнить состояние**, чтобы можно было нарисовать несколько отрезков с заданными параметрами. Щелчками мыши в соответствующих точках начертим отрезки 1-4, 5-6 и клавишей **[Esc]** прервем действие команды.
6. Аналогично построим отрезки 4-6 и 3-7, параллельные и равные отрезку 1-5. Прервем действие команды, нажав клавишу **[Esc]**.
7. Построим отрезки 3-4 и 6-7, параллельные и равные отрезку 1-2. Прервем действие команды, нажав клавишу **[Esc]**.
8. Командой **Эллипс** по трем вершинам параллелограмма из меню кнопки **Эллипс** построим, используя стиль линии **Основная**, три эллипса, указав щелчками мыши последовательно любые три вершины параллелограммов. При указании вершин курсор перемещают либо по часовой стрелке, либо против часовой стрелки, контролируя по фантому процесс построения эллипса.
9. Установив привязку **Середина**, командой **Отрезок** линией стиля **Осевая** выполним центровые линии чертежа.

3.6. Задание 6. Прямоугольник

ПРАВИЛЬНЫЙ МНОГОУГОЛЬНИК ФАСКА И СКРУГЛЕНИЕ УГЛОВ

В меню кнопки **Прямоугольник** содержится три команды:

- построение прямоугольника по двум диагональным вершинам;
- построение прямоугольника по центру и вершине;
- построение многоугольника (правильного).

В строке параметров команд построения прямоугольника содержатся следующие параметры:

- координаты X и F центра прямоугольника (**Центр**);
- координаты X и F диагональных вершин (**m1 или m2**);
- высота прямоугольника (**Высота**);
- ширина прямоугольника (**Ширина**).

Далее располагаются две кнопки **Оси**, управляющие построением центровых линий внутри прямоугольника. В строке параметров команды **Многоугольник** содержатся следующие параметры:

- число вершин многоугольника (**Количество вершин**);
- координаты X и Y центра многоугольника (**Центр**);
- радиус соответствующей окружности (**Радиус**);
- угол наклона к оси OX радиуса окружности, проведенного в вершину многоугольника, вписанного в окружность, или в точку касания стороны многоугольника, описанного вокруг окружности (**Угол**).

Здесь же имеются две кнопки:

- **По описанной окружности** – построение многоугольника, вписанного в окружность с заданным радиусом;
- **По вписанной окружности** – построение многоугольника, описанного вокруг окружности с заданным радиусом.

При построении в машиностроительных чертежах изображений деталей, похожих на гайку, следует использовать кнопку **По вписанной окружности**, так как диаметр такой окружности задается стандартным размером под ключ, а в строке параметров необходимо нажать кнопку **С осями** для создания внутри шестиугольника центровых линий.

1. Создадим **Фрагмент** и включим инструментальную панель **Геометрия**.
2. Построим три прямоугольника высотой 40 мм и шириной 50 мм следующим образом. Нажмем кнопку **Прямоугольник** и в строке параметров укажем заданные параметры этой фигуры. После этого нажмем клавишу **[Enter]** и кнопку **Запомнить состояние**, обеспечив построение сразу трех прямоугольников с одинаковыми параметрами. Затем в строке параметров данной команды нажмем кнопку **С осями**. Далее щелчками мыши в произвольных местах экрана построим указанные прямоугольники и прервем действие команды клавишей **[Esc]**.

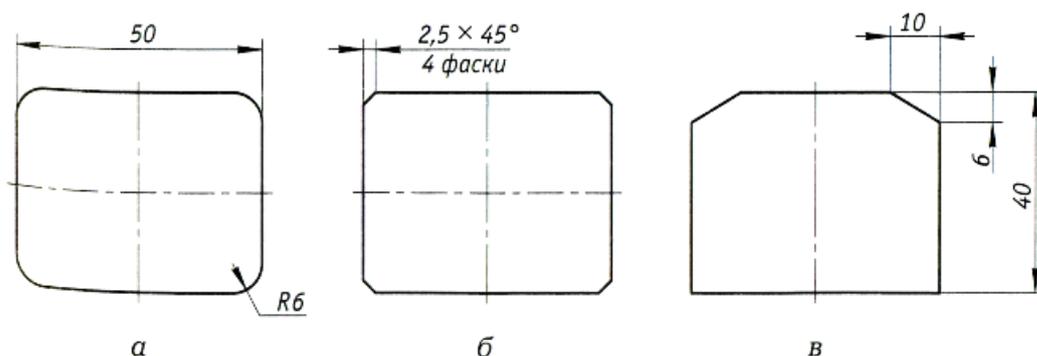


Рисунок 79. Примеры построения скруглений углов (а) и фасок [б, в] в прямоугольниках.

3. У первого прямоугольника скруглим углы дугами окружностей с радиусом 6 мм (рис. 79, а), у второго – выполним во всех углах фаски 2,5x45° (рис. 79, б), а у третьего – в верхних углах фаски 6x10 мм (рис. 79, в).
4. В меню кнопки **Скругление** имеются две команды:
 - **Скругление** – для построения скругления в пересечении двух независимых прямых, например двух пересекающихся прямых, построенных командой **Отрезок**;

- **Скругление на углах объекта** – для построения скруглений углов макроэлементов чертежа.

Макроэлемент – это объединение в единое целое нескольких линий чертежа. Примером такого объединения является прямоугольник, созданный одноименной командой. Щелчок мышью по любой линии этой фигуры вызывает выделение зеленым цветом всех четырех сторон прямоугольника, что и является признаком макроэлемента.

Нажмем кнопку **Скругление** на углах объекта.

В строке параметров данной команды зададим **Радиус 6,0** и нажмем кнопку **На всех углах контура** (помечена стрелкой) для выполнения скруглений одновременно во всех четырех углах прямоугольника. Щелчком мыши укажем на экране первый прямоугольник (см. рис. 79, а) и прервем действие команды.

5. В меню кнопки **Фаска** также имеются две команды, аналогичные по применению командам кнопки **Скругление**. Нажмем кнопку **Фаски** на углах объекта и в строке параметры зададим размеры фаски **Длина 2,50, Угол 45,0**, а затем нажмем кнопку **На всех углах контура** (помечена стрелкой). Укажем щелчком мыши на экране второй прямоугольник (см. рис. 79, б) и прервём действие команды.
6. Щелчком мыши выделим прямоугольник, изображенный на рис. 79, в. После этого, поместив курсор на любую сторону выделенного объекта, щелчком правой клавиши мыши вызовем контекстное меню и выберем в нем строку **Разрушить**. В результате макроэлемент будет разрушен и каждая из четырех сторон прямоугольника станет автономной, в чем можно убедиться, выделив щелчком мыши любую сторону прямоугольника.

Нажмем кнопку **Фаска** в строке параметров данной команды нажмем кнопку **По двум длинам**, (помечена стрелкой) и зададим размеры длин сторон фаски: 10 и 6 мм.

Обратим внимание на назначение двух кнопок **Тип** в приведенной строке параметров. Нажатием правой кнопки (**По длине и углу**) строится фаска, заданная на одной из сторон угла своей длиной и углом наклона линии фаски к этой стороне угла (см. пример построения фасок в п. 4). Нажатием левой кнопки (**По двум длинам**) строится фаска, размеры длин которой указываются щелчками мыши по соответствующим сторонам угла. Первым щелчком мыши указывается та сторона угла, на которой располагается размер фаски, заданный в поле параметра **Длина 1**, а вторым – сторона угла, на которой располагается размер фаски, заданный в поле **Длина 2**. В приведенном

примере в поле Длина 1 задан размер 10 мм, следовательно, первым щелчком мыши укажем верхнюю сторону прямоугольника (см. рис. 79, в), а вторым – правую. Таким образом построим фаску в правом верхнем углу прямоугольника, а затем щелчками мыши по верхней и левой сторонам прямоугольника построим фаску в левом верхнем его углу.

7. Прервем действие команды. Разрушим макроэлемент центровых линий правого прямоугольника и удалим два горизонтальных отрезка этих линий.

3.7. Задание 7. Выполнение основных и ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВИДОВ ДЕТАЛИ

Последовательность выполнения рабочего чертежа детали «Клапан», приведенного на рис. 80.

Создадим **Чертеж**, т.е. нажмем соответствующую кнопку в меню команды **Создать**, расположенную на инструментальной панели **Стандартная**. При этом на экране должно появиться изображение листа формата А4, в противном случае следует выполнить настройку формата. После создания документа **Чертеж** появится рабочее поле с изображением формата А4 и наименованием чертежа – **«Чертеж без имени»**. Сохраните этот документ, присвоив ему имя – **«Клапан»**.

Габаритные размеры данной детали (70 x 40 мм) малы для формата листа А4. Следовательно, надо выбрать подходящий масштаб. Для этого необходимо получить доступ к настройкам формата.

Для этого:

- 1) на рабочем поле чертежа щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося меню выберите пункт **Параметры текущего чертежа**;

- 2) в появившемся диалоговом окне **«Параметры»** выбрать строку **Параметры листа**, а затем строку **Формат**;

- 3) щелкнуть левой кнопкой мыши по строке **Формат**; появится диалоговое окно, в котором необходимо указать требуемый формат листа. Закончив выбор формата и его ориентацию на рабочем поле, необходимо щелкнуть на кнопке **ОК**. На рабочем поле начало отсчета координат ведется от левого нижнего угла чертежа. На панели **Вид** указан масштаб изображения чертежа кнопкой – **Текущий масштаб**. Для изменения масштаба изображения нужно указателем включить кнопку расширения и выбрать необходимый масштаб. При необходимости увеличения или уменьшения формата чертежа при работе с изображениями прокрутить колесо мыши. Если

формат чертежа неудачно расположен на рабочем поле экрана, можно курсором перемещать его, щелкая по кнопке или полосы прокрутки до тех пор, пока чертеж не займет нужное вам расположение. Можно воспользоваться также кнопкой – **Сдвинуть** на панели **Вид**. Для увеличения масштаба изображения в окне построений можно воспользоваться инструментом **Увеличить масштаб рамкой**, расположенный на панели инструментов **Вид**. При использовании этой команды нужно графическим курсором указать область экрана, изображение в которой необходимо увеличить.

Для этого необходимо:

- 1) указать щелчком мыши левый верхний угол ограничивающего прямоугольника;
- 2) указать правый нижний угол прямоугольника.

После этого выделенная область будет увеличена.

При построении геометрических объектов возможно использование различных типов линий, установленных **ГОСТ 2.303-68**. Для этого используют расширение кнопки **Стиль**, расположенной на **Панели свойств** при включении соответствующей кнопки инструментальной панели **Геометрия**.

В инженерной практике при выполнении чертежей начинают построения с компоновки чертежа, определения количества и расположения основных видов. Под компоновкой понимается такое расположение изображений на чертеже, при котором рабочее поле занято изображениями равномерно. Для изображения габаритных прямоугольников целесообразно использовать команду **Вспомогательные прямые**.

Кнопка ее вызова расположена на инструментальной панели **Геометрия**. Вспомогательные прямые применяют для точного позиционирования графического курсора. Для удаления вспомогательных линий используем команду **Редактор / Удалить / Вспомогательные линии и точки / В текущем виде**.

В состав сборочной единицы Клапан предохранительный входит деталь **Клапан** (рис. 80), изготавливаемая точением, которая состоит из пяти геометрических тел. В торцах этой детали имеются фаски в виде усеченных конусов, а сама деталь состоит из трех цилиндров разных диаметров и длины.

При горизонтальном расположении рассматриваемой детали размеры, проставленные на чертеже (рис. 82) и содержащие знак диаметра, определяют два измерения указанных ранее форм: высоту и ширину.



Рисунок 80. Модель детали Клапан

1. Командой **Прямоугольник** инструментальной панели **Геометрия** построим соответствующую фигуру высотой 34 мм и шириной 40 мм без изображения центровых линий, используя при этом стиль линии чертежа **Основная**. Место расположения прямоугольника выберем внутри поля формата чертежа приблизительно там, где находятся изображения фаски $5 \times 45^\circ$ и следующего за ней цилиндра (см. рис. 82).
2. Вне формата чертежа построим два других прямоугольника: первый высотой 40 мм и шириной $70 - 40 - 6 = 24$ мм, а второй высотой 26 мм и шириной 6 мм.
3. Соберем независимые изображения трех построенных прямоугольников в одно последовательным их присоединением друг к другу серединами боковых сторон, установив привязку **Середина**. После чего включим инструментальную панель **Редактирование**.
4. Щелчком мыши выделим прямоугольник, расположенный вне формата чертежа и имеющий размеры 40 x 24 мм.
5. Нажмем кнопку **Сдвиг**.
6. Укажем середину левой стороны выделенного прямоугольника. (*Щелчок-указание производить только после появления сообщения о привязке Середина*).
7. Укажем середину правой стороны прямоугольника, находящегося внутри формата чертежа (с размерами 34 x 40 мм). (*Щелчок-указание следует производить только после появления сообщения о привязке Середина*).
8. Прервем действие команды **Сдвиг** клавишей [Esc] клавиатуры, заканчивая тем самым цикл перемещения прямоугольника 40 x 24 мм и присоединения его к прямоугольнику 34 x 40 мм.
9. *Повторим п. 4...8 по отношению ко второму прямоугольнику, расположенному вне формата чертежа (с размерами 26 x 6 мм).*

10. Каждый из трех построенных прямоугольников является макроэлементом (т.е. единым целым). Следовательно, для построения фасок на этих элементах следует нажать кнопку **Фаска на углах объекта**. При этом в строке параметров рассматриваемой команды должны быть нажаты кнопка **Фаска по длине и углу** и кнопка **На указанном угле**. Здесь же следует задать параметры левой фаски: **Длина 5 [Enter], Угол 45°**. Щелчками мыши укажем углы, т. е. места для построения левой фаски. Далее двойным щелчком мыши выделим поле параметра **Длина**, введем новое значение 2,5, нажмем клавишу **[Enter]** и построим правую фаску.
11. Командой **Отрезок** построим две вертикальные линии фасок.
12. Командой **Осевая линия** по двум точкам инструментальной панели Обозначения построим изображение оси вращения детали. (*Щелчки-указания точек производить в середине крайних вертикальных левого и правого отрезков, изображающих торцы детали*).
13. Проставим размеры, показанные на рис. 82.

Команды нанесения размеров можно вызвать из Главного меню (Инструменты – **Размеры**) или с **Компактной панели** (*кнопка переключения Размеры*).

Вызвав команду **Линейный размер**, надо указать курсором точки привязки размера – т1 и т2 (точки выхода выносных линий), затем указать точку, определяющую положение размерной линии (т3). Координаты этих точек появятся на Панели свойств. По умолчанию размерная линия параллельна линии, проходящей через точки привязки размера. При этом активен переключатель **Параллельно объекту**, в группе переключателей **Тип** на Панели свойств. Чтобы нанести горизонтальный или вертикальный размер, надо активизировать соответствующий переключатель. В поле **Текст** на Панели свойств отображается автоматически сформированная размерная надпись. Чтобы вызвать диалог редактирования и настройки размерной надписи, надо щелкнуть в этом поле левой клавишей мыши. На экране появится окно **Задание размерной надписи**. В этом окне можно задать текст перед размерным числом, символы, индексы, текст после размерного числа, а также изменить само размерное число. Если на Панели свойств выбрать вкладку **Параметры**, появится строка параметров линейного размера, в которой при необходимости можно изменить тип стрелок, длину выносных линий и прочие параметры размера.

14. Нанесение размера фаски. Вызвать команду **Линейный размер**.

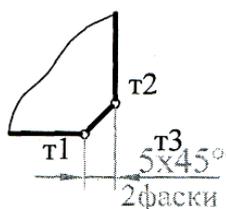


Рисунок 81.

Указать курсором начало первой выносной линии (т1), затем – начало второй выносной линии (т2). На Панели свойств активизировать тип переключателя **Горизонтальный**. Щелкнуть левой клавишей в поле **Текст** на Панели свойств. В окне **Задание размерной надписи** нажать на кнопку **5x45°**, расположенную справа от поля **Текст**. В окне **Задание размерной надписи** вызвать команду **Вставить – Текст**.

В появившемся окне **Текстовые шаблоны** открыть папку **Размеры**, выбрать надпись **2 фаски** и нажать на кнопку **Вставить в документ** (третья слева). Окно **Текстовые шаблоны** закроется, а выбранная надпись появится в поле **Текст** под размерной надписью. **Ок** Указать курсором т3 – место, где предполагается нанести размерную надпись. Завершить команду. Если размер уже нанесен и команда завершена, но возникла необходимость редактировать этот размер, надо щелчком левой клавиши выделить его, правой клавишей вызвать контекстное меню и выбрать в нем команду **Редактировать**. На Панели свойств щелкнуть в поле **Текст** и в окне **Задание размерной надписи** внести необходимые изменения. Для изменения оформления размера (стрелок, выносных линий и т.п.) на **Панели свойств** выбрать вкладку **Параметры**.

Команда **Основная надпись** может быть вызвана кнопками **Сервис / Параметры / Параметры листа / Основная надпись**. *При помощи этой команды можно заполнять основную надпись автоматически или вручную.* Чтобы основная надпись заполнялась автоматически, необходимо поставить галочку в окошке метки **Синхронизировать основную надпись**. Пункт **Оформление** позволяет выбрать требуемый стиль оформления листа в соответствии с ГОСТ. По умолчанию используется схема оформления первого листа конструкторского чертежа согласно **ГОСТ 2.104-68**.

Для заполнения основной надписи необходимо:

- 1) дважды щелкнуть левой клавишей мыши на поле основной надписи;

- 2) заполнить требуемые графы основной надписи (размер шрифта выбирается автоматически);
- 3) щелкнуть мышью по кнопке **Создать**, расположенной в **Панели специального управления**

15. Закроем файл Клапан, сохранив внесенные в него изменения.

Окончательный результат выполнения практической работы представлен на рис. 82.

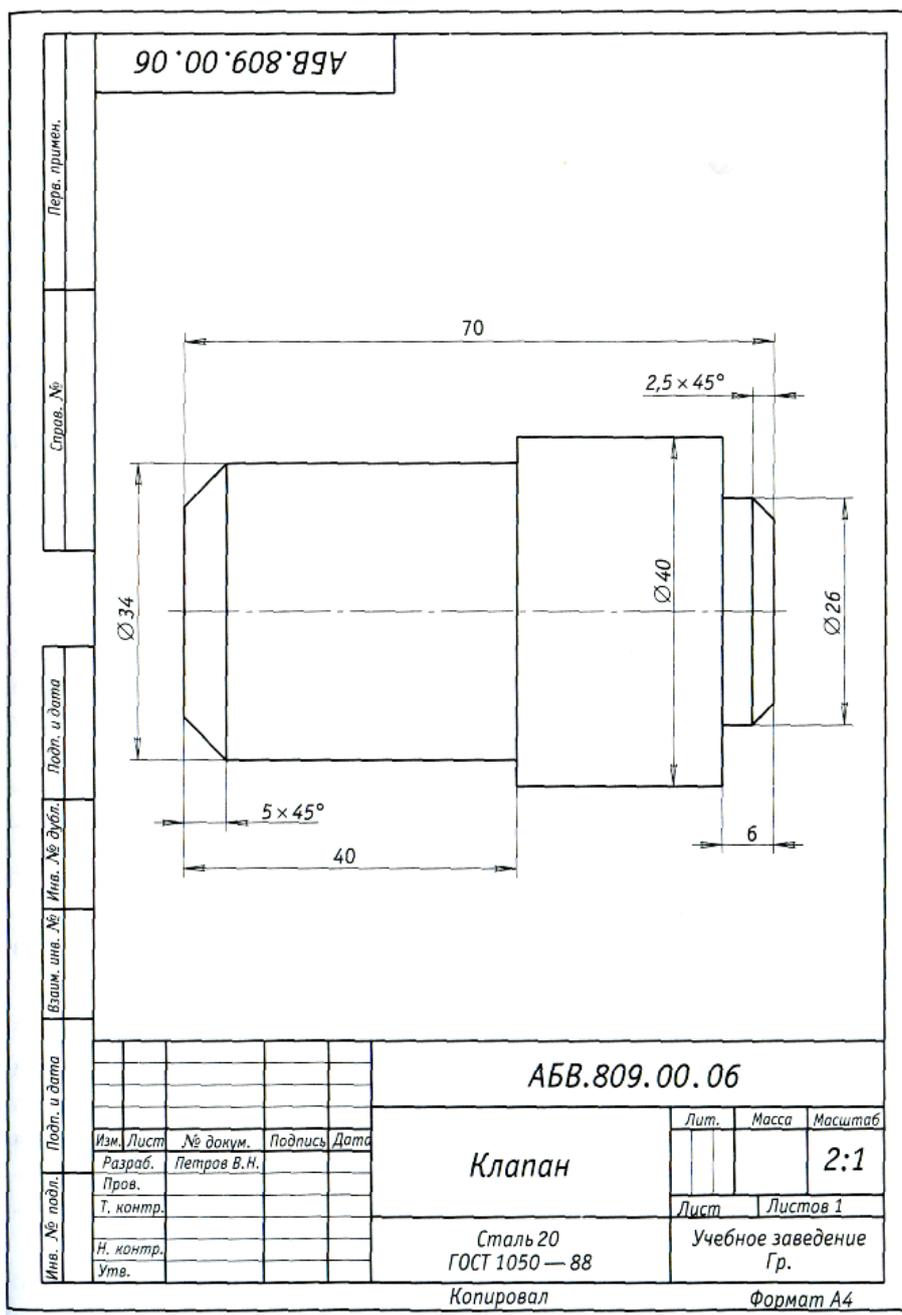


Рисунок 82.

3.8. Задание 8. Пластина

На формате А3, в левой его части, выполнить чертеж пластины, представленный на рис. 83. Этот чертеж выполняется по описанию, и под руководством преподавателя.

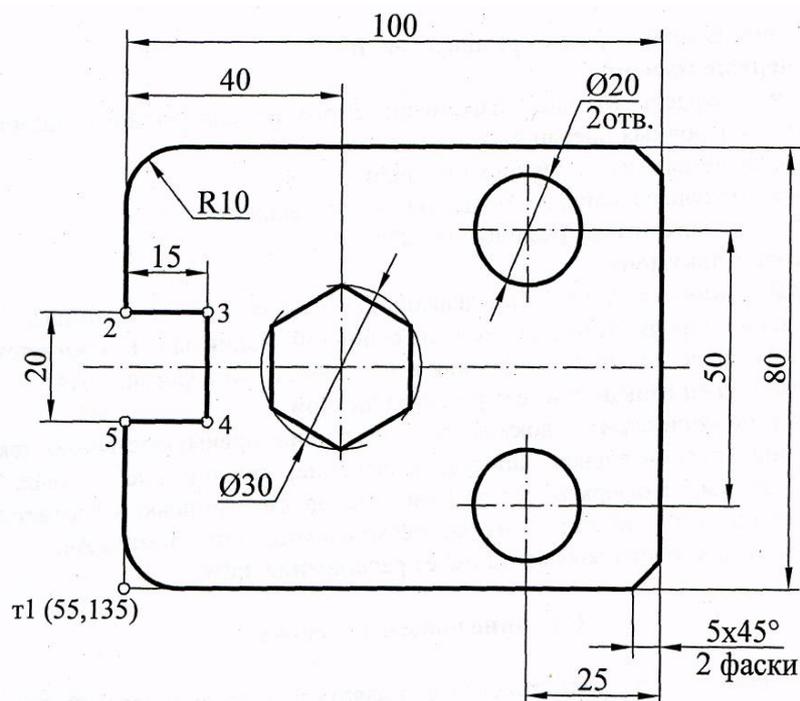


Рисунок 83.

ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНИКА.

На **Компактной панели** нажать на кнопку **Геометрия**. Активизируется **Инструментальная панель** построения примитивов. Команда **Прямоугольник**. Нажать левой клавишей эту кнопку и, не отпуская клавиши, сдвинуть курсор вправо. Появляется **Панель расширенных команд**, где можно выбрать нужный способ ввода. Команды, имеющие **Панель расширенных команд**, отмечены на пиктограмме черным треугольником. Остановиться на команде **Прямоугольник** и отпустить клавишу. На **Панели свойств** под полем чертежа ввести координаты первой точки: сначала x (55), затем y (135). т1 55 135. Щелкнуть в поле **Высота** и ввести высоту 80, затем ширину 100. В группе переключателей **Оси** выбрать вариант **С осями**. В поле **Стиль** (тип линии) раскрыть список и выбрать **Основная**. Прямоугольник с осями начерчен. Для завершения команды перевести курсор на поле чертежа, нажать правую клавишу мыши, в появившемся контекстном меню выбрать **Прервать** команду. Можно завершить команду, нажав на красный значок **STOP**, расположенный в левой части **Панели свойств**.

ПОСТРОЕНИЕ ФАСОК

На инструментальной панели **Геометрия** на кнопке **Фаска** выбрать **Фаска на углах объекта**. На **Панели свойств** с помощью переключателя из группы **Тип** выбрать способ задания размеров фаски (**длина и угол**). Ввести размеры фаски. В группе переключателей **Режим** выбрать **На указанном угле**. Указать нужные углы. Нажать **STOP** для выхода из команды.

ПОСТРОЕНИЕ СКРУГЛЕНИЙ

На Инструментальной панели **Геометрия** на кнопке **Скругление** выбрать **Скругление на углах объекта**. На **Панели свойств** ввести размер радиуса скругления. В группе переключателей **Режим** выбрать **На указанном угле**. Указать нужные углы. Нажать **STOP** для выхода из команды.

УДАЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ

Оси симметрии, заданные при построении прямоугольника, являются блоком. Чтобы удалить одну из них, надо сначала этот блок разрушить. Для этого выделить оси щелчком левой клавиши в любой точке одной из осей. Выделенный объект приобретает зеленый цвет и маркеры в характерных точках. Щелкнуть на осях правой клавишей мыши. В контекстном меню выбрать **Разрушить**. Теперь оси – четыре отдельных отрезка. Выделить один вертикальный отрезок. Удерживая клавишу **[Shift]**, выделить второй вертикальный отрезок и нажать клавишу **[Delete]**.

ПОСТРОЕНИЕ ВЫРЕЗА

На панели **Геометрия** найти команду **Вспомогательная прямая** и на ее **Панели расширенных команд** выбрать **Горизонтальная прямая**. Подвести перекрестие курсора ("**ближайшая точка**") к конечной точке оси, щелкнуть левой клавишей, прервать команду. Появляется вспомогательная серая бесконечная прямая.

На кнопке **Вспомогательная прямая** из **Панели расширенных команд** выбрать **Параллельная прямая**. На **Панели свойств** в поле "**Расстояние**" ввести 10. Щелкнуть левой клавишей по уже имеющейся вспомогательной линии. Появятся две параллельные линии, изображенные по-разному. Сначала надо щелкнуть по той линии, на которой помещен значок **X**, она станет вспомогательной (**серой**), а значок тут же переместится на вторую параллельную линию. Щелкнуть по ней и прервать команду.

Снова ввести команду **Параллельная прямая**, в поле "**Расстояние**" ввести 15. Щелкнуть по левой вертикальной стороне прямоугольника. Из двух параллельных прямых оставить только правую и завершить команду.

На панели **Геометрия** ввести команду **Непрерывный ввод объектов**. Эта команда позволяет строить непрерывную линию, состоящую из сегментов различного типа (отрезков, дуг, сплайнов). При этом конечная точка предыдущего сегмента является начальной точкой последующего. Тип создаваемого сегмента указывают в группе переключателей **Тип** на **Панели свойств**. По умолчанию при первом обращении к команде текущий тип сегмента – отрезок. Командой **Непрерывный ввод объектов** обвести контур выреза через точки 2- 3-4- 5 и завершить команду.

УДАЛЕНИЕ ЧАСТИ СТОРОНЫ ПРЯМОУГОЛЬНИКА

На **Компактной панели** нажать кнопку переключений **Редактирование**. На активизированной **Панели редактирования** ввести команду **Усечь кривую**. На **Панели свойств** выбрать "**удалять указанный участок**". Указать курсором участок для удаления. Завершить команду.

Вспомогательные линии после построения выреза следует удалить. Чтобы их выделить, надо воспользоваться командой **По стилю кривой**, которую можно вызвать из **Главного меню** (пункт **Выделить**). В окне **Выберите один или несколько стилей** поставить метку на строку "**Вспомогательная**", **Ок**. Все вспомогательные линии выделены. [Delete]

ПОСТРОЕНИЕ ШЕСТИУГОЛЬНИКА

Командой **Параллельная прямая** провести вспомогательную прямую, отстоящую от левой стороны прямоугольника на 40 мм. На кнопке команды **Прямоугольник** раскрыть **Панель расширенных команд** и выбрать команду **Многоугольник**. На **Панели свойств** задать число сторон 6, "**по описанной окружности**", радиус окружности 15, "**с осями**", угол 90°. Щелкнуть левой клавишей в центре предполагаемого шестиугольника. Завершить команду. Стереть вспомогательную линию.

ПОСТРОЕНИЕ ОКРУЖНОСТЕЙ

Командой **Параллельная прямая** провести вспомогательную прямую, отстоящую от правой стороны прямоугольника на 25 мм. Снова ввести эту команду

и провести две вспомогательные линии, отстоящие от оси на 25 мм. Ввести команду **Окружность**. На Панели свойств задать радиус 10, "с осями". Щелкнуть левой клавишей в центре одной из окружностей. На **Панели свойств** снова задать радиус 10 и начертить вторую окружность. Завершить команду. Стереть вспомогательные прямые.

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Команды нанесения размеров можно вызвать из **Главного меню** (Инструменты – **Размеры**) или с **Компактной панели** (кнопка переключения **Размеры**).

Если размер уже нанесен и команда завершена, но возникла необходимость редактировать этот размер, надо щелчком левой клавиши выделить его, правой клавишей вызвать контекстное меню и выбрать в нем команду **Редактировать**. На **Панели свойств** щелкнуть в поле **Текст** и в окне **Задание размерной надписи** внести необходимые изменения. Для изменения оформления размера (стрелок, выносных линий и т.п.) на **Панели свойств** выбрать вкладку **Параметры**.

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРА ДИАМЕТРА

Вызвать команду **Диаметральный размер**.

Указать курсором окружность, на которую требуется нанести размер. Размерная линия может быть полной или с обрывом. Для выбора нужного варианта следует активизировать соответствующий переключатель в группе **Тип** на **Панели свойств**. Для автоматического размещения размерной надписи надо указать точку, определяющую положение размерной линии и надписи. Для размещения размерной надписи на полке надо использовать вкладку **Параметры** на **Панели свойств**. Выбрать размещение размерной надписи и указать точку начала полки. Если деталь содержит два и более одинаковых отверстий, то в размерной надписи указывают их количество. Для этого в поле **Текст** на **Панели свойств** надо щелкнуть левой клавишей. В окне **Текстовые шаблоны** открыть папку **Размеры**, выбрать надпись 2 отв. При этом шаблон должен быть отмечен красным значком ("галочкой"), а ниже появляется надпись 2 отв. с мигающим курсором около цифры 2. Если в детали отверстий больше, можно цифру 2 исправить на нужную. Вслед за этим система выдает вопрос, надо ли сохранить это изменение в шаблоне. На этот вопрос надо ответить "**нет**" и нажать на кнопку **Вставить** в документ.

На чертеже указать точку начала полки. Завершить команду.

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРА РАДИУСА

Вызвать команду **Радиальный размер**. Эта команда имеет *панель расширенных команд*, состоящую из двух команд: **Радиальный размер** и **Радиальный с изломом** (для дуг большого радиуса).

Указать курсором дугу, на которой требуется нанести размер.

Для размещения размерной надписи на полке использовать вкладку **Параметры** на **Панели свойств**. Выбрать размещение и указать точку начала полки. Завершить команду.

НАНЕСЕНИЕ УГЛОВОГО РАЗМЕРА

Команда **Угловой размер** имеет панель расширенных команд, включающую в себя 5 команд, смысл которых аналогичен соответствующим командам **Линейного размера**.

Вызвать команду **Угловой размер**. Указать курсором одну сторону угла, затем вторую сторону угла. Указать курсором точку, определяющую положение размерной линии и надписи.

Если при нанесении размера диаметра, радиуса или углового выбор объекта произведен ошибочно, следует нажать кнопку **Указать заново** на **Панели свойств** и выбрать новый объект.

ЛИНИЯ-ВЫНОСКА

Команда **Линия-выноска** находится на **Инструментальной панели Обозначения** и позволяет создать произвольную линию-выноску.

Для обозначения толщины пластины вызвать команду **Линия-выноска**.

Настроить начертание линии-выноски с помощью элементов вкладки **Параметры** на **Панели свойств**: стрелку заменить точкой, **Тип** – без знака.

На поле чертежа нажатием правой клавиши вызвать контекстное меню и выбрать в нем команду **Текст** надписи.

В появившемся окне **Введите текст** в поле 1 написать S2. Курсором указать точку внутри контура пластины, затем – точку начала полки. Нажать кнопку **Создать объект** на **Панели свойств** и кнопку **STOP** для завершения команды.

3.9. Задание 9. Вал

По данному наглядному изображению (рис. 84) начертить главный вид вала, взяв направление взгляда по стрелке А. Ось вала расположить горизонтально (параллельно основной надписи).

Выполнить три сечения:

- сечение плоскостью А расположить на свободном месте чертежа;
- сечение плоскостью Б – на продолжении следа секущей плоскости;
- сечение плоскостью В – в проекционной связи.

Дать изображение формы шпоночного паза, расположив его в проекционной связи с главным видом. Нанести размеры.

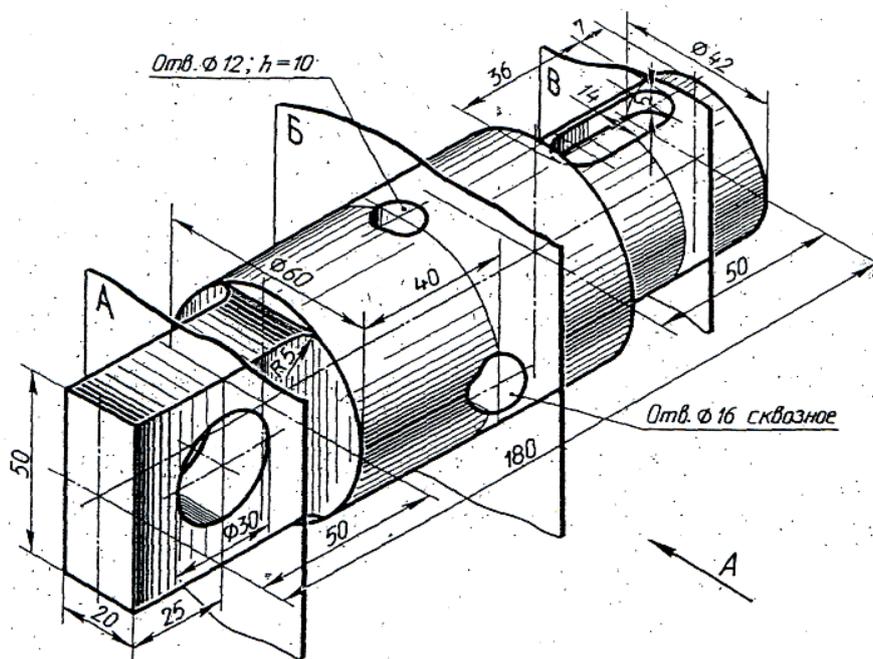


Рисунок 84.

Выбрать формат А3, расположенный горизонтально (Файл – Создать – Шаблоны).

УСТАНОВКА ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ.

На инструментальной панели **Текущего состояния** нажать кнопку **Локальная СК**.

Появившийся курсор из двух пересекающихся красных стрелок установить в точке с координатами по оси X – 100, по оси Y – 200 (координаты задать в окнах на **Панели свойств**). Начало координат из левой нижней точки чертежа переместится в точку с заданными координатами, которая и будет точкой отсчета. Для удобства построений можно использовать вспомогательную сетку. Включить ее позволяет команда **Сетка**, расположенная на **Панели текущего состояния**. Целесообразно шаг сетки принять равным 5 мм.

ПОСТРОЕНИЕ ГЛАВНОГО ВИДА

Начать построение следует с проведения оси симметрии вала (как для всякой симметричной детали). Для этого на **Инструментальной панели Геометрия** выбрать команду **Отрезок**. На **Панели свойств** выбрать стиль "**Осевая**", установить курсор в точку отсчета и щелкнуть левой клавишей. Отвести курсор вправо на 185 мм (180 мм – длина вала, плюс 5 мм – выступающая за изображение часть оси). Значение длины отрезка отображается на **Панели свойств** в поле **Длина**. Щелкнуть левой клавишей и прервать команду.

Растянуть осевую влево на одну клетку сетки: выделить линию левой клавишей, захватить за крайнюю левую точку. Удерживая клавишу мыши, сдвинуть на одну клетку влево и щелкнуть левой клавишей. Затем щелкнуть на свободном месте поля чертежа.

В этом задании предлагается один из возможных способов построения главного вида вала с помощью команды **Непрерывный ввод объектов** путем ввода координат точек с клавиатуры управляющими клавишами (клавишами со стрелками).

Достаточно построить только одну половину контура вала выше или ниже оси симметрии, а вторую получить с помощью команды **Симметрия**.

Предварительно следует установить шаг курсора 1 мм командой **Шаг курсора**, расположенной на **Панели текущего состояния**. Значение шага определяет расстояние, на которое переместится курсор при однократном нажатии управляющей клавишей (любой из клавиш со стрелками). Если требуется точность построений, большая чем 1 мм, шаг курсора можно изменить.

Нажать кнопку **Непрерывный ввод объектов** и направить курсор в центр координат (точку отсчета). Как только курсор попадет в начало координат, щелкнуть

левой клавишей мыши и, не перемещая мышью, посмотреть на текущие координаты курсора, расположенные на **Панели текущего состояния** над полем чертежа. Координаты X и Y должны быть равны 0. Клавишей со стрелкой вверх перемещать курсор вверх до достижения длины 25 мм (значение длины отображается в поле **Длина** на **Панели свойств**). Нажать клавишу **Enter**. Клавишей со стрелкой вправо перемещать курсор вправо на 50 мм, **Enter**. Далее – аналогично: вверх – 5 мм $[(60-50):2]$, вправо – 80 мм $(180-50-50)$, вниз – 9 мм $[(60-42):2]$, вправо – 7 мм $(50-7-36)$, вниз – 5 мм (глубина шпоночного паза), вправо – 36 мм (длина шпоночного паза), вверх – 5 мм, вправо – 7 мм и вниз – 21 мм. Прервать команду. После ввода каждого отрезка надо не забывать нажимать **Enter**.

Если длина отрезка окажется меньше размера курсора, то надо задать эту длину на **Панели свойств** в поле **Длина** или отключить все привязки, нажав комбинацию клавиш **Ctrl + D**.

ПОСТРОЕНИЕ ФАСОК

На **Инструментальной панели Геометрия** на кнопке **Фаска** выбрать "Фаска". На **Панели свойств** с помощью переключателя из группы **Тип** выбрать способ задания размеров фаски (**длина и угол**). Ввести размеры фаски. В группе переключателей **Режим** выбрать "На указанном угле". Указать нужные углы. Нажать **STOP** для выхода из команды. Фаска 3x45.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМАНДЫ СИММЕТРИЯ

Сначала необходимо выделить всю фигуру, симметричную копию которой построит система. Для этого проще всего применить выделение текущей рамкой: установить курсор справа от выделяемой фигуры, нажать левую клавишу мыши и, удерживая ее, растянуть влево рамку так, чтобы она задела самую левую вертикальную линию фигуры. Отпустить клавишу мыши. Выделенная фигура окрасится в зеленый цвет. На **Инструментальной панели Редактирование** вызвать команду **Симметрия**. На **Панели свойств** установить режим **Оставлять исходные объекты**.

В строке сообщений появится надпись **Укажите первую точку на оси симметрии** или введите координаты. Указать любую точку на оси симметрии, обязательно используя привязки, затем – любую вторую точку на оси. Если привязки были отключены, надо установить их снова, нажав комбинацию клавиш **Ctrl + D**. Тогда вступит в работу привязка **Ближайшая точка**. Завершить команду. Для отмены выделения (зеленый цвет копируемой фигуры) щелкнуть левой клавишей мыши в любом месте поля чертежа.

На нижней половине изображения вала надо стереть линии, изображающие шпоночный паз. Оставшиеся участки образующей цилиндра соединить: один из этих участков растянуть до совпадения с началом другого. Командой **Отрезок** провести вертикальные линии на границах ступеней вала. Как правило, для вала достаточно одной проекции, параллельной оси вала. Чаще всего вид спереди и вид сверху бывают почти одинаковыми. Но для этой детали требуется вид сверху на левый конец вала, чтобы показать радиус галтели (скругление радиусом 5 мм). Однако целесообразно показать не весь вид сверху, а только его часть с галтелью.

ПОСТРОЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА СВЕРХУ

Создать новую локальную систему координат командой на **Панели текущего состояния**. Назначить ей имя СК2 и задать координаты относительно первой локальной системы координат: по оси X- 0 (для сохранения проекционной связи с главным видом), по оси Y- (-150). Нажать **[Enter]** и завершить команду. Провести осевую линию так же, как для главного вида, только длиной 80 мм. Продолжить ее влево на 5 мм. Командой **Непрерывный ввод объектов** в такой же последовательности, как для главного вида, вычертить верхнюю часть изображения вида сверху, задавая следующие длины отрезков: от начала координат вверх 10 (20:2), **Enter**, вправо 50, **[Enter]**, вверх 20 [(60-20):2], **Enter**, вправо произвольный отрезок (18...20 мм), **[Enter]**. Завершить команду.

ПОСТРОЕНИЕ СКРУГЛЕНИЯ

На **Инструментальной панели Геометрия** выбрать команду **Скругление**. На **Панели свойств** задать радиус 5 и указать элементы для скругления.

Командой **Симметрия** построить копию полученного изображения снизу от оси, как это было сделано на главном виде.

ОГРАНИЧИТЬ ЧАСТЬ ВИДА СВЕРХУ ВОЛНИСТОЙ ЛИНИЕЙ ОБРЫВА

На **Инструментальной панели Геометрия** вызвать команду **Кривая Безье**.

На **Панели свойств** выбрать **Стиль "Для линии обрыва"**. Подвести курсор к крайней точке на изображении (т. 1), щелкнуть левой клавишей мыши. Затем щелкнуть в нескольких произвольных точках (точки 2...7) и в другой крайней точке изображения (т. 8). Нажать на кнопку **Создать объект** и прервать команду. Командой **Отрезок** провести вертикальную линию – границу двух ступеней вала.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЯ В ЛЕВОЙ СТУПЕНИ ВАЛА

На панели **Геометрия** выбрать команду **Вспомогательная прямая**, из панели **расширенных команд** вызвать команду **Параллельная прямая**. На **Панели свойств** указать расстояние 25. Установить курсор на торце вала и щелкнуть левой клавишей. Дважды щелкнуть по правой из двух появившихся линий и прервать команду.

На панели **Геометрия** вызвать команду **Окружность**. На **Панели свойств** указать **Радиус 15**, **Оси** – "с осями", **Стиль** – основная. Зафиксировать окружность с центром в точке пересечения оси вала и вспомогательной прямой. Прервать команду.

Поскольку окружность была построена с осями, ее горизонтальная ось наложилась на ось вала. Чтобы удалить горизонтальную ось надо выделить ось и щелкнуть по ним правой клавишей. Выбрать команду **Разрушить**. Выделить горизонтальную ось окружности рамкой слева направо и удалить кнопкой **Delete**.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ В СРЕДНЕЙ СТУПЕНИ ВАЛА

С помощью вспомогательной параллельной прямой задать положение оси отверстий на расстоянии 40 мм от левого края ступени.

Построить окружность радиусом 8, проделав те же самые операции, что при построении только что вычерченной окружности радиусом 15 мм. Центр окружности в точке пересечения оси вала с вспомогательной прямой.

ВСТАВКА ГЛАДКОГО ОТВЕРСТИЯ ИЗ БИБЛИОТЕКИ СИСТЕМЫ

Из главного меню **Сервис** вызвать команду **Менеджер библиотек**. В окне **Менеджер библиотек** открыть папку **Прочие**. В разделе **Прикладная библиотека КОМПАС** открыть папку **ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ**. В списке справа найти **Глухое отверстие** и дважды щелкнуть по значку.

В окне **Отверстие глухое с фаской** указать диаметр отверстия 12 мм, глубина 10 мм, флажок **Фаску рисовать** сбросить, **Ок**.

В левом верхнем углу экрана появится окно **Глухое отверстие**, в нем надо поставить метку на слове **Параметры**. На **Панели свойств** в поле **Угол** указать -90 (угол, отмеряемый по часовой стрелке, считается отрицательным). Установить отверстие на вспомогательной вертикальной линии. Зафиксировать его нажатием левой клавиши и прервать команду. Закрыть окно **Менеджер библиотек**.

ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ПЛОСКОСТЬЮ Б

Построить окружность с осями радиусом 30 с центром на вспомогательной прямой, проходящей через середину средней ступени вала. Положение центра надо выбрать так, чтобы окружность расположилась между главным видом и видом сверху, не задевая их.

Скопировать отверстие диаметром 12 мм с главного видана сечение командой **Копирование**, расположенной на **Инструментальной панели Редактирование**. Выделить отверстие, щелкнув левой кнопкой мыши по любой линии отверстия (в данном случае отверстие – это объект). Вызвать команду. Указать базовую точку для копирования – точку пересечения оси отверстия с контуром вала. Затем указать новое положение базовой точки – пересечение окружности сечения с осью. Прервать команду.

Чтобы обрезать участки линий отверстия, выступающие за окружность, надо увеличить масштаб изображения рамкой с помощью кнопки **Увеличить масштаб** рамкой, расположенной на панели **Вид**. Нажать на эту кнопку и взять в рамку тот участок чертежа, который надо увеличить. Выделенный участок чертежа займет весь экран.

С панели **Редактирование** вызвать команду **Усечь кривую**. Указать курсором участки, которые надо отсечь. Прервать команду.

Командой **Параллельная прямая** провести две вспомогательные горизонтальные прямые на расстоянии 8 мм от оси сечения. По намеченным линиям построить сквозное отверстие диаметром 16 мм. Командой **Штриховка на панели Геометрия** нанести штриховку в сечении. На **Панели свойств** проверить **Стиль** – "Металл", **Угол штриховки 45°**. Щелкнуть левой кнопкой внутри области, которую надо заштриховать, и нажать на кнопку **Создать объект** на **Панели свойств**. Прервать команду.

На главном виде по отверстию диаметром 12 мм сделать местный разрез, ограничив его волнистой линией обрыва. Линию обрыва провести командой **Кривая Безье** на панели **Геометрия**. Кривая должна обязательно пересекать контур вала, иначе не получится штриховка. Нанести штриховку на местном разрезе.

Цилиндрическое отверстие диаметром 12 мм пересекается с цилиндрической поверхностью вала по кривой 4-го порядка.

На чертежах для упрощения такую кривую заменяют дугой. Выбрать команду **Дуга** на панели **Геометрия**, из **Панели расширенных команд** вызвать команду **Дуга по трем точкам** и провести дугу против часовой стрелки от точки 1, через точку 2 (взять ее на оси отверстия, по высоте – приблизительно), к точке 3. **Стиль линии** –

основная. Отрезок образующей вала между точками 1 и 3 стереть командой **Усечь кривую**.

ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ПЛОСКОСТЬЮ В ВСТАВКОЙ ИЗ БИБЛИОТЕКИ СИСТЕМЫ

Командой **Горизонтальная прямая** провести прямую, совпадающую с осью вала.

Из главного меню **Сервис** вызвать команду **Менеджер библиотек**. В окне **Менеджер библиотек** открыть папку **Прочие**. В разделе **Прикладная библиотека КОМПАС** открыть папку **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ**. В списке справа найти **Паз**, вид сбоку и дважды щелкнуть по значку.

В окне **Паз**, вид сбоку выбрать параметры штриховки: шаг 3 и размеры паза и вала: высота паза $H = 5$, диаметр вала $D = 42$, ширина $B = 14$. **Ок На Панели свойств** в поле **Угол** указать 90. Установить центр сечения на вспомогательной горизонтальной линии (в проекционной связи с главным видом). Зафиксировать сечение нажатием левой клавиши и прервать команду. Закрыть окно **Менеджер библиотек**. Удалить вспомогательную горизонтальную линию. На главном виде построить линию пересечения боковой плоскости паза с цилиндрической поверхностью вала.

Для этого удобнее увеличить масштаб рамкой. Через точку 1 провести вспомогательную горизонтальную прямую. На ней в пределах длины паза провести отрезок. Стиль линии – основная. Удалить вспомогательную прямую. На главном виде на месте шпоночного паза выполнить местный разрез, ограничив его волнистой линией обрыва командой **Кривая Безье**. Нанести штриховку.

ИЗОБРАЖЕНИЕ ФОРМЫ ШПОНОЧНОГО ПАЗА

Провести горизонтальную вспомогательную прямую под главным видом вала. Провести вспомогательную вертикальную прямую, проходящую через середину паза. Для этого вызвать команду **Вертикальная прямая**, подвести курсор к пазу и нажать на правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выбрать **Привязки – Середина**. Щелкнуть левой кнопкой, прервать команду.

Из главного меню **Сервис** вызвать команду **Менеджер библиотек**. В окне **Менеджер библиотек** открыть папку **Прочие**. В разделе **Прикладная библиотека КОМПАС** открыть папку **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ**. В списке справа найти **Паз**, вид сверху и дважды щелкнуть по значку. В окне **Паз**, вид сверху выбрать длину паза

$L = 36$, ширину $B = 14$. **Ок.** Подвести курсор к точке пересечения горизонтальной и вертикальной вспомогательных линий и щелкнуть дважды левой кнопкой. Прервать команду. Удалить вспомогательные линии.

ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ПЛОСКОСТЬЮ А

На свободном месте поля чертежа начертить прямоугольник высотой 50, шириной 20, с осями. Начертить в разрезе сквозное отверстие диаметром 30 мм: провести прямые, параллельные оси сечения и отстоящие от нее на 15 мм.

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

При нанесении размеров детали надо руководствоваться следующими правилами.

1. Проставленные конструктором на чертеже размеры должны быть одновременно: конструктивными, т.е. отвечающими требованиям конструкции, технологическими, т.е. учитывающими технологический процесс изготовления детали.
2. Необходимо указать габаритный размер вала по длине – расстояние между самой левой и самой правой торцевыми плоскостями. При этом следует выполнять правило: чтобы избежать пересечения размерных и выносных линий, меньшие размеры располагают ближе к контуру детали, а большие – дальше от него. Поэтому габаритный размер должен располагаться от контура детали дальше всех остальных размеров по длине.
3. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм.
4. Выбрать основную и вспомогательную размерные базы, от которых отсчитывают размеры других элементов детали. В данном примере основной базой является правый торец детали, вспомогательной – ее левый торец. Размеры правой ступени вала следует наносить от основной базы, левой ступени – от вспомогательной.
5. На каждом изображении наносят размеры именно тех элементов детали, для выявления которых эти изображения выполнены. Для выбора начальной точки выносной линии на контуре детали следует брать точку ближайшую к будущему размеру (точку 1, а не точку 2 или 3). В противном случае выносная линия накладывается на контурную и делает ее недоступной для редактирования. Нанести размеры.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ СЕЧЕНИЙ

На **Панели Обозначения** вызвать команду **Линия разреза**. Указать курсором точки на линии сечения. Штрихи разомкнутой линии, обозначающей плоскость сечения, не должны пересекать контур изображения. Их располагают с внешней стороны от всех размеров, нанесенных на изображении. На **Панели свойств** в поле **Текст** щелкнуть левой клавишей. В появившемся в верхнем левом углу окне **Введите текст** выделить букву, обозначающую плоскость сечения. На **Панели свойств** в поле **Высота** символов указать высоту 5. В окне **Введите текст** нажать кнопку **Ок** На **Панели свойств** нажать кнопку **Создать объект**. Прервать команду. Если сечение расположено на продолжении следа секущей плоскости, плоскость сечения не обозначают и сечение не надписывают (в примере – сечение по средней ступени вала).

НАДПИСЬ НАД СЕЧЕНИЕМ

На панели **Обозначения** вызвать команду **Ввод текста**. Щелкнуть клавишей в начале предполагаемой строки. На **Панели свойств** в поле **Высота** символов указать высоту 5. Ввести текст. Нажать на кнопку **Создать объект**, прервать команду. Получить чертеж рис. 85.

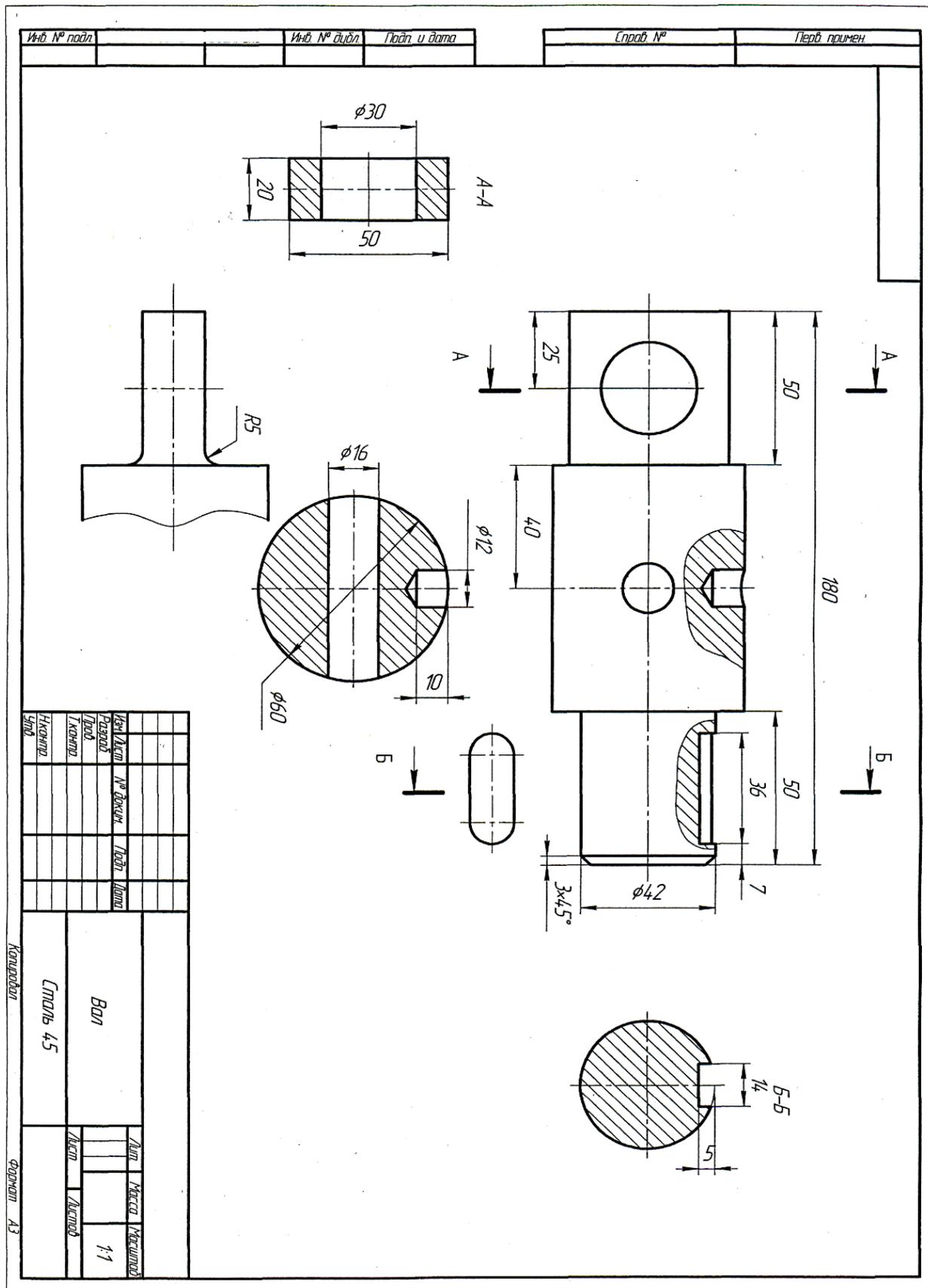


Рисунок 85.

3.10. Задание 10. Чертеж детали

Перечертить главный вид детали и построить вид сверху (рис. 129). Недостающую информацию о формах и размерах детали взять с наглядного изображения (рис. 86).

На главном виде выполнить местный разрез по пазу на правом конце детали. Выполнить два сечения – плоскостями А и Б. Нанести размеры. Чертеж выполнить на формате А3 с помощью команд, рассмотренных ранее. В результате должен получиться чертеж, представленный ниже.

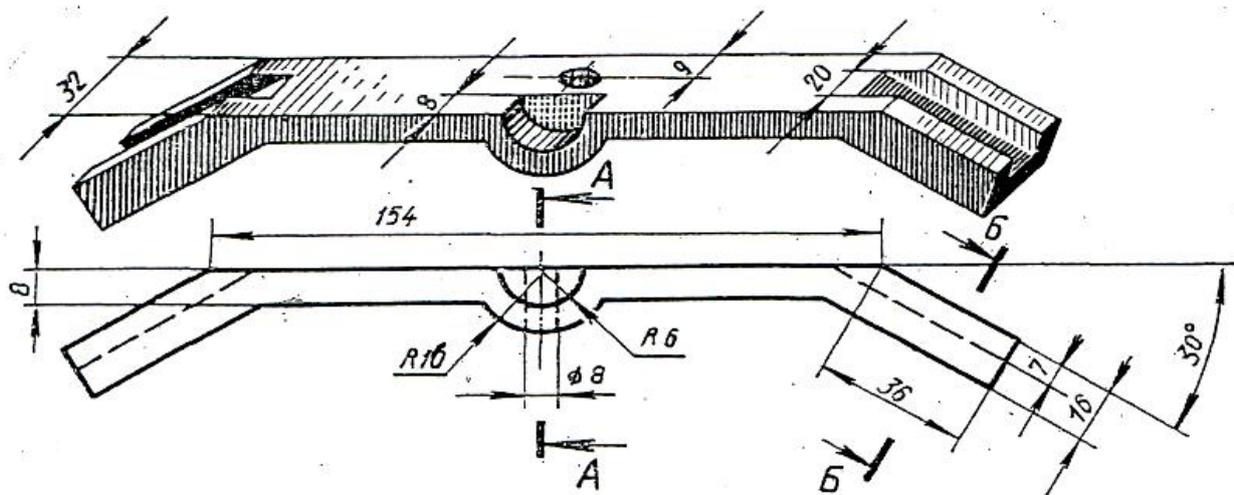


Рисунок 86.

4. Самостоятельная работа студента по изучению учебной дисциплины

Задания для домашней работы.

Задание 1.	Эпюр № 1 (1 лист формата А2) Построить через точку плоскость, параллельную заданной плоскости. Построить проекции плоской фигуры. Построить линии пересечения плоскостей. Определить натуральную величину плоской фигуры.
Задание 2.	Эпюр № 2 (1 лист формата А2) Построить линию пересечения кривой поверхности плоскостью общего положения. Построить натуральную величину фигуры сечения.
Задание 3.	Эпюр № 3 (2 листа формата А3) Построить три проекции двух групп заданных геометрических тел. Построить линии взаимного пересечения поверхностей: способом плоскостей, способом сфер.
Задание 4.	Построение сопряжений (1 лист формата А3): чертеж с тремя контурами: сопряжения, уклона, конусности.
Задание 5.	Построение изображений (3 листа формата А3): 1. чертеж в трех проекциях тела с вырезом; 2. чертеж технической детали с применением разрезов; 3. чертеж технической детали с применением сложных разрезов.
Задание 6.	Резьбовые соединения (1 лист формата А3): чертеж болтового и винтовых соединений.
Задание 7.	Эскизирование (2 листа формата А4 – А3): 1. выполнение эскиза детали с натуры; 2. выполнение рабочего чертежа детали по ее эскизу.

Целью выполнения домашних работ является практическое освоение студентами технологии разработки графических конструкторских документов, реализованной в среде универсальной графической системы КОМПАС-3D LT.

5. Контрольные вопросы

1. Метод проекций. Центральные проекции и их основные свойства. Параллельные проекции и их основные свойства. Прямоугольное (ортогональное) проецирование. Проецирование на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций.
2. Проецирование отрезка прямой линии. Положение прямой линии относительно плоскостей проекций и особые случаи положения прямой. Взаимное положение прямых.
3. Плоскость. Способы задания плоскости на чертеже. Положение плоскости относительно плоскостей проекций. Прямая и точка в плоскости. Взаимное положение прямой линии и плоскости, двух плоскостей. Пересечение прямой линии с проецирующей плоскостью. Пересечение двух плоскостей.
4. Кривые линии. Общие сведения о кривых линиях и их проецировании. Построение проекций окружности.
5. Поверхности. Общие сведения о поверхностях и их изображении на чертежах. Винтовые поверхности. Поверхности и тела вращения. Общие приемы построения линии пересечения поверхности плоскостью и построения разверток. Пересечение поверхностей. Общие сведения о пересечении поверхностей.
6. Аксонометрические проекции.
7. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие правила оформления чертежей: форматы, масштабы, линии, шрифты, штриховка. Изображение предметов – виды, разрезы, сечения. Основные положения.
8. Изображение соединений деталей, типовых элементов деталей.
9. Чертежи и эскизы деталей. Правила выполнения чертежей деталей. Съёмка эскизов деталей. Определение размеров деталей с натуры. Нанесение размеров на эскизах и чертежах деталей. Надписи и обозначения на чертежах.
10. Разработка чертежа общего вида изделия. Общие положения. Объем, содержание и последовательность разработки чертежа общего вида. Выполнение эскизов деталей для чертежа общего вида.
11. Упрощения, допускаемые при выполнении чертежей общего вида.
12. Детализирование. Общие положения. Пример детализирования сборочной единицы. Выполнение основного комплекта конструкторских документов изделия.

5. Словарь терминов и определений (глоссарий)

Аксонометрия – вид параллельного проецирования для получения наглядного изображения, на плоскости проекции, предмета.

Алгоритм – строгая последовательность правил и действий, однозначно ведущих к решению задачи.

База – объект, относительно которого определяется положение других объектов.

Вал – деталь, форма которой образована цилиндрическими поверхностями, оси которых параллельны или совпадают, а длина превышает диаметр.

Вентиль – запорно-регулирующее устройство для трубопроводов.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета (ГОСТ 2.305-68). *Основные виды*. спереди, сверху, слева, справа, снизу, сзади. Вид спереди называется также *главным видом*. Кроме основных, на чертеже могут быть дополнительные и местные виды. Число видов должно быть наименьшим, но достаточным для получения полного представления о форме предмета.

Винт – скрепляющая деталь цилиндрической формы с резьбой на одном конце и головкой на другом.

Втулка – деталь, состоящая из соосных тел вращения и соосным отверстием.

Выполнение чертежей – этап проектирования – выпуск графической документации.

Высота – величина кратчайшего прямого отрезка, проведенного из вершины фигуры до пересечения с плоскостью основания этой фигуры.

Вычисления графические – процесс определения значений величин геометрических объектов путем проведения геометрических построений.

Габарит – наибольшие внешние очертания.

Гайка – крепежная деталь с резьбовым отверстием.

Геометрия начертательная – наука, предоставляющая геометрический аппарат для изучения пространственных отношений.

Гипербола – геометрическое место точек плоскости, разность расстояний которых от двух данных точек (фокусов) есть величина постоянная.

Гнездо – тип отверстия, которое имеет только одно сечение, касающееся габаритов детали.

График – изображение функциональной зависимости.

Графическая грамотность, подготовка – способность оперировать понятиями, связанными с визуализацией информации, умение точно и быстро передавать информацию с помощью графических средств.

Графические дисциплины – дисциплины изучающие средства, законы и способы представления информации с помощью графических моделей: рисунков, чертежей, схем.

Двугранный угол – фигура, образованная двумя плоскостями (гранями двугранного угла) исходящими из одной прямой, называемой ребром двугранного угла.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

ЕСКД (Единая система конструкторской документации) – система государственных стандартов, определяющих правила выполнения конструкторской документации.

Компоновка – выбор средств предоставления информации с учетом их функциональной и эргономической целесообразности.

Конусность – отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними.

Координаты – числа, определяющие положение точки на плоскости, поверхности или в пространстве. *Прямоугольные* – координаты, в которых положение точки определяют тремя величинами x , y , z , отмеряемыми вдоль трех взаимно перпендикулярных осей.

Линия – графическая форма, используемая при создании графических моделей для указания направления, протяженности; для изображения траектории, для обозначения границ или деления.

Многоугольник – плоская фигура, ограниченная замкнутой ломаной линией, звенья которой называются сторонами многоугольника. А точки пересечения звеньев – вершинами.

Образ – результат идеальная форма отражения объекта в сознании человека в форме знаковых систем; основная оперативная единица пространственного мышления.

Образное мышление – оперирование образами, в результате чего происходит воссоздание, перестройка и видоизменение образов в заданном направлении.

Плоскость общего положения – плоскость, расположенная по отношению к плоскостям проекций под произвольным углом (отличным от 90°).

Плоскость частного положения – плоскость, параллельная плоскости проекций (плоскость уровня) либо перпендикулярная плоскости проекций (проецирующая плоскость).

Проекция – изображение объекта, полученное на плоскости или поверхности по законам проецирования.

Рисунок технический – графическое изображение геометрического объекта на плоскости, выполненное без соблюдения масштаба, с использованием цвета, тона и текстуры.

Стандарт – нормативный документ, содержащий требования к промышленным изделиям.

Точка – графическая форма, используемая при конструировании графических моделей для указания местоположения основного элемента.

Фаска – скошенная кромка стержня, бруска, листа или внутренней поверхности втулки. На чертеже фаска определяется двумя линейными размерами или одним линейным и одним угловым.

Фигура – графическая форма, используемая для обозначения контура, площади, очертания при создании графической модели объекта.

Чертеж – графическое изображение, выполненное с соблюдением правил проецирования трехмерного объекта на плоскости.

Эскиз – чертеж, выполненный, как правило, без применения чертежных инструментов, на любом материале и без точного соблюдения масштаба; предназначен для разового использования при проектировании в производстве.

Эпюр (epure – франц. чертеж проект) – изображение объекта, получаемое при совмещении плоскостей проекций.

Библиографический список

1. Большаков В. П. Инженерная и компьютерная графика. Практикум. — СПб.: БХВ- Петербург, 2004. — 592 с.: ил.
2. Гапоненко В.Ф., Пронькин Н.Н. и др. Основы теории управления. Учебно-методический комплекс. – Московский городской университет управления Правительства Москвы. Москва, 2011.
3. Гапоненко В.Ф., Пронькин Н.Н. и др. Проектирование информационных систем в управлении. Учебно-методический комплекс. – Московский городской университет управления Правительства Москвы. Москва, 2011.
4. Глуценко В.М., Пронькин Н.Н. и др. Информационные системы и технологии. Учебник. – Московский городской университет управления Правительства Москвы. Москва, 2012.
5. Глуценко В.М., Пронькин Н.Н. и др. Моделирование систем. Учебно-методический комплекс. – Московский городской университет управления Правительства Москвы. Москва, 2011.
6. Глуценко В.М., Пронькин Н.Н. и др. Теория информационных процессов и систем. Учебно-методический комплекс. – Московский городской университет управления Правительства Москвы. Москва, 2011.
7. Елизаров В.С., Прудкин В.Е., Пронькин Н.Н. Компьютерная геометрия и графика. Учебно-методический комплекс. – Московский городской университет управления Правительства Москвы. Москва, 2009.
8. Кидрук М.И. Видеосоучитель Компас-3D. СПб.: Питер, 2009.
9. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D V8. (Серия: "Проектирование"). ДМК, 2008.
10. Фролов С.А. Начертательная геометрия. Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. (Серия: "Высшее образование") (ГРИФ) ИНФРА-М, 2008.
11. Хейфец А.Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD: учебное пособие. Гриф МО РФ. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2007.
12. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений. 2-е изд., перераб. и доп. (Серия: "Учебник для вузов") (ГРИФ) ВЛАДОС, 2008.



ISBN 978-5-6045106-8-1



Усл. печ. л. 3.1.

Объем издания 9,6 МВ

Оформление электронного издания:

НОО Профессиональная наука, mail@scipro.ru

Дата размещения: 10.10.2020 г.

URL: <http://scipro.ru/conf/ENGINEERINGGRAPHICS.pdf>