

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Инженерный институт

Кафедра теоретическая и прикладная механика

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Курс лекций



Новосибирск 2020

Кафедра теоретической и прикладной механики

Инженерная графика: курс лекций/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Т.В. Семенова. – Новосибирск, 2020. – 120 с. изд. перераб и доп.

В методической разработке представлены теоретические основы курса и выписки из ГОСТ в виде лекций по изучаемым темам, иллюстративный материал и примеры, необходимые при подготовке к практическим занятиям и зачету, а также для закрепления навыков самостоятельной работы при выполнении индивидуальных заданий расчетно-графической работы.

Курс лекций предназначен для студентов очной и заочной форм обучения всех направлений подготовки Инженерного института (Агроинженерия, Технология транспортных процессов, Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, Профессиональное обучение (по отраслям)).

Может быть рекомендован студентам других факультетов ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, обучающимся по инженерным направлениям подготовки (Природообустройство и водопользование, Продукты питания из растительного сырья, Продукты питания животного происхождения, Технология продукции и организация общественного питания, Стандартизация и метрология), изучающим соответствующие разделы и темы дисциплин Инженерная графика, Инженерная и компьютерная графика, согласно утвержденным учебным планам и рабочим программам дисциплин.

Утвержден и рекомендован к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол от 29 сентября 2020 г. № 2).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Особое место в учебном процессе при изучении общепрофессиональных дисциплин по инженерно-техническим циклам в высшей школе и учреждениях среднего профессионального образования занимает инженерная графика, формирующая базовые знания, необходимые для усвоения специальных дисциплин, выполнения студентами контрольных и расчетно-графических работ, курсовых работ и проектов, выпускных квалификационных работ, а также решения инженерных задач в будущей профессиональной деятельности. Данная дисциплина, базируясь на теоретических основах начертательной геометрии, определяет правила выполнения технических чертежей, обеспечивая их выразительность и точность, а, следовательно, и возможность осуществления изображенных предметов на практике. Таким образом, при выполнении конструкторских документов и для успешного овладения курсом инженерной графики необходимо строгое изучение и соблюдение большого количества государственных и отраслевых стандартов, в которых содержатся сведения по разработке технической документации, правила оформления чертежей и другая необходимая учебно-производственная информация.

Курс лекций охватывает все темы, предусмотренные программой курса «Начертательная геометрия и инженерная графика» раздела «Инженерная графика» для студентов высших и средних специальных учебных заведений машиностроительного профиля.

В процессе изучения курса студентам прививаются навыки чтения и составления наглядных графических изображений, навыки пользования ГОСТами, учебниками и справочной литературой.

Курс лекций по разделу «Инженерная графика» поможет студентам овладеть специальными учебными дисциплинами, расширит их технический кругозор и позволит осознанно читать любую техническую литературу, содержащую чертежи и схемы.

В результате изучения материала студент должен узнать основные правила построения графических изображений и основные положения единой системы конструкторских документов (ЕСКД).

ВВЕДЕНИЕ

Условиями успешного овладения техническими знаниями являются умение читать чертежи и знание правил их выполнения и оформления. Чертеж является одним из главных носителей технической информации, без которой не обходится ни одно производство.

В настоящее время нельзя представить себе работу и развитие большинства отраслей народного хозяйства, а также науки и техники без чертежей. На вновь создаваемые приборы, машины и сооружения сначала разрабатывают чертежи (проекты). По ним определяют их достоинства и недостатки, вносят изменения в конструкцию. Только после обсуждения чертежей (проектов) изготавливают опытные образцы изделия. Рабочие, инженеры и техники должны уметь читать чертеж, чтобы понять как саму конструкцию, так и работу изображенного изделия, а также изложить свои технические мысли, используя чертеж. Чертежи широко используются и в учебных заведениях при изучении теоретических, общетехнических и специальных предметов.

Техническая графика начала развиваться давно, примерно в середине XVII в., и дошедшие до наших дней некоторые чертежи и рисунки свидетельствуют о высоком искусстве их выполнения.

С начала XVIII в. технический рисунок все более уступает место чертежу. Уже в то время требовались чертежи достаточно сложных изделий и сооружений, и для выполнения таких чертежей нужна была специальная подготовка. Чертежи того времени, выполненные нашими русскими чертежниками и отличающиеся высоким качеством исполнения, вычерчены по правилам прямоугольных проекций, хотя в то время теория таких проекций широко не была еще известна.

Все окружающие нас предметы (например, машины, приборы, здания или их части) можно изображать так, как они представляются нашему глазу, — при помощи рисунков или

фотографий. В технике же принят другой способ их изображения — в виде чертежей. Предмет изображается на чертеже видимым с различных сторон. Это позволяет передать на чертеже форму предмета и указать все размеры, необходимые для его изготовления.

Отличие чертежа от рисунка и фотографии заключается в том, что на чертеже предметы изображаются по особым правилам. Рисунок предмета передает его длину, высоту и ширину так, как видит его рисующий, т. е. одним изображением. Однако на рисунке отдельные части предмета изображаются с некоторым искажением. Например, цилиндрические отверстия изображаются на рисунке в виде овальных, прямые углы — в виде тупых и острых, а прямоугольные поверхности — в виде параллелограммов. Такими же недостатками обладает и фотография. Вследствие искаженной передачи форм и размеров предметов на рисунках и фотографиях ими пользуются в технике только как вспомогательными средствами изображения.

На чертеже форму предмета передают, как правило, несколькими изображениями. Каждое изображение на чертеже дается только с одной какой-либо стороны предмета. Чтобы представить себе, рассматривая чертеж, форму предмета в целом, надо мысленно объединить его отдельные изображения.

По чертежу с проставленными размерами можно изготовить изображенный на нем предмет.

Любое строительство и любое производство — от обычной шариковой ручки до современного самолета — невозможно без предварительной разработки технической документации.

Чертежом называется графическое изображение объекта (например, изделия) или его части на плоскости (чертежной бумаге, экране монитора и др.), передающее с определенными условностями в выбранном масштабе его геометрическую форму и размеры. В техническом черчении, объектами которого являются изделия и сооружения, применяются различные виды чертежей, представляющие собой отдельные конструкторские

документы. Правила выполнения основных видов этих чертежей регламентируются государственными стандартами.

Знание инженерной графики позволяет специалисту выполнять и читать чертежи так же, как знание азбуки и грамматики позволяет человеку читать и писать тексты. Инженерная графика является таким предметом, при изучении которого студенты знакомятся с широким кругом технических понятий. Знание этого предмета облегчает изучение многих других общетехнических и специальных дисциплин.

Конструирование — одна из самых творческих сфер умственной деятельности. Велика ответственность конструкторов, так как качество изделий, прежде всего, обеспечивается качеством технической документации.

Государственные стандарты на конструкторскую документацию содержат правила и условные обозначения, которые необходимо соблюдать при выполнении чертежей, схем и других видов конструкторской документации.

В нашей стране введена в действие *Единая система конструкторской документации (ЕСКД)*, представляющая собой комплекс государственных стандартов, содержащих единые требования к выполнению, оформлению и обращению документации для всех отраслей промышленности и строительства.

Правильное и единообразное оформление чертежей облегчает их выполнение, экономит время при чертежной работе, упрощает дальнейшую обработку чертежей и, что особенно важно, их понимание (чтение). Уметь читать чертежи — это значит, по изображениям предмета уметь представить себе его пространственную форму, размеры и др.

Для быстрого внедрения и освоения новой техники важное значение приобретает умение правильно, с меньшей затратой времени создавать конструкторскую документацию, с учетом всех требований ЕСКД, а также правильно и быстро читать машиностроительные чертежи.

1 Стандарты

При широкой специализации и кооперации предприятий в изготовлении сложных изделий участвуют инженеры, техники и рабочие не одного, а десятков и сотен заводов самых различных отраслей промышленности, часто удаленных друг от друга на тысячи километров. Разнобой в содержании и оформлении конструкторской документации значительно осложнял бы рациональную организацию производства, возможность передачи изготовления изделий с одних предприятий на другие.

Конструкторская документация должна оформляться таким образом, чтобы работа по ней была возможна как на предприятии, на котором эта документация выполнена, так и на любом другом предприятии без дополнительной переработки этой документации. Она должна быть предельно ясна и не допускать различных толкований. Поэтому появилась необходимость установления единых, обязательных для всех правил оформления чертежей, которые делали бы их понятными для любого участка разработки и производства изделия. Такие правила устанавливают стандарты.

Стандартизация — важное средство ускорения научно-технического прогресса. Она позволяет экономить трудовые и материальные ресурсы, сокращать сроки проектирования и изготовления изделий, повышать качество промышленной и сельскохозяйственной продукции, снижать ее стоимость. Объектами стандартизации являются конкретная продукция, товары и услуги, а также нормы, правила, методы, термины, единицы величин и т. п., многократно применяемые в науке, технике, промышленности и т. д. С помощью стандартизации решают многие крупные народнохозяйственные задачи.

Применение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) позволяет реализовать единую межгосударственную систему графических изображений. ЕСКД удовлетворяет требованиям современного производства и обеспечивает на высоком уровне разработку технических документов. Характерным для этой системы является то, что она охватывает не только графическую часть, но включает и все элементы, связанные с использованием иной технической документации.

ЕСКД — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями всей страны на все виды конструкторских документов.

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

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

- возможность обмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления;
- стабилизацию комплектности, исключающую дублирование и разработку не требуемых производству документов;
- возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;
- упрощение форм конструкторских документов графических изображений, снижающее трудоемкость проектно-конструкторских разработок промышленных изделий;
- механизацию и автоматизацию обработки технических документов и содержащейся в них информации;
- улучшение условий технической подготовки производства;
- улучшение условий эксплуатации промышленных изделий;
- оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

Таблица 1

Квалификационные группы стандартов

Номер группы	Наименование классификационной группы стандартов
0	Общие положения
1	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий и конструкторских документов
3	Общие правила выполнения чертежей
4	Правила выполнения чертежей различных изделий
5	Правила изменения и обращения конструкторской документации
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7	Правила выполнения схем
8	Правила выполнения документов строительных и судостроительных
9	Прочие стандарты

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

- на все виды конструкторских документов;
- на учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;
- 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.

Стандарты ЕСКД распределены на девять классификационных групп (табл. 1). В каждой классификационной группе может насчитываться 99 стандартов. Поэтому группы стандартов ЕСКД могут пополняться без нарушения их нумерации.

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки) 3, обозначающей классификационную группу (шифр группы) стандартов; двузначной цифры 05, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Пример обозначения стандарта ЕСКД «Изображения – виды, разрезы, сечения» изображен на рис. 1.



Рис. 1 – Пример обозначения стандарта ЕСКД ГОСТ 2.305-2008

2 Основные положения Единой системы конструкторской документации

2.1 Виды изделий

ГОСТ 2.101—68 устанавливает виды изделий всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Изделия, в зависимости от их назначения, делят на *изделия основного производства* и на *изделия вспомогательного производства*. К изделиям основного производства следует относить изделия, предназначенные для поставки (реализации). К изделиям вспомогательного производства следует относить изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия, изготавливающего их.

Устанавливаются следующие *виды изделий*: *детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты*.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, эти же изделия, подвергнутые покрытиям, эти же изделия, изготовленные с применением сварки, спайки, склейки, сшивки, например: винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой и т. п.). Например: автомобиль, станок, редуктор, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.



Рис. 2 – Виды и структура изделий

Комплекс — два или более изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения своих основных функций, установленных для всего комплекса, например: завод-автомат, автоматическая телефонная станция, бурильная установка. В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например: детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа

комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей, укладочных средств, тары и др.

Комплект — два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т. п.

В зависимости от наличия или отсутствия составных частей изделия делят на:

- а) неспецифицированные (детали) - не имеющие составных частей;
- б) специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплексы) - состоящие из двух и более составных частей.

2.2 Виды и комплектность конструкторских документов

Любые изделия могут быть изготовлены только на основании определённых конструкторских документов.

Таблица 2

Виды конструкторских документов

Код документа	Вид документа	Определение
-	Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и все данные, необходимые для ее изготовления и контроля
СБ	Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее 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 или 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

К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приёмки, эксплуатации и ремонта (*ЕСКД ГОСТ – 2.102-68*).

В табл. 2 приведены определения, коды и виды конструкторских документов, выполняемых студентами в процессе работы над заданиями по курсу инженерной графики.

Текстовыми конструкторскими документами являются документы, содержащие информацию об изделии в виде текстов, которые могут быть представлены в форме таблиц, перечней и т.п.

В соответствии с *ГОСТ 2.105-95* текстовые документы подразделяют на документы, содержащие, в основном, сплошной текст (технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т. н.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т. п.).

К текстовым документам относятся:

- спецификация;
- технические условия.

Технические условия - документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приёмке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других документах.

2.3 Стадии разработки конструкторской документации

В зависимости от стадий разработки, устанавливаемых *ГОСТ 2.103 - 68*, конструкторские документы подразделяются на *проектные* и *рабочие*.

К *проектным конструкторским документам* относятся *техническое предложение, эскизный проект, технический проект*.

К *рабочей конструкторской документации* относятся *спецификации, сборочные чертежи, чертежи деталей* и пр.

Согласно *ГОСТ 2.103 - 68* установлены следующие стадии разработки конструкторской документации:

Техническое предложение - совокупность конструкторских документов, содержащих анализ различных вариантов возможных решений технического задания заказчика, технико-экономические обоснования предлагаемых вариантов, патентный поиск и т.п.

Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного (технического) проекта. Объем работ – по *ГОСТ 2.118-73*. Документам, разработанным на этой стадии проектирования, присваивается литера "П".

Эскизный проект - совокупность конструкторских документов, которые должны включать в себя принципиальные конструктивные решения,

дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документация. Объем работ – по *ГОСТ 2.119-73*. Документам, разработанным на этой стадии проектирования, присваивается литера "Э".

Технический проект - совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации.

Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации. Объем работ – по *ГОСТ 2.120-73*. Документам, разработанным на этой стадии проектирования, присваивается литера "Т".

Рабочая конструкторская документация - совокупность конструкторских документов, предназначенных для изготовления и испытаний опытного образца, установочной партии, серийного (массового) производства изделий.

2.4 Разделение конструкторских документов в зависимости от способа выполнения и характера использования

В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы подразделяются на:

Оригиналы - документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников.

Подлинники - документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий.

Дубликаты - копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющие снятие с них копий.

Копии - документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом) и предназначенные для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий.

3 Правила оформления чертежей

3.1 Форматы

При выполнении чертежей пользуются форматами, установленными *ГОСТ 2.301-68*. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать значениям, указанным в табл. 3.

Таблица 3

Обозначения и размеры основных форматов

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841×1189
A1	595×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

Основные форматы получают путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне формата площадью 1 кв. м с размерами сторон 1189×841 мм (рис. 3).

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

При необходимости допускается применять формат *A5* с размерами сторон 148×210 мм.

Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности согласно таблице, например, *A0x2*, *A4x8* и т.д.

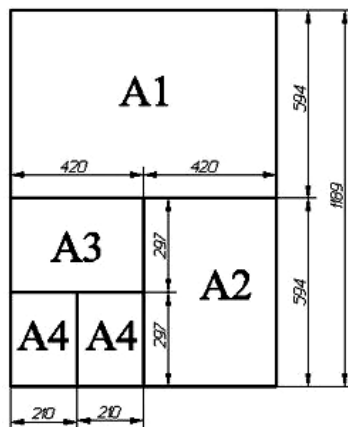


Рис. 3 - Схема деления форматов

3.2 Основные надписи

Содержание, расположение и размеры граф основных надписей, дополнительных граф к ним, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать *форме 1*, а в текстовых документах – *формам 2, 2а и 2б* (ГОСТ 2.104-2006).

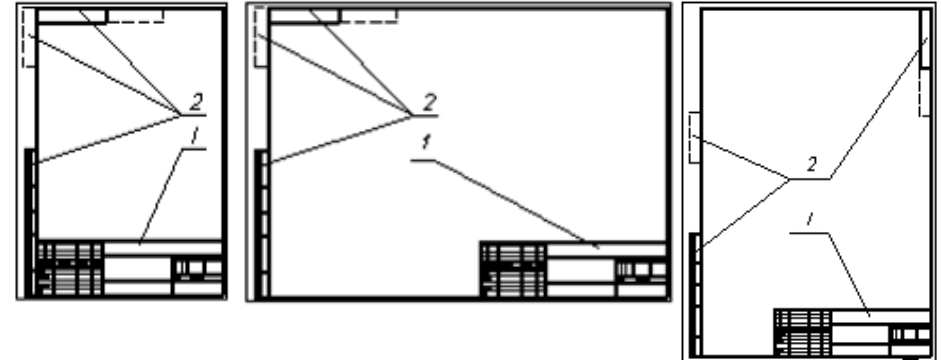


Рис. 4 - Основные надписи на чертежах:
(1 - основная надпись, 2 - дополнительные графы)

Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов.

На листах формата А4 по ГОСТ 2.301-68 основные надписи располагаются вдоль короткой стороны листа (рис. 4).

Для оформления чертежей и схем применяется основная надпись *формы 1* (рис. 5). Допускается для последующих листов чертежей и схем применять *форму 2а* (рис. 6).

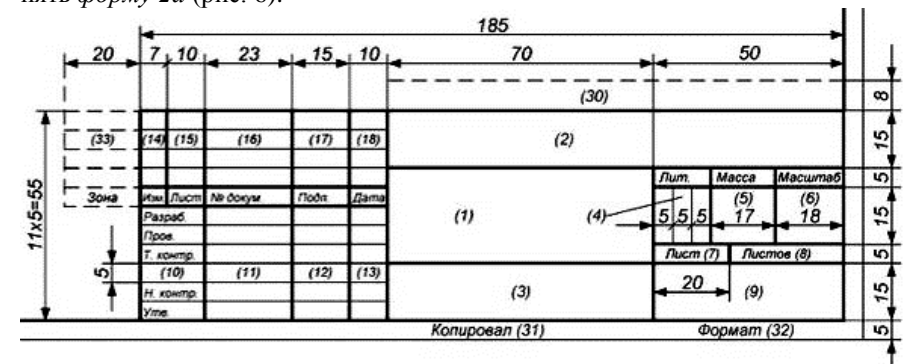


Рис.5 - Основная надпись (форма 1)

В графах основной надписи и дополнительных графах (номера граф на рисунках показаны в круглых скобках) указывают значения соответствующих реквизитов или атрибутов согласно *ГОСТ 2.104-2006*:

в графе 1 – наименование изделия или наименование документа, если этому документу присвоен код для изделий народнохозяйственного назначения допускается не указывать наименование документа, если его код определен *ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.701*. Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. Наименование изделия записывают в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Колесо зубчатое»;

в графе 2 – обозначение документа по *ГОСТ 2.201* и код, если его код определен *ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.601, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.701* допускается применять ранее принятую систему обозначений документов;

в графе 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

в графе 4 – литеру, присвоенную данному документу (на документе в бумажной форме графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки).

в графе 5 – массу изделия по *ГОСТ 2.109*;

в графе 6 – масштаб (проставляется в соответствии с *ГОСТ 2.302* и *ГОСТ 2.109*);

в графе 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 – общее количество листов документа (указывают только на первом листе);

в графе 9 – наименование или код организации, выпускающей документ (графу не заполняют, если код содержится в обозначении документа);

в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ, в соответствии с формами 1 и 2. Свободную строку заполняют по усмотрению разработчика, например: «Начальник отдела», «Начальник лаборатории», «Рассчитал»;

в графе 11 – фамилии лиц, подписавших документ;

в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Подписи лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль, являются обязательными.

При отсутствии титульного листа допускается подпись лица, утвердившего документ, размещать на свободном поле первого или заглавного листа документа в порядке, установленном для титульных листов по *ГОСТ 2.105*;

в графе 13 – дату подписания документа;

и т.д., для отдельных изображений на поле чертежа значение масштаба указывается в скобках, например для сечения *A-A* (1:2).

Таблица 4

Масштабы

Масштабы уменьшения	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
Масштабы увеличения	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*.

3.4 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.

На чертеже рукоятки (рис. 8) показаны примеры применения некоторых линий. Обратите внимание, что штриховые и штрихпунктирные линии должны пересекаться только штрихами.

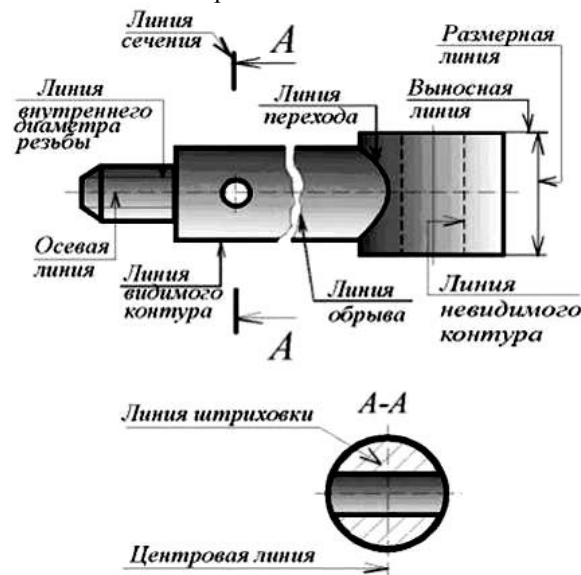



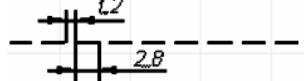
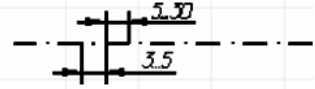
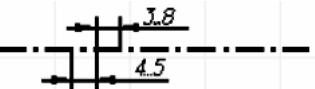

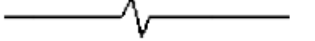
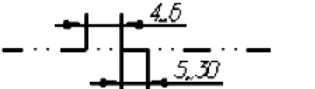


Рис. 8 - Основные назначения линий

Типы линий

№ п/п	Наименование и начертание	Толщина линий по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1	2	3	4
1	Сплошная толстая - основная (в дальнейшем основная) 	S	1.1. Линия видимого контура 1.2. Линии перехода видимые 1.3. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2	Сплошная тонкая (в дальнейшем – тонкая) 	От S/3 до S/2	2.1. Линия контура наложенного сечения 2.2. Линии размерные и выносные 2.3. Линии штриховки 2.4. Линии - выноски 2.5. Полки линий - выносок и подчеркивание надписей 2.6. Линии для изображения пограничных деталей ("обстановка") 2.7. Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях 2.8. Линии перехода вообразаемые 2.9. Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
3	Сплошная волнистая 	От S/3 до S/2	3.1. Линии обрыва 3.2. Линии разграничения вида и разреза
4	Штриховая 	От S/3 до S/2	4.1. Линии невидимого контура 4.2. Линии перехода невидимые

Окончание табл. 5

	2	3	4
5	Штрих-пунктирная тонкая 	От S/3 до S/2	5.1. Линии осевые и центровые 5.2. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6	Штрих-пунктирная утолщенная 	От S/2 до 2S/3	6.1. Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию 6.2. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная проекция")
7	Разомкнутая 	От S до 1,5 S	7.1. Линии сечений
8	Сплошная тонкая с изломами 	От S/3 до S/2	8.1. Длинные линии обрыва
9	Штрих-пунктирная с двумя точками тонкая 	От S/3 до S/2	9.1. Линии сгиба на развертках 9.2. Линии для изображения частей изделия в крайних или промежуточных положениях 9.3. Линии для изображения развертки совмещенной с видом

3.5 Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах выполняются стандартным шрифтом согласно *ГОСТ 2.304 - 81*. Стандартом установлены 2 типа шрифтов: тип *A* и тип *B*, 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 *A* без наклона ($d=h/14$);
2. Тип *A* с наклоном около 75° ($d=h/14$);
3. Тип *B* без наклона ($d=h/10$);
4. Тип *B* с наклоном около 75° ($d=h/10$).



Рис. 9 - Шрифт типа *B* наклонный

Тип определяется параметрами шрифта: расстояниями между буквами, минимальный шаг строк, минимальное расстояние между словами и 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 *B* приведено на рис. 9.

Таблица 6

Шрифт типа *B* ($d=h/10$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм							
				1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Размеры шрифт: высота строчных букв	h	$(10/10) h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота прописных букв	c	$(7/10) h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	a	$(2/10) h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(17/10) h$	$17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10) h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Толщина линий шрифта	d	$(1/10) h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Примечания:

1. Расстояние a между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой (например, $ГА$, $АТ$), может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.

2. Минимальным расстоянием между словами e , разделенными знаком препинания, является расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом.

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

В табл. 6 приведены основные параметры шрифта типа B с наиболее часто встречающимися в учебном процессе размерами.

4 Нанесение размеров и предельных отклонений

4.1 Правила нанесения размеров

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других документах устанавливает *ГОСТ 2.307—68*.

Простановка размеров — одна из наиболее ответственных стадий разработки чертежа. В этой операции принято различать: *задание размеров* — какие размеры и с какой точностью необходимо задать на чертеже, чтобы изображенное на нем изделие возможно было изготовить (чертеж должен быть метрически определенным), и *нанесение размеров* — как следует расположить их на чертеже.

Задание размеров зависит от многих факторов — конструктивных, прочностных, технологических и др.

При выполнении первых учебных чертежей студенту нужно знать правила нанесения размеров на выполняемом чертеже по чертежу задания.

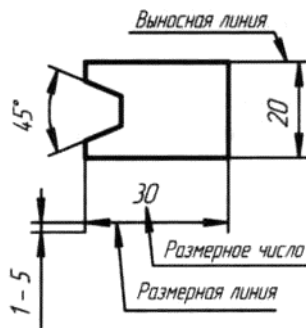


Рис. 10 – Пример нанесения размеров

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями (рис. 10). Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж, т. е. основанием для определения величины изображаемого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Основанием для определения требуемой точности изделия при изготовлении являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, а также предельные отклонения формы и расположения поверхностей.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размерные и выносные линии следует выполнять сплошными тонкими линиями. Размерные линии ограничены стрелками. Величина стрелок выбирается в зависимости от толщины S линии видимого контура предмета и должна быть приблизительно одинакова для всех размерных линий чертежа (рис. 11).

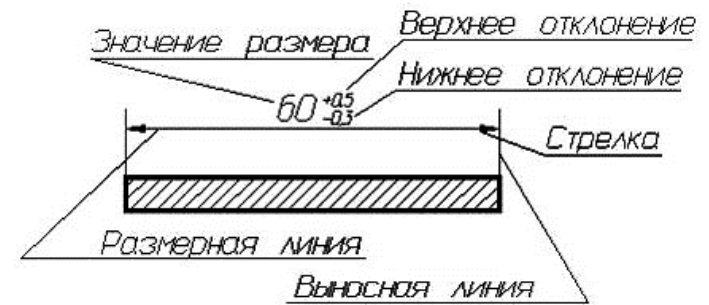


Рис. 11 - Структура размера

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно размерам. Размер стрелок должен соответствовать изображению на рис. 12.

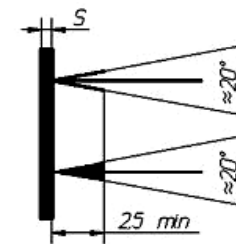


Рис. 12 - Изображение стрелок размерных линий

Различают размеры *исполнительные*, каждый из которых используют при изготовлении изделия и его приемке (контроле), и *справочные*, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указанные для большего удобства пользования чертежом. Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: « *Размеры для справок».

К справочным относят следующие размеры:

- один из размеров замкнутой размерной цепи;
- размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например, ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания и т. п.;
- размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;
- габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей.

Установочными и *присоединительными* называются размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию.

Габаритными называются размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания изделия.

На чертежах изделий у размеров, контроль которых технически затруднен, наносят знак «*» или «**» (если знак «*» уже нанесен для справочных размеров), а в технических требованиях помещают надпись:

«** Размеры обеспечить инструментом».

Указанная надпись означает, что выполнение заданного чертежом размера с предельным отклонением должно гарантироваться размером инструмента или соответствующим технологическим процессом. При этом размеры инструмента или технологический процесс проверяются периодически в процессе изготовления изделий. Периодичность контроля инструмента или технологического процесса устанавливается предприятием-изготовителем совместно с представителем заказчика.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации.

Размеры бывают *линейные* — длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и *угловые* — размеры углов.

Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах и в спецификациях указывают в *миллиметрах*, без обозначения единицы измерения. Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указывают единицы измерения. Угловые размеры и предельные отклонения угловых размеров указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: $0^{\circ}30'40''$.

Если на чертеже размеры необходимо указать не в миллиметрах, а в других единицах измерения (сантиметрах, метрах и т. д.), то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях.

На строительных чертежах единицы измерения в этих случаях допускаются не указывать, если они оговорены в соответствующих документах.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или выносные и осевые линии. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1—5 мм (рис. 12). Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линии видимого контура и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа.

Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного шрифта (чаще применяют шрифт размером 3,5). Размерные числа ставят над размерной линией, параллельно ей, на расстоянии примерно около одного миллиметра от нее и возможно ближе к середине (рис. 11). Размерное число ставят слева от вертикальной размерной линии. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

При нанесении размеров деталей, подобных изображению на рис. 13, размерные линии следует проводить в радиусном направлении, а выносные — по дугам окружностей.

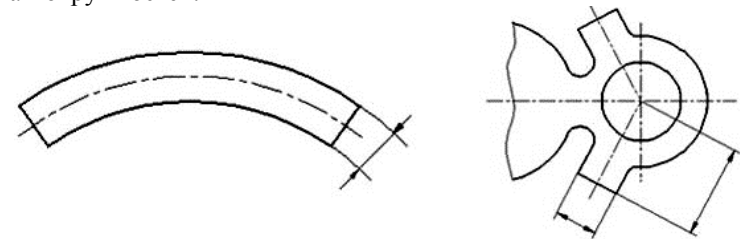


Рис. 13 - Примеры простановки размеров

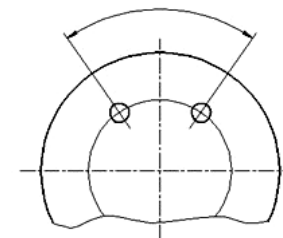


Рис. 14 - Угловой размер

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рис. 14).

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий.

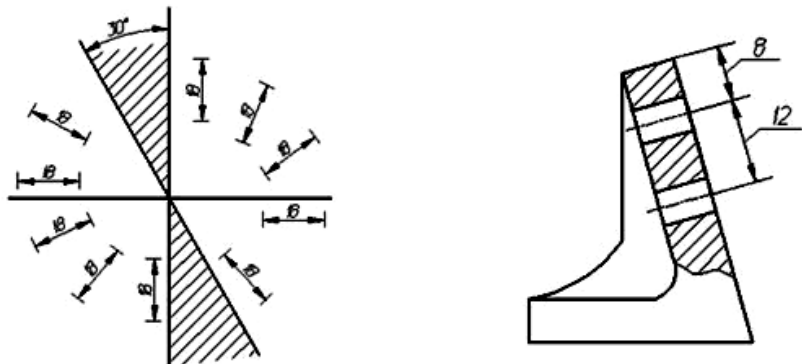


Рис. 15 - Простановка линейных размеров

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 15. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски.

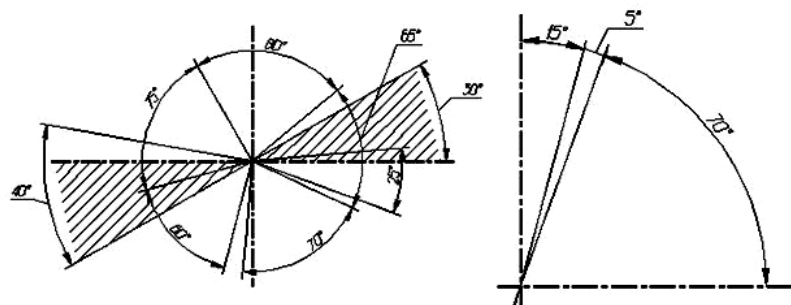


Рис. 16 - Простановка угловых размеров

Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 16. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии - со стороны вогнутости размерных ли-

Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям.

Выносные линии проводят от линии видимого контура, за исключением случаев, когда при нанесении размеров на невидимом контуре отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения.

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рис. 19).

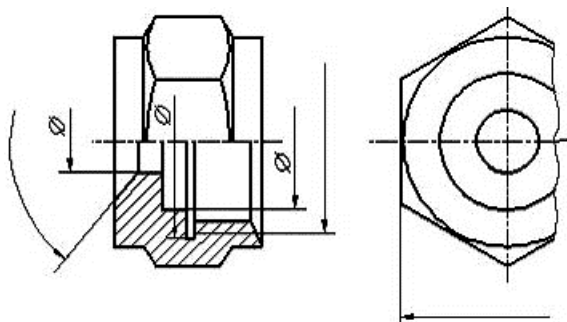


Рис. 19 - Пример использования размерной линии с разрывом

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

а) при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 20);

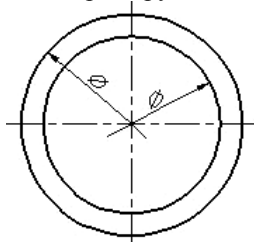


Рис. 20 - Простановка диаметров

б) при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (рис. 21).

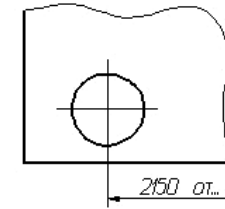


Рис. 21 - Обрыв размерной линии при нанесении размера от базы

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 22).

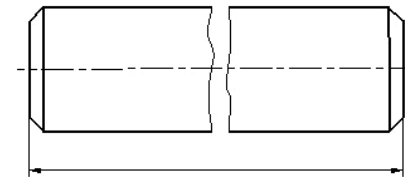


Рис. 22 - Пример обозначение размера при изображении детали с разрывом

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают выносить за выносные линии (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т. д.) и стрелки наносят, как показано на рис. 23.

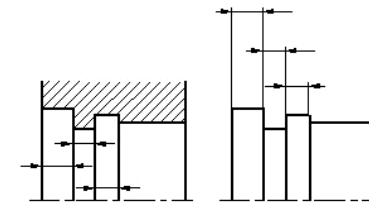


Рис. 23 - Примеры расположения размерных линий

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменить засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям или четко наносимыми точками.

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать.

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения (рис. 24).

Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять или пересекать какими то ни было линиями чертежа.

Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

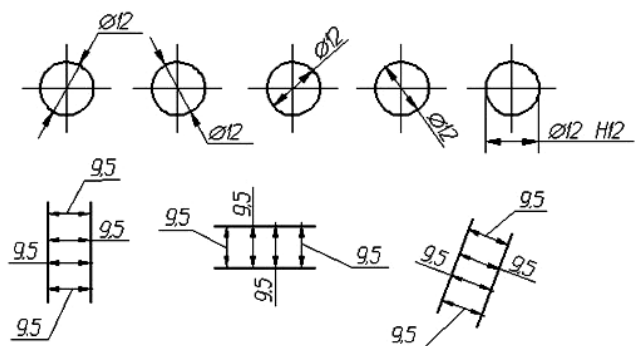


Рис. 24 - Примеры нанесения размеров при различных положениях размерных линий

В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 25).

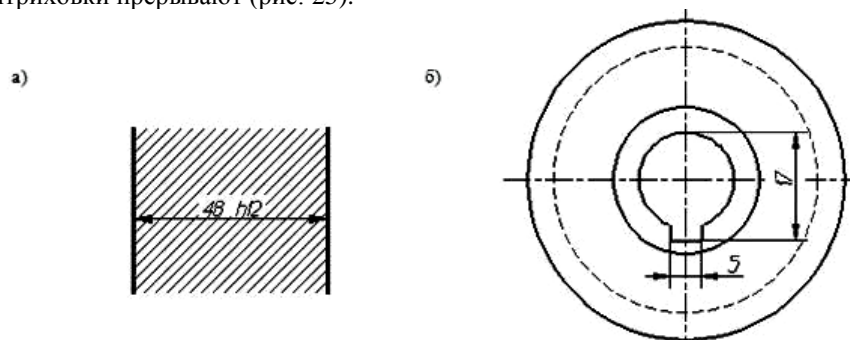


Рис. 25 - Примеры нанесения размеров с разрывом осевых линий (а) и линии штриховки (б)

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 26).

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*. Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий.

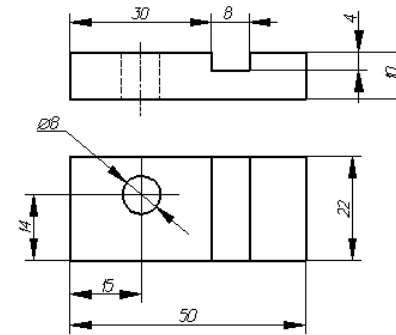


Рис. 26 - Примеры нанесения размеров

При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° .

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 27).

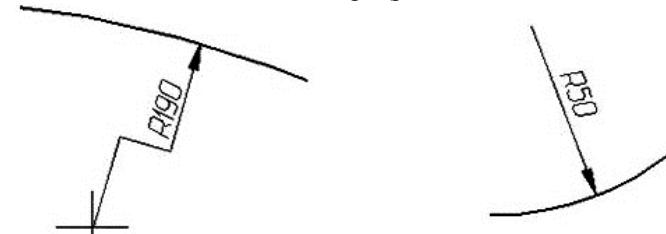


Рис. 27 - Примеры нанесения размера радиуса

Если радиусы скруглений, сгибов и т. п. на всем чертеже одинаковы или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображении рекомендуется в технических требованиях делать запись типа: «Радиусы скругления 4 мм»; «Внутренние радиусы сгибов 10 мм»; «Неуказанные радиусы 8 мм» и т.п.

При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак « \emptyset ».

Для обозначения цилиндрической поверхности следует руководствоваться следующим правилом: поверхность свыше 180° задается диаметром, менее 180° - радиусом, в случае, когда угол цилиндрической поверхности равен 180° , для её обозначения можно использовать как радиус, так и диаметр.

Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы так же наносят знак \emptyset (R) без надписи «Сфера» (рис. 28).

Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак «○», например, «Сфера Ø18», «○R12». Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел на чертеже. Размеры квадрата наносят, как показано на рисунке. Высота знака «○» должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже (рис. 29).

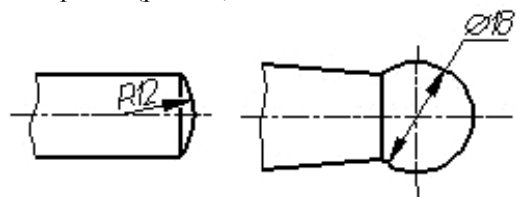


Рис. 28 - Примеры нанесения размера сферической поверхности

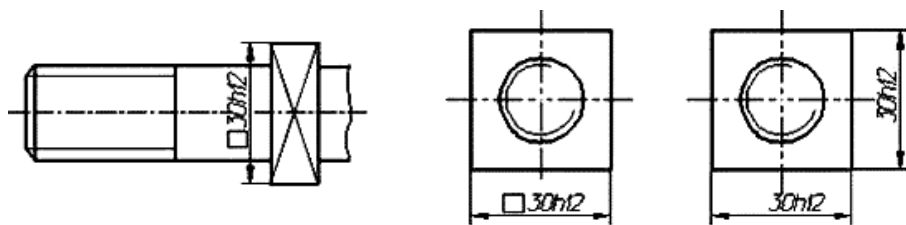


Рис. 29 - Примеры нанесения размера с использованием знака «квадрат»

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак «<»», острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 30).

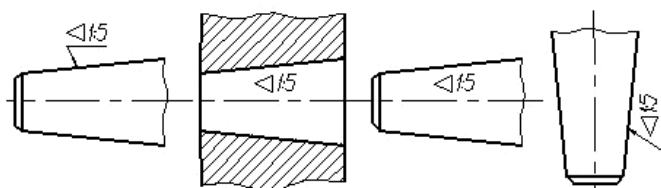


Рис. 30 - Примеры обозначения конусности

Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски.

$$\frac{1}{x} = \frac{D-d}{H}$$

где D - максимальный диаметр конуса, d - минимальный диаметр конуса, H - высота.

Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения, в процентах или в промиллях. Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак «>», острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рис. 31).

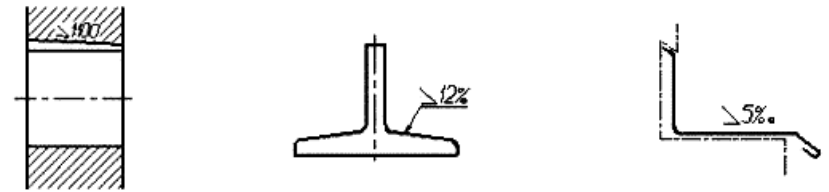


Рис. 31 - Примеры обозначения уклона

При нанесении размеров конических фасок размерную линию проводят параллельно оси конуса. Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 32.

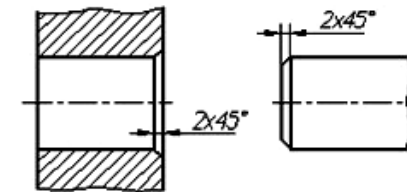


Рис. 32 - Примеры обозначения фасок под углом 45°

Размеры плоских и конических фасок под другими углами указывают - линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами (рис. 33).

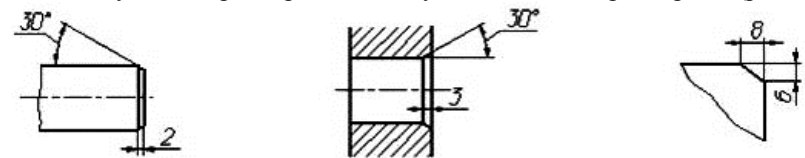


Рис. 33 - Примеры обозначения фасок под углом, отличным от 45°

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием количества этих элементов (рис. 34).

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), указывают диаметр окружности центров отверстий и вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, только их количество (рис. 35).

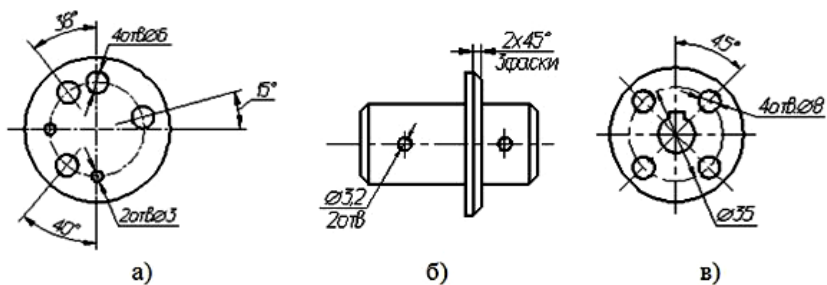


Рис. 34 - Примеры нанесения размеров одинаковых отверстий

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рис. 35).

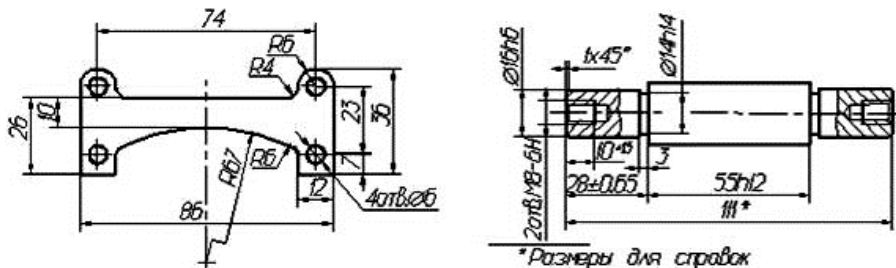


Рис. 35 - Примеры нанесения размеров симметрично расположенных элементов изделия

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстия), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 36).

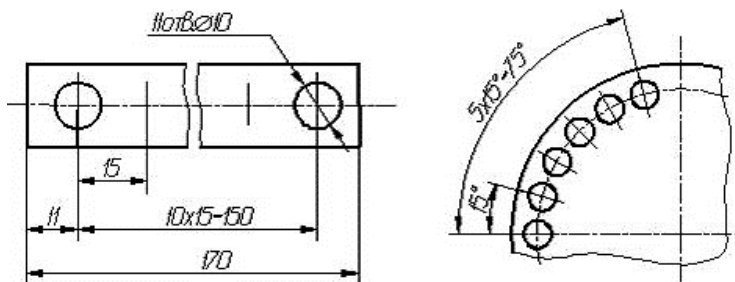


Рис. 36 - Примеры нанесения размеров равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия

Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют, как правило, от конструктивных баз с учетом возможностей выполнения и контроля этих размеров.

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т. п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят следующим способами:

- от общей базы (поверхности, оси) (рис.37);

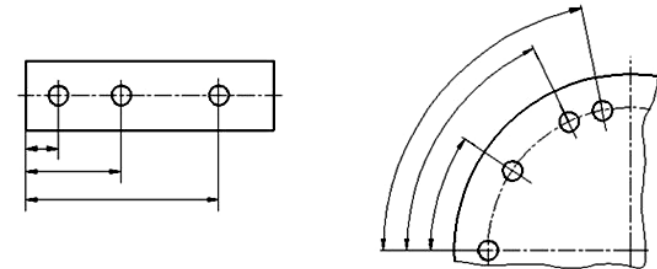


Рис. 37 - Примеры нанесения размеров от базы

- заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз (рис. 38);

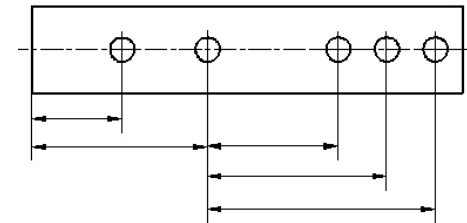


Рис. 38 - Примеры нанесения размеров от нескольких баз

- заданием размеров между смежными элементами (цепочкой) (рис. 39).

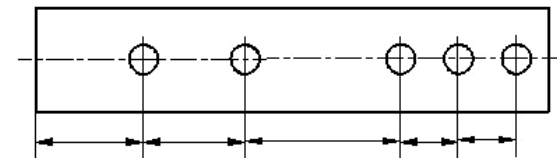


Рис. 39 - Примеры нанесения размеров цепочкой

4.2 Предельные отклонения размеров

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений.

Общая запись о предельных отклонениях размеров с неуказанными допусками должна содержать условные обозначения предельных отклонений линейных размеров в соответствии с *ГОСТ 25346-89* (для отклонений по квалитетам) или по *ГОСТ 25670-83* (для отклонений по классам точности). Симметричные предельные отклонения, назначаемые по квалитетам, следует обозначать $\pm IT/2$ с указанием номера квалитета.

Примеры общих записей в технических требованиях, соответствующие вариантам по *ГОСТ 25670-83* для 14 квалитета и (или) класса точности «средний», приведены в табл. 8:

Таблица 8

Варианты записи неуказанных предельных отклонений в технических требованиях

Номер варианта	Пример записи условными обозначениями
1	H14, h14, $\pm t/2$ или H14, h14, $\pm IT14/2$
2	+t2, -t2, $\pm t/2$
3	$\pm t/2$ или $\pm IT14/2$
4	$\varnothing H14, \varnothing h14, \pm t_2/2$ или $\varnothing H14, \varnothing h14, \pm IT14/2$

Допускается записи о неуказанных предельных отклонениях размеров дополнять поясняющими словами, например, «Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, $\pm t/2$ ».

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными обозначениями полей допусков в соответствии с *ГОСТ 25346-89*, например: 18H7, 12e8 или числовыми значениями, например: $18^{+0,018}$, $12_{-0,032}^{-0,059}$ или условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках их числовых значений, например: $18H7^{(+0,018)}$, $12e8^{(-0,032)}$.

4.3 Обозначение шероховатости поверхности

ГОСТ 2.309-73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности. С учетом изменения №3 принятого Межгосударственным советом

по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 21 от 28.05.2002) стандарт полностью соответствует стандарту ИСО 1302.

Шероховатость поверхности обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 40. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

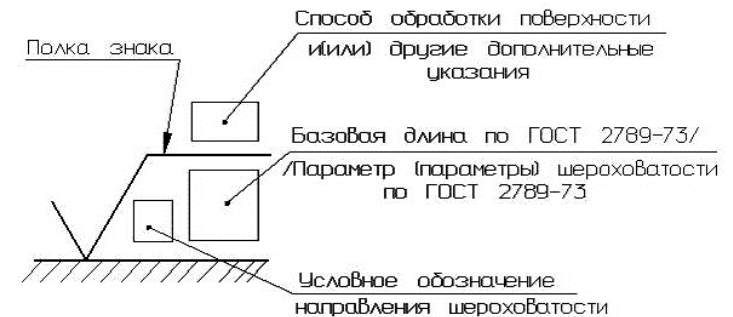


Рис. 40 - Структура обозначения шероховатости

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на нижеприведенном рис. 41.

Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота H равна $(1,5...5)h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной линии, применяемой на чертеже.

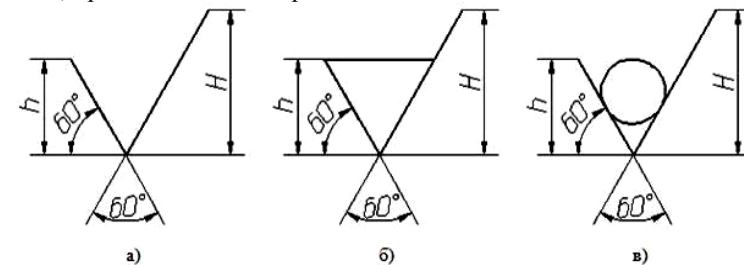


Рис. 41 - Знаки обозначения шероховатости

В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак, показанный на рис. 41а.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак, приведенный на рис. 41б.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак (рис. 41в) с указанием значения параметра шероховатости.

Поверхности детали, изготавливаемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком без указания параметра шероховатости (рис. 41в).

Состояние поверхности, обозначенной знаком должно соответствовать требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом. Причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа по *ГОСТ 2.104-2006*.

Значение параметра шероховатости по *ГОСТ 2789-73* указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например: *Ra0.4, Rz50*.

Параметры шероховатости (один или несколько) выбираются из приведенной номенклатуры (рис. 42):

Ra - среднее арифметическое отклонение профиля;

Rz - высота неровностей профиля по десяти точкам;

R_{max} - наибольшая высота профиля;

Sm - средний шаг неровностей;

S - средний шаг местных выступов профиля;

t_p - относительная опорная длина профиля, где *p* - значения уровня сечения профиля.

Параметр *Ra* является предпочтительным.

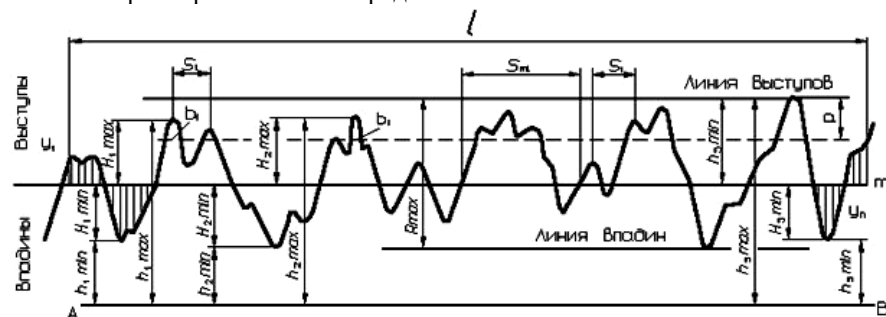


Рис. 42 - Параметры шероховатости

Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности (рис. 43).



Рис. 43 - Обозначение шероховатости поверхности с видом обработки

Знаки обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

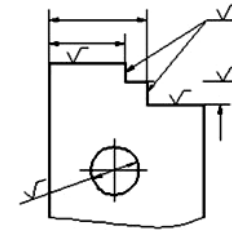


Рис. 44 - Расположение знаков обозначения шероховатости

Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис. 44).

Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 45.

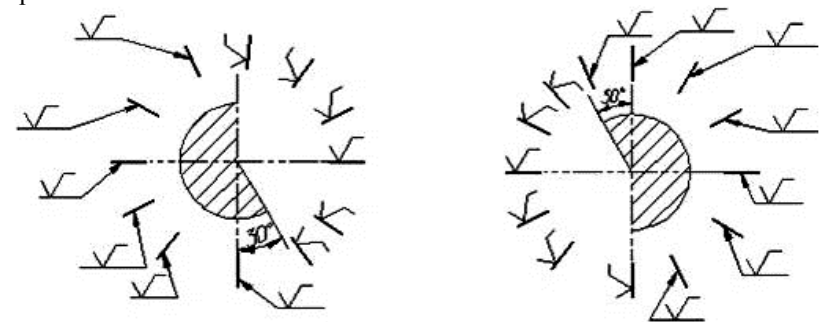


Рис. 45 - Расположение знаков обозначения шероховатости

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу черте-

жа и на изображении не наносят (рис. 46). Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем на обозначения, нанесенных на изображении.

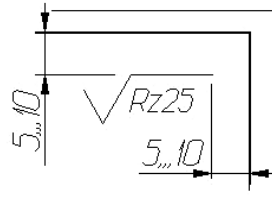


Рис. 46 - Пример обозначение шероховатости, одинаковой для всех поверхностей изделия

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа вместе с условным обозначением (рис. 47). Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении (рис. 46).

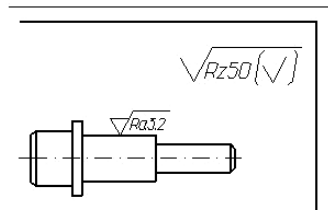


Рис. 47 - Пример обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия

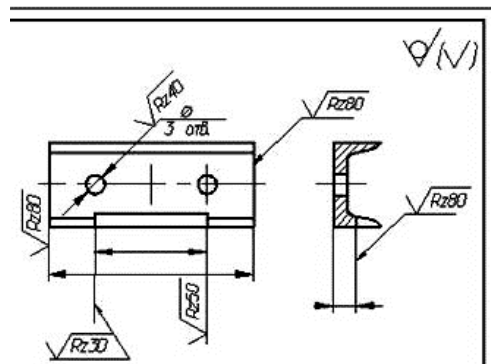


Рис. 48 - Пример обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т. п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений (рис. 48).

Обозначение шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.







5 Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах

Графическое обозначение материала в сечениях и на виде - штриховка, выполняемая тонкими сплошными линиями. Форма штриховки в соответствии с *ГОСТ 2.306-68* дает представление о материале, из которого сделана деталь.

Графическое обозначение материалов в сечениях в зависимости от вида материалов должно соответствовать приведенным в табл. 9.

Таблица 9

Графическое обозначение материалов в сечениях

Материал	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы (Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материала должно соответствовать)	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных далее.	
3. Древесина	
4. Камень естественный	
5. Керамика и силикатные материалы для кладки	
6. Бетон	

7. Стекло и другие светопрозрачные материалы	
8. Жидкости	
9. Грунт естественный	

Существует ряд правил нанесения штриховки на чертежах:

1. Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линии контура изображения или к его оси или к линиям рамки чертежа (рис. 49, 50).

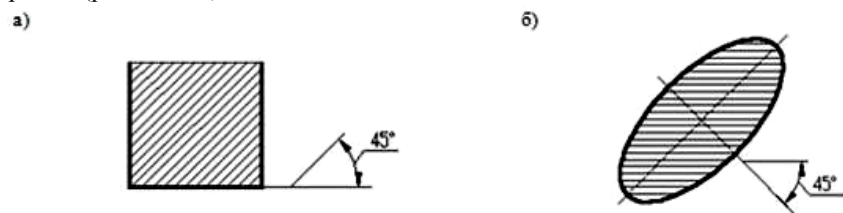


Рис. 49 - Направление штриховки под углом 45° к линии контура изображения (а) или к его оси (б)

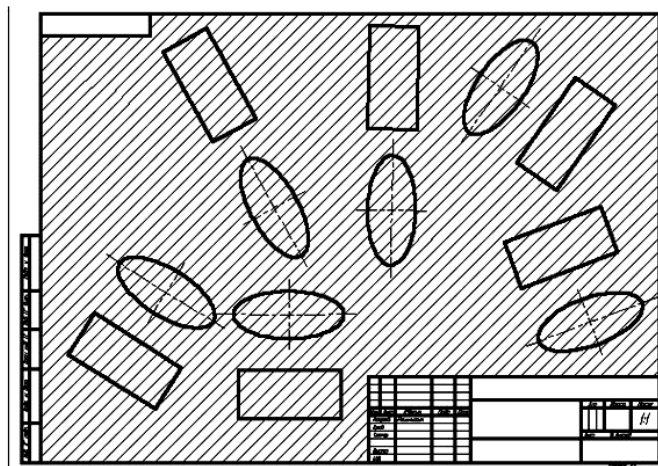


Рис. 50 - Направление штриховки под углом 45° к линиям рамки чертежа

2. Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, не зависимо от количества листов, на которых эти сечения расположены.

3. Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки (частота) должно быть, как правило, одинаковым для всех выполняемых в одно и том же масштабе сечений данной детали и выбирается в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений.

4. Частота штриховки должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений.

5. Если линии штриховки, приведенные к линии рамки чертежа под углом 45° , совпадают с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать углы 30° или 60° (рис. 51).

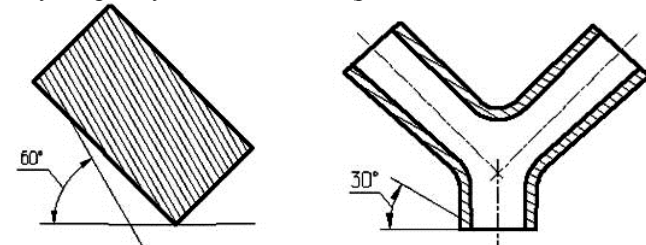


Рис. 51 - Направление штриховки под углом 60° или 30°

6. Узкие и длинные площади сечения (например, штампованных, вальцованных и других подобных деталей), ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения - небольшими участками в нескольких местах (рис. 52).



Рис. 52 - Штриховка узких и длинных площадей

7. Линии штриховки стекла следует наносить с наклоном $15 - 20^\circ$ к линиям большей стороны контура сечения (рис. 53).



Рис. 53 - Штриховка стекла

8. Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм (рис. 54).

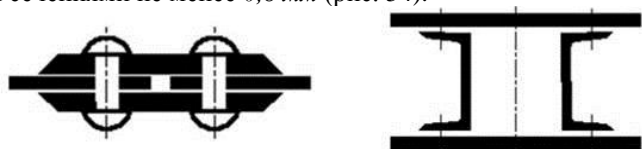


Рис. 54 - Штриховка зачернением

9. Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого - влево (встречная штриховка).

При штриховке в клетку для смежных сечений двух деталей расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть разным.

В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона (рис. 55).

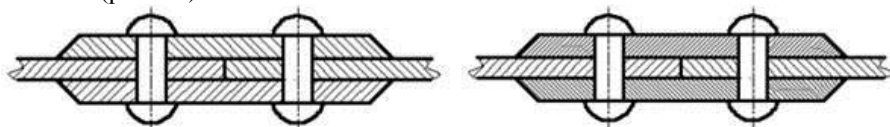


Рис. 55 - Пример штриховки сборочной единицы

10. При больших площадях сечений, а также при указании профиля грунта допускается наносить обозначение лишь у контура сечения узкой полоской равномерной ширины (рис. 56).

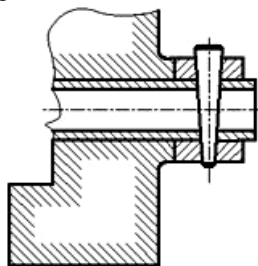


Рис. 56 - Пример штриховки больших площадей

6 Изображения – виды, разрезы, сечения

6.1 Виды

Правила построения изображений регламентируется *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.

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.

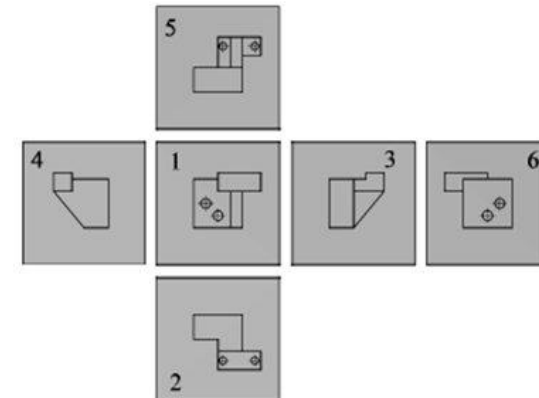


Рис. 57 - Основные виды

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. 57).

- 1 – вид спереди (главный вид);
- 2 – вид сверху;
- 3 – вид слева;
- 4 – вид справа;

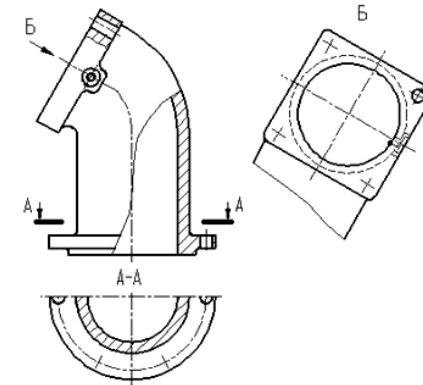



Рис. 59 - Фланец угловой

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. 60).

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 .

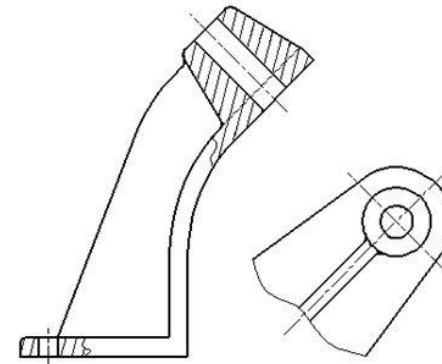


Рис. 60 - Пример изображения дополнительного вида, находящегося в проекционной связи

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется местным видом (рис. 58, 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 рис.61.

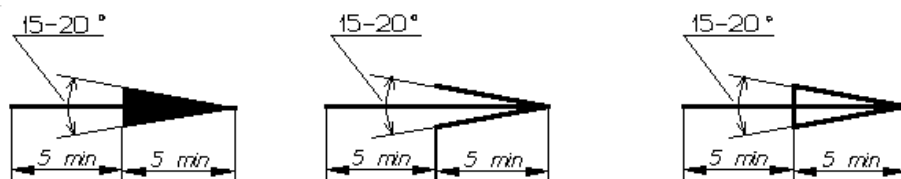


Рис. 61 - Размеры стрелок, указывающих направление взгляда

6. 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.

На рис. 62 приведены: горизонтальный разрез *Б-Б* и вертикальные разрезы: *А-А*, *В-В*, *Г-Г*.

Выполнение и обозначение наклонный разрез *В-В* показано на рис. 58.

Вертикальный разрез называется *фронтальным*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис.62, 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. 62, разрезы *В-В* и *Г-Г*);

сложные – при нескольких секущих плоскостях (рис. 59, разрезы *А-А* и *Б-Б*).

Сложные разрезы бывают *ступенчатые*, если секущие плоскости параллельны (рис. 62, разрез *Б-Б*), и *ломанным*, если секущие плоскости пересекаются (рис. 62, разрезы *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 ломанный 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.

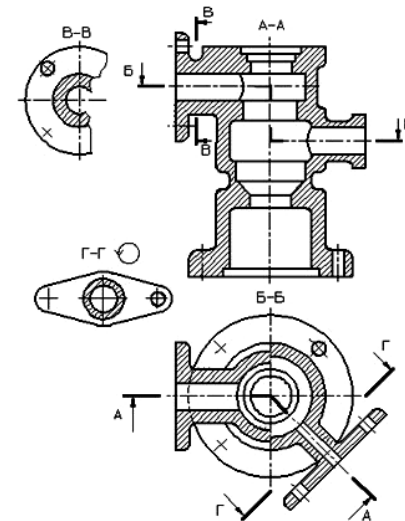


Рис. 62 - Примеры выполнения и обозначения разрезов

Разрезы называются *продольными*, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 63).



Рис. 63 - Продольный разрез пружины

Разрезы называются *поперечными*, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (рис. 64, разрезы *А-А* и *Б-Б*).

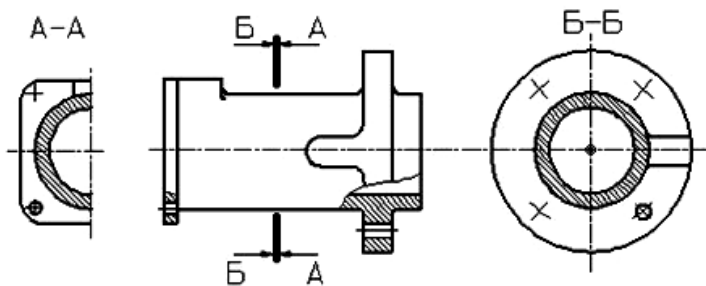


Рис. 64 - Поперечный разрез

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется *местным* (рис. 65).

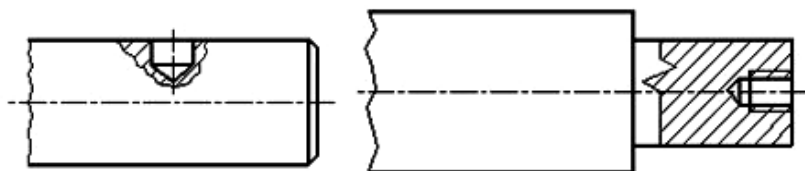


Рис. 65 - Местный разрез

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. 66).

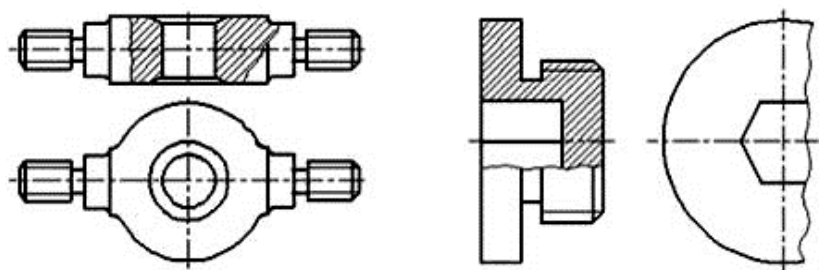


Рис. 66 - Примеры совмещения части вида и разреза

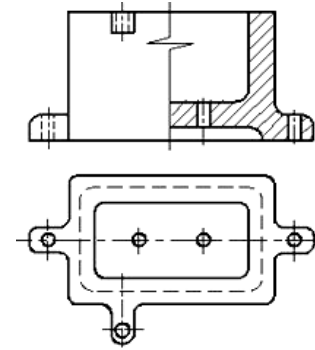


Рис. 67 - Примеры совмещения части вида и разреза

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной тонкой линией с изломом (рис. 67).

Если на изображении симметричной детали соединяются половина вида с половиной разреза, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис.68).

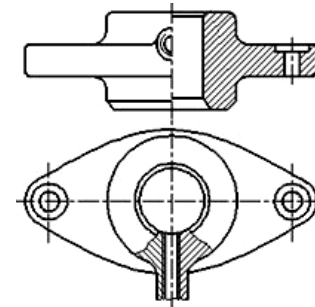


Рис. 68 - Примеры совмещения части вида и разреза

Если в симметричной детали ось симметрии совпадает с линией контура, границу вида и разреза смещают от оси и оформляют, как показано на рис. 69.

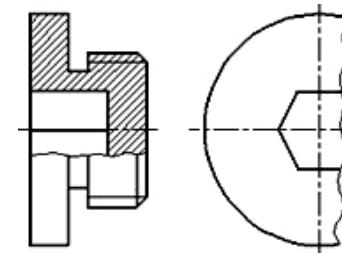


Рис. 69 - Примеры совмещения части вида и разреза

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. 70).

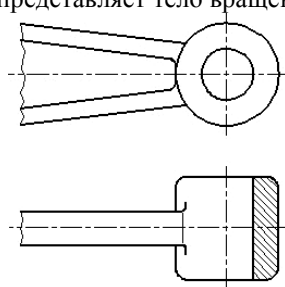


Рис. 70 - Примеры совмещения части вида и разреза

6.3 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 $1,5S$ 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 рис. 61.
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. 71).

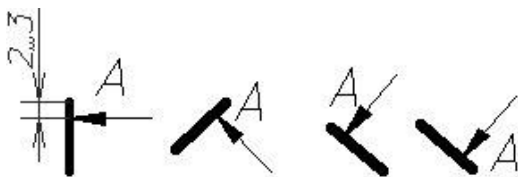


Рис. 71 - Примеры обозначения разреза

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. 72).

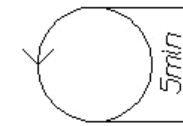


Рис. 72 - Условное графическое обозначение – значок «Повернуто»

6.4 Сечения

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рас-сечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показы-вается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рис. 73).

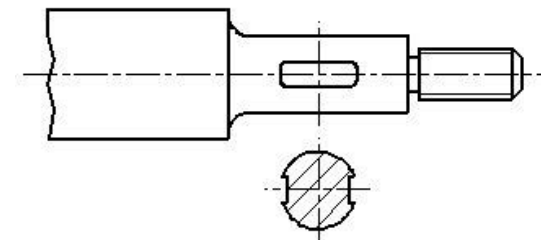


Рис. 73 - Поперечное сечение вала

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверх-ность, разворачиваемую затем в плоскость (рис. 74).

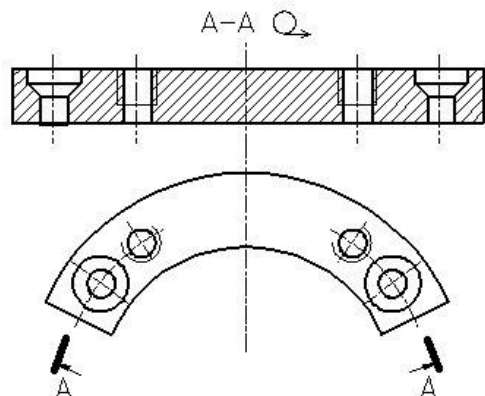


Рис. 74 - Сечение цилиндрической поверхностью

Вместо слова *развернуто* применяется условное графическое обозначение – значок «*Развернуто*», форма и размеры которого представлены на рис. 75.



Рис. 75 - Значок «*Развернуто*»

Сечения разделяют на *наложенные* (рис. 76) и *вынесенные* (рис. 77, 78). Предпочтительными являются вынесенные сечения, их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 34).

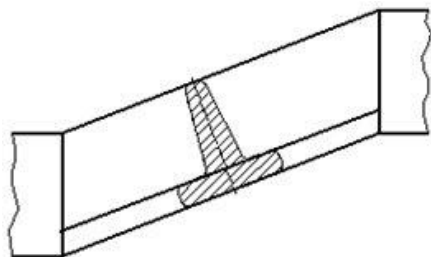


Рис. 76 - Пример изображения наложенного сечения

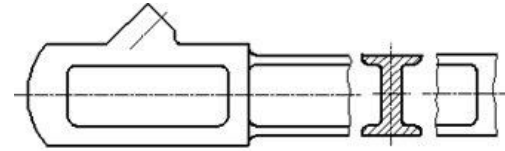


Рис. 77 - Пример изображения вынесенного сечения, расположенного в разрыве между частями одного и того же вида

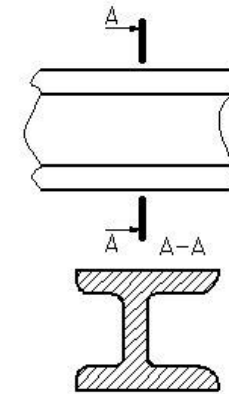


Рис. 78 - Пример изображения вынесенного сечения

В случаях, когда сечение является симметричной фигурой, линию сечения не проводят. Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрих - пунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят (рис. 73, 76).

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. 78, 79).

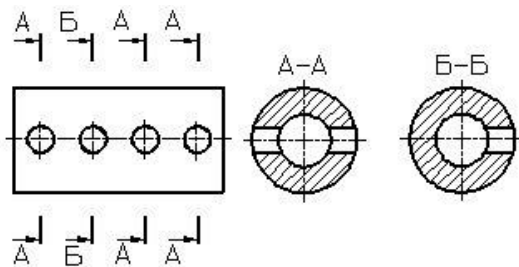


Рис. 79 - Пример обозначения сечений

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (рис. 80).

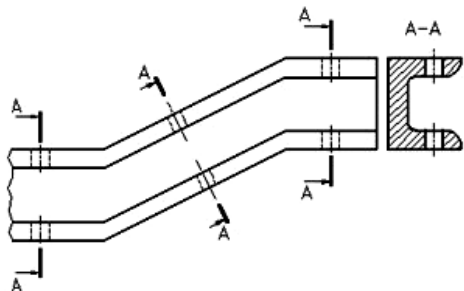


Рис. 80 - Пример обозначения и изображения одинаковых сечений

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают (рис. 81).

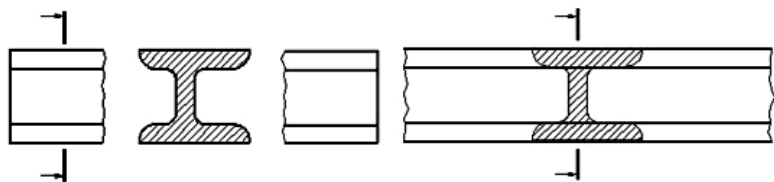


Рис. 81 - Пример несимметричных сечений

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 82).

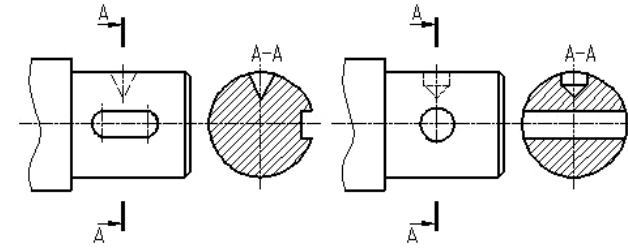


Рис. 82 - Пример выполнения сечений по отверстиям

6.5 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 рис. 83 представлен пример оформления выносного элемента.

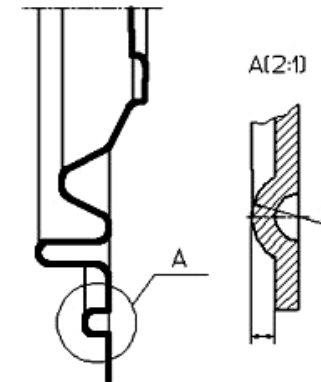


Рис. 83 - Пример оформления выносного элемента

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.

6.6 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. 84).

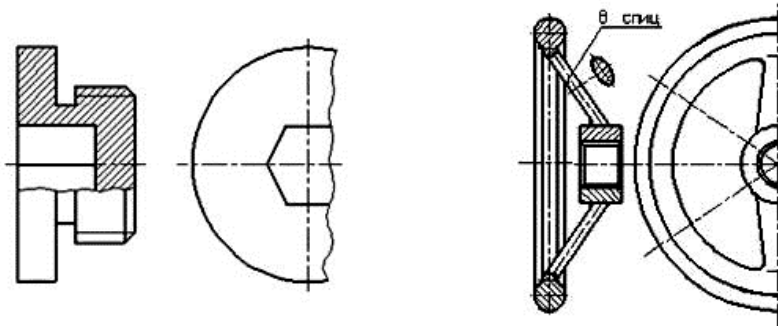


Рис. 84 - Пример упрощенного изображения симметричной детали

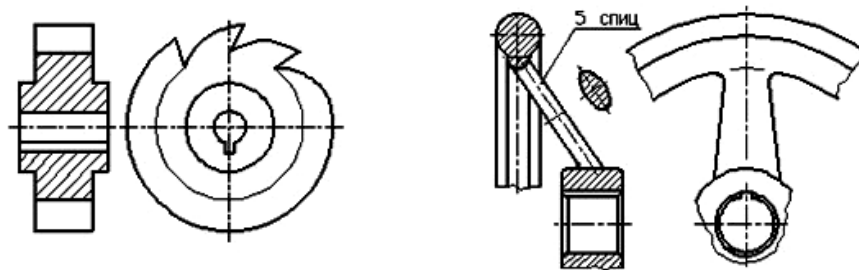


Рис. 85 - Пример изображения предмета с одинаковыми, равномерно расположенными элементами

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. 85).

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. 86).

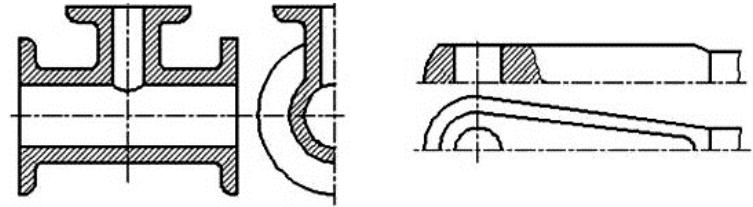


Рис. 86 - Пример упрощенного изображения линий пересечения поверхностей

4. Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно или совсем не показывается (рис. 87).

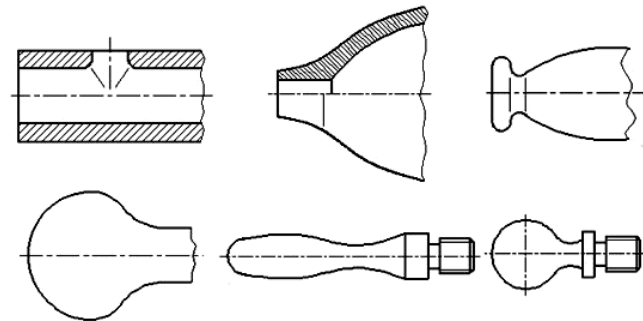


Рис. 87 - Пример упрощенного изображения плавного перехода между поверхностями

5. Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п. при продольном разрезе показывают условно нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными. Как правило, показываются нерассеченными 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. 88).

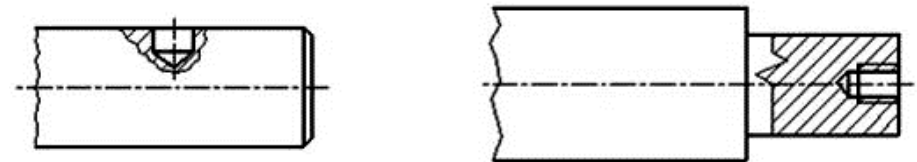


Рис. 88 - Пример изображения местных разрезов на валах

6. Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т. п.) размером (или разницей в размерах) на чертеже 2 мм и менее изображают с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

7. Допускается незначительную конусность или уклон изображать с увеличением.

8. При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рис. 89).

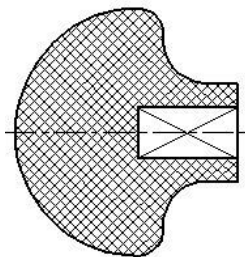


Рис. 89 - Пример обозначения плоских поверхностей

9. Предметы или элементы, имеющие постоянные или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат, шатуны и т. п.), допускается изображать с разрывами. Частичные изображения и изображения с разрывами ограничивают одним из следующих способов:

- Сплошной тонкой линией с изломом, которая может выходить за контур изображения на длину от 2 до 4мм. Эта линия может быть наклонной относительно линии контура (рис. 90);

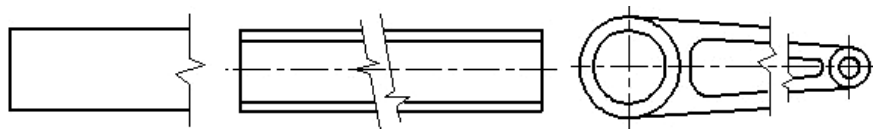


Рис. 90 - Пример изображения детали с разрывом

- Сплошной волнистой линией, соединяющей соответствующие линии контура (рис. 91);

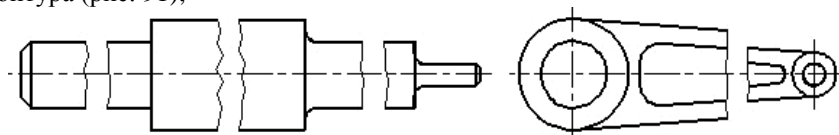


Рис. 91 - Пример изображения детали с разрывом

- Линиями штриховки (рис. 92).

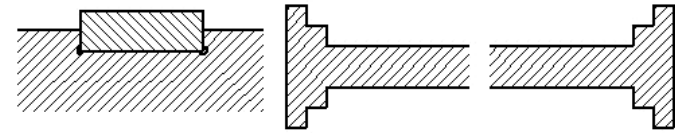


Рис. 92 - Пример изображения детали с разрывом

10. На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, орнаментом, рельефом, накаткой и т. д. допускается изображать эти элементы частично, с возможным упрощением (рис. 93).

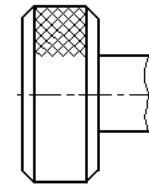


Рис. 93 - Пример изображения рельефа

11. Для упрощения чертежей или сокращения количества изображений допускается:

- часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрих-пунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе (наложенная проекция) (рис. 94);

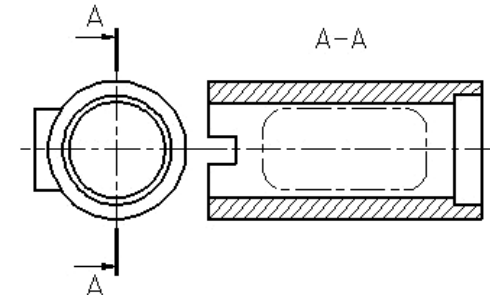


Рис. 94 - Пример изображения часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью

- применять сложные разрезы (рис.95);

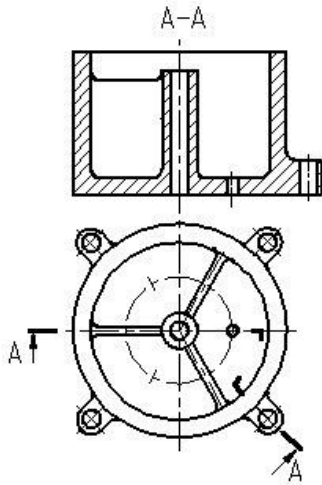


Рис. 95 - Пример использования сложного разреза

- для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т. п., а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали давать лишь контур отверстия или паза (рис. 96);

- изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость (рис. 62, разрез *A-A*).

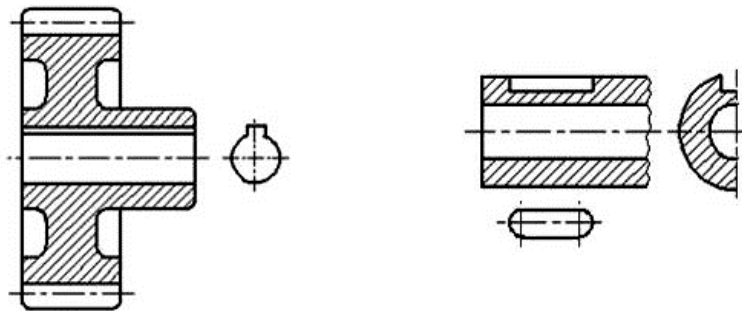


Рис. 96 - Пример изображения отверстий

12. Если вид сверху не является необходимым и чертеж составляется из изображений на фронтальной и профильной плоскостях проекций, то при ступенчатом разрезе линия сечения и надписи, относящиеся к разрезу, наносятся так, как показано на рисунке (рис. 97).

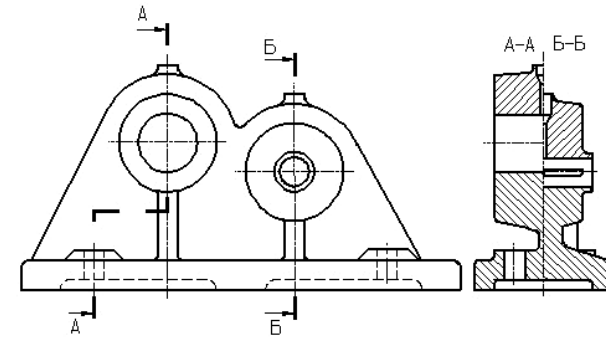


Рис. 97 - Пример совмещения разрезов

7 Виды соединения деталей и правила их изображения на чертежах

Соединение - совокупность сборочных операций по соединению деталей различными способами (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.).

Классификация видов соединения деталей. По конструкции и условиям эксплуатации соединения деталей могут быть разделены на *подвижные* и *неподвижные*.

Соединение неподвижное - соединение деталей, обеспечивающее неизменность их взаимного положения при работе. Например, сварные, соединения с помощью крепежных изделий и др.

Соединение подвижное - соединение, при котором детали имеют возможность относительного перемещения в рабочем состоянии. Например, зубчатое соединение.

В зависимости от возможности демонтажа соединения подразделяются на *разъемные* и *неразъемные*.

Соединение разъемное - соединение, которое можно многократно разъединять и соединять, не деформируя при этом ни соединяемые, ни крепежные детали. Например, резьбовое, соединение болтом, винтом, клиновое, шпоночное, зубчатое, и др.

Соединение неразъемное - соединение, которое нельзя разъединить без нарушения формы деталей или их соединяющего элемента. Например, соединение сварное, паяное, заклепочное и др.

7.1 Резьбовые соединения

Резьбовое соединение - соединение деталей при помощи резьбы.

Резьба - чередующиеся выступы и впадины на поверхности тела вращения, расположенные по винтовой линии; применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов, аппаратов, сооружений (рис 98).

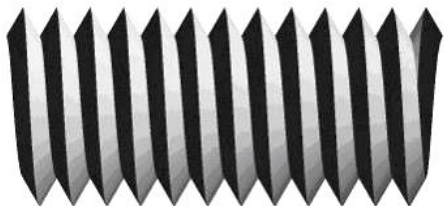


Рис. 98 – Резьба

Основные параметры резьбы. Виток резьбы - часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси вращения (рис. 99).

Наружный диаметр резьбы (d) - диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или вписанного во впадины внутренней резьбы (рис. 100).

Номинальный диаметр резьбы - диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении.

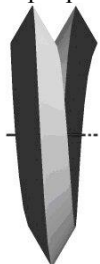


Рис. 99 - Виток резьбы

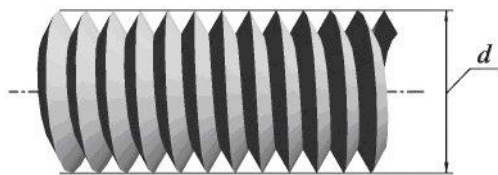


Рис. 100 - Наружный диаметр резьбы

Внутренний диаметр резьбы (d_1) - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или описанной вокруг вершин внутренней резьбы (рис. 101).

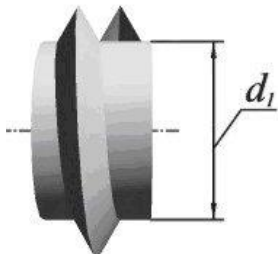


Рис. 101 - Внутренний диаметр резьбы

Профиль резьбы - плоская фигура, получаемая в плоскости, проходящей через ось резьбы.

Высота профиля (H) - радиально измеренная высота основного расчетного теоретического профиля (высота исходного треугольного профиля), общего для резьбы на стержне и в отверстии.

Угол профиля - угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевой плоскости резьбы (рис.102).

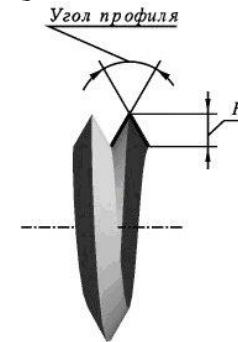


Рис. 102 - Профиль резьбы

Шаг резьбы (P) - расстояние между соседними одноименными точками профиля в направлении, параллельном оси резьбы той же винтовой поверхности (рис. 103).

Ход резьбы (Ph) - расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между исходной средней точкой на боковой стороне резьбы и средней точкой, полученной при перемещении исходной по винтовой линии на угол 360° , в однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной - произведению шага на число заходов n : $Ph = nP$ (рис. 103).

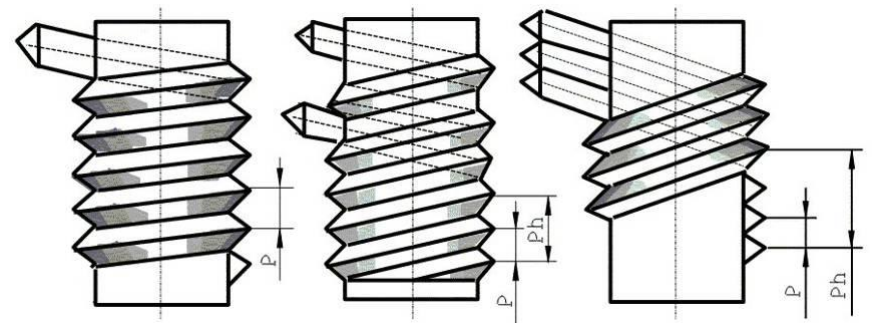


Рис.103 - Основные параметры резьбы

Рабочая высота профиля (h) - наибольшая высота соприкосновения сторон профиля резьбовой пары, измеренная радиально (рис.104).

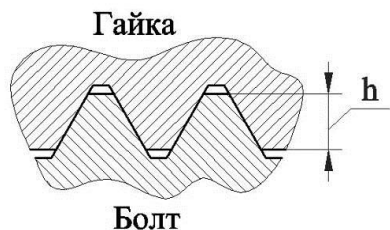


Рис. 104 - Рабочая высота профиля

Длина свинчивания (L) - длина участка взаимного перекрытия наружной и внутренней резьб в осевом направлении.

7.2 Классификация резьб

Для классификации резьбы используются следующие основные признаки (рис. 105):

- форма профиля;
- форма поверхности, на которой выполнена резьба;
- расположение резьбы;
- величина шага;
- число и направление заходов;
- эксплуатационное назначение.



Рис. 105 - Классификация резьб

Резьба метрическая. Профиль резьбы установлен *ГОСТ 9150-81* и представляет собой треугольник с углом при вершине 60° (рис. 106).

Это основной вид крепежной резьбы, предназначенной для соединения деталей непосредственно друг с другом или с помощью стандартных изделий, имеющих метрическую резьбу, таких как болты, винты, шпильки, гайки.

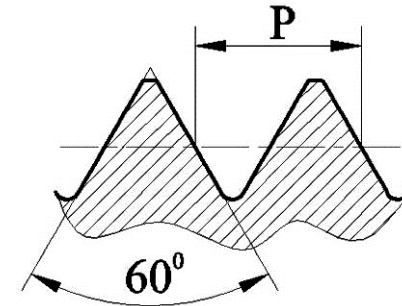


Рис. 106 - Профиль метрической резьбы

Основные элементы и параметры ее задаются в миллиметрах (*ГОСТ 24705-81*).

Согласно *ГОСТ 8724-81* метрические резьбы выполняются с крупным и мелким шагом на поверхностях диаметров от 1 до 68 мм - свыше 68 мм резьба имеет только мелкий шаг, при чем мелкий шаг резьбы может быть разным для одного и того же диаметра, а крупный имеет только одно значение. Крупный шаг в условном обозначении резьбы не указывается. Например: для резьбы диаметром 10 мм крупный шаг резьбы равен 1,5 мм, мелкий - 1,25; 1; 0,75; 0,5 мм.

Примеры условного обозначения:

M18-6g резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18 мм шаг крупный, поле допуска резьбы *6g*;

M18x0,5-6g резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18 мм, поле допуска резьбы *6g*, шаг мелкий $P=0,5$;

M18LH-6g резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18 мм шаг крупный, поле допуска резьбы *6g*, левая;

M18-6H резьба метрическая внутренняя номинальный диаметр 18 мм шаг крупный, поле допуска резьбы *6H*.

Резьба дюймовая. В настоящее время не существует стандарт, регламентирующий основные размеры дюймовой резьбы. Ранее существовавший *ОСТ НКТП 1260* отменен, и применение дюймовой резьбы в новых работах не допускается.

Резьба треугольного профиля с углом при вершине 55° (рис. 107).

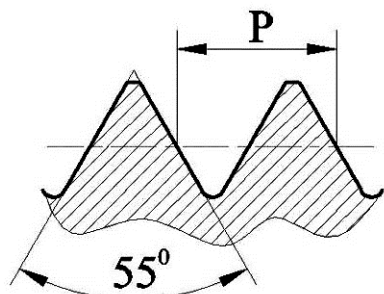


Рис. 107 - Профиль дюймовой резьбы

Трубная цилиндрическая резьба. В соответствии с ГОСТ 6367-81 трубная цилиндрическая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т. е. равнобедренный треугольник с углом при вершине, равным 55° (рис. 108).

Резьба стандартизована для диаметров от $1/16''$ до $6''$ при числе шагов z от 28 до 11. Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (к величине условного прохода). Так, резьба с номинальным диаметром 1 мм имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр 33,249 мм.

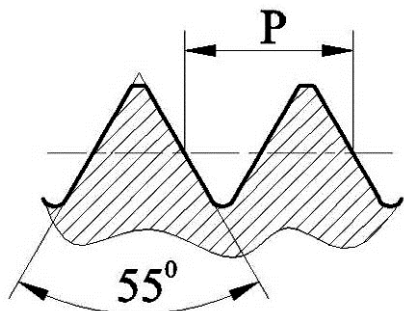


Рис. 108 - Профиль трубной цилиндрической резьбы

Примеры условного обозначения:

G11/2-A резьба трубная цилиндрическая, 11/2 условный проход в дюймах, класс точности A;

G11/2LH-B-40 резьба трубная цилиндрическая, 11/2 условный проход в дюймах, левая, класс точности B, длина свинчивания 40 мм.

Резьба трапецеидальная. Резьба с профилем в виде равнобочной трапеции с углом 30° (рис. 109). Применяется для передачи возвратно-поступательного движения или вращения в тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединениях. Часто используется при изготовлении ходовых вин-

тов, согласно *ГОСТ 24738-81* выполняется на поверхностях диаметров от 8 до 640 мм.

Трапецидальная резьба может быть однозаходной (*ГОСТ 24738-81*, *ГОСТ 24737-81*) и многозаходной (*ГОСТ 24739-81*). *ГОСТ 9484-81* устанавливает профиль трапецидальной резьбы.

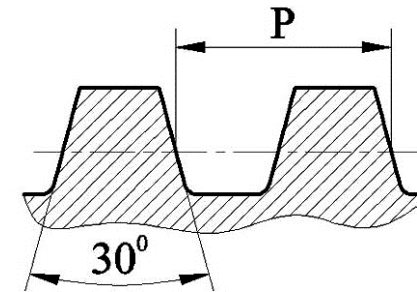


Рис. 109 - Профиль трапецидальной резьбы

Пример условного обозначения:

Tr40x6 - трапецидальная однозаходная резьба с наружным диаметром 40 мм, шагом 6 мм.

Резьба упорная. Резьба с профилем в виде неравнобочной трапеции с углом рабочей стороны 3° и нерабочей - 30° (рис. 110). Упорная резьба, как и трапецидальная, может быть однозаходной и многозаходной. Выполняется на поверхностях диаметров от 10 до 640 мм (*ГОСТ 10177-82*). Применяется для передачи больших усилий, действующих в одном направлении: в домкратах, прессах и т.д.

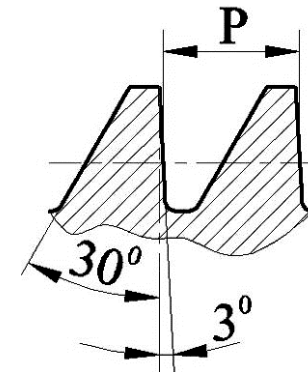


Рис. 110 - Профиль упорной резьбы

Пример условного обозначения:

S80X10 - упорная однозаходная резьба с наружным диаметром *80 мм*, шагом *10 мм*;

S80X20(P10) - упорная многозаходная резьба с наружным диаметром *80 мм*, величина хода *20 мм*, шаг *10 мм*

Резьба прямоугольная (квадратная). Резьба с прямоугольным (или квадратным) нестандартным профилем, поэтому все ее размеры указываются на чертеже. Применяется для передачи движения тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединений. Обычно выполняется на грузовых и ходовых винтах (рис. 111).

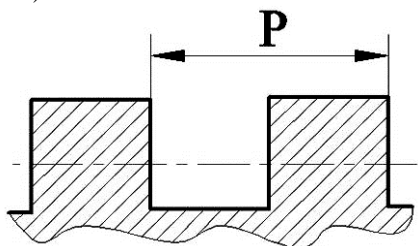


Рис. 111 - Профиль прямоугольной резьбы

Резьба круглая. Резьба с круглым профилем (*ГОСТ 9484-81*) (рис. 112). Обладает сравнительно большим сроком службы и повышенным сопротивлением при значительных нагрузках. Применяется для часто свинчиваемых соединений (шпиндели, вентили и т.д.), работающих в загрязненной среде, а также для тонкостенных деталей с накатанной или штампованной резьбой, например, цоколь электролампы.

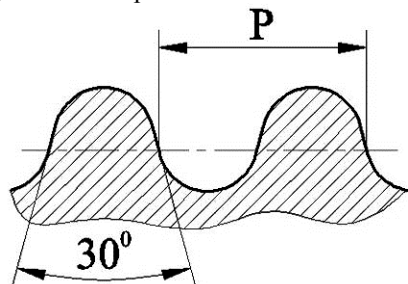


Рис. 112 - Профиль круглой резьбы

Пример условного обозначения:

Rd16 - круглая резьба с наружным диаметром *16 мм*.

Если резьба круглая применяется в соединениях санитарно-технической арматуры, то обозначение будет следующим: *Kp12x 2,54 ГОСТ 13536-68*.

7.3 Эксплуатационное назначение резьбы

Крепежная резьба обеспечивает полное и надежное соединение деталей при различных нагрузках и при различном температурном режиме. К этому типу относятся метрическая.

Крепежно-уплотнительная резьба предназначена для обеспечения плотности и непроницаемости резьбовых соединений (без учета ударных нагрузок). К этому типу относятся метрическая с мелким шагом, трубная цилиндрическая и коническая резьбы и коническая дюймовая резьба.

Ходовая резьба служит для преобразования вращательного движения в поступательное. Она воспринимает большие усилия при сравнительно малых скоростях движения. К этому типу относятся резьбы: трапецидальная, упорная, прямоугольная, круглая.

Специальная резьба имеет специальное назначение и применяется в отдельных специализированных отраслях производства. К ним можно отнести следующие:

- метрическая тугая резьба - резьба, выполненная на стержне (на шпильке) и в отверстии (в гнезде) по наибольшим предельным размерам; предназначена для образования резьбовых соединений с натягом;

- метрическая резьба с зазорами - резьба с необходимая для обеспечения легкой свинчиваемости и развинчиваемости резьбовых соединений деталей, работающих при высоких температурах, когда создаются условия для схватывания (срачивания) окисных пленок, которыми покрыта поверхность резьбы;

- часовая резьба (метрическая) - резьба, применяемая в часовой промышленности (диаметры от 0,25 до 0,9 мм);

- резьба для микроскопов - резьба, предназначена для соединения тубуса с объективом; имеет два размера: 1) дюймовая - диаметр 4/5 I (20,270 мм) и шаг 0,705 мм (36 ниток на 11); 2) метрическая - диаметр 27 мм, шаг 0,75 мм;

- окулярная многозаходная резьба - рекомендуемая для оптических приборов; профиль резьбы - равнобочная трапеция с углом 60° .

7.4 Изображение резьбы

ГОСТ 2.311-68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах.

Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внут-

ренному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис.113).

Расстояние между тонкой линией и сплошной основной принимают в пределах не менее $0,8\text{ мм}$ и не больше шага резьбы P .

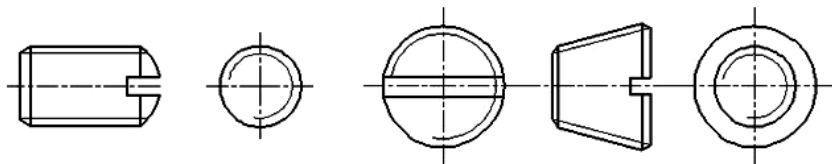


Рис. 113 - Изображение резьбы на стержне

Резьбу в отверстиях (рис. 114) изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте.

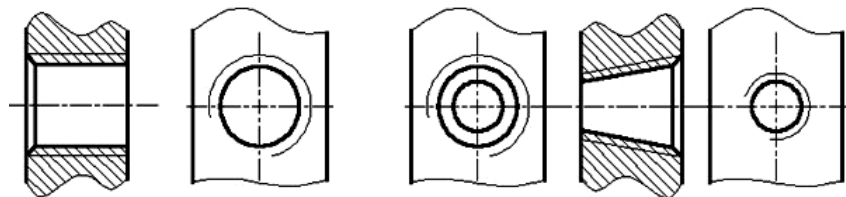


Рис. 114 - Изображение резьбы в отверстии

Резьбу, показываемую как невидимую (рис. 115), изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру.

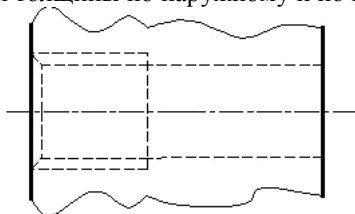


Рис. 115 - Изображение невидимой резьбы

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают

сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображены как невидимая (рис. 115, 116).

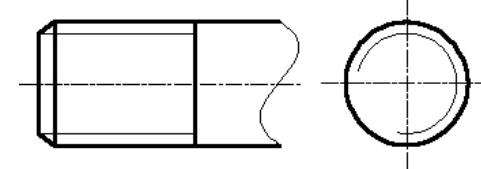


Рис. 116 - Изображение границы резьбы

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстиях, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рис. 117).

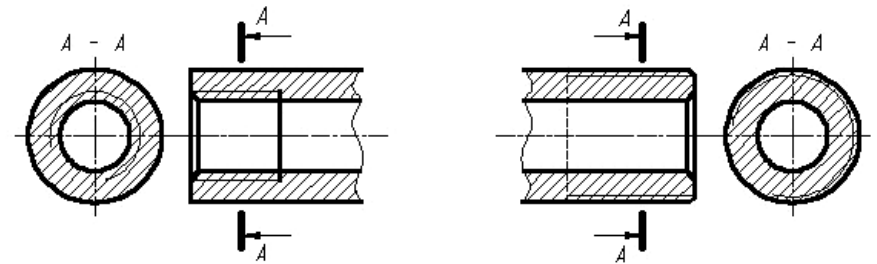


Рис. 117 - Изображение резьбы в разрезе

Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рис. 118.

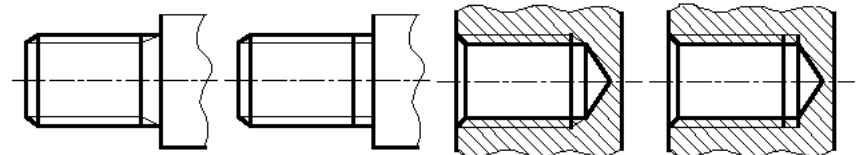


Рис. 118 - Изображение недореза резьбы

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рисунках, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы (рис. 119).

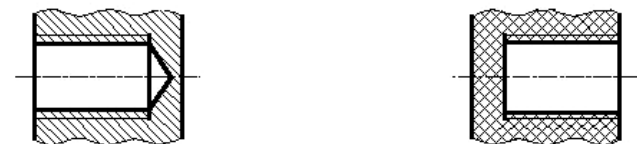


Рис. 119 - Упрощение в изображении резьбы

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (рис. 117). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

На разрезах резьбового соединения в изображениях на плоскости параллельной к его оси, в отверстии показывается только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 120).

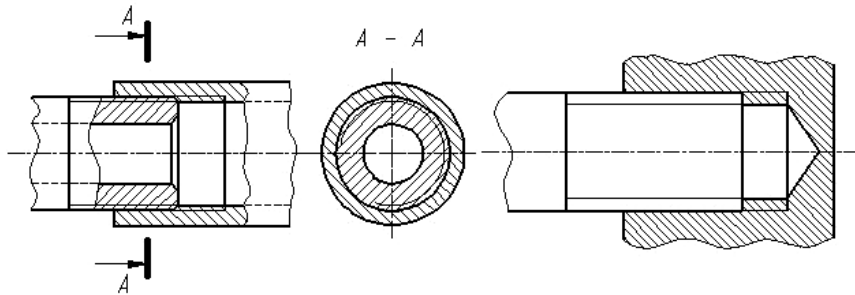


Рис. 120 - Разрез резьбового соединения

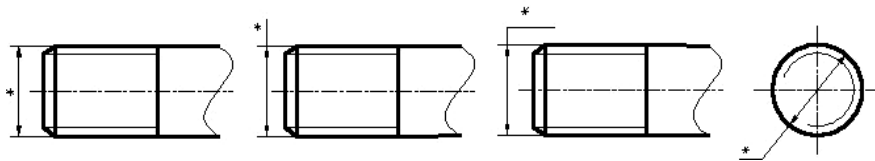


Рис. 121 - Обозначение наружной резьбы

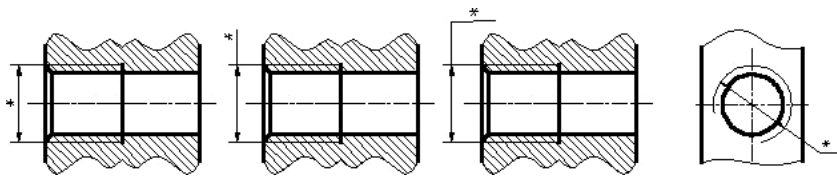


Рис. 122 - Обозначение внутренней резьбы

Обозначение резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рис. 121 и 122.

Обозначение конической и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рис. 123.

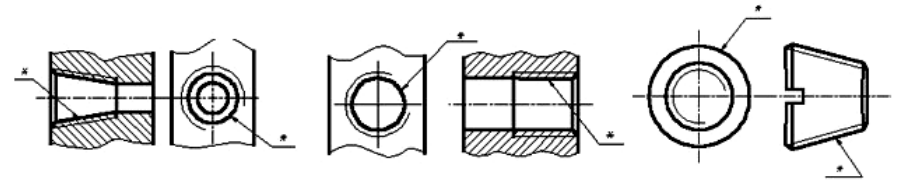


Рис. 123 - Обозначение конической и трубной резьбы

7.5 Крепежные детали

Крепёжные детали - детали для неподвижного соединения частей машин и конструкций. К ним обычно относят детали резьбовых соединений: болты, винты, шпильки, гайки, шурупы, шайбы, шпильты, а также штифты.

Основным параметром резьбовых крепежных деталей является резьба, форма и размеры которой соответствуют стандартам.

Болт (рис. 124) - крепёжная деталь для разъёмного соединения частей машин и сооружений в виде стержня с резьбой на одном конце и шести- или четырёхгранной головкой на другом. Конструкции болтов весьма разнообразны в зависимости от назначения болтового соединения. Болты изготавливают из углеродистой, низколегированной или специальной стали, латуни и др.



Рис. 124 – Болт

Винт (рис. 125) - изделие цилиндрической или конической формы с резьбовой поверхностью. Различают винты, с потайной, полупотайной, полукруглой, шестигранной, цилиндрической и гладкой головками.



Рис. 125 – Винт

Гайка (рис. 126) - деталь резьбового соединения или винтовой передачи, имеющая отверстие с резьбой.

Крепёжная гайка в резьбовом соединении навинчивается на конец болта или шпильки или же на резьбовой участок вала, оси для закрепления

от осевого перемещения сидящих на них деталей - подшипников качения, шкивов и т. п.

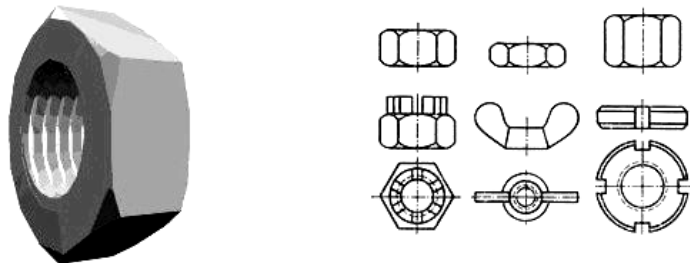


Рис. 126 – Гайки

Шпилька, крепёжная деталь, представляющая собой металлический стержень с резьбой на обоих концах (рис. 127). Конец шпильки ввинчивается в одну из соединяемых деталей, а другая деталь прижимается к первой при навинчивании гайки на другой конец шпильки.

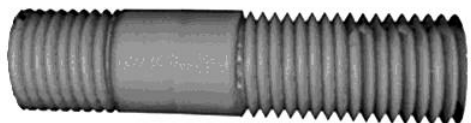


Рис. 127 – Шпилька

Шайба (рис. 128), деталь, подкладываемая под гайку или головку болта для предупреждения смятия поверхностей соединяемых деталей, предохранения их от царапин при завинчивании гаек, винтов и для перекрытия зазора между стержнем болта и отверстием в деталях.

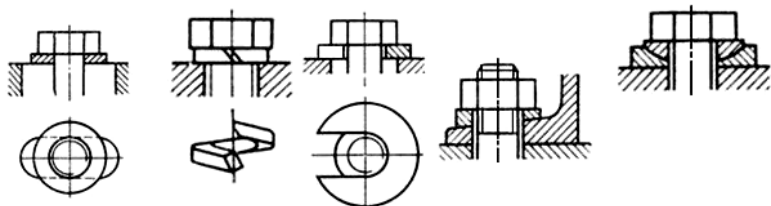


Рис. 128 – Шайбы

Шайбы общего назначения применяют для увеличения площади опоры, если опорная поверхность из мягкого материала или неровная, а также если отверстие под винт продолговатое или увеличенного диаметра. *Косую и сферические шайбы* используют для устранения перекоса гайки или головки

винта при затяжке. *Быстросъёмную шайбу* применяют в приспособлениях для экономии времени на снятие обработанной детали и установку новой. *Пружинная шайба* уменьшает опасность самоотвинчивания винтов или гаек благодаря силам упругости сжатой шайбы.

Стопорная (запирающая) шайба путём отгибания её частей устраняет возможность поворота гайки или винта относительно опорной детали или вала (рис. 129).

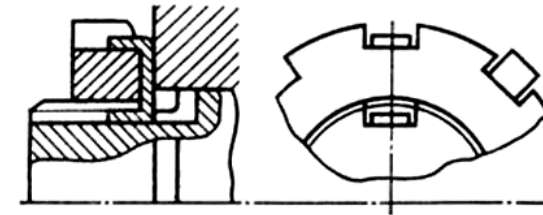


Рис.129 - Стопорная шайба

Болтами, гайками и шайбами осуществляют болтовые соединения (рис. 130), при которых не требуется нарезания резьбы в соединяемых деталях, однако должно быть предусмотрено место для размещения головки болта.

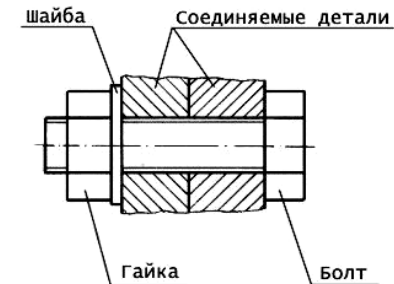


Рис. 130 - Болтовое соединение

Стопорные шайбы и шплинты предотвращают самоотвинчивание болтов и гаек при вибрациях и ударах.

Если размещение болтов затруднено или нежелательно делать сквозное отверстие в деталях, используют винты и шпильки.

7.6 Упрощенные изображения крепежных деталей

ГОСТ 2.315-79 устанавливает упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общего вида. Форму изображения выбирают в зависимости от назначения и масштаба чертежа. Крепежные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и

менее, изображают условно. Размер изображения должен давать полное представление о характере соединения.

Упрощенные изображения крепежных деталей в соединениях.
Упрощенное изображение соединения деталей с применением болта, шайбы и гайки представлено на рис. 131.

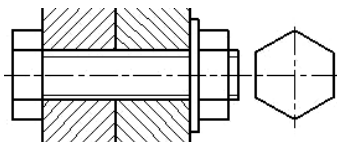


Рис. 131 - Упрощенное изображение болтового соединения

Упрощенное соединение деталей винтом с цилиндрической головкой и с потайной головкой представлено на рис. 132.

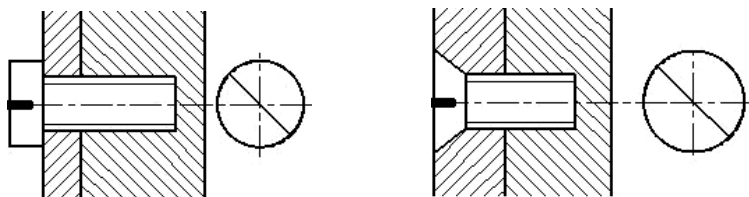


Рис. 132 - Упрощенное изображение соединения винтом

7.7 Шпоночные соединения деталей

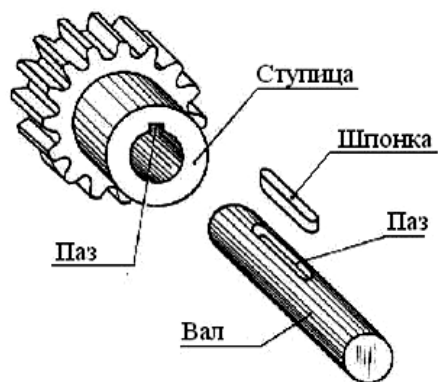


Рис. 133 - Шпоночное соединение деталей

Шпоночное соединение деталей - соединение вала и надетой на него с помощью шпонки детали.

Шпонка - деталь, соединяющая вал с втулкой, зубчатым колесом для передачи вращения. Часто употребляются *шпонки клиновые* (ГОСТ 24068-80), *призматические* (ГОСТ 23360-78), и *сегментные* (ГОСТ 24071-80). Шпоночное соединение представлено на рис. 133.

7.8 Зубчатые, шлицевые соединения деталей

Зубчатое, шлицевое соединение осуществляется посредством выступов (зубьев на валу) и соответствующих впадин (шлицев) в отверстии детали.

В зависимости от профиля зубьев различают зубчатые соединения: *прямобоочное* (наиболее распространённое), *эвольвентное*, *мелкозубое треугольное* (рис. 134).

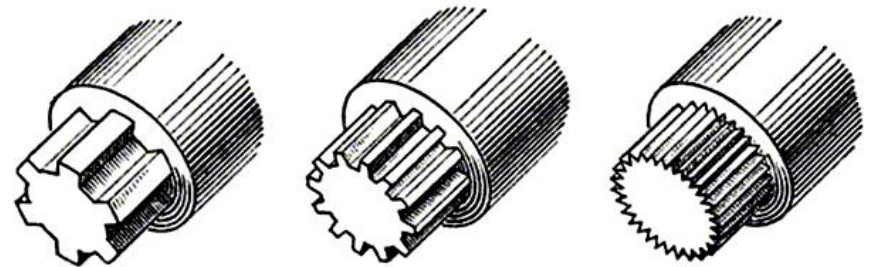


Рис. 134 - Профили зубьев

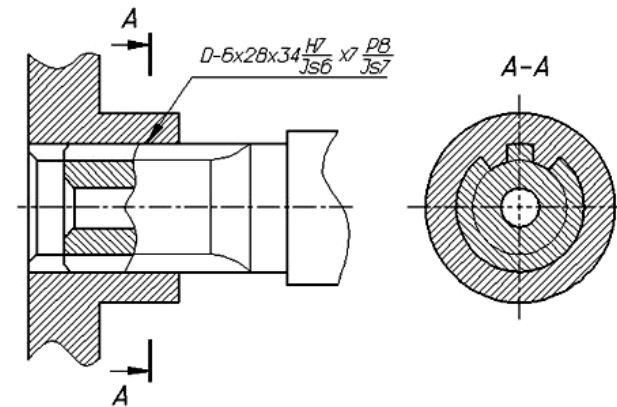


Рис. 135 - Шлицевое соединение

На рис. 135 представлено изображение и условное обозначение прямобоочного шлицевого соединения с центрированием по наружному диаметру.

- сварка плавлением, при которой материал в месте соединения расплавляется (дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменная, световая, газовая и др.);

- сварка с применением давления, при которой материал в месте соединения нагревается и пластически деформируется (контактная, высокочастотная, газопрессовая, трением и др.);

- сварка давлением, при которой материал в месте соединения деформируется без нагрева (холодная, взрывом и др.).

Таблица 10

Стандартные способы сварки

ГОСТ	Наименование способа	Условное обозначение
5264-80	Ручная дуговая сварка	Р
8713-79	Автоматическая сварка под слоем флюса без применения подкладок, подушек и подварочного шва	А
	То же, с применением флюсовой подушки	Аф
	То же, с применением стальной подкладки	Ас
	Полуавтоматическая сварка под слоем флюса без применения подкладок, подушек и ручной проварки	П
	То же, с применением стальной подкладки	Пс
11533-75	Автоматическая сварка под флюсом (под острым и тупым углами) с ручной подваркой	Ар
	Полуавтоматическая сварка под флюсом (под острым и тупым углами) с ручной подваркой	Пр
15878-79	Сварки контактные:	
	точечная	Кт
	роликовая	Кр
	рельефная	Кв
	стыковая	Кс
15164-78	Электрошлаковая сварка проволочным электродом	Шэ
14771-76	Электродуговая сварка в защитных газах:	
	в инертных газах неплавящимся электродом	ИН
	в углекислом газе плавящимся электродом	УП
14806-80	Электродуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах	АИНп
16310-80	Соединения сварные из полиэтилена, полипропилена и винилпласта	Г,Э

Также различают сварку по:

- *виду используемого источника энергии* - дуговую, газовую, электронно-лучевую лазерную и др.;
- *способу защиты материала* - под флюсом, в защитных газах, вакууме и др.;
- *степени механизации* - ручную, полуавтоматическую и автоматическую.

В сварочном производстве, как правило, применяют стандартные сварные швы, конструктивные элементы которых регламентируются ГОСТами в зависимости от геометрических параметров свариваемых элементов и способа сварки, который в свою очередь определяется химическим составом свариваемых материалов, прочностными и эксплуатационными требованиями к соединению.

По взаимному расположению соединяемых элементов различают сварные соединения *стыковые, нахлесточные, угловые, тавровые, с накладками* и др. (рис. 137).

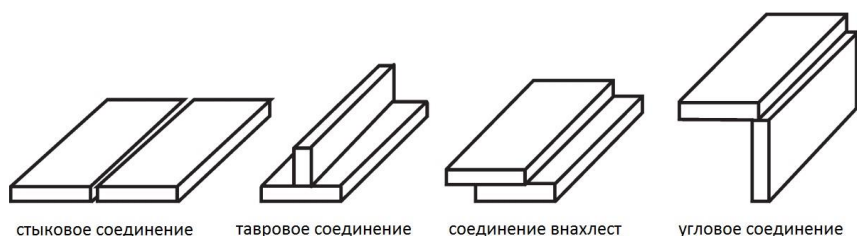


Рис. 137 - Типы сварных соединений

Условное изображение швов сварных соединений. *Сварной шов* - участок сварного соединения, непосредственно связывающий свариваемые элементы. При сварке плавлением шов образуется в результате кристаллизации сварочной ванны, при сварке давлением - в результате диффузии.

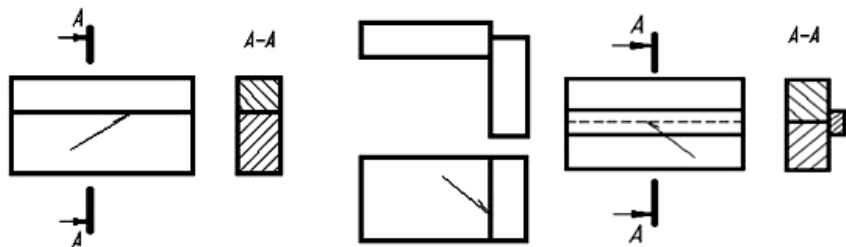


Рис. 138 - Пример изображение сварных швов

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают:

видимый - сплошной основной линией;

невидимый - штриховой линией.

На рис. 138 представлено графическое изображение сварных швов.



Рис. 139 - Обозначение сварных точек

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком "+", который выполняют сплошными линиями. Невидимые одиночные точки не изображают (рис. 139).

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от видимого шва (рис. 138, 139).

Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображаются с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис. 140).

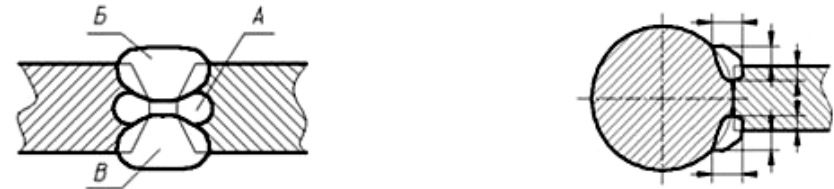


Рис. 140 - Пример изображения нестандартного сварного шва

Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

Условное обозначение швов сварных соединений. В общем случае в структуре шва шесть, разделенных дефисами составляющих (рис. 141).

Сварной шов обозначается линией-выноской, заканчивающейся односторонней стрелкой.

При наличии на чертеже швов, выполненных по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (запись по типу: "Сварные швы ... по ...") или таблице.

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в табл. 11. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

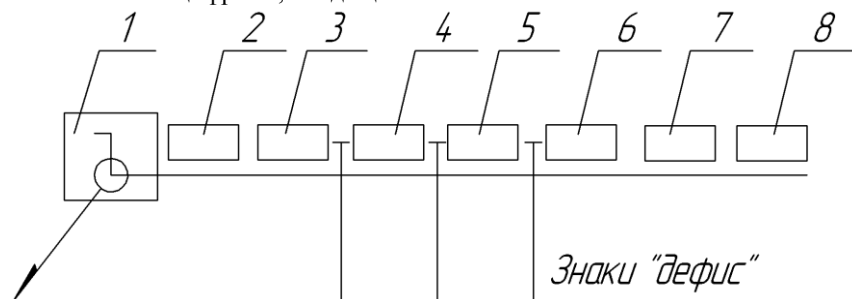


Рис. 141 - Структура обозначения сварного шва по ГОСТ 2.312-72

1. Вспомогательные знаки шва по замкнутой линии и монтажного шва (○, ∩) табл. 11.

2. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений – табл. 10.

3. Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

4. Условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (можно не указывать).

5. Знак ∇ и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

6. Для прерывистого шва, для одиночной сварной точки, для шва контактной точечной электросварки или электрозаклепочного, для шва контактной роликовой электросварки, для прерывистого шва контактной роликовой электросварки условные знаки берутся из табл. 11, в остальных случаях не указываются.

7. Вспомогательные знаки (○, ∩) - из табл. 11.

8. Шероховатость механической обработки поверхности шва (можно не указывать).

Вспомогательные знаки для обозначения сварки швов

Знак	Значение знака	Нанесение знака в обозначении
/	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$	
Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	
○	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм	
⌋	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа	
└	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения	
⊖	Усиление шва снять	
⌚	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу	
△	Катет шва	

Примечание. Вспомогательные знаки, приведенные в таблице, выполняются сплошными тонкими линиями и одинаковой высоты с высотой цифр.

Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 142 а) и под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 142 б).

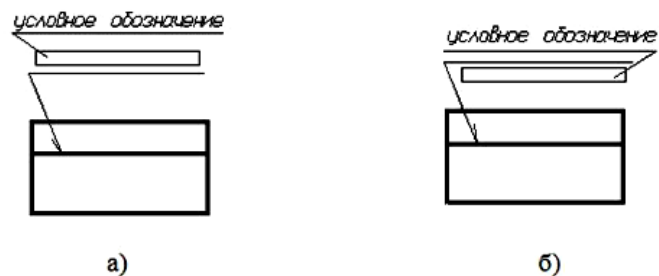


Рис. 142 - Условное обозначение шва

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски (рис. 143) после условного обозначения, или указывают в таблице швов, или приводят в технических требованиях чертежа, например: «*Параметр шероховатости поверхности сварных швов ...*».

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер, который наносят на линии-выноске с указанием количества швов, имеющей полку с нанесенным обозначением шва, с указанием количества швов и на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения (рис. 144).

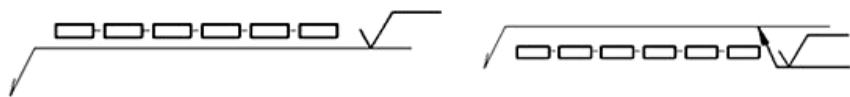


Рис. 143 - Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва



Рис. 144 - Обозначение одинаковых сварных швов на чертеже

Упрощенное обозначение швов сварных соединений. Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковые и изображены с одной стороны (лицевой или обратной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок (рис. 145).

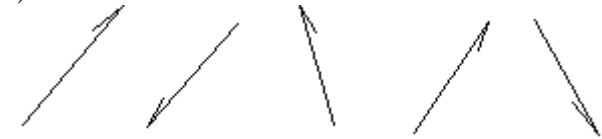


Рис. 145 - Обозначение швов линиями-выносками без полок

На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и изображать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия.

На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей (предпочтительно у изображения, от которого приведена линия-выноска с номером позиции)

Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания о сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположение швов.

Одинаковые требования ко всем швам или группе швов, приводят один раз - в технических требованиях или таблице швов.

На рис. 146 приведен пример условного обозначения шва таврового соединения без скоса кромок, двустороннего прерывистого с шахматным расположением, выполняемого дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.

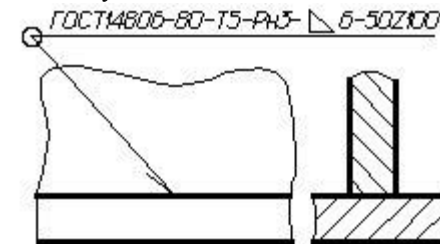


Рис. 146 - Пример условного обозначения шва

8 Аксонометрические проекции

Согласно *ГОСТ 2.317-69*, из прямоугольных аксонометрических 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 рис. 147 показано расположение осей в изометрии (рис. 147 а) и диметрии (рис. 147 б).

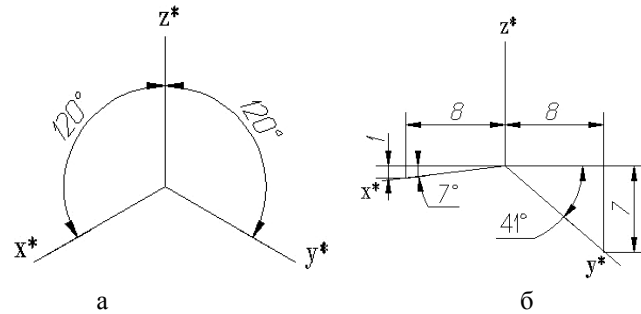


Рис. 147 - Расположение осей в изометрии и диметрии

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.

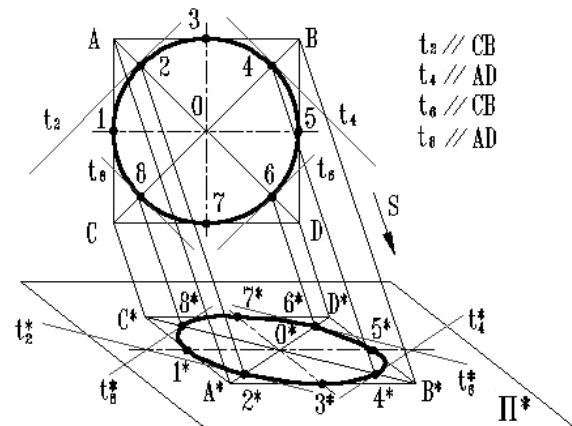


Рис. 148 - Проецирование окружности на плоскость

8.1 Построение окружности в аксонометрии

При параллельном проецировании окружности на какую-нибудь плоскость P^* получаем ее изображение в общем случае в виде эллипса (рис. 148).

ГОСТ 2.317-69 определяет положение окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных плоскостям проекций для прямоугольной изометрической проекции (рис. 149) и для прямоугольной диметрии (рис. 150).

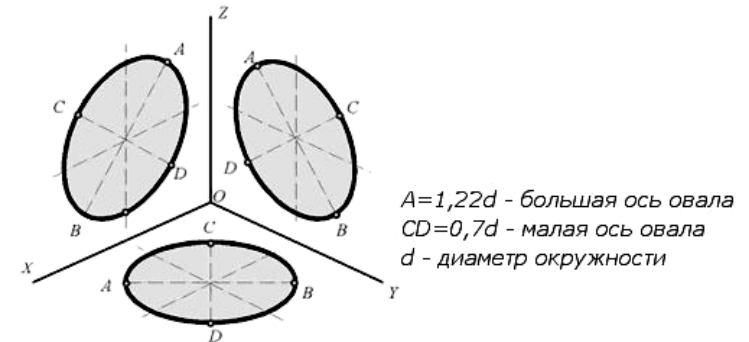


Рис. 149 - Изометрические проекции окружностей расположенных в плоскостях параллельных плоскостям проекций

Построение изометрической проекции окружности показано на рис. 155. 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.

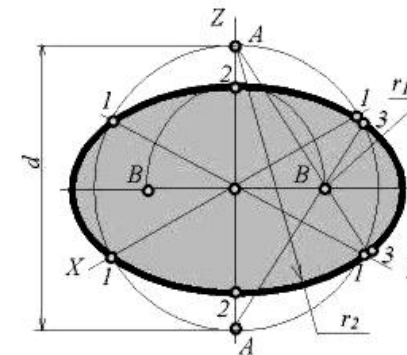


Рис. 150 - Построение изометрической проекции окружности

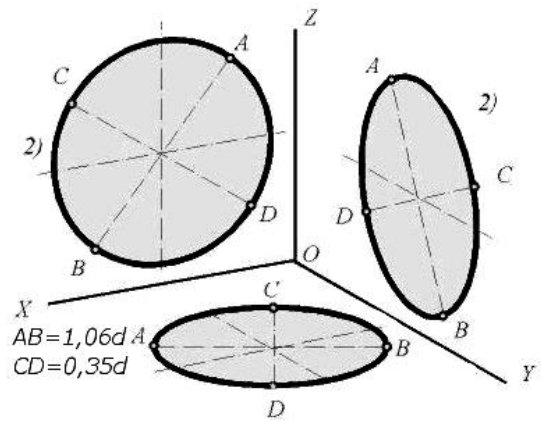


Рис. 151 - Диметрические проекции окружностей расположенных в плоскостях параллельных плоскостям проекций

Построение диметрической проекции окружности представлено на рис. 151. Если диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям x и z то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна 1,06 диаметра окружности, а малая ось эллипса 1 - 0,95, эллипсов 2 и 3 - 0,35 диаметра окружности. Если диметрическую проекцию выполняют с искажения по осям x и z , то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности, а малая ось эллипса 1 - 0,9, эллипсов 2 и 3 - 0,33 диаметра окружности.

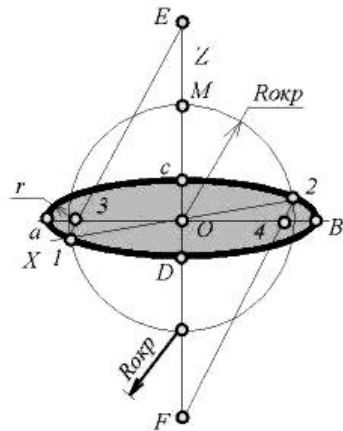


Рис. 152 - Построение диметрической проекции окружности

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. 153).

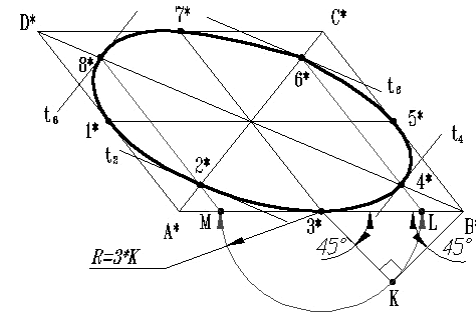


Рис. 153 - Построение эллипса

8.2 Построение аксонометрических изображений

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

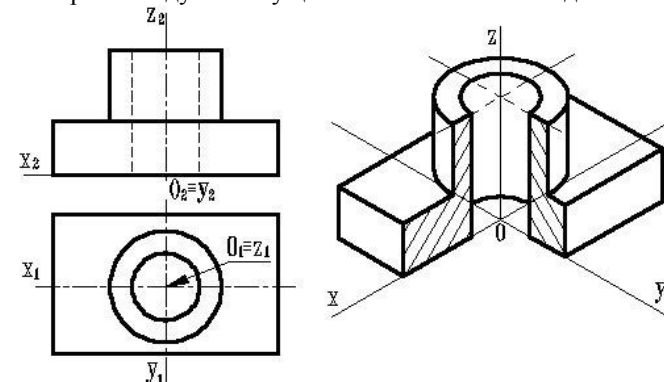


Рис. 154 - Построение аксонометрического изображения

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. 154)

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.

8.3 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. 159).

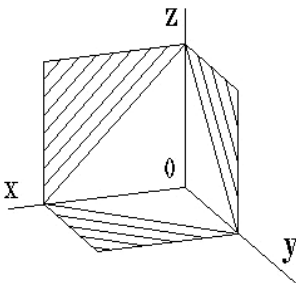


Рис. 159 - Штриховка в аксонометрии

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.

9 Общие требования к чертежам

ГОСТ 2.109-73 устанавливает основные требования к выполнению чертежей, деталей, сборочных, габаритных и монтажных на стадии разработки рабочей документации для всех отраслей промышленности.

При разработке рабочих чертежей предусматривают:

а) оптимальное применение стандартных и покупных изделий, а также изделий, освоенных производством и соответствующих современному уровню техники;

б) рационально ограниченную номенклатуру резьб, шлицев и других конструктивных элементов, их размеров, покрытий и т. д.;

в) рационально ограниченную номенклатуру марок и сортов материалов, а также применение наиболее дешевых и наименее дефицитных материалов;

г) необходимую степень взаимозаменяемости, наивыгоднейшие способы изготовления и ремонта изделий, а также их максимальное удобство обслуживания в эксплуатации.

9.1 Чертеж детали

В соответствии с *ГОСТ 2.102-68* чертеж детали – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы) должны полностью определять геометрическую форму детали. При выполнении чертежа необходимо руководствоваться правилом, что изображений должно быть минимальное количество.

К другим данным, необходимым для изготовления и контроля детали относятся:

- размеры и предельные отклонения *ГОСТ 2.307-68*;
- требования к качеству поверхности *ГОСТ 2.309-73*;
- допуски формы и расположения поверхностей *ГОСТ 2.308-79*;
- нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки *ГОСТ 2.310-68*;
- сведения о материале, из которого изготовлена деталь (указывают в графе 3 штампа основной надписи);
- и другие технические требования.

9.2 Конструктивные элементы детали

Конструктивные элементы детали представлены на рис. 160.

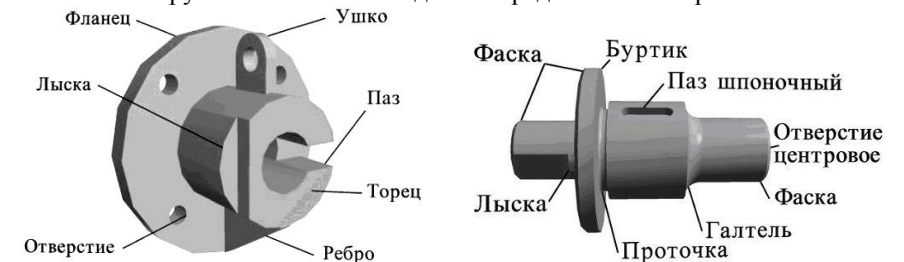


Рис. 160 - Конструктивные элементы детали

9.3 Выбор главного изображения

Выполнение чертежа начинают с выбора главного изображения.

Основное требование к главному изображению оно должно передавать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

В качестве главного изображения (вида спереди) может быть использован как фронтальный разрез, так и сочетание вида и разреза (рис. 161).

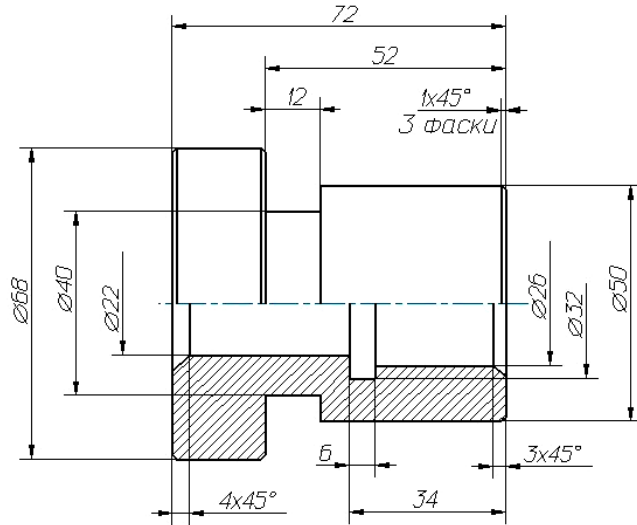


Рис. 161 - Главный вид – совмещение вида и разреза

Плоские детали из листового материала изображают в одной проекции, показывающей их контурные изображения, толщина детали указывается условной записью $S...$. Пример такой детали представлен на рис. 162.

Для изготовления фасонных деталей из листового материала требуются точные развертки или приближенные заготовки для штампованных деталей с вытяжкой - это плоские детали из листового материала.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) предмета на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для выявления его внешней и внутренней формы и должно давать возможность рационально нанести размеры.

В некоторых случаях одна проекция с соответствующим условным знаком, поставленным у размерного числа, дает полное представление о форме изображенного предмета. Так, например, знак диаметра говорит о том, что изображенный предмет является телом вращения; знак квадрата обозначает, что изображенный предмет имеет форму призмы с нормальным сечением в виде квадрата; слово «сфера», написанное перед значком диа-

метра говорит о том, что поверхность сферическая; символ "S" (толщина) перед размерным числом заменяет вторую проекцию детали, имеющую форму параллелепипеда и т.д.

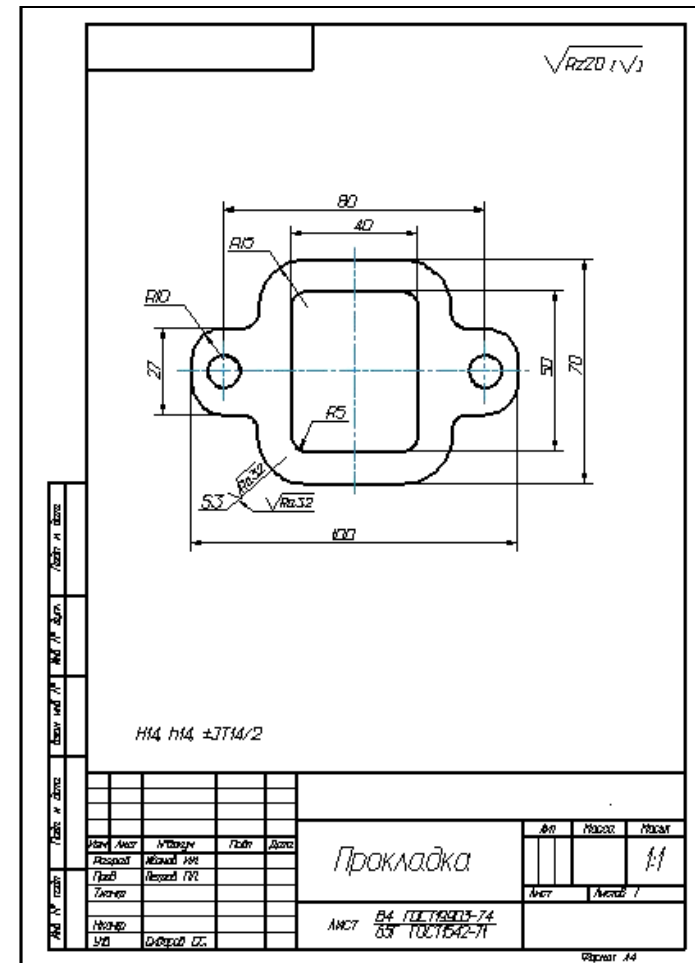


Рис. 162 - Пример изображения изделия из листового материала

После анализа формы детали, можно определить, какие изображения необходимы для исчерпывающей передачи внешних и внутренних форм этой детали. Для большинства деталей машин и механизмов достаточно выполнить 3 изображения, учитывая, что для изображения невидимых контуров изделия можно пользоваться штриховыми линиями, можно совмещать

части видов с частями соответствующих разрезов, применять сложные разрезы и т.п. Ниже, на рис. 163 и 164, приведены примеры изображения деталей с необходимым количеством видов, разрезов и сечений на чертеже.

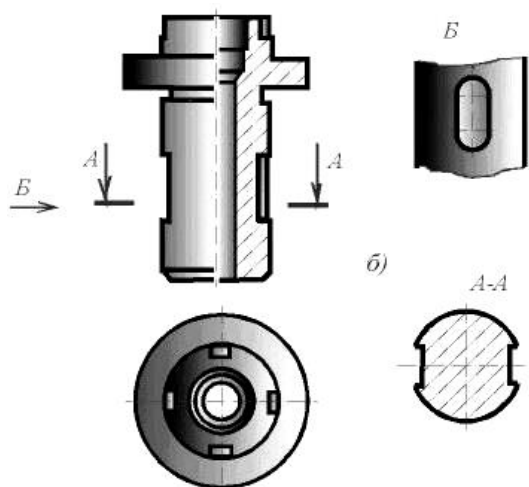


Рис. 163 - Пример 1 изображения деталей с необходимым количеством видов, разрезов и сечений на чертеже

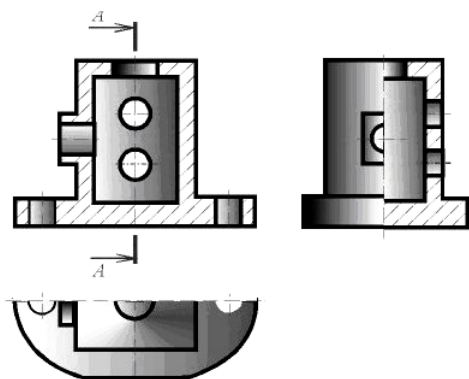


Рис.164 - Пример 2 изображения деталей с необходимым количеством видов, разрезов и сечений на чертеже

9.4 Сборочный чертеж

В соответствии с ГОСТ 2.102-68 сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля.

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены *ГОСТ 2.109-73*.

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.);
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия; установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

Последовательность выполнения сборочного чертежа.

1. Ознакомиться с устройством, работой и порядком сборки сборочной единицы. Прочитать рабочие чертежи всех деталей, входящих в сборочную единицу, т.е. мысленно представить форму и размеры каждой из них, ее место в сборочной единице, взаимодействие с другими деталями.

2. Выбрать необходимое количество изображений так, чтобы на сборочном чертеже была полностью понятна конструкция изделия и взаимодействие ее составных частей.

Общее количество всех изображений сборочной единицы на сборочном чертеже должно быть всегда наименьшим, а в совокупности со спецификацией – достаточным для выполнения всех необходимых сборочных операций, совместной обработки (пригонки, регулирования составных частей) и контроля.

Главное изображение сборочной единицы должно давать наибольшее представление о расположении и взаимосвязи ее составных частей, соединяемых по данному сборочному чертежу.

3. Установить масштаб чертежа, формат листа, нанести рамку на поле чертежа и основную надпись.

4. Произвести компоновку изображений, для этого вычислить габаритные размеры изделия и вычертить прямоугольники со сторонами, равными соответствующим габаритным размерам изделия.

5. Вычертить контур основной детали (как правило - корпуса, основания или станины). Наметить необходимые разрезы, сечения, дополнительные изображения.

6. Вычертить остальные детали по размерам, взятым с рабочих чертежей деталей, в той последовательности, в которой собирают изделие.

7. Тщательно проверить выполненный чертеж, обвести его и заштриховать сечения.

8. Нанести габаритные, установочные и присоединительные размеры.

9. Нанести линии-выноски для номеров позиций.

10. Заполнить основную надпись.

11. На отдельных форматах (А4) составить спецификацию.

12. Проставить номера позиций деталей на сборочном чертеже согласно спецификации.

Пример оформления сборочного чертежа приведен на рис. 165.

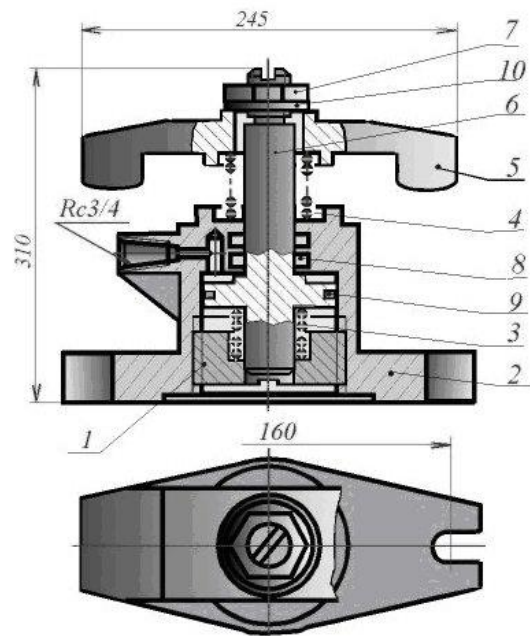


Рис. 165 - Прихват гидравлический (сборочный чертеж)

9.5 Спецификация

В соответствии с *ГОСТ 2.102-68* сборочный чертеж – это документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Спецификация относится к текстовым конструкторским документам и заполняется в соответствии с *ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы»*.

Первый лист спецификации имеет основную надпись (*ГОСТ 2.104-2006*) по форме 2, а последующие листы - по форме 2а.

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы,

детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы (рис. 166):

1. Документация;
2. Сборочные единицы;
3. Детали;
4. Стандартные изделия;
5. Материалы.

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан						
				<u>Документация</u>								
A1			AT-230.07.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж								
				<u>Детали</u>								
A4	1		AT-230.07.07.12.01	Стакан	1							
A4	2		AT-230.07.07.12.02	Корпус	1							
A4	3		AT-230.07.07.12.03	Пружина	1							
A4	4		AT-230.07.07.12.04	Пружина	1							
A4	5		AT-230.07.07.12.05	Скоба	1							
A4	6		AT-230.07.07.12.06	Поршень	1							
				<u>Стандартные изделия</u>								
	7			Гайка М30.5 ГОСТ 5915-70	1							
	8			Кольцо Н1-35x28 ГОСТ 9832-77	2							
	9			Кольцо Н1-80x70-1 ГОСТ 9832-77	1							
	10			Шайба 30.04.019 ГОСТ11371-78	1							
AT-230.07.07.12.00												
Исполн.	Машк	Н.документа	Подпись	Дата	<table border="1"> <tr> <td>Листов</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>7</td> </tr> </table>		Листов	Лист	Листов			7
Листов	Лист	Листов										
		7										
Прихват												
гидравлический					Предприятие							

Рис. 166 - Пример оформления спецификации

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка

оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

1. В раздел «Документация» вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают «Сборочный чертеж».

2. В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

3. В раздел «Стандартные изделия» записывают стандартные изделия. Запись производят в алфавитном порядке наименований изделий, в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

4. В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в *ГОСТ 2.106-96*. Материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов.

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе «Формат» указывают обозначение формата. В графе «Поз.» указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе «Документация» графу «Поз.» не заполняют.

В разделах «Стандартные изделия» и «Материалы» графу «Обозначение» не заполняют. В графе «Наименование» указывают наименование составной части сборочной единицы. Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Гайка накидная». Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным стандартом, например:

Болт *M12*1,25-8g*30.48 ГОСТ 7798-70*

В графе «Кол.» указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе «Материалы» - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

9.6 Эскизы деталей

В условиях производства и при проектировании иногда возникает необходимость в чертежах временного или разового пользования, получивших название эскизов.

Эскиз – чертеж временного характера, выполненный, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), на любой бумаге, без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов дета-

ли, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами.

Эскиз, как и чертеж, должен содержать:

- минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), выявляющих форму детали;
- размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхности и другие дополнительные сведения, которые не могут быть изображены, но необходимы для изготовления детали;
- основную надпись по форме 1 (ГОСТ 2.104-2006).

Эскиз каждой детали выполняется на отдельном форматном листе (ГОСТ 2.301-68).

Имеющиеся на детали дефекты (например, дефекты поковки или литья, неравномерная толщина стенок, смещение центров, раковины, неровности краев и др.) на эскизе не отражают.

Для литых деталей в технических требованиях, помещаемых над основной надписью, записывают неуказанные на чертеже радиусы скруглений и уклоны. В основной надписи чертежа указывается наименование детали в именительном падеже и единственном числе. Если наименование состоит из нескольких слов, вначале ставится существительное, а затем пояснительные слова, например: «Колесо зубчатое».

Последовательность выполнения эскизов. При выполнении эскизов и рабочих чертежей следует руководствоваться ГОСТ 2.109-73 "Основные требования к чертежам".

Внимательно осмотреть деталь, уяснить ее конструкцию, назначение, технологию изготовления и определить название. Проанализировать форму детали путем мысленного расчленения ее на простейшие геометрические тела, т.к. любая деталь представляет собой различные сочетания простейших геометрических форм: призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер, торов и т.п.

Определить минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), необходимых для полного выявления конструкции детали.

Для деталей типа тел вращения, а также для деталей типа валов и втулок с резьбой достаточно одного изображения. Если на таких деталях имеются отверстия, срезы, пазы, то главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами. Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на полке линии-выноски с указанием символа "S" (толщины) перед ее цифровым обозначением (рис. 167).

Особое внимание уделяется выбору главного вида. Он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Главный вид детали выбивают с учетом технологии ее изготовления. Для деталей типа шкивов, колес главным изображением является фронтальный разрез, его выполняют полностью, это облегчает нанесение размеров. Детали типа винтов, болтов, валиков изготавливают на токарных станках или автоматах, поэтому располагают их так, что ось была параллельна основной надписи.

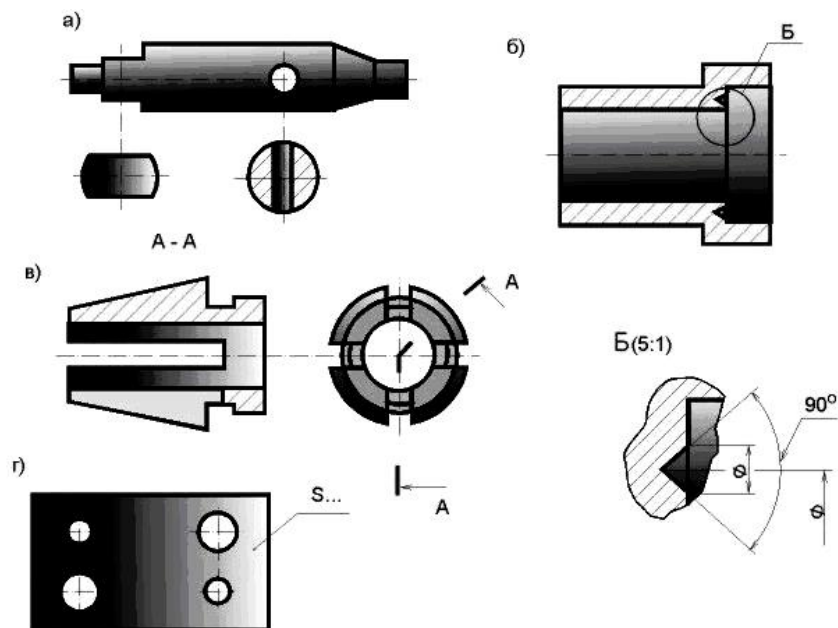


Рис. 167 - Примеры дополнительных изображений на эскизах

Выбрать в соответствии с *ГОСТ 2.301-68* формат листа, выполнить на нем рамки и основную надпись. Размер формата выбирают в зависимости от сложности и размеров детали, так чтобы было использовано не менее 75% пространства листа. Изображение должно быть таким, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров.

Наметить тонкими сплошными линиями габаритные прямоугольники для будущих изображений с расчетом равномерного использования поля формата. Провести осевые линии.

Обозначить тонкими сплошными линиями видимый контур детали, начиная с основных геометрических форм и сохраняя на всех изображениях проекционную связь и пропорцию элементов детали. Вычертить тонкими линиями выбранные разрезы и сечения.

Изобразить канавки, фаски, скругления и т.п. Заштриховать разрезы и сечения. Обозначить шероховатость поверхностей, руководствуясь *ГОСТ 2.309-73*. Удалить лишние линии, обвести эскиз, соблюдая соотношение толщины различных типов линий в соответствии с *ГОСТ 2.303-68*.

Нанести выносные и размерные линии, стрелки, проставить знаки диаметров, радиусов, уклонов и конусности, обозначить разрезы и сечения.

Провести обмер детали и вписать размерные числа.

Заполнить основную надпись и записать технические требования.

Внимательно проверить эскиз и устранить ошибки и погрешности.

Обмер деталей. Вообще в машиностроении технические измерения являются одной из важнейших основ производства. Ни одна техническая операция не выполняется без измерения размеров.

Основными инструментами для обмера деталей являются: линейка стальная, кронциркуль, нутромер, штангенциркуль, микрометр, угломер, радиусомер и резьбомер (рис. 168).

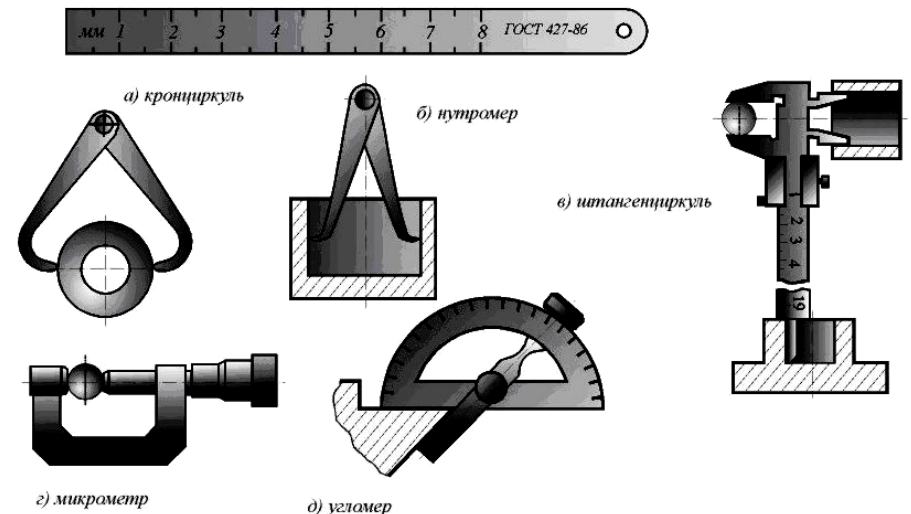


Рис. 168 - Мерительные инструменты

10 Виды и типы схем

В соответствии с *ГОСТ 2.701-84* «Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению» схемы классифицируются по назначению, а также по типу элементов и связей между ними. Наименование и код схем определяют их видом и типом.

Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы (табл. 12).

Таблица 12

Виды и типы схем

Виды схем обозначают буквами:		Типы схем обозначают цифрами:	
электрические	Э	структурные	1
гидравлические	Г	функциональные	2
пневматические	П	принципиальные (полные)	3
газовые (кроме пневматических)	Х	соединений (монтажные)	4
кинематические	К	подключения	5
вакуумные	В	общие	6
оптические	Л	расположения	7
энергетические	Р	объединенные	0
деления	Е		
комбинированные	С		

Например, схема электрическая принципиальная – Э3; схема гидравлическая соединений - Г4; схема деления структурная - Е1; схема электрогидравлическая принципиальная - С3; схема электрическая соединений и подключения - ЭО; схема гидравлическая структурная, принципиальная и соединений - ГО.

Структурные схемы определяют основные функциональные части изделия или процесса, их назначение и взаимосвязи. Этот тип схем применяется наиболее часто, он объединяет схемы, отражающие состав изделий; блок-схемы, определяющие алгоритмы обработки информации; организационно-управленческие схемы и т. п.

Функциональные схемы содержат информацию о процессах, протекающих в объектах. Такие схемы позволяют анализировать возможности вновь разрабатываемых объектов, обосновывать проведение отладки и ремонта.

Принципиальные схемы определяют полный состав элементов объекта и связей между ними, служат основанием для разработки комплекта конструкторской документации на объект.

Схемы соединений отображают только связи между частями объекта, осуществляемые с помощью связующих элементов, с указанием их геометрического положения относительно частей объекта.

Схемы подключений показывают внешние подключения объектов.

Схемы расположения отображают геометрическое расположение элементов объектов относительно друг друга.

Общие схемы составляются с целью наглядного представления информации о составе очень сложных объектов и видах связи между их частями.

11 Некоторые геометрические построения

В процессе конструирования и разработки конструкторского документа мы встречаемся с необходимостью производить определенные геометрические построения. Знание этих построений, понимание геометрических отношений элементов чертежа и умение их применять в работе является необходимым условием не только создания качественного документа, его грамотного использования, но и качественного изготовления и контроля изделия.

11.1 Построение биссектрисы угла и деление окружности на равные части

Чтобы разделить заданный угол (рис. 169а) или дугу окружности на четное число равных частей, примем вершину этого угла за центр дуги AB (рис. 169б) окружности радиуса R . Этим же раствором циркуля из точек A и B , как из центров, проведем дуги окружностей в ожидаемой области их пересечения (сделаем засечку). Прямая линия, проходящая через вершину угла и точку пересечения вспомогательных дуг окружностей (через засечку), будет биссектрисой заданного угла.

Точка 2 делит дугу AB пополам. Для деления дуги $A2$ на равные части можно провести аналогичную операцию из точек A и 2 тем же радиусом R или радиусом R_1 , величина которого должна быть больше половины хорды $A2$. Прямая линия, проходящая через новую засечку и вершину угла, делит пополам дугу $A2$ и ее угол.

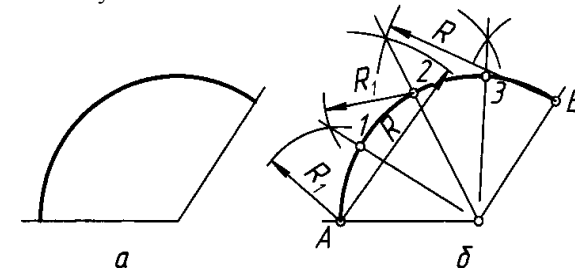


Рис. 169 – Построение биссектрисы угла

Рис. 170 иллюстрирует деление окружности на три (рис. 170а), пять (рис. 170б), шесть (рис. 170 в), семь (рис. 170г) и восемь (рис. 170д) равных частей и построение вписанных в заданную окружность многоугольников.

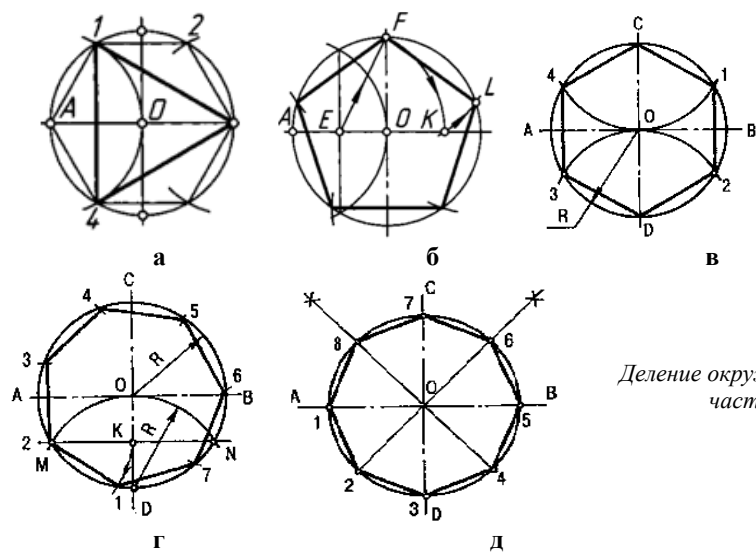


Рис. 170 –
 Деление окружности на
 части: а – три,
 б – пять,
 в – шесть,
 г – семь,
 д – восемь

11.2 Сопряжения

В чертежной практике *сопряжением* называют плавный переход одной линии (прямой или кривой) в другую — кривую или прямую. Общую точку, в которой осуществляется плавный переход, называют *точкой сопряжения*. Переход будет плавным, если обе сопрягающиеся линии в точке сопряжения имеют общую касательную.

Роль плавных переходов в очертаниях различных изделий техники огромна. Их обуславливают требования прочности, гидроаэродинамики, промышленной эстетики и технологии.

Простейшие сопряжения, особо широко используемые в технике, — плавные переходы прямой линии в прямую линию, прямой линии в дугу окружности и дуги одной окружности в дугу другой.

На рис. 171 показан пример, при вычерчивании которого необходимо построение внутреннего, внешнего и смешанного сопряжений. При *внутреннем* сопряжении (рис. 171 а) центры O_2 и O_1 сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса R . При *внешнем* сопряжении (рис. 171б) центры O_2 и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 находятся вне сопрягающей дуги радиуса R . Сопряжения называют *смешанным*, если один и тот же сопрягающий элемент имеет точки внешнего и внутреннего сопряжения.

11.3 Лекальные кривые

При выполнении чертежей часто приходится прибегать к вычерчиванию кривых, состоящих из ряда сопряженных частей, которые невозможно провести циркулем. Такие кривые строят обычно по ряду принадлежащих

им точек, которые затем соединяют плавной линией сначала от руки карандашом, а затем обводят при помощи лекал (рис. 172).

Рассматриваемые лекальные кривые располагаются в одной плоскости и называются поэтому плоскими. Чтобы начертить плавную лекальную кривую, необходимо иметь набор из нескольких лекал. Выбрав подходящее лекало, надо подогнать кромку части лекала к возможно большему количеству заданных точек кривой.

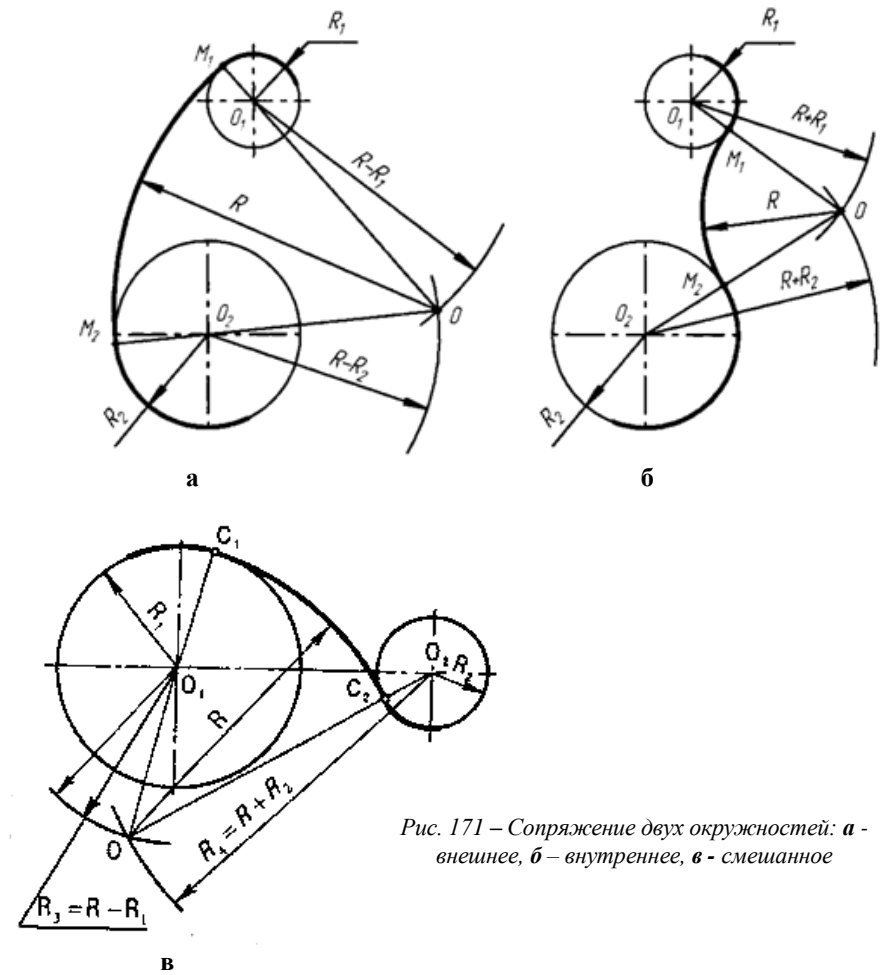


Рис. 171 – Сопряжение двух окружностей: а - внешнее, б – внутреннее, в - смешанное

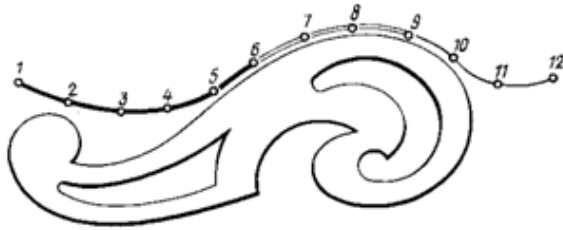


Рис. 172 – Построение лекальной кривой

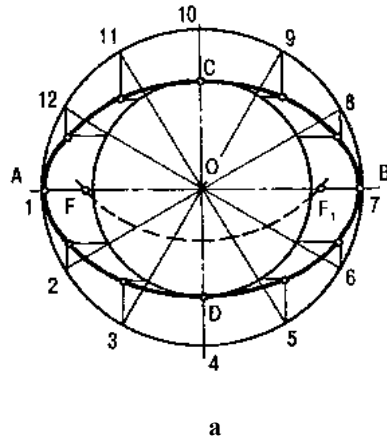
Ниже рассмотрено построение кривых, наиболее часто встречающихся в технике.

Эллипс (рис. 173а) — замкнутая плоская кривая, сумма расстояний каждой точки которой до двух данных точек (фокусов), лежащих на большой оси, есть величина постоянная и равная длине большой оси.

Широко применяемый в технике способ построения эллипса по большой (AB) и малой (CD) осям представлен на рис. 173а.

Проводят две перпендикулярные осевые линии. Затем от центра O откладывают вверх и вниз по вертикальной оси отрезки, равные длине малой полуоси, а влево и вправо по горизонтальной оси — отрезки, равные длине большой полуоси.

Из центра O радиусами OA и OC проводят две concentрические окружности и ряд лучей-диаметров. Из точек пересечения лучей с окружностями проводят линии, параллельные осям эллипса, до взаимного пересечения в точках, принадлежащих эллипсу. Полученные точки соединяют от руки и обводят по лекалу.



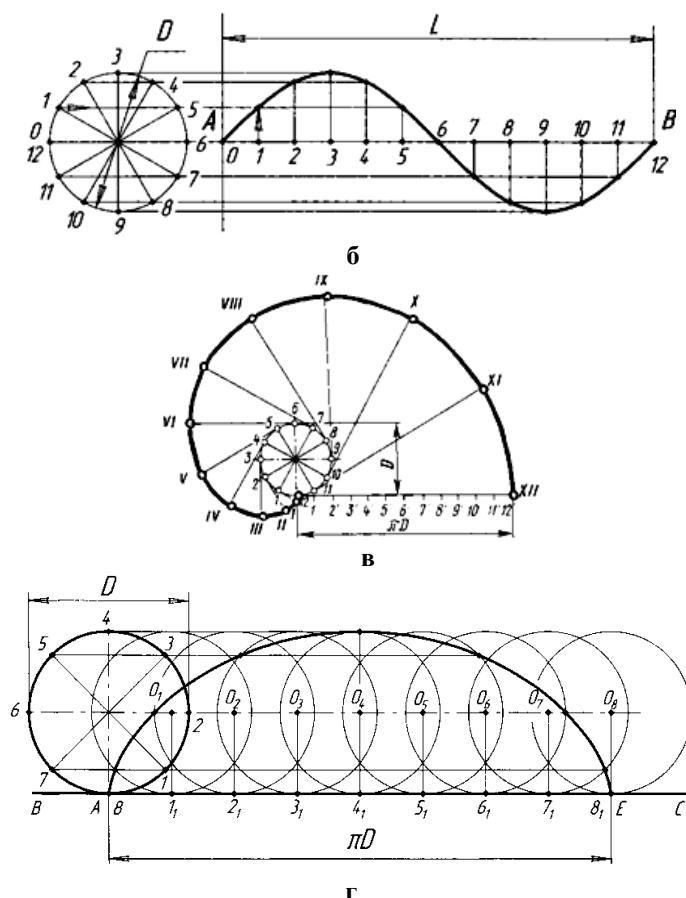


Рис. 173- Построение основных лекальных кривых: а- эллипса, б- синусоиды, в- эвольвенты, г- циклоиды

Синусоида — плоская кривая, изображающая изменение синуса в зависимости от изменения угла (рис. 173б).

Величина L называется длиной волны синусоиды, $L = nD$.

Для построения синусоиды проводят горизонтальную ось и на ней откладывают заданную длину волны $AB=L$. Отрезок AB делят на несколько равных частей, например на 12. Слева вычерчивают окружность диаметром D и делят ее также на 12 равных частей. Точки деления нумеруют и через них проводят горизонтальные прямые. Из точек деления отрезка AB восстанавливают перпендикуляры к оси синусоиды и на их пересечении с горизонталь-

ными прямыми находят точки синусоиды. Полученные точки синусоиды соединяют по лекалу кривой.

Эвольвента окружности — траектория любой точки прямой линии, перекатываемой без скольжения по окружности.

Для построения эвольвенты заданную окружность диаметра D делят на несколько равных частей (на рис.173в — на 12 частей), которые нумеруют. Из конечной точки (12) проводят касательную к окружности и на ней откладывают отрезок, равный длине окружности πD . Длину окружности делят также на равные части. Из точек делений окружности 1, 2, 3, ..., 12 проводят касательные к окружности и на них откладывают отрезки; на первой касательной — отрезок $12 1'$, на второй — $12 2'$, на третьей — $12 3'$ и т. д. Соединив точки I—XII по лекалу, получают эвольвенту окружности.

Циклоида — плоская кривая, которую описывает точка A , лежащая на окружности, которая катится без скольжения по прямой CB (рис. 173 г).

На направляющей прямой BC откладывают длину AE производящей окружности диаметра D , равную πD . Окружность диаметра D и отрезок AE прямой BC делят на равные части, например на 8. Из точек деления прямой AE ($1_1, 2_1$ и т. д.) восстанавливают перпендикуляры до пересечения с продолжением горизонтальной оси окружности в точках O_1, O_2 и т. д. А из точек деления окружности (1, 2 и т. д.) проводят горизонтальные прямые. Из точек O_1, O_2 и т. д. как из центров проводят окружности диаметра D , которые, пересекаясь с соответствующими горизонтальными прямыми, образуют точки, принадлежащие циклоиде.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте определение единой системы конструкторской документации.
2. Для чего предназначены стандарты ЕСКД?
3. Охарактеризуйте область распространения стандартов ЕСКД.
4. Что такое изделие?
5. Что такое изделия основного производства?
6. Что такое изделия вспомогательного производства?
7. Какие виды изделий предусмотрены стандартом?
8. Что такое специфицированные изделия?
9. Что такое неспецифицированные изделия?
10. Что такое деталь?
11. Что такое сборочная единица?
12. Что такое комплекс?
13. Что такое комплект?
14. Какие документы относятся к конструкторским?
15. Что такое чертеж детали?
16. Сформулируйте определение сборочного чертежа.

17. Что такое чертеж общего вида?
18. Сформулируйте определение габаритного чертежа.
19. Что такое электромонтажный чертеж?
20. Какой чертеж называется монтажным?
21. Какой документ называется схема?
22. Что такое спецификация?
23. Какой конструкторский документ называется оригиналом?
24. Какой конструкторский документ называется подлинником?
25. Какой конструкторский документ называется дубликатом?
26. Какой конструкторский документ называется копией?
27. Сформулируйте определение технического предложения.
28. Сформулируйте определение эскизного проекта.
29. Сформулируйте определение технического проекта.
30. Какая форма основной надписи применяется для первого листа чертежей (схем)?
31. Какая форма основной надписи применяется для первого листа текстового документа?
32. Какая форма основной надписи применяется для последующих листов чертежей (схем)?
33. Какими линиями выполняются таблицы основной надписи?
34. Где располагается основная надпись?
35. Где располагается основная надпись на формате А4?
36. Что указывается в графах основной надписи?
37. Какие размеры и предельные отклонения ставятся на рабочем чертеже?
38. Как требуется заполнять графу "Наименование" основной надписи чертежа?
39. Как требуется обозначать ребро на чертеже изделия?
40. Для каких деталей разрабатывают рабочие чертежи?
41. Как следует обозначать на чертеже и в спецификации материал из которого должна быть изготовлена деталь?
42. Что должен содержать сборочный чертеж?
43. Что относится к установочным и присоединительным размерам?
44. Какие упрощения допускаются стандартом при оформлении сборочного чертежа?
45. Как допускается показывать уплотнение на сборочном чертеже?
46. Сформулируйте правила простановки номеров позиций.
47. В каких случаях допускается делать общую линию-выноску для нескольких номеров позиций?
48. Что должен содержать монтажный чертеж?
49. Что определяет размеры формата? Как образуется ряд основных форматов?

50. Как обозначаются основные форматы? Какие размеры у основных форматов?
51. Как образуются дополнительные форматы?
52. Какие бывают масштабы увеличения?
53. Какие бывают масштабы уменьшения?
54. Как обозначается масштаб в основной надписи?
55. Как обозначается изображения если его масштаб отличается от масштаба, указанного в основной надписи?
56. Какое основное назначение сплошной толстой основной линии?
57. Какое основное назначение тонкой сплошной линии?
58. Какое основное назначение сплошной волнистой линии?
59. Какое основное назначение штриховой линии?
60. Какое основное назначение штрих-пунктирной тонкой линии?
61. Какое основное назначение штрих-пунктирной утолщенной линии?
62. Какое основное назначение разомкнутой линии?
63. Какое основное назначение сплошной тонкой линии с изломами?
64. Какое основное назначение штрих-пунктирной тонкой линии с двумя точками?
65. Как должны пересекать и заканчиваться штрих-пунктирные линии?
66. Чем определяется размер шрифта? Как определяется высота прописных букв?
67. Какие типы шрифта предусматриваются стандартом? Чем определяется тип шрифта?
68. По какому методу строится изображения предметов?
69. Что принимают за основные плоскости проекций?
70. Какое изображение на чертеже выбирается в качестве главного?
71. Что такое вид?
72. Что такое разрез?
73. Что такое сечение?
74. Чем определяется количество изображений предмета на чертеже?
75. Как называются основные виды?
76. Когда применяется дополнительный вид? Как обозначается дополнительный вид?
77. Что такое местный вид?
78. Какой разрез называется простым?
79. Какой разрез называется сложным?
80. Какой разрез называется ступенчатым?
81. Какой разрез называется ломанным?
82. Как обозначается разрез?
83. В каких случаях разрез не обозначается?
84. Как показываются элементы находящиеся за секущей плоскостью ломаного разреза?

85. Что такое местный разрез?
86. Как оформляется граница части вида и части соответствующего разреза?
87. Как оформляется половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой?
88. Какие бывают сечения?
89. Как оформляется контур вынесенного сечения?
90. Как оформляется контур наложенного сечения?
91. Как обозначается сечение?
92. В каких случаях сечение не обозначается?
93. Как обозначается сечение оформленное с поворотом?
94. Что такое выносной элемент?
95. Как допускается вычерчивать вид, разрез или сечение представляющие собой симметричные фигуры?
96. Как изображают предмет, имеющий несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов?
97. Как выглядит условное графическое обозначение "повернуто"?
98. Как выглядит условное графическое обозначение "развернуто"?
99. Что служит основанием для определения величины изображаемого изделия?
100. Сколько размеров должно быть на чертеже?
101. Какие размеры называются справочными?
102. Какие размеры относят к справочным?
103. В каких единицах указываются линейные размеры на чертеже?
104. Как указывают размеры на чертежах?
105. Как проводят выносные и размерные линии для линейных размеров?
106. Как проводят выносные и размерные линии для угловых размеров?
107. На какое расстояние должны выходить выносные линии за концы стрелок размерной линии?
108. Какое минимальное расстояние между размерными линиями?
109. Какое минимальное расстояние между размерной линией и линией контура?
110. Допускается ли пересекать размерные и выносные линии?
111. В каких случаях допускается проводить размерные линии с обрывом?
112. Как располагают числа над размерной линией?
113. Как рекомендуется группировать размеры относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу?
114. Как наносят размеры фасок под углом 45° ?
115. Как наносят размеры фасок под углом не равным 45° ?

116. Как наносят размер толщины или длины при изображении детали в одной проекции?
117. Где указываются предельные отклонения?
118. Как указываются предельные отклонения размеров?
119. Опишите структуру обозначения шероховатости поверхности.
120. Как располагают обозначение шероховатости поверхности на чертеже детали?
121. Как обозначается шероховатость если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость?
122. Как обозначается шероховатость на чертеже деталей, если часть поверхностей имеет одинаковую шероховатость?
123. Как обозначается одинаковая шероховатость для поверхностей образующих замкнутый контур?
124. Как изображают резьбу на стержне?
125. Как изображают резьбу в отверстии?
126. Как штрихуется резьба в разрезах и сечениях на стержне и в отверстии?
127. Как изображают резьбу на разрезах резьбового соединения?
128. Как обозначается резьба?
129. Как условно изображают шов сварного соединения?
130. Какие применяются вспомогательные знаки для обозначения сварного шва?
131. Опишите структуру условного обозначения стандартного сварного шва?
132. Где обозначается шероховатость механически обработанного шва?
133. Как обозначаются на чертеже одинаковые швы?
134. Какие крепежные детали на сборочном чертеже показываются условно?
135. Охарактеризуйте прямоугольную изометрическую проекцию.
136. Охарактеризуйте прямоугольную диметрическую проекцию.
137. Как штрихуются аксонометрические сечения?
138. Как проставляются размеры в аксонометрии?

Библиографический список

1. Чекмарев А.А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник / – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 396 с.: 60x90 1/16. – (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-010353-2, 800 экз. (ЭБС ИНФРА-М)
2. Зеленый, П.В. Инженерная графика. Практикум по чертежам сборочных единиц: учебное пособие / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова, О.Н. Кучура; под ред. П.В. Зелёного. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2019. – 128 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-006951-7. (ЭБС ИНФРА-М)
3. Инженерная графика: аудиторные задачи и задания: учебное пособие / Чекмарев А.А. – 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 78 с.: 60x90 1/16. – (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-011474-3 (ЭБС ИНФРА-М)
4. Борисенко, И.Г. Инженерная графика. Геометрическое и проекционное черчение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. Г. Борисенко. – 5-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 200 с.
5. Борисенко, И. Г. Инженерная графика. Эскизирование деталей машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. Г. Борисенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 156 с.
6. Инженерная графика [текст]: учебник / под ред. Н.П. Сорокина. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2011. - 400 с.: ил. - ISBN 978-5-8114-0525-1: 1005,84. (ЭБС Лань)
7. Справочник по машиностроительному черчению: справочник / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – 11-е изд., стереотип. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 494 с. – (Справочники «ИНФРА-М»). (ЭБС ИНФРА-М)
8. Инженерная графика: аудиторные задачи и задания: учеб. пособие / А.А. Чекмарёв. – 2-е изд., испр. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 78 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). (ЭБС ИНФРА-М)
9. Вольхин К.А. , Болбат О.Б. , Астахова Т.А. Инженерная графика: Учеб. пособ. для вузов. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2011. http://www.grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/index.htm
10. Талалай, П.Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2010. — 288 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/615> – (ЭБС Лань)

Содержание

	Стр.
Предисловие.....	3
Введение.....	4
1 Стандарты.....	7
2 Основные положения Единой системы конструкторской документации.....	9
2.1 Виды изделий.....	9
2.2 Виды и комплектность конструкторских документов.....	11
2.3 Стадии разработки конструкторской документации.....	12
2.4 Разделение конструкторских документов в зависимости от способа выполнения и характера использования.....	13
3 Правила оформления чертежей.....	14
3.1 Форматы.....	14
3.2 Основные надписи.....	15
3.3 Масштабы.....	17
3.4 Линии чертежа.....	18
3.5 Шрифты чертежные.....	20
4 Нанесение размеров и предельных отклонений.....	22
4.1 Правила нанесения размеров.....	22
4.2 Предельные отклонения размеров.....	36
4.3 Обозначения шероховатости поверхности.....	36
5 Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.....	41
6 Изображения-виды, разрезы, сечения.....	45
6.1 Виды.....	45
6.2 Разрезы.....	48
6.3 Обозначения разрезов.....	52
6.4 Сечения.....	53
6.5 Выносные элементы.....	57
6.6 Условности и упрощения изображений.....	58
7 Виды соединения деталей и правила их изображения на чертежах.....	63
7.1 Резьбовые соединения.....	63
7.2 Классификация резьбы.....	66
7.3 Эксплуатационное назначение резьбы.....	71
7.4 Изображение резьбы.....	71
7.5 Крепежные детали.....	75
7.6 Упрощенные изображения крепежных деталей.....	77
7.7 Шпоночные соединения деталей.....	78
7.8 Зубчатые, шлицевые соединения деталей.....	79
7.9 Сварные соединения деталей.....	80

8 Аксонометрические проекции	88
8.1 Построение окружностей в аксонометрии.....	89
8.2 Построение аксонометрических изображений.....	91
8.3 Штриховка в аксонометрии.....	92
9 Общие требования к чертежам	92
9.1 Чертеж детали.....	93
9.2 Конструктивные элементы деталей.....	93
9.3 Выбор главного изображения.....	94
9.4 Сборочный чертеж.....	96
9.5 Спецификация.....	98
9.6 Эскизы деталей.....	100
10 Виды и типы схем	103
11 Некоторые геометрические построения	105
11.1 Построение биссектрисы угла и деление окружности на равные части.....	105
11.2 Сопряжения.....	106
11.3 Лекальные кривые.....	106
Контрольные вопросы	110
Библиографический список	115

Для заметок

Составитель – Семенова Татьяна Витальевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Курс лекций

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 29 сентября 2020 г.
Формат 60×84 1/16. Объем 7,5 уч.- изд. л
Тираж 100 экз. Изд. № . Заказ № .

Издательский центр Новосибирский ГАУ
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

