

Раздел 1. Графическое оформление чертежей и технических документов.

Чертёжные инструменты, принадлежности и материалы.

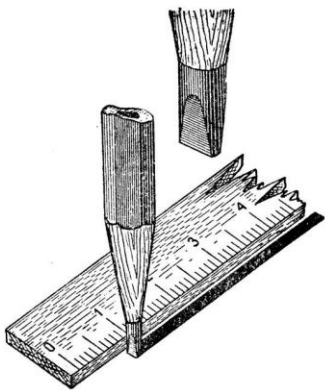
Для самостоятельной работы и работы в классе – учебник под ред. Миронова Б.Г. (библиотека). Носить учебник и задачник в течение 1-2 месяцев. Как и все инструменты, и материалы постоянно начиная со следующей недели.

Для выполнения чертежей каждый учащийся должен иметь набор инструментов и материалов:

Тетрадь – 36 листов

Бумага. Выбирается плотная чертёжная бумага, такая, чтобы с неё хорошо стирались резинкой карандашные линии. Одна сторона бумаги гладкая – чертёжная, другая – шероховатая. Миллиметровка - позже для 1-2 графических работ. Бумага формата А3, в папке, измерить при покупке. (ГОСЗНАК)

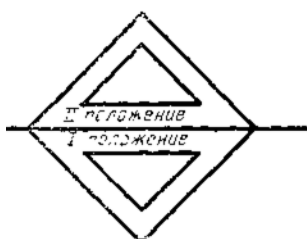
Карандаши. При выполнении чертежа тонкими линиями рекомендуется применять карандаш марки Т. Обводить линии чертежа надо карандашом марки М; если использовать более мягкий карандаш чертёж загрязняется. Следовательно, студент должен иметь как минимум три карандаша: М (В), ТМ (НВ), Т (Н). Также необходимо будет приобрести автоматический карандаш, диаметр 0,5. Возможно, но не обязательно, диаметр 0,7 мм. Заточка ТМ в виде отвертки, для остальных целей подойдет автоматический карандаш. Мягкий ставят в циркуль, и рисуют в тетради.



Фиг. 29.

Кромку графита лучше всего заострить следующим образом (карандаш для обводки толстой линии, ширина площадки-1мм).

Угольники: Треугольники должны быть с углами в 45, 45, 90 и 60, 30, 90. Перед работой необходимо проверить треугольники следующим образом.



Транспортир. Применяется для построения и измерения углов. Транспортиры бывают металлические и пластмассовые. Предпочтительно иметь (прозрачный) пластмассовый.

Готовальня футляр с чертежными инструментами. Основными инструментами готовальни являются циркуль-измеритель и циркуль для проведения дуг и окружностей.

Циркуль круговой. Применяется для вычерчивания окружностей. Циркуль также должен быть подготовлен к работе. Обычный или автоматический.

Установка иглы ее положение, заточка графита должно быть следующим: игла на 1 мм длиннее.

Трафарет/Лекала. Тонкая пластинка с прорезями разной формы применяется для стирания ошибочно проведенных линий. Для построения сопряжений. Нет необходимости покупать.

Линейка – 400 мм, прозрачная или деревянная.

Стирательная резинка – для разного вида стирания.

Перед работой следует протереть мягкой резинкой уголки, линейку и рейсшину.

Форматы.

Чертежи и другие конструкторские документы должны выполняться на листах определенных стандартных размеров – форматах.

Применение таких форматов позволяет экономить бумагу, легко комплектовать и брошюровать чертежи и другие конструкторские документы в альбомы, создает удобство их хранения. Форматы листов определяются их внешними размерами.

Установлено по ГОСТ 2.301-68 пять основных форматов.

Форматы чертежей.

Размеры сторон листа в мм.	1189x841	594x841	594x420	297x420	297x210
Соответствующее обозначение потребительского формата бумаги по ГОСТ	A0	A1	A2	A3	A4

Основной формат A0 имеет площадь равную 1 кв.м. Зачастую листы продаваемые как формат A0, таковым не являются, поэтому всегда необходимо измерить лист ватмана. Этот формат путем последующего деления пополам образует другие, которые также называются основными.

Минимальный чертежный формат – A4.

Масштабы.

Выполняя чертеж, не всегда можно изобразить предмет в его действительных размерах. Например станок, или мелкие предметы.

Масштаб – это отношение линейных размеров изображенного на чертеже предмета к их натуральной величине. Для изображения в увеличенном виде есть масштабы увеличения, для уменьшенного – масштабы уменьшения.

При выполнении чертежа обязательно применение масштаба. ГОСТ 2.302-68 предусматривает следующие масштабы:

Масштабы уменьшения	1:2, 1:2,5; 1:4, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:40, 1:50, 1:75, 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, 20:1, 40:1, 50:1, 100:1

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

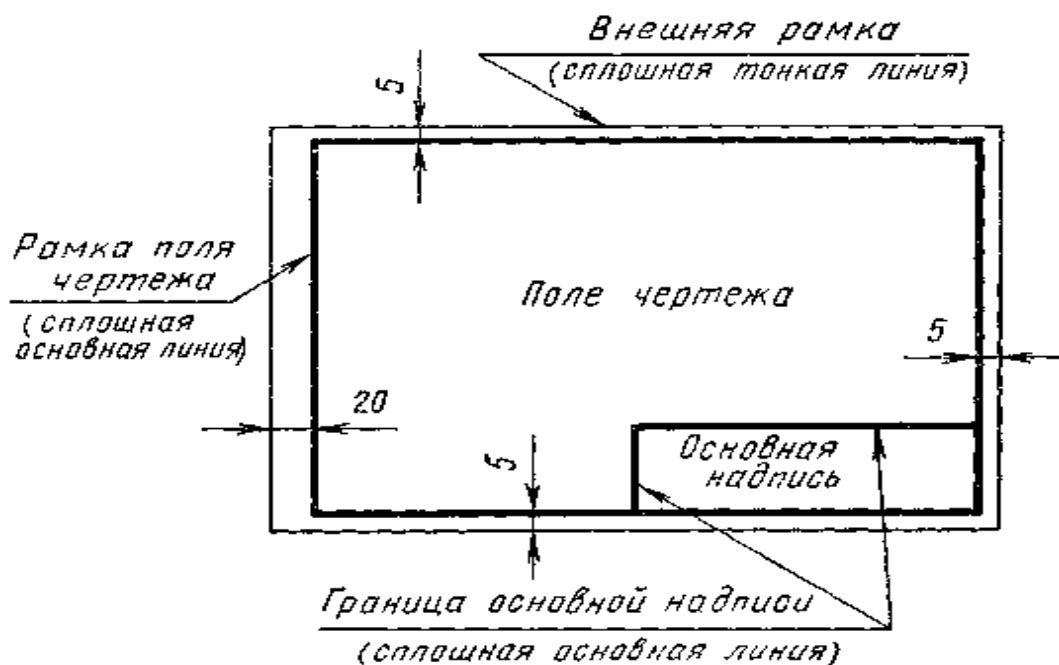
Предпочтительным является масштаб 1:1.

Оформление чертежа. Поле чертежа

В процессе использования и хранения чертежей возможно повреждение краёв листа. Для того чтобы при этом не пострадали изображения и надписи на чертежах, они не должны располагаться слишком близко к краям формата. Поэтому на формате внутренней рамкой выделяют поле чертежа.

Линии внутренней рамки (сплошные основные) проводят на расстоянии 20 мм от левой границы формата и на расстоянии 5 мм от правой, верхней и нижней границ. Полоса шириной 20 мм у левого края чертежа предназначена для подшивки.

Для всех чертежей и схем независимо от их вида и назначения ГОСТ 2.104-68 устанавливает единую форму, размеры и порядок заполнения **основной надписи**. Основную надпись располагают в правом нижнем углу вплотную к рамке поля чертежа.



На листах формата А4 основные надписи располагают только вдоль короткой стороны листа, а для остальных форматов - как по длинной, так и вдоль короткой стороне листа.

Правила заполнения основной надписи.

Графы заполняются следующим образом:

Графа 1- наименование чертежа; *шрифт 5*

Графа 2- обозначение чертежа, состоящая из названия учебного заведения, номера специальности и индекса раздела курса черчения.

Например:

АКВТ.230113.ГР26.ХХ.ХХ , *шрифт 7*

где четыре последних знака изменяются в зависимости от того, какой № работы и вариант выполнен студентом;

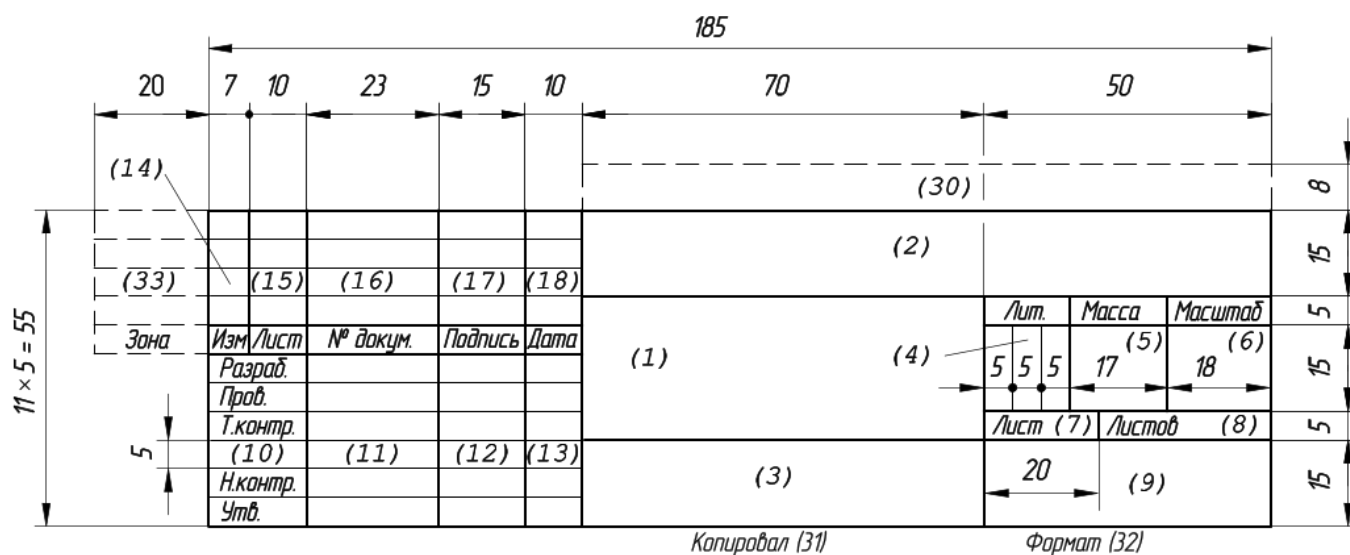
Графа 4- литера чертежа « у »- учебный чертёж; *шрифт 5*

Графа 6- масштаб чертежа « 1:1»; *шрифт 5*

Графа 9- название и шифр группы. Например: гр. С- 21 ; *шрифт 5*

Графы 3, 5, - не заполняются.

Остальные графы заполняются *шрифтом 3,5*.



Линии чертежа.

Основными элементами любого чертежа являются **линии**.

В зависимости от их назначения они имеют соответствующие тип и толщину. Изображения предметов на чертеже представляют собой сочетание различных типов линий.

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на чертеже.

ГОСТ 2.303—68 устанавливает начертания основные назначения линий на чертежах все отраслей промышленности и строительства (табл. 1).

Сплошная толстая основная линия выполняется толщиной, обозначаемой буквой **s**, в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от сложности и величины изображения на данном чертеже, а также от формата чертежа. Сплошная толстая линия применяется для изображения видимого контура предмета, контура вынесенного сечения и входящего в состав разреза.

Сплошная тонкая линия применяется для изображения размерных и выносных линий штриховки сечений, линии-выноски.

Сплошная волнистая линия применяется для изображения линий обрыва, линии разграничения вида и разреза.

Штриховая линия применяется для изображения невидимого контура. Длину следует выбирать в зависимости от величины изображения, примерно от 2 до 8 мм, расстояние между штрихами - 1...2 мм!

Штрихпунктирная тонкая линия применяется для изображения осевых и центровых линий сечения, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений. Длина штрихов должна быть примерно от 5 до 30 мм. Расстояние между штрихами рекомендуется брать 3...5 мм.

Штрихпунктирная утолщенная линия применяется для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью, линий, обозначающих поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. Длина штрихов должна быть примерно от 3 до 8 мм. Расстояние между штрихами рекомендуется брать 3...4 мм.

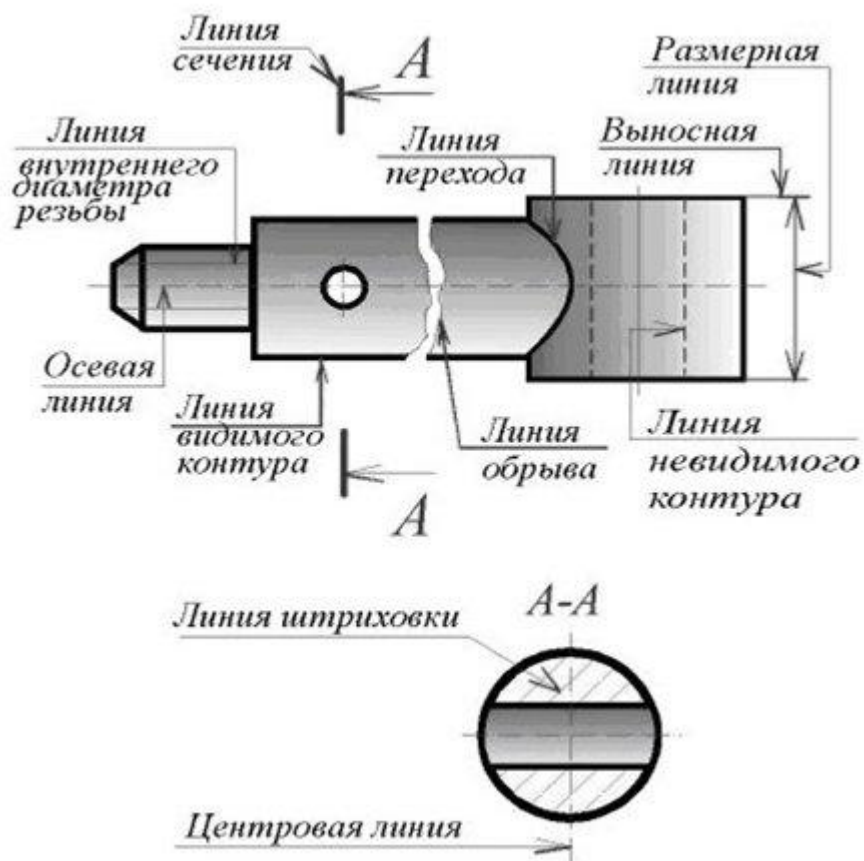
Разомкнутая линия применяется для обозначения линии сечения. Длина штрихов берется 8...20 мм в зависимости от величины изображения.

Сплошная тонкая с изломами линия применяется при длинных линиях обрыва.

Штрихпунктирная с двумя точками тонкая линия применяется при линиях сгиба на развертках.

Сплошная толстая основная линия принята за исходную. Толщина ее **S** должна выбираться в пределах от 0,5 до 1,4 мм. Основную линию принимаем равную $S=1$ мм.

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
Сплошная толстая основная (М, ТМ)		S	Линии видимого контура Линии контура сечения
Сплошная тонкая (Т)		От $S/3$ до $S/2$	Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей
Сплошная волнистая (ТМ)		От $S/3$ до $S/2$	Линии обрыва Линии ограничения вида и разреза
Штриховая (ТМ)		От $S/3$ до $S/2$	Линии невидимого контура
Штрихпунктирная тонкая (Т)		От $S/3$ до $S/2$	Линии осевые и центровые
Штрихпунктирная утолщенная (ТМ)		От $S/2$ до $2/3S$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию
Разомкнутая (М, ТМ)		От $S/3$ до $S/2$	Линии разрезов и сечений
Сплошная тонкая с изломами		От $S/3$ до $S/2$	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая (Т)		От $S/3$ до $S/2$	Линии сгиба на развертках.



Шрифты.

Шрифтом называется однородное начертание всех букв алфавита и цифр, которое придает им общий характерный облик. Для всего текста толщина линий должна быть одинакова.

Шрифт должен легко читаться и быть простым в написании. Шрифт состоит из прописных и строчных букв.

Шрифт чертежный. ГОСТ 2.304-81 Шрифты чертежные устанавливает шрифты для надписей, наносимых на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства.

Установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

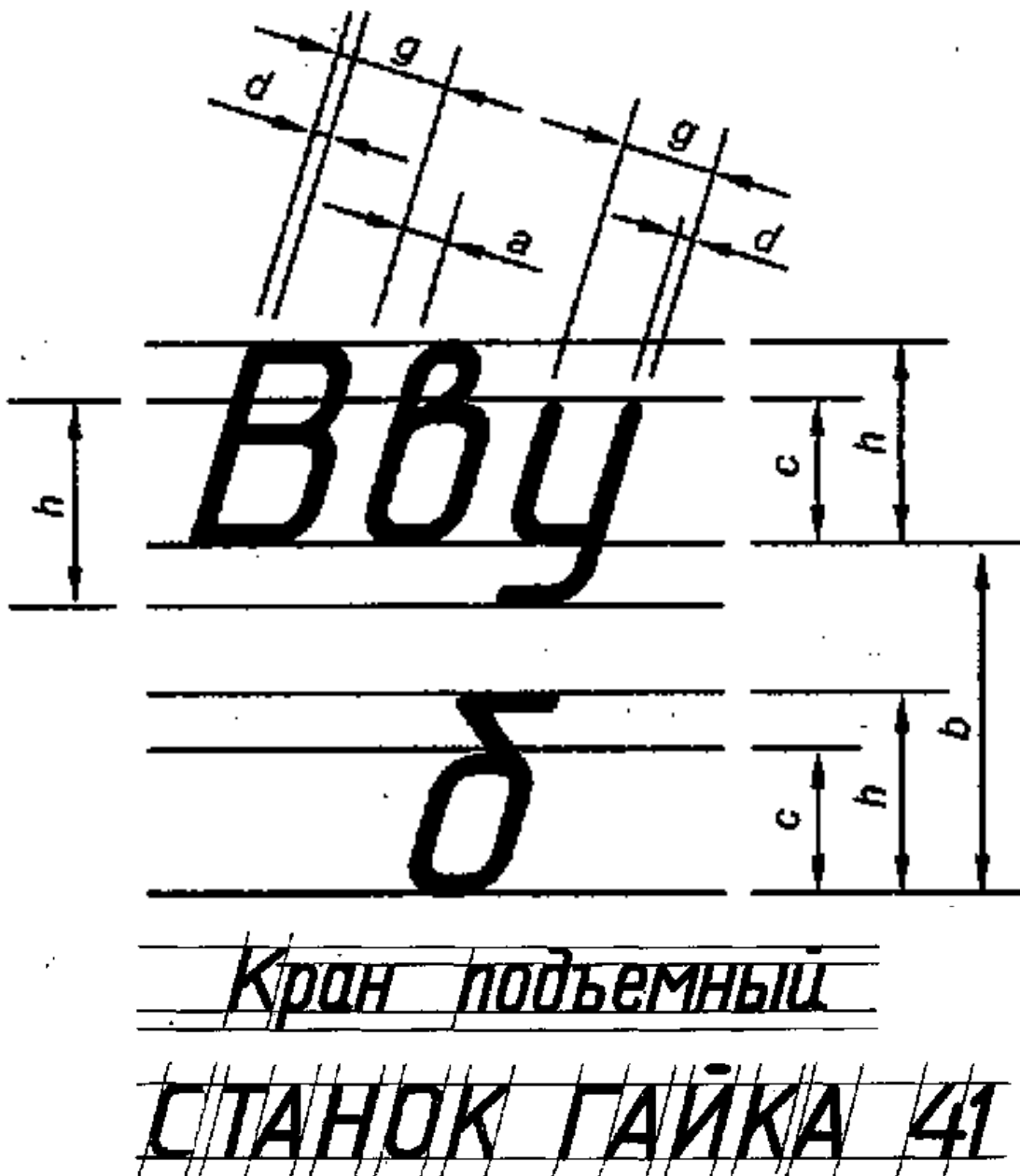
Основные параметры шрифта:

1) размер шрифта определяется высотой его прописных букв h в миллиметрах, измеряемых перпендикулярно основанию строки;

2) высота строчных букв в каждом отдельном случае зависит от высоты прописных, что округленно соответствует предыдущему размеру шрифта; (округленно можно принять ее за $5/7 h$, что соответствует предыдущему размеру шрифта).

3) стандарт устанавливает следующие типы шрифта:
тип *A* прямой и с наклоном 75° - $d = (1/14)h$;
тип *B* прямой и с наклоном 75° - $d = (1/10)h$, где d - толщина обводки (линии шрифта); (Обычно в учебных заведениях используют тип *B*).

4) ширина букв - g , расстояние между буквами - a , минимальное расстояние между словами - e , минимальное расстояние между основаниями строк - b определяются из таблиц в зависимости от типа и размера шрифта.



Для шрифта более мелких размеров (5; 3,5 мм) достаточно провести лишь две параллельные горизонтальные линии и под углом 75° через 10-20 мм наклонные линии.

Буквы и цифры следует выполнять по частям, допуская движение руки только по двум направлениям - сверху вниз и слева направо.

При выполнении надписей строчными буквами толщина обводки прописных букв должна быть такая же, как и строчных (слова «Кран подъемный»).

Прописные буквы по начертанию условно можно разделить на три группы.

При написании **букв первой группы**, например, *Ш, Ц, Г, И*, не требуются вспомогательные горизонтальные линии.

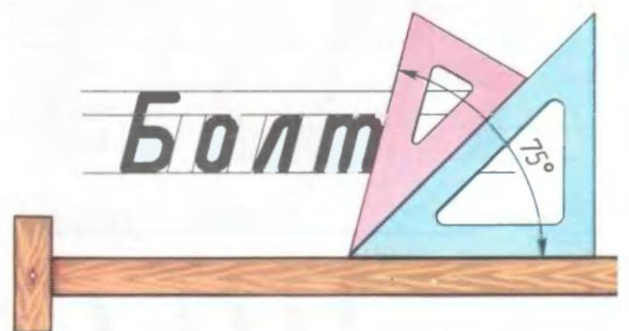
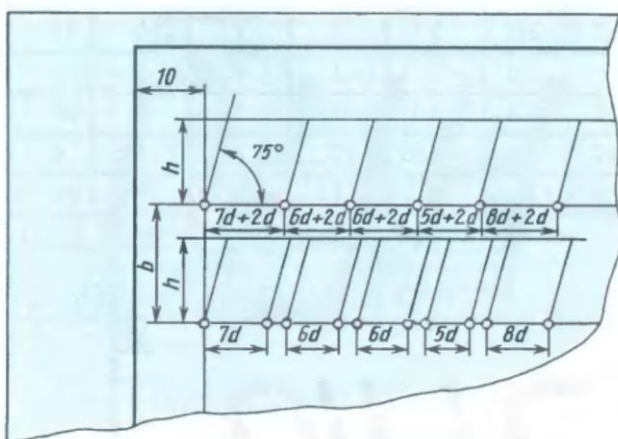
Для написания **второй группы** нужно учитывать, что посередине сетки проходит линия, над которой или под которой располагаются средние элементы букв, например, букв *Э, Ч, Ю, Б*.

Для написания **букв третьей группы** необходимо учитывать две линии, которые находятся на расстоянии $2/10h$ (для шрифта типа *Б*) от верхней и нижней линии, ограничивающие скругление букв (буквы *Э, С, Ю, О*). Это нужно учитывать и при выполнении строчных букв.

Необходимо помнить, что расстояние между некоторыми непараллельными буквами, например *Г* и *Л* (и в аналогичных сочетаниях букв), уменьшается до размера, равного толщине линии букв.

Последовательность выполнения упражнения по написанию стандартного шрифта типа *Б* размером $h=10$ следующая:

- Проводят все вспомогательные горизонтальные прямые линии, определяющие границы строчек шрифта.
- Расстояния между строчками b , равное 17 мм, откладывают, как показано на рисунке.
- Далее надо отложить высоту шрифта h , т.е. 10 мм. На основаниях полученных строк следует отложить отрезки, равные ширине букв плюс расстояние между буквами. Ширину букв и цифр можно взять табл. 2. (задачник).
- При разметке строки следует учитывать сочетания букв типа *РА, ГА, ТА* и т.п. Наклонные линии для сетки под углом 75° проводят через размеченные точки с помощью двух треугольников с углом 45° и с углами 30° и 60° .
- Карандаш затачивается в зависимости от толщины шрифта (параметра d).



№ п/п	Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размер шрифта, мм			
					3,5	5	7	10
1 1 1	Прописные буквы и цифры Высота букв и цифр	h	$(10/10)h$	$10d$	3,5	5,0	7,0	10,0
1 2	Ширина букв А, Д, М, Х, Ы, Ю	9	$(7/10)h$	$7d$	2,4	3,5	4,9	7,0
1 3	Ширина букв Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я и цифры 4	9	$(6/10)h$	$6d$	2,1	3,0	4,2	6,0
1 4	Ширина букв Г, Е, З, С и цифр 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	9	$(5/10)h$	$5d$	1,7	2,5	3,5	5,0
1 5	Ширина букв Ж, Ф, Ш, Ъ	9	$(8/10)h$	$8d$	2,8	4,0	5,6	8,0
1 6	Ширина цифр 1	9	$(3/10)h$	$3d$	1,0	1,5	2,1	3,0
2 2 1	Строчные буквы: Высота букв, кроме в, д, р, у, ф	c	$(7/10)h$	$7d$	2,5	3,5	5,0	7,0
2 2	Высота букв б, в, д, р, у, ф	c	$(10/10)h$	$10d$	3,5	5,0	7,0	10
2 3	Ширина букв, кроме ж, з, м, с, т, ф, ш, щ, ы, ю	9	$(5/10)h$	$5d$	1,7	2,5	3,5	5,0
2 4	Ширина букв з, с	9	$(4/10)h$	$4d$	1,4	2,0	2,8	4,0
2 5	Ширина букв М, Ы, Ю	9	$(6/10)h$	$6d$	2,1	3,0	4,2	6,0
2 6	Ширина букв т, ж, ф, ш, щ	9	$(7/10)h$	$7d$	2,4	3,5	4,9	7,0
3	Расстояние между буквами и цифрами	a	$(2/10)h$	$2d$	0,7	1,0	1,4	2,0
4	Расстояние между основа- ниями строк	b	$(17/10)h$	$17d$	6,0	8,5	12,0	17,0
5	Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10)h$	$6d$	2,1	3,0	4,2	6,0
6	Толщина линий шрифта	d	$(1/10)h$	$1d$	0,35	0,5	0,7	1,0

ГР№1. Линии чертежа. Шрифт.

Раздел 2. Графические построения.

Нанесение размеров.

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

Согласно ГОСТ 2.307-68 *линейные размеры* на чертеже приводят в миллиметрах, без обозначения единицы измерения.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах, секундах с обозначением единицы измерения.

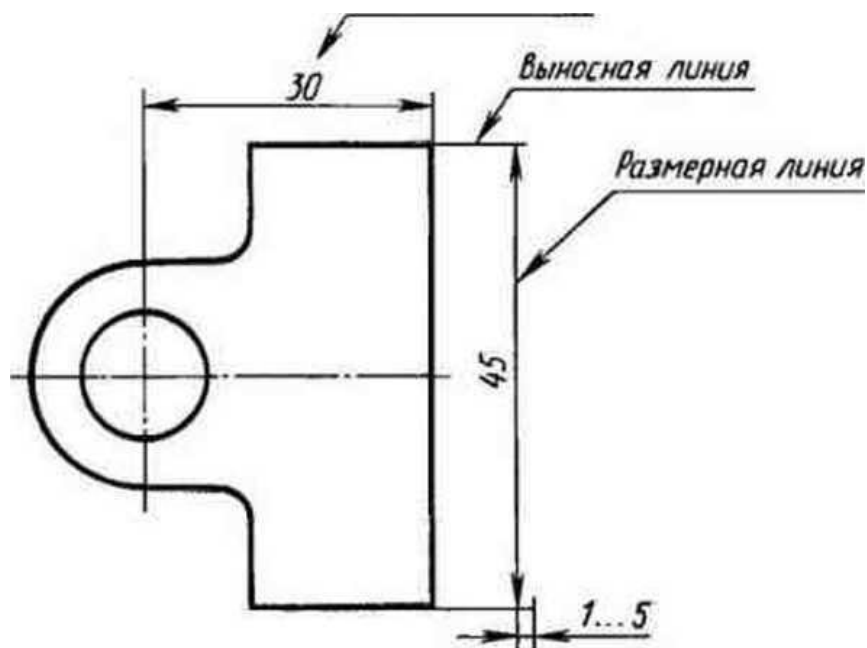
Каждый размер наносят на чертеже, в основной надписи только один раз, повторять его недопустимо.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или в выносные и осевые линии.

При указании размеров прямолинейных отрезков размерные линии проводят параллельно этим отрезкам на расстоянии не менее 10 мм от линии контура и 7 мм друг от друга, а выносные линии проводят перпендикулярно размерным.

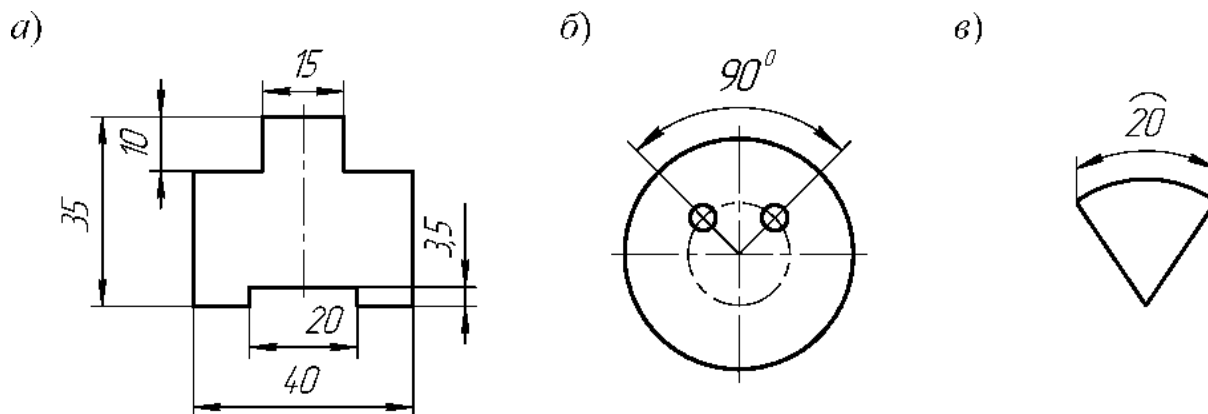
Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Стрелка размерной линии должна иметь длину не менее 2,5 мм. Размеры и форма стрелок должны быть одинаковыми на всем чертеже.



При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии - радиально.

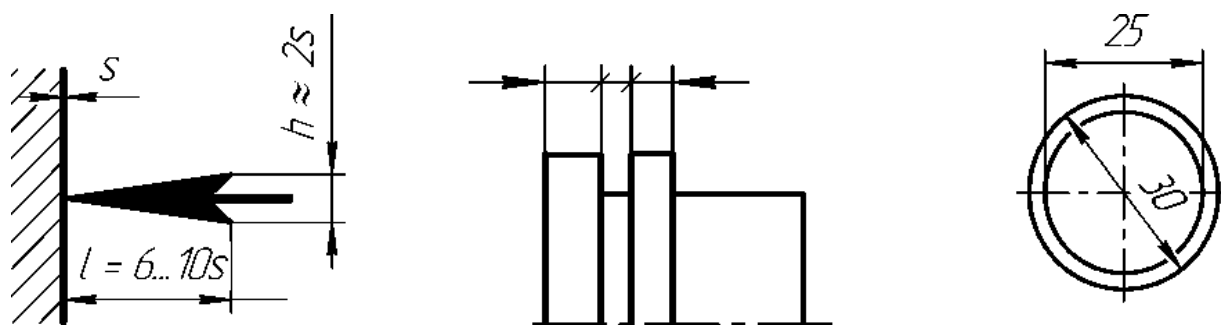
Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Как видим, меньшие размеры следует размещать ближе к контуру детали, число пересечений размерных и выносных линий при этом сократится, что облегчит чтение чертежа.



а) нанесение размеров на прямолинейном участке; б) нанесение углового размера; в) нанесение размера дуги.

Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линий видимого контура (s) и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рисунке.



а) форма стрелки; б) нанесение размеров при недостатке места для стрелок; в) прерывание контурной линии для стрелки.

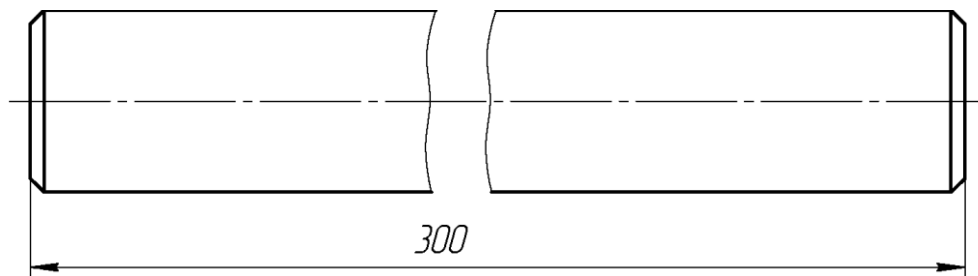
Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного шрифта (чаще применяют **шрифт размером 3,5**).

Размерные числа ставят над размерной линией выше на 1 мм, параллельно ей и как можно ближе к середине.

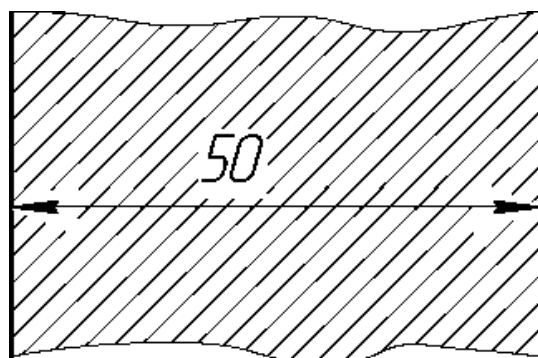
Если нет возможности разместить размерные числа и стрелки между близко расположенными сплошными основными или тонкими линиями, их наносят снаружи.

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

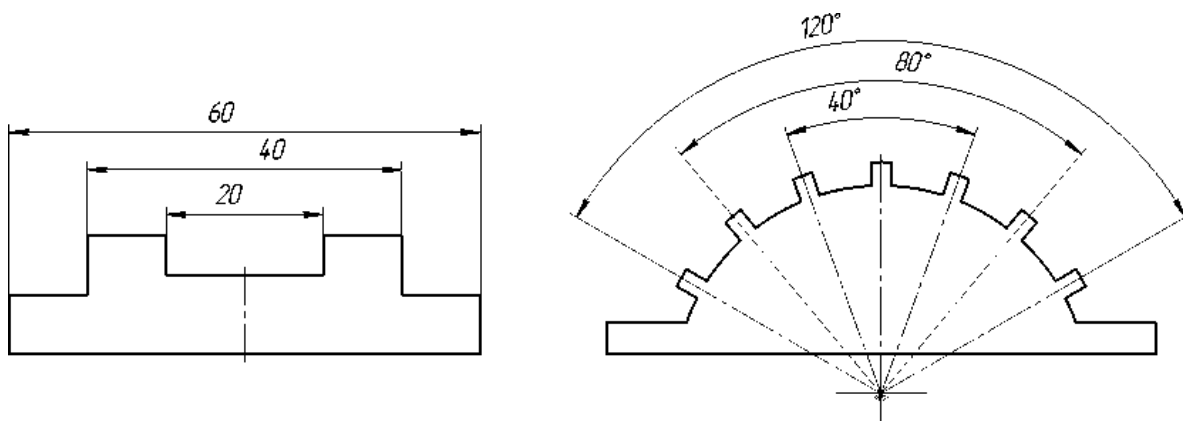
При разрыве изображений размерная линия должна быть проведена полностью.



Если размерное число наносится на заштрихованное поле, то штриховку в том месте, где записывают размерное число, следует прервать (рис.).



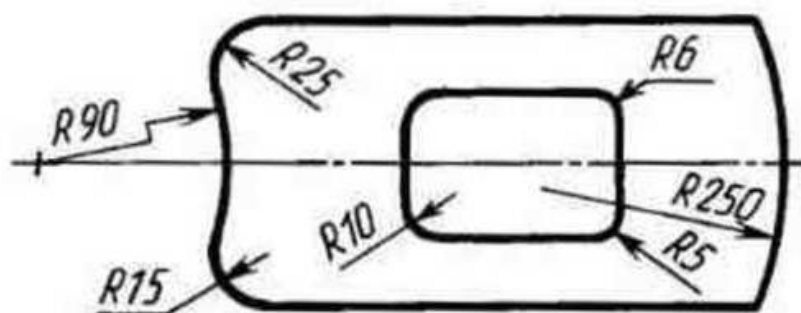
При нанесении нескольких параллельных и концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними располагают в шахматном порядке.



Перед размерными числами могут быть проставлены знаки, которые характеризуют форму детали:

- \hat{R} - радиус дуги окружности менее 180° ;
- ϕ - диаметр дуги окружности более 180° ;
- - сфера;
- - квадрат;
- ▷ - конусность;
- ∕ - уклон.

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R. При величине радиуса (на чертеже) менее 6 мм стрелку рекомендуется располагать с внешней стороны дуги.



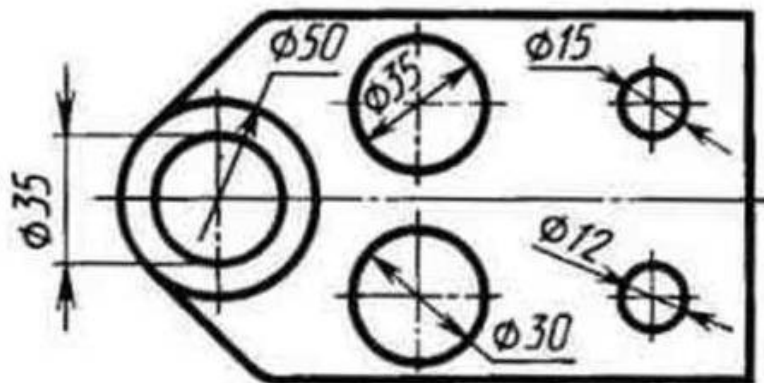
При большой величине радиуса допускается центр приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° ($R90$).

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра ($R250$).

Перед размерным числом диаметра ставят знак ϕ , высота которого равна высоте цифр размерных чисел. Знак представляет собой окружность, пересеченную косой чертой под углом 45° к размерной линии.

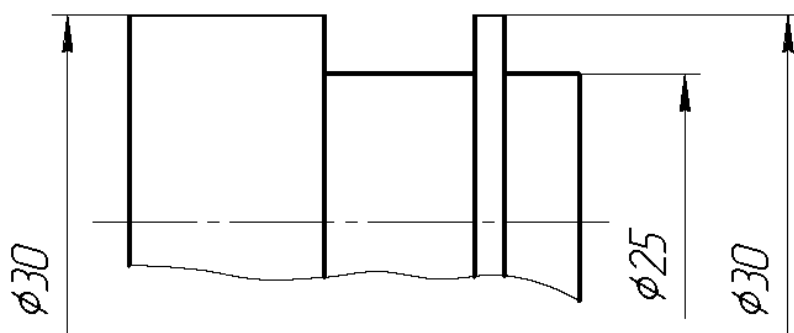
При указании размера диаметра окружности размерную линию можно проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии следует делать несколько дальше центра окружности ($\phi 50$).

Если недостаточно места для нанесения стрелок или размерного числа над размерной линией, то размеры диаметров наносят, как показано на - $\phi 15$; $\phi 12$.

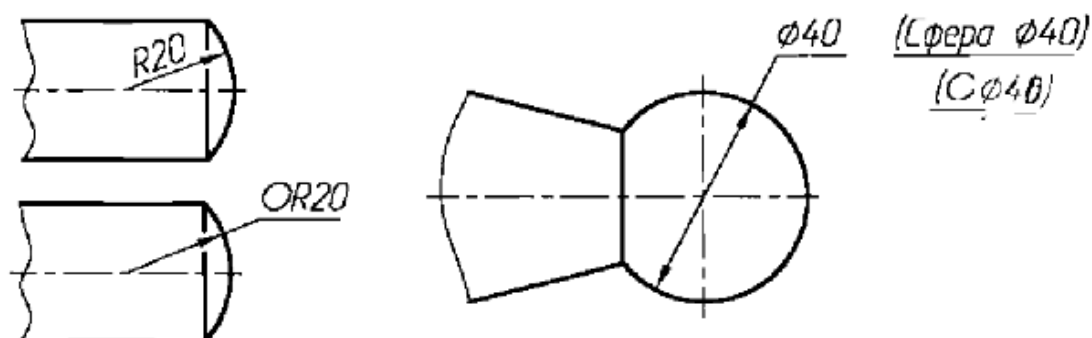


Если радиусы скруглений или сгибов на всем чертеже одинаковы, или какой либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображение рекомендуется в технических требованиях делать запись по типу: «Радиусы скруглений 5 мм» или «Неуказанные радиусы 8 мм» и т.п.

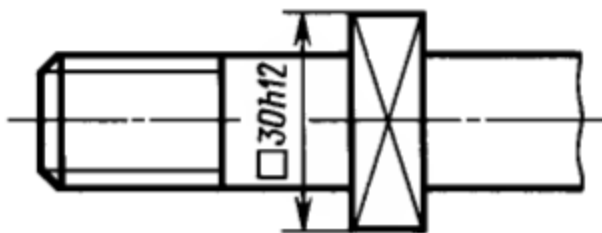
Если вид или разрез симметричной детали изображают только до оси симметрии или с обрывом, то при указании размера диаметра размерные линии проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва детали.



При нанесении размера сферы также наносят знак R и ϕ , а в случае, когда трудно отличить сферу от других поверхностей, перед этими знаками наносят еще знак O .

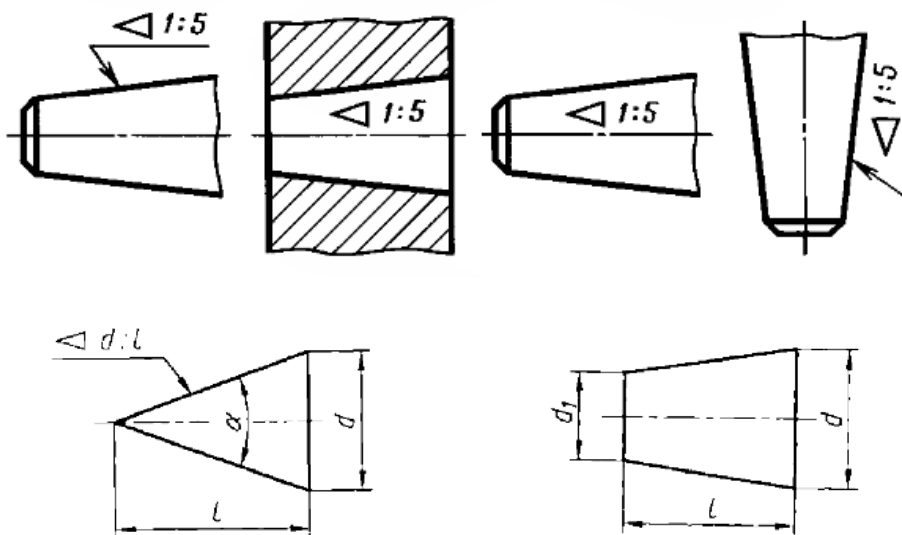


При нанесении размера на квадрат перед размерным числом стороны квадрата ставят знак \square , что дает возможность простановки этого размера на любом виде (сечении) детали.

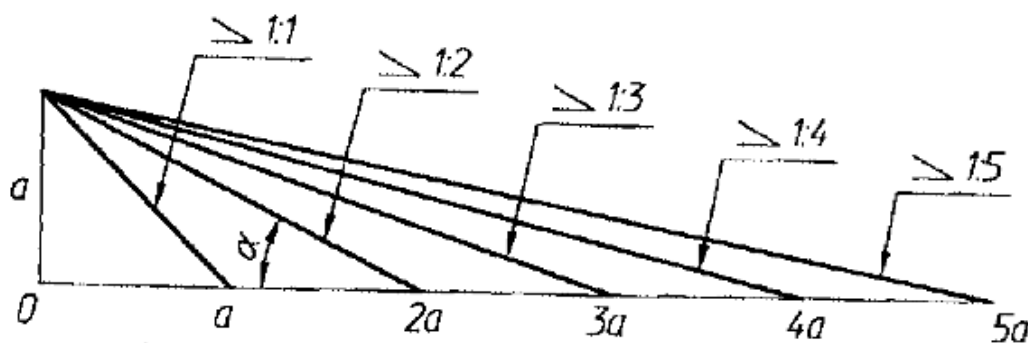


При нанесении размера на конус перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят специальный знак, острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса.

Конусностью называют отношение диаметра основания конуса к его высоте.

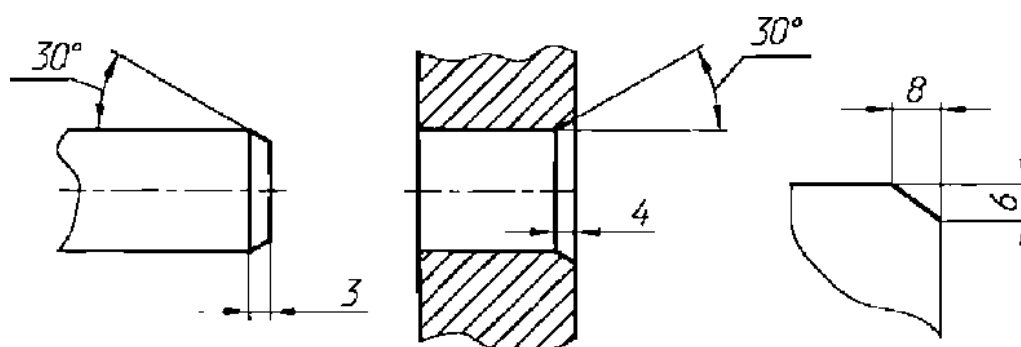


Уклоном прямой по отношению к какой-либо другой прямой называется тангенс угла между этими линиями.



При нанесении размера на уклон перед размерным числом, характеризующим уклон, наносят знак \sphericalangle , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

При нанесении размеров на фаски руководствуются следующими правилами. Размеры фасок под углом 45° наносят как показано на рисунке.



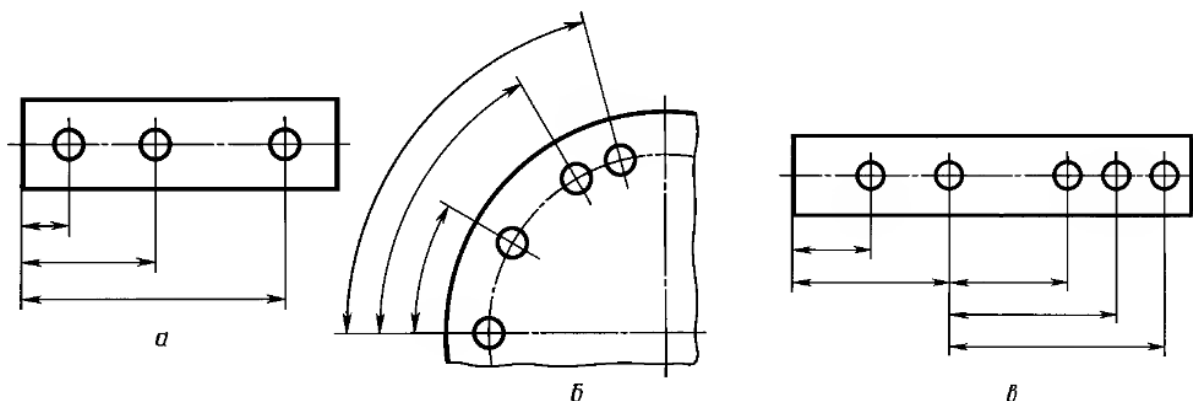
Вопрос, какие размеры следует наносить на чертеже, решается с учетом технологии изготовления деталей и контроля изготовления.

Как правило, размеры полных окружностей ставятся диаметром, неполных окружностей - радиусом.

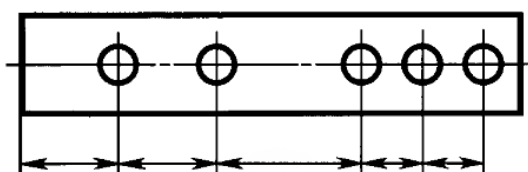
Когда требуется задать расстояния между окружностями, например, изображающими отверстия, задают расстояния между центрами окружностей и расстояние от центра любой окружности до одной из поверхностей детали.

Поверхности, от которых задают размеры других элементов детали, называют **базовыми поверхностями или базами**. Существует несколько способов нанесения размеров:

- от общей базы
- от нескольких баз;

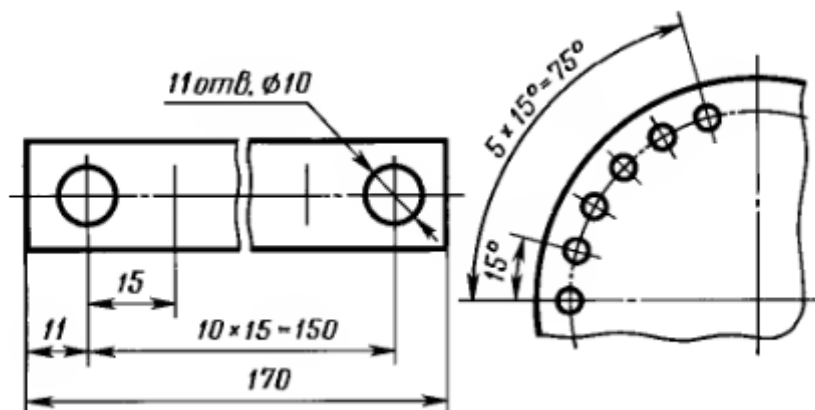


- цепочкой.



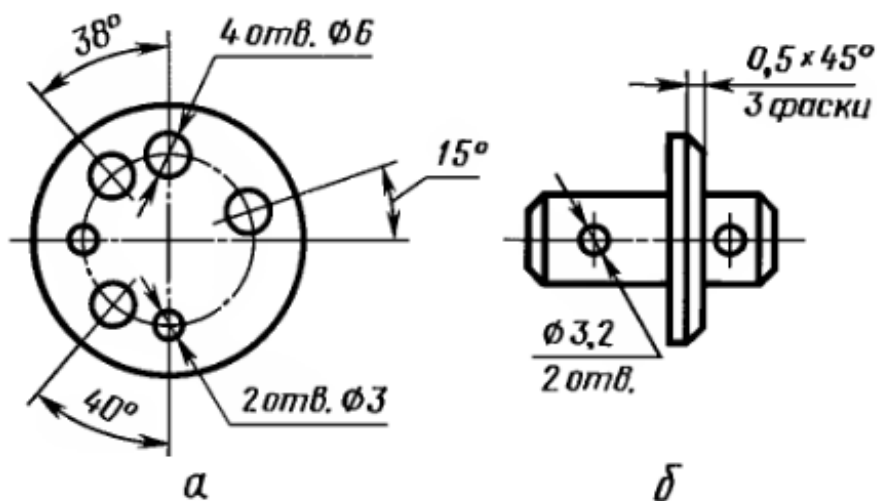
При нанесении размеров, определяющих расстояния между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами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

При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рисунке, при этом проводят общую размерную линию от отметки «О» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.



Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз, с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов.

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество.

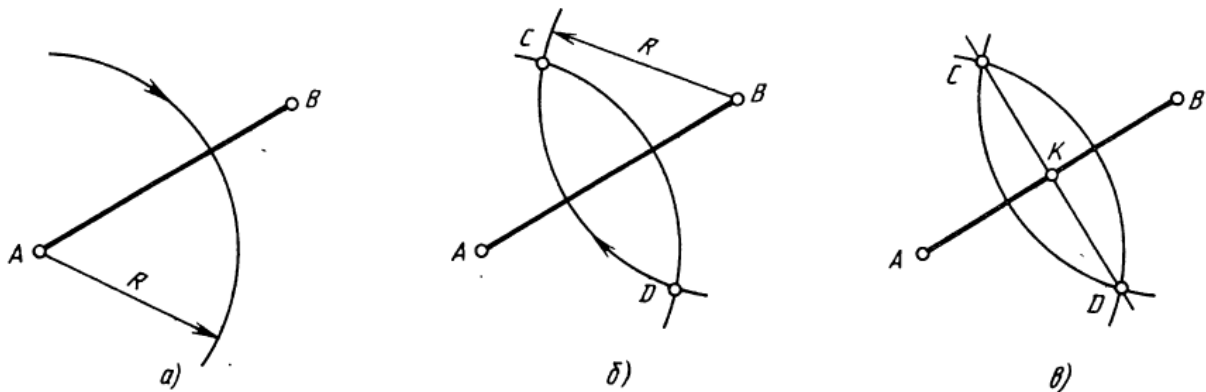


Деление отрезков прямых.

Деление отрезка прямой на две и четыре равные части.

Чтобы отрезок AB разделить на две равные части, из концов отрезка циркулем проводят две дуги окружности радиусом R , несколько большим половины данного отрезка, до взаимного пересечения в точках C и D (рис.). Точки C и D соединяют прямой, которая пересекает отрезок AB в точке K .

Точка K делит отрезок AB на две равные части. Прделавав подобное построение для отрезка AK , находим его середину. (*самостоятельно*)



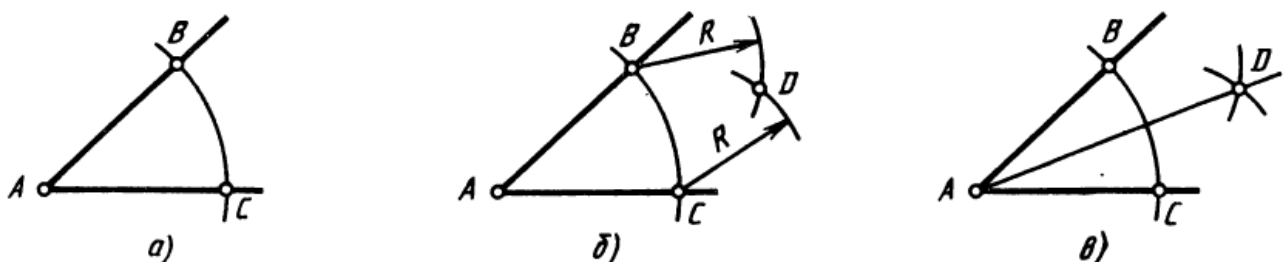
Построение и деление углов.

Деление угла на две и четыре равные части.

Из вершины угла провести произвольным радиусом дугу до пересечения со сторонами угла в точках B и C (рис., a). Из полученных точек проводят две дуги радиусом R , несколько большим половины длины дуги BC , до взаимного пересечения в точке D .

Вершину угла соединяют с точкой D прямой, которая делит угол BAC пополам. Эта прямая называется биссектрисой угла BAC .

Повторяя это построение с полученными углами BAD и DAC угол BAC можно разделить на четыре равные части и т.д.

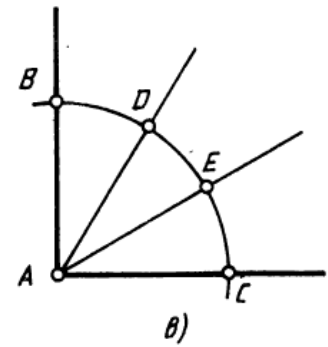
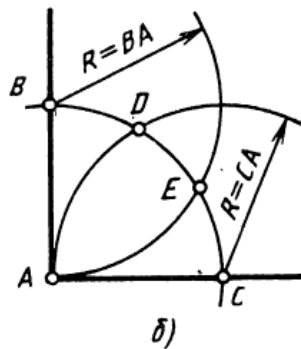
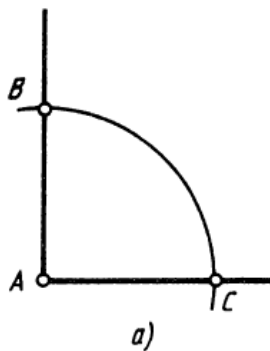


Деление прямого угла на три равные части.

Из вершины A прямого угла (рис., а) произвольным радиусом R описывают дугу окружности до пересечения ее со сторонами прямого угла в точках B и C , из которых проводят дуги окружности того же радиуса R до пересечения с дугой BC в точках D и E .

Точки D и E соединяют с вершиной угла A прямыми и получают стороны AD и AE углов BAD и EAC , равные $1/3$ прямого угла, т.е. 30° .

Если каждый из этих углов разделить пополам, то прямой угол будет разделен на шесть равных частей, каждый из углов будет равняться 15° .

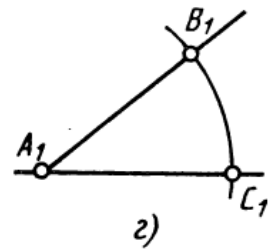
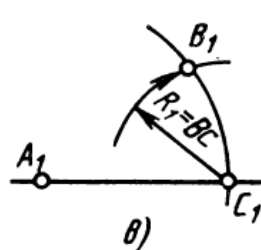
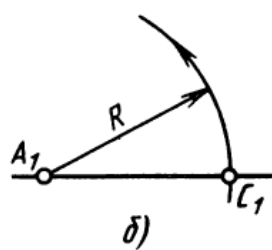
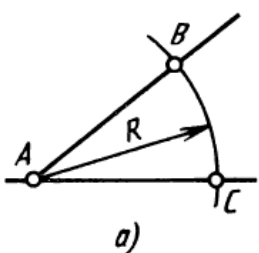


Построение угла, равного данному.

Пусть задан угол BAC (рис., а). Требуется построить такой же угол. Через произвольную точку A_1 , проводим прямую A_1C_1 (рис., б). Из точки A описываем дугу произвольным радиусом R , которая пересечет угол BAC в точках B и C (рис., а).

Из точки A_1 проводим дугу тем же радиусом и получаем точку C_1 . Из точки C_1 проводим дугу радиусом R_1 , равным отрезку BC , до пересечения с ранее проведенной дугой радиуса R в точке B_1 (рис., в).

Точку B_1 соединяем с точкой A_1 и получаем угол $B_1A_1C_1$, величина которого равна заданному углу BAC .



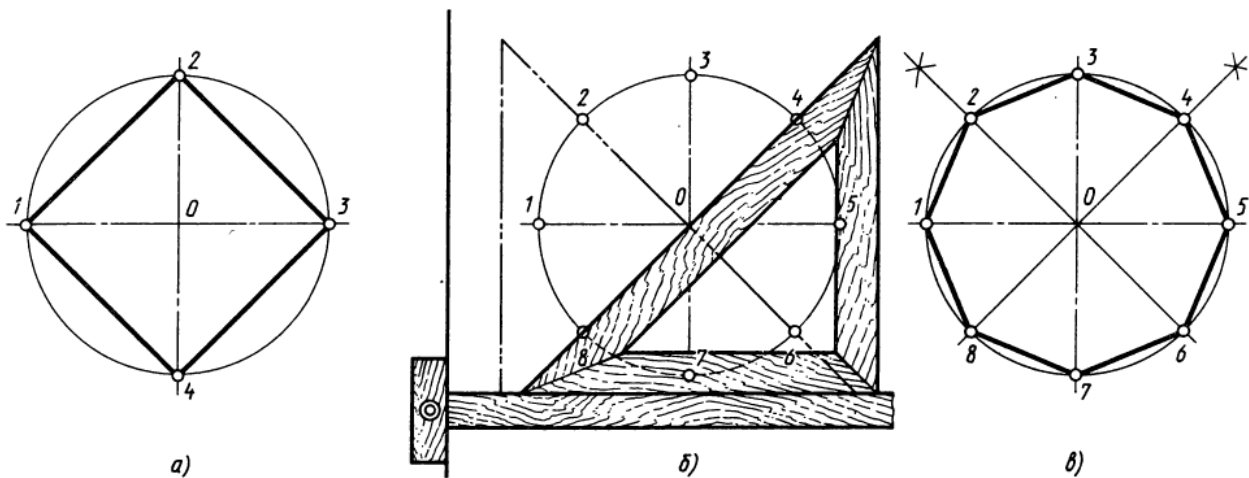
Деление окружности на равные части.

Деление окружности на четыре и восемь равных частей.

Два взаимно перпендикулярных диаметра окружности делят ее на четыре равные части (точки 1, 3, 5, 7 на рис.).

Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, применяют известный прием деления прямого угла с помощью циркуля на две равные части.

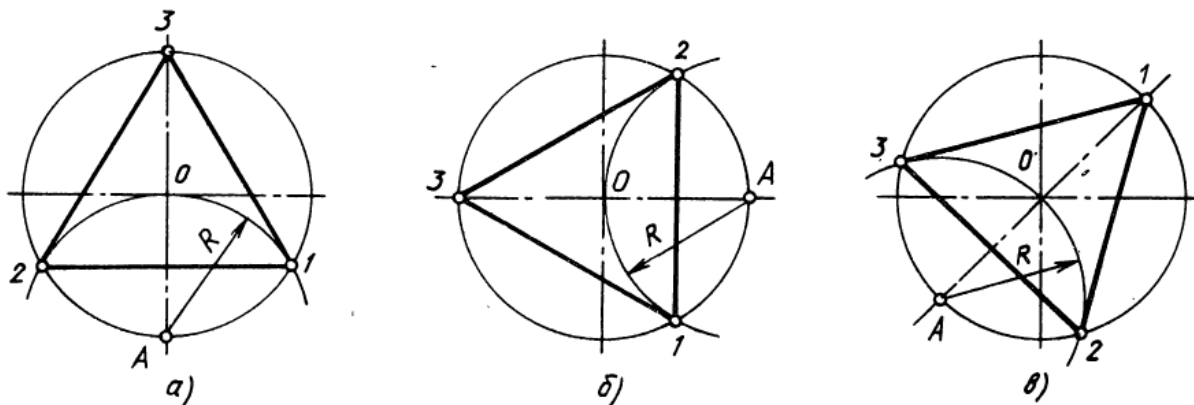
Получают точки 2, 4, 6, 8. Это можно сделать также с помощью угольника с углами 45° (рис.) (гипотенуза угольника должна проходить через центр окружности).



Деление окружности на три, шесть и двенадцать равных частей.

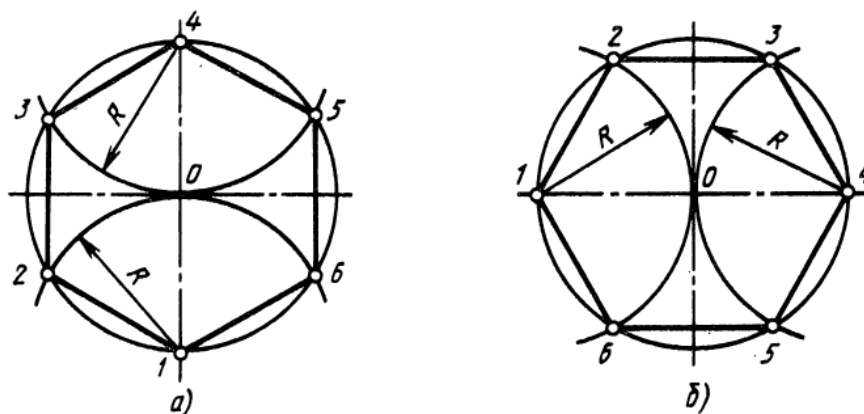
Для нахождения точек, делящих окружность радиуса R на три равные части, достаточно из любой точки окружности, например точки A , провести дугу радиусом R .

Пересечения дуги с окружностью дают две искомые точки 2 и 3; третья точка деления будет находиться на пересечении оси окружности, проведенной из точки A , с окружностью (рис.).



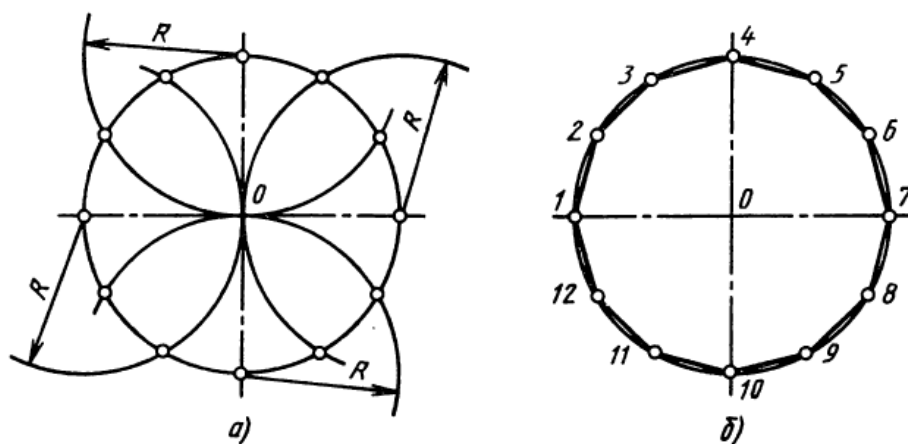
Деление окружности на шесть равных частей.

В этом случае (рис.) выполняется то же построение, но дугу описывают не один, а два раза, из точек 1 и 4 радиусом R , равным радиусу окружности.



Деление окружности на двенадцать равных частей.

При делении окружности на 12 равных частей с помощью циркуля можно использовать тот же прием, что и при делении окружности на шесть равных частей, но дуги радиусом R описывать четыре раза из точек 1, 7, 4 и 10 (рис.).



Деление окружности на пять, десять и семь равных частей.

Половину любого диаметра (радиус) делят пополам (рис. а) и получают точку А. Из точки А, как из центра, проводят дугу радиусом, равным расстоянию от точки А до точки 1 до пересечения со второй половиной этого диаметра, в точке В (рис. б).

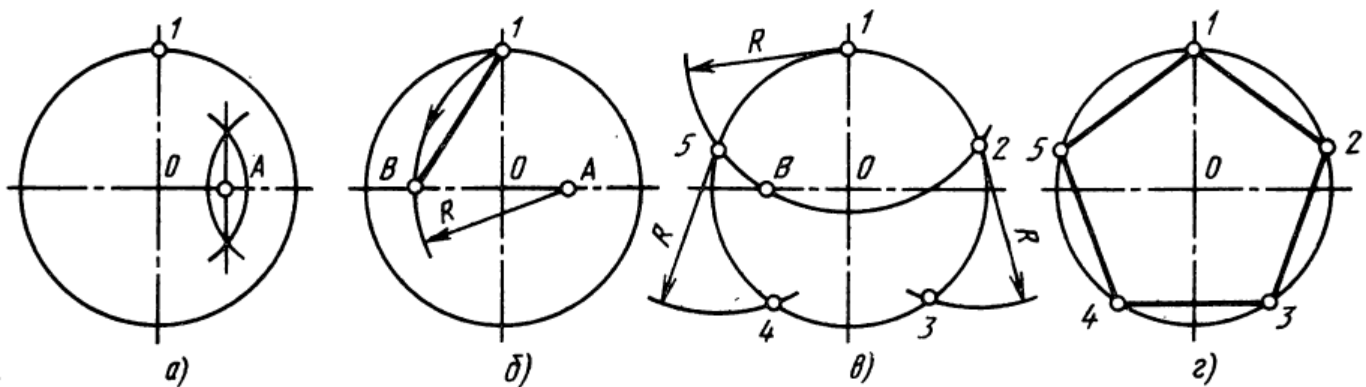
Отрезок 1В равен хорде, стягивающей дугу, длина которой равна $1/5$ длины окружности. Делая засечки на окружности (рис., в) радиусом R , равным отрезку 1В, делят, окружность на пять равных частей.

Начальную точку 1 выбирают в зависимости от расположения пятиугольника. Из точки 1 строят точки 2 и 5 (рис., в), затем из точки 2 строят точку 3, а из точки 5 строят точку 4.

Расстояние от точки 3 до точки 4 проверяют циркулем; если расстояние между точками 3 и 4 равно отрезку 1В, то построения были выполнены точно.

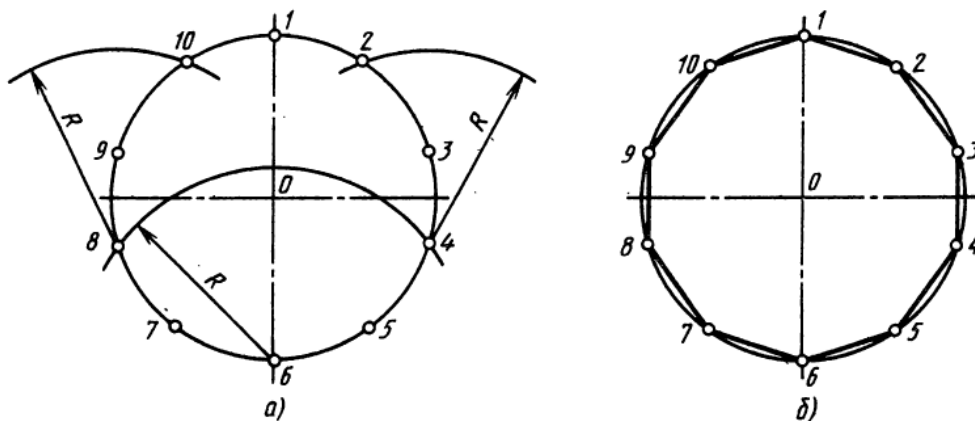
!Нельзя выполнять засечки последовательно, в одну сторону, так как происходит набегание ошибок и последняя сторона пятиугольника получается перекошенной.

Последовательно соединив найденные точки, получают пятиугольник (рис., г).



Деление окружности на десять равных частей выполняют аналогично делению окружности на пять равных частей (рис.), но сначала делят окружность на пять частей, начиная построение из точки 1 а затем из точки 6, находящейся на противоположном конце диаметра (рис., а).

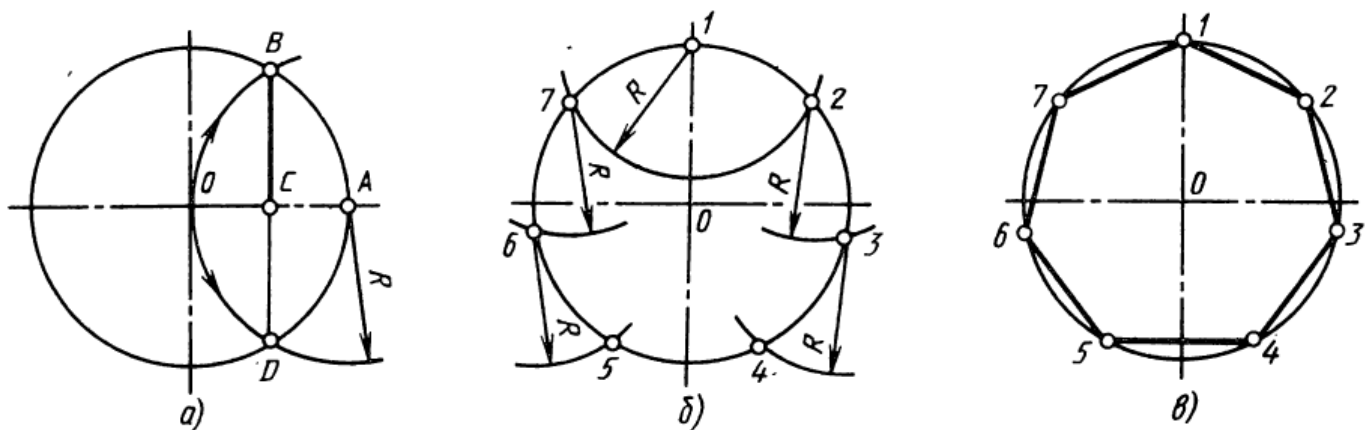
Соединив последовательно все точки, получают правильный вписанный десятиугольник (рис., б).



Деление окружности на семь равных частей

Из любой точки окружности, например точки А, радиусом заданной окружности проводят дугу (рис., а) до пересечения с окружностью в точках В и D. Соединим точки В и D прямой.

Половина полученного отрезка (в данном случае отрезок ВС), будет равна хорде, которая стягивает дугу, составляющую 1/7 длины окружности. Радиусом, равным отрезку ВС, делают засечки на окружности в последовательности, показанной на (рис., б). Соединив последовательно все точки, получают правильный вписанный семиугольник (рис., в).



Деление окружности на любое число равных частей.

Зная, на сколько частей (n) следует разделить окружность, находят по таблице соответствующий коэффициент k . При умножении коэффициента k на диаметр окружности D получают длину хорды L , которую циркулем откладывают на окружности n раз.

Значение коэффициента k при делении окружности на n равных частей

n	k	n	k	n	k
7	0,434	17	0,184	27	0,116
8	0,383	18	0,174	28	0,112
9	0,342	19	0,165	29	0,108
10	0,309	20	0,156	30	0,104
11	0,282	21	0,149	31	0,101
12	0,259	22	0,142	32	0,098
13	0,239	23	0,136	33	0,095
14	0,223	24	0,130	34	0,092
15	0,208	25	0,125	35	0,900
16	0,195	26	0,120	36	0,087

Сопряжения линий.

Сопряжением называют плавный переход от одной прямой линии к другой, от прямой линии к окружности и от окружности к окружности.

Познавательные сведения.

- Поворот скоростной автотрассы чаще всего имеет форму дуги. Одно направление скоростной трассы должно плавно переходить в другое.
- Чтобы создать рукоятки инструментов конструктор, прежде всего думает о том, чтобы они были удобны для руки.

При выполнении сопряжений следует различать три элемента:

- а) точку сопряжения;
- б) центр дуги сопряжения;
- в) радиус дуги сопряжения.

Точками сопряжения называют точки, где одна линия плавно переходит в другую.

Точка пересечения вспомогательных прямых для построения сопряжения является **центром дуги сопряжения**.

Радиусом сопряжения называется радиус дуги, соединяющей сопрягаемые объекты.

Общий алгоритм построения сопряжения:

1. *Необходимо найти центр сопряжения.*
2. *Необходимо найти точки сопряжения.*
3. *Построить сопряжение (плавный переход одной линии в другую)*

- При сопряжении прямой линии и дуги центр дуги сопряжения должен лежать на перпендикуляре к прямой, восстановленной из точки сопряжения;
- При сопряжении двух дуг центры этих дуг должны лежать на прямой, проходящей через точку сопряжения перпендикулярно общей касательной этих дуг.

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из элементов - *радиус или точка сопряжения*, два других элемента определяются графически, построением. В конструкторской практике чаще встречаются задачи построения сопряжений при заданном радиусе.

Построение сопряжения двух сторон угла окружностью заданного радиуса.

Сопряжение двух непараллельных прямых.

Две непараллельные прямые располагаются друг к другу под углом, который может быть прямым, тупым или острым. При выполнении чертежей деталей часто такие углы необходимо скруглить дугой заданного радиуса (см. рис.).

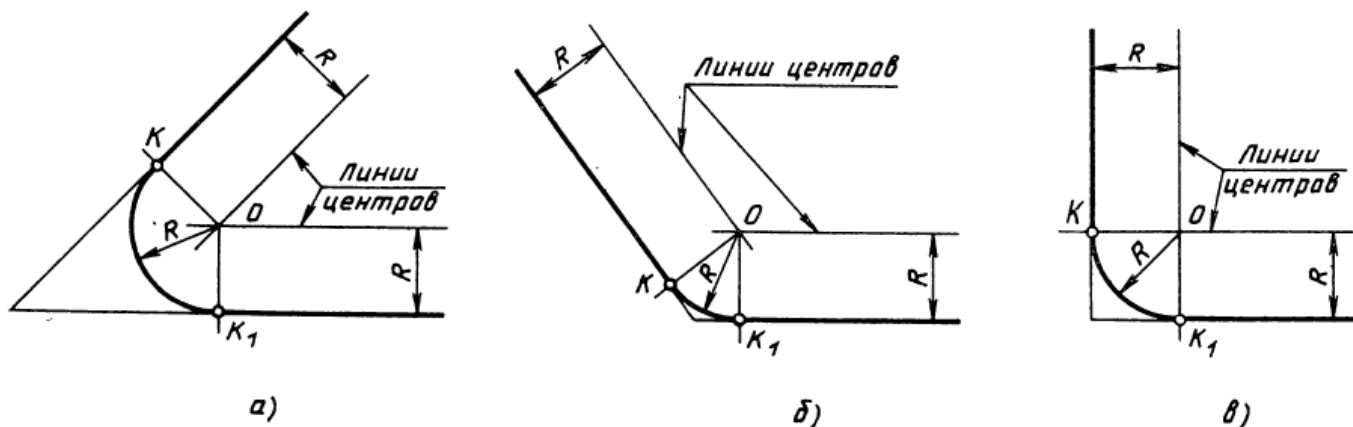
Скругление углов на чертеже есть не что иное, как сопряжение двух непараллельных прямых дугой окружности заданного радиуса. Для выполнения сопряжения необходимо найти центр дуги сопряжения и точки сопряжения.

Известно, что если в сопряжении участвует прямая линия, то центр дуги сопряжения находится на линии центров, которая проводится параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу R дуги сопряжения. Поскольку угол образован двумя прямыми, то проводят две линии центров параллельно каждой прямой на расстоянии равном радиусу R дуги сопряжения (рис.). Точка их пересечения будет центром дуги сопряжения.

Для нахождения точек сопряжения из точки O опускают перпендикуляры на заданные прямые и получают точки сопряжения K и K_1 (рис.). Зная точки и центр сопряжения, из точки O радиусом R проводят дугу сопряжения. При обводке чертежа следует сначала обвести дугу, а затем касательные прямые.

При построении сопряжения прямого угла упрощается проведение линии центров, так как стороны угла взаимно перпендикулярны. От вершины угла откладывают отрезки, равные радиусу R дуги сопряжения, и через полученные точки K и K_1 , которые будут точками касания, проводят две линии центров, параллельные сторонам угла.

Они будут являться одновременно и линиями центров, и перпендикулярами, определяющими точки сопряжения K и K_1 (рис., в).



Построение внутреннего и внешнего сопряжения между прямой и дугой окружности.

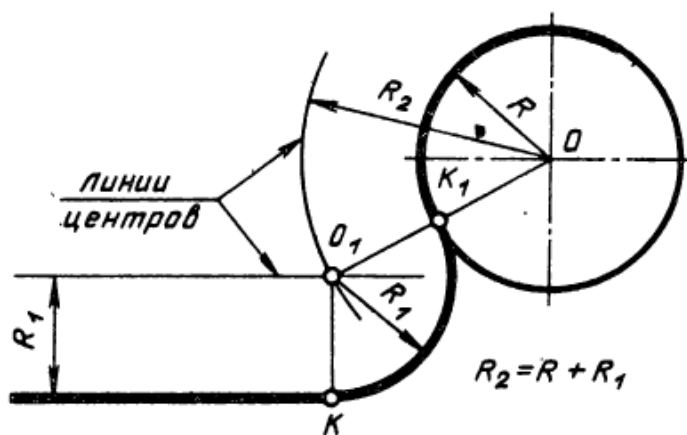
Такое построение, решают как бы две задачи: проведение касательной дуги к прямой и касательной дуги к окружности. Касание в этом случае может быть как внешним, так и внутренним.

Внешнее касание.

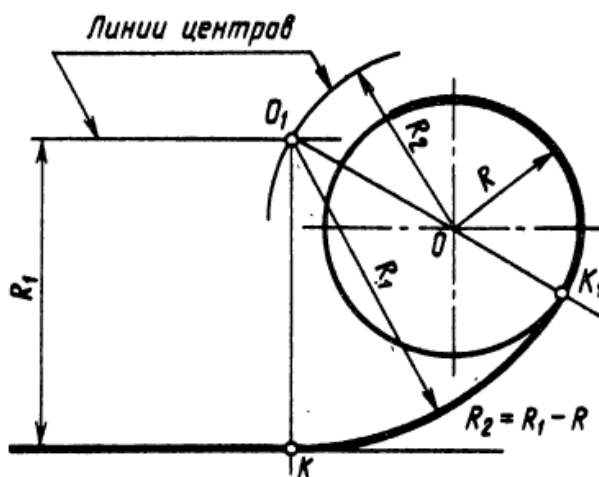
Заданы прямая и дуга окружности радиуса R , требуется построить сопряжение дугой радиуса R_1 . Так как сопрягается прямая линия, то центр дуги сопряжения находится на прямой, проведенной параллельно заданной прямой на расстоянии, равном радиусу сопряжения R_1 (рис.).

А центр дуги сопряжения при внешнем касании двух окружностей находится на окружности радиуса R_2 , равного сумме радиусов R и R_1 . В пересечении прямой и окружности (линий центров) получают точку O , которая является центром дуги сопряжения.

Затем находят точки сопряжения. Одна точка сопряжения — это точка пересечения заданной прямой с перпендикуляром, опущенным из центра дуги сопряжения O_1 на эту прямую (точка K). Вторая точка сопряжения находится на пересечении заданной окружности и прямой, соединяю проводят дугу сопряжения от точки K до точки K_1 .



Внутреннее касание строится аналогично внешнему, только радиус R_2 равен разности $R_1 - R$ (рис.).



Построение сопряжения между двух дуг окружностей.

Сопряжение двух дуг окружностей может быть внутреннее, внешнее и смешанное.

При внутреннем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги радиуса R .

При внешнем сопряжении центры O и O_1 сопрягаемых дуг радиусов R_1 и R_2 находятся вне сопрягающей дуги радиуса R .

При смешанном сопряжении центр O_1 одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса R , а центр O другой сопрягаемой дуги вне ее.

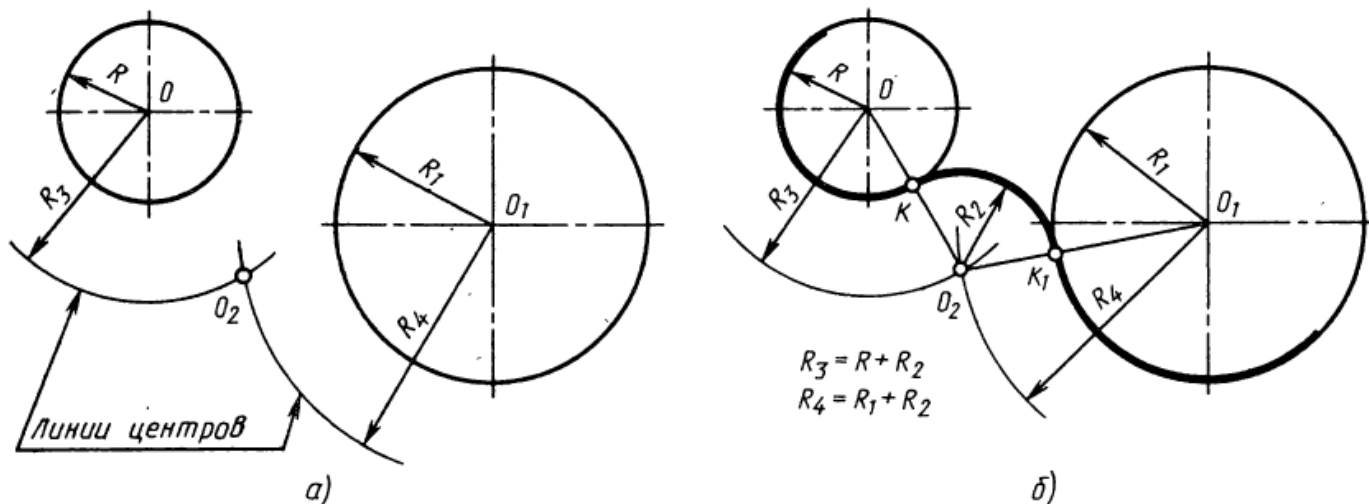
Построение внешнего сопряжения:

Если обе сопрягаемые окружности располагаются снаружи сопрягающей дуги, то центр этой дуги будет находиться от заданных окружностей на расстоянии, равном сумме радиусов (дуги и соответствующей окружности).

Даны две окружности радиусов R и R_1 (рис., а), требуется построить внешнее сопряжение дугой радиуса R_2 . Известно, что для окружности радиуса R центр дуги сопряжения находится на линии центров, проведенной суммой радиусов $R + R_2$ из центра O .

Для окружности радиуса R_1 центр дуги сопряжения лежит на линии центров, проведенной радиусом $R_4 = R_1 + R_2$ из центра O_1 . Эти окружности (линии центров) проводят не полностью, а только до взаимного пересечения в точке O_2 (рис., а). Точка O_2 будет центром дуги сопряжения, так как она одновременно принадлежит двум линиям центров.

Точка сопряжения лежит на прямой, соединяющей центр дуги сопряжения с центром заданной окружности, поэтому, соединяя точку O_2 с точками O и O_1 (рис., б), в пересечении с заданными окружностями получают точки сопряжения K и K_1 . Из точки O_2 радиусом R_2 от точки K до точки K_1 проводится дуга сопряжения. Затем от точек K и K_1 обводят дуги радиусами R и R_1 из центров O и O_1 (рис., б).



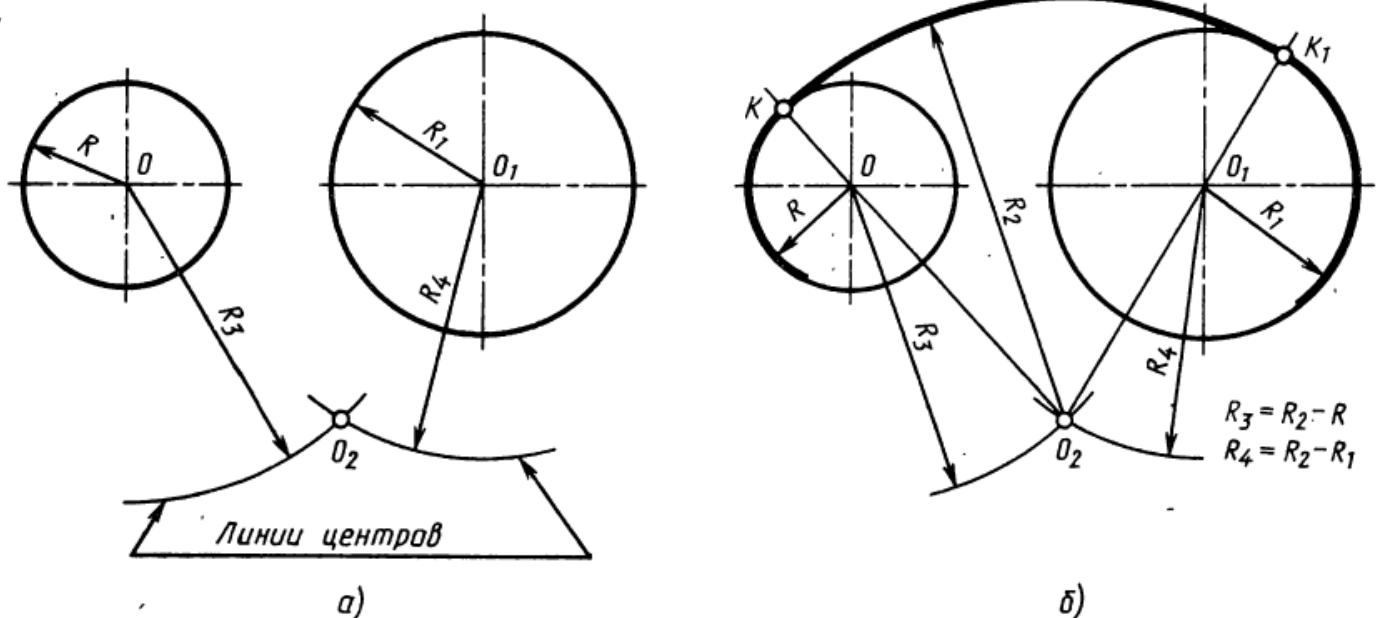
Построение внутреннего сопряжения.

Сопрягаемые окружности располагаются внутри сопрягающей дуги, и центр сопрягающей дуги будет находиться от центров заданных окружностей на расстоянии, равном разности радиусов (дуги и соответствующей окружности).

Даны две окружности с радиусами R и R_1 (рис., а), требуется построить внутреннее сопряжение дугой радиуса R_2 в верхней части. Известно, что для окружности радиуса R центр дуги сопряжения находится на линии центров, проведенной радиусом $R_3 = R_2 - R$ из центра O заданной окружности.

Для окружности радиуса R_1 центр дуги сопряжения находится на линии центров, проведенной радиусом $R_4 = R_2 - R_1$ из центра O_1 заданной окружности. В нижней части чертежа из центров O и O_1 радиусами R_3 и R_4 проводят дуги до взаимного пересечения в точке O_2 , которая будет центром дуги сопряжения, так как является общей точкой для двух линий центров (рис., а).

Находят точки сопряжения. Для этого точку O_2 (центр дуги сопряжения) соединяют с точками O и O_1 прямыми линиями, которые продлевают до пересечения с заданными окружностями в точках K и K_1 которые будут точками сопряжения (рис., б).



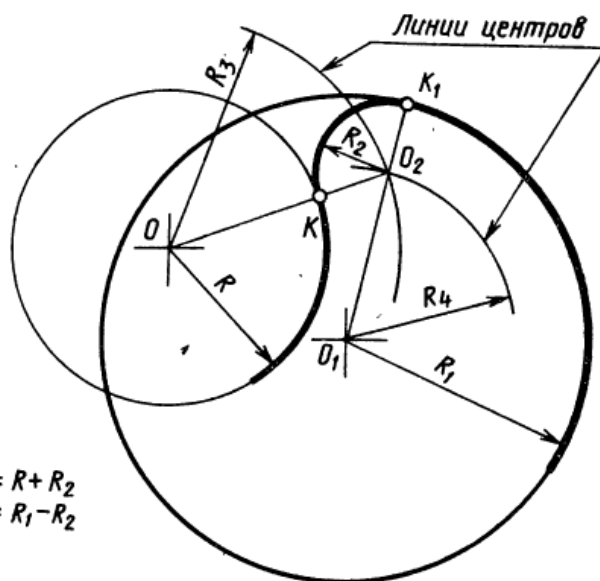
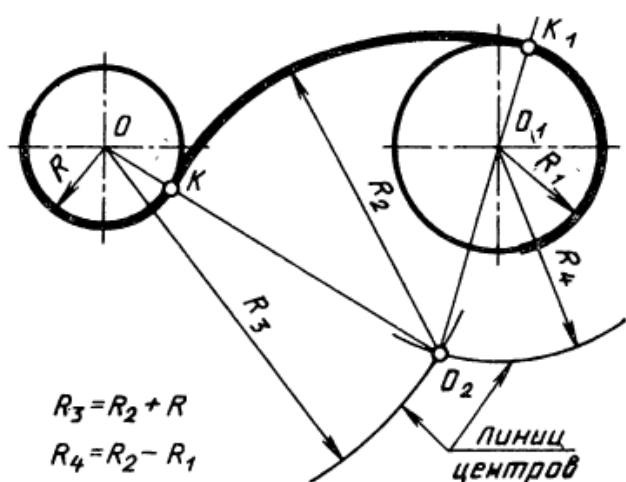
Построение смешанного сопряжения.

В этом случае дуга сопряжения с одной окружностью имеет внешнее касание, а с другой - внутреннее.

Даны две окружности с радиусами R и R_1 (рис.), требуется построить сопряжение дугой радиуса R_2 так, чтобы с окружностью радиуса R было внешнее касание, а с окружностью радиуса R_1 — внутреннее.

При внешнем касании линия центров - это окружность с радиусом, равным сумме радиусов заданной окружности и дуги сопряжения ($R + R_2$), а при внутреннем — с радиусом, равным разности этих радиусов ($R_2 - R_1$). Поэтому из центра O проводят дугу (линию центров) радиусом R_3 равным $R + R_2$, а из центра O_1 — линию центров радиусом R_4 , равным $R_2 - R_1$ (рис.).

В пересечении линий центров получают точку O_2 (центр дуги сопряжения). Для нахождения точек сопряжения центр дуги сопряжения O_2 соединяют с центрами O и O_1 прямыми. Прямую O_2O_1 продолжают. В пересечении этих прямых с заданными окружностями получают точки сопряжения K и K_1 . Из точки O_2 дугой радиуса R_2 от точки K до точки K_1 проводят дугу сопряжения (рис.).



Если две сопрягающиеся окружности имеют близко расположенные центры, то одна окружность может находиться внутри другой или они будут пересекаться друг с другом (рис.). Чтобы построить сопряжение, необходимо найти центр и точки сопряжения. Для этого радиусом $R_3 = R + R_2$ проводят дугу из центра O , а радиусом $R_4 = R_1 - R_2$ — дугу линии центров из центра O_1 .

В пересечении получают точку O_2 — центр дуги сопряжения. Соединив точку O_2 с точками O и O_1 прямыми, получают точки сопряжения K и K_1 . Из центра O_2 радиусом R_2 проводят дугу сопряжения (рис.) от точки K до точки K_1 .

ГР№2. Сопряжения.

Раздел 2. Основы начертательной геометрии и проекционное черчение.

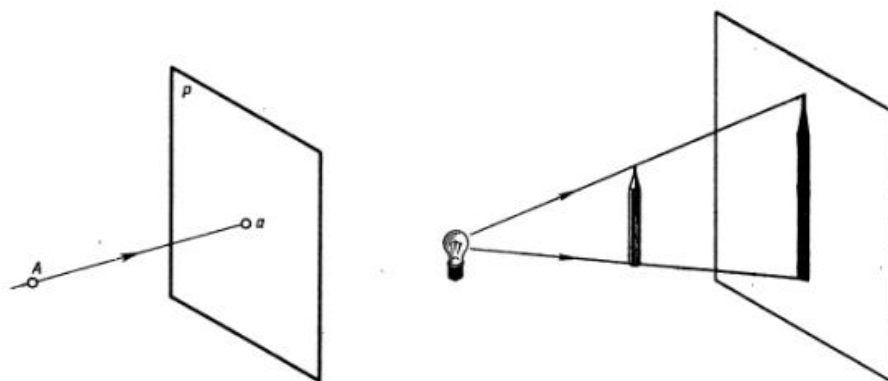
Основы начертательной геометрии. Методы проецирования. Проецирование точки на 3 плоскости. Проекции геометрических тел.

Форму любого предмета можно рассматривать как сочетание отдельных простейших геометрических тел. А для изображения геометрических тел нужно уметь изображать их отдельные элементы: вершины (точки), ребра (прямые), грани (плоскости).

В основе построения изображений лежит способ проецирования. Получить изображение какого-либо предмета — значит спроецировать его на плоскость чертежа, т. е. спроецировать отдельные его элементы.

Поскольку простейшим элементом любой фигуры является точка, изучение проецирования начинают с проецирования точки.

Для получения изображения точки A на плоскости P (рис.) через точку A проводят проецирующий луч Aa . Точка пересечения проецирующего луча с плоскостью P будет изображением точки A на плоскости P (точка a), т. е. *ее проекцией* на плоскость P .



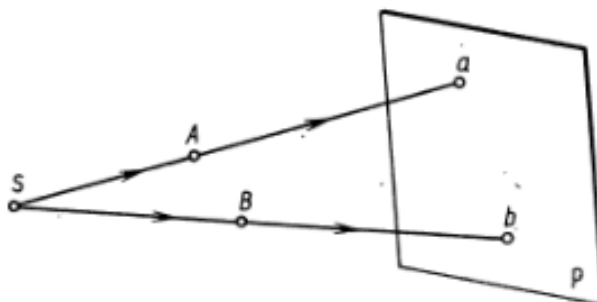
Такой процесс получения изображения (проекции) называют *проецированием*. Плоскость P является плоскостью проекций. На ней получают изображение (проекцию) предмета, в данном случае точки.

Принцип проецирования легко понять на примере получения тени предмета на стене или листе бумаги. Если представить световые лучи прямыми линиями, то есть проецирующими лучами, а тень — проекцией (изображением) предмета на плоскости, то легко представить себе механизм проецирования.

В зависимости от взаимного расположения проецирующих лучей проецирование делят на *центральное и параллельное*.

Центральное проецирование — получение проекций с помощью проецирующих лучей, проходящих через точку S , которую называют центром проецирования (рис.). Если считать лампу точечным источником освещения, то проецирующие лучи выходят из одной точки, следовательно, на плоскости P получена центральная проекция карандаша (рис.).

Примером центрального проецирования является проецирование кадров кинофильма или слайдов на экран, где кадр — объект проецирования, изображение на экране — проекция кадра, а фокус объектива — центр проецирования.



Изображения, получаемые способом центрального проецирования, подобны изображениям на сетчатке нашего глаза. Они наглядны, понятны для нас, так как показывают нам предметы окружающей действительности такими, какими мы их привыкли видеть.

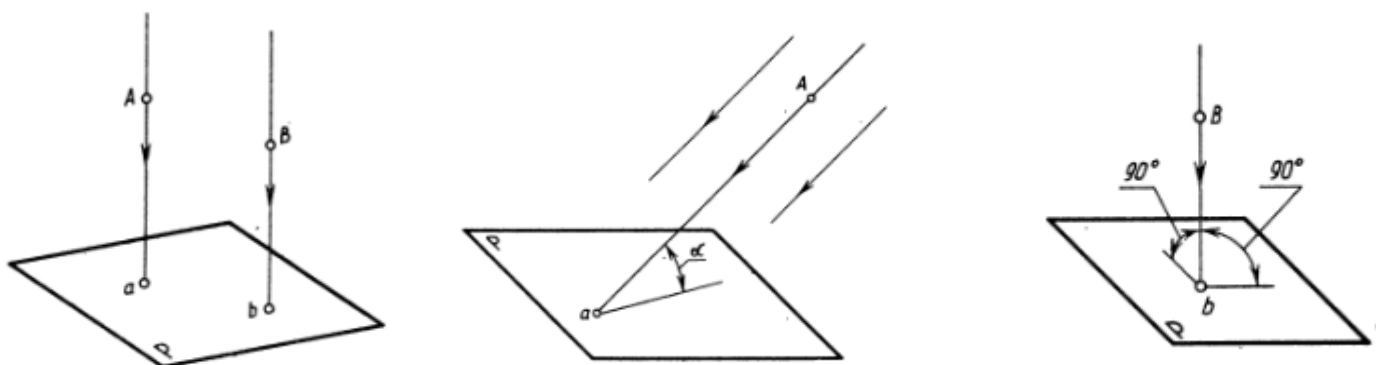
Но искажение размеров предметов и сложность построения изображений при центральном проецировании не позволяют использовать его для изготовления чертежей.

Центральные проекции широко применяют лишь там, где нужна наглядность в изображениях, например, в архитектурно-строительных чертежах при изображении перспектив зданий, улиц, площадей и т. п.

Параллельное проецирование. Если центр проецирования — точку S удалить в бесконечность, то проецирующие лучи станут параллельными друг другу. На рис. показано получение параллельных проекций точек A и B на плоскости P .

В зависимости, от направления проецирующих лучей по отношению к плоскости проекций параллельные проекции делятся на косоугольные и прямоугольные.

При *косоугольном проецировании* угол наклона проецирующих лучей к плоскости проекций не равен 90° (рис.). При *прямоугольном проецировании* проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проекций (рис.).



Рассмотренные выше способы проецирования не устанавливают взаимно однозначного соответствия между объектом (точка A) и его изображением (проекцией).

При заданном направлении проецирующих лучей на плоскости проекций всегда получается лишь одна проекция точки, но судить о положении точки в пространстве по одной ее проекции невозможно, так как на одном и том же проецирующем луче Aa (рис.) точка может занимать различные положения, находясь выше или ниже заданной точки A , и какое положение точки в пространстве соответствует изображению (проекции) a , определить невозможно.

Для того чтобы по изображению точки можно было определить ее положение в пространстве, необходимо **как минимум иметь две проекции этой точки**. При этом должно быть известно взаимное расположение плоскостей проекций и направление проецирования.

Тогда, имея два изображения точки A , можно будет представить, как расположена точка в пространстве.

Наиболее простым и удобным является проецирование на взаимно перпендикулярные плоскости проекций с помощью проецирующих лучей, перпендикулярных плоскостям проекций.

Такое проецирование называют ортогональным проецированием, а полученные изображения — ортогональными проекциями.

Рассмотрим основные принципы прямоугольного проецирования и способ получения ортогонального чертежа в системе трех плоскостей проекций.

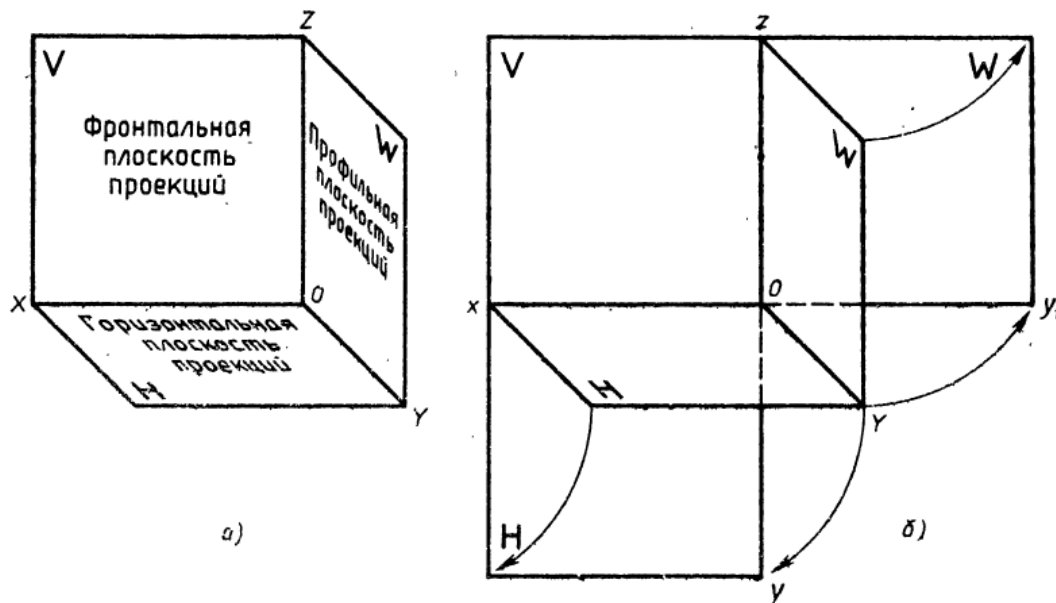
На (рис., а) показано расположение трех плоскостей проекций, с помощью которых получают ортогональный чертеж. Плоскости располагаются под углом 90° друг к другу.

Плоскость H — горизонтальная плоскость проекций, плоскость V — фронтальная плоскость проекций, плоскость W — профильная плоскость проекций.

Линии пересечения плоскостей проекций называются **осями проекций**, или осями координат и обозначаются Ox , Oy , Oz .

Точка пересечения трех осей координат (точка O) является **началом координат**, т. е. точкой, от которой ведется отсчет координат по осям Ox , Oy , Oz .

Угол, образованный тремя плоскостями проекций, называют **координатным углом**, так как плоскости проекций являются базами отсчета расстояний (координат) и ограничивают пространство плоскостями проекций, в котором располагают проецируемые предметы.



Помещая изображаемый (проецируемый) предмет (геометрическая фигура, модель, деталь и т. п.) в определенное положение относительно плоскостей проекций V , H и W , фиксируют его положение относительно этих плоскостей, что дает возможность получить взаимосвязанные изображения данного предмета, по которым легко представить его положение в пространстве, его форму.

Каждое изображение (проекция) предмета на плоскость отображает то, что мы видим при взгляде на предмет в определенном направлении. Чтобы получить представление о форме предмета, обычно недостаточно рассмотреть предмет с какой-то одной стороны.

Проецируя, предмет в системе трех плоскостей проекций, его рассматривают с трех сторон, в направлениях, перпендикулярных, трем плоскостям проекций.

Получив проекции предмета на трех плоскостях проекций, плоскости координатного угла разворачивают в одну плоскость, как показано на (рис., б). При этом плоскости H и W условно разрезают по оси Oy , плоскость H поворачивают вокруг оси Ox , а плоскость W — вокруг оси Oz , получают одну общую плоскость - **плоскость чертежа**.

При этом ось Oy как бы разрезается пополам. Одна ее «половина» оказывается в плоскости H и располагается перпендикулярно оси Ox , а другая в плоскости W и располагается перпендикулярно оси Oz . Совмещенные плоскости проекций разделяются взаимно перпендикулярными осями, которые определяют на чертеже рабочее поле для построения проекций предмета.

Каждая плоскость проекций имеет два измерения по взаимно перпендикулярным направлениям. Для плоскости H — это оси Ox и Oy , для плоскости V — оси Oz и Ox , для плоскости W — оси Oz и Oy_1 .

Изображения, полученные на плоскостях координатного угла и совмещенные в одну плоскость, называют **эпюром или ортогональным чертежом**.

ПР№1. Комплексный чертеж точки.

Геометрические тела в ортогональных проекциях.

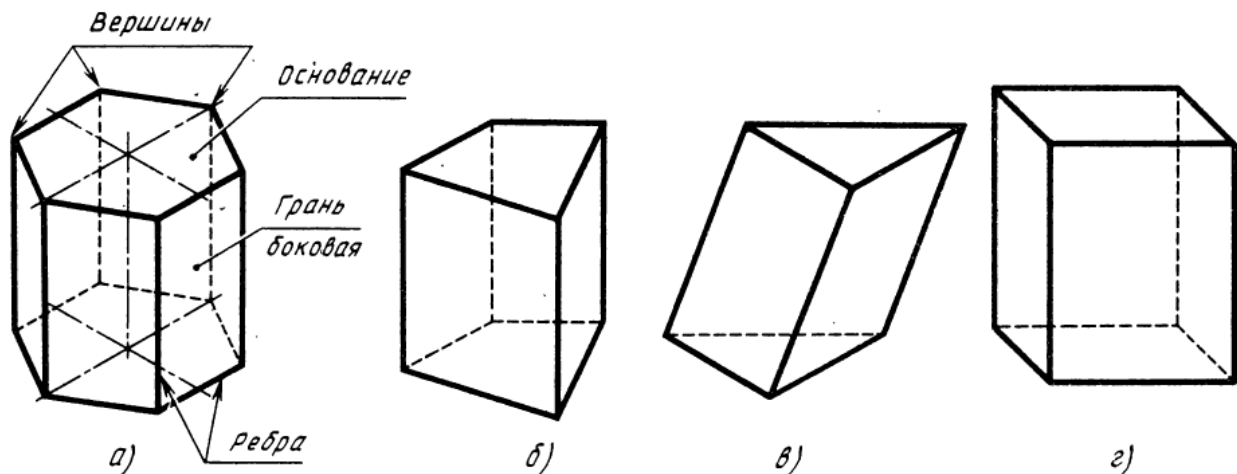
Многогранники

Геометрическое тело, ограниченное со всех сторон плоскостями, называется *многогранником*.

К наиболее часто используемым в практике многогранникам относятся призма и пирамида. Боковую поверхность призмы и пирамиды можно рассматривать как поверхность, образованную движением прямой линии (образующей) по замкнутой ломаной линии (многоугольнику), которая называется направляющей.

Призма

Призмой называется многогранник, основаниями которого являются многоугольники, а боковыми гранями — четырехугольники (прямоугольники или параллелограммы). Элементы призмы показаны на (рис., а).



Если основаниями призмы являются правильные многоугольники, то такая призма называется *правильной* (рис., а). Если основаниями призмы являются неправильные многоугольники, то такая призма называется *неправильной* (рис., б).

Если все боковые ребра и грани призмы одинаковой высоты, а основания параллельны, то призма называется *полной*. Если боковые ребра призмы перпендикулярны к основаниям, то призма называется *прямой* (рис., а, б, г).

Если ребра наклонены к основанию, то призма называется *наклонной* (рис., в). Если основаниями призмы являются прямоугольники, то такая призма называется *параллелепипедом* (рис., г).

Ортогональные проекции призмы

Рассмотрим на примере правильной прямой пятиугольной призмы ортогональные проекции призмы. На (рис., в) показано проецирование призмы на три плоскости проекций.

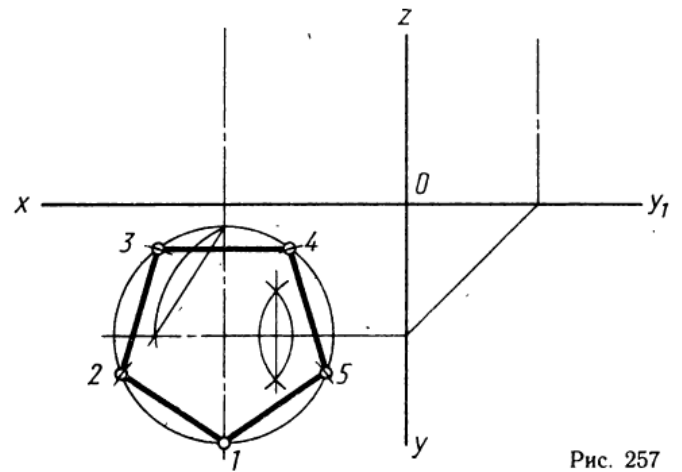
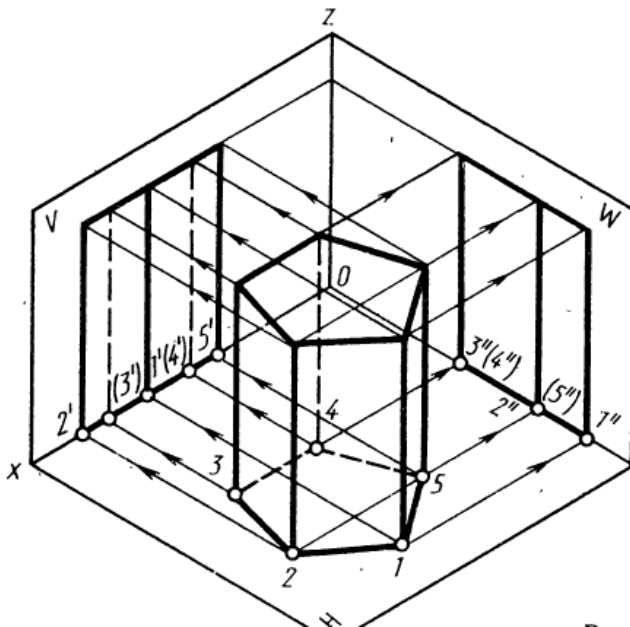


Рис. 257

Для построения ортогонального чертежа сначала проводят оси координат Ox , Oy и Oz (рис.). Затем проводят осевые и центровые линии и строят горизонтальную проекцию призмы. Для этого на плоскости H строят правильный пятиугольник.

Поскольку призма прямая, ее ребра и грани располагаются перпендикулярно к основаниям, и на горизонтальной проекции два основания сольются в одно, причем видимым будет верхнее основание. Все боковые грани спроецируются в отрезки прямых линий (1 2, 2 3 и т. д.), которые, в свою очередь, совпадут со сторонами основания.

Боковые ребра призмы спроецируются в точки как прямые, перпендикулярные к плоскости проекций, и совпадут с вершинами основания (точки 1, 2, 3; 4, 5). Итак, горизонтальная проекция данной призмы изобразилась в виде правильного пятиугольника, в который спроецировались не только два основания, но и боковые грани и ребра. Так как основания призмы параллельны плоскости H , то их горизонтальная проекция изобразилась в натуральную величину.

Для построения фронтальной проекции призмы из горизонтальной проекции каждой вершины основания проводят линии проекционной связи параллельно оси Oy до оси Ox (рис.). Таким образом, с горизонтальной проекции перенесены на фронтальную расстояния между вершинами 1..5, измеренные параллельно Ox . Из этих точек (1'...5') параллельно оси Oz проводят направления пяти ребер боковой поверхности и на них откладывают высоту призмы.

Так как верхнее основание призмы параллельно плоскости H , а нижнее расположено в плоскости H , то на фронтальную плоскость V эти основания спроецируются как отрезки, один из которых будет лежать на оси Ox (нижнее основание), а второй будет находиться на расстоянии от оси Ox , равном высоте призмы (верхнее основание). Боковые грани призмы спроецируются в виде прямоугольников.

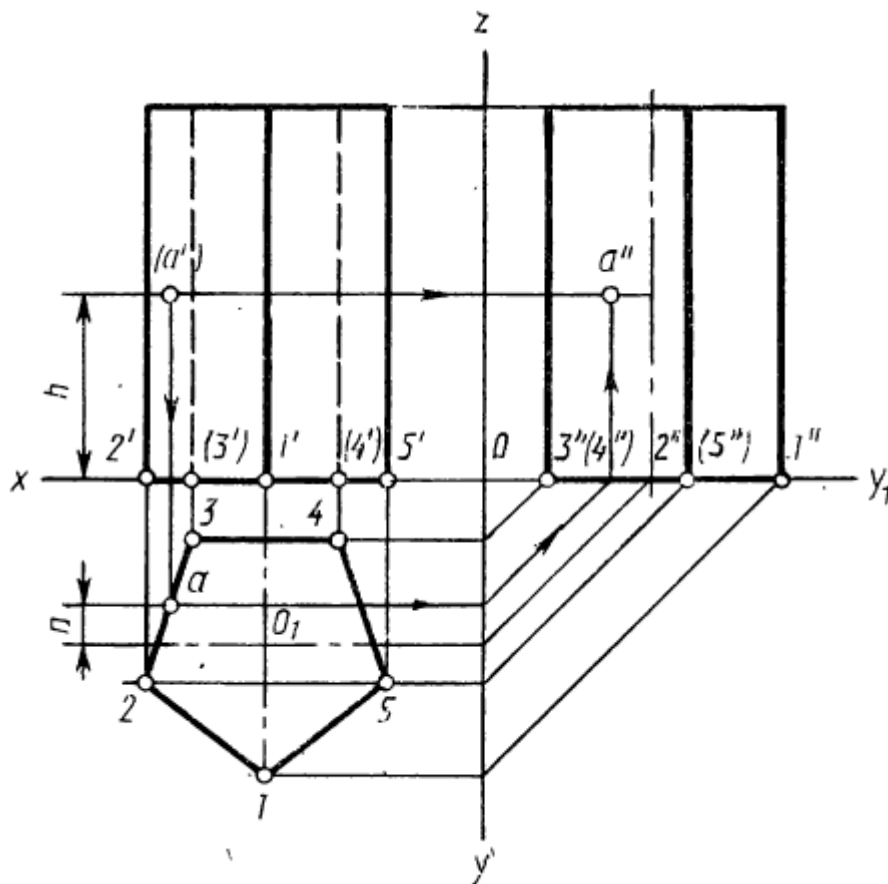
Фронтальная проекция грани, параллельной плоскости V , будет проецироваться в натуральную величину. Остальные грани проецируются с искажением, так как расположены не параллельно плоскости V .

На фронтальной плоскости проекций видимыми гранями будут грани с основаниями 1 2 и 1 5, а остальные будут невидимые.

Ребра, проведенные из точек 1, 2 и 5, будут видимыми, а из точек 3 и 4 — невидимыми; поэтому их проекции на плоскости V изображают штриховой линией (рис.).

Для построения профильной проекции призмы надо провести линии проекционной связи от точек 1...5 горизонтальной проекции и высоту призмы перенести с фронтальной проекции. На профильной плоскости проекций грани с основаниями 1 2 и 2 3 будут видимыми, а с основаниями 1 5 и 5 4 — невидимыми. Грань с основанием 3 4 спроецируется в прямую линию, так как расположена перпендикулярно плоскости W.

Профильные проекции ребер, проведенные из точек 3'' и 4'', совпадут. Таким образом, в одну прямую линию спроецируются два ребра и грань, расположенная между ними. На профильную плоскость проекций все грани призмы проецируются с искажением, так как ни одна грань не параллельна плоскости W.



Построение точки, лежащей на поверхности призмы

Точка, лежащая на боковой грани призмы, задана одной проекцией на ортогональном чертеже, требуется построить две другие ее проекции. Сначала строят проекцию точки на той плоскости проекций, где грань, на которой лежит заданная точка, проецируется в линию.

Рассмотрим это на примере точки A (рис.), которая задана проекцией a' . Так как на плоскости V грань, на которой лежит точка A, невидимая, обозначение точки a' взято в скобки. На плоскость H эта грань проецируется в отрезок, совпадающий со стороной

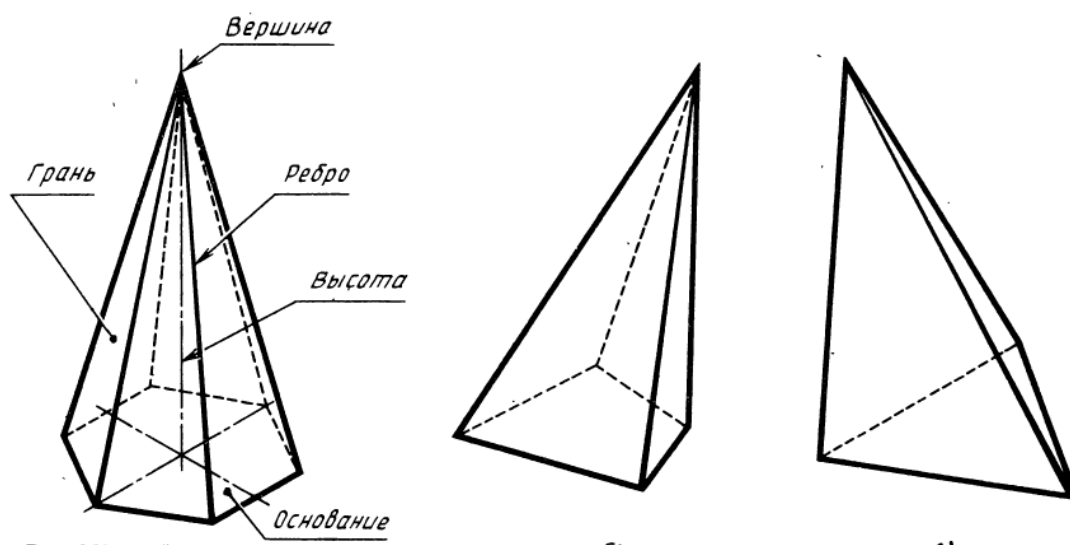
основания 2 3. Из точки a' проводят вниз линию проекционной связи до пересечения с отрезком 2 3, получают точку a — горизонтальную проекцию точки A .

Для нахождения профильной проекции точки A проводят линии проекционной связи от горизонтальной и фронтальной проекций (точки a и a') до их взаимного пересечения на плоскости W , получают точку a'' , которая и будет искомой профильной проекцией точки A .

Пирамида

Пирамидой называется многогранник, в основании которого лежит многоугольник, а боковые грани являются треугольниками, имеющими общую вершину.

Элементы пирамиды показаны на рис., а.



Если все боковые грани имеют форму треугольников с одной общей вершиной, то такая пирамида называется полной пирамидой.

Если в основании пирамиды лежит правильный многоугольник и ее высота проходит через центр основания, то такая пирамида называется правильной пирамидой (рис., а).

Во всех остальных случаях пирамида называется неправильной пирамидой (рис., б, в).

Ортогональные проекции правильной полной пирамиды

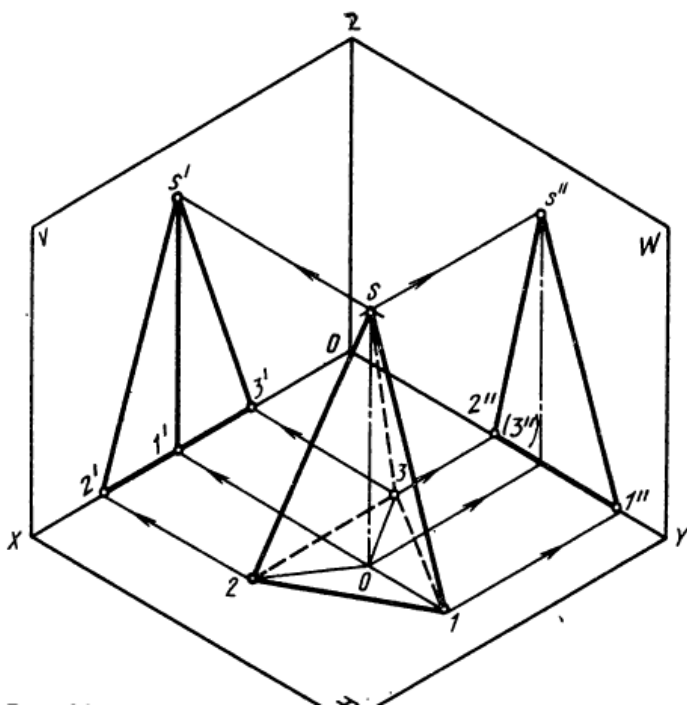
На рис. показано проецирование пирамиды. Порядок выполнения ортогонального чертежа такой же, как и чертежа призмы.

Сначала проводят оси координат, осевые и центровые линии, а потом на центровых линиях строят горизонтальную проекцию пирамиды, начиная построение с многоугольника, лежащего в основании (рис.). Основание пирамиды расположено в плоскости H . Все боковые грани спроецируются в треугольники.

Горизонтальная проекция s вершины S совпадает с центром основания — точкой O_1 . Таким образом, на горизонтальной проекции пирамиды боковые грани будут видимыми, но спроецируются они с искажением, так как располагаются наклонно относительно плоскости H . Плоскость основания будет невидимой, так как закрыта боковыми гранями пирамиды.

При построении фронтальной проекции пирамиды ее основание как плоскость, перпендикулярная к плоскости V , спроецируется в отрезок, который совпадает с осью Ox , так как основание лежит в плоскости H . Боковые грани пирамиды проецируются в треугольники с искажением, так как расположены наклонно относительно плоскости V . Грани $1S_2$ и $1S_3$ будут видимыми, а грань $2S_3$ — невидимой.

На профильную плоскость проекций основание пирамиды тоже спроецируется в отрезок, лежащий на оси Oy . Проекции боковых граней $1S_2$ и $1S_3$ на плоскости W совпадают, а грань $2S_3$ проецируется в прямую линию, так как она расположена перпендикулярно плоскости W . Видимой гранью боковой поверхности будет грань $1S_2$.



Построение точки, лежащей на поверхности пирамиды

Точка A лежит на боковой поверхности пирамиды, задана ее профильная проекция (рис.). Требуется построить фронтальную и горизонтальную проекции этой точки.

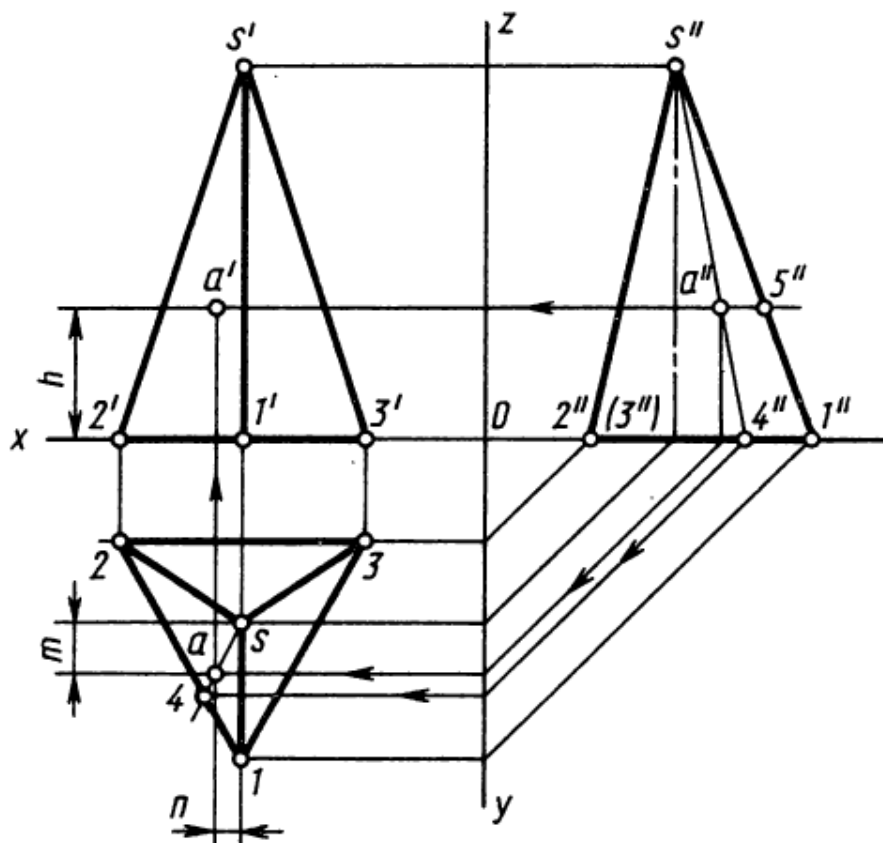
Поскольку боковая грань, на которой лежит точка A , располагается наклонно ко всем трем плоскостям проекций, то ни на одну из этих плоскостей она не спроецируется в линию, как это было у правильной пятиугольной призмы. Построить две проекции заданной точки можно только с помощью дополнительных построений.

Известно, что точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой, лежащей в данной плоскости. Поэтому в плоскости $1S2$ проводят прямую через точку A . Профильную проекцию этой прямой можно провести в любом направлении через проекцию a'' точки A .

На эюре эта проекция проведена через проекцию s'' вершины S до пересечения со стороной основания $1''2''$ в точке $4''$. Для построения проекций точки A нужно построить проекции дополнительной прямой 54 на плоскостях V и H .

Для построения ее горизонтальной проекции от точек $4''$ и a'' с профильной проекции на горизонтальную проводят линии проекционной связи: из точки $4''$ — до пересечения со стороной 12 в точке 4 ; из точки a'' — до пересечения с построенной прямой $s4$ в точке a , которая будет горизонтальной проекцией точки A .

Имея две проекции точки A , фронтальную проекцию a' точки A находят с помощью линий проекционной связи.



Тела вращения

Кривые поверхности образуются в результате перемещения подвижной линии по неподвижной кривой. Линия, по которой происходит перемещение, называется направляющей. Линия, которая перемещается, называется образующей.

Как направляющая, так и образующая могут иметь различную форму. В зависимости от формы образующей и закона ее перемещения получаются поверхности различной формы.

Поверхности, которые образуются вращением образующей вокруг неподвижной оси, называются поверхностями вращения.

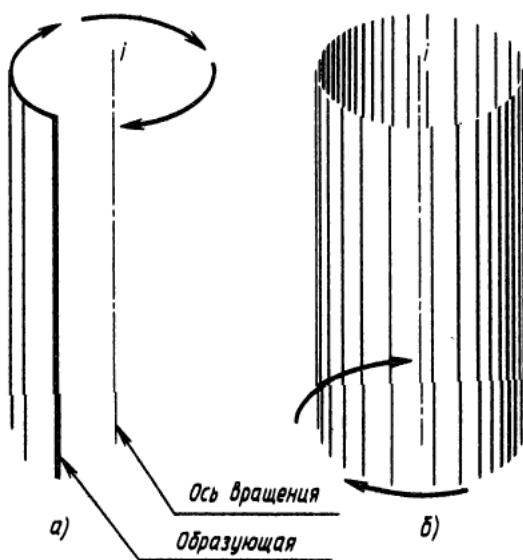
В технике широко используются тела вращения — цилиндр, конус, шар, тор.

Построение ортогональных проекций тел вращения выполняют в следующей последовательности: 1 — проведение осей координат; 2 — проведение осевых и центровых линий; 3 — построение горизонтальной проекции; 4 — построение фронтальной и профильной проекций.

Цилиндр

Цилиндр — геометрическое тело, ограниченное цилиндрической поверхностью и двумя плоскостями.

Цилиндрическая поверхность вращения образуется при вращении прямой линии (образующей) вокруг неподвижной оси, параллельной образующей.



Ортогональные проекции полного прямого кругового цилиндра

Горизонтальная проекция полного прямого кругового цилиндра будет кругом (рис., а), поскольку основания цилиндра при проецировании совпадут. При этом верхнее основание будет видимым, а нижнее — невидимым.

Боковая цилиндрическая поверхность перпендикулярна к основаниям, и поэтому она спроецируется в окружность, все точки которой совпадут с очерковыми линиями проекций оснований. Следовательно, на горизонтальной проекции в одну и ту же окружность спроецировались очерки двух оснований цилиндра и его боковая поверхность.

На фронтальную плоскость проекций цилиндр спроецируется в прямоугольник, верхняя сторона которого является фронтальной проекцией верхнего основания, а нижняя сторона (лежащая на оси Ox) — проекцией нижнего основания. Две другие стороны этого прямоугольника представляют собой фронтальные проекции двух крайних образующих цилиндрической поверхности, проходящих через точки $1'$, $2'$.

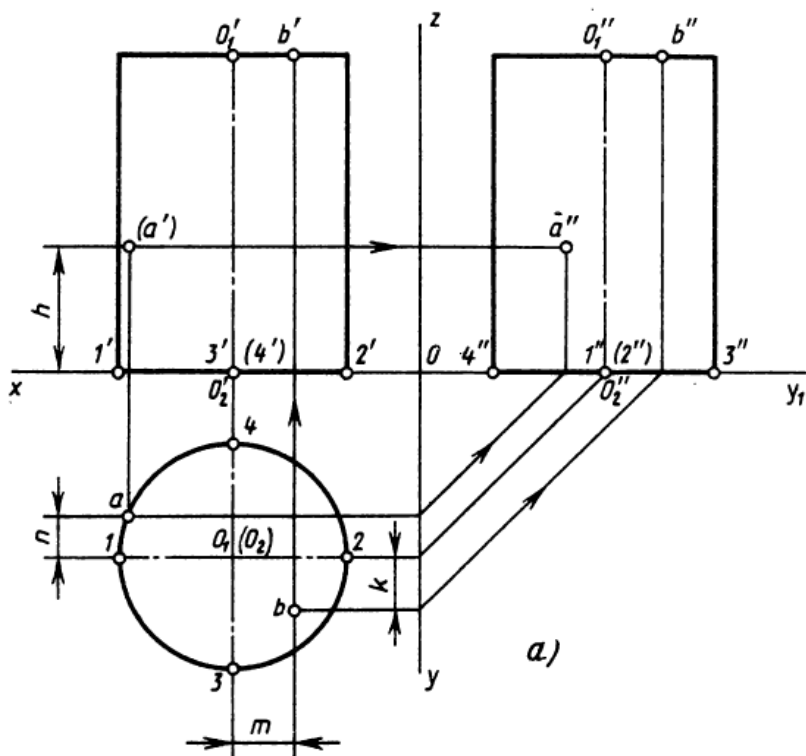
Профильная проекция цилиндра представляет собой такой же прямоугольник, что и фронтальная, но проекции крайних образующих проходят через точки $3''$ и $4''$.

Образующие цилиндра, которые на фронтальной проекции изобразились крайними, на профильной проекции, изобразятся совпадающими с осью вращения и друг с другом. При этом образующая, проходящая через точку 2 , будет невидимой, а образующая, проходящая через точку 1 , — видимой.

Образующие цилиндра, которые на профильной проекции изобразились крайними, на фронтальной проекции изобразятся совпадающими с осью вращения и друг с другом. При этом образующая, проходящая через точку 4 убудет невидимой, а образующая, проходящая через точку 3 , — видимой.

На фронтальной проекции видимой будет та часть цилиндра, которая на горизонтальной проекции располагается вниз от центральной линии 12 . На профильной проекции видимой будет та часть цилиндра, которая на горизонтальной проекции располагается слева от центральной линии 34 .

Крайние образующие, проходящие через точки $1, 2, 3, 4$, на горизонтальной проекции изобразятся точками и будут лежать в пересечении центрoвых линий и окружности.



Построение точки, лежащей на поверхности цилиндра

Точка, лежащая на боковой поверхности цилиндра, задана одной проекцией, требуется построить две другие ее проекции. Начинают построение на той плоскости проекций, на которую боковая поверхность, с лежащей на ней точкой, проецируется в линию (окружность).

На поверхности цилиндра (рис., б) задана точка А. Точка А, лежащая на боковой поверхности цилиндра, задана фронтальной проекцией a' как невидимая. Требуется построить ее горизонтальную и профильную проекции.

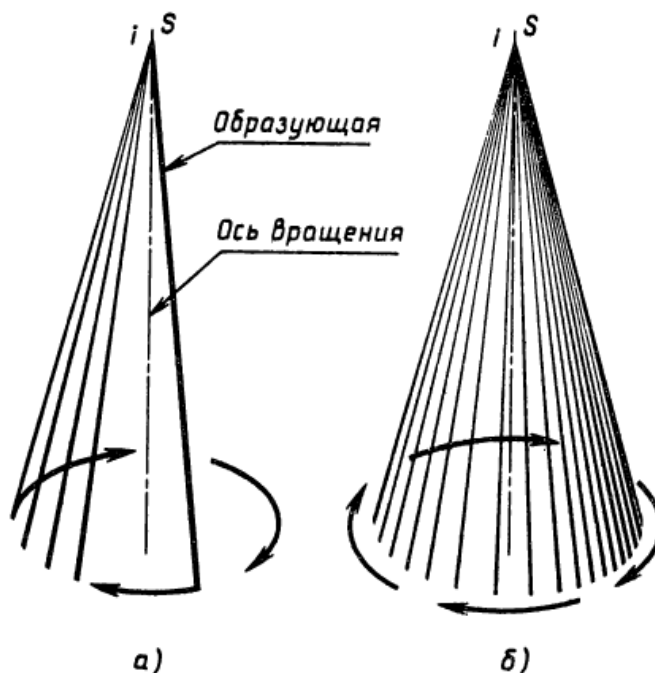
Сначала строят горизонтальную проекцию точки А. Для этого от фронтальной проекции a' точки А проводят линию проекционной связи до пересечения с горизонтальной проекцией цилиндра — окружностью. Эта линия пересекает окружность дважды. Так как точка А задана фронтальной проекцией как невидимая, то на горизонтальной проекции из двух точек выбирается та, которая лежит ближе к оси Ox .

Профильную проекцию a'' точки А строят с помощью линий проекционной связи, проведенных с фронтальной и горизонтальной проекций. Так как на горизонтальной проекции цилиндра проекция а точки А лежит слева от центральной линии параллельной оси Oy , то на профильной проекции точка А будет видимой.

Конус

Конус — геометрическое тело, ограниченное конической поверхностью и плоскостью.

Коническая поверхность вращения образуется вращением вокруг оси прямой линии (образующей), которая пересекает эту ось. Точка пересечения образующей и оси вращения называется вершиной конической поверхности (рис., а и б).



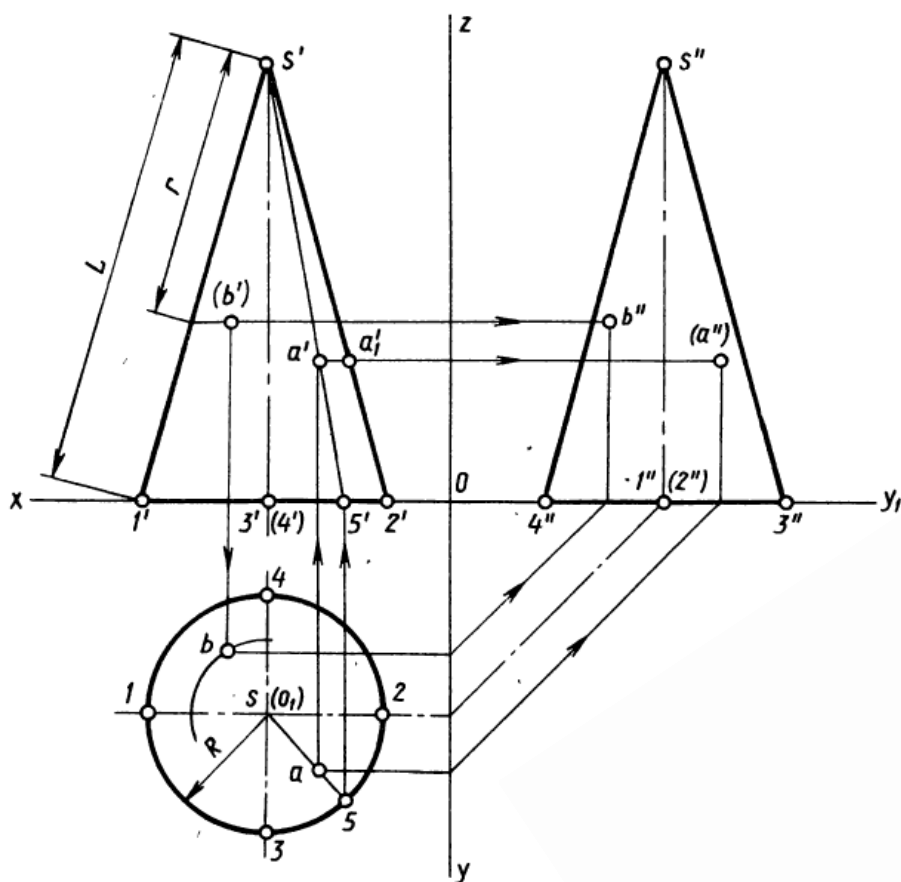
Ортогональные проекции полного прямого кругового конуса

Горизонтальная проекция полного прямого кругового конуса — круг (рис., а), в который спроецировалась боковая поверхность конуса как видимая. Основание конуса при проецировании совпадает с проекцией боковой поверхности и будет невидимым.

Фронтальная и профильные проекции конуса изобразятся как равнобедренные треугольники, нижние стороны которых являются проекциями основания конуса. При проецировании они совпадут с осями Ox и Oy , так как конус стоит на плоскости H .

Две другие стороны треугольника ($1'S'$ и $2'S'$) на фронтальной плоскости проекций будут проекциями крайних образующих конуса. На горизонтальной плоскости проекций проекции этих образующих совпадают с диаметром основания, параллельным оси Ox , на профильной плоскости проекций их проекции совпадают с осевой линией. Видимой будет образующая $S1$.

Две стороны треугольника ($3''S''$ и $4''S''$) на профильной проекции представляют собой профильные проекции крайних образующих конуса. На горизонтальной плоскости проекций эти образующие при проецировании совпадают с диаметром основания, параллельным оси Oy , на фронтальной плоскости проекций проекции этих образующих совпадают с осью вращения. Видимой будет образующая $S3$.



Построение точки, лежащей на поверхности конуса

Точка, лежащая на боковой поверхности конуса, задана горизонтальной проекцией a , требуется построить ее фронтальную и профильную проекции. Для этого через горизонтальные проекции вершины S и точки A (s и a) проводят образующую до пересечения с основанием конуса (рис., a ; точка 5).

Затем строят фронтальную проекцию этой образующей. С помощью линии проекционной связи определяют фронтальную проекцию $5'$ точки 5. Соединив прямой точки s' и $5'$, получают фронтальную проекцию образующей, на которой лежит точка A .

С горизонтальной проекции проводят линию проекционной связи до пересечения с построенной образующей. Точка пересечения будет фронтальной проекцией a' точки A .

Профильную проекцию a'' точки A строят с помощью линий проекционной связи, проведенных с горизонтальной и фронтальной проекции.

ПР №2. Пересечение призмы проецирующей плоскостью.

ГР №3. Тела и точки.

АксонOMETрические проекции.

Для изображения на плоскости какого-либо предмета используют:

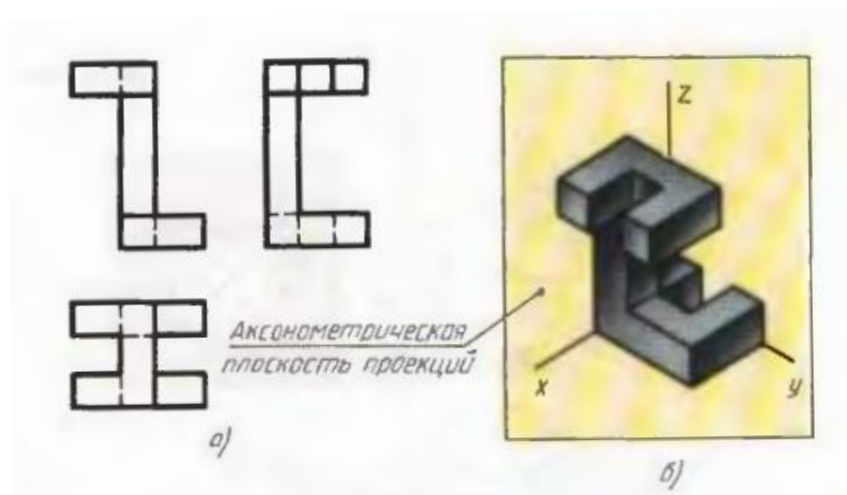
- а) обычный рисунок;
- б) способ перспективного изображения, основанный на методе центрального проецирования;
- в) чертеж, состоящий из прямоугольных (ортогональных) проекций;
- г) аксонометрические проекции.

Обычный рисунок изображает предмет, как он представляется глазу наблюдателя. Способ перспективного изображения используют при создании архитектурных проектов. Применение рисунка в производстве неудобно, так как он искажает форму и размеры предмета.

Чертеж дает представление о форме и размерах предмета, но часто уступает в наглядности.

В этих случаях дают дополнительно изображение этого предмета в аксонометрической проекции.

На рис., а) приведены ортогональные проекции предмета, по которым довольно трудно представить его форму. Значительно нагляднее аксонометрическая проекция этого предмета (рис., б).



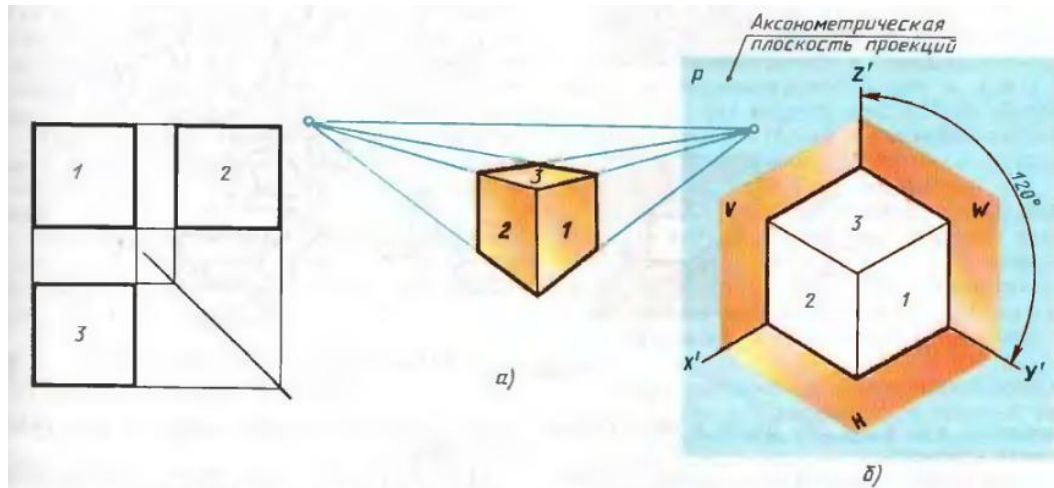
Рассмотрим способ получения аксонометрических проекций.

На рис. изображен в трех проекциях куб. Все три видимые его грани 1, 2, 3 проецируются без искажения.

На рис., а) тот же куб поставлен относительно наблюдателя под углом и изображен в перспективе. Мы видим все три грани 1, 2, 3 одновременно, но все грани и ребра изображены с искажением.

Однако можно спроецировать куб так, чтобы видеть в проекции три грани куба с меньшим искажением.

Для этого куб располагаем внутри трехгранного угла, образованного плоскостями проекций H , V и W (рис., б). Куб вместе с плоскостями проекций спроецирован на аксонометрическую плоскость проекции P_v . Поэтому оси обозначаются со штрихами, т.е. x' , y' , z' . Далее в обозначении штрихи убираем.



Таким образом, мы подошли к способу построения аксонометрических проекций. Остается определить, на какой угол целесообразнее всего повернуть предмет. ГОСТ 2.317—69 устанавливает аксонометрические проекции, применяемые в чертежах всех отраслей промышленности и строительства (рис).

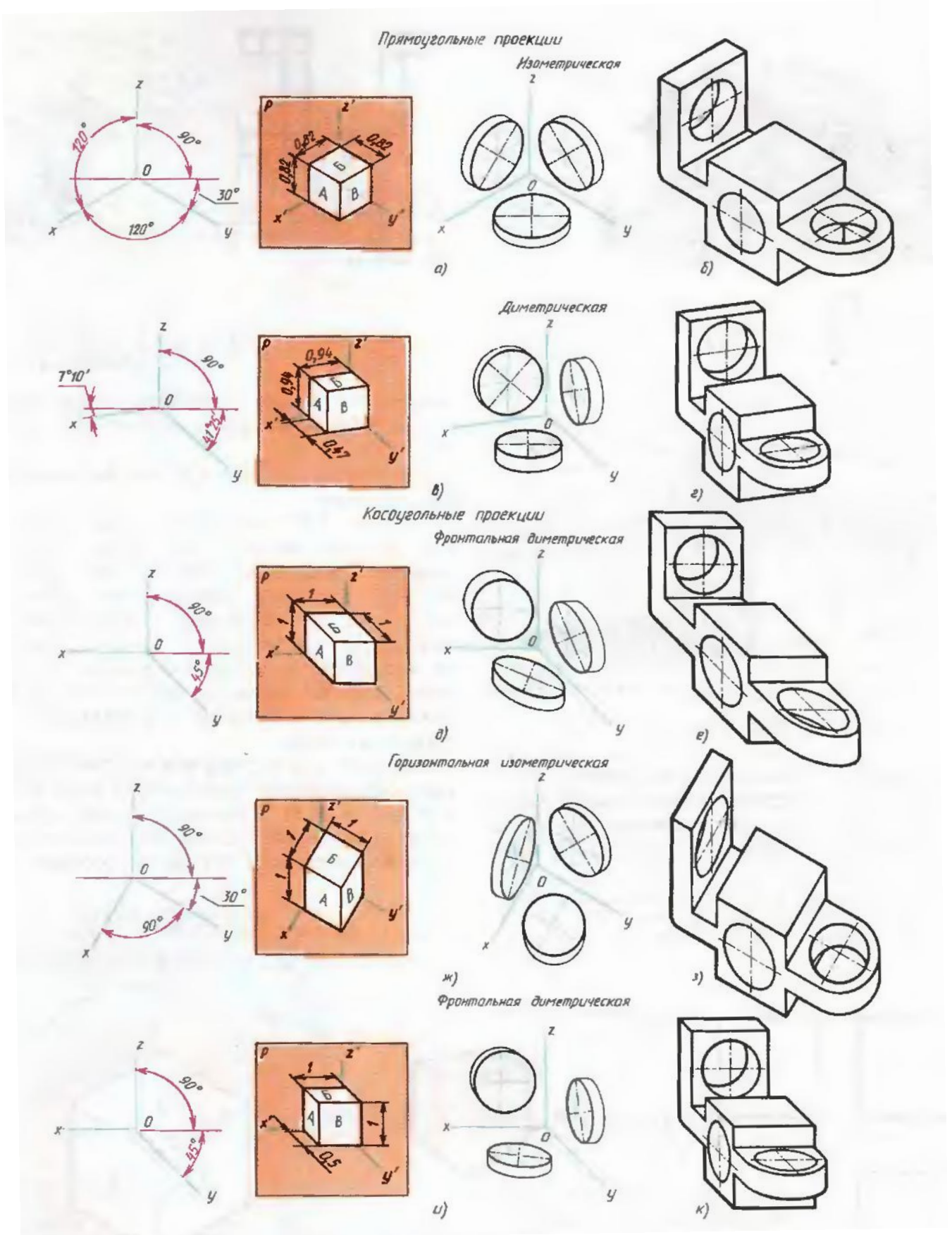
В зависимости от направления проецирующих прямых и искажения линейных размеров предмета аксонометрические проекции делятся на прямоугольные и косоугольные.

Если проецирующие прямые перпендикулярны аксонометрической плоскости проекции, то такая проекция называется *прямоугольной аксонометрической проекцией*. К прямоугольным аксонометрическим проекциям относятся изометрическая (рис., а, б) и диметрическая (рис., в, г) проекции.

Если проецирующие прямые направлены не под углом 90° к аксонометрической плоскости проекций, то получается *косоугольная аксонометрическая проекция*. К косоугольным аксонометрическим проекциям относятся фронтальная изометрическая (рис., д, е), горизонтальная изометрическая (рис., ж, з) и фронтальная диметрическая (рис., и, к) проекции.

Прямоугольные аксонометрические проекции дают наиболее наглядные изображения и поэтому чаще применяются в машиностроительном черчении.

Виды аксонометрических проекций, расположение аксонометрических осей и коэффициенты искажения линейных размеров показаны на рис.



Изометрическая проекция отрезков и плоских фигур

На (предыдущем рис., а и б) представлена изометрическая проекция. Рассмотрим построение изометрической проекции куба.

Как и при ортогональном (прямоугольном) проецировании, куб расположен внутри трехгранного угла, образованного плоскостями проекций H , V и W . В прямоугольной изометрической проекции оси x , y , z расположатся под углом 120° друг к другу.

Все три коэффициента искажения по аксонометрическим осям одинаковы и равны $0,82$, поэтому длина ребер куба на изображении одинаковая и равна $0,82$ действительной длины. Обычно для упрощения построений такого сокращения не делают, и принимают коэффициент искажения равным $=1$; отрезки, параллельные аксонометрическим осям, откладывают действительной длины.

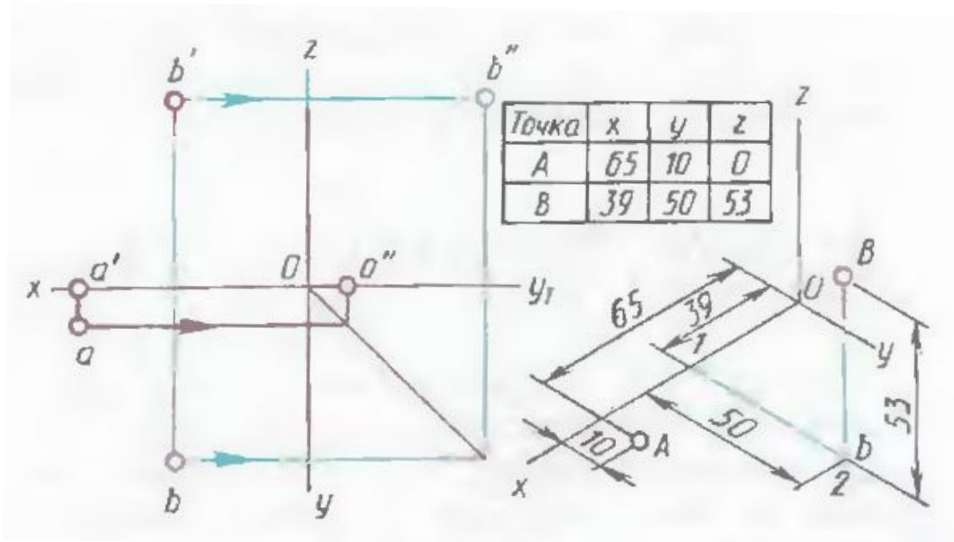
Простейшим элементом является точка, поэтому построение изометрических проекций начнем с точки.

Если даны ортогональные проекции точек A и B (рис., а), то известны их координаты. Для построения изометрической проекции этих точек проводят аксонометрические оси x , y и z под углом 120° друг к другу (рис., б).

Далее от начала координат O по оси x откладывают отрезок, равный координате x_B точки B , в данном примере $x_B = 39$ мм. Получим точку 1.

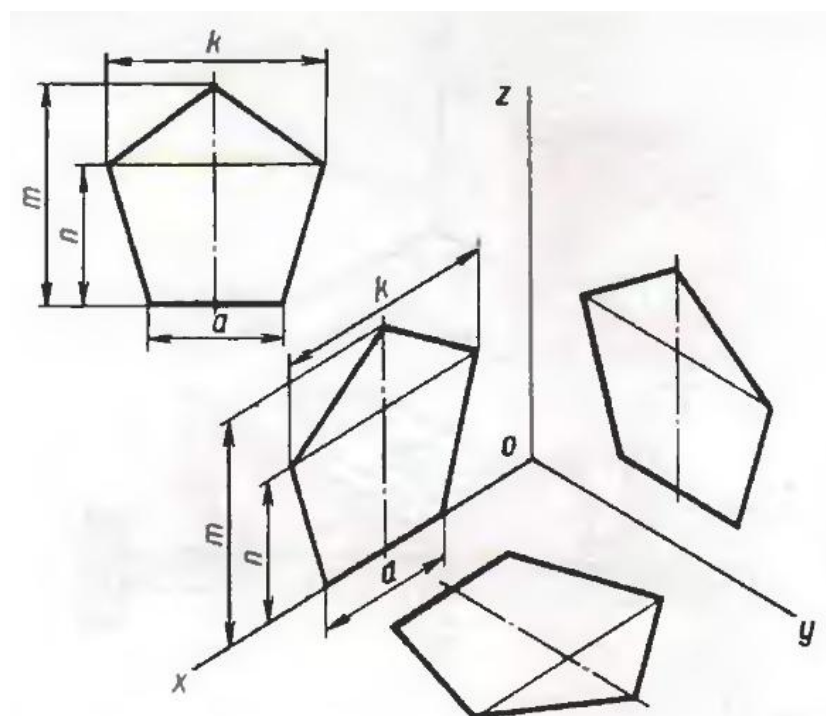
Из точки 1 проводят прямую, параллельную оси y , и на ней откладывают отрезок, равный координате y_B , точку 2. Из точки 2 проводят прямую, параллельную оси z , на которой откладывают отрезок, равный координате z_B . Полученная точка B — искомая изометрическая проекция точки B .

Аналогично строят изометрическую проекцию точки A . Так как координата z точки A равна нулю, то достаточно отложить координаты x и y (по соответствующим осям) точки A .



Изометрическая проекция отрезка прямой АВ может быть легко построена по двум точкам — концам этого отрезка. Найдя по координатам изометрические проекции этих точек, соединим их прямой линией. По точкам может быть выполнена изометрическая проекция любой фигуры. При этом расположение фигур относительно оси x , y и z может быть различным.

Рассмотрим, например, построение изометрической проекции правильных пятиугольников (рис.).



В этом случае для упрощения построений рассматриваются пятиугольники, расположенные на плоскостях проекций H , V , W . Тогда одна из координат вершин пятиугольника будет равна нулю и изометрическую проекцию каждой вершины можно строить по двум координатам, подобно построению точки A (см. рис., б).

Построив изометрические проекции вершин, соединяем их прямыми и получаем изометрическую проекцию прямоугольника.

Изометрическая проекция окружности

На рис. изображена изометрическая проекция куба с окружностями, вписанными в его грани. Квадратные грани куба будут изображаться в виде ромбов, а окружности в виде эллипсов. Надо запомнить, что малая ось CD каждого эллипса всегда должна быть перпендикулярна большой оси AB .

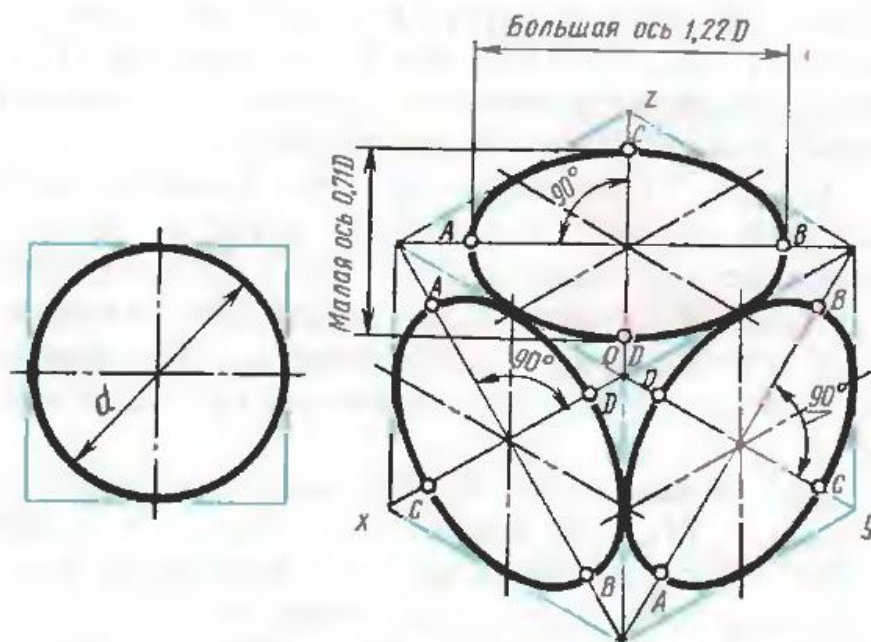
Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости H , то большая ось AB должна быть перпендикулярна оси z , а малая ось CD — параллельна оси z (рис.).

Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости V , то большая ось эллипса должна быть проведена под углом 90° к оси y .

При расположении окружности в плоскости, параллельной плоскости W , большая ось эллипса располагается под углом 90° к оси x .

Заметим, что большие оси всех трех эллипсов направлены по большим диагоналям ромбов.

При построении изометрической проекции окружности без сокращения по осям x , y и z длина большой оси эллипсов берется равной $1,22$ диаметра d изображаемой окружности, а длина малой оси эллипса — $0,71 d$ (рис.).



В учебных чертежах вместо эллипсов рекомендуется применять овалы, очерченные дугами окружностей. Упрощенный способ построения овалов приведен на рис.

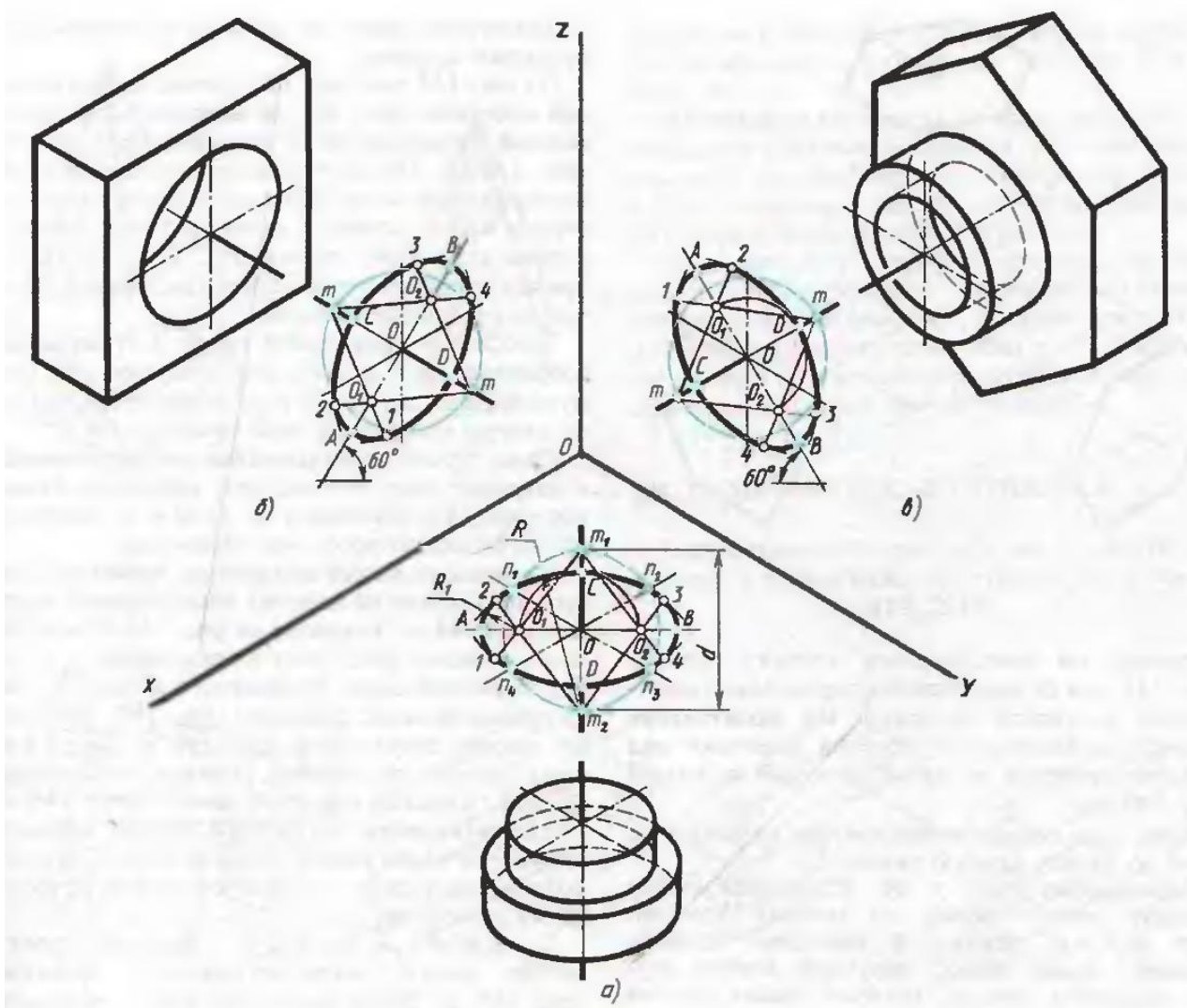
Для построения овала соответствующей изометрической проекции окружности, параллельной плоскости H , проводят вертикальную и горизонтальную оси овала (рис., а).

Из точки пересечения осей O проводят вспомогательную окружность диаметром d , равным действительной величине диаметра изображаемой окружности, и находят точки n_1, n_2, n_3, n_4 пересечения этой окружности с аксонометрическими осями x и y .

Из точек m_1 и m_2 пересечения вспомогательной окружности с осью z , как из центров радиусом $R = m_1n_3$, проводят две дуги 2-3 и 1-4, принадлежащие овалу. Пересечения этих дуг с осью z дают точки C и D .

Из центра O радиусом OC , равным половине малой оси овала, засекают на большой оси овала AB точки O_1 и O_2 . Точки 1, 2, 3 и 4 сопряжений дуг радиусов R и R_1 находят, соединяя точки m_1 и m_2 с точками O_1 и O_2 и продолжая прямые до пересечения с дугами 2-3 и 1-4.

Из точек O_1 и O_2 радиусом $R_1 = O_1-1$ проводят две дуги. Так же строят овалы, расположенные в плоскостях, параллельных плоскостям V и W (рис., б и в).



Раздел 3. Основы машиностроительного черчения. Виды. Выносные элементы. Разрезы. Сечения.

Машиностроительное черчение представляет собой часть технического черчения. Машиностроительный чертеж изделия может иметь различное число изображений, которое определяется сложностью внешней и внутренней формы этого изделия.

В зависимости от содержания изображения делятся на *виды, разрезы и сечения*. Число изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть на чертеже минимальным, но дающим полное представление о предмете. Правила выполнения изображения предметов устанавливает ГОСТ 2.305—68.

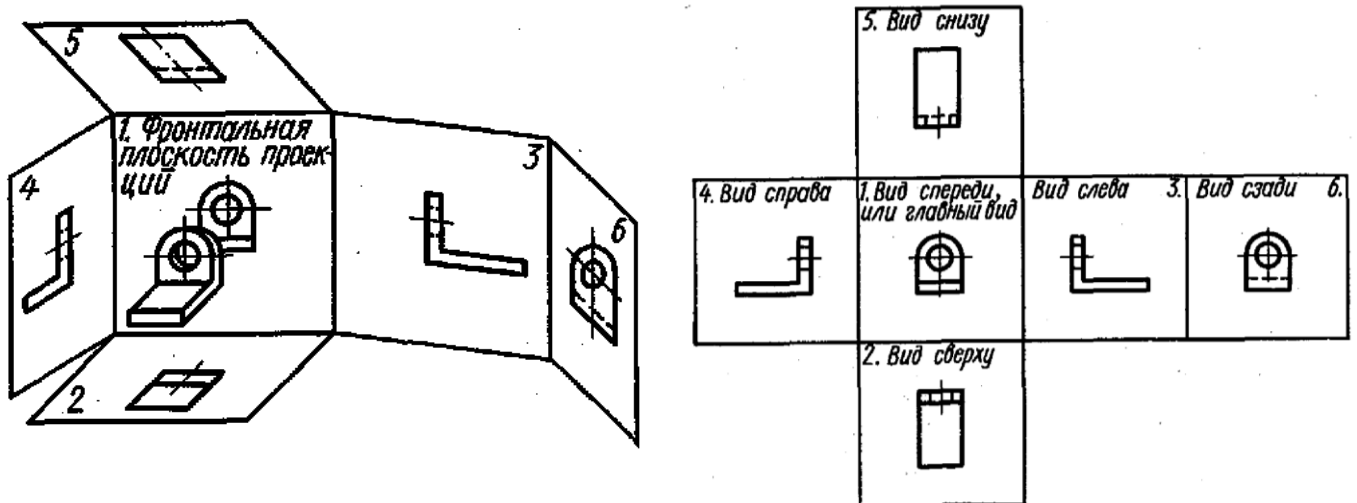
Основные виды.

Вид — это изображение видимой части поверхности предмета.

Допускается изображать штриховой линией невидимые части поверхности предмета, если это ведет к уменьшению числа изображений.

Основные виды представляют собой виды, расположенные на шести гранях развернутого куба, при этом все грани совмещаются с плоскостью чертежа (на плоскости *V* - вид спереди (главный вид), на плоскости *H* - вид сверху, на плоскости *W* - вид слева).

На рис. показано расположение основных видов, которые устанавливает ГОСТ 2.305—68.



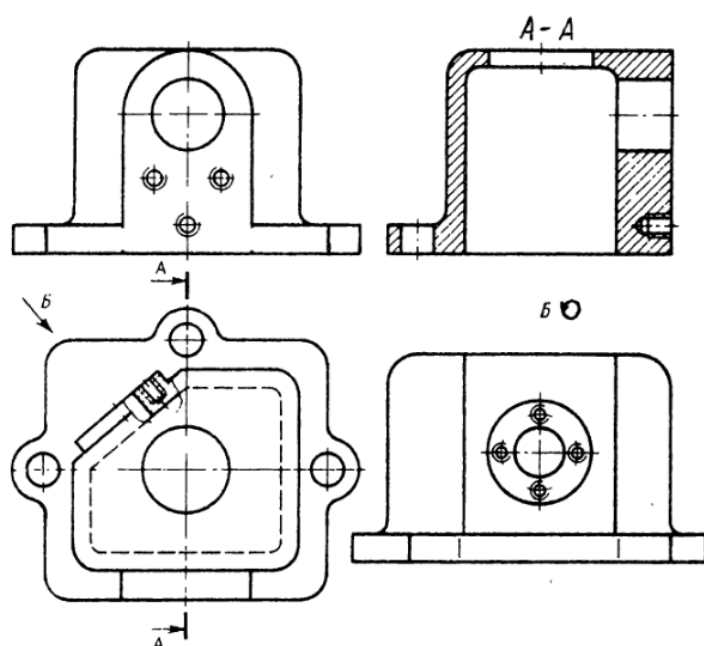
Изображение, выполненное на фронтальной плоскости проекций, является *главным видом*. Этот вид должен давать наиболее полное представление о форме и размерах изображаемого предмета.

Название видов на машиностроительных чертежах не надписывают, если они располагаются в проекционной связи с главным видом. Если на чертеже нет места для расположения в проекционной связи какого-либо основного вида, его располагают на свободном месте чертежа, сделав над ним надпись типа «А».

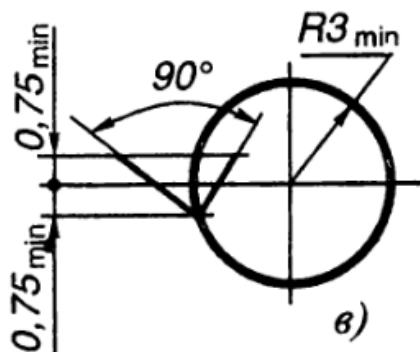
Надпись располагается над изображением горизонтально и обозначает, что это вид в направлении «А». Направление взгляда указывается стрелкой на основном изображении. Около стрелки пишут прописную букву русского алфавита (рис.). При отсутствии изображения, на котором можно показать направление взгляда, название вида надписывают.

Дополнительные виды применяют тогда, когда какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения его формы и размеров.

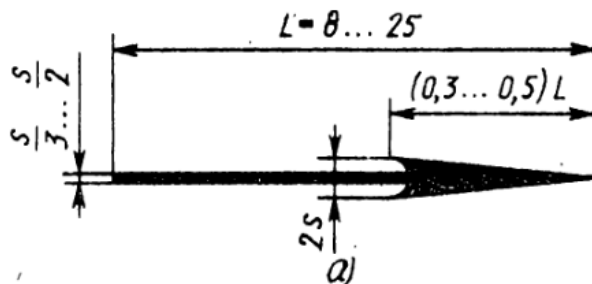
Этот вид располагается на плоскости, не параллельной ни одной из основных плоскостей проекций. Обозначают дополнительные виды на чертеже так же, как и основные, расположенные вне проекционной связи (рис.). Если дополнительный вид расположен в проекционной связи с соответствующим изображением, то надпись над этим видом не наносят и направление взгляда стрелкой не указывают (рис.).



Дополнительный вид можно повернуть, но при этом сохраняют положение, принятое для этого предмета на главном виде, т. е. верхняя часть вида должна остаться вверху. Над видом делают надпись типа Б со знаком после буквы, обозначающим, что изображение повернуто, размеры знака показаны на рис., в.

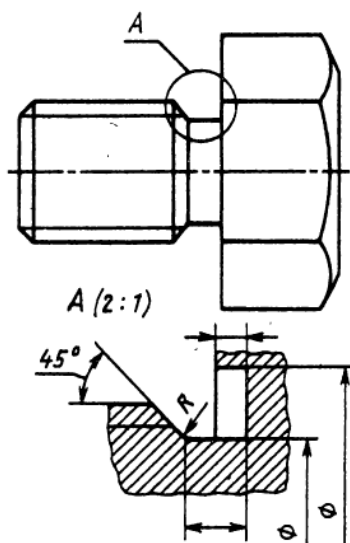


Местным видом называют изображение отдельного узко ограниченного места поверхности предмета. На чертеже этот вид может быть ограничен линией обрыва (рис., в) и может быть не ограничен (рис., б). Местный вид обозначается надписью типа «Б». Направление взгляда указывается стрелкой, обозначенной прописной буквой русского алфавита (рис.). Форма и размеры стрелок, указывающих направление взгляда, показаны на рис., б. Надпись, сопровождающая вид, выполняется всегда горизонтально. Размер шрифта для надписи над видом берется на номер больше, чем размер шрифта, взятого для размерных чисел.



Выносной элемент — это отдельное дополнительное изображение какой-либо части предмета. Чаще всего это изображение выполняют в увеличенном виде, когда необходимо более четко показать форму какой-то части предмета, проставить размеры и т.п. Место чертежа, которое изображается на выносном элементе, обводят замкнутой тонкой сплошной линией в виде овала или окружности, от которой проводят линию-выноску с полкой, над которой пишут обозначение — прописную букву русского алфавита.

Над выносным элементом параллельно основной надписи пишут обозначение — прописную букву русского алфавита и после нее пишут масштаб, в котором выполнен выносной элемент. Располагать выносной элемент стараются ближе к соответствующему участку изображенного предмета. Выносной элемент по своему содержанию может отличаться от основного изображения. Например, основное изображение представляет собой вид, а выносной элемент — разрез (рис.). Выносной элемент ограничивает его линией обрыва так, чтобы его площадь была наименьшей.



ГР №4. Третья проекция детали.

Разрезы.

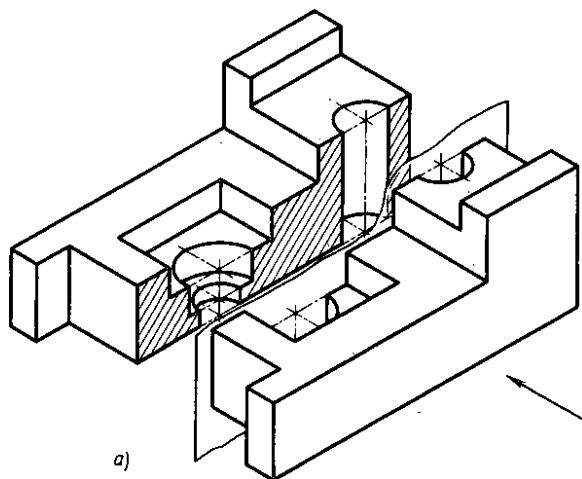
Если деталь полая или имеет сложные отверстия, углубления и т.п., на видах невидимые контуры изображают штриховыми линиями. При сложной внутренней конструкции детали большое число штриховых линий затрудняет чтение. Этого можно избежать, применяя условные изображения — разрезы.

Разрезом называется изображение предмета, полученное при мысленном рассечении его одной или несколькими секущими плоскостями.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы делятся на **простые** (при одной секущей плоскости) и **сложные** (при нескольких секущих плоскостях).

Простые разрезы.

В разрезе изображают то, что расположено в плоскости разреза, и то, что расположено за ней.



Стенки модели или детали, которые условно разрезала проведенная плоскость, заштриховывают тонкими сплошными линиями под углом 45° к горизонтальным линиям основной надписи. Если направление штриховки совпадает с направлением какой-либо контурной линии, то штриховку выполняют под углом 30 или 60° к линиям основной надписи.

Интервал между линиями штриховки равен $1,5...2$ мм. Те части предмета, которые расположены за плоскостью разреза, не заштриховывают. Если на чертеже модели или детали выполнено несколько разрезов, то все они должны иметь одинаковое направление наклона штриховки и одинаковый интервал между линиями штриховки. Линии невидимого контура обводят контурной линией.

Разрез, выполненный на одной плоскости проекций, не влияет на изображения предмета на других проекциях, т. е. то, что условно удалено на одной проекции, сохраняется на других проекциях.

Внутреннее устройство предмета, выявленное разрезом, на других проекциях невидимым контуром не изображается. Для выявления внутренней формы предмета на одном чертеже может быть выполнено несколько разрезов.

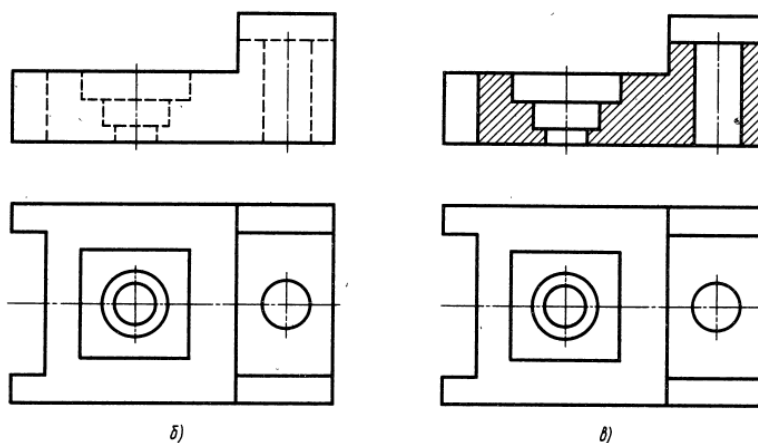
В зависимости от положения плоскости, разрезающей модель или деталь, относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы могут быть *вертикальными и горизонтальными*.

При вертикальном разрезе плоскость разреза перпендикулярна плоскости Н. Такой разрез может быть выполнен на фронтальной и профильной плоскостях проекций.

При горизонтальном разрезе плоскость разреза параллельна плоскости Н.

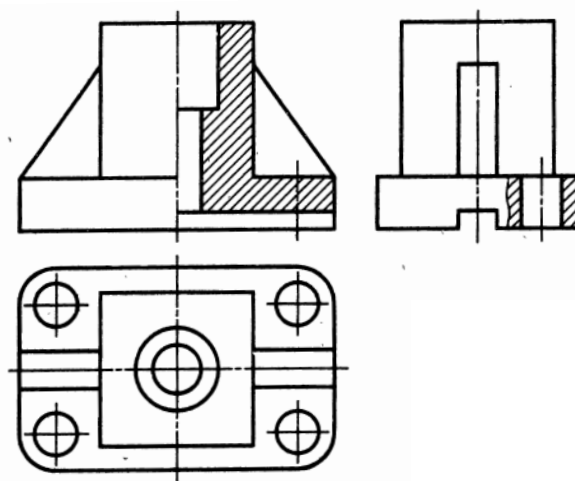
Если плоскость разреза совпадает с плоскостью симметрии фронтальных, горизонтальных и профильных разрезов, то положение плоскости, разрезающей предмет, на чертеже не отмечается.

При выполнении разреза выявляется внутреннее устройство предмета, но частично теряется его внешний вид. Такой разрез называют полным. Его рекомендуется применять, если в плоскости разреза форма детали или модели несимметричная.



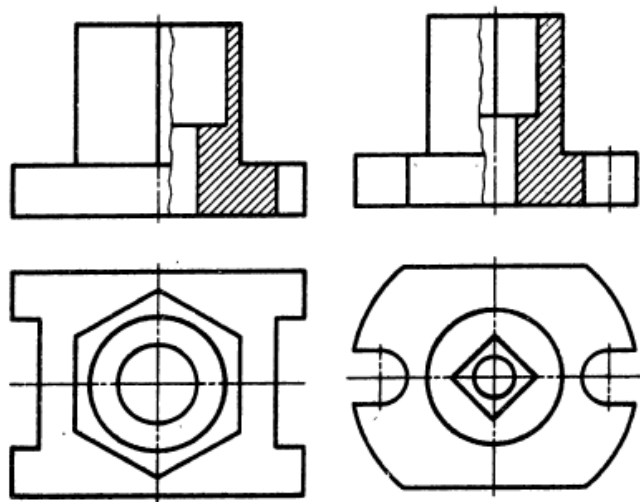
Чтобы сохранить внешний вид предмета, на симметричных изображениях разрез показывают до оси симметрии, т. е. половину его, а с другой стороны от оси симметрии изображают предмет неразрезанным, не показывая при этом линиями невидимого контура его внутреннее устройство.

Границей между внешним видом и разрезом служит штрихпунктирная ось симметрии.



Изображение разреза модели или детали располагается от вертикальной оси симметрии справа, а от горизонтальной оси симметрии — снизу независимо от того, на какой плоскости проекций он изображается.

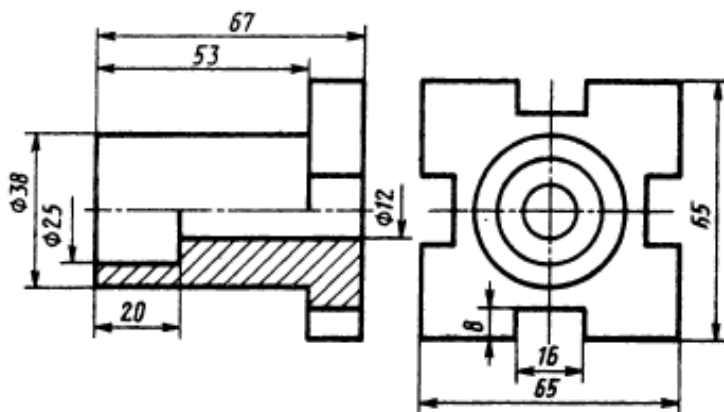
Если на ось симметрии попадает проекция ребра, принадлежащего внешнему очертанию предмета, то разрез выполняют, как показано на рис., а если на ось симметрии попадает ребро, принадлежащее внутреннему очертанию предмета, то разрез выполняют, как показано на рис., т. е. и в том, и в другом случае проекцию ребра сохраняют.



Границу между разрезом и внешним видом показывают сплошной волнистой линией.

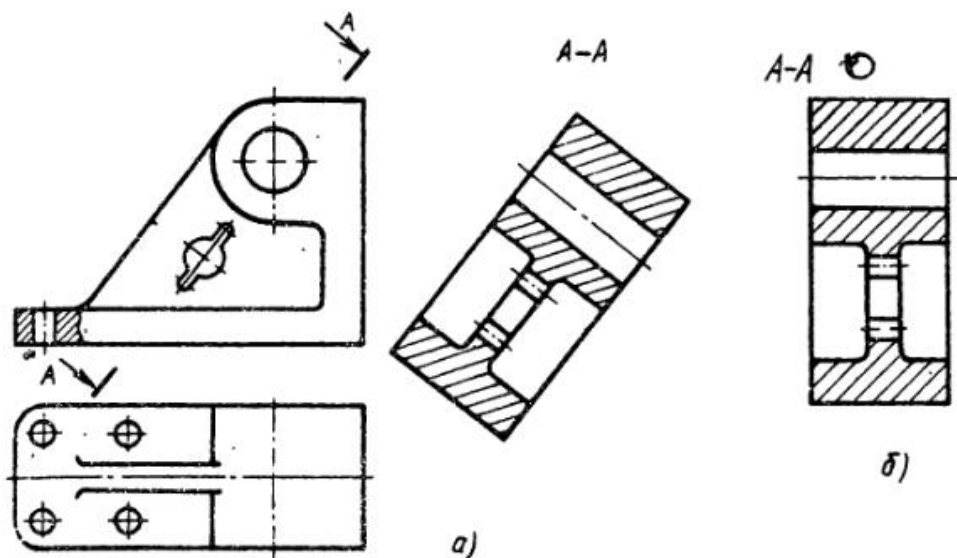
Чтобы показать внутреннее устройство предмета в узкоограниченном месте, применяют **местные разрезы**. Линией, ограничивающей место разреза, является сплошная волнистая линия (см. рис.)

При простановке размеров на чертеже модели или детали, имеющей простой разрез, следует проставлять размеры, относящиеся к внутренней конструкции, со стороны разреза, а относящиеся к внешнему виду — там, где разрез не выполнялся (рис.). При этом нужно помнить, что размеры, относящиеся к одному элементу детали, следует группировать на одном изображении.



Если простой разрез выполнен плоскостью, расположенной под углом, отличным от прямого, к горизонтальной плоскости проекций, то такой разрез называется наклонным. Наклонный разрез располагают в соответствии с направлением взгляда, указанным стрелками, в непосредственной близости от основного изображения.

Разрешается располагать этот разрез на свободном месте поля чертежа. Допускается наклонный разрез поворачивать в такое положение, которое не отличалось бы от положения предмета на главном виде. Рядом с обозначением такого разреза пишут знак.



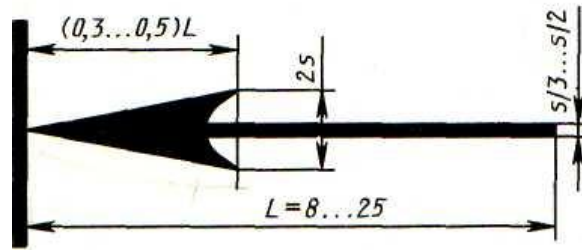
Если простой разрез выполнен плоскостью, перпендикулярной к какой-либо плоскости проекций, но эта плоскость разрезает деталь на две неодинаковые части, то положение секущей плоскости указывают на основном изображении *линией сечения*.

Эта линия представляет собой два разомкнутых штриха толщиной от s до $1,5s$, где s - толщина основной линии. Длина каждого штриха $8...20$ мм (на учебных чертежах рекомендуется брать $8...12$ мм).

В направлении взгляда на разрез к разомкнутым штрихам перпендикулярно ставят стрелки на расстоянии $2...3$ мм от наружных концов. Стрелки обозначают прописными буквами русского алфавита шрифтом на номер или два больше, чем номер шрифта, которым написаны цифры размерных чисел.

Буквы наносят параллельно горизонтальным линиям основной надписи, независимо от наклона стрелок и располагают во внешнем углу, образованном стрелкой и продолжением штриха, как показано на рис.

Разомкнутые штрихи линии сечения наносят так, чтобы они не пересекали контур детали и размерные линии. Над разрезом делают надпись типа «А—А». В надписи используют те же буквы, которыми обозначены стрелки. Между буквами ставится тире. Надпись всегда располагают горизонтально. Размеры стрелки показаны на рис.

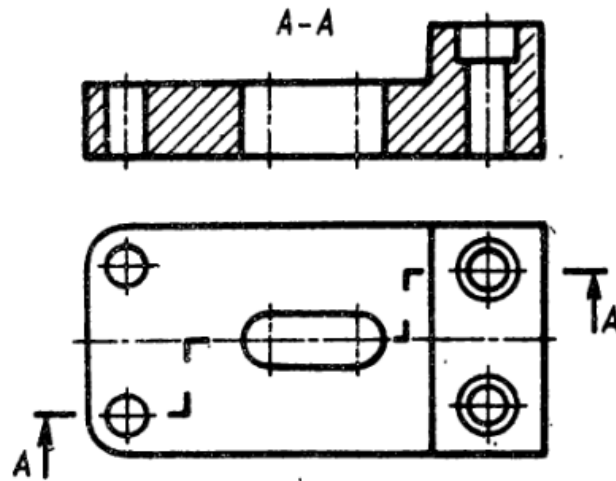


Сложные разрезы.

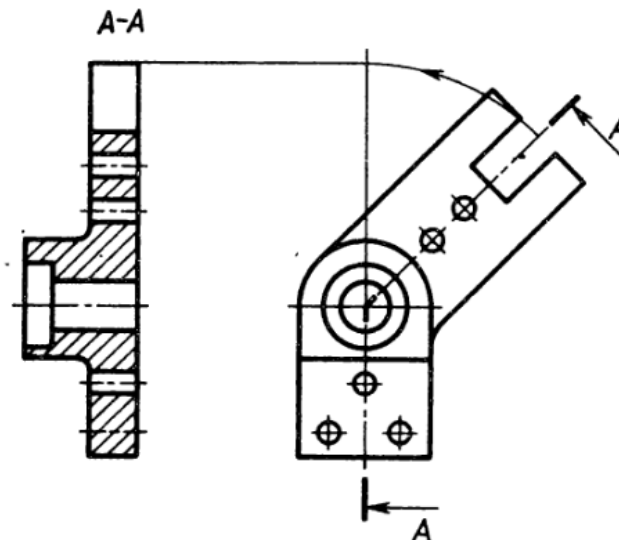
Сложный разрез — это разрез, выполненный двумя и более плоскостями. Сложные разрезы используют при выполнении чертежей деталей, на которых нельзя показать внутреннюю конструкцию с помощью простых разрезов.

В зависимости от взаимного расположения секущих плоскостей сложные разрезы делятся на *ступенчатые*, *ломанные* и *комбинированные*.

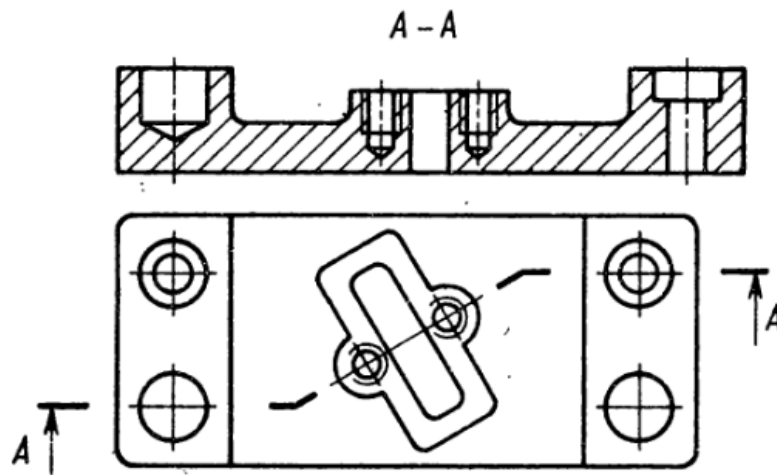
Ступенчатые разрезы - это разрезы, где секущие плоскости располагаются параллельно друг другу.



Ломанные разрезы - это разрезы, когда секущие плоскости пересекаются друг с другом под углом, отличным от прямого.



Комбинированный разрез - это разрез, когда секущие плоскости располагаются частично как при ступенчатом разрезе (параллельно друг другу), частично как при ломаном разрезе (пересекаясь). Положения секущих плоскостей на чертеже отмечают разомкнутыми штрихами.



Начало первой секущей плоскости и конец последней - отмечают разомкнутыми штрихами со стрелками и буквами, как на простых разрезах. В том месте, где одна плоскость разреза переходит в другую, *линию сечения выполняют с перегибом под прямым углом для ступенчатых разрезом и под углом, отличным от прямого, для ломаных разрезом.*

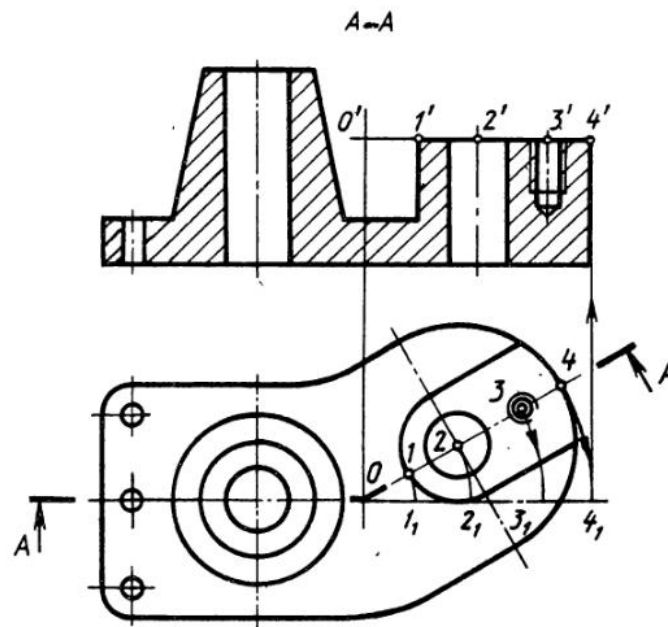
Длина штрихов линии сечения с перегибом определяется размером чертежа и расположением контурных линий изображения. Эти линии также не должны пересекать контур детали, размерные и выносные линии. Над сложным разрезом делают такую же надпись, как и над простым разрезом. Сложные разрезы могут располагаться на любом свободном месте чертежа в соответствии с направлением, указанным на линии сечения.

При выполнении ступенчатого разреза секущую плоскость как бы совмещают в одну плоскость.

При выполнении ломаного разреза секущую плоскость, не параллельную плоскости проекций, поворачивают и совмещают в одну плоскость, при этом направление поворота плоскости может не совпадать с направлением взгляда.

Изображение разреза получают увеличенным в проекционной связи по отношению к виду сверху. Это происходит из-за совмещения наклонной секущей плоскости с другими плоскостями разреза в одну плоскость.

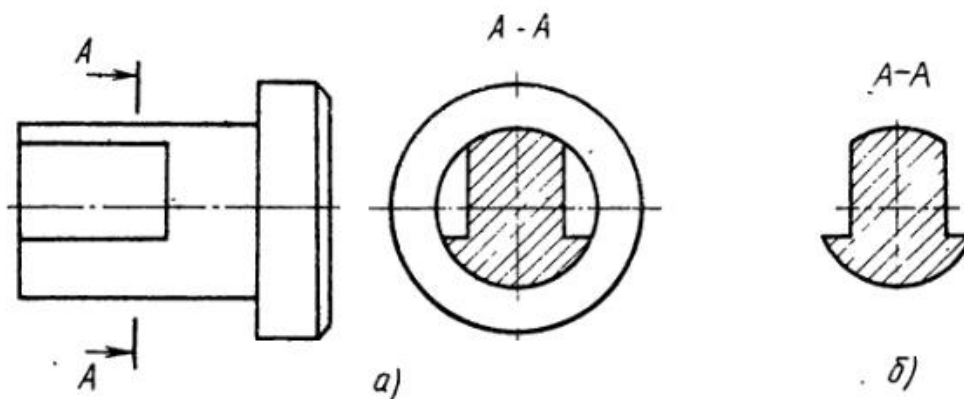
Границы между секущими плоскостями на сложных разрезах не указывают, а данный разрез оформляют так же, как простой разрез, выполненный не по оси симметрии. Если совмещенные секущие плоскости на сложных разрезах располагаются параллельно какой-либо основной плоскости проекций, то можно вид заменить разрезом, как показано на рис., если это удобно.



Сечения

Сечение так же, как и разрез, представляет собой изображение, получившееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

Если на разрезе изображается то, что лежит в секущей плоскости, и то, что расположено за ней, то на сечении изображают только то, что расположено в секущей плоскости.

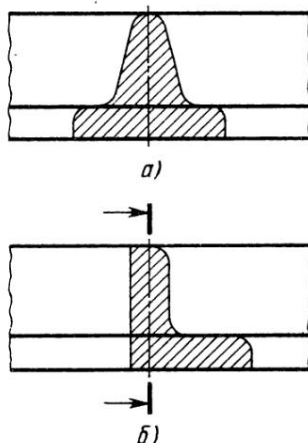


Сечения оформляют так же, как и разрезы. В зависимости от расположения сечения на чертеже они могут быть наложенными и вынесенными (предпочтительны вынесенные сечения).

Наложённое сечение располагают непосредственно на изображении детали. Контур такого сечения обводят сплошной тонкой линией. Контур детали в месте, где расположено наложенное сечение, не прерывают.

Наложённое сечение выполняют в том случае, если деталь имеет простую внешнюю форму и сечение не мешает чтению чертежа, а также при отсутствии свободного места на поле чертежа. Наложённое сечение может иметь как симметричную, так и несимметричную форму.

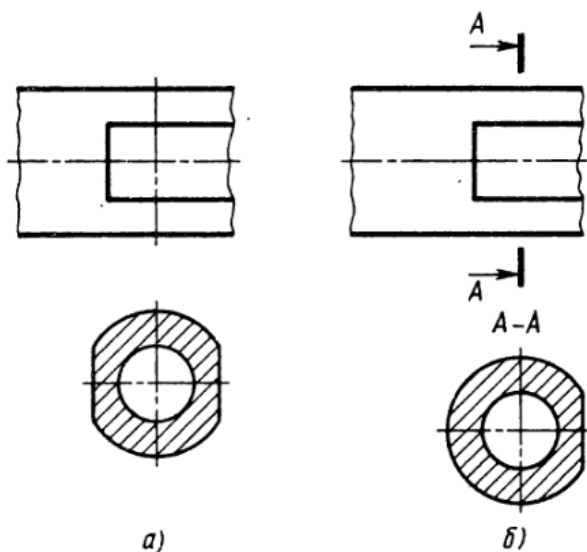
Если форма сечения симметричная, то след секущей плоскости не проводят и сечение не сопровождают надписью (рис.). Если форма сечения несимметричная, то проводят след секущей плоскости со стрелками, показывающими направление взгляда, но буквенное обозначение у стрелок и надпись над сечением не выполняют (рис.).



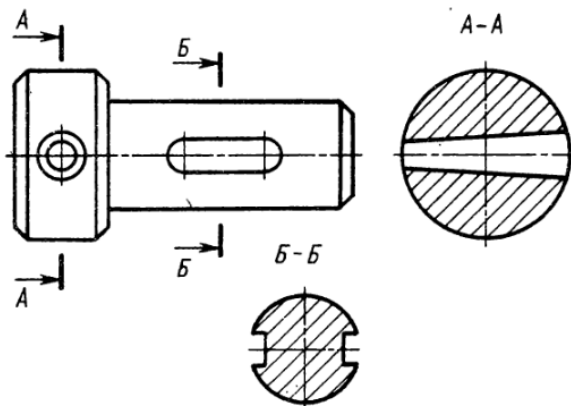
Вынесенное сечение располагают вне контуров изображения детали. Контур такого сечения обводят сплошной основной линией. Форма сечения может быть как симметричной, так и несимметричной.

Вынесенное сечение располагают следующим образом.

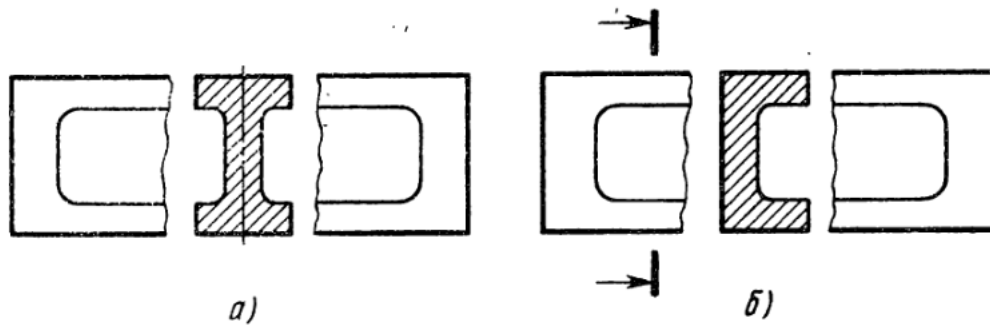
- На продолжении следа секущей плоскости. Если фигура сечения симметричная и ось симметрии совпадает со следом секущей плоскости, то след секущей плоскости разомкнутыми штрихами со стрелками и буквами не обозначают. На месте условного сечения проводят штрихпунктирную линию (рис., а). Если фигура сечения несимметричная, то след секущей плоскости изображают разомкнутыми штрихами со стрелками и обозначают буквами, над сечением делают соответствующую надпись (рис., б).



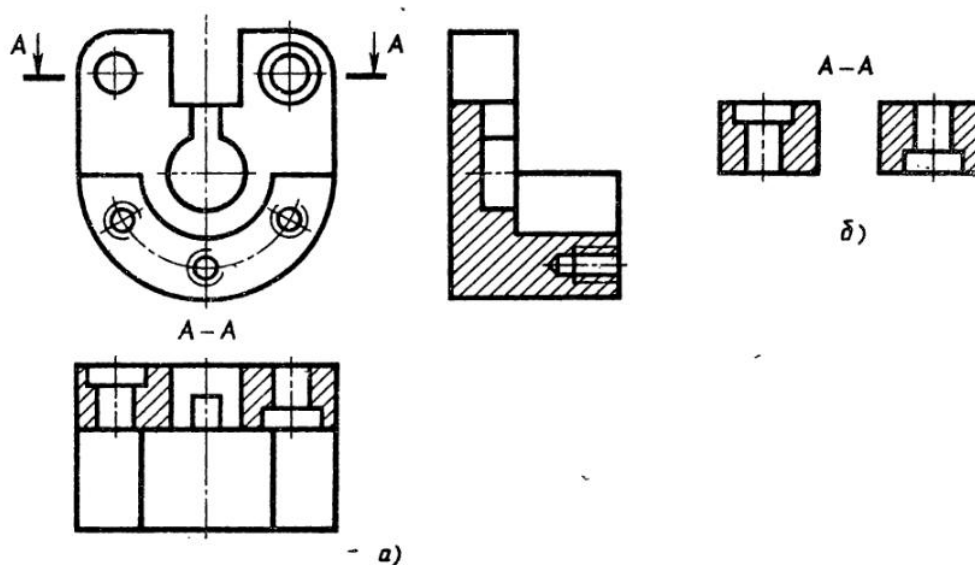
- В проекционной связи на месте одного из видов. Такое сечение всегда сопровождают надписью, а след секущей плоскости изображают разомкнутыми штрихами со стрелками, обозначенными буквами (рис., сечение А—А).



- На свободном месте чертежа. Такое сечение всегда обозначают и показывают след секущей плоскости (рис., сечение Б—Б).
- В разрыве между частями одного и того же изображения. Если форма сечения симметричная, след секущей плоскости не показывают и сечение не обозначают (рис. 361, а). Если форма сечения несимметричная, то показывают след секущей плоскости, но буквами не обозначают (рис., б).



Если секущая плоскость проходит через отверстие, края которого на сечении не соединяются (призматическое или пирамидальное) и при этом, сечение получается состоящим из отдельных частей, то следует выполнять разрез, а не сечение.

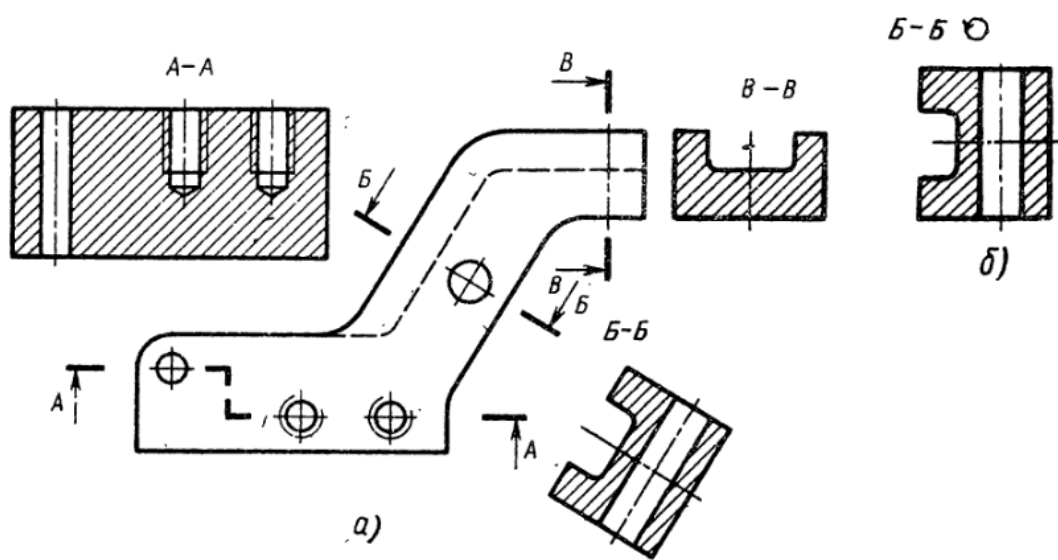


Если след секущей плоскости показывают разомкнутыми штрихами со стрелками, то сечение располагают на чертеже в соответствии с направлением стрелок (рис.).

Наклонное сечение располагают наклонно относительно основной надписи и в соответствии с положением секущей плоскости (рис., а, сечение Б—Б). Сечение, выполненное наклонной плоскостью, допускается поворачивать. В этом случае после обозначения ставят знак.

Если на одном чертеже несколько видов, разрезов и сечений, то их обозначают буквами в алфавитном порядке в перечисленной выше последовательности (виды, разрезы, сечения).

На одном чертеже все разрезы и сечения одной детали заштриховывают в одном направлении с одинаковыми интервалами.



ГР №5. Разрезы.

Соединения разъемные и неразъемные. Изображение и обозначение резьбы.

Разъемные соединения.

В любом изделии детали, из которых оно состоит, соединены и взаимодействуют между собой. Они перемещаются относительно друг друга, вращаются одна в другой, накрутываются одна на другую и выполняют определенную функцию. Существует группа деталей, с помощью которых осуществляют соединение отдельных частей изделия, их установку относительно друг друга в заданном положении, предотвращают детали от проворачивания, самоотвинчивания. *К таким деталям относятся крепежные резьбовые изделия, штифты, шплинты, шпонки, заклепки.* С помощью этих деталей можно осуществить разъемное или неразъемное соединение частей изделия.

Разъемным соединением является соединение, которое можно многократно разбирать на отдельные части (детали) и снова собирать их без разрушения самих деталей и связующих их элементов.

К разъемным соединениям относятся: резьбовые соединения, соединения с применением штифтов, шпоночные соединения, а также зубчатые (шлицевые) соединения.

Неразъемное соединение разборке не подлежит, так как или одна из деталей, или связующий их элемент при этом разрушаются. *К ним относятся соединения сварные, паяные, клепаные.*

Резьбовые соединения.

Одним из распространенных в технике разъемных соединений является соединение с помощью резьбовых крепежных деталей: гаек, болтов, винтов и шпилек. Технические требования к этим деталям устанавливает ГОСТ 1759—70. Он устанавливает виды и обозначения покрытий, классы прочности, обозначение групп, определяющих их механические свойства, а также их условное обозначение.

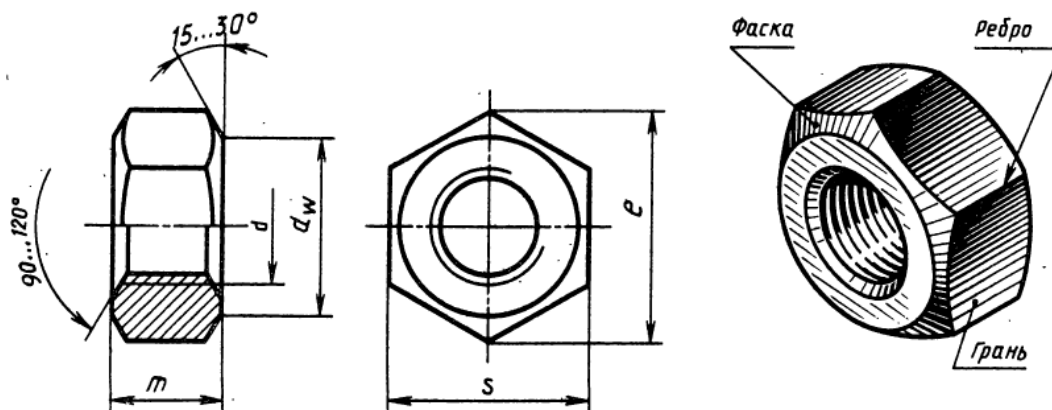
Условное обозначение должно содержать: наименование детали, вид ее исполнения, диаметр резьбы, мелкий шаг резьбы (метрической), обозначение поля допуска резьбы, длину детали (кроме гаек), класс прочности или группу указания о применении спокойной стали, обозначение вида покрытия, толщины покрытия, номер размерного стандарта (ГОСТ).

На учебных чертежах ограничиваются упрощенным обозначением крепежных изделий по типу: Болт М8х40 ГОСТ7805—70 и т. п.

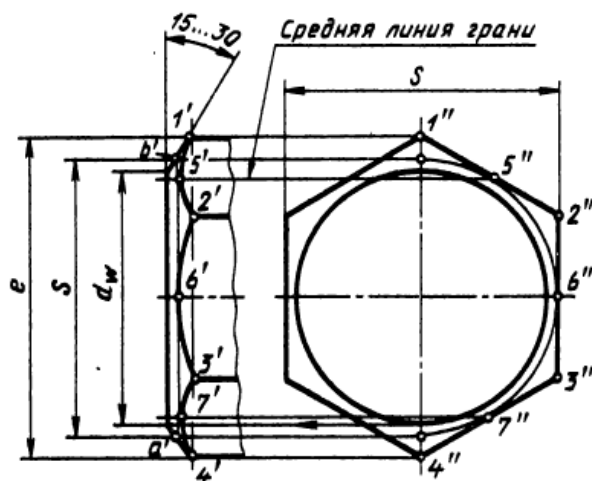
Гайка — крепежное изделие (деталь) с резьбовым отверстием, навинчивающееся на стержни с такой же резьбой для прижима какой-либо детали, находящейся на этом же стержне. Гайки могут быть круглыми, квадратными, шестигранными.

В технике широкое применение получили шестигранные гайки. ГОСТ предусматривает изготовление шестигранных гаек нормальной высоты, а также низких, высоких, прорезных, корончатых, нормальной и повышенной точности.

На рис. 1 показана шестигранная гайка нормальной точности по ГОСТ 5915—70 (СТ СЭВ 3683—82) (исполнения 1). В исполнении 2 гайка выполняется с одной фаской. Внутренняя фаска на гайке выполняется под углом до 120° . Наружная фаска на гайке снимается под углом $15...30^\circ$.



В пересечении поверхности фаски с гранями гайки получаются гиперболы. При выполнении чертежа гайки их заменяют дугами окружности. Для построения фаски на торце гайки откладывают размер $d = 0.95S$. Из концов построенного отрезка проводят образующие конуса фаски под углом $15...30^\circ$ к торцу гайки.

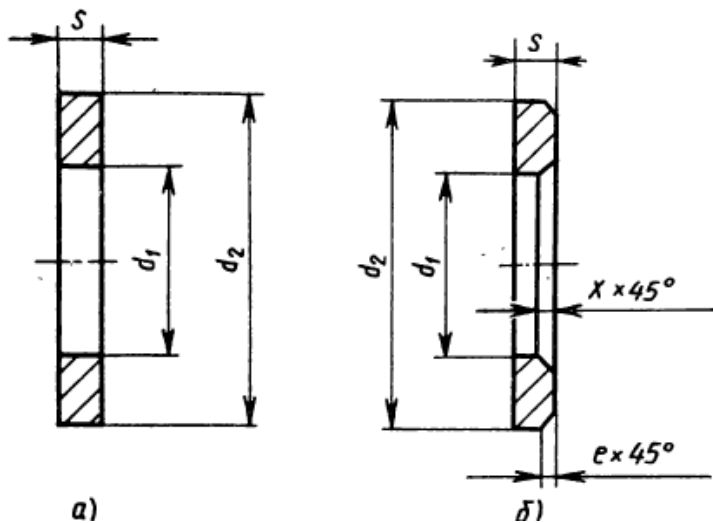


На чертежах, по которым детали не изготавливаются (сборочные чертежи и т.п.), гайки вычерчивают упрощенно и фаски не показывают. Форма и размеры гайки полностью определяются записью в ее условном обозначении.

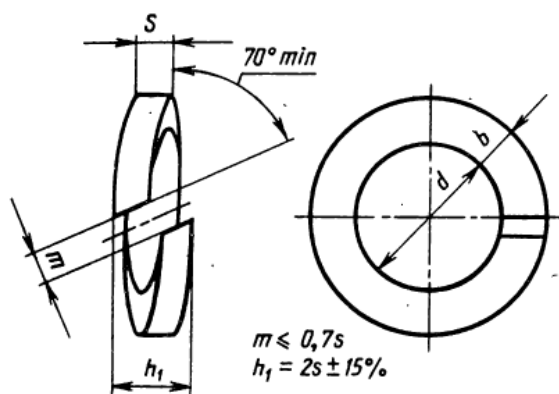
Для учебных чертежей можно ограничиться упрощенным обозначением, например. Гайка М20 ГОСТ 5925—70.

Шайба — деталь, имеющая форму диска с отверстием без резьбы. Ее нельзя отнести к резьбовым изделиям, но целесообразно рассматривать ее форму и размеры вместе с резьбовыми изделиями, так как шайба применяется обычно с болтом, гайкой и шпилькой. Ее устанавливают под гайку для того, чтобы предотвратить повреждение поверхности соединяемых деталей.

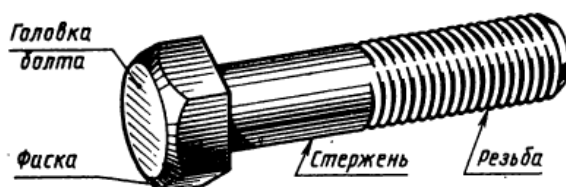
ГОСТ предусматривает изготовление нормальных, увеличенных и уменьшенных шайб в двух исполнениях: исполнение 1 — без фаски и исполнение 2 — с фаской.



На рис. показана пружинная шайба по ГОСТ 6402—70. Такие шайбы используют, чтобы предотвратить самоотвинчивание гайки при вибрации деталей во время работы. Их устанавливают так, как показано на рис. Пружинные шайбы изготовляют четырех типов: легкие, нормальные, тяжелые и особо тяжелые.



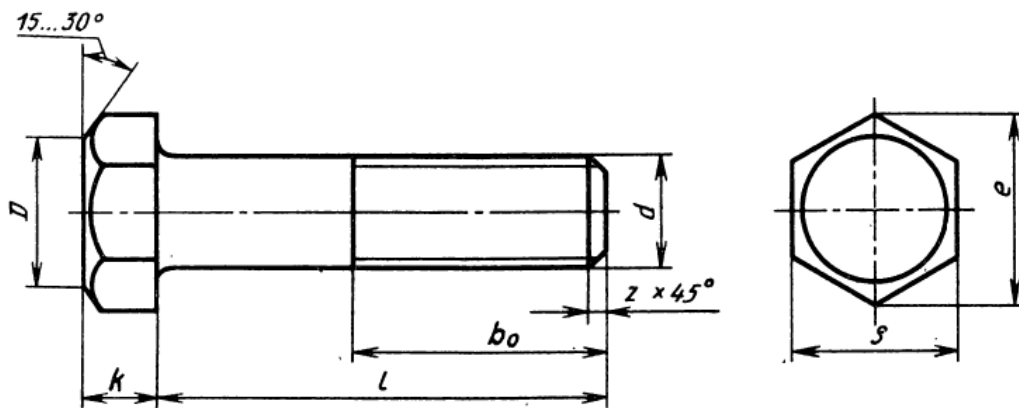
Болт — это резьбовое крепежное изделие, представляющее собой стержень с головкой с одной стороны и резьбовой частью с другой стороны. Наиболее распространенными являются болты с шестигранной головкой (рис.).



Размеры S и e (рис.) в зависимости от диаметра болта d берут такие же, как и для гайки (табличные данные). Высота головки болта k несколько меньше, чем высота гайки.

Фаски на головке болта снимаются только с внешнего торца и вычерчиваются так же, как на гайке. Болты выпускаются нормальной, повышенной и грубой точности, с шестигранными, квадратными и другими головками.

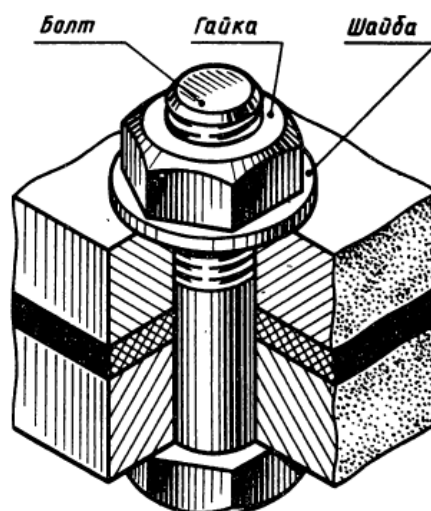
На рис. показан болт с шестигранной головкой, нормальной точности по ГОСТ 7798-70. Длина стержня l — рабочая длина. Она получается расчетом и уточняется по таблице ГОСТа. Длина нарезанной части болта b также определена ГОСТом.



Соединение болтом — одно из наиболее распространенных соединений деталей. Такое соединение осуществляется с помощью болта, гайки и шайбы (рис.). Диаметр болта d определяется конструкторскими расчетами. Отверстия в соединяемых деталях для прохода болта сквозные. Диаметр $d1$ берется по ГОСТ 11284—75.

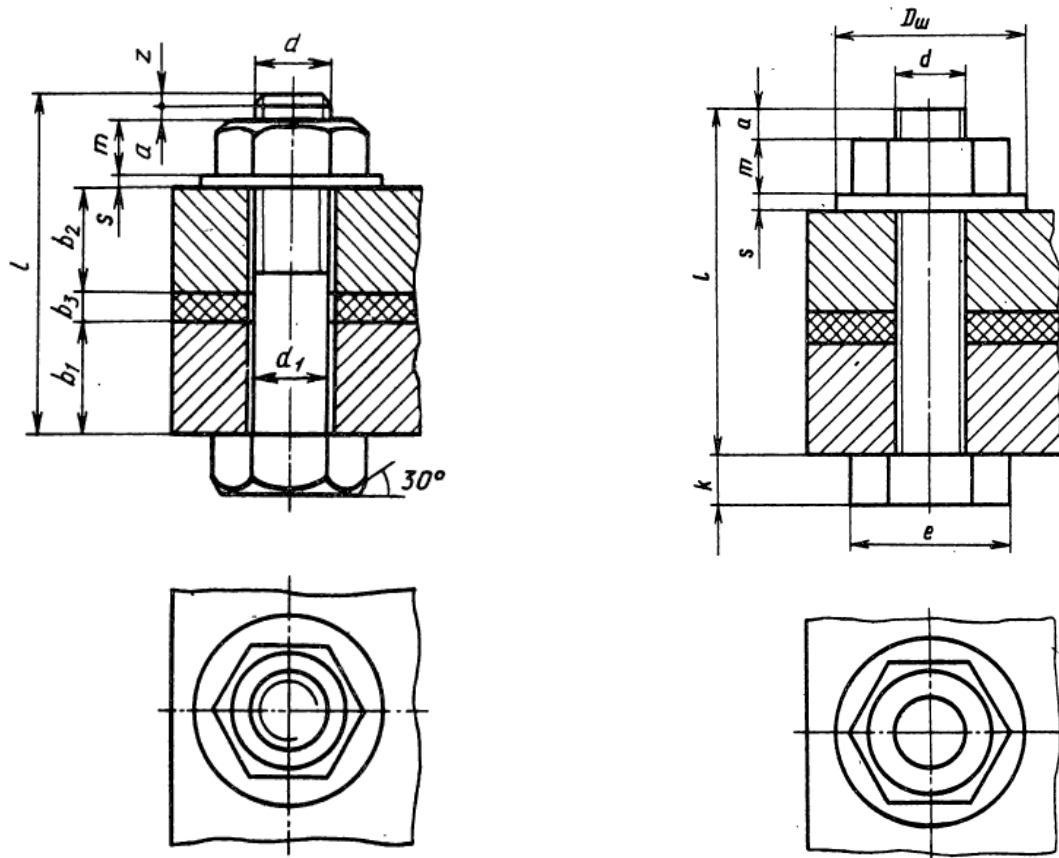
Длину стержня болта l определяют в зависимости от толщины соединяемых деталей, толщины шайбы s , высоты гайки m , длины конца болта, выступающего над гайкой a , и высоты фаски z .

Полученную величину сравнивают с длинами болтов по таблице ГОСТ 7798—70 и берут ближайшее значение, так же определяют длину нарезанной части болта b .



На рис. показано соединение болтом двух фланцев и прокладки. Болты, гайки и шайбы на продольном разрезе показываются неразрезанными. Головку болта и гайку на главном виде изображают так, чтобы было видно три грани. На рис., показано упрощенное изображение соединения болтом.

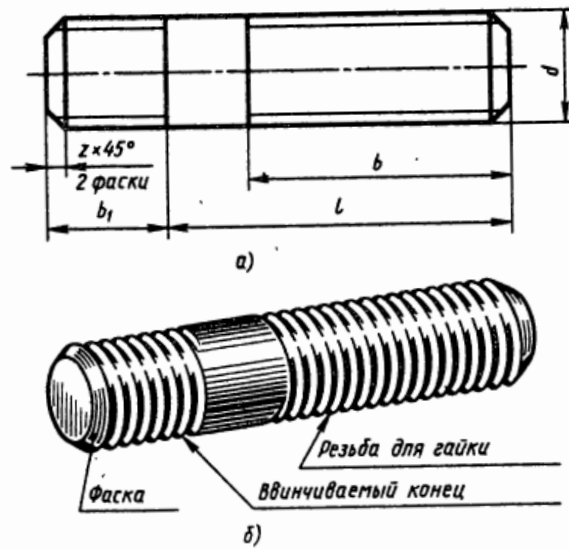
На учебных чертежах общего вида и сборочных чертежах целесообразно применять конструктивное изображение этого соединения, упрощая лишь изображение гайки и головки болта, т. е. не показывая на них фаску. Упрощенное изображение соединения болтом рекомендуется вычерчивать по условным соотношениям размеров (см. рис.) в зависимости от заданного диаметра болта (d).



Шпилька — крепежное изделие, представляющее собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Один конец шпильки ввинчивается в отверстие одной из деталей, а на другой конец навинчивается гайка.

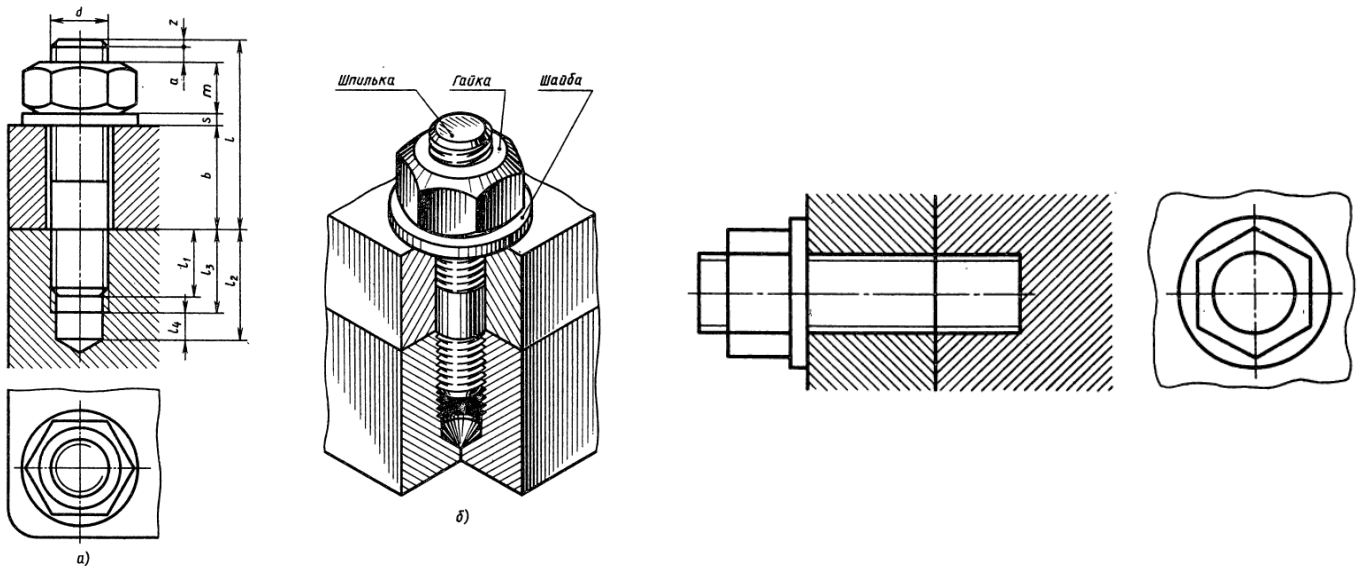
Размер b выбирают по ГОСТу. Длина ввинчиваемого конца ($b1$) шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается.

На учебных чертежах при обозначении шпильки ограничиваются значением диаметра, рабочей длины шпильки (l) и номером ГОСТа. Например: Шпилька М20х100 ГОСТ 22032—76.



Соединение деталей шпилькой применяют тогда, когда в одной из соединяемых деталей связи с ее конструктивными особенностями нельзя или нецелесообразно сверлить сквозное отверстие. В простое соединение шпилькой входят шпилька, шайба и гайка (рис.).

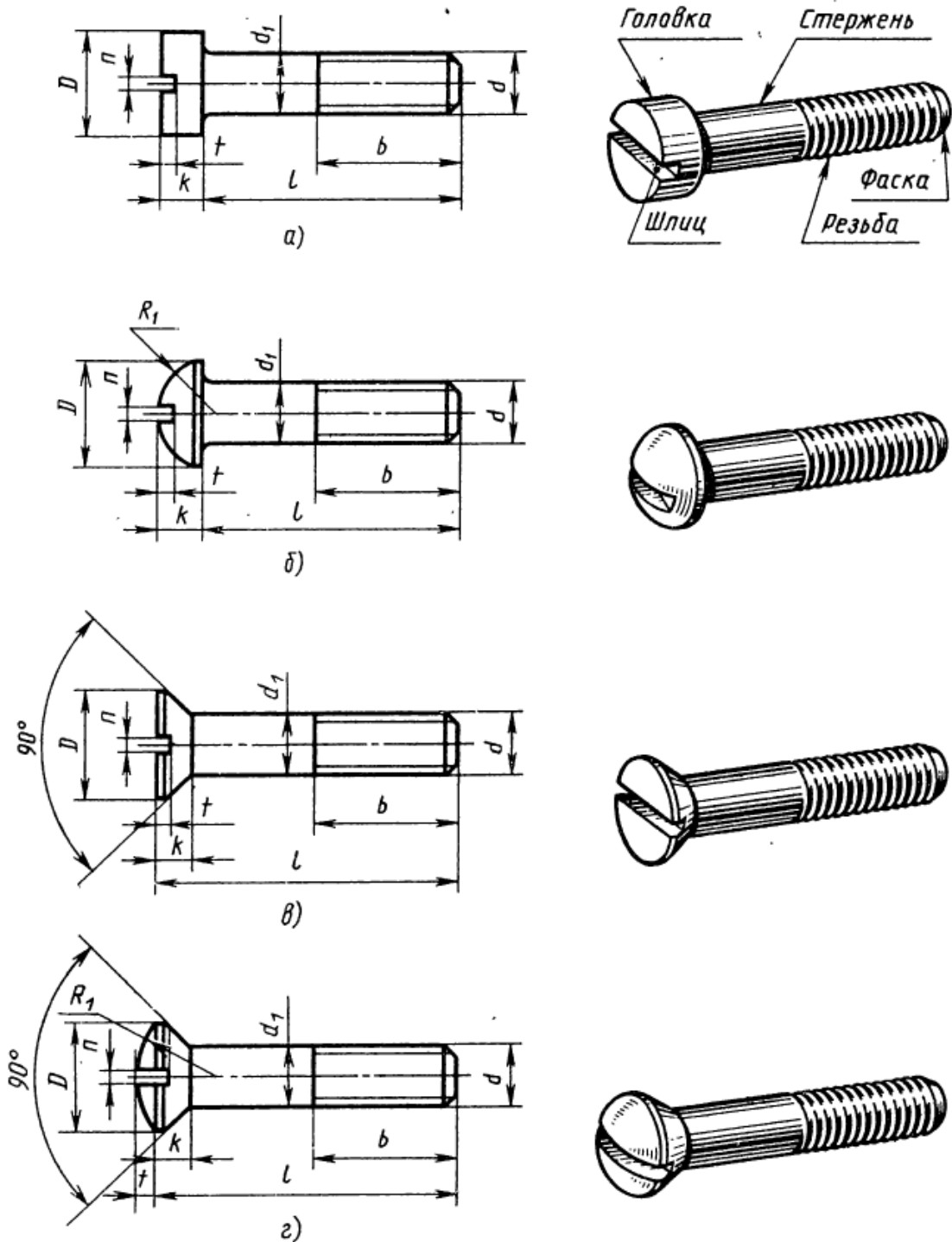
Диаметр шпильки d определяется конструкторскими расчетами, рабочая длина l рассчитывается и изображается так же, как рабочий конец болта с шайбой и гайкой (рис.). Шпилька изображается ввернутой в отверстие на всю длину ввинчиваемого конца. На рисунке показано упрощенное изображение шпилечного соединения по ГОСТ 2.315—68.



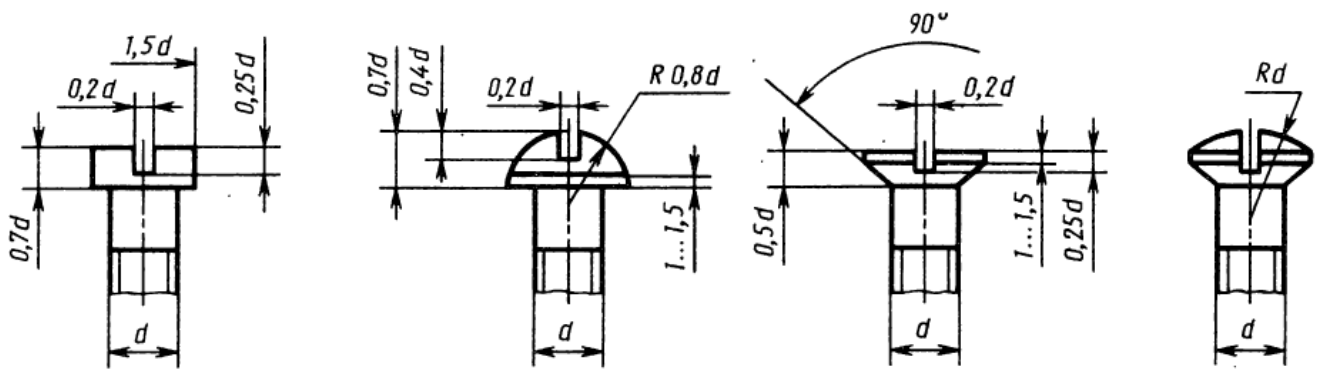
Винт — это резьбовое крепежное изделие, представляющее собой цилиндрический стержень, на одном конце которого нарезана резьба, а на другом имеется головка.

Винты делятся на крепежные и установочные. Они имеют разные головки (установочные винты могут не иметь головку) и разные концы. Винты изготавливают нормальной и повышенной точности. Обозначаются винты так же, как и все крепежные детали. На учебных чертежах указывают диаметр винта d , его длину l и ГОСТ. Например: Винт М5х50 ГОСТ 2492—80.

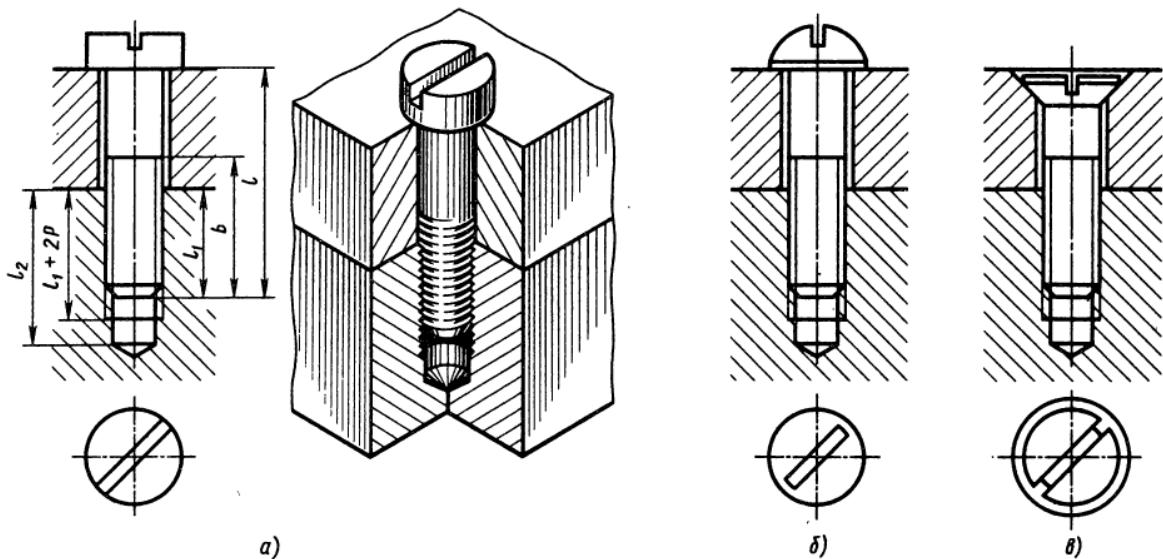
На рис., показан винт с цилиндрической головкой исполнения 1 по ГОСТ 1491—80. Формы и размеры крепежных винтов с полукруглой головкой (рис., б) устанавливает ГОСТ 17473—80, с потайной головкой (рис., в) — ГОСТ 17475—80, с полупотайной головкой (рис., г) — ГОСТ 17474—80. В исполнении 2 эти винты выполняют с крестообразными шлицами.



При вычерчивании соединений деталей винтами их головки можно выполнять по условным соотношениям размеров (рис.) в зависимости от d .



Соединение деталей винтом осуществляют, ввинчивая винт в одну из деталей и прижимая к ней тем самым другую деталь, имеющую сквозное отверстие без резьбы; через которое проходит винт. Диаметр этого отверстия несколько больше, чем диаметр винта, что обеспечивает свободный проход винта. Шлицы винтов, изображенных в соединении, принято показывать условно, независимо от действительного положения (на виде сверху — под углом 45° к рамке чертежа, в плоскости, параллельной оси винта, — по оси). Если наклоненная центровая линия совпадает с линиями шлица, то линии шлица проводят под углом 45° к центральной линии.

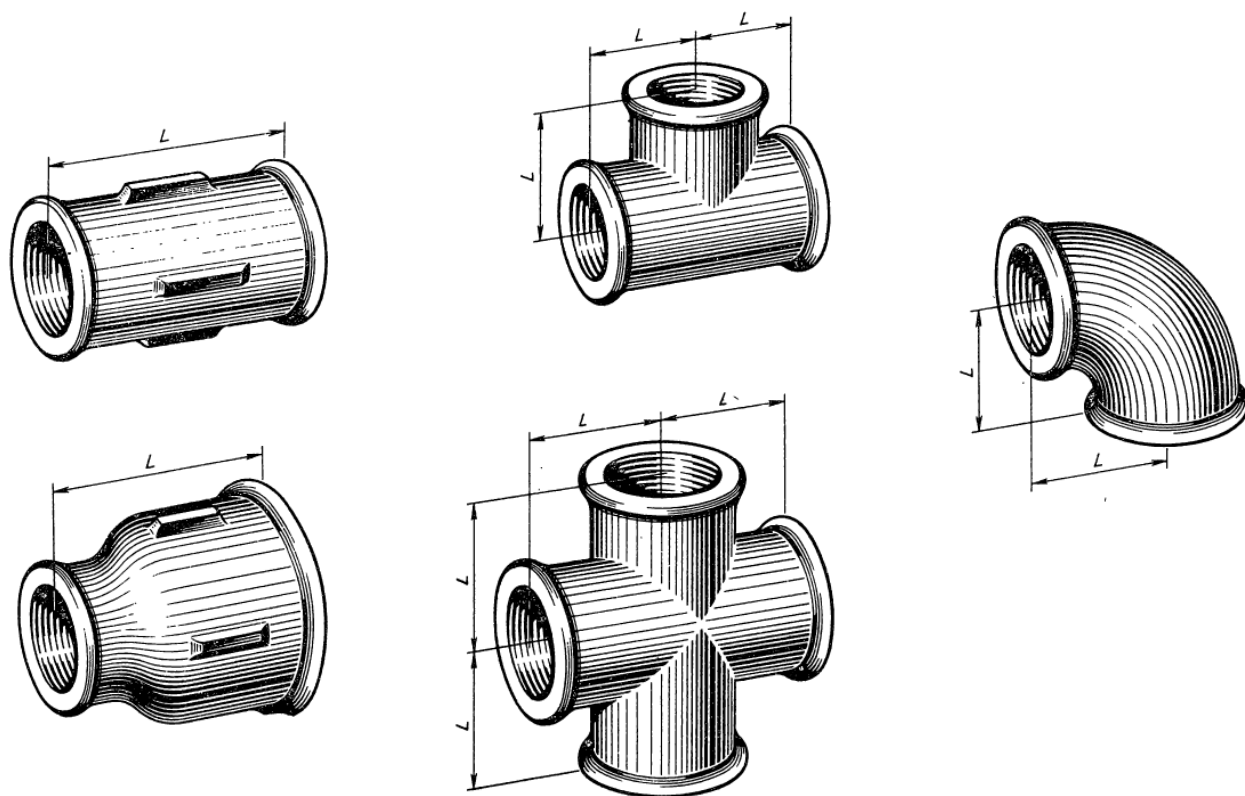


Соединение труб фитингами широко используется в технике в пневматических, гидравлических и других устройствах, в системах отопления, газо- и водоснабжении.

Фитингами называют специальные детали, применяемые для соединения труб. Они имеют различную форму, конструкцию и позволяют осуществлять различные варианты соединений труб.

Прямая муфта (1) позволяет соединить две трубы одинакового диаметра, а переходная муфта (2) — трубы с разными диаметрами. Для лучшего захвата муфт специальным ключом на их поверхностях делают ребра. Тройники (3) позволяют

сделать отвод под прямым углом, крестовины (4) — пересечение труб под прямым углом, угольники (5) — изменить направление трубопровода на 90° . Тройники, крестовины и угольники могут иметь и другую конструкцию, позволяющую обеспечивать соединение труб разных диаметров.

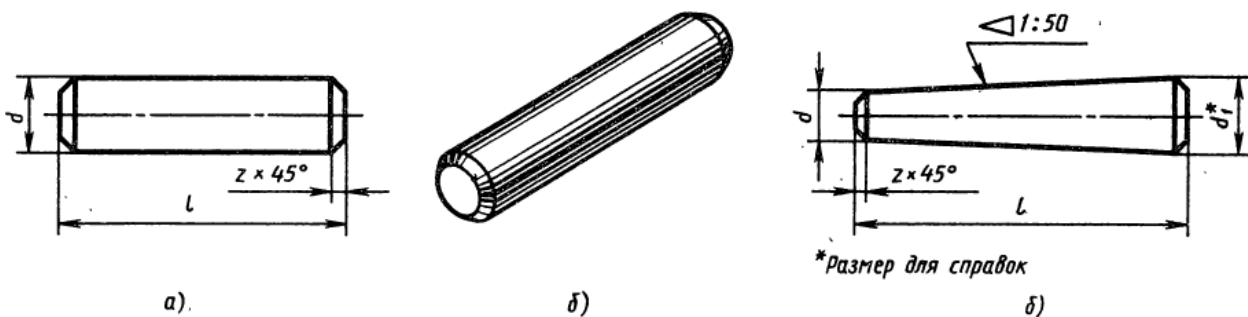


Соединение труб фитингами осуществляется, как правило, с помощью трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357—81. Размер стандартных труб и фитингов характеризуется величиной проходного отверстия трубы D_p . В зависимости от этого размера выбирают и размеры конструктивных элементов фитингов.

Не резьбовые соединения.

Наряду с крепежными резьбовыми изделиями при различных соединениях деталей в качестве соединительных элементов используют штифты, шпильки, шпонки.

Штифт — это стержень круглого сечения, имеющий цилиндрическую (рис.) или коническую (конусность 1:50) форму.

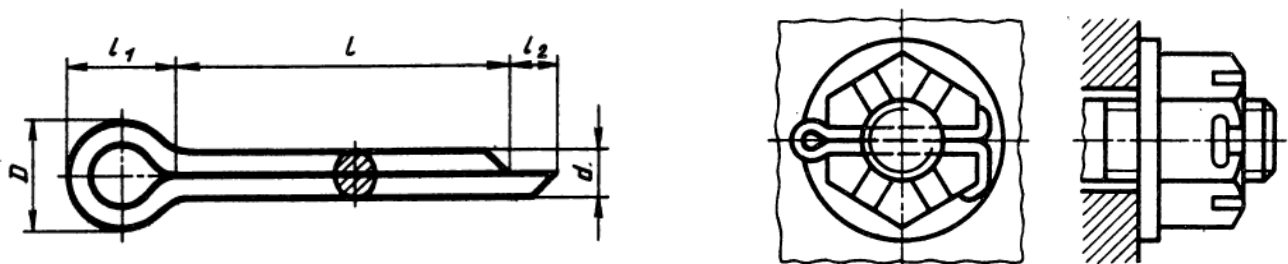


Соединение деталей штифтом применяют в тех случаях, когда нужно передать осевое усилие или крутящий момент от одной цилиндрической детали к другой. Часто штифты применяют вместе с винтами. В этом случае с помощью цилиндрического штифта фиксируют точную установку одной детали относительно другой, а прижатие деталей осуществляется винтом. Так крепят различные направляющие, кондукторные плиты.

Соединения штифтом показывают обычно на разрезе (рис.) или в сечении. Штифт изображают на разрезах неразрезанным.

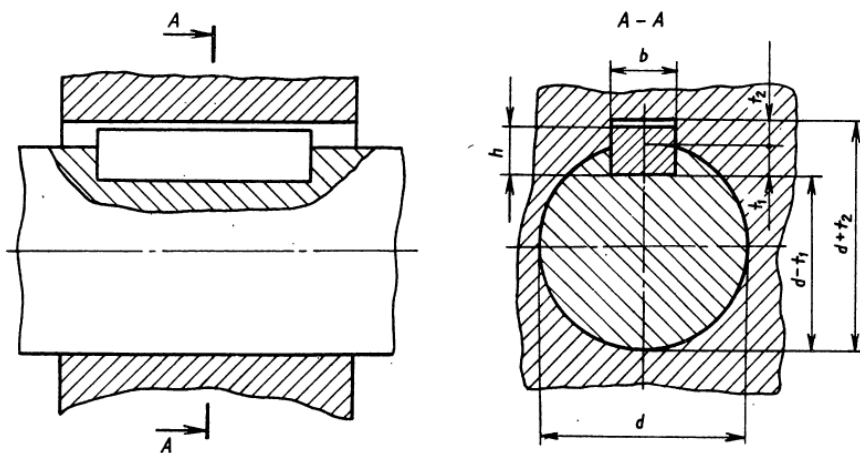
Шплинты — это крепежные детали, которые применяют для предотвращения соскальзывания деталей, надетых на вал или ось, и самоотвинчивания гаек.

Шплинт применяют со специальными прорезными или корончатыми гайками, болтами или шпильками, имеющими на конце специальное отверстие под шплинт. Шплинты изготавливают из мягкой стали. После установки шплинта его концы разводят.



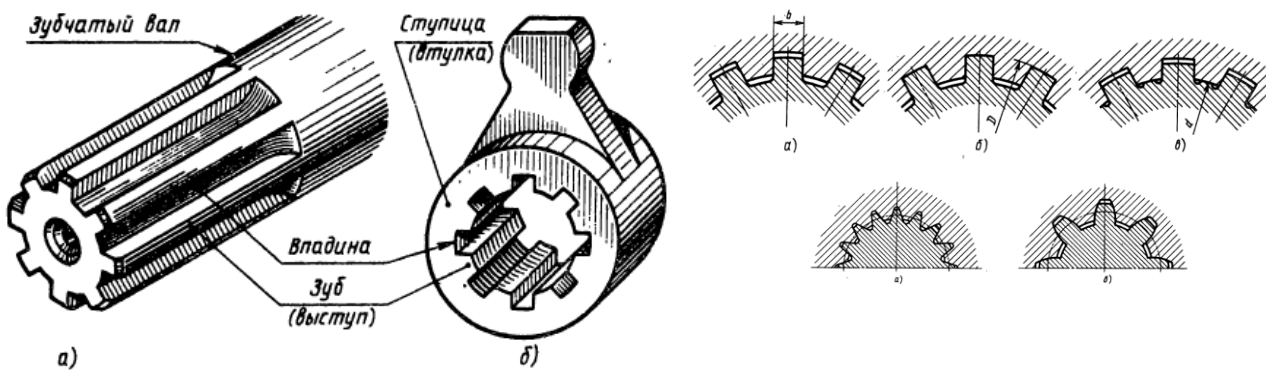
Шпонка — это деталь, устанавливаемая в специальный паз вала таким образом, что часть ее выступает над поверхностью вала и входит в углубление (паз) соединяемой с валом детали. С помощью шпонок закрепляют на валах шкивы, шестерни, муфты, рычаги, предотвращая их проворачивание.

Размеры сечения шпонки и глубину паза выбирают в зависимости от диаметра вала. На изображении шпоночного соединения в продольном разрезе вала шпоночный паз выявляют местным разрезом, так как вал обычно показывают нерассеченным (см. рис.). Шпонки в продольном разрезе также показывают нерассеченными.



Шлицевое соединение осуществляется с помощью зубьев (выступов) на одной детали и впадин на другой. Это соединение, так же как и шпоночное, позволяет передавать крутящий момент.

Передавая вращательное движение с вала на втулку или ступицу и наоборот, шлицевые соединения способны выдержать значительно большие нагрузки, чем шпоночные, так как каждый зуб шлицевого соединения, входя во впадину ступицы, работает как шпонка, выполненная непосредственно на валу, и является единым целым с валом.



Неразъемные соединения.

Соединение сваркой, как способ неразъемного соединения деталей, получило широкое применение.

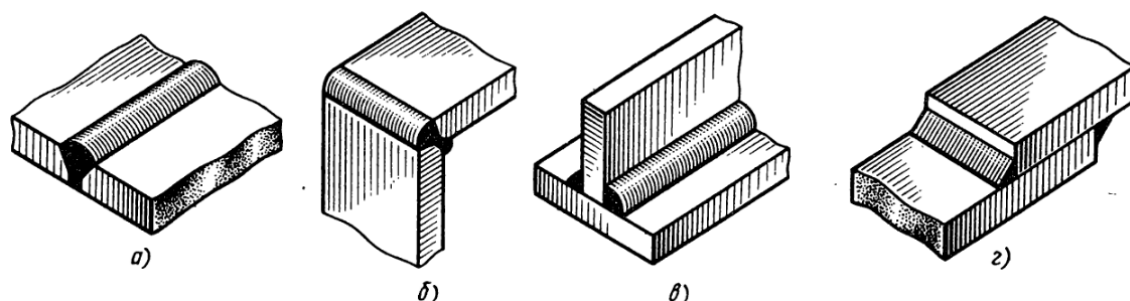
Сварные соединения в зависимости от взаимного расположения свариваемых деталей делят на четыре вида, которые обозначают прописными буквами русского алфавита: стыковые соединения — С (рис., а), угловое — У (рис., б), тавровое — Т (рис., в) и соединение внахлестку — Н (рис., г).

Стыковое соединение (С) — свариваемые детали соединяются по своим торцовым поверхностям.

Угловое соединение (У) — свариваемые детали расположены под углом и соединяются по кромкам.

Тавровое соединение (Т) — торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали.

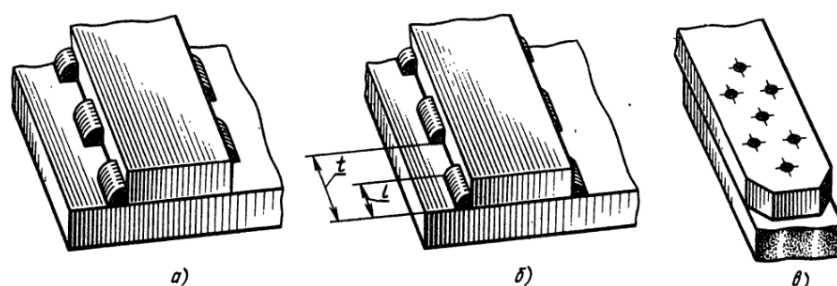
Соединение внахлестку (Н) — поверхности соединяемых деталей частично перекрывают друг друга.



Сварные соединения могут быть выполнены непрерывным (сплошным) швом (рис., в), прерывистым (рис., а и б), точечным швом (рис., в).

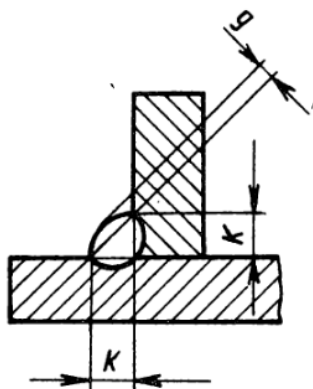
Прерывистые швы характеризуются длиной провариваемого участка l и шагом t . Они могут быть с шахматным (рис., а) или цепным (рис., б) расположением провариваемых участков.

Точечные швы также могут иметь шахматное или цепное расположение (рис., а).



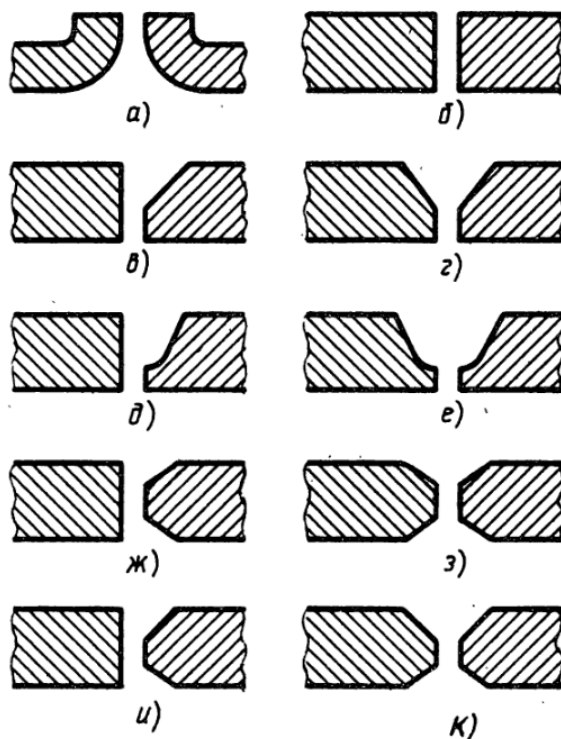
Некоторые швы тавровых, угловых соединений и соединений внахлестку имеют в сечении прямоугольный треугольник и характеризуются *величиной катета шва K* (рис.).

Возвышение, сделанное над гипотенузой углового шва или над поверхностью свариваемых встык деталей, называют *усилением g* .



Швы могут выполняться с отбортовкой кромок (рис., а), без скоса кромок (рис., б), со скосом одной или двух кромок (рис., в и г), с криволинейным скосом одной или двух кромок (рис., д и «), с двумя симметричными скосами одной или двух кромок (рис., ж и з), с двумя несимметричными скосами одной или двух кромок (рис., и и к).

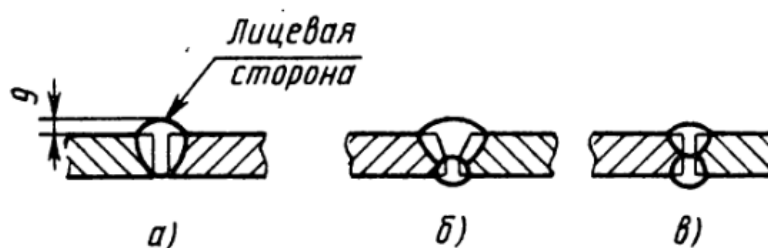
Все это отражается в буквенно-цифровом обозначении шва. Буква обозначает вид соединения, а цифра — номер шва по соответствующему стандарту, его конструктивные особенности и подготовку кромок.



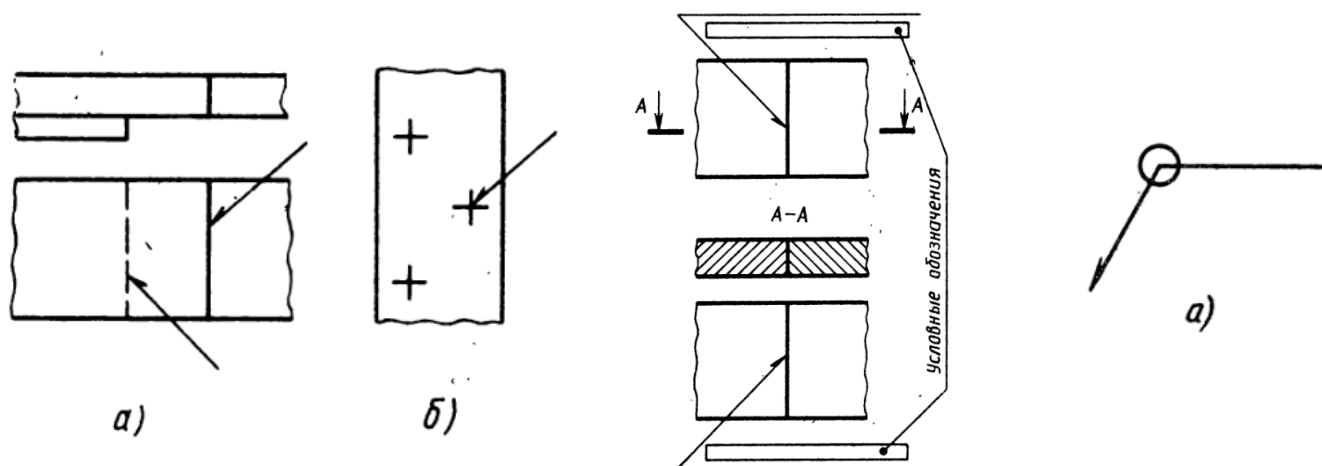
Всего ГОСТ 14806—80 предусматривает 27 стыковых швов, 14 угловых, 12 тавровых и 5 швов внахлестку.

Шов, провариваемый только с одной стороны свариваемых деталей, называют *односторонним* (рис., а), а с *двух сторон* — *двусторонним* (рис., б и в).

Швы сварных соединений имеют лицевую и обратную сторону. Лицевой для одностороннего шва является та сторона, с которой производят сварку, а для двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками — та сторона, с которой проходит основной шов (рис., б). Для шва с симметрично подготовленными кромками лицевой может быть любая сторона (рис., в).



Изображение и обозначение швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312—72. Швы, независимо от их типа и способа сварки, изображают сплошной основной линией — видимый шов и штриховой — невидимый шов (рис., а).



Видимую одиночную сварную точку изображают знаком «+», который выполняют сплошными основными линиями (рис., б). Длина вертикальной и горизонтальной линии знака берется от 5 до 10 мм.

Условное обозначение шва наносят над полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны.

Если же линия-выноска проведена от изображения шва с обратной стороны, то обозначение наносят под полкой линии-выноски.

На изломе линии-выноски выполняют еще знак шва, выполненного по замкнутой линии (диаметр знака 3 ... 5 мм).

Швы считаются одинаковыми в том случае, если:

- 1) их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении одинаковы;
- 2) к ним предъявляются одинаковые технические требования;
- 3) они имеют одинаковое условное обозначение.

Когда на чертеже имеются изображения нескольких одинаковых швов, то условное обозначение шва наносят у одного из них, а от остальных проводят только линии выноски с полками.

Всем одинаковым швам присваивается один порядковый номер. Этот номер наносится:

- а) на линии-выноски, имеющей полку с нанесенным условным обозначением шва (перед этим номером допускается указывать число одинаковых швов);
- б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны;
- в) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с обратной стороны.

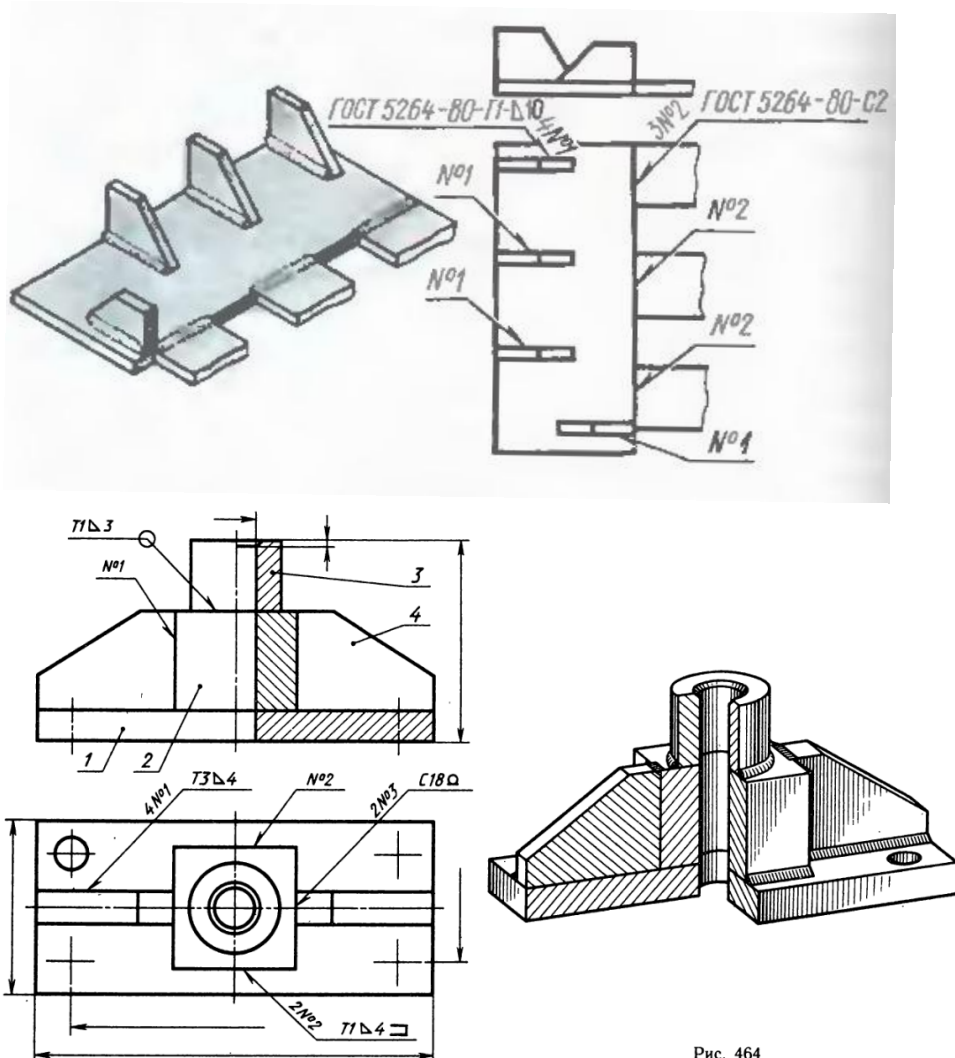
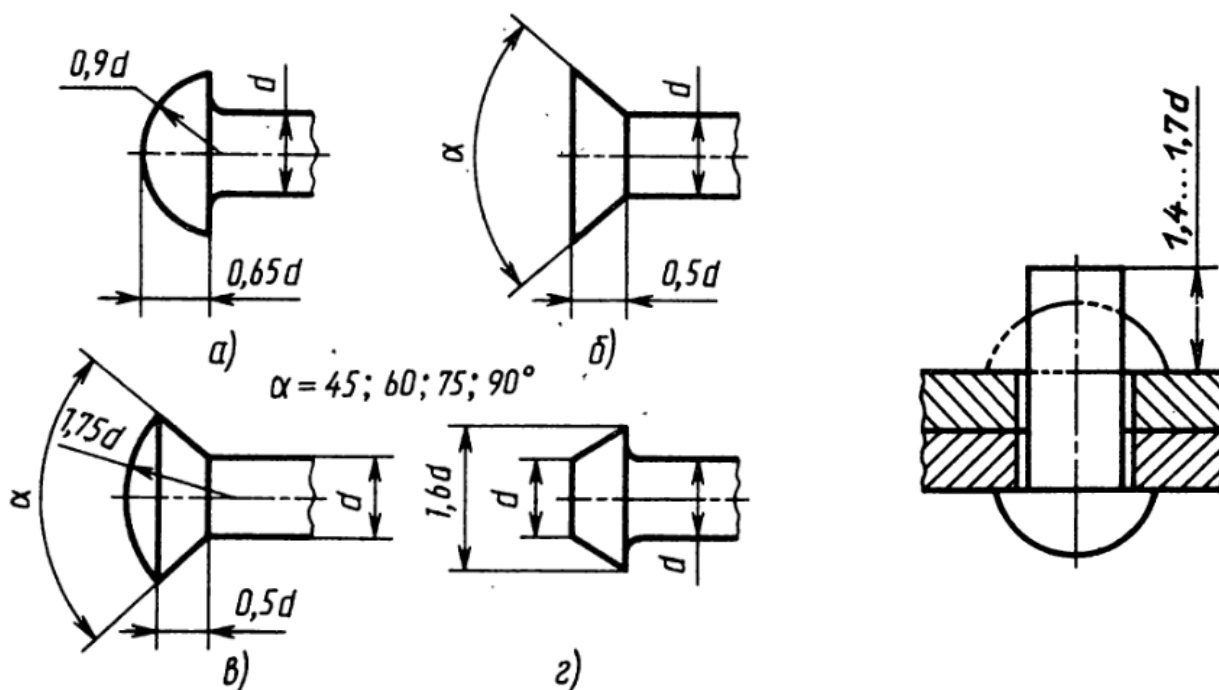


Рис. 464

Соединение заклепками применяется для неразъемного соединения деталей листового и фасонного проката.

Заклепка представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце.

На рис. показаны головки перечисленных выше заклепок и приведены размеры для их упрощенного вычерчивания.



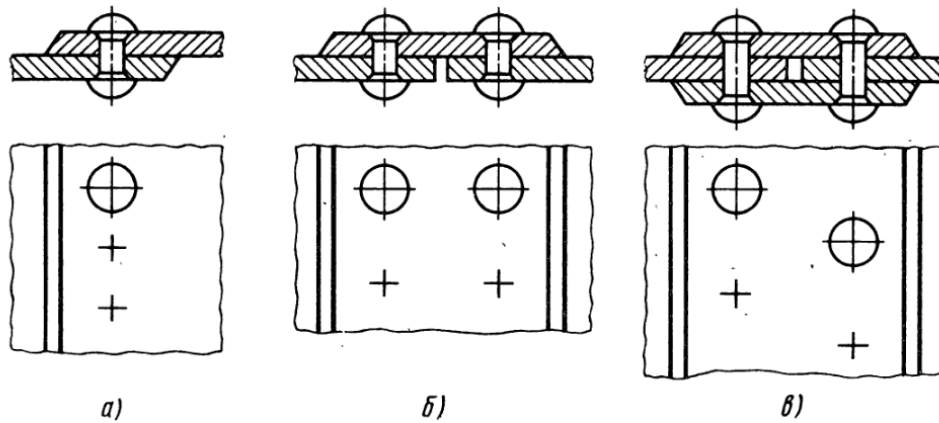
Головка, имеющаяся на заклепке, называется закладкой. Другая головка, образующаяся в процессе клепки, называется замыкающей. Длина стержня заклепки подбирается с таким запасом, чтобы можно было сформировать замыкающую головку (рис.). Соединяя детали заклепками, их располагают рядами.

Заклепочный шов включает в себя все ряды соединения деталей. Швы могут быть однорядными и многорядными (до пяти). Расстояние между осями заклепок одного ряда называют шагом t .

Расположение заклепок разных рядов может быть параллельным или шахматным. При соединении деталей заклепками детали располагают внахлестку (рис., а) и встык, с одной или двумя накладками (рис., б и в).

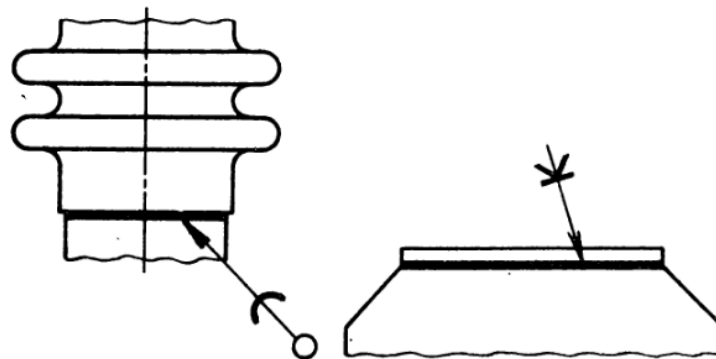
На сборочных чертежах заклепки одного типа и одинаковых размеров показывают в одном-двух местах условно, а остальные места их расположения отмечают центровыми или осевыми линиями.

На учебных чертежах вместо условного изображения одной-двух заклепок показывают их упрощенное изображение (рис.).



Соединения паяные и клееные. Место соединения элементов показывают на чертежах сплошной линией толщиной $2s$ (рис.). Для их обозначения применяют условные знаки, которые наносят на линии-выноске. Знак для пайки представляет собой дугу (полуокружность), диаметр которой равен приблизительно 5 мм (рис.).

Основная линия знака склеивания проводится перпендикулярно линии-выноске, а наклонные линии — под углом 45° (рис.). Высота знака приблизительно равна 5 мм. Оба знака выполняются сплошной основной линией.



Зубчатые передачи используют для передачи вращательного движения от одного вала к другому. Такую передачу можно осуществить с изменением количества оборотов одного вала относительно другого или без изменения.

Зубчатые передачи могут преобразовывать вращательное движение в поступательное и наоборот — реечное зацепление (рис.).

Передача движения осуществляется с помощью зубчатых колес и реек. Зубья одного зубчатого колеса, входят во впадины другого зубчатого колеса (или рейки) и давлением зуба первого зубчатого колеса на зуб второго передают вращательное движение, заставляя зубчатое колесо поворачиваться.

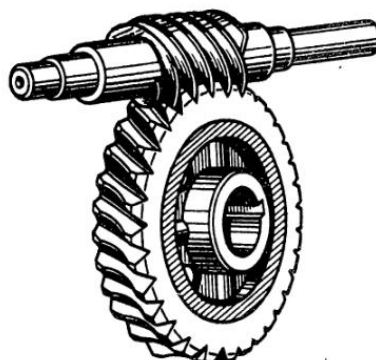
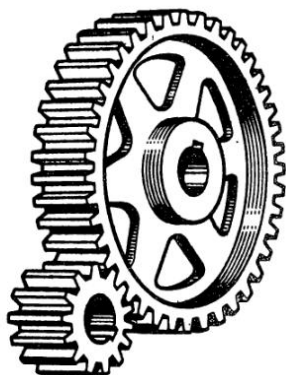
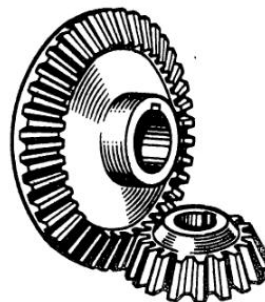
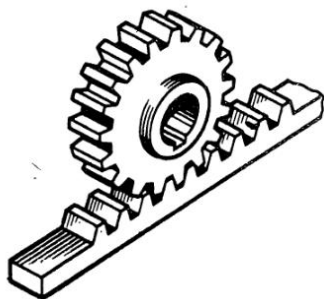
Зубчатое колесо, передающее вращение, называют ведущим, а принимающее вращение — ведомым.

Большее из пары сопряженных зубчатых колес с большим числом зубьев называют зубчатым колесом, а меньшее - шестерней. Если колеса одинаковые, то шестерней называют ведущее колесо.

При параллельных валах передача вращательного движения осуществляется с помощью цилиндрических зубчатых колес (рис.);

при пересекающихся — с помощью конических зубчатых колес (рис.);

при скрещивающихся — с помощью червячной пары: червяка и червячного колеса (рис.).



ГР №6. Сварное соединение.

Резьба. Резьбовые соединения. Параметры резьбы и ее обозначения.

Резьба применяется в технике для *разъемного соединения* деталей.

Резьбы, применяемые для неподвижных соединений, называют **крепежными резьбами**. В зависимости от применения к ним предъявляют требования на прочность или герметичность. *Крепежные резьбы имеют обычно треугольный профиль резьбы.*

Резьбы, применяемые в *подвижных соединениях*, называются **кинематическими** (ходовыми). В подвижных соединениях одна деталь перемещается относительно другой детали. К такой резьбе предъявляются требования на прочность, точность перемещения, снижение трения. *Кинематические резьбы имеют преимущественно трапецеидальный или прямоугольный профиль.*

Резьбы классифицируют:

- 1) по характеру поверхности — цилиндрические или конические;
- 2) по расположению — наружные или внутренние;
- 3) по профилю — треугольные, упорные, прямоугольные, трапецеидальные и круглые;
- 4) по направлению винтовой линии — правые и левые;
- 5) по числу заходов — однозаходные и многозаходные;
- 6) по назначению — крепежные, кинематические и специальные.

Резьба — это винтовая нарезка, имеющая определенный профиль, диаметр и шаг. Она нарезается на деталях, имеющих цилиндрическую или коническую поверхность.

Поверхность резьбы образуется плоским контуром фигуры, лежащей в одной плоскости с осью резьбы, и перемещающимся по винтовой линии цилиндрической или конической поверхности.

Ось резьбы называют ось цилиндрической или конической поверхности, на которой образуется резьба. Термины, определения и основные параметры резьбы устанавливает ГОСТ 11708—82 (СТ СЭВ 2631—80).

Резьбу можно нарезать на стержне, такая резьба называется *наружной резьбой*; или в отверстии, такая резьба называется *внутренней резьбой*. Нарезание резьбы на стержне осуществляется специальными режущими инструментами, например, резцом или плашкой, а в отверстии — резцом или метчиком.

Если резьба выполняется с помощью режущих инструментов, то этот процесс называется нарезкой резьбы. Если резьба выполняется нажимным инструментом, то такой процесс называется накаткой резьбы.

Резьба, выполненная на цилиндрической поверхности, называется цилиндрической резьбой. Резьба, выполненная на конической поверхности, называется конической резьбой.

Резьба состоит из выступов, которые называются *витками резьбы*, и *канавок* (рис.).

Резьба нарезается обычно за несколько проходов резца, который при каждом последующем проходе увеличивает ширину и глубину канавки. Последний проход резца дает полный профиль заданной резьбы.

Профиль резьбы зависит от формы заточки резца. Если витки резьбы поднимаются слева направо, то резьба правая, а если справа налево, то резьба левая.

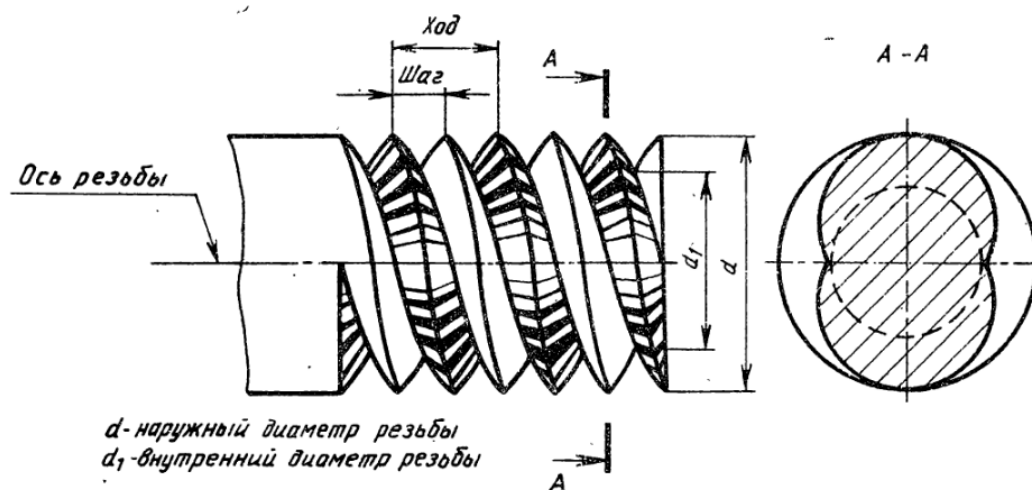
Профиль резьбы представляет собой контур сечения (полную фигуру) витка резьбы, полученный секущей плоскостью, проходящей через ось резьбы.

Углом профиля называют угол между его боковыми сторонами. Профиль канавки и витки резьбы будут такими же, как профиль заточки резца. Название резьбы: треугольная, трапецеидальная, прямоугольная, круглая — определяется ее профилем.

Широко применяемые в технике резьбы стандартизованы. Стандарт на резьбу устанавливает ее диаметр, шаг, форму и размеры профиля. Если применяется нестандартная резьба (специальная), то на изображении такой резьбы проставляют все ее размеры.

Шаг резьбы P — это расстояние между соседними витками, измеренное параллельно оси резьбы (рис.) между ее одноименными элементами.

Ход резьбы P_h представляет собой величину осевого перемещения детали за один ее полный оборот вокруг оси (рис.). Он измеряется в той же плоскости, что и шаг резьбы.



В однозаходной резьбе ход равен шагу, а в многозаходной — произведению шага P и числа заходов n , т. е. $P_h = nP$.

Многозаходная резьба образуется несколькими одинаковыми производящими профилями в зависимости от заданного числа заходов. На рис. показана двухзаходная резьба. Число заходов легко подсчитать на торцевой части, где отчетливо видны концы винтовых ниток в виде полукругов.

Винтовой ниткой (витком резьбы) называют винтовой выступ, который образуется при врезании резца, перемещающегося равномерно вдоль оси вращающегося цилиндра за один его оборот. Многозаходную резьбу применяют там, где при малых углах поворота нужно получить большое перемещение.

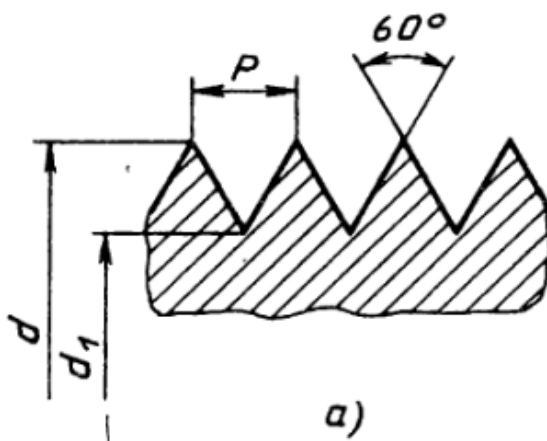
Профили резьбы.

По профилю резьбы делятся на треугольные, трапецеидальные, упорные, прямоугольные и круглые.

Треугольные резьбы

Резьбы с треугольным профилем применяются для крепления деталей и называются крепежными.

Метрическая резьба является основной крепежной резьбой. Она измеряется в миллиметрах. Теоретическим профилем метрической резьбы является равносторонний треугольник с основанием, равным шагу резьбы (рис., а).



Действительный профиль треугольной резьбы имеет срезанные (притупленные) вершины. Форма среза может быть выполнена по прямой линии или по дуге окружности.

При соединении двух деталей с такой резьбой получается зазор между срезанной вершиной профиля на одной детали и срезанной вершиной впадины на другой детали. Метрическая резьба может быть как цилиндрической, так и конической.

Цилиндрическая метрическая резьба с диаметрами от 1 до 600 мм получила наиболее широкое распространение. Профиль этой резьбы устанавливает ГОСТ 9150—81; шаги от 0,075 до 6 мм и диаметры от 0,25 до 600 мм устанавливает ГОСТ 8724—81.

Метрическая резьба может быть выполнена с крупным или мелким шагом.

Отличие резьбы с мелким шагом от резьбы с крупным шагом состоит в том, что при одинаковом наружном диаметре величина шага резьбы меньше у резьбы с мелким шагом. Метрическая резьба с крупным шагом применяется для диаметров от 0,25 до 68 мм, а с мелким шагом для диаметров от 1 до 600 мм.

Каждому наружному диаметру резьбы с крупным шагом соответствует определенный шаг, а у резьбы с мелким шагом одному и тому же наружному диаметру могут соответствовать различные шаги.

Резьба с крупным шагом применяется там, где требуется высокая прочность. Резьба с мелким шагом применяется там, где в процессе работы деталь испытывает вибрацию или различного рода сотрясения, так как эта резьба является более стойкой к самоотвинчиванию.

Резьба с мелким шагом более герметична. На тонкостенных деталях нарезают резьбу преимущественно с мелким шагом.

Резьба метрическая коническая нарезается или на коническом стержне, или в коническом отверстии, которые имеют стандартную конусность 1:16. ГОСТ 25229—82 распространяется на метрическую коническую резьбу с конусностью 1:16 и диаметром от 6 до 60 мм, которая применяется для конических резьбовых соединений наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой с номинальным профилем по ГОСТ 9150—81.

Если соединяется внутренняя цилиндрическая резьба с наружной конической резьбой, то профиль резьбы в отверстии должен иметь плоскосрезанные вершины впадин.

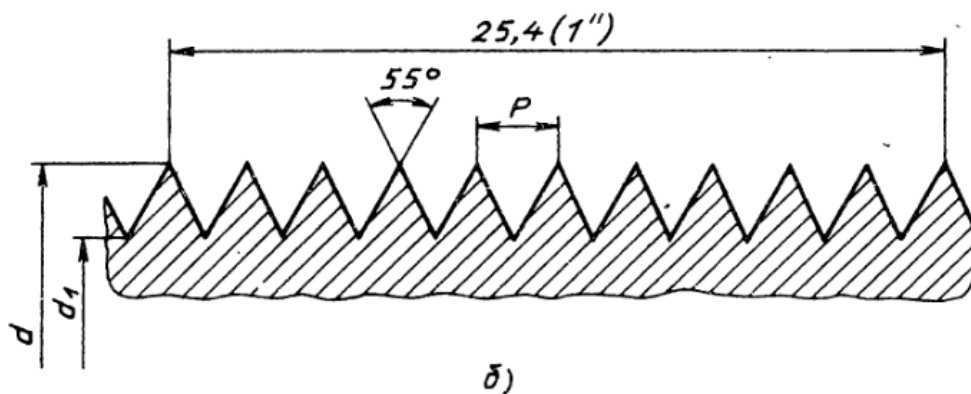
Трубная резьба может быть нарезана на деталях цилиндрической и конической формы. Такая резьба применяется главным образом в соединениях трубопроводов.

Профиль трубной резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° (рис., б). Если не требуется большой герметичности соединения, то вершины имеют плоские срезы, а для большей герметичности их закругляют.

При требованиях повышенной герметичности соединения применяют или коническую трубную резьбу, или сочетание цилиндрической внутренней резьбы с конической наружной резьбой. Цилиндрическую трубную резьбу с плоскими

срезами выполняют в соответствии с ГОСТ 6357—81. Трубная резьба измеряется в дюймах (один дюйм равен приблизительно 25,4 мм).

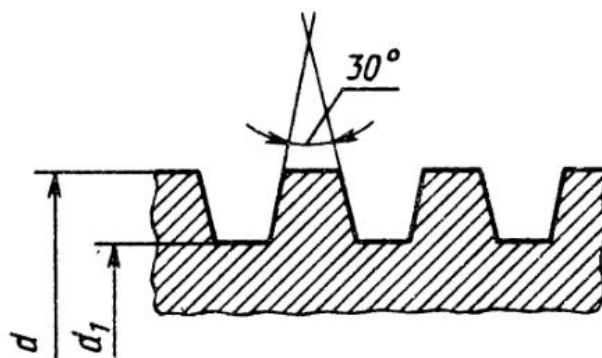
Эта резьба характеризуется не шагом, а числом ниток (витков) на один дюйм. На рис., б на один дюйм, отмеренный вдоль оси, приходится 11 ниток (витков).



Резьба метрическая для деталей из пластмассы широко применяется в прибор- и машиностроении. Она может быть получена на деталях из пластмассы путем прессования, литья под давлением, резанием. Профиль резьбы может быть любой, но чаще всего она выполняется с треугольным профилем (метрическая). Детали из пластмассы могут иметь резьбу как с крупным, так и с мелким шагом.

Трапецидальная резьба имеет в профиле равнобоковую трапецию с углом 30° между боковыми сторонами (рис.). Она относится к кинематическим резьбам и может быть как однозаходной, так и многозаходной, левой и правой. Ее диаметры могут изменяться в пределах от 8 до 640 мм. Для каждого диаметра имеется три различных шага.

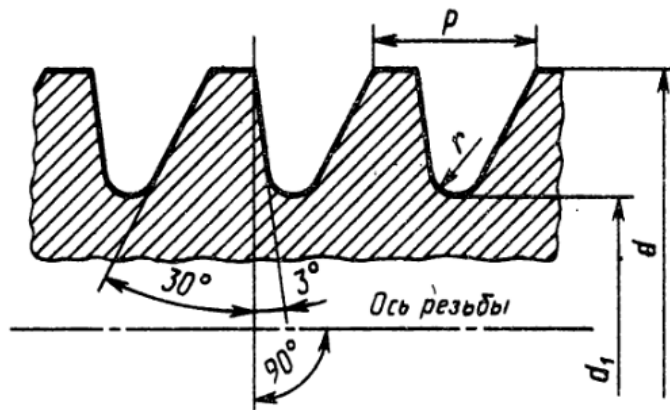
Применяется эта резьба на ходовых винтах различных станков, в штурвальных винтах и т. п.



Упорная резьба имеет в профиле неравностороннюю трапецию, у которой одна сторона имеет наклон 3° , а вторая — 30° относительно линии, перпендикулярной оси резьбы (рис.).

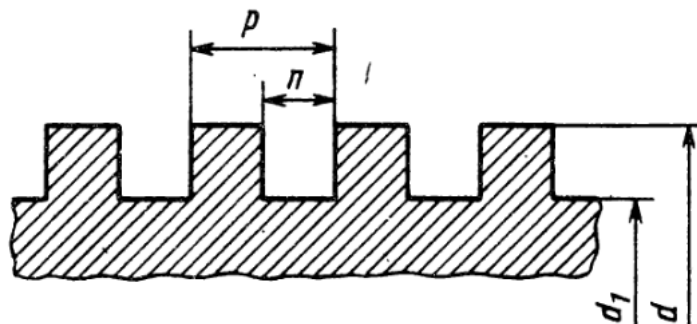
Выступающие вершины профиля имеют плоские срезы, а у впадин — скругления.

Эта резьба относится к кинематическим резьбам и применяется в тех случаях, когда при поступательном движении винта действует большая нагрузка в одном направлении, например, в домкратах большой грузоподъемности, на грузовых крюках подъемных машин, в прокатных станах, винтовых прессах и т. п.



Прямоугольная резьба.

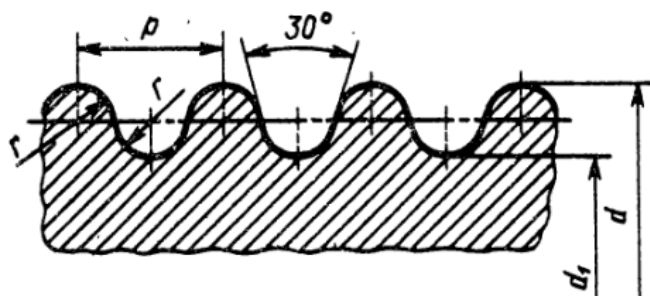
Эта резьба относится к нестандартным кинематическим резьбам (рис.). Она может быть однозаходной и многозаходной, левой и правой. Применяется такая резьба на ходовых винтах ручных прессов, винтовых стульях и т. п. Эта резьба выполняется с прямоугольным и квадратным профилем.



Круглая резьба

Эта резьба (рис.) применяется в машиностроении там, где имеются большие динамические нагрузки или высокая загрязненность (пыль, песок), например, в пожарной арматуре, на крюках грузоподъемных машин и т. п.

Применяется круглая резьба и для предохранительных стекол и корпусов электроосветительной арматуры, в тонкостенных деталях, например в цоколях и патронах электрических ламп.



Изображение и обозначение резьбы

Для всех отраслей промышленности и строительства ГОСТ2.311—68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах. Резьба на, чертежах изображается условно, независимо от формы ее профиля.

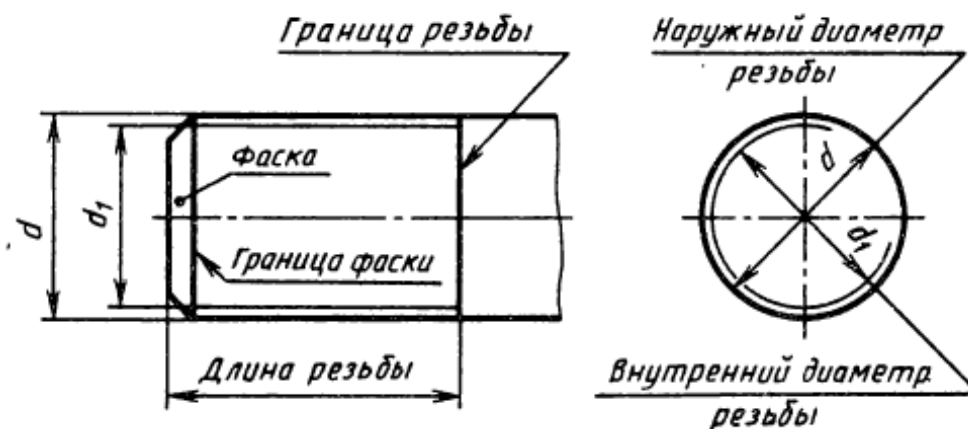
Наружным диаметром (d) резьбы считают диаметр, проведенный по вершинам выступов на стержне, и диаметр, проведенный по вершинам впадин, т. е. наибольший диаметр резьбы.

Внутренним диаметром (d_1) резьбы считают диаметр, проведенный по вершинам впадин на стержне, и диаметр, проведенный по вершинам выступов в отверстии, т. е. наименьший диаметр резьбы.

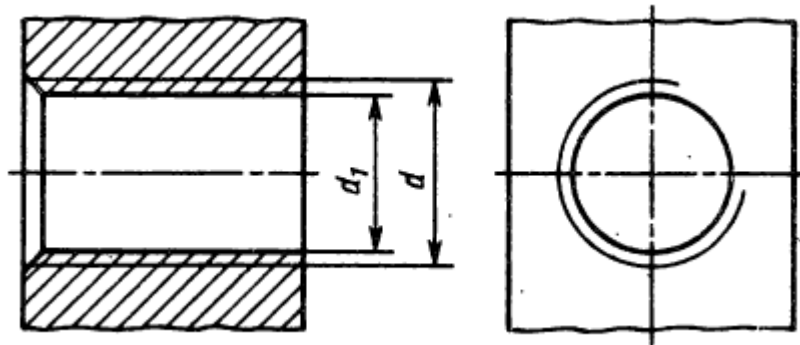
На стержне резьбу изображают сплошной основной линией по наружному диаметру (d) и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру (d_1), который наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основных линий и не более величины шага резьбы.

На изображениях, построенных на плоскости, параллельной оси стержня, сплошную тонкую линию проводят по внутреннему диаметру резьбы на всю длину резьбы без сбега.

На изображениях, построенных на плоскостях, перпендикулярных к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят тонкой сплошной линией дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте. Концы этой дуги не должны находиться на центральных линиях. Один конец дуги заводят на некоторое расстояние за центровую линию, а другой конец не доводят до второй центральной линии приблизительно на такое же расстояние. На этих изображениях окружности фаски не проводят. На рис. изображена резьба на цилиндрическом стержне.

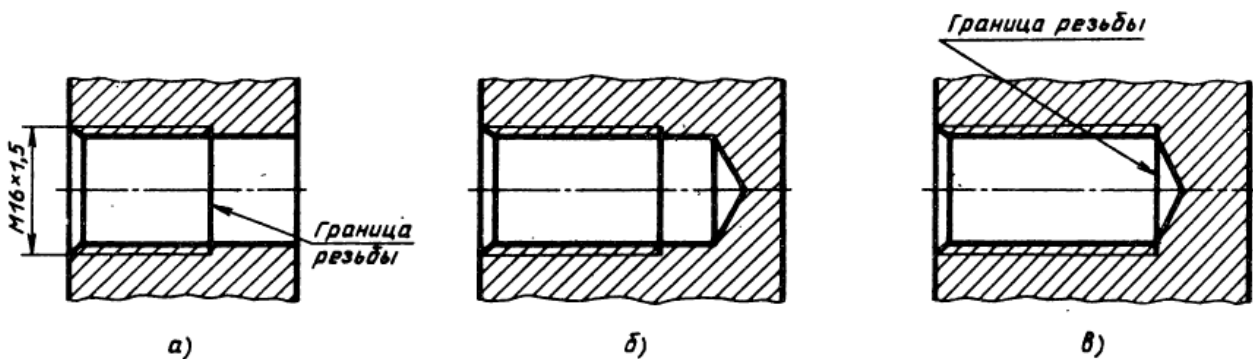


Границу резьбы на изображении стержня проводят сплошной основной линией до наружного диаметра резьбы (рис.) в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Тонкая линия резьбы на стержне должна пересекать линию фаски. В отверстии резьба изображается по внутреннему диаметру d_1 (наименьшему) сплошной основной линией, а по наружному диаметру d (наибольшему) — сплошной тонкой линией (рис.).

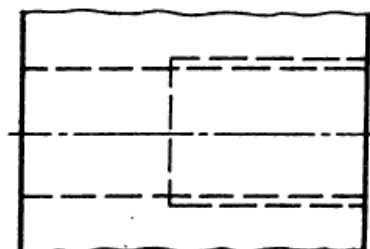


Если резьба нарезана в сквозном отверстии детали не до конца (рис., а) или нарезана в глухом отверстии (рис., б), то границу резьбы проводят сплошной основной линией до наибольшего диаметра резьбы в конце полного профиля резьбы (до начала сбега).

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, границу резьбы можно изображать, как показано на (рис., в). Штриховку в разрезах и сечениях проводят на стержне и в отверстии до сплошной основной линии.



Если резьба изображается как невидимая, то ее показывают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметру. Границу резьбы также изображают штриховой линией (рис.).

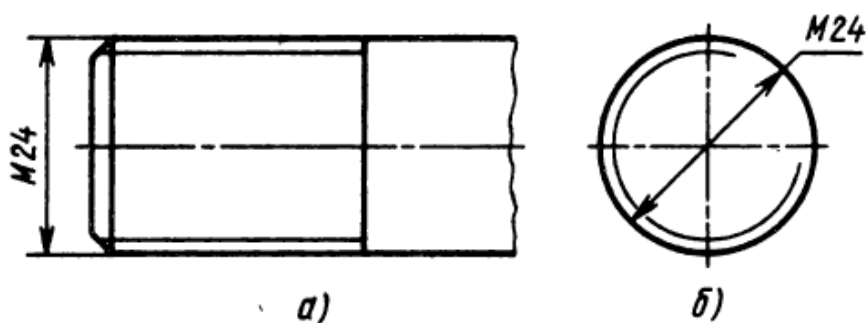


Обозначение резьбы

Обозначение резьбы, на чертежах представляет собой условное буквенное обозначение для каждого ее типа. Метрическая резьба обозначается буквой М, трапецеидальная — Tr, упорная — S, трубная цилиндрическая — G, трубная коническая — R, коническая метрическая — МК.

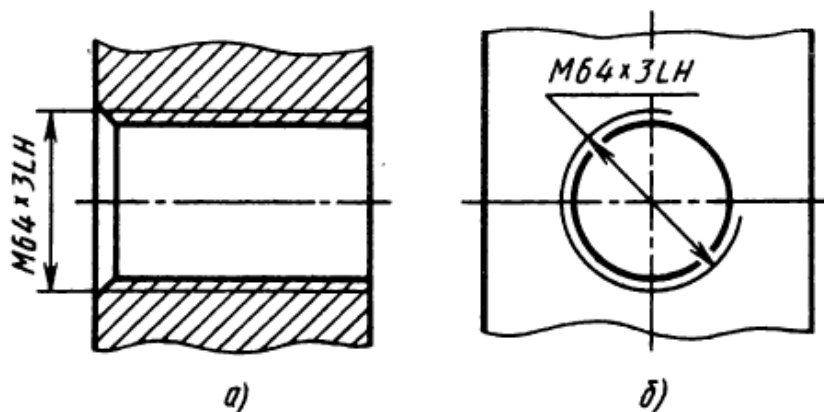
В обозначение резьбы входят обозначение геометрических параметров и обозначение полей допусков, которое состоит из цифры, обозначающей степень точности, и буквы (строчной для стержня и прописной для отверстия), обозначающей основное отклонение (например, 6h; 6g; 6H; 6G). В учебных чертежах обозначение полей допусков не проставляют.

Обозначение метрической цилиндрической резьбы с крупным шагом состоит из буквы М и размера номинального диаметра (знак диаметра не проставляют) (рис.).



Резьба с мелким шагом обозначается буквой М, размером диаметра и размером шага (см. пред. рис., а). На стержне обозначение резьбы проставляют по сплошной основной линии, а в отверстии — по сплошной тонкой линии, т. е. и в том, и в другом случае — по наибольшему диаметру (рис., а).

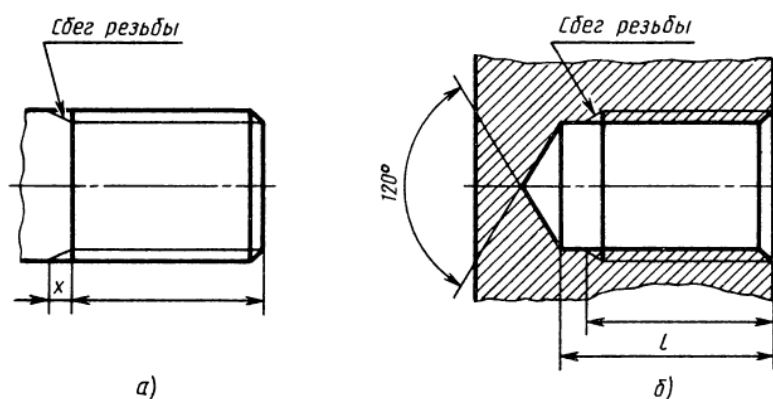
В случае необходимости нанесения размера на изображении, выполненном в плоскости, перпендикулярной оси стержня или отверстия, обозначение резьбы наносят, как показано на (рис., б). Правая резьба дополнительных обозначений не имеет, а у левой резьбы после условного обозначения пишут буквы LH (рис.).



Технологические элементы резьбы

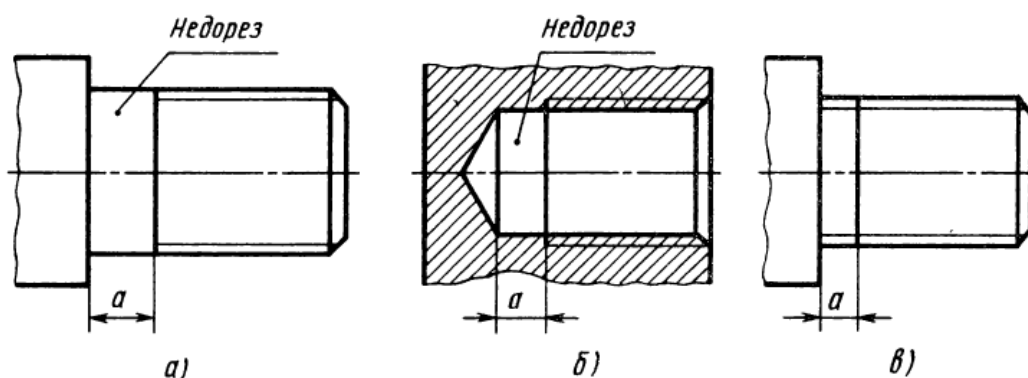
К технологическим элементам резьбы относятся *сбеги, недорезы, проточки и фаски*. Форму и размеры этих элементов в зависимости от профиля резьбы устанавливают соответствующие ГОСТы.

Сбегом резьбы называют участок резьбы, на котором режущий инструмент, выходя из металла (или другого материала) на поверхность, нарезает резьбу с постепенным уменьшением высоты профиля. Резьбу на чертеже, как правило, изображают без сбега, но если его необходимо показать, то показывают сбег тонкими сплошными прямыми линиями, как изображено на рис. Размер длины резьбы на чертеже указывают до сбега, но при необходимости указывают длину резьбы со сбегом (рис., б) или указывают длину резьбы до сбега и величину сбега (x) (рис., а).



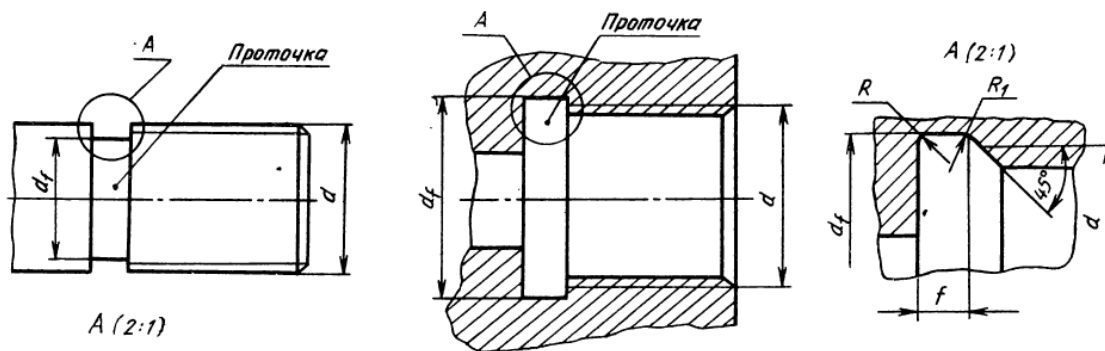
В просверленном глухом отверстии от сверла образуется коническое углубление, которое на чертеже всегда вычерчивают с углом при вершине конуса, равным 120° (рис., б). Размеры этого углубления на чертеже не проставляют. Глубину сверления отверстия (l) проставляют без учета конуса. Определяющим размером для сбегов служит шаг резьбы P .

Недорезом резьбы называют участок, включающий в себя сбег и оставшуюся ненарезанной часть стержня или отверстия (рис.). Недорез получается при нарезании резьбы в упор, когда на стержне выступающая поверхность, а в отверстии дно препятствуют дальнейшему проходу режущего инструмента (рис., а и б). Размеры недорезов устанавливает ГОСТ 10549—80. Определяющим размером служит шаг резьбы P . Допускается изображать недорез тонкими сплошными линиями, как показано на (рис., а).

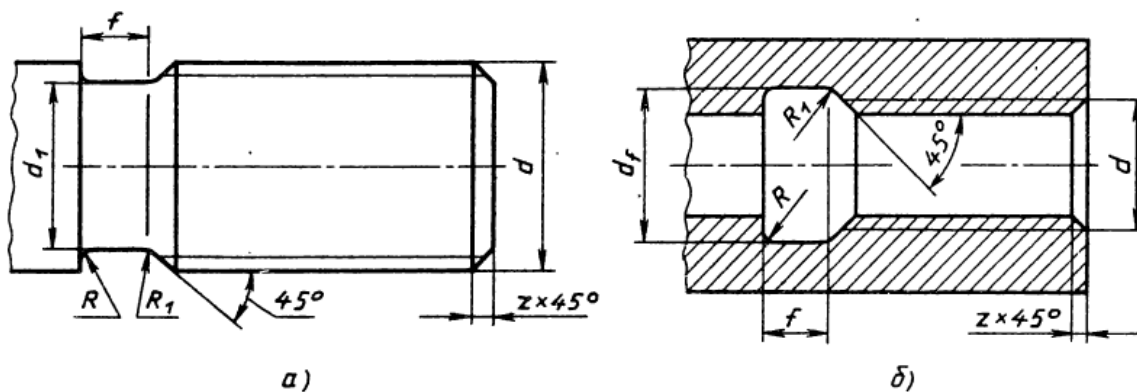


Проточки выполняют при нарезании резьбы на станках с помощью резца, чтобы избежать сбег резьбы и получить полный ее профиль, а также для обеспечения свободного выхода режущего инструмента. Для этого диаметр наружной проточки делают меньше внутреннего диаметра резьбы, а диаметр внутренней проточки — больше наружного диаметра резьбы (рис.).

На чертежах проточки изображают упрощенно и при необходимости поясняют выносным элементом, на котором показывают форму проточки и проставляют ее размеры (рис.). В зависимости от масштаба, в котором выполняется чертеж, возможно изображение формы проточки и нанесение ее размеров на самом изображении детали, как это показано на рис. Размеры проточки и ее форму устанавливает ГОСТ 10549—80 в зависимости от типа резьбы и ее шага.



Фаски выполняют на конце стержня и в начале отверстия. Они упрощают процесс нарезания резьбы и способствуют более удобному и быстрому соединению двух деталей, как направляющие элементы. Фаска представляет собой небольшой усеченный конус, высота которого обозначается буквой z , а угол наклона образующих равен 45° (рис.). Размеры фасок для метрической резьбы устанавливает ГОСТ 10549—80.



ПР №3. Резьбовое соединение.

Техническое рисование. Правила выполнения эскизов и рабочих чертежей деталей.

Техническое рисование.

При конструировании или ремонте машин часто приходится выполнять наглядные изображения деталей для того, чтобы легче представить его форму.

Процесс выполнения изображения деталей с натуры от руки на глаз по правилам построения аксонометрических проекций называется ***техническим рисунком***.

При выполнении технического рисунка необходимо соблюдать пропорции, чтобы избежать искажения изображаемого предмета. Технический рисунок можно выполнять с натуры, по ортогональному чертежу или просто мысленно представив предмет. Выполнение технического рисунка с натуры развивает глазомер.

Для того чтобы показать внутреннюю конструкцию предмета, на техническом рисунке выполняют разрез. Для приобретения навыков в выполнении технического рисунка необходима тренировка в проведении прямых линий от руки с различным наклоном параллельно друг другу, окружностей и овалов, а также в делении на глаз отрезков и углов на равные части.

При выполнении технического рисунка чаще всего используют прямоугольную изометрическую проекцию. Начинают построение с проведения осей симметрии параллельно аксонометрическим осям. Порядок построения технического рисунка модели ничем не отличается от порядка построения аксонометрической проекции.

Выполняя технический рисунок модели или детали, предварительно проводят анализ их формы, мысленно расчлняя ее на геометрические тела и их элементы.

Чтобы выразительнее показать объем геометрических тел, на их поверхности наносят условную светотень с помощью параллельных штрихов. Толщина штрихов и интервал между ними зависят от того, на какой части предмета они наносятся. *Нанесение светотени с помощью штрихов называется штриховкой.*

Если провести на поверхности предмета вторую группу штрихов в перпендикулярном направлении к проведенным штрихам, то они образуют клеточки. Такое нанесение светотени называется *шраффировкой*.

Нанесение светотени может быть также точечным, т.е. с помощью точек.

Правила выполнения эскизов и рабочих чертежей деталей.

Эскизом детали называют чертеж, выполненный от руки. Масштаб изображения и пропорциональность отдельных элементов детали на эскизе выдерживают приближенно, на глаз.

Эскизы выполняют с соблюдением всех правил и требований, предъявляемых к чертежам деталей. Несмотря на то, что эскиз выполняют от руки, обводка изображений, штриховка, надписи, нанесение размеров на эскизе должны быть выполнены аккуратно и четко.

Эскизы в учебном процессе выполняют на листах бумаги в клетку, так как используя вертикальные и горизонтальные линии клеток, удобно проводить линии построения изображений, наносить размеры, размещать изображения и соблюдать проекционную связь.

Формат эскиза определяется числом изображений, их степенью сложности, числом размеров и т. п. Формат А4 располагают только вертикально. Выполнять изображения и обводить их на эскизах рекомендуется мягкими карандашами (М, 2М), учитывая качество выбранной для выполнения эскиза бумаги. Окружности сначала проводят циркулем, а затем обводят от руки.

Выполнение эскиза можно разбить на пять этапов.

Первый этап — анализ геометрической формы детали; выбор главного вида и числа изображений (видов, разрезов, сечений и т. п.).

Главный вид детали должен давать наиболее полное представление о форме, устройстве и размерах изображаемой детали. В то же время необходимо учитывать, что детали, имеющие ясно выраженный верх и низ (корпуса, станины и т. п.), должны располагаться в соответствии с их нормальным положением в изделии.

Детали, положение которых может быть различным, располагают на главном виде так, как они располагаются при выполнении основной технологической операции (изготовлении или сборке).

Детали, имеющие форму тел вращения, изображают на чертеже с горизонтально расположенной осью, в положении, в котором выполняется наибольшее число операций при ее обработке. Число изображений должно быть наименьшим, но давать полное представление о детали. Для симметричных деталей рекомендуется при ее изображении соединять половину вида с половиной разреза.

На рис. деталь, взятая для выполнения эскиза в качестве примера (крышка), состоит в основном из тел вращения (цилиндров и конусов), поэтому ее расположение на чертеже должно быть горизонтальным.

Наличие шестиугольной призмы делает необходимым выполнение ее второго вида. Наружная проточка может быть показана с помощью выносного элемента.

Внутренняя конструкция детали может быть показана на половине разреза. На главном виде цилиндрические поверхности должны быть расположены вправо, так как в этом положении выполняется наибольшее число операций при изготовлении детали.

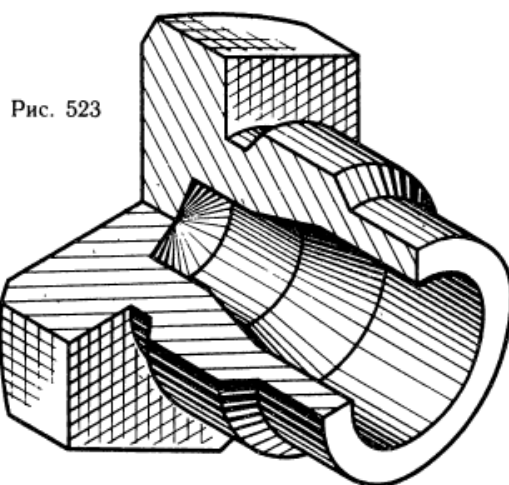
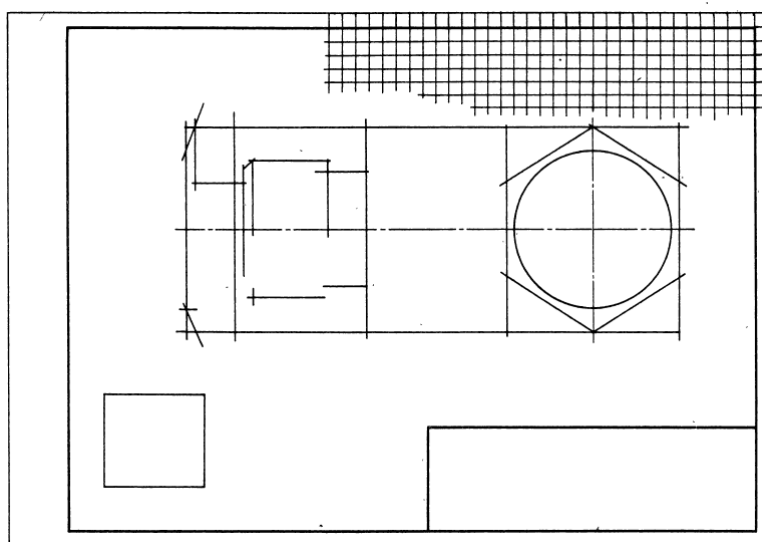


Рис. 523

Второй этап — выбор формата и компоновка (расположение) изображений на рабочем поле формата эскиза.

Подготовив рабочее поле формата эскиза, проведя рамку и очертив место для основной надписи, приступают к размещению изображений (рис.). Для этого отмечают габаритными прямоугольниками места для будущих изображений (в данном случае для главного вида и вида слева), учитывая, что между видами должно быть место для размеров, а также и то, что на эскизе кроме видов располагается еще и выносной элемент.

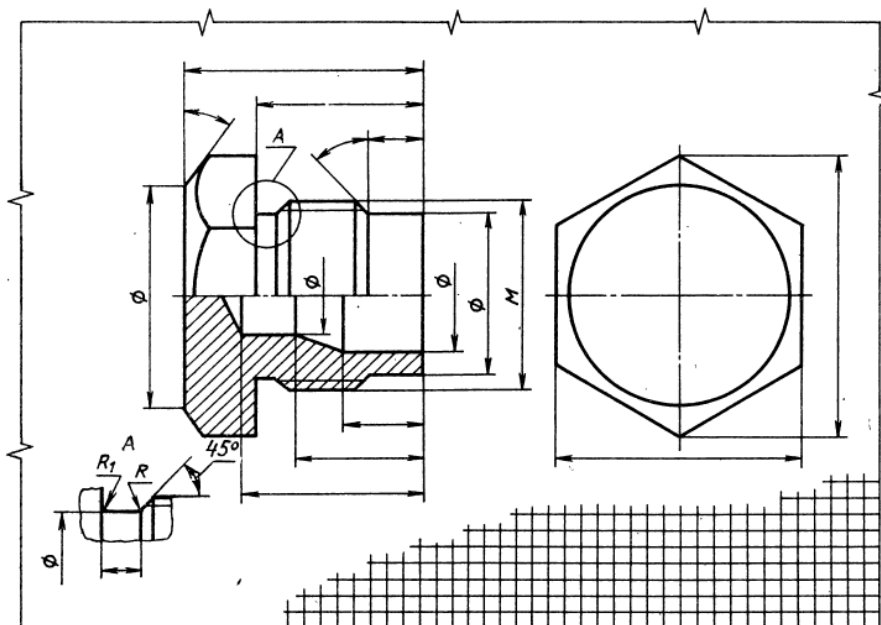
Габаритные прямоугольники проводят тонкими линиями, учитывая при этом наибольшие размеры детали по высоте, ширине и длине.



Третий этап — прорисовка контуров видов и разрезов в пределах габаритных прямоугольников, а также размещение дополнительных изображений на свободной поле формата эскиза. На этом же этапе выполняют штриховку разрезов и сечений.

Четвертый этап — нанесение выносных и размерных линий. При этом руководствуются ранее изложенными правилами нанесения размеров и базовой простановки размеров, с учетом конструкции детали и технологии ее изготовления.

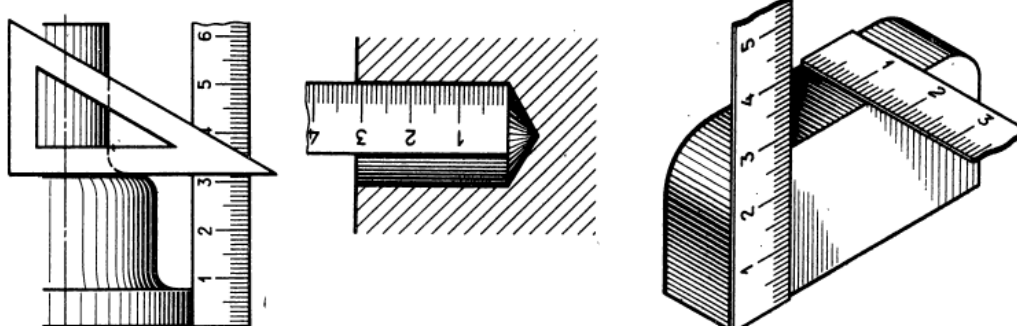
При соединении половины разреза с половиной вида размеры, относящиеся к наружной конструкции детали, следует ставить на виде, а к внутренней — на разрезе (рис.).



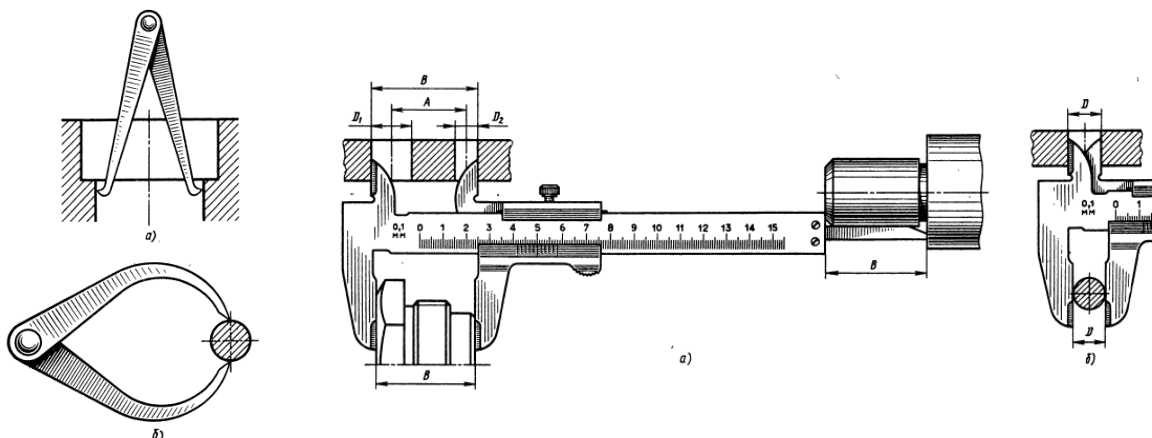
Пятый этап — обводка изображений, измерение размеров самой детали, для которых на изображениях проведены размерные линии, написание размерных чисел над размерными линиями и заполнение основной надписи.

Измерительные инструменты и приспособления для обмера деталей.

В курсе черчения при выполнении эскизов основное внимание уделяют анализу и изображению формы детали, а не точности измерений. Поэтому для определения размеров детали при выполнении эскизов используют стальные металлические линейки, кронциркули и нутромеры, позволяющие производить измерения с точностью до 0,5... 1 мм.

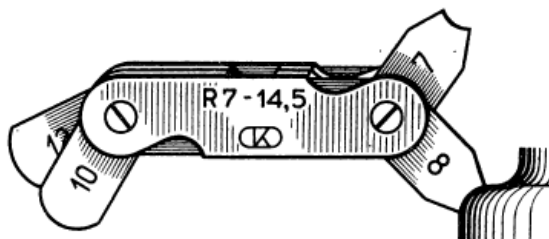


Более точные измерения проводят с помощью штангенциркуля. Измерение диаметров валов и отверстий с помощью нутромера и кронциркуля изображено на рис.



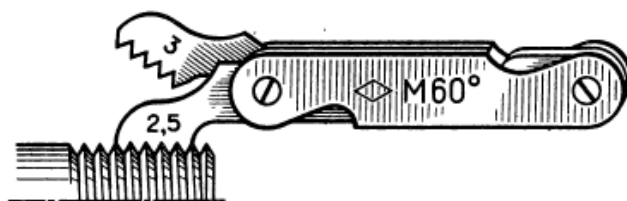
Размеры радиусов скруглений выступов, впадин, галтелей измеряют радиусомером (рис.), представляющим собой набор пластинок-шаблонов с вогнутыми или выпуклыми скруглениями определенных размеров.

На каждом шаблоне нанесен размер соответствующего радиуса скругления. Пластинки-шаблоны радиусомера поочередно прикладывают к измеряемому элементу детали до тех пор, пока один из шаблонов не станет плотно прилегать к элементу детали без просвета. Тогда величину, указанную на шаблоне, берут за величину радиуса скругления измеряемого участка.



При определении параметров резьбы ее диаметр измеряют штангенциркулем. При измерении резьбы на стержне сразу получают номинальный диаметр резьбы (наружный диаметр).

Шаг метрической резьбы или число ниток цилиндрической трубной резьбы на один дюйм определяют с помощью резьбовых шаблонов. Подобрав определенный шаблон так, чтобы его выступы и впадины совпали с впадинами и выступами резьбы на детали, определяют, какая это резьба (метрическая или трубная) и каков ее шаг или число ниток на один дюйм.



ПР №4. Эскиз детали (технический рисунок).

Правила разработки и оформления технической документации. Детализирование.

Виды конструкторских документов.

Конструкторские документы — это графические (чертежи, схемы) и текстовые (спецификации, ведомости, инструкции) документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия.

Они содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. ГОСТ 2.102—68 определяет 28 видов документов.

Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и данные, необходимые для ее изготовления и контроля (размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхностей, данные о материале, термообработке, отделке).

Чертеж общего вида — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Чертеж общего вида должен содержать необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений), текстовую часть и надписи. Чертеж общего вида разрабатывается на стадии технического проектирования. Он является обязательным документом технического проекта.

При необходимости на чертеже общего вида наносят некоторые размеры, посадки, предельные отклонения, указания о покрытиях, сварке, пайке и т. п. Эти требования должны учитываться при последующей разработке рабочей документации.

Изображения на чертежах общего вида по ГОСТ 2.119—73 выполняют с наибольшими упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД.

Наименования и обозначения составных частей изделия на чертеже общего вида могут быть указаны (рис):

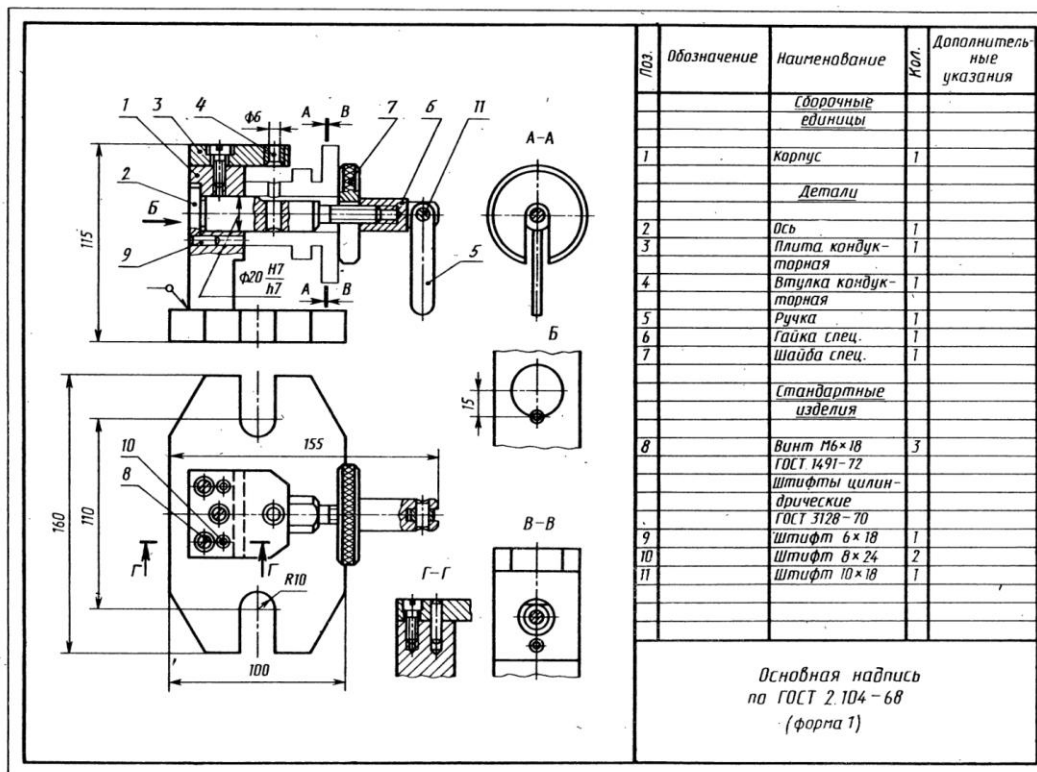
над полкой линии-выноски;

в таблице, помещенной на том же листе, что и чертеж;

в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4.

При наличии таблицы над полками линий-выносок наносят номера позиций составных частей, которые включены в таблицу. В общем случае таблица имеет четыре графы: «Поз.», «Обозначение», «Кол.» и «Дополнительные указания». На учебных чертежах общего вида в таблице добавляют графу «Наименование».

В качестве примера чертежа общего вида на рис. приведен учебный чертеж кондуктора для сверления (рис.).



Сборочный чертеж — документ, содержащий изображение сборочной единицы и данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Сборочный чертеж разрабатывают на стадии выполнения рабочей документации.

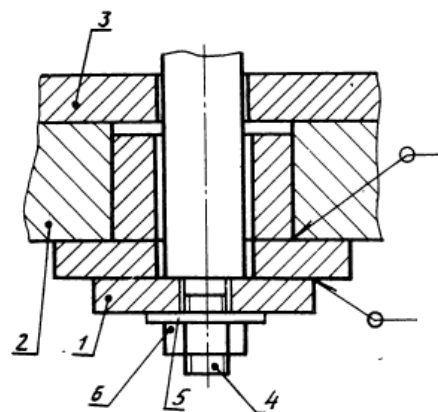
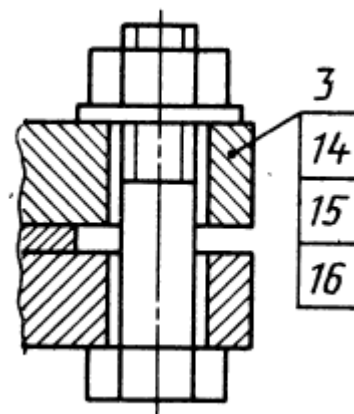
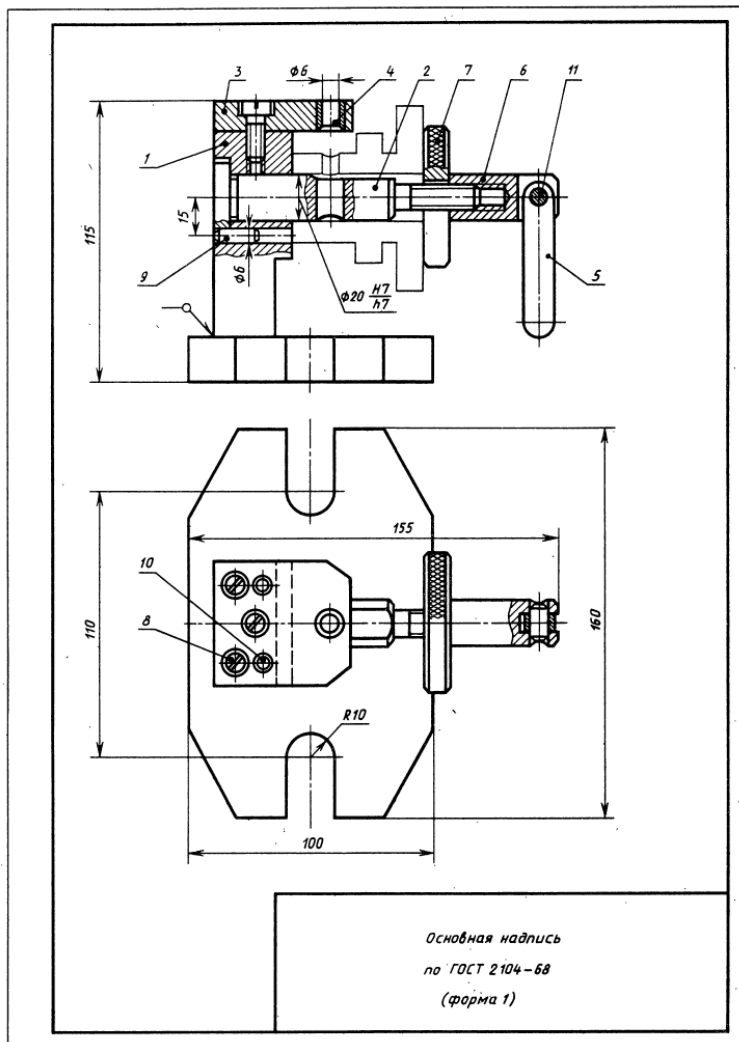
На сборочном чертеже указывают размеры, требования и другие параметры, выполняемые или контролируемые по этому чертежу, а также проставляют габаритные размеры изделия, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

На сборочном чертеже указывают номера позиций составных частей, входящих в изделие, располагая их над полками линий-выносок. Полки и линии-выноски проводят сплошными тонкими линиями.

Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Высоту цифр номеров позиций берут больше на один-два номера шрифта, которым написаны размерные числа.

Полки и номера позиций располагают вне контура изображений, группируя их в строчки или колонки (рис.).

Для крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, допускается делать общую линию-выноску, с вертикальным расположением номеров, позиций (рис.).



Сборочные, чертежи выполняют, как правило, с упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД. На сборочных чертежах допускается не показывать фаски, скругления, проточки, зазоры между стержнем и стенками отверстия и т. п.

Сборочные чертежи должны содержать указания о выполнении сварных, паяных и клееных неразъемных соединений. На рис. показано, что корпус кондуктора сварной, вертикальная стойка приварена к плите по периметру.

В сборе с другими изделиями сварные и клееные узлы в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями узла сплошными основными линиями (рис.).

При выполнении сборочного чертежа узла или другого изделия, состоящего из нескольких (иногда большого числа) деталей, возникает необходимость в составлении такого документа, в котором сообщались бы названия деталей, входящих в узел, их обозначения и т. п.

Это делают в специальных конструкторских документах — спецификациях.

Спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Спецификация выполняется на формате А4 по ГОСТ 2.108—68, форма 1 и 1а. Форму 1 (рис.) применяют для первого листа спецификации, форму 1а (рис.) - для последующих, если спецификация состоит из нескольких листов.

Формы отличаются одна от другой размерами и содержанием основных надписей, выполняемых по ГОСТ 2.104—68, форма 2 и 2а.

В графу «Формат» спецификации записывают обозначение формата, на котором выполнены чертежи сборочных единиц, входящих в специфицируемое изделие.

В графу «Зона» указывают обозначение зоны чертежа, в которой находился номер позиции указываемой детали или сборочной единицы, если чертеж разбит на зоны.

В графу «Поз» записывают порядковые номера составных частей изделия (номера позиций).

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			МХТТХХХ.ХХХ.ХХХСБ	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1	МХТТ ХХХ ХХХ 001	Корпус	1	
				Детали		
		2	МХТТ ХХХ ХХХ 002	Ось	1	
		3	МХТТ ХХХ ХХХ 003	Плита кондукторная	1	
		4	МХТТ ХХХ ХХХ 004	Втулка кондукторная	1	
		5	МХТТ ХХХ ХХХ 005	Ручка	1	
		6	МХТТ ХХХ ХХХ 006	Гайка специальная	1	
		7	МХТТ ХХХ ХХХ 007	Шайба специальная	1	
				Стандартные изделия		
		8		Винт М6×18 ГОСТ 1491-72	3	
				Штифты ГОСТ 3128-70		
			МХТТ ХХХ.ХХХ.ХХХ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					Лист	Листов
					1	2
				Кондуктор для сверления		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		9		Штифт 6×18	1	
		10		Штифт 8×24	2	
		11		Штифт 10×18	1	
			МХТТ ХХХ.ХХХ.ХХХ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					Лист	Листов
					2	

В графу «Обозначение» записывают обозначение чертежей и других конструкторских документов, включаемых в спецификацию.

Обозначение составляют, пользуясь единым классификатором, в котором отдельным деталям, сборочным единицам и изделиям присвоены определенные номера.

Обозначение имеет следующую структуру:

первые четыре знака — индекс организации-разработчика;
шесть следующих знаков — обозначение изделия по классификатору;
три следующих знака — регистрационный номер изделия;
два последних знака — шифр конструкторского документа по ГОСТ 2.102—68
(ВО - чертеж общего вида, СБ - сборочный чертеж, МЧ - монтажный чертеж и т. п.).

Пример заполнения спецификации показан на рис. В обозначениях, приведенных на этих рисунках, конкретно указаны только название учебного заведения и шифр документа, так как на учебных чертежах применяют упрощенные обозначения.

В графе «Наименование» указывают наименование конструкторских документов (сборочный чертеж, габаритный чертеж и т. п.), сборочных единиц, деталей (корпус, втулка и т. п.).

Вносимые в спецификацию сведения делят на следующие разделы: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты.

Разделы записывают в спецификацию в том порядке, как они перечислены.

Наличие разделов в конкретной спецификации зависит от состава специфицируемого изделия и прилагаемых документов.

На приведенной для примера спецификации имеются разделы: документация, сборочные единицы, детали и стандартные изделия.

Названия разделов пишут в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. После каждого раздела оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей.

В разделах «Сборочные единицы», «Детали» записывают изделия в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (индексов) организаций-разработчиков и затем в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В разделе «Стандартные изделия» записывают в алфавитном порядке наименование изделий, объединяя их в группы (подшипники, крепежные изделия и т. п.).

Например, в группе крепежных изделий сначала записывают болты, затем гайки, винты и т. д.

Если изделий одного наименования несколько, то запись ведется в порядке возрастания номеров стандартов, а в пределах одного стандарта — в порядке возрастания основных размеров изделия.

Для стандартных изделий графу «Обозначение» не записывают.

Схема — документ, показывающий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

В зависимости от способа выполнения конструкторские документы делятся на оригиналы, подлинники, копии и дубликаты.

Оригиналы — это выполненные на любом материале документы, по которым изготавливают подлинники.

Подлинники — это документы, которые оформлены подлинными установленными подписями и выполнены на материале, позволяющем многократное получение копий этих документов.

Копии — это документы, выполненные таким способом, который обеспечивает их идентичность с подлинником. Копии предназначены для непосредственного использования при изготовлении, эксплуатации и ремонте изделия.

Чтение и детализирование чертежей.

Прочитать чертеж общего вида или сборочный чертеж — значит представить устройство и принцип работы изображенного на нем устройства.

В практике встречаются сборочные чертежи, которые ничем не отличаются от чертежей общего вида, так как все изображения, поясняя взаимное расположение деталей и способы их соединения, одновременно выявляют форму всех элементов деталей.

В учебной практике чтение чертежей — общего вида и сборочного чертежа — развивает умение мысленно представить устройство изделия и форму его составных частей.

При чтении чертежей учащиеся по основной надписи, спецификации и чертежу определяют:

- 1) наименование изделия и его составных частей;
- 2) какие виды разреза и сечения даны на чертеже;
- 3) назначение, устройство и принцип действия изображенного изделия;
- 4) взаимное расположение деталей;
- 5) размеры деталей в зависимости от масштаба;
- 6) по номерам позиций, имеющимся в спецификации и на чертеже, отыскивают на чертеже изображение каждой детали, выявляя в общих чертах их формы.

При чтении чертежа надо учитывать проекционную связь изображений, а также и то, что на всех изображениях в разрезах одна и та же деталь штрихуется в одном направлении и с равными интервалами между линиями штриховки, смежные детали — в различных направлениях.

Чтение чертежа значительно облегчается, если имеется возможность изучить принцип действия изделий по какому-либо документу (например, по пояснительной записке, паспорту или описанию устройства).

Деталирование

Выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида или по сборочному чертежу называют **деталированием**.

При выполнении деталирования требуется умение применять все знания, которые получены при изучении курса «Инженерная графика».

Прежде чем приступить к выполнению деталирования, нужно прочитать чертеж узла, выяснив его конструкцию, принцип работы и назначение.

Каждую деталь, каждую составную часть узла находят по номеру позиции, устанавливая ее название и обозначение по спецификации или таблице составных частей изделия.

Затем каждую деталь подробно анализируют, определяя ее форму, число и содержание изображений, ее взаимодействие с другими деталями узла, ее конструктивные особенности и т. п.

Исходя из этого, выбирают главное изображение детали и определяют общее число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов и т. д.).

Учитывая масштаб детализуемого чертежа, сложность изображаемой детали и необходимое число изображений, выбирают масштаб изображения для рабочего чертежа и формат бумаги.

Проведя компоновку изображений на формате, приступают к выполнению рабочего чертежа.

На чертежах деталей в основной надписи (ГОСТ 2.104—68, форма 1) указывают наименование детали, ее обозначение, обозначение материала, из которого выполнена деталь, и другие необходимые сведения.

Раздел 4. Чертежи и схемы по специальности.

Общие сведения о машинной графике.

Любое промышленное изделие (например, автомобиль, подшипник, рельс и т. д.) имеет два вида существования: внутри предприятия (*от проектирования до изготовления*) и вне его (*с момента реализации и до истечения срока эксплуатации в конкретных условиях*).

Очевидно, что прежде чем изготовить любой материальный объект (тот же автомобиль и т. д.), проектировщик должен наглядно изобразить этот объект, который предметно еще не существует, а является пока лишь продуктом его интеллектуальной деятельности. Техническое творчество тесно связано и с наукой, и с производством.

Конструктор обязан знать и использовать данные основных физических, математических и других научных дисциплин, должен учитывать возможности современного производства.

Кроме того, техническое творчество в функционально-эстетическом плане связано с искусством, так как конструктор обязан обеспечить своему изделию современный дизайн.

Проектно-конструкторскую деятельность в самом общем виде можно условно разделить на:

- **проектирование** — творческое предопределение будущего технического устройства или технологического метода, при котором расчетами, эскизами или экспериментально делается предварительная проработка;

результат — обоснование для последующего конструирования устройства или разработки метода;

- **конструирование** — определение посредством изображения замысла технического устройства; результат — получение чертежей нового изделия или нового технологического процесса.

Конструирование, в свою очередь, разделяется на два вида деятельности: *эскизное проектирование и оформление*.

При *эскизном проектировании* (как правило, с использованием прототипов) определяется принцип действия разрабатываемого изделия, а при *оформлении* выполняется полный комплект документации для его изготовления.

Время, затрачиваемое на каждый из этих видов деятельности, всегда весьма различно.

По примерным оценкам, в некоторых конструкторских бюро основными видами проектной деятельности являются: вычерчивание проектируемого изделия и

его составляющих (70% от общей трудоемкости), организация архивов и их ведение (15%), собственно проектирование (15%).

Проектирование, в свою очередь, подразделяется на копирование архивных прототипов (70 %), модификацию вариантов (20 %), исправление ошибок (9 %) и разработку (1 %).

Несмотря на значительное количество рутинных операций, составляющих весь процесс проектирования, его формализация (представление какой-либо содержательной области (рассуждений, доказательств, процедур классификации, поиска информации научных теорий) в виде формальной системы или исчисления) достаточно сложна.

И только с появлением на рынке достаточно дешевой микропроцессорной техники этот процесс стал объективной реальностью, что и привело в начале 60-х годов к широкому распространению САПР.

Аббревиатура — Системы Автоматизированного Проектирования — впервые была использована основоположником этого научного направления Айвеном Сазерлендом (Массачусетский технологический институт).

САПР охватывают весь спектр проблем, связанных с проектной деятельностью (графических, аналитических, экономических, эргономических, эстетических).

Очевидно, что в условиях жесткой конкуренции коллектив любого предприятия заинтересован в сокращении сроков от идеи до запуска в производство новых изделий, ведь первый этап «от идеи до запуска в производство» — самый трудоемкий, так как здесь, кроме воплощения идеи в доступную для всех форму информации, необходимо предусмотреть и технологичность, и надежность, и безопасность.

Только использование **САПР** позволяет в значительной мере сократить продолжительность этого этапа, потому что к возможностям **САПР** относятся:

- Более быстрое выполнение чертежей.

Конструктор, использующий САПР, может выполнять чертежи в среднем в три раза быстрее, чем работая за кульманом. Такая работа ускоряет процесс проектирования в целом, позволяет в более сжатые сроки выпускать продукцию и быстрее реагировать на рыночную конъюнктуру.

- Повышение точности выполнения чертежей.

Точность чертежа, выполненного вручную, определяется остротой зрения конструктора и толщиной грифеля карандаша. На чертеже, построенном с помощью программных средств, место любой точки определено точно, а для более детального просмотра элементов чертежа имеется средство, позволяющее увеличить любую часть данного чертежа. Кроме этого САПР обеспечивает конструктора еще многими специальными средствами, недоступными при ручном черчении.

- Повышение качества выполнения чертежей.

Качество изображения на обычном чертеже полностью зависит от мастерства конструктора, тогда как печатающие устройства вычерчивают высококачественные линии и тексты независимо от индивидуальных способностей человека. Кроме того, большинство сделанных вручную чертежей имеют неряшливый вид из-за частого стирания линий. Программные средства любой САПР позволяют быстро стереть лишние линии без каких-либо последствий для конечного чертежа.

- **Возможность многократного использования чертежа.**

Построение изображения всего чертежа или его части можно сохранить для дальнейшей работы. Обычно это полезно тогда, когда в состав чертежа входят составляющие, имеющие одинаковую форму. Сохраненный чертеж может быть использован для последующего проектирования.

- **Ускорение расчетов и анализа при проектировании.**

В настоящее время существует большое разнообразие программного обеспечения, которое позволяет выполнять практически все проектные расчеты.

- **Высокий уровень проектирования.**

Мощные средства компьютерного моделирования (например, метод конечных элементов) позволяют проектировать нестандартные геометрические модели, которые можно быстро модифицировать и оптимизировать, что позволяет снизить общие затраты до такой степени, которая раньше была недостижима из-за больших затрат времени.

- **Сокращение затрат на усовершенствование.**

Средства имитации и анализа, включенные в САПР, позволяют резко сократить затраты времени и средств на исследования и усовершенствование прототипов, которые являются дорогостоящими этапами процесса проектирования.

- **Интеграция проектирования с другими видами деятельности.**

Интегрированная вычислительная сеть с высококачественными средствами коммуникации обеспечивает САПР более тесное взаимодействие с другими инженерными подразделениями.

Пользователю (конструктору, оператору и т. д.) предлагается некоторый набор тщательно разработанных средств, которые должны облегчить его работу. В конечном счете решение остается за ним, а машина лишь обеспечивает ему возможность выбора.

Исходя из вышесказанного, очевидно, что конструктор должен досконально знать правила оформления чертежно-графической документации (ГОСТы ЕСКД), свободно владеть программными средствами, необходимыми для работы, и иметь представление о составе и возможностях своего автоматизированного рабочего места (АРМ).

Системы автоматизированного проектирования (САПР).

В настоящее время уже получили достаточно широкое распространение так называемые системы проектирования «высокого уровня», такие как Pro/ENGINEER (США), EUCLID QUANUM (Франция), к ним также следует отнести и T-FLEX CAD, СПРУТ (Россия).

К системам «среднего уровня» можно отнести Mechanical Desktop (фирма Autodesk), SolidWorks 96 (фирма SolidWorks) и др.

Наконец, системы «низкого уровня» — AutoCAD, MiniCAD (США), КОМПАС (фирма АСКОН, Россия). Необходимо отметить, что приведенная градация названных систем весьма условна.

Строго говоря, системы низкого уровня к САПР никакого отношения не имеют. Это **графические редакторы**, предназначенные для автоматизации инженерно-графических работ, совместно с компьютером и монитором представляют собой «электронный кульман», то есть хороший инструмент для выполнения конструкторской документации. Эти системы называют двухмерными.

Первый и второй уровни в значительной мере схожи между собой. Их общее название — трехмерные системы (Компас тоже уже относится к ним).

Проектирование происходит на уровне твердотельных моделей с привлечением мощных конструкторско-технологических библиотек, с использованием современного математического аппарата для проведения необходимых расчетов.

Кроме того, эти системы позволяют с помощью средств анимации имитировать перемещение в пространстве рабочих органов изделия (например, манипуляторов робота). Они отслеживают траекторию движения инструмента при разработке и контроле технологического процесса изготовления спроектированного изделия.

Все это делает трехмерное моделирование неотъемлемой частью совместной работы **САПР/АСТПП (Системы Автоматизированного Проектирования /Автоматизированные Системы Технологической Подготовки Производства)**.

Ограничением в использовании трехмерных систем в России в настоящее время является их высокая стоимость. Процесс трехмерного моделирования очень трудоемок, так как разработка модели занимает много человеко-часов.

Однако, если рассматривать этот процесс в рамках всего производственного цикла, то он значительно повышает эффективность проектирования и производства во многих отраслях.

Трехмерные системы могут успешно применяться для создания сложных чертежей при проектировании размещения заводского оборудования, трубопроводов, строительных сооружений и т. д., где традиционно для этих целей используется макетирование.

Средства трехмерного моделирования

Любая из проекций ортогонального чертежа (двухмерная модель) распознается системой как плоский элемент, ограниченный некоторым количеством точек с определенными координатами X и Y .

Трехмерная модель описывается точками с третьей координатой по оси Z .

Графические редакторы (системы) AutoCAD.

Одна из самых популярных графических систем автоматизированного проектирования — **AutoCAD**.

В зависимости от квалификации пользователя, **AutoCAD** может эффективно использоваться для решения широкого круга задач: черчения, конструирования, дизайнерских работ, создания мульт- и слайд-фильмов и т. д.

Несмотря на большое количество команд (их в последней версии более 300), AutoCAD обладает удобным для пользователя интерфейсом и эффективной системой ведения диалога с пользователем.

Назначение графических редакторов AutoCAD

AutoCAD представляет собой систему, позволяющую автоматизировать чертежно-графические работы.

Помимо создания двумерных чертежей, система AutoCAD позволяет моделировать трехмерные объекты и придавать трехмерным чертежам фотографическую реальность.

AutoCAD — не замкнутая система. Из нее можно экспортировать файлы чертежей в иные форматы для использования другими пакетами (например, КОМПАС-ГРАФИК, CorelDraw).

В свою очередь, файлы других форматов также можно импортировать в AutoCAD. Допустимо импортировать растровое изображение, не меняя при этом форматы файлов. Начиная с версии 14, в AutoCAD включено множество средств, позволяющих сделать чертеж достоянием Интернета.

Графический редактор КОМПАС 3д.

Разработанный в конце 80-х годов компанией АСКОН (Санкт-Петербург) графический редактор КОМПАС изначально был ориентирован на быстрое и удобное выполнение чертежей в полном соответствии с ГОСТами ЕСКД.

Благодаря предельно дружественному интерфейсу, обеспечивающему быстрое обучение работе с системой (зачастую на интуитивном уровне), КОМПАС стал весьма популярен среди пользователей.

КОМПАС (КОМПлекс Автоматизированных Систем), кроме графического редактора, включает в себя целый ряд программных продуктов, значительно повышающих эффективность и качество проектирования.

Он одинаково удобен как для машиностроения, так и для приборостроения, строительства и архитектуры.

Основные возможности КОМПАС:

- геометрические построения средствами «электронного кульмана»;
- редактирование изображения (сдвиг, поворот, копирование, масштабирование, деформация, симметрия и т. д.)
- формирование текстовых надписей;
- оформление технических требований и основных надписей;
- сохранение типовых фрагментов чертежа и их перенесение в другой чертеж;
- использование библиотек типовых параметрических изображений;
- создание сборочных чертежей и т. д.

Схемы и их выполнение.

Общие сведения о схемах.

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных графических изображений.

В современной технике широко используются *механические, пневматические, гидравлические и электрические устройства*. Изучение принципа и последовательности действия таких устройств по чертежам общих видов и сборочным чертежам часто весьма затруднительно.

Поэтому кроме чертежей часто составляются *специальные схемы*, позволяющие значительно быстрее разобраться в принципе и последовательности действия того или иного устройства.

Схемы просты по выполнению и достаточно наглядны; они могут быть выполнены в прямоугольных или аксонометрических проекциях.

Разновидности схем

ГОСТ 2.701—84 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению схем (кроме электрических схем).

В зависимости от характера элементов и линий связей, входящих в состав устройства, схемы подразделяются на виды, каждый из которых часто обозначается буквой:

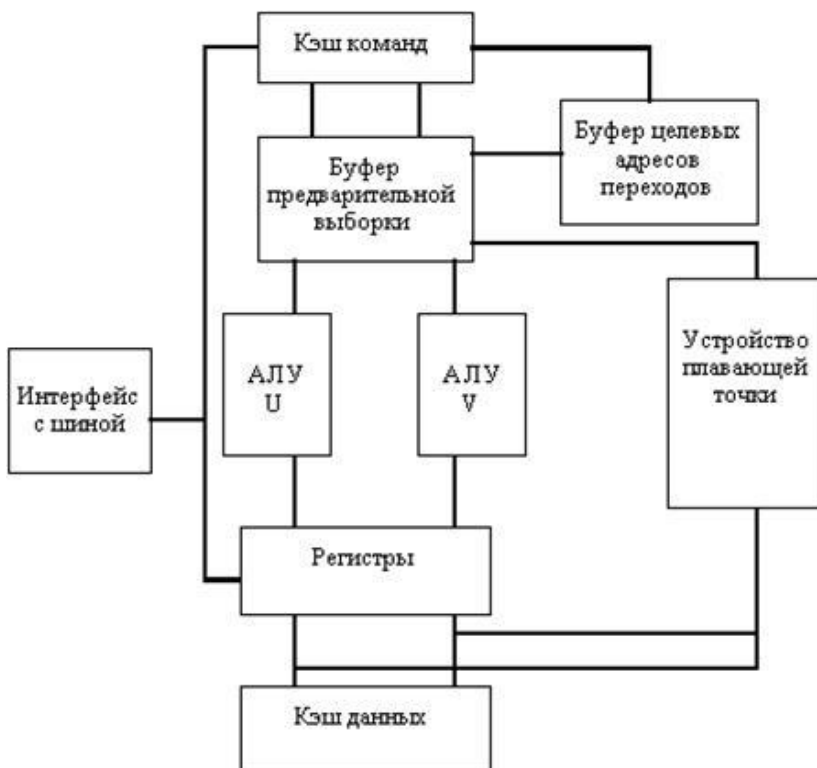
электрическая — Э,
гидравлическая — Г,
пневматическая — П,
газовая — Х,
кинематическая — К,
вакуумная — В,
оптическая — Л,
энергетическая — Р,
деления — Е,
комбинированная — С.

Схемы в зависимости от основного назначения делятся на типы, каждый из которых обычно обозначается цифрой:

- 1 — структурные;
- 2 — функциональные;
- 3 — принципиальные;
- 4 — соединения (монтажные);
- 5 — подключения;
- 6 — общие;
- 7 — расположения;
- 0 — объединения и др.

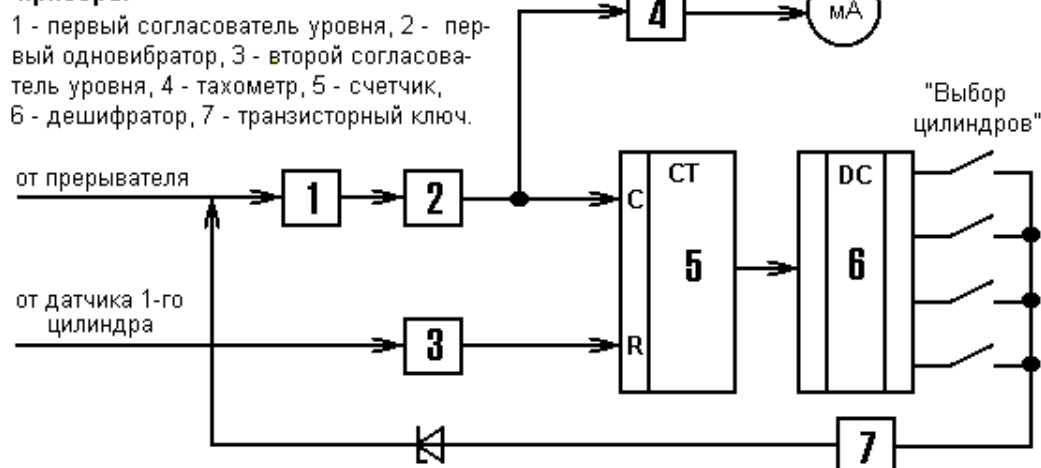
а) **структурные схемы** служат для общего ознакомления с изделием и определяют взаимосвязь составных частей изделия и их назначение;

*элементы схемы вычерчиваются простыми геометрическими фигурами (прямоугольниками, 10*10 мм, 10*15 мм) и прямыми линиями или аналитической записью, допускающей применение ЭВМ;*

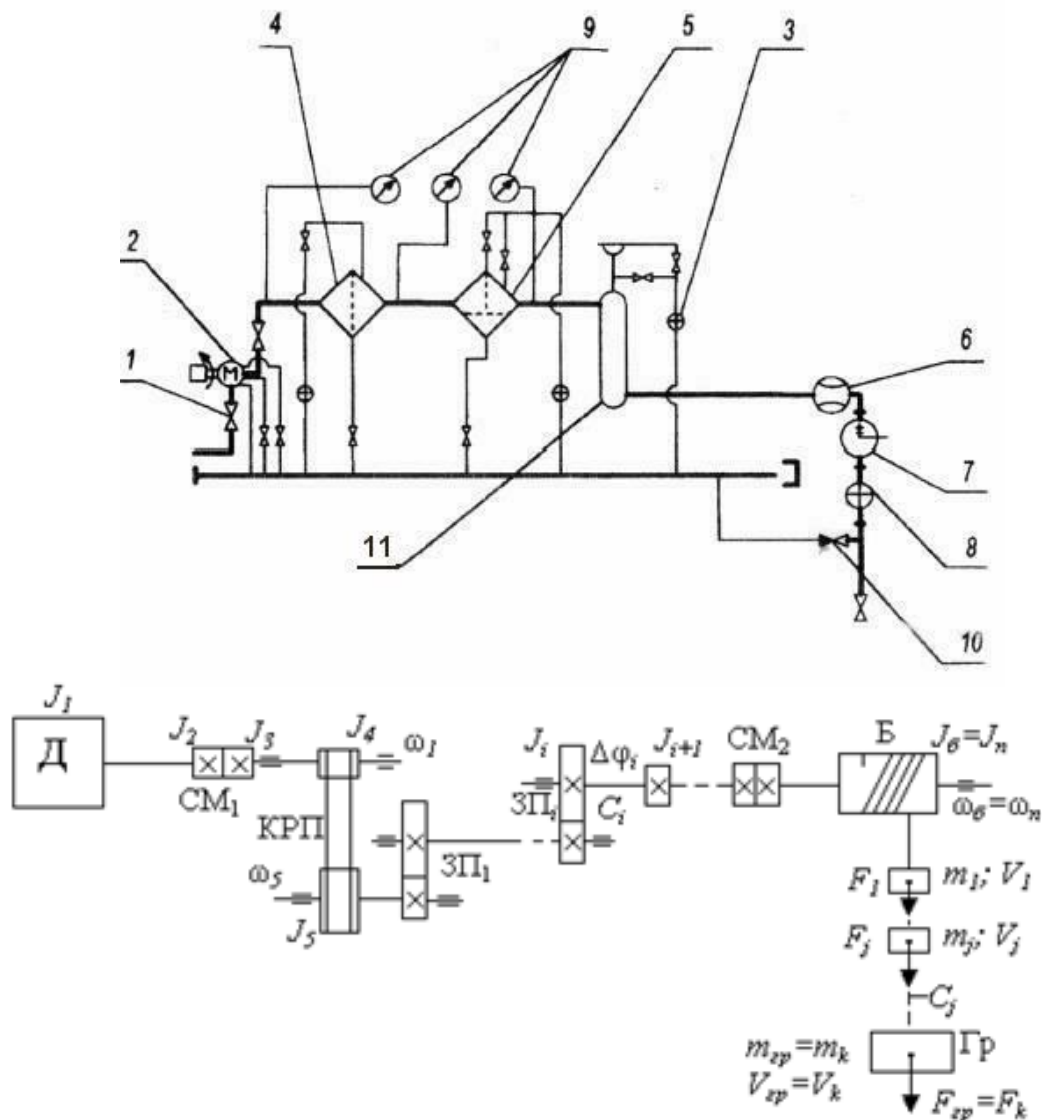


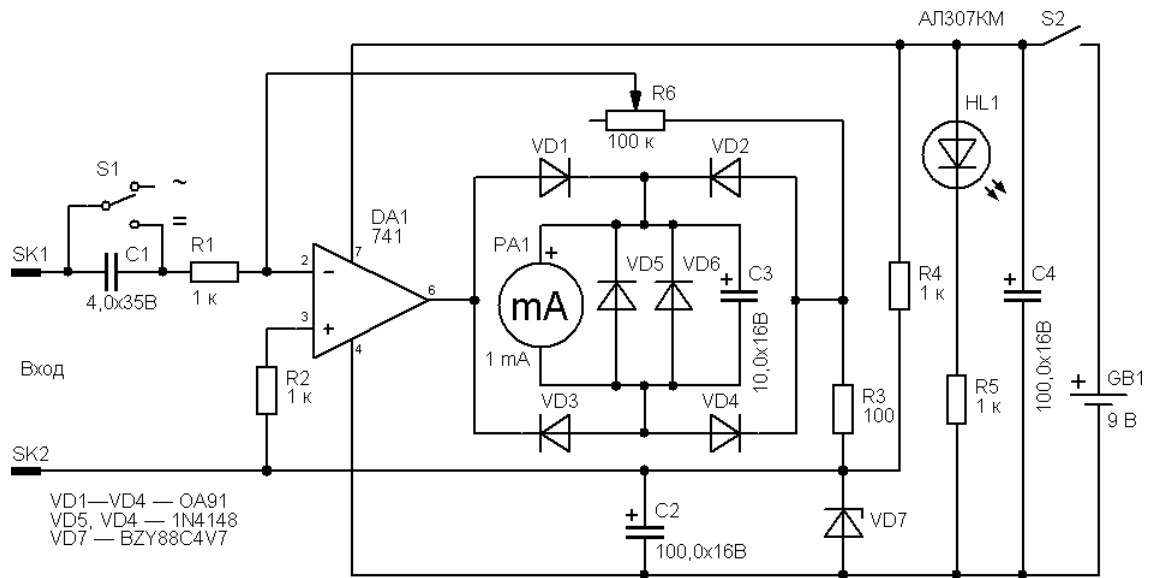
б) **функциональные схемы** поясняют процессы, протекающие в изделии или в его функциональной части, в них должны быть указаны наименования всех изображенных функциональных частей;

Рис.2 Функциональная схема прибора:

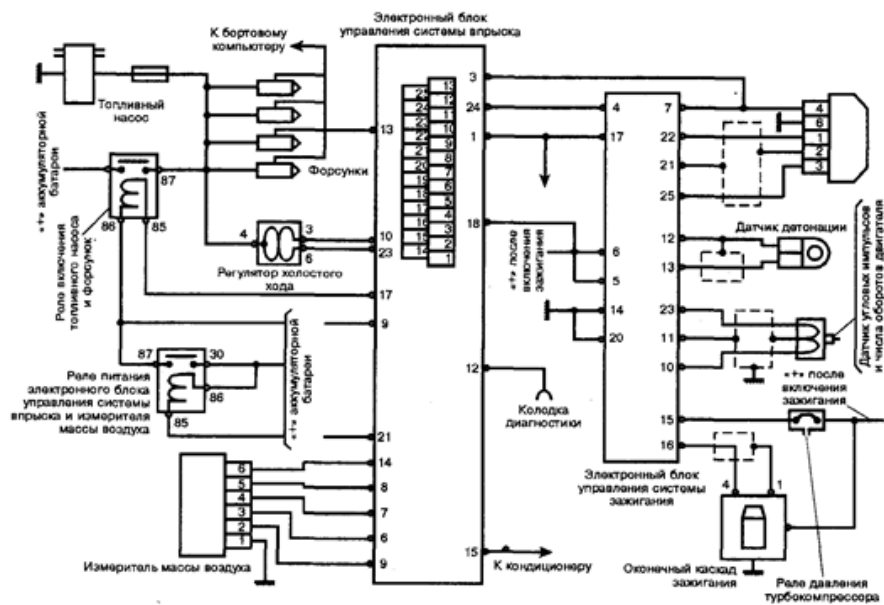


в) **принципиальные схемы (полные)** определяют полный состав элементов изделия и связей между ними, давая детальное представление о принципах действия изделия;

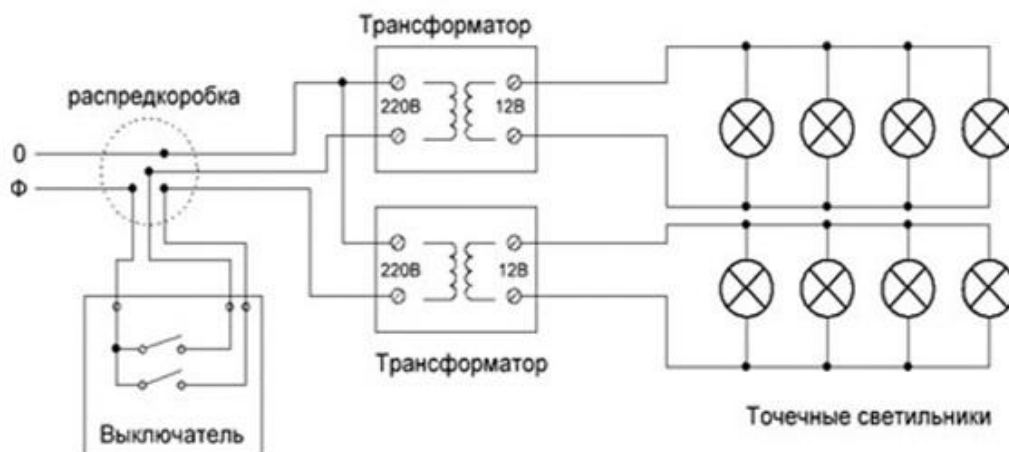




г) **схемы соединений (монтажные)** показывают соединения составных частей изделия, а также места присоединений и вводов и выявляют провода, кабели, трубопроводы и их арматуру;



д) **схемы подключения** показывают внешнее подключение изделия.



Наименование схемы определяется ее видом и типом, например, схема гидравлическая принципиальная, схема электрическая функциональная и т.п.

Шифр схемы, входящий в состав ее обозначения, состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей ее тип. Например, схема гидравлическая принципиальная имеет шифр ГЗ, схема электрическая структурная — Э1.

При составлении схем применяются следующие термины:

1. **Элементы схемы** — составная часть схемы, выполняющая определенную функцию (назначение) в изделии, которая не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, насос, соединительная муфта, конденсатор, резистор и т.п.).
2. **Устройство** — совокупность элементов, представляющая одну конструкцию (например, механизм храповой, печатная плата, шкаф).
3. **Функциональная группа** — совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в одну конструкцию.
4. **Функциональная часть** — элемент, оборудование или функциональная группа.
5. **Линия взаимосвязи** — отрезок линии на схеме, показывающей связь между функциональными частями изделия.

Общие правила выполнения схем устанавливают ГОСТ 2.701-84 и ГОСТ 2.702-75.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей не учитывается или учитывается приближенно.

Электрические элементы и устройства на схеме изображают в состоянии, соответствующем обесточенному. Элементы и устройства, которые приводятся в действие механически изображают *в нулевом или отключенном положении*. При отклонении от этого правила на поле схемы необходимо давать соответствующие указания.

Форматы листов для выполнения схем следует выбирать из основного ряда форматов согласно ГОСТ 2.301 -65 и ГОСТ 2.004-79. При выборе форматов схемы следует учитывать объем и сложность схемы, условия хранения и обращения схем, возможность внесения изменений, особенности техники выполнения схем.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схем без ущерба для ее наглядности и удобства использования.

Элементы, входящие в состав изделия, изображаются на схемах, как правило, в виде условных графических обозначений, устанавливаемых стандартами ЕСКД. Связь между элементами схемы показывается линиями взаимосвязи, которые условно представляют собой трубопроводы, провода, кабели, валы.

Линии на схемах всех типов выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.303-68. Толщины линий выбираются в пределах от 0,2 до 1 мм и выдерживаются постоянными во всем комплекте схем.

В учебных целях, при выполнении схем, рекомендуется принимать толщину основной сплошной линии (параметр $S = 0,5$ мм).

Графические обозначения элементов и линии взаимосвязи выполняют линиями одинаковой толщины. Допускается утолщением линий при необходимости выделить отдельные электрические цепи, например, силовые цепи.

На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине. Назначение, применение и начертание линий в электрических схемах представлены в приложении в таблице.

Назначение	Наименование	Начертание
Электрические связи, графические обозначения элементов	Сплошная	_____
Механические связи, экраны	Штриховая	-----
Условные границы устройств, функциональных групп	Штрихпунктирная	— — — — —

Элементы, составляющие отдельное устройство, допускается выделять на схемах штрихпунктирными тонкими линиями с указанием этого устройства.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на действие изделия. Эти элементы и их связи изображаются тоже тонкими штрихпунктирными линиями.

На электрической схеме изображают элементы и устройства в виде графических обозначений, линии взаимосвязи, буквенно-цифровые обозначения, таблицы, помещают текстовую информацию, основную надпись (см. рис.).

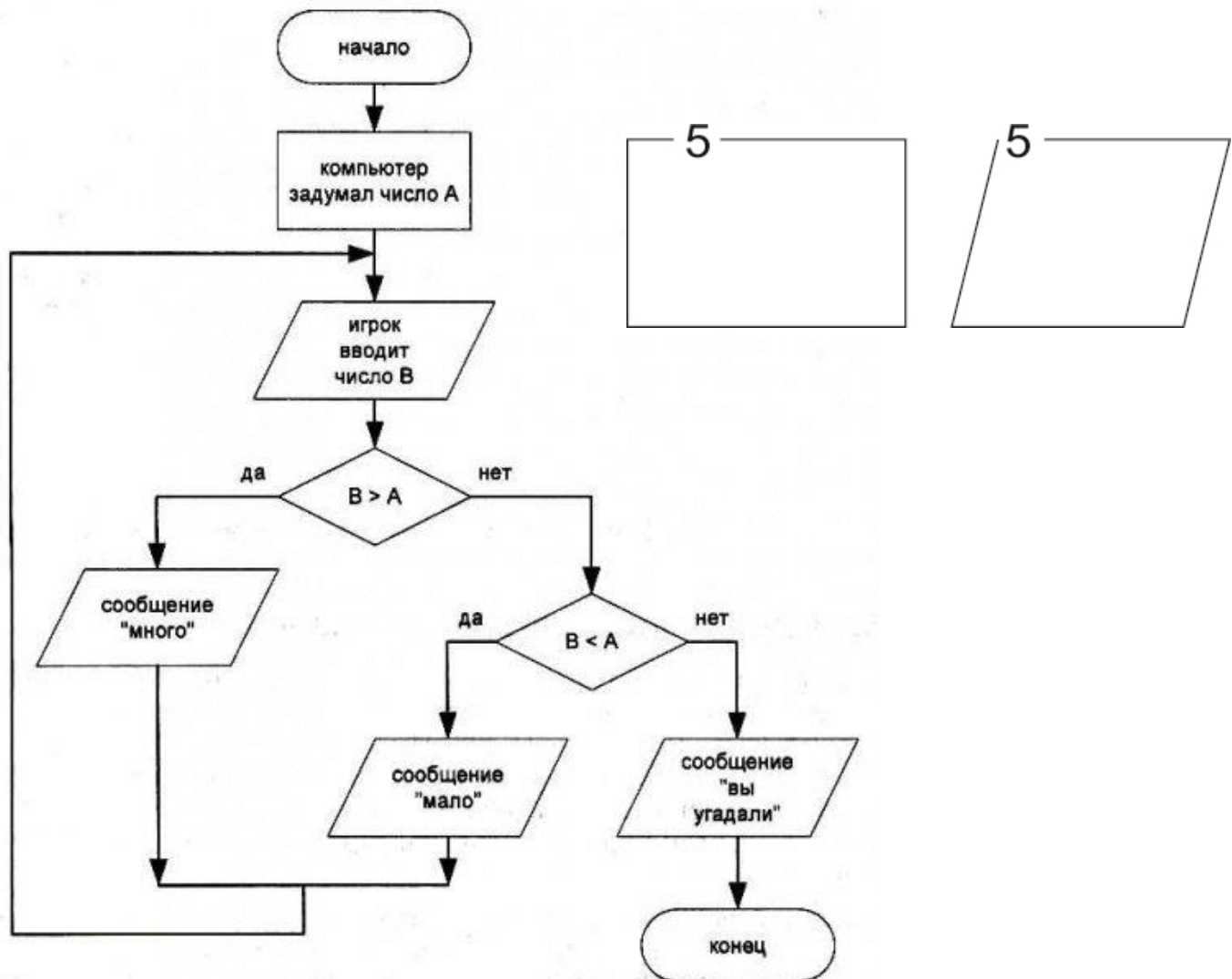
Условные графические обозначения.

Для изображения на электрических схемах элементов и устройств применяют условные графические обозначения, установленные соответствующими стандартами ЕСКД (см. рисунки). На схемах определенных типов кроме условных графических обозначений могут применяться другие категории графических обозначений: прямоугольники произвольных размеров, содержащие пояснительный текст.

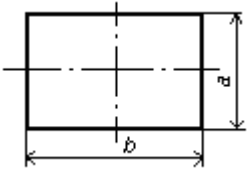
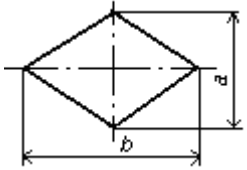
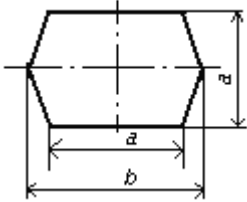
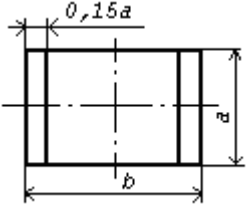
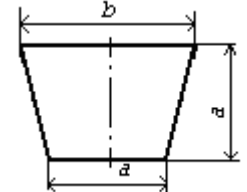
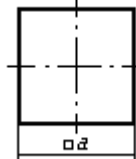
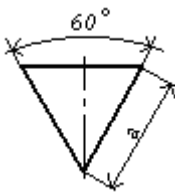
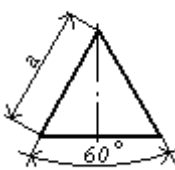
Схеме присваивается обозначение того изделия, действие которого отражено на схеме. После этого обозначения записывается шифр схемы. Наименование схемы указывается в основной надписи после наименования изделия.

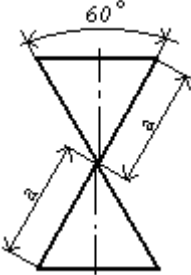
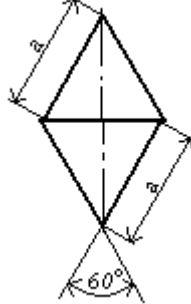
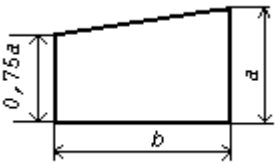
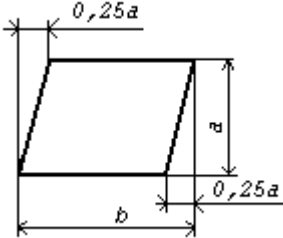
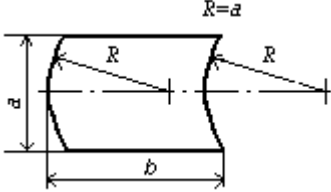
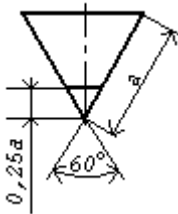
Схемы алгоритмов.

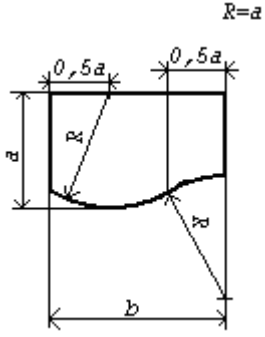
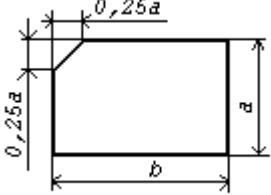
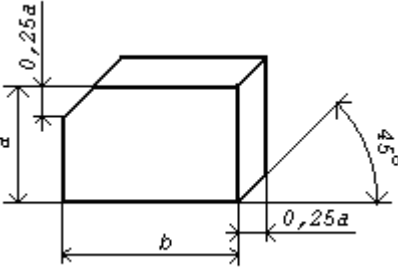
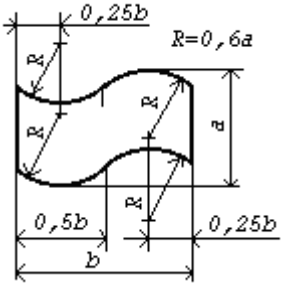
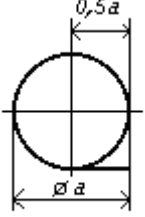
Схемы алгоритмов, программ, данных и систем (далее - схемы) состоят из имеющих заданное значение символов, краткого пояснительного текста и соединяющих линий.

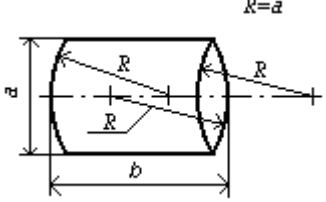
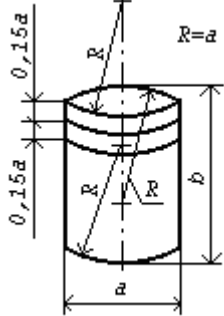
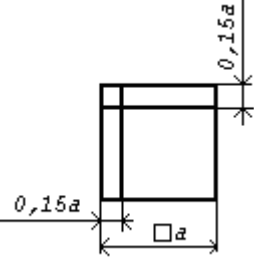
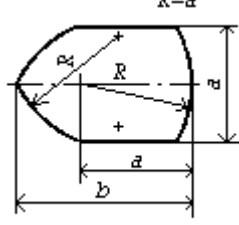
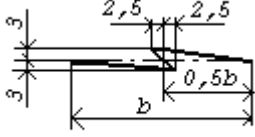

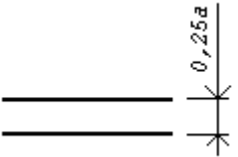
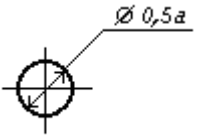


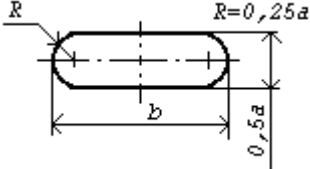
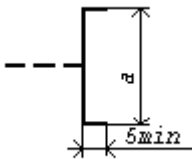
Размеры УГО в схемах алгоритма.

Наименование	Обозначение и размеры в мм	Функция
1. Процесс		Выполнение операций или группы операций, в результате которых изменяется значение, форма представления или расположение данных
2. Решение		Выбор направления выполнения алгоритма или программы в зависимости от некоторых переменных условий
3. Модификация		Выполнение операций, меняющих команды или группу команд, изменяющих программу
4. Предопределенный процесс		Использование ранее созданных и отдельно описанных алгоритмов или программ
5. Ручная операция		Автономный процесс, выполняемый вручную или при помощи неавтоматически действующих средств
6. Вспомогательная операция		Автономный процесс, выполняемый устройством, не управляемым непосредственно процессором
7. Слияние		Объединение двух или более множеств в единое множество
8. Выделение		Удаление одного или нескольких множеств из единого множества

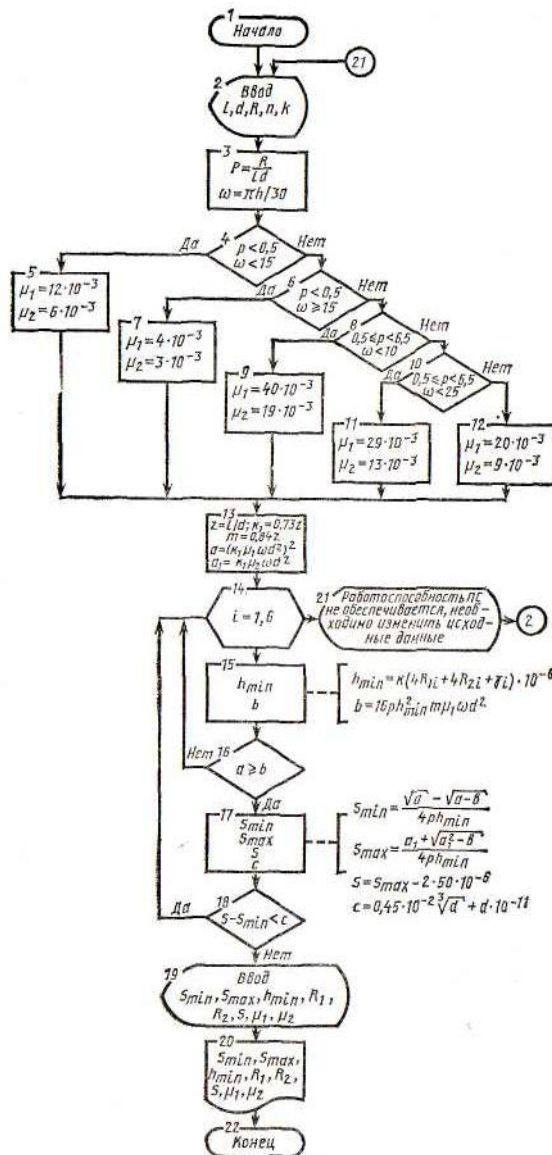
9. Группировка		Объединение двух или более множеств с выделением нескольких других множеств
10. Сортировка		Упорядочение множества по заданным признакам
11. Ручной ввод		Ввод данных вручную при помощи неавтономных устройств с клавиатурой, набором переключателей, кнопок
12. Ввод-вывод		Преобразование данных в форму, пригодную для обработки (ввод) или отображения результатов обработки (вывод)
13. Неавтономная память		Ввод-вывод данных в случае использования запоминающего устройства, управляемого непосредственно процессором
14. Автономная память		Ввод-вывод данных в случае использования запоминающего устройства, не управляемого непосредственно процессором

<p>15. Документ</p>		<p>Ввод-вывод данных, носителем которых служит бумага</p>
<p>16. Перфокарта</p>		<p>Ввод-вывод данных, носителем которых служит перфокарта</p>
<p>17. Колода перфокарт</p>		<p>Отображение набора перфокарт</p>
<p>18. Файл</p>		<p>Представление организованных на основе общих признаков данных, характеризующих в совокупности некоторый объект обработки данных. Символ используется в сочетании с символами конкретных носителей данных, выполняющих функции ввода-вывода</p>
<p>19. Перфолента</p>		<p>Ввод-вывод данных, носителем которых служит перфолента</p>
<p>20. Магнитная лента</p>		<p>Ввод-вывод данных, носителем которых служит магнитная лента</p>

21. Магнитный барабан		Ввод-вывод данных, носителем которых служит магнитный барабан
22. Магнитный диск		Ввод-вывод данных, носителем которых служит магнитный диск
23. Оперативная память		Ввод-вывод данных, носителем которых служит магнитный сердечник
24. Дисплей		Ввод-вывод данных, если непосредственно подключенное к процессу устройство воспроизводит данные и позволяет оператору ЭВМ вносить изменения в процессе их обработки
25. Канал связи		Передача данных по каналам связи
26. Линия потока		Указание последовательности между символами
27. Параллельные действия		Начало или окончание двух и более одновременно выполняемых операций
28. Соединитель		Указание связи между прерванными линиями потока, связывающими символами

29. Пуск - останов		Начало, конец, прерывание процесса обработки данных или выполнения программы
30. Комментарий		Связь между элементом схемы и пояснением

Размер a следует выбирать из размерного ряда: 10-15-20 мм. Допускается увеличивать размер a на число кратное -5. Размер $b = 1.5 a$.



Справочное рук-ва

Размеры УГО в электрических схемах.

<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор переменный</p>	<p>Резистор переменный двойной</p>	<p>Резистор переменный с замыкающим контактом</p>	<p>Резистор подстроечный</p>
<p>Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор</p>	<p>Конденсатор постоянной емкости</p>	<p>Конденсаторы оксидные полярный и неполярный</p>	<p>Конденсатор подстроечный</p>	<p>Конденсатор переменной емкости (КПЕ)</p>	<p>Сдвоенный блок КПЕ</p>
<p>Конденсаторы проходной и опорный</p>	<p>Катушка индуктивности, дроссель (L3 – с отводами)</p>	<p>Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 – с медным)</p>	<p>Трансформатор с тремя обмотками и электростатическим экраном</p>	<p>Диод, диодный мост</p>	<p>Стабилитрон (VD8 – двуханодный)</p>
<p>Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)</p>	<p>Варикапная матрица</p>	<p>Династор (VS1), тринистор (VS2, VS3), симистор (VS4)</p>	<p>Транзистор p-n-p</p>	<p>Транзистор n-p-n</p>	<p>Транзистор однопереходный</p>
<p>Транзистор полевой с p-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и p-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом</p>	<p>Фоторезистор</p>	<p>Фото- и светодиод</p>	<p>Фототранзистор</p>
<p>Оптрон резисторный</p>	<p>Оптрон диодный</p>	<p>Оптрон тиристорный</p>	<p>Оптрон транзисторный</p>	<p>Триод</p>	<p>Двойной триод</p>
<p>Пентод</p>	<p>Контакт замыкающий (выключатель)</p>	<p>Контакт размыкающий</p>	<p>Контакт переключающий</p>	<p>Геркон</p>	<p>Переключатель 2П3Н</p>
<p>Переключатель 6П1Н</p>	<p>Переключатель 3П2Н (среднее положение – нейтральное)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные с возвратом в исх. положение повторным нажатием</p>	<p>Штырь и гнездо разъёмного соединителя (XW1 – XW4 – коаксиального)</p>	<p>Вилка и розетка разъёмного соединителя</p>

<p>Штепсель и гнездо телефонные</p>	<p>Контакты разборного и неразборного соединений</p>	<p>Переключатель контактный</p>	<p>Реле электромагнитное</p>	<p>Реле поляризованное</p>	<p>Микрофон</p>
<p>Телефон (BF5 – головной)</p>	<p>Головка громкоговорителя</p>	<p>Головка магнитная</p>	<p>Головки стереофонических электромагнитного и пьезоэлектрического звукоснимателей</p>	<p>Гидрофон (ультразвуковой передатчик-приемник)</p>	<p>Резонатор кварцевый, пьезокерамический</p>
<p>Приборы электроизмерительные</p>	<p>Коллекторный электродвигатель постоянного тока</p>	<p>Электродвигатель асинхронный</p>	<p>Элемент гальванический, аккумуляторный, батарея элементов</p>	<p>Лампы накаливания осветительная (EL1) и сигнальная (HL1, HL2)</p>	<p>Лампы тлеющего разряда и газоразрядная осветительная</p>
<p>Датчик Холла</p> <p>Токовые выводы</p>	<p>Антенны электрическая и магнитные</p>	<p>Соединение с общим проводом (корпусом), заземление</p>	<p>Ответвления линий электрической связи</p>	<p>Экранированные линии связи</p>	<p>Экран группы элементов</p>
<p>Кабель коаксиальный</p>	<p>Линии электрической связи, выполненной скрученными проводами</p>	<p>Линия электрической связи, выполненная гибким проводом</p>	<p>Линия групповой связи</p>	<p>Усилитель операционный</p>	<p>Компаратор KP554CA3</p>
<p>Таймер KP1006BI1</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>D-триггер</p>	<p>Индикатор цифровой</p>	<p>Набор резисторов DR1</p>
<p>Датчики неэлектрических величин</p>	<p>Микросхемный стабилизатор напряжения</p>	<p>Коммутатор электронный</p>	<p>Усилитель</p>	<p>Аттенуаторы с постоянным и регулируемым затуханием</p>	<p>Генератор</p>
<p>Преобразователь</p>	<p>ФНЧ (Z1), ФВЧ (Z2), полосовой (Z3) и режекторный (Z4) фильтры</p>	<p>Линии задержки: общее обозначение (DT1), с сосредоточенными (DT2) и распределенными (DT3) параметрами</p>	<p>Направление передачи сигнала</p>	<p>Поток цифровых данных</p>	<p>Линии механической связи элементов</p>

Позиционные обозначения элементов

Электрическому элементу и устройству, изображенному на схеме, должно быть присвоено буквенно-цифровое позиционное обозначение по ГОСТ 2.710- 81, которое записывается без разделительных знаков и пробелов.

Каждое позиционное обозначение состоит из буквенного кода элемента (например, С, R) и порядкового номера элемента, начиная с единицы (арабские цифры) и в пределах группы элементов с одним буквенным кодом, например, С1, С2, ..., С15 и т.д., R1, R2, ..., R10 и т.д.

Позиционные обозначения выполняют шрифтом №3,5 или №5 (высота букв и цифр в одном обозначении должна быть одинаковой) и наносят на схеме справа от условного графического изображения или над ним.

Порядковые номера присваиваются согласно последовательности расположения элементов на схеме в целом — сверху вниз в направлении слева направо.

Перечень элементов

Каждая схема должна быть снабжена перечнем элементов. Его помещают на первом листе схемы (рис. 5) или выполняют в виде самостоятельного документа (рис. 2) в форме таблицы, заполненной сверху вниз.

Если таблицу помещают на первом листе схемы, то ее располагают, как правило, над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм.

Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, в этом случае заголовки таблицы повторяют.

В графах перечня указывают следующие данные (см. рис. 2 и 5):

- в графе «Поз. обозначение» — позиционное обозначение элемента. Таблицу заполняют по группам в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений (латинский алфавит). В пределах каждой группы элементы располагают по возрастанию порядковых номеров;
- элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в одну строку, При этом в графу «Поз. обозначение» вписывают только обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например С2 ... С5, а в графе «Кол.» — общее количество этих элементов;
- в графе «Наименование» — наименование элемента схемы;
- при записи элементов, имеющих одинаковые буквенные коды, для упрощения заполнения перечня элементов допускается не повторять наименования элементов (например, резистор, конденсатор и т.д.), а проставлять в графе «Наименование» знак « — " — » или записывать эти наименования в виде заголовка (см. рис. 2);
- в графе «Кол.» — количество одинаковых элементов;
- в графе «Примечание» — при необходимости технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании. Перечень элементов в виде самостоятельного

документа выпускают на листах формата А4, основную надпись для текстовых документов выполняют по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 — для первого листа и 2а — для последующих).

В графе 1 основной надписи (см. рис. 2) указывают наименование изделия, а под ним, шрифтом на один номер меньше, записывают «Перечень элементов». Код перечня элементов должен состоять из буквы «П» и кода схемы, к которой выпускают перечень, например, код перечня элементов к электрической принципиальной схеме — ПЭЗ.

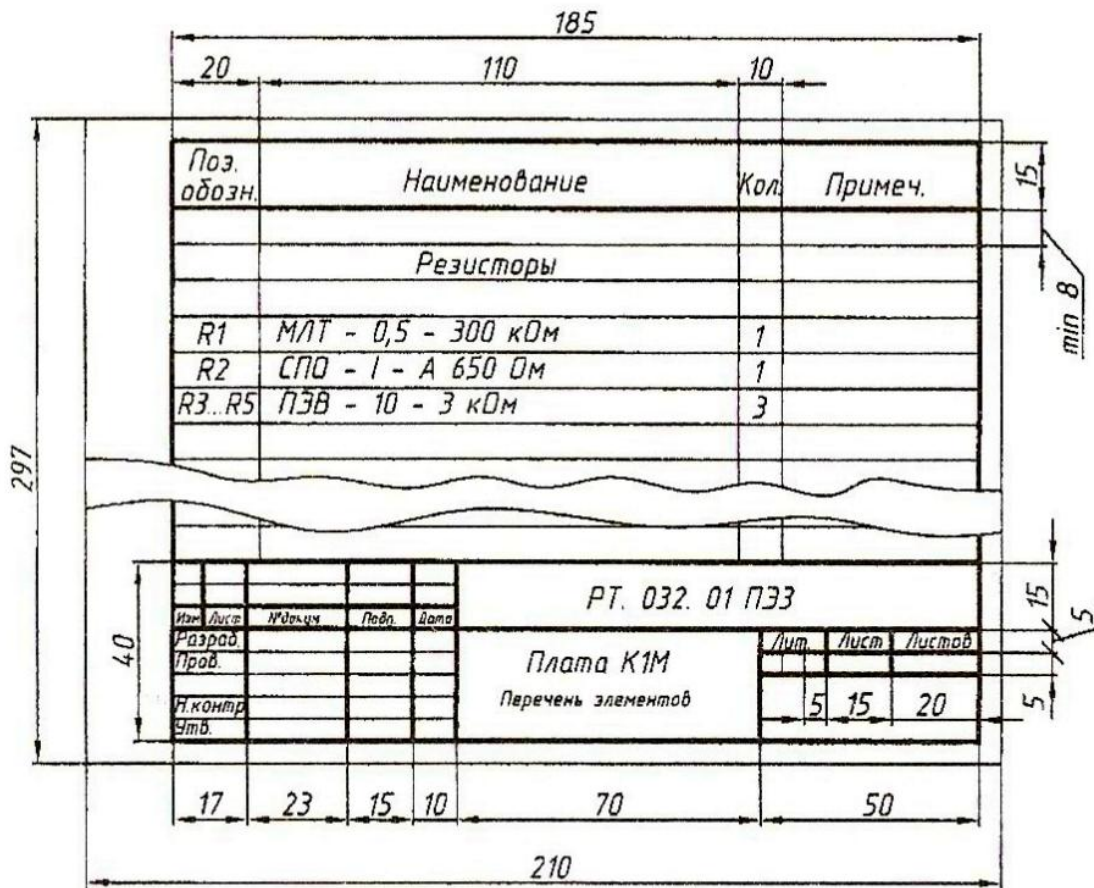


Рис. 2. Пример заполнения основной надписи