

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Графика»

О. С. КИСЕЛЕВСКИЙ, Н. Н. МЕЛЬНИКОВА

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие
для студентов механических специальностей

Гомель 2011

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Графика»

О. С. КИСЕЛЕВСКИЙ, Н. Н. МЕЛЬНИКОВА

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие
для студентов механических специальностей

Одобрено методической комиссией механического факультета

Гомель 2011

УДК 744 (075.8)
ББК 22.151.3
К44

Р е ц е н з е н т – канд. техн. наук, доцент **В. А. Лодня** (УО “БелГУТ”)

Киселевский, О. С.

К44 Проекционное черчение : учеб.-метод. пособие / О. С. Киселевский, Н. Н. Мельникова ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп.– Гомель : БелГУТ, 2011. – 30 с.
ISBN 978-985-468-877-0

Изложены основы технического черчения: разделы проекционного черчения, способы, приёмы и особенности выполнения чертежей. Приведен рекомендуемый порядок и объём выполняемых студентами работ, даны примеры выполнения заданий. Исходные данные и расчётно-графической работе являются многовариантными и допускают дифференцированный подход при распределении заданий различной степени сложности среди студентов разного уровня подготовки.

Предназначено для студентов механического факультета.

УДК 744 (075.8)
ББК 22.151.3

ISBN 978-985-468-877-0

© Киселевский О. С., Мельникова Н. Н., 2011
© Оформление. УО “БелГУТ”, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Значение графического изображения различных предметов в жизнедеятельности человека очень велико. Современный чертёж является основным документом, позволяющим не только определить форму и размеры предмета и его частей, получить наглядное представление о нём, но также получить общие сведения о технологии его изготовления и условиях эксплуатации. Только грамотно построенный и сопровождаемый необходимыми техническими требованиями чертёж детали или узла может служить основой для проектирования технологического процесса их изготовления и технических инструкций по эксплуатации.

Чертёж, называемый «языком техники», является международным средством передачи информации. Составленный по правилам и нормам международных стандартов чертёж понятен любому инженеру, технически грамотному рабочему независимо от страны, в которой он живёт, и языка, на котором он говорит. Совершенное владение этим «языком» является непременным условием подготовки инженера любой специальности.

Важным условием успешного изучения инженерной графики является усвоение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Под усвоением надо понимать не формальное заучивание стандартов, а понимание их сущности, правильного применения содержащихся в них правил, требований и рекомендаций.

Пособие рассчитано на студентов механических специальностей, изучающих черчение и инженерную графику. В пособии изложены основы технического черчения, изучаются способы, приёмы и особенности выполнения чертежей. Пособие разработано в соответствии с программой по курсам технического черчения и инженерной графики.

Однако необходимо учитывать, что при выполнении графических работ согласно утверждённым программам студенты пользуются лишь частью из подлежащих изучению стандартов, и, следовательно, несмотря на большие затраты времени, многие положения ЕСКД остаются неизученными. В связи с этим, при подготовке рекомендуемого в данном пособии сборника задач была заложена возможность творческого подхода к их решению как со стороны студента, так и со стороны руководящего и контролирующего его работу преподавателя.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Форматы листов чертежей и других документов установлены ГОСТ 2.301-68. Основные форматы имеют следующие обозначения и размеры сторон:

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

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148×210. При этом на листе формата A4 выполняют две рамки размером 138×185 с основными надписями на 55 мм. Лист при этом на две части не разрезают.

- Каким образом из формата A0 получить основные форматы меньших размеров?

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкими линиями (рисунок 1).

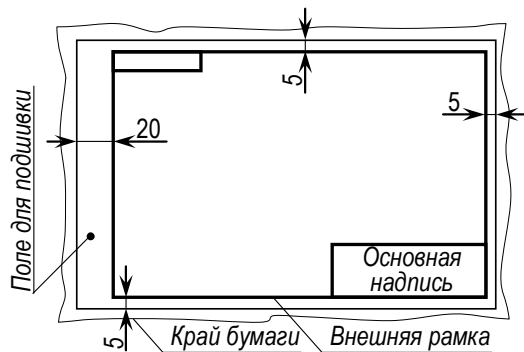


Рисунок 1 – Формат чертёжного листа

Шифр документа заполняется по ГОСТ 2.201-80 или по принятой на предприятии форме. На учебных чертежах в шифр рекомендуется включать название учебной группы, номер расчётно-графической работы, вариант задания и порядковый номер задачи.

Пример выполнения шифра может быть следующим: *МО-11.04.17.03*, где МО-11 – название студенческой группы, 04 – номер расчётно-графической работы по курсу “Начертательная геометрия и инженерная графика”, 17 – вариант, или порядковый номер студента по журналу, 03 – номер задачи.

Форма, размеры и порядок заполнения основной надписи и дополнительных граф в конструкторских документах установлены в ГОСТ 2.104-68.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи и дополнительных граф, а также размеры рамок на чертежах должны соответствовать форме 1 (рисунок 2) на первом, или заглавном листе.

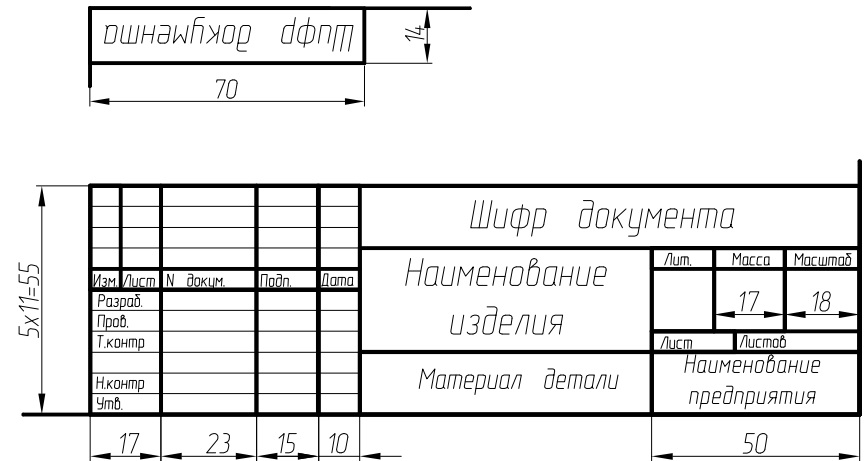


Рисунок 2 – Расположение и размеры граф основной надписи

Масштабом изображения называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к соответствующим действительным размерам. Масштаб изображения указывается в соответствующей графе основной надписи и выбирается из следующего ряда (ГОСТ 2.302-68):

- изображение в натуральную величину: 1:1;
- 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.
- масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Надписи, наносимые на чертежи и другие технические документы выполняются чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 (рисунок 3). Наклон букв и цифр к основанию строки составляет около 75°. Стандартом установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.




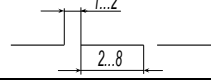
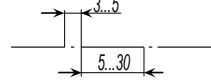
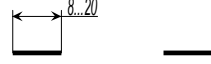
- Что означает численное значение в наименовании размера шрифта?

**АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПР
СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ
абвгдежзийклмнопр
стуфхцчшщъыьэюя
0123456789**

Рисунок 3 – Начертание шрифта Б (ГОСТ 2.304-81)

Стандарт (ГОСТ 2.303-68) устанавливает начертания и основные назначения линий, применяемых для выполнения чертежей (таблица 1).

Таблица 1 – Назначение и начертание линий

Наименование	Начертание	Толщина, мм	Основное назначение
Сплошная основная		$s = 0,6 \dots 1,5$	Линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза). Линии рамки и основной надписи
Сплошная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Размерные и выносные линии; линии штриховки, линии контура наложенного сечения; ограничения выносных элементов на видах. Оси проекций, следы плоскостей, линии построения
Сплошная волнистая		От $s/3$ до $s/2$	Линии обрыва; линии разграничения вида и разреза
Штриховая		От $s/3$ до $s/2$	Линии невидимого контура, невидимые линии перехода
Штрихпунктирная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии осевые и центровые; линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2} s$	Линии сечений

ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Правила изображения деталей на чертежах установлены ГОСТ 2.305-68. Изображения предметов выполняют согласно принципам прямоугольного проецирования. За основные плоскости проекций принимается шесть граней куба (рисунок 4). При проецировании сам изображаемый предмет считается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Изображение видимой части предмета на фронтальную плоскость проекций принимается на чертеже в качестве *главного вида*. Относительно фронтальной плоскости проекций предмет следует располагать так, чтобы главный вид давал максимальное представление о формах и размерах предмета. Количество видов, необходимых для изображения предмета на чертеже, должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о внешней и внутренней формах изображаемого предмета при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений.

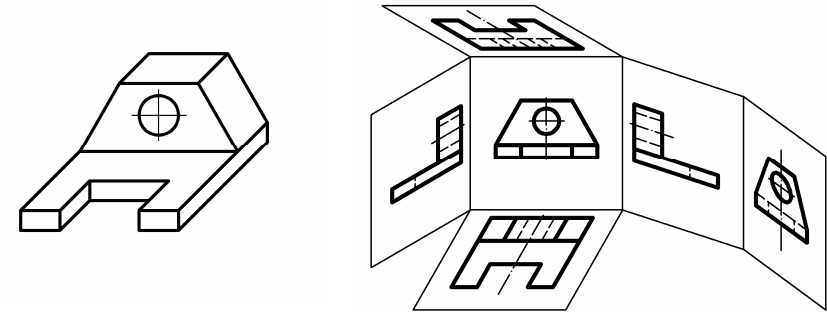


Рисунок 4 – Шесть основных видов

- Повторите тему прямоугольного проецирования предмета из курса начертательной геометрии.
- Перечислите названия шести основных видов, дайте определение главного вида.

Иногда для деталей сложной формы основных видов недостаточно. Имеются в виду случаи, когда проецирование детали ни на одну из основных плоскостей не даёт представления о форме и размерах внутренних полостей и отверстий, а также когда конструктивные элементы детали находятся под наклоном и не проецируются на основные плоскости без искажений. В этих случаях на чертеже вводятся такие изображения, как дополнительные, местные виды, разрезы, сечения (см. классификацию на рисунке 5).

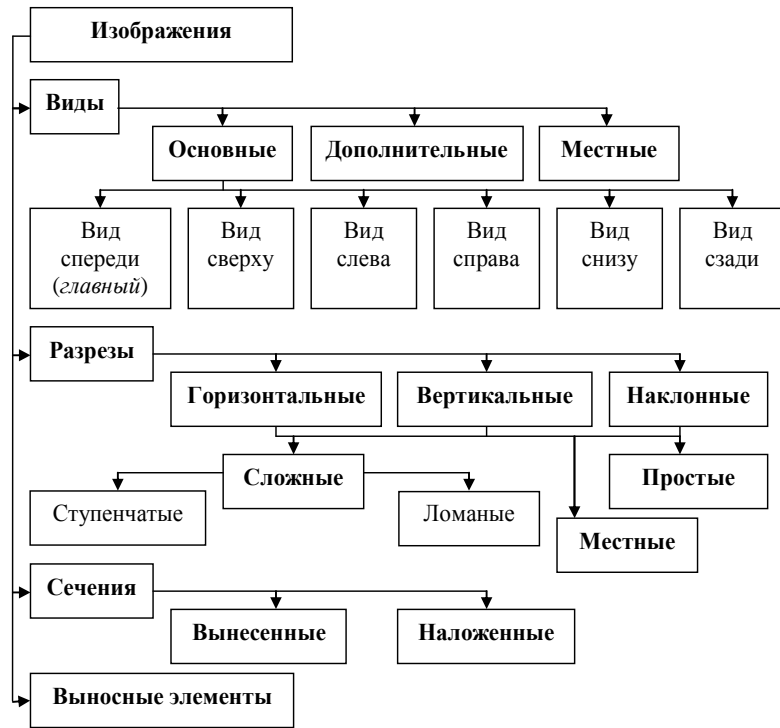


Рисунок 5 – Классификация изображений на чертежах

Дополнительным видом называется изображение видимой части поверхности предмета на плоскости, которая не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций (рисунок 6).

- *Повторите тему “Способ замены плоскостей проекций” из курса начертательной геометрии.*

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета и применяется в тех случаях, когда нет необходимости показывать вид детали целиком, однако отдельную её часть показать нужно (см. рисунок 6).

Обозначения видов. В тех случаях, когда основные или дополнительные виды не находятся в проекционной связи, им следует присваивать буквенные обозначения. Для этого стрелкой указывают направление проектирова-

ния, а над стрелкой и полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву русского алфавита. При необходимости вид можно поворачивать, при этом к надписи добавляется символ \circ .

Разрезом называют изображение предмета, мысленно рассечённого одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что попадает в секущую плоскость (сечение) и что расположено за ней. Сечение представляет собой изображение плоской фигуры, получающейся в секущей плоскости при мысленном рассечении предмета. Мысленное рассечение предмета относится только к данному изображению и не влечёт за собой изменения других изображений того же предмета (рисунок 7).

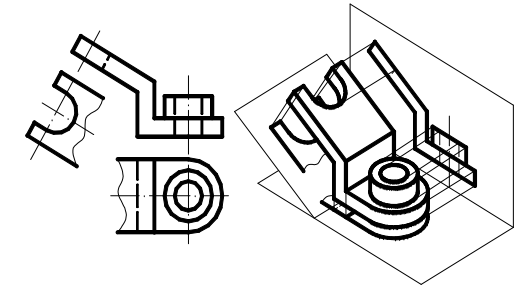


Рисунок 6 – Дополнительный и местный виды

- *Повторите тему “Пересечение тел и плоскости” из курса начертательной геометрии.*

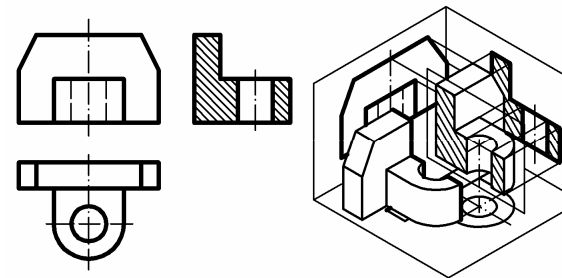


Рисунок 7 – Простой вертикальный профильный разрез

В зависимости от положения секущей плоскости относительно плоскостей проекций разрезы подразделяют на *горизонтальные, вертикальные и наклонные* (рисунок 8), а в зависимости от числа секущих плоскостей различают *простые и сложные* разрезы.

Положение секущей плоскости на чертеже указывают *линией сечения*. В качестве линии сечения должна применяться разомкнутая линия. На штрихах разомкнутой линии следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки должны наноситься на расстоянии 2–3 мм до внешнего конца разомкнутой линии (рисунок 9). Линии разреза присваивают буквенное обозначение. При буквенном обозначении как разрезов, так и дополнительных видов должны использоваться прописные буквы русского алфавита в порядке их следования в алфавите.

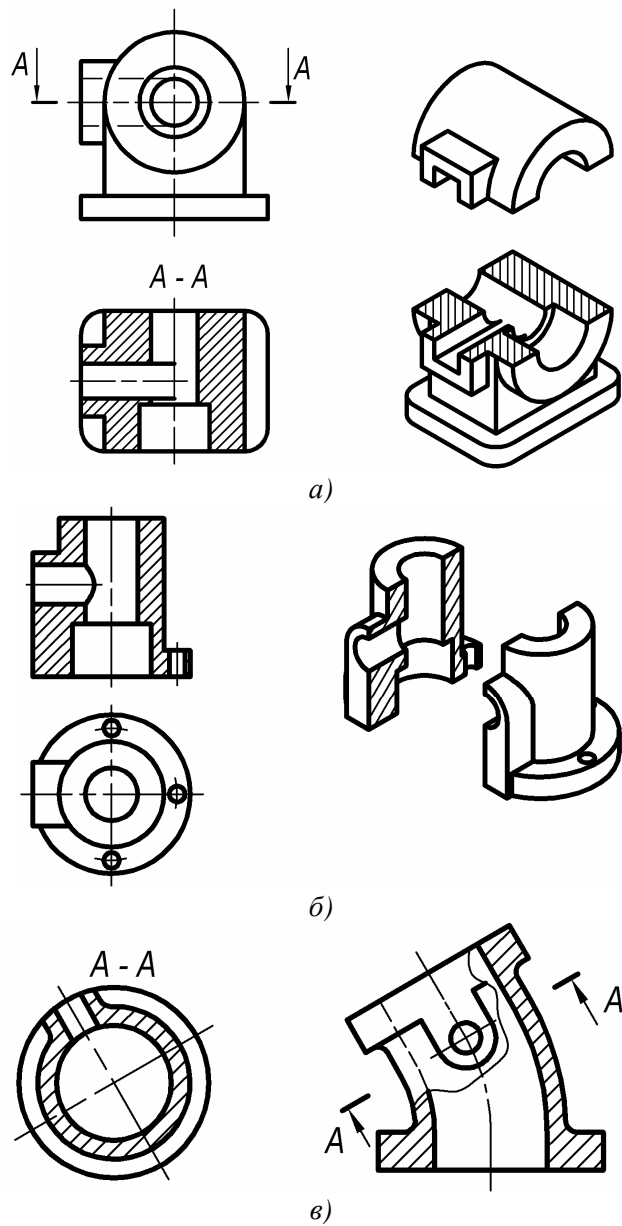


Рисунок 8 – Простые разрезы: горизонтальный (а), фронтальный (б) и наклонный (в)

Если положение секущей плоскости совпадает с плоскостью симметрии предмета и разрез находится в проекционной связи, то секущую плоскость не изображают, и разрез не обозначают.

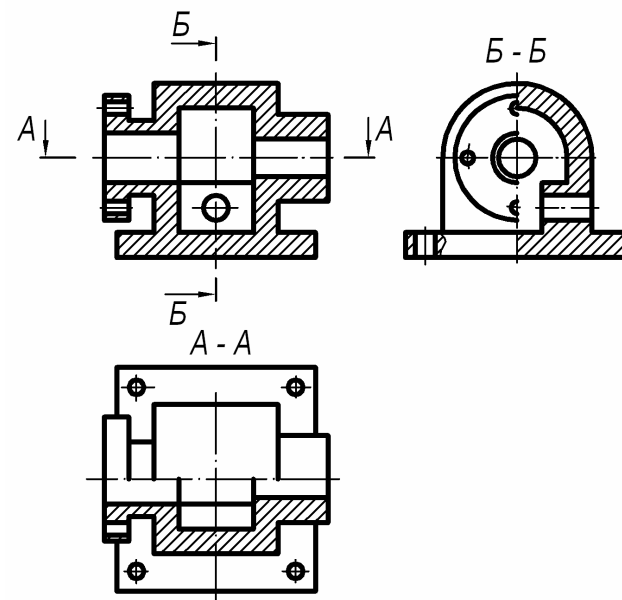


Рисунок 9 – Обозначение разрезов

Если изображаемое изделие проецируется в виде симметричной фигуры, то целесообразно вычерчивать не полный разрез, а половину, совмещая с половиной соответствующего вида. Разделяющей линией между половиной вида и половиной разреза должна служить в этом случае ось симметрии. При этом в разрезе изображают всегда правую или нижнюю симметричные половины предмета, а на левой и верхней половинах сохраняют вид. При очень простой внешней конфигурации детали изображение допускается давать только разрезом, несмотря на абсолютную симметрию изображения.

Штрихпунктирная линия также может служить границей раздела вида и разреза в том случае, если изображает ось достаточно крупного элемента детали, в целом не симметричной, но представляющей собой тело вращения.

Если линия оси симметрии изображения совпадает с линией видимого контура, то часть вида и разреза следует разделять сплошной волнистой линией. Разделяющую волнистую линию необходимо проводить правее оси симметрии, если попадающая на ось линия видимого контура принадлежит виду, или левее, если линия видимого контура принадлежит разрезу.

Сплошная волнистая линия не должна совпадать ни с одной из линий вида или разреза (рисунок 10).

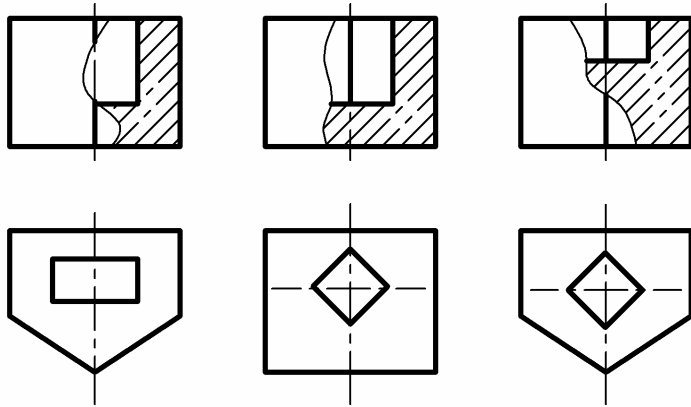


Рисунок 10 – Способы разграничения вида и разреза с помощью разделяющей волнистой линии

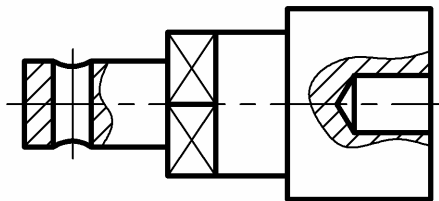


Рисунок 11 – Местные разрезы

Сплошная волнистая линия позволяет также разделять часть вида с частью разреза и в тех случаях, когда деталь не является симметричной (рисунок 11).

Местный разрез служит для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте и также ограничивается сплошной волнистой линией.

Местный разрез не обозначается.

Разрезы, образованные двумя и более секущими плоскостями, называются *сложными*. Сложные разрезы разделяются на ступенчатые и ломаные. *Ступенчатым* называется разрез, образованный несколькими параллельными секущими плоскостями. При выполнении ступенчатого разреза плоские фигуры, лежащие в секущих плоскостях (сечения), совмещаются в одну плоскость и проецируются вместе с поверхностями, лежащими за секущими плоскостями (рисунок 12). Переходы между секущими плоскостями на разрезе никак не обозначаются. При обозначении линии разреза у мест перехода от одной секущей плоскости к другой проводят штрихи разомкнутой линии. Рекомендуется переходы между секущими плоскостями располагать таким

образом, чтобы в этом месте сечение в обеих секущих плоскостях было одинаковым (один массив). Также переход от одной секущей плоскости к другой допускается выполнять по оси отверстий. В зависимости от положения совмещённых секущих плоскостей ступенчатый разрез может быть горизонтальным, фронтальным, профильным, а также может проецироваться на любую дополнительную плоскость, параллельно которой расположены секущие плоскости данного разреза.

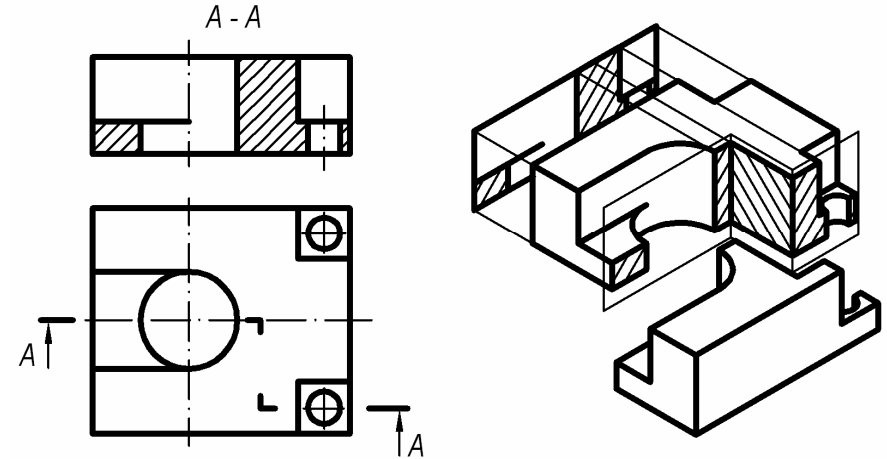


Рисунок 12 – Сложный ступенчатый разрез

Ломаным называется сложный разрез, образованный пересекающимися секущими плоскостями (их линия сечения является ломаной линией). Как и в случае сложного ступенчатого разреза, при выполнении сложного ломаного разреза, сечения, получающиеся в различных плоскостях, совмещают в одно (рисунок 13). Для получения неискажённых изображений секущие плоскости ломаных разрезов для совмещения в одну плоскость поворачивают. Если совмещённые плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида. При построении ломаных разрезов следует обращать внимание на изображение элементов предмета, расположенных за секущей плоскостью.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, поворачивать не следует. Их вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение. Исключением являются случаи, когда секущая плоскость пересекает какой-нибудь элемент детали и часть этого элемента расположена за нею (рисунок 14).

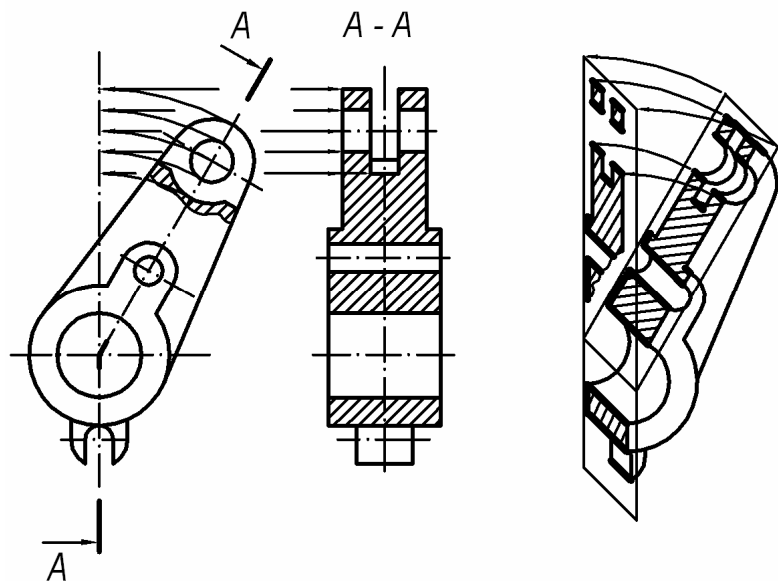


Рисунок 13 – Сложный ломаный разрез

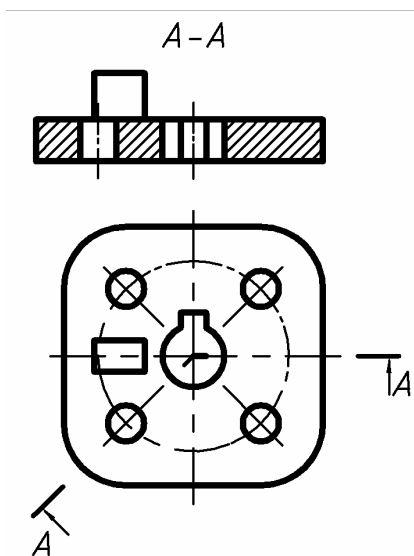


Рисунок 14 – Правила выполнения сложного ломаного разреза

Сечения. Для выявления формы таких деталей, как рычаги, стойки, валы с отверстиями и шпоночными пазы, рукоятки, спицы, рамы и др. вместо разрезов целесообразно использование сечений. При образовании сечения так же, как и при образовании разреза, предмет мысленно рассекают плоскостью, называемой секущей. Отличие заключается в том, что часть предмета, оставшаяся за секущей плоскостью, на сечении не изображается. В инженерной практике применяют преимущественно нормальные сечения. Правила выполнения и оформления нормальных сечений установлены ГОСТ 2.305-68.

Наложенным называется сечение, расположенное непосред-

ственно на виде детали (рисунок 15, а). Контур наложенного сечения изображают сплошными тонкими линиями, причём контур вида в месте расположения наложенного сечения не прерывают. Если сечение имеет форму симметричной фигуры, то линию сечения разомкнутой линией не обозначают, также не указывают стрелками направление взгляда. В этом случае в качестве линии сечения выступает осевая штрихпунктирная линия. Для несимметричных наложенных либо расположенных в разрыве сечений буквенное обозначение не указывают.

Вынесенным сечением называется сечение, расположенное на чертеже вне контура вида детали. Его допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида. Контур вынесенного сечения, как и контур сечения, входящего в состав разреза, изображают линиями основного контура. Вынесенные сечения предпочтительнее наложенных, поскольку в меньшей степени загромождают чертёж.

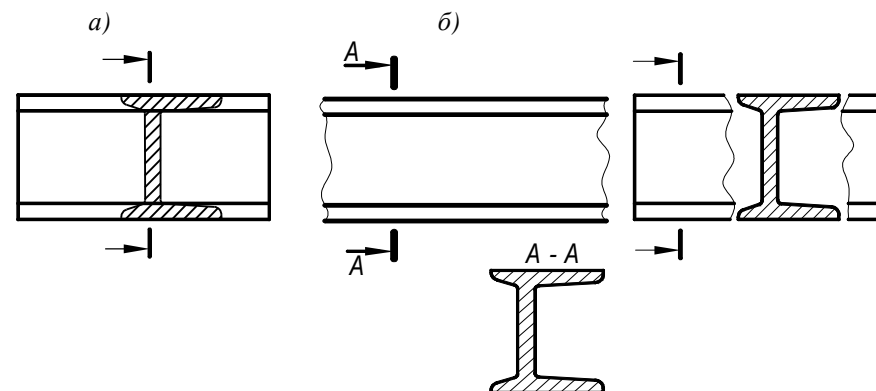


Рисунок 15 – Сечения наложенные (а) и вынесенные (б)

Сечение допускается располагать в любом месте поля чертежа, а также с поворотом. Во втором случае буквенное обозначение сечения сопровождается символом \odot (“повёрнуто”). Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одной детали, все линии сечений обозначают одной буквой, а само сечение вычерчивают один раз.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, такой как отверстие или углубление, контур отверстия или углубления показывают полностью, как на разрезе. Контур пазов и канавок, не являющихся поверхностями вращения, показывать не следует. В случае, когда секущая плоскость проходит через сквозное некруглое отверстие, образуется сечение, состоящее из отдельных, не соединённых между собой, частей. Это яв-

ляется недопустимым, поэтому в данном случае следует отказаться от сечения и выполнять разрез (рисунок 16).

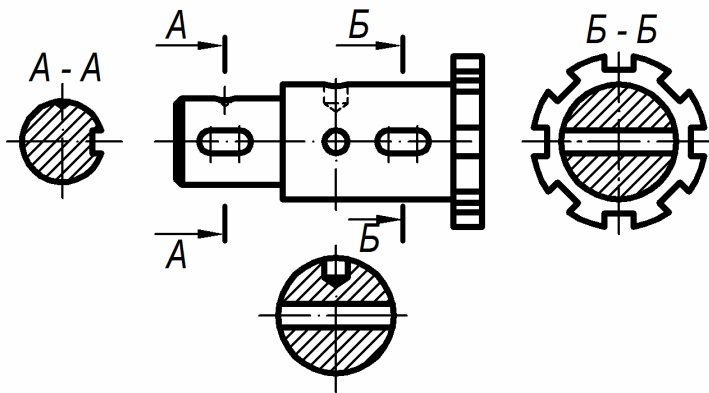


Рисунок 16 – Случаи оправданного применения вынесенных сечений и разрезов

Если сечение имеет форму симметричной фигуры, то линию сечения разомкнутой линией не обозначают, также не указывают стрелками направление взгляда. В этом случае в качестве линии сечения выступает осевая штрихпунктирная линия. Для несимметричных наложенных либо расположенных в разрыве сечений буквенное обозначение не указывают.

- Где на рисунке 16 показан разрез, а где – сечение?

ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В РАЗРЕЗАХ И СЕЧЕНИЯХ

ГОСТ 2.306-68 определяет графическое обозначение материалов и некоторых предметов в разрезах и сечениях. Графическое обозначение материалов в сечениях должно соответствовать приведенному в таблице 2.

Композиционные материалы, содержащие металлы и неметаллические компоненты, обозначают как металлы.

В случаях, когда не ставится цель условного графического изображения на чертеже типа материала, контуры сечений и разрезов штрихуют так, как показано в первой строке таблицы.

Таблица 2 – Графическое обозначение материалов в разрезах и сечениях

	Металлы и твёрдые сплавы
	Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные
	Жидкости
	Стекло и другие светопрозрачные материалы
	Древесина

Наклонные параллельные линии штриховки проводят тонкими линиями строго под углом 45° к линиям рамки чертежа. Исключение составляют случаи, когда линии штриховки, проведенные под углом 45° к линиям рамки чертежа, совпадают по направлению с линиями контура сечения, либо с осевыми линиями. В этом случае штриховку выполняют под углом 45° к линиям контура или к осевым линиям, или под углом 30° , 60° к линиям рамки чертежа.

Линии штриховки могут быть наклонены влево или вправо, но в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, даже если разрезы расположены на разных листах. Шаг линий штриховки (частота) должен быть одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали и выбирается в зависимости от площади штриховки в диапазоне от 1 до 10 мм.

При больших площадях сечений допускается наносить штриховку только вдоль контура узкой полоской равномерной ширины.

ОБЩЕПРИНЯТЫЕ УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ

Условности и упрощения при выполнении видов и разрезов. Такие элементы деталей, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колёс, тонкие стенки типа рёбер жёсткости показывают разрезанными, но незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль их оси или длинной стороны (рисунок 17). Контур этих элементов отделяют от остальной части разреза сплошной основной линией. Сечения рёбер жёсткости, спиц и др., расположенные поперёк их длинной стороны, заштриховываются. Эта условность не распространяется на аксонометрические проекции.

Отверстия, расположенные на круглом фланце, допускается выполнять в разрезе, даже когда они не попадают в секущую плоскость. Это позволяет сократить количество изображений.

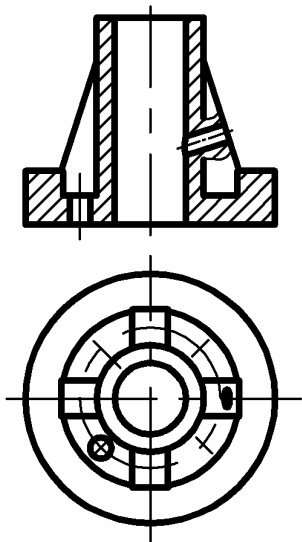


Рисунок 17 – Изображения рёбер жёсткости попадающих в разрез

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один-два таких элемента (например, одно-два отверстия), а остальные элементы показывают упрощённо либо условно, или вообще не показывают.

Проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения, допускается изображать условно. Лекальные кривые заменяют дугами окружностей и прямыми линиями.

Предметы или элементы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат, шатуны и т. п.), допускается изображать с разрывами, ограничивая части тонкими волнистыми линиями, либо тонкими линиями с изломом.

- С остальными условностями при изображении видов и разрезов ознакомиться самостоятельно.

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Если представление о форме изготавливаемого изделия даёт его изображение на чертеже, то его размеры и размеры его элементов определяют размерные числа, наносимые на чертежах. Правила нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307-68. Размеры на чертежах указывают размерными числами, размерными и выносными линиями. *Размерной* линией называется линия, ограниченная по концам стрелками, указывающими границы измерения. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а *выносные* линии – перпендикулярно размерным. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально. Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. Величину элементов стрелок выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают одинаковыми на всём чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение её элементов показаны на рисунке 18. Минимальное

расстояние размерной линии от линии контура детали – 10 мм, между размерными линиями – 7–10 мм. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1–5 мм. Если длина размерной линии недостаточна для размещения стрелок, её продолжают за выносную линию, и стрелки наносят снаружи. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или чётко наносимыми точками.

Необходимо избегать пересечения размерных линий с линиями чертежа. Также не допускается разделять или пересекать линиями чертежа размерные числа.

На чертеже наносят действительные числовые величины размеров предмета, независимо от масштаба изображения. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля предмета. Каждый размер следует указывать на чертеже один раз. Не допускается повторение размеров одного элемента на разных изображениях. Предпочтительно размеры проставляются вне контуров за исключением некоторых случаев, когда размеры допускается наносить внутри контура детали.

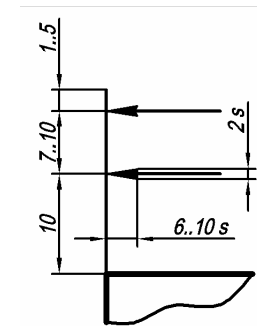


Рисунок 18 – Правила начертания размерных и выносных линий

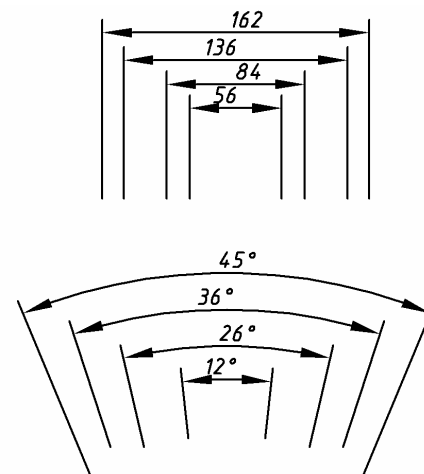


Рисунок 19 – Нанесение параллельных или концентрических размерных линий

Линейные размеры на чертеже даются в миллиметрах, без обозначения единиц измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единиц измерения, например: 15° , $32^\circ 30'$.

Размерные числа наносят над размерной линией как можно ближе к её середине. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рисунок 19).

Размерные числа следует располагать над размерной линией таким образом, чтобы при чтении

чертежа в вертикальном положении, а также при его повороте на 90° по часовой стрелке надписи не оказывались перевёрнутыми (рисунок 20).

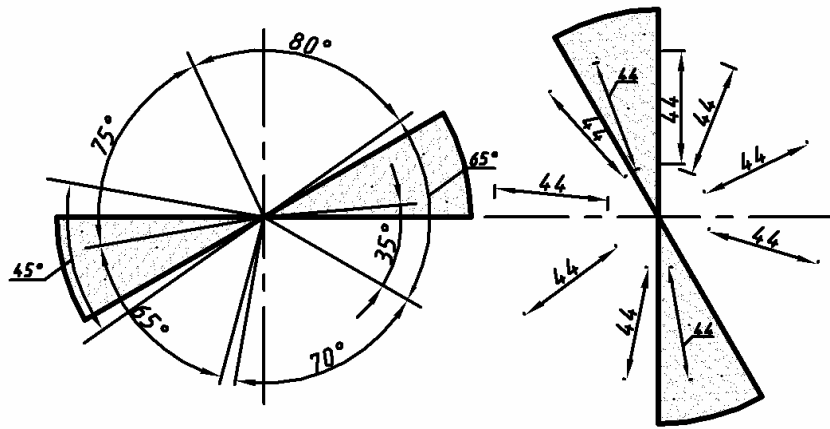


Рисунок 20 – Изображение размерных чисел на наклонных размерных линиях

Если проекция симметричной детали совмещает в себе половину вида и половину разреза и внутренние элементы детали изображены только до оси симметрии или линии обрыва, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, также обрывают дальше линии, разделяющей разрез и вид. Размеры, относящиеся к наружным и внутренним поверхностям, следует наносить с разных сторон изображения. Размерную линию также допускается обрывать при указании диаметра окружности независимо от того, изображена окружность полностью или частично (рисунок 21).

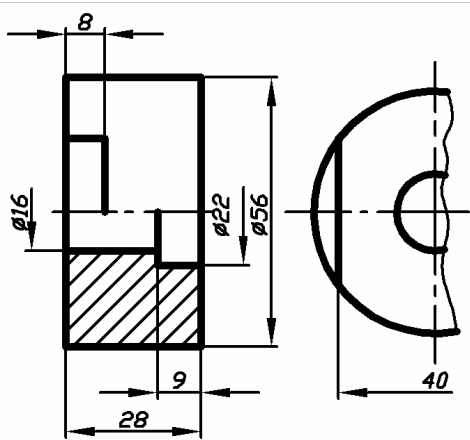


Рисунок 21 – Размещение размеров, относящихся к внешним и внутренним поверхностям

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу, рекомендуются группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно.

При указании размера диаметра перед размерным числом во всех случаях без исключений наносят символ “ Φ ”. При нанесении радиуса перед размерным числом указывают прописную букву “ R ”. Размерную линию радиуса ограничивают одной стрелкой, острие которой должно упираться в дугу (рисунок 22). Если нет необходимости указывать на чертеже точное расположение центра радиуса дуги, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра, а также смещать. В случае необходимости указания расположения центра его обозначают пересечением центровых линий, к которым проставляют линейные размеры.

более полно.

В случаях, когда размер обозначает радиус или диаметр сферической поверхности, но из существующих изображений её форма не ясна, допускается сопровождать размерную надпись словом “Сфера” либо символом “ \circ ” в качестве префикса.

Также существует ещё ряд специальных символов, использующихся при нанесении размерных чисел в качестве префиксов и поясняющие форму детали без необходимости в дополнительных изображениях. Так, обозначение “ $\square 12$ ” свидетельствует о том, что деталь имеет форму квадрата с длиной стороны 12 мм. Буква “ S ” перед размерным числом позволяет обозначить толщину детали, а буква “ l ” – длину, без выполнения лишних проекций (рисунок 23).

Для обозначения размера фаски, выполненной под углом 45° , достаточно указать ширину её катета с указанием угла 45° в качестве постфикса к размерной надписи. Если ширина катета фаски меньше 1 мм, допускается фаску графически не изображать, а её размер указывать на полке линии-выноски. Если угол фаски отличен от 45° , то её размеры указывают по общим правилам – при помощи линейного и углового или двух линейных размеров (рисунок 24).

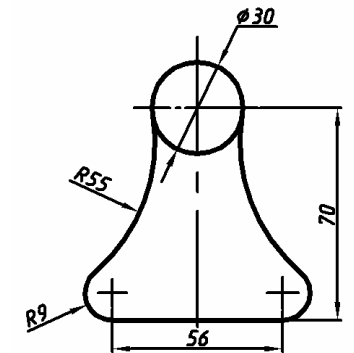


Рисунок 22 – Указание радиусов и диаметров

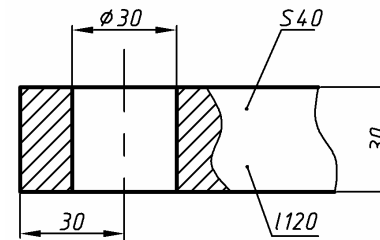


Рисунок 23 – Использование символов, изображающих длину и толщину детали

Рисунок 24: Technical drawing of a part with a chamfered end. It shows a diameter of ø30, a chamfer width of S40, a length of l120, and a thickness of 30. The chamfer is indicated by a dashed line and a dimension line.

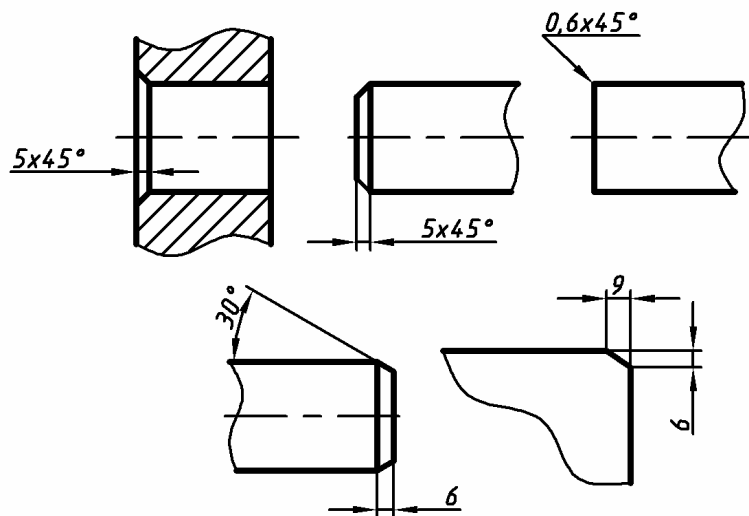


Рисунок 24 – Способы простановки размеров фасок

Существует специальный способ нанесения размеров при обозначении конусностей и уклонов.

- *Что называется конусностью, уклоном? В каких единицах их измеряют?*

Размерное число, характеризующее конусность, записывают в виде простой дроби и сопровождают знаком “ ∇ ” в качестве префикса. Размерную надпись наносят над осевой линией конуса или на полке линии-выноски. Острый угол знака “ ∇ ” должен быть направлен в сторону вершины конуса. Допускается в качестве размерного числа, характеризующего конусность, указывать его угол при вершине (рисунок 25).

Уклон поверхности указывают непосредственно над изображением наклонной поверхности или на полке линии-выноски. Размерное число записывают в виде соотношения либо в процентах и сопровождают знаком “ \sphericalangle ”, направленным острым углом в сторону уклона (см. рисунок 25).

- *В качестве размерного числа при обозначении конусности и уклона недопустимо использовать произвольные соотношения. Значения должны соответствовать стандартному ряду нормальных конусностей, углов конусов и уклонов, регламентированному ГОСТ 8593-81.*

Если деталь содержит несколько одинаковых элементов, то, как правило, их размер наносят один раз с указанием при размерной надписи количества этих элементов. При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности, вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рисунок 26). Размеры симметрично расположенных элементов (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества. Количество и размер одинаковых отверстий, расположенных на одной поверхности, указывают только один раз. Если одинаковые элементы изделия расположены на разных поверхностях или показаны на разных изображениях, то количество этих элементов записывают отдельно для каждой поверхности.

Общий принцип нанесения линейных и угловых размеров на чертежах зависит от степени точности деталей и её отдельных элементов. Каждый размер следует наносить таким образом, чтобы его измерение на стадии изготовления или контроля детали не вызывало затруднений (рисунок 27).

Если повышенная точность изготовления детали не требуется, то размеры можно наносить цепочкой. Замыкание цепочки в машиностроительных чертежах не допускается, за исключением случаев, когда один из размеров даётся в качестве справочного.

При повышенной точности изготовления детали или исполнения отдельных её элементов размеры наносят от общей базы. Допускается размеры ответственных элементов привязывать к одной или нескольким общим базам, а размеры менее точных элементов привязывать к уже образмеренным поверхностям.

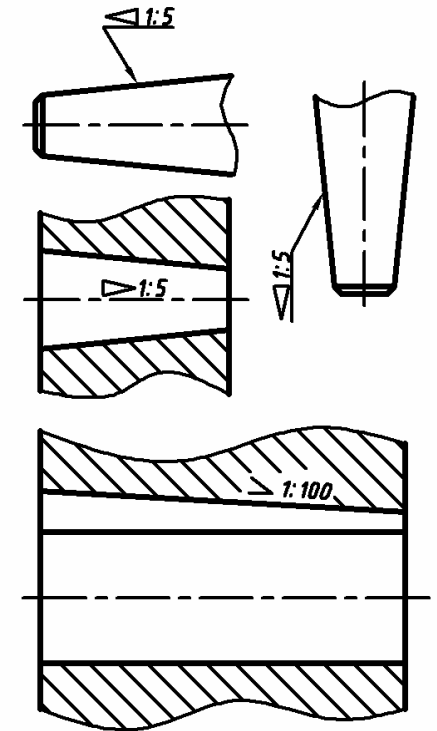


Рисунок 25 – Способы обозначения конусностей и уклонов

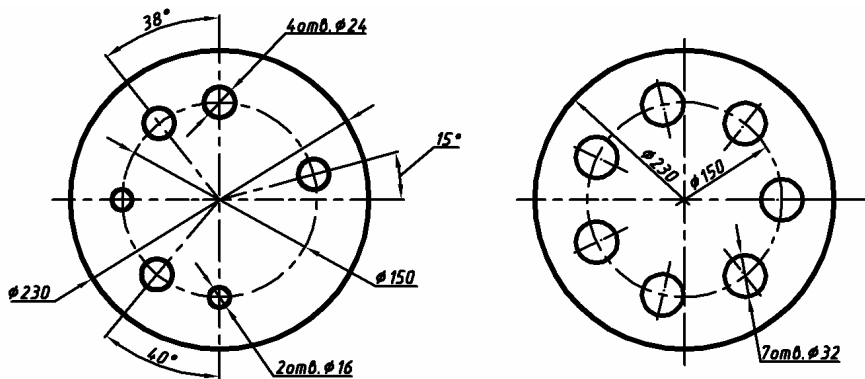


Рисунок 26 – Простановка размеров одинаковых элементов

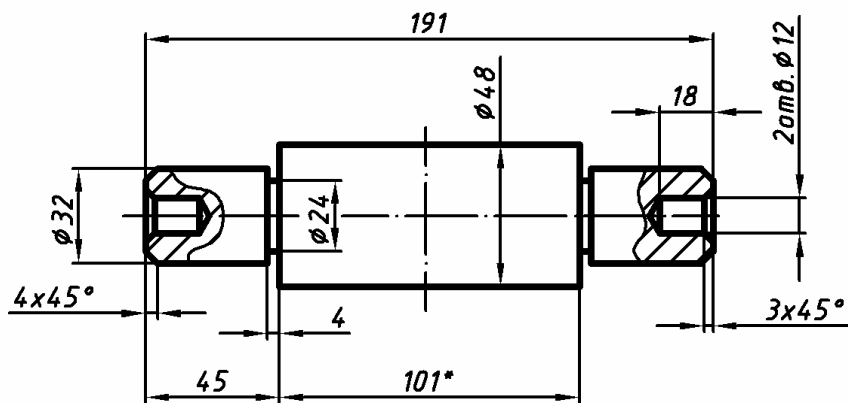


Рисунок 27 – Общий принцип расстановки размеров

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Ортогональные проекции дают возможность точно изобразить форму предмета, однако недостатком этих проекций является их малая наглядность. Наглядность изображения, когда это необходимо, достигается с помощью метода аксонометрических проекций.

Аксонометрической проекцией называется изображение предмета на плоскости, полученное параллельным проецированием вместе с системой прямоугольных координат на плоскость общего положения.

• *Что называют плоскостью общего положения?*

Поскольку существует бесконечное множество плоскостей общего положения, бесконечным является и число возможных аксонометрических проекций. Отличаются они будут углами между проекциями взаимно перпендикулярных в пространстве отрезков, и коэффициентами искажений, с которыми эти отрезки проецируются на аксонометрическую плоскость.

ГОСТ 2.317-69 устанавливает такие виды аксонометрических проекций, которые в наименьшей степени искажают естественный вид предмета и наиболее удобны для построений. Среди них *прямоугольные* аксонометрические проекции, получаемые при перпендикулярном проецировании на аксонометрическую плоскость; *косоугольные*, получаемые проецированием под углом к проекционной плоскости (рисунок 28); *изометрические*, имеющие одинаковые коэффициенты искажения по всем трём основным осям; *диметрические*, имеющие одинаковые коэффициенты

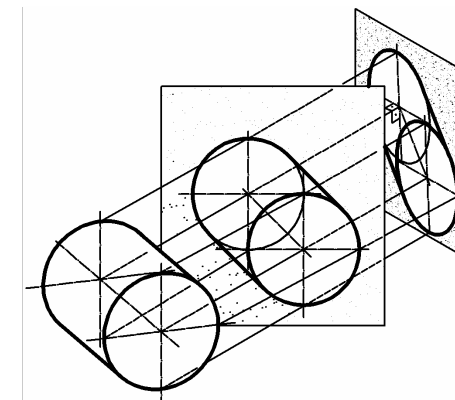


Рисунок 28 – Способы прямоугольного и косоугольного проецирования

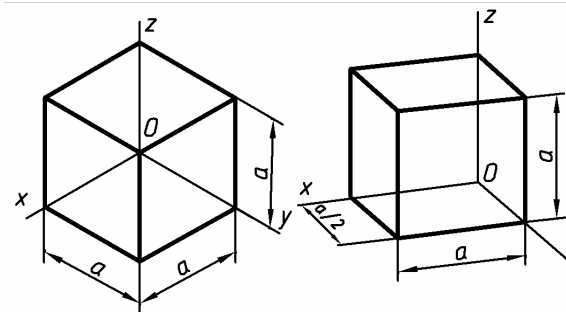


Рисунок 29 – Изометрическая и диметрическая проекции октаэдра

искажения только по двум основным осям (рисунок 29).

В прямоугольной изометрической проекции оси Ox , Oy и Oz расположены под углом 120° друг к другу. Действительные коэффициенты искажения по всем осям равны и составляют 0,82. Для

удобства расчетов при построении коэффициенты искажения по осям обычно принимают равными 1.

В прямоугольной диметрической проекции угол между осями Ox и Oz составляет $97^{\circ}10'$, а ось Oy является биссектрисой оставшегося угла. При построении эти углы удобнее отмерять от горизонтальной линии, проведенной из начала координат перпендикулярно оси Oz . Тогда угол между горизонталью и осью Ox составит $7^{\circ}10'$, а между горизонталью и осью Oy – $41^{\circ}25'$. Коэффициенты искажения по осям Ox и Oz принимают равными 1 (действительные их значения 0,94), а по оси Oy – 0,5 (0,47).

- На практике углы между проекциями осей строят без использования транспортира, принимая во внимание соотношения: $tg7^{\circ}10' \approx 1/8$; $tg41^{\circ}25' \approx 7/8$; $tg30^{\circ} \approx 3/5$. Каким образом значения тангенсов можно использовать для построения углов?

Для построения аксонометрических проекций различных предметов необходимо уметь строить аксонометрические проекции геометрических фигур в их различных положениях, относительно основных плоскостей, а также уметь правильно находить место положения точки на плоскости проекции по заданным декартовым координатам.

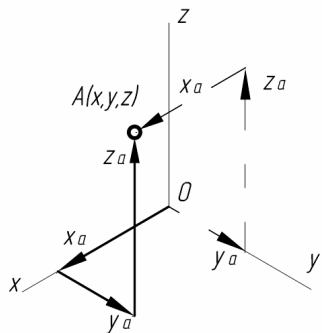


Рисунок 30 – Построение аксонометрической проекции точки по её координатам

При выполнении диметрических проекций необходимо помнить, что по направлению одной из осей расстояния откладываются с учётом коэффициента искажений.

Допустим, дан правильный шестиугольник, лежащий во фронтальной плоскости. Примем его центр за точку начала отсчёта координат и измерим координаты его вершин непосредственно на чертеже. Затем найдём положения этих вершин на плоскости аксонометрической проекции.

Если заданный шестиугольник является основанием прямой призмы, высота которой y , то для построения её аксонометрической проекции достаточно из каждой вершины отложить в направлении, параллельном Oy , отрезки, соответствующие высоте призмы (т.е. координате y) и шесть получившихся точек соединить (рисунок 31).

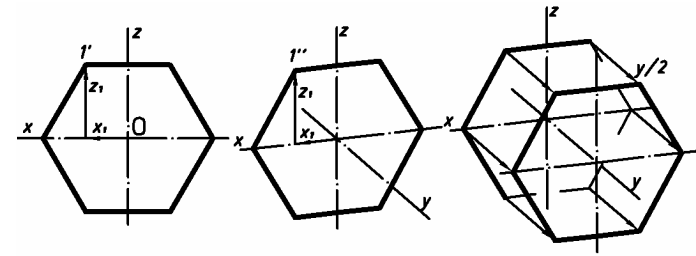


Рисунок 31 – Построение прямоугольной диметрической проекции шестигранной призмы

Определённую сложность может вызвать построение аксонометрических проекций кривых линий. В общем случае их строят по координатам, разбивая саму кривую на конечное число точек. Проекции окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных основным, изображают в виде эллипсов, коэффициенты осей которых являются общеизвестными и внесёнными в ГОСТ 2.317-69 (рисунок 32).

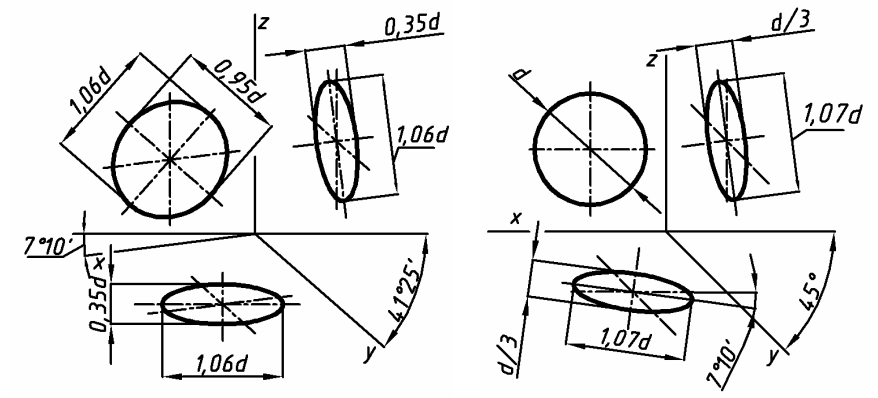
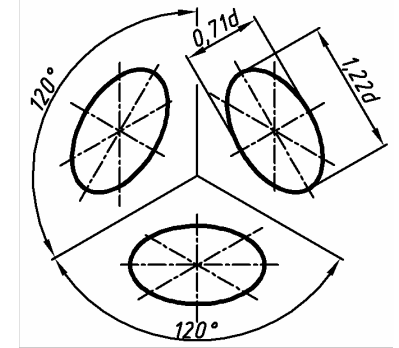


Рисунок 32 – Аксонометрические проекции окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных основным

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Чекмарёв, А.А.** Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарёв, В.К. Осипов. – М.: Высш. шк., 2002. – 493 с.: ил.
- 2 **Левцкий, В.С.** Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей / В.С. Левцкий. – М.: Высш. шк., 1998. – 423 с.: ил.
- 3 **Федоренко, В.А.** Справочник по машиностроительному черчению / В.А. Федоренко, А.И. Шошин. – Л.: Машиностроение, 1974. – 304 с.
- 4 Проекционное черчение с задачами / И.В. Манцветова [и др.]. – Мн.: Выш. шк., 1978. – 344 с.: ил.
- 5 **Якубенко, В.С.** Техническое черчение с задачами / В.С. Якубенко. – Мн.: Выш. шк., 1971. – 360 с.: ил.
- 6 **ГОСТ 2.301–68 – 2.319–81 ЕСКД.** Общие правила выполнения чертежей. – Введ. 1971-01-01. – М., 1985. – 223 с.
- 7 **ГОСТ 2.001–70 – 2.121–73 ЕСКД.** Основные положения. – Введ. 1971-01-01. – М., 1975. – 689 с.
- 8 **ГОСТ 2.404–68 – 1.426–74 ЕСКД.** Правила выполнения чертежей различных деталей. – Введ. 1971-01-01. – М., 1976. – 268 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общие правила оформления чертежей	4
Изображения – виды, разрезы, сечения	7
Графическое изображение материалов в разрезах и сечениях	16
Общепринятые условности и упрощения	17
Нанесение размеров	18
АксонOMETрические проекции	24
Список рекомендуемой литературы	28

Учебное издание

КИСЕЛЕВСКИЙ Олег Сергеевич
МЕЛЬНИКОВА Наталья Николаевна

Проекционное черчение

Учебно-методическое пособие
для студентов механических специальностей

Редактор И.И. Эвентов
Технический редактор В.Н. Кучерова
Корректор Т.М. Ризевская

Подписано в печать 25.05.2011 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага газетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,55. Тираж 300 экз.
Зак. № . Изд. № 93

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ №02330/0552508 от 09.07.2009 г.
ЛП №02330/0494150 от 03.04.2009 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.