

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра «Проектирование и управление в технических системах»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Инженерная и компьютерная графика**

**Направление подготовки (специальность) 27.03.04 Управление в технических системах**

**Профиль образовательной программы «Системы и средства автоматизации технологических процессов»**

**Форма обучения: очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Правила нанесения размеров на чертежах .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Виды изделий .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Лекция № 3 ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Лекция № 4 Разрезы и сечения .....</b>	<b>12</b>
<b>1.5 Лекция № 5 Сопряжения и лекальные кривые .....</b>	<b>14</b>
<b>1.6 Лекция № 6 Аксонометрические проекции .....</b>	<b>15</b>
<b>1.7 Лекция № 7 Эскизы и рабочие чертежи деталей .....</b>	<b>18</b>
<b>1.8 Лекция № 8 Сборочный чертеж. Спецификация .....</b>	<b>21</b>
<b>1.9 Лекция № 9 Компьютерное моделирование .....</b>	<b>23</b>
<b>1.10       Лекция № 10 Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц .....</b>	<b>24</b>
<b>1.11       Лекция № 11 Обозначение материалов на чертежах .....</b>	<b>27</b>
<b>1.12       Лекция № 12 Условные графические обозначения .....</b>	<b>30</b>
<b>1.13       Лекция № 13 Виды и комплектность конструкторских документов .....</b>	<b>31</b>
<b>1.14       Лекция № 14 Разъемные соединения .....</b>	<b>33</b>
<b>1.15       Лекция № 15 Неразъемные соединения .....</b>	<b>35</b>
<b>1.16       Лекция № 16 Схемы .....</b>	<b>40</b>
<b>1.17       Лекция № 17 Условные графические обозначения на схемах .....</b>	<b>44</b>
<b>1.18       Лекция № 18 Условные графические обозначения на схемах.....</b>	<b>44</b>
<b>2. Методические указания по проведению практических занятий .....</b>	<b>44</b>
<b>2.1 Практическое занятие 1 (ПЗ-1) Конструкторская документация: правила оформления чертежей.....</b>	
<b>2.2 Практическое занятие 2 (ПЗ-2) Изображения, надписи, обозначения.....</b>	
<b>2.3 Практическое занятие 3 (ПЗ-3) ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды.....</b>	
<b>2.4 Практическое занятие 4 (ПЗ-4) ГОСТ 2.305-68 Изображения – разрезы, сечения, выносные элементы.....</b>	
<b>2.5 Практическое занятие 5 (ПЗ-5) Элементы геометрии деталей.....</b>	
<b>2.6 Практическое занятие 6 (ПЗ-6) ГОСТ 2.311-68 изображение резьбы.....</b>	
<b>2.7 Практическое занятие 7 (ПЗ-7). Рабочие чертежи деталей. Эскизы деталей машин.....</b>	
<b>2.8 Практическое занятие 8 (ПЗ-8). Изображения сборочных единиц.....</b>	
<b>3. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1 Лабораторная работа № ЛР-1. Введение в Компас – 3 D .....</b>	<b>48</b>

<b>3.2 Лабораторная работа № ЛР-2. Привязки .....</b>	<b>63</b>
<b>3.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Выделение объектов .....</b>	<b>66</b>
<b>3.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Ввод размеров .....</b>	<b>68</b>
<b>3.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Элементы геометрии деталей .....</b>	<b>70</b>
<b>3.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Редактирование .....</b>	<b>72</b>
<b>3.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Штриховка .....</b>	<b>74</b>
<b>3.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Надписи .....</b>	<b>76</b>
<b>3.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Вспомогательные построения .....</b>	<b>78</b>
<b>3.10       Лабораторная работа № ЛР-10 Вспомогательные построения .....</b>	<b>80</b>
<b>3.11       Лабораторная работа № ЛР-11 Построения элементов деталей .....</b>	<b>82</b>
<b>3.12       Лабораторная работа № ЛР-12 Построения элементов деталей .....</b>	<b>84</b>
<b>3.13       Лабораторная работа № ЛР-13 Способы ввода линейных размеров .....</b>	<b>86</b>
<b>3.14       Лабораторная работа № ЛР-14 Способы ввода угловых размеров .....</b>	<b>88</b>
<b>3.15       Лабораторная работа № ЛР-15   Копирование, деформация, очистка объектов .....</b>	<b>91</b>
<b>3.16       Лабораторная работа № ЛР-16 Сборка контура .....</b>	<b>94</b>
<b>3.17       Лабораторная работа № ЛР-17 Использование фрагментов .....</b>	<b>97</b>
<b>3.18       Лабораторная работа № ЛР-18 Построение графиков .....</b>	<b>100</b>

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: **«Правила нанесения размеров на чертежах»**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Общие сведения.
2. Линейные и угловые размеры.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### *1 Общие сведения.*

ГОСТ 2.307 – 68. Настоящий стандарт устанавливает правила нанесения размеров и предельных отклонений в чертежах и других технических документах на изделия всех отраслей промышленности и строительства.

Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Основанием для определения требуемой точности изделия при изготовлении являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, а также предельные отклонения формы расположения поверхностей.

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются справочными. Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «\*», а в технических требованиях записывают: «\*Размеры для справок». Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «\*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

К справочным относят следующие размеры:

- один из размеров замкнутой размерной цепи. Предельные отклонения таких размеров на чертеже не указывают;
- размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок;
- размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали;
- размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания и т.п.;
- размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;
- габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесённые с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей;
- размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи.

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

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

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

### **2. Линейные и угловые размеры.**

Размеры на чертеже указывают размерными числами и размерными линиями (прямолинейный отрезок или дуга окружности с одной или двумя стрелками). Если не указана единица измерения размерного числа, то подразумевается единица измерения – миллиметры. При других единицах длины (см, мкм) их указывают на чертеже. Угловые размеры измеряются и обозначаются в градусах, секундах и минутах.

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

Предпочтительно располагать размеры и выносные линии вне контура изображения.

Выносные линии должны быть перпендикулярны к измеряемому контуру. Однако допускается выносные линии проводить так, чтобы образовывался параллелограмм.

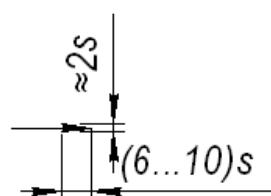
От невидимого контура (обозначается штрихпунктирной линией) выносные линии можно проводить лишь в тех случаях, когда при этом отпадает необходимость вычерчивать дополнительные изображения.

Выносные линии должны выходить за концы размерных линий на 1...5 мм.

Запрещено использовать в качестве размерных линий линии контура, осевые, центровые и размерные линии.

Расстояние между параллельными размерными линиями, а также между размерными линиями и линиями контура, от размерного числа и линией контура должны быть в пределах 6...10 мм.

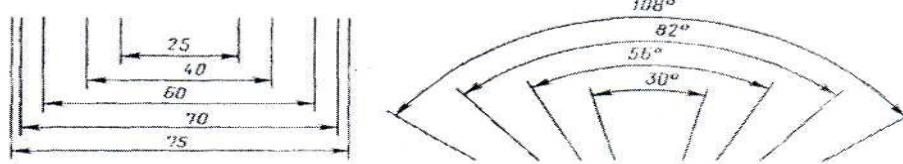
Форма стрелки размерной линии:



где  $s$  – толщина сплошной основной линии.

Допускается стрелки располагать с внешней стороны (на продолжении размерной линии). То же относится и к размерным чисмам. Допускается стрелки заменять засечками или точками (при недостатке места для стрелки).

Размерные числа необходимо располагать по центру размерной линии. Если размерных линий несколько и они между собой параллельны размерные числа располагают в шахматном порядке.

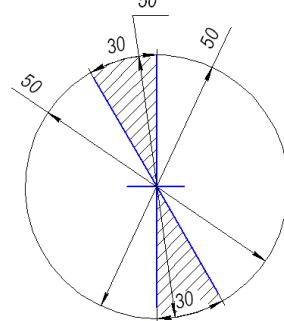


Черт. 29

Пересекать размерные линии не допускается.

При расположении размерных линий вертикально размерные числа наносят слева от линии.

При наклонном расположении размерной линии размерные числа наносят над ней за следующим исключением:



Допускается располагать размерное число на полке линии-выноски (если недостаточно места).

Допускается разрывать осевые, центровые линии и линии штриховки для нанесения размерного числа (кроме линии видимого контура). Однако размерное число пересекать какой-либо линией не допускается.

Условные обозначения, изображаемые перед размерным числом: **R**-радиус; **Ø** - диаметр; **O** - сфера (**O Ø 20**); **□** - квадрат; конусность; уклон; **2x45°** -фаска, 5 отв. **Ø 8**; - несколько одинаковых отверстий.

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

Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (черт. 38).

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий.

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

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

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой.

При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии допускается не доводить до центра, кроме крайних.

Радиусы скругления, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают и размеры их наносят.

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

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

Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения, в процентах или в промилле.

Допускается указывать размеры не изображенной на чертеже фаски под углом 45°, размер которой в масштабе чертежа 1 мм и менее, на полке линии-выноски, проведенной от грани.

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам — линейными угловыми размерами или двумя линейными размерами.

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

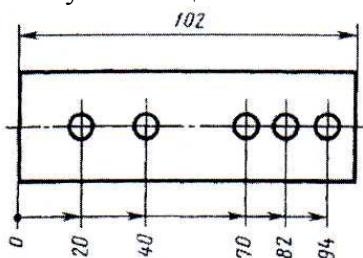
При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество.

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

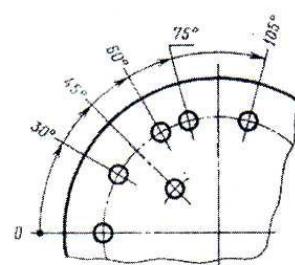
Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры - только один раз.

При нанесении размеров, определяющих расстояние 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 черт. 59 и 60, при этом проводят общую размерную линию от отметки «О» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

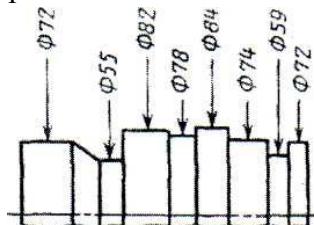


Черт. 59



Черт. 60

Размеры диаметров цилиндрического изделия сложной конфигурации допускается наносить, как показано на черт. 60а.



Черт. 60а

При большом количестве однотипных элементов изделия, неравномерно расположенных на поверхности, допускается указывать их размеры в сводной таблице, при этом применяется координатный способ нанесения отверстий с обозначением их арабскими цифрами или обозначение однотипных элементов прописными буквами.

## 1. 2 Лекция №2 (2 часа).

Тема: **«Виды изделий»**

### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Особенности машиностроительных чертежей.
2. Виды изделий.

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Особенности машиностроительных чертежей.

Машиностроительное черчение базируется на теоретических основах начертательной геометрии и проекционного черчения.

В отличие от проекционного машиностроительное черчение содержит дополнительные сведения по изображению предметов, большее количество упрощений и условностей, которые излагаются в общесоюзных стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Например, машиностроительный чертеж не имеет осей проекций, линий связи и содержит минимум штриховых линий невидимых контуров. На чертеже нанесено большое количество линий связи и штриховых линий. На чертеже предмета более сложной формы количество подобных линий увеличивается, поэтому прочитать такой чертеж трудно, а иногда невозможно.

На машиностроительных чертежах, кроме изображения изделия, имеются все необходимые данные для его изготовления, например, размеры, технические требования, обозначения шероховатости поверхностей и др.

Цель изучения машиностроительного черчения – подробное ознакомление с упрощениями и условностями, применяемыми на чертежах, получение навыков выполнения эскизов деталей машин, чтение и составление рабочих чертежей деталей машин и сборочных чертежей. Одновременно с этим необходимо изучить стандарты на составление чертежей и ознакомится со стандартными деталями, которые наиболее широко применяются в машиностроении.

### 2. Виды изделий.

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

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

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

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

**Деталь** — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус, пластина из биметаллического листа, печатная плата, маховицок из пластмассы (без арматуры), отрезок провода или кабеля заданной длины, эти же изделия, подвергнутые покрытиям, эти же изделия, изготовленные с применением сварки,

спайки, склейки, сшивки, например: винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

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

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

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

**К покупным** относятся изделия, не изготавляемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде, кроме получаемых в порядке кооперирования.

**К изделиям, получаемым в порядке кооперирования**, относят составные части разрабатываемого изделия, изготавляемые на другом предприятии по конструкторской документации, входящей в комплект документов разрабатываемого изделия.

Изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, делят:

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

Понятие «составная часть» следует применять только в отношении конкретного изделия, в состав которого она входит. Составной частью может быть любое изделие (деталь, сборочная единица, комплекс и комплект).

### 1. 3 Лекция №3 (2 часа).

#### Тема: «ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды»

##### 1.3.1 Вопросы лекции:

1. Основные виды.
2. Дополнительные виды.
3. Местные виды.
4. Выносные элементы.

##### 1.3.2 Краткое содержание вопросов:

###### 1. Основные виды.

*Вид* - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекции (основные виды, черт. 2):

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

В строительных чертежах в необходимых случаях соответствующим видам могут присваиваться другие названия, например «фасад».

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекции) то направление проектирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву.

Чертежи оформляют так же, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ним.

Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

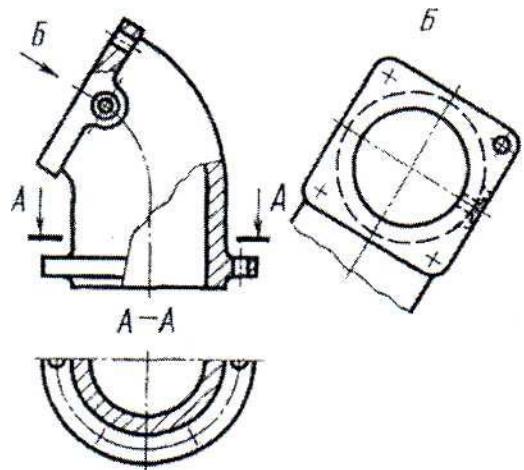
В строительных чертежах допускается направление взгляда указывать двумя стрелками (аналогично указанию положения секущих плоскостей в разрезах).

В строительных чертежах независимо от взаимного расположения видов допускается надписывать название и обозначение вида без указания направления взгляда стрелкой, если направление взгляда определяется названием или обозначением вида.

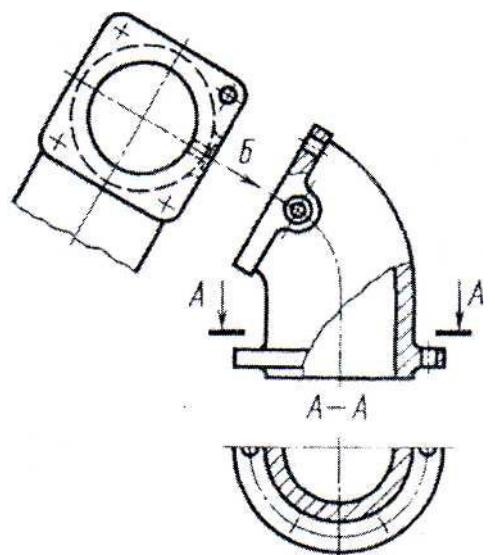
###### 2. Дополнительные виды.

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на перечисленных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций (черт. 9—11).

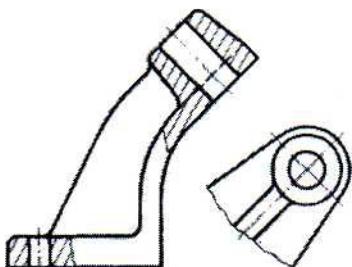
Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой (черт. 9, 10), у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка Б, черт. 9, 10).



Черт. 9



Черт. 10



Черт. 11

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (черт. 11).

Дополнительные виды располагают, как показано на черт. 9-11. Расположение дополнительных видов по черт. 9 и 11 предпочтительнее.

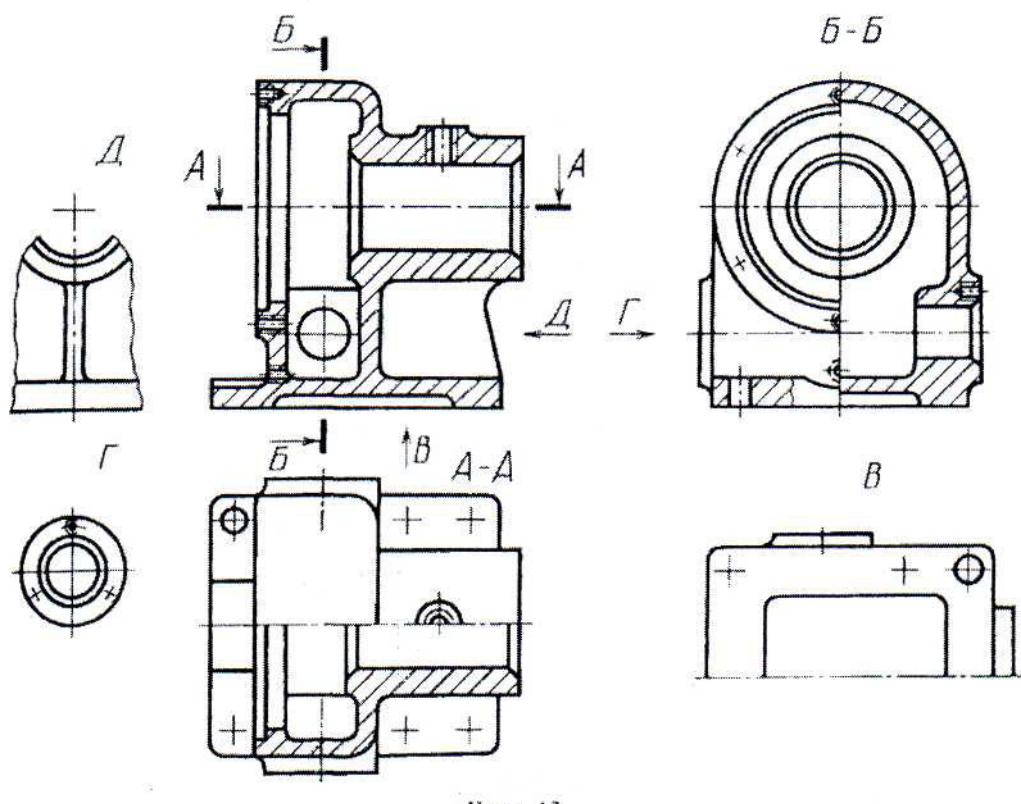
Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении, при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением  $<0$ . При необходимости указывают угол поворота.

Несколько одинаковых дополнительных видов, относящихся к одному предмету, обозначают одной буквой и вычерчивают один вид. Если при этом связанные с дополнительным видом части предмета расположены под различными углами, то к обозначению вида условное графическое обозначение не добавляют.

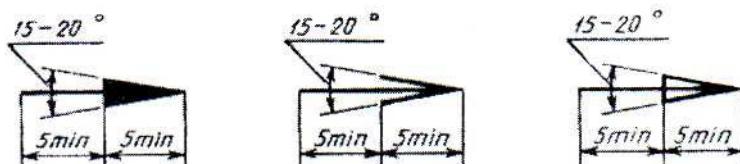
### 3. Местные виды.

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется местным видом (вид *Г*, черт. 8; вид *Д* черт. 13).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (вид *Д* черт. 13), или не ограничен (вид *Г*, черт. 13). Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду.



Черт. 13



Черт. 14

### 4. Выносные элементы.

Выносной элемент - дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой - либо части предмета, требующей графического или других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент - разрезом). При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией -окружностью, овалом и т.п. с обозначением выносного элемента прописной буквой или сочетанием прописной буквы с арабской цифрой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен. В строительных

чертежах выносной элемент на изображении допускается также отмечать фигурной или квадратной скобкой или графически не отмечать. У изображения, откуда элемент выносится, и у выносного элемента допускается также наносить присвоенное выносному элементу буквенное или цифровое (арабскими цифрами) обозначение и название. Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

## 1. 4 Лекция №4 (2 часа).

Тема: «Разрезы и сечения»

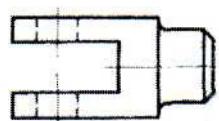
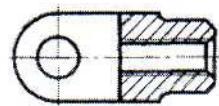
### 1.4.1 Вопросы лекции:

1. Разрезы.
2. Сечения.

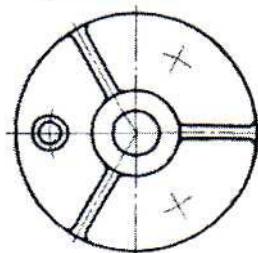
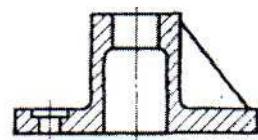
### 1.4.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Разрезы.

*Разрез* - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (черт. 4). Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета (черт. 5).

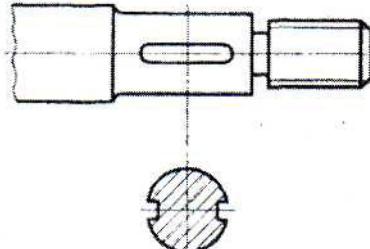


Черт. 4

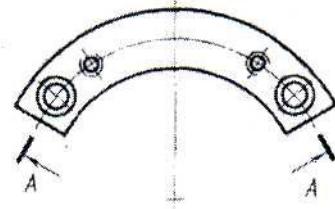


Черт. 5

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость (черт. 7).



Черт. 6



Черт. 7

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

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

горизонтальные - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций. В строительных чертежах горизонтальным разрезам могут присваиваться другие названия, например, «план»;

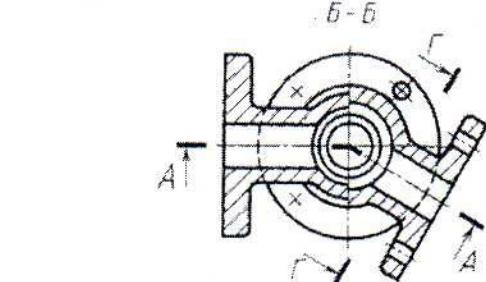
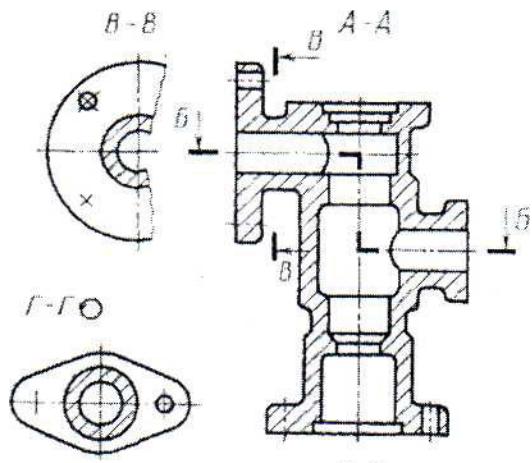
вертикальные - секущая плоскость перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекции;

наклонные - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

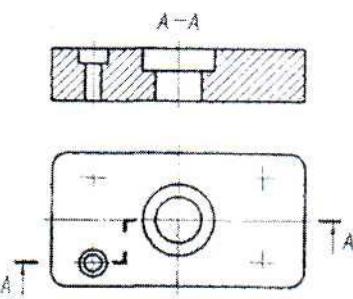
В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на: простые - при одной секущей плоскости.

сложные - при нескольких секущих плоскостях.

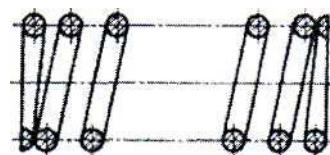
Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций (например, разрез, черт. 5; разрез А-А, черт. 16), и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (например, разрез Б-Б, черт. 13)



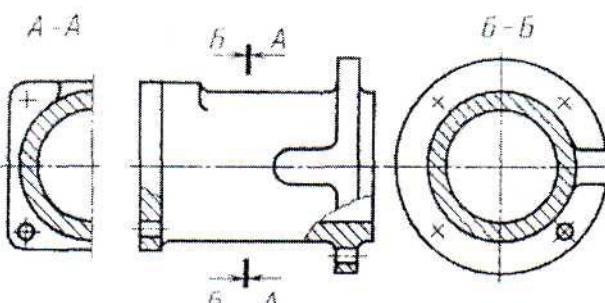
Черт. 15



Черт. 16



Черт. 17



Черт. 18

Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны (например, ступенчатый горизонтальный разрез Б—Б, черт. 15; ступенчатый фронтальный разрез А-А, черт. 16), и ломанными, если секущие плоскости пересекаются (например, разрезы А-А, черт. 8 и 15).

Разрезы называются продольными, если секущие плоскости направлены вдоль

длины или высоты предмета (черт. 17), и поперечными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно к длине или высоте предмета (например, разрезы А - А и Б - Б, черт. 18).

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда (черт. 8 - 10, 13, 15); стрелки должны наноситься на расстоянии 2 - 3 мм от конца штриха.

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. В случаях, подобных указанному на черт. 18, стрелки, указывающие направление взгляда, наносятся на одной линии.

У начала и конца линии сечения, а при необходимости и у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, и в местах пересечения со стороны внешнего угла.

Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А—А» (всегда двумя буквами через тире).

В строительных чертежах у линии сечения взамен букв допускается применять цифры, а также надписывать название разреза (плана) с присвоенным ему буквенным цифровым или другим обозначением.

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают (например, разрез на месте главного вида, черт. 13).

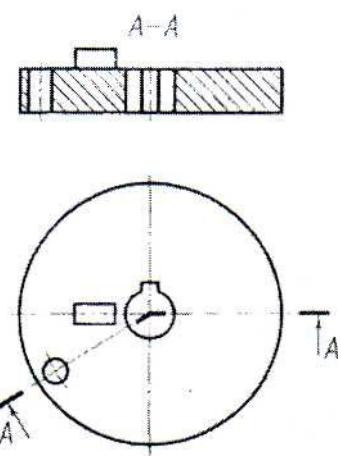
Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении чертежа (черт. 12).

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (черт. 13).

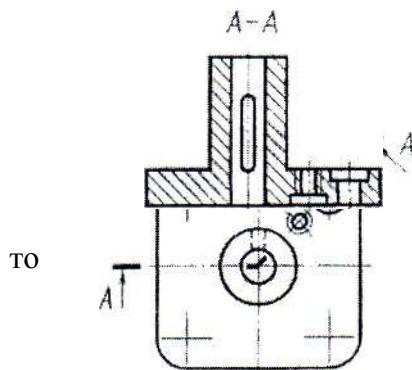
Вертикальный разрез, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскости проекций, а также наклонный разрез должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения.

Допускается располагать такие разрезы в любом месте чертежа (разрез В - В, черт. 8), а также с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В последнем случае к надписи должно быть добавлено условное графическое обозначение (Разрез Г - Г. чеот. 15\

При ломанных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом

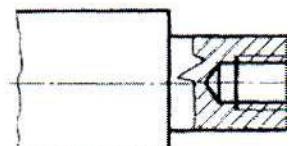
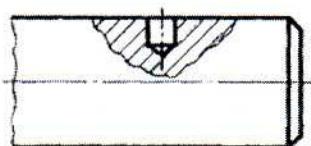


направление поворота может не совпадать с направлением взгляда (черт. 19).



то

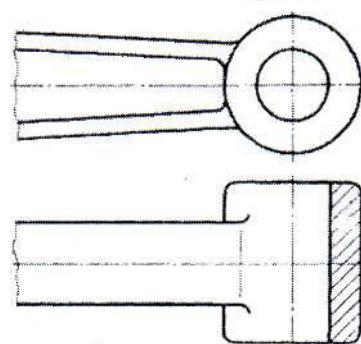
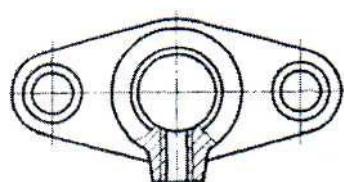
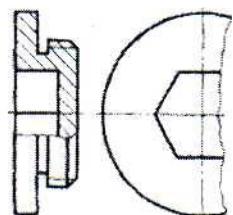
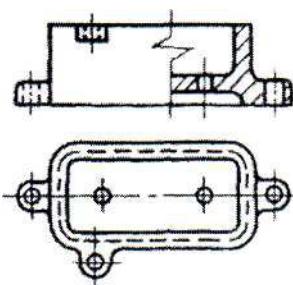
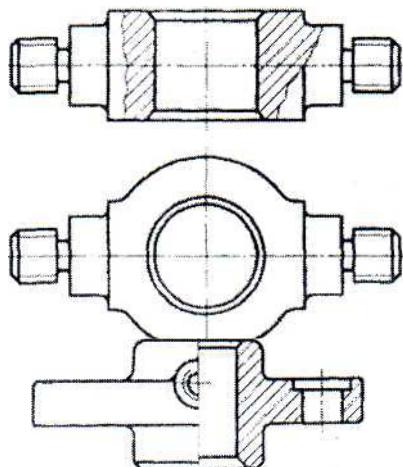
Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (разрезы А - А черт. 8, 15). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные на ней, вычертываются так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение (черт. 20).



Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченно месте, называется местным.

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией (черт. 21) или сплошной тонкой линией с изломом (черт. 22). Эти линии не должны совпадать с какими-либо другим линиями изображения.

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (черт. 23, 24, 25). Если при этом соединяются половины вида и половины разреза, каждый из которых является симметрично фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (черт. 26). Допускается также разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией (черт. 27), совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет собой тело вращения.



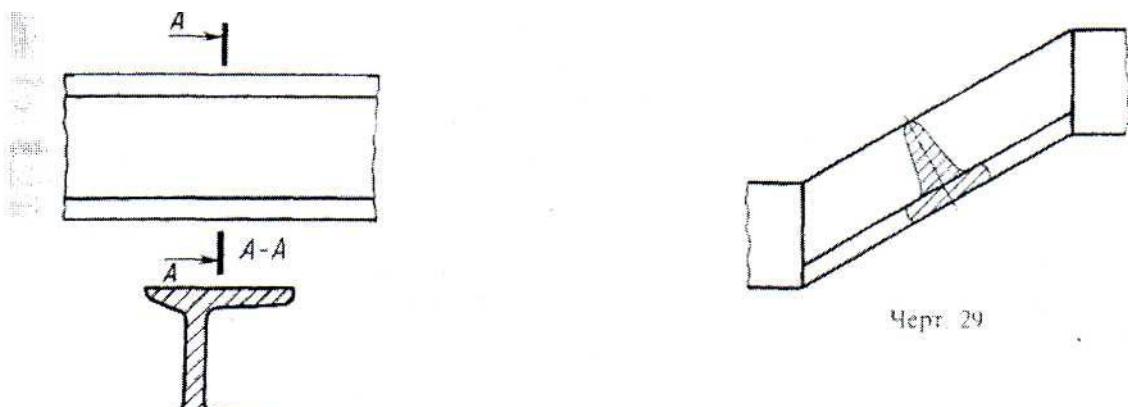
Допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов: четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т. п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично.

## 2. Сечения.

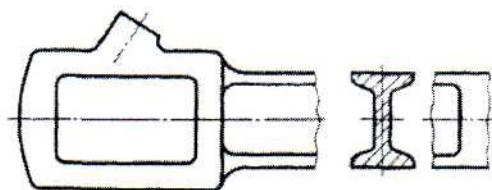
*Сечение* — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на:

- вынесенные (черт. 6, 28);
- наложенные (черт. 29).

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрезе между частями одного и того же вида (черт. 30).



Черт. 28



Черт. 30

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения — сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (черт. 13, 28, 29).

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения (черт. 6, 29) указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

В случаях, подобных указанному на черт. 30, при симметричной фигуре сечения линию сечения не проводят.

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами русского алфавита (в строительных чертежах — прописными или строчными буквами русского алфавита или цифрами). Сечение сопровождают надписью по типу «A—A» (черт. 28). В строительных чертежах допускается надписывать название сечения.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (черт. 31) или наложенных (черт. 32), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

В строительных чертежах при симметричных сечениях применяют разомкнутую линию с обозначением ее, но без стрелок, указывающих направление взгляда.

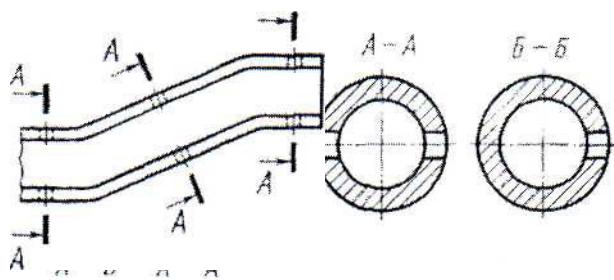
Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (черт. 28). Допускается располагать сечение на любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением условного графического обозначения.

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (черт. 33, 34).

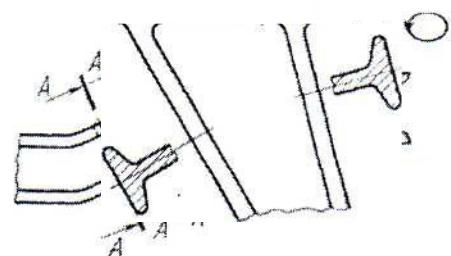
Если при этом секущие плоскости направлены под различными углами (черт. 35), то условное графическое обозначение не наносят.

Когда расположение одинаковых сечений точно определено изображением или размерами, допускается наносить одну линию сечения, а над изображением сечения указывает количество сечений.

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения (черт. 36).



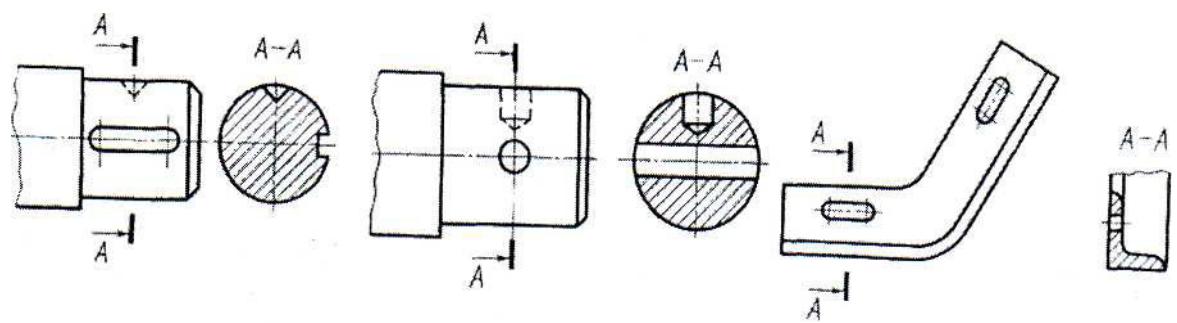
Черт. 33



Черт. 34

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (черт. 37).

Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы (черт. 38).



Черт. 37

Черт. 38

## 1. 5 Лекция №5 (2 часа).

### Тема: «Сопряжения и лекальные кривые»

#### 1.5.1 Вопросы лекции:

1. Деление отрезка и окружности.
2. Сопряжения.
3. Построение плоских кривых.

#### 1.5.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Деление отрезка и окружности.

При выполнении графических работ приходится решать многие задачи на построение. Наиболее встречающиеся при этом задачи — деление отрезков прямой, углов и окружностей на равные части, построение различных сопряжений прямых с дугами окружностей и дуг окружностей между собой. Сопряжением называют плавный переход дуги окружности в прямую или в дугу другой окружности.

Наиболее часто встречаются задачи на построение следующих сопряжений: двух прямых дугой окружности (скруглением углов); двух дуг окружностей прямой линией; двух дуг окружностей третьей дугой; дуги и прямой второй дугой.

Построение сопряжений связано с графическим определением центров и точек сопряжения. При построении сопряжения широко используются геометрические места точек (прямые, касательные к окружности; окружности, касательные друг к другу). Это объясняется тем, что они основаны на положениях и теоремах геометрии.

##### Деление отрезка прямой.

Чтобы разделить заданный отрезок  $AB$  на две равные части, точки его начала и конца принимают за центры, из которых проводят дуги радиусом, по величине превышающим половину отрезка  $AB$ . Дуги проводят до взаимного пересечения, где получают точки  $C$  и  $D$ . Линия, соединяющая эти точки, разделит отрезок в точке  $K$  на две равные части (рис. 30, а).

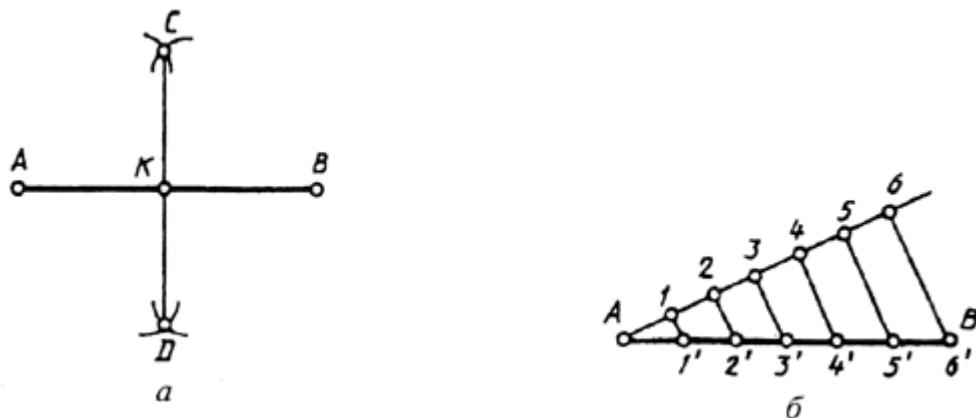


Рис. 30

Чтобы разделить отрезок  $AB$  на заданное количество равных участков  $n$ , под любым острым углом к  $AB$  проводят вспомогательную прямую, на которой из общей заданной прямой точки откладывают  $n$  равных участков произвольной длины (рис. 30, б). Из последней точки (на чертеже — шестой) проводят прямую до точки  $B$  и через точки  $5, 4, 3, 2, 1$  проводят прямые, параллельные отрезку  $AB$ . Эти прямые и отсекут на отрезке  $AB$  заданное число равных отрезков (в данном случае 6).

##### Деление окружности.

Чтобы разделить окружность на четыре равные части, проводят два взаимно перпендикулярных диаметра: на пересечении их с окружностью получаем точки, разделяющие окружность на четыре равные части (рис. 31, а).

Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, дуги, равные четвертой части окружности, делят пополам. Для этого из двух точек, ограничивающих четверть дуги, как из центров радиусов окружности выполняют засечки за ее пределами. Полученные точки

соединяют с центром окружностей и на пересечении их с линией окружности получают точки, делящие четвертные участки пополам, т. е. получают восемь равных участков окружности (рис. 31, б).

На двенадцать равных частей окружность делят следующим образом. Делят окружность на четыре части взаимно перпендикулярными диаметрами. Приняв точки пересечения диаметров с окружностью  $A, B, C, D$  за центры, величиной радиуса проводят четыре дуги до пересечения с окружностью. Полученные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и точки  $A, B, C, D$  разделяют окружность на двенадцать равных частей (рис. 31, в).

Пользуясь радиусом, нетрудно разделить окружность и на 3, 5, 6, 7 равных участков.

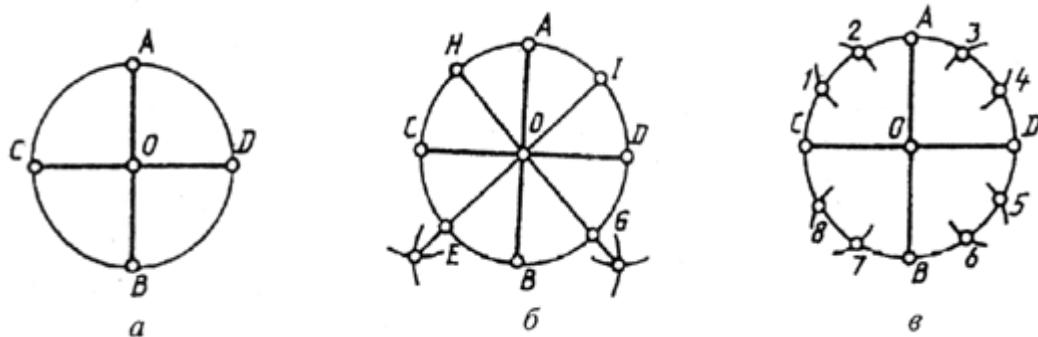


Рис. 31

## 2. Сопряжения.

### Скругление углов.

Сопряжение двух пересекающихся прямых дугой заданного радиуса называют скруглением углов. Его выполняют следующим образом (рис. 32). Параллельно сторонам угла, образованного данными

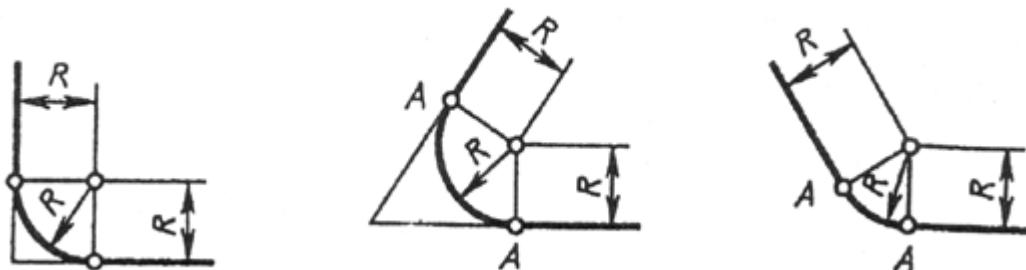


Рис. 32

прямыми, проводят вспомогательные прямые на расстоянии, равном радиусу. Точка пересечения вспомогательных прямых является центром дуги сопряжения.

Из полученного центра  $O$  опускают перпендикуляры к сторонам данного угла и на пересечении их получают точки сопряжения  $A$  и  $B$ . Между этими точками проводят сопрягающую дугу радиусом  $R$  из центра  $O$ .

### Сопряжение дуг окружностей прямой линией.

При построении сопряжения дуг окружностей прямой линией можно рассмотреть две задачи: сопрягаемая прямая имеет внешнее или внутреннее касание. В первой задаче (рис. 33, а) из центра дуги

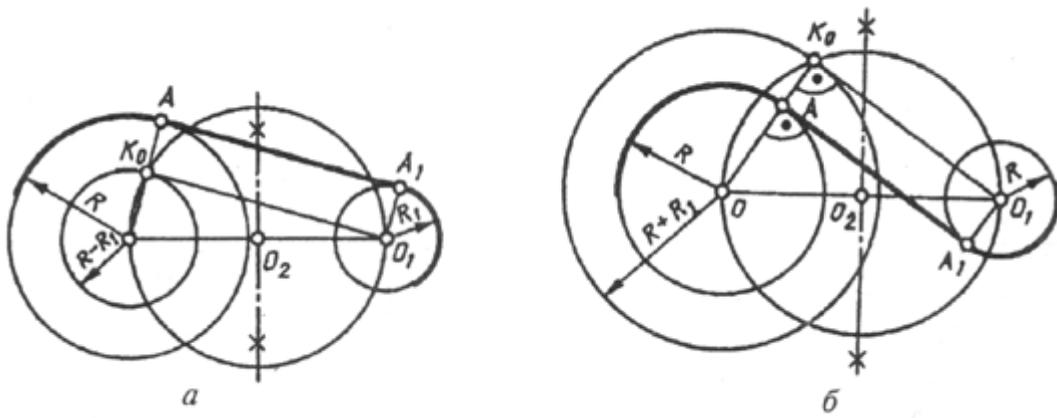


Рис. 33

меньшего радиуса  $R_1$  проводят касательную вспомогательной окружности, проведённой радиусом  $R - R_1$ . Её точку касания  $K_0$  используют для построения точки сопряжения  $A$  на дуге радиуса  $R$ .

Для получения второй точки сопряжения  $A_1$  на дуге радиуса  $R_1$  проводят вспомогательную линию  $O_1 A_1$  параллельно  $O A$ . Точками  $A$  и  $A_1$  будет ограничен участок внешней касательной прямой.

Задача построения внутренней касательной прямой (рис. 33, б) решается, если вспомогательную окружность построить радиусом, равным  $R + R_1$ ,

#### Сопряжение двух дуг окружностей третьей дугой.

При построении сопряжения двух дуг окружностей третьей дугой заданного радиуса можно рассмотреть три случая: когда сопрягающая дуга радиуса  $R$  касается заданных дуг радиусов  $R_1$  и  $R_2$  с внешней стороны (рис. 34, а); когда она создает внутреннее касание (рис. 34, б); когда сочетаются внутреннее и внешнее касания (рис. 34, в).

Построение центра  $O$  сопрягающей дуги радиуса  $R$  при внешнем касании осуществляется в следующем порядке: из центра  $O_1$  радиусом, равным  $R + R_1$ , проводят вспомогательную дугу, а из центра  $O_2$  проводят вспомогательную дугу радиусом  $R + R_2$ . На пересечении дуг получают центр  $O$  сопрягаемой дуги радиуса  $R$ , а на пересечении радиусом  $R + R_1$  и  $R + R_2$  с дугами окружностей получают точки сопряжения  $A$  и  $A_1$ .

Построение центра  $O$  при внутреннем касании отличается тем, что из центра  $O_1$  проводят вспомогательную окружность радиусом, равным  $R - R_1$  а из центра  $O_2$  радиусом  $R - R_2$ . При сочетании внутреннего и внешнего касания из центра  $O_1$  проводят вспомогательную окружность радиусом, равным  $R - R_1$ , а из центра  $O_2$  — радиусом, равным  $R + R_2$ .

#### Сопряжение дуги окружности и прямой линии второй дугой.

Здесь может быть рассмотрено два случая: внешнее сопряжение (рис. 35, а) и внутреннее (рис. 35, б). В том и в другом случае при построении сопрягающей дуги радиуса  $R$  центр сопряжения  $O$  лежит на пересечении геометрических мест точек, равно удаленных от прямой и дуги радиуса  $R$  на величину  $R_1$ .

При построении внешнего сопряжения параллельно заданной прямой на расстоянии  $R_1$  в сторону окружности проводят вспомогательную прямую, а из центра  $O$  радиусом, равным  $R + R_1$ , — вспомогательную окружность, и на их пересечении получают точку  $O_1$  — центр сопрягающей окружности. Из этого центра радиусом  $R$  проводят сопрягающую дугу между точками  $A$  и  $A_1$ , построение которых видно из чертежа.

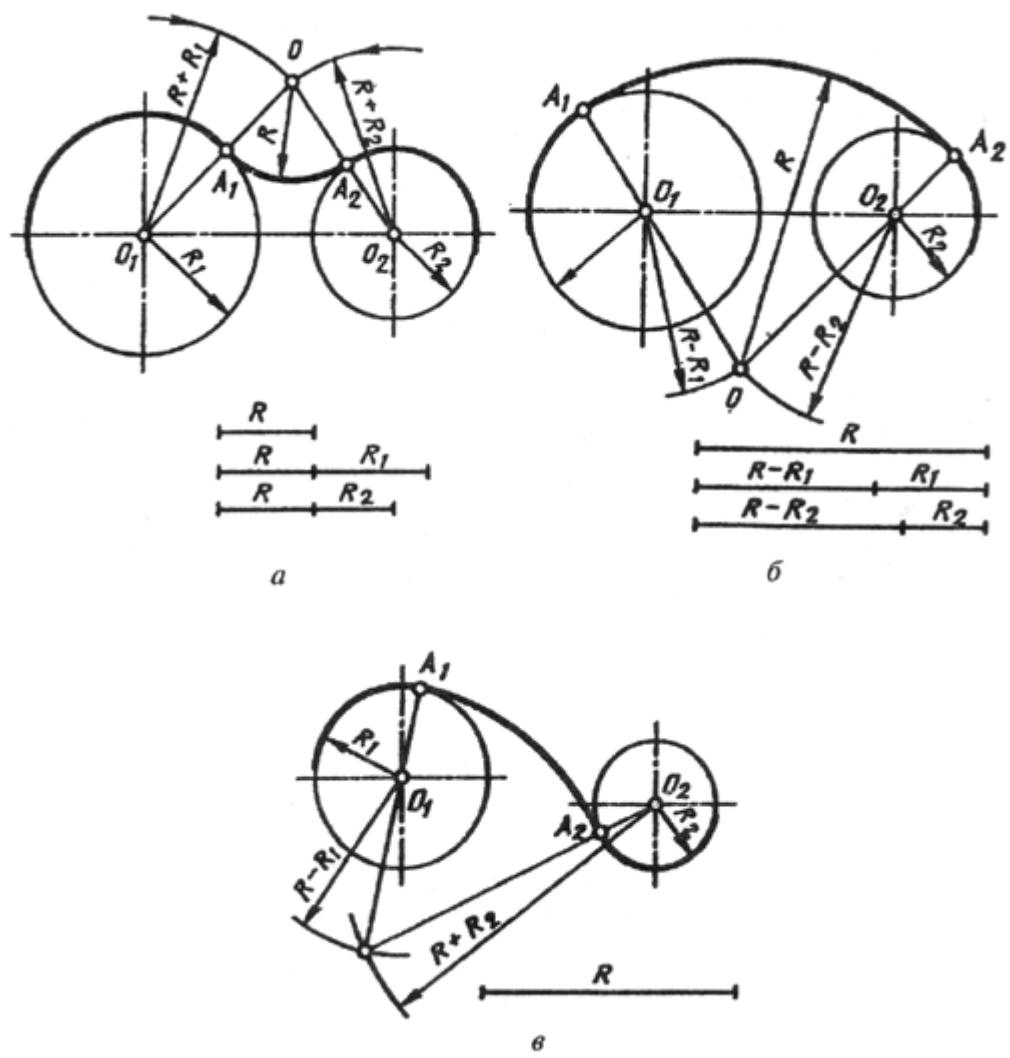


Рис. 34

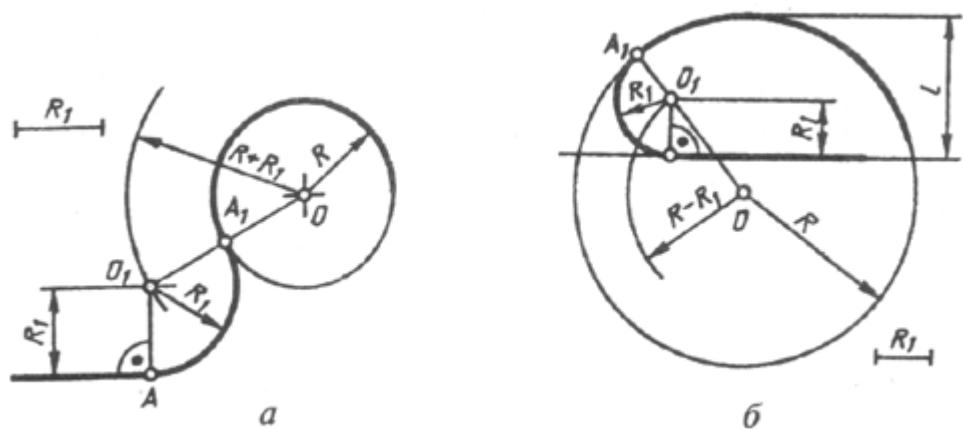


Рис. 35

Построение внутреннего сопряжения отличается тем, что из центра  $O$  проводят вспомогательную дугу радиусом, равным  $R - R_1$ .

### 3. Построение плоских кривых.

#### Овалы.

Плавные выпуклые кривые, очерченные дугами окружностей разных радиусов, называют овалами. Овалы состоят из двух опорных окружностей с внутренними сопряжениями между ними.

Различают овалы трехцентровые и многоцентровые. При вычерчивании многих деталей, например кулачков, фланцев, крышек и других, контуры их очерчивают овалами. Рассмотрим пример построения овала по заданным осям. Пусть для четырехцентрового овала, очерченного двумя опорными дугами радиуса  $R$  и двумя сопрягающими дугами радиуса  $r$ , заданы большая ось  $AB$  и малая ось  $CD$ . Величину радиусов  $R$  и  $r$  надо определить путем построений (рис. 36). Соединим концы большой и малой оси отрезком  $AC$ , на котором отложим разность  $CE$  большой и малой полуосей овала. Проведем перпендикуляр к середине отрезка  $AF$ , который пересечет большую и малую оси овала в точках  $O_1$  и  $O_2$ . Эти точки будут центрами сопрягающихся дуг овала, а точка сопряжения будет лежать на самом перпендикуляре.

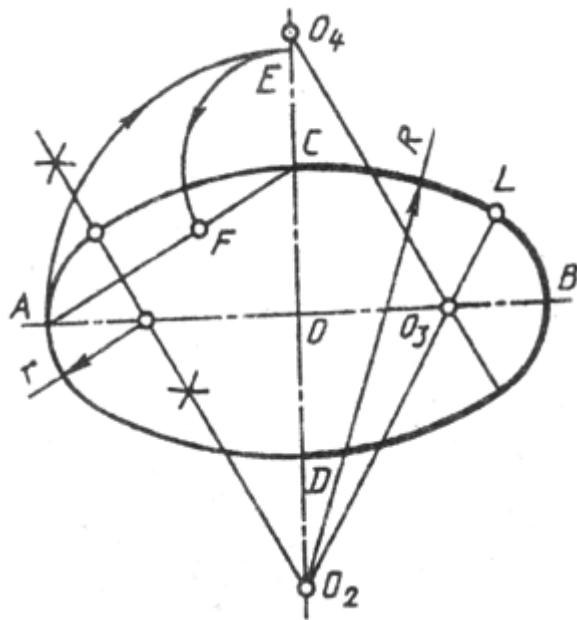
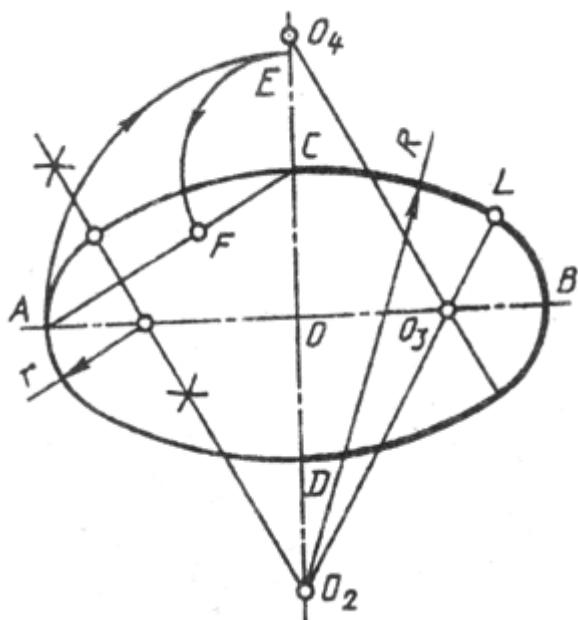


Рис. 36

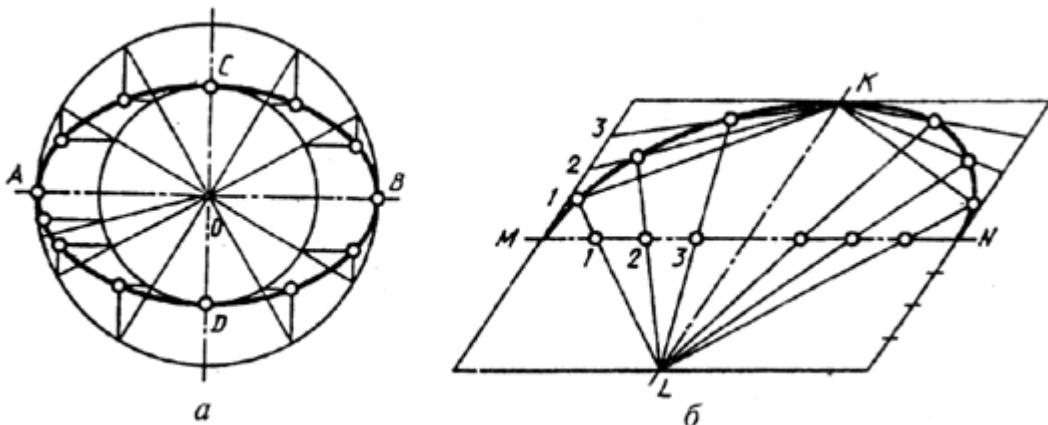
### Лекальные кривые.

**Лекальными** называют плоские кривые, вычерченные с помощью лекал по предварительно построенным точкам. К лекальным кривым относят: эллипс параболу, гиперболу, циклоиду, синусоиду эвольвенту и др.

**Эллипс** представляет собой замкнутую плоскую кривую второго порядка. Она характеризуется тем, что сумма расстояний от любой ее



Puc. 36



Puc. 37

точки до двух точек фокусов есть величина постоянная, равная большей оси эллипса. Построить эллипс можно несколькими способами. Например, можно построить эллипс по его большой  $AB$  и малой  $CD$  осям (рис. 37, а). На осях эллипса как на диаметрах строят две окружности, которые можно разделить радиусами на несколько частей. Через точки деления большой окружности проводят прямые, параллельные малой оси эллипса, а через точки деления малой окружности — прямые, параллельные большой оси эллипса. Точки пересечения этих прямых и являются точками эллипса.

Можно привести пример построения эллипса по двум сопряженным диаметрам (рис. 37,б)  $MN$  и  $KL$ . Сопряженными два диаметра называют, если каждый из них делит пополам хорды, параллельные другому диаметру. На сопряженных диаметрах строят параллелограмм. Один из диаметров  $MN$  делят на равные части; на такие же части делят и стороны параллелограмма, параллельные другому диаметру, нумеруя их, как показано на чертеже. Из концов второго сопряженного диаметра  $KL$  через точки деления проводят лучи. В пересечении одноименных лучей получают точки эллипса.

**Параболой** называют незамкнутую кривую второго порядка, все точки которой равно удалены от одной точки — фокуса и от данной прямой — директрисы.

Рассмотрим пример построения параболы по ее вершине  $O$  и какой-либо точке  $B$  (рис. 38, *a*). С этой целью строят прямоугольник  $OABC$  и делят его стороны на равные части, из точек деления проводят лучи. В пересечении одноименных лучей получают точки параболы.

Можно привести пример построения параболы в виде кривой, касательной прямой с заданными на них точками  $A$  и  $B$  (рис. 38, б). Стороны угла, образованного этими прямыми, делят на равные части и ну-

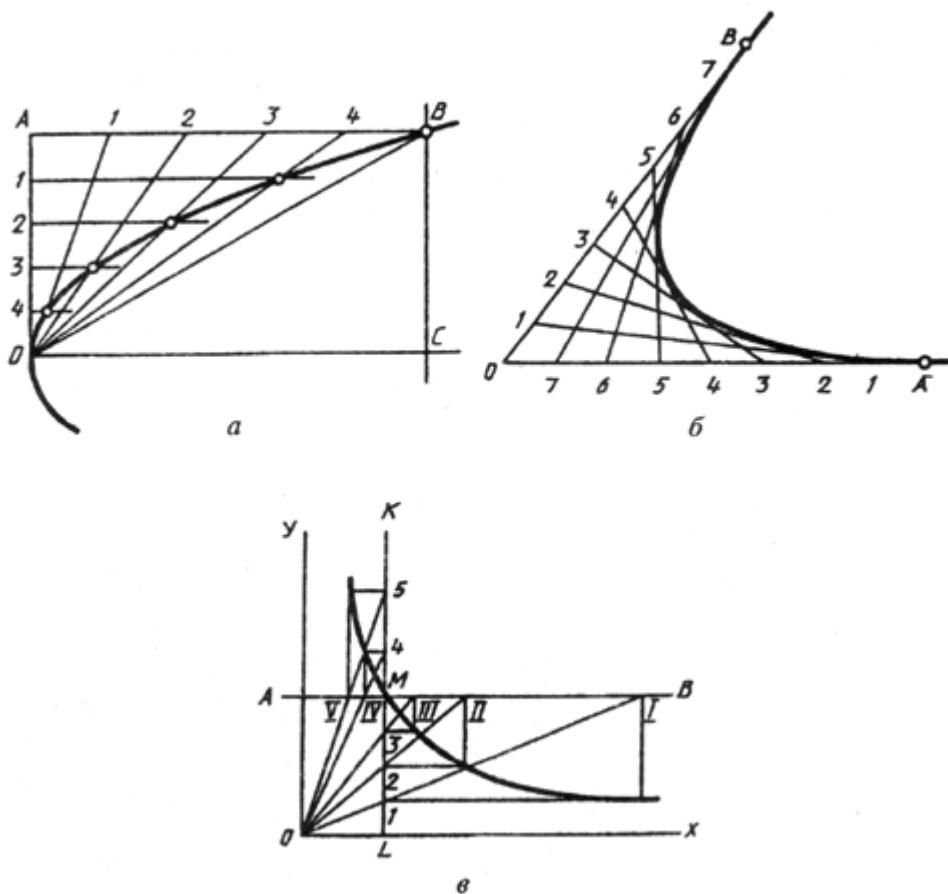


Рис. 38

меруют точки деления. Одноименные точки соединяют прямыми. Параболу вычерчивают как огибающую этих прямых.

Гиперболой называют плоскую незамкнутую кривую второго порядка, состоящую из двух веток, концы которых удаляются в бесконечность, стремясь к своим асимптотам. Гипербола отличается тем, что каждая точка ее обладает особым свойством: разность ее расстояний от двух данных точек-фокусов есть величина постоянная, равная расстоянию между вершинами кривой. Если асимптоты гиперболы взаимно перпендикулярны, она называется равнобокой. Равнобокая гипербола широко применяется для построения различных диаграмм, когда задана своими координатами одна точка  $M$  (рис. 38, в). В этом случае через заданную точку проводят линии  $AB$  и  $KL$  параллельно координатным осям. Из полученных точек пересечения проводят линии, параллельные координатным осям. В их пересечении получают точки гиперболы.

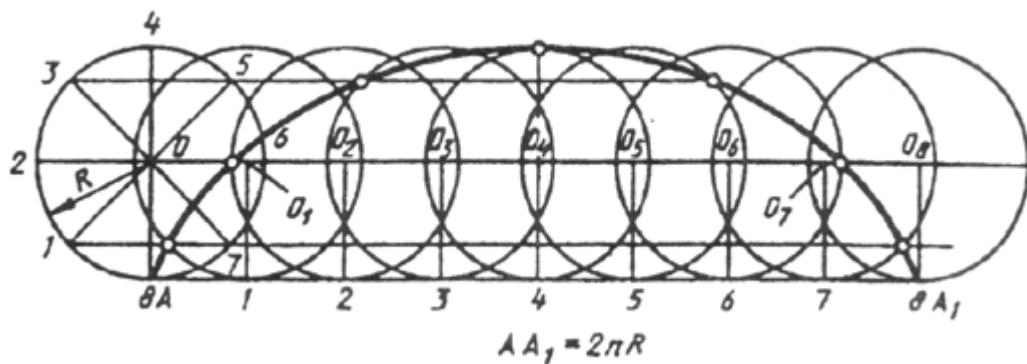


Рис. 39

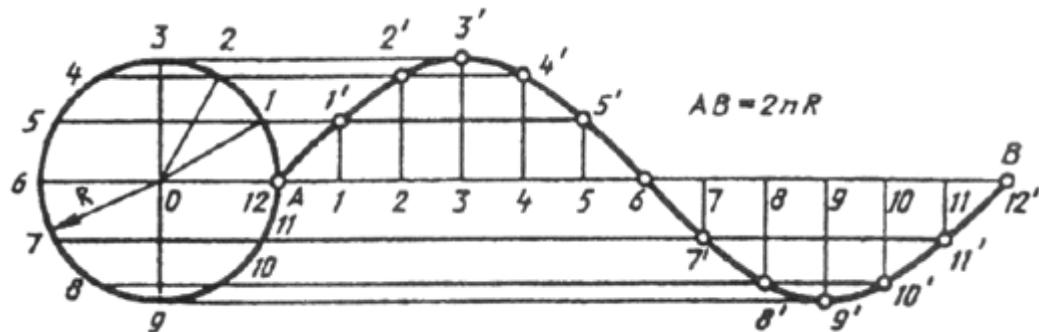


Рис. 40

**Циклоидой** называют кривую линию, представляющую собой траекторию точки  $A$  при перекатывании окружности (рис. 39). Для построения циклоиды от исходного положения точки  $A$  откладывают отрезок  $AA_1$ , отмечают промежуточное положение точки  $A$ . Так, в пересечении прямой, проходящей через точку 1, с окружностью, описанной из центра  $O_1$ , получают первую точку циклоиды. Соединяя плавной прямой построенные точки, получают циклоиду.

**Синусоидой** называют плоскую кривую, изображающую изменение синуса в зависимости от изменения его угла. Для построения синусоиды (рис. 40) нужно разделить окружность на равные части и на такое же количество равных частей разделить отрезок прямой  $AB = 2\pi R$ . Из одноименных точек деления провести взаимно перпендикулярные линии, в пересечении которых получают точки, принадлежащие синусоиде.

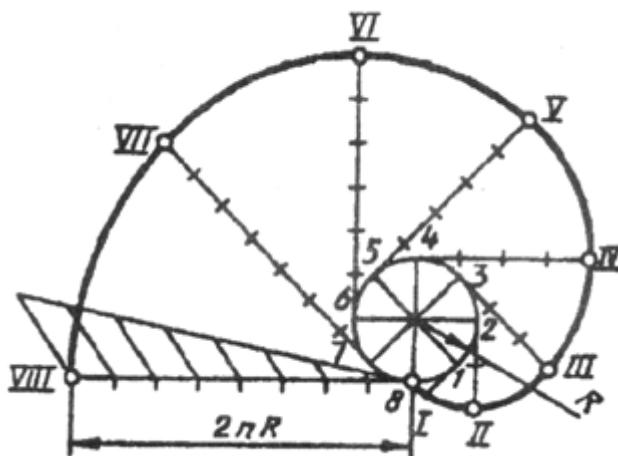


Рис. 41

**Эвольвентой** называют плоскую кривую, являющуюся траекторией любой точки прямой линии, перекатываемой по окружности без скольжения. Построение эвольвенты выполняют в следующем порядке (рис. 41): окружность делят на равные части; проводят касательные к окружности, направленные в одну сторону и проходящие через каждую точку деления; на касательной, проведенной через последнюю точку деления окружности, откладывают отрезок, равный длине окружности  $2\pi R$ , который делят на столько же равных частей. На первой касательной откладывают одно деление  $2\pi R/n$ , на второй — два и т. д.

## 1. 6 Лекция №6 (2 часа).

### Тема: «Аксонометрические проекции»

#### 1.6.1 Вопросы лекции:

1. Общие сведения.
2. Изометрическая проекция.
3. Диметрическая проекция.
- 4 Условности и нанесение размеров.

#### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Общие сведения.

Очень часто для наглядности изображений фигур наряду с ортогональными проекциями применяют аксонометрические проекции (коротко аксонометрия) – «аксон» - ось; «метрио» - измеряю (древнегреческое).

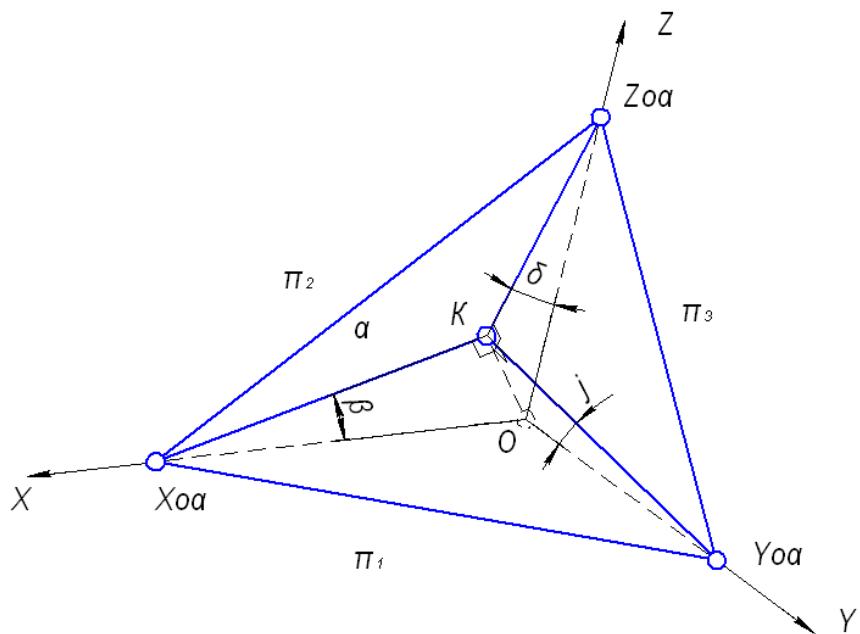
Смысл аксонометрического проецирования заключается в том, что к фигуре мысленно прикрепляется декартова система координат, после чего данная фигура с прикрепленной системой координат проецируется на некоторую плоскость аксонометрических проекций (картинную плоскость).

Аксонометрическая проекция может быть прямоугольной (направления проецирования перпендикулярно картинной плоскости) и косоугольной.

Причем, плоскость аксонометрических проекций не должна быть параллельна одновременно двум осям (xy; xz; yz).

Существует ГОСТ 2.317-69 «Аксонометрические проекции».

Рассмотрим проецирование прямоугольной системы координат на некоторую плоскость, являющуюся плоскостью аксонометрических проекций.



Определим проекции системы координат на  $\alpha$ . Чтобы определить прямоугольные проекции осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  нужно спроектировать точку  $O$  на  $\alpha$ . Прямые  $KX_{\alpha\alpha}$ ,  $KY_{\alpha\alpha}$ ,  $KZ_{\alpha\alpha}$  - проекции осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  на  $\alpha$  - аксонометрические оси проекции. Они являются катетами прямоугольных треугольников гипотенузы которых - отрезки осей проекции  $OX_{\alpha\alpha}$ ,  $OY_{\alpha\alpha}$ ,  $OZ_{\alpha\alpha}$ .

Обозначим углы между осями  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  через  $\beta$ ,  $j$ ,  $\delta$ , тогда:

$$\frac{KX_{\alpha\alpha}}{OX_{\alpha\alpha}} = \cos \beta; \frac{KY_{\alpha\alpha}}{OY_{\alpha\alpha}} = \cos j; \frac{KZ_{\alpha\alpha}}{OZ_{\alpha\alpha}} = \cos \delta$$

Указанные отношения характеризуют степень искажения отрезков  $OX_{\alpha\alpha}$ ,  $OY_{\alpha\alpha}$ ,  $OZ_{\alpha\alpha}$  при проецировании, т.е. являются коэффициентами искажения по осям:

$$\cos \beta = k, \cos j = m; \cos \delta = n.$$

Фигура  $OX_{oa}$   $OY_{oa}$   $OZ_{oa}$  - пирамида.  $OK$  – высота пирамиды.

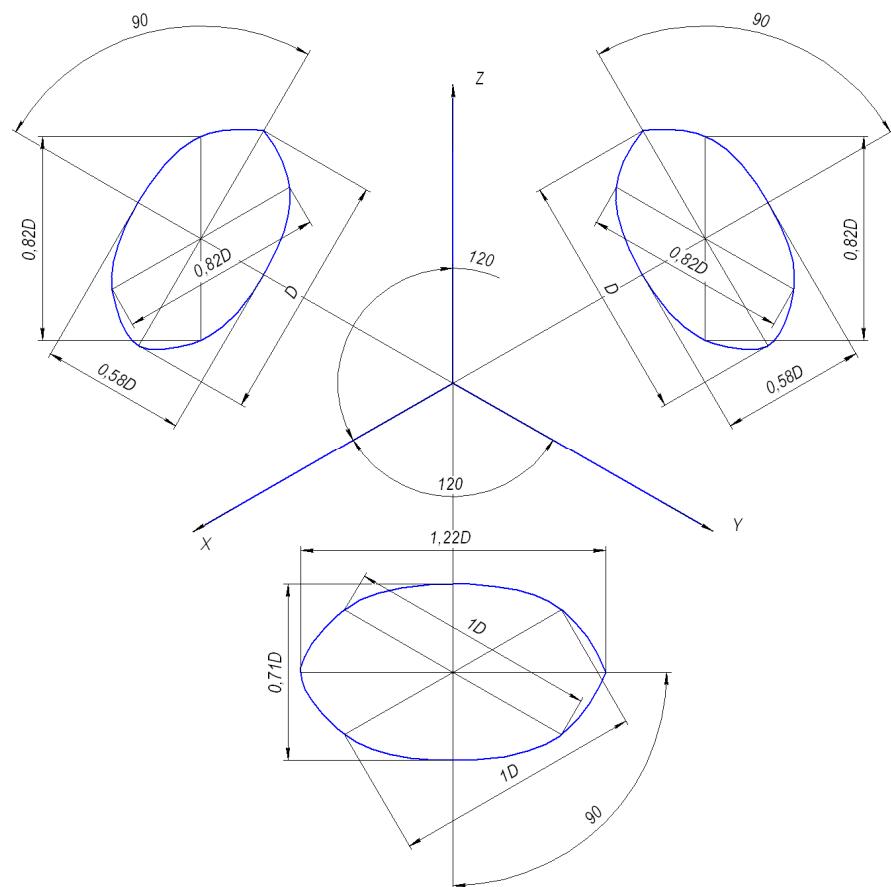
Известно, что сумма квадратов направляющих косинусов пирамиды равна 1, т.е.

$$\begin{aligned}
 (\cos(\frac{\pi}{2} - \beta))^2 + (\cos(\frac{\pi}{2} - j))^2 + (\cos(\frac{\pi}{2} - \delta))^2 &= 1; \\
 (\sin \beta)^2 + (\sin j)^2 + (\sin \delta)^2 &= 1; \\
 (\cos \beta)^2 + (\cos j)^2 + (\cos \delta)^2 &= 2; \\
 k^2 + m^2 + n^2 &= 2.
 \end{aligned}$$

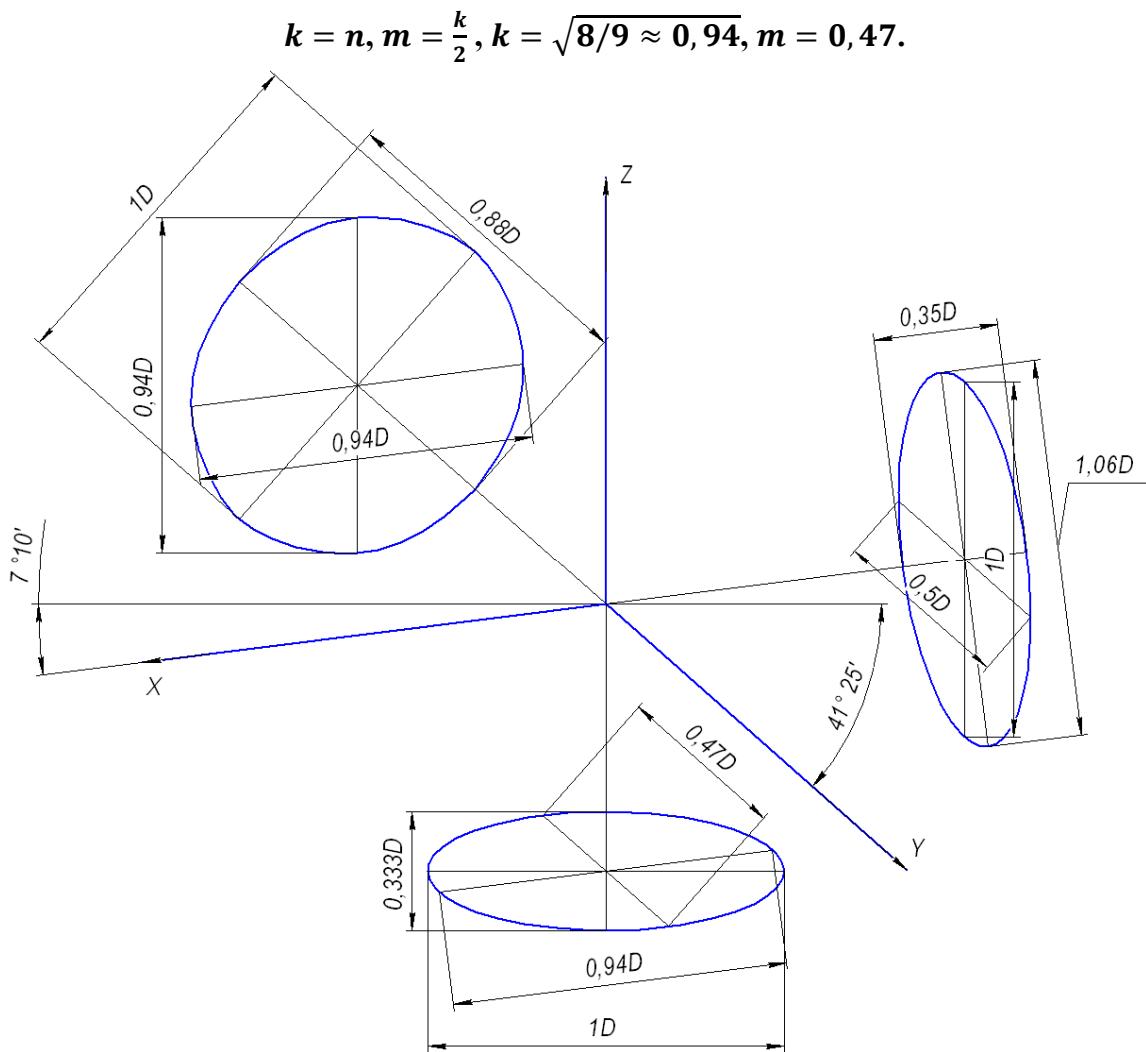
## 2. Изометрическая проекция.

$$k = m = n, k = \sqrt{2/3} \approx 0,82.$$

Все размеры в изометрии умножают на 0,82. Однако, для упрощения применяют приведенные коэффициенты искажения, равные единице. В этом случае получают изображение увеличенное в 1,22 раза ( $\frac{1}{0,82} = 1,22$ ).



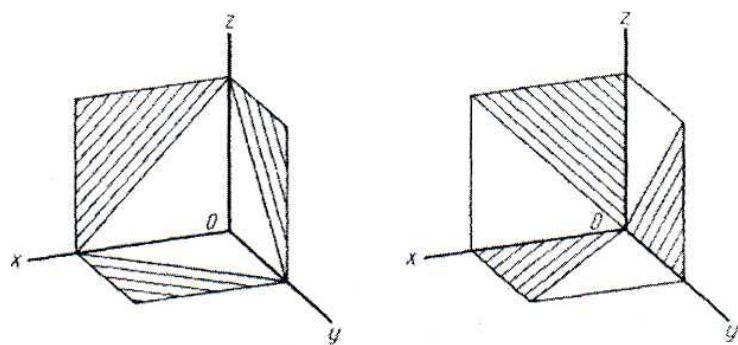
### 3. Диметрическая проекция.



Приведенные коэффициенты искажения  $k=n=1$ ;  $m=0,5$ . Полученное изображение увеличено в 1,06 раза ( $\frac{1}{0,94} 1,06$ ).

### 4 Условности и нанесение размеров.

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (черт. 16).



Черт. 16

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

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

При выполнении в аксонометрических проекциях зубчатых колес, реек, червяков и подобных элементов допускается применять условности по ГОСТ 2.402 - 68. В аксонометрических проекциях резьбу изображают по ГОСТ 2.311 - 68. Допускается изображать профиль резьбы полностью или частично, как показано на рисунке.



## 1. 7 Лекция №7 (2 часа).

Тема: **«Эскизы и рабочие чертежи деталей»**

### 1.7.1 Вопросы лекции:

1. Последовательность выполнения конструкторской документации.
2. Эскизирование.
3. Этапы выполнения рабочих чертежей.

### 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Последовательность выполнения конструкторской документации.

ГОСТ 2.103—68 устанавливает стадии разработки конструкторской документации, которая подразделяются на проектную и рабочую.

*К проектной конструкторской документации относятся:*

*Техническое задание на проектирование* — совместный документ, составленный разработчиком изделия и заказчиком изделия. Документ содержит технические параметры на разрабатываемое изделие, сроки разработки, исполнителей работ, источник финансирования разработки и другие данные.

*Техническое предложение* — совокупность конструкторских документов с литерой «П», которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий и патентные исследования. Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного проекта.

*Эскизный проект* — совокупность конструкторских документов с литерой «Э», которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общие представления об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.

*Технический проект* — совокупность конструкторских документов с литерой «Т», которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации.

*Проектная конструкторская документация* является основой для разработки рабочей конструкторской документации.

*Рабочая конструкторская документация* на опытную партию — совокупность конструкторских документов с литерой «О», предназначенных для изготовления, контроля и испытания на заводе-изготовителе опытной партии изделия. По результатам приемочных испытаний опытной партии осуществляется корректировка конструкторских документов с присвоением литеры «О<sub>1</sub>». Организация серийного производства. Изготовление и испытание установочной серии по документации с литерой «О<sub>1</sub>». По результатам испытания установочной серии осуществляется корректировка документации с присвоением ей литеры «А».

### 2. Эскизирование.

*Технический рисунок* — это наглядное изображение, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз. Им пользуются на производстве для иллюстрации чертежей. Часто технический рисунок является первичной формой отображения творческих идей.

В тех случаях, когда трудно выразить мысль словами или текстом, хорошо помогает рисунок.

Инженер и техник должны уметь технически грамотно и быстро выполнять эскизы и рисунки деталей.

Рисунок в центральной проекции (в перспективе) ввиду сложности построения и значительных искажений формы и размеров в машиностроении применяется редко. Такой вид изображения применяют художники при создании картин и архитекторы при создании архитектурно-строительных проектов.

Так как в аксонометрических проекциях нет перспективных искажений, их используют в техническом рисовании.

Обычно технический рисунок детали выполняется в изометрической проекции.

Для приобретения навыков в техническом рисовании необходимо проделать ряд упражнений в проведении линий от руки, делении отрезков и прямых углов на равные части без инструментов.

Наклон линии под  $45^\circ$  получается при делении прямого угла на две равные части, а при делении на три равные части получают прямую под  $30^\circ$  к горизонтали.

При рисовании ряда фигур используют приближенные способы их построения. При изображении квадрата или прямоугольника, лежащего в плоскости  $\pi_1$ , или  $\pi_3$ , проводят аксонометрические оси  $u$  и  $x$  или  $z$  и  $u$ ; на оси откладывают размеры сторон, умноженные на коэффициенты искажения по осям, и через намеченные точки проводят параллельно осям стороны квадрата.

Правильный шестиугольник часто встречается при изображении болтов гаек и других подобных деталей. Рисунок надо начинать также с проведения вертикальной и горизонтальной осей симметрии. На горизонтальной оси симметрии откладывают четыре равных отрезка, а на вертикальной линии — приблизительно три — пять таких же отрезков и намечают на рисунке вершины и стороны шестиугольника.

Проделав ряд упражнений по рисованию фигур, можно перейти к рисованию плоских геометрических тел.

Изображаться геометрические тела должны в аксонометрических проекциях. Начинается рисование с проведения аксонометрических осей и построения оснований. Из вершин полученных многоугольников параллельно соответствующим аксонометрическим осям проводят параллельные линии — боковые ребра.

Рисование цилиндров в аксонометрических проекциях начинается с проведения аксонометрических осей и построения оснований.

Для построения оснований необходимо овладеть навыками проведения окружностей и овалов от руки. Для изображения окружности предварительно намечают две взаимно перпендикулярные (вертикальную и горизонтальную) оси, через центр под углом  $45^\circ$  к горизонтали проводят еще две взаимно перпендикулярные линии. От центра на осях и линиях откладывают «на глаз» одинаковые отрезки, равные радиусу окружности. Через намеченные точки от руки проводится окружность.

При изображении овалов необходимо учитывать коэффициенты по осям. Если овал изображает окружность в изометрической<sup>240</sup> проекции, расположенную в горизонтальной плоскости, то длина большой оси примерно равна пяти отрезкам, а длина малой — трем отрезкам.

Если овал расположен в профильной плоскости, то ось  $x$  совпадает с малой осью овала, и их проводят под углом  $30^\circ$  к горизонтали, а большую ось — под углом  $90^\circ$  к малой. Откладывая по осям отрезки, намечают контур овала.

Рисунок цилиндра начинают с проведения аксонометрических осей и построения обоих оснований в виде эллипсов. Проводят параллельно соответствующей аксонометрической оси очерковые образующие, касательные к эллипсам.

Рисунок моделей и деталей машин выполняют с натуры, по чертежу или по воображению. При выполнении рисунка в любом случае надо не только внимательно рассмотреть или представить форму модели или детали, но и сравнить соответствие размеров отдельных элементов изображаемого предмета.

Выполняя рисунок детали с натуры (например, кронштейн, рисунок 1, слева), надо не только внимательно рассмотреть форму, но и установить соотношение размеров отдельных элементов детали. Например, изображенный на рисунке 1, в центре кронштейн выполнен без соблюдения пропорций детали. На рисунке 1, справа дан рисунок этой детали с учетом пропорций ее частей.

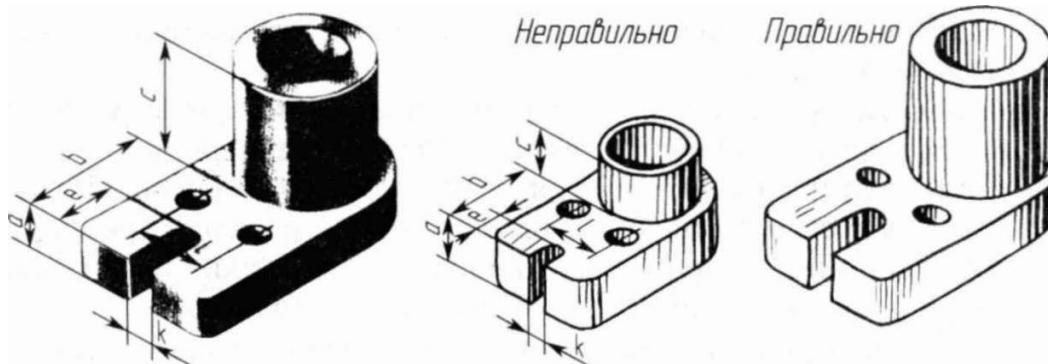


Рисунок 1

Выполнение рисунка модели или детали начинается с построения их габаритных очертаний — «клеток», выполняемых от руки тонкими линиями.

Затем модель и деталь мысленно расчленяют на отдельные геометрические элементы, постепенно вырисовывая все элементы. Технические рисунки предмета получаются более наглядными, если их покрыть штрихами (рисунок 2). При нанесении штрихов считают, что лучи света падают на предмет справа и сверху или слева и сверху.

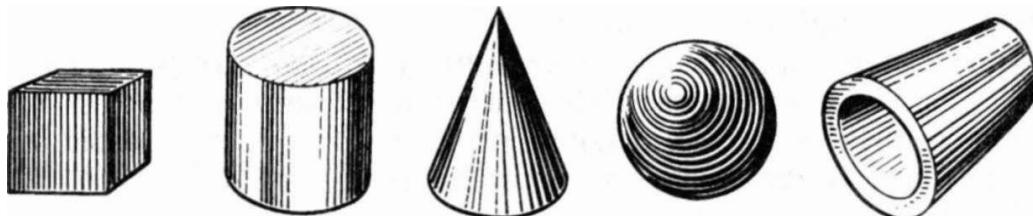


Рисунок 2

Освещенные поверхности штрихуют тонкими линиями на большом расстоянии друг от друга, а теневые — более толстыми линиями, располагая их чаще. Боковые поверхности пирамиды и конуса штрихуют линиями, проходящими через их вершины.

На изображения сферических поверхностей и поверхностей вращения наносят штрихи (части концентрических окружностей) разной толщины и с разными промежутками между штрихами.

Эскизом называется наглядное изображение, выполненное от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен для разового использования.

Эскиз должен быть оформлен аккуратно с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т. п.).

Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата.

Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом. Пример выполнения эскиза приведен на рисунке 3.

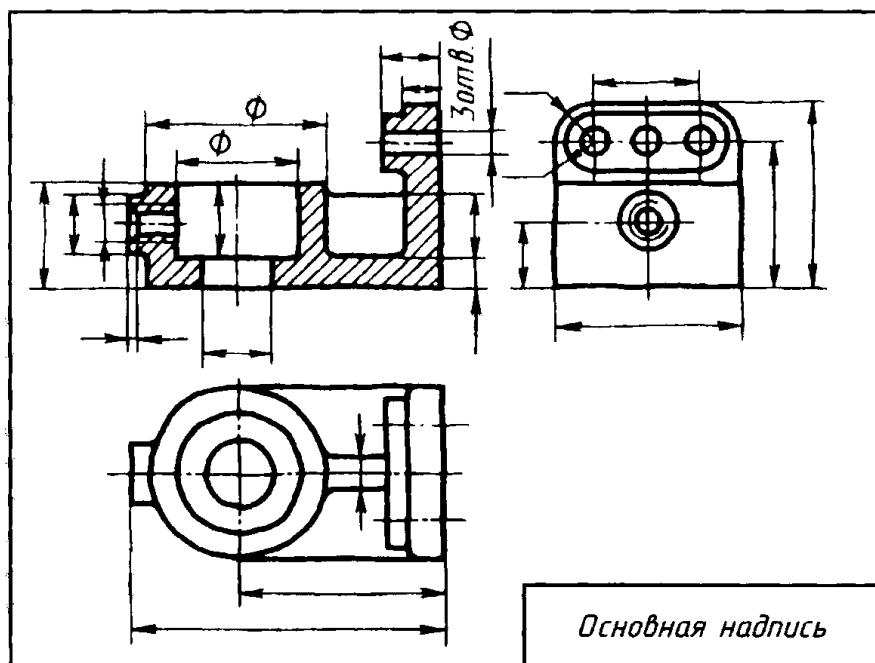


Рисунок 274

### 1 Ознакомление с деталью

При ознакомлении определяется форма детали и ее основных элементов, на которые мысленно можно расчленить деталь и составляется общее представление о материале, обработке и шероховатости отдельных поверхностей, о технологии изготовления детали, о ее покрытиях и т. п.

### 2 Выбор главного вида и других необходимых изображений

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении.

Изображения деталей тел вращения на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи. Такое расположение главного вида облегчит пользование чертежом при изготовлении по нему детали.

По возможности следует ограничить количество линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений. Поэтому следует уделять особое внимание применению разрезов и сечений. Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305—68.

### 3 Выбор формата листа

Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301—68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа 2. Величина и масштаб изображений должны позволять четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

#### *4 Подготовка листа*

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Затем наносится контур рамки основной надписи.

#### *5 Компоновка изображений на листе*

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали. Прямоугольники располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

#### *6 Нанесение изображений элементов детали*

Внутри полученных прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали. При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

#### *7 Оформление видов, разрезов и сечений*

Далее на всех видах уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа 6 (например, округления, фаски), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с ГОСТ 2.305—68 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений) по ГОСТ 2.306—68 и производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.303—68.

#### *8 Нанесение размерных линий и условных знаков*

Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.), наносят по ГОСТ 2.307—68. Одновременно намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость.

#### *9 Нанесение размерных чисел*

При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы.

#### *10 Окончательное оформление эскиза*

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости приводятся сведения о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей; составляются технические требования и выполняются пояснительные надписи. Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

### **3. Этапы выполнения рабочих чертежей.**

**Чертеж детали.** Под чертежом детали понимают конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Наряду с изображениями формы всех элементов детали и их размерами рабочий чертеж в общем случае содержит также следующие данные: предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей, правила <sup>24</sup>указаний которых установлены в ГОСТ 2.307-68 и ГОСТ 2.308-79;

обозначения шероховатости поверхностей, установленные ГОСТ 2.309-73;

обозначения покрытий, термической и других видов обработки, установленные ГОСТ 2.310—68;

текстовую часть, состоящую из технических требований и технических характеристик, надписи и таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями, правила нанесения которых

установлены в ГОСТ 2.316—68.

Указанные данные на чертеже деталей наносят после изучения курсов деталей машин и приборов, основ взаимозаменяемости, технических измерений и стандартизации, основ технологии. Поэтому в начертательной геометрии и черчении изучают в основном правила выполнения чертежей деталей, относящиеся к изображению их формы на чертеже и нанесению номинальных размеров. Кроме того, указываются некоторые правила по обозначению предельных отклонений размеров, формы и расположения поверхностей, нанесения надписей, обозначения покрытий, видов обработки. Рассмотрим некоторые правила выполнения чертежей деталей, установленные в ГОСТ 2.109—73, с учетом специфики учебного процесса.

Рабочие чертежи разрабатывают на каждую деталь. Допускается не выпускать чертежи на детали, изготавливаемые из фасонного или сортового материала отрезкой под прямым углом и из листового материала резкой по окружности или по периметру прямоугольника без последующей обработки, а также в некоторых других случаях, установленных стандартом.

**Детали, изготавливаемые гибкой.** Если изображение детали, изготавливаемой гибкой, не дает представления о действительных формах и размерах отдельных ее элементов, то на чертеже помещают частичную или полную ее развертку. На изображении развертки наносят только те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали. Допускается, не нарушая ясности чертежа, совмещать изображение части развертки с видом детали. В этом случае развертку изображают штрихпунктирными с двумя точками тонкими линиями, знак развертки не помещают (рис. 14.1).

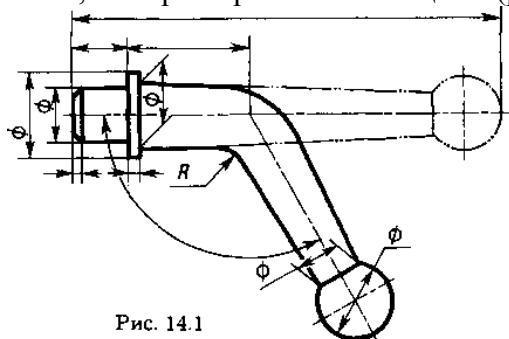


Рис. 14.1

**Детали пружинного типа.** Для таких деталей различают два вида формы: форма детали в свободном (не напряженном) состоянии и форма детали в деформированном (напряженном) состоянии в готовом изделии или в формообразующем инструменте. Особенности этих состояний детали учитывают при ее изображении на чертежах. Если для детали по условиям сборки изделия или условиям расположения детали в изделии важны размеры отдельных элементов в напряженном состоянии и их в этом состоянии измеряют, то на чертеже изображают деталь в двух состояниях (рис. 14.2): в свободном состоянии — сплошными основными линиями, после изменения первоначального состояния — штрихпунктирными линиями. Размеры элементов, которые измеряют после изменения первоначальной формы детали, наносят на изображении, выполненном штрихпунктирными тонкими линиями.

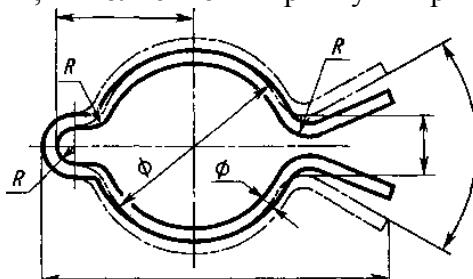


Рис. 14.2

Если деталь в свободном состоянии приобретает произвольную форму, которую чертежом не устанавливают, то такую деталь изображают только с размерами, указанными для измерения (рис. 14.3, *а, б*). В этом случае в технических требованиях на поле чертежа

записывают: «Размеры указаны для измерения».

**Выбор числа изображений.** Для деталей типа тел вращения достаточно одного изображения на плоскости проекций, параллельной оси тела: вида, разреза с указанием знаков (окружность, перечеркиваемая под углом 60°) перед размерными числами диаметров. Одного изображения достаточно также для деталей типа валов, втулок с резьбой с обозначением резьбы.

Для деталей типа тел вращения с различными конструктивными элементами, например отверстиями, срезами, пазами, главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами.

Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на выносной полочке с указанием символа  $s$  толщины перед ее цифровым обозначением.

**Выбор главного изображения детали.** Главное изображение детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Если в процессе изготовления детали одною ее положений заведомо является преобладающим, то на главном изображении деталь рекомендуется показывать в этом положении. Планки, линейки, валики, оси и т. п. рекомендуется располагать на чертеже горизонтально, а корпусы, кронштейны и т. п. — основанием вниз.

Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо преобладающего положения, то за главное изображение таких деталей принимают их расположение в готовом изделии.

Детали типа винтов, болтов, валиков изготавливают на токарных станках или автоматах. Ось их при обработке горизонтальна. При изображении таких деталей на чертеже учитывают также положение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению детали, т. е. выполняют наибольшее число переходов (переход — обработка одной элементарной поверхности).

**Выбор формата и планировки чертежа.** Формат чертежа или эскиза выбирают в зависимости от сложности и размеров детали с учетом возможности как увеличения изображения по сравнению с натурой для сложных и мелких, так и уменьшения для простых по форме и крупных деталей. Изображения на чертеже должны обеспечивать ясность всех элементов детали. Для мелких элементов детали используют выносные элементы. Прежде чем выбрать формат чертежа, тщательно анализируют форму детали и определяют количество необходимых изображений. Выполняют это осмотром детали при эскизировании с натурой или мысленным представлением ее формы по чертежу сборочной единицы при деталировании. На предварительно выбранном формате выполняют черновик планировки чертежа, на котором чертят от руки осевые линии и габаритные контуры всех необходимых изображений, штрихуют намеченные разрезы, отмечают зоны для нанесения размеров. Анализируют намеченную планировку с целью выявления возможности уменьшения формата чертежа за счет уменьшения занимаемой площади простыми симметричными изображениями — видами слева, справа, сверху, снизу — путем выполнения только половины этих изображений без снижения ясности чертежа. При таком анализе учитывают также возможность изменения масштаба как всех изображений, так и отдельных из них как в сторону уменьшения изображений, так и в сторону увеличения. По результатам анализа принимают окончательное решение о выбранном формате.

## 1. 8 Лекция №8 (2 часа).

### Тема: «Сборочный чертеж. Спецификация»

#### 1.8.1 Вопросы лекции:

1. Сборочный чертеж.
2. Спецификация.

#### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Сборочный чертеж.

Сборочный чертеж по ГОСТ 2.109 — 73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182 — 78) должен давать представление о расположении и взаимной связи соединяемых составных частей изделия и обеспечивать возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

В соответствии с ГОСТ 2.108 — 68 к сборочному чертежу составляется спецификация, выполняемая на отдельных листах формата А4.

При выполнении сборочного чертежа следует применять упрощения и условности, допускаемые стандартами ЕСКД.

Различные мелкие элементы (фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и т. п.)\* а также зазоры между стержнем и отверстием на чертеже не показываются.

В разрезах и сечениях смежные детали штрихуются в разные стороны или в одну сторону — со смещением штрихов или с изменением расстояния между ними. На различных изображениях наклон и частота штриховки каждой детали сохраняются одинаковыми. Элементы, толщина которых на чертеже 2 мм и менее, в разрезах и сечениях зачертяются независимо от вида материала, из которого они изготавливаются.

Шарики в разрезах и сечениях всегда изображают нерассеченными. Винты, болты, заклепки, шпильки, штифты, шпонки, шайбы, гайки и другие стандартные крепежные изделия при продольном разрезе показывают нерассеченными. Непустотелые валы, шпинNELи, шатуны, рукоятки; и т. п. при продольном разрезе также изображают нерассеченными: (не штрихуют и проводят все линии видимого контура). Для большей наглядности чертежа такие элементы, как спицы, маховики шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п., в разрезе не штрихуют, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны, этого элемента.

На разрезе в сборочном чертеже (рис.11,а) составные части изделия, представляющие собой самостоятельные единицы, изображают нерассеченными, если на них оформлены самостоятельные сборочные чертежи (рис.11,6).

Составные части изделия, в том числе заимствованные (ранее разработанные), типовые и покупные, допускается изображать упрощенными, а в разрезе — нерассеченными, вычерчивая только их контурное очертание с упрощением (без мелких выступов, впадин и т. п.), если при этом обеспечено понимание конструктивного устройства разрабатываемого изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия.

Внутри такого контурного изображения допускается проводить линии видимого контура (рис.12).

Изделия, детали которого изготовлены из однородного материала и соединены с помощью сварки, пайки, склейки и других соединений (представляют собой неразъемное соединение), в разрезах и сечениях могут изображаться тремя способами:

- 1) соприкасающиеся детали штрихуются в одну сторону с изображением границ деталей сплошными основными линиями;
- 2) соприкасающиеся детали штрихуются в одну сторону без указания границ между ними (как монолитное тело);
- 3) соприкасающиеся детали штрихуются с наклоном штрихов в разные стороны - по общим правилам штриховки смежных деталей.

Обозначения сварки наносятся в соответствии с ГОСТ 2.312 — 72, пайки, склейки и т. п.— в соответствии с ГОСТ 2.313-68.

По ГОСТ 2.315 — 68 крепежные детали изображают упрощенно или условно (если диаметр стержня болта, винта и т. п. на чертеже равен 2 мм и менее). Если на чертеже имеется ряд однотипных соединений, то крепежные детали, входящие в эти соединения, показывают условно или упрощенно в одном-двух местах каждого соединения, а в остальных — центровыми или осевыми линиями (рис. 15).

По ГОСТ 2.401—68 пружины на чертежах изображают с правой навивкой. Витки винтовой цилиндрической или конической пружины на виде изображают прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контуров. В разрезе допускается изображать только сечения витков. Если число витков пружины более четырех, то с каждого конца пружины показывают только один-два витка, не считая опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины. Если диаметр проволоки или толщина сечения материала на чертеже 2 мм и менее, то пружину изображают сплошной основной линией.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной сечениями витков, показывают только до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков (рис. 16).

Подшипники в осевых разрезах и сечениях допускается изображать упрощенно в соответствии с ГОСТ 2.420-69. Зубчатые или червячные зацепления изображают так, как установлено в ОСТ 2.402-6. При изображении шлицевых соединений на чертежах пользуются различными условностями по ГОСТ 2.409-74.

Номера позиций наносятся в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182 — 78). На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации (на чертеже общего вида — в соответствии с номерами позиций, указанными в таблице перечня составных частей изделия). От каждой составной части проводится линия-выноска, один конец которой (пересекающий линию контура) заканчивается точкой, другой — полкой. Линии - выноски проводятся от видимых проекций составных частей изделия, изображенных на основных видах или заменяющих их разрезах. Линия-выноска и полка проводятся сплошной тонкой линией. Номера сборочных единиц, деталей и тому подобных элементов наносятся над полками линий-выносок в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации (или в соответствующей таблице), т. е. на чертеже они оказываются расположенными вразбивку. Линии-выноски не должны быть параллельными линиям штриховки, не должны пересекаться между собой и

с размерными линиями. Допускается проводить линии-выноски с одним изломом. Цифры, обозначающие номера позиций, наносятся параллельно основной надписи чертежа на одной вертикальной или горизонтальной прямой шрифтом, размер которого на один-два номера больше, чем у размерных чисел. Номер поющий наносят на чертеже один раз, в случае необходимости допускается указывать его повторно. Допускается общая линия-выноска с вертикальным расположением номеров позиций:

1) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, причем если разные составные части крепятся одинаковыми крепежными деталями, то после номера соответствующей позиции допускается проставлять в скобках количество этих крепежных деталей;|

2) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, и при невозможности подвести линию-выноски к каждой составной части; в этих случаях линию-выноски отводят от закрепляемой составной части;

3) для отдельных составных частей изделия, которые из-за трудности их графического изображения на чертеже не показывают, местонахождение определяется с помощью линии-выноски от видимой составной части изделий, с которой данная составная часть контактирует. В технических требованиях чертежа помещают соответствующее указание типа:

*Жгуты поз. 12 под скобками обернуть прессипаном поз. 22*

## **2. Спецификация.**

ГОСТ 2.108 — 68 устанавливает форму и порядок заполнения спецификации конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. *Спецификацией* называется таблица, содержащая перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторских документов, относящихся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям. Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 (210 x 297 мм) на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект; на заглавном листе основная надпись выполняется по форме 2, а на последующих — по форме 2а.

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходима для их изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий. В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также в конструкторские документы. Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: «Документация», «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы», «Комплекты». Наличие тех или иных разделов в таблице спецификации определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше — не менее одной свободной строки. Заполнение граф спецификации производится сверху вниз следующим образом.

1. В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют

звездочку, а в графе «Примечание» перечисляют все форматы. Для документов, записанных в разделы «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу не заполняют. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают БЧ (без чертежа).

2. В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится записываемая составная часть (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104—68).

3. В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих, в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют.

4. В графе «Обозначение» указывают: в разделе «Документация» обозначение записываемых документов по ГОСТ 2.201 — 80, в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют.

5. В графе «Наименование» указывают:

а) в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, только наименование документов, например: «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж», «Технические условия» и т. п.;

б) в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» — наименование изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий (для деталей, например: «Корпус крана», «Втулка», «Крышка», «Палец» и т. д.); в наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например «Колесо зубчатое»; в наименование изделий, как правило, не включают сведений о назначении и местоположении изделий; для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;

в) в разделе «Стандартные изделия» — наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартами на эти изделия, например «Болт М 12 x 70.58 ГОСТ 7805 — 70»;

г) в разделе «Прочие изделия» — наименование и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов;

д) в разделе «Материалы» — обозначения материалов, установленные в стандартах и технических условиях на эти материалы.

Для записи ряда изделий и материалов, отличающихся размерами и другими данными и применяемых по одному и тому же документу (и записываемых в спецификацию за обозначением этого же документа), общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа допускается записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка).

Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий и материалов только их параметры и размеры.

6. В графе «Кол.» указывают: для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, — количество их на одно специфицируемое изделие; в разделе «Материалы» — общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единицы величины. Допуск единицы величины записывать в графе «Примечание» в непосредственной близости от графы «Кол.». В разделе «Документация» графу не заполняют.

7. В графе «Примечание» указывают: дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам, например для деталей, на которые не выпущены чертежи, массу.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей (в зависимости от стадии разработки, объема записей и т. п.). Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Если сборочную единицу изготавливают наплавкой или заливкой деталей сплавом, резиной и другими материалами и чертят на формате А4 (210 x 297 мм), спецификацию и изображение допускается изображать на одном листе.

Спецификацию к ремонтным чертежам допускается составлять на поле чертежа на каждую сборочную единицу, комплекс или комплект. Основную надпись выполняют по форме 1 (ГОСТ 2.104 — 68). Спецификацию заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах. Сборочному чертежу, совмещенному со спецификацией, шифр не присваивают.

## 1. 9 Лекция №9 (2 часа).

### Тема: «Компьютерное моделирование»

#### 1.9.1 Вопросы лекции:

1. Понятие о вычислительной геометрии.
2. Понятие о геометрическом моделировании.

#### 1.9.2 Краткое содержание вопросов:

##### *1. Понятие о вычислительной геометрии.*

Вычислительная геометрия – это раздел информатики, изучающий алгоритмы решения геометрических задач. Такие задачи встречаются в машинной графике, проектировании интегральных схем, технических устройств и др. Исходными данными такого рода задач могут быть множество точек на плоскости, набор отрезков, многоугольник (заданный например, списком своих вершин в порядке движения по часовой стрелки) и т.п. результатом может быть либо ответ на какой то вопрос (типа принадлежит ли точка отрезку с концевыми точками, пересекаются ли два отрезка), либо какой-то геометрический объект (например, наименьший выпуклый многоугольник, соединяющий заданные точки, площадь многоугольника, и т.п.). Геометрические задачи в информатике встречаются довольно часто, так как компьютер является очень удобным и быстродействующим средством для их решения, поскольку ручной счёт здесь абсолютно неприменим. Так же часто задачи вычислительной геометрии встречаются на олимпиадах разного уровня, так как они требуют от участника собранности и точности даже в мелких деталях реализации. Малейшая ошибка в них приводит к тому, что автор программы вынужден тратить множество драгоценного времени на отладку программы и поиск в ней ошибки. Поэтому именно тот, кто успешно справляется с такими задачами в течение короткого времени, достоин наивысшей похвалы, каковой является победа на олимпиаде. В задачах аналитической геометрии используются все стандартные геометрические объекты: точки, отрезки, вектора (а также их скалярное и векторное произведения), прямые, многоугольники (выпуклые и невыпуклые) и т.д.

##### *2 Понятие о геометрическом моделировании.*

##### *Понятие о геометрической модели проектируемого объекта. Геометрические объекты.*

Геометрическое моделирование изучает методы построения математической модели, описывающей геометрические свойства предметов окружающего мира. Инструментом для геометрического моделирования служат математические методы решения тех или иных задач. Используемые методы позволяют описать геометрические свойства предметов, создавать их математические модели и исследовать их путем проведения различных расчетов и численных экспериментов, а также, при необходимости, редактировать моделируемые объекты и строить их графические отображения. Для описания геометрических свойств окружающих предметов строят твердые тела. Тело описывается точками, линиями и поверхностями. Все они обладают определенными общими свойствами, поэтому ими можно оперировать как объектами. Точки, линии, поверхности и тела называются геометрическими объектами. Геометрические объекты будут служить основными элементами математической модели геометрии реальных или воображаемых объектов. Будем строить их в трехмерном евклидовом пространстве, считая их неименными во времени.

*Способы создания геометрических моделей.* Выполнение операций. В большинстве случаев сложные геометрические объекты появляются как результат некоторой операции над более простыми объектами. Рассмотрим методы выполнения операций. *Операцией* будем называть совокупность действий над одним или несколькими исходными объектами, которая приводит к рождению нового геометрического объекта. Действия, которые изменяют объект, не изменяя его природы, будем называть модификацией или редактированием. Редактирование объекта сводится к изменению значений его данных при неизменной их структуре. Редактирование объектов приводит к изменению этих скаляров и

компонент векторов. Редактированием можно масштабировать, зеркально отразить, переместить, повернуть в пространстве геометрический объект или изменить его форму. Преобразования трансформации по матрице, перемещение, поворот в пространстве геометрического объекта сводятся к соответствующим преобразованиям радиус-векторов, лежащих в структуре объекта. К операциям мы будем относить построение проекций точек на кривые и поверхности по нормали к ним, построение проекций точек на поверхности по заданному направлению, построение точек пересечения кривых, построение точек пересечения кривых и поверхностей, построение линий пересечения поверхностей, построение поверхностей скругления и поверхностей фасок, а также решение других задач. Операция пересечения двухмерных кривых и операция пересечения поверхностей являются основополагающими, так как они присутствуют в большинстве других операций, выполняемых над геометрическими объектами. Для выполнения операций нужно уметь корректно перемещаться по параметрическим областям кривых и поверхностей в поиске нулевых приближений решения, уметь находить нулевые приближения и уметь находить точное решение, отталкиваясь от некоторого приближения.

### ***Базовые элементы формы и их точное аналитическое описание.***

#### **Топологические объекты**

**Оболочки.** Поверхности могут быть замкнутыми по одному или двум параметрическим направлениям или замкнутыми. Незамкнутые поверхности имеют границу. Границей называется линия на поверхности, соответствующая движению ее параметров по границе их области определения. Линию на замкнутой поверхности, по которой она замыкается сама на себя, называют швом. Поверхности могут стыковаться друг с другом по границам. Говорят, что по шву замкнутая линия стыкуется сама с собой. Совокупность стыкающихся по границам поверхностей называют оболочкой. Оболочка может состоять из одной поверхности или нескольких поверхностей. Также как и отдельная поверхность, оболочка может быть замкнутой и незамкнутой. Замкнутая оболочка не имеет границы. Незамкнутая оболочка имеет одну или несколько границ. Будем рассматривать непрерывную связь между точками геометрических объектов. Предположим, что оболочка выполнена из эластичного неразрываемого и несклеиваемого материала. Исследуем свойства этой оболочки, которые сохраняются при всевозможных ее деформациях. Деформацией будем называть изменение формы оболочки путем растяжения, сжатия, сдвига или изгиба ее поверхности, не приводящие к разрывам и не требующие склеивания поверхностей оболочки. Эластичная оболочка в виде куба может быть деформирована в сферу, или эллипсоид, или оболочку в виде тетраэдра, но не может быть деформирована в тороидальную оболочку. Сфера, эллипсоид, оболочка в виде тетраэдра или куба могут быть преобразованы друг в друга путем непрерывных и обратимых отображений. Свойства геометрических объектов, сохраняющиеся при непрерывных и обратимых отображениях одного пространства в другое, изучает топология. С топологической точки зрения сфера, эллипсоид, оболочки в виде тетраэдра или куба эквивалентны. Свойства, характеризующие непрерывность точек некоторой оболочки, являются топологическими свойствами. Топологические свойства геометрических объектов связаны с фундаментальными математическими понятиями. Топология изучает общий случай оболочек, которые могут самопересекаться, иметь или не иметь границы, уходить в бесконечность. Топология оперирует своими объектами, которые несут информацию о их взаимной связи друг с другом, и устанавливает между ними соотношения. При моделировании окружающих нас объектов мы будем строить оболочки из топологических объектов. Они будут нести и количественную геометрическую информацию, и топологическую информацию. Количественная геометрическая информация топологического объекта содержится в его геометрическом носителе, которым может являться точка, кривая или поверхность.

**Вершины, ребра, циклы, грани.** Рассмотрим оболочки, построенные на основе поверхностей в трехмерном евклидовом пространстве. Для отслеживания связей составляющих оболочку поверхностей дополним поверхности информацией об этих связях

и введем топологические объекты. Топологические объекты будут нести одновременно метрическую и топологическую информацию. Одним из топологических объектов является оболочка. При построении оболочки будем использовать такие топологические объекты, как грани, ребра, вершины и циклы. Все топологические объекты имеют общие принципы построения. Гранью будем называть топологический объект, построенный на основе поверхности. Фактически грань представляет собой поверхность плюс информация о том, какая сторона поверхности является наружной стороной грани, и информация об ее положении в оболочке, то есть информация о соседях. Информация о соседних гранях оформляется в виде циклов. Цикл – это топологический объект, который описывает одну из границ грани, и содержит информацию о том, где и как к данной грани примыкают соседние грани. Так как вдоль одного цикла к данной грани могут примыкать несколько соседних граней, то цикл состоит из нескольких участков. Каждый участок цикла опирается на некоторое ребро. Ребром будем называть топологический объект, построенный на основе линии стыковки соседних граней или на основе граничной линии оболочки. Грани стыкуются только по ребрам. Таким образом, каждая грань со всех сторон окружена ребрами. Вершиной будем называть топологический объект, построенный на основе точки, в которой стыкуются ребра. Вершины могут лежать только на краях ребер. Каждое ребро начинается и оканчивается в вершине. Если ребро замкнуто, то оно начинается и оканчивается в одной и той же вершине. Цикл состоит из ребер, образующих замкнутую линию вдоль одной из границ грани. Цикл всегда замкнут и ему приписывается определенное направление. Грань может содержать несколько циклов, причем один из них является внешним, а остальные – внутренними и целиком лежащими внутри внешнего цикла. За положительное направление цикла примем направление движения вдоль цикла, при котором грань всегда находится слева, если смотреть с наружной стороны грани. Таким образом, внешний цикл грани ориентирован против часовой стрелки, а внутренние циклы ориентированы по часовой стрелке, если смотреть с наружной стороны грани. Каждый цикл проходит по одной из границ поверхности.

**Ориентируемость оболочек.** Для многих замкнутых оболочек одну из сторон можно определить как внутреннюю, а другую – как наружную. Для точек оболочек вводится такое топологическое понятие как ориентируемость. Представим, что вокруг всякой точки оболочки проведена окружность достаточно малого радиуса, расположенная на поверхности оболочки. Для каждой окружности определим такое направление обхода, что достаточно близкие точки всегда будут обходитьсь в одном и том же направлении. Если для некоторой оболочки это можно сделать, то такая оболочка называется ориентируемой. Существуют оболочки, для которых нельзя ввести единое направление обхода для окружностей близких точек. Такие оболочки называются неориентируемыми.

**Лист Мебиуса.** Примером неориентируемой оболочки является лист Мебиуса. Лист Мебиуса является односторонней оболочкой. Если оболочка является односторонней, то она неориентируема. Справедливо и утверждение, что если оболочка является двухсторонней, то она ориентируема. Оболочка тогда и только тогда неориентируема, когда на ней можно построить такую замкнутую кривую  $s$ , что при движении вдоль этой кривой достаточно малой ориентируемой окружности она придет в исходную точку ориентированной в противоположном направлении. Если двигаться вдоль кривой  $s$  на односторонней оболочке по одну сторону от этой кривой, то можно оказаться по другую сторону кривой, хотя при движении кривая не пересекалась. Лист Мебиуса является незамкнутой оболочкой. Существуют замкнутые односторонние оболочки.

**Оболочки для моделирования тел.** Рассмотрим взаимно однозначное и непрерывное отображение одной оболочки в другую. При этом отображении соседние точки остаются соседними. Одним из видов отображения является деформация. При деформации топологический объект как целое непрерывно переходит сам в себя. Движение оболочки в пространстве является частным случаем деформации, тогда как зеркальное отображение оболочки относительно плоскости не является деформацией. При зеркальном

отображении изменяется на обратное направление обхода всякой замкнутой кривой на оболочке, тогда как деформация сохраняет направление обхода неизменным.

**Твердотельное и поверхностное моделирование.** В геометрическом моделировании используются термины «поверхностное моделирование» (моделирование поверхностей) и «твердотельное моделирование» (моделирование твердых тел). В обоих случаях результатом моделирования является некоторая оболочка (или несколько оболочек), описывающая поверхность моделируемого объекта. Но процесс моделирования в первом случае отличается от процесса моделирования во втором случае. В поверхностном моделировании сначала создаются и модифицируются требуемым образом поверхности, описывающие отдельные элементы моделируемого объекта. Эти поверхности обрезают по линиям пересечения, сопрягают друг с другом поверхностями скругления или перехода, а также выполняют над ними другие операции. Затем из полученных поверхностей собирают оболочку. В поверхностном моделировании результирующая оболочка не обязательно должна быть замкнутой. В твердотельном моделировании с самого начала работы идет с оболочками тел, а не с отдельными поверхностями. Оболочки полностью описывают поверхности моделируемых объектов, отделяющие их внутренний объем от остальной части пространства. Процесс построения оболочки тела в данном случае аналогичен процессу изготовления моделируемого объекта. Сначала создается оболочка некоторой заготовки простой формы. Далее оболочка заготовки изменяется необходимым образом. Для этого используются булевы операции над телами, операция построения тонкостенного тела из заготовки, опреция скругления ребер, операция построения ребер жесткости и другие операции. С помощью операций оболочке тела придается требуемая форма. Два подхода к моделированию имеют много общего и отличаются технологией создания модели. В обоих случаях выполняются аналогичные действия, но в разной последовательности.

## 1. 10 Лекция №10 (2 часа).

**Тема: «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц»**

### 1.10.1 Вопросы лекции:

1. Надписи.
2. Технические требования.
3. Перечень допускаемых сокращений слов.

### 1.10.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1 Надписи.

Чертеж детали содержит ряд технических указаний, характеризующих свойства и особенности детали в окончательном виде.

Одни технические указания записывают на чертежах условными графическими обозначениями (условными знаками), другие выполняют условными надписями или точными и краткими пояснительными текстовыми подписями.

Чтобы быстро ориентироваться в чертежах, быстро прочитывать их, необходимо знать, в каком месте чертежа размещают текстовые технические указания.

ГОСТ 2.316—68 устанавливает правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на чертежи изделий.

Кроме изображения предмета с размерами и предельными отклонениями, чертеж может содержать:

- текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик;
- надписи с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;
- таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, условными изображениями и т. д.

Выполнение основной надписи чертежа должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104—68 и ГОСТ 2.109—73.

Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

Содержание текста и надписей должно быть точным, кратким, четко определяющим сущность их содержания.

В надписях на чертежах не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых, а также установленных в стандартах. Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии заканчивают точкой.

Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой .

На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий не должно быть ни стрелки, ни точки (рисунок 354).

Линии-выноски должны не пересекаться между собой, быть непараллельными линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не пересекать, по возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

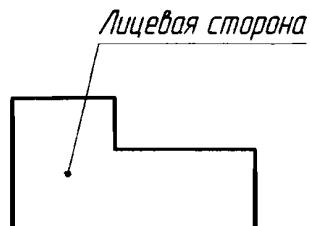


Рисунок 352

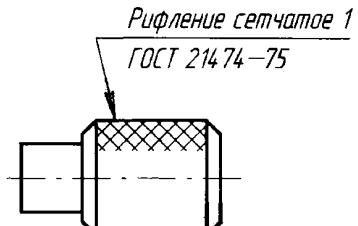


Рисунок 353

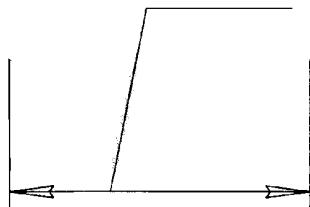


Рисунок 354

Допускается выполнять линии-выноски с одним изломом (рисунок 355), а также проводить от одной полки две и более линии-выноски (рисунок 356).

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью.

Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т. п. Ширина колонки текста должна быть не более 185 мм. На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров (например, зубчатого колеса, червяка и т. п.), ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105-95.

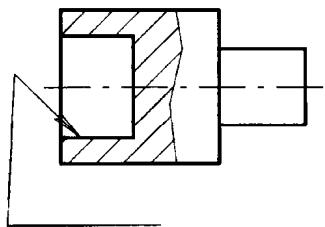


Рисунок 355

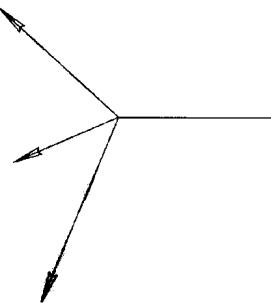


Рисунок 356

## 2. Технические требования.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, по возможности в следующей последовательности:

– требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т. д.), указание материалов-заменителей;

– размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;

- требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;
  - зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
  - требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;
  - другие требования к качеству изделий;
  - условия и методы испытаний;
  - указания о маркировке и клеймении;
  - правила транспортирования и хранения;
  - особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

В случае, если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), поверхностей, размеров и других элементов изделия применяют «Л» прописные буквы русского алфавита, за исключением букв И, О, Х, Ъ, Ы, Ъ.

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков, независимо от количества листов чертежа. Предпочтительно обозначать сначала изображения.

В случае недостатка букв применяют цифровую индексацию, например: «Б—Б»; «Б<sub>1</sub>—Б<sub>1</sub>»; «Б<sub>2</sub>—Б<sub>2</sub>». Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно после надписи, относящейся к изображению, например: Б(5:1); А(2:1).

Таблицы, помещенные на чертеже, нумеруют в пределах чертежа при наличии ссылок на них в технических требованиях. При этом над таблицей справа ставят слово «Таблица» с порядковым номером (без знака №). Если на чертеже только одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

### **3. Перечень допускаемых сокращений слов.**

Перечень допускаемых сокращений слов, применяемых в основных надписях, технических требованиях и таблицах на чертежах и спецификациях приведен в таблице 1.

Таблица 1 — Перечень допускаемых сокращений слов

Полное наименование	Сокращение	Полное наименование	Сокращение
Без чертежа	БЧ	Отверстие	отв.
Ведущий	Вед.*	Относительно	относит.
Верхнее отклонение	верхн. откл.	Отдел	отд.*
Взамен	взам.	Отклонение	откл.
Внутренний	внутр.	Плоскость	плоск.
Главный	Гл.*	Поверхность	поверхн.
Глубина	глуб.	Подлинник	подл.
Деталь	дет.	Подпись	подп.
Длина	дл.	Позиция	поз.
Документ	докум.	Покупка, покупной	покуп.
Дубликат	дубл.	По порядку	п/п
Заготовка	загот.	Правый	прав.
Зенковать	зенк.	Предельное отклонение	пред. откл.
Извещение	изв.	Приложение	прилож.
Изменение	изм.	Примечание	примеч.
Инвентарный	инв.	Проверил	Пров.*
Инженер	Инж.*	Пункт	п.
Инструмент	инстр.	Пункты	пп.
Класс (точности)	кл.	Разработал	
		Разраб.*	
Количество	кол.	Рассчитал	Рассч.*
Конический	конич.	Регистрация	регистр.
Конструктор	Констр.*	Руководитель	Рук.*
Конструкторское бюро	КБ*	Сборочный чертеж	сб.черт.
Конструкторский отдел	КО*	Свыше	св.
Конусность	конусн.	Сечение	сеч.
Лаборатория	лаб.*	Специальный	спец.
Левый	лев.	Спецификация	специф.
Литера	лит.	Справочный	справ.
Металлический	металл.	Стандарт	станд.
Механик	Мех.*	Страница	стр.
Наибольший	наиб.	Таблица	табл.
Наименьший	наим.	Твердость	ТВ.
Наружный	нар.	Теоретический	теор.
Начальник	Нач.*	Технические требования	ТТ
Нормоконтроль	Н. контр.	Технические условия	ТУ
Нижнее отклонение	нижн. откл.	Техническое задание	ТЗ
Номинальный	номин.	Технолог	Техн.*
Обеспечить	обеспеч.	Технологический контроль	Т. контр.*

Обработка	обраб.	Ток высокой частоты	ТВЧ
Толщина	толщ.	Цементировать	цемент.
Точный	точн.	Центр масс	Ц.М.
Утвердил	Утв.*	Цилиндрический	цилиндр.
Условное давление	усл. давл.	Чертеж	черт.
Условный проход	усл. прох.	Шероховатость	шерох.
Химический	им.	Экземпляр	экз.

*Примечание:*

*Сокращения, отмеченные знаком «\*», применяются только в основной надписи.*

## 1. 11 Лекция №11 (2 часа).

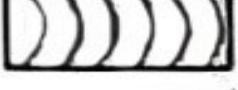
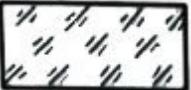
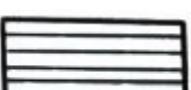
### Тема: «Обозначение материалов на чертежах»

#### 1.11.1 Вопросы лекции:

1. Графические обозначения материалов в сечениях.
2. Графические обозначения материалов на видах (фасадах).
3. Условные графические обозначения элементов трубопроводов.

#### 1.11.2 Краткое содержание вопросов:

##### *1 Графические обозначения материалов в сечениях (ГОСТ 2.306-68)*

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы Неметаллические материалы, в том числе волокнистые, монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	 	Древесина (от руки)	
		Камень естественный	
		Керамика и силикатные материалы для кладки	
Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Бетон Стекло и другие светопрозрачные материалы Жидкости	  	Грунт естественный Сетка (от руки) Засыпка (от руки)	  

**Примечания:** 1. Допускается применять и другие обозначения, поясняя их на чертеже. 2. Графическое обозначение металлов и твердых сплавов применяют в сечениях как общее обозначение материала независимо от вида материалов. 3. Композиционные материалы, содержащие металлы и неметаллические материалы, обозначают как металлы. 4. Графическое обозначение древесины следует применять, когда нет необходимости обозначать направление волокон.

**2 Графические обозначения материалов на видах (фасадах) (ГОСТ 2.306-68)**

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Металлы		Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера, керамики, терракоты, искусственных и естественных и камней любой формы и т.д.	
Сталь рифленая			
Сталь просечная		Стекло	

**3 Условные графические обозначения элементов трубопроводов (ГОСТ 2.784-70)**

Наименование	Обозначение
<p>Трубопровод (общее назначение)</p> <p>Соединение трубопроводов</p> <p>Перекрещивание трубопроводов</p> <p>Трубопровод с вертикальным стояком</p> <p>Трубопровод в трубе (футляре)</p> <p>Изолированные участки трубопровода</p> <p>Опоры трубопровода: а — общее обозначение; б — неподвижная; в — скользящая</p> <p>Подвески: а — неподвижная; б — направляющая; в — упругая</p> <p>Соединение трубопроводов разъемное: а — общее обозначение; б — фланцевое; в — муфтовое резьбовое; г — раструбное</p> <p>Переход, переходной патрубок: а — общее обозначение; б — фланцевый</p> <p>Компенсатор: а — общее обозначение; б — П-образный; в — лирообразный</p> <p>Сифоны</p> <p>Ревизия</p> <p>Типы соединений трубопроводов (тройник): а — фланцевое; б — муфтовое; в — раструбное</p> <p>Детали соединений трубопроводов: а — тройники; б — крестовины; в — колена, отводы</p>	

## 1. 12 Лекция №12 (2 часа).

### Тема: «Условные графические обозначения»

#### 1.12.1 Вопросы лекции:

1. Условные графические обозначение воздуховодов и элементов отопления и вентиляции.

2. Топографические условные обозначения.

#### 1.12.2 Краткое содержание вопросов:

#### *1 Условные графические обозначение воздуховодов и элементов отопления и вентиляции*

Наименование	Обозначение на планах и видах сверху
Змеевик	
Труба отопительная ребристая, регистр, конвектор	
Радиатор, панель отопительная	
Воздуховод круглого сечения	
Воздуховод прямоугольного сечения	
Местная вытяжка (отсос, укрытие)	
Воздухонагреватель	
Воздухоохладитель	
Вентилятор центробежный	
Агрегат воздушно-отопительный	

## 2 Топографические условные обозначения

Материал	Обозначение	Материал	Обозначение
Постройки огнестойкие жилые		Мосты деревянные	
Постройки неогнестойкие жилые		Мосты каменные и келезобетонные	
Заводы и фабрики с трубами		Мосты металлические	
Линии связи (телефонные, телеграфные и радиотрансляции)		Свойные леса	
Линии электропередачи на деревянных опорах		Лиственные леса	
Линии электропередачи на металлических и железобетонных опорах		Смешанные леса	
Двухпутные железные дороги		Отдельно стоящие деревья, имеющие значение ориентиров: а — свойные; б — лиственные	
Дороги по насыпям: а — трубы под дорогами		Кустарники	
Дороги в выемках		Луговая растительность	
Шоссе (5-ширина проезжей части, 9-ширина земляного полотна в метрах. Б — материал покрытия); а — километровые знаки (столбы и камни)		Самышевые и ростниковые заросли	
Улучшенные грунтовые дороги с обсадкой деревьями (а) и кустарниками (б)		Фруктовые сады	
Грунтовые проселочные дороги; а — мосты длиной от 3 до 13 метров		Городы	
Пешеходные тропы		Лашни	
		Лески	
		Золота проходимые	

## 1. 13 Лекция №13 (2 часа).

**Тема: «Виды и комплектность конструкторских документов»**

### 1.13.1 Вопросы лекции:

1. Виды конструкторских документов
2. Обозначение изделий в конструкторских документах

### 1.13.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Виды конструкторских документов.

ГОСТ 2.102—68 устанавливает виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. К конструкторским документам (именуемым в дальнейшем словом «документы») относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Документы подразделяются на виды:

**Чертеж детали** — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

**Сборочный чертеж (СБ)** — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (здесь и далее в этой главе в скобках дан буквенно-цифровой код документа).

**Чертеж общего вида (ВО)** — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

**Габаритный чертеж (ГЧ)** — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

**Электромонтажный чертеж (МЭ)** — документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия.

**Монтажный чертеж (МЧ)** — документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения.

**Схема** — документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Буквенно-цифровой код схемы определяет ГОСТ 2.701—84.

**Спецификация** — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. **Пояснительная записка (ПЗ)** — документ, содержащий описание устройства и принцип действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

**Технические условия (ТУ)** — документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах.

**Эксплуатационные документы** — документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации. Код эксплуатационных документов определяет ГОСТ 2.601-95.

Документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на **проектные** (техническое предложение, эскизный проект, технический проект) и **рабочие** (рабочая документация).

При определении комплектности конструкторских документов на изделие следует различать:

- основной конструкторский документ;
- основной комплект конструкторских документов;
- полный комплект конструкторских документов.

**Основной конструкторский документ** изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяют данное изделие и его состав.

За основные конструкторские документы принимают:

- для деталей — **чертеж детали**;
- для сборочных единиц, комплексов и комплектов — **спецификацию**.

Изделие, примененное по конструкторским документам, выполненным в соответствии со стандартами ЕСКД, записывают в документы других изделий, в которых оно применено, за обозначением своего основного конструкторского документа. Считается, что такое изделие применено по своему основному конструкторскому документу.

**Основной комплект конструкторских документов** изделия объединяет документы, относящиеся ко всему изделию, например: сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия, эксплуатационные документы.

**Полный комплект конструкторских документов** изделия составляют из следующих документов:

- основного комплекта конструкторских документов на данное изделие;
- основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на изделия в зависимости от стадий разработки, определена ГОСТ 2.102—68, согласовывается с заказчиком изделия и записывается в техническое задание на разрабатываемое изделие.

## **2. Обозначение изделий в конструкторских документах.**

ГОСТ 2.201—80 устанавливает единую обезличенную классификационную систему обозначений изделий основного и вспомогательного производства и их конструкторских документов всех отраслей промышленности. Основой обезличенной системы является единый классификатор, в котором каждое изделие, деталь, сборочная единица закодированы определенным номером. Каждому изделию в соответствии с ГОСТ 2.101—68 должно быть присвоено обозначение. Обозначение изделия является одновременно обозначением его основного конструкторского документа (чертежа детали или спецификации). Обозначение изделием конструкторским документам присваивают централизованно.

Установлена следующая структура обозначения изделия и основного конструкторского документа.

XXXX.XXXXXXXXXX

Код организации-разработчика;

Код классификационной характеристики;

Порядковый регистрационный номер.

Четырехзначный (трехзначный или двузначный) буквенно-цифровой код организации-разработчика назначается по кодификатору организаций-разработчиков и определяет принадлежность документа конкретной организации или предприятию. Код классификационной характеристики присваивают изделию и конструкторскому документу по классификатору изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения (Классификатору ЕСКД). Классификатор изделий и конструкторских документов — Классификатор ЕСКД представляет собой систематизированный свод наименований классификационных группировок объектов классификации — изделий основного и вспомогательного производства всех отраслей народного хозяйства, общетехнических документов и их кодов и является составной частью Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации (ЕСККТЭИ).

В Классификатор ЕСКД включены классификационные характеристики изделий — деталей, сборочных единиц, комплектов, комплексов, на которые разработана и разрабатывается конструкторская документация по ЕСКД, в том числе стандартные изделия, а также общетехнические документы (нормы, правила, требования, методы и т.д.), на изделия, входящие в Классификатор ЕСКД. Классификационная характеристика является основной частью обозначения изделия и его конструкторского документа. Код классификационной характеристики изделия представляет собой шестизначное число, последовательно обозначающее класс (первые два знака), подкласс, группу, подгруппу, вид (по одному знаку).

## 1. 14 Лекция №14 (2 часа).

**Тема: «Разъемные соединения»**

### 1.14.1 Вопросы лекции:

1. Шпоночные соединения.
2. Шлицевые соединения.
3. Зубчатые передачи.

### 1.14.2 Краткое содержание вопросов:

**1. Шпоночные соединения** служат для передачи крутящего момента. В шпоночном соединении в пазы вала **1** и наружной детали **2**, имеющие одинаковую ширину, помещают специальную деталь **3** — шпонку. Шпонка имеет плоские боковые грани, которые соприкасаются с боковыми стенками пазов вала и наружной детали и передают крутящий момент. Форма шпонок может быть призматической или сегментной.

Шпонку показывают нерассеченной. Размеры шпонок стандартизованы в зависимости от диаметра вала шпоночного соединения в ГОСТ 23360—78 для призматических шпонок и в ГОСТ 24071—80 для сегментных.

### 2. Шлицевые соединения

В шлицевом (зубчатом) соединении крутящий момент передается за счет того, что выступы-шилицы (зубья) вала, расположенные вдоль его оси, входят в соответствующие им пазы наружной детали. Большое количество шлицев позволяет уменьшить их высоту по сравнению с высотой шпонки и при том же диаметре вала передать увеличенный крутящий момент. Шлицевое соединение позволяет перемещать наружную деталь вдоль оси вала в процессе вращения. Форма сечения шлицев плоскостью, перпендикулярной оси соединения, может быть различной.

При изображении шлицевых соединений на чертежах используют допускаемую стандартом условность для изображения многократно повторяющихся элементов: показывают часть шлицев. Остальные шлицы показывают условно тонкой линией по границе внутреннего диаметра впадин на валу. На плоскости проекций, параллельной оси вала и соединения, наружную деталь в шлицевом соединении показывают в разрезе, вал — не рассеченным с наружным диаметром, равным наружному диаметру выступов (шилицев). По границам внутреннего диаметра впадин проводят две тонкие линии, параллельные наружному контуру, на расстоянии высоты шлица от него. Размеры шлицевых соединений стандартизованы в зависимости от наружного диаметра вала. На проектных чертежах общего вида или сборочных чертежах обычно указывают условное обозначение по соответствующему стандарту (например, число зубьев, значения внутреннего и наружного диаметра). Подробности об изображении шлицевых соединений, а также рабочих чертежей деталей приведены в ГОСТ 2.409—74.

### 3. Зубчатые передачи

**Зубчатые передачи** широко используют для передачи и преобразования вращательного движения между валами с параллельными, пересекающимися и скрещивающимися осями. Между параллельными валами зубчатые передачи осуществляют цилиндрическими зубчатыми колесами. При выполнении чертежей зубчатых передач применяют условные изображения зубчатых передач и зубчатых колес по ГОСТ 2.402—68. Зубья зубчатых колес вычерчивают только в осевых разрезах и показывают всегда нерассеченными. В остальных случаях зубчатый венец ограничивают поверхностями вершин, которые показывают сплошными основными линиями, в том числе и в зоне зацепления. По впадинам зубьев проводят сплошную тонкую линию. Штрихпунктирной линией изображают начальную окружность, диаметр которой

$$d_w = mz,$$

$$d_a = d + 2m = m(z+2); \quad d_f = d - 2.5t = m(z - 2.5).$$

где  $m$  — модуль (линейная величина, в 3,14 раз меньшая окружного шага зубьев);  
 $z$  — число зубьев колеса.

Диаметр окружности вершин  $d_a$  и диаметр окружности впадин  $d_f$  можно вычислять по формулам;

## 1. 15 Лекция №15 (2 часа).

Тема: **«Неразъемные соединения»**

### 1.15.1 Вопросы лекции:

1. Соединения сваркой
2. Соединения заклепками
3. Паяные и клееные соединения

### 1.15.2 Краткое содержание вопросов:

**1. Соединения сваркой.** **Сварные соединения и их изображение.** Неразъемные соединения сваркой, пайкой и склеиванием широко применяют в технологическом оборудовании, в электронных приборах, радиотехнических устройствах, в вычислительной технике, устройствах автоматики и телемеханики. Конструктивно и технологически эти соединения весьма разнообразны, поэтому рассмотрим лишь некоторые из широко распространенных способов указанных соединений. Сварка — процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном, или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого (ГОСТ 2601—84 «Сварка металлов. Основные понятия. Термины и определения»). Способы сварки определяются формой энергии для образования сварного соединения, видом источника энергии, техническими и технологическими признаками

Детали (или их элементы), соединенные с помощью сварки, образуют сварное соединение

Изображения сварных швов на чертежах стандартизованы в ГОСТ 2.312—72. Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают:

- невидимый — штриховой линией;  
видимый — сплошной основной линией.

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой

Над полкой (для лицевых швов) или под полкой (для обратных швов) линии-выноски наносят условное обозначение шва. Это обозначение по ГОСТ 2.312—72 имеет следующую структуру

1. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.
  2. Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту, указанному в п. 1.
  3. Условное обозначение способа сварки по стандарту, указанному в п. 1 (допускается не приводить).
  4. Знак и размер катета согласно стандарту, указанному в п. 1.
  5. Для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак для цепного шва или для шахматного шва.
  6. Вспомогательные знаки.
- а)* стыковые (детали соединяются торцами), обозначают буквой С;  
*б)* угловые (свариваемые детали образуют угол), обозначают буквой У;  
*в)* тавровые (свариваемые детали образуют форму буквы Т), обозначают буквой Т;  
*г)* внахлестку (кромки свариваемых деталей набегают одна на другую внахлестку), обозначают буквой Н.

## 2. Соединения заклепками.

Соединения заклепками применяют в конструкциях, подверженных действию высоких температур или ударных вибрационных нагрузок (котлы, железнодорожные мосты, авиационные конструкции). Заклепочное соединение применяется в соединениях деталей из металлов, в основном плохо поддающихся сварке, при соединениях металлических изделий с неметаллическими. Заклепка представляет собой стержень круглого сечения, имеющий с одного конца головку, форма головки бывает различной. ГОСТ 2.313—82 устанавливает условные изображения и обозначения соединений, получаемых клепкой. Заклепки выполняются по ГОСТ 10304—80 и по стандартам на виды заклепок. Заклепки нормальной точности с полукруглой головкой, получившие широкое распространение, выполняются по ГОСТ 10299—80. Длина заклепки (L) выбирается из ряда: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 80, 180 мм.

Пример обозначения заклепки диаметром 8 мм, длиной L=20мм, из стали марки Ст 29 класса точности В:

Заклепка 8x20.00. ГОСТ 10299—80.

Заклепки с потайной головкой — по ГОСТ 10300—80. Длина заклепки (L) выбирается из ряда: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 80, 180 мм.

Пример условного обозначения заклепки класса точности В, диаметром 5мм, длиной L=12 мм, из стали 12Х18Н9Т:

Заклепка 5x12.21 ГОСТ 10300—80.

Заклепки пустотелые со скругленной головкой — по ГОСТ 12638—80, заклепки пустотелые с плоской головкой — по ГОСТ 12639—80.

Длина заклепки Z, мм, определяется по формуле:

$$L=S+(1,5d\pm n),$$

где S — суммарная толщина склеиваемого материала, мм;

d — диаметр заклепки, мм;

n — коэффициент.

## 3. Паяные и клееные соединения.

Соединения паяные и клееные изображаются и обозначаются по ГОСТ 2.313-82. Место соединения элементов в соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, следует изображать сплошной линией толщиной 2S, при этом следует применять условный знак, который наносят на линии-выноски сплошной основной линией.

Швы, выполняемые по замкнутой линии, следует обозначать окружностью диаметром 3 — 5 мм, выполняемой тонкой линией. Обозначение припоя или клея по соответствующему стандарту или техническим условиям следует приводить в технических требованиях чертежа записью по типу: «ПОС61 ГОСТ 21931 — 76». Ссылку на номер пункта технических требований следует помещать на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва.

ГОСТ 19248 — 90 устанавливает классификацию и обозначение припоея. Пример условного обозначения припоя: Припой ПСр 72 ГОСТ 19738-74.

## 1. 16 Лекция №16 (2 часа).

**Тема: «Схемы»**

### 1.16.1 Вопросы лекции:

1. Классификация схем
2. Правила выполнения схем

### 1.16.2 Краткое содержание вопросов:

#### *1 Классификация схем.*

*Схема — графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102—68).*

Схемы используют при проектировании, для изучения принципов работы, для изготовления, регулировки, контроля и ремонта изделий.

Правила выполнения и оформления схем стандартизованы и изложены в седьмой группе стандартов ЕСКД, например ГОСТ 2.701—84 «Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению».

При выполнении схем используют следующие термины:

*Элемент схемы* — составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (резистор, трансформатор, насос, зубчатое колесо и т. п.).

*Устройство* — совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (блок, плата, шкаф, механизм). Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения.

*Функциональная группа* — совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

*Функциональная часть* — элемент, устройство, функциональная группа.

*Функциональная цепь* — линия, канал, тракт определенного функционального назначения (канал звука, видеоканал и т. п.).

*Линия взаимосвязи (или связи)* — отрезок линии, указывающий на наличие связи между функциональными частями изделия.

*Установка* — условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема, например главные цепи.

Схемы подразделяют на виды и типы.

**Виды схем.** В зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы подразделяют на следующие виды, которые обозначают буквами: электрическая — Э; гидравлическая — Г; пневматическая — П; кинематическая — К; оптическая — Л; вакуумная — В; газовая — Х; автоматизации — А; комбинированная — С.

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа (например, схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная) или одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов.

Наименование комбинированной схемы определяется соответствующими видами и типом (например, схема электрогидравлическая принципиальная).

**Типы схем.** В зависимости от основного назначения схемы подразделяются на следующие типы, которые обозначают цифрами: структурные — 1; функциональные — 2; принципиальные (полные) — 3; соединений (монтажные) — 4; подключения — 5; общие — 6; расположения — 7; прочие — 8; объединенные — 0. Например, схема гидравлическая принципиальная — Г3, схема электрическая соединений — Э4.

*Структурная схема* определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Ее разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, которые предшествуют разработке схем других типов. При эксплуатации структурную схему используют для общего ознакомления с изделием. В качестве примера на рисунке 1 приведена структурная схема цифровой электронной вычислительной машины.

*Функциональная схема* разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных цепях изделия или в изделии в целом. Ею пользуются для изучения принципов работы изделия, а также при наладке, регулировке, контроле и ремонте.

*Принципиальная (полная) схема* определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия. Она служит основанием для разработки других конструкторских документов, например схем соединений (монтажных) и чертежей. Принципиальными схемами пользуются для изучения принципов работы изделия, а также при их наладке, контроле и ремонте.

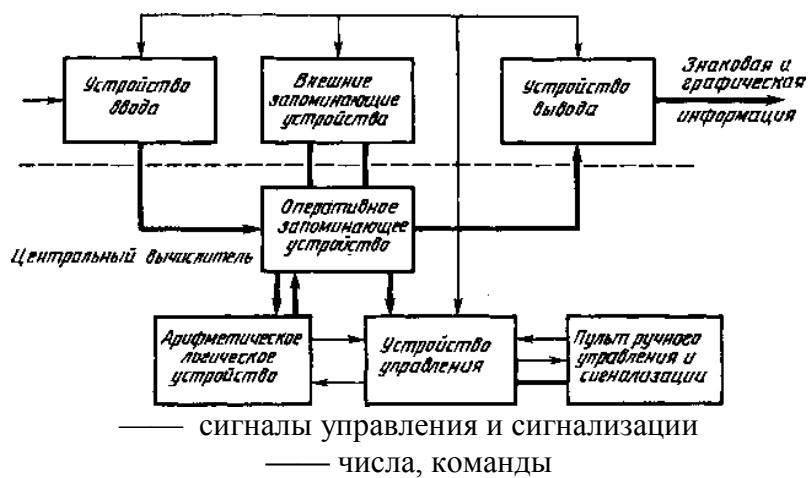


Рис. 1

Схема соединений (монтажная) показывает соединения составных частей изделия и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места присоединения и ввода. Ею пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии, а также для осуществления присоединений и при контроле, ремонте и эксплуатации изделий.

*Схема подключения* показывает внешние подключения изделия. Ею пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Общая схема определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Ею пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

*Схема расположения* определяет относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т. п. Ее используют при разработке других конструкторских документов, а также при изготовлении и эксплуатации изделий.

## **2 Правила выполнения схем.**

*Комплексность (номенклатура) схем.* Номенклатура схем на изделие определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. При этом количество типов схем на изделие определяют минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия.

*Форматы.* Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.301—68, при этом основные форматы являются предпочтительными.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею.

*Построение схемы.* Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий либо не учитывается вовсе, либо учитывается приближенно. Допускается располагать условные графические обозначения элементов на схеме в том же порядке, в котором они расположены в изделии, при условии, что это не затруднит чтение схемы.

Графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Линии связи выполняют как горизонтальные и вертикальные отрезки при наименьшем количестве изломов и взаимных пересечений. В отдельных случаях можно применять наклонные отрезки линий связи, длины которых по возможности ограничивают.

Расстояние между соседними параллельными линиями связи — не менее 3 мм. Линии связи показывают, как правило, полностью. Можно обрывать линии связи, если они затрудняют чтение чертежа. Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места подключения и необходимые характеристики цепей (например, полярность, потенциал и т. д.). Линии связи, переходящие с одного листа на другой, обрывают за пределами изображения схемы. Рядом с местом обрыва линии указывают обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение), и в круглых скобках номер листа схемы (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (при выполнении схем самостоятельными документами), на который переходит линия связи.

Если на схеме таких обозначений нет, то места обрыва условно обозначают буквами, цифрами или буквами и цифрами. Элементы, составляющие устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему, выделяют на принципиальной схеме сплошной линией, равной по толщине линии связи.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, можно выделять на схеме штрихпунктирными линиями, указывая при этом наименование. Так, на структурной схеме цифровой ЭВМ (см. рис. 1) штрихпунктирной линией выделены внешние устройства. Толщину штрихпунктирной линии принимают равной толщине линии связи.

На схеме одного вида можно изображать отдельные элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида. Можно также изображать элементы и устройства, не входящие в изделие, на которое составляется схема, но необходимые для разъяснения принципов его работы. Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрихпунктирными линиями и помещают надписи, указывая в них местонахождение этих элементов, а также необходимые данные.

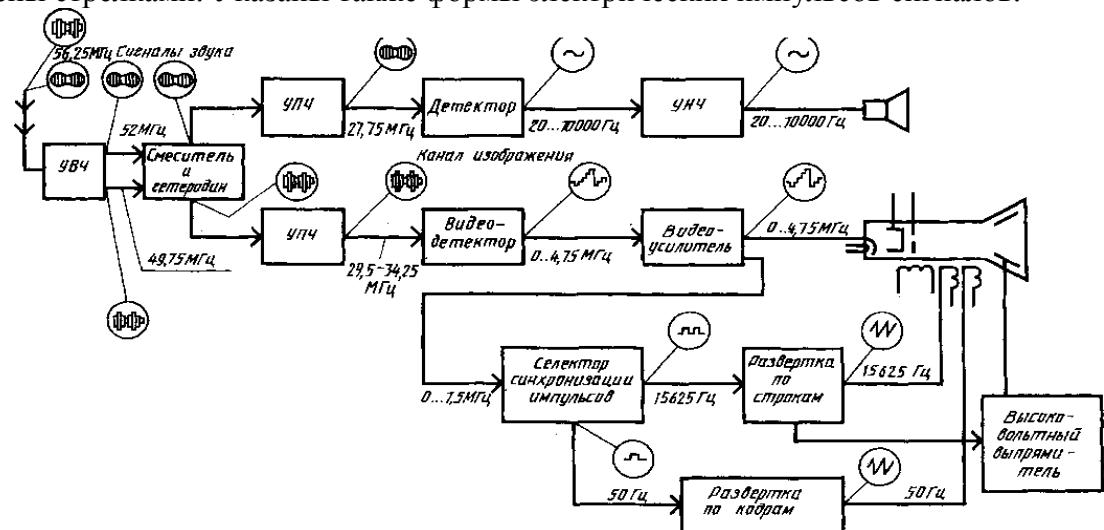
При этом устанавливают однозначную связь, которая обеспечила бы возможность поиска одних и тех же элементов, изображенных на схемах разных видов.

Схему можно выполнять в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию изделия. В этих случаях условные контуры выполняют сплошными тонкими линиями.

Правила выполнения электрических схем установлены в ГОСТ 2.702—75, виды и типы схем и общие требования к их выполнению — по ГОСТ 2.701—84.

**Правила выполнения структурной электрической схемы.** На структурной электрической схеме функциональные части изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений. При изображении функциональной части в виде прямоугольника ее наименование, обозначение и тип рекомендуется вписывать внутри прямоугольника. На линиях взаимосвязи рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии.

Пример электрической структурной схемы телевизора приведен на рисунке. Прочитаем ее. Сигналы несущей изображения с частотой 49,75 МГц и сигналы несущей звука с частотой 56,25 МГц принимаются антенной, поступают в усилитель высокой частоты УВЧ и из него в смеситель, в который подаются также сигналы гетеродина. Из смесителя сигналы поступают в усилитель промежуточной частоты (УПЧ) звукового канала и в УПЧ канала изображения. В звуковом канале звуковой сигнал усиливается усилителем промежуточной частоты (УПЧ) на частоте 27,75 МГц, детектируется и преобразуется в сигнал низкой частоты с полосой 20...10 000 Гц, усиливается в усилителе низкой частоты (УНЧ) и поступает на динамик. В канале изображения сигнал усиливается в УПЧ в полосе частот 29,5—34,25 МГц, детектируется видеодетектором, превращается в видеосигнал с полосой 0...4,75 МГц и поступает в видеоусилитель. Сигналы с видеоусилителя поступают на кинескоп в цепи синхронизации разверток электронного луча по строкам и по кадрам через селектор синхронизации импульсов. Выходя из селектора синхронизации импульсов, сигналы имеют прямоугольную форму импульса и частоту 15 625 Гц (частота развертки по строкам) и 50 Гц (частота развертки по кадрам). Импульсы пилообразной формы с указанными частотами поступают в обмотки отклоняющей системы кинескопа. Кроме того, сигнал развертки по строкам поступает на высоковольтный выпрямитель и от него — на анод кинескопа. На схеме в виде прямоугольников изображены 12 функциональных частей, в виде условных графических обозначений — 2 части (динамик и кинескоп). Направления прохождения сигналов обозначены стрелками. Указаны также формы электрических импульсов сигналов.



**Правила выполнения функциональной электрической схемы.** На функциональной электрической схеме функциональные части изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников. На функциональной электрической схеме указывают:

для каждой функциональной группы — обозначение, присвоенное ей на принципиальной схеме, и ее наименование;

для каждого устройства, изображенного в виде прямоугольника, позиционное обозначение, присвоенное на принципиальной схеме, его наименование, тип и обозначение документа, на основании которого он применен;

для каждого устройства, изображенного в виде условного графического обозначения, — позиционное обозначение, присвоенное на принципиальной схеме, его тип и обозначение документа, на основании которого он применен;

для каждого элемента — позиционное обозначение, присвоенное на принципиальной схеме, его тип и обозначение документа, на основании которого он применен.

На функциональной схеме помещают поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывают параметры в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т. д.).

**Правила выполнения принципиальных электрических схем.** На принципиальной электрической схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключенном положении.

Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Элементы и устройства изображают на принципиальных схемах совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов изображают на схеме совместно, т. е. в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают в разных местах на схеме таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

Схемы выполняют в однолинейном или многолинейном изображении. При многолинейном изображении каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в указанных цепях, отдельными условными графическими обозначениями. При однолинейном изображении все цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы, содержащиеся в цепях, — одним условным графическим обозначением.

Каждый элемент, входящий в изделие и изображенный на схеме, обозначают в соответствии с ГОСТ 2.710—81. Позиционные обозначения присваивают элементам в пределах изделия. Порядковые номера элементам присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например: R1, R2, R3 и т. д., C1, C2, C3 и т. д. Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

Данные об элементах записывают в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими изображениями осуществляется через позиционные

обозначения. Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде последующих листов. Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз. Если его помещают на первом листе схемы, то располагают его, как правило, над основной надписью. Между основной надписью и нижней границей перечня оставляют расстояние не менее 12 мм. При отсутствии места для продления граф перечня элементов над основной надписью продолжение перечня помещают слева от нее.

Если выводы элемента закодированы в его конструкции, то эту маркировку повторяют на схеме.

При оформлении принципиальных схем изделий, в состав которых входят устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, каждое такое устройство рассматривают как элемент схемы изделия, присваивают ему позиционное обозначение и записывают в перечень элементов одной позицией. В этом случае на схеме изделия устройство, имеющее самостоятельную схему, изображают в виде прямоугольника или условного графического обозначения. Внутри прямоугольника помещают таблицы с характеристиками входных и выходных цепей, а в схемах при большом числе связей — и адреса внешних подключений. Таблицы внутри прямоугольника помещают взамен условных графических обозначений входных (выходных) элементов: разъемов, плат и т. д. Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен условного графического обозначения которого она помещена.

При выполнении принципиальной схемы на нескольких листах, помещая на каждом листе одну или несколько функциональных цепей, соблюдают следующие требования: а) при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия; б) перечень элементов выполняют общим.

При разработке на одно изделие нескольких самостоятельных принципиальных схем, помещая на каждой схеме одну или несколько функциональных цепей, выполняют следующие требования: а) соблюдают сквозную нумерацию элементов в пределах изделия; б) в каждой схеме приводят перечень только тех элементов, позиционные обозначения которым присвоены на этой схеме.

**Правила выполнения схем соединений.** На схеме соединений изображаются все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (разъемы, платы, зажимы и т. п.), а также соединения между этими устройствами и элементами. Устройства и элементы на схеме изображают:

устройства — в виде прямоугольников или внешних очертаний;

элементы — в виде условных графических обозначений, прямоугольников или внешних очертаний.

Входные и выходные элементы изображают в виде условных графических обозначений.

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии. Изображения входных и выходных элементов и выводов внутри графических обозначений и устройств или элементов располагают примерно в соответствии с их действительным размещением в устройстве и элементе.

На схеме около графических обозначений устройств и элементов указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме.

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (например, переключатели, потенциометры и т. п.), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки.

На схеме указывают обозначения выводов (контактов) элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации.

При отсутствии принципиальной схемы изделия на схеме соединений присваивают позиционные обозначения устройствам, а также элементам, не вошедшим в принципиальные схемы составных частей изделия, и записывают их в перечень элементов.

Провода, группы проводов, жгуты, кабели показывают на схеме отдельными линиями толщиной от 0,4 до 1 мм. Для упрощения начертания схемы допускается сливать отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод изображают отдельной линией.

На схеме указывают обозначения вводных элементов, нанесенные на изделие.

Провода, жгуты, кабели, жилы кабелей обозначают порядковыми номерами в пределах изделия. Провода, жгуты и кабели нумеруют отдельно. Жилы кабелей нумеруют в пределах кабеля. Если на принципиальной схеме электрическим цепям присвоены обозначения, то всем проводам и жилам кабелей присваивают эти же обозначения. Номера проводов и жил кабелей на схемах проставляют, как правило, около обоих концов изображений. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах изображений кабелей вблизи мест разветвления жил. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок около мест разветвления проводов. Номера групп проводов проставляют около линий-выносок.

На схеме соединений указывают:

для проводов — марку, сечение и при необходимости расцветку;

для кабелей — марку, количество и сечение жил и при необходимости количество занятых жил. Количество занятых жил указывают в прямоугольнике, помещаемом справа от обозначения данных кабеля. Данные о проводах и кабелях (марки, сечения) указывают около линий, изображающих провода и кабели.

Правила выполнения схем подключения. На схеме подключения изображают изделие, его входные и выходные элементы (разъемы, зажимы и т. п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристика внешних цепей и адреса). Изделие на схеме изображают в виде прямоугольника, а его входные и выходные элементы — в виде условных графических обозначений. Входные и выходные элементы внутри графического обозначения изделия размещают примерно в соответствии с их действительным размещением в изделии. На схеме указывают позиционные обозначения входных и выходных элементов, присвоенные им на принципиальной схеме изделия, а также обозначения, нанесенные на изделие. Провода и кабели на схеме показывают отдельными линиями.

**Правила выполнения общих схем.** На общей схеме изображают устройства и элементы, входящие в комплекс, а также провода, жгуты, кабели, соединяющие эти устройства и элементы. Устройства и элементы на схеме изображают в виде прямоугольников с расположением, примерно соответствующим их действительному размещению в изделии.

Входные и выходные элементы изображают по правилам, установленным для выполнения схем соединения.

На схеме указывают:

для каждого устройства или элемента, изображенных в виде прямоугольника или внешнего очертания, — их наименование, тип и обозначение документа, на основании которого они применены;

для каждого элемента, изображенного в виде условного графического обозначения, — его тип и обозначение документа.

Обозначения входных, выходных и вводных элементов, нанесенные на изделие, указывают на схеме.

Провода, жгуты и кабели показывают на схеме отдельными линиями и обозначают отдельно порядковыми номерами в пределах изделия. Номера проводов на схеме проставляют около концов изображений. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещаемых в разрывах изображений кабелей. Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок.

На схеме около изображений проводов, жгутов и кабелей указывают следующие данные:

для проводов — марку, сечение и при необходимости расцветку;

для кабелей — марку, количество и сечение жил;

для проводов, кабелей и жгутов, изготовленных по чертежам, — обозначение основного конструкторского документа.

Перечень проводов, жгутов и кабелей помещают на первом листе схемы, как правило, над основной надписью или выполняют в виде последующих листов. В графах перечня указывают: обозначение провода, жгута или кабеля; обозначение основного конструкторского документа провода, кабеля, жгута, изготовленных по чертежам; данные провода, жгута, кабеля; количество; в графе «Примечание» — данные о кабеле, поставляемом с комплексом или прокладываемом при его монтаже.

**Правила выполнения схем расположения.** На схеме расположения изображают составные части изделия, а при необходимости и связи между ними, конструкцию, помещение или местность, на которых эти составные части будут расположены. Составные части изделия изображают в виде внешних очертаний или условных графических обозначений. Провода, группы проводов, жгуты и кабели изображают в виде отдельных линий или внешних очертаний. Расположение графических обозначений составных частей изделия на схеме должно обеспечивать правильное представление об их действительном размещении в конструкции, помещении, на местности. При выполнении схемы расположения применяют различные способы построения: аксонометрию, план, условную развертку, разрез конструкции и т. п.

На схеме указывают:

для каждого устройства или элемента, изображенных в виде внешнего очертания, — их наименование, тип и обозначение документа, на основании которого они применены;

для каждого элемента, изображенного в виде условного графического обозначения, — его тип и обозначение документа.

Кроме рассмотренных требований к оформлению схем, в стандарте приведены различные допущения, которые позволяют ускорить и упростить выполнение сложных схем.

**Графические обозначения.** При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД, а также построенные на их основе (их примеры — прил. П6—П9);

упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические);  
прямоугольники.

При необходимости применяют нестандартизованные графические обозначения. При применении нестандартизованных обозначений и упрощенных внешних очертаний на схемах приводят соответствующие пояснения.

*Условные графические обозначения элементов* изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения. Если размеры

условных графических обозначений не установлены, то их изображают на схемах в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на условные графические обозначения.

Можно все обозначения пропорционально уменьшать, при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями условного графического обозначения должно быть не менее 1 мм. Допускается размеры графических обозначений увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

Условные графические обозначения элементов, используемых как составные части обозначений других элементов, можно изображать уменьшенными по сравнению с остальными элементами (например, резистор в ромбической антенне).

Графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи. Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, то их выполняют толще линии связи в два раза.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$ , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Их можно поворачивать и на угол, кратный  $45^\circ$ , или изображать зеркально повернутыми. Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться смысл или удобство чтения обозначений, то такие обозначения изображают в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Условные графические обозначения, содержащие буквенные, цифровые или буквенно-цифровые обозначения, можно поворачивать против часовой стрелки на угол  $90^\circ$  или  $45^\circ$ .

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий — от 0,3 до 0,4 мм. На одной схеме рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине.

**Дополнительная информация на схемах.** На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы (по возможности над основной надписью). Около графических обозначений элементов и устройств указывают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы — диаграммы, таблицы, текстовые указания и т. п.

**Обозначение схемы.** Схеме присваивают обозначение того изделия, для которого она разработана. После этого обозначения записывают шифр схемы. Наименование схемы указывают в основной надписи после наименования изделия.

## 1. 17 Лекция №17 (2 часа).

### Тема: «Условные графические обозначения на схемах»

#### 1.17.1 Вопросы лекции:

1. Обозначения на схемах
2. Обозначения элементов машин и механизмов

#### 1.17.2 Краткое содержание вопросов:

##### *1 Обозначения на схемах.*

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения: условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД, а также построенные на их основе;

упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические);  
прямоугольники.

При необходимости применяют нестандартизированные графические обозначения. При применении нестандартизированных обозначений и упрощенных внешних очертаний на схемах приводят соответствующие пояснения.

*Условные графические обозначения элементов* изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения. Если размеры условных графических обозначений не установлены, то их изображают на схемах в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на условные графические обозначения.

Можно все обозначения пропорционально уменьшать, при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями условного графического обозначения должно быть не менее 1 мм. Допускается размеры графических обозначений увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

Условные графические обозначения элементов, используемых как составные части обозначений других элементов, можно изображать уменьшенными по сравнению с остальными элементами (например, резистор в ромбической антенне).

Графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи. Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, то их выполняют толще линии связи в два раза.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$ , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Их можно поворачивать и на угол, кратный  $45^\circ$ , или изображать зеркально повернутыми. Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться смысл или удобство чтения обозначений, то такие обозначения изображают в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Условные графические обозначения, содержащие буквенные, цифровые или буквенно-цифровые обозначения, можно поворачивать против часовой стрелки на угол  $90^\circ$  или  $45^\circ$ .

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий — от 0,3 до 0,4 мм. На одной схеме рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине.

**Дополнительная информация на схемах.** На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы (по возможности над основной надписью). Около графических обозначений элементов и устройств указывают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы — диаграммы, таблицы, текстовые указания и т. п.

**Обозначение схемы.** Схеме присваивают обозначение того изделия, для которого она разработана. После этого обозначения записывают шифр схемы. Наименование схемы указывают в основной надписи после наименования изделия.

## 2 Обозначения элементов машин и механизмов

### Условные графические обозначения элементов машин и механизмов (выдержки из ГОСТ 2.770—68)

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Вал, ось, стержень и т. п.		реечная (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
Подшипник:			
скольжения радиальный		Передача: плоским ремнем, открытая	
качения радиальный (общее обозначение)			
Муфта упругая (эластичное соединение двух валов)		цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)	
Муфта сцепления:			
кулачковая			
односторонняя		Тормоз колодочный	
предохранительная			
Маховик			
Передача забчатая:			
Цилиндрическая (с прямыми зубьями)		Храповый зубчатый механизм	
Коническая (с прямыми зубьями)			
Червячная с цилиндрическим червяком		Пружина цилиндрическая сжатия	
		Кулачки дисковые	
		Кулачки барабанные цилиндрические	

## 1. 18 Лекция №18 (2 часа).

### Тема: «Условные графические обозначения на схемах»

#### 1.18.1 Вопросы лекции:

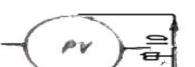
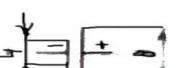
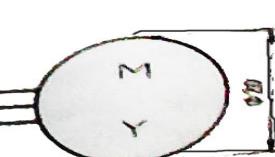
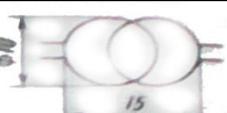
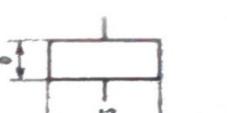
1. Обозначения электрических элементов
2. Обозначения гидравлических и пневматических элементов

#### 1.18.2 Краткое содержание вопросов:

##### *1 Условные графические обозначения электрических элементов.*

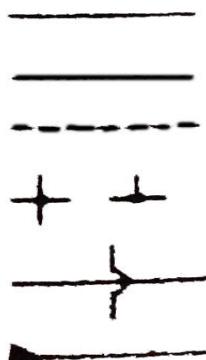
*(выдержки из ГОСТ 2.723-68, ГОСТ 2.725-68, ГОСТ 2.726-68, ГОСТ 2.727-68, ГОСТ 2.728-68, ГОСТ 2.729-73)*

Наименование	Обозначение
Линия электрической связи: провод, кабель, ширина	
Графический излом линии электрической связи	
Графическое пересечение линий электрической связи, электрически не соединенных	
Соединение электрическое, разъемное и неразъемное. Если необходимо подчеркнуть, что электрическое соединение осуществляется разъемными соединениями: винтом, зажимом и т. п., — применяют одно из приведенных обозначений	
Линии электрической связи, электрически соединенные (с двумя ответвлениями)	
Род тока:	
постоянный	
переменный	
Полярность:	
отрицательная	
положительная	
Обмотка трехфазная:	
соединенная в звезду	
соединенная в треугольник	
Резистор (активное сопротивление)	
Конденсатор	
Катушки индуктивности; дроссель без сердечника	

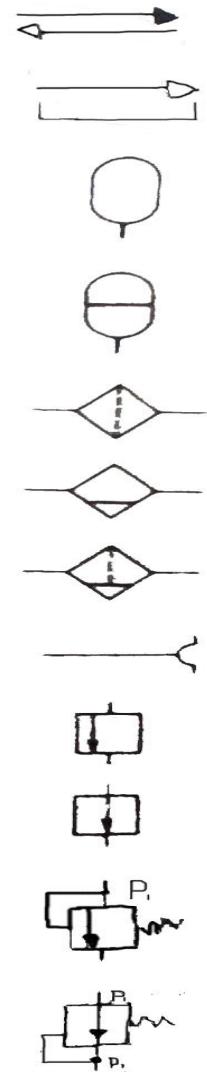
Наименование	Обозначение
Амперметр	
Вольтметр	
Элемент гальванический или аккумуляторный	
Батарея из гальванических элементов или аккумуляторов	
Выключатель; контакт выключателя замыкающий	
Выключатель многополюсный (например, двухполюсный рубильник)	 
Лампа накаливания осветительная и сигнальная	
Двигатель (мотор) трехфазный	
Предохранитель плавкий	
Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником	
Электромагнит	
Муфта электромагнитная	

**Примечания:** 1. Размеры условных обозначений на схемах не наносятся. 2. Допускается все условные графические обозначения одной схемы пропорционально увеличивать. 3. Размеры отдельных элементов можно увеличивать, если требуется подчеркнуть особое назначение этих элементов. 4. Допускается размеры элементов увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков.

**2 Условные графические обозначения гидравлических и пневматических элементов (выдержки из ГОСТ 2.780-68, ГОСТ 2.781-68, ГОСТ 2.782-68, ГОСТ 2.784-70, ГОСТ 2.785-70)**

Наименование	Обозначение
Линии связи:  Всасывания, напора, слива (линии в три раза толще линий управления и дренажных)  Управления  Дренажные (отвод утечек)  Соединение линий связи  Перекрещивание линий связи (без соединения)  Подвод жидкости под давлением (без указания источника питания)	
Слив жидкости из системы Подвод воздуха (газа) под давлением (без указания источника питания) Выпуск воздуха (газа) в атмосферу Гидробак под атмосферным давлением Аккумулятор пневматический (рессивер, баллон, воздухо-сборник)  Аккумулятор гидравлический (без указания принципа действия)  Фильтр для жидкости или воздуха  Влаго- или маслоотделитель с ручным спуском конденсата  Фильтр-влагоотделитель с ручным спуском конденсата Заборник воздуха из атмосферы Регулирующий орган: нормально закрытый (клапан)  нормально открытый (клапан)	
Клапан предохранительный с собственным управлением (прямого действия)	

Регулятор давления пневматический



Наименование

Обозначение

Клапан обратный



Насос постоянной производительности с постоянным направлением потока (независимо от конструкции)



Компрессор



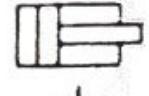
Гидромотор. Общее обозначение



Пневмомотор. Общее обозначение



Цилиндр пневматический. Общее обозначение



Насос шестеренный



Насос ротационный лопастной (пластинчатый)



## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ Инженерная графика (3 семестр)

### 2.1 Практическое занятие №1 (2 часа)

**Тема:** «Конструкторская документация: правила оформления чертежей»

#### 2.1.1 Задание для работы:

1. Основные требования.
2. Нанесение размеров.

#### 2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

##### 1. Основные требования

1.1. Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже.

Исключение составляют случаи, предусмотренные в ГОСТ 2.414; ГОСТ 2.417; ГОСТ 2.411 когда величину изделия или его элементов определяют по изображениям, выполненным с достаточной степенью точности.

Основанием для определения требуемой точности изделия при изготовлении являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, а также предельные отклонения формы расположения поверхностей.

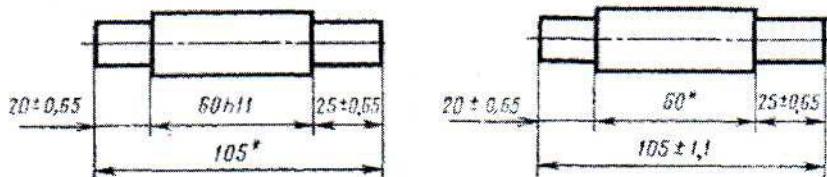
1.2. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

1.3. Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются справочными.

1.4. Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «\*», а в технических требованиях записывают: «\*Размеры для справок». Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «\*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

1.5. К справочным относят следующие размеры:

а) один из размеров замкнутой размерной цепи. Предельные отклонения таких размеров на чертеже не указывают (черт. 1);



черт. 1

\* Размеры для справок.

- б) размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок;
- в) размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали;
- г) размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания и т.п.;
- д) размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;

е) габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесённые с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей;

ж) размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи.

Справочные размеры, указанные в перечислениях б, в, г, е, ж, допускается наносить как с предельными отклонениями, так и без них.

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

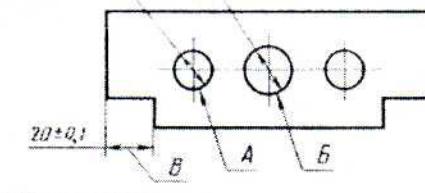
Габаритными называются размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания изделия.

1.6. На чертежах изделий у размеров, контроль которых технически затруднен, наносят знак «\*», а в технических требованиях помещают надпись «Размеры обеспеч. инстр.».

*Примечание.* Указанная надпись означает, что выполнение заданного чертежом размера с предельным отклонением должно гарантироваться размером инструмента или соответствующим технологическим процессом.

При этом размеры инструмента или технологический процесс проверяются периодически в процессе изготовления изделий.

Периодичность контроля инструмента или технологического процесса устанавливается предприятием-изготовителем совместно с представителем заказчика.



Черт. 4

Допуск параллельности осей отв. *A* и *B* — 0,05 мм.

Разность размеров *B* с обеих более 0,1 мм.

1.7. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации. Исключение составляют справочные размеры, приведенные в п. 1.5, перечислениях б и ж.

Если в технических требованиях необходимо дать ссылку на размер, нанесенный на изображение, то этот размер или соответствующий элемент обозначают буквой, а в технических требованиях помещают запись, аналогичную приведенной на черт. 4.

На строительных чертежах размеры допускается повторять.

1.8. Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах и в спецификациях указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения.

Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указывают единицы измерения.

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

На строительных чертежах единицы измерения в этих случаях допускается не указывать, если они оговорены в соответствующих документах, утвержденных в установленном порядке.

1.10. Угловые размеры и предельные отклонения угловых размеров указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например:  $4^\circ$ ;  $4^\circ 30'$ ;  $12^\circ 45'30''$ ;  $0^\circ 30'40''$ ;  $0^\circ 18'$ ;  $0^\circ 5'25''$ ;  $0^\circ 0'30''$ ;  $30^\circ \pm 1^\circ$ .

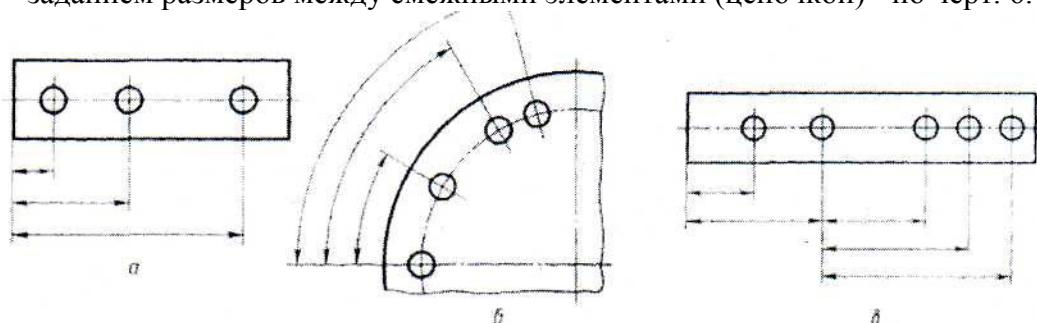
1.11. Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

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

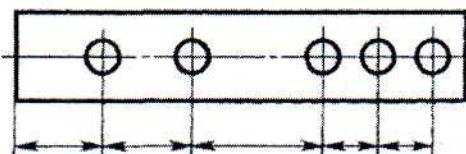
1.13. При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т.п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят следующими способами:

от общей базы (поверхности, оси) — по черт. 5 а и б;

заданием размеров между смежными элементами (цепочкой) - по черт. 6.



Черт. 5

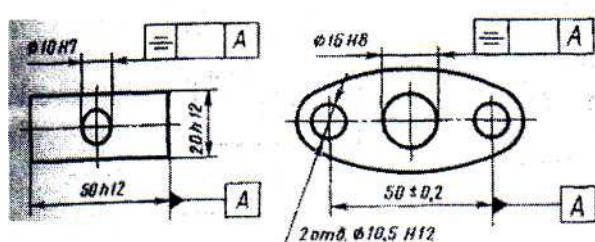


Черт. 6

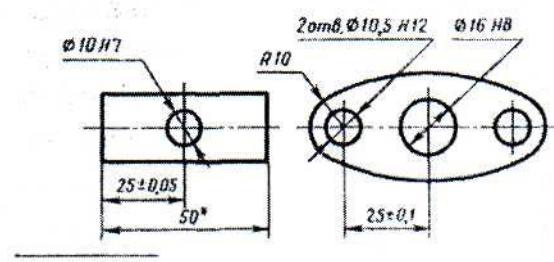
1.14. Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный (см. черт. 1).

На строительных чертежах размеры наносят в виде замкнутой цепи, кроме случаев, предусмотренных в соответствующих документах, утвержденных в установленном порядке.

Размеры, определяющие положение симметрично расположенных поверхностей у симметричных изделий, наносят, как показано на черт. 7 и 8.



Черт. 7



\* Размеры для справок.

Черт. 8

1.15. Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения. Допускается не указывать предельные отклонения:

а) для размеров, определяющих зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, зоны термообработки, покрытия, отделки, накатки, насечки, а также диаметры накатанных и насеченных поверхностей. В этих случаях непосредственно у таких размеров наносят знак;

б) для размеров деталей изделий единичного производства, задаваемых с припуском на пригонку.

На таких чертежах в непосредственной близости от указанных размеров наносят знак «\*», а в технических требованиях указывают:

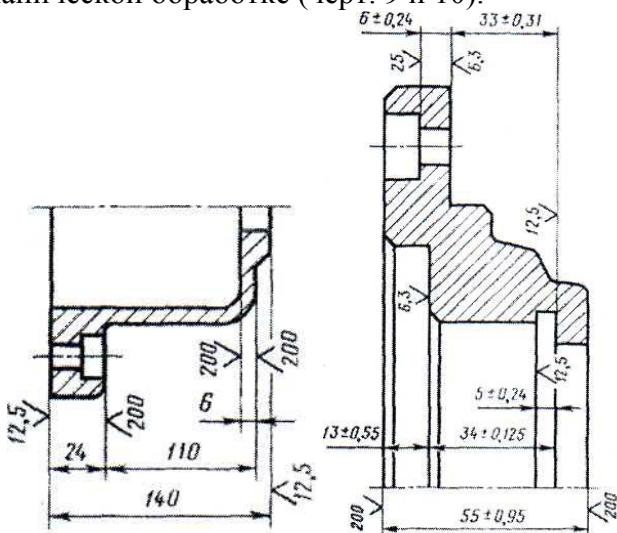
«\* Размеры с припуском на пригонку по дет. ...»,

«\* Размеры с припуском на пригонку по черт. ...»,

«\* Размеры с припуском на пригонку по сопрягаемой детали».

На строительных чертежах предельные отклонения размеров указывают только в случаях, предусмотренных в соответствующих документах, утвержденных в установленном порядке.

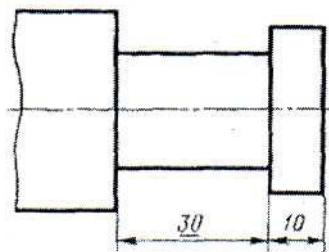
1.16. При выполнении рабочих чертежей деталей, изготавляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке (черт. 9 и 10).



Черт. 9

Черт. 10

1.17. Если элемент изображен с отступлением от масштаба изображения, то размерное число следует подчеркнуть (черт. 10а).



### Черт 10а

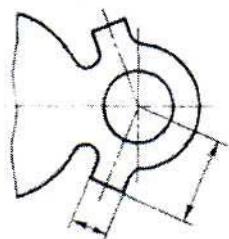
## 2. Нанесение размеров

2.1. Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.

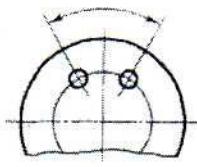
2.2. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно к размерным (черт. 11).

2.3. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии - радиально (черт. 12).

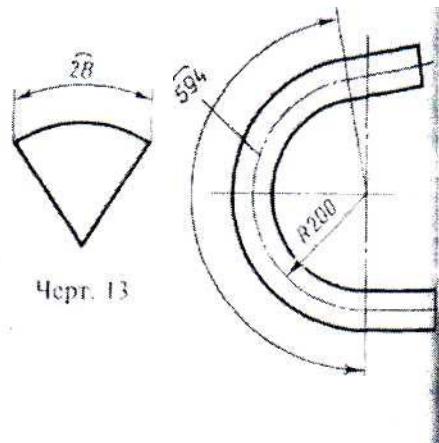
2.4. При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично дуге, а выносные линии - параллельно биссектрисе угла, и над размерным числом наносят знак «R». (черт. 13).



Черт. 11



Черт. 12



Черт. 13

Допускается располагать выносные линии размера дуги радиально, и, если имеются еще концентрические дуги, необходимо указывать, к какой дуге относится размер (черт. 14).

2.4а. При нанесении размеров деталей, подобных изображенной на черт. 14а, размерные линии следует проводить в радиусном направлении, а выносные - по дугам окружностей (черт. 14а).

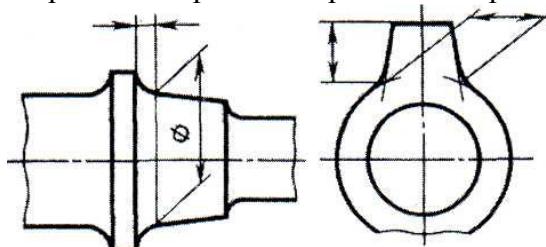
2.5. Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии, кроме случаев, приведенных в пп. 2.16, 2.17, 2.20 и 2.21, и при нанесении линии радиуса, ограниченной стрелкой со стороны определяемой дуги или округления.



Черт. 14а

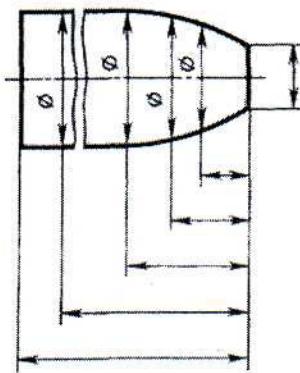
На строительных чертежах взамен стрелок допускается применять засечки на пересечении размерных и выносных линий, при этом размерные линии должны выступать за крайние выносные линии к 1...3 мм.

2.6. В случаях, показанных на черт. 15, размерную и выносимую линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

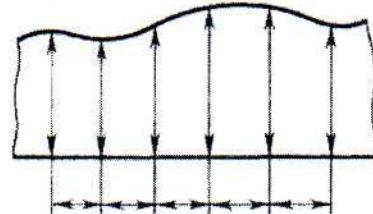


Черт. 15

2.7. Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям (черт. 16 и 17).



Черт. 16



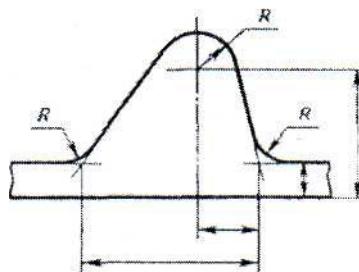
Черт. 17

2.8. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

2.9. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.

2.10. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура — 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа.

2.11. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий (см. черт. 16).

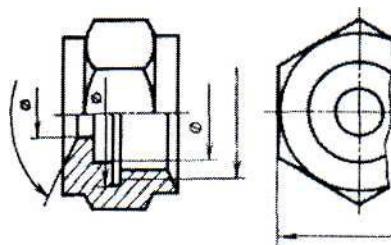


Черт. 18

2.12. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

2.13. Выносные линии проводят от линий видимого контура, за исключением случаев, указанных в пп. 2.14 и 2.15, и случаев, когда при нанесении размеров на невидимом контуре отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения.

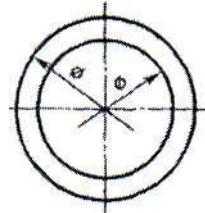
2.14. Размеры контура криволинейного профиля наносят, как показано на черт. 16 и 17.



Черт. 19

2.15. Если надо показать координаты вершины скругляемого угла или центра дуги скругления, то выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла или центра дуги скругления (черт. 18).

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



Черт. 20

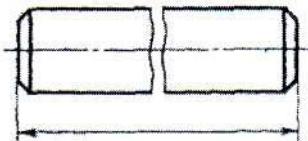
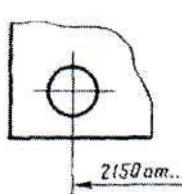
На строительных чертежах в подобных случаях все размеры допускается указывать только до оси симметрии, а размерные линии на пересечении с осью симметрии ограничивать крестиком из засечек.

2.17. Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

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

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

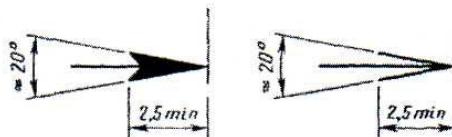
2.18. При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (черт. 22).



Черт. 22

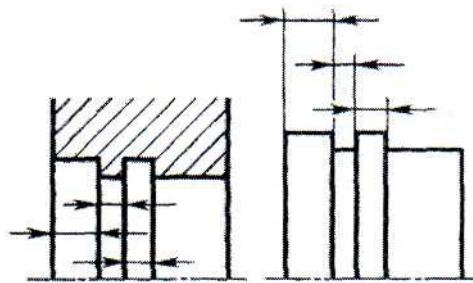
Черт. 21

2.19. Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на черт. 23.



Черт. 23

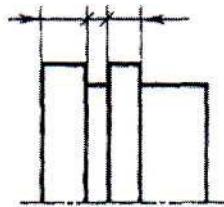
2.20. Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т.д.) и стрелки наносят, как показано на черт. 24.



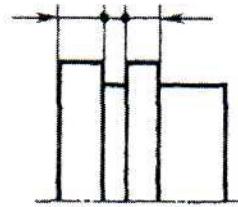
Черт. 24

2.21. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимых под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (черт. 25); или четко наносимыми точками (черт. 26).

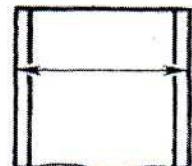
2.22. При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать (черт. 24 и 27).



Черт. 25

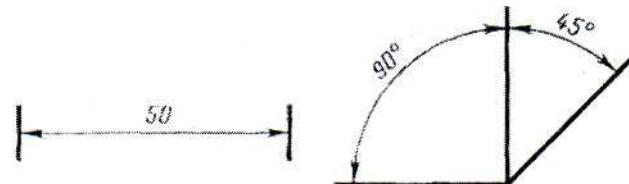


Черт. 26



Черт. 27

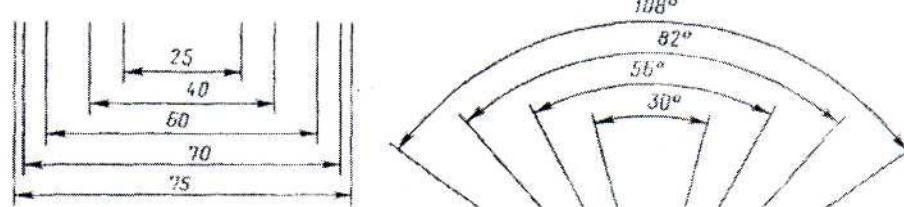
2.23. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине (черт. 28).



Черт. 28

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

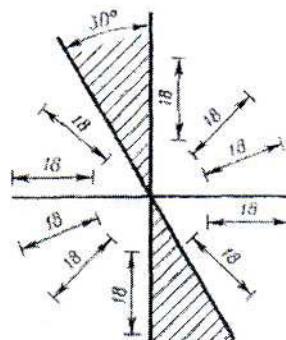
2.25. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (черт. 29).



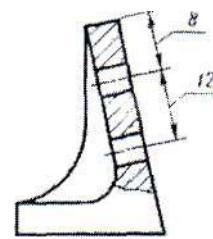
Черт. 29

2.26. Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на черт. 30.

Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски (черт. 31).



Черт. 30

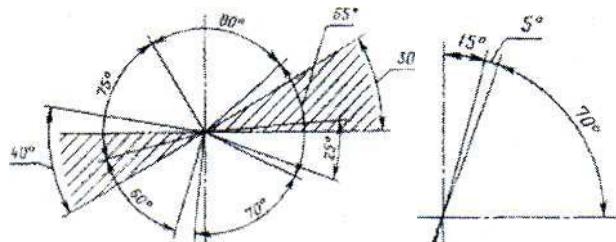


Черт. 31

2.27. Угловые размеры наносят так, как показано на черт. 32. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии, - со стороны вогнутости размерных линий. В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется. В этом случае размерные числа указывают на горизонтально нанесенных полках.

Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий-выносок в любой зоне (черт. 33).

2.28. На строительных чертежах допускается линейные и угловые размерные числа и надписи наносить без полок линий-выносок.

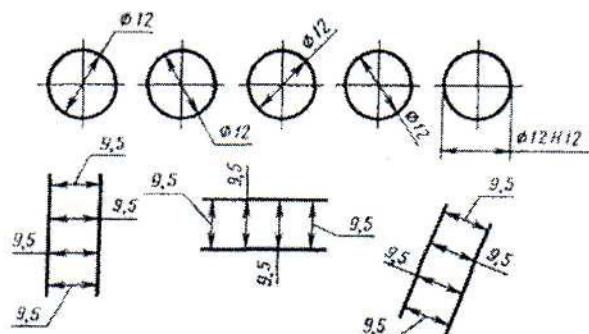


Черт. 32

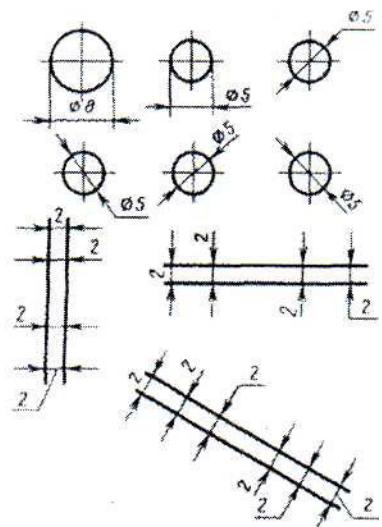
Черт. 33

2.29. Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на черт. 34; если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на черт. 35.

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



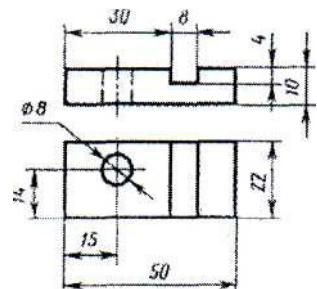
Черт. 34



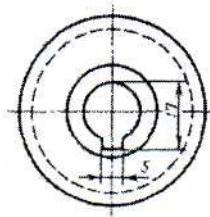
Черт. 35

2.30. Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (черт. 36 и 37).

2.31. Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (черт. 38).



Черт. 38



Черт. 36



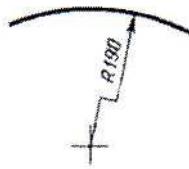
Черт. 37

2.32. При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву  $R$ .

2.33. Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий.

При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом  $90^\circ$  (черт. 39).

2.34. Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (черт. 40).



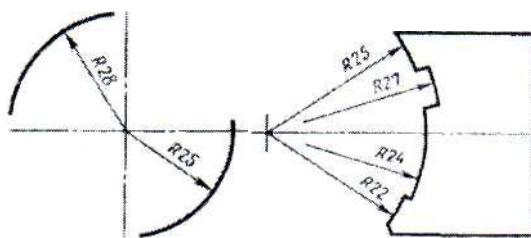
Черт. 39



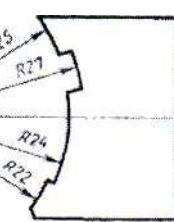
Черт. 40

2.35. При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (черт. 41).

При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии допускается не доводить до центра, кроме крайних (черт. 41 а).

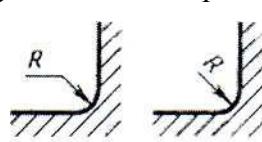


Черт. 41

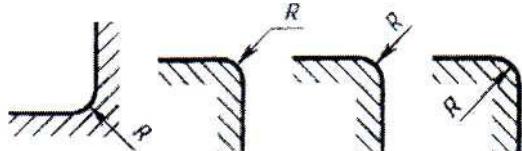


Черт. 41а

2.36. Размеры радиусов наружных скруглений наносят, как показано на черт. 42, внутренних скруглений - на черт. 43.



Черт. 43



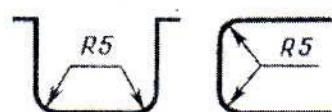
Черт. 42

Радиусы скругления, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают и размеры их наносят, как показано на черт. 43а.

Способ нанесения размерных чисел при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения. Размеры одинаковых радиусов допускается указывать на общей полке, как показано на черт. 43а.

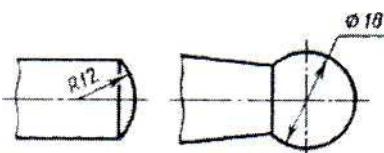


Черт. 43а



Черт. 43б

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

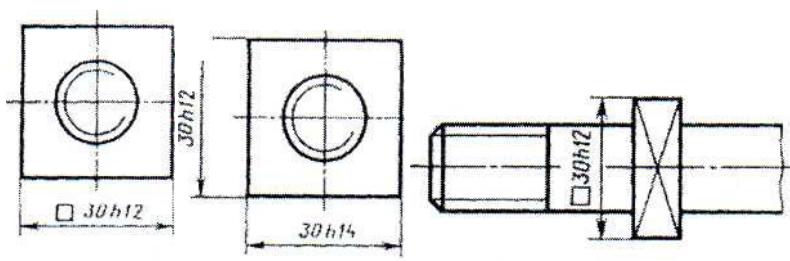


Черт. 44

2.37. При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак «0».

2.38. Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы также наносят знак 0 (R) без надписи «Сфера» (черт. 44). Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак О, например «Сфера 0 18, OR12».

Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел на чертеже. 2.39. Размеры квадрата наносят, как показано на черт. 45, 46 и 46а.



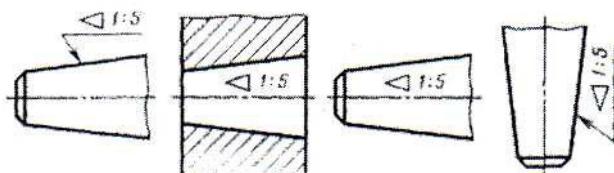
Черт. 46а

Черт. 46

Черт. 45

Высота знака D должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

2.40. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак «<>», острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (черт. 47).

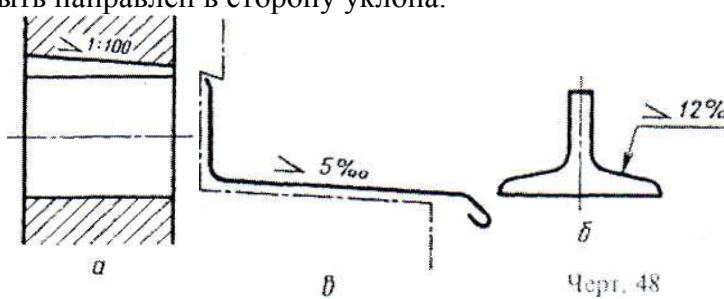


Черт. 47

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

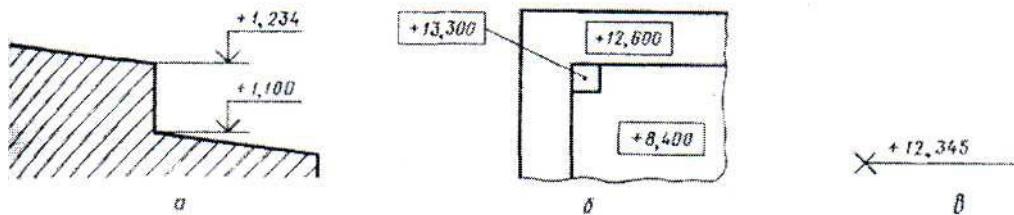
Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения (черт. 48а), в процентах (черт. 48б) или в промилле (черт. 48в).

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак «>», острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.



Черт. 48

2.42. Отметки уровней (высоты, глубины) конструкции или ее элемента от какого-либо отсчетного уровня, принимаемого за «нулевой» на виде и разрезе, помещают на выносных линиях (или на линиях контура) и обозначают знаком «|», выполненным сплошными тонкими линиями, длина штрихов 2—4 мм под углом 45° к выносной линии или линии контура (черт. 49а), на виде сверху их следует наносить в рамке непосредственно на изображении или на линии-выноске (черт. 49б), или как показано на черт. 49в.

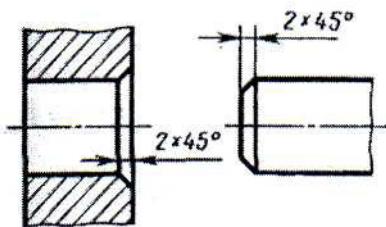


Черт. 49

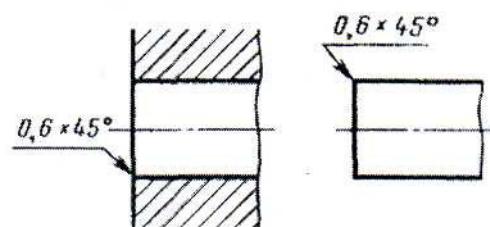
Отметки уровней указывают в метрах с точностью до третьего десятичного знака, без обозначения единицы измерения.

2.43. Размеры фасок под углом  $45^\circ$  наносят, как показано на черт. 50.

Допускается указывать размеры не изображенной на чертеже фаски под углом  $45^\circ$ , размер которой в масштабе чертежа 1 мм и менее, на полке линии-выноски, проведенной от грани (черт. 50а).

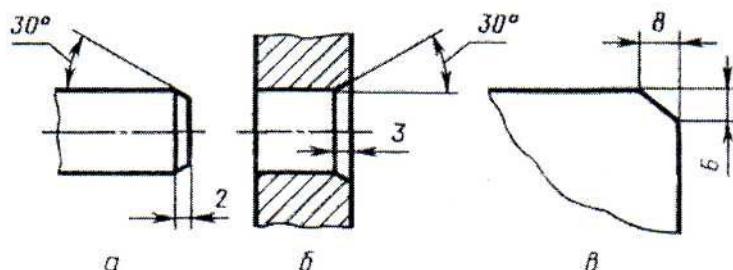


Черт. 50



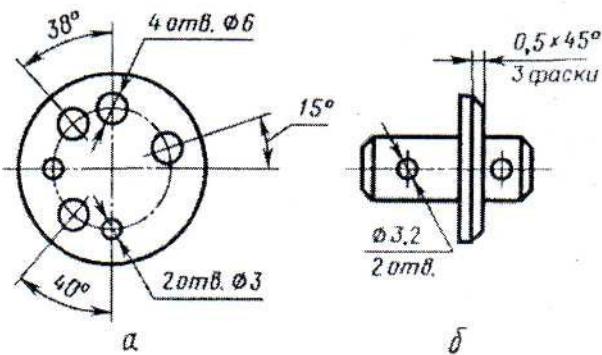
Черт. 50а

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам — линейными угловыми размерами (черт. 51 а и б) или двумя линейными размерами (черт. 51 в).



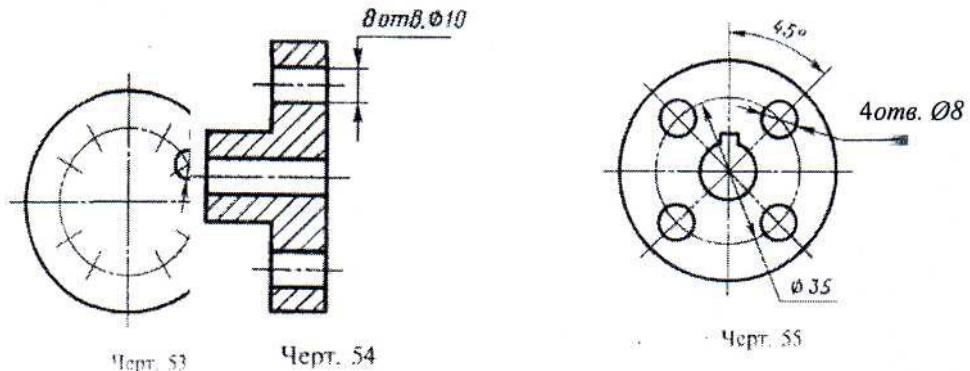
Черт. 51

2.44. Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (черт. 52а). Допускается указывать количество элементов, как показано на черт. 52б.



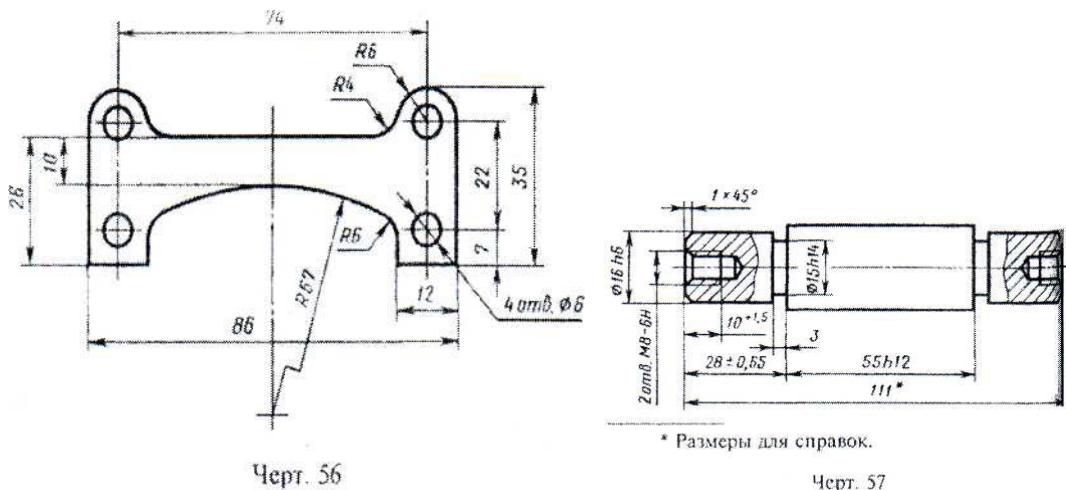
Черт. 52

2.45. При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (черт. 53—55).



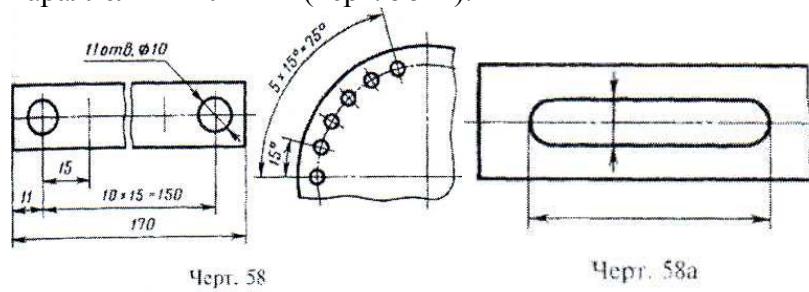
2.46. Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (черт. 56 и 57).

Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры — только один раз.

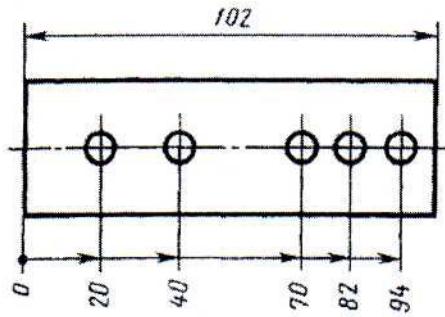


2.47. При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (черт. 58).

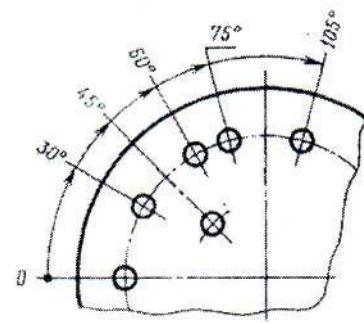
2.47а. Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий (черт. 58а).



2.48. При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на черт. 59 и 60, при этом проводят общую размерную линию от отметки «0» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

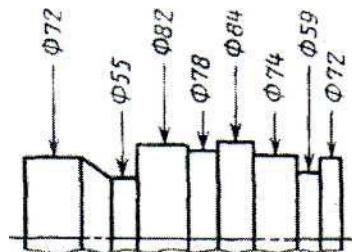


Черт. 59



Черт. 60

2.48а. Размеры диаметров цилиндрического изделия сложной конфигурации допускается наносить, как показано на черт. 60а.

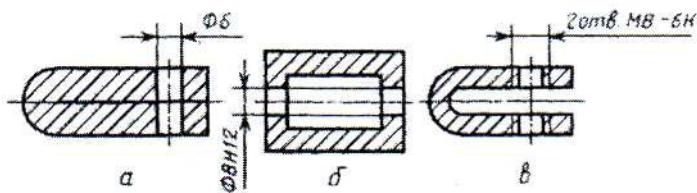


Черт. 60а

2.49. При большом количестве однотипных элементов изделия, неравномерно расположенных на поверхности, допускается указывать их размеры в сводной таблице, при этом применяется координатный способ нанесения отверстий с обозначением их арабскими цифрами (черт. 61) или обозначение однотипных элементов прописными буквами (черт. 61 а).

2.50. Однаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия) рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (черт. 62а) или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (черт. 62б).

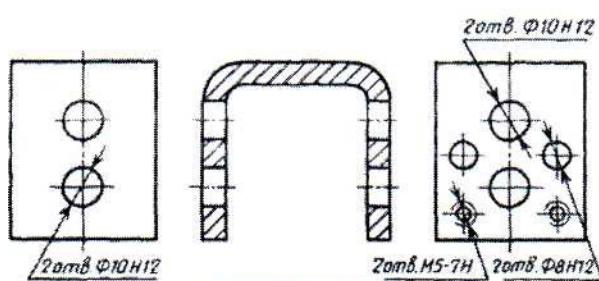
При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов (черт. 62в).



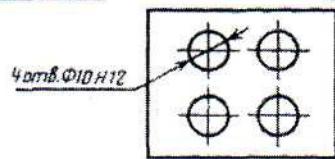
Черт. 62

2.51. Если одинаковые элементы изделия (например, отверстия) расположены на разных поверхностях и показаны на разных изображениях, то количество этих элементов записывают отдельно для каждой поверхности (черт. 63).

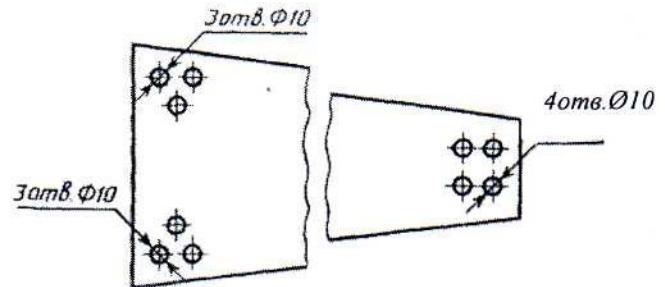
Допускается повторять размеры одинаковых элементов изделия или их групп (в том числе отверстий), лежащих на одной поверхности, только в том случае, когда они значительно удалены друг от друга и не увязаны между собой размерами (черт. 64 и 65).



Черт. 64



Черт. 63

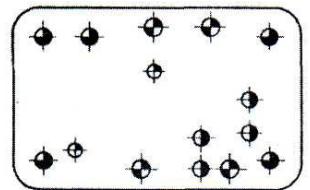


Черт. 65

2.52. Если на чертеже показано несколько групп близких по размерам отверстий, то рекомендуется отмечать одинаковые отверстия одним из условных знаков, приведенных на черт. 66. Допускается применять и другие условные знаки.

Отверстия обозначают условными знаками на том изображении, на котором указаны размеры, определяющие положение этих отверстий. На строительных чертежах допускается одинаковые группы отверстий обводить сплошной тонкой линией с поясняющей надписью.

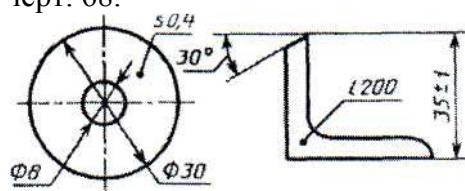
2.53. При обозначении одинаковых отверстий условными знаками количество отверстий и их размеры допускается указывать в таблице (черт. 67).



Обозначение	Количество	Размеры	Шероховатость поверхности
◆	2	Ф5Н7	3.2
◆	4	Ф6Н12	12.5
◆	5	Ф6.5	17.3
◆	4	Ф7	16.5

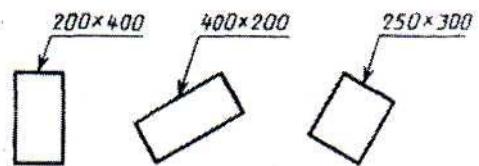
Черт. 67

2.54. При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят, как показано на черт. 68.



Черт. 68

2.55. Размеры детали или отверстия прямоугольного сечения могут быть указаны на полке линии-выноски размерами сторон через знак умножения. При этом на первом месте должен быть указан размер той стороны прямоугольника, от которой проводится линия-выноска (черт. 68а).



Черт. 68а

## **2.2 Практическое занятие №2 (2 часа)**

**Тема:** «Изображения, надписи, обозначения»

### **2.2.1 Задание для работы:**

1. Основные требования.
2. Надписи и обозначения.

### **2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:**

#### **1. Основные требования**

Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц  
**ГОСТ 2.316-68\***

Настоящий стандарт устанавливает правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на чертежи изделий всех отраслей промышленности.

Кроме изображения предмета с размерами и предельными отклонениями, чертеж может содержать:

- а) текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик;
- б) надписи с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;
- в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями и т.д.

#### **2. Надписи и обозначения**

Выполнение основной надписи чертежа должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-68 и ГОСТ 2.109-73.

Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

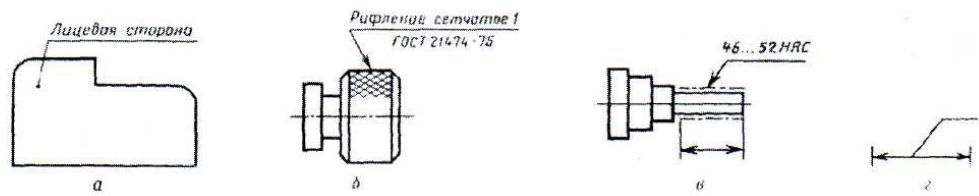
Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых, а также установленных в стандартах и указанных в приложении к настоящему стандарту.

Текст на поле чертежа, таблицы, надписи с обозначением изображений, а также надписи, связанные непосредственно с изображением, как правило, располагают параллельно основной надписи чертежа.

Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета, например указания о количестве конструктивных элементов (отверстий, канавок и т.п.), если они не внесены в таблицу, а также указания лицевой стороны, направления проката, волокон и т. п.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой (черт. 1а).

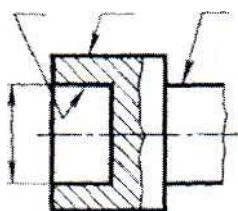
Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой (черт. 1б, в). На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки (черт. 1г).



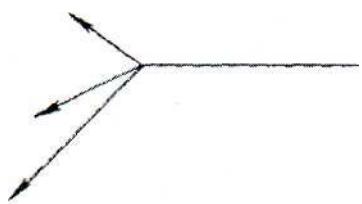
Черт. 1

Линии-выноски должны не пересекаться между собой, быть непараллельными линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не пересекать, по возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

Допускается выполнять линии-выноски с одним изломом (черт. 2), а также проводить от одной полки две и более линии-выноски (черт. 3).



Черт. 2



Черт. 3

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью.

Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т. п.

На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

На чертеже оставляют место для продолжения таблицы изменений.

На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров (например, зубчатого колеса, червяка и т. п.), ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105-95.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, по возможности в следующей последовательности:

- а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т.д.), указание материалов-заменителей;
- б) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;
- в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;
- г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;
- е) другие требования к качеству изделий, например: бесшумность, виброустойчивость, самоторможение и т. д.;

ж) условия и методы испытаний;  
 з) указания о маркировании и клеймении;  
 и) правила транспортирования и хранения;  
 к) особые условия эксплуатации;  
 л) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки.

Заголовок «Технические требования» не пишут.

В случае, если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части.

Надписи, относящиеся к отдельным элементам предмета и наносимые на полках линий-выносок, помещают на тех листах чертежа, на которых они являются наиболее необходимыми для удобства чтения чертежа.

Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), поверхностей, размеров и других элементов изделия применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв Й, О, Х, Ъ, Ы, Ъ.

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков независимо от количества листов чертежа. Предпочтительно обозначать сначала изображения.

В случае недостатка букв применяют цифровую индексацию, например: «А»; «А<sub>1</sub>»; «А<sub>2</sub>»; «Б - Б»; «Б] - Б]»; «Бг - Бг».

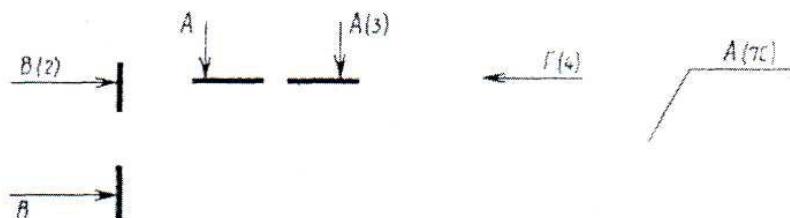
Буквенные обозначения не подчеркивают.

Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно после надписи, относящейся к изображению, например:

А-А(1:1);Б(5:1);А(2:1).

Если на чертеже отыскание дополнительных изображений (сечений, разрезов, дополнительных видов, выносных элементов) затруднено вследствие большой насыщенности чертежа или выполнения его на двух и более листах, то у обозначения дополнительных изображений указывают номера листов или обозначения зон, на которых эти изображения помещены (черт. 4).



Черт. 4

В этих случаях над дополнительными изображениями у их обозначений указывают номера листов или обозначения зон, на которых дополнительные изображения отмечены (черт. 5).

$A-A (1:2)$    $(1)$   $\Gamma(2)$   $A(5:1) (2\ell)$

Черт. 5

### 2.3 Практическое занятие №3 (2 часа)

Тема: «ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды»

#### 2.3.1 Задание для работы:

1. Основные положения и определения.

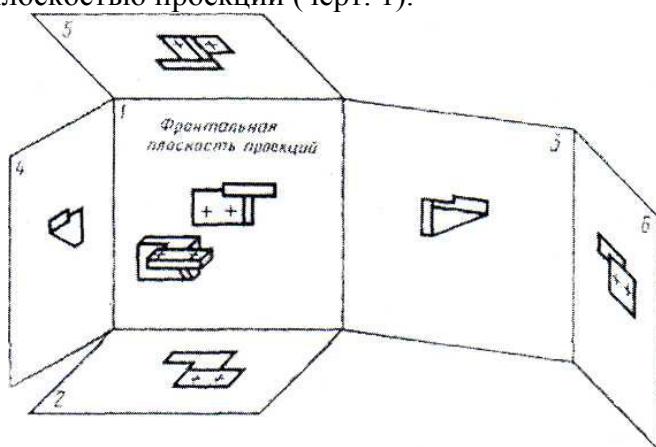
2. Виды.

#### 2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

ГОСТ 2.305-68 устанавливает правила изображения предметов (изделий, сооружений и составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

#### 1. Основные положения и определения.

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (черт. 1).

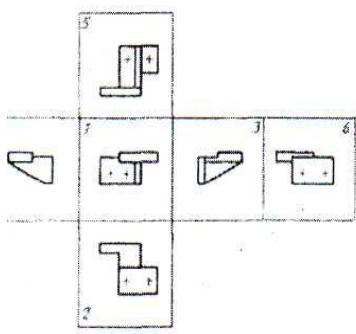


Черт. 1

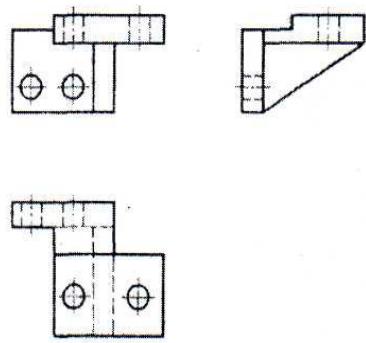
За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба; грани совмещают с плоскостью, как показано на черт. 2. Грань 6 допускается располагать рядом с гранью 4.

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

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.



Черт. 2



Черт. 3

*Вид* - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать

необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий (черт. 3).

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

## 2. Виды.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекции (основные виды, черт. 2):

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

В строительных чертежах в необходимых случаях соответствующим видам могут присваиваться другие названия, например «фасад».

Названия видов на чертежах надписывать не следует, за исключением случая, предусмотренного в п. 2.2. В строительных чертежах допускается надписывать название вида с присвоением ему буквенного, цифрового или другого обозначения.

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекции) то направление проектирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву (черт. 8).

Чертежи оформляют так же, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ним.

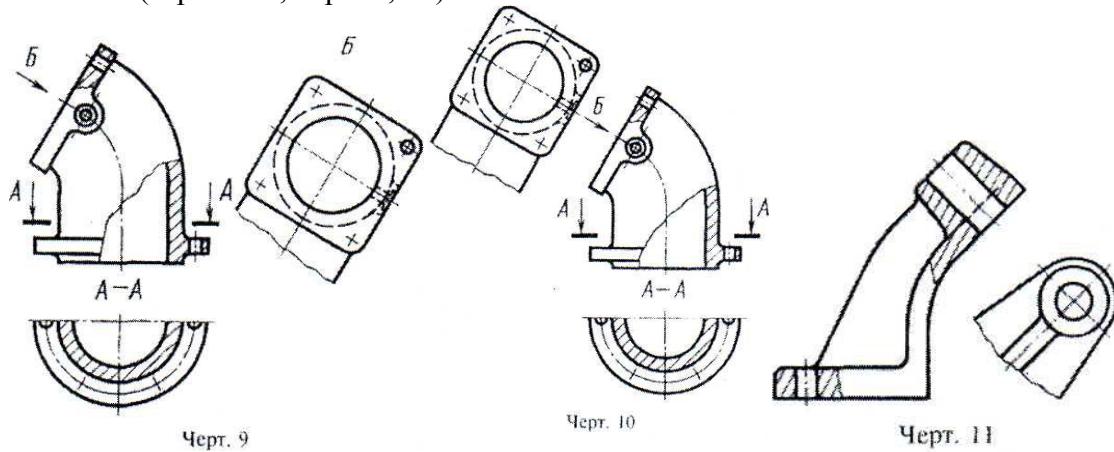
Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

В строительных чертежах допускается направление взгляда указывать двумя стрелками (аналогично указанию положения секущих плоскостей в разрезах).

В строительных чертежах независимо от взаимного расположения видов допускается надписывать название и обозначение вида без указания направления взгляда стрелкой, если направление взгляда определяется названием или обозначением вида.

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на перечисленных в п. 2.1 видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций (черт. 9—11).

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой (черт. 9, 10), у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка Б, черт. 9, 10).



Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (черт. 11).

Дополнительные виды располагают, как показано на черт. 9-11. Расположение дополнительных видов по черт. 9 и 11 предпочтительнее.

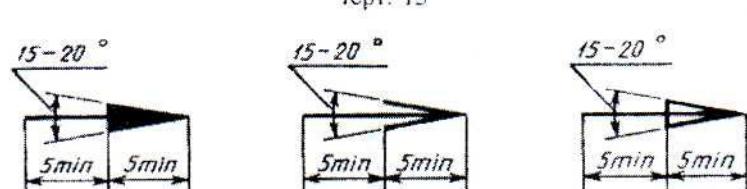
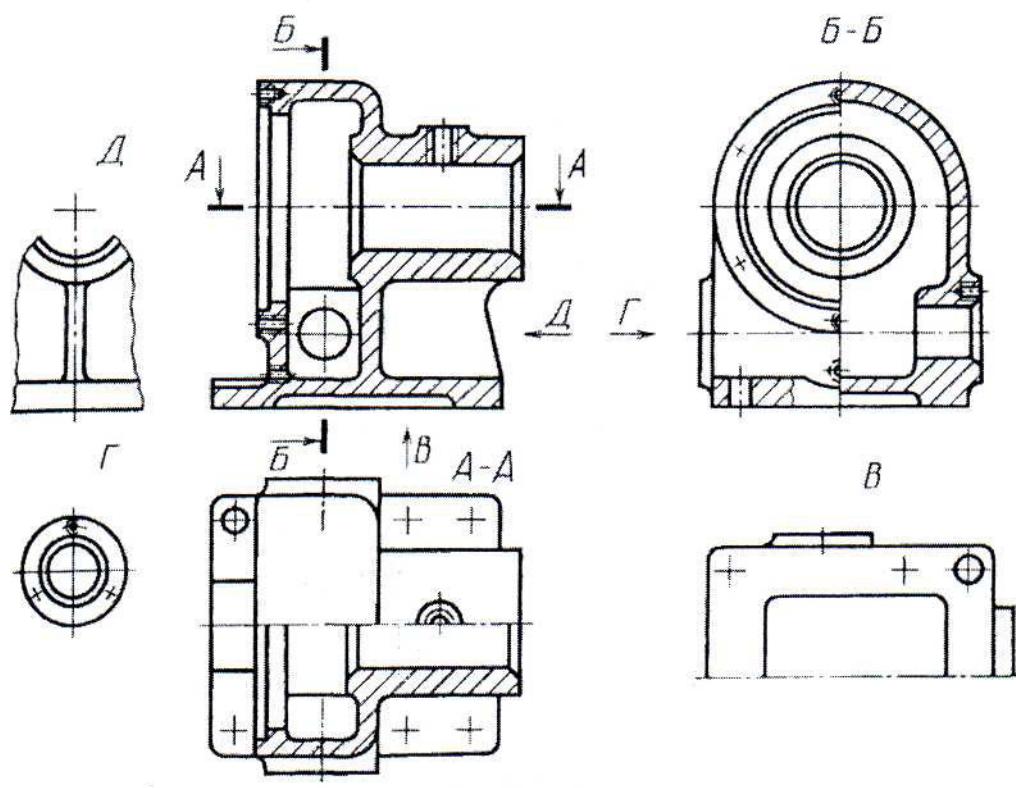
Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении, при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением  $<0$ . При необходимости указывают угол поворота (черт. 12).

Несколько одинаковых дополнительных видов, относящихся к одному предмету, обозначают одной буквой и вычерчивают один вид. Если при этом связанные с дополнительным видом части предмета расположены под различными углами, то к обозначению вида условное графическое обозначение не добавляют.

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется местным видом (вид  $\Gamma$ , черт. 8; вид  $\Delta$  черт. 13).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (вид  $\Delta$  черт. 13), или не ограничен (вид  $\Gamma$ , черт. 13). Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду.

Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать приведенным на черт. 14. 2.6, 2.7.



## 2.4 Практическое занятие №4 (2 часа)

Тема: «ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды»

### 2.4.1 Задание для работы:

1. Разрезы.
2. Сечения.
3. Выносные элементы.

### 2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### 1. Разрезы

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

горизонтальные - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (например, разрез А-А, черт. 13, разрез Б-Б, черт. 15). В строительных чертежах горизонтальным разрезам могут присваиваться другие названия, например, «план»;

вертикальные - секущая плоскость перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекции (например, разрез на месте главного

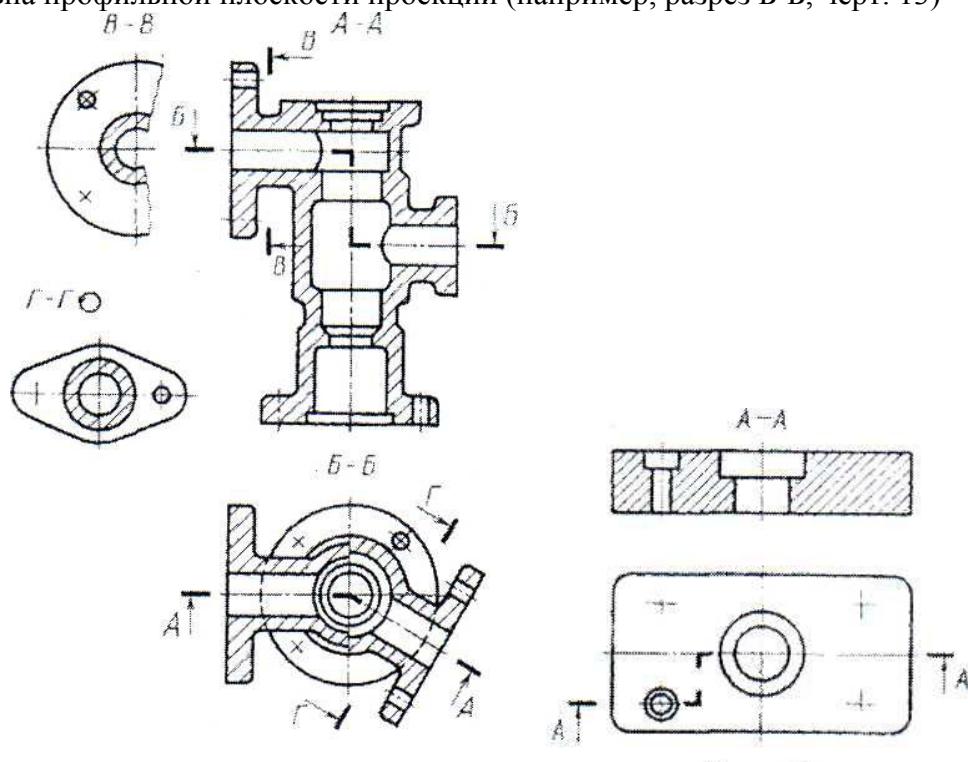
вида, черт. 13; разрезы А-А, В-В, Г-Г, черт. 15);

наклонные - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого, (например разрез В-В, черт. 8).

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на: простые - при одной секущей плоскости (например, черт. 4, 5) сложные - при нескольких секущих плоскостях (например разрез А-А, черт. 8, разрез Б-Б, черт. 15)

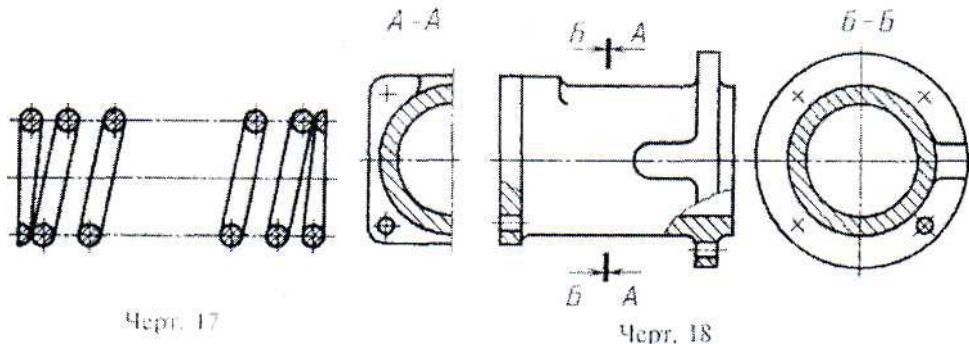
Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость, параллельна фронтальной плоскости проекций (например,

разрез, черт. 5; разрез А-А, черт. 16), и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (например, разрез Б-Б, черт. 13)



Черт. 15

Черт. 16



Черт. 17

Черт. 18

Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны (например, ступенчатый горизонтальный разрез Б—Б, черт. 15; ступенчатый фронтальный разрез А-А, черт. 16), и ломаными, если секущие плоскости пересекаются (например, разрезы А-А, черт. 8 и 15).

Разрезы называются продольными, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (черт. 17), и поперечными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно к длине или высоте предмета (например, разрезы А - А и Б - Б, черт. 18).

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда (черт. 8 - 10, 13, 15); стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха.

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. В случаях, подобных указанному на черт. 18, стрелки, указывающие направление взгляда, наносятся на одной линии.

У начала и конца линии сечения, а при необходимости и у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, и в местах пересечения со стороны внешнего угла.

Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А—А» (всегда двумя буквами через тире).

В строительных чертежах у линии сечения взамен букв допускается применять цифры, а также надписывать название разреза (плана) с присвоенным ему буквенным цифровым или другим обозначением.

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают (например, разрез на месте главного вида, черт. 13).

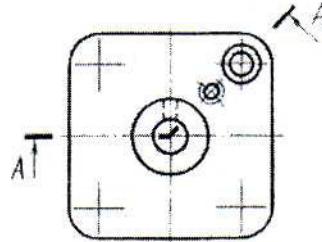
Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении чертежа (черт. 12).

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (черт. 13).

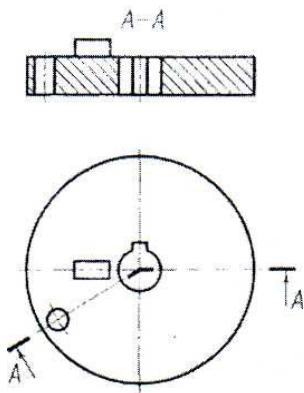
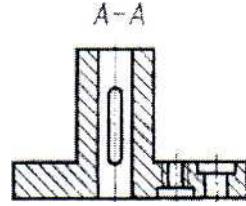
Вертикальный разрез, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскости проекций, а также наклонный разрез должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения.

Допускается располагать такие разрезы в любом месте чертежа (разрез В-В, черт. 8), а также с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В последнем случае к надписи должно быть добавлено условное графическое обозначение (Разрез Г - Г, чеот. 15).

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда (черт. 19).

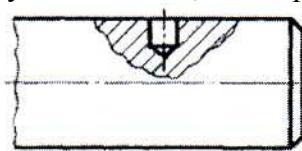


Черт. 19

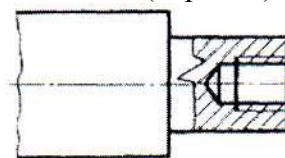


Черт. 20

Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (разрезы А - А черт. 8, 15). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные на ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение (черт. 20).



Черт. 21

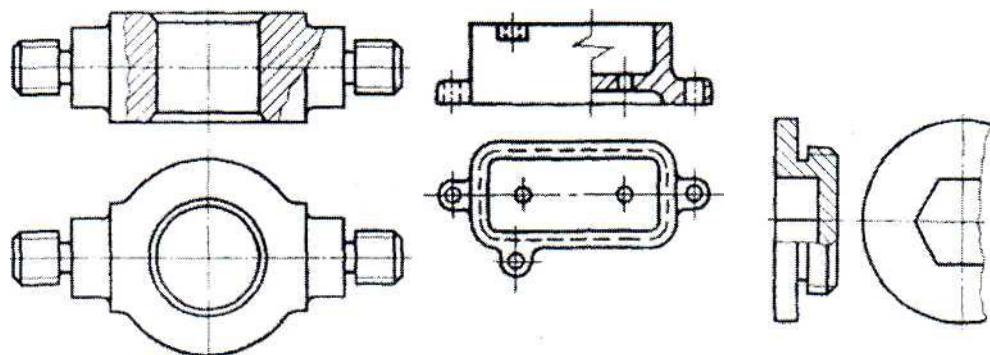


Черт. 22

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченно месте, называется местным.

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией (черт. 21) или сплошной тонкой линией с изломом (черт. 22). Эти линии не должны совпадать с какими-либо другим линиями изображения.

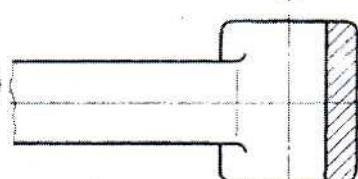
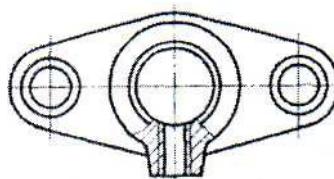
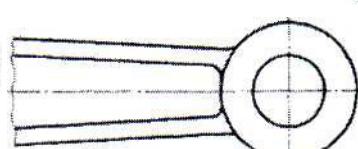
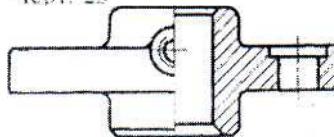
Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (черт. 23, 24, 25). Если при этом соединяются половины вида и половины разреза, каждый из которых является симметрично фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (черт. 26). Допускается также разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией (черт. 27), совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет собой тело вращения.



Черт. 23

Черт. 24

Черт. 25



Черт. 26

Черт. 27

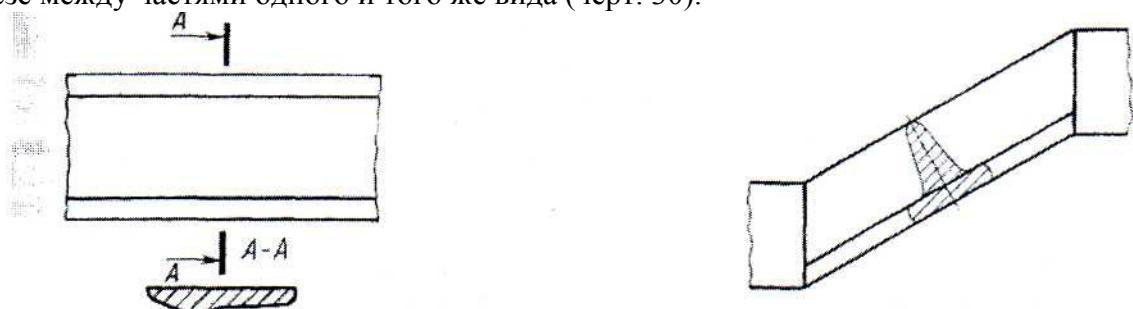
Допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов: четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т. п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично.

## 2. Сечения

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на:

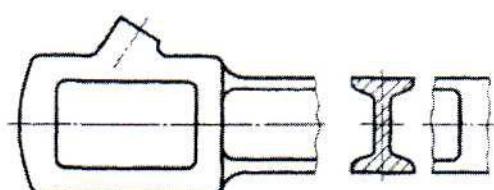
- вынесенные (черт. 6, 28);
- наложенные (черт. 29).

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрезе между частями одного и того же вида (черт. 30).



Черт. 29

Черт. 28



Черт. 30

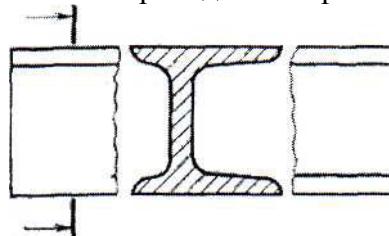
Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения — сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (черт. 13, 28, 29).

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения (черт. 6, 29) указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

В случаях, подобных указанному на черт. 30, при симметричной фигуре сечения линию сечения не проводят.

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами русского алфавита (в строительных чертежах — прописными или строчными буквами русского алфавита или цифрами). Сечение сопровождают надписью по типу «А—А» (черт. 28). В строительных чертежах допускается надписывать название сечения.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (черт. 31) или наложенных (черт. 32), линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.



Черт. 31

В строительных чертежах при симметричных сечениях применяют разомкнутую линию с обозначением ее, но без стрелок, указывающих направление взгляда.

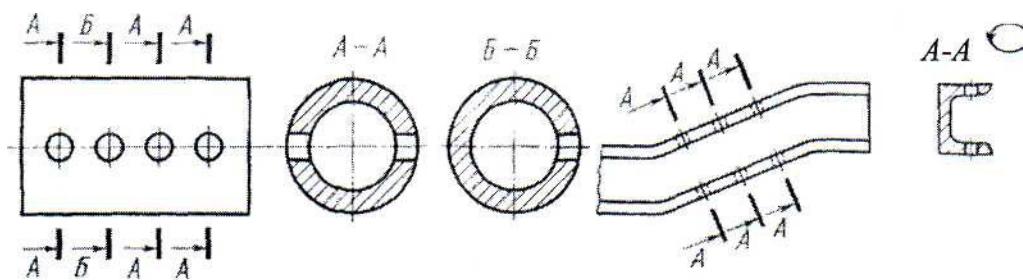
Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (черт. 28). Допускается располагать сечение на любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением условного графического обозначения.

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (черт. 33, 34).

Если при этом секущие плоскости направлены под различными углами (черт. 35), то условное графическое обозначение не наносят.

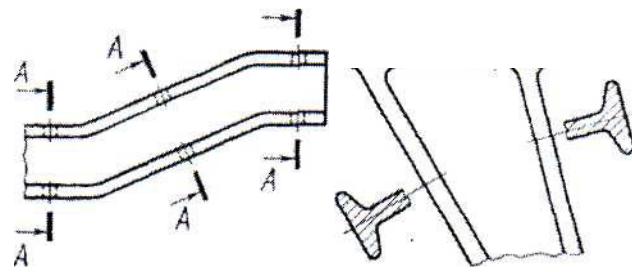
Когда расположение одинаковых сечений точно определено изображением или размерами, допускается наносить одну линию сечения, а над изображением сечения указывает количество сечений.

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения (черт. 36).



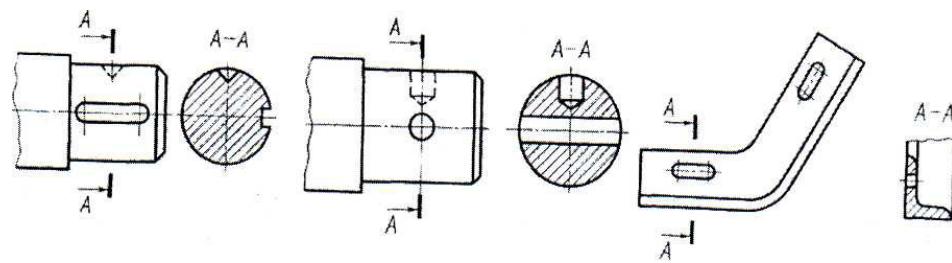
Черт. 33

Черт. 34



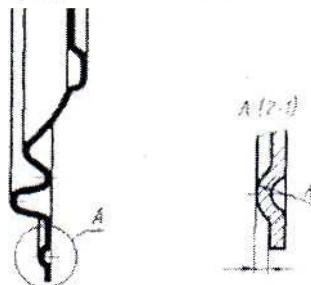
Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (черт. 37).

Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы (черт. 38).



Черт. 37

Черт. 38



Черт. 39

### 3. Выносные элементы

Выносной элемент - дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой - либо части предмета, требующей графического или других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент - разрезом). При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией - окружностью, овалом и т.п. с обозначением выносного элемента прописной буквой или сочетанием прописной буквы с арабской цифрой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен (черт. 39). В строительных чертежах выносной элемент на изображении допускается также отмечать фигурной или квадратной скобкой или графически не отмечать. У изображения, откуда элемент выносится, и у выносного элемента допускается также наносить присвоенное выносному элементу буквенное или цифровое (арабскими цифрами) обозначение и название. Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

## 2.5 Практическое занятие №5 (2 часа)

Тема: «Элементы геометрии деталей»

### 2.5.1 Задание для работы:

1. Сопряжения.
2. Лекальные кривые.

### 2.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### 1 Сопряжения

Сопряжение есть плавный переход одной линии в другую, выполненный при помощи промежуточной линии. Чаще всего промежуточной линией служит дуга окружности. Переход окружности в прямую только тогда будет плавным, когда данная прямая будет касательной к окружности.

В общем случае существует три основных типа построения сопряжений:

- сопряжение двух прямых линий;
- сопряжение прямой линии с окружностью;
- сопряжение двух окружностей.

#### Сопряжение двух прямых линий

Для построения сопряжения двух пересекающихся прямых  $l_1$  и  $l_2$  необходимо на расстоянии заданного радиуса  $R$  провести две вспомогательные прямые, соответственно параллельные заданным  $l_1$  и  $l_2$  (рис. 1). Точка пересечения этих прямых является центром  $O$  радиуса сопряжения  $R$ . Из полученного центра опускаем перпендикуляры на заданные прямые - получаем точки сопряжений  $A$  и  $B$ . Из центра  $O$  величиной заданного радиуса  $R$  проводим дугу пределах между найденными точками  $A$  и  $B$ .

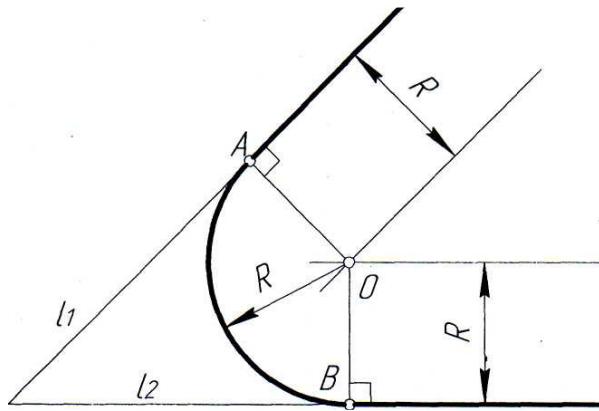


Рис.1 Сопряжение прямой линии с окружностью

Для построения сопряжения прямой линии с дугой радиусом  $R_j$  проведенной из центра  $O_j$  (рис. 2), требуется провести вспомогательную прямую, параллельную прямой на расстоянии заданного радиуса сопряжения  $R$ , а из центра  $O_j$  проводим вспомогательную дугу радиусом  $R+R_j$ . В точке пересечения этих вспомогательных линий получаем центр сопряжения  $O$ . Из этого центра опускаем перпендикуляр на прямую - получаем точку сопряжения на прямой — $A$ . Соединяя центры  $O$  и  $O_j$ , и на пересечении вспомогательной прямой с дугой радиусом  $R_j$  получаем точку сопряжения  $B$ . Из центра  $O$  между найденными точками  $A$  и  $B$  радиусом  $R$  проводим дугу сопряжения.

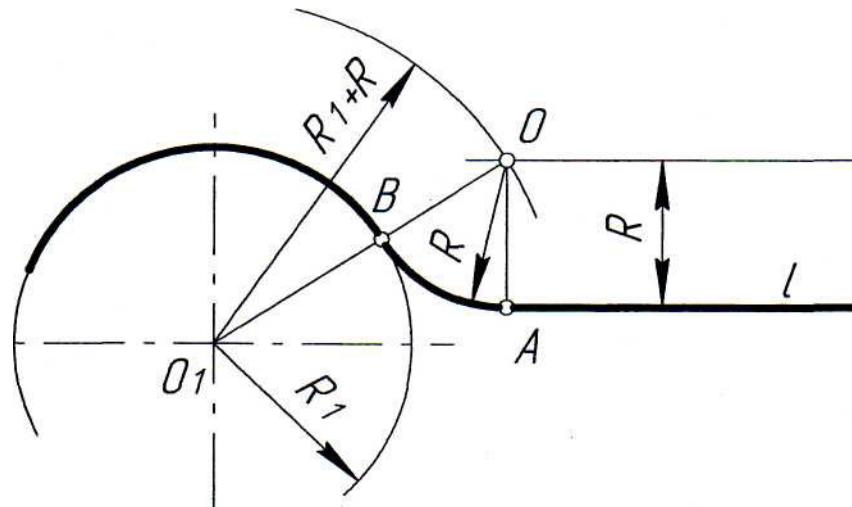
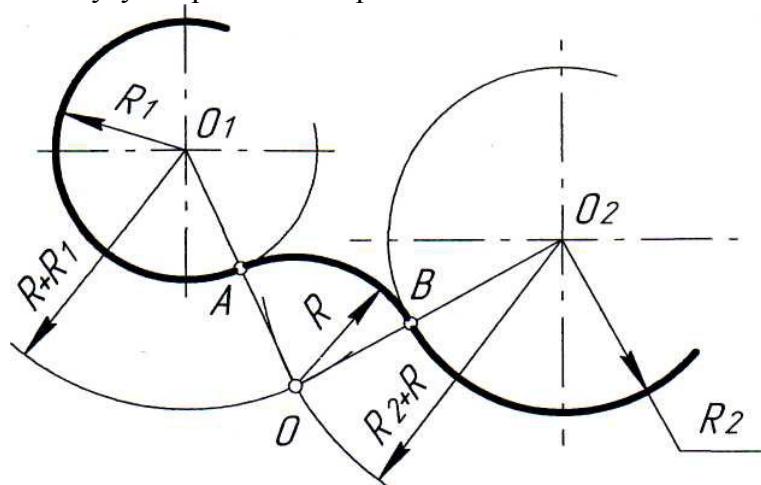


Рис.2 Сопряжение двух окружностей

Для построения сопряжения двух дуг: дуги  $Rj$  из центра  $Oj$  и дуги  $R_2$  из центра  $O_2$  (рис.3), требуется провести две вспомогательные окружности. Первую из центра  $O_1$  радиусом  $Rj+R$ , вторую из центра  $O_2$  радиусом  $R_2+R$ . Точка пересечения двух вспомогательных дуг определяет центр сопряжения - точку  $O$ . Для определения точек сопряжения  $A$  и  $B$  соединяем центр сопряжения  $O$  с центрами заданных дуг  $Oj$  и  $O_2$ . Радиусом  $R$  проводим дугу сопряжения в пределах точек  $AB$ .

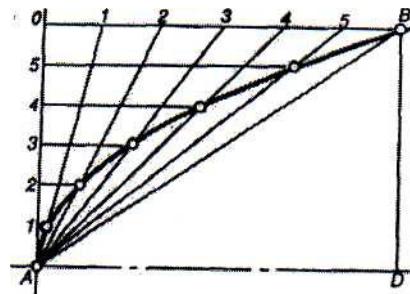


## 2 Лекальные кривые

**Эллипс** (рис. 5) — замкнутая плоская кривая, для которой сумма расстояний от любой ее точки до двух заданных в той же плоскости (фокусов эллипса) есть величина постоянная, равная большой оси эллипса. Отрезок  $AB$  — большая ось эллипса, отрезок  $CD$  — малая ось. Если из точек  $C$  или  $D$  провести дугу радиусом  $R = AB:2$ , то на большой оси эллипса будут отмечены его фокусы (точки  $F$  и  $Fj$ ).

**Построение эллипса по двум его осям.** На заданных осях эллипса (большой  $AB$  и малой  $CD$ ) строят как на диаметрах две концентрические окружности. Одну из них делят на 8 ... 12 равных или неравных частей и через точку деления и центр  $O$  проводят радиусы до их пересечения с большой окружностью. Через точки  $1, 2, \dots$  деления большой окружности проводят прямые, параллельные малой оси  $CD$ , а через точки  $\Gamma, 2\Gamma, \dots$  деления малой окружности — прямые, параллельные большой оси  $AB$ . Точки пересечения соответствующих прямых принадлежат искомому эллипсу. Полученную совокупность точек, включая точки на большой и малой осях, последовательно соединяют от руки

плавной кривой, которую затем обводят по лекалу. Есть и другие способы построения эллипса.



*Парабола* (рис. 6) — плоская кривая, каждая точка которой расположена на одинаковом расстоянии от заданной прямой (директрисы) и точки (фокуса), расположенной в той же плоскости.

На рис. 6 рассмотрен один из способов построения параболы по заданной вершине, оси и одной из точек параболы. Из точек  $A$  и  $B$  проведены взаимно перпендикулярные прямые до пересечения в точке  $C$ .

Отрезки  $AO$  и  $BO$  разделены на одинаковое число равных частей. Из вершины  $A$  проведены лучи в точки деления на отрезке  $BC$ , а из точек деления на отрезке  $AO$  — прямые, параллельные осям параболы.

В пересечении соответствующих прямых отмечены точки одной ветви параболы. Точки другой ветви параболы симметричны относительно ее оси. Другие способы построения указаны в литературе.

*Циклоида* (рис. 7) — плоская кривая, принадлежащая окружности, перекатываемой без проскальзывания по прямой линии. Для построения циклоиды от начальной точки  $A$  окружности проводят направляющую прямую, ограничив ее длину отрезком  $AA'$ , равным длине заданной окружности ( $2nR$ ). Делят отрезок  $AA'$  и окружность на одинаковое число равных частей ( $n = 12$ ).

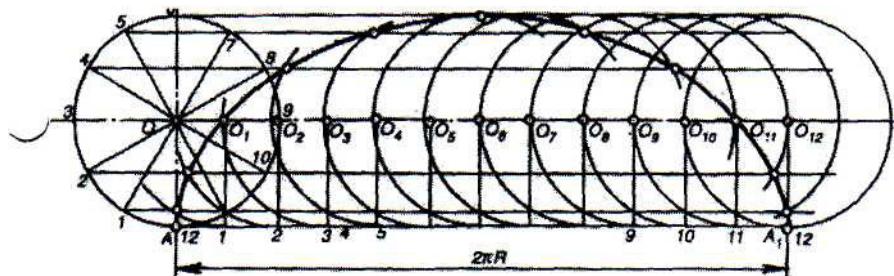
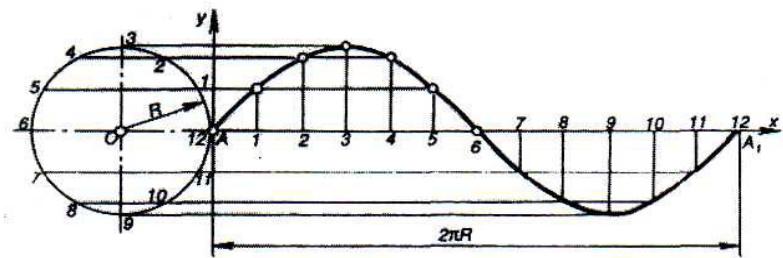


Рис. 7

Через точки деления окружности  $1, 2, \dots$  проводят ряд параллельно направляющей прямой  $AA'$ . Через точки деления прямой — перпендикуляры, которые при пересечении с осевой линией, продолженной из центра начальной окружности, обозначают ряд последовательно расположенных центров  $O_1, O_2, \dots$  перекатываемой окружности. Описывая из этих центров дуги радиусом  $R$ , последовательно отмечают точки их пересечения с соответствующими прямыми, параллельными  $AA'$ , как точки, принадлежащие циклоиде.

*Синусоиду* (рис. 8) строят по заданному диаметру начальной окружности. Выбирают начало координат, совпадающим с точкой  $A$  на окружности заданного радиуса  $R$ , и на продолжении оси  $OA$  откладывают отрезок  $AA_1 = 2nR$  (равный длине окружности). Делят окружность и отрезок  $AA_1$  на одинаковое число равных частей и пронумеровывают точки деления. Через точки деления окружности проводят ряд прямых, параллельных

точек деления прямой  $AL$  — ряд прямых, перпендикулярных  $AA$ . На пересечении этих вспомогательных прямых, имеющих одноименные номера, отмечают точки синусоиды.



Вид синусоиды имеют многие кривые, изображающие гармонические колебательные процессы или являющиеся проекциями винтовых линий. Для их построения выполнение условия  $AA \perp 2\pi R$  не является обязательным, но принцип деления исходной окружности и прямой  $AA'$  сохраняют.

Эвольвента (рис. 9) — траектория, описываемая каждой точкой прямой линии, перекатываемой по окружности без скольжения (развертка круга). В технике по эвольвенте выполняют профиль зубьев зубчатых колес. Для построения эвольвенты исходную окружность с центром  $O$  делят на произвольное число равных частей ( $n = 12$ ). В точках деления  $1, 2, \dots, 12$  профодят касательные к окружности, направленные в одну сторону. Касательную, проведенную из последней точки деления, ограничивают отрезком, равным длине окружности ( $2\pi R$ ), и делят этот отрезок на то же число равных частей. Последовательно отмечая на всех касательных точки, соответствующие определенному числу делений длины окружности: на первой — одному делению, на второй — двумя и т. д., — соединяют их плавной кривой линией.

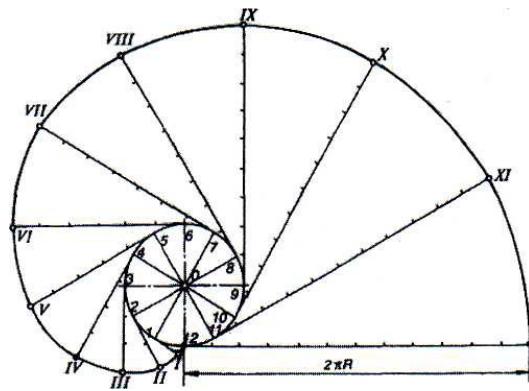


Рис.9

Построение гиперболы, эпициклоиды, гипоциклоиды, спиралей Архимеда и т. д. см. в рекомендуемой литературе.

При обводке кривых по лекалу, его следует подбирать не менее чем для трех точек того или иного участка, а обводить участок между двумя точками.

## 2.6 Практическое занятие №6 (2 часа)

Тема: «ГОСТ 2.311-68 изображение резьбы»

### 2.6.1 Задание для работы:

1. Общие сведения.
2. Болтовое соединение.
3. Шпилечное соединение.
4. Винтовое соединение.

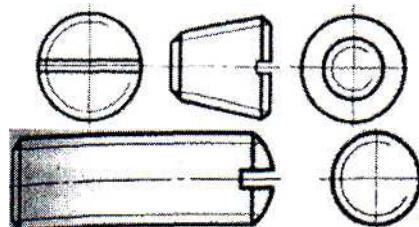
### 2.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### 1 Общие сведения

Резьбу изображают:

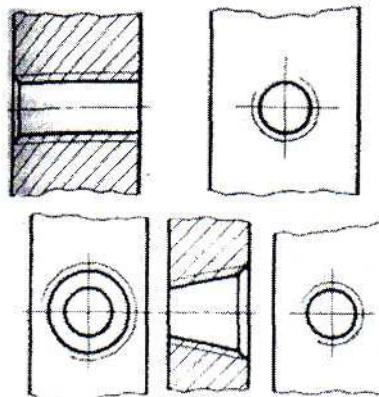
- на стержне - сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (черт. 1, 2);

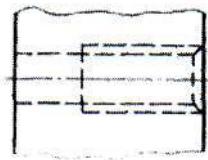


- в отверстии - сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

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



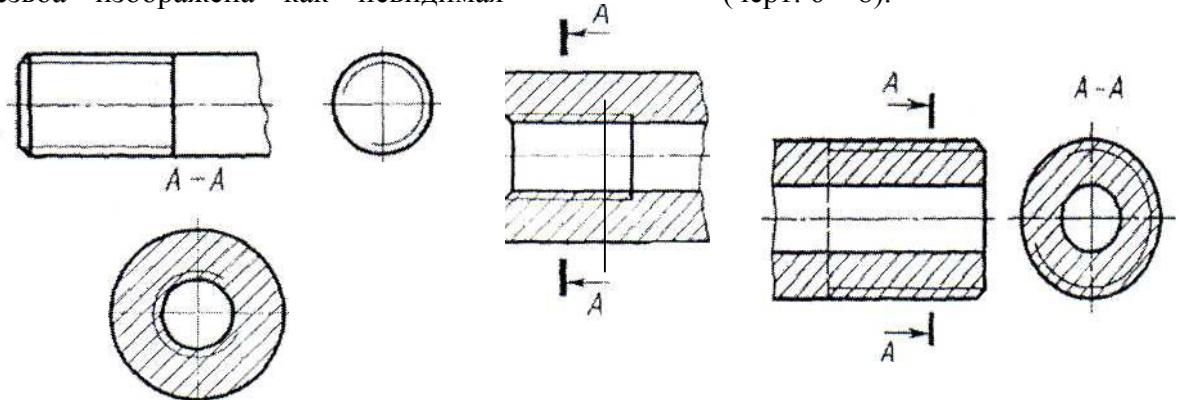
Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.



Черт. 5

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру (черт. 5).

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (черт. 6—8).



Черт. 6

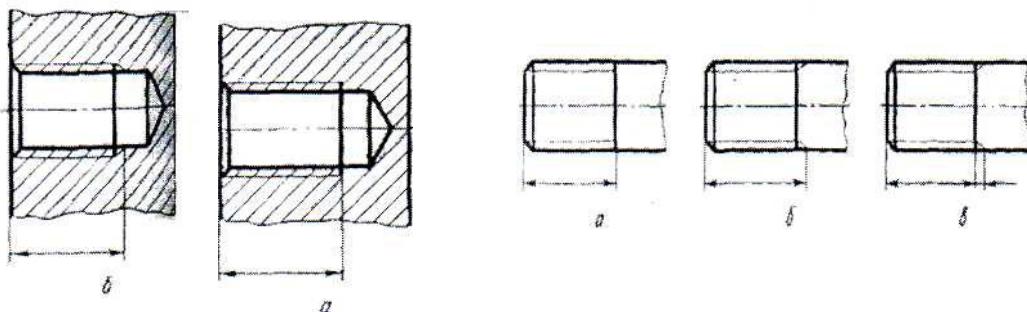
Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (см. черт. 3, 4, 7, 8).

Размер длины резьбы с полным профилем (без сбега) на стержне и в отверстии указывают, как показано на черт. 9а и 10.

Размер длины резьбы (со сбегом) указывают, как показано на черт. 9б и 10б.

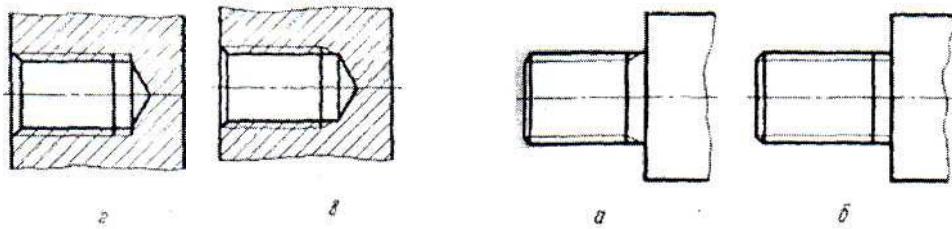
При необходимости указания величины сбега на стержне размеры наносят, как показано на черт. 9в.

Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией, как показано на черт. 9, в и 10.



Черт. 10

Недорез резьбы, выполненной до упора, изображают, как показано на черт. 11а и в. Допускается изображать недорез резьбы, как показано на черт. 11б и г.



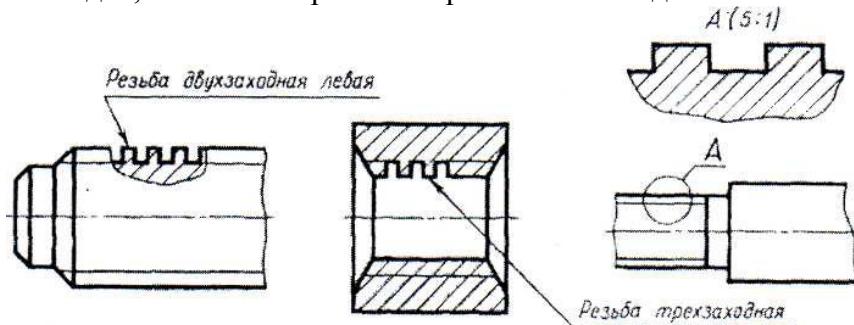
Черт. 11

Основную плоскость конической резьбы на стержне, при необходимости, указывают тонкой сплошной линией, как показано на черт. 12.

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на черт. 13 и 14, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (черт. 15-17). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски (см. черт. 15).

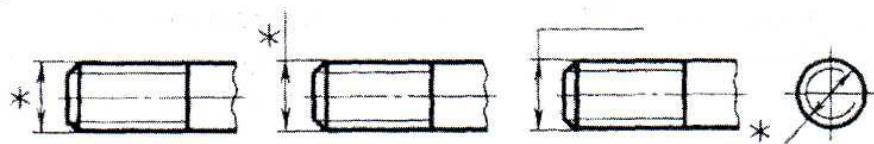
Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на черт. 18, со всеми необходимыми размерами и предельными отклонениями. Кроме размеров и предельных отклонений резьбы, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы и т.п. с добавлением слова «Резьба».



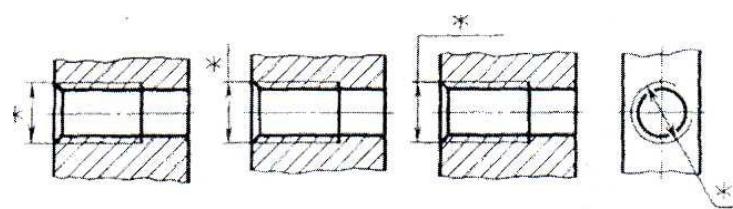
Черт. 15

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (черт. 19, 20).

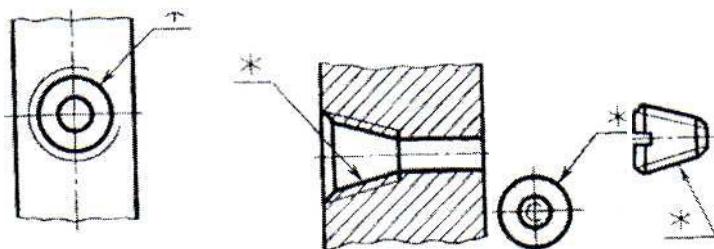
Обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на черт. 21, 22.



Черт. 21



Черт. 22



Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на черт. 23.

Специальную резьбу со стандартным профилем обозначают сокращенно Сп и условным обозначением резьбы. Детали машин и приборов соединяют крепежными деталями. Кроме того, применяются резьбовые соединения деталей, на одной из которых нарезана наружная, а на другой - внутренняя резьба. Такие соединения, называемые разъемными, можно разобрать без повреждения деталей.

Стандартные крепежные детали можно разделить на две группы:

- 1) резьбовые крепежные детали (болты, винты, шпильки, гайки);
- 2) крепежные детали без резьбы – шайбы (обыкновенные, пружинные, стопорные) и шплинты.

В зависимости от требований, предъявляемых к соединению, оно может выполняться или только деталями I группы, или этими же деталями совместно с деталями II группы.

## 2 Болтовое соединение

Составными элементами болтового соединения являются; болт, шайба, гайка и скрепляемые детали.

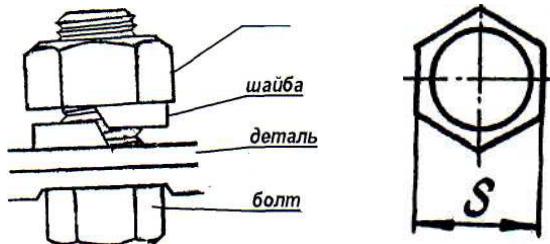


Рис.1

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, на другом - участок с резьбой (длина нарезанного участка, так называемого стяжного конца). Для увеличения прочности болта в месте, перехода от стержня к головке выполняют округления радиуса (галтель). Под термином "длина болта" подразумевается только длина стержня размер. Во избежание "забоя" резьбы и для облегчения навинчивания гайки конец стержня с резьбой обычно обтачивают на конус (снимают фаску.)

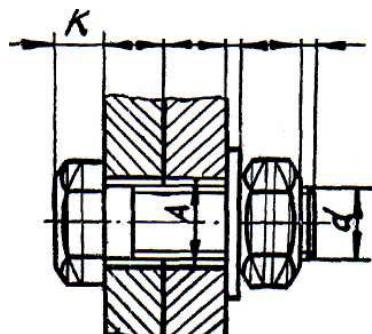


Рис.2

Каждому диаметру, болта  $d$  соответствуют определенные размеры его головки. При одном и том же диаметре резьбы болта  $d$  болт может изготавливаться различной длины, которая стандартизована. Длина резьбовой части болта также стандартизована и устанавливается в зависимости от его диаметра  $d$  и длины.

На рис. 2 представлен чертеж болта и показаны необходимые построения, выполняемые в учебном процессе.

Гайки навинчивают на резьбовой конец болта или шпильки. При завинчивании гайки соединяемые детали зажимаются между гайкой и головкой болта. По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными и круглыми. Гайки изготавливаются нормальной, повышенной и грубой точности. Наиболее употребительны шестигранные гайки нормальной точности по ГОСТ 5915-70 в двух исполнениях: с двумя и одной наружными фасками. Чертеж гайки выполняется по размерам, взятым из соответствующего ГОСТа. Изображение шестигранной гайки отрисовывается, как и головка болта (рис. 3).

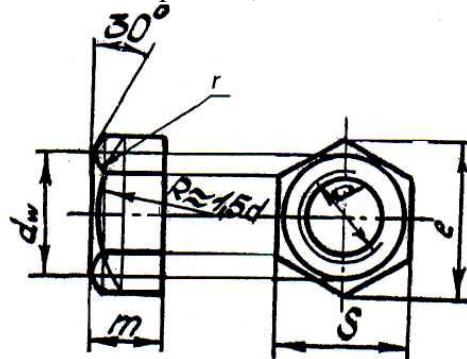
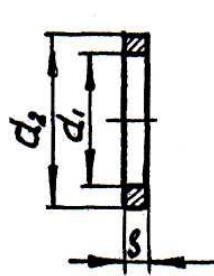


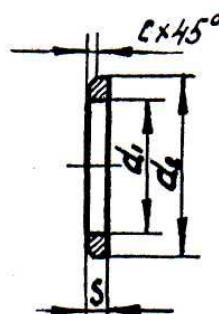
Рис.3

Шайбы применяются при следующих условиях:

- если отверстие под болты или шпильку некруглое (овальное, прямоугольное), когда мала опорная поверхность у гаек;
- если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задиров при затяжке гайки ключом;
- если детали изготовлены из мягкого материала (алюминия, латуни, бронзы, дерева и др.), в этом случае нужна большая опорная поверхность. Под гайкой для предупреждения смятия детали. Размеры стальных плоских шайб для болтов и гаек берут по ГОСТ 11371-78 или СТ СЭВ 28-76 и 281-76. Наиболее часто применяемые шайбы имеют два исполнения: исполнение I - без фаски исполнение 2-е фаской (рис. 4).



Исполнение 1



Исполнение 2

Рис. 4

Рассмотрим пример вычерчивания болтового соединения в учебном процессе по размерам, взятым из ГОСТов.

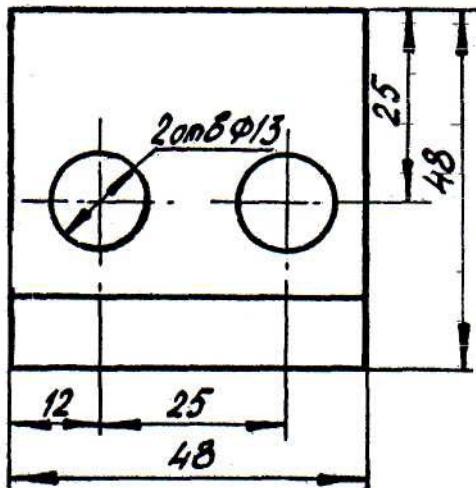
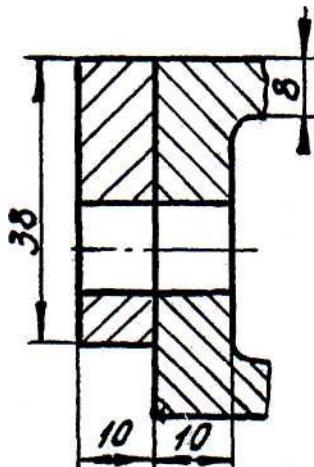


Рис. 5

Требуется соединить болтом две детали, общая толщина, которых равна 20 мм, диаметр отверстия под болт 13 мм.



Так как по условному соотношению диаметр отверстия под болт  $A=I, Id$ , а диаметр  $d$  стандартного болта может быть только четным числом, принимаем номинальный диаметр резьбы болта М12. По табл. 25.2 "Основные размеры болтов с шестигранной головкой (нормальной точности)" по ГОСТ 7798-70 (приложение) принимаем для болта М12 I исполнения: шаг резьбы 1,75мм, размер "под ключ"  $S=19$  мм.

Принимаем основный размеры головки болта М12: высота головки  $K$  - 8 мм. Размеры шайбы выбираются в зависимости от номинального диаметра болта по табл. 29.1 "Шайбы обычные: нормальные по ГОСТ 11371-78" (приложение). Для номинального диаметра резьбы М12, класса точности С, исполнения I: внутренний диаметр  $d_j = 13$  мм наружный диаметр  $d_2=24$  мм толщина  $iS=2,5$  мм. Для номинального диаметра резьбы М12: исполнение I, размер "под ключ" 19 мм, диаметр описанной окружности, не менее  $e=20,9$  мм высота  $m= 10$  мм. Расчетная длина  $l_{расч}$ , подсчитывается по формул  $l_{расч.} = a+b+S+m+n$ , где  $a$  и  $b$  -толщина соединяемых деталей в мм;  $S$  - толщина шайбы в мм;  $m$ - высота гайки в мм.  $n$ - длина выступающего конца болта в ММ. ( $n=0,25...0,3d$ ).

Подсчитав расчетную длину болта по таблице "Длина болтов с шестигранной головкой нормальной (класс В) и повышенной (класс А) точности в диапазоне Диаметров 6-48 мм по ГОСТ 7798- 70 и ГОСТ 7805-70 подбирают ближайшее значение. В

зависимости от  $d$  и длины по той же таблице определяется длина резьбы на стержне. Таким образом, расчетная длина болта в рассматриваемом примере будет равна  $l_{расч}=20+2,5+10+3=35,5$  мм.

По таблице принимаем ближайшее значение = 35 мм и длину резьбы  $d=30$  мм.

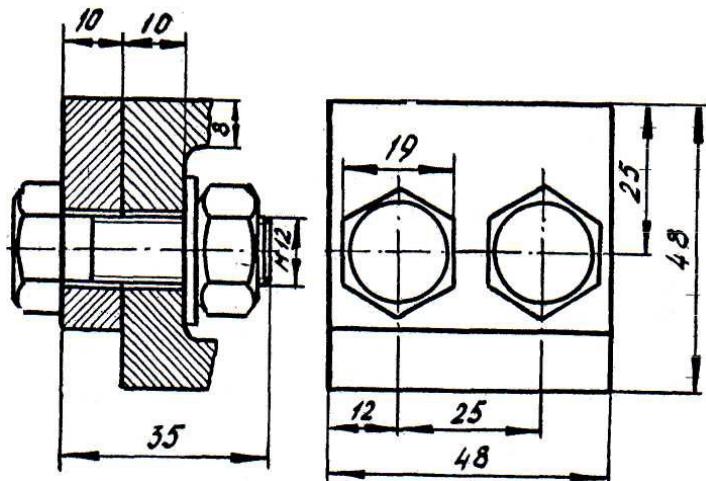


Рис. 6.

На чертеже болтового соединения обязательно указывать следующие размеры: толщина деталей: длина болта, размер резьбы болта, размер "под ключ".

### 3 Шпилечное соединение

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, концы которого имеют резьбу. Наибольшее распространение получили шпильки, изготавливаемые по ГОСТ 22032-76 (нормальной точности для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях).

Резьбовой конец шпильки  $l_1$  называется ввинчиваемым или посадочным резьбовым концом. Он предназначен для завинчивания в резьбовое отверстие одной из соединяемых, деталей. Длина ввинчиваемого резьбового конца определяется материалом детали, в которую он должен ввинчиваться и может выполняться равной величины:

$l_1=d$  - для стальных, бронзовых и латунных деталей (ГОСТ 22032-76, 22033-78);  
 $l_1=1,25d$  - для чугунных деталей (ГОСТ 22036-76, 22037-76);  $l_1=2d$  - для деталей из легких сплавов (ГОСТ 22038-76 ГОСТ 22041-76) ( $d$  - наружный диаметр резьбы). Резьбовой конец шпильки  $l_0$  называется просто резьбовым концом и предназначен для навинчивания на него гайки при соединении скрепляемых деталей.

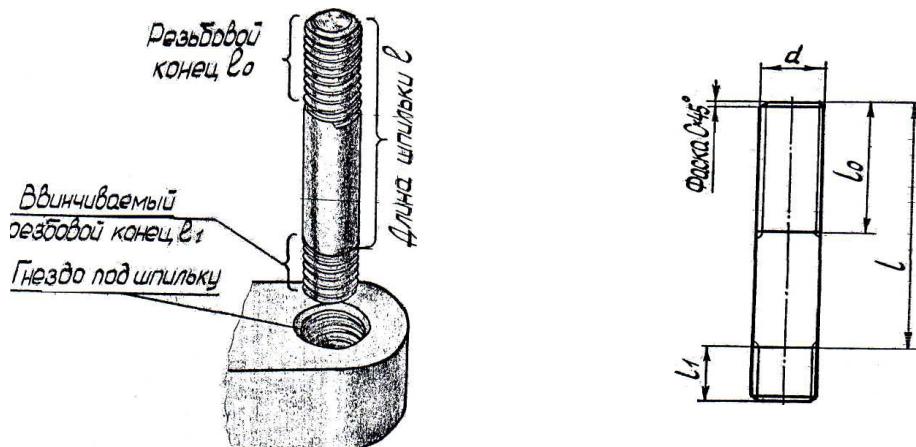


Рис. 7

Под длиной шпильки понимается длина стержня без ввинчивающегося резьбового конца. Длина резьбового (гаечного) конца может иметь различные значения, определяемые диаметром резьбы  $d_{19}$  высотой гайки, толщиной шайбы.

Шпильки изготавливаются на концах с одинаковыми диаметрами резьбы и гладкой части посередине нормальной и повышенной точности, В учебном чертеже рекомендуется выбрать шпильку по ГОСТ 22032-76. Технологическая последовательность выполнения отверстия с резьбой под шпильку, и порядок сборки шпилечного соединения следующие: Вначале сверлят отверстие диаметром  $d_j$ . На учебных чертежах принимается равным  $0,85 d$  на глубину  $l_2 - l_j + 6P$  (Р - шаг резьбы). Отверстие заканчивается с конической поверхностью с углом конуса  $120^\circ$ .

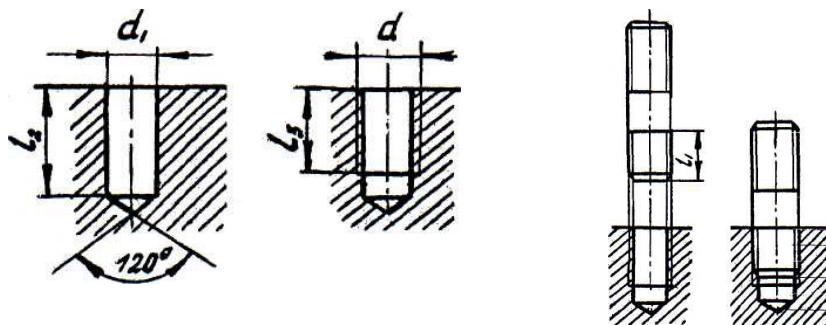


Рис. 8

1. Выбрать для данного размера резьбового отверстия шпильку соответствующего диаметра.

2. Подобрать необходимые для данного шпилечного соединения шайбу и гайку, определить длину шпильки по ГОСТу.

3. Рассчитать глубину сверленого и нарезанного отверстия под шпильку.

Рассмотрим пример вычерчивания шпилечного соединения, если известно, что диаметр резьбового отверстия М12. Толщина одной из скрепляемых деталей, в которой имеется сквозное отверстие  $d=13$  мм, равна 19 мм. Условно будем считать, что скрепляемые детали стальные, т.е. длина посадочного конца будет равна диаметру резьбы, или 12мм.

По ГОСТ 22032-76 выбираем шпильку М12 (таблица "Основные размеры шпилек общего применения для резьбовых отверстий ГОСТ 22032-76"). Основные параметры для шпильки данного диаметра:

Шаг резьбы  $P = 1,75$  мм

Диаметр стержня  $d_j = 12$  мм.

Прежде чем определить расчетную длину шпильки, необходимо выбрать для данного соединения соответствующие гайку и шайбу. Гайка выбирается, так же, как и в болтовом соединении по ГОСТ 5915-70. Основные ее размеры находим в таблице, Для гайки М12 исполнения I: Размер "под ключ"  $S=19$ мм.

Диаметр описанной окружности  $e = 20,9$  мм.

Высота  $t=10$ мм.

Шайба по ГОСТ 11371-78- табл. 29.1 (приложение).

Для номинального диаметра, резьбы крепежной детали М12: Исполнение 1,  $M=24$  мм.  $S=2,5$  mm.

Расчетная длина шпильки определяется толщиной детали, высотой гайки, толщиной шайбы и длиной, выступающей над гайкой  $n$  где  $n=0,25...0,3*$ , т.е. для М12  $n=2$   $0,25=3$ мм,  $r_{всч}=19+2,5+10+3=34,5$ мм. Сопоставляя полученную величину с рядом длин, предусмотренный стандартом, по таблице "Длина шпилек общего применения"

принимаем стандартное ближайшее значение  $l=35$  мм. По той же таблице определяем  $l_0=29$  мм. Глубина сверленого отверстия  $l_2$  в данном примере будет равна  $l_2 = h + 6P = 12 + 6 \cdot 1,75 = 22,5$ .

Глубина нарезки резьбы  $l_3 = h + 2P = 12 + 2 \cdot 1,75 = 15,5$ . Чертеж шпилечного соединения в задании будет иметь окончательный вид.

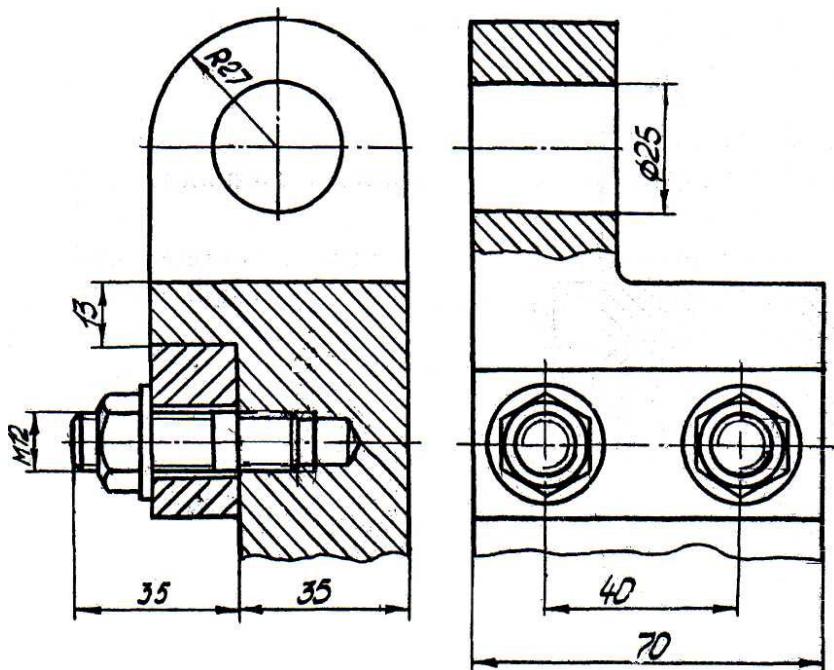


Рис.10

#### 4 Винтовое соединение

В винтовом соединении, как и в шпилечном, резьбовая часть винта ввинчивается в резьбовое отверстие детали. Граница резьбы винта должна быть несколько выше линии разъема деталей. Верхние детали в отверстиях резьбы не имеют. Между стенками гладкого отверстия и винтом должен быть зазор. Винты разделяются на: винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. В учебном чертеже требуется вычертить соединения винтами двух типов: винтом с цилиндрической и винтом с конической головкой. На рис 11 приведены чертежи этих винтов. Винты можно вычертить по параметрам, рекомендуемым стандартом или по относительным размерам.

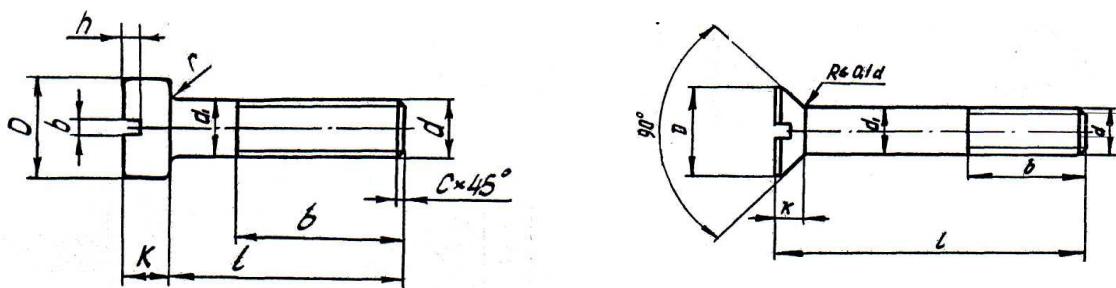


Рис.11

Рассмотрим пример вычертывания соединения винтом с цилиндрической головкой по стандартным размерам. Исходными данными являются две детали, в одной из которых имеется резьбовое отверстие, в другой -сквозное с цилиндрической зенковкой.

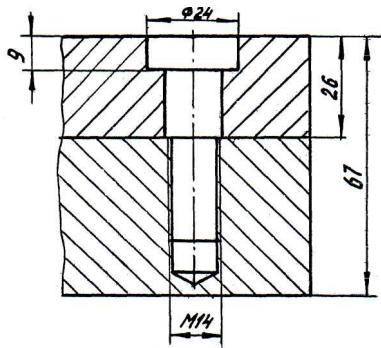


Рис. 12

Требуется: 1. Подобрать соответствующий винт по ГОСТ 1491-80.

2. Определить глубину сверленого и нарезанного отверстия. По ГОСТ 1491-80.

Выбираем винт M14 исполнения 2. Основные параметры винта: Шаг резьбы  $P = 2\text{мм}$  Диаметр стержня  $d=14\text{ мм}$  Диаметр головки  $D=21\text{ мм}$  Высота, головки  $\&=8\text{ мм}$  Размеры шлица выбираем из табл. 27.6. Ширина шлица  $b=3\text{ мм}$  Глубина шлица 4 мм. Размерная цепь, определяющая длину винта (стержня) будет состоять из следующих звеньев: длина заворачиваемой части винта + толщина верхней детали без глубины зенкованного отверстия. Винт ввертывается в резьбовое отверстие на величину равную  $1,5...Id$ , значит, в нашем случае, винт ввернется в деталь на величину от 21 до 28 мм. Примем меньшее значение, т.е. 21 мм. Толщина верхней детали без глубины зенковки будет равна  $26-9=17\text{ мм}$ , т.е. расчетная длина винта  $/_{\text{расч.}}=21+17=38\text{мм}$ . Длина для крепежных винтов выбирается из ряда, мм: 2; (2,5); 3; 3,5; 4; 5; 6; (7); 8; 9; 9; 10; 11; 12; (13); 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; 110; 120. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется. Округлив полученное значение до ближайшего стандартного, принимаем 40мм. Определяем длину нарезанной части стержня 34 мм. При выбранной стандартной длине винта должен быть ввернут в деталь с резьбовым отверстием на глубину 40-17 - 23 мм. Значит, глубина сверленого отверстия будет, как и в шпилечном соединении, равна 23, +  $6Pj=$  т.е.  $23+62=35\text{мм}$ , глубина нарезанного отверстия:  $23+2P2=m, e. 23+2\cdot2=27\text{ мм}$ .

## 2.7 Практическое занятие №7 (2 часа)

Тема: «Рабочие чертежи деталей. Эскизы деталей машин»

### 2.7.1 Задание для работы:

1. Рабочие чертежи.
2. Эскизы деталей машин.

### 2.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### 1. Рабочие чертежи

При разработке рабочих чертежей необходимо учитывать оптимальное применение стандартных и покупных изделий, рациональное ограничение номенклатуры материалов (по маркам и сортаменту) и номенклатуры резьб, шлицев и других конструктивных элементов, необходимую' степень взаимозаменяемости изделий и др.

На каждое изделие выполняют отдельный чертеж, за исключением группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками, на которую выпускают групповой чертеж (ГОСТ 2.113-75).

На каждом чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней (по ГОСТ 2.104 — 68). При выполнении чертежа на нескольких листах на первом листе выполняют основную надпись по форме 1 (высотой 55 мм), на последующих листах — по форме 2а (высотой 15 мм). Обозначение изделия на всех листах должно быть одинаковым. В графе 5 основной надписи чертежей деталей и сборочных приводят расчетную или фактическую массу изделия в килограммах без указания единицы величины.

На габаритных, монтажных чертежах, на чертежах изделий опытных образцов и индивидуального производства массу допускается не указывать.

Наименование изделия в основной надписи записывают в именительном падеже, в единственном числе, помещая на первое место имя существительное.

На чертежах разрешается давать ссылки на государственные, отраслевые республиканские стандарты и технические условия, а также на технологические инструкции, если только они гарантируют качество изделия. Ссылки на отраслевые стандарты можно приводить только на чертежах изделий вспомогательного производства. Ссылки приводят на весь документ или его раздел (на отдельные пункты ссылки не делают).



Рис.6. Простановка размеров для нанесения надписи на изделии

Технологические указания на рабочих чертежах помещать не допускается, за исключением тех случаев, когда конструктор указывает, например, какой-либо способ изготовления, считая его единственным, обеспечивающим качество изделия.

Если отверстия под установочные винты, заклепки, штифты должны быть сделаны в собранном изделии без предварительной обработки отверстий меньшего диаметра в деталях, на чертежах деталей отверстия не изображают и никаких указаний в технических требованиях не помещают. Все необходимые данные для обработки таких отверстий помещают на сборочном чертеже.

Если на изделие должны быть нанесены надписи и знаки со стороны плоской поверхности, то их изображают на соответствующем виде полностью, независимо от способа их нанесения. На виде, где надписи и знаки изображаются с искажением, допускается изображать их без искажения. Если надписи и знаки должны быть нанесены на цилиндрическую или коническую поверхность, то на чертеже их приводят в виде развертки.

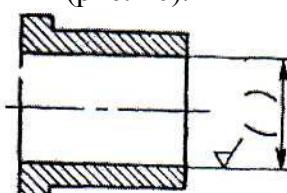
При симметричном расположении надписи относительно контура детали размеры, определяющие расположение надписи, не указывают. Вместо них в технических требованиях записывают предельные отклонения расположения (рис.6).

На все детали, входящие в состав изделия, разрабатываются рабочие чертежи. Исключения составляют детали, изготавливаемые из фасонного или сортового материала отрезкой под прямым углом, из листового материала отрезкой по периметру прямоугольника или по окружности без последующей обработки; покупные детали, подвергаемые декоративному или антикоррозионному покрытию, не изменяющему характер сопряжения со смежными деталями; детали изделий индивидуального производства, форма и размеры которых (радиус сгиба, длина и т.п.) устанавливаются по месту; простые по конструкции детали изделий с неразъемными соединениями (сварными, паяными, kleенными, сбитыми гвоздями и т. п.), для изготовления которых достаточно одного изображения на свободном поле сборочного чертежа или трех-четырех размеров на сборочном чертеже всего изделия. На сборочных чертежах и в спецификации приводят данные, необходимые для изготовления и контроля деталей, на которые не выпускают самостоятельные чертежи.

В основной надписи чертежа детали указывают материал детали в соответствии с обозначением, установленным стандартом на материал. Обозначение должно содержать наименование материала, марку и номер стандарта или технических условий. Если допускается замена одного вида материала другим, обозначения материалов-заменителей указывают в технических требованиях чертежа или технических условиях на изделия.

На чертеже детали указывают размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхности и другие данные, которым она должна соответствовать перед сборкой (рис.7). Если деталь будет обрабатываться в процессе сборки и изготавливается с припуском, то на изображении наносят размеры, предельные отклонения, шероховатость и т. д., которым она должна соответствовать после сборки. Такие размеры заключают в круглые скобки, о чем делают запись в технических требованиях по типу: *Размеры в скобках после сборки* (рис.8).

Если деталь подвергается покрытию, на чертеже указывают размеры и шероховатость до покрытия. Если требуется указывать их только после покрытия, то соответствующие размеры и шероховатость поверхности отмечают знаком \* и в технических требованиях делают запись по типу: \* *Размеры и шероховатость поверхности после покрытия* (рис. 9). Допускается указывать одновременно размеры и шероховатость поверхности до и после покрытия. При этом размерные линии и шероховатость поверхности после покрытия наносят от утолщенных штрихпунктирных линий, указывающих на наличие покрытия (рис. 10).



*Размеры в скобках-после сборки*

Рис. 8. Нанесение размеров детали, обрабатываемой после сборки

Кромки и ребра детали при изготовлении должны быть притуплены, никаких указаний на чертеже при этом не делается. Если кромку или ребро требуется скруглить или, наоборот, изготовить острыми, на чертеже помещают соответствующее указание.

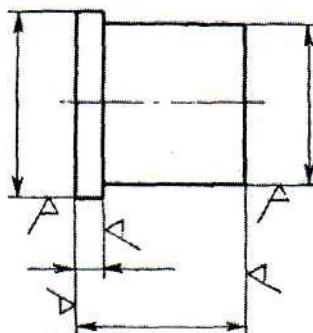


Рис. 7. Простановка размеров и шероховатости поверхности детали

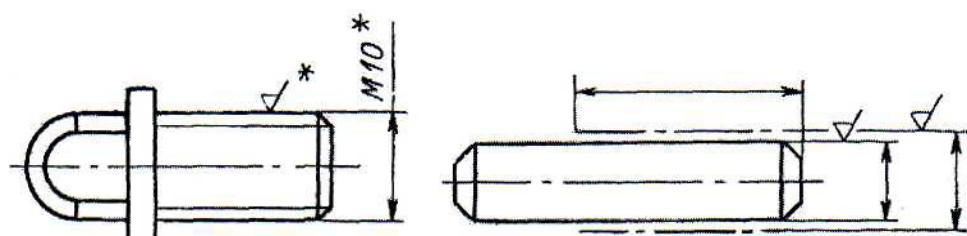


Рис. 9. Нанесение размеров  
Рис. 10. Нанесение размеров детали, подвергающейся покрытию до и после покрытия

Когда из чертежа детали форму и размеры ее отдельных элементов установить нельзя, на чертеже детали помещают полную или частичную ее развертку. На изображении развертки наносят те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали. Развертку изображают сплошными линиями, толщина которых равна толщине контурной линии детали. При необходимости на развертке указывают сгибы, проводя их тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками, и на полке линии-выноски делают надпись *Линия сгиба*. Над изображением развертки наносят надпись *Развертка*. Допускается совмещать изображение развертки с видом детали. Надпись *Развертка* не помещают, а развертку изображают тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками.

## 2 Эскизы деталей машин

Выполняя рисунок детали с натуры (например, кронштейн, рисунок 1, слева), надо не только внимательно рассмотреть форму, но и установить соотношение размеров отдельных элементов детали. Например, изображенный на рисунке 1, в центре кронштейн выполнен без соблюдения пропорций детали. На рисунке 1, справа дан рисунок этой детали с учетом пропорций ее частей.

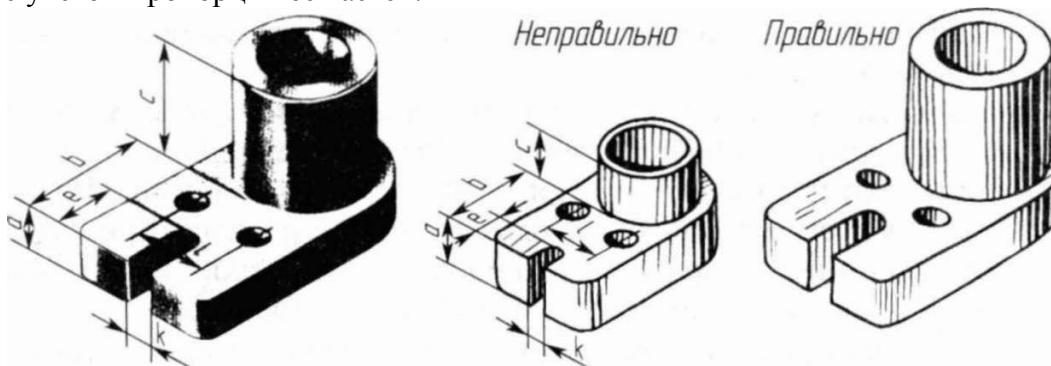


Рисунок 1

Выполнение рисунка модели или детали начинается с построения их габаритных очертаний — «клеток», выполняемых от руки тонкими линиями.

Затем модель и деталь мысленно расчленяют на отдельные геометрические элементы, постепенно вырисовывая все элементы. Технические рисунки предмета получаются более наглядными, если их покрыть штрихами (рисунок 2). При нанесении штрихов считают, что лучи света падают на предмет справа и сверху или слева и сверху.

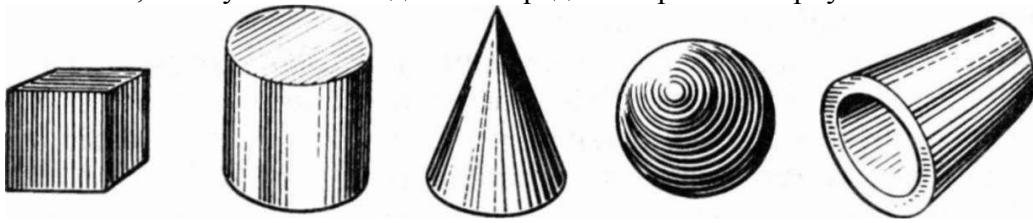


Рисунок 2

Освещенные поверхности штрихуют тонкими линиями на большом расстоянии друг от друга, а теневые — более толстыми линиями, располагая их чаще. Боковые поверхности пирамиды и конуса штрихуют линиями, проходящими через их вершины.

На изображения сферических поверхностей и поверхностей вращения наносят штрихи (части концентрических окружностей) разной толщины и с разными промежутками между штрихами.

Эскизом называется наглядное изображение, выполненное от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является времененным чертежом и предназначен для разового использования.

Эскиз должен быть оформлен аккуратно с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т. п.).

Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата.

Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом. Пример выполнения эскиза приведен на рисунке 3.

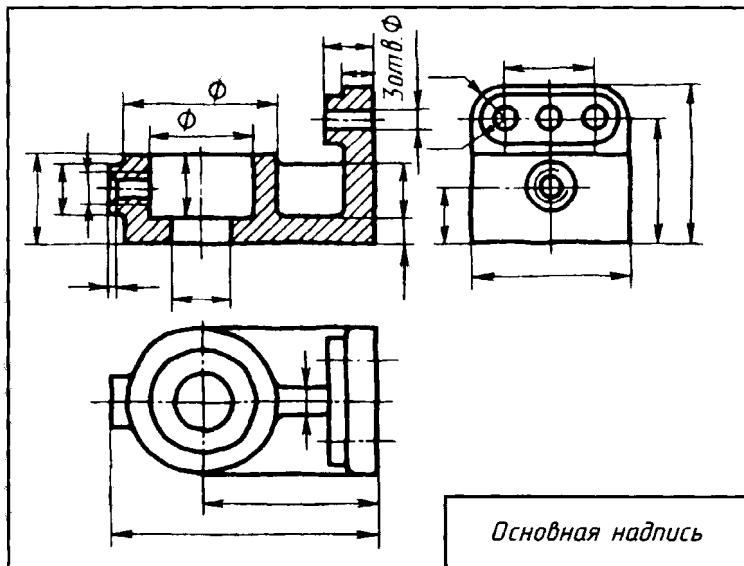


Рисунок 274

### 1 Ознакомление с деталью

При ознакомлении определяется форма детали и ее основных элементов, на которые мысленно можно расчленить деталь и составляется общее представление о материале, обработке и шероховатости отдельных поверхностей, о технологии изготовления детали, о ее покрытиях и т. п.

### 2 Выбор главного вида и других необходимых изображений

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении.

Изображения деталей тел вращения на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи. Такое расположение главного вида облегчит пользование чертежом при изготовлении по нему детали.

По возможности следует ограничить количество линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений. Поэтому следует уделять особое внимание применению разрезов и сечений. Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305—68.

### 3 Выбор формата листа

Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301—68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа 2. Величина и масштаб изображений должны позволять четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

### 4 Подготовка листа

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Затем наносится контур рамки основной надписи.

### 5 Компоновка изображений на листе

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали. Прямоугольники располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

### 6 Нанесение изображений элементов детали

Внутри полученных прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали. При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

#### *7 Оформление видов, разрезов и сечений*

Далее на всех видах уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа 6 (например, округления, фаски), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с ГОСТ 2.305—68 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений) по ГОСТ 2.306—68 и производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.303—68.

#### *8 Нанесение размерных линий и условных знаков*

Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.), наносят по ГОСТ 2.307—68. Одновременно намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость.

#### *9 Нанесение размерных чисел*

При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы.

#### *10 Окончательное оформление эскиза*

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости приводятся сведения о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей; составляются технические требования и выполняются пояснительные надписи. Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

## 2.8 Практическое занятие №8 (2 часа)

Тема: «Изображения сборочных единиц»

### 2.8.1 Задание для работы:

1. Сборочный чертеж.

2. Спецификация.

### 2.8.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### 1. Сборочный чертеж.

На стадиях проектирования: техническое предложение (ГОСТ 2.118 - 73), эскизный проект (ГОСТ 2.119 - 73) и технический проект (ГОСТ 2.120— 73) разрабатываются чертежи общего вида изделия.

На следующей стадии проектирования — рабочая документация — на основании чертежа общего вида разрабатываются чертежи отдельных деталей, а затем сборочный чертеж со спецификацией, монтажный и габаритный чертежи.

#### СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Сборочный чертеж по ГОСТ 2.109 — 73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182 — 78) должен давать представление о расположении и взаимной связи соединяемых составных частей изделия и обеспечивать возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

В соответствии с ГОСТ 2.108 — 68 к сборочному чертежу составляется спецификация, выполняемая на отдельных листах формата А4.

При выполнении сборочного чертежа следует применять упрощения и условности, допускаемые стандартами ЕСКД.

Различные мелкие элементы (фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и т. п.)\* а также зазоры между стержнем и отверстием на чертеже не показываются.

В разрезах и сечениях смежные детали штрихуются в разные стороны или в одну сторону — со смещением штрихов или с изменением расстояния между ними. На различных изображениях наклон и частота штриховки каждой детали сохраняются одинаковыми. Элементы, толщина которых на чертеже 2 мм и менее, в разрезах и сечениях зачерняются независимо от вида материала, из которого они изготавливаются.

Шарики в разрезах и сечениях всегда изображают нерассеченными. Винты, болты, заклепки, шпильки, штифты, шпонки, шайбы, гайки и другие стандартные крепежные изделия при продольном разрезе показывают нерассеченными. Непустотелые валы, шпинNELи, шатуны, рукоятки; и т. п. при продольном разрезе также изображают нерассеченными: (не штрихуют и проводят все линии видимого контура). Для большей наглядности чертежа такие элементы, как спицы, маховики шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п., в разрезе не штрихуют, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны, этого элемента.

На разрезе в сборочном чертеже (рис.11,а) составные части изделия, представляющие собой самостоятельные единицы, изображают нерассеченными, если на них оформлены самостоятельные сборочные чертежи (рис.11,6).

Составные части изделия, в том числе заимствованные (ранее разработанные), типовые и покупные, допускается изображать упрощенными, а в разрезе — нерассеченными, вычерчивая только их контурное очертание с упрощением (без мелких выступов, впадин и т. п.), если при этом обеспечено понимание конструктивного устройства разрабатываемого изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия.

Внутри такого контурного изображения допускается проводить линии видимого контура (рис.12).

Изделия, детали которого изготовлены из однородного материала и соединены с помощью сварки, пайки, склейки и других соединений (представляют собой неразъемное соединение), в разрезах и сечениях могут изображаться тремя способами:

4) соприкасающиеся детали штрихуются в одну сторону с изображением границ деталей сплошными основными линиями (рис. 13,а);

5) соприкасающиеся детали штрихуются в одну сторону без указания границ между ними (как монолитное тело);

6) соприкасающиеся детали штрихуются с наклоном штрихов в разные стороны - по общим правилам штриховки смежных деталей.

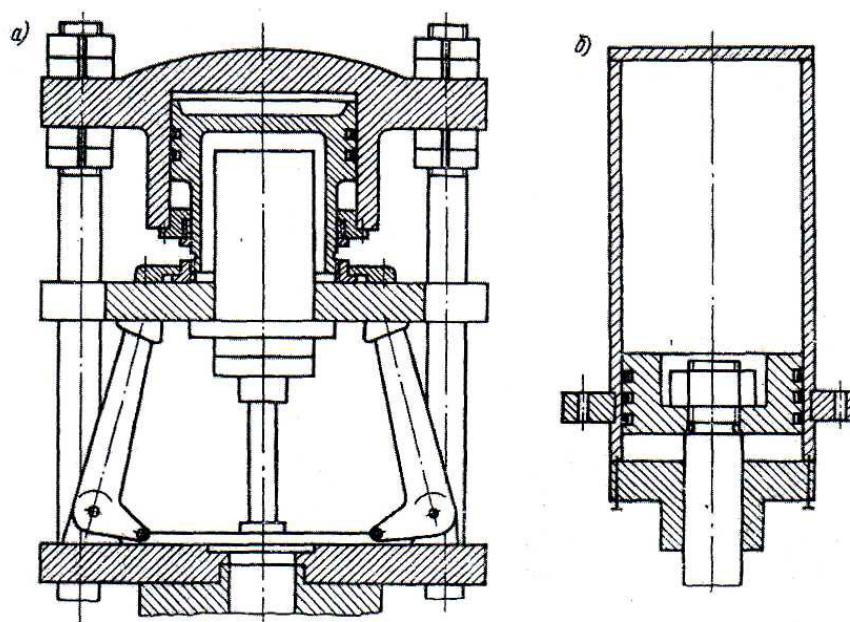


Рис.11. Чертеж сборочной единицы с упрощенным изображением составной части

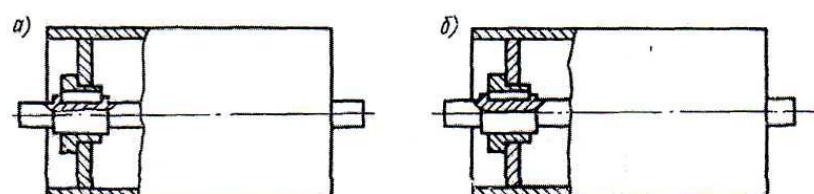


Рис.12. Упрощенное изображение типовых и покупных составных частей изделия

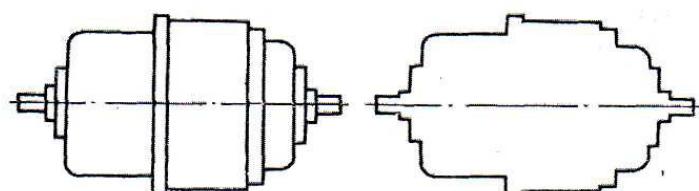


Рис.13. Варианты штриховки неразъемных соединений

В первых двух случаях место сварного, паяного и других швов дополнительно никак не отмечается. Если попадающие в разрез детали изготовлены из различных материалов или если одна из них на чертеже штрихуется, а другая зачерняется (толщина ее не больше 2 мм), то место сварки отмечается линией-выносной, заканчивающейся односторонней стрелкой (рис. 14).

Обозначения сварки наносятся в соответствии с ГОСТ 2.312 — 72, пайки, склейки и т. п.— в соответствии с ГОСТ 2.313-68.

По ГОСТ 2.315 — 68 крепежные детали изображают упрощенно или условно (если диаметр стержня болта, винта и т. п. на чертеже равен 2 мм и менее). Если на чертеже имеется ряд однотипных соединений, то крепежные детали, входящие в эти соединения, показывают условно или упрощенно в одном-двух местах каждого соединения, а в остальных — центровыми или осевыми линиями (рис. 15).

По ГОСТ 2.401—68 пружины на чертежах изображают с правой навивкой. Витки винтовой цилиндрической или конической пружины на виде изображают прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контуров. В разрезе допускается изображать только сечения витков. Если число витков пружины более четырех, то с каждого конца пружины показывают только один-два витка, не считая опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины. Если диаметр проволоки или толщина сечения материала на чертеже 2 мм и менее, то пружину изображают сплошной основной линией.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной сечениями витков, показывают только до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков (рис. 16).

Подшипники в осевых разрезах и сечениях допускается изображать упрощенно в соответствии с ГОСТ 2.420-69. Зубчатые или червячные зацепления изображают так, как установлено в ОСТ 2.402-6. При изображении шлицевых соединений на чертежах пользуются различными условностями по ГОСТ 2.409-74.

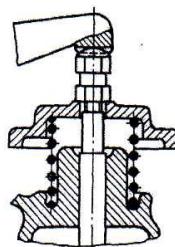


Рис. 16. Условность в изображении изделия, расположенного за винтовой пружиной

#### НАНЕСЕНИЕ НОМЕРОВ ПОЗИЦИЙ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

Номера позиций наносятся в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182 — 78). На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации (на чертеже общего вида — в соответствии с номерами позиций, указанными в таблице перечня составных частей изделия). От каждой составной части проводится линия-выноска, один конец которой (пересекающий линию контура) заканчивается точкой, другой — полкой. Линии-выноски проводятся от видимых проекций составных частей изделия, изображенных на основных видах или заменяющих их разрезах. Линия-выноска и полка проводятся сплошной тонкой линией. Номера сборочных единиц, деталей и тому подобных элементов наносятся над полками линий-выносок в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации (или в соответствующей таблице), т. е. на чертеже они оказываются расположенными вразбивку. Линии-выноски не должны быть параллельными линиям штриховки, не должны пересекаться между собой и с размерными

линиями. Допускается проводить линии-выноски с одним изломом. Цифры, обозначающие номера позиций, наносятся параллельно основной надписи чертежа на одной вертикальной или горизонтальной прямой шрифтом, размер которого на один-два номера больше, чем у размерных чисел. Номер поющий наносят на чертеже один раз, в случае необходимости допускается указывать его повторно. Допускается общая линия-выноска с вертикальным расположением номеров позиций:

4) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (рис. 17), причем если разные составные части крепятся одинаковыми крепежными деталями, то после номера соответствующей позиции допускается проставлять в скобках количество этих крепежных деталей;

5) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, и при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части; в этих случаях линию-выноску отводят от закрепляемой составной части (рис. 18);

6) для отдельных составных частей изделия, которые из-за трудности их графического изображения на чертеже не показывают, местонахождение определяется с помощью линии-выноски от видимой составной части изделий, с которой данная составная часть контактирует. В технических требованиях чертежа помещают соответствующее указание типа:

*Жгуты поз. 12 под скобками обернуть прессшпаном поз. 22*

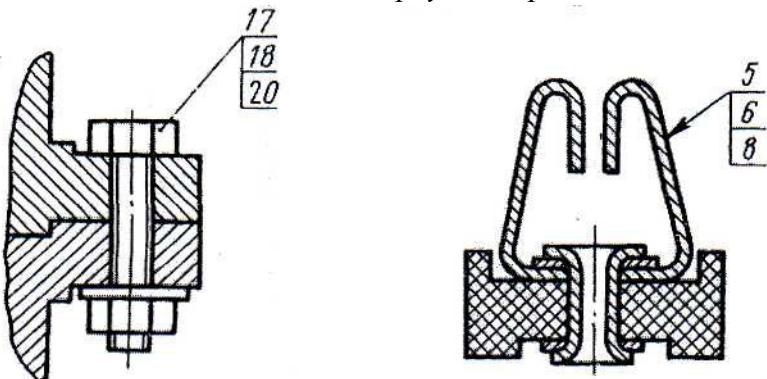


Рис.17. Обозначение крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления

Рис. 18. Обозначение группы взаимосвязанных деталей при невозможности подвести линию-выноску к каждой из них

## 2. Спецификация.

ГОСТ 2.108 — 68 устанавливает форму и порядок заполнения спецификации конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. *Спецификацией* называется таблица, содержащая перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторских документов, относящихся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям. Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 (210 x 297 мм) на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект (рис. 4); на заглавном листе основная надпись выполняется по форме 2, а на последующих — по форме 2а.

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходима для их изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий. В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также в конструкторские

документы. Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: «Документация», «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы», «Комплекты». Наличие тех или иных разделов в таблице спецификации определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией (рис. 4). Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше — не менее одной свободной строки. Заполнение граф спецификации производится сверху вниз следующим образом.

В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют звездочку, а в графе «Примечание» перечисляют все форматы. Для документов, записанных в разделы «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу не заполняют. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают БЧ (без чертежа).

В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится записываемая составная часть (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104—68).

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих, в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют.

В графе «Обозначение» указывают: в разделе «Документация» обозначение записываемых документов по ГОСТ 2.201—80, в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют.

В графе «Наименование» указывают:

а) в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, только наименование документов, например: «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж», «Технические условия» и т. п.;

б) в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» — наименование изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий (для деталей, например: «Корпус крана», «Втулка», «Крышка», «Палец» и т. д.); в наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например «Колесо зубчатое»; в наименование изделий, как правило, не включают сведений о назначении и местоположении изделий; для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;

в) в разделе «Стандартные изделия» — наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартами на эти изделия, например «Болт М 12 x 70.58 ГОСТ 7805—70»;

г) в разделе «Прочие изделия» — наименование и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов;

д) в разделе «Материалы» — обозначения материалов, установленные в стандартах и технических условиях на эти материалы.

Для записи ряда изделий и материалов, отличающихся размерами и другими данными и применяемых по одному и тому же документу (и записываемых в спецификацию за обозначением этого же документа), общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа допускается записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка).

Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий и материалов только их параметры и размеры.

В графе «Кол.» указывают: для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, — количество их на одно специфицируемое изделие; в разделе «Материалы» — общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единицы величины. Допуск единицы величины записывать в графе «Примечание» в непосредственной близости от графы «Кол.». В разделе «Документация» графу не заполняют.

В графе «Примечание» указывают: дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам, например для деталей, на которые не выпущены чертежи, массу.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей (в зависимости от стадии разработки, объема записей и т. п.). Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Если сборочную единицу изготавливают наплавкой или заливкой деталей сплавом, резиной и другими материалами и чертят на формате А4 (210 x 297 мм), спецификацию и изображение допускается изображать на одном листе.

Спецификацию к ремонтным чертежам допускается составлять на поле чертежа на каждую сборочную единицу, комплекс или комплект. Основную надпись выполняют по форме 1 (ГОСТ 2.104 — 68). Спецификацию заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах. Сборочному чертежу, совмещенному со спецификацией, шифр не присваивают. Более подробные сведения см. в гост 2.Ю8-68.