

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ**  
(для студентов специальностей РЭС и ТЗИ)

ДОНЕЦК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ  
(для студентов специальностей РЭС и ТЗИ)

Донецк ДонНТУ 2007

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ  
(для студентов специальностей РЭС и ТЗИ)

РАССМОТРЕНО:

на заседании кафедры начертательной геометрии и инженерной графики

Протокол № 1 от 31.08.2007 г.

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании учебно-издательского совета ДонНТУ

Протокол № от . . 2007г.

УДК 515.744.3

Методические указания по инженерной и компьютерной графике (для студентов специальностей РЭС и ТЗИ). /Сост.: О. А. Лопатов, В. В. Шепелев – Донецк: ДонНТУ, 2007, с. 40 (на электронном носителе).

Методические указания представлены в виде подробных рекомендаций по следующим разделам инженерной графики, читаемым в соответствии с учебными планами студентам групп РЭС и ТЗИ: правила нанесения размеров на чертежах деталей; изображения и обозначение резьб, а также соединений при помощи резьбы; выполнение эскизов и чертежей деталей; чтение и выполнение простых сборочных чертежей; выполнение чертежей электрических схем в соответствии со стандартами ЕСКД.

Составители: О. А. Лопатов, В. В. Шепелев

Рецензент: Н. Г. Ольховиченко

Ответственный  
за выпуск: И. А. Скидан

## ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика обучает восприятию форм различных предметов, мысленному воспроизведению их в пространстве, а также, используя аппарат проецирования, способам отображения графической информации на чертеже.

Кроме того, в изготовлении сложных технических изделий всегда участвует большое количество специалистов из разных конструкторских бюро и машиностроительных заводов. Поэтому установлены единые, строго обязательные для всех правила оформления чертежей, которые делали бы их понятными для любого участника производства.

На первых этапах обучения, овладение содержанием графических дисциплин и приобретение необходимых навыков выполнения чертежей требуют больших затрат времени. Предлагаемое учебное пособие рассматривает наиболее сложные узловые моменты инженерной графики и рассчитано на совместную работу с конспектом лекций. Оно компактно и содержит большое количество иллюстраций.

### 1. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Для правильного оформления чертежей большое значение имеют указания о величине изображаемых предметов. С этой целью на чертеж наносят размеры.

Числовые значения размеров, представленные на чертеже, всегда определяют натуральную величину предмета независимо от его величины. Для приведения изображений предмета к размерам формата чертежа используют масштабы.

Основным правилом при нанесении размеров, которое следует помнить при работе с предметами любой сложности, является следующее: количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но вполне достаточным для изготовления и контроля изделия.

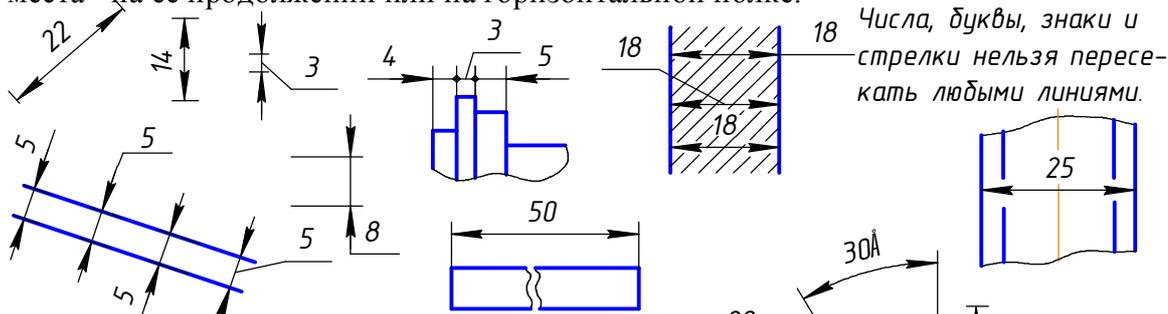
Размеры подразделяют на линейные и угловые. Линейные определяют длину, ширину, высоту, толщину, диаметры и радиусы элементов предмета. Их указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые определяют углы между линиями и плоскостями элементов детали и указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения.

На начальном этапе обучения, студент часто стремится связать размерами случайные точки и линии на чертеже, посредством которых изображен предмет. В результате возникают совершенно неправильные варианты размерной сетки. Кроме того, в процессе изучения правил нанесения размеров (они приведены в стандарте ГОСТ 2.307-68) у студентов возникают трудности, так как эти правила выработывались длительной конструкторской практикой, и часто не имеют логических закономерностей. Их необходимо просто запоминать.

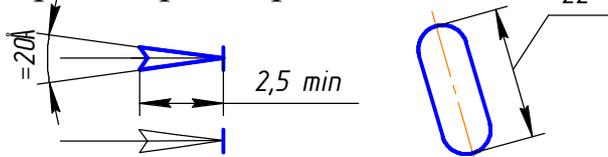
Оговоримся, что используемые в пособии детали рассматриваются в отрыве от их функционального назначения и от способов изготовления.

## Расположение размерных чисел

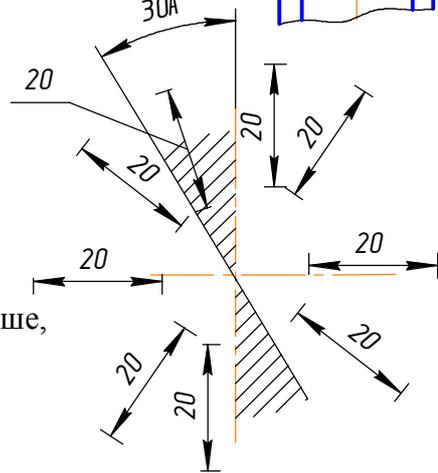
Размерные числа наносят над размерной линией или слева от нее, при недостатке места - на ее продолжении или на горизонтальной полке.



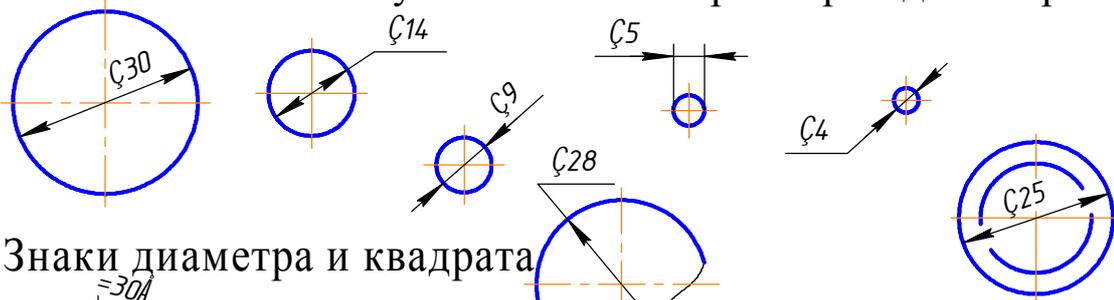
## Стрелки размерных линий



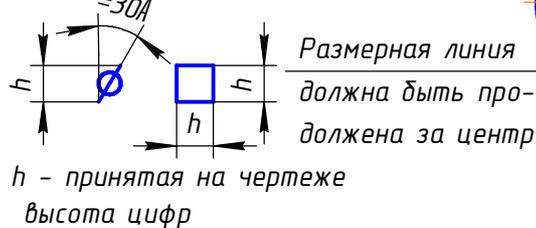
Если размерная линия образует угол  $30^\circ$  и меньше, отсчитанный от вертикальной линии против хода часовой стрелки, то размерное число следует ставить только на горизонтальной полке.



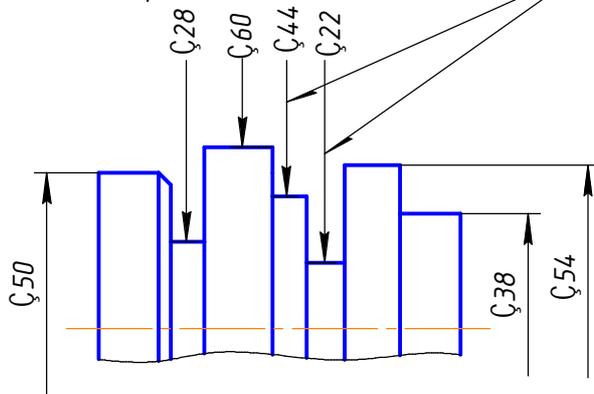
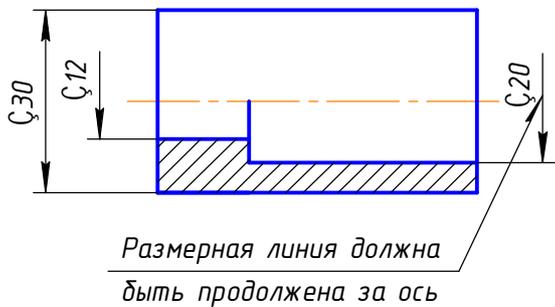
## Различные случаи нанесения размеров диаметров



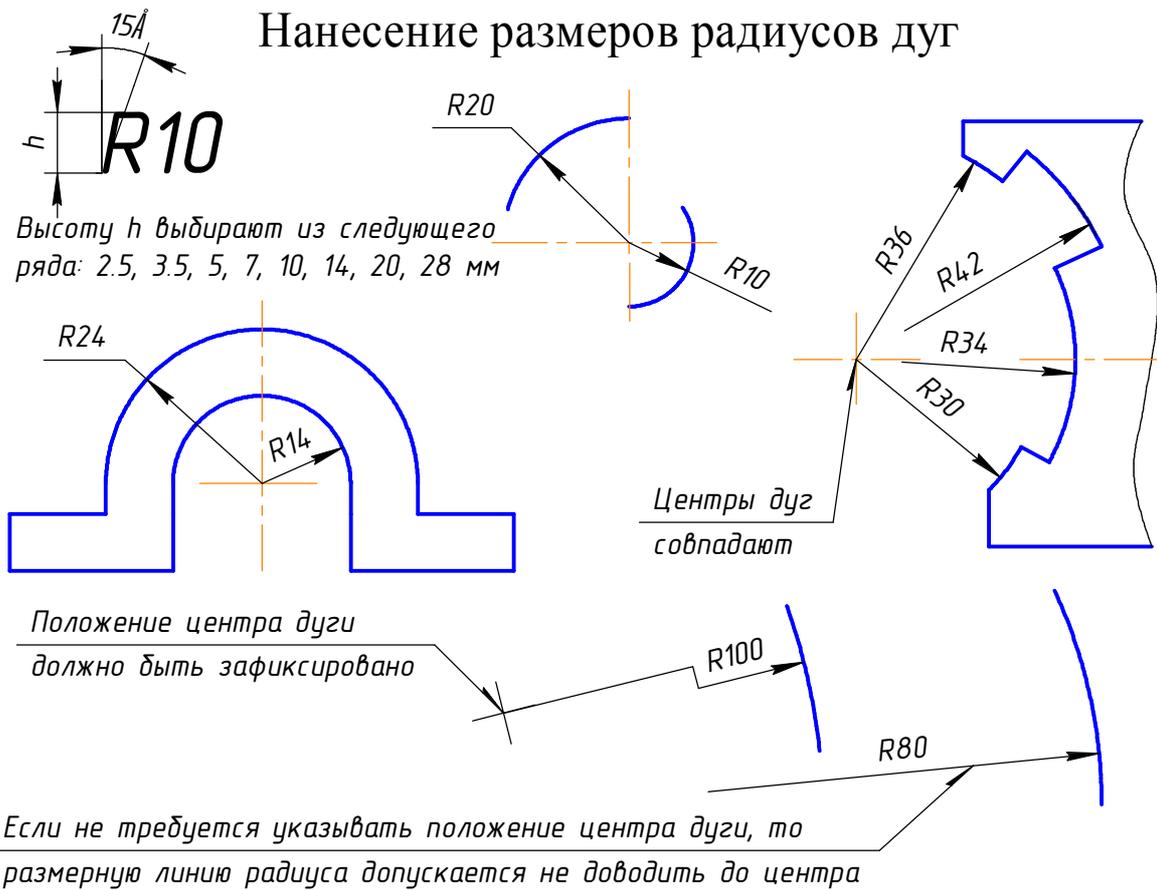
## Знаки диаметра и квадрата



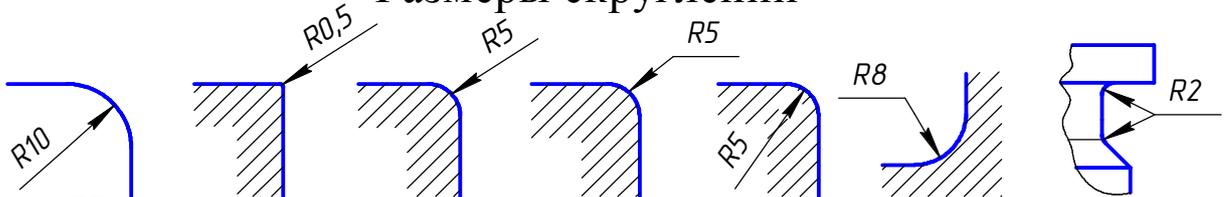
Подобное нанесение диаметральных размеров допускается применять для цилиндрической детали сложной конфигурации при отсутствии места на чертеже



## Нанесение размеров радиусов дуг

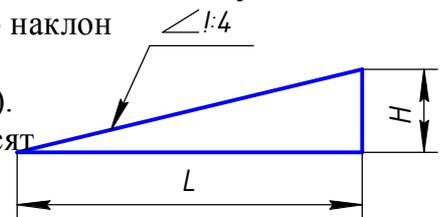


## Размеры скруглений

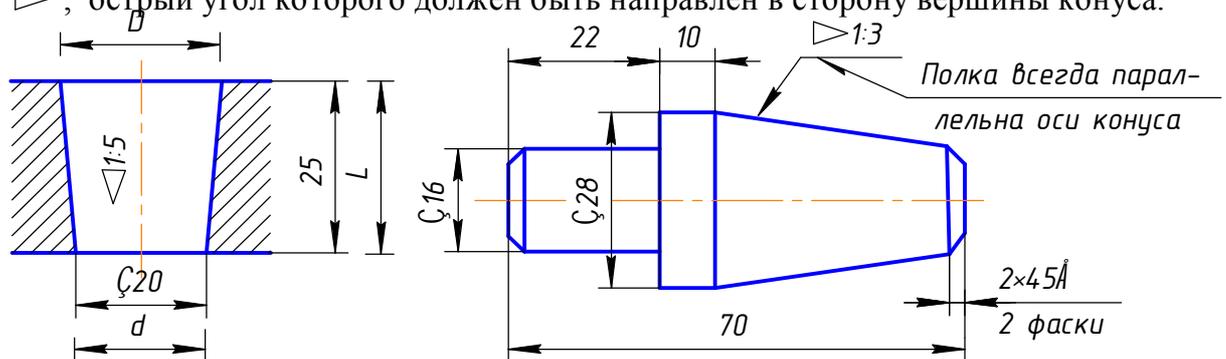


## Условные знаки для обозначения уклона и конусности

**УКЛОНОМ** называют величину, характеризующую наклон одной прямой к другой прямой. Уклон определяют отношением катетов прямоугольного треугольника ( $H/L$ ). Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак " $\nabla$ ", острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

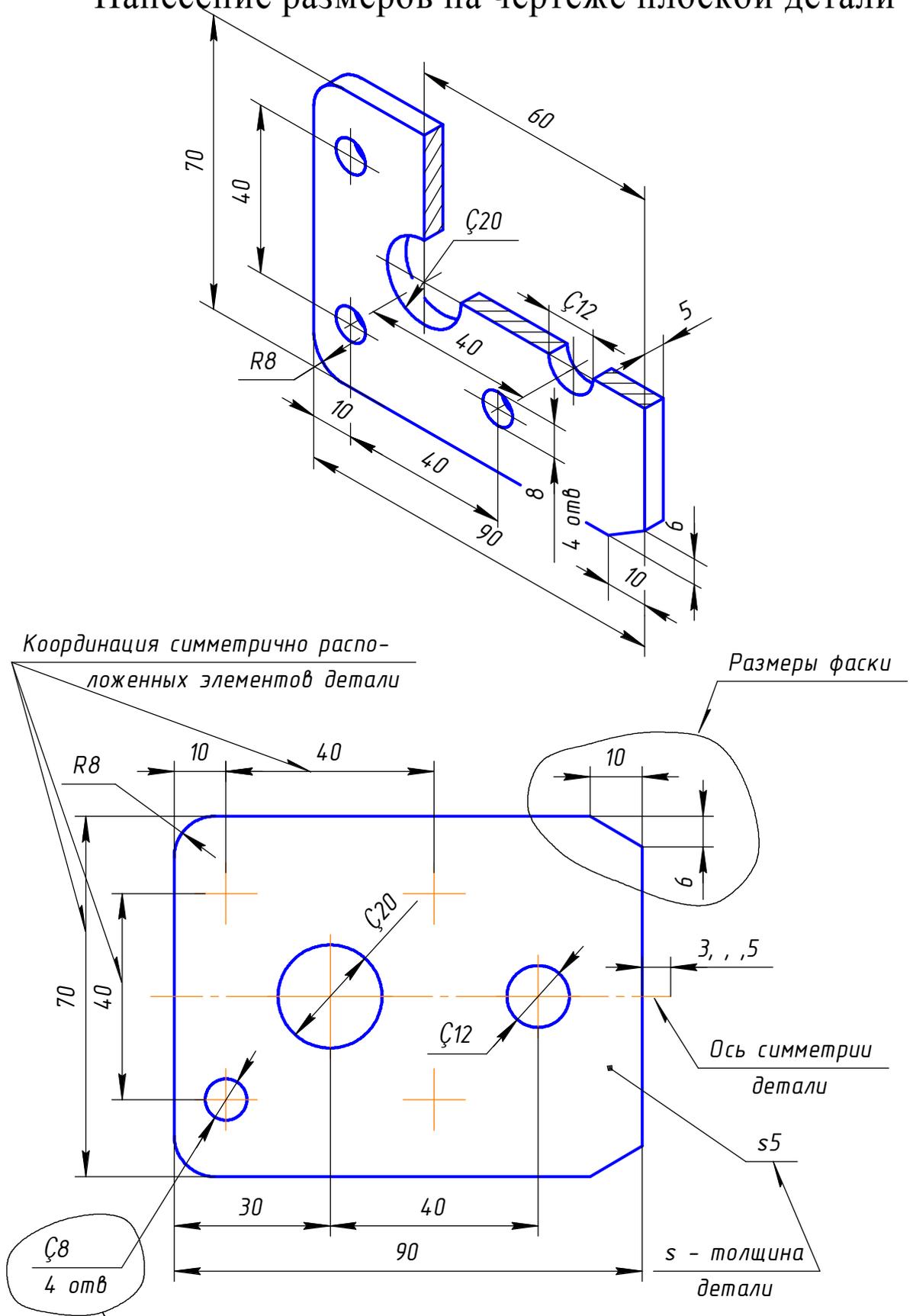


**КОНУСНОСТЬЮ** называют отношение разности диаметров оснований конуса к его высоте ( $(D-d)/L$ ). Перед размерным числом, определяющим конусность, наносят знак " $\nabla$ ", острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса.





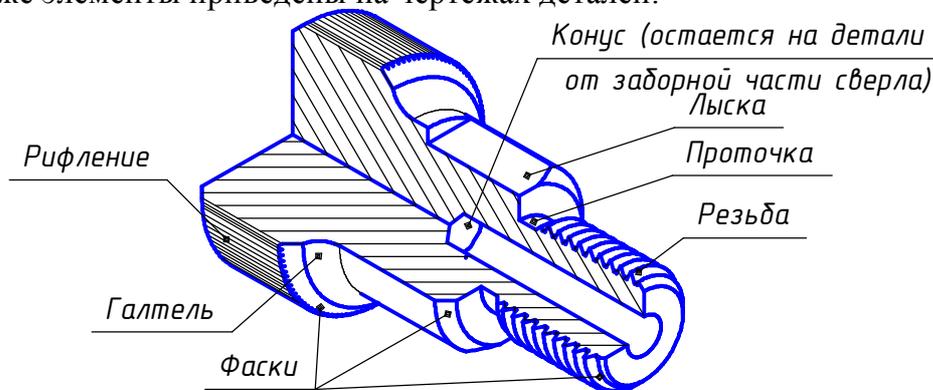
# Нанесение размеров на чертеже плоской детали



*Размеры одинаковых отверстий указывают один раз, при условии связанных между собой их центров*

## 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

Конструктивным элементом называют обособленную часть детали, которая предназначена для выполнения определенной функции в механизме. Ее форма и размеры проверены многолетней практикой и расчетами. Ниже, на аксонометрических изображениях показаны наиболее распространенные конструктивные элементы. Эти же элементы приведены на чертежах деталей.



**Фаска** - скошенная кромка стержня, бруска, листа или отверстия с целью притупления острых кромок и облегчения сборки деталей.

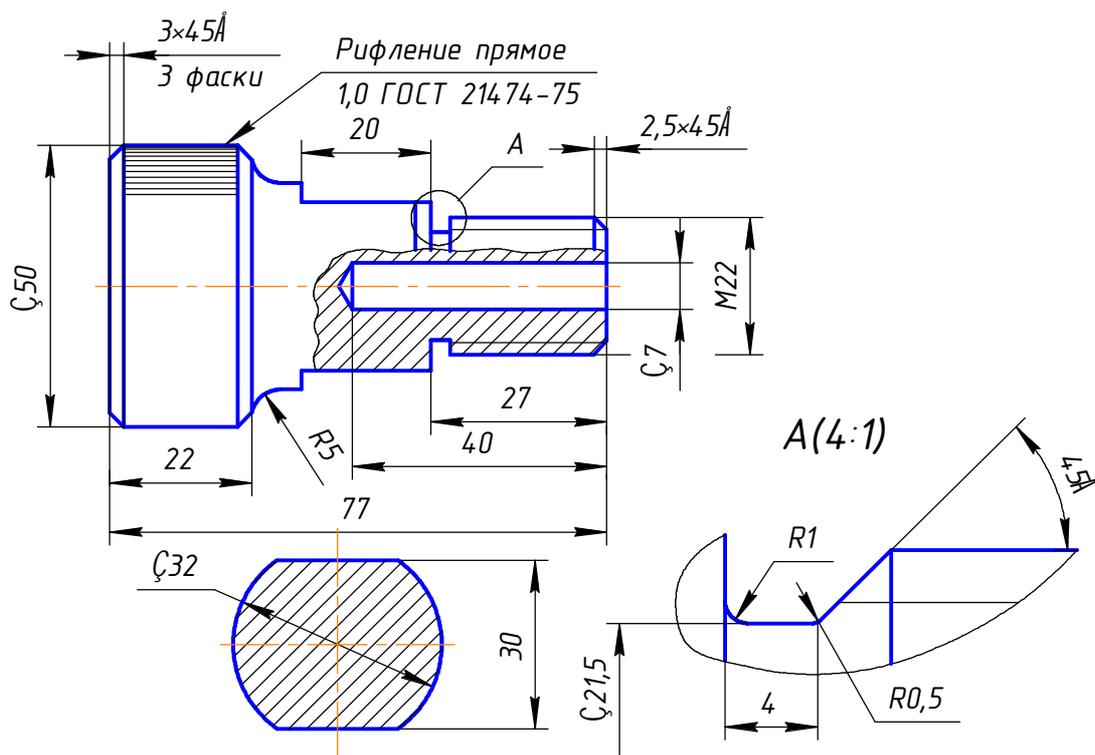
**Галтель (скругление)** - плавный переход от одной поверхности детали к другой с целью устранения концентраций напряжений в материале.

**Рифление** - создание шероховатости на внешних поверхностях рукояток, головок, круглых гаек, завинчиваемых вручную.

**Лыска** - плоский срез на цилиндрической, конической или сферической части детали.

**Резьба** - поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура.

**Проточка** - кольцевая канавка, предназначенная для выхода резца в конце нарезаемого участка резьбы.





### 3. РЕЗЬБОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

В технике широко используются детали с винтовыми поверхностями. В первую очередь это крепежные изделия, применяемые для соединения деталей машин и механизмов, – винты, болты, гайки, шпильки и другие. Кроме этого имеются детали, служащие для преобразования вращательного движения в поступательное, например, ходовые винты на токарных станках, а также детали для передачи вращения, например, червяк в паре с червячным колесом. В основе всех этих поверхностей лежит винтовая линия.

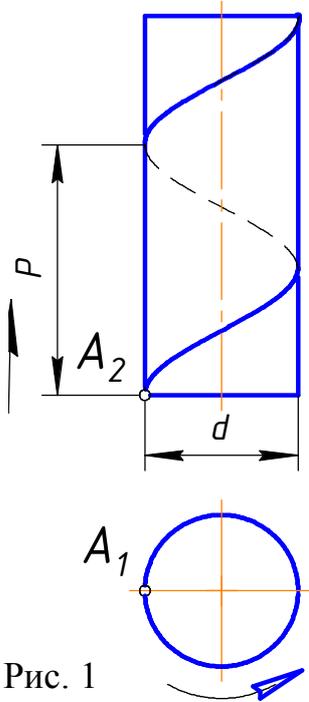


Рис. 1

Образование винтовой линии на поверхности прямого кругового цилиндра можно представить следующим образом (рис. 1). Точка  $A$  движется по поверхности цилиндра, одновременно участвуя в двух движениях: равномерно-поступательном вдоль образующей цилиндра и равномерно-вращательном вокруг его оси.

Винтовая линия и созданная на ее основе резьба характеризуется диаметром цилиндра  $d$ , направлением навивки (на рисунке показана винтовая линия с правой навивкой) и шагом  $P$ . Шаг представляет собой расстояние между соседними витками винтовой линии, измеренное вдоль образующей цилиндра.

Если к поверхности прямого кругового цилиндра одной стороной приложить произвольную плоскую фигуру так, чтобы ее плоскость проходила через ось цилиндра, то в результате винтового движения фигуры без изменения ее положения относительно оси, получается винтовой выступ (рис. 2).

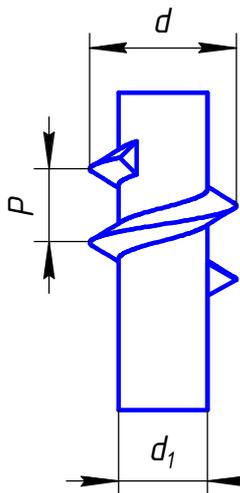


Рис. 2

Цилиндр с винтовым выступом называют цилиндрическим винтом, а непосредственно выступ – резьбой винта. Если вместо цилиндра взять прямой круговой конус с очень малой конусностью, то в результате описанной выше операции получим коническую резьбу.

На цилиндре можно взять несколько винтовых линий с одинаковыми параметрами и расположить, повернув их на равные углы относительно исходной. Перемещая плоские контуры вдоль этих винтовых линий, получим многозаходную резьбу. На рис. 3 показана двухзаходная прямоугольная резьба.

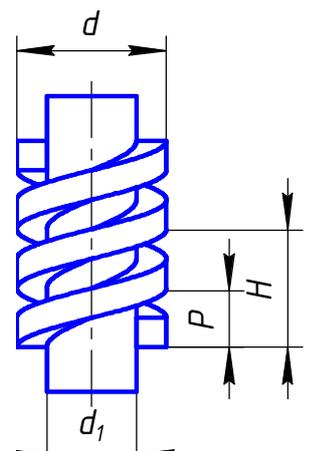


Рис. 3

Для многозаходных резьб существует еще один параметр – ход резьбы. Он обозначается буквой  $H$  и по величине равен осевому перемещению винта в неподвижной гайке за один оборот.

При резьбовом соединении двух деталей одна из них имеет наружную резьбу (рис. 4,  $a$ ), выполненную на наружной поверхности цилиндра, а другая

– внутреннюю, выполненную в отверстии (рис. 4, б). Под размером резьбы понимается значение ее наружного диаметра.

Вычерчивание винтовых линий является весьма трудоемким процессом. Поэтому на чертежах резьба изображается условно.

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

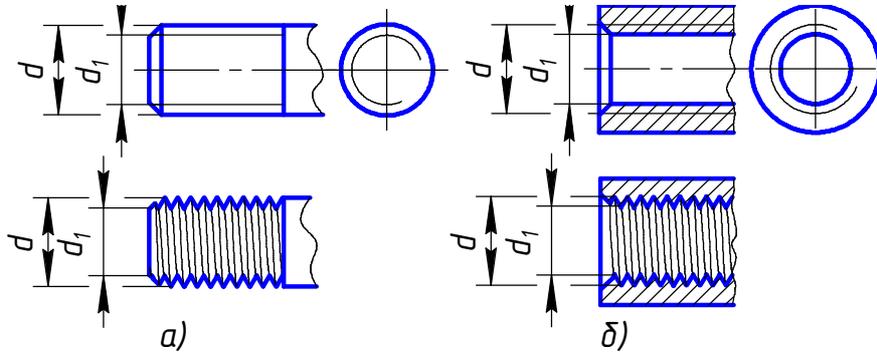


Рис.4

диаметру. На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по внутреннему диаметру резьбы тонкой сплошной линией – дуга окружности, приблизительно равная  $\frac{3}{4}$  окружности и разомкнутая в любом месте. На этом виде фаска не изображается (рис. 4, а).

Внутренняя резьба в отверстии (рис. 4, б) на продольном разрезе изображается сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы. На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по наружному диаметру резьбы тонкой сплошной линией – дуга окружности, разомкнутая в любом месте и приблизительно равная  $\frac{3}{4}$  окружности. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией (рис. 7). Невидимую резьбу показывают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметрам.

В машиностроении применяются стандартные цилиндрические и конические резьбы разных типов, отличающиеся друг от друга назначением и параметрами: метрическая, трубная, трапецеидальная, упорная, прямоугольная и другие.

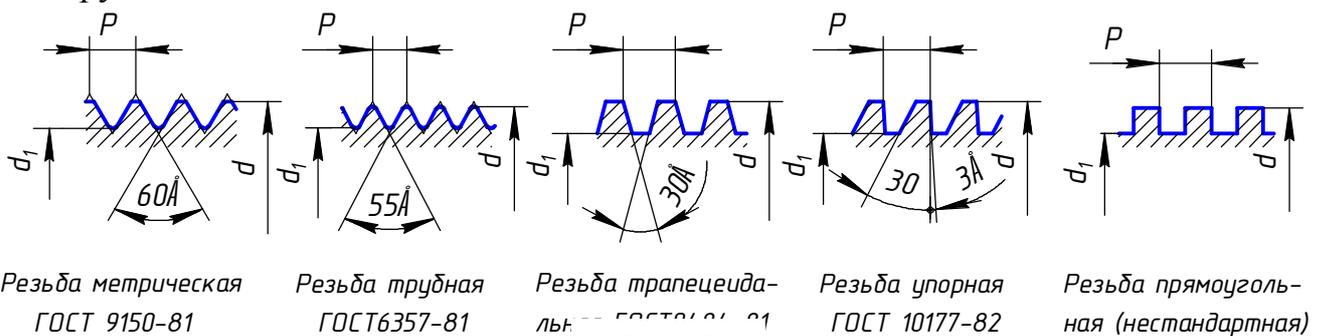


Рис. 5

Основным элементом резьбы является ее профиль, установленный стандартом. Профилем резьбы называют контур сечения витка в плоскости, проходящей через ось резьбы. На рис. 5 изображены профили наиболее распространенных резьб.

Стандарты, устанавливающие параметры той или иной резьбы, предусматривают также ее условное обозначение на чертежах. Оно включает в себя буквенное обозначение, определяющее тип резьбы, а также ее основные размеры.

Метрическая резьба с крупным шагом обозначается буквой *M* и размером наружного диаметра, например, *M16*, *M24*.

Метрическая резьба с мелким шагом обозначается буквой *M*, размером наружного диаметра и шагом резьбы, например, *M16x0,5*, *M24x1,5*.

Для обозначения левой резьбы после условного обозначения ставят буквы *LH*, например, *M24x1,5 LH*.

Трубная цилиндрическая резьба применяется для соединения труб, где требуется герметичность. В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы входит буква *G* (для трубной конической резьбы – *R*) и обозначение размера резьбы: *G1*. Обозначение это условное т.к. указывает не наружный диаметр, а диаметр отверстия в трубе. Например, указанное выше обозначение соответствует трубной резьбе с наружным диаметром 33,25 мм.

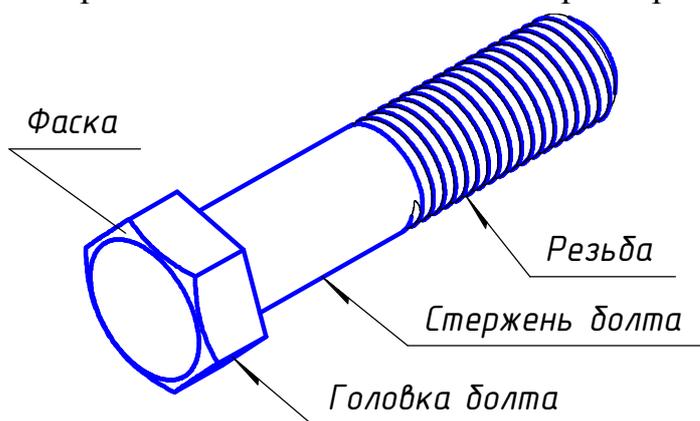
Трапецеидальная резьба применяется главным образом для преобразования вращательного движения в поступательное. В условное обозначение этой резьбы входят: буквы *Tr*, размер наружного диаметра и шаг резьбы, например, *Tr 40x6*.

В обозначении многозаходной трапецеидальной резьбы указывается размер наружного диаметра, ход резьбы, а в скобках – буква *P* и числовое значение шага, например, *Tr 40x9(P3)*.

Упорная резьба применяется при больших односторонних усилиях, действующих в осевом направлении. Профиль резьбы представляет трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона  $3^\circ$  к прямой, перпендикулярной оси.

В условное обозначение упорной резьбы должны входить: буква *S*, номинальный размер и шаг, например, *S60x9*, а для левой резьбы – *S60x9LH*.

Для прямоугольной резьбы профиль не стандартизован, поэтому она изображается с нанесением всех размеров, необходимых для изготовления.



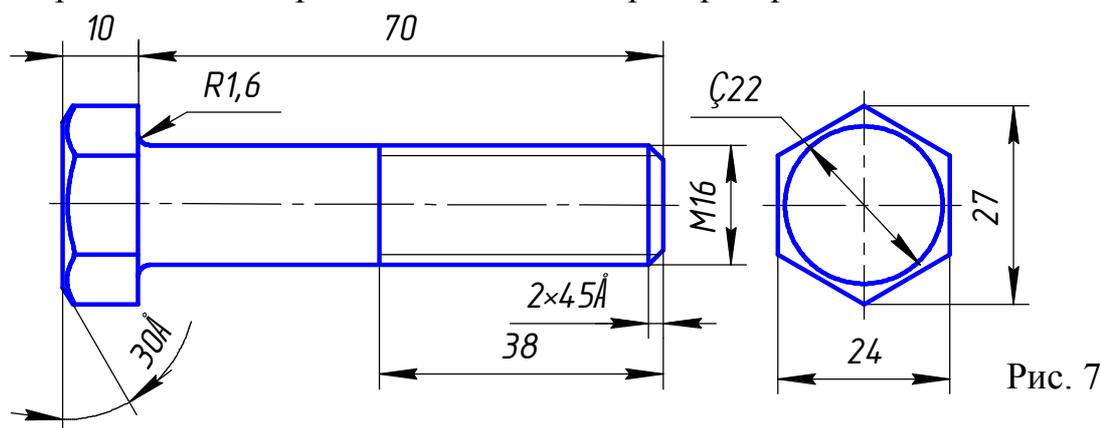
Дополнительные сведения – число заходов, направление резьбы и т.д. - наносят на полке линии-выноски с добавлением слова «Резьба».

Все крепежные резьбовые изделия выполняются с метрической резьбой, как правило, с крупным шагом.

На рис. 6 представлен в ак-

Рис. 6

сонометрическом изображении наиболее распространенный тип болта. Он



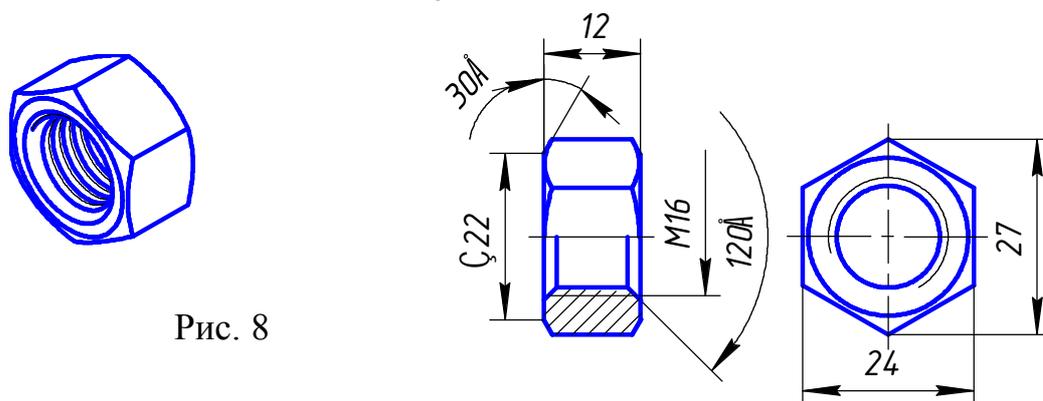
состоит из головки и стержня с резьбой. Фаска сглаживает острые края головки и облегчает наложение гаечного ключа при свинчивании.

Условное обозначение болта, чертёж которого представлен на рис. 7:

*Болт М16х70 ГОСТ 7798-70*

Расшифровывается обозначение следующим образом: *Болт* – название детали; *М16* – тип и размер резьбы, *70* – длина болта, *ГОСТ 7798-70* – стандарт на болт нормальной точности с шестигранной головкой.

Гайки (рис. 8) навинчиваются на резьбовой конец болта, при этом соединяемые детали зажимаются между гайкой и головкой болта.



По форме гайки могут быть шестигранными, квадратными и круглыми, с одной или двумя фасками. На рис. 8 представлен чертёж гайки М16 нормальной точности.

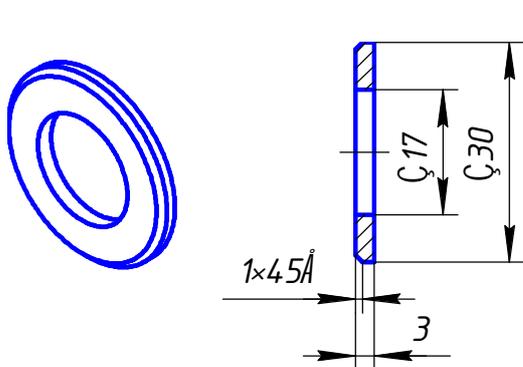


Рис. 9

Условное обозначение шайбы: *Шайба 16 ГОСТ 11371-78.*

Условное обозначение гайки: *Гайка М16 ГОСТ 5915-70.*

Шайбы (Рис. 9) применяются в следующих условиях: если мала опорная поверхность гаек; если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задиrow при затяжке гайки ключом; если детали изготовлены из мягкого материала и другое.

На рис. 10 представлено соединение корпуса с крышкой при помощи болта.

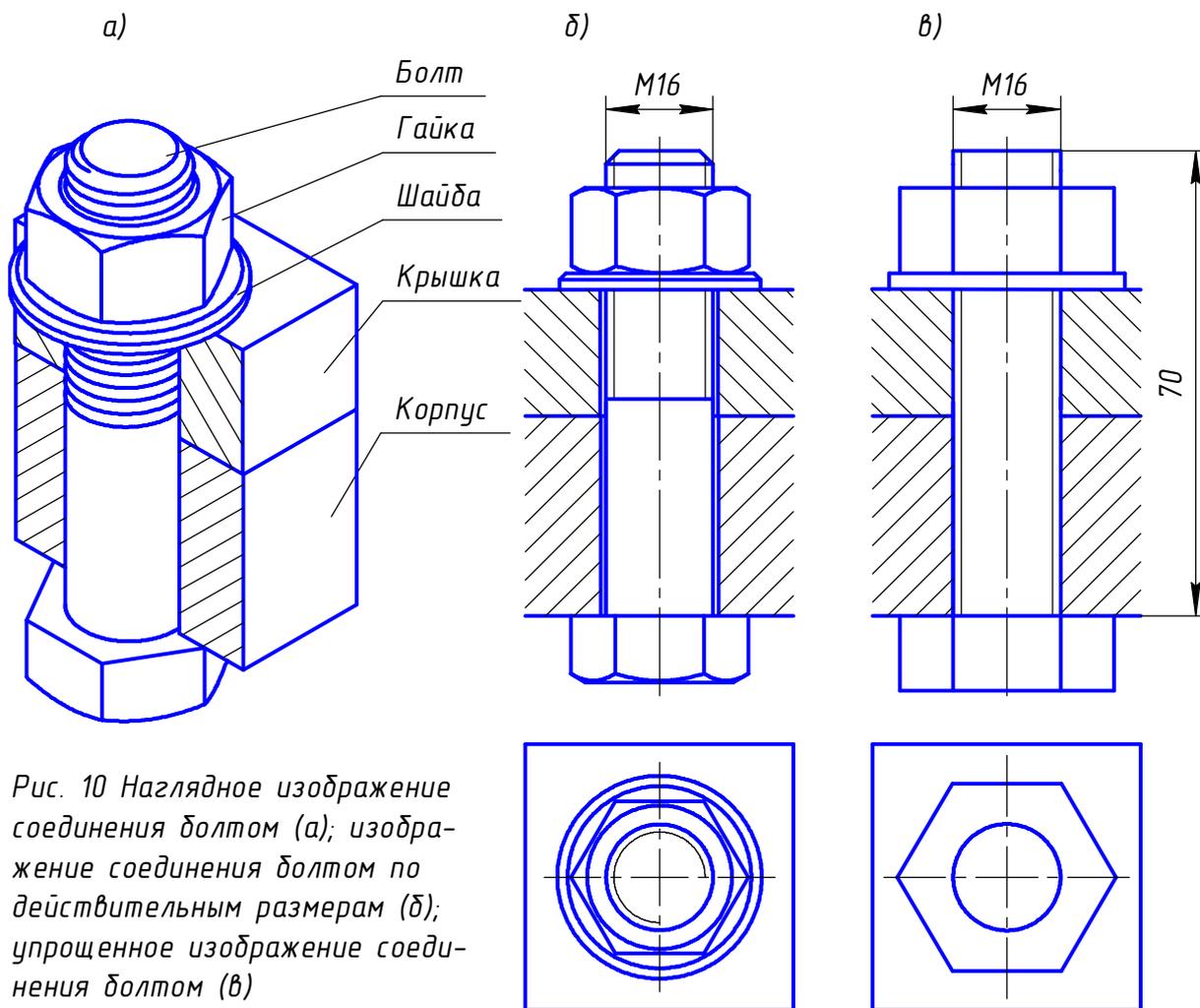


Рис. 10 Наглядное изображение соединения болтом (а); изображение соединения болтом по действительным размерам (б); упрощенное изображение соединения болтом (в)

Винтом называется резьбовой стержень, на одном конце которого имеется головка. Винты изготавливаются с головками разных форм: цилиндрическими, полукруглыми, потайными и др. На рис. 11 показан винт с цилиндрической головкой.

Условное обозначение винта: *Винт М16хГОСТ 1491-72.*

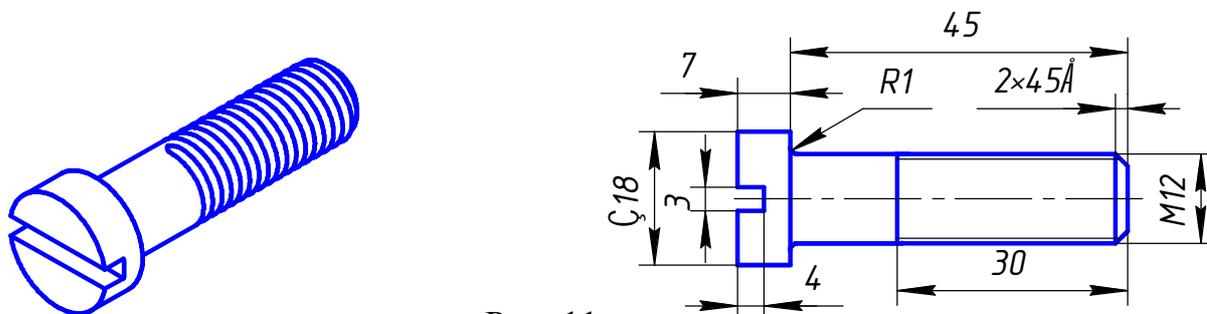


Рис. 11

На рис. 12 показано присоединение планки к корпусу с помощью винта. Между корпусом и планкой имеется прокладка из эластичного материала.

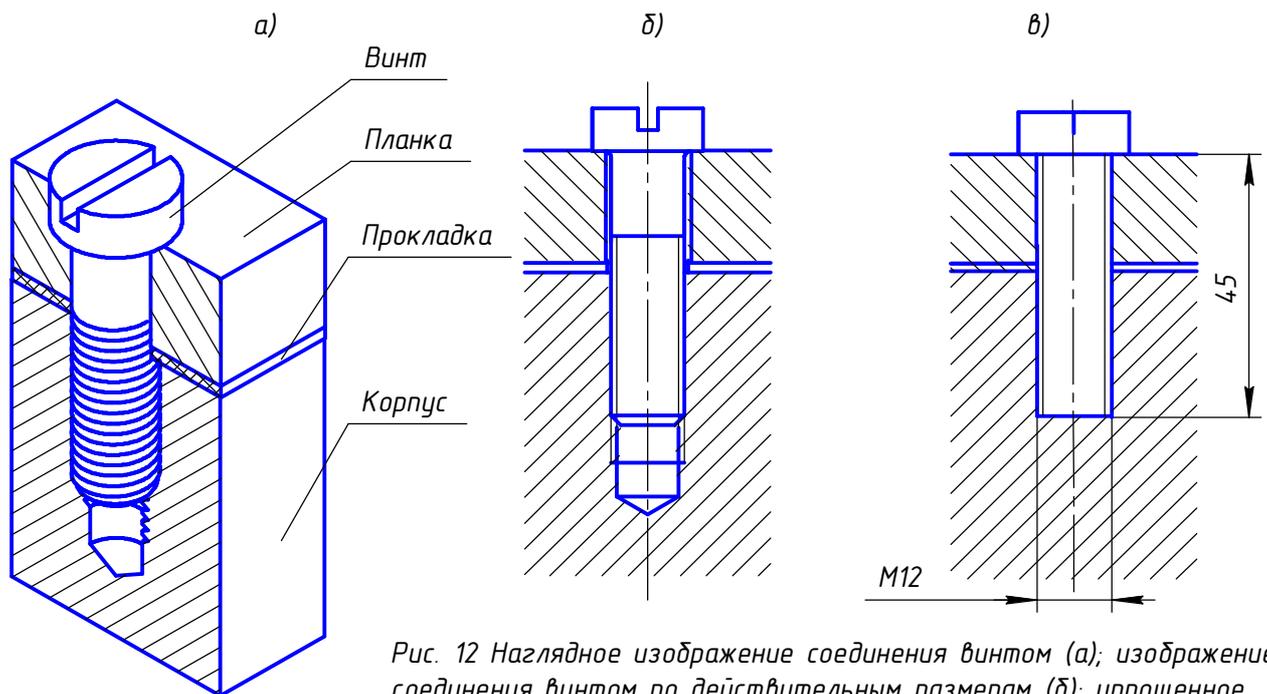


Рис. 12 Наглядное изображение соединения винтом (а); изображение соединения винтом по действительным размерам (б); упрощенное изображение соединения винтом (в)

Шпильки применяются в тех случаях, когда у деталей нет места для размещения головки болта, или если одна из деталей имеет большую толщину, тогда применять слишком длинный болт неэкономично.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень, имеющий с обоих концов резьбу (рис. 13).

Одним нарезанным концом шпилька ввинчивается в резьбовое отвер-

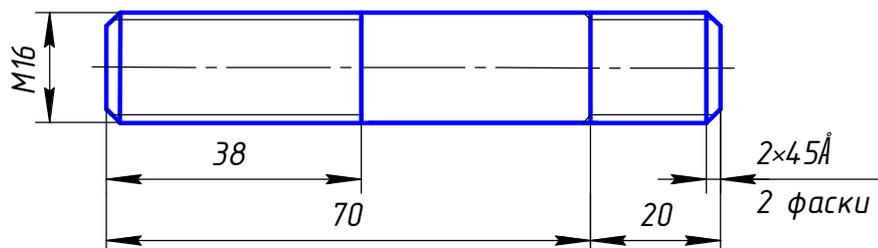
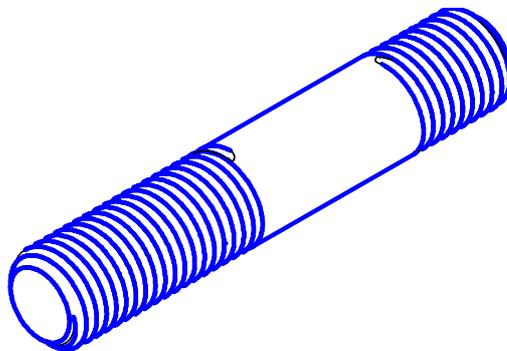


Рис. 13

стие, выполненное в одной из деталей. На второй конец с резьбой навинчивается гайка, соединяя детали. Длина ввинчиваемого резьбового конца определяется материалом детали, в которую он должен ввинчиваться. Второй резьбовой конец предназначен для навинчивания на него гайки при соединении скрепляемых деталей.

Условное обозначение шпильки: Шпилька М16х70 ГОСТ 22034-76.

Примерный расчет глубины резьбового гнезда для винтов и шпилек покажем на примере гнезда под шпильку, представленную на рис. 13.

Длина завинчиваемой части шпильки равняется 20 мм. К этой величине прибавим  $0,5d$  – запас глубины, где  $d$  равняется наружному диаметру резьбы. Для шпильки М16 глубина сверления гнезда составит 28 мм.

Нарезать резьбу на всю глубину гнезда не представляется возможным по техническим причинам. Величину нарезанной части (24 мм) гнезда принимают, вычитая из полученной глубины гнезда  $0,25d$ . Резьбовое гнездо с указанными размерами показано на рис. 14.

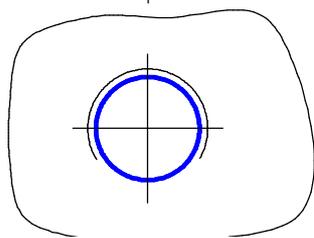
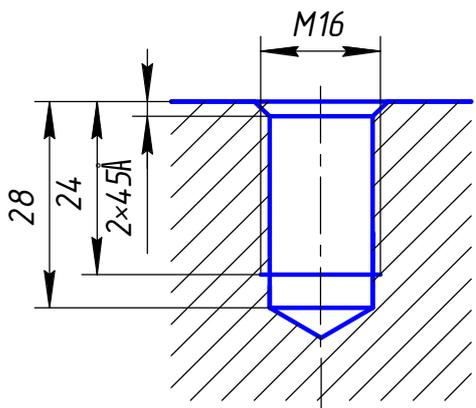


Рис. 14

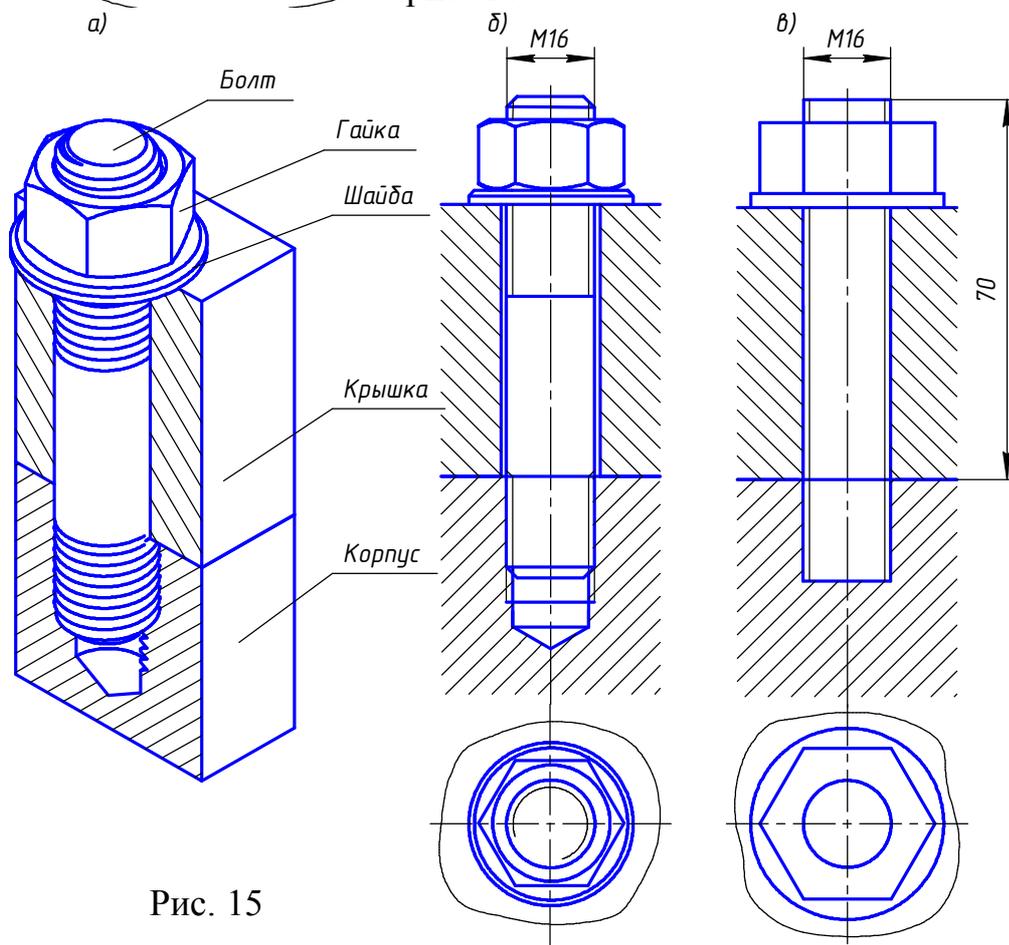


Рис. 15

На рис. 15 показано наглядное изображение соединения шпилькой (а); соединение шпилькой по действительным размерам (б); упрощенное изображение соединения шпилькой (в).

#### 4. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ

Эскиз является конструкторским документом для разового использования или для выполнения по нему чертежей в дальнейшем. Эскизы и чертежи по содержанию не имеют различий, а отличаются лишь по технике выполнения. Эскизы рисуются на глаз от руки, с соблюдением лишь пропорций элементов детали. Чертежи, напротив, выполняются с помощью чертежных инструментов и с соблюдением масштаба.

Рассмотрим соблюдение пропорциональности размеров на глаз на примере (рис. 16).

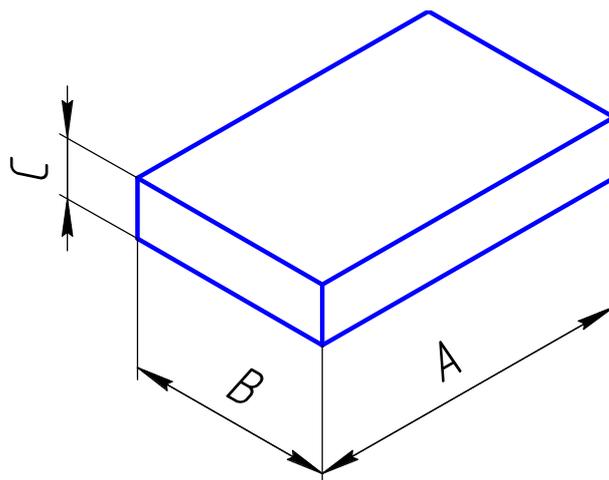


Рис. 16

На примере видно, что отношение между размерами  $A$ ,  $B$ ,  $C$  приблизительно равно:  $C=1$ ;  $B=3 \times C=3$ ;  $A=5 \times C=5$ . В качестве примера будущего эскиза может служить изображение представленное на рис. 17.

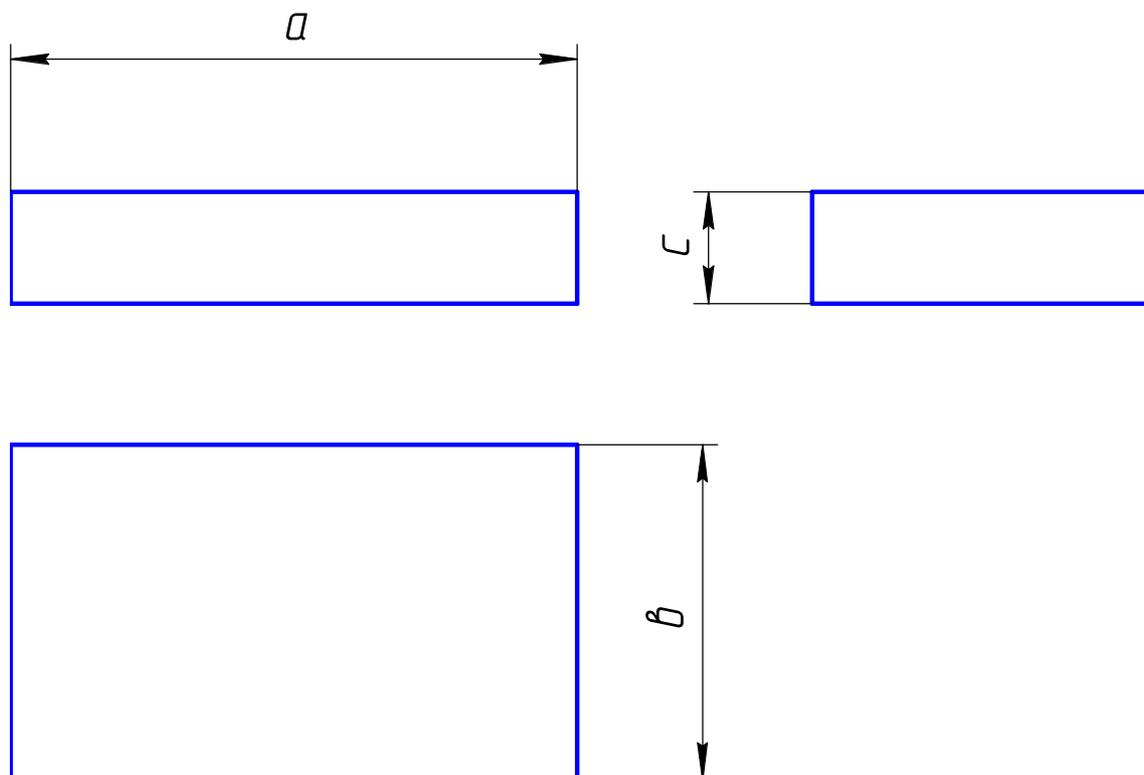


Рис. 17

Из рисунка видно, что отношения принятые выше соблюдаются. На рис. 18 показаны случаи, когда изображения не могут быть использованы в качестве эскиза, так как нарушена пропорциональность между размерами.

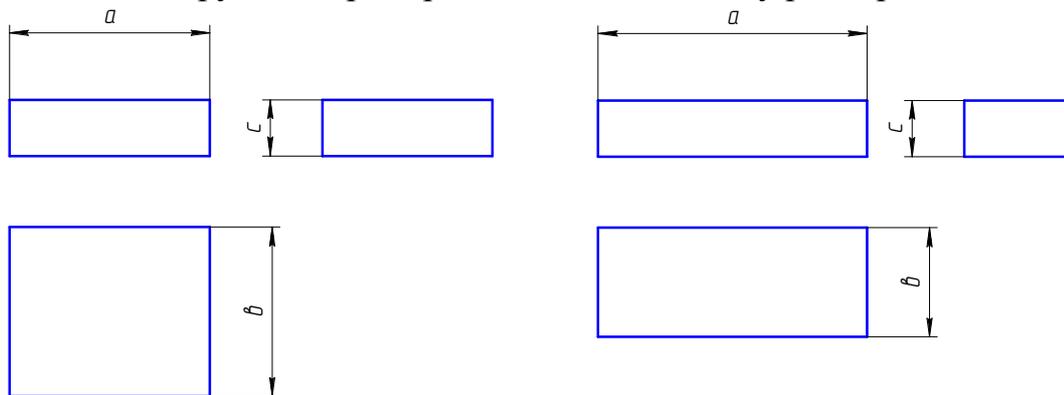


Рис. 18

Последовательность выполнения эскизов деталей можно разделить на несколько этапов.

**I этап** – ознакомление с деталью, анализ ее формы в целом и мысленное расчленение на составляющие элементы.

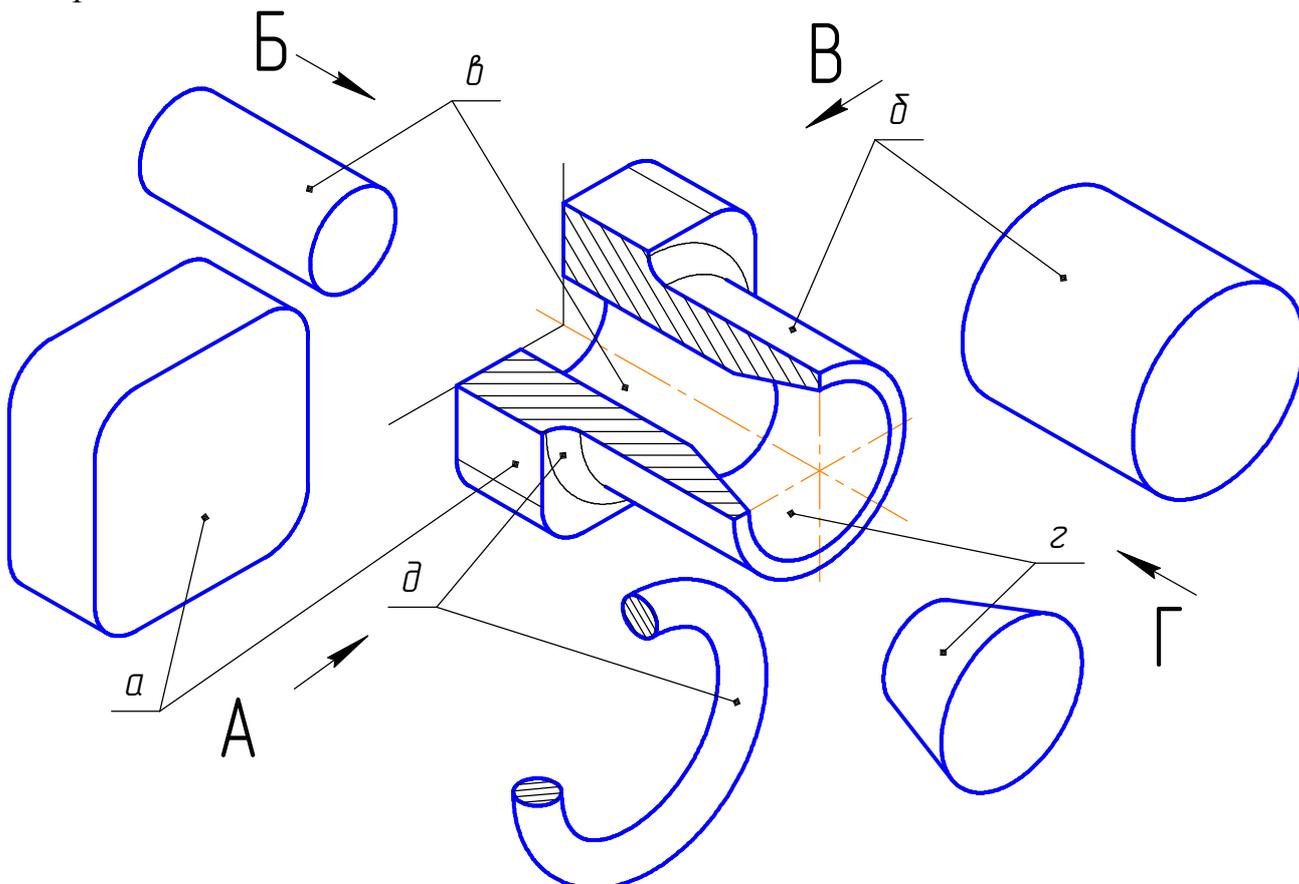
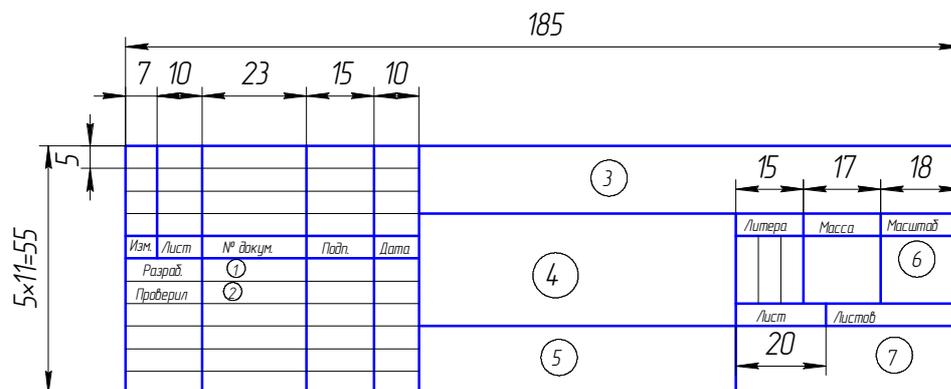


Рис. 19

Деталь, изображенную на рис. 19, можно расчленить на следующие геометрические тела:  $a$  – параллелепипед,  $b$ ,  $c$  – цилиндр,  $z$  – конус,  $d$  – тор.

**II этап** – выбор главного вида и минимально необходимого и достаточного количества изображений.





1-фамилия студента в именительном падеже

2-фамилия преподавателя ведущего занятия

3-обозначение чертежа: X. OXX. 000

№ задания

№ варианта

4-наименование детали

5-обозначение материала детали

6-масштаб

7-наименование предприятия, выпустившего чертёж.

ДонНТУ

Для студенческой работы: кафедра НГ и ИГ

гр. ТЗИ 07

Примечание. Для эскизов графа 6 основной надписи не заполняется, так как эта разновидность графических документов выполняется без точного соблюдения масштабов.

Рис. 23

**IV этап** – компоновка изображения путем построения габаритных прямоугольников (тип линии – тонкая), ограничивающих контуры изображений. При этом расстояния между изображениями должны быть достаточными для размещения выносных и размерных линий, надписей и обозначений (рис. 24).

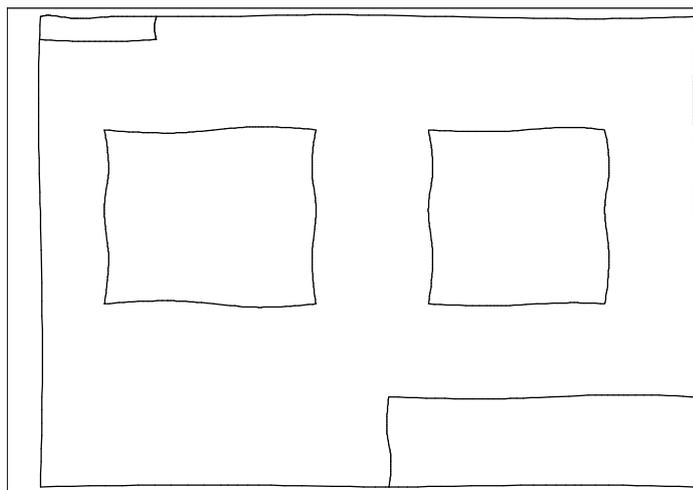


Рис. 24

**V этап** – проведение в пределах габаритных прямоугольников осевых линий, размещение выбранных изображений с соблюдением проекционных связей элементов детали (рис. 25).

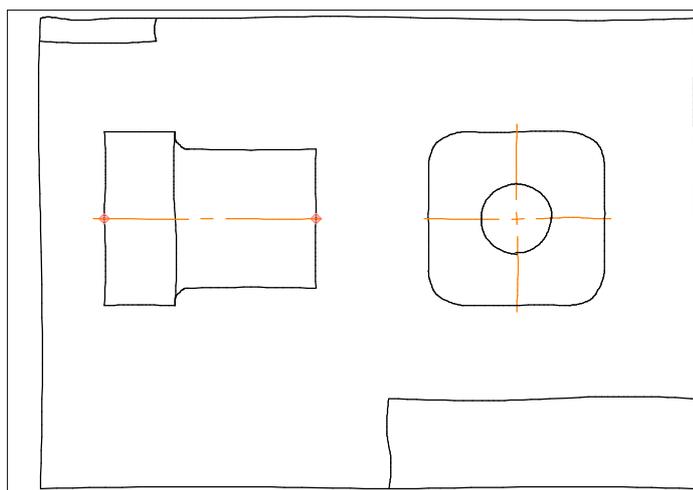


Рис. 25

**VI этап** – выполнение необходимых разрезов и сечений. Для данной детали достаточно выполнить простой фронтальный разрез. Так как данная деталь имеет горизонтальную плоскость симметрии, то имеет смысл совместить вид с разрезом на главном виде и заштриховать сечение с учетом материала детали (рис. 26).

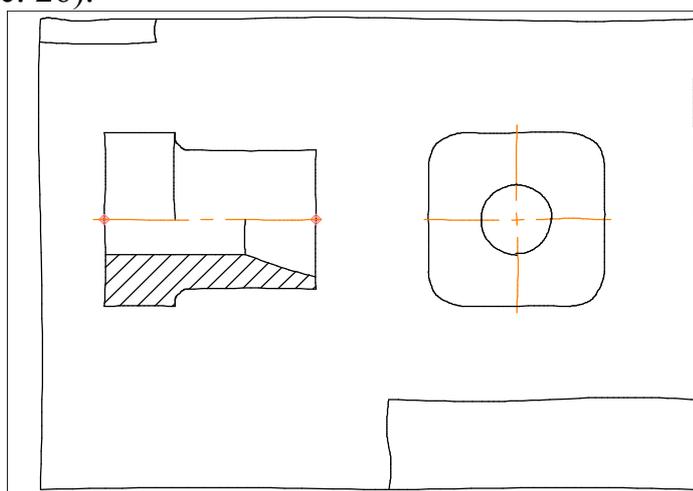


Рис. 26

**VII этап** – нанесение выносных и размерных линий, а также условных знаков (рис. 27).

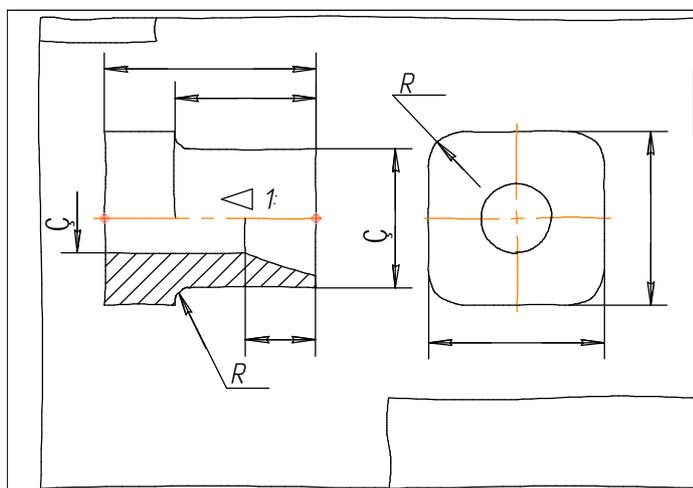


Рис. 27



## 5. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого соединяют между собой сборочными операциями: свинчиванием, сочленением, сваркой, клепкой, опрессовкой и т.п. К таким изделиям можно отнести тиски, предохранительный клапан, вентиль и множество других.

На рис. 29 представлено наглядное изображение сборочной единицы «Гидроцилиндр», а на рис.30 тот же гидроцилиндр, но его

детали для удобства чтения разнесены

вдоль оси.

Это изделие представляет собой двигатель с возвратно-поступательным движением поршня. Он предназначен для механизации зажима заготовок в станочных приспособлениях.

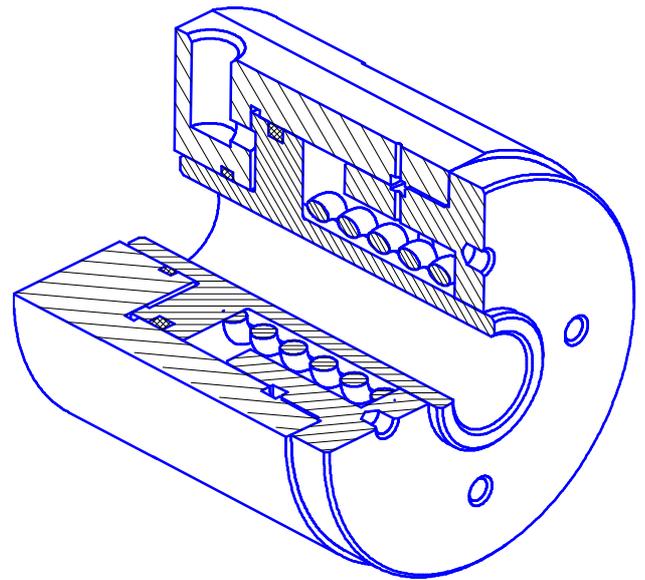


Рис. 29 Наглядное изображение гидроцилиндра

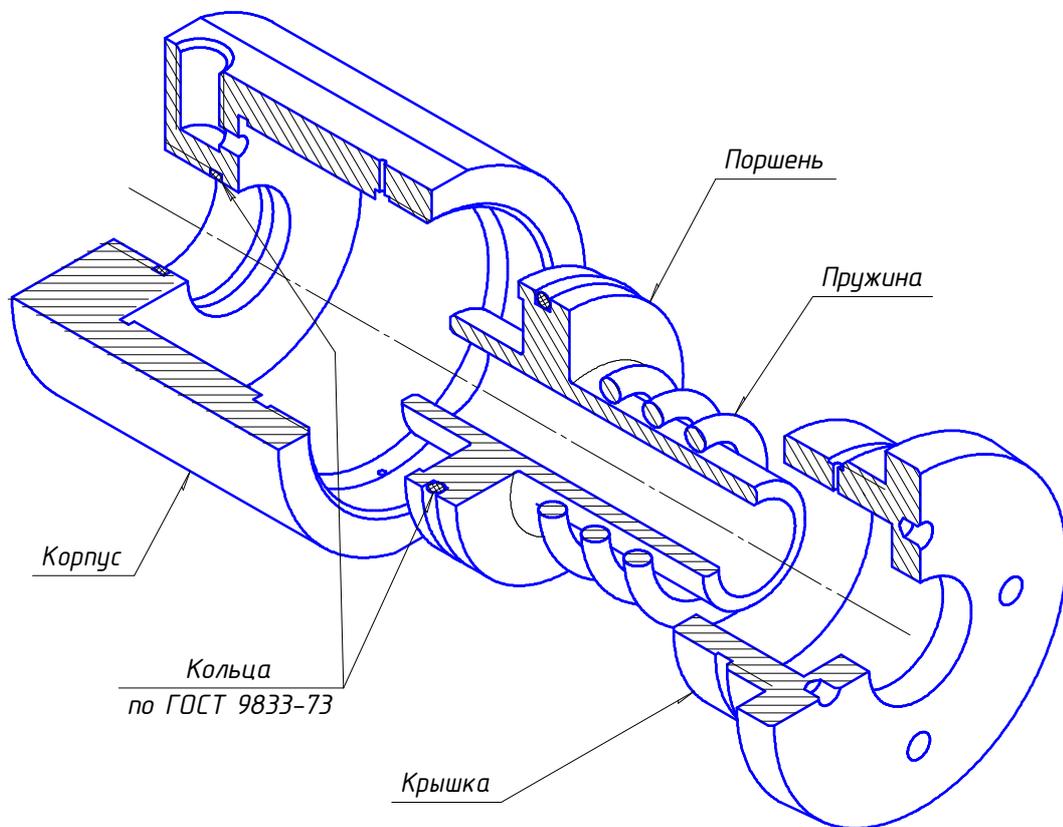


Рис. 30

Гидроцилиндр состоит из корпуса, в котором размещается поршень с резиновым кольцом для уплотнения, и пружина, служащая для возврата

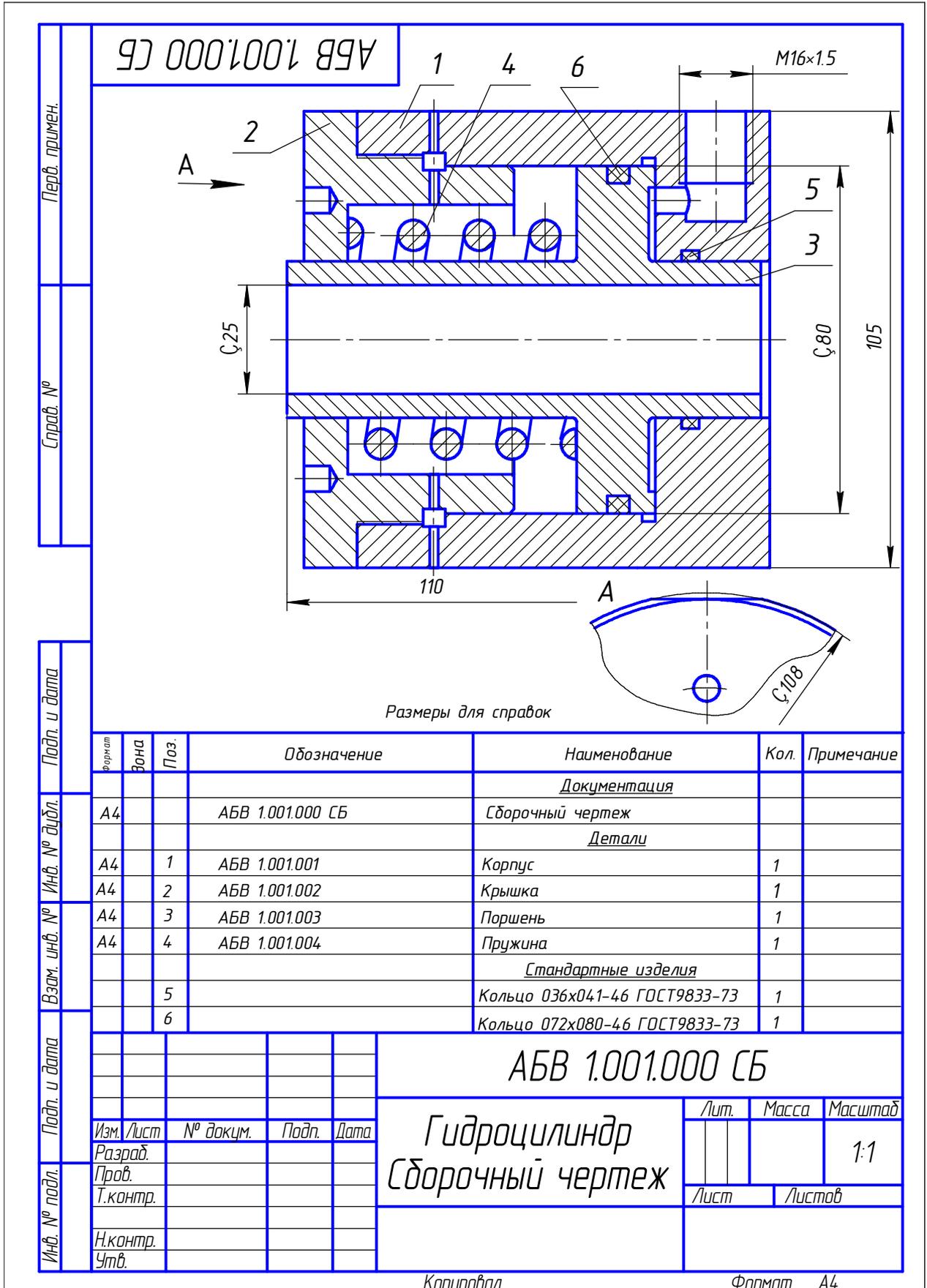


Рис. 31 Сборочный чертёж изделия «Гидроцилиндр»

поршня после рабочего хода в исходное состояние. Корпус завинчивается крышкой с отверстием для прохода штока поршня, которое уплотнено кольцом, и боковое отверстие для подачи масла.

Для изготовления сборочной единицы разрабатывают много различных чертежей. Среди них важное место занимает чертеж общего вида (сборочный чертеж). Это документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Чертеж общего вида (сборочный чертеж) разрабатывается так, чтобы можно было без дополнительных разъяснений разработать рабочие чертежи деталей, входящих в изделие, спецификацию и другое.

Сборочный чертеж должен содержать все необходимые изображения сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей и способах их изготовления, обеспечивающих возможность сборки.

На сборочном чертеже, как правило, изображения располагают в проекционной связи, что облегчает чтение чертежа. При недостатке места отдельные изображения могут размещаться на свободном поле чертежа (см. вид А на рис. 31).

Подвижные детали, в эксплуатационных условиях занимающие в изделии различное положение и сопрягающиеся с неподвижными деталями, изображаются в крайних положениях штрихпунктирной линией, что в некоторых случаях позволяет установить габариты сборочной единицы.

Детали, изготовленные из прозрачного материала, вычерчиваются как непрозрачные. Составные части изделия и их элементы, расположенные за прозрачными деталями, допускается изображать как видимые, например, шкалы, циферблаты, стрелки приборов и т.п.

Места соприкосновения смежных деталей вычерчивают одной линией (толщина линий не удваивается). Зазор между деталями до 2-х мм в масштабе чертежа рекомендуется не показывать, если нет на то особых причин.

На сборочных чертежах наносят следующие размеры:

- габаритные;
- монтажные;
- присоединительные;
- эксплуатационные.

Габаритные размеры (длина, ширина, высота) указывают пространство, занимаемое сборочной единицей (с учетом крайних и промежуточных положений движущихся деталей). Такие размеры необходимы для правильного размещения оборудования. На сборочном чертеже гидроцилиндра такими размерами являются наружный диаметр корпуса 1 ( $\varnothing 108$  мм) и длина изделия (110 мм).

Монтажные размеры устанавливают взаимосвязь и взаимное расположение деталей в сборочной единице, например: расстояние между осями валов, расстояние от осей до привалочной плоскости, монтажные зазоры и т.п.

Присоединительные размеры определяют размеры центровых окружностей для расположения крепежных отверстий, диаметры крепежных отвер-

ствий, расстояния между этими отверстиями и т.п. На рис. 31 размер M16x1.5 служит для присоединения гидроцилиндра к трубопроводу (трубопровод на чертеже не показан).

Эксплуатационные размеры: диаметры проходных отверстий ( $\varnothing 25$  на сборочном чертеже гидроцилиндра), размеры «под ключ» (105 мм для фиксации корпуса 1 при ввинчивании гайки 2), число зубьев, модули и т.п., указывающие на расчетную и конструктивную характеристику изделия. Так размер диаметра поршня – 80 мм является характерным размером гидроцилиндра.

Каждой детали, входящей в изделие, присваивается свое обозначение (номер), которое фигурирует на чертежах и в текстовых документах, сопровождающих ее изготовление. На сборочном чертеже, ввиду большого количества изображаемых деталей, им присваивают порядковые номера, так называемые позиции, по которым эти детали можно найти в спецификации.

Номера позиций на сборочном чертеже наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений деталей. Они должны пересекать контуры обозначаемых деталей и заканчиваются точкой.

Номера позиций следует указывать на том изображении, на котором деталь проецируется как видимая. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны располагаться параллельно линиям штриховки, по возможности не пересекать изображений других деталей и размерные линии. Номера позиций наносят, как правило, один раз (рис. 31). Номера позиций группируют в колонку или в строку, т.е. по вертикальной или горизонтальной прямым. Размер шрифта номеров позиций должен быть больше размера шрифта размерных линий (на 1-2 номера шрифта).

## 6. ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА

Чертеж является важнейшим техническим документом, главным средством общения между людьми, участвующими в процессе проектирования, изготовления и дальнейшего использования прибора, машины, устройства. Поэтому каждый специалист, независимо от сферы его деятельности, должен уметь читать чертежи.

Прочитать чертеж - это значит извлечь всю содержащуюся в нем информацию об изображенном предмете. Результатом чтения является возможность устно или графически (в виде другого чертежа) ответить на любой вопрос, относящийся к изображенному изделию, например, о геометрических формах, величине, взаимном расположении и взаимодействии отдельных его частей.

Процесс чтения чертежа всегда предваряет *деталирование*. Деталированием называют процесс выполнения чертежей отдельных деталей по чертежам общих видов сборочных единиц.

Чертеж общего вида, (в обучении используют несколько видоизмененный вариант этого чертежа), содержит следующие основные части:

- изображения сборочной единицы – виды, разрезы, сечения;

- позиции деталей, расположенные на полках от выносных линий;
- размеры, характеризующие изделие, а также установочные, присоединительные и габаритные.

Кроме этого, каждый чертеж общего вида, выдаваемый для чтения и детализирования, снабжен кратким описанием принципа действия изделия и спецификацией (документ, определяющий состав сборочной единицы).

Последовательность чтения чертежа рассмотрим на примере общего вида изделия “Обойма”, представленного на рис 33. Для облегчения чтения, это же изделие показано в наглядном изображении (рис. 32). На рис. 34 приведена спецификация сборочной единицы.

Обойма применяется в грузоподъемных механизмах. Трос (на чертеже не показан) грузоподъемного механизма охватывает блок (поз. 3), в который запрессована сменная втулка (поз. 8). Блок вращается на оси (поз. 6). Внутри оси имеются каналы, которые через отверстие, закрытое масленкой (поз. 11), заполняются смазкой. Опорой оси является вилка (поз. 1), которая соединяется пальцем (поз. 7) с подвеской (поз. 2), вращающейся вокруг него. В резьбовое отверстие подвески закрепляется грузоподъемный крюк (на чертеже не показан).

1. Пользуясь описанием, установите назначение сборочной единицы:

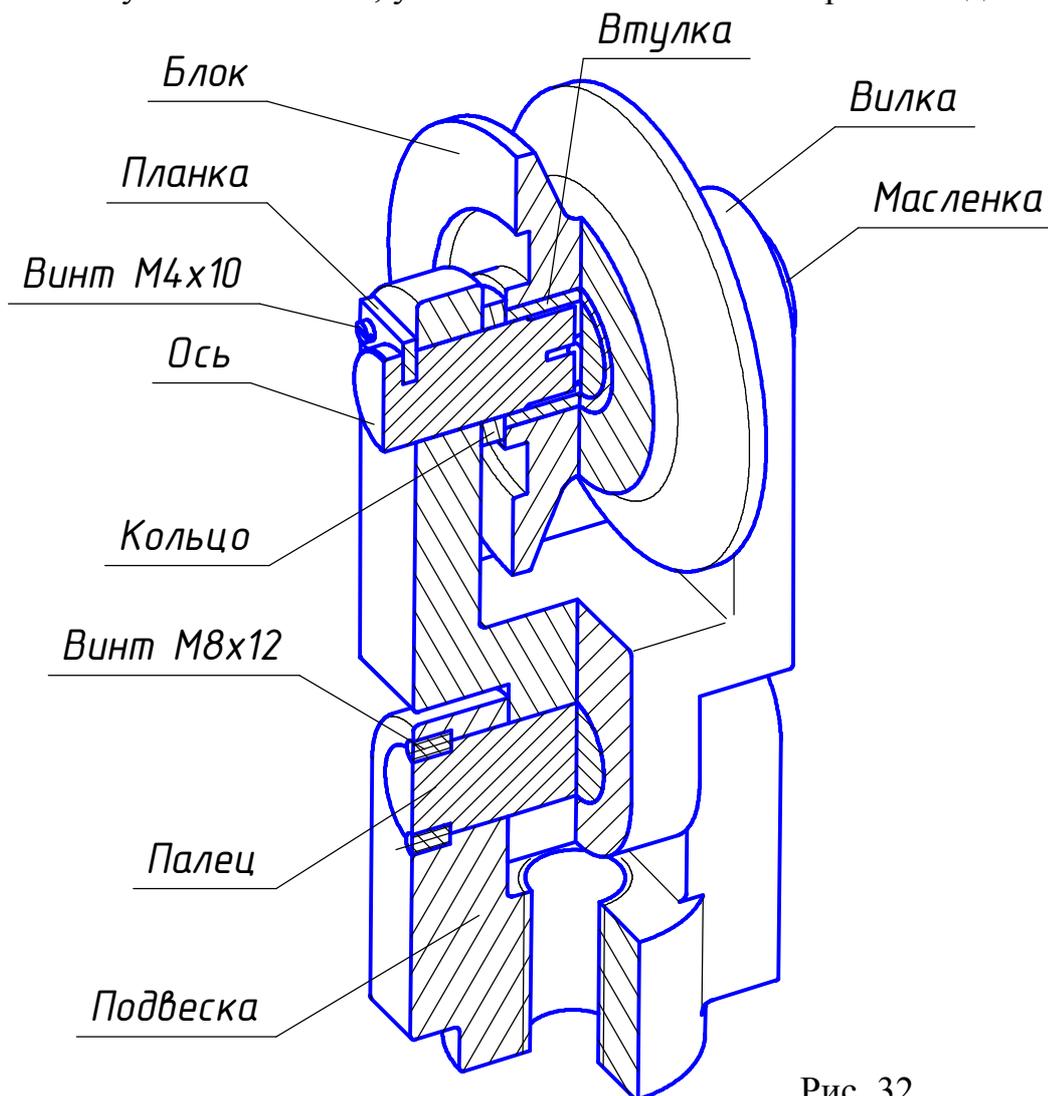


Рис. 32

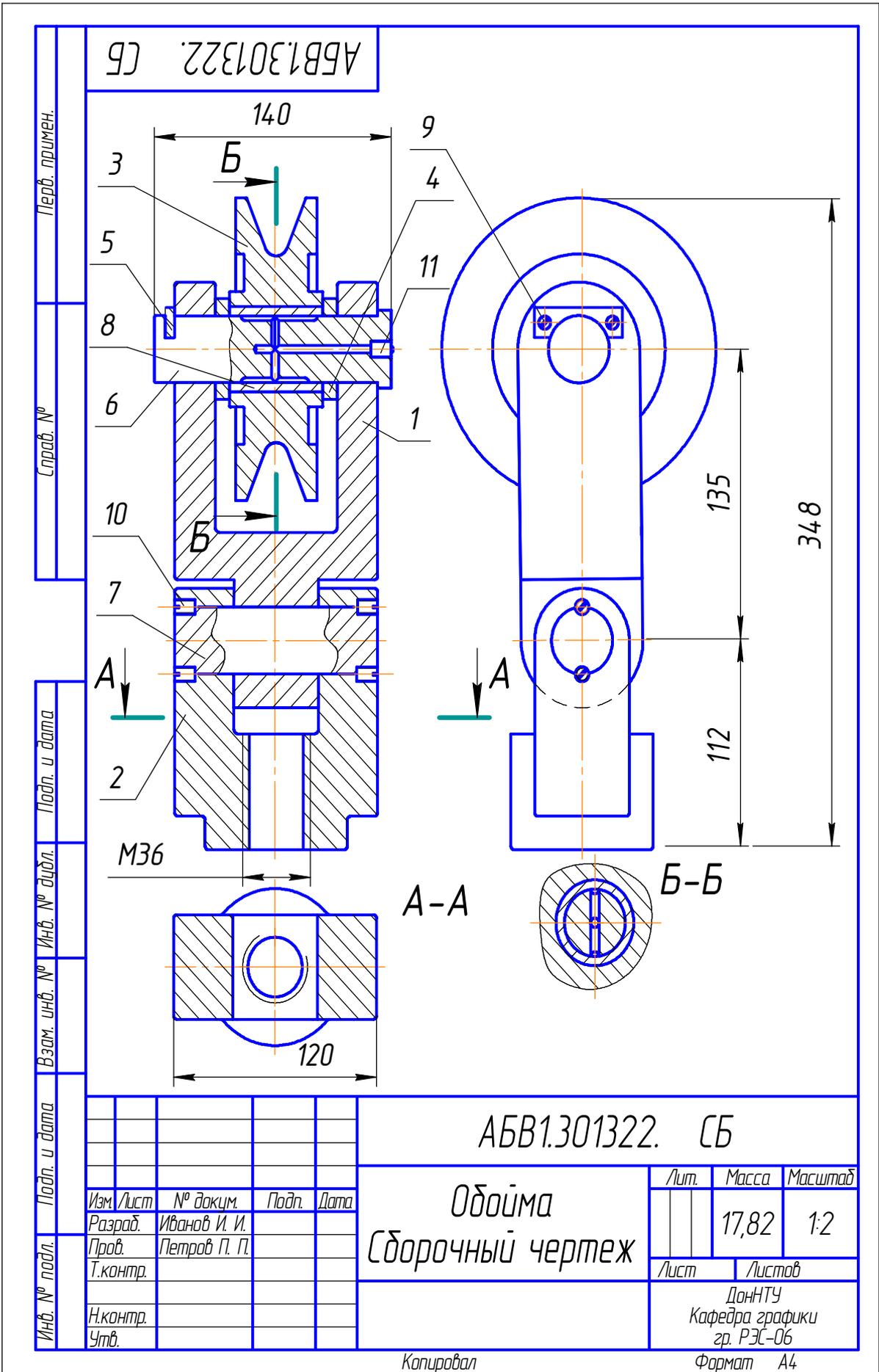


Рис. 33



где, в каких случаях и для каких целей она применяется. Выясните назначение составных частей изделия. От этих данных зависит конструктивное оформление деталей и их отдельных элементов.

2. По чертежу разберитесь в структуре, т. е. в составе данного изделия. Начиная с первой и до последней позиции, обойдите по чертежу все детали. Каждую разыщите на изображениях, прочитайте по спецификации ее наименование и количество. Часто одни только наименования (вал, крышка, поршень, болт и др.) могут дать представление о назначении и конструктивных формах детали.

Ориентирами для различения отдельных деталей на чертеже являются: наличие у смежных деталей разграничительных линий по контуру, наличие соединительных элементов (болтов, винтов и др.) и средств передачи движения (шпонки, зубья, клинья), наличие выносных линий и номеров позиций, а также графическое обозначение материалов. Для деталей, изготовленных из металлов (таких деталей большинство), смежные сечения имеют встречные штриховки, а в сечениях со штриховкой одинакового направления расстояния между линиями штриховки должны быть разными для изображений различных деталей (например, изображение кольца поз. 4 и блока поз. 3), либо эти линии должны быть сдвинуты друг относительно друга.

3. Разберитесь во взаимном расположении деталей и средствах их соединения. Проследите по чертежу взаимодействие деталей между собой. Например, блок поз. 3, с запрессованной втулкой поз. 8, помещен в вилку поз. 1 и вращается на оси поз. 6. Кольца поз. 4 препятствуют перемещению этого блока в осевом направлении. Для предотвращения выпадения оси служит планка поз. 5, закрепленная на вилке двумя винтами поз. 9.

4. Рассмотрите последовательность сборки и разборки. Правильное ориентирование в мысленной сборке и разборке изделия, наряду с детализацией, свидетельствует о том, что чертеж прочитан. Например, вилку поз. 1 вставить в прорезь подвески поз. 2 и, совместив цилиндрические отверстия в этих деталях, вставить ось поз. 7. На границе подвески и оси засверлить отверстия, нарезать в них резьбу М8, и ввинтить четыре винта поз. 10. Последняя описанная здесь операция (стопорение оси) требует дополнительной обработки деталей уже в процессе сборки. Следует иметь в виду, что изменения формы деталей, которые произошли во время сборки, при детализации не учитываются, т. е. чертежи оси и подвески не будут содержать половинок отверстий с резьбой.

5. На чертеже выберите все изображения, относящиеся к одной детали, чертеж которой необходимо выполнить по заданию. Например, ось поз. 6 представлена изображениями на видах спереди и слева, а также в сечении Б-Б.

В результате внимательного изучения этих изображений в сознании должен возникнуть **мысленный образ детали**. При этом опорой мыслительной деятельности, достаточно сложной на первых порах, являются лишь проекции детали, зачастую не те, которые затем будут приняты на чертеже детали, к тому же частично скрытые за изображениями других деталей сборочной

единицы. Так, при выполнении чертежа оси поз. 6 использован вид спереди с местным разрезом, поперечное сечение для выявления формы паза и увеличенная часть сечения А-А для показа формы долевой смазочной канавки (рис. 35).

Напомним еще раз, что чертеж представляет собой зашифрованную особым способом информацию об изображаемом предмете. В качестве шифра используется аппарат прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Хорошая подготовка по предыдущему материалу позволяет, глядя на чертеж, мысленно “сворачивать” его в пространственную модель.

Часто чтение чертежей деталей затруднено из-за их сложности и использования большого количества мелких конструктивных элементов. Для передачи формы на чертеже используют неполные изображения (местные виды, местные разрезы, части сечений), а также выносные элементы. Необходимо хорошо ориентироваться в адресной системе, применяемой в черчении (обозначения направлений взгляда, обозначения следов секущих плоскостей, надписей над изображениями, если они не находятся в проекционной связи с другими, и т.п.).

Отметим еще некоторые особенности создания образа детали по чертежу общего.

Главное изображение, принимаемое для чертежа детали, не всегда совпадает с главным изображением ее на чертеже общего вида изделия. Количество изображений детали на чертеже общего вида может не соответствовать необходимому количеству изображений на чертеже детали. Поэтому, для выбора рациональных изображений, созданный образ детали необходимо научиться поворачивать перед мысленным взором.

На чертеже общего вида изображения детали могут быть частично или

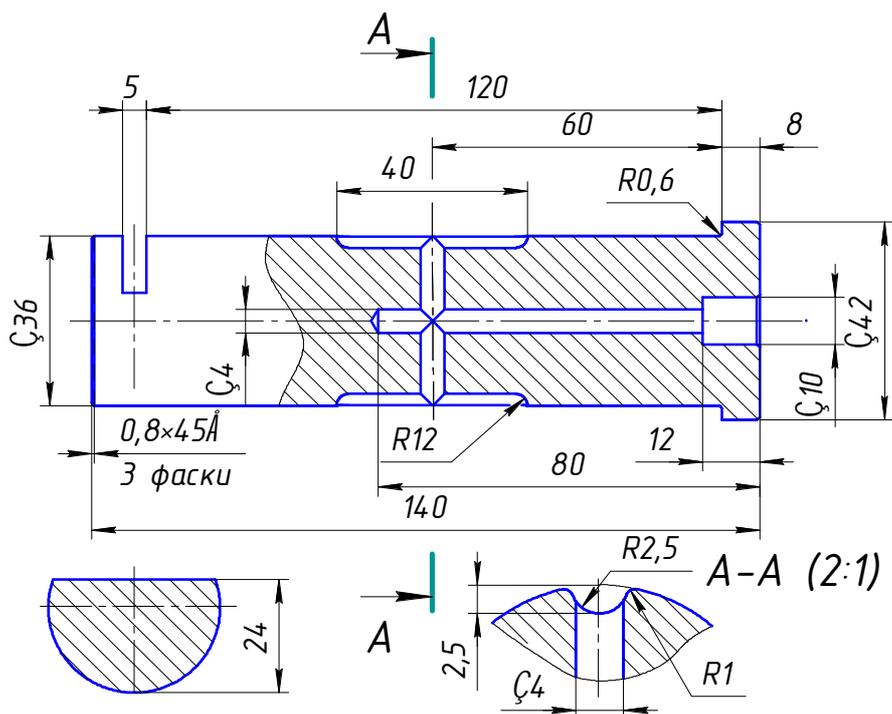


Рис. 35

полностью скрыты изображениями других деталей сборочной единицы.

3. На чертеже общего вида применяются условности и упрощения в изображении некоторых конструктивных элементов детали. Фаски, галтели, проточки, насечки, сбеги резьб, некоторые зазоры и прочие мелкие конструктивные элементы не показывают. На чертежах деталей эти элементы необходимо изображать такими, каковы они есть в действительности.

На рис. 36, а приведен фрагмент сборочного чертежа, содержащий упрощенное изображение соединения винтом. При выполнении чертежа планки (рис. 36, б), для свободного прохода винта, отверстие создают диаметром несколько большим наружного диаметра резьбы и направляющую фаску, а глу-

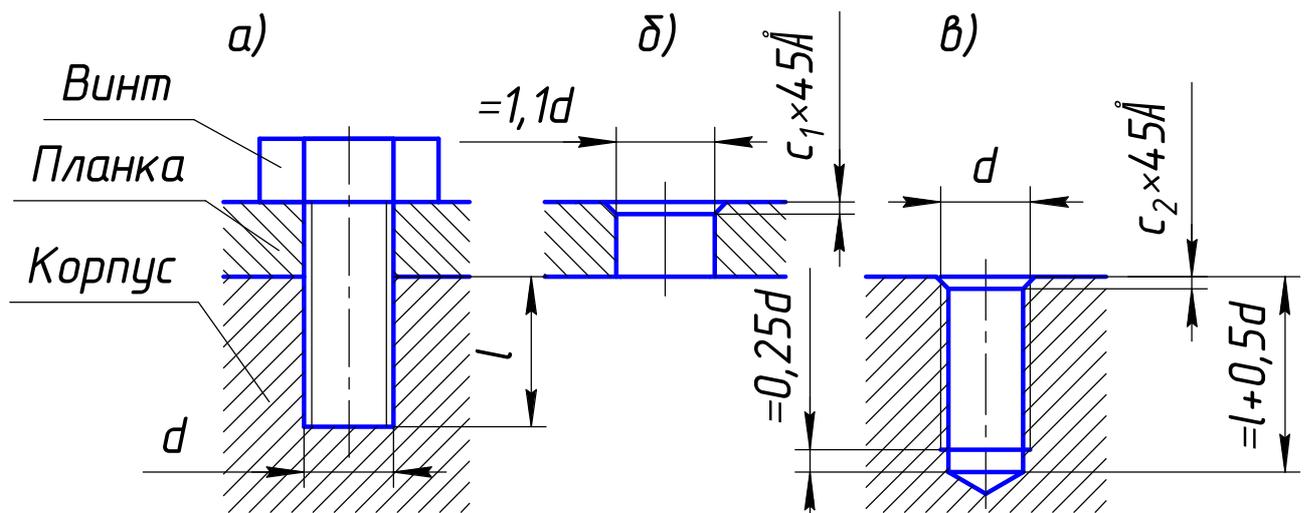


Рис. 36

бина гнезда под винт в корпусе (рис. 36, в) должна содержать запас длины для удобства нарезания резьбы и также фаску.

При выполнении чертежа детали по чертежу общего вида изделия рекомендуем придерживаться такой последовательности:

- представить конструктивную форму детали;
- выбрать главное изображение и определить необходимое количество остальных изображений;
- выбрать масштаб изображений;
- выбрать формат листа для чертежа;
- скомпоновать изображения на поле чертежа и выполнить их в тонких линиях;
- выполнить штриховку разрезов и сечений, если таковые имеются;
- нанести выносные и размерные линии;
- обмерить изображения и нанести размерные числа;
- обвести изображения, рамку чертежа и основную надпись;
- сделать необходимые надписи на чертеже, заполнить основную надпись и дополнительную графу.

## ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ

Схема - это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Схемы применяют при изучении принципа действия механизмов, машин, приборов, аппаратов, при их наладке и ремонте, монтаже трубопроводов и электрических сетей, для уяснения связи между отдельными составными частями изделия без уточнения особенностей их конструкции.

Правила выполнения и оформления схем регламентируют стандарты седьмой классификационной группы ЕСКД. Виды и типы схем, общие требования к их выполнению должны соответствовать ГОСТ 2.701-84 «ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению», правила выполнения всех типов электрических схем - ГОСТ 2.702-75 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем». При выполнении электрических схем цифровой вычислительной техники руководствуются правилами ГОСТ 2.708-81 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники». Обозначение цепей в электрических схемах выполняют по ГОСТ 2.709-89 «ЕСКД. Система обозначений цепей в электрических схемах», буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах - по ГОСТ 2.710-81 «ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах».

Перечислим общие требования к выполнению схем:

1. Схемы выполняют без соблюдения масштаба и действительного пространственного расположения составных частей изделия.

2. Необходимое количество типов схем, разрабатываемых на проектируемое изделие, а также количество схем каждого типа определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. Комплект схем должен быть по возможности минимальным, но содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия. Между схемами одного комплекта конструкторских документов на изделие должна быть установлена однозначная связь, обеспечивающая возможность быстрого получения необходимой информации об элементах, устройствах и соединениях на всех схемах данного комплекта.

3. На схемах, как правило, используют стандартные графические условные обозначения. Если необходимо использовать не стандартизованные обозначения некоторых элементов, то на схеме делают соответствующие пояснения.

4. Следует добиваться наименьшего числа изломов и пересечений линии связи, сохраняя между параллельными линиями расстояние не менее 3 мм.

5. На схемах допускается помещать различные технические данные, характеризующие схему в целом и отдельные её элементы. Эти данные помещают либо около графических обозначений, либо на свободном поле схемы, как правило, над основной надписью.

6. Разрешается выполнять схему на нескольких листах (объединенную или комбинированную схему).

ГОСТ 2.701-84 устанавливает классификацию, обозначение схем и общие требования к их выполнению для изделий всех отраслей промышленности, а также схем энергетических сооружений (электрических станций, электрооборудования предприятий и т. п.). Стандартом установлены также термины, используемые в конструкторской документации, и их определения. Приведем некоторые из них.

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение (резистор, конденсатор, интегральная микросхема, трансформатор и т. д.)

Устройство – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата).

Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию (усилитель, модулятор, генератор и т. д.).

Линия электрической связи – линия на схеме, указывающая путь прохождения тока, сигнала и т. д.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ СХЕМ.

Схемы в зависимости от элементов и связей между ними подразделяют на следующие виды, обозначаемые буквами: электрические - Э, гидравлические - Г, пневматические - П, газовые (кроме пневматических) - Х, кинематические - К, вакуумные - В, оптические Л, энергетические- Р, комбинированные - С, деления - Е.

По основному назначению схем их подразделяют на типы, обозначаемые цифрами (в скобках - соответствующие коды по СТ СЭВ 6306-88): структурные- 1(101), функциональные - 2(102), принципиальные (полные) - 3(201), соединений (монтажные) -4(301), подключения 5(303), общие - 6(302), расположения - 7(401), объединенные - 0.

Код схемы состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы, например, Э3 – схема электрическая принципиальная, Э4 – схема электрическая соединений, Г1 – схема гидравлическая структурная.

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

На схеме одного вида разрешается изображать элементы схем другого вида, а также элементы и устройства, не входящие в изделие, но необходимые для разъяснения принципов его работы. Графические обозначения таких

элементов и устройств отделяют на схеме штрихпунктирными тонкими линиями, указывая местонахождение элементов и другие необходимые данные.

Построение схемы. При выполнении схем действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или учитывают приближенно. Расположение условных графических обозначений на схеме определяется удобством чтения схемы и должно обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимосвязи его составных частей. Для этого при построении рисунка схемы должны соблюдаться следующие условия: элементы, совместно выполняющие определенные функции, должны быть сгруппированы и расположены соответственно развитию процесса слева направо; расположение элементов внутри функциональных групп должно обеспечивать наиболее полную конфигурацию цепей (с минимальным количеством изломов и пересечений линий связи).

Линии связи изображают в виде горизонтальных и вертикальных отрезков, имеющих минимальное количество изломов и пересечений. Расстояние между двумя соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3,0 мм, между двумя соседними линиями графического обозначения - не менее 1,0 мм, между отдельными условными графическими обозначениями - не менее 2,0 мм.

Устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, изображают фигурой прямоугольной формы и штрихпунктирной линией, равной по толщине линиям связи.

Графические обозначения. Электрические элементы и устройства на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных стандартами ЕСКД или построенных на их основе.

Стандартные условные графические обозначения элементов выполняют по размерам, указанным в соответствующих стандартах. Графические изображения, изображают на схемах в размерах, определяемых по вертикали и горизонтали количеством шагов модульной сетки. При этом шаг для каждой схемы может быть любым, но одинаковым для всех элементов и устройств данной схемы. Графические обозначения следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Рекомендуется изображать условные графические обозначения в положении, указанном стандартами, или повернутыми на угол, кратный 90 (рис. 37а), за исключением случаев, оговоренных в стандартах. Для упрощения начертания схем или более наглядного представления цепей допускается поворачивать условные графические обозначения на углы, кратные 45 (рис. 37б) по сравнению с их изображениями в стандарте.

Линии. В зависимости от назначения и типа схем линиями изображают: электрические взаимосвязи (функциональные, логические и т. п.), пути прохождения электрического тока (электрические связи), механические взаимосвязи, материальные проводники, экранирующие оболочки, корпуса приборов и т. п., условные границы устройств и функциональных групп.

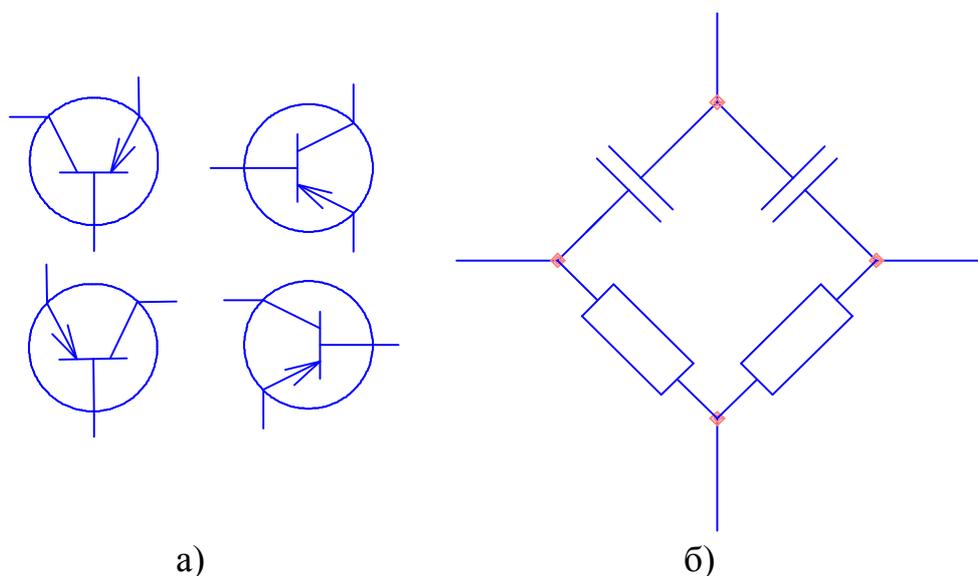


Рис. 37

Линии на схемах всех типов выполняют в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.701-84 и ГОСТ 2.721-74 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения».

Линии связи должны состоять из горизонтальных или вертикальных отрезков и иметь минимальное количество изломов и взаимных пересечений. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать. Толщины линий выбирают в зависимости от формата схемы и размеров условных графических обозначений. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине: тонкую  $b$ , утолщенную  $2b$  и толстую  $3b...4b$ , где  $b$  — толщина линии, которая выбирается в зависимости от размеров схемы. Выбранные толщины линий должны быть постоянными во всем комплексе схем на изделие.

Условные графические обозначения и линии связи выполняют линиями одной и той же толщины. Оптимальная толщина  $0,3 \dots 0,4$  мм, что соответствует по ГОСТ 2.303-68, сплошной тонкой линии.

Прерывание линий. Линии, соединяющие графические обозначения на схемах, показывают, как правило, полностью. Допускается обрывать линии связи, если они затрудняют чтение схемы. Обрывы линии заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места обозначений прерванных линий, например, подключения, или необходимые характеристики цепей (полярность, потенциал и т. д.).

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (переключатели, регуляторы и т. п.), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, предназначенные для нанесения на самом изделии, помещают в кавычках возле соответствующего графического обозначения элемента. Все надписи на схемах выполняют чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. Допускается на одной схеме для выделения различных категорий данных применять шрифты разных размеров, например, условные буквенно-цифровые обозначения, квалифицирующие символы графических обозначений.

ний, заголовки таблиц можно выполнять шрифтом большего размера в отличие от других текстовых данных.

## ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ

Принципиальная схема является наиболее полной электрической схемой изделия, на которой изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля изделий, заданных электрических процессов, все связи между ними, также элементы подключения, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Всем изображенным на схеме (рис. 38) элементам и устройствам

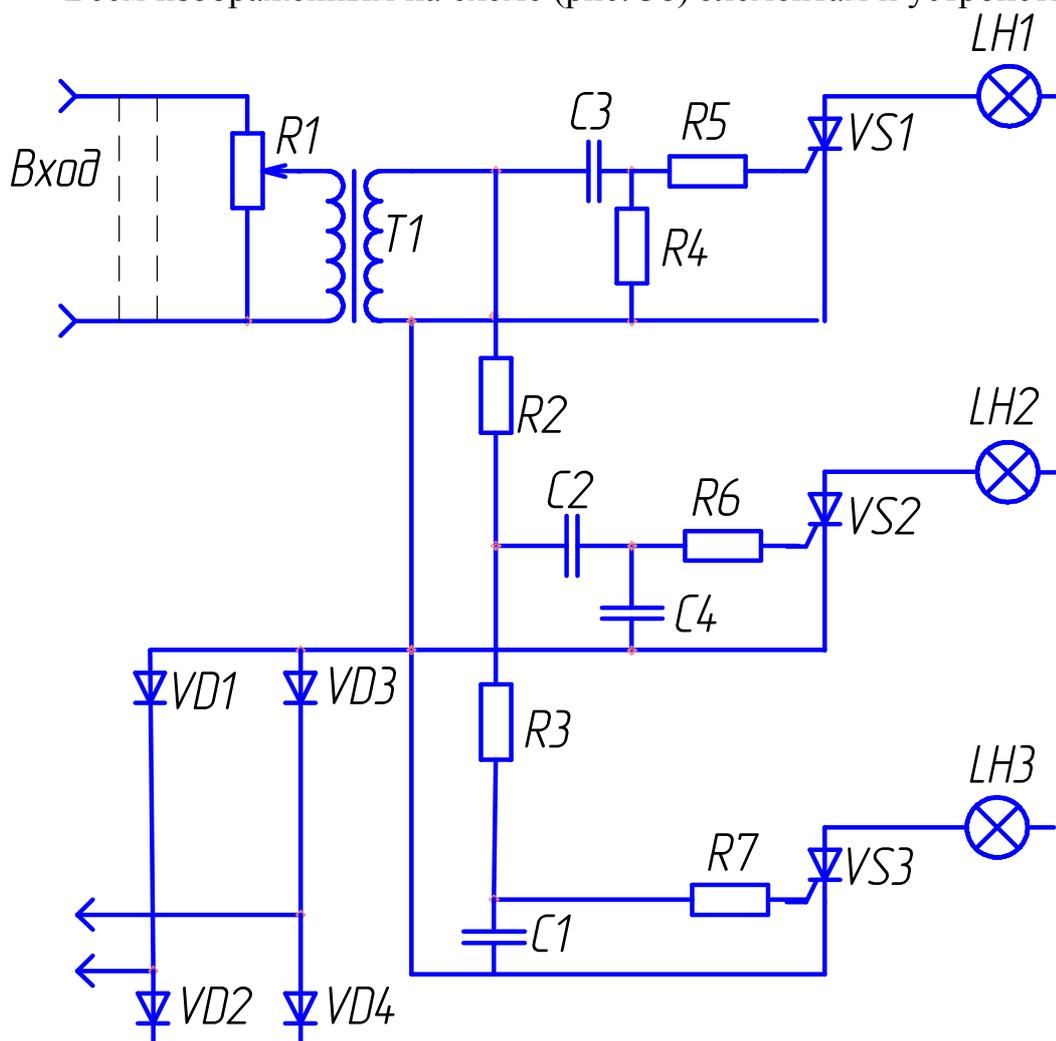


Рис. 38

присваивают условные буквенно-цифровые позиционные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710-81. Позиционные обозначения элементам присваивают в пределах изделия. Порядковые номера элементам начиная с 1, присваивают в пределах группы элементов (устройств) с одинаковым буквенно-позиционным обозначением одной группы или одного типа в соответствии с последовательностью их расположения на схеме сверху вниз в направлении слева направо, например: R1, R2..., C1, C2..., VT1, VT2... Буквы и цифры позиционного обозначения выполняют чертёжным шрифтом одного размера

(3,5мм). Последовательность присвоения порядковых номеров может быть нарушена в зависимости от размещения элементов, направления размещения сигналов или функциональной последовательности процесса, также при внесении изменений. Позиционно обозначение присваивают на схеме рядом с условными графическими обозначениями (УГО) элементов и устройств справа (УГО занимает вертикальное положение) или сверху (УГО занимает горизонтальное положение).

Данные об элементах и устройствах, изображённых на схеме изделия записывают в перечень элементов. Допускаются сведения об элементах помещать рядом с изображением на свободном поле схемы. Перечень помещают на первом листе или выполняют в виде отдельного документа на листе формата А4 с основной надписью (заполнение граф см. рис. 23) для текстовых документов по форме 2 (рис. 39) или 2а (рис. 40) ГОСТ 2.104-68.

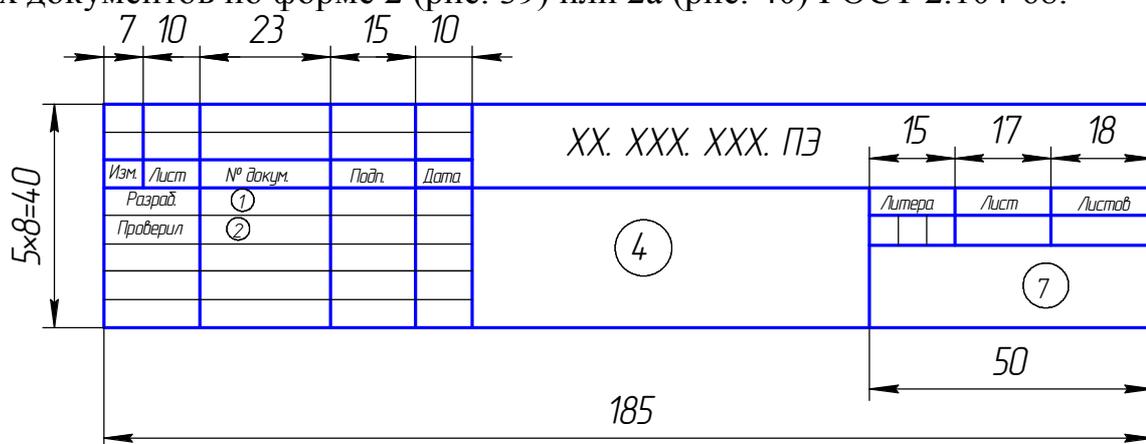


Рис. 39  
185

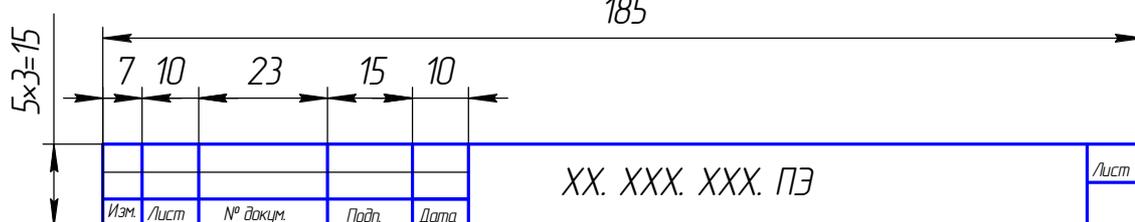


Рис. 40

Перечень элементов оформляют в виде таблицы и заполняют сверху вниз (рис. 41).

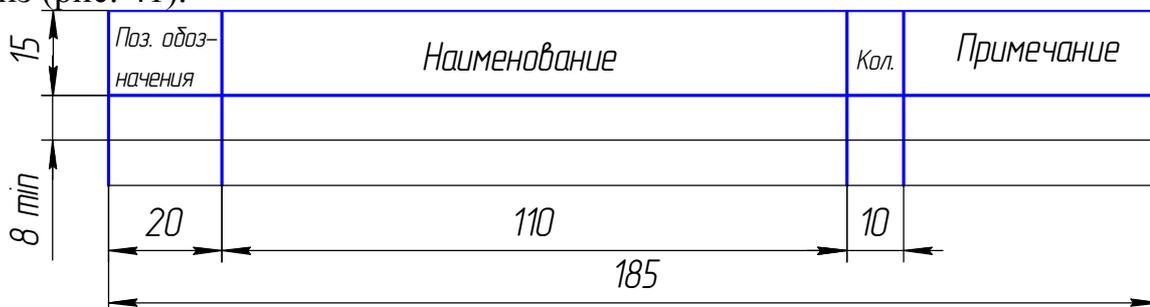


Рис. 41

В графах перечня указывают следующие данные:

- в графе «Позиционные обозначения» - вносят позиционные обозначения элементов, устройств или функциональной группы.

- в графе «Наименование» - записывают наименование элементов, и обозначения документа на основе которого этот элемент применён (стандарт). Запись элементов, входящих в отдельное устройство начинают с наименования устройства.

- в графе «Кол.» - количество одинаковых элементов.

- в графе Примечание - технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен.

Элементы записывают по группам (видам) в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений, располагая по возрастанию порядковых номеров в пределах каждой группы, а при цифровых обозначениях – в порядке их возрастания. Между отдельными группами элементов или между элементами в большой группе рекомендуется оставлять несколько незаполненных строк для внесения изменений. Для сокращения перечня допускается однотипные элементы с одинаковыми параметрами и последовательными порядковыми номерами записывать в перечень одной строкой, указывая только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например, С1, С2; R3...R5. В графе «Кол.» указывают общее количество таких элементов. При записи однотипных элементов допускается не повторять в каждой строке наименование элемента, а записывать его в виде общего наименования к соответствующей группе элементов.

Если позиционные обозначения присваивают элементам в пределах устройств или одинаковых функциональных групп, то элементы, относящиеся к устройствам или функциональным группам, записывают в перечень отдельно. Запись элементов, входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройства или функциональной группы, которое записывают в графе «Наименование» и подчеркивают. На одной строке с наименованием в графе «Кол.» указывают общее количество одинаковых устройств или функциональных групп, а для элементов – количество элементов, входящих в одно устройство (функциональную группу).

При сложном вхождении, когда в устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, входят устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, или устройства входят в функциональную группу, то соответствующие заголовки допускается нумеровать (подобно обозначению разделов и подразделов) в пределах всей схемы изделия, например: «1. Блок включения», «1.1. Измеритель», «1.2. Переключатель тока» и т. д.

На рис. 42 представлен один из способов выполнения перечня элементов.

Поз. обозначение	Наименование		Кол.	Примечание																									
	Изм.	Лист																											
Перв. примен.	<u>Конденсаторы</u>																												
	C1,C2	K10-19 ОЖО 460,205 ТУ -0,1 мкФ	2																										
	C3	K10-19 ОЖО 460,205 ТУ -5,6 пФ	1																										
	R1, R3	МЛТ-0,125 ОЖО 467,180 ТУ -10кОм	2																										
	C4	K10-19 ОЖО 460,205 ТУ -10 пФ	1																										
	R2	МЛТ-0,125 ОЖО 467,180 ТУ -220кОм	1																										
	R4,R5	МЛТ-0,125 ОЖО 467,180 ТУ -100кОм	2																										
	R1,R3	МЛТ-0,125 ОЖО 467,180 ТУ -10кОм	2																										
	<u>Резисторы</u>																												
	R6,R7	МЛТ-0,125 ОЖО 467,180 ТУ -560 Ом	2																										
<u>Диоды</u>																													
VD1,VD2	ВУ4	2																											
VD3,VD4	ВУ4	2																											
<u>Тиристоры</u>																													
VS1...VS3	Т22-10	3																											
<u>Трансформаторы</u>																													
T1	ТА/150 805	1																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подп.</td> <td style="width: 15%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Иванова</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Шепелев</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.	Иванова				Проб.	Шепелев				Н.контр.					Утв.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																									
Разраб.	Иванова																												
Проб.	Шепелев																												
Н.контр.																													
Утв.																													
<h2 style="margin: 0;">Цветомузыка</h2>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Лит.</td> <td style="width: 33%;">Лист</td> <td style="width: 33%;">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> <p style="margin: 0; text-align: center;">ДонНТУ Кафедра ИГ и ИГ ст. гр.</p>		Лит.	Лист	Листов			1																			
Лит.	Лист	Листов																											
		1																											

Копировал  
Рис. 42

Формат А4