

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Кокошко А.Ф.
Морозова В.А.

Нанесение размеров на машиностроительных чертежах

Учебно-методическое пособие
по машиностроительному черчению

Брест 2007

УДК

Кокошко А.Ф., Морозова В.А.

Нанесение размеров на машиностроительных чертежах (с. 45, илл. 109).

В учебно-методическом пособии приводятся основные требования и правила нанесения размеров на чертежах – нанесение выносных и размерных линий, нанесение размерных чисел, нанесение условных знаков и надписей, упрощения в нанесении размеров.

Рассмотрены особенности нанесения размеров от баз, способы нанесения размеров, нанесение размеров на чертежах деталей, изготовленных разными способами.

Даются рекомендации по нанесению размеров на разъемные соединения деталей – плоские, конические, шпоночные, шлицевые; нанесение размеров на сборочные чертежи.

Приводится список рекомендуемой литературы.

Рецензент:

Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»
Белорусского национального технического университета
(заведующий кафедрой П.В. Зеленый – к.т.н., ст. научный сотрудник).

ВВЕДЕНИЕ

При разработке технической документации на изделия машиностроения нанесение размеров на чертежи является важнейшим этапом. От реальности нанесения размеров зависит количество используемых линейных размеров (диаметров, длин и т.д.), угловых и размеров конусности, а это приводит к уменьшению номенклатуры измерительного и режущего инструмента, что значительно упрощает организацию производства, создает предпосылки для стандартизации и взаимозаменяемости.

При нанесении размеров на детали необходимо учитывать условия работы детали в изделии, ее конструкцию и технологический процесс изготовления.

Размеры должны быть проставлены с таким расчетом, чтобы они отвечали требованиям наиболее рациональной технологии изготовления детали.

Неправильно нанесенные размеры на чертеж детали затрудняют технологические и измерительные операции, зачастую является причиной брака.

Цель настоящих методических указаний – оказать помощь студентам в изучении правил и приобретении навыков нанесения размеров на разрабатываемые чертежи изделий машиностроения с учетом элементов конструирования и технологии их изготовления.

В методических указаниях правила нанесения размеров на чертежи изложены для студентов I и II курсов, которые еще не изучали специальные технические дисциплины.

Методические указания разработаны с учетом требований учебной программы по изучению курса машиностроительного черчения.

Основные требования к нанесению размеров

Приступая к нанесению размеров на чертеже изделия (детали) необходимо:

- убедиться, что изображения – виды, разрезы, сечения – на чертеже позволяют полно определить конструкцию изделия (детали), а на сборочных чертежах и принцип работы изделия;

- выделить сопрягаемые размеры и согласовать их с размерами сопрягаемых деталей;

- выделить размерные базы, которые необходимо выбирать с учетом технологических требований и конструктивных особенностей изделия;

- помнить, что наносить размеры на чертеже надо так, чтобы они однозначно были понятны исполнителю.

Правила нанесения размеров и их предельных отклонений установлены ГОСТ 2.307-68. Эти правила регламентируют соответствующие записи и условности при нанесении размеров, определяют способы нанесения выносных и размерных линий, простановку размерных чисел и методику распределения размеров на чертеже.

Основные требования к нанесению размеров следующие:

1. Величину изображаемого на чертеже изделия и его элементов определяют по размерным числам.

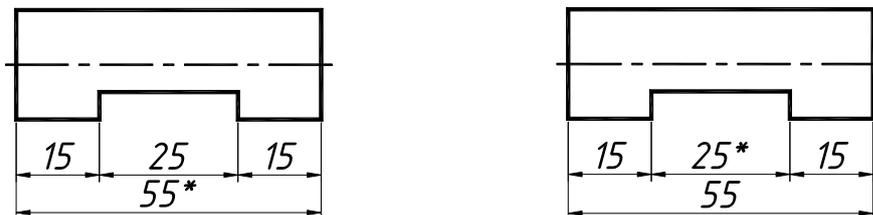
2. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

3. Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются справочными. Эти размеры наносят для того, чтобы без подсчета можно было дать справку о контуре, габаритах, о каком-либо размере заготовки или детали.

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок».

К справочным относят следующие размеры:

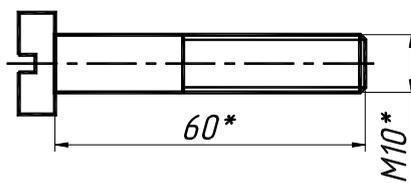
а) один из размеров замкнутой размерной цепи (рис.1);



* Размеры для справок

Рис. 1

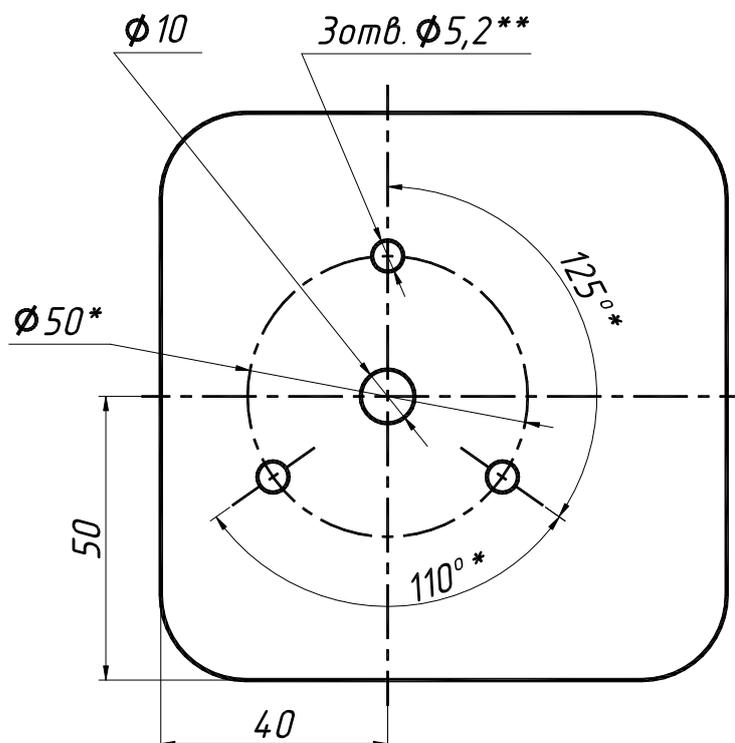
б) размеры, перенесенные с чертежей изделий – заготовок (рис.2);



* Размеры для справок

Рис. 2

в) размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали (рис.3);



1. * Размеры для справок.

2. ** Обработать по сопрягаемой детали (или по дет...).

Рис. 3

г) размеры на сборочных чертежах, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например, ход поршня, угол поворота рукоятки 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, перенесенные 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.

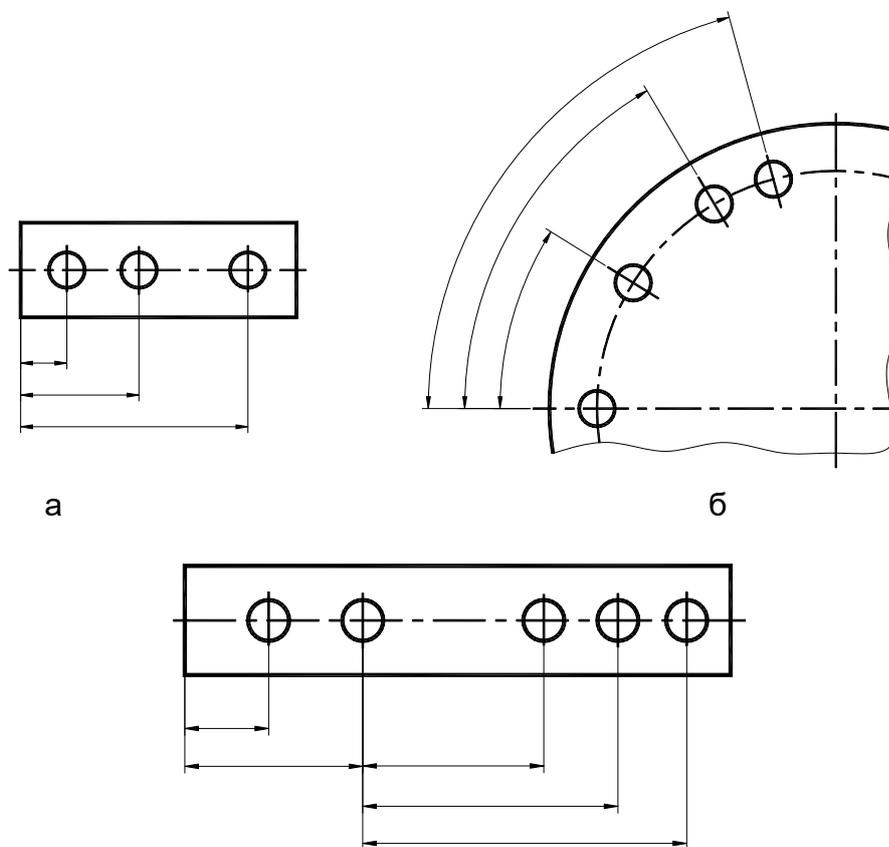
4. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации. Исключение составляют размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок и размеры деталей (элементов), указанных в обозначении материала в основной надписи.

5. Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единиц измерения.

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

7. 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 чертежу 4а и б;
- заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз – по чертежу 4в;
- заданием размеров между смежными элементами (цепочкой) – по чертежу 5.



в
Рис. 4

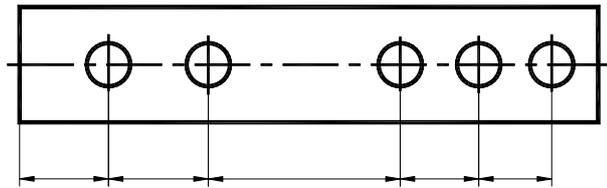


Рис. 5

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

9. Размеры, определяющие положение симметрично расположенных поверхностей у симметричных изделий, наносят, как показано на рис. 6 и 7.

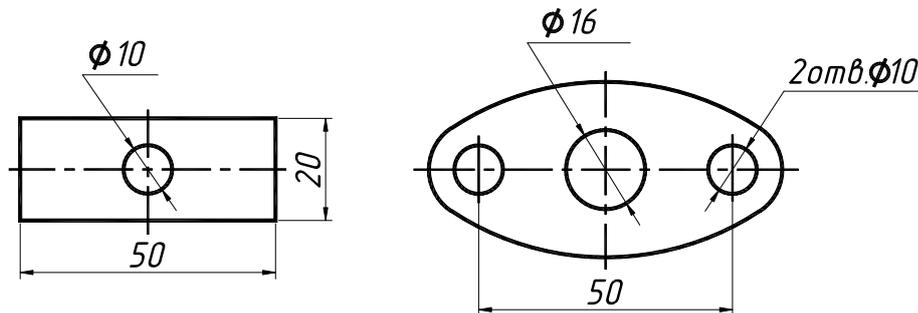


Рис. 6

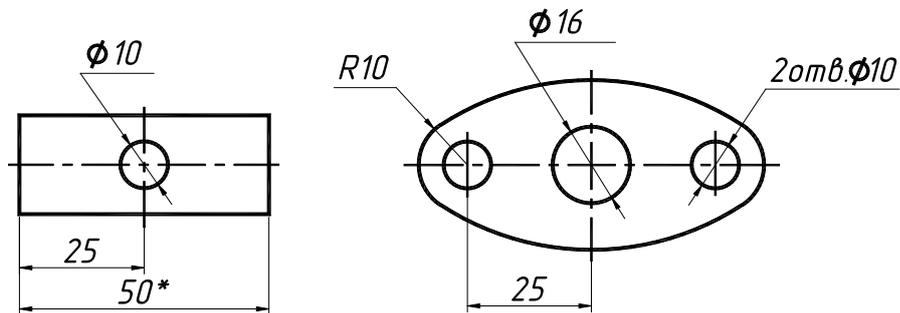


Рис. 7

* Размеры для справок

Правила нанесения размеров

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями с использованием выносных линий.

Правильное нанесение чисел, размерных и выносных линий определяет ясность, четкость, идентичность и эстетику оформления чертежа. При рациональном размещении размеров на чертеже значительно сокращается время на его изучение.

Нанесение выносных и размерных линий

При нанесении выносных и размерных линий необходимо соблюдать следующие правила:

1. Выносные и размерные линии должны наноситься сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68.

2. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные – перпендикулярно размерным (рис. 8).

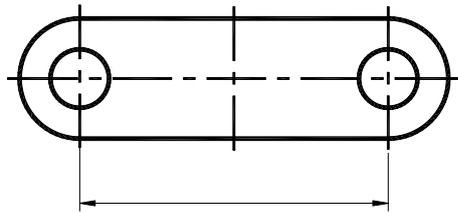


Рис. 8

3. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рис. 9).

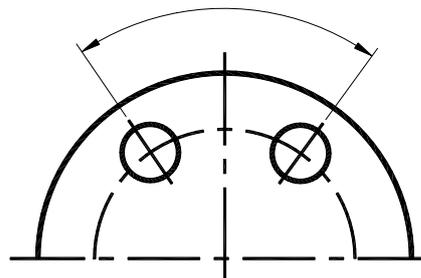


Рис. 9

4. При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят concentricно дуге, а выносные линии – параллельно биссектрисе угла, а над размерным числом наносят знак « $\overset{\frown}{}$ ».

5. Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками. Величины элементов стрелок выбираются в зависимости от толщины контурной линии чертежа и вычерчивают их одинаковыми на всем чертеже, и изображается, как показано на рис. 10.

Выносная линия должна выходить за стрелку на 1...5 мм (рис. 11). Острые стрелки, по возможности, должно упираться в выносные линии.

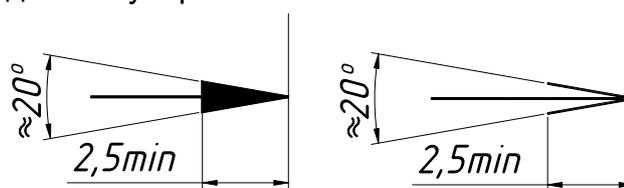


Рис. 10

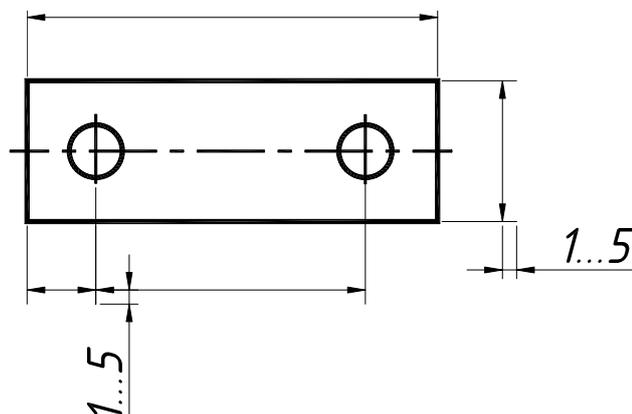


Рис. 11

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

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

Выносные линии проводят от линий видимого контура.

Размеры контура криволинейного профиля наносят, как показано на рис. 12 и 13.

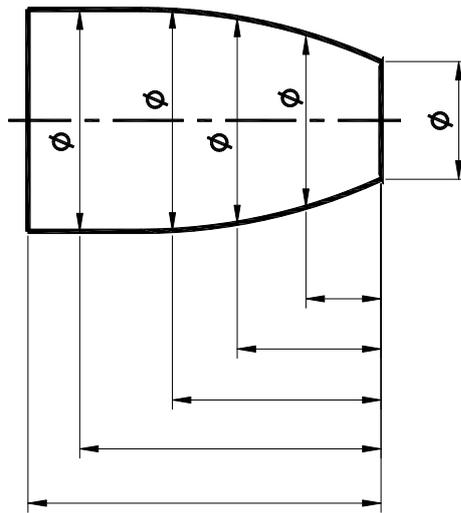


Рис. 12

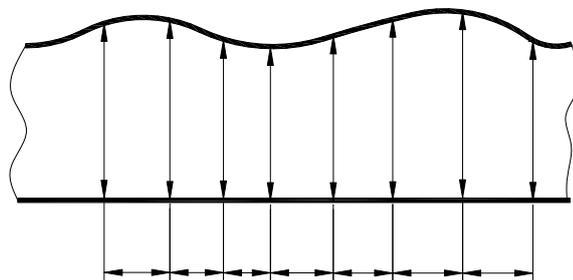


Рис. 13

В случаях, показанных на рис. 14 и 15, размерные и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

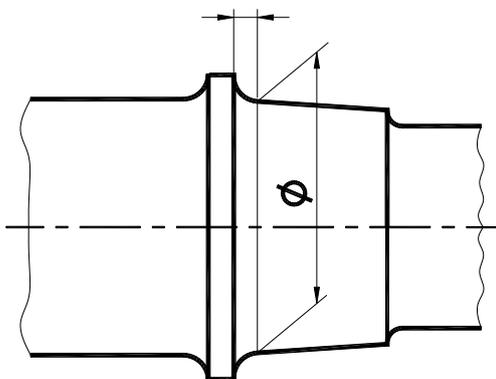


Рис. 14

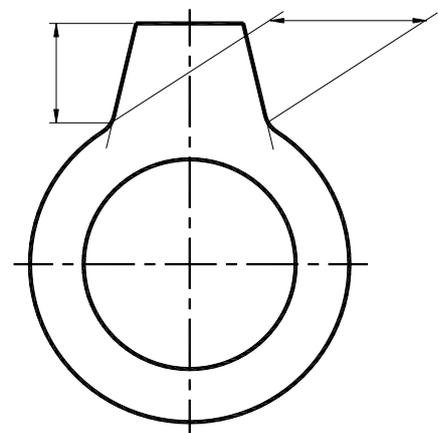


Рис. 15

Размерную линию радиуса следует проводить между дугой или ее продолжением и центром дуги. Размерная линия радиуса имеет только одну стрелку со стороны дуги. Сопряжения, изображенные не в проекции, рекомендуется обозначать через R не в проекции (рис. 16).

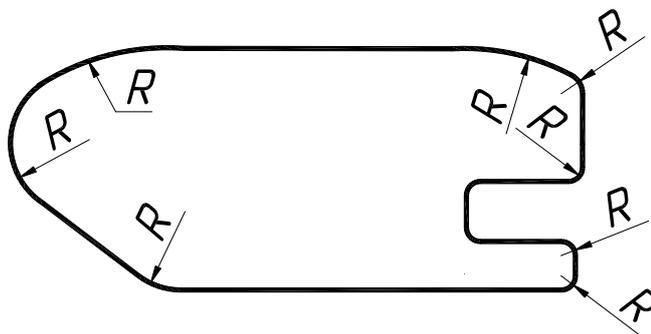


Рис. 16

Размеры окружностей задаются диаметром. Диаметр окружности обозначается окружностью размером $7/10h$, перечеркнутой прямой линией высотой h (рис. 17).

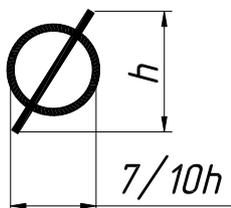


Рис. 17

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии проводят с обрывом и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва (рис. 18).

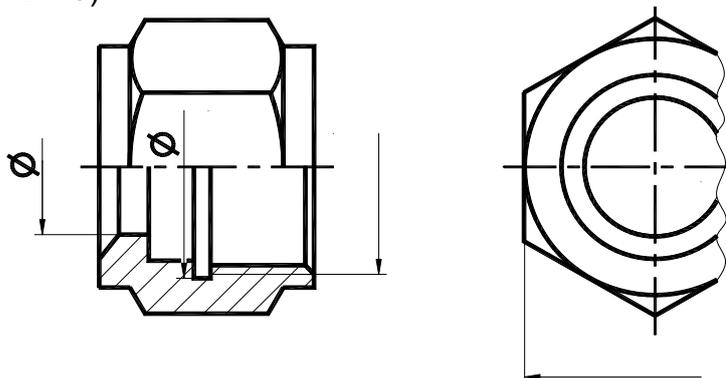


Рис. 18

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис.19).

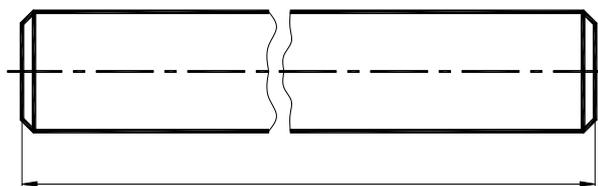


Рис. 19

Размерные линии допускается проводить с обрывом:

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

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

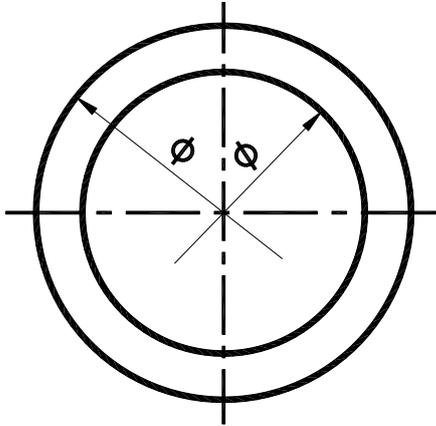


Рис. 20

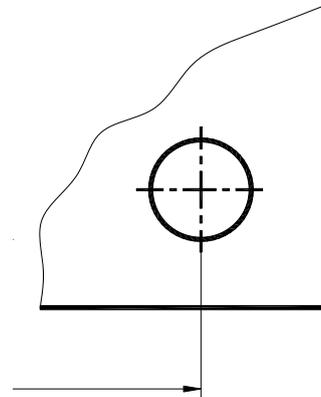


Рис. 21

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 22.

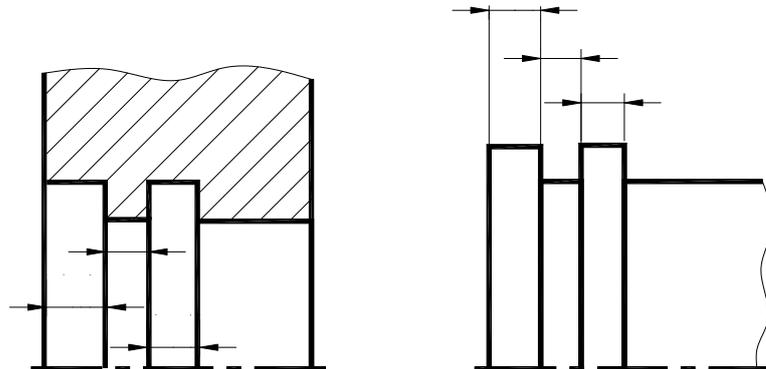


Рис. 22

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками под углом 45° к размерным линиям (рис. 23) или четко наносимыми точками (рис. 24).

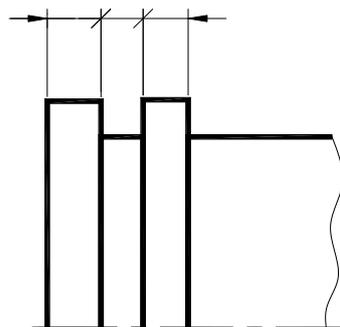


Рис. 23

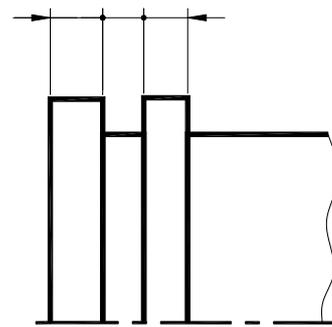


Рис. 24

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной линии последние допускается прерывать (рис. 25 и 26).

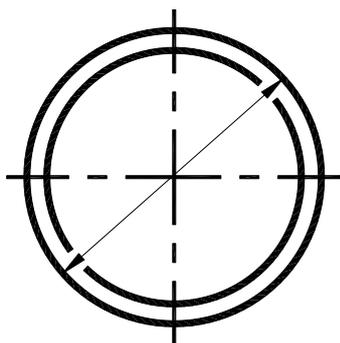


Рис. 25

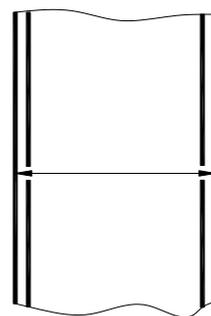


Рис. 26

Нанесение размерных чисел

Основанием для определения действительных размеров изображенного предмета (детали) служат размерные числа, наносимые на чертеж. Количество проставляемых размеров определяется не только удачно расположенными на чертеже выносными и размерными линиями, но и правильно нанесенными размерными числами.

При нанесении размерных чисел необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

1. Для улучшения четкости и эстетики чертежа высота цифр размерных чисел должна быть одинаковой в пределах всех чертежей, выполняемых студентом. Цифры должны быть нанесены шрифтом Б №5 с наклоном 75° к размерной линии (по ГОСТ 2.307-81).

2. Размерные числа наносят над размерной линией и параллельно ей, возможно ближе к середине (рис. 27).

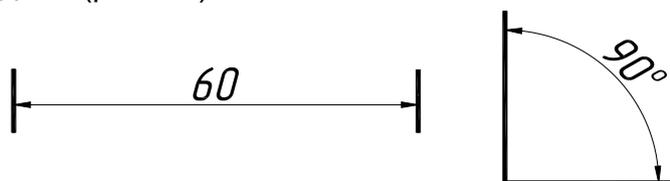


Рис. 27

3. При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий (рис. 28).

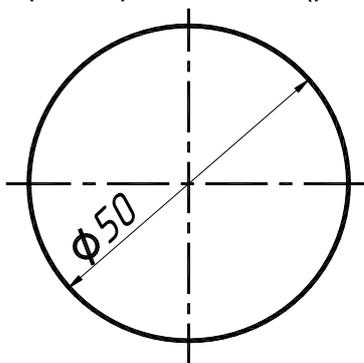


Рис. 28

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

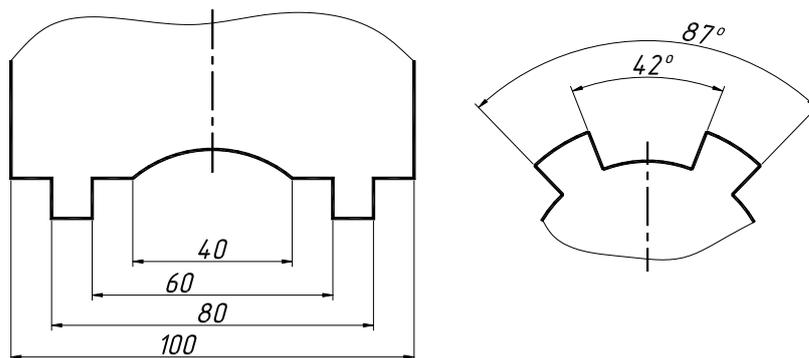


Рис. 29

5. Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий наносят, как показано на рис. 30.

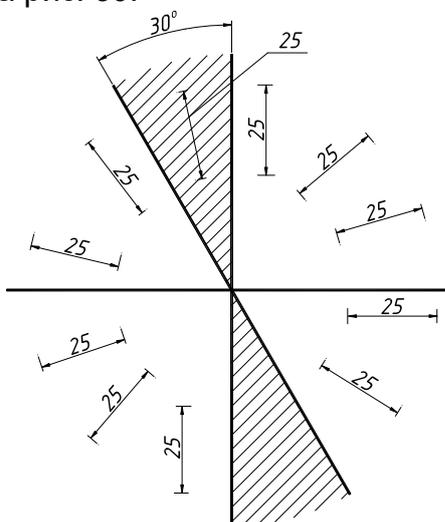


Рис. 30

6. Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 31. В зоне, расположенной выше 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 размерные числа указывают на горизонтально вынесенных полках.

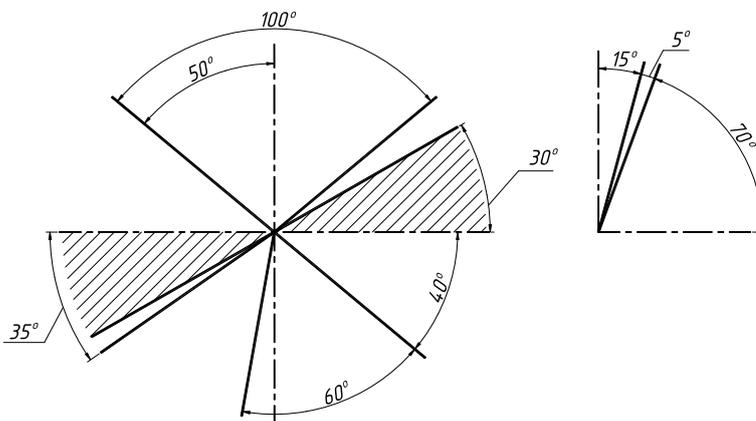


Рис. 31

Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий в любой зоне (рис. 31, размер 5°).

7. Размерные числа не следует разделять или пересекать какими-либо линиями чертежа. При нанесении размерного числа допускается прерывать осевые линии, линии штриховки и другие, за исключением контурных линий (рис. 32).

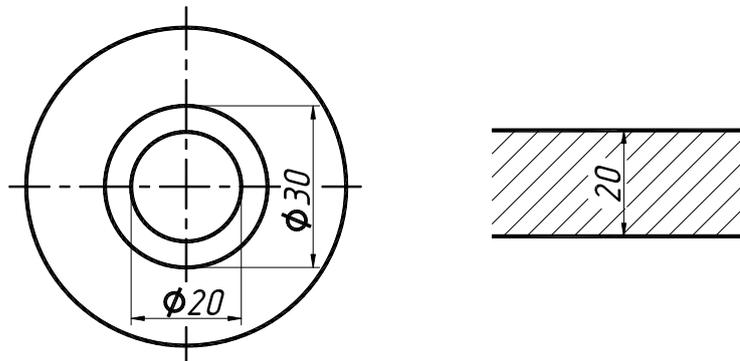


Рис. 32

8. Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рис. 33. Если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на рис. 34.

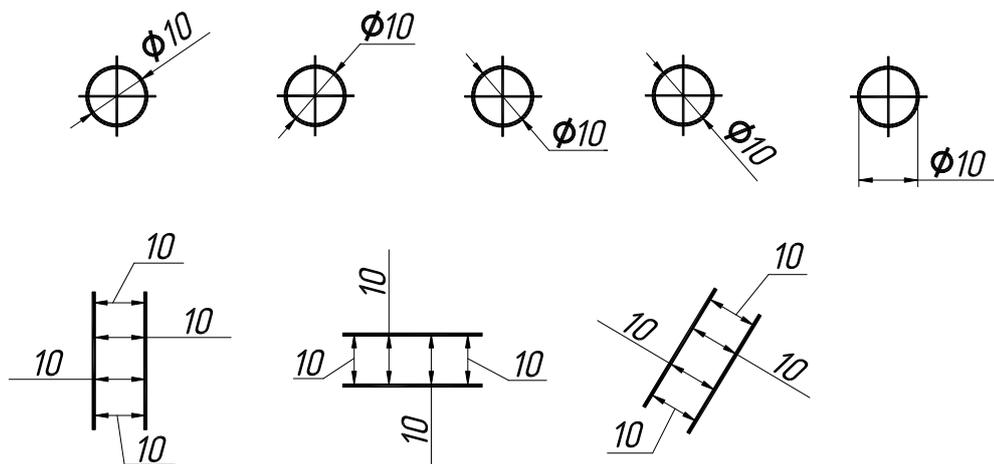


Рис. 33

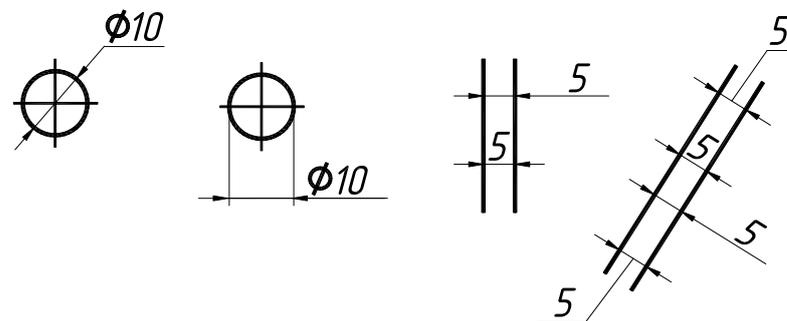


Рис. 34

9. При различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже способ нанесения размерных чисел определяется наибольшим удобством чтения.

10. Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, где геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 35а и б).

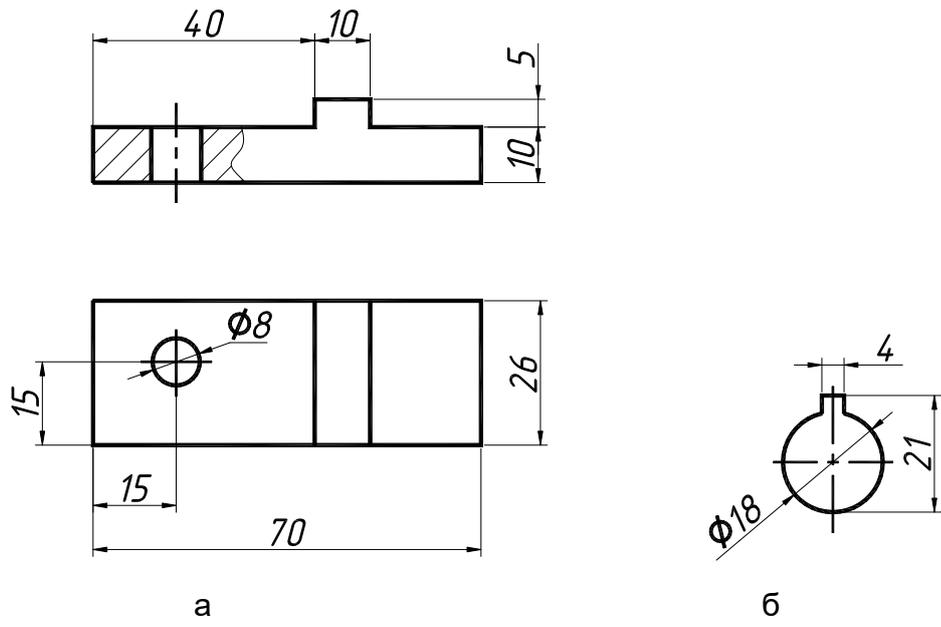


Рис. 35

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

12. Размеры радиусов наружных скруглений наносят, как показано на рис. 36, внутренних скруглений – рис. 37.

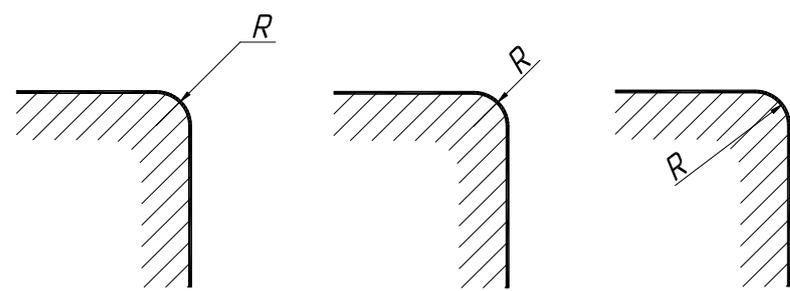


Рис. 36

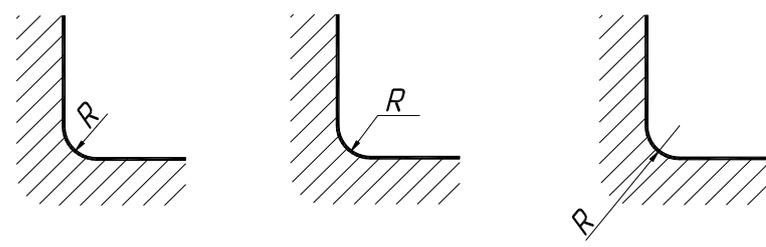


Рис. 37

13. Радиусы скруглений с размером до 1 мм на чертеже не изображают, и размеры их наносят, как показано на рис. 38.

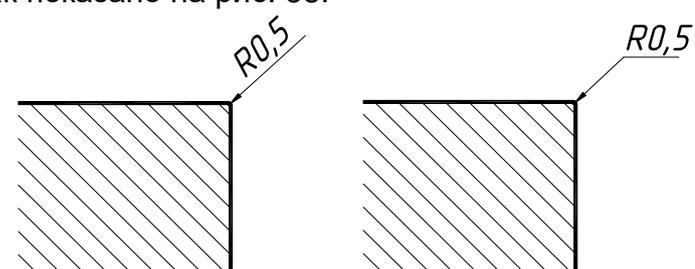


Рис. 38

14. Размеры одинаковых радиусов допускается наносить на общей полке (рис. 39).

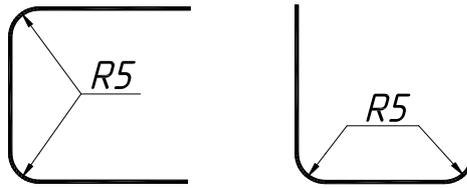


Рис. 39

15. Для быстрого чтения чертежа размерные числа, определяющие наружный и внутренний контур детали, рекомендуется группировать и наносить по разные стороны изображения детали (рис. 40).

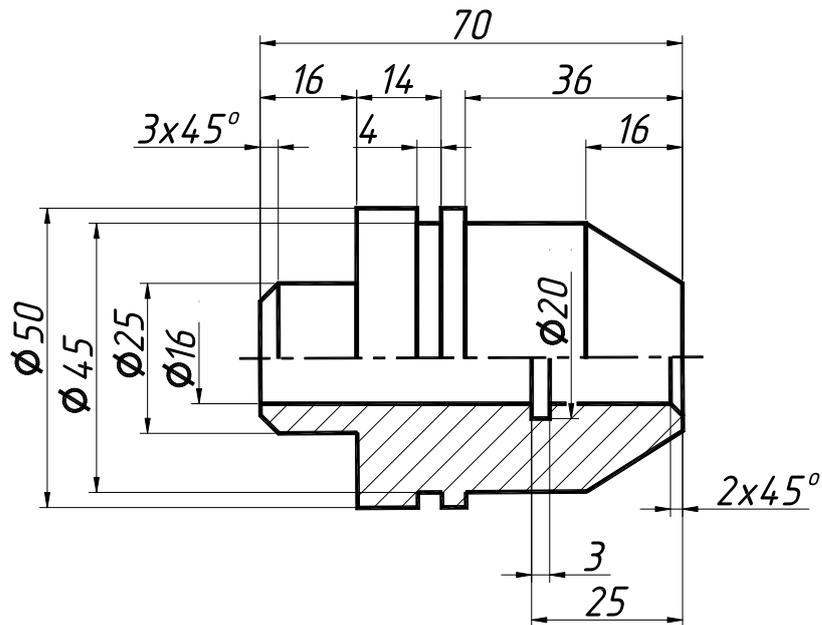


Рис. 40

Нанесение условных знаков и надписей

1. Перед размерным числом радиуса во всех случаях наносится прописная буква R.
2. Перед размерным числом диаметра (отверстия или стержня) во всех случаях наносят знак «Ø».
3. Размеры квадрата наносятся, как показано на рис. 41. На том изображении, где выявлена форма квадрата, указывают длины сторон квадрата или его условное обозначение (рис. 41 справа). Размеры условного знака квадрата показаны на рис. 42.

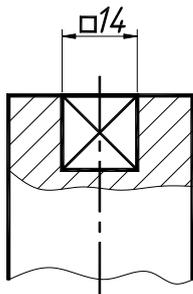


Рис. 41

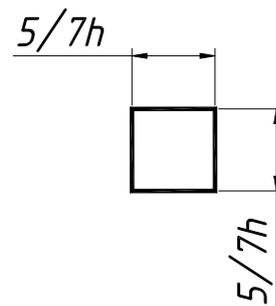
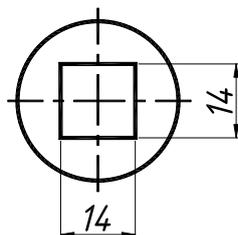


Рис. 42

4. Над размерным числом, обозначающим длину дуги окружности, во всех случаях следует указывать знак « \frown » (рис. 43). Длина хорды указывается по примеру как на рис. 44.

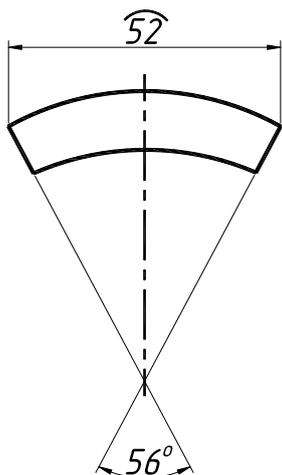


Рис. 43

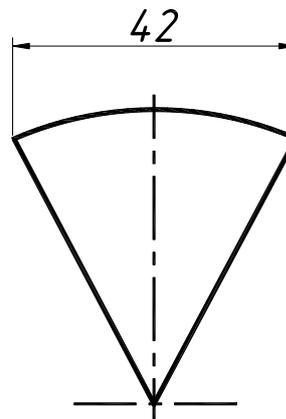


Рис. 44

5. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят условный знак « \triangleleft », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рис. 45). Размеры знака – на рис. 45 справа.

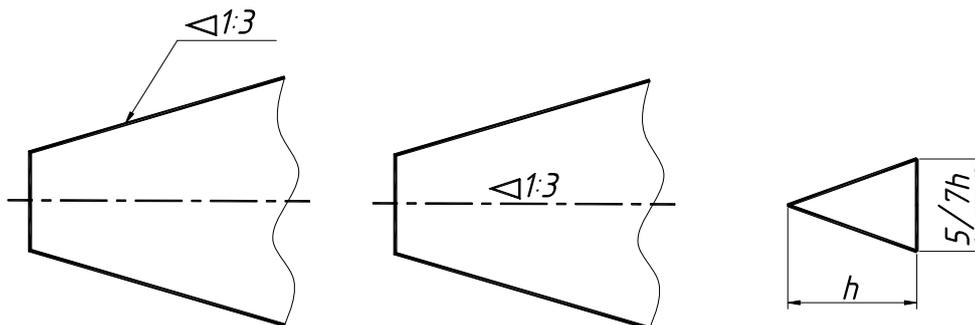


Рис. 45

6. Перед размерным числом, характеризующим уклон, следует наносить знак « \sphericalangle », острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рис. 46). Уклон указывают в виде соотношения или в процентах. Размеры знака – на рис. 46 справа.

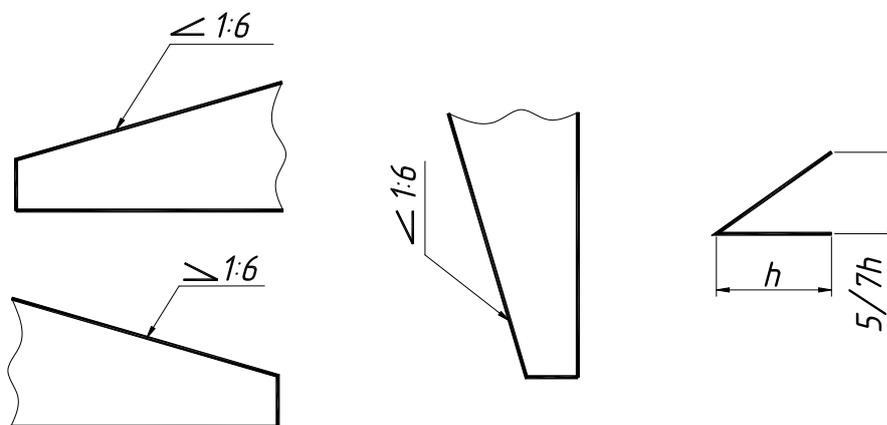
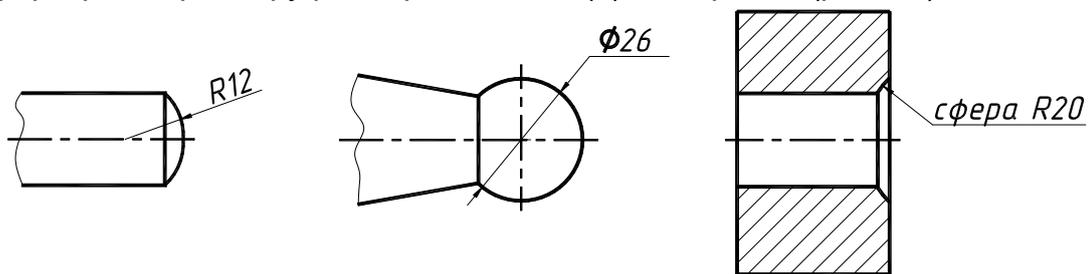


Рис. 46

7. Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы также наносят знак диаметра \varnothing или знак радиуса R без надписи «Сфера». Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом допускается наносить слово «Сфера» или знак «O», например, «Сфера $\varnothing 20$ », «OR15». Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел (h) на чертеже (рис. 47).



47

Рис.

8. Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 48.

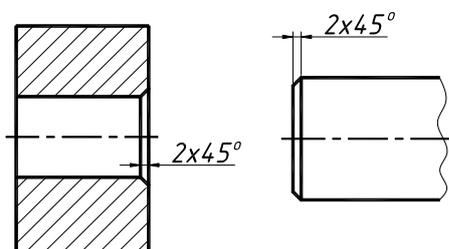


Рис. 48

Допускается указывать размеры не изображенной на чертеже фаски под углом 45° , размер которой на чертеже менее 1 мм, на полке линии-выноски, проведенной от грани (рис. 49).

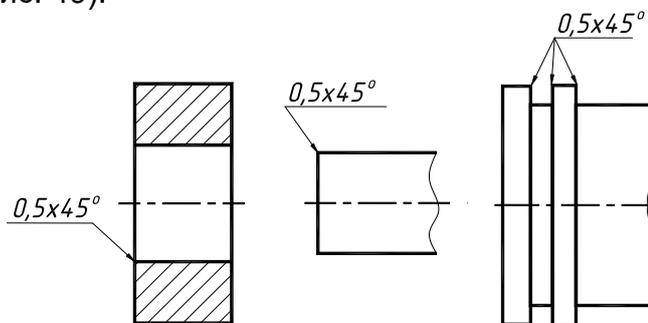


Рис. 49

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейным и угловым размерам (рис. 50а и б) или двумя линейными размерами (рис. 50в).

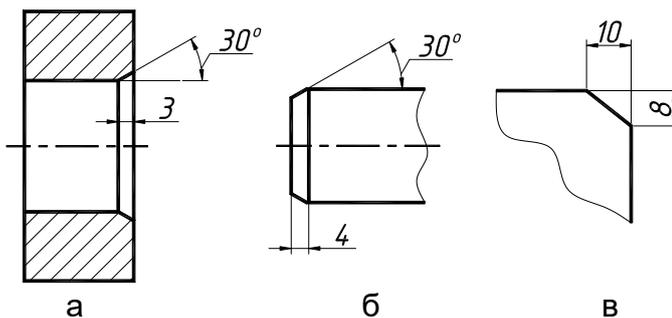


Рис. 50

Упрощения в нанесении размеров

1. Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий (рис. 51).

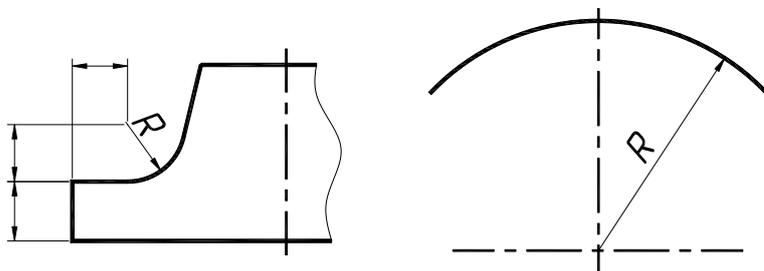


Рис. 51

2. При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге. В этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рис. 52).

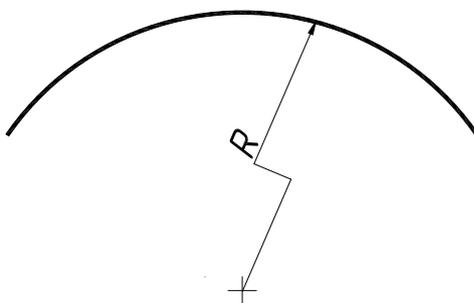


Рис. 52

3. Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 53а). При нанесении размеров нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной линии (рис. 53б).

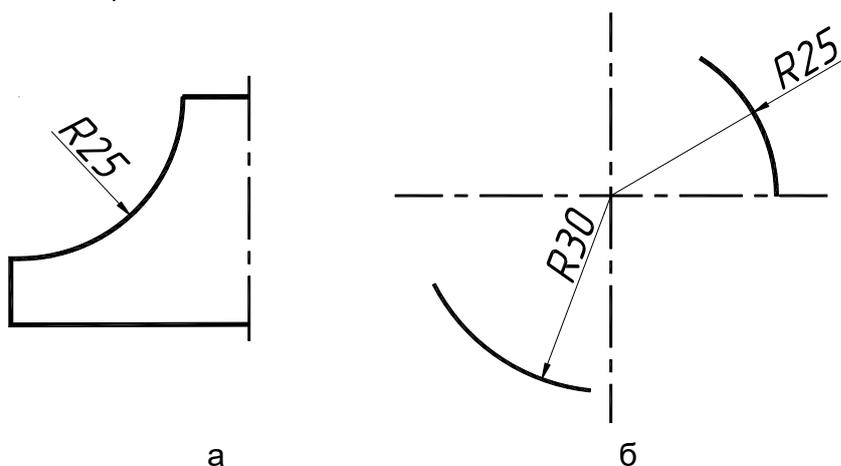


Рис. 53

4. Если отсутствует изображение отверстия в разрезе (сечении) вдоль оси, то размеры проставляют, как показано на рис. 54.

<i>В разрезе</i>	<i>На виде (при отсутствии разреза)</i>

Рис. 54

5. Размеры нескольких одинаковых элементов детали наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количество этих элементов (рис. 55).

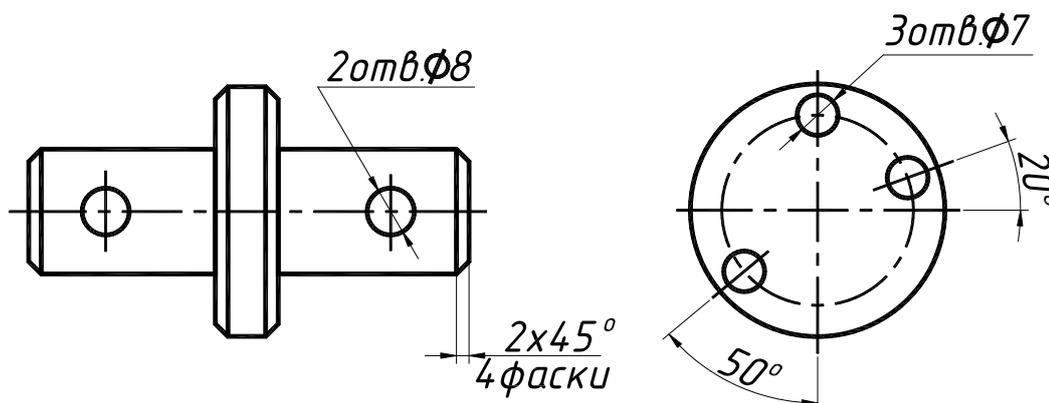


Рис. 55

6. При нанесении размеров элементов, расположенных равномерно по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 56).

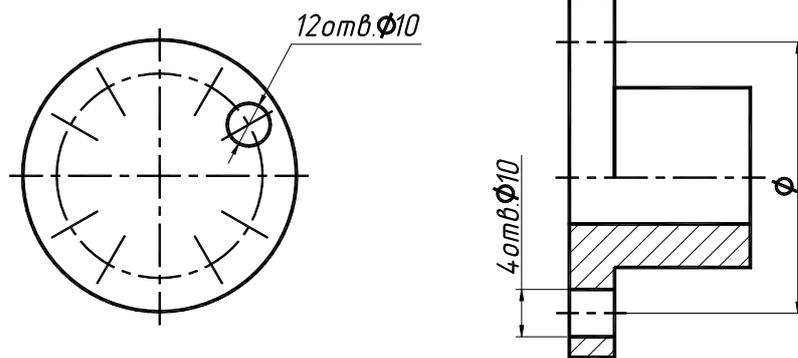


Рис. 56

7. Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя в одном месте все размеры (рис. 57). Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры – только один раз (рис. 58).

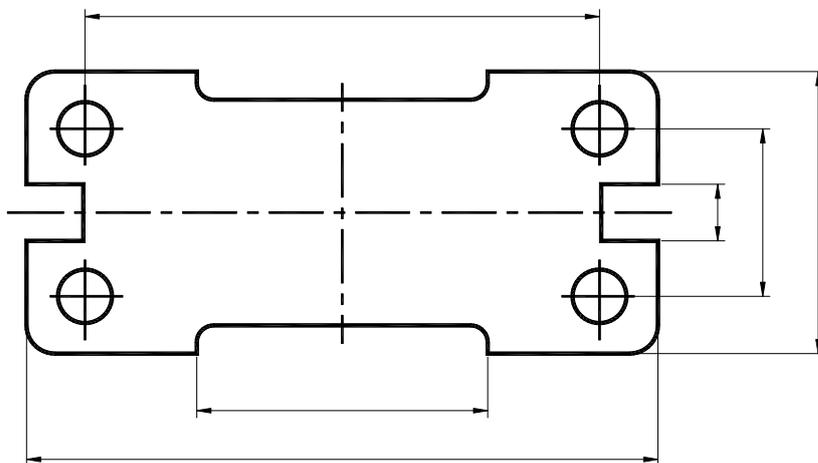


Рис. 57

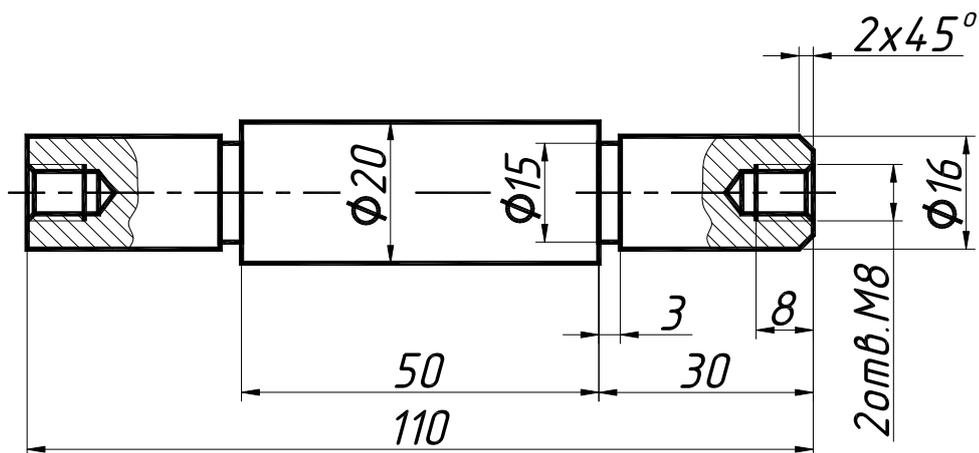


Рис. 58

8. Если одинаковые элементы изделия расположены на равных расстояниях, то для упрощения чертежа рекомендуется вместо размерной цепи наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 59).

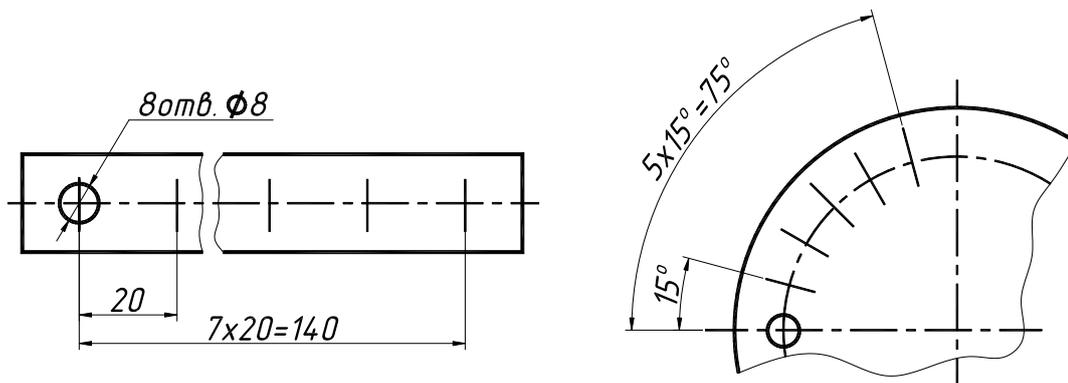


Рис. 59

9. Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий (рис. 60).

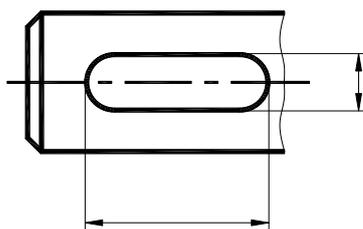


Рис. 60

10. При большом количестве размеров, вынесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на рис. 61 и 62, при этом проводят общую размерную линию от отметки «0» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

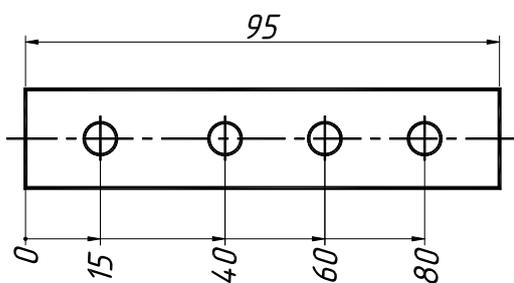


Рис. 61

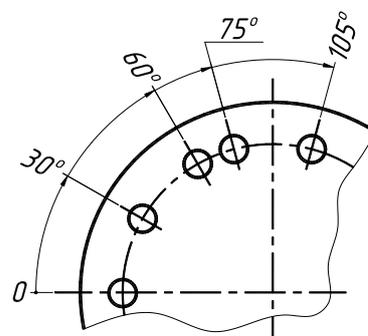


Рис. 62

11. Размеры диаметров цилиндрического изделия сложной конфигурации наносят, как показано на рис. 63.

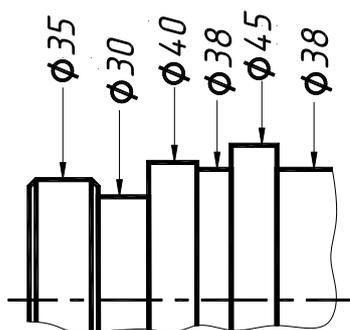


Рис. 63

12. Однотипные элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия), рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (рис. 64а) или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (рис. 64б).

При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов (рис. 64в).

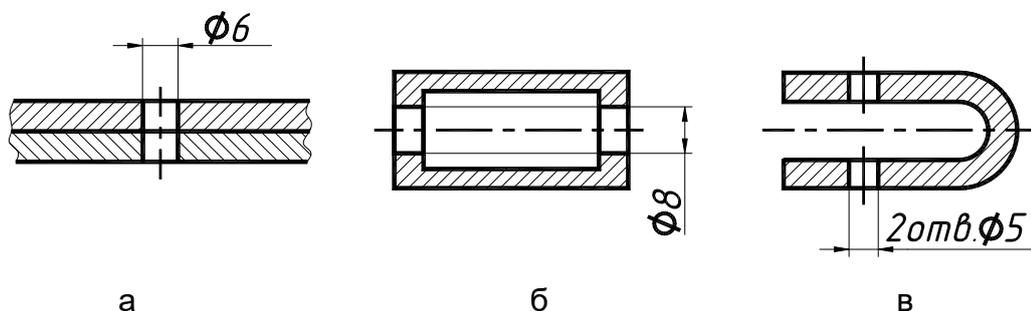


Рис. 64

13. Если одинаковые элементы изделия (например, отверстия) расположены на разных поверхностях и показаны на разных изображениях, то количество этих элементов записывают отдельно для каждой поверхности (рис. 65).

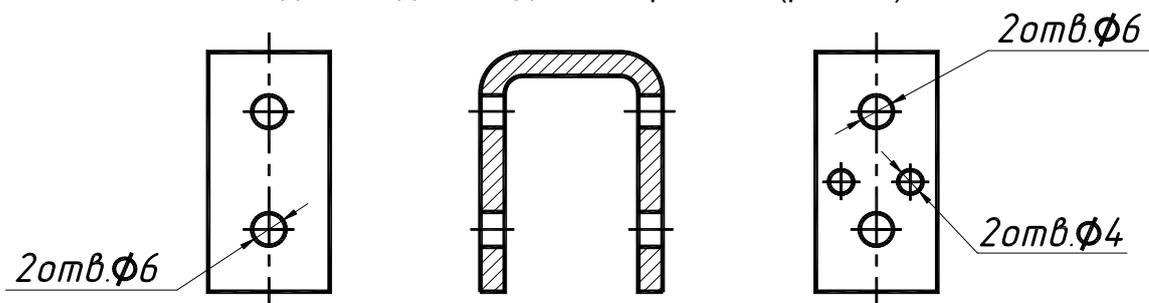


Рис. 65

14. При расположении на чертеже нескольких групп близких по размерам отверстий, рекомендуется отмечать одинаковые отверстия одним из условных знаков, приведенных на рис. 66.

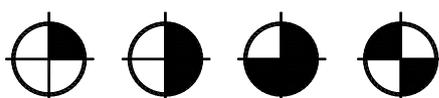


Рис. 66

Условные знаки наносят на изображении, где указаны размеры, определяющие положения отверстий.

15. При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят, как показано на рис. 67.

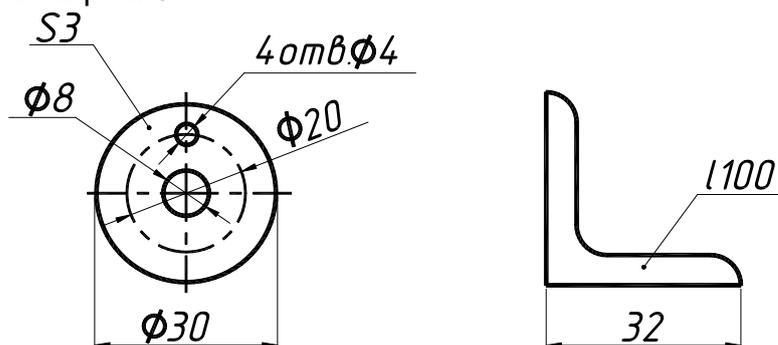


Рис. 67

Особенности нанесения размеров от баз

Выделить подробные и точные правила нанесения размеров на рабочие чертежи деталей затруднительно ввиду огромного разнообразия конструкций машин, форм деталей и способов изготовления этих деталей.

Основное, что необходимо учитывать при нанесении размеров – это условие работы детали в изделии, ее конструкцию и технологию изготовления.

Ниже приведены лишь некоторые элементы изготовления деталей и особенности нанесения размеров в зависимости от этого, а также кратко рассмотрена связь нанесения размеров с конструкцией узла.

Рабочие и нерабочие поверхности детали

Любая деталь представляет собой совокупность геометрических поверхностей. Поверхности детали по характеру выполняемых функций могут быть разделены на рабочие и нерабочие.

Под рабочими понимают поверхности, с помощью которых деталь соприкасается с другой деталью или рабочим телом (газ, вода и т.п.). Рабочая поверхность всегда подвергается различным видам обработки. На размеры рабочей поверхности устанавливают повышенные требования при конструировании и изготовлении.

Нерабочие поверхности – это поверхности, которые не соприкасаются с другими деталями или рабочим телом. Нерабочие поверхности гарантируют заданную прочность, определяют габариты, простоту обработки, удобство эксплуатации и др. Такие поверхности не обрабатываются, а если и обрабатываются, то точность обработки низкая.

При нанесении размеров рабочие и нерабочие поверхности должны быть связаны между собой размерами только один раз.

Примером такой связи служат размеры (рис. 68), определяющие положение нерабочих поверхностей детали, проставлены от одной нерабочей поверхности (II), а размеры, определяющие положение рабочих поверхностей – от одной рабочей поверхности (I). Поверхности I и II связаны размером A.

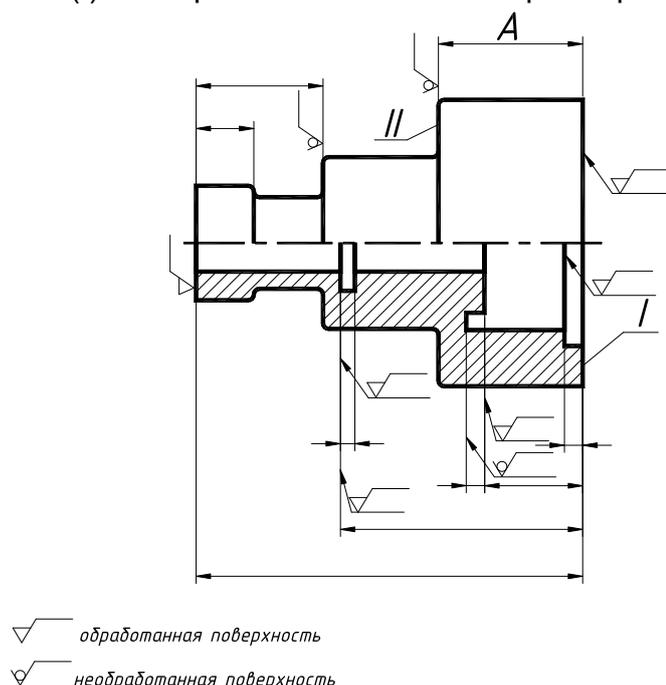


Рис. 68

Понятия о базах

Конструктивный элемент детали (поверхность, линия – осевая, центровая, точка), от которой ведется отсчет размеров детали, называют базой.

В зависимости от назначения различают следующие виды баз:

конструкторские – базы, используемые для определения элементов детали в детали, детали в сборочной единице, сборочной единицы в изделии;

технологические – базы, используемые для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте;

измерительные – базы, используемые для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

Системы простановки размеров

В зависимости от вида базы различают следующие системы простановки размеров:

1. Простановка размеров от конструкторских баз.

2. Простановка размеров от технологических баз.

Выбор системы простановки размеров относится к одному из самых сложных этапов при разработке чертежей из-за конструктивных особенностей и технологии изготовления деталей. Но при этом должно быть выполнено основное условие – простота процесса изготовления детали при наименьшей стоимости.

В связи с тем, что студенты I и II курсов еще не знакомы с техническими измерениями и технологией изготовления деталей, целесообразно будет при выполнении графических работ по «Машиностроительному черчению» использовать простановку размеров от конструкторских баз.

Система нанесения размеров от конструкторских баз отличается тем, что все размеры на чертеже проставляют от поверхностей, которые определяют положение детали в собранном и работающем механизме. В этом случае не связывают нанесение размеров с технологией изготовления детали.

Достоинства нанесения размеров от конструкторских баз:

а) наличие на чертежах коротких размерных цепей, что повышает точность и качество изделия;

б) облегчение проверки, расчета и увязка размеров, как детали, так и всего изделия;

в) повышение срока годности чертежа, так как в нем не отражены требования часто меняющейся технологии.

Недостатки системы:

а) необходимость дополнительно готовить технологическую документацию;

б) рост числа контрольно-измерительных операций, так как заказчик принимает изделия по конструктивному чертежу.

Деталь может иметь несколько конструкторских баз (рис. 69), причем одну из них считают основной, а остальные – вспомогательными.

Простановка всех размеров от одной базы не рекомендуется. Обычно для удобства отсчета и измерения размеров вводят вспомогательную базу.

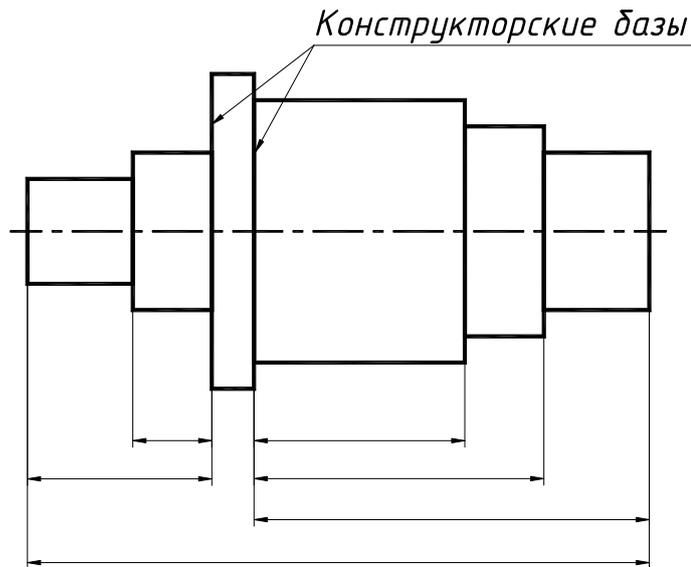


Рис. 69

Способы нанесения размеров

Применяют следующие способы нанесения размеров (рис. 70):

Цепной – размеры наносят по одной линии, цепочкой, один за другим (A_1 - A_5). Такой способ применяется, когда необходимо точно выдержать размеры отдельных ступеней детали. В этом случае размер каждой ступени не зависит от точности выполнения других ступеней. Расстояние же каждой ступени от базы зависит от точности изготовления всех предыдущих ступеней. Значительная суммарная погрешность может привести к непригодности изготовления детали.

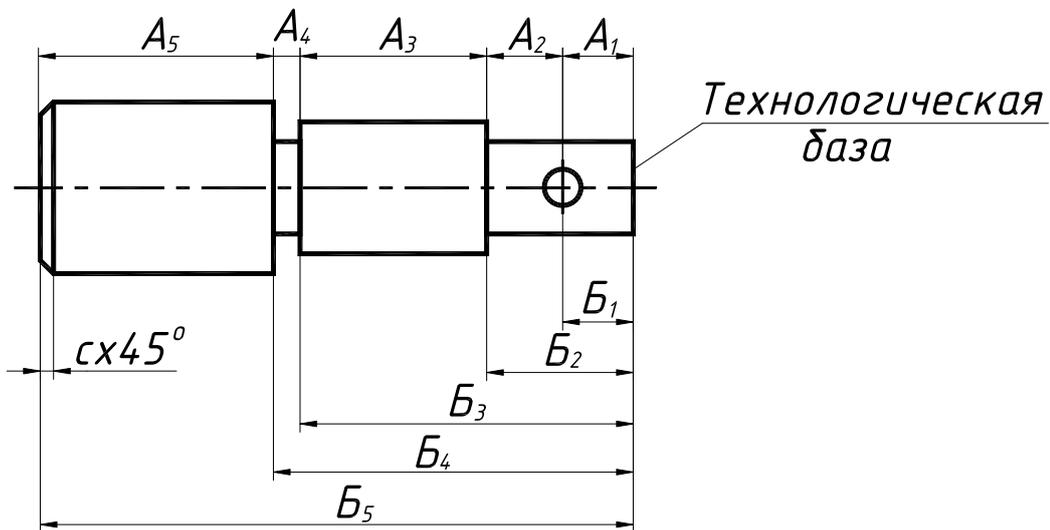


Рис. 70

Координатный – размеры наносят от одной базы (размеры B_1 - B_5). Этот способ отличается значительной точностью изготовления детали.

Комбинированный – нанесение размеров осуществляется цепным и координатным способами одновременно (размеры B_1 - B_6 рис. 71). Этот способ позволяет изготовить более точно те элементы детали, которые этого требуют.

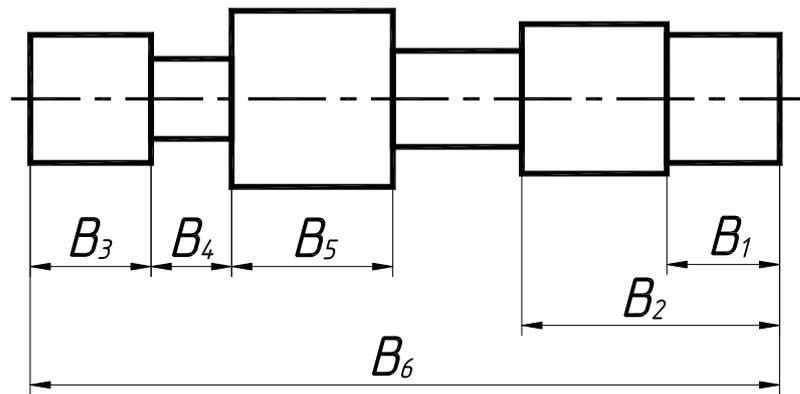


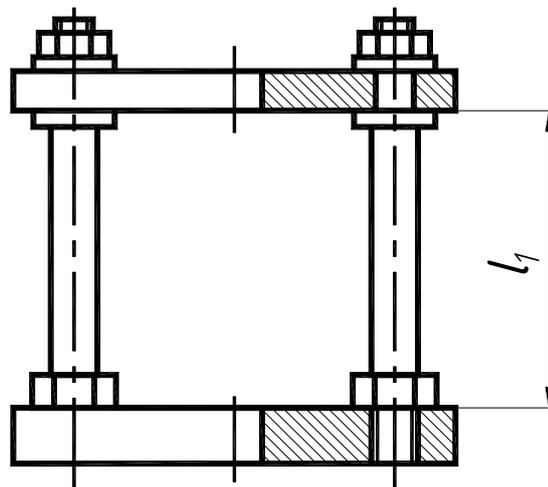
Рис. 71

Выбор способа нанесения размеров зависит от функции, которую выполняет деталь в механизме, и от технологии ее изготовления: он является одним из сложных этапов оформления рабочих чертежей деталей, что объясняется наличием большого количества конструктивных и технологических задач, решаемых совместно конструктором и технологом.

Комбинированный способ нанесения размеров характеризуется тем, что одна часть размеров наносится от конструкторских баз, а другая – от технологических. В первом случае стремятся проставить ограниченное число размеров. К ним относятся, главным образом, сопрягаемые размеры. Остальные размеры, удовлетворяя требованиям производства, наносят от технологических баз.

Очевидно, что размеры на рабочих чертежах детали должны быть нанесены с учетом наиболее рациональной технологии изготовления детали. Выполнение этого требования может обеспечить только комбинированный способ нанесения размеров.

Проследим процесс нанесения размеров на конкретном примере. На рис. 72 показано соединение двух деталей колонками,



где l_1 – расстояние, обеспечивающее точную сборку.

Рис. 72

Для нанесения размеров на колонку (рис. 73) выбрано 5 баз: база I (ось) является конструкторской и технологической базой для размеров диаметров колонки; базы II и III – конструкторские, они определяют конструктивный размер l_1 ; базы IV и V – технологические.

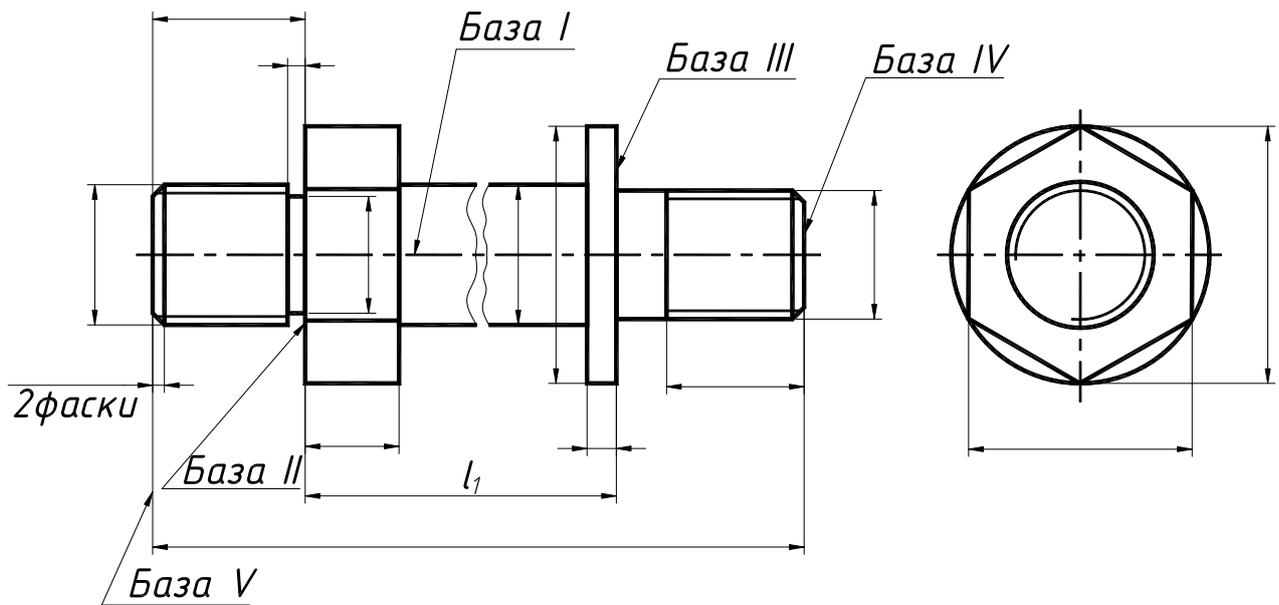


Рис. 73

Связь нанесения размеров детали с технологией ее изготовления и конструкцией узла рассмотрим на чертеже зажимного механизма (рис. 74). Зажим детали производится прихватом 3, который перемещается влево при ввинчивании в него ходового винта 1. Изготовление ходового винта производится на токарном станке справа налево, поэтому главный вид детали следует располагать соответственно ее положению на станке.

Размеры на чертеже наносят так, чтобы они отвечали требованиям рациональной технологии, чтобы изготавливающей детали не приходилось подсчитывать размеры для каждой операции. В этом случае за базу отсчета размеров принимают технологическую базу – плоскость Т. Чтобы обеспечить требования конструкции узла, необходимо размер L выдержать с большой точностью в корпусе и на ходовом винте. Поэтому размер, определяющий положение торца М ходового винта, следует наносить от конструкторской базы – от плоскости К. Нанесение размеров ходового винта показано на рис. 75.

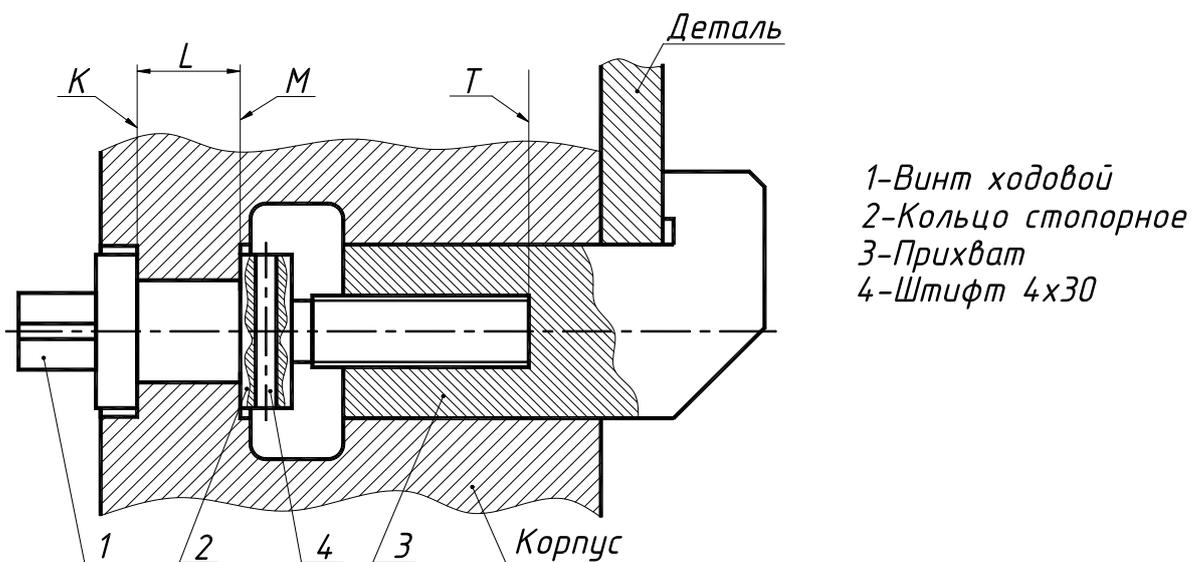


Рис. 74

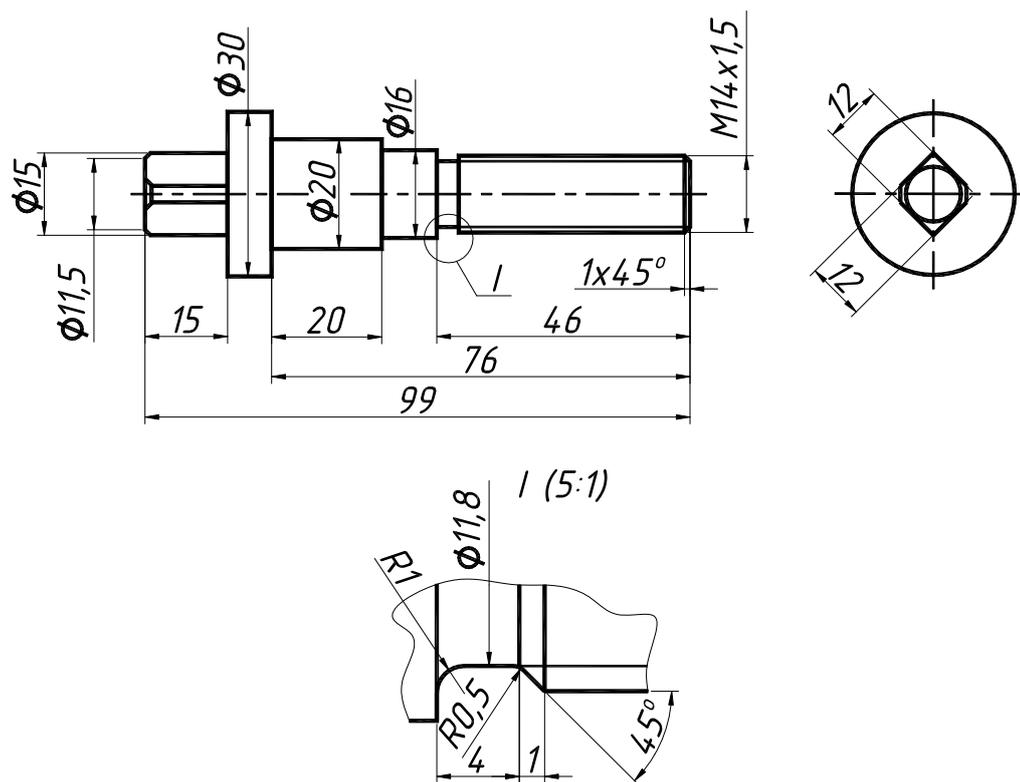


Рис. 75

Нанесение размеров на чертежи деталей, изготовленных разными способами

При выполнении рабочих чертежей деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхностей детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающие механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке.

Нанесение размеров на детали, изготовленные отливкой

Чтобы отлить какую-либо деталь, необходимо изготовить модель, стержневой ящик и чертеж к ним. Большинство литых деталей подвергается механической обработке. Поэтому на литых деталях наносят размеры, необходимые для изготовления детали и стержневого ящика. При назначении размеров для изготовления модели рекомендуется мысленно расчленить модель на составные элементы и проставить на них соответствующие размеры. Аналогично можно поступить и с выбором размеров для изготовления стержневого ящика, выделяя элементы внутренней формы.

Принцип нанесения размеров на чертеж литой детали разберем на примере корпуса подшипника (рис. 76).

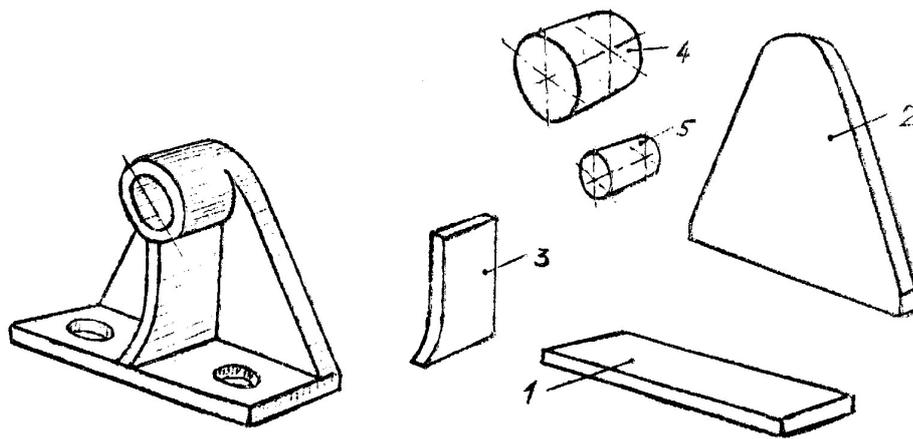


Рис. 76

Рис. 77

Вариант расчленения корпуса подшипника на составные элементы показан на рис. 77: 1 – плита подшипника, 2 – стенка, 3 – ребро, 4 – тело подшипника в виде усеченного конуса и 5 – цилиндрическая бобышка. Два отверстия в плите 1 сверлят и поэтому в отливке они не предусмотрены. Отверстие в подшипнике 4 из-за большого диаметра необходимо получить в отливке. Это отверстие ограничено цилиндрической поверхностью, поэтому стержень представляет собой цилиндр 5. Для того, чтобы модельщик не делал пересчетов, на рабочем чертеже должны быть все размеры указанных элементов.

Размеры на чертеже детали (рис. 78) даны без учета припусков на обработку и усадку металла, а также без учета конструкции самой модели: ее разъема, скрепления составных частей и др. Размер «5» связывает между собой обработанные поверхности М и N вдоль оси подшипника с необработанными. Размер «65» расположения отверстий в плите задан от обработанного торца N подшипника, как размер от конструкторской базы.

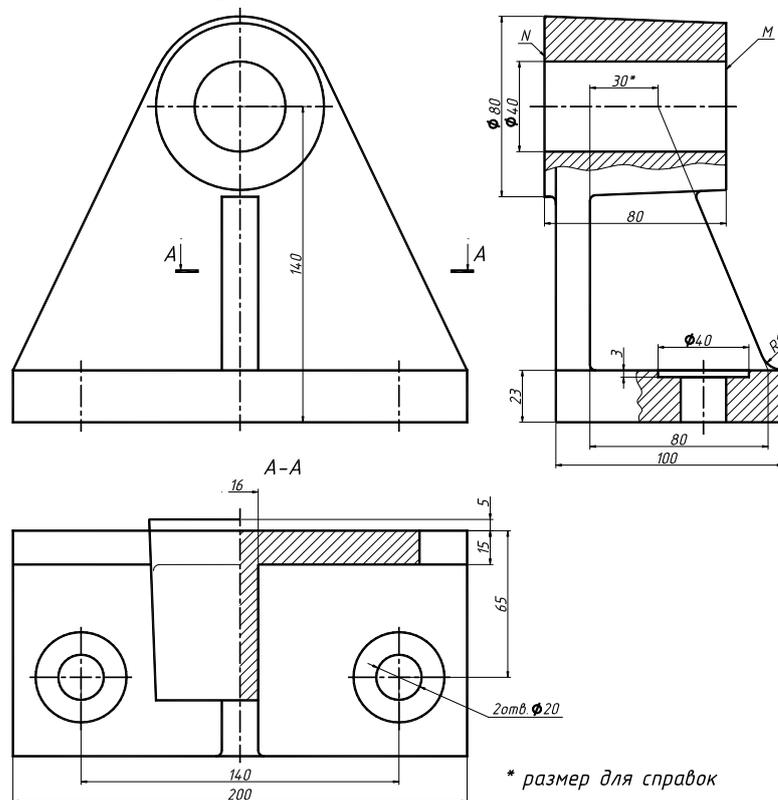


Рис. 78

На литых деталях поверхности и плоскости, не подвергаемые механической обработке, проходящие через оси поверхностей, образующих данную деталь, называют литейными базами. От них наносят размеры до всех поверхностей, не подвергаемых механической обработке, а также до базовых механически обрабатываемых поверхностей.

На литых деталях по каждой оси координат выбирается одна литейная база и одна база механической обработки. Как правило, в направлении каждой оси координат необрабатываемые поверхности связываются размерами с литейной базой, обрабатываемые поверхности – с базой механической обработки. Литейная база и база механической обработки связываются между собой только одним размером.

Литейные базы детали часто совпадают с базами механической обработки. В таких случаях размеры между осями литых наружных поверхностей цилиндров и осями механически обработанных отверстий совпадают.

Деталь на рис. 79 имеет две литейные базы: I–I и II–II. Первая база является плоскостью, проходящей через ось цилиндрического отверстия с диаметром d , вторая – плоскость симметрии всей детали и отверстий.

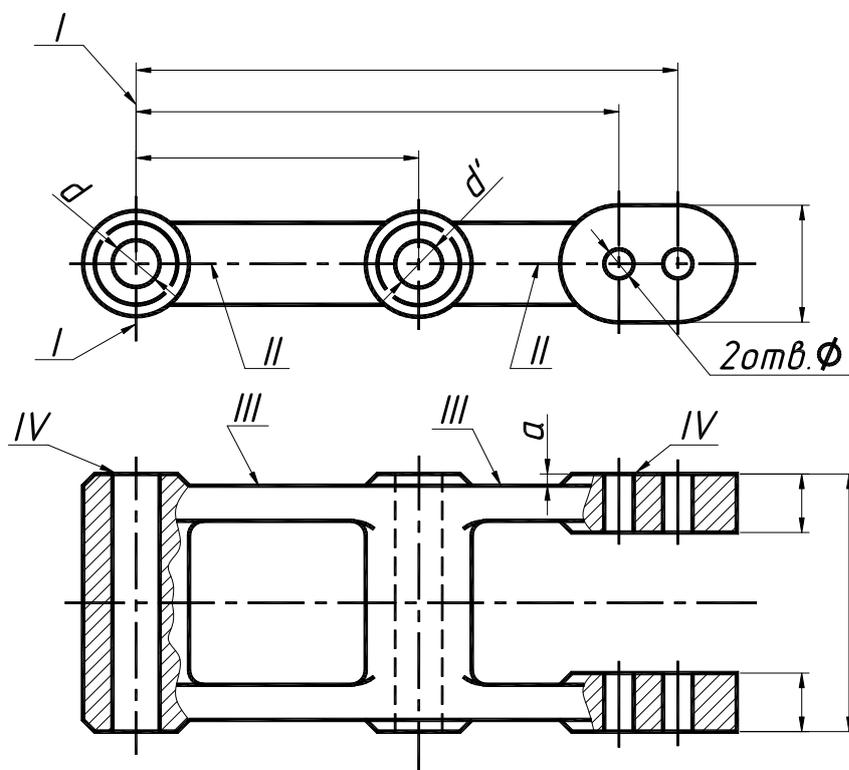


Рис. 79

Данные базы совпадают с базами механической обработки. Литейная база III–III с базой механической обработки IV–IV не совпадают, и отстоит от нее на расстоянии a .

Нанесение размеров на детали, изготовленные штамповкой

Размеры необходимо наносить так, чтобы по ним легко можно было изготовить штамп. На рис. 80 показан чертеж рычага, заготовка которого – штамповка (горячая).

При нанесении размеров на чертежах деталей, получаемых холодной штамповкой, следует выделить внутренний или внешний контур детали и толщину материала, из которого деталь изготавливается (рис. 81).

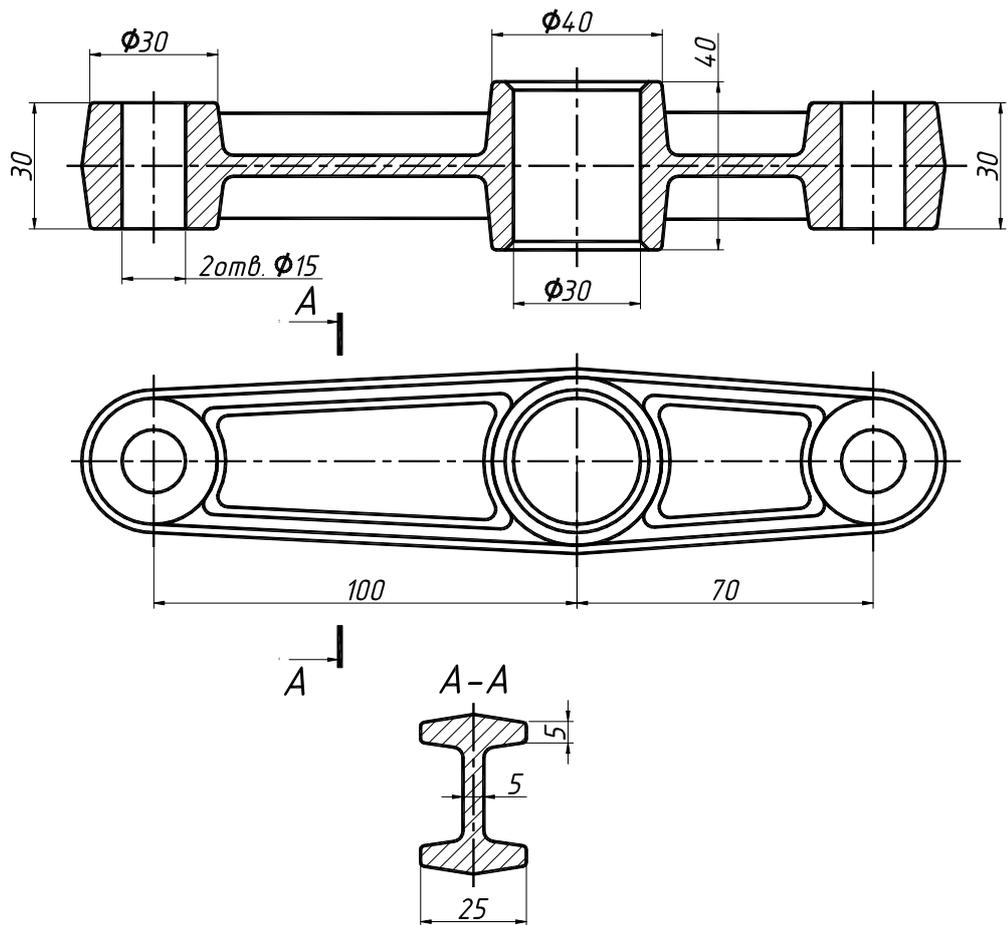


Рис. 80

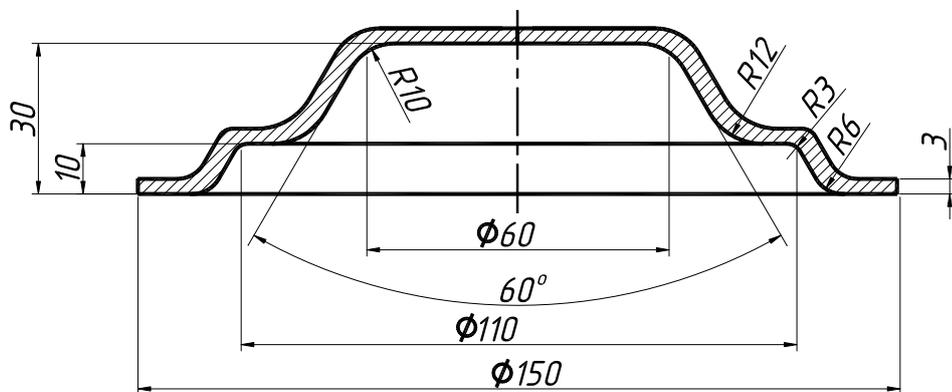


Рис. 81

Нанесение размеров на детали вращения

Большинство деталей, имеющих форму поверхностей вращения, изготавливается на токарных станках. Согласно ГОСТ 2.305-68 их рекомендуется располагать на поле чертежа с осью параллельно основной надписи.

Нанесение размеров на деталях вращения ведется от правого торца, принимаемого за технологическую базу. На токарном станке этот торец обрабатывается первым; от него производят установку упоров, кулачков, комплекта режущего инструмента и измерение детали (рис. 82).

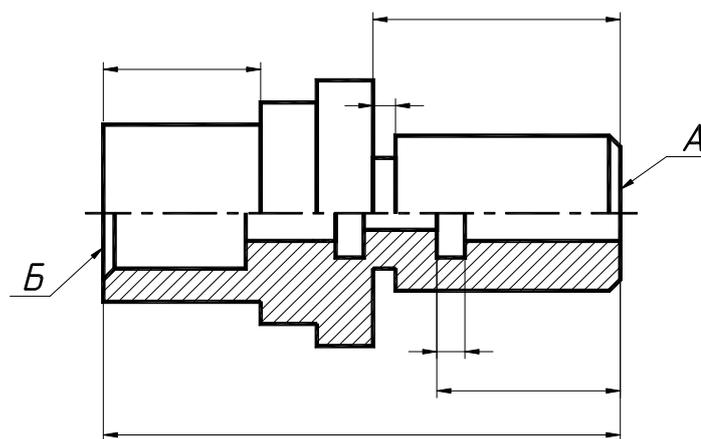


Рис. 82

На рис. 82, согласно нанесенным размерам, деталь обрабатывается сначала с правой стороны от базы А, затем меняют положение детали в станке и обрабатывают деталь от базы В. Нанесенные размеры доступны и контролируются простым измерительным инструментом.

Нанесение размеров на детали, изготовленные гибкой

При гибке окончательная форма и размеры деталей образуются от исходной заготовки на гибочных прессах или приспособлениях. Для получения детали требуемых размеров необходимо правильно определить размеры заготовки. Последнюю также называют разверткой, если гибке подвергается плоский материал. Размеры заготовки, изгибаемой по нейтральной линии, показано на рис. 83. При нанесении размеров необходимо обеспечить возможность построения контура гибки и определить размеры заготовки.

На чертеже сложной детали рекомендуется делать развертку с нанесением размеров тех геометрических элементов, которые будут деформироваться в процессе гибки, утрачивая исходный размер. Все остальные размеры наносят на проекциях детали (рис. 83). Размеры, нанесенные на развертке, не повторяются на проекциях детали. На развертке детали делается надпись «Развертка».

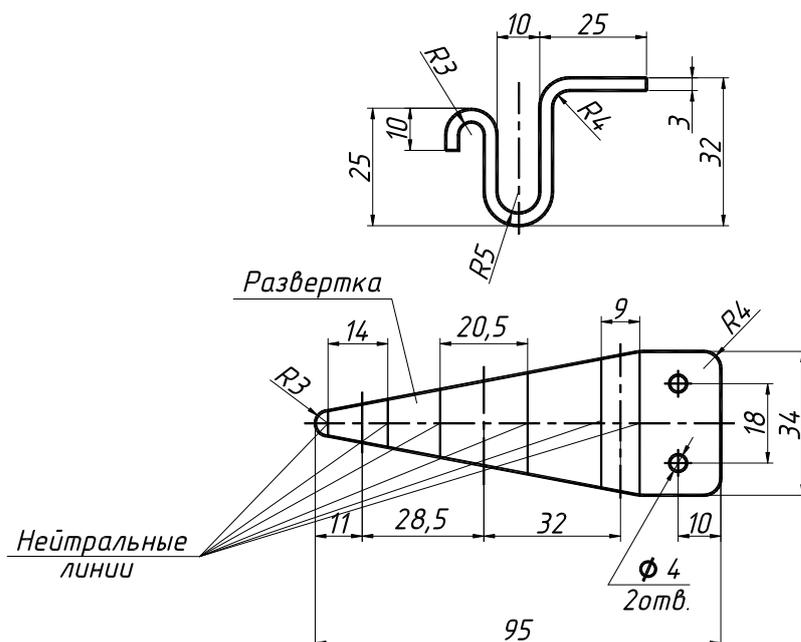


Рис. 83

Размеры наносят в соответствии с размерами рабочего инструмента. На рис. 84 приведены варианты нанесения размеров при гибке.

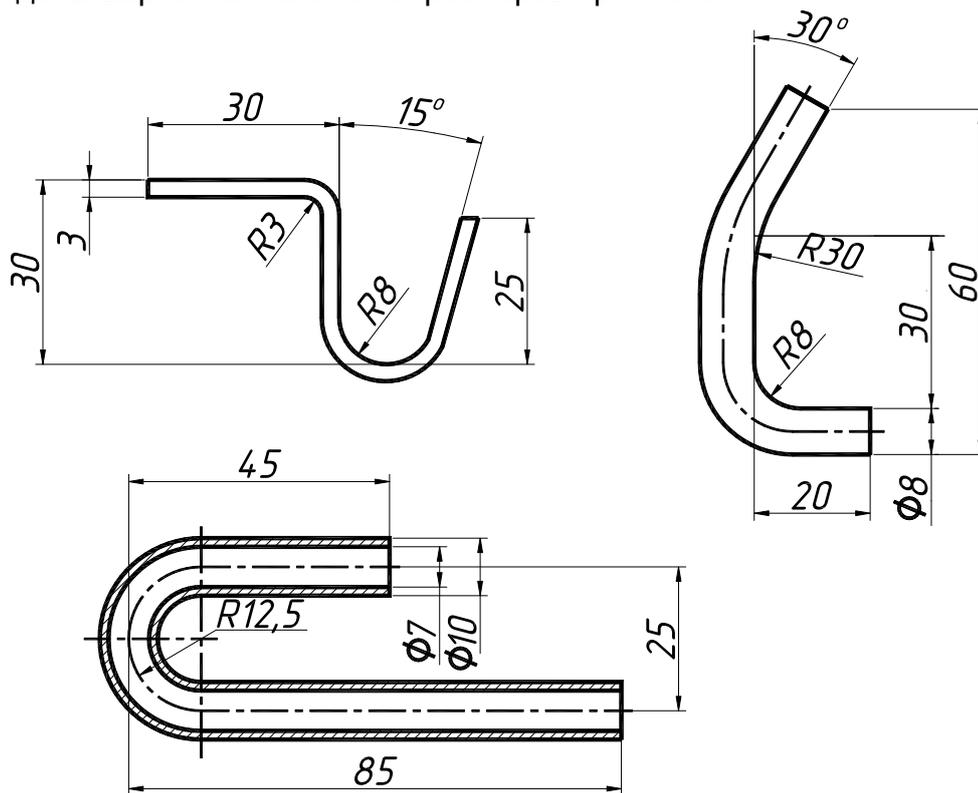


Рис. 84

Нанесение размеров на симметричные детали

У симметричных деталей имеются плоскости симметрии (ПС), оси симметрии (ОС) и центры симметрии (ЦС – рис. 85).

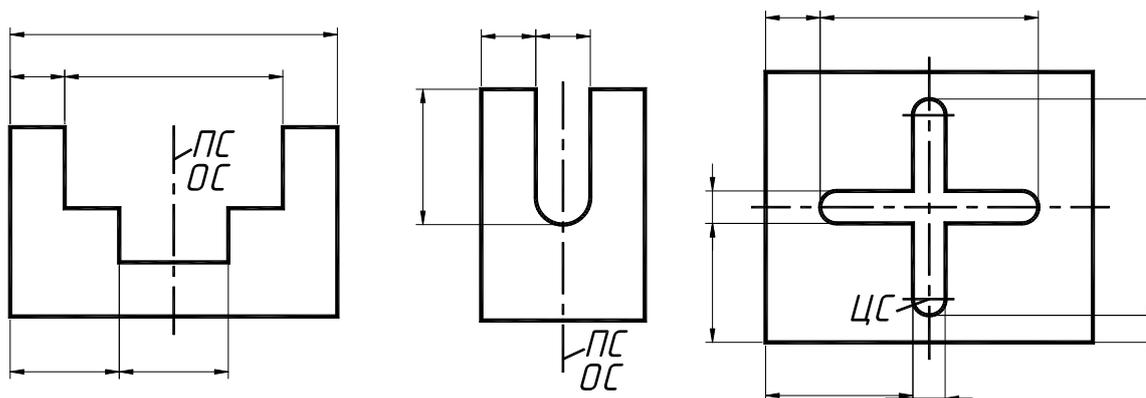


Рис. 85

Нанесение размеров на симметричные детали часто вызывает разногласия между конструктором и технологом о назначении баз. Для объективного решения этого вопроса следует иметь в виду, что плоскость, ось и центр симметрии на деталях являются нереальными базами (их следует еще построить), существование их принимается условно. Они представляются воображаемыми и вводятся на чертеже для более наглядной и быстрой ориентировки в геометрии детали. В производственной обстановке обработка и обмер детали производится не от

воображаемых баз, а материально существующих. Поэтому нанесение размеров на симметричные детали рекомендуется производить, как показано на рис. 85 и 86.

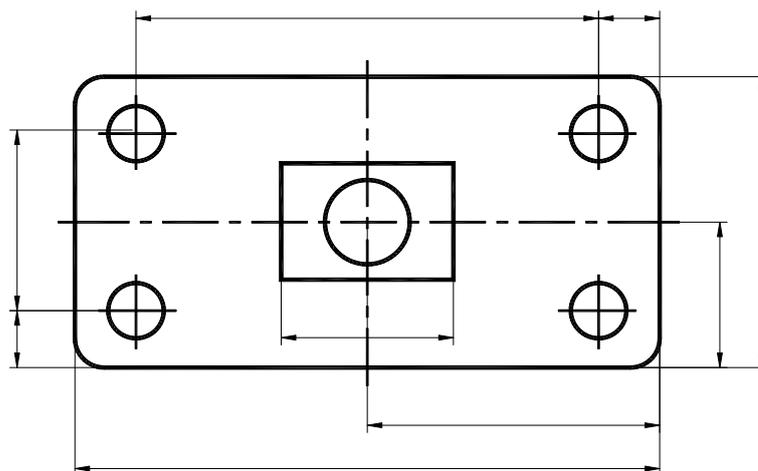


Рис. 86

Нанесение размеров на сварные детали

При выполнении чертежей деталей, входящих в сварную сборочную единицу, следует учитывать, что процесс сварки вызывает коробление свариваемых деталей и поэтому окончательная обработка некоторых поверхностей (сопрягаемых с поверхностями других деталей) производится после сварки. Поэтому при выполнении чертежа сборочной единицы после сварки необходимо выполнить и чертежи деталей, входящих в сборку. На сборочном чертеже должны быть нанесены размеры, относящиеся к взаимному расположению свариваемых деталей, и размеры механической обработки.

На рис. 87 показана сварная сборочная единица – опора, состоящая из 5 деталей: 1 – пластина, 2- плита, 3 – втулка и 4- два ребра. Чертежи этих деталей показаны на рис. 85. Размеры « $\varnothing 25$ и 30 » втулки и толщина плиты « 12 », подвергаемые механической обработке, даны условно со знаком «*». Эти размеры должны иметь припуск на обработку.

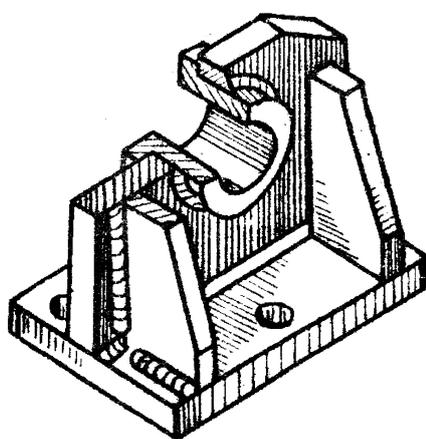


Рис. 87

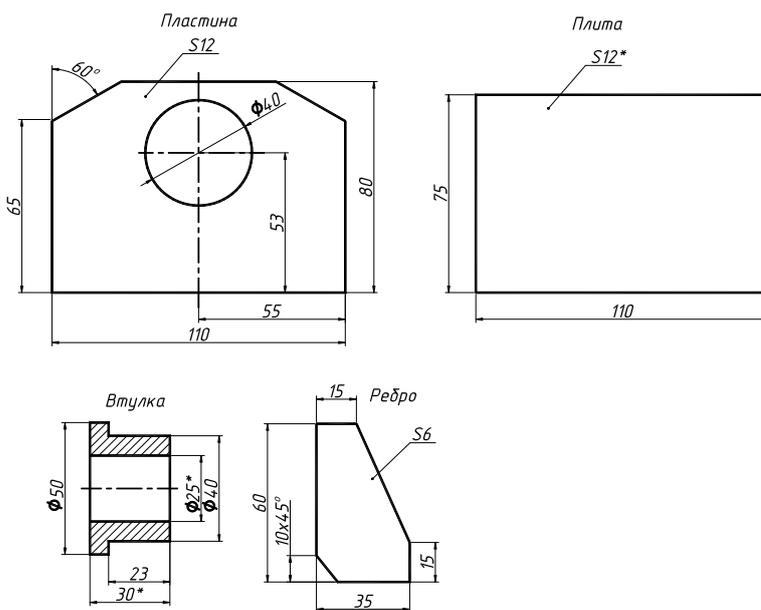


Рис. 88

Чертежи деталей, изготовленных сваркой, оформляют согласно ГОСТ 2.109-73, п. 3.3 (рис. 89).

Размер «30» (расположение пластины) и размер «85» (расстояние между ребрами) необходимы сварщику. После сварки обрабатывают поверхность «Р» плиты и цилиндрическую поверхность втулки, выдерживая размер «65» (до оси втулки) и « $\varnothing 25$ ». Обрабатывают также торцы втулки М и N по размеру «30». Сверление отверстий в плите производят после обработки втулки, увязывая их положение с торцом М (размер «8»).

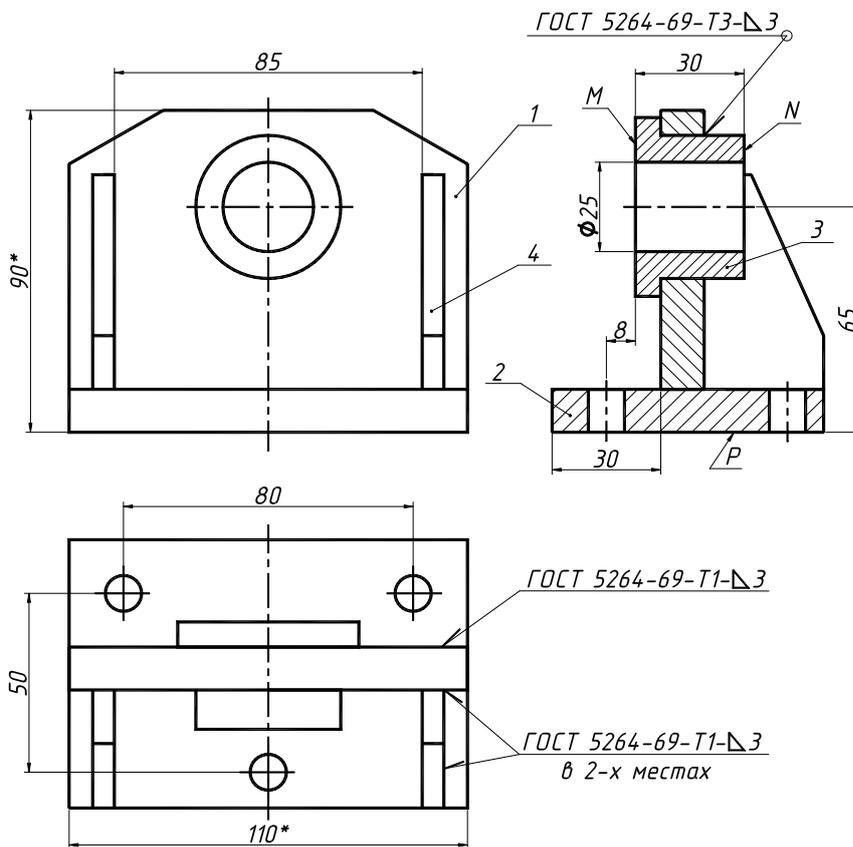


Рис. 89

Нанесение размеров на детали, опрессованные пластмассой или резиной

Деталь, опрессованная пластмассой, образует с ней неразъемное соединение. На рис. 90 показана головка рычага 2, выполненная из пластмассы. Внутри головки находится опрессованный наконечник 1.

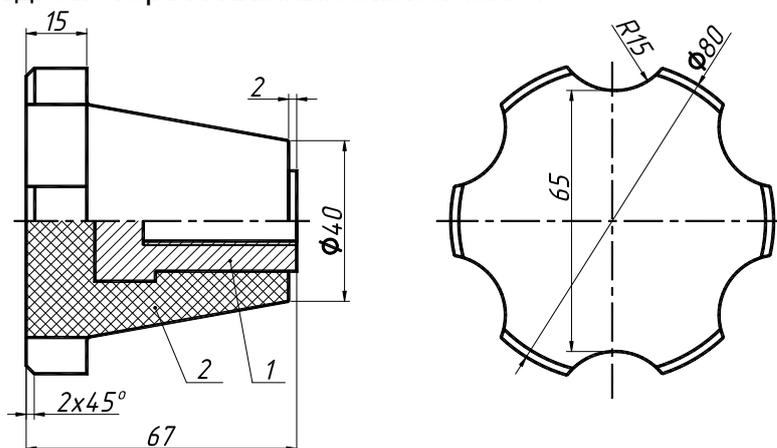


Рис. 90

Для изготовления такой головки сначала изготавливают по чертежу наконечник (рис. 91), а затем его закрепляют в пресс-форме и опрессовывают пластмассой. Для изготовления пресс-формы необходимо задать поверхность, ограничивающую внутреннюю полость, которую наполняют пластмассой. Размер «2» на рис. 90 необходим для увязки положения наконечника.

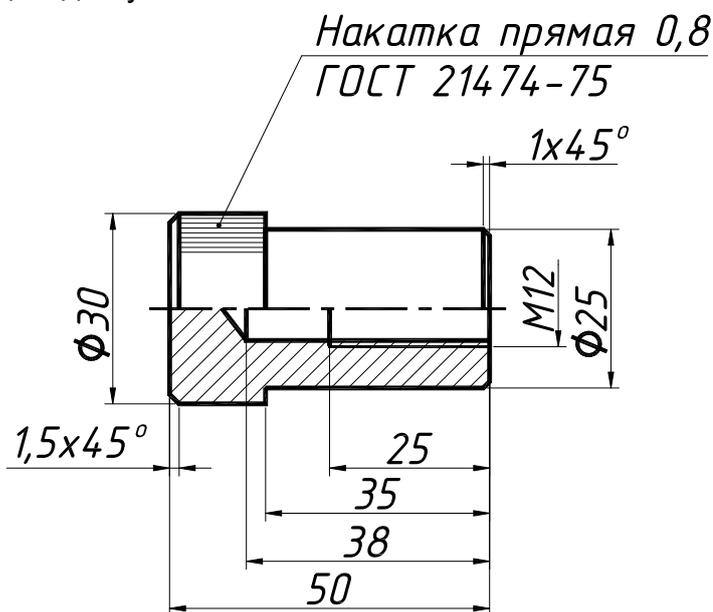


Рис. 91

Чертежи деталей, изготавливаемых опрессовкой, оформляют по ГОСТ 2.109-73, п. 3.3.

Нанесение размеров на разъемные соединения деталей

Плоские соединения

Плоскими соединениями называют соединения деталей по плоскостям. Этот вид соединений можно разделить на 3 группы:

а) одноразмерные, представляющие собой соединение деталей по двум плоскостям;

б) многомерные – соединения деталей по трем и более взаимосвязанным плоскостям, например, соединения типа Т-образных пазов;

в) замкнутые – соединения деталей по замкнутому контуру, например, соединение деталей квадратного, шестигранного профилей.

В большинстве случаев требуется, чтобы плоское соединение занимало строго определенное положение по отношению к другим поверхностям детали. Поэтому группа размеров плоского соединения должна быть обязательно связана размерами с основными конструкторскими базами.

На рис. 92 приведено одноразмерное плоское сечение. Необходимо обеспечить поворот детали 1 по отношению к детали 2 вокруг оси 3. Для этого необходимо выполнить соединение с гарантированным зазором по плоскостям, ограниченными размерами «А и В». Необходимо также, чтобы соединенные детали были симметричными. Простановка размеров в этом случае показана на рис. 92.

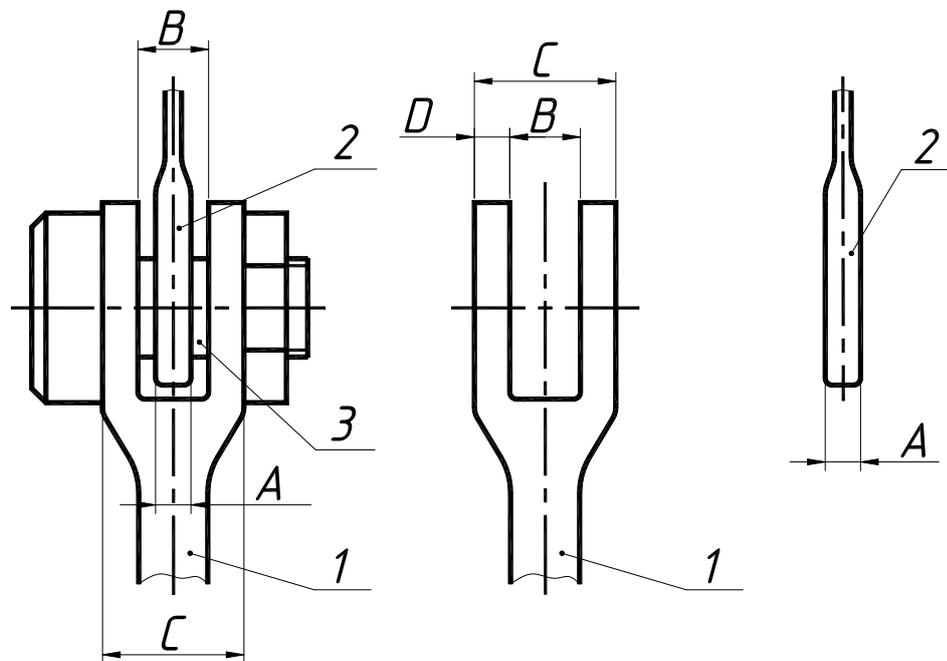


Рис. 92

В многомерных соединениях (рис. 93) обеспечивается передвижение одной детали по отношению к другой. При нанесении размеров всегда необходимо иметь в виду, что для обеспечения взаимозаменяемости деталей необходимо, чтобы все сопрягаемые поверхности были увязаны между собой и проставлены от одной базы. Простановка размеров для этого случая показана на рис. 93. Размеры «Е и М» заданы от одной базы «I».

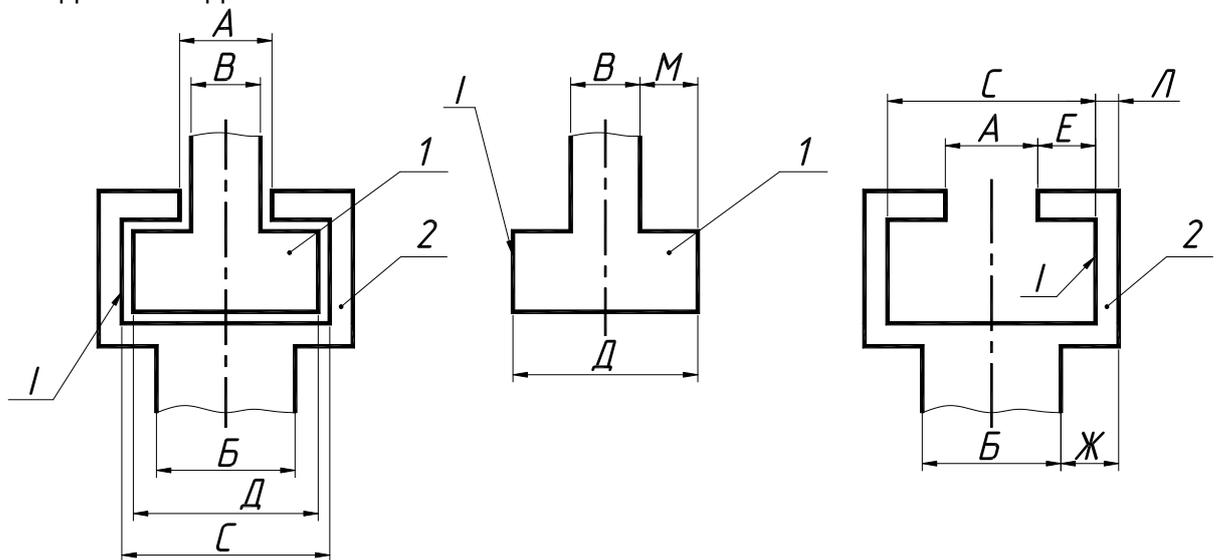


Рис. 93

Нанесение размеров на конические соединения

Конические соединения применяют для деталей, к которым предъявляются требования точного центрирования. Коническая поверхность бывает внешней и внутренней. Размеры деталей с коническими поверхностями согласовываются с процессом их изготовления.

Конические поверхности деталей подразделяются на сопрягаемые и несопрягаемые.

Для изготовления внешней несопрягаемой конической поверхности на чертеже указывают диаметр большого основания конуса d_1 , его длину l_1 и угол наклона образующей α (рис. 94).

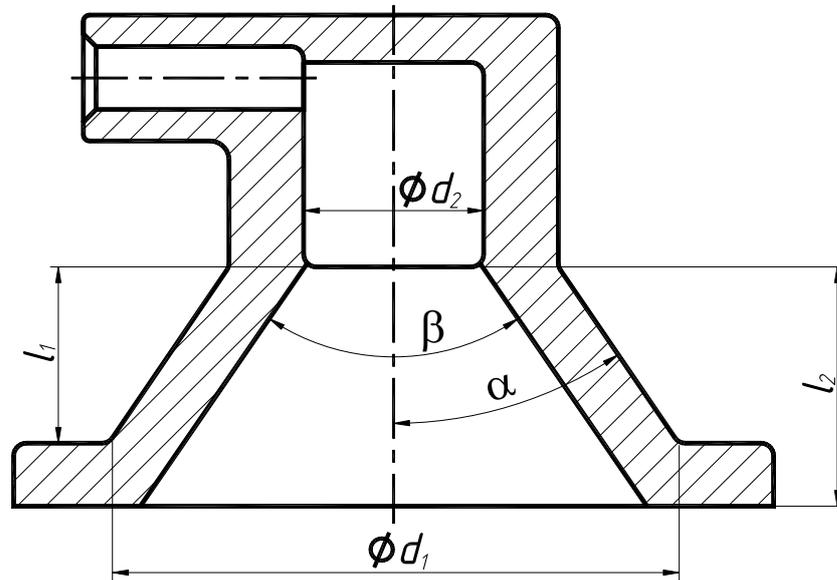


Рис. 94

На чертеже детали с внутренней сопрягаемой конической поверхностью указывают диаметр меньшего основания d_2 , длину конуса l_2 и угол конуса β (рис. 94).

Для несопрягаемых внутренней и внешней поверхностей при углах $\alpha < 15^\circ$ и $\beta < 7,5^\circ$ следует задавать два диаметра и длину конуса (рис. 95).

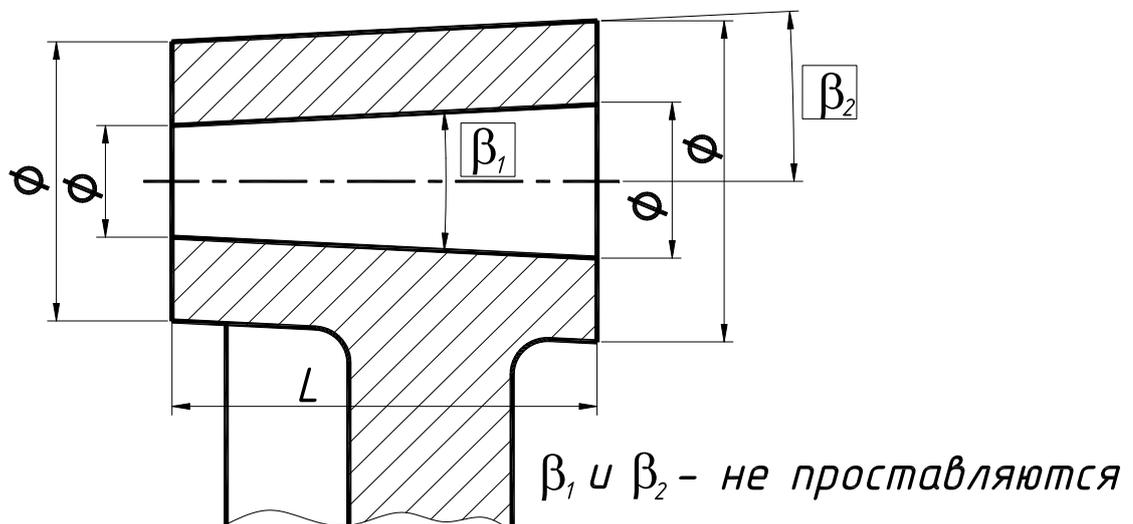


Рис. 95

На рис. 96 показан одноплечий рычаг с коническим отверстием для болта, а на рис. 97 – конусный болт крепления рычага на валу.

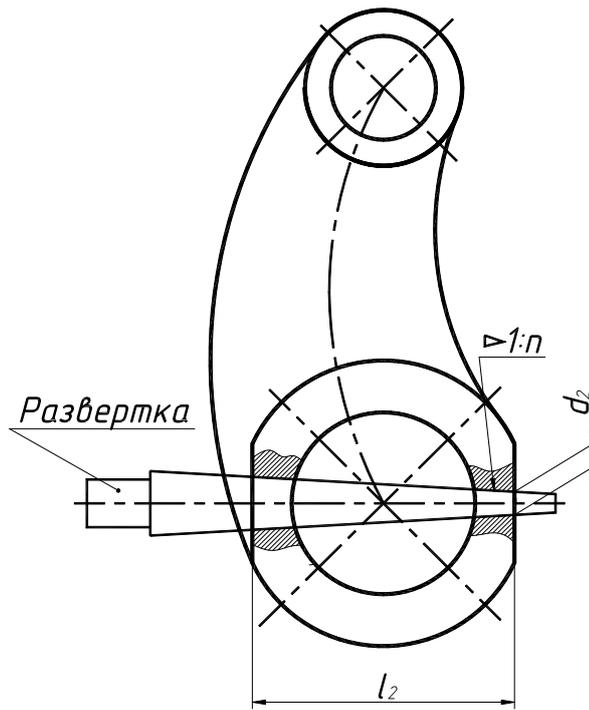


Рис. 96

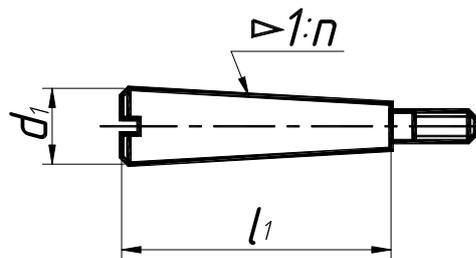


Рис. 97

Конические поверхности болта (стержня) и отверстия являются сопряженными поверхностями. В этом случае на конической поверхности следует указать длину конуса l_2 , диаметр меньшего основания d_2 и конусность; на стержне – длину конуса l_1 , диаметр большего основания d_1 и конусность.

ГОСТ 8593-81 устанавливает ряд размеров конусности. Для конических поверхностей с величиной угла от 30° и более дается дробное значение конусности и поэтому на чертеже принято ставить размер угла.

Однако для всех видов конических поверхностей могут быть и другие варианты нанесения размеров в тех случаях, когда один из указанных выше параметров не может быть точно замерен (рис. 98 – деталь с сопрягаемой поверхностью А).

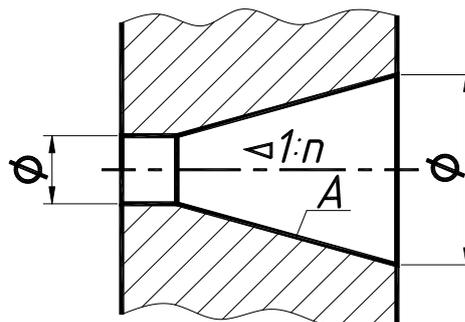


Рис. 98

Нанесение размеров на чертежи шпоночных соединений

На рис. 99 изображен вал редуктора. На нем закреплены ступица 1 шпонкой 4, шестерня 2 шпонкой 5 и шестерня привода 3 шпонкой 6. Все эти шпонки разной формы и показаны сверху вала. Канавки для них на валу также не одинаковы по форме и выполняют их разными инструментами. Поэтому и размеры на них необходимо наносить по-разному.

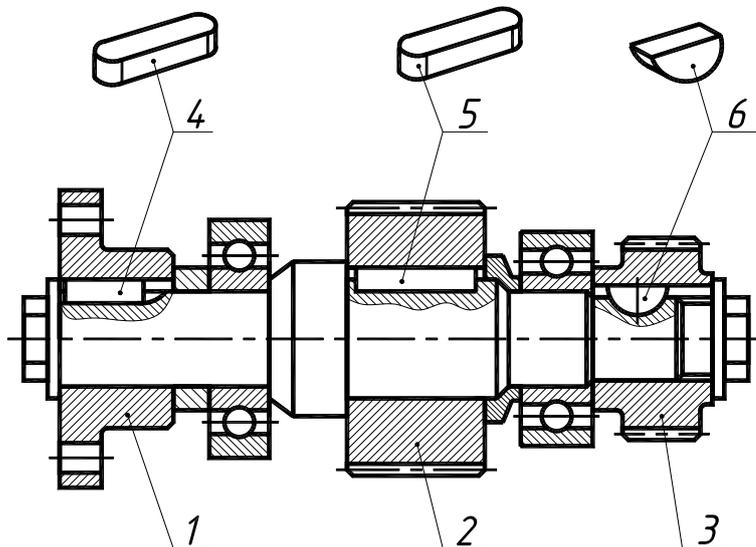


Рис. 99

На рис. 100 показаны схемы изготовления этих канавок и необходимые размеры.

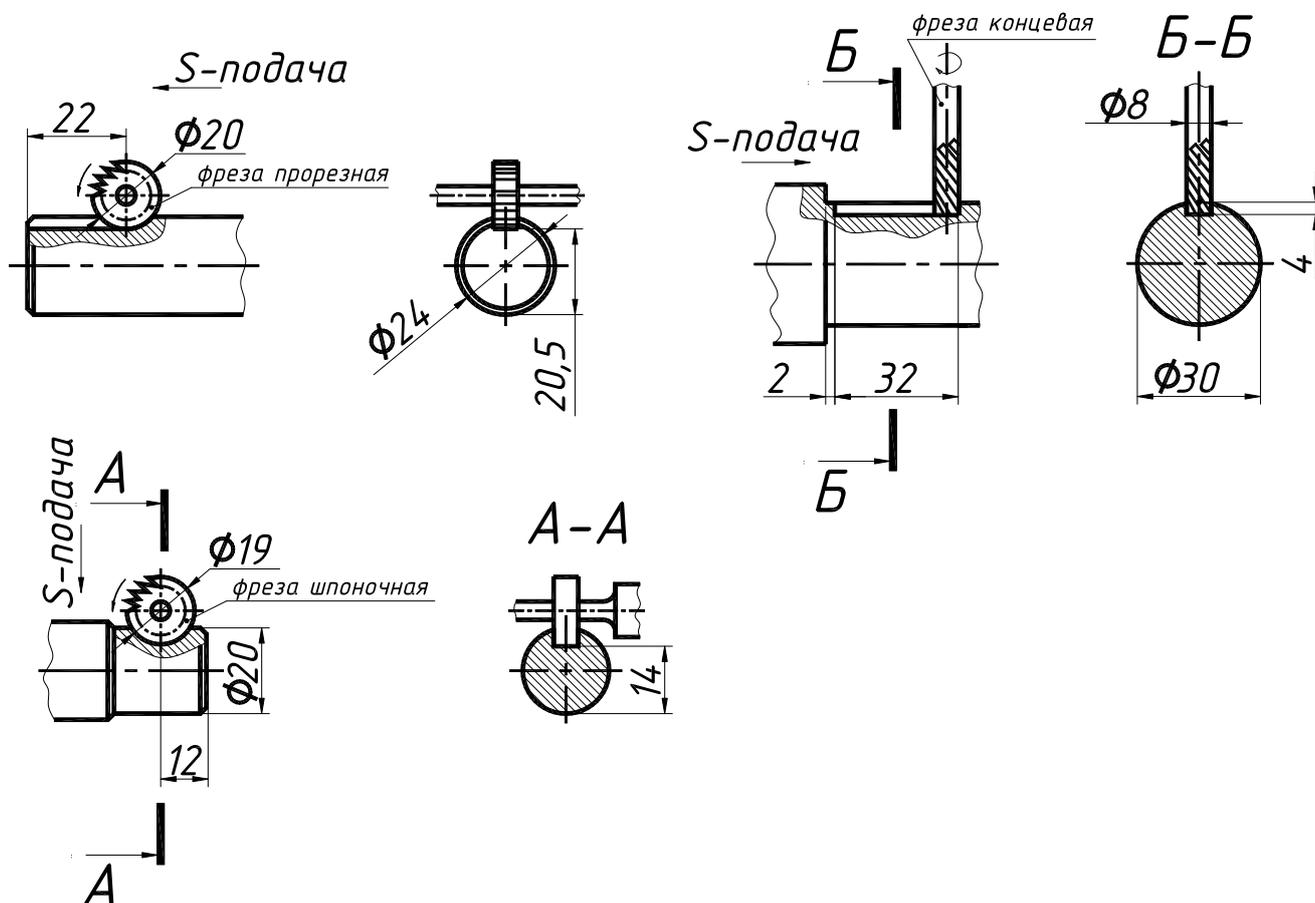


Рис. 100

На рис. 101 показано нанесение размеров шпоночного паза вала, а на рис. 102 – шпоночного паза ступицы. Цифровые значения размеров ширины и глубины шпоночных пазов вала и ступицы следует выбирать по таблицам ГОСТ 24071-80 и ГОСТ 24068-80 в зависимости от диаметра вала, на котором выбирается паз.

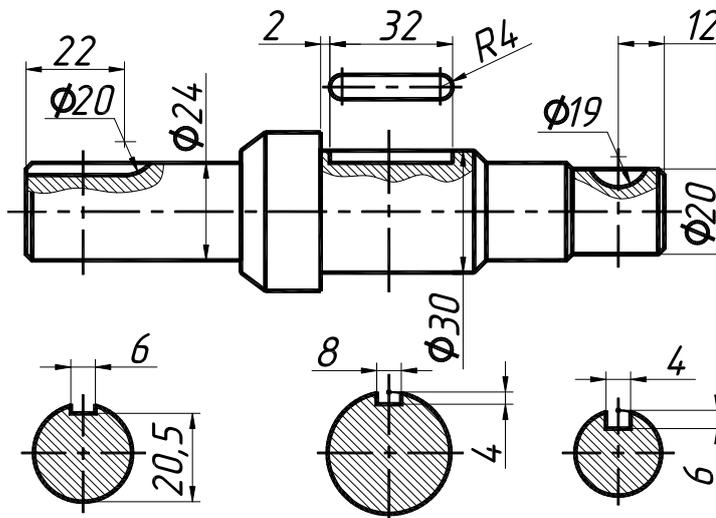


Рис. 101

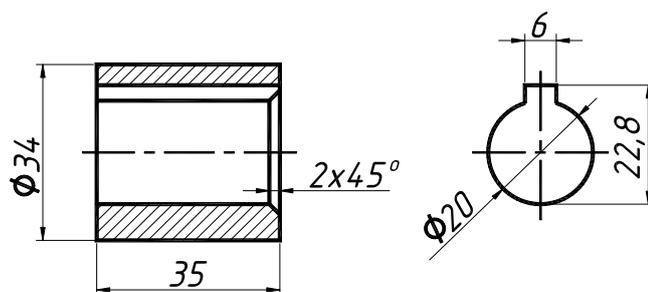


Рис. 102

На чертежах деталей шпоночных соединений с призматическими шпонками (рис. 103) следует наносить следующие размеры:

а) длину шпоночного паза l_1 , которую принимают на 0,5–1,0 мм больше длины шпонки;

б) ширину b шпоночного паза вала и ступицы;

в) глубину пазов: на валу – размер t_1 и в ступице – размер $d+t_2$;

г) диаметр вала и отверстия ступицы.

В качестве справочного размера допускается наносить радиус закругления паза (для выбора радиуса фрезы).

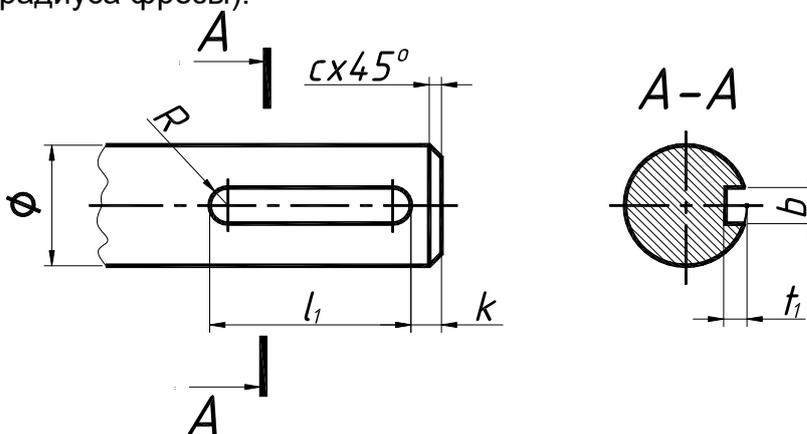


Рис. 103

Пазы не доводят до торца вала (рис. 103) на расстояние $k=3...5$ мм при $d \leq 30$ мм и $k=5...7$ мм при $d \geq 30$ мм.

При наличии на ступенчатом валу нескольких шпоночных пазов их рекомендуется располагать в разных плоскостях.

В соединениях с клиновой шпонкой размеры шпонок и шпоночных пазов выбирают в зависимости от диаметра вала по ГОСТ 24068-80. Длина паза на валу для закладной шпонки (исполнения 2, 3 и 4) равна длине шпонки, для клиновой шпонки с головкой (исполнение 1) выполняют длиной, равной двойной длине шпонки, т.к. забивную шпонку устанавливают тогда, когда ступица уже насажена на вал.

Размеры сегментных шпонок и пазов и их диаметры устанавливает ГОСТ 24071-80 в зависимости от диаметра вала d .

Чертежи клиновых и сегментных шпоночных соединений выполняются так же, как чертежи призматических шпоночных соединений с учетом конструктивных особенностей шпонок.

Нанесение размеров на чертежи шлицевых соединений

На рис. 104 приведен чертеж зубчатого вала с прямобочным профилем зубьев.

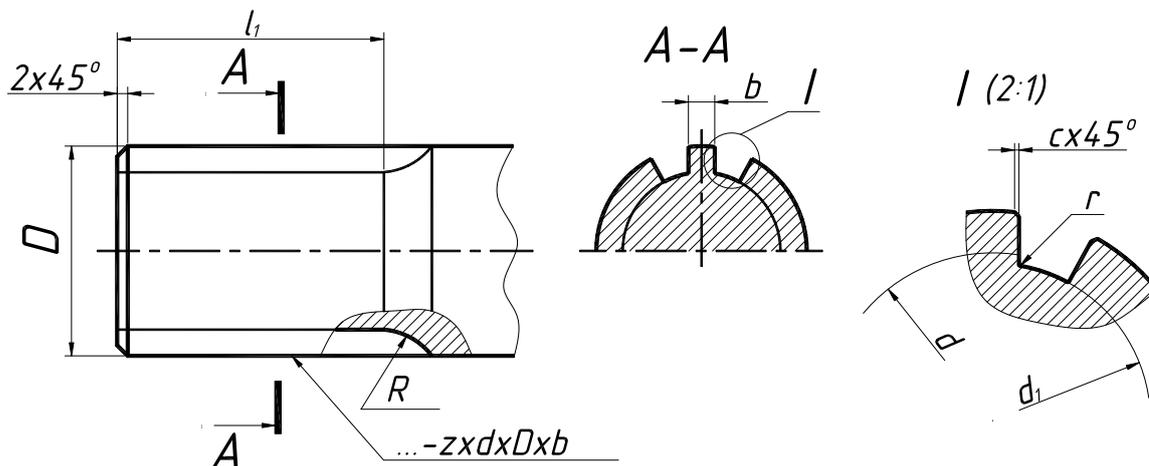


Рис. 104

На изображении вала (ось параллельна плоскости проекций) указывают длину l_1 зубьев полного профиля до сбега.

В зависимости от технологии изготовления допускается указывать еще один из размеров: радиус инструмента (фрезы) R_ϕ (рис. 105), полную длину l зубьев или длину l_2 сбега (рис. 105).

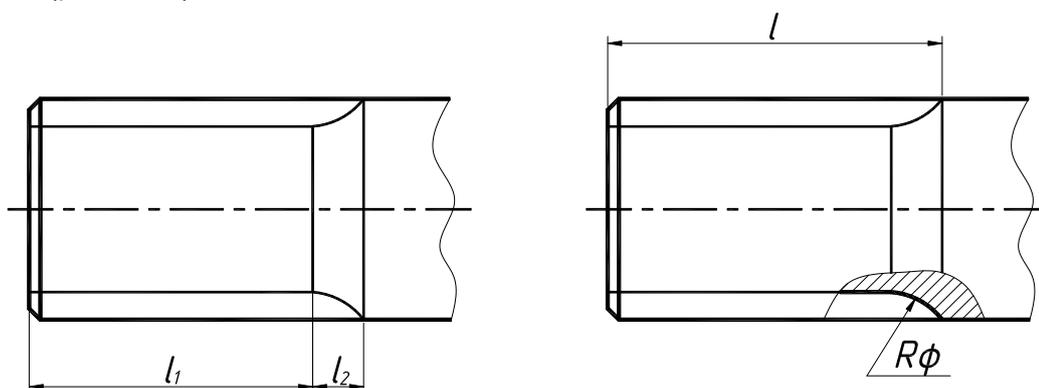


Рис. 105

Пример чертежа зубчатого отверстия с прямоугольным профилем зубьев приведен на рис. 106.

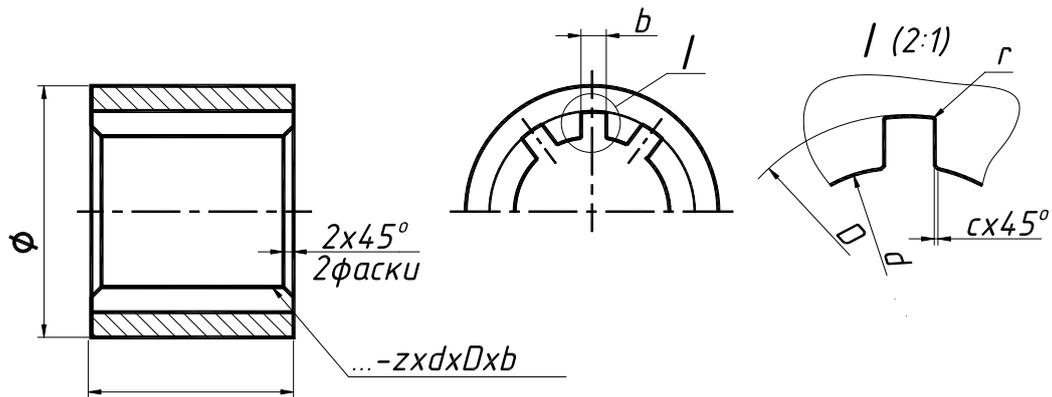


Рис. 106

Чертежи зубчатых валов и отверстий эвольвентного профиля (ГОСТ 6033-80) выполняются аналогично чертежам прямоугольных соединений. Пример нанесения размеров приведен на рис. 107. Чертежи зубчатых валов и втулок с треугольным профилем зубьев – на рис. 108. Профиль треугольных зубьев и параметры шлицевого соединения не стандартизированы (действуют нормы).

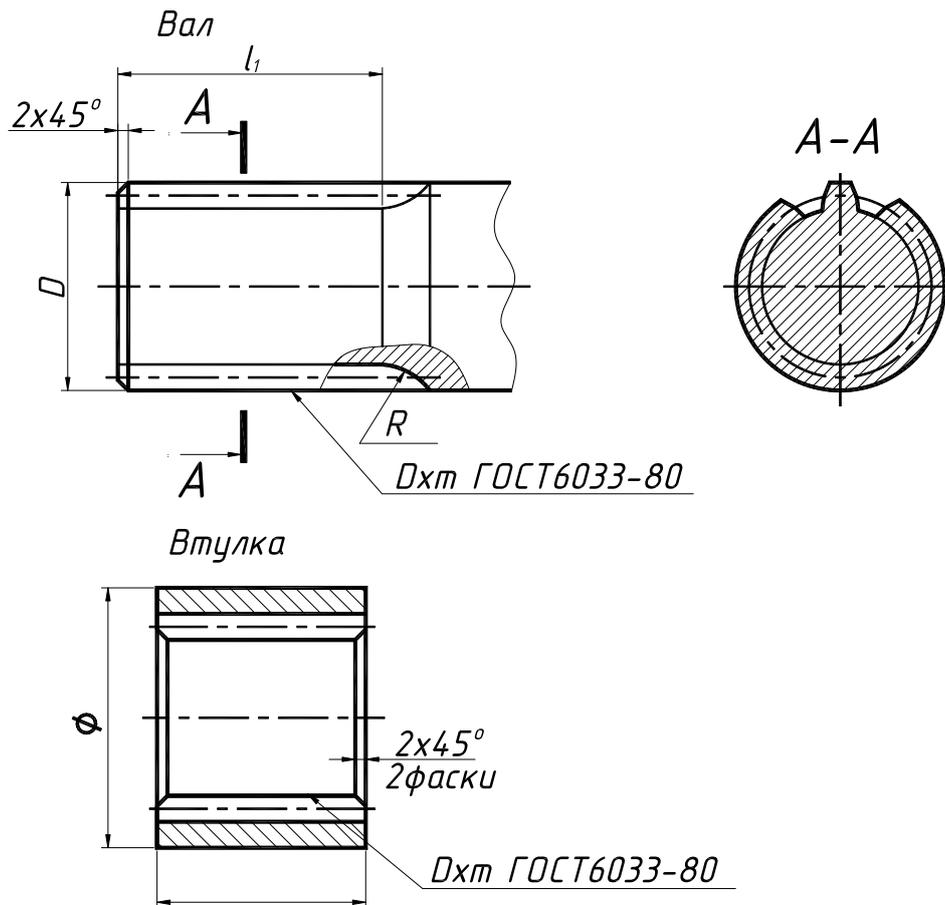


Рис. 107

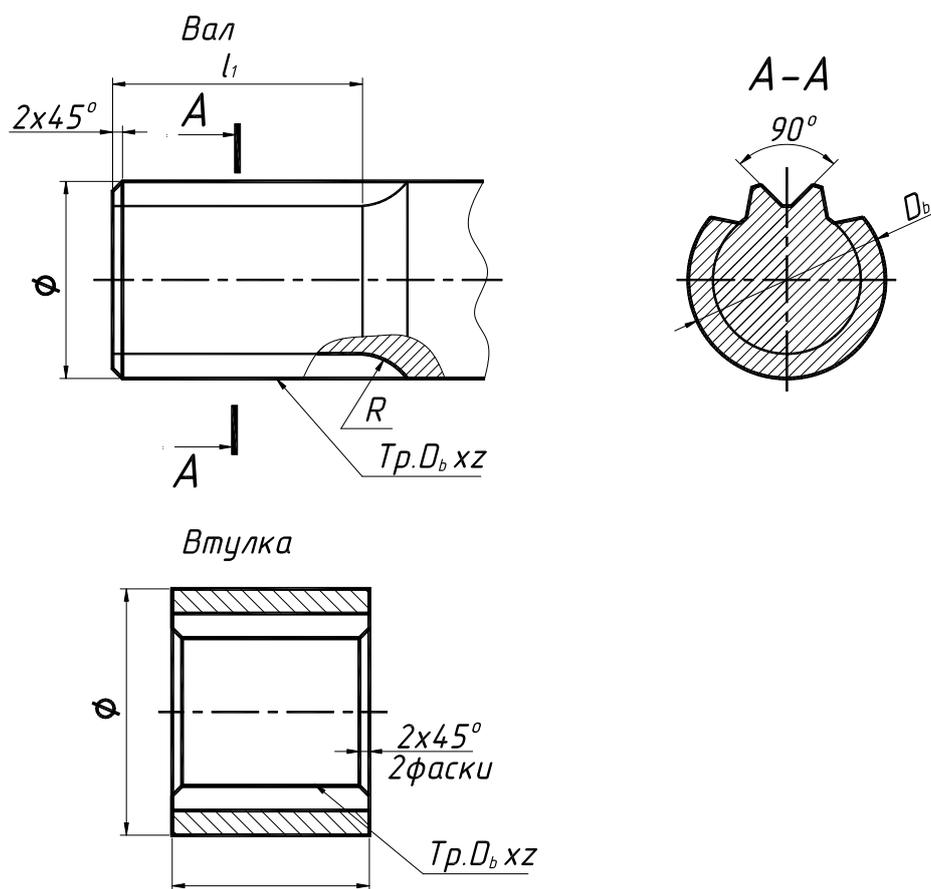


Рис. 108

Нанесение размеров на сборочные чертежи

На сборочный чертеж изделия наносят:

а) габаритные размеры, характеризующие высоту, длину и ширину изделия или его наибольший диаметр. Если какой-либо из этих размеров является переменным вследствие перемещения частей изделия, то на чертеже указывают размеры для крайних положений подвижных деталей;

б) установочные и присоединительные, определяющие расположение и размеры элементов, по которым изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию: диаметры центровых окружностей и отверстий под болты, расстояния между отверстиями для крепления и т.п. При указании этих размеров должны быть нанесены координаты расположения и размеры элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями. Если внешняя присоединительная связь осуществляется зубчатыми колесами, то указывают модуль, число зубьев и направление зубьев;

в) монтажные размеры, указывающие на взаимосвязь деталей и их взаимное расположение в сборочной единице;

г) эксплуатационные размеры, указывающие на расчетную и конструктивную характеристику изделия, например, диаметры проходных отверстий, размеры резьбы на присоединительных штуцерах, размер «под ключ», число зубьев, модули и т.п.

Размеры габаритные, установочные, присоединительные, эксплуатационные и размеры, характеризующие положение движущихся частей, относятся к справочным и проставляются со «звездочкой» («*»).

На сборочном чертеже указываются размеры отверстий под болты, винты, штифты, если эти отверстия выполняются в процессе сборки.

Пример нанесения размеров на сборочный чертеж приведен на рис. 109.

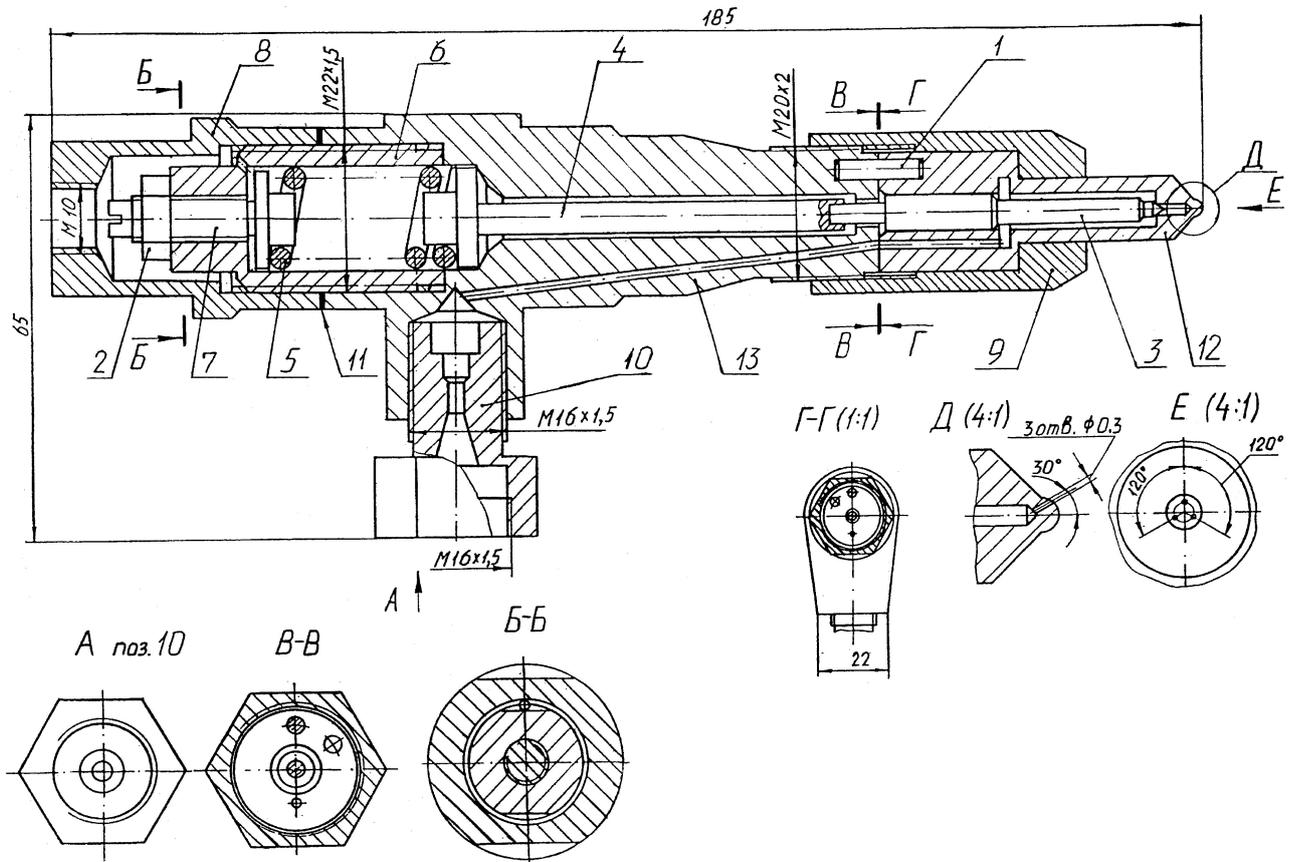


Рис. 109 Форсунка

ЛИТЕРАТУРА

1. ЕСКД. ГОСТ 2.307-68. Нанесение размеров и предельных отклонений.
2. ЕСКД. ГОСТ 2.318-81. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий.
3. ЕСКД. ГОСТ 2.320-82. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов.
4. В.Н. Богданов, И.Ф. Малежик и др. Справочное руководство по черчению. М.: Машиностроение, 1989.