

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Методические указания
к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине
«Начертательная геометрия и инженерная графика»
«Инженерная и компьютерная графика»

*для студентов очной и заочной форм обучения 1 курса
по направлениям подготовки бакалавров*

*35.03.06 «Агроинженерия»; 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов», 35.03.01 «Лесное дело»,
35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»,
19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»,
19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания*

Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2014

УДК 744 (027)

Рабочие чертежи деталей: методические указания. – Благовещенск: ДальГАУ, 2014. – 56 с.

Составители:

Дерезина Е.В., старший преподаватель кафедры общетехнических дисциплин;
Иванов С.В, д-р техн.наук, профессор кафедры общетехнических дисциплин

Методические указания содержат краткие рекомендации по выполнению и оформлению графических работ в соответствии с ГОСТами, а также примеры выполнения работы.

Методические указания позволяют студентам закрепить теоретические знания по выполнению рабочих чертежей, а также получить навыки выполнения расчётно-графического задания.

Рекомендуются студентам первых курсов направлений 35.03.06 «Агроинженерия»; 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 35.03.01 «Лесное дело», 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

Рецензент – В.В. Петроченко, канд.техн.наук, доцент

Рекомендованы к печати в издательстве ДальГАУ методическим советом факультета механизации сельского хозяйства Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №8 от 30 апреля 2014 года).

Издательство ДальГАУ
2014

Цель – изучить способы выполнения рабочих чертежей; приобрести навыки работы со справочной литературой при выполнении расчётно-графических работ.

Задание – вычертить, в соответствии со своим вариантом, три детали.

Оформление – чертёж выполняется на формате А3.

1.Выполнение рабочих чертежей деталей

Каждый механизм состоит из большого числа деталей, соединённых между собой посредством разного типа посадок и различных креплений.

Каждая деталь изготавливается отдельно литьём, ковкой, штамповкой или иным способом и обычно подвергается последующей механической обработке на металлорежущих станках

Деталь – часть изделия, изготовленная без применения сборочных операций, после обработки её рабочих поверхностей.

Рабочий чертёж – чертёж, снабжённый всеми указаниями, которые необходимы для изготовления по нему детали.

Рабочие чертежи деталей выполняются по снятым с натуры эскизам или по соответствующим чертежам (чертежам общего вида изделия). Если в проектной документации чертёж общего вида изделия отсутствует, то чертежи деталей разрабатываются по сборочным чертежам изделия. Рабочие чертежи, как правило, выполняют почти на все детали, входящие в состав изделия. Оформление чертежей деталей зависит от формы и технологии изготовления деталей. Рабочий чертёж выполняют в масштабе по ГОСТ 2.302-68, процесс выполнения чертежа детали состоит из нескольких этапов, аналогично выполнению эскиза. Обязательно указывается шероховатость поверхности знаками на отдельных обрабатываемых поверхностях детали. Шероховатость же всех остальных поверхностей указывает знак, расположенный перед скобкой в правом верхнем углу чертежа.

1.1 Требования, предъявляемые к рабочим чертежам деталей

1. Рабочий чертёж должен передавать формы наружных и внутренних поверхностей детали. Он должен быть удобочитаемым и отличаться чёткостью графического оформления.

2. Деталь на рабочем чертеже следует изображать в том виде и с теми размерами и знаками чистоты поверхности, какие она должна иметь при поступлении на сборку.
3. Деталь сложной формы необходимо чертить не менее чем в 3-х видах, так как недостаточное число видов затрудняет чтение чертежа, а также значительно усложняет нанесение на чертёж необходимых размеров и технологических знаков.
4. Для придания чертежу максимальной выразительности необходимо прежде всего решить вопрос о масштабе чертежа, количестве видов, разрезов, сечений, необходимых для максимально полного выявления наружных и внутренних форм вычерчиваемой детали. Наиболее желательный масштаб для рабочего чертежа детали 1:1. Исключение для особо мелких или, наоборот, громоздких деталей, которые вычерчивают с увеличением или уменьшением по ГОСТ.
5. Рабочий чертёж выполняется на стандартных листах по ГОСТ с оформлением рамки и углового штампа, на котором имеются подписи всех лиц, ответственных за правильность выполнения и оформления
6. Рабочий чертёж должен иметь исчерпывающее количество размеров, необходимых для изготовления и контроля и нанесённых с учётом процессов изготовления и последующей механической и термической обработки детали. Нанося на чертёж размер нужно учитывать удобство использования его модельщиком, разметчиком и лицом, обрабатывающим деталь на станке.
7. Рабочий чертёж должен содержать указания чистоты поверхности детали, типы посадок и классов точности механической обработки детали.
8. Материалы обозначаются в соответствии с ГОСТ на материалы.
9. Наименование детали должно быть кратким, соответственно принятой терминологии и записано в именительном падеже единственного числа. В наименовании, которое состоит из двух и более слов на первом месте ставится имя существительное (например, «Плита фундаментная»). Наименования стандартных и нормальных деталей должно строго соответствовать наименованиям, установленным в стандартах и нормалях.

1.2 Порядок выполнения рабочего чертежа

1. Выбор главного вида с учётом рабочего положения.
2. Выбор количества видов, разрезов, сечений.
3. Выбор масштаба, желательного 1:1.

4. Вычерчивание в тонких линиях одновременно всех видов, переходя от одного вида к другому, всё более уточняя и дополняя характерные особенности детали. Вычерчивание каждого вида начинать с проведения осевых и разметочных линий, центровых линий для отверстий.
5. После вычерчивания в тонких линиях чертёж проверяют, вычищают.
6. Обводка толщиной $S=0,7...0,9$ мм осуществляется в следующей последовательности:
 - 1) уточняют окружности и дуги;
 - 2) горизонтальные линии сверху вниз;
 - 3) вертикальные линии слева направо;
 - 4) наклонные.
7. Нанесение всех необходимых размерных линий и простановка размерных чисел.
8. Нанесение штриховки на разрезах и сечениях.
9. Указание чистоты поверхности детали.
10. Обводка рамки и штампа, нанесённых в черне перед вычерчиванием видов.
11. Выполнение всех надписей на чертеже.

1.3 Условности и упрощения в рабочих чертежах деталей

По ГОСТ выполняются следующие условности и упрощения:

1. Если вид, разрез или сечение представляет собой симметричную фигуру, то рекомендуется вычерчивать половину изображения, или несколько более половины с проведением линии обрыва.
2. Если деталь имеет несколько одинаковых равномерно расположенных элементов, то на изображении этой детали рекомендуется показывать 1-2 таких элемента (например, 1-2 отверстия), а остальные показывать упрощённо или условно.
3. На видах и разрезах допускается упрощённо показывать проекции линий пересечения поверхностей, если по условиям производства не требуется их точное построение. Например, вместо лекальных кривых проводить дуги окружностей, или прямые.
4. Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно или совсем не показывается.
5. Если для таких деталей, как винты, заклёпки, шпонки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п., применяется *продольный разрез*, то они показываются нерассечёнными. Шарики всегда показывают нерассечёнными.

6. Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колёс, тонкие стенки типа рёбер жёсткости и т.п. показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.
7. Если в подобных элементах деталей имеется местное сверление, углубление и т.п., то следует применять местный разрез.
8. Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы углубления и т.п.) размером на чертеже 2 мм и менее рекомендуется изображать с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.
9. Незначительную конусность или уклон также изображать с увеличением.
На тех изображениях, на которых уклон или конусность отчётливо не выявляется, допускается проводить только одну линию, соответствующую, как правило, меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса.
10. В случае применения выносного элемента следует соответствующее место отметить на виде, разрезе или сечении сплошной тонкой линией – окружностью и т.п. с обозначением римской цифрой на «полке» линии-выноски. У выносного элемента следует указывать эту цифру и масштаб. Выносной элемент следует располагать возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.
11. Надписи, буквенные и цифровые, обозначения, относящиеся к видам, разрезам, сечениям и выносным элементам, должны располагаться параллельно основной надписи чертежа, как правило, над соответствующим изображением. Подбор букв для обозначения изображений, поверхностей и разрезов должен производиться без повторений, и как правило, в алфавитном порядке. Это относится и к случаю, когда чертёж выполняется на нескольких листах.
12. Если грань квадратного стержня или отверстия показана лишь на одном изображении, то для отметки плоскости рекомендуется проводить на ней диагонали сплошными тонкими линиями.
13. Длинные предметы (или элементы), имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат, шатуны и т.п.), допускается изображать с разрывами.
14. На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетёнкой, орнаментом, рельефом, накаткой и т.д. допускается изображать эти элементы частично, с возможным упрощением.
15. С целью упрощения чертежей или сокращения количества изображений рекомендуется:

- 1) часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрихпунктирной утолщённой линией непосредственно на разрезе (линия наложенной проекции);
- 2) применять сложные разрезы;
- 3) для показа отверстия в ступицах зубчатых колёс, шкивов и т.п. вместо второго изображения детали давать лишь контур отверстия.

1.4 Нанесение размеров на рабочих чертежах деталей машин

Основные правила оформления размерных линий и нанесения размерных чисел изложены в ГОСТ 2.307-68. При нанесении размеров на рабочих чертежах необходимо иметь в виду следующее:

1. Имеющиеся на чертеже изображения – виды, разрезы, сечения, обрывы и прочие условности предназначены только для разъяснения и отчётливого выявления объёмных форм детали, для которой выполнен данный чертёж.
2. Для суждения о действительных размерах деталей при их изготовлении пользуются исключительно цифровыми размерами, нанесёнными на чертёж. Поэтому на рабочем чертеже должны быть нанесены все размеры, по которым можно изготовить данную деталь. Обмер рабочих чертежей циркулем или линейкой для определения даже второстепенных размеров детали запрещён.
3. Размеры, обозначаемые на чертеже, должны быть ориентированы относительно выбранных или назначенных координатных поверхностей. Обычно размеры ориентированы по отношению к опорным поверхностям, подвергнутым механической обработке.
4. На чертеже должны быть обозначены габаритные размеры, которые деталь будет иметь после изготовления.
5. На чертежах деталей, обрабатываемых совместно с другими деталями при окончательной сборке, должны быть сделаны соответствующие указания, например «Сверлить совместно с деталью №...»
6. Нанесение размеров зависит от способа изготовления детали. При изменении технологии обработки способ указания размеров меняется. Если не известны или не указаны способы изготовления детали, удобно ставить размеры, расчленяя деталь на простейшие геометрические формы – цилиндр, конус, шар, призму и т.п. После расчленения указывают размеры каждого элемента детали, а также её габаритные размеры.
7. Не рекомендуется наносить размеры на чертеже в виде замкнутой цепочки.
8. Для нанесения размеров необходимо использовать по возможности всё поле чертежа, однако каждый нанесённый размер должен быть поставлен на чертеже

именно там, где наиболее наглядно изображена форма поверхности, к которой он относится. Не следует наносить попеременно размеры, относящиеся к наружным и внутренним поверхностям детали.

9. На чертеже каждый размер должен быть нанесён только один раз. Повторение размера допускается лишь в исключительных случаях, когда такое повторение будет способствовать большей ясности чертежа.
10. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу детали (канавке, углублению и т.п.), рекомендуется группировать на одной проекции, на которой этот элемент изображён наиболее ясно.
11. Не рекомендуется на рабочем чертеже наносить размеры невидимого контура.
12. При нанесении размеров для тел вращения, как правило, следует указывать размеры диаметра, а не радиуса, так как эти размеры проверяют замером диаметрального сечения поверхностей вращения кронциркулем, штангенциркулем, микрометром или нутрометром.
13. Следует по возможности избегать пересечения размерных линий. Поэтому целесообразно использовать одну из проекций (например главный вид) для нанесения горизонтальных размеров, а другую (например вид слева) для указания высот.
14. Необходимо избегать длинных выносных линий, ставя размерные числа по возможности ближе к тому месту, размер которого они указывают.
15. Размеры детали должны быть нанесены с предельными отклонениями. Исключение составляют размеры, определяющие зоны различной чистоты одной и той же поверхности, зоны термической обработки, отделки, размеры несоответственных фасок, радиусов скруглений и т. п., которые могут назначаться без допусков.
16. Допуски на свободные размеры (не сопровождаемые на чертеже предельными отклонениями, назначаются по обычно 7-9 классу точности) и на размеры литых необработанных элементов детали разрешается оговаривать общей надписью на свободном поле чертежа.

2. Чертежи деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках и изготовленных при помощи отливок

При выполнении рабочего *чертежа детали, обрабатываемой на металлорежущих станках*, обычно, помимо основных видов, выполняют выносные элементы. Они позволяют уточнить и отчётливо выявить форму и размеры проточек, лысок и т.п.

При выполнении *чертежа детали, изготовленной при помощи отливки*, в местах пересечения поверхностей детали выполнены скругления – это характерный признак литой детали. Скруглений нет только в местах, обработанных на металлорежущих станках.

Элементы рациональных форм деталей

Выполняя рабочие чертежи деталей машин, нужно научиться устанавливать правильные конструктивные формы изображения деталей. При этом, у деталей изготовленных литьём, необходимо правильно распределять металл, избегая по возможности скопления его в углах и в местах соединения нескольких стенок.

Рассмотрим несколько характерных примеров.

1. Переход от тонкой стенки к более толстой.

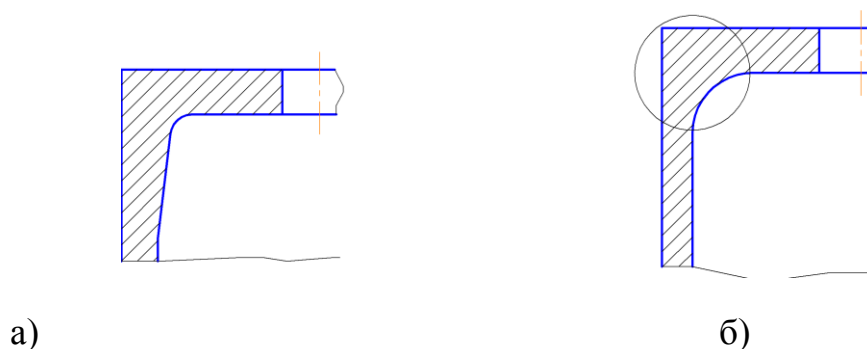


Рис.1

Рис.1, а – правильно, задан постепенный переход от вертикальной стенки к горизонтальной. Рис.1, б – неправильно, так как в углу образуется значительное утолщение. Скопление металла в углах вызывает при остывании отливки образование усадочных раковин и нежелательных внутренних напряжений. В таких отливках при последующей механической обработке часто появляются трещины в углах.

2. Оформление скруглённого угла.

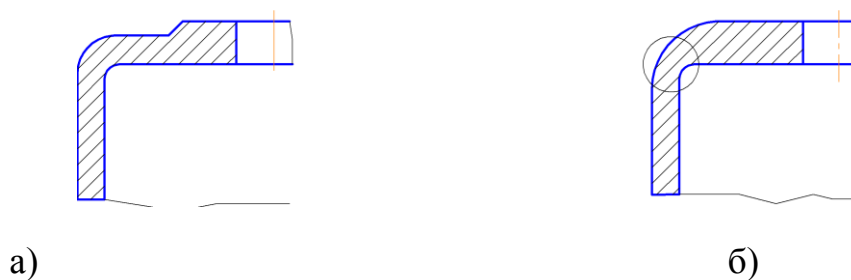


Рис.2

Рис.2, а – правильно, рис.2, б – неправильно.

3. Сверление на наклонной поверхности.

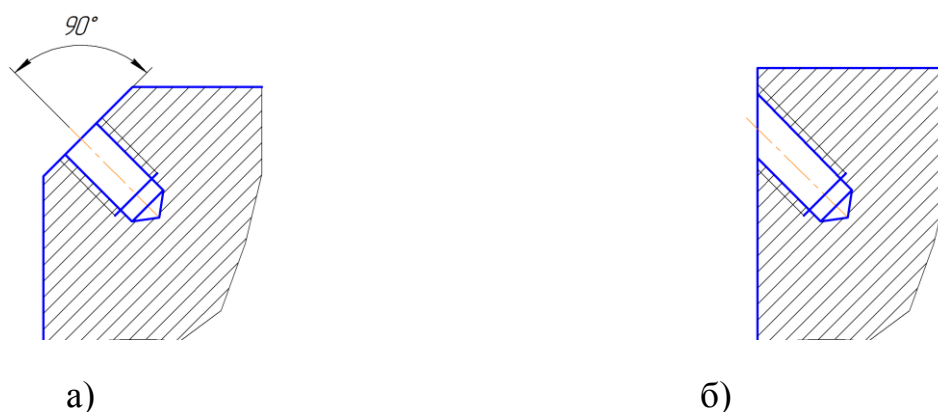


Рис.3

Рис.3, а; рис.4, а – правильно. Оси отверстий должны быть расположены перпендикулярно поверхности, на которой эти отверстия сверлят. Исключения из этого правила встречаются очень редко (отверстия для смазки на коленвалах). Чтобы ось сверла направить перпендикулярно поверхности сверления, нужно сделать площадку либо срезая угол детали, либо выполняя прилив (бобышку) с гранью, перпендикулярной оси сверла.



Рис.4

Рис.3, б; рис.4,б – неправильно. Сверления отверстий приводят к отклонению оси сверления от заданного направления и возможной поломки сверла.

4. Проточки и углубления для выхода резца.

Чтобы избежать неполноценных по глубине витков, при изготовлении резьбы крупных профилей, например ходовых, обычно работу начинают с вытачивания кольцевой канавки, предназначенной для выхода резца в конце нарезаемого участка. Такую канавку называют *проточкой*. При наличии проточки получается полноценный профиль резьбы на всём нарезаемом участке. Такого же назначения углубления, получаемые отливкой, или цилиндрические заточки, предусмотренные для выхода резца при изготовлении внутренней резьбы. В трубных соединениях, требующих большой плотности, проточек обычно не делают.

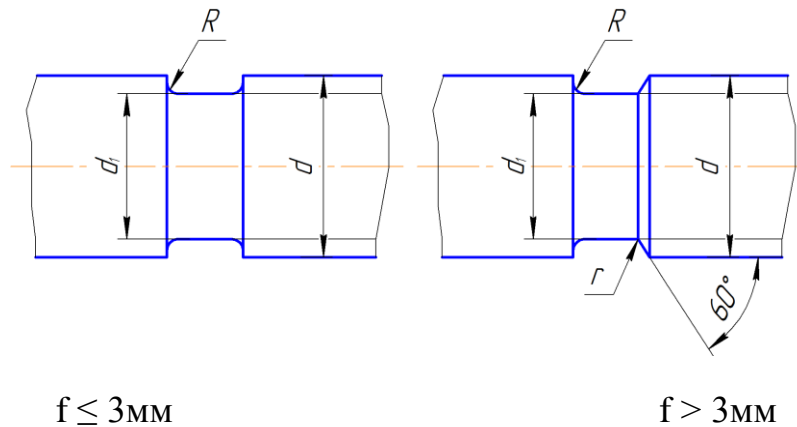


Рис.5 – наружные проточки.



Рис.6

Рис.6 – внутренние проточки; а – правильно, б – неправильно.

5. Пригонка деталей по нескольким поверхностям.

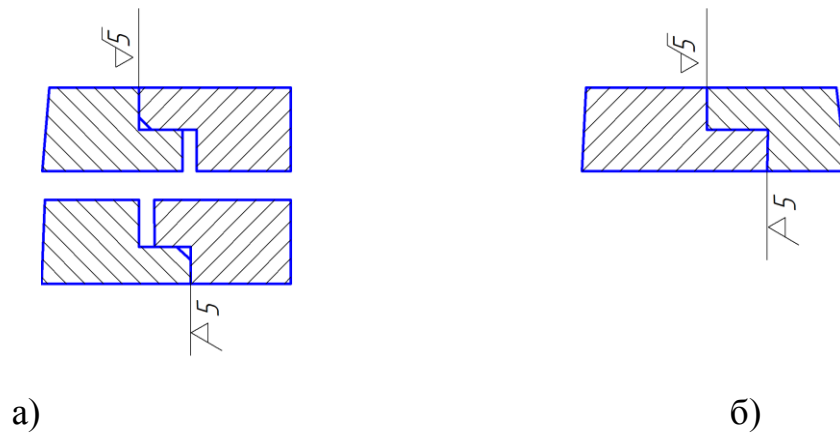


Рис.7

Рис.7, а – показанная пригонка деталей по трём поверхностям относится к числу очень трудоёмких операций. Работу можно значительно упростить, выполняя стык со срезом внутреннего угла одной из сопрягаемых деталей и оставляя небольшой зазор в стыке – рис.7, б.

6. Припуски на механическую обработку.

Рабочие поверхности литых деталей подвергаются обработке на металлорежущих станках. Для этого на литых заготовках должны быть в соответственных местах предусмотрены и оставлены припуски (утолщения) на обработку.



Рис.8

Рис.8, а – правильное решение, опущенный и выступающий припуск. Рис. 8, б – неправильно, так как стенка детали будет значительно ослаблена.

7. Конструктивные формы деталей.

Выполняя рабочий чертёж пустотелой литой детали, необходимо выдержать толщину стенок по возможности одинаковой для всех мест детали. Принцип «равнотенности» обеспечивает конструктивно правильное распределение металла в отливке.



Рис.9

3. Чертежи деталей, изготовленных при помощи развёрток

Чертежи деталей с применением развёрток. Допустим, нужно изобразить деталь, выполненную при помощи гибки, например панель. Изображения панели, а также нанесённые на них размеры, не дают полного представления о форме и размерах отдельных частей детали. Поэтому на чертеже выполняется частичная развёртка. По ГОСТ 2.109-73 чертёж полной или частичной развёртки должен выполняться только тогда, когда изображение детали, изготовляемой гибкой, не даёт представления о действительной форме и размерах её отдельных элементов. Изображение частичной развёртки должно содержать только те размеры, которые невозможно указать на изображениях готовой детали. Развёртка на чертеже изображается сплошной основной линией. Над изображением развёртки размещается надпись «Развёртка». При необходимости на изображении развёртки показывают линии сгиба сплошным тонкими с указанием на полке линии-выноски «Линия сгиба». Допускается выполнять совмещение изображения части развёртки с видом детали. При этом развёртка изображается штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками, а надпись «Развёртка» не пишется (рис.10).

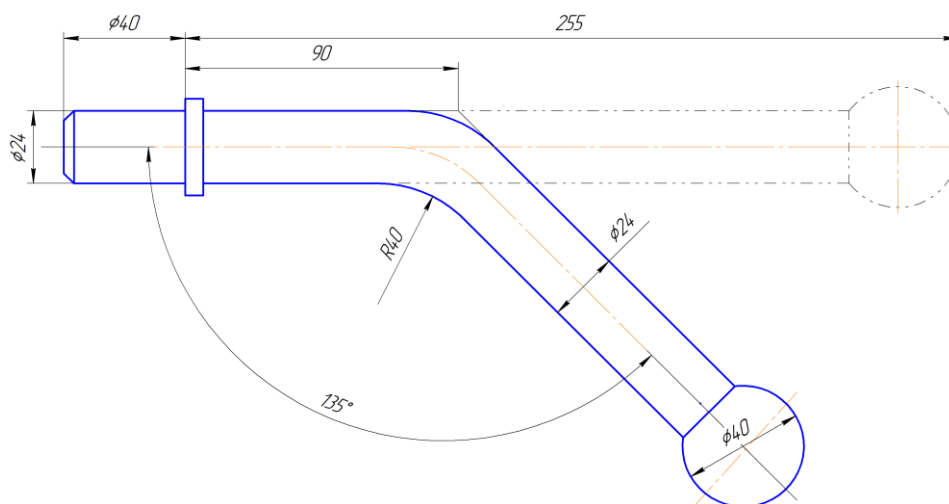


Рис.10

4. Чертежи пружин

Пружины, как правило, применяются для создания усилий в различных приборах, механизмах, станках и машинах.

По форме пружины можно разделить на винтовые цилиндрические и конические, спиральные, пластинчатые, тарельчатые.

По условиям действия пружины делятся на пружины сжатия, растяжения, кручения и изгиба.

Форма поперечного сечения витка пружины бывает круглая, квадратная, прямоугольная.

Пружины выполняют **с правой** или **левой навивкой**.

При выполнении учебных чертежей в основном приходится вычерчивать цилиндрические винтовые пружины с круглым сечением витка. Такие пружины навивают из проволоки или прутка, некоторые из них имеют стандартные размеры. Например, цилиндрические винтовые пружины с витками круглого сечения изготавливаются по ГОСТ 13771-68. ГОСТ 2.401-68 и СТ СЭВ 285-76 устанавливает условные и схематичные изображения пружин, ГОСТ 2.401-68 также ещё и правила выполнения рабочих чертежей пружин.

Схематичные изображения пружин применяются только на сборочных чертежах. Все пружины на чертежах (ГОСТ 2.401-68*) изображают в свободном состоянии, то есть принимается, что пружина не испытывает внешних усилий. Винтовые пружины независимо от их рабочего положения изображают с осью, расположенной параллельно основной надписи. На плоскости проекций, параллельной осевой линии пружины, синусоиды, изображающие витки, заменяются прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контура или поперечного сечения витка.

Для обеспечения центрирования пружины сжатия и ликвидации перекосов в работе, на её концах выполняют плоские опорные поверхности путём поджатия по целому витку или по $\frac{3}{4}$ витка, которые после этого шлифуют на $\frac{3}{4}$ окружности по торцу пружины. Именно поэтому пружина имеет, помимо рабочих витков, 2 или 1,5 поджатых витка, называемых опорными или нерабочими витками. Наиболее распространены пружины, имеющие 1,5 опорных витка.

Расчётом обычно устанавливают следующие параметры пружины:

диаметр проволоки d ; наружный диаметр D ; шаг t ; число рабочих витков n .

Число рабочих витков обычно округляют до величины, кратной 0,5. Если принять, что пружина должна иметь 1,5 опорных витка, то для неё можно посчитать:

- 1) длину (высоту) в свободном состоянии $H_0 = n t + d$;
- 2) полное число витков $n_1 = n + 1,5$.

Если винтовая пружина имеет более 4 рабочих витков, с каждого конца пружины изображают один или два рабочих витка, помимо опорных. Остальные витки не изображают, а проводят по всей длине пружины осевые линии через центры сечений витков. Так как некоторые параметры пружины (шаг, число витков и длина пружины) связаны между собой определёнными соотношениями, на чертежах отдельные размеры пружин приводятся, как справочные. Например, учитывая, что сортament материала (допустим, проволока $d=6\text{мм}$), указанного в основной надписи, вполне определяет форму и размер поперечного сечения витка пружины, на чертежах этот размер не указывается или приводится, как справочный.

а)

б)

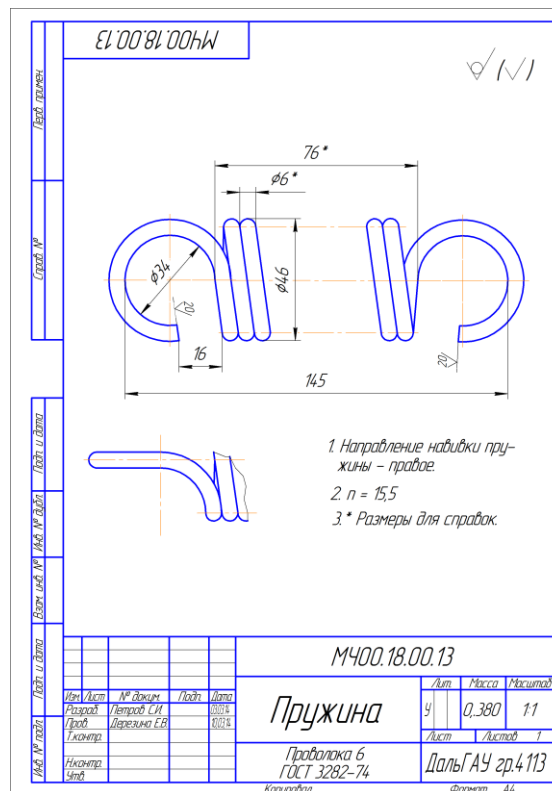
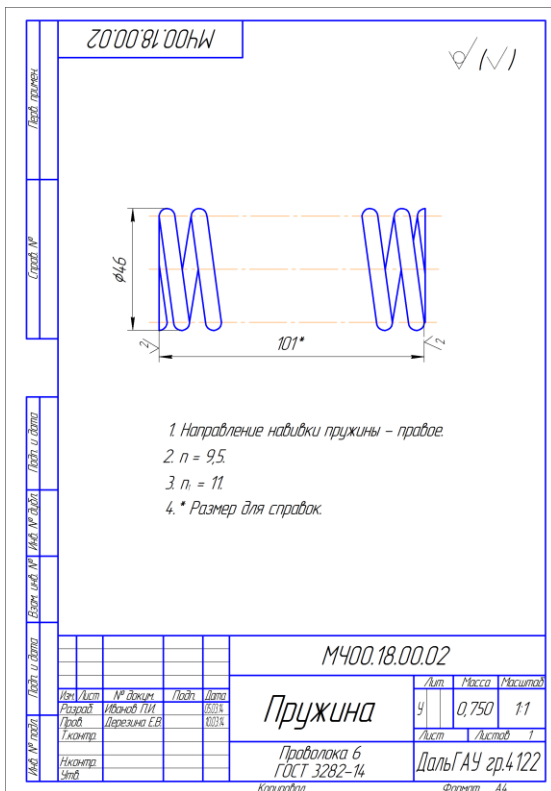


Рис.11

В отличие от пружин сжатия, у которых в свободном состоянии между витками имеются зазоры (рис.11, а), пружины растяжения выполняются без зазоров между витками (рис.11,б). Они в свободном состоянии имеют шаг t , равный диаметру проволоки.

На примере рассмотрим построение витков пружины растяжения (рис.12). Эти витки, за исключением зацепов, являются рабочими.

Длина пружины растяжения без зацепов:

$$H_0 = d(n+1), \text{ где } n - \text{ число витков пружины.}$$

Для пружин с зацепами можно посчитать длину пружины в свободном состоянии между зацепами:

$$H_0' = H_0 + 2(D - d), \text{ где } D - \text{ наружный диаметр пружины,}$$

d – диаметр проволоки.

$$\text{Радиус изгиба зацепов: } R = \frac{D - 2d}{2}$$

Расстояние между торцом зацепа и ближайшим витком пружины берётся равным $D/3$.

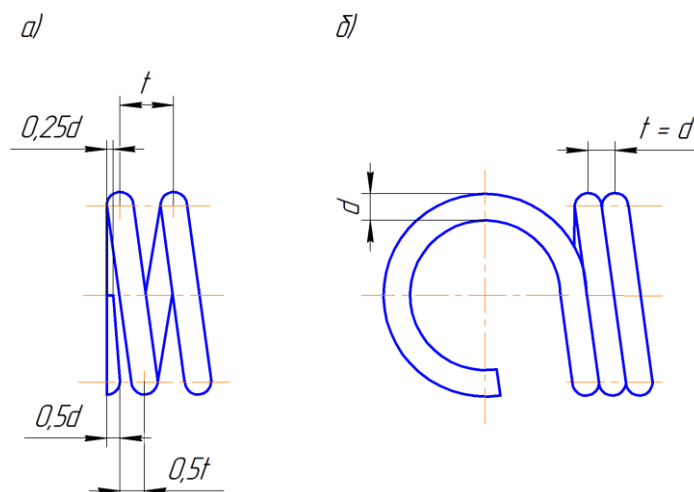


Рис.12

На рабочих чертежах пружины, за исключением пружин кручения, изображаются только с правой навивкой. Действительное направление навивки указывается в технических требованиях. Кроме того, в технических требованиях указывается число рабочих витков n , а для пружин сжатия – полное число витков n_1 . На производственных чертежах некоторые параметры пружин записывают в технические требования.

Если к пружине предъявляется требование в отношении развиваемых ею усилий, то на производственном чертеже пружины помещается диаграмма испытаний, на которой показывается зависимость нагрузки от деформации или наоборот. Длина развёрнутой пружины определяется:

$$1) \text{ для пружины сжатия } L \approx n_1 \sqrt{(\pi(D - d))^2 + t^2}$$

выражение под радикалом представляет собой длину витка пружины $\phi\omega$;

$$2) \text{ для пружины растяжения } L \approx \pi(D - d)(n + 2)$$

Если для характеристики пружины достаточно задать только один исходный параметр (например, P_2 и F_2), то допускается диаграмму на чертеже не приводить, а указать эти параметры в технических требованиях.

Для пакета тарельчатых пружин с контролируруемыми силовыми параметрами на чертеже приводят схему расположения пружин в пакете с указанием зависимости между силой и деформацией для всего пакета (рис.13). Если в механизме используют одну тарельчатую пружину с контролируемыми силовыми параметрами, то диаграмму можно приводить и для одной пружины.

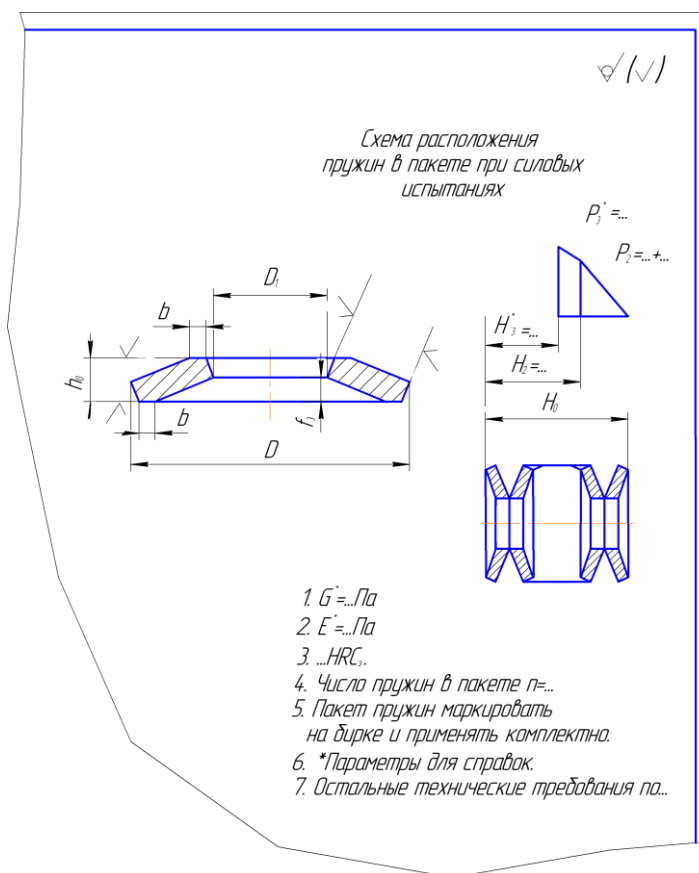


Рис.13

Если у пружины контролируют две нагрузки (рис.14), то предельные отклонения высоты (длины) пружины не устанавливают. Общую длину H_0 указывают как справочный размер. Если контролируют только одну нагрузку или на чертеже не приводят диаграмму, то указывают предельное отклонение высоты (длины) пружины в свободном состоянии (рис.13).

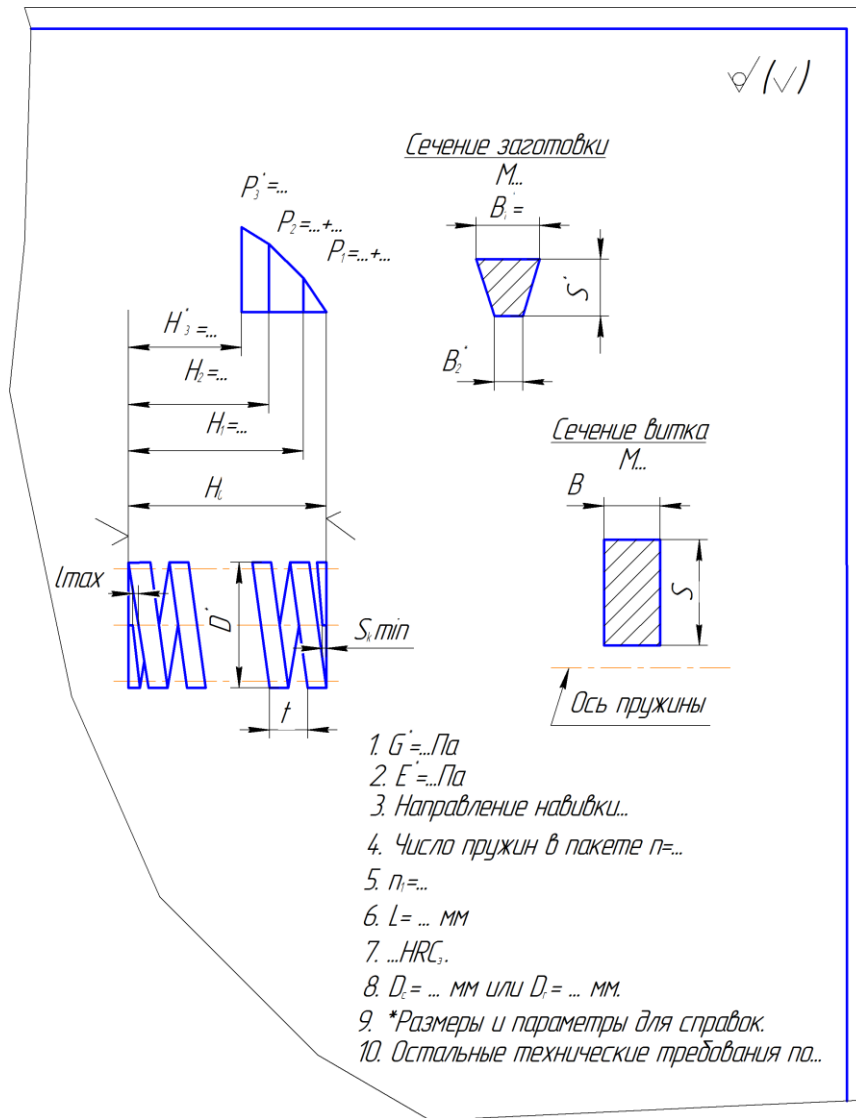


Рис.14

При ограничении размеров только по внутреннему или наружному диаметру винтовой пружины на чертеже указывают одно из требований контроля по стержню или гильзе (D_c или D_r). Допускается указывать на чертеже как справочные значения силы P_3 , момента M_3 , деформации пружины осевой F_3 и угловой φ_3 , угла α_3 между зацепами пружины, частоты вращения ϑ_3 барабана спиральной пружины, высоты H_3 пружины под нагрузкой. В основных технических требованиях приводят модуль сдвига G , модуль упругости E , макси-

мальное напряжение при кручении τ_3 и при изгибе σ_3 (как справочные). На чертеже пружины стандартизированной конструкции значения величин G , E , τ_3 , σ_3 допускается не указывать. При этом в технических требованиях чертежа должна быть ссылка на стандартизованную пружину.

Твёрдость указывают при необходимости, только на чертеже пружины, подвергающейся после навивки термической обработке.

Сортамент материала пружины, полностью определяющий размеры и предельные отклонения поперечного сечения, указывают в графе «Материал» основной надписи чертежа.

Когда необходимо учитывать изменение формы и размеров сечения, на чертеже показывают форму и размеры сечения витка готовой пружины (рис. 14).

Технические требования на рабочих чертежах пружин рекомендуется приводить в такой последовательности:

$$G^* = \dots Па; \quad \tau_3^* = \dots Па.$$

$$E^* = \dots Па; \quad \sigma_3^* = \dots Па.$$

Пружина ... ГОСТ ...

Направление навивки пружины ...

Направление свивки троса ...

t = ...

$$n_1 = \dots$$

... HRC₉

$$D_c = \dots мм$$

$$D_2 = \dots мм$$

**Размеры для справок.*

**Параметры для справок.*

Пакет пружин маркировать на бирке и применять комплектно.

Остальные технические требования по ...

Для параметров пружин установлены следующие условные обозначения:

высота (длина) пружины в свободном состоянии – H_0 ;

высота тарельчатой пружины в свободном состоянии – h_0 ;

высота (длина) пружины в свободном состоянии между зацепами – H'_0 ;

высота (длина) пружины под нагрузкой – H_1 , H_2 , H_3 ;

деформация (прогиб) пружины осевая – F_1 , F_2 , F_3 ;

деформация пружины угловая – φ_1 , φ_2 , φ_3 ;

деформация тарельчатой пружины максимальная – f_{3i} ;
 диаметр проволоки или прутка – d ;
 диаметр пружины наружный – D ;
 диаметр пружины внутренний – D_1 ;
 диаметр конической пружины наружный малый - D' ;
 диаметр контрольного стержня – D_c ;
 диаметр контрольной гильзы – D_r ;
 длина развёрнутой пружины – L ;
 длина пластинчатой пружины в свободном состоянии – L_0 ;
 зазор между концом опорного витка и соседним рабочим витком – l ;
 момент силы – M_1, M_2, M_3 ;
 напряжение касательное при кручении - τ_1, τ_2, τ_3 ;
 напряжение нормальное при изгибе - $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$;
 сила пружин осевая – P_1, P_2, P_3 ;
 сила межвиткового давления – P_n ;
 толщина (высота) сечения – s ;
 толщина конца опорного витка – s_k ;
 угол между зацепами пружины кручения в свободном состоянии - α_0 ;
 угол между зацепами пружины кручения под нагрузкой - $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$;
 число рабочих витков или тарельчатых пружин в пакете – n ;
 число витков полное или число витков спиральной пружины в свободном состоянии - n_1 ;
 число оборотов барабана спиральной пружины - $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$;
 шаг пружины – t ;
 ширина сечения – B ;
 ширина опорной плоскости тарельчатой пружины – b .

Условные изображения пружин на сборочных чертежах по ГОСТ 2.401-68* (СТ СЭВ 285-76, СТ СЭВ 1185-78) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование пружины	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	с толщиной сечения на чертеже 2 мм и менее
1	2	3	4
1. Пружина сжатия из проволоки круглого сечения с неподжатыми и нешлифованными витками			
2. Пружина сжатия с поджатыми по 3/4 витка с каждого конца и шлифованными на 3/4 окружности опорными поверхностями			
3. Пружина сжатия с поджатыми по одному витку с каждого конца и шлифованными на 3/4 окружности опорными поверхностями			
4. Пружина сжатия с прямоугольным сечением витка с поджатым по 3/4 витка с каждого конца и шлифованными на 3/4 окружности опорными поверхностями			
5. Пружина сжатия трёхжильная с поджатыми по 3/4 витка с каждого конца			

Таблица 1

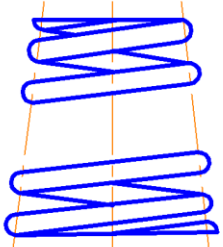
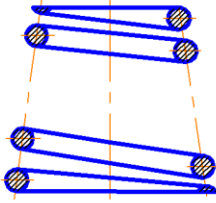
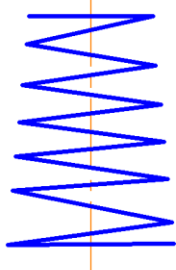
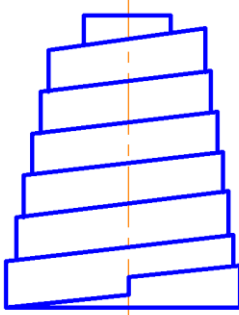
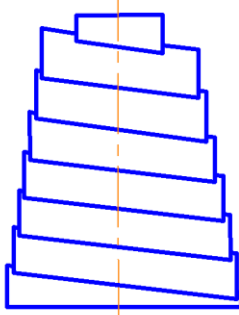
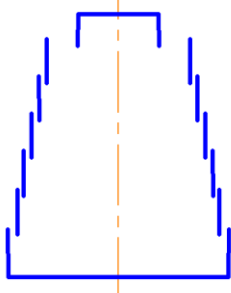
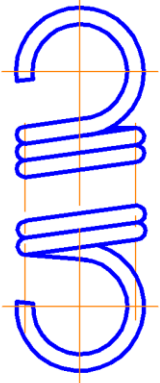
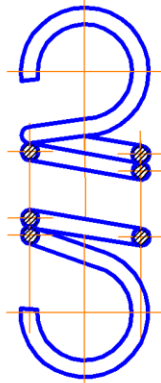
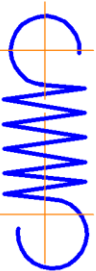
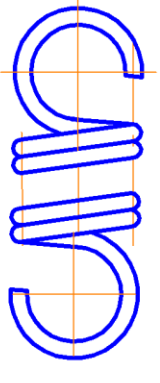
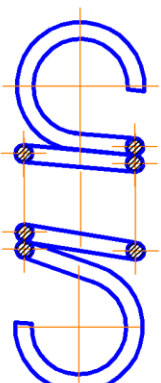
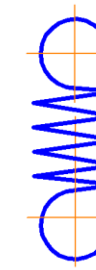
1	2	3	4
<p>6. Пружина сжатия коническая из проволоки круглого сечения с поджатями по 3/4 витка с каждого конца и шлифованными на 3/4 окружности опорными поверхностями</p>			
<p>7. Пружина сжатия коническая (телескопическая) из заготовки прямоугольного сечения с шлифованными на 3/4 окружности опорными поверхностями</p>			
<p>8. Пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с одной стороны и расположенными в одной плоскости</p>			
<p>9. Пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с противоположных сторон и расположенными в одной плоскости</p>			

Таблица 1

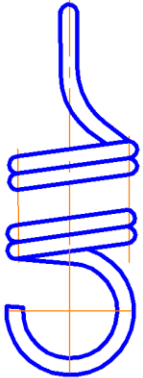
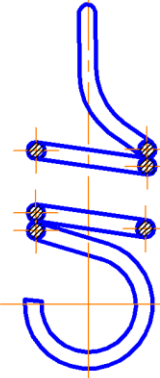
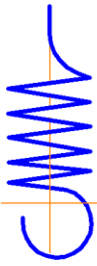
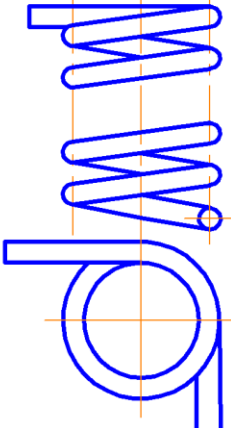
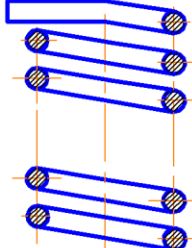
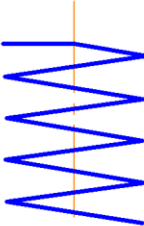
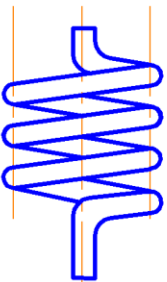
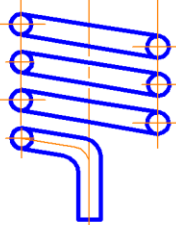

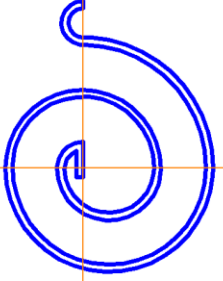
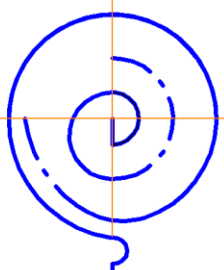





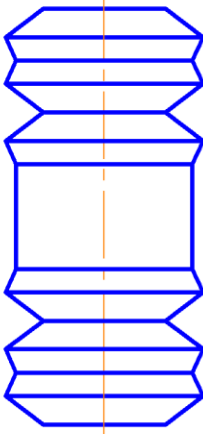
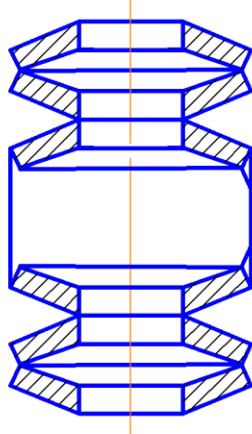
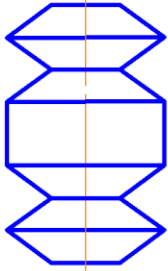
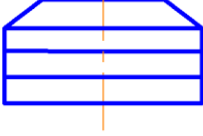
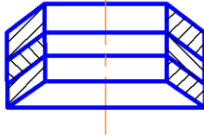


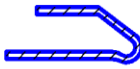

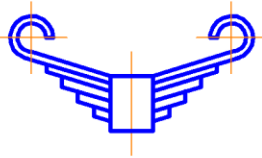
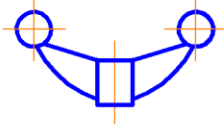
1	2	3	4
<p>10. Пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, расположенными под углом 90°</p>			
<p>11. Пружина кручения из проволоки круглого сечения с прямыми концами, расположенными под углом 90°</p>			
<p>12. Пружина кручения с прямыми концами, расположенными вдоль оси пружины</p>			
<p>13. Пружина спиральная плоская с отогнутыми зацепами</p>		<p>не изображают</p>	

Таблица 1

1	2	3	4
14. Пружина тарельчатая с наклонными кромками			
15. Пружина тарельчатая с прямыми кромками			
16. Пакет с встречным расположением тарельчатых пружин			
17. Пакет с расположением тарельчатых пружин в одну сторону			
18. Пружина изгиба пластинчатая			
19. Пружина изгиба пластинчатая многослойная (рессора), стянутая хомутом		не изображают	

5. Обозначения покрытий и показателей свойств материала

ГОСТ 9791-68 и ГОСТ 9825-73 устанавливает на чертежах правила нанесения обозначений покрытий (защитных, декоративных и т.п.), а также показателей свойств материала, получаемых в результате термической, химико-термической и других видов обработки. Условные обозначения покрытий на чертежах выполняют по ГОСТ 9791-68 (для металлических) и по ГОСТ 9825-73 (для лакокрасочных) с добавлением слова «Покрытие». Материалы покрытий обозначают по ГОСТу. Обозначения покрытий и все данные, необходимые для их выполнения, указывают в технических требованиях или непосредственно на чертеже. Когда на все поверхности изделия наносят одно и то же покрытие, то оно указывается в технических требованиях по примеру: «Покрытие Ц 9». Эта запись означает, что материалом покрытия является цинк, а толщина покрытия поверхности составляет 9 мкм.

Если покрытие наносят на часть поверхности детали, которая на чертеже обозначена буквой, то эта поверхность обводится штрихпунктирной утолщённой линией на расстоянии 0,8...1 мм от линии контура и обозначается буквой. В технических требованиях делается запись, например: «Покрытие поверхности АН 6», которая указывает материал покрытия (никель) и толщину покрытия (6 мкм). Иногда на чертежах указывается твёрдость материала, получаемая в результате термической обработки. Если всё изделие подвергается одному виду термообработки, то в технических требованиях делается запись, например: $h\ 0,7...0,9$; HRC 58...62. Это означает, что при глубине обработки от 0,7 до 0,9 мм поверхность изделия должна характеризоваться коэффициентом твёрдости 58-62.

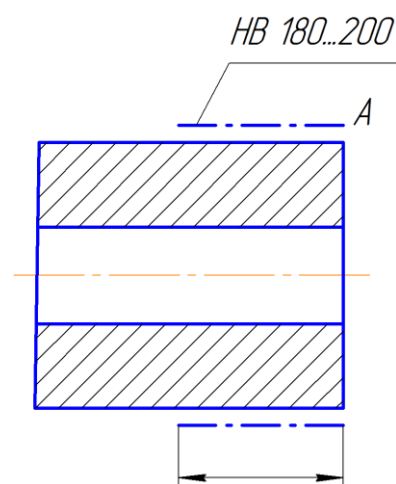


Рис. 15

Если же обработке подвергается только часть поверхности, то показатель свойств материала указывается на полке линии-выноски (рис.15). Обрабатываемая часть поверхности обводится штрихпунктирной утолщённой линией на расстоянии 0,8...1 мм от контура поверхности, с указанием длины обрабатываемой поверхности. Надпись в данном примере означает, что отмеченная поверхность после термообработки должна характеризоваться коэффициентом твёрдости 180...200 (определяется по методу Бриннеля).

6. Основные материалы и их обозначения

В современном машиностроении для изготовления деталей применяются различные металлы, их сплавы, а также неметаллические материалы – полимеры, резина, древесина, композитные материалы и т.д.

Состав и свойства материалов подробно изучают в курсе «Материаловедение». Ниже приводятся основные сведения о материалах, встречающиеся в процессе оформления чертежа, выполняемых при изучении курса «Инженерная графика». На рабочем чертеже детали должно быть указано обозначение материала, из которого изготавливается деталь.

Обозначение устанавливается стандартом или техническими условиями, по которым выпускается материал. Обозначение материала помещается в основной надписи чертежа и в общем случае состоит из названия материала и номера стандарта на материал. В тех случаях, когда в обозначении марки материала содержится сокращённое наименование материала, обозначение материала допускается выполнять упрощённо.

Обозначение некоторых материалов

Таблица 2

Название материала	Марка материала	Стандарт на материал	Обозначение материала	Допускаемое упрощённое обозначение
Серый чугун	СЧ15-32	ГОСТ 1412-70	Чугун СЧ 15-32 ГОСТ 1412-70	СЧ 15-32
Сталь	Ст 3	ГОСТ 380-71	Сталь Ст 3 ГОСТ 380-71	Ст 3 ГОСТ 380-71
Бронза	Бр. АЖ9-4	Ст СЭВ 377-76	Бронза Бр. АЖ9-4 СТ СЭВ 377-76	Бр. АЖ9-4 СТ СЭВ 377-76
Сталь	45	ГОСТ 1050-74	Сталь 45 ГОСТ 1050-74	-

6.1 Сталь

По химическому составу сталь подразделяется на углеродистую и легированную, а по назначению – на конструкционную и инструментальную. Сталь представляет собой сплав железа и углерода с другими элементами, условно обозначаемыми

буквами: Х – хром, Г – марганец, Н – никель, С – кремний, Ю – алюминий, Т – титан, Ф – ванадий, В – вольфрам, М – молибден.

В зависимости от назначения сталь подразделяется на **три группы**:

А – поставляемая по механическим качествам;

Б – поставляемая по химическому составу;

В – поставляемая по механическим качествам и химическому составу. В зависимости от нормируемых показателей качества сталь каждой группы подразделяется на **категории**:

группы А – 1, 2 и 3;

группы Б – 1 и 2;

группы В – 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Чем выше номер категории, тем большее количество нормируемых показателей качества.

Широкое распространение получила углеродистая сталь обыкновенного качества (ГОСТ 380-71), выпускаемая по механическим свойствам (группа А) марок Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6. Например: Ст3 ГОСТ 380-71.- Сталь Ст3 обыкновенного качества.

Сталь углеродистая качественная конструкционная выпускается по ГОСТ 1050-74 следующих марок: 10; 15; 20; 30; 35 и др. Число, обозначающее марку стали, указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Если рядом с числом в обозначении марки стали стоит буква Г (например, 65Г), это означает, что в стали содержится марганец. Например: Сталь 50 ГОСТ 1050-74.

Материал для изготовления какой-либо детали выбирается в зависимости от условий её работы. Если, например, винт подвергается небольшим нагрузкам и величина массы винта не играет роли, то он может быть изготовлен из стали марки Ст3 по ГОСТ 380-71. При больших нагрузках и требованиях компактности винт нужно делать из качественной прочной стали, например, Сталь 40 по ГОСТ 1050-74.

В учебных чертежах выбор марки стали производится приблизительно.

Легированная сталь применяется для изготовления деталей, к которым применяются повышенные требования прочности, износа, жаростойкости, коррозии и других особых свойств. Наиболее часто применимы следующие марки легированной стали по ГОСТ 4543-71: 20Х, 30Х – хромистая сталь; 15ХФ, 20ХФ – хромованадиевая сталь; 18ХГ, 40ХГ – хромомарганцовистая сталь; 20ХН, 40ХН – хромоникеливая сталь. В обозначении легированной стали, например: Сталь 30Х ГОСТ 4543-71 число 30 указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента; буква Х – наличие в составе стали хрома.

Инструментальная углеродистая сталь по ГОСТ 1435-74 применяется для изготовления инструментов. Она выпускается следующих марок: У7, У8, У8Г, У9, У10 и

др. Буква У означает, что сталь углеродистая; следующее за ней число - это среднее содержание углерода в десятых долях %; буква Г указывает на повышенное содержание в стали марганца. Для высококачественных сталей к данным обозначениям добавляется буква А. Например: Сталь У8Г ГОСТ 1435-74.

**Ориентировочное применение марок углеродистой стали
обыкновенного качества (выпускаемой по ГОСТ 380-71)**

Таблица 3

Марка стали	Виды изделий
Ст1 Ст2	Заклёпки, шпильки
Ст3	Болты, гайки, шайбы
Ст4	Крюки, кронштейны, крышки
Ст5 Ст6	Корпуса, тяги, рычаги, оси, маховики и т.п.

**Ориентировочное применение марок углеродистой качественной
конструкционной стали (выпускаемой по ГОСТ 1050-74)**

Таблица 4

Марка стали	Виды изделий
0,5 10	Штампованные и гнутые изделия
15, 20, 25, 30	Болты, гайки, шпильки, муфты, поршни, оси, валы, пальцы и т.п.
35, 40, 45, 50, 55 и др.	Коленчатые валы, зубчатые колёса, звёздочки цепных передач, шпонки, штоки, червяки и т.п.
65Г	Детали, требующие повышенной упругости материала (пружины и т.п.)

6.2 Чугун

Чугун – это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода от 2%, широко применяемый в машиностроении для изготовления литых деталей. Чугун имеет несколько видов, выпускаемых в соответствии со стандартами: серый чугун по ГОСТ 1412-70, жаростойкий чугун по ГОСТ 7769-75, высокопрочный чугун по ГОСТ 7293-70, антифрикционный чугун по ГОСТ 1585-70.

Каждый вид чугуна имеет несколько марок и условное обозначение, например: серый чугун – СЧ 18-36 ГОСТ 1412-70; жаростойкий чугун – ЖЧХЗ ГОСТ 7769-75; высокопрочный чугун – ВЧ 42-12 ГОСТ 7293-70; антифрикционный чугун – АЧС-4 ГОСТ 1585-70 и др. В обозначении марки чугуна первое двузначное число характеризует предел прочности чугуна при испытании на растяжение, второе – предел прочности при испытании на изгиб. Чем больше значения двузначных чисел, входящих в обозначение чугуна, тем прочнее чугун.

Ориентировочное применение марок серого чугуна

(выпускаемого по ГОСТ 1412-70)

Таблица 5

Марка чугуна	Виды изделий
СЧ 12-28 СЧ 18-36	Корпуса, стойки, станины, ступицы, крышки, опоры и др.
СЧ 21-40 СЧ 32-52	Зубчатые колёса, поршни, кулачки, шкивы, муфты, рычаги и т.п.

6.3 Медные сплавы

Медные сплавы, помимо меди, содержат различные элементы, которые в марке сплава указывают соответствующим обозначением: Н – никель, Мц – марганец, К – кремний, А – алюминий, Ж – железо, О – олово, Ц – цинк, С – свинец, Ф – фосфор. Эти сплавы имеют золотистый цвет различных оттенков.

Медные сплавы используются в качестве литейных материалов, а также для изготовления труб, лент, проволоки и других изделий.

Латуни - медные сплавы, в которых помимо меди основной составляющей частью является цинк. Кроме того, в состав латуни могут входить и другие металлы.

По СТ СЭВ 379-76 латунь выпускается различных марок, например: Л68; ЛАН 59-3-2 – алюминированноникелевая латунь; ЛЖМц 50-1-1 – железомарганцевая латунь и т.п.

Обозначение латуни можно расшифровать следующим образом: ЛАН 59-3-2 СТ СЭВ 379-76 – Л- латунь, А-алюминий, Н-никель; 59- % содержания меди; 3- % содержания алюминия; 2- % содержания никеля. Остальную часть по процентному содержанию составляет цинк.

Бронзы - медные сплавы, которые не содержат цинк, либо цинк не является их составной частью. Бронзы различают **оловянные** (СТ СЭВ 376-76) и **безоловянные** (СТ СЭВ 377-76, СТ СЭВ 378-76).

Обозначение бронзы Бр. ОЦС 4-4-2,5 СТ СЭВ 376-76 расшифровывается так: О – олово, Ц – цинк, С – свинец, 4 - % содержания олова, 4 - % содержания цинка, 2,5 - % содержания свинца. Остальной частью по процентному содержанию является медь. Обычно для уменьшения трения одна из трущихся деталей изготавливается из бронзы марки Бр. ОЦС 4-4-4.

6.4 Баббиты

Баббиты – антифрикционные сплавы меди, олова или свинца и сурьмы. По ГОСТ 1320-74 баббит выпускается нескольких марок. Наиболее распространённые марки: Б83 – для ответственных конструкций (в авиадвигателях); Б16 – в общем машиностроении. В обозначении баббита Б16 ГОСТ 1320-74 число 16 указывает % содержания олова.

6.5 Алюминиевые сплавы

Сплавы алюминия с кремнием, магнием, медью, марганцем, цинком и другими металлами широко применяются в машиностроении, особенно в самолётостроении, благодаря своей лёгкости.

Сплав алюминия с кремнием хорошо отливается, позволяя изготавливать детали сложной формы. Этот сплав выпускается следующих марок: АЛ2, АЛ3, ...АЛ19. Пример обозначения: АЛ2 ГОСТ 2685-75.

Дляковки и штамповки применяют алюминиевые сплавы марок АК1, АК2, АК3 и т.п. по стандарту СТ СЭВ 730-77. Например: АК2 СТ СЭВ 730-77. Видно, что сплавы, предназначенные для литья, имеют в своём обозначении букву Л, а дляковки и штамповки – букву К.

Сплав алюминия с магнием и медью по ГОСТ 13722-68 имеет марки Д1, Д6, Д16, Д18. Например: Д16 ГОСТ 13722-68.

Ориентировочное применение марок алюминиевых сплавов

Таблица 6

Марка сплава	Виды изделий
АЛ2	Отливки деталей разных форм

АЛЗ	
АЛ8 АЛ12	Отливки тонкостенных деталей сложных форм
Д16 Д18	Штампованные высокопрочные и лёгкие детали

6.6 Материалы, характеризующиеся сортаментом

Под сортаментом материала понимается форма и размеры, которые имеет тот или иной материал, изготавливаемый промышленностью. Материал может выпускаться в виде листов, прутков (круглого, квадратного и шестигранного сечения), полос, труб, проволоки, ленты и изделий фасонного профиля. Сортамент материала может определяться соответствующим стандартом, который указывается в обозначении материала наравне с маркой материала. Например: труба по СТ СЭВ 107-74 с наружным диаметром 70 мм, толщиной стенки 3,5 мм и длиной 1250 мм, изготовленная из стали марки 10, обозначается

Труба 70×3,5×1250-10 СТ СЭВ 107-74

Обозначение «Проволока 2,2-10 ГОСТ 17305-71» расшифровывается: проволока изготовлена по ГОСТ 17305-71, материал – сталь марки 10, диаметром 2,2 мм.

Обозначение Полоса $\frac{36 \times 90 \text{ ГОСТ } 103-766}{45-4 (60)-Б-Т \text{ ГОСТ } 1050-74}$ указывает:

полоса толщиной 36 мм и шириной 90 мм из термически обработанной Т стали марки 45: категории 4, подгруппы Б по ГОСТ 1050-74.

6.7 Неметаллические материалы

В настоящее время разработано значительное количество неметаллических материалов, которые успешно могут заменить металлы и их сплавы. Широкое применение получили различные виды полимеров, которые благодаря своим особым свойствам позволяют применять их для литья под давлением, прессования, формовки из листов, сварки, склеивания, наплавления и других технологических процессов изготовления деталей. Полимерные материалы подразделяются на две группы: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные материалы при нагревании переходят из твёрдого состояния в жидкое (плавятся). После охлаждения они вновь затвердевают. Пластмассы этой

группы можно перерабатывать несколько раз без потери их физико-механических свойств.

Термореактивные пластмассы при нагревании не плавятся и не размягчаются. При достижении определённой температуры они начинают обугливаться. Поэтому такие пластмассы допускают только однократное изготовление из них деталей.

Ориентировочное применение полимеров

Таблица 7

Наименование и марка сплава	ГОСТ или ТУ	Виды изделий
Полиэтилен; 20306, 21006	ГОСТ 16338-77	Клапаны, золотники
Полиуретан; ПУ-1	ТУ МХП 215-52	Детали насосов, шестерни, уплотнительные, звуко- и теплоизоляционные устройства
Винипласт; ВН, ВП, ВНЭ	ГОСТ 9639-71	Трубки, корпуса кранов и вентиляей
Фторопласт; 4Д	ГОСТ 14906-77	Манжеты, прокладки, седла клапанов, вкладыши подшипников
Фенопласт; К-2-2, К-17-2, К-18-2	ГОСТ 5689-73	Клапаны, наконечники, рукоятки, маховички
Монолит; М3, М7, М10	ГОСТ 5689-73	Клапаны, наконечники, рукоятки, маховички
Стекловолокнит; АТ-4-В, АТ-1-С	ОМТУ 431-57	Фланцы, крышки, вкладыши подшипников, втулки
Полистирол; Д, Т	ГОСТ 2118-74	Маховички, кнопки, крышки, втулки
Гетинакс; ОН, ОНТ, ТНТ	ГОСТ 2118-74	Втулки подшипников, маховички, кнопки, трубки, крышки
Текстолит; ПТК, ПТ, ПТМ-1, ПТМ-2	ГОСТ 5-72	Шкивы, кронштейны. Вилки, втулки, кольца, бесшумные шестерни
Древесный слоистый пластик; ДСП-А, Б, В и др.	ГОСТ 13913-68	Конструктивный и антифрикционный материал

Пример обозначения винипласта марки ВП (винипласт прозрачный): «Винипласт ВП ГОСТ 9639-71».

7. Предельные отклонения размеров

Выполняя чертёж детали, конструктор в первую очередь наносит номинальные размеры, относительно которых определяются предельно допустимые размеры, служащие началом отсчёта отклонений размеров.

Номинальным размером соединения деталей является общий размер для отверстия и вала соединяемых деталей. Величины номинальных размеров назначаются конструктором в соответствии с СТ СЭВ 514-77 (линейные размеры), СТ СЭВ 512-77 (конусности и углы конусов) и СТ СЭВ 513-77 (углы).

Действительным называется размер, полученный в результате измерения готовой детали с допустимой степенью погрешности при изготовлении и измерении.

Номинальные размеры у изготавливаемой детали абсолютно точно получить невозможно. Это можно объяснить различными причинами: изнашиванием частей механизмов станков и режущих кромок инструментов, деформацией самой детали при обработке, погрешностью измерительного инструмента и т.п. По этому действительные размеры детали после её изготовления всегда будут отличаться от номинальных размеров.

В современном массовом производстве, когда изготавливается большое количество одинаковых деталей, необходимо, чтобы действительные размеры деталей находились в определённых пределах, обеспечивающих:

1. Возможность выполнения сборки деталей без дополнительных операций подгонки.
2. Необходимые эксплуатационные качества, надёжность и долговечность изделий, собранных из изготовленных деталей.

Детали, которые отвечают указанным требованиям, называются **взаимозаменяемыми**.

Предельными размерами называют два предельно допустимых размера, между которыми должен быть действительный размер. Один из них называется **наибольшим предельным** размером, другой – **наименьшим предельным** размером.

Предельное отклонение размера - это алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельные отклонения.

Верхнее предельное отклонение – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размером.

Нижнее предельное отклонение - алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размером.

Предельное отклонение может быть положительным, если предельный размер больше номинального, и отрицательным, если предельный размер меньше номинального. Верхнее и нижнее предельные отклонения могут быть равными друг другу или отличаться друг от друга по их абсолютной величине. Кроме того, одно из отклонений может быть равным нулю.

Допуск – это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, т.е. между верхним и нижним предельными отклонениями.

Поле допуска – поле, ограниченное верхними и нижним отклонениями между этими размерами (рис.16). Поле допуска определяется:

- 1) величиной допуска;
- 2) его положением относительно номинального размера.

При графическом изображении поле допуска заключается между двумя прямыми линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно **нулевой линии**. Под нулевой подразумевается линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются изображения размеров. При горизонтальном расположении нулевой линии положительные отклонения откладываются от неё вверх, а отрицательные – вниз.

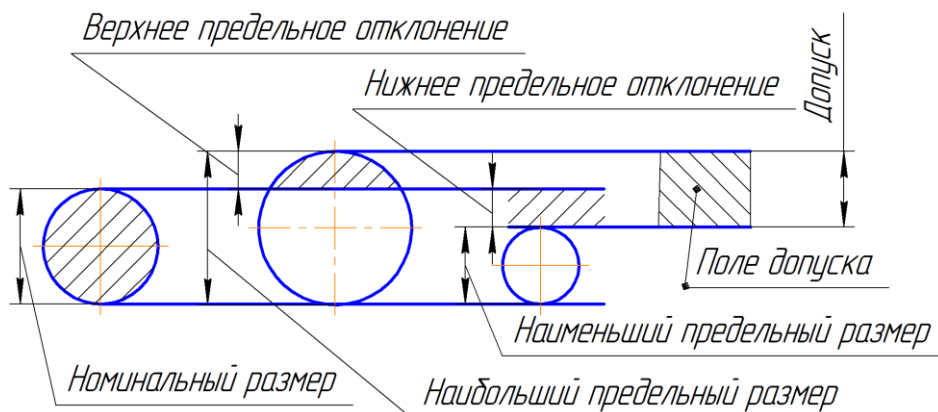


Рис.16

На чертежах наносят номинальные размеры и их предельные отклонения, которые определяют требуемую точность изделия при его изготовлении (рис. 17).

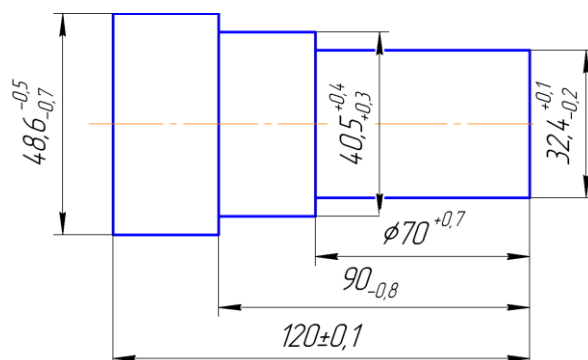


Рис.17

Нанесение на чертежах предельных отклонений выполняется в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Предельные отклонения и их знаки (+ или -) указываются непосредственно после номинального размера. Обозначение верхнего предельного отклонения указывается над нижним. Предельные отклонения, равные нулю, не указываются. По заданным предельным отклонениям номинальных размеров можно определить подсчётом предельные размеры, допуск и поле допуска.

Любое соединение двух деталей можно рассматривать, как охватывание одной детали другой деталью. Поэтому принято различать охватывающую и охватываемую поверхности. Охватывающая поверхность условно называется **отверстием**, а охватываемая называется **валом**. Сами эти поверхности могут быть различными, как поверхностями вращения, так и плоскостями.

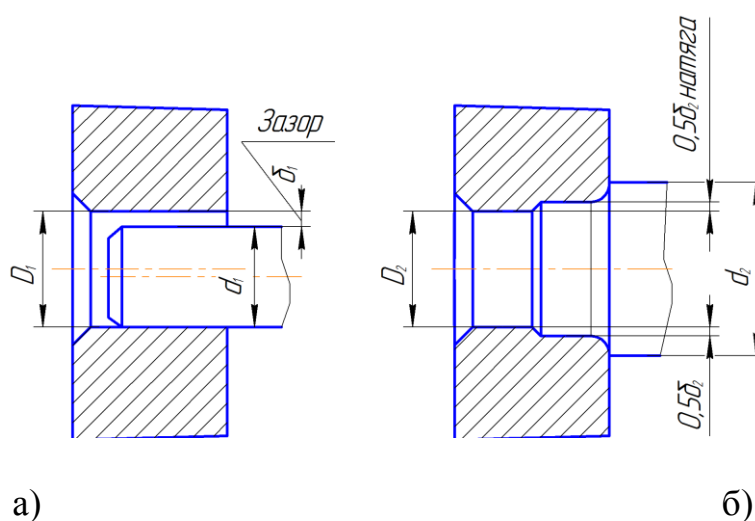


Рис.18

Если размер отверстия D_1 больше размера вала d_1 , то при соединении деталей получается зазор, который равен их разности $\delta_1 = D_1 - d_1$. Зазор позволяет сопрягаемым деталям свободно перемещаться друг относительно друга (рис.18, а).

Если до сборки деталей размер вала d_2 был больше, чем размер отверстия D_2 , то соединение деталей выполняется с натягом $\delta_2 = d_2 - D_2$. Натяг исключает возможность относительного перемещения деталей после их сборки (рис.18, б).

Величина натяга характеризует степень сопротивления смещению одной детали относительно другой после их соединения. Чем больше натяг, тем больше величина его сопротивления.

Посадка – это характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки, т.е. величиной зазоров или натягов.

Все посадки можно разделить на три группы:

- 1) **посадки с натягом** – неподвижные, исключают возможность относительного перемещения сопрягаемых деталей;
- 2) **посадки переходные** – имеют натяг близкий к нулю и обеспечивают неподвижность сопрягаемых деталей только при условии применения шпонок, винтов и т.п. фиксирующих деталей;
- 3) **посадки с зазором** – подвижные, допускают относительное перемещение сопрягаемых деталей.

С 01.01.1977г. в качестве Государственного стандарта введена Единая система допусков и посадок СЭВ- СТ СЭВ 144-75 и СТ СЭВ 145-75. Стандарт предусматривает следующие условные обозначения отклонений:

- верхнее отклонение размеров отверстия ES;
- нижнее отклонение размеров отверстия EI;
- верхнее отклонение размеров вала es;
- нижнее отклонение размеров вала ei.

Посадки отдельных деталей для каждого номинального размера имеют спектр допусков и основных отклонений, характеризующих положение этих допусков относительно нулевой линии.

Квалитет - это допуск, величина которого зависит от номинального размера и обозначается цифрами. Положение поля допуска относительно нулевой линии, зависящее от номинального размера, обозначается буквой (иногда двумя буквами) латинского алфавита. Прописная буква относится к отверстию, строчная к валу. Пример: 35g6, 35H7, 35H11.

Здесь в обозначение посадки входит номинальный размер (35 – общий для обоих соединяемых элементов деталей – отверстия и вала), за которыми следуют обозначения полей допусков для каждого элемента, начиная с отверстия. Например: 35H7/ g6 (35H7- g6). Обычно сопрягаемые поверхности (отверстие и вал) имеют один и тот же номинальный размер, а получаемая при соединении посадка зависит от предельных отклонений отверстия и вала, определяющих величину зазора или натяга.

Одна и та же посадка может выполняться с различной точностью. Точность посадки характеризуется классом точности, который определяет предельные отклонения сопрягаемых деталей. А значит, величину и поле допуска, а также значения зазоров или натягов. Соответствующие ГОСТы устанавливают для различ-

ных деталей различные классы точности. Например, для деталей с размерами от 1 до 500 мм по ГОСТ 7713-62 предусматривает следующие классы точности в процессе её убывания: 1; 2; 2а; 3; 3а; 4; 5; 7; 8; 9. Наибольшая точность при применении предельных отклонений, установленных наивысшим, 1-м классом точности. Наибольшее применение в машиностроении имеют посадки, выполняемые по 2 и 3 классам точности. Менее точные соединения выполняются по посадкам 4 и 5 классов точности. По 7, 8 и 9 классам точности посадки не выполняются, так как эти классы применяются для несоприкасающихся друг с другом поверхностей деталей, изготавливаемых штамповкой или черновой обработкой на металлорежущих станках.

Как правило, чем ниже класс точности, тем больше предельные отклонения, отнесённые к одному и тому же номинальному размеру. Большим номинальным размерам в одном и том же классе точности соответствуют большие предельные отклонения.

ГОСТ 25346 устанавливает 19 рядов точности, называемых квалитетами. Они обозначаются номерами по порядку. Квалитет представляет совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

ГОСТ 2.307-68 в своём составе имеет пункт 3. «Нанесение предельных отклонений размеров». Общая запись о предельных отклонениях размеров с неуказанными допусками должна содержать условные обозначения предельных отклонений линейных размеров в соответствии с ГОСТ 25346 для отклонений по квалитетам, или по ГОСТ 30893.1-2002 (ГОСТ 25670*) для отклонений по классам точности.

Посадки могут выполняться по двум системам: **системе отверстия** и **системе вала**.

В системе отверстия для всех посадок одного и того же класса точности нижнее предельное отклонение отверстия берётся равным нулю, верхнее имеет одно и то же значение, определяемое номинальным размером. Различные посадки осуществляются за счёт изменения предельных отклонений вала.

В системе вала для всех посадок одного и того же класса точности нижнее предельное отклонение вала равно нулю, а верхнее имеет одно и то же значение, определяемое номинальным размером. Различные посадки осуществляются за счёт изменения предельных отклонений отверстия.

Из практики известно, что любую наружную поверхность обработать легче, чем внутреннюю, поэтому в машиностроении в основном применяется система отверстия. Система вала применяется достаточно редко, например, если нужно на длинном валу постоянного диаметра установить множество одинаковых деталей (в мотальных машинах шкивов - водилок и т.п.), при установке шариковых и роликовых подшипников в отверстие корпуса.

Предельные отклонения линейных размеров на чертежах указываются одним из следующих способов:

1. Условным обозначением поля допуска по ГОСТ 25346, например: 20H7; 12e8.
2. Числовыми значениями предельных отклонений, например: $18^{+0,018}$; $12^{-0,032}_{-0,059}$.
3. Условным обозначением полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например: $18H7^{+0,018}$; $12e8^{(-0,032}_{-0,059)}$.

Рекомендуется применять второй и третий способы.

Общую запись в технических требованиях о неуказанных предельных отклонениях несопрягаемых размеров или сопрягаемых размеров низкой степени точности (от 12-го до 17-го качества) можно производить таким образом:

неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий – H14, валов – h14, остальных $\frac{\pm IT14}{2}$.

В данном примере отклонения H14 по ГОСТ 25346 относятся к размерам всех внутренних (охватывающих в соединении) элементов, а отклонения h14 - к размерам всех наружных (охватываемых) элементов.

На рис.19, а приведены примеры нанесения предельных отклонений сопрягаемых размеров деталей по СТ СЭВ 144-75 для осуществления первой прессовой посадки по 3-му классу точности в системе отверстия и посадки движения по 1-му классу точности в системе вала по ГОСТ 2.307-68.

Предельные отклонения размеров деталей, изображённых в соединении, при необходимости наносятся в виде дроби. В числителе дроби ставятся отклонения, относящиеся к отверстию, а в знаменателе – к валу (рис.19, б).

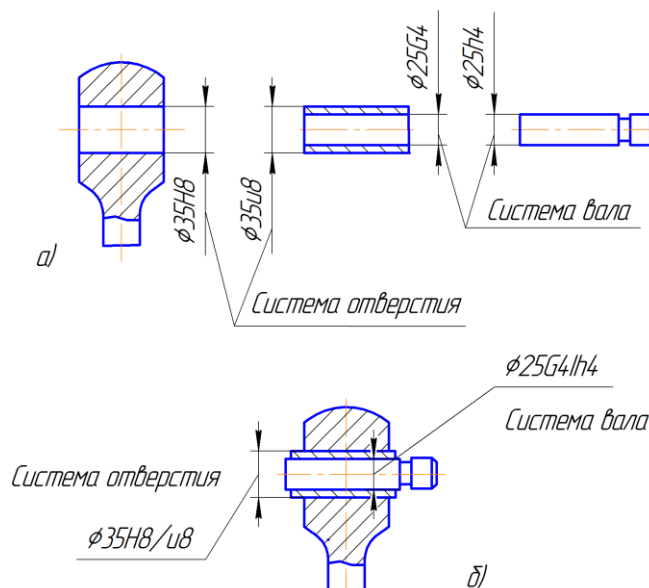


Рис.19

Числовые значения предельных отклонений устанавливаются соответствующими стандартами. Для специальных случаев соединения деталей, например, подшипников качения, зубчатых (шлицевых) соединений, деталей и изделий из полимеров (пластмасс ГОСТ 11710-66 «Допуски и посадки для деталей из пластмасс»), шпоночных соединений существует ряд стандартов, предусматривающих определённые классы точности, предельные отклонения, допуски, посадки и их условные обозначения.

Все сведения о допусках и посадках, их условные обозначения проставляются на производственных чертежах. На учебных чертежах допуски, посадки и отклонения размеров обычно не наносятся.

8. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей

Форма какой-либо поверхности, как и взаимное расположение поверхностей у изготовленной детали всегда имеют отклонения от того, что было предусмотрено на чертеже при разработке конструкции детали. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей устанавливает СТ СЭВ 301-76. На чертежах их обозначают согласно СТ СЭВ 368-76 условными обозначениями или в виде текстовой надписи в технических требованиях. По СТ СЭВ 368-76 знаки делятся на три группы:

1. Допуски формы.
2. Допуски расположения.
3. Суммарные допуски (формы и расположения).

Знаки первой группы, применяемые для условного обозначения отклонений формы поверхностей даны в таблице 8. Знаки второй группы даны в таблице 9. Данные о допусках формы и расположения поверхностей условно указывают на чертежах в прямоугольной рамке – **рамке допуска**, разделённой на 2 или 3 части, в которых помещают:

в первой – знак отклонения (допуска);

во второй – предельное отклонение (числовую величину допуска) в мм;

в третьей – буквенное обозначение поверхности базы, к которой относится

отклонение допуска. Эта поверхность на чертеже обозначается буквой, простав-

ленной в рамке. Рамка допуска вычерчивается сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в рамки, должна равняться высоте цифр размерных чисел чертежа.

Пример условного обозначения допуска формы на рис.20, а. На рис.20,б показано изображение того же чертежа в случае указания предельных отклонений в технических требованиях: «Некруглость конуса не более 0,01 мм». Условное изображение допуска от параллельности двух поверхностей показано на рис.20, в. Рис.20, г показывает оформление чертежа при условии, что предельное отклонение расположения поверхностей указано в технических требованиях надписью: «Непараллельность поверхностей А и Б не более 0,1 мм».

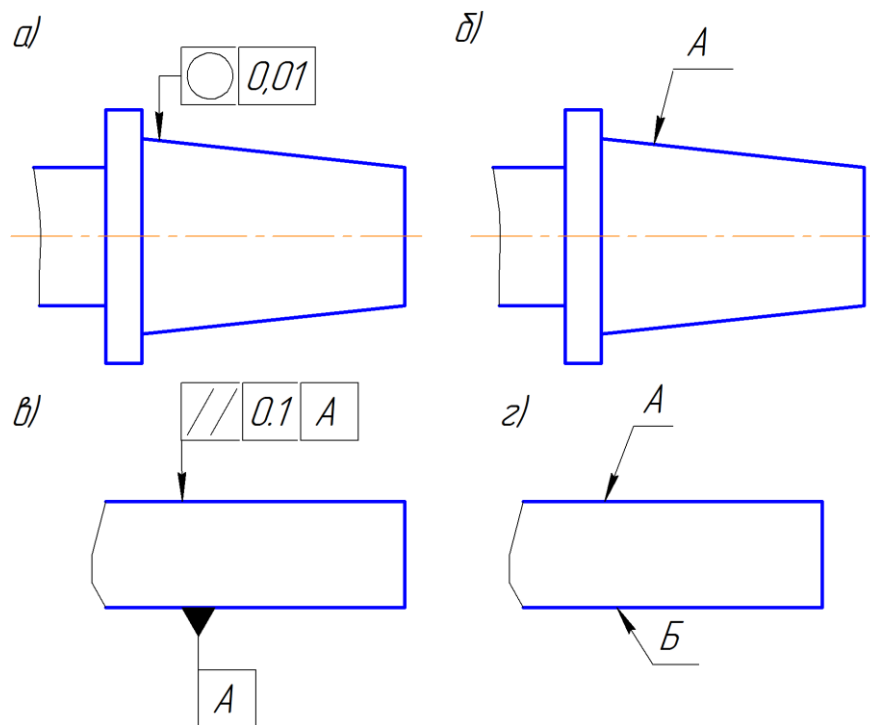




Рис.20

Условные обозначения допусков (отклонений) формы поверхностей

(по СТ СЭВ 368-76)







Таблица 8

Наименование отклонения (вид допуска)		Знак
краткое	полное	
Непрямолинейность	Допуск прямолинейности	
Неплоскостность	Допуск плоскостности	

Некруглость	Допуск круглости	
Нецилиндричность	Допуск цилиндричности	

Условные обозначения допусков (отклонений) расположения поверхностей
(по СТ СЭВ 368-76)

Таблица 9

Наименование отклонения (вид допуска)		Знак
краткое	полное	
Непараллельность	Допуск параллельности	
Неперпендикулярность	Допуск перпендикулярности	
Несоосность	Допуск соосности	
Непересечение осей	Допуск пересечения осей	
Несимметричность	Допуск симметричности	
	Торцовое биение Радиальное биение	

Масса изделия

На рабочем чертеже нужно указывать массу готового изделия в килограммах без указания единицы измерения. Масса изделия определяется по формуле:

$m = \rho \times V$, где ρ – плотность материала детали;

V – объём детали.

Для определения объёма детали её следует мысленно разбить на простейшие элементы, посчитать объёмы этих элементов и просуммировать.

Значение массы проставляется в соответствующую графу основной надписи. Допускается в основной надписи чертежа указывать массу изделия и в других единицах измерения с указанием их размерности.

Значения плотности некоторых материалов, применяемых в машиностроении:

алюминий	2,65...2,75 г/ см ³
бронза	7,7...9,3 г/ см ³
дуралюмин	2,75...2,90 г/ см ³
латунь	8,4..8,85 г/ см ³
сталь	7,5...8,0 г/ см ³
чугун	6,6...7,4 г/ см ³

9. Обозначение шероховатости поверхности

Если рассматривать поверхность детали через лупу или другой увеличительный прибор, то можно заметить, что она имеет неровности в виде мелких выступов и впадин, так называемые **микронеровности**.

Шероховатость - совокупность неровностей, образующих рельеф поверхности на определённой базовой длине l .

На одних поверхностях деталей неровности заметны невооружённым глазом, на других – только при помощи приборов. Говорят, что поверхности детали имеют различную шероховатость. Если рассмотреть сечение поверхности нормальной к ней плоскостью, то можно составить представление о профиле её рельефа: о количестве, форме и величине выступов и впадин неровностей (рис.21). Высота выступов и впадин микронеровностей поверхности колеблется от 0,08 до 500 мкм и более.

В соответствии с ГОСТ 2789-73 шероховатость поверхности характеризуется одним из следующих параметров: средним арифметическим отклонением профиля **Ra** или высотой неровностей **Rz** профиля по 10 точкам. Значения этих параметров определяют в пределах базовой длины l . Зная форму профиля, в пределах базовой длины l , на диаграмме можно провести его среднюю линию Ox , выше которой будут располагаться выступы, а ниже – впадины. На рис.6 параметры впадин отмечены штрихами (y' , F' , h'), параметры выступов штрихов не имеют (y , F , h). Средняя линия профиля проводится так, чтобы площади, соответствующие выступам и впадинам, были равны между собой:

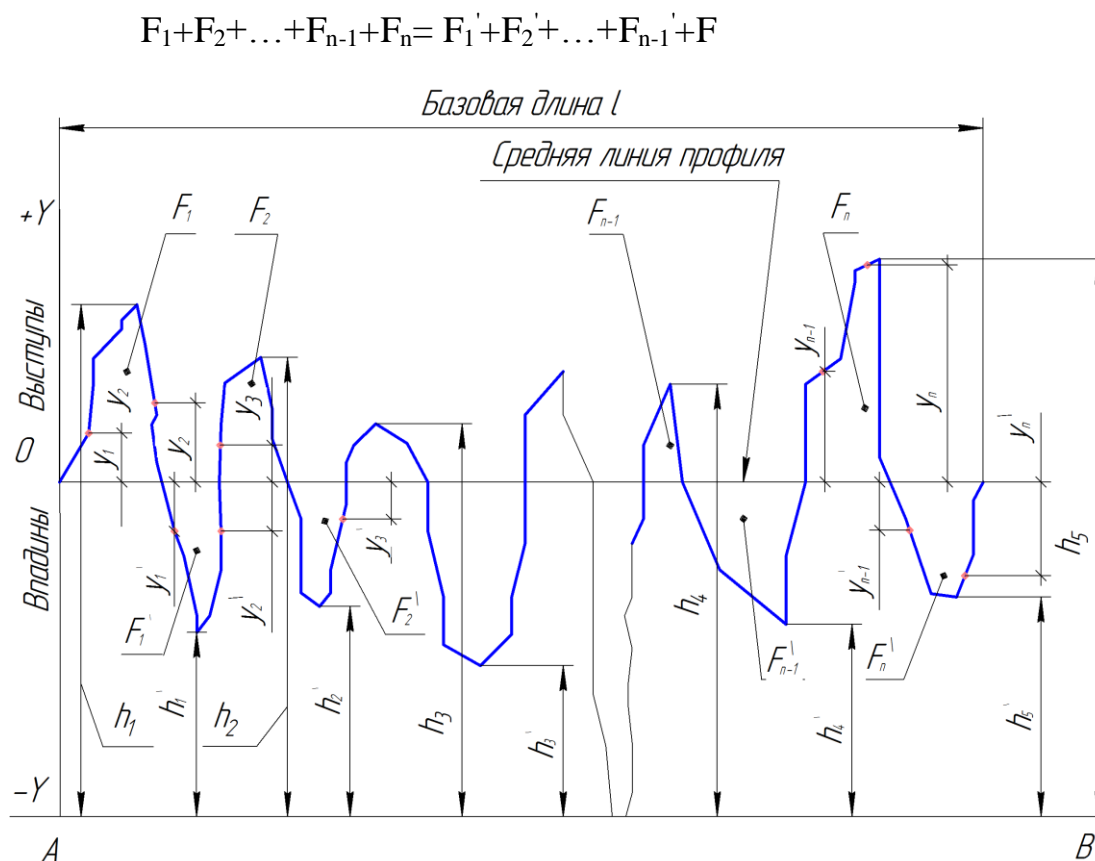


Рис.21

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a представляет собой среднее значение в пределах базовой длины l расстояний точек выступов ($y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n$) и впадин ($y_1', y_2', \dots, y_{n-1}', y_n'$) от средней линии профиля. При этом при суммировании учитывается только абсолютная величина этих расстояний по модулю.

Параметр R_a можно охарактеризовать следующим равенством:

$$R_a = ((y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + y_n) + (y_1' + y_2' + \dots + y_{n-1}' + y_n')) / l$$

Высота неровностей профиля по 10 точкам R_z представляет собой среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины l пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин. Расстояние измеряется от произвольной линии AB , параллельной средней линии профиля:

$$R_z = ((h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) - (h_1' + h_2' + h_3' + h_4' + h_5')) / 5$$

Измерение величин, определяющих значения R_a и R_z осуществляется при помощи специальных приборов – профилографов. Степень шероховатости поверхности определяется классом шероховатости. ГОСТ 2779-73 устанавливает 14

классов шероховатости с соответствующими значениями Ra и Rz при определённой базовой длине.

ГОСТ 2.309-73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей, а также правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности. В обозначении шероховатости применяют один из знаков, изображённых на рис.22.

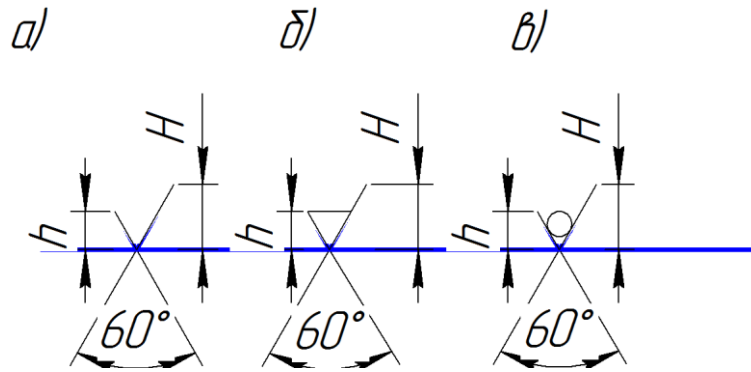


Рис.22

Если вид обработки не устанавливается (предоставляется на усмотрение технолога), то применяют знак по рис.22, а. При удалении слоя материала точением, фрезерованием, сверлением, протягиванием, развёртыванием, шлифованием и т.п., применяется знак по рис.22. б. Шероховатость поверхности, образуемой без удаления слоя материала литьём, ковкой, объёмной штамповкой, прокатом, волочением и т.п., обозначается знаком по рис.22, в. Этим же знаком обозначаются поверхности, не обрабатываемые по данному чертежу.

Для указания вида обработки и других пояснительных надписей применяют эти же знаки с полкой. На учебных чертежах рекомендуется применять знаки без полки. Высота знака h приблизительно равна высоте цифр размерных чисел, применяемых на чертеже. Высота H берётся равной $(1,5...3)h$. Толщина линий знаков равна примерно 0,5 толщины сплошной основной контурной линии чертежа.

Условный знак наносится на контурных, выносных линиях или на полках линий-выносок (рис.23). Своей вершиной угол должен касаться линии, на которую он наносится, и располагаться так, чтобы его биссектриса была нормальна этой линии. При недостатке места допускается обозначения шероховатости располагать на выносных и размерных линиях или на их продолжении, а также разрывать выносную линию. На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в том случае, когда от этой линии нанесён размер. Для обозначения числового значения параметров шероховатости по-

верхности на условном знаке указываются: для параметра Ra – буквенный символ Ra и числовая величина, для параметра Rz – буквенный символ Rz и числовая величина. Числовые величины параметров Ra и Rz берутся по ГОСТ 2789-73. Более предпочтительным является применение числовых значений параметра Ra. Высота цифр и символа Rz равна высоте размерных чисел чертежа.

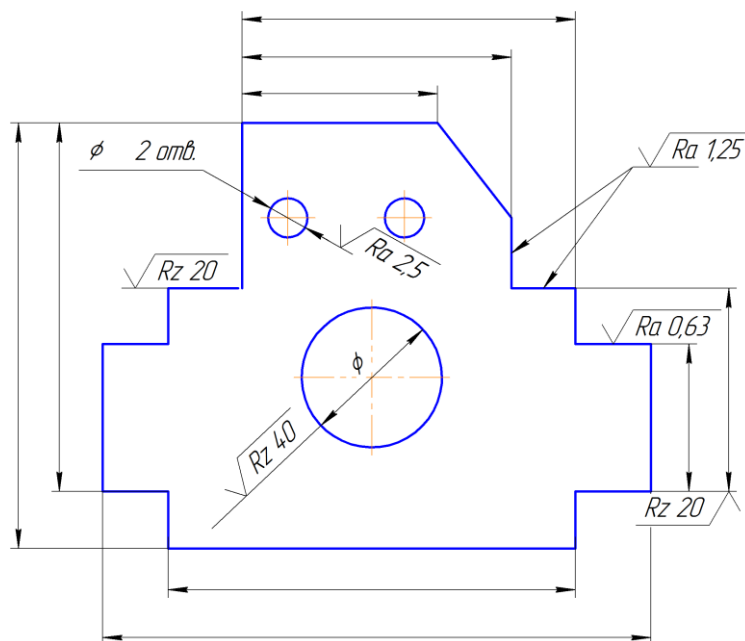


Рис.23

Шероховатость поверхности зависит от инструмента, которым обрабатывается поверхность, от технологического процесса и режима выполнения той или иной операции обработки. Например, при обработке детали развёртыванием и фрезерованием шероховатость Ra 2,5...0,32 мкм; протягиванием и шлифованием – 2,5..0,160 мкм. При обработке точением и расточкой шероховатость Rz 40...0,32 мкм; сверлением - 80...2,5 мкм; при нарезании резьбы – 40...1,25. Необходимая шероховатость поверхностей деталей задаётся с учётом их назначения и условий работы. На учебных чертежах шероховатость поверхности задаётся ориентировочно, исходя из следующих соображений:

1. Если детали соприкасаются между собой и перемещаются относительно друг друга, шероховатость их поверхности должна соответствовать примерно Ra=20...0,32 и Rz=10...16 мкм (10^{-6} м).
2. Если детали соприкасаются между собой и неподвижны относительно друг друга, шероховатость поверхностей может соответствовать примерно Ra=20...2,5 и Rz=80...10 мкм.

3. Поверхности деталей не соприкасающиеся с какими-либо поверхностями, могут иметь шероховатость, соответствующую $Ra=20\dots5$ и $Rz=80\dots20$ мкм.
4. При предъявлении эстетических требований к внешнему виду поверхностей они должны иметь шероховатость, соответствующую $Ra=5\dots1,25$ и $Rz=20\dots6,3$ мкм.
5. Шероховатость поверхностей резьбы может быть $Ra=10\dots1,25$ и $Rz=40\dots6,3$ мкм.

Расположение знаков шероховатости показано на рис.24. Если поверхность расположена в зоне с углом 30° , то обозначение наносится только на полке линии-выноски, ограничивающейся стрелкой.

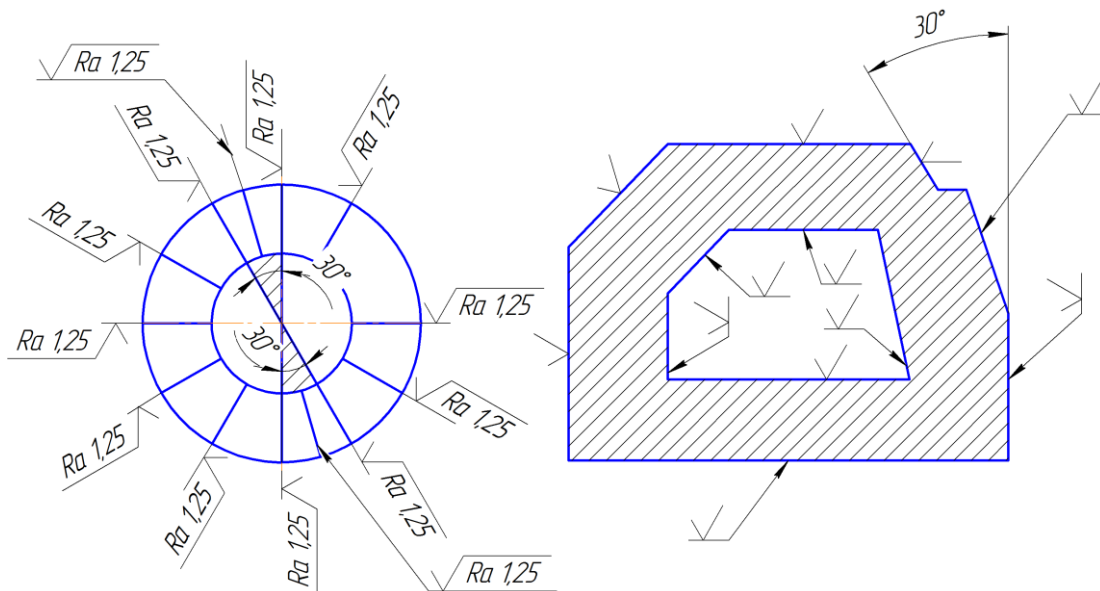


Рис.24

Если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость, то её обозначение помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рис.25,а). В таком случае размер знака должен обводиться утолщённой линией и быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначении на изображении.

Обозначение в правом верхнем углу должно чертежа должно располагаться на расстоянии 5-10 мм от стороны рамки (рис.25, б). При этом в случае одинаковой шероховатости большей части поверхностей детали в правом верхнем углу чертежа помещается обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение знака в скобках. Это означает, что все поверхности, не имеющие на чертеже знаков шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед

скобкой (рис.25,б). Размеры знаков в скобке и на изображении одинаковые, размер знака перед скобкой увеличивается в 1,5 раза и выполняется утолщённой линией.

Если поверхности изделия не обрабатываются по данному чертежу, то на это указывает знак, помещённый в правом верхнем углу чертежа (рис.25, в).

Если же какая-либо конкретная поверхность детали не обрабатывается по чертежу, то обозначение её шероховатости наносят на самом чертеже (рис.25, г).

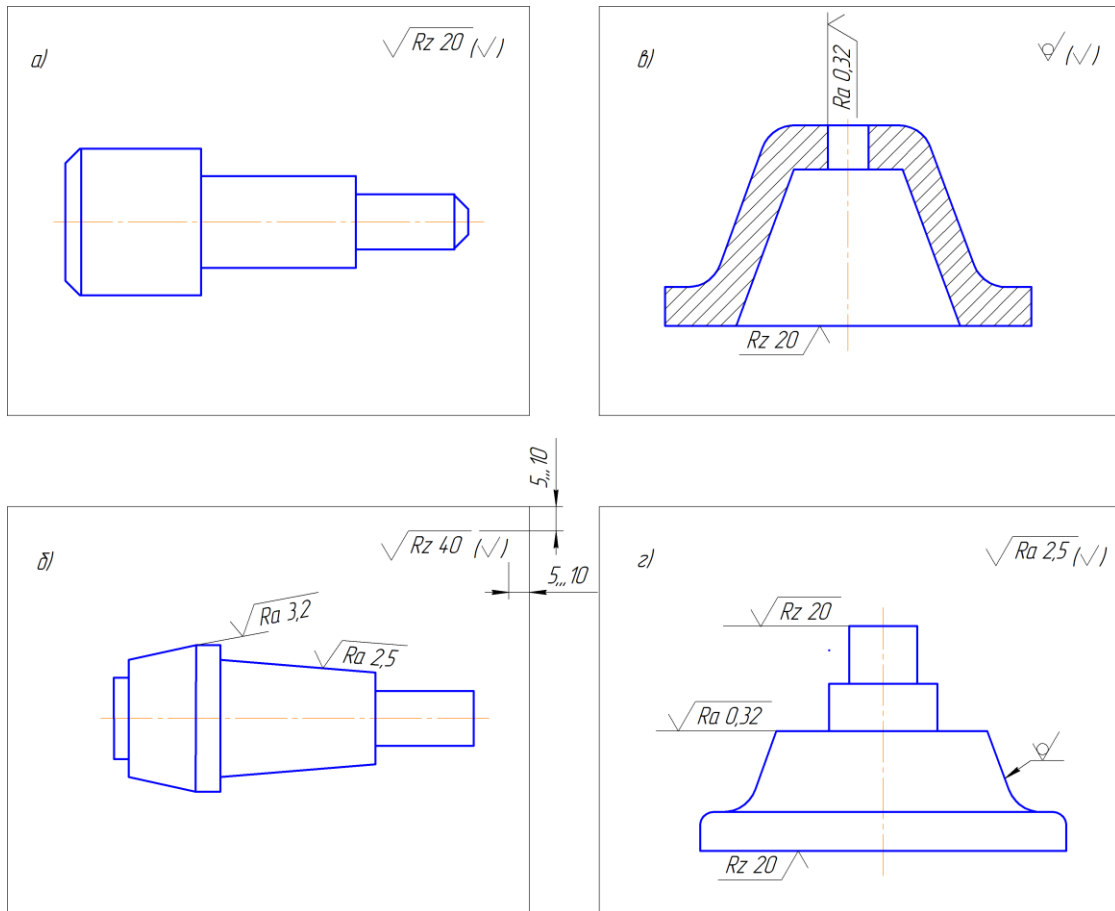


Рис.25

Обозначение шероховатости поверхностей одинаковых элементов деталей (отверстий, пазов, зубьев, рёбер и т.п.), количество которых указывается на чертеже, наносится один раз независимо от числа изображений (рис.26, а). Примеры обозначения шероховатости поверхностей зубьев колёс и резьбы приведены на рис.26, б-г.

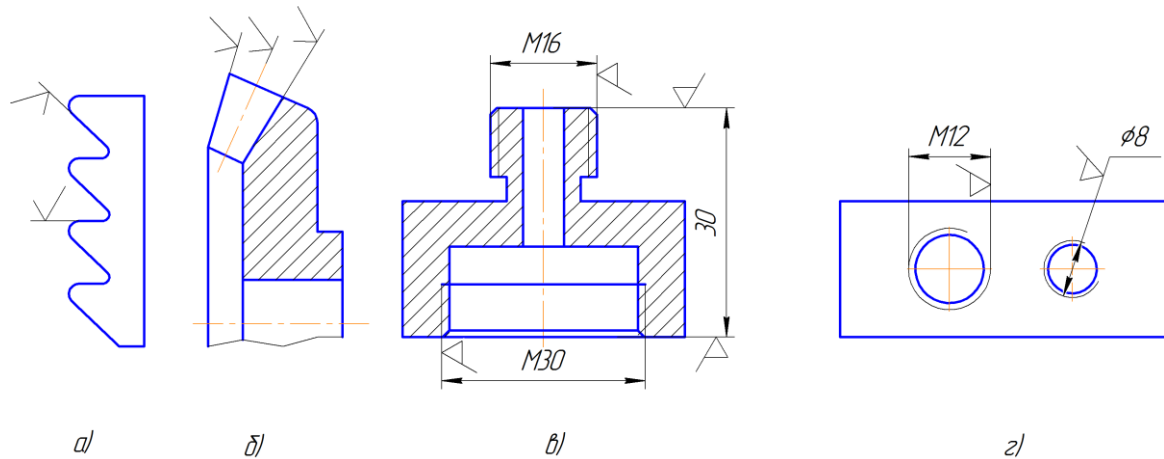


Рис.26

Обозначение шероховатости поверхности необходимо располагать как можно ближе к размерной линии, относящейся к данной поверхности (рис.26, в).

Если шероховатость контурной поверхности одинакова, то её обозначение наносится один раз с надписью «По контуру» (рис.27, а).

Допускается к знаку шероховатости добавлять указания о способе обработки поверхности (рис.27, б) в случае, если этот способ является единственным, гарантирующим необходимую шероховатость поверхности.



Рис.27

10. Измерительные инструменты и приёмы измерений

При обмере деталей пользуются различными измерительными инструментами. Измерения прямолинейных величин, точность которых не превышает 0,5...1,0 мм, выполняют с помощью металлических линеек, кронциркулей и нутромеров.

Измерение длин с точностью 0,1...0,05 мм производится штангенциркулями. Измерение длин наружных поверхностей с точностью до 0,01 мм выполняют при помощи микрометров.

10.1. Определение линейных размеров

Определение линейных размеров в простейших случаях производится при помощи масштабной линейки и стального угольника. В учебных условиях можно для этой цели использовать чертёжный треугольник. Линейка совместно с угольником позволяет измерять длины частей деталей, имеющих ступенчатую форму. Угольники и чертёжные треугольники служат для выноса определяемого размера на удобное для обмера место. Треугольник нужно ставить так, как показано на рис. 28, то есть вдоль обмеряемой линии, в противном случае наклон треугольника, даже незаметный на глаз, вызовет искажение обмеряемой величины.

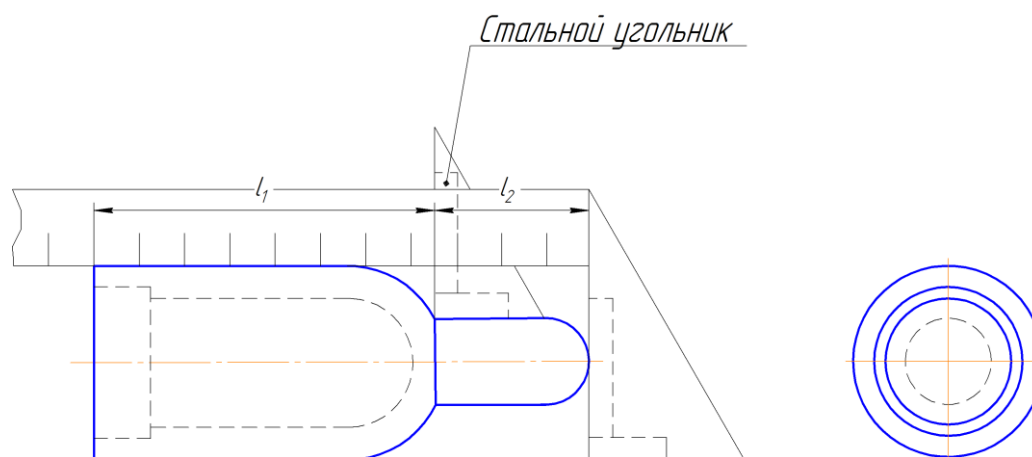


Рис.28

Детали, имеющие большую длину, обмеряют стальными линейками или рулетками с тонкой стальной пружинящей лентой длиной 1-2 м. Длину небольших деталей обмеряют обычно штангенциркулем с глубиномером.

10.2. Измерение диаметров тел вращения

Обмер диаметров деталей в простейших случаях, не требующих особой точности, производят кронциркулем или нутромером. Более точные результаты можно получить при обмерах штангенциркулем с нониусом или микрометрами и микрометрическими нутромерами-штрихмассами.

Обмер кронциркулем и штангенциркулем всегда следует производить перпендикулярно продольной оси обмеряемой детали. Положение нутромера при обмерах показано на рис. 29, то есть нутромер должен быть поставлен вдоль продольной оси обмеряемой детали. При этом необходимо следить, чтобы измерялся диаметр, а не хорда. Величину промера выясняют с помощью линейки.

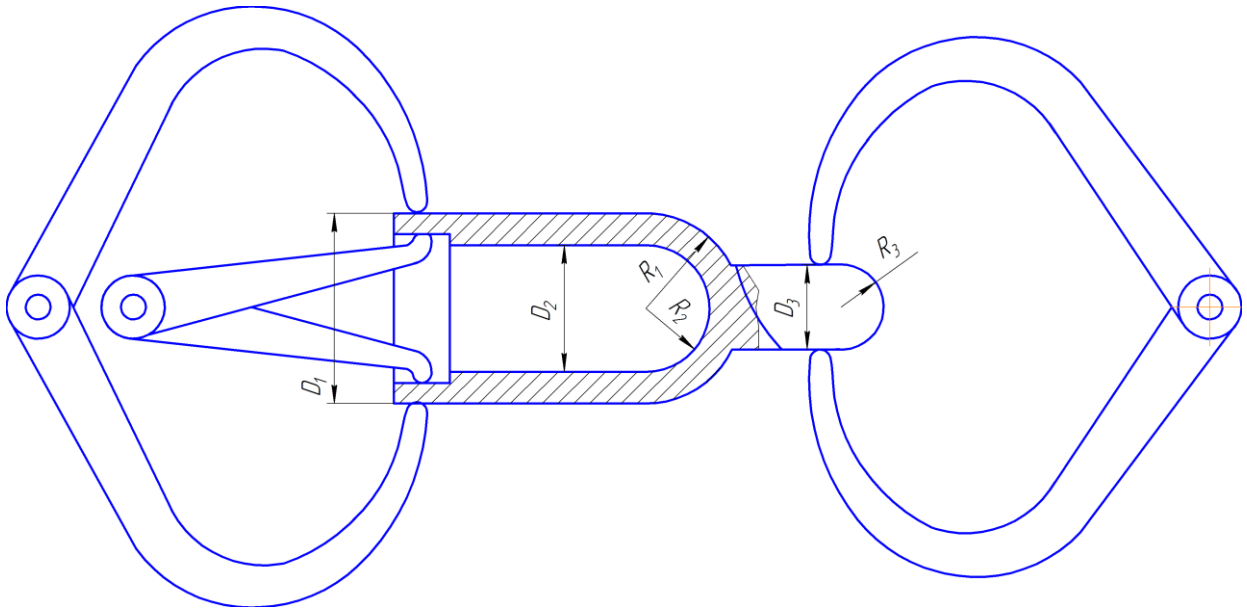


Рис.29

10.3 Измерение толщины стенок

На рис.30 показан способ измерения с достаточной точностью толщины стенки полого тела. В этом случае произвести обмер обыкновенным кронциркулем не удастся, так как кронциркуль нельзя будет вынуть без раздвигания его ножек.

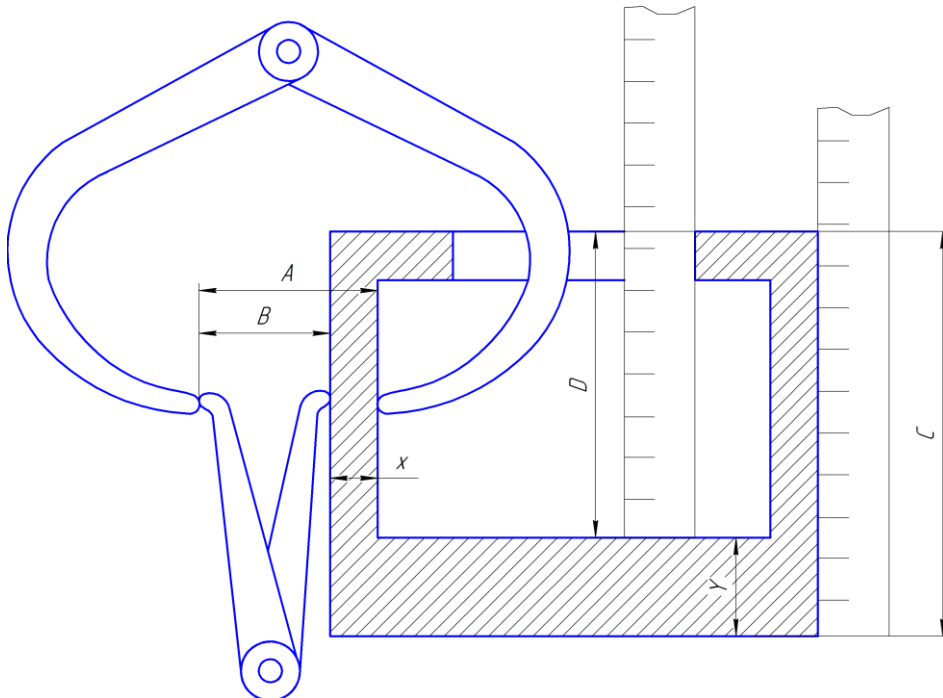


Рис. 30

Обмер производится кронциркулем и нутромером. Разность отсчётов $(A-B) = x$ кронциркуля и нутромера даёт толщину измеряемой стенки (с точностью около

0,25 мм). Вместо нутромера можно, где это удобно, подставлять масштабную линейку. Толщина дна полого тела может быть определена путём обмера линейкой корпуса детали снаружи и внутри $(D-C) = y$.

10.4 Измерение расстояния между центрами отверстий

При обмере фланца необходимо выяснить диаметр окружности, на которой размещены отверстия для болтов, то есть определить размер D . Размер этого диаметра может быть быстро и с достаточной для многих случаев точностью определён при помощи линейки, кронциркуля или нутромера (рис.31). Замеренный нутромером размер D_0 равен искомому размеру D , а к замеренному кронциркулем размеру K нужно добавить размер диаметра одного отверстия d , и сумма этих двух величин будет также равна D . При разметке отверстий прочерчивают на поверхности фланца центровую окружность радиуса $R = D_0 / 2$. Точки пересечения центральной окружности с осевыми линиями, проведёнными под углом к горизонту, определяют положение центров болтовых отверстий (для случаев деления на 4, 6, 8 и 12 частей).

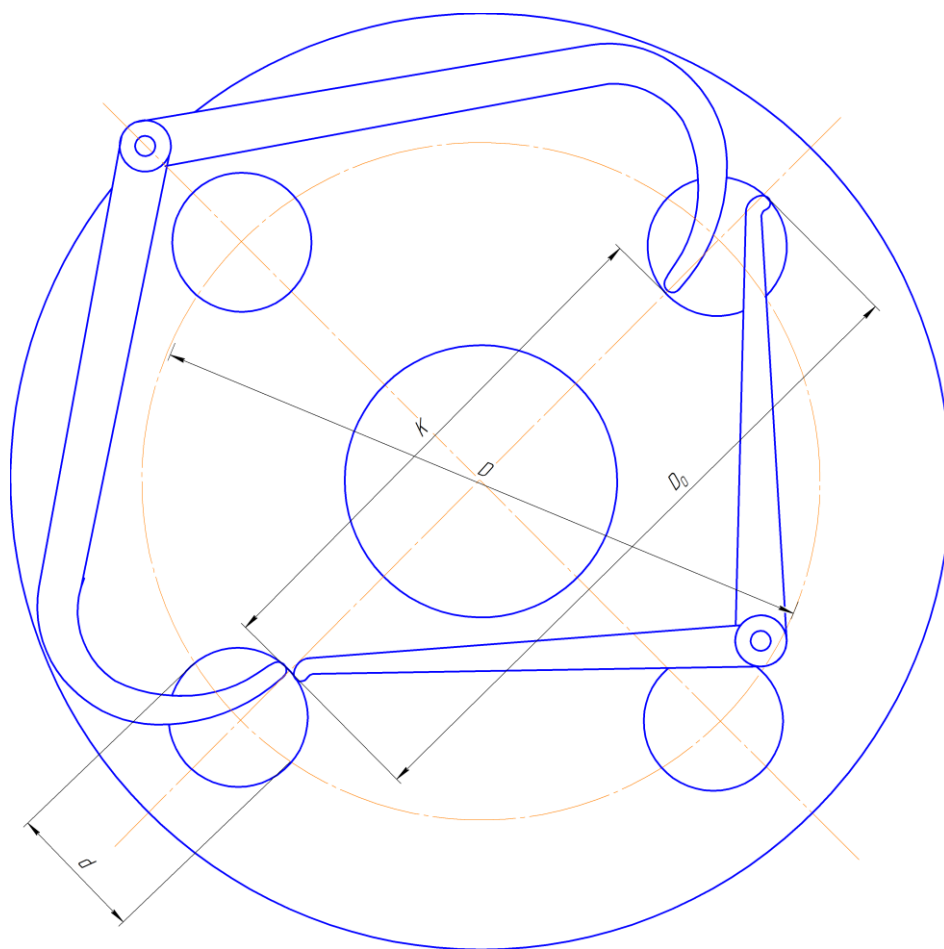


Рис.31

10.5 Измерение расстояния осевой линии от опорной поверхности

Положение оси патрубка или какого-либо отверстия над опорной поверхностью детали (размер H) можно определить способом, показанным на рис.32, то есть измерить расстояние от опорной поверхности детали до нижней образующей фланца или отверстия (размер A) и добавить к полученной величине половину диаметра фланца или соответствующего отверстия, так как $H = A + D/2$.

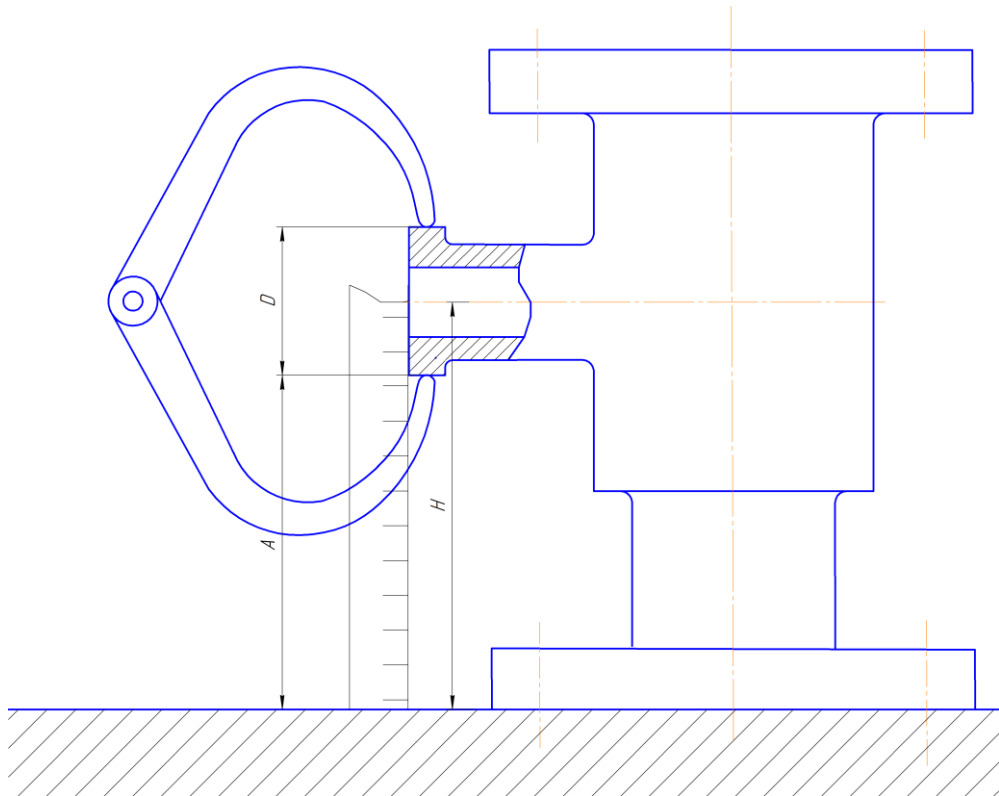


Рис.32

Обмеры могут быть проведены кронциркулем и линейкой или кронциркулем и нутромером. В последнем случае нутромер будет заменять линейку. Ещё удобнее эту операцию выполнить на разметочной плите и размер A определять штангенрейсмусом.

В данном случае предполагается, что цилиндрическая поверхность фланца была подвергнута механической обработке (обточке).

10.6 Обмер криволинейных контуров и кривых поверхностей

Во многих случаях при выполнении чертежей деталей с натуры приходится определять форму криволинейных очертаний разного рода рёбер, фасонных выступов, прорезей, скруглений и прочее.

Очертания по лекальным кривым применяют лишь в специфических случаях, например, в кораблестроении, при вычерчивании кузовов легковых автомобилей и прочее. Очертания деталей большинства машин состояются из прямых и дуг окружностей разного радиуса. Поэтому, выполняя с натуры чертёж какой-либо детали, имеющей сложные очертания, нужно определить, какие радиусы были выбраны конструктором, проектировавшим эту деталь, для того или иного криволинейного контура или поверхности.

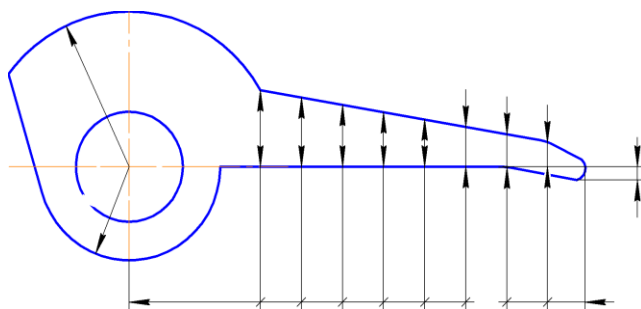


Рис.33

Детали, аналогичные показанной на рис.33, можно для обмера наложить на лист бумаги и обвести карандашом, после чего их криволинейный контур замерить по методу координат. Для этого заданную деталь делят на небольшие части параллельными сечениями и для каждого сечения определяют величину абсциссы и ординаты (горизонтальный и вертикальный размер). На рис.35 показан способ обмера методом координат кривой поверхности.

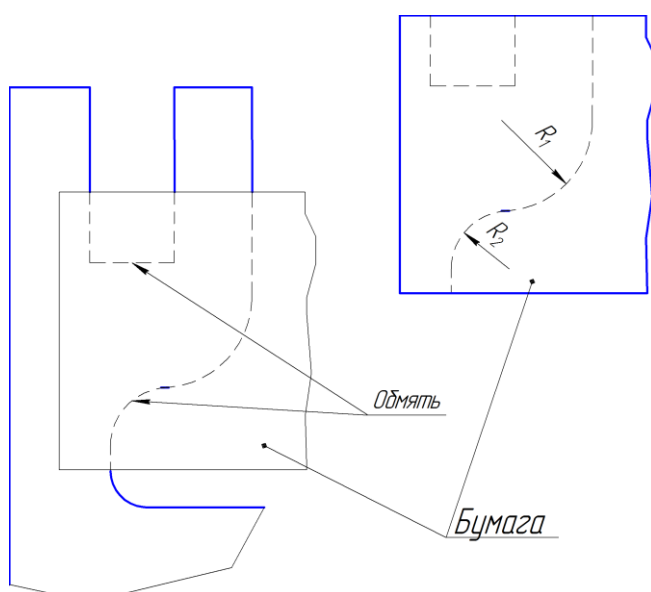


Рис.34

В некоторых случаях (рис.34) можно на обмеряемое место детали наложить лист бумаги и обмять его по криволинейному контуру. Сняв затем бумагу, следует для большей наглядности обвести обмятый контур карандашом и рядом проб циркулем

выяснить величину радиусов криволинейного очертания, в данном случае радиусы R_1 и R_2 .

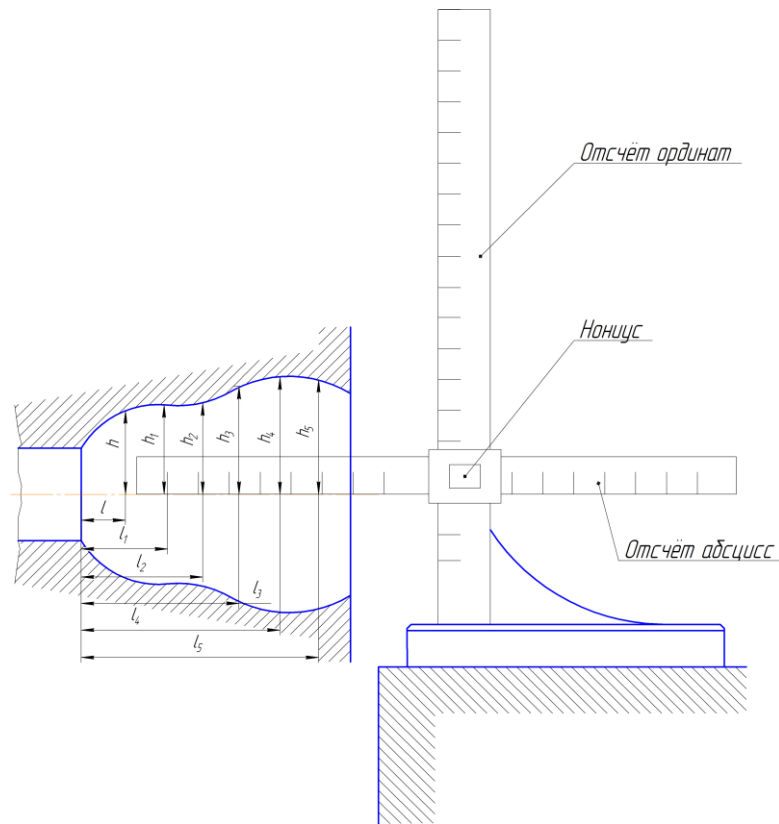


Рис.35

Радиусы поверхностей небольшой кривизны, например радиусы переходных галтелей, следует определять при помощи набора особых пластинчатых шаблонов - радиусомеров. Для измерения радиуса закругления детали к её поверхности прикладывают закруглённые части шаблонов и просматривают на просвет место их соприкосновения. Величина радиуса закругления определяется числом, указанным на шаблоне, при котором отсутствует зазор между поверхностью детали и шаблоном.

Контроль длины обработанной части детали обычно производят листовыми калибрами – односторонними или двухсторонними.

10.7 Определение параметров резьбы и измерение углов

Для определения профиля и шага резьбы применяется резьбомер, представляющий собой набор металлических шаблонов с пилообразными вырезами. При этом резьбомер для определения шага метрической резьбы снабжён надписью М60, а для определения числа витков на длине одного дюйма дюймовых и трубных цилиндрических резьб, надписью Д55.

При определении шага резьбы из набора шаблонов выбирают такой, который своими зубьями плотно входит во впадины резьбы. Указанным на шаблоне числом определяют величину шага резьбы. Величина наружного диаметра резьбы стержня, измеренная штангенциркулем, в совокупности с установленной величиной шага резьбы даст полное представление о параметрах измеряемой резьбы. Для определения размера резьбы в отверстии необходимо измерить её внутренний диаметр и шаг. Полученные данные дают возможность по соответствующему стандарту определить наружный диаметр резьбы.

При отсутствии резьбомера шаг резьбы может быть определён при помощи отпечатка, полученного на полоске бумаги. Если на длину a , измеренную линейкой, приходится n делений, полученных в результате отпечатка витков резьбы, то шаг резьбы определяют как $P = a / n$.

Измерение углов производят угломерами. Угломер состоит из угольника, который фиксируется на линейке, и подвижного транспортира с линейкой. Транспортир фиксируется в нужном положении винтом. Угол, образованный линейками будет равен измеряемому углу. Величина угла определяется по шкалам транспортира (градусы) и нониуса (минуты). Нониус позволяет производить измерения с точностью до 2 минут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерная графика. / Н.П. Сорокин, Е.Д. Ольшевский и др. – Санкт-Петербург: «Лань», 2008.- 392 с.
2. Инженерная графика. / А.А.Чекмарёв – Москва: «Высшая школа», 2000.- 365 с.
3. Машиностроительное черчение. / В.С. Левицкий – Москва: «Высшая школа», 1988.- 352 с.
4. Машиностроительное черчение. / СВ.А. Фролов, А.В. Воинов и др. – Москва: «Машиностроение», 1981.- 304 с.
5. ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ:
ГОСТ 2.301 – 68 ... ГОСТ 2.316 – 68.
6. Справочное руководство по черчению. / В.Н. Богданов, И.Ф. Малежик и др. – Москва: «Машиностроение», 1989.- 864 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Выполнение рабочих чертежей деталей	3
1.1. Требования, предъявляемые к рабочим чертежам деталей	3
1.2. Порядок выполнения рабочего чертежа	4
1.3. Условности и упрощения в рабочих чертежах деталей	5
1.4. Нанесение размеров на рабочих чертежах деталей	7
2. Чертежи деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках и изготовленных при помощи отливок	9
3. Чертежи деталей, изготовленных при помощи развёрток	13
4. Чертежи пружин	14
5. Обозначение покрытий и показателей свойств материала	26
6. Основные материалы и их обозначения	27
6.1. Сталь	27
6.2. Чугун	29
6.3. Медные сплавы	30
6.4. Баббиты	31
6.5. Алюминиевые сплавы	31
6.6. Материалы, характеризующиеся сортаментом	32
6.7. Неметаллические материалы	33
7. Предельные отклонения размеров	34
8. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей	41
9. Обозначение шероховатости поверхности	43
10. Измерительные приборы и приёмы измерений	48
10.1. Определение линейных размеров	49
10.2. Измерение диаметров тел вращения	49
10.3. Измерение толщины стенок	50
10.4. Измерение расстояния между центрами отверстий	51
10.5. Измерение расстояния осевой линии от опорной поверхности	52
10.6. Обмер криволинейных контуров и кривых поверхностей	52
10.7. Определение параметров резьбы и измерение углов	54
11. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	56

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

*Методические указания
к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине
«Начертательная геометрия и инженерная графика»
«Инженерная и компьютерная графика»*

В редакции составителей

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 26.05.2014 г. Формат 60×90/8.
Уч.-изд.л. – 2,7. Усл.-п.л. – 7,5.
Тираж 50 экз. Заказ 147.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

